



به نام خدا

## تکلیف سری چهارم درس زبان‌های توصیف سخت‌افزار و مدارات

### برای ارسال تکالیف، حتما به نکات زیر توجه کنید:

- برای هر سوال در نرم افزار ISE، فایل جداگانه‌ای ایجاد کنید.
- تمامی طرح‌ها می‌بایست به طور کافی شبیه سازی شوند؛ بنابراین لازم است برای هر سوال Test Bench مناسب نوشته و آن را ضمیمه کنید.
- علاوه بر ارسال فایل جواب سوال و فایل شبیه سازی، می‌بایست از شکل موج‌های موجود در شبیه سازی Screenshot گرفته و آن‌ها را با کیفیت مناسب (به طوری که اسامی سیگنال‌ها و شکل موج‌ها واضح باشند) ارسال کنید.
- **توجه کنید که برنامه‌ها باید تماما قابل سنتز باشند.** همچنین نتایج سنتز از قبیل حداکثر فرکانس قابل اتصال به طرح و منابع استفاده شده از FPGA را گزارش کنید. از تراشه زیر به عنوان هدف سنتز استفاده کنید.

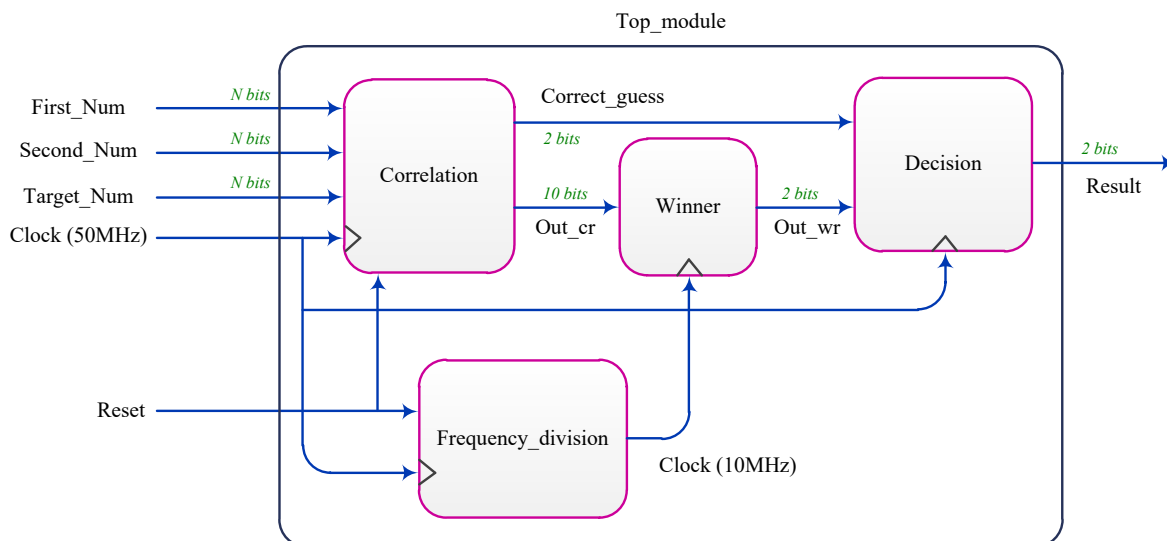
Spartan6
XC6SLX16
CSG324
-3

- لازم نیست تمامی فایل‌های موجود در پوشه پروژه را ارسال کنید!! تنها فایل ۷. جواب، فایل ۷. شبیه سازی و تصاویر شکل موج‌های شبیه سازی شده را ارسال کنید.
- حتی الامکان اسامی سیگنال‌ها و متغیرها را با مسمی انتخاب کنید و همچنین با نظم و ترتیب برنامه بنویسید.
- در نهایت این فایل را در قسمت مربوطه در سامانه دروس آپلود کنید. (در صورتی که از قسمت مدیریت فایل استفاده می‌کنید، گزینه Hand In را فراموش نکنید.)

## سوال اول:

در یک بازی یک عدد  $N$  بیتی بصورت تصادفی انتخاب شده و روی یک کارت نوشته می‌شود (Target\_num). این بازی دو شرکت کننده دارد که هر کدام می‌توانند 5 بار حدس بزنند که عدد نوشته شده روی کارت چه عددی است. اعدادی که نفر اول و نفر دوم حدس می‌زنند بترتیب با First\_num و Second\_num نامگذاری می‌شوند که هر دو  $N$  بیتی هستند. کسی که هر بار بتواند عددی با correlation بیشتر با عدد Target\_num را حدس بزند، برنده آن دور بازی است (correlation به معنای تعداد بیت متناظر مساوی است. مثلاً دو رشته ۶ بیتی "01110" و "10110" دارای correlation برابر با ۳ هستند). بنابراین برنده نهایی در اولویت اول کسی است که بتواند عدد روی کارت را درست حدس بزند. در اولویت بعدی کسی که بتواند تعداد دور بیشتری عدد با correlation بالاتر نسبت به عدد مورد نظر را حدس بزند، برنده است.

این مدل بازی در Top-module مطابق با شکل زیر از چهار Sub-module تشکیل شده است. ورودی‌های ماژول اصلی شامل سیگنال کلاک 50MHz، سیگنال ریست و سه عدد  $N$  بیتی است که در بالا معرفی شد. این ورودی‌ها با همان فرکانس کلاک اصلی سیستم تولید می‌شوند. همچنین توجه داشته باشید که سیگنال ورودی Target\_num فقط یکبار تولید می‌شود و در طول بازی تغییر نمی‌کند. خروجی ماژول اصلی نیز یک سیگنال دو بیتی (Result) است که در صورتی که نفر اول برنده باشد مقدار 01 و در صورتی که نفر دوم برنده باشد مقدار 10 را نمایش می‌دهد. مقدار 11 نیز نشان دهنده این است که هر دو شرکت کننده توانسته‌اند با شرایط مساوی مسابقه را به پایان برسانند (در واقع یا هر دو به درستی توانسته‌اند Target\_num را حدس بزنند و یا اینکه حدس آنها correlation یکسانی با عدد Target\_num، در تمام دورهای بازی داشته است).



در ماژول Correlation، قرار است که correlation اعدادی که نفر اول و نفر دوم حدس زده‌اند (First\_num و Second\_num) با عدد روی کارت (Target\_num) بدست آید. نتیجه حاصل شده، در سیگنال 10 بیتی Out\_cr قرار داده می‌شود. این کار بصورتی انجام می‌شود که نتیجه هر دور بازی یعنی correlation هر بار حدس دو نفر با عدد Target\_num در دو بیت از این سیگنال قرار می‌گیرد. بیت اول متناظر با نفر اول و بیت دوم متناظر با نفر دوم. بطور مثال در اولین دور بازی اگر نفر دوم برنده باشد، سیگنال خروجی بصورت 10000000010 است. حال اگر در بار دوم نفر اول و در بار سوم هر دو نفر برنده باشند، نتیجه خروجی در دور سوم بصورت 10110110000 خواهد شد. به همین ترتیب نتیجه 5 دور حدس شرکت کنندگان بعد از گذشت 5 پالس کلاک این ماژول، مشخص می‌شود. خروجی Correct\_guess در این ماژول هم برای حالتی است که یکی از شرکت کنندگان بتوانند عدد روی کار را دقیقاً حدس بزنند (یعنی عدد correlation دقیقاً N باشد). اگر نفر اول درست حدس زده باشد، مقدار سیگنال Correct\_guess برابر با 01، اگر نفر دوم درست حدس زده باشد، مقدار خروجی 10 و اگر هر دو نفر درست حدس زده باشند، مقدار سیگنال Correct\_guess برابر با 11 خواهد بود. سیگنال کلاک با فرکانس 50MHz و سیگنال ریست هم ورودی‌های دیگر این ماژول هستند.

ماژول Winner مشخص کننده فرد برنده در طول این بازی است. براساس مقدار سیگنال Out\_cr باید مشخص شود که چه کسی تعداد دفعات بیشتری توانسته حدس نزدیکتری به عدد روی کارت داشته باشد. خروجی این ماژول بنام Out\_wr یک سیگنال دو بیتی است که اگر نفر اول برنده باشد مقدار 01، اگر نفر دوم برنده باشد مقدار 10 و اگر correlation حدس‌های دو نفر یکسان باشد مقدار 11 را خواهد داشت.

ماژول Frequency\_division فرکانس کلاک را برای ماژول Winner فراهم می‌کند. با توجه به اینکه مقدار Out\_cr بعد از گذشت 5 پالس کلاک اصلی سیستم فراهم می‌شود، در حالی که ماژول Winner باید این مدت زمان را تا آماده شدن ورودی‌اش صبر کند، بنابراین فرکانس کلاک ماژول Winner باید 1/5 فرکانس کلاک اصلی سیستم باشد. این تبدیل فرکانس در ماژول مذکور انجام می‌شود. ضمن اینکه سیگنال Reset نیز ورودی دیگر این ماژول است.

ماژول Decision تصمیم گیرنده نهایی در مورد فرد برنده است بگونه‌ای که با اولویت دادن به کسی که بتواند عدد روی کارت را درست حدس بزند، عمل می‌کند. در صورتی که هر یک و یا هر دو نفر شرکت کنندگان توانسته باشند مقدار دقیق را حدس زده باشند، تعیین فرد برنده با توجه به سیگنال Correct\_guess انجام می‌شود و این کار در هر دوری از بازی از این 5 دور که انجام شود، باعث تولید خروجی خواهد شد و بدنال آن نیاز است که سیستم ریست شود و فرایند بازی به ابتدای آن برگردد. اما اگر در طول این 5 بار هیچ یک از افراد نتوانسته باشند مقدار درست را حدس بزنند، نتیجه بازی با توجه به مقدار سیگنال Out\_wr تعیین خواهد شد. بطوری که اگر این سیگنال 01 باشد، خروجی Result برابر با 01 بوده و نفر اول برنده است و اگر این سیگنال مقدار 10 را داشته باشد، خروجی Result برابر با 10 و نفر دوم برنده

خواهد بود. حالت 11 نیز نشان دهنده correlation یکسان هر دو نفر در طول فرایند بازی است. جدول زیر عملکرد ماژول Decision را برای تولید خروجی نشان می‌دهد.

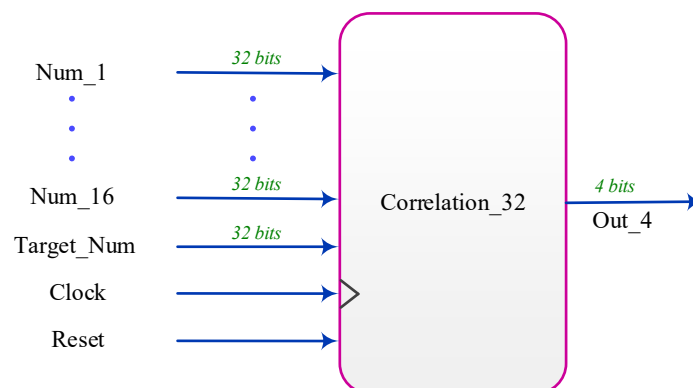
Correct_guess	Result
00	Out wr
01 or 10 or 11	Correct_guess

تبصره:

برای محاسبه correlation بین اعداد باید از function استفاده شود.

## سوال دوم:

۱. با توجه به مفهوم سوال اول، در این سوال قرار است ماژولی طراحی کنید که در آن 16 بازیکن با شماره گذاری 0000 تا 1111، هر کدام یک عدد 32 بیتی اعلام کنند و سپس بر اساس correlation بین عدد اعلام شده توسط هر بازیکن و عدد Target\_num، فرد برنده توسط شماره آن بازیکن اعلام شود. تبصره: طراحی شما بگونه‌ای باشد که اگر correlation بدست آمده برای دو یا چند نفر یکسان بود، فرد با شماره کوچکتر بعنوان برنده اعلام شود.



۲. در قسمت دوم قرار است ماژولی طراحی کنید که از ماژول قسمت اول استفاده کند. این کار با تعریف ماژولی انجام می‌شود که یک ورودی Bit stream تک بیتی که حاوی اطلاعات سریال است به صورت همگام با لبه بالارونده سیگنال کلاک را دریافت نموده و بطور ممتد در زمان، به ازای هر ۳۲ بیت دریافتی یک نفر را بعنوان برنده اعلام می‌کند. توجه شود که ورودی سریال در اصل هر ۳۲ پالس ساعت یک Target\_Num جدید تولید می‌کند. خروجی چهار بیتی تولید شده (شماره فرد برنده) تا اعلام نتیجه برنده بعدی روی خروجی باقی می‌ماند. توجه کنید که در این ماژول، برای دریافت داده‌ها در واقع به یک شیفت رجیستر serial\_to\_parallel نیاز دارید.

توجه کنید که هر چند صورت این مسئله برای سادگی به صورت یک بازی مطرح شده است ولی این طرح کاربرد زیادی در اکثر سیستم‌های مخابراتی دارد.

