

بررسی لایه های نازک $\alpha\text{-MoO}_3$ توسط فیلم های ترکیبی $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ ساخته شده به روش اسپری پایرولیز



نام نویسندگان: دکتر محمدرضا خانلری، نگار حیدری، آریتا کشاورز قاسمی
گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بین الملل امام خمینی (ره)

مقدمه

دی کالکوژنید های فلز واسطه (TMD) خانواده ای از مواد با فرمول شیمیایی MX_2 هستند که در اینجا M یک عنصر فلزی واسطه از گروه IV و X جدول تناوبی عناصر شیمیایی است و X یک عنصر کالکوژن از گروه VI (Te, Se, S) است [1-2]. برای تمایز قائل شدن بین چندلایه ها و جسم bulk باید گفت که یک تک لایه ی TMD در فاز پلی مرفیک هگزاگونال (1H) شناخته می شود. TMD فلزی مرکب از گروه IV و V مثل TaS_2 و TiS_2 از نظر ترمودینامیکی در فاز 1T پایدارند که در مقابل با شریک نیمه رسانای خود یعنی MoS_2 و MoSe_2 و WS_2 است که در فاز bulk به پایداری می رسند. فاز نیمه پایدار فلزی 1T در MoS_2 و MoSe_2 نیاز به یک انرژی اکسیداسیون نسبتاً بزرگ $\sim 1\text{eV}$ دارند تا به فاز 2H نیمه رسانایی واهلش کنند [3-4]. ساختار الکترونیک TMD ها وابسته به اشغال اوربیتالهای d و همچنین کوردیناسیون اتم های فلزی گذار (واسطه) است. در TMD ها، حبس کوانتومی با کم شدن تعداد لایه بطور فزاینده ای برجسته تر می شود. و این پدیده روی ساختار نواری شان اثر گذار است. از ساختار گاف نواری غیرمستقیم اولیه شان، نیمه رسانا های بر پایه TMD های گروه VI (S , Se)، Mo ، W گذاری را به یک گاف نواری مستقیم در تک لایه در نقطه K بدلیل غیبت برهمکنشهای اوربیتال بین لایه ای خواهند داشت [5-6].

روش

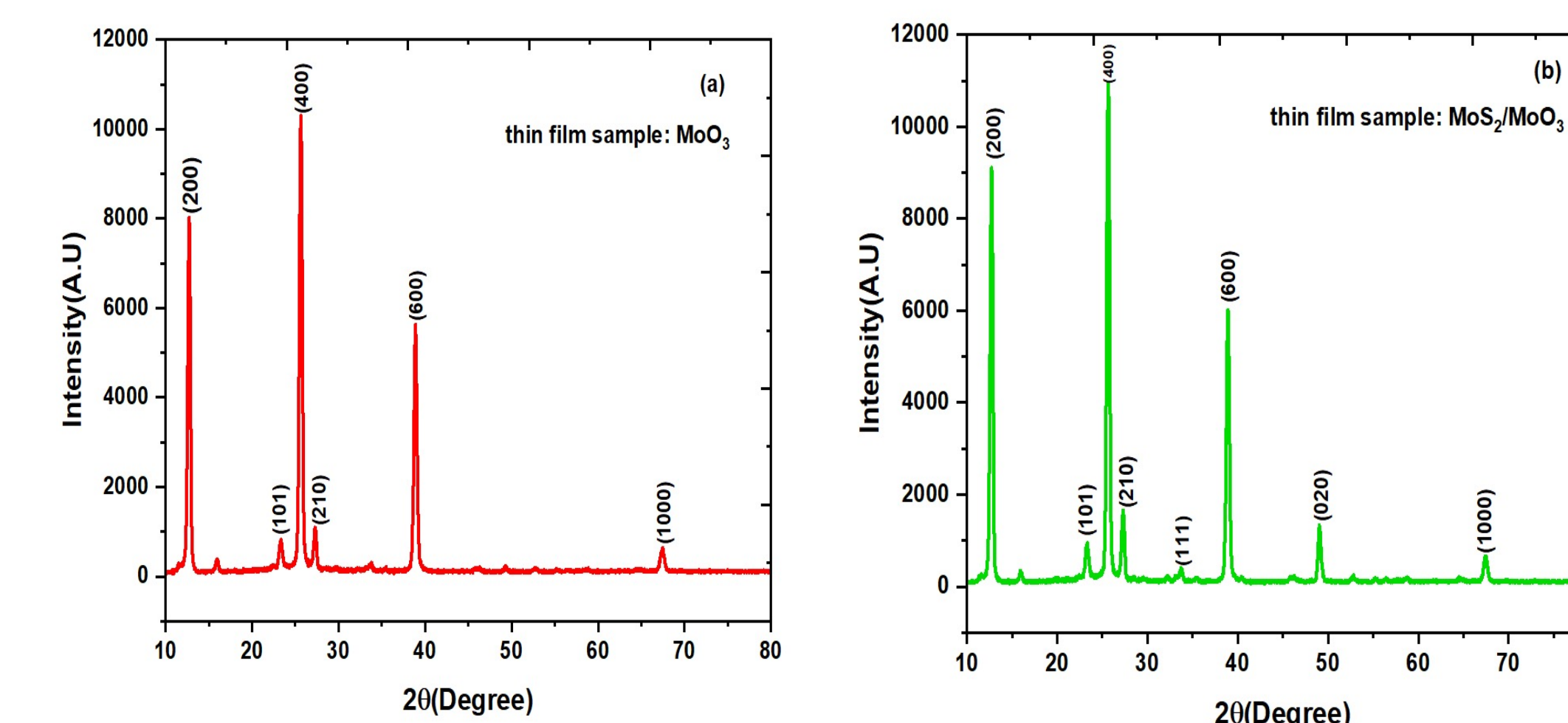
در انجام فرآیند تجربی، مراحل آزمایشات را به ترتیب و به طور خلاصه بیان می کنیم. در مرحله اول- فیلم های نازک MoO_3 را به روش اسپری پایرولیز تهیه کردیم. از این فیلم های نازک به عنوان زیرلایه برای رشد فیلم های ترکیبی $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ استفاده کردیم. در این روش تمامی شرایط و مراحل آزمایشگاهی در شرایط یکسان صورت گرفته است. پارامترهای مهم در خصوص انجام فرایند لایه نشانی در جدول زیر طبقه بندی شده است.

فیلم های نازک	MoO_3	$\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$
دما	450°C	450°C
مدت زمان لایه نشانی	9 دقیقه	9 دقیقه
فشار	1 bar	1 bar
غلظت محلول	$0.02M$	$0.02M$

جدول 1: پارامترهای مهم لایه نشانی.

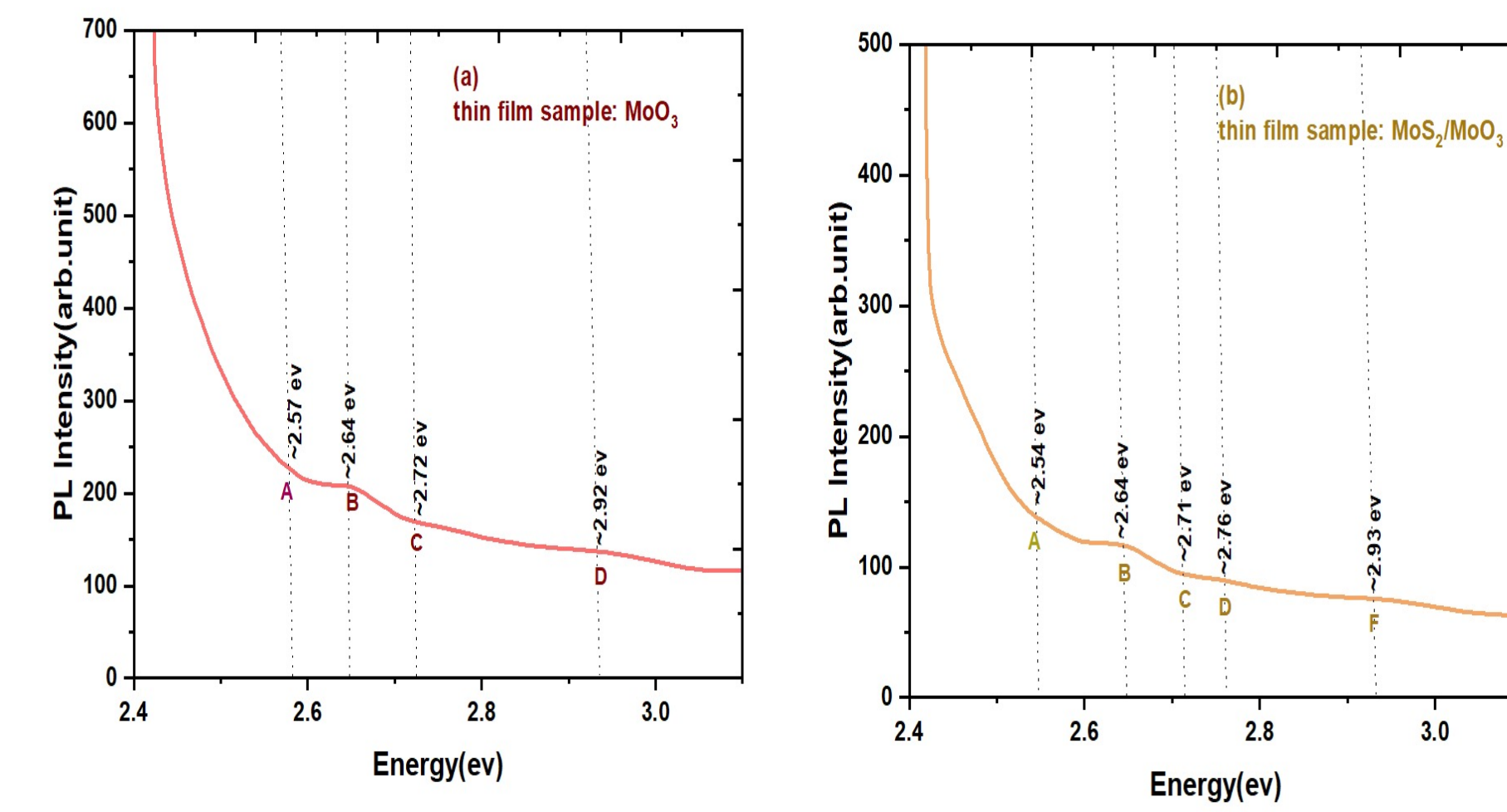
نتایج

• طیف XRD نمونه MoO_3 و همچنین نمونه $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ در شکل 1 (الف) و (ب) نشان داده شده است. همانطور که در شکل الف-1 دیده می شود طیف بازتاب از صفحات بلورین مشخصاً $[(002), (400), (600)]$ در θ به ترتیب در $[71/12^\circ, 38/87^\circ, 60/25^\circ]$ با شدت زیاد و $[(101), (210), (1000)]$ در θ به ترتیب در $[31/23^\circ, 30/27^\circ, 42/67^\circ]$ با شدت کمتر به اضافه جنبه هایی از چند قله ضعیف ولی قابل رویت در زوایای دیگر در طیف نمونه ای MoO_3 مشاهده می شود. شکل ب-1 طیف ساختار ناهمگن $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ که تطابق بالایی با طیف MoO_3 که در شکل الف-1 مشاهده می شود، دارد.

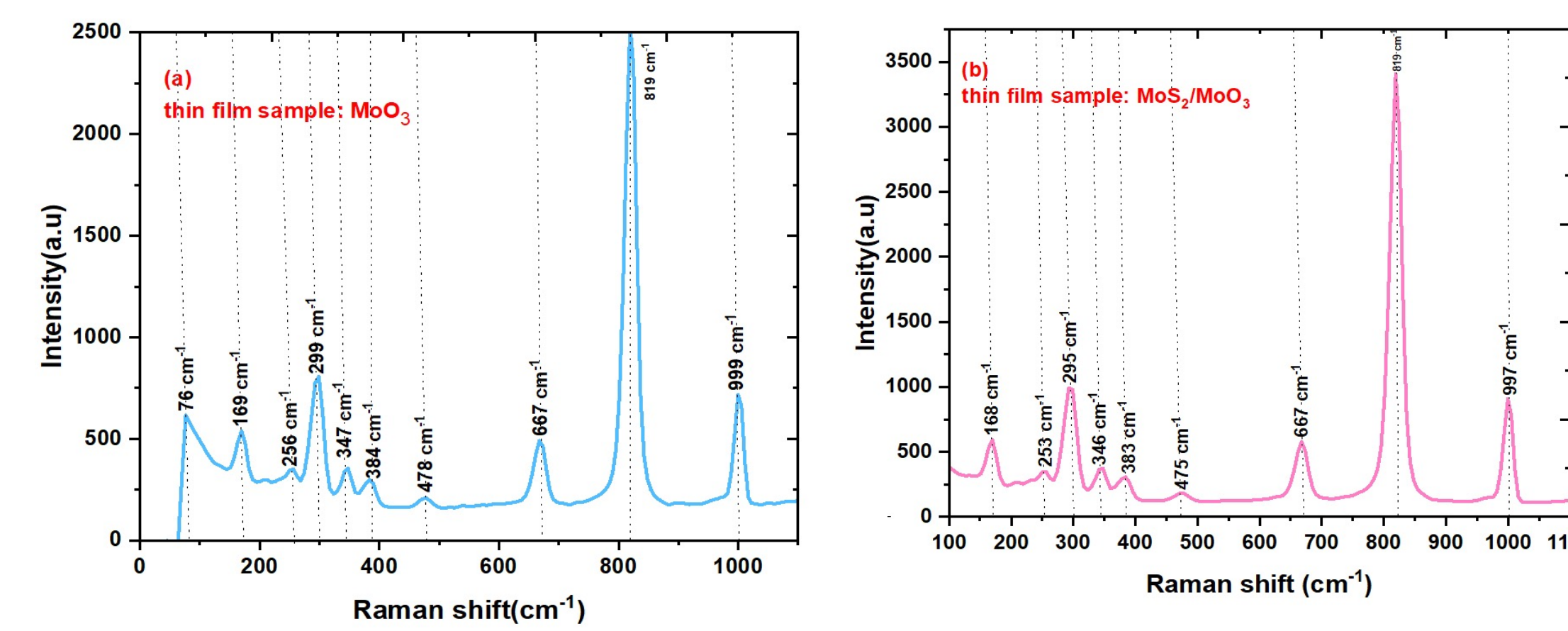


شکل 1. طیف پراش اشعه ایکس نمونه ها.

اپتیکی هر دو نمونه متفاوت سنتز شده، شامل فیلم MoO_3 و ساختار ناهمگن $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ با روش الف) آنالیز فوتولومینسانس ب) طیف سنجی رامن گزارش می گردد.



شکل 2. طیف فوتولومینسانس نمونه ها.



شکل 3. طیف رامن نمونه های سنتز شده.

تحلیل نتایج

از آنالیز پراش اشعه ایکس دو نمونه دریافتیم که هر دو ساختار به فاز اورتورمبیک ($\alpha\text{-MoO}_3$) پایدار است. قله های موجود در زاویه های $[74/12^\circ, 38/87^\circ]$ در طیف نمونه $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ میزان آرایش نمونه MoO_3 به اتم های سولفور لایه بالایی (MoS_2) را نشان می دهد، چرا که قله موجود در $\theta = 74/12^\circ$ مشخصه ی ساختار (MoS_2) است. در الگوی طیف رامن هر دو نمونه شدت قله 819cm^{-1} نشان دهنده حالت $2A_{1g}$ است و وجود چندلایه نسبتاً قوی MoO_3 را در ساختار نمونه تأکید می کند. در الگوی رامن نمونه $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ قله 383cm^{-1} حالت (E_{1g})، مطلق به مکان ارتعاشی اتمی S-Mo-S است. به دلیل تداخل فلورسانس در طول موج انتخابی نمونه $\text{MoS}_2/\text{MoO}_3$ ، قله های مربوط به (MoS_2) مشاهده نشده است. در الگوی طیف سنجی فوتولومینسانس وجود قله ها ساختار لایه ی $\alpha\text{-MoO}_3$ را در هر دو نمونه تأکید می کند.

مراجع

- Gao, Y.-P.; Wu, X.; Huang, K.-J.; Xing, L.-L.; Zhang, Y.-...
2 Kolobov, A.V.; Tominaga, J. Two-Dimensional