

## معماری سیستم‌های موازی - تمرین برنامه‌نویسی

هدف در این تمرین، استفاده از توانایی اجرای موازی پردازنده‌های رایج در مسئله‌ای نسبتاً ساده است. در این مسئله، دنباله‌ی  $S$  از اعداد به عنوان ورودی داده می‌شود. هدف پاسخ به دنباله‌ای از پرسش‌ها  $Q$  است. هر پرسش یک زوج عدد است که پاسخ آن، تعداد اعدادی از دنباله‌ی  $S$  است که بین این دو عدد قرار می‌گیرند. برای نمونه، اگر  $S$  برابر  $(۱, ۳, ۵, ۸, ۹)$  و  $Q$  برابر  $((۳, ۵), (۲, ۲), (۳, ۸))$  باشند، پاسخ پرسش‌های  $Q$  دنباله‌ی  $(۲, ۰, ۳)$  خواهد بود.

**یک** با توجه به نسبت اندازه‌ی  $S$  و  $Q$ ، الگوریتم‌هایی که می‌توان برای مسئله‌ی بالا ارائه داد را تحلیل کنید. سپس، یکی از این الگوریتم‌ها را پیاده‌سازی نمایید.

**دو** با استفاده از کتابخانه‌ی PThreads سعی کنید الگوریتم قسمت یک را موازی کنید؛ تعداد ریسمان‌ها (Thread) را به عنوان یک ورودی دریافت نمایید. میزان تسریع (Speedup) را با افزایش تعداد ریسمان‌ها برای یک پردازنده‌ی چند هسته‌ای در یک نمودار نشان دهید.

**سه** با استفاده از Intrinsics برای دستورات AVX یا SSE سعی کنید الگوریتم گام دوم را بهبود دهید. میزان تسریع را محاسبه نمایید.

**چهار** برنامه‌ی گام یک را با استفاده از OpenMP به صورت موازی پیاده‌سازی کنید و تسریع آن را با گام سوم مقایسه نمایید.

**پنج** با استفاده از OpenCL برنامه‌ی گام یکم را بیان کنید و آن را روی یک پردازنده‌ی چند هسته‌ای و کارت گرافیکی شرکت اینتل آزمایش نمایید.

## شیوهی آزمایش

ورودی برنامه‌ها از الگوی یکسانی پیروی می‌کند: ورودی با دو عدد شروع می‌شود که اندازه‌ی  $S$  و  $Q$  را مشخص می‌کنند. سپس به تعداد  $|S|$  عدد در ورودی ظاهر می‌شوند که اعضای  $S$  را مشخص می‌کنند و بعد از آن  $|Q|$  زوج عدد ظاهر می‌شوند که اعضای  $Q$  را بیان می‌کنند. خروجی باید شامل  $|Q|$  خط باشد که هر خط پاسخ پرسش متناظر آن در ورودی می‌باشد. همچنین، در محاسبه‌ی زمان اجرای هر یک از این الگوریتم‌ها، زمان ورودی و خروجی را لحاظ نکنید.