



معاونت پژوهش و فناوری



جمهوری اسلامی ایران

بررسی و ارائه روش‌های مختلف تکمیل ضد آتش

منسوجات متداول

(گزارش مرحله سوم - طراحی و ساخت دستگاه آزمایش)

(۱۱-۲۱۷۶)

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

حمیدرضا علی‌بابایی
گروه پژوهشی تکنولوژی نساجی

بهار ۱۳۹۶





معاونت پژوهش و فناوری



جمهوری اسلامی ایران

بررسی و ارائه روش‌های مختلف تکمیل ضد آتش منسوجات متداول

(گزارش مرحله سوم - طراحی و ساخت دستگاه آزمایش)

(۱۱-۲۱۷۶)

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

گروه پژوهشی تکنولوژی نساجی

بهار ۱۳۹۶

عنوان گزارش: گزارش مرحله سوم

شماره ویرایش: اول

عنوان فارسی طرح پژوهشی: بررسی و ارائه روش‌های مختلف تکمیل ضدآتش منسوجات متداول

عنوان انگلیسی طرح:

Study and Present Various Method of Fir Retardent Finishing for Conventional Textile

کد طرح: ۲۱۷۶-۱۱

نام فایل گزارش: Fire Retardent Textile

تالیف کننده‌ها: حمیدرضا علی‌بابایی، سیده فرخ حسینی شکرابی، ریحانه میرخانی، مهدی ورسه‌ای

ویرایش علمی: حمیدرضا علی‌بابایی

ویرایش ادبی: حمید رضا علی‌بابایی

تاریخ طرحنامه: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰

تاریخ تصویب در شورای بررسی نهایی طرح‌ها: ۱۳۹۲/۱۲/۲۴

تاریخ شروع اجرای طرح: ۱۳۹۳/۰۵/۱۵

سطح دسترسی به سند: نامحدود/ محرمانه (بدون موافقت کتبی، نسخه‌برداری یا تکثیر ممنوع است)

نام مسئول یا همکار	محل استخدام	تخصص	عناوین فعالیت‌هایی که در طرح انجام داده‌اند	کارکرد در طرح به ساعت
حمیدرضا علی‌بابایی	واحد صنعتی امیرکبیر	مهندسی نساجی - تکنولوژی نساجی	مدیریت پروژه، جمع‌آوری اطلاعات و آنالیز آنها	۴۰۰
سیده فرخ حسینی شکرابی	واحد صنعتی امیرکبیر	مهندسی نساجی - شیمی نساجی و علوم الیاف	تولید نمونه‌های آزمایشگاهی، انجام آزمایشات و آنالیز آنها	۴۰۰
ریحانه میرخانی	واحد صنعتی امیرکبیر	مهندسی نساجی - تکنولوژی نساجی	تولید نمونه‌های آزمایشگاهی، انجام آزمایشات و آنالیز آنها	۱۶۰
مهدی ورسه‌ای	واحد صنعتی امیرکبیر	مهندسی نساجی - تکنولوژی نساجی	مشاور پروژه	۱۶۰

سازمان مجری: معاونت پژوهشی صنعتی امیرکبیر

گروه مجری: تکنولوژی نساجی

نشانی: تهران، خ حافظ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، جهاد دانشگاهی واحد امیرکبیر

تلفن محل کار تالیف‌کننده اصلی: ۰۲۱-۶۶۹۵۰۹۸۱

نشانی پست الکترونیک تالیف‌کننده اصلی: alibabaei@acecr.ac.ir

با گسترش جمعیت و استقبال از تکنولوژی‌های پیشرفته توجه به مخاطرات زندگی و افزایش ایمنی روز به روز افزایش یافت. در این بین همیشه آتش به عنوان یکی از ارکان تأثیرگذار، در قسمتهای مختلف زندگی بشر مطرح بوده است که توجه انسانها را از لحاظ مختلف به خود جلب می‌کند. ایمنی در برابر آتش و خطرات ناشی از آن مسأله‌های است که سالیان سال مورد بررسی بوده و استانداردهای متفاوتی جهت ارزیابی صدمات آن طراحی شده است. در این گزارش استانداردهای روز دنیا در زمینه آتش‌پذیری منسوجات و دستگاه‌هایی که در این زمینه معرفی گردید بررسی شد.

با توجه به شرایط موجود و امکان تولید از لحاظ نوع مشعل، امکانات و تجهیزات اتاقک، جنس استفاده شده و کاربرد آنها به عنوان معیاری جهت بررسی اشتعال‌پذیری منسوجات، استانداردهای ASTM D6413 و D45 1333 جهت ساخت دستگاه انتخاب گردید. طراحی‌هایی اولیه جهت ساخت دستگاه انجام شد و در نهایت مطابق با استانداردهای موردنظر، دستگاه اندازه‌گیری طول سوختگی پارچه ساخته شد. نتایج نمونه تست شده با دستگاه ساخته شده با نتایج به دست آمده از دو آزمایشگاه دیگر (آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیر کبیر و یک آزمایشگاه همکار استاندارد) مقایسه شد و نتایج دستگاه مذکور تأیید گردید. این دستگاه قابلیت پوشش استاندارد ASTM D1230-94 با اندکی تغییرات خواهد داشت.

کلید واژگان: دستگاه آزمایش، استاندارد، اندازه‌گیری طول و سرعت سوختگی پارچه، دیرسوز کردن

فصل اول:

بررسی استانداردهای آزمایش طول سوختگی پارچه

۲	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ بررسی استانداردهای منسوجات ضدآتش
۷	۳-۱ بررسی دستگاه آزمون طول و سرعت سوختگی با توجه به نمونه‌های موجود در داخل و خارج کشور
۸	۱-۳-۱ استاندارد ASTM D6413 : روشی برای اندازه‌گیری مقاومت منسوجات در برابر آتش (آزمون عمودی)
۱۱	۲-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ منسوجات- رفتار در برابر سوختن- تعیین سهولت سوختن آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند
۱۷	۳-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ تعیین زمان سوختن سطحی پارچه
۱۸	۴-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵ منسوجات- رفتار در برابر سوختن- اندازه‌گیری گسترش شعله در آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند- روش آزمون
۲۰	۵-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۹۳- تعیین میزان گسترش شعله روی پرده
۲۰	۶-۳-۱ استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855 - آزمایش اشتعال چراغ بونزن عمودی برای مواد داخل کابین یا کشتی
۲۳	۷-۳-۱ استاندارد D45 1333- اشتعال‌پذیری افقی مواد داخل خودرو
۲۶	۸-۳-۱ استاندارد ASTM D1230-94 آزمون شعله ^{۵۰} ۴۵
۲۷	۴-۱ بررسی نمونه‌های موجود در بازار خارج و داخل کشور
۲۸	۵-۱ جمع بندی

فصل دوم :

طراحی و ساخت نمونه دستگاه تست سوختگی پارچه

۳۳	۱-۲ مقدمه
۳۳	۲-۲ اتاقک دستگاه
۳۴	۳-۲ نگهدارنده
۳۶	۴-۲ نحوه قرارگیری اجزای داخل دستگاه
۳۷	۱-۴-۲ بال اسکرو
۳۷	۲-۴-۲ بلبرینگ
۳۸	۳-۴-۲ رولبرینگ
۳۹	۴-۴-۲ مشعل
۳۹	۵-۴-۲ موتور بال اسکرو



۴۰ ۵-۲ ساخت دستگاه

۴۳ ۶-۲ جمع بندی

فصل سوم:

ارزیابی دستگاه اندازه گیری طول سوختگی پارچه ساخته شده و جمع بندی

۴۵ ۱-۳ مقدمه

۴۵ ۲-۳ ارزیابی نتایج آزمون با دستگاه طول سوختگی ساخته شده

۵۰ ۳-۳ جمع بندی نهایی

۵۱ مراجع

Archive of SID

صفحه	عنوان
۹	شکل ۱-۱: اتاقک استاندارد ASTM D6413
۱۰	شکل ۲-۱: مشعل استاندارد ASTM D6413
۱۰	شکل ۳-۱: نگهدارنده آزمون استاندارد ASTM D6413
۱۲	شکل ۴-۱: دستگاه طول سوختگی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۲	شکل ۵-۱: ترتیب مشعل گاز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۳	شکل ۶-۱: جت گاز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۴	شکل ۷-۱: لوله مشعل استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۴	شکل ۸-۱: شعله‌ساز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۵	شکل ۹-۱: احتراق سطحی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۵	شکل ۱۰-۱: احتراق پایینی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۶	شکل ۱۱-۱: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴
۱۷	شکل ۱۲-۱: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲
۱۸	شکل ۱۳-۱: دستگاه برسرزنی استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲
۱۹	شکل ۱۴-۱: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵
۲۱	شکل ۱۵-۱: اتاقک استاندارد مقررات هوانوردی فدرال (FAR) ۲۵,۸۵۳ و ۲۵,۸۵۵
۲۲	شکل ۱۶-۱: مشعل استاندارد مقررات هوانوردی فدرال (FAR) ۲۵,۸۵۳ و ۲۵,۸۵۵
۲۳	شکل ۱۷-۱: موقعیت مشعل استاندارد مقررات هوانوردی فدرال (FAR) ۲۵,۸۵۳ و ۲۵,۸۵۵
۲۴	شکل ۱۸-۱: اتاقک استاندارد D45 1333
۲۵	شکل ۱۹-۱: نگهدارنده آزمون مشعل استاندارد D45 1333
۲۷	شکل ۲۰-۱: نمایی از دستگاه استاندارد ASTM D1230-94
۲۸	شکل ۲۱-۱: دستگاه تست عمودی طول سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas انگلستان مطابق با استاندارد ASTM D6413
۲۹	شکل ۲۲-۱: دستگاه تست افقی طول و سرعت سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas انگلستان مطابق با استاندارد ASTM D5132
۲۹	شکل ۲۳-۱: دستگاه تست عمودی طول سوختگی ساخت شرکت Shirley انگلستان مطابق استاندارد ISO 15025
۳۰	شکل ۲۴-۱: دستگاه تست ۴۵ طول سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas مطابق با استاندارد ASTM D 1230
۳۴	شکل ۱-۲: طرح شماتیک اتاقک دستگاه

صفحه	عنوان
۳۵	شکل ۲-۲: نگهدارنده D45 1333
۳۵	شکل ۳-۲: نگهدارنده استاندارد ASTM D6413
۳۶	شکل ۴-۲: قرارگیری تجهیزات داخل دستگاه
۳۸	شکل ۵-۲: شماتیک قطعه بلبرینگ
۳۸	شکل ۶-۲: شماتیک قطعه رولبرینگ
۳۹	شکل ۷-۲: مشعل بونزن
۴۰	شکل ۸-۲: موتور بال اسکرو
۴۱	شکل ۹-۲: نمایی کلی از دستگاه ساخته شده
۴۲	شکل ۱۰-۲: آزمون اشتعال پذیری پارچه (a) مطابق استاندارد ASTM D6413 و (b) مطابق استاندارد D45 1333
۴۳	شکل ۱۱-۲: تغییر زاویه قاب تا ۴۵ درجه مطابق استاندارد ASTM D1230-94
۴۸	شکل ۱-۳: شش نمونه پارچه قبل از انجام آزمون تعیین طول سوختگی
۴۹	شکل ۲-۳: تصاویر شش نمونه پارچه بعد از انجام آزمون تعیین طول سوختگی در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی واحد امیرکبیر



فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴	جدول ۱-۱: استانداردهای مرتبط با پوشاک محافظ در برابر آتش، حرارت و پاشش مذاب
۴۶	جدول ۱-۳: نتایج اندازه‌گیری طول سوختن عمودی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها
۴۶	جدول ۲-۳: نتایج اندازه‌گیری طول سوختن افقی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها
۴۷	جدول ۳-۳: مشخصات شش نمونه پارچه جهت انجام آزمون طول سوختگی عمودی
۴۷	جدول ۴-۳: نتایج طول سوختن عمودی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها

Archive of SID

فصل اول
بررسی استانداردهای
آزمایش طول سوختگی پارچه

۱-۱ مقدمه

از زمانی که انسان در روی کره زمین پا به عرصه وجود نهاد، برای زنده ماندن و زندگی کردن و حفظ و حراست خود از عوامل شناخته یا ناشناخته طبیعی از قبیل باد و باران وسیل و زلزله و آتشفشان، همیشه در فکر ایجاد و تأمین ایمنی بوده است. پس از گذشت سالیان دراز از آغاز حیات و شروع زندگی دسته جمعی، هرچند که انسان در زمینه حفظ و حراست خود از عوامل طبیعی و هجوم حیوانات وحشی چاره اندیشی کرده بود ولی مشکلات و مسائلی که همزمان با روند رشد اجتماعی به وجود آمد، موجب این رشد فکری شد که برای مقابله با هر نوع خطری و در هر زمانی وسیله و امکانات مبارزه مناسبی را تهیه نماید.

اولین قانون برای ایمنی در محیط کار و بازرسی از آن با گسترش صنعت و مخاطرات مربوط به آن در سال ۱۸۲۰ در انگلستان تصویب شد. واقعیت امر اینست که اکنون بیش از هر زمان دیگری، ما در معرض خطرات و حوادث گوناگون می‌باشیم. این خطرات و حوادث کلیه فعالیت‌های ما را در محیط کار، خیابان، منزل و به طور کلی در همه جا تهدید می‌کند. همچنین با توجه به پیشرفت‌های عظیم و روزافزون در علوم و فنون و توسعه غیرقابل تصور صنایع و با توجه به مسائل و مشکلاتی که این توسعه به همراه دارد واقعیت‌هایی را به روشنی نمایانگر می‌سازد که نیاز شدید و اصولی به فراگیری و رعایت کامل اصول ایمنی داریم.

آتش‌سوزی از حوادثی است که هر آن ممکن است اتفاق افتاده و بر اثر آن جان و مال فرد و افراد یا مؤسسه و کارخانه را در چند ساعت بر باد دهد. آمارهایی که در جهان انتشار می‌یابد، معرف خسارات عظیم و تلفات نسبتاً زیاد ناشی از آتش‌سوزی‌هاست. اغلب بی‌مبالاتی و عدم توجه و بی‌دقتی موجب ایجاد آتش‌سوزی می‌شود و چه بسا با پیش‌بینی‌های لازم می‌توان آتش را مهار کرده و خسارات ناشی از آن را کاهش داد.

عوامل زیادی موجب بروز آتش می‌گردد که شامل:

- تماس مستقیم با شعله یا مواد مشتعل
- وجود درجه حرارت کم برای مدت زیاد
- گرم شدن خودبخود و سوختن
- برق زدن و برق‌گیر
- انفجار با انتشار سریع شعله

- انفجار خاک و گرد مفرجه
- الکتریسیته فعل و انفعالات شیمیایی
- مالش، فشار، ضربه، ضربه به علت سقوط اجسام
- الکتریسیته ساکن

در حالات مذکور به محض آنکه حرارت ماده به نقطه احتراق رسید شروع به سوختن می‌کند به شرط آنکه به اندازه کافی اکسیژن موجود باشد. البته باید توجه داشت که نقطه احتراق هر ماده تابع شرایط خاصی است که مختص به آن ماده می‌باشد.

ضد آتش کردن منسوجات و یا مقاوم نمودن منسوجات در مقابل آتش در کشورهای پیشرفته از اهمیت خاصی برخوردار است و برای منسوجات مختلف استانداردهای خاصی با مشخصه کاربردی آن معرفی شده که تولیدکنندگان ملزم به رعایت آنها در هنگام تولید کالا می‌باشند به طور مثال پرده‌های هتل‌ها و منسوجات بیمارستانی از این نمونه‌ها می‌باشند.

امروزه با افزایش شهرنشینی و همچنین استفاده از لوازم الکتریکی که امکان اشتعال را افزایش داده و همچنین خود نیز به عنوان ماده سوختنی احتمال آتش سوزی را افزایش می‌دهند، لزوم استفاده از کالای نساجی که مقاوم در برابر آتش می‌باشد و همچنین هشدار دهنده‌ها افزایش یافته است.

در آتش سوزی، یک اتاق پس از ۳ دقیقه دمایی برابر ۶۰۰ درجه سانتیگراد دارد که مواد کند کننده افزوده شده به مواد، زمان گریختن را برای نجات زندگی افزایش می‌دهند و این مواد قابلیت افزوده شدن به موادی همچون پلاستیک‌ها، منسوجات کف، چوب را دارند. تاثیر مواد کندکننده در کاهش فرصت راه اندازی به وسیله افزایش مقاومت در برابر آفرورش است و در صورت اتفاق افتادن شعله، تاثیر مواد کندکننده در تاخیر گسترش و یا خاموشی آتش است.

منسوجات از جمله لوازمی هستند که بشر همه روزه با آن سر و کار دارند و در حالت طبیعی امکان آتش-پذیری آنها بسیار بالاست. به طور کلی الیاف را از لحاظ اشتعال پذیری به دو دسته تقسیم بندی می‌کنند که به الیاف قابل اشتعال و الیاف غیرقابل اشتعال تقسیم می‌شوند. الیاف قابل اشتعال الیافی هستند که خودسوز می‌باشند. نمونه ای از این الیاف، پنبه است که LOI کمتر از ۲۰ دارد، این الیاف را می‌توان با

عملیات تکمیلی مقاوم در برابر آتش نمود. پشم خودسوز نبوده یعنی در صورت مشتعل شدن خاموش می شود که نشان از بالا بودن LOI آن می باشد. نوع دیگر الیاف، الیافی مانند آزبست و الیاف بشر ساخت نومکس و کولار می باشند که به طور ذاتی ضد آتش هستند. این الیاف بیشتر در کاربردهای صنعتی مانند دستکش کار و لباس آتش نشانان، روکش صندلی هواپیما و ... کاربرد دارند تولید این الیاف مشکل بوده و تکنولوژی تولید آن در دست شرکت‌های بزرگی همچون دوپنت آمریکا قرار دارد.

از جمله الزامات در کنار دیرسوز کردن کالا بررسی خصوصیات کالای دیرسوز شده و رفتار آنها در مقابل آتش است از این رو استانداردهایی با توجه به امکان بروز حوادث و آتش‌سوزی جهت ایجاد ایمنی، در زمینه بررسی خصوصیات و شرایط هر یک از لوازم و وسایلی که هر روزه بشر با آنها سروکار دارد تعریف شده است تا میزان ایمنی و خطرات احتمالی که امکان آن وجود دارد بررسی شود. در ادامه به بررسی هر یک از استانداردها و روشهای بررسی میزان سوختگی منسوجات می‌پردازیم.

۲-۱ بررسی استانداردهای منسوجات ضد آتش

جهت ارزیابی منسوجات دیرسوز متناسب با کاربرد آنها، معیارهایی بر اساس استانداردها وجود دارد که در جدول (۱-۱) تعداد زیادی از استانداردهای موجود در زمینه منسوجات دیرسوز در برابر آتش، حرارت و پاشش مذاب ارائه شده است.

جدول ۱-۱: استانداردهای مرتبط با پوشاک محافظ در برابر آتش، حرارت و پاشش مذاب

شماره استاندارد	عنوان استاندارد	ردیف
1999_BSI 2653	Specification for protective clothing for welders	۱
BS EN 348:1992	Protective clothing. Determination of behavior of materials on impact of small splashes of molten metal	۲
BS EN 532:1995	Protective clothing. Protection against heat and flame. Test method for limited flame spread	۳
BS EN 533:1997	Protective clothing. Protection against heat and flame. Limited flame spread materials and material assemblies	۴
1:1995_EN 470	Protective clothing for use in welding and allied processes	۵
EN531:1995	Protective Clothing for Workers Exposed to Heat	۶
EN348	standard for the impact of small splashes of molten metals	۷
BS EN 348:1992	Protective clothing. Determination of behavior of materials on impact of small splashes of molten metal	۸

Protective clothing. Assessment of resistance of materials to molten metal splash	BS EN 373:1993	۹
Protective clothing. Protection against heat and fire. Method of test: evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat	BS EN 366:1993	۱۰
Protective clothing. Protection against heat and fire. Method for determining heat transmission on exposure to flame	BS EN 367:1992	۱۱
Protective clothing. Clothing to protect against heat and flame	BS EN ISO 11612:2008	۱۲
Protective clothing against heat and flame. Test method for complete garments. Prediction of burn injury using an instrumented manikin	BS ISO 13506:2008	۱۳
Clothing for protection against heat and flame. Determination of contact heat transmission through protective clothing or constituent materials. Test method using contact heat produced by dropping small cylinders	BS EN ISO 2:2007_12127	۱۴
Protective clothing. Protection against heat and fire. Method of test: Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat	BS EN ISO 6942:2002	۱۵
Protective clothing. Protection against heat and flame. Limited flame spread materials, material assemblies and clothing	BS EN ISO 14116:2008	۱۶
Clothing for protection against heat and flame. General recommendations for selection, care and use of protective clothing	PD ISO/TR 2801:2007	۱۷
Guidelines for selection, use, care and maintenance of protective clothing against heat and flame	PD CEN/TR 14560:2003	۱۸
Protective clothing. Protection against heat and flame. Method of test for limited flame spread	BS EN ISO 15025:2002	۱۹
Protective clothing for automobile racing drivers. Protection against heat and flame. Performance requirements and test methods	BS EN ISO 14460:1999	۲۰
Protective gloves against thermal risks (heat and/or fire)	BS EN 407:2004	۲۱
Protective clothing. Assessment of resistance of materials to molten metal splash	BS EN ISO 9185:2007	۲۲
Protective clothing for firefighters. Performance requirements for protective clothing for firefighting	BS EN 469:2005	۲۳
Clothing and equipment for protection against heat. Test method for convective heat resistance using a hot air circulating oven	BS ISO 17493:2000	۲۴
Protective clothing for firefighters. Test methods and requirements for reflective clothing for specialized fighting_fire	BS EN 1486:2007	۲۵
Personal protective equipment. Footwear protecting against thermal risks and molten metal splashes as found in foundries and welding. Requirements and test method	BS EN ISO 20349:2010	۲۶
Protective clothing for firefighters. Requirements and test methods for protective clothing for firefighting	BS EN 469:1995	۲۷

fighters. Test methods and Protective clothing for fire requirements for reflective clothing for specialized fighting_fire	BS EN 1486:1997	۲۸
Protective clothing. Protection against heat and flame. Test method. Determination of the contact heat transmission through protective clothing or its materials	BS EN 702:1995	۲۹
Clothing for protection against heat and flame. Test methods protective clothing_and performance requirements for heat	BS ISO 11612:1998	۳۰
Protective clothing. Protection against heat and flame. Method of test for limited flame spread	BS ISO 15025:2000	۳۱
Standard Performance Specification for Labeling Protective Clothing as Heat and Flame Resistant	08_ASTM F2302	۳۲
Standard Test Method for Evaluating Heat Transfer through Materials for Protective Clothing Upon Contact with Molten Substances	07_ASTM F955	۳۳
Protective clothing. Clothing to protect against heat and flame. Minimum performance requirements	BS EN ISO 11612	۳۴
Protective clothing. Protection against heat and flame. Limited flame spread materials, material assemblies and clothing	BS EN ISO 14116	۳۵
Protective clothing. Determination of behavior of materials on impact of small splashes of molten metal	BS ISO 9150	۳۶
Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Like Combustion of Plastics_Concentration to Support Candle (Oxygen Index)	10_ASTM D2863	۳۷
Standard Test Method for Compositional Analysis of Thermogravimetry	ASTM E1131	۳۸
Standard Methods of Fire Tests for Flame Propagation of Textiles and Films	NFPA 701	۳۹
Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting	NFPA 1971	۴۰
Standard for the Flammability of Children's Sleepwear	16 C.F.R 1615/ 1616	۴۱
Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Like Combustion of Plastics_Concentration to Support Candle (Oxygen Index)	10_ASTM D2863	۴۲
Determination of ease of Burning behavior_Textile fabrics ignition of vertically oriented specimens	ISO 6940:2004	۴۳
Measurement of flame Burning behavior_Textile fabrics spread properties of vertically oriented specimens	ISO 6941:2003	۴۴
Testing of textiles; determination of burning behavior; horizontal method; ignition at the edge of the specimen	1_DIN 54333	۴۵
Test for Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances	94*_UL	۴۶
Federal Motor Vehicle Safety Standard: Flammability of Interior Materials	FMVSS 302*	۴۷

Reaction to fire tests, radiation test used for Building materials rigid material or flexible material thickness more than 5 mm	501*_NF P 92	۴۸
منسوجات - رفتار در برابر سوختن - اندازه گیری گسترش شعله در آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند	استاندارد ملی ایران ۴۵۳۵	۴۹
منسوجات - رفتار در برابر سوختن - تعیین سهولت سوختن آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند	استاندارد ملی ایران ۴۳۱۴	۵۰
نساجی - آتش پذیری سطح پارچه های خاب دار	استاندارد ملی ایران ۵۶۷-۸	۵۱
منسوجات - طراحی لباس جهت کاهش خطرات آتش	استاندارد ملی ایران ۶۳۹۲	۵۲
واژه نامه فرآیند سوختن منسوجات و محصولات نساجی	استاندارد ملی ایران ۴۲۱۳	۵۳
پوشاک حفاظتی - ارزیابی مقاومت در برابر ذرات مذاب فلز	استاندارد ملی ایران ۱۱۰۳۱	۵۴
تعیین میزان گسترش شعله روی پرده	استاندارد ملی ایران ۴۷۹۳	۵۵

*استانداردهای فوق مرتبط با منسوجات نمی‌باشد.

همانطور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، موسسات و ارگان‌های ملی و بین‌المللی متعددی، برای ارزیابی ویژگی‌های ضدآتش، مقاومت حرارتی منسوجات و پوشاک، استاندارد معرفی کرده‌اند. اکثر این استانداردها برای شناسایی یا ارزیابی نوع ویژه‌ای از منسوجات و پوشاک محافظ در برابر شعله و حرارت (از جوانب مختلف نظیر جنس الیاف، ساختار نخ و پارچه، شرایط محل استفاده و انتظارات کاربر از این منسوجات)، کاربرد دارند. علاوه بر این، استفاده از هریک از استانداردهای اندازه‌گیری ویژگی‌های ضدآتش، مقاومت حرارتی و ضدپاشش مذاب بودن منسوجات و پوشاک، نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی خاصی دارد که در حال حاضر اکثر آنها در کشورمان موجود نمی‌باشد.

۳-۱ بررسی دستگاه آزمون طول و سرعت سوختگی با توجه به نمونه‌های موجود در داخل و خارج کشور

به طور کلی دستگاههای بررسی طول و سرعت سوختگی براساس کاربرد، به دستگاههای تست عمودی، افقی و ۴۵ درجه تقسیم بندی می‌شوند که هدف هر یک از این دستگاهها بررسی خصوصیات خاصی از منسوج با توجه به نوع کاربرد آنها می‌باشد. در این زمینه استانداردهای متفاوتی توسط کمیته‌های مختلف BS، ASTM، ISO تدوین شده‌اند که از نظر نوع مشعل، فاصله و اندازه نمونه مورد آزمایش، متفاوت هستند در ادامه به تفصیل به معرفی استانداردهای تدوین شده در این زمینه می‌پردازیم.

۱-۳-۱ استاندارد ASTM D6413: روشی برای اندازه‌گیری مقاومت منسوجات در برابر آتش (آزمون عمودی)^۱

هدف از تدوین این استاندارد بررسی میزان عملکرد منسوج در برابر آتش و حرارت در شرایط آزمایشگاهی است. مفاهیمی که در این استاندارد می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. شامل:

شعله‌وری^۲: پایداری شعله‌وری یک کالا، تحت شرایط خاص آزمون پس از دور شدن منبع احتراق زمان بعد از شعله‌وری^۳: طول زمانی که کالا پس از دور شدن منبع احتراق به حالت شعله‌وری در شرایط خاص آزمون باقی می‌ماند.

افروزش^۴: پایداری فروزندگی کالا پس از اتمام شعله‌وری تحت شرایط خاص آزمون در صورتیکه پس از برداشتن منبع احتراق هیچگونه شعله‌ای ظاهر نشود.

زمان بعد از افروزش^۵: زمانی که کالا پس از اتمام شعله‌وری یا برداشتن منبع احتراق به سوختن ادامه می‌دهد. (همچنین طول سوختن نیز نامیده می‌شود).

طول سوختگی^۶: حداکثر دامنه سطح خسارت دیده کالا تحت شرایط خاص آزمون

در این استاندارد نمونه به صورت عمودی در بالای شعله در مدت زمان مشخصی قرار می‌گیرد. پس از گذشت این مدت زمان مشعل خارج شده و مدت زمان افروزش و شعله‌وری تعیین می‌گردد. میزان طول سوختگی از دیگر مواردی است با انجام این آزمون اندازه‌گیری می‌شود [۱].

۱. اتاقتک استاندارد ASTM D6413

جهت انجام آزمایش از اتاقتکی با جنس گالوانیزه استفاده شده است که دیواره پشتی آن به رنگ مشکی است تا نمونه مورد آزمایش و شعله به خوبی مشخص باشد. اتاقتک آزمون باید دارای یک هود آزمایشگاهی یا چنین لوازمی باشد تا گازهای حاصل از احتراق، از مجموعه اطراف آزمون خارج گردد. در شکل (۱-۱) نمایی از اتاقتک این استاندارد آمده است [۱].

¹ Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test)

² .Afterflame

³ .Afterflame time

⁴ .Afterglow

⁵ .Afterglow time

⁶ .Char lenght

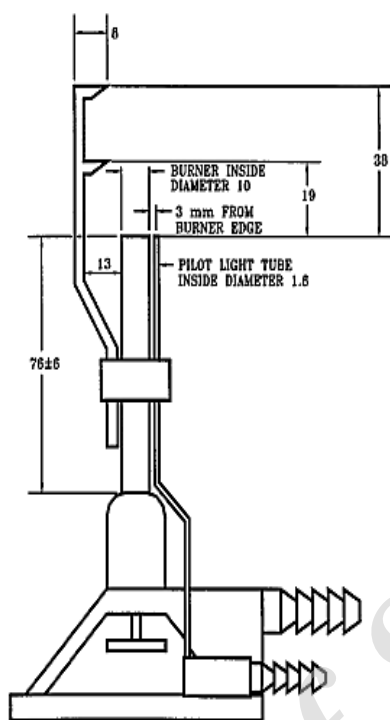


شکل ۱-۱: اتاقک استاندارد ASTM D 6413 [۱]

۲. مشعل استاندارد ASTM D6413

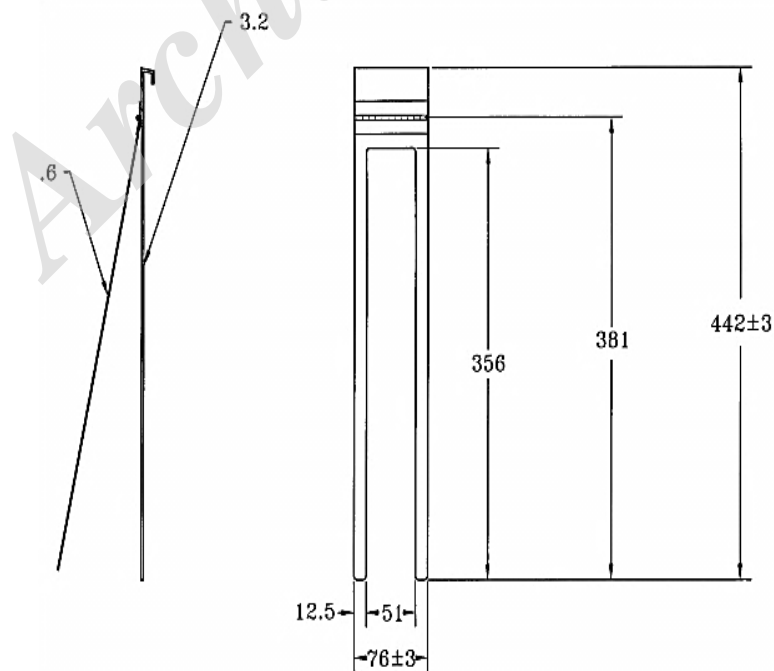
مشعلی که در این دستگاه استفاده می‌شود دارای سوپاپی است تا ارتفاع شعله تنظیم گردد. قطر داخلی مشعل ۱۰ mm و ارتفاع آن 6 ± 76 mm می‌باشد. همانطور که در شکل (۱-۲) آمده است ارتفاع شعله که در این استاندارد استفاده شده است ۳۸ mm و نمونه در فاصله ۱۹ از لبه مشعل قرار می‌گیرد. مشعل دارای شمعی به قطر داخلی تقریباً $1/5$ mm است که حدود ۳ mm از لبه مشعل فاصله دارد. در این استاندارد مشعل قابل جابجایی است تا کاملاً در وسط نمونه قرار گیرد. در این سیستم رگولاتوری^۱ برای تنظیم میزان فشار گاز تحویلی به میزان $1/7 \pm 17/2$ طراحی شده است. گاز استفاده شده گاز متان ۹۹٪ می‌باشد [۱].

