# الألياف الزجاجية فى الهواء العام بمشعر بمنى: دراسة أولية

أ.د. عبد الحميد عبد الحميد عوض

معهد خادم الحرمين الشريفين لابحاث الحج والعمرة

**الملخص العربى**

نظرا لقلة البيانات المتاحة على وجود الالياف الزجاجية فى الهواء الداخلى والعام بمكة المكرمة ومحدوديتها بكامل الوطن العربى، تعتبر هذه الدراسة فريده لانها تهتم بالقاء الضوء على الالياف الزجاجية المصنفة كمادة "محتملة" للاصابة بالامرض السرطانية. وتهدف هذه الدراسة الى تقييم تركيزات الالياف الزجاجية بالهواء العام بمنى اثناء فترة الحج من ٦ الى ١٣ ذى الحجة ١٤٣٣هـ. حيث تم تجميع عدد ٨ عينات باستخدام الطريقة ٧٤٠٠ الموصى بها من المعهد العالمى للصحة والسلامة المهنية (NIOSH). تراوحت تركيزات الالياف الزجاجية بين ١٠-٢ – ١٠-٤ ليفة/ سم٣ بمتوسط تركيز ٠,٠٠٩٨ ليفة/سم٣ ورصد اعلى تركيز ٠,٠١٢٨ ليفة/ سم٣ فى ١٠-١٢-١٤٣٣هـ. وجدت الالياف الزجاجية بتركيزات اعلى فى فترات النهار (متوسط ٠،٠١٠٦٥ ليفة/سم٣) بالمقارنة بفترات الليل (٠،٠٠٧٥ ليفة/سم٣)، وتطابقت التركيزات المقاسة فى هذه الدراسة مع مستوى التركيزات التى رصدت عالميا ببعض الدول، وان تخطت المستوى المعيارى للهواء العام ١٠-٤ ليفة /سم٣. الى الان لم يتاكد ان الالياف الزجاجية تسبب السرطان للانسان مع انها مسرطنة لحيوانات التجارب، وعلى ذلك يجب الاستمرار فى الحفاظ على الالياف الزجاجية عند ادنى مستوياتها فى الهواء حيث لا شك بان استنشاق الالياف الزجاجية يؤثر سلبا على الصحة، ولا يمكن انتظار دليلا علميا مطلقا يثبت انها غير مسببة للسرطان.

## المقدمة وادبيات البحث

فى السنوات الاخيرة زاد الاهتمام بدراسات التاثيرات الصحية للالياف الزجاجية على صحة الانسان حيث انها تؤثر على الجهاز التنفسى، ومن المواد المحتملة للاصابة بامراض السرطان، ونتيجة للانتشار الواسع فى استخدامات الالياف الزجاجية فى العديد من المنتجات ، فان هناك فرصة كبيرة لانبعاثها الى الهواء الداخلى والخارجى، مما يودى الى زيادة احتمالية التعرض.

تمت صناعة الالياف الزجاجية لاول مرة فى الولايات المتحدة الامريكية سنة ١٩٣٠م، وهى مجموعة تنتمى الى المواد المعروفة باسم "الالياف المعدنية من صنع الانسان" Man made mineral fibers ( Moore et al., 2002)، و للالياف الزجاجية بعض الصفات الفريدة التى تجعلها هامة من وجهة النظر التجارية والصحية. حيث تدخل فى صناعات العوازل الحرارية والصوتية وفى تشييد وبناء السفن وصناعة الورق والسجاد، صناعة الفلاتر ونظم التكييف وكمرشحات للاستخدام فى تصنيع الادوية و كماده تسليح (تقوية) للبلاستك والانابيب وفى صناعة المنسوجات المقاومة للحريق والاشتعال. و تتراوح اقطار الالياف الزجاجية بين ١ الى ١٠ ميكروميتر او ٠،١ الى ٣ ميكروميتر، وقد اشارت الدراسات بان الالياف الزجاجية يمكن استنشاقها اذا تواجدت فى الهواء باحجام واقطار مناسبة حيث انها تصنف حسب ابعادها واحجامها الفيزيائية (Breysse et al. 1999).

تسبب الالياف الزجاجية بعض الاثار الصحية الحادة (Acute) عند التعرض لمدة قصيرة، منها التهابات الجلد والعيون واستنشاقها قد يؤدى الى التهاب الانف والحلق وتكرار التعرض يؤدى الى نزيف الانف (OSHA, 1996)، بالاضافة الى ذلك قد درست قدرة الالياف الزجاجية على احداث امراض السرطان وقد صنفت كالتالى:

١. الالياف الزجاجية قد تكون سببا محتملا لامراض السرطان للانسان (IARC,1988).

٢. الالياف الزجاجية ليست مصنفة على انها مواد مسرطنة لعدم كفاية الادلة وانخفاض معدل استمرارها بالجسم Bio-persistence (IARC,2001).

٣. الالياف الزجاجية مسرطنة على اساس قدرتها على سرطنة حيوانات التجارب للحيوانات (NTP, 2001)

٤. الالياف الزجاجية مادة مسرطنة للحيوانات – A3 ACGIH, 2001)).

اقرت الوكالة الدولية لبحوث السرطان IARC بانه لاتوجد دلائل كافيه على قدرة الالياف الزجاجية على احداث امراض السرطان، ولكنها مادة محتملة لاحداث السرطان، نتيجة التجارب التى اجريت على الحيوانات، خصوصا سرطان الغشاء البللورى وفى سلسلة من الاوراق العلمية اكدت بانه لا يوجد تعرض آمن للالياف الزجاجية وقد تكون سببا محتملا للسرطان.

لا تتوفر قاعدة معلومات كافية عن تواجد الالياف الزجاجية بالهواء الداخلى ةالخارجى. والبيانات عن تركيزات الالياف الزجاجية قليلة ومتناثرة، حيث تراوحت ما بين ٠،٠٠١ ليفة/سم٣ فى اليوم الاول للتركيب الى اقل من ٠،٠٠٠١ ليفة/سم٣ فى اليوم الