بیست و پنجمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و یازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شیراز،
شیراز، ایران.
۹-۱۱ بهمن ۱۳۹۷

بررسی خواص نوری لایه‌های نازک CdS آلائیده شده با Fe

نسیم یوسف‌پور نوینی[۱]، توکل توحیدی[۲]، کاظم جمشدی-قلعه[۱]، مهدی تقوی[۲]

[۱]گروه فیزیک، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

[۲]پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها، مجتمع پژوهشی شمال‌غرب کشور، بناب، ایران

چکیده : دراین تحقیق لایه‌های نازک نانوساختاری CdS آلائیده شده با آهن با استفاده از محلول‌های کلرید کادمیوم، تیواوره، کلرید آهن (II) و آمونیاک به روش لایه نشانی حمام شیمیایی (CBD) بر روی زیرلایه‌های شیشه‌ای تهیه شده و تاثیر غلظتهای متفاوت آهن بر ریخت شناسی و خواص نوری لایه‌های نازک CdS بررسی شد. چگونگی تغییرات میزان جذب، عبور، گاف انرژی و فوتولومینسانس بررسی شد.

کلید واژه: سولفید کادمیم، آلائیده شده با آهن، خواص نوری، فوتولومینسانس، لایه نازک نانوساختاری

Optical properties of CdS thin films doped with Fe

Nasim Yousefpour Novini[1], Tavakkol Tohidi[2], Kazem Jamshidi-Ghaleh [1], Mahdi Tagavi[2]

[1] Department of Physics, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
[2] Northwest Research Complex, Radiation Application Research School, NSTRI, Bonab, Iran

Abstract- In this work, Fe-doped CdS nanostructured thin films have been deposited on glass substrates successfully by the chemical bath deposition method using cadmium chloride, thiourea, iron(II) chloride and ammonia. The effect of different iron concentrations on morphological and optical properties of CdS thin films has been investigated. Optical properties including absorption coefficient, band gap, photoluminescence, refractive index and extinction coefficient of the samples were investigated.

Keywords: Cadmium sulfide, Fe doped, Optical properties, Photoluminescence, Nanostructured thin films

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

۱-مقدمه

اخیراً نیمه‌رساناهای مغناطیسی رقیق به خاطر خواص مغناطیسی و نوری قابل توجه و کاربرد آنها در قطعات اسپین-ترونیک بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند، کادمیوم سولفید (CdS) یکی از مهمترین نیمه‌رساناهای با اهمیت از گروه II-VI به خاطر داشتن گاف نواری مستقیم و نسبتاً پهن (۲/۴۲ الکترون ولت) به عنوان یک ماده قابل اعتماد در ساخت قطعات اپتوالکترونیک شناخته شده است. تحقیقات اخیر روی ماده CdS، با آلائیده کردن این ماده با فلزات گذار مختلف مانند Fe، Cr، Mn و Ni که به عنوان یک نیمه‌رسانای مغناطیسی رقیق شناخته می‌شود انجام می‌گیرد [۱].

روشهای مختلفی برای تهیه لایه‌های نازک CdS آلائیده شده با ناخالصی‌های فلزات گذار از جمله Fe ارائه شده است. در سال ۲۰۱۵، Al-Zahrani و همکارانش [۲] اثر تابش گاما روی خواص نوری لایه نازک CdS آلائیده شده با Fe را که با روش تبخیر با پرتو الکترونی تهیه شده بود بررسی کردند. به روش کاشت یون، Fe در لایه نازک CdS توسط Chandramohan و همکارانش [۱] آلائیده شد و اثر آن روی خواص ساختاری و نوری بررسی گردید. تهیه لایه‌ی نازک به روش حمام شیمیایی (CBD)، دارای خصوصیات بهتری از لحاظ ریخت شناسی و تراگسیلندگی نوری می‌باشند و از لحاظ سادگی و اقتصادی بودن آن از دیر باز مورد توجه قرار گرفته است [۳]. در این کار از روش CBD برای تهیه لایه‌های نازک CdS آلائیده شده با Fe، استفاده شده و خواص نوری آن بررسی شده است.

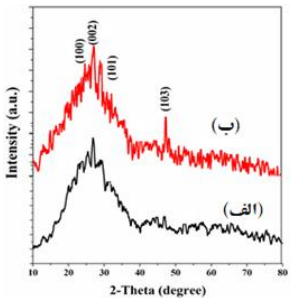
۲-مواد و روشها

لایه‌های نازک CdS آلائیده شده با آهن با استفاده از محلول-های کادمیوم کلرید، تیواوره و کلرید آهن و آمونیاک به روش لایه‌نشانی حمام شیمیایی (CBD) بر روی زیرلایه‌های شیشه‌ای تمیز پوشش داده شده و سه غلظت متفاوت آهن مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا بشر بزرگ را پر از آب کرده و روی همزن مغناطیسی قرار داده و دمای آب داخل آن در روی 80 درجه سانتی گراد تنظیم شد. در بشری دیگر که داخل بشر بزرگ قرار داده شد، کادمیوم کلرید ۰/۰۰۱ مولار را در ۵۰ میلی لیتر آب حل شده و تیواوره ۰/۰۰۷۵ مولار را به محلول سولفات کادمیوم اضافه کرده و با هم مخلوط گردید (توسط مگنتی داخل بشر مخلوط گردید) و سپس کلرید آهن ۰/۲ میلی مولار نیز به محلول اضافه شد و بعد از این فرآیند محلول آمونیاک ۰/۸۵ مولار به اندازه‌ای به این محلول اضافه گردیده که pH محلول به حدود ۱۱ رسید، سپس زیرلایه‌های آماده شده به صورت عمودی در داخل این حمام شیمیایی قرار داده شد، در حالی که توسط یک درپوش یا فویل آلومینیومی سر بشر حاوی محلول‌های شیمیایی پوشانده شده بود، بعد از مدت ۲ ساعت نهایتاً زیرلایه‌ها را از داخل حمام خارج کرده و توسط اسیدکلریدریک رقیق یک طرف زیرلایه‌ها پاک گردید. همچنین این فرایند برای غلظتهای کلرید آهن ۰/۲۵میلی مولار ۰/۳ میلی مولار و نمونه آلائیده نشده تکرار گردید. بدین ترتیب نمونه‌هایی با سطح یکنواخت و چسبندگی خوب بدست آمد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-پراش اشعه X

شکل ۱ پراش پرتو ایکس مربوط به لایه نازک CdS خالص و آلائیده شده را نشان می‌دهد. در هر دو طیف چهار پیک عمده در زاویه‌های **2θ = 24.745°, 26.770°, 28.707° and 47.652** به ترتیب متناظر با اندیس‌های میلر (۱۰۰)، (۰۰۲)، (۱۰۱) و (۱۰۳) وجود دارد که بنا بر کارت استاندارد شماره ۸۹-۲۹۴۴ مربوط به ساختار شش گوشی سولفید کادمیم می-باشد [۴].



شکل ۱: طیف پراش اشعه **X** (الف) **CdS** خالص و (ب) آلائیده شده با Fe در غلظت ۰/۲ میلی مولار **$FeCl_2$**

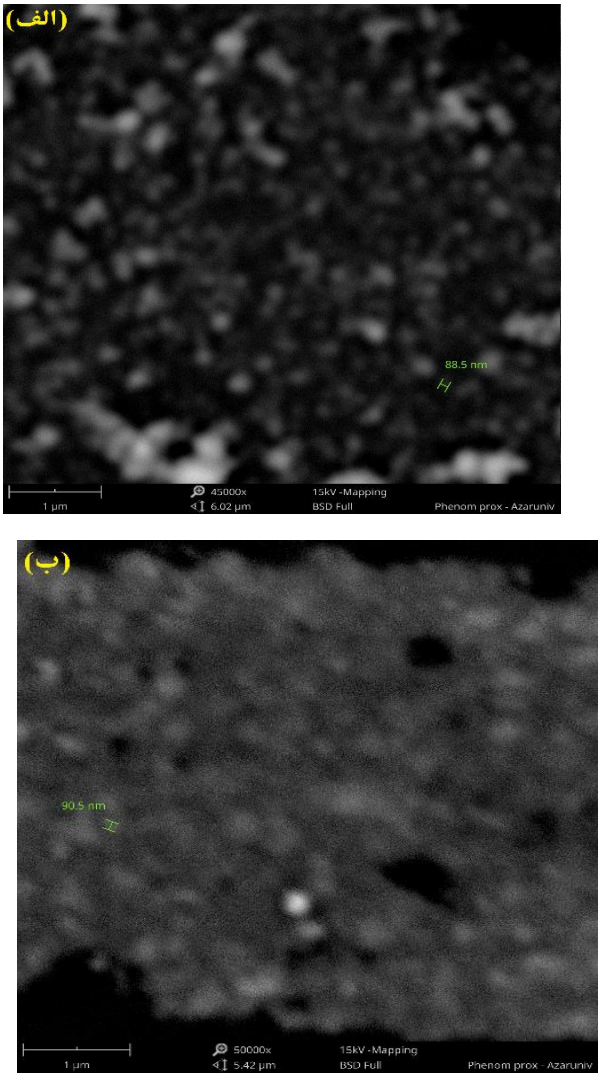
۳-۲-میکروسکوب الکترونی روبشی **(SEM)**

تصاویر مربوط به میکروسکوب الکترونی روبشی (SEM) لایه-های نازک CdS آلائیده نشده و آلائیده شده با کلرید آهن

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

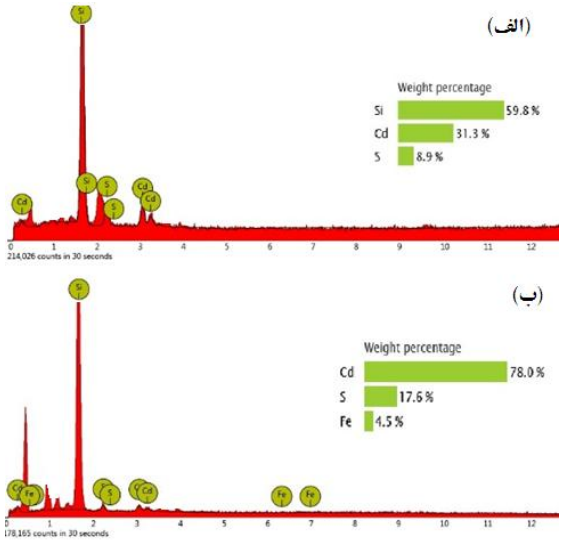
0.2 میلی مولار، به مدت ۲ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به ترتیب در شکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲: SEM مربوط به (الف): CdS خالص (ب): Fe:CdS در غلظت ۰/۲ میلی مولار $FeCl_2$

با توجه به تصاویر SEM مشاهده می‌شود که نانوکریستالها در سطح فیلم دارای شکلی کروی بوده و قطر متوسط آنها برای نمونه آلائیده نشده در حدود ۸۰ نانومتر و برای نمونه آلائیده شده در حدود ۹۳ نانومتر می‌باشد. بنابراین اندازه ذرات در حالت آلائیده شده افزایش پیدا کرده است.

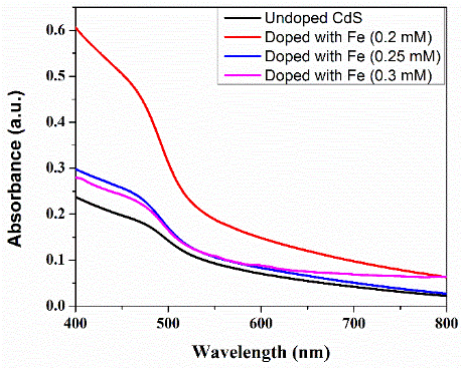
شکل ۳ به ترتیب آنالیز EDAX، مربوط به لایه‌های نازک CdS آلائیده نشده و آلائیده شده را نشان می‌دهد. در نمونه آلائیده شده علاوه بر عناصر Cd و S عنصر Fe هم وجود دارد که نشان دهنده‌ی آلائیده شدن CdS با آهن می‌باشد. قله بلند در هر دو نمونه به خاطر وجود زیرلایه شیشه‌ای (Si) می‌باشد.



شکل ۳: EDAX مربوط به (الف) CdS خالص ب): Fe:CdS در غلظت ۰/۲ میلی مولار $FeCl_2$

۳-۳- خواص نوری لایه‌های نازک **CdS**

طیف جذب نوری یکی از پارامترهای مهم در مطالعه خواص نوری نانوساختارها است. شکل ۴ طیف جذب لایه‌های نازک CdS آلائیده نشده و آلائیده شده را نشان می‌دهند. با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که میزان جذب بعد از آلائیده شدن آهن افزایش یافته است و بیشترین جذب مربوط به غلظت ۰/۲ میلی مولار می‌باشد.



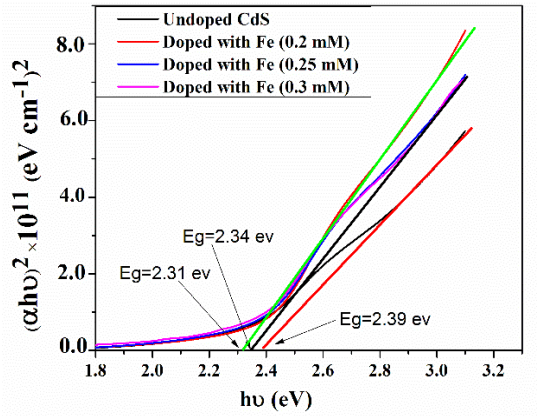
شکل ۴: طیف جذب مربوط به CdS آلائیده نشده و Fe:CdS در غلظت‌های مختلف FeCl2

با استفاده از رابطه $\alpha = 2.303A/d$ می‌توان ضریب جذب را محاسبه کرد که درآن d ضخامت لایه و A مقادیر جذب می-

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

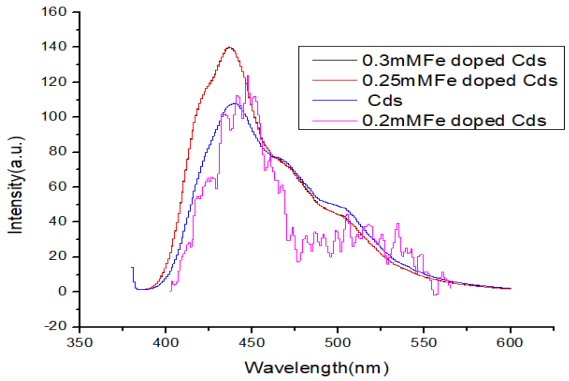
[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

باشند. گاف نواری را می‌توان از فرمول $\alpha(h\nu)=B(h\nu-E_g)^n \ cm^{-1}$ محاسبه کرد که در آن n=1/2 برای گذارهای مستقیم، B ثابت و E_g گاف انرژی هستند. با رسم $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $(h\nu)$ و برون‌یابی بخش خطی نمودار با محور انرژی، گاف انرژی محاسبه گردید که در شکل ۵ برای نمونه‌ها نشان داده شده است. گاف انرژی نمونه‌ها تقریباً در محدوده ۲/۳۹ الکترون ولت برای CdS خالص تا ۲/۳۱ الکترون ولت برای نمونه آلائیده شده می‌باشد. دلیل این کاهش را می‌توان به ایجاد ترازهای دهنده در حضور یونهای آهن دانست.



شکل ۵: گاف انرژی از ۲/۳۹ eV مربوط به CdS خالص به ۲/۳۱ eV در حالت آلائیده کاهش پیدا کرده است.

فوتولومینسانس یکی از معروف‌ترین انواع لومینسانس است که درآن تحریک به وسیله فوتون‌ها صورت می‌گیرد از دیدگاه مکانیک کوانتومی این فرایند شامل برانگیختگی به سطوح انرژی بالاتر و سپس بازگشت به سطح انرژی پایین‌تر با جذب و نشر فوتون است.



شکل ۶: طیف فوتولومینسانس بر حسب طول موج

با توجه به شکل ۶، افزایش نسبی در شدت فوتولومینسانس بعد از آلائیده شدن با آهن مشاهده می‌شود که این را می‌توان ناشی از ایجاد ترازهای تابشی و نقصهای سطحی بعد از حضور آلاینده دانست [۵].

نتیجه‌گیری

نمونه‌های CdS با روش آسان و ساده CBD تهیه گردید و تاثیر ناخالصی آهن بر روی خواص نوری نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که آلائیده کردن آهن باعث تغییر خواص نوری می‌شود.

مرجع‌ها

[1] S. Chandramohan, A. Kanjilal, S.N. Sarangi, S. Majumder, R. Sathyamoorthy, T. Som, “Effect of Fe-ion implantation doping on structural and optical properties of CdS thin films” Appl. Phys. A, Vol. 99, pp. 837–842, 2010.

[2] J.H. Al-Zahrani a, M.El-Hagary b,n, A.El-Taher, “Gamma irradiation induced effects on optical properties and single oscillator parameters of Fe-doped CdS diluted magnetic semiconductors thin films”, Mater. Sci. Semicond. Process., vol. 39, pp. 74–78, 2015.

[3] A. Slonopas, H.Ryan, B.Foley, Z.Sun, K.Sun, T.Globus, P.Norris, “Growth Mechanisms and Their Effect on The Opto-Electrical Properties of Cds Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition”, Mater. Sci. Semicond. Process., vol. 52, pp. 24-31, 2016.

[4] S. Saravanakumar, R. Chandramohan, R. Premarani, J. Jebaraj Devadasan, J. Thirumalai, “Studies on Dilute Magnetic Semiconducting Co-Doped CdS Thin Films Prepared by Chemical Bath Deposition method”, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., , vol. 28, pp. 12092–12099, 2017.

[5] A. S. Priya, I.B. Shameem Banu, J. Thirumalai, A. Alagar, “Optical charcterization of Mn doped CdS nanoparticles synthesized by simple chemical route” vol. 7, pp. 191 – 195, 2013.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.