



به نام خدا

## تکلیف سری ششم درس زبان‌های توصیف سخت‌افزار و مدارات

زمان تحویل: ۱ تیرماه ۱۳۹۹

### نکاتی در مورد انجام و ارسال تکالیف:

- ۱- برای هر ماژول که می‌نویسید، یک فایل ۷. جداگانه در نظر بگیرید. همه‌ی ماژول‌ها را در یک فایل ۷. ننویسید.
- ۲- ماژول Testbench هر سوال را حتماً به همراه سایر ماژول‌ها ارسال فرمایید.
- ۳- برای تحویل تکلیف یک گزارش مختصر از نحوه‌ی انجام تکالیف یا پاسخ به سوالات مطرح شده نیاز است. این گزارش در قالب PDF خواهد بود. دقت کنید که نیاز به کپی کردن کدها در داخل گزارش نیست؛ بلکه فایل کدها بصورت جداگانه باید ارسال شود.
- ۴- توجه فرمایید که کل پروژه‌ی نرم‌افزار ISE را ارسال کنید. البته فایل‌های حجیم مربوط به شبیه‌سازی را حذف کنید. حجم کل پروژه بیش از ۱۰ مگابایت نخواهد شد.
- ۵- در نهایت یک فایل زیپ به شکل HW6\_StudentID.zip حاوی گزارش و فایل‌های ۷. را قبل از موعد تحویل در سامانه دروس آپلود فرمایید.

### سوال اول (الف) می‌خواهیم ماژولی طراحی کنید که به کمک آن بتوان عملیات‌های ماتریسی جمع، تفریق،

ضرب، تریس (جمع درایه‌های روی قطر اصلی) و ترانهاد دو ماتریس A, B با درایه‌های ۸ بیتی را محاسبه نماید و در ماتریس C با درایه‌های ۸ بیتی قرار دهد. (هر جا نیاز است باید بیت‌های کم ارزش اعداد محاسبه شده را حذف نمایید).

عملیات	OP
A+B	3'b000
A-B	3'b001
B-A	3'b010
$A * B^T$	3'b011
$A^T$	3'b100
$B^T$	3'b101
Trace(A)	3'b110
Trace(B)	3'b111

ماتریس‌ها با ابعاد  $32 \times 32$  می‌باشند که در نتیجه مجموع درایه‌های آنها ۱ کیلوبایت خواهد شد. ماتریس‌های  $32 \times 32$  ورودی و خروجی به صورت سطری شده (پشت سر هم قرار دادن سطرهای ماتریس در یک حافظه) در حافظه‌های قرار گرفته است. با استفاده از Core Generator فایل‌های COE. ضمیمه شده را به عنوان مقدار اولیه در حافظه‌های RAM قرار دهید. این برنامه یک ورودی ۳ بیتی Op برای تعیین نوع عملیات و یک ورودی op\_start برای تعیین زمان شروع شروع عملیات دارد. زمان که op\_start مقدار یک به خود بگیرد (به مدت یک کلاک) ماژول باید بسته به جدول زیر عملیات مورد نظر را آغاز نماید. بدیهی است عملیات‌های مختلف

زمان اجرای متفاوت خواهند داشت. مثلا محاسبه حاصلضرب  $32 \times 32 \times 32$  کلاک به طول خواهد انجامید حال آنکه سایر عملیاتها ممکن است در  $32 \times 32$  کلاک قابل انجام باشد.

**ب)** فرض کنید داده های دو حافظه A, B از طریق دو پورت UART با نرخ 115200bps وارد FPGA می شوند و از طریق پورت دیگر حافظه با همان پالس ساعت ماژول گیرنده UART در حافظه ثبت می شوند. برای آدرس دهی داده ها، یک ورودی به نام write\_start وجود دارد که به مدت یک پالس ساعت یک می شود و نشان می دهد که داده های دریافتی از آن زمان به بعد از خانه اول حافظه در حافظه ثبت شوند. بدیهی است که می توان با این روش بارها حافظه ها را مقدار دهی کرد. همچنین هر بار انجام هر کدام از عملیاتها پایان یافت، داده های ثبت شده در حافظه ماتریس C را از طریق یک پورت UART دیگر به ترتیب از خانه اول حافظه به بیرون ارسال کنید و در ابتدا به مدت یک کلاک transmit\_output را یک کنید.

با استفاده از یک DCM و با فرض اینکه پالی ساعت ورودی FPGA ۲۴ مگاهرتز می باشد، پالس های ساعت مورد نیاز ماژول های محاسباتی و ماژول های ارسال و دریافت UART را تولید کنید. اگر فرکانس مورد نیازتان از حدود ۱۰ مگاهرتز کمتر باشد DCM امکان تولید آن فرکانس را نخواهد داشت و باید از ایده clk\_en استفاده کنید و یا با استفاده از یک شمارنده پالس ساعت با فرکانس مورد نیازتان تولید کنید. البته روش اول قطعا روش مطمئن تری است.

**ج)** برای ماژول فوق یک testbench طراحی کنید که ابتدا  $A \times B^T$  را محاسبه و خروجی را تولید کند. سپس ماتریس  $32 \times 32 \times 90$  و ماتریس تمام صفر را از طریق UART در حافظه A, B قرار دهد و نتیجه جمع آنها را مشاهده کنید.

**د)** حداکثر فرکانس کاری طراحی فوق را تعیین کنید. پورتهای را طبق جدول زیر به پین ها متصل کنید. سعی کنید با شرط گذاری زمانی فرکانس را افزایش دهید.

نام پورت	transmit_output	write_start	Op_start	Op[2:0]	tx_C	rx_B	rx_A	clk
شماره پین	p120	p119	p114, p115, p116	P111	P85	P83	P81	P50

**اختیاری)** به منظور افزایش سرعت می توان با تغییر عرض بیت خواندن از حافظه ماتریس های A, B سرعت دریافت داده ها و در نتیجه حصول نتیجه را افزایش داد. با استفاده از این ایده حداکثر چقدر می توانید سرعت محاسبات را افزایش دهید؟ فرکانس کاری چطور خواهد شد؟ آیا ایده دیگری برای افزایش سرعت محاسبات دارید؟

در پروژه پیوست ارائه شده ساختار کلی پروژه ایجاد شده است. البته اتصال دقیق wireها و محتوای ماژول ها با شماست.