



دکتر احمد خونساری

پردازش اطلاعات کوانتومی

پاییز ۱۴۰۲



تمرین ۵

## دستورالعمل

پاسخ تمرین را به صورت یک فایل PDF و یک فایل ipynb آماده کنید و در قالب یک فایل ZIP بارگذاری کنید. در فایل ipynb پیاده‌سازی‌های لازم برای پاسخ‌گویی به سؤالات را قرار دهید. کدهای شما باید خوانا و دارای توضیحات کافی باشند.

## سؤال ۱

در الگوریتم Deutsch از مفهوم Phase Kickback استفاده می‌شود. نحوه استفاده از آن را مختصراً توضیح دهید.

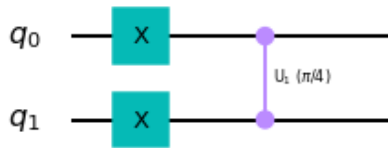
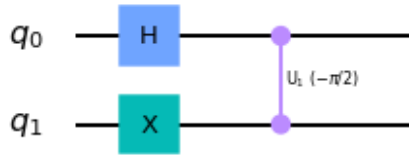
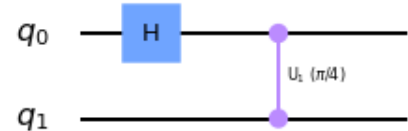
## سؤال ۲

دریچه  $U_1(\lambda)$  که به صورت کلی به صورت زیر تعریف می‌شود را در نظر بگیرید:

$$U_1(\lambda) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\lambda} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

این دریچه دارای یک پارامتر  $\lambda$  است. توجه کنید که به ازای  $\lambda = \pi/4$  این دریچه به دریچه  $T$  تبدیل می‌شود. همچنین، به خاطر بیاورید که منظور از «عملیات کنترل شده دریچه  $U_1(\lambda)$ » این است که مقدار یک کیوبیت تحت کنترل یک کیوبیت دیگر تغییر می‌کند. به صورت خاص، اگر کیوبیت کنترل  $|1\rangle$  باشد، دریچه  $U_1(\lambda)$  بر روی کیوبیت هدف اعمال می‌شود. در غیر اینصورت، کیوبیت هدف تغییر نمی‌کند.

اگر در عملیات کنترل شده  $U_1(\pi/4)$ ، کیوبیت هدف در حالت  $|0\rangle$  و کیوبیت کنترل در حالت برهم‌نهاده باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل ۱ را ببینید.

(ج) ورودی در حالت  $|11\rangle$ (ب) کیوبیت هدف در حالت  $|1\rangle$ (آ) کیوبیت هدف در حالت  $|0\rangle$ 

شکل ۱: شکل‌های مرتبط با تمرین

### سؤال ۳

اگر در عملیات کنترل شده  $U_1(-\frac{\pi}{2})$ ، کیوبیت هدف در حالت  $|1\rangle$  و کیوبیت کنترل در حالت برهم‌نهاده باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل **۱** را ببینید.

### سؤال ۴

اگر در عملیات کنترل شده  $U_1(\frac{\pi}{4})$ ، کیوبیت هدف و کنترل در حالت  $|1\rangle$  باشند، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل **۱** را ببینید.