٩٥٧٩١

دانشگاه الزهرا
دانشکده علوم پایه

پایان نامه
جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته فیزیک
گرایش ماده چگال

بررسی اثر آلایش مغناطیسی در ابررسانای دمای بالا سری ۱۲۳

استاد راهنما
دکتر وحید دادمهر

استاد مشاور
دکتر عبدالله مرتضی علی

دانشجو
فاطمه صائب

۱۳۸۷ /۲/ ۲۵

تیرماه ۱۳۸۷

۹۵۷۹۸

دانشگاه الزهرا

جمهوری اسلامی ایران

دانشگاه الزهرا

بسمه تعالی

بموجب نامه شماره ۸۱۴۶ مورخ ۸۷/۴/۱ جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم فاطمه صابت دانشجوی رشته فیزیک دانشکده علوم پایه به شماره دانشجویی ۸۴۱۴۵۶۰۰۴ در روز یکشنبه مورخ ۸۷/۴/۹ تحت عنوان بررسی اثر آرایش مغناطیسی در ابررسانای کوپری در محل آمفی تئاتر گروه فیزیک برگزار گردید.

ابتدا خانم فاطمه صابت در مورد موضوع و نتایج پایان نامه صحبت نمودند و سپس به سوالات اعضاء حاضر در جلسه پاسخ دادند. هیات داوران طی جلسه ای که همزمان تشکیل گردید پس از مشورت، نمره دانشجو را ۱۹/۸۰ و با امتیاز عالی تعیین و مورد قبول قرار گرفت.

هیأت داوران:

۱- استاد راهنما: آقای دکتر داود [illegible]

۲- استاد مشاور: آقای دکتر مرتضی علی

۳- داور خارجی: آقای دکتر حسن [illegible]

۴- داور داخلی: آقای دکتر مسعودی

نام و نام خانوادگی مدیر گروه فاطمه [illegible] امضاء

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده
یا نماینده دانشکده در شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه

امضاء

۸۷/۴/۱۱

سرآغاز، حمد و ستایشِ خداوند بزرگ، که بشر را بـه قـدرت تفکـر و تعقل آراست و سلام و درود بر آن چهارده نورِ پاک و مقدس؛ راهنمایان دانایی و روشنایی.

این کار مختصر را از طرف پدر و مادرم به پیشگاه بانوی علم و ایمـان، حضرت فاطمه(س) تقدیم می‌کنم؛ با امید به آنکـه در جملـه پیـروان واقعی‌اش باشیم.

در پایان این دوره، لازم می‌دانم از راهنمایی‌های ارزنده و زحمات استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر وحید دادمهر بسیار تشکر و قدردانی کنم؛ که اگر رهنمودها و تلاش ایشان در جهت فراهم آوردن شرایط انجام تحقیق نبود، این کار به سرانجام مطلوب نمی‌رسید.

از اساتید بزرگوار جناب آقایان دکتر مرتضی علی، دکتر مسعودی و دکتر چراغچی بابت مطالعه پایان‌نامه، حضور در جلسه دفاعیه و ارائه راهنمایی‌های ارزنده تشکر می‌کنم.

از سرکار خانم دکتر دادرس به جهت رهنمودهای فراوان و بحث‌های آموزنده، انتقال تجربیات و حضور صمیمی‌شان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در تمام مراحل انجام این تحقیق، از همکاری و همفکری دوستان خوبم به خصوص خانم‌ها سمیه فلاحتی و سارا برکت بسیار بهره برده‌ام؛ علاوه بر این حضور این عزیزان، فرصت تجربهٔ کار گروهی مؤفق و پرنشاط را برایم ایجاد کرد، از ایشان صمیمیانه تشکر می‌کنم.

از پدر و مادر عزیزم به پاس همه فداکاری‌ها، محبت‌ها و حمایت بی‌دریغ‌شان بی‌نهایت سپاسگزارم، امیدوارم خداوند بزرگ، خود پاداش لطف بی‌اندازه شان را عنایت فرماید. همچنین از برادران و خواهران مهربانم که همواره مشوق و مایهٔ دلگرمی‌ام بوده‌اند، بسیار تشکر می‌کنم.

چکیده

در این تحقیق با ساخت نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}M_xO_{7-\delta}$ (M=Ni,Fe) با مقادیر آلایش 0=x=0.045، به روش سل ژل، به بررسی اثر جانشینی یون‌های مغناطیسی در ساختار YBCOپرداخته‌ایم. آنالیز فازی نمونه‌ها با طیف پراش اشعه X بررسی شده است. همه نمونه-های آلائیده با Ni تک‌فاز بوده و ساختار 123 ارتورومبیک تشکیل شده بود. در نمونه‌های آلائیده با Fe نیز ساختار غالب 123 ارتورومبیک بوده است، اما در نمونه‌ها با غلظت آلایش x=0.01 و بیشتر، درصدی فاز دوم Y211 در نمونه‌ها دیده می‌شود. داده‌های طیف XRD با استفاده از نرم‌افزار MAUD ظریف سازی شد که جانشینی یون‌های Ni در جایگاه Cu(2) شبکه و یون‌های Fe در محل Cu(1) را نشان داد. جهت تعیین مقدار اکسیژن نمونه‌ها از روش تیتراسیون یدی استفاده کردیم که نشان داد افزایش غلظت آلاینده‌ها نقشی در مقدار اکسیژن نمونه‌ها نداشته است. ریز ساختار نمونه‌ها بوسیله میکروسکپ الکترونی SEM مورد بررسی قرار گرفت. تصاویر SEM کاهش تخلخل، بهبود اتصالات بین دانه‌ای و افزایش سطح تماس دانه‌ها را در نمونه‌های آلائیده با Ni نشان می‌دهد. مقاومت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری و گذار نرمال- ابررسانایی در همه مشاهده شد. با افزایش آلایش Ni دمای گذار در محدوده 93- 87K کاهش یافته و در نمونه‌های آلائیده با Fe این تغییر بین 93-92K بوده است. با انجام اندازه‌گیری ترابردی I-V، مقدار چگالی جریان بحرانی هر نمونه بر حسب چگالی جریان بحرانی نمونه خالص بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های آلائیده با Ni چگالی جریان بحرانی بالاتر از نمونه خالص دارند و بالاترین مقدار J_C مربوط به نمونه با $x = 0.03$ است که نسبت به نمونه خالص 35 برابر شده است. در مورد نمونه‌های آلائیده با آهن دو نمونه با x=0.03, 0.045 به دلیل دارا بودن فاز عایق Y211 و ناهمگنی زیاد، چگالی جریان بحرانی پائین‌تری نسبت به نمونه خالص داشتند اما J_C در نمونه $x = 0.005$ به مقدار 40 برابر افزایش یافته است. نتایج فعالیت‌های پژوهشی انجام شده در این دوره، در قالب پنج مقاله در کنفرانس های ملی و سه مقاله در کنفرانس های بین المللی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: ابررسانای دمای بالا YBCO، اثر آلایش مغناطیسی، تحلیل ساختاری، خواص الکتریکی، چگالی جریان بحرانی

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	أ
فهرست مطالب	ب
فهرست شکل‌ها	ح
فهرست جدول‌ها	ر
پیش‌گفتار	ز
فصل اول : مقدمه‌ای بر ابررسانایی دمای بالا	
1-1 ابررسانایی دمای بالا	
1-1-1سیر تحول ابررسانایی و کشف ابررسانای دمای بالا	2
1-1-2 خانواده‌های دمای بالا	4
1-1-3 مقایسه ابررساناهای دمای بالا و متعارف	6
1-1-4 نظریه پردازی ساز و کار ابررسانایی دمای بالا	9
1-2 خواص مغناطیسی ابررساناهای دمای بالا	
1-2-1 نمودار H-T و مغناطش ابررساناهای دمای بالا	10
1-2-2 ساختار گردابه	12
1-2-3 میخکوبی شار	14
1-2-4 ساز و کار اتلاف در حالت گردابی	
- مقدمه	16
- شارش شار و مقاومت شارشی	16
- خزش شار	18
- نظریه پدیده شناختی افت و خیز ابررسانایی	18

3-1 ساختار بلوری و ریز ساختار ابررساناهای دمای بالا

1-3-1 ساختار بلوری 19

- ساختار بلوری Y123 21

2-3-1 اثرات ساختار لایه‌ای 24

- صفحات CuO_2 و نقش آن در ابررسانایی 25

3-3-1 ریز ساختار 25

- ریز ساختار Y123 28

4-1 اثر آلایش در ابررساناهای دمای بالا

1-4-1 مقدمه 34

2-4-1 نمودار فاز آلایش 35

3-4-1 اثر آلایش اکسیژن 38

4-4-1 آلایش در Y123 40

- آلایش مغناطیسی 42

- ممان و زیرشبکه‌های مغناطیسی 44

- شواهد تجربی 45

فصل دوم : جزئیات ساخت، مشخصه یابی و اندازه‌گیری

2-1 ساخت نمونه‌های ابررسانا

1-1-2 مقدمه 51

2-1-2 روش کلوخه‌ای 52

3-1-2 روش سل ژل 54

- روش الکوکسیدها 56

- روش ترکیبی 57

4-1-2 مراحل ساخت نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}M_xO_7$ (M=Ni, Fe) 59

- استوکیومتری و توزین 60

- تهیه سل و ژل 62
- خشک کردن ژل 65
- تکلیس 65
- فشرده کردن به شکل قرص 66
- کلوخه سازی 66

2-2 مشخصه یابی نمونه‌ها
2-2-1 آزمایش‌ها TGA و DTA 68
2-2-2 آزمایش پراکندگی اشعه X 70
2-2-3 تحلیل ریتولد نقش پراش اشعه X 71
2-2-4 تعیین مقدار اکسیژن نمونه‌ها 72
2-2-5 مشخصه یابی با میکروسکپ الکترونی 76

2-3 اندازه‌گیری الکتریکی نمونه‌ها
2-3-1 آماده سازی نمونه‌ها برای اندازه گیری 78
2-3-2 اندازه گیری ترابردی ρ-T 80
2-3-3 اندازه گیری ترابردی I-V 81

فصل سوم : مشخصه‌یابی، بحث و نتیجه‌گیری
3-1 مشخصه یابی
3-1-1تحلیل حرارتی DTA و TGA 84
3-1-2 نقش پراش اشعه X 85
3-1-3 ظریف سازی طیف پراش اشعه X 89
3-1-4 مقدار اکسیژن نمونه‌ها 94
3-1-5 تصاویر میکروسکپ الکترونی 94

2-3 اندازه گیری های الکتریکی
3-2-1 اندازه گیری مقاومت بر حسب دما 107
3-2-2 اندازه گیری ترابردی I-V 117

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی 127
پیشنهادات برای ادامه کار 129
مراجع 130
Abstract 135

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل 1-1 : طرح T-H-J برای یک ابررسانای متعارف ، هر نقطه داخل سطح ابررسانا است	8
شکل 1-2 : طرح T-H-J برای یک ابررسانای دما بالا	8
شکل 1-3 : نمودار (H-T) برای ابررسانای نوع II و دمای بالا	11
شکل 1-4 : نمایش جریان‌های پوششی در اطراف یک گردشاره	13
شکل 1-5 : توزیع شبکه گردابی هگزاگونال در نمونه کامل به طور شماتیک نشان داده شده است	14
شکل 1-6: میخکوب شدن هسته‌های نرمال در مراکز میخکوبی به طور شماتیک نشان داده شده است	15
شکل 1-7 :ساختار یک نوع پرووسکیت مکعبی ABO_3	21
شکل 1-8 : ساختار بلوری ارتورومبیک YBCO	22
شکل 1-9 : طرح‌وارهٔ فرایند دوقلو شدن. کرنش ایجاد شده در طول گذار تتراگونال به ارتورومبیک، دوقلویی را به‌وجود می‌آورد.	30
شکل 1-10 : طرح‌وارهٔ یک دانهٔ به طور داخلی دوقلویی شده $YBa_2Cu_3O_x$	32
شکل 1-11 : نمودار فاز (T-ρ) برای آلایش حفره ای در HTSCs فازهای مختلف در مقادیر مختلف دما و آلایش شکل می‌گیرند	36

شکل1-12 : نمودار فاز (T-δ) در ساختار $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 39

شکل1-13: تغییرات دمای گذار بر حسب مقدار آلایش در سیستم YBCO آلائیده با یون‌های مغناطیسی و غیر مغناطیسی 46

شکل1-14 : تغییرات دمای گذار در نمونه تک بلورBiSCCO آلائیده با یون مغناطیسی Ni 47

شکل1-15 : نمودار تغییرات دمای گذار برحسب مقدار آلایش مغناطیسی و غیر مغناطیسی در $La_{1.85}Sr_{0.15}CuO_4$ 48

شکل 2-1:روش‌های مختلف فرآیند سل ژل 56

شکل 3-1: نمودار TGA مربوط به ترکیب YBCO تهیه شده به روش سل ژل 84

شکل 3-2: نقش پراش اشعه X نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش 86

شکل 3-3: نقش پراش اشعه X مربوط به نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش 87

شکل3-4 : نمونه $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ساخته شده به روش حالت جامد (بالا) و سل-ژل (پایین) با بزرگ نمایی 2000 96

شکل 3-5: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ با بزرگ نمایی 1000 و 5000 97

شکل 3-6: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.005$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 98

شکل 3-7: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.01$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 99

شکل 3-8: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.03$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 100

شکل 3-9: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.045$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 101

شکل 3-10: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.005$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 103

شکل 3-11: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.01$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 104

شکل 3-12: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.03$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 105

شکل 3-13: تصاویر SEM مربوط به نمونه $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با $x = 0.045$ و بزرگ نمایی 1000 و 5000 106

شکل 3-14: تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب دما در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش 108

شکل 3-15: جزئیات گذار نرمال – ابررسانا در ترکیب $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با $x = 0 - 0.045$ 108

شکل 3-16: تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب دما در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش 109

شکل 3-17: جزئیات گذار نرمال – ابررسانا در ترکیب $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با $x = 0 - 0.045$ 109

شکل 3-18: تغییرات دمای گذار برحسب میزان آلایش در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}M_xO_{7-\delta}(M = Fe, Ni)$. خطوط تنها برای هدایت چشم رسم شده‌اند 112

شکل 3-19: مقایسه تخریب ابررسانایی در نمونه‌های YBCO آلائیده با Ni و Fe 113

شکل 3-20: نمودار تغییرات E بر حسب J در دما و میدان مغناطیسی ثابت برای ترکیب $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با مقادیر آلایش $0= x =0.045$. شکل سمت راست تغییرات نمونه‌های آلائیده را نسبت به نمونه خالص به وضوح نشان می‌دهد 119

شکل 3-21: نمودار تغییرات E بر حسب J در دما و میدان مغناطیسی ثابت برای ترکیب $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با مقادیر آلایش $0= x =0.045$. به دلیل تفاوت زیاد بین مقادیر E در نمونه‌های مختلف برای واضح بودن تغییرات داده‌ها در دو نمودار جداگانه رسم شده‌اند 120

شکل 3-22: هماهنگی داده‌های تجربی(نقاط توپر) با مدل Zeldov (خط پیوسته) در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ 122

شکل 3-23: هماهنگی داده‌های تجربی(نقاط توپر) با مدل Zeldov (خط پیوسته) در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ 123

شکل 3-24: تغییرات چگالی جریان بحرانی نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ نسبت به نمونه غیر آلائیده 124

شکل 3-25: تغییرات چگالی جریان بحرانی نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ نسبت به نمونه غیر آلائیده 125

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول 1-1 تعدادی از ترکیبات ابررسانای دما بالا با مقادیر T_C تقریبی	5
جدول 1-2 : مقادیر استوکیومتری شده از مواد اولیه مورد نظر برای ساخت نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$	61
جدول2-2 : مقادیر استوکیومتری شده از مواد اولیه مورد نظر برای ساخت نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$	61
جدول 3-1 : پارامترهای شبکه ، مکان و درصد اشغال اتمی در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ بدست آمده از ظریف سازی طیف اشعه x این نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار MAUD	90
جدول3-2: پارامترهای شبکه ، مکان و درصد اشغال اتمی در نمونه‌های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ بدست آمده از ظریف سازی طیف اشعه x این نمونه‌ها با استفاده از نرم افزار MAUD	92
جدول3-3: مقادیر اکسیژن موجود در نمونه‌های آلائیده با Ni و Fe، تعیین شده با روش یدومتری	94
جدول 3-4: دماهای گذار در نمونه های $YBa_2Cu_{3-x}Ni_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش	111
جدول 3-5: دماهای گذار در نمونه های $YBa_2Cu_{3-x}Fe_xO_{7-\delta}$ با مقادیر مختلف آلایش	111

پیش‌گفتار

پس از کشف ابررسانایی دمای بالا، بررسی اثر آلایش و جانشانی در جایگاه‌های مختلف این ترکیبات همواره مورد توجه محققان بوده است. از آنجا که آلایش ابررساناهای دمای بالا منجر به گذار ابررسانا ـ عایق در آنها می‌شود، مطالعه خواص الکتریکی، مغناطیسی و ترابردی در فاز بهنجار و ابررسانای این مواد با غلظت‌های مختلف آلاینده، می‌تواند اطلاعات مفیدی درمورد فرآیند رسانندگی در این ترکیبات ارائه دهد و رهیافت مناسبی برای فهم ساز و کار ابررسانایی به حساب آید. بهبود خواص ابررسانایی نیز از دیگر اهداف این تحقیقات می‌باشد.

آزمایش و بررسی‌ها نشان داده‌است که مهمترین جزء ساختاری ابررساناهای اکسیدی دمای بالا، صفحات اکسید مس می‌باشند. در همه خانواده‌ها به جز یک ترکیب، عامل ابررسانش حفره‌های داخل صفحات CuO_2 معرفی شده‌اند. به نظر می‌رسد مس با داشتن ظرفیت مخلوط، نقش مهمی در خواص ابررسانایی این ترکیبات ایفا می‌کند. مطالعات وسیعی بر روی جانشینی این عنصر با سایر یون‌های فلزی در ساختارهای مختلف انجام شده است. وجود دو جایگاه برای مس در ترکیب YBCO و امکان جانشینی عنصر آلاینده در هر یک از آنها، این ساختار را از دیگر خانواده‌های ابررسانای دمای بالا متمایز ساخته است. مطالعه اثر جایگزینی Cu در این ترکیب با دیگر فلزات واسطه، اطلاعات مفیدی پیرامون چگونگی ابررسانش بدست می‌دهد.

از طرف دیگر، همزیستی مغناطیس و ابررسانایی همواره از موضوعات مورد توجه محققان بوده است؛ زیرا این ایده وجود دارد که برهمکنش‌های مغناطیسی عامل ساز و کار ابررسانایی دمای بالا هستند. حضور آلاینده‌های مغناطیسی در ابررساناهای متعارف، به عنوان عامل شکست جفت، دمای گذار را شدیداً کاهش می‌دهد، اما جانشینی کامل یا جزئی سایر عناصر نادر خاکی که دارای ممان مغناطیسی بالایی هستند، به جای Y در ترکیب YBCO تفاوت زیادی

در دمای گذار ایجاد نمی‌کند. این مسأله به تعامل ضعیف و فاصله بین این یونها و الکترون‌های ابررسانش نسبت داده شده است. حضور یون‌های مغناطیسی در جایگاه Cu باعث تقویت این برهمکنش می‌شود.

در این تحقیق اثر جانشینی Ni و Fe به عنوان دو یون مغناطیسی در جایگاه Cu ترکیب YBCO مورد بررسی قرار گرفته است. هر کدام از این دو عنصر یکی از جایگاه‌های Cu (زنجیره یا صفحه) را اشغال می‌کنند، بنابراین می‌توانند مورد مناسبی برای بررسی اثر ناخالصی مغناطیسی در این ساختار باشند. نتایج بدست آمده از تحقیق قبلی نشان داد که کیفیت نمونه‌های YBCO تولید شده به روش سل بسیار بالاتر از نمونه‌هایی است که با روش متداول حالت جامد ساخته شده‌اند و با توجه به اینکه در مقالات جستجو شده، نمونه‌های حجمی آلائیده به روشی غیر سل ژل ساخته شده بودند؛ نمونه‌های بس‌بلوری (M=Ni, Fe) $YBa_2Cu_{3-x}M_xO_{7-\delta}$ به روش سل ژل ساخته شد. خواص الکتریکی و ساختاری نمونه‌ها اندازه-گیری شده و ریز ساختار آنها مورد مطالعه قرار گرفته است.

فصل اول

مقدمه‌ای بر ابررسانایی دمای بالا

1-1 ابررسانایی دمای بالا

1-1-1 سیر تحول ابررسانایی و کشف ابررساناهای دمای بالا

یکی از بزرگترین کشفیات علم فیزیک در اوایل قرن بیستم کشف پدیده ابررسانایی بود. کامرلینگ اونس[1] در سال 1911 با استفاده از هلیوم مایع که به تازگی به آن دست یافته بود، خواص الکتریکی فلزات را در دماهای پائین (نزدیک صفر مطلق) بررسی می‌کرد. در حین بررسی مقاومت الکتریکی جیوه با تغییر دما، مشاهده کرد در دمای 4.2 K مقاومت ناگهان صفر شد [1]. مقاومت الکتریکی حالت جدید کمتر از 10^{-12} برابر مقاومت دمای اتاق این فلز بود. این حالت ماده ابررسانش و این پدیده ابررسانایی نام گرفت. مقاومت صفر در جای خود بسیار جالب توجه بود ولی کشف یک اثر مکمل دیگر به نام اثر مایسنر[2] در سال1933 [2] نگرش جدیدی از ابررسانش را ایجاد کرد: یک ابررسانا نه تنها دارای مقاومت صفر است بلکه بطور همزمان شار مغناطیسی را نیز از خود می‌راند و این طرد شار تا یک میدان مغناطیسی بحرانی H_C امکان پذیر است. کشف رفتار غیر عادی ظرفیت گرمایی در نزدیکی دمای گذار ابررسانایی و در ادامه ارائه نظریه ترمودینامیکی گورتر- کایزمیر[3] در سال 1933 و نظریه الکترومغناطیسی برادران لندن در 1935 گام های بعدی در فهم و شناخت پدیده ابررسانایی بودند. در سال 1950 اثر مهم ایزوتوپ کشف شد که وابستگی دمای گذار را با جرم اتمی (فونون‌های شبکه) نشان می‌داد. با ارائه نظریه پدیده شناختی گینزبرگ- لاندائو [4](1950) و نظریه الکترودینامیک غیر موضعی پیپارد[5] (1953) قدم‌های مهمی در دستیابی به نظریه میکروسکپی ابررسانایی برداشته شد. تا آنکه در سال 1957نظریه مهم و استثنایی BCS توسط باردین-کوپر-شریفر[6] ارائه

[1]Kamerling onnes
[2] Miessner effect
[3] Gorter-Casimir
[4] Ginzburg-Landau
[5] Pippard
[6] Bardeen- Cooper- Schrieffer

گشت[3] که امکان درک بنیادین پدیده ابررسانایی را فراهم آورد. این تئوری بر مفهوم جفت-شدگی الکترون‌ها و تشکیل حالت مقید با گاف انرژی Δ بر زوج‌شدگی ضعیف الکترون-فونون استوار است. در سال 1960 جوزفسون[1] با تکیه بر پدیده تونل‌زنی در فیزیک هسته‌ای پی برد که دو ابررسانای مختلف می‌توانند توسط ارتباط ضعیف به یکدیگر مربوط شوند . ارتباط الکتریکی دائمی می‌تواند در پیوندگاه بدون اعمال میدان الکتریکی خارجی فقط در اثر افت و خیز گرمایی فاز ابررسانایی در دو ابررسانا وجود داشته باشد.

برهم‌کنش الکترون فونون مطرح شده در نظریه BCS امکان وجود ابررسانایی با دمای گذار بالاتر از 30K را رد می‌کرد. این موضوع با تمام مشاهدات تجربی ابررسانایی در ترکیبات فلزی، آلیاژها، بین فلزی و نیمه رساناها نیز تأیید می‌شد بطوریکه تا سال 1986 بالاترین دمای گذار مشاهده شده 23.3 K بود. با وجود دلایل نظری و شواهد تجربی بسیاری از محققان از تلاش برای یافتن ترکیباتی با دمای گذرا بالاتر دست کشیدند تا آنکه در سال 1986 بدنورز و مولر[2] مؤفق به ساخت ترکیب اکسیدی جدیدی با دمای گذار ابررسانایی بین 35-40K شدند [4]. کشف این ترکیب با دمای گذاری بالاتر از پیش‌بینی BCS، ابررساناها را به دو دسته متعارف و دمای بالا تقسیم‌بندی کرد. با توجه به هدف این تحقیق در ادامه پیرامون ابررساناهای دمای بالا و خواص آنها صحبت می‌شود. برای مطالعه بیشتر جزئیات مربوط به ابررساناهای متعارف مراجع [5-7] پیشنهاد می‌شوند.

[1]Josephson
[2]Bednorz and Mueller