

# تجهيزات و مواد آزمایشگاهی

## کاربرد، حفظ و نگهداری

مؤلفان:

شهاب‌الدین صافی

ارکیده حیدر نژاد

سید حامد شیرازی بهشتی‌ها

|                     |                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : صافی، شهاب‌الدین. ۱۳۴۳-                                                                                                |
| عنوان و نام پدیدآور | : تجهیزات و مواد آزمایشگاهی: کاربرد، حفظ و نگهداری / مؤلفین شهاب‌الدین صافی، ارکیده حیدر نژاد، سید حامد شیرازی بهشتی‌ها. |
| مشخصات نشر          | : تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲.                                                         |
| مشخصات ظاهری        | : ۲۳۱ ص.                                                                                                                 |
| فروست               | : مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی؛ ۱۴۲. گروه دامپزشکی؛ ۲۶.                                                    |
| شابک                | : ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۰-۱۷-۴                                                                                                      |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | : فیا                                                                                                                    |
| موضوع               | : آزمایشگاه‌ها - ابزار و وسایل                                                                                           |
| شناسه افزوده        | : حیدر نژاد، ارکیده، ۱۳۵۱-                                                                                               |
| شناسه افزوده        | : شیرازی بهشتی‌ها، سید حامد، ۱۳۶۰-                                                                                       |
| شناسه افزوده        | : مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی                                                                       |
| رده‌بندی کنگره      | : ۱۳۹۲ ق ۱۶ ص ۱۸۵/ Q                                                                                                     |
| رده‌بندی دیوبی      | : ۵۴۲/۱                                                                                                                  |
| شماره کتابشناسی ملی | : ۳۱۳۸۹-۱                                                                                                                |

#### عنوان: تجهیزات و مواد آزمایشگاهی کاربرد، حفظ و نگهداری

مؤلفان: شهاب‌الدین صافی (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم تحقیقات - دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی)، ارکیده حیدر نژاد (عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی)، سید حامد شیرازی بهشتی‌ها (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج - دانشکده دامپزشکی - گروه علوم بالینی)

ناشر: مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

ویراستار علمی: زهره خاکی

ویراستار ادبی: پویان فخرگرایی

طراح جلد: مسلم عرب باصری

صفحه‌آرایی، لیتوگرافی، چاپ و صحافی: پیام‌رسان

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: ۱۳۹۳

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۹۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۰-۱۷-۴

تمام حقوق اثر برای انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی محفوظ است.

تهران: صندوق پستی ۱۷۵۷-۱۳۱۴۵ تلفن ۶۶۴۳۰۴۳۷

پایگاه اطلاع‌رسانی: [www.itvhe.ac.ir](http://www.itvhe.ac.ir)

پست الکترونیک: [Pub@itvhe.ac.ir](mailto:Pub@itvhe.ac.ir)

بی شک منابع علمی مکتوب و در رأس آنها کتاب‌های آموزشی از ارکان اساسی فناوری‌های آموزشی محسوب می‌شوند. گرچه در عصر حاضر گسترش منابع آموزشی مجازی و الکترونیک از منابع آموزشی مکتوب سبقت گرفته‌اند ولی کتاب به عنوان یکی از مؤثرترین مواد کمک آموزشی همچنان مورد توجه و استفاده مدرسان و فراگیران در فرایند تدریس و یادگیری نظام‌های آموزشی قرار دارد بی شک تولید و نشر روزافزون منابع آموزشی مکتوب نشان‌دهنده توسعه‌یافتگی نظام آموزش عالی در هر کشور می‌باشد.

مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی در زمینه وظایف خود با رویکرد مهارت‌آموزی و کارآفرینی از طریق آموزش‌های علمی کاربردی در حوزه علوم تخصصی کشاورزی، تاکنون عنوان‌های متعدد و گوناگونی از کتاب‌های آموزشی و کاربردی که نتیجه تجربه‌های علمی و آموزشی محققان، متخصصان، مدرسان و اعضای هیئت علمی مربوط را به حوزه علمی کاربردی کشاورزی را چاپ و منتشر کرده است. از آنجا که ارتقای کیفیت چنین مجموعه‌ای به توجه و بازبینی مستمر آن نیاز دارد امیدوارم متخصصان، صاحب‌نظران، مدرسان، دانشجویان و صاحبان فن، ما را با ارائه پیشنهاد‌های سازنده خود در راه ارتقای کیفی این منابع ارزشمند علمی و آموزشی یاری رسانند.

انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

## فهرست مطالب

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۱  | پیشگفتار.....                                               |
|    | فصل اول - اصول و مبانی کار در آزمایشگاه                     |
| ۵  | ۱-۱ مقدمه.....                                              |
| ۵  | ۲-۱ کنترل کیفیت.....                                        |
| ۶  | ۱-۲-۱ معیارهای کنترل کیفیت.....                             |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ معیارهای عملی.....                                  |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ سرعت.....                                           |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ قیمت.....                                           |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ نیروی متخصص مورد نیاز.....                          |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ دستگاه‌های مورد نیاز.....                           |
| ۶  | ۱-۱-۲-۱ ایمنی.....                                          |
| ۷  | ۲-۱-۲-۱ معیارهای علمی.....                                  |
| ۷  | ۱-۲-۱-۲-۱ دقت.....                                          |
| ۷  | ۲-۲-۱-۲-۱ صحت.....                                          |
| ۸  | ۳-۲-۱-۲-۱ اختصاصی بودن.....                                 |
| ۸  | ۴-۲-۱-۲-۱ حساسیت.....                                       |
| ۸  | ۲-۲-۱ کنترل دقت.....                                        |
| ۱۰ | ۱-۲-۲-۱ اقدامات لازم در صورت خارج از کنترل بودن یک روش..... |
| ۱۱ | ۳-۲-۱ کنترل صحت.....                                        |
| ۱۲ | ۱-۳-۲-۱ خطی بودن.....                                       |
| ۱۲ | ۲-۳-۲-۱ بازیابی.....                                        |

- ۱۳ ..... ۳-۱ انواع خطاهایی که نتایج آزمایشگاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.....
- ۱۳ ..... ۱-۳-۱ خطای پیش‌آزمایشگاهی.....
- ۱۳ ..... ۲-۳-۱ خطای آزمایشگاهی.....
- ۱۵ ..... ۳-۳-۱ خطای پس‌آزمایشگاهی.....

## فصل دوم - لوازم آزمایشگاهی

- ۱۹ ..... ۱-۲ مقدمه.....
- ۱۹ ..... ۲-۲ انواع شیشه.....
- ۱۹ ..... ۱-۲-۲ شیشه‌های با مقاومت بسیار زیاد در برابر حرارت و دارای ترکیبات قلیایی کم.....
- ۲۰ ..... ۲-۲-۲ شیشه‌های دارای سیلیکات زیاد.....
- ۲۰ ..... ۳-۲-۲ شیشه‌های با مقاومت زیاد در برابر قلیاها.....
- ۲۰ ..... ۴-۲-۲ شیشه‌های حاوی اکسیدیک کم یا شیشه‌های رنگین.....
- ۲۰ ..... ۵-۲-۲ شیشه‌های قابل انعطاف یا استاندارد فلینت.....
- ۲۰ ..... ۳-۲ لوازم شیشه‌ای.....
- ۲۱ ..... ۱-۳-۲ لوله آزمایش.....
- ۲۲ ..... ۲-۳-۲ بیت.....
- ۲۶ ..... ۳-۳-۲ سمپلر.....
- ۲۷ ..... ۴-۳-۲ پیپتور.....
- ۲۷ ..... ۵-۳-۲ ملانزور.....
- ۳۱ ..... ۶-۳-۲ میله همزن.....
- ۳۱ ..... ۷-۳-۲ قیف شیشه‌ای.....
- ۳۱ ..... ۸-۳-۲ بورت.....
- ۳۳ ..... ۹-۳-۲ استوانه مدرج یا مزور.....
- ۳۳ ..... ۱۰-۳-۲ ارلن‌مایر.....
- ۳۵ ..... ۱۱-۳-۲ بشر.....
- ۳۵ ..... ۱۲-۳-۲ بالن.....
- ۳۶ ..... ۱۳-۳-۲ بالن ژوژه.....
- ۳۷ ..... ۱۴-۳-۲ شیشه ساعت.....
- ۳۷ ..... ۱۵-۳-۲ شیشه‌های دارای در سمباده‌ای.....

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| ۳۷ | ..... ۱۶-۳-۲ دسیکاتور                                 |
| ۳۸ | ..... ۴-۲ لوازم ساده غیرشیشه‌ای                       |
| ۳۸ | ..... ۱-۴-۲ بیست                                      |
| ۳۹ | ..... ۲-۴-۲ هاون چینی                                 |
| ۳۹ | ..... ۳-۴-۲ چراغ الکلی                                |
| ۴۰ | ..... ۴-۴-۲ گیره                                      |
| ۴۰ | ..... ۵-۴-۲ اسپاتول                                   |
| ۴۱ | ..... ۶-۴-۲ کاغذ صافی                                 |
| ۴۱ | ..... ۷-۴-۲ سه پایه                                   |
| ۴۱ | ..... ۸-۴-۲ توری نسوز                                 |
| ۴۱ | ..... ۹-۴-۲ ساعت آزمایشگاهی یا زمانسنج                |
| ۴۱ | ..... ۵-۲ نگهداری و تمیز کردن ظروف و لوازم آزمایشگاهی |

### فصل سوم - دستگاه‌های آزمایشگاهی

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۴۵ | ..... ۱-۳ مقدمه                      |
| ۴۵ | ..... ۲-۳ ترازو                      |
| ۴۵ | ..... ۱-۲-۳ انواع ترازوها            |
| ۴۵ | ..... ۱-۱-۲-۳ ترازوهای مکانیکی       |
| ۴۶ | ..... ۲-۱-۲-۳ ترازوهای الکتریکی      |
| ۴۶ | ..... ۲-۲-۳ منابع خطا در توزین       |
| ۴۶ | ..... ۳-۲-۳ اصول کار با ترازو        |
| ۴۷ | ..... ۴-۲-۳ توزین جامدات             |
| ۴۸ | ..... ۵-۲-۳ توزین مایعات             |
| ۴۸ | ..... ۳-۳ فور و آون                  |
| ۴۸ | ..... ۱-۳-۳ اصول کار با آون          |
| ۴۹ | ..... ۴-۳ بن ماری (حمام ماری)        |
| ۴۹ | ..... ۱-۴-۳ اصول کار با بن ماری      |
| ۵۰ | ..... ۵-۳ هود                        |
| ۵۰ | ..... ۱-۵-۳ هودهای بخار مواد شیمیایی |

|    |                                             |
|----|---------------------------------------------|
| ۵۰ | ۲-۵-۳ هودهای لامینار                        |
| ۵۱ | ۳-۵-۳ اصول کار با هود                       |
| ۵۱ | ۶-۳ انکوباتور                               |
| ۵۲ | ۱-۶-۳ انواع انکوباتور                       |
| ۵۲ | ۱-۱-۶-۳ انکوباتورهای هوازی                  |
| ۵۲ | ۲-۱-۶-۳ انکوباتورهای بی‌هوازی               |
| ۵۲ | ۲-۶-۳ اصول کار با انکوباتور                 |
| ۵۳ | ۷-۳ سانتریفوژ                               |
| ۵۴ | ۱-۷-۳ اساس کار سانتریفوژ                    |
| ۵۶ | ۲-۷-۳ تقسیم‌بندی سانتریفوژها                |
| ۵۶ | ۱-۲-۷-۳ تقسیم‌بندی بر اساس سرعت چرخش        |
| ۵۸ | ۲-۲-۷-۳ تقسیم‌بندی بر اساس روتور            |
| ۵۹ | ۱-۲-۲-۷-۳ سانتریفوژهای زاویه ثابت           |
| ۵۹ | ۲-۲-۲-۷-۳ سانتریفوژهای شناور                |
| ۶۰ | ۳-۲-۲-۷-۳ سانتریفوژهای عمودی                |
| ۶۱ | ۳-۷-۳ سانتریفوژهای هماتوکریت                |
| ۶۱ | ۴-۷-۳ اصول کار با سانتریفوژ                 |
| ۶۳ | ۸-۳ یونیزاسیون، اسیدها، بازها و pH          |
| ۶۳ | ۱-۸-۳ یونیزاسیون                            |
| ۶۴ | ۱-۱-۸-۳ یونیزاسیون آب                       |
| ۶۵ | ۲-۱-۸-۳ اثر اسیدها و بازها بر یونیزاسیون آب |
| ۶۵ | ۲-۸-۳ بیان کمی و مفهوم pH                   |
| ۶۶ | ۳-۸-۳ اندازه‌گیری pH                        |
| ۶۶ | ۱-۳-۸-۳ روش کلریمتری یا رنگ‌سنجی            |
| ۶۹ | ۲-۳-۸-۳ روش پتانسیومتری یا pH متر الکتریکی  |
| ۶۹ | ۱-۲-۳-۸-۳ اصول کار با pH متر الکتریکی       |
| ۷۰ | ۹-۳ پلاریمتری                               |
| ۷۲ | ۱۰-۳ اسپکتروفتومتری یا طیف نورسنجی          |
| ۷۲ | ۱-۱۰-۳ اساس روش اسپکتروفتومتری              |

|    |                                                   |
|----|---------------------------------------------------|
| ۷۳ | ۲-۱۰-۳ روش های اندازه گیری به وسیله اسپکتروفتومتر |
| ۷۴ | ۳-۱۰-۳ جذب نور                                    |
| ۷۵ | ۴-۱۰-۳ عبور نور                                   |
| ۷۶ | ۵-۱۰-۳ اجزای دستگاه اسپکتروفتومتر نور مرئی        |
| ۷۶ | ۱-۵-۱۰-۳ منبع نور                                 |
| ۷۶ | ۲-۵-۱۰-۳ تکفام ساز                                |
| ۷۷ | ۳-۵-۱۰-۳ متمرکز کننده نور                         |
| ۷۷ | ۴-۵-۱۰-۳ کووت                                     |
| ۷۸ | ۵-۵-۱۰-۳ آشکار ساز                                |
| ۷۸ | ۶-۵-۱۰-۳ دستگاه نمایش خروجی                       |
| ۷۹ | ۶-۱۰-۳ طرز کار با دستگاه اسپکتروفتومتر            |
| ۸۱ | ۱۱-۳ فتومتر - نورسنج ها                           |
| ۸۲ | ۱-۱۱-۳ منبع نور                                   |
| ۸۳ | ۲-۱۱-۳ تکفام ساز                                  |
| ۸۴ | ۳-۱۱-۳ فیلتر (صافی)                               |
| ۸۴ | ۴-۱۱-۳ کووت                                       |
| ۸۶ | ۵-۱۱-۳ آشکار ساز (دتکتور) و تکثیر کننده           |
| ۸۷ | ۱۲-۳ دستگاه های مقایسه                            |
| ۸۸ | ۱-۱۲-۳ اصول کار با دستگاه های نورسنج و مقایسه     |
| ۸۸ | ۱۳-۳ فلیم فتومتر                                  |
| ۸۹ | ۱-۱۳-۳ گازهای مورد استفاده در فلیم فتومتری        |
| ۸۹ | ۲-۱۳-۳ اجزای اصلی دستگاه فلیم فتومتر              |
| ۸۹ | ۱-۲-۱۳-۳ مشعل                                     |
| ۹۰ | ۲-۲-۱۳-۳ تکفام ساز                                |
| ۹۰ | ۳-۲-۱۳-۳ آشکار ساز                                |
| ۹۰ | ۳-۱۳-۳ طرز کار با دستگاه فلیم فتومتر              |
| ۹۲ | ۴-۱۳-۳ اصول کار با فلیم فتومتر                    |
| ۹۳ | ۱۴-۳ کروماتوگرافی                                 |
| ۹۳ | ۱-۱۴-۳ اصول کروماتوگرافی                          |



- ۹۳ ..... ۲-۱۴-۳ روش‌های کروماتوگرافی
- ۹۴ ..... ۱-۲-۱۴-۳ کروماتوگرافی کاغذی
- ۹۵ ..... ۲-۲-۱۴-۳ کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)
- ۹۷ ..... ۲-۲-۱۴-۳ کروماتوگرافی لایه نازک با کارایی بالا (HPTLC)
- ۹۸ ..... ۴-۲-۱۴-۳ کروماتوگرافی ستونی
- ۱۰۰ ..... ۵-۲-۱۴-۳ زل کروماتوگرافی
- ۱۰۰ ..... ۱-۵-۲-۱۴-۳ انواع مواد داخل ستون زل کروماتوگرافی
- ۱۰۰ ..... ۲-۵-۲-۱۴-۳ فاکتورهای مؤثر بر روی جداسازی مواد در زل کروماتوگرافی
- ۱۰۲ ..... ۶-۲-۱۴-۳ کروماتوگرافی تعویض یونی
- ۱۰۲ ..... ۱-۶-۲-۱۴-۳ انتخاب شرایط کروماتوگرافی تعویض یونی
- ۱۰۲ ..... ۱-۱-۶-۲-۱۴-۳ انتخاب نوع تعویض یون
- ۱۰۳ ..... ۲-۱-۶-۲-۱۴-۳ انتخاب نوع بافر
- ۱۰۳ ..... ۳-۱-۶-۲-۱۴-۳ انتخاب pH
- ۱۰۳ ..... ۴-۱-۶-۲-۱۴-۳ قدرت یونی
- ۱۰۳ ..... ۵-۱-۶-۲-۱۴-۳ غلظت نمونه
- ۱۰۳ ..... ۶-۱-۶-۲-۱۴-۳ ترکیبات نمونه
- ۱۰۳ ..... ۷-۱-۶-۲-۱۴-۳ نوع گردان
- ۱۰۴ ..... ۷-۲-۱۴-۳ گاز کروماتوگرافی
- ۱۰۷ ..... ۱۵-۳ الکتروفورز
- ۱۰۷ ..... ۱-۱۵-۳ تئوری الکتروفورز
- ۱۰۸ ..... ۲-۱۵-۳ تأثیر بافر در مهاجرت الکتروفورزی
- ۱۰۹ ..... ۳-۱۵-۳ نیروی محرکه الکتروفورز
- ۱۱۰ ..... ۴-۱۵-۳ روش عمومی الکتروفورز
- ۱۱۱ ..... ۵-۱۵-۳ انواع الکتروفورز
- ۱۱۱ ..... ۱-۵-۱۵-۳ الکتروفورز کاغذی
- ۱۱۲ ..... ۲-۵-۱۵-۳ الکتروفورز با استات سلولز
- ۱۱۲ ..... ۳-۵-۱۵-۳ الکتروفورز هموگلوبین با استات سلولز
- ۱۱۳ ..... ۴-۵-۱۵-۳ الکتروفورز با زل آگارز
- ۱۱۳ ..... ۵-۵-۱۵-۳ الکتروفورز هموگلوبین با ژل سیترا آگارز

- ۱۱۴ ..... ۳-۱۵-۶ الکتروفورز با ژل نشاسته
- ۱۱۴ ..... ۳-۱۵-۷ الکتروفورز هموگلوبین با ژل نشاسته
- ۱۱۵ ..... ۳-۱۵-۸ الکتروفورز با ژل پلی آکریل آمید
- ۱۱۵ ..... ۳-۱۵-۶ دانسیتمتری
- ۱۱۶ ..... ۳-۱۶ روش‌های سنجش ایمنی نشاندار (ایمونواسی)
- ۱۱۶ ..... ۳-۱۶-۱ اساس سنجش ایمنی نشاندار
- ۱۱۷ ..... ۳-۱۶-۲ تعاریف کاربردی
- ۱۱۷ ..... ۳-۱۶-۳ انواع نشانگرها
- ۱۱۸ ..... ۳-۱۶-۱-۳ نشانگرهای رادیوایزوتوپی
- ۱۱۸ ..... ۳-۱۶-۲-۳ نشانگرهای آنزیمی
- ۱۱۹ ..... ۳-۱۶-۳-۳ نشانگرهای فلورووکروم
- ۱۲۰ ..... ۳-۱۶-۴-۳ نشانگرهای کمی لومینسانس
- ۱۲۰ ..... ۳-۱۶-۳-۱ گروه‌های اصلی نشانگرهای کمی لومینسانس
- ۱۲۱ ..... ۳-۱۶-۳-۱-۱ استرهای آکریلیدیوم
- ۱۲۱ ..... ۳-۱۶-۳-۲ مشتقات لومینول
- ۱۲۱ ..... ۳-۱۶-۴ انواع دستورالعمل‌ها در تکنیک‌های سنجش ایمنی نشاندار
- ۱۲۲ ..... ۳-۱۶-۴-۱ اتصال رقابتی
- ۱۲۲ ..... ۳-۱۶-۴-۱-۱ واکنش اتصال رقابتی
- ۱۲۳ ..... ۳-۱۶-۴-۲ مرحله جداسازی
- ۱۲۵ ..... ۳-۱۶-۴-۲ اتصال غیررقابتی
- ۱۲۵ ..... ۳-۱۶-۴-۲-۱ واکنش اتصال غیررقابتی
- ۱۲۶ ..... ۳-۱۶-۳ تکنیک ساندویچ
- ۱۲۷ ..... ۳-۱۶-۴-۴ سنجش تک مرحله‌ای
- ۱۲۷ ..... ۳-۱۶-۴-۵ واکنش‌های همگن و ناهمگن
- ۱۲۸ ..... ۳-۱۶-۴-۱-۵ واکنش همگن
- ۱۲۸ ..... ۳-۱۶-۴-۲-۵ واکنش ناهمگن
- ۱۲۸ ..... ۳-۱۶-۴-۶ ایمنی سنجی با نشانگر رادیواکتیو یا رادیوایمونواسی
- ۱۳۱ ..... ۳-۱۶-۴-۷ ایرما
- ۱۳۱ ..... ۳-۱۶-۴-۸ رست

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| ۱۳۲ | .....ریست ۹-۴-۱۶-۳                                          |
| ۱۳۳ | .....ایمونوآسی آنزیمی ۱۰-۴-۱۶-۳                             |
| ۱۳۳ | .....ایمونوآسی آنزیمی همگن ۱-۱۰-۴-۱۶-۳                      |
| ۱۳۴ | .....ایمونوآسی آنزیمی ناهمگن ۲-۱۰-۴-۱۶-۳                    |
| ۱۳۴ | .....واکنش های ایمنی سنجی آنزیمی رقابتی ۳-۱۰-۴-۱۶-۳         |
| ۱۳۴ | .....الایزا ۱-۳-۱۰-۴-۱۶-۳                                   |
| ۱۳۷ | .....ایمنی سنجی های آنزیمی غیر رقابتی ۴-۱۰-۴-۱۶-۳           |
| ۱۳۷ | .....ایمنی سنجی آنزیمی به روش ساندویچ ۱-۴-۱۰-۴-۱۶-۳         |
| ۱۳۷ | .....ایمنی سنجی آنزیمی غیر مستقیم ۱-۱-۴-۱۰-۴-۱۶-۳           |
| ۱۳۹ | .....ایمنی سنجی چندگانه آنزیمی (امیت) ۲-۴-۱۰-۴-۱۶-۳         |
| ۱۳۹ | .....کمی لومینسانس ۱۱-۴-۱۶-۳                                |
| ۱۴۰ | .....کمی لومینسانس غیر رقابتی ۱-۱۱-۴-۱۶-۳                   |
| ۱۴۰ | .....کمی لومینسانس رقابتی ۲-۱۱-۴-۱۶-۳                       |
| ۱۴۱ | .....ایمنی سنجی آنزیمی کمی لومینسانس غیر مستقیم ۳-۱۱-۴-۱۶-۳ |
| ۱۴۱ | .....کمی لومینسانس اتوماتیک یا مستقیم ۴-۱۱-۴-۱۶-۳           |
| ۱۴۱ | .....۱۷-۳ میکروسکوپ                                         |
| ۱۴۲ | .....۱-۱۷-۳ اساس عملکرد دستگاه                              |
| ۱۴۳ | .....۲-۱۷-۳ قدرت جداسازی (تفکیک)                            |
| ۱۴۴ | .....۳-۱۷-۳ ساختمان میکروسکوپ                               |
| ۱۴۷ | .....۴-۱۷-۳ میکروسکوپ نوری                                  |
| ۱۴۷ | .....۱-۴-۱۷-۳ میکروسکوپ فلوروسنت                            |
| ۱۴۸ | .....۱-۱-۴-۱۷-۳ نحوه عملکرد میکروسکوپ فلوروسنت              |
| ۱۴۸ | .....۲-۴-۱۷-۳ میکروسکوپ (اختلاف فاز) فاز کنتراست            |
| ۱۴۹ | .....۳-۴-۱۷-۳ میکروسکوپ تداخلی                              |
| ۱۵۰ | .....۴-۴-۱۷-۳ میکروسکوپ زمینه سیاه                          |
| ۱۵۱ | .....۵-۱۷-۳ میکروسکوپ الکترونی                              |
| ۱۵۱ | .....۱-۵-۱۷-۳ میکروسکوپ الکترونی انتقالی                    |
| ۱۵۳ | .....۱-۱-۵-۱۷-۳ تولید کننده اشعه الکترونی                   |
| ۱۵۴ | .....۲-۱-۵-۱۷-۳ عدسی های مغناطیسی                           |

|     |                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۵۸ | ۳-۱۷-۵-۲ میکروسکوپ الکترونی روبنده.....                                              |
| ۱۵۸ | ۳-۱۷-۵-۱-۲ اساس ساختمانی و طرز عمل میکروسکوپ الکترونی روبنده.....                    |
| ۱۶۰ | ۳-۱۷-۶ اصول کار با میکروسکوپ.....                                                    |
| ۱۶۱ | ۳-۱۸ اصول کار با دستگاه‌های سلول شمار خودکار.....                                    |
| ۱۶۴ | ۳-۱۸-۱ اصول کار با شمارشگرهای امپدانس.....                                           |
| ۱۶۷ | ۳-۱۸-۲ منابع خطا در اندازه‌گیری هموگلوبین.....                                       |
| ۱۶۹ | ۳-۱۸-۳ خطاهای شمارش گلبول‌های سفید در سیستم‌های اتوماتیک خون‌شناسی.....              |
| ۱۷۱ | ۳-۱۸-۴ منابع خطا در شمارش گلبول‌های قرمز.....                                        |
| ۱۷۲ | ۳-۱۸-۵ منابع خطا در شمارش پلاکت‌ها.....                                              |
| ۱۷۳ | ۳-۱۸-۶ منابع خطا در اندازه‌گیری ایندکس‌ها یا پارامترهای خونی و راه‌های رفع آنها..... |
| ۱۷۴ | ۳-۱۸-۶-۱ منابع خطا در اندازه‌گیری MCV.....                                           |
| ۱۷۶ | ۳-۱۸-۷ دستگاه شمارشگر سلولی.....                                                     |

## فصل چهارم - حفظ، نگهداری و کار با مواد آزمایشگاهی

|     |                                                         |
|-----|---------------------------------------------------------|
| ۱۸۱ | ۴-۱ مقدمه.....                                          |
| ۱۸۱ | ۴-۲ مواد شیمیایی مرغوب.....                             |
| ۱۸۲ | ۴-۳ مواد شیمیایی فله‌ای.....                            |
| ۱۸۲ | ۴-۴ آرم یا نشان و نام تجاری.....                        |
| ۱۸۳ | ۴-۵ نحوه استفاده از کاتالوگ شرکت‌های سازنده.....        |
| ۱۸۳ | ۴-۵-۱ نام ماده شیمیایی.....                             |
| ۱۸۳ | ۴-۵-۲ شماره کاتالوگ.....                                |
| ۱۸۴ | ۴-۵-۳ شماره سفارش.....                                  |
| ۱۸۵ | ۴-۵-۴ درجه بندی و یا اطلاعات مربوط به کاربرد محصول..... |
| ۱۸۶ | ۴-۵-۵ نام مترادف و مختصر.....                           |
| ۱۸۶ | ۴-۵-۶ فرمول ساختمانی.....                               |
| ۱۸۶ | ۴-۵-۷ شماره CAS.....                                    |
| ۱۸۸ | ۴-۵-۸ فرمول تجربی یا فرمول بسته.....                    |
| ۱۸۸ | ۴-۵-۹ وزن مولکولی.....                                  |
| ۱۸۸ | ۴-۵-۱۰ چگالی یا دانسیته.....                            |

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۸ | ..... ۱۱-۵-۴ اطلاعات فیزیکی و شیمیایی محصول                              |
| ۱۸۹ | ..... ۱۲-۵-۴ اطلاعات سم‌شناختی                                           |
| ۱۸۹ | ..... ۱۳-۵-۴ دسته‌بندی WGK                                               |
| ۱۸۹ | ..... ۱۴-۵-۴ گروه‌بندی خطر                                               |
| ۱۹۰ | ..... ۱۵-۵-۴ هشدارهای R و S                                              |
| ۱۹۱ | ..... ۱-۱۵-۵-۴ علائم اخطار (هشدارهای R)                                  |
| ۱۹۲ | ..... ۲-۱۵-۵-۴ ترکیبی از هشدارهای R                                      |
| ۱۹۳ | ..... ۳-۱۵-۵-۴ احتیاط‌های ایمنی (هشدارهای S)                             |
| ۱۹۵ | ..... ۴-۱۵-۵-۴ ترکیبی از هشدارهای S                                      |
| ۱۹۶ | ..... ۱۶-۵-۴ نشانه‌های خطر                                               |
| ۱۹۷ | ..... ۱۷-۵-۴ شماره نمایی EC                                              |
| ۱۹۷ | ..... ۱۸-۵-۴ چگونگی خنثی‌سازی مواد زائد شیمیایی                          |
| ۱۹۹ | ..... ۱۹-۵-۴ شماره EC                                                    |
| ۲۰۰ | ..... ۲۰-۵-۴ دسته‌بندی سمیت به روش سوئیس                                 |
| ۲۰۰ | ..... ۲۱-۵-۴ اطلاعات مربوط به قوانین و استانداردهای حمل و نقل بین‌المللی |
| ۲۰۱ | ..... ۲۲-۵-۴ گروه‌های بسته‌بندی برای مواد خطرناک                         |
| ۲۰۱ | ..... ۲۳-۵-۴ دسته‌بندی از نظر ذخیره‌سازی                                 |
| ۲۰۳ | ..... ۲۴-۵-۴ سیستم هماهنگ‌گذاری                                          |
| ۲۰۳ | ..... ۲۵-۵-۴ مراجع استاندارد یا بانک اطلاعاتی پژوهشی                     |
| ۲۰۳ | ..... ۲۶-۵-۴ ویژگی‌ها، مشخصات و گواهی گارانتی                            |
| ۲۰۳ | ..... ۲۷-۵-۴ مقادیر موجود برای سفارش                                     |
| ۲۰۳ | ..... ۲۸-۵-۴ تعداد بسته‌های انفرادی در هر بسته جعبه‌ای                   |
| ۲۰۴ | ..... ۲۹-۵-۴ نوع بسته‌بندی                                               |
| ۲۰۷ | ..... ۳۰-۵-۴ مراجع تداخلی                                                |
| ۲۰۷ | ..... ۳۱-۵-۴ پاکس کلید واژه                                              |
| ۲۰۸ | ..... ۳۲-۵-۴ فهرست نامۀ اثرات سمی مواد شیمیایی                           |
| ۲۰۸ | ..... ۳۳-۵-۴ شماره محموله یا کالا                                        |
| ۲۰۹ | ..... ۳۴-۵-۴ تاریخ انقضاء                                                |
| ۲۰۹ | ..... ۳۵-۵-۴ بارکد EAN 13                                                |

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۲۰۹ | ..... ۴-۶ مواد شیمیایی                     |
| ۲۰۹ | ..... ۴-۶-۱ مواد شیمیایی خطرناک            |
| ۲۱۰ | ..... ۴-۶-۲ مواد شیمیایی سوزاننده          |
| ۲۱۱ | ..... ۴-۶-۳ مواد خورنده معدنی              |
| ۲۱۱ | ..... ۴-۶-۳-۱ اسید سولفوریک                |
| ۲۱۲ | ..... ۴-۶-۳-۲ اسید نیتریک                  |
| ۲۱۲ | ..... ۴-۶-۳-۳ اسید پرکلریک                 |
| ۲۱۲ | ..... ۴-۶-۳-۴ اسیدهای هالوژنه              |
| ۲۱۳ | ..... ۴-۶-۵ هیدروکسید سدیم (سود)           |
| ۲۱۳ | ..... ۴-۶-۶ هیدروکسید پتاسیم (پتاش)        |
| ۲۱۳ | ..... ۴-۶-۷ هیدروکسید آمونیوم              |
| ۲۱۳ | ..... ۴-۶-۴ مواد خورنده آلی                |
| ۲۱۴ | ..... ۴-۶-۱-۴ فنل (اسید کربولیک)           |
| ۲۱۴ | ..... ۴-۶-۲-۴ آنیلین                       |
| ۲۱۴ | ..... ۴-۶-۳-۴ دی اتیل آمین                 |
| ۲۱۵ | ..... ۴-۶-۴-۴ اسید استیک (اسید اتانویک)    |
| ۲۱۵ | ..... ۴-۶-۵-۴ اسید فرمیک (اسید متانوئیک)   |
| ۲۱۵ | ..... ۴-۶-۵ مواد سمی                       |
| ۲۱۶ | ..... ۴-۶-۵-۱ انواع مواد سمی               |
| ۲۱۶ | ..... ۴-۶-۵-۱-۱ مواد محرک و التهاب آور     |
| ۲۱۶ | ..... ۴-۶-۵-۱-۲ مواد خفه کننده             |
| ۲۱۶ | ..... ۴-۶-۵-۱-۳ مواد بیهوش کننده و مخدر    |
| ۲۱۶ | ..... ۴-۶-۵-۱-۴ سموم سیستمیک               |
| ۲۱۷ | ..... ۴-۶-۵-۱-۵ مواد کارسینوژن             |
| ۲۱۷ | ..... ۴-۶-۵-۱-۶ مواد موتاژن                |
| ۲۱۷ | ..... ۴-۶-۵-۱-۷ مواد تراژوژن               |
| ۲۱۷ | ..... ۴-۶-۵-۱-۸ مواد حساسیت زا             |
| ۲۱۷ | ..... ۴-۶-۵-۱-۹ مواد سرطان زا              |
| ۲۱۸ | ..... ۴-۶-۶ مواد قابل اشتعال و قابل احتراق |

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
| ۲۱۹ | ..... ۱-۶-۶-۴ واکنش شیمیایی آتش                       |
| ۲۲۰ | ..... ۱-۱-۶-۶-۴ طبقه‌بندی آتش                         |
| ۲۲۱ | ..... ۲-۱-۶-۶-۴ انواع خاموش‌کننده‌های آتش و کاربردشان |
| ۲۲۲ | ..... ۲-۶-۶-۴ هیدروکربورها                            |
| ۲۲۲ | ..... ۱-۲-۶-۶-۴ هیدروکربورهای غیراشباع                |
| ۲۲۲ | ..... ۲-۲-۶-۶-۴ هیدروکربورهای اشباع                   |
| ۲۲۲ | ..... ۳-۲-۶-۶-۴ هیدروکربن‌های آروماتیک                |
| ۲۲۳ | ..... ۳-۶-۶-۴ مشتقات هیدروکربورها                     |
| ۲۲۳ | ..... ۱-۳-۶-۶-۴ الکل‌ها                               |
| ۲۲۳ | ..... ۴-۶-۶-۴ هیدروکربورهای هالوژن                    |
| ۲۲۳ | ..... ۱-۴-۶-۶-۴ اترها                                 |
| ۲۲۴ | ..... ۲-۴-۶-۶-۴ پراکسیدهای آلی                        |
| ۲۲۴ | ..... ۳-۴-۶-۶-۴ آمین‌ها                               |
| ۲۲۴ | ..... ۴-۴-۶-۶-۴ نیتروزها                              |
| ۲۲۴ | ..... ۵-۴-۶-۶-۴ کتون‌ها                               |
| ۲۲۵ | ..... ۶-۴-۶-۶-۴ استر                                  |
| ۲۲۵ | ..... ۷-۴-۶-۶-۴ آلدئید                                |
| ۲۲۵ | ..... ۸-۴-۶-۶-۴ اسیدهای کربوکسیلیک                    |
| ۲۲۵ | ..... ۷-۶-۴ مواد منفجره                               |
| ۲۲۶ | ..... ۱-۷-۶-۴ نیتروگلیسرین                            |
| ۲۲۶ | ..... ۲-۷-۶-۴ آروماتیک‌های نیتراته                    |
| ۲۲۶ | ..... TNT ۱-۷-۶-۴                                     |
| ۲۲۶ | ..... ۲-۷-۶-۴ تتریل                                   |
| ۲۲۷ | ..... ۳-۷-۶-۴ اسید پیکریک                             |
| ۲۲۷ | ..... ۷-۶-۴ سیلندرهای گازی فشرده                      |
| ۲۲۷ | ..... ۸-۶-۴ مواد رادیواکتیو                           |
| ۲۲۹ | ..... منابع                                           |

## پیشگفتار

آزمایشگاه، یکی از ارکان اساسی و محوری در تشخیص و مدیریت کنترل بیماری‌ها بوده و آگاهی از آخرین فناوری‌های مرتبط با علوم آزمایشگاهی و تشخیص سریع و صحیح بیماری‌ها نقش حائز اهمیت و انکارناپذیری در پایش و مبارزه با بیماری و همچنین جلوگیری از بروز خسارات اقتصادی حاصله دارد.

بدیهی است که تشخیص سریع و صحیح، نیازمند دانش و احاطه علمی و به تبع آن، بکارگیری مناسب روش‌ها و تجهیزات آزمایشگاهی است.

کتاب حاضر برای دانشجویان رشته‌های علوم آزمایشگاهی، فرآورده‌های بیولوژیک، بهداشت مواد غذایی با منشأ دامی و سایر رشته‌های مرتبط، در مقاطع کاردانی و کارشناسی تدوین شده است. امید می‌رود تا سایر علاقه‌مندیانی که به نحوی با آزمایشگاه و مواد و تجهیزات موجود در آن سروکار دارند نیز بتوانند از این کتاب بهره لازم را ببرند.

در تدوین این کتاب سعی بر آن بوده است که تا آنجا که ممکن است از دانش و فناوری روز استفاده شود ولی نظر به گوناگونی و تنوع دستگاه‌ها و روش‌های آزمایشگاهی که روز به روز بر تعداد آن افزوده می‌شود، بیشتر به مواردی پرداخته شده که در کشور ما رایج‌ترند و کارشناسان ما با آنها آشنا تر. امیدواریم که با توجه به گسترش فناوری‌های نوین، در چاپ‌های بعدی به موارد دیگر نیز بپردازیم.

کتاب حاضر در چهار فصل تدوین شده است:

فصل اول به اصول و مبانی مقدماتی کار در آزمایشگاه با تأکید بر کنترل کیفیت و شناسایی خطاهای معمول در آزمایشگاه اشاره دارد.

در فصل دوم، انواع لوازم آزمایشگاهی، مشتمل بر لوازم شیشه‌ای و غیرشیشه‌ای، مورد بررسی قرار گرفته است.



انواع تجهیزات و دستگاه‌های معمولی و پیشرفته، اصول کار با هر یک و نکات اصلی جهت استفاده بهینه، افزایش کارایی و طول عمر دستگاه‌ها در فصل سوم شرح داده شده است.

در فصل چهارم، ضمن اشاره به واژه‌ها و اصطلاحات متداول در رابطه با مواد آزمایشگاهی، به شرح انواع مواد (مواد خطرناک، رادیواکتیو و...) و چگونگی رعایت نکات ایمنی در هنگام کار با آنها پرداخته شده است.

این مجموعه نیز نظیر هر مکتوب دیگر، نمی‌تواند عاری از نقص و اشتباه باشد؛ از این رو از صاحب‌نظران گرامی تقاضا داریم که با پیشنهادها و راهنمایی‌های خود، ما را در اصلاح اشکالات و بهبود سطح علمی کتاب یاری دهند.

مؤلفان