



چهارمین همایش شیمی، مهندسی شیمی و نانو ایران، دانشگاه تهران

## ساخت لایه های نازک زینک سولفاید به روش سل - ژل و بررسی خصوصیات اپتیکی آن و تاثیر زبری سطح

بتول احمدی<sup>۱</sup>، حسن صدقی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه ahmadi.b138@yahoo.com

<sup>۱</sup> استاد، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه H.Sedghi.urmia.ac.ir

### چکیده

تاثیر زبری سطح بر روی فیت لایه ها قابل ملاحظه است، وابستگی عمل فیت به زبری سطح یافته شده است. فیلم های نازک سولفید روی (ZnS) با روش سل - ژل بر روی زیر لایه شیشه لایه نشانی شدند، خصوصیات اپتیکی آنها با بیضی نگاری مورد مطالعه قرار گرفتند. ثابت های اپتیکی  $(n, k)$  فیلم های نازک (ZnS) با استفاده از وابستگی آنها به پارامترهای الیپسومتری  $(\Delta, \Psi)$  با استفاده از سیستم مدل تک لایه ای بدست آمدند. ضریب جذب و ضریب خاموشی هم از این روش بدست آمدند. گاف نواری اپتیکی بر حسب (SE) در ناحیه مرئی محاسبه شدند.

### کلمات کلیدی

بیضی سنجی، لایه نازک، زینک سولفاید، خصوصیات اپتیکی

## Fabrication of ZnS thin films via a sol-gel method and investigation of optical properties and effect of surface roughness

Batool Ahmadi<sup>۱</sup>, Hassan Sedghi

Phd student, Faculty of Science, Urmia University, ahmadi.b138@yahoo.com

Professor, Faculty of Science, Urmia University, H.Sedghi.urmia.ac.ir

### Abstract

The effect of surface roughness on the films fitting is investigated. The dependences of surface roughness on fitting are found. Zinc sulfide (ZnS) thin films were deposited on to glass substrates by the sol-gel technique. Their optical properties were studied by spectroscopic ellipsometry. The optical constants  $(n, k)$  of ZnS thin films were obtained using, was dependent on the ellipsometric parameters  $(\Psi$  and  $\Delta)$  obtained by spectroscopic ellipsometry (SE), using one layer model system. The refractive index and extinction coefficient obtained through this method. The optical band gap was calculated in terms of SE in strong absorption region.

### Key words

Spectroscopic ellipsometry, Thin film, Zinc sulfide, optical properties



## ۱- مقدمه

قرار گرفتند، و بعد از خشک شدن برای لایه نشانی آماده شدند. نسبت مولی مونواتانول آمین به استات روی یک به یک بوده است، نسبت مولی سولفید به روی در محلول مخلوط نیز یک به یک بود. محلول در ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شد، تا اینکه یک محلول همگن بدست آمد. برای تولید یک محلول شفاف، محلول بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت نگه داشته شد. لایه نشانی فیلم ها بر روی زیر لایه با روش سل - ژل چرخشی انجام شد، محلول شفاف قطره قطره بر روی زیر لایه شیشه ریخته شد. لایه نشانی در ۴۸۰۰ rpm انجام شد. بعد از لایه نشانی لایه درست شده در ۲۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه در کوره خشک شد، بعد از این مرحله فیلم نازک در ۵۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱ ساعت بازپخت شد بعد از باز پخت فیلم برای اندازه گیری در دستگاه بیضی نگار آماده شد.

## ۳- آنالیز بیضی سنجی

بیضی سنجی یک روش توانمند و غیر مخرب برای آنالیز لایه های بسیار نازک است این روش قادر به اندازه گیری ضریب شکست، ضریب جذب و ضخامت لایه های نازک است این وسیله بر مبنای این واقعیت ساخته شده است که بازتاب از یک فصل مشترک (سطح) دی الکتریک می تواند قطبش و فاز موج ورودی را تغییر دهد. این تغییرات به ضریب شکست ماده بستگی دارد این روش همچنین خواص نوری و مورفولوژی لایه را نیز مشخص کند.

پارامترهای  $SE(\Delta, \Psi)$  برای فیلم های ZnS با یک چرخش جبران کننده دستگاه بیضی نگار در طول موج ۳۰۰ تا ۸۵۰ نانومتر اندازه گیری شد. داده ها در زاویه ورودی ۷۰ درجه بدست آمدند. همه اندازه گیریها در دمای اتاق بدست آمدند ثابت های اپتیکی فیلم های ZnS با فیت کردن مدل برای داده های اندازه گیری شده با برنامه بیضی نگار تعیین شدند.

پارامترهای تئوری  $SE(\Delta, \Psi)$  وابسته به خصوصیات اپتیکی و ساختاری که با معادله زیر تعیین می شوند بدست آمدند:

$$\rho = \frac{r_p}{r_s} = \frac{\tan \Psi \exp(i\Delta)}{1} \quad (1)$$

تکنولوژی لایه های نازک یکی از قدیمی ترین هنرها و در عین حال یکی از جدید ترین علوم به شمار می آید. تاریخچه استفاده از لایه های نازک به خصوص لایه های نازک فلزی به عهد باستان و در حدود ۳۴۰۰ سال پیش بر می گردد. این روند تا امروز ادامه داشته است. اما احتمالاً اولین لایه های نازک مدرن و امروزی در سال ۱۸۳۸ میلادی و به روش الکترولیز بدست آمده است. بونسن (Bunsen) و گروو (Grove) توانستند، لایه های نازک فلزی را به ترتیب با روش واکنش شیمیایی و پراکنش تخلیه نوری (Sputtering) و Discharg Glow بدست آوردند در سالهای اخیر طراحی و ساخت لایه های نازک رسانای شفاف تک لایه ای و چند لایه ای مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. سولفید روی یک نیمه رسانای شفاف با گاف نواری مستقیم در حدود ۳/۵۸ eV می باشد. لایه های نازک رسانای شفاف به دلیل دارا بودن خواص الکتریکی، اپتیکی و ساختاری منحصر به فرد کاربردهای فراوانی در صنایع الکترونیکی و الکترونیک نوری دارند. از آنها به عنوان آینه های بازتاب دهنده گرمایی، سطوح شفاف برای بازتاب گرما در پنجره های ساختمان [۱-۳]، سلولهای خورشیدی معدنی و آلی [۴]، دیودهای نور گسیل آلی [۵]، گرم کن های سطحی برای شیشه های اتومبیل ها و حسگر ها [۳]، استفاده می شود. سولفید روی (ZnS) خواص فیزیکی بی نظیری همچون ضریب شکست بالا و جذب اپتیکی پایین در محدوده طیف مرئی و مادون قرمز دارد.

## ۲- ساخت لایه های سولفید روی

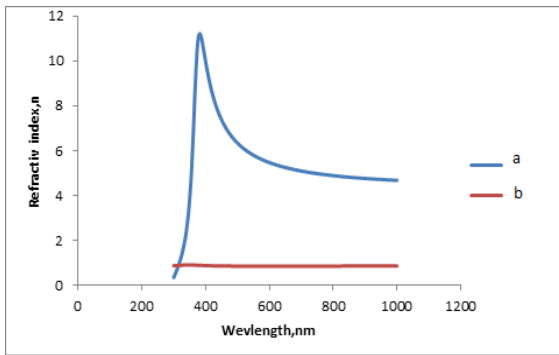
برای ساخت لایه های نازک زینک سولفید استات روی و تیواوره به عنوان مواد اولیه و دو متوکسی اتانول و مونو اتانول آمین به ترتیب به عنوان حلال و تثبیت کننده به کار گرفته شدند. روش مورد استفاده، روش سل - ژل چرخشی بود و از زیر لایه شیشه برای لایه نشانی استفاده شد. ابتدا زیر لایه های شیشه ای در آب مقطر و بعد در استن شستشو شده، زیر لایه ها به مدت ۱۰ دقیقه در داخل استن



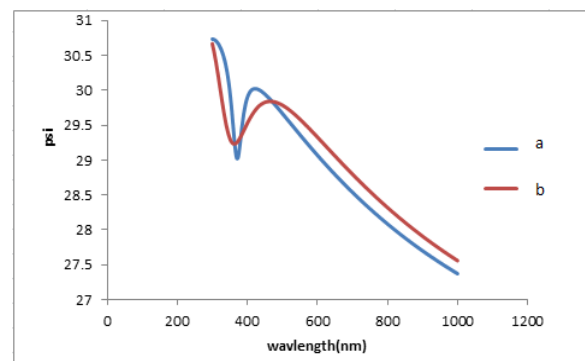
چهارمین همایش شیمی، مهندسی شیمی و نانو ایران، دانشگاه تهران

برای بدست آوردن ثابتهای اپتیکی، طیفهای  $\Psi$  و  $\Delta$  با یک مدل مناسب فیت شدند. ثابت های اپتیکی شامل ضریب شکست و ضریب خاموشی می باشند، مطالعه بیضی نگاری بر روی یک مدل سه لایه ای شامل زبری سطح، لایه ZnS و زیر لایه انجام شد. در شکل های ۳ و ۴ ضرایب شکست و خاموشی به ترتیب نشان داده شده اند.

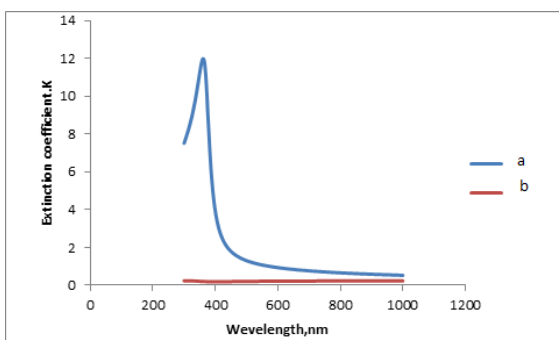
در اینجا  $\Gamma_p$  و  $\Gamma_s$  ضرایب انعکاس فرنل نور پلاریزه هستند،  $\Gamma_p$  موازی و  $\Gamma_s$  عمود بر صفحه ورودی هستند در این مقاله ما مدل زیر را برای آنالیز انتخاب کردیم



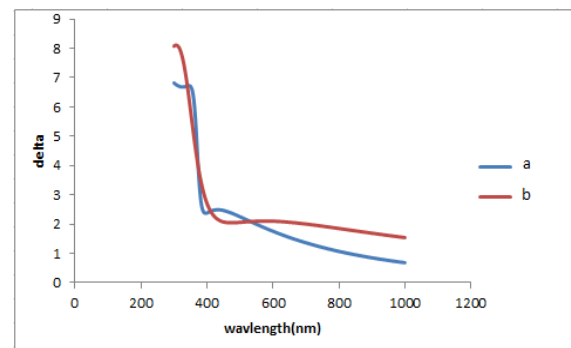
شکل ۳ نمایش تغییرات ضریب شکست بر حسب طول موج برای فیلم نازک ZnS a (با زبری سطح) و b (بدون زبری سطح)



شکل ۱ نمایش تغییرات psi بر حسب طول موج برای نمونه ZnS a) و b) (بدون زبری سطح)



شکل ۴ نمایش تغییرات ضریب خاموشی بر حسب طول موج برای فیلم نازک ZnS a (با زبری سطح) و b (بدون زبری سطح)



شکل ۲ نمایش تغییرات دلتا بر حسب طول موج برای نمونه ZnS a) (با زبری سطح) و b) (بدون زبری سطح)

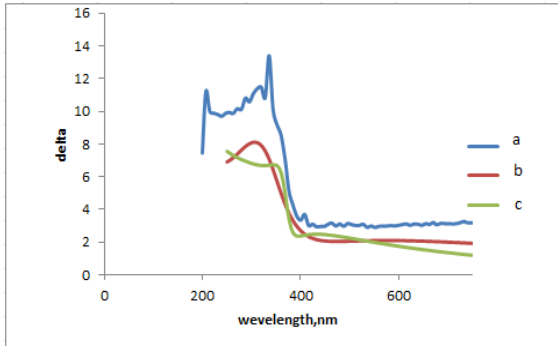
در شکل ۵ تغییرات گاف نواری بر حسب انرژی فوتونها نمایش داده شده است، در این کار ما ضریب جذب را بر حسب انرژی نور ورودی بدست آوردیم. ضریب انعکاس لایه ZnS می تواند با استفاده از



