



## مروری بر انواع آلاینده های درون ساختمان و اثرات آنها بر سلامت ساکنان

فرید لقمانی<sup>۱\*</sup>، کامران رحیمی<sup>۲</sup>، احمد محمدی<sup>۳</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست

### چکیده

امروزه مسئله آلودگی هوا در بسیاری از شهرهای بزرگ مورد توجه قرار گرفته است، در حالی که آلودگی هوای درون ساختمان ها مسئله بسیار جدی تر و خطرناک تر برای سلامت انسانها است. وجود آلاینده ها در هوای داخل ساختمان ها علاوه بر این که محل راحتی و آسایش ساکنان خواهد بود، تماس طولانی مدت با آنها میتواند آسیب های بسیار جدی و یا حتی مرگ را به دنبال داشته باشد. به طور کلی آلاینده هایی از قبیل فرمالدهید، مونوکسید کربن، آزبست، جیوه، ذرات معلق، رادون، آلرژن ها از مهم ترین عوامل تاثیر گذار بر روی کیفیت هوا در محیط های داخلی محسوب میشوند. هدف ما از این مقاله بررسی انواع آلاینده های هوا در مکان های داخلی، تعیین منابع انتشار آنها و همچنین تاثیر هر کدام بر روی سلامت انسان میباشد.

**کلمات کلیدی:** آلودگی، هوای درون ساختمان، کیفیت هوا، منابع آلاینده



## مقدمه:

امروزه اقدامات زیادی در جهت بهبود کیفیت هوا در محیط های ساختمانی (خانه ها، محل کار، مدارس و...) انجام میشود و دلیل اصلی آن افزایش شکایات ساکنان از کیفیت هوای داخلی (IAQ)<sup>1</sup> میباشد. IAQ اشاره به کیفیت هوا درون ساختمان ها دارد و توسط دو فاکتور مهم غلظت آلاینده ها و شرایط گرمایی (دما و میزان رطوبت نسبی)، که تاثیر گذار بر روی سلامت و عملکرد ساکنان و کارکنان هستند، نشان داده میشود. افزایش استفاده از مواد شیمیایی، تمایل برای زندگی در ساختمان های کوچک و تنگ، کاهش تهویه هوا به منظور ذخیره انرژی، به تعویق انداختن مسائل مربوط به تعمیرات و سایر خدمات ساختمانی برای کاهش هزینه ها همه و همه باعث کاهش کیفیت هوای درون ساختمان ها شده است و در نتیجه این امر منجر به افزایش گلایمندی ساکنان از هوای خفه کننده و بد ساختمان، افزایش علائم بیماری ها و حتی در مواردی باعث درگیری هایی میان ساکنان با مالکان و مدیران میشود. بنابراین این مسئله، با توجه به قوانین حقوق بشر که میگوید هر کسی حقوقی در مورد تنفس هوای سالم در محیط داخل ساختمان دارد، به عنوان یکی از مهم ترین مسائل زیست محیطی و سلامت جهانی تبدیل شده است.

به منظور حل مسائل مربوط به کیفیت هوای داخلی ما به مجموعه ای از متخصصان نیازمند هستیم تا نظریاتشان در مورد طراحی، برنامه ریزی و اجرای اقدامات لازم در جهت بهبود (IAQ)، و همین طور برنامه های کنترلی را در اختیار ما بگذارند. به طور کلی متخصصان نیازمند شناسایی یکسری از پارامترهای کلیدی هستند که باید در هوای داخلی ساختمان های مختلف بر اساس کاربری که در حال حاضر دارند مانند تجاری، مسکونی یا مکان های حساس (مکان های حساس شامل مدارس، بیمارستان ها و بناهای های قدیمی میباشد. به این علت حساس نامیده میشود که کارکنان و یا ساکنان آن از قشر های آسیب پذیر مثل کودکان، سالمندان و زنان هستند.) اندازه گیری شوند.

## پارامترهای اندازه گیری:

مهم ترین پارامترهای موثر در کیفیت هوای داخلی، پارامترهای آسایش نام دارند که عبارتند از جریان هوا، دما و میزان رطوبت نسبی. در برخی از منابع، اندازه گیری دو پارامتر دما و رطوبت نسبی را الزامی اعلام شده است. به منظور اندازه گیری این دو پارامتر مهم میتوان از ابزارهای بسیار ساده ای مانند دماسنج، رطوبت سنج و یا یک ترموهیگرومتر الکتریکی استفاده نمود.

امروزه برای تعیین IAQ علاوه بر اندازه گیری پارامترهای آسایش، میزان ناخالصی هایی مانند سطح گاز دی اکسید کربن موجود در هوای را هم بررسی میکنند. سنجش میزان این ناخالصی ها را اندازه گیری های زیست محیطی مینامند. به منظور تعیین میزان دی اکسید کربن، از لوله های جاذب استفاده میشود که هم ارزان قیمت بوده و هم به آسانی در دسترس است. ولی این وسیله به علت دقت پایینی که دارد (۲۵٪)، ارزش چندانی در تشخیص کیفیت هوای داخل ندارند. بنابراین برای اندازه گیری دقیق تر از دستگاه

<sup>1</sup> indoor air quality



طیف سنجی مادون قرمز دیجیتال استفاده میشود که هم دقیق تر و هم از نظر هزینه ای بالا تر بوده. در این زمینه باید توجه داشت که اگر در محیط بسته ای میزان اندازه گیری شده بالای ۱۰۰۰ ppm بود باید وسایل احتراقی را به طور دقیق مورد بررسی قرار داد چون یکی از عوامل آن میتواند احتراق نادرست این گونه وسایل باشد که همچنین این مسئله ممکن است منجر به تولید گاز سمی مونوکسید کربن هم بشود. سایر پارامترهای ضروری در اندازه گیری های IAQ عبارتند از: اندازه گیری  $PM_{10}$  و  $PM_{2.5}$ ، کربن های آلی فرار  $VOC^2$  مثل فرمالدهید، گاز ازن و مونوکسید کربن.

به منظور این که اندازه گیری ها به بهترین نحو ممکن صورت بگیرد ما باید به یک نکته اساسی توجه داشته باشیم و آن هم نمونه برداری است. نمونه برداری درست و مناسب از یک سایت بستگی زیادی به اهداف نمونه برداری دارد. در امر نمونه برداری ما با سه پرسش مهم رو به رو هستیم. اول اینکه نمونه برداری در کجا انجام میشود؟ بدین معنی که محیط مورد مطالعه ما اداری، تجاری، مسکونی، بیمارستان و یا مدرسه است. بعد از تعیین سایت مناسب برای پایش/نمونه برداری، ما باید مکان های مناسب را در درون آن محیط و یا ساختمان تعیین کنیم. در تعیین یک مکان برای نمونه برداری باید بدانیم که هوا در داخل یک محیط توزیع یکنواختی ندارد. پس ما باید به دنبال مکانی باشیم که بالاترین میزان غلظت ناخالصی و یا آلودگی را دارد. دوم، در چه زمانی نمونه برداری انجام شود؟ همان طور که میدانید غلظت آلاینده ها و یا ناخالصی های موجود در هوای محیط های داخل ساختمان وابسته به عواملی مانند رطوبت، فعالیت های انسانی و دمای هوای محیط است. زمان نمونه برداری باید به گونه ای انتخاب شود که حداقل تاثیر عوامل کمکی را داشته باشیم. البته گاهی انتخاب زمان ممکن است در ارتباط با اهداف کلی تحقیق، قابل قبول و یا امکان پذیر نباشد. از این رو برنامه نمونه برداری باید همیشه اجازه ی برآورد گستره وسیعی از تغییرات عوامل مرتبط را بدهد. سوم اینکه چه تعدادی نمونه برداری صورت بگیرد؟ یکی از اقدامات مهمی که باید قبل از انجام هر گونه نمونه برداری انجام شود، تعیین تعداد نمونه برداری است. دقت در تعیین تعداد نمونه ها امری بسیار ضروری است و باعث میشود که نتایج ما در محدود اطمینان قرار بگیرد. توزیع آلاینده ها و ناخالصی ها در هوای داخل یک ساختمان را میتوان از طریق یک توزیع نرمال لگاریتمی تخمین زد که این توزیع با استفاده از متوسط هندسی و انحراف معیار هندسی مشخص میشود. به طور کلی پیشنهاد میشود که حداقل ۳ نمونه باید جمع آوری شود.

## دلایل آلودگی هوای داخل ساختمان:

۱- تهویه نامناسب: این عامل باعث افزایش سطح آلاینده ها در هوای داخلی میشود چون ورود هوا از محیط خارج ساختمان باعث رقیق شدن انتشارات از منابع داخلی شده. پس در صورت نامناسب بودن تهویه، آلاینده ها از محیط داخل به محیط بیرون منتقل نمیشود و مرتباً در داخل ساختمان تجمع پیدا میکنند.

<sup>2</sup> Volatile Organic Compounds



به طور کلی ورود و خروج هوای بیرون در یک خانه از طریق فرایندهایی مانند: نفوذ هوا، تهویه طبیعی و یا سیستم های مکانیکی تهویه صورت میگیرد. نفوذ هوا بدین معنی است که هوا از طریق درز و یا شکافی موجود در دیوار، کف و یا حتی از میان درها و پنجره ها وارد میشود. در تهویه طبیعی، هوا از طریق باز بودن پنجره ها و یا درها، به علت اختلاف دمای میان هوای درون و بیرون جا به جا میشود.

۲- سطح بالای رطوبت و دما: این دو عامل افزایش غلظت یکسری از آلاینده ها را در پی دارد.

۳- وجود منابع آلاینده در محیط های خانه ها: مهم ترین منابع تولید آلودگی عبارتند از، منابع احتراقی از قبیل اجاق های خوراک پزی، بخاری و شومینه که از سوخت هایی مانند گاز، نفت، چوب، زغال سنگ استفاده میکنند، مصرف دخانیات، مصالح و کالاهای ساختمانی، پنبه نسوز که برای عایق کاری، کابینت و مبلمان هایی که از چوب های فشرده شده خاص ساخته شده، محصولاتتی که برای تمیز کردن و تعمیرات خانه ها استفاده میشود (غلظت بالای برخی از این مواد تا مدت ها ممکن است در محیط باقی بماند)، سیستم های سرمایشی و دستگاه های رطوبتی، و حتی برخی از آلاینده هایی که از محیط بیرون ساختمان وارد میشود مانند آفت کش ها.

## انواع آلاینده ها و منابع آن:

۱- ذرات معلق قابل استنشاق:

ذرات معلق قابل استنشاق دسته ای از آلاینده های هوا هستند که میتوانند از منابع مختلفی تولید شوند. ذرات معلق موجود در هوا را معمولاً براساس اندازه ای که دارند طبقه بندی میکنند، که مشخص کننده این است که این ذره هنگام ورود به دستگاه تنفسی در کجا رسوب میکند و چه اثرات بالینی در پی خواهد داشت.

یکی از مهم ترین فرایندهای تولید کننده ذرات معلق، احتراق ناقص سوخت ها میباشد که در محیط های بیرونی (فضای باز) کارخانه ها و وسایل نقلیه از بزرگترین منابع آن هستند. در محیط های داخل ساختمانی، دود ناشی از سوختن چوب برای تولید حرارت، وسایلی که سوخت آن ها گاز طبیعی میباشد مانند اجاق گازها، بخاری ها و آبگرم کن ها، دود حاصل از مصرف دخانیات به عنوان اصلی ترین عوامل تولید کننده ذرات معلق میباشد. گاهی ممکن است که ذرات معلقی که در فضای بیرون از ساختمان تولید شده هم میتواند وارد محیط ساختمان شود و غلظت شان به طور چشمگیری افزایش یابد. این مسئله در مورد خانه ها و مدارس که، به نواحی پر تردد و پرتراфик و یا نواحی که ساخت و ساز در آن حال انجام میباشد، بیشتر صادق است.



یکی دیگر از عواملی که باعث تولید ذرات معلق میشود، سایش مکانیکی سطوح مواد مانند سنگ ها و صخره ها میباشد که در اثر این فرایند ذرات گرد و غبار به وجود می آید. به طور مثال در مدارسی که از گچ برای آموزش استفاده میشود تولید این ذرات بسیار مشهود است. ذرات گرد و غبار معمولاً بر حسب اندازه و وزنی که دارند میتوانند مسافتی در هوا طی کنند و سپس در جایی رسوب پیدا کنند. این ذرات میتوانند از طریق هوای بیرون ساختمان و یا از طریق رسوب روی لباس افراد وارد محیط هوای داخل ساختمان شود.

ذرات معلق میتوانند به همراه سایر آلاینده ها (مانند ازن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن، مونوکسید کربن و یا آبروسل های اسیدی) در اثر فرایند احتراق، هم در هوای داخل و هم محیط های بیرونی به وجود بیاید. در این صورت اثرات سمی آلاینده به همراه ذرات معلق تغییر میکند و گاهی شدت تاثیر آن افزایش میابد. ذرات معلق بر اساس اندازه ای که دارند بخش های متفاوتی از دستگاه تنفسی و ریه ها را درگیر میکند.

## ۲- آزیست:

آزیست یک اصطلاح است که معمولاً برای توصیف بیش از ۳۰ شکل از الیاف طبیعی سیلیکاته استفاده میشود. این ماده به علت داشتن استحکام و همین طور مقاومت بالای حرارتی، کاربردهای فراوانی به خصوص در ساختمان سازی برای عایق کاری و مقاوم سازی در مقابل آتش سوزی استفاده میشود. مهم ترین مصالح ساختمانی که در آنها آزیست به کار رفته عبارتند از: پوشش پشت بام ها، کاشی های به کار رفته در کف، نواحی سیمانی، نمای ساختمان، پوشش اطراف لوله های آب گرم هستند.

ذرات آزیست در اثر هر گونه اختلال و تخریب در مصالح حاوی آزیست میتوانند وارد هوا شوند. این اختلال ها معمولاً هنگام استفاده از محصولات، عملیات تخریب و یا در طی فرایند تعمیر و نگه داری و بازسازی ساختمان ها به وجود می آید. این ماده برای سلامت انسان بسیار خطرناک بوده به طوری که در بسیاری از کشور استفاده از این ماده ممنوع اعلام شده. به طور کلی مهم ترین بیماری های ناشی از تماس با آزیست شامل موارد زیر میباشد.

## ۲-۱ مزوتلیوما:

مزوتلیوم پرده ای است که اطراف قلب، ریه ها و همین طور شکم وجود دارد. این پرده از خود مایع روغنی ترشح کرده که باعث تسهیل عملکرد این اندام ها میشود و در صورت عدم وجود آن فعالیت این اندام ها با مشکل مواجه میشود. به طور کلی سرطانی شدن این پرده ظریف مزوتلیوما مینامند. گزارش ها نشان داده است که در حدود ۹۰-۱۰۰٪ از افرادی که مبتلا به بیماری مزوتلیوما شده اند در تماس با آزیست قرار داشته اند.



۲-۲ سرطان ریه ها :

در اثر تماس مزمن با آزبست نوعی سرطان ریه به نام ((برانکوژنیک کارسینوما)) به وجود می آید. البته کشیدن سیگار از دیگر دلایل مهم ایجاد این سرطان میباشد.

۲-۳ آزبستوزین:

نوعی بیماری دستگاه تنفسی است که طی آن ریه ها ملتهب شده و باعث تنگی نفس و سرفه میشود. این بیماری در اثر تماس با آزبست در غلظت های بالا و استنشاق ذرات آزبست به وجود می آید.

۳- مونوکسید کربن:

مونوکسید کربن ، گازی بیرنگ ، بی بو و بی مزه میباشد که در اثر احتراق ناقص سوخت های کربن دار به وجود می آید. این گاز بسیار سمی و کشنده ، قدرت بالایی در ترکیب با هموگلوبین خون (۲۴۰ برابر بیشتر از اکسیژن) دارد و یکی از مهم ترین عوامل مرگ و میر مخصوصا در فصول سرد سال به شمار میرود. هنگامی افراد تحت تاثیر این گاز قرار میگیرند با علائمی نظیر سردرد ، سر گیجه و اختلال در دید مواجه میشوند و اگر غلظت این گاز در محیط افزایش یابد می تواند منجر به مرگ شود.

از عمده ترین منابع تولید کننده این گاز می توان به اجاق گاز ، بخاری ها ، آبگرم کن و به طور کلی وسایلی که مصرف سوخت دارند ، اشاره نمود. البته یکی از منابعی که تاکنون کم تر به آن توجه شده ، مصرف دخانیات مخصوصا سیگار است که چیزی در حدود ۴۰۰۰۰ ppm مونوکسید کربن تولید میکند. شایان ذکر است که غلظت و به تبع آن خطرات ناشی از این گاز برای ساختمان هایی که از لحاظ تهویه با مشکل رو به رو هستند به مراتب بالا تر است. براساس گزارش EPA حد مجاز این گاز در فضای خانه باید ۱۰ ppm و یا حتی کم تر از آن باشد. نیمه عمر مونوکسید کربن در خون انسان، حدود ۵ ساعت برای افرادی که در فضای اتاق تنفس میکنند ، و برای افرادی که با ماسک اکسیژن تنفس میکنند در حدود ۱ ساعت میباشد.

۴- فرمالدهید:

فرمالدهید در تولید محصولات چوبی فشرده شده ، محصولات عمومی خانه مانند حوله و پارچه ، نگه دارنده در رنگ ، لوازم آرایشی ، مقاومت دهنده لباس در مقابل چروک و حتی مواد عایقی که نحوه نادرستی تهیه شده اند میتوانند برای مدت طولانی فرمالدهید انتشار دهند و کیفیت هوای داخل ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد. البته فرمالدهید انتشاری از مواد عایق در طی زمان کاهش می یابد. به علاوه این ترکیب می تواند از طریق اجاق گاز ، سوختن چوب ، آگزوز ماشین و حتی از طریق مصرف دخانیات مثل سیگار هم آزاد میشود (Marbury, 1991).



فرمالدهید میتواند از طریق استنشاق، بلع و یا حتی از طریق مستقیم توسط پوست وارد بدن انسان شود. این ترکیب به سرعت جذب میشود و اثر سمیت آن مربوط به جایی است که از آن منتشر میشود، یعنی با فاصله گرفتن از محل انتشار اثر آن کاهش می یابد. دستگاه تنفسی ابتدایی ترین مکانی است که فرمالدهید روی آن اثر می گذارد. به طور کلی اثرات فرمالدهید هم مانند سایر آلاینده ها به دو دسته حاد و مزمن تقسیم بندی میشود. مواجهه مزمن با این ماده می تواند منجر به سرطان به خصوص سرطان دستگاه تنفسی شود و از مهم ترین اثرات حاد آن می توان به آب ریزش چشم ها و بینی، خس خس کردن سینه، تشدید آسم و واکنش های آلرژیک اشاره نمود.

#### ۵- جیوه:

جیوه از دسته عناصر سنگین است که در طبیعت به سه شکل متفاوت جامد، مایع و گاز یافت میشود. این فلز به علت فراریتی که دارد می تواند در دمای محیط به صورت گاز بی رنگ و بی بو یافت شود. جیوه را می توان هم در نمک های معدنی و هم در ترکیبات آلی یافت. در طبیعت، دسته ای از باکتری ها هستند که جیوه را به شکل متیل جیوه در می آورند.

شکل های مختلف جیوه را می توان در نواحی متفاوتی از محیط یافت به طور مثال فرم فلزی جیوه در خانه ها و محل کار، فرم نمک های معدنی جیوه را در کرم های زیبایی و برخی از داروهای گیاهی و ترکیبات آلی جیوه را در غذاهایی مانند غذاهای دریایی به خصوص ماهی های صیاد (به علت تجمع زیستی)، برخی داروها و به عنوان ماده نگه دارند در رنگ ها میتوان یافت. و اما در نواحی داخلی ساختمان جیوه از طرق مختلفی وارد هوا میشود. شکسته شدن تجهیزات پزشکی مانند دماسنج ها، لامپ های کم مصرف (فلورسنت) که در اثر تحریک بخار جیوه تولید نور میکند، از اصلی ترین دلایل وجود جیوه در هوای داخل یک ساختمان به شمار میرود. بخار جیوه می تواند بر روی سیستم مرکزی عصبی افراد تاثیر بگذارد و باعث بروز مشکلاتی از قبیل بی خوابی، سردرد، سرگیجه، تغییرات در بینایی، افسردگی میشود.

#### ۶- آلرژن ها:

آلرژن های درون ساختمان ها، دسته از مواد آلرژی زا می هستند که منبع آن ها درون خانه یا محل کار قرار دارد (Martinez, 1999). رایج ترین نوع آلرژن هایی که در محیط های داخلی وجود دارند مربوط میشوند: ۱- دسته ای از حشرات ریز به نام (*D. pteronyssinus*) که معمولا در تشک، بالش، کوسن ها زندگی میکنند. اندازه ی این موجودات چیزی در حدود ۰/۳-۰/۲۵ میلی متر است و طول عمر آنها برای نرها ۱۰-۱۹ روز و برای ماده ها تا ۷۰ روز است ۲- حیوانات خانگی مثل سگ و گربه ۳- گل و گیاه هایی که در ساختمان ها نگه داری میشوند. شایان ذکر است دسته ای از آلرژن ها مانند ذرات گرد و غبار ممکن از محیط های بیرونی وارد هوای داخل شود، این ذرات به عنوان آلرژن های درونی محسوب نمیشوند چون منبع آنها مربوط به داخل نمیشود. آلرژن ها معمولا باعث التهاب میسرهای هوایی شده و در نتیجه ناراحتی های تنفسی را ایجاد میکند.



## ۷- گاز رادون:

گاز رادون از دسته گازهای خنثی در جدول تناوبی است که بی رنگ، بی بو و بی مزه است و در اثر فروپاشی اورانیوم ۲۳۸ و به خصوص رادیوم ۲۲۶ به وجود می آید. این گاز نیمه عمری در حدود ۳/۸ روز دارد و از خود ذرات مضر به نام آلفا ساطع می کند. از منابع این گاز می توان به سنگ، خاک و مصالح ساختمانی حاوی اورانیوم اشاره کرد. گاز رادون در محیط بیرون از ساختمان به سرعت ناپدید می شود ولی در نواحی درون ساختمان ها غلظتشان بالا می رود و معمولا از طریق درز و شکافهای موجود در دیوارها و درها نفوذ می یابند. خانه هایی که از لحاظ کارایی و مصرف انرژی در سطح بالایی قرار دارند، معمولا با هوای بیرون از ساختمان کم ترین ارتباط را دارند، بنابراین در این خانه ها گاز رادون بیشتر تجمع پیدا می کند (شدت این مسئله برای خانه هایی که در طبقات پایین تر قرار دارند بیشتر است).

از مهم ترین مواردی که در زمینه بررسی غلظت گاز رادون در محیط درونی یک ساختمان و همین طور تاثیرات این گاز بر روی ساکنین باید به آن توجه ویژه شود این است که افراد چه مدت زمانی را در خانه سپری می کنند؟ کسی از اعضای این خانواده مصرف کننده ی دخانیات است و یا نه؟ چند مرتبه در ها و پنجره ها باز و بسته شده اند.

مواردی که ذکر شدند همگی از دسته آلاینده هایی هستند که معمول میباشند. ولی دو دسته از منابع آلاینده هستند که کم تر به آنها توجه میشود. این منابع عبارتند از:

### ۱- خوش بو کننده ها:

یکی از روش هایی که از قدیم تا به امروز برای خوشبو کردن هوا، برپایی مراسم های دینی و یا قومی و همین طور برای بهره گیری از خواص درمانی برخی گیاهان دارویی استفاده میشود، سوزاندن بخش هایی از گیاهان معطر است. در هر کشوری بر اساس رسم و رسوم های مذهبی و تاریخی که دارند، گیاهان متفاوتی را مورد استفاده قرار میدهند. به طور مثال در کشورمان ایران سوزاندن اسپند و یا اسفند که نوعی گیاه خودرو در نواحی کویری است در بسیاری از مراسم ها و مکان ها مرسوم است و یا در کشورهایمانند چین، هند، ژاپن از دیرباز، عود در بسیاری از مراسم های تشریفاتی و مذهبی سوزانده میشود که این عود ها معمولا از گیاهانی مانند فلوس، دارچین و صندل میباشد. در اثر سوختن عود ها، آلاینده هایی از قبیل مونو کسید کربن، دی اکسید کربن، اکسید های ازت، متان،  $PM_{10}$  و  $PM_{2.5}$ ، ترکیبات آلی فرار تولید خواهد شد. امروزه تحقیقات نشان داده که استفاده از این خوش بو کننده ها باعث تحریک و بروز مشکلاتی برای دستگاه تنفسی میشود.





## ۲- شمع:

در بسیاری از کشورها روشن کردن شمع به عنوان یک رسم محسوب میشود. امروزه مشخص شده که با روشن شدن هر شمع مقدار زیادی از آلاینده ها تولید میشود و میتوان آنرا به عنوان یک منبع مهم آلاینده، در درون ساختمان ها دانست. همان طور که میدانید شمع از پارافین و یا موم ساخت میشود و حاوی زنجیره های سنگین هیدروکربنی میباشد. زمانی که شمع میسوزد آلاینده های گازی نظیر مونو کسید کربن، دی اکسید کربن، دی اکسید نیتروژن، اکسید نیتروژن، متان و ذرات معلق تولید میشود. به طور کلی نحوه سوختن شمع به سه حالت تقسیم میشود: حالت اول) سوختن به صورت نرمال بوده و دود قابل مشاهده ایجاد نمیشود. حالت دوم) در حین سوختن دود سیاه تولید میشود. حالت سوم) در زمان سوختن دود سفید تولید میشود. در هر کدام از این حالت ها ذرات معلق با اندازه های متفاوتی منتشر میشود که می تواند منجر به ناراحتی های تنفسی شود.

## نتیجه گیری:

آلودگی هوای داخل ساختمان ها یکی از بزرگترین عوامل تهدید کننده سلامت انسان ها است که سالانه جان میلیون ها انسان را میگیرد. با وجود مضرات زیادی که این آلاینده ها برای جوامع بشری (مخصوصا برای زنان خانه دار و کودکان)، باز این مسئله از دید عموم دور می ماند و به همین علت امروزه آنها را قاتل های خاموش نام نهاده اند. حال با مشخص شدن اهمیت این موضوع، به منظور حفظ سلامت ساکنان ساختمان ها و به حداقل خطرات آلاینده های ذکر شده، آگاهی از یکسری اقدامات پیشگیرانه و کنترلی الزامی به نظر میرسد.

یکی از مواردی که در این زمینه اکیدا توصیه میشود، عدم مصرف دخانیات در فضای داخلی خانه ها میباشد. آلاینده های ناشی از مصرف دخانیات بر اساس تاثیری که بر روی سلامت انسان میگذارد و همین طور بر اساس فاز آلاینده ها تولیدی تقسیم بندی میشود. به طور کلی ترکیبات حاصل از مصرف دخانیات را براساس تاثیرشان، میتوان به ۳ دسته اصلی تقسیم نمود که شامل عوامل سرطان زا، سمی و محرک میباشد. ترکیباتی مانند مونوکسید کربن، نیکوتین و هیدرون سیانید به علت تاثیر بیولوژیکی که بر روی سلامت انسان میگذارند در دسته عوامل سمی قرار میگیرند. ذرات معلق قابل تنفس، آلدهیدها، فنول، آمونیوم و دی اکسید گوگرد از مهم ترین محرک ها به شمار میروند. دسته ای از ترکیبات هستند که هم محرک هستند و هم سمی، که نیکل و کادمیوم در این دسته جای دارند. امروزه مشخص شده است که چیزی بیش از ۴۰ ترکیب در دود سیگار وجود دارد که سرطان زا میباشد. از هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای، بنزوپرین ها و از دسته ترکیبات فرار، نیتروآمین ها از مهم ترین ترکیبات سرطان زا در دود سیگار میباشد.

دومین اقدام مهم به منظور کاهش آلاینده ها در یک ساختمان، استفاده از انرژی های پاک (انرژی خورشیدی) به جای سوخت های فسیلی (نفت و گاز) است. در حال حاضر ما برای درست کردن غذا، گرم کردن هوای داخل ساختمان و یا حتی گرم کردن



آب برای مصارف روزانه از وسایل گاز سوز استفاده میکنیم که هر کدام به نوبه ی خود تاثیر زیادی بر روی کیفیت هوای داخل یک ساختمان میگذارد. تحقیقات نشان داده است که ما در ایران تقریباً ۳۰۰ روز آفتابی داریم، بدین معنی که یک منبع بسیار خوب و پاک را در اختیار داریم که میتواند منبع جایگزین مناسبی برای ما به حساب آید.

سومین اقدام این است که در هنگام طراحی و ساخت یک ساختمان، در کنار توجه به مسائل مربوط به مصرف انرژی باید به مسئله تهویه هوا چه به صورت مکانیکی و چه به صورت طبیعی (از طریق درب ها و پنجره ها) توجه بیشتری شود.

## منابع:

Amitai Y, Zlotogorski Z, Golan – Katzav V, Wexler A , Gross D.( 1998 ).Neuropsychological impairment from acute low-level exposure to carbon monoxide. Arch Neurol. 55:845-8.

Alberts WM.Indoor air pollution : NO,NO<sub>2</sub> ,CO , CO<sub>2</sub> .( 1994) .J Allergy Clin Immunol. 94:289-295.

Abu – jarad F, Fremlin JH.( 1984 ) . Seasonal variation of radon concentration in dwellings. Heal Physics 46:1126 -1129.

Broder I, Corey P , Brasher P,Lipa M , Cole P.( 1991 ). Formaldehyde exposure and health status in households. Environ Heal Persp. 95:101-4.

Boner AL,Bodini A, Piacentini GI .( 1998 ) .Environmental allergens and childhood asthma.Clinical & Experimental Allergy. 28 Suppl 5 :76-81.

Council on Scientific Affairs. (1991).AMA.Abestos removal, health hazards, and the EPA.AMA, 266:696-7.

Elizabeth F,Paul M,Alan W, RobertW,Indoor air pollution affecting child health , A project of the American college of medical toxicology ,November 2000.

Fine PM, Cass GR, and Simoneit BR .(1999). Characterization of fine particle emission from burning church candles. Environmental Science and Technology 33: 2352--2362.

Gerhard T, Max A. Z . (1984) .Indoor Air Pollution by Smoke Constituents-A Survey. Preventive Medicine 13, 570-581.

Janssen NA, Hoek G,Brunekreef B,Harssema H.( 1999) .Mass concentration and elemental composition of PM<sub>10</sub> in classrooms.Occ Environ Med , 56:482-7.

Jetter JJ, Guo Z, McBrian JA, and Flynn MR .(2002). Characterization of emission from burning incense. The Science of Total Environment 295: 51--67.

# International Conference on Environmental Science, Engineering & Technologies (CESET 2015)

5-6 May 2015, University of Tehran, Tehran, Iran



Maldonado E.A.B. and Woods J.E. (1983) .A method to select Locations for indoor air quality sampling. Building Envir. 18, 171-180.