

<http://physicsweb.org/article/news/4/5/19>

2000/06/02

## فیزیک به درون گوش راه می‌یابد

از کارِ هلم هلتس [1] در میانه‌ی قرنِ نوزدهم به بعد، فیزیک‌پیشه‌ها به شنوایی انسان علاقه‌مند بوده‌اند. هلم هلتس فکر می‌کرد اندامِ شنوایی انسان (بخشِ حلزونی) شاملِ تعدادی عنصر است که هر یک برای بس آمدِ خاصی تنظیم شده است، مثل چنگ. اما آزمایش‌های بعدی نشان داد مدلِ او نادرست است. حالا فیزیک‌پیشه‌هایی از مؤسسه‌ی ایمیدآ [2] در اسپانیا و دانش‌گاهِ راکفیلر [3] در ایالاتِ متحد ادعا می‌کنند نشان داده‌اند کارِ بخشِ حلزونی را می‌شود با یک پدیده‌ی غیرخطی به اسم دوشاخه‌گی هُپف [4] توصیف کرد [5].

در 1960، فُن یکزی [6] سنجش‌های کلاسیک‌ش در موردِ بخشِ حلزونی را منتشر کرد. از این سنجش‌ها چنین بر می‌آمد که گوش اساساً ابزاری خطی است. اما فُن یکزی آزمایش‌هایش را روی اندام‌های مرده انجام داده بود، و از آزمایش‌های جدیدتر روی بخشِ حلزونی زنده چنین بر می‌آید که شنوایی اساساً غیرخطی است. تصور بر این است که غیرخطی بودن ناشی از یک منبع تغذیه‌ی زیستی است، که به یک پس‌خور مثبت در بخشِ حلزونی منجر می‌شود. در واقع آزمایش در شنوایی انسان گستره‌ای از رفتارهای غیرخطی و ظاهراً نامربوط به هم آشکار کرده است. به علاوه پاسخِ بخشِ حلزونی، حتا به ضعیف‌ترین صداها غیرخطی است.

گروه ایمیدآ- راکفیلر ادعا می‌کند همه‌ی این پدیده‌ها را می‌شود بر حسبِ جواب‌های معادله‌ی هُپف توصیف کرد. معادله‌ی هُپف یک معادله‌ی دیفرانسیلِ مرتبه‌ی اولِ ظاهراً ساده است، که به خاطرِ ویژه‌گی‌های دینامیکی‌ش به گسترده‌گی به کار می‌رود. به ازای بعضی از مقدارهای پارامتر کنترلِ معادله‌ی هُپف، جواب‌های این معادله پدیده‌هایی مثل انقباضِ گستره‌ی دینامیکی، و تنظیمِ تیز برای ورودی‌های کوچک و تنظیمِ هم‌وار برای

ورودی‌های بزرگ نشان می‌دهد. این‌ها پدیده‌هایی اند که در شنوایی انسان هم دیده شده اند. چالشِ بعدی (هم نظری و هم تجربی) آن است که تصویرِ ماکروسکوپی گوش را به رفتارِ میکروسکوپی تک‌تک یاخته‌های مژکی بخشِ حلزونی مربوط کنند.

- [1] Helmholtz
- [2] IMEDEA
- [3] Rockefeller University
- [4] Hopf
- [5] Physical Review Letters **84** 5232
- [6] von Bekesy