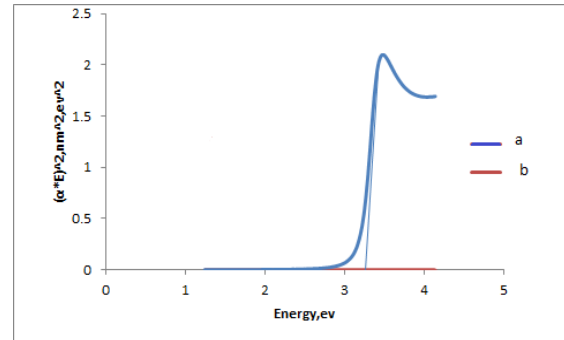
چهارمین همایش شیمی، مهندسی شیمی و نانو ایران، دانشگاه تهران

فرمول زیر بدست آید:

$$\alpha = \frac{F \times \pi \times K}{\lambda} \quad (1)$$



شکل ۷ نمایش تغییرات دلتا بر حسب طول موج برای نمونه ZnS a (نتایج تجربی) b (بدون زبری سطح) و c (با زبری سطح)

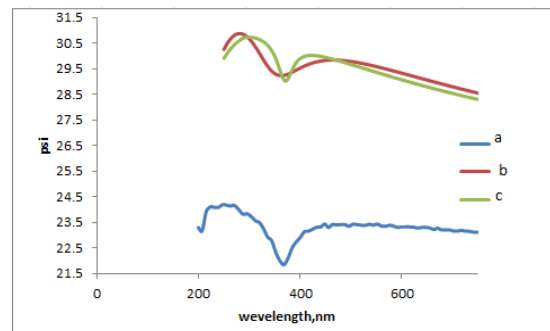


شکل ۵ نمایش تغییرات گاف نواری بر حسب انرژی برای فیلم نازک ZnS در دمای اتاق a (با زبری سطح) و b (بدون زبری سطح)

#### ۴- نتیجه و جمع بندی

لایه نازک ZnS با روش سل - ژل چرخشی در دمای اتاق لایه نشانی شد نمونه آماده شده در دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد پخت و ۵۰۰ درجه باز پخت شد. با آنالیز بیضی نگاری ثابت های اپتیکی و گاف نواری اپتیکی با استفاده از ضریب خاموشی محاسبه شدند. با توجه به مدل انتخابی متوجه شدیم زمانی که در مدل سازی زبری سطح را لحاظ می کنیم داده های تئوری بدست آمده به داده های تجربی نزدیکتر است

در شکل های ۶ و ۷ داده های تئوری با نتایج تجربی مقایسه شدند مشاهده شد که نتایج تجربی به مدلی که زبری سطح را وارد کردیم نزدیکتر است پس برای دست یابی به نتایج دقیق باید زبری سطح را در نظر بگیریم.



شکل ۶ نمایش تغییرات psi بر حسب طول موج برای نمونه ZnS a (نتایج تجربی) b (بدون زبری سطح) و c (با زبری سطح)



چهارمین همایش شیمی، مهندسی شیمی و نانو ایران، دانشگاه تهران

## ۵- مراجع

- [۱] A.M.Al-Shukri, "Thin film coated energy-efficient glass windows for warm climates", *Desalination* ۲۰۹ (۲۰۰۷) ۲۹۰.
- [۲] S.M.A.Durrani, E.E.Khawaja, A.M.Al-Shukri, M.F.Al Kuhaily, "Dielectric /Ag/dielectric coated energy-efficient glass windows for warm climates", *Energy and building* ۳۶(۲۰۰۴) ۸۹۱-۸۹۸.
- [۳] C.G Granqvist, "Transparent conductors as solar energy materials :A panoramic review", *Solar Energy Materials&Solar Cell* ۹۱ (۲۰۰۷) ۱۵۲۹ - ۱۵۹۸.
- [۴] C.G.Granqvist, "Transparent conductors as solar energy materials :A panoramic review", *Solar Energy Materials&Solar Cell* ۹۱ (۲۰۰۷) ۱۵۲۹ - ۱۵۹۸.
- [۵] H.Pang, Y.Yuan, Y.Zhou, J.Lian, L.Cao, J.Zhang, X.Zhou, "Zns/Ag/zns coating as transparent anode for organic light emitting diodes". *Journal of luminescence* ۱۲-۱۲۳(۲۰۰۷) ۵۸۷-۵۸۹.