

تأسیس ابررایانه خوشه‌ای در پژوهشگاه

علی کتانفروش *

در پژوهشگاه دانش‌های بنیادی از چندی پیش افراد مختلفی با گرایشها، انگیزه‌ها و دیدگاه‌های متفاوت بر سر ضرورت وجود یک سخت‌افزار کارآمد برای اجرای محاسبات با حجم بالا به اتفاق نظر رسیدند، هرچند این خواست جمعی تا مدتی، بیشتر به شکل برنامه‌ای برای «آینده» باقی ماند.

می‌دانیم که کاربردهای رایانه بسیار گوناگون است و چه بسا کاربردهای نوآورانه‌ای که اطلاع از آنها ما را شگفت‌زده می‌کند. از جمله، آنچه بیشتر پژوهشگران علوم پایه را به طرف رایانه می‌کشاند کاربردهایی است که برخی از آنها کاملاً خاص و منحصر به فرد هستند. اکنون در تحقیقات علوم پایه و حتی در ریاضیات محض، حل بسیاری از مسائل و اثبات برخی از قضایا منوط به اجرای تعدادی محاسبات عددی و بررسی جوابهای به دست آمده توسط رایانه هستند. در فیزیک تمام پژوهشهایی که در حوزه شبیه‌سازیهای عددی هستند نیاز به سخت‌افزارهای بسیار قدرتمند دارند تا انجام محاسبات در مدت زمانی تا حد ممکن کوتاه برایشان امکان‌پذیر باشد. در این موارد معمولاً اجراهای مکرر یک برنامه ثابت لازم است تا داده‌های کافی برای تحلیل مسئله فراهم شود. اجرای موازی چندین برنامه شبیه‌سازی به طور همزمان یکی از ابتدایی‌ترین شگردها برای سریع‌تر رسیدن به جواب در این دست از مسائل است. در ریاضیات کاربردی علاوه بر مسائلی که بر پایه شبیه‌سازیهای عددی هستند، مسائل گوناگون دیگری مطرح می‌شوند که پیچیدگی ذاتی الگوریتم‌هایشان، راهکارهایی را می‌طلبد که برای کاهش زمان اجرا و نیز امکان دسترسی به حافظه با حجم بالا روشهایی عملی داشته باشند. در اینجا یک راه حل عمومی، پیاده‌سازی الگوریتم به صورت یک برنامه موازی است. در ریاضیات محض نیز دست کم از دو جنبه محاسبات رایانه‌ای مفید واقع می‌شوند. یکی بررسی گزاره‌های اثبات نشده در حالت‌های متناهی به ازای مقادیر کوچک پارامتر یا بررسی تقریب گسسته برخی از این گزاره‌هاست. در این موارد با اینکه محاسبه نوعی شبیه‌سازی به شمار می‌آید ولی پژوهشگر تنها یک بار آن را انجام می‌دهد. مهمتر اینکه انجام چنین تجربیاتی وقتی سودمند است که زمان آزمایش درستی یک حدس به ازای یک مقدار خاص توسط رایانه بیشتر از زمان اثبات یا رد آن حدس به طور نظری نباشد. دیگر کاربرد، «اثبات به کمک رایانه» است که در آن معمولاً اثبات کامل یک قضیه به بررسی تعداد متناهی از حالات قضیه کاهش می‌یابد. این مسائل در عمل الگوریتم‌های بسیار پیچیده‌ای دارند که با این که یک بار بیشتر اجرا نمی‌شوند ولی در همان یک بار هم زمان بسیار زیادی صرف می‌کنند.

سخت‌افزارهایی که واجد توانایی‌های برتر از لحاظ سرعت پردازشگر و حجم حافظه باشند، ابررایانه‌ها یا دست کم ایستگاه‌های رایانه‌ای هستند. فراهم کردن این نوع رایانه‌ها به دلیل گران‌قیمت بودنشان و نیز تحریم‌ها مشکل است. در عوض آنچه «ابرایانه خوشه‌ای» (HPC Cluster)

نامیده می‌شود با هزینه بسیار کمتر و با جمع‌آوری همان سخت‌افزار رایج در بازار ساخته می‌شود. ساخت چنین ابررایانه‌هایی از سال ۱۹۹۴ آغاز شد که در ناسا برای اولین بار به منظور جلوگیری از بی‌استفاده ماندن رایانه‌های قدیمیتر و از رده خارج شده، تعداد بسیار زیادی از این رایانه‌ها را توسط یک شبکه به یکدیگر مرتبط کردند و سیستمی که از پردازشگرهای تمامی این رایانه‌ها همزمان و به طور موازی استفاده می‌کرد به سادگی قدرتی در حد یک ابررایانه به دست آورد. از آن پس مراکز و مؤسسات علمی و صنعتی بسیاری به ساخت چنین ابررایانه‌هایی رو آوردند و امروزه گویی هر دانشگاه و مرکز پژوهشی داشتن ابررایانه خوشه‌ای را امری لازم و اجتناب‌ناپذیر می‌داند. در ایران نیز ساخت این نوع ابررایانه‌ها از ۳ سال پیش رواج یافته است و پس از ابررایانه‌های خوشه‌ای که در دانشگاه‌های امیرکبیر، صنعتی شریف، شیراز و مرکز تحصیلات تکمیلی علوم پایه در زنجان ساخته شدند، ما نیز در پژوهشکده ریاضیات پژوهشگاه دانش‌های بنیادی دست به ساخت چنین ابررایانه‌ای زدیم. در اوایل زمستان گذشته با تشکیل تیم کوچکی شامل تعدادی از همکاران بخش شبکه و گروهی از همکاران مرکز محاسباتی علمی کار ساخت ابررایانه آغاز شد. آنچه در خردادماه گذشته عملاً به عنوان ابررایانه خوشه‌ای در مرکز محاسبات علمی به بهره‌برداری رسید مجموعه‌ای از ۱۶ پردازنده پنتیوم ۴ است. برای کسب اطلاعات بیشتر و نیز آگاهی از مشخصات فنی این ابررایانه، <http://math.ipm.ac.ir/hpccluster> را ببینید.

در عمل، سرعت افزوده یک خوشه رایانه‌ای کسری از سرعت افزوده آرمانی آن است. نرم‌افزارهای ویژه‌ای که برای سنجش توان پردازش در رایانه‌ها به کار می‌روند سرعت آرمانی حدود ۶۰ میلیارد عمل اصلی در ثانیه را برای این ابررایانه تخمین می‌زنند. ولی در عمل بیشترین سرعت به دست آمده حدود ۳۴ میلیارد عمل اصلی در ثانیه بوده است که توسط یک برنامه محک زنده به دست آمد. این اختلاف به دلیل زمان تلف شده حین رفت و آمد اطلاعات بین رایانه‌ها در شبکه و نیز نوع موازی سازی برنامه است. این ابررایانه کوچک توانست در همان روزهای ابتدایی کارش برنامه یافتن ماتریس آدامار مرتبه ۴۲۸ را که یک مسئله حل نشده بود، در مدت ۱۲ ساعت اجرا کند و جواب را پیدا کند.

دکتر مختارزاده از محققان پژوهشکده ریاضیات در حال ایجاد امکاناتی برای اجرای نرم‌افزار Mathematica به صورت توزیع شده بر روی خوشه رایانه‌ای هستند و علاقه‌مندان به زودی می‌توانند از این امکانات هم استفاده کنند. در حال حاضر داشتن حساب کاربری در این ابررایانه محدود به پژوهشگران پژوهشگاه است که در صورت علاقه می‌توانند با مرکز محاسبات علمی هماهنگی لازم را برای گرفتن حساب کاربری انجام دهند.

* علی کتانفروش، مسئول مرکز محاسبات علمی پژوهشکده ریاضیات.