

عامل دار شدن کوالانسی و غیر کوالانسی نانو لوله‌های کربنی

گردآوری و تدوین:

محمدرضا قلی بیکیان

ویراستار:

دکتر محمدحسن هوشدارتهرانی

دکتر سیدعباس طباطبایی

سرشناسه	قلی بیکیان، محمدرضا، ۱۳۶۵ - گردآورنده
عنوان و نام پدیدآور	عامل دار شدن کوالانسی و غیر کوالانسی نانو لوله های کربنی / گردآوری و تدوین محمدرضا قلی بیکیان؛ ویراستار محمدحسن هوشدار تهرانی، سیدعباس طباطبایی
مشخصات نشر	تهران: آوای دانش گستر، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۳۰۴ ص: مصور (بخشی رنگی).
شابک	978-600-6976-04-4 : ۱۳۵۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	نانو لوله های کربنی
موضوع	موادنانوساختار
موضوع	نشی - واکنش ها
شناسه افزوده	هوشدار تهرانی، محمدحسن، ویراستار
شناسه افزوده	طباطبایی، سید عباس، ۱۳۵۶ - ویراستار
رده بندی کنگره	۱۳۹۲ ۸۹/۹۷۴۸۴۱۸ TA
رده بندی دیویی	۶۲۰/۵
شماره کتابشناسی ملی	۳۱۹۷۳۴۴

www.avayee.ir

انتشارات آوای دانش گستر

نام کتاب:	عامل دار شدن کوالانسی و غیر کوالانسی نانو لوله های کربنی
مؤلف:	محمدرضا قلی بیکیان
نوبت و سال چاپ:	اول - ۱۳۹۲
ناشر:	آوای دانش گستر
ویراستاران	دکتر محمدحسن هوشدار تهرانی - دکتر سید عباس طباطبایی
حروفچینی و صفحه آرای	ه. سوری (۸۲۵-۹۱۲۵۶۲۰)
لیتوگرافی:	رایید گرافیک
چاپ و صحافی:	کهنمونی زاده
مدیر اجرایی و ناظر چاپ:	مجتبی سوری
شمارگان:	۵۰۰ نسخه
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۶۹۷۶-۰۴-۴
قیمت:	۱۳۵۰۰ تومان

انتشارات آوای دانش گستر

تهران، روبروی دانشگاه تهران، بین خ ۱۲ فروردین و فخر رازی، ساختمان ظروفچی، پلاک ۱۲۹۶، طبقه دوم واحد پنج

تلفن: ۶۶۴۹۲۹۳۴ - ۶۶۴۸۳۰۳۰

www.avayee.ir

کلیه حقوق برای مؤلف محفوظ است و هر گونه تکثیر به هر شکل بدون اجازه مؤلف و ناشر ممنوع می باشد و پیگرد قانونی دارد.

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۵
فصل اول: مقدمه‌ای بر نانوتکنولوژی و ساخت نانولوله‌های کربنی	۱۷
۱-۱- مقدمه‌ای بر تاریخچه نانوتکنولوژی [۱]	۱۷
۲-۱- نانو چیست ؟	۲۰
۳-۱- نانوفناوری چیست ؟	۲۰
۴-۱- شیمی و فناوری نانو	۲۲
۵-۱- نانوشیمی و کاربرد آن در حوزه‌های مختلف	۲۴
۶-۱- انواع آلوتروپ‌های کربن	۲۶
۱-۶-۱- گرافیت (شکل ۱-۲) [۳]	۲۶
۲-۶-۱- الماس	۲۸
۳-۶-۱- نانولوله‌های تک دیواره، چند دیواره، فولرین [۵،۴]	۲۹
۱-۳-۶-۱- نانولوله‌های کربنی تک دیواره (SWCNT) (شکل ۱-۳)	۲۹
۲-۳-۶-۱- نانولوله‌های کربنی چند دیواره (MWCNT)	۳۰
۳-۳-۶-۱- فولرین (شکل ۱-۵)	۳۰
۷-۱- روش‌های ساخت نانولوله‌های کربنی	۳۰
۱-۷-۱- تخلیه قوس الکتریکی [۶]	۳۰

- ۱-۱-۷-۱- مکانیسم‌های رشد برای نانولوله‌های کربنی چند دیواره در
 ۳۳ روش تخلیه قوس الکتریکی [۱۳، ۱۲]
- ۱-۱-۷-۲- مکانیسم رشد باندل‌ها در تخلیه قوس الکتریکی [۱۶] ۳۴
- ۱-۲-۷-۲- سایش لیزری [۱۷] ۳۵
- ۱-۳-۷-۳- تبخیر رسوب شیمیایی [۱۸، ۱۹] ۳۷
- ۱-۳-۷-۱- مکانیسم رشد نانولوله در بخار رسوب شیمیایی [۲۱، ۲۲] ۳۸
- ۸-۱- روش‌های شناسایی و تشخیص نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده ۴۰
- ۱-۸-۱- طیف سنجی مادون قرمز و طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه
 [۲۴] ۴۰
- ۲-۸-۱- طیف سنجی رامان در نانولوله‌ها ۴۰
- ۱-۲-۸-۱- ناحیه RBM در طیف سنجی رامان [۳۱] ۴۲
- ۲-۲-۸-۱- نانولوله‌های کربنی در طیف سنجی رامان [۳۲] ۴۳
- ۳-۲-۸-۱- بررسی اتصالات کوالانسی و غیر کوالانسی آمین‌های
 آلیفاتیک و آروماتیک با گروه‌های کشنده و دهنده در طیف
 سنجی رامان ۴۴
- ۳-۸-۱- تست انحلال یا حلالیت در نانولوله‌ها [۳۳] ۴۴
- ۴-۸-۱- آنالیز گرمایی ترموگراویمتری [۳۴] ۴۵
- ۵-۸-۱- دفع برنامه ریزی شده دمایی ۴۶
- ۶-۸-۱- پراش اشعه ایکس [۳۵] ۴۷
- ۷-۸-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی [۳۶] ۴۸
- ۹-۱- روش‌های مختلف خالص‌سازی نانولوله‌های کربنی [۳۷] ۴۹
- ۱-۹-۱- اکسیداسیون [۳۸-۴۲] ۵۰
- ۲-۹-۱- اکسیداسیون ملایم ۵۱
- ۳-۹-۱- اکسیداسیون سریع ۵۱
- ۴-۹-۱- اکسیداسیون در فاز مایع و در فاز گاز [۳۸-۴۲] ۵۲

۵۲	۵-۹-۱- روش خالص سازی با اسیدها
۵۳	۶-۹-۱- روش اولتراسونیک
۵۳	۷-۹-۱- خالص سازی مغناطیسی
۵۴	۸-۹-۱- میکروفیلتراسیون (صاف کردن در حد میکرو) [۴۸،۴۷]
۵۵	۹-۹-۱- کروماتوگرافی [۵۰،۴۹،۴۸]
۵۶	۱۰-۱- حلالیت نانولوله های کربنی توسط بهینه شدن سطح [۵۳،۵۲،۵۱]
۵۹	فصل دوم: عامل دار شدن کوالانسی
۵۹	۱-۲- عامل دار شدن نانولوله های کربنی
۵۹	۳-۲- عامل دار شدن غیر کوالانسی نانولوله های کربنی
۶۰	۲-۲- عامل دار شدن کوالانسی نانولوله های کربنی
۶۱	۱-۲-۲- اتصال مستقیم گروه های عاملی به سطح گرافیتی نانو لوله ها
۶۱	۱-۱-۲-۲- هالوژن دار شدن
۶۳	۲-۱-۲-۲- هیدروژن دار کردن
	۳-۱-۲-۲- تشکیل حلقه سیکلو پروپان بر روی دیواره میانی نانولوله های
۶۳	کربنی یا حلقه زایی [۲+۱]
	۴-۱-۲-۲- تشکیل حلقه آزیردین بر روی دیواره میانی نانولوله های
۶۶	کربنی یا حلقه زایی [۲+۱]
	۵-۱-۲-۲- تشکیل حلقه آزومتین بر روی دیواره میانی نانولوله های
۷۱	کربنی
۹۱	۶-۱-۲-۲- واکنش های حلقه زایی ۳و۱- ایلیدهای پیریدینیم [۱۱۹]
۹۴	۷-۱-۲-۲- واکنش های حلقه زایی ۳و۱- ایلیدهای نیتریل اکسید
۹۸	۸-۱-۲-۲- حلقه زایی دیلز آلدردر نانولوله ها [۱۲۵،۱۲۴]
۱۰۰	۹-۱-۲-۲- واکنش های افزایشی رادیکالی
۱۱۱	۱۰-۱-۲-۲- آوزون کافت

- ۱۱-۲-۱-۱۱- واکنش‌های افزایشی الکترون دوستی ۱۱۲
- ۱۲-۱-۲-۲- افزایشی هسته دوستی و نانولوله‌های کربنی به عنوان حد واسطه‌های آنیونی ۱۱۲
- ۱۳-۱-۲-۲- واکنش‌های جانشینی الکتروفیلی [۱۴۵، ۱۴۴] ۱۱۳
- ۱۴-۱-۲-۲- آمین دار کردن سطح نانولوله‌ها [۱۳۴] ۱۱۴
- ۱۵-۱-۲-۲- واکنش افزایش هسته دوستی (شبیه تراکم کلایزن) و تولید یون دو قطبی با استفاده از دی آلکیل استیلن دی کربوکسیلات و ۴-دی متیل آمینو پیریدین ۱۱۵
- ۱۶-۱-۲-۲- اتصالات کئوردینانسی [۱۵۳] ۱۱۷
- ۲-۲-۲- اتصال مستقیم کوآلانس‌ی گروه‌های کربوکسیلیک اسید بر روی نانولوله‌ها و تبدیل آنها به حد واسطه‌های آسیل هالید و واکنش آنها با آمین‌ها و الکله‌ها ۱۱۷
- ۳-۲-۲- اتصال مستقیم نانولوله‌های کربنی کربوکسیله شده بدون حد واسط آسیل هالید به مولکول‌های میزبان توسط معرف‌های کربودی ایمیدی ... ۱۲۵
- ۱-۳-۲-۲- اتصال مستقیم نانولوله‌های کربنی کربوکسیله شده توسط HATU به مولکول میزبان ۱۳۰
- ۲-۳-۲-۲- اتصال کوآلانس‌ی مایعات یونی به نانولوله کربنی با حد واسط آسیل هالید و حدواسط ایزوآسیل اوره ۱۳۴
- ۳-۲- فعال سازی نانولوله‌های کربنی توسط پلاسما ۱۳۶
- ۴-۲- اتصال دو لینکر متفاوت بر روی نانولوله‌های کربنی تک دیواره [۲۰۲] ۱۳۷
- ۵-۲- اتصال فلزات به نانولوله‌های کربنی عامل دار شده ۱۳۸
- ۶-۲- نانو هیبرید پلی آمیدوآمین [۲۳۰] ۱۴۴
- ۱-۶-۲- آماده سازی پلی آمیدوآمین (PAMAM) به نانولوله‌ها ۱۴۴
- ۲-۶-۲- آماده سازی نانوذرات پالادیم بر روی پلی آمیدوآمین‌های متصل شده به نانو لوله‌ها ۱۴۴

۷-۲- کمپلکس دار شدن نانولوله‌های کربنی ۱۵۰

۸-۲- ترین یا آژین بندی شیمیایی بر روی نانولوله‌های کربنی ۱۵۲

فصل سوم: عامل دار شدن غیر کوالانسی ۱۵۵

۱-۳- عامل دار شدن غیر کوالانسی نانولوله‌های کربنی [۲۵۰] ۱۵۵

۲-۳- انواع برهم کنش غیر کوالانسی نانولوله‌ها [۲۵۷، ۲۵۶] ۱۵۹

۱-۲-۳- برهم کنش نانولوله‌های منفرد با همدیگر ۱۵۹

۲-۲-۳- برهم کنش نانولوله‌های جمعی (خوشه‌های کربنی یا باندل‌ها) ۱۵۹

۳-۲-۳- برهم کنش نانولوله‌های سر به سر (نانولوله‌های در هم فرو رفته) ۱۵۹

۱-۳-۲-۳- انکپسوله کردن فولرین‌ها در داخل نانولوله‌های کربنی ۱۶۰

۲-۳-۲-۳- انکپسوله کردن مواد آلی در داخل نانولوله‌های کربنی ۱۶۱

۳-۳-۲-۳- انکپسوله کردن مواد معدنی در داخل نانولوله‌های کربنی ۱۶۳

۴-۲-۳- برهم کنش آب گریز - آب گریز (چربی دوست - چربی

دوست) ۱۶۴

۵-۲-۳- برهم کنش کاتیون- π یا آنیون- π [۲۷۷، ۲۷۶] ۱۶۴

۳-۳- عامل دار شدن غیر کوالانسی نانولوله‌های کربنی تک دیواره بر پایه

بیومولکول‌ها ۱۶۵

۴-۳- عامل دار شدن غیر کوالانسی نانولوله‌های کربنی تک دیواره در

ترانزیستورهای اثر میدان ۱۶۸

۵-۳- ترکیبات آروماتیک چند هسته‌ای و انواع دیگری از برهم کنش‌های غیر

کوالانسی ۱۷۷

۶-۳- برهم کنش با بیومولکول‌ها ۱۸۰

فصل چهارم: نانولوله‌های کربنی در دارورسانی و ژن درمانی ۱۸۵

- ۱-۴- نانولوله‌های کربنی در دارورسانی [۳۳۰] ۱۸۵
- ۲-۴- اتصال کوالانسی داروهای مختلف به نانولوله‌های کربنی تک دیواره آسپیل ۱۸۷
- ۳-۴- برهم‌کنش غیرکوالانسی داروهای ضد سرطانی بر روی دیواره میانی نانو لوله‌های کربنی ۱۸۸
- ۴-۴- نانولوله‌های کربنی در پپتیدها و آنتی بادی‌ها ۱۹۴
- ۵-۴- نانولوله‌های کربنی در انتقال ژن ۱۹۷
- ۶-۴- اتصال RNA به نانولوله‌های کربنی تک دیواره از طریق شکستن پیوند دی سولفیدی [۳۵۵، ۳۵۴] ۲۰۰
- ۷-۴- نانولوله‌های کربنی در انتقال ژن و دارو ۲۰۱
- ۸-۴- آماده‌سازی حامل‌های دارویی هدفمند دوتایی در نانولوله‌های کربنی چند دیواره ۲۰۴

فصل پنجم: اتصال فتالوسیانیین‌ها به نانولوله‌های کربنی و فولرین‌ها و

- عامل‌دار شدن فولرین‌ها ۲۱۱
- ۱-۵- اتصال کوالانسی فتالوسیانیین‌ها به نانولوله‌های کربنی ۲۱۱
- ۲-۵- عامل‌دار شدن فولرین‌ها و اتصال فتالوسیانیین‌ها به آن‌ها ۲۱۸
- ۱-۲-۵- حلقه زایی [۳+۲] در فولرین‌ها ۲۱۸
- ۲-۲-۵- تشکیل حلقه‌های سیکلوپنتن کتونی بر روی سطح خارجی فولرین‌ها ۲۳۰
- ۳-۲-۵- تشکیل حلقه‌های سیکلوپروپان بر روی سطح خارجی فولرین‌ها ۲۳۲
- ۴-۲-۵- واکنش حلقه زایی فتوشیمیایی [۲+۲] در فولرین‌ها [۴۰۹-۴۱۴] ۲۳۹
- ۵-۲-۵- واکنش حلقه زایی [۴+۲] یا واکنش دیلز آلدردر در فولرین‌ها [۴۲۰] ۲۳۹
- [۴۱۵] ۲۳۹

فصل ششم: کاربرد نانولوله‌های کربنی [۴۲۱] ۲۴۱

- ۲۴۱-۱-۶ کاربرد نانولوله‌های کربنی ۲۴۱
- ۲۴۱-۱-۱-۶ کاربرد نانولوله‌های کربنی و نانوذرات در صنعت نساجی ۲۴۱
- ۲۴۱-۱-۱-۱-۶ خاصیت ضدآب رفتگی دارند ۲۴۱
- ۲۴۲-۱-۱-۶ خاصیت آنتی باکتریال دارند ۲۴۲
- ۲۴۲-۱-۱-۶ خاصیت ضد الکتريسيته ساکن دارند ۲۴۲
- ۲۴۲-۱-۱-۴ خاصیت تنفس‌پذیری برای پارچه‌ها ایجاد می‌شود ۲۴۲
- ۲۴۳-۱-۱-۶ رنگ‌پذیری لباس‌ها و بوی معطر ۲۴۳
- ۲۴۳-۱-۱-۶ لباس‌های مقاوم به مواد شیمیایی و مقاوم در برابر گلوله ۲۴۳
- ۲۴۳-۱-۶ استفاده از نانواپزارها در تولید نانوحس‌گرها ۲۴۳
- ۲۴۴-۱-۲-۱-۶ نانولوله‌های کربنی به عنوان حس‌گرهای شیمیایی ۲۴۴
- ۲۴۵-۲-۱-۶ کاربرد نانولوله‌های کربنی در حس‌گرهای گازی ۲۴۵

فصل هفتم: انواع آلوتروپ‌های کربنی ۲۴۷

- ۲۴۷-۱-۷ سنتز و ساختار نانولوله‌های بورنیتريدی [۴۲۱] ۲۴۷
- ۲۴۹-۱-۱-۷ تخلیه قوس الکتریکی نانولوله‌های بورنیتريدی ۲۴۹
- ۲۵۰-۲-۷ نانوجوانه‌ها [۴۲۲] ۲۵۰
- ۲۵۱-۳-۷ نانوهورن‌های کربنی [۴۲۳] ۲۵۱
- ۲۵۳-۱-۳-۷ تخلیه قوس الکتریکی برای تولید نانوهورن‌های تک دیواره [۴۲۷] ۲۵۳
- ۲۵۳-۲-۳-۷ سایش لیزری دی اکسید کربن برای تولید نانوهورن‌های تک دیواره ۲۵۳
- ۲۵۵-۳-۳-۷ کاربرد نانوهورن‌های کربنی ۲۵۵
- ۲۵۷-۴-۳-۷ طیف سنجی رامان در نانوهورن‌های کربنی تک دیواره [۴۳۴] ۲۵۷
- ۲۵۷-۵-۳-۷ عامل‌دار شدن نانوهورن‌های کربنی تک دیواره توسط واکنش حلقه‌زایی ۳و۱ ۲۵۷

- ۶-۳-۷- عامل‌دار شدن نانوهورن‌های کربنی تک دیواره با زنجیره‌های اتیلن
 گلیکول و پورفیرین [۴۳۹، ۴۴۰]..... ۲۶۰
- ۴-۷- پیازهای کربنی ۲۶۳
- ۱-۴-۷- تخلیه قوس الکتریکی در آب [۴۴۴]..... ۲۶۴
- ۲-۴-۷- آنیله کردن نانوالماس‌ها..... ۲۶۷
- ۳-۴-۷- مقایسه واکنش‌پذیری نانوپایزهای کربنی سنتز شده از تخلیه قوس
 الکتریکی در آب و نانوپایزهای سنتز شده از آنیله شدن نانوالماس‌ها..... ۲۶۸
- ۴-۴-۷- واکنش‌های عامل‌دار کردن نانوپایزها..... ۲۷۰
- ۱-۴-۴-۷- واکنش افزایشی رادیکالی نانوپایزهای کربنی..... ۲۷۰
- ۲-۴-۴-۷- واکنش حلقه زایی سیکلوپروپان‌دار شدن نانوپایزهای
 کربنی [۴۲۴]..... ۲۷۲
- ۳-۴-۴-۷- واکنش حلقه زایی دوقطبی ۱ و ۳ نانوپایزهای کربنی [۴۳۴]..... ۲۷۴
- منابع و مأخذ:..... ۲۷۷

پیشگفتار

پس از دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد در زمینه اتصال دارو به نانولوله‌های کربنی چند دیواره، تصمیم گرفتم که کتابی تحت عنوان عامل‌دار شدن کوالانسی و غیر کوالانسی در مورد آلوتروپ دیگری از کربن‌ها به نام نانولوله‌های کربنی، جمع‌آوری و تدوین کنم. در این کتاب سعی کرده‌ام مطالبی جالب و جدید که در مقالات و کتاب‌های لاتین در زمینه نانولوله‌های کربنی و آلوتروپ‌هایی جدید و یافت شده از کربن اشاره شده است را جمع‌آوری کنم. از آنجایی که در زمینه شیمی آلی تحصیل می‌کنم، برایم جالب بود که نانولوله‌ها می‌توانند بسیاری از واکنش‌های مهم در شیمی آلی از جمله، واکنش‌های جانشینی هسته‌دوستی، واکنش‌های جانشینی الکتروفیلی، واکنش‌های افزایشی هسته‌دوستی، واکنش‌های افزایشی الکتروفیلی، کاهش بیرج، دیلز آلدو، کربوکسیله شدن، آسیل هالیددار شدن، آمین‌دار شدن و... را انجام دهند و نانولوله‌های کربنی در سال‌های اخیر به دلیل خواص فیزیکی، شیمیایی، نوری، گرمایی و عامل‌دار شدن بر روی سطح خارجی و داخلی خود، نظر بسیاری از دانشمندان را به خود جلب کرده‌اند. در این کتاب به عامل‌دار شدن کوالانسی و غیر کوالانسی روی سطح خارجی و داخلی این نانوذرات و تأثیر گروه‌های عاملی روی آن‌ها توسط تست‌های مختلف و انواع مختلفی از واکنش‌ها و کارهای اخیر عامل‌دار کردن از آن‌ها را از مقالات و کتاب‌ها جمع‌آوری کرده‌ام. این کتاب، یک کتابی جدید و جالب در زمینه عامل‌دار شدن آلوتروپ‌هایی جدید از کربن در زمینه نانولوله‌های کربنی، فولرین‌ها و پیازهای کربنی است.

این کتاب، برای دانشجویان رشته‌های داروسازی، پزشکی، میکروبیولوژی، پلیمر و رشته‌های مهندسی، شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی و... مفید می‌باشد. خواندن این کتاب برای دانشجویان رشته‌های داروسازی، پزشکی، میکروبیولوژی، زیست‌شناسی، برای حامل‌های دارویی، حامل‌های پپتیدهای دارویی و مواد ضد سرطان برای بیماری‌های صعب‌العلاج، واکنش‌ها و آنتی‌بادی‌ها، مواد ضد ویروسی، ضد باکتریایی، ضد قارچ، برای رسیدن به تومرها و سلول‌های آلوده به بدن موش و کاهش اثر جانبی بر روی بافت‌ها و اندام‌ها و رسیدن هر چه بیشتر دارو به بافت‌های مورد نظر و ماندگاری بیشتر

نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده حاوی مولکول دارویی در سیستم بدن نیز مفید واقع می‌شود.

خواندن این کتاب برای دانشجویان رشته‌های پلیمر و تکنولوژی رنگ، برای نشان دادن انواع مختلفی از پلیمرها و رزین‌های اپوکسی و رنگ‌ها بر روی نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده، برای بررسی و بالابردن مقاومت مکانیکی، گرمایی و بررسی انواع تنش‌ها، بررسی دمای شیشه ای پلیمر، ماندگاری رنگ و چرک نشدن آن بر روی دیوار و به کار بردن مواد دیگر بر روی نانولوله‌ها نیز مفید واقع می‌شود. دانشجویان رشته‌های شیمی با انواع مختلفی از واکنش‌های آلی بر روی نانولوله‌های کربنی آشنا می‌شوند و دانشجویان رشته‌های فیزیک و شاخه‌های آن برای ساخت سلول‌های خورشیدی بر پایه نانولوله‌های عامل‌دار شده با انواع مختلفی از ماکرومولکول‌ها از جمله پورفیرین و فتالوسیانین‌ها، برای ذخیره انرژی الکتریکی و تبدیل هر چه بیشتر انرژی الکتریکی، به کار بردن انواع مختلفی از لینکرهای آلی و معدنی روی سطح داخلی و خارجی نانولوله‌ها و به کار بردن مولکول‌های میزبان جدید برای انتقال الکترون‌ها به نانولوله‌ها، به کار بردن ایده‌هایی جدید و تازه بر روی نانولوله‌های عامل‌دار شده، برای اثر بخشی بیشتر در سنسورها و دستگاه‌های الکتریکی نیز می‌توانند استفاده کنند.

نوشتن این مجموعه را مرهون زحمات ارزشمند اساتید گرانقدر دانشکده داروسازی شهید بهشتی، دکتر محمد حسن هوشدار بهرانی، دکتر سید عباس طباطبایی می‌دانم و جا دارد از این اساتید گرانقدرم بخاطر ویراستاری این کتاب و به خاطر زمان و وقتی که برای بنده گذاشتند و مشوق بنده در نوشتن این کتاب بودند تشکر و قدردانی کنم. همچنین از پدر و مادر و خواهران عزیزتر از جانم به خاطر اینکه همیشه پشتیبان من بوده‌اند و بر فراز و نشیب‌های زندگی‌ام حامی و یاور من بوده‌اند تشکر می‌کنم.

در پایان از مدیر اجرایی انتشارات آوای دانش گستر، جناب آقای مجتبی سوری که در چاپ این کتاب زحمات بسیار زیادی را متحمل شدند، تشکر می‌نمایم و امیدوارم کلیه همکاران و دانشجویان عزیز که هر گونه نظریه یا اصلاحیه ای در مورد کتاب دارند به هر طریق صلاح می‌دانند به اطلاع این جانب برسانند، چرا که این کتاب خالی از اشکال نیست و باشد که به یاری خداوند متعال در کارهای بعدی مد نظر قرار گیرد.

محمدرضا قلی بیکیان

کارشناس ارشد رشته شیمی آلی دانشگاه سمنان

(mgholibeikian@gmail.com)