

CNT YBCO

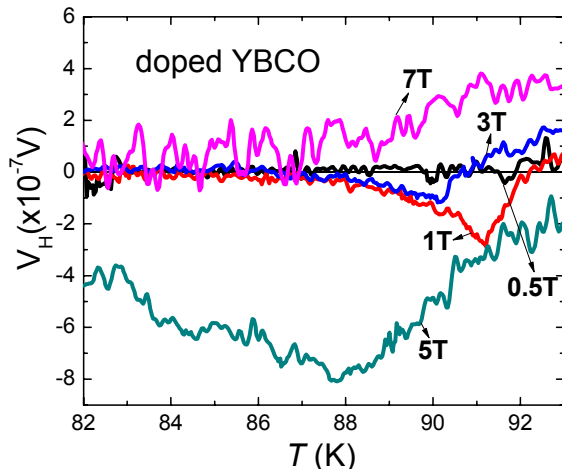
( )

dadras@alzahra.ac.ir :

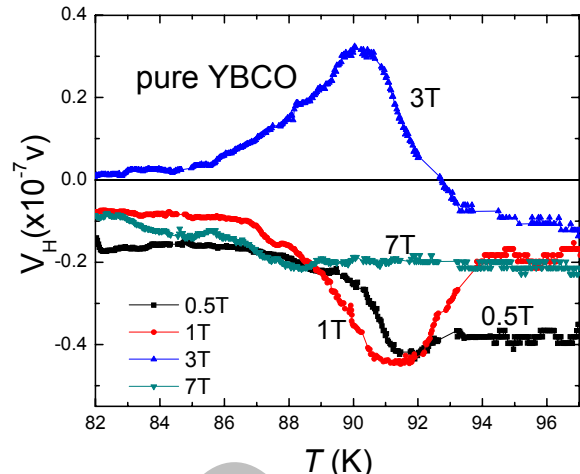
T	T	(CNT) YBCO	T	YBCO CNT	wt% CNT	( T) YBCO
					Y	:

آزمایش اثر هال یکی از مهمترین آزمایش‌های تراپردی در ابررساناهای دمای بالا است که مقدار و نوع چگالی بار رسانی را در حالت بهنجار به دست می‌دهد و همچنین رفتار ناهنجار دمایی ضریب هال را نیز نشان می‌دهد [۵]. آزمایش‌های نشان می‌دهند که ناهنجاری هال که در میدان‌های مغناطیسی متوسط مشاهده می‌شود، باید به غلظت حامل‌ها وابسته باشد [۶]. ناهنجاری تغییر علامت ضریب هال را می‌توان بر حسب تغییرات مختلف از جمله مقدار آلیش، دما و میدان مغناطیسی نام برد. در حالت ابررسانایی ترکیبات ابررسانای دمای بالا مشاهده شده است که مقاومت هال تغییر علامت می‌دهد [۷]. آلیش در سیستم‌های کم آلییده در تمام ساختارهای ابررسانای دمای بالا تغییر علامت ضریب هال را با دما از خود نشان داده‌اند، در حالی که فقط بخشی از سیستم‌های زیاد آلییده تغییر

اثر هال از مهمترین آزمایش‌های تراپردی است که اطلاعات خوبی از پراکندگی و طبیعت برهم کنش‌هایی که در سیستم به وقوع می‌پیوندد به ما می‌دهد. رفتار غیر عادی تغییر علامت هال از طبیعت ابررسانایی و دینامیک حرکت گردابه‌ها سرچشمه گرفته و به عنوان پدیده ذاتی تفسیر می‌گردد [۱ و ۲]. آزمایش‌های نشان می‌دهد که رفتار ناهنجار هال در ابررساناهای دمای بالا که فقط در میدان‌های مغناطیسی متوسط مشاهده شده، در میدان‌های کوچکتر بیشتر حاکم است و در محدوده مایع گردابی و افت و خیزهای ترمودینامیکی دارای ماکزیمم است [۳ و ۴]. در این تحقیق تغییر علامت هال را در حالت گردابی برای نمونه‌های YBCO خالص و آلییده به ۰/۷wt% CNT با استفاده از میدان مغناطیسی به عنوان یک پارامتر تنظیم بررسی نمودیم.



شکل ۲. تغییرات ولتاژ هال برحسب دما در میدان‌های مغناطیسی مختلف برای نمونه آلاینده.



شکل ۱. تغییرات ولتاژ هال برحسب دما در میدان‌های مغناطیسی مختلف برای نمونه خالص.

از روش ۶ پروب و با جریان  $10\text{ mA ac}$  و فرکانس  $17\text{ Hz}$  که با یک تقویت کننده قفل شده<sup>۱</sup> بود استفاده نمودیم. میدان مغناطیسی عمود بر سطح نمونه از  $0$  تا  $9\text{ T}$  اعمال شد. ضرایب هال با تعیین اختلاف ولتاژ با جاروب میدان از  $-9\text{ T}$  تا  $+9\text{ T}$  در دمای ثابت به دست آمد. نتایج اندازه‌گیری ولتاژ هال وابسته به میدان را برای نمونه خالص و آلاینده به  $0.7\text{ wt\% CNT}$  در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه نموده‌ایم. همان‌طور که از این شکل‌ها دیده می‌شود یک رفتار ناهنجار دمایی در این منحنی‌ها وجود دارد. این رفتار در بیشتر ترکیبات ابررسانای دمای بالا دیده شده است [۱۱].

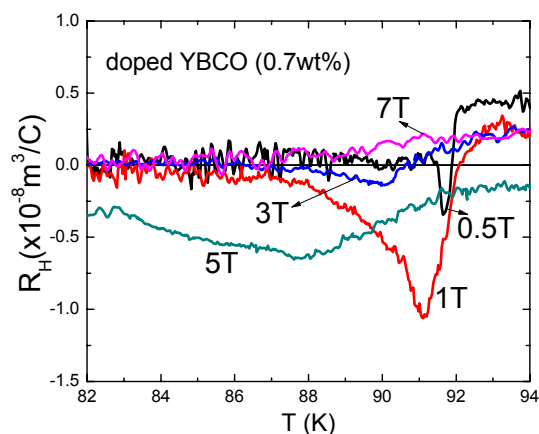
مقایسه تغییرات ولتاژ هال برحسب دما در میدان‌های مغناطیسی متفاوت تا  $7\text{ T}$  در حالت گردابی نشان می‌دهد که نمونه آلاینده به  $0.7\text{ wt\% CNT}$  دارای دو بار تغییر علامت می‌باشد، در حالی که در نمونه خالص YBCO فقط یک بار تغییر علامت ولتاژ هال مشاهده می‌گردد.

با محاسبه ضریب هال  $R_H$  در نمونه‌های خالص و آلاینده در ناحیه ابررسانایی و رسم نمودار  $R_H$  برحسب دما، تغییر علامت ضریب هال  $R_H$  را در نمونه‌های خالص و آلاینده با تغییر میدان مغناطیسی مطابق شکل‌های ۳ و ۴ مشاهده می‌کنیم. نمودار ضریب هال  $R_H$  نمونه‌ها برحسب دما برای میدان‌های مغناطیسی مختلف تا  $7\text{ T}$  رفتار ناهنجار دمایی را نشان می‌دهند. مشاهده

علامت ضریب هال را نشان می‌دهند [۱]. تغییر میدان مغناطیسی اعمال شده بر نمونه نیز می‌تواند سبب تغییر علامت ضریب هال گردد [۸]. افزایش میدان مغناطیسی را می‌توان یکی از علل تغییر علامت ضریب هال در حالت گردابی دانست. زیرا که با افزایش میدان مغناطیسی، جملات نیروی برهم‌کنش بین گردابه‌ها، نیروی میخکوبی، نیروی افت و خیز گرمایی و نیروی لورنتس بیشترین تأثیر را داشته و تغییر هر یک از این جملات در معادله توازن نیرو می‌تواند منجر به تغییر علامت ضریب هال در حالت گردابی گردد.

نمونه‌های تک فاز بس بلوری خالص و آلاینده به  $0.7\text{ wt\% CNT}$  با روش واکنش حالت جامد مطابق کار قبلی ما، مرجع [۹] آماده شدند. از آنجایی که نمونه با آلاینده  $0.7\text{ wt\% CNT}$  بیشترین چگالی جریان بحرانی  $J_c$  و انرژی میخکوبی  $U_j$  را داشت که در مرجع [۱۰] گزارش نموده‌ایم و همچنین نمونه خالص را جهت مقایسه انتخاب و بررسی نمودیم. نقش پراش XRD نمونه‌های YBCO خالص و آلاینده به  $0.7\text{ wt\% CNT}$  نشان می‌دهد که نمونه‌ها تک‌فاز بوده و هیچ گونه فاز ناخالصی در آن دیده نمی‌شود. دمای گذار بحرانی نمونه خالص و آلاینده، کم و بیش مشابه و در محدوده  $91\text{ K}$  را برای دمای  $T_c(\text{mid})$  نشان می‌دهند. برای اندازه‌گیری‌های آزمایش هال

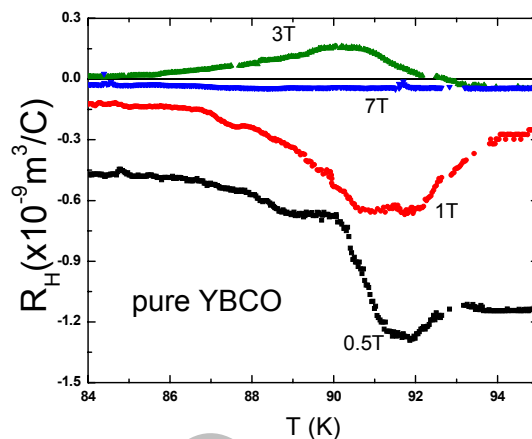
۱. look in amp.



شکل ۴. ضریب حال برحسب دما در ناحیه گردابی برای نمونه آلاینده به CNT.

میدان  $0.5T$  و  $1T$ ، ماکزیمم مقدار رفتار غیرعادی ضریب حال منفی است. برای یک تسلا مقدار آن افزایش می‌یابد و سپس برای میدان  $3T$  مقدار آن تقریباً نزدیک صفر می‌شود و دوباره برای میدان  $5T$  منفی شده و در میدان  $7T$  مجدداً مثبت می‌گردد. می‌توان گفت که در نمونه آلاینده دو بار تغییر علامت صورت گرفته است. با توجه به اینکه تغییر علامت دوگانه حال نتیجه می‌خکوبی قوی گردابه هاست [۶]، می‌توان نتیجه گرفت که آلیش CNT سبب می‌خکوبی قوی گردابه‌ها در نمونه آلاینده شده است.

دادمهر و همکاران گزارش کرده‌اند که تغییر علامت در نمونه‌های Y-123 آلاینده با Pr در میدان زیر  $1T$  رخ خواهد داد [۱۲]، اما برای نمونه خالص این تغییر علامت را در محدوده همان میدان مشاهده نکردند. در می‌یابیم که محدوده میدان مغناطیسی تغییر علامت حال، با نوع و مقدار آلیش جابه‌جا می‌شود. ما یافتیم که در نمونه YBCO خالص تغییر علامت در میدان‌های مغناطیسی بالاتر حدود  $3T$  رخ خواهد داد. اثر ناهنجاری حال برای نمونه خالص و آلاینده، تقریباً در همان دما رخ خواهد داد ولی برای نمونه آلاینده به دلیل وجود CNT، این تغییر علامت به جای مثبت به ولتاژ صفر منتقل می‌شود.



شکل ۳. ضریب حال برحسب دما در ناحیه گردابی برای نمونه خالص.

می‌شود که ولتاژ حال برای مقادیر  $0.5T$  و  $1T$  مقدار منفی دارد. در نمونه خالص با افزایش میدان تا  $1T$  اندازه این مقدار منفی کمتر می‌شود و پس از آن در میدان  $3T$  این ولتاژ مثبت شده، ولی در نمونه آلاینده تقریباً صفر می‌شود و دوباره بعد از آن در هر دو نمونه مقدار آن منفی شده، که در نمونه خالص تا  $7T$  منفی باقی می‌ماند، ولیکن در نمونه آلاینده دوباره در  $7T$  تغییر علامت داده و مثبت می‌شود. نکته قابل توجه دیگر اینکه مقادیر ولتاژ برای نمونه آلاینده حدود ده برابر بزرگتر از نمونه خالص است.

از آنجایی که اثر ناهنجاری حال به طور نزدیکی به نیروی می‌خکوبی مربوط می‌شود و این حالت ناهنجاری حال با کاهش قدرت انرژی می‌خکوبی کاهش یافته و یا حتی ناپدید می‌شود، به نظر می‌رسد که وجود CNT در این ترکیب سبب شده که انرژی می‌خکوبی افزایش یابد و در نتیجه ولتاژ غیر عادی حال افزایش یابد، یعنی CNTها به عنوان ارتباط ضعیف مراکز می‌خکوبی خوبی را در سیستم ایجاد کرده و انرژی می‌خکوبی  $U$  بیشتری را ایجاد نموده که در نتیجه ولتاژ افزایش یافته است. در نمونه خالص شکل ۳،  $R_H$  برای همه دماهای زیر دمای گذار و میدان‌های مغناطیسی  $B < 3T$  منفی است و در میدان  $3T$  تغییر علامت می‌دهد و مثبت می‌شود و در میدان  $7T$  مجدداً منفی می‌شود. در نمونه آلاینده به CNT شکل ۴ برای

با انجام آزمایش های مختلف بر روی نمونه های YBCO خالص و آلییده به CNT، تغییر علامت دوگانه های را در نمونه آلییده یافتیم که نشان از میخکوبی قوی در این ترکیب دارد. تغییر علامت دوگانه، در نمونه خالص مشاهده نشد که حاکی از کاهش میخکوبی در این نمونه نسبت به نمونه آلییده به CNT می باشد.

نویسندگان از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه الزهرا(س) تشکر می کنند.

7. A Tonomura, *Physica C*, **33** (1994) 235-240.
8. V Daadmehr, H Naghshara, and M Akhavan, *Mod. Phys. Lett. B* **16** (2002) 853.
9. S Dadras, V Daadmehr, *Iranian Journal of Physics Research*, **9**, 1 (2009) 25.
10. S Dadras, Y Liu, Y S Chai, V Daadmehr, and K H Kim, *Physica C* **469** (2009) 55.
11. T R Chien, D A Brawner, Z Z Wang, and N P Ong, *Phys. Rev. B* **43** (1991) 6242.
12. V Daadmehr, H Naghshara, M Akhavan, in: M Akhavan, J Jensen, K Kitazawa(Eds.), *Proceeding of First Regional Conference on Magnetic and Superconducting Materials (MSM-99)*, Vol. A, World Scientific, Singapore (2000) 335.
1. T Nagakoa, Y Matsuda, H Obara, A Sawa, T Terashima, I Chong, M Takano, M Suzuki, *Phys. Rev. Lett.* **80** (1998) 3594.
2. N B Kopnin, A V Lopatin, *Phys. Rev. B* **51** (1995) 15291.
3. T R Chien, T W Jing, N P Ong, and Z Z Wang, *Phys. Rev. Lett.* **66** (1991) 3075.
4. W Liu, T W Clinton, A W Smith, and C J Lobb, *Phys. Rev. B* **55** (1997) 11802.
5. D M Ginsburg (Ed.) *Physical Properties of High Temperature Superconductors I*, Singapour: World Scientific (1989).
6. W Gob, W Liebich, W Lang, I Puica, R Sobolewski, R Rossler, J D Pedamig, and D Bauerle, *Phys. Rev. B* **62** (2000) 9780.

Archive of SID