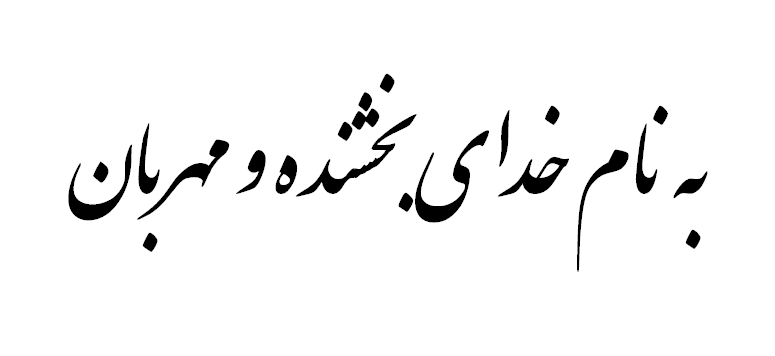
تهيه شده در مركز سلامت محيط و كار ( وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشكي (

**آزبست و جايگزين هاي آن**

**در صنايع مختلف**



****

****

**آزبست و جايگزين هاي آن در صنايع مختلف**

**فهرست مطالب**

[مقدمه مولف 4](#_Toc297988942)

[پيش گفتار 4](#_Toc297988943)

[1- كلياتي در رابطه با آزبست 5](#_Toc297988944)

[1- 1 تعريف: 5](#_Toc297988945)

[1-2 انواع آزبست 6](#_Toc297988946)

[1-3 کاربردهای آزبست 6](#_Toc297988947)

[1-4 مهم ترين كاربردهاي آزبست در ايران 6](#_Toc297988948)

[1-5 آزبست و سلامت انسان 7](#_Toc297988949)

[1-6 مهم ترين فراورده هاي آزبست 7](#_Toc297988950)

[1-7 آزبست و محیط زیست 8](#_Toc297988951)

[1-8 ممنوعیت استفاده از آزبست 8](#_Toc297988952)

[1-9 مصرف‌کنندگان عمده آزبست 9](#_Toc297988953)

[1-10 آزبست در ایران 9](#_Toc297988954)

[2- مواجهه با آزبست در محيط هاي كاري 11](#_Toc297988955)

[2-1 چه مشاغلی در خطرند؟ 12](#_Toc297988956)

[2-2 راههای پیشگیری 12](#_Toc297988957)

[2-3 وسايل حفاظت فردي 13](#_Toc297988958)

[3- جايگزين هاي آزبست 14](#_Toc297988959)

[3-1 جايگزين هاي آزبست در صنايع آزبست سيمان و ساختماني 14](#_Toc297988960)

[3-2 جايگزين هاي آزبست در صنايع توليد مواد مالشي(لنت، كلاچ و...) 17](#_Toc297988961)

[3-3 جایگزین آزبست در واشرها 21](#_Toc297988962)

[نمونه هايي از واشرهاي آزبستي 22](#_Toc297988963)

[3-4 جایگزین هاي آزبست در كامپوزيتها 22](#_Toc297988964)

[3-5 جایگزین آزبست در صنعت منسوجات نسوز 22](#_Toc297988965)

[4- خواص خطرناک جایگزین هاي منتخب 23](#_Toc297988966)

[4-1 مقدمه 23](#_Toc297988967)

[4-2 پلی وینیل الکل (PVA) الیاف 23](#_Toc297988968)

[4-3 الیاف آرامید 24](#_Toc297988969)

[4-4 الیاف سلولزی 24](#_Toc297988970)

[4-5 وولاستونيت 25](#_Toc297988971)

[4-6 نتیجه گیری 26](#_Toc297988972)

# مقدمه مولف

## امروزه آزبست با همه مزايايي كه مي تواند داشته باشد، به عنوان يك سرطانزاي انساني قطعي شناخته مي شود. در نتيجه لازم است تا اين قاتل خاموش كه سالانه جان بيش از 100 هزار نفر در سراسر جهان را مي گيرد و عامل 50 درصد از سرطانزاهاي شغلي است را به بند كشيد و مانع فعاليت بيشتر آن شد. از جمله اقداماتي كه مي تواند براي رسيدن به اين منظور بسيار كمك كننده باشد جايگزيني اين ماده با ديگر الياف كم خطر و بي خطر است تا بدين وسيله از تعطيلي كارگاههاي و كارخانجاتي نيز كه از اين محصول استفاده مي كنند جلوگيري به عمل آيد. در كشور عزيزمان ايران هم اكنون از آزبست به فراواني در صنايع آزبست سيمان، صنايع لنت و كلاچ ترمز، صنايع كفپوش و ... استفاده مي شود. با اين حال نكته اميدوار كننده اين است كه براي همه اين مواد جايگزين هاي مناسبي هم اكنون وجود دارد و در حال توسعه است. در اين متن سعي شده است تا آخرين جايگزين هاي مورد استفاده در سطح جهان كه بر روي آنها تحقيقات فراواني نيز صورت گرفته است معرفي شوند تا صنعتگران از وجود آنها آگاهي يابند و در صورت نياز بتوانند با پيگيري هاي بيشتر اين ماده را از صنعت خود حذف كنند. اميد است اين تلاش بتواند گرهي از مشكلات بهداشتي كشورمان را حل كند و تا حدّ امكان مفيد واقع گردد.

## مهدي علي گل

## كارشناس ارشد بهداشت حرفه اي

## پيش گفتار

**از زمانيكه آزبست به عنوان يك سرطانزاي قطعي انساني شناخته شده است بيش از صد سال مي گذرد ولي با اين وجود هنوز مصرف اين ماده خطرناك در بسياري از كشورها ادامه دارد و آثار زيانبار آن بر سلامت انسان و محيط زيست ديده مي شود؛ به طوريكه عامل بيش از 50 درصد از سرطان هاي شغلي آزبست مي باشد. البتّه در بسياري از كشورها با شناخت خطرات اين ماده سياست هايي براي حذف و جايگزيني آن در نظر گرفته شده و بسياري از كشورها با وجود اينكه در برهه هايي از زمان به وفور از اين ماده استفاده مي كرده اند هم اكنون موفّق به حذف اين ماده شده اند و درنتيجه آثار زيان بار اين ماده نيز به تدريج در حال رخت بربستن از اين كشورهاست. حذف آزبست نه تنها يك نگراني و اولويت ملّي براي بسياري از كشورهاست بلكه يك دغدغه جهاني نيز مي باشد و سازمانهاي مهم بين المللي همچون سازمان جهاني بهداشت، سازمان جهاني كار و ... به شدّت در گير اين موضوع­اند و كنوانسيون روتردام يكي از قدم هاي بزرگ آنها در اين زمينه است كه جمهوري اسلامي ايراني نيز در سال 1993 بدان پيوسته است. در نتيجه بر طبق مصوبه شورای عالی حفاظت محیط زیست در دوم مرداد ۱۳۷۹ مصرف آزبست در ایران از اول مرداد ۱۳۸۶ ممنوع شده‌ است ولي به دلايل متعدّدي مصرف آزبست همچنان در حال حاضر در كشور ما ادامه دارد. البته اين بدان معني نيست كه تلاش ها براي حذف اين ماده متوقّف شده است؛ از جمله آن برنامه عملياتي مركز سلامت محيط و كار وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشكي است كه قصد دارد تا سال 1391 اين ماده را در محيط هاي كاري حذف وكنترل كند. در راستاي اين برنامه فعّاليت هاي متعدّدي صورت گرفته و در حال اجرا مي باشد كه بخشي از آن تهيّه مجموعه هاي آموزشي است. اين بسته آموزشي نيز به مدد همكاران اين مركز براي نيل به اين مقصد تهيه شده است. از آنجا كه يكي از نياز هاي آموزشي مهم در اين زمينه به خصوص براي كارفرمايان عزيز شناخت جايگزين هاي موجود براي آزبست است درنتيجه اين نياز به اين صورت پاسخ داده شد. اميد است توصيه هايي كه در اين راهنما ارائه شده است براي همه كساني كه به دنبال حذف يا كنترل اين ماده خطرناك اند مفيد واقع گردد.**

**دكتر عبدالرحمن بهرامي**

**معاون فني بهداشت حرفه اي**

# كلياتي در رابطه با آزبست

## 1- 1 تعريف:

**آزبست[[1]](#footnote-2) نام گروهی از ترکیب‌های معدنی** [**منیزیوم**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%86%DB%8C%D8%B2%DB%8C%D9%88%D9%85) **و** [**سیلیسیوم**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%DB%8C%D9%84%DB%8C%D8%B3%DB%8C%D9%88%D9%85) **است که بیشتر در طبیعت به صورت** [**الیاف معدنی**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A7%D9%84%DB%8C%D8%A7%D9%81_%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%86%DB%8C&action=edit&redlink=1) **و سنگ یافت می‌شود. این مواد به خاطر** [**مقاومت**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%82%D8%A7%D9%88%D9%85%D8%AA) **زیادی که در برابر گرما و آتش دارند به عنوان** [**مواد نسوز**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%AF_%D9%86%D8%B3%D9%88%D8%B2&action=edit&redlink=1) **بکار می‌روند.**

## 1-2 انواع آزبست

* **کریزوتایل: (آزبست سفید) خطر کمتري دارد و 95 درصد مصرف جهاني اين ماده را تشكيل مي دهد.**
* **آموزیت: آزبست قهوه اي كه كاربرد زيادي ندارد.**
* **کروسیدولیت: آزبست آبی كه بسيار خطرناك مي باشد.**

**دیگر موارد:**

* **ترمولیت**
* **اکتینولیت**
* **آنتوفیلیت**
* **بايد دانست كه ممكن است هريك از اين انواع به نوع ديگر آلوده باشد مثلاً ممكن است الياف نوع كريزوتايل به نوع كروسيدوليت آلوده باشد و در نتيجه خطر آن را به مراتب افزايش دهد.**

## 1-3 کاربردهای آزبست

***کاربرد در*** [***صنعت***](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B5%D9%86%D8%B9%D8%AA)**:**

* **عامل افزایش مقاومت سیمان در لوله‌های سیمانی و قطعات پوششی** [**سقفی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D9%82%D9%81)**.**
* **عامل افزایش دهنده** [**نقطه اشتعال**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%86%D9%82%D8%B7%D9%87_%D8%A7%D8%B4%D8%AA%D8%B9%D8%A7%D9%84&action=edit&redlink=1) **در** [**منسوجات**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%86%D8%B3%D9%88%D8%AC%D8%A7%D8%AA) **و محصولات کاغذی.**
* **عامل افزایش مقاوت لنت‌های ترمز و** [**کلاچ**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D9%84%D8%A7%DA%86) **در برابر** [**سایش**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%A7%DB%8C%D8%B4)**.**

**در** [**کشورهای در حال توسعه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D8%B4%D9%88%D8%B1%D9%87%D8%A7%DB%8C_%D8%AF%D8%B1_%D8%AD%D8%A7%D9%84_%D8%AA%D9%88%D8%B3%D8%B9%D9%87)**، به طور گسترده‌ای از** [**لوله‌های**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%84%D9%88%D9%84%D9%87)[**آزبست سیمان**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A2%D8%B2%D8%A8%D8%B3%D8%AA_%D8%B3%DB%8C%D9%85%D8%A7%D9%86&action=edit&redlink=1) **استفاده می‌شود، بطوری که ۳۰ درصد** [**لوله‌های انتقال رسانی**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%84%D9%88%D9%84%D9%87%E2%80%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C_%D8%A7%D9%86%D8%AA%D9%82%D8%A7%D9%84_%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D9%86%DB%8C&action=edit&redlink=1) **آب شهری در** [**هندوستان**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D9%86%D8%AF%D9%88%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%86) **را شامل می‌شود و ۱۹ درصد از شبکه آبرسانی** [**کانادا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D8%A7%D9%86%D8%A7%D8%AF%D8%A7) **نیز از جنس آزبست سیمان است.**

## 1-4 مهم ترين كاربردهاي آزبست در ايران

**در ايران نيز همانند بسياري از كشورهاي ديگر آزبست استفاده هاي فراواني دارد كه از جمله مهم ترين آن استفاده در صنايع آزبست سيمان مثل صنايع ورقه هاي موجدار، ساخت لوله هاي آزبستي، كاشي آزبستي و... مي باشد. آزبست همچنين در توليد انواع لنت ترمز و ديسك كلاچ خودروها و ماشين هاي صنعتي كاربرد دارد.**

**همچنين ممكن است در بسياري از صنايع از آزبست به عنوان ماده جنبي فرايند استفاده شود كه از جمله آنها استفاده از آن به عنوان عايق كوره ها،‌لوله هاي گرم و ماده پركننده، كاغذهاي آزبستي و... باشد. در برخي از صنايع ممكن است از لباس هاي و پارچه هاي آزبستي نيز استفاده شود.**

## 1-5 آزبست و سلامت انسان

**الیاف آزبست می‌تواند به ذرات بسیار ریز و غیرقابل رویتی تبدیل شود. این ذرات نامرئی که قطر آن‌ها کمتر از ۰٫۵ میکرون است، در هنگام تنفس به اعماق** [**شش**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%D8%B4) **نفوذ می‌کنند و برای همیشه در آن جا می‌مانند. با گذشت زمان این ذرات بر اثر تحریکات مداوم خود می‌توانند سبب بیماری‌های** [**آزبستوسیس**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A2%D8%B2%D8%A8%D8%B3%D8%AA%D9%88%D8%B3%DB%8C%D8%B3&action=edit&redlink=1)**[[2]](#footnote-3)،** [**سرطان ریه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86_%D8%B1%DB%8C%D9%87) **و یا بیماری** [**مزوتلیوما**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%85%D8%B2%D9%88%D8%AA%D9%84%DB%8C%D9%88%D9%85%D8%A7&action=edit&redlink=1)**[[3]](#footnote-4) شوند که همه آن‌ها در نهایت به مرگ منتهی می‌شوند.**[**[۱]**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D8%B2%D8%A8%D8%B3%D8%AA#cite_note-autogenerated1-0)

[**بیماری‌های**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%DB%8C%D9%85%D8%A7%D8%B1%DB%8C) **ناشی از** [**استنشاق**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D9%86%D8%B4%D8%A7%D9%82&action=edit&redlink=1) **آزبست:**

* [**آزبستوزیس**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A2%D8%B2%D8%A8%D8%B3%D8%AA%D9%88%D8%B3%DB%8C%D8%B3&action=edit&redlink=1)
* [**سرطان ریه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86_%D8%B1%DB%8C%D9%87)
* [**مزوتلیوما**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D9%85%D8%B2%D9%88%D8%AA%D9%84%DB%8C%D9%88%D9%85%D8%A7&action=edit&redlink=1)
* [**سرطان حنجره**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%B3%D8%B1%D8%B7%D8%A7%D9%86_%D8%AD%D9%86%D8%AC%D8%B1%D9%87&action=edit&redlink=1)

**با توجه به اینکه آزبست به تنهایی عامل بیش از 50 درصد از سرطان های شغلی در سراسر دنیاست، کشورهای توسعه یافته بیش از پیش مصمم شدند تا مصرف این ماده را منع کرده و مشغول چاره جویی برای حل مشکل آزبست مصرف شده در کشورهایشان طی سال های گذشته شوند.**

**در همین زمان کشورهای در حال توسعه که به صنعت به عنوان بستری جهت پیشرفت کشورشان نگاه می کردند در حال رشد اقتصادی و گسترش صنایع خود بودند. در برخی از این کشورها که عمدتاً در آسیا قرار دارند، آزبست توجه اهالی صنعت را به خود جلب کرد آنچنان که که عوارض و اثرات آن بر روی سلامتی انسان ها مورد بی توجهی قرار گرفت. امروزه در حالی که اروپا با عوارض ناشی از مصرف آزبست طی 30 تا 50 سال گذشته دست به گریبان است آسیا هر ساله بر مصرف این ماده می افزاید.**

## 1-6 مهم ترين فراورده هاي آزبست

**الف- محصولات آزبست سیمان:**

**شامل لوله‌های آزبست سیمانی، ناودانی، صفحات ایرانیت، ديوارهاي پيش ساخته گچي و توفال هاي سقف، پوشش هاي سيماني، برخي کاشی ها مثل كاشي كف هاي آسفالتي و كاشي كف هاي وينيلي، پلاستر هاي ضد صوت و پوشش هاي دكوري يا سقف.**

**مواد مالشی و اصطكاكي:**

**صفحه کلاچ، لنت ترمز، انواع واشر، پانل هاي تجهيزات آسانسور، كفشك هاي ترمز آسانسور و بالابر و...**

**پ- جامه هاي نسوز:**

**لباس، جلیقه، نمدها، هود هاي ازمايشگاهي، دستكش هاي آزمايشگاهي، پتوهاي آتش نشاني، پرده هاي ضد آتش و دیگر مواد نسوز.**

**ت-ماده پرکننده و عايق:**

**عايق آزبست افشانه شده، تركيبات درزگير نواري شكل و كاغذهاي آزبستي(عايق لوله و...)، مواد كاغذي ضدحرارت، مواد درزگير ضد حرارت، عايق هاي ضد حرارت، عايق هاي ضد آتش، در هاي ضد آتش، تركيبات اتصال دهنده، مواد چسبنده، تركيبات بتونه، عايق هاي الكتريكي، عايق هاي سيستم تهويه مطبوع، عايق هاي ديگ بخار، مواد پارچه اي درزگير مجاري، عايق برج هاي خنك سازي، مجاري الكتريكي و گرمايي، لباس هاي عايق الكتريسيته.**

**ث-ساير:**

**برخي رنگهاي شیمیایی، پلاستیک و...**

## 1-7 آزبست و [محیط زیست](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AD%DB%8C%D8%B7_%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA)

**الیاف آزبست توسط** [**استخراج**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%B1%D8%A7%D8%AC&action=edit&redlink=1) **از** [**معدن**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B9%D8%AF%D9%86)**،** [**ارّه‌کشی**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A7%D8%B1%D9%87%E2%80%8C%DA%A9%D8%B4%DB%8C&action=edit&redlink=1)**،** [**عملیات تخریب**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%B9%D9%85%D9%84%DB%8C%D8%A7%D8%AA_%D8%AA%D8%AE%D8%B1%DB%8C%D8%A8&action=edit&redlink=1)[**ساختمان‌هایی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9%85%D8%A7%D9%86) **که در** [**عایق‌سازی**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%B9%D8%A7%DB%8C%D9%82%E2%80%8C%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C&action=edit&redlink=1) **آنها از آزبست استفاده شده، و بطور کلی تخریب هر فرآورده آزبست دار به** [**محیط زیست**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%AD%DB%8C%D8%B7_%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA) **وارد می‌شوند. در** [**شهرهای**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%D9%87%D8%B1) **بزرگ یکی از مهم‌ترین راه‌های ورود آزبست به** [**هوا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D9%88%D8%A7) **از طریق لنت ترمز و** [**کلاچ**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D9%84%D8%A7%DA%86)[**خودرو**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AE%D9%88%D8%AF%D8%B1%D9%88) **است.**

**از دید تولید کنندگان محصولات آزبست، از آنجا که صنعت آزبست، نیاز به انرژی کمتری در مقایسه با محصولات جایگزین که از** [**پتروشیمی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%BE%D8%AA%D8%B1%D9%88%D8%B4%DB%8C%D9%85%DB%8C) **و** [**استخراج فلزات**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%B1%D8%A7%D8%AC_%D9%81%D9%84%D8%B2%D8%A7%D8%AA&action=edit&redlink=1) **بدست می‌آید دارد، دوستدار محیط زیست است.**

**آزبست در طبیعت وجود دارد و می‌تواند وارد** [**آب‌ها**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D8%A8) **شود، مدارک علمی موجود بیانگر این واقعیت است که با وجود اینکه آزبست در** [**شبکه آبرسانی**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%B4%D8%A8%DA%A9%D9%87_%D8%A2%D8%A8%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D9%86%DB%8C&action=edit&redlink=1) **وجود دارد، مخاطرات** [**بهداشتی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D9%87%D8%AF%D8%A7%D8%B4%D8%AA) **از آن مشاهده نمی‌شود و بررسی‌ها نشانگر آن هستند که میزان آزبست موجود در** [**آب آشامیدنی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D8%A8_%D8%A2%D8%B4%D8%A7%D9%85%DB%8C%D8%AF%D9%86%DB%8C) **از نظر سلامتی زیان‌آور نیست. با اين حال در بسياري از كشورها شاخص هاي تعداد فيبر موجود در آب براي پايش ميزان آزبست موجود در آب وجود دارد.**

## 1-8 ممنوعیت استفاده از آزبست

**مصرف آزبست از حدود سال ۱۹۸۰ میلادی در کشورهای صنعتی جهان به شدّت کاهش پیدا کرده‌است. این در حالی است که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مصرف آن در حال افزایش است.**

**در سال ۱۹۹۶ نخست وزیر** [**فرانسه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D8%B1%D8%A7%D9%86%D8%B3%D9%87)**، فرمانی مبنی بر ممنوعیت استفاده از آزبست صادر کرد. این فرمان شش ماده‌ای مقرر کرده بود که استفاده از آزبست در کلیه محصولات تا سال ۲۰۰۱ محدود و سپس بطور کامل قطع گردد تا از** [**آلودگی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D9%84%D9%88%D8%AF%DA%AF%DB%8C) **زیست محیطی ناشی آزبست جلوگیری گردد.**

**به‌طور کلی** [**اروپاییان**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%B1%D9%88%D9%BE%D8%A7) **معتقدند که آزبست** [**سمی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B3%D9%85%DB%8C) **است و اثرات مخرب آن کاملاً شناسایی شده‌است ولی کانادایی‌ها اعتقاد دارند که به صورت کنترل شده و با احتیاط می‌توان از آن استفاده کرد. از این درگیری تحت عنوان "**[**جنگ آزبست**](http://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%AC%D9%86%DA%AF_%D8%A2%D8%B2%D8%A8%D8%B3%D8%AA&action=edit&redlink=1)**" یاد شده‌است.** [**روسیه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B1%D9%88%D8%B3%DB%8C%D9%87)**،** [**چین**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%86%DB%8C%D9%86) **و** [**کانادا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D8%A7%D9%86%D8%A7%D8%AF%D8%A7) **۶۵ درصد تولید آزبست جهان را در اختیار دارند و کانادایی‌ها در حال گسترش فعالیت‌های خود هستند.**

**بر طبق مصوبه شورای عالی حفاظت محیط زیست در دوم مرداد ۱۳۷۹، مصرف آزبست در ایران از اول مرداد ۱۳۸۶ ممنوع شده‌است. در تبصره این مصوبه آمده ‌است که در صورتی که پس از ۴۴ سال محرز شود که برای تولید لوله‌های آزبست سیمانی از نظر فنی، اقتصادی و زیست محیطی جایگزین مناسبی برای آزبست یافت نشده‌است، این تصمیم در مورد لوله‌های آزبست سیمانی قابل تجدید نظر خواهد بود.**

**ايران نیز در سال 1993 به *كنوانسيون روتردام* پيوسته است كه كشورهاي عضو آن تعهّد كرده اند تا در خصوص تجارت و حمل و نقل و مصرف برخي از مواد شيميايي خطرناك اقدامات ايمني خاصي را انجام دهند. البته تمامي انواع آزبست به جز كريزوتايل مشمول مواد شيميايي اين كنوانسيون هستند.**

## 1-9 مصرف‌کنندگان عمده آزبست

**عمده‌ترین کشورهای مصرف کننده آزبست در سال ۱۹۹۴ به ترتیب:**

[**کشورهای همسود**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D8%B4%D9%88%D8%B1%D9%87%D8%A7%DB%8C_%D9%87%D9%85%D8%B3%D9%88%D8%AF)**(مشترک المنافع)،** [**چین**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%86%DB%8C%D9%86)**،** [**ژاپن**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%98%D8%A7%D9%BE%D9%86)**،** [**برزیل**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%B1%D8%B2%DB%8C%D9%84)**،** [**تایلند**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%A7%DB%8C%D9%84%D9%86%D8%AF)**،** [**هندوستان**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%87%D9%86%D8%AF%D9%88%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%86)**،** [**کره جنوبی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D8%B1%D9%87_%D8%AC%D9%86%D9%88%D8%A8%DB%8C)**،** [**ایران**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86)**،** [**فرانسه**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%81%D8%B1%D8%A7%D9%86%D8%B3%D9%87)**،** [**اندونزی**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%86%D8%AF%D9%88%D9%86%D8%B2%DB%8C)**،** [**مکزیک**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%DA%A9%D8%B2%DB%8C%DA%A9)**،** [**کلمبیا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%DA%A9%D9%84%D9%85%D8%A8%DB%8C%D8%A7)**،** [**اسپانیا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D8%B3%D9%BE%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%A7)**،** [**آمریکا**](http://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A2%D9%85%D8%B1%DB%8C%DA%A9%D8%A7)

## 1-10 آزبست در ایران

**در این میان کشور ما نیز از قاعده فوق مستثنی نیست. ایران طی 5 دهه گذشته مصرف آزبست خود را از حدود 20-10 هزار تن به 60-55 هزار تن در سال افزایش داده یعنی مصرف خود را حدوداً چهار برابر کرده است. حدود 90 درصد از آزبست وارداتی در کارخانجات آزبست- سیمان در محصولات سیمانی مانند لوله و ورق بکار گرفته می شود و حدود 9-7 درصد از آن در صنعت تولید لنت ترمز و کلاچ استفاده می شود. درصد بسیار جزئی از آزبست وارداتی در مواردی چون تولید عایق حرارتی، واشر سازی و محصولات حاوی آزبست مصرف می شود.**

**فعّالیت هایی که در سال های اخیر برای مقابله با مصرف آزبست در آسیا و ایران انجام شده موفقیت چشمگیری به همراه نداشته است. علیرغم تعیین حدّ مجاز مواجهه با آزبست در محیط کار، در بسیاری از کارخانجات مصرف کننده آزبست سطح تماس کارگران چندین برابر میزان مجاز است. اندازه گیری های محیطی از میزان آزبست در هوای شهرهای بزرگ زنگ خطری است جهت چاره اندیشی برای عوارضی که ساکنین این شهرها به علت مواجهه با آزبست در تمام طول عمر خود با آن مواجه خواهند شد.**

**فشارهای سیاسی و اقتصادی و مسائل کارگری فضا را جهت بحث و بررسی علمی پیرامون عوارض و خطرات مواجه با آزبست و یافتن راهکاری موثّر برای حل این مشکل تنگ کرده اند. بی توجّهی کارفرمایان، بی اطّلاعی کارگران، مقاومت صنایع همراه با بی توجّهی حکومت ها به عوارض درازمدت مواجهه با آزبست، همه و همه دست به دست هم داده اند تا این مشکل در کشورهای آسیایی مصرف کننده آزبست به صورت لاینحل باقی بماند.**

**اولين شواهد مصرف آزبست در ايران به قبل از جنگ دوم جهاني بازمي گردد كه آلمانها از اين ماده در ساختمان ايستگاههاي راه آهن استفاده كردند. توليد محصولات آزبست سيمان در ايران به سال 1958 باز ميگردد كه كارخانه اي در تهران آغاز بكار كرد و مهمترين محصول آن ورقه هاي موج دار آزبست سيمان بود. اين كارخانه كه "ايرانيت" نام داشت از اين نام براي محصول خود استفاده كرد و ورقه هاي آزبست موج دار از آن پس در ايران، ايرانيت نام گرفت اين نامگذاري تا آنجا پيش رفت كه پس از آن تمامي اشكال ورقه هاي موج دار حتّي نوع پلاستيكي آن به همين نام شناخته ميشوند.**

**اطلاعات بدست آمده نشان ميدهد كه واردات آزبست ايران از دهه 1960 تاكنون حدوداً چهار برابر شده است. در حال حاضر ساليانه بين 55000 تا 60000 تن آزبست خام وارد كشور مي شود كه بيش از نيمي از اين مقدار از كشور روسيه تامين شده است. برزيل، قزاقستان و كانادا ديگر تامين كنندگان آزبست ايران هستند.**

**ايران در برهه هايي از زمان آزبست نيز توليد كرده است. يك معدن توليد آزبست در نواحي شرق ايران وجود دارد كه از سال 1974 شروع به كار كرده و تا سال 2003 كه به كار خود خاتمه داده است که ساليانه حدود 3000 تن آزبست توليد كرده است. آزبست به عنوان ماده اوليه در بيش از 50 كارخانه و كارگاه در ايران به محصولات آزبست تبديل ميشود. طي ساليان گذشته 10 تا 15 كارخانه توليد آزبست سيمان در ايران فعال بوده اند که در حال حاضر حدود 500000 تن محصولات حاوي آزبست توليد مي كنند. تعداد كارگراني كه در اين كارخانجات فعّاليت كرده اند بالغ بر 5000 نفر تخمين زده مي شوند. حدود 30 كارخانه و كارگاه توليد لنت ترمز و كلاچ نيز در ايران فعاليت ميكنند كه ساليانه حدود 20000 تن محصول توليد ميكنند و تخمين زده ميشود كه حدود 3000 نفر در اين صنعت مشغول بكار هستند اندازه گيري هايي كه در برخي از اين كارخانجات و كارگاه ها انجام شده نشانگر اين است كه سطح آزبست در هواي كارخانه در برخي قسمتها چندين برابر حدّ مجاز است. عدم توجّه به نكات بهداشت حرفه اي و عدم نظارت كافي موجب شده است كه غبار آزبست همراه لباس كارگران به منزل برده شده و خانواده هاي آنان را نيز در معرض خطر قرار مي دهد. آزبست بعنوان يك آلاينده محيطي نيز در ايران اهميت دارد. ميليون ها نفر در شهرهاي بزرگ در معرض اين ماده قرار دارند. مطالعه اي كه در سال 2007 براي اندازه گيري غلظت آزبست در هواي تهران انجام شده است نشان ميدهد كه غلظت فيبر در برخي نقاط بين 1/0- 2/0 f/ml است. با توجّه به رشد جمعيت و افزايش تعداد خودروها به نظر ميرسد اين وضعيت در آينده نامطلوبتر شود.**

**البته قوانيني در ايران براي حفظ محيط زيست وضع شده است. از آن جمله مي توان به دستورالعملي اشاره كرد كه توسط سازمان حفاظت محيط زيست در سال 2000 وضع شده كه طبق آن به صنايع مصرف كننده آزبست فرصت داده شده تا ظرف مدت 7 سال مصرف آزبست را قطع كرده و از مواد ديگر بجاي آزبست در توليدات خود استفاده كنند. البته با وجود اينكه مهلت تعيين شده پايان يافته هيچ يك از صنايع مصرف كننده آزبست اقدام جدّي در اين خصوص انجام اند. همچنين اين دستورالعمل تاكيد ميكند كه احداث هر واحد صنعتي كه از آزبست در توليدات خود استفاده كنند ممنوع است.**

**مطابق قانون كار جمهوري اسلامي ايران معاينات ساليانه كارگران اجباري است اگر چه بنظر ميرسد اين معاينات براي درصد كمي از كارگران انجام ميشود كه عمدتاً شامل كارگراني است كه در صنايع بزرگ مشغول به كار هستند. با توجه به عدم آشنايي پزشكان با مقوله طب كار و سلامت شغلي بنظر مي رسد در كيفيت معاينات انجام شده نيز بايد تامّل كرد. همين موضوع موجب شده كه تعداد بيماريهاي شغلي گزارش شده بسيار كمتر از میزان واقعی آن باشد.**

**در سال 1998 وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشكي ميزان 2/0 f/mlرا بعنوان حدّ مجاز مواجهه با آزبست تعريف كرده است.**

**اگرچه وزارت بهداشت بر اندازه گيري آلاينده هاي هوا در محيط هاي كاري تاكيد دارد ولي به علّت عدم توان کافی در نظارت متاسّفانه اين امر به خوبي انجام نمي گيرد. در صنايع كوچك نيز عدم وجود برنامه ريزي، نظارت و معاينات ادواري موجب مواجهه كارگران اين بخش شده است.**

**سيستم ثبت سرطان ايران که تخمين زده مي شود پوششي در حدود 80 تا90 درصد داشته باشد، در سال 2005 تعداد 55 مورد مزوتليوما گزارش كرده است. اين سيستم همچنين 1764 مورد سرطان ريه (آدنوكارسينوم) در اين سال گزارش کرده است. اگرچه اطلاعات دقيقي از شغل اين افراد در دست نيست ولي ارتباط قوي بين مواجهه با آزبست و مزوتليوما، اين فرضيه را كه اين افراد قربانيان مواجهه با آزبست هستند به شدّت مطرح ميكند.**

**اطّلاعات در خصوص ساير بيماري هاي ناشي از آزبست مانند آزبستوز و بيماريهاي پلور ناشي از آزبست نيز ناقص و دور از حدّ انتظار است، به گونه اي كه طبق آمار وزارت بهداشت طي سالهاي 2004 تا 2006، به ترتيب 144، 230 و 10 مورد آزبستوز در كشور گزارش و ثبت شده است. متاسّفانه آماري از بيماري پلور ناشي از مواجهه با آزبست در دست نيست. با توجّه به تعداد زياد كارگراني كه با آزبست مواجهه دارند و غلظت بالاي آزبست در محيط هاي كاري، آمار فوق بسيار تامّل برانگيز است. همه این موارد نشان دهنده اهميت اين ماده خطرناك به عنوان يك تهديد كننده سلامت جامعه مي باشد و بايد براي آن چاره اي منطقي انديشيد كه بايست از طريق برنامه اي منظم صورت گيرد. در اين راستا ارائه جايگزين هاي مناسب مي تواند براي اهالي صنعت بسيار مفيد واقع شود. در اينجا كمي درمورد مواجهه با آزبست بحث كرده و سپس به معرفي جايگزينها مي پردازيم.**

# مواجهه با آزبست در محيط هاي كاري

**راه اصلي:**

* **دستگاه تنفسي یا ریه ها (راه اصلي)**

**راههاي فرعي:**

* **بلعيدن يا دستگاه گوارش**
* **پوست (برخی كارگران ساختماني)**

**آزبست به خصوص زماني خطرناك تر مي شود**

**كه ترد و شكننده باشد. در اين حالت به راحتي مي تواند در فضا آزاد گردد. الياف ريز تر مي توانند براي مدّت زيادي در هوا باقي بمانند. آنها سپس از راه دهان و بینی به کیسه های هوایی بسیار کوچک شش ها رفته و باعث بیماری می شوند.**

* **سالانه بیش از صد میلیون نفر در جهان در مواجهه با آزبست قرار می گیرند که بیش از صد هزار نفر از آنها در هر سال جان خود را از دست می دهند.**
* **حتّي كارگراني كه با لباس هاي خود آزبست را به منزل ببرند ممکن است افراد خانواده آنها به خصوص فرزندانشان را به بیماری مبتلا سازند.**

**مواردی كه خطر بيماري هاي مربوط به آزبست را افزایش می دهد:**

* **تنفس مقدار زیاد الياف**
* **مدّت زمان طولانی مواجهه**
* **کشیدن سیگار**
* **سنّ پایین به خصوص کودکان**

## 2-1 چه مشاغلی در خطرند؟

**اگر شما در یکی از كارخانجات توليد محصولات آزبستي، معادن آزبست، ساخت و تعمیر لنت ترمز و کلاچ و کارهای ساختمانی کار می کنید یا اگر پليس راهنمايي و رانندگي هستید باید بدانید که در معرض خطر آزبست قرار دارید.**

**شما زمانی بیشتر در مواجهه قرار می گیرید که:**

* **اطّلاعی از خطرات این ماده نداشته باشید.**
* **مواد دارای آزبست را نشناسید.**
* **از روش هایی که باعث کاهش خطر می شوند استفاده نکنید (به دلایلی مثل عجله یا خستگی).**
* **سیگار بکشید و در حین کار با آزبست غذا بخورید.**

## 2-2 راههای پیشگیری

**بهترین راه پیشگیری قطع کامل مواجهه با آزبست می باشد. این شرایط را طبق قانون باید کارفرمای شما ایجاد کند. مثلاً از ماده جایگزین آزبست استفاده کند، آن را محصور کند، از تهویه موضعی استفاده کند و... ؛ ولی در مواردی که مواجهه اجتناب ناپذیر است رعایت برخی اصول می تواند مفید باشد:**

**کارهایی که نباید انجام دهید:**

* **انجام اعمال و روش هایی که باعث گرد و غبار زیادی می شوند(مثل نظافت محل با جاروهای دستی، الک کردن آزبست و...)**
* **سیگار کشیدن چرا که خطر را نزدیک به 30 برابر می کند.**
* **خوردن و آشامیدن در محل های کاری که آزبست وجود دارد.**

**کارهایی که باید انجام دهید:**

* **پیش از شروع به کار از وجود آزبست در محل اطّلاع یابید.**
* **در صورتیکه که کارفرما از وجود این ماده یا از خطرات آن آگاه نیست فوراً به او اطّلاع دهید.**
* **قبل از رفتن به منزل دوش بگیرید.**
* **از وسایل حفاظت فردی مناسب استفاده کنید**

## 2-3 وسايل حفاظت فردي

**تا زمان حذف آزبست از فرایند در صورت لزوم کارکنان شما باید از وسایل حفاظت فردی مثل ماسک های مخصوص استفاده کنند(به عنوان آخرین راه چاره یا به عنوان راهی مکمّل). به یاد داشته باشید که ماسک های معمولی پارچه ای یا بستن دستمال نمی­تواند مفید واقع شود.**

**به خاطر داشته باشید:**

* **الیاف آزبست با چشم غیر مسلح دیده نمی شوند.**
* **شما نمی توانید بوی الیاف آزبست را استنشاق کنید.**
* **علائم و بیماری های مربوط به آزبست چندین سال طول می کشد تا مشخص شوند.**
* **سیگار کشیدن خطرات مربوط به آزبست را چندین برابر افزایش می دهد.**
* **آزبست وقتی وارد هوا شود بسیار خطرناک می شود.**
* **طبق قانون شما موظّف به تأمين سلامتي كارگران خود هستيد.**

# جايگزين هاي آزبست

**همانطور كه پيش از اين در قسمت پيشگيري بحث شد بهترين راه مقابله با خطرات آزبست حذف آن است. امّا از آنجاكه اين حالت هميشه امكان پذير نيست در نتيجه بايد در بسياري از موارد دست به جايگزيني يا جانشيني آن با مواد كم خطر زد. قبل از شروع بهتر است در مورد كلمات جانشين و جايگزين كه ممكن است ابهاماتي ايجاد كند صحبت شود. جانشين يا آلترناتيو هميشه موجود است و مبتني بر ملاحظات فني و يا تجاري است. مثال آن جانشيني ورق هاي آزبست سيمان با ورقهاي فلزي و پي وي سي يا جانشيني واشرهاي آزبستي با واشرهاي فلزي و واشرهاي گرافيتي است. ولي جايگزيني به معني تعويض ماده خطرناك يك محصول با نوع كم خطر يا بي خطر است به عنوان مثال جايگزيني الياف آزبست با الياف سلولزي در ورق هاي موجدار.**

**در اينجا تاكيد بر معرفي جايگزين هاي مناسب براي آزبست دركشور است ولي برخي از جانشين ها نيز در حين بحث ممكن است معرفي شوند.**

**الزام براي يك جايگزين يا جانشين اين است كه ايمن تر از ماده اي باشد كه مي خواهيم آن را تعويض كنيم. گذشته از ملاحظات فني و اقتصادي، از نظر بهداشتي سه معيار دوز، بعد و ماندگاري(مقاومت زيستي) از اصول مهم در تعيين يك ماده جايگزين مي باشد. در مورد جايگزيني آزبست، الياف بايد كوتاه، ضخيم، و با ماندگاري اندك باشند. قطر الياف نيز تعيين كننده هر دو عامل غلظت در هوا و قابليت تنفس است و بايد به عنوان يك مولفه اساسي خطر ذاتي در نظر گرفته شود. ماندگاري الياف تعيين كننده دوام الياف در ريه و بنابريان دوز يكپارچه در طي زمان است. غبارآلودگي نيز بوسيله هردو پارامتر قطر و تمايل طبيعي به آزادسازي الياف قابل تنفس تعيين مي شود و بنابراين تاثيري چشمگير بر پتانسيل مواجهه دارد.**

## 3-1 جايگزين هاي آزبست در صنايع آزبست سيمان و ساختماني

**در سال هاي اخير در سطح جهاني بيشترين كاربرد آزبست را فرآورده هاي آزبست سيمان تشكيل مي دهد.( 90 درصد مصرف آزبست به محصولات آزبست – سيمان و 7 درصد آن براي مواد اصطكاكي تعلق دارد) در ايالات متّحده، مصرف عمده در تركيبات سقف(62%)، درزگير(22%)، و محصولات اصطكاكي(11%)، مقادير اندكي نيز براي مصرف در عايق و محصولات پارچه اي نسوز به كار گرفته مي شود.**

**جايگزين هاي اين مواد محدود به محصولاتي كه به راحتي جايگزين آزبست مي شوند نمي باشد(مثل PVA و سلولز در ورقه هاي الياف سيمان سقف) بلكه تعدادي از محصولات كاملاً مختلف وجود دارد كه مي توانند جايگزين آزبست شوند.**

**عمده محصولات آزبست سیمان که برای آن جایگزین استفاده میشود و یا مورد نیاز است ورقهاي موجدار(ايرانيت)، ورق مسطح و تيغه ها، لوله های فشار و محصولات قالب ريزي شده سيماني است. معمولا PVA و سلولز به عنوان جایگزین استفاده می شود، به ویژه برای ورق های مسطح و موجدار. الياف دیگر مانند پلي**

****

**اكريلو نيتريل[[4]](#footnote-5) (PAN) و یا فایبر گلاس نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. پلی پروپیلن برای برخی از استفاده ها مناسب است مثلاً استفاده از رشته هاي پلي پروپيلني در برخي از ورقه هاي مسطح يا موجدار كه كمتر استفاده مي شود. الياف سلولزي کیفیت بالا دارای پتانسیل خوبی به عنوان یک محصول جایگزین مي باشد و خصوصیات استحكامي آن می تواند با افزایش بارگذاری آن نسبت به بارگذاری آزبست و یا با اختلاط آن با برخی از الیاف مصنوعی مانند PVA به محصول افزايش يابد. اشکال واضح این حالت اين است که مقاومت آن در برابر درجه حرارت نسبت به نوع محصول آزبست سیمان كمتر است و، مانند دیگر الیاف آلی، بدون گسترش شعله مي سوزد. به منظور غلبه بر این مشکل، میکا یا وولاستونيت[[5]](#footnote-6) می توانند به منظور افزایش مقاومت در برابر حرارت. اضافه شود.**

**اگر چه رشته های جایگزین می توانند به منظور تقویت سیمان در ورق یا محصولات ورقه اي استفاده شود، اما براي لوله هاي آزبست سيمان تحت فشار به دلیل الزامات مقاومت مشخص با استانداردهای ملی یا بین المللی توصيه نمي شود. بنابراین، در اين موارد ، از مواد ديگر از جمله، پلی ونیل کلراید غير پلاستيكي (UPVC) و پلی اتیلن و چدن نشکن و پلاستیک تقویت شده با شیشه استفاده مي شود**

**برخي از موادي كه مي توانند به عنوان جايگزين در اين صنايع استفاده شوند و تكنيك آن در كشور نيز موجود است استفاده از انواع الياف طبيعي(الياف نارگيل، الياف سيسال، تفاله نيشكر، كتان، رامي، شاهدانه، كنف، كاه، چوب و...)براي تقويت كامپوزيت هاي سيماني) كه موضوع جديدي محسوب نمي شود و بيش از دو دهه است كه تحقيقات در اين زمينه در حال انجام است. در رابطه با اين موضوع، تحقيقات و مطالعات متعددي در خصوص تاثير كاربرد انواع الياف طبيعي و اصلاح ويژگي هاي آنها بر روي خواص فيزيكي، مكانيكي و دوام كامپوزيت هاي ساخته شده با اين نوع الياف انجام گرديده است. مركز تحقيقات ساختمان و مسكن نيز تاكنون تعدادي پروژه تحقيقاتي در اين زمينه به انجام رسانده است و در اين پروژه ها مطالعات آزمايشگاهي گسترده اي به منظور بررسي جايگزيني انواع الياف طبيعي و مصنوعي براي توليد ورق هاي سيماني غيرآزبستي صورت گرفته كه نتايج آن در سطح آزمايشگاهي موفق بوده است؛ ليكن نكته مهم در خصوص استفاده از اين نوع الياف به منظور جايگزيني آزبست در مقياس كارخانه اي تغيير خطوط توليد به دليل نياز به عمليات اصلاح جهت مناسب سازي خواص الياف در توليد ورق هاي غير آزبستي است كه البته اقداماتي نيز در اين رابطه از سوي معدودي از كارخانحات موجود در كشور انجام شده است.**

**تعدادي از جايگزين ها و جانشين هاي محصولات آزبستي در جدول زير آمده است:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ماده آزبستي** | **جايگزين** |
| **ورقه هاي موجدار آزبست سيمان(ايرانيت)** | **الياف مصنوعي(پلي وينينل الكل، پلي پروپيلن)، و الياف طبيعي سلولزي(تخته هاي چوبي، بامبو، سيسال، نيشكر و...)**  **كاشي هاي ميكرو كانكرت**  **ورقه هاي فلزي گالوانيزه**  **كاشي هاي رسي**  **سنگ لوح**  **كاشي هاي با پوشش فلزي(هاروي)**  **كاشي سقف هاي آلومينيومي(كاشي دكرا)**  **پلي پروپيلن قابل بازيافت و پلي پروپيلن فشرده**  **آلومينيوم با پوشش پلاستيك**  **گالوانيزه با پوشش پلاستيك** |
| **ورقه هاي آزبست تخت(سقفي، پارتيشن، سردر)** | **سيمان الياف با استفاده از الياف سلولزي، الياف مصنوعي، تخته هاي سقف گچي، سقف هاي پلي استايرن، قرنيس گچي، ورقه هاي با روكش فلزي، آجر نما، چارچوب هاي گالوانيزه اي با تخته پلاستر يا سيليكات كلسيم**  **تخته هاي چوبي مسطح** |
| **لوله هاي آزبست سيمان** | **پرفشار:**  **لوله چدني و آهني، لوله پلي اتيلني پرفشار**  **لوله وينيل كلرايد**  **لوله سيماني تقويت شده با فولاد(در ابعاد بزرگ)**  **لوله پلي استر تقويت شده با شيشه**  **كم فشار:**  **لوله سيمان سلولز**  **لوله سيماني سلولزي/الياف PVA**  **لوله هاي سفالي(رسي)**  **لوله پلي استر تقويت شده با شيشه**  **لوله سيماني تقويت شده با فولاد(در ابعد بزرگ)** |
| **تانك هاي ذخيره آب آزبست سيمان** | **سيمان سلولز**  **پلي اتيلن**  **پشم شيشه**  **فولاد**  **آهن گالوانيزه**  **سيمان با الياف سلولزي-PVA** |
| **آبرو هاي آزبست سيمان؛ باز(صنعت معدن)** | **گالوانيزه**  **آلومينيوم**  **PVC** |

## 3-2 جايگزين هاي آزبست در صنايع توليد مواد مالشي(لنت، كلاچ و...)

**سه محصول عمده اصطکاکي وجود دارد - لنت های ترمز، پد يا لايه ترمز و صفحه کلاچ. ترکیب محصولات حاوي آزبست پیچیده است كه اين به خاطر اين است كه بیش از چندین سال اين محصولات تكامل یافته اند تا تحت نیروهای شدید و درجه حرارت بالا بدون خرابي كار كنند. يك لنت ترمز آزبستي معمول داراي بيش از 40٪ آزبست كريزوتايل است و از بیش از 20 توع تركيب ديگر تشکیل شده است كه از جمله آن رزین های فنولیک است. جایگزین غالب برای كريزوتايل در محصولات اصطکاکي الياف آراميد[[6]](#footnote-7) است، هر چند پان[[7]](#footnote-8) (PAN)، و برخی جايگزين هاي مواد نيمه فلزي مثلاً حاوي مس (معمولا در ترکیب) ديسك هاي با مواد آلي(با الياف شيشه اي، كربني يا لاستيكي)، ديسك هاي سراميكي و ديسك هاي با فلز كم[[8]](#footnote-9)، تيتانات پتاسيم و... نيز مي تواند مورد استفاده قرار گيرد.**

****

****

****

**تصاويري از محصولات اصطكاكي حاوي آزبست(از بالا به پايين)**

1. لنت ترمز
2. كلاچ
3. كفشك هاي ترمزهاي ديسكي

**يكي از تركيبات مشابه آراميد تركيب كولار(Kevlar) يا پارا آراميد است كه در ساخت لنت ها و ديسك ها كاربرد دارد. از اين ماده به فراواني براي ساخت بدنه قايق هاي كوچك نيز استفاده مي شود.**

**مثالهای زیر نشان دهنده ویژگی های نسبی فنی برخی از الیاف جایگزین است.**

|  |  |
| --- | --- |
| **نيروي استحكام**  **خوب**  **متوسط**  **ضعيف** | * **الياف آراميد، الياف كربن، پشم شيشه، P.V.A** * **الياف سلولز، الياف پلي پروپيلن، RCF، پشم هاي معدني** * **PTFE** |
| **مقاومت حرارتي**  **خوب**  **متوسط** | * **پشم هاي معدني، RCF(دماي بالاي 400 درجه سانتيگراد)** * **الياف آراميد، پشم شيشه، PVA، الياف پلي اكريلو نيتريل** |
| **مقاومت شيميايي**  **خوب**  **متوسط**  **ضعيف** | * **الياف پلي بنزيميدازول، الياف پلي اكريلو نيتريل، PTFE، الياف كربني، بسياري از الياف معدني(نه محلول در اسيدها)،** * **الياف آراميد** * **الياف سلولزي** |

**مواردي كه بايد در جايگزيني مواد غير آزبستي با مواد آزبستي در صنايع لنت و ديسك مورد توجه قرار گيرد:**

* **هزينه تكنولوژي و مواد محصولات غير آزبستي خيلي بيشتر از نوع آزبستي نشود.**
* **فرايند هاي مربوط به ساخت آن پيچيده نباشد.**
* **هزينه محصول نهايي خيلي زيادتر از نوع آزبستي نشود.**
* **ماده جايگزين كم خطرتر از ماده آزبستي باشد.**
* **قدرت عملكرد ماده جايگزين مناسب باشد يعني ضريب اصطكاك، ثبات گرمايي، ميزان فرسايش، قدرت يا استحكام مواد، توليد صدا، ساييدگي يا فرسايش ديسك، رسانايي گرمايي، و ... مناسب باشد و در نتيجه ايمني رانندگي نيز حفظ شود.**
* **نگرش مشتري به آن مثبت باشد. مثلاً برخي مشتري ها معتقدند كه لنت هاي آزبستي سروصدا و غبار سياه(كنار ديسك لنت) دارند و همچنين عمر كوتاهي دارند همچنين رانندگان در اصطلاح حسّ خوبي در ترمز گرفتن با اين لنت ها ندارند.**



**غبار سياه كنار ديسك لنت غير آزبستي**

**دامنه اي از تركيبات معمول كه هم اكنون در توليد مواد اصطكاكي به كار مي رود شامل موارد زير است.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **عملكرد** | **مواد** | |
| **اتصال دهنده** | **فنوليك، اپوكسي و...** | **رزين** |
| **استحكام مواد اصطكاكي** | **فولاد، آراميد، پشم شيشه** | **الياف** |
| **افزايش ضريب اصطكاك** | Cu,Cu-Zn,Fe,Al,Zn **و...** | **پودرهاي فلزي** |
| **پيشگيري از سوراخ هاي ريز در روتور** | **گرافيت،** MoS2,mica **و...** | **ليز كننده هاي جامد** |
| **يكدستي و تميزي سطح روتور** | Al2SO3,SiO2,MgO,Fe2O4 | **زبر كننده** |
| **كاهش فرسايش در دماي پايين** | **غبار Cashew، لاستيك و...** | **پركننده هاي آلي** |
| **كاهش فرسايش در دماي بالا** | BaSO4, CaCO3, Ca(OH)2 | **پركننده هاي غير آلي** |

**امروزه استفاده از الياف آراميد با كمي الياف فلزي مس يا فولاد يا در برخي مواد الياف سراميكي يا پشم شيشه از بقيه موارد معمول تر است. نكته قابل توجه اين است كه تكنولوژي مواد غير آزبستي مداوماً در حال بهبودي است.**

**هم اكنون يك خط توليد بزرگ لنت هاي ترمز غير آزبستي در كشور به تازگي مشغول كار شده است كه به خاطر تكنولوژي وارادتي پيشرفته آن قيمت مناسبي نيز دارند. اين تكنولوژي مي تواند با گذر از مراحل خاصي در اختيار ديگر شركت ها نيز قرار گيرد.**

**برخي ديگر از شركت هاي داخلي نيز قدرت تغيير خط توليد را دارند ولي به سبب هزينه بيشتر ي كه هم اكنون لنت ها ي غير آزبستي دارد به سمت آن نرفته اند و در صورتيكه شرايط واردات اصلاح شود آنها نيز قادر به تغيير خواهند بود.**

**وجود باندهاي ساخت لنت هاي تقلبي در اين صنعت كه احتمال اين را دارد كه فراورده هاي آزبستي را به جاي غير آزبستي به فروش رسانند. حتي برخي از اين باندها نام و نشان تجاري شركت ها ي بزرگ توليدي را روي محصولات خود مي زنند كه اين مسئله را پيچيده تر مي كند.**

**با اين همه هيچ دليل فني يا ايمني وجود ندارد كه بتواند از جايگزيني لنتها و ديسك ها ي آزبستي با نوع غير آزبستي جلوگيري كند چه درخودروهاي جديد و چه قديمي تر. تجربه كشورهاي اروپايي، ژاپن، ايالات متحده نيز نشان داده است كه حذف مواد آزبستي و جايگزيني آنها امكان پذير است.**

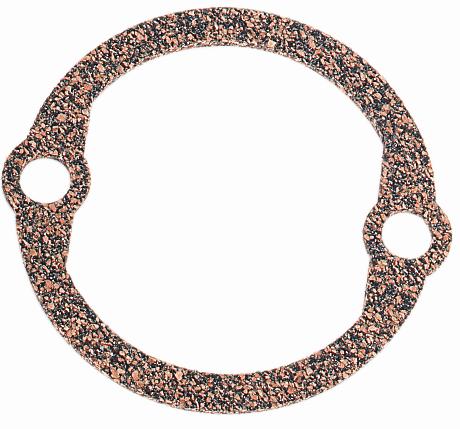
**براي رسيدن به اين هدف به شدت نياز است كه كنترل و نظارت بر واردات لنت و ديسك تقويت گردد تا توليد كنندگان داخلي دچار زيان نشوند چراكه در بازار رقابتي لنت هاي ترمز آزبستي به علت ارزاني و برخي ويژگي هاي ديگر ممكن است پيروز شوند و در نتيجه توليد كنند گان لنت غير آزبستي به مشكل بخورند. در صورتيكه در مورد اين مسئله چاره اي انديشيده نشود سازندگان داخلي به سرمايه گذاري در ساخت و جايگزيني محصولات غير آزبستي تشويق نمي شوند و در نتيجه واردكنندگان به واردات لنت هاي آزبستي ادامه مي دهند و سازندگان نيز به توليد محصولات آزبستي ادامه مي دهند چراكه بازار آن وجود دارد.**

**مسئله ديگر جايگزيني لنتها و ديسك ها در خودروهايي است كه ذاتاً با تجهيزات آزبستي تطابق يافته و ساخته شده اند يعني كاركرد خودرو با تعويض نوع غير آزبستي با آزبستي تغيير نامناسب يا مناسب مي كند.ميزان اين تغيير متفاوت است و در اين مورد اطلاعات كافي در دسترس نمي باشد. هر چند كه اين جايگزيني در بازار برخي كشورها و يا در اين خودروها نشان دهنده مشكل محسوسي نيست.**

**مسئله ديگر كنترل و نظارت نامناسب بر روي لنت هاي توليدي و وارداتي است تا در صورتيكه داراي آزبست باشند از ورود آنها منع شوند.**

## 3-3 جایگزین آزبست در واشرها

**واشرهاي ساخته شده از الياف فشرده آزبست (CAF) به طور گسترده اي در توربینها، کمپرسورها و موتور خودروها استفاده می شود. CAF از كريزوتايل متصل به پلیمرها (لاستیک طبیعی و یا مصنوعی) تشکیل شده است. طیف گسترده ای از جایگزینها در اين مورد توسعه يافته اند و یا در حال ساخت اند كه از جمله فیبر يا الياف آرامید است. موادي مثل پشم شيشه، به همراه فيلرهاي معدني و یا فیبر های شیشه ای با پرکننده معدنی مانند وولاستونيت، تالک و میکا نيز از اين گونه اند. واشرهاي نیمه فلزی و فلزی كامل نیز در دسترس هستند كه با استفاده از مواد سابق مانند پلی تترافلوئورواتيلن يا تفلون (PTFE) و گرافیت ساخته مي شوند. اين امكان وجود دارد كه به دلايل فني واشرهاي بدون آزبست عملكرد كمتري نسبت به همتایان حاوی آزبست داشته باشند ولي اين مزيت وجود دارد كه خطر آن براي سلامتي بسيار كمتر است. نمونه هايي از واشرهاي حاوي آزبست را مي توانيد در شكل زير مي بينيد.**

****

## نمونه هايي از واشرهاي آزبستي

## 3-4 جایگزین هاي آزبست در كامپوزيتها

**آزبست و طیف وسیعی از دیگر الياف در تولید عايق هاي گرمايي و کامپوزیتهاي ترموسيت(مقاوم در برابر حرارت) کاربردهای مهندسی بسیار مهمي دارند. با وجود اینکه در رقابت هيچ نوع فیبر ديگري همه خواص آزبست را ندارد، جایگزین های متعددي به طور مستمر در حال توسعه و معرفی برای انواع مقاصد هستند. برخی از این موارد ممکن است حتّي در برخي اعمال عملکرد بهتري نيز داشته باشند. آنها عبارتند از الياف آرامید، پشم شیشه، الياف کربني، الياف پنبه اي، الیاف آلی و الياف معدني مصنوعي (گاهی در ترکیب) و طیف وسیعی از مواد معدنی ذره اي پرکننده.**

## 3-5 جایگزین آزبست در صنعت منسوجات نسوز

**الیاف مقاوم در برابر درجه حرارت كه در لابلاي منسوجات بافته مي شوند مي توانند دمايي بين 200 تا 1200درجه سانتی گراد را تحمل كند و در برابر شرایط دشوار مانند ترشح فلز مذاب، جرقه جوشکاری و شعله برهنه مقاومت داشته باشد. آنها نیاز به مقاومت در برابر حرارت و همچنین قدرت و انعطاف پذیری (و احتمالا حجمي) برای ارائه عایق حرارتی مناسب هستند. آزبست در وسط اين محدوده و دمايي نزديك به 600 درجه سانتیگراد را تحمل مي كند. الیاف مقاوم ديگر مي توانند در انتهاهاي بالاتر مورد استفاده قرار گيرند و الياف مصنوعی آلی در دماهای پایین تر استفاده می شوند. برای تلاقي با خواص حرارتی (و مقاومت در برابر مواد شیمیایی) مورد نیاز محصول، ترکیب های مختلف آلی، شیشه اي، الیاف مصنوعی و فلزي برای کاربردهای خاص توسعه يافته اند. پلي بنزيميدازول نيز هم اكنون به خاطر مقاومت حرارتي مناسب(دماي ذوب 760 درجه سانتيگراد)و خاصيت غير اشتعالي آن اغلب براي ساخت دستكش، طناب و منسوجات نسوز به كار گرفته مي شود.**

# خواص خطرناک جایگزین هاي منتخب

## 4-1 مقدمه

**طیف وسیعی از مواد الیافی با انواع خواص فیزیکی و شیمیایی برای استفاده به عنوان جایگزین آزبست در نظر گرفته شده اند، و لازم است در مورد هر یک از الياف جایگزین بالقوه قضاوت شود که آیا چنین جایگزینی در طول چرخه عمر کامل محصول باعث افزایش ایمنی (و / یا مزایای دیگر) خواهد شد يا خير. مسائل مربوط به عملکرد محصولات در اینجا ارائه نمي شود، بلکه مسائل مربوط به خطرات آنها بيشتر مد نظر قرار مي گيرد. با توجه به اينكه 3 عامل كليدي دوز، اندازه و ابقاي زيستي در خطرناك بودن الياف مورد توجه اند در مورد مثال هاي زير نيز اين سه عامل توضيح داده مي شود.**

## 4-2 پلی وینیل الکل (PVA) الیاف

**استفاده غالب از الیاف PVA در تقویت سیمان است. قطر این الیاف چنان است که، به عنوان تولید، آنها بالاتر از حد تنفسي هستند و بسیاری از آنها قابل استنشاق نخواهند بود. در زمان ارزیابی این ویژگی لازم است دانسيته دست پایین (حدود 1.3) در مقایسه با الیاف مواد معدنی در نظر گرفته شود، به این معنی که حد تنفس برای این رشته در حدود 7 میکرون است كه بيش از 3 میکرومتري خواهد شد كه معمولا برای مواد معدنی فرض مي شود. با این وجود، الیاف تولید شده اغلب در محدوده 10-16 میکرون قطر است كه کسر تنفسي آن کوچک خواهد شد. شواهدی وجود دارد که الیاف فيبريله[[9]](#footnote-10) نمي شوند و طبيعت اين ماده نشان می دهد که يك مد شکستگی معمول دارد. علاوه بر این، بسیاری از ذرات مشاهده شده اين ماده در اتمسفر بیش از حد کوتاه اند تا با معیار مورد توافق (WHO) نسبت ابعاد 03:01 تلاقي كنند و با این تعریف به عنوان الیاف شناخته نمي شوند. اگر چه اطلاعات چاپي سم شناسي در مورد PVA نسبتا پراکنده اند امّا خطرات آن از آزبست بسيار كمتر كزارش شده است. استفاده نابجا يا نادرست از اين ماده نيز خطرات زيادي ايجاد نمي كند.**

****

## 4-3 الیاف آرامید

**الیاف آرامید در خط توليد مواد اصطکاکي، واشرها و مواد پركننده استفاده می شود. آنها عمدتا قطر زيادي دارند(10-12 میکرومتر قطر را به عنوان ساخته شده) و در نتیجه بالاتر از حد قابل تنفس اند، در سطح الياف فيبريل وجود دارد و می توانند در عملیات با یک انرژی بالا آزاد شوند. الياف تحت فشار فيبريله نمي شوند اگر چه پتانسیل آزادشدن قطعات فیبری با اعمال نیروهای برشی وجود دارد. آزمایش های روي حیوانات فیبروزيس را در پاسخ به دوز بالا نشان داده شده است، اما کیست "كراتينه شده پرولیفراتیو" مرتبط به طور کلی براي تماس با انسان در نظر گرفته نمي شود اما درموش هاي تنها در سطوحي رخ می دهد که در آن مکانیسم کلیرانس ریوی به شدت مهار شده باشد (IARC، 1997a). بروز مزوتليوما در موش های با تزریق داخل صفاقی فیبرهای كمتر از سطح معمول مثبت در نظر گرفته شد اما برخی از محققان ملاحظه كردند كه يك اثر حاشيه اي نيز وجود دارد. در این رابطه اين فیبر می تواند كم خطر تر از آزبست(كريزوتايل) در نظر گرفته شود که در آن در بدترین حالت یک ارتباط ضعیف با مزوتليوما ديده شده است. فیبريل هاي اين ماده در ریه به ميزاني خيل سريع تر از كريزوتايل زیست تخریب پذیر گزارش شده اند (Searl 1994). از ساختار پلی آمیدي آن نيز انتظار نمی رود كه در محیط باقی بماند. همانند مواد آلی الیاف اين ماده خواهد سوخت، اما گسترش شعله و احتراق در غیاب حرارت ندارد. هنگامی که آنها را بیش از حد گرم كنيم ممکن است باعث انتشار گازهای سمی شوند.**

**در حالت مساوي استفاده از این مواد باید در کاهش سطح مواجهه ئر مقایسه با آزبست كريزوتايل و فیبرهای منتشر شده كمتر سمی و کمتر ابقاي زيستي خواهد داشت. استفاده در فضاهای محدود است که در آن محیط اكسيد كننده و منابع خارجی گرما وجود دارد، ممکن است نیاز به ملاحظه دقيق داشته باشد. کاهش پیش بینی شده در سطوح مطلق مواجهه در شكل صنعتی بدست آمده است. استفاده نادرست از مواد نصبي انتظار نمی رود که به مواجهات مهم منجر شود.**

## 4-4 الیاف سلولزی

**این الياف عمدتاً در تقویت سیمان استفاده می شود. الیاف سلولزي از انواعي از منابع طبیعی تولید مي شوند و گزارش می شود كه عمدتاً غیر قابل تنفس اند؛ هر چند مطالعات تجربی و بررسی های صنعتی برخی از پتانسیل هاي تولید الیاف قابل تنفس را نشان داده اند (اينگولد- يوبرساكس و گروبر، 1992). وسعت فیبریلاسیون نيز اثبات نشده است، اما هنوز به عنوان يك امکان وجود دارد. تجارب صنعتي نشان از خطر كمي براي اين ماده را دارند. غبار چوب كه اصولاً مواد آن با الياف سلولزي يكسان است مي تواند باعث سرطان بینی گردد. هرچند براي الياف سلولزي هنوز شواهدي در دست نيست. شواهد تجربی نشان داده است که الياف سلولزي است نسبت به آزبست كريزوتايل ابقاي زيستي بيشتري در ريه موش رت دارد اما ابقاي آ» در محيط كوتاه است. اين مواد قابل احتراق اند اما دركاربردهاي مورد نظر ما به احتمال زیاد قابل اشتعال نمي باشد. تحقیقات تجربی نشان می دهد كه هیچ مسمومیت های خاصي از محصولات احتراق اين ماده ايجاد نمي گردد، هر چند تعامل با سایر اجزاء محصول نهایی باید در نظر گرفته شود.**

**ساختار درشت فیبر و تجربه طولانی در استفاده از آن نشان می دهد که در حالت مساوي جایگزینی فیبر سلولز با آزبست مي تواند به کاهش مواجهه شغلی با الياف منجر شود. در عمل نيز این اين موضوع در صنعت تایید مي شود. استفاده نادرست می تواند باعث مواجهه بالاتر شود اما شواهد تجربی نشان می دهد که ميزان آن از آزبست كمتر است. تحقيق در مورد ابقاي زيستي در ريه و خطرات ناشي از آن مي تواند يك اولويت باشد.**

## 4-5 وولاستونيت

**وولاستونيت شكلي از ماده معدنی طبیعی یا مصنوعی حاصل از کلسیم سیلیکات است. این ماده به شكل بلوری است و مي تواند به صورت ذرات سوزنی پس از خرد کردن وجود داشته باشد. فرم های فیبری را می توان از سنگ معدني جدا كرد. در مقایسه با حد قابل تنفس برای الياف مواد معدنی (3 میکرومتر قطر) اين ذرات عمدتا درشت اند (قطر> 3.5 میکرومتر). درصورتي كه مواد بلوری اند محتاطانه است كه فرض کنیم که فیبریلاسیون امکان پذیر است. گزارش های جداگانه اي از فیبروز ریه در کارگران معدن و کارگراني كه وولاستونيت را حمل مي كنند وجود دارد و برخی از شواهد تجربی پتانسیل فيبروژنيك يا سخت كنندگي ريه را نشان مي دهند. تمام این اطلاعات با آلودگی مواد طبیعی توسط کریستالین سیلیکا سازگارند هر چند این مطلب در تمام موارد تایید نشده است. در دوز نسبتا کم هيچ گونه سرطان ریه در حیوانات آزمایشي مشاهده نشده است، و تومورهای پلور با همراهي دوزهای بالاي تزريق داخل صفاقي الياف ريزتر ايجاد مي گردند(IARC، 1997b).**

**مطالعات روي حيوانات ابقاي زيستي اين ماده را نسبت به كريزوتايل بسیار پایین برآورد مي كنند(,Belman Muhle، 1994)، و ابقاي زیست محیطی آن انتظار می رود كه کوتاه باشد، به خصوص در شرایط اسیدي. اين ماده غیر قابل احتراق است.**

****

**تصويري از ماده معدني وولاستونيت**

**استفاده از وولاستونيت به عنوان جایگزینی برای آزبست كريزوتايل اگر از لحاظ اندازه الياف درشت تر باشد به طور بالقوه می تواند مواجهه با الياف را کاهش دهد. با این حال انتظار می رود كه فايده اصلي حاصل از اين ماده در کاهش ابقاي زيستي آن باشد كه منجر به کاهش بار ريوي در مواجهات قابل مقایسه مي شود. شاید به این دلیل وولاستونيت از كريزوتايل کمتر سمی است و هر چند استفاده نادرست از مواد نصب شده می تواند به مواجهات بالاي گذرا شود، مواد ته نشين شده به سرعت از ریه پاك مي شوند. عوامل مؤثر در مشخصه محصول، محدوده اندازه و آلودگی سیلیسي مي باشد.**

## 4-6 نتیجه گیری

**بر اساس ویژگیهای ذاتی مواد مورد بحث، مي توان قضاوت كرد که الیاف PVA، الیاف آرامید، الیاف سلولز و ولاستونيت کمتر از آزبست خطرناک اند. در مورد ساير جايگزين هاي معرفي شده نيز وضع به همين ترتيب است.**

**منابع مورد استفاده**

1. Affairs, Vol 18 No 3, Royal Australian College of Physicians Web Site, July 1999
2. and millers: development from 1904 and mortality to 1992. *Ann Occup Hyg, 41,* 13–36
3. Arnold, R.W. Jr et al., Short Reports; Selecting Alternatives to Asbestos, Materials Engineering, September 1988, pgs 59 – 64
4. Asbestos Information Association, North America Asbestos Regulatory Developments in the United States, October 1995
5. asbestos. *Occup Environ Med, 54,* 646–652
6. *Ass J 48,* 478–486
7. ASTM F104-95, Standard Classification System for Nonmetalic Gaskets Materials,ASTM, 1995
8. ASTM F147-87, Standard Test Method for Flexibility of Non Metalic Gasket Materials, ASTM, 1987
9. ASTM F148-95, Standard Test Method for Binder Durability of Cork Composition Gasket Materials, ASTM, 1995
10. ASTM F152-95, Standard Test Methods for Tension Testing of Nonmetalic Gasket Materials, ASTM, 1995
11. ASTM F36-99, Standard Test for Compressibility and Recovery of Gasket Materials, ASTM, 1999
12. ASTM F37-00, Standard Test for Sealability of Gasket Materials, ASTM, 2000
13. ASTM F38-00, Standard Test Method for Creep Relaxation of a Gasket Material, ASTM, 2000
14. ASTM F433-98, Standard Practice for Evaluating Thermal Conductivity of Gasket Materials, ASTM, 1998
15. ASTM F607-96, Standard Test Method for Adhesion of Gaskets Materials to Metal Surfaces, ASTM, 1996
16. Bachot J., Microporous asbestos diaphrams/cathodes for electrolytic cells, US Pat. No. 5,092,977, 1992
17. Bachot J., Process for the preparation of asbestos-free microporous electroconductive substrate, US Pat. No. 5,626,905, 1997
18. Bauer G., Asbestos free material for use as sealing, damping and/or separating element, US Pat. No. 4,977,205, 1990
19. Beercheck R.C., New Materials for Packing and Gaskets, Machine Design, 11 March
20. Beier W., Temperature resistant material, particularly as a substitute for asbestos in
21. Bellmann B & Muhle H (1994) Investigation of the biodurability of Wollastanite and xonolite *Environ Health*
22. Britain. *Lancet, 345,* 535–539
23. Brown SK (1987) Asbestos exposure during renovation and demolition of asbestos-clad buildings. *Am Ind Hyg*
24. Browne K (1994) Asbestos related disorders. In Parkes WR ed, *Occupational lung disorders,* 3rd ed, Oxford, Butterworth-Heinemann
25. Carver MP, Monteiro-Riviere NA, Brown TT & Riviere E (1985) Dose-response studies of Gentamycin
26. changes in rats treated concurrently with chrysotile asbestos and N-nitrosoheptamethyleneimine (NHMI). *Ann*
27. Cheng R.T., McDermott H.J., Exposure to Asbestos from Asbestos Gaskets, Applied Composites: New Applications and Developments, Mechanical Engineering
28. Davies JMG (1996) The toxicity of wool and cellulose fibres. *J Occup Health Safety, Australia New Zealand,*
29. Department of Environment, Transport and The Regions, Consultation Papers, Asbestos (Prohibition) Regulations, Road Vehicle (Brake Lining Safety) Regulations
30. Department of the Environment, Waste Management Paper No 18, Asbestos Wastes, Her Majesty’s Stationary Office, London, UK, 1979
31. devices for handling objects of hot glass, US Pat. No. 5,630,858, 1997

Discussion Paper, Regulatory Impact Statement and Proposed Regulations, October 1999

1. Dorstewitz I.G., et al., World Asbestos, Minerals Bureau, Department of Mines, South Africa, 1977
2. ECE Regulations Reg 90 Replacement Brake Lining Assemblies
3. EEC directive EEC 71/320 Braking
4. Egilman D & Reinert A (1996) Lung cancer and asbestos exposure: asbestosis is not necessary. *Am J Ind Med,*
5. Engineering Sciences Division of the Institute of Mechanical Engineers, Fibre Resin
6. European Commission, Detailed Explanatory Note and Proposed Directive to Ban the Use of Chrysotile Asbestos
7. European Union, Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment, Opinion on Chrysotile asbestos and candidate substitutes, Web Site, 1998
8. Exposure–response analysis of risk of respiratory disease associated with occupational exposure to chrysotile
9. Harrison P.T.C., et al., Comparative hazards of chrysotile asbestos and its substitutes: a European perspective, Environmental Health Perspectives, 107(8): 607-611, 1999 Aug
10. Harrison PTC, Hoskins JA, Brown RC, Hext PM & Pigott GH (1997) Pulmonary hyperplastic and neoplastic
11. Health and Safety Commission, UK (1979) *Report of the Advisory Committee on Asbestos*, London, HMSO
12. Heath Safety Executive, UK (HSE), Substitutes for Chrysotile (White) Asbestos, HSE Web site, 1998
13. Hodgson A.A.(ed.) Alternatives to Asbestos- the Pros and Cons. John Wiley and Sons, 1989
14. Hodgson AA, ed (1989) *Alternatives to Asbestos - the Pros and Cons* (Critical Reports on Applied Chemistry*,*
15. Hycomp Inc., Product literature, 1999
16. IARC (1979) *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans,* Vol 19,
17. IARC (1997a) *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans,* Vol 69,
18. IARC (1997b) *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*, Vol 69,
19. IEH (1997) *Fibrous Materials in the Environment,* Leicester, UK, Institute for Environment and Health
20. IEH Web Report W4, posted December 2000 at http://www.le.ac.uk/ieh/webpub/webpub.html
21. Industrial Minerals, Asbestos substitutes – Matching performance, 1992
22. interaction. *Int J Cancer, 20,* 323–331
23. Kaufmann J.C., Better Gaskets without Asbestos, Machine Design, 10 July 1986, pgs 67-70
24. Keim E., Asbestos-free filtering layer, US Pat. No. 4,149,975, 1979.
25. Kluger M.A., A Comparison of Braking Performance of Asbestos, Non-Asbestos, and
26. Leigh J., Occupational Health and Medicine- The End Game for Asbestos, Fellowship
27. Levy LS (1995) The ‘Particle Overload’ Phenomenon and Human Risk Assessment, *Indoor Environ, 4,*
28. Liddell FDK, McDonald AD & McDonald JC (1997) The 1891–1920 birth cohort of Quebec chrysotile miners
29. Lippmann M (1994) Deposition and retention of inhaled fibers: effects on incidence of lung cancer and
30. McDonald AD, Case BW, Churg A, Dufresne A, Gibbs GW, Sebastien P & McDonald JC (1997)
31. Mechanical Engineering, Feasibility Analysis of Asbestos Replacement in Automobile and Truck Brake Systems, 1990
32. Meldrum M (1996) *Review of Fibre Toxicology,* London, Health & Safety Executive
33. Mesothelioma in Quebec chrysotile miners and millers: epidemiology and aetiology. *Ann Occup Hyg, 41,*
34. mesothelioma. *Occup Environ Med, 51,* 793–798
35. Muhle H & Bellmann B (1997) Investigation of the durability of cellulose fibres in rat lungs. *Ann Occup Hyg,*
36. National Heath and Medical Research Council, Commonwealth of Australia,
37. nephrotoxicity in rats with experimental renal dysfunction. *Toxicol Appl Pharmacol, 80,* 264–273
38. *Occup Hyg, 41 (suppl 1),* 293–297
39. Occupational and Environmental Hygiene, 1991
40. on Cancer, pp 283–305
41. on Cancer, pp 409–439
42. *Perspectives, 10, suppl 5*, 191–195
43. Peto J, Hodgson JT, Matthews FE, & Jones JR (1995) Continuing increase in mesothelioma mortality in
44. Publications Ltd, London, 1983
45. Reg 13 Vehicle Braking
46. Research on Cancer, pp 351–356
47. Sanders CL, Lauhala KE & McDonald KE (1993) Lifespan studies in rats exposed to 239PuO2 aerosol. III.
48. Saracci R (1977) Asbestos and lung cancer: an analysis of the epidemiological evidence on the asbestossmoking
49. Searl A (1994) A review of the durability of inhaled fibres and options for the design of safer fibres*. Ann Occup*
50. Semi-metalic Friction Material, .SAE Technical Paper Series, No. 902272, 1990
51. *Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-aramid Fibrils*, Lyon, France, International Agency for Research



www.behdasht.gov.ir

1. *Asbestos* [↑](#footnote-ref-2)
2. Asbestosis [↑](#footnote-ref-3)
3. Mesothelioma [↑](#footnote-ref-4)
4. polyacrylonitrile [↑](#footnote-ref-5)
5. wollastonite [↑](#footnote-ref-6)
6. **aramid** [↑](#footnote-ref-7)
7. **Polyacrilonitrile** [↑](#footnote-ref-8)
8. **low metallic** [↑](#footnote-ref-9)
9. **fibrillate** [↑](#footnote-ref-10)