

بررسی انتشار و پراکنش آلاینده های منتشره از دودکش های نیروگاه نکا

دکتر رمضانعلی دیانتي تیلکی^۱ مهندس علی ابراهیمی^۲ دکتر سیداحمد میرباقری^۳ نعمت اله قنبری^۴

چکیده:

اهمیت موضوع: نیروگاه ۲۰۰۰ مگاواتی نکا یکی از مهمترین منابع آلودگی هوا در منطقه ساحلی خزر محسوب می شود و با توجه به اینکه در اطراف آن، مناطق مسکونی، ذخیره گاه زیستی میانکاله، منطقه کشت مکانیزه دشت ناز، بندر امیر آباد و زمینهای کشاورزی وجود دارد، اندازه گیری آلاینده های منتشره از دودکش ها و نیز تعیین غلظت آلاینده ها در هوای آزاد در اطراف نیروگاه از اهمیت خاصی برخوردار است.

روش کار: با دانستن جهت وزش باد غالب و مشخص کردن جهت پخش ستون دود در بیشتر ایام سال با در نظر گرفتن کلیه عوامل هواشناسی و مشاهده های حضوری و تعیین مناطق حساس (مسکونی و غیره) با توجه به نقشه جغرافیایی منطقه، مکانهای نمونه برداری انتخاب گردید. گازهای خروجی از دودکش ها بوسیله دستگاه Testo 350 XL و اندازه گیری غلظت آلاینده ها در هوای آزاد در فواصل مختلف در پائین دست دودکش ها نسبت به جهت وزش باد غالب بوسیله دستگاه گاز سنج محیطی LSI متعلق به سازمان محیط زیست استان مازندران در سالهای ۸۷ و ۸۸ در دو حالت سوخت مصرفی مازوت و گاز بطور جداگانه انجام پذیرفت.

یافته ها: میانگین مجموع غلظت اکسیدهای نیتروژن در گازهای خروجی از ۵ دودکش نیروگاه نکا با سوخت گاز طبیعی ۳۴۴۵ پی پی ام، میانگین مجموع غلظت دی اکسید گوگرد در گازهای خروجی از ۳ دودکش با سوخت مازوت ۲۴۳۳ پی پی ام، مجموع غلظت مونو کسید کربن در گازهای خروجی از ۵ دودکش با سوخت گاز ۱۷۳۵ پی پی ام و میانگین درصد دی اکسید کربن موجود در ۳ دودکش واحد بخار با سوخت گاز ۸/۷ درصد بدست آمد. تغییرات غلظت NO بر حسب فاصله با استفاده از سوخت گاز تا فاصله ۱۷ کیلومتری با میانگین غلظت ۰/۹ پی پی ام در سطح زمین بصورت نسبتاً خطی بدست آمد. غلظت NO با سوخت مازوت تا فاصله ۳ کیلومتر از دودکش با میانگین ۰/۴ پی پی ام بدست آمد و پس از آن کاهش نشان داد. غلظت NO₂ با سوخت گاز در فاصله تا ۱۰ کیلومتری ۰/۳ پی پی ام و بعد از آن به تدریج کاهش داشته است. غلظت CO در حالت سوخت گاز تا فاصله ۵ کیلومتری با میانگین ۱/۲ پی پی ام بدست آمد و پس از آن بتدریج روند نزولی داشته است. غلظت CO با سوخت مازوت تا فاصله ۸ کیلومتری با میانگین ۲/۴ پی پی ام بدست آمد و سپس روند نزولی داشته است. تغییرات غلظت ذرات معلق با سوخت مازوت تا فاصله ۸ کیلومتری بصورت صعودی تا ۵۶۰ میکرو گرم بر متر مکعب بدست آمد و پس از آن کاهش نشان داد. غلظت H₂S با سوخت مازوت تا فاصله ۶ کیلومتری با میانگین ۰/۲ پی پی ام بدست آمد و سپس روند نزولی نشان داد.

نتیجه گیری: غلظت کلیه آلاینده های مورد اندازه گیری در هوای آزاد در فواصل مختلف در پائین دست دودکش نسبت به جهت وزش باد غالب، بیش از مقادیر استاندارد بدست آمد. حداکثر غلظت آلاینده ها در سطح زمین در حالت استفاده از سوخت مازوت و گاز در محدوده ۵ تا ۱۰ کیلومتری نسبت به دودکش بود.

کلمات کلیدی: نیروگاه نکا، آلاینده، دودکش، پراکنش

- ۱- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی مازندران - دانشکده بهداشت ساری - گروه بهداشت محیط
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد - مهندسی عمران - محیط زیست - دانشگاه تربیت معلم تهران
- ۳- عضو هیئت علمی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی - دانشکده مهندسی عمران - گروه آب
- ۴- کارشناس سازمان حفاظت محیط زیست استان مازندران

مقدمه :

نیروگاه حرارتی نکا، یکی از نیروگاههای بزرگی است که ۷ درصد برق مورد نیاز کشور را تامین می کند. این نیروگاه در فاصله ۴۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان ساری در منطقه نکا در ساحل دریای خزر واقع شده است. این نیروگاه با قدرت اسمی ۲۰۰۰ مگاوات از ۴ واحد ۴۴۰ مگاواتی بخار با چهار دودکش هر کدام به ارتفاع ۱۳۵ متر و قطر ۵/۸ متر با سرعت گاز خروجی ۲۰ متر بر ثانیه و ۲ واحد سیکل ترکیبی ۱۳۷/۵ مگاواتی با دو دودکش هر کدام به ارتفاع ۵۱ متر و قطر ۵/۲ متر با سرعت گاز خروجی ۲۱ متر بر ثانیه تشکیل شده است. از چهار واحد بخار همواره سه واحد آن فعال است. این نیروگاه در فصل سرد (اواسط آبان تا اوایل اردیبهشت سال بعد) بدلیل افزایش مصرف گاز خانگی برای تامین گرما، از سوخت مازوت بمیزان ۹۵ تن در ساعت برای هر واحد و در فصل گرم سال از گاز طبیعی بمیزان ۱۰۰/۰۰۰ متر مکعب در ساعت برای هر واحد استفاده می کند. مازوت مصرفی نیروگاه بارزش حرارتی ۱۰۰۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم دارای وزن مخصوص ۰/۹۴ و حاوی ۳ درصد گوگرد می باشد. گاز طبیعی مصرفی نیروگاه بارزش حرارتی 3 Kcal/m^3 با ۸۲۰۰ و وزن مخصوص ۰/۵۷ حاوی گوگرد با غلظت $1/8 \text{ ppm}$ و CO_2 با ۰/۱۳۱ درصد مولی می باشد. میزان دی اکسید گوگرد خروجی از دودکش این نیروگاه در فصل سرد سال ۱۷/۱ تن در ساعت بر آورد می شود. با فرض احتراق ایده آل بپای گاز طبیعی میزان دی اکسید کربن تولیدی حاصله از ----- متر مکعب در ساعت ----- تن در ساعت تخمین زده می شود.

انتشار گاز های اسیدی اکسیدهای نیتروژن و دی اکسید گوگرد از دودکشهای نیروگاه منجر به اسیدی شدن محیط اطراف می گردد. انتشار ذرات معلق، مونواکسید کربن و هیدروکربن ها از دودکش های نیروگاه ممکن است بر سلامتی ساکنین اطراف تاثیر سوء داشته باشد.

در مدلسازی پراکنش آلاینده های هوا در نیروگاههای اصفهان و تبریز که از طرح مطالعاتی که با همکاری معاونت امور انرژی وزارت نیرو آژانس همکاریهای بین المللی ژاپن در سال ۱۳۷۸ استخراج شده است مهمترین آلاینده های هوا (NO_x - SO_2 - SPM) منتشره از دو نیروگاه اصفهان و تبریز به مدت یکسال در شعاع ۲۰ کیلومتری هر نیروگاه مورد سنجش قرار گرفت. حداکثر غلظت آلاینده ها در تبریز در جهت شرق، شمال شرقی (ENE) نیروگاه و در فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتری از آن روی می دهد و وارد شهر می شود. مقایسه نتایج با استانداردهای موجود نشان می دهد که آلودگی در تمام موارد زیر حد استاندارد است. بطور کلی حداکثر غلظت انتشار آلودگی از نیروگاه اصفهان ۶ تا ۱۰ بار بیشتر از نیروگاه تبریز است که بعلاوه شرایط اقلیمی و پایداری هوا است. سهم دو نیروگاه تبریز و اصفهان در آلودگی هوای این دو شهر بترتیب حدود ۸ و ۱۰ درصد بوده است (۴).

در تحقیق بررسی آلودگی هوا و عوامل فیزیکی در صنعت برق که آلاینده های منتشره از نیروگاه ها بصورت کلی مورد بررسی قرار گرفت میزان انتشار SO_2 و NO_x به ترتیب در ۴۷ و ۵۳ درصد نیروگاهها بالاتر از استانداردهای انتشار این گازها به هوا می باشد و درصد نیروگاههایی که میزان غلظت گازهای SO_2 و NO_x در محیط اطراف آنها بالاتر از استاندارد هوای محیط بوده به ترتیب برابر با ۴۱ و ۱۸ درصد است این در حالی است که تنها ۶ درصد نیروگاه ها که انتشار گاز SO_2 از دودکش آنها بیش از استاندارد بوده، غلظت این گازها در محیط اطرافشان کمتر از میزان استاندارد است و همچنین در مورد آلاینده NO_x ، ۳۵ درصد نیروگاههایی که دارای NO_x بیش از استاندارد در دودکش می باشد غلظت آن در محیط اطراف کمتر از استاندارد است (۵).

در مقاله دیگری که میزان پراکنش اکسیدهای ازت و گوگرد از چهار نیروگاه توسط نرم افزار screen-3 مورد بررسی قرار

گرفته و در نیروگاههای مورد مطالعه (نیروگاه رامین اهواز ، نیروگاه سیکل ترکیبی شهید رجایی قزوین، نیروگاه گازی ری ، نیروگاه دیزلی لوشان) با توجه به بررسی ها و اندازه گیری های انجام گرفته در ۱۵ نقطه در سال ۱۳۸۴ در مورد آلاینده های خروجی از دودکش های نیروگاهها (بوئزه NO_x , SO_2) مشاهده شد که گازهای NO_x و SO_2 منتشر دو نیروگاه از چهار نیروگاه بیشتر از حد استاندارد جهانی جهانی بوده است از میان این چهار نیروگاه میزان غلظت NO_x نیروگاه ری ($571/5 \text{ Mg/m}^3$) و میزان غلظت $SO_2 \text{ Mg/m}^3$ (۱۱۳) و NO_x ($753/5 \text{ Mg/m}^3$) نیروگاه شهید رجایی قزوین از حد استاندارد بالاتر می باشد . غلظت سایر آلاینده های نیروگاه های مورد مطالعه از حد استاندارد پایین تر است. نتایج بدست آمده از نرم افزار Screen-3 نشان می دهد که حداکثر غلظت NO_x و SO_2 در نیروگاه شهید رجایی قزوین بترتیب $753/5$ و 113 میکروگرم بر متر مکعب در فاصله 1080 متری از دودکش به سمت جنوب شرقی می باشد در نیروگاه رامین اهواز حداکثر NO_x و SO_2 $19/24$ و $0/248$ میکروگرم بر متر مکعب در فاصله 17034 متری از دودکش به سمت غرب است و حداکثر غلظت NO_x و SO_2 در نیروگاه ری بترتیب 571 و $7/366$ میکروگرم بر متر مکعب در فاصله 1513 متری از دودکش به سمت غرب می باشد و در نیروگاه لوشان $91/14$ و $1/171$ میکروگرم بر متر مکعب در فاصله 2115 متری از دودکش به سمت غرب می باشد. (۶)

در تحقیق دیگری با عنوان آلودگی هوای منتشر از نیروگاههای با سوخت فسیلی توسط دکتر غیاث الدین صورت گرفت اهم آلاینده ها مورد بررسی قرار گرفته و در چندین نوبت اندازه گیری گازهای خروجی از دودکش انجام پذیرفت و مشاهده گردید که در بین نیروگاههای مطالعه شده، ۸ نیروگاه که از سوخت مازوت استفاده می نمایند، غلظت دی اکسید گوگرد در گازهای خروجی آنان با توجه به گوگرد بالای مازوت های مصرفی بیش از استانداردهای رایج است ولی چنانچه با استاندارد اولیه پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست ایران مقایسه شود، فقط ۶ نیروگاه از حد مجاز 800 قسمت در میلیون تجاوز نموده است. (۷)

این تحقیق با اهداف زیر صورت گرفت :

- تعیین غلظت آلاینده های خروجی از دودکش های نیروگاه نکا با دو سوخت مصرفی مازوت و گاز بطور جداگانه
- تعیین غلظت آلاینده ها در اطراف دودکش ها در محوطه نیروگاه
- تعیین غلظت آلاینده ها در فواصل مختلف در پایین دست دودکش نسبت به جهت وزش باد غالب

روش کار :

با استفاده از نقشه های جغرافیایی و بازدید های صورت گرفته از محل و با توجه به اطلاعات هواشناسی منطقه و جهت وزش باد غالب مکانهای نمونه برداری انتخاب شد. بر اساس گلباد ایستگاه هواشناسی دشت ناز ساری جهت وزش باد غالب از جنوب غربی به شمال شرقی می باشد. با استفاده از روابط ، سرعت باد در ارتفاع دودکش بدست آمد. بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی منطقه (دشت ناز) با توجه به سرعت وزش باد و میزان ابر ناکی در روزهای مختلف سال ، کلاس پایداری غالب B و C برای منطقه نیروگاه انتخاب شد. به منظور اطمینان از انتخاب صحیح مکانهای نمونه برداری در روزهایی که دمای هوا پایین و ستون دود قابل رویت بود موقعیت انتشار ستون دود مکرراً مشاهده و جهت جغرافیایی نمونه برداری مورد تأیید قرار گرفت. بوسیله دستگاه آنالایزر گازهای خروجی از دودکش مدل $Testo 350 \text{ XL}$ و دستگاه گاز سنخ محیطی LSI مدل $Babuc A$ متعلق به سازمان حفاظت محیط زیست استان مازندران بترتیب نمونه برداری خروجی دودکش و نمونه برداری از نقاط انتخابی محیطی انجام شد.

یافته ها و بحث ها :

در جدول شماره ۱ غلظت های اندازه گیری شده آلاینده های خروجی از دودکش های واحد بخار و سیکل ترکیبی با سوخت مصرفی مازوت و گاز مربوط به سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ آورده شده است

مجموعه اکسیدهای نیتروژن (NO_x و NO) خروجی از سه دودکش واحدهای بخار و دودکش واحد سیکل ترکیبی با سوخت گاز طبیعی بصورت میانگین لحظه ای مربوطه به اندازه گیری در مهر ما ۸۷ و اردیبهشت ۸۸ بترتیب ۳۷۰۶ و ۳۱۸۴ پی پی ام بدست آمد .

مجموع دی اکسید گوگرد خروجی از سه دودکش واحدهای بخار با سوخت مازوت بصورت میانگین لحظه ای مربوطه به اندازه گیری در دی ماه ۸۷ و ۲۴۳۳ پی پی ام بدست آمد . میانگین در صد دی اکسید کربن خروجی ا سه دودکش واحد بخار با سوخت گاز طبیعی بصورت اندازه گیری لحظه ای مربوط به مهر ماه ۸۷ و اردیبهشت ۸۸ بترتیب ۹/۷ و ۷/۸ درصد بدست آمد .

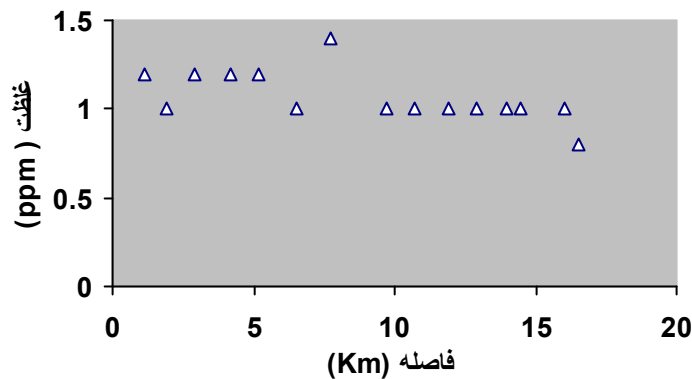
جدول ۱- آنالیز گازهای خروجی از دودکشهای نیروگاه نکا

توضیحات	O2 %	SO2 ppm	NO2 ppm	NO ppm	CO2 %	CO ppm	سوخت مصرفی	دودکش
سال ۱۳۸۷ واحد بخار	۵/۶۰	0	۲۳/۹	۱۳۰۳	۱۱/۳۶	۵۸۶	گاز	۱
	۶/۸۸	0	۱۰/۹	۸۵۳	۸	۴۷۰	گاز	۲
			۱۸				گاز	۳
			۹/۶۸				۵۳۸	
سال ۱۳۸۸ واحد بخار	۶/۳۹	0	۱۵/۲۵	۹۰۸	۷/۱۲	-	گاز	۱
	۶/۹۲	0	۱۷/۶	۷۶۶	۷/۹۸	-	گاز	۲
		۶/۶۷	0	۱۲/۳	۱۰۴۷	۸/۲۸	-	گاز
سال ۱۳۸۷ سیکل ترکیبی		0	۱۱/۵	۱۸۴	۳/۹۱	۶۸	گاز	۱
		0	۵/۶	۲۱۷	۴/۲۰	۷۳	گاز	۲
سال ۱۳۸۷ واحد بخار		۹۷۱	۱۸	۶۹۰	-	-	مازوت	۱
		۸۱۱	۱۰	۵۹۲/۵	-	-	مازوت	۲
		۶۵۱	0	۴۹۳	-	-	مازوت	۳

مجموع مونو اکسید کربن (CO) خروجی از سه دودکش واحد بخار و دو دودکش واحد سیکل ترکیبی با سوخت گاز طبیعی ۱۷۳۵ پی پی ام بدست آمد .

بدلیل خارج شدن سنسورسنجش CO از حالت کالیبراسیون داده های ثبت شده مربوطه به دی ۸۷ با سوخت مازوت و اردیبهشت ۸۸ با سوخت گاز منظور نشده است

همانطور که ملاحظه می شود میانگین غلظت CO در واحد بخار ppm ۵۳۱ و در سیکل ترکیبی ۷۰/۵ است که غلظت CO در واحد بخار ۷/۵ برابر سیکل ترکیبی می باشد و میانگین CO₂ در واحد بخار ۸/۷۴ در صد و در سیکل ترکیبی ۴/۱ درصد که در واحد بخار تقریباً ۲ برابر سیکل ترکیبی می باشد. میانگین NO_x در واحد بخار با سوخت مصرفی گاز ppm ۱۰۰۹ و با سوخت مصرفی مازوت ppm ۶۰۱ و در سیکل ترکیبی ppm ۲۰۹ می باشد لذا میزان NO_x منتشره در واحد بخار با سوخت مصرفی گاز ۱/۷ برابر NO_x منتشره با سوخت مصرفی مازوت و ۴/۸ برابر NO_x منتشره از سیکل ترکیبی است. در واحد های بخار با سوخت مصرفی مازوت میزان دی اکسید گوگرد منتشره بسیار زیاد است ولی با سوخت مصرفی گاز و سیکل ترکیبی بسیار ناچیز و در حد صفر می باشد. میزان انتشار NO_x از دودکش نیروگاه نکا با سوخت مصرفی گاز ۱۵۵۵ g/s می باشد که دو برابر میزان انتشار NO_x نیروگاه شهید رجایی قزوین با میزان انتشار ۸۰۰ g/s و تقریباً ۲۰ برابر نیروگاه رامین اهواز با میزان انتشار ۷۸/۶ و ۶۹ برابر نیروگاه لوشان با مقدار ۲۲/۵ و ۲۱/۳ برابر نیروگاه ری با مقدار ۷۳ g/s می باشد. میزان انتشار NO_x در نیروگاه نکا با سوخت مصرفی مازوت ۱۰۲۷ g/s می باشد که ۱/۳۴ برابر میزان انتشار نیروگاه شهید رجایی قزوین، ۱۳/۶ برابر نیروگاه رامین اهواز، ۴۷/۶ برابر نیروگاه لوشان و ۱۴/۷ برابر نیروگاه ری می باشد. (۶) میزان انتشار SO₂ از نیروگاه نکا با سوخت مصرفی مازوت ۲۶۱۰ g/s است که ۲۲ برابر نیروگاه رجایی قزوین با میزان انتشار ۱۲۰ g/s می باشد میزان انتشار SO₂ و نیروگاههای رامین اهواز، لوشان و ری همانند نیروگاه نکا با سوخت مصرفی گاز بسیار ناچیز و در حد صفر می باشد. (۶) همانگونه که ملاحظه می شود در نیروگاههای گازسوز انتشار آلاینده ها بخصوص اکسید گوگرد ناچیز بوده و در بسیاری از موارد که از گاز پالایش شده استفاده گردیده، قابل اندازه گیری نبوده است.

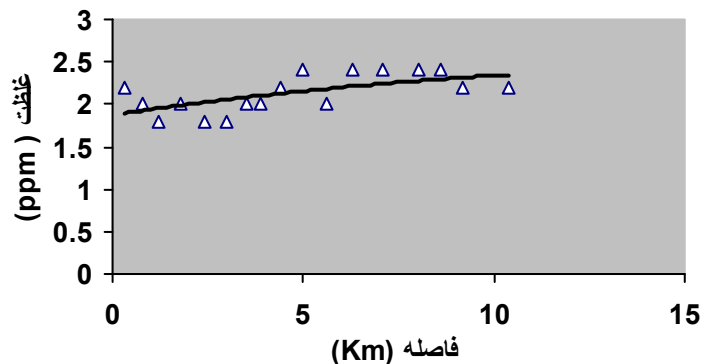


شکل ۱- تغییرات غلظت CO بر حسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت گاز

شکل ۱
تغییرات غلظت
CO بر حسب
فاصله از

دودکش در پایین دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت گاز طبیعی را نشان می دهد. همانگونه که ملاحظه می شود غلظت گاز CO در فواصل نزدیک به دودکش مقادیر بالاتری است و با افزایش فاصله از دودکش غلظت این گاز در هوای آزاد در حال کاهش می باشد. غلظت CO تا فاصله ۵/۲۰۰ km با میانگین غلظت ۱/۲ پی پی ام بدست آمد و پس از آن تا فاصله ۱۶ km غلظت به میانگین ۱ پی پی ام رسید و بتدریج کاهش نشان داد. حداکثر غلظت در فاصله بین ۶/۵ تا ۹/۷۰۰ کیلومتر از دودکش در پایین دست جهت وزش باد غالب در سطح زمین می باشد

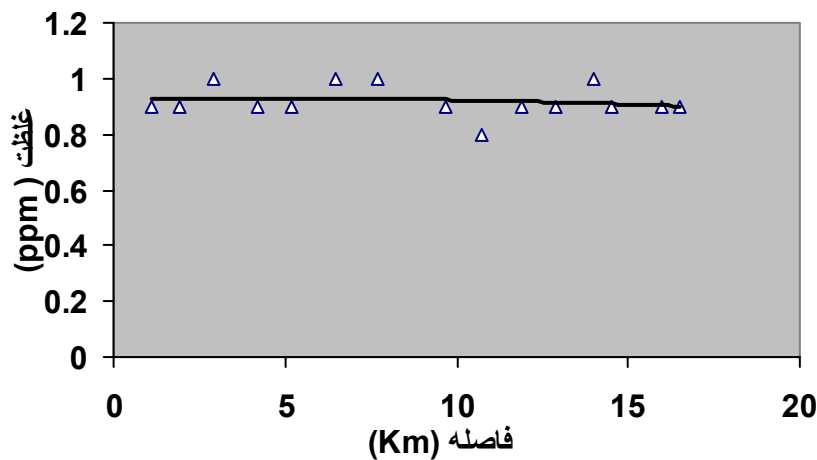
که غلظت ماکزیمم در فاصله ۷/۷۰۰ km از دودکش های نیروگاه با میزان غلظت ۱/۴ پی پی ام می باشد.



شکل ۲
تغییرات
غلظت
CO
مربوط به

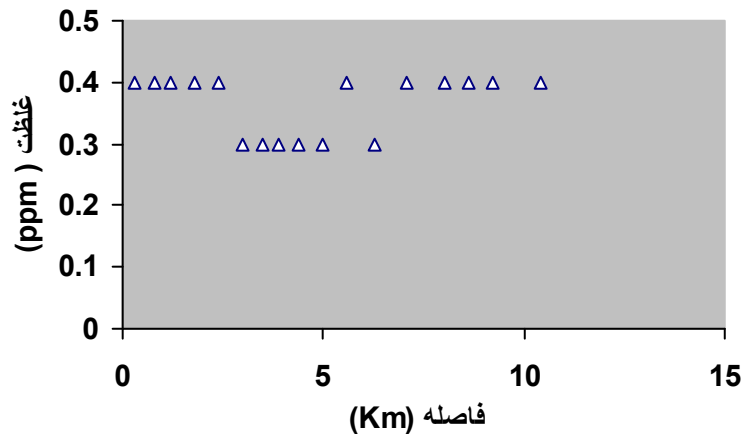
شکل ۲- تغییرات غلظت CO برحسب فاصله از دودکش در
پویون دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

سوخت مصرفی مازوت می باشد و تغییرات غلظت گاز CO در هوای آزاد بر حسب فاصله از دودکش بصورت افزایشی می باشد و تا فاصله ۸/۶۰۰ غلظت آن به میانگین ۲/۴ پی پی ام میرسد و پس از آن روند نزولی داشته است. در فاصله بین ۵/۶۰ الی ۹/۲۰۰ کیلومتری از دودکش غلظت این گاز به حداکثر خود در سطح زمین رسیده است که مقدار غلظت ماکزیمم ۲/۴ppm می باشد. غلظت ماکزیمم CO با سوخت مازوت تقریباً ۱/۷ برابر غلظت ماکزیمم با سوخت گاز می باشد. ولی با سوخت مصرفی مازوت حداکثر غلظت CO در فاصله کمتری نسبت به سوخت مصرفی گاز اتفاق می افتد.



شکل ۳- تغییرات غلظت NO برحسب فاصله از دودکش در پویون دست جهت
وزش باد غالب مربوط به سوخت گاز

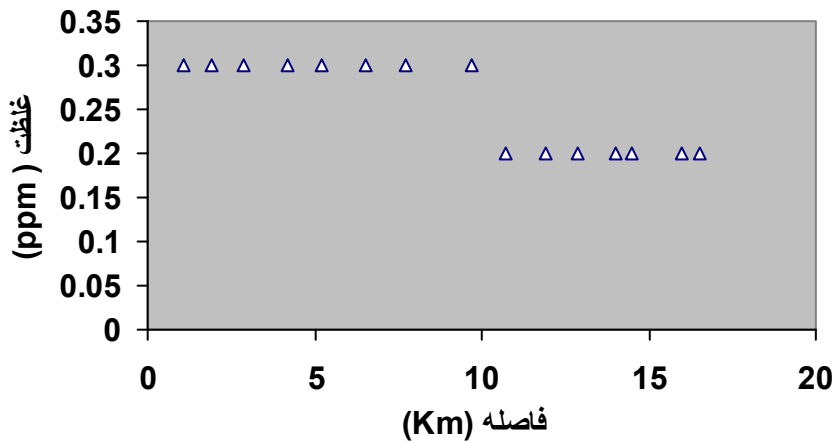
شکل ۳ تغییرات غلظت NO مربوط به سوخت گاز می باشد همانطور که ملاحظه می شود تا فاصله ۱۶/۵ km با میانگین غلظت ۰/۹ پی پی ام در سطح زمین بصورت نسبتاً خطی بدست آمد. روند تغییرات غلظت آن در هوا ابتدا بصورت افزایشی و سپس بصورت کاهشی می باشد غلظت های اندازه گیری شده در محدوده مکانی ۵/۲۰۰ ال ۷/۰۰/۹ کیلومتری به حداکثر غلظت بمیزان ۱ PPM در سطح زمین می رسد.



شکل 4- تغییرات غلظت NO برحسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

شکل
۴
تغییرات
غلظت
NO
با
سوخت
مصرفی

مازوت می باشد که غلظت در فواصل نزدیک به نیروگاه با میانگین ۰/۴ پی پی ام تا فاصله ۳ کیلومتری از دودکش مقادیر بالاتری را نشان می دهد. غلظت حداکثر NO با سوخت گاز ۲/۵ برابر ماکزیمم غلظت با سوخت مازوت می باشد و حداکثر غلظت در فاصله دورتری نسبت به سوخت مازوت حادث می شود.

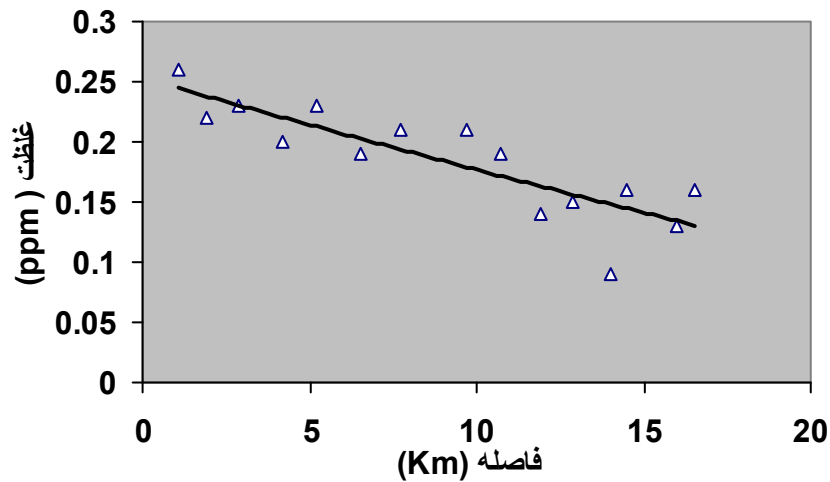


شکل 5- تغییرات غلظت NO2 برحسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت گاز

ش
ک
ل
۵
تغ

یرات غلظت NO₂ با سوخت گاز می باشد که غلظت گاز NO₂ در فواصل نزدیک به نیروگاه مقادیر بیشتری است و تا فاصله ۹/۷ km غلظت با میانگین ۰/۳ پی پی ام بدست آمد و پس از تا فاصله ۱۶/۵ km غلظت به میانگین ۰/۲ پی پی ام رسید. پس حداکثر غلظت NO_x با سوخت گاز ۲۲۶۹ μg/m³ می باشد که ۳ برابر غلظت NO_x در نیروگاه شهید رجایی قزوین با مقدار ۷۵۳/۵ μg/m³ با فاصله ۱۰/۸۰ کیلومتری از دودکش و تقریباً ۱۱۸ برابر غلظت NO_x نیروگاه رامین اهواز با مقدار ۱۹/۲۴ μg/m³ با فاصله ۱۷/۰۳۴ کیلومتری از نیروگاه و تقریباً ۴ برابر غلظت NO_x

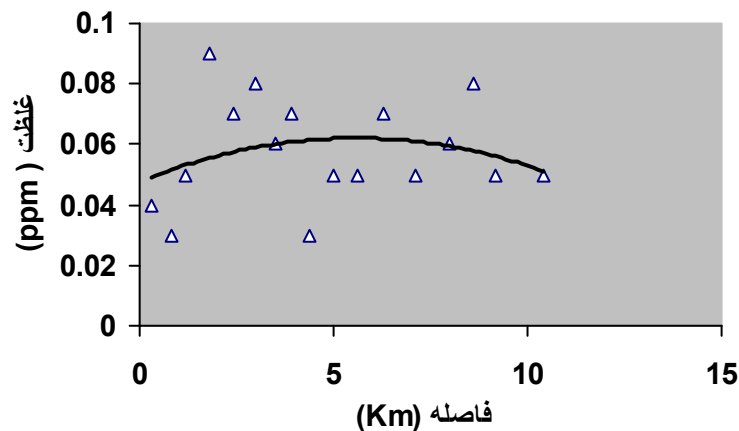
نیروگاه ری با غلظت $571/5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و تقریباً ۲۵ برابر غلظت NO_x نیروگاه لوشان با میزان $91/14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ با فاصله ۲/۱۵۱ کیلومتری از دودکش می باشد.



شکل 6- تغییرات غلظت O_3 برحسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت گاز

شکل
۶
تغییر
ات
غلظت

O_3 با سوخت گاز طبیعی را نشان می دهد همانطور که ملاحظه می شود غلظت O_3 در فواصل نزدیک به نیروگاه مقادیر بالاتری است و با افزایش فاصله از دودکش غلظت این گاز در هوای آزاد در حال کاهش می باشد بعبارت دیگر روند تغییرات غلظت O_3 در هوای آزاد برحسب فاصله از دودکش بصورت نزولی می باشد.

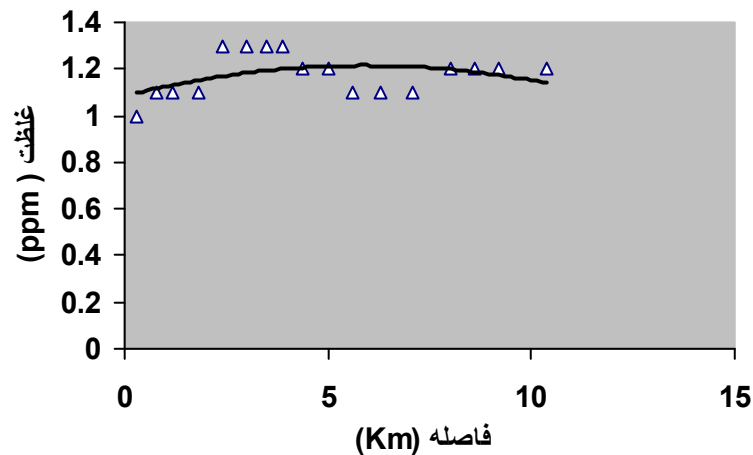


شکل 7- تغییرات غلظت O_3 برحسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

شکل
۷
تغییرات

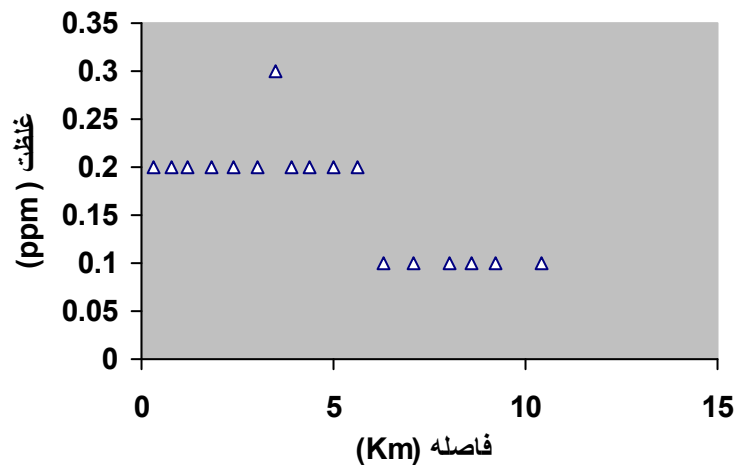
تغییرات غلظت O_3 با سوخت مازوت می باشد که غلظت O_3 در هوای آزاد برحسب فاصله از دودکش ابتدا افزایش

و سپس کاهش نشان می دهد و به نظر می رسد حداکثر غلظت در محدوده مکانی ۱/۲ الی ۳/۹ کیلومتری با میانگین غلظت ۰/۰۸ پی پی ام است.



شکل ۸- تغییرات غلظت NH_3 برحسب فاصله از دودکش در پهن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

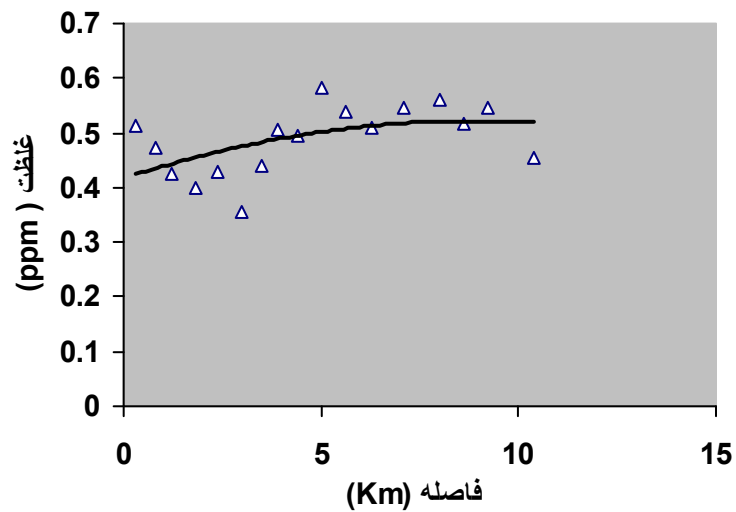
شکل ۸ تغییرات غلظت NH_3 با سوخت مازوت را نشان می دهد که به نظر میرسد ماکزیمم غلظت در فاصله مکانی ۱/۸ الی ۴/۴ کیلومتری با میانگین غلظت ۱/۳ پی پی ام است.



شکل ۹- تغییرات غلظت H_2S برحسب فاصله از دودکش در کل بای ن دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

۹

تغییرات غلظت H_2S مربوط به سوخت مصرفی مازوت را نشان می دهد. که غلظت در فواصل نزدیک به دودکش مقادیر بالاتری است و با افزایش فاصله از دودکش غلظت این گاز در هوای آزاد در حال کاهش می باشد حداکثر غلظت در محدوده کمتر از ۵ کیلومتری از دودکش نیروگاه نکا با مقدار میانگین غلظت ۰/۲ پی پی ام می باشد.

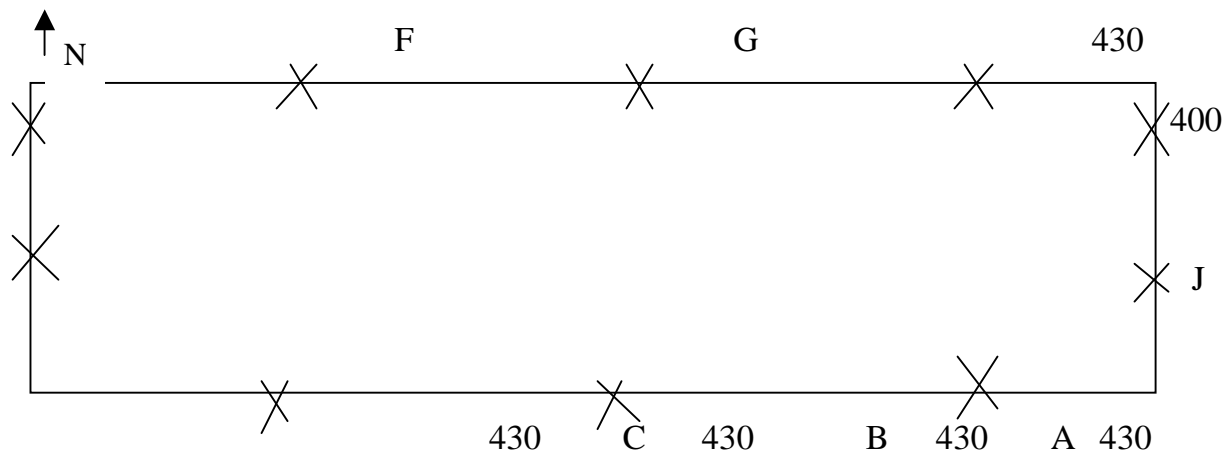


شکل
۱۰
تغییرات
تغییرات
غلظت
ذرات
سوخ

شکل ۱۰- تغییرات غلظت ذرات معلق برحسب فاصله از دودکش در
پویان دست جهت وزش باد غالب مربوط به سوخت مازوت

ت مصرفی مازوت می باشد که با افزایش فاصله از دودکش غلظت ذرات در هوا در حال افزایش می باشد و روند صعودی دارد بنظر می رسد غلظت ماکزیمم بمیزان ۰/۵۸۳ میلی گرم بر مترمکعب و در فاصله ۵ کیلومتری از نیروگاه باشد .

L: 1700m
W:900m



موقعیت نسبت به دودکش	O3	NO2	SO2	CO	
(۲۱۵ و -۵۵۰)	۰/۰۴	۰/۰۴۴	۰/۲۱	۱/۸	A
(-۲۱۵ و -۵۵۰)	۰/۰۷	۰/۰۴۸	0	0	B
(-۶۴۵ و -۵۵۰)	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	0	0	C
(-۱۰۵۵ و -۲۵۰)	۰/۰۲۴	۰/۰۴۷	0	0	D
(-۱۰۵۵ و -۵۰)	۰/۰۴۶	۰/۰۳۶	0	0	E
(-۶۴۵ و ۳۵۰)	۰/۰۲۵	۰/۰۴	0	۰/۲	F
(-۲۱۵ و ۳۵۰)	۰/۰۳۴	۰/۰۴۶	0	۰/۲	G
(۱۱۵ و ۳۵۰)	۰/۰۲۶	۰/۰۴۸	0	۰/۳	H
(۶۴۵ و ۵۰)	۰/۰۲۹	۰/۰۴	0	0	I
(۶۴۵ و -۲۵۰)	۰/۰۲۹	۰/۰۴	0	۰/۳	J

مراجع:

- ۳) صمدی رضا ، کرباسی و رحیمی نسترن ، ، مدل سازی پراکنش آلاینده های هوا در نیروگاههای اصفهان و تبریز ، سومین همایش ملی انرژی ایران - گروه محیط زیست و دفتر برنامه ریزی معاونت امور انرژی وزارت نیرو ۱۳۷۸
- ۴) پایداراوندی رامین و سهراب کاشانی ، "بررسی آلودگی هوا و عوامل فیزیکی در صنعت برق " پژوهشگاه نیرو.
- ۵) کرباسی عبدالرضا ، عتابی فریده و اسلامی علیشاه ناهید ، " بررسی میزان پراکنش اکسیدهای ازت و گوگرد از چهار نیرو گاه کشور ، " علوم و تکنولوژی محیط زیست دوره دهم شماره ۲ تابستان ۸۷ -
- ۶) غیاث الدین منصور و بازرگان ناصر ، " آلودگی هوای منتشره از نیروگاه های با سوخت فسیلی.