



به موارد زیر توجه کنید:

- ۱- حتما نام و شماره دانشجویی خود را روی پاسخ‌نامه بنویسید.
- ۲- کل پاسخ تمرینات را در قالب یک فایل pdf با شماره دانشجویی خود نام‌گذاری کرده در سامانه CW بارگذاری کنید.
- ۳- این تمرین ۶۰ نمره دارد که معادل ۰,۶ نمره از نمره کلی درس است.
- ۴- در صورت مشاهده هر گونه مشابهت نامتعارف هر دو (یا چند) نفر **کل نمره** این تمرین را از دست خواهند داد.

۱- (۱۰ نمره) یک پردازنده قدیمی مداری برای انجام عملیات ضرب ندارد! دو گروه از دانشجویان برای اجرای برنامه‌ای که ۲۰٪ دستورات آن ضرب است، دو نوع مدار ضرب‌کننده می‌سازند و به آن اضافه می‌کنند. گروه اول یک مدار ضرب‌کننده ترتیبی می‌سازد که عملیات ضرب را در ۸ چرخه انجام می‌دهد. گروه دوم یک مدار ضرب‌کننده ترکیبی می‌سازد که ضرب را در یک چرخه انجام می‌دهد اما به ناچار نرخ ساعت (clock rate) را از ۵۰۰ کیلوهرتز به ۴۰۰ کیلوهرتز کاهش می‌دهند. اگر زمان اجرای برنامه به ازای  $N$  دستور برای گروه اول  $N \times 10^{-5}$  باشد، زمان اجرا برای گروه دوم را محاسبه کنید.

۲- (۱۰ نمره) دو پیاده‌سازی متفاوت از یک ISA را در نظر بگیرید. چهار دسته از دستورات با نام‌های A و B و C و D وجود دارد. مقدار CPI و نرخ ساعت هر کدام از این دو پیاده‌سازی در جدول زیر داده شده است. الف- اگر در یک برنامه به ترتیب ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۲۰ درصد دستور از نوع A و B و C و D داشته باشد، متوسط CPI را در هر پیاده‌سازی محاسبه کنید. ب- اگر این برنامه ۱۰۶ دستور داشته باشد، کدام پیاده‌سازی سریع‌تر است؟

	clock rate	CPI A	CPI B	CPI C	CPI D
Imp1	3 GHz	2	4	5	8
Imp2	2 GHz	2	2	3	3

۳- (۱۰ نمره) دو پردازنده C1 و C2 را به ترتیب با نرخ ساعت ۲/۵ و ۳/۵ گیگاهرتز را در نظر بگیرید. CPI متوسط یک برنامه محک (benchmark) روی این پردازنده‌ها به ترتیب ۳ و ۳/۵ است. الف- زمان اجرای  $N$  دستور روی هر یک از دو پردازنده و نسبت کارایی C2 به C1 را به دست آورید. ب- می‌خواهیم با کم کردن CPI متوسط، زمان اجرا را به ۰/۷۵ مقدار بند الف برسانیم، اما این کار باعث ۱/۲ برابر شدن چرخه ساعت می‌شود. حساب کنید CPI متوسط هر پردازنده چقدر باید باشد؟ ج- به ازای افزایش مقداری یکسان در CPI (برای مثال افزوده شده یک واحد به هر کدام) و با فرض ثابت بودن چرخه ساعت، کدام پردازنده کاهش کارایی بیشتری را تجربه خواهد کرد؟ چرا؟ د- به ازای افزایش مقداری یکسان به نرخ ساعت (برای مثال افزوده شدن یک گیگاهرتز به هر کدام) و با فرض ثابت بودن CPI متوسط، کدام پردازنده افزایش کارایی بیشتری را تجربه خواهد کرد؟ چرا؟

۴- (۱۰ نمره) در یک پردازنده ۵۴٪ چرخه‌های ساعت صرف اجرای دستورات محاسباتی و باقی صرف معطلی برای عملیات I/O می‌شود. ۴۰٪ دستورات محاسباتی مربوط به محاسبات اعداد صحیح با  $CPI=5$  و ۱۵٪ مربوط به دستورات ممیز شناور با  $CPI=6$  و باقی مربوط به سایر دستورات با  $CPI=4$  هستند.

الف-  $CPI$  میانگین را محاسبه کنید.

ب- اگر در اثر بهبود سخت‌افزار،  $CPI$  دستورات به ترتیب ذکر شده در صورت سوال ۳، ۲ و ۱ واحد کاهش یابد  $CPI$  جدید را محاسبه کنید.

ج- اگر در اثر بهبود حاصل شده در قسمت ب، نرخ ساعت به اندازه ۳۰٪ کاهش یابد، تسریع را محاسبه کنید و بگویید که آیا این عملیات باعث بهبود کلی سیستم شده است یا خیر.

۵- (۲۰ نمره) پردازنده  $X$  با مساحت  $A$  را در نظر بگیرید. شما باید کارایی پردازنده‌های دیگر را با توجه به کارایی  $X$  بررسی کنید. فرض کنید که کارایی یک هسته از پردازنده با جذر مساحت آن متناسب است. پردازنده‌ها قرار است برنامه‌ای اجرا کنند که  $S$  جز از آن به صورت سری و  $1-S$  جز از آن کاملاً به صورت موازی قابل اجرا است. ( $S \leq 1$ )

الف- یک پردازنده  $Z$  با یک هسته و مساحت  $16A$  داریم. اگر یک برنامه با  $S = 1$  را روی آن اجرا کنیم، تسریع (speed-up) چقدر خواهد بود؟

ب- یک پردازنده  $Y$  با یک هسته بزرگ با مساحت  $NA$  و تعداد دیگری هسته هر کدام با مساحت  $A$  داریم. مساحت کل تراشه  $16A$  است. با کمک قانون آمدا، تسریع این پردازنده را نسبت به پردازنده  $X$  بر حسب  $S$  و  $N$  به دست آورید.

فرض کنید که بخش سریال برنامه روی هسته بزرگ اجرا می‌شود و بخش موازی روی همه هسته‌ها (از جمله هسته بزرگ) اجرا می‌شود.

ج- پاسخ بند ب را به ازای  $N=9$  به دست آورید و سپس بیشینه و کمینه تسریع را بر حسب  $S$  محاسبه و توجیه کنید. (راهنمایی: اگر  $S = 0$  یعنی همه برنامه را می‌توان کاملاً موازی اجرا کرد و اگر  $S = 1$  یعنی همه برنامه باید به صورت سری اجرا شود.)