

## تمرین سری اول - درس اطلاعات کوانتومی

وحید کریمی پور، دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی شریف

۱۱ اسفند ۱۳۹۹

■ مسئله اول: پایدارسازهای زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned}S_1 &= I Z X X Z, \\S_2 &= Z I Z X X, \\S_3 &= X X Z I Z, \\S_4 &= Z X X Z I.\end{aligned}\tag{۱}$$

الف: در این کد، کیوبیت های  $\{|0\rangle, |1\rangle\}$  به چه حالت هایی کد می شوند.

ب- عملگرهای منطقی  $X, Z$  در فضای کد چه عملگرهایی هستند.

پ- عملگر هادامارد در فضای کد چگونه نوشته می شود؟

■ مسئله دوم: الف: یک زیر فضا در  $Z_2^n$  در نظر بگیرید که بعد آن برابر با  $k$  باشد. این زیرفضا را با  $C$  نشان دهید. ثابت کنید که زیرفضای عمود بر این زیر فضا دارای بعد  $n - k$  است.

ب: به ازای یک  $n$  که خود انتخاب می کنید، مثالی از یک زیر فضا بنویسید که در خاصیت  $C = C^\perp$  صدق کند.

پ: بازهم به ازای یک  $n, k$  که خود انتخاب می کنید، مثالی بنویسید که در خاصیت  $C \subset C^\perp$  صدق کند.

ت: آیا مثالی می توانید ارائه کنید که در شرط  $C^\perp \subset C$  صدق کند؟

■ مسئله سوم: کد هامینگ یعنی کد کلاسیک  $[7, 4, 3]$  را با  $C_{Hamming}$  نشان می دهیم .

کد کوانتومی  $CSS(C_{Hamming}, C_{Hamming})$  را بسازید. گروه پایدار ساز این کد را تعیین کنید. بردارهای پایه این کد را بدست بیاورید. به این کد، کد هفت کیوبیتی<sup>۱</sup> می گویند. این کد اگر چه نرخ اش کمتر از کد پنج-کیوبیتی است ولی به دلیل تقارن های خیلی زیادی که دارد، در رایانش مصون از خطا دارای اهمیت است.

---

<sup>۱</sup>7-bit code