^۱ Regulator



شکل ۱-۲: مشعل استاندارد ASTM D 6413 [۱]

نگهدارنده آزمون از دیگر لوازمی است که در این دستگاه معرفی شده است. در شکل (۱-۳) اندازه و ساختمان آن آمده است. جهت نگهداری محکم نمونه در داخل قاب از گیرههایی استفاده می‌شود.



شکل ۱-۳: نگهدارنده آزمون استاندارد ASTM D 6413 [۱]

برای اندازه‌گیری زمان آزمایش از کرنومتری با دقت $0.2s$ استفاده می‌شود و اندازه‌گیری طول سوختگی از خط‌کشی با دقت کمتر از 3 mm استفاده شده است. مدت زمان انجام آزمون $12 \pm 0.2\text{ s}$ و اندازه نمونه جهت آزمایش $300 \times 76\text{ mm}^2$ می‌باشد. جهت شروع آزمایش هود خاموش شده و مشعل در جای مناسب قرار می‌گیرد. جهت اندازه‌گیری افروزش و شعله‌وری پس از اتمام زمان آزمایش کرنومتر روشن می‌گردد. و در انتهای آزمون طول سوختگی گزارش می‌گردد. در انتهای آزمون، نگهدارنده از داخل اتاقک خارج شده و هود روشن می‌گردد. انجام این آزمون برای بررسی مقاومت در برابر آتش، انتشار آن و طول سوختگی آزمون انجام می‌شود.

۱-۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ منسوجات- رفتار در برابر سوختن - تعیین سهولت

سوختن آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند

هدف از تدوین این استاندارد تعیین سهولت سوختن منسوجات و فرآورده‌های صنعتی به صورت پارچه‌های یک جزیبی یا چند جزیبی روکش شده، لایه‌دار، چندلایه‌ای، دارای ساختار ساندویچی و ترکیبات مشابه هنگامی که به طور عمودی آویخته شده و در معرض شعله‌ای کوچک و معین قرار می‌گیرند، می‌باشد. مفاهیمی که در این آزمون در ارتباط است شامل:

زمان بکارگیری شعله: مدت زمانی که آزمون در معرض شعله قرار می‌گیرد.

زمان بعد از شعله‌وری: مدت زمانی است که کالا تحت شرایط آزمون معین، پس از برداشتن منبع احتراق به شعله‌وری ادامه می‌دهد.

سوختن پایدار: شعله وری آزمون در صورتی که زمان بعد از شعله وری ۵ ثانیه یا بیشتر حاصل شود و یا در صورتی که شعله در کمتر از ۵ ثانیه به لبه‌های بالایی یا عمودی برسد.

در این آزمون سطح رویی یا لبه پایینی آزمون که به صورت عمودی آویخته شده است در معرض شعله معینی قرار می‌گیرد. میانگین زمان احتراق به عنوان میانگین وزنی زمان به کارگیری شعله تا زمانی که شعله از حرکت باز می‌ایستد، تعیین می‌شود [۲].

۱. اتاقک استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴

موادی که در تجهیزات استفاده شده است به گونه‌ای است که تحت تأثیر گازها قرار نگیرد و خاصیت خورندگی نداشته باشد. حجم هوای اطراف محل آزمون باید به گونه‌ای باشد که کاهش غلظت اکسیژن اثری روی آزمون نداشته باشد. در شکل (۱-۴) نمایی از دستگاه استفاده شده در این استاندارد آمده است. در

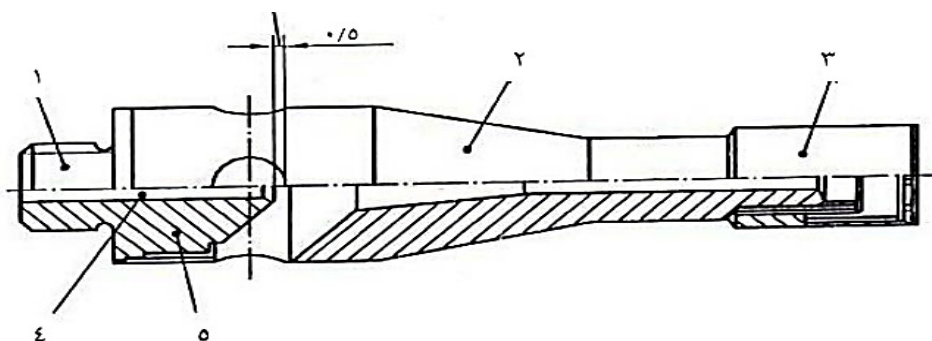
صورت استفاده از محفظه‌های جلو باز شرایط باید به گونه‌ای مهیا شود که آزمون‌ها حداقل ۳۰۰ میلی‌متر از دیواره‌های محفظه فاصله داشته باشد [۲].



شکل ۱-۴: دستگاه طول سوختگی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

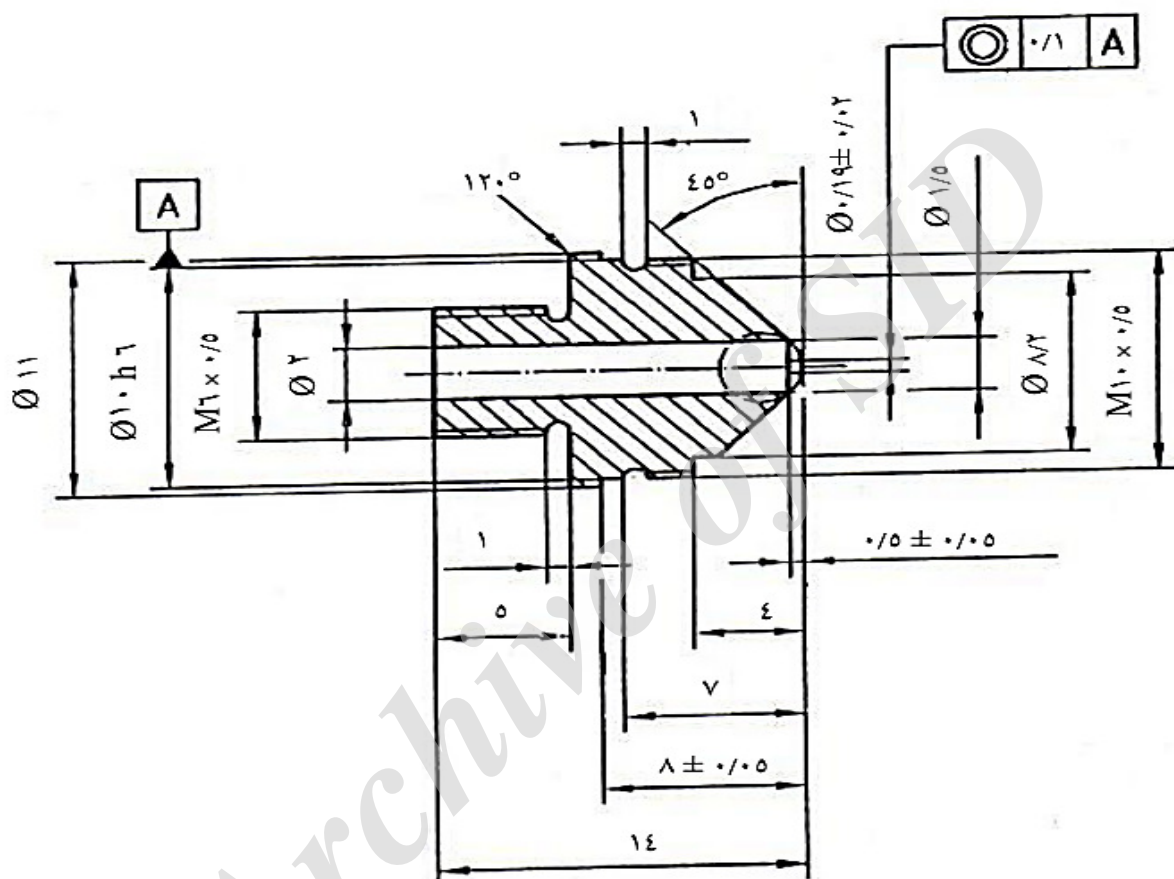
۲. مشعل استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴

مشعل با قابلیت تولید شعله به طول ۱۰ تا ۶۰ میلی‌متر می‌باشد که برای پایدار نگه‌داشتن شعله آزمون می‌توان از سپر یا حائلی استفاده کرد. گازی که در این استاندارد استفاده می‌شود پروپان یا بوتان یا مخلوط پروپان/بوتان به صورت تجاری می‌باشد. مشعل آزمون همانطور که در شکل (۱-۵) مشخص است از سه قسمت جت گاز، لوله مشعل و شعله ساز تشکیل می‌شود [۲].



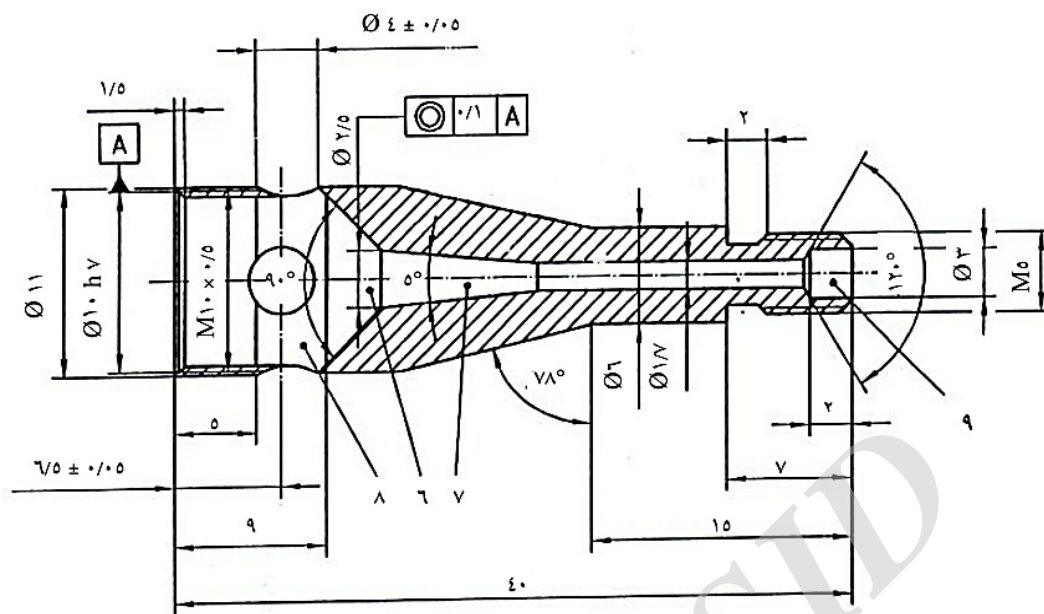
شکل ۱-۵: ترتیب مشعل گاز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

در شکل (۱-۶) ساختمان جت گاز آمده است. قطر دهانه جت گاز باید 0.19 ± 0.02 میلی متر باشد. دهانه جت باید به وسیله دریل سوراخ و سپس تمامی بر آمدگیهای حاصل، باید از هر دو طرف سوراخ تمیز شود ولی لبه‌های آن نباید گرد شود [۲].



شکل ۱-۶: جت گاز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

لوله مشعل شامل چهار بخش (۱) محفظه هوا (۲) منطقه ترکیب گاز (۳) منطقه انتشار گاز (۴) محل خروج گاز می باشد. در شکل نمایی شماتیک از لوله مشعل گاز آمده است. درون محفظه هوا، مشعل دارای چهار سوراخ هر یک به قطر ۴ میلی متر، برای ورود هوا میباشد. لبه جلویی سوراخهای هوا تقریباً هم سطح نوک جت میباشد. منطقه انتشار به شکل مخروطی و دارای ابعادی به شرح مشخص شده در تصویر (۱-۷) می باشد. قطر داخلی سوراخ مشعل $1/7$ میلی متر و قطر خارجی آن ۳ میلی متر می باشد [۲].

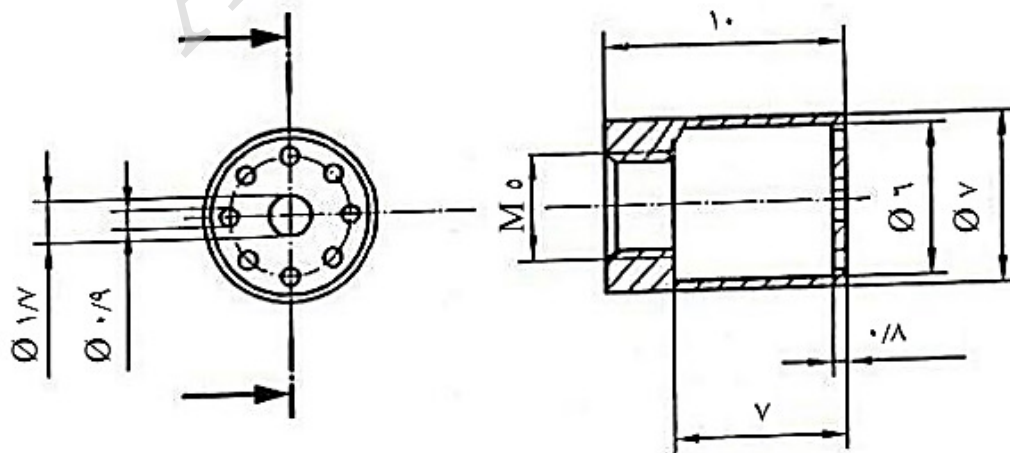


شکل ۱-۷: لوله مشعل استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

راهنما:

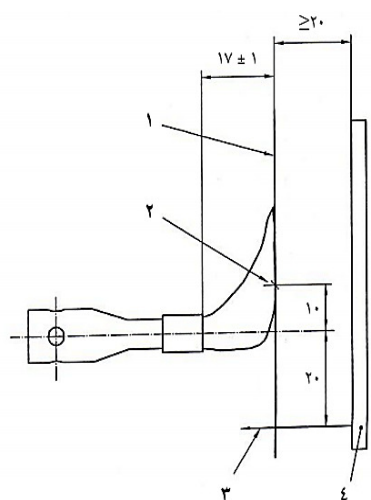
- ۱- جت گاز
- ۲- لوله مشعل
- ۳- شعله ساز
- ۴- لوله گلوبی
- ۵- فاق
- ۶- منطقه ترکیب گاز
- ۷- منطقه انتشار گاز
- ۸- محفظه هوا
- ۹- محل خروج گاز

در شکل (۱-۸) نمایی از شعله ساز آمده است.



شکل ۱-۸: شعله ساز استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

در این استاندارد شرایط به گونه‌ای است که مشعل قابلیت جابه‌جایی به حالت افقی و مایل را دارد. شعله به گونه‌ای تنظیم می‌شود تا فاصله لبه مشعل تا نقطه انتهایی قسمتی زرد رنگ شعله در زمانی که شعله بر روی یک زمینه تیره دیده می‌شود، 40 ± 2 میلی‌متر باشد. همانطور که در شکل (۱-۹) نیز مشخص است در احتراق سطحی مشعل به صورت عمود بر سطح آزمون به گونه‌ای قرار داده می‌شود تا محور مشعل ۲۰ میلی‌متر بالاتر از خط پایبندترین ردیف سوزنها قرار گیرد و در امتداد خط عمودی که از مرکز آزمون می‌گذرد، باشد از طرفی نوک مشعل 17 ± 1 میلی‌متر دورتر از سطح مقابل آزمون قرار می‌گیرد [۲].

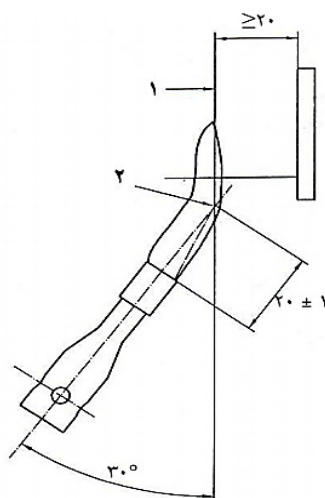


راهنما:

- ۱- آزمون پارچه ای
- ۲- نقطه اسمی شعله احتراق
- ۳- سوزن
- ۴- قاب نصب آزمون
- ۵- شعله
- ۶- مشعل

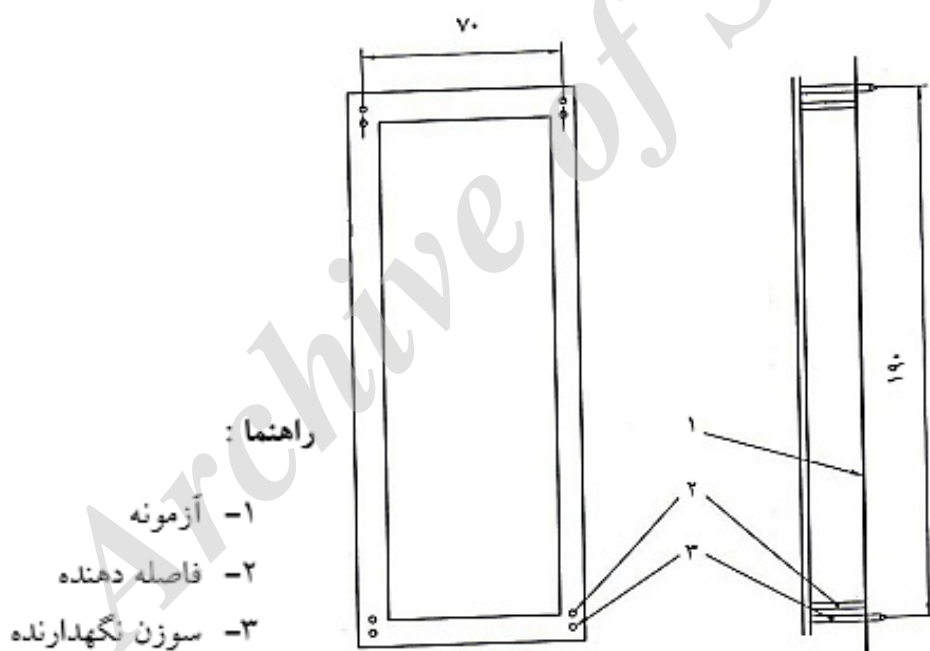
شکل ۱-۹: احتراق سطحی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

در احتراق لبه پایینی همانطور که در شکل (۱-۱۰) آمده است مشعل را جلوی آزمون اما پایین‌تر از آن به گونه‌ای قرار داده می‌شود که با محور قائم عبوری از وسط آزمون زاویه 30° بسازد و فاصله بین لبه مشعل و پایین‌ترین لبه آزمون 20 ± 1 میلی‌متر باشد [۲].



شکل ۱-۱۰: احتراق پایینی استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

از دیگر لوازمی که در این آزمون استفاده می‌شود نگهدارنده آزمون است که می‌بایست در مقابل خوردگی گازهای تولید شده در هنگام سوختن مقاوم باشد و همانطور که در شکل (۱-۱۱) آمده است شامل یک قاب مستطیل فلزی به طول ۱۹۰ میلی‌متر و عرض ۷۰ میلی‌متر است که در هر گوشه از زوایای قائمه دارای سوزن‌های نگهدارنده آزمون می‌باشد. سوزنهای نگهدارنده آزمون دارای قطر حداکثر ۲ میلی‌متر و طول حداقل ۲۶ میلی‌متر می‌باشند. برای نگه داشتن آزمون به صورت مسطح در فاصله حداقل ۲۰ میلی‌متری از قاب، یک فاصله دهنده به قطر ۲ میلی‌متر و طول حداقل ۲۰ میلی‌متر باید همراه هر چهار سوزن قرار گیرد. آزمون‌ها به ابعاد $۸۰ \pm ۲ \times ۲۰۰ \pm ۲$ میلی‌متر می‌باشند که برای اینکار الگویی با همین ابعاد با مکانهای قرارگیری سوزن‌ها در نظر گرفته شده است [۲].



شکل ۱-۱۱: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ [۲]

در این استاندارد سه وسیله اندازه‌گیری زمان که دارای درستی ۰/۲ ثانیه یا با درستی بیشتر می‌باشند، برای اندازه‌گیری زمان بعد از شعله‌وری لازم است. این وسیله بهتر است به طور خودکار شروع به کار کند و در لحظه پایان شعله یا برداشتن آن، به طور دستی متوقف شود.

با توجه به شرایط انجام آزمایش و دستگاه استفاده شده در این استاندارد، موارد مشروحه مطابق با استاندارد ISO 15025 و BS 6940 می‌باشد. بنابراین در این گزارش به معرفی استاندارد ملی ایران به شماره ۶۴۱۳ بسنده می‌شود [۲].

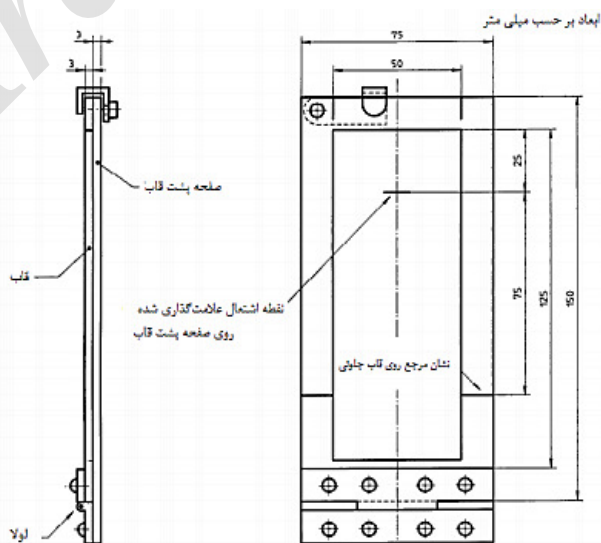
۱-۳-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ تعیین زمان سوختن سطحی پارچه

در استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ به بررسی زمان سوختن سطحی پارچه پرداخته شده است و آزمون به صورت خشک روی یک صفحه عمودی قرار داده می‌شود بطوری که سمتی از پارچه که دارای الیاف سطحی است، در یک مشخص از نزدیکی لبه بالایی در معرض شعله قرار می‌گیرد. زمان گسترش شعله روی سطح پارچه به سمت پایین، تا رسیدن به خط مرجع اندازه‌گیری می‌شود [۳].

– مشعل استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲

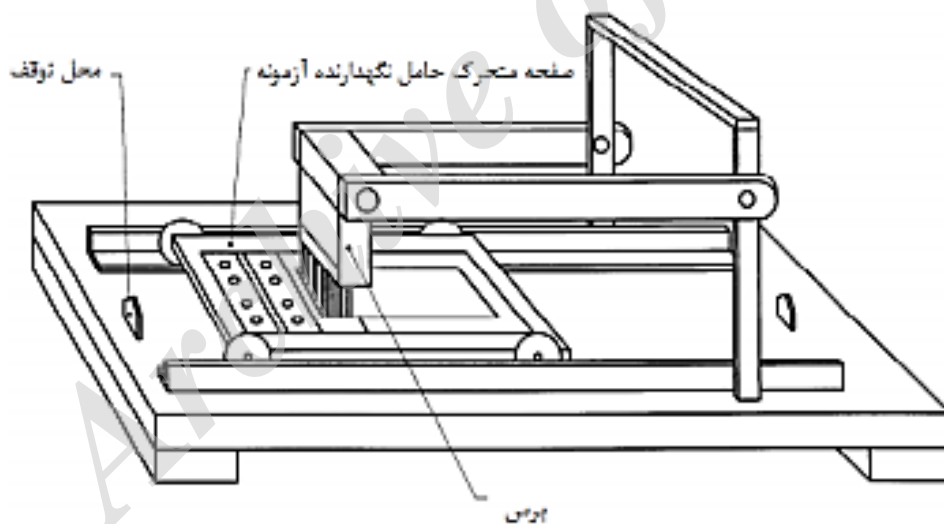
مشعلی که در این استاندارد استفاده شده است مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۴۱۳ می‌باشد. که قبلاً به معرفی آن پرداخته شده است. مشعل به صورت عمودی بر سطح نگهدارنده آزمون قرار گرفته به طوری که انتهای مشعل در فاصله ۱۵ mm از سطح آزمون قرار گیرد و شعله با نقطه اشتعالی که روی صفحه پشت قاب علامت‌گذاری شده است، تماس پیدا کند [۳].

نگهدارنده آزمون در این استاندارد در شکل (۱-۱۲) دآمده است و شامل یک صفحه از فولاد زنگ نزن به طول تقریبی ۱۵۰ mm، عرض ۷۵ mm و ضخامت ۳ mm می‌باشد. قاب می‌بایست دارای یک نشان مرجع به فاصله ۷۵ mm پایین‌تر از نقطه اشتعال آزمون باشد.



شکل ۱-۱۲: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ [۳]

در طی آزمون کاهش میزان اکسیژن نباید بر انجام آزمون تأثیرگذار باشد. زمانسنجی با دقت 0.1 ± 1.0 برای بررسی زمان اشتعال استفاده خواهد شد. برای بلند کردن الیاف سطحی از وسیله برس زنی استفاده می‌شود که شامل یک صفحه پایه است که یک صفحه متحرک کوچک حامل نگهدارنده آزمون بر روی آن کشیده می‌شود. این صفحه متحرک روی دو ریل موازی که به لبه‌های بالایی صفحه پایه متصل است حرکت می‌کند. برس توسط پیچ به لبه عقبی صفحه پایه لولا می‌شود و به صورت عمودی یا نیروی 0.5 ± 1.5 N بر روی صفحه متحرک قرار می‌گیرد. برس مناسب باید دو ردیف موی زبر داشته باشد که به صورت دسته‌ای و به طور یک در میان نصب شده باشد. موها دارای قطر 0.41 mm و طول 19 mm باشد. هر دسته دارای 20 مو بوده و در هر 25 mm چهار دسته مو قرار دارد. نحوه عملکرد با دستگاه برس‌زنی در شکل (۱-۱۳) به خوبی مشخص شده است. نمونه در قاب قرار گرفته و پس از گذاشتن آن بر روی پایه متحرک برس بر روی آن کشیده می‌شود.



شکل ۱-۱۳: دستگاه برس‌زنی استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ [۳]

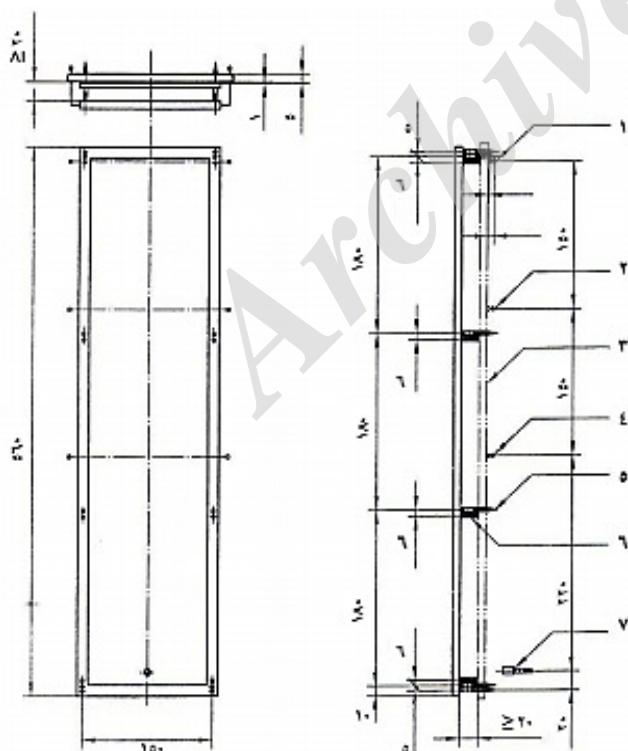
۱-۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵ منسوجات- رفتار در برابر سوختن- اندازه‌گیری گسترش شعله در آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند- روش آزمون هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش اندازه‌گیری گسترش شعله در انواع منسوجات به صورت پارچه‌های یک جزئی یا چند جزئی، هنگامی که به طور عمودی آویخته شده و در معرض شعله‌ای کوچک و معین قرار

می‌گیرند، می‌باشد. در این استاندارد سطح رویی یا لبه‌ی پایینی آزمون‌های که به طور عمودی آویخته شده است، در معرض شعله معینی از یک مشعل مشخص به مدت ۱۰ ثانیه قرار می‌گیرد. زمان گسترش شعله بر حسب ثانیه، برای فواصل بین نخ‌های مورد مصرف برای علامت‌گذاری، که مجاور سطح رویی آزمون و در سه فاصله از محل احتراق شعله قرار دارند، ثبت می‌شود [۴].

– مشعل استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵

مشعل مورد استفاده در این آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۱۲ می‌باشد که ساختار آن به تفصیل آمده است.

نگهدارنده آزمون همانند شکل (۱-۱۴) قابی مستطیل شکل فلزی به طول ۵۶۰ میلی‌متر و عرض ۱۵۰ میلی‌متر است که دارای ۱۲ سوزن در طول قاب برای نگه‌داشتن آزمون‌ها می‌باشد. این سوزن‌ها در فواصل ۵، ۱۹۰، ۳۷۰، ۵۵۰، ۵۵۵ میلی‌متری بالای لبه انتهایی قاب قرار گرفته و حداقل به طول ۲۶ میلی‌متر می‌باشند [۴].



راهنما:

- ۱- سومین نخ علامت گذاری
- ۲- دومین نخ علامت گذاری
- ۳- آزمون پارچه ای
- ۴- اولین نخ علامت گذاری
- ۵- سوزن های نگهدارنده
- ۶- فاصله دهنده (اختیاری)
- ۷- مشعل (برای روش احتراق سطحی نمایش داده شده است).

شکل ۱-۱۴: نگهدارنده آزمون استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵ [۴]

برای نگه داشتن آزمونه به صورت مسطح در فاصله حداقل ۲۰ میلی‌متری از قاب، یک فاصله‌دهنده به قطر ۲ میلی‌متر و طول حداقل ۲۰ میلی‌متر باید همراه هر سوزن به جز سوزنهای بالایی و پایینی در طرفین، قرار گیرد. ابعاد نمونه $170 \pm 2 \times 560 \pm 2$ میلی‌متر می‌باشد که جهت سهولت کار از الگویی به همین ابعاد نیز می‌توان استفاده کرد [۴].

در این استاندارد قابی جهت نگهداری آزمونه و مشعل استفاده می‌گردد. طراحی به گونه‌ای است که نخ‌های علامت‌گذاری شده در مناطق نشان داده شده متصل می‌گردد. در هر محل نخ علامت‌گذاری شده به صورت یک حلقه که دو بخش آن در فاصله ۱ و پنج میلی‌متری از صفحه جلوی آزمونه قرار دارد، نصب شده است و هر حلقه به یک زمان‌سنج مجزا متصل می‌باشد.

از سه زمان‌سنج که به طور همزمان بعد از آغاز به کار نمونه، شروع به کار کرده و با گسیختن نخ‌ها متوقف می‌شود در طراحی آزمایش در نظر می‌گیرند. نخ‌های مورد استفاده نخ پنبه‌ای مرسریزه شده با نمره ۴۵ تا ۵۰ تکس می‌باشد [۴].

حجم هوای اطراف محل آزمون به گونه‌ای است که کاهش هوای اطراف آزمون تأثیری روی آزمون نداشته باشد. هرگاه از محفظه‌های جلو باز جهت انجام آزمون استفاده شود باید شرایط به گونه‌ای مهیا شود که آزمونه حداقل ۳۰۰ میلی‌متر از دیواره‌های محفظه کابین فاصله داشته باشد [۴].

۱-۳-۵ استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۹۳- تعیین میزان گسترش شعله روی پرده

شرایط انجام این آزمون مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۵۳۵ می‌باشد با این تفاوت که تنها از نخ‌های علامت‌گذاری اول و سوم استفاده می‌گردد، از طرفی قطعه کاغذ صافی به ابعاد 150×100 mm² در فاصله ۵۰ میلی‌متری زیر لبه پایینی نمونه، برای ارزیابی میزان اشتعال‌پذیری نمونه‌ها با توجه به محترق شدن یا نشدن آن مورد استفاده قرار خواهد گرفت [۵].

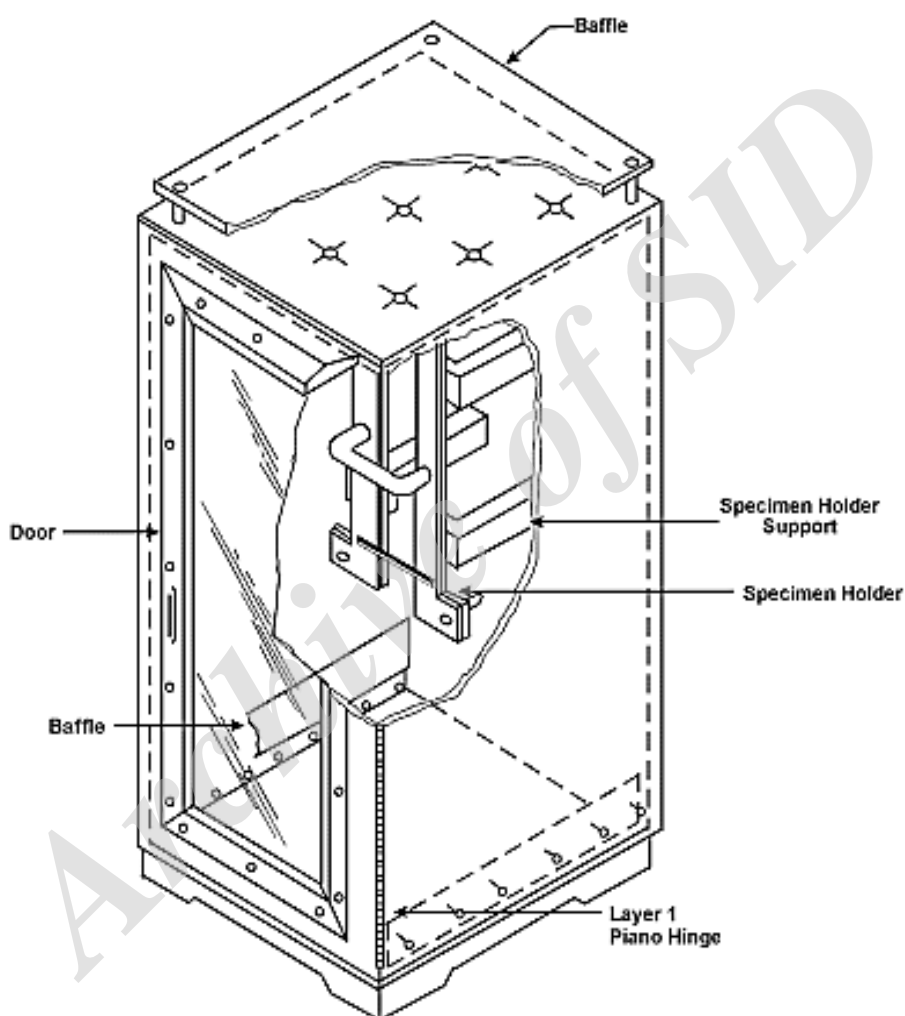
۱-۳-۶ استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855 - آزمایش اشتعال

چراغ بونزن عمودی برای مواد داخل کابین یا کشتی

این آزمون برای بررسی مقاومت ۱۲ ثانیه و ۶۰ ثانیه مواد در برابر شعله به کار گرفته می‌شود و مواردی چون زمان احتراق، زمان آتش‌پذیری و زمان تشکیل قطرات مذاب و طول سوختگی مورد بررسی قرار می‌گیرد [۶].

۱. اتاقک استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855

اتاقک مورد استفاده در شکل (۱-۱۵) آمده است. در این استاندارد پیشنهاد شده است جهت خروج گازهای تولید شده در حین تست، اتاقک در زیر هود قرار گیرد و استیل ضد زنگ با ضخامتی در حدود ۱ mm برای سطح زیری آن استفاده گردد [۶].

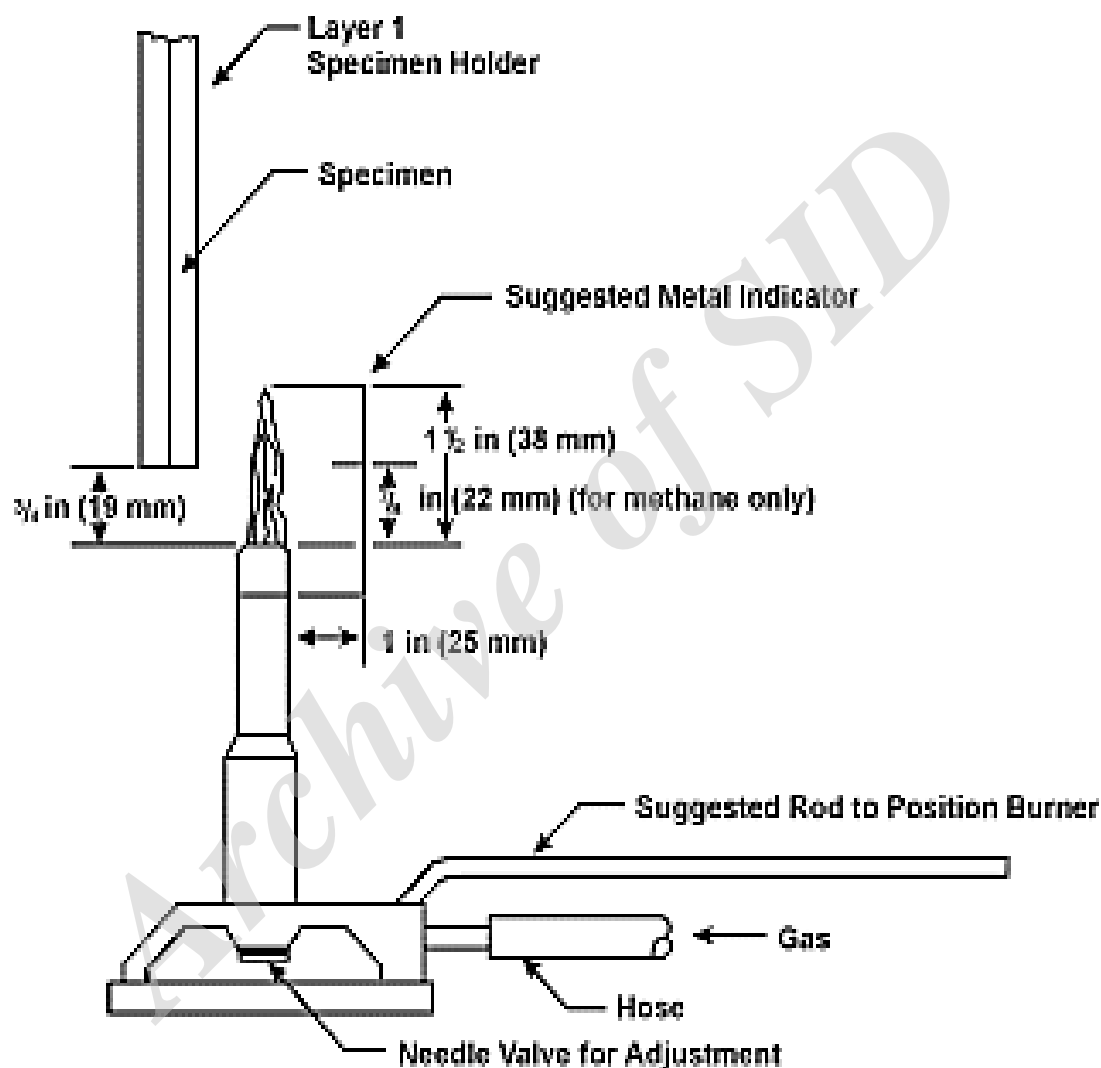


شکل ۱-۱۵: اتاقک استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855 [۶]

۲. مشعل استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855

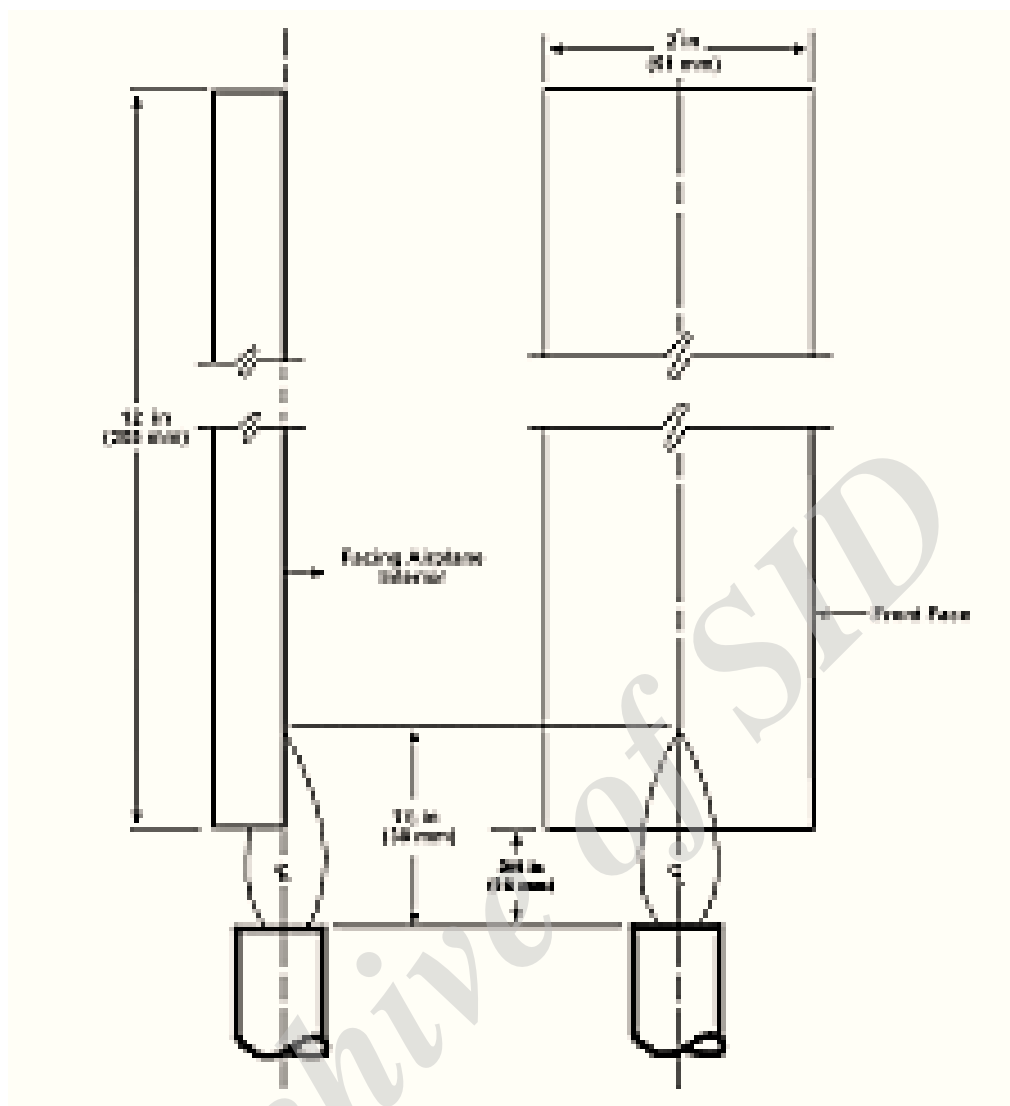
مشعلی که در این استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد چراغ بونزن می‌باشد که قطر داخلی آن ۱۰ میلی‌متر و در پایین مجهز به پیچ تنظیم حجم گاز ورودی دستگاه می‌باشد که با کمک آن می‌توان ارتفاع شعله را

تنظیم نمود. گاز استفاده شده در این دستگاه گاز متان ۹۹٪ استفاده می‌شود و فشار گاز تحویلی به دستگاه در حدود 17 ± 2 kPa است. ارتفاع شعله در این دستگاه ۳۸ میلی‌متر در بالای مشعل می‌باشد که نمونه با فاصله ۱۹ میلیمتری از سر مشعل قرار خواهد گرفت. در شکل (۱-۱۶) نمایی از مشعل مورد استفاده در این استاندارد آمده است [۶].



شکل ۱-۱۶: مشعل استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855 [۶]

جهت بررسی زمان انجام آزمون و زمان افتادن قطره از زمان‌سنجی با دقت ۰/۱ ثانیه استفاده می‌گردد. نگهدارنده مورد استفاده در این دستگاه قادر به جادادن نمونه تا حدود ۲۵ میلی‌متر می‌باشد. ابعاد نمونه 30.5×75 mm² می‌باشد. نحوه قرارگیری نمونه در کنار شعله در شکل (۱-۱۷) آمده است [۶].



شکل ۱-۱۷: موقعیت مشعل استاندارد مقررات هوانوردی فدرال FAR 25.853 and FAR 25.855 [۶]

۱-۳-۷ استاندارد D45 1333 - اشتعال پذیری افقی مواد داخل خودرو

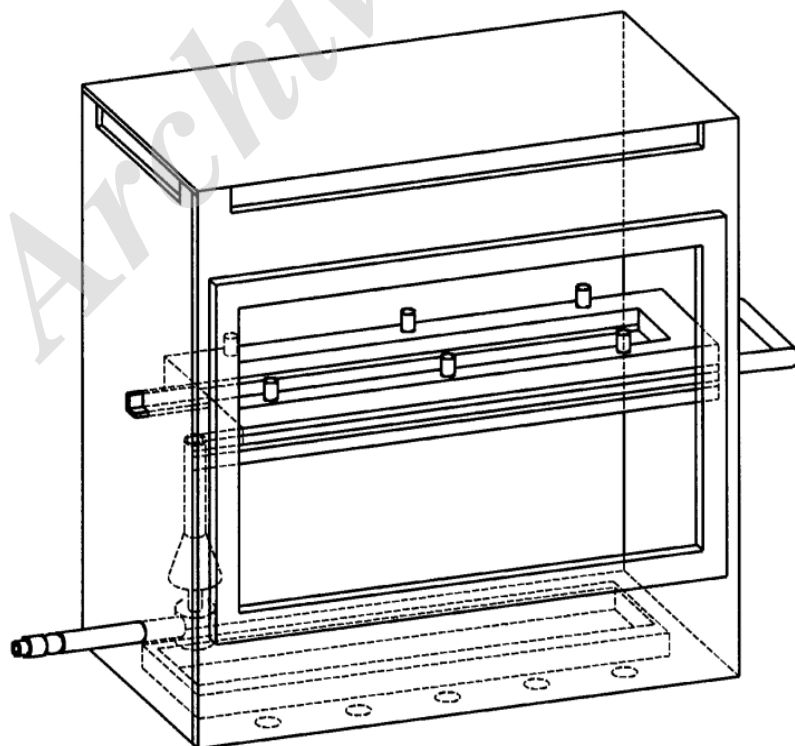
هدف از انجام این آزمون بررسی نوع احتراق و گسترش شعله در آزمون به صورت افقی است می باشد. این استاندارد موافق توافق حاصله فی ما بین بخش تدوین استاندارد پژوهش S.A و شرکت رنو که در تاریخ سپتامبر ۲۰۰۱ صورت گرفته می باشد. همچنین این استاندارد اجرای آزمایشاتی مطابق با مقررات USA FMVSS-N302 استاندارد NFISO 3795 را میسر می سازد.

انتهای نمونه را به صورت افقی توسط دو فک به شکل U گرفته شده و مشتعل می سازند. نوع اشتعال مشاهده می گردد و سرعت اشتعال بین دو علامت در نظر گرفته شده تعیین می شود [۷].

