

امتحان میانی معماری سیستم‌های موازی

مجموع نمره‌ها: ۱۰۰

زمان آزمون: ۸۰ دقیقه

۱ (۴۵) میانگین قطری: برنامه‌ی زیر را در نظر بگیرید. در این برنامه A یک آرایه‌ی دو بعدی با ابعاد $(n + 5) \times (n + 5)$ است و اندازه‌ی هر یک از عناصر آن هشت بایت است. فرض کنید اندازه‌ی بلوک حافظه‌ی نهان ۶۴ بایت و تأخیر انتقال اطلاعات از حافظه‌ی اصلی به حافظه‌ی نهان صد دور (Cycle) باشد.

```
for (i = 0; i < n; i++)
    for (j = 0; j < n; j++)
        A[i, j] = (A[i, j] + A[i+1, j+1] + A[i+2, j+2] +
                  A[i+3, j+3] + A[i+4, j+4]) / 5;
```

۱.۱ زمان اجرای برنامه را در این پردازنده به صورت تقریبی محاسبه نمایید. فقط تأخیر دسترسی به آرایه‌ی A را در نظر بگیرید و فرض کنید هر دور از حلقه‌ی داخلی چهار دور پردازنده محاسبه انجام دهد.

۲.۱ پردازنده چند بند داشته باشد که هیچ گاه برای خواندن اطلاعات از حافظه‌ی اصلی بیکار نشود؟ فرض کنید حلقه‌ی خارجی به صورت مساوی بین بندها تقسیم گردد.

۳.۱ با فرض اینکه سرعت پردازنده یک گیگاهرتز و پهنای باند گذرگاه حافظه‌ی اصلی یک گیگا بایت بر ثانیه باشد، پردازنده (با تعداد بندهای قسمت قبل) حداقل چند هسته داشته باشد تا از پهنای باند به بهترین شکل استفاده شود؟

۴.۱ اگر قرار باشد پردازنده فقط یک هسته داشته باشد و تعداد بندها آن عددی باشد که در قسمت دوم آورده‌اید، اندازه‌ی بلوک حافظه‌ی نهان باید به چه مقدار تغییر کند که از پهنای باند به بهترین شکل استفاده شود؟

۲ (۴۵) برای برنامه‌ی سؤال قبل، یک برنامه‌ی موازی طراحی نمایید.

۱.۲ حداقل n^2 وظیفه مشخص کنید و گراف وابستگی را بکشید. با توجه به قانون Amdahl حداکثر تسریع در این برنامه‌ی موازی چقدر است؟

۲.۲ وظیفه‌ها را به n پردازنده نگاشت کنید. این نگاشت را به شکلی انجام دهید که محلی‌گرایی زمانی در هر پردازنده زیاد و همگام‌سازی بین پردازنده‌ها کمینه باشد (با دلیل).

۳.۲ شبه کد برنامه‌ی موازی برای مدل حافظه‌ی مشترک برای این برنامه را نشان دهید.

۳ (۱۰) توضیح دهید چگونه تکنیک باز کردن حلقه (Loop Unrolling) به اجرای حلقه‌ی سؤال یک برای پردازنده‌های دارای گسترش SIMD کمک می‌کند. با کمک شبه کد برای دستورات SIMD پردازنده توضیح دهید.