

**اطلاعات سیستم های
اعلان و اطفاء حریق
انبارها و مخازن مازوت
شرکت سیمان آبیک**

فهرست مطالب

عنوان..... شماره صفحه

۱- فصل یک : کلیات ۱

- ۲ پیشگفتار
- ۲ ۱-۱- اهداف طرح
- ۲ ۲-۱- بررسی سوابق مطالعات طرح
- ۳ ۳-۱- مزایای اجرای طرح
- ۴ ۴-۱- بررسی وضعیت جغرافیایی کارخانه سیمان آبیگ و محل مخازن سوخت مازوت
- ۹ ۵-۱- رتبه جهانی ایران در تولید سیمان
- ۱۰ ۶-۱- تاریخچه تولید سیمان در کارخانه سیمان آبیگ
- ۱۰ ۷-۱- سوخت مازوت

۲- فصل دو : مهندسی حریق ۱۲

- ۱۳ ۱-۲- تئوری حریق
- ۱۴ ۲-۲- شناخت منابع حرارت و راه های انتقال آن
- ۱۵ ۳-۲- عوامل و شرایط بروز حریق
- ۱۶ ۴-۲- عوامل مؤثر بر گسترش و شدت حریق
- ۱۶ ۵-۲- تفاوت انفجار و احتراق
- ۱۷ ۶-۲- تقسیم بندی مکان ها از نظر خطر حریق
- ۱۷ ۶-۲-۱- مکان های کم خطر
- ۱۷ ۶-۲-۲- مکان های با خطر متوسط گروه ۱
- ۱۷ ۶-۲-۳- مکان های با خطر متوسط گروه ۲
- ۱۷ ۶-۲-۴- مکان های پر خطر گروه ۱
- ۱۷ ۶-۲-۵- مکان های پر خطر گروه ۲
- ۱۸ ۷-۲- طبقه بندی حریق بر اساس نوع ماده سوختنی
- ۱۸ ۷-۲-۱- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد سازمان ایمنی و حریق آمریکا (NFPA)
- ۲۰ ۷-۲-۲- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد اروپا و آمریکا
- ۲۱ ۷-۲-۳- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد ملی شماره ۷۷۵۶ ایران
- ۲۱ ۸-۲- طبقه بندی مایعات از نظر خطر حریق ، مطابق استاندارد NFPA
- ۲۱ ۸-۲-۱- مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid)
- ۲۱ ۸-۲-۲- مایعات قابل احتراق (Combustible Liquid)

۲۴	۹-۲- روش های عمومی اطفای حریق
۲۴	۹-۲-۱- قطع سوخت (سد کردن)
۲۵	۹-۲-۲- تقلیل و یا قطع حرارت (سرد کردن)
۲۵	۹-۲-۳- خفه کردن (قطع اکسیژن)
۲۵	۹-۲-۴- شکستن حلقه زنجیره ای واکنش شیمیایی
۲۵	۱۰-۱- مواد رایج قابل استفاده جهت اطفای حریق و ویژگی های آنها
۲۶	۱۰-۲-۱- آب (Water)
۲۶	۱۰-۲-۲- کف (Foam)
۲۸	۱۰-۲-۳- پودر شیمیایی (Chemical Powder)
۲۸	۱۰-۲-۴- دی اکسید کربن (CO2)
۲۹	۱۰-۲-۵- ترکیبات هالوژنه (هالون و HFC)
۲۹	۱۱-۲- انواع تجهیزات خاموش کننده آتش
۲۹	۱۱-۲-۱- تجهیزات متحرک
۲۹	۱۱-۲-۲- تجهیزات ثابت و نیمه متحرک

۳- فصل سه : انواع مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی و سناریوهای محتمل حریق در آنها..... ۳۰

۳۱	۱-۳- انواع مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی
۳۱	مخازن سقف ثابت (Fixed Roofs Tanks)
۳۲	مخازن سقف شناور (Floating Roofs Tanks)
۳۲	مخازن سرد
۳۴	مخازن کروی و استوانه ای
۳۴	۲-۳- سناریوهای محتمل حریق در مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی
۳۴	حریق ناحیه نشت بند (Rim seal fire)
۳۵	حریق پراکنده در سقف مخزن (Spill roof fire)
۳۵	حریق کل سقف مخزن (Full surface fire)
۳۵	حریق ناحیه دایک اطراف مخازن (Bound or Dyke fire)
۳۵	انفجار پل موقت (Pontoon explosion)
۳۵	حریق ناشی از سرریز مواد داخل مخازن (Boilover)
۳۷	۳-۴- تعریف سناریوهای احتمالی حریق طرح حاضر
۳۷	۱-۳-۴- سناریوی حریق (الف)- رخ دادن حریق همزمان در دو مخزن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲
۳۷	۲-۳-۴- سناریوی حریق (ب)- رخ دادن حریق در بزرگترین مخزن مازوت جدید یعنی مخزن شماره ۳
۳۸	۳-۳-۴- سناریوی حریق (ج)- رخ دادن حریق در یکی از مخازن جدید مازوت شماره ۴ یا ۵

- ۴-۴- ابعاد و اندازه های موجود و پیشنهادی محوطه دایک بندی شده مخازن مازوت قدیم و جدید ۳۸
- ۴-۴-۱- دایک اصلی و فرعی برای ناحیه مجزای مخازن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲ ۳۸
- ۴-۴-۲- دایک اصلی برای ناحیه مجزای مخزن مازوت جدید شماره ۳ ۳۹
- ۴-۴-۳- دایک اصلی برای ناحیه مجزای مخازن مازوت جدید شماره ۴ و ۵ ۴۰
- ۴-۱۳- استانداردهای مرجع مورد استفاده در تدوین گزارش حاضر ۴۲
- ۴-۱۳-۱- استاندارد خارجی NFPA ۴۲
- ۴-۱۳-۲- استاندارد خارجی API ۴۳
- ۴-۱۳-۳- استاندارد داخلی (ایرانی) ۴۴

فهرست جداول

فهرست جداول فصل یک

- جدول ۱-۱- مشخصات مخازن مازوت قدیم (شماره ۱ و ۲) ، جدید (شماره ۳ و ۴ و ۵) و توسعه آینده (شماره ۶) کارخانه
سیمان آبیگ ۹

فهرست جداول فصل دو

- جدول ۱-۲- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد سازمان ایمنی و حریق آمریکا (NFPA) ۱۸
- جدول ۲-۲- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد اروپا و آمریکا ۲۱
- جدول ۳-۲- طبقه بندی مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid) ۲۴
- جدول ۴-۲- طبقه بندی مایعات قابل احتراق (Combustible Liquid) ۲۴
- جدول ۴-۱۶- لیست مهمترین استانداردهای خارجی NFPA استفاده شده در گزارش حاضر ۴۳
- جدول ۴-۱۷- لیست مهمترین استانداردهای خارجی API استفاده شده در گزارش حاضر ۴۴
- جدول ۴-۱۸- لیست مهمترین استانداردهای داخلی (ایرانی) استفاده شده در گزارش حاضر ۴۴

فهرست نقشه ها

فهرست نقشه های فصل یک

- نقشه ۱-۱- نمایش استان البرز و استان های همسایه در نقشه تقسیمات سیاسی استانی ایران..... ۴
- نقشه ۲-۱- نمایش محدوده کارخانه سیمان آبیگ و شهرک مسکونی شهید بهشتی در مجاورت آن..... ۵
- نقشه ۳-۱- نمایش موقعیت کارخانه سیمان آبیگ و شهرک مسکونی نسبت به نزدیکترین شهرهای اطراف (آبیگ، نظرآباد، هشتگرد)..... ۶
- نقشه ۴-۱- نمایش موقعیت مخازن سوخت مازوت قدیم (مخازن شماره ۱ و ۲) و جدید (مخازن شماره ۳ و ۴ و ۵) کارخانه سیمان آبیگ..... ۷
- نقشه ۵-۱- نمایش موقعیت مخازن سوخت مازوت جدید موجود (مخازن شماره ۳ و ۴ و ۵) و توسعه آینده (مخزن شماره ۶) کارخانه سیمان آبیگ..... ۸

فهرست اشکال و نمودارها

فهرست اشکال و نمودارهای فصل یک

- نمودار ۱-۱- کشورهای برتر تولید کننده سیمان دنیا در سال ۲۰۲۲ میلادی..... ۱۰
- شکل ۱-۱- نمایش پالایش نفت خام در برج تقطیر..... ۱۱

فهرست اشکال و نمودارهای فصل دو

- شکل ۱-۲- نمایش مثلث آتش (Fire Triangle)..... ۱۳
- شکل ۲-۲- مقایسه دمای اشتعال و دمای جوش مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق..... ۲۳

فهرست اشکال و نمودارهای فصل سه

- شکل ۱-۳- نمونه ای از مخازن سقف ثابت گنبدی..... ۳۱
- شکل ۲-۳- نمونه ای از مخازن سقف ثابت مخروطی..... ۳۱
- شکل ۳-۳- سناریوهای محتمل حریق در مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی..... ۳۴
- شکل ۴-۶- نمایش کروکی محدوده نا متقارن دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲..... ۳۶
- شکل ۴-۷- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخزن مازوت جدید شماره ۳..... ۳۹
- شکل ۴-۸- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت جدید شماره ۴ و ۵..... ۴۰
- شکل ۴-۹- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت شماره ۳ و ۶..... ۴۱

فصل یک : کلیات

پیشگفتار

یک ضرب المثل قدیمی می گوید "اگر گمان می کنید ایمنی گران است، حادثه را امتحان کنید." اساساً حوادث (حریق، ریزش و ...)، شرکت ها و سازمان ها را متحمل هزینه های بسیار بالا می نماید و نه تنها تخریب تأسیسات و واحدها و احتمالاً آسیب های غیرقابل جبران انسانی به دنبال خواهد داشت بلکه شهرت و اعتبار متولیان را نیز زیر سوال خواهد برد.

مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی (از جمله مخازن ذخیره مازوت، نفت خام و ...) یکی از مهمترین تأسیسات محیط های صنعتی اند که همواره در معرض ریسک حوادث آتش سوزی و انفجار اند، آتش سوزی رایج ترین و انفجار از لحاظ میزان مرگ و میر انسانی احتمالی که به همراه دارد، مهمترین ریسک مخازن مذکور است.

وقوع حوادث آتش سوزی و انفجار عواقب جبران ناپذیر مالی، انسانی و زیست محیطی خواهد داشت که با شناسایی و کنترل عوامل ایجاد کننده آنها می توان از بروز بسیاری از حوادث بالقوه جلوگیری کرد و یا حتی می توان با ایجاد زیرساخت ها و امکاناتی، آتش سوزی رخ داده را سریعاً شناسایی، کنترل و اطفاء نمود که این مهم ضمن تأمین اهداف استراتژیک پدافند غیرعامل کشور، از ایجاد فجایع عظیم (مرگ و میر انسانی، ویرانی و ...) و از بین رفتن سرمایه های ملی جلوگیری خواهد کرد.

مطابق تحقیقات انجام شده، مهمترین دلایل اصلی ایجاد حوادث آتش سوزی و انفجار در مخازن فرآورده های نفتی خطای انسانی، اعتماد بیش از اندازه به ایمن بودن تأسیسات اعلام و اطفای حریق، اشکالات طراحی و عدم آمادگی در شرایط بحرانی است.

۱-۱- اهداف طرح

در طرح حاضر، مقرر است، با توجه به پتانسیل بالای خطر ایجاد و گسترش حریق در مخازن قدیمی و جدید ذخیره سوخت مازوت، مستقر در محوطه کارخانه سیمان آبیگ، سیستم اطفای حریق مناسب محاسبه، طراحی و پیشنهاد شود و متعاقباً، بر اساس سیستم پیشنهادی، نقشه های اجرایی، برآورد هزینه اجرایی و اسناد مناقصه انتخاب پیمانکاران تأمین و اجرا تهیه گردد.

۲-۱- بررسی سوابق مطالعات طرح

مطابق اطلاعات دریافتی از کارفرمای محترم، در حال حاضر، هیچگونه شبکه اطفای حریق در محوطه کارخانه سیمان آبیگ وجود ندارد. در دی ماه سال ۱۳۹۷، مطالعات آتش نشانی تأسیسات حیاتی کارخانه، توسط شرکت محترم گاماسیاب انجام شده است، طرح حاضر به نوعی بازنگری مطالعات انجام شده مذکور در خصوص سیستم اطفای حریق مخازن ذخیره سوخت مازوت می باشد که جزئی از شرح خدمات قرارداد شماره ۱۲/۱۴۰۱/۱۳۴ مورخ ۱۴۰۱/۱۰/۲۷، تحت پیمان شرکت مهندسین مشاور فرپاک، می باشد.

۳-۱- مزایای اجرای طرح

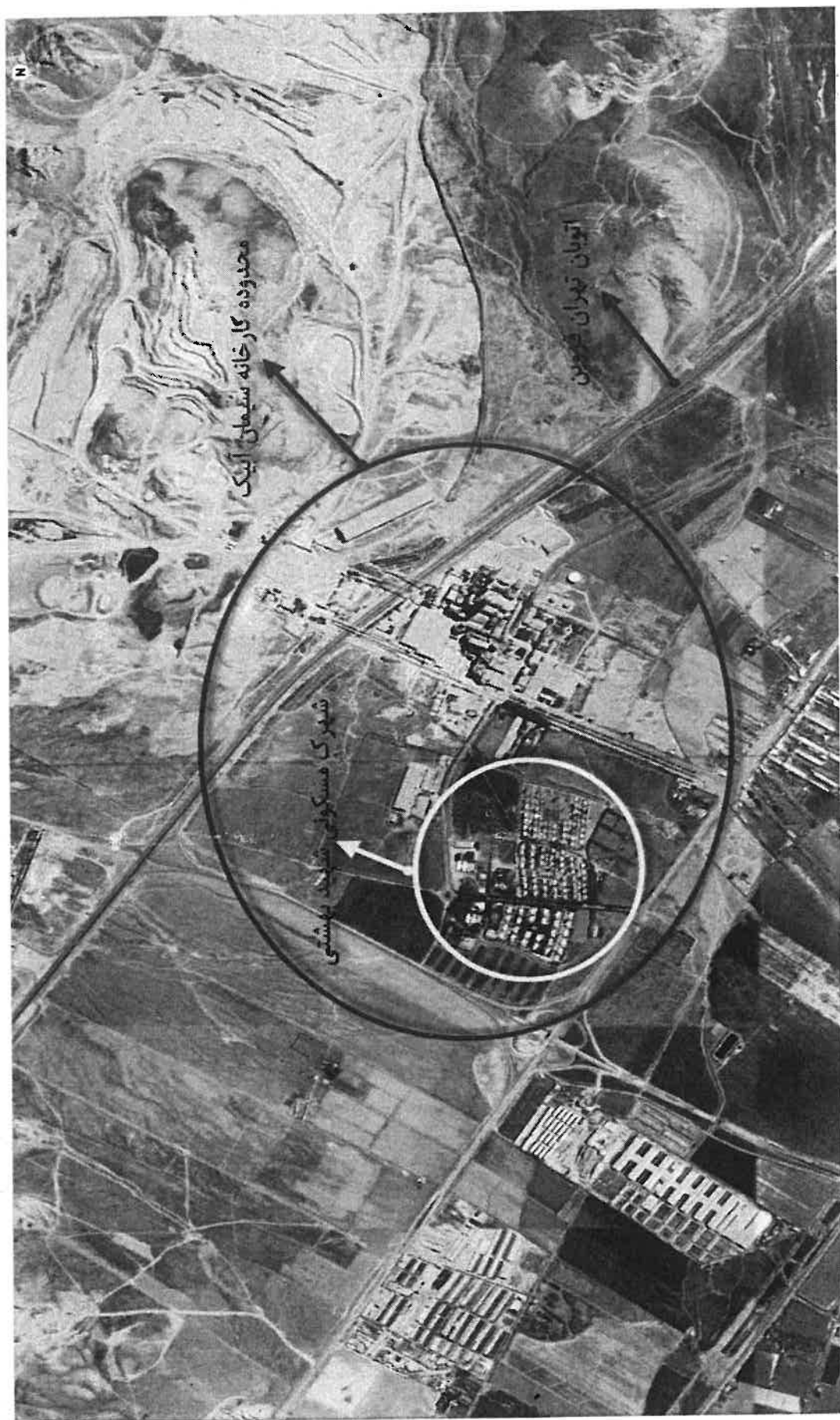
از مهمترین مزایای طرح ، در صورت اجرایی شدن ، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بهره مند شدن محوطه مخازن مازوت به زیر ساخت های ایمنی و سیستم اطفای حریق و برخورداری از ایمنی بالا در هنگام وقوع حریق های احتمالی.
- جلوگیری از گسترش حریق در محوطه کارخانه و صدمه به تأسیسات مجاور ، با انتخاب سیستم بهینه اطفای حریق مناسب (با کمترین هزینه و بیشترین کارایی).
- جلوگیری از بروز فجایع و خسارات مالی ، انسانی و زیست محیطی ناشی از حریق های گسترده.
- به حداقل رساندن خسارات در حریق های احتمالی.
- ایجاد آرامش روانی و طیب خاطر در افرادی که در کارخانه مشغول بکار هستند ، بدلیل افزایش ضریب ایمنی اقدامات لازم در برابر کنترل حریق.

۴-۱- بررسی وضعیت جغرافیایی کارخانه سیمان آبیگ و محل مخازن سوخت مازوت

کارخانه سیمان آبیگ در کیلومتر هشتاد آزادراه (اتوبان) تهران - قزوین و در محدوده استان البرز قرار دارد. شهرهای آبیگ ، نظرآباد و هشتگرد نزدیکترین شهرها به محل کارخانه می باشند.

نقشه ۱-۱- نمایش استان البرز و استان های همسایه در نقشه تقسیمات سیاسی استانی ایران

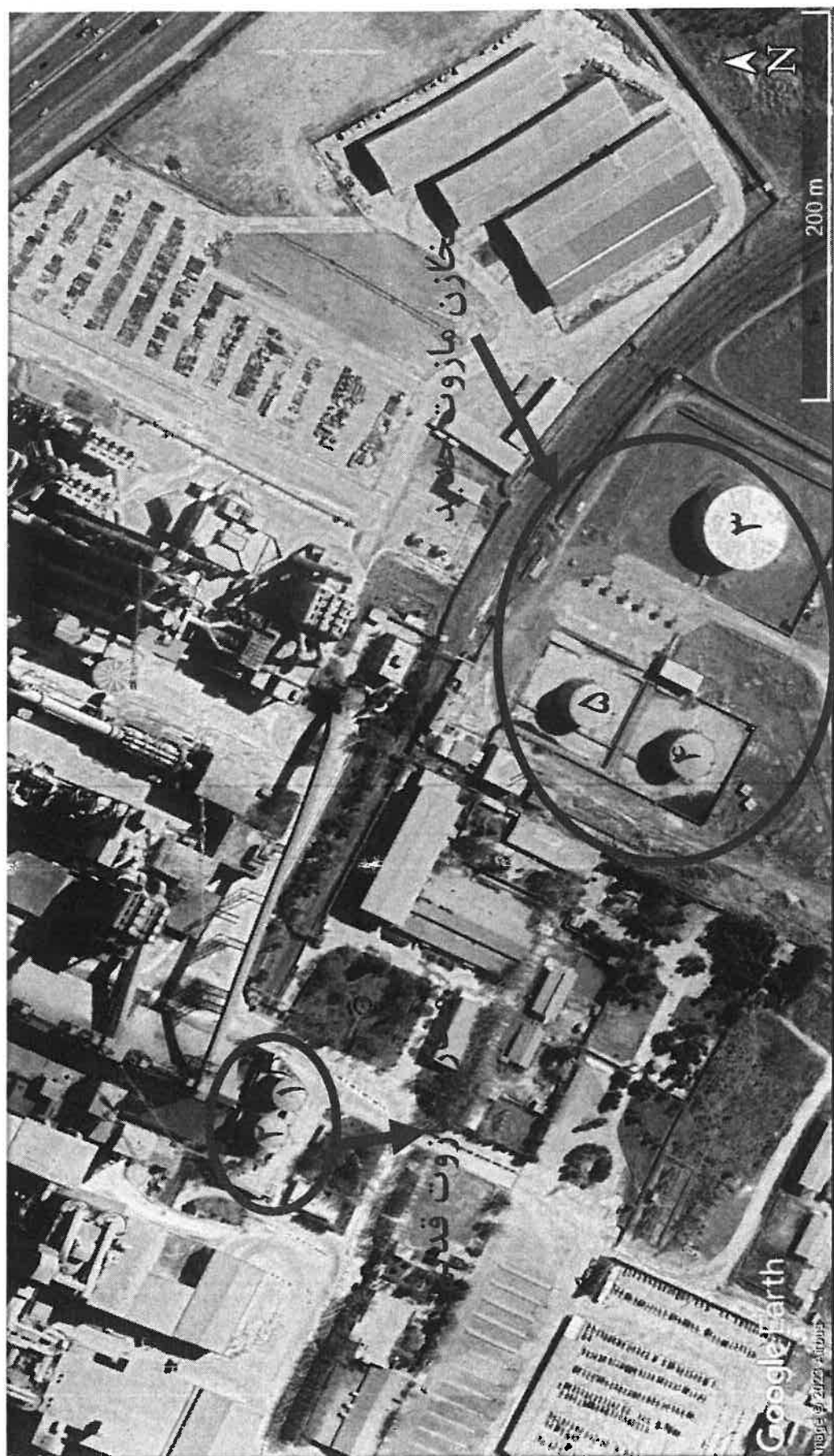


نقشه ۲-۱- نمایش محدوده کارخانه سیمان آبیک و شهرک مسکونی شهید بهشتی در مجاورت آن

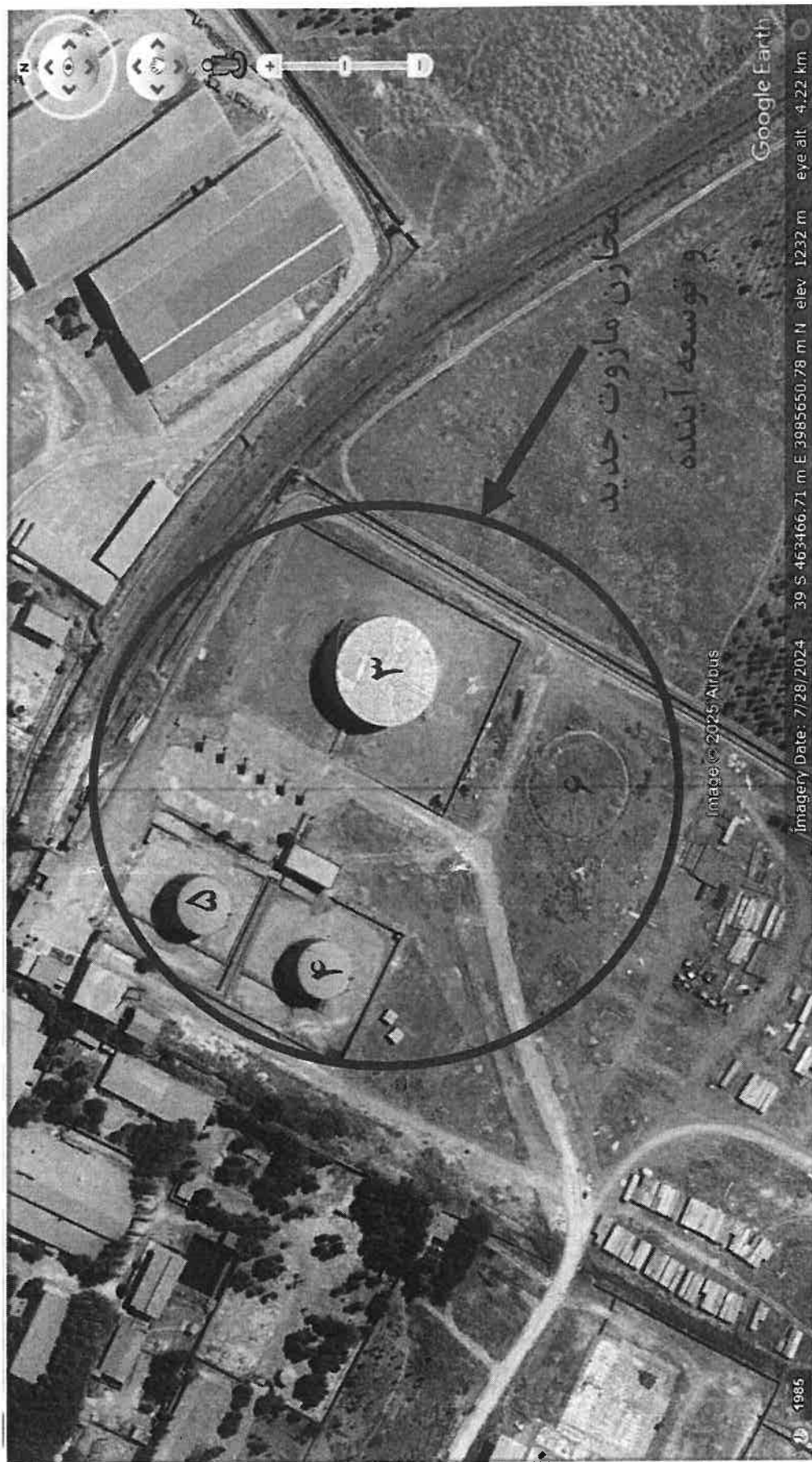


نقشه ۱-۳- نمایش موقعیت کارخانه سیمان آبیگ و شهرک مسکونی نسبت به نزدیکترین شهرهای اطراف (آبیگ، نظر آباد، هشتگرد)

۷-



نقشه ۴-۱- نمایش موقعیت مخازن سوخت مازوت قدیم (مخازن شماره ۱ و ۲) و جدید (مخازن شماره ۳ و ۴) موجود کارخانه سیمان آبیک



نقشه ۵-۱- نمایش موقعیت مخازن سوخت مازوت جدید موجود (مخازن شماره ۳ و ۴) و توسعه آینده (مخزن شماره ۵) کارخانه سیمان آبیک

جدول ۱-۱- مشخصات مخازن مازوت قدیم (شماره ۱ و ۲) ، جدید (شماره ۳ و ۴ و ۵) و

توسعه آینده (شماره ۶) کارخانه سیمان آبیگ

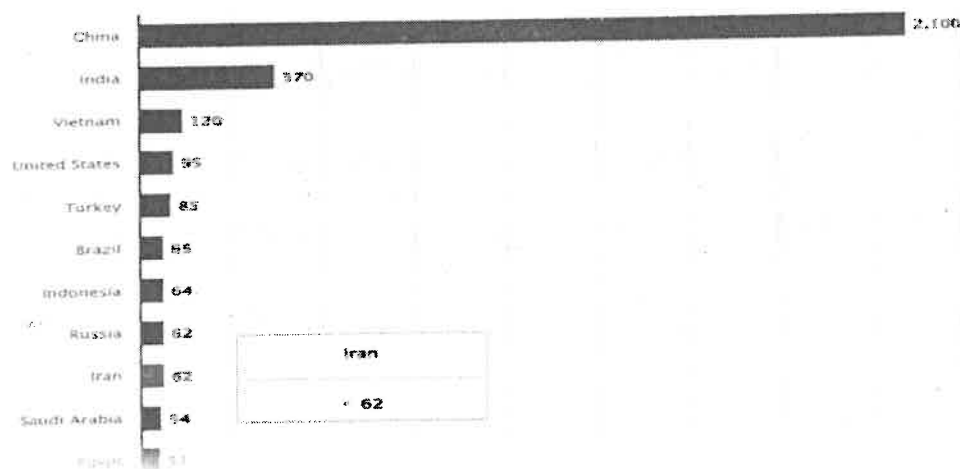
ناحیه مخزن مازوت	شماره مخزن مازوت	قطر مخزن مازوت (متر)	ارتفاع مخزن مازوت (متر)	مساحت مخزن مازوت (مترمربع)	حجم مخزن مازوت (مترمکعب)	مختصات UTM مرکز مخزن مازوت	
						X	Y
قدیم	۱	۱۸	۱۳/۵	۲۵۴	۳۴۲۹	۴۶۳۱۹۲	۳۹۸۵۹۰۴
قدیم	۲	۱۸	۱۳/۵	۲۵۴	۳۴۲۹	۴۶۳۱۷۴	۳۹۸۵۹۱۳
جدید	۳	۴۵	۱۳	۱۵۸۹	۲۰۶۵۷	۴۶۳۴۹۰	۳۹۸۵۶۵۹
جدید	۴	۲۵	۱۳	۴۹۱	۶۳۸۳	۴۶۳۳۶۸	۳۹۸۵۶۸۹
جدید	۵	۲۵	۱۳	۴۹۱	۶۳۸۳	۴۶۳۳۹۵	۳۹۸۵۷۴۳
توسعه آینده*	۶	۴۵	۱۳	۱۵۸۹	۲۰۶۵۷	-	-

* بنا به اطلاعات دریافتی ، مقرر است مخزن مازوت شماره ۶ ، در ضلع جنوب مخزن موجود شماره ۳ و با همان ظرفیت ، احداث گردد. مهندسین مشاور فرپاک ، در محاسبات اطفای حریق که در ادامه گزارش ارائه می شود ، قطر ، ارتفاع و ظرفیت مخزن مذکور را معادل با مخزن شماره ۳ فرض نموده است.

۵-۱- رتبه جهانی ایران در تولید سیمان

مطابق گزارش سازمان زمین شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS) در سال ۲۰۲۲ میلادی ، ایران با تولید ۶۲ میلیون تن سیمان (بدون تغییر نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۲۱ میلادی) ، پس از کشورهای چین ، هند ، ویتنام ، آمریکا ، ترکیه ، برزیل ، اندونزی و همتراز با کشور روسیه ، رتبه هشتم دنیا را در اختیار دارد. این در حالی است که میزان تولید جهانی سیمان از ۴ میلیارد و ۴۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۱ میلادی به ۴ میلیارد و ۱۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۲ میلادی کاهش یافت که حاکی از افت ۶/۸۲ درصدی است.

Major countries in worldwide cement production in 2022 (in million metric tons)



نمودار ۱-۱- کشورهای برتر تولید کننده سیمان دنیا در سال ۲۰۲۲ میلادی

۱-۶- تاریخچه تولید سیمان در کارخانه سیمان آبیگ

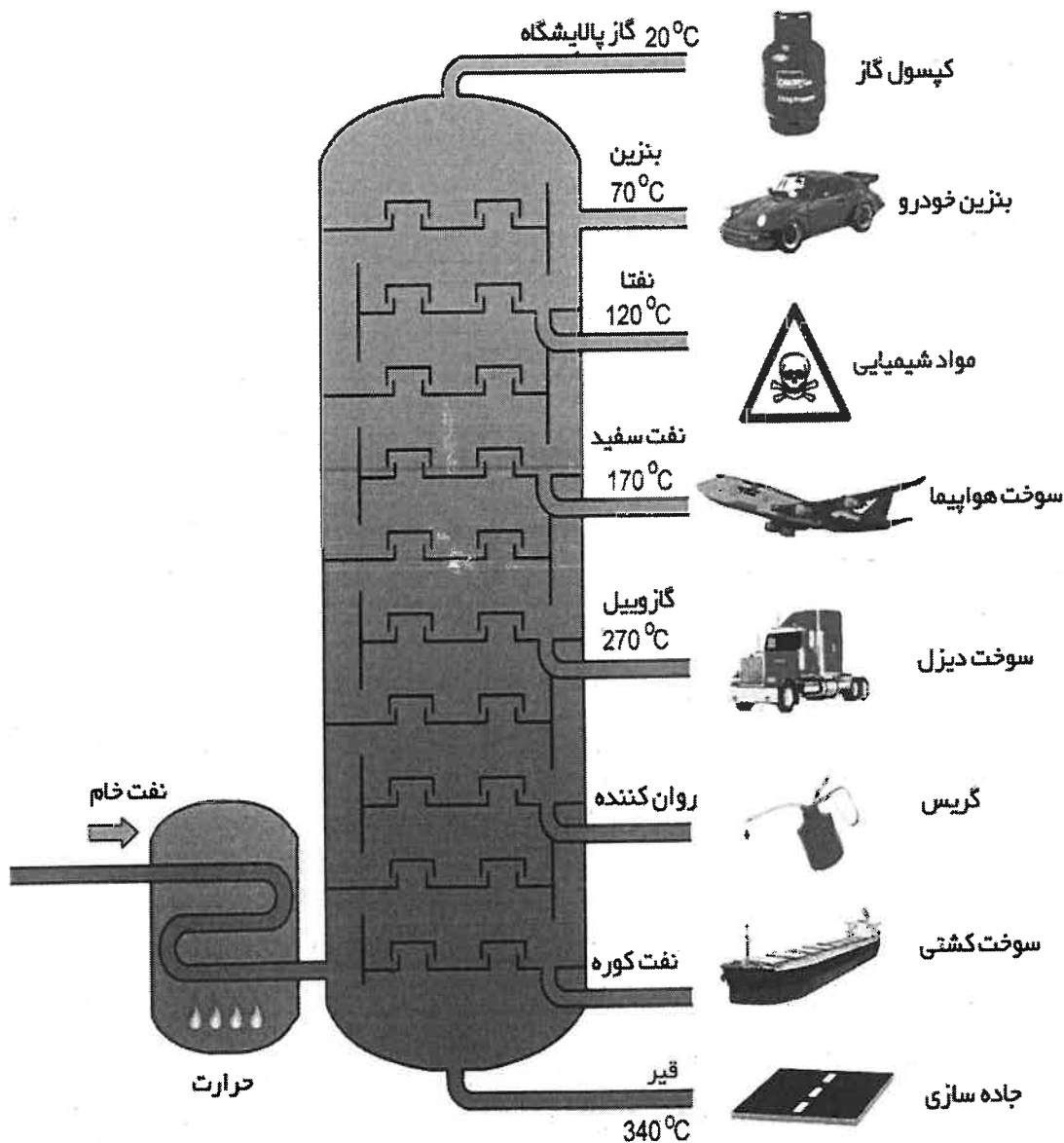
کارخانه سیمان آبیگ، به عنوان یکی از قدیمی ترین کارخانه های تولید سیمان در ایران، سال ۱۳۴۸، تأسیس شده و از سال ۱۳۵۲ سیمان تولید می نماید. واحد اول کارخانه در سال ۱۳۵۲ با ظرفیت اسمی ۳۵۰۰ تن کلینکر در روز و واحد دوم با ظرفیت اسمی ۴۰۰۰ تن کلینکر در روز در سال ۱۳۵۸ به بهره برداری رسیده است. در نیمه دوم سال ۱۳۸۸ واحد اول با ظرفیت اسمی روزانه ۸۵۰۰ تن در روز بهینه سازی گردید.

۱-۷- سوخت مازوت

هر سه نوع سوخت جامد (زغالسنگ و کک)، مایع (مازوت و گازوئیل) و گاز (گاز طبیعی) در صنعت سیمان کاربرد دارند. در ایران بدلیل وجود ذخایر عظیم نفت و گاز استفاده از زغالسنگ و کک در صنعت ناچیز است. سوخت اصلی صنعت سیمان گاز طبیعی است اما بدلیل افت فشار گاز، خصوصاً در فصول سرد سال، سوخت مایع مازوت (نفت کوره یا نفت سیاه)، با توجه به قیمت پایین تر و ارزش حرارتی بالای آن، به عنوان سوخت جایگزین (و بعضاً سوخت پایه) در صنعت سیمان مرسوم است.

مازوت یک فرآورده و هیدروکربن نفتی است که در مراحل پالایش یا تقطیر نفت خام تولید می شود. تقطیر نفت خام به صورت یک فرآیند پیچیده در برج های تقطیر انجام می شود. در این فرآیند، نفت خام به دمای مخصوصی گرم می شود و تجزیه می شود تا مواد مختلفی مانند گازها، بنزین، نفتا، گازوئیل و مازوت تولید شوند. مازوت از قسمت پایین ترین بخش تقطیر به دست می آید و دارای ویژگی های سنگین تر و پراشنگتری نسبت به بخش های بالاتر است. هر چقدر درصد گوگرد مازوت کمتر باشد، کیفیت مازوت بهتر است. مازوت ویسکوزیته بالا و کیفیت پایینی دارد، به دلیل ویسکوزیته بالای مازوت و عدم امکان تخلیه، انتقال و مصرف مازوت در شرایط دمای محیطی،

نیاز به تجهیزاتی می باشد. معمولاً مازوت حمل شده توسط تانکر ها پس از گرمایش بوسیله پمپ های تخلیه به مخازن ذخیره مازوت منتقل می گردد سپس مخزن ذخیره به وسیله شبکه لوله های حاوی روغن داغ گرم نگه داشته می شود. در زمان نیاز به استفاده ، سوخت ذخیره شده پس از عبور از مبدل حرارتی متصل به مخزن توسط پمپ های فشار قوی انتقال مازوت به محل مصرف پمپاژ می گردد. از نظر زیست محیطی ، چنانچه غلظت سوخت مازوت در هوا افزایش پیدا کند تأثیرات مخربی خواهد داشت. مازوت که بیش از یک دهه می تواند در محیط زیست عمر کند و تأثیر بگذارد ، با سوختن ، بر روی سطح آب و خاک می نشیند ، بخشی از آن به واسطه نور خورشید تبخیر شده و بخش دیگر در آب و خاک حل می شود و باقی می ماند و از طریق خاک و آب می تواند وارد بدن انسان شود.



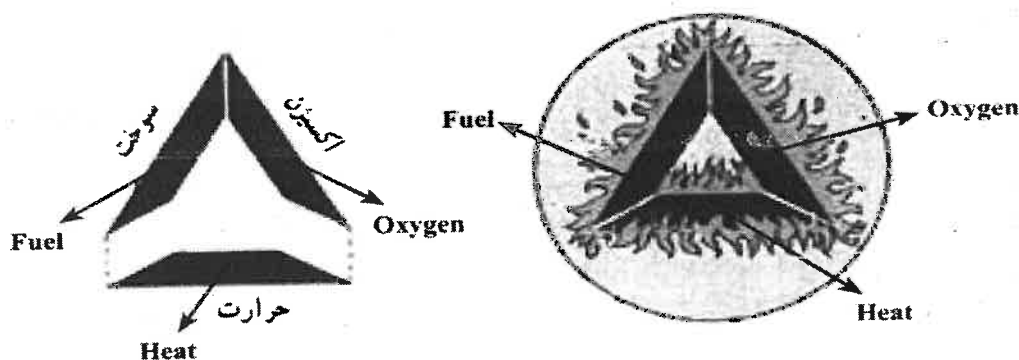
شکل ۱-۱- نمایش پالایش نفت خام در برج تقطیر

فصل دو : مهندسی حریق

۲-۱- تئوری حریق

حریق (آتش سوزی) حاصل واکنش شیمیایی میان اکسیژن هوا و ماده سوختنی است که دارای گرما، نور و شعله می باشد. رنگ هر شعله می تواند با توجه به ماده سوختنی متفاوت از دیگری باشد. اساساً سوختن یک واکنش گرماده است و همین به ادامه واکنش سوختن کمک می کند. زیرا حرارت، به همراه ماده سوختنی و گاز اکسیژن سه ضلع مثلث آتش می باشند. به عبارت دیگر آتش وقتی به وجود می آید که سه عنصر اصلی ایجاد آن یعنی اکسیژن، مواد قابل اشتعال و حرارت معین در یک محیط موجود باشد. هرگاه یکی از این عوامل از صحنه دور شود در واقع ارتباط سه گانه قطع و آتش خاموش می شود. برای ایجاد آتش ابتدا باید جسم قابل اشتعال مقداری حرارت جذب کرده و بخاری قابل اشتعال از خود متصاعد کند و این بخارات با نسبت معین با هوا ترکیب تا در اثر حرارت کافی ایجاد اشتعال گردد. امروزه برای جلوگیری از ادامه آتش سوزی و مهار سریع آن عامل چهارمی تحت عنوان واکنش های زنجیره ای در اثر متصاعد شدن گازها در نظر گرفته و راه های جلوگیری از آن را مطالعه می نمایند که به منشور (هرم) حریق مشهور می باشد.

واکنش های زنجیره ای در شروع آتش گیری نقش اصلی ندارند ولیکن برای ادامه آتش به منظور شکستن ترکیبات مولکولی بزرگ به ترکیبات ساده تر ضروری هستند و اساساً عواملی هستند که با ایجاد تغییر در حالت ماده و ترکیب مکرر با اکسیژن باعث شعله و تر شدن آتش و یا تداوم بیشتر آتش و برگشت پذیری مکرر آتش می شوند. دلیل زود یا دیر سوزی مواد، همین واکنش های زنجیره ای می باشد.



شکل ۲-۱- نمایش مثلث آتش (Fire Triangle)

در خصوص درجه حرارت که یکی از سه عنصر مثلث و یا منشور (هرم) آتش هست می بایست به تعاریف زیر دقت نمود:

نقطه اشتعال یا شعله زنی (Flash Point): نقطه ای است که مواد قابل اشتعال به بخار یا گاز تبدیل شده و در اثر وجود یک شعله یا جرقه مشتعل می شوند. موادی با نقطه اشتعال پایین تر از $37/8$ درجه سانتی گراد قابل اشتعال و مابقی قابل احتراق نامیده می شوند.

نقطه آتش گیری (Fire Point): وقتی که حرارت به ماده قابل سوخت داده شود و دمای آن از Flash Point بیشتر شود، به دمایی می رسد که بخار کافی برای احتراق و ادامه حریق فراهم می گردد. نقطه آتش گیری مواد حداقل ۱۰ درجه سانتی گراد بیش از نقطه شعله زنی می باشد. در واقع نقطه آتش گیری حداقل دمای مورد نیاز برای شروع حریق است که یک شعله محرک باعث آتش گیری می شود.

درجه اشتعال یا خود به خود سوزی (Ignition Point): کمترین دمایی که در آن مواد، مستقل از منبع حرارت خارجی می سوزند. همیشه درجه اشتعال از Fire Point و Flash Point بالاتر است.

جالب است بدانیم در بین حالات سه گانه جامد، مایع و گاز مواد، فقط گازها قابلیت سوختن دارند جامداتی مانند چوب و مایعاتی مانند بنزین هم قابلیت اشتغال دارند اما باید توجه داشت که چوب و بنزین قبل از سوختن با تغییر حالت به گاز تبدیل شده و گاز شعله ور می شود.

تجزیه شیمیایی جامدات و مایعات در اثر حرارت و بوجود آمدن گازهای قابل اشتعال در طی فرآیند حریق پیرولیز (Pyrolysis) نامیده می شود. نمونه قابل مشاهده از این پدیده سوختن شمع است هنگامی که شمع روشن می شود حرارت شمع باعث تجزیه شیمیایی پارافین و تولید گازهای قابل اشتعال یا پیرولیز می گردد این گازها باعث روشن نگه داشتن شعله و حرارت شعله باعث پیرولیز مجدد می شود و با تکرار این چرخه شمع روشن می ماند.

۲-۲- شناخت منابع حرارت و راه های انتقال آن

از آنجائیکه حرارت یکی از عوامل مهم در بوجود آمدن آتش است. شناخت منابع حرارت در جلوگیری کنترل و اطفای حریق اهمیت دارد این منابع عبارتند از:

- **شیمیایی:** از واکنش شیمیایی برخی عناصر با یکدیگر حرارت آزاد می شود.
- **مکانیکی:** اصطکاک یکی از منابع مکانیکی تولید حرارت است هرچند به زمان زیاد و سرعت سایش بالایی نیاز دارد.
- **الکتریکی:** گرم شدن تجهیزات الکتریکی در حین کار کردن را لمس کرده ایم و الکتریسیته را بعنوان یکی از منابع حرارت می شناسیم.
- **هسته ای:** در خصوص منابع حرارت هسته ای نیز بمب اتم بارزترین نمونه است.

پس از تولید حرارت باید راه های انتقال آن را بشناسیم، این راه ها عبارتند از:

➤ **رسانایی (Conduction):** رسانایی روش انتقال حرارت از طریق بدنه اجسام در حال تماس است مانند گرم شدن فنجان محتوی چای داغ در آتش سوزیها حرارت اغلب از طریق دیوارها و سقف با روش رسانایی به سایر اتاق ها منتقل می شود و اگر این انتقال به مقدار کافی انجام شود اجسام و تجهیزات واقع در اتاق های مجاور تحت تأثیر گرمای منتقل ، شده پایرولیز شده و حریق گسترش می یابد، بدون آنکه عملاً شعله ای از اتاق منشاء حریق سرایت کرده باشد.

➤ **همرفتی (Convection):** همرفتی انتقال حرارت از طریق سیال است می دانیم حرکت هوا بخش تفکیک نشدنی از آتش سوزی است در هنگام حریق گازهای داغ متصاعد شده از آتش هوای اتاق را گرم می کنند جالب است بدانیم حرکت گازهای داغ در آتش سوزی عمدتاً به صورت عمودی و رو به بالا بوده و حرکت عرضی فقط ۲۰ درصد حرکت رو به بالای گازهای داغ برآورد شده است.

➤ **تشعشعی (Radiation):** در انتقال حرارت به شیوه تشعشعی حرارت از طریق امواج منتقل می شود نمونه آشکار این روش گرم شدن زمین توسط خورشید است امواج می توانند حرارت را به تمامی اجسامی که در مسیر مستقیم آنها قرار دارند منتقل کنند گرمایی که در هنگام ایستادن در مقابل شومینه احساس می کنیم توسط این روش به بدن ما منتقل می شود اکثر حرارت شومینه از طریق روش همرفتی به سمت بالا حرکت کرده و از دودکش خارج می شود.

در آتش سوزی ، انتقال حرارت از طریق تمامی روشهای فوق انجام می شود حریق در یک اتاق در نظر بگیرید ابتدا دمای اتاق بر اثر شعله افزایش می یابد هنگامی که اجسام درون اتاق به دمای اشتعال خود برسند ، بر اثر پایرولیز گازهای لازم برای گسترش حریق متصاعد شده و به گسترش آتش سوزی کمک می کنند زمانی که تمامی اجسام درون اتاق پایرولیز شده و همه چیز آماده سوختن می گردد Flashover نامیده می شود در این مرحله وسعت حریق با مقدار اکسیژن درون اتاق متناسب شده و کنترل می شود. در صورت وجود مجدد اکسیژن به محیط (به عنوان مثال با شکسته شدن شیشه پنجره ها یا باز شدن درب) ، انفجاری مهیب رخ داده و حریق دوباره شعله ور می شود ، این پدیده مهلک که Backdraft نامیده می شود ، هر ساله جان افراد زیادی به ویژه آتش نشان ها را در سراسر دنیا می گیرد.

۲-۳- عوامل و شرایط بروز حریق

مهمترین عوامل و شرایط بروز حریق عبارتند از:

آتش گیری مستقیم: مانند نزدیک نمودن شعله به مواد سوختنی.

افزایش تدریجی دما: افزایش دما در یک توده زغال سنگ یا مواد آلی و حیوانی که به تدریج دمای آنها در اثر فشار و فعل و انفعالات بالا رفته و شروع به سوختن می کنند.

واکنش های شیمیایی: واکنش های نظیر ترکیب آب و اسید پتاسیم و آب ، فسفر با اکسیژن هوا اسید نیتریک با کاغذ می تواند عامل شروع حریق گردد.

اصطکاک : اصطکاک مالش بین دو جسم آتش گیر مانند دو قطعه چوب خشک یا ترمز شدید چرخهای هواپیما روی باند فرودگاه از نمونه های این شرایط است.

تمرکز پرتوهای مرئی و غیر مرئی : در این حالت بدلیل خاصیت ذره بینی تمرکز نور روی اشیاء باعث حریق می گردد.

الکتریسیته جاری : افزایش دما در یک حرارت حاصل از عبور جریان برق از یک هادی دارای مقاومت بالا می تواند سبب حرارت و آتش گردد.

الکتریسیته ساکن : به دلیل ایجاد جرقه ناشی از اختلاف پتانسیل در مکانهایی که دارای گاز یا بخار مواد آتش گیر باشند می تواند اهمیت داشته باشد.

صاعقه : صاعقه دارای صدها هزار ولت اختلاف پتانسیل الکتریکی است و می تواند به راحتی سبب بروز حریق گردد. **انفجار ناشی از مواد منفجره :** دینامیت یا TNT و بسیاری مواد منفجره دیگر در حین انفجار می توانند آتش سوزیهای وسیعی را ایجاد نمایند.

تراکم بیش از حد ماده سوختنی : تراکم بیش از حد مواد سوختنی در حالت بخار یا گاز مشابه آنچه که در موتورهای درون سوز اتفاق می افتد همراه با یک عامل راه انداز مانند جرقه می تواند سبب بروز حریق گردد.

۲-۴- عوامل مؤثر بر گسترش و شدت حریق

عوامل زیر می توانند بر میزان گسترش حریق مؤثر باشند :

الف- افزایش دسترسی حریق به اکسیژن : این عامل توسط جریان هوا امکان پذیر می گردد همچنین در موادی که در حین سوختن می توانند اکسیژن آزاد نمایند حریق گسترش بیشتری خواهد داشت.

ب- ثبات شیمیایی ماده سوختنی : هر چه ثبات ماده از نظر حالت و ترکیب شیمیائی کمتر باشد ، بر شدت حریق می افزاید.

ج- سطح ماده سوختنی : هر چه سطح ماده قابل احتراق گسترده تر باشد شدت و سرعت حریق بیشتر می شود مثلاً طبقه بندی مواد در انبارهای بزرگ منابع سوخت با سطح بزرگ و پراکندگی مواد در سطح زمین ، پوشش گیاهی و امثال آن از این جمله اند. گسترش حریق در سطوح عمودی سریعتر از سطوح افقی است.

۲-۵- تفاوت انفجار و احتراق

انفجار عبارت است از آزاد شدن انرژی با سرعت زیاد است. که نتیجه اکسیداسیون سریع است تفاوت احتراق و انفجار به خاطر میزان انرژی حاصله نیست بلکه مربوط به سرعت تولید انرژی است. مثلاً احتراق بنزین و تی ان تی به ازای هر گرم ۱۱۵۰۰ و ۲۶۷۴ کالری انرژی است ، اما این انرژی در $\frac{1}{1000}$ ثانیه آزاد می شود.

۲-۶- تقسیم بندی مکان ها از نظر خطر حریق

۲-۶-۱- مکان های کم خطر

در این مکان ها مقدار مواد قابل احتراق و نرخ حرارت آزاد شده یا به طور کلی بار آتش گیری محدود بوده و گسترش حریق وسیع نیست. دانسیته مواد سوختنی در این دسته تا ۵۰ کیلوگرم در متر مربع در سطح محدوده مورد نظر است. مثال های آن شامل ساختمانهای اداری ، مسکونی ، بیمارستانها ، مساجد و اماکن مذهبی ، مهمانسراها و هتل ها می باشد. حریق در این اماکن به خوبی قابل کنترل می باشد. بار حریق یا بار آتش گیری در اماکن می تواند به مقدار حرارت تولید شده از سوختن ماده قابل احتراق در هر متر مربع از محیط برحسب BTU یا Kcal نیز بیان گردد.

۲-۶-۲- مکان های با خطر متوسط گروه ۱

دانسیته مواد سوختنی به طور متوسط در این اماکن بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در متر مربع در سطح محدود مورد نظر یا انبارهای با ارتفاع چیدمان کمتر از ۵/۲ متر باشد. در این اماکن مقدار ذخیره مواد سوختنی قابل توجه بوده لیکن حریق آنها قابل کنترل است. انبار کارگاه های تولیدی کوچک انبار پوشاک و اغلب صنایع غیر حساس ، پارکینگ ها ، رستوران ها از این جمله می باشند.

۲-۶-۳- مکان های با خطر متوسط گروه ۲

شامل مکان های با قابلیت اشتعال و نرخ حرارت آزاد شده متوسط بوده یا تراکم مواد سوختنی در آنها بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در متر مربع یا انبارهای با ارتفاع چیدمان کمتر از ۴ متر باشد. مانند انبارهای صنعتی و تجاری کارگاه های تولیدی و صنعتی انبار مواد پلاستیکی.

۲-۶-۴- مکان های پر خطر گروه ۱

شامل مکان های با قابلیت اشتعال و نرخ حرارت آزاد شده و سرعت رشد بالا بوده لیکن تراکم مواد سوختنی در آنها پایین باشد مانند ساختمانهای حساس اداری آموزشی مخابراتی امنیتی و کارگاه های کوچک مواد شیمیایی آزمایشگاه ها.

۲-۶-۵- مکان های پر خطر گروه ۲

شامل مکان های با قابلیت اشتعال و نرخ حرارت آزاد شده و سرعت گسترش بالا بوده یا تراکم مواد سوختنی بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در متر مربع باشد مانند پالایشگاه ها ، مخازن سوخت ، کارگاه های مواد شیمیایی و محصولات نفتی ، اتاق رنگ ، کارگاه های تولیدات مواد انفجاری مانند آن. در این اماکن ممکن است قابلیت و سرعت اشتعال مواد متوسط باشد اما مقدار ذخیره مواد قابل اشتعال زیاد بوده و در صورت بروز حریق ، آتش سوزی های شدیدی به وجود می آید. مانند انبارهای بزرگ چوب ، کارخانه های تولیدی مواد آلی ، رنگ ، لاستیک.

۷-۲- طبقه بندی حریق بر اساس نوع ماده سوختنی

طبقه بندی حریق بر اساس نوع ماده سوختنی یکی از مراحل اصلی در طراحی سامانه های اطفای حریق می باشد. که به وسیله آن بتوان به بهترین شکل ممکن با حریق رو به رو شد. اساساً زمانی که انواع حریق را شناختیم توانایی خواهیم داشت که آن را راحت تر خاموش کنیم و مانع از ایجاد خسارت های بیشتر شویم. حریق ها را بر اساس نوع ماده سوختنی و خواص آن به دسته های مختلف طبقه بندی می کنند.

۷-۲-۱- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد سازمان ایمنی و حریق آمریکا (NFPA)

استاندارد NFPA آمریکا، حریق ها را در پنج طبقه A، B، C، D، K به شرح زیر تقسیم بندی می نماید.^۱

جدول ۷-۲-۱- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد سازمان ایمنی و حریق آمریکا (NFPA)

کلاس	شکل	نوع آتش	مثال
A		مواد خشک یا جامدات	مانند چوب، پارچه، کاغذ، لاستیک و بسیاری از پلاستیک ها
B		مایعات قابل اشتعال	مایعات قابل احتراق، روغن های نفتی، قیرها، روغن ها، رنگ های پایه روغنی، حلال ها، لاک ها، الکل ها و گازهای قابل اشتعال
C		برق و الکتریسیته	لوازم برقی و الکترونیکی، کابل ها و سیم های برق
D		فلزات قابل اشتعال	مانند منیزیم، تیتانیوم، زیرکونیوم، سدیم، لیتیم و پتاسیم
K		روغن های خوراکی	معبد های پخت قابل احتراق (روغن ها و چربی های گیاهی یا حیوانی)

آتش سوزی نوع A: این نوع آتش سوزی از مواد سوختنی جامدات مانند چوب، کاغذ، پارچه، قالی، چرم و غیره حاصل می شود و معمولاً پس از سوختن از خودشان خاکستر یا زغال به جای می گذارند، سرعت و توسعه سوختن آن بستگی به مقدار اکسیژن و حرارت موجود در محل دارد. چنانچه حالت سوختن این مواد آهسته و با شعله کم همراه باشد رنگ خاکستر یا زغال حاصل از آن مایل به قرمز بوده و این حالت سوختن را اصطلاحاً نیمه سوز می گویند، در چنین وضعیتی آتش سوزی با دود زیاد غلیظ و همچنین با گاز سمی کشنده به نام

^۱ ترتیب این طبقه بندی برگرفته از اولین حرف مشخصه هر گروه است و نه ترتیب حروف الفبا (گروه "A" برگرفته از کلمه ی "Ash" به معنی خاکستر، گروه "B" برگرفته از "Barrel" به معنی بشکه، گروه "C" برگرفته از "Circuit" به معنی جریان، گروه "D" برگرفته از "Dynamit" به معنی دینامیت، گروه "K" برگرفته از "Kitchen" به معنی آشپزخانه).

اکسید کربن همراه است که ناشی از کمبود اکسیژن می باشد. اگر چنانچه به این حالت سوختن آتش سوزی نوع A هوای کافی برسد بلافاصله حرارت زیاد ایجاد شده ، کاملاً شعله ور می گردد و راه مبارزه با این نوع حریق ، تقلیل حرارت مواد در حال سوختن یا به عبارت دیگر سرد کردن آتش بوسیله آب می باشد.

آتش سوزی نوع B: این نوع آتش سوزی از سوختن مایعات قابل اشتعال ایجاد می شود این گونه مایعات عبارتند از بنزین ، نفت ، الکل ، انواع روغن ها ، رنگ ها حلال ها ، مازوت و ... ، مایعات قابل اشتعال بخارهای قابل انفجاری (قابل اشتعالی) را از خود متصاعد می کنند که با توجه به خصوصیات فیزیکی مربوطه در یک درجه حرارت معین مشتعل یا منفجر شده و توسعه می یابند. برای مثال بنزین که یکی از همین مایعات است قابلیت اشتعال بالایی داشته و در هر شرایطی چه در هوای معمولی و چه در هوای سرد مقدار زیادی بخار از خود ایجاد می کند که با یک جرقه یا شعله مشتعل شده و به شدت می سوزد و سایر مایعات یاد شده عنوان شده نیز به همین طریق در شرایط و موقعیت های خاصی شروع به سوختن می نمایند. اساساً مایعات قابل اشتعال ، به علت تبخیر سریع ، از نظر سهولت و ادامه اشتعال خطرناک تر از جامدات بوده و به علت اینکه دارای شکل ثابتی نمی باشند احتمال جاری و پخش شدن آنها در محیط وجود دارد و همین عمل سبب ازدیاد سطح تماس مایع با هوا گردیده و موجب ازدیاد شعله می گردد بنابراین مسئله مهم درحریق مایعات قابل اشتعال ، جلوگیری از جریان مایع با گسترش آن در سطح می باشد.

نحوه مبارزه با این گونه آتش سوزی کاملاً با نوع آتش سوزی A متفاوت بوده و باید برای خاموش کردن آن از تمهیدات خاص استفاده کرد. مثلاً به کار بردن آب برای مبارزه با این گونه حریق نه تنها آتش را خاموش نمی کند بلکه دامنه آن را بیشتر توسعه می دهد از مصرف آب برای خاموش کردن این گونه آتش سوزی باید جداً خودداری کرد. بهترین مواد برای اطفای حریق نوع B ، شن ، ماسه ، کف ، گاز انیدرید کربنیک ، پودر و یا مخلوط پودر و گاز، گاز کربنیک فشرده و سایر گازهای بدون اثر و سنگین تر از هوا می باشد. با این گونه مواد ، عملاً آتش خفه شده و هوا به آن نمی رسد و در نتیجه خاموش می شود.

آتش سوزی نوع C: این نوع آتش سوزی معمولاً در اثر اتصال سیم های برق که دارای جریان مثبت و منفی هستند ایجاد می شود به هر علتی مکنست دو سیم روپوش محافظ خود را از دست داده به هم متصل شوند و امکان دارد این اتفاق در تمام دستگاه های برقی و الکترونیکی به علت بار سنگین و یا صدمه دیدن روپوش آنها انجام گیرد. به منظور مبارزه با این نوع آتش سوزی اولین اقدام باید قطع جریان برق از منبع آتش سوزی باشد و پس از اینکه مطمئن شدیم جریان برق وجود ندارد آنگاه باید به جسم در حال سوختن توجه کنیم. چنانچه آن جسم جامد باشد که در آتش سوزی نوع A تشریح گردیده ، طبق دستورالعمل داده شده با سرد کردن آن توسط آب اقدام به خاموش کردن می نماییم و اگر مواد آتش در حال سوختن مایع و از نوع نفتی باشد با خفه کردن به روش مبارزه با حریق نوع B نسبت به خاموش کردن آن اقدام می نماییم و در هر صورت سعی می کنیم سایر مواد سوختنی را با توجه به

قدرت احتراقی که دارند از محوطه دور کنیم. مطمئن ترین روش برای اطفای حریق نوع C ، استفاده از موارد خاموش کننده گاز کربنیک فشرده و پودر گاز می باشد.

آتش سوزی نوع D : این گونه آتش سوزی مربوط است به سوختن بعضی از فلزات قابل احتراق مانند پتاسیم، تیتانیوم ، منیزیم و سدیم. برای خاموش کردن این نوع آتش سوزی نباید از آب و کف استفاده کرد چون با واکنش فلزات قابل اشتعال با آب ، گاز هیدروژن تولید می شود که شدیداً قابل اشتعال بوده و حریق تشدید می گردد بعنوان مثال فلز منیزیم یکی از مواد قابل اشتعال است در صورت سوختن با درجه حرارت بالا تبدیل به یک شعله سفید خیره کننده شده و حرارت زیادی از خود ایجاد می کند و اگر به منظور خاموش کردن آن از آب استفاده شود شعله سفید مزبور با آب ترکیب شده و گاز هیدروژن آزاد می نماید و این گاز در یک غلظت معین به شدت قابلیت انفجار پیدا کرده و خرابی های غیرمنتظره ای را به وجود می آورد. راه اطفای حریق این گونه آتش سوزی ها ، خفه کردن آن با شن یا ماسه خشک و یا استفاده از پودر مخصوص می باشد.

آتش سوزی نوع K : این نوع حریق شامل آتش سوزی روغن های قابل اشتعال خوراکی و صنعتی می گردد. همچنین چربی های گیاهی و حیوانی که معمولاً در آشپزخانه ها ، نانوائی ها و رستوران ها مورد استفاده قرار می گیرند ، عامل ایجاد این نوع آتش سوزی ها هستند. برای اطفای حریق های کلاس K از پودرهای شیمیایی تر که حاوی پتاسیم استات ، کربنات پتاسیم یا سیترات پتاسیم است استفاده می شود. این مواد شیمیایی مایع یا روغن مشتعل را خنک می نماید و راه رسیدن اکسیژن به آن را بسته و حریق را اطفاء می نماید.

۲-۷-۲- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد اروپا و آمریکا

استاندارد اروپا و استرالیا ، حریق ها را در شش طبقه A ، B ، C ، D ، E ، F به شرح زیر تقسیم بندی می نماید.^۲ تعریف حریق های نوع A ، B ، D ، E ، F استاندارد اروپا و استرالیا دقیقاً مشابه ، به ترتیب ، حریق های نوع A ، B ، D ، C ، K استاندارد NFPA آمریکا می باشند.

حریق نوع C در استاندارد اروپا و استرالیا مربوط به آتش سوزی ناشی از گازها یا مایعات و یا مخلوطی از آنها است که قابلیت تبدیل شدن به گاز را دارند ، مانند بوتان، پروپان ، گاز مایع ، گاز شهری و غیره که می توان برای اطفای این

^۲ ترتیب این طبقه بندی برگرفته از اولین حرف مشخصه هر گروه است و نه ترتیب حروف الفبا (گروه "A" برگرفته از کلمه ی "Ash" به معنی خاکستر ، گروه "B" برگرفته از "Barrel" به معنی بشکه ، گروه "C" برگرفته از "Circuit" به معنی جریان ، گروه "D" برگرفته از "Dinamit" به معنی دینامیت ، گروه "E" برگرفته از "Electrical" به معنی الکتریکی ، گروه "F" برگرفته از "Fat" به معنی چربی.

گروه حریق ، از خفه کردن و یا جداسازی (قطع سوخت) استفاده کرد. برای اطفای این نوع حریق ، لازم است از خاموش کننده محتوی پودر خشک شیمیایی استفاده کرد.

جدول ۲-۲- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد اروپا و آمریکا

کلاس	شکل	نوع آتش	مثال
A		مواد خشک یا جامدات	چوب، کاغذ، پارچه، لاستیک، پلاستیک، فرش، توتون، تنباکو، الیاف، نفتالین
B		مایعات قابل اشتعال	بنزین، گازوئیل، نفت، تینر، گریس، الکل، اتان، آمونیاک، گلیسرین
C		گازهای قابل اشتعال	متان، اتان، بوتان، پروپان، استیلن، اکسیژن، هیدروژن
D		فلزات قابل اشتعال	لیتیوم، سدیم، پتاسیم، منیزیم، تیتانیوم، زیرکونیوم
E		برق و الکتریسیته	لوازم برقی و الکترونیکی، کابل ها و سیم های برق
F		روغن های خوراکی	روغن های خوراکی مورد استفاده در آشپزخانه یا رستوران

۲-۷-۳- طبقه بندی حریق بر اساس استاندارد ملی شماره ۷۷۵۶ ایران

استاندارد ملی شماره ۷۷۵۶ ایران نیز به تبعیت از استاندارد اروپا و استرالیا ، حریق ها را در شش طبقه A ، B ، C ، D ، E ، F تقسیم بندی می نماید.

۲-۸-۸- طبقه بندی مایعات از نظر خطر حریق ، مطابق استاندارد NFPA

مایعات در مهندسی حریق و مطابق استاندارد NFPA ، به دو دسته زیرتقسیم بندی می شوند.

۲-۸-۸-۱- مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid)

مایع قابل اشتعال مایعی است که به آسانی مشتعل شده به سرعت و با شدت می سوزد و انرژی گرمایی زیادی تولید می کند.

۲-۸-۸-۲- مایعات قابل احتراق (Combustible Liquid)

مایع قابل احتراق به مایعی گفته می شود که به راحتی مشتعل نمی شود ، با سرعت کمتری می سوزد و بنابراین نسبتاً ایمن تر است.

مایعات قابل اشتعال بخارهایی را در دمای معمولی تولید می کنند که می تواند به راحتی با شعله کوچک یا جرقه مشتعل شود ولی در مقابل ، مایعات قابل احتراق ، فاقد این ویژگی می باشند. با این حال اگر مایع قابل احتراق تا نقطه اشتعال (Flash Point) یا بالاتر از آن گرم شود ، بخارهای تولید شده توسط این مایع گرم شده را می توان مشتعل کرد. در این موارد مایعات قابل احتراق می توانند به اندازه مایعات قابل اشتعال خطرناک باشند و بعضی از آن ها ، به عنوان مثال سوخت های هیدروکربنی، می توانند با همان سرعت مایعات قابل اشتعال به سرعت سوخته و به محض اشتعال به همان اندازه گرما ایجاد کنند. بنابراین ، گرم کردن متوسط این مایعات یا ذخیره آنها در محیطی بسیار گرم نیز می تواند خطر آتش سوزی را ایجاد نماید.

مایعات قابل اشتعال یا قابل احتراق خودشان نمی سوزند؛ بلکه بخارهای آزاد شده از مایعات می سوزد. حتی بخار آزاد شده از مایع نیز باید قبل از وقوع احتراق، با غلظت کافی وجود داشته باشد.

مهمترین خواص فیزیکی مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق عبارتند از : نقطه اشتعال یا شعله زنی (Flash Point) ، فشار بخار ، نقطه آتش گیری (Fire Point) و محدوده قابل اشتعال که در زیر به تعاریف آن ها بر اساس استاندارد سازمان ایمنی و حریق آمریکا (NFPA30) پرداخته می شود.

الف - نقطه اشتعال یا شعله زنی (Flash Point)

متداول ترین شاخص خطر آتش سوزی مایعات ، نقطه اشتعال است. نقطه اشتعال، مبنایی برای طبقه بندی مایعات فرار است که مستقیماً با فراریت مایع، یعنی توانایی آن در تولید بخار ارتباط دارد. کنترل بخارات یک مایع قابل اشتعال یا قابل احتراق اصولی ترین روش برای کنترل خطر آتش سوزی است.

ب - فشار بخار

فشار بخار، مشخص های از مایع است که نشانگر مستقیم قابلیت تبخیر مایع می باشد. به طور کلی ، در هر دمای معین ، مایع با فشار بخار بیشتر، به راحتی تبخیر می شود. فشار بخار به دما وابسته است و با افزایش دما افزایش می یابد؛ بنابراین، گرم کردن مایع باعث تبخیر سریعتر آن می شود. در مورد یک مایع قابل اشتعال یا قابل احتراق، این ویژگی نشان می دهد که مایعات با فشار بخار زیاد به راحتی تبخیر می شوند و احتمال خطر آتش سوزی آن ها نسبت به موادی که فشار بخار کمتری دارند بیشتر است.

ج - نقطه آتش گیری (Fire Point)

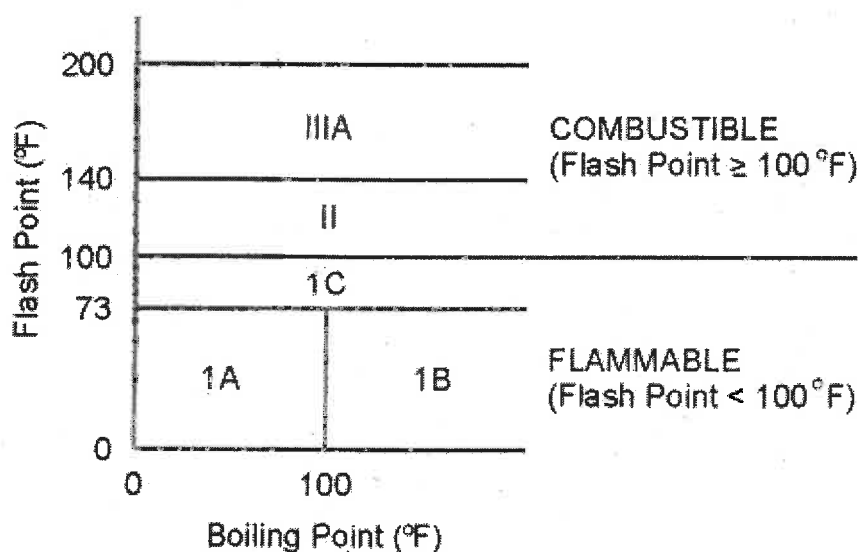
نقطه آتش گیری به عنوان پایین ترین دمایی تعریف می شود که مایع باید در آن گرم شود تا بتواند بخار کافی را تولید کند تا حداقل ۵ ثانیه پس از استفاده از شعله آزمایشی ، سوختن پایدار داشته باشد. نقطه آتش حداقل برابر با نقطه اشتعال یا شعله زنی (Flash Point) است ، اما می تواند بالاتر باشد. برای مایعاتی که نقطه اشتعال آن ها بسیار پایین تر از دمای معمولی محیط است ، تفاوت بین نقاط اشتعال و نقطه آتش ناچیز است یا وجود ندارد.

د- محدوده دمایی اشتعال پذیری

از لحاظ نظری، نقطه اشتعال باید کمترین دمایی را نشان دهد که در آن غلظت بخار در پایین ترین مقدار ممکن است. حد اشتعال پذیری پائین (LFL) در هوا، یعنی پایین ترین دمایی که در آن فشار بخار مایع قادر به تولید مخلوطی قابل اشتعال است که تقریباً نقطه اشتعال با این نقطه مطابقت دارد. با این حال، به دلیل شرایط غیر ایده آل دستگاه های آزمون و روش های مختلف مورد استفاده، نقطه اشتعال همیشه در شرایط تعادل تعیین نمی شود و معمولاً بیشتر از مقادیر محاسبه شده از LFL و فشار بخار تعادل است.

مطابق با مفاد استاندارد NFPA30، مایعات قابل اشتعال به مایعاتی اطلاق می شود که نقطه اشتعال آن در آزمون ظرف در بسته، پایینتر از 37.8°C (100°F)^۲ بوده و فشار بخار آن که مطابق با استاندارد ASTM - D323 تعیین می شود از فشار مطلق 276 kPa (40 psi) در دمای 37.8°C (100°F) بیشتر نشود. مایعات قابل احتراق به مایعاتی اطلاق می شود که نقطه اشتعال آن به روش آزمون ظرف در بسته، معادل یا بیشتر از 37.8°C (100°F) باشد. بارزترین مایعات قابل اشتعال، بنزین و الکل و بارزترین مایعات قابل احتراق، گازوئیل و مازوت می باشند.

به طور کلی مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق در ۳ کلاس I و II و III طبقه بندی می شوند که کلاس I مربوط به مایعات قابل اشتعال و کلاس های II و III مربوط به مایعات قابل احتراق است. مایعات کلاس I نیز خود به سه زیر گروه IA، IB و IC با توجه به نقطه اشتعال و نقطه جوش، طبقه بندی می شوند. مایعات کلاس II و کلاس III نیز به نوبه خود با توجه به نقطه اشتعال و نقطه جوش، طبقه بندی می شوند.



شکل ۲-۲- مقایسه دمایی اشتعال و دمای جوش مایعات قابل اشتعال و قابل احتراق

^۲ یک درجه فارنهایت معادل 1.8°C - یک درجه سانتی گراد و یک درجه سانتی گراد معادل 1.8°F - یک درجه فارنهایت می باشد.

جدول ۲-۳- طبقه بندی مایعات قابل اشتعال (Flammable Liquid)

نام کلاس مایع قابل اشتعال	نقطه اشتعال	نقطه جوش
کلاس IA	کوچکتر از ۷۳ °F	کوچکتر از ۱۰۰ °F
کلاس IB	کوچکتر از ۷۳ °F	بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ °F
کلاس IC	کوچکتر از ۱۰۰ °F و بزرگتر یا مساوی ۷۳ °F	-

جدول ۲-۴- طبقه بندی مایعات قابل احتراق (Combustible Liquid)

نام کلاس مایع قابل احتراق	نقطه اشتعال
کلاس II	بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ °F و کوچکتر از ۱۴۰ °F
کلاس IIIA	بزرگتر یا مساوی ۱۴۰ °F و کوچکتر از ۲۰۰ °F
کلاس IIIB	بزرگتر یا مساوی ۲۰۰ °F

۲-۹- روش های عمومی اطفای حریق

همانطور که قبل تر ذکر شد حریق زمانی به وجود می آید که چهار عنصر اصلی ایجاد آن یعنی اکسیژن ، مواد سوختنی (قابل اشتعال) ، حرارت معین و واکنش های زنجیره ای در یک محیط وجود داشته باشند. هرگاه حداقل یک مورد از این عناصر از صحنه دور شوند در واقع ارتباط چهارگانه قطع و قاعدتاً آتش خاموش خواهد شد.

۲-۹-۱- قطع سوخت (سد کردن)

اگرچه جابجایی یا خارج کردن مواد سوختنی در حال وقوع حریق کار آسانی نیست اما به منظور کنترل آتش و جلوگیری از توسعه آن می توان اقدامات مؤثری را با خارج کردن مواد قابل اشتعالی که در نزدیکی محل حریق هستند و هنوز شعله ور نشده اند انجام داد. قطع سوخت می تواند به یکی از روش های زیر انجام شود :

- قطع منبع سوخت.
- تخلیه سوخت از منبع نگهدارنده.
- خارج کردن و جدا نمودن موادی که قابلیت احتراق را دارند از محوطه حریق.
- اجازه بدهیم سوخت تحت کنترل به سوختن ادامه داده و منبع سوخت به اتمام برسد.
- رقیق کردن مواد قابل حل در آب مثل الکل و غیره.

۲-۹-۲- تقلیل و یا قطع حرارت (سرد کردن)

چنانچه حرارت در حریق به مقدار قابل ملاحظه‌ای کم شود و میزان آن به پایین‌تر از نقطه احتراق برسد حریق مهار خواهد شد. به منظور کاهش حرارت در حریق‌ها، آب مرسوم‌ترین و بهترین وسیله‌ای می‌باشد به شرط آنکه با رعایت احتیاط‌های لازم استفاده شود و از به کارگیری نابجا از آن دوری کرد.

۲-۹-۳- خفه کردن (قطع اکسیژن)

روشن خفه کردن (قطع اکسیژن) در صورتی که به صورت صحیح انجام شود یکی از روش‌های مناسب جهت اطفای حریق می‌باشد و می‌تواند به صورت‌های زیر انجام شود :

- پوشش حوضچه در حال سوختن به وسیله یک سرپوش.
- خاکریزی بر روی علف‌های خشک در حال سوختن.
- استفاده از CO_2 ، N_2 و فوم و یا بخار بر روی مایعات در حال احتراق.

۲-۹-۴- شکستن حلقه زنجیره ای واکنش شیمیایی

مولکول‌های سوخت به قطعات کوچک‌تری به نام رادیکال تبدیل می‌شوند. در طول فرآیند احتراق این ذرات کوچک با اکسیژن موجود در هوا ترکیب شده و انرژی آزاد می‌کنند. این انرژی به مولکول‌های مجاور منتقل می‌شود. بنابراین واکنش زنجیره پیوستگی دارد. پودرهای شیمیایی یکی از مواد مؤثر هستند که مانع از این انتقال انرژی می‌شوند و با شکستن حلقه زنجیره ای واکنش شیمیایی سبب خاموش شدن حریق می‌شوند.

۲-۱۰-۱- مواد رایج قابل استفاده جهت اطفای حریق و ویژگی‌های آنها

مواد رایج قابل استفاده در اطفای حریق، از نظر نحوه عملکرد، به چهار دسته به شرح زیر تقسیم می‌شوند :

- الف- مواد سرد کننده (آب - CO_2)
- ب- مواد خفه کننده (کف - CO_2 - ماسه و خاک)
- ج- مواد رقیق کننده هوا (N_2 - CO_2)
- د- مواد محدود کننده واکنش‌های زنجیره ای شیمیایی (HFC و پودرهای مخصوص)

انتخاب ماده مناسب خاموش کننده آتش به نوع آتش‌سوزی، محل حریق و شرایط محیطی مربوطه وابسته است. در برخی موارد به خاطر لزوم سرعت عمل و خاموش کردن سریع‌تر حریق، از دو یا چند ماده خاموش کننده به طور همزمان استفاده می‌شود.

۲-۱۰-۱- آب (Water)

آب بطور کامل غیر قابل اشتعال بوده و معمولاً به فراوانی در دسترس است. بهترین خاموش کننده برای حریق های نوع A است ولی برای اطفاء مواد نفتی اثری ندارد زیرا مواد نفتی بروی آن شناور شده و تبخیر و احتراق کماکان ادامه می یابد. در صورت استفاده از آب برای خاموشی حریق های نوع الکتریسیته نیز باید از قطعی منبع جریان برق اطمینان حاصل شود. از آب می توان برای خنک سازی سطح بیرونی مخازن فرآورده های نفتی استفاده نمود. بخارات آب رقیق کننده بهتری نسبت به هوا می باشند و باعث رقیق شدن مخلوط های قابل اشتعال نزدیک بخود شده و با رقیق سازی شدت حریق را کاهش داده و سرعت سوختن مخلوط را کنترل می نماید.

هنگامی که نشت سیال وجود داشته اما حریق رخ نداده است اسپری آب باعث TURBULENCY و ایجاد جریان گردابی هوا همراه با بخارات آب شده و عمل رقیق سازی به نحو مطلوبی صورت می پذیرد. اگر ادامه نشتی منجر به حریق گردد می توان بدون افزایش فشار ظرف، حریق را خاموش نمود.

دو اصل قابل بررسی، در مورد استفاده از آب همیشه باید در نظر گرفته شود:

الف - اینکه آیا میزان ذخیره آب و فشار به اندازه کافی است؟ و

ب - اینکه آیا کاربرد آب برای حریق مورد نظر بهترین و مناسبترین روش است؟

آب دارای نقاط ضعفی به شرح موارد زیر نیز می باشد:

- نیروی کششی سطحی آب می تواند نفوذ آن را در میان مواد قابل اشتعال بسته بندی شده مانند بسته های کاغذ پارچه و غیر محدود سازد.
- آب هادی جریان برق بوده و می تواند باعث بروز شوک و برق گرفتگی شود.
- آب در مورد برخی از مایعات قابل اشتعال بی اثر می باشد.
- برخی از مواد با آب وارد واکنش شده وارد واکنش شده حرارت یا گازهای سمی و یا قابل اشتعال و انفجار آزاد می کند.
- آب به سرعت سطوح را مرطوب کرده و جاری می گردد.
- استفاده زیادی از آب باعث اتمام ذخیره آب گسترش سطح حریق یا ایجاد مزاحمت در عملیات و مانور نیروهای عملیاتی می نماید.

۲-۱۰-۲- کف (Foam)

کف اطفاء حریق با وارد کردن هوا در محلولی از آب و کنستانتره فوم با روش های متفاوتی تولید و بکار گرفته می شود با توجه به سبک بودن کف نسبت به محلول آب و فوم و همچنین مایعات قابل اشتعال کف تولیدی روی سطح شناور شده و باعث قطع ارتباط هوا و محدود نمودن آن می گردد لایه پیوسته کف باعث ایجاد پوششی روی بخارات قابل اشتعال شده و توقف یا جلوگیری از حریق مواد سازگار با آب را در پی خواهد داشت.

اساساً کف برای خاموش کردن حریق مواد قابل اشتعال و احتراق که بروی سطوح ریخته یا درون ظروف نگهداری می شود اقدام به تشکیل یک لایه خنک کننده و پیوسته می نماید کف تنها عامل خاموش کننده دائمی برای اینگونه حریق ها می باشد و با استفاده از آن تیم آتش نشانی و آتش نشانان می تواند در مدت زمان کمتری حریق را اطفاء نمایند. لایه کف پوشش دهنده سطح می تواند برای مدتی مانع از انتقال بخارات قابل اشتعال شود که این زمان بستگی به پایداری و عمق لایه دارد ماده سوختنی ریخته شده به سرعت با لایه کف ایمن می گردد لایه کف بعد از زمانی مناسب رفع و از بین می رود و اغلب اثرات زیان آوری بروی مواد و محصولات که با آن در تماس هستند ندارد. در مکان هایی که افرادی به دام حریق افتاده باشند استفاده از کف مناسب نیست.

کف ها به دو گروه اصلی تقسیم بندی می شوند :

الف-کف شیمیایی : از واکنش بین دو ماده شیمیایی در آب حاصل می گردد که معمولاً محلول سولفات آلومینیوم و بیکربنات سدیم است. از محصولات واکنش گاز CO₂ هست که درون حبابهای کف جای می گیرد و به اطفای حریق کمک می کند.

ب-کف مکانیکی (هوایی) : طرز تولید آن داخل کردن هوا به درون آبی است که مقداری ماده غلیظ کف کننده در آن حل شده است. توسعه این کف بسیار زیاد است و به سه دسته تقسیم می شوند :

الف- کف سنگین یا کم توسعه (Low Expansion) : با نسبت افزایش حجمی تا ۲۰ برابر محلول کف ساز.

ب- کف متوسط (Medium Expansion) : با نسبت افزایش حجمی ۲۰ تا ۲۰۰ برابر محلول کف ساز.

ج- کف سبک یا پر توسعه (Medium Expansion) : با نسبت افزایش حجمی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر محلول کف ساز.

مهمترین خصوصیات کف ، نسبت توسعه و مدت ماندگاری آن بر روی حریق است. ترکیبات کف موجود در بازار اغلب بصورت اسامی تجارتي معرفی می شوند و ترکیبات آنها مخفی است ولیکن باید مشخصات مربوط به نحوه محلول سازی ، نسبت توسعه و ملاحظات کاربردی آن مشخص باشد.

ترکیبات یا انواع کف مکانیکی عبارتند از :

الف-کف پروتئینی : مواد متشکله این نوع کف ، ترکیبات نباتی و حیوانی است.

ب-کف فلورو پروتئین : مواد متشکله این نوع کف ، مانند کف پروتئینی است فقط مقداری فلورئین که قابلیت خاموش کنندگی کف را بالا می برد ، در آن وجود دارد.

ج-کف نازک : مواد این گروه از ترکیب یک سورفکتانت مثل فلورین کربن برای تشکیل لایه نازک آب در سطوح به کار می رود. این کف رقیق در صورت پرتاب روی مایعات نفتی به آنها داخل نشده و بصورت قشر نازکی روی آنها می نشیند.

د-کف مقاوم : ترکیبات این کف معمولاً کف پروتئینی همراه با مواد تثبیت کننده حباب ، در برابر حل کنندگی الکل می باشند و برای خاموش نمودن مایعات قابل اشتعال محلول در آب مانند الکل ها مناسب هستند.

۲-۱۰-۳- پودر شیمیایی (Chemical Powder)

پودر های شیمیایی اثر سرد کنندگی ناچیز و اثر خفه کنندگی بالایی دارند و در اثر پاشیده شدن روی مواد ، کالاهای و تجهیزات اثر برجا می گذارند ، اغلب برای آتش سوزی های نوع A اقتصادی نیستند ، حریق را بصورت سطحی خاموش می کنند و عملکرد آنها برای حریق های عمقی که اغلب دمای بالایی دارند محدود می شود.

مواد شیمیایی پایه که برای تولید پودرهای شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از بیکربنات سدیم ، بیکربنات پتاسیم ، کلرید پتاسیم ، بیکربنات اوره - پتاسیم و مونوآمونیم فسفات که با افزودنی های مختلفی مخلوط می شوند.

این افزودنی ها برای بهبود خواص مواد پایه مورد استفاده قرار می گیرند این خواص عبارتند از سیالیت و روان روی ، بالا بردن کیفیت نگهداری ، مقاومت در برابر آب و عدم جذب رطوبت.

اکثر این مواد افزودنی را ترکیباتی مانند استیرتهای فلزی تری کلسیم ، فسفات سیلیکونز و غیره تشکیل می دهند که با پوشش ذرات پودر باعث سیالیت و حرکت آزادانه ذرات شده و از کلوخه شدن آنها در مقابل آب و ارتعاش جلوگیری می نماید.

پودر های شیمیایی به دو دسته کلی تقسیم بندی می شوند :

الف- پودر شیمیایی خشک (Dry Powder) : برای خاموش کردن حریق نوع D یعنی حریق فلزات قابل اشتعال مثل سدیم ، پتاسیم ، منیزیم و ... کاربرد زیادی دارد ، برای اطفاء حریق مایعات (حریق نوع B) بازده کمتری دارد و از آن می توان برای اطفاء حریق های برقی نیز استفاده نمود.

ب- پودر شیمیایی تر (Wet Powder) : برای خاموش کردن حریق نوع F یعنی حریق روغن های آشپزخانه ای کاربرد زیادی دارد ، پودر شیمیایی تر در واقع ترکیب پودر کربنات پتاسیم یا استات پتاسیم در آب است.

۲-۱۰-۴- دی اکسید کربن (CO2)

گاز دی اکسید کربن گازی بی رنگ ، بی بو ، غیر سمی و سنگین تر از هوا است ، برای حریق های مایعات قابل اشتعال و الکتریسته (برق) مناسب است. قابل اشتعال نیست و با تعداد زیادی از مواد واکنش نمی دهد و چون در فاز گاز قرار دارد می تواند در تمام جهات حریق نفوذ کرده و گسترش یابد علاوه بر این در حالت گازی و حتی در فاز جامد بسیار ریز (که برفک گفته می شود) رسانای جریان نمی باشد. این گاز با دور کردن اکسیژن و رقیق کردن اتمسفر آتش را خاموش می کند و در هنگام خروج بسیار سرد است و به خنک کردن حریق نیز کمک می کند. ضمناً هیچگونه اثری بر جای نگذاشته و نیاز به نظافت پس از اطفاء ندارد.

۲-۱۰-۵- ترکیبات هالوژنه (هالون و HFC^۴)

مواد هالوژنه سنگین تر از هوا هستند و مکانیسمی مشابه CO₂ در اطفای حریق دارند ، به سرعت روی حریق را پوشانده و مانع رسیدن اکسیژن می شوند و واکنش های زنجیره ای را کنترل می نمایند و در هنگام اطفاء بدون بجای گذاشتن اثرات تخریبی و باقی مانده به روی مواد و دستگاه ها می تواند به طور بسیار موثری ایفای نقش نماید در وزن مساوی قدرت خاموش کنندگی آنها دو الی سه برابر CO₂ است. برخی مواد هالوژنه ، بدلیل اثرات مخرب زیست محیطی ممنوعیت استفاده دارند و اساساً بدلیل قیمت بالا ، برای اطفای حریق مواد یا کالاهای پر ارزش ، مراکز مخابراتی ، ماشین های الکتریکی و الکترونیکی و مواردی اینچنینی کاربرد دارند.

۲-۱۱-۱- انواع تجهیزات خاموش کننده آتش

بر اساس شیوه اطفاء ، میزان گسترش و نوع حریق ، تجهیزات خاموش کننده آتش به دو گروه کلی تقسیم بندی می شوند :

۲-۱۱-۱-۱- تجهیزات متحرک

- ۱- وسایل ساده مانند سطل شن ، سطل آب ، پتوی خیس و پتوی نسوز آتش نشانی.
- ۲- خاموش کننده های دستی با حداکثر ظرفیت ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر ماده خاموش کننده در انواع مختلف.
- ۳- خاموش کننده های چرخ دار (تا ظرفیت ۹۰ کیلوگرم) که توسط یک نفر قابل حمل می باشد.
- ۴- خاموش کننده های بزرگ خودرویی یا قابل حمل توسط قایق ، کشتی ، بالگرد و هواپیما. این تجهیزات دارای قابلیت امدادی نیز بوده و کارایی بسیار وسیعی دارند.

۲-۱۱-۲- تجهیزات ثابت و نیمه متحرک

- ۱- جعبه اطفاء حریق (Firebox) یا شیلنگ با آب تحت فشار و تجهیزات مشابه نیمه متحرک برای برداشت سایر مواد اطفایی.
- ۲- شبکه ثابت خاموش کننده مبتنی بر آب (شبکه افشانه ای یا اسپرینکلر) ، کف (فوم) ، دی اکسید کربن ، پودر شیمیایی و ترکیبات هالوژنه.
- ۳- شیرهای برداشت آب آتش نشانی (Hydrant).
- ۴- مانیتور های آتش نشانی جهت تزریق آب و یا فوم با فشار بالا.

**فصل سه : انواع مخازن
ذخیره سازی فرآورده های
نفتی و سناریوهای محتمل
حریق در آنها**

۱-۳- انواع مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی

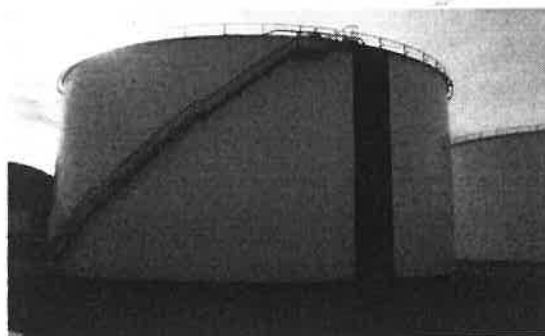
مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی دارای انواع مختلف اند ، انتخاب تیپ مخزن مناسب ، وابسته به نوع و مشخصات فرآورده می باشد. طبقه بندی مخازن می تواند از دیدگاه های متفاوتی مانند مصالح تشکیل دهنده ، شکل هندسی ، نوع سقف ، نوع سیال یا برحسب فشار بخار ماده ذخیره شده در آن باشد. در حالت کلی همه مخازن به دو دسته ی مخازن روباز و سر بسته تقسیم بندی می گردد. از مخازن سر بسته ، می توان به مخازن سقف ثابت ، مخازن سقف شناور ، مخازن سرد ، مخازن کروی و مخازن استوانه ای اشاره نمود .

مخازن سقف ثابت (Fixed Roofs Tanks)

مخازن با سقف ثابت به مخازنی گفته می شود که دارای بدنه ای استوانه ای و عمودی اند و به اشکال مختلفی از جمله سقف گنبدی ، مخروطی ، کروی و نیمه کروی وجود دارند. شکل سقف مخروطی و سپس سقف گنبدی از بقیه اشکال متداول تراند. مخازن با سقف ثابت اساساً جهت نگهداری مایعات کلاس دو که ریسک پذیری متوسط دارند و فشار بخار آنها در مخزن زیاد نیست ، اما قابل اشتعال هستند (مانند ترکیبات سنگین نفتی) ، استفاده می گردد.



شکل ۱-۳- نمونه ای از مخازن سقف ثابت گنبدی



شکل ۲-۳- نمونه ای از مخازن سقف ثابت مخروطی

در مخازن سقف ثابت ، سقف ها از نظر سیستم نگهدارنده سقف به دو دسته تقسیم می گردند :

۱- سقف هایی که پایه های نگهدارنده دارند.

۲- سقف هایی که بدون سیستم نگهدارنده یا اصطلاحاً خود نگهدار هستند ، در این نوع ، سقف ها به بدنه جوش داده شده و هیچ پایه و ستونی جهت نگهداری نیاز ندارند. سقف ثابت به روش های مختلفی به بدنه مخزن جوش داده می شود. این جوش ها باعث استقرار محکم سقف بر روی مخزن می گردد. در مواقعی که ممکن است به هر دلیلی فشار در مخزن بیشتر از حد مجاز افزایش یابد و امکان انفجار آن باشد ، استحکام و پایداری این جوش ها به صورتی است که در حین بروز این مشکل ، کنده شده و سقف از دیواره ها جدا می گردد و به این طریق از شکاف برداشتن دیواره های مخزن و انتشار و ریزش سیال به بیرون از مخزن و محوطه جلوگیری می گردد.

لازم به ذکر است که Breathing Valve ها و شیرهای ایمنی در مخازن برای جلوگیری از بالا رفتن بیش از حد فشار داخل مخزن نسبت به مقدار مجاز آن در نظر گرفته شده اند ، اما گاهی ممکن است به دلایل مختلفی از جمله عملکرد نامناسب ، وظیفه خود را به درستی انجام نداده و خطر انفجار ، مخزن را تهدید نماید. در این صورت شکسته شدن جوش های سقف به بدنه ، بعنوان راهکاری برای جلوگیری از بروز انفجار مطرح می گردد.

به طور کلی مخازن سقف ثابت ، از نظر فشار ، به سه نوع طبقه بندی می شوند :

➤ مخازن سقف ثابت بدون فشار : که جهت نگهداری مواد در فشار محیط استفاده می گردند و

دریچه های آزاد به فضای بیرون دارند.

➤ مخازن سقف ثابت با فشار کاری پایین.

➤ مخازن سقف ثابت با فشار کاری بالا : که جهت نگهداری سیال ها در فشار کاری بالا استفاده می شوند

و با استفاده از شیرهای فشار شکن با محیط بیرون در ارتباط هستند.

مخازن سقف شناور (Floating Roofs Tanks)

اساساً جهت نگهداری مایعات کلاس یک که ریسک پذیری بالایی دارند و فشار بخار آنها در مخزن زیاد است استفاده می شود و سقف آنها به طور مستقیم بالای سیال قرار می گیرد و با مایع به بالا و پایین حرکت می کند ، فلذا فضایی برای تجمع گاز بین سطح مایع و سقف مخزن وجود نداشته و امکان انفجار و آتش سوزی در آنها نسبتاً کمتر است. دو نوع مخزن سقف شناور وجود دارد :

۱- سقف شناور داخلی **Internal Floating Roof**: مخازنی هستند که سقف بر روی فرآورده قرار داشته و علاوه بر آن، دارای یک سقف ثابت نیز هست.

۲- سقف شناور خارجی **External Floating Roof**: مخازنی هستند که سقف بر روی سیال، شناور بوده و با اتمسفر در تماس است و سقف ثابت ندارد.

تفاوت اصلی مخزن سقف شناور داخلی و خارجی، در وجود یک سقف ثابت است. ولی هر یک از این مخازن کاربرد مخصوص به خود را دارند. هر دو نوع آنها برای سیالی مورد استفاده قرار می گیرند که میزان فراریت آنها بالاست و در صورتیکه سیال مورد نظر سمیت و آتشگیری کمتری داشته باشد، از نوع سقف شناور خارجی و در صورت بالا بودن سمیت و یا آتشگیری ماده مورد نظر، از سقف شناور داخلی استفاده خواهد شد.

مخازن سرد

اساساً جهت نگهداری گازهای مایع (مانند اتیلن، بوتادین، آمونیاک، پروپان، LPG، نیتروژن و ...) که دارای نقطه جوش پایین و غالباً زیر صفر درجه سانتیگراد هستند از مخازن سرد (مخازن تبرید) استفاده می شود. مخازن سرد غالباً به شکل استوانه‌ای با کف صاف هستند و به اشکال روزمینی و زیرزمینی وجود دارند. با توجه به پایین بودن دمای جوش گازهای مایع، بیش تر آنها در دمای عادی محیط به شکل گاز می باشند لذا، برای ذخیره کردن آنها، دو راه وجود دارد:

➤ در فشار بالا و دمای محیط.

➤ در دمای پایین و فشار حدود فشار اتمسفر.

دلایل متعددی از جمله موارد زیر سبب شده راه دوم مناسب تر باشد.

➤ وجود فشار پایین تر از دید ایمنی بسیار مناسب تر می باشد.

➤ هرچه فشار مخزن افزایش یابد، ناچاراً باید ظرفیت ذخیره سازی را برای ایمنی و هزینه‌های ساخت کاهش داد. لذا کارکردن در فشار پایین تر سبب می شود تا ظرفیت بیشتری برای ذخیره سازی با هزینه مناسب تر استفاده نمود.

➤ مخازن دارای فشار زیاد از نقطه نظر ایمنی نیاز به محافظ های زیاد و غالباً دور بودن از سایر تجهیزات و واحد های فرآیندی دارند، لذا کار کردن در فشار پایین تر سبب استفاده بهینه تری از زمین می گردد.

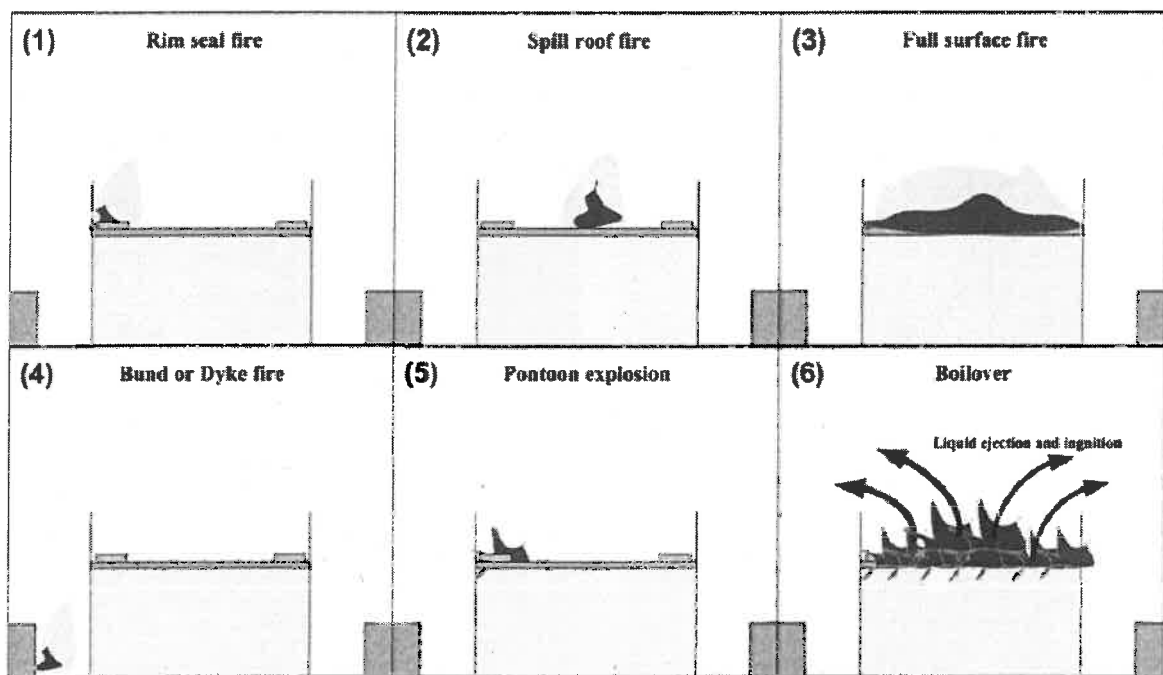
➤ عملیات بهره برداری در فشار کم راحت تر و سازگار با سیستم حمل و نقل می باشد.

مخازن کروی و استوانه ای

در مواردی که فشار بخار ماده مورد نظر در حدود ۰/۵ الی ۵۰ psi باشد ، از مخازن تحت فشار کروی یا استوانه ای استفاده می گردد. از این نوع مخزن ها ، برای نگهداری بوتان ، پروپان ، گاز مایع و بنزین های سبک به کار برده می شوند.

۳-۲- سناریوهای محتمل حریق در مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی

شکل ۳-۳ ، سناریوهای محتمل حریق در مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی را نمایش می دهد.



شکل ۳-۳- سناریوهای محتمل حریق در مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی

حریق ناحیه نشت بند (Rim seal fire)

این حریق ها معمولاً در مخازن با سقف شناور رخ می دهند. همانند حریق های Vent ، صاعقه منبع اولیه احتراق در این مخازن می باشد. در صورتی که بخارات و گازها در رنج اشتعال پذیری قرار گیرند با کوچکترین تماس با منبع حریق ، مشتعل می گردند. در مخازن با سقف شناور داخلی ، حریق های Rim Seal می تواند بسیار چالش بر انگیز باشد. مخصوصاً زمانی که هیچ سیستم اطفاء فومی در محل استقرار مخزن وجود نداشته باشد. بدون سیستم فوم در مکان مورد نظر ، تنها دریچه ای که می توان فوم را به داخل تانک تزریق نمود دریچه های کوچک تهویه در بالای تانک می باشد که آنها نیز معمولاً دارای روکش محافظ می باشند و کاربرد فوم را محدود می کنند.

حریق پراکنده در سقف مخزن (Spill roof fire)

حریق Vent^۱ که معمولاً در مخازن ذخیره با سقف ثابت اتفاق می افتد یکی از نمونه های حریق پراکنده در سقف مخزن می باشد. این حریق ها شدت کمتری دارند و اغلب می توان آنها را با اطفاء کننده های خشک یا کاهش فشار داخل تانک اطفاء نمود. علت وقوع این قبیل آتش سوزی ها می تواند برخورد صاعقه یا عملیات در مجاورت مخزن که حرارت بالایی تولید کند باشد.

حریق کل سقف مخزن (Full surface fire)

این حریق ها به دلیل عدم دسترسی به سطح در حال سوختن به دلیل وجود سقف ثابت یا شناور در مخازن سربسته سختی های زیادی در بحث اطفاء را ایجاد می کنند. یک اضافه فشار در فضای بخار بین مایع و سقف می تواند موجب پرتاب شدن سقف گردد و تا اندازه ای مواد را به بیرون منتشر کند.

حریق ناحیه دایک اطراف مخازن (Bound or Dyke fire)

این نوع حریق ها به دلیل نشت مواد از لوله ها یا مخازن ذخیره سازی رخ می دهند که این عامل ممکن است به دلیل خطای اپراتور یا نقص فنی ایجاد شود. اگر آتش سوزی رخ دهد آنگاه حریق به مثابه یک استخر وسیع گسترش می یابد.

انفجار پل موقت (Pontoon explosion)

در برخی مخازن سقف شناور ، خزینة ای (pontoon) جعبه مانند و توخالی پیرامون سقف نصب شده و آن را شناور کرده است. برتری این سقف این است که با سوراخ شدن یک یا چند خزینة غرق نخواهد شد. یکی از سناریوهای حریق مخازن ، ایجاد حادثه در خزینة مذکور است.

حریق ناشی از سرریز مواد داخل مخازن (Boilover)

در انتهای برخی مخازن فرآورده های نفتی ، به مرور زمان مقداری آب جمع می شود. این آب ممکن است در فرآیند تمیز کاری یا بصورت طبیعی وارد مخزن شده باشد. تا زمانی که مخزن دچار حریق نشود ، این آب مشکلی ایجاد نمی کند ولی این لایه آب حتی اگر در حد چند سانتی متر باشد ، در زمان حریق بسیار خطرناک خواهد بود. در هنگامی که سطح چنین مخزنی آتش بگیرد ، به مرور زمان ، لایه های زیرین ماده داخل آن گرم می شوند. (به طور متوسط موج گرما با سرعت ۶۰ الی ۱۰۰ سانتی متر در ساعت به لایه های زیرین نفوذ می کند). حال اگر

^۱ Vent مجاری خاصی بر روی سقف مخازن سقف ثابت است که بطور مستقیم به اتمسفر راه دارند و زمانی که فشار داخل مخزن کم و زیاد شود، امکان خروج گاز و یا ورود هوا را به داخل مخزن فراهم می نمایند تا فشار متعادل گردیده و از مهالگی و یا پارگی آن جلوگیری شود. ظرفیت ونت ها و سایر الزامات مربوط به آن ها در استاندارد API 2000 موجود می باشد.

آتش نشانان نتوانند مخزن را سرد نگاه داشته و به سرعت آتش را خاموش کنند ، بسته به ارتفاع مخزن ، پس از گذشت چند ساعت موج گرما به انتهای مخزن و محل وجود آب می رسد. اگر لایه آب به حرارت تقریبی ۱۲۰ درجه سانتی گراد برسد ، تماماً بخار شده و به مقدار ۱۷۰۰ برابر منبسط می شود ، از آنجایی که این بخار جایی برای خروج ندارد ، سوخت مشتعل بالای خود را به بیرون از مخزن پرتاب می کند. معمولاً ۲۵٪ الی ۶۵٪ کل سوخت داخل مخزن به بیرون پرتاب می شود. فاصله پرتاب می تواند تا ۶ برابر قطر دهانه مخزن باشد. حتی اگر آتش سطح مخزن خاموش شده باشد ، ممکن است موج گرما هنوز در حال حرکت باشد و ناگهان سوخت سوزان پرتاب شود ، به همین دلیل خنک کاری جداره مخزن و همچنین سرعت اطفای حریق در این گونه حریق ها حائز اهمیت است. اساساً پدیده Boilover زمانی رخ می دهد که سه شرط زیر همزمان وجود داشته باشند :

- سقف مخزن سوخت از نوع شناور باشد یا در اثر آتش سوزی تخریب شده باشد.
- لایه ای از آب در انتهای مخزن وجود داشته باشد.
- سوخت بیش از حد داغ شده و گرما به لایه های زیرین نفوذ کند.

۳-۴- تعریف سناریوهای احتمالی حریق طرح حاضر

همانطور که در فصل یک گزارش حاضر تشریح گردید ، مخازن مازوت شماره ۱ و ۲ با عنوان مخازن قدیم مازوت و مخازن مازوت شماره ۳ ، ۴ و ۵ به عنوان مخازن مازوت جدید و مخزن مازوت شماره ۶ به عنوان مخزن مازوت توسعه آینده کارخانه ، نام گذاری شده اند. محوطه مخازن مازوت جدید و قدیم فاصله زیادی از یکدیگر دارند. فلذا سناریوهای احتمالی حریق به شرح سه مورد ذیل تعریف می گردند و مطابق این سه سناریو ، منابع مورد نیاز (آب ، فوم و ...) جهت اطفای حریق برآورد خواهد شد. اساساً در طراحی حاضر ، یعنی طراحی سیستم اطفای حریق مخازن مازوت کارخانه سیمان آبیگ فرض شده که هر کدام از این سناریوهای حریق به تنهایی اتفاق بیافتد و مأموران اطفای حریق در هر لحظه آمادگی راه اندازی تجهیزات آتش نشانی ثابت و نیمه متحرک طراحی و نصب شده را داشته باشند. فلذا سیستم اطفای حریق طراحی شده ، جوابگوی همزمان رخ دادن دو یا سه سناریوی حریق بصورت توانمند (همزمان) نخواهد بود.

۳-۴-۱- سناریوی حریق (الف)- رخ دادن حریق همزمان دو مخزن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲

به دلیل آنکه مخازن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲ ، بسیار نزدیک به یکدیگر است (حدود ۳.۵ متر فاصله پوسته تا پوسته دو مخزن) پتانسیل خطر حریق همزمان دو مخزن بسیار بالاست ، فلذا سناریو مجزایی تعریف شده است که جوابگوی اطفای حریق همزمان دو مخزن مازوت قدیم باشد و ضمناً در صورت نشت و یا تخلیه مازوت به محوطه دایک بندی شده اطراف ، حریق اطفاء گردد و حتی چنانچه بر اثر شدت حریق ، سقف مخزن از بدنه جدا گردد (پریده شدن سقف) و تجهیزات تخلیه فوم به روی سطح مازوت (فوم چمبرها) دچار مشکل گردند ، بوسیله مانیتورهای تزریق فوم ، کار اطفای حریق ادامه یابد.

۳-۴-۲- سناریوی حریق (ب)- رخ دادن حریق در یکی از بزرگترین مخازن مازوت کارخانه یعنی مخزن

مازوت شماره ۳ جدید موجود یا مخزن مازوت شماره ۶ توسعه آینده

به دلیل آنکه مخزن مازوت جدید شماره ۳ از دو مخزن مازوت جدید شماره های ۱ و ۲ فاصله مناسب تقریبی ۹۵ متر دارد (پوسته تا پوسته دو مخزن) و همچنین مخزن توسعه آینده (مخزن مازوت شماره ۶) ، از مخزن موجود مازوت جدید شماره ۳ احتمالاً فاصله تقریبی ۵۵ متر خواهد داشت (پوسته تا پوسته دو مخزن) ، لذا سناریوی مجزا که فقط جوابگوی اطفای حریق یکی از مخازن مازوت شماره ۳ یا ۶ باشد تعریف شده است ، ضمناً در این سناریو ، در صورت نشت و یا تخلیه مازوت به محوطه دایک بندی شده اطراف ، حریق اطفاء می گردد و حتی چنانچه بر اثر شدت حریق ، سقف مخزن از بدنه جدا گردد (پریده شدن سقف) و تجهیزات تخلیه فوم به روی سطح مازوت (فوم چمبرها) دچار مشکل گردند ، بوسیله مانیتورهای فوم ، کار اطفای حریق ادامه خواهد یافت.

۴-۳-۳- سناریوی حریق (ج) - رخ دادن حریق همزمان دو مخزن مازوت جدید شماره ۴ و ۵

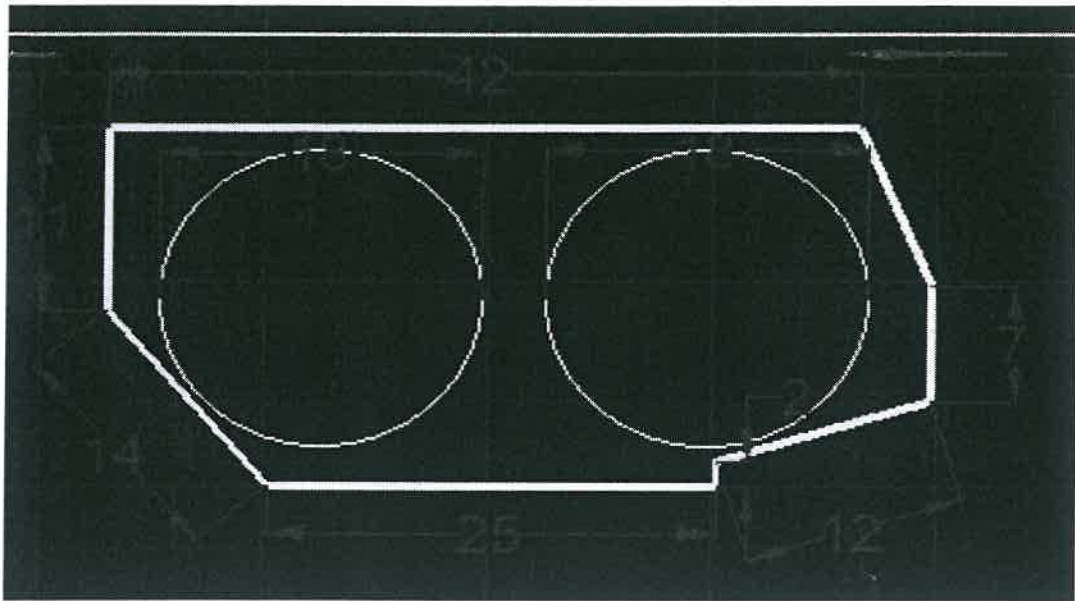
پوسته تا پوسته مخزن مازوت جدید شماره ۴ و ۵، تقریباً ۳۵ متر از یکدیگر فاصله دارند، مطابق خواست کارفرمای محترم، سناریویی مجزایی که جوابگوی اطفای حریق همزمان این دو مخزن باشد تعریف شده است، در این سناریو، مشابه با دو سناریو قبل، در صورت نشت و یا تخلیه مازوت به محوطه دایک بندی شده اطراف، حریق اطفاء می گردد و حتی چنانچه بر اثر شدت حریق، سقف مخزن از بدنه جدا گردد (پریده شدن سقف) و تجهیزات تخلیه فوم به روی سطح مازوت (فوم چمبرها) دچار مشکل گردند، بوسیله مانیتورهای فوم، کار اطفای حریق ادامه خواهد یافت.

۴-۴- ابعاد و اندازه های موجود و پیشنهادی محوطه دایک بندی شده مخازن مازوت قدیم، جدید و توسعه آینده

بر اساس الزامات استاندارد هر دو یا چند مخزن مازوت که نزدیک هم قرار دارند باید دایک (باندوال) اصلی پیرامونی آنها به گونه ای ساخته شود که پاسخگوی ریزش سوخت مازوت بزرگترین مخزن آن مجموعه باشد. همچنین بین دایکهای هر دو مخزن باید دیواره هایی با ارتفاع حداقل ۴۵ سانتیمتر به عنوان دایک فرعی برای جلوگیری از گسترش نشت سوخت به دایک مخزن مجاور در نظر گرفت. مجموعه مخازن قدیم و جدید کارخانه سیمان آبیک، استاندارد مذکور در ساخت دایک را رعایت نکردند، ابعاد پیشنهادی برای دایک اصلی اطراف آنها به شرح زیر پیشنهاد می شود:

۴-۴-۱- دایک اصلی و فرعی برای ناحیه مجزای مخازن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲

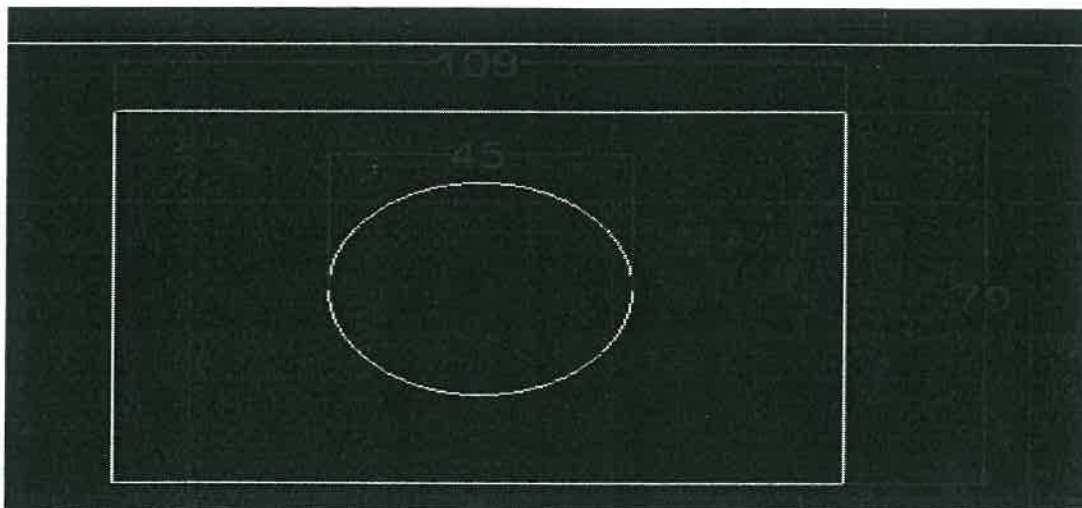
محدوده نامتقارن دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲، مطابق کروکی درج شده در شکل ۴-۶، مساحت تقریبی ۸۹۱ متر مربع دارد که با کسر ۵۱۰ متر مربع مساحت بابت فضای اشغال شده توسط دو مخزن به قطر هر کدام ۱۸ متر، عملاً حجم سوخت مازوت ریزشی یک مخزن که مقدار ۳۴۲۹ مترمکعب است می بایست در مساحت تقریبی ۳۸۱ متر مربعی کنترل گردد که این مهم با توجه به ابعاد و اندازه های موجود دایک اصلی غیر ممکن است ضمن آنکه محدوده مذکور دارای ارتفاع دایک اصلی موجود، در بازه ۱ الی ۲/۶ متر، می باشد. فلذا افزایش طول و عرض و متناسب سازی ارتفاع دایک اصلی اطراف مخازن مازوت قدیم می بایستی جزء برنامه های شرکت سیمان آبیک جهت اطفای حریق مخزن مذکور باشد. مجزا سازی دو محوطه مخزن با دایک فرعی نیز انجام نشده است.



شکل ۴-۶- نمایش کروکی محدوده نا متقارن دایک اصلی موجود در اطراف مخزن مازوت قدیم شماره ۱ و ۲

۴-۴-۲- دایک اصلی برای ناحیه مجزای مخزن مازوت جدید شماره ۳

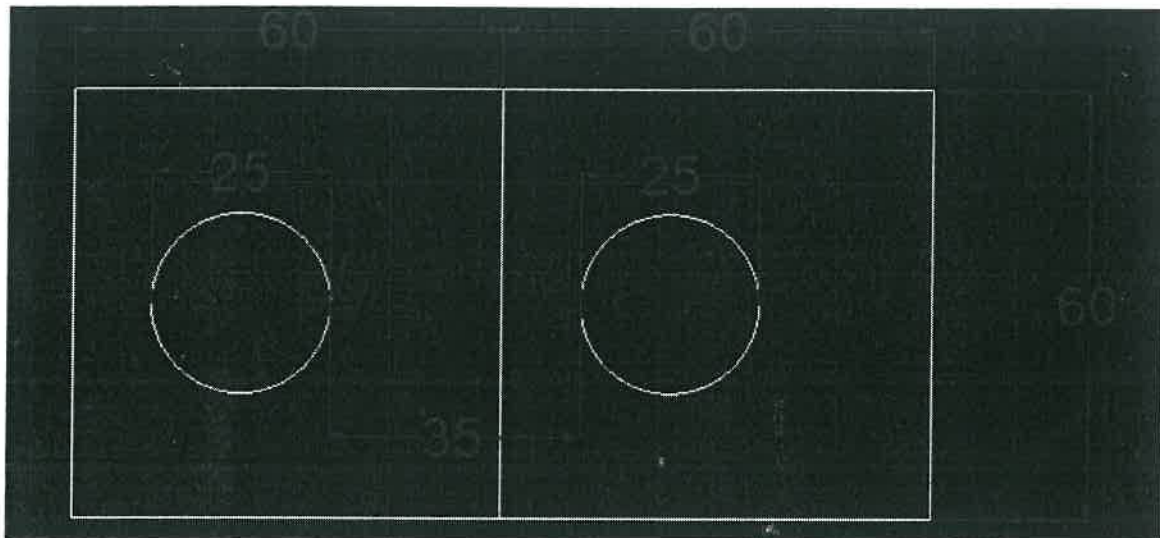
محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخزن مازوت جدید شماره ۳، مطابق کروکی درج شده در شکل ۴-۷، مساحت تقریبی ۸۶۱۱ متر مربع دارد که با کسر ۱۵۹۰ متر مربع مساحت بابت فضای اشغال شده توسط مخزن مذکور به قطر ۴.۵ متر، عملاً حجم سوخت مازوت ریزشی مخزن که مقدار ۲۰,۶۵۷ مترمکعب است می بایست در مساحت تقریبی ۷۰۲۱ متر مربعی کنترل گردد که این مهم با دایکی با ارتفاع حداقل ۲/۹۵ متر جوابگو خواهد بود. در حال حاضر ارتفاع دایک اصلی موجود در بازه تقریبی ۱/۷۵ الی ۲/۱ متر می باشد که افزایش ارتفاع دایک اصلی می بایستی جزء برنامه های شرکت سیمان آبیگ جهت اطفای حریق مخزن مذکور باشد.



شکل ۴-۷- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخزن مازوت جدید شماره ۳

۴-۳- دایک اصلی برای ناحیه مجزای مخازن مازوت جدید شماره ۴ و ۵

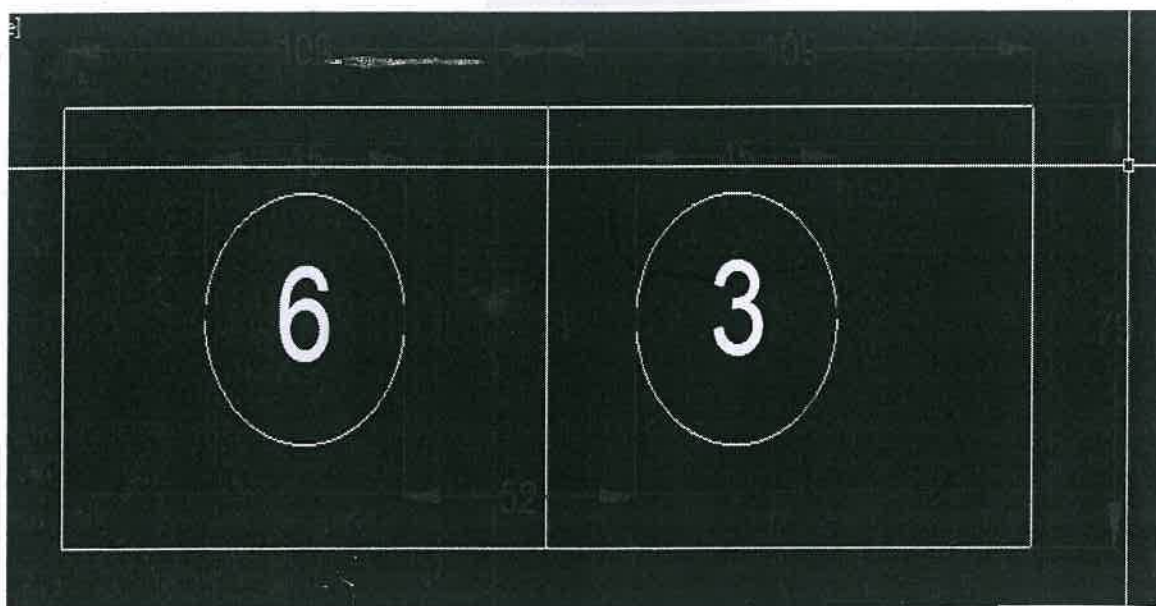
مطابق کروکی درج شده در شکل ۴-۸، هر کدام از مخازن مازوت جدید شماره ۴ و ۵ در اطراف خود و در یک محدوده مستطیلی شکل دارای دایک اصلی به ابعاد تقریبی ۶۰×۶۰ متر می باشند فلذا محدوده دایک بندی شده هر مخزن دارای مساحت تقریبی ۳۶۰۰ متر مربع است که با کسر ۴۹۱ متر مربع مساحت بابت فضای اشغال شده توسط مخزن مذکور به قطر ۲۵ متر، عملاً حجم سوخت مازوت ریزشی مخزن که مقدار ۶,۳۸۳ مترمکعب است می بایست در مساحت تقریبی ۳۱۰۹ متر مربعی کنترل گردد که این مهم با دایکی با ارتفاع حداقل ۲/۰۵ متر جوابگو خواهد بود. در حال حاضر، ارتفاع دایک اصلی موجود، در بازه تقریبی $۱/۶۰$ الی $۲/۱$ متر می باشد که افزایش ارتفاع دایک اصلی می بایستی جزء برنامه های شرکت سیمان آبیگ جهت اطفای حریق مخازن مذکور باشد.



شکل ۴-۸- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت جدید شماره ۴ و ۵

۴-۴-۴- دایک اصلی برای ناحیه مجزای مخزن مازوت توسعه آینده شماره ۶

مطابق کروکی درج شده در شکل ۴-۹ ، فرض می شود که محدوده دایک اصلی اطراف مخزن مازوت توسعه آینده شماره ۶ ، دارای طول و عرض و مساحت مشابه با مخزن مازوت جدید شماره ۳ داشته باشد ، همچنین با فرض تشابه قطر ، ارتفاع و حجم (ظرفیت) دو مخزن مازوت شماره ۳ و شماره ۶ ، عملاً به محوطه دایک بندی شده به ابعاد ۱۰۹ متر طول ، ۷۹ متر عرض و ۲/۹۵ متر ارتفاع نیاز است که می بایست جزء برنامه های شرکت سیمان آبیگ در زمان ساخت مخزن مازوت توسعه آینده شماره ۶ باشد.



شکل ۴-۹- نمایش کروکی محدوده مستطیلی شکل دایک اصلی موجود در اطراف مخازن مازوت شماره ۳ و ۶

۴-۱۳- استانداردهای مرجع مورد استفاده در تدوین گزارش حاضر

استانداردها زبان ایجاد تفاهم بین المللی میان عوامل طراحی ، اجرایی و تولیدی پروژه ها هستند و کمک شایانی به مصرف کنندگان در نحوه انتخاب و دستیابی به تجهیزات مناسب و مورد نیاز خود می نماید. استانداردها موجب افزایش ایمنی در عملیات های صنعتی شده ، کیفیت را تضمین نموده ، منجر به کاهش هزینه ها و ضایعات شده و به حداقل رساندن پیچیدگی ها کمک می نمایند. آنها به روند پذیرش محصولات در بازار سرعت بخشیده و از تغییرات عمده و مکرر محصولات تولیدی جلوگیری می نمایند.

بنا به دلایل فوق ، در طراحی های مهندسی حریق ، بنا بر شرایط حاکم بر طرح ، از استانداردهای معتبر داخلی و خارجی که معمولاً استانداردهای مرجع هستند استفاده می شود که فاکتورهای ایمنی ، بطور کامل و جامع ، در آنها لحاظ شده است.

۴-۱۳-۱- استاندارد خارجی NFPA

استاندارد NFPA (American National Fire Protection Association) توسط سازمان ایمنی و حریق آمریکا وضع شده و شامل قوانین و دستورالعمل های ایمنی در خصوص تجهیزات و صنایع مختلف است. سازمان مذکور ، سال ۱۸۹۵ در آمریکا تشکیل شده و دارای حدود ۲۶۰ کمیته فنی تخصصی در موضوعات مختلف است. استاندارد NFPA دارای بیش از ۳۰۰ کد استاندارد است و دامنه کاربردهای بسیار وسیع و در تأسیساتی همچون نفت و گاز و پتروشیمی ، منازل ، ساختمان ها ، نیروگاه ، مازن سوخت ، و به طور کلی هرجایی که کار با مواد قابل اشتعال و احتراق و ریسک آتش وجود دارد کاربرد دارد. بدلیل اینکه الزامات بسیار سختگیرانه ای استاندارد NFPA ، بر سایر استانداردهای بین المللی ایمنی ، ارجحیت دارد و اغلب سازمان های مرتبط در سطح دنیا به استانداردهای آن احترام می گذارند و به عنوان یک مرجع می شناسند و از آن استفاده می کنند. جدول ۴-۱۶ ، لیست مهمترین استانداردهای NFPA ، که در تدوین این گزارش از محتوای آنها استفاده شده است نشان می دهد.

جدول ۴-۱۶- لیست مهمترین استانداردهای خارجی NFPA استفاده شده در گزارش حاضر

ردیف	کد	موضوع استاندارد (انگلیسی)	موضوع استاندارد (فارسی)
۱	NFPA10	Standard for Portable Fire Extinguishers	استاندارد خاموش کننده های قابل حمل
۲	NFPA11	-Standard for Low- Medium and High-Expansion Foam	استاندارد فوم های کم ، متوسط و پرتوسعه
۳	NFPA14	Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems	استاندارد نصب شیلنگ ها و هیدرانت های آتش نشانی
۴	NFPA15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection	استاندارد سیستم پاشش آب ثابت برای اطفای حریق
۵	NFPA16	Standard for the Installation of -Foam-Water Sprinkler and Foam Water Spray Systems	استاندارد های نصب اسپرینکلرهای فوم-آب و سیستم های پاشش فوم-آب
۶	NFPA22	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection	استاندارد منابع آب آتش نشانی
۷	NFPA30	Flammable and Combustible Liquids Code	دستورالعمل مایعات قابل اشتعال و احتراق

۴-۱۳-۲- استاندارد خارجی API

مؤسسه نفت آمریکا (API یا American petroleum institute) در سال ۱۹۱۹ میلادی و در شهر کلمبیا تأسیس شد و در سال ۱۹۲۴ به یکی از مهمترین مراکز نگه داری و تدوین استانداردهای صنعت نفت و گاز در جهان تبدیل شد. بزرگ ترین مؤسسه تجاری صنعت نفت و گاز است و با حدود ۶۵۰ شرکت و مؤسسه همکاری می کند. در هر سال حدود سیصد هزار کتاب ، نرم افزار، کاتالوگ و استاندارد فنی چاپ می کند که منابع مذکور کمک بسیاری به صنعت به منظور جلب رضایت مصرف کنندگان و همچنین تولید و اختراع محصولات با کیفیت کرده کرده است. جدول ۴-۱۷ ، لیست مهمترین استانداردهای API ، که در تدوین این گزارش از محتوای آنها استفاده شده است نشان می دهد.

جدول ۴-۱۷- لیست مهمترین استانداردهای خارجی API استفاده شده در گزارش حاضر

ردیف	کد	موضوع استاندارد (انگلیسی)	موضوع استاندارد (فارسی)
۱	API2030	Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical Industries	کاربرد سیستم های پاشش آب ثابت برای حفاظت در برابر حریق در صنایع نفت و پتروشیمی
۲	API2021	Management of Atmospheric Storage Tank	مدیریت حریق مخازن اتمسفریک

۴-۱۳-۳- استاندارد داخلی (ایرانی)

سازمان ها و نهادهای مرتبط با مسائل ایمنی در ایران با بهره از استانداردهای تدوین شده معتبر خارجی و نظرات افراد ذیصلاح ، اقدام به تدوین استانداردهایی در حوزه ایمنی نموده اند. جدول ۴-۱۸ ، لیست مهمترین استانداردهای داخلی ، که در تدوین این گزارش از محتوای آنها استفاده شده است نشان می دهد.

جدول ۴-۱۸- لیست مهمترین استانداردهای داخلی (ایرانی) استفاده شده در گزارش حاضر

ردیف	موضوع استاندارد	تولید کننده استاندارد
۱	الزامات سامانه های یکپارچه تولید، تزریق و تناسب ساز کف اطفاء حریق	سازمان ملی استاندارد ایران
۲	راهنمای ایمنی مخازن مواد نفتی (روزمینی اتمسفریک)	وزارت نفت
۳	سامانه های ثابت اطفای آتش - سامانه های کف	سازمان ملی استاندارد ایران