

درآمدی بر نرم افزار برای مهندسان شیمی

ترجمه: ماریانو مارتین

تألیف:

شیوا درک

رضا گل حسینی

(عضو هیات علمی دانشگاه تاشا)

عنوان و نام پدیدآور: درآمدی بر نرم‌افزار برای مهندسان شیمی/گردآورنده [صحیح ویراستار]

ماریانو مارتین؛ مترجمان شیوا درکه، رضا گل حسینی.

مشخصات نشر: تهران: سخنوران، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ۶۷۴ ص: نمودار.

شابک: 978-622-215-301-4

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: عنوان اصلی: Introduction to software for chemical engineers, 2018.

یادداشت: کتبنامه.

موضوع: مهندسی شیمی — برنامه‌های کامپیوتری

موضوع: Chemical — Computer programs engineering—

موضوع: مهندسی شیمی — داده پرداز

موضوع: Chemical engineering — Data processing

شناسه افزوده: مارتین، ماریانو مارتین؛ Martin, Mariano

شناسه افزوده: درکه، شیوا. ۱۳۶۷ — مترجم

شناسه افزوده: darake, shiva

شناسه افزوده: گل حسینی، رضا. ۱۳۵۷ — مترجم

شناسه افزوده: golhosseini, reza

رده بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۴۵/۱۸۴IP

رده بندی دیویی: ۰۲۸۵/۶۶۰

شماره کتابشناسی ملی: ۵۶۱۴۳۳۲



تهران، میدان انقلاب، خیابان: ...، بعد از فرست، شماره ۱۴۰۷

(synrpub@gmail.com)

درآمدی بر نرم‌افزار برای مهندسان شیمی

ترجمه:

شیوا درکه — رضا گل حسینی

ناشر: سخنوران

صفحه‌آرایی و طراحی جلد: سخنوران

سال و نوبت چاپ: ۱۳۹۸ — اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۵-۳۰۱-۴

قیمت: ۵۸۰۰۰ تومان

حق چاپ محفوظ است.

پیشگفتار

امروزه مهندسی شیمی به عنوان یک رشته دانشگاهی در حال تغییر و تکاملات پیوسته ای می باشد. در این مسیر دانش و یار، به دنبال روش هایی برای حل مسائل پیچیده توسط کامپیوتر هستند. این کتاب برگرفته از سریالی است که در کلاس های درس دانشجویان را به استفاده از نرم افزارهای مختلف ملزم می نماید. همچنین نیاز به یک کتاب ساده که شامل حل نرم افزارهای مسائل در حیطه مهندسی شیمی می باشد را نیز پوشش می دهد. هدف این کتاب تهیه یک مقدمه به عنوان یک مرجع برای استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری مختلف در رشته مهندسی شیمی می باشد به نحوی که دانشجویان با این نرم افزارها آشنا گردند. نرم افزارهای مختلف اعم از *Mathcad*، *Matlab*، شبیه سازهای فرایند، *ChemCAD* یا *ASPEN-HYSYS*، نرم افزارهای مدل ساز معادله محور مانند *PROMS*، نرم افزارهای تخصصی مانند دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) یا روش های المان مجزا (DEM)، نرم افزار بهینه سازی و کد نویسی *AIMMS*، *GAMS* در این کتاب معرفی شده اند. از این ابزار برای حل مسائلی در زمینه مکانیک سیالات، انتقال جرم و حرارت، موازنه جرم و انرژی، عملیات واحد، مهندسی واکنش و کنترل و طراحی تجهیزات و فرایند، که حل آن ها به صورت دستی وقت گیر و خسته کننده است، استفاده می شود. همچنین این کتاب نشان می دهد که مسائل دنیای واقعی نیازمند ابزار شبیه سازی و بهینه سازی هوشمند می باشند. از این رو این کتاب تنها به معرفی نرم افزار از مجرای حل یک مساله می پردازد و حل مسائل پیشرفته تر توسط هر یک از نرم افزارها به خواننده واگذار می گردد.

فهرست مطالب

۵..... پیشگفتار

۱۹..... فصل اول: مدل سازی، شبیه سازی و بهینه سازی در مهندسی شیمی

۱۹.....	۱-۱ مقدمه
۱۹.....	۱-۱-۱ مرحله پایه گذاری
۲۰.....	۱-۱-۲ مرحله عملیات واحد
۲۱.....	۳-۱-۱ موازنه های انرژی و ترمودینامیک
۲۱.....	۴-۱-۱ سینتیک و بردن طراحی فرایند
۲۲.....	۵-۱-۱ پدیده های انتقال: علوم در مهندسی شیمی
۲۲.....	۶-۱-۱ مهندسی سیستم های فرایند: علم کامپیوتر
۲۳.....	۷-۱-۱ توسعه از فرایند تا طراحی محصول
۲۳.....	۲-۱ رشته مهندسی شیمی
۲۵.....	۳-۱ ساختار کتاب
۲۷.....	مراجع

۲۹..... فصل دوم: مدل سازی، شبیه سازی و بهینه سازی فرایند در صنایع تولیدی

۲۹.....	۱-۲ مقدمه
۳۰.....	۲-۲ چشم انداز سیستم تولید صنعتی
۳۲.....	۳-۲ مدل سازی و شبیه سازی در صنعت
۳۳.....	۴-۲ مسائل بهینه سازی در صنایع
۳۵.....	۵-۲ نمونه هایی از مسائل صنعتی
۳۶.....	۱-۵-۲ صنایع لبنی
۳۶.....	۲-۵-۲ برنامه ریزی بلند مدت یک پالایشگاه
۳۷.....	۳-۵-۲ صنعت P&P
۳۷.....	۴-۵-۲ بهینه سازی crude-oil blend scheduling
۳۸.....	۵-۵-۲ عملکرد و طراحی تجهیزات
۳۹.....	۶-۵-۲ طراحی فرایند
۳۹.....	۶-۲ نتایج

۴۰.....مراجع

فصل سوم: اکسل در مهندسی شیمی..... ۴۳

۴۳..... ۱-۳ مقدمه

۴۳..... ۲-۳ اصول اکسل

۴۴..... ۱-۲-۳ توابع داخلی (Built-In)

۴۵..... ۲-۲-۳ عملیات بر ستون ها و سطرها

۴۷..... ۳-۲-۳ رسم شکل ها

۴۸..... ۲-۳ solver

۴۹..... ۱-۱-۳ تابع داخلی در VBA (Building Function)

۵۱..... ۳-۳ مثال ها

۵۱..... ۱-۳-۳ برازن، رسم شکل و حل معادلات

۶۲..... ۲-۳-۳ مکانید سیالات: ص احی خط لوله

۶۹..... ۳-۳-۳ عملیات واحد: بر خند کن

۸۱..... ۴-۳-۳ تحلیل فرایند

۱۱۱..... ۵-۳-۳ تبادل گرما و طراحی جبهه های تبخیر کننده های چند منظوره

۱۱۸..... ۶-۳-۳ ارتباط بین اکسل و دیگر نرم افزارها

۱۱۸.....مراجع

فصل چهارم: متلب برای مهندسان شیمی..... ۱۱۹

۱۱۹..... ۱-۴ مقدمه

۱۱۹..... ۲-۴ اصول متلب

۱۱۹..... ۱-۲-۴ دستورات اصلی

۱۲۳..... ۲-۲-۴ رسم شکل و برازش

۱۲۶..... ۳-۲-۴ به کارگیری توابع داخلی

۱۲۷..... ۴-۲-۴ زبان برنامه نویسی

۱۲۸..... ۳-۴ مثال ها

۱۲۸..... ۱-۳-۴ انتقال انرژی، جرم و مومنت

۱۲۸..... ۱-۱-۳-۴ انتقال جرم و گرما در دو بعد

۱۴۶..... ۲-۳-۴ عملیات ستون تقطیر: روش مک کیپ تیلی

۱۴۷..... ۱-۲-۳-۴ تقطیر N_2-O_2 دو ستونه LINDE

۱۵۵..... ۲-۲-۳-۴ تقطیر مخلوط آب-اتانول در یک ستون ناپیوسته

۱۵۹..... ۳-۳-۴ طراحی راکتور

۱۵۹..... ۱-۳-۳-۴ راکتورهای ناپیوسته: راکتور پلیمریزاسیون

۱۷۱	۲-۳-۴ راکتورهای بستر ثابت: اکسیداسیون SO_2
۱۸۲	۴-۳-۴ بهینه سازی
۱۸۷	۵-۳-۴ سیمولینک
۱۹۰	۱-۵-۳-۴ شروع: پاسخ مرتبه اول و مرتبه دوم
۱۹۶	۲-۵-۳-۴ حلقه های کنترل
۱۹۹	مراجع

فصل پنجم: PTC MATHCAD برای مهندسان شیمی ۲۰۱

۲۰۱	۱-۵ مقدمه
۲۰۱	۲-۵ اصول MATHCAD
۲۰۱	۱-۲-۵ حسابان MATHCAD
۲۰۲	۲-۲-۵ تعریف معادلات و علامت های برابری
۲۰۴	۳-۲-۵ واحدها
۲۰۵	۴-۲-۵ بردارها، متغیرهای دایره ای و ماتریس ها
۲۰۸	۵-۲-۵ حل معادله
۲۱۳	۶-۲-۵ رسم و نمایش اشکال
۲۱۴	۷-۲-۵ توابع برنامه نویسی
۲۱۶	۸-۲-۵ ارتباط بین MATHCAD و سایر نرم افزارها
۲۱۶	۱-۸-۲-۵ MATHCAD و MICROSOFT WORD
۲۱۶	۲-۸-۲-۵ MATHCAD و MICROSOFT EXCEL
۲۲۳	۳-۵ مثال ها
۲۲۳	۱-۳-۵ توابع، ماتریس ها، رسم و برازش داده ها
۲۳۰	۲-۳-۵ موازنه جرم و انرژی: معادلات غیر خطی
۲۳۳	۳-۳-۵ مهندسی واکنش: معادلات دیفرانسیل
۲۳۷	مراجع

فصل ششم: دینامیک سیالات محاسباتی و مولتی فیزیک ۲۳۹

۲۳۹	۱-۶ مقدمه
۲۴۱	۲-۶ معادلات بقا
۲۴۴	۱-۲-۶ جریان آرام
۲۴۴	۱-۲-۶-۱ بقای جرم
۲۴۶	۲-۱-۲-۶ بقای مومنتم
۲۵۰	۳-۱-۲-۶ بقای انرژی
۲۵۷	۴-۱-۲-۶ بقای اجزا

۲۶۱	۶-۲-۱-۲ بقای جرم
۲۶۱	۶-۲-۲-۲ بقای مومنتم
۲۶۳	۶-۲-۳-۲ بقای انرژی
۲۶۳	۶-۲-۴-۲ بقای اجزا
۲۶۴	۶-۳-۳ مدل سازی و شبیه سازی
۲۶۴	۶-۳-۱ واحد پیش فرایند
۲۶۴	۶-۳-۱-۱ انتخاب روش های گسسته سازی
۲۶۵	۶-۳-۱-۲ هندسه مدل سازی
۲۶۶	۶-۳-۱-۳ مدل سازی سیستم فیزیکی
۲۶۷	۶-۳-۱-۴ انتخاب شرایط مرزی و اولیه
۲۶۸	۶-۳-۱-۵ ایجاد مش محاسباتی
۲۶۹	۶-۳-۲ واحد فرایند
۲۶۹	۶-۳-۲-۱ انتخاب روش حل
۲۷۰	۶-۳-۲-۲ ارزیابی همدایی
۲۷۱	۶-۳-۲-۳ آزمون استقلال شبکه
۲۷۱	۶-۳-۳ واحد رویت و پس فرایند
۲۷۱	۶-۴-۴ مطالعه موردی
۲۷۲	۶-۴-۱ مخلوط کن ثابت با جریان آرام
۲۷۳	۶-۴-۱-۱ واحد پیش فرایند
۲۷۸	۶-۴-۱-۲ واحد فرایند
۲۷۹	۶-۴-۱-۳ واحد پس فرایند و رویت
۲۸۰	۶-۴-۲ راکتور متخلخل همراه با تزریق سوزنی
۲۸۰	۶-۴-۲-۱ واحد پیش فرایند
۲۸۶	۶-۴-۲-۲ واحد فرایند
۲۸۶	۶-۴-۲-۳ واحد پس فرایند و رویت
۲۸۶	۶-۴-۳ مبدل حرارتی دما ثابت
۲۸۷	۶-۴-۳-۱ واحد فرایند
۲۹۰	۶-۴-۳-۲ واحد فرایند
۲۹۱	۶-۴-۳-۳ واحد پس فرایند و رویت
۲۹۱	۶-۵ کاربردها
۲۹۲	۶-۶ کاربردهای آینده
۲۹۳	مراجع

فصل هفتم: کاربردهای روش المان گسسته در مهندسی فرایند ۲۹۵

۲۹۵	۱-۷ روش المان گسسته
۲۹۶	۱-۱-۷ محاسبات حرکت
۲۹۸	۲-۱-۷ گام زمانی
۳۰۰	۳-۱-۷ نیروها در DEM
۳۰۰	۱-۳-۱-۷ نیروهای واندروالس
۳۰۱	۲-۳-۱-۷ اتصالات مایع
۳۰۱	۳-۳-۱-۷ الکترواستاتیک
۳۰۲	۴-۱-۷ مدل های نیرو تماسی
۳۰۳	۱-۴-۱-۷ تماس های الاستیسیته
۳۰۷	۲-۴-۱-۷ تماس های الاستیسیته-چسبندگی
۳۱۰	۵-۱-۷ تعیین تماس
۳۱۱	۶-۱-۷ شکل ذرات
۳۱۱	۱-۶-۱-۷ کاهش آزادی حرکت خنجر کره
۳۱۲	۲-۶-۱-۷ کره های LUMPED
۳۱۳	۳-۶-۱-۷ اشکال چند وجهی
۳۱۴	۴-۶-۱-۷ تابع SUPERQUADRIC پیوسته
۳۱۵	۵-۶-۱-۷ معرفی تابع گسسته
۳۱۶	۶-۶-۱-۷ DIGITIZATION
۳۱۶	۷-۱-۷ هندسه در شبیه سازی DEM
۳۱۶	۱-۷-۱-۷ اشکال ساده
۳۱۷	۲-۷-۱-۷ اشکال پیچیده
۳۱۷	۳-۷-۱-۷ جا به جایی هندسه
۳۱۷	۲-۷ شبیه سازی مرسوم DEM
۳۱۸	۱-۲-۷ راه اندازی شبیه سازی
۳۲۴	۲-۲-۷ شبیه سازی یک مخزن دوار
۳۲۴	۱-۲-۲-۷ راه اندازی شبیه سازی
۳۲۵	۲-۲-۲-۷ تحلیل
۳۲۶	۳-۷ کاربرد DEM در مهندسی فرایند
۳۲۶	۱-۳-۷ بسته بندی ذرات
۳۲۸	۲-۳-۷ جریان ذره
۳۳۲	۳-۳-۷ جریان ذره سیال
۳۳۳	۱-۳-۳-۷ شناورسازی

۳۳۴	PNEUMATIC CONVEYING ۲-۳-۳-۷
۳۳۵	۳-۳-۳-۷ مطالعات فرایندی
۳۳۸	مراجع

فصل هشتم: شبیه سازهای فرایند مدولار ۳۴۳

۳۴۳	۱-۸ مقدمه
۳۴۵	۲-۸ تاریخچه
۳۴۶	۳-۸ شبیه سازهای فرایند مرسوم
۳۴۸	۴-۸ معرفی شبیه سازهای فرایند
۳۴۸	۴-۸-۱۸ بقیه بندی نرم افزارهای شبیه سازی فرایند
۳۴۹	۴-۸-۱ رویکرد مدولار، متوالی
۳۵۲	۴-۸-۳ ساختار یک شبیه ساز فرایند
۳۵۳	۴-۸-۴ بانک اطلاعات اجزاء
۳۵۴	۴-۸-۵ محاسبات تعدادی فرایند
۳۵۴	۴-۸-۱-۵ روش معادله حالت (EQU)
۳۵۶	۴-۸-۲-۵ روش ضریب فعالیت
۳۵۸	۵-۸ درجه آزادی در یک صفحه جریان
۳۵۸	۵-۸-۱ درجه آزادی
۳۵۹	۵-۸-۲ متغیرهای جریان مستقل
۳۶۰	۵-۸-۳ درجه های آزادی در یک واحد
۳۶۴	۵-۸-۴ درجه آزادی در یک صفحه جریان
۳۶۵	۶-۸ رویکرد حل در شبیه سازی مدولار متوالی
۳۶۶	۶-۸-۱-۱ الگوریتم تارچان
۳۷۰	۶-۸-۲ TEARING حلقه ای از واحدها
۳۷۵	۷-۸ روش های همگرایی در شبیه سازهای مدولار متوالی
۳۷۶	۷-۸-۱ روش های مرتبه اول
۳۷۶	۷-۸-۱-۱ روش جایگزینی مستقیم
۳۷۷	۷-۸-۲ روشهای شتاب آسایش
۳۷۹	۷-۸-۲ روش BROYDEN
۳۸۱	۷-۸-۳ مساله CAVETT، یک مساله BENCHMARK برای بررسی همگرایی و انتخاب TEAR SET
۳۸۵	۸-۸ مثال ها
۳۸۵	۸-۸-۱ CHEMCAD
۳۹۱	۸-۸-۱-۱ جریان سیال در یک لوله
۳۹۵	۸-۸-۲ انتقال حرارت، عملیات واحد و طراحی تجهیزات

۴۰۹	۸-۱-۳ طراحی فرایند: فرایند متانول
۴۱۶	۸-۱-۲ اجرا یک سیستم UTILITY نیروگاه برق در ASPEN HYSYS
۴۲۹	مراجع

فصل نهم: مقدمه ای بر GPROMS برای مهندسان شیمی..... ۴۳۱

۴۳۱	۹-۱ مقدمه
۴۳۱	۹-۲ اصول GPROMS
۴۳۱	۹-۲-۱ شروع
۴۳۳	۹-۲-۲ نوشتن مدل
۴۳۵	۹-۲-۳ وظایف
۴۳۵	۹-۲-۴ نوشتن فرایند
۴۳۶	۹-۲-۵ آرایه ها و توابع داخلی
۴۳۶	۹-۲-۶ گزاره های شرطی
۴۳۷	۹-۳ اولین مساله حل نم به م: نم ذ و واکنش شیمیایی
۴۳۷	۹-۳-۱ ایجاد مدل ساده و تحلیل نتایج
۴۵۱	۹-۳-۲ NESTING OF SUBMODELS
	۹-۳-۳ ایجاد ارتباط بین GPROMS اکسل برای ورودی و خروجی (فایل های
۴۵۶	Diffusion_Reaction_Excel_FP.GPJ و Diffusion_Reaction_Excel_FO.GPJ (Diffusion_Reaction_Excel_FP.GPJ)
	۹-۳-۴ INTERACTIVITY اکسل (فرایندهای خارجی و کاربردهای STAND-ALONE) (GORUN)
۴۵۹	Diffusion_Reaction_Excel_FP.GPJ (Diffusion_Reaction_Excel_FP.GPJ)
۴۶۶	۹-۳-۵ اصول صفحه جریان مدل
۴۷۲	۹-۳-۶ ایجاد جداول و وظایف
۴۷۴	۹-۴ مثال های بیشتر
۴۷۵	۹-۴-۱ حالت پایا: موازنه های جرم و تعادل
۴۸۸	۹-۴-۲ راکتور ناپیوسته: تولید اتانول از گلوکز و زایلوس
۴۹۵	۹-۴-۳ روش های حل تکراری: ستون جذب پرشده
۵۰۰	۹-۴-۴ طراحی مبدل گرمایی
۵۰۰	۹-۴-۴-۱ اطلاعات اصلی در مبدل های گرمایی
۵۰۰	۹-۴-۴-۲ روش طراحی
۵۰۱	۹-۴-۴-۳ مدل سازی GPROMS
۵۱۶	۹-۴-۴-۴ نتایج
۵۱۷	۹-۴-۵ بهینه سازی: تخمین پارامتر
۵۱۷	۹-۴-۵-۱ فرایند واکنش ناپیوسته
۵۲۹	۹-۵ اصول فرایندهای انحلال و جلوگیری از پیغام خطا

۵۳۳.....مراجع

۵۳۵..... فصل دهم: مدل سازی و شبیه سازی جبری

۵۳۵..... ۱-۱۰ مقدمه

۵۳۶..... ۲-۱۰ مدل سازی بهینه سازی

۵۴۰..... ۳-۱۰ سیستم های مدل سازی جبری

۵۴۴..... ۴-۱۰ مثال اول

۵۴۷..... ۵-۱۰ مثال ۲

۵۵۷..... ۶-۱۰ رصه

۵۵۸.....مراجع

۵۵۹..... فصل یازدهم: کاربرد GAMS در فرایند بهینه کردن سستزها و عملیات ها

۵۵۹..... ۱-۱۱ مقدمه

۵۶۰..... ۲-۱۱ نکاتی برای فرایندهای مدل سازی در GAMS

۵۶۲..... ۳-۱۱ مثال ها

۵۶۲..... ۱-۳-۱۱ عملکرد فرایند

۵۶۲..... ۱-۳-۱۱ راکتور آمونیاک

۵۶۹..... ۲-۳-۱۱ میدل کاتالیستی SO₂

۵۷۳..... ۳-۳-۱۱ ریفرمینگ بخار گاز طبیعی

۵۸۱..... ۲-۳-۱۱ انتخاب تکنولوژی: طراحی فرایند

۵۸۷..... ۳-۳-۱۱ مطالعات بیشتر: طراحی همزمان توبولوژی و بهینه سازی

۵۸۹.....مراجع

۵۹۱..... فصل دوازدهم: AIMMS در مدیریت واحدهای صنعتی

۵۹۱..... ۱-۱۲ مقدمه

۵۹۲..... ۲-۱۲ اصول مدیریت ناپيوسته

۵۹۲..... ۱-۲-۱۲ تک محصولی در برابر چند محصولی

۵۹۶..... ۲-۲-۱۲ FLOWSHOP در برابر JOBSHOP

۵۹۷..... ۳-۲-۱۲ سیاست های انتقال، واحدهای موازی، نگهداری و INVENTORY

۵۹۸..... ۳-۲-۱۲ شبکه های STATE-TASK

۶۰۰..... ۴-۱۲ فرمول بندی ریاضی مسائل مدیریت

۶۰۲..... ۵-۱۲ مثال: مدیریت یک کارخانه بستنی

۶۰۵..... ۶-۱۲ اجرا

۶۰۸..... ۷-۱۲ کد نویسی AIMMS در مدل مدیریت

۶۱۱	۸-۱۲ مطالعات بیشتر
۶۱۱	مراجع

فصل سیزدهم: تعیین محل احداث یک واحد صنعتی..... ۶۱۳

۶۱۳	۱-۱۳ مقدمه
۶۱۵	۲-۱۳ شرح مساله
۶۱۶	۳-۱۳ مدل حالت پایا ساده با ظرفیت های ثابت
۶۱۶	۳-۳-۱۳ فرمول بندی ریاضی
۶۱۶	۱-۱-۳-۱۳ محدودیت های ظرفیتی
۶۱۷	۲-۱-۳-۱۳ مین تناضا
۶۱۷	۳-۱۳-۳ تابع هدف
۶۱۷	۲-۳-۱۳ رویکرد حل "ه"
۶۲۰	۴-۱۳ مدل بهینه بازی حاکم دوره ای به همراه بسط ظرفیت
۶۲۰	۱-۴-۱۳ فرمول بندی ریاضی
۶۲۰	۱-۱-۴-۱۳ محدودیت های ظرفیتی
۶۲۰	۲-۱-۴-۱۳ تامین تقاضا
۶۲۱	۳-۱-۴-۱۳ تابع هدف
۶۲۱	۲-۴-۱۳ رویکرد حل
۶۲۴	۵-۱۳ نکات تکمیلی و مطالعات بیشتر
۶۲۴	مراجع

فصل چهاردهم: بهینه سازی دینامیکی در سیستم های فازی..... ۶۲۷

۶۲۷	۱-۱۴ مقدمه
۶۲۸	۲-۱۴ شرح مساله
۶۲۸	۱-۲-۱۴ فرمول بندی کلی مساله
۶۳۱	۲-۲-۱۴ شاخص یک سیستم DAE
۶۳۳	۳-۱۴ استراتژی حل برای مسائل بهینه سازی دینامیکی
۶۳۳	۱-۳-۱۴ روش های غیرمستقیم
۶۳۳	۲-۳-۱۴ روش های مستقیم
۶۳۴	۱-۲-۳-۱۴ پارامتری کردن بردار کنترل
۶۳۷	۲-۲-۳-۱۴ رویکردهای همزمان
۶۴۰	۴-۱۴ مثال های از بهینه سازی دینامیکی
۶۴۰	۱-۴-۱۴ راکتور مخزنی همزده- پیوسته: بهینه سازی دینامیکی بین حالات پایا
۶۴۸	۲-۴-۱۴ تخمین پارامتر در یک مدل کیفی آب

۶۵۹..... ۱۴-۵ نتیجه گیری.....

۶۶۰..... مراجع.....

www.ketab.ir