



عنوان درس: طراحی تهویه صنعتی (نظری) تعداد واحد: ۲	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: مهندسی بهداشت حرفه ای - کارشناسی	عنوان دروس پیش نیاز: مبانی کنترل آلودگی هوا	محل برگزاری: دانشکده بهداشت	نام مسئول درس: اصغر قهری نام مدرسان: اصغر قهری
--	--	--	--------------------------------	---

• هدف کلی درس:

آشنایی با محاسبات و طراحی سیستمهای تهویه به منظور کنترل آلاینده های هوا

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

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice*, ACGIH® Signature Publication: Cincinnati, Ohio, 27th Edition, 2010.
- Alden, John L, Kane John M. *Design of Industrial Ventilation*, Industrial Press Co: New York, 5th Edition, 1982.
- Goodfellow, H, Tahti, E, *Industrial Ventilation Design Guidebook*, Academic Press: San Diego, California, 2001.

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

۱- کتاب تهویه صنعتی، ترجمه دکتر جعفری

- 2- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). *Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice*, ACGIH® Signature Publication: Cincinnati, Ohio, 27th Edition, 2010.



بناام خدا

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

فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی، دانشگاه بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲

طرح درس روزانه آموزش تنوری

• جدول طرح دوره :

شماره جلسه	محتوای آموزشی	تعداد سوال اختصاص یافته	مدرس (مدرسان)
۱	روشهای کنترل آلاینده های هوا و جایگاه تهویه در بین آنها	۱	اصغر قهری
۲	مفاهیم و کمیات فیزیک مهم و اصول مورد استفاده در تهویه	۲	اصغر قهری
۳	حل مسائل مربوط به کمیات و اصول تهویه	-	اصغر قهری
۴	افت فشار در سیستم تهویه و حل مسائل مربوطه	۲	اصغر قهری
۵	تهویه عمومی	۲	اصغر قهری
۶	ادامه تهویه عمومی و حل مسائل مربوطه	-	اصغر قهری
۷	کلیات تهویه موضعی و مقدمه ای بر هودها	۱	اصغر قهری
۸	هودها (شناخت پارامترهای نرم افزاری هودها و نقش آنها در طراحی هود) و حل مسائل	۱	اصغر قهری
۹	امتحان میان ترم	-	اصغر قهری
۱۰	سیستم کانال کشی	۱	اصغر قهری
۱۱	آشنایی با انواع پاک کننده های ذرات و گازها و موارد کاربرد آنها	۱	اصغر قهری
۱۲	آشنایی با انواع هواکش و معیارهای انتخاب آنها و روابط محاسباتی مربوطه	۲	اصغر قهری
۱۳	آشنایی با مراحل مختلف طراحی سیستم تهویه موضعی	۱	اصغر قهری
۱۴	جدول محاسباتی و کاربرد آن در طراحی سیستم های تهویه موضعی	۲	اصغر قهری
۱۵	جدول محاسباتی و روشهای توازن فشار	۲	اصغر قهری
۱۶	تکمیل جدول محاسباتی یک نمونه از سیستم تهویه موضعی چندین شاخه ای و توازن فشار	۲	اصغر قهری
۱۷	روشها و وسایل پایش سیستم های تهویه	۱	اصغر قهری



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)
فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲
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	انتهای ترم	۲
۴	امتحان میان ترم	اواسط آذرماه	۶
۵	امتحان پایان ترم	دی ماه	۱۰
	جمع		۲۰

- تکالیف دانشجو در طول دوره:

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



بنام خدا

معاونت آموزشی (مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی دانشگاه علوم پزشکی البرز)
فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲
طرح درس روزانه آموزش تنوری

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	روشهای کنترل آلاینده های هوا و جایگاه تهویه در بین آنها	- بیان سلسله مراتب کنترل مواجهه با آلاینده ها - ارائه روش های فنی و مهندسی کنترل آلاینده های هوا - جایگاه تهویه در سلسله مراتب کنترلی- تعریف انواع تهویه و کاربرد آنها	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۲	مفاهیم و کمیات فیزیک مهم و اصول مورد استفاده در تهویه	ارائه اصول تهویه مشتمل بر جریان هوا و تنگی گلوگاه - تعریف انواع فشار استاتیک، سرعت و کل و روشهای اندازه گیری آنها	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۳	حل مسائل مربوط به کمیات و اصول تهویه	حل مسائل مربوط به مفاهیم و کمیات فیزیک در تهویه	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۴	افت فشار در سیستم تهویه و حل مسائل مربوطه	بیان علت وجود افت در سیستم تهویه - تعریف انواع افت در سیستم تهویه مشتمل بر افت های ورودی و کانال - حل مسائل مطرح شده در زمینه افت فشار	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۵	تهویه عمومی	تعریف تهویه ترقیقی، - بیان انواع	عاطفی / شناختی / روانی	سخنرانی /	اسلاید (ویدئو

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



بناام خدا

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

فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲

طرح درس روزانه آموزش تئوری

		تهویه ترفیقی - توضیح نحوه محاسبه تهویه ترفیقی طبیعی - بیان محاسبه میزان دبی مورد نیاز جهت نگهداشتن غلظت الاینده در حد حدود مجاز و انفجار	حرکتی	بحث گروهی / حل مسئله / پرسش و پاسخ	پروژکتور / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۶	ادامه تهویه عمومی و حل مسائل مربوطه	- محاسبه میزان غلظت الاینده در حین استفاده از تهویه ترفیقی در شرایط مختلف - حل مسائل مربوط به تهویه ترفیقی	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۷	کلیات تهویه موضعی و مقدمه ای بر هودها	تعریف تهویه موضعی و شرایط کاربرد آن در کنترل آلاینده ها - بیان قسمت های مختلف یک سیستم تهویه موضعی - تعریف هود و بیان انواع هود	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۸	هودها (شناخت پارامترهای نرم افزاری هودها و نقش آنها در طراحی هود) و حل مسائل	تعریف سرعت ربایش، سرعت در شکاف و حداقل سرعت در طراحی - بیان محاسبات مربوط به هودهای استاندارد (لبه دار، معمولی، سایبانی و...) و حل مسائل مطرح شده	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۹	امتحان میان ترم	-	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	سخنرانی / بحث گروهی / پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدئو پروژکتور) / وایت بورد / تصاویر / فیلم
۱۰	سیستم کانال کشی	تعریف کانال - بیان عوامل موثر بر انتخاب جنس کانال - تعریف حداقل سرعت در کانال و عوامل موثر بر آن - طبقه بندی نمودن سیستم	عاطفی / شناختی / روانی حرکتی	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 طراحی تهویه صنعتی، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲

طرح درس روزانه آموزش تنوری

			های تهویه براساس سرعت انتقال - بیان ملاحظات لازم در طراحی کانال سیستم تهویه - تعریف دودکش و محاسبات مربوط به آن		
۱۱	آشنایی با انواع پاک کننده های ذرات و گازها و موارد کاربرد آنها	شرح تجهیزات کنترل آلودگی هوا با توجه به نوع آلاینده - بیان مزایا و معایب استفاده هر کدام از تجهیزات تمیزکننده های هوا	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم
۱۲	آشنایی با انواع هواکش و معیارهای انتخاب آنها و روابط محاسباتی مربوطه	طبقه بندی و شرح انواع فن ها (مزایا و معایب) - مقایسه عملکرد و نوع کاربرد انواع فن ها - محاسبه فشار استاتیک و کل فن مورد انتخاب - بیان توان فن با توجه به راندمان آن	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم
۱۳	آشنایی با روشهای مختلف طراحی سیستم تهویه موضعی	بیان انواع سیستم های تهویه موضعی (مخروطی و یکنواخت ساز) - شرح مزایا و معایب محفظه یکنواخت ساز و کاربرد آن - بیان انواع سیستم های مخروطی و کاربرد آنها	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت برد/ تصاویر/ فیلم
۱۴	روشهای متعادل سازی فشار در سیستم تهویه موضعی	بیان روشهای متعادل سازی فشار در سیستم تهویه موضعی - بیان مراحل توازن فشار (بالانس) در سیستم های تهویه با استفاده از دریچه گذاری - روشهای متعادل سازی فشار بدون استفاده از دریچه	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	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 طراحی تهویه صنعتی، دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۱-۴۰۲

طرح درس روزانه آموزش تنوری

			ها (فشار سرعت و طول معادل) - پارامترهای مهم در طراحی به روش فشار سرعت و محل اندازه گیری آنها		
اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	حل مسائل مربوط به متعادل سازی به روش فشار سرعت - بیان انواع جدول محاسباتی و کاربرد آن - معرفی قسمتهای مختلف یک جدول محاسباتی و روش تکمیل آن (۴۳ ردیف)	حل مسائل طراحی به روش فشار سرعت و آشنایی با جدول محاسباتی	۱۵
اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	حل مسئله مربوط به طراحی یک سیستم تهویه دو شاخه با استفاده از جدول محاسباتی فشار سرعت و تکمیل جدول محاسباتی و تعیین پارامترهای مهم طراحی	تکمیل جدول محاسباتی یک نمونه از سیستم تهویه موضعی چندین شاخه ای	۱۶
اسلاید (ویدیو پروژکتور)/ وایت بورد/ تصاویر/ فیلم	سخنرانی/ بحث گروهی/ پرسش و پاسخ	عاطفی/ شناختی/ روانی حرکتی	بیان انواع انومترهای حرارتی و پره ای - شرح کاربرد لوله پیتو در بررسی سیستم تهویه - بیان انواع مانومترها و کاربرد آنها	روشها و وسایل پایش سیستم های تهویه	۱۷



تاریخ:

چک لیست کیفی طرح درس

نام درس: طراحی تهویه صنعتی

گروه آموزشی: بهداشت حرفه ای

مقطع تحصیلی: کارشناسی

نیمسال تحصیلی: اول ۴۰۲-۴۰۱

رشته تحصیلی: کارشناسی

نام و نام خانوادگی مدرس: اصغر قهری

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

*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 طراحی تهیه صنعتی دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۱

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

نام مدرّس / مدرّسین: اصغر قهری	محل اجرا: دانشکده بهداشت	رشته و مقطع تحصیلی دانشجویان: کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار	طراحی تهویه صنعتی (عملی) تعداد واحد: ۱
-----------------------------------	--------------------------	--	---

- شرح درس:** آشنایی دانشجویان با اصول ایمنی در آزمایشگاه تهویه صنعتی، آشنایی با تونل باد و اجزای آن، آشنایی با تجهیزات اندازه گیری سرعت جریان هوا (انواع آنومتر)، آشنایی با تجهیزات اندازه گیری فشار (لوله پیتوت و مانومتر مورب)، آشنایی با تجهیزات جانبی مورد نیاز در تهویه صنعتی، آشنایی با چگونگی استفاده از آنومتر حرارتی برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم سرعت دهانه (Face Velocity)، آشنایی با چگونگی استفاده از لوله پیتوت برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم فشار سرعت و کاربردهای آن در سیستم تهویه، آشنایی با انواع هودهای ساده، مرکب، شکافدار، آشنایی با مفاهیم ضریب ورودی هود و فاکتور افت ورودی و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده، آشنایی با مفاهیم دمش و مکش و کاربرد این مفاهیم در طراحی یک سیستم تهویه صنعتی، آشنایی با مفاهیم ضریب افت اصطکاکی کانال و چگونگی استفاده از دیاگرام مودی و عدد رینولدز برای محاسبه ی ضریب افت اصطکاکی و زبری نسبی داخل کانال و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده، آشنایی با عملکرد ونتوری متر در یک سیستم تهویه و تغییرات فشار در ونتوری – محاسبه هواگذر سیستم با استفاده از ونتوری، آشنایی با چگونگی تأثیر موانع و گرفتگی ها بر فشار استاتیک و هواگذر در یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم فشار استاتیک فن و کاربرد آن، آشنایی با چگونگی ارتباط بین هواگذر و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ، آشنایی با فشارهای سه گانه و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ، آزمون برخی از قوانین حاکم بر هواکش های سانتریفیوژ، آشنایی با اثر پارامتر R/D بر تغییرات فشار استاتیک یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم R/D، آشنایی با اثر یک تبدیل کاهنده و افزایش بر فشار استاتیک در یک سیستم تهویه، آشنایی با مفاهیم عملی تبدیل کاهنده و افزایش، آشنایی با پارامترهای طراحی تهویه و متعادل سازی فشار در محل اتصال شاخه فرعی به اصلی مشتمل بر فشارهای سه گانه در شاخه سوم
- هدف کلی:** آشنایی دانشجویان با اصول ایمنی در آزمایشگاه تهویه صنعتی، آشنایی با تونل باد و اجزای آن، آشنایی با تجهیزات اندازه گیری سرعت جریان هوا (انواع آنومتر)، آشنایی با تجهیزات اندازه گیری فشار (لوله پیتوت و مانومتر مورب)، آشنایی با تجهیزات جانبی مورد نیاز در تهویه صنعتی، آشنایی با چگونگی استفاده از آنومتر حرارتی برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم سرعت دهانه (Face Velocity)، آشنایی با چگونگی استفاده از لوله پیتوت برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه، آشنایی با کاربردهای آن در سیستم تهویه، آشنایی با انواع هودهای ساده، مرکب، شکافدار، آشنایی با مفاهیم ضریب ورودی هود و فاکتور افت ورودی و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده، آشنایی با مفاهیم دمش و مکش و کاربرد این مفاهیم در طراحی یک سیستم تهویه صنعتی، آشنایی با مفاهیم ضریب افت اصطکاکی کانال و چگونگی استفاده از دیاگرام مودی و عدد رینولدز برای محاسبه ی ضریب افت اصطکاکی و زبری نسبی داخل کانال و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده، آشنایی با عملکرد ونتوری متر در یک سیستم تهویه و تغییرات فشار در ونتوری – محاسبه هواگذر سیستم با استفاده از ونتوری، آشنایی با چگونگی تأثیر موانع و گرفتگی ها بر فشار استاتیک و هواگذر در یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم فشار استاتیک فن و کاربرد آن، آشنایی با چگونگی ارتباط بین هواگذر و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ، آشنایی با فشارهای سه گانه و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ، آزمون برخی از قوانین حاکم بر هواکش های سانتریفیوژ، آشنایی با اثر پارامتر R/D بر تغییرات فشار استاتیک یک سیستم تهویه، آشنایی با مفهوم R/D، آشنایی با اثر یک تبدیل کاهنده و افزایش بر فشار استاتیک در یک سیستم تهویه، آشنایی با مفاهیم عملی تبدیل کاهنده و افزایش، آشنایی با پارامترهای طراحی تهویه و متعادل سازی فشار در محل اتصال شاخه فرعی به اصلی مشتمل بر فشارهای سه گانه در شاخه سوم



بنام خدا

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

فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۱

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

- **وظایف و مقررات:** حضور فعال در آزمایشگاه، رعایت کلیه نکات ایمنی لازم در انجام آزمایش، رعایت نظم و نظافت، انجام آزمایش های مربوط به طراحی تهویه موضعی 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- کتاب تهویه صنعتی، ترجمه دکتر جعفری
 - 2- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice, ACGIH® Signature Publication: Cincinnati, Ohio, 27th Edition, 2010.

فعالتهای آموزشی روزانه در واحد آزمایشگاهی-کارگاهی

روزهای کار آزمایشگاهی	فعالیت دانشجوی
<u>روز اول:</u> آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه تهویه صنعتی	<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> اندازه گیری هواگذر تونل باد با استفاده از آنومتر حرارتی	<u>روز دوم:</u> اندازه گیری سرعت دهانه (Face Velocity) با استفاده از آنومتر حرارتی و متعاقبا محاسبه هواگذر سیستم تهویه (تونل باد)
<u>روز سوم:</u> اندازه گیری هواگذر تونل باد با استفاده از لوله پیتوت	<u>روز سوم:</u> کار با لوله پیتوت و اندازه گیری فشار سرعت با استفاده از آن و محاسبه هواگذر سیستم تهویه (تونل باد)
<u>روز چهارم:</u> آشنایی با انواع هودهای ساده، مرکب، شکافدار	<u>روز چهارم:</u> کار با انواع هودهای موجود در آزمایشگاه، محاسبه هوا گذر هر کدام و تعیین نوع آن



بنام خدا

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

فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۱

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

<u>روز پنجم:</u> اندازه گیری سرعت در دهانه هود، هواگذر هود و در نهایت محاسبه ضریب ورودی و فاکتور افت ورودی هود با معادلات مربوطه	<u>روز پنجم:</u> تعیین ضریب ورودی هود (Ce) و تعیین فاکتور افت ورودی هود (Fe)
<u>روز ششم:</u> اندازه گیری سرعت در ابتدا و انتهای سیستم تهویه (تونل باد) با افزایش فاصله	<u>روز ششم:</u> بررسی شرایط جریان هوای دمیده و مکیده
<u>روز هفتم:</u> اندازه گیری ضریب افت اصطکاکی کانال با استفاده از دیاگرام مودی (عدد رینولدز و زبری نسبی داخل کانال) و محاسبه افت ناشی از آن در کانال	<u>روز هفتم:</u> تعیین ضریب افت اصطکاکی کانال و زبری نسبی سطح داخلی کانال
<u>روز هشتم:</u> کار با وانتوری و اندازه گیری تغییرات فشار ناشی از نصب وانتوری و در نهایت محاسبه هواگذر با معادله مربوطه	<u>روز هشتم:</u> تعیین هواگذر سیستم با استفاده از ونتوری متر
<u>روز نهم:</u> کار با دمپر و اندازه گیری فشار استاتیک قبل و بعد از دمپر و محاسبه تغییرات	<u>روز نهم:</u> بررسی میزان تغییرات هواگذر سیستم با توجه به تغییرات فشار استاتیک
<u>روز دهم:</u> محاسبه فشار سرعت ورودی، اندازه گیری فشار استاتیک ورودی و محاسبه فشار استاتیک فن با استفاده از معادله	<u>روز دهم:</u> اندازه گیری فشار استاتیک فن و کاربرد آن در طراحی سیستم های تهویه صنعتی
<u>روز یازدهم:</u> تغییر rpm فن و محاسبه هوا گذر رودی سیستم تهویه و بررسی تغییرات آن با توجه به معادله	<u>روز یازدهم:</u> اندازه گیری تغییرات هواگذر تونل باد در اثر تغییرات rpm پروانه
<u>روز دوازدهم:</u> تغییر rpm فن و اندازه گیری فشار سرعت، استاتیک و کل سیستم و بررسی تغییرات	<u>روز دوازدهم:</u> اندازه گیری تغییرات فشار های سه گانه در تونل باد در اثر تغییرات rpm پروانه هواکش
<u>روز سیزدهم:</u> کار با انواع زانویی ها بر اساس R/D متفاوت و اندازه گیری افت فشار با تغییر آن	<u>روز سیزدهم:</u> اندازه گیری میزان افت فشار استاتیک ناشی از زانویی با R/D های متفاوت
<u>روز چهاردهم:</u>	<u>روز چهاردهم:</u>



بنام خدا

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

فرم طرح درس طراحی تهویه صنعتی دانشکده بهداشت نیمسال تحصیلی اول ۴۰۲-۴۰۱

طرح درس روزانه آزمایشگاهی-کارگاهی

اندازه گیری افت فشار استاتیک ناشی از تبدیل کاهنده در یک سیستم تهویه	کار با تبدیل کاهنده و اندازه گیری فشار استاتیک قبل و بعد از تبدیل و محاسبه میزان افت فشار
روز پانزدهم: اندازه گیری باز یافت انرژی ناشی از تبدیل افزایش دهنده در یک سیستم تهویه	روز پانزدهم: کار با تبدیل افزایش دهنده و اندازه گیری فشار استاتیک قبل و بعد از تبدیل و محاسبه میزان باز یافت انرژی از معادلات و جداول مربوطه
روز شانزدهم: بررسی پارامترهای طراحی تهویه و متعادل سازی فشار در محل اتصال شاخه فرعی به اصلی	روز شانزدهم: اندازه گیری فشارهای سه گانه در هر سه شاخه اصلی و فرعی و محاسبه فشار سرعت منتج و بررسی متعادل بودن فشار در محل اتصال

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱ از 32		

۱ هدف:

تشریح محتوا و نحوه تهیه گزارش آزمایشگاه درس طراحی تهویه صنعتی دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

۲ دامنه کاربرد:

دانشجویان ترم ۷ دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

۳ مسئولیت:

۳ - ۱ دانشجویان ترم ۷ دوره کارشناسی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای 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 پررنگ 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 فرعی با قلم تیترو با اندازه ۱۴ و عناوین فرعی‌تر با قلم تیترو با اندازه ۱۲

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسئول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

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 طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۸ شماره‌گذاری صفحات، فصل‌ها و بخش‌ها

۸ - ۱ برای شماره‌گذاری صفحات عنوان تا آخر فهرست‌ها در گزارش کار از حروف استفاده شود. شماره‌گذاری صفحات مربوط به متن اصلی گزارش که از کلیات شروع می‌گردد با اعداد انجام می‌گیرد. شماره صفحات باید در پایین هر صفحه و در وسط آن درج گردد. شماره‌گذاری عناوین و زیرمجموعه‌های 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:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۴ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

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 شکل‌ها و جدول‌ها باید به ترتیب ظهور در هر بخش شماره‌گذاری شوند. عنوان جدول‌ها در بالای آنها و عنوان شکل‌ها و نمودارها در زیر آنها ذکر می‌گردد.

۱۰ نحوه رفرنس‌نویسی

۱ - ۱۰ شیوه ذکر منابع در انتهای هر بخش به صورت Vancouver باشد. کلیه منابعی که در متن ذکر شده‌اند، 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 می‌بایست بر اساس این دستورالعمل و بخش‌های آن مطابق با موارد زیر باشد:

۱- صفحه عنوان (پیوست ۱)

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۵ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

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.

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۶ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۱۳ پیوست ۱: فرمت صفحه اول گزارش آزمایشگاه درس طراحی تهویه صنعتی



دانشگاه علوم پزشکی البرز
دانشکده بهداشت
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
گزارش آزمایشگاه درس طراحی تهویه صنعتی

عنوان آزمایش:

نام و نام خانوادگی دانشجو:

نام استاد مربوطه:

تاریخ انجام گزارش:

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۷ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

تقویم برگزاری جلسات درس طراحی تهویه صنعتی

شماره آزمایش	زمان برگزاری
۲۰۱	جلسه ۹ (۴ ساعت)
۴۰۳	جلسه ۱۰ (")
۶۰۵	جلسه ۱۱ (")
۸۰۷	جلسه ۱۲ (")
۱۰۰۹	جلسه ۱۳ (")
۱۲۰۱۱	جلسه ۱۴ (")
۱۴۰۱۳	جلسه ۱۵ (")
۱۶۰۱۵	جلسه ۱۶ (")

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۸ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱: آشنایی با تجهیزات آزمایشگاه تهویه صنعتی

هدف آزمایش :

- آشنایی با تونل باد و اجزای آن
- آشنایی با تجهیزات اندازه گیری سرعت جریان هوا (انواع آنومتر)،
- آشنایی با تجهیزات اندازه گیری فشار (لوله پیتوت و مانومتر مورب)،
- آشنایی با تجهیزات جانبی مورد نیاز در تهویه صنعتی

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد، آنومتر حرارتی، آنمو متر پره ای، لوله پیتوت استاتیک، مترنواری، مانومتر مورب،

شرح آزمایش:

۱. آنومتر حرارتی وسیله ای است که با استفاده از یک مدار پل و تستون قادر به نمایش سرعت جریان هوا به صورت تابعی از تغییرات دمای المان حرارتی است. استفاده از آنومتر حرارتی در جریانهای که حاوی آلاینده های ذره ای هستند غیر مجاز است چرا که المان بسیار ظریف این وسیله نسبت به تماس با اجسام خارجی بسیار حساس و آسیب پذیر است و تحت هیچ شرایطی نباید این قسمت را لمس کرد. بنابراین از آنومتر حرارتی تنها برای اندازه گیری سرعت جریان گازهای عاری از هرگونه آلاینده ذره ای می توان استفاده نمود.
۲. آنومتر پره ای همانند آنومتر حرارتی، وسیله ای برای اندازه گیری سرعت جریان هوا است. در این وسیله سرعت جریان هوا به صورت تابعی از سرعت چرخش پروانه وسیله است. از این وسیله به دلیل حجیم بودن آن، نمی توان سرعت جریان داخل کانال را اندازه گیری نمود. آنومتر پره ای تنها برای اندازه گیری سرعت جریان در ورودی هودها یا خروجی دریچه های توزیع هوا در سیستم های HVAC قابل استفاده است.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۹ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۳. لوله پیتوت استاتیک، یک استاندارد اولیه برای اندازه‌گیری فشارهای سه گانه و به ویژه اندازه‌گیری مستقیم فشار سرعت است. با استفاده از معادله $V = 4005\sqrt{PV}$ می‌توان فشار سرعت را به سرعت تبدیل نمود. این وسیله برای اندازه‌گیری فشارها در داخل کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد.
۴. مانومتر وسیله‌ای است که با به کارگیری معادله $P = \rho gh$ ، فشار ستون مایع، که بیانگر فشار نسبی داخل کانال و مجاری تهویه است را به ما نشان می‌دهد. مانومتر مورب یکی از مانومترهای رایج برای نمایش فشارهای سه گانه به صورت ارتفاع ستون مایع است. معمولاً درون مخزن این وسیله با مایعی قرمز و شفاف با دانسیته کمتر از آب و روغنی شکل که میزان تبخیر بسیار ناچیزی دارد پر می‌شود.
۵. تونل باد متشکل از هود، فن، محل اندازه‌گیری فشارهای سه گانه، محل‌های اندازه‌گیری فشار استاتیک در طول کانال بعد از فن، ونتوری و دمپر خروجی است. هود محل ورود هوا به داخل سیستم است. محل‌های اندازه‌گیری فشار استاتیک، روزهایی هستند که می‌توان رابط‌های مانومتر مورب را برای اندازه‌گیری فشار استاتیک به آنها متصل نمود. محل اندازه‌گیری فشارهای سه گانه مجهز به یک لوله پیتوت استاتیک است که با تنظیمات خاص می‌توان هریک از فشارها را به طور مجزا اندازه‌گیری نمود.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۰ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۲: اندازه گیری هواگذر تونل باد با استفاده از آنومتر حرارتی

هدف آزمایش :

- آشنایی با چگونگی استفاده از آنومتر حرارتی برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم سرعت دهانه (Face Velocity)

تجهیزات مورد نیاز: آنومتر حرارتی، تونل باد، کولیس یا متر نواری

شرح آزمایش:

هواگذر در هر مقطع از یک کانال مطابق با معادله زیر قابل محاسبه است:

$$Q = A \times V \quad (1.2)$$

۱. اندازه گیری محیط دهانه هود با استفاده از متر نواری و استخراج قطر دهانه با استفاده از معادله ۲.۲؛

$$d = \left(\frac{\text{circumference}}{\pi} \right) \quad (2.2)$$

۲. محاسبه مساحت دهانه‌ی هود؛

۳. اندازه گیری سرعت در ۵ نقطه در سطح دهانه هود و محاسبه میانگین سرعت؛

۴. محاسبه میزان هواگذر سیستم با توجه به معادله ۱.۲؛

تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۱ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۳: اندازه گیری هواگذر تونل باد با استفاده از لوله پیتوت

هدف آزمایش :

- آشنایی با چگونگی استفاده از لوله پیتوت برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم فشار سرعت و کاربردهای آن در سیستم تهویه

تجهیزات مورد نیاز: لوله پیتوت استاتیک، مانومتر مورب و شیلنگ های رابط (یا مانومتر دیجیتال)، کولیس، متر نواری

شرح آزمایش:

هواگذر در هر مقطع از یک کانال مطابق با معادله زیر قابل محاسبه است:

$$Q = A \times V \quad (1.3)$$

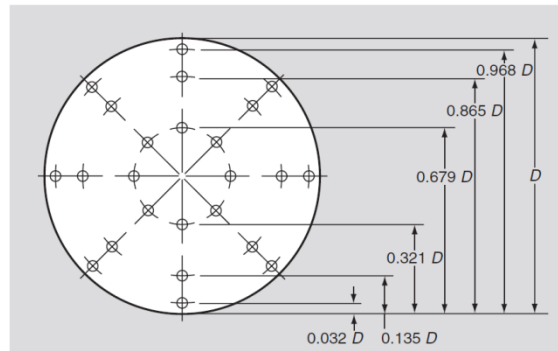
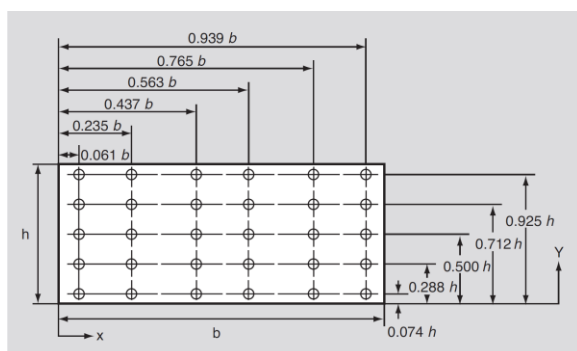
یکی از راههای بدست آوردن سرعت به ویژه در داخل کانال استفاده از لوله پیتوت و اندازه گیری فشار سرعت در نقطه مورد نظر می باشد. پس از اندازه گیری فشار سرعت می توان با کمک معادله ۲.۳ میانگین سرعت را محاسبه نمود؛

$$V_d = 4005\sqrt{P_V} \quad (2.3)$$

۱. اندازه گیری و محاسبه مساحت مقطعی از کانال که قرار است فشار سرعت در آن مقطع اندازه گیری شود؛

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۲ از ۳۲		



شکل 1.3: چارت اندازه‌گیری فشار سرعت در داخل کانال (a کانال گرد، b کانال مستطیل شکل)

۲. اندازه‌گیری سرعت نقاط تعیین شده مطابق شکل های $۱.۳a$ یا $۱.۳b$ ؛
۳. محاسبه میزان هواگذر سیستم با توجه به معادله ۱.۳ ؛
۴. مقایسه نتایج به دست آمده از این روش با نتایج به دست آمده از آزمایش میزان هواگذر با استفاده از آنومتر حرارتی.
۵. چنانچه اختلافی در نتایج دیده می‌شود در خصوص علل احتمالی اختلاف، بحث کنید.

تصویب کننده:	تایید کننده:	تهیه کننده:
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	مسول درس طراحی تهویه صنعتی

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۳ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۴: آشنایی با انواع هودهای ساده، مرکب، شکافدار

هدف آزمایش :

- آشنایی با چگونگی استفاده از لوله پیتوت برای اندازه گیری هواگذر یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم فشار سرعت و کاربردهای آن در سیستم تهویه

تجهیزات مورد نیاز: لوله پیتوت استاتیک، مانومتر مورب و شیلنگ های رابط (یا مانومتر دیجیتالی)، کولیس، متر نواری

شرح آزمایش:

- تقسیم بندی دهانه باز هود را به ۱۶ قسمت مساوی و اندازه گیری سرعت در مرکز هر مربع
- محاسبه میانگین و انحراف معیار سرعت در دهانه هود
- محاسبه دبی
- محاسبه سطح کانال
- تعیین ضریب ورودی هود با استفاده از جدول
- محاسبه افت ورودی
- اندازه گیری فشار استاتیک داخل کانال
- محاسبه فشار سرعت در کانال
- تعیین نوع هود ساده، مرکب یا شکافدار

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۴ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۵: تعیین ضریب ورودی هود (Ce) و تعیین فاکتور افت ورودی هود (Fe)

هدف آزمایش: آشنایی با مفاهیم ضریب ورودی هود و فاکتور افت ورودی و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده

تجهیزات مورد نیاز: آنومتر حرارتی، متر، مانومتر مورب،

شرح آزمایش:

از آنجایی که ضریب افت ورودی هود عبارت است از:

$$Ce = \frac{Q_{actual}}{Q_{ideal}} = \frac{4005A\sqrt{PVd}}{4005A\sqrt{PSh}} = \frac{\sqrt{PVd}}{\sqrt{PSh}} \quad (1.4)$$

و از آنجایی که

$$PSh = PVd(1 + Fe) \quad (2.4)$$

$$Ce = \sqrt{\frac{PSh}{PSh(1+Fe)}} \quad (3.4)$$

بنابر این داریم:

$$Ce = \sqrt{\frac{1}{1+Fe}} \Rightarrow Fe = \frac{1-Ce^2}{Ce^2} \quad (4.4)$$

با توجه به فرمول های فوق می توان روند آزمایش را به صورت زیر تعیین نمود:

- اندازه گیری فشار استاتیک در اولین نقطه بعد از هود با استفاده از مانومتر مورب (بین ۴ تا ۶ برابر قطر دورتر از دهانه ی هود)؛
- تعیین سطح دهانه ی هود؛
- تعیین سطح مقطع کانال در محل اندازه گیری فشار استاتیک؛
- تعیین هواگذر هود برای استخراج فشار سرعت در داخل کانال (با استفاده از آنومتر حرارتی مطابق با آزمایش های قبلی)؛

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۵ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۵. تعیین سرعت جریان هوا در محل اندازه گیری فشار استاتیک؛
۶. استفاده از فرمول $V = 4005\sqrt{PV}$ برای محاسبه ی فشار سرعت؛
۷. محاسبه ی ضریب ورودی هود با استفاده از فرمول (1.4) ؛
۸. محاسبه ی فاکتور افت ورودی هود با استفاده از فرمول (4.4) ؛
۹. مقایسه ی هواگذر اندازه گیری شده و هواگذر محاسباتی.

تصویب کننده:	تایید کننده:	تهیه کننده:
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	مسول درس طراحی تهویه صنعتی

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۶ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۶: بررسی شرایط جریان هوای دمنده و مکنده

هدف آزمایش: آشنایی با مفاهیم دمش و مکش و کاربرد این مفاهیم در طراحی یک سیستم تهویه صنعتی

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد- آنمو متر حرارتی - آنمو متر پره ای - متر

آنمو متر حرارتی

شرح آزمایش:

در یک سیستم تهویه صنعتی، در محل ورودی هودها، جریان مکنده، و در محل خروجی سیستم یا دودکش، جریان دمنده وجود دارد. البته در برخی شرایط خاص مانند سیستم‌های تهویه Push-Pull یا دمشی - مکشی، نیز چنین شرایطی برقرار است. درک این مفاهیم به ما کمک می‌کند که بتوانیم به بهترین شیوهی ممکن، طراحی هود و محل قرارگیری آن را انجام داده و همچنین بتوانیم محل و ارتفاع دودکش و نیز جهت خروجی دودکش را تعیین نماییم.

در دهانه‌های مکنده، با فاصله گرفتن از سطح دهانه می‌بینیم که سرعت ربایش به سرعت کاهش می‌یابد به گونه‌ای که اگر به اندازه‌ی 1D یعنی برابر با قطر دهانه کانال از سطح دهانه فاصله بگیریم، سرعت دهانه به یک دهم کاهش خواهد یافت. این موضوع موید این است که برای اثربخشی هرچه بیشتر سیستم، باید تا حد امکان هود را نزدیک به منبع آلودگی قرار دهیم.

عکس حالت فوق برای دودکش صادق است. به این معنی که جریان هوای دمنده می‌تواند تا فواصل طولانی سرعت خود را حفظ کند. استفاده عملی از این مفهوم این است که نباید ورودی‌های هوای مطبوع ساختمان را در مسیر دمش دودکش سیستم تهویه صنعتی قرار دهیم. چرا که به راحتی ممکن است باعث بازگشت آلاینده به داخل ساختمان شود. در جریان‌های دمنده گفته می‌شود که باید به اندازه 30 D یعنی ۳۰ برابر قطر دهانه دمنده از آن فاصله بگیریم تا سرعت دهانه‌ی دمنده به یک دهم کاهش یابد.

برای درک این دو مفهوم آزمایشی را به صورت زیر ترتیب می‌دهیم:

۱. میانگین سرعت دهانه را با استفاده از آنمو متر حرارتی اندازه بگیرید؛

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۷ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۲. در فواصل ۰.۲۵، ۰.۵، ۰.۷۵، ۱ و ۱.۵ برابر قطر ورودی سیستم و در محور عمود بر مرکز سطح دهانه، سرعت جریان را اندازه بگیرید؛
۳. منحنی سرعت را نسبت به فاصله از سطح دهانه با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم نمایید؛
۴. میانگین سرعت دهانه خروجی سیستم را با استفاده از آنومتر حرارتی اندازه بگیرید؛
۵. در فواصل ۱، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ...، ۳۰ برابر قطر خروجی سیستم و در محور عمود بر مرکز سطح دهانه خروجی، سرعت جریان را اندازه بگیرید؛
۶. منحنی سرعت را نسبت به فاصله از سطح خروجی با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم نمایید؛
۷. نرخ تغییرات سرعت مکش و دمش را نسبت به هم مقایسه نموده و در خصوص نتایج حاصله بحث نمایید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۸ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۷: تعیین ضریب افت اصطکاکی کانال و زبری نسبی سطح داخلی کانال

هدف آزمایش: آشنایی با مفاهیم ضریب افت اصطکاکی کانال و چگونگی استفاده از دیاگرام مودی و عدد رینولدز برای محاسبه ضریب افت اصطکاکی و زبری نسبی داخل کانال و اثر آنها بر عملکرد یک سیستم تهویه کننده.

تجهیزات مورد نیاز: متر، مانومتر مورب،

شرح آزمایش:

فرمول های مورد نیاز

$$Re = \rho dV / \mu \quad (1.6)$$

$$Hl = f \times l \times VP \quad (2.6)$$

$$VP = \left(\frac{V}{4005} \right)^2 \quad (3.6)$$

با توجه به فرمول‌های فوق می‌توان روند آزمایش را به صورت زیر تعیین نمود

۱. تعیین دو نقطه‌ی متوالی در یک کانال مستقیم و اندازه‌گیری فاصله‌ی این دو نقطه بر حسب فوت؛
۲. اندازه‌گیری فشار استاتیک در دو نقطه؛
۳. تعیین اختلاف فشار استاتیک در دو نقطه (مقدار افت اصطکاکی)؛
۴. تعیین سرعت جریان هوا در کانال با توجه به قطر کانال و حجم هوای مکشی؛
۵. تعیین عدد رینولدز؛
۶. استفاده از دیاگرام مودی برای تعیین زبری نسبی داخل کانال.

نکته: دانشجو موظف است گزارش آزمایش را به صورت تایپ شده تحویل دهد.

پیروز باشید

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۱۹ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۸: تعیین هواگذر سیستم با استفاده از ونتوری متر

هدف آزمایش: آشنایی با عملکرد ونتوری متر در یک سیستم تهویه و تغییرات فشار در ونتوری – محاسبه هواگذر سیستم با استفاده از ونتوری

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد مجهز به ونتوری متر

شرح آزمایش:

تعیین هواگذر یک سیستم تهویه برای سنجش عملکرد آن یکی از اقدامات اساسی برای نیل به هدف مذکور می‌باشد. ابزارهای مختلفی برای تعیین هواگذر، نوآوری و ساخته شده است که از جمله می‌توان به انواع آنومتر، لوله‌ی پیتوت و تجهیزات سنجش تغییر فشار مانند اوریفیس متر و ونتوری متر اشاره نمود.

وسيله‌ی اخیر از دسته تجهیزات است که با اندازه‌گیری تغییرات فشار، امکان محاسبه‌ی هواگذر عبوری از سیستم را فراهم می‌کند. البته در سیستم‌های تهویه صنعتی علاوه بر این منظور با هدف حذف آلاینده‌های ذره-ای و شستشوی آلاینده‌های گازی نیز به کار گرفته می‌شود.

$$Q = kA_2 \left(\frac{2(\Delta p)}{\rho_g(1-(A_1/A_2)^2)} \right)^{1/2} \quad (1.7)$$

که k برای شرایط استاندارد برابر با ۰.۹۸ و Δp اختلاف فشار و A_1 و A_2 مساحت‌های سطح مقطع بالادست و گلوگاه ونتوری و ρ_g دانسیته‌ی گاز است.

مساحت مقاطع بر حسب فوت مربع، دانسیته گاز بر حسب پوند بر فوت مکعب و فشار بر حسب اینچ آب و هواگذر بر حسب فوت مکعب بر دقیقه در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به فرمول‌های فوق می‌توان روند آزمایش را به صورت زیر تعیین نمود:

۱. فشار استاتیک را در نقطه‌ی ۱ یعنی بالا دست جریان اندازه‌گیری نمایید؛
۲. فشار استاتیک را در نقطه‌ی ۲ (گلوگاه) اندازه‌گیری کنید؛
۳. برای اندازه‌گیری مساحت مقطع ونتوری متر در نقاط ۱ و ۲ به شرح زیر عمل کنید:

تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار
---	--	--

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۰ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

- a. پیرامون خارجی و نتوری را در نقطه ی ۱ بر حسب فوت اندازه گیری کنید؛
- b. با استفاده از فرمول $d = \frac{P}{\pi}$ قطر خارجی نقطه ۱ را محاسبه نمایید؛
- c. با استفاده از فرمول $A = \frac{\pi d^2}{4}$ مساحت مقطع شماره ۱ را محاسبه نمایید؛
- d. مراحل a تا c را برای نقطه ی ۲ تکرار کنید؛
۴. با استفاده از فرمول (۱) میزان هواگذر سیستم را محاسبه نمایید؛
۵. مقدار محاسبه شده را با مقادیر اندازه‌گیری شده در جلسات قبل (با استفاده از سرعت دهانه) مقایسه کنید و در مورد علل اختلاف‌های احتمالی بحث کنید؛

تصویب کننده:	تایید کننده:	تهیه کننده:
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	مسول درس طراحی تهویه صنعتی

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۱ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۹: بررسی میزان تغییرات هواگذر سیستم با توجه به تغییرات فشار استاتیک

هدف آزمایش: آشنایی با چگونگی تاثیر موانع و گرفتگی‌ها بر فشار استاتیک و هواگذر در یک سیستم تهویه

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد مجهز به دمپر - مانومتر مورب - آنومتر حرارتی

شرح آزمایش:

موانع و گرفتگی‌ها در یک سیستم تهویه باعث افزایش سرعت در محل گرفتگی و افزایش فشار سرعت و در نهایت افزایش افت فشار استاتیک در سیستم خواهد شد. هنگامی که ویژگی‌های سیستم ثابت باشد، آنگاه افزایش فشار استاتیک منجر به کاهش هواگذر در سیستم خواهد شد.

$$Q = A \times V \quad (1.8)$$

با کاهش A خواهیم دید که برای ثابت نگه داشتن Q ، V باید افزایش یابد. اما این شرایط وقتی برقرار است که مشخصات فن نیز با توجه به افزایش افت فشار استاتیک و افزایش فشار سرعت افزایش یابد. اگر ویژگی‌های فن ثابت باشد، انرژی صرف شده در سیستم، برای جابجایی هواگذر کمتری کافی خواهد بود و در نتیجه هواگذر سیستم کاهش خواهد یافت.

در اینجا می‌توان با توجه به افت فشار استاتیک اندازه‌گیری شده در سیستم میزان راندمان سیستم را ارزیابی نمود.

$$Ce = \frac{4005 A \sqrt{VPd}}{4005 A \sqrt{SPh}} \quad (2.8)$$

با توجه به فرمول‌های فوق می‌توان روند آزمایش را به صورت زیر تعیین نمود

۱. محیط ورودی (یا خروجی) سیستم را اندازه‌گیری نمایید؛
۲. فاصله دمپر را از لبه‌ی خروجی سیستم به اندازه ۱۰ سانتیمتر تنظیم کنید؛
۳. مساحت ورودی (یا خروجی) را با توجه به مراحل ۱ و ۲ محاسبه کنید؛
۴. فشار استاتیک را در نقطه‌ی ... اندازه‌گیری نمایید؛
۵. مقدار فشار سرعت معادل با فشار استاتیک اندازه‌گیری شده را به دست آورید؛

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۲ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۶. مراحل ۱ تا ۵ را برای فواصل ۸، ۶، ۴، ۲ و ۱ سانتیمتر دمپر از لبه خروجی سیستم تکرار نمایید و نتایج را در یک جدول ثبت نمایید؛
۷. نمودار تغییرات فشار را به تغییرات سطح خروجی سیستم با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم نمایید؛
۸. تفسیر خود را از نتایج به دست آمده ثبت کنید.

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۳ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۰: اندازه گیری فشار استاتیک فن و کاربرد آن در طراحی سیستم های تهویه

صنعتی

هدف: آشنایی با مفهوم فشار استاتیک فن و کاربرد آن

وسایل مورد نیاز: تونل باد، متر نواری، آنومتر حرارتی، مانومتر مورب (یا مانومتر دیجیتالی)

شرح آزمایش:

فشار استاتیک فن متشکل از فشار کل فن منهای فشار سرعت ورودی است.

برای محاسبه فشار کل و فشار استاتیک فن از معادلات استفاده می کنیم:

$$FTP = TPin - TPout \rightarrow FTP = (PSout + PVout) - (PSin + PVin) \quad (1.9)$$

$$FSP = PSout - PSin - PVin \quad (2.9)$$

مراحل انجام آزمایش:

مرحله اول: محاسبه فشار سرعت ورودی

۱. دمپر انتهایی سیستم را به طور کامل باز کنید و در کناری قرار دهید.
۲. سطح دهانه را اندازه بگیرید.
۳. سیستم را روشن کنید
۴. سرعت دهانه را اندازه گیری کنید.
۵. هواگذر ورودی را محاسبه کنید.
۶. قطر کانال ورودی را اندازه بگیرید (با اندازه گیری محیط کانال)
۷. سرعت جریان هوا را در کانال ورودی محاسبه کنید
۸. فشار سرعت ورودی را محاسبه نمایید

تصویب کننده:	تایید کننده:	تهیه کننده:
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	مسول درس طراحی تهویه صنعتی

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۴ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

مرحله دوم : اندازه گیری فشار استاتیک ورودی

۹. مانومتر مورب را به محل تعیین شده در ورودی هود متصل نمایید (دقت کنید که در بالا دست فن، فشار منفی است و سیستم دارای مکش است).
۱۰. سیستم را روشن کنید
۱۱. به طور کامل دهانه ورودی فن را مسدود کنید
۱۲. فشار استاتیک نشان داده شده بر روی ستون مایع را ثبت کنید (به یاد داشته باشید که حتما ضریب اصلاح را اعمال نمایید)

تصویب کننده:	تایید کننده:	تهیه کننده:
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	مسول درس طراحی تهویه صنعتی

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۵ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۱: اندازه گیری تغییرات هواگذر تونل باد در اثر تغییرات rpm پروانه هواکش

هدف آزمایش :

- آشنایی با چگونگی ارتباط بین هواگذر و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ

تجهیزات مورد نیاز: آنومتر حرارتی، تونل باد، کولیس یا متر نواری، هواکش مجهز به اینورتر

شرح آزمایش:

همانگونه که میدانید یکی از قوانین مربوط به هواکش های سانتریفیوژی به شرط ثابت بودن دانسیته و قطر پروانه هواکش، مطابق با معادله زیر است:

$$Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{rpm_2}{rpm_1} \right) \quad (1.10)$$

بنابراین با تغییرات سرعت چرخش پروانه هواکش، میزان مکش سیستم تهویه نیز به طور مستقیم با نسبت سرعت ثانویه به سرعت اولیه تغییر خواهد کرد. در این آزمایش برای آزمون معادله فوق به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. محاسبه مساحت دهانه‌ی هود؛
۲. پس از روشن کردن تونل باد، rpm هواکش را بر روی عدد ۲۵۰ تنظیم کنید؛
۳. اندازه گیری سرعت در ۵ نقطه در سطح دهانه هود و محاسبه میانگین سرعت؛
۴. محاسبه میزان هواگذر سیستم با توجه به نتایج مراحل ۱ و ۳ ؛
۵. rpm هواکش را روی عدد ۵۰۰ تنظیم کنید؛
۶. مراحل ۲ تا ۴ را تکرار کنید؛
۷. نتایج بندهای ۴ و ۶ را مقایسه کنید و حاصل این مقایسه را با توجه به معادله فوق، تفسیر کنید

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۶ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۲: اندازه گیری تغییرات فشار های سه گانه در تونل باد در اثر تغییرات rpm

پروانه هواکش

هدف آزمایش :

- آشنایی با چگونگی ارتباط بین فشارهای سه گانه و rpm در یک هواکش سانتریفیوژ
- آزمون برخی از قوانین حاکم بر هواکش های سانتریفیوژ

تجهیزات مورد نیاز: آنومتر حرارتی، تونل باد، کولیس یا متر نواری، مانومتر، هواکش مجهز به اینورتر

شرح آزمایش:

همانگونه که میدانید یکی از قوانین مربوط به هواکش های سانتریفیوژی به شرط ثابت بودن دانسیته و قطر پروانه هواکش، مطابق با معادله زیر است:

$$P_2 = P_1 \times \left(\frac{rpm_2}{rpm_1}\right)^2 \quad (1.11)$$

در اینجا پارامتر P را می توان یکی از فشارهای سه گانه در نظر گرفت؛ چرا که کلیه فشارها در یک سیستم تهویه، با توان دوم نسبت سرعت چرخش ثانویه به سرعت چرخش اولیه پروانه هواکش تغییر خواهند کرد. در این آزمایش برای آزمون معادله فوق به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. محاسبه مساحت دهانه ی هود؛
۲. پس از روشن کردن تونل باد، rpm هواکش را بر روی عدد ۲۵۰ تنظیم کنید؛
۳. اندازه گیری سرعت در ۵ نقطه در سطح دهانه هود و محاسبه میانگین سرعت؛
۴. محاسبه میزان هواگذر سیستم با توجه به نتایج مراحل ۱ و ۳ ؛
۵. محاسبه سرعت در داخل کانال در یک نقطه مشخص با توجه به قطر کانال در آن نقطه و هواگذر سیستم که در بند ۴ محاسبه شده است؛
۶. محاسبه فشار سرعت با توجه به نتایج بند ۵؛
۷. اندازه گیری فشار استاتیک در نقطه مشخص شده در بند ۵؛

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۷ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

۸. محاسبه فشار کل در نقطه مشخص شده در بند ۵ با استفاده از نتایج بندهای ۶ و ۷؛

۹. Rpm هواکش را روی عدد ۵۰۰ تنظیم کنید؛

۱۰. تکرار مراحل ۳ تا ۸؛

۱۱. نتایج حاصل از دو مرحله اندازه گیری را با یکدیگر مقایسه کنید و حاصل این مقایسه را با توجه به

معادله فوق، تفسیر کنید

تصویب کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تایید کننده: گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	تهیه کننده: مسول درس طراحی تهویه صنعتی
--	--	---

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۸ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۳: اندازه گیری میزان افت فشار استاتیک ناشی از زانویی با R/D های متفاوت

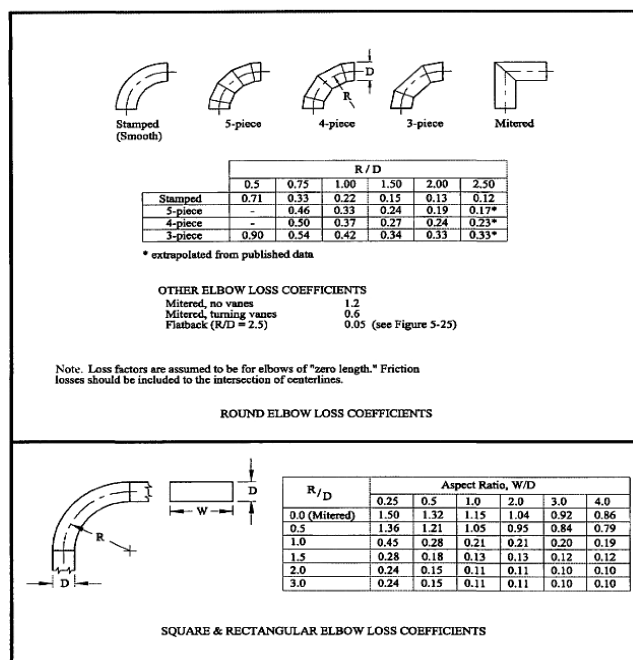
هدف آزمایش :

- آشنایی با اثر پارامتر R/D بر تغییرات فشار استاتیک یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم R/D

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد، کولیس یا متر نواری، مانومتر، انواع زانویی با R/D های متفاوت

شرح آزمایش:

۱. پس از روشن کردن تونل باد، rpm هواکش را بر روی عدد ۵۰۰ تنظیم کنید؛
۲. اندازه گیری فشار استاتیک بالا و پایین دست جریان با R/D مشخص
۳. جابه جایی و جایگزین کردن زانویی با زانوهای R/D متفاوت و اندازه گیری فشار استاتیک
۴. مقایسه افت فشار استاتیک با تغییر زانویی
۵. محاسبه افت فشار استاتیک از طریق معادلات و مقایسه با مقادیر اندازه گیر شده توسط مانومتر



تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۲۹ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۴: اندازه گیری افت فشار استاتیک ناشی از تبدیل کاهنده در یک سیستم

تهویه

هدف آزمایش :

- آشنایی با اثر یک تبدیل کاهنده بر فشار استاتیک در یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم عملی تبدیل کاهنده

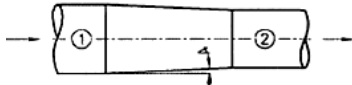
تجهیزات مورد نیاز: تونل باد، کولیس یا متر نواری، مانومتر، تبدیل کاهنده

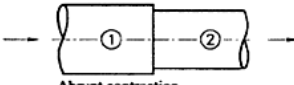
شرح آزمایش:

۱- اندازه گیری فشار سرعت و استاتیک در نقطه ۱

۲- اندازه گیری فشار سرعت در نقطه ۲

۳- تعیین مقدار L با استفاده از جدول زیر

STATIC PRESSURE LOSSES FOR CONTRACTIONS	
	
Tapered contraction $SP_2 = SP_1 - (VP_2 - VP_1) - L(VP_2 - VP_1)$	
Taper angle degrees	L(loss)
5	0.05
10	0.06
15	0.08
20	0.10
25	0.11
30	0.13
45	0.20
60	0.30
over 60	Abrupt contraction

Abrupt contraction	
	
$SP_2 = SP_1 - (VP_2 - VP_1) - K(VP_2)$	
Ratio A_2/A_1	K
0.1	0.48
0.2	0.46
0.3	0.42
0.4	0.37
0.4	0.32
0.6	0.26
0.7	0.20

$A = \text{duct area, ft}^2$

۴- محاسبه فشار استیک با استفاده از فرمول زیر

$$SP_2 = SP_1 - (VP_2 - VP_1) - L(VP_2 - VP_1)$$

۵- اندازه گیری فشار استیک در نقطه ۲ و مقایسه با نتایج محاسبه شده از مرحله قبل

۶- تفسیر نتایج و تاثیر کاهنده بر افت فشار

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳۰ از ۳۲		

دستورالعمل شماره ۱۵: اندازه گیری بازیافت انرژی ناشی از تبدیل افزایشده در یک سیستم تهویه

هدف آزمایش :

- آشنایی با اثر یک تبدیل افزایشده بر فشار استاتیک در یک سیستم تهویه
- آشنایی با مفهوم عملی تبدیل افزایشده

تجهیزات مورد نیاز: تونل باد، کولیس یا متر نواری، مانومتر، تبدیل کاهنده

شرح آزمایش:

۱- اندازه گیری فشار سرعت و استاتیک در نقطه ۱

۲- اندازه گیری فشار سرعت در نقطه ۲

۳- تعیین مقدار R با استفاده از جدول زیر

STATIC PRESSURE REGAINS FOR EXPANSIONS

Within duct

At end of duct

Regain (R), fraction of VP difference

Taper angle degrees	Diameter ratios D_2/D_1				
	1.25:1	1.5:1	1.75:1	2:1	2.5:1
3 1/2	0.92	0.88	0.84	0.81	0.75
5	0.88	0.84	0.80	0.76	0.68
10	0.85	0.76	0.70	0.63	0.53
15	0.83	0.70	0.62	0.55	0.43
20	0.81	0.67	0.57	0.48	0.43
25	0.80	0.65	0.53	0.44	0.28
30	0.79	0.63	0.51	0.41	0.25
Abrupt 90	0.77	0.62	0.50	0.40	0.25

Where: $SP_2 = SP_1 + R(VP_1 - VP_2)$

Regain (R), fraction of inlet VP

Taper length to inlet dia. L/D	Diameter ratios D_2/D_1					
	1.2:1	1.3:1	1.4:1	1.5:1	1.6:1	1.7:1
1.0:1	0.37	0.39	0.38	0.35	0.31	0.27
1.5:1	0.39	0.46	0.47	0.46	0.44	0.41
2.0:1	0.42	0.49	0.52	0.52	0.51	0.49
3.0:1	0.44	0.52	0.57	0.59	0.60	0.59
4.0:1	0.45	0.55	0.60	0.63	0.63	0.64
5.0:1	0.47	0.56	0.62	0.65	0.66	0.68
7.5:1	0.48	0.58	0.64	0.68	0.70	0.72

Where: $SP_1 = SP_2 - R(VP_1)^*$

* When $SP_2 = 0$ (atmosphere) SP_1 will be (-)

The regain (R) will only be 70% of value shown above when expansion follows a disturbance or elbow (including a fan) by less than 5 duct diameters.

۴- محاسبه فشار استیک با استفاده از فرمول زیر

$$SP_2 = SP_1 + R (VP_1 - VP_2)$$

۵- اندازه گیری فشار استیک در نقطه ۲ و مقایسه با نتایج محاسبه شده از مرحله قبل

۶- تفسیر نتایج و تاثیر کاهنده بر افت فشار

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

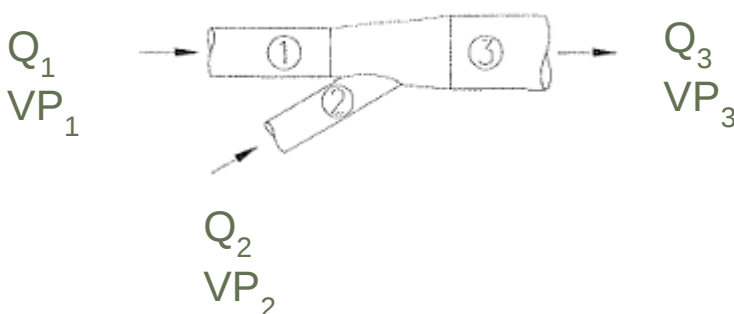
شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳۱ از ۳۲	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

دستورالعمل شماره ۱۶: بررسی پارامترهای طراحی تهویه و متعادلسازی فشار در محل اتصال شاخه فرعی به اصلی

هدف آزمایش :

- آشنایی با پارامترهای طراحی در محل اتصال شاخه فرعی به اصلی
 - آشنایی با متعادلسازی فشار در محل اتصال به روش فشار سرعت
- تجهیزات مورد نیاز: آنومتر حرارتی، تونل باد، کولیس یا متر نواری، مانومتر

شرح آزمایش:



۱- اندازه گیری و محاسبه فشار سرعت و دبی در سه نقطه ۱، ۲ و ۳

۲- تعیین فشار سرعت برآیند با استفاده از معادله زیر:

$$VP_r = \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right) VP_1 + \left(\frac{Q_2}{Q_3} \right) VP_2$$

۳- مقایسه فشار سرعت برآیند با فشار سرعت نقطه سه و تفسیر نتایج

تهیه کننده:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار

شماره سند: OH&S-B-P021-01	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	 دانشگاه علوم پزشکی البرز
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰		
صفحه: ۳۲ از 32	دستورالعمل آزمایشگاه طراحی تهویه صنعتی	

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:	تایید کننده:	تصویب کننده:
مسول درس طراحی تهویه صنعتی	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار	گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار