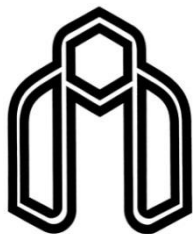


اللَّهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده فیزیک

گرایش جامد

عنوان :

مطالعه تجربی خواص فیزیکی لایه های نازک و نانو ساختارهای اکسید نیکل و ترکیبات آلایشی آنها.

نگارش :

معصومه نجفی

استاد راهنما :

دکتر حسین عشقی

پایان نامه کارشناسی ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم با بوسه بر استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم و سبزترین نگاه زندگیم نگاه مهربان مادرم که شوق

زیبای نفس کشیدن است. آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند.

پروردگارا تو فیتقم ده که هر خطه سگر گذارشان باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

مشکر و قدردانی

پاس یکران پروردگار را که، هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش را بنمونمان شد و به هم نشینی رحروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزمان ساخت.

بر خود لازم می دانم که از استاد که تقدیرم جناب آقای دکتر حسین عشقی بابت تمام کمک ها و راهنمایی های ایشان که در طی این مسیر نسبت به من داشته اند کمال تشکر را داشته باشم، و از خداوند متعال توفیق روز افزون این بزرگوار را خواستارم.

و از تمام دوستان و هم کلاسی های عزیزم به خاطر کمک ها و حمایت هایشان پاسگزارم و موفقیت های بیشتر در زندگی را برایشان آرزو مندم.

تعهدنامه

اینجانب معصومه نجفی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیک حالت جامد دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه: مطالعه تجربی خواص فیزیکی لایه های نازک و نانو ساختارهای اکسید نیکل و ترکیبات آلایشی آنها تحت راهنمایی دکتر حسین عشقی؛ متعهد می شوم:

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.

- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجودات زنده (یا بافت های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

ما در این پایان نامه به مطالعه مورفولوژی، خواص ساختاری، اپتیکی و الکتریکی نمونه‌های متشکل از نانو ذرات اکسید نیکل خالص و آرایش یافته با مس و لیتیم رشد داده شده به روش اسپری پایرولیزیز پرداخته ایم. برای بررسی مورفولوژی، خواص ساختاری، اپتیکی و الکتریکی بترتیب از دستگاه‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM)، پراش پرتو ایکس (XRD)، طیف‌سنجی، طیف نگاری نوری (UV-Vis.-NIR)، مشخصه‌یابی I-V و اثر سیبک استفاده کردیم.

در نمونه‌های رشد یافته از پودر کلرید نیکل شش آبه به منظور تهیه محلول اسپری استفاده شده است. پارامترهای مورد بررسی ما در این تحقیق عبارتند از: حجم محلول، آهنگ لایه نشانی به همراه بازپخت آنها در حضور هوا، و سرانجام آرایش نمونه‌ها با اتم‌های مس (NiO:Cu) و لیتیم (NiO:Li).

کلید واژه‌ها: اکسید نیکل، اسپری پایرولیزیز، نانو دانه‌ها، مورفولوژی، خواص ساختاری، خواص اپتیکی، خواص الکتریکی، خواص ترموالکتریک.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱. نجفی، معصومه؛ عشقی، حسین، (۱۳۹۲) « بررسی تاثیر حجم محلول بر خواص ساختاری و اپتیکی نانوساختار های اکسید نیکل تهیه شده به روش اسپری پیرولیزیز»، کنفرانس سالانه فیزیک ایران - دانشگاه بیرجند، ص ۸۴۶-۸۴۳.

2. Najafi, Masoomeh; Hosein, Eshghi, (2013), "The Effect of deposition rate on morphological, structural and optical properties of nanostructured NiO thin films prepared by spray pyrolysis technique", 16th Iranian Physical Chemistry Conference University Of Mazandaran Babolsar, p 490-492.

3. Najafi, Masoomeh; Hosein, Eshghi, (2014), "Effect of Cu doping on physical properties of nanostructured NiO thin films prepared by spray pyrolysis technique", 5th International Conference on Nanostructures (ICNS5), Kish Island, Iran.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱ فصل اول: مروری بر مقالات و مقدمه ای بروی ترکیب های ساختاری، الکترونیک و پدیده های نازک اکسید نیکل

مقدمه.....	۲
۱-۱ اکسید نیکل.....	۲
۱-۱-۱ ساختار اکسید نیکل.....	۲
۱-۱-۲ خواص فیزیکی.....	۴
۱-۱-۳ خواص الکترونیک.....	۴
۲-۱ بلورهای نیم رسانا.....	۴
۳-۱ لایه های نازک اکسید نیکل.....	۶
۴-۱ خصوصیات فیزیکی لایه نازک تهیه شده به روش اسپری پایرولیز.....	۷
۱-۴-۱ بررسی اثر حجم محلول.....	۷
۲-۴-۱ بررسی اثر آهنگ لایه نشانی.....	۱۲
۳-۴-۱ بررسی اثر آرایش با مس.....	۱۵
۴-۴-۱ بررسی اثر آرایش با لیتیم.....	۱۸

۲ فصل دوم: معرفی روش های مشخصه یابی لایه های نازک

مقدمه.....	۲۶
۱-۲ میکروسکوپ الکترون روبشی گسیل میدانی.....	۲۶

۲-۲	پراش پرتو ایکس.....	۲۷
۳-۲	ضخامت سنجی نمونه‌ها.....	۲۹
۴-۲	طیف نگاری عبور و بازتاب اپتیکی.....	۳۰
۱-۴-۲	ضریب جذب.....	۳۱
۲-۴-۲	گاف نواری.....	۳۱
۵-۲	خواص الکتریکی.....	۳۱
۶-۲	خواص ترموالکترونیک (اثر سبک).....	۳۲

۳ فصل سوم: مراحل آزمایشگاهی رشد لایه‌های نازک اکسید نیکل به روش اسپری پایرولیز

مقدمه.....	۳۶
۱-۳ روش‌های رشد لایه‌های نازک اکسید نیکل.....	۳۶
۲-۳ دستگاه اسپری پایرولیز.....	۳۶
۳-۲-۱ آماده سازی زیر لایه.....	۳۸
۳-۲-۲ آماده سازی محلول مورد نیاز برای تهیه نمونه‌ها.....	۳۸
۳-۲-۳ پارامترهای لایه نشانی.....	۴۰

۴ فصل چهارم: نتایج و بحث در مورد مورفولوژی، خواص ساختاری، پسمی و الکتریکی لایه نازک نانو ساختار اکسید نیکل

مقدمه.....	۴۲
۱-۴ بررسی اثر حجم محلول بر خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانو ساختار NIO.....	۴۲
الف) مطالعه مورفولوژی سطح لایه‌ها.....	۴۲
ب) مطالعه خواص ساختاری لایه‌ها.....	۴۳
ج) مطالعه خواص اپتیکی لایه‌ها.....	۴۵

۴۷.....	د) مطالعه خواص الکتریکی و ترموالکتریکی لایه‌ها.
۴۹.....	۲-۴ بررسی آهنگ لایه نشانی بر خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانو ساختار NIO.....
۴۹.....	الف) مطالعه مورفولوژی سطح لایه‌ها.....
۵۰.....	ب) مطالعه خواص ساختاری لایه‌ها.....
۵۲.....	ج) مطالعه خواص اپتیکی لایه‌ها.....
۵۴.....	د) مطالعه خواص الکتریکی و ترموالکتریکی لایه‌ها.....
۵۶.....	۴-۲-۱ بررسی اثر بازپخت بر خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانو ساختار NiO.....
۵۶.....	الف) مطالعه مورفولوژی سطح لایه‌ها.....
۵۷.....	ب) مطالعه خواص ساختاری لایه‌ها.....
۵۸.....	ج) مطالعه خواص اپتیکی لایه‌ها.....
۶۰.....	۴-۳ بررسی اثر آلاینش مس بر خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانو ساختار NIO.....
۶۰.....	الف) مطالعه مورفولوژی سطح لایه‌ها.....
۶۰.....	ب) مطالعه خواص ساختاری لایه‌ها.....
۶۴.....	ج) مطالعه خواص اپتیکی لایه‌ها.....
۶۶.....	د) مطالعه خواص الکتریکی و ترموالکتریکی لایه‌ها.....
۶۷.....	۴-۴ بررسی اثر آلاینش با لیتیم بر خواص فیزیکی لایه‌های نازک نانو ساختار NIO.....
۶۷.....	الف) مطالعه خواص ساختاری لایه‌ها.....
۶۹.....	ب) مطالعه خواص اپتیکی لایه‌ها.....
۷۳.....	نتیجه‌گیری.....
۷۷.....	مراجع.....

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: ساختار مکعبی اکسید نیکل [۴]..... ۳
- شکل ۲-۱: ساختار ششگوشی اکسید نیکل [۸]..... ۳
- شکل ۳-۱: طرح رسانندگی ذاتی در نیمرسانا [۱۶]..... ۵
- شکل ۴-۱: طیف XRD نمونه‌های تهیه شده در حجم‌های متفاوت [۲۹]..... ۸
- شکل ۵-۱: تغییرات جذب اپتیکی بر حسب طول موج برای همه نمونه‌ها [۲۹]..... ۹
- شکل ۶-۱: تغییرات گاف نواری نمونه‌های تهیه شده در حجم‌های متفاوت [۲۹]..... ۱۰
- شکل ۷-۱: تغییرات $\ln p$ بر حسب عکس دما [۲۹]..... ۱۱
- شکل ۸-۱: تغییرات emf بر حسب اختلاف دمایی (ضریب سیبک) [۲۹]..... ۱۱
- شکل ۹-۱: تغییرات مقاومت ویژه لایه‌های اکسید نیکل تهیه شده با آهنگ‌های متفاوت [۳۰]..... ۱۲
- شکل ۱۰-۱: نمودار تغییرات طیف عبور (★)، ضخامت (+)، ضریب شکست (○) و گاف نواری (*) لایه‌های اکسید نیکل با آهنگ‌های متفاوت لایه نشانی [۳۰]..... ۱۳
- شکل ۱۱-۱: تصاویر SEM نمونه‌های تهیه شده با آهنگ‌های متفاوت [۳۱]..... ۱۴
- شکل ۱۲-۱: طیف عبور و بازتاب لایه‌های نازک اکسید نیکل با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت [۳۱]..... ۱۵
- شکل ۱۳-۱: الگوی XRD نمونه‌های آرایش شده با مس [۳۲]..... ۱۶
- شکل ۱۴-۱: نمودار تغییرات مقاومت در واحد طول بر حسب دما برای نمونه خالص اکسید نیکل و آرایش یافته با مس [۳۲]..... ۱۶
- شکل ۱۵-۱: نمودارهای (a) طیف جذب و (b) طیف عبور نمونه‌های خالص اکسید نیکل و آرایش یافته با مس [۳۲]..... ۱۷
- شکل ۱۶-۱: نمودار تغییرات $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ نمونه‌های با درصدهای وزنی متفاوت مس [۳۲]..... ۱۸
- شکل ۱۷-۱: طیف‌های XRD لایه‌های NiO آرایش یافته با Li (۵-۰ wt%) نشان دهنده رشد در

- جهت ترجیحی (۱۱۱) [۱۵]..... ۱۹
- شکل ۱-۱۸: تصاویر SEM نمونه‌های خالص (A) و آرایش یافته با لیتیم (۱-۵ wt.%) (B-F) [۱۵]..... ۲۰
- شکل ۱-۱۹: طیف عبوری NiO آرایش یافته با Li (۰-۵ wt%) [۱۵]..... ۲۰
- شکل ۱-۲۰: گاف نواری مستقیم نمونه‌های NiO خالص و آرایش یافته با Li (۱-۵ wt%) [۱۵]..... ۲۱
- شکل ۱-۲۱: تغییرات مقاومت ورقه‌ای و ویژه NiO آرایش یافته با Li (۰-۵wt%) در دمای اتاق [۱۵]..... ۲۱
- شکل ۱-۲۲: طیف‌های XRD لایه‌های: (a) خالص، (b) NiO:Li (۱۰ at%)، (c) NiO:Li (۲۰ at%)، (d) NiO:Li (۳۰ at%)، (e) NiO:Li (۴۰ at%)، (f) NiO:Li (۵۰ at%)، (g) NiO:Li (۶۰ at%)..... ۲۲
- شکل ۱-۲۳: تصاویر SEM نمونه خالص (a) و (b) NiO:Li (۱۰ at%)، (c) NiO:Li (۲۰ at%)، (d) NiO:Li (۳۰ at%)، (e) NiO:Li (۴۰ at%)، (f) NiO:Li (۵۰ at%) [۳۳]..... ۲۳
- شکل ۱-۲۴: طیف عبور اپتیکی نمونه خالص و آرایش یافته با لیتیم (۰-۱۰۰ at%) [۳۳]..... ۲۴
- شکل ۱-۲۵: نمودار $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ نمونه‌های خالص و آرایش یافته با لیتیم [۳۳]..... ۲۴
- شکل ۲-۱: دستگاه میکروسکوپ الکترون روبشی گسیل میدانی (FESEM) دانشگاه تهران..... ۲۷
- شکل ۲-۲: بازتاب اشعه ایکس برای تعیین فاصله بین صفحات [۳۶]..... ۲۸
- شکل ۲-۳: دستگاه پراش پرتو X مدل Bruker-AXS در دانشگاه دامغان..... ۲۸
- شکل ۲-۴: دستگاه اندازه‌گیری ضخامت سطحی لایه‌ها دانشگاه صنعتی شاهرود..... ۳۰
- شکل ۲-۵: دستگاه اسپکترومتر (Shimadzu UV-1800) دانشگاه صنعتی شاهرود..... ۳۰
- شکل ۲-۶: طرح شماتیک گرفتن ولتاژ با استفاده از روش اثر سبیک..... ۳۳
- شکل ۳-۱: روش‌های رشد فیزیکی و شیمیایی..... ۳۷
- شکل ۳-۲: دستگاه اسپری (Spray Coating System.S.C.S.806) استفاده شده برای تهیه لایه‌ها..... ۳۸
- اکسید نیکل در دانشگاه صنعتی شاهرود..... ۳۸

شکل ۳-۳: محلول کلرید نیکل شفاف برای لایه نشانی.....۳۹

شکل ۱-۴: مورفولوژی سطح نمونه‌های اکسید نیکل خالص با حجم‌های متفاوت ۲۰، ۳۰ و ۴۳.۵۰ ml

شکل ۲-۴: طیف XRD نمونه‌های NiO خالص در حجم‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۴

شکل ۳-۴: طیف عبور و بازتاب لایه‌های نازک اکسید نیکل خالص برای نمونه‌های با حجم‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۶

شکل ۴-۴: تغییرات ضریب جذب اپتیکی بر حسب طول موج برای نمونه‌های رشد یافته اکسید نیکل خالص با حجم‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۶

شکل ۵-۴: الف) منحنی $(h\nu\alpha)^2$ بر حسب $h\nu$ ، ب) تغییرات گاف نواری اپتیکی بر حسب حجم محلول‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۷

شکل ۶-۴: نمودار I-V نمونه‌های اکسید نیکل خالص با حجم‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۸

شکل ۷-۴: نمودار ولتاژ-دما (اثر سیبک) برای نمونه‌های اکسید نیکل خالص با حجم‌های متفاوت (۲۰) V1، (۳۰) V2 و (۵۰) ml V3.....۴۹

شکل ۸-۴: تصاویر SEM نمونه‌های اکسید نیکل خالص با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت (۵) R1، (۱۰) R2 و (۱۵) ml/min R3.....۵۰

شکل ۹-۴: الگوهای XRD نمونه‌های NiO خالص تهیه شده با آهنگ‌های متفاوت (۵) R1، (۱۰) R2 و (۱۵) ml/min R3.....۵۱

شکل ۱۰-۴: طیف عبور اپتیکی لایه‌ها اکسید نیکل خالص برای نمونه‌های با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت (۵) R1، (۱۰) R2 و (۱۵) ml/min R3.....۵۳

شکل ۱۱-۴: طیف بازتابی از نمونه‌های اکسید نیکل خالص تهیه شده با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت (۵) R1، (۱۰) R2 و (۱۵) ml/min R3.....۵۳

- شکل ۴-۱۲: نمودار تغییرات ضریب جذب بر حسب طول موج برای نمونه‌های با آهنگ‌های متفاوت R1 (۵)، R2 (۱۰) و R3 (۱۵) ml/min ۵۳
- شکل ۴-۱۳: منحنی $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ (ب) تغییرات گاف نواری اپتیکی بر حسب آهنگ لایه نشانی متفاوت ۵، ۱۰ و ۱۵ ml/min ۵۴
- شکل ۴-۱۴: نمودار اثر سیبک نمونه‌های اکسید نیکل خالص با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت (۵) R1 (۱۰)، R2 (۱۵) و R3 (۱۵) ml/min ۵۵
- شکل ۴-۱۵: نمودار I-V لایه‌های اکسید نیکل خالص با آهنگ‌های لایه نشانی متفاوت (۵) R1 (۱۰)، R2 (۱۵) و R3 (۱۵) ml/min ۵۵
- شکل ۴-۱۶: تصاویر SEM نمونه‌های بازپخت شده در هوا با دمای 500°C به مدت ۲h ۵۶
- شکل ۴-۱۷: الگوهای XRD نمونه‌های بازپخت شده در هوا با دمای 500°C به مدت ۲h ۵۷
- شکل ۴-۱۸: طیف‌های عبور و بازتاب نمونه‌های بازپخت شده در هوا با دمای 500°C به مدت ۲h ۵۸
- شکل ۴-۱۹: طیف ضریب جذب نمونه‌های بازپخت شده در هوا با دمای 500°C به مدت ۲h ۵۹
- شکل ۴-۲۰: منحنی $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ برای نمونه‌های بازپخت شده در دمای 500°C در دمای ۲h ۵۹
- شکل ۴-۲۱: تصاویر مورفولوژی سطح نمونه‌های آلایش یافته با کلرید مس با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ۶۱
- شکل ۴-۲۲: نمودارهای پراش پرتو ایکس نمونه‌های آلایش یافته با کلرید مس با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ۶۲
- شکل ۴-۲۳: طیف‌های عبور و بازتاب نمونه‌های آلایش یافته با درصدهای وزنی متفاوت مس ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ۶۴
- شکل ۴-۲۴: نمودار ضریب جذب نمونه‌های آلایش شده با مس با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ ۶۵

شکل ۴-۲۵: الف) منحنی $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ ، ب) تغییرات گاف نواری اپتیکی بر حسب میزان آرایش مس با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۵

شکل ۴-۲۶: نمودار ضریب سیبک برای نمونه‌های آرایش شده با درصدهای وزنی متفاوت مس ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۶

شکل ۴-۲۷: نمودار I-V نمونه‌های آرایش یافته با مس با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۷

شکل ۴-۲۸: الگوهای XRD گرفته شده از نمونه‌های آرایش یافته با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪، ۱۰٪ کلرید لیتیم..... ۶۸

شکل ۴-۲۹: طیف‌های عبور نمونه‌های آرایش شده با درصدهای وزنی متفاوت لیتیم ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۹

شکل ۴-۳۰: طیف‌های بازتاب نمونه‌های آرایش شده با درصدهای وزنی متفاوت لیتیم ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۷۰

شکل ۴-۳۱: نمودار ضریب جذب نمونه‌های آرایش شده با لیتیم با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۷۰

شکل ۴-۳۲: الف) منحنی $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ ، ب) تغییرات گاف نواری اپتیکی بر حسب میزان آرایش لیتیم با درصدهای وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۷۱

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱: اثر حجم محلول بر ضخامت و خواص لایه‌های نازک اکسید نیکل [۲۹]..... ۸
- جدول ۲-۱: ثابت شبکه‌ها و اندازه متوسط بلورک‌ها در جهت ترجیحی (۱۱۱) [۳۱]..... ۱۴
- جدول ۳-۱: نتایج بدست آمده از آنالیز XRD نمونه‌های آلایش یافته [۳۲]..... ۱۶
- جدول ۴-۱: پارامترهای XRD نمونه‌ها در راستای ترجیحی (۱۱۱) [۳۳]..... ۲۲
- جدول ۱-۴: مقادیر حاصل از تحلیل داده‌های XRD در نمونه‌ها وابسته به جهت‌گیری (۱۱۱) برای نمونه‌های اکسید نیکل با حجم‌های متفاوت V1 (۲۰)، V2 (۳۰) و V3 (۵۰) ml..... ۴۵
- جدول ۲-۴: نتایج حاصل از طیف XRD نمونه‌های خالص تهیه شده با آهنک‌های لایه نشانی متفاوت R1 (۵)، R2 (۱۰) و R3 (۱۵) ml/min وابسته به قله ترجیحی (۱۱۱)..... ۵۲
- جدول ۳-۴: نتایج حاصل از طیف XRD نمونه‌های بازپخت شده در هوا با دمای °C ۵۰۰ به مدت ۲h وابسته به قله ترجیحی (۱۱۱)..... ۵۸
- جدول ۴-۴: مقادیر حاصل از تحلیل داده‌های XRD در نمونه‌ها وابسته به جهت‌گیری (۱۱۱) برای نمونه‌های آلایش یافته با مس با درصد‌های وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۳
- جدول ۵-۴: مقادیر حاصل از تحلیل داده‌های XRD در نمونه‌های اکسید نیکل وابسته به فاز بلوری اضافی Ni₂O₃ با جهت‌گیری (۰۰۲) برای نمونه‌های C3 و C4 آلایش یافته..... ۶۳
- جدول ۶-۴: مقادیر حاصل از تحلیل داده‌های XRD در نمونه‌ها وابسته به جهت‌گیری (۱۱۱) برای نمونه‌های آلایش یافته با لیتیم با درصد‌های وزنی متفاوت ۰٪، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪..... ۶۹

۱ فصل اول

مروری بر مقالات و مقدمه ای بروشنگی های

ساختاری، الکتریکی و اپتیکی لایه های نازک اکسید منگن

مقدمه

هنگامی که پژوهشگران برای اولین بار با نیمرساناها مواجه شدند، اگر چه تقسیم‌بندی کاملاً مشخصی از فلزات و عایق‌ها وجود داشت لکن مواد نیمرسانای جدید را نمی‌توانستند در هیچ کدام از این دو گروه جای دهند تا اینکه معلوم شد نیمرساناها از لحاظ نحوه هدایت با فلزات متفاوت هستند. بعد از مدتی معلوم شد که قطعات وابسته به این مواد از مصرف انرژی فوق‌العاده کم و ابعاد کوچک و تکرارپذیری بالایی برخوردارند [۱]. یکی از این نیمرساناها که در سال‌های اخیر به عنوان یکی از نیمرساناهای دوستدار طبیعت شناخته شده است اکسید نیکل می‌باشد [۲]. ما در این پایان‌نامه ابتدا به معرفی این ماده، کاربردهای آن در فیزیک لایه‌های نازک و سپس به بررسی خواص ساختاری و اپتیکی این ماده به روش اسپری پایرولیز می‌پردازیم.

۱-۱ اکسید نیکل

کوشش‌های مداوم برای جدا کردن مس از کانی مخصوصی که به ظاهر شبیه مس بود و برای معدن‌داران آلمانی بسیار معروف بود، ناموفق ماند. تا اینکه در سال ۱۷۵۱ کرونشتد از سوپد این کانی را آزمایش کرد و موفق شد یک اکسید فلزی سبز رنگ از این کانی تهیه کند که نام آن را اکسید نیکل (NiO) نامید. این ماده را با نام‌های دیگری مثل مونو اکسید نیکل^۱ و اکسو نیکل^۲ نیز می‌شناسند [۳].

۱-۱-۱ ساختار اکسید نیکل

اکسید نیکل دارای ساختار مکعبی شبیه نمک طعام (NaCl) است (شکل ۱-۱) که دارای ثابت شبکه $4/1811 \text{ \AA}$ می‌باشد. مانند بسیاری از اکسیدهای فلزی دوتایی دیگر NiO اغلب دارای تناسب عنصری^۳ نیست یعنی نسبت Ni:O بصورت ۱:۱ نیست که با فرمول $\text{Ni}_{1-\delta}\text{O}$ نشان داده می‌شود بطوری که δ در محدوده ۰ تا 5×10^{-3} است. همان طور که δ کاهش می‌یابد اکسید نیکل از رنگ سیاه به رنگ

¹Nickel monoxide²Oxonickel³Stoichiometry