



بررسی گذار فاز کوانتومی با استفاده از اصل وِردش وابسته به زمان

آذر وفافرد^۱، علیرضا نورمندی پور^۲ و روبرتو فرانزوسی^۴

۱- دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- مرکز فناوری کوانتومی، دانشگاه تبریز، ایران

۳- گروه فیزیک، دانشگاه صنعتی سیرجان، سیرجان، ایران

۴- دانشکده علوم فیزیکی، زمین و محیط (DSFTA)، دانشگاه سینا، سینا، ایتالیا

پست الکترونیکی: vafafard@tabrizu.ac.ir

(دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۹/۲۴؛ دریافت نسخه نهایی: ۱۴۰۴/۰۲/۲۲)

چکیده

گذار فاز پدیده ای اساسی در فیزیک است که با تغییرات ناگهانی در ویژگی‌های یک سامانه مشخص می‌شوند. در حالی که گذار فاز کلاسیک به دلیل نوسانات حرارتی رخ می‌دهد، گذار فاز کوانتومی (QPTs) ناشی از نوسانات کوانتومی در دمای صفر هستند. در این پژوهش، امکان شکل‌گیری QPT ها را در سامانه‌های الکتروپنایمیک کوانتومی کاواک را با استفاده از اصل وِردش وابسته به زمان (TDVP) که یک رویکرد نیمه کلاسیک برای تجزیه و تحلیل سامانه‌های کوانتومی پیچیده است، بررسی می‌کنیم. با شروع از الگوی رابی، که در آن یک کیوبیت منفرد با یک میدان کاواک تک مد برهم‌کنش می‌کند، تأثیر جملات پادچرخشی را بر روی ویژگی‌های حالت پایه سامانه بررسی می‌کنیم. سپس به تجزیه و تحلیل الگوی جینز-کامینگز که در آن تقریب موج چرخان برقرار است، و در نهایت، به الگوی دیکه که در آن برهم‌کنش جمعی کیوبیت‌های متعدد با مد بوزونی در نظر گرفته شده است، می‌پردازیم. برای هر الگو، روابط تحلیلی مربوط به ویژگی‌های حالت پایه استخراج شده و مقادیر بحرانی ثابت جفت‌شدگی که نشانه‌ی وقوع گذار فاز هستند، تعیین می‌شوند. این نتایج نشان می‌دهند که گذار فاز کوانتومی مرتبه دوم، از جمله فازهای ابرتاشی با رفتارهای متمایز حالت پایه، بیانگر توانمندی روش TDVP در فهم و تحلیل QPTs در گستره‌ی وسیعی از سامانه‌ها است.

واژه‌های کلیدی: اصل وِردش وابسته به زمان، هامیلتونی، گذار فاز کوانتومی، کیوبیت

مقاله کامل در بخش انگلیسی همین شماره مجله به چاپ رسیده است.