

خلاصه‌ای از مقاله‌ی چاپ شده در مجله‌ی Scientific Reports

فرمیون مایورانا ذره‌ایست که پادذره خودش است. در حوزه‌ی فیزیک ذرات بنیادی، تاکنون همه تلاش‌ها برای یافتن چنین ذره‌ای ناکام بوده است. با این وجود فیزیک ماده چگال، با معرفی سیستم‌های ابررسانایی خاص، وجود چنین ذراتی را امکان پذیر ساخته است. برانگیختگی‌های بوگولونی که از ترکیب خطی الکترون و حفره ساخته می‌شوند نامزد مناسبی برای فرمیون‌های مایورانا می‌توانند باشند. در ابررساناهای موج s ، که در آنها بوگولونها ترکیب خطی یک الکترون و حفره با اسپین مخالف هستند بروز چنین ذراتی را نمی‌توان انتظار داشت، با این حال در ابررساناهای موج p ، وجود چنین ذراتی محتمل است. اولین مدلی که به پیش بینی نظری فرمیون‌های مایورانا مطرح کرد توسط الکسی کیتایف در سال ۲۰۰۱ پیشنهاد شد. در این مدل فرمیون‌های بدون اسپین در یک زنجیره $1D$ محدود یک بعدی با برهمکنش جفت شدگی با تقارن موج p ، در نظر گرفته می‌شوند. می‌توان نشان داد که در این مدل، فرمیون‌های مایورانا به شکل برانگیختگی‌های جایگزیده با انرژی صفر در دو انتهای زنجیره ظاهر می‌شوند. به زبان ساده، یک فرمیون را می‌توان به دوبخش حقیقی و موهومی تجزیه کرده، این دو را در نقاط دور از هم جایگزیده نمود. از آنجا که این دو بخش یک حالت کوانتمی را نشان می‌دهند، اختلال موضعی در یک بخش آن نمی‌تواند کل حالت را تحت تاثیر قرار دهد و به این دلیل این حالت‌ها را می‌توان برای محاسبات کوانتمی با وادوسی کم مورد استفاده قرار داد.

در مقاله‌ای که اخیراً توسط سید اکبر جعفری (دانشیار فیزیک دانشگاه صنعتی شریف) و فرهاد شهبازی (دانشیار فیزیک دانشگاه صنعتی اصفهان) در مجله Scientific Reports، منتشر شد، یک مدل یک بعدی تشکیل شده از اسپین‌های $1/2$ با برهمکنش دو اسپینی XY ، بین همسایه‌های اول و همچنین برهمکنش‌های چند اسپینی بین همسایه‌های بعدی معرفی شد. با استفاده از تبدیلات جردن-ویگنر، نشان داده شد که این مدل حل دقیق دارد و بسته به برد برهمکنش، این مدل می‌تواند تعداد صحیحی فرمیون مایورانا را پدیدار کند. همچنین نشان داده شد که بسته به اینکه مدل اسپینی تقارن وارون زمانی داشته باشد یا نه، تعداد فرمیون‌های مایورانا می‌تواند متفاوت باشد، به این صورت که در حضور تقارن وارونی زمانی، تعداد فرمیون‌های مایورانا فقط زوج است در حالی که در غیاب تقارن وارونی زمانی تعداد این ذرات می‌تواند زوج یا فرد باشد. این مشاهده، ویژگی جدیدی را در طبقه‌بندی‌های ابررساناهای توپولوژیک پیشنهاد می‌کند.