

مقایسه مدل سازی های حریق در مناطق محصور

داریوش مرادی^۱، مجتبی میردريکوند^۲، سعیده ایمانی مقدم^۳

مرکز تحقیقات دانشکده نفت شهید تندگویان آبادان

mirdrikvand@gmail.com

چکیده:

امروزه مدل سازی حریق، با پیشرفت مدل های نرم افزاری به یکی از مهمترین ابزار مهندسان تبدیل شده و کاربرد های آن در سایر زمینه ها از جمله صنایع نفت، پتروشیمی، صنعت بیمه و غیره در حال گسترش است. در این مقاله سعی شده تا بیشتر به مفاهیم پایه ای در انتشار حریق اشاره شود. ابتدا شرح مختصری از مدل های ریاضی ارائه شده سپس به تحلیل علمی مکانیزم حریق و مدل سازی آن پرداخته شده و در پایان هم انواع مدل های حریق از جمله مدل های Zone و CFD معرفی و مقایسه ی کاربردی بین آنها انجام شده است.

واژه های کلیدی: حریق- مدل سازی حریق- مدل CFD، Zone - HRR

۱- مقدمه

مدل سازی حریق یکی از تکنولوژی های جدید در مهندسی حریق است و با توجه به اینکه بسیاری از مهندسان از توانایی ها و محدودیتهای مدل سازی حریق آگاه نیستند لذا درک مفهوم، کاربردها و نارسائیهای این روش در تجزیه و تحلیل بعضی از انواع حریق مهم است. اکنون بیشتر از سه دهه است که از مدل های حریق استفاده می شود و امروزه مدل سازی حریق تبدیل به ابزاری شده است که متخصصان حریق توسط آن و با استفاده از رایانه ها تمام وقایع یک حریق را بازسازی می کنند. نرم افزار COMPF اولین برنامه رایانه ای برای پیش بینی حریق های در مناطق محصور بود که در سال ۱۹۷۵ در آمریکا تولید شد. [۱]

مهندسان برای بازسازی (شبیه سازی) سناریوی حریق، یا برای طراحی سیستم های حفاظتی آتش از مدل های حریق استفاده می کنند. به کمک این مدل ها متخصصین می توانند پدیده های ویژه حریق ها را با هزینه ای کمتر نسبت به تست های تمام مقیاس (Full Scale Testings) مشاهده کنند. درک فرایند حریق و چگونگی توسعه آن پایه ی مدل سازی انواع حریق در فضاهای بسته در نظر گرفته شده است و مدل های موجود در راستای تایید این مسئله قرار می گیرند.

۲- مدل های ریاضی

قبل از اینکه بتوان راجع به مدل های حریق صحبت کرد ضروری است که مفهوم مدل از دیدگاه تخصصی تشریح شود؛ یک مدل از هر شی به طور ساده یک نمایش سیستماتیک از آن شی تعریف می شود. از مهمترین انواع مدل ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مدل های مفهومی
- مدل های مقیاسی
- مدل های ریاضی

به طور ساده، یک مدل مفهومی یک شمای پیشنهاد شده است که نحوه کارکرد یک شی را مشخص می کند و یک مدل مقیاسی از دیدگاه علمی، یک جسم کوچک شده نسبت به اندازه واقعی آن بوده که عملیات ویژه ای روی آن انجام می شود.

۱- فارغ التحصیل مهندسی آتش، دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت آبادان

۲- مهندس شیمی، محقق، مرکز تحقیقات دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت آبادان

۳- مهندس ایمنی و حفاظت فنی، محقق، مرکز تحقیقات دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت آبادان

مدل های مقیاسی معمولاً در مهندسی ساختمان سازی، دینامیک سیالات و گاهی هم در علم حریق مورد استفاده قرار می گیرند. دسته ی مورد بحث در این مقاله، مدل های ریاضی است. [۱]

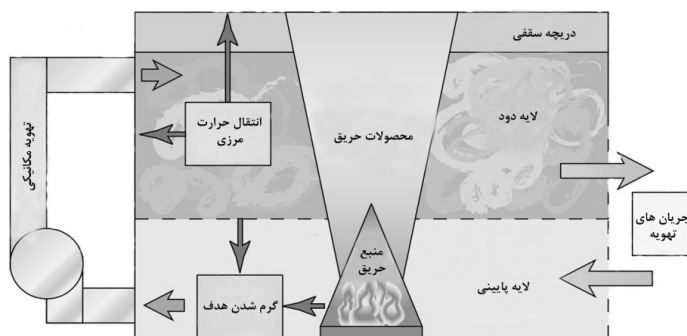
به طور کلی یک مدل ریاضی مجموعه ای از معادلات است که یک فرایند مشخص را توصیف می کند. مدل های ریاضی را به دو دسته ی قطعی و احتمالی تقسیم بندی می کنند. مدل های قطعی بر پایه ی تئوری های علمی و نتایج آزمایشگاهی بوده و به عبارت دیگر اساس این مدل ها قوانین حاکم بر دینامیک حریق است. مدل های احتمالی بر پایه مشاهدات آماری و معادلات احتمالی حریق هستند؛ در این معادلات از قوانین فیزیکی و شیمیایی مرتبط با حریق استفاده ی مستقیم نمی شود بلکه بر اساس نتایج بدست آمده از حریق های واقعی، میزان خسارت حادثه و شدت گسترش حریق معادلات فرضی بدست آمده و شبیه سازی حریق انجام می شوند. اگر معادلات به اندازه کافی ساده باشند به وسیله ماشین حسابهای معمولی نیز قابل حل بوده اما در بیشتر موارد اینگونه نیست در نتیجه برای حل آنها به یک رایانه احتیاج داریم. پس در مبحث حریق بیشتر از مدل های رایانه ای حریق بحث می شود. بنابراین شاید بتوان مدل سازی حریق را با استفاده از نرم افزارهای رایانه ای برای پیش بینی حریق تعریف کرد؛ هرچند که یک مدل حریق حتی می تواند یک نمودار گردشی هم باشد.

۳- تحلیل علمی مدل سازی حریق

۳-۱- عناصر تشکیل دهنده مدل های حریق های در مناطق محصور

قبل از بحث راجع به ابزارهای تحلیلی ارزیابی کمی ریسک حریق، آشنایی با عناصر تشکیل دهنده حریق در مناطق محصور و همچنین پدیده های این فرایند ضروری به نظر می رسد. بر اساس مشاهدات آزمایشگاهی و نتایج بدست آمده از بررسی حوادث واقعی می توان عناصر تشکیل دهنده ی حریق در مناطق محصور را همان گونه که در شکل ۱ نشان داده شده به صورت زیر تقسیم بندی کرد:

- منبع حریق
- محصولات حریق (Fire Plume)
- دریچه سقفی
- لایه دود
- جریان های تهویه و تهویه مکانیکی
- انتقال حرارت مرزی
- گرم شدن هدف و واکنش آن [۲]



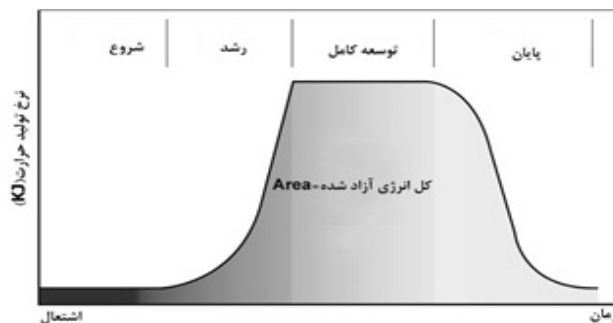
شکل ۱: عناصر تشکیل دهنده حریق های محصور [۲]

موارد اشاره شده پدیده هایی هستند که در مدل های مختلف حریق در نظر گرفته می شوند. در برخی از مدل های پیچیده تمامی این فاکتور ها در مدل سازی و محاسبات در نظر گرفته می شوند و در برخی مدل های ساده تر از تعدادی از آن ها صرف نظر می شود.

۲-۳- پدیده های حریق در مناطق محصور

از دیدگاه تخصصی در طول حریق های محصور پدیده های زیر رخ می دهد تا فرایند آتش سوزی کامل شود:

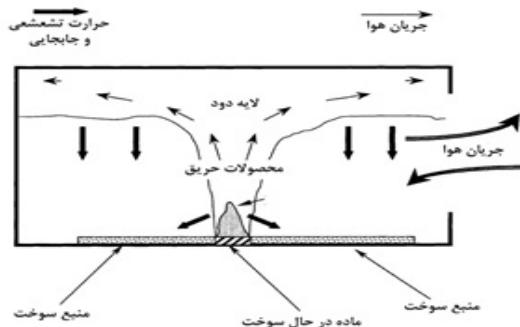
۱. **اشتعال:** فرایند اشتعال می تواند به صورت کنترل شده باشد، به طورمثال در اثر یک شعله، جرقه و یا به صورت خود به خود، یعنی در نتیجه تجمع حرارت در نزدیکی سوخت و افزایش دمای سوخت رخ دهد. هنگامی که فرایند اشتعال رخ می دهد بخشی از سوخت جامد به صورت شیمیایی تجزیه شده و گاز های فرآری آزاد می کند که هنگام ترکیب شدن با هوا می سوزند.
۲. **رشد:** پس از مرحله ی اشتعال، با توجه به نوع سوخت، میزان دسترسی به اکسیژن و ساختار فضای مورد نظر، حریق با نرخ معینی گسترش می یابد. با انتقال حرارت به سطوح پیوسته و نزدیک به هم دمای این سطوح تا مرز سوختن افزایش می یابد. فازهای گازی هم موجب انتقال انرژی میان مواد در حال سوختن و منبع سوخت می شوند. آنگاه بخارات داغ تولید شده بوسیله حریق به دلیل نیروی شناوری، در امتداد جریان هوای اطراف بالا می روند و محصولات حریق را تولید می کنند. با جابجایی محصولات حریق به سمت سقف فرایند تشکیل لایه ی دود در بخش بالایی اتاقک با شدت بیشتری پیش می رود(شکل ۲).



شکل ۲: نمایی از مرحله رشد حریق [۲]

۳. **برگشت شعله (Flashover):** برخی مواقع در مرحله ی رشد با ایجاد تغییری سریع، حریق تبدیل به یک حریق توسعه یافته شده و به نقطه ی برگشت شعله می رسد که نتیجه ی آن غوطه ور شدن تمامی فضای حریق و مواد سوختنی در آتش می باشد. برگشت شعله نشان دهنده ی نوعی ناپایداری حرارتی است که منشا اصلی آن آزاد شدن حرارت تشعشعی از لایه ی دود و انتقال آن به مواد سوختنی موجود در حریق می باشد.

۴. **حریق توسعه یافته:** در این مرحله نرخ تولید حرارت به بیشترین مقدار ممکن رسیده و توسعه ی حریق معمولاً به دلیل محدودیت دسترسی به اکسیژن کند می شود. در این مرحله میانگین دمای فضای حریق بسیار بالا (۷۰۰-۱۲۰۰°C) می باشد.(شکل ۳)



شکل ۳: حریق توسعه یافته [۳]

۵. **نزول شعله:** در این مرحله با کم شدن سوخت، نرخ تولید حرارت کاهش یافته و فرایند حریق کامل می شود. [۲]

در مدل سازی حریق با توجه به توانایی متخصصین در استفاده از نرم افزار ها بسیاری از خصوصیات مرتبط با حریق قابل محاسبه می باشد که مهم ترین آن ها عبارتند از :

- نرخ فرایند سوختن و میزان آتش گیری سوخت های جامد
- نرخ رشد و گسترش حریق
- دمای سطوح و گازها
- دبی گازها در روزنه ها و غلظت دود
- شار حرارتی در سطوح تماس
- تاثیر حریق در کاهش مقاومت یا تخریب عناصر ساختمانی
- زمان لازم برای فعال سازی دستگاه های اطفای حریق مانند آبپاش و حسگر [۱,۳]

در واقع موارد ذکر شده پدیده هایی هستند که یک مدل حریق می بایست توانایی پیش بینی آنها را از لحاظ کاربردی داشته باشد؛ اما مدل های موجود توانایی محاسبه ی تمام خصوصیات حریق را ندارند. برخی از مهمترین ویژگی های مشخص حریق که معمولاً در بیشتر مدل ها محاسبه نمی شود عبارتند از:

- اشتعال پذیری بعضی از مواد در اثر شعله های کوچک
- گسترش حریق روی سطوح
- شدت واقعی حریق که همان نرخ تولید گرماس [۱]

موارد اشاره شده از مهمترین خصوصیات حریق می باشند؛ خصوصاً نرخ تولیدگرما(HRR) که به عنوان یکی از مهمترین متغیرها برای توصیف خطر حریق در نظر گرفته می شود.

روشی که امروزه مدل های حریق برای حل مسائل بر آن تکیه می کنند استفاده از یک HRR معین به عنوان ورودی است. در بیشتر موارد گسترش شعله یکی از خصوصیات مهم حریق بوده و باعث افزایش تدریجی سطح در حال احتراق و بنابراین افزایش HRR می شود اما چون نرخ گسترش شعله معمولاً از قاعده ی چندان خاصی پیروی نمی کند، از این جهت راهکار مساله ترسیم نمودار تغییرات HRR بر حسب زمان بوده و با فرض رخ دادن یک جرعه اولیه به محاسبات دیگری نیاز نیست. همان طور که اشاره شد برای به کار بردن هر کدام از مدل های جدید حریق نیاز به یک نمودار HRR به عنوان ورودی است اما از آنجا که همواره امکان محاسبه HRR وجود ندارد در برخی موارد ممکن است از نمودارهای HRR از قبل تهیه شده برای مواد با خصوصیات مشابه و یا از Hand book ها استفاده شود.

هنگامی که فرض شود بیش از یک ماده اصلی سوختنی در محیط وجود دارد شرایط بسیار پیچیده شده و معمولاً روش هایی که برای تجزیه و تحلیل محیط هایی با چند ماده ی اصلی سوختنی پیشنهاد می شوند نتایج کاملاً دقیقی ارائه نمی دهند که در بیشتر مواقع علت یکی از موارد زیر است:

- بی قاعدگی مختصات هندسی (Irregular Geometry) ماده ی مورد نظر
- مطالعات ناکافی در باره ی حساسیت ماده ی مورد نظر نسبت به جرعه زنی
- اطلاعات غیر دقیق و سطحی راجع به شار حرارتی محلی (Local Heat Flux) [۱]

پس از بررسی پیچیدگی تخمین اشتعال پذیری مواد موجود در فضاهایی با چند ماده ی اصلی سوختنی مشخص می شود که ترتیب آتش گیری محیطی حاوی مواد پراکنده، با اطمینان کامل قابل پیش بینی نیست. توجه به این نکته ضروری است که پایه ی علمی موارد گفته شده بیشتر با تکیه بر مکانیک سیالات و موضوعات مرتبط با آن است و این هم موضوع شگفت کننده ای نیست چرا که اولین بنیانگذاران مدل های حریق، متخصصین مکانیک سیالات بوده اند.

۴- تست های حریق

هنگامی که اطلاعات کافی در دسترس نباشد متخصصان از تست های حریق استفاده می کنند. توسعه ی یک مدل از دیدگاه تخصصی کار بسیار مشکلی است چرا که اصلاح یک مدل حتی اگر منابع کافی در اختیار باشد بسیار زمان بر است. بنابراین اصلاح یک مدل امری غیرمنطقی به نظر می رسد در نتیجه تنها راه حل باقی مانده در یک زمان کوتاه استفاده از تست های حریق است.

تست های حریق نیز محدودیتهای خاص خود را دارند. بزرگترین حریقی که می توان در یک آزمایشگاه تحت شرایط کنترل شده مدیریت کرد، حریقی با نرخ HRR ۲۰ مگاوات است. از لحاظ فیزیکی این حریق مربوط به یک اتاق معمولی یا دو اتاق کوچک متصل به هم است. مدل های حریق از این لحاظ محدودیت کمتری دارند چرا که از آنها می توان برای تجزیه و تحلیل حریق های چند منطقه ای استفاده کرد و ضرورتی وجود ندارد که به خاطر محدودیتهای دودکش خروجی آزمایشگاه، فضای حریق به اندازه کافی کوچک باشد. بنابراین راهکار منطقی حل مسئله ترکیب مدل های حریق با تست های حریق است. معمولاً اشیاء، دیوارها و سایر موارد وابسته به گسترش حریق مستقیماً در آزمایشگاه با تهیه الگوها و به طور اختصاصی تر با روشی به نام الگوی تمام مقیاس چندبخشی (Sectional Full-Scale Mockup) بازسازی و تجزیه و تحلیل می شوند. واژه ی تمام مقیاس نشان دهنده ی این نکته است که از ابزارهای واقعی استفاده می شود؛ مثلاً دیوارهایی با ضخامت واقعی. چند بخشی هم نشان دهنده ی این نکته می باشد که تنها بخشی از ساختمان مورد نظر (به عنوان نمونه) در داخل آزمایشگاه بازسازی می شود و نه تمام محیط درگیر حریق؛ سپس در مرحله ی بعد ترتیب آتشگیری مواد در تست های آزمایشگاهی بررسی شده و محاسبات لازم بر اساس نرخ تولید گرما، میزان تولید دود، دما، شار حرارتی و سایر متغیرهای دیگر انجام می شود. آنگاه از مدل سازی حریق بر اساس مراحل اولیه ی حریق برای به دست آوردن اطلاعات آزمایشگاهی به عنوان ورودی استفاده می شود و سایر مراحل شبیه سازی ادامه می یابد. بنابراین مدل سازی حریق را می توان توسعه ی مستقیم تست های حریق و یا عکس آن در نظر گرفت. [۱]

کاربرد نتایج به دست آمده از مدل سازی حریق معمولاً در مراحل میانی حریق بیشتر از مراحل پایانی آن می باشد چرا که در مراحل پایانی حوادث ناخواسته ای از جمله آتش سوزی حایل های ساختمان، فروریزی سقف (تخریب تیرآهن های نگه دارنده)، تخریب ابزار نگه دارنده (قفسه های ذخیره) و موارد مشابه رخ می دهد. ممکن است آتش نشان ها نیز تغییراتی در شرایط حریق ایجاد کنند که این دقت نتایج مدل های ریاضی را کمی پایین می آورد. البته مدل هایی وجود دارند که توانایی پیش بینی تخریب اجزای ساختمانی را دارند اما محاسبه اطلاعات ورودی این مدل ها بسیار دشوار است.

۵- انواع مدل های حریق در مناطق محصور :

به طور کلی می توان انواع مدل های حریق در مناطق محصور را به سه دسته اصلی زیر تقسیم بندی کرد:

- مدل تقریب های دستی و Correlations
- مدل های منطقه ای (Zone)
- مدل های میدانی (Field) [۲]

۱-۵- مدل تقریب های دستی

مدل تقریب های دستی عموماً شامل معادلاتی است که مستقیماً و بدون نیاز به روش تصحیح و خطا قابل حل می باشند. برای حریق های محصور با نرخ تولید گرمای مشخص، دسته ای از Correlation وجود دارد که متخصصین را قادر به انجام محاسبات مربوط به ارتفاع شعله، محصولات حریق، جریان هوای نفوذی به محصولات حریق، دمای درپچه های سقفی، سرعت گاز ها و نشست لایه های دود می کند. هرچند که این مدل به دلیل Close - Form بودن آن تقریب دستی خوانده می شود اما برای سرعت عمل بیشتر معمولاً از ماشین حساب، Spreadsheet و گاهی هم نرم افزار های مقدماتی مانند برنامه FIREFORM استفاده می شود. [۲]

۲-۵- مدل های منطقه ای:

مدل منطقه ای، مدلی رایانه ای است که فضای مورد نظر را به حجم کنترل های مختلف تقسیم می کند. متداول ترین مدل منطقه ای، فضای مورد نظر را به دو ناحیه تقسیم می کند، یکی ناحیه ی بالایی شامل بخارات داغ تولید شده توسط حریق که در طول حریق گسترش یافته و تمام فضای اتاق را اشغال می کند و یکی ناحیه ی سرد پایینی شامل تمام فضای زیرین ناحیه ی بالایی که منبع هوای لازم برای احتراق بوده و معمولاً محل منشا حریق می باشد (شکل ۴). [۳، ۵]

ناحیه ی بالایی در این مدل به عنوان حجم کنترلی که جرم و انرژی را از حریق گرفته و آن را به شکل تشعشع از طریق کف و با جابجایی جرمی گاز در روزنه ها به فضاهای در تماس با خود را آزاد می کند، در نظر گرفته می شود. مهندسی حریق برای اینکه بتوانند از معادلات دینامیک حریق که پایه این مدل ها هستند، استفاده کنند باید یک سری فرض های اولیه انجام دهند که بیشتر این فرض ها بر اساس مشاهدات تست های آزمایشگاهی بوده و مهمترین آنها را نیز می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

دود حاصل از حریق به دو لایه ی مجزا تقسیم می شود که البته این حالت در حریق های واقعی هم دیده می شود. فرض می شود این لایه ها به صورت یکسان هستند که این فرض کاملاً صحیحی نیست اما چون اختلاف لایه ها کم است، از تفاوت ها صرف نظر می شود. محصولات حریق به صورت پمپی از جرم (ذرات دود) عمل می کنند و لایه ی بالایی را گرم می کنند. فرض می شود که حجم محصولات حریق در مقایسه با مدل منطقه ای بالایی و پایینی کوچک باشد و در نتیجه این حجم قابل صرف نظر کردن است؛ ضمناً از بیشتر محتویات داخل فضای مورد نظر چشم پوشی می شود، یعنی فرض می شود که حرارت به ساختار اتاق منتقل شود نه به وسایل داخل آن. البته در بعضی از مدل های پیچیده تر منطقه ای، گسترش شعله به تعداد محدودی از اسباب داخل اتاق محاسبه می شود. [۷]



شکل ۴: نمایشی از مدل منطقه ای [۵]

در مدل منطقه ای معمولاً مختصات هندسی اتاق (طول، عرض، ارتفاع)، ساختار اتاق (شامل تمامی دیوار ها، کف و سقف)، تعداد روزنه ها و اندازه آنها، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محتویات داخل اتاق و نرخ تولید گرما به عنوان متغیر ورودی در

نظر گرفته شده و پیش بینی زمان لازم برای فعال سازی دستگاه آبیاش و آشکار ساز حریق، زمان رسیدن به برگشت شعله، دمای لایه بالایی و پایینی، ارتفاع لایه دود و غلظت گازها به عنوان خروجی نرم افزار های این مدل ارائه می شود. از مدل های نرم افزاری منطقه ای می توان به MD,FASTLIGHT-CFAST,MAGIC,ASET,FIRE اشاره کرد.

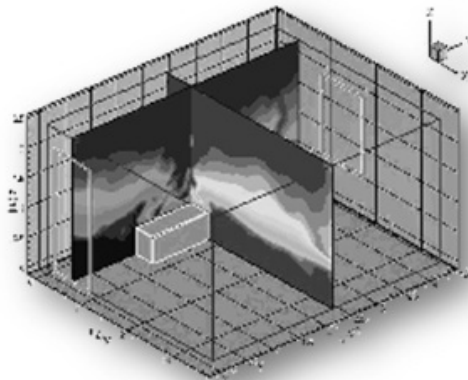
یکی از مهمترین ویژگی های مدل منطقه ای این است که برنامه های رایانه ای این مدل معمولا رابط کاربری ساده ای دارند و به زمان کمی برای پردازش نیازمندند این در حالی است که در بسیاری از مدل ها زمان زیادی صرف پردازش اطلاعات می شود. اما قطعا این مدل هم مانند هر مدل دیگری محدودیت هایی دارد که از مهمترین آن ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- در مدل های منطقه ای تشعشعات حرارتی منعکس شده از سطوح اطراف به درستی محاسبه نمی شود.
- نتایج بدست آمده قابل تعمیم به حوادث مشابه نیستند.
- بسیاری از معادلات بر اساس مشاهدات و فرضیات هستند و ممکن است با مدل پیش بینی شده تطابق نداشته باشند.

[۵,۴]

۳-۵- مدل های میدانی :

مدل های میدانی به شکل عمومی تر مدل های CFD از پیشرفته ترین و قدرتمند ترین مدل ها و ابزار های مهندسان آتش به شمار می رود. در این مدل ها یک شبکه سه بعدی اولیه از سلول ها (شکل ۵) همانند نمونه های استفاده شده در مدل منطقه ای برای فضایی که قرار است مدل شود در نظر گرفته می شود؛ با این تفاوت که تعداد سلول ها در مدل منطقه ای معمولا به ۲ یا ۳ میرسد اما در مدل CFD با توجه به دقت مورد نیاز ممکن است از هزاران سلول (Control Volume) هم استفاده شود. سپس در هر سلول قوانین پایستگی جرم، تکانه و انرژی اعمال شده و در بین هر سلول با سلول مجاور تعادل برقرار می گردد. آنگاه برای هر سلول یک معادله دیفرانسیل غیر خطی وابسته به زمان (معادلات Stokes-Navier) در نظر گرفته شده و با توجه به اینکه حل این معادلات به شیوه ی معمول بسیار مشکل می باشد لذا ابتدا معادلات با اعمال شرایط مرزی مساله (boundary surface) محدود شده و سپس حل می شوند. [۴, ۵, ۶]

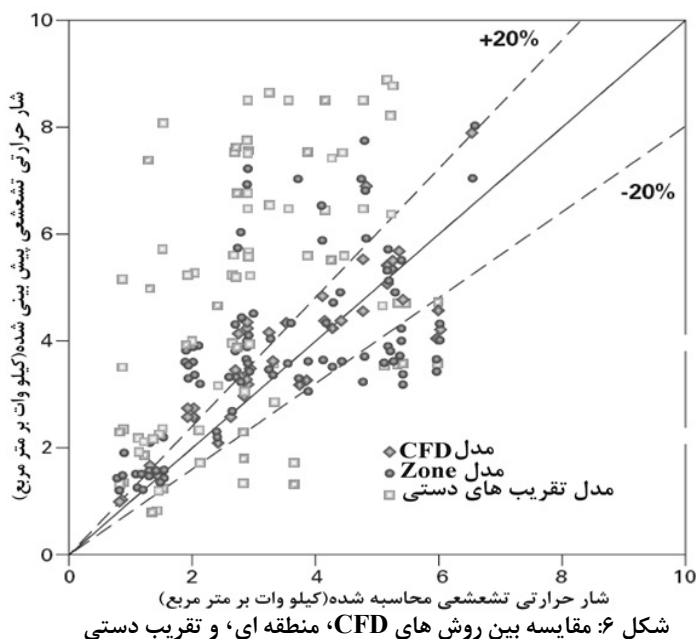


شکل ۵: نمایی از یک شبکه سه بعدی فرضی در این مدل [۵]

از مهمترین مدل های نرم افزاری CFD می توان Fluent, CFX, SPLASH, MEFE, JASMINE, SOFIE, FDS را نام برد. میزان دقت این نرم افزار ها نسبت به مدل منطقه ای بیشتر بوده و بوسیله آنها علاوه بر کاهش تعداد فرض های اولیه می توان فضاهایی با مختصات هندسی پیچیده و شکل های نامتقارن را هم شبیه سازی کرد البته زمان زیادی را صرف پردازش اطلاعات می شود و هرچه تعداد حجم های کنترل بیشتر باشد این زمان افزایش می یابد. به کمک این نرم افزار ها می توان به غیر از موارد گفته شده در مدل منطقه ای، میزان و سرعت جابجایی دود و حرارت را هم محاسبه کرد. متغیر های ورودی این

مدل هم علاوه بر موارد اشاره شده در مدل منطقه ای (به جز HRR)، پارامترهای مربوط به آشفته‌گی جریان و حرارت تشعشعی می باشد. [۸،۹]

با توجه به اینکه که این مدل به طور گسترده ای توسط متخصصین سایر شاخه های مهندسی هم مورد استفاده قرار می گیرد بنابراین سریع تر از سایر مدل های حریق توسعه یافته و نتایج بدست آمده از آن قابل اعتماد تر است.



۶- نتیجه گیری:

با توجه به مطالب عنوان شده، مدل سازی حریق با دو هدف بازسازی حادثه بر اساس آثار به جای مانده از حریق به منظور مشخص کردن دلیل رخداد حادثه و با کاربرد های قضایی (شرکت های بیمه) و همچنین شبیه سازی تجهیزات هشدار دهنده و اطفای حریق از جمله دستگاه های آشکار ساز و آبیاش به منظور بررسی عملکرد آنها و با هدف طراحی بهینه این دستگاه ها انجام می شود.

مهمترین ویژگی مدل تقریب های دستی نسبت به دو مدل دیگر سادگی محاسبات و کاهش زمان نتیجه گیری بوده و کمتر بودن زمان لازم برای پردازش داده ها و پیچیده نبودن معادلات در نظر گرفته شده، بارزترین ویژگی مدل منطقه ای نسبت به مدل CFD می باشد. از سوی دیگر دقت نتایج بدست آمده از مدل CFD در مقایسه با دو مدل دیگر بالاتر بوده و نسبت به نتایج تست های با مقیاس واقعی انحراف کمتری دارد (شکل ۶). بنابراین اولویت استفاده از یک مدل خاص وابستگی زیادی به شرایط حریق و زمان دارد؛ برای بدست آوردن یک نتیجه ی اولیه در زمان کوتاه هرچند با دقت پایین، استفاده از مدل تقریب های دستی توصیه می شود، اما زمانی که دقت نتیجه بدست آمده مطرح باشد استفاده از مدل های منطقه ای و CFD در اولویت قرار گرفته که مدل منطقه ای دقت کمتری داشته و مدل CFD دقت بیشتر اما در زمان طولانی تر نسبت به مدل منطقه ای نتیجه می دهد.

منابع:

- [۱].Dr.Babrauskas, Fire Science and Technology Inc., Fire modeling :An introduction for attorneys .
- [۲].Frederick W.Mowrer, Ph.D, P.E, SFPE, The right tool for the job, Fire Protection Engineering Magazine, Issue No .13, Winter, 2002.
- [۳].V.Novozhilov, School Of Mechanical And Production Engineering, Nanyang Technological University, Computational fluid dynamics modeling of compartment fires, 2001.
- [2].Harold E .Nelson, P.E., SFPE, From PHLOGISTON to computational fluid dynamics, Fire Protection Engineering Magazine, Issue No .13, Winter, 2009.
- [5].Gencarell.M, BS, Introduction to fire modeling, 2003.
- [6].Walton, William D, Zone Computer Fire Models for Enclosures, pg3-148 to 3-151 SFPE Handbook, 2nd Edition, 1995.
- [7] Marvin Rausand. Department of Production and Quality Engineering Norwegian University of Science and Technology. marvin.rausand@ntnu.no.
- [8] <http://www.opsi.gov.uk>
- [9]Mechanical Engineering Publications, Reliability of Mechanical System, 2nd edition, 1994, UK