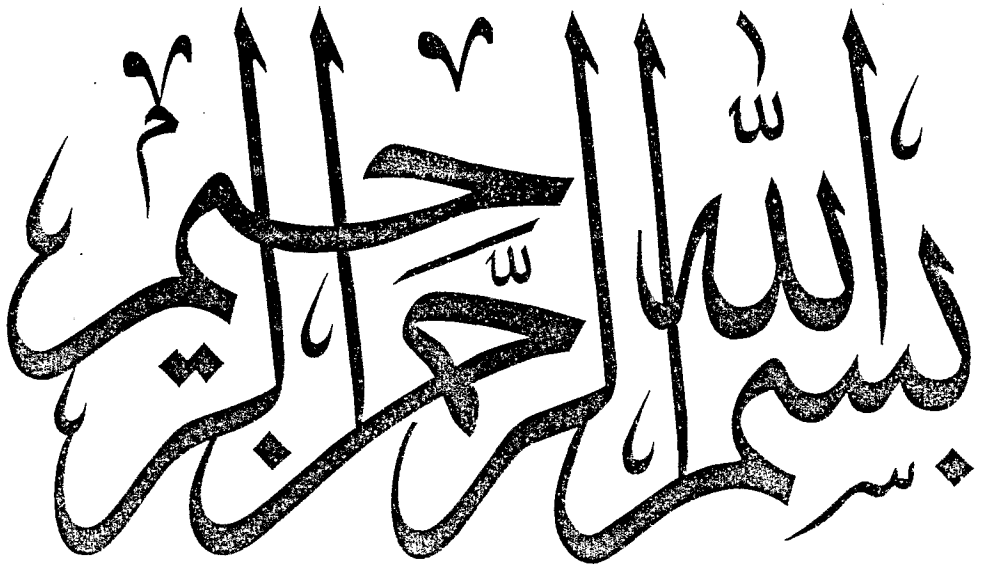

٤٧٧٤٣

چکیده

در این پروژه ابتدا کنترل‌کننده‌های کلاسیک ابتدایی (همچون انتگرالی و انتگرالی- تناسبی- مشتقی) در سیستم‌های ابعاد وسیع مورد مطالعه قرار گرفتند. سپس برای اصلاح مشخصه‌های کنترلی، کنترل‌کننده‌های کلاسیک پیشرفته (همچون غیرمتمرکز، چندلایه و براساس مقادیر ویژه ساختاری) مورد استفاده قرار می‌گیرند. کنترل‌کننده غیرمتمرکز دیگری نیز براساس مقادیر ویژهٔ ساختاری در سیستم‌های ابعاد وسیع بررسی خواهند شد. نتایج شبیه‌سازیها نشان می‌دهد که این کنترل‌کننده در سیستم مورد مطالعه نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهد. همچنین کنترل‌کننده فازی PID نیز در سیستم مورد مطالعه بررسی خواهد شد. بدین منظور، کنترل‌کننده فازی و همچنین ترکیب فازی و کلاسیک در سیستم مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت. نتایج حاصل از شبیه‌سازیها نشان می‌دهد که کنترل‌کننده‌های فازی-کلاسیک نتایج نسبتاً بهتری دارند. همچنین معیارها و شرایطی نیز برای تحلیل پایداری سیستم‌های ابعاد وسیع تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ارائه خواهد شد. لازم به ذکر است که در این پروژه برای سیستم مورد مطالعه (بار- فرکانس)، از غیرخطی‌ترین مدل موجود برای سیستم‌های قدرت چند ناحیه موجود استفاده شده است. هدف از کنترل بار- فرکانس، طراحی کنترل‌کننده‌ای است که بتواند در برابر تغییر پارامترها و محدودیت‌های غیرخطی، عملکرد خوبی در حذف خطای ایجاد شده در فرکانس داشته باشد. کنترل‌کننده‌های طراحی شده برای حالتهای خطی و غیرخطی سیستم مورد مطالعه اعمال و نتایج برای سیستم شامل دو و چهار زیرسیستم با هم مقایسه خواهند شد. البته روشهای اعمال شده قابل تعمیم به سیستم‌های با ابعاد بالاتر نیز هستند.

فهـــرست مطـالـــب

عنوان — صفحه

فصل اول : سیستم‌های ابعاد وسیع و روشهای کنترل آن ---------- ۱

۱-۰- مقدمه ۲

۱-۱- روشهای کنترل LSS ٤

۱-۱-۱- کنترل غیرمتمرکز ٤

۱-۱-۲- کنترل فازی ٦

فصل دوم : مدل‌سازی سیستم مورد مطالعه ---------- ۱۰

۲-۰- مقدمه ۱۱

۲-۱- معرفی حلقه‌های کنترلی ۱۳

۲-۱-۱- تثبیت کننده اتوماتیک ولتاژ ۱٦

- تحریک کننده‌ها ۱٦

۲-۱-۲- کنترل خودکار تک واحدی ۱۹

۲-۱-۲-۱- رابطه زاویه قدرت و فرکانس مولد ۲۰

۲-۱-۲-۲- سیستم تنظیم سرعت ۲۱

۲-۱-۲-۳- سیستم توربین- ژنراتور ۲٤

۲-۲- ناحیه کنترل ۲۸

۲-۳- مشخصات سیستم کنترلی ۳۱

۲-۴- کنترل انتگرالی ۳۲

۲-٤-۱- تجزیه وتحلیل پاسخ ۳۲

۲-٤-۱-۱- بهره انتگرالی ۳٤

۲-۵- ALFC برای سیستم‌های چند واحدی ۳۵

۲-۵-۱- سیستم دو واحدی ۳٦

۲-۵-۲- مدل‌سازی خطوط ارتباط ۳۷

۲-۵-۳ - بررسی رفتار دینامیکی سیستم دو واحدی ۳۸

۲-۵-۳ - بررسی رفتار دینامیکی سیستم دو واحدی ۳۸
۲-۵-۴- مشخصات کنترلی مطلوب ۴۲
۲-۵-۵- کنترل بایاس خط ارتباطی ۴۲
۲-۶- مدل سیستم چند واحدی ۵۶
۲-۶-۱- مدل خطی سیستم با چهار زیرسیستم ۶۰
۲-۶-۲- مدل غیرخطی سیستم چهار ناحیه‌ای ۶۲

فصل سوم : کنترل‌کننده‌های براساس روشهای غیرمتمرکز ---------- ۶۵
۳-۰- مقدمه ۶۶
۳-۱- طراحی کنترل‌کننده براساس مقادیر ویژه ساختاری ۶۹
۳-۱-الف- مدل خطی ۷۲
۳-۱-الف-۱- سیستم با دو زیرسیستم ۷۲
۳-۱-الف-۲- سیستم با چهار زیرسیستم ۸۰
۳-۱-ب- مدل غیرخطی ۸۲
۳-۱-ب-۱- سیستم با دو زیرسیستم ۸۲
۳-۱-ب-۲- سیستم با چهار زیرسیستم ۸۹
۳-۲- کنترل کننده‌های دیگر ۹۱
۳-۲- الف - مدل خطی ۹۲
۳-۲-الف-۱- کنترل متمرکز و غیرمتمرکز ۹۲
۳-۲-الف-۳- کنترل چندلایه ۱۰۰
۳-۲-ب- مقایسهٔ نتایج در مدل خطی ۱۰۳
۳-۲-ج- مقایسهٔ نتایج در مدل غیرخطی ۱۰۷
۳-۳- نتیجهٔ فصل ۱۱۰

فصل چهارم : کنترل‌کننده فازی ---------- ۱۱۳
۴-۱- کنترل‌کننده فازی ۱۱۴
۴-۲- کنترل‌کننده PI ۱۱۶
۴-۳- کنترل‌کننده PID ۱۱۹

۴-۴- سیستم چهار ناحیه‌ای غیرخطی ۱۲۲

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ---------- ۱۳۰

۵-۱- مقایسه و نتیجه‌گیری ۱۳۱

۵-۱-۱- سیستم دو ناحیه‌ای ۱۳۲

۵-۱-۲- سیستم چهار ناحیه‌ای ۱۳۵

۵-۲- نتیجه‌گیری ۱۴۱

۵-۳- پیشنهادات ۱۴۳

فصل ششم: ضمایم ---------- ۱۴۵

- ضمیمه الف ۱۴۶

الف-۱- غیرمتمرکز سازی در ورودی ۱۴۶

الف-۲- پایدار سازی غیرمتمرکز ۱۴۸

الف-۲-۱- از طریق فیدبک حالت ۱۴۹

الف-۲-۲- از طریق جایگزینی ۱۵۲

الف-۲-۳- از طریق واتزویجی ساختاری ۱۵۳

الف-۲-۴- پایداری سیستم‌های ابعاد وسیع ۱۵۶

الف-۳- کنترل چندلایه ۱۵۸

الف-۳-۱- پایدار سازی از طریق کنترل چندلایه ۱۵۸

الف-۳-۲- بهینه سازی با کنترل چندلایه ۱۶۲

الف-۴- کنترل کننده براساس مقادیر ویژه ساختاری ۱۶۵

الف-۴-۱- تبدیل مسئله به MIMO معادل ۱۶۷

الف-۴-۲- طراحی کنترل غیرمتمرکز MIMO ۱۶۸

- ضمیمه ب ۱۷۱

ب-۱- کنترل فازی ۱۷۱

ب-۲- معیارهای تنظیم کنترل‌کننده‌ها ۱۷۱

الف- معیار پایداری – زیگلر نیکولز

ب- معیار یک چهارم دامنه

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

ج- معیار خطا
ب-۳- پایداری سیستمهای کنترل فازی..... ۱۷۴
ب-۳-۱- کلاسهای پایداری سیستمهای کنترل فازی ۱۷۵
ب-۳-۲- روشهای پایداری سیستمهای کنترل فازی ۱۷۶
ب-۳-۲-۱- روشهای تحلیل پایداری در حوزهٔ زمان ۱۷۶
ب-۳-۲-۲- روشهای تحلیل پایداری در حوزهٔ فرکانس ۱۷۹

- ضمیمه ج ۱۸۱
- سیستم مورد مطالعه ۱۸۱

- مراجع ۱۸۲

فهـــرست شکلـها

عنوان | صفحه

فـصـــل دوم

۲-۱ حلقه‌های کنترل بار فرکانس ۱۳
۲-۲ حلقه AVR بدون جاروبک ۱۷
۲-۳ مدل خطی C.A.E ۱۸
۲-۴ حلقه بسته AVR ۱۹
۲-۵ دیاگرام تنظیم کننده سرعت ۲۲
۲-۶ مدل خطی حلقه اولیه ALFC ۲۶
۲-۷ حلقه بسته ALFC ۲۷
۲-۸ تغییرات فرکانس در ALFC تک ناحیه ۳۵
۲-۹ مدل خطی سیستم شامل دو زیرسیستم ۳۸
۲-۱۰ تغییرات فرکانس و توان ارتباطی در دو زیرسیستم ۳۹
۲-۱۱ تغییرات فرکانس و توان ارتباطی سیستم دو ناحیه‌ای ۳۹
۲-۱۲-الف تابع هزینه برحسب ضرایب ۴۵
۲-۱۲-ب دسته منحنی‌های تابع هزینه ۴۶
۲-۱۳ تغییرات فرکانس و توان خط با ضرایب بهینه ۴۷
۲-۱۴ سیگنال کنترلی دو زیرسیستم ۴۷
۲-۱۵-الف تغییرات فرکانس ناحیه اول ۴۸
۲-۱۵-ب تغییرات فرکانس ناحیه دوم ۴۸
۲-۱۶ تغییرات توان ارتباطی ۴۹
۲-۱۷ مدل غیرخطی توربین ۵۱
۲-۱۸ مدل غیرخطی گاورنر ۵۱
۲-۱۹ بلوک دیاگرام سیستم LFC غیرخطی ۵۲
۲-۲۰ تغییرات فرکانس دوناحیه Ki=0 ..... ۵۳
۲-۲۱ سیگنال کنترل دوناحیه Ki=0 ..... ۵۳
۲-۲۲ تغییرات فرکانس دوناحیه Ki=0.7 ..... ۵۴
۲-۲۳ سیگنال کنترل دوناحیه Ki=0.7 ..... ۵۴
۲-۲۴ تغییرات فرکانس دوناحیه Ki=1.4 ..... ۵۵

۲-۲۵ سیگنال کنترل دوناحیه Ki=1.4 ..... ۵۵
۲-۲۶ ناحیه‌های کنترل مرتبط با یکدیگر ۵۶
۲-۲۷ قسمتی از واحد iام در سیستم چند واحدی ۵۹
۲-۲۸ مدل خطی توان خط ارتباطی برحسب فرکانسهای واحدها ۵۹
۲-۲۹ مدل کامل حلقه باز واحد iام در سیستم چند واحدی ۶۰
۲-۳۰ تغییرات فرکانس (خطی) ۶۱
۲-۳۱ تغییرات توان ارتباطی (خطی) ۶۱
۲-۳۲ قوانین کنترل چهار زیرسیستم (خطی) ۶۲
۲-۳۳ تغییرات فرکانس (غیرخطی) ۶۳
۲-۳۴ تغییرات توان ارتباطی (غیرخطی) ۶۳
۲-۳۵ قوانین کنترل چهار زیرسیستم (غیرخطی) ۶۴

فصـــل ســـوم

۳-۱ تغییرات فرکانس و توان ارتباطی با SSV ۷۴
۳-۲ قوانین کنترل دو زیرسیستم با SSV ۷۴
۳-۳ دیاگرام نایکوئست حلقه باز زیرسیستم‌ها ۷۵
۳-۴ دیاگرام بود حلقه باز زیرسیستم‌ها ۷۵
۳-۵ دیاگرام نایکوئست حلقه بسته زیرسیستم‌ها ۷۶
۳-۶ دیاگرام بود حلقه بسته زیرسیستم‌ها ۷۶
۳-۷ دیاگرام بود برا ی چک کردن پایداری سیستم کلی ۷۷
۳-۸ مقایسه تغییرات فرکانس ۷۸
۳-۹ مقایسه تغییرات توان ارتباطی ۷۸
۳-۱۰ مقایسه قوانین کنترل دو زیرسیستم ۷۹
۳-۱۱ مقایسه مجموع قدرمطلق زمانی خطای ناحیه اول ۷۹
۳-۱۲ تغییرات فرکانس چهار ناحیه ۸۱
۳-۱۳ تغییرات توان ارتباطی ۸۱
۳-۱۴ قوانین کنترل چهار ناحیه ۸۲
۳-۱۵ تغییرات فرکانس و توان ارتباطی ۸۳
۳-۱۶ قوانین کنترل دو ناحیه ۸۴
۳-۱۷ مقایسه خطای فرکانس ki=0 ..... ۸۵
۳-۱۸ مقایسه توان ارتباطی ki=0 ..... ۸۵

۳-۱۹ مقایسه قوانین کنترل ki=0 ..... ۸۶
۳-۲۰ مقایسه خطای فرکانس ki=0.7 ..... ۸۶
۳-۲۱ مقایسه توان ارتباطی ki=0.7 ..... ۸۷
۳-۲۲ مقایسه قوانین کنترل ki=0.7 ..... ۸۷
۳-۲۳ مقایسه خطای فرکانس ki=1.4 ..... ۸۸
۳-۲۴ مقایسه توان ارتباطی ki=1.4 ..... ۸۸
۳-۲۵ مقایسه قوانین کنترل ki=1.4 ..... ۸۹
۳-۲۶ خطای فرکانس چهار ناحیه بعد از SSV ۹۰
۳-۲۷ توان ارتباطی بعد از SSV ۹۰
۳-۲۸ قوانین کنترل چهار ناحیه بعد از SSV ۹۱
۳-۲۹ خطای فرکانس و توان ارتباطی تحت کنترل‌کننده متمرکز و غیرمتمرکز ۹۶
۳-۳۰ تغییرات فرکانس و توان ارتباطی سیستم با متمرکز و غیرمتمرکز ۹۹
۳-۳۱ تغییرات توان ارتباطی با کنترل متمرکز و غیرمتمرکز ۹۹
۳-۳۲ سیگنال کنترل زیرسیستم‌ها با کنترل متمرکز و غیرمتمرکز ۱۰۰
۳-۳۳ تغییرات فرکانس و توان خط ارتباطی سیستم با کنترل چندلایه ۱۰۱
۳-۳۴ سیگنال کنترل زیرسیستم‌ها با کنترل چندلایه ۱۰۲
۳-۳۵ خطای فرکانس و توان ارتباطی در سیستم ۳- ناحیه ای با چندلایه ۱۰۲
۳-۳۶ سیگنال کنترل زیرسیستم‌ها با کنترل چندلایه ۱۰۳
۳-۳۷ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیهٔ اول (خطی) ۱۰۴
۳-۳۸ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیهٔ دوم تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۰۴
۳-۳۹ مقایسه تغییرات توان ارتباطی تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۰۵
۳-۴۰ مقایسه سیگنال کنترل ناحیهٔ اول زیرسیستم‌ها ۱۰۵
۳-۴۱ مقایسه سیگنال کنترل ناحیهٔ دوم زیرسیستم‌ها ۱۰۶
۳-۴۲ مقایسه مجموع قدرمطلق خطای ناحیهٔ اول ۱۰۶
۳-۴۳ تغییرات فرکانس ناحیهٔ اول (غیرخطی) ۱۰۸
۳-۴۴ تغییرات فرکانس ناحیهٔ دوم تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۰۸
۳-۴۵ تغییرات توان خط ارتباطی تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۰۹
۳-۴۶ سیگنال کنترل ناحیهٔ اول تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۰۹
۳-۴۷ سیگنال کنترل ناحیهٔ دوم تحت کنترل‌کننده‌های مختلف ۱۱۰
۳-۱ جدول مقایسه نتایج ۱۱۱

فصـــل چهـــارم

۴-۱ مدل یک سیستم قدرت دو ناحیه‌ای ۱۱۵
۴-۲ تغییرات فرکانس تحت کنترل‌کننده‌های PI ۱۱۷
۴-۳ تغییرات توان ارتباطی تحت کنترل‌کننده‌های PI ۱۱۸
۴-۴ قوانین کنترل هر دو ناحیه تحت کنترل‌کننده‌های PI ۱۱۸
۴-۵ تغییرات فرکانس هر دو ناحیه تحت کنترل‌کننده‌های P(fuz.)ID ۱۲۰
۴-۶ تغییرات توان ارتباطی تحت کنترل‌کننده‌های P(fuz.)ID ۱۲۰
۴-۷ قوانین کنترل سیستم دو ناحیه‌ای تحت کنترل‌کننده‌های P(fuz.)ID ۱۲۱
۴-۱ جدول مقایسه کمی و کیفی بین کنترل‌کننده‌های PID فازی و کلاسیک ۱۲۱
۴-۸ تغییرات فرکانس سیستم چهارناحیه‌ای تحت P(fuz.)ID ۱۲۲
۴-۹ قوانین کنترل سیستم چهارناحیه‌ای تحت P(fuz.)ID ۱۲۳
۴-۱۰ تغییرات فرکانس ناحیه اول تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۴
۴-۱۱ تغییرات فرکانس ناحیه دوم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۴
۴-۱۲ تغییرات فرکانس ناحیه سوم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۵
۴-۱۳ تغییرات فرکانس ناحیه چهارم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۵
۴-۱۴ تغییرات توان ارتباطی تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۶
۴-۱۵ سیگنال کنترل ناحیه اول تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۶
۴-۱۶ سیگنال کنترل ناحیه دوم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۷
۴-۱۷ سیگنال کنترل ناحیه سوم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۷
۴-۱۸ سیگنال کنترل ناحیه چهارم تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۸
۴-۲ جدول مقایسه کمی و کیفی تحت کنترل‌کننده‌های PID ۱۲۸

فصـــل پنجـــم

۵-۱ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه اول ۱۳۲
۵-۲ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه دوم ۱۳۲
۵-۳ مقایسه تغییرات توان ارتباطی ۱۳۳
۵-۴ مقایسه قوانین کنترل ۱۳۳
۵-۱ جدول نتایج سیستم دو ناحیه‌ای ۱۳۴
۵-۵ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه اول سیستم چهار ناحیه ۱۳۵
۵-۶ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه دوم سیستم چهار ناحیه ۱۳۶

۵-۷ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه سوم سیستم چهار ناحیه ۱۳۶
۵-۸ مقایسه تغییرات فرکانس ناحیه چهارم سیستم چهار ناحیه ۱۳۷
۵-۹ مقایسه تغییرات توان ارتباطی سیستم چهار ناحیه ۱۳۷
۵-۱۰ مقایسه سیگنال کنترل ناحیه اول ۱۳۸
۵-۱۱ مقایسه سیگنال کنترل ناحیه دوم ۱۳۸
۵-۱۲ مقایسه سیگنال کنترل ناحیه سوم ۱۳۹
۵-۱۳ مقایسه سیگنال کنترل ناحیه چهارم ۱۳۹
۵-۲ جدول نتایج سیستم چهار ناحیه‌ای ۱۴۰

فصـــل ششـــم

۱ سیستم MIMO معادل ۱۶۸
۲ سیستم SISO معادل ۱۶۸
۳ سیستم دو ورودی- خروجی ۱۷۰
۴ سیستم فازی تنظیم کننده پارامترهای کنترل کننده PID ۱۷۳
۵ کلاس سیستم ۱۷۶
۶ کلاس سیستم ۱۷۶

فصل اول

سیستم‌های ابعاد وسیع

و روشهای کنترل آن

۱-۰) مقدمه‌ای بر سیستم‌های ابعاد وسیع

امروزه کلمه ابعاد وسیع به وفور در صنعت و اقتصاد و سایر علوم بکار برده می‌شود. در ابتدا لازم است مفهوم ابعاد روشن شود.

تعابیر زیر در مورد سیستم‌های ابعاد وسیع وجود دارند:

۱- به سیستمی ابعاد وسیع گفته می‌شود که بتوان آنرا به زیرسیستم‌هایی که با یکدیگر در ارتباط هستند افراز و مجزا نمود بطوریکه زیرسیستم‌ها از لحاظ محاسباتی دارای ابعاد کوچکتری باشند.

۲- سیستمی ابعاد وسیع است که بزرگ بودن ابعاد سبب شود روشهای معمول مدل‌سازی و کنترل در مورد آن، با دقت معقولی با شکست مواجه شوند.

۳- سیستمی ابعاد وسیع است که برای کنترل آن به بیش از یک کنترل‌کننده نیاز باشد.

لازم به ذکر است که منظور از ابعاد وسیع ابعاد فیزیکی نیست بلکه منظور تعداد ورودیها و خروجیها و پیچیدگی محاسباتی و پیچیدگی در ارتباط زیرسیستم‌های تشکیل دهنده سیستم است. چه بسا یک کارخانه بزرگ با ابعاد فیزیکی وسیعی که دارد یک سیستم ابعاد کوچک و یک تراشه الکترونیکی با ابعاد فیزیکی بسیار کوچک یک سیستم ابعاد وسیع باشد[2,3].

در سالهای اخیر تحقیقات فراوانی در زمینه روشهای مدل‌سازی با معادلات حالت، تحقق فضای حالت، توصیف کیفی سیستم (رؤیت پذیری و کنترل پذیری) و روشهای کنترل (جایگذاری قطب و بهینه سازی) سیستم‌های ابعاد وسیع انجام گرفته است[3,5,7]. در کلیه موارد بالا، فرض مرکزیت یک فرض اساسی است. به این معنی که همه محاسبات و همچنین صدور فرمانهای کنترلی در یک واحد مشخص به نام واحد مرکزی انجام می‌گیرد. فرض مرکزیت در مورد سیستم‌هایی با ابعاد بسیار وسیع که از نظر جغرافیایی در فواصل دور از یکدیگر قرار دارند با شکست مواجه شد. زیرا در این سیستم‌ها امکان محاسبات مرکزی و انتقال مرکزی وجود ندارد. بنابراین لازم شد تحقیقاتی مختص به اینگونه سیستم‌ها انجام گیرد تا روشهای جامع‌تری ابداع گردد[2]. این موضوع سبب گسترش تئوری کنترل سیستم‌های ابعاد وسیع گردیده است. لازم به ذکر است که بسیاری از مسائل واقعی، ذاتاً به صورت ابعاد وسیع می‌باشند و این موضوع به سلیقه طراح بستگی ندارد. اغلب سیستم‌های

تجاری، مدیریتی، اقتصادی و سیستم‌های قدرت (ازجمله کنترل بار- فرکانس شبکه) از این گروه می‌باشند. این سیستم‌ها از لحاظ جغرافیایی متشکل از واحدهای متفاوتی هستند و در عملکرد مطلوب آنها نه تنها هزینه‌های اقتصادی بلکه مسائل مهم دیگری مثل قابلیت اطمینان خطوط ارتباطی، حجم اطلاعات مبادله شده و ... نیز مطرح می‌باشند. جهت کنترل سیستم‌های ابعاد وسیع، در ابتدا این سیستم‌ها به تعدادی زیرسیستم با ابعاد کوچکتر تفکیک شده و با ایجاد هماهنگی بین این زیرسیستم‌ها، سیستم ابعاد وسیع اولیه به یک سیستم چندلایه تبدیل می‌شود. بدین ترتیب کنترل سیستم ابعاد وسیع به کنترل تعدادی زیرسیستم با ابعاد کوچکتر منتهی می‌شود[5].

گرچه استفاده از تمام اطلاعات در کنترل‌کننده، طبعاً باعث بهبود عملکرد سیستم خواهد شد، اما در سیستم‌های ابعاد وسیع اغلب چنین کاری عملی نیست. دلیل آن، تعدد ورودی و خروجی‌ها و احیاناً فاصله جغرافیایی زیرسیستم‌هاست. اولی منجر به محاسبات زیاد و پیچیده و دومی باعث بالا رفتن هزینه انتقال اطلاعات می‌شود و اغلب برآورده کردن این دو بصورت بلادرنگ، عملی نمی‌باشد. علاوه بر این دلایل، ماهیت بعضی از سیستم‌های ابعاد وسیع بگونه‌ای است که مدل‌سازی و تحلیل و کنترل آن بشکل متمرکز اغلب به نتایج نامعتبر می‌انجامد[1,2,10]. بنابراین شکست روشهای کنترل متمرکز، ایده و محرک اصلی در کنترل غیرمتمرکز می‌باشد. کنترل غیرمتمرکز بیشترین توجه را در تئوری و کاربرد عملی کنترل سیستم‌های ابعاد وسیع بخود جلب کرده است. دلیل اصلی آن ساده بودن بکارگیری آن در عمل می‌باشد.

روند رو به رشد مصرف انرژی الکتریکی و نیاز به داشتن انرژی مطمئن از طریق استفاده اقتصادی از منابع تولیدی، تغییراتی را در شبکه‌های قدرت بوجود آورده است. از مهمترین این تغییرات می‌توان بهم پیوستگی شبکه‌های ناحیه‌ای، بهم پیوستگی شبکهٔ قدرت کشورها به یکدیگر، استفاده از تنظیم کننده‌های سریع ولتاژ و سرعت نام برد. این تغییرات مسائل جدیدی را در کلیه زمینه‌های عملکرد شبکه‌های قدرت بوجود آورده‌اند. کنترل و پایداری از مهمترین مسائلی می‌باشند که باید در شبکه‌های قدرت امروزی مورد مطالعه و تحقیق قرار گیرد[54,56]. براساس نتایج این مطالعات و تحقیقات، شبکه‌های توسعه یافته‌ای طراحی و شبکه‌های موجود نیز بهبود می‌یابند. این کار باعث می‌شود چنین شبکه‌هایی بتوانند در هر لحظه بطور مطمئن انرژی مورد نیاز

را در اختیار مصرف کنندگان قرار دهند. از مزایای بهم پیوستگی سیستم‌های کوچک و تشکیل سیستم‌های با ابعاد وسیع بصورت زیر مطرح می‌شود:

۱- کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی

۲- افزایش قابلیت اطمینان

۳- افزایش قابلیت انعطاف در انتقال انرژی از یک منطقه به منطقه دیگر.

با وجود مزایای فوق، شبکه‌های بهم پیوسته به علت پیچیدگی در طراحی و محاسبات نسبت به پایداری، صدمه‌پذیراند. در اینجا مدلی که برای کنترل بار- فرکانس شبکه ارائه شده است کاملترین مدل غیرخطی (با عناصر معرفی شده) برای یک سیستم ابعاد وسیع در عمل می‌باشد.

۱-۱) روشهای کنترل سیستم‌های ابعاد وسیع

۱-۱-۱) کنترل غیرمتمرکز

ایده و محرک اصلی برای کنترل غیرمتمرکز، عدم کارآیی مناسب روشهای کلاسیک و روشهای تئوری کنترل متمرکز است. بعضی از روشهای اساسی مثل فیدبک حالت، کنترل بهینه، تخمین حالت، جابجایی قطب‌ها و دیگر تئوریها، احتیاج به اطلاعات کامل از همه سیستم برای تحقق فیدبک دارند. اما این روشها برای کنترل سیستمهای مقیاس وسیع مناسب نیست، چون به علت ماهیت فیزیکی و ابعاد بالای این سیستمها یک کنترل متمرکز نه از لحاظ اقتصادی به صرفه است و نه اساساً لازم [1,2]. بنابراین در بسیاری از کاربردهای تئوری کنترل فیدبک به سیستم‌های ابعاد وسیع خطی، محدودیتهایی روی انتقال اطلاعات از بخش‌های مختلف سیستم به یکدیگر گذاشته می‌شود. روش غیرمتمرکز کلی بدین شکل معرفی می گردد که هر کنترل محلی u_i فقط از خروجی محلی y_i و احتمالاً از ورودی خارجی v_i حاصل می شود و روی انتقال اطلاعات محدودیت قائل می‌شود. در این شیوه از اطلاعات خروجی هر زیرسیستم برای محاسبه فرامین کنترل همان واحد استفاده می شود، بین زیرسیستم‌ها تبادل اطلاعاتی صورت نمی‌گیرد و کنترل‌کننده‌های محلی هر زیرسیستم تنها از خروجی محلی همان زیرسیستم فیدبک می‌گیرد. همین محدودیت در ساختار، باعث از