



واحد بین الملل

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته‌ی فیزیک (گرایش هسته‌ای)

مطالعه و امکان‌سنجی ساخت آشکارساز حساس به موقعیت گازی
(Position Sensitive detector (PSD))
و ساخت نمونه‌ی اولیه

به کوشش

هاله کرمی

اساتید راهنما

دکتر زهره کارگر

دکتر جواد رحیقی

شهریور ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب ہالہ کرمی (۹۰۸۸۳۵) دانشجوی رشتہی فیزیک گرایش ہستہای واحد بین الملل اظہار می‌کنم کہ این پایان نامہ حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفادہ کردہ ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشتہ‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان نامہ ام تکراری نیست و تعہد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننمودہ و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: ہالہ کرمی



تاریخ و امضا: ۹۲/۶/۳۱

به نام خدا

مطالعه و امکان سنجی ساخت آشکارساز حساس به موقعیت گازی

(Position Sensitive detector (PSD))

و ساخت نمونه ی اولیه

به کوشش

هاله کرمی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

فیزیک هسته‌ای

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته‌ی پایان نامه، با درجه‌ی: عالی

دکتر زهره کارگر، استادیار بخش فیزیک (استاد راهنما).....

دکتر جواد رحیمی، استاد پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (استاد راهنما).....

دکتر نادر قهرمانی، استاد بخش فیزیک (استاد مشاور).....

آقای مرتضی جعفرزاده، کارشناسی ارشد فیزیک، پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (استاد مشاور).....

دکتر حمید نادگران، استاد بخش فیزیک (داور داخلی).....

شهریور ماه ۱۳۹۲

تقدیم به

بزرگ ترین نعمت های خداوند؛ پدر، مادر و خواهر مهربانم..

سپاس‌گزاری

الهی، دانش و کوشش، محنت آدمی است.

و بهره‌ی هر یکی از توبه‌سراها، کردار ازی است.

اکنون که با یاری خداوند و الطاف حضرت ولی عصر (عج) این پایان نامه را به اتمام رسانده‌ام، بر خود واجب می‌دانم که از زحمات پی‌پایان و پشتیبانی همیشگی خانواده‌ی مهربانم تشکر کنم. همچنین از زحمات استاد گرامی دکتر زهره کارگر که با سعه صدر در تمام مراحل این پروژه هیچ کمکی را از من دریغ نکردند. از جناب آقای دکتر جواد رحیقی، که زحمت پشتیبانی و راهنمایی این پروژه را برعهده داشتند و از جناب آقای مهندس مرتضی جعفرزاده که با حوصله و صبر فراوان به من در این پروژه کمک کردند، در حالی که بدون کمک و مساعدت ایشان هیچ‌گاه این پروژه به نتیجه نمی‌رسید.

چکیده

مطالعه و امکان‌سنجی ساخت آشکارساز حساس به موقعیت گازی (Position Sensitive Detector(PSD)) و ساخت نمونه‌ی اولیه

به کوشش

هاله کرمی

استفاده از آشکارسازها برای تصویربرداری می‌تواند در پزشکی (مانند PET و یا SPECT) و یا در رشته‌های دیگر (مانند اخترفیزیک) کاربردهای فراوانی داشته باشد. به علت نویز کم و قدرت تفکیک نسبتاً بالای آشکارسازهای گازی برای فوتون‌های کم انرژی نسبت به آشکارسازهای نیمه‌هادی و یا سوسوزن‌ها، استفاده از آنها برای آشکارسازی تابش ایکس نرم، بسیار مورد توجه می‌باشد. آشکارساز حساس به موقعیت چند سیمی تناسبی (MWPC)، نیز جزء این دسته قرار دارد. در این رساله به شبیه‌سازی (با استفاده از نرم افزار گارفیلد)، طراحی و ساخت نمونه‌ی اولیه‌ی آشکارساز MWPC، برای فوتون‌های کم انرژی، پرداخته شده است. تست آن با استفاده از چشمه‌ی تابش ایکس مشخصه انجام شد. نمونه‌ی اولیه‌ی ساخته شده‌ی آشکارساز کاملاً حساس به موقعیت است و در ناحیه‌ی تناسبی کار می‌کند. مزیت مهم آشکارساز ساخته شده، قابلیت تعمیم آن به دو بعد بدون هیچ‌گونه تغییری در قدرت تفکیک مکانی آن می‌باشد.

فهرست مطالب

۱- مقدمه	۳
۱-۱- تصویربرداری	۳
۱-۱-۱- تصویربرداری آنالوگ	۴
۱-۱-۲- تصویربرداری دیجیتال	۵
۱-۲- مروری بر تصویربرداری با استفاده از تابش ایکس	۱۰
۱-۳- اهمیت تصویربرداری تابش ایکس نرم	۱۰
۲- آشکارسازهای گازی تناسبی	۱۵
۱-۲- تکثیر گاز	۱۵
۱-۱-۲- ساختار فرآیند بهمنی	۱۵
۱-۲-۲- ناحیه‌ی عملکرد آشکارساز	۱۷
۲-۲- طراحی محفظه‌های تناسبی	۱۹
۱-۲-۲- گازهای پرکننده	۱۹
۳-۲- نحوه‌ی کار محفظه‌های تناسبی	۲۳
۱-۳-۲- ضریب تکثیر گاز	۲۳
۲-۳-۲- اثرات بار فضا	۲۵
۳-۳-۲- تفکیک انرژی	۲۶
۴-۳-۲- مشخصات زمانی پالس سیگنال	۳۲
۵-۳-۲- پالس‌های جعلی	۳۶

- ۳۷-۲-۴- بازدهی آشکارساز و نمودارهای شمارش ۳۷
- ۳۷-۲-۴-۱- تعیین ولتاژ عملکرد ۳۷
- ۳۸-۲-۴- چشمه‌های تابش ایکس و تابش گاما ۳۸
- ۴۰-۲-۵- طراحی‌های مختلف محفظه‌ی تناسبی ۴۰
- ۴۰-۲-۵-۱- محفظه‌های تناسبی حساس به موقعیت ۴۰
- ۴۱-۲-۵-۲- محفظه‌های تناسبی چند سیمی ۴۱
- ۴۵-۳- محفظه‌ی تناسبی چند سیمی ۴۵
- ۴۹-۳-۱- هندسه‌ی آشکارساز ۴۹
- ۵۱-۳-۲- بازخوانی موقعیت با استفاده از خطوط تأخیر ۵۱
- ۵۷-۴- شبیه‌سازی آشکارساز ۵۷
- ۵۷-۴-۱- کد MCNP و تعیین محل ورود فوتون اولیه ۵۷
- ۵۸-۴-۲- نرم افزار Garfield⁺⁺ (گارفیلد) ۵۸
- ۵۹-۴-۲-۱- ساختار برنامه ۵۹
- ۶۰-۴-۲-۲- Class media ۶۰
- ۶۳-۴-۳- اجزا Component ۶۳
- ۶۳-۴-۳-۱- تعریف هندسه ۶۳
- ۶۳-۴-۳-۲- رسم هندسه ۶۳
- ۶۵-۴-۴- نتایج شبیه‌سازی ۶۵
- ۶۹-۵- پردازش سیگنال آشکارساز ۶۹
- ۷۲-۵-۱- تعیین زمان بر هم کنش (قسمت سریع) ۷۲
- ۷۲-۵-۱-۱- خطوط تأخیری ۷۲

- ۷۳ ۲-۱-۵- پیش تقویت کننده
- ۷۶ ۳-۱-۵- تبعیض گر کسر ثابت
- ۷۷ ۴-۱-۵- مبدل زمان به دامنه
- ۷۸ ۲-۵- تعیین انرژی (قسمت کند)
- ۷۸ ۱-۲-۵- پیش تقویت کننده
- ۷۸ ۲-۲-۵- TSCA
- ۸۰ ۳-۵- MCA
- ۸۵ ۶- ابعاد و نحوه ی ساخت
- ۸۵ ۱-۶- انتخاب ابعاد محفظه
- ۸۸ ۱-۶- انتخاب پنجره ی ورودی
- ۹۱ ۲-۶- انتخاب درصد ترکیب گاز اصلی با گاز خاموش کننده
- ۹۵ ۳-۶- انتخاب چشمه
- ۱۰۳ ۷- نتایج
- ۱۰۴ ۱-۷- بررسی پالس های به دست آمده از کاند و آند
- ۱۰۶ ۲-۷- بررسی طیف به دست آمده از MWPC
- ۱۱۰ ۳-۷- پیشنهادات

فهرست شکل‌ها:

- شکل ۱-۱: تصویربرداری آنالوگ. ۴
- شکل ۲-۱: تشکیل تصویر آنالوگ طی فرآیند فلئوروسکوپی. ۵
- شکل ۳-۱: فرآیند تشکیل تصویر دیجیتال. ۵
- شکل ۴-۱: شمای تصویربرداری مستقیم با استفاده از دستگاه بار جفت شده. ۶
- شکل ۵-۱: فرآیند تصویربرداری غیر مستقیم با استفاده از CCD. ۷
- شکل ۶-۱: شمایی از فیبرهای سنتیلاتور. ۸
- شکل ۷-۱: فیبرهای سنتیلاتور. ۸
- شکل ۸-۱: رفتار سنتیلاتور. ۹
- شکل ۹-۱: محدوده‌ی تابش ایکس کم انرژی (نرم). ۱۱
- شکل ۱-۲: ضریب Townsend بر حسب شدت میدان الکتریکی برای یک گاز معمولی. ۱۶
- شکل ۲-۲: نواحی مختلف عملکرد آشکارسازهای گازی. دامنه‌ی پالس به دست آمده برای دو مقدار انرژی مختلف در گاز رسم شده است. ۱۷
- شکل ۳-۲: سرعت جابه‌جایی الکترون در گازهای مختلف، محاسبه شده توسط Jeavons et. al. [۵۸]. ۲۱
- شکل ۴-۲: تغییر ضریب تکثیر گاز بر حسب ولتاژ اعمالی. ۲۴
- شکل ۵-۲: نقشه‌ی Diethorn، با استفاده از داده‌های نشان داده شده در شکل ۲-۴، نمودار $\ln M \ln(b/a)/V$ را بر حسب $\ln[V/\rho a \ln(b/a)]$ برای تمامی شمارشگرها که با استفاده از معادله‌ی ۲-۸ پیشبینی شده است، را نشان می‌دهد. [۵۷]. ۲۵
- شکل ۶-۲: کسر انحراف از معیار استاندارد قله (FWHM) ۲/۳۵ تفکیک انرژی، برای محفظه‌های تناسبی پر شده از گاز p-10 در فشار یک اتمسفر، اندازه‌گیری‌ها یک بار برای سیم آند تنگستنی استاندارد با قطر ۰,۰۵mm و سیم مشابه دیگر با یکنواختی بیشتر انجام شده است. ۳۲

شکل ۲-۷: سمت چپ سطح مقطع هندسه‌ی استوانه‌ی مورد استفاده برای شکل گیری پالس القایی ناشی از تک الکترون. مدار معادل برای ایجاد سیگنال که در آن C ظرفیت خازن است و ولتاژ V_R سیگنال ایجاد شده از مقاومت R_{load} و ولتاژ باقی مانده در آشکارساز می-باشد. ۳۳.....

شکل ۲-۸: لبه‌ی بالا رونده‌ی پالس خروجی برای محفظه تناسبی با دو نوع گاز. در هر دو شکل، نمودار خطی نشان دهنده‌ی یونیزاسیون اولیه‌ی تشکیل شده در یک شعاع می‌باشد، در حالیکه نمودار خط چین نشان دهنده‌ی یونیزاسیون یکنواخت در راستای قطر می‌باشد. ۳۶.....

شکل ۲-۹: سرعت جابه جایی الکترون در گازهای مختلف، به دست آمده توسط Jeavons et. Al. [۳۰]. ۳۶.....

شکل ۲-۱۰: کسر فوتونهای ورودی جذب شده در چند گاز تناسبی در فشار ۱ atm با ضخامت ۵/۰۸ cm. ۳۹.....

شکل ۲-۱۱: شکل a نشان دهنده‌ی فرآیند فرار قله‌ی ایکس می‌باشد و در شکل b طیف قله‌ی کشیده شده است. ۳۹.....

شکل ۲-۱۲: جایگزیده کردن مکانی با استفاده از روش تقسیم بار در محفظه‌های تناسبی. ۴۱.....

شکل ۳-۱: شمایی از طرح کلی ساختار محفظه‌ی تناسبی چند سیمی. ۴۵.....

شکل ۳-۲: فرآیند تشکیل پدیده‌ی بهمنی در آشکارسازهای تناسبی. ۴۶.....

شکل ۳-۳: نمایش محفظه‌ی تناسبی چند سیمی دو بعدی [۳۹]. ۴۸.....

شکل ۳-۴: ساختار الکتروود و طراحی اصلی آشکارسازهای تناسبی گازی تابش ایکس. پارامترهای مهم برای بازخوانی موقعیت: ضخامت ناحیه‌ی فعال d، فاصله‌ی مرکز تا مرکز باریکه‌های کاتد w و فاصله‌ی بین سیم‌های آند s می‌باشد. ۴۹.....

شکل ۳-۵: توزیع بار القایی بر روی نوارهای کاتد که به فاصله‌ی بین فاصله‌ی بین آند و کاتد بهنجار شده است [۴۸]. ۵۰.....

شکل ۳-۶: نحوه‌ی اتصال نوار کاتد به خط تأخیر. ۵۳.....

شکل ۴-۱: شبیه سازی محفظه‌ی آشکارساز و گاز درون آشکارساز با رنگ بنفش، کولیمیتور سربی با رنگ سبز و هوای اطراف با رنگ آبی مشخص شده است. ۵۸.....

- شکل ۲-۴: ساختار شبیه سازی آشکارساز..... ۶۰
- شکل ۳-۴: هندسه‌ی تعریف شده در برنامه‌ی Garfield⁺⁺..... ۶۴
- شکل ۴-۴: نمایش مسیر پدیده‌ی بهمنی هندسه‌ی شکل ۳-۴..... ۶۴
- شکل ۵-۴: خطوط هم پتانسیل آشکارساز..... ۶۴
- شکل ۶-۴: سیگنال به دست آمده از شبیه سازی با ۸۰ نوار کاتد، به ترتیب از بالا سمت راست به چپ، سیگنال‌های دو نواری است که دقیقاً فوتون از بین آن دو و در ارتفاع ۰.۰۸cm وارد محفظه می‌شود و دو سیگنال نشان داده شده در زیر آنها پالس‌های به دست آمده از سیگنال‌های کناری آن دو می‌باشد. همانطور که دیده می‌شود ارتفاع پالس در دو باریکه‌های کناری ۴۰٪ کاهش پیدا می‌کند..... ۶۵
- شکل ۷-۴: نتایج شبیه سازی هنگامی که صفحه‌ی کاتد به ۴۰ نوار تقسیم شده است. همان طور که دیده می‌شود شدت سیگنال در دو سیگنال به دست آمده از نوارهای موجود در طرفین محلی که سیگنال وارد می‌شود بیشتر از حالت قبل است یعنی بار بیشتری روی این دو نوار القا می‌شود..... ۶۶
- شکل ۱-۵: فرآیند پردازش سیگنال برای آشکارساز تابش ایکس با بازخوانی موقعیت توسط خط تأخیر و بازخوانی یک بعدی با استفاده از سیم‌های آند متصل به یک دیگر. [۴۸]..... ۷۱
- شکل ۲-۵: شمای خط تأخیر..... ۷۲
- شکل ۳-۵: اساس مدار پیش تقویت کننده‌های حساس به بار..... ۷۴
- شکل ۴-۵: اساس طراحی مدار حساس به بار، با استفاده از مقاومت بازخورد..... ۷۴
- شکل ۵-۵: خروجی سیگنال‌های پیش تقویت کننده حساس به بار با استفاده از مقاومت بازخورد..... ۷۵
- شکل ۶-۵: مدار پیش تقویت کننده حساس به ولتاژ..... ۷۵
- شکل ۷-۵: تبعیض گر کسر ثابت..... ۷۷
- شکل ۸-۵: طرز کار SCA..... ۷۹
- شکل ۹-۵: طرح ساده‌ای از کار ADC..... ۸۱
- شکل ۱-۶: ابعاد بهینه انتخاب شده برای آشکارساز..... ۸۶
- شکل ۲-۶: محفظه‌ی آلومینیومی گاز..... ۸۷

- شکل ۳-۶: صفحه‌ی کاتد. ۸۷
- شکل ۴-۶: فاصله دهنده. ۸۸
- شکل ۵-۶: صفحه‌ی آند. ۸۸
- شکل ۶-۶: درب محفظه‌ی آشکارساز. ۸۸
- شکل ۷-۶: درصد عبور فوتون با انرژیهای مختلف بر حسب ضخامت پنجره آلومینیومی. ... ۸۹
- شکل ۸-۶: میزان انتقال از پنجره‌ی میلاری به ضخامت $0.9/31 \mu\text{m}$ ۹۰
- شکل ۹-۶: آشکارساز به همراه پنجره‌ی آلومینایز میلار. ۹۱
- شکل ۱۰-۶: بازدهی تبدیل تابش ایکس، برای گازهای مختلف بر حسب انرژی (طول موج) و ضخامت ناحیه‌ی فعال در دما و فشار معمولی. از این نمودارها تنها برای پیش بینی تقریبی بازدهی آشکارساز استفاده می‌شود. [۴۸]..... ۹۲
- شکل ۱۱-۶: ضریب چسبندگی الکترون برای ترکیبات مختلف گاز آرگون ۹۳
- شکل ۱۲-۶: عکس دستگاه RTC mixture (سمت راست) و نحوه‌ی ترکیب گاز (سمت چپ) ۹۴
- شکل ۱۳-۶: سمت راست، فرآیند فیزیکی که در لامپ تابش ایکس رخ می‌دهد. سمت چپ، ساختار لامپ تابش ایکس. ۹۶
- شکل ۱۴-۶: فرآیند تولید تابش ایکس در سینکروترون [۵۴]. ۹۷
- شکل ۱۵-۶: فرآیند فیزیکی تولید ایکس مشخصه ۹۷
- شکل ۱۶-۶: چشمه‌ی تابش ایکس مشخصه. ۹۸
- شکل ۱۷-۶: طیف چشمه‌ی ایکس، سمت راست با استفاده از فلز مس، طیف بالا با استفاده از تریوم طیف پایین. ۹۹
- شکل ۱۸-۶: چشمه‌ی ایکس مشخصه، کالیبره شده با استفاده از لایه‌ی سربی به ضخامت 2mm ۱۰۰
- شکل ۱-۷: چیدمان الکترونیکی متصل به آشکارساز. ۱۰۳
- شکل ۲-۷: اتصال گاز به آشکارساز. ۱۰۴
- شکل ۳-۷: سمت چپ، سیگنال‌های به دست آمده از مکان اولیه‌ی چشمه و در سمت راست، سیگنال‌های به دست آمده از مکان ثانویه‌ی آن دیده می‌شود. ۱۰۵

- شکل ۴-۷: پالس‌های به دست آمده از دو سر کاتد بدون استفاده از ترمیناتور..... ۱۰۵
- شکل ۵-۷: سمت راست، از ترکیب ۹۰٪ آرگون و ۱۰٪ کربن دی اکسید و در سمت چپ از ۸۵٪ آرگون و ۱۵٪ کربن دی کسید کربن استفاده شده است..... ۱۰۶
- شکل ۶-۷: طیف گرفته شده از آند برای دو تابش ایکس مشخصه‌ی نقره و تریبوم..... ۱۰۷
- شکل ۷-۷: مقایسه‌ی طیف به دست آمده از چشمه‌ی امرشیوم کالیبره شده در دو موقعیت..... ۱۰۸
- شکل ۸-۷: استفاده از لایه‌ی سربی به ضخامت ۲mm، با سوراخ‌های روی آن برای تکرار تست آشکارساز..... ۱۰۹
- شکل ۹-۷: طیف به دست آمده در تست دوم آشکارساز..... ۱۰۹
- شکل ۱۰-۷: خطی بودن پاسخ آشکارساز..... ۱۱۰

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲: ثابت گازهای تناسبی.....۲۱
- جدول ۲-۲: تغییرات بهره (ارتفاع پالس) در محفظه‌ی تناسبی، پیش بینی از مدل Diethorn برای محفظه‌ی تناسبی پر شده با استفاده از گاز p-10، انجام شده است. برای $M=1000$ و $V=17937$ ، $b=1\text{ cm}$ ، $a=0.03\text{ cm}$۳۱
- جدول ۱-۴: تقسیم بندی فرآیند برهمکنش‌ها.....۶۱
- جدول ۱-۶: درصد کاهش فوتون، بر حسب ضخامت‌های مختلف پنجره‌ی ورودی.....۸۱
- جدول ۲-۶: اطلاعات کولیماتورها در چشمه‌ی مورد استفاده.....۹۱

فصل اول

۱- مقدمه

۱-۱- تصویربرداری

عبور تابش از محیط باعث تغییر ضریب جذب تابش در قسمت‌های مختلف یک جسم و یا در قسمت‌های مختلف بدن می‌شود. این موضوع می‌تواند کاربردهای متنوعی در رشته‌های مختلف داشته باشد. از جمله‌ی آن می‌توان به تشکیل تصویر دو یا سه بعدی و استفاده‌ی آن در پزشکی برای تشخیص بیماری‌های مختلف، به کمک آشکارسازهای الکترونیکی با استفاده از فرآیندهای پردازشی الکترونیکی مختلف، اشاره کرد. کاربرد این نوع تصویربرداری تنها به پزشکی محدود نمی‌شود و در دیگر زمینه‌های دیگر مانند انجام تحقیقات فیزیک ذرات بنیادی، پایش تابش محیط^۱ و هم چنین انجام تست‌های غیر مخرب (غیر مضر) مواد نیز اشاره کرد. پیشرفت‌های اخیر این نوع تصویربرداری با استفاده از آشکارسازهای مختلف مانند charge coupled devices، multistrip silicon detectors، multistrip gas chambers، multiwire proportional chambers برای انجام تحقیقات دقیق در کاربردهای خاص، اشاره کرد.

تکنولوژی ساخت آشکارسازهای حساس به موقعیت و وسایل مختلف تصویربرداری، دو زمینه‌ای هستند که تکنولوژی ساخت و کاربردهای شبیه به همی دارند. با این تفاوت که سیستم الکترونیکی پردازش تصویر در وسایل تصویربرداری بسیار پیچیده‌تر از سیستم الکترونیکی به کار رفته در پردازش تصویر در آشکارسازهای حساس به موقعیت می‌باشد. با استفاده از آشکارساز حساس به موقعیت می‌توان موقعیت برهم‌کنش ذره را با دقت مناسبی اندازه‌گیری کرد. در این سیستم‌ها تابش به طور مستقیم با آشکارساز برهم‌کنش انجام می‌دهد و با آشکار کردن تابش‌های بازتاب شده^۲ و یا عبور کرده^۳ از جسم، تصویر تشکیل می‌شود.

¹ Environmental radiation monitoring

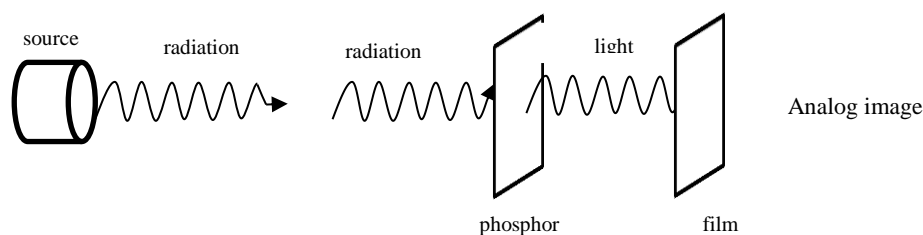
² Reflected

³ Transmitted

در حالت کلی تصویربرداری را می‌توان به دو دسته‌ی آنالوگ و دیجیتال تقسیم کرد. سیستم‌های تصویربرداری که تصویر در آن‌ها روی فیلم‌های تصویربرداری ایجاد می‌شود، سیستم تصویربرداری آنالوگ، و سیستم‌های تصویربرداری با استفاده از آشکارساز، تصویربرداری دیجیتال نامیده می‌شود. در ادامه به توضیح این دو روش و مزیت‌ها و معایب آن پرداخته شده است.

۱-۱-۱- تصویربرداری آنالوگ

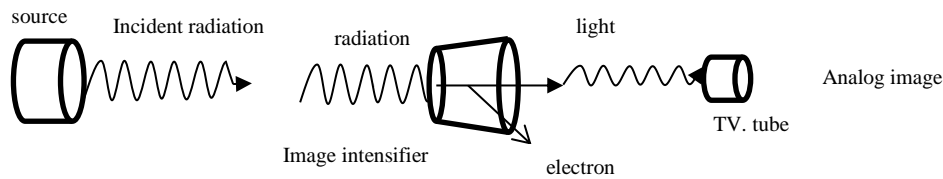
در تشکیل تصویر آنالوگ، فوتون‌های تابش ایکس ورودی با برخورد به صفحه‌ی فسفری، به فوتون‌های نور تبدیل می‌شوند و می‌توان تصویر را بر روی فیلم فوتوگرافیکی حساس به نور، ظاهر کرد. از این روش تصویربرداری قدیمی، در گذشته به طور گسترده برای تشخیص بیماری در پزشکی استفاده می‌شد. تصویر ایجاد شده در این روش، تصویر آنالوگ نامیده می‌شود. مزیت استفاده از فیلم‌های عکس برداری آن است که می‌توان با استفاده از آن به راحتی از سطوح بزرگ تصویربرداری کرد. اما این روش اشکالاتی نیز دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به حساسیت کم فیلم‌های مورد استفاده برای جذب تابش ورودی، محدودیت استفاده از این روش در نرخ‌های زیاد تابش و پاسخ لگاریتمی آن اشاره کرد. در شکل ۱-۱ می‌توان فرآیند تشکیل تصویر در این روش را دید.



شکل ۱-۱: تصویربرداری آنالوگ.

روش دیگر تصویربرداری با استفاده از تابش، فلئوروسکوپی^۴ نام دارد. در این روش از تقویت کننده‌ی تصویر تابش، برای تبدیل تابش ورودی کم انرژی به نور مرئی استفاده می‌شود. ایجاد تصویر از فوتون‌های نور مرئی راحت‌تر و بهتر از استفاده از صفحه‌ی فسفری می‌باشد. فرآیند تشکیل تصویر آنالوگ را در این روش تصویربرداری را می‌توان در شکل ۲-۱ دید.

⁴Fluoroscopy

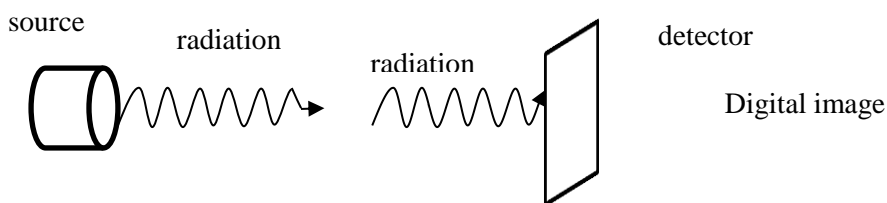


شکل ۱-۲: تشکیل تصویر آنالوگ طی فرآیند فلئوروسکوپی.

در این دو روش، تابش ورودی طی چند مرحله، به الکترون و سپس به نور مرئی تبدیل می‌شود و در نهایت تصویر تشکیل می‌شود. فرآیند چند مرحله‌ای تشکیل تصویر باعث کاهش کیفیت تصویر تولید شده، می‌شود. به همین دلیل با استفاده از روش تصویربرداری دیجیتال می‌توان تصویر بهتری را به دست آورد.

۱-۱-۲- تصویربرداری دیجیتال

استفاده از دوربین‌های دیجیتال برای تصویربرداری دیجیتالی، در پزشکی، اختر فیزیک و فیزیک ذرات پیشرفت بسیاری کرده‌است. استفاده از این روش تصویربرداری باعث کاهش محدودیت‌های موجود در تصویربرداری آنالوگ می‌شود. فرآیند کلی تشکیل تصویر دیجیتال را می‌توان در شکل ۱-۳ دید.



شکل ۱-۳: فرآیند تشکیل تصویر دیجیتال.

۱-۱-۱-الف- دستگاه بار جفت شده^۵

سعی شده است که عیب‌های سیستم تصویربرداری آنالوگ در انواع سیستم‌های تصویربرداری الکترونیک پیشرفته، تا حد امکان از بین رود. یکی از سیستم‌های تصویربرداری الکترونیک،

⁵ Charge coupled device (CCD)