



# آزمایشگاه کنترل خطی

## مقدمه‌ای بر سیستم‌های خطی

### بخش اول) پایداری سیستم‌های دینامیکی خطی

#### پایداری / ناپایداری

در یک سیستم دینامیکی خطی تغییرناپذیر با زمان، زمانی سیستم پایدار خواهد بود که قطب‌های سیستم در صفحه مختلط  $s$  در سمت چپ محور  $j\omega$  قرار داشته باشند. در صورتیکه قطب‌های سیستم در سمت راست محور  $j\omega$  قرار داشته باشند سیستم ناپایدار خواهد بود. قرار گرفتن قطب‌های سیستم روی محور  $j\omega$  حالت ویژه پایدار مرزی (حاشیه‌ای) را ایجاد می‌کند؛ در این شرایط سیستم به ازای برخی ورودی‌های کراندار خروجی کراندار و به ازای برخی ورودی‌های کراندار پاسخ بی‌کران خواهد داشت (پایداری  $BIBO$  را نقض می‌کند). نمونه چنین سیستمی یک انتگرال‌گیر ساده است که در آن قطب سیستم روی  $s = 0$  قرار دارد. این سیستم به ورودی کراندار پله واحد خروجی بی‌کران شیب واحد و به ازای ورودی ضربه واحد خروجی پله واحد خواهد داشت.

در ابتدا با استفاده از دستور *edit* در *Command Window* نرم‌افزار *MATLAB* یک *mFile* خالی ایجاد کنید و سپس سیستم‌های زیر را پیاده‌سازی کنید. برای هریک از سیستم‌ها مراحل خواسته شده را انجام دهید.

$$a) G(s) = \frac{2}{s+16} \quad ; \quad b) G(s) = \frac{2}{s-16} \quad ; \quad c) G(s) = \frac{2}{s^2+16}$$

- موقعیت نسبی قطب(های) سیستم را نسبت به محور  $j\omega$  بدست آورید.
- خروجی سیستم را به ازای ورودی پله واحد ترسیم کنید.
- خروجی سیستم را به ازای ورودی  $2\sin(4t)$  ترسیم کنید. برای سیستم  $c$  پاسخ سیستم به ورودی  $2\sin(5t)$  را نیز ترسیم کرده و تحلیل لازم را ارائه کنید.
- سیستم کدامیک از خواص پایداری (پایدار/ناپایدار/حاشیه‌ای/ناپایدار) را داراست؟

## بخش دوم) مقایسه سیستم حلقه باز و حلقه بسته

در ابتدا با استفاده از دستور *simulink* در *Command Window* نرم افزار *MATLAB* کتابخانه *SIMULINK* را فراخوانی کرده سپس یک *Blank Model* ایجاد کنید و سیستم های زیر را پیاده سازی نمایید. برای هریک از سیستم ها مراحل خواسته شده را انجام دهید.

### ۲-۱- بررسی سرعت سیستم

سیستم حلقه باز زیر را در نظر بگیرید:

$$G(s) = \frac{100}{\tau s + 1}$$

- با در نظر گرفتن  $\tau = 3 \text{ sec}$  در سیستم حلقه باز، پاسخ سیستم حلقه باز به ورودی پله واحد را بدست آورده و ترسیم کنید.
- با در نظر گرفتن  $\tau = 3 \text{ sec}$  در سیستم حلقه باز، حلقه فیدبک سیستم را با فیدبک واحد منفی بسته و خروجی سیستم حلقه بسته را ترسیم کنید.
- پاسخ سیستم حلقه باز و سیستم حلقه بسته را از نظر سرعت رسیدن به حالت ماندگار بررسی کنید.

### ۲-۲- بررسی قوام سیستم حلقه باز و حلقه بسته در اثر تغییر پارامتر

- سیستم حلقه باز مطرح در ابتدای بخش سوم را در نظر بگیرید، چنانچه مقدار حقیقی  $\tau$  برابر با ۴ ثانیه باشد پاسخ سیستم واقعی و سیستم مدل شده با  $\tau = 3 \text{ sec}$  را ترسیم کرده و سرعت رسیدن این پاسخ ها به حالت ماندگار را مقایسه کنید.
- اکنون سیستم را با حلقه فیدبک واحد منفی در نظر بگیرید. پاسخ سیستم حلقه بسته به ازای هر دو حالت  $\tau = 4 \text{ sec}$  ,  $\tau = 3 \text{ sec}$  را رسم کرده و اختلاف در سرعت رسیدن به حالت ماندگار در این دو حالت را با یکدیگر مقایسه کنید.
- اثر تغییر در پارامتر  $\tau$  در کدام حالت (حلقه باز یا حلقه بسته) بیشتر خودنمایی می کند؟ چرا؟