۱. اتاقک استاندارد D45 1333

اتاقک مورد استفاده در این استاندارد از جنس فولاد زنگ نزن و به ابعاد داخلی $381 \times 356 \times 203 \text{ mm}^3$ بوده که جداره جلویی این محفظه دارای پنجره‌ای جهت مشاهده می‌باشد که غیر قابل اشتعال بوده و می‌تواند به عنوان دستیابی به نمونه مورد استفاده قرار گیرد. همانند شکل (۱-۱۸) سطح پایینی محفظه دارای ۱۰ سوراخ به قطر 19 mm است که به منظور تهویه استفاده می‌گردد و در قسمت فوقانی دارای دریچه‌ای جهت تهویه به ارتفاع $12/7 \text{ mm}$ می‌باشد که دور تا دور محفظه مذکور ایجاد شده است. محفظه مخصوص اشتعال بر روی پایه‌ای به ارتفاع 10 mm قرار می‌گیرد [۷].

بر روی یکی از جداره‌های جانبی محفظه مذکور می‌توان دریچه‌ای جهت داخل نمودن صفحه مخصوص نگهداری نمونه‌های مورد آزمایش تعبیه نمود و بر روی جداره دیگر سوراخی جهت عبور لوله ورودی گاز وجود دارد. ماده مذاب بر روی ظرفی که در قسمت کف محفظه بین سوراخهای تهویه می‌باشد جمع‌آوری می‌گردد بطوریکه موجب بسته شدن سوراخهای مذکور نگردد در بالای محفظه می‌توان یک هود آزمایشگاهی جهت خروج گازهای حاصل از احتراق تعبیه نمود [۷].

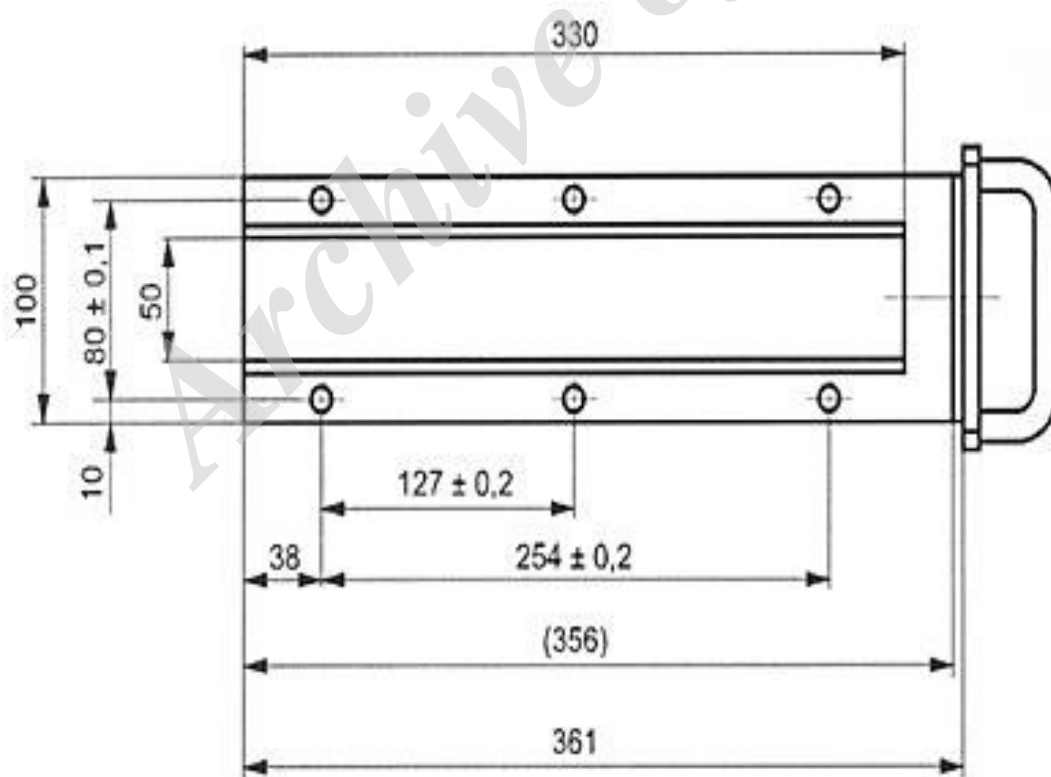


شکل ۱-۱۸: اتاقک استاندارد D45 1333 [۷]

۲. مشعل استاندارد D45 1333

مشعل استفاده شده در این آزمون دارای قطر داخلی $9/5 \text{ mm}$ بوده که در اتاقک اشتعال قرار می‌گیرد و مرکز نمونه در فاصله $19 \pm 1 \text{ mm}$ از مرکز نازل مشعل قرار می‌گیرد. شار حرارتی مشعل در حدود MJ/m^3 ۳۸ می‌باشد که می‌توان از گاز طبیعی نیز استفاده کرد [۷].

نگهدارنده نمونه از دو قاب به شکل U که به یکدیگر متصل می‌گردد و از جنس فولاد زنگ نزن می‌باشد ساخته شده است. صفحه پایینی دارای رولپلاک مخصوصی بوده و صفحه بالایی دارای سوراخهایی است که این دو قاب به یکدیگر محکم گردد و آزمون در آن ثابت باقی بماند از طرفی جایگیری این پین‌ها علائم مرجع برای زمان شروع و اختتام احتراق نیز می‌باشد. قسمت پایینی از آزمون باید در فاصله 178 mm بالای صفحه پایه باشد و فاصله بین لبه جلویی از نمونه مورد آزمایش و انتهای اتاقک 22 mm باشد. در شکل (۱-۱۹) نمایشی از نگهدارنده آزمون و ابعاد آن آمده است. نخ‌های مرجع در فواصل 38 میلی‌متری از انتهای نمونه و دومین نخ در 254 میلی‌متری از نخ اول قرار خواهد گرفت [۷].



شکل ۱-۱۹: نگهدارنده آزمون مشعل استاندارد D45 1333 [۷]

زمان سنج با دقت ۰/۵ ثانیه جهت بررسی زمانهای احتراق در این دستگاه استفاده می‌شود. از طرفی آونی با قابلیت جریان هوا تا دمای ۱۰۰ درجه یا هر درجه دیگر استفاده می‌گردد و امکان تنظیم رطوبت نسبی دستگاه به میزان ۹۵ درصد و دمای ۴۰ درجه نیز وجود دارد.

اتفاق احتراق ممکن است در زیر هود جاگذاری شود تا گازهای حاصله از احتراق از محیط خارج گردد. در هر صورت استفاده از یک هود تهویه طبیعی با سرعت هوا نیز برای آن مناسب است. هرچند در حین انجام آزمون سرعت هوا نباید از ۰/۰۵ m/s کمتر و می‌بایست بین ۰/۱ و ۰/۳ m/s باشد [۷].

ابعاد نمونه 356×100 mm² می‌باشد و جهت انجام آزمایش به دو زمان سنج نیاز است. هنگامی که شعله از خط دوم که در فاصله ۲۵۴ mm از نخ اول قرار دارد عبور کند، زمان سنج دوم آغاز به کار خواهد کرد و با توجه به رفتار سوختن در ۵ کلاس A, B, C, D, E دسته بندی می‌شود که هر کدام از این کلاسها بیانگر خواص منسوج خواهد بود [۷].

۱-۳-۸ استاندارد ASTM D1230-94 - آزمون شعله ۴۵°

این استاندارد جهت بررسی خواص پارچه طبیعی و مصنوعی و منسوجاتی مانند لباس خواب کودکان، جوراب، دستکش، البسه محافظ در برابر حررت و شعله استفاده می‌شود. در طی این آزمون دو مورد بررسی می‌شود که شامل:

سهولت احتراق^۱: اینکه چگونه و با چه سرعتی نمونه درگیر آتش می‌شود.

زمان گسترش شعله^۲: زمانی که آتش در فاصله معینی گسترش می‌یابد.

در این آزمایش نمونه در قاب مخصوصی که زاویه ۴۵ درجه دارد قرار گرفته و شعله استاندارد سطح پارچه و نزدیک پایین‌ترین نقطه از آن را در مدت زمان مشخص (۱، ۵، ۱۰ ثانیه یا به صورت انتخابی) تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شکل (۱-۲۰) نمایی از دستگاه آزمون شعله ۴۵° آمده است. در این آزمون شعله به صورت صعودی در طول پارچه حرکت کرده و این در حالی است که زمان اولین تشکیل قطره ثبت خواهد شد. از طرفی پیشروی شعله در طول پارچه با قطع نخ ثبت می‌گردد [۸].

¹Ease of ignition

²Flame spread time



شکل ۱-۲۰: نمایی از دستگاه استاندارد ASTM D1230-94 [۸]

۴-۱ بررسی نمونه‌های موجود در بازار خارج و داخل کشور

دستگاه سنجش طول سوختگی پارچه نمونه داخلی ندارد و تنها تعداد معدودی دستگاه‌های خارجی در کشور موجود است. بررسی این دستگاه‌های وارداتی و دستگاه‌های سنجش طول سوختگی پارچه شرکت‌های معتبر دنیا، نشان می‌دهد که هر یک از آنها برای انجام آزمایش مطابق یک استاندارد خاص طراحی و به بازار عرضه شده‌اند. از جمله معتبرترین شرکت‌های سازنده دستگاه‌های سنجش طول سوختگی پارچه SDL-Atlas و Shirley هستند که دستگاه‌هایی با قابلیت سنجش طول سوختگی

براساس یکی از استانداردهای تشریح شده، تولید می‌کنند. در شکل‌های (۱-۲۱)، (۱-۲۲)، (۱-۲۳) و (۱-۲۴) نمونه‌ای از دستگاه‌های خارجی مطرح در این زمینه آمده است.



شکل ۱-۲۱: دستگاه تست عمودی طول سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas انگلستان مطابق با استاندارد ASTM D6413

در شکل (۱-۲۱) دستگاه آزمون طول و سرعت سوختگی پارچه به صورت عمودی که توسط شرکت SDL-Atlas ساخته شده و مطابق با استاندارد ASTM D6413 می‌باشد آمده است. در این دستگاه میزان گاز به صورت اتوماتیک و غیر اتوماتیک مطابق با سفارش مشتری قابل کنترل است. ساختار آن از استیل ضد زنگ بوده و ابعاد آن $330 \times 360 \times 836 \text{ mm}^3$ می‌باشد و مدت زمان انجام آزمون نیز کنترل می‌شود.



شکل ۱-۲۲: دستگاه تست افقی طول و سرعت سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas انگلستان مطابق با استاندارد ASTM D5132

در شکل (۱-۲۲) دستگاه تست طول سوختگی به صورت افقی ساخت شرکت SDL Atlas مطابق با استاندارد ASTM D5132 آمده است که بدنه آن تمام استیل بوده و ابعاد آن $390 \times 200 \times 390$ mm³ می-باشد. در این دستگاه زمان انجام آزمون و گاز ورودی به صورت اتوماتیک کنترل می‌شود.



شکل ۱-۲۳: دستگاه تست عمودی طول سوختگی ساخت شرکت Shirley انگلستان مطابق استاندارد ISO 15025

شکل (۱-۲۳) دستگاه آزمون سوختن عمودی پارچه ساخت شرکت Shirley کشور انگلستان، مطابق با استاندارد ISO 15025 می‌باشد که برای اندازه‌گیری میزان شعله‌وری پارچه استفاده می‌گردد. طی این آزمون میزان ذغال به جای مانده، طول و سرعت سوختگی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۲۴: دستگاه تست ۴۵ طول سوختگی ساخت شرکت SDL Atlas مطابق با استاندارد ASTM D 1230

شکل (۱-۲۴) دستگاه آزمون طول و سرعت سوختگی ۴۵° شرکت SDL Atlas کشور انگلستان آمده است که دستگاه خود را مطابق استاندارد ASTM D 1230 ساخته است. ابعاد دستگاه شامل طول و عرض و ارتفاع $420 \times 260 \times 526$ mm³ و وزن ۲۷ کیلوگرم می‌باشد.

شرکت‌های سازنده دستگاه آزمایش داخلی، تا کنون دستگاهی برای سنجش طول سوختگی پارچه به بازار عرضه نکرده‌اند ولی برخی شرکت‌ها با توجه به نیاز داخلی خود، دستگاه‌هایی برای مقایسه طول و سرعت سوختن پارچه‌ها ساخته‌اند که از استاندارد خاصی پیروی نمی‌کنند و برای آنها تنها مصرف داخلی دارد.

۱-۵ جمع بندی

با توجه به موارد ذکر شده و خصوصیات مربوط به استانداردهای مهم سنجش اشتعال‌پذیری پارچه‌ها و تجهیزات متعددی که در ساخت آنها به کار رفته است (شامل مشعل، گاز مورد استفاده در دستگاه، محفظه دستگاه، تجهیزات جانبی تسهیل کننده در خروج گازها) و با در نظر گرفتن اهداف پروژه، اولویت انتخاب

روش آزمون، سه استاندارد سنجش طول سوختگی افقی D45 1333 ، استاندارد طول سوختگی عمودی ASTM D6413 و استاندارد ASTM D1230-94 مدنظر قرار گرفت. چراکه اولاً تعدادی از شرکتهای معتبر بین‌المللی، سازنده دستگاه سنجش طول سوختگی با استانداردها هستند. ثانیاً برای سنجش اشتعال پذیری پارچه‌ها در داخل کشور کاربرد دارند و ثالثاً امکان طراحی دستگاه آزمایشی با قابلیت انجام آزمون طول سوختگی با هر سه این استانداردها وجود دارد که مزیتی برای دستگاه در دست ساخت، نسبت به دستگاه‌های خارجی است. علاوه بر این موارد، رویکرد بیشتر مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان منسوجات دیرسوز به دو استاندارد سنجش طول سوختگی عمودی و افقی پارچه و پذیرفته شدن آنها از سوی شرکتهای، باعث شد تولید دستگاهی با قابلیت انجام این دو روش آزمون مدنظر قرار گیرد. در فصل آتی، مراحل طراحی و ساخت دستگاه آزمایش سنجش طول و سرعت سوختگی افقی و عمودی پارچه، تشریح می‌شود.

فصل دوم
طراحی و ساخت نمونه
دستگاه تست سوختگی پارچه

۱-۲ مقدمه

در فصل قبل استانداردهای متفاوت طول سوختگی پارچه به روش و شیوه‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت و لوازم و تجهیزات مورد استفاده در این استانداردها بیان شد. مشخص شد که هدف از هر استاندارد با توجه به نوع کاربرد و شرایط آن، برای نوع خاصی از منسوج قابل استفاده می‌باشد و لزوم استفاده از هر یک از استانداردها بیان گردید.

با توجه به مطالعات انجام شده بر روی دستگاه‌های مورد استفاده آزمون طول سوختگی پارچه و استانداردهای متفاوت که در داخل و خارج از کشور تدوین و بررسی شده است و نیز ضرورت به کارگیری استانداردهای به روز دنیا در تولیدات داخلی، هدف اصلی ساخت دستگاه سنجش طول سوختگی، تولید نمونه دستگاه سنجش طول سوختگی پارچه، مطابق استانداردهای مطرح و معتبر بین‌المللی قرار گرفت.

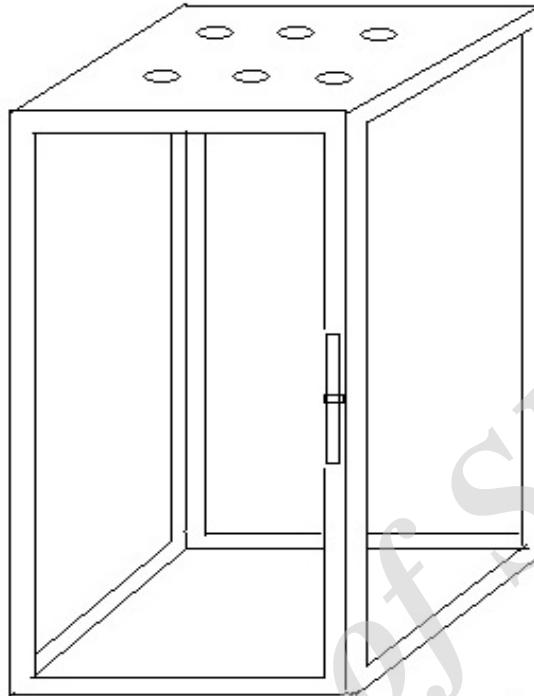
جهت ساخت دستگاه نیاز است تا تمامی مواردی که در استانداردها ذکر شد در نظر گرفته شود و با توجه به تمامی لوازمی که در استاندارد آمده است شامل مشعل، فضای انجام آزمایش و... دستگاه ساخته شود. از اینرو هدف بر ساخت دستگاه براساس استاندارد افقی 1333 D45 و استاندارد عمودی ASTM D6413 گذاشته شده است. این دستگاه استانداردهای ASTM D1230-94 و FAR 25.853 and FAR 25.855 را نیز شامل می‌شود که با توجه به کاربرد کمتر این استانداردها، الزامات این استاندارد به طور جزئی‌تر در نظر گرفته نشد ولی در صورت لزوم امکان تطبیق با این استانداردها نیز وجود خواهد داشت.

هدف از ساخت دستگاه، بررسی میزان عملکرد منسوج در برابر حرارت و آتش، طول سوختگی، زمان تشکیل اولین قطره و رفتار حرارتی نمونه پارچه‌های دیرسوز شده یا ضد آتش در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از آزمون‌های متفاوت طول سوختگی می‌باشد. در ادامه هر یک از تجهیزات استفاده شده در ساخت دستگاه معرفی می‌شود.

۲-۲ اتاقک دستگاه

جهت ساخت دستگاه تست افقی و عمودی در یک محفظه، اتاقکی به ابعاد داخلی $900 \times 500 \times 500 \text{ mm}^3$ نیاز است که در قسمتهای بالا و کف آن از ورقه‌های استیل ضد زنگ استفاده گردد. جهت مشاهده نمونه در سه طرف آن می‌بایست شیشه استفاده شود و جهت استحکام سازه دور تا دور اتاقک، فریم تمام استیل به

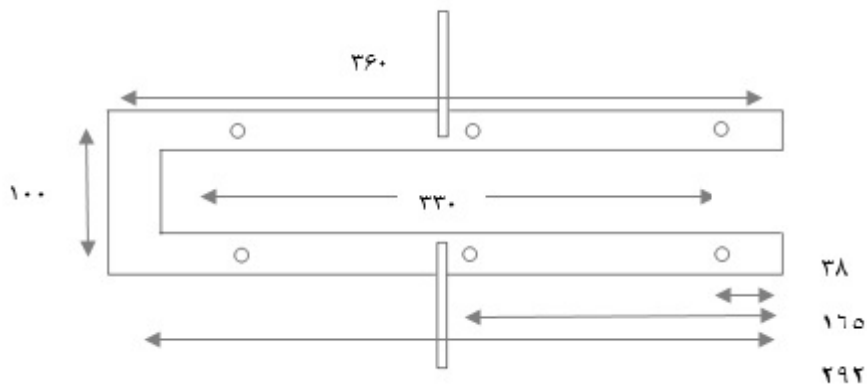
کار رود. جهت خروج دودهای ناشی از احتراق و ورود اکسیژن کافی، در قسمت بالای محفظه سوراخهایی تعبیه شده است. در شکل (۱-۲) شماتیک اتاقک دستگاه آمده است.



شکل ۱-۲: طرح شماتیک اتاقک دستگاه

۳-۲ نگهدارنده

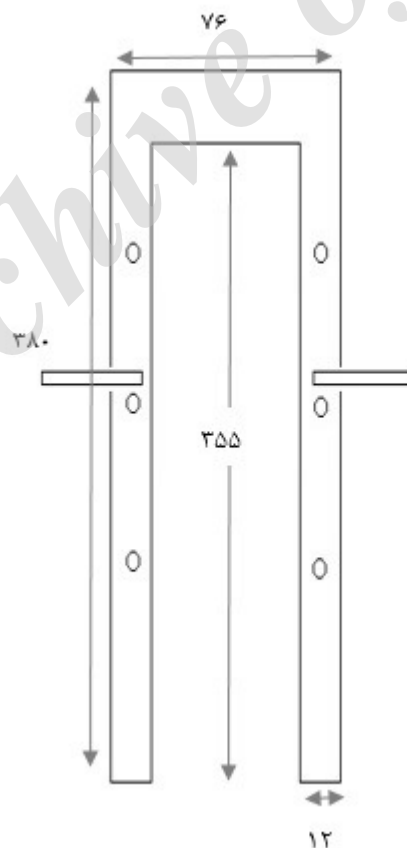
جهت نگهداشتن نمونه‌ها در دستگاه از دو عدد قاب U شکل می‌بایست استفاده گردد. با توجه به اندازه نمونه در تست افقی همانطور که در شکل (۲-۲) آمده است مطابق با استاندارد D45 1333 ابعاد قاب تعیین گردید و طراحی شد. قاب دستگاه از جنس فولاد زنگ نزن انتخاب شد تا گازهای تولید شده در حین انجام آزمایش کمترین اثر را بر روی نمونه داشته باشند. در استاندارد D45 1333 با توجه به سرعت سوختن در فواصل متفاوت، مکانهایی با ابعاد مشخص بر روی قاب فلزی تعیین شده است تا با گذر آتش از این فواصل، عملکرد پارچه در برابر سوختن مورد ارزیابی قرار گیرد، از این رو در این قاب نیز پیچهایی در مکانهای مشخص که در شکل آمده است در نظر گرفته شده است تا مطابق استاندارد با اعمال نخهای مرجع بر روی قاب رسیدن آتش به این مکانها مشخص گردد. همچنین از این پیچها جهت اتصال دو قاب به یکدیگر بهره گرفته می‌شود.



ابعاد بر حسب می‌متر است.

شکل ۲-۲: نگهدارنده D45 1333

در استاندارد عمودی ASTM D6413 ابعاد نمونه و به تبع آن قاب دستگاه متفاوت است از این رو قابی متفاوت برای انجام این استاندارد طراحی شد. ابعاد قاب در شکل (۲-۳) آمده است. جهت اتصال بهتر دو قاب به یکدیگر پیچ‌هایی بر روی آن تعبیه شده است تا پارچه در داخل قاب ثابت بماند.

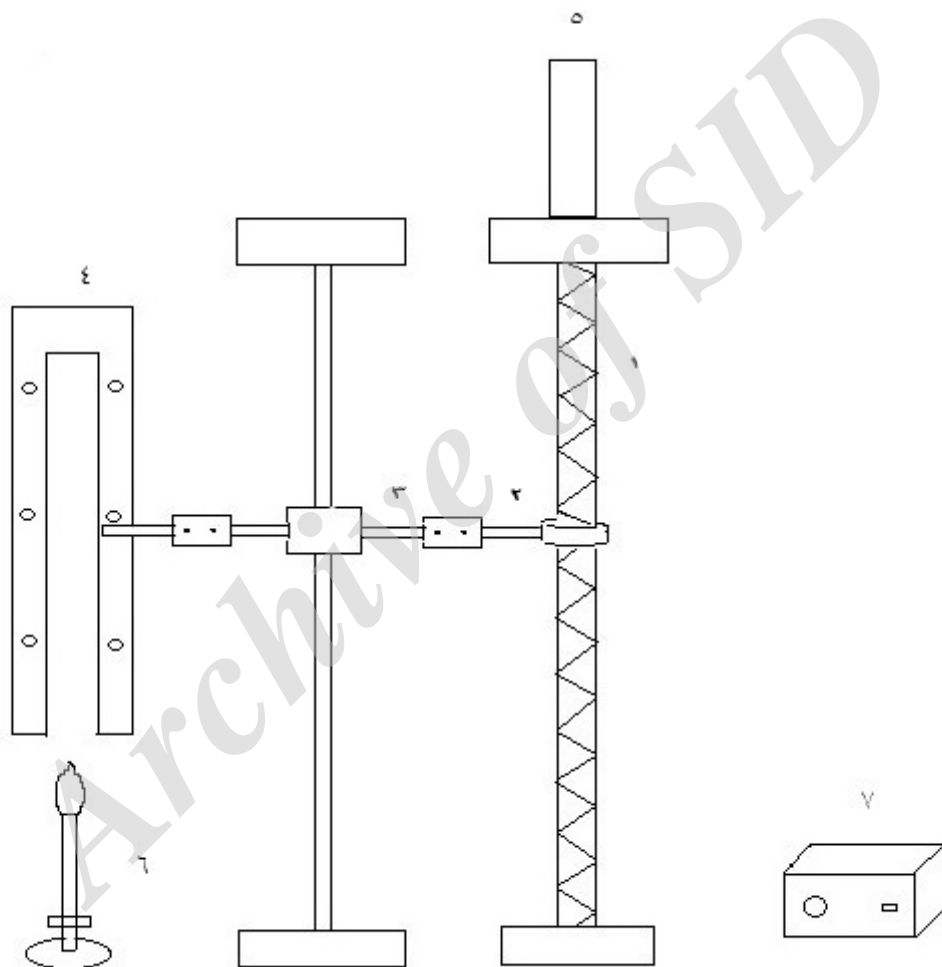


ابعاد بر حسب میلی‌متر است.

شکل ۲-۳: نگهدارنده استاندارد ASTM D6413

۴-۲ نحوه قرارگیری اجزای داخل دستگاه

با توجه به نیازهای مورد نظر و امکان استفاده از دو استاندارد در یک مجموعه طراحی‌هایی صورت گرفت. برای تنظیم ارتفاع قاب‌ها از بالاسکرو استفاده شد که قابلیت آزمایش نمونه‌ها به صورت افقی و عمودی امکان‌پذیر باشد و با تعبیه سیستمی قابل تنظیم در محل اتصال قاب به مجموعه بالاسکرو و رولبرینگ امکان تغییر زاویه قاب در حالت دلخواه فراهم شد. شکل (۴-۲) نمای کلی از نحوه قرارگیری تجهیزات در داخل اتاقک دستگاه را نشان می‌دهد که در ادامه به معرفی هر یک از تجهیزات استفاده شده در دستگاه می‌پردازیم.



راهنما:

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| ۱- بالاسکرو | ۲- بلبرینگ |
| ۳- رولبرینگ | ۴- قاب نگهدارنده نمونه |
| ۵- موتور بالاسکرو | ۶- مشعل |
| ۷- جعبه تغییر دهنده دور موتور | |

شکل ۴-۲: قرارگیری تجهیزات داخل دستگاه

۲-۴-۱ بال اسکرو

بال اسکرو وسیله‌ای مکانیکی است که حرکت چرخشی را به حرکت خطی تبدیل می‌کند این اسکروها که اشیا را حرکت می‌دهند یا نیروها را منتقل می‌کنند وسیله‌ای هستند برای تبدیل نیروهای چرخشی کوچک به نیروهای پرتابی (نیروی فشاری)

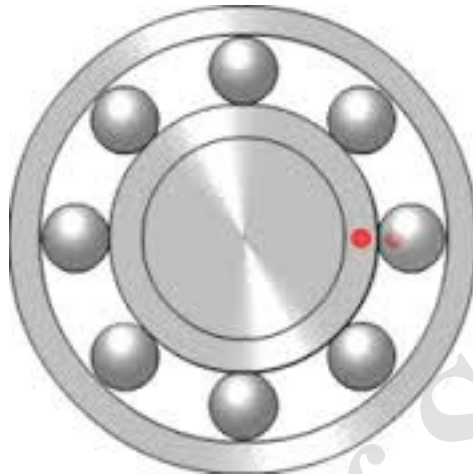
در واقع بال اسکرو وسیله‌ای مکانیکی است برای تبدیل حرکت چرخشی به حرکت خطی با کمترین اصطکاک ممکن. ساختار ظاهری بال اسکرو شبیه یک مجموعه پیچ و مهره است که گوی به عنوان مهره و شفت رزوه شده به عنوان پیچ عمل می‌کند. شفت رزوه دار مارپیچی، مسیر حرکت ساچمه‌هایی را فراهم می‌سازد که قسمت لغزنده بال اسکرو (مهره) بر روی آنها به حرکت در می‌آید. گوی در بال اسکرو به گونه ای ساخته شده است که امکان چرخش ساچمه ها را در داخل خود فراهم می‌سازد. به طوری که در مدت حرکت گوی بر روی شفت، ساچمه ها در داخل گوی به گردش در می‌آیند. وقتی که مهره را در حول محور خودش می‌چرخانید آن وقت تا زمانیکه شیارهای پیچ به طور مداوم در شکل حلزونی خود هستند مهره در جهت محوری خود حرکت می‌کند به عبارت دیگر اسکرو یک عضو مکانیکی است که حرکت چرخشی را به حرکت خطی تبدیل می‌کند. اسکروها چیزی را حرکت می‌دهند یا نیرویی را انتقال می‌دهند و این یعنی نیروی چرخشی کوچکی را به نیروی رانشی قوی تبدیل میکنند.

با بهتر قرار گرفتن ساچمه های فلزی بین شفت اسکرو و مهره حرکت خطی هم بهتر انجام می‌شود در واقع با گذر زمان در اثر اصطکاک ممکن است این جاگیری ساچمه ها در بین شیارها از حالت ایده ال خود خارج شود [۹]. در این تحقیق تنظیم فاصله تا مشعل با کمک بال اسکرو امکانپذیر شد و نمونه‌ها در ارتفاعهای متفاوت با توجه به نوع تست عمودی یا افقی قرار گرفتند.

۲-۴-۲ بلبرینگ

بلبرینگ یا همان یاتاقان توپی، همانطور که در شکل (۲-۵) آمده است وسیله‌ای است که مهره‌ها بین صفحه‌های دیسک می‌چرخند. در این حالت این امکان فراهم می‌شوند که هم بارهای شعاعی و هم بارهای محوری قابل تحمل باشند. در شکل (۲-۵) نمایی داخلی بلبرینگ آمده است. با توجه به کروی بودن مهره

نقطه تماس آنها با سطح داخلی و خارجی به حداقل می‌رسد در نتیجه می‌توانند بسیار نرم حرکت کنند. در این تحقیق به علت فراهم نمودن حرکتهای عمودی و جابجایی قاب‌ها از بلبرینگ استفاده گردید.



۲-۵: شماتیک قطعه بلبرینگ

۲-۴-۳ رولبرینگ

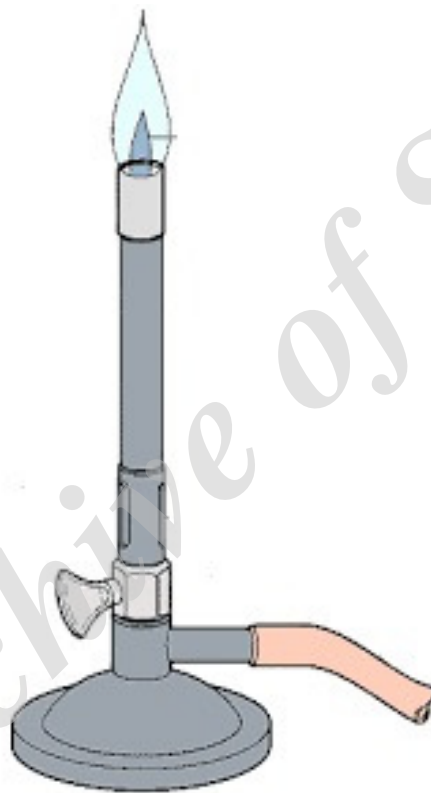
قطعاتی هستند که امکان حرکت نسبی بین دو قطعه را از طریق غلطش فراهم می‌کنند. در رولبرینگ‌ها سطح تماس مهره‌ها با سطوح به صورت یک خط می‌باشد و به همین دلیل این نوع بلبرینگ‌ها قادر خواهند بود فشار زیادی از نوع شعاعی را تحمل کنند ولی قادر به تحمل کردن فشار زیاد از نوع محوری نمی‌باشند. از این قطعه در دستگاه جهت حرکت عمودی قاب استفاده می‌شود.



