



دانشگاه پیام نور

# روشهای تجزیه در شیمی چوب، خمیر و کاغذ

ارو شوشروم رایمو آلن

ترجمه دکتر سید احمد میرشکرایی دکتر حسن صادقی فر

گروه شیمی  
(۲۸/ف)

دانشگاه پیام نور  
۱۱۰۰

شوشروم، ارو، ۱۹۲۴	Sjostrom, Eero م.
روشهای تجزیه در شیمی چوب، خمیر و کاغذ / ارو شوشروم، رایمو آلن؛ ترجمه سید احمد میرشکرای، حسن صادقی فر. - تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۸۳. مفده، ۳۶۲ ص. - (دانشگاه پیام نور؛ ۱۱۰۰. گروه شیمی: (۲۸/ف)) فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.	
عنوان اصلی، Analytical methods in wood chemistry, pulping, and papermaking, c1999.	
کتابنامه: ص. [۳۵۵] - ۳۶۲.	
۱. آموزش از راه دور- ایران. ۲. چوب - شیمی - آموزش برنامه‌ای. ۳. خمیر چوب - آموزش برنامه‌ای. ۴. کاغذسازی و تجارت کاغذ - آموزش برنامه‌ای. الف. آلن، رایمو، ۱۹۵۱- م. Alen, Raimo ب. میرشکرای، احمد، ۱۳۲۹-، مترجم. ج. صادقی فر، حسن. د. دانشگاه پیام نور ه. عنوان.	
۸۳ ش ۹/الف LC۵۸۰۸/	۳۷۸/۱۷۵۰۹۵۵
کتابخانه ملی ایران	۳۰۳۲۰-۸۳ م

ISBN 964 - 387 - 121 - 5

شابک ۵ - ۱۲۱ - ۳۸۷ - ۹۶۴



دانشگاه پیام نور

روشهای تجزیه در شیمی چوب، خمیر و کاغذ  
ارو شوشروم رایمو آلن

ترجمه دکتر سید احمد میرشکرای دکتر حسن صادقی فر  
ویراستار: جهانشاه میرزاییگی

حروفچینی، نمونه خوانی: مدیریت تدوین  
طراح جلد و صفحه‌آرا: فرشته فلاح‌دوست

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مرداد ۱۳۸۴  
کلیه حقوق برای دانشگاه پیام نور محفوظ است.  
قیمت: ۲۶۳۰۰ ریال

## بسم الله الرحمن الرحيم

### پیشگفتار ناشر

کتابهای دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف به صورت درسنامه، آزمایشی، قطعی، متون آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شود. کتاب درسنامه (د) نخستین ثمره کوششهای علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصلهای مصوب تهیه می‌شود و پس از داوری علمی در گروههای آموزشی، بدون طراحی آموزشی و ویرایش چاپ می‌شود. با تجدیدنظر صاحب اثر و دریافت بازخوردها و اصلاح نارساییها، درسنامه با طراحی آموزشی، ویرایش، و طراحی فنی - هنری به صورت آزمایشی (آ) چاپ می‌شود. با دریافت نظرهای اصلاحی، صاحب اثر در کتاب تجدید نظر می‌کند و کتاب به صورت قطعی (ق) چاپ می‌شود. در صورت ضرورت، در کتابهای چاپ قطعی نیز تجدید نظرهای اساسی به عمل می‌آید یا متناسب با پیشرفت علوم و فناوری بازنویسی می‌شوند. متون آزمایشگاهی (م) متونی است که دانشجویان با استفاده از آن و راهنمایی مربیان کارهای عملی آزمایشگاهی را انجام می‌دهند. کتابهای فرادرسی (ف) و کمک‌درسی (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه می‌شوند. کتابهای فرادرسی با تأیید معاونت پژوهشی و کتابهای کمک‌درسی با تأیید شورای انتشارات تهیه می‌شوند.

