



عنوان درس: مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا (نظری) تعداد واحد: ۲	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: مهندسی بهداشت حرفه ای - کارشناسی	عنوان دروس پیش نیاز: دینامیک گازها و آئروسول ها	محل برگزاری: دانشکده بهداشت	نام مسئول درس: اصغر قهری نام مدرسان: اصغر قهری - عنایت اله صیدی
--	--	--	--------------------------------	---

• هدف کلی درس:

آشنایی با روش های صحیح نمونه برداری از آلاینده های هوا به منظور ارزیابی ریسک های مرتبط با آلاینده های هوا

• منابع مطالعاتی مدرس: (بر اساس رفرنس نویسی و نکوور)

- ۱- چوبینه، علیرضا، روشها و وسایل نمونه برداری از آلاینده های هوای محیط کار
- ۲- بهرامی، عبدالرحمن، نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها در هوا
- ۳- کتابچه حدود تماس شغلی، کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور

- ۴- Henry J. McDermott, Air Monitoring for Toxic Exposures.
- ۵- Martha J. Boss & Dennis W. Day, Air Sampling and Industrial Hygiene Engineering.
- ۶- Gregory D. Weight, Fundamentals of Air Sampling.

• منابع امتحانی دانشجویان: (بر اساس رفرنس نویسی و نکوور)

- ۱- بهرامی، عبدالرحمن، نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها در هوا
- ۲- کتابچه حدود تماس شغلی، کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور
- ۳- جزوات ارائه شده از طرف استاد مربوطه.



بناام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تئوری

جدول طرح دوره :

شماره جلسه	محتوای آموزشی	تعداد سوال اختصاص یافته	مدرس (مدرسین)
۱	آلاینده های هوا و تقسیم بندی آنها و آشنایی کلی با اصول شناسایی و ارزشیابی عوامل شیمیایی محیط کار	۱	اصغر قهری
۲	اصول نمونه برداری از هوا و نقش نمونه برداری در ارزیابی مدیریت ریسک	۲	عنایت اله صیدی
۳	حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی و مسائل مربوطه- اصلاحات در شرایط غیرمعمول	۱	عنایت اله صیدی
۴	مدار نمونه برداری و کالیبراسیون- انواع پمپ ها و کاربرد آنها، وسایل کالیبراسیون حجم و دبی	۲	اصغر قهری
۵	اصول نمونه برداری از گازها و بخارات - فعال و غیرفعال (مکانسیم)	۱	اصغر قهری
۶	نمونه برداری فعال از گاز ها و بخارات (کوتاه مدت): سرنگ ها، کیسه های نمونه برداری و	۱	اصغر قهری
۷	نمونه برداری فعال از گاز ها و بخارات (بلند مدت): جاذبها (انواع ایمپینجر و محلول های جذب)	۲	اصغر قهری
۸	نمونه برداری فعال از گاز ها و بخارات (بلند مدت): جاذبهای سطحی (تیوب های جذب سطحی: زغال فعال، سیلیکاژل، ...) و عوامل تاثیر گذار بر میزان جذب	۲	اصغر قهری
۹	امتحان میان ترم	-	اصغر قهری
۱۰	نمونه برداری مستقیم گازها و بخارات (لوله های آشکارساز و دستگاه های قرائت مستقیم)	۱	اصغر قهری
۱۱	اصول کلی و مکانسیم های مورد استفاده در نمونه برداری ذرات	۱	اصغر قهری
۱۲	انواع روش های نمونه برداری ذرات، فیلتراسیون	۱	اصغر قهری
۱۳	انواع فیلترها، مشخصات فیلترها- استفاده از فیلترها در نمونه بردار گازها و بخارات	۱	اصغر قهری
۱۴	انواع هولدرهای نمونه برداری ذرات (قابل تنفس، توراسیک و قابل استنشاق)	۱	اصغر قهری
۱۵	نمونه برداری از بیوائروسها و مواد رادیواکتیو، سطوح	۱	عنایت اله صیدی
۱۶	نمونه برداری از مواد خاص مانند سیلیس، کروم	۱	عنایت اله صیدی
۱۷	آمار در نمونه برداری و کاربرد استاندارد ها	۱	اصغر قهری



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تئوری

- نحوه ارزشیابی دانشجو در طول دوره:

ردیف	شرح فعالیت	تاریخ آزمون/ تاریخ انجام تکلیف	نمره
۱	حضور فیزیکی و شرکت فعال در بحث گروهی و رعایت اصول اخلاقی	ابتدا تا انتهای ترم تحصیلی	۱
۲	کوئیز (شفاهی)	ابتدا تا انتهای ترم تحصیلی (هر جلسه)	۱
۳	پروژه درسی (تهیه روش های استاندارد نمونه برداری یک آلاینده)	انتهای ترم	۲
۴	امتحان میان ترم	اواسط آذر ۱۴۰۲	۴
	امتحان پایان ترم	دی ماه	۱۲
	جمع		۲۰

- تکالیف دانشجو در طول دوره:

ردیف	شرح تکلیف
۱	ارائه به صورت اسلاید
۲	ارائه به صورت گزارش



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تئوری

جدول طرح درس:

شماره جلسه	اهداف اختصاصی (رئوس مطالب)	اهداف ویژه رفتاری	حیطه (شناختی، عاطفی و روان حرکتی)	روش یاددهی یادگیری*	مواد و وسایل آموزشی
۱	آلاینده های هوا و تقسیم بندی آنها و آشنایی کلی با اصول شناسایی و ارزشیابی عوامل شیمیایی محیط کار	- بیان تعاریف آلودگی هوا و آلاینده های هوا، - ارائه معیارهای تقسیم بندی آلاینده های هوا (حالت فیزیکی ماده، اثرات فیزیولوژیکی مواد، منشا تولید، ترکیب شیمیایی)، - نامگذاری آلاینده های شیمیایی بر اساس حالت فیزیکی ماده، - توان تعریف آئروسل و انواع آن (فیوم، مه، میست، گردوغبار، اسپری، فایر)، بیان تعریف گازها و بخارات و تفاوت آنها با آئروسل ها	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم
۲	اصول نمونه برداری از هوا و نقش نمونه برداری در ارزیابی مدیریت ریسک	- نامگذاری مراحل ارزیابی ریسک آلاینده های شیمیایی، - شرح شناسایی آلاینده های شیمیایی در محیط کار، - تعریف نمونه هوا، - نامگذاری اصول مهم نمونه برداری، - بیان اهداف نمونه برداری، - تعیین روش نمونه برداری بر اساس سازمان ها مرجع، - بیان محل نمونه برداری،	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم

* روش یاددهی - یادگیری می تواند شامل: سخنرانی، بحث در گروه های کوچک، نمایشی، حل مسئله، پرسش و پاسخ، گردش علمی، آزمایشی باشد.



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تنوری

			- شرح تعیین تعداد نمونه، حجم، زمان و مدت زمان نمونه برداری، - بیان نکات مورد توجه در حمل نمونه ها و انتخاب آزمایشگاه.		
۳	حدود مجاز شغلی عوامل شیمیایی و مسائل مربوطه- اصلاحات در شرایط غیرمعمول	- بیان انواع حدود مجاز کشوری، تعریف حد میانگین وزنی زمانی و کاربرد آن، بیان حد مجاز کوتاه مدت و سقفی و روش های نمونه برداری آنها، بیان اصلاح حدود مجاز کشوری در شرایط کاری غیر معمول بر اساس مدل برف اسکالا	شناختی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم
۴	مدار نمونه برداری و کالیبراسیون- انواع پمپ ها و کاربرد آنها، وسایل کالیبراسیون حجم و دبی	بیان مراحل کلی نمونه برداری، - شرح مقایسه روش های نمونه برداری آنی، کوتاه مدت و بلند مدت، - نامگذاری اجزاء نمونه برداری و بیان نقش آنها در نمونه برداری، - انواع پمپ ها براساس میزان دبی تعریف شده، توان مقایسه پمپ های فردی دبی کم و زیاد با پمپ های محیطی، بیان انواع خطا در نمونه برداری و روش های کاهش یا حذف آنها، - تعریف کالیبراسیون و نقش آن در نمونه برداری، نامگذاری تجهیزات کالیبراسیون اولیه، میانی و ثانویه، - تعریف	شناختی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تنوری

			فلومتر حباب صابون و کاربرد آن، - بیان کاربرد روتامتر، بطری ماریوتی، اوریفیس و وانتوری و کالیبره نمودن آنها		
۵	اصول نمونه برداری از گازها و بخارات - فعال و غیرفعال (مکانسیم)	آشنایی با انواع روشها و تجهیزات نمونه برداری - آشنایی با اصول مکانسیم، انواع تجهیزات و محاسبات نمونه برداری غیرفعال گازها و بخارات	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / حل مسئله / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم
۶	نمونه برداری فعال از گازها و بخارات (کوتاه مدت): سرنگ ها، کیسه های نمونه برداری و	بیان انواع تجهیزات نمونه برداری آبی و کوتاه مدت، - کاربرد فلاسک های نمونه برداری، - بیان انواع کیسه های نمونه برداری، - روش کار با سرنگ ها و کیسه های نمونه برداری، - مزایا و معایب استفاده از کیسه های نمونه برداری	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم
۷	نمونه برداری فعال از گازها و بخارات (بلند مدت): جاذبها (انواع ایمپینجر و محلول های جذب)	- آشنایی با تجهیزات نمونه برداری فعال جاذبها، جاذب های سطحی و نمونه بردارهای پسیو، - بیان انواع ایمپینجرها و روش کار با آنها، - مزایا و معایب استفاده از جاذب ها در نمونه برداری گازها و بخارات	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم
۸	نمونه برداری فعال از گازها و بخارات (بلند مدت): جاذبهای سطحی (تیوب های جذب سطحی: زغال فعال، سیلیکاژل، ...) و عوامل تاثیر گذار بر میزان جذب	- بیان انواع جاذب های سطحی و ویژگیهای بافتی و شیمی سطح جاذب های سطحی، - تعریف Brea through و Migration	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور) / وایت برد / تصاویر / فیلم



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تنوری

			و بیان تفاوت آنها، - عوامل تاثیر گذار بر جذب سطحی، - ویژگیها، مزایا و معایب استفاده از زغال فعال و سیلیکاژل به عنوان نمونه بردار گازها و بخارات		
۹	امتحان میان ترم	-	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۰	نمونه برداری مستقیم گازها و بخارات (لوله های آشکارساز و دستگاه های قرائت مستقیم)	- بیان انواع لوله های گاز یاب - آشنایی با اصول نمونه بردار با لوله های گاز یاب، - بیان انواع خطاها در حین استفاده از لوله های گاز یاب، - نحوه کار با پمپ دستی در نمونه برداری گازها و بخارات با لوله های گاز یاب	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۱	اصول کلی و مکانسیم های مورد استفاده در نمونه برداری ذرات	- بیان اصول مهم نمونه برداری از ذرات، - آشنایی با انواع مکانسیم های جمع آوری ذرات، - تفاوت مکانسیم ها با توجه به اندازه ذرات	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۲	انواع روش های نمونه برداری ذرات، فیلتراسیون	بیان انواع روشهای نمونه برداری ذرات، - ارائه مکانسیم های غالب در نمونه برداری از ذرات به روش فیلتراسیون، - تعریف برخورد اینرسیال، مستقیم و انتشار، - بیان دلایل عمده استفاده گسترده از فیلتراسیون	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تنوری

۱۳	انواع فیلترها، مشخصات فیلترها- استفاده از فیلترها در نمونه بردار گازها و بخارات	- بیان مشخصات اصلی فیلترها، - آشنایی با انواع فیلترهای رایج در نمونه برداری از ذرات، - بیان ویژگیهای فیلترهای MCE، PVC و PTFE، - آشنایی با کاربرد فیلترها در نمونه برداری از گازها و بخارات	شناختی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم
۱۴	انواع هولدرهای نمونه برداری ذرات (قابل تنفس، توراسیک و قابل استنشاق)	- طبقه بندی هولدرها یا وسایل نمونه برداری از ذرات براساس سایز ذرات، - بیان روش کار با هولدرهای نمونه برداری از ذرات Inhalable شامل کاست ها، IOM و ...، - آشنایی با هولدرهای Respirable شامل سیکلون ها و روش کار با تجهیزات فوق	شناختی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم
۱۵	نمونه برداری از بیوائروسها و مواد رادیواکتیو، سطوح	- آشنایی با انواع روشهای نمونه برداری بیوائروسها و مواد رادیواکتیو، - بیان روش کار ایمپکتورهای اندرسون در نمونه برداری از بیوائروسها، - ارائه روشهای نمونه بردار رادون، - بیان مزایا و معایب استفاده از یونیزاسیون، کنتور متناسب، کنتور گایگرمولر، کنتور سنتیلاسیون در نمونه برداری مواد رادیواکتیو	شناختی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم



بناام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس نمونه برداری از آلاینده های هوا، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۳

طرح درس روزانه آموزش تنوری

۱۶	نمونه برداری از مواد خاص مانند سیلیس، کروم	- بیان روشهای سازمان های مرجع NIOSH و OSHA در نمونه برداری کروم و سیلیس، - آشنایی با نکات مهم روش ۷۶۰۰ و ۷۶۰۲ NIOSH در نمونه برداری کروم و سیلیس	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۷	آمار در نمونه برداری و کاربرد استاندارد ها	- آشنایی با روشهای تجربی تعیین خطا، - بیان روشهای آماری بررسی دقت، - ارزشیابی کنترل کیفیت - رد نمودن نتایج تجزیه ای پرت	شناختی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم

چک لیست کیفی طرح درس

گروه آموزشی: مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

نام درس: مبانی نمونه برداری آلاینده های هوا

نیمسال تحصیلی: اول ۴۰۳-۴۰۲

مقطع تحصیلی: کارشناسی

نام و نام خانوادگی مدرس: اصغر قهری - عنایت اله صیدی

رشته تحصیلی: کارشناسی

نظر مدیر گروه	بلی		خیر	اجزاء و عناوین طرح درس	ردیف
	کامل	ناقص			
طرح درس قابل قبول می باشد. طرح درس نیاز به اصلاح دارد. نام و نام خانوادگی مدیر گروه: محل امضا				نام درس قید شده است	۱
				رشته و مقطع تحصیلی لحاظ شده است	۲
				تعداد و نوع واحد بیان گردیده است	۳
				دروس پیش نیاز منظور شده است	۴
				اهداف کلی درس نوشته شده است	۵
				اهداف اختصاصی نوشته شده است	۶
				محتوی آموزشی هر جلسه نوشته شده است	۷
				تعداد سوالات هر محتوی آموزشی مشخص شده است	۸
				نوع حیطه ها مشخص شده است	۹
				شیوه تدریس بیان شده است	۱۰
				تکالیف دانشجویی مشخص شده است*	۱۱
				مواد و وسایل آموزشی استاد ذکر شده است	۱۲
				منابع مطالعاتی استاد قید شده است**	۱۳
				منابع امتحانی دانشجویان قید شده است***	۱۴
				نحوه ارزیابی دانشجو بیان شده است	۱۵
				*تعداد کل سوالات آزمون مشخص شده است	۱۶
				طرح درس ارائه شده با سرفصل آموزشی مطابقت دارد	۱۷

*روشن و واضح بودن تکالیف مد نظر می باشد.

**طبق رفرنس نویسی و نکور بیان شود.

***در دسترس بودن منابع لحاظ گردد.

بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس میانی نمونه برداری از آلاینده های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۳-۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

موضوع آزمایشگاهی: مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا تعداد واحد: ۱	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه ای	محل اجرا: دانشکده بهداشت	نام مدرس/مدرسین: اصغر قهری-عنایت اله صیدی
--	--	--------------------------	---

- شرح درس:** آشنایی دانشجویان با اصول ایمنی در آزمایشگاه، علائم هشدار دهنده، انواع پمپ های نمونه برداری، آشنایی با تجهیزات کالیبراسیون استاندارد اولیه، میانی و ثانویه، کالیبراسیون گازمتر تر توسط بطری ماریوتی، نحوه کالیبراسیون گازمتر خشک (به عنوان استاندارد ثانویه) با استفاده از از گازمتر تر کالیبره شده، کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط فلومتر حباب صابون، آشنایی با تجهیزات نمونه برداری از گازها و بخارات شامل انواع ایمپینجرها، لوله های جاذب های سطحی، لوله های قرائت مستقیم، اندازه گیری گاز و بخارات به روش قرائت مستقیم، نحوه نمونه برداری گاز SO₂ حاصل از فرآیند سوختن با استفاده از ایمپینجر، نحوه استفاده از پمپ نمونه برداری فردی با دبی بالای ۱ لیتر بر دقیقه برای نمونه برداری از گازها و بخارات با دبی کمتر از ۰/۲ لیتر بر دقیقه، انواع هولدرهای نمونه برداری ذرات شامل کاست فیلترها، سیکلون ها، IOM، و نحوه استفاده آنها، انواع فیلترها با سایزهای مختلف و جنس های مختلف، نمونه برداری از ذرات با فیلتر PVC به روش گراویمتری، اندازه گیری گرد و غبار ذرات قابل تنفس با استفاده از سیکلون.
- هدف کلی:** آشنایی دانشجویان با اصول ایمنی در آزمایشگاه، علائم هشدار دهنده، انواع پمپ های نمونه برداری، آشنایی با تجهیزات کالیبراسیون استاندارد اولیه، میانی و ثانویه، کالیبراسیون گازمتر تر توسط بطری ماریوتی، نحوه کالیبراسیون گازمتر خشک (به عنوان استاندارد ثانویه) با استفاده از از گازمتر تر کالیبره شده، کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط فلومتر حباب صابون، آشنایی با تجهیزات نمونه برداری از گازها و بخارات شامل انواع ایمپینجرها، لوله های جاذب های سطحی، لوله های قرائت مستقیم، اندازه گیری گاز و بخارات به روش قرائت مستقیم، نحوه نمونه برداری گاز SO₂ حاصل از فرآیند سوختن با استفاده از ایمپینجر، نحوه استفاده از پمپ نمونه برداری فردی با دبی بالای ۱ لیتر بر دقیقه برای نمونه برداری از گازها و بخارات با دبی کمتر از ۰/۲ لیتر بر دقیقه، انواع هولدرهای نمونه برداری ذرات شامل کاست فیلترها، سیکلون ها، IOM، و نحوه استفاده آنها، انواع فیلترها با سایزهای مختلف و جنس های مختلف، نمونه برداری از ذرات با فیلتر PVC به روش گراویمتری، اندازه گیری گرد و غبار ذرات قابل تنفس با استفاده از سیکلون.
- وظایف و مقررات:** حضور فعال در آزمایشگاه، رعایت کلیه نکات ایمنی لازم در انجام آزمایش، رعایت نظم و نظافت، انجام آزمایش های مربوط به کالیبراسیون و نمونه برداری آلاینده های هوا مطابق دستور کار آزمایشگاه.
- ارزشیابی فعالیت دانشجوی در طی دوره:** حضور فعال در آزمایشگاه، رعایت نظم و نظافت، ارزشیابی مهارت های آزمایشگاهی، ارزشیابی گزارش کارهای آزمایشگاه، انجام امتحان کتبی به صورت تشریحی.

منابع مطالعاتی:

- ۱- چوبینه، علیرضا، روشها و وسایل نمونه برداری از آلاینده های هوای محیط کار
- ۲- بهرامی، عبدالرحمن، نمونه برداری و تجزیه آلاینده ها در هوا.



بسم الله

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس میانی نمونه برداری از آلاینده های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۳-۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

فعالیت های آموزشی روزانه در واحد آزمایشگاهی-کارگاهی

روزهای کار آزمایشگاهی	فعالیت دانشجوی
<u>روز اول:</u> آشنایی با آزمایشگاه، وسایل و تجهیزات و نکات ایمنی	<u>روز اول:</u> کار با وسایل و تجهیزات آزمایشگاه جهت شناخت، استفاده صحیح و کاربرد هر کدام از این وسایل، رعایت نکات ایمنی
<u>روز دوم:</u> آشنایی با انواع پمپ ها و نحوه کار با آنها	<u>روز دوم:</u> شناخت صحیح انواع پمپ ها و استفاده از آنها به تفکیک آلاینده
<u>روز سوم:</u> آشنایی با تجهیزات کالیبراسیون حجم و دبی و کاربرد آنها	<u>روز سوم:</u> شناخت صحیح انواع استانداردهای اولیه، ثانویه و میانی کالیبراسیون حجم و دبی و نحوه کار با آنها
<u>روز چهارم:</u> کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی با فلومتر حباب صابون	<u>روز چهارم:</u> نحوه کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی با فلومتر حباب صابون
<u>روز پنجم:</u> کالیبراسیون گازمتر تر	<u>روز پنجم:</u> نحوه کالیبراسیون گازمتر تر
<u>روز ششم:</u> کالیبراسیون گازمتر خشک	<u>روز ششم:</u> نحوه کالیبراسیون گازمتر خشک
<u>روز هفتم:</u> کالیبراسیون روتامتر توسط فلومتر حباب صابون	<u>روز هفتم:</u> نحوه کالیبراسیون روتامتر توسط فلومتر حباب صابون
<u>روز هشتم:</u> کالیبراسیون روتامتر توسط گازمتر تر کالیبره شده	<u>روز هشتم:</u> نحوه کالیبراسیون روتامتر توسط گازمتر تر کالیبره شده
<u>روز نهم:</u>	<u>روز نهم:</u>



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)

فرم طرح درس میانی نمونه برداری از آلاینده های هوا دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۳-۴۰۲

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

کالیبراسیون روتامتر توسط گازمتر خشک کالیبره شده و کالیبراتور دیجیتال	نحوه کالیبراسیون روتامتر توسط گازمتر خشک کالیبره شده و کالیبراتور دیجیتال
<u>روز دهم:</u>	<u>روز دهم:</u>
کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط کالیبراتور دیجیتال	نحوه کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط کالیبراتور دیجیتال
<u>روز یازدهم:</u>	<u>روز هشتم:</u>
کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط گازمتر خشک کالیبره شده	نحوه کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط گازمتر خشک کالیبره شده
روز دوازدهم:	<u>روز دوازدهم:</u>
آشنایی با سمپلرهای رایج در نمونه برداری و نمونه برداری از ذرات	شناخت صحیح فیلترها و هولدرهای نمونه برداری ذرات شامل کاست فیلترها، سیکلون ها، IOM، و نحوه استفاده آنها
<u>روز سیزدهم:</u>	<u>روز سیزدهم:</u>
نمونه برداری از ذرات با فیلتر PVC به روش گراویمتری	نمونه برداری از ذرات با فیلتر PVC به روش گراویمتری
<u>روز چهاردهم:</u>	<u>روز چهاردهم:</u>
آشنایی با تجهیزات نمونه برداری از گازها و بخارات شامل انواع ایمپینجرها، لوله های جاذب های سطحی، لوله های گاز یاب	شناخت تجهیزات نمونه برداری از گازها و بخارات شامل انواع ایمپینجرها، لوله های جاذب های سطحی، لوله های گاز یاب
<u>روز پانزدهم:</u>	<u>روز پانزدهم:</u>
اندازه گیری گرد و غبار ذرات قابل تنفس با استفاده از سیکلون	اندازه گیری گرد و غبار ذرات قابل تنفس با استفاده از سیکلون
<u>روز شانزدهم:</u>	<u>روز شانزدهم:</u>
اندازه گیری بیوآئروسولها با استفاده از ایمپکتور	اندازه گیری بیوآئروسولها با استفاده از ایمپکتور
<u>روز هفدهم:</u>	<u>روز هفدهم:</u>
نمونه برداری گاز SO ₂ حاصل از فرآیند سوختن با استفاده از ایمپینجر	نحوه نمونه برداری گاز SO ₂ حاصل از فرآیند سوختن با استفاده از ایمپینجر

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۱ هدف:

تشریح محتوا و نحوه تهیه گزارش آزمایشگاه درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

۲ دامنه کاربرد:

دانشجویان ترم ۳ دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار

۳ مسئولیت:

۳ - ۱ دانشجویان ترم ۳ دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه ای مسئولیت اجرای این دستورالعمل را به عهده دارند.

۳ - ۲ مسئول درس مسئولیت نظارت بر حسن اجرای مفاد این دستورالعمل را به عهده دارد.

۴ تعاریف: (در حال حاضر فاقد تعاریف)

۵ تایپ عنوان‌های گزارش کار آزمایشگاه

۵ - ۱ جهت تایپ این عناوین از قلم با اندازه‌های مختلف و پیرنگ استفاده شود، به صورتی که هر عنوان فرعی از عنوان اصلی و نیز عنوان فرعی‌تر از عنوان فرعی قبل از آن با اندازه کوچکتر به صورت زیر تایپ شود:
 قلم عناوین اصلی در متن به صورت B Titr با اندازه ۱۶ و در انگلیسی از Roman New Times با اندازه ۱۴ Bold درج شود. عناوین های فرعی با قلم تیترو با اندازه ۱۴ و عناوین های فرعی‌تر با قلم تیترو با اندازه ۱۲

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۶ تایپ متن گزارش آزمایشگاه

- ۶ - ۱ تایپ گزارش باید از طریق برنامه کامپیوتری word انجام شود.
- ۶ - ۲ قلم مورد استفاده در متن فارسی Nazanin B، با سایز ۱۴ و در انگلیسی Roman New Times، با سایز ۱۲ در نظر گرفته شود.
- ۶ - ۳ فاصله بین خطوط ۱/۱۵ cm در نظر گرفته شود.
- ۶ - ۴ در صورتیکه نیاز به ارائه کلمات و یا اصطلاحات خارجی باشد، این کلمات با قید شماره در بالای معادل فارسی آن، در متن به صورت پانویس در پایین صفحه مربوطه تایپ گردد. اندازه نوشتار زیرنویس با همان قلم متن و سایز ۱۱ درج شود
- ۶ - ۵ پانویس مربوط به هر صفحه با رسم یک خط افقی از متن اصلی جدا میگردد؛ فاصله بین دو سطر پانویس به اندازه نصف فاصله سطر تعیین شده جهت متن اصلی میباشد. پانویس با قلم با اندازه ۱۱ تایپ گردد.
- ۶ - ۶ فرمول‌ها اعم از فرمول‌های ریاضی و یا شیمیایی، بایستی در محدوده مجاز صفحه و از سمت چپ صفحه شروع به تایپ گردند. فاصله بین فرمول‌ها و نیز فاصله یک فرمول از سطر بالا و یا پایین متن، بسته به نوع فرمول بایستی مناسب انتخاب شود.
- ۶ - ۷ شماره و توضیح مربوط به هر شکل در زیر آن تایپ شود و همچنین شماره و توضیح مربوط به جدول در بالای آن تایپ گردد. فاصله بین آخرین سطر از متن تا توضیح مربوط به جدول و یا شکل و نیز فاصله بین جدول و یا توضیح مربوط به شکل تا اولین سطر متن گزارش کار بایستی حدود دو برابر فاصله معمولی بین دو سطر انتخاب گردد.

۷ حاشیه در صفحات

- ۷ - ۱ حاشیه سمت راست، چپ، بالا و پایین صفحه: ۲/۵۴ سانتیمتر (۱ اینچ)

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۸ شماره گذاری صفحات، فصل ها و بخش ها

۸ - ۱ برای شماره گذاری صفحات عنوان تا آخر فهرست ها در گزارش کار از حروف استفاده شود. شماره گذاری صفحات مربوط به متن اصلی گزارش که از کلیات شروع میگردد با اعداد انجام می گیرد. شماره صفحات باید در پایین هر صفحه و در وسط آن درج گردد. شماره گذاری عناوین و زیرمجموعه های مربوط به هر بخش، بر اساس الگوی زیر انجام شود:

۱ عنوان اصلی

۱-۱ عنوان فرعی

۱-۲ عنوان فرعی

۱-۲-۱ عنوان فرعی تر

۱-۲-۲ عنوان فرعی تر

تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۹ جداول، نمودارها و تصاویر

۱ - ۱ هر جدول / شکل / تصویر باید دارای شماره و عنوان باشد. عنوان باید مختصر، مفید و کامل باشد. هر کجا علائم اختصاری در جدول / شکل / تصویر استفاده گردید، ذکر فرم کامل در پایین جدول الزامی است. تمامی شکل ها و جدول ها باید به ترتیب ظهور در هر بخش شماره گذاری شوند. عنوان جدول ها در بالای آنها و عنوان شکل ها و نمودارها در زیر آنها ذکر می گردد.

۱۰ نحوه رفرنس نویسی

۱ - ۱۰ شیوه ذکر منابع در انتهای هر بخش به صورت Vancouver باشد. کلیه منابعی که در متن ذکر شده اند، باید در فهرست منابع با مشخصات کامل نوشته شوند. قواعد نگارش منابعی که در طول گزارش کار به آنها استناد شده است به شرح زیر:

مثال فارسی :

چوبینه علی رضا، احمدزاده فرید، ارقامی شیرازه. (۱۳۹۰) کلیات بهداشت حرفه‌ای. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی شیراز: تهران، ص ۱۰۰

مثال انگلیسی:

Gubernot D, Jazwa A, Niu M, Baumblatt J, Gee J, Moro P, Duffy J, Harrington T, McNeil MM, Broder K, Su J. US Population-Based background incidence rates of medical conditions for use in safety assessment of COVID-19 vaccines. Vaccine. 2021 Jun 23; 39(28):3666-77.

۱۱ چیدمان فصول:

۱ - ۱۱ نحوه ارایه گزارش کار آزمایشگاه می بایست بر اساس این دستورالعمل و بخش های آن مطابق با موارد زیر باشد:

۱- صفحه عنوان (پیوست ۱)

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۲- فهرست مطالب در صفحه دوم آورده شود.

۳- بیان اهداف آزمایش

۴- مقدمه و شرح آزمایش (مواد/روش کار)

۵- نتایج (داده های اولیه/ محاسبات/ رسم نمودار ها و شکل ها)

۶- بحث و نتیجه گیری

۷- پیوست

۸- منابع

۹-

۱۲. **ارایه گزارش:**

۱۲ - ۱ گزارش صرفا در قالب فایل Word (جهت بررسی میران تبحر دانشجو) تهیه و در سامانه نوید بخش تکلیف درس مربوطه بارگذاری می شود. استاد درس پس از بازخوردهای علمی، فنی و نگارشی لازم به دانشجو و انجام اصلاحات مورد نیاز توسط دانشجو، نمره دانشجو را در سامانه ثبت می کند.

تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۶	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۱۳ پیوست ۱: فرمت صفحه اول گزارش آزمایشگاه درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا



دانشگاه علوم پزشکی البرز
دانشکده بهداشت
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

گزارش آزمایشگاه درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا

عنوان آزمایش:

نام و نام خانوادگی دانشجو:

نام استاد مربوطه:

تاریخ انجام گزارش:

تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۷ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

تقویم برگزاری جلسات درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا

شماره آزمایش	زمان برگزاری
۱	جلسه ۱ (۲ ساعت)
۲	جلسه ۲ (")
۳	جلسه ۳ (")
۴	جلسه ۴ (")
۵	جلسه ۵ (")
۶	جلسه ۶ (")
۷	جلسه ۷ (")
۸	جلسه ۸ (")
۹ و ۱۰	جلسه ۹ (")
۱۱	جلسه ۱۰ (")
۱۲	جلسه ۱۱ (")
۱۳	جلسه ۱۲ (")
۱۴	جلسه ۱۳ (")
۱۵	جلسه ۱۴ (")
۱۶	جلسه ۱۵ (")
۱۷	جلسه ۱۶ (")
۱۸	جلسه ۱۷ (")

تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۸	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱: آشنایی با آزمایشگاه عوامل شیمیایی، وسایل و تجهیزات و نکات ایمنی

هدف آزمایش :

- آشنایی دانشجویان با آزمایشگاه عوامل شیمیایی
- آشنایی کلی دانشجویان با تجهیزات آزمایشگاه عوامل شیمیایی
- آگاهی دانشجویان از قوانین و مقررات آزمایشگاه عوامل شیمیایی

تجهیزات مورد نیاز: کلیه تجهیزات موجود در آزمایشگاه عوامل شیمیایی و نمونه برداری از آلاینده های هوا

شرح آزمایش:

۱. آزمایشگاه عوامل شیمیایی

آزمایشگاه عوامل شیمیایی جهت آشنایی دانشجویان و فراگیران با روش ها و تجهیزات نمونه برداری از آلاینده های هوا تاسیس شده است. در این آزمایشگاه تمام تجهیزات نمونه برداری و کالیبراسیون شامل موارد زیر می باشد:

تجهیزات کالیبراسیون: فلومتر حباب صابون، بطری ماریوتی، گاز متر تر و خشک، انواع روتامتر پمپ های نمونه برداری: پمپ های با فلوی کم و زیاد، پمپ های دستی نوع پیستونی مدیاهای نمونه برداری: انواع فیلترها و جاذب های سطحی، نمونه بردارهای پسیو انواع سمپلر: کاست های ۲۵ و ۳۷ میلی متری، دالانی، IOM، سیکلون ها و ...

۲. قوانین و مقررات ایمنی آزمایشگاه عوامل شیمیایی

دانشجویان جهت حضور در آزمایشگاه عوامل شیمیایی باید به نکات ایمنی به شرح ذیل توجه نمایند:

- بدون حضور کارشناس و یا مسئول آزمایشگاه به هیچ وجه اقدام به راه اندازی دستگاه و شروع آزمایش ننمائید
- در زمان حضور در آزمایشگاه باید از محلهای فرار اضطراری، محل کپسول آتشنشانی، محل قطع برق و گاز، دیگر محل های مهم ایمنی آزمایشگاه اطلاع کسب کرد.
- استفاده از آزمایشگاه تنها منحصر به افرادی است که مجاز هستند.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۹ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

- پوشیدن روپوش مناسب الزامی است.
- قبل از حضور در آزمایشگاه باید کلیه دستورالعملهای ایمنی و امنیتی آزمایشگاه به دقت مطالعه شده باشد
- فقط استفاده از ابزار و دستگاههایی که در محیط آزمایشگاه وجود دارد، مجاز است. اگر نیاز به استفاده از ابزار دیگری دارید باید مجوز لازم را از کارشناس آزمایشگاه کسب کنید.
- حتی الامکان از کارکردن به تنهایی در آزمایشگاه پرهیزید.
- از جابجا کردن وسایل بدون هماهنگی با مسئول آزمایشگاه خودداری نمایید
- در فصول سرد باید البسه اضافی که در آزمایشگاه به آنها نیازی نیست در جای تعیین شده قرار گیرد و از قرار دادن کیف و چتر و لباسهای اضافه روی میزها اکیدا خودداری گردد.
- هر گونه خوردن و آشامیدن در آزمایشگاه به طول کامل ممنوع است.
- استعمال دخانیات و اقلامی از این دست در آزمایشگاه ممنوع است.
- استفاده از هدفون و هندزفری یا صحبت با موبایل در داخل آزمایشگاه ممنوع است.
- دانشجویان باید بعد از ترک آزمایشگاه کلیه لوازم شخصی خود را از محیط خارج کنند.
- دانشجو موظف است محل کار آزمایش را پس از اتمام کار، با رعایت روش های استاندارد مرتب نماید و در نظافت آن کوشا باشد.
- حرکتهای تند مثل دویدن و شوخی کردن در آزمایشگاه ممنوع است.
- در صورت بیماری واگیردار با هماهنگی با استاد مربوطه به هیچ وجه در آزمایشگاه حضور پیدا نکنید.
- از بلند کردن و جابه جایی میزها و صندلی های آزمایشگاه جدا اجتناب کنید.
- در صورتی که با استاد خود هماهنگ نکرده اید به هیچ وجه در آزمایشگاه حضور پیدا نکنید.
- حضور در آزمایشگاه بدون مسئول آزمایشگاه و یا در وقت های غیراداری ممنوع است.
- استفاده از تجهیزاتی غیر از آنچه از طرف دانشگاه در محل آزمایشگاه آماده شده مجاز نمیشود و دانشجویان حق ندارند تجهیز شخصی خود را به آزمایشگاه وارد کنند.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۰ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۲: آشنایی با انواع پمپ ها و نحوه کار با آنها

هدف آزمایش :

- آشنایی دانشجویان با انواع پمپ های نمونه برداری فردی و محیطی (الکترونیکی)
- آشنایی دانشجویان با پمپ های دستی
- آشنایی از اجزاء انواع پمپ ها

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه برداری فردی فلوی ۱-۵ لیتر بر دقیقه، میکرو (مینی) پمپ با دبی کمتر از یک لیتر بر دقیقه، پمپ های با دبی بالاتر از ۵ لیتر بر دقیقه، پمپ دستی نوع پیستونی

شرح آزمایش:

پمپ یک وسیله مکش هواست که به همراه سمپلر باعث جذب آلاینده بر روی سمپلر و در نتیجه تعیین میزان آلودگی در محیط می‌شود. این وسیله به دلیل داشتن ویژگی‌هایی چون قابل حمل بودن، کوچکی و داشتن گیره اتصال کمربند به راحتی در محیط کار استفاده می‌شود. این پمپ‌ها باید قبل از استفاده کالیبره شوند. پمپ ها با توجه به میزان مکش هوا به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

۱. پمپ نمونه برداری فردی با دبی کم (کمتر از یک لیتر بر دقیقه)
این نوع پمپ ها جهت نمونه برداری از آلاینده ای گازی شکل که نیاز به حجم نمونه برداری کم دارند استفاده می شوند

۲. پمپ نمونه برداری فردی با دبی بالا (یک تا ۵ لیتر بر دقیقه)
این نوع پمپ جهت نمونه برداری آلاینده های ذره ای و برخی از آلاینده های گازی شکل که نیاز به حجم نمونه برداری بالا دارند استفاده می شوند.

۳. پمپ های محیطی

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۱ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

این نوع پمپ جهت نمونه برداری از آلاینده هایی که نیاز به حجم نمونه برداری خیلی بالا مانند آزبست در شرایط خاص و بیوائروسل ها دارند استفاده می شوند.

پمپ های موجود در آزمایشگاه عوامل شیمیایی دانشکده از شرکت *skc* خریداری شده و از نوع الکترونیکی آن *universal* می باشند. پمپ های *universal* به سه شکل *standard-Intermediate-Delux* عرضه می گردد. در هر سه نوع آنها کلید *On/Off* وجود دارد. وقتیکه در وضعیت *on* قرار می گیرد، پمپ شروع به کار می کند. در نوع *Delux* صفحه نمایشگری است که نشانگر صفر را نشان می دهد و کلمات *sample running* در گوشه سمت راست بالا و *BAT* (نمایشگر باتری) در سمت چپ بالا ظاهر خواهد شد. اگر پمپ روشن بماند تایمر، افزایش زمان را به صورت دقیقه ای تا ۹۹۹۹ دقیقه (تقریباً ۱ هفته) نشان خواهد داد البته به شرط متصل بودن پمپ به منبع الکتریکی، زیرا این پمپ ها تقریباً می توانند ۱۰ – ۸ ساعت به طور کامل بدون افت دبی کار کنند. باتری ها همیشه باید به طور کامل شارژ شوند. در صورتیکه باتری ها به طور کامل شارژ نشوند در طولانی مدت از بین می روند ولی اگر باتری به طور کامل شارژ شود برای سالها سالم می ماند و در این صورت عمر مفید آن ۵۰۰۰ ساعت است.

مشخصات پمپ نمونه برداری *standard*



۱- فیلتر هوا که در محل ورودی پمپ برای ممانعت از ورود آلاینده به درون آن و در نتیجه جلوگیری از خراب شدن دستگاه نصب شده است.

۲- این درپوش زمانی کاربرد دارد که از لوله جاذب برای نمونه برداری و در دبی پایین استفاده می کنید.

۳- خروجی پمپ که برای پر کردن کیسه نمونه برداری به ورودی کیسه متصل می شود.

۴- روماتر پمپ که جهت تنظیم فلوی پمپ استفاده می شود.

۵- دکمه *On/Off*

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۲ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۶- پیچ تنظیم: فلوی پمپ با استفاده از پیچ گوشتی کوچکی که همراه پمپ است، تنظیم می‌شود. برای افزایش دبی، آن را در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانند. هرگز نباید به این پیچ نیرو وارد کرد و باید مطمئن شد که پیچ گوشتی داخل شیار پیچ قرار گرفته است. اگر با چرخاندن پیچ گوشتی تغییری در نشانگر فلو ایجاد نشد یا نشتی وجود دارد و هوا به جای روتامتر از جای دیگری کشیده می‌شود و یا اینکه نشانگر دبی گیر کرده است، مثلاً در اثر عبور ذرات mist از مجاورت آن، این ذرات به آن چسبیده و باعث سنگینی آن و ایجاد خطا می‌شود.



مشخصات پمپ نمونه برداری Delux

این پمپ همانند پمپ قبلی با همان مشخصات است ولیکن دارای قابلیت برنامه ریزی است و فرد را قادر می‌سازد تا زمانهای Delayed start, Run time را تنظیم کند.

برای تنظیم تایمر ابتدا پمپ را روشن کرده و سپس کلید Hold/start را فشار داده در حالیکه پمپ در حال mode است کلید set up را فشار دهید.

کلید set up

فشار این کلید منجر به چشمک زدن اعداد نشان داده می‌شود و عبارت set up Delayed start در زیر رقم-های نشانگر نمایش داده می‌شود و شما می‌توانید زمان انتظار تاخیر نمونه برداری را تعیین کنید.

کلید Mode

با استفاده از این کلید می‌توانید حالت‌های Delayed start- sample period را تنظیم نمایید.

کلید Digit set

فشاردن این کلید باعث افزایش عددی خواهد شد که روی نشانگر، چشمک می‌زند. در هر بار فشردن یک واحد اضافه می‌شود.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۳ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

کلید Digit select

این کلید هریک از ستونهایی را که به ترتیب از راست شروع شده باشند، فعال می‌کند و ستون فعال توسط رقم چشمک زن مشخص می‌شود.

نکات ضروری در هنگام استفاده از پمپ

- ۱- برای تنظیم فلو پمپ پیچ گوشتی نازک تنظیم فلو را در جایگاه مخصوص خود (در قسمت جلو و پایین پمپ) قرار دهید، با چرخاندن آن در جهت عقربه‌های ساعت فلو را افزایش و با چرخاندن در خلاف جهت عقربه‌های ساعت فلو را کاهش می‌دهید.
- ۲- پمپ نمونه‌برداری فردی با باتری نیکل – کادمیوم قابل شارژ کار می‌کند که محل شارژ آن در پشت پمپ قرار دارد و باید با شارژر مخصوص خود که در جعبه آن است شارژ شود. پمپ می‌تواند با ۲۴ ساعت شارژ ۱۰-۸ ساعت نمونه‌برداری کند.
- ۳- حفاظی که روی پمپ قرار داده شده است برای محافظت از دکمه on/off و پیچ تنظیم فلو می‌باشد، برای استفاده از پمپ باید حفاظ با پیچ گوشتی مخصوص باز شود.
- ۴- فیلتری که در محل ورودی پمپ قرار داده شده برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و سایر آلاینده‌ها به داخل پمپ است ولی از عبور آب و آلاینده‌های ریز مثل فیوم جلوگیری نمی‌کند.
- ۵- در کلیه کالیبراسیون‌ها و نمونه‌برداری‌ها باید شماره درج شده روی پمپ و سایر خصوصیات پمپ مانند شرکت سازنده آن را یادداشت کرد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۴ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۳: آشنایی با تجهیزات کالیبراسیون حجم و دبی و کاربرد آنها

هدف آزمایش :

- شناخت صحیح انواع استانداردهای اولیه، ثانویه و میانی کالیبراسیون حجم و دبی و نحوه کار با آنها

تجهیزات مورد نیاز: فلومتر حباب صابون، بطری ماریوتی، گاز متر تر و خشک، انواع روتامتر

شرح آزمایش:

۱- فلومتر حباب صابون یا پیستون بدون اصطکاک: Frictionless, Soap bubble flowmeter, pistonmeter

این وسیله جزء استانداردهای اولیه است که نیاز به کالیبراسیون ندارد و می‌توان به کمک آن وسایل استاندارد میانی و ثانویه را کالیبره کرد. این وسیله یک سیلندر استوانه‌ای شکل شبیه بورت آزمایشگاهی است که جهت کالیبراسیون حجم‌های مختلف (مقادیر کم حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی لیتر تا مقادیر زیاد حدود ۱ لیتر) مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح داخلی این وسیله توسط دترجنت مرطوب می‌شود و وسیله مکش (پمپ) که هدف ما کالیبراسیون آن است توسط یک شیلنگ رابط به انتهای آن وصل می‌شود. حباب تشکیل شده با هوای سیلندر که در حال مکش است به سمت بالا حرکت می‌کند در این حالت حباب به صورت یک پیستون بدون اصطکاک عمل می‌کند. با دانستن حجمی که حباب صابون در مدت زمان معینی (که با کرنومتر اندازه گیری می‌شود) طی می‌کند فلوی هوا محاسبه می‌شود.

$$Q = \frac{V}{T}$$

V= حجم طی شده توسط حباب

T= زمان صرف شده برای طی کردن دو نقطه تعیین شده بر روی فلومتر

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۵ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

نکات ضروری در هنگام کالیبراسیون

- ۱- از فلومتر حباب صابون برای دبی‌های پایین استفاده می‌شود و بیشترین کاربرد آن برای پمپ‌های نمونه‌بردار فردی است.
- ۲- برای ایجاد شرایط واقعی بهتر است که سمپلر نیز در مدار نمونه برداری (بین پمپ و فلومتر) قرار گیرد.
- ۳- در زمان کالیبراسیون، حباب‌ها باید تک تک و با فاصله ایجاد شود و جهت از بین بردن اصطکاک باید سیلندر را با مایع حاوی دترجنت بدون حباب آغشته نمائیم.
- ۴- در هنگام کالیبراسیون باید همواره از خشک و تمیز بودن شیلنگ متصل به پمپ اطمینان حاصل نمود. در صورت ورود حباب به درون شیلنگ سریعاً پمپ را خاموش کرده و لوله را تمیز کنید زیرا در غیر این صورت آب از فیلتر پمپ عبور کرده و وارد آن می‌شود و به پمپ آسیب می‌رساند.
- ۵- دقت یا فلومتر حباب صابون ۱٪ است و هر چقدر فلو بیشتر باشد از دقت آن کاسته می‌شود.
- ۶- فلومتر حباب صابون دارای حجم مشخصی است در صورتی که حجم آن مشخص نباشد از رابطه $V=A \times H$ حجم آن قابل محاسبه است.

مشخصات فلومتر حباب صابون



- ۱- خروجی هوا که توسط شیلنگ به پمپ یا سمپلر متصل می‌شود.
- ۲- درپوش پلاستیکی قسمت بالایی فلومتر که قسمت باز آن است و هنگام شستشو به وسیله آب مقطر در پوش پلاستیکی روی آن برداشته و درون سیلندر را شستشو می‌دهند.
- ۳- پوار پلاستیکی حاوی دترجنت که برای ایجاد حباب در انتهای فلومتر قرار گرفته است.
- ۴- پایه جهت نگه داشتن فلومتر
- ۵- ورودی هوا

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۱۶	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۲- بطری ماریوتی: Mariotti bottle

بطری ماریوتی جز استانداردهای اولیه است و برای کالیبراسیون وسایل استاندارد میانی و ثانویه استفاده می‌شود. مکانیسم کار بطری بر اساس جابه جایی مایع و هواست. از یک سمت آب خارج و از سمت دیگر هوا وارد می‌شود. این بطری شیشه ایست و مجهز به یک شیر تنظیم و یک دریچه ورود هوا در قسمت بالا می‌باشد. جهت اندازه گیری حجم هوا شیر را باز کرده و آب از بطری به بیرون هدایت شده و با توجه به تساوی حجم آب خروجی با هوای جایگزین شده حجم محاسبه می‌گردد. به دلیل سطح مقطع زیاد بطری و احتمال عدم یکنواختی سطح داخلی، معمولاً جهت سنجش حجم هوا از تخلیه آب در استوانه مدرج و یا بالن ژوژه استفاده می‌شود. نشستی هوا از دهانه بطری بسیار مهم است و از این رو حتماً باید با چوپ پنبه و یا وسایل مشابه کاملاً محکم شود. قیف دکانتور در انواعی از بطریهای ماریوتی به دلیل جلوگیری از ورود هوا به بطری وصل می‌شود و داخل آن آب قرار دارد که شیر آن هنگامی که بطری از آب پر است بسته است تا هوا وارد بطری نشود. جهت کاهش خطا در بطری ماریوتی بهتر است آب و هوا هم دما باشند.



مزور یا استوانه مدرج



قیف دکانتور

۳- گازمتر تر Wet Gas Meter

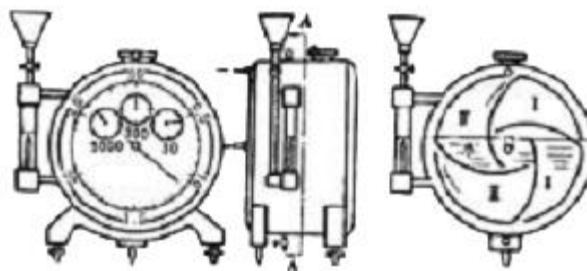
این وسیله از یک ظرف استوانه‌ای شکل تشکیل شده که درون آن یک طبک چهار یا شش قسمتی به صورت شناور در مایع قرار دارد. در مرکز محیط هر قسمت از طبک یک سوراخ وجود دارد که هوا از مرکز وارد شده و از

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۷ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

سوراخ‌های محیطی خارج می‌گردد. هوای وارد شده به طبلک باعث به حرکت در آوردن و پر و خالی شدن متناوب این قسمت‌ها و در نتیجه باعث گردش طبلک می‌شود. نتایج توسط گازمترتر به صورت دیجیتالی و عقربه‌ای نمایش داده می‌شود. هنگام استفاده، گازمترتر باید تراز باشد. بدین صورت که پیچ‌های تعبیه شده در قسمت پایه را تاحدی چرخانده تا حباب تراز در مرکز دایره قرار گیرد. قبل از استفاده باید مقداری هوا از گازمتر تر عبور داد تا آب از گاز یا هوا اشباع شود و همچنین باید مطمئن شد که تعادل بین آب و هوا در گازمتر برقرار است. در صورتی که هوا حاوی آلاینده باشد، مایع درون گازمتر تشکیل محلول خورنده می‌دهد و ممکن است وسیله دچار آسیب گردد.

گازمتر تر برای دبی‌های پایین استفاده می‌شود چون هوای زیاد موجب مواج شدن آب داخل آن می‌گردد.



۴- گازمتر خشک

جزء استانداردهای میانی است و دقت آن نزدیک به وسایل استاندارد اولیه است. گازمتر خشک مشابه کنتور گاز خانگی است. این وسیله دارای دو کیسه قابل ارتجاع است که با یک شیر مکانیکی مخصوص به هم متصل بوده و دارای سیستم شمارش است. وقتی هوا وارد دستگاه می‌شود، کیسه‌ها به تناوب پر و خالی می‌شوند. تعداد پر و خالی شدن کیسه‌ها به وسیله سیستم شمارنده تعیین می‌شود و به صورت حجم بیان می‌گردد. بر روی گازمتر خشک فلشی وجود دارد که مسیر عبور جریان هوا را نشان می‌دهد (ورودی و خروجی). گازمتر خشک توسط گازمتر تری که قبلاً کالیبره شده و دارای ضریب K است کالیبره می‌شود.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۸ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

نکات ضروری در هنگام کالیبراسیون

- ۱- بهتر است به دلیل احتمال موج شدن آب درون گازمتر تر آنرا در مدار کالیبراسیون در نقطه‌ای دورتر از پمپ قرار دهید.
- ۲- برای جلوگیری از ورود گرد و غبار و سایر آلاینده‌ها به درون پمپ یک نگهدارنده به همراه فیلتر را به ورودی هوای گازمتر متصل کنید تا هوایی که مسیر هر دو گازمتر تا پمپ را طی می‌کند عاری از هر گونه ماده خارجی و آسیب زننده به پمپ باشد.

۵- روتامتر

روتامتر جزء استانداردهای ثانویه است که به وسیله استانداردهای میانی و اولیه (گازمتر تر و خشک، فلومتر حباب صابون، کالیبراتور دیجیتالی) کالیبره می‌شود و در صورتیکه با دقت و به درستی مورد استفاده قرار گیرد از دقت و صحت بالایی برخوردار خواهد بود. روتامتر وسیله‌ای استوانه‌ای و قیفی شکل است که دارای شناوری است که در داخل لوله‌ی استوانه‌ای به طور آزادانه بالا و پایین می‌رود. جریان هوا از پایین وارد می‌شود و شناور به سمت بالا حرکت می‌کند. محل تعادل شناور محلی است که فشار اعمال شده از سوی جریان هوا از پایین به شناور برابر با نیروی وزن شناور می‌باشد. لوله‌ی قیفی شکل از ماده‌ای شفاف ساخته شده است و دارای مقیاسی جهت اندازه‌گیری بر دیواره‌ی خود است. ارتفاع شناور (H) درون لوله گویای فلوی جریان هوا خواهد بود. روتامترها هم در آزمایشگاه، هم در وسایل نمونه برداری از متداول ترین وسایل اندازه گیری فلوی جریان هستند. این وسایل در مقیاس‌های کوچک از چند میلی لیتر تا ۵ لیتر در دقیقه در نمونه‌برداری فردی و مقیاس‌های بالا در نمونه‌برداری محیطی استفاده می‌شود.

نکات ضروری به هنگام استفاده از روتامتر

- ۱- شناور روتامتر دارای اشکال گوناگونی نظیر کروی، شاقولی، قرقره‌ای و سیلندری یا استوانه‌ای است و محل قرائت شناور قطورترین و بالاترین قسمت شناور است.
- ۲- دقت روتامترهای معمولی $\pm 5\%$ است و اگر روتامتر، بلندتر و بزرگتر باشد از دقت بالاتری برخوردار است.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۹ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۳- روتامتر باید تحت همان شرایطی از فشار و دما که مورد استفاده قرار می‌گیرد کالیبره شود. در صورتی که از روتامتری که برای شرایط معینی از فشار و دما (T_1, P_1) کالیبره شده، در شرایط دیگری (T_2, P_2) استفاده شود می‌بایست از رابطه زیر تصحیحات لازم انجام گیرد.

$$Q_2 = Q_1 \times \sqrt{\frac{P_2 T_1}{P_1 T_2}}$$

T_1, P_1 و Q_1 : دما، فشار و دبی در زمان کالیبراسیون

T_2, P_2 و Q_2 : دما، فشار و دبی در شرایط نمونه‌برداری یا شرایط واقعی



مشخصات روتامتر

- ۱- خروجی روتامتر
- ۲- شاقول یا شناور روتامتر
- ۳- ورودی روتامتر

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۲۰	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۶- کالیبراتور دیجیتال



کالیبراتورهای دیجیتال کالیبراتورهایی هستند که در داخل آنها محفظه‌ای وجود دارد که کار فلومتر حباب صابون را انجام می‌دهد. در واقع در این کالیبراتور از سلول فوتوالکترونیک استفاده شده که دبی را به صورت اتوماتیکی به ما می‌دهد و نیازی به ثبت زمان که موجب خطای انسانی می‌شود نیست. شما می‌توانید دستگاه را بر روی نشانگر single تنظیم کنید که در این صورت با زدن کلید Enter دستگاه یکبار برای شما دبی واقعی را نشان می‌دهد در صورتی که شما نشانگر continue/ Burst را فعال کرده باشید دستگاه به دفعات مورد نظر شما آزمایش را تکرار خواهد کرد. برای مثال اگر شما کالیبراتور را بر روی عدد ۳ تنظیم کرده‌اید این بدان معنی است که کالیبراتور سه بار عمل اندازه‌گیری را انجام می‌دهد و به شما دبی میانگین را می‌دهد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویر کننده:
مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۱ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۴: کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی با فلومتر حباب صابون

هدف آزمایش :

- تعیین ضریب کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی

تجهیزات مورد نیاز: فلومتر حباب صابون، پمپ نمونه برداری، شیلنگ، سمپلر متناسب با نوع پمپ

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا خروجی فلومتر را به ورودی روتامتر که در قسمت پایین آن قرار دارد به وسیله شیلنگ رابط (معمولا نوع تایگون) وصل کنید. می‌توانید از یک تله بین فلومتر و روتامتر جهت جلوگیری از ورود مایع صابون به داخل روتامتر استفاده کنید.
- ۲- خروجی روتامتر را نیز توسط شیلنگ رابط به ورودی پمپ نمونه‌برداری فردی وصل کنید.
- ۳- روتامتر را بر روی دبی ۱-۲/۶-۱ تنظیم کنید.
- ۴- مدت زمانی که حباب فاصله مدنظر (دو خط مشخص شده روی فلومتر) را طی می‌کند یادداشت نمایید.
- ۵- برای هر دبی این کار را ۳ بار انجام دهید.
- ۶- با تقسیم حجم بر زمان دبی واقعی را بدست آورید.
- ۷- دبی ظاهری هم همان دبی روتامتر است که شما تنظیم کرده‌اید.
- ۸- درانتها ضریب K را محاسبه کنید.
- ۹- توسط برنامه Excel منحنی کالیبراسیون را رسم نمایید.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۲ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

Q=1-1/6-2

K		دبی ظاهری	دبی واقعی		زمان		حجم واقعی
K1			Q1		T1		
K2			Q2		T2		
K3			Q3		T3		
Ktotal							

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۳ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۵: کالیبراسیون گازمتر تر

گازمتر تر با بطری ماریوتی کالیبره می‌شود و در این کالیبراسیون پارامتری که کالیبره می‌شود حجم هوا می‌باشد.

هدف آزمایش: تعیین ضریب کالیبراسیون گاز متر تر

تجهیزات مورد نیاز: گاز متر، بطری ماریوتی، رابط (شیلنگ)

شرح آزمایش:

مدار کالیبراسیون

برای کالیبراسیون گازمتر با استفاده از بطری ماریوتی خروجی هوا در گازمتر را به ورودی بطری ماریوتی وصل می‌کنیم. خروج آب از بطری ماریوتی همانند پمپ عمل می‌کند. کلیه اتصالات باید محکم باشد. پس از خروج حجم مشخصی آب که معمولاً با استوانه مدرج یا بالن ژوژه اندازه‌گیری می‌شود حجم عبوری از روی گازمتر تر هم قرائت می‌شود. مقدار قرائت شده از روی گازمتر حجم ظاهری (تفاضل عدد ثانویه و اولیه) است و میزان آب خارج شده از بطری حجم واقعی است.

عدد اولیه گازمتر – عدد ثانویه گازمتر = حجم ظاهری

$$k = \frac{\text{حجم واقعی } V1}{\text{حجم ظاهری } V2}$$

مقدار بدست آمده عدد K کالیبراسیون گازمتر تر است و باید با برچسبی روی گازمتر تر چسبانده شود علاوه بر K بهتر است تاریخ و نام شخصی که کالیبراسیون را انجام داده است روی برچسب ذکر گردد. ضریب k همیشگی نیست و بسته به شرایط استفاده باید بدست آید. از گازمتر تر کالیبره شده برای کالیبراسیون گازمتر خشک استفاده می‌شود.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۴ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

نکات ضروری در هنگام کالیبراسیون

- ۱- برای تعیین میزان آب خارج شده از بطری ماریوتی استفاده از بالن ژوژه نسبت به استوانه مدرج خطای کمتری را به ما می‌دهد زیرا انتهای بالن باریک‌تر است و سطح تقعر آن نسبت به استوانه کمتر است.
- ۲- در حین کالیبراسیون باید دقت شود تعادل حرارتی بین آب و هوا در گازمتر برقرار باشد.

مراحل کار:

- ابتدا گازمتر تر را در محل انجام کالیبراسیون به وسیله پیچ‌هایی که در زیر آن قرار دارد تراز کنید.
- ۱- از کافی بودن آب داخل گازمتر اطمینان حاصل کنید.
- ۲- به وسیله شیلنگ‌های رابط خروجی گازمتر را به ورودی بطری متصل کنید.
- ۳- برای اشباع ساختن آب داخل محفظه گازمتر تر از هوا ابتدا مقداری آب از بطری خارج کنید و سپس عددی که گازمتر نشان می‌دهد را یادداشت کنید.
- ۴- به کمک استوانه مدرج حجم‌های ۰/۵ ، ۱ ، ۲ لیتر را از بطری ماریوتی خارج کنید و در هر بار عددی را که گازمتر نشان می‌دهد را یادداشت کنید.
- ۵- برای افزایش میزان دقت ۳ بار آزمایش را برای هر بخش تکرار کنید و میانگین بگیرید.
- ۶- با در دست داشتن حجم‌های واقعی و بدست آوردن حجم‌های ظاهری از روی گازمتر تر ضریب تصحیح K را محاسبه کنید.
- ۷- توسط برنامه Excel منحنی کالیبراسیون را رسم نمایید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۲۵	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۰/۵۰۰۰۰- ۱۰۰۰۰- ۲۰۰۰۰

K		حجم ظاهری	عدد ثانویه گازمتر تر	عدد اولیه گازمتر تر
K1				
K2				
K3				
Ktotal				

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۲۶	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۶: کالیبراسیون گازمتر خشک

هدف آزمایش: تعیین ضریب کالیبراسیون گاز متر خشک

تجهیزات مورد نیاز: گاز متر خشک، گاز متر تر، پمپ نمونه برداری، رابط (شیلنگ)

آنمومتر حرارتی

شرح آزمایش:

در این آزمایش برای کالیبراسیون گازمتر خشک از گازمتر تر کالیبره شده استفاده می‌گردد. بدین صورت که:

۱- ابتدا ورودی پمپ نمونه بردار فردی را به خروجی گازمتر خشک و ورودی گازمتر خشک را به خروجی گازمتر تر متصل کنید.

۲- دبی پمپ را بر روی عدد ۱ تنظیم کنید. به طوری که وسط شاقول بر روی عدد مد نظرتنظیم شده باشد.

۳- قبل از شروع به کار پمپ عدد اولیه گازمتر خشک و تر را قرائت کنید.

۴- پمپ را به مدت ۱ دقیقه روشن کنید.

۵- پس از سپری شدن زمان اعداد گازمتر تر و خشک را قرائت کرده و یادداشت نمایید. این کار را ۳ بار برای بالا بردن ضریب اطمینان و دقت انجام دهید.

۶- دبی پمپ را بر روی عدد ۲ تنظیم کرده و مراحل قبل را تکرار کنید.

۷- دبی پمپ را بر روی عدد ۳ تنظیم کرده و مراحل قبل را تکرار کنید.

۸- ضریب K گازمتر خشک را بر اساس فرمول زیر بدست آورید.

$$K' = \frac{k(A_2 - A_1)}{B_2 - B_1}$$

A_2 = حجم ثانویه گازمتر تر

A_1 = حجم اولیه گازمتر تر

B_1 = حجم اولیه گازمتر خشک

B_2 = حجم ثانویه گازمتر خشک

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۷ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

ضریب تصحیح گازمتر تر = K

ضریب تصحیح گازمتر خشک = K'

$Q = 1 - 2 - 3$

K'	حجم ظاهری	حجم واقعی	عدد ثانویه	عدد اولیه	
					گازمتر تر
					گازمتر خشک

۹- توسط برنامه Excel منحنی کالیبراسیون را رسم نمائید.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۲۸	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۷: کالیبراسیون روتامتر توسط فلومتر حباب صابون

هدف آزمایش: تعیین ضریب کالیبراسیون روتامتر

تجهیزات مورد نیاز: روتامتر، فلومتر حباب صابون، پمپ نمونه برداری فردی، سمپلر متناسب با دبی

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا خروجی فلومتر را به ورودی روتامتر که در قسمت پایین آن قرار دارد به وسیله شیلنگ رابط (معمولاً نوع تابگون) وصل کنید. می‌توانید از یک تله بین فلومتر و روتامتر جهت جلوگیری از ورود مایع صابون به داخل روتامتر استفاده کنید.
- ۲- خروجی روتامتر را نیز توسط شیلنگ رابط به ورودی پمپ نمونه برداری فردی وصل کنید.
- ۳- روتامتر را بر روی دبی ۱-۱/۶-۲ تنظیم کنید.
- ۴- مدت زمانی که حباب فاصله مدنظر (دو خط مشخص شده روی فلومتر) را طی می‌کند یادداشت نمایید.
- ۵- برای هر دبی این کار را ۳ بار انجام دهید.
- ۶- با تقسیم حجم بر زمان دبی واقعی را بدست آورید.
- ۷- دبی ظاهری هم همان دبی روتامتر است که شما تنظیم کرده‌اید.
- ۸- درانتها ضریب K را محاسبه کنید.
- ۹- توسط برنامه Excel منحنی کالیبراسیون را رسم نمایید.

$$Q=1-1/6-2$$

K		دبی ظاهری		دبی واقعی		زمان		حجم واقعی
K1				Q1		T1		
K2				Q2		T2		
K3				Q3		T3		
Ktotal								

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۲۹	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۸: کالیبراسیون روتامتر توسط گاز متر تر کالیبره شده

هدف آزمایش: تعیین ضریب کالیبراسیون روتامتر

تجهیزات مورد نیاز: گاز متر تر، روتامتر، پمپ، سمپلر

شرح آزمایش:

۱- ابتدا خروجی گازمتر تر را به ورودی روتامتر و خروجی روتامتر را نیز به ورودی پمپ نمونه برداری فردی وصل کنید.

۲- روتامتر را بر روی دبی ۲-۱/۶-۱ تنظیم کنید.

۳- در هر مرحله عدد اولیه گازمتر را یادداشت کنید.

۴- ۱ دقیقه زمان بگیرید و پس از آن پمپ را خاموش کنید.

۵- عدد ثانویه گازمتر را یادداشت کنید.

۶- این کار را ۳ بار برای هر دبی انجام دهید.

۷- دبی واقعی (گازمتر تر) را از فرمول زیر بدست آورید.

$$Q = k \frac{A_2 - A_1}{T}$$

K= ضریب تصحیح گازمتر تر

A₁= عدد اولیه گازمتر تر

A₂= عدد ثانویه گازمتر تر

T= زمان

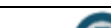
Q= دبی واقعی

۸- دبی ظاهری هم همان دبی روتامتر است که شما تنظیم کرده‌اید.

۹- درانتها ضریب K روتامتر را از تقسیم دبی واقعی به دبی ظاهری محاسبه کنید. نی کالیبراسیون را در نرم

افزار Excel رسم کنید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۰	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

Q=1-1/6-2

K		دبی ظاهری	دبی واقعی		زمان		حجم ثانویه	حجم اولیه
K1			Q1		T1			
K2			Q2		T2			
K3			Q3		T3			
Ktotal								

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۱	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۹: کالیبراسیون روتامتر توسط گاز متر خشک کالیبره شده

هدف آزمایش: تعیین ضریب کالیبراسیون روتامتر

تجهیزات مورد نیاز: گاز متر خشک، روتامتر، پمپ نمونه برداری

شرح آزمایش:

ابتدا خروجی گازمتر خشک را به ورودی روتامتر وصل کنید و خروجی روتامتر را نیز به ورودی پمپ نمونه برداری فردی وصل کنید.

۱- روتامتر را بر روی دبی ۲-۱/۶-۱ تنظیم کنید.

۲- حجم اولیه گازمتر خشک را یادداشت کنید.

۳- ۱ دقیقه زمان بگیرید و پس از آن پمپ را خاموش کنید.

۴- حجم ثانویه گازمتر را یادداشت کنید.

۵- این کار را ۳ بار بر روی هر دبی انجام دهید.

۶- دبی واقعی (گازمتر خشک) را از فرمول زیر بدست آورید.

$$Q = k \frac{A2-A1}{T}$$

K= ضریب تصحیح گازمتر خشک

A1= عدد اولیه گازمتر خشک

A2= عدد ثانویه گازمتر خشک

T= زمان

Q= دبی واقعی

۷- دبی ظاهری هم همان دبی روتامتر است که شما تنظیم کرده‌اید.

۸- درانتها ضریب K را محاسبه کنید.

۱۰- در انتها منحنی کالیبراسیون را رسم کنید.

$$Q=1-1/6-2$$

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

K		دبی ظاهری	دبی واقعی		زمان		حجم ثانویه	حجم اولیه
K1			Q1		T1			
K2			Q2		T2			
K3			Q3		T3			
Ktotal								

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۳	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۰: کالیبراسیون روتامتر توسط کالیبراتور دیجیتال

هدف: تعیین ضریب کالیبراسیون روتامتر

وسایل مورد نیاز: روتامتر، کالیبراتور دیجیتال، پمپ نمونه برداری

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا خروجی کالیبراتور دیجیتال را به ورودی روتامتر و خروجی روتامتر را نیز به ورودی پمپ نمونه برداری فردی وصل کنید.
- ۲- دبی روتامتر را بر روی ۱ تنظیم کنید.
- ۳- دبی واقعی را از روی کالیبراتور دیجیتال قرائت کنید.
- ۴- از تقسیم دبی واقعی به ظاهری (دبی تنظیمی روتامتر) ضریب K روتامتر را بدست آورید.
- ۵- این کار را برای دبی‌های ۲ و ۳ نیز انجام دهید.
- ۶- منحنی کالیبراسیون را در برنامه Excel رسم کنید.

دبی واقعی	دبی ظاهری	K
		Ktotal

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۱: کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط کالیبراتور دیجیتال

هدف آزمایش :

- تعیین ضریب کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه برداری، کالیبراتور دیجیتال، سمپلر

شرح آزمایش:

- ۱- کالیبراتور دیجیتال را روشن کنید.
- ۲- در قسمت set up دستگاه، تعداد دفعات اندازه‌گیری را بر روی عدد ۳ تنظیم نمایید.
- ۳- پمپ نمونه‌برداری را به کالیبراتور دیجیتال متصل کنید به طوری که خروجی کالیبراتور به ورودی پمپ متصل باشد.
- ۴- پمپ نمونه‌برداری را بر روی دبی‌های مد نظر (۱-۲-۳-۴) تنظیم نمایید.
- ۵- دستگاه را بر روی نشانگر measure تنظیم کرده و دکمه Enter را فشار دهید سپس نشانگر Burst را فعال کرده و Enter کنید.
- ۶- کالیبراتور بعد از ۳ بار اندازه‌گیری دبی میانگین را به شما می‌دهد.
- ۷- دبی میانگین را یادداشت کرده و دبی پمپ را تغییر دهید.
- ۸- اطلاعات وارده را در نرم افزار Excel وارد کرده و گراف مدنظر را رسم کنید.

دبی واقعی	دبی ظاهری	K
		Ktotal

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۵	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۲: کالیبراسیون پمپ نمونه برداری فردی توسط گاز متر خشک کالیبره شده

هدف آزمایش :

- تعیین ضریب کالیبراسیون پمپ نمونه بردار فردی

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه بردار فردی، گاز متر خشک، سمپلر

شرح آزمایش:

روش کار

۱- خروجی گازمتر خشک را به ورودی پمپ متصل کنید.

۲- پمپ را بر روی دبی ۱ تنظیم کنید.

۳- حجم اولیه گازمتر خشک را یادداشت کنید.

$$Q = \frac{K'(V2 - V1)}{T}$$

۴- پمپ را به مدت ۱ دقیقه روشن کنید.

۵- حجم ثانویه پمپ را یادداشت کنید.

ضریب خطای گازمتر خشک = K'

۶- با استفاده از فرمول دبی واقعی را بدست آورید.

۷- سپس ضریب K پمپ را محاسبه کنید.

۸- این کار را برای دبی های ۲، ۳ و ۴ نیز انجام دهید و منحنی کالیبراسیون را در نرم افزار Excel رسم کنید.

Q=1-2-3-4

K		دبی ظاهری		دبی واقعی		زمان		حجم ثانویه	حجم اولیه
K1				Q1		T1			
K2				Q2		T2			
K3				Q3		T3			
K4				Q4		T4			
Ktotal									

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۶	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۳: آشنایی با سمپلرهای رایج در نمونه برداری و نمونه برداری از ذرات

هدف آزمایش :

- آشنایی و شناخت انواع هولدر جهت نمونه برداری از آلاینده های ذره ای

تجهیزات مورد نیاز: کاست ها، هولدر IOM، دالانی و

شرح آزمایش:

Open faced-

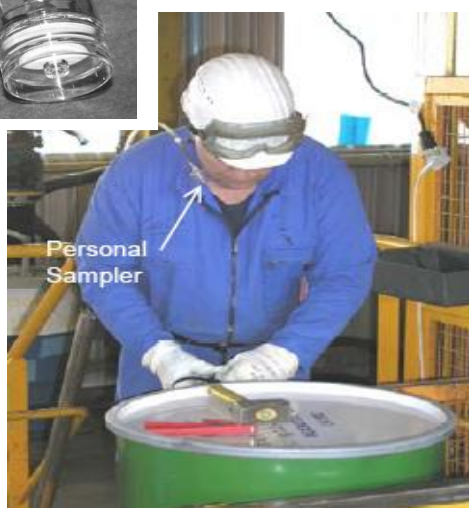
مشخصات:

کاست فیلتر: ۳۳mm

دبی: ۲lit/min

جنس: PVC

در این سمپلر جریان هوا بطور مستقیم و بدون حضور ورودی مخصوص برای سمپلر، از روی کل سطح فیلتر عبور می کند و ذرات بطور یکنواخت بر روی فیلتر جمع آوری می شوند. مزیت این سمپلر این است که می توان با آن شمارش ذرات را انجام داد (به دلیل یکنواختی حضور ذرات بر روی فیلتر).



Close-faced-

مشخصات:

کاست فیلتر: ۳۷mm

روزنه ورودی: ۴mm

دبی: ۲lit/min

جنس: PVC

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳۷ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

Close-faced اولین نمونه بردار ذرات قابل استنشاق (inhalable) می باشد. در این نمونه بردار جریان هوادر وسط فیلتر متمرکز می گردد. گردوغبار مکیده شده در مرحله اول همانند ایمپکتور عمل کرده و بخش اعظم ته نشینی ذرات بخصوص ذرات درشت در مرکز فیلتر می باشد. بدین جهت معمولاً برای تجزیه وزنی مناسبترند. مشکل اصلی این نمونه بردارنشتی است که ازدو قسمت صورت می گیرد: ازدورنمونه بردار و اطراف فیلتر

فیلتر در مقابل عبور جریان هوا مقاومت دارد و سیال همیشه از جایی که مقاومت کمتر دارد عبور می کند. وقتی یک گوشه نمونه بردار باشد جریان به جای عبور از وسط از کناره ها کشیده شده و از زیر فیلتر رد می شود در این حالت وقتی به فیلتر نگاه می کنیم یک مسیر سیاه ایجاد شده را می بینیم که نشانه نشتی می باشد که همانند پدیده break through در ذغال فعال است. ایجاد الکتریسیته ساکن و لبه های برجسته و زبر باعث نشست گردوغبار بر روی لبه ها و ازدست رفتن نمونه می شود. از آنجا که بستن نمونه بردار مستلزم وارد کردن فشار به آن است امکان پاره شدن فیلتر و ازدست رفتن نمونه بالا است. این وسیله به خوبی از آلودگی تنفسی ما پیروی نمی کند و به علت اتصال سخت به یقه کارگر و استفاده از شیلنگ بلند و کشیده از پشت کارگر دارای خطای بالا در نمونه برداری است.



- سیکلون

Filter size: 25mm

Cassette size: 25mm

جنس: پلاستیک هادی

وزن بدون کاست: ۵۸/۹ g

سایز: ۳.۵*۲ in (8.9*5.1)

مناسب برای ذرات ۷ میکرومتر و کمتر

دبی: ۱/۹-۲/۲

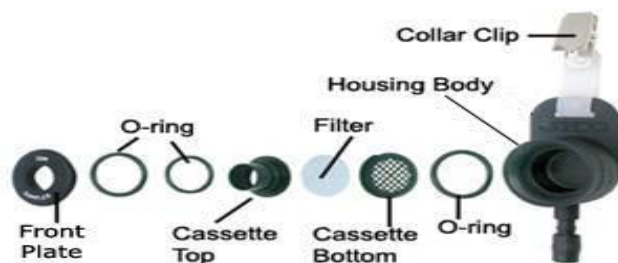
تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۸	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

سیکلون‌ها از مهمترین وسایلی هستند که بر اساس خاصیت گریز از مرکز به جمع آوری ذرات می‌پردازند. این وسیله و مکانیسم آنیکی از موثرترین روش‌های نمونه‌برداری است و به همین دلیل درمقیاس صنعتی به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیکلون‌ها به صورت پلاستیکی و آلومینیومی می‌باشند که اندازه‌های کوچک آن برای نمونه‌برداری و اندازه‌های بزرگ آن برای پاک‌سازی هوای محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیکلون مخروط ناقص فلزی یا پلاستیکی است که هوای حاوی ذرات از روزه‌ای در آن وارد شده و پس از حرکت مارپیچ به طرف پایین، سرانجام به واسطه تغییر مسیر در انتهای سیکلون از قسمت بالای آن خارج می‌شود. هنگام چرخش هوا در سیکلون، ذرات درشت (غیر قابل استنشاق) به دلیل نیروی گریز از مرکز از جریان هوا جدا شده و در قسمت پایین وسیله جمع می‌شوند. ذرات ریزتر (قابل استنشاق) نیز همراه جریان هوا به طرف مجرای خروجی حرکت کرده و در صورت قرار دادن فیلتر در مسیر جریان هوا، بر روی فیلتر به دام می‌افتد.

مزایا

- قیمت مناسب
- سهولت استفاده
- بی نیازی به موادخاص
- عدم احتمال ورود مجدد ذرات به جریان هوا
- جنس پلاستیک هادی: از آنجائیکه اثرات الکتروستاتیکی بر روی راندمان جمع آوری اثر گذاشته و ذرات را باردار می‌کند در نمونه برداری خطا ایجاد کرده و منجر به از دست رفتن نمونه می‌شود. استفاده از پلاستیک هادی مشکلات استاتیکی مربوطه را حذف می‌کند.



IOM-

مشخصات :

روزنه ورودی: ۱۵mm

وزن بدون کاست: ۲۰gr

سایز: ۸,۵cm*۸,۲

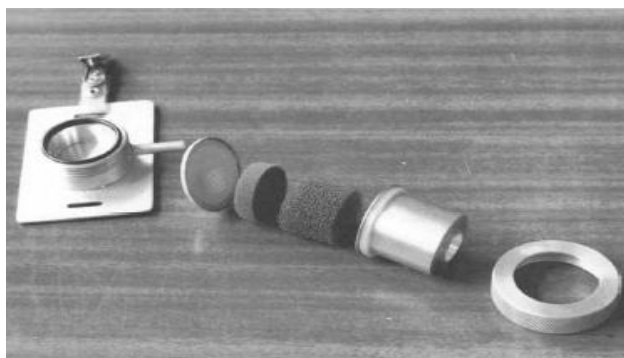
دبی: ۲lit/min

جنس: پلاستیک هادی

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۳۹	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

نمونه بردار IOM توسط J.H.Vincent و D.mark در انستیتو طب کار دانشگاه ادینبورگ اسکاتلند توسعه یافته است. درواقع IOM یک Open-face پیشرفته است که مشکلات آن برطرف شده است. الگوی مکش جریان هوا در این دستگاه به طور خیلی نزدیک مشابه دستگاه تنفس انسان است. IOM یک نمونه برادر پلاستیکی است که دارای کاست فیلتر ۲۵mm با قابلیت استفاده مجدد و فیلتر مخصوص برای جمع‌آوری ذرات هوا برد تنفسی می‌باشد درواقع ویژگی اصلی IOM نمونه‌برداری کلی از ذرات هوا برد استنشاقی است. ویژگی دیگر IOM این است که علاوه بر جمع‌آوری ذرات inhalable می‌توان ذرات thoracic و respirable رانیز جدا کرد که برای این کار از یک فوم پلی‌اورتان در ورودی IOM که دارای خلل و فرج یکسان است استفاده می‌شود به این ترتیب ذرات درشت (inhalable) توسط فوم گرفته شده و ذرات thoracic و respirable توسط فیلتر درونی گرفته می‌شود. مثلاً وقتی از فوم پلی‌اورتان ۱۰µ استفاده می‌کنیم، می‌توانیم بگوئیم گردوغباری که روی فیلتر جمع شده thoracic و respirable است که با وزن کردن فیلتر قبل و بعد از نمونه برداری مشخص می‌شود و آنچه روی فوم جمع شده است inhalable است و مجموع این دو گرد و غبار کل را به ما می‌دهد. قطر روزنه ورودی IOM ۱۵ mm است که آئروسول‌ها بادی ۲lit/min به نمونه‌بردار IOM تخلیه شده و هم توسط فیلتر و هم توسط سطوح داخلی کاست دو قطعه‌ای جمع‌آوری شده و هر دو برای آنالیز به آزمایشگاه فرستاده می‌شوند. جنس IOM‌های ابتدایی استیل ضد زنگ بوده که امکان جذب رطوبت در آن وجود داشت و هنگامی که تکنولوژی ساخت پلیمرهای هادی بوجود آمد و با توجه به وزن IOM، جنس IOM را به پلاستیک هادی تغییر داد.



تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویر کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۰ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

در هنگام جابه جایی کاست باید از دستکش وانبرک برای جلوگیری از انتقال گردوغبار و آلاینده های دیگر به محیط نمونه برداری استفاده کرد. برای آنالیز ذرات از روش گراویمتری استفاده می شود که بهتراست در این روش از فیلتر فایبرگلاس استفاده شود که نسبت به دما و رطوبت مقاوم ترند.

مزایای کار با IOM

- ۱- کار با IOM نسبت به سایر نمونه بردارها ساده تر می باشد و به راحتی به یقه کارگرم متصل شده و طول شیلنگ مورد استفاده کم تر است، در نتیجه امکان خطا در نمونه برداری کاهش می یابد.
- ۲- به علت وجود Ring-gap (ring آب بندی) مشکلات پارگی فیلتر و نشتی حذف شده است.
- ۳- به علت وجود لبه تیز و بیرون زده مشکل نشست ذرات و از دست رفتن نمونه نیز حذف گردیده است.

