

YBa_۲Cu_۳O_{۷-δ}

ahmadechresh@gmail.com :

$x=0$ $0/10$ $0/20$ $0/30$ $0/40$ $0/50$ $0/60$ $0/70$ $0/80$ $0/90$ 1 $Y_{1-x}Cd_xBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

$x=0/1$

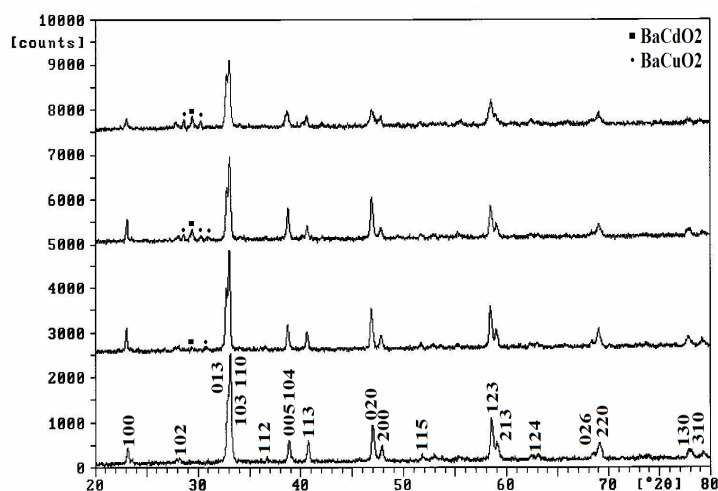
$x=0/2$

$x=0/3$

نداشته است [۶]. در این مقاله، بررسی می‌کنیم که جانشینی Cd به جای Y چه تأثیری بر ساختار، مقاومت الکتریکی، چگالی جریان بحرانی (J_c) و دمای بحرانی (T_c) ابررسانای Y-۱۲۳ دارد. آرایش ابررسانای YBa_۲Cu_۳O_{۷-δ} با نانوذرات CdO و نتایج آن در مرجع [۷] گزارش شده است.

تمام نمونه‌های مورد تحقیق در این مقاله به روش حالت جامد ساخته شده‌اند. در ابتدا مقادیر استوکیومتری از مواد Y_۲O_۳، BaCO_۳، CuO و CdO توده با یکدیگر مخلوط و سپس آسیاب شد. پودر حاصل، در اتمسفر هوا تا دمای ۹۵۰°C حرارت داده و به مدت ۲۴ ساعت جهت تکلیس در این دما نگه داشته شد. پودر به دست آمده، آسیاب گردید و دوباره در اتمسفر هوا تا دمای ۹۵۰°C گرمادهی و به مدت ۴۸ ساعت

مطالعات بر پایه جانشینی کاتیونی در کوپرات‌های دمای بالا جهت درک رفتار این مواد، مهم هستند. دمای گذار بالای این ترکیبات، در مقایسه با ابررساناهای متعارف، مهم‌ترین مشخصه این مواد است. اهمیت مسئله جانشینی در ابررساناها، به اندازه‌ای مهم است که بسیاری از ترکیبات ابررساناهای اکسید مس، حاصل مطالعات و بررسی جایگزینی عناصر مختلف در این دسته از مواد است [۱]. به علت نزدیکی شعاع یونی Cd^{۲+} (۱٫۱۰Å) به شعاع یونی Y^{۳+} (۱٫۰۲Å)، تأثیر جانشینی این یون برای Y^{۳+} در (Y-۱۲۳) YBa_۲Cu_۳O_{۷-δ} مورد بررسی قرار گرفته است [۲-۵]. طبق گزارشات انجام شده جانشینی Cd^{۲+} تأثیر کمی بر دمای بحرانی (T_c) برای $x < 0/6$ در نمونه Y_{1-x}Cd_xBa₂Cu₃O_{7-δ} دارد. همچنین جانشینی Cd برای Cu در Y-۱۲۳ گزارش شده است که آرایش Cd تا ۲ درصد به جای Cu هیچ تأثیری بر T_c



شکل ۱. الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌های آلاینش یافته با CdO توده با مقادیر $x = 0, 0.1, 0.3, 0.5$.

جدول ۱. چگالی جریان بحرانی J_{co} و J_c و T_c نمونه‌ها.

| نمونه | $x=0$ | $x=0.05$ | $x=0.1$ | $x=0.15$ | $x=0.2$ | $x=0.3$ | $x=0.4$ | $x=0.5$ |
|------------------|-------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| $J_{co}(A/cm^2)$ | ۲۵,۴۱ | ۳۲,۵ | ۳۸,۳۳ | ۳۶,۸۵ | ۳۰,۸۳ | ۱۴,۷۹ | ۹,۳۸ | ۲,۶۷ |
| $J_c(A/cm^2)$ | ۳۴,۵۸ | ۴۲,۵ | ۴۶,۲۵ | ۴۵,۱ | ۳۷,۰۸ | ۲۰,۶۳ | ۱۶,۶۷ | ۵,۰۸ |
| $T_c(K)$ | ۸۵,۵ | ۸۵,۵ | ۸۵ | ۸۵,۵ | ۸۵ | ۸۴ | ۸۳ | ۸۱ |

جدول ۲. مقاومت نمونه‌های آلاینش یافته با کادمیوم اکسید توده در دمای اتاق.

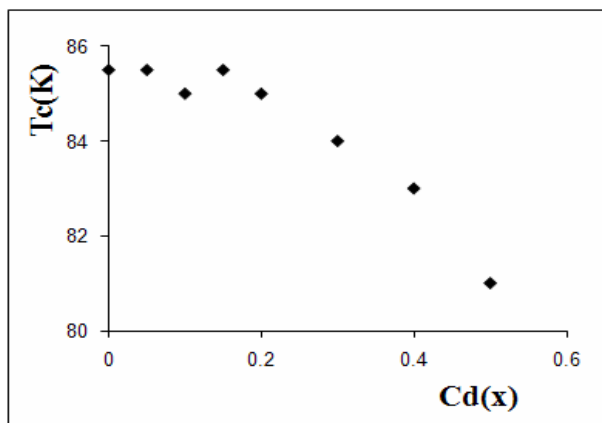
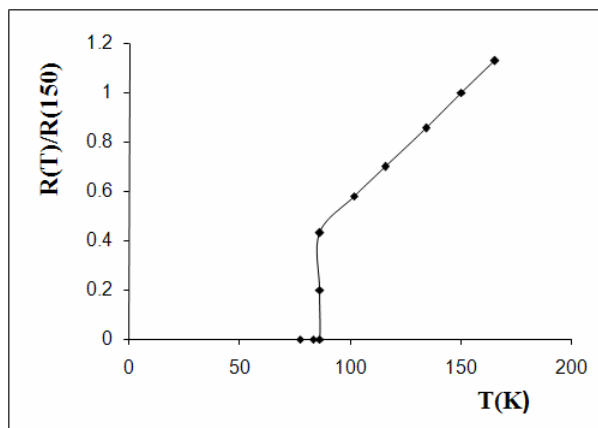
| نمونه | $x=0$ | $x=0.05$ | $x=0.1$ | $x=0.15$ | $x=0.2$ | $x=0.3$ | $x=0.4$ | $x=0.5$ |
|--------------|-------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| $R(m\Omega)$ | ۱,۲۱ | ۱,۳۵ | ۱,۵۱ | ۱,۷۴ | ۲,۷۵ | ۳,۰۴ | ۳,۵۵ | ۳,۹۸ |

زیاد شدن مقدار x افزایش می‌یابد. همچنین قله‌هایی ناشی از $BaCuO_2$ در الگوهای پراش مشاهده می‌شوند. احتمال حضور فاز سبز رنگ Y_2BaCuO_5 ، با توجه به عدم مشاهده این رنگ در ماده، نسبت به فاز $BaCdO_4$ خیلی کمتر است.

