علـوم محیـطی سال هشتم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۰
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.8, No.4, Summer 2011

۴۲ -۲۹

بررسی چند مدل کامپیوتری و ارائه مدل غلظت SO_2 و H_2S در سطح زمین

نادیا شریف‌زاده[۱]، بیتا آیتی[۲*]، حسین گنجی دوست[۳]

۱- *دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران*

۲- *دانشیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران*

۳- *استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس تهران*

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۶ تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۵

چکیده

تعیین غلظت آلاینده‌های هوای محیط پیش از ساخت و راه‌اندازی پروژه‌ها که از نیازهای رعایت استاندارد و حفظ محیط‌زیست می‌باشد، شرکت‌ها را موظف نموده تا با طراحی نرم افزارهای مهندسی حدود غلظت را برآورد نمایند. در هنگام طراحی پروژه‌ها، باید مواد آلاینده مورد مطالعه قرار گرفته و خروجی از تجهیزات اندازه‌گیری شوند. از آن‌جا که بعضی از آلاینده‌ها سبک‌تر و برخی سنگین‌تر از هوا می‌باشند، روش‌های مدل‌سازی آن‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد. مدل‌های خروج مواد سمی عموماً برای محاسبه اثرات مواد بر روی محیط‌زیست به کارمی روند و بهترین مدل، آن است که قبل از وقوع حادثه خروج مواد را مدل نماید. در این تحقیق، نتایج حاصل از مدل‌سازی غلظت آلاینده‌های H_2S و SO_2 در سطح زمین توسط سه نرم افزار Cirrus، PHAST و Shell Fred با نرم افزار طراحی شده مقایسه می‌گردد. این نرم افزارها بر اساس مدل گوسین بوده و فرض بر خروج آلاینده‌ها از منبع نقطه‌ای می‌باشد. در این مدل‌ها فرضیاتی جهت ساده‌سازی انجام شده که بطور مستدل در پیش‌بینی نتایج تجربی برای منابع نقطه‌ای تکی و بالاتر از سطح زمین موفقیت آمیز می‌باشند. طبق نتایج حاصل، نرم افزار جدید مشابه Cirrus بوده و در پایداری D قابل جایگزینی می‌باشد.

کلیـدواژه‌هـا: H_2S, PHAST, Shell Fred, Cirrus, SO_2.

Survey on Soft-Wares and Introducing Emission Model for SO_2 & H_2S in the Ground Level

Nadia Sharifzadeh,[1] Bita Ayati[2*] and Hossein Ganjidoust[3]

1-MSc. Student, Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran

2- Assoc. Prof., Division of Environmental Engineering, Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, ayati_bi@modares.ac.ir

3-Full Prof., Division of Environmental Engineering, Faculty of Civil & Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran

Abstract

Companies need to design engineering software to obtain emission limits before construction and commissioning the plants to control air pollutants. During the design of plants, all emissions should be studied and measured. Since some emissions are lighter or higher than air, there are different methods for their modeling. These models are used for reviewing the effect of gases on the environment and the best model is the one that can design an accident before dispersion. In this research three software packages, namely PHAST, CIRRUS and SHELL FRED, were compared with a newly-created software for measuring the ground level concentration of H_2S and SO_2. The software packages were based on the Gaussian model for point sources. In these models, for simplicity, some assumptions were made based on one point source above the ground. According to the results, the new software was similar to CIRRUS in D stability of the air that can be used instead.

Keywords: H_2S, SO_2, PHAST, CIRRUS, SHELL FRED.

* Corresponding author. *E-mail Address*: ayati_bi@modares.ac.ir

مقدمه

در صنایع نفتی به دلیل وجود مواد حاوی گوگرد، گازهائی مانند H_2S و SO_2 تولید می‌شود که بایستی غلظت آن‌ها در حد مجاز تعیین شده توسط استانداردها و قوانین محیط‌زیست کنترل شود. اگر گاز درحالت شعله خاموش از کوره خارج گردد، حتما باید میزان گاز H_2S کنترل گردد. معمولاً غلظت این مواد از لحاظ استانداردهای جهانی بایستی درحد میزان TLV-TWA[1] (حد مجاز برای کارگر درطول ۸ ساعت کار در کارگاه) قرار گیرد. این میزان برای دو گاز H_2S و SO_2 به ترتیب ۱۰ ppm و ۲ می باشد (Kumar, 2006).

از آنجائی‌که مدل‌سازی کیفیت هوا یک ابزار ضروری برای مطالعه مبحث آلودگی هوا می‌باشد، تحقیقات فراوانی در این رابطه انجام شده که از جمله عبارتند از مدل‌سازی پراکنش آلاینده‌های هوا از جمله SO_2 در نیروگاه‌های اصفهان و تبریز. نتایج بیانگر آن است که به دلیل شرایط اقلیمی و پایداری هوا، غلظت انتشار آلودگی در نیروگاه اصفهان ۶ تا ۱۰ بار بیشتر از نیروگاه تبریز است. هر چند که بطور کلی غلظت متوسط آلاینده‌ها در محدوده مطالعاتی پائین‌تر از حد استاندارد است (Samadi *et al.*, 2001).

پیش بینی غلظت روزانه SO_2 و NO_2 در یک ناحیه شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نیز از مطالعات دیگر صورت گرفته می‌باشد (Zoghi and Saeedi , 2008). هدف از این تحقیق، زمینه‌سازی یک سیستم هشدار زیست‌محیطی بوده تا هرگاه وضعیت درحالت بحران پیش‌بینی شود، برنامه‌ریزی فعالیت‌های شهری اصلاح و بازبینی گردد.

از دیگر تحقیقات می‌توان بررسی موردی یک پالایشگاه و تعیین الگوی انتشار SO_2 را نام برد که هدف آن ارزیابی مدل ISCST[2] (مدل کوتاه مدت و پیچیده منابع صنعتی در پالایشگاه)، اندازه‌گیری سطح جوی SO_2 و بررسی اثر رژیم‌های جریان باد بر انتشار آن بوده است (Zannetti, 1994). عملکرد این مدل برای کویت نیز مورد بررسی قرارگرفته است (Ettouney *et al.*, 2009 و Al-Sudairawi and Mackay, 1988).

با روش GILTT[3] نیز تحقیقاتی در زمینه مدل‌سازی آلودگی انجام گرفته است (Moreira *et al.*, 2009). یکی از اساسی‌ترین معضلات زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی، آلودگی هوا است. در طرح ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی کشور با همکاری معاونت امور انرژی وزارت نیرو و آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن، در سال ۱۳۷۸ تحقیقات جامع و کاملی در این مورد انجام گرفته است. در این مطالعه مهم‌ترین آلاینده‌های هوا شامل SPM[4]، SO_x و NO_x مورد سنجش قرار گرفت و ذرات معلق و پارامترهای هواشناسی در طول سال بطور منظم در هشت ایستگاه ثابت و چند ایستگاه سیار اندازه‌گیری و با استفاده از مدل و شبیه سازی عددی کامپیوتری با توجه به شرایط منطقه‌ای در ساعات مختلف شبانه روز را تعیین شدند. طبق نتایج حاصل، غلظت آلاینده‌های موجود در مه دود فتو شیمیایی با توجه به نرخ تردد خودروها و دما، در زمان‌های اولیه بعد از ظهر به حداکثر و در ساعات ۳ الی ۵ شب به حداقل می‌رسد (Barkhordari *et al.*, 2004).

در مدلی دیگر، پراکندگی سه بعدی (پیوستگی جرمی) همراه با واکنش شیمیایی آلاینده‌ها و شرایط اولیه و مرزی بررسی شده است. با توجه به گستردگی محدوده مورد بررسی، برای کاهش زمان محاسبات، از روش هوشمند موجک با توجه به ناهمواری‌های سطح و منابع متغیر آلاینده‌ها در طول شبانه روز، شبکه متغیر ناهمگن درشت شده‌ای ایجاد شد که ضمن حفظ دقت مورد نظر باعث کاهش چشمگیری در محاسبات گردید (۴۹٪ کاهش زمان محاسبات با توجه به ۳ ٪ خطا در نتایج). این شبکه به روش حجم محدود و ماتریس ناهمگون معادلات، با روش پیشرفته bi-conjugate حل می‌شود (Heidari Nasab *et al.*, 2003).

کنترل آلودگی هوا با برنامه Semi-Infinite نیز از کارهای انجام شده در رابطه با محیط‌زیست می‌باشد که در آن نمونه‌های استفاده از ابزارها را برای بهینه‌سازی منابع آلاینده نشان می‌دهد (Ismael *et al.*, 2009) .

با توجه به مطالعات و بررسی‌های صورت گرفته، کمبود نرم افزارهای کامپیوتری مناسب برای محاسبه غلظت آلاینده درسطح زمین یکی از نیازهای اصلی در انجام پروژه ها در ایران است و تعیین غلظت آلاینده‌ها بخصوص در رابطه با H_2S در پایین دست منبع آلاینده، نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. در این تحقیق، پس از مقایسه نتایج حاصل از کاربرد سه نرم افزار Cirrus، Shell Fred، PHAST در تعیین غلظت دو آلاینده H_2S و SO_2، نرم افزار جدیدی برای محاسبه غلظت آلاینده در سطح زمین معرفی شده است.

مواد و روش

انتخاب نرم افزار

با توجه به کارایی و در دسترس بودن، سه نرم افزار PHAST (Version 6.53.1)، Shell Fred (Version5) و Cirrus (Version 7.6) برای این تحقیق انتخاب شدند.

نرم افزارCirrus

نرم افزار Cirrus ساخت شرکت British Petroleum بوده و شرکت‌های مهندسی برای تعیین غلظت مواد پخش شده درصنایع از آن استفاده می‌نمایند. این نرم افزار اولین بار در سال ۱۹۹۵ تهیه و در سال‌های بعد بازنگری شده است. در مدارک بررسی شده، معادلات و فرضیات به کار رفته در نرم افزار ذکر نشده است. هدف از ساخت این نرم افزار پیش‌بینی اتفاقات حاصل از نشر مواد نفتی و یا شیمیایی به صورت گاز، بخار و یا مایع قبل از وقوع حادثه می‌باشد. نرم افزار این قابلیت را به کاربر می‌دهد تا اطلاعات اولیه را وارد نموده و نتایج حاصل از پخش مواد را مشاهده نماید. این نرم افزار ترکیبی از برنامه‌های فرترن، پاسکال و اکسل می‌باشد که تحت ویندوز اجرا می‌شود (Steve, 2005). کاربری ساده، هزینه مناسب تهیه نرم افزار، امکان مشاهده نتایج به صورت نمودار و ردیابی نمایش غلظت مواد به دو صورت ppm و $\mu g/m^3$ از جمله محاسن آن می‌باشد. در مقابل، عدم قابلیت نمایش پخش پلوم بر روی نقشه سایت و نیز عدم امکان ردیابی ماده آلاینده درصورت وجود چند منبع پخش آلاینده از معایب عمده آن محسوب می‌شوند.

نرم افزار Shell Fred

نرم‌افزار Shell Fred یکی از مدل‌های پیش بینی مواد آلاینده می‌باشد که از تجهیزات فرایندی خارج شده و بر روی محیط اطراف آن اثر می گذارد. این حوادث ممکن است در طول فرایند، ذخیره سازی و یا حتی انتقال مواد اتفاق بیفتد. این نرم افزار تحت لیسانس شرکت Shell بوده و اولین بار در سال ۱۹۹۹ توسط Enviros با انجام آزمایش‌های فراوان تهیه و به عنوان یکی از نرم افزارهای معتبر که به راحتی توسط کاربر مورد استفاده قرار می گیرد، شناخته شد (Hop Wood Cresswell, 2001; and Cresswell, 2006).

مهندسین، اپراتورها و طراحان می‌توانند از این نرم‌افزار استفاده و اتفاقات را قبل از وقوع، پیش بینی و خطرات را به حداقل برسانند. این نرم‌افزار می‌تواند نتایج حاصل از مدل را بر روی سایت مورد نظر به نمایش گذاشته و با این قابلیت، امکان تغییر در ابعاد مجموعه مورد بررسی را به طراح بدهد. یکی از معادله‌های بکار رفته در این نرم افزار مدل گوسین می‌باشد. امکان مشاهده نتایج به صورت نمودار و نیز نمایش غلظت مواد به دو صورت ppm و $\mu g/m^3$ ، قابلیت نمایش پخش پلوم برروی نقشه سایت از جمله محاسن و هزینه بالای تهیه نرم افزار و فرض کل ماده خروجی از دودکش بعنوان یک آلاینده (قادر به جداسازی ماده آلاینده از کل ماده نمی‌باشد) از جمله معایب مطرح این نرم افزار می باشند.

