



# پایش هوا در محیط کار

(جلد ۱)

تألیف:

فروغ السادات دشمن فنا یزدی

«کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای»

شابک: 9789642292120 - 9789642292120

سرشناسه : دشمن فنا یزدی، فروغ السادات  
 عنوان و نام پدیدآور : پایش هوا در محیط کار/تالیف فروغ السادات دشمن فنا یزدی.  
 مشخصات نشر : تهران: اندیشه رفیع، ۱۳۸۷.  
 مشخصات ظاهری : ج. مصور، جدول، نمودار.  
 شابک : ۴۹۵۰۰ ریال. 3-107-987-964-978  
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا  
 یادداشت : کتابنامه:  
 موضوع : هوا -- آلودگی -- اندازه گیری.  
 موضوع : بهداشت صنعتی.  
 موضوع : هوا -- ابزار و وسایل نمونه برداری.  
 رده بندی کنگره : ۱۳۸۷ ۲ پ ۵ د / TD ۸۹۰/  
 رده بندی دیویی : ۶۲۸/۵۳۰۲۸۷  
 شماره کتابشناسی ملی : ۱۵۵۳۵۸۲



مؤسسه انتشاراتی  
**اندیشه رفیع**  
 ناشر کتب علوم پزشکی

نام کتاب:	پایش هوا در محیط کار (جلد ۱)
مؤلف:	فروغ السادات دشمن فنا یزدی
ویراستار:	سمیه منصوری زاده
ناشر:	مؤسسه انتشاراتی اندیشه رفیع
نوبت چاپ:	اول - ۱۳۸۷
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
لیتوگرافی:	بهمنور پرداز
چاپ:	منصور
صحافی:	دیدآور
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۹۸۷-۱۰۷-۳
بها:	۴۹۵۰ تومان

#### دفتر مرکزی: اندیشه رفیع

خیابان انقلاب - خیابان ۱۲ فروردین - خیابان شهدای ژاندارمری -  
 مقابل اداره پست - ساختمان ۲۴۰ - طبقه دوم تلفکس: ۶۶۹۵۰۳۹۳  
 تلفن: ۶۶۹۷۱۴۱۴ - ۶۶۹۷۰۵۱۷ - ۶۶۹۷۰۵۱۸

---

## مقدمه

---

از میان انواع خطرات موجود در محیط‌های کار که سلامتی یا جان کارگران را تهدید می‌کند خطرات شیمیایی به ویژه آلاینده‌های هوا از تنوع ویژه برخوردارند. این تنوع به نوبه خود متنوع بودن روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز آنها را موجب شده است. بنابراین ارزیابی صحیح وضعیت سلامت کارگر، دانش عمیق در باره‌ی روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز هر عامل شیمیایی را می‌طلبد. عدم اطلاع از اصول و مبانی این تخصص، موجب می‌شود این امر به روش‌های ناصحیح انجام شود و محاسبات و تفسیرهایی نادرست از نتایج آن به عمل آید. از آنجا که اندازه‌گیری و تفسیر نادرست نتایج، علاوه بر هدر رفتن وقت می‌تواند موجب به زیان افتادن بی‌مورد کارفرما یا ضایع شدن حقوق کارگر و عدم حفاظت از او شود ضروری است این مسأله به طوری جدی مورد توجه قرار گیرد.

در کتاب حاضر، سعی شده است مطالب کاربردی با حفظ توالی منطقی به گونه‌ای ارائه شود که متخصص بهداشت حرفه‌ای را در یک فرایند کامل پایش هوا از مرحله‌ی شناسایی خطر تا تفسیر و ارائه کردن نتایج حمایت کند.

نگارنده مشتاقانه در انتظار است تا از نظر و پیشنهاد خوانندگان و صاحب نظران در این زمینه آگاهی یابد تا نسبت به رفع نواقص احتمالی یا تکمیل مطالب اقدام نماید.

خوانندگان ارجمند می‌توانند هرگونه نظر و پیشنهاد خود را در باره‌ی این کتاب به نشانی پست الکترونیکی [forfarvardin@Gmail.com](mailto:forfarvardin@Gmail.com) ارسال نمایند.

مؤلف

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵	گفتار ۱ - کلیات.....
۱۵	برنامه‌ی جامع سلامت کار.....
۱۵	نقش متخصص بهداشت حرفه‌ای در یک فرایند مراقبت پزشکی.....
۱۶	۱- ارزیابی تماس در محیط کار.....
۱۷	۲- شناسایی افراد در معرض ریسک.....
۱۸	۳- انجام آزمون‌های پزشکی برای شناسایی علایم اولیه.....
۱۸	۴- گزارش کردن یافته‌های پزشکی به کارگر.....
۱۹	۵- تعیین محدودیت‌های پزشکی کارگر.....
۱۹	۶- تعدیل شرایط کار برپایه‌ی محدودیت‌های پزشکی کارگر.....
۱۹	۷- یافتن رابطه‌ی میان نتایج آزمون‌های پزشکی و تماس شغلی.....
۲۰	۸- پیاده کردن کنترل‌های اثر بخش در محیط کار.....
۲۱	آلاینده‌های هوای محیط کار.....
۲۱	۱- انواع ذره.....
۲۱	*گرد و غبار.....
۲۲	*فیوم.....
۲۲	*میست.....
۲۴	*فاگ.....
۲۴	*دود.....
۲۴	*لیف.....
۲۵	۲- برخی ذرات معلق در فرایندهای صنعتی مختلف.....
۲۶	تراکم‌های استاندارد برای تماس شغلی (OEL).....
۲۶	۱- تراکم آستانه.....
۲۸	۱-۱ مقایسه‌ی TLV-TWA و TLV-STEL با TLV-C.....
۲۹	۲-۱ آستانه‌ی نوسان.....
۲۹	۲- واژه‌های نشانگر در جداول TLV.....
۲۹	۲-۱ نشانگر جذب از راه جلد.....

۳۰	۲-۲ نشانگر حساس کنندگی (SEN).....
۳۰	۳-۲ نشانگر دارا بودن شاخص تماس بیولوژیک.....
۳۱	۴-۲ نشانگر سرطان زایی.....
۳۱	۳- ملاحظه‌های ویژه هنگام به کار گیری تراکم‌های آستانه.....
۳۱	۳-۱. ذرات.....
۳۲	۳-۲ ذراتی (نامحلول) که برای همگی آنها یک آستانه‌ی مجاز تعیین شده است (PNOS).....
۳۲	۳-۳ مواد خفه کننده‌ی ساده - گاز و بخارهای بی‌اثر.....
۳۲	۳-۴ موادی که در فهرست TLV جای ندارند.....
۳۳	۳-۵ نوبت‌های غیر معمول کار.....
۳۳	۳-۶ تراکم آستانه برای مخلوط‌ها.....
۳۴	۳-۶-۱ اجزای مخلوط دارای اثر افزایشنده است.....
۳۵	۳-۶-۲ اجزای مخلوط دارای اثر جداگانه است.....
۳۶	۳-۶-۳ مخلوط گرد و غبارهای معدنی.....
۳۶	۳-۷ موادی که ترکیب آن تغییر پذیر است.....
۳۷	۳-۸ تبدیل واحد تراکم آستانه از ppm به $\text{mg}/\text{m}^3$ .....
۳۷	۳-۹ معیار نمونه‌برداری از ذرات معلق در هوا برپایه‌ی اندازه.....
۴۰	<b>نمونه‌برداری از سطوح آلوده در محیط کار و سطح پوست.....</b>

## گفتار ۲ - وسایل و روش‌های نمونه‌برداری از ذرات..... ۴۲

۴۲	۱- تئوری نمونه‌برداری.....
۴۳	۲- فنون نمونه‌برداری از ذرات.....
۴۳	*نمونه‌برداری بر پایه‌ی اندازه.....
۴۳	*نمونه‌برداری به روش فیلتر کردن.....
۴۸	*نمونه‌برداری به روش ته نشینی.....
۵۱	*نمونه‌برداری به روش برخورد.....
۵۱	۱- ایمپکتور جت و صفحه (ایمپکتور یک مرحله‌ای).....
۵۳	۲- ایمپکتور چند مرحله‌ای (آبشاری).....
۵۵	۳- ایمپکتور مجازی یا دو بخشی.....
۵۵	۴- ایمپینجر.....

## گفتار ۳ - وسایل و روش‌های نمونه‌برداری از گاز و بخار..... ۵۷

مقدمه ..... ۵۷

۱. تقسیم بندی روش‌های نمونه‌برداری برپایه‌ی مدت زمان نمونه‌برداری ..... ۵۸

۱-۱. نمونه‌برداری آنی ..... ۵۸

۲-۱. نمونه‌برداری مداوم ..... ۶۶

۲. تقسیم بندی روش‌های نمونه‌برداری برپایه‌ی به کارگیری یا عدم به کارگیری پمپ ..... ۷۷

۱-۲. نمونه‌برداری فعال ..... ۷۷

۲-۲. نمونه‌برداری غیرفعال ..... ۷۷

## گفتار ۴ - پمپ‌های نمونه‌برداری و کالیبراسیون..... ۸۱

پمپ‌های نمونه‌برداری ..... ۸۱

مقدمه ..... ۸۱

۱. نمونه‌برداری مداوم ..... ۸۱

۱-۱. پمپ دارای قابلیت تأمین دبی در گستره‌ی ۵۰۰۰-۱ میلی لیتر بر دقیقه ..... ۸۲

۲-۱. پمپ نمونه‌برداری دارای قابلیت تأمین دبی در گستره‌ی پایین ..... ۸۲

۲. نمونه‌برداری آنی ..... ۸۲

۱-۲. پمپ پیستونی ..... ۸۳

۲-۲. پمپ آکاردئونی ..... ۸۳

۳-۲. پمپ خودکار ..... ۸۴

وسایل و روش‌های کالیبره کردن وسایل نمونه‌برداری ..... ۸۴

مقدمه ..... ۸۴

فرایند کالیبراسیون ..... ۸۵

۱. استانداردهای کالیبراسیون ..... ۸۵

۱.۱. استانداردهای اولیه ..... ۸۶

۲.۱. استانداردهای میانی ..... ۸۶

حجم‌سنج‌ها ..... ۸۷

دبی‌سنج‌ها ..... ۸۹

## گفتار ۵ - ارزیابی خطرات شیمیایی..... ۹۵

۱- تعیین هدف و زمینه‌ی انجام ارزیابی ..... ۹۵

۲- آشنایی با فرایند ..... ۹۵

۱-۲. شناخت چیدمان فیزیکی کارخانه ..... ۹۵

۲-۲. شناخت فرایند تولید ..... ۹۶

۲-۳	شناسایی همه‌ی مواد شیمیایی موجود در کارگاه	۶
۳	شناخت نوع کار و وظایف کارگر	۷
۴	شناخت کنترل‌های موجود برای حفاظت کارگران	۷
۵	شناخت وضعیت سلامت کارگران	۸
۶	شناخت نتایج ارزیابی‌های پیشین	۸
۷	ارزیابی ریسک و انتخاب یک عامل برای ارزیابی کمی	۸
۸	برآورد گستره‌ی تراکم آلاینده	۱۰
۹	بررسی روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز موجود	۱۰
۹-۱	آستانه‌های عمل در نمونه‌برداری و آنالیز	۱۰
۹-۲	گستره‌ی کاری روش نمونه‌برداری و آنالیز	۱۰
۹-۳	خاص بودن، انتخابی بودن و دیگر ملاحظه‌ها	۱۰
۹-۴	محدودیت‌ها	۱۰
۱۰	انتخاب وسایل نمونه‌برداری	۱۰
۱۱	طرح یک راهکار مناسب برای نمونه‌برداری	۱۰
۱۱-۱	مدت نمونه برداری	۱۰
۱۱-۲	جای نمونه‌برداری	۱۰
۱۱-۳	شمار نمونه	۱۱
۱۱-۴	زمان گردآوری نمونه	۱۱
۱۲	انجام نمونه‌برداری (ارزیابی کمی)	۱۱
۱۲-۱	کالیبراسیون	۱۱
۱۲-۲	نمونه‌برداری	۱۱
۱۳	محاسبات	۱۱
۱۳-۱	روش محاسبه‌ی تراکم آلاینده	۱۱
۱۳-۲	روش‌های محاسبه برای تعدیل TLV	۱۱
۱۴	بحث‌های آماری	۱۱
۱۴-۱	محاسبه‌ی LCL و UCL برای نمونه‌برداری مداوم در طول یک نوبت کار	۱۲
۱۴-۲	محاسبه‌ی LCL و UCL برای نمونه‌برداری پیاپی در یک نوبت کار	۱۲
۱۴-۳	نمونه‌برداری آنی	۱۲
۱۴-۴	ارزیابی تماس کارگر با مخلوطی از چند آلاینده	۱۲
۱۲۶	گفتار ۶- گزارش کردن نتایج نمونه‌برداری	۱۲۶
۱۲۶	مقدمه	۱۲۶
۱۲۷	تعریف هدف	۱۲۷

تعریف مخاطب اصلی	۱۲۷
تنظیم سرفصل	۱۲۸
فنون نوشتن	۱۳۱
اصول اطلاع رسانی مؤثر	۱۳۲
ارائه کردن منحنی، جدول و نمودار	۱۳۳
نمونه‌ی فرم استاندارد OSHA91(S) برای گزارش نمونه‌برداری	۱۳۵
شرح روش پر کردن فرم گزارش نمونه‌برداری	۱۳۷
<b>گفتار ۷ - پیوست‌ها</b>	
۱- تعریف اصطلاحات و مفاهیم مورد استفاده در بهداشت حرفه‌ای	۱۴۶
۲- راهنمای علایم اختصاری نمونه‌برداری از هوا	۱۶۴
۳- تفسیر MSDS و یک نمونه فرم کامل آن	۱۶۷
۴- سیستم رده بندی مواد شیمیایی خطرناک (HAZCHEM)	۱۷۵
۵- چیدمان صفحه‌ی اصلی روش‌های استاندارد نمونه‌برداری و آنالیز NIOSH	۱۷۸
۶- فرم OSHA 91(S)	۱۷۹
منابع	۱۸۱



## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۷	شکل ۱-۱. فرایند همکاری متخصص و پزشک کار
۲۳	شکل ۲-۱. اندازه‌ی انواع گرد و غبارهای معلق در هوا
۴۴	شکل ۱-۲. کارایی گردآوری نمونه بردارها (به صورت کسری از کل ذرات)
۴۵	شکل ۲-۲. نمونه‌ای از فیلتر کاست‌ها که معمولاً به کار می‌رود
۴۶	شکل ۳-۲. نمای باز شده‌ی یک فیلتر کاست سه تکه که فیلتر درون آن بارگذاری شده است.
۴۷	شکل ۴-۲. نمونه‌بردار گردوغبار معروف به IOM
۴۷	شکل ۵-۲. ساختار انواع فیلترها
۴۹	شکل ۶-۲. ته نشینی ذره در یک الوتریاتور افقی ایده آل
۵۰	شکل ۷-۲. نمونه‌ای از انواع سیکلون
۵۱	شکل ۸-۲. نمای باز شده‌ی یک مجموعه‌ی نمونه بردار فردی برای نمونه‌برداری از گرد و غبار استنشاقی
۵۲	شکل ۹-۲. ایمپکتورهایی که برپایه‌ی اینرسی ذرات آنها را به دام می‌اندازند
۵۳	شکل ۱۰-۲. یک نمونه ایمپکتور یک مرحله‌ای که برپایه‌ی اینرسی کار می‌کند.
۵۳	شکل ۱۱-۲. نمونه بردار فردی، گردآورنده‌ی ذرات DPM
۵۴	شکل ۱۲-۲. نمونه بردار PEM
۵۴	شکل ۱۳-۲. ایمپکتور چند مرحله‌ای سی اوتاس
۵۶	شکل ۱۴-۲. ایمپینجرها.
۶۱	شکل ۱-۳. کیسه‌ی نمونه‌برداری
۶۱	شکل ۲-۳. گردآوری نمونه با استفاده از کیسه‌های نمونه‌برداری
۶۲	شکل ۳-۳. بطری‌های نمونه‌برداری آنی
۶۳	شکل ۴-۳. قوطی‌ها از جنس فولاد ضد زنگ
۶۴	شکل ۵-۳. نمونه‌ای از تیوب‌های شناساگر ویژه‌ی نمونه‌برداری آنی
۶۷	شکل ۶-۳. تیوب جاذب دارای لایه‌ی جاذب پشتیبان
۷۴	شکل ۷-۳. نمونه‌بردار چندکاره‌ی OSHA
۷۴	شکل ۸-۳. نمونه‌ای از تیوب‌های شناساگر ویژه‌ی نمونه‌برداری مداوم

شکل ۳-۹. نمونه‌ای از نمونه بردار با جاذب مایع	۷۵
شکل ۳-۱۰. طرح واره‌ی یک نمونه بردار غیر فعال	۷۹
شکل ۳-۱۱. نمای باز شده‌ی یک نمونه بردار غیر فعال	۷۹
شکل ۳-۱۲. انواع نمونه بردارهای غیرفعال	۸۰
شکل ۴-۱. دو نمونه پمپ ویژه‌ی نمونه‌برداری مداوم	۸۳
شکل ۴-۲. یک نمونه پمپ پیستونی	۸۳
شکل ۴-۳. یک نمونه پمپ آکاردئونی	۸۴
شکل ۴-۴. یک نمونه پمپ نمونه‌برداری خودکار	۸۴
شکل ۴-۵. طرح واره‌ی دو مدار کالیبراسیون	۸۶
شکل ۴-۶. طرح واره‌ی یک بطری ماریوتی	۸۸
شکل ۴-۷. نمونه‌ای از یک گاز متر تر و طرح واره‌ی آن	۸۸
شکل ۴-۸. گازمتر خشک	۸۹
شکل ۴-۹. دو نمونه کالیبراتور حباب صابون	۹۰
شکل ۴-۱۰. نمای یک روتامتر و طرح واره‌ی آن	۹۱
شکل ۴-۱۱. اوری فیس	۹۲
شکل ۴-۱۲. طرح واره‌ی یک وانتوری	۹۳
شکل ۵-۱. سیستم رده بندی شدت آسیب ناشی از مواد شیمیایی موجود در یک کارگاه رنگ پاشی	۱۰۰
شکل ۵-۲. ماتریس ارزیابی ریسک بروز آسیب	۱۰۱
شکل ۵-۳. چیدمان صفحه‌ی اول روشن‌های NIOSH	۱۰۳
شکل ۵-۴. انواع روش‌های اندازه گیری تماس که می‌تواند برای تعیین تراکم TWA به کار رود	۱۱۰
شکل ۵-۵. مدار کالیبراسیون	۱۱۳
شکل ۵-۶. مدار نمونه‌برداری فردی	۱۱۴
شکل ۵-۷. شیوه‌ی درزبندی مدیای فیلتر کاست	۱۱۶
شکل ۶-۱. سرفصل گزارش برای یک مطالعه‌ی بهداشت حرفه‌ای	۱۳۰
شکل ۶-۲. نمونه‌ای از یک چکیده	۱۳۱
شکل ۶-۳. معیارهای لازم برای تهیه‌ی اسلاید	۱۳۴

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۶	جدول ۱-۱. مسوولیت کارکنان بخش سلامت و متخصص در یک برنامه‌ی جامع سلامت کار.....
۳۹	جدول ۲-۱. کارایی گردآوری برای گستره‌ی اندازه‌ی ذرات تنفسی.....
۳۹	جدول ۳-۱. کارایی گردآوری برای گستره‌ی اندازه‌ی ذرات توراسیکی.....
۳۹	جدول ۴-۱. کارایی گردآوری برای گستره‌ی اندازه‌ی ذرات استنشاقی.....
۵۸	جدول ۱-۳. منابع موجود درباره‌ی روش‌های نمونه‌برداری و آنالیز برای گازها و بخارها.....
۶۰	جدول ۲-۳. انواع کیسه‌های نمونه‌برداری موجود در بازار.....
۶۸	جدول ۳-۳. ویژگی جاذب‌های جامد که در نمونه‌برداری‌های بهداشت صنعتی به طور متداول به کار گرفته می‌شوند.....
۷۸	جدول ۴-۳. ویژگی‌های مربوط به کارایی برای نمونه‌برداری‌های غیرفعال که در پروتکل معتبرسازی NIOSH ارزیابی شده است.....