## فهرست مطالب

۱	فصل اول ترکیب شیمیایی چوب و خمیر: ترکیبات اصلی و توزیع آنها
۱	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ ترکیبهای اصلی چوب
۴	۱-۲-۱ پلی ساکاریدها
۶	سلولز
۷	همی سلولزهای اصلی
۸	گالاکتوگلوکومانانها
۸	گلوکومانان
۸	آرابینوگلوکورونوزایلان
۱۰	گلوکورونوزایلان
۱۰	آرابینوگالاکتان
۱۰	پلی ساکاریدهای فرعی
۱۱	۲-۲-۱ لیگنین
۱۳	۳-۲-۱ مواد استخراجی و معدنی
۱۴	۴-۲-۱ تفاوت‌های مهم بین سوزنی برگان و پهن برگان
۱۵	۳-۱ توزیع ترکیبات چوب
۱۵	۱-۳-۱ تفاوت‌های بین بخشهای ماکروسکوپی چوب و انواع الیاف
۱۷	۲-۳-۱ ترکیب دیواره‌های سلولی
۱۷	پلی ساکاریدها

۱۹	لیگنین
۲۰	۴-۱ ترکیب شیمیایی خمیرها
۲۱	۱-۴-۱ خمیرهای شیمیایی
۲۱	پلی ساکاریدها
۲۲	لیگنین
۲۳	مواد استخراجی و ترکیبات معدنی
۲۳	گروههای عاملی
۲۴	ترکیبهای سمی
۲۴	۲-۴-۱ خمیرهای مکانیکی و شیمیایی - مکانیکی
۲۷	فصل دوم جداسازی و آنالیز ترکیبات چوب با توجه به موقعیت ریخت شناختی آنها
۲۷	۱-۲ مقدمه
۲۸	۲-۲ جداسازی بخشهای ماکروسکوپی چوب
۲۸	۱-۲-۲ چوب نرمال
۲۸	چوب جوان
۲۸	درون چوب
۲۹	۲-۲-۲ چوب فشاری
۳۰	۳-۲-۲ چوب کششی
۳۰	۳-۲ جداسازی بافتهای چوب و خمیر
۳۰	۱-۳-۲ جداسازی نرמהا از خمیر و چوب
۳۲	۲-۳-۲ جداسازی سلولهای پره چوبی از چوب و خمیر
۳۳	۳-۳-۲ جداسازی آوردها از چوب و خمیر
۳۴	۴-۲ آنالیز لایه‌های دیواره سلولی و لایه میانی
۳۵	۱-۴-۲ تعیین مستقیم لیگنین
۳۶	۲-۴-۲ مواد چوبی برای مطالعات جداسازی
۳۷	۳-۴-۲ جداسازی لایه میانی و لایه ثانویه براساس تغییرات چگالی
۳۷	۴-۴-۲ جداسازی مکانیکی لایه میانی، دیواره اولیه و سلولهای پره چوبی
۴۰	۵-۴-۲ جداسازی لایه میانی از بافتهای نرم چوب
۴۱	۶-۴-۲ جداسازی لایه‌های دیواره سلولی از بافتهای با مراحل تکاملی مختلف
۴۱	۷-۴-۲ لایه برداری لایه‌های دیواره سلولی از الیاف خمیر

۴۳	فصل سوم کربوهیدراتها
۴۳	۱-۳ مقدمه
۴۴	۲-۳ جداسازی و جزء به جزء کردن پلی ساکاریدها
۴۴	۱-۲-۳ تهیه هولوسولوز
۴۷	۲-۲-۳ استخراج جزء به جزء همی سلولوزها و پکتین‌ها
۵۱	۳-۲-۳ خالص سازی همی سلولوزها
۵۴	۳-۳ شناسایی کربوهیدراتها
۵۷	۴-۳ ساختار مونوساکاریدها
۵۸	۱-۴-۳ شکست پیوندهای گلیکوزیدی
۶۱	۲-۴-۳ تعیین مونوساکاریدها
۶۴	۵-۳ موقعیت اتصالها
۶۶	۱-۵-۳ متیل دار کردن کامل
۶۶	۱-۱-۵-۳ متیل دار کردن با یدید متیل
۶۷	۲-۱-۵-۳ متیل دار کردن با متیل تری فلئورومتان سولفونات
۶۸	۳-۱-۵-۳ روشهایی برای پلی ساکاریدهای D-آسیل دار شده
۶۹	۲-۵-۳ گسستن پیوندهای گلیکوزیدی
۷۰	۳-۵-۳ جداسازی مونومرها به روش کروماتوگرافی گازی
۷۲	۴-۵-۳ تعیین ساختار مونومرها با GC/MS
۷۴	۶-۳ توالی اتصالها
۷۵	۱-۶-۳ آبکافت جزئی
۷۵	۱-۱-۶-۳ آبکافت شیمیایی
۷۶	۲-۱-۶-۳ آبکافت آنزیمی
۷۸	۲-۶-۳ جزء به جزء کردن الیگوساکاریدها
۷۹	۳-۶-۳ ساختار الیگوساکاریدها
۷۹	۱-۳-۶-۳ طیفسنجی جرمی با بمباران سریع اتمی
۸۲	۷-۳ پیکربندی آنومری و اندازه حلقه
۸۵	۸-۳ وزن مولکولی
۸۶	۱-۸-۳ کروماتوگرافی نفوذ ژل (GPC)
۸۶	۲-۸-۳ آنالیز گروه انتهایی

۸۹	فصل چهارم لیگنین
۸۹	۱-۴ تعریف
۹۳	۲-۴ ساختار، نامگذاری
۹۳	۱-۲-۴ لیگنین طبیعی
۹۶	۲-۲-۴ ساختار لیگنین پس از عملیات تهیه خمیر و رنگبری
۹۶	۳-۴ شناسایی و طبقه‌بندی لیگنین
۹۹	۱-۳-۴ شناسایی لیگنین
۱۰۲	۲-۳-۴ طبقه‌بندی لیگنینها
۱۰۵	روشهای طیف‌سنجی
۱۰۵	۴-۴ آنالیز کمی
۱۰۵	۱-۴-۴ چوب و انواع خمیر
۱۰۸	۲-۴-۴ محلول آبی
۱۰۹	۵-۴ جداسازی لیگنین
۱۰۹	۱-۵-۴ چوب
۱۱۲	۲-۵-۴ انواع خمیر
۱۱۴	۳-۵-۴ مایعات حاصل از عملیات تهیه خمیر
۱۱۶	۶-۴ آنالیز ساختاری لیگنین
۱۱۶	۱-۶-۴ روشهای تخریبی
۱۲۸	۲-۶-۴ روشهای طیف‌سنجی
۱۳۵	۷-۴ آنالیز گروههای عاملی در لیگنین
۱۳۹	۸-۴ ترکیبات مدل لیگنین
۱۴۱	۹-۴ تعیین خصوصیات درشت مولکولی لیگنین
۱۴۵	فصل پنجم مواد استخراجی
۱۴۵	۱-۵ مقدمه
۱۴۹	۲-۵ نمونه برداری و پیش‌تیمار نمونه
۱۵۰	۳-۵ استخراج
۱۵۰	۱-۳-۵ حلالها
۱۵۲	۲-۳-۵ روشهای استخراج
۱۵۴	۳-۳-۵ تبخیر حلال و خشک کردن مواد استخراجی
۱۵۵	۴-۵ آنالیز مواد استخراجی

- ۱۵۵ ۱-۴-۵ تعیین گروههای ترکیبات استخراجی
- ۱۶۵ ۲-۴-۵ آنالیز هر یک از ترکیبات به روش GC
- ۱۷۱ ۵-۵ آنالیز مستقیم مواد استخراجی و لکه‌ها در نمونه‌های خمیر و کاغذ
- ۱۷۲ ۶-۵ خلاصه فصل و نکته‌های مهم

## فصل ششم تشخیص مستقیم خواص شیمیایی الیاف

- ۱۷۵ ۱-۶ مقدمه
- ۱۷۶ ۲-۶ تعیین ترکیب کپه‌ای با روشهای طیف‌سنجی
- ۱۷۶ ۱-۲-۶ طیف‌سنجی  $^{13}\text{C NMR}$  CP/MAS
- ۱۸۲ ۲-۲-۶ طیف‌سنجی FT IR
- ۱۸۷ ۲-۲-۶ طیف‌سنجی رامان
- ۱۸۹ ۲-۲-۶ طیف‌سنجی UV-Vis
- ۱۹۰ ۳-۶ تعیین ترکیب سطح با استفاده از روشهای طیف‌سنجی
- ۱۹۱ ۱-۳-۶ طیف‌سنجی الکترونی برای تجزیه شیمیایی ESCA
- ۱۹۱ ۱-۱-۳-۶ اصول روش ESCA
- ۱۹۴ ۲-۱-۳-۶ طیف سنج ESCA
- ۱۹۵ ۳-۱-۳-۶ عمق فرار
- ۱۹۵ ۴-۱-۳-۶ تحلیل عنصری کیفی
- ۱۹۶ ۵-۱-۳-۶ تحلیل کمی
- ۱۹۷ ۶-۱-۳-۶ جابه‌جایی شیمیایی
- ۱۹۹ ۷-۱-۳-۶ اثرهای مربوط به وابستگی زاویه‌ای
- ۲۰۱ ۸-۱-۳-۶ مشتق سازی گروههای عاملی
- ۲۰۳ ۹-۱-۳-۶ اثرهای باردار شدن
- ۲۰۳ ۱۰-۱-۳-۶ طیف‌سنجی نوار والانس
- ۲۰۴ ۲-۳-۶ طیف‌سنجی جرمی یون ثانوی (SIMS)
- ۲۰۴ ۱-۲-۳-۶ اساس کار SIMS
- ۲۰۶ ۲-۲-۳-۶ دستگاهوری
- ۲۰۷ ۳-۲-۳-۶ فرایندهای کنده شدن و یونی شدن
- ۲۰۸ ۴-۲-۳-۶ کاربردهای SIMS
- ۲۰۸ ۴-۶ تحلیل سطح به وسیله تیمارهای آنزیمی
- ۲۱۱ ۵-۶ تعیین گروههای عاملی با استفاده از واکنشهای شیمیایی ویژه



۲۱۳	۶-۶ تعیین گروه‌های یونی شونده (بار ایف)
۲۱۴	۱-۶-۶ تبادل یون
۲۱۵	۲-۶-۶ تیتراسیون رسانایی سنجی
۲۱۸	۳-۶-۶ تیتراسیون پتانسیل سنجی
۲۲۱	۴-۶-۶ جذب پلی الکترولیت
۲۲۴	۷-۶ کروماتوگرافی گازی پیرولیزی
۲۲۶	۸-۶ رهنمودهایی برای انتخاب روش‌های مناسب
۲۲۹	فصل هفتم تعیین خصوصیات مایعات پخت تهیه خمیر کاغذ
۲۲۹	۱-۷ مقدمه
۲۳۱	۲-۷ مایعات سیاه پخت کرافت
۲۳۲	۱-۲-۷ پلی ساکاریدها و محصولات تخریبی مربوط
۲۳۳	۱-۱-۲-۷ پلی ساکاریدها
۲۳۳	۲-۱-۲-۷ انواع فراورده‌های تخریبی
۲۳۴	۳-۱-۲-۷ اسیدهای چرب فرار
۲۳۵	۴-۱-۲-۷ اسیدهای کربوکسیلیک هیدروکسی
۲۴۲	۵-۱-۲-۷ سایر اسیدهای کربوکسیلیک آلیفاتیک
۲۴۴	۶-۱-۲-۷ سایر فراورده‌های تخریب و تجزیه
۲۴۵	۲-۲-۷ لیگنین و فراورده‌های تخریب و تجزیه آن
۲۴۵	۱-۲-۲-۷ لیگنین کرافت
۲۴۵	۲-۲-۲-۷ فراورده‌های تخریب لیگنین
۲۵۲	۳-۲-۷ مواد استخراجی و فراورده‌های تبدیل آنها
۲۵۲	۱-۳-۲-۷ اسیدهای رزینی و چرب و ترپنویدها
۲۵۴	۲-۳-۲-۷ ترکیب‌های دیگر
۲۵۵	۴-۲-۷ ترکیبات متفرقه
۲۵۵	۱-۴-۲-۷ ترکیبات حاصل از پروتئینها
۲۵۶	۲-۴-۲-۷ ترکیبات حاصل از سوبرینها
۲۵۶	۳-۴-۲-۷ سایر ترکیبات
۲۵۸	۳-۷ مایعات پخت سولفیت
۲۵۹	۱-۳-۷ محصولات تخریبی پلی ساکاریدها
۲۶۱	۲-۳-۷ لیگنوسولفوناتها و محصولات تخریب

۲۶۲	۳-۳-۷ مواد استخراجی
۲۶۳	۴-۷ ترکیبات معدنی
۲۶۳	۱-۴-۷ مایعات سیاه پخت کرافت
۲۶۶	۲-۴-۷ مایعات پخت سولفیت
۲۶۷	۵-۷ خصوصیات فیزیکی
۲۶۸	۱-۵-۷ مقدار ماده خشک
۲۶۸	۲-۵-۷ چگالی
۲۶۹	۳-۵-۷ گرانروی
۲۶۹	۴-۵-۷ ارزش گرمایی
۲۷۰	۵-۵-۷ سایر پارامترهای فیزیکی
۲۷۱	فصل هشتم آنالیز مایعات رنگبری
۲۷۱	۱-۸ مقدمه
۲۷۲	۲-۸ روشهایی برای تعیین پارامترهای جمعی
۲۷۲	۱-۲-۸ هالوژنهای آلی قابل جذب (AOX)
۲۷۳	۲-۲-۸ هالوژنهای آلی قابل استخراج (EOX)
۲۷۴	۳-۲-۸ اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)، کربن کل آلی (TOC) و اکسیژن خواهی بیولوژیکی (BOD)
۲۷۶	۳-۸ توزیع وزن مولکولی
۲۷۸	۴-۸ تشخیص ترکیبات با وزن مولکولی کم
۲۷۹	۱-۴-۸ اسیدهای کربوکسیلیک
۲۷۹	۱-۱-۴-۸ اسیدهای آبدوست
۲۸۰	۲-۲-۴-۸ اسیدهای آبگریز
۲۸۰	۳-۳-۴-۸ عوامل کی لیت ساز
۲۸۲	۲-۴-۸ ترکیبات فنولی
۲۸۳	۱-۲-۴-۸ ترکیبات فنولی کلردار
۲۸۷	۲-۲-۴-۸ ترکیبات فنولی بدون کلر
۲۸۷	۳-۴-۸ ترکیبات آلی خشی
۲۸۸	۱-۳-۴-۸ متانول
۲۸۸	۲-۳-۴-۸ کلروفرم
۲۸۸	۳-۳-۴-۸ کتونها و آلدئیدها

۲۹۰	۴-۳-۴-۸ دی متیل سولفونها
۲۹۰	۵-۳-۴-۸ نیوفنها
۲۹۱	۶-۳-۴-۸ استروبیدها و الکلهاى تری ترین
۲۹۲	۷-۳-۴-۸ دی بنزو- <i>p</i> -دی اکسینها (PCDD) و دی بنزوفورانها (PCDF)ی چند کلردار
۲۹۳	۴-۴-۸ مواد معدنی
۲۹۴	۵-۸ تعیین مواد با وزن مولکولی زیاد
۲۹۴	۱-۵-۸ جداسازی
۲۹۷	۲-۵-۸ روشهای تخریب شیمیایی
۲۹۷	۱-۲-۵-۸ اکسایش با پرمنگنات
۳۰۱	۲-۲-۵-۸ اکسایش با اکسید مس
۳۰۵	۳-۲-۵-۸ تیواسیدکافت
۳۰۶	۳-۵-۸ ترکیب و میزان کربوهیدراتها
۳۰۷	۴-۵-۸ طیفسنجی $^{13}\text{C}$ NMR
۳۱۱	<b>فصل نهم آنالیز آبهای فرایندی و پسابهای کاغذسازی</b>
۳۱۱	۱-۹ مقدمه
۳۱۳	۲-۹ مواد محلول و کلوییدی
۳۱۳	۱-۲-۹ مواد حاصل از خمیرهای مکانیکی و شیمیایی مکانیکی
۳۱۵	۲-۲-۹ مواد حاصل از خمیرهای شیمیایی و بازیافتی
۳۱۶	۳-۲-۹ اجزای غیرچوبی
۳۱۷	۳-۹ جداسازی، دسته بندی و آنالیز
۳۱۷	۱-۳-۹ روشهای استاندارد برای تعیین پارامترهای جمعی
۳۱۸	۲-۳-۹ جداسازی مواد محلول و کلوییدی
۳۲۰	۳-۳-۹ طراحی برنامه جامع آنالیز
۳۲۰	۴-۳-۹ آنالیز کربوهیدراتها
۳۲۴	۵-۳-۹ آنالیز مواد استخراجی
۳۲۵	۶-۳-۹ آنالیز لیگنین و سایر ترکیبهای فنولی
۳۲۶	۷-۳-۹ تجزیه و تحلیل سایر ترکیبات خمیر و مواد معدنی
۳۲۷	۸-۳-۹ آنالیز ترکیبهای غیر چوبی
۳۲۷	۴-۹ آنالیز پیوسته فرایند

۳۲۸

۵-۹ خلاصه فصل

۳۳۱

فصل دهم آنالیز ترکیبات معدنی

۳۳۱

۱-۱۰ مقدمه

۳۳۲

۲-۱۰ نمونه برداری و آماده سازی نمونه

۳۳۵

۳-۱۰ طیفسنجی

۳۳۶

۱-۳-۱۰ طیفسنجی جذب اتمی (AAS)

۳۳۸

۲-۳-۱۰ روشهای پلاسما با طیفسنجی نشر اتمی

۳۴۲

۳-۳-۱۰ طیفسنجی فلورسانس پرتو X

۳۴۴

۴-۳-۱۰ طیفسنجی الکترونی

۳۴۶

۴-۱۰ کروماتوگرافی یونی

۳۴۷

۵-۱۰ روشهای مختلف

۳۴۷

۱-۵-۱۰ آنالیز فعال سازی

۳۴۸

۲-۵-۱۰ طیف جرمی یون ثانوی (SIMS)

۳۴۸

۶-۱۰ نکته های پایانی

۳۵۵

مرجعها و منابع

www.ketab.ir

## پیشگفتار

به مفهوم گسترده و رایج، شیمی چوب مجموعه جامعی از مطالب است که گستره آن از مطالعات بنیادی تا کاربردهای علمی را فرا می‌گیرد. اجزای متعددی که در نواحی ریخت‌شناختی مختلف چوب پراکنده شده‌اند، پیچیدگی خاصی را به شیمی چوب می‌دهد. به همین دلیل، در انجام مطالعات بنیادی، روشهای تجزیه‌ای پیشرفته‌ای مورد نیاز است تا در موضوع چوب، خمیر و کاغذ، بتوانیم به عمق مسایل پی ببریم. به تدریج، روشهای تجزیه‌ای جدید و اصلاح شده، که زمانی فقط برای پژوهشهای بنیادی و امور تحقیقاتی به کار می‌رفتند، به صنعت نیز راه یافته‌اند و جایگزین روشهای قدیمی شده‌اند. به دلیل گستردگی موضوع، تلاش برای نوشتن کتاب کوچکی درباره روشهای تجزیه‌ای در شیمی چوب، خمیر و کاغذ، غیر ممکن به نظر می‌رسد و برای پوشش دادن همه مطالب، چند جلد کتاب مورد نیاز است. اما در دست داشتن کتاب کوچکی در این باره که به تفصیل به شرح روشهای تجربی پردازد، بلکه صرفاً به شرح اصول اساسی روشهای تجزیه‌ای و کاربردها پردازد، ضروری به نظر می‌رسد. در این کتاب، تأکید اصلی بر روشهای تجزیه‌ای پیشرفته، به ویژه روشهای مبتنی بر طیف‌سنجی و کروماتوگرافی خواهد بود. توضیحات شامل مراحل تهیه نمونه‌ها نیز می‌شود چون در اغلب موارد، پیش از انجام آزمایشهای اصلی، فنون ویژه‌ای برای جداسازی و تخلیص نمونه‌ها ضروری است. در برخی موارد توضیح مبانی نظری روش تجزیه‌ای نیز ضروری است چون اغلب روشهای شرح داده شده، هنوز فقط در طرحهای تحقیقاتی کاربرد دارند و به ندرت در فعالیتهای روزمره مربوط به چوب، خمیر و کاغذ به کار می‌روند. اما تردیدی نیست که سرانجام روزی همین روشهای پیشرفته جنبه عمومی و همگانی خواهند یافت. در این کتاب، در فصلهای ۱ و ۲ اطلاعات اساسی در مورد شیمی چوب و

موقعیت ریخت‌شناختی ترکیبهای شیمیایی در چوب و فنون تجزیه‌ای مورد نیاز برای مطالعه آنها ارائه شده است. سه فصل بعد (فصلهای ۳، ۴ و ۵)، صرف معرفی روشهای تجزیه‌ای مناسب برای مطالعه اجزای چوب براساس گروه‌بندی شیمیایی آنها (کربوهیدراتها، لیگنین، و مواد استخراجی) شده است. فصل ۶ به معرفی روشهایی می‌پردازد که برای مشخص کردن خواص شیمیایی چوب و الیاف خمیر کاغذ بدون جداسازی و تفکیک، مفید هستند. در این فصل تأکید ویژه‌ای بر خواص سطحی الیاف شده است روشهای قابل استفاده برای مطالعه لیکورهای خمیرسازی، لیکورهای رنگبری و آبهای فرابندی کاغذسازی و پسابها، به ترتیب در فصلهای ۷، ۸ و ۹ شرح داده شده‌اند. در فصل ۱۰ به شرح روشهای تجزیه‌ای اجزای غیرآلی (معدنی) موجود در چوب و خمیر کاغذ اختصاص داده شده است.

فصلهای مختلف کتاب توسط دانشمندانی نوشته شده است که در زمینه مربوطه متخصص و صاحب‌نظرند. البته در این میان، نمی‌توان وجود توصیه‌های سلیقه‌ای و شخصی نویسندگان را انکار کرد. گاهی ضروری بوده است که بین نظرات نویسندگان ویراستاران. هماهنگی و توازن ایجاد گردد. با این وجود، ما (ویراستاران) امیدواریم که در کتاب، اصل همگنی مطالب و ارائه مطالب در قالب اهداف رعایت شده باشد. خوانندگان کتاب طیف وسیعی را تشکیل می‌دهند که شامل استادان و دانشجویان، شیمی‌دانها، محققان و نیز دست‌اندرکاران صنعت چوب، خمیر و کاغذ می‌باشد.

مراتب تقدیر و تشکر خود را از پرفسور ت. ائی. تیمل که فرصت نگارش این کتاب را برای ما ایجاد کرد، اعلام می‌داریم. پرفسور تیمل تمام مطالب را مرور کرد و اصلاحات محتوایی و نگارشی ارزنده‌ای را انجام داد. بی‌شک، تشویق و ترغیب مداوم او موجب پایان کار تألیف کتاب شد.

از مسئولین دانشکده علوم طبیعی دانشگاه ایواسکیلا (Jyvaskyla) به دلیل حمایت‌های مالی و نیز کمک به تهیه شکلها و تصاویرها تشکر می‌کنیم. در پایان، از مسئولین انتشارات اسپرینگر-ورلاگ نیز که با مهارت و علاقه چاپ و انتشار کتاب را بر عهده گرفتند سپاسگزاری می‌نمایم.

هلسینکی، ایواسکیلا

ارو شوشروم

سپتامر ۱۹۹۸

رایمو آلن