

بسمه تعالی

مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق (شناخت، نگهداری و کاربرد)



نویسندگان:

مهندس علیرضا عساریان - کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای

حسن سلمانی - کارشناس بهداشت حرفه ای

مقدمه

تقریباً در تمامی محیطهای کاری، مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق وجود دارند. بنزین، گازوئیل و بسیاری از محصولات عمومی دیگر مانند حلالها، تینرها، پاک کننده ها، چسبها، رنگها، واکسها و براق کننده ها ممکن است قابل اشتعال و یا قابل احتراق باشند.

این محصولات همه جا هستند و در واقع به بخشی از زندگی ما تبدیل شده اند. اگر این مواد به صورت صحیح و مناسب، نگهداری و مصرف نشوند، ممکن است سبب آتش سوزیهای جدی و یا مرگ شوند.

خواص و خطرات مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق

دمای احتراق خود بخودی (Auto Ignition Temperature)

حداقل دمایی است که در آن مایعات بدون وجود هر گونه منبع احتراق خارجی، آتش می گیرد در مورد اکثر مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق این دما بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه فارنهایت (۲۶۰ تا ۵۳۸ درجه سانتی گراد) می باشد. البته بعضی از آنها دمای احتراق خودبخودی بسیار پایینی دارند، مانند اتیل اتر که در آن، این دما برابر با ۳۵۶ درجه فارنهایت (۱۸۰ درجه سانتی گراد) می باشد و بخارات آن در صورت تماس لوله های بخار داغ آتش می گیرد.

نقطه اشتعال (Flash Point)

حداقل دمایی است از یک مایع، که در آن، بخارات کافی جهت ایجاد یک مخلوط قابل اشتعال با هوا منتشر می شود.

نقطه آتش گیری (Fire Point)

حداقل دمایی است که هنگامیکه یک مایع در معرض یک شعله قرار داشته باشد، آتش گرفته و به خوبی می سوزد.

مایعات قابل احتراق (Combustible Liquid)

مایعاتی هستند که نقطه اشتعال آنها بیشتر یا مساوی ۳۷/۸ درجه سانتیگراد می باشد. مایعات قابل احتراق به دو دسته کلاسهای II و III تقسیم بندی می شوند:

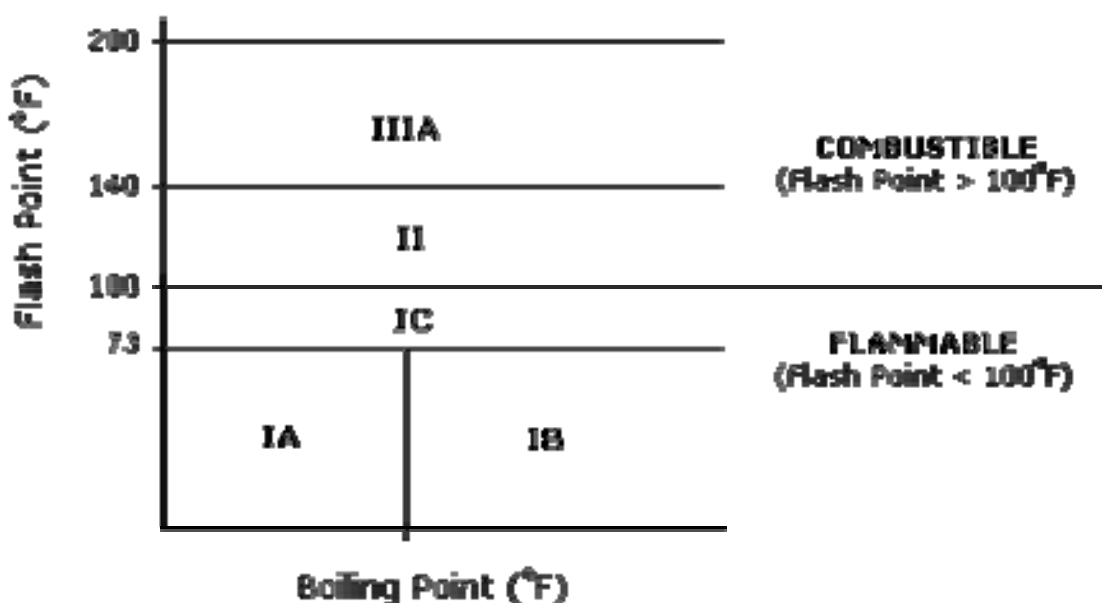
کلاس حریق	نقطه اشتعال	مثال
کلاس II	بیشتر یا مساوی ۳۷/۸ و کمتر از ۶۰ درجه سانتیگراد ($\geq 100^{\circ} F$ and $< 140^{\circ} F$)	گازوئیل، نفت کوره (نفت سیاه) نفت سفید، روغن موتور
کلاس IIIA	بیشتر یا مساوی ۶۰ و کمتر از ۹۳/۳ درجه سانتیگراد ($\geq 140^{\circ} F$ and $< 200^{\circ} F$)	روغن بزرک، روغن معدنی، روغنهای پایه رنگ
کلاس IIIB	بیشتر از ۹۳/۳ درجه سانتیگراد ($\geq 200^{\circ} F$)	اتیلن گلیکول، گلیسرین

مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid)

مایعاتی هستند که نقطه اشتعال آنها کمتر از ۳۷/۸ درجه سانتیگراد می باشد. مایعات قابل اشتعال به سه دسته ذیل تقسیم می شوند:

کلاس	نقطه اشتعال	نقطه جوش	مثال
کلاس IA	کمتر از ۲۲/۸ درجه سانتیگراد (<73° F)	کمتر از ۳۷/۸ درجه سانتیگراد (<100° F)	اتیل اتر، هپتان، پنتان، اکسید پروپیلن، وینیل کلراید
کلاس IB	کمتر از ۲۲/۸ درجه سانتیگراد (<73° F)	مساوی ۳۷/۸ درجه سانتیگراد و یا بالاتر از آن (≥ 100° F)	استن، اتانول، بنزین، ایزوپروپیل الکل، متانول، متیل اتیل کتون، اکتان، تولوئن
کلاس IC	مساوی ۲۲/۸ درجه سانتیگراد یا بالاتر و کمتر از ۳۷/۸ درجه سانتیگراد (≥ 73° F and <100° F)	تمامی نقاط جوش (All boiling points)	ایزوبوتیل الکل، نفت، تربانتین، استایرن منومر، گزین (زایلن)

Classes of Flammable and Combustible Liquids as Defined in 29 CFR 1910.106



حد اقل تراکم قابل انفجار (Lower Explosive Limit (LEL))

حداقل غلظت بخارات یک مایع بر حسب درصد است که یک مخلوط قابل انفجار در هوا ایجاد می کند. در محدوده پایین تر از این حد، غلظت بخارات جهت سوختن (آتش گرفتن) اندک است.

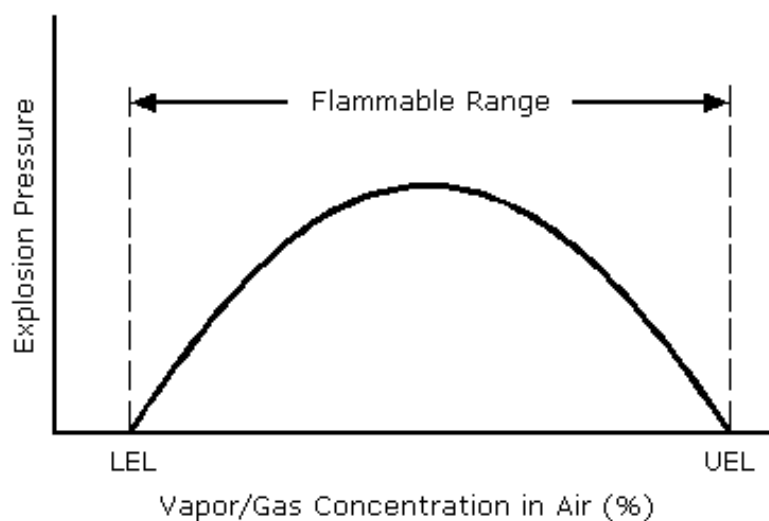
حداکثر تراکم قابل انفجار (UEL) Upper Explosive Limit

حداکثر غلظت بخارات یک مایع بر حسب درصد است که یک مخلوط قابل انفجار در هوا ایجاد می کند. در بالاتر از این حد، غلظت بخارات بسیار زیادتر از آن است که یک حریق شروع گردد. (در واقع میزان اکسیژن مورد نیاز جهت آتش سوزی کم است).

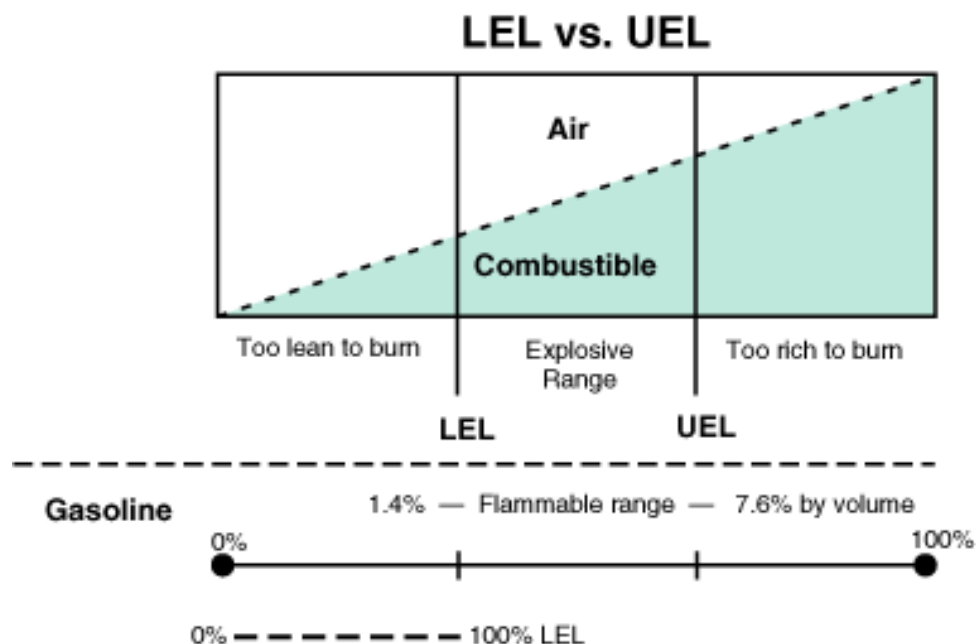
محدوده قابل انفجار Explosive Range :

محدوده بین حداقل تراکم قابل انفجار (LEL) و حداکثر تراکم قابل انفجار (UEL) را محدوده قابل انفجار می گویند.

اگر یک منبع ایجاد اشتعال از قبیل شعله، جرقه و یا الکتریسته ساکن وجود داشته باشد، ممکن است یک انفجار رخ دهد. این محدوده ممکن است با نام «محدوده قابل اشتعال» هم نامیده شود.



نمودار زیر، محدوده قابل انفجار **بنزین** را نشان می دهد:

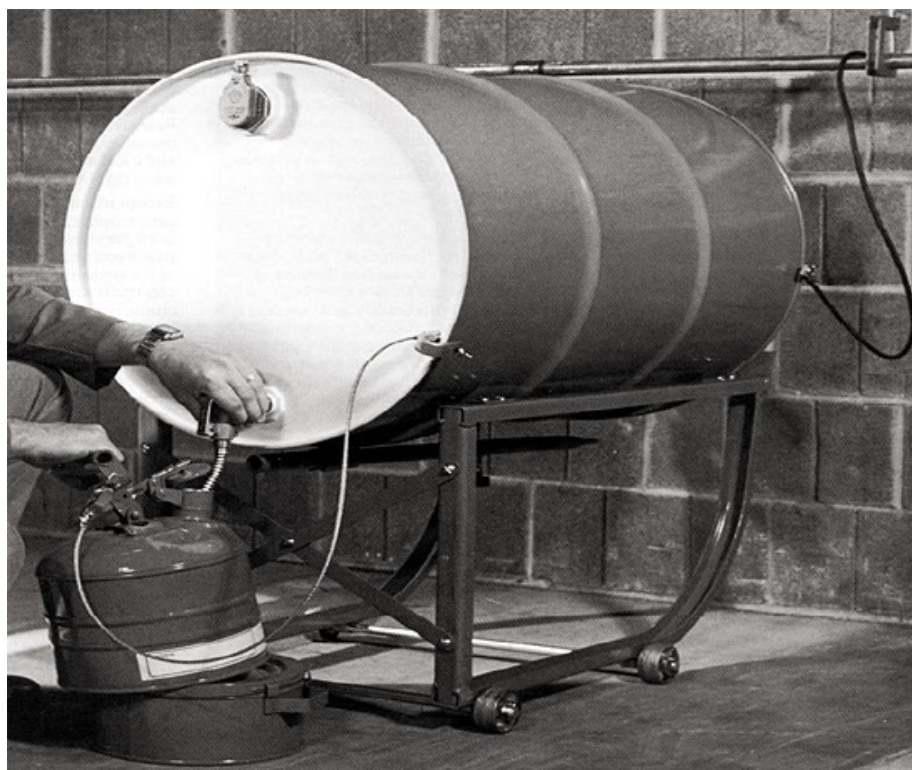
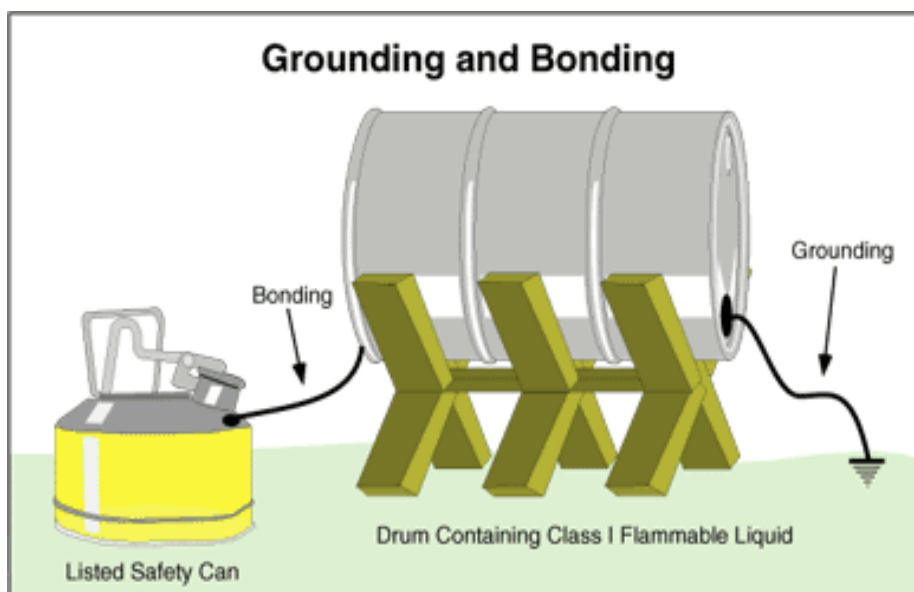


اتصال مخازن به یکدیگر و به زمین (Grounding & Bonding)

هنگامیکه مایعات قابل احتراق و قابل اشتعال از داخل یک لوله و یا در مجاورت هوا جابجا شده و عبور می کنند، الکتریسیته ساکن بوجود می آید.

در هنگام انتقال مایعات کلاس I، جهت پیشگیری از تولید جرقه های الکتریکی و آتش سوزی بخارات قابل اشتعال، اتصال مخازن به یکدیگر و به زمین، لازم است.

مثالی از اتصال مخازن به یکدیگر و به زمین، در اشکال زیر نشان داده شده است:



ظرف یا مخزن (Container)

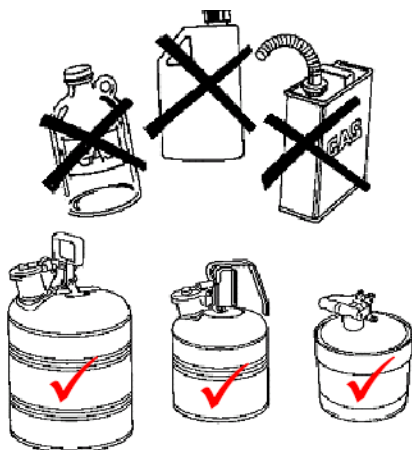
هر ظرفی که دارای ظرفیت ۶۰ گالن آمریکایی (۲۲۷ لیتر) و یا کمتر باشد و برای انتقال و یا ذخیره سازی مایعات استفاده شود، به نام ظرف یا مخزن (Container) نامیده می شود.

مخزن قابل حمل (Portable Tank)

ظروف سربسته ای که دارای ظرفیت بیش از ۶۰ گالن آمریکایی (۲۲۷ لیتر) بوده و به شکل ثابت نصب نمی گردند به نام مخزن قابل حمل (Portable Tank) نامیده می شوند.

قوطی ایمنی (Safety Can)

ظروقی که دارای ظرفیت کمتر از ۵ گالن (۱۹ لیتر) بوده و دارای درپوشی پیچی و لوله ای سرپوشیده می باشند که جهت آزاد کردن فشار داخلی ظرف به نحوی ایمن، هنگامیکه در معرض آتش قرار می گیرد، طراحی شده اند.



کابینت نگهداری مایعات قابل اشتعال (Flammable Storage Cabinet)

کابینتی است جهت انبار مواد قابل اشتعال که بر طبق استاندارد شماره 30:4.3.3 سازمان بین المللی NFPA ساخته شده باشد.

این کابینت به صورتی طراحی گردیده است که افزایش دمای داخلی آن را تا ۳۲۵ درجه فارنهایت (۱۶۲ سانتی گراد) از مرکز کابینت تا فاصله ۱ اینچ از سقف کابینت، هنگامیکه در معرض آزمایش حریق به مدت ۱۰ دقیقه قرار گیرد، محدود می نماید.





نمایی از کابینت نگهداری مایعات قابل اشتعال پس از آتش سوزی

منطقه آتش (Fire Area)

یک منطقه آتش ناحیه ای از یک ساختمان است که از سایر قسمتهای آن توسط یک بنای مخصوص جدا گردیده است.

این منطقه دارای حداقل یک ساعت مقاومت در برابر آتش بوده و تمامی مدخلهای ارتباطی آن به نحو مناسبی در برابر حریق (به مدت حداقل یک ساعت) محافظت شده اند.

نگهداری و ذخیره سازی (Storage)

ذخیره سازی مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق، ضروری است. هنگامیکه مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق به صورت نامناسب انبار شوند، یک ریسک قابل توجه حریق بوجود می آید.

به عنوان مثال استاندارد شماره 30:4.4.3.5 سازمان بین المللی NFPA نگهداری مایعات قابل اشتعال کلاس I را در زیر زمین ممنوع کرده است. همچنین استاندارد شماره 29 CFR 1910.106 سازمان بین المللی OSHA روش هایی را جهت نگهداری مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق بیان نموده است، به نحوی که اطمینان حاصل شود میزان مایعات ذخیره شده، بیش از حد مجاز نباشد.

حداکثر مقدار مجاز مایعات قابل اشتعال ذخیره شده در خارج از کابینت یا انبار	
مقدار مجاز	کلاس حریق و نوع ظرف
۲۵ گالن	مایعات کلاس IA در داخل ظروف (Container)
۱۲۰ گالن	مایعات کلاسهای IB، IC، II و III در داخل ظروف
۱۲۰ گالن	مایعات کلاسهای IB، IC، II و III در داخل یک مخزن قابل حمل

حداکثر مقدار مجاز مایعات قابل اشتعال ذخیره شده در داخل کابینت یا انبار	
مقدار مجاز	کلاس مایعات
۶۰ گالن	مایعات کلاس I و II
۱۲۰ گالن	مایعات کلاس III

البته در خصوص حداکثر مقدار مجاز مایعات قابل اشتعالی که می تواند در داخل کابینت نگهداری شود، نیز محدودیت هایی وجود دارد. استاندارد شماره 30:4.3.2 سازمان بین المللی NFPA تعداد مجاز کابینتهای نگهداری مایعات قابل اشتعال واقع در یک مکان (منطقه آتش) را به شرح ذیل مشخص نموده است:

حداکثر تعداد مجاز اطاقکهای نگهداری مایعات قابل اشتعال در یک منطقه آتش	
مکان بدون اسپرینکلر	۳ کابینت به زای هر منطقه آتش
کابینت های جدا شده با فاصله ۱۰۰ فوت (۳۰ متر)	۳ کابینت به ازای هر ۱۰۰ فوت فاصله
اماکن با سیستم اسپرینکلر اتوماتیک	۶ کابینت به ازای هر منطقه آتش

🔧 کاربرد و استفاده از مایعات قابل اشتعال در محیط کار

در مبحث مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق، دانستن این نکته مهم است که بدانیم این بخارات مایع است که می سوزد و نه خود آن.

به عنوان مثال زمانی که یک مخزن بنزین خالی شده و انجام عملیات جوشکاری و لحیم کاری بر روی آن ایمن فرض شود، انفجار هایی معمولاً رخ می دهند. در واقع اگرچه مخزن خالی است، اما هوای درون آن محتوی بخارات بنزین است. اگر غلظت بخارات به حد قابل انفجار (محدوده بین LEL و UEL) رسیده و یک منبع اشتعال هم موجود باشد، به احتمال قریب به یقین، یک انفجار رخ خواهد داد.

در هنگام استفاده از مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق، می بایست نکات زیر را در نظر گرفت:

۱. هنگامیکه مایعات قابل اشتعال استفاده نمی شوند، می بایست در ظروف سرپوشیده نگهداری گردند.

۲. مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق می بایست تنها در ظروف مجاز و قابل قبول نگهداری شوند.

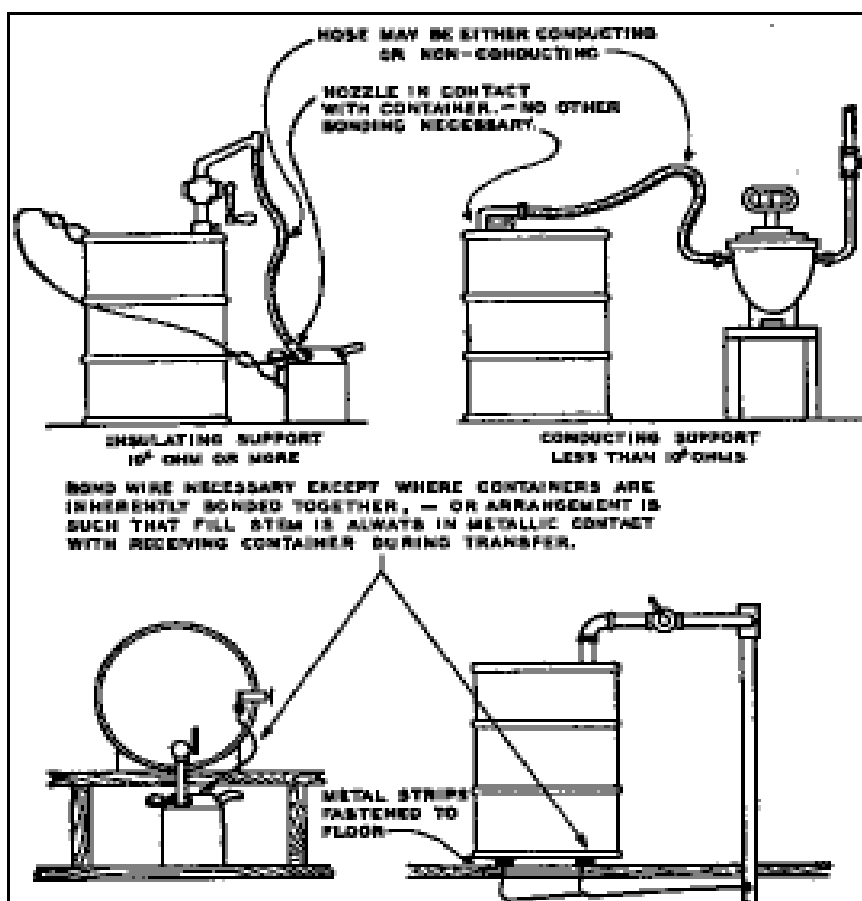
۳. در اماکنی که ممکن است مخلوط بخارات قابل اشتعال با هوا وجود داشته باشد، سیستم های الکتریکی نصب شده و سیم کشی آنها می بایست منطبق با الزامات استاندارد شماره 29 CFR 1910 سازمان بین المللی OSHA و زیر مجموعه S آن (Electrical) باشد:

الف- مخلوط بخارات قابل اشتعال با هوا ممکن است تحت شرایط عادی کار بوجود آید: کلاس I بخش I

ب- مخلوط بخارات قابل اشتعال با هوا ممکن است تحت شرایط غیرعادی کار بوجود آید: کلاس I بخش II

۴. در محل هایی که از ظروف مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق استفاده می شود (به جز در ظروف دربسته) می بایست تجهیزاتی جهت جمع آوری و دفع مایعات نشت کرده و ریخته شده، به شکل ایمن و سریع، فراهم گردد.

۵. هنگامیکه مایعات کلاس I از ظرفی به ظرف دیگر منتقل می شوند، می بایست سیستم اتصال ظروف به یکدیگر و به زمین، برقرار باشد.



۶. جهت انتقال و جابجایی مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق در داخل ساختمان، می بایست یکی از روشهای زیر را بکار برد:

الف- از طریق یک سیستم لوله کشی بسته

ب- بوسیله قوطی های ایمنی

ج- توسط پمپهای مکند از بالای ظرف

د- بوسیله نیروی وزن مایع و توسط یک شیر استاندارد خودکار (خود بسته شونده) از درون ظروف یا مخازن قابل حمل.

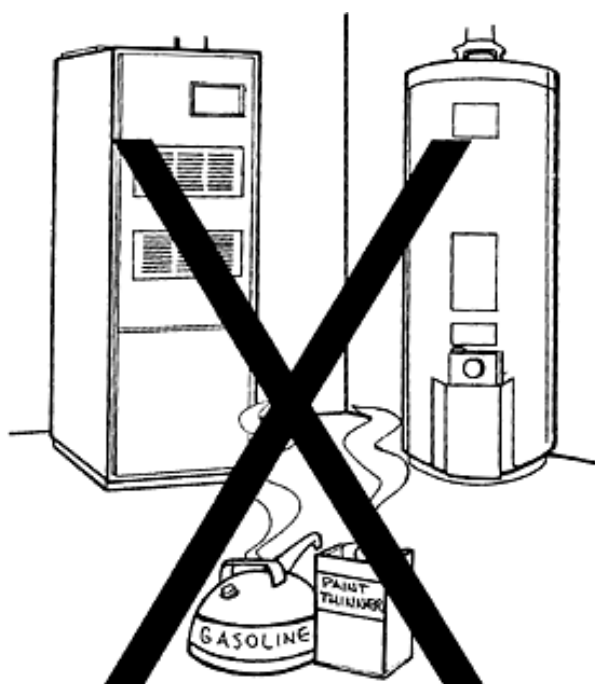
۷. انتقال مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق به ظروف و مخازن قابل حمل توسط فشار هوا، ممنوع است. این نوع انتقال ممکن است منجر به ایجاد فشار هوای بیش از حد ایستایی و مقاومت ظروف و مخازن قابل حمل گردد. به علاوه در این شرایط یک اتمسفر قابل اشتعال در داخل ظروف و مخازن بوجود می آید. این اتمسفر به دلیل افزایش فشار، حساسیت ویژه ای به اشتعال دارد.

۸. فرایند انتقال می بایست مشروط به استفاده از یک سیستم تهویه مناسب باشد. همچنین اماکن نگهداری مخازن باید مجهز به سیستم تهویه موضعی مکانیکی باشد. این سیستم ها می بایست طوری طراحی شوند که تعویض کامل هوا به میزان حداقل ۶ بار در ساعت برقرار گردد. کلید سیستم تهویه مکانیکی باید در خارج از درب انبار قرار گیرد.

۹. در محل هایی که سیستم تهویه عمومی بکار می رود، ورودی هوای تازه و خروجی هوا از اتاق، باید در دیوارهای مقابل یکدیگر قرار گیرند.

۱۰. منابع اشتعال نباید در محل هایی که ممکن است بخارات قابل اشتعال موجود بوده و یا حرکت کنند، وجود داشته باشند.

۱۱. منابع احتراق شامل شعله های باز، جرقه، استعمال دخانیات، برشکاری، جوشکاری، سطوح داغ، حرارت اصطکاکی، الکتریسیته ساکن، جرقه های مکانیکی، احتراق خودبخود، واکنشهای شیمیایی و فیزیکی و حرارت تشعشعی می باشد.



۱۲. فاصله بین دو مخزن نگهداری مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق، نباید از ۳ فوت کمتر باشد. همچنین فاصله چنین مخازنی نباید کمتر از نصف حاصل جمع قطر آنها باشد.

۱۳. فاصله ظروف و مخازن چیده شده در قفسه های انبار از کابلها، سیم ها و یا دیگر موانع و همچنین منافذ تخلیه اسپرینکلرها، نباید کمتر از ۳ فوت باشد.

۱۴. محل نگهداری مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق باید دور از گیاهان، زباله ها، ضایعات و دیگر مواد قابل اشتعال باشد.

۱۵. مکان نصب کپسول اطفاء حریق در فاصله کمتر از ۱۰ فوتی از درب انبار و در خارج از آن می باشد.

۱۶. تجهیزات اطفاء حریق مخصوص شامل کف، گازهای بی اثر و پودر خشک شیمیایی است.

۱۷. در اماکنی که از مایعات قابل اشتعال استفاده می شود، فرایندهای داغ مانند جوشکاری و برشکاری و استفاده از ابزار برقی تولید کننده جرقه و نیز چکش کاری، باید تحت نظارت آتش نشانی انجام گیرد.

۱۸. مواد واکنش پذیر با آب، نباید با مایعات قابل اشتعال در یک مکان نگهداری شوند.

۱۹. محل نگهداری مایعات قابل اشتعال می بایست از مصالح مقاوم در برابر حریق ساخته شود. مدخل اتاقهای دیگر و یا ساختمانهای دیگر می بایست دارای رامپهایی با ارتفاع حداقل ۴ اینچ بوده و یا کف محل انبار حداقل ۴ اینچ پایین تر از کف اماکن دیگر باشد.

۲۰. ظروف با ظرفیت بیش از ۳۰ گالن نباید بر روی یکدیگر چیده شوند.

۲۱. ظروف محتوی مایعات قابل اشتعال یا قابل احتراق نباید طوری انبار شوند که خروجیها، پلکانها و یا مکانهای تردد عمومی را مسدود نمایند.

۲۲. نگهداری و انبار کردن مایعات قابل اشتعال در مکانهای اداری ممنوع است، مگر آنکه جهت تعمیر، نگهداری و بکار انداختن تجهیزات بکار روند. این مایعات باید در ظروف فلزی بسته در داخل کابینت ذخیره ایمنی و یا محلهای نگهداری مجهز به دربهایی که به مکانهای عمومی باز نمی شوند، نگهداری گردند.

۲۳. ظروف دارای نشستی باید به محل نگهداری و یا به محلی ایمن در خارج از ساختمان منتقل گشته و سپس محتویات آنها به ظروف سالمی منتقل شوند.

۲۴. موادی که خطر ایجاد حریق ندارند، می توانند با مایعات قابل اشتعال در یک مکان نگهداری شوند.

Classes of Some Flammable Liquids

Class IA

Liquid		Flash Point (°F)	Boiling Point (°F)	Flammable Limits		Vapor Density Air = 1	PEL (ppm)
Common Name	Other Names			LEL	UEL		
1-1 Dichloroethylene	Vinylidene chloride	0	99	7.3	10.0	3.4	-
Ethylamine		<0	63	3.5	14.0	1.6	10
Ethyl Chloride	Chloroethane	-58	54	3.8	15.4	2.2	1000
Ethyl Ether	Ether	-49	95	1.9	36.0	2.6	400
Isopentane		<-60	82	1.4	7.6	2.5	-
Isopropyl Chloride	2-Chloropropane	-26	97	2.8	10.7	2.7	-
Methyl Formate		-2	90	5.0	23.0	2.1	100
Pentane		<-40	97	1.5	7.8	2.5	1000
Propylene Oxide		-35	93	2.8	37.0	2.0	100

Class IB

Liquid		Flash Point (°F)	Boiling Point (°F)	Flammable Limits		Vapor Density Air = 1	PEL (ppm)
Common Name	Other Names			LEL	UEL		
Acetone		0	134	2.6	12.8	2.0	1000
Benzene	Benzol	12	176	1.3	7.1	2.8	1
Carbon Disulfide	Carbon bisulfide	-22	115	1.3	50.0	2.6	20
1,2-Dichloroethylene	Acetylene dichloride	43	140	9.7	12.8	3.4	200
Ethyl Acetate		24	171	2.2	11.0	3.0	400
Ethyl Alcohol	Ethanol, Grain alcohol	55	173	3.3	19	1.6	1000
Ethyl Benzene		59	277	1.0	6.7	3.7	100
Gasoline		-45	100-399	1.4	7.6	3-4	-
Hexane		-7	156	1.1	7.5	3.0	500
Methyl Acetate		14	135	3.1	16	2.6	200
Methyl Alcohol	Wood alcohol, Methanol	52	147	6.7	3.6	1.1	200
Methyl Ethyl Ketone	MEK, 2-Butanone	21	176	1.8	10	2.5	200
Methyl Propyl Ketone	2-Pentanone	45	216	1.5	8.2	2.9	200
VM&P Naphtha	76 Naphtha	20-45	212-320	0.9	6.0	4.2	-
Octane		56	257	1.0	6.5	3.9	500
Propyl Acetate		58	215	2.0	8.0	3.5	200
Isopropyl Acetate		40	192	1.8	8.0	3.5	250
Isopropyl Alcohol	IPA, 2-propanol	53	180	2.0	12	2.1	400
Toluene	Toluol	40	232	1.2	7.1	3.1	200
Butyl Acetate		72	260	1.7	7.6	4.0	150

Class IC

Liquid		Flash Point (°F)	Boiling Point (°F)	Flammable Limits		Vapor Density Air = 1	PEL (ppm)
Common Name	Other Names			LEL	UEL		
Isoamyyyl Acetate	Banana Oil	77	288	1.0	7.5	4.5	100
Amyl Alcohol	Pentanol	91	281	1.2	10	3.0	
Butyl	Butanol	84	243	1.4	11.2	2.6	100
Methyl Isobutyl Ketone	MIBK, Hexone	73	246	1.4	7.5	3.5	100
Naphtha (Petroleum)	Mineral Spirits, Petroleum Ether	85-110	302-399	0.8	6.0	4.2	-
Propyl Alcohol	Propanol	77	208	2.1	13.5	2.1	200
Styrene (Monomer)	Vinyl Benzene	90	295	1.1	6.1	3.6	100
Turpentine		95	307-347	0.8	-	-	100
Xylene	Xylol	81-115	281-291	1.1	7.0	3.7	100

Class II

Liquid		Flash Point (°F)	Boiling Point (°F)	Flammable Limits		Vapor Density Air = 1	PEL (ppm)
Common Name	Other Names			LEL	UEL		
Isoamyl		109	268	1.2	-	3.0	100
Cellosolve Acetate	2-Ethoxyethyl acetate	117	313	1.7	-	4.7	100
Cyclohexanone		111	313	-	-	3.4	50
Fuel Oil #1 & #2		100+	-	-	-	-	-
Fuel Oil #4		110+	-	-	-	-	-
Fuel Oil #5		130+	-	-	-	-	-
Kerosene		110-150	180-300	0.7	5.0	4.5	-
Naphtha (coal tar)		100-110	300-400	-	-	4.3	100
Naphtha (High Flash)	100 Naptha Safety Solvent, Stoddard Solvent	100-110	300-400	0.8	6.0	>4.2	500
Methyl Cellosolve	2-Methoxyethanol	115	255	2.5	14.0	-	25

Class III

Liquid		Flash Point (°F)	Boiling Point (°F)	Flammable Limits		Vapor Density Air = 1	PEL (ppm)
Common Name	Other Names			LEL	UEL		
Aniline		158	363	1.3	-	3.2	5
Butyl Cellosolve	2-Butoxyethanol	160	340	1.1	10.6	4.1	50
Cellosolve Solvent	2-Ethoxyethanol Cellosolve Solvent	202	275	1.8	14.0	3.1	200
Cyclohexanol		162	322	-	-	2.5	50
Ethylene Glycol	Glycol	232	387	3.2	-	-	-
Furfural		140	324	2.1	19.3	3.3	5
Glycerine	Glycerol	320	554	-	-	3.2	-
Isophorone		184	419	0.8	3.8	-	25
Nitrobenzene		190	412	-	-	4.3	1

Non-Flammable Liquids(*)

Liquid		Boiling Point (°F)	PEL (ppm)
Common Name	Other Names		
Carbon Tetrachloride		171	10
Chloroform	Trichloromethane	142	50
Ethylene Dibromide	1,2-Dibromoethane	270	20
Methyl Chloroform	1,1,1-Trichloroethane	165	350
Methylene Chloride	Dichloromethane	104	500
Perchloroethylene	Tetrachloroethylene	248	100
Trichloroethylene	TCE, Trichlor	190	100

* Non-flammable under normal conditions. Unstabilized trichloroethylene can decompose violently in presence of fine aluminum powder.

منابع:

۱- گل محمدی، رستم، مهندسی حریق، انتشارات فن آوران، همدان، ۱۳۸۳

2- OSHA standard, 29 CFR 1910.106; Flammable and Combustible Liquids

3- NFPA 30; Flammable and Combustible Liquids Code

4- Flammable and Combustible Liquids: Storage and Handling, By W. Jon Wallace, CSP, MBA, 2007, Workplace Group,