

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران

## بررسی خواص الکتریکی در نیم رساناهای آمورف با ترکیب $P_2O_5$ ، $MnO_2$ و $Li_2O$

جلیلی کهنه شهری، ایران ; حکمت شعار، محمدحسین\*، هادی ، افسانه

دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی سهند تبریز

### چکیده

در این طرح خواص الکتریکی نیم رساناهای آمورف با ترکیب  $xLi_2O - (50 - x)MnO_2 - 50P_2O_5$  و  $x=10, 20, 30, 40$  مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعات رسانندگی  $dc$  این شیشه ها نشان می دهد که در تمامی ترکیبات، رسانندگی الکترونی توسط جهش الکترون بین سایت های پلارونی صورت می گیرد و مسیر یونی به وسیله آرایش اکسیژن های غیر پیوندی در امتداد زنجیره های شکل دهنده شبکه ایجاد می شود. در اندازه گیری های انجام شده بر روی ترکیبات بالا مشاهده شد رسانندگی با افزایش  $Li_2O$  افزایش می یابد و می توان این نتیجه را گرفت که مکانیسم غالب، رسانندگی یونی می باشد.

## Investigation of electrical properties of amorphous semiconductors including system Of $P_2O_5$ , $MnO_2$ and $Li_2O$

Jalili kohnehsahri, Iran ; Hekmatshoar, Mohammad Hossein\* ; Hadi, Afsaneh

Faculty of science, Sahand university of technology, Tabriz, Iran

### Abstract

In this study, electrical properties of amorphous semiconductors containing  $xLi_2O - (50 - x)MnO_2 - 50P_2O_5$  in which  $x=10, 20, 30, 40$  have been studied. DC conductivity study of these glasses showed that in all samples electrical conductivity is due to electron hopping between polaronic sites, also ionic conduction path consists of a regular disposition of non-bridging oxygens along the network former chains. During the upside complexes measurements conductivity increased versus  $Li_2O$  increasing. So it seems that prevail mechanism is ionic conduction.

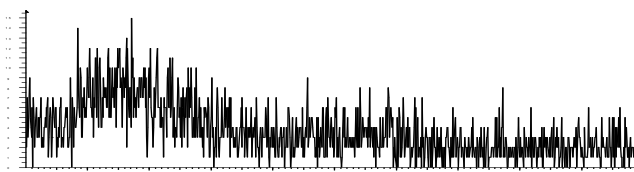
PACS No. ۷۸

### مقدمه

تشکیل شده اند، نیم رساناهای عنصری گفته می شود و از ترکیب اتم های ستون سوم و پنجم به اضافه ترکیبات معینی از ستون دوم و ششم نیم رساناهای ترکیبی ساخته می شود. امروزه برای ساخت بیشتر یکسوسازها، ترانزیستورها و مدارات مجتمع از

تنوع خواص الکترونیکی و نوری نیم رساناها انعطاف بسیار زیادی را در طراحی قطعات الکترونیکی و الکترونوری برای مهندسیین طراح قطعه فراهم می کند. به نیم رساناهای ستون چهارم یعنی سیلیکون و ژرمانیوم که هر کدام از یک نوع اتم

است. سپس کوره را خاموش گردید تا نمونه ها به آرامی سرد شوند. برای شناسایی ساختار یک بلور از نقشه های پراش امواجی که با اتم ها برهم کنش می کنند و دارای طول موج های قابل مقایسه با فاصله بین اتمی هستند استفاده می شود. این روش شامل پراش الکترون، نوترون و اشعه X می باشد. پراش پرتو X به علت جذب نشدن پرتوهای آن در هوا (عدم نیاز به خلأ بالا)، مناسب ترین و کم هزینه ترین روش برای بررسی ساختار مواد است. طیف XRD مربوط به یکی از نمونه ها در شکل ۱ آمده است. همانطور که مشاهده می شود فقط یک هاله پیک مانند وجود دارد و این نشان دهنده آمورف بودن نمونه می باشد. زیرا که مواد آمورف دارای نظم بلند برد نیستند و نظم کوتاه برد آنها در حد چند اتم اول است.



شکل ۱: پراش پرتو X مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد اکسید لیتیم

### رسانندگی الکتریکی

بسیاری از شیشه ها که حاوی یون های فلزات واسط مانند وانادیم، کبالت، آهن، مس و ... می باشند، نیم رسانا هستند. در حالت کلی نشان داده شده است که رسانش در این شیشه ها ناشی از حضور همزمان یون انتقالی با دو ظرفیت مختلف در شبکه است. در این شیشه ها برهم کنش بین الکترون و شبکه به قدری قوی است که حالت های جایگزیده (پلارون) تشکیل می شود [۲]. برای رسانندگی یونی وجود یک یا چند یون با ظرفیتهای مختلف در ماده ضروری است. در کریستال ایده آل تمامی یون های سازنده در یک آرایش دوره ای منظم مرتب شده اند و اغلب به فرم تنگ پدیده در کنار هم قرار گرفته اند،

سیلیکون استفاده می کنند. اما در قطعات با سرعت بالا و قطعاتی که احتیاج به تابش یا جذب نور دارند به صورت گسترده ای از آمیزه ها استفاده می شود. اخیراً نیم رساناهای آمورف مورد توجه زیاد قرار گرفته اند، زیرا ساختن آنها نسبتاً ارزان تر است و دارای خواص کلیدزنی هستند و کاربردهای گسترده ای مانند باطری های خورشیدی، ترانزیستورهای فیلم نازک، سنسورهای نوری، قطعات حافظه ای اپتیکی، کاربردهای الکتروگرافی و سنسورهای عکاسی پرتو X دارند [۱].

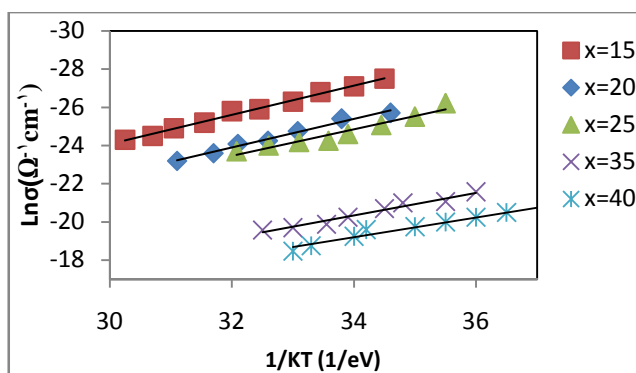
### ساخت نمونه

در این پروژه برای ساخت نمونه های کپه ای از روش سرد کردن سریع ماده مذاب استفاده شد. نمونه ها در درصدهای مولی مختلف از  $P_2O_5$ ،  $Li_2O$  و  $MnO_2$  تهیه شدند. مواد اولیه به خوبی و به صورت همگن مخلوط شده و به داخل بوتله آلومینا که قبلاً با استون شسته شده بود، منتقل شد. بوتله داخل کوره الکتریکی که دمای آن  $250^\circ C$  بود، قرار داده شد و یک ساعت در این دما نگه داشته شد تا واکنش های اولیه جهت خروج گازها انجام گیرد. سپس دمای کوره به آرامی تا  $400^\circ C$  بالا برده شد تا واکنش ها کاملاً انجام گرفته و گازها خارج شوند. بالا بردن تدریجی دما در این مرحله باعث می شود که واکنش ها به آرامی صورت گیرد و از سرریز شدن نمونه جلوگیری شود. در این مرحله دمای کوره تا نقطه ذوب نمونه ( $850^\circ C$ ) بالا برده شد و به مدت یک ساعت در دمای ذوب قرار داده شد. در طی این مدت ماده مذاب چندین بار به وسیله لوله آلومینا بهم زده شود تا نمونه ای کاملاً همگن بدست آید. برای ساخت نمونه های کپه ای از دو کوره یکی برای ذوب و دیگری برای پخت مورد استفاده قرار گرفت. دمای پخت در  $300^\circ C$  تنظیم و ثابت نگه داشته شد. جهت انجام فرایند پخت، به مدت دو ساعت در داخل کوره پخت قرار داده شد. این عمل جهت کاهش تنش های داخلی و شکل گیری نمونه ها الزامی

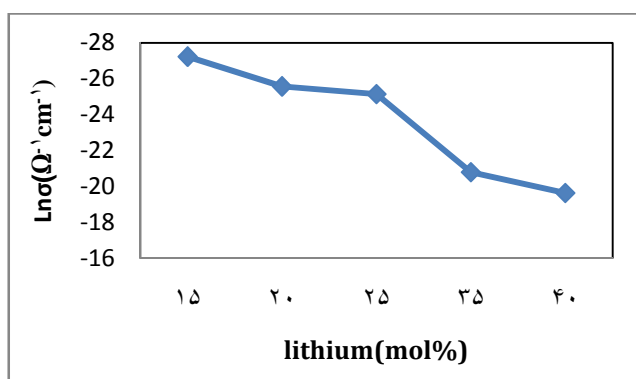
جریان های سطحی هیچ تأثیری در رسانندگی نخواهد داشت و دقت در اندازه گیری مقاومت نمونه های مورد آزمایش بالا می رود. وابستگی رسانندگی الکتریکی به دما در مواد شیشه ای از رابطه زیر پیروی می کند.

$$\sigma = \sigma_0 e^{-W/kT} \quad (۳)$$

برطبق این رابطه می توان انرژی فعال سازی را از روی شیب نمودار  $\ln\sigma$  برحسب  $1/kT$  محاسبه کرد. در شکل ۲ منحنی های  $\ln\sigma$  برحسب  $1/kT$  برای ترکیبات مختلف آورده شده است. در شکل ۳ تغییرات رسانندگی برحسب درصد مولی  $Li_2O$  در دمای نوعی  $343K$  نشان داده شده است.



شکل ۲: نمودار  $\ln\sigma$  برحسب  $1/kT$  برای ترکیب  $xLi_2O - (50-x)MnO_2 - 50P_2O_5$



شکل ۳: نمودار  $\ln\sigma$  برحسب  $Li_2O$  در دمای  $343K$

بنابراین فضای کمی برای یون وجود دارد تا پخش شود. معمولاً فضای موجود به اندازه ای است تا یون در اطراف محل تعادل خود ارتعاش نماید. حضور بی نظمی یا عیوب برای انتقال یون در جامدات ضروری است. چگالی عیوب که به صورت تعداد عیوب بر واحد حجم تعریف می شود به عواملی مانند ساختار، دما، حضور یون های ناخالصی و ماهیت پیوندهای شیمیایی بین یون های موجود بستگی دارد.

### روش اندازه گیری

در این تحقیق جهت اندازه گیری رسانندگی از روش دوسوزنی استفاده شد. این تکنیک ساده ترین روش جهت اندازه گیری مقاومت الکتریکی در جامدات است، که در آن به دو سر نمونه ولتاژ اعمال می گردد و جریان عبوری اندازه گرفته می شود. در این حالت با اندازه گیری مقاومت در نمونه ها و ابعاد آنها می توان مقاومت ویژه و رسانندگی را طبق روابط زیر محاسبه نمود.

$$R = \frac{V}{I} = \rho \frac{l}{S} = \frac{1}{\sigma} \left( \frac{l}{S} \right) \quad (۱)$$

$$\sigma = \frac{lI}{sV} \quad (۲)$$

$V$  ولتاژ اعمالی،  $l$  ضخامت نمونه، که توسط کولیس اندازه گرفته می شود.  $S$  سطح مقطع نمونه و  $I$  جریان بدست آمده است. اندازه گیری رسانندگی در دماهای مختلف (از دمای اتاق تا حدود  $100^\circ C$ ) صورت گرفت. به خاطر مقاومت بالای شیشه های شامل ترکیبات اکسیدفسفات و منگنز و در نتیجه جلوگیری از تأثیر جریان های سطحی در اندازه گیری ها، از روش حلقه محافظ استفاده گردید. برای این کار حلقه ای همانند الکتروود، دور الکتروود اصلی کشیده می شود و هنگامی که نمونه در مدار قرار می گیرد، این الکتروود به زمین وصل می شود. از این طریق

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از پراش پرتو X نشان داد که نمونه های ساخته شده در این پروژه دارای ساختار آمورف هستند. اندازه گیری های الکتریکی حاکی از آن می باشد که رسانندگی الکترونی ناشی از جهش الکترون ها بین سایت های پلارونی  $Mn^{3+}$  و  $Mn^{4+}$  بوده و رسانش یونی ناشی از افزایش غلظت یون های  $Li^+$  در شبکه می باشد، یا به عبارتی رسانندگی غالب در این ترکیب از نوع یونی می باشد.

## مراجع

[۱] "خواص الکترونی مواد"، رولف ا. هیومل، ترجمه بهروز صالح پور،

انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۷۲

[۲] N.F.Mott, J. Non-crystalline solid, North Holland Publishing, Amsterdam, (۱۹۶۸) PP ۱-۱۷

[۳] "Electronic and ionic conductivity of glasses inside the  $Li_2O - MnO_2 - P_2O_5$  system", LahcenBih, Mohamed El Omari, Jean-Maurice Re au, Mustapha Haddad, DrissBoudlich, AbdelmajidYacoubi, AbdellahNadiri, Solid State Ionics ۱۳۲(۲۰۰۰) ۷۱-۸۵

[۴] "Transport properties of  $Li_2O - MnO_2 - B_2O_3$  glasses", V.C.VeerannaGowda, R.V.Anavekar, Solid State Ionic ۱۳۶(۲۰۰۵) ۱۳۹۳-۱۴۰۱

[۵] "D.c.conductivity of  $V_2O_5 - MnO - TeO_2$  glasses", K. Sega, Y. Kuroda, H. Sakata, Journal of materials science ۳۳ (۱۹۹۸) ۱۳۰۳ D1۳۰۸

\*مسئول مکاتبات: دکتر محمدحسین حکمت شعار) Email:

(Hekmatshoar@sut.ac.ir

رسانندگی الکترونی ناشی از جهش الکترون ها بین سایت های پلارونی  $Mn^{3+}$  و  $Mn^{4+}$  بوده و رسانش یونی ناشی از افزایش غلظت یون های  $Li^+$  در شبکه می باشد. همانگونه که در شکل ۳ مشاهده می شود با افزایش غلظت لیتیم در شیشه های مورد مطالعه، رسانندگی افزایش می یابد. پس می توان نتیجه گرفت رسانندگی غالب در این ترکیب از نوع یونی می باشد. مسیر یونی به وسیله آرایش اکسیژن های غیرپیوندی در امتداد زنجیره های شکل دهنده شبکه ایجاد می شود که باعث جابه جایی یون های سیار در شبکه می گردد. هنگامی که محتوای  $Li_2O$  افزایش می یابد، ابتدا پیوندهای P-O-P و سپس پیوندهای P-O-Mn می شکند و اتم های اکسیژن غیرپیوندی در همسایگی کاتیون های  $Li^+$  تشکیل می شود که موجب افزایش رسانندگی  $Li^+$  می گردد [۲]. بررسی شیشه های  $Li_2O - MnO_2 - B_2O_3$  نشان می دهد که با افزایش محتوای لیتیم از ۵٪ تا ۳۵٪ رسانندگی تا سه مرتبه بزرگی افزایش می یابد، که نشان می دهد مانند شیشه های دوتایی  $Li_2O - B_2O_3$  مهاجرت یون های  $Li^+$  مسئول افزایش رسانندگی در این شیشه ها می باشد. به طور قابل توجهی مقدار رسانندگی در شیشه های دوتایی و سه تایی مذکور مرتبه بزرگی یکسانی دارند که نشان می دهد حضور  $MnO_2$  تأثیر اندکی روی رسانندگی الکتریکی داشته و رسانندگی در سیستم حاضر تنها ناشی از حرکت یون های  $Li^+$  می باشد. مطالعه شیشه های  $V_2O_5 - MnO - TeO_2$  نشان داده است که با افزایش محتوای  $V_2O_5$  رسانندگی افزایش می یابد، اما با افزایش غلظت  $MnO$  کاهش می یابد. به نظر می رسد که یون های  $Mn$  موجب مسدود کردن انتقال الکترونی در شبکه شیشه فوق می شود [۴،۵]

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش  
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش  
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش  
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران