



هیدروژن در مقیاس نانو به ابرسیال تبدیل شد؛ تأیید پیش‌بینی ۵۰ ساله

پژوهشگران دانشگاه بریتیش کلمبیا (UBC) و همکارانشان در ژاپن برای نخستین بار موفق شدند ویژگی ابرسیالیت را در خوشه‌های نانومقیاس هیدروژن در دمای پایین مشاهده کنند. به گزارش ایسنا، این یافته، پیش‌بینی را که نیم قرن پیش توسط فیزیکدان برنده نوبل، ویتالی گینزبورگ، مطرح شده بود، تأیید می‌کند و می‌تواند تحولی در ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل هیدروژن به عنوان یک منبع انرژی پاک ایجاد کند. ابرسیالیت، مفهومی که نخستین بار در سال ۱۹۳۶ در هلیوم کشف شد، حالتی است که در آن، مایع می‌تواند از میان باریک‌ترین کانال‌ها بدون هیچ‌گونه اصطکاک عبور کند. این پدیده بعدها در برخی گازهای اتمی نیز مشاهده شد. در سال ۱۹۷۲، دکتر ویتالی گینزبورگ (Vitaly Ginzburg)، برنده جایزه نوبل فیزیک، این فرضیه را مطرح کرد که هیدروژن مایع نیز می‌تواند یک ابرسیال باشد. با این حال، تا کنون دانشمندان نتوانسته بودند این فرضیه را به‌طور تجربی تأیید کنند. برای نخستین بار، پژوهشگران نشان داده‌اند که خوشه‌های نانومقیاس هیدروژن در دماهای فوق‌العاده پایین می‌توانند به ابرسیال تبدیل شوند؛ وضعیتی کوانتومی که در آن، مایع بدون اصطکاک و ویسکوزیته جریان می‌یابد. پیش از این، چنین رفتاری فقط در هلیوم مشاهده شده بود. این پژوهش که توسط تیمی بین‌المللی از دانشگاه بریتیش کلمبیا (UBC)، مؤسسه RIKEN و دانشگاه کانازاوا (Kanazawa) انجام شده، در نشریه Science Advances منتشر شده است. دکتر تاکاماسا موموزه متخصص مولکول‌های سرد و نویسنده ارشد مقاله، می‌گوید: «این کشف درک ما از مایعات کوانتومی را عمیق‌تر می‌کند و می‌تواند الهام‌بخش روش‌های جدیدی برای ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل کارآمدتر هیدروژن، به عنوان سوختی پاک، باشد.» برخلاف هلیوم، مطالعه‌ی هیدروژن در حالت مایع بسیار دشوار است، زیرا در دمای ۲۵۹- درجه‌ی سانتی‌گراد به‌طور طبیعی به حالت جامد در می‌آید. اما تیم پژوهشی دکتر موموزه با استفاده از نانوقطره‌های هلیوم به عنوان محفظه‌ای فوق‌العاده سرد، موفق شدند خوشه‌های هیدروژن را در حالت مایع نگه دارند. آن‌ها دمای محیط را تا ۲۷۲.۲۵- درجه‌ی سانتی‌گراد (۰.۴ کلوین) کاهش دادند و خوشه‌های نانومقیاس هیدروژن را درون این محفظه‌ها قرار دادند. چگونه ابرسیالیت هیدروژن تأیید شد؟ برای آزمایش ابرسیالیت، پژوهشگران یک مولکول متان را درون خوشه‌های هیدروژن قرار دادند و آن را با پالس‌های لیزری به چرخش درآوردند. این روش مانند یک «قناری در معدن زغال‌سنگ» عمل می‌کند؛ به این معنا که اگر مولکول متان بتواند بدون هیچ مقاومتی سریع‌تر بچرخد، نشان‌دهنده‌ی این است که محیط اطراف آن (هیدروژن) به حالت ابرسیال درآمده است. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که زمانی که تعداد مولکول‌های هیدروژن در یک خوشه بین ۱۵ تا ۲۰ عدد باشد، مولکول متان بدون مقاومت می‌چرخد. این یافته، نشانه‌ای قطعی از ابرسیالیت در هیدروژن است. دکتر هاتسوکی اوتانی که این پژوهش را در زمان دانشجویی دکترای خود در UBC انجام داده، می‌گوید: «وقتی برای نخستین بار طیف واضح متان را در یک قطره‌ی کوچک از هیدروژن مایع مشاهده کردیم، بسیار هیجان‌زده شدیم. این نشانه‌ای قوی از ابرسیالیت هیدروژن بود. سپس نتایج نظری همکاران ما در دانشگاه کانازاوا کاملاً با داده‌های تجربی ما مطابقت داشت.» هیدروژن یکی از اصلی‌ترین گزینه‌های سوخت پاک است، زیرا در سلول‌های سوختی تنها محصول جانبی آن آب است. اما تاکنون، چالش‌های مرتبط با تولید، ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل این گاز، زیرساخت‌های مرتبط با آن را محدود کرده است. کشف جریان بدون اصطکاک هیدروژن ابرسیال می‌تواند مسیر را برای فناوری‌های جدید ذخیره و انتقال هیدروژن هموار کند و منجر به بهره‌وری بالاتر در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر شود. این پژوهش، نه تنها یک پیش‌بینی ۵۰ ساله را به واقعیت تبدیل کرد، بلکه پنجره‌ای جدید به سوی درک بهتر پدیده‌های کوانتومی و کاربردهای عملی آن در فناوری‌های آینده گشود.

پژوهشگران دانشگاه بریتیش کلمبیا (UBC) و همکارانشان در ژاپن برای نخستین بار موفق شدند ویژگی ابرسیالیت را در خوشه‌های نانومقیاس هیدروژن در دمای پایین مشاهده کنند. به گزارش ایسنا، این یافته، پیش‌بینی را که نیم قرن پیش توسط فیزیکدان برنده نوبل، ویتالی گینزبورگ، مطرح شده بود، تأیید می‌کند و می‌تواند تحولی در ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل هیدروژن به عنوان یک منبع انرژی پاک ایجاد کند. ابرسیالیت، مفهومی که نخستین بار در سال ۱۹۳۶ در هلیوم کشف شد، حالتی است که در آن، مایع می‌تواند از میان باریک‌ترین کانال‌ها بدون هیچ‌گونه اصطکاک عبور کند. این پدیده بعدها در برخی گازهای اتمی نیز مشاهده شد. در سال ۱۹۷۲، دکتر ویتالی گینزبورگ (Vitaly Ginzburg)، برنده جایزه نوبل فیزیک، این فرضیه را مطرح کرد که هیدروژن مایع نیز می‌تواند یک ابرسیال باشد. با این حال، تا کنون دانشمندان نتوانسته بودند این فرضیه را به‌طور تجربی تأیید کنند. برای نخستین بار، پژوهشگران نشان داده‌اند که خوشه‌های نانومقیاس هیدروژن در دماهای فوق‌العاده پایین می‌توانند به ابرسیال تبدیل شوند؛ وضعیتی کوانتومی که در آن، مایع بدون اصطکاک و ویسکوزیته جریان می‌یابد. پیش از این، چنین رفتاری فقط در هلیوم مشاهده شده بود. این پژوهش که توسط تیمی بین‌المللی از دانشگاه بریتیش کلمبیا (UBC)، مؤسسه RIKEN و دانشگاه کانازاوا (Kanazawa) انجام شده، در نشریه Science Advances منتشر شده است. دکتر تاکاماسا موموزه متخصص مولکول‌های سرد و نویسنده ارشد مقاله، می‌گوید: «این کشف درک ما از مایعات کوانتومی را عمیق‌تر می‌کند و می‌تواند الهام‌بخش روش‌های جدیدی برای ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل کارآمدتر هیدروژن، به عنوان سوختی پاک، باشد.» برخلاف هلیوم، مطالعه‌ی هیدروژن در حالت مایع بسیار دشوار است، زیرا در دمای ۲۵۹- درجه‌ی سانتی‌گراد به‌طور طبیعی به حالت جامد در می‌آید. اما تیم پژوهشی دکتر موموزه با استفاده از نانوقطره‌های هلیوم به عنوان محفظه‌ای فوق‌العاده سرد،

موفق شدند خوشه های هیدروژن را در حالت مایع نگه دارند. آن ها دمای محیط را تا ۲۷۲.۲۵- درجه ی سانتی گراد (۰.۴ کلوین) کاهش دادند و خوشه های نانومقیاس هیدروژن را درون این محفظه ها قرار دادند. چگونه ابرسیالیت هیدروژن تایید شد؟ برای آزمایش ابرسیالیت، پژوهشگران یک مولکول متان را درون خوشه های هیدروژن قرار دادند و آن را با پالس های لیزری به چرخش درآوردند. این روش مانند یک «قناری در معدن زغال سنگ» عمل می کند؛ به این معنا که اگر مولکول متان بتواند بدون هیچ مقاومتی سریع تر بچرخد، نشان دهنده ی این است که محیط اطراف آن (هیدروژن) به حالت ابرسیال درآمده است. نتایج آزمایش ها نشان داد که زمانی که تعداد مولکول های هیدروژن در یک خوشه بین ۱۵ تا ۲۰ عدد باشد، مولکول متان بدون مقاومت می چرخد. این یافته، نشانه ای قطعی از ابرسیالیت در هیدروژن است. دکتر هاتسوکی اوتانی که این پژوهش را در زمان دانشجویی دکترای خود در UBC انجام داده، می گوید: «وقتی برای نخستین بار طیف واضح متان را در یک قطره ی کوچک از هیدروژن مایع مشاهده کردیم، بسیار هیجان زده شدیم. این نشانه ای قوی از ابرسیالیت هیدروژن بود. سپس نتایج نظری همکاران ما در دانشگاه کانازاوا کاملاً با داده های تجربی ما مطابقت داشت.» هیدروژن یکی از اصلی ترین گزینه های سوخت پاک است، زیرا در سلول های سوختی تنها محصول جانبی آن آب است. اما تاکنون، چالش های مرتبط با تولید، ذخیره سازی و حمل و نقل این گاز، زیرساخت های مرتبط با آن را محدود کرده است. کشف جریان بدون اصطکاک هیدروژن ابرسیال می تواند مسیر را برای فناوری های جدید ذخیره و انتقال هیدروژن هموار کند و منجر به بهره وری بالاتر در صنعت انرژی های تجدیدپذیر شود. این پژوهش، نه تنها یک پیش بینی ۵۰ ساله را به واقعیت تبدیل کرد، بلکه پنجره ای جدید به سوی درک بهتر پدیده های کوانتومی و کاربردهای عملی آن در فناوری های آینده گشود.