

کاربرد پرتوهای یونساز

دکتر محمد رضا منظم

استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران و مدیر کل دفتر بررسی

آلودگی هوا سازمان حفاظت محیط زیست

mmonazzam@hotmail.com

کاربرد پرتوهای یونساز

- کاربرد در صنعت
- کاربرد در کشاورزی
- کاربرد در پزشکی
- کاربردهای تحقیقاتی
- و ...

کاربرد در صنعت

(a) رادیوگرافی:

- تشکیل تصویر از ساختمان داخلی اشیاء و اجسام با استفاده از پرتوهای ایکس و گاما
 - در صورتیکه تصویر بر روی فیلم ثبت شود آنرا رادیو گراف (عکس) میگویند.
 - اگر تصویر بطور موقت و آنی روی صفحه فلوروسنت مشاهده شود، آنرا فلوروسکپی (پرتوبینی) میگویند.
- رادیوگرافی بدلیل کیفیت ، قدرت تشخیص بیشتر و ثبت دائمی به فلوروسکپی ارجحیت دارد.
- رادیو گرافی در صنعت برای تشخیص عیوب داخلی اجسام ، از قبیل وجود حفره ها ، ترکها و همچنین کنترل محل جوش دادن لوله ها استفاده میشود.

کاربرد در صنعت

رادیوگرافی (ادامه)

- در رادیوگرافی پرتوها ضمن عبور از نمونه مورد آزمایش بر حسب وضع جسم و ضخامت آن و یا وجود حفره و یا ترک تغییر شدت یافته و از جسم خارج میشود، پرتوهای عبوری بر روی فیلم مخصوص پرتونگاری اثر گذارده و پس از ظهور فیلم تصویری سایه مانند بوجود می آید که در آن وجود ترکهای احتمالی و یا هر نوع عیب و نقص دیگر کاملاً مشخص است.
 - در رادیوگرافی صنعتی از دستگاههای ثابت و متحرک استفاده میشود.
 - دستگاههای ثابت در اتاق تشعشع نصب شده اند
 - بدلیل قابلیت استفاده در محیطهای متعدد و کاربرد دستگاههای رادیوگرافی صنعتی متحرک بیشتر است.
- از جمله موارد کاربرد این روش بازرسی و کنترل دقیق در موقع ساخت قطعات و بعد از نصب آن در صنایع مختلف است.

کاربرد در صنعت

(b) فلوروسکپی:

- پرتوبینی (فلوروسکپی) یعنی مشاهده فوری قسمت‌های داخلی نمونه مورد آزمایش
- مشاهده تصویر بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم (آینه و یا تلویزیون) امکان پذیر است
- مشاهده غیر مستقیم از نظر ایمنی به مشاهده مستقیم ارجحیت دارد.
- علی رقم پیشرفتهائی که در تکنیک فلوروسکپی انجام گرفته این روش از حساسیت کمتری نسبت به عکس برداری برخوردار است

کاربرد در صنعت

فاصله لازم برای کاهش شدت به ۱۰۰ میلی رونتگن بر ساعت (m)	انرژی فوتون (Mev)	نیمه عمر	نوع ایزوتوپ
۱,۹۷	۰,۶	۳۳ سال	سزیوم ^{137}Cs
۳,۶۷	۱,۱۷ و ۱,۳۳	۴,۳ سال	کبالت ^{60}Co
۲,۳۵	۰,۵ و ۰,۳	۷۵ روز	ایریدیوم ^{192}Ir
۲,۹	۰,۲	۱۶۲۰ سال	رادیوم ^{226}Ra
۰,۳۲	۰,۰۸	۱۳۷ روز	تولیوم ^{170}Tm

(c) گاماگرافی

- در صورتیکه برای پرتونگاری بجای پرتو ایکس از گاما استفاده شود این روش را گاما گرافی میگویند.
- مشخصات رایج ترین ایزوتوپهای مورد استفاده در صنعت در جدول مقابل ارائه گردیده است.

کاربرد در صنعت

گاماگرافی (ادامه)

- رادیو ایزوتوپی‌هایی که در گاماگرافی مورد استفاده قرار می‌گیرند باید خصوصیات زیر را دارا باشند:
 - نیمه عمر زیاد
 - انرژی کافی برای پرتونگاری در صنایع
 - اکتیویته ویژه زیاد و کوچک بودن چشمه رادیو ایزوتوپ
- بطور کلی چشمه‌های مورد استفاده در گاماگرافی خطرناکتر از چشمه‌های مصرفی در صنعت می‌باشند
- مقدار دز محلهائی که پرتونگاری انجام می‌گیرد زیاد است.
 - لذا لازم است چشمه‌ها در حفاظی مناسب که معمولاً از جنس سرب است، نگهداری شود

کاربرد در صنعت

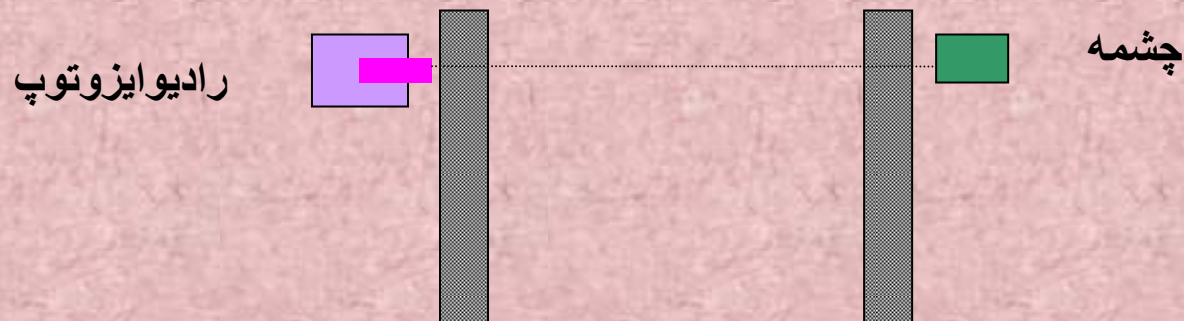
گاماگرافی (ادامه)

- گاماگرافی همچون رادیوگرافی شامل دو نوع ثابت و متحرک است.
- گاماگرافی در مقایسه با رادیوگرافی دارای مزایای زیر است:
 - انرژی گاما بیشتر است لذا از آن برای پرتونگاری قطعات ضخیم تر نیز میتوان استفاده کرد.
 - رادیوایزوپهای تابش کننده گاما بر خلاف دستگاههای مولد پرتو ایکس تابع برق شهر نبوده و از آنها میتوان در هر محلی استفاده کرد.
 - در صورتیکه کوتاه بودن زیمان پرتونگیری مطرح نباشد میتوان از گاماگرافی استفاده نمود
 - با توجه به بازده لوله های مولد ایکس معمولا استفاده از منابع گاما از نظر انرژی بسیار مقرون بصرفه تر هستند.
 - برای نگهداری و راه اندازی لوله های مولد ایکس نیاز به تخصص بالاست.
- علاوه بر گاماگرافی از پرتو گاما کاربردهای بسیار متنوع دیگر میتوان داشت از جمله استفاده در پزشکی (چاقوی گاما) ، برای انبارداری (نگهداری مواد غذایی به مدت طولانی با استفاده از عقیم سازی آنها) و غیره ...

کاربرد در صنعت

(c) اندازه گیری و کنترل ارتفاع مایعات در مخازن Level Gauge

- این روش در صنعت بسیار معمول است، چون هیچگونه تماس و اتصالی با مخازن ضروری نیست و اندازه گیری از راه دور با استفاده از این روش ساده و دقیق است.
- کنترل ارتفاع در مخازن بزرگ همانند شکل زیر است:



کاربرد در صنعت Level Gauge (ادامه)

- در یک طرف مخزن دستگاه آشکار ساز و در طرف دیگر چشمه پرتوزا قرار میگیرد.
- در صورتیکه ارتفاع مایع یا ماده پائین تر از محل قرار گرفتن رادیوایزوتوپ باشد پرتوهای تابش شده بدون برخورد با مایع از دوجدار مخزن عبور کرده و بر روی آشکار ساز اثر میگذارند ولی اگر سطح مایع یا ماده بین چشمه و آشکار ساز قرار گیرد پرتوهای تابش شده برای رسیدن به آشکار ساز از ماده عبور کرده و در نتیجه با شدت کمتری به آشکار ساز خواهند رسید.
- آشکار ساز میزان دز و یا کاهش تعداد شمارش را نشان خواهد داد.
- با استفاده از یک سیستم الکترونیکی ارتفاع مایع و یا ماده را میتوان در مخزن ثابت نگه داشت.
- در این روش از پرتوهای گامای سزیوم ۱۳۷ و کبالت ۶۰ استفاده میشود.

کاربرد در صنعت

(d) تعیین ضخامت اجسام Thickness Gauge

- شدت پرتوهای تابش شده از رادیوایزوتوپها ضمن عبور از یک ماده همگن کاهش مییابد.
- این کاهش تابع مقدار جرم یا ضخامتی است که در مسیر پرتوها قرار میگیرد
 - از این خاصیت برای اندازه گیری و کنترل ضخامت ورقه های فولادی و یا ورقه های نازک پلاستیک و فیلم استفاده میشود.
 - در یک طرف ورقه چشمه و در طرف دیگر آشکار ساز که بر حسب ضخامت مدرج شده است قرار میگیرد (روش عبور) (روش بازتاب هردو آشکار ساز و چشمه در یک طرف ورقه قرار میگیرند)
- یکی از مزایای اندازه گیری بکمک رادیوایزوتوپها اینست که ضمن اندازه گیری نیاز به هیچگونه تماسی با مواد مورد آزمایش نمی باشد.
 - لذا از این روش میتوان ضخامت ورقه های بسیار نازک و یا چسبناک و حتی ورقه های فولاد گداخته را اندازه گرفت.

کاربرد در صنعت

Thickness Gauge

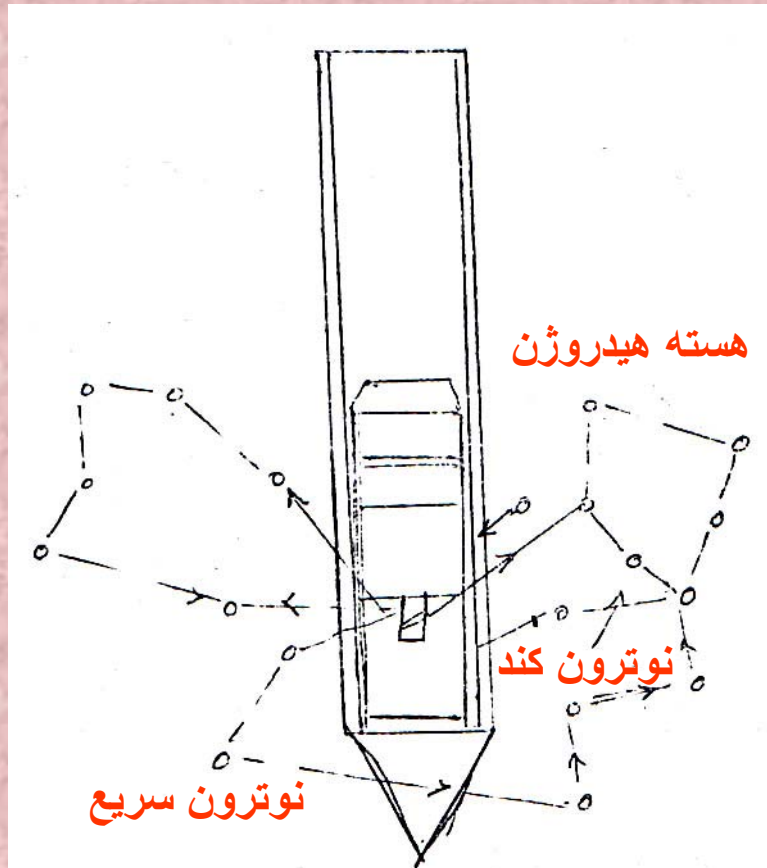
- چشمه های مورد استفاده با توجه به قطر یا نازک بودن متفاوت است مثلا

– برای اندازه گیری ورقه های نازک با چگالی کم مانند کاغذ از چشمه های تولیوم ^{254}TL و یا کریپتون ^{85}Cr که پرتو بتا با انرژی متوسط تابش میکند استفاده میشود.

– برای ورقه های با چگالی کم و ضخامت زیاد مانند ورقه های پلاستیک از چشمه های استرانسیوم ^{95}Sr یا پوتریوم ^{90}Pt که پرتو بتا با انرژی زیاد تابش میکنند ، استفاده میشود.

– برای ضخامتهای بیشتر مثلا ضخامت ورقه های فولادی و غیره از پرتوهای ایکس استفاده میشود.

کاربرد در صنعت



(e) اندازه گیری میزان رطوبت و دانسیته

دستگاههای اندازه گیری میزان رطوبت و دانسیته بطور روز افزونی در ساختمانها، معادن، صنایع و بررسیهای زمین شناسی و خاکشناسی مورد استفاده قرار می گیرد

کاربرد در صنعت

اندازه گیری میزان رطوبت و دانسیته

- ابتدا دستگاهی که در آن چشمه نوترون را قرار دارد در داخل ماده مورد آزمایش (خاک) میگذارند.
- نوترونهای سریع ، از این منبع بیون آمده و در ماده پخش میگردد.
- در اثر برخورد با هیدروژنهای ماده مورد آزمایش ، انرژی خود را از دست داده و به نوترون کند تبدیل میشود.
- نوترونهای کند شده را توسط آشکار ساز مخصوص نوترون اندازه گیری می کنند.
- نوترونهای سریع در موقع رسیدن باتمهای هیدروژن در مولکولهای آب انرژی بیشتری از دست میدهند لذا تغییرا در دستگاه آشکار ساز مخصوص نوترون با مقدار رطوبت موجود در خاک متناسب است.

کاربرد در صنعت

اندازه گیری میزان رطوبت و دانسیته (ادامه)

- برای اندازه گیری چگالی نمونه مورد آزمایش ضمن اندازه گیری رطوبت، یک چشمه گاما در دستگاه قرار داده میشود که دارای پوشش مناسبی است بطوریکه پرتو آن در اندازه گیری رطوبت تاثیری نداشته باشد.
- شدت پرتوهای بازتابی با چگالی نمونه متناسب است.
- مدار الکترونیکی دستگاه علامات الکترونیکی مربوط به نوترونها را کند و گاما را از هم تفکیک مینماید.
- لذا در این روش میتوان بطور همزمان چگالی و رطوبت را اندازه گیری نمود.

کاربرد در صنعت

اندازه گیری میزان رطوبت و دانسیته (ادامه)

• امتیازات این روش:

- نیازی به نمونه برداری نیست
- اندازه گیری در یک محل همیشه قابل تکرار است
- در حجم نسبتاً زیادی امکان پذیر است
- اندازه گیری در سطح و همچنین ضخامت‌های مختلف امکان‌پذیر است

کاربرد در صنعت

سایر کاربردها

(f) آنالیز به روش اکتیواسیون

(g) لامپهای الکترونی

(h) آشکارسازهای دود و آتش

(i) کروماتوگرافی گازی

(j) ترکیبات خود نورساز

(k) انفجارات هسته ای

(l) پردازش پرتوها

(m) برقگیرها و.....

کاربرد در کشاورزی

(a) ردیابهای رادیو اکتیو

- پرورش بعضی از محصولات کشاورزی
- تغییر جزئی مواد غذایی
- اصلاح نژاد در گیاهان و حیوانات
- مطالعات زیستی

• ردیابهای فعال بر حسب درجه سمیت به چهار دسته تقسیم میشوند.

- گروه اول: با سمیت خیلی شدید
- گروه دوم: با سمیت شدید
- گروه سوم: با سمیت متوسط
- گروه چهارم: با سمیت سبک

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت خیلی شدید

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
جذب، متابولیسم، اثر در زنجیره غذایی و حیوانات	۲۸ سال	بتا	استرانسیوم ۹۰
رسوب در سلولهای و سمیت پرتوئی آن	۲۰ سال	بتا و گاما	سرب ۲۱۰
بعنوان صادر کننده آلفا در مزرعه چهارپایان	۱۳۸ روز	آلفا و گاما	پلوتونیوم ۲۱۰

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت شدید

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
در تشکیل استخوان، سوخت و ساز کلسیم در سیستم زیستی، مطالعات خاک	۱۶۰ روز	بتا	کلسیم ۴۰
جذب و سوخت و ساز آهن	۴۵ روز	بتا و گاما	آهن ۵۹
حرکت و رسوب استرانسیوم در سیستمهای سوخت و سازی	۵۴ روز	بتا و گاما	استرانسیوم ۸۹
مطالعه خاک ، چراگاه، شیر، مطالعات تیروئید در چهارپایان، اندازه گیری حجم خون	۸ روز	بتا و گاما	ید ۱۳۱

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت متوسط (۱)

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
در فیزیولوژی و غلظت سدیم در حیوانات، حرکت آبهای زیرزمینی و نشت یابی	۱۵ ساعت	بتا و گاما	سدیم ۲۴
سوخت و ساز، فسفر در کودها، آفت کشی، آنزیمها، اثر پرتودر گیاهان و نشاندار کردن حشرات	۱۴٫۳ روز	بتا	فسفر ۳۲
اثر بیوشیمیایی گوگرد، آفت کشی، کودها، اندازه گیری رشد مو و ناخن یا سم	۸۷ روز	بتا	گوگرد ۳۵
جذب و سوخت و ساز، آفت کشهای کلر دار، تعادل یون کلر دار	۳۱۰۰۰۰ سال	بتا	کلر ۳۶
جذب، حاصلخیزی خاک، توزیع پتاسیم و بیوشیمی	۱۲٫۵ ساعت	بتا و گاما	پتاسیم ۴۲

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت متوسط (۲)

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
مطالعات ردیابی در زنجیره غذایی، سوخت و ساز منگنز	۳۰۰ روز	گاما	منگنز ۵۴
نشاندن کردن همگلوبین ، در مطالعات کمبود آهن در گردش خون	۲,۹ سال	ایکس	آهن ۵۵
در نشاندن کردن ویتامین B12 و سوخت و ساز	۷۱ روز	بتا و گاما	کبالت ۵۸
B12 نشاندن کردن حشرات و ویتامین	۵,۲ سال	بتا و گاما	کبالت ۶۰
مطالعات عناصر ردیاب و قارچ کش	۱۲,۸ ساعت	بتا ، بتای مثبت و گاما	مس ۶۴
درجه سمیت قارچها و سوخت و ساز روی	۲۴۵ روز	بتای مثبت و گاما	روی ۶۵

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت متوسط (۳)

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
بیماریهای ماهیچه ای در گوسفند، در سم شناسی	۱۲۷ روز	ایکس و گاما	سلنیوم ۷۵
ماده با درجه سمیت کم که جانشین استرنتیوم ۹۰ میشود	۶۵ روز	گاما	استرنتیوم ۸۵
جذب ، حاصلخیزی خاک در مطالعات بیوفیزیولوژی (مانند جانشین شدن پتاسیم)	۱۸,۶ روز	بتا و گاما	روبییدیوم ۸۶
اندازه گیری حجم خون در حیوانات، اندازه گیری (ید در شیر، در تیروئید) جانشینی برای ید ۱۳۱	۶۰ روز	ایکس و گاما	ید ۱۲۵
تعیین وضعیت و مطالعه ریزشهای پرتوزا در خاک ، حبوبات و گوشت	۳۰ سال	بتا و گاما	سزیوم ۱۳۷

کاربرد در کشاورزی

مثالهایی از ردیابهای با سمیت سبک

مصارف معمولی	نیمه عمر	پرتوهای اصلی	ایزوتوپ
تعیین مسیرهای بیوشیمیایی ترکیبات محتوی هیدروژن، مطالعات آبهای زیر زمینی	۱۲,۳ سال	بتا	(هیدروژن ۳) تریتیوم
فتوسنتز و سوخت و ساز تمام ترکیبات آلی	۵۶۰۰ سال	بتا	کربن ۱۴
اندازه گیری حجم خون در حیوانات، مطالعه بر روی عناصر ردیاب	۲۷ روز	ایکس و گاما	کروم ۵۱

کاربرد در پزشکی

کاربرد پرتوها در پزشکی بسیار زیاد است از تشخیص (رادیوگرافی و...) گرفته تا درمان ، بعنوان مثال:

– تعیین محل و اندازه اعضاء

– تعیین فعالیت اعضاء

– معالجه سرطان

از جمله کاربردهای پرتوهای یونساز در پزشکی هستند.

کاربرد در پزشکی

تشخیص با پرتو ایکس

- بر اساس کنتراست نور حاصل از قسمتهای کلسیوم دار (مثل دندان و استخوان) با سایر قسمتهای بدون کلسیوم می باشد.
- بافتهای نرم بعلت نداشتن مقدار زیادی کلسیوم نمیتوانند بهمان نسبت بافت سخت پرتو ایکس را جذب کنند.
- لذا پیدا نمودن اشیاء خارجی و یا شکستگی استخوان با این روش میسر میشود.
- اختلاف شت بدلیل اختلاف تراکم بافتهای مجاور (مثلا درون شکم) و یا وجود گاز در مسر احشای درونی (مثلا ریه ها) نیز اتفاق می افتد
- با اضافه نمودن موادی پرکننده میتوان غلظت بافتها را بالا برده تا بعنوان جسم کدر عمل کنند) مثلا:
 - استفاده از نکمهای باریم که بدن جذب از معده و روده عبور میکنند (مسیر معده و روده)
 - و یا ترکیبات ید دار تغلیظ شده که بوسیله کیسه صفرا و کلیه ها دفع میشوند (مسیر کیسه صفرا و کانالهای ادراری)
 - تزریق مایع مغزی - نخاعی

کاربرد در پزشکی

کاربرد رادیوایزوتوپها در تشخیص و درمان

- با کمک آشکارسازی و اندازه گیری توزیع مواد پرتوزا در بدن میتوان:

– محل و اندازه اجزاء مورد نظر را تعیین نمود (مثلا اگر رادیونوکلئید معینی به شخص خورانده شود، این ماده در بافت خاصی جایگزین شده و تابش مینماید که خود برای عکاسی (عکاسی غده) مورد استفاده قرار میگیرد)

– فعالیت عملی این اندامها را تخمین زد (با اندازه گیری تراکم، نگهداری و تخلیه مواد رادیو اکتیو)

همچنین میتوان رادیو ایزوتوپیهای همچون ^{99}Tc را با مواد حمل کننده خاصی ترکیب (کیت‌های آن در بخش‌های قبلی ارائه گردید) و برای تشخیص و یا درمان مورد استفاده قرار داد.