

## ارائه مدل نیمه تجربی مناسب برای تعیین میزان مه دود فتوشیمیایی در شهر مشهد\*

سید محمود موسوی<sup>(۱)</sup> صادق عبادیان<sup>(۲)</sup> عبدالحسین کریمی زاده<sup>(۳)</sup>

چکیده برای ارائه حدس های خام از میزان مه دود شیمیایی در هوا، ارائه مدل های کیفیت هوای فتوشیمیایی نظیر مدل های نیمه تجربی مورد نیاز است. مدل های نیمه تجربی دارای ثابت هایی هستند که این ثابت ها باید از طریق روش های ریاضی با استفاده از داده های تجربی مربوط به غلظت آلاینده های هوای هر محل آلوده تعیین شوند. در این مقاله این ثابت ها برای شهر مشهد تعیین شده اند. برای انتخاب بهترین مدل، نتایج مدل ها با داده های تجربی موجود مقایسه گردیده اند. با توجه به این مقایسه نتیجه گیری شد مدلی که دما در آن دخالت داده شده است، مدل مناسبتری می باشد چرا که میزان تمایل متوسط و انحراف معیار متوسط آن کمتر از بقیه مدل ها می باشد و پیک غلظت ازون در وسط روز را بهتر از بقیه مدل ها پیشگویی می کند.

واژه های کلیدی مه دود فتوشیمیایی، مدل های نیمه تجربی، ازون، آلاینده های هوا، شهر مشهد.

### Representation of the Proper Semiempirical Model for Determination of Amount of Photochemical Smog in Mashhad

M. Mousavi

S. Ebadian

A. Karimizadeh

**Abstract** Simple models of photochemical air quality are necessary to represent raw guesses for photochemical smog amount. Semiempirical models have constant parameters which must be determined by using of the mathematical methods and local experimental concentrations of pollutants. These parameters are determined for Mashhad in this paper. The results of three models are compared with the existing experimental data. With respect to this comparison, it can be concluded that the model containing temperature parameter is the best model because the number of its average bias and standard deviation is fewer than it of the other models, and also it predicts better the peak of ozone concentration arisen in midday.

**Key Words** Photochemical smog, Semiempirical models, Ozone, Air pollutants, Mashhad.

\* نسخه اولیه مقاله در تاریخ ۸۰/۷/۴ و نسخه نهایی آن در تاریخ ۸۰/۱۰/۲۹ به دفتر نشریه رسیده است.

(۱) استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی "مشهد"

(۲) دانشجوی رشته مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی "مشهد"

(۳) دانشجوی رشته مهندسی شیمی دانشگاه فردوسی "مشهد"

## مقدمه

مدل‌های نیمه تجربی که ساده‌ترین مدل‌های کیفیت هوای فتوشیمیایی هستند بر روابط نیمه تجربی استوار می‌باشند. متأسفانه این روابط نیمه تجربی به علت پیچیده بودن فرآیندهای اتمسفری، کاملاً دقیق نیستند و از این رو، باید فقط برای ارائه حدس‌های خامی از میزان مه‌دود فتوشیمیایی در هوا استفاده شوند. در این مدل‌ها برای تعیین میزان ازون (مهمترین ماده در مه‌دود فتوشیمیایی)، رابطه‌ای برای بیان غلظت آن برحسب غلظت مولدهایش، یعنی اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_x$ ) و هیدروکربن‌های غیرمتانی (NMHC)، ارائه می‌شود. در این مقاله چنین مدل‌هایی برای تعیین میزان مه‌دود فتوشیمیایی در شهر مشهد ارائه شده و اعتبار آنها از طریق مقایسه نتایج حاصل از این مدل‌ها با داده‌های تجربی بررسی گردیده است.

## کلیاتی درباره مدل‌های نیمه تجربی مه‌دود

## فتوشیمیایی

مدل‌های نیمه تجربی مدل‌های بسیار ساده‌ای هستند. با اینکه در مه‌دود فتوشیمیایی، مواد زیادی وجود دارند ولی در مدل‌های نیمه تجربی فقط رابطه‌ای برای غلظت مهم‌ترین ماده موجود در مه‌دود فتوشیمیایی یعنی  $[\text{O}_3]$  ارائه می‌شود. در دهه ۸۰ میلادی تلاش‌های زیادی برای ارائه مدل‌های نیمه تجربی با توجه به داده‌های محیطی و نتایج آزمایش‌های انجام گرفته در محفظه مه‌دود فتوشیمیایی صورت گرفت که هدف اصلی آنها، ارائه رابطه‌ای بین غلظت ازون ( $\text{O}_3$ ) برحسب غلظت اولیه مولدهای آن یعنی NMHC و  $\text{NO}_x$  و پارامترهای دیگری مثل شدت نور و دما بود. اگر تأثیر هیدروکربن‌ها نادیده گرفته شود، ساده‌ترین رابطه‌ای که می‌توان بدست آورد به صورت زیر می‌باشد [7].

$$[\text{O}_3] = A \cdot \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]} \quad (1)$$

پیشینه شناخت مه‌دود فتوشیمیایی به سال ۱۹۵۰ برمی‌گردد. در این سال، آلودگی هوا در شهر لوس آنجلس به حدی شدید و خطرناک شد که حتی کاهش آلاینده‌های اولیه تأثیر چندانی بر کاهش آلودگی هوا نکرد. به این ترتیب مشخص شد که عامل این آلودگی باید آلاینده‌های ثانویه یا مه‌دود فتوشیمیایی باشد. مه‌دود فتوشیمیایی از واکنش آلاینده‌های اولیه‌ای نظیر اکسیدهای نیتروژن و هیدروکربن‌ها در حضور نور ماوراء بنفش خورشید بوجود می‌آید. ازون، آلدهیدها، پراکسی استیل نترات و تعداد دیگری از مواد معدنی و آلی در مه‌دود فتوشیمیایی موجودند که این مواد باعث کاهش دید، بوی نامطلوب، سوزش و تحریک چشم، بینی و گلو و صدمه به گیاهان و مواد (ایجاد ترک در بعضی از لاستیک‌ها) می‌شوند [2,1].

برای درک واقعی یک فرآیند مدلسازی مطلوب است. با مدلسازی می‌توان روابط علت و معلولی بین متغیرها را بروشنی بررسی و مشاهده کرد. در تشکیل مه‌دود فتوشیمیایی متغیرها و پارامترهای زیادی شرکت می‌کنند. در سی سال اخیر مدل‌های زیادی برای تعیین میزان مه‌دود فتوشیمیایی در هوا ارائه شده‌اند. مدل‌هایی که در ابتدا ارائه شدند ساده بودند و متغیرها و پارامترهای کمی در آنها دخالت داشتند. این مدل‌ها برای ارائه حدس‌های خامی از میزان مه‌دود فتوشیمیایی مناسب هستند. به تدریج مدل‌های پیچیده‌تری ارائه شدند که متغیرها و پارامترهای زیادی در آنها شرکت داده شدند. این مدل‌های پیچیده برای تعیین میزان نسبتاً دقیق مه‌دود فتوشیمیایی در هوا کاربرد دارند [3-6]. بطور کلی، مدل‌های کیفیت هوای فتوشیمیایی به ترتیب سادگی به مدل‌های نیمه تجربی [7-9]، جعبه‌ای [10-11]، مسیر پرتابه‌ای [12-15]، KMA [16-17,11,3] و شبکه‌ای [18-27] تقسیم‌بندی می‌شوند.

با استفاده از داده‌های تجربی موجود برای آن محل تعیین گردند. خوشبختانه داده‌های تجربی لازم برای شهر مشهد موجود و در دسترس هستند، چرا که سازمان محیط زیست و اداره استاندارد شهرستان مشهد با همکاری شرکت کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران در اواخر سال ۷۶ و اوایل سال ۷۷ نسبت به اندازه‌گیری غلظت آلاینده‌های هوا در نقاط مختلف شهر مشهد اقدام نمودند [28]. در این پژوهش بسیاری از داده‌های تجربی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با استفاده از این داده‌ها یاد شده و روش‌های رگرسیون غیرخطی چندگانه، برای شهر مشهد مدل‌های نیمه تجربی زیر بدست آمد:

$$[O_3] = 26.7087 - [NO_x] \left( 0.0786 + \frac{0.6248}{R} \right) + 2.0479 (T - 10) \quad \text{مدل ۱}$$

$$[O_3] = 4172.62 [NO_x]^{-1.389} \left( 1 - \exp \left( -0.6425R^{2.57} \right) \right) \quad \text{مدل ۲}$$

$$[O_3] = 58.743 - 63.331 [NO_x]^{0.45} \left( 1 - \exp \left( -0.0425R^{0.315} \right) \right) \quad \text{مدل ۳}$$

مدل ۲ بدون رقیق‌سازی آتمسفری و مدل ۳ با رقیق‌سازی آتمسفری می‌باشد. در هر سه مدل فوق، غلظت‌های  $O_3$  و  $NO_x$  بر حسب ppb و T بر حسب درجه سانتیگراد (C) است.

### نتایج و بحث

برای ارائه بهترین مدل نیمه تجربی برای شهر مشهد، تعدادی از داده‌های تجربی [28] که در بدست آوردن مدل‌ها استفاده نشده‌اند، بکارگیری شدند (جدول ۱). غلظت‌های آزون حاصل از سه مدل با توجه به داده‌های این جدول تعیین گردیدند، سپس غلظت‌های آزون

در رابطه (۱)، A پارامتری است که به شدت نور بستگی دارد و  $[O_3]$ ،  $[NO_2]$  و  $[NO]$  به ترتیب غلظت‌های  $O_3$ ،  $NO_2$  و  $NO$  هستند.

پژوهشگران شرکت جنرال موتور با آزمایش‌های خود بر روی هوای شهر لوس آنجلس نشان دادند که در میزان مشخصی از نسبت NMHC به  $NO_x$ ، ماکزیمم غلظت آزون به دمای متوسط بستگی دارد و همچنین میزان دما و غلظت‌های NMHC و  $NO_x$  برای مشخص کردن غلظت ماکزیمم آزون از طریق روش‌های رگرسیونی چندگانه کافی می‌باشند. مدل نیمه تجربی زیر نتیجه این تحقیقات بود که در آن غلظت NMHC نیز به وسیله وارد کردن پارامتر R، یعنی نسبت اولیه غلظت NMHC به غلظت  $NO_x$ ، دخالت داده شده است [7]:

$$[O_3] = \alpha + [NO_x] \left( b - \frac{c}{R} \right) + d (T - T_{av}) \quad (2)$$

که در رابطه (۲)،  $T_{av}$  دمای متوسط و  $[NO_x]$  غلظت  $NO_x$  هستند.

از آنجا که بطور معمول داده‌های تجربی برای دستیابی به روابط نیمه تجربی محدود می‌باشند، رابطه‌ای براساس مدل مسیر پرتابه بدست آمده است که به صورت زیر می‌باشد [8]:

$$[O_3] = c + y [NO_x]^\beta \left[ 1 - \exp(-aR^b) \right] \quad (3)$$

پارامترهای ثابت c و  $\gamma$  و  $\beta$  و a و b در رابطه (۳) باید به وسیله روش حداقل مربعات غیرخطی بدست آیند. C نمایانگر رقیق شدن آتمسفری یعنی وارد شدن (NMHC) از لایه‌های بالایی جو است.

### ارائه مدل‌های نیمه تجربی مه دود فتوشیمیایی

#### برای شهر مشهد

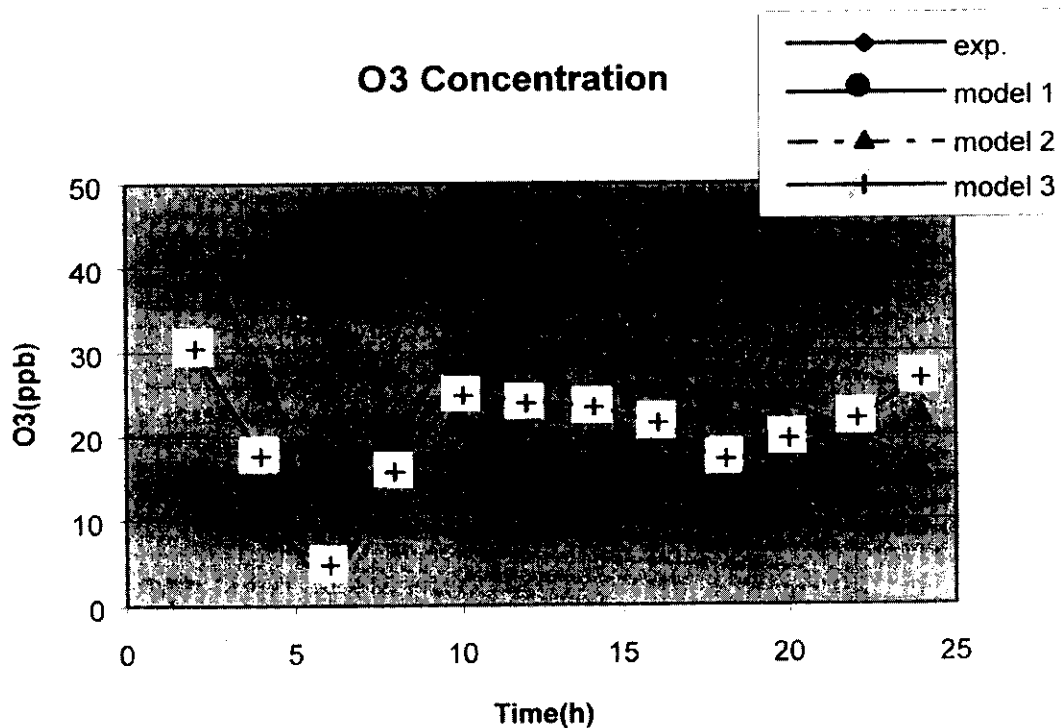
برای ارائه مدل‌های نیمه تجربی برای یک محل خاص باید ثابت‌های مدل‌های کلی ارائه شده در قسمت قبل

بیش از داده‌های تجربی پیشگویی می‌کند. مدل شماره ۲، در ساعات اولیه روز، نتایج چندان رضایت‌بخشی ارائه نمی‌دهد، به طوری که مقادیر پیش‌بینی شده توسط آن در این ساعات از مقادیر تجربی به مراتب بالاتر است؛ ضمن آنکه حداکثر غلظت ازون ارائه شده توسط این مدل هم به مراتب کمتر از مقدار تجربی اندازه‌گیری شده می‌باشد. این مدل در ساعات انتهایی روز نیز غلظت ازون را مقداری بیشتر از میزان تجربی آن پیشگویی می‌کند ولی پیشگویی آن نسبت به ساعات ابتدایی و وسط روز بهتر است.

حاصل از سه مدل و غلظت‌های ازون تجربی با منحنی‌هایی برازش داده شدند. نتایج در شکل (۱) ارائه شده‌اند. همانگونه که از شکل (۱) پیداست، مدل شماره ۱ در ساعات اولیه روز مقدار ازون واقعی را نسبتاً خوب پیشگویی می‌کند، به طوری که اکثر این مقادیر بر داده‌های تجربی منطبق بوده و یا خیلی به آنها نزدیک هستند. همچنین این مدل حداکثر غلظت ازون را کمتر از مقدار تجربی پیشگویی می‌کند ولی در مقایسه با دو مدل دیگر، نقطه ماکزیمم آن به واقعیت نزدیکتر است. این مدل در ساعات انتهایی روز مقدار ازون را کمی

جدول ۱ داده‌های تجربی

زمان (h)	غلظت NOx (ppb)	غلظت NMHC (ppb)	دما (C)	غلظت O3 تجربی (ppb)	غلظت O3 از مدل ۱ (ppb)	غلظت O3 از مدل ۲ (ppb)	غلظت O3 از مدل ۳ (ppb)
۲	۲۶/۹۲	۵۰۶	۵/۴۷	۱۴/۱۵	۱۴/۴۲۱	۴۳/۰۵۶	۳۰/۴۴۰
۴	۳۶/۹۲	۱۵۳۰	۴/۲۵	۹/۳۲	۱۱/۴۷۵	۲۷/۷۶۷	۱۷/۵۰۷
۶	۱۱۰/۵۸	۲۱۱۷	۴/۸۸	۶/۳۳	۳/۹۲۲	۶/۰۴۹	۴/۹۹۹
۸	۵۰/۱۷	۱۵۰۰	۸/۳۲	۱۸/۵۸	۱۸/۲۷۷	۱۸/۱۳۵	۱۵/۷۵۰
۱۰	۴۳/۵۸	۷۳۷	۱۲/۱۲	۳۳/۱۱۷	۲۶/۰۱۴	۲۲/۰۴۹	۲۴/۶۸۱
۱۲	۴۵/۳۰	۷۸۰	۱۴/۶۶	۴۶/۵۶	۳۱/۰۴۸	۲۰/۸۹۷	۲۳/۸۹۶
۱۴	۳۲/۲۰	۹۷۰	۱۵/۶۲	۴۶/۵۶	۳۵/۰۱۹	۳۳/۵۷۳	۲۳/۴۴۹
۱۶	۵۱/۷۰	۹۳۰	۱۴/۲۶	۳۲/۱۰	۲۹/۵۷۳	۱۷/۳۹۲	۲۱/۲۷۴
۱۸	۶۳	۱۱۹۰	۱۱/۶۴	۱۶	۲۳/۰۳۲	۱۳/۲۱۶	۱۷/۱۸۷
۲۰	۴۴/۶۳	۱۱۵۵	۱۰/۴۶	۱۹/۲۵	۲۳/۰۹۷	۲۱/۳۳۹	۱۹/۶۶۳
۲۲	۴۷/۵	۹۳۵	۹/۲۰	۱۸/۳۸	۱۹/۸۲۹	۱۹/۵۶۵	۲۱/۶۹۳
۲۴	۴۳/۱۰	۶۱۰	۷/۲۸	۱۵/۲۸	۱۵/۸۴۸	۲۲/۳۹۳	۲۶/۶۱۰



شکل ۱ مقایسه نتایج سه مدل با داده‌های تجربی

جدول ۲ تمایل متوسط و انحراف معیار متوسط برای سه مدل

معیار مقایسه	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
تمایل متوسط	-۲/۲۱	۱۹/۷۹	۹/۲۵
انحراف معیار متوسط	۵/۸۵	۱۰/۴۷	۹/۱۶

نظر گرفته شده‌اند. تمایل متوسط (Bias)، درصد متوسط نسبت اختلاف غلظت پیشگویی شده با مقدار مشاهده شده به مقدار مشاهده شده است. نتایج مربوط به انحراف معیار متوسط و تمایل متوسط در جدول (۲) ارائه شده‌اند. نتایج مربوط به تجزیه و تحلیل آماری ارائه شده در این جدول، تفاسیر قبلی را تأیید می‌کنند. همچنین نتایج مربوط به تمایل متوسط در این جدول نشان می‌دهند که کلاً مدل ۱ غلظت ازون را اندکی

مدل شماره ۳ در ساعات اولیه روز نتایج رضایت‌بخش‌تری از مدل ۲ ارائه می‌نماید. در عین حال این مدل پیک ازون وسط روز را بسیار بد و خیلی کمتر پیشگویی می‌نماید. در ساعات انتهایی روز نیز پیشگویی مناسبی ارائه نمی‌دهد ولی نسبت به ساعات اولیه و وسط روز پیشگویی آن بهتر است.

انحراف معیار متوسط و تمایل متوسط برای مقایسه نتایج حاصل از سه مدل با داده‌های تجربی در

جای تأمل بیشتری دارد. مقایسه نتایج سه مدل با داده‌های تجربی نشان می‌دهد که نتایج مدل ۱ در اکثر ساعات شبانه روز با تقریب نسبتاً خوبی با داده‌های تجربی مطابقت دارند. ولی نتایج دو مدل دیگر در خیلی از ساعات شبانه روز مطابقت خوبی با داده‌های تجربی ندارند. همین نتیجه‌گیری در مقادیر تمایل متوسط و انحراف معیار متوسط نیز مشاهده می‌شود. همچنین مقادیر تمایل متوسط برای سه مدل نشان می‌دهد که به طور کلی مدل ۱ میزان غلظت ازون را اندکی کمتر پیشگویی می‌کند، در صورتی که دو مدل دیگر، بویژه مدل ۲، میزان غلظت ازون را بیشتر پیشگویی می‌کنند. به طور کلی با توجه به این موارد می‌توان نتیجه گرفت که مدل ۱ بهترین مدل است و مدل ۳ نیز اندکی بهتر از مدل ۲ می‌باشد.

کمتر پیشگویی می‌کند و مدل‌های ۲ و ۳، و به خصوص مدل ۲، غلظت ازون را زیادتر پیشگویی می‌کنند. نتایج مربوط به انحراف معیار متوسط نیز نشان می‌دهند که نتایج مدل ۱ کمترین انحراف و نتایج مدل‌های ۲ و ۳، به ویژه مدل ۲ بیشترین انحراف را از داده‌های تجربی دارند. از این رو کلاً می‌توان ادعا نمود که در بین این سه مدل، مدل ۱ بهترین مدل و مدل ۲ بدترین آنها می‌باشد. علت اینکه مدل ۱ بهترین مدل است، احتمالاً ناشی از دخالت داشتن دما در این مدل می‌باشد. ضمناً ندکی بهتر بودن مدل ۳ نسبت به مدل ۲ ناشی از در نظر گرفتن رقیق‌سازی اتمسفری در این مدل است.

### نتیجه‌گیری

از آنجا که تاکنون هیچ مدل کیفیت هوای فتوشیمیایی برای شهر مشهد ارائه نشده است، نتایج این مقایسه

### مراجع

1. Flagan, R. C. and Seinfeld, J. H., "Fundamentals of Air Pollution Engineering", Prentice hall, (1988).
2. Colbeck, I. and Mackenzie, A. R., "Air Pollution by Photochemical Oxidants", Elsevier, (1994).
3. Seinfeld, H. J., "Ozone air quality models: a critical review", *J. Air Pollution Control Association*, 38(5), pp. 616-645, (1988).
4. Russell, A., and Adman, M. T., "Future Directions in Photochemical Modeling", *Water, Air, and Soil Pollution*, 67, pp. 181-193, (1993).
5. Roth, P. M., "Uses and Limitations of Modeling in Analyzing and Designing O3 Strategies", *Water, Air, and Soil Pollution*, 67, pp. 165-203, (1993).
6. Georgopolous, P. G., "Regulatory Ozone Modeling : Status, Directions, and Research Needs" *Environmental Health Perspectives*, 103- pp. 107-132, 91995).
7. Seinfeld, J. H., "Urban air pollution: State of the science", *Science*, 243, pp. 745-752, (1989).
8. Chang, Y., and Rudy, S. J., "Ozone-precursor relations: A modeling study of semiempirical relationships", *Environ. Sci. Technol.*, 27, pp. 2213-2219, (1993).
9. Khodabakhsh, S., "Study and Representation of Semiempirical Photochemical Smog Models", M. Sci. Thesis, Sharif University of Technology, (1996).

10. Demerjian, K. L., and Schere, K. L., "Application of Photochemical Box Model for Ozone Air Quality in Huston Texas", in Proceedings Ozone/Oxidants Interactions with the Total Environment II, Air Pollution Control Association, Piltsburgh, PA, (1997).
11. Melli, P., and Zannetti, P. (eds.), "*Environmental Modelling*", Prentice Hall, (1992).
12. Russell, A. G., "Mathematical Modelling of the Effect of Emission Sources on the atmospheric Pollutant Concentration", in Air Pollution, the Automobile, and Public Health, National Academy Press, Washington, DC., (1988).
13. Ghim, Y. S., and Seinfeld, J. H., "Trajectory Models and the Deformation of Air Parcels", *Atmospheric Environment*, 22, pp. 25, (1988).
14. Stedman, J. R., and Williams, M. L., "A Trajectory Model of the Relationship between Ozone and Precursor Emissions", *Atmospheric Environment*, 26A(7), pp. 1271-1281, (1992).
15. Derwent, R. G., and Davies, T. J., "Modelling the Impact of or Hydrocarbon Control on Photochemical Ozone in Europe", *Atmospheric Environment*, 28(12), pp. 2039-2052, (1994).
16. "*Guidelines for Use of City-Specific EKMA in Preparing Ozone SIP's*", EPA-450/4-80-027, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, (1981).
17. Schneider, T., "*Atmospheric Ozone Research and Its Policy Implication*", Elsevier Science Publishers, (1989).
18. MacCracken, M. C., Wuebbles, D. J., Walton, J. J., Duewer, W. H., and Grant, K. E., "The livermore regional air quality model: I. Concept and development", *J. applied Meteorology*, 17, pp. 254-272, (1978).
19. Reynolds, S. D., Tesche, T. W., and Reid, L. E., "An Introduction to the SAI Airshed Model and Usage", SAI-EF79-31, Systems Applications, Inc., San Rafael, CA, (1979).
20. McRae, G. J, Goodin, W. R., and Seinfeld. J. H, "Development of a second-Generation mathematical model for urban air pollution-I. Model formation", *Atmospheric Environment*, 16(4), pp. 679-696, (1982).
21. Tesche, T. W., and Mc Nalley, D. E, "A three-dimensional photochemical-aerosol model for episodic and long term simulations: formulation and application in the los angeles basin", *Symposium on atmospheric Modelling*, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, (1990).
22. Yamartino, R. J, Scire, J. S, Carmichael, G. R., and Chang, Y. S, "The Calgrid Mesoscale Photochemical Grid Model-I. Model Formulation", *Atmospheric Environment*, 26A(8), pp. 1493-1512, (1992).

23. Harley, R. A, Russel, A. G, McRae, G. J, Cass, G. R., and Seinfeld, J. H, "Photochemical modeling of the southern california air quality study", *Environ. Sci. Technol.* 27, pp. 378-388, (1993).
  24. Moussiopoulos, N, "Urban air pollution modeling in europe", *Proceedings of 'air pollution 94' Conference, Spain, Barcelona*, (1994).
  25. San Jose. R, Rodriguez, L. Moreno, J. Palacios, M. Sanz, M. A., and Delgado, M, "Eulerian and photochemical modeling over Madrid area in a mesoscale context", *Proceedings of 'Air pollution 94' Conference, Spain, Barcelona*, (1998).
  26. Harley, R. A., and Cass, G. R, "Modelling the Atmospheric Concentrations of Individual Volatile Organic Compounds", *Atmospheric Environment*, 29(8), pp. 905-922, (1995).
  27. Bergin, M. A, Russell, A. G., and Milford, J. B., "Quantification of individual VOC reactivity using a chemically detailed, three-dimensional photochemical model", *Environ. Sci. Technol.* 29, pp. 3029-3037, (1995).
۲۸. "گزارش طرح اندازه گیری غلظت آلاینده های هوا در شهر مشهد"، سازمان حفاظت محیط زیست خراسان، (۱۳۷۷).