

بسم الله الرحمن الرحيم

## حل مسائل مبانی مهندسی پلیمریزاسیون

(جلدهای اول تا سوم)

تالیف :

دکتر وحید حدادی اصل

استاد دانشکده مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دکتر مهدی سلامی کلجاهی

استادیار دانشکده مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مهندس پژمان گنجه انزابی

کارشناس ارشد مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

بهار ۱۳۹۱

|                     |                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : حدادی اصل ، وحید ۱۳۴۳ -                                                  |
| عنوان و نام پدیدآور | : حل مسائل مبانی مهندسی پلیمریزاسیون / تألیف وحید حدادی اصل .              |
| مشخصات نشر          | : مهدی سلامی کلجاهی ، پژمان گنجه‌انزلی .                                   |
| مشخصات ظاهری        | : تهران؛ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱ .                                    |
| شابک                | : ۲۰۳ ص. : مصور ، نمودار .                                                 |
|                     | : ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۶۹-۷                                                        |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیبا                                                                     |
| یادداشت             | : این کتاب راهنمای کتاب " مبانی مهندسی پلیمریزاسیون " نوشته وحید حدادی اصل |
| موضوع               | : پلیمریزاسیون - مسائل ، تمرین‌ها و غیره                                   |
| موضوع               | : پلیمرها - - مسائل ، تمرین‌ها و غیره                                      |
| شناسه افزوده        | : سلامی کلجاهی ، مهدی ، ۱۳۶۳ -                                             |
| شناسه افزوده        | : گنجه‌انزلی ، پژمان                                                       |
| شناسه افزوده        | : دانشگاه صنعتی امیرکبیر                                                   |
| رده بندی کنگره      | : TP۵۶۸ ۱۳۹ ۴۰۲۴ ج ۸ پ/                                                    |
| رده بندی دیویی      | : ۶۶۸/۹                                                                    |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۲۷۶۴۹۰۶                                                                  |



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

|                       |                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| عنوان کتاب            | : حل مسائل مبانی مهندسی پلیمریزاسیون (جلدهای اول تا سوم)                |
| تألیف                 | : دکتر وحید حدادی اصل - دکتر مهدی سلامی کلجاهی - مهندس پژمان گنجه‌انزلی |
| ناشر                  | : انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)                     |
| لینوگرافی چاپ و صحافی | : انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)                     |
| چاپ اول               | : بهار ۱۳۹۱                                                             |
| تیراژ                 | : ۵۰۰ نسخه                                                              |
| قیمت                  | : ۶۰۰۰ تومان                                                            |
| شابک                  | : ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۶۹-۷                                                     |
|                       | : ۶۶۴۹۸۸۶۸ تلفن مرکز پخش                                                |
|                       | : ISBN : 978-964-463-469-7                                              |

آدرس : خیابان ولیعصر روبروی خیابان بزرگمهر ، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

این کتاب برای جلوگیری از انتشار غیر مجاز رمزگذاری شده است

## پیشگفتار

تولید مواد اولیه پلیمری محتاج دست‌یابی به دو علم پیوسته شیمی واکنشهای پلیمری و مهندسی واکنشهای پلیمری است. اطلاع از شیمی واکنشهای پلیمری اگرچه مبنای آگاهی و تسلط بر علم ساختار پلیمرهاست. منحصر به آزمایشگاه است و در بسیاری مواقع، به دلیل پیچیدگی رفتار پلیمرها، مواد تولیدی در آزمایشگاه در مقیاس صنعتی قابل تولید نیستند. برای تولید مواد پلیمری در مقیاس‌های مختلف صنعتی علاوه بر اطلاع از شیمی پلیمرها، تسلط بر علوم مختلفی منجمله سینتیک واکنشهای شیمیایی، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال و بالاخره طراحی راکتورهای شیمیایی ضروری می‌نماید که مجموعه دانش‌های مذکور در قالب علم مهندسی واکنشهای پلیمری عنوان می‌گردد.

بر این اساس کتاب "مبانی مهندسی پلیمریزاسیون" در چهار جلد تألیف شده است تا در صورت امکان به سوالات مهندسان در زمینه‌های مختلف پاسخ داده شود. اما با توجه به تنوع مسائل و لزوم بحث و ارائه جواب‌های مناسب برای آنها بر آن شدم تا حل مسائل موجود در کتاب‌های مذکور را در قالب مجموعه جداگانه‌ای منتشر کنم. از آنجایی که حجم مسائل و همچنین تنوع آنها زیاد بوده است وجود اشتباهات حتمی و ناپیسی غیرممکن نیست و بدینوسیله از راهنمایی‌های تمامی اساتید و دانشجویان محترم در رفع اشکالات و نواقص موجود سپاسگزار می‌نمایم و امیدواریم این ایرادات در چاپ‌های بعدی رفع گردند.

در پایان از آقایان دکتر مهدی سلامی کلجاهی و مهندس پژمان کنجه انزایی که در تنظیم این کتاب کمک‌های شایانی کرده و زحمات زیادی متقبل شده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

وحید حدادی اصل

دانشکده مهندسی پلیمر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)

بهار ۱۳۹۱

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                             |
|------|---------------------------------------------------|
| ۱    | فصل اول: معادلات عمومی توزیع وزن مولکولی          |
| ۳۵   | فصل دوم: مدل سازی پلیمریزاسیون های مرحله ای       |
| ۷۱   | فصل سوم: مدل سازی پلیمریزاسیون های زنجیره ای      |
| ۱۲۱  | فصل چهارم: مدل سازی واکنش های کوپلیمریزاسیون      |
| ۱۵۱  | فصل پنجم: نقش اختلاط در واکنش های پلیمریزاسیون    |
| ۱۵۵  | فصل ششم: خواص فازی امولسیون ها                    |
| ۱۵۹  | فصل هفتم: پلیمریزاسیون های تلیقی                  |
| ۱۶۷  | فصل هشتم: پلیمریزاسیون های امولسیون               |
| ۱۸۹  | فصل نهم: کوپلیمریزاسیون های امولسورنی هسته- پوسته |
| ۱۹۳  | فصل دهم: پلیمریزاسیون در سیستم های غیر همگن رادون |
| ۱۹۵  | فصل یازدهم: پلیمریزاسیون های رسوبی                |
| ۱۹۹  | فصل دوازدهم: پلیمریزاسیون های پراکنشی             |