

مدل سازی پخش آلاینده های گازی در محدوده چاله سوز مجتمع گاز پارس جنوبی

با استفاده از نرم افزار **MATLAB**

محمد یزدی زاده^{۱*}، داریوش مولا^۱، فریدون اسماعیل زاده^۱ و علیرضا نجومی^۲

۱- دانشکده مهندسی شیمی، نفت و گاز دانشگاه شیراز

۲- رئیس بهداشت ایمنی و محیط زیست مجتمع گاز پارس جنوبی

چکیده:

مدل سازی پخش آلاینده های گازی یکی از اصلی ترین و مهم ترین مرحله در کنترل آلودگی های موجود در محیط می باشد. با توجه به رشد مستمر صنایع آلوده کننده محیط زیست، انگیزه برای مدل سازی کیفیت هوا بالا رفته است. یکی از منابع مهم آلاینده در مجتمع گاز پارس جنوبی چاله سوزهای موجود در آن مجتمع می باشد به این منظور در این تحقیق به منظور کنترل و کاهش آلاینده های گازی با استفاده از یک مدل ریاضی مناسب و نرم افزار MATLAB پخش آلاینده های گازی دی اکسید سولفور، دی اکسید نیتروژن، منو اکسید نیتروژن، دی اکسید کربن و منو اکسید کربن در محدوده چاله سوز^۲ گاز پارس جنوبی مورد بررسی قرار داده شده است. در این نرم افزار وجود پارامترهای موثر در پخش آلاینده ها از جمله سرعت و جهت باد، دمای محیط، موقعیت و مشخصات فیزیکی دودکش ها، میزان انتشار ذرات آلاینده و پایداری جوی در نظر گرفته شده است. هم چنین این نرم افزار قادر خواهد بود که غلظت آلاینده های مختلف را در فواصل مختلف از دودکش چاله سوز پیش بینی نماید.

کلمات کلیدی:

آلودگی هوا، مدل گوسین، پراکندگی آلاینده ها، چاله سوز مجتمع گاز پارس جنوبی

* Email: mohammad_y83@yahoo.com (M. Yazdizadeh),

Alireza.nojourni@spgc.ir (A.Nojourni)

Dmowla@shirazu.ac.ir (D.Mowla)

Esmail@shirazu.ac.ir (F. Esmailzadeh)

² Burn pit

۱- مقدمه:

وجود یک یا چند گاز یا ذره آلاینده در داخل و خارج لایه جوی هوا که باعث ایجاد مشکل برای انسان و گیاهان و حیوانات شود را آلودگی هوا می نامند [۱]. از پیش شرط های لازم برای انجام مطالعات ارزیابی اثرات محیط زیست، پیش بینی احتمال تاثیر پراکندگی آلاینده ها از منابع نقطه ای در محیط زیست و هوا می باشد. مدل سازی پخش آلاینده های گازی برای انتخاب نقاط نمونه برداری، پیاده سازی استراتژی کنترل آلودگی هوا و برنامه ریزی زیست محیطی منطقه ی مورد نظر، یک مسئله ضروری می باشد. روش های محاسبه ی پراکندگی اتمسفر برای مدت طولانی مورد مطالعه قرار گرفته است. پارامترهای موثر بر این پراکندگی سرعت باد و پایداری جو می باشند [۲]. مدل گوسین^۳ به عنوان ابزاری مناسب برای مدل سازی ریاضی در سراسر جهان شناخته شده است. برای استفاده از مدل گوسین نیاز به پارامترهای مختلف مانند سرعت و جهت باد، درجه حرارت و پایداری جو می باشد [۳]. مجتمع گاز پارس جنوبی دارای ۹۲ عدد دودکش^۴ و مشعل^۵ و سایر آلاینده ها در فازهای ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ می باشد که از این تعداد ۲۳ عدد در فاز ۱ و ۲۵ عدد در فازهای (۲ و ۳) و ۴۴ عدد در فازهای (۴ و ۵) می باشد یکی از این دودکش های موجود در مجتمع گاز پارس جنوبی، دودکش چاله سوز می باشد که می تواند نقش مهمی در آلودگی محیط زیست داشته باشد در این تحقیق با استفاده از نرم افزار MATLAB به مدل سازی پخش آلاینده های گازی از دودکش چاله سوز موجود در محدوده مجتمع گاز پارس جنوبی، پرداخته شده است. در این نرم افزار وجود پارامترهای موثر در پخش آلاینده ها از جمله سرعت و جهت باد، دمای محیط، موقعیت و مشخصات فیزیکی دودکش، میزان انتشار ذرات آلاینده و پایداری جوی در نظر گرفته شده است. هم چنین این نرم افزار قادر خواهد بود که غلظت آلاینده های مختلف را در فواصل مختلف از دودکش پیش بینی نماید.

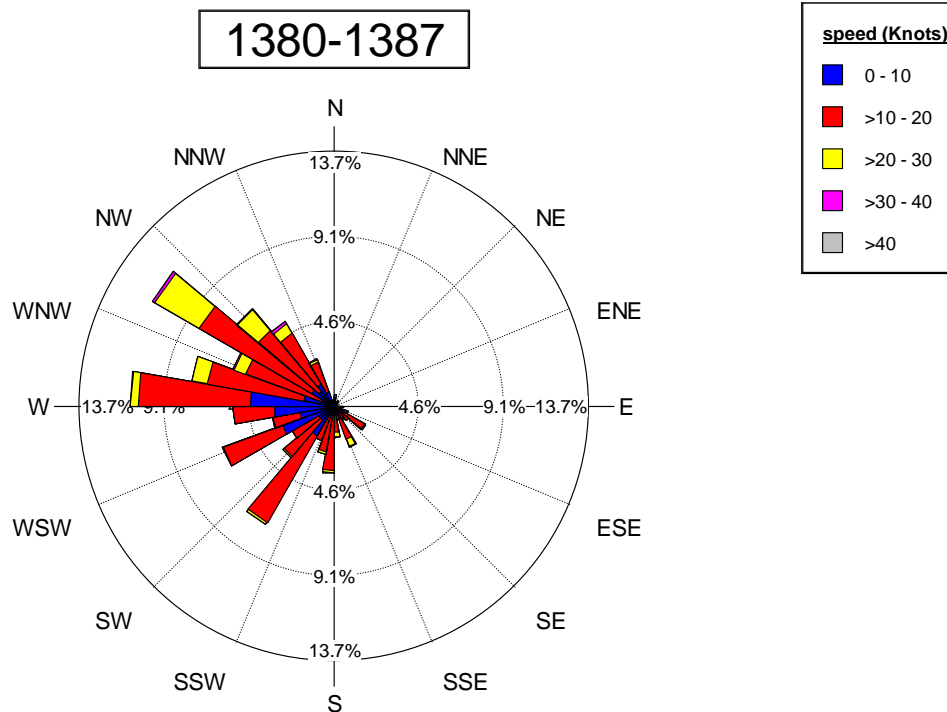
³ Gaussian plume model

⁴ Stack

⁵ Flare

۲- شرایط توپوگرافی منطقه پارس جنوبی:

شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در بندر عسلویه واقع در استان بوشهر در فاصله ۲۷۰ کیلومتری شهر بوشهر قرار گرفته است. منطقه پارس جنوبی در عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و طول جغرافیایی ۵۲ درجه حاشیه خلیج فارس واقع شده است. با توجه به محصور بودن منطقه پارس جنوبی از یک سمت به کوه و از سمت دیگر به دریا، باعث شده است که این منطقه از شرایط خاص آب و هوایی برخوردار باشد. ارتفاع زیاد کوه های اطراف از یک سو و جهت وزش بادهای از سمت دریا به سمت منطقه باعث انباشت آلاینده های خروجی از دودکش ها و مشعل های بر روی منطقه پارس جنوبی شده و در نتیجه موجب افزایش آلودگی محیط شده است. با توجه به گلباد رسم شده در شکل (۱-۲) مشخص می شود که بادهایی با سرعت بین ۱۰ الی ۱۰ نات با اختصاص ۴ درصد از کل بادهایی در این محدوده سرعت در جهت غرب، بادهایی با سرعت بین ۱۰ الی ۲۰ نات با اختصاص ۸/۵ درصد از کل بادهایی در این محدوده سرعت در جهت شمال غرب، بادهایی با سرعت بین ۲۰ الی ۳۰ نات با اختصاص ۳ درصد از کل بادهایی در این محدوده سرعت در جهت شمال غرب، بادهایی با سرعت بین ۳۰ الی ۴۰ نات با اختصاص ۰/۳ درصد از کل بادهایی در این محدوده سرعت در جهت شمال غرب و بادهایی با سرعت ۴۰ نات و بیشتر از آن با اختصاص ۰/۲ درصد از کل بادهایی در این محدوده سرعت در جهت شمال غرب، بیشترین سهم را در این دوره به خود اختصاص داده اند. با آنالیز کل داده ها و گلباد رسم شده در طول تمام ماه های سال های ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۷ مشخص می شود که بادهای غالب از سمت شرق به سمت غرب بوده و سرعت باد غالب در این جهت بین ۱۰ الی ۲۰ نات می باشد.



شکل (۱-۲) - نتایج پراکندگی سرعت و جهت باد در سال های ۱۳۸۰-۱۳۸۷

۳- مدل ریاضی:

در این نرم افزار برای محاسبه میزان غلظت ذرات در هر نقطه از رابطه ی گوسین استفاده شده است که در رابطه ی (۱-۳) آورده شده است. در این رابطه u سرعت باد، Q میزان انتشار آلاینده، H ارتفاع موثر، σ_y و σ_z میزان انحرافات استاندارد که بر اساس شرایط پایداری هوا تعریف می شوند و Y ، X و Z مختصات های دلخواه می باشند.

(۱-۳)

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\Pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y}\right)^2\right) \left(\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right) + \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right)\right)$$

در مدل گوسین، ارتفاع موثر^۶ برای انتشار یک پارامتر مهم در تعیین میزان غلظت در سطح زمین می باشد. با توجه به انرژی اولیه ستون که به خاطر دمای بالای ستون و اختلاف دمای آن با دمای محیط می باشد باعث افزایش ارتفاع انتشار

⁶ Effective height

آلاینده ها خواهد شد که این ارتفاع به عنوان ارتفاع خیزش^۷ شناخته شده و از رابطه های (۲-۳) و (۳-۳) محاسبه می شود [۴]:

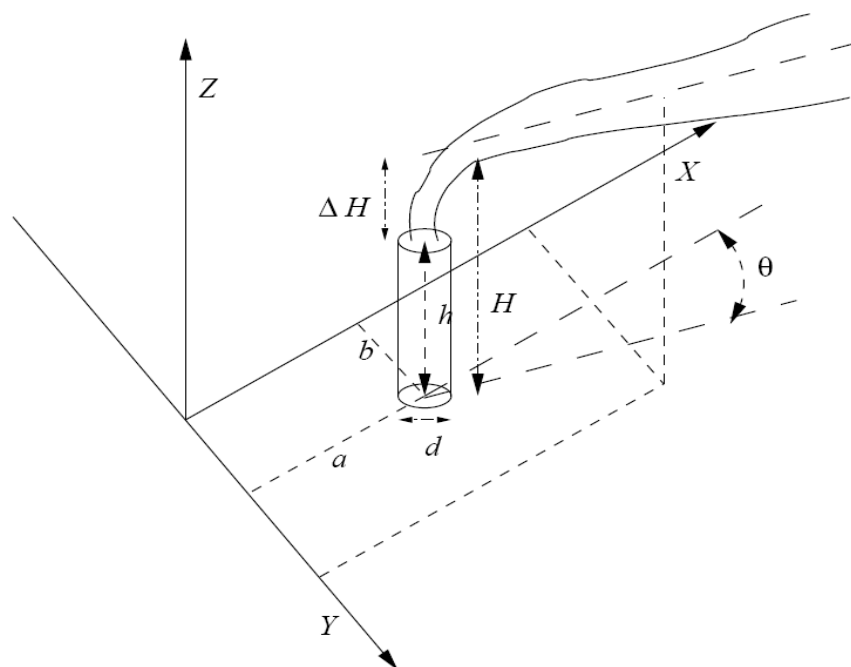
$$H = h_s + \delta h \quad (2-3)$$

$$\delta h = \frac{V_s \times D}{u} (1.5 + 2.68 \times D \times \frac{T_s - T_a}{T_s}) \quad (3-3)$$

که در رابطه های بالا v_s سرعت گاز خروجی از دودکش، D قطر دودکش، h_s ارتفاع دودکش، T_s و T_a دماهای گاز خروجی از دودکش و محیط می باشند. در شرایطی که محور های مختصات بروی دودکش قرار نگیرند و مطابق با شکل (۱-۳) در محلی دیگر قرار گیرد در این شرایط برای مقادیر X و Y از روابط زیر استفاده می شود [۵]:

$$Y = (x - a) \times \sin(\theta) + (y - b) \times \cos(\theta) \quad (4-3)$$

$$X = (x - a) \times \cos(\theta) - (y - b) \times \sin(\theta) \quad (5-3)$$



شکل (۱-۳) - سیستم مختصات و علایم

⁷ Plume rise

که در این روابط a و b مختصات دودکش مورد نظر نسبت به مبدا در نظر گرفته شده می باشد و هم چنین θ جهت وزش باد می باشد. در شرایطی که محورهای مختصات بر روی دودکش قرار گیرند مقادیر a و b صفر می باشند. تخمین مقادیر σ_y و σ_z در رابطه ی گوسین بسیار مهم می باشد [۶]. برای به دست آوردن این مقادیر از روابط زیر استفاده شده است:

$$\sigma_z = c(X / 1000)^d + f \quad (۶-۳)$$

$$\sigma_y = a(X / 1000)^{0.894} \quad (۷-۳)$$

که در این روابط مقادیر a , b , d و f با توجه به شرایط پایداری جو از جدول پایین به دست می آیند.

جدول (۱-۳) - مقادیر ثابت های a , b , d و f با توجه به طبقه بندی های پایداری جو

Stability category	a	X ≤ 1 Km			X ≥ 1 Km		
		C	D	F	C	d	F
Very unstable (A)	213	440.8	1.941	9.27	459.7	2.094	-9.6
unstable (B)	156	106.6	1.149	3.3	108.2	1.098	2
Slightly unstable (C)	104	61	0.911	0	61	0.911	0
Neutral (D)	68	33.2	0.725	-1.7	44.5	0.516	-13
Slightly stable (E)	50.5	22.8	0.678	-1.3	55.4	0.305	-34
stable (F)	34	14.35	0.74	-0.35	62	0.18	-48.6

در شکل های (۲-۳) و (۳-۳) تصاویر نرم افزار تهیه شده برای مجتمع گاز پارس جنوبی آورده شده است که با توجه به شکل ها مشخص می شود که کاربر ابتدا شرایط دودکش و محیط را وارد نموده و سپس با انتخاب یکی از Single point یا Plotting اطلاعات مورد نیاز خود را در یک نقطه ی مشخص و یا در یک محدوده مشخص مشاهده می نماید.

The screenshot shows the 'stackcalculation' software interface. The 'Calculation and Results' section has the 'Single point coordinate' option selected. The 'Emission rate (gr/s)', 'Gas velocity (m/s)', and 'Gas temperature (C)' fields are empty. The 'Pollutant composition' section shows percentages for SO2, NO, NO2, CO, CO2, and H2S, all set to 0. The 'Ambient' section shows 'Air Temperature (C)', 'Wind velocity (m/s)', and 'Wind direction (deg)' as empty, and 'Condition' as 'Day'. The 'Stack position' is set to 'User define'. The 'Stack' section shows 'Diameter (m)', 'Height (m)', 'X Coordinate (m)', and 'Y Coordinate (m)' as empty. The 'Calculation and Results' section shows 'X (m)', 'Y (m)', and 'Z (m)' as empty, and the resulting 'Pollutant concentration (microgr/m3)' for SO2, NO, NO2, CO, CO2, and H2S, all set to 0.

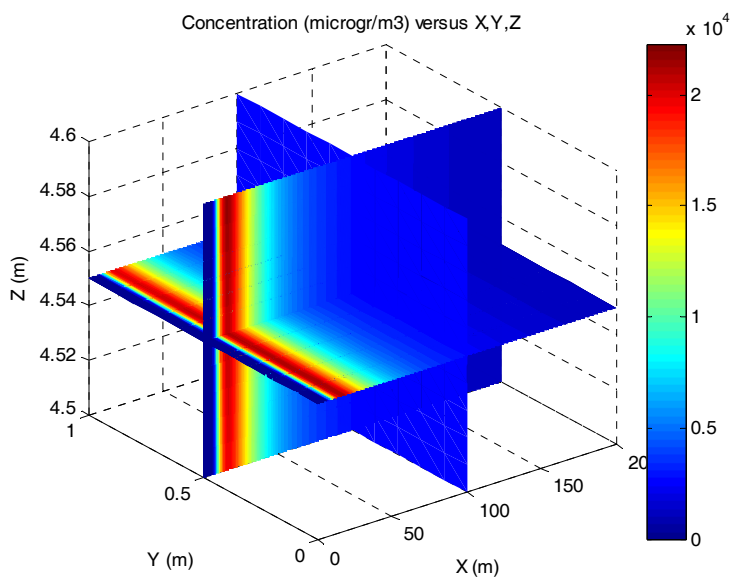
شکل (۲-۳) - نمایی از محیط نرم افزار برای محاسبه غلظت در یک نقطه خاص

The screenshot shows the 'stackcalculation' software interface. The 'Calculation and Results' section has the 'Plotting' option selected. The 'Emission rate (gr/s)', 'Gas velocity (m/s)', and 'Gas temperature (C)' fields are empty. The 'Pollutant composition' section shows percentages for SO2, NO, NO2, CO, CO2, and H2S, all set to 0. The 'Ambient' section shows 'Air Temperature (C)', 'Wind velocity (m/s)', and 'Wind direction (deg)' as empty, and 'Condition' as 'Day'. The 'Stack position' is set to 'User define'. The 'Stack' section shows 'Diameter (m)', 'Height (m)', 'X Coordinate (m)', and 'Y Coordinate (m)' as empty. The 'Calculation and Results' section shows 'X (m) from', 'Y (m) from', and 'Z (m) from' as empty, and 'To' fields for X, Y, and Z. The 'Node number' and 'Slice position' fields are also empty.

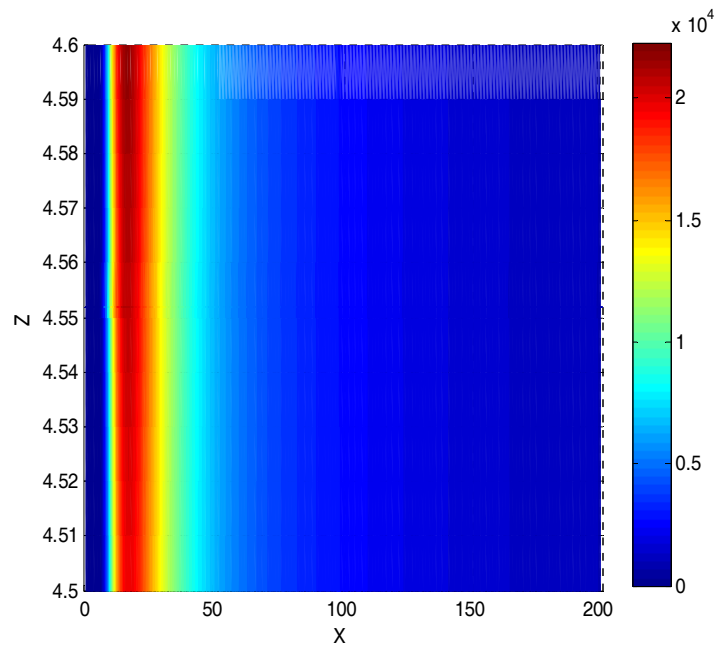
شکل (۳-۳) - نمایی از محیط نرم افزار برای محاسبه پراکندگی آلاینده ها در یک محدوده

۴- نتایج:

شکل های (۱-۴) و (۲-۴) نتایج اجرای برنامه در محیط نرم افزار MATLAB را نشان می دهند. هم چنین می توان تغییرات آلاینده ها در هر مختصات x ، y و z و مقدار غلظت آنان را با توجه به شکل (۱-۴) بدست آورد. صحت نتایج به دست آمده برای دودکش چاله سوز با توجه به اسناد موجود در مجتمع گاز پارس جنوبی و با توجه به نرم افزار DNV Technical PHAST 6.02 که توسط شرکت Total در اختیار مجتمع گاز پارس جنوبی قرار داده شده، بررسی شده است که برای چند نقطه در اطراف دودکش چاله سوز و در مختصات های مختلف مقادیر غلظت های بدست آمده با استفاده از نرم افزار با داده های موجود مقایسه شده است و نتایج به دست آمده از مدل تطابق خوبی با نتایج تجربی داشت.



شکل (۴-۱) - پراکندگی غلظت آلاینده ها در یک محدوده اطراف چاله سوز ، در جهات مختلف



شکل (۴-۱) - پراکندگی غلظت آلاینده ها در یک محدوده چاله سوز، در صفحه ی y

منابع:

[۱] A.S. Abdulkareem.(2005). Urban air pollution evaluation by computer simulation: a case study of petroleum refining company Nigeria. Leonardo Journal of Science ISSN 1583-0233. P. 17-28.

[۲]. A. Mohebbi, S. Baroutian, A. Soltani Goharrizi. (2006). Measuring and modeling particulate dispersion: A case study of Kerman cement plant. Journal of Hazardous Materials A 136. 468- 474.

[۳]. L. R. Ganpathy Subramanian, E. Natarajan.(2006). Modeling of SO_2 emission from point source in manali of madras,india. Journal of Applied Sciences 6(15): 3035-3043.

[ϣ]. M. Embaby, A. B. Mayhoub, K. S. M. Essa, S. Etman.(2002). Maximum ground level concentration of air pollutant. Atmosfera 15. pp. 185-191.

[ϔ]. A. Ismael F. Vaz, Eugenio C. Ferreira.(2004). Air pollution control with semi- infinite programming. SEIO 04 Cadiz.

[ϕ]. N. Kh. Arystanbekova.(2004). Application of Gaussian plume models for air pollution simulation at instantaneous emissions. Mathematics and Computers in Simulation 67, 451-458.