

## بررسی عوامل آلودگی داخلی ساختمان و راه کارهای مقابله با آنها

معصومه حسن زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

Masoomeh.hassanzadeh@gmail.com

الهه اصغری

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

a.asghari.۲۱@gmail.com

فرناز پره‌نر

دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

f.porhonar@gmail.com

### چکیده

همزمان با افزایش جمعیت شهرها و ماشینی شدن تمام فعالیت های بشری و اهمیت پیدا کردن بیش از پیش منابع انرژی، بشر به سمت حفظ و حراست از انرژی های در دسترس رفت و فضای داخل ساختمان ها را در برابر خروج انرژی عایق کرد. این کار تا جایی پیش رفت که فضای داخلی ساختمان تبدیل به یک کپسول هوا شده و نقش تهویه روز به روز پر رنگ تر شد؛ اما بروز و شیوع بیماری های خاص و منشاء ناشناخته آنها بشر را به فکر در مورد عوامل آلودگی داخلی ساختمان انداخت. در این مقاله سعی بر آن شده علاوه بر معرفی تعدادی از آلاینده های مهم داخلی، نحوه ورود آنها به فضای بسته ی در دسترس انسان و فعالیت ها و رفتارهای ساکنین و استفاده کنندگان از آنها مورد بحث واقع شده و اثر سوء هریک از این موارد در آلودگی هوا به طور نسبی مشخص شده است. همچنین در برخی موارد راه های جلوگیری از ایجاد و ورود آلاینده ها و مقابله با آن ها نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: آلاینده، داخلی، راه مقابله، انتشار

علت اصلی مشکل کیفیت بد هوای داخل خانه ها، آزاد شدن گازها و یا ذرات معلق در داخل محیط می باشد. عدم استفاده از تهویه مناسب می تواند میزان آلودگی داخل خانه را چند برابر افزایش دهد. کمبود ورود مقدار کافی از هوای بیرون که باعث رقیق شدن آلاینده های منتشره که ناشی از منابع داخلی هستند، یکی از علل آلودگی بیشتر فضاهای داخلی است. از طرفی بدون خروج و انتقال کامل هوای آلوده داخل به بیرون غلظت آلودگی شدت یافته و ماندگار می شود. مقدار رطوبت و دمای بالا نیز در هوای داخل تاثیر گذاشته و باعث تراکم آلاینده ها و افزایش آلودگی می گردند. تا جایی که محققان اعلام نموده اند که آلودگی هوا در محیط های بسته ۳ تا ۸ برابر بیشتر از فضای باز است. افرادی که ساعت های متوالی در یک اتاق بسته می نشینند به علت کمبود اکسیژن و انباشتگی آلاینده ها، بیش از حد معمول دچار سردرد، گلودرد، خارش چشم، سرما خوردگی، ناراحتی های قلبی و تنفسی، حساسیت و آنفلوآنزا می شوند و همچنین زنان و کودکان که زمان بیشتری را در چنین محلی سپری می کنند بیشتر در معرض این آلودگی ها هستند. و طی آمار منتشر شده سالانه ۱,۶ میلیون نفر در اثر این آلودگی های موجود در داخل ساختمان می میرند، یعنی هر ۲۰ ثانیه یک نفر! (بهروزی-۱۳۸۱)

در هر خانه ای عوامل مختلفی باعث تشکیل آلاینده ها می گردند، مانند سیگار یا دود تنباکو، روغن ها، نفت، ذغال، چوب، نفت سفید که برای مصارفی چون سوخت خوراک پزی یا تولید نور و گرما استفاده می شوند، انواع متنوع مبلمان منزل و مصالح ساختمانی نیز آلاینده های مختلفی را به منزل ما می آورند که باعث کاهش کیفیت هوای داخل می گردند. (یزدان داد و مجریان-۱۳۸۹)

اهمیت منابع آلودگی بستگی به مقدار منتشر شده آلاینده و زمان شروع انتشار و اتمام آن و همینطور میزان و چگونگی ایجاد خطر آن دارد. در برخی مواقع خطر انتشار مربوط به خطا در کنترل و استفاده از آن می باشد. برای مثال نصب غلط یک بخاری گازی. (علیایی و همکاران-۱۳۹۱)

معرفی آلاینده ها:

همانطور که گفتیم در هر خانه ای عوامل مختلفی باعث تشکیل آلاینده ها می گردند. علاوه بر این راه نفوذ آلاینده های خارجی نیز به داخل خانه از طریق بازشوهای معماری همواره باز است. در جدول شماره ۱ به معرفی و دسته بندی آلاینده های داخلی و خارجی، و نیز نحوه انتشار آن ها پرداخته ایم.

جدول ۱ معرفی آلاینده های داخلی و خارجی و نحوه انتشار آنها

آلاینده	منبع انتشار	محل
دی اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، ازن، ذرات، مونوکسید کربن، ترکیبات آلی	منابع ثابت	خارج ساختمان
مونوکسید کربن، سرب، اکسیدهای نیتروژن	مناطق صنعتی، مراکز تولید انرژی	
رادون، میکروارگانسمها	وسایط نقلیه	
	خاک	داخل ساختمان
	مواد ساختمانی	
رادون	سنگ، بتن	
فرمالدئید، ترکیبات آلی	روکشها و مواد چوبی	
فرمالدئید، پشم شیشه	عایق بندی	
آزبستوز	مواد به تعویق اندازه و ضد حریق	
ترکیبات آلی، سری	رنگ	
	تأسیسات و تجهیزات	
مونوکسید و دی اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، ترکیبات آلی، ذرات	سیستمهای گرمایش، آشپزخانه ها	
ازن	دستگاههای فتوکپی	
میکروارگانسمها، ایاف	سیستمهای تهویه	
	ساکنین	
دی اکسید کربن، بخار آب، بوها، میکروارگانسمها	فعالیت متابولیک	
	فعالیت بیولوژیک	
	فعالیت انسانی	
مونوکسید کربن، ذرات	استعمال دخانیات	
ترکیبات آلی، بوها	تمیزکاری	
ترکیبات آلی، بوها	اوقات فراغت، کارهای هنری	

همانطور که در جدول اشاره شد، آلاینده های داخلی گستره وسیع تری را نسبت به آلاینده های خارجی دارا می باشند. (بهریزی- ۱۳۸۱)

در ادامه به بررسی هر یک از عوامل آلودگی داخلی می پردازیم:

### ۱-رادون

گاز رادون به عنوان یکی از اصلی ترین مواد رادیواکتیو و خطرناک موجود در طبیعت به شمار می رود و از لحاظ فیزیکی گازی است خنثی، بی بو، بی طعم، نامرئی و جزو گازهای بی اثر و نادر به شمار می آید (شکل شماره ۱).

شکل ۱- جایگاه رادیوم در جدول تناوبی

این گاز محصولی از اورانیوم و رادیوم طبیعی موجود در زمین است. اورانیوم عنصری است که در مقادیر متفاوت در انواع سنگ و خاک در سراسر جهان یافت می شود و از طریق خاک و صخره ها آزاد شده و فرصت رسیدن به سطح زمین و تجمع در محیط های بسته به خصوص منازل و محیط های کار را پیدا می کند. بنابراین اورانیوم و رادیوم موجود در خاک و سنگ به عنوان اولین منبع تولید کننده این گاز مطرح هستند.

همچنین به دلیل قابلیت انحلال در آب، به طور طبیعی در آب های زیر زمینی یافت شده و این منابع به عنوان دومین منبع مهم انتشار رادون محسوب می شوند. (وهاب زاده-۱۳۸۸)

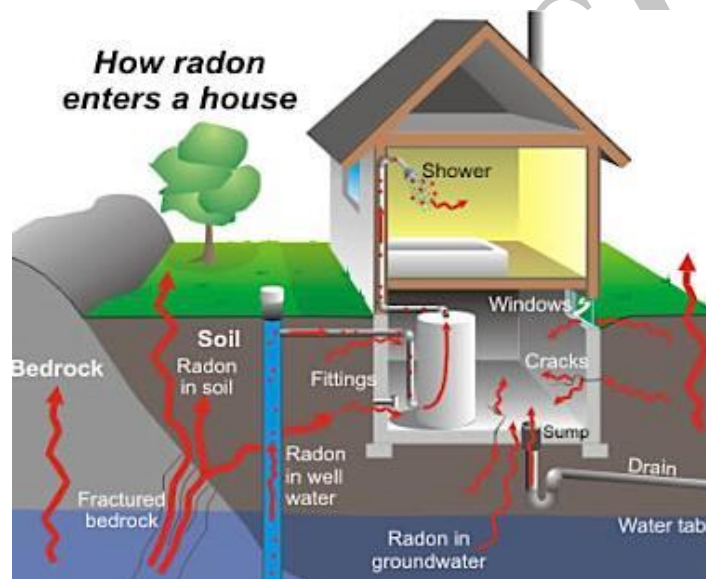
### ۱-۱- نحوه انتشار رادون در فضای بسته

گاز رادون با توجه به منبع تولیدی از طریق ترک های موجود در کف ساختمان، اتصال دیوارها به کف، ترک دیوارها، حفره های کف ساختمان از قبیل چاهک ها و زهکش ها، حفره های مابین بلوک های بتونی که پر نشده اند، قطعی ها و بریدگی هایی که جهت انقباض و انبساط در نظر گرفته شده اند، حفره های اطراف لوله کشی سرویس های بهداشتی و حفره های داخل دیوار به تدریج وارد ساختمان شده و بسته به جریان و فشار هوا و دیگر شرایط ساختاری ساختمان در آن تجمع می یابد. در کل مهمترین منبع ورود گاز رادون



نشت آن از پی ساختمان‌ها به داخل ساختمان است که این پدیده در اثر نوسان فشار رخ می‌دهد. فشار پایین در داخل یک ساختمان (فشار منفی) موجب خروج گاز رادون از خاک‌های پی و نفوذ آن به داخل ساختمان می‌شود. این نوسان فشار بر اثر عواملی مختلفی نظیر بالا بودن هوای داخل ساختمان، هوای مصرفی توسط بخاری، اجاق و مشعل و غیره و نیز تهویه مکانیکی یا هوای تخلیه شده به بیرون توسط هواکش داخل آشپزخانه، حمام و دستشویی رخ می‌دهد. مجموع این عوامل باعث افت فشار و در نتیجه ایجاد فشار منفی گردیده و میزان آزادسازی گاز رادون را افزایش می‌دهد (مکرمی، خوانین-۱۳۹۱)

رطوبت و مقدار آب موجود در زمین نیز میزان آزاد سازی رادون را تحت تاثیر قرار داده و چنانچه آب‌های آشامیدنی خانه دارای بیش از حد استانداردهای موجود حاوی رادون باشد پس از خروج آب از لوله، رادون موجود در آب به صورت گاز متصاعد شده و در محیط بسته خانه انباشته می‌شود. وقتی گاز رادون در اتمسفر و هوای آزاد قرار می‌گیرد غلظت آن بسیار کم است. اما وقتی در یک ساختمان محبوس شود غلظت آن افزایش می‌یابد (شکل شماره ۲). (وهاب زاده-۱۳۸۸)



شکل ۲- راه های نفوذ رادون به داخل ساختمان

#### ۱-۲- تاثیر رادون بر سلامتی انسان

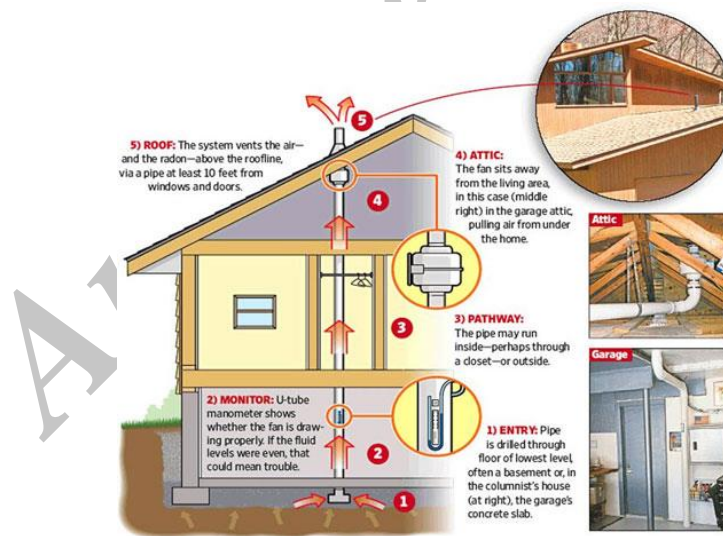
تحقیقات نشان می‌دهند از کل پرتوگیری‌های بشر ناشی از گاز رادون، ۹۵ درصد آن در داخل ساختمان‌ها به ویژه منازل، چهار درصد از هوای آزاد و یک درصد از منابع آب‌های آشامیدنی اتفاق می‌افتد.

رادون موجود در هوا از طریق استنشاق و رادون موجود در آب به علت محلول بودن در اثر نفوذ به داخل بدن، جذب ارگانسیم‌های مختلف بدن شده و می‌تواند عوارض مختلفی را به دنبال داشته باشد.

گاز رادون نسبت به سایر منابع پرتوزا، به تنهایی بیش از نیمی از تابش دریافتی هر فرد را تشکیل می‌دهد و با توجه به اینکه تعداد ذرات آلفا گسیل شده در زنجیره واپاشی گاز رادون زیاد بوده و خود ذره آلفا یکی از خطرناک‌ترین ذرات حاصل از واپاشی هاست (مکرمی، خوانین - ۱۳۹۱) محصولات واپاشی رادون در هوا معلق می‌شوند و هنگامی که استنشاق می‌گردد می‌تواند به بافت ریه بچسبند. تماس با رادون طی سالیان طولانی می‌تواند پیامدهای قابل ملاحظه‌ای رو ریه‌ها داشته باشد. (آصفی، رادمنش - ۱۳۹۱)

### ۳-۱- راه‌های جلوگیری از نفوذ رادون به داخل ساختمان

برای جلوگیری از ورود رادون به داخل ساختمان و اثرات سوء آن بر سلامتی ساکنین و استفاده کنندگان باید دست به انجام کارهایی زد؛ در این میان شناسایی و بازرسی مسیرها و شکاف‌های ورود گاز رادون در اولویت است، استفاده از غشاهای پلاستیکی در زیر فونداسیون به هنگام احداث ساختمان، اصلاح و بهبود سیستم تهویه محیط‌های بسته به خصوص افزایش تهویه در سطوح پایین و کف ساختمان‌ها، عایق بندی و پرکردن شکاف دیوارها و کف ساختمان نسبت به ورود گاز رادون، استفاده از چاهک رادون در زیر کف ساختمان جهت هدایت مستقیم گاز رادون به بیرون (شکل شماره ۳)، نصب یک سیستم تنظیم فشار مثبت جهت افزایش فشار هوای داخل ساختمان نسبت به نفوذ گاز رادون و کاهش تاثیر تقلیل فشار هوا در ساختمان، استفاده از مخلوط بتنی با چگالی بالا و همچنین بلوک‌های بنایی فشرده به جای بلوک‌های توخالی و آنالیز رادیواکتیوی مصالح ساختمانی قبل از استفاده، از عواملی هستند که می‌توانند کمک کننده باشند. (محمودی و همکاران - ۱۳۸۹)



شکل ۳- نحوه نصب چاهک رادون در داخل ساختمان

به طور کلی راه‌های مبارزه با ورود رادون به داخل ساختمان به شرح زیر است:

- طراحی برای کاهش شکاف‌های مهم: دهانه‌های چاه فاضلاب باید بسته شود و درهای بیرونی دریچه گذاری شده محکم باشد.

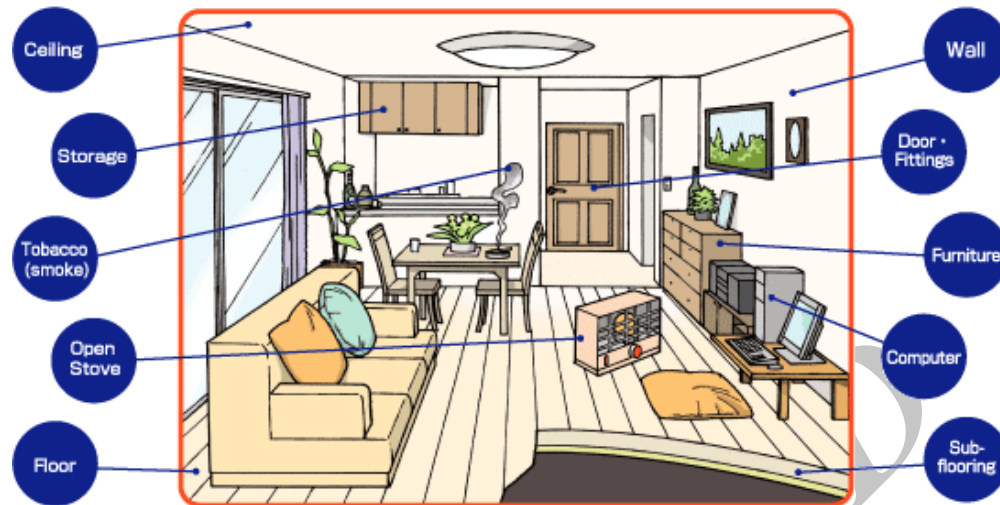
- کاهش دادن شکست های تصادفی با استفاده از کنترل و منفرد کردن اتصالات در دیوار ها و کف پوش ها، اتصالات طراحی شده میتواند به آسانی بسته شود. اگر به خوبی انجام شود هر ترکی در اتصالات رخ خواهد داد و می تواند به آسانی بسته شود.
- پی های دال یکپارچه یک روش موثر برای کاهش ورود رادن است. برای خانه هایی که دال آنها روی شیب است در آب و هوای گرم ریختن پی و دال به عنوان واحد یکپارچه منفرد انجام گیرد.
- استفاده از موادی که جمع شدگی بتن و ترک های بتن را کاهش دهد. (سایز مصالح سنگی بزرگتر و نسبت مناسب آب به مواد سیمانی)
- استفاده از یک لایه ماسه رو ورق نازک پلی اتیلن زیر دال
- میله های ترازبندی بعد از درزبندی دال برداشته شود. در صورت باقی ماندن می توانند راه های ورود رادون به دال را گسترش دهند.
- ساخت قطعات به گونه ای که درزبندی آسان تر شود.
- بتن به خوبی عمل آورده شود.
- همه اتصالات و شکاف ها در دیوار ها یا کف ساختمان، درز بندی و آببندی شود. (اصفی، رادمنش-۱۳۹۱)

## ۲- فرمالدئید

مهمترین گاز آلی آلاینده هوای داخل خانه فرمالدئید می باشد، در حالی که غلظت آن در هوای باز بسیار کم می باشد، مقدار آن در خانه ها اغلب چند برابر بیشتر است. منابع عمده این گاز در خانه، انتشار آن از دود سیگار و از مواد سنتزی حاوی رزینهای فرمالدئید می باشد که در اسفنج اوره فرمالدئید برای عایق بندی و به صورت چسب در تخته های چند لایه و تخته های ساختمانی بکار می رود. (یزدان داد، مجریان-۱۳۸۹)

## ۲-۱- نحوه انتشار فرمالدئید در فضای بسته

این ماده در مواردی چون درزگیرها، فوم های عایق دار، تخته های ساختمانی، تخته های محکم و تخته های کف اتاق کاربرد دارد. (یزدان داد، مجریان-۱۳۸۹). همچنین در محصولات عمومی خانه مانند حوله پارچه، نگه دارنده در رمگ، لوازم آرایشی، مقاومت دهنده لباس در مقابل چروک و حتی عایقی که به نحوه نادرستی تهیه شده اند می توانند برای مدت طولانی فرمالدئید انتشار دهند. (لقمانی و همکاران، ۱۳۹۴)



شکل ۴- نحوه انتشار فرمالدئید در فضا

## ۲-۲- تاثیر فرمالدئید بر سلامتی

به دلیل اینکه رزینهای فرمالدئید در ساخت بسیاری از مواد، مانند تخته سه لایی، اسفنجهای افشانه‌ای و فوم استفاده می‌شوند. این مواد در طول زمان به آرامی فرمالدئید نشر می‌کنند. به این علت، فرمالدئید یکی از مهمترین آلاینده‌های هوای درون خانه است. هنگامی که مقدار اوره فرمالدهید در محیط به حد بالایی برسد برای سلامتی انسان خطراتی را نیز به وجود می‌آورد. این ماده در محیط، فرمالدهید انتشار می‌دهد. نشر فرمالدهید در محیط زیان‌هایی چون سوزش چشم، آسیب به غشای مخاطی، سردرد و احساس سوزش در نای و مشکل شدن تنفس می‌شود. (غلظت‌های بالای ۰٫۱ ppm). فرمالدئید در بدن می‌تواند موجب ایجاد تغییر در پروتئینهای DNA شود. (برازنده و همکاران-۱۳۹۲)

## ۲-۳- راه‌های جلوگیری از نشر فرمالدئید در داخل ساختمان

به طور کلی راه‌های جلوگیری از نشر این آلاینده به شرح زیر می‌باشد:

- استفاده از جایگزین‌های مدرن آن شامل موادی چون ملامین فرمالدهید و پلی‌یورتان
- پوشاندن دقیق اطراف این ماده برای جلوگیری از نشت بخار
- گرفتن تمامی درزهای دیوارها
- پوشاندن به وسیله ورقه‌های وینیلی
- پوشاندن با استفاده از فویل آلومینیومی (یزدان داد، مجریان-۱۳۸۹)



### ۳- ترکیبات آلی

ترکیبات آلی فرار مایعات یا جامداتی هستند که دارای کربن آلی (کربن متصل به کربن، هیدروژن، نیتروژن یا گوگرد) بوده و با سرعت چشمگیری تبخیر می‌شوند. این ترکیبات بعد از ذرات معلق بیشترین فراوانی و تنوع نشر را دارا می‌باشند. فشار بخار مواد آلی فرار به میزانی بالاست که در شرایط نرمال تبخیر بالایی دارند و وارد اتمسفر می‌شوند. این مواد شامل هزاران ترکیب شیمیایی می‌شوند که اثرات نامطلوبی بر روی سلامتی انسان دارند.

#### اصلاحات

- ترکیبات آلی بسیار فرار (v.voc)
- ترکیبات آلی نیمه فرار (s.voc)
- ذرات آلی (pom)

تفاوت دو مورد اول در نقطه جوششان است.

### ۳-۱- انواع ترکیبات آلی فرار داخلی

در محیط‌های غیر صنعتی

۱. هیدروکربن‌های آروماتیک، آلکان‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌های آلیفاتیک، آلدئیدها، کتون‌ها، گلیکواترها، هالوکربن‌ها، سیکلوآلکان‌ها و ترپن‌ها تشکیل می‌دهند.
۲. پیکولین
۳. اتنی پایدن و ماسیون‌ها : بخصوص در محیط‌های با دود سیگار

### ۳-۲- راه‌های نفوذ مواد آلی به داخل ساختمان

- منابع خارجی: ترافیک و صنعت : هیدروکربن‌های آروماتیک، آلیفاتیک، آلدئیدها، کتون‌ها و استرها
- مصالح ساختمانی: عایق بندی، تخته‌های چند لایه، رنگ‌ها، چسب‌ها
- مواد تزئینی: مبلمان، انواع پوشش‌های دیوار و سقف
- پارکینگ: مواد سوختنی، خودرو، سیگار، شمع
- مواد مصرفی: پاک‌کننده‌ها، محصولات آرایشی و بهداشتی
- تجهیزات: پرینتر لیزری، فتوکپی، کامپیوتر
- فعالیت‌های درونی: پخت و پز، سیگار، استفاده از آب و حلال‌ها
- سیستم‌های تهویه: فیلترهای حرارتی، سیستم‌های تهویه و تهویه مطبوع

• منابع بیولوژیک: انسان، کپک ها، باکتری ها و گیاهان

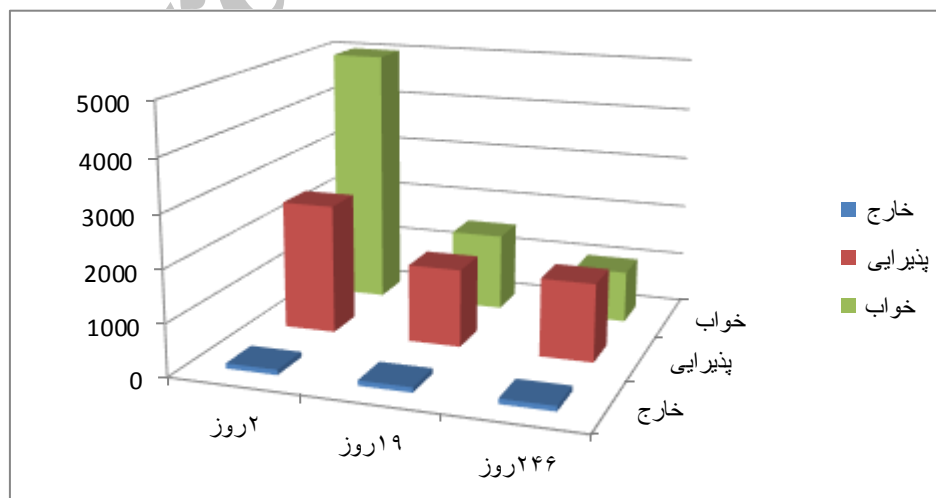
### ۳-۳- نحوه انتشار از منابع داخلی

سطوح VOC داخلی تحت تاثیر فاکتورهای متعددی قرار دارند.

- میزان بادل هوا
- ویژگی های منبع
- سیستم های تهویه
- ویژگی های جی (دما و رطوبت نسبی)
- سن ساختمان (نمودار شماره ۱)
- طراحی ساختمان
- نوع فالت داخلی (آشپزی سیگار فتوکپی)
- میزان جذب و واجذب و تجزیه آلاینده ها
- اختلاط و انتشار آلاینده ها (نمودار شماره ۲)
- میزان حذف آلاینده ها

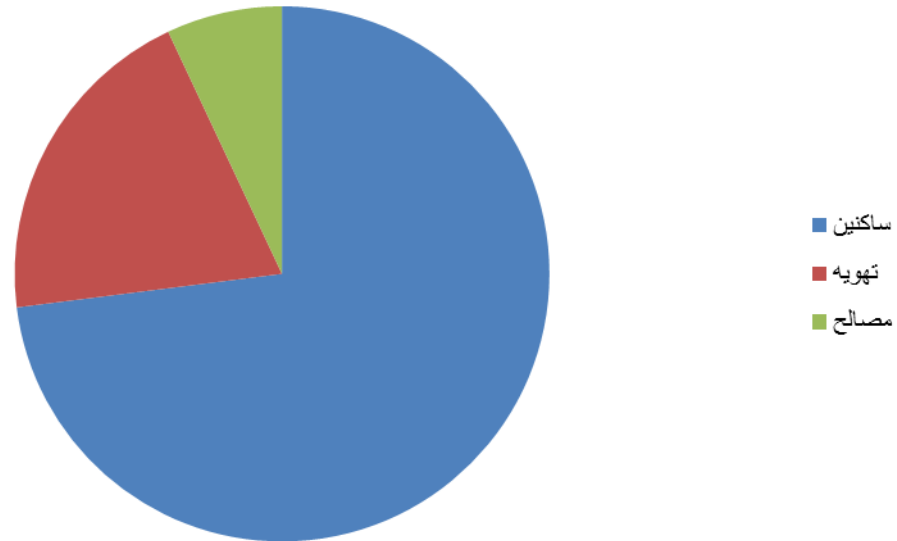
در میان این فاکتورها ویژگی های منبع و خصوصاً ویژگی های مصالح ساختمانی بیش از بقیه مورد آنالیز قرار گرفته است.

- سطوح انتشار در ساختمان های نوساز بسیار بیشتر از ساختمانهای قدیمی است و این به دلیل تجزیه است که در ابتدا سریع بوده است. (جنیدی جعفری، مؤذن-۱۳۹۱)



نمودار ۱ - مقایسه انتشار مواد آلی با گذر زمان در داخل یک ساختمان

### سهم منابع ترکیبات آروماتیک داخلی



نمودار ۲- مقایسه سهم ساکنین، تهویه و مصالح در انتشار مواد آلی

### ۳-۴ تاثیر مواد آلی بر سلامت انسان

مهم ترین اثرات بهداشتی مواد آلی فرار در محیط های بسته عبارتند از : سوزش ناشی از تحریک غشای مخاطی، آثار سیستماتیک بر روی بدن انسان مانند خستگی و عدم تمرکز و اثرات ناشی از سمیت مانند سرطان زا بودن.

شایعترین مشکل ناشی از این مواد در انسان تحریک غشای مخاطی بدن می باشد. عامل اصلی سندرم بیماری ساختمان که اغلب در ساختمان های نوساز مشاهده می شود و علائم و عوارضی مانند سوزش چشم و بینی، سردرد، سرفه، خشکی پوست، عدم تمرکز، خستگی و حالت تهوع دارد نیز ترکیبات آلی فرار می باشد.

تاثیرات مواد آلی بر سلامت انسان به شرح زیر دسته بندی می شود:

- تاثیرات ایمنی و تاثیرات حساسیتی (آسم و آلرژی)
- تاثیرات سلولی
- تاثیرات قلبی عروقی
- تاثیرات حسی و عصبی (بویایی و سوزش)

• تاثیرات تنفسی دیگر به جز اثرات مربوط به ایمنی

• به طور مثال VOC مثل بنزن و تولوئن به ترتیب با ایجاد سرطان مغز استخوان و مشکلات نوردتوکسیسیتی در ارتباط هستند. (گنجی دوست، خلیل اریا-۱۳۸۸)

#### ۴- آزیست

یک ماده آلی غیر قابل اشتعال است که می تواند فیبرهای میکروسکوپی تولید کند. زمانیکه از طریق دم وارد ریه می شود بافت ریه را زخمی می کند و سرطان ریه و سرطان دیگری به نام Mesothelima را به وجود می آورد.

تعداد زیادی از آلاینده های آزیستاس در محیط خانه دیده شده اند که در بام، کف و عایق استفاده شده در سقف، دیوارها، لوله ها و تجهیزات و تاسیسات گرمایی به وفور وجود دارند. برای جلوگیری از انتشار آزیست باید این منابع را با عایقهای مخصوص پوشاند. (سبزواری، بهاروند-۱۳۸۵)

#### ۵- همچنین آلاینده های دیگری مثل :

- باکتریها
- قارچها
- مو و پرز حیوانات خانگی و بزاق دهان آنها
- گرد و غبار
- سوسکها و حشرات مودی

#### نتیجه گیری:

با توجه به موارد ذکر شده در مرحله طراحی و معماری بنا به جز معیارهایی مانند مقاومت مصالح می باید موضوع تحمل رطوبت، جابه جایی هوا، تشعشعات، عوامل شیمیایی و بیولوژیک و همچنین بلایای طبیعی دیده شده و اقدامات مؤثر کنترلی در ورودی ها و خروجی های ساختمان مدنظر باشد. مانند اینکه ورودی ها نباید در جهت جریان غالب باد قرار گیرند. هنگامی که ورودی ها در جهت عوامل دودزا و سیستم های تهویه نیز در کنار ورودی قرار دارند سیستم تهویه به گونه ای تنظیم می شود که با ایجاد فشار مثبت از ورود دود و آلودگی جلوگیری کند و همچنین استفاده از مواد و مصالح جایگزین مناسب می تواند بهترین راه جلوگیری از آلودگی داخلی باشد.



## منابع

- ۱- مکرمی، حمیدرضا-خوانین، علی- بررسی خطرات گاز رادون و مسیرهای ورود آن به منازل مسکونی-فصلنامه علمی آموزشی دفتر توسعه دانشکده بهداشت- سال ۱۲- شماره ۴۴-۱۳۹۱
- ۲- اصفی، مهرناز-رادمنش، فریدون-بررسی گاز رادون به عنوان یکی از آلاینده های هوای داخل ساختمان و روش های اندازه گیری آن -اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست-۱۳۹۱
- ۳- مجریان، -، فرزانه-یزدان داد، حسین-الودگی های محیط های مسکونی و اداری در فضای شهری و راه های پالایش آن- نخستین همایش ملی توسعه پایدار شهری-۱۳۸۹
- ۴- بهروزی، علی- کنترل کیفیت هوای داخل ساختمان-دومین همایش بین المللی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان-۱۳۸۱
- ۵- علیای، محمد-جهانگیری، مهدی-ماری اوریاد، حسین-سیمانچیان، مسعود-کریمی، علی-بررسی عوامل موثر بر کیفیت هوای داخل در یک ساختمان اداری در شهر تهران- مجله آغاز-دوره ۸-شماره ۷-۱۳۹۱
- ۶- جنیدی جعفری، احمد-موذن، بابک\_ آلودگی هوا در محیط های داخلی -انتشارات هادیان ۱۳۹۱
- ۷-خلیل اریا، فرید- گنجی دوست، حسین-مواد آلی فرار و آلودگی هوا در محیط های بسته-سومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست سال ۸۸
- ۸- وهاب زاده، عبدالحسین- دانیل بوتکین و ادوارد کلا -شناخت محیط زیست - جهاد دانشگاهی. واحد مشهد، چاپ ششم، ۱۳۸۸
- ۹- سبزواری، کبری-بهاروند، سیامک-بررسی کانی صنعتی ازبست و بیماری های ناشی از آن - دهمین همایش انجمن زمین شناسی-۱۳۸۵
- ۱۰- برازنده، محمد مهدی- حسینخانی، حسین-اسحاقی، سعید-فخریان، عباس-تعیین میزان انتشار فرمالدئید از فرآورده های مرکب چوبی فصلنامه علوم چوب و کاغذ ایران- جلد ۲۸- شماره ۲- ۱۳۹۲، ۲۰۴-۱۹۵
- ۱۱- محمودی، بایرام- برنا، طاهره- برنا، فاطمه- اثرات و پیامدهای گاز رادون در محیط های بسته شهری بر سلامت شهروندی- چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست -۱۳۸۹
- ۱۲- لقمانی، فرید-رحیمی، کامران- محمدی، احمد-مروری بر انواع آلاینده های درونی ساختمان و اثرات آن ها بر سلامت ساکنان-همایش بین المللی تلکنولوژی، مهندسی و علوم زیست محیطی-۱۳۹۴