نرم افزار PHAST

یکی از نرم افزارهای مورد استفاده در صنایع جهت مشخص نمودن غلظت آلاینده‌های حاصل، PHAST می‌باشد. این نرم افزار قابلیت پیش‌بینی پیشرفت خطرات را در یک فرایند شیمیایی دارا بوده و زمان خروج مواد و غلظت آلاینده را محاسبه می‌نماید.

یکی از مدل‌های به کار رفته در نرم افزار PHAST، مدل گوسین می‌باشد. این نرم افزار یکی از کامل‌ترین نرم افزارهای مهندسی برای نتیجه‌گیری خطرات حاصل از صنایع نفت و گاز می‌باشد و در مقایسه با دو نرم افزار دیگر قابلیت بالایی در شناسایی خطرات دارد. این نرم افزار برای تمامی مراحل از طراحی تا عملیات کاربرد دارد، نتایج حاصل به راحتی قابل ارائه بوده و بصورت شماتیک می‌تواند مشاهده گردد. هدف از کاربرد PHAST شناسایی موقعیت خطر و ارزیابی آن بر انسان‌ها و محیط‌زیست می‌باشد که می توان با ارزیابی‌های لازم پیش از ساخت یک مجموعه و تغییرات در طراحی، احتمال وقوع خطرات را کاهش داد (Nicholas, 2001). نرم افزار محاسن مشابه Shell Fred را دارد و معایب آن علاوه بر هزینه بالا، عدم امکان قابلیت ردیابی ماده آلاینده درصورت وجود چند منبع پخش آلاینده می‌باشد. نکته قابل ذکر اینکه با استفاده از نرم افزار مدل‌سازی PHAST می‌توان خطرات را پیش‌بینی نمود. بسیاری از تصادفات منجر به خروج مواد دو فازی با ترکیبات مختلف می‌شوند که در صورتی‌که این مواد آتش‌گیر باشند، منجر به تشکیل آتش و یا انفجار می‌شود. با مدل‌سازی در نرم افزار PHAST می‌توان غلظت ابر ماده آتش‌گیر را پس از خروج از مخزن بدست آورد (Witlox *et al.*, 2005).

طراحی نرم افزار

در این تحقیق با فرض خروج آلاینده‌ها از یک منبع،

بررسی در دو زمان شعله خاموش و درحال سوخت انجام شد. برای محاسبه غلظت آلاینده مورد نظر، داشتن یک سری اطلاعات یا به عبارتی داده لازم می‌باشد. با داشتن این داده‌ها و طبق روابط و معادلات موجود، غلظت آلاینده در مختصات دلخواه محاسبه می‌شود. از آنجایی‌که انجام این محاسبات بصورت دستی نیازمند زمان زیادی بوده و احتمال خطای محاسباتی نیز وجود دارد، لذا از نرم افزار Matlab نسخه ۷/۶ با توجه به سرعت انجام محاسبات و انعطاف در برنامه نویسی در محیط آن برای تسهیل این امر استفاده شد (قابل ذکر اینکه نرم افزار مذکور دارای قابلیت‌های بسیار زیادی از جمله مناسب بودن آن برای سیستم‌های کنترلی، شبیه‌سازی می‌باشد). هم‌چنین برای سهولت بکارگیری این نرم افزار در انجام محاسبات غلظت آلاینده، آن برنامه‌نویسی در محیط GUI با مزایای زیر انجام شد:

- امکان ورود اطلاعات مربوط به همه پارامترها در یک صفحه
- عدم نیاز به ورود مجدد سایر داده‌ها در صورت نیاز به تغییر یک داده
- فعال شدن برنامه به صورت یک پنجره مجزا و عدم مشاهده متن برنامه توسط کاربر

با توجه به توضیحات مذکور، معادلات زیر بصورت یک الگوریتم در آورده شده و برنامه‌نویسی در محیط GUI نرم افزار Matlab صورت گرفت.

$$U_z=U_m\,(z/z_m)^p$$

U_z: سرعت باد در ارتفاع z (m/s)

U_m: سرعت باد در ارتفاع m (m/s)

Z: ارتفاعی که سرعت محاسبه خواهد شد (m)

Z_m: ارتفاع (m)

p: توان سرعت باد که بصورت تجربی بدست می‌آید (جدول ۱) (Exxon,1999).

جدول ۱- توان سرعت باد (Exxon ,1999)

پایداری هوا	نوع محیط	
	شهری	روستایی
A	۰/۱۵	۰/۰۷
B	۰/۱۵	۰/۰۷
C	۰/۲	۰/۱
D	۰/۲۵	۰/۱۵
E	۰/۴	۰/۳۵
F	۰/۶	۰/۵۵

$$H= h + \Delta h$$

که در آن (Flynn and Theodore, 2001):

H: ارتفاع موثر دودکش (m)

h: ارتفاع دودکش (m)

Δh : افزایش ارتفاع پلوم (m)

با فرض مدل گوسین می‌توان غلظت در سطح زمین را محاسبه نمود. در این شرایط فرض بر این است که آلاینده‌ها با هم واکنش انجام نمی‌دهند و اغتشاش از زمان و فاصله مستقل می‌باشد. بسیاری از مدل‌های انتشار از مدل پلوم گوس که یک مدل موازنه جرمی نیز می‌باشد، پیروی می‌کنند (Nevers, 2000).

$$C(x,y,z)=\{[Q/(2\pi\delta y\delta z\ u)][\exp-)1/2(y/\ \delta y)^2]$$
$$*[\exp 1/2(z-H/\ \delta z)^2+\exp -1/2(z+H/\ \delta z)^2]\}$$

که در آن:

C : غلظت درسطح زمین (g/m^3)

x,y,z : مختصات محل دریافت غلظت

Q : نرخ جرمی آلاینده‌ها (g/s)

π: عدد ثابت پی

δy : ضریب پراکندگی درجهت افقی (m)

δz: ضریب پراکندگی درجهت عمود (m)

U: سرعت باد در هنگام خروج (m/s)

H: ارتفاع موثر(m)

داده‌ها و متغیرهای ورودی مورد نیاز برای انجام محاسبات نیز توسط نرم افزار وارد می‌شد. اطلاعات ورودی به معادلات وصل شده و پس از دستور انجام محاسبه، محاسبات انجام شده و نتیجه محاسبات در قسمت مربوطه نمایش داده می‌شد. شایان ذکر است که بهره گیری از این نرم افزار علاوه بر ساده‌سازی محاسبات، امکان ارزیابی تاثیر هریک از پارامترها را با توجه به نتایج محاسبات می‌دهد یعنی می‌توان با تغییر یک متغیر ورودی همزمان با ثابت نگهداشتن سایر متغیرهای ورودی، نتایج بدست آمده را به راحتی و با سرعت و دقت بالا بررسی نمود.

پس از نوشتن برنامه، صفحه نمایشگر مطابق شکل ۱ طراحی شد که با دادن اطلاعات به آن و اجرای برنامه، غلظت آلاینده در سطح زمین بدست می‌آمد.

بطور خلاصه مراحل انجام کار با نرم افزار طراحی شده و تولید صفحه نمایشگر به قرار زیر می‌باشند:

۱- وارد نمودن اطلاعات فرآیندی گاز خروجی و مشخصات دودکش

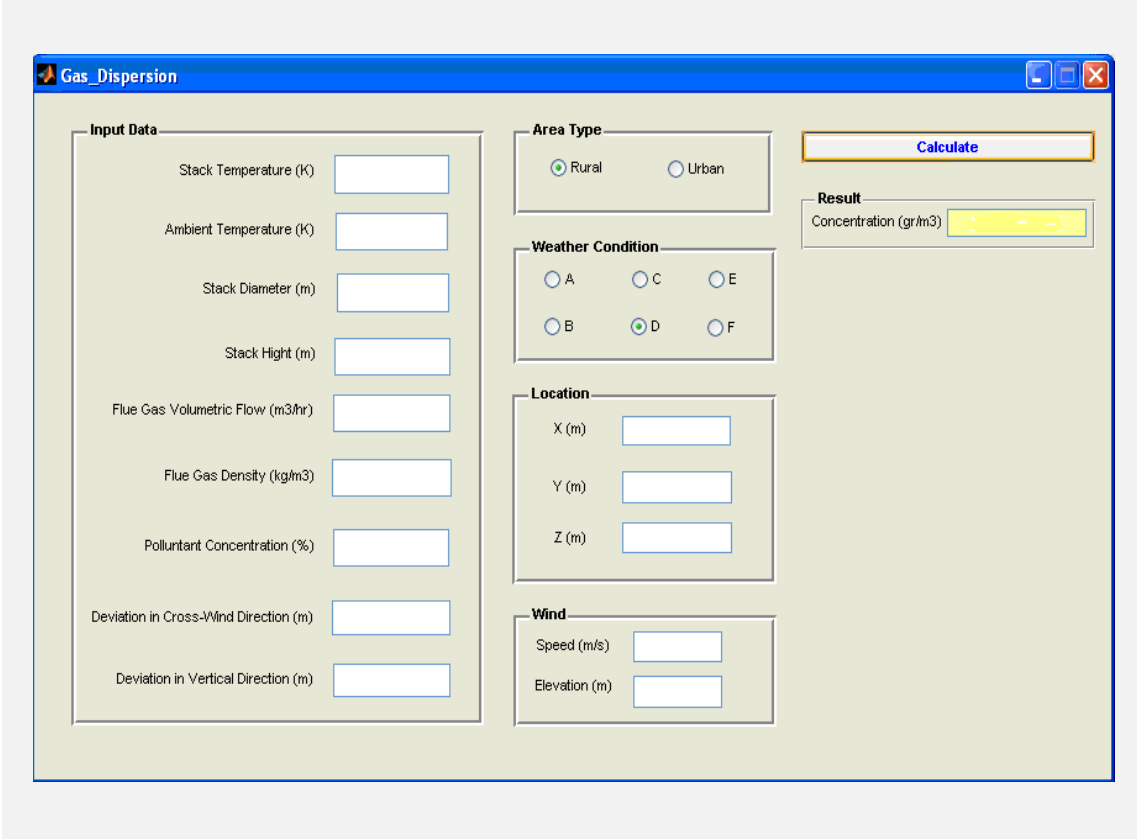
۲- مشخص نمودن موقعیت منطقه و نوع محیط (شهری و یا روستایی)

۳- مشخص نمودن نوع پایداری هوای منطقه

۴- وارد نمودن مختصات نقطه که غلظت آن مورد نظر است

۵- مشخص نمودن میزان سرعت باد غالب در منطقه و ارتفاع آن نقطه

۶- اجرای برنامه



شکل ۱- صفحه نمایشگرنرم افزار طراحی شده

استفاده از داده‌ها

در جدول ۲ مشخصات ترکیبات خروجی از دودکش در زمان شعله خاموش و در حال سوخت[۵]، وضعیت آب و هوای منطقه و پایداری منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. سرعت باد بر اساس گلباد منطقه ظرف مدت بیست سال اخیراعلام گردیده است (NIOC, 2004).

جدول ۲- مشخصات خروجی دودکش

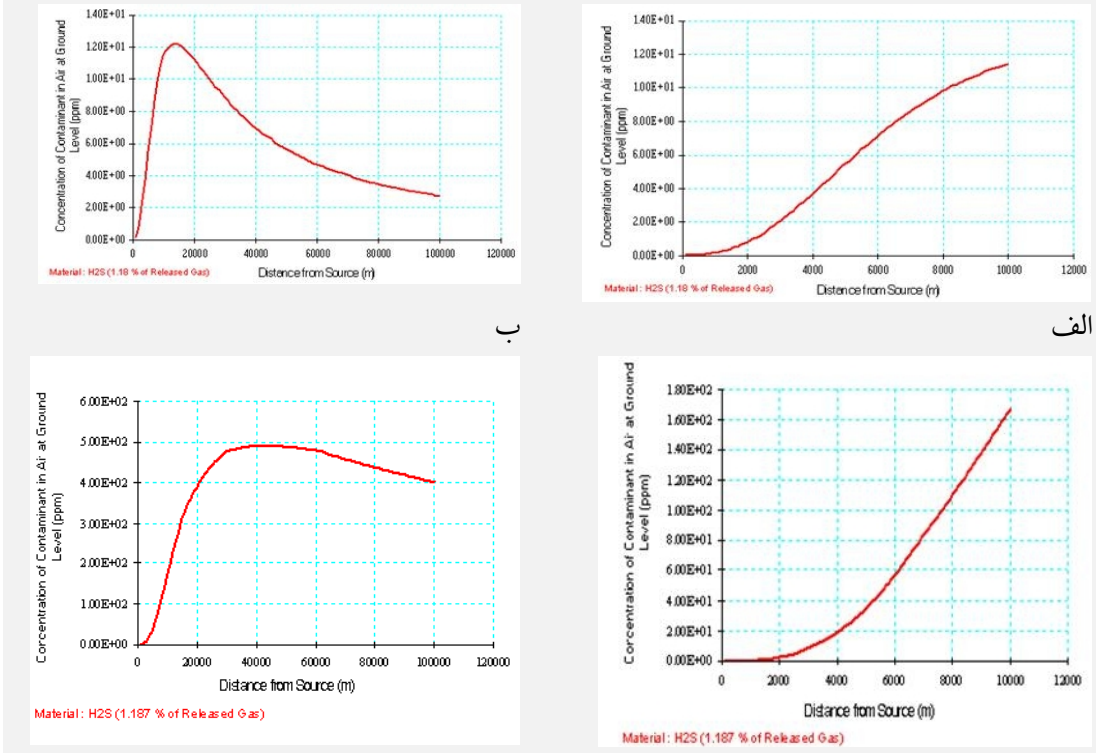
مشخصات گاز	زمان تولید SO_2	زمان شعله خاموش وخروج H_2S
رطوبت (٪)	۸۰	۸۰
دمای محیط (°C)	۳۰	۳۰
ارتفاع دودکش (متر)	۷۰	۷۰
قطر دودکش (میلیمتر)	۹۲۰	۹۲۰
دمای گاز خروجی (°C)	۲۵۷	۲۵
جریان گاز خروجی (Kg/s)	۹۱۶۶۶	۳۶۲/۶
نرخ حجمی گاز خروجی (m^3/hr)	۵۲۳۸۰۵۷۱۴	۱۶۷۳۵۳۸
دانسیته	۰/۶۳	۰/۷۸
سرعت خروج گازآلاینده (Kg/s)	۵/ ۹۴	۴
نسبت گاز آلاینده به گاز خروجی (%)	۰/۰۰۶۴	۱/۱۸
وزن مولکولی گاز	۲۷/۷	۱۹/۲
سرعت باددرارتفاع ده متری (m/s)	۲ و۵	۲ و۵
پایداری	F, D	F, D

نتایج

نتایج غلظت آلاینده در سطح زمین برای گاز H_2S با دو شرایط سرعت باد و پایداری متفاوت 5D و2F (این شرایط در منطقه عسلویه به طورمعمول غالب می‌باشند) با استفاده از نرم افزار Cirrus در شکل ۲- الف تا ۲- د ارائه شده است. مشاهده می‌شود که غلظت درسطح زمین ابتدا زیاد و پس از طی مسافتی از منبع پخش مجدد کم می‌گردد.

در شکل‌های ۳- الف تا ۳- د نتایج گاز SO_2 آمده است. مطابق شکل در 5D غلظت به میزان صفر رسیده و درحالت 2F از ppm ۰/۸ در حال کاهش می‌باشد. شکل‌های ۴- الف و ۵- الف در دو حالت 5D و 2F به ترتیب منحنی‌های حاصل از کاربرد نرم افزار Shell Fred برای گازهای H_2S و SO_2 را نشان می دهد. در هنگام وارد نمودن اطلاعات ورودی، نرم افزارShell Fred محل دریافت آلاینده را سوال نموده و غلظت جای مشخص شده را درنتایج خود به صورت گزارش اعلام می‌نماید. در شکل‌های ۴- ب و ۵- ب به ترتیب تغییرات غلظت بدست آمده برای گازهای H_2S و SO_2 در فواصل مختلف در دو حالت 5D و 2F نشان داده شده است.

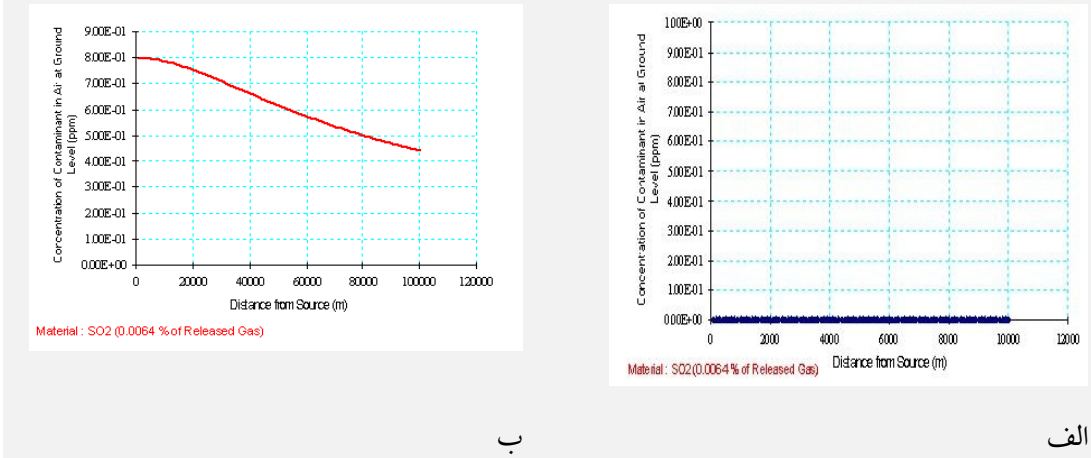
لازم به ذکراست که نرم افزار Shell Fred کل میزان گاز خروجی از دودکش را آلاینده در نظرگرفته و به همین لحاظ میزان غلظت‌های بدست آمده بالا می‌باشد. ملاحظه می‌گردد که غلظت ابتدا در نمودارها افزایش و سپس کاهش می‌یابد. نکته قابل ذکر اینکه طبق نتایج حاصل، این نرم افزار قادر به مدلسازی گازها در شرایط 2F نبوده است.



شکل ۲- تغییرات غلظت H_2S در سطح زمین تا فاصله

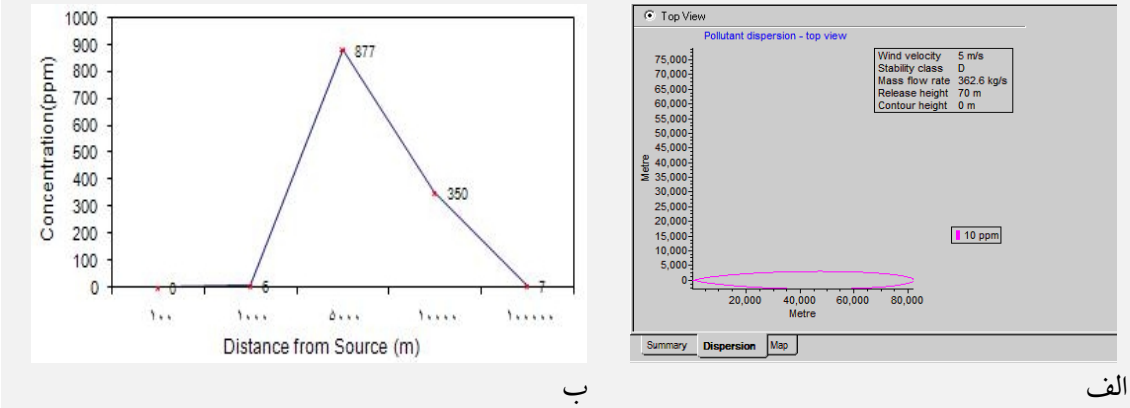
الف) ۱۰کیلومتری درشرایط 5D ب) ۱۰۰کیلومتری درشرایط 5D

ج) و د) ۱۰ کیلومتری و ۱۰۰ کیلومتری درشرایط (2F) با استفاده از نرم افزار Cirrus



شکل۳- تغییرات غلظت SO_2 در سطح زمین تا فاصله الف) ۱۰کیلومتری درشرایط 5D

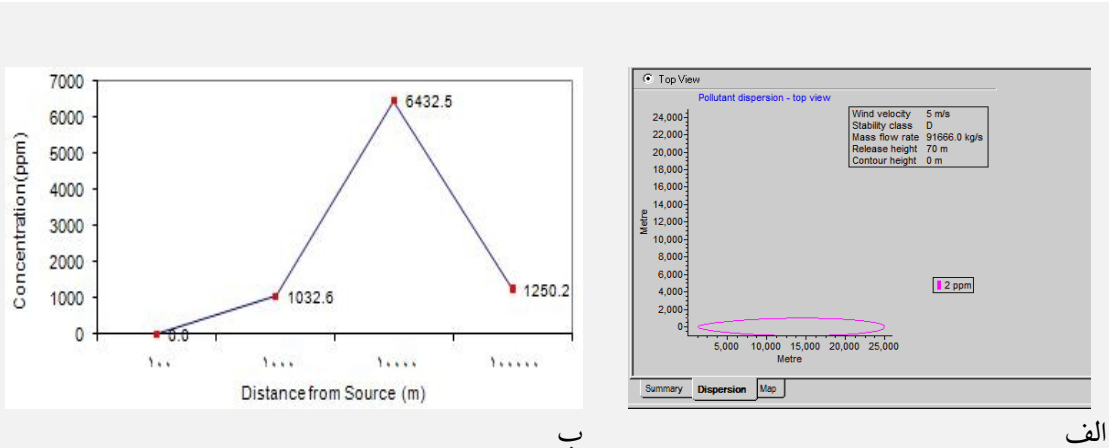
ب) ۱۰۰کیلومتری درشرایط 2F با استفاده از نرم افزار Cirrus



الف ب

شکل ۴– الف) تغییرات غلظت H_2S در شرایط 5D

ب) نمودار ترسیم شده از پخش H_2S درشرایط 5D با استفاده از نرم افزار Shell Fred

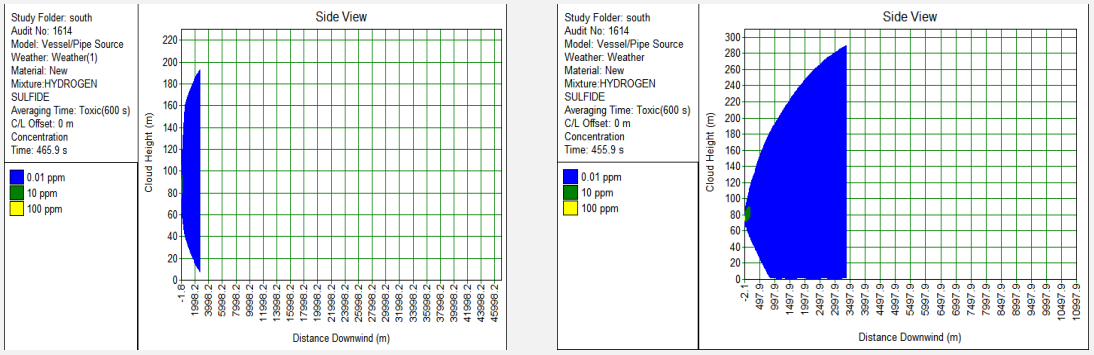


الف ب

شکل ۵– الف) منحنی غلظت SO_2 در شرایط 5D

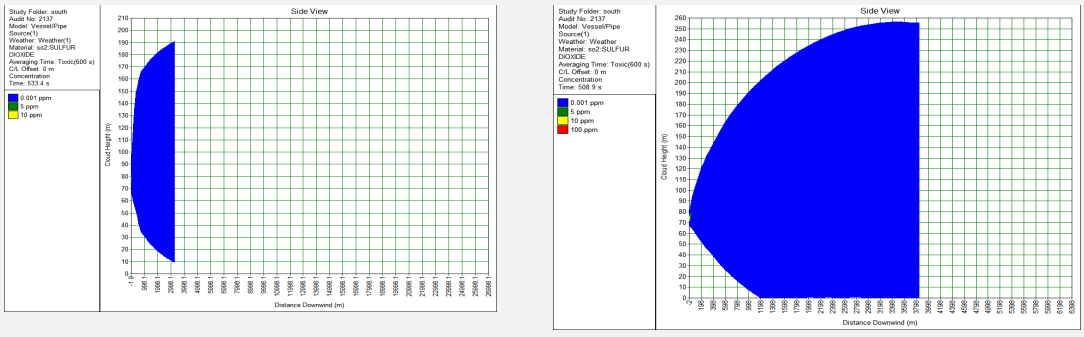
ب) نمودار ترسیم شده از پخش SO_2 درشرایط 5D با استفاده از نرم افزار Shell Fred

