

## پیش‌بینی و بررسی چگونگی پراکنش گاز H<sub>2</sub>S، خروجی از نیروگاه زمین‌گرمایی سبلان

عبدالرضا کرباسی<sup>۱</sup>، مجید عباسپور<sup>۲</sup>، سپیده سحر محمد میرزائی<sup>۳</sup>

- ۱- سازمان بهره‌وری انرژی ایران
- ۲- دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شریف
- ۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

### چکیده

بخار قابل دید خروجی از برج خنک کننده و بوی H<sub>2</sub>S قابل تشخیص عمدترين آثار زیستمحیطی وجود تأسیسات زمین‌گرمایی می‌باشد که همراه با نگرانی عمومی نسبت به قرار گرفتن در معرض سم جیوه و آرسنیک وتشعشع ناشی از رادون از دیر باز به این تصور دامن زده است که کیفیت هوا تحت تأثیر ناخوشایند فعالیت یک نیروگاه زمین‌گرمایی می‌باشد.

در حقیقت تأثیر تأسیسات زمین‌گرمایی بر کیفیت هوا در مقایسه با بسیاری از صنایع یا نیروگاه‌های سوخت فسیلی کم است.

چنانچه در ایجاد تأسیسات زمین‌گرمایی و بهره‌برداری از نیروگاه مربوطه کیفیت هوا مورد توجه قرار گیرد، نگرانی از کیفیت هوا طرف و تأخیر و اخلال در اخذ مجوز فعالیت نیروگاه در اذهان عمومی منتقل خواهد شد.

جمع‌آوری زود هنگام اطلاعات و ایجاد برنامه‌های حفر چاه‌های و تولیدی و بهره‌برداری از نیروگاه، ضمن توجه به کیفیت هوا در آینده و اجرای برنامه دقیق آموزش، رمز موفقیت در دستیابی به کیفیت هوای مطلوب می‌باشد. تحقیق حاضر جهت پیش‌بینی پراکنش یکی از گازهای اصلی نیروگاه‌های زمین‌گرمایی برای چاره‌اندیشی در مورد عوارض احتمالی است.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی هوا، نیروگاه زمین‌گرمایی، گاز سولفید هیدروژن H<sub>2</sub>S.

## مقدمه

نیروگاه زمین‌گرمایی سبلان در حوضه ای به مساحت ۱۳۲,۷ کیلومتر مربع در جنوب شهرستان مشکین شهر واقع گردیده. که از نظر مختصات جغرافیایی ما بین مدارهای "۱۱°۵۵' و "۲۸°۰۰' و "۲۸°۲۲' شمالی و نصف‌النهارهای "۴۷°۴۰' و "۴۸°۲۰' و "۳۸°۳۰' شرقی، واقع است که در برگیرنده روستاهای مؤئل، وله زیر و دیزو است.

در این مطالعه از نرم افزار ADMS-URBAN که توسط شرکت مشاورهای تحقیقات زیست‌محیطی کمربیج برای مدیریت کیفیت هوای شهری در انگلستان طراحی شده است.

### ۱- سولفید هیدروژن :

گاز سولفید هیدروژن گازی است سمی با وزن مولکولی ۲۴ که از منابع طبیعی مثل گازهای آتش‌شانی، چاههای زمین‌گرمایی و اپاشی مواد ارگانیکی از منابع انسان‌ساز و همچنین از برخی صنایع مانند صنایع تولید الیاف مصنوعی، لاستیکهای مصنوعی، محصولات نفتی، مواد رنگی و چرم و فرآیند تهیه شکر تولید می‌شود. این گاز بی‌رنگ و با بوی مشخص تخم مرغ گندیده است که قابل اشتعال بوده و با یک شعله آبی می‌سوزد.

سولفید هیدروژن در مجاورت با هیدروژن و گوگرد تجزیه می‌شود و هنگام تماس با مواد اکسید کننده مثل اسید نیتریک، تری فلوئور کلر واکنش شدید نشان داده و خود به خود مشتعل می‌گردد.

سولفید هیدروژن حتی در غلظت‌های کم، دارای اثر تحریک کننده بر روی چشم‌ها و مجرای تنفسی است. مسمومیت ممکن است فوق حاد، حاد، نیمه حاد و یا مزمم باشد. غلظتهای کم به آسانی به واسطه استشمام بوی تخم مرغ گندیده مشخص می‌شوند، ولی تماس طولانی با این ماده حس بویایی را کم می‌کند و لذا وسیله مطمئن برای تشخیص آن نیست.

غلظتهای بالا به سرعت باعث از بین رفتن حس بویایی می‌شود. سولفید هیدروژن از راه دستگاه تنفسی وارد بدن می‌شود و به سرعت اکسیده و به موادی که دارای سمیت کمتری هستند، تبدیل می‌گردد. در بدن جمع نمی‌شود و به تدریج از راه تنفس، ادرار و مدفعه خارج می‌گردد.

در موارد مسمومیت جزئی که دردهای ساق پا و به ندرت بیهوشی اتفاق می‌افتد. در مسمومیت متوسط بیهوشی به مدت چند دقیقه بدون ناراحتی تنفسی بوجود می‌آید. در مسمومیت‌های شدید شخص وارد اغماه عمیق همراه با تنگی نفس، افزایش دفعات تنفس و کبودی تا برگشت تنفس می‌شود. ضربان تند قلب و انقباض‌های پی در پی در عضلات مشاهده می‌گردد. {NIOSH, 1977}.

برخی کشورها مقررات سختگیرانه‌ای برای حداکثر انتشار این گاز در اتمسفر قائل شده‌اند که در جدول (۱) برخی از آنها نشان داده شده است

## ۱-۲- اطلاعات استفاده شده در مدلسازی پراکندگی $H_{2S}$

این نرم افزار با استفاده از اطلاعات هواشناسی مانند، دمای هوای میزان پوشش باد، سرعت باد و جهت باد، که از سازمان هواشناسی کشور و دستگاه‌های سازمان بهره‌وری انرژی (سایبا) که در سایت حفاری موجود بود، تهیه و در محیط Excel مرتب و به نرم افزار وارد شد.

در ضمن نقشه گلایاد برای تعیین چگونگی توزیع باد در منطقه توسط نرم افزار WRPLOR View که از طریق اینترنت تهیه شده بود ترسیم شده و در نتیجه جهت و سرعت باد غالب تعیین شد.

که در نمودار شماره (۱) در پیوست نشان داده شده است، همانطور که از نمودار واضح است جهت باد غالب غربی و شمال جنوب غربی می‌باشد که سرعت‌های آنها (۷ m/s) بوده و به ترتیب حدود ۱۵٪ و ۱۸٪ کل بادها را در طول یکسال به خود اختصاص داده‌اند. دمای هوا بین ۱۷°C - ۱۲°C متغیر بوده که ماه بهمن کمترین درجه حرارت و ماه مرداد بیشترین درجه حرارت در محیط را به خود اختصاص داده است.

۱- استاندارد درجه ۱ در مورد صنایعی است که محل آنها با ضوابط استقرار موضوع ماده ۱۲ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا مصوب ۱۳۷۴/۲/۳ مغایرت داشته باشد اعمال می‌شود.

۲- استانداردهای درجه ۲ برای کارخانه‌ها و کارگاههای موجود که عمل آنها با ضوابط استقرار فوق الذکر مغایرتی ندارد مدرک عمل خواهد بود.

3- OSHA (Occupational Safety and Health Administration).

4-NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).

5-ACG (American Conference of Governmental Industrial Hygienist).

**جدول ۱ - استانداردهای کشورها و مؤسسات مختلف برای انتشار  $H_{2S}$  و گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی نیروگاه زمین‌گرمایی مشکین شهر {۱۳۸۰}**

کشور با مؤسسه	استاندارد - توضیحات
ایران	استاندارد درجه $1 \mu g/m^3$ و استاندارد درجه $2 \mu g/m^3$
OSHA <sup>۳</sup>	تا $28000 \mu g/m^3$ سقف قابل قبول $70000 \mu g/m^3$ حداقل تا ۱۰ دقیقه در معرض بودن
NIOSH <sup>۴</sup>	از $14000 \mu g/m^3$ در ۱۰ دقیقه تا ۱۰ ساعت در معرض بودن
ACGIH <sup>۵</sup>	امیانگین ۱۴۰۰ $\mu g/m^3$ ساعته و ۴۰ ساعت در دقیقه برای کارگران
ایتالیا	۴۲ $\mu g/m^3$ بعنوان میانگین ۲۴ ساعته در محیط‌های شهری
کالیفرنیا	۴۲ $\mu g/m^3$ میانگین ۱ ساعته

**۲- مدلسازی پراکندگی سولفید هیدروژن در نیروگاه سبلان**  
نرم افزار ADMS-URBAN برای نشان دادن نحوه پراکندگی  $H_{2S}$  استفاده شد که در آن معادلات گوسین استفاده گردیده و در محیط Arc View نمایش داده شده است.

تعداد روزهای با پوشش ابری کامل،  $\left(\frac{8}{8}\right)$  آسمان، ۷۴ روز است که با احتساب روزهای ابری با پوشش ابر بیش از  $\left(\frac{4}{8}\right)$  آسمان ۱۴۸ روز می‌شود. ابر ناکترین روزهای سال‌ها مربوط به فصل زمستان مخصوصاً ماه اسفند در مقابل روزهای بدون پوشش ابر ۱۸۱ روز می‌باشد که مربوط به فصل تابستان و مخصوصاً ماه مرداد است.

## ۲-۲- نرم افزاری مورد استفاده در این مطالعه

نرم افزار ADMS یا Atmospheric Dispersion Modeling System از محصولات شرکت CERC انگلیس است که با استفاده از مدل پراکنش گوسین برای انتشارات بلند مدت و کوتاه مدت ساخته شده و دارای قابلیت‌های گوناگونی است. مثلاً می‌توان از آن برای انواع منابع نقطه‌ای خطی، سطحی و حجمی استفاده کرد مضافةً ترکیب انواع منابع با انتشارات مقاومت قابل در نظر گرفتن است. میزان غلظت زمینه در این برنامه قابل احتساب است و برای هر دوره زمانی می‌توان اطلاعات هواشناسی را به آن وارد کرد. تأثیر ساختمان‌ها و موائع بر چگونگی انتشار گازها قابل ارزیابی است. این نرم افزار با وصل شدن به نرم افزار ArcView محل دقیق منابع و گیرندهای را تعیین کرده و قابلیت بروزرسانی را با توجه به تغییرات آب و هوا و خصوصیات منبع یا منابع انتشار را دارد. تاییج مدل به صورت کانتورهای

۳۱

هم غلظت در واحدهای مطلوب ( $\text{mg}/\text{m}^3$  یا  $\text{ppm}$ ) نمایش داده می‌شود. {ADMS\_userguide.2003} با توجه به اینکه از تأسیسات از قبل ساخته شده و آماده نصب استفاده خواهد شد، واحدهای مربوط به دودکش نیروگاه پس از بررسی نیروگاه‌های فعال در دنیا بدست آمد. که در مورد ارتفاع و قطر دودکش به ترتیب ۲۵ و ۲ متر در نظر گرفته شد. در مورد نزخ انتشار با توجه به اینکه میزان  $\text{H}_2\text{S}$  در نمونه‌های اندازه‌گیری شده از چاههای زمین‌گرمایی سبلان موجود بود ( $88/64 \text{ mg/kg}$ ) و با احتساب  $105 \text{ kg/s}$  بخار مورد نیاز برای تولید ۵۰ مگاوات، غلظت وجود این گاز در بخار خروجی مشخص شد که برای این مطالعه بدترین حالت یعنی خروج تمامی این بخار از دودکش در نظر گرفته شد. در مورد دمای گاز خروجی، حرارت سیال زمین‌گرمایی با کمترین افت حرارت در طول مسیر منظور شد. برای تعیین سرعت گاز خروجی، ابتدا با استفاده از نمودار  $T_s$ ، چگالی سیال زمین‌گرمایی تعیین و سپس با استفاده از فرمول  $\rho = M/V$ -که در آن  $M$  جرم خروجی بر حسب  $\text{kg/s}$  و  $V$  حجم خروجی بر حسب  $\text{m}^3/\text{s}$  و  $\rho$  بر حسب  $\text{kg/m}^3$  است- حجم خروجی گاز از دودکش بدست آمد، سپس با استفاده از فرمول  $Q = A * V$ -که در آن  $Q$  دبی گاز خروجی بر حسب  $\text{m}^3/\text{s}$  و  $V$  سرعت بر حسب  $\text{m/s}$  و  $A$  قطر دودکش بر حسب متر است.- سرعت گاز خروجی از دودکش محاسبه شد.

بدین ترتیب تمام پارامترهای مورد نیاز برای مدل با در نظر گرفتن بالاترین میزان خروج گاز  $\text{H}_2\text{S}$  از دودکش نیروگاه به مدل وارد شد.

## نتیجه‌گیری

مدل‌سازی پراکنش گازها بطور گستردگی در مطالعات زیست‌محیطی در کشورهای مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های شرایط آب و هوایی، و چگونگی انتشار و توزیع آلاینده‌ها از منبع در محیط اطراف منابع انتشار مدل‌سازی می‌گردد که با استفاده از نتایج این مدل‌سازی‌ها، راههای کاهش این اثرات مورد بررسی قرار گرفته و تکنولوژی‌های لازم برای کاهش میزان آلاینده‌ها و کاهش اثرات مخرب احتمالی تعیین می‌گردد.

هدف از انجام این پروژه بررسی چگونگی پراکنش گاز سولفید هیدروژن خروجی از نیروگاه زمین گرمایی سبلان در محیط اطراف نیروگاه، که شامل سه روتای موئیل، وله زیر و دیزو و در فصل‌های خاصی عشاير و دام‌های آنها و همچنین ساختمان اداری و کپ رفاهی می‌باشد و مقایسه نتایج با استانداردهای جهانی ارائه برای غلظت این گاز در هوا بود که نتایج حاصله همانطور که نمودارهای ۲ و ۳ در پیوست، نشان می‌دهد که پراکنش بیشتر در جهت شمال و شمال شرقی می‌باشد.

میزان غلظت H<sub>2</sub>S در هوا کمتر از ۶  $\text{m}^3/\text{m}^3$  در سایت A و کمتر از ۶  $\text{m}^3/\text{m}^3$  در سایت B است. که این میزان بسیار کمتر از استانداردهای تعیین شده در کشور و حتی استانداردهای تعیین شده به وسیله مؤسسات NIOSH و OSHA برای کفیت هوا (به ترتیب  $\text{m}^3/\text{m}^3$  ۱۴۰۰ و  $\text{m}^3/\text{m}^3$  ۲۸۰۰) می‌باشد.

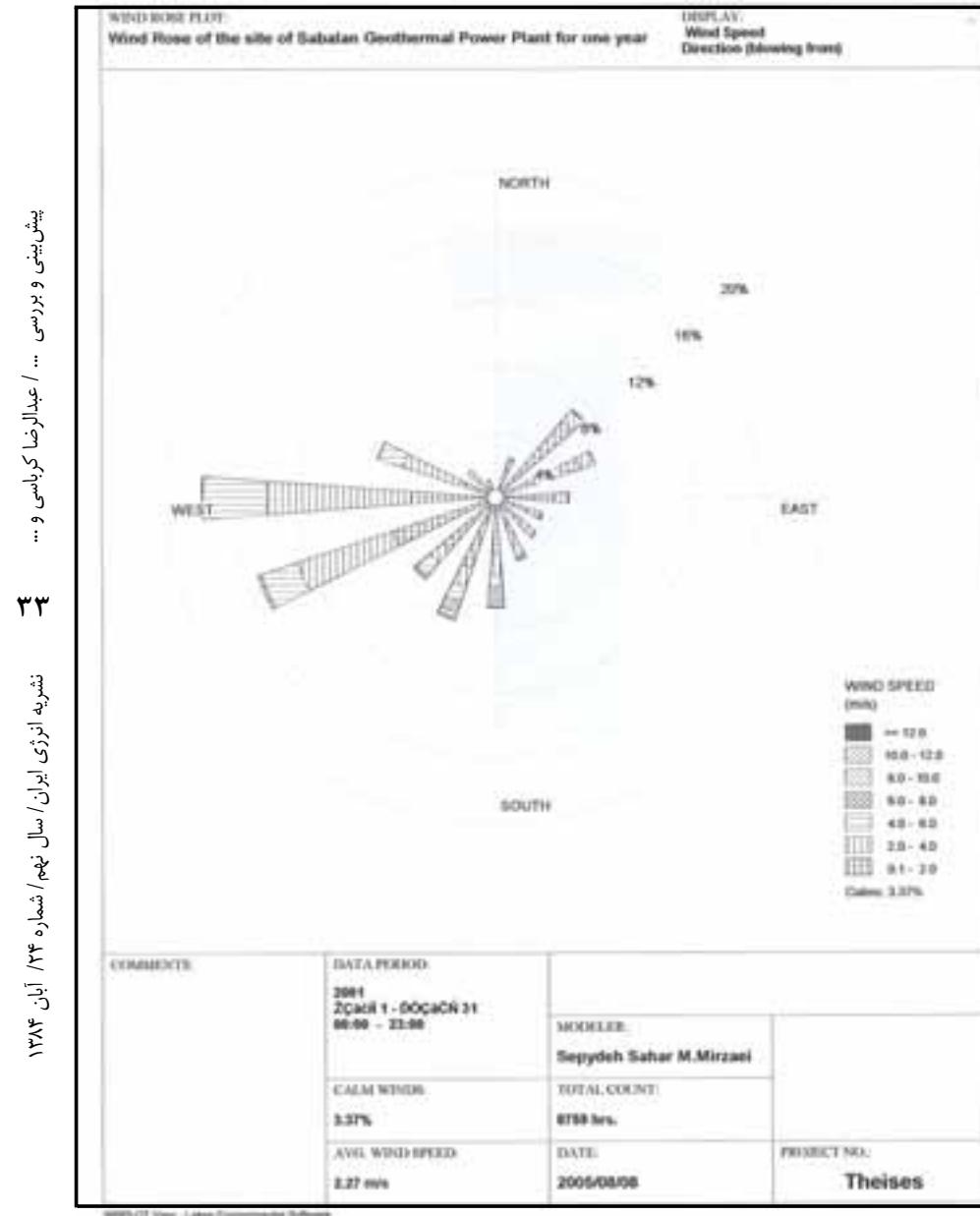
پس می‌توان گفت که این نیروگاه از نظر تولید H<sub>2</sub>S آسودگی قابل ملاحظه‌ای ایجاد نمی‌کند.

۳۲

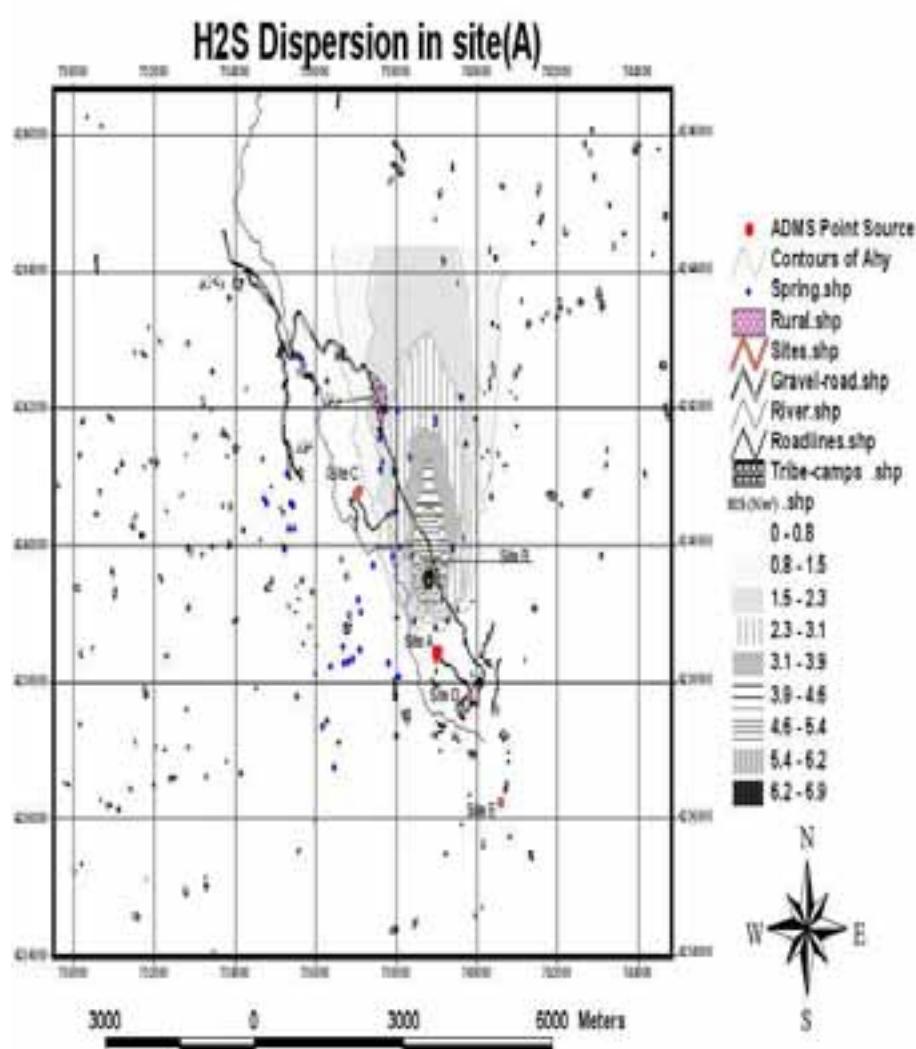
## منابع

- ۱- سازمان بهره‌وری انرژی، گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر ۱۲۸۰.
- 2- World Geothermal Congress, 2005, Hartman Guido Sequeira
- 3- ADMS -userguide, 2003, Cambridge Environmental Research Consultants (CERC)

پیوست ۱



پیوست ۲



پیوست ۲

### H<sub>2</sub>S Dispersion in site(B)

