مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، صفحات ۹ تا ۱۸

**مقاله پژوهشی**

# بررسی کارایی هودهای سیستم تهویه مکنده موضعی در کنترل گردوغبار Fe2O3 در فرایند سرند اکساید واحد آهن سازی یکی از صنایع فولاد

مهدی جمشیدی راستانی[۱]، عبدالرحمن بهرامی[۲*]، شیوا محمودی آلاشتی[۳]، ناهید راست بالا[۳]، شهره رسالتی[۳]، سمیه حسینی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۲۰


## چکیده

**زمینه وهدف:** سیستم تهویه مکنده موضعی از رایج‌ترین روش‌های کنترل مهندسی جهت کنترل عوامل شیمیایی در محیط‌های شغلی محسوب می‌شود. این مطالعه با هدف تعیین راندمان هودهای تهویه در کنترل گردوغبار Fe2O3 در فرآیند سرند اکساید واحد آهن‌سازی یکی از صنایع فولاد انجام شد.

**روش بررسی:** : سیستم تهویه مکنده موضعی مورد بررسی در این مطالعه توصیفی، دارای شبکه کانال‌کشی گسترده با ۱۷ هود بود. ابتدا تغییرات و تناقضات سیستم و فرایند با اسناد (نقشه‌های سیستم) مقایسه و سپس به‌منظور ارزیابی راندمان هر هود، با استفاده از روش NIOSH 500، غلظت گردوغبار در کنار هر هود (منبع)، در دو وضعیت تهویه خاموش و روشن (با سه بار تکرار)، اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** : نتایج آزمون آماری تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های آلاینده در دو حالت خاموش و روشن سیستم تهویه، در ۷ هود از مجموع ۱۷ هود، نشان داد($P<0.05$). هود محصور در محل ریزش مواد از تانک داخل فیدر، با راندمان ۸۵٪ و غلظت $3,3\pm1,5 mg/m^3$ دارای بیشترین راندمان و دو هود، یکی محصور در محل ریزش مواد از فیدر داخل سرند و دیگری هود محصورنشده در موضع ریزش مواد از نوار نقاله به نوار نقاله (سایز ریز زیرین سرند)، هر دو با راندمانی حدود ۲٪- و غلظت‌های $243,2\pm73,5 mg/m^3$ و $3462,4\pm1339$ در وضعیت روشن دارای کمترین راندمان بودند. همچنین بیشترین غلظت آلاینده مربوط به هود محصورنشده در محل ریزش گندله از روی نوار نقاله داخل تانک در وضعیت روشن با غلظت $g/m^3$ ۵٫۰۳ و راندمان ۷٪ بود..

**نتیجه‌گیری:** هودهای تهویه موضعی مورد ارزیابی کارایی لازم را نداشته و دارای راندمان متفاوتی بودند. حتی برخی به علت برگشت آلاینده از هود به محیط کار دارای راندمان منفی بودند.


**کلیدواژه‌ها:** تهویه مکنده موضعی، صنعت فولاد ، کارایی


۱. کارشناسی ارشد و مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شاهرود،شاهرود، ایران

۲.(نویسنده مسئول)استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان ، ایران.پست الکترونیک: abahrami@umsha.ac.ir

۳ .دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شاهرود،شاهرود، ایران

٤.کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای شبکه بهداشت مینودشت دانشگاه علوم پزشکی گلستان،گلستان، ایران


[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

**مقدمه**

تعداد بی‌شماری ماده شیمیایی در صنایع مختلف وجود دارد که کار و فعالیت با آن‌ها موجب آلودگی هوا می‌شود (۱)که بخش مهمی از آنها به شکل آئروسل موجب کاهش کیفیت هوای فضاهای داخل صنایع و کارخانجات می‌شود، که در این میان فرآیندهای صنعتی عامل انتشار ۱۵٪ آئروسل‌ها را تشکیل می‌دهد (۷-۲). تولید فولاد از جمله صنایعی هستند که با حجم عظیمی از مواد اولیه سروکار دارند. بیش از نیمی از ورودی این صنایع درخروجی به شکل دوده و ذرات جامد بوده و به عبارتی آلودگی‌های حاصل از منابع و فرایندهای مختلف صنایع فلزات آهنی، شامل دمه‌ها و اکسیدهای فلزی و گردوغبار می‌باشد که حجم زیادی از آئروسول‌ها را به‌وجود می‌آورند. از آنجا که گردوغبار تولید شده از فعالیت‌های معدنی اثرات مضری بر محیط زیست، سلامت انسان، ایمنی و بهره‌وری دارد. کنترل این حجم عظیم آلاینده‌های زیست محیطی ازاهمیت زیادی برخوردار است(۱۰-۸،۴) منابع آلودگی آهن/ استیل ٪۱/۲-۰/۷ از کل سرطان‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. از گردوغبارهای تولید شده در این صنایع می‌توان به $Fe_2O_3$ اشاره کرد. استنشاق $Fe_2O_3$اثرات متفاوتی در ارگان‌های مختلف بدن دارد بطوریکه در طی مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۷ تایید شد که استنشاق ذرات ریز $Fe_2O_3$ بر روی سیستم عصب مرکزی تاثیر مخرب دارد (۱۳-۱۱). از طرفی بر اساس قوانین ایمنی و بهداشت، کارفرمایان و مالکین صنایع در محیط کار مکلفند به منظور کنترل عوارض حاصل از تماس با مواد شیمیایی، تماس کارگران با خطرات شیمیایی را کاهش داده و به زیر حدود مجاز برسانند (۹). قابل ذکر است که موضوعات مربوط به انتشار گردوغبار تحت تاثیر چندین پارامتر شامل شرایط آب‌وهوایی، فرآیندهای مکانیکی، خصوصیات مواد و تکنیک‌های کنترل می‌باشد، لذا راهکارها و تکنولوژی‌های مختلفی در راستای کاهش تماس کارگران با آلاینده‌های شیمیایی و کنترل انتشار آلاینده‌ها ارائه شده‌است(۱۵-۱۴،۹). برای فائق آمدن بر مشکل آلودگی هوا، مجموعه‌ای از دانش و فنون تحت عنوان تکنولوژی‌های کنترل بکارگرفته می‌شوند(۹). در بین انواع تکنولوژی‌های کنترل مهندس عوامل زیان آور شیمیایی، معمول‌ترین نوع تجهیزات کنترل‌های مهندسی که بر دیگر روش‌های کنترلی ترجیح داده می‌شود، سیستم تهویه مکنده موضعی می‌باشند. این سیستم با همه فرآیندها انطباق پذیر و سازگار می‌باشد و تقریبا برای کنترل همه مواد شیمیایی ازجمله گردوغبار ناشی از فرآیندها و فعالیت‌های مختلف صنعتی استفاده می‌شود (۱۶-۱۴). کارایی سیستم‌های تهویه مکنده موضعی در کنترل تماس با آلاینده‌ها را می‌توان با طراحی خوب سیستم تهویه و منطبق بر استانداردها، نصب، بهره‌برداری، بازرسی، تعمیرات و نگهداری منظم، مناسب و صحیح از سیستم تضمین و بیمه کرد(۱۶-۱۴). بر اساس قانون این سیستم‌ها باید حداقل هر ۱۴ ماه یکبار آزمایش و تست شوند(۱۶). سازمان ایمنی، بهداشت و محیط زیست انگلستان در سال ۲۰۰۹ برآورد کرد که فقط یک چهارم صنایع سیستم تهویه مکنده موضعی دارند و در این میان فقط حدود ۴۰٪ آنها بر اثر فشارهای مکرر سازمان‌های قانونی تست و به طور مناسب نگهداری می‌شوند (۱۸-۱۶،۱۴)، از طرفی به منظور پایش کارایی سیستم تهویه مکنده موضعی ابزارها و روش‌های مختلفی ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به ارزیابی کارایی و اثر بخشی سیستم اشاره کرد(۲۱-۱۹،۱۶). شرکت فولاد مورد مطالعه یکی از بزرگترین مجتمع‌های صنعتی کشور می باشد و در بررسی اولیه مشخص شد که شرکت از بدو تاسیس تاکنون هزینه‌های چشمگیری را در زمینه محیط زیست و کنترل آلاینده‌ها از جمله اجرای طرح‌های سیستم‌های تهویه در زمینه کنترل آئروسول‌ها و گازهای آلاینده در نواحی مختلف با هزینه صدها میلیارد ریال صرف نموده‌است، ولی در ظاهر، سیستم تهویه مکنده موضعی واقع در قسمت سرند واحد آهن‌سازی این شرکت که یکی از بزرگ‌ترین سیستم‌های تهویه آن با حدود ۲۵ سال قدمت و انشعابات مربوط به آن می‌باشد، کارایی لازم را در کنترل آلاینده های کارگاهی نداشته است. لذا این مطالعه به منظور اندازه‌گیری و ارزیابی غلظت آلاینده‌ها در منابع تولید آلاینده ها، بررسی اثر بخشی سیستم تهویه مکنده موضعی و راندمان هودهای نصب شده بر منابع مختلف تولید گردوغبار $Fe_2O_3$ در فرایند سرند اکساید واحد آهن سازی این صنعت انجام گردید.

## روش بررسی

### مشخصات و منابع آلاینده تحت پوشش سیستم مورد پایش

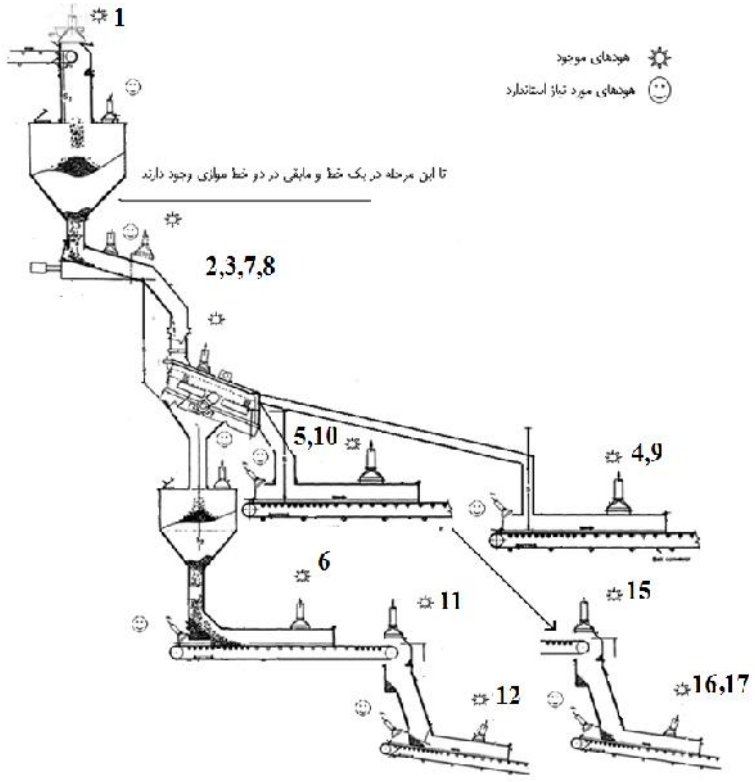
سیستم تهویه مورد مطالعه دارای شبکه کانال‌کشی گسترده با ۱۷ هود می‌باشد که بر روی منابع آلودگی نصب گردیده‌اند (شکل۱). این سیستم کنترل آلاینده بر مواضعی شامل یک موضع ریزش مواد از نوار نقاله داخل تانک-CV 02C17 به TK-MF11 (هود۱)، دو موضع ریزش مواد از تانک داخل فیدر TK- MF11 به FD-MF15A,B

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

(هـود۷و۲)، دو موضـع ریـزش مـواد از فیـدر داخـل سـرند-FD MF15A,Bبـه SC-MF01A,B (هـود۸و۳) مـی باشـد. هـر سـرند دارای سـه خروجـی سـایز درشـت، سـایز ریـز و سـایز گندلـه فراینـدی SC-MF01A,B بـه CV-MF21,23, 24 می‌باشد. هر کدام سه موضـع پرتـاب مـواد را تشـکیل مـی‌دهنـد (هودهـای ۱۰و ۹، ۵ ،۴) و در ادامـه نـوار سـایز ریـز موضـع ریـزش مـواد از نـوار بـر روی نـوار CV-MF21 بـه CV-MF22 (هودهـای ۱۲و ۱۱ ،۶) و سـایز فراینـدی موضـع ریـزش مـواد از نـوار در داخـل دایورتـور CV-MF24 بـه DV-31A,B را تشـکیل مـی‌دهنـد (هـود۱۵) کـه دایورتـور خـود نیـز دو موضـع شوت مـواد از دایورتـور بـر روی هـر نـوار DV-31A,B بـه CV-MF25A,Bرا به‌وجود می‌آورد (هودهای۱۷و۱۶).

***تغییرات و تناقضات مشاهده شده در سیسـتم بـا اسـناد سیستم مورد پایش***

توسط دمپر مسدود گردیـده بـود، لـذا در ایـن مطالعـه فقـط ۱۵ انشعابی که دارای هود بودند در نظر گرفته شدند. قابل ذکر اسـت که دو انشعاب هودهای ۷ و ۲ بر روی فیدر طراحـی شـده‌انـد، در حالی که در وضعیت موجود به همراه هودهای ۸ و ۳ کـه بـر روی سرندها قرار گرفته‌اند و انتشار آلاینـده از روی سـرندها را کنتـرل می‌کنند (این وضعیت از ابتدای نصب بـدین صـورت بـوده اسـت). هودهای ۹ و ۴ بر روی نوار نقاله CV-MF23 طراحی شـده‌انـد در حالی که در اثر تغییراتی که در فرایند صورت گرفته و گندله‌هـای با سایز درشت از فرایند حذف گردیده‌اند. در توسعه‌ای که در تولید وجود داشته است، هود ۴ از نـوار CV-MF23 بـه روی نـوار CV-MF24 که مواد و گندله اصلی را جابجا می‌کند انتقـال داده شـده است. در واقع در محلی بعد از محل ریزش مواد از قسمت طـرح و توسـعه یعنـی CV-MF19 روی نـوار CV-MF24 از آن اسـتفاده می‌شـود و هـود شـماره ۹ عمـلا در فراینـد بیهـوده بکـار گرفتـه شده‌است (شکل ۱).




**شکل۱ شبکه کانال‌کشی سیستم تهویه مورد مطالعه**

***وسایل آزمایش***

وسـایل و تجهیـزات مـورد اسـتفاده در تحقیـق شـامل پمـپ

از مجموع ۱۷ انشـعاب سیسـتم، دو انشـعاب ۱۳ و ۱۴ از ابتـدای طراحی بصورت کانال بدون هـود رهـا شـده و ورودی کانـال‌شـان



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

نمونه‌برداری فردی مدل۲۲۴- PCXR 3 ساخت شرکت SKC با دامنه دبی۵/۵ lit/min- ۰/۵، فیلتر نمونه‌برداری PVC – 37mm با پور سایز ۵ میکرومتر ، ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰۰۰۱/. ± گرم و متعلقات لازم جهت نمونه برداری بود.

***روش انجام نمونه‌برداری***

برای پایش سیستم، ارزیابی مفصلی با اندازه‌گیری غلظت گردوغبار کلی کنار منابع انتشار آلاینده و به فاصله یکسان از منابع (فاصله ۵۰ سانتیمتر) و در مجاورت هر موضع در وضعیت های خاموش و روشن سیستم تهویه و با سه بار تکرار، با استفاده از روش استاندارد NIOSH 0500 صورت پذیرفت(۲۲،۱۷-۱۶). در راستای تعیین اثر بخشی سیستم تهویه مکنده موضعی و راندمان هودهای نصب شده بر منابع مختلف تولید آلودگی، هماهنگی لازم با واحد تولید در خصوص زمان و هدف از انجام نمونه‌برداری و تست سیستم تهویه صورت گرفت تا نرخ فرایند تولید بی‌جهت دچار تغییرات نشود و بار آلاینده بصورت غیر عادی افزایش نیابد (۴،۱۶).

در نهایت پس از محاسبه متوسط غلظت در زمان خاموش بودن و روشن بودن سیستم در کنار هر هود، با استفاده از رابطه (۱) راندمان کنترل آلاینده در کنار هر هود محاسبه گردید(۲۰)

$$Efficiency = \frac{C_2 - C_1}{C_2} \times 100$$

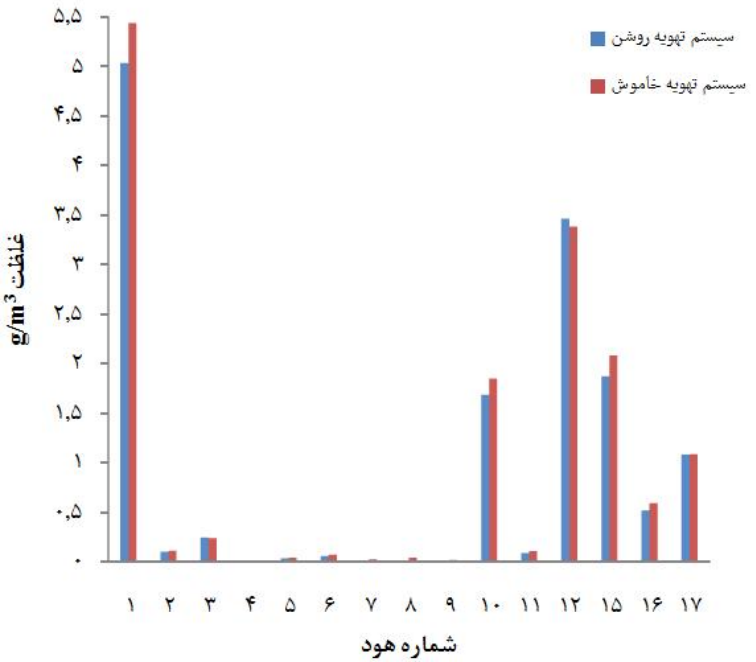
رابطه (۱)

C1: غلظت در زمان روشن بودن سیستم

C2: غلظت در زمان خاموش بودن سیستم

## یافته‌ها

نتایج اندازه‌گیری غلظت‌های آلاینده به منظور بررسی تاثیر سیستم تهویه بر کنترل انتشار آلاینده در دو وضعیت سیستم خاموش و روشن در کنار منابع در جدول(۱) آورده شده است. نتایج اندازه‌گیری در زمان روشن بودن سیستم تهویه نشان می‌دهد که در آن به ترتیب موضع تولید آلاینده در هود شماره (۱) با مقدار متوسط ۵۰۳۵/۵ $mg/m^3$ بیشترین و موضع تولید آلاینده در هود شماره (۴) با مقدار متوسط ۵/۳ $mg/m^3$ کمترین میزان غلظت آلاینده را داردو در زمان خاموش بودن سیستم تهویه نیز به ترتیب موضع تولید آلاینده در هود شماره (۱) با مقدار متوسط ۵۴۳۸/۶ $mg/m^3$ بیشترین و موضع تولید آلاینده در هود شماره (۴) با مقدار متوسط ۱۰ $mg/m^3$ کمترین غلظت را به خود اختصاص می‌دادند. همچنین از جدول (۱) و نمودار (۱) مشخص است بیشترین منابع آلاینده به ترتیب محل هودهای ۱،۱۲،۱۵،۱۰،۱۷،۱۶ می‌باشد




**شکل ۱- نمودار مقایسه غلظت در زمان روشن و خاموش بودن سیستم تهویه در کنار هودها**

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

**جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری غلظت آلاینده منتشره در منابع تولید آلودگی در زمان روشن و خاموش بودن سیستم تهویه**

| شماره هود | سیستم روشن | | سیستم خاموش | | P-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | حداکثر - حداقل ($mg/m^3$) | انحراف معیار ±متوسط ($mg/m^3$) | حداکثر - حداقل ($mg/m^3$) | انحراف معیار ±متوسط ($mg/m^3$) | |
| ۱ | ۳۳۳۵/۶ -۶۷۳۸/۴ | ۵۰۳۵/۵±۱۷۵۳/۲ | ۳۸۳۹/۱-۷۰۱۷/۶ | ۵۴۳۸/۶±۱۵۸۰/۲ | ۰/۰۱۱ |
| ۲ | ۸۲/۶-۱۱۹/۵ | ۹۹/۶±۱۷/۷ | ۸۸/۲-۱۳۳ | ۱۱۱/۱±۱۹/۵ | ۰/۱۷۲ |
| ۳ | ۱۸۶/۳-۳۱۲/۶ | ۲۴۳/۲±۷۳/۵ | ۱۶۵/۲-۳۱۱/۳ | ۲۳۷/۶±۶۸/۴ | ۰/۵۶۴ |
| ۴ | ۳/۱۳-۷/۵ | ۵/۳±۱/۹ | ۵/۷-۱۳/۸ | ۱۰±۳/۲ | ۰/۰۰۵ |
| ۵ | ۳۳/۴-۵۷/۴۳ | ۳۴/۵±۸/۲ | ۲۵/۷-۵۵/۷ | ۴۰/۵±۱۳/۲ | ۰/۰۹۵ |
| ۶ | ۳۹/۲-۷۳/۴ | ۵۷/۹±۱۷/۵ | ۳۱/۲-۱۰۹/۹ | ۷۱/۱±۳۹ | ۰/۰۰۵ |
| ۷ | ۱/۶-۴/۴ | ۳/۳±۱/۵ | ۱۰/۴-۳۲/۵ | ۲۲/۵±۱۱/۹ | ۰/۰۰۵ |
| ۸ | ۸/۴-۱۸/۱ | ۱۲/۵±۴/۷ | ۲۳/۳-۵۲/۱ | ۳۹/۱±۱۴/۷ | ۰/۰۰۴ |
| ۹ | ۹/۶-۱۷/۳ | ۱۴/۲±۴/۱ | ۱۰/۱-۲۳/۴ | ۱۶/۵±۵/۸ | ۰/۰۳۴ |
| ۱۰ | ۱۳۱۶/۵-۲۰۱۶/۳ | ۱۶۸۶/۲±۳۷۸/۵ | ۱۳۲۱/۱-۲۳۴۶ | ۱۸۴۹/۱±۵۱۴/۴ | ۰/۰۵۵ |
| ۱۱ | ۵۸/۴۲-۱۱۶/۵ | ۸۷/۳±۲۸/۹ | ۵۷/۲-۱۵۱/۳ | ۱۰۵/۷±۴۳/۳ | ۰/۰۳۶ |
| ۱۲ | ۲۲۵۳/۸-۴۷۲۹/۴ | ۳۴۶۲/۴±۱۳۳۹/۳ | ۲۱۹۸/۴-۴۶۱۷/۲ | ۳۳۸۲/۶±۱۲۲۴/۶ | ۰/۳۱۷ |
| ۱۵ | ۹۶۵/۳-۲۷۵۸/۶ | ۱۸۷۰/۴±۸۹۲/۳ | ۱۱۶۸/۷-۳۰۱۴/۲ | ۲۰۸۳/۹±۹۱۵/۶ | ۰/۳۳۷ |
| ۱۶ | ۲۷۳/۴-۷۹۸/۴ | ۵۱۷/۴±۲۸۱/۱ | ۲۶۹/۸-۹۲۱/۷ | ۵۹۰/۲±۳۱۴/۳ | ۰/۰۵۴ |
| ۱۷ | ۵۹۴/۳-۱۶۳۱/۱ | ۱۰۸۰/۷±۴۸۶/۶ | ۶۷۳-۱۵۴۳/۱ | ۱۰۸۵/۱±۴۴۲/۲ | ۰/۹۴ |

**شکل ۲- انتشار غلظت بالای آلاینده در فضای بسته و عدم کارایی هود ۱**



**شکل ۳- انتشار غلظت بالای آلاینده در فضای باز و عدم کارایی هود ۱۷**





[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

## بحث

نتایج آزمون آماری t-test برای مقایسه غلظت اندازه‌گیری شده در منابع آلاینده در کنار هودها نشان می‌دهد که در هودهای ۲،۳،۵،۱۰،۱۲،۱۵،۱۶،۱۷ بین غلظت آلاینده در زمانی که سیستم تهویه خاموش است و زمانی که سیستم تهویه روشن است تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در هودهای ۱،۴،۷،۶،۸،۹،۱۱ بین زمانی که سیستم تهویه روشن است و زمانی که خاموش است تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P-value<0.05).

نتایج مطالعه نشان می‌دهد بجز دو هود ۴و۷ در کنار تمام منابع غلظت آلاینده بیش از حد مجاز تماس فردی (mg/m310) می‌باشد(۲۳). همچنین بیشترین منابع آلاینده به ترتیب محل هودهای ۱،۱۲،۱۵،۱۰،۱۷،۱۶ می‌باشد. در این میان هود شماره (۱) بیشترین مقدار غلظت آلاینده تولیدی را در مقایسه با محل ریزش هود ۱۵ که حجم بیشتری از مواد در آن در حال ریزش است دارد که علت آن را می‌توان به ماهیت موادی که در این قسمت از روی نوار ریزش می‌کنند، نسبت داد.

قابل ذکر است که مواد ورودی در موضع هود شماره (۱) دارای سایزهای مختلف بوده که هنوز غربال نشده و گردوغبار همراه با آن جدا نشده است. همچنین فضای قرارگیری هود شماره (۱) نسبت به هود ۱۵ (که محل ریزش مواد در موقعیت هود ۱۵ در فضایی باز می‌باشد و مواد فرآیندی اصلی می‌باشند که گردوغبار آن در سرند حذف شده و یا به عبارتی تقسیم شده‌اند) دارای محصور بودن تقریبی می باشد. علت گردوغبار بالا در موقعیت هود ۱۲ نسبت به هود ۱۵ نوع موادی است که بر روی آن در حال ریزش می‌باشد. در این قسمت گندله با سایز ریز و توام با گردوغبار که از زیر سرند خارج شده‌اند بر روی آن می ریزند و از آنجا که نرخ ریزش مواد نسبت به موضع هود ۱۵ کمتر است ولی مواد در حال ریزش ریزتر و از نظر ماهیتی دارای گردوغبار بیشتری هستند، کانال منتهی به ان مسدود شده و فضای قرار گیری آن نیز محصورتر می‌باشد، لذا غلظت آلاینده در آن بالاتر می‌باشد. همانطور که از نتایج مشخص است از راست به چپ هودهای ۷،۴،۸،۹ کمترین میزان غلظت آلاینده منتشره را دارند که در سه هود ۴،۷،۸ می‌توان علت را به وجود تهویه و محصورسازی مناسب اطراف هود نسبت داد و در هود ۹ عدم وجود فرآیند و ریزش مواد بعلت تغییرات فرآیندی نسبت داد و در مورد هودهای ۵،۶،۱۱ می‌توان علت را به وضعیت محصورسازی نسبتا مناسب در آنها نسبت داد. در میان هودهایی که تفاوت معنی‌داری بین زمان خاموش بودن و روشن بودن سیستم وجود ندارد هودهای ۱۰،۱۲،۱۵،۱۶،۱۷ از محصورسازی مناسبی برخوردار نیستند و دارای نقاط باز فراوانی می‌باشند که منجر به فرار و انتشار حجم زیاد آلاینده می‌شوند. در سه هود ۳،۱۲و۱۷ کانال منتهی به هودها مسدود بوده و محصورسازی ناقص نیز بر عدم کارایی آنها تاثیر چندانی ندارد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در دو هود ۵ و۲ را می‌توان به نداشتن نشتی زیاد آلاینده در منبع و تاثیر غلظت آلاینده محیطی بر غلظت ثبت شده در آنها نسبت داد. علت منفی بودن مقادیر راندمان هودهای ۳ و ۱۲ (نمودار۲) را می‌توان به خطای اندازه‌گیری، تاثیر نابالانسی سیستم (برگشت آلاینده در زمان روشن بودن سیستم) و تغییر ماهیت و نوع مواد در زمان اندازه‌گیری نسبت داد. در هود شماره یک که دارای بیشترین غلظت آلاینده منتشره می‌باشد راندمان کنترل آلاینده ۷٪ است و از آنجا که در نرم افزار آنالیزکننده داده‌ها (spss) این غلظت نسبت به سایر داده‌ها بالا می‌باشد تاثیر ۷٪ را بعنوان اختلاف معنی‌دار بین زمان روشن بودن و خاموش بودن سیستم نشان می‌دهد ولی در ظاهر بین زمانی که سیستم خاموش بود و زمانی که سیستم روشن بود تفاوتی وجود نداشت.

در بررسی‌های صورت گرفته در متون علمی مطالعه‌ای که تاثیر سیستم تهویه برای کنترل غلظت آلاینده در منبع و شناسایی منابع اصلی آلودگی را انجام داده باشد یافت نشد. همه مطالعات انجام شده تاثیر کلی سیستم تهویه بر کنترل آلاینده در هوای محیط را مورد مطالعه قرار داده بودند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود(۳۶-۲۵). در مطالعاتی که به منظور بررسی کارایی سیستم تهویه در فرآیندهای مختلف و با روش اندازه‌گیری و ارزیابی غلظت آلاینده‌ها در محیط انجام شده، غالب آنها کارایی سیستم تهویه را تصدیق می‌کنند. در این میان کمترین راندمان توسط vermulen و همکارانش در مطالعه ای که در صنعت لاستیک به منظور بررسی تاثیر سیستم تهویه مکنده موضعی بر

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

روی تماس پوستی با مقدار ۳۴٪ کاهش (۲۴) و بیشترین توسط علی آبادی و همکاران جهت تاثیر سیستم تهویه مکنده موضعی برکاهش مواجهه کارگران با گردوغبار سیلیس با مقدار ۹۹/۴۵٪ گزاش شده است(۲۷). نتایج مطالعه حاضر از حداقل مقادیر راندمان گزارش شده نیز کمتر است و بیان کننده عدم کارایی سیستم و فقط صرف هزینه و انرژی می باشد.

در مطالعه‌ای که توسط علی‌آبادی و همکاران جهت تاثیر سیستم تهویه مکنده موضعی برکاهش مواجهه کارگران با گردوغبار سیلیس انجام دادند نتایج نشان می‌دهد که میانگین تراکم گردوغبار کل در داخل کارگاه قبل از استفاده از سیستم‌های تهویه برابر با mg/m31628 و میانگین تراکم گردوغبار کل بعد از راه‌اندازی سیستم‌های تهویه به mg/m3 ۳۳/۸کاهش یافته است. مقایسه میانگین تراکم گردوغبار قبل و بعد از راه‌اندازی سیستم تهویه نشان دهنده راندمان سیستم‌های تهویه مکنده موضعی ۹۹/۴۵٪ می‌باشد(۲۷). راندمان تعیین شده در مطالعه فوق نشان‌دهنده کارایی فوق العاده سیستم‌های تهویه موضعی جهت کاهش مواجهه شاغلین با گردوغبار است. نتایج مطالعه حاضر با در نظر گرفتن دانسیته و جرم مولکولی ذرات اکسید آهن با اکسید سیلیسیوم در خصوص غلظت آلاینده در نقاط مختلف مطابقت دارد که حتی در برخی نقاط غلظت بالاتر و در برخی نقاط پایین‌تر از مقدار مطالعه فوق می‌باشد و بیانگر این مطلب است که در صورتی که آلاینده منتشره از فرآیند به‌خوبی کنترل نشود غلظت آن می‌تواند حتی از ۱۰ برابر میزان مجاز فراتر رود، ولی از نظر میزان کنترل آلاینده توسط سیستم تهویه، سیستم مورد مطالعه کارایی مورد نظر را ندارد.

مطالعهCroteau و همکارانش روی اثر کنترلی تهویه مکنده موضعی برای کنترل گردوغبار تماسی در حین عمل بریدن بتون و فعالیت‌های سنگ‌زنی نشان داد که تهویه مکنده موضعی می‌تواند به‌طور اساسی گردوغبار قابل تنفس و بلورین سیلیس در اعمال فوق را کاهش دهد. اجرای موفق این کنترل مهندسی نیاز به سعی و کوشش متصدی سیستم برای تضمین مکش سیستم و عملکرد تهویه مکنده موضعی مطابق هدف دارد. کارخانجات مکنده‌های صنعتی و تهویه مکنده موضعی نیاز به تهیه رهنمودهای عملیاتی و نگهداری این سیستم‌ها دارند (۲۹). نتایج مطالعه فوق با نتایج مطالعه حاضر از نظر میزان کنترل آلاینده تفاوت دارد ولی مطالعه حاضر نیز به این مساله اذعان دارد که سیستم بایستی توسط افراد کارشناس طراحی و نگهداری و همچنین رهنمودهای تعمیرات و نگهداری در آن به‌طور کامل توسط متصدی اجرا شود. در مطالعه‌ای که توسط جمشیدی و همکاران بر روی همین سیستم بصورت ارزیابی محیطی صورت گرفت، موید این مطلب است که سیستم تهویه مکنده موضعی بکار گرفته‌شده کارایی بالایی در کنترل آلاینده‌های محیطی ندارد و با داده‌های ارزیابی در منبع نیز مطابقت دارد (۳۵)..

## نتیجه‌گیری

در نتیجه با توجه به عمر بالای سیستم تهویه مکنده موضعی، وسعت آن، تغییرات صورت گرفته در فرایند و انشعابات سیستم، سیستم تهویه مکنده موضعی مورد ارزیابی کارایی لازم را نداشته و هودها سهم‌های متفاوتی در کنترل آلاینده دارند. در صورتی که اقدام کنترلی بصورت مناسب اعمال نگردد و بعبارتی سیستم توسط افراد کارشناس طراحی و نگهداری نشود، غلظت آلاینده می‌تواند تا ده‌ها برابر حدود مجاز در منابع تولید آلاینده برسد، که این مقادیر غلظت در همه انشعباتِ سیستم تهویه بطور یکسان توزیع نمی‌گردد و لذا هودها می‌توانند راندمان‌های مختلفی را به خود اختصاص دهند. در این میان ممکن است برخی هودها (انشعابات) به عللی همچون خطای اندازه‌گیری، تاثیر نابالانسی سیستم (برگشت آلاینده در زمان روشن بودن سیستم)، تغییر ماهیت و نوع مواد در زمان اندازه‌گیری دارای راندمان منفی بودند.

## تشکر و قدردانی

از کلیه مدیران، پرسنل و دوستان مجتمع فولاد مربوطه که جهت اجرای این پژوهش همکاری لازم را با ما داشتند کمال تشکر و قدردانی را داریم.



[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

## منابع


1. Winder, Chris, and Neill H. Stacey, eds. Occupational toxicology. CRC Press; 2004.

2. Theodore, Louis. Air pollution control equipment calculations. John Wiley & Sons; 2008.

3. Wang, Lawrence K., Norman C. Pereira, and Yung-Tse Hung. Air pollution control engineering. Vol. 1. Totowa, NJ: Humana Press, 2004.

4. Boubel, Richard W., Donald L. Fox, D. Bruce Turner, and Arthur C. Stern. Fundamentals of air pollution; 1994.

5. Vincent, James H. Aerosol sampling: science, standards, instrumentation and applications. John Wiley & Sons; 2007.

6. Bell, J. Nigel B., and Michael Treshow. Air pollution and plant life. John Wiley & Sons; 2002.

۷. Hester, Ronald E., and Roy M. Harrison. Air pollution and health. Royal Society of chemistry; 1998.

8. Wang, Lawrence K., Norman C. Pereira, and Yung-Tse Hung, eds. Advanced air and noise pollution control. Totowa, NJ, USA: Humana Press; 2005.

9. Burgess, William A., Michael J. Ellenbecker, and Robert D. Treitman. Ventilation for control of the work environment. John Wiley & Sons; 2004.

10. Tourang, H., H. Amirshaghaghi, M. Esmaeili, and A. Roshan. "Numerical investigation of fume extraction systems of electric arc furnaces." Modares Mechanical Engineering. 2011;11(4): 41-52.

11. Wang, Bing, Wei Y. Feng, Meng Wang, Jun W. Shi, Fang Zhang, Hong Ouyang, Yu L. Zhao et al. "Transport of intranasally instilled fine Fe2O3 particles into the brain: micro-distribution, chemical states, and histopathological observation." Biological trace element research. 2007; 118(3): 233-243.

12. Jones, J. Graham, and C. G. Warner. "Chronic exposure to iron oxide, chromium oxide, and nickel oxide fumes of metal dressers in a steelworks." British journal of industrial medicine. 1972; 29(2): 169-177.

13. Lay, John C., Kirby L. Zeman, Andrew J. Ghio, and William D. Bennett. "Effects of inhaled iron oxide particles on alveolar epithelial permeability in normal subjects." Inhalation toxicology 2001; 13(12): 1065-1078.

14. Department Of Occupational Safety and Health Ministry of Human Resources, Guide lines on occupational safety and health for design, inspection, testing and examination of local exhaust ventilation system. Malaysia: Doosahmohr;2008. URL: http://www.dosh.gov.my/images/dmdocuments/glx/ve_gl_le

15. Hazard Control Canadian Centre for Occupational Health & Safety, Hazard Control & industrial ventilation. 2006. URL: http://www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ventilation.html

16. Health and Safety Executive (HSE), Maintenance, Examination and Testing of Local Exhaust Ventilation, 2004.

17. The Occupation Safety & Health Division, Ministry of Manpower, Guidelines on Design, Operation and Maintenance of Local Exhaust Ventilation Systems. Singapore: Ministry of Manpower; 2003 .

18. Health and Safety Executive (HSE), Assessing And Inspecting Local Exhaust Ventilation (LEV) Systems. Disease Reduction Programme; 2009 .

19. US Occupational Safety and Health Administration (OSHA) 2010, Ventilation Investigation, OSHA Technical Manual (OTM)III, Chapter 3. Washington, DC: US Department of labor; 2010 .

20. Jackson, R. S. "Monitoring Local Exhaust Ventilation Systems." Annals of Occupational Hygiene. 1976; 19(3-4): 309-312.

21. American Conference of Governmental Industrial Hygienists." Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice. 24th ed. Cincinnati :Ohio ACGIH; 2001 .

22. US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), NIOSH Manual of Analytical Methods Method No. 500, NIOSH, Cincinnati, OH, 4th ed. 1994, 1998 suppl. http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-i.html

23. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices 24th ed. Cincinnati : Ohio; 2010.


[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

24. Vermulen.R, Dehartug.j, swuste.p, kromout.h, Trend in exposure to inhalable partical and Dermal contamination in the rubbur, manufacturing industry, the annals off occupational hygiene. 2000; 44(5):343-350.

25. Ghorbani shahna F, Golbabaee F. Present design of local exhaust ventilation system to control of ambient air pollution in the workshoppress at rubber parts production industry. University of medical science and health Journal yazd. 2004; 12(1): 57-66.

26. Mortazavi MM, Matin AH, Kakoee H, Hoseinjor A. Design and evaluation of local exhaust ventilationsystem at control of toxic vapor and crystal dusts in a foundry. Proceeding of The 3rd National Venialation & Hygiene Conference, 2012, Sharif University of Technology.Tehran, Iran .[Persian].

27. Aliabadi M, Bahrami A, Mahjoob H, Ghorbani shahna F, Golbabaee F. Effect of local exhaust ventilation to reduce worker exposure to silica dust at air stone crushing workplaces' Hamadan province. Proceeding of The 10th National Conference of Environmental Health; 2007; Hamadan, Iran.[Persian.[

28. Ojima J. Efficiency of a Tool-mounted Local Exhaust Ventilation System for Controlling Dust Exposure during Metal Grinding Operations. Industrial Health. 2007; 45:817-9.

29. Croteau G, Guffey S, Flanagan M, Seixas N. The effect of local exhaust ventilation controls on dust exposures during concrete cutting and grinding activities. AIHA J. 2002; 63(4):458-67.

30. Dunn, K. H., S. A. Shulman, A. B. Cecala, and D. E. Venturin. "Evaluation of a local exhaust ventilation system for controlling refractory ceramic fibers during disc sanding." Journal of occupational and environmental hygiene. 2004; 1(10): 22-28.

31. Ojima J, Shibata N, Iwasaki T. Laboratory evaluation of welder's exposure and efficiency of air duct ventilation for welding work in a confined space. Industrial Health. 2000; 38:24-9.

32. Glinski, Maciej. "Dust emission and efficiency of local exhaust ventilation during cast iron grinding." International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2002; 8(1): 95-105.

33. Ellhollund B, Moen Be. Chemical exposure in hairdresser salons: effect of local exhaust ventilation. Ann Occup Hyg. 1998; 42(4):277-81.

34. Kikuchi E, Kikuchi Y, Hirao M. Monitoring and analysis of solvent emissions from metal cleaning processes for practical process improvement. The Annals of Occupational Hygiene. 2011; 56(7):829-42.

35. Jamshidi Rastani M, Ghorbani Shahna F, Bahrami A, Hosseini S. Evaluation of Local Exhaust Ventilatio Efficiency to control emissions of Fe2O3 Dust in Ambient Air of the Oxide Screen Unit in steel industry.journal of knowledge and health. 2013; 30(4): 57-66.

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]

*Journal of Occupational Hygiene Engineering*. **2014; 1(3):9-18**

*Research Article*

# Efficiency Assessment of Local Exhaust Ventilation Hoods System for Control of Fe2O3 Dust in the process of Oxide Screen Unit at iron making in steel industry

Mahdi Jamshidi Rastani[1], Abdolrahman Bahrami[2], Shiva Mahmudi Alashti[3], Nahid Rastbala[3], Somayeh Hasani[4]

Received: 8 September 2014 Accepted: 11 November 2014

## Abstract

**Background & Objectives**: Local exhaust ventilation system (LEV) is one of the most common engineering controls methods for the chemical agents in workplaces. This study aimed to determine the efficiency assessment of the LEV system for control of Fe2O3 dust in the process of oxide screen unit at iron making in steel industry.

**Methods**: The LEV system with an extensive network of ducting including 17 hoods was investigated in a cross-sectional study. The First, variations and contradictions of the system and process were compared versus documentation (system plans), then hood Efficiency Assessment accomplished by using of the dust concentration measurement besides of the each hood (source), at two status ON and OFF of LEV system (Repeat three times), by NIOSH 500 method.

**Results**: Result of statistical test between the concentration of pollutants at two status ON/OFF of LEV system, in 7 of 17 hoods, didn't show significantly different ($P < 0.05$). Enclosed hood at the material falling from the tank to the feeder, with 85% efficiency and 3.3±1.5mg/m3 concentration at ON status was the highest efficiency. Two hoods, one enclosed hood at material falling from the Feeder into the screen and other unenclosed at material falling from conveyor to conveyor (small size at below screen), both with 2% efficiency and the 243.2±73.5 and 3462.4±1339 mg/m3 concentration demonstrated the lowest efficiency at ON status. Also the highest concentration of contaminants was at the unenclosed hood installed in the place of pellets falling from the conveyor into the tank with 5.03g/m3 and efficiency of 7%.

**Conclusion**: The few hoods of the investigated LEV did not have appropriate performance and had different efficiency. Even, some hoods (branches) show negative efficiency due to return of contaminant from the hood to workplace area.

**Keywords**: Local Exhaust Ventilation, Steel Industry , Efficiency

**Please cite this article as:** Jamshidi Rastani M, Bahrami A, Mahmudi Alashti S, Rastbala N, Hasani S. Efficiency Assessment of Local Exhaust Ventilation Hoods System for Control of Fe2O3 Dust in the process of Oxide Screen Unit at iron making in steel industry. *Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(3):9-18.*

1. MSc of Occupational Health, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.
2* . (Corresponding author) Professor of Occupational Health, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: abahrami@umsha.ac.ir
3. BSc of Occupational Health Student, School Of Public Health, Shahroud University Of Medical Sciences Shahroud, Iran.
4. BSc of Occupational Health, Health Network of MinooDasht, Golestan University Of Medical Sciences Golestan, Iran

[ Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-01 ]