

<http://physicsweb.org/article/news/5/4/5>

2001/04/11

## گام ی به سوی حل مسئله‌ی آجیلِ برزیلی

چه طور می‌شود که دانه‌های آجیلِ برزیلی به طرفِ بالای کاسه می‌روند و دانه‌های کوچک‌تر آجیلِ ته کاسه جمع می‌شوند؟ اسم پدیده‌ی جداشدنِ ذره‌های مختلف در مخلوط را از این پدیده گرفته اند، اما هنوز کسی نتوانسته است این فرآیند را پیش‌بینی یا کنترل کند. دانیل هُنگ [1] از دانش‌گاه لیهای [2] در ایالاتِ متحد، و هم‌کارانش یک پدیده‌ی جدید الک‌کردن به اسم چگالش را شناسایی کرده اند و نظریه‌ی ای بار آورده اند که رفتار مسئله‌ی آجیلِ برزیلی را پیش‌بینی می‌کند [3].

یک مجموعه ذره با سازوکارهای مختلف ی مرتب می‌شود، از جمله مُخَش (که در آن دانه‌های کوچک‌تر، از طریقِ کانال‌های بینِ دانه‌های بزرگ‌تر پایین می‌روند) و هم‌رفت (که در آن ذره‌های بزرگ‌تر بالا می‌روند). هُنگ و هم‌کارانش با یک سلسله شبیه‌سازی دینامیکِ مولکولی یک سازوکارِ جدید شناسایی کرده اند، که به آن چگالش می‌گویند. هُنگ به فیزیکس وب [4] گفت: ” جداشدن و مخلوط‌شدن، هر دو در صنعت فوق‌العاده مهم اند. مخلوط‌شدن در تولید دارو و بُتن حیاتی است، و با استفاده از ارتعاش هم می‌شود دانه‌های غذایی مثلی برنج را جدا کرد.“

پژوهش‌گران اول سیستم ی از ذره‌های با اندازه‌ی یک‌سان را در نظر گرفتند و انرژی جنبشی هر ذره را با انرژی پتانسیل هم‌ارز آن برابر گرفتند. انرژی جنبشی هر ذره از طریق نظریه‌ی جنبشی مستقیماً با دمای محیط مربوط است. آن‌ها دریافتند یک دمای بحرانی وجود دارد که زیر آن یک لایه از ذره‌ها در ته ظرف چگالیده می‌شود. این دمای بحرانی به جرم و قطر ذره‌ها بستگی دارد. ذره‌های چگالیده در یک جای محدود ارتعاش می‌کنند، اما نمی‌توانند جای خودشان را با هم سایه‌های‌شان عوض کنند یا دوباره وارد بخشِ شاره‌ی سیستم شوند.

گروه هُنگ شبیه‌سازی دیگری انجام داد که در آن دو نوع کره را با هم مخلوط کرده بودند و اثر چگالش را بررسی کرد. هر دسته از کره‌ها یک دمای بحرانی داشت، که از روی جرم و قطر آن دسته به دست می‌آمد. اگر دما بین این دودمای آستانه باشد، آن دسته از ذره‌ها که دمای بحرانی‌شان بیش‌تر است چگالیده می‌شوند، در حالی که دسته‌ی دیگر به شکلی شاره باقی می‌مانند. هُنگ و هم‌کارانش دریافتند نسبت جرم‌ها و قطرهای دو دسته مهم است. اگر جرم کره‌های A دو برابر جرم کره‌های B، و قطر کره‌های A هم دو برابر قطر کره‌های B باشد، کره‌های بزرگ‌تر بالا می‌آیند. اما اگر این کره‌ها شش برابر سنگین‌تر باشند و قطرشان دو برابر باشد، کره‌های بزرگ پایین می‌روند. به این پدیده مسئله‌ی وارون آجیل برزیلی می‌گویند.

هُنگ می‌گوید: ”شناختن پارامترهای کنترل بسیار مهم است، چون در این صورت معلوم می‌شود کی مخلوط‌شدن رخ می‌دهد و کی جداشدن.“ گروه هُنگ با استفاده از یک مجموعه شبیه‌سازی نمودار فازی برای نسبت‌های مختلف قطر و جرم ساخته است. در این نمودار وضعیت‌ها یی که جداشدن رخ می‌دهد، و نیز گذار از مسئله‌ی آجیل برزیلی به مسئله‌ی وارون آجیل برزیلی مشخص شده است. به این ترتیب، از روی آن می‌شود پیش‌بینی کرد چه ترکیب‌ها یی از ذره‌ها با هم مخلوط می‌شوند.

[1] Daniel Hong

[2] Lehigh

[3] Physical Review Letters **86** 3423

[4] PhysicsWeb