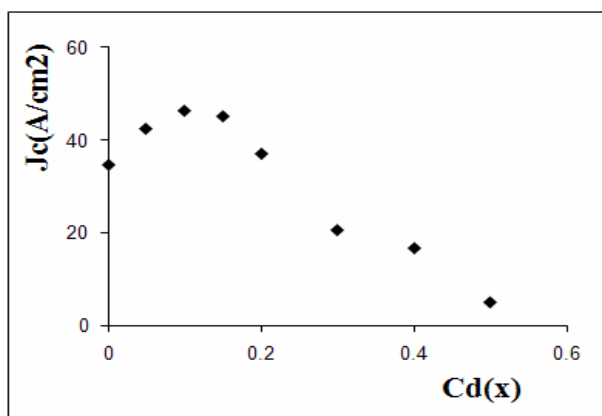
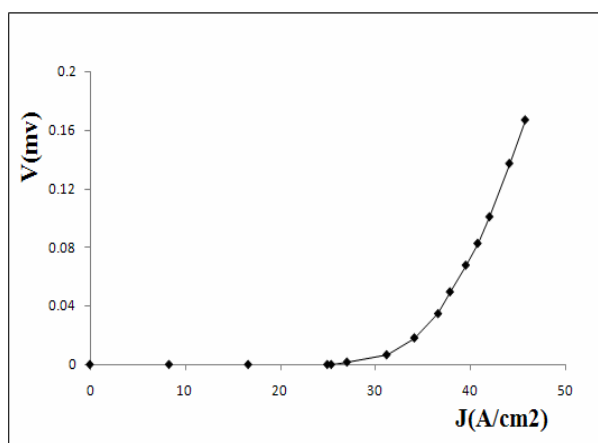
جهت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی در دمای اتاق، چگالی جریان بحرانی و دمای بحرانی، در چهار محل، سیم به دور میله‌ها پیچیده شد و جهت برقراری بهتر ارتباط، از چسب نقره استفاده گردید. با استفاده از روش استاندارد چهار میله، R و J_c و T_c اندازه‌گیری شد. نتایج R ، J_c و J_{co} و T_c مربوط به نمونه‌های x برابر با $0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ و 0.5 طبق جدول ۱ و ۲ به دست آمد. J_c چگالی جریانی است که در آن ابررسانایی به حالت عادی می‌رود، در حالی که J_{co} چگالی

جهت تکلیس مجدد، در آن دما نگه داشته شد. ماده حاصل با استفاده از قالب میله‌ای، به شکل میله‌هایی با طول 1.9 cm و سطح مقطع 0.12 cm^2 درآمد و تا دمای 950°C حرارت داده شدند و به مدت ۱۲ ساعت جهت کلوخه سازی در این دما در اتمسفر اکسیژن نگه داشته و در نهایت تا دمای اتاق به آرامی سرد شدند. پس از پایان مرحله کلوخه سازی، بر روی نمونه‌ها آزمایش اثر مایسنر در دمای ازت مایع صورت گرفت. نمونه‌ها، این اثر را به خوبی نمایش دادند.

الگوهای پراش پرتو ایکس نمونه‌های آلاینش یافته با کادمیوم اکسید توده در شکل ۱ نشان داده شده است. قله اضافی در $2\theta = 29.48^\circ$ ، فاز جدایی را در نمونه‌های آلاینش یافته با کادمیوم نشان می‌دهد. مقدار این فاز ($BaCdO_4$) به تدریج با

شکل ۳. نمودار تغییرات T_c بر حسب مقدار آلیش کادمیوم (Cd).

شکل ۴. نمودار تغییرات مقاومت بر حسب دما نمونه خالص.

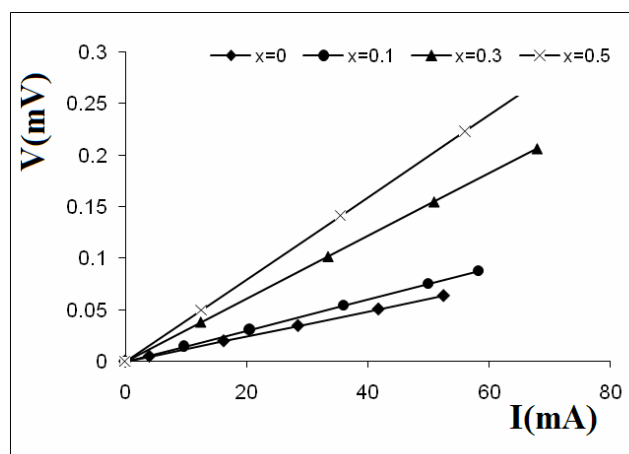
شکل ۵. نمودار تغییرات J_c بر حسب مقدار آلیش کادمیوم (Cd).

شکل ۶. نمودار تغییرات V بر حسب J نمونه خالص.

نشان می‌دهد که بیشترین چگالی جریان بحرانی مربوط به نمونه $x=0.1$ می‌باشد. با افزایش مقدار آلیش تا حدود ۰٫۱، چگالی جریان بحرانی افزایش و پس از آن چگالی جریان بحرانی به تدریج کاهش می‌یابد. این طور به نظر می‌رسد که با آلیش کادمیوم در ابررسانای $Y-123$ ، مقداری از کادمیوم جانشین ایتریوم (Y) شده و مابقی آن در نمونه به صورت فاز ناخالصی $BaCdO_2$ پخش می‌شود. کادمیوم جانشین شده باعث کاهش T_c می‌شود. با توجه به کاهش T_c ، فاصله دمای (∇K) اندازه‌گیری J_c از T_c کاهش می‌یابد و در نتیجه چگالی جریان بحرانی کاهش می‌یابد، اما فاز ناخالصی $BaCdO_2$ باعث افزایش مراکز میخکوبی شار شده و چگالی جریان بحرانی J_c را افزایش می‌دهد؛ این افزایش بر کاهش ناشی از جانشینی کادمیوم غلبه

جریانی است که در آن نمونه وارد حالت مخلوط می‌شود. شکل ۲ نمودار تغییرات مقاومت بر حسب دما و شکل ۳ نمودار تغییرات دمای بحرانی بر حسب مقدار آلیش کادمیوم را نشان می‌دهد. می‌توان مشاهده کرد که دمای بحرانی نمونه‌ها از $x=0$ تا $x=0.2$ نوسان کمی دارد و تقریباً ثابت است، اما با افزایش آلیش تا $x=0.5$ ، دمای بحرانی به مقدار کمی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد افزایش آلیش کادمیوم، نقش تخریبی در ابررسانایی $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ دارد.

شکل ۴ نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب جریان نمونه خالص، اندازه‌گیری شده در دمای ازت مایع (∇K) و شکل ۵ نمودار تغییرات چگالی جریان بحرانی بر حسب مقدار آلیش کادمیوم را نشان می‌دهد. نمودارهای چگالی جریان نمونه‌ها



شکل ۶. نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب جریان در دمای اتاق.

جدول ۳. ثابت‌های شبکه و حجم یاخته بسیط محاسبه شده برای نمونه‌های آلیش یافته با CdO.

| نمونه | x=0 | x=0.05 | x=0.1 | x=0.15 | x=0.2 | x=0.3 | x=0.4 | x=0.5 |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| a (Å) | ۳,۸۱ | ۳,۸۲ | ۳,۸۱ | ۳,۸۱ | ۳,۸۲ | ۳,۸۱ | ۳,۸۰ | ۳,۸۲ |
| b (Å) | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ | ۳,۸۸ |
| c (Å) | ۱۱,۵۹ | ۱۱,۵۷ | ۱۱,۶۳ | ۱۱,۶۴ | ۱۱,۶۴ | ۱۱,۶۳ | ۱۱,۶۲ | ۱۱,۶۲ |
| V(Å ³) | ۱۷۲,۰۹ | ۱۷۱,۴۸ | ۱۷۱,۹۲ | ۱۷۲,۰۷ | ۱۷۲,۵۲ | ۱۷۱,۹۲ | ۱۷۱,۳۲ | ۱۷۲,۲۲ |

تغییر محسوسی ایجاد نمی‌شود.

در این مقاله نمونه‌های ابررسانای $Y_{1-x}Cd_xBa_1Cu_3O_{7-\delta}$ با مقادیر $x=0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ به روش حالت جامد ساخته شد. نتایج نشان دادند که چگالی جریان بحرانی، با افزایش مقدار کادمیوم در نمونه‌ها تا حدود 0.1 ، افزایش و پس از آن به تدریج کاهش می‌یابد. بیشترین چگالی جریان بحرانی مربوط به نمونه $Y_{0.9}Cd_{0.1}Ba_1Cu_3O_{7-\delta}$ می‌باشد. دمای بحرانی نمونه‌های آلیش یافته تا $x=0.2$ تغییرات خیلی کمی داشته و می‌توان گفت تقریباً ثابت است، اما با افزایش آلیش کادمیوم از $x=0.3$ تا $x=0.5$ دمای بحرانی به تدریج کاهش می‌یابد. نتایج XRD نشان دادند که تغییر محسوسی در ثابت‌های شبکه نمونه‌های آلیش یافته با CdO در مقایسه با نمونه خالص ایجاد نمی‌شود.

می‌کند و در کل باعث افزایش J_c می‌شود. افزایش ناخالصی، باعث افزایش بیش از اندازه کادمیوم و فازهای ناخالصی بین دانه‌ها و در نتیجه ضعیف‌تر شدن ارتباطات بین دانه‌ای و کاهش J_c ناشی از ضعیف‌تر شدن ارتباطات بین دانه‌ای و جانشینی کادمیوم، بر افزایش J_c ناشی از مراکز میخکوبی شار غلبه می‌کند و در کل باعث کاهش چگالی جریان بحرانی می‌شود. مقاومت الکتریکی نمونه‌ها در دمای اتاق با افزایش مقدار آلیش کادمیوم، افزایش می‌یابد (شکل ۶ و جدول ۲) که این، دلیلی بر ضعیف شدن ارتباطات بین دانه‌ای می‌باشد. با استفاده از نمودارهای پراش پرتو ایکس نمونه‌ها و کارت استاندارد شماره ۰۴۷۷-۸۶ و برنامه کامپیوتری نوشته شده توسط دانشجویان گروه فیزیک دانشگاه شهید چمران، ثابت‌های شبکه و حجم یاخته بسیط طبق جدول ۳ به دست آمد. از جدول ۳ می‌توان به این نتیجه رسید که در ساختار اورتورومبیک و ثابت‌های شبکه ابررسانای $YBa_1Cu_3O_{7-\delta}$

- (1989) 1079 (also, *Physica C* **165** (1990) 287.
6. K Remschnig, P Rogl, R Eibler, G Hilscher, N Pillmayr, H Kirchmayer and E Bauer, *Physical C* 153-155 (1988) 906.
۷. احمد عچرش، مرتضی زرگر شوشتری، منصور فرید، هفدهمین همایش انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران (مرداد ۱۳۸۸).
1. B Raveau, C Michel, M Hervieu and D Groult, *Crystal chemistry of high- T_c superconducting oxides*, Springer Series in Materials Science, Springer, Berlin (1991).
 2. A Manthirn, S J Lee and J B Goodenough, *J Solid State Chem.* **73** (1988) 278.
 3. E M McCarron, M K Crawford and J B Parise, *J Solid State Chem.* **78** (1989) 192.
 4. Y Tokura, J B Torrance, T C Huang and A I Nazzal, *Phys. Rev. B* **38** (1988) 7156.
 5. J W Chen and C F Chen, *Solid State Commun.* **69**