



تهیه و مطالعه پوشش نانوساختار روی سولفید با استفاده (GLAD) از روش رشد زاویه‌ای خراشان

حسین سلمانیان نژاد | رضا زارعی مقدم | محمدحسین احسانی* | حمید رضاقلی پور دیزجی

دانشکده فیزیک دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

چکیده: در این پژوهش، تاثیر لایه‌های روی سولفید به صورت زیگزگ بر ضریب شکست، ضریب خاموشی و درصد عبور و مقایسه آن با لایه‌نشانی صفر درجه همین ماده پرداخته شده است. لایه‌های نازک روی سولفید با روش لایه نشانی تبخیر فیزیکی بر زیر لایه شیشه لایه‌نشانی شده‌اند. با بررسی ویژگی نوری این نمونه‌ها مشاهده شده است که با این روش لایه نشانی (زیگزگ)، عبور نوری، ضریب جذب و ضریب خاموشی نسبت به حالت صفر درجه افزایش و ضریب شکست آن کاهش پیدا کرد. این نتیجه تاثیر روش GLAD در ویژگی نوری لایه‌های نازک را نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: روی سولفید، لایه نشانی، نانوساختار، روش رشد زاویه‌ای خراشان

ehsani@semnan.ac.ir

دیویدهای نشرکننده‌ی نور، سلول‌های خورشیدی، فتوکاتالیست‌ها و ... دارند.

سولفیدروی را به کمک روش‌های متعددی، از جمله روش انباشت شیمیایی بخار، سل ژل و تفنگ الکترونی، می‌توان لایه نشانی کرد [۴]. اما یکی از بهترین روش‌های لایه‌نشانی این مواد، روش انباشت فیزیکی بخار (PVD) است که توسط اعمال جریان الکتریکی به هدف، آن را به صورت ذرات بخار درآورده و ذرات به سمت زیرلایه هدایت می‌شود. همچنین، ضخامت لایه‌ها در حین آزمایش با یک ضخامت سنج از جنس بلور کوارتز، اندازه‌گیری می‌شود.

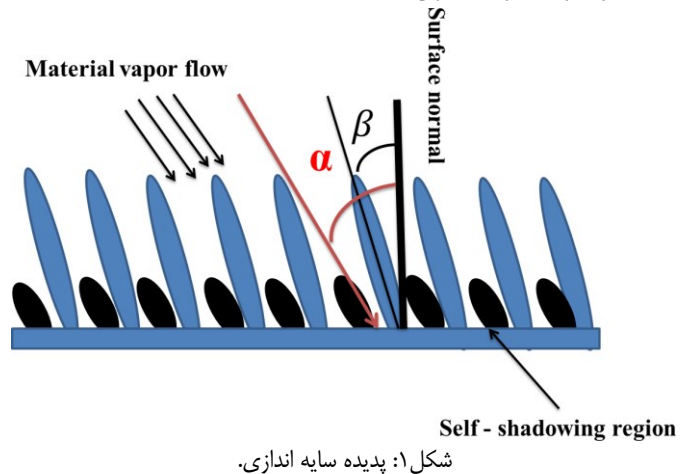
شرایط لایه نشانی در حین آزمایش بسیار تاثیر گذار است. یکی از این شرایط قابل کنترل، تغییر زاویه زیرلایه نسبت به ذرات فرودی مورد نظر است که این روش موسوم به رشد زاویه‌ای خراشان است که به طور قابل توجهی پارامترهای ساختاری و نوری ماده را تغییر می‌دهد. یکی از این تغییرات ساختاری قرار گیری اتم‌ها به صورت مورب است که موجب افزایش تخلخل می‌شود [۵]. بنابراین، به دلیل رابطه خطی تخلخل با ضریب شکست، این روش عاملی برای کنترل ضریب شکست و در

۱- مقدمه

لایه‌های نازک امروزه کاربرد های زیادی در دستگاه های متفاوت نوری، مانند سلول‌های خورشیدی دارند [۱]. یکی از مهمترین پارامترهای به دست آوردن فیلم‌های نانوساختار، توانایی کنترل دقیق موقعیت زیرلایه نسبت به جریان بخار فرودی (زوایای سمتی و قطبی) و نیز کنترل دمای زیرلایه در طول فرایند انباشت است. این امر به کمک روش رشد زاویه‌ای خراشان (GLAD) به دست می‌آید. سولفیدروی به‌طور معمول در دو فاز بلورین که هر ساختار انباشتگی‌های متفاوتی دارد، وجود دارد: فاز مکعبی و فاز شش گوشه‌ای وجود دارد که اغلب نمونه‌هایی با دمای بالا به صورت شش گوشه‌ای متبلور می‌شوند. به تازگی، هیچو و همکارانش تهیه سولفید روی با ساختار هشت‌وجهی را به کمک روش اسپری پایرولیزیز گزارش کردند [۲]. سولفیدروی یکی از مهمترین نیم‌رساناهای گروه II-VI است که دارای گاف نواری (۳/۷ eV) و ضریب شکست (۲/۳) است [۳]. نانوذرات سولفیدروی ویژگی منحصر به فرد (گاف نواری بالا و جذب نوری پایین) و کاربردهای گسترده‌ای در نمایشگرهای مسطح، حسگرها، لیزرها،

نتیجه ساخت پوشش‌های نابازتابنده است. از دیگر کاربردهای این روش استفاده در سامانه‌های نوری مانند دوربین‌های حرارتی و عینک‌های آفتابی است [۶،۷].

لایه‌نشانی زاویه‌ای خراشان، توسعه لایه نشانی مایل است که موقعیت زیرلایه در طی رشد لایه دست کاری می‌شود. با استفاده از روش GLAD می‌توان مواد متفاوت را به صورت ستونی، زیگزاگ و چرخشی لایه‌نشانی و ویژگی گوناگون آن را بررسی کرد. یکی از مهمترین عوامل موثر در این لایه نشانی که در شکل گیری تخلخل تاثیر فراوان دارد، اثر سایه افکنی است. این پدیده در لایه نشانی مایل، بیشتر اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود که ماده تبخیر شونده به بخش‌هایی از زیر لایه نرسد و در نتیجه لایه نازک در این نواحی رشد نکرده و فضای خالی به وجود آید. این اثر در شکل ۱ به خوبی نشان داده شده است. α زاویه جریان بخار مواد و β زاویه ستون‌ها است.



۲- بخش تجربی

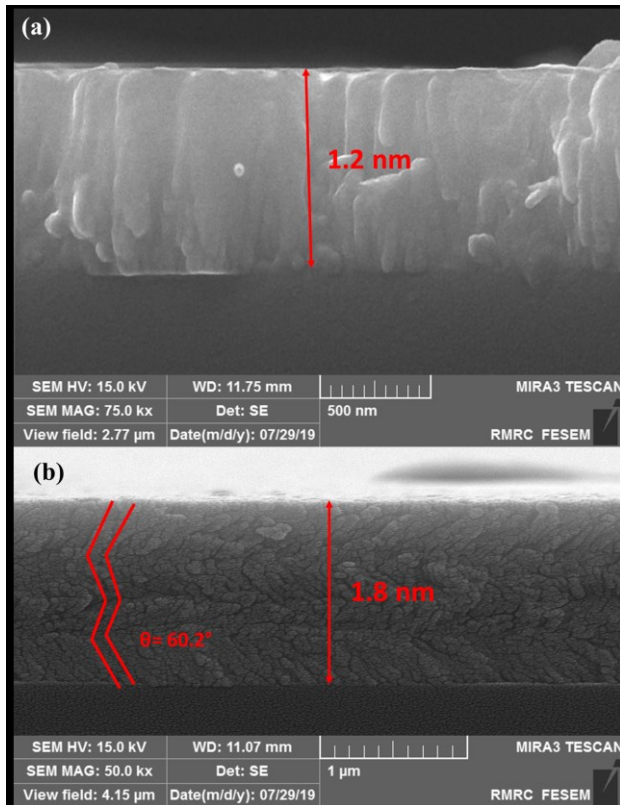
در این پژوهش، لایه‌های نانو ساختار روی سولفید به روش PVD با دستگاه Hind-Hivas مدل ISF6 در شرایط خلا به صورت زیگزاگ و نرمال بر سطح زیر لایه از جنس شیشه رشد داده شد. فرایند خلاء سازی در این دستگاه در دو مرحله و با دو پمپ خلاء (پمپ‌های روتاری و نفوذ) انجام می‌شود. در مرحله‌ی نخست، یک پمپ نفوذ به‌عنوان پمپ پشتیبانی فشار را تا 10^{-3} میلی بار کاهش می‌دهد و در مرحله‌ی دوم، پمپ روتاری فعال می‌شود و فشار دستگاه را به 10^{-6} میلی بار می‌رساند. این دستگاه شامل یک خنک کننده است که با استفاده از جریان آب سرد، پمپ نفوذ، ضخامت سنج و بدنه محفظه خلاء را سرد

می‌کند. فرایند خلاء سازی با این دستگاه حدود ۵ ساعت طول می‌کشد.

پیش از شروع کار این دستگاه و انجام فرایند لایه نشانی لازم است دستگاه تمیزکاری شود. زیرا در خلاءهای بالا، در صورت آلوده بودن محیط ذرات مجدداً تبخیر شده و باعث آلوده شدن لایه‌ها خواهند شد. به همین علت، پیش از اجرای عملیات لایه نشانی، محفظه و تمام قسمت‌های جداشونده با سمباده تمیز و سپس، با استون شستشو داده شد. زیرلایه‌ها نیز پیش از انجام لایه نشانی، یک بار به مدت ۱۵ دقیقه با آب مقطر و صابون و یک بار به مدت ۱۰ دقیقه با استون در حمام التراسونیک و در دمای هفتاد درجه سانتی‌گراد تمیز و سپس، با گاز نیتروژن کاملاً خشک شد. قرص‌های روی سولفید با خلوص بالای ۹۹/۹۹ درصد تهیه شده توسط شرکت مرک، به‌عنوان ماده‌ی اولیه برای فرایند لایه نشانی درون بوته مولیبدن قرار داده شده‌اند.

کنترل وضعیت سمتی و قطبی زیرلایه با استفاده از دو موتور پله-ای قرار داده شده در سامانه خلاء انجام می‌شود. تکنیک GLAD امکان لایه نشانی با الگوهای متفاوت را فراهم می‌سازد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، در این روش امکان کنترل زیر لایه با تغییر زاویه‌های α و β در حین نشانی وجود دارد. زاویه بین زیر لایه و شار بخار فرودی و β برای اندازه‌گیری زاویه چرخشی است که این زوایا به کمک دو موتور کنترل می‌شوند. قرص‌های روی سولفید موجود در درون بوته با عبور جریان تبخیر می‌شوند. در روش تبخیر حرارتی از بوته‌هایی از جنس فلزات دیرگداز استفاده می‌شود. در این پژوهش، از قایق مولیبدن که دارای نقطه ذوب 2617 درجه سانتی‌گراد در فشار اتمسفر است، استفاده کردیم. آهنگ لایه نشانی و ضخامت لایه‌ها نیز با ضخامت‌سنج دستگاه لایه نشانی کنترل می‌شود. این ضخامت از جنس بلور کوارتز است که بر اساس نوسانات، سرعت لایه نشانی و ضخامت لایه را محاسبه و نشان می‌دهد. پیش از انجام لایه نشانی بلور کوارتز در حلال مخصوص تمیز و با دمیدن جریان هوا به آن از سلامت بلور و عملکرد آن اطمینان حاصل شد. دمای زیر لایه عموماً در سامانه‌های متداول GLAD، قابل کنترل نیست. بنابراین، برای ایجاد لایه‌هایی با کیفیت بالا، از موادی با دمای ذوب بالا به دلیل تحریک پذیری پایین آنها روی زیر لایه استفاده می‌شود. در این پژوهش، آهنگ لایه نشانی ۵

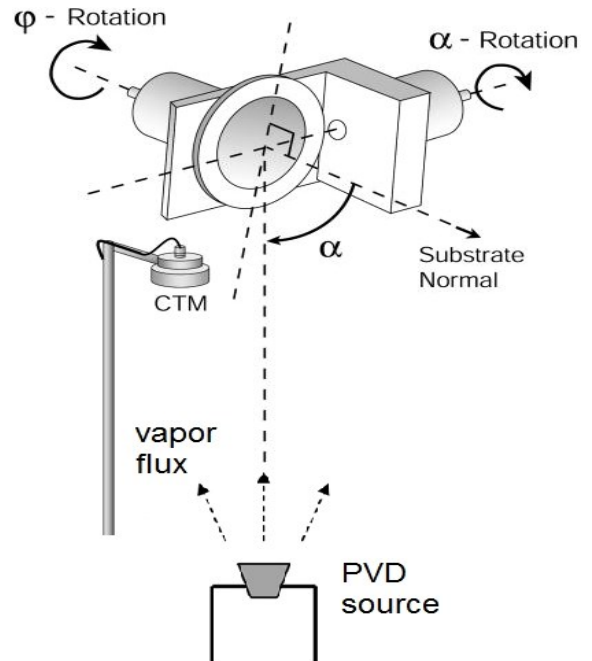
است. همچنین، زاویه هر کدام از لایه ها در تصویر b حدود ۶۰٫۲ درجه به دست آمد. تصویر (a) تک لایه روی سولفید بر زیر لایه شیشه در زاویه صفر درجه و تصویر (b) چهار لایه نانو ساختار روی سولفید بر زیر لایه شیشه به صورت زیگزاگ و تحت زاویه ۶۰٫۲ درجه را نشان می دهد.



شکل ۳: تصویر عرضی از پوشش های سولفید روی که در زاویه صفر درجه و به صورت زیگزاگی

برای بررسی درصد وزنی مواد در لایه ها از بررسی طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDAX) استفاده شد. شکل ۴، طیف EDAX نمونه صفر درجه و زیگزاگ را نشان می دهد. بررسی EDAX نمونه ها نشان داد که لایه تهیه شده از ماده سولفید روی تشکیل شده است. همچنین، درصد جرمی سولفید حدود ۳۱٫۲۲ درصد و همچنین، درصد جرمی روی حدود ۵۶٫۴ درصد بر روی سطح رشد کرده است. در شکل زیر طیف EDAX مربوط به نمونه صفر درجه و زیگزاگ نشان داده شده است. شکل ۴ الف) مربوط به نمونه صفر درجه و ب) مربوط به نمونه زیگزاگی است.

آنگستروم بر ثانیه است. پس از اتمام عملیات لایه نشانی برای جلوگیری از وارد شدن شوک حرارتی به نمونه ها، آن ها را یک ساعت در محفظه نگه داشته تا به دمای محیط برسند. سپس برای شکسته شدن خلاء شیر هوا باز می شود و پس از آن نمونه ها خارج می شوند.



شکل ۲: طرحواره روش رشد زاویه ای خراشان

به منظور بررسی ویژگی نوری نمونه ها از دستگاه طیف نگار عبور نوری برای مقایسه لایه نشانی در زاویه صفر درجه و به صورت زیگزاگی استفاده شد. همچنین آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) برای بررسی ریخت-شناسی و آزمون پراش پرتو ایکس (XRD) برای بررسی ویژگی ساختاری نمونه ها به کار گرفته شده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی ریخت شناسی

تصویر عرضی از پوشش های روی سولفید که در زاویه صفر درجه و به صورت زیگزاگی در شکل ۳ آورده شده است. تصاویر با استفاده از نرم افزار Digimizer مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر نشان می دهد که ضخامت لایه صفر درجه حدود ۱٫۲ میکرون به دست آمد و به صورت یکنواخت رشد کرده است. همچنین ضخامت لایه زیگزاگی حدود ۱٫۸ میکرومتر به دست آمد. تصویر b نشان می دهد که کامل لایه ها به صورت زیگزاگی رشد کرده

انباشت ۰ و ۶۰ درجه در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همانطور که گفته شد، معمولاً لایه‌های روی سولفید در دو ساختار مکعبی و یا هشت‌وجهی متبلور می‌شوند که به روش انباشت بستگی دارد. به‌تازگی، یئن و همکارانش [۸] ساختار مکعبی را برای روش رشد انباشت بخار شیمیایی گزارش کردند. الگوهای XRD نشان می‌دهد که نمونه‌ها در ساختار هشت‌وجهی رشد یافته‌اند. طرح پراش هردو نمونه یک قله دارند که متعلق به صفحه بلوری (۱ ۱ ۱) است. همچنین، در شکل ۵ مشاهده می‌شود که بلورینگی و شدت قله‌ها در حالت زیگزگی افزایش پیدا کرده است. همان‌طور که از شکل پیداست، پهنای قله در حالت زیگزگی کاهش یافته است. کاهش پهنای قله پراش، بیانگر افزایش اندازه بلورک در نمونه است که توسط رابی [۹] به اثر پدیده سایه افکنی مرتبط شده است.

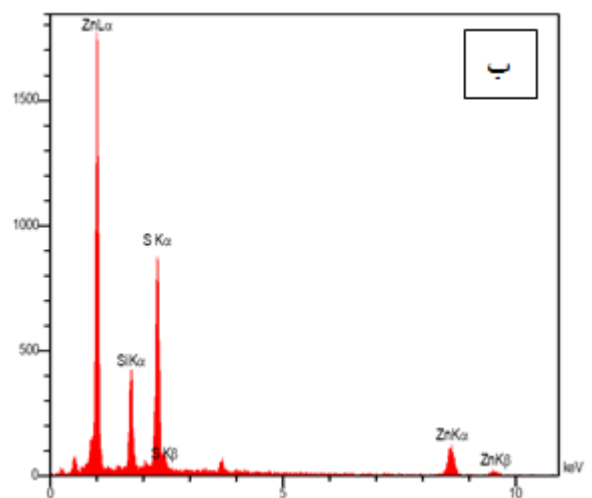
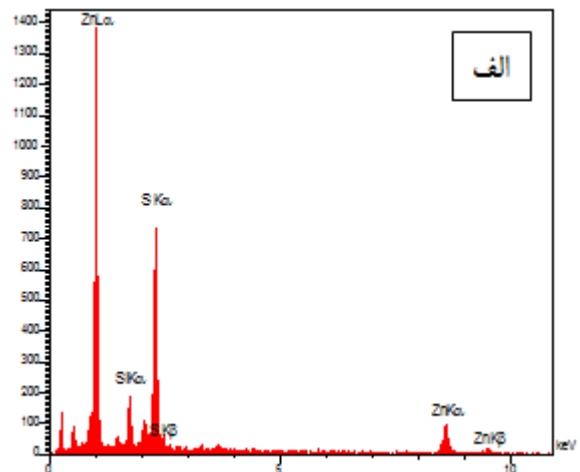
میانگین اندازه بلورک (D) لایه‌های نازک یکی از کمیت‌هایی است که با استفاده از پهنای قله (۱ ۱ ۱) در نیم‌بیشینه شدت (β)، به کمک رابطه دیبای شرر [۱۰] محاسبه می‌شود. در این رابطه λ طول موج پرتو ایکس و θ زاویه براگ است.

$$D = 0.9 \lambda / \beta \cos \theta \quad (2)$$

تنش ناشی از عیب و نقص‌های بلوری نیز با رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\square = \beta / 4 \tan \theta \quad (3)$$

در جدول (۱)، نتایج محاسبات پارامترهای ساختاری نظیر اندازه بلورک، مقدار تنش، اندازه نصف‌بیشینه شدت و سایر اطلاعات به دست آمده از آنالیز XRD آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین اندازه بلورک با زاویه‌دار کردن لایه نشانی افزایش پیدا کرده است. اخیراً راه چمنی و همکارانش روی سولفید را در زوایای متفاوت لایه نشانی کردند و افزایش اندازه بلورک در نمونه‌ها با افزایش زاویه را گزارش کرده‌اند [۱۱]. با بررسی طرح پراش نمونه‌ها و نتایج جدول ۱ دیده می‌شود که اندازه زاویه براگ با زاویه‌دار کردن لایه نشانی به سمت زوایای براگ کوچکتر جابجا و پهن‌شدگی قله پراش نیز کاهش می‌یابد که می‌توان به جابجایی صفحه براگ در اثر تنش ایجاد شده با رشد زیگزگی نسبت داد. اندازه بلورک‌های رشد یافته توسط ما



شکل ۴: طیف EDAX نمونه صفر درجه و زیگزگ.

۲-۳ ویژگی ساختاری

روش بررسی XRD برای تعیین ویژگی ساختار بلوری مانند هندسه شبکه، ساختار شبکه، تعیین فاز بلوری، تعیین اندازه بلورک، کرنش، عیوب شبکه و غیره استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از پرتوهای بسیار قوی پرتو ایکس اقدام به بررسی راستای بلورنگاری مواد می‌شود. اساس کار این روش نیز بر رابطه براگ استوار است که در آن λ طول موج، θ زاویه فرود و d فاصله ی بین دو صفحه بلوری است.

$$2d \sin \theta = n \lambda \quad (1)$$

طرح پراش پرتو X لایه‌های نازک نانوساختار زیگزگی روی سولفید تهیه شده به روش تبخیر حرارتی در زاویه‌های متفاوت

باشد. زمانی که تمام شدتها را بر اساس شدت نور اولیه بهنجار کنیم، خواهیم داشت:

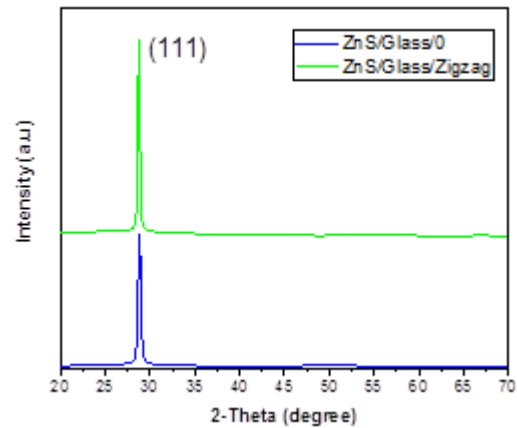
$$R+T+A+S=1$$

مهمترین ویژگی نوری مواد عبارتند از: بازتابش، شکست، عبور و جذب که با ثابت‌های نوری ماده همچون ضریب خاموشی و ضریب شکست در ارتباط هستند. البته از جمله دیگر ویژگی نوری مواد می‌توان به گاف نواری لایه‌های نازک و بستگی آن به ضریب شکست و ضریب جذب اشاره کرد.

تغییر پارامترهای لایه نشانی تاثیر زیادی بر ویژگی نوری لایه‌ها دارد. در این پژوهش، تاثیر تغییر زاویه و لایه‌های سولفید روی را بررسی می‌کنیم که بر زیرلایه شیشه لایه نشانی شده اند و لایه-های سولفید روی را بررسی می‌کنیم که بر زیرلایه شیشه لایه-نشانی شده‌اند و تغییرات ویژگی نوری آن مانند: ضریب عبور، ضریب جذب، ضریب خاموشی و ضریب شکست آن را با نمونه صفر درجه مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

طیف عبور نوری بر حسب طول موج در شکل ۶ آورده شده است. شکل نشان می‌دهد که بیشینه عبور نوری نمونه صفر درجه در طول موج ۶۰۰ نانومتر ۸۷/۶ درصد رسیده و میانگین عبور نوری در گستره طول موجی ۵۰۰ تا ۱۱۰۰ نانومتر به بیش از ۸۲/۲ درصد رسیده است. اما در نمونه‌ی زیگزاگی عبور نوری بهبود نسبی داشته و در طول موج ۴۳۰ نانومتر به ۹۴/۶ درصد رسیده است ولی میانگین عبور نوری در گستره طول موجی ۵۰۰ تا ۱۱۰۰ نانومتر به ۸۵/۲ درصد شده است. نمودار نشان می‌دهد که لایه‌ها با رشد زیگزاگی به دلیل اینکه دارای تخلخل هستند عبور نور از میانشان کاهش می‌یابد.

که در جدول ۱ نشان داده شده است، کوچکتر از مقادیر گزارش شده توسط راه‌چمنی و سایر پژوهشگران است. مقادیر به دست آمده مربوط به پارامتر تنش در لایه‌ها که محاسبه و در جدول ۱ آورده شده است، بیانگر وجود تنش تراکمی است که با افزایش زاویه، شدت تنش تراکمی کاهش یافته است.



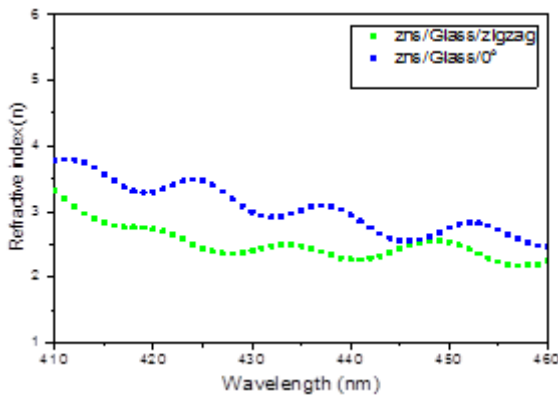
شکل ۱۰: طرح پراش پرتو X لایه‌های نازک نانو ساختار در زاویه‌های ۰ و ۶۰ درجه.

جدول ۱: پارامترهای ساختاری لایه‌ها

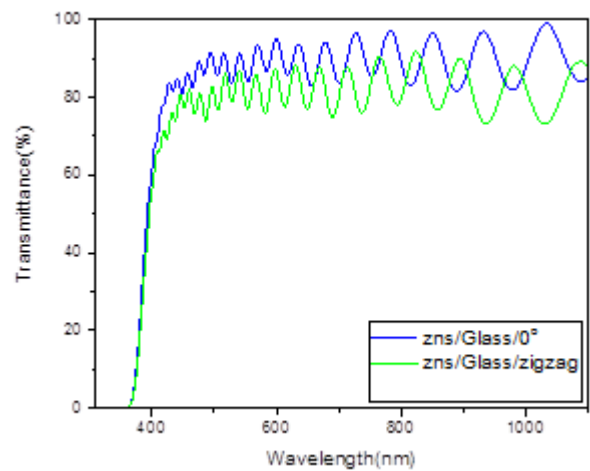
نمونه	صفر درجه	زیگزاگی
صفحات بلوری	(1 1 1)	(1 1 1)
2 theta (degree)	28.81	28.45
سیستم بلوری	Hexagonal	Hexagonal
λ (Å)	1.5406	1.5406
β (degree)	0.335	0.247
D (nm)	42.73	57.904
ϵ ($\times 10^{-3}$)	21.503	15.75

۳-۳- ویژگی نوری

به طور کلی منظور از بررسی ویژگی نوری، بررسی پاسخ ماده به امواج الکترو مغناطیسی در ناحیه مرئی نزدیکی این ناحیه است. این پاسخ به چهار دسته تقسیم می‌شود، به این ترتیب که وقتی پرتو نوری با شدت مشخص به سطح ماده‌ای برخورد می‌کند، مقداری از آن از سطح ماده بازتاب (R)، مقداری به وسیله ماده جذب (A) و مقداری در جهت‌های متفاوت پراکنده (S) می‌شود و مقداری از آن از ماده عبور (T) می‌کند. در نهایت، حاصل جمع شدت این چهار دسته باید برابر شدت نور اولیه



شکل ۷: ضریب شکست نمونه‌ها بر حسب طول موج



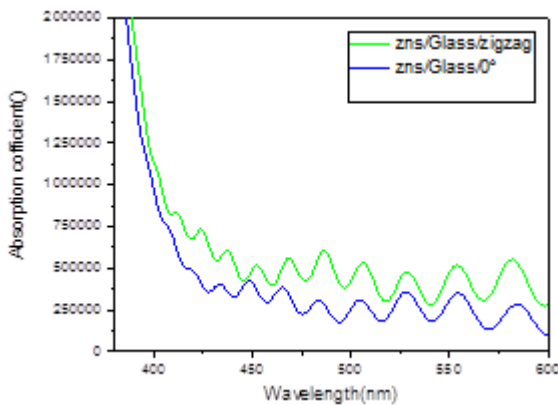
شکل ۸: نمودار عبور نوری نمونه‌ها بر حسب طول موج

شکل ۷ نمودار ضریب شکست نمونه‌ها بر حسب طول موج را نشان می‌دهد. ضریب جذب تمام نمونه‌ها به صورت تابعی از طول موج با استفاده از رابطه لامبرت $(\alpha(\lambda) = 2.303A/d)$ [۱۳] در شکل ۸ رسم شده است که A ضریب جذب و d ضخامت لایه است که ضخامت زیر لایه از تصاویر FESEM تعیین شده است. در شکل ۸ نمودار ضریب جذب بر حسب طول موج رسم شده است. همان طور که این شکل نشان می‌دهد، ضریب جذب در حالت زیگزاگ افزایش پیدا کرده است.

ضریب شکست نمونه‌ها به کمک طیف عبور نوری با استفاده از رابطه‌ی سان پول محاسبه می‌شود:

$$H = \frac{4s^2}{(s^2 + 1)T^2} - \frac{s^2 + 1}{2} \quad n = [H + (H^2 - s^2)^{0.5}] \quad (4)$$

که در آن n ضریب شکست نمونه، s ضریب شکست زیر لایه و H ضریب سان پول است که خود به پارامترهای T و S (پوش عبور) بستگی دارد و از رابطه‌ی بالا به دست می‌آید [۱۲]. نمودار ضریب شکست بر حسب طول موج نیز برای این دو نمونه در گستره ۴۱۰ تا ۴۶۰ نانومتر در شکل ۷ آورده شده است. با توجه به نمودارهای این دو نمونه می‌توان دریافت که ضریب شکست برای نمونه صفر درجه نسبت به نمونه زیگزاگ بیشتر است. ضریب شکست برای نمونه صفر درجه در یک طول موج خاص ۴۳۰ نانومتر، ۲/۹۶ و برای نمونه زیگزاگ در همان طول موج ۲/۴ به دست آمد.



شکل ۹: نمودار ضریب جذب بر حسب طول موج.

ضریب خاموشی لایه‌ها با استفاده از رابطه $K = \alpha\lambda/(4\pi)$ به دست می‌آید. در این رابطه، α ضریب جذب و λ طول موج است. تغییرات ضریب خاموشی صفر درجه و زیگزاگی در شکل ۹ آورده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، با افزایش تخلخل لایه‌ها، ضریب خاموشی افزایش می‌یابد.

and Sn doped Zns thin film, *Semicond, Sci. Technol.* 19, 230-235, 2004.

[3] N. Young, I. Kowal, *Nature*, 465, 104–105, 1959.

[4] S.Z. Rahchamani, H. R. Dizaji, and M.H. Ehsani, "Study of structural and optical properties of ZnS zigzag nanostructured thin films, *Applied Surface Science*, 356, 1096-1104, 2015.

[5] M. Fernández-Perea, J.A. Aznárez, J. Calvo-Angós, J. I. Larruquert, and J. A. Méndez. "Far ultraviolet reflectance variation of MgF₂-protected aluminum films under controlled exposure to the main components of the atmosphere. *Thin Solid Films*, 497, 249-253, 2006.

[6] D.C. Harris, *Materials for Infrared Windows and Domes*, SPIE Optical Engineering Press, 70, 1999.

[7] S. Bruynooghe, D. Tordova, M. Sundermann, T. Koch, and U. Schulz, Antireflection coatings combining interference multilayers and a nanoporous MgF₂ top layer prepared by glancing angle deposition, *Surface and Coatings Technology*, 267, 40-44, 2015.

[8] L. Yin, D. Zhang, D. Wang, X. Kong, J. Huang, F. Wang, Y. Wu, "Size dependent photocatalytic activity of Zns nanostructures prepared by a facile precipitation method, *Mater. Sci. Eng B*, 208, 15-21, 2016.

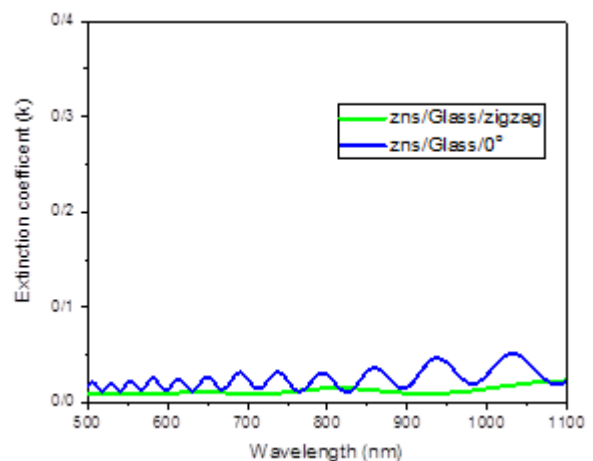
[9] K. Robbie, *Glancing angle deposition*, PhD Thesis, University of Alberta, 1998.

[10] B. E. Warren, *X-ray Diffraction*, Dover, New York, 253-261, 1990.

[11] S.Z. Rahchamani, H. Rezagholipour Dizaji, M.H. Ehsani, Anisotropic optical properties of ZnS thin films with zigzag structure, 40(5), 897–905, 2017.

[12] V.A. Naidu, G.L. Narayana, K. Radhika, A. Mridula, M. B. Suresh, "Preparation, surface morphology and electrical properties of multilayer antireflection thin films, *J. Mater. Today Proc.* 3, 3614–3620, 2016.

[13] M. Pal, K. Hirota, H. Sakata, Electrical and optical properties of as-deposited V₂O₅-TiO₂ amorphous films and their annealing effect, *Phys. State Solidi (a)* 196, 396-405, 2003.



شکل ۹: نمودار ضریب خاموشی بر حسب طول موج.

۴- نتیجه گیری

در این مقاله، روی سولفید با استفاده از روش (GLAD) به صورت زیگزاگ لایه نشانی و ویژگی نوری، ساختاری و ریخت-شناسی آن با نمونه صفر درجه مورد بررسی و مقایسه شد. با استفاده از آنالیز (FESEM) تشکیل لایه‌های زیگزاگ و همچنین، صفر درجه به خوبی تایید شد. با بررسی ویژگی ساختاری این نمونه مشاهده شده است که با زاویه‌دار کردن زیر لایه و انجام لایه نشانی به صورت زیگزاگ، پهنای قله پراش کاهش و شدت آن افزایش پیدا کرده است. کاهش پهنای قله پراش بیانگر افزایش اندازه بلورک است. شدت تنش تراکمی نیز با افزایش زاویه لایه نشانی کاهش یافته است. با بررسی ویژگی نوری این نمونه‌ها نیز مشاهده شده است که با این روش لایه نشانی (زیگزاگ)، عبورنوری، ضریب جذب و ضریب خاموشی نسبت به حالت صفر درجه افزایش و ضریب شکست آن کاهش پیدا کرده است. این نتیجه تاثیر روش GLAD در ویژگی نوری لایه‌های نازک را نشان می‌دهد.

۵- مراجع

[1] S.S. Kanu, B. Russell, Thin films for solar control applications *Proc. R. Soc. Lond. Ser. A Math. Phys. Eng. Sci.* 466, 19–44, 2009

[2] A.E. Hcho, M. Addou, J. L. Bubendorff, J. Ebothe, B.E. Idrssi, M. Troyon, Microstructure and cathodoluminescence study of sprayed Al

Fabrication and Study of Zinc Sulfide Coating using glancing angle deposition method (GLAD)

Salmanian Nejjhad, Hossein; Salmanian Nejjhad, Hassan; Zarei Moghadam, Reza; Ehsani*, Mohammad hossien; Rezagholipour Dizaji, Hamid

Faculty of physics, Semnan University, Semnan, Iran

Abstract: In this study, the effect of zigzag Zinc sulfide layer on refractive index, extinction coefficient, transmittance percentage and its comparison with zero degree labeling of the same material is investigated. Thin layers of zinc sulfide are deposited on the glass substrate by the physical vapor deposition method. By examining the optical and structural properties of these samples, it was observed that with this method, the zigzag layer, optical transmittance, absorption coefficient and extinction coefficient were increased with to zero degree and its refractive index decreased and the crystal size also increased. This result illustrates the effect of the GLAD method on the optical and structural properties of the thin films.

Keywords: Zinc Sulfide, Coating, Nanostructure, Glancing angle deposition (GLAD) technique.