۲-۶: شماتیک قطعه رولبرینگ

۴-۴-۲ مشعل

مشعل بونزن از سه قسمت پایه، لوله و دریچه هوا تشکیل شده است. در شکل (۲-۷) نمایی از یک مشعل آمده است. برای روشن کردن چراغ گاز، باید ابتدا دریچه تنظیم هوا را بست. پس از روشن شدن چراغ باید دریچه تنظیم هوا را کم کم باز کرد تا شعله آبی رنگ و بی صدا ظاهر شود. گاز استفاده شده در این آزمایش مطابق با استانداردها، گاز ۹۹ درصد متان می باشد.



شکل ۲-۷: مشعل بونزن

۴-۴-۵ موتور بال اسکرو

معمولا بال اسکرو در سیستم‌هایی استفاده می شود که بتوان با استفاده از یک موتور، سرعتی ثابت ایجاد کرد. نوع انتقال قدرت از موتور به محورها در طراحی هولدرها موثر است. اگر موتور مستقیما توسط کوپلینگ به بال اسکرو وصل شود در آن صورت موتور ثابت بوده و به قطعه نگهدارنده که روی بدنه ثابت شده است پیچ می شود. در صورتیکه با تسمه تایمینگ به محرک وصل شود در آن صورت برای اتصال موتور از ۳ روش

استفاده می شود. چرا که باید مکانیزمی ایجاد شود تا بتوان تسمه تایمینگ را شل و سفت کرد. در روش اول موتور به هولدر پیچ و ثابت می باشد و تسمه تایمینگ توسط مکانیزم سفت کن، سفت می شود در روش دوم هولدر نگهدارنده موتور را متحرک می سازند و ابتدا موتور را به هولدر محکم می نمایند و سپس هولدر را آنقدر جابجا می کنند تا تسمه سفت شده و پیچ های هولدر را سفت می کنند. در یک حالت هم که غیر استاندارد است، محل سوراخ پیچ موتور را به صورت شیار می سازند و آن قدر موتور را عقب می کشند تا تسمه سفت شود، بعد پیچ ها را سفت می کنند. حالت اول بهینه ترین روش می باشد و حالت سوم اصلا توصیه نمی شود. موتور در این دستگاه ثابت بوده و از نوع گیریکس دار با ولتاژ حداکثر ۱۲۷ می باشد. در شکل (۸-۲) نمایی از یک موتور بال اسکرو آمده است.



شکل ۸-۲: موتور بال اسکرو

۵-۲ ساخت دستگاه

با توجه به بررسی های انجام شده نمایی کلی دستگاه که در این تحقیق ساخته شد در شکل (۹-۲) آمده است. اجزای استفاده شده در آن کاملا مطابق با طرح در نظر گرفته شده و با قابلیت آزمون اشتعال به صورت عمودی، افقی و ۴۵ درجه می باشد.



شکل ۲-۹: نمایی کلی از دستگاه ساخته شده

جهت ثبت مدت زمان انجام آزمایش و تعیین نوع سوختن در تست افقی از تایمر CATICA ساخت کشور چین با دقت $0/01$ ثانیه استفاده شد. برای تنظیم فشار ورودی به دستگاه از needle valve در مسیر شلنگ

گاز به کار گرفته شد تا بتوان ارتفاع شعله را تنظیم نمود. در شکل (۲-۱۰) تصاویر انجام آزمایش به صورت عمودی و افقی مطابق استاندارد آمده است.

همانطور که در شکل (۲-۱۱) مشخص است دستگاه قابلیت آن را دارد تا با چرخش قاب و تغییر زاویه به صورت ۴۵ درجه تست طول سوختگی مطابق استاندارد ASTM D1230-94 را با کمک آن انجام داد.



a

b

شکل ۲-۱۰: آزمون اشتعال پذیری پارچه (a) مطابق استاندارد ASTM D6413 و (b) مطابق

استاندارد ASTM D45 1333



شکل ۲-۱۱: تغییر زاویه قاب تا ۴۵ درجه مطابق استاندارد ASTM D1230-94

۲-۶ جمع بندی

با توجه به بررسی های انجام شده دستگاه مطابق استاندارد ASTM D6413 و استاندارد D45 1333 ساخته شد. با کمک این دستگاه هر دو آزمون تست افقی و عمودی قابل اجراست و در صورت تغییرات استاندارد ASTM D1230-94 و FAR 25.853 and FAR 25.855 را نیز شامل می شود.

فصل سوم
ارزیابی دستگاه اندازه‌گیری
طول سوختگی پارچه
ساخته شده و جمع بندی

۳-۱ مقدمه

در طرح حاضر، هدف اصلی دیرسوز کردن پارچه با جنس‌های مختلف بود که در مراحل قبل کلیه شرح خدمات پیش‌بینی شده انجام شد. همچنین یکی دیگر از اهداف اجرای طرح، ساخت دستگاه سنجش طول و سرعت سوختن پارچه، در نظر گرفته شده بود. چرا که نوپا بودن تولید منسوجات دیرسوز در کشور و لزوم ارزیابی این دسته از محصولات تولیدی یا وارداتی، برای پیشگام بودن گروه پژوهشی تکنولوژی نساجی جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر در بومی کردن دانش فنی تولید منسوجات دیرسوز، در اختیار داشتن دستگاه آزمایشی برای اندازه‌گیری طول و سرعت سوختن پارچه با استانداردهای بین‌المللی، لازم و ضروری است.

در راستای اجرای هدف دوم طرح در این مرحله، اقدامات لازم در خصوص انتخاب استاندارد مورد نظر برای ساخت دستگاه آزمایش اندازه‌گیری طول و سرعت سوختن، طراحی دستگاه و نهایتاً ساخت آن انجام شد. در ادامه نتایج حاصله از آزمایش پارچه دیرسوز تولیدی توسط دستگاه ساخته شده با نتایج حاصل از انجام این آزمون‌ها در آزمایشگاه نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر و یک آزمایشگاه خصوصی همکار استاندارد مقایسه شد که گزارش آن ارائه می‌شود.

۳-۲ ارزیابی نتایج آزمون با دستگاه طول سوختگی ساخته شده

به منظور مقایسه نتایج اندازه‌گیری طول سوختگی پارچه حاصل از دستگاه ساخته شده با دستگاه‌های مشابه، نمونه پارچه دیرسوز پنبه‌ای که قبلاً در واحد تولید شده و توسط دو آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر و یک آزمایشگاه خصوصی همکار استاندارد ارزیابی شده بود، توسط دستگاه ساخته شده، تحت دو آزمایش سوختن عمودی و افقی قرار گرفت. شایان ذکر است هر یک از دستگاه‌های آزمایش اندازه‌گیری طول سوختگی دو آزمایشگاه اشاره شده، یکی از استانداردهای فوق را پوشش می‌دادند، لذا نتایج آزمایش طول سوختگی عمودی با نتایج دریافت شده از آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر و نتایج آزمایش طول سوختگی افقی با نتایج دریافت شده از آزمایشگاه خصوصی همکار استاندارد مقایسه

شد. نتایج حاصل از انجام آزمایشات و دریافت نتایج از آزمایشگاه‌های خارج واحد، به شرح جدول (۱-۳) و (۲-۳) است.

جدول ۱-۳: نتایج اندازه‌گیری طول سوختن عمودی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها

محل انجام آزمایش عنوان آزمایش	آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	آزمایشگاه نساجی جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- دستگاه ساخته شده
طول سوختن عمودی پارچه (cm)	۲	۲/۱±۰/۱

جدول ۲-۳: نتایج اندازه‌گیری طول سوختن افقی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها

محل انجام آزمایش عنوان آزمایش	آزمایشگاه خصوصی همکار استاندارد	آزمایشگاه نساجی جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر- دستگاه ساخته شده
طول سوختن افقی پارچه (درجه)	A	A

با توجه به نتایج دریافت شده از آزمایشگاه‌های خارج واحد و مقایسه آن با نتایج آزمایش طول سوختگی پارچه با دستگاه ساخته شده (جدول ۱-۳ و ۲-۳)، مشخص شد؛ نتایج در خصوص آزمون افقی پارچه، کاملاً منطبق بر نتایج دریافتی از آزمایشگاه خصوصی همکار استاندارد است. دلیل این مسئله، در نظر گرفتن محدوده طول سوختن پارچه برای قرار گرفتن در درجات A، B، C و D است و تفاوت اندک در مقدار طول سوختن پارچه، در تعیین درجه سوختن پارچه تأثیری ندارد. همچنین تفاوتی در نتایج آزمایش طول سوختن عمودی پارچه مشاهده می‌شود. علت این تفاوت، گزارش یک عدد مشخص برای مقدار طول سوختن پارچه است که به عوامل مختلفی نظیر مهارت کاربر دستگاه و تنظیم دقیق فشار گاز ورودی دارد. لذا با افزایش مهارت کاربر به جهت استفاده از دستگاه ساخته شده برای ارائه خدمات تخصصی به واحدهای صنعتی و مصرف‌کنندگان منسوجات دیرسوز، نتایج دقیق‌تری از دستگاه ساخته شده دریافت می‌شود.

به منظور بررسی بیشتر عملکرد دستگاه سنجش در زمینه طول سوختگی، شش نمونه پارچه دیرسوز تولید داخل و خارجی مختلف با مشخصات مندرج در جدول (۳-۳) انتخاب شد.

جدول ۳-۳: مشخصات شش نمونه پارچه جهت انجام آزمون طول سوختگی عمودی

کد نمونه	نوع پارچه	شرکت سازنده	جنس	جرم در متر مربع (g/m^2)	خصوصیات
(۱)	لباس	شومر آلمان	پنبه	۳۲۰	دیرسوز
(۲)	لباس	جهاد دانشگاهی امیرکبیر	پنبه	۳۷۰	دیرسوز
(۳)	پارچه	شومر آلمان	پنبه	۲۸۰	دیرسوز
(۴)	پارچه	شومر آلمان	پنبه	۴۶۰	دیرسوز
(۵)	پارچه	جهاد دانشگاهی امیرکبیر	پنبه	۳۸۰	دیرسوز
(۶)	پارچه	جهاد دانشگاهی امیرکبیر	پنبه	۳۱۰	دیرسوز

آزمون طول و سرعت سوختگی عمودی هر شش نمونه در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر و آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر مطابق با استاندارد ملی ایران انجام شد که نتایج بدست آمده در جدول (۴-۳) آمده است.

جدول ۴-۳: نتایج طول سوختن عمودی پارچه با دستگاه ساخته شده و دیگر آزمایشگاه‌ها

کد نمونه	طول سوختگی (Cm) گزارش شده توسط آزمایشگاه دانشکده نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	طول سوختگی (Cm) اندازه‌گیری شده توسط دستگاه ساخته شده	زمان بر حسب ثانیه
(۱)	۱	۱/۲	۱۲
(۲)	۱	۱	۱۲
(۳)	۱/۳	۱/۲	۱۲
(۴)	۰/۳	۰/۴	۱۲
(۵)	۰/۵	۰/۵	۱۲
(۶)	۱	۲	۱۲

با بررسی نتایج آزمون طول و سرعت سوختگی عمودی هر شش نمونه در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر و آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر مشخص شد؛ در اکثر نمونه‌ها، تفاوت چندانی بین نتایج دستگاه ساخته شده و نتایج گزارش شده توسط آزمایشگاه دانشکده نساجی دانشگاه امیرکبیر نیست و تفاوت اندکی که ملاحظه می‌شود مرتبط با خطای اپراتور و تفاوت در شرایط محیط بوده است.

لازم به ذکر است که تفاوت در نتایج می‌تواند به علت وجود نایکنواختی در دو سری نمونه پارچه‌های دیرسوز انتخاب شده برای آزمایشگاه دانشکده مهندسی نساجی و آزمایش با دستگاه ساخته شده باشد. این نایکنواختی در طول پارچه ممکن است نتایج متفاوتی در اندازه‌گیری میزان طول سوختگی داشته باشد، از این رو اندک تفاوتی که در میزان طول سوختگی مشاهده می‌شود دور از انتظار نبوده است. تنها در نمونه شماره شش، تفاوت نتایج گزارش شده، فاحش بوده است که به احتمال زیاد، به علت نایکنواختی زیاد این نمونه و به احتمال کمتر، به علت خطای اپراتور آزمایشگاه‌ها می‌باشد. تصاویر هر شش نمونه، قبل و بعد از آزمون توسط دستگاه ساخته شده، در شکل‌های (۱-۳) و (۲-۳) ارائه شده است.



شکل ۳-۱: شش نمونه پارچه قبل از انجام آزمون تعیین طول سوختگی



۱



۲



۳



۴



۵



۶

شکل ۳-۲: تصاویرشش نمونه پارچه بعد از انجام آزمون تعیین طول سوختگی در آزمایشگاه جهاد دانشگاهی واحد امیرکبیر

۳-۳ جمع‌بندی نهایی

با توجه به سابقه فعالیت گروه پژوهشی تکنولوژی نساجی واحد در زمینه تولید آزمایشگاهی و صنعتی انواع منسوجات دیرسوز، کمبود دستگاه سنجش طول و سرعت سوختن پارچه در کشور احساس می‌شد و نهایتاً شورای علمی گروه مصوب کرد که در جریان اجرای طرح حاضر، طراحی و ساخت دستگاه آزمایش که حداقل توانایی سنجش طول سوختن عمودی و واقعی پارچه را داشته باشد، مدنظر قرار گیرد. بر این اساس، در مرحله سوم طرح حاضر، استانداردهای مرتبط با اندازه‌گیری طول سوختن پارچه بررسی شد و براساس نیازها و توانایی‌ها، دو روش آزمون اندازه‌گیری طول سوختن عمودی و افقی پارچه، طبق دو استاندارد ASTM D6413 و D45 1333 انتخاب شد. پس از آن اقدامات لازم برای طراحی و ساختن آن انجام گرفت که در دو فصل قبل به تفصیل ارائه شده است.

پس از طراحی و ساخت دستگاه مدنظر طرح، نتایج حاصل از انجام آزمایش طول سوختگی عمودی و افقی پارچه دستگاه ساخته شده و نتایج دریافتی از دو آزمایشگاه معتبر دیگر، با یکدیگر مقایسه شد و تطابق نسبتاً بالایی در گزارشات مشاهده گردید. لذا می‌توان نتیجه گرفت نتایج حاصل از دستگاه ساخته شده، قابل اتکا بوده و به مرور زمان با افزایش مهارت کاربر، گرفتن نتایج دقیق‌تری نیز متصور است. با توجه به توانمندی کسب شده در طراحی و ساخت دستگاه آزمایشی که قابلیت اندازه‌گیری طول سوختن پارچه در دو جهت عمودی و افقی را دارد و مشابه داخلی و خارجی ندارد، امکان ارائه خدمات تخصصی آزمایشگاهی به صنایع و شرکت‌های تولیدکننده و مصرف‌کننده منسوجات دیرسوز، همچنین سفارش ساخت دستگاه مشابه در واحد صنعتی امیرکبیر فراهم شد.

شایان ذکر است در طراحی دستگاه ساخته شده، قابلیت اندازه‌گیری طول سوختن تحت زاویه ۴۵ درجه نیز مدنظر قرار گرفت که خارج از تعهدات پروژه حاضر است ولی در جهت تکمیل این قابلیت، اقدامات لازم در جریان است.

مراجع

- [1]. ATSM D6413-Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test).
- [۲]. استاندارد ملی ایران شماره ۴۳۱۴ منسوجات - رفتار در برابر سوختن - تعیین سهولت سوختن آزمون-هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند.
- [۳]. استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۱۲ تعیین زمان سوختن سطحی پارچه.
- [۴]. استاندارد ملی ایران شماره ۴۵۳۵ منسوجات - رفتار در برابر سوختن- اندازه‌گیری گسترش شعله در آزمون‌هایی که به طور عمودی آویخته می‌شوند - روش آزمون.
- [۵]. استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۹۳-تعیین میزان گسترش شعله روی پرده.
- [6]. FAR 25.853 and FAR 25.855- VERTICAL BUNSEN BURNER TEST FOR CABIN AND CARGO COMPARTMENT MATERIALS.
- [7]. D45 1333-MATERIALS INTERIOR TO PASSENGER COMPARTMENT. HORIZONTAL COMBUSTIBILITY.
- [8]. ASTM D1230-94- Standard Test Method for Flammability of Apparel Textiles.
- [9]. <http://controlafzar.com/paper-ball-screw.aspx>.