

از پلیمری شدن امولسیون تا نانو امولسیونها (اصول و کاربردها)

مؤلفان:

دکتر علیرضا مهدویان

دانشیار پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

مهندس مهدی عبداللهی

دانشجوی دکترای مهندسی پلیمر

دانشگاه تربیت مدرس

مهندس محسن اشجاری

دانشجوی دکترای مهندسی پلیمر

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

سرشناسه: مهدویان، علیرضا، ۱۳۵۰-
 عنوان و نام پدید آور: از پلیمری شدن امولسیون تا نانوامولسیون ها (اصول و کاربردها) مؤلفان علیرضا
 مهدویان، مهدی عبداللهی، محسن اشجاری،
 مشخصات نشر: تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران: شرکت ایده پردازان فن و هنر، ۱۳۸۷.
 مشخصات ظاهری: ۳۱۲ ص:، مصور، جدول، نمودار.
 شابک: ۳۷۰۰۰ ریال: ۹-۰۵۷۰۰۰-۶۰۰-۹۷۸
 وضعیت فهرست نویسی: فیبا
 یادداشت: واژه نامه
 یادداشت: کتابنامه: ص ۲۹۷-۲۹۹.
 موضوع: پلیمریزاسیون امولسیونی
 موضوع: نانوتکنولوژی.
 موضوع: امولسیون ها.
 شناسه افزوده: عبداللهی، مهدی، ۱۳۵۷-
 شناسه افزوده: اشجاری، محسن، ۱۳۶۰-
 شناسه افزوده: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران.
 رده بندی کنگره: ۹۱۲۸۷ م ۸۳ پ QD۳۸۲
 رده بندی دیویی: ۶۶۸/۹۲
 شماره کتابشناسی ملی: ۱۲۴۱۲۸

نام کتاب: از پلیمری شدن امولسیونی تا نانوامولسیونها

مؤلفان

دکتر علیرضا مهدویان

مهندس مهدی عبداللهی

مهندس محسن اشجاری

ویراستار ادبی و فنی: فرشته تقوی

ناشر: پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

نوبت چاپ: اول

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

قطع: وزیری

تاریخ نشر: ۱۳۸۷

چاپ: زرین نگار

لیتوگرافی: رامین

قیمت: ۳۷۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-90570-0-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۰۵۷۰۰۰-۹

آدرس ناشر: تهران - اتوبان تهران / کرج - خروجی ۱۵ - شهرک علم و فناوری پژوهش - بلوار پژوهش -

صندوق پستی: ۱۴۱۸۵ / ۴۵۸ - ۱۴۹۶۵ / ۱۱۵

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

فهرست مطالب

۱۷	فصل اول: پلیمرهای امولسیون
۱۹	۱-۱- مقدمه ای بر پلیمری شدن در فاز ناهمگن
۲۳	۲-۱- مروری بر پلیمری شدن امولسیونی
۲۳	۱-۲-۱- تاریخچه پلیمری شدن امولسیونی
۲۷	۲-۲-۱- اهمیت پلیمرهای امولسیون
۲۹	۳-۲-۱- مزایای پلیمرهای امولسیونی
۳۰	۳-۱- فرایندهای پلیمری شدن امولسیونی
۳۰	۱-۳-۱- پلیمری شدن امولسیونی متداول
۳۱	۲-۳-۱- پلیمری شدن مینی امولسیونی
۳۳	۳-۳-۱- پلیمری شدن میکروامولسیونی
۳۳	۴-۳-۱- پلیمری شدن های امولسیونی معکوس
۳۴	۵-۳-۱- پلیمری شدن تعلیقی
۳۵	۶-۳-۱- پلیمری شدن پراکنشی
۳۵	۴-۱- مجموعه پلیمرهای امولسیونی
۳۵	۱-۴-۱- لاتکسهای طبیعی
۳۶	۲-۴-۱- لاتکسهای سنتزی
۳۷	۱-۲-۴-۱- لاستیک استایرن- بوتادی ان
۳۷	۲-۲-۴-۱- پلی اکریلیک ها

۳۸	 ۱-۴-۳- پلی وینیل استات
۴۰	 ۱-۴-۲-۴- پلی وینیل کلراید
۴۰	 ۱-۴-۲-۵- اکریلونیتریل
۴۱	 ۱-۵-۵- کاربردهای صنعتی
۴۱	 ۱-۵-۱- تایر وسایل نقلیه
۴۲	 ۱-۵-۲- دستکشهای لاتکس
۴۴	 ۱-۵-۳- رنگهای لاتکس
۴۵	 ۱-۵-۴- روکشهای صنعتی
۴۶	 ۱-۵-۵- روکشهای کاغذ
۴۷	 ۱-۵-۶- منسوجات بافته شده و بدون بافت
۴۸	 ۱-۵-۷- رنگبایه های پوشش فرش
۴۸	 ۱-۵-۸- چسبها
۴۹	 ۱-۵-۹- مصارف تجاری دیگر
۵۰	 ۱-۶-۶- کاربردهای ویژه و بالقوه
۵۰	 ۱-۶-۱- لاتکسها به عنوان ابزار علمی
۵۱	 ۱-۶-۲- نانوقالبگیری و اپتوالکترونیک
۵۲	 ۱-۶-۳- فناوری زیست پزشکی
۵۳	 فصل دوم: پلیمری شدن (ماکرو) امولسیون
۵۵	 ۲-۱-۱- اجزای پلیمری شدن امولسیون
۵۵	 ۲-۱-۱-۱- مونومرها و کومونومرها
۵۶	 ۲-۱-۲- شبکه‌ای کننده‌ها
۵۷	 ۲-۱-۳- عاملهای انتقال زنجیر
۵۷	 ۲-۱-۴- آغازگرها
۵۷	 ۲-۱-۵- سورفکتانت‌ها

۵۹	 ۶-۱-۲- بافرها
۵۹	 ۷-۱-۲- آب
۶۰	 ۲-۲- پلیمری شدن رادیکال آزاد
۶۱	 ۳-۲- اصول علمی پلیمری شدن امولسیون
۶۱	 ۱-۳-۲- پایداری کلونیدی
۶۳	 ۲-۳-۲- تخریب در اثر نفوذ
۶۴	 ۳-۳-۲- مکانیسمهای هسته زایی ذره
۶۴	 ۱-۳-۳-۲- هسته زایی میسلی
۶۵	 ۲-۳-۳-۲- هسته زایی همگن
۶۶	 ۳-۳-۳-۲- هسته زایی همگن- انعقادی
۶۷	 ۴-۳-۳-۲- هسته زایی قطره ای
۶۸	 ۴-۳-۲- تئوری هارکینز و نواخی پلیمری شدن امولسیون
۷۱	 ۵-۳-۲- معادلات سرعت پلیمری شدن
۷۴	 ۶-۳-۲- نظریه اسمیت - اوارت
۷۴	 ۱-۶-۳-۲- رابطه های بازگشتی
۷۵	 ۲-۶-۳-۲- جوابهای معادلات بازگشتی
۷۷	 ۳-۶-۳-۲- تعداد ذره
۷۹	 ۴-۲- کوپلیمری شدن امولسیون
۸۰	 ۱-۴-۲- مدل نهائی در کوپلیمری شدن
۸۱	 ۵-۲- لاتکسهای مصنوعی و هیبرید
۸۲	 ۶-۲- تهیه لاتکس
۸۲	 ۱-۶-۲- افزودنی های بعد از پلیمری شدن
۸۲	 ۱-۱-۶-۲- پایدارکننده های ثانویه (سورفکتانتها)
۸۲	 ۲-۱-۶-۲- اصلاح کننده های رئولوژی
۸۳	 ۳-۱-۶-۲- حلال به هم پیوند دهنده

۸۳	 ۲-۶-۱-۴- ضد اکسنده ها و پایدارکننده های UV
۸۴	 ۲-۶-۱-۵- آفت کشها و قارچ کشها
۸۴	 ۲-۶-۲- روشهای خوراک دهی
۸۴	 ۲-۶-۱-۱- روش ناپیوسته
۸۵	 ۲-۶-۲-۲- روش نیمه پیوسته
۸۶	 ۲-۶-۲-۲- روش تزریق - رشد
۸۷	 ۲-۶-۲-۴- روش دانه ای
۸۷	 ۲-۶-۲-۵- روش خوراک دهی توانی
۸۸	 ۲-۶-۲-۶- روش پیوسته
۸۹	 ۲-۶-۳- حسگرها و کنترل فرایند
۹۰	 ۲-۶-۴- اختلاط راکتور
۹۰	 ۲-۶-۵- دما
۹۱	 ۲-۷-۷- شناسایی لاتکس
۹۲	 ۲-۷-۱- پایداری کلوتیدی
۹۳	 ۲-۷-۲- تبدیل
۹۴	 ۲-۷-۳- سرعت پلیمری شدن
۹۵	 ۲-۷-۴- اندازه ذره و توزیع اندازه ذره
۹۷	 ۲-۷-۵- شکل شناسی ذره
۹۹	 ۲-۷-۶- وزن مولکولی
۱۰۰	 ۲-۷-۷- ترکیب کوپلیمر
۱۰۲	 ۲-۷-۸- رئولوژی لاتکس
۱۰۳	 ۲-۷-۹- تشکیل فیلم
۱۰۴	 ۲-۷-۱۰- خواص مکانیکی
۱۰۵	 ۲-۷-۱۱- شناسایی سطح ذره

۱۰۷	فصل سوم: پلیمری شدن میکروامولسیون
۱۰۹	۱-۳- کلیات
۱۰۹	۱-۱-۳- مقدمه
۱۱۱	۱-۲-۳- میکروامولسیون آب در روغن (معکوس)
۱۱۳	۱-۳-۳- میکروامولسیون روغن در آب
۱۱۸	۱-۳-۴- سامانه های شبه وینسور A
۱۲۰	۱-۳-۵- میکروامولسیونهای دوپوسته
۱۲۲	۱-۳-۶- خواص
۱۲۲	۱-۳-۶-۱- ابعاد ذرات لاتکس
۱۲۳	۱-۳-۶-۲- پایداری میکرولاتکسها
۱۲۵	۱-۳-۶-۳- اوزان مولکولی
۱۲۵	۱-۳-۶-۴- تخلخل مواد پلیمری
۱۲۷	۱-۳-۷- کاربردها
۱۲۷	۱-۳-۷-۱- میکرولاتکسها
۱۲۷	۱-۳-۷-۲- پلیمرها
۱۲۸	۲-۳- پلیمری شدن میکروامولسیون روغن در آب
۱۲۸	۱-۲-۳- مقدمه
۱۳۰	۲-۲-۳- سینتیک پلیمری شدن میکروامولسیون
۱۳۲	۲-۳-۱-۱- اثر غلظت مونومر
۱۳۴	۲-۳-۲-۱- اثر دما
۱۳۵	۲-۳-۳-۱- اثر شروع کننده
۱۳۹	۲-۳-۴-۱- اثر الکترولیتها
۱۴۰	۲-۳-۵-۱- اثر الکل
۱۴۳	۳-۳- پلیمری شدن میکروامولسیون آب در روغن (معکوس)
۱۴۳	۱-۳-۳- مقدمه

۱۴۵	 ۲-۳-۳- پلیمری شدن در میکروامولسیونهای گلبولی
۱۴۵	 ۱-۲-۳-۳- مکانیسم پلیمری شدن
۱۴۶	 ۲-۲-۳-۳- مطالعات سینتیکی
۱۴۷	 ۳-۳-۳- پلیمری شدن در میکروامولسیونهای دویوخته
۱۴۹	 ۴-۳-۳- خصوصیات لاتکس
۱۴۹	 ۵-۳-۳- واکنشهای کوپلیمری شدن
۱۵۰	 ۴-۳- عامل دار کردن میکرولاتکسها
۱۵۲	 ۱-۴-۳- عامل دار کردن سطح ذره
۱۵۵	 ۲-۴-۳- سنتز پلیمرهای با عاملیت ویژه در میکروامولسیونها
۱۵۵	 ۵-۳- خلاصه
۱۵۷	 فصل چهارم: پلیمری شدن مینی امولسیونی
۱۵۹	 ۱-۴- مقدمه
۱۶۱	 ۲-۴- امولسیونها
۱۶۱	 ۱-۲-۴- رشد اسوالد
۱۶۲	 ۲-۲-۴- متوقف کردن رشد اسوالد
۱۶۳	 ۳-۲-۴- برخورد و بهم پیوستن
۱۶۳	 ۳-۴- مینی امولسیون ها و پلیمری شدن مینی امولسیونی
۱۶۴	 ۱-۳-۴- تأثیر برش بر همگن سازی
۱۶۸	 ۲-۳-۴- تأثیر ترکیب آبگریز
۱۷۴	 ۱-۲-۳-۴- هگزادکان (HD)
۱۷۴	 ۲-۲-۳-۴- پلیمر
۱۷۶	 ۳-۲-۳-۴- ستیل الکل
۱۷۸	 ۴-۲-۳-۴- آلکیل مرکاپتان
۱۷۸	 ۵-۲-۳-۴- کومونومرها

۱۷۸	 ۶-۲-۳-۴- آغازگرهای محلول در روغن
۱۷۹	 ۳-۳-۴- بررسی پایداری و اندازه ذرات حین نگهداری
۱۸۰	 ۴-۳-۴- انتقال مونومر از طریق فاز آبی
۱۸۱	 ۵-۳-۴- پلیمری شدن یک مینی امولسیون
۱۸۳	 ۶-۳-۴- مشخصه های یک مینی امولسیون
۱۸۶	 ۷-۳-۴- سورفکتانتها
۱۸۶	 ۱-۱-۳-۴- انواع سورفکتانت
۱۸۸	 ۲-۷-۳-۴- تغییر و تنوع اندازه ذرات
۱۹۰	 ۸-۳-۴- فرایندهای مرتبط با مینی امولسیون
۱۹۰	 ۱-۸-۳-۴- فرآیند توری
۱۹۱	 ۲-۸-۳-۴- صوت دهی در مدت پلیمری شدن
۱۹۲	 ۳-۸-۳-۴- عامل برش
۱۹۲	 ۴-۸-۳-۴- پلیمری شدن سوسپانسیونی
۱۹۳	 ۵-۸-۳-۴- پلیمری شدن میکروسوسپانسیونی
۱۹۳	 ۶-۸-۳-۴- امولسیون سازی غشایی
۱۹۴	 ۴-۴- پلیمری شدن رادیکالی مینی امولسیونها
۱۹۴	 ۱-۴-۴- سینتیک پلیمری شدن مینی امولسیونی
۱۹۵	 ۱-۱-۴-۴- مکانیسم هسته زایی
۱۹۷	 ۲-۱-۴-۴- هسته زایی قطره ای و سینتیک آن با ترکیبات آبگریز موثر
۲۰۱	 ۳-۱-۴-۴- سینتیک پلیمری شدن در حضور ستیل الکل به عنوان ترکیب آبگریز
۲۰۲	 ۴-۱-۴-۴- تأثیر مقدار کم پلیمر بر سینتیک پلیمری شدن
۲۰۴	 ۵-۱-۴-۴- تأثیر اندازه قطره همگنساز بر سینتیک واکنش پلیمری شدن
۲۰۷	 ۲-۴-۴- آغازگرها
۲۰۸	 ۱-۲-۴-۴- آغازگرهای محلول در آب
۲۱۰	 ۲-۲-۴-۴- آغازگرهای محلول در روغن

۲۱۲	 ۳-۴-۴- تشکیل نانوذرات
۲۱۲	 ۴-۴-۳-۱- انواع مونومرهای مورد استفاده در مینی امولسیون مستقیم
۲۱۶	 ۴-۴-۳-۲- انواع مونومرهای مورد استفاده در مینی امولسیون معکوس
۲۱۸	 ۴-۴-۳-۳- پلیمرهای نانوبلورین
۲۱۹	 ۴-۴-۳-۴- کوپلیمری شدن
۲۲۱	 ۴-۴-۵- انتقال زنجیر کاتالیزوری در مینی امولسیونها
۲۲۱	 ۴-۴-۶-۱- پلیمری شدن مینی امولسیونی رادیکال آزاد کنترل شده
۲۲۴	 ۴-۵-۵- نانوذرات هیبریدی
۲۲۴	 ۴-۵-۱- هیبریدهای پلیمر- پلیمر
۲۲۵	 ۴-۵-۲- کپسول دار کردن رنگدانه ها
۲۲۵	 ۴-۵-۱-۲- پراکنش رنگدانه در مونومر و سپس مینی امولسیون سازی آن
۲۲۷	 ۴-۵-۲-۲- کپسول دار شدن دوده به وسیله فرایند کو- مینی امولسیونی
۲۲۹	 ۴-۵-۳- کپسول دار شدن یک مایع و تشکیل نانو کپسولها
۲۳۰	 ۴-۶-۶- پلیمری شدن غیر رادیکالی در مینی امولسیون
۲۳۰	 ۴-۶-۱- پلیمری شدن اپوکسید و دی آمین
۲۳۲	 ۴-۶-۲- پلیمری شدن افزایشی دی ایزوسیاناتها و دی الها (تهیه پلی یورتانها)
۲۳۴	 ۴-۶-۳- پلیمری شدن آنیونی
۲۳۴	 ۴-۷- مینی امولسیونهای معدنی
۲۳۵	 ۴-۸-۸- فرایند
۲۳۵	 ۴-۸-۱- میزان جامد بالا
۲۳۶	 ۴-۸-۲- امولسیونهای دانه ای با استفاده از مینی امولسیون
۲۳۷	 ۴-۸-۳- پلیمری شدن مینی امولسیونی پیوسته
۲۳۹	 ۴-۸-۴- پایداری در برابر برش
۲۳۹	 ۴-۹- خلاصه

۲۴۱	فصل پنجم: نانوامولسیون ها
۲۴۲	۱-۵- مقدمه
۲۴۷	۲-۵- مکانیسم امولسیون سازی
۲۴۹	۳-۵- روشهای امولسیون سازی و نقش سورفکتانت
۲۵۲	۴-۵- تهیه نانوامولسیونها
۲۵۴	۱-۴-۵- روشهای امولسیون سازی انرژی بالا
۲۵۶	۲-۴-۵- روشهای امولسیون سازی انرژی پایین
۲۵۷	۳-۴-۵- اصول دمای وارونگی فازی
۲۶۱	۵-۵- پایدارسازی فضایی و نقش ضخامت لایه جذب شده
۲۶۳	۶-۵- رشد اسوالد در نانوامولسیونها
۲۶۶	۷-۵- نمونه های تجربی نانوامولسیونها
۲۷۹	۱-۷-۵- تشکیل نانوامولسیون در $R_{O/W}$ ثابت
۲۸۲	۲-۷-۵- تشکیل نانوامولسیون در مقدار آب ثابت
۲۸۴	۳-۷-۵- تشکیل نانوامولسیون در $R_{O/S}$ ثابت
۲۹۰	۸-۵- کاربردهای نانوامولسیونها
۲۹۳	۹-۵- خلاصه
۲۹۵	مراجع و منابع
۳۰۰	واژه نامه

پیش گفتار

در زندگی روزمره با گونه های مختلفی از امولسیون ها (فاز پیوسته آبی یا روغنی) با مقادیر متفاوت روغن، چربی و آب در ارتباط ایم. مارگارین، کره، شیر، سسها همگی مثالهایی از امولسیونهای خوراکی اند. در حالتی خاص که شامل امولسیونهای خوراکی نیز می شود، از نظر ذائقه و سلیقه مشتری، کنترل پایداری محصول بویژه در مقابل دلمه بستن، رسوب دادن، خامه ای شدن و انعقاد حائز اهمیت است. در برخی صنایع نیز مانند امولسیونهای بر پایه نفت خام یا پسابها، پایداری امولسیون می تواند مشکل ساز باشد؛ بنابراین آشنایی و فهم اصولی سامانه پراکنش از اهمیت قابل توجهی برخوردار است.

پلیمری شدن امولسیونی از نظر فناوری و تجاری واکنشی مهم است که بسرعت از مرحله پژوهشی و آزمایشگاهی به مرحله کاربرد در تولید نمونه های مختلف بویژه پس از جنگ جهانی دوم رسیده است. امروزه پلیمری شدن امولسیونی مبنای صنایع با حجم بالای تولید در سراسر دنیاست که همچنان در حال توسعه بوده و بویژه بر روی تولید محصولات با کنترل خواص مطلوب متمرکز شده است.

در سالهای اخیر، فشار سازمانهای فعال در مسائل زیست محیطی و انجمنهای سبز بخصوص در زمینه محدودیت استفاده از چسبها و پوششهای پایه حلالی، به توجه بیشتر در تولید و کاربرد لاتکسهای پایه آبی طی فرایند پلیمری شدن امولسیونی منجر شده است. تولید محصولات با این فن از تنوعی وسیع برخوردار بوده و محصولات مختلفی را مانند لاستیکهای سنتزی، پلاستیکهای چقرمه، رنگها، چسبها، پولیشهای کف، عایقها، افزودنی سیمان و بتن و سامانه های دارورسانی را شامل می شود.

به منظور آشنایی و فهم پیچیدگیهای واکنش، خصوصیات لاتکسها و پلیمرهای تولید شده، آگاهی در زمینه های مختلف شامل شیمی پلیمر، سینتیک، کلوئیدها، رئولوژی و ارتباط ساختار

با خواص پلیمرها ضروری است. درک جزئیات پلیمری شدن امولسیون از سال ۱۹۴۰ آغاز شد و در دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ به اوج خود رسید؛ سپس اولین کتابهای آموزشی در این رابطه از اواسط دهه ۱۹۷۰ تا اواسط دهه ۱۹۸۰ به چاپ رسید. پژوهشگران طی این سالها با انبوهی از مقالات مروری، خلاصه مقالات کنفرانسها و ثبت اختراعات که در مورد جنبه های مدرن تئوری و تجربی پلیمری شدن امولسیون به چاپ می رسید، روبرو بودند.

شاید بتوان گفت در ایران اولین کتاب تألیفی تخصصی در زمینه پلیمر با عنوان «شیمی ماکروپلیمرها (ماکروملکولها)» به وسیله آقای دکتر ناصر شریفی سنجانی عضو هیأت علمی دانشکده علوم دانشگاه تهران و به وسیله انتشارات دانشگاه تهران در سال ۱۳۴۹ به چاپ رسید. از آن پس کتابهای متعددی به طور عمومی و نیز در زمینه های تخصصی پلیمر به چاپ رسید. با وجود پرداختن مختصر به این مطالب در قسمتهایی از برخی کتابها، همچنان خلأ ناشی از نبود کتابی اختصاصی در رابطه با پلیمری شدن امولسیون و امولسیونها احساس می شد. این موضوع انگیزه ای شد تا کتاب حاضر، حاصل تلاش چندین سال پژوهش و مطالعه و تدریس در این رابطه، در ۵ فصل تدوین شود. فصل اول کتاب مشتمل بر مطالب ابتدایی و عمومی به منظور آشنایی خوانندگان با مبانی و ساختارهای پراکنش و بوزره پلیمرهای امولسیونی است. برای آشنایی و ایجاد علاقه، در انتهای فصل به جنبه های کاربردی متداول لاتکسها اشاره شده است. مطابق تقسیم بندیهای موجود، پلیمری شدن امولسیونی هم اکنون به سه روش اصلی در دنیا شامل پلیمری شدن امولسیونی متداول (ماکرو)، پلیمری شدن میکروامولسیونی و پلیمری شدن مینی امولسیونی در حال انجام است. در فصول دوم تا چهارم ضمن پرداختن به هر یک از آنها به طور مجزا سعی شده است به اصول و مبانی هر یک از روشها همراه با عوامل مؤثر و کنترل کننده آنها توجه شود.

موضوع علوم و فناوری نانو به واسطه خواص جالب، امروزه مورد توجه بسیاری از پژوهشگران و صنعتگران قرار گرفته است. بنابراین خالی از لطف نبود که در یک فصل مجزا به نانوامولسیونها، روشهای تهیه و عوامل کنترل کننده اندازه آنها پرداخته شود. درباره این موضوع

در فصل پنجم کتاب به طور مفصل بحث شده است.
در گردآوری مطالب کوشیده ایم علاوه بر استفاده از جدیدترین مراجع، آنچه در این کتاب به خوانندگان ارائه می شود به روز باشد. در انتها نیز، مراجع و مأخذ معتبر مربوط به هر فصل برای مطالعه علاقه مندان آمده است.

در پایان لازم است از تمام کسانی که در تألیف و تدوین این کتاب ما را یاری رسانده و از راهنمایی های خود بهره مند ساختند، تشکر و قدردانی شود. از سرکار خانم فرشته تقوی به خاطر ویرایش دقیق ادبی و فنی کتاب کمال تشکر و امتنان را داریم. امید است در آینده با دریافت توضیحات و نظرات علاقه مندان، اشکالات احتمالی موجود را بر طرف نموده و بتوانیم در راستای انتشار مطالب مفیدتر و قابل استفاده تر گامی موثر برداریم.

علیرضا مهدویان

مهدی عبداللہی

محسن اشجاری

تابستان ۱۳۸۷