



صنایع زیست‌فرایندی در دهه‌های گذشته کارایی فناوریانه خود را به‌خوبی نشان داده‌اند. گلوبی عملکردی اینگونه فرایندها در نحوه کنترل موثر و ابزاردقیق آنها نهفته است. علت نیز عملکرد پیچیده، طبیعی و شدیداً غیرخطی موجودات زنده است. هدف از این پروژه، تمرین طراحی کنترلر و سنسور نرم‌افزاری با استفاده از یک بیوراکتور نمونه است. برای کمی‌کردن مسئله، از فصل بیست و سوم کتاب سیورگ و همکاران (نگارش چهارم)^۱ کمک گرفته و مثال 23.1 (یعنی راکتور حجم ثابت) را مبنا قرار می‌دهیم. مطلوبی‌های پروژه به‌شرح زیر هستند؛

(الف) مطابق الگوی عمل‌شده در کارگاه نرم‌افزار^۲ (فایل MatlabTutorialPart5.pdf) فایل‌های فانکشن و اسکریپت برای خطی‌سازی سیستم مثال 23.1 را تهیه و گزارش کنید. تهیه فانکشن‌ها و اسکریپت‌های Live در زمره نمرات تشویقی بشمار می‌روند. **(ب)** نمودار بهره‌یکنواخت را رسم کرده و نشان دهید در نقاط کاری مختلف، بهره فرایند تغییر علامت می‌دهد. برای رسم نمودار، خروجی قابل اندازه‌گیری را حالت غلظت زیست توده (X) و ورودی (کنترل‌کننده) را همان نرخ رقیق‌سازی (D) در نظر بگیرید. **(ج)** بخش اول مثال (بخش a) را بازتکرار کرده و نتیجه را گزارش کنید.

(د) پاسخ مدارباز تمامی حالات به تغییر $\pm 10\%$ در نرخ رقیق‌سازی را یکبار در نقطه کاری $D = 0.202 \text{ hr}^{-1}$ (نرخ ترقیق بالا) و یکبار در نقطه کاری $D = 0.0389 \text{ hr}^{-1}$ (نرخ ترقیق پایین) رسم کنید. دقت شود، مقادیر تعادلی حالات را می‌توانید (بطور دلخواه) از توابع trim مطلب^۳ یا حل غیرخطی سه معادله - سه مجهول به‌دست آورید.

تغییرات بیشتر از $\pm 10\%$ به‌صورت تشویقی محسوب می‌شوند.

(ه) با استفاده از مرکز تنظیم کنترلر سیمولینک، یک کنترلر تناسبی-انتگرالی برای جفت (X, D) در نقطه کاری «نرخ ترقیق پایین» طراحی کنید. پاسخ مدار بسته را برای دفع اغتشاش $\pm 10\%$ درصدی در غلظت جریان شربت قند بالادستی (S_f) به‌دست آورید. **(و)** برای امتحان تاب‌آوری (مقاومت) کنترلر طراحی‌شده در قسمت قبل، تغییر در مقدار مقرر را طوری تعیین و امتحان کنید که سیستم وارد نقاط کاری‌ای شود که بهره آن تغییر علامت دهد.

(ز) یک کنترلر پیشخور (فیدفوروارد) که از اطلاعات سنجش غلظت گلوکز خوراک (S_f) در ترکیب با کنترلر پسخور قسمت **(ه)** استفاده می‌کند، طراحی کنید. برای مقایسه و مشاهده بهبود عملکرد، پاسخ تغییرات حالت مدار بسته کنترلر دو درجه آزادی (پیشخور-پسخور) را در کنار نتایج کنترلر فقط پسخور قسمت **(ه)** گزارش کنید. تعداد و فرمت نمودارها به‌شرح متعاقب است؛ تعداد هشت نمودار سری زمانی (مقدار سیگنال برحسب زمان) که چهارتای آن مربوط به رفتار سه حالت و یک رفتار نرخ رقیق‌سازی در دفع اغتشاش افزایشی ($+10\%$) و چهارتای دیگر برای دفع اغتشاش کاهشی (-10%) باشد. بدیهیست، هر کدام از این هشت نمودار باید بصورت جفت سیگنالی، یعنی یک سیگنال با خط توپر متعلق به حلقه ترکیبی (پیشخور-پسخور) و دیگری بصورت خط چین متعلق به حلقه پسخور باشد.

(ح) برای دو حالت زمان نمونه‌برداری نیم‌ساعته و یک‌ونیم ساعته دو کنترلر فیدبک داتلین با شرط کمترین زمان نشست ممکن برای جفت (X, D) در نقطه کاری «نرخ ترقیق پایین» طراحی کرده و نتایج عملکرد حذف اغتشاش آنها را گزارش کنید. طراحی کنترلر گسسته قطب‌گماری به‌صورت تشویقی محسوب می‌شوند.

قانون مورفی: در شرایط کنترلی بسیار دقیق دما، فشار، غلظت و سایر متغیرهای عملیاتی،

موجودات زنده هر کاری که خودشان بخواهند انجام می‌دهند.

^۱ Appendix I

^۲ Appendix III

^۳ Appendix IV