در شکل‌های ۶ (الف و ب) و ۷ (الف و ب) به ترتیب خروج دو گاز H_2S و SO_2 از دودکش با استفاده از نرم افزار PHAST در دو حالت 5D و 2F نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود غلظت‌های مختلف ماده با رنگ های متفاوت قابل مشاهده است. این نرم افزار برای مواد سمی زمان خروج ده دقیقه را در نظر می گیرد و شکل پلوم حاصل را به نمایش می گذارد.



ب الف

شکل ۶- منحنی غلظت H_2S در شرایط الف) 5D ب) 2F درنرم افزار PHAST

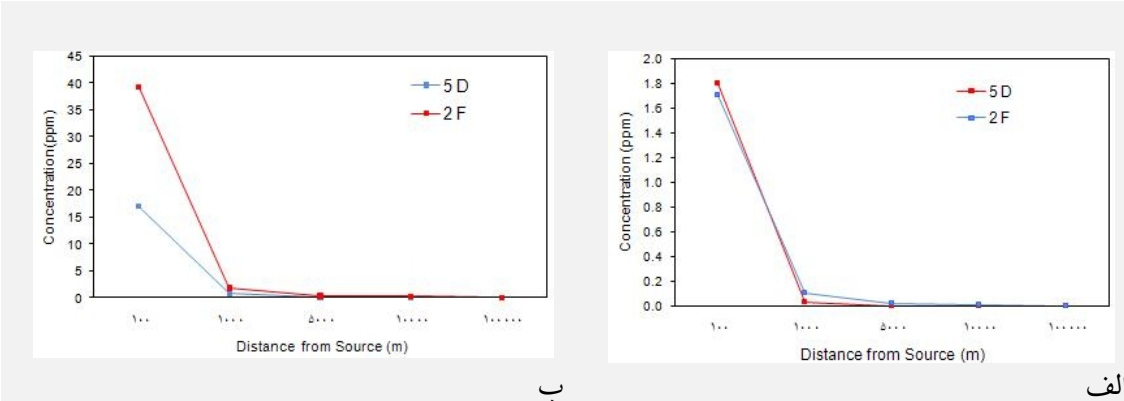


ب الف

شکل ۷- منحنی غلظت SO_2 در شرایط الف) 5D ب) 2F درنرم افزارPHAST

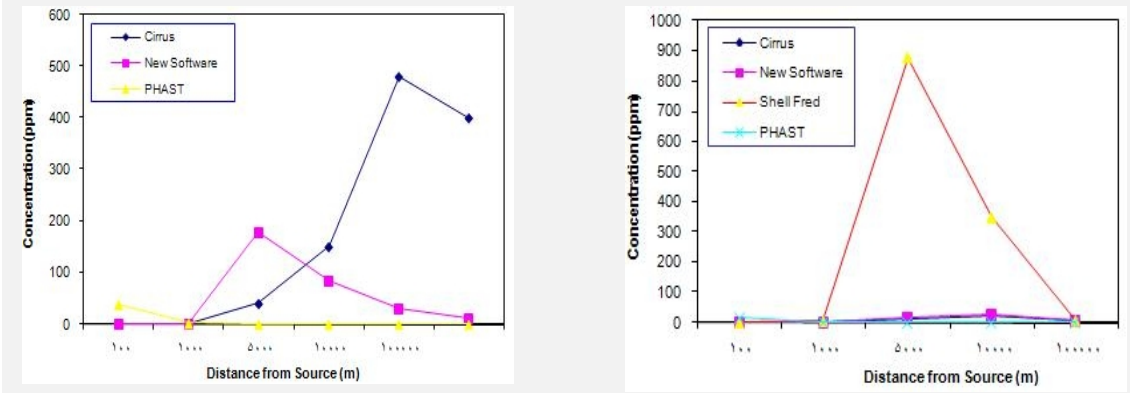
اعداد بدست آمده در نرم افزار PHAST غلظت آلاینده در سطح زمین نبوده لذا با افزایش فاصله از میزان غلظت کم می‌شود و نمودار سیر نزولی دارد. بر اساس نتایج، غلظت حاصل مربوط به پلوم رقیق شده می‌باشد. درشکل ۸ نمودارهای حاصل رسم شده است.

نتایج بدست آمده از نرم افزار طراحی شده و مقایسه آن با سه نرم افزار دیگر برای دو گاز H_2S و SO_2 در شکل‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده است.



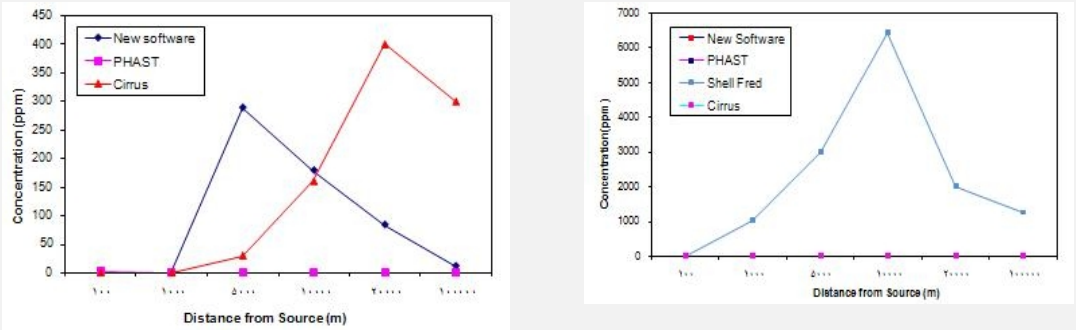
ب الف

شکل ۸– مقایسه نمودار پخش الف) SO_2 ب) H_2S در نرم افزار PHAST درشرایط 5D و 2F



ب الف

شکل ۹– نمودار مقایسه نرم افزارها برای گاز H_2S در شرایط الف) 5D ب) 2F



ب الف

شکل ۱۰– نمودار مقایسه نرم افزارها برای گاز SO_2 در شرایط الف) 5D ب) 2F

بحث

مشاهده می‌گردد که:

۱- نتایج بدست آمده از نرم افزار طراحی شده مشابه با نتایج نرم افزار Cirrus می‌باشد.

۲- نمودار حاصل از غلظت آلاینده در سطح زمین، در نرم افزار طراحی شده و هم‌چنین سایر نرم‌افزارها، پس ازخروج از دودکش ابتدا سیرصعودی داشته و پس ازگذشت زمان سیر نزولی دارد به جز نرم افزار PHAST که از ابتدا سیر نزولی دارد.

۳- نمودار طراحی شده در پایداری D می تواند با درصد خطای پایین جانشین نرم افزار Cirrus گردد. زیرا همان‌طور که مشاهده می‌گردد، دو نمودار حاصل برهم منطبق شده‌اند و در شرایط 2F نتایج هردو نرم افزار طراحی شده و Cirrus در ابتدا سیر صعودی و سپس سیر نزولی دارند.

۴- نمودار حاصل از نرم افزار Shell Fred، دارای غلظت بسیار بالایی برای آلاینده می‌باشد که علت آن در نظرگرفتن کل جریان خروجی از دودکش به عنوان ماده آلاینده، می‌باشد.

۵- نمودار حاصل از نرم افزارPHAST از لحظه خروج ازدودکش سیر نزولی داشته که به دلیل عدم غلظت آلاینده درسطح زمین می‌باشد.

در بررسی های انجام شده و بر اساس نتایج حاصل از نرم افزارها موارد زیر قابل ذکر می‌باشد:

۱- در بین نرم افزاها، Shell Fred برای انجام شبیه سازی و مدل‌سازی توزیع گاز[۶] با مدل گوسین مناسب نمی‌باشد. نتایج حاصله نیز تاییدی براین ادعا است.

۲- در بین نرم افزارها، PHAST برای انجام شبیه‌سازی مناسب می‌باشد و به راحتی می‌توان به آن اعتماد نمود ولی هزینه خرید آن بالا بوده و ضمن اینکه نتیجه حاصل برای غلظت در سطح زمین نمی‌باشد.

۳- با توجه به مشکلات موجود در ایران، استفاده از نرم افزار طراحی شده پیشنهاد می‌گردد تا در پروژه‌های نفتی قبل از ساخت جهت تعیین میزان آلودگی هوا و اطمینان از غلظت مجاز آن‌ها در اطراف مرکز صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

پی‌نوشت

1- Threshold Limit Value-Time Weighted Average
2- Industrial Source Complex Short Term Model
3- Generalized Integral Laplace Transfer Technique
4- Suspended Particulate Matter
5- Flaring
6- Gas Dispersion Modeling

منابع

Al-Sudairawi, M. and K.P. Mackay (1988). Evaluating the Performance of the Industrial Source Complex-Short Term Model, Environmental Software, Journal of the Air & Waste Management Association, 3 (4): 180-185.

Barkhordari, M., M. Deiranlou and M. Mousavi (2004). Modeling and Simulation of Transition and Transfer of Smog Photochemistry using Box Model, The 9th National Chemical Engineering Conference, Tehran, November 2004.

Air Pollution Control with Semi-Infinite Programming, Applied Mathematical Modeling, 33: 1957-1969.

Kumar, A. (2006). Environmental Chemistry, 6th edition, West Bangal. India: New Age International Pub.

Moreira, D.M., M.T. Vilhena and T. Tirabassi (2009). The State-of-Art of the GILTT Method to Simulate Pollutant Dispersion in the Atmosphere, Atmospheric Research, 92 (1): 1-17.

Nicholas, C. (2001). PHAST User Manual, DNV Software

NIOC (2004). South Pars Gas Field Development Project: Environmental Impact Assessment Report, Iran

Nevers N.D. (2000). Air Pollution Control Engineering. Second Edition, Koga, McGraw-Hill Book Co.,

Samadi R., A. Karbasi and N. Rahimi (2001). Distribution Modeling of Air Pollutants of Isfahan and Tabriz Power Plants, The 3rd National Energy Congress, Tehran, May 2001.

Steve, H. (2005). User Manual of Cirrus, Group HSE Resource, British Petroleum, UK

Cresswell, T.M. (2001). Shell Fred User Guide, Updated for Fred 3.2, 2nd Issue, England, Shell Research Ltd.

Ettouney R.S., S. Abdul-Wahab and A.S. Elkilani (2009). Emissions Inventory, ISCST, and Neural Network Modeling of Air Pollution in Kuwait, International Journal of Environmental Studies, 66 (2): 193 – 206.

Exxon Engineering (1999). Air Dispersion Calculation. New Jersey, USA: Exxon Research and Engineering Co.

Flynn, A.M. and L. Theodore (2001). Health, Safety and accident Management in Chemical Industries, 1st Edition. New York, USA: CRC Press.

Heidari Nasab, A., B. Dabir and M. Sahimi (2003). Tri-dimensional mathematical modeling of Air Pollution Photochemical Phenomena and Quantitative Investigation of Different Scenarios on air of the Great City of Tehran using Wavelet, The 8th National Chemical Engineering Conference, Mashad, October 2003.

Hop Wood, A.B. and T.M. Cresswell (2006). Shell Fred Technical Guide, Updated for Fred 5.0, 4th Issue. England: Shell Research Ltd.

Ismael, A., F. Vaz and E.C. Ferreira (2009).

Witlox, H., M. Harper, P. Topalis and S. Wilkinson (2005). Modeling the Consequence of Hazardous Multi-Component Two Phase Releases to the Atmosphere, The 7th Professional Development Conference & Exhibition, Bahrain, March 2005.

Zannetti, P. (1994). Computer Modeling of Air Pollution, Boston. USA: Computational Mechanics Publication.

Zoghi, M.J. and M. Saeedi (2008). Estimation of SO_2 and NO_2 Daily Concentration using Artificial Neural Network, The 2nd Conference and Exhibition on Environmental Engineering, Tehran, May 2008.