تمیز کردن IOM

- ۱- ابتدا باید اجزای IOM را جدا کرد و سپس آن را با استفاده از آب صابون و درغیر این صورت با فرچه تمیز کرد.
- ۲- Ring-gap آن باید به صورت جداگانه با آب شسته شود و از حلال برای تمیز کردن آن استفاده نکرد.
- ۳- از مواد با اساس CFC نباید برای پاک کردن پلاستیک IOM استفاده کرد.
- ۴- اجزای IOM را می توان با ایزوپروپیل الکل نیز پاک کرد ولی هر چه به سمت محلول ها پیش برویم بهتراست. ترجیحا از آب صابون و بهتر از آن آب مقطر استفاده کنیم، زیرا ممکن است بخواهیم برای اندازه گیری فلزات از IOM استفاده کنیم که قبلا آن را با آب صابون شستیم و خوب آب کشی نکرده ایم که این خود باعث ایجاد آلودگی ضمیمه در فیلتر می شود.
- ۵- اجزای IOM را باید با یک پارچه نرم تمیز کرده و به آنها اجازه داد تا به طور کامل خشک شوند، همچنین کاست فیلتر باید به مدت یک شبانه روز و تحت شرایط خاص کنترل و وزن شود. (قراردادن در دسیکاتور حاوی سیلیکاژل جهت از بین بردن رطوبت موجود).

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۴۱	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۴: نمونه برداری از ذرات با فیلتر PVC به روش گراویمتری

هدف آزمایش :

- اندازه گیری غلظت ذرات کل به روش گراویمتری (مطابق روش استاندارد ۰۵۰۰ نایوش)

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه بردار فردی، هولدر IOM یا کاست، فیلتر PVC، دسیکاتور، ترازوی ۵ رقم اعشار

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا فیلتری که ۲۴ ساعت داخل دسیکاتور داشته است را به همراه کاست توسط ترازوی ۵ رقم اعشاری که تراز شده است و حدود ۱۵ دقیقه روشن می‌باشد وزن کنید.
- ۲- خروجی سمپلر را به ورودی پمپ متصل کنید. دقت کنید که پمپ نمونه‌برداری باید کالیبره شده باشد.
- ۳- پمپ را بر روی دبی مد نظر روش تنظیم کنید.
- ۴- پمپ را روشن کرده و با توجه به زمان نمونه برداری که توسط روش نمونه‌برداری تعیین شده است به نمونه‌برداری بپردازید.
- ۵- پس از طی شدن زمان مربوطه پمپ را خاموش کرده و کاست را از سمپلر خارج کرده و به مدت ۲۴ ساعت داخل دسیکاتور قرار داده شود.
- ۶- بعد از گذشت زمان بند قبلی کاست و فیلتر را وزن نمایید.
- ۷- اختلاف وزن اولیه و ثانویه میزان بار آلودگی است که برروی فیلتر جمع آوری شده است.
- ۱۰- با استفاده از فرمول زیر میزان آلاینده را به mg/m^3 بدست آورید.

$$C = \frac{(m_2 - m_1) - (B2 - B1)}{v}$$

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۲ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۵- آشنایی با تجهیزات نمونه برداری از گازها و بخارات شامل انواع ایمپینجرها، لوله های جاذب های سطحی، لوله های گازیاب

هدف آزمایش :

- آشنایی و شناخت دانشجویان با انواع تجهیزات نمونه برداری طولانی و کوتاه مدت گازها و بخارات

تجهیزات مورد نیاز: ایمپینجر، لوله های گازیاب، میکرو پمپ، پمپ دستی

شرح آزمایش:

لوله های آشکار ساز جهت نمونه برداری کوتاه مدت

لوله های آشکارساز (لوله های گازیاب) وسایل قرائت مستقیمی هستند که استفاده از آنها برای آشکارسازی و تعیین تراکم به نسبت کمی آلاینده (گاز و بخار) ساده است. درابتدا لوله‌های گازیاب در شرایط اضطرار در جنگ مورد استفاده قرار می‌گرفتند و اولین بار در جنگ جهانی دوم به کار برده شد. استفاده از آنها ساده، سریع و راحت است اما در هنگام استفاده از آنها محدودیت‌ها و خطاهایی نیز وجود دارد. نخستین لوله‌های آشکارساز برای تعیین مقدار H_2S ، CO و بنزن ساخته شد. لوله‌های آشکارساز لوله‌هایی شیشه‌ای هستند که توسط گرانول‌های جاذب جامد پر شده‌اند (نظیر سیلیکاژل و یا اکسید آلومینیوم). گرانولها به یک یا چند معرف شیمیایی آغشته شده‌اند که در صورت عبور آلاینده با آن وارد واکنش شده و غلظت را به صورت تغییر رنگ نشان می‌دهند لوله‌ها برحسب PPM تقسیم‌بندی شده‌اند به جزء لوله اکسیژن که بر حسب درصد بیان شده است. برروی لوله‌ها نوع گازمورد استفاده، تعداد مکش‌های مورد نیاز و جهت مکش مشخص شده است. تغییر رنگ به طور نسبی هم به منزله وجود ماده موردنظر(کیفی) وهم گویای غلظت آلاینده در هوا (کمی) است. در این لوله‌ها نوع واکنش و تغییر رنگ برای یک ماده خاص از سازنده‌ای به سازنده دیگر ممکن است متفاوت باشد. در اغلب لوله‌ها فیلتری از جنس پنبه یا پشم شیشه در دو انتهای لوله وجود دارد که جهت جلوگیری از ورود گرد و غبار و آئروسول‌ها تعبیه شده است.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۳ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

- نکات ضروری در هنگام استفاده از لوله های آشکارساز

- ۱- لوله حتما باید در جهت فلش نشان داده شده روی آن که جهت جریان هوا را نیز نشان می‌دهد به پمپ وصل شود. نصب در خلاف جهت باعث دریافت جواب خطا می‌شود.
- ۲- از آنجا که رنگ لوله با گذشت زمان تغییر می‌کند، بنابراین در قرائت نباید تاخیر گردد.
- ۳- مدت زمانی که برای عبور هوا از درون لوله تعیین شده است باید رعایت شود.
- ۴- بر روی هر لوله نوع گاز مورد استفاده، تعداد مکش‌های مورد نیاز و جهت مکش مشخص شده که در هنگام کار باید به آنها توجه شود.
- ۵- کاتالوگ لوله آشکارساز که توسط شرکت سازنده ارائه می‌شود باید قبل از استفاده به دقت خوانده شود در ضمن پمپ نمونه‌برداری و لوله آشکارسازی که استفاده می‌شود باید متعلق به یک شرکت باشد.
- ۶- پمپ باید از نظر نشتی چک شود. بدین صورت که اطمینان حاصل نمائید که سر پمپ پیستونی باید با محکم است سپس لوله شکسته نشده‌ای را داخل پمپ قرار داده و دسته پمپ را به طرف عقب در جایی که قفل گردد بکشید. ۱ دقیقه صبر کنید، در صورتی که دسته پمپ حرکت نکرد و ثابت ماند، نشتی وجود ندارد سپس دسته پمپ را چرخانده و آنرا به آهستگی با حمایت دست به وضعیت اول برگردانید (از رها کردن دسته پمپ که می‌تواند باعث آسیب پمپ شود، جدا خودداری نمائید).
- ۷- قبل از نمونه برداری، لوله آشکارساز مناسب باید توسط یک پیش‌آزمون تعیین گردد. در این روش کلیه مراحل نمونه‌برداری توسط لوله انجام می‌شود و در صورت مناسب نبودن لوله مورد استفاده با تراکم موجود (مثلا تراکم بسیار بالاست که از درجه‌بندی خارج می‌شود یا به حدی پایین است که به درجه-بندی مربوطه نمی‌رسد) از یک لوله دیگر با تغییر در تعداد ضربات مکش استفاده می‌شود.
- ۸- بهتر است که لوله‌ها در یخچال نگهداری شوند زیرا خواص شیمیایی معرف پر شده داخل لوله با گذشت زمان تغییر می‌کند و نگهداری در دمای پایین تا حد ممکن از چنین تغییراتی جلوگیری می‌کند.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۴ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	



- ایمپینجر

حباب‌های شیشه‌ای هستند که برای جمع‌آوری مخاطرات موجود در هوا با استفاده از محیط مایع طراحی شده‌اند. آلاینده درون مایع به دام افتاده و سپس با آنالیز نمونه تراکم آلاینده تخمین زده می‌شود. ایمپینجر ممکن است در کنار پمپ نمونه بردار نصب شود و یا درون جلدچرمی گذاشته و در نزدیکی منطقه تنفسی کارگر کار گذاشته شود. بطری‌های گازشوی ظروف کوچک شیشه‌ای با ظرفیت‌های مختلف

می‌باشند که محلول جاذب در آنها ریخته می‌شود و در بالای آنها دو مجرا برای ورود و خروج هوا تعبیه شده است. طول مجرای ورودی تا نزدیکی انتهای بطری می‌باشد و تنها راه ورود هوا به مجرای ورودی در بالای بطری متصل است. همچنین انتهای قسمت ورودی مقداری باریک شده و به شکل یک اوریفیس درآمده است در برخی ایمپینجرها در انتهای نازل ورودی یک اوریفیس جهت ایجاد حبابهای ریزتر و در نتیجه افزایش سطح تماس قرار دارد. ایمپینجر با مایع محلول براساس نوع آلاینده پر می‌شود و آلاینده مورد نظر با محلول واکنش شیمیایی می‌دهد و یا در محلول حل می‌شود. میزان جذب آلودگی به عوامل گوناگونی از جمله ارتفاع مایع و قطر بطری نمونه‌برداری بستگی دارد. جهت افزایش راندمان جمع‌آوری آلاینده می‌توان چند ایمپینجر را به صورت سری به همدیگر متصل نمود. اگر هدف نمونه‌برداری سری باشد گاهی اوقات دو ایمپینجر را برای نمونه‌برداری استفاده می‌کنند که در واقع یکی از آنها حکم سمپل را دارد و دیگر حکم ترپ یا دام را دارد که بهتر است خالی باشد ولی اگر آلاینده دارای فرآریت بالا باشد و به صورت بخار مایع امکان ورود به پمپ را داشته باشد، بهتر است که تله trap از ماده جاذب که معمولاً ذغال فعال با قدرت جذب بالاست T استفاده شود. ایمپینجرها هم برای نمونه برداری گازها و بخارات و هم آلاینده‌های ذره‌ای که خاصیت انعقادی دارند و در کنار مایع منعقد و متراکم می‌شوند و اندازه‌های آنها بزرگ است، استفاده می‌شوند. فلوی نمونه‌برداری با ایمپینجر معمولاً ۱ Lit/min است.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۴۵	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

-انواع ایمپینجر ها

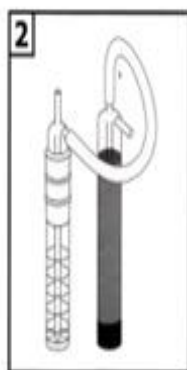


ایمپینجر با نازل متخلخل



ایمپینجر با نازل ساده

در ایمپینجرهای متخلخل به منظور افزایش راندمان جمع‌آوری، قسمت ورود هوا به داخل مایع یک قطعه شیشه‌ی اسفنجی یا شیشه خرد شده (Fritted glass) قرار گرفته است. هدف از قرار دادن این قطعه اسفنجی شکل، تقسیم هوای ورودی به حباب‌های بسیار ریز و در نتیجه افزایش راندمان ایمپینجر است.



گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده
های هوا

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۶ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

- کیسه های نمونه برداری

کیسه‌های نمونه‌برداری هم در جمع‌آوری و نمونه‌گیری از هوا و هم در تهیه اتمسفر استاندارد کاربرد دارند. کیسه‌ها در جنس، اندازه و شکل‌های مختلفی هستند. سبک، ارزان، غیر قابل شکستن و دارای کاربردی آسان می‌باشند. حجم این کیسه‌ها مشخص است به نحوی که بیشتر از آن حجم وارد کیسه نمی‌شود. هوای مورد نظر بوسیله پمپ به داخل کیسه منتقل می‌شود. کیسه‌ها برای نشت‌گیری باید مورد آزمایش قرار گیرند. کیسه‌های استفاده شده می‌بایست با هوای فشرده تمیز شوند (یعنی با هوای فشرده چند بار کیسه‌ها را پر و خالی کنیم تا فاقد هرگونه آلودگی گردند). این کیسه‌ها در حجم‌های ۲۰۰ میلی لیتر تا ۲۰۰ لیتر موجود هستند ولیکن حجم‌های مورد استفاده در بهداشت حرفه‌ای تا حجم ۱۵ لیتر می‌باشد. این کیسه‌ها مقاوم و از جنس مواد غیر قابل واکنش با مواد شیمیایی نظیر PVC، Tedlar، Saran، Mylar می‌باشند. اولین کیسه‌های مورد استفاده کیسه‌های پلی اتیلنی بودند که مشکل استفاده از آنها عدم توانایی نگهداری نمونه به طور کامل بود. از این کیسه‌ها نمی‌توان برای نمونه‌برداری از هوای حاوی ذرات ریز استفاده کرد زیرا وجود الکتریسیته ساکن موجب می‌شود که ذرات به بدنه کیسه بچسبند و در هنگام تخلیه خارج نگردند. برای نمونه‌برداری کوتاه مدت کیسه‌های Tedlar که از جنس فلوروکربن هستند بهترین انتخاب می‌باشد. برای جمع‌آوری مواد حساس بهتر است که از کیسه‌های تیره استفاده گردد. توصیه می‌شود که از حداکثر ۸۰٪ فضای کیسه‌ها برای نمونه‌برداری استفاده شود.

- خصوصیات کیسه‌های تدلار (Tedlar bag)

- ۱- از امتیازات کیسه‌های نمونه‌برداری این است که برای خروج هوا از داخل آنها به وسیله خاصی نیاز نیست و با فشار دست می‌توان به راحتی این کار را انجام داد.
- ۲- نسبت به عبور گازها مقاوم هستند.
- ۳- یکبار مصرف نبوده و می‌توان چندین بار از آنها استفاده کرد به شرط اینکه هوای فوق‌العاده تمیز یا نیتروژن خالص برای پاکسازی آن استفاده گردد.
- ۴- امانتدار خوبی هستند و در طول مدت استفاده غلظت آلاینده تفاوت نمی‌کند.
- ۵- مقاوم، منعطف بوده و در مقابل تنش استحکام دارد.

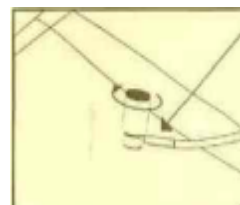
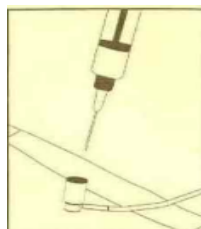
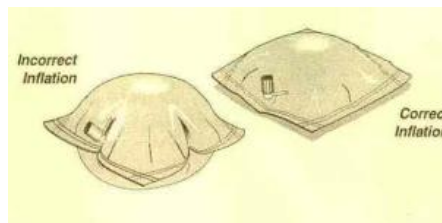
تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۷ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۶- بر روی کیسه سوراخی تعبیه شده که می‌تواند برای آویزان کردن کیسه از آن استفاده کرد.

۷- مقاومت دمایی آن 107°C - 72°C است.

۸- برای ساخت کیسه‌های تدلار از دوخت گرم بوسیله جریان برق DC استفاده می‌شود.

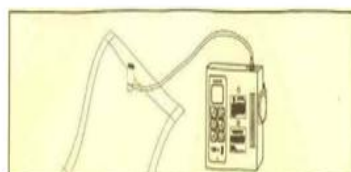


برای وارد کردن هوا به داخل کیسه ۳ راه وجود دارد.

۱- استفاده از محفظه خلاء و پمپ: این روش در واقع نمونه‌برداری غیرمستقیم کیسه‌های نمونه‌برداری است و زمانی کاربرد دارد که آلاینده مورد نظر حلالیت بالا و خاصیت اسیدی، قلیایی داشته باشد که اگر بخواهیم از ورودی و خروجی پمپ استفاده کنیم برروی پمپ و اجزای آن اثر می‌گذارد و کیفیت آلاینده نیز تغییر می‌کند. (استفاده از خاصیت مکندگی پمپ)

۲- استفاده از خروجی پمپ برای پر کردن کیسه (استفاده از خاصیت دمندگی پمپ)

۳- استفاده از سرنگ نمونه برداری (برای ساخت حجم هوای استاندارد)



۲



۳

تایید کننده:

تهیه کننده:

گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴۸ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

- لوله های جاذب

لوله‌های جاذب لوله‌های نمونه‌برداری هستند که با استفاده از مواد جاذب جامد، مولکولهای مایع یا بخار را به خود جذب می‌کنند. جاذب‌هایی که به طور معمول برای این لوله‌ها استفاده می‌شود سیلیکاژل و ذغال فعال می‌باشند. لوله‌ها در اشکال مختلف استفاده می‌شوند اما لوله‌ی پیشنهادی NIOSH در مورد لوله‌های ذغال فعال دارای طول ۷۰۰، قطر خارجی ۶۰۰ و قطر داخلی ۴۰۰ است. لوله دارای دو بخش ذغال فعال با mesh ۲۰ تا ۴۰ است که بوسیله فوم پلی اورتان ۲۰۰ از یکدیگر جدا شده‌اند. مهمترین فاکتور تعیین کننده جذب مواد بر روی بستر جاذب mesh(m²/gr) است که جهت تعیین سطح جذب می‌باشد. در قسمت جلو و عقب لوله کمی پشم شیشه قرار گرفته تا هم جریان هوا ملایم گردد و هم تراکم جلو و عقب لوله حفظ شود. بخش جلویی لوله حاوی ۱۰۰۰۰ جاذب است که بخش سمپلر نامیده می‌شد و بخش عقبی آن حاوی ۵۰۰۰۰ جاذب است و لایه پشتیبان یا Back up نامیده می‌شود. جهت اتصال به پمپ بخش Back up به پمپ متصل می‌گردد تا نمونه هوا ابتدا از بخش پیشین عبور کند. با دو قسمتی شدن این لوله‌ها، آلاینده با خروج از سمپلر وارد لایه پشتیبان شده در نتیجه سمپلر از نمونه پر می‌شود. اگر مقدار آلاینده‌ای که در بخش دوم لوله ذغال فعال جذب شده است بیشتر از ۲۰ درصد مقدار آلاینده جذب شده در بخش اول باشد مشخص است که بخشی از آلاینده از جاذب سطحی عبور کرده و از دست رفته است و اندازه گیری دارای خطاست.

- خصوصیات نامناسب ذغال فعال

۱- عدم کارایی در رطوبت‌های بالا: در شرایطی که رطوبت زیاد باشد و یا فاکتورهایی دیگر که ممکن است در جذب مزاحم باشند بهتر است از تیوب‌هایی استفاده کرد که یا mesh بالاتری دارند و یا از یک تیوبی دیگر برسرراه استفاده کرد که رطوبت را جذب کند البته به شرطی که قابلیت ترکیب با بخارات را نداشته باشد.

۲- جاذب خوبی برای جذب هیدروکربن‌های با وزن مولکولی کم و فرار نیست.

۳- کارایی خوبی برای جذب ترکیبات با نقطه جوش پایین ندارد.

۴- نوعی از جاذب ذغال فعال که از پوست نارگیل تهیه شده است برای نمونه‌برداری کتون‌ها مناسب نیستند زیرا وقتی کتون‌ها جذب می‌شوند در شرایط وجود رطوبت واکنش نشان داده و تجزیه می‌شوند و باعث

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۴۹	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

ایجاد تحولات جذب نامناسب در سطح جاذب می‌شود در نتیجه چنین ترکیباتی بر روی ذغال فعال برای ثبات ذخیره سازی ضعیف و نامناسب هستند.

- لوله جاذب سیلیکاژل

سیلیکاژل نسبت به ذغال فعال میل ترکیبی کمتری دارد در نتیجه در هنگام جداکردن آلودگی از روی جاذب به کمک شوینده‌های غیر قطبی حلال نظیر کربن دی سولفید بهتر عمل می‌کنند. از طرفی سیلیکاژل‌ها برای جمع آوری اسیدهای معدنی بسیار مناسب‌اند.

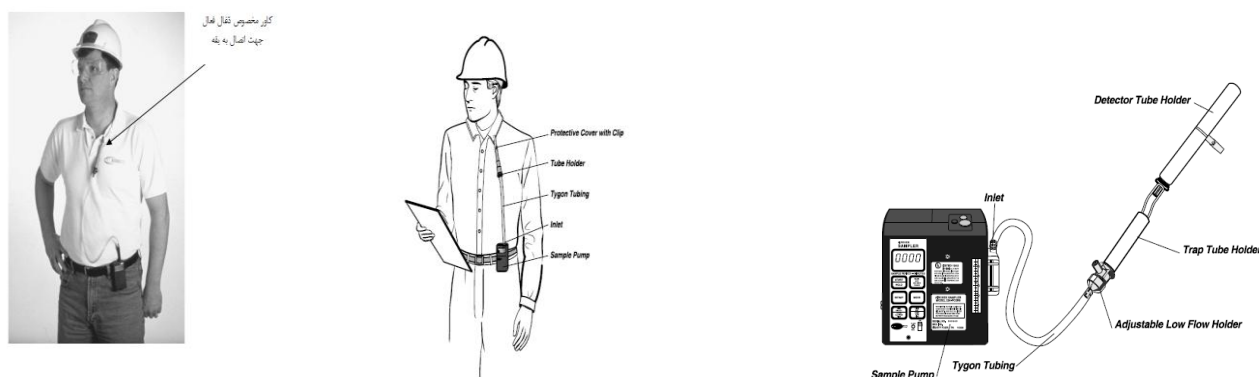
- خصوصیات نامناسب سیلیکاژل

۱- رطوبت پذیری بالا: که منجر به کاهش ظرفیت جذب آن می‌شود و این بدان علت است که سیلیکاژل ذاتا جاذب رطوبت است.

۲- برای هیدورکربن‌های با وزن مولکولی بالا، فرمول پیچیده و ثبات بالا مناسب نیست.

- روش نمونه‌برداری با لوله جاذب

دو سر لوله را شکسته و سپس داخل کاور مخصوص که در کیت SKC موجود است قرار می‌دهید. در هنگام شکستن سر لوله باید قطر قسمت شکسته شده حداقل ۲mm باشد. دبی پمپ را با استفاده از پیچ تنظیم روی پمپ (۲/۵ دور چرخش) از حالت High volume به حالت Low volume می‌رسانید و با استفاده از قسمت Adjustable low flow holder میزان دبی را که زیر ۱ است تنظیم می‌نمایید. پس از نمونه‌برداری دو سر لوله را با درپوش می‌بندیم و نمونه را برای تعیین مقدار به آزمایشگاه منتقل می‌کنیم.



تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۰ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۶: اندازه گیری گرد و غبار ذرات قابل تنفس با استفاده از سیکلون

هدف آزمایش :

- اندازه گیری غلظت ذرات RESPIRABLE مطابق روش ۰۶۰۰ نایوش

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه بردار فردی، سیکلون HD، فیلتر PVC

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا فیلتر وزن شده را داخل سیکلون قرار داده شود.
- ۲- خروجی سمپلر را به ورودی پمپ متصل کنید. دبی واقعی پمپ را بر روی ۲/۲ لیتر بر دقیقه تنظیم نمایید.
- ۳- پمپ را روشن کرده و با توجه به زمان نمونه برداری که توسط روش نمونه برداری تعیین شده است به نمونه برداری بپردازید.
- ۴- پس از طی شدن زمان مربوطه پمپ را خاموش کرده و کاست را از سمپلر خارج کرده و بعد از ۲ ساعت فیلتر را وزن نمایید.
- ۵- اختلاف وزن اولیه و ثانویه میزان بار آلودگی است که بر روی فیلتر جمع آوری شده است.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۱ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۷: اندازه گیری بیوآئروسرها با استفاده از ایمپکتور

هدف آزمایش: اندازه گیری باکتری در هوای آزمایشگاه آب و فاضلاب دانشکده مطابق روش ۰۸۰۰ نایوش

تجهیزات مورد نیاز: پمپ نمونه بردار بیوآئروسرها، ایمپکتور اندرسون، محیط کشت، پلیت مخصوص

شرح آزمایش:

- ۱- ابتدا پلیت حاوی محیط کشت داخل ایمپکتور قرار داده شود.
- ۲- مدت زمان نمونه برداری را بر روی پمپ تنظیم نمایید (۱۰ دقیقه).
- ۳- دبی پمپ به صورت پیش فرض برابر ۲۸/۳ لیتر بر دقیقه تنظیم می باشد.
- ۴- پس از روشن کردن پمپ و انجام نمونه برداری، پلیت را از ایمپکتور جدا نموده و به آزمایشگاه میکروبیولوژی تحویل نمایید.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسئول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	--

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۵۲	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

دستورالعمل شماره ۱۸: نمونه برداری گاز SO₂ حاصل از فرآیند سوختن با استفاده از ایمپینجر

هدف آزمایش: تعیین مقدار غلظت SO₂ با استفاده از روش تیتراسیون

تجهیزات مورد نیاز:

- ۱- ایمپینجر
- ۲- دام (trap)
- ۲- پمپ نمونه بردار فردی با دبی ۱ تا ۴ لیتر در دقیقه همراه با لوله انعطاف پذیر
- ۳- میکرو پیپت مصرفی، ۵۰ تا ۱۰۰۰ میکرولیتری
- ۴- پیپت، ۱۰ میلی لیتری
- ۵- لوله پلاستیکی (رابط)

مواد شیمیایی لازم:

- ۱- آب مقطر دیونیزه، تصفیه شده
- ۲- آب اکسیژنه ۳۰٪ به عنوان جاذب
- ۲- سود ۰/۰۰۵ نرمال برای تیتراژ کردن
- ۳- بروموکروزول/فنول قرمز به عنوان معرف
- ۴- کبریت به عنوان منبع آلودگی (SO₂)

شرح آزمایش:

- ۱- پمپ نمونه بردار فردی کالیبره می گردد.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۳ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

۲- قبل از نمونه برداری، ۱۵ میلی لیتر جاذب به بطری گازشوی ریخته میشود. مقدار مشخصی از معرف به جاذب اضافه می گردد. (از ترکیب این دو، محلولی سبزرنگ بدست می آید در حالی که خود آب اکسیژنه بی رنگ و معرف قهوه ای رنگ است)

۳- از سوزاندن کبریت به عنوان منبع تولید SO_2 استفاده می گردد (هر یک دقیقه یک عدد کبریت سوزانده شود).

۴- نمونه برداری را در یک دبی مشخص بین $1/5 - 0/5$ L/min برای عبور حجم هوای ۴۰ تا ۲۰۰ لیتر انجام گردد.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا
--	--	---

شماره سند:	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵۴ از ۵۴	دستورالعمل آزمایشگاه مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	

بارم بندی (ارزشیابی) نمره نهایی آزمایشگاه درس طراحی تهویه صنعتی

ردیف	موارد ارزشیابی	نمره در نظر گرفته شده
۱	شرکت/حضور فیزیکی در کلاس	۱
۲	رعایت نظم و انضباط/پوشش لوازم حفاظت فردی	۱
۳	میزان مشارکت در انجام آزمایشات	۲
۴	تکالیف	۳
۵	گزارش کار	۳
۶	امتحان پایان ترم عملی	۱۰
	جمع نمره	۲۰

تهیه کننده: مسول درس مبانی نمونه برداری از آلاینده های هوا	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--