پژوهشگاه مواد و انرژی
پژوهشکده نیمه‌هادی‌ها

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

سنتز و بررسی نانو ساختار ترکیبات لومینسانس بر پایه ایتریم و گادولینیوم دوپ شده با یوروپیوم به روش های سل- ژل و سنتز احتراقی

نگارش:
حمید احمدیان

استاد راهنما:
دکتر فریدون حصاری علیخانی

تابستان ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

پژوهشگاه مواد و انرژی
پژوهشکده نیمه‌هادی‌ها

پایان نامه کارشناسی ارشد(مهندسی مواد- نانو مواد)

سنتز و بررسی نانو ساختار ترکیبات لومینسانس بر پایه ایتریم و گادولینیوم دوپ شده با یوروپیوم به روش های سل- ژل و سنتز احتراقی

نگارش:
حمید احمدیان

استاد راهنما:
دکتر فریدون حصاری علیخانی

تابستان ۱۳۹۱

تشکر و قدر دانی:

اینک که کار این سیاهه به آخر شد، بر خود لازم می دانم که رسم ادب مقام خود به جا آورده و پاس دار نعمت‌ها و رحمت‌هایی باشم که با همه ی بد سرشتی هایی که از خود سراغ دارم در کنارم حضور داشتند.

از پدر و مادرم که شاید هیچ وقت فرصتی دست نداده تا بابت تمام دلسوزی ها و آرزوهایشان تشکر کنم، همچنین از همسرم که در این اواخر بار زحمت من بسیار بر دوشش سنگینی می کرد و در تمام لحظات ناملایم، دلگرمی ام بود و هست، شاکرم.

همینطور از استاد راهنمای خوبم جناب آقای دکتر حصاری بسیار قدردانم که در این مدت پدرانه یاری دهنده بنده بودند، و هم از اساتید بزرگوار آقایان دکتر کاظم زاد و دکتر اعرابی که علاوه بر اینکه از راهنمایی‌هایشان بی نصیب نبودم از دوستی شان نیز بهره مند بودم. وسپاس گزار دوستانی هستم که در تمام مدت تکمیل کار کمک هایشان را بی دریغ نثار این حقیر نمودند. در دل آرزوی سعادت و سلامت برای تک تک این عزیزان را خواستارم.

چکیده

در این تحقیق نمونه‌های مختلفی از $(Gd_xY_{2-x})O_3 : Eu^{+3}$ 3% به روش‌های احتراقی و سل- ژل تهیه شد و از آنالیزهای تفرق اشعه مجهول (XRD) ، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) ، تفرق اشعه الکترونی (SAED) ، آنالیز انرژی اشعه مجهول (EDX) و طیف سنجی فوتولومینسانس استفاده گردید. نتایج طیف XRD نشان داد که همه ی نمونه های سنتز شده در تمامی روش ها تک فاز بوده و دارای ساختار مکعبی با گروه فضایی Ia-3 می‌باشند. پارامتر شبکه به‌دست آمده نیز ۱۰/۶ انگستروم می - باشد . همچنین نتایج نشان داد که در روش احتراقی بالاترین بلورینگی و در نتیجه بالاترین تابش لومینسانس دیده می‌شود. اندازه نانو دانه ها چیزی در حدود ۲۰-۳۰nm محاسبه شد که عکس های TEM نیز موید آن بود. که تطبیق خوب رابطه شرر با شرایط آزمایش می باشد .نمونه های سوخت ترکیبی از لحاظ فیزیکی شرایط احتراق را بهبود دادند . همچنین فاصله صفحات بدست آمده از سه روش، عکس TEM ، SAED و نتایج XRD با هم تطابق دارند . نتایج EDX نیز نشان داد که ترکیب سه گانه $(Gd_xY_{2-x})O_3 : Eu^{+3}$ 3% تشکیل شده است و نتایج XRD را تکمیل نمود . در طیف تابشی لومینسانس نمونه‌ها ،انتقالات مربوط به پیک های موجود در ۵۷۵-۷۰۰ nm با انتقالات $^5D_0$-Σ^7F_j (j= 0,1,2,3,…) وپیک موجود در محدوده ۵۳۰-۵۷۰ nm با انتقال $^5D_1$-$^7F_1$ را نشان دادند . و همچنین طیف تهییجی نمون ه‌ها نیز با طیف تابشی آنها مطابق بودند .

فهرست مطالب

فصل۱ مقدمه ۱

۱-۱. مقدمه ۲

۱-۲. تاریخچه ۴

۱-۳. کاربرد فسفرها ۷

۱-۴. طبقه بندی پدیده نورتابی ۸

فصل۲ مبانی لومینسانس ۱۰

۲-۱. نظریه فلوئورسانس و فسفرسانس ۱۱

۲-۲. حالتهای برانگیخته مولد فلوئورسانس و فسفرسانس ۱۱

۲-۲-۱. اسپین الکترون ۱۲

۲-۲-۲. حالت های برانگیخته یکتایی/ سه تایی ۱۲

۲-۲-۳. سرعت جذب و نشر ۱۴

۲-۳. جذب و تابش نور ۱۵

۲-۳-۲. جذب و عبور نور بوسیله اتم ناخالصی ۱۶

۲-۴. انتقال الکترونی در یک اتم ۱۷

۲-۵. انتقالات ممنوعه ۱۸

۲-۶. قانون انتخاب ۱۹

۲-۷. مدل مختصات ساختاری ۲۰

۲-۸. پدیده فرونشانی(خاموشی نورتابی) ۲۳

۲-۸-۱. فرونشانی دمایی ۲۳

۲-۸-۲. فرونشانی غلظتی ۲۳

۲-۸-۳. فرونشانی توسط سایر ناخالصی ها و عیوب ۲۴

۲-۹. پدیده آپ کنورژن ۲۴

۲-۱۰. نامگذاری راسل- ساندرز ۲۵

۲-۱۱. مکانیزم های نورتابی در جامدات ۲۹

۲-۱۱-۱. مکانیزم های نورتابی در کریستال های بدون عیب ۲۹

۲-۱۱-۱-۱. گذار نوار به نوار ۲۹

۲-۱۱-۱-۲. گذارهای اکسایتونی آزاد ۳۰

۲-۱۱-۲. مکانیزم های نورتابی در کریستال های دارای عیب ۳۱

۲-۱۱-۲-۱. گذارهای اکسایتونی درگیر ۳۱

۲-۱۱-۲-۲. گذارهای غیراکسایتونی ۳۲

۲-۱۲. فرایندهای آرام سازی ۳۵

۲-۱۲-۱. آسایش ارتعاشی ۳۵

۲-۱۲-۲. تبدیل دورانی ۳۶
۲-۱۲-۳. تبدیل عبوری ۳۷
۲-۱۲-۴. عبور بین سیستمی ۳۷
۲-۱۲-۵. فسفرسانی ۳۷
۲-۱۳. نمودار تراز انرژی برای مولکول های فوتونورتاب: ۳۸

فصل۳ روش های سنتز نانو ذرات **۴۰**

۳-۱. روش سنتز احتراقی ۴۱
۳-۲. روش سل- ژل ۴۲
۳-۳. روش سل- ژل پچینی ۴۳

فصل۴ نحوه انجام آزمایش **۴۶**

۴-۱. مشخصات مواد اولیه ۴۷
۴-۲. سنتز به روش احتراقی ۴۸
۴-۳. سنتز به روش سل- ژل ۴۹
۴-۳-۱. سل- ژل نرمال ۴۹
۴-۳-۲. سل- ژل پچینی ۵۰

فصل۵ آنالیزها و دستگاه ها **۵۱**

۵-۱. پراش اشعه ایکس (XRD) ۵۲
۵-۲. طیف سنجی فوتولومینسانس (PLS) ۵۴
۵-۳. میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) ۵۵
۵-۴. میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۵۶
۵-۵. گرما سنجی روبشی تفاضلی(DSC) ۵۶

فصل۶ تحلیل نتایج **۵۸**

۶-۱. مقایسه ترکیبات مختلف Y و Gd در شبکه کریستالی ۵۹
۶-۲. بررسی روشهای سنتز ۶۲
۶-۲-۱. سنتز احتراقی در مایکروویو با انواع سوخت ۶۲
۶-۲-۲. سنتز احتراقی در مایکروویو با ترکیب سوخت ۶۷
۶-۲-۳. سنتز احتراقی در کوره با انواع سوخت ۷۰
۶-۲-۴. سنتز به روش سل- ژل نرمال ۷۳
۶-۲-۵. سنتز به روش سل- ژل پچینی ۷۳
۶-۳. طیف تهیج نمونه ها ۷۸
۶-۴. نتیجه گیری ۸۷
۶-۵. پیشنهادات برای کارهای بعدی ۸۸

مراجع **۸۹**

فهرست اشکال

فصل ۱ ۱

فصل ۲ ۱۰

شکل ۲-۱. حالتهای اسپین یکتایی و سهتایی برانگیخته ۱۳

شکل ۲-۲. دیاگرام ژابلونسکی ۱۴

شکل ۲-۳. سرعت گذار در حالت یکتایی ۱۵

شکل ۲-٤. جذب و تابش نور در مدل مکانیک کوانتمی ۱۷

شکل ۲-۵. انتقالات مجاز ۱۹

شکل ۲-۶. جایگاههای مختلف در ترکیب اکسید ایتریم ۲۰

شکل ۲-۷. مدل کلاسیک مختصات ساختاری ۲۱

شکل ۲-۸. مدل کوانتمی مختصات ساختاری ۲۲

شکل ۲-۹. ترم های راسل- ساندرز ۲۷

شکل ۲-۱۰. ترم های راسل- ساندرز برای یونهای ۳ ظرفیتی نادر خاکی ۲۷

شکل ۲-۱۱. گذارهای نوری اکسایتونی: (۱) گذار بین نوار ظرفیت و عیب دهنده (۲) گذار بین نوار هدایت و عیب گیرنده (۳) گذار درون‌عیبی در گیرنده‌ها (۴) گذار درون‌عیبی در عیب جایگزیده (۵) گذار بین عیب در جفت های دهنده و گیرنده ۳۳

شکل ۲-۱۲. نمودار تراز انرژی(دیاگرام ژابلونسکی) ۳۸

فصل ۳ ۴۰

فصل ۴ ۴۶

فصل ۵ ۵۱

فصل ۶ ۵۸

شکل ۶-۱. نتایج XRD نمونههای $(GD_xY_{2-x})O_3$:Eu 3% با سوخت اوره- 2θ بین ۱۰ تا ۸۰ ..... ۵۹

شکل ۶-۲. نتایج XRD نمونههای $(GD_xY_{2-x})O_3$:Eu 3% با سوخت اوره- 2θ بین ۳۰ تا ۴۰ ..... ۶۰

شکل ۶-۳. دیاگرام DSC قبل از عملیات حرارتی ۶۲

شکل ۶-٤. دیاگرام XRD نمونههای نوع سوخت سنتز در مایکروویو ۶۴

شکل ۶-۵. طیف تابشی نمونههای نوع سوخت سنتز در مایکروویو ۶۶

شکل ۶-۶. طیف XRD سنتز احتراقی در مایکروویو با ترکیب سوخت ۶۷

شکل ۶-۷. طیف تابشی نمونههای ترکیب سوخت سنتز در مایکروویو ۶۹

شکل ۶-۸. طیف تابشی نمونههای نوع سوخت سنتز در کوره ۷۱

شکل ۶-۹. طیف تابشی نمونههای ترکیب سوخت سنتز در کوره ۷۲

شکل۶-۱۰. طیف تابشی نمونههای سنتز سل- ژل ۷۵
شکل۶-۱۱. مقایسه نمونههای کوره و مایکروویو ۷۶
شکل۶-۱۲. طیف تهیج ۱٪ نمونههای سنتز شده به روش احتراقی در مایکروویو ۷۹
شکل۶-۱۳. طیف تهیج نمونههای سنتز شده به روش سل- ژل ۷۹
شکل۶-۱٤. TEM نمونه اسید سیتریک ۸۲
شکل۶-۱۵. TEM نمونه گلایسین ۸۲
شکل۶-۱۶. TEM نمونه گلوکوز ۸۳
شکل۶-۱۷. TEM نمونه سل- ژل g1 ..... ۸۳
شکل۶-۱۸. EDX نمونه گلایسین ۸۵
شکل۶-۱۹. الگوی تفرق (SAED) یک نمونه احتراقی ۸۶
شکل۶-۲۰. عکس HRTEM از یکی از نمونههای سنتز شده به روش احتراقی ۸۶

فهرست جداول

فصل۱ ۱

فصل۲ ۱۰

جدول۲-۱. ساختار الکترونی یونهای ۳ ظرفیتی نادر خاکی ۲۸

فصل۳ ۴۰

فصل۴ ۴۶

جدول٤-۱. مشخصات مواد اولیه بکار رفته ۴۷

جدول٤-۲. ضرایب محاسبه شده نسبت سوخت به اکسیدانس Ψ برای هرسوخت ۴۹

فصل۵ ۵۱

فصل۶ ۵۸

جدول۶-۱. اندازه دانه بدست آمده از رابطه شرر برای درصدهای مختلف با سوخت اوره ۶۱

جدول۶-۲. چارت فرآیند روش سل- ژل ۷۴

جدول۶-۳. محاسبه اندازه دانه ۸۴

فصل۱

مقدمه

۱ ۱. مقدمه

فسفرها جز اصلی نمایشگرهای لومینسانس می باشند و کاربردهای دیگری را در صنایع لامپ های کم مصرف، علوم پزشکی، آشکارسازها، ارتباطات، لیزر، الکترونیک و ... دارند. از این رو توسعه این صنایع در گرو گسترش تحقیقات در زمینه ساخت فسفرها می باشد . اما فسفرهای حاوی ترکیبات فلزات نادر خاکی مزایایی را نسبت به فسفرهای نیمه هادی به علت خلوص رنگی بالاتر و زمان پاسخ کوتاه تر دارا می‌باشند[۱].

در فرآیند لومینسانس تعداد اندکی از اتم ها (که معمولا اتم های ناخالصی یا دوپ شده هستند) تهییج شده و باعث تابش می شوند. به این دسته اتم ها مراکز تابش گویند. اتفاقی که در این فرایند رخ می دهد تهییج الکترون لایه ظرفیت و انتقال آن به یک مدار بالاتر و سپس گسیل یک فوتون و بازگشت به مدار پایه است. در نهایت مجموع فوتون های گسیل شده پدیده لومینسانس را بوجود می آورد[۲].

فسفرهای حاوی ترکیبات فلزات خاکی به علت کوچک بودن گاف انرژی و سهولت در تهییج الکترون لایه ظرفیت مورد استفاده بیشتر قرار می گیرند.

یکی از ترکیبات لومینسانس که از فلزات نادر خاکی به شمار می رود و تحقیقات بسیاری نیز روی آن انجام شده ایتریم[1] است که به عنوان میزبان در فسفرها کاربرد وسیعی دارد [۳].

[1] Yttrium

معمولا ایتریم به تنهایی مورد استفاده قرار نمی گیرد و از آلاینده‌ها (دوپانت‌ها) یی که به آن اضافه می - کنند می‌توان به یوروپیم[۲] اشاره کرد. یوروپیم نیز یکی ازترکیبات نادر خاکی است که به عنوان مهم ترین فعال کننده برای تولید رنگ قرمز با یون ۳ ظرفیتی و رنگ سبز با یون ۲ ظرفیتی مورد استفاده قرار می - گیرد. نانو فسفر اکسید ایتریم دوپ شده با یوروپیم از جمله فسفرهای ارزشمندی است که به عنوان رنگ قرمز در لامپ های فلورسان و نمایشگرهای نشر میدانی به کار می روند[۱].

از دیگر ترکیبات نادر خاکی اربیم [۳] است که به دلیل پدیده آپ کانورژن [۴] (تهییج چند مرحله ای و انتقال الکترون به چند لایه بالاتر با فوتون کم انرژی و سپس گسیل یک فوتون پر انرژی و بازگشت به مدار اصلی) معروف است و در تقویت کننده های نوری و مبدل های لیزری و همچنین فسفرهای رنگ سبز کاربرد دارد[۱],[۴],[۵].

گادولینیوم[۵] نیز از دیگر ترکیبات نادر خاکی است به عنوان آلاینده مورد استفاده قرار می گیرد و در رادیوگرافی و MRI برای علامتگذاری سلول ها کاربرد فراوان دارد.

با افزودن این دوپانت ها به پایه ایتریم تغییراتی در ساختار کریستالی و ترازهای انرژی ایجاد می شود. از جمله کوچک تر شدن گاف انرژی، ایجاد سطوح جدید انرژی . که این تغییرات موجب تسهیل تهییج الکترون رخداد پدیده لومینسانس این ترکیبات می شود. به عبارتی افزودن این دوپانت ها باعث ایجاد ترازهای با اختلاف کم انرژی درون ساختار شده که به موجب آن افت پلکانی در سطوح ایجاد شده ی جدید انرژی را خواهیم داشت که همین امر باعث قرارگیری طول موج فوتون گسیلی در محدوده نور مرئی شده و لذا شاهد پدیده لومینسانس خواهیم بود .

---

[2] Europium
[3] Erbium
[4] up conversion
[5] Gadolinium

۱ ۲. تاریخچه

تحقیقات علمی در زمینه فسفرها تاریخچه طولانی دارد بیش از ۱۰۰ سال دارد. ZnS یک شاخه اصلی فسفرها می باشد که یک نوع ارزشمند از فسفرها برای نمایشگرهای تلوزیونی است . این دسته از مواد اولین بار توسط تئودور سیدوت [۶] شیمیدان فرانسوی در سال ۱۸۶۶ به طور اتفاقی به دست آمد که این آغاز تحقیقات علمی و سنتز فسفرها می باشد[۱].

واژه لومینسانس(نورتابی) اولین بار بوسیله ایلهارد ویدمن [۷] ، فیزیکدان آلمانی در سال ۱۸۸۸ بکار گرفته شد. او این واژه را برای تابش ماده در اثر عوامل خارجی بدون افزایش دمای آن پیشنهاد کرد . امروزه نیز معمولاً نورتابی را به معنای تابش ماده صرف نظر از تابش حرارتی آن می دانند[۶] , [۷].

این تعریف اگرچه تمایز لازم بین نورتابی وتابش حرارتی را ایجاد می کند اما برای ایجاد تمایز با پدیده‌هایی مانند بازتاب وپـواکنش کافی نیست . از این رو، واویلف[۸] این تعریف را با افزودن جمله ای مربوط به مدت زمان تابش به این ترتیب اصلاح کرد که : « نورتابی، تابش ماده صرف نظر ازتابش حرارتی آن است به شرطی که این تابش بعد از قطع شدن منبع تحریک (مثلاً تابش نور اولیه)برای مدت معینی ادامه پیدا کند »[۶]. با این تعریف می توان بین پدیده نورتابی و پدیده‌های دیگری مانند اثر رامان [۹] پراکندگی کامپتون[۱۰] و ریلای[۱۱] نیز تمایز ایجاد کرد چرا که زمان تابش درپدیده نورتابی ماده، حتی در

[6] Theodor Sidot
[7] E.wiedeman
[8] S.I.Vavilov
[9] Raman effect
[10] Campton scattering
[11] RayLeighscattering

نوع فلورسانس[12] آن که بسیار سریعتر از نوع فسفرسانس[13] است، طولانی‌تر از پدیده‌های ذکر شده است و در محدوده 10^{-10}تا10^{-1} ثانیه قرار می‌گیرد[۸].

در اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ ، لنارد[14] و همکارانش در آلمان تحقیقات دامنه داری را رو فسفرها شروع کردند و نتایج قابل توجهی را به دست آوردند .این گروه انواع مختلفی از فسفرها را بر پایه کالکوژنیدها (سولفیدها و سلنیدها) ی فلزات قلیایی خاکی و سولفید روی آماده ک ردند و خواص لومینسانس آن را بررسی کردند . کار آن‌ها بر پایه وارد کردن ناخالصی به میزبان توسط حرارت دادن، به عنوان مراکز لومینسانس در میزبان بنا نهاده شده بود . لنارد و گروهش نه تنها فلزات سنگین بلکه یون های مختلف نادر خاکی را به عنوان فعال کننده استفاده کردن د. فسفرهای کالکوژنی قلیایی که توسط این گروه توسعه یافتند به فسفرهای لنارد معروف اند . پال[15] و همکارانش در آلمان فسفرهای هالید قلیایی را در سال های ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ بررسی کردند . آنها فسفرهای تک کریستال را رد دادند و تحقیقات اسپکتروسکپی وسیعی روی آن انجام دادند .آنها مدل مختصات ساختاری را با همکاری سیتز[16] در آمریکا بنا نهادند که اصول فیزیک لومینسانس امروزی می باشد . هامبولت لورنتز[17] و همکارانش در شرکت رادیو آمریکا بسیاری از فسفرهای پرکاربرد را با هدف به دست آوردن مواد با خواص مشخصه مناسب جهت کاربرد در لامپ تلوزیون را بررسی کردند. جزئیات مطالعات سرانجام به فسفرهای نوع ZnS منجر شد و یافته های آنها در کتاب لورنتز جمع شد .داده های طیف تابشی این کتاب هنوز هم مورد استفاده قرار می گیرد.

---

[12] Fluorescence
[13] Phosphorescence
[14] Philio Lenrd
[15] P.W.Pohl
[16] F.Seitz
[17] Humbolt Leverentz

در طی جنگ دوم جهانی تحقیقات بر روی فسفرها و لومینسانس حالت جامد به طور قابل ملاحظه ای گسترش یافت. این تحقیقات با بهره گیری از اصول فیزیک حالت جامد مخصوصا نیمه هادی و فیزیک عیوب شبکه دنبال شد . پیشرفت ها در زمینه درک اسپکتروسکپی نوری جامدات مخصوصا یون های فلزات واسطه و یون های نادر خاکی به این تحقیقات کمک کرد.

شکل طیف لومینسانس به طور کامل با استف اده از مدل ساختاری شرح داده شد و تئوری انتقال انرژی حالت تهییج شده به طور کامل پدیده حساسیت لومینسانس را تفسیر کرد . همچنین اسپکتروسکپی نوری یون فلز واسطه و سطوح انرژی آنها و انتقالات لومینسانسی آنها بر پایه تئوری میدان کریستالی بیان شد . و در مورد یون های ۳ ظرفیتی نادر خاکی در بلور، اسپکتروسکپی نوری دقیق، سطوح انرژی مختلف و پیچیده فلزات نادر خاکی و انتقالات مختلف لومینسانس را برای این ترکیبات به دست داد .

تحقیقات پیشرفته بر روی ساختار باند [۱۸] و اکسایتون [۱۹] (جاذبه بین الکترون و حفره باعث ایجاد یک سیستم شبه اتمی در نیمه هادی ها با شکاف های انرژی می شود) در نیمه هادی ها و بلورهایکمک کرد تا خواص لومینسانس فسفرها که از این مواد به عنوان میزبان استفاده می کنند فهمیده شود .مفهوم نیمه هادی های انتقال مستقیم و غیر مستقیم نه تنها کمک کرد تا مسیر لومینسانس در نیمه هادی های غیر مستقیم پیدا شودبلکه منجر به ساخت مواد مناسب برای دیود های تابنده نور ولیزرهای نیمه هادی دشد . مفهوم لومینسانس جفت گیرنده – پذیرنده بیان گردید وبرای تولید فسفرهای نیمه هادی با لومینسانس بالا استفاده شود[۱].

[18] Band
[19] Exciton

آنچه که تاکنون بیان شد بیشتر ناظر بر تعریف ماکروسکوپیک پدیده لومیسان س بود که بر مبنای مشاهدات تجربی بدست آمده است . اما از دیدگاه مفاهیم اولیه و بنیادی فیزیک، این پدیده به صورت یک تابش خودبه خودی تعریف می شود که بعد از اتمام تمامی مکانیزم های رسیدن به حالت پایه [۲۰] ، البته به استثنای گذار الکترونی، از یک ماده برانگیخته ساطع می شود و بدین طریق ماده از حالت برانگیختگی به حالت پایدار می‌رسد[۶].

پدیده نورتابی در تمام فازهای ماده اعم از گاز، مایع و جامدات آلی و معدنی قابل مشاهده است [۸] که در این پژوهش بیشتر به نورتابی یک ماده جامد معدنی پرداخته شده است .

۱ ۳. کاربرد فسفرها

هم اکنون با توجه به خواص ویژه فسفرهای سنتز شده نمایشگرهای نسل جدید مختلفی از قبیل نمایشگرهای الکترولومینسانس ، نم ایشگرهای فلورسان خلاء ، نمایشگرهای پلاسما و نمایشگرهای نشر میدانی ساخته شدند . البته هنوز هم فسفرها در کاربرد کلاسیک از قبیل لامپ های فلورسان، لامپ تلوزیون، صفحه اشعه ایکس و ... نیز استفاده می شوند[۱].

تحقیقات در زمینه فسفرها و کاربرد هایشان به شاخه های مختلفی از علوم و تکنولوژ ی مرتبط است. سنتز و آماده سازی فسفرهای غیر آلی بر پایه شیمی و فیزیک غیر آلی بوده و مکانیزم لومینسانس بر پایه فیزیک حالت جامد می باشد. کاربرد اصلی فسفرها در منبع نور ، نمایشگرها و سیستم های آشکارساز می

[20] Relaxation

باشد. تحقیقات و پیشرفت ها در این زمینه ها و کاربردها در حیطه مهندسی روشنایی، تصویر و الکترونیک می باشد. بنابراین تحقیقات و تکنولوژی فسفرها نیاز به ترکیب روش های مختلف دارد [۱]. اما یه طورکلی می توان کاربردهای فسفرها را می توان به ۴ دسته عمده تقسیم کرد.

۱ -منبع نور که با لامپ های فلورسان نمایش داده می شود .

۲ -نمایشگرها که با لامپ کاتدی نشان داده می شود .

۳ -سیستم های آشکارساز که با صفحه اشعه ایکس نشان داده می شود .

۴ -سایر کاربردهای ساده از قبیل نقاشی های لومینسانس و ...

۱ ۴. طبقه بندی پدیده نورتابی

پدیده نورتابی را از لحاظ مدت زمان تابش پس از قطع شدن عامل برانگیخت گی به دو نوع فلورسانس وفسفرسانس تقسیم می کنند[۶].

فلوئورسانس و فسفرسانس از این نظر مشابه اند که برانگیختگی با جذب فوتون ها بوجود می آیند .در نتیجه دو پدیده را اغلب با اصطلاح فوتولومینسانس [۲۱] می‌شناسند. به طوری که نشان داده خواهد شد، فلوئورسانی با فسفرسانی این تفاوت را دارد که در آن گذارهای انرژی الکترونی مسئول برای فلوئورسانی متحمل تغییری در اسپین الکترون نمی شوند .در نتیجه طول عمر فلوئورسانی کوتاه است و نورتابی تقریبا بلافاصله متوقف میشود. در مقابل تغییر در اسپین الکترون که با نشر فسفرسانی همراه است باعث می شود تا تابش بعد از ختم تابش دهی اغلب برای چند ثانیه یا بیشتر ادامه یابد . در پدیده فسفرسانس تابش از

[21] Photoluminescence

طریق گذارهایی که یک سری از سطوح انرژی نیمه پایدار را شامل می شوند، انجام می پذیرد که همین امر نیز زمان تابش را در مقایسه با فلورسانس بسیارطولانی تر می کند. در اکثر موارد فوتولومینسانس چه فلوئورسانی و چه فسفرسانی باشد طول موجی بلندتر از تابش بکار رفته برای برانگیختگی آن دارد [۹].

اما با توجه به اینکه تحریک ماده شرط لازم پدیده نورتابی(لومینسانس) است،لذا نوع دیگر طبقه‌بندی این پدیده بر مبنای عامل تحریک ماده صورت می پذیرد.

۱ -امواج الکترومغناطیس یا فوتون‌های نور: نورتابی نوری[۲۲]

۲ -الکترون‌های پرانرژی یا اشعه کاتدی: نورتابی کاتدی[۲۳]

۳ -اعمال ولتاژ: نورتابی الکتریکی[۲۴]

۴ -انرژی مکانیکی: تنش مکانیکی[۲۵]

۵ -واکنش شیمیایی: نورتابی شیمیایی[۲۶]

در این پژوهش فعالیت های ما بر روی پدیده PL متمرکز می شود و در ادامه هر جا که در مورد نورتاب بحث می‌شود، منظور همان پدیده PL است[۶].

[22] Photoluminescence
[23] Cathodoluminescence
[24] Electroluminescence
[25] Triboluminscence
[26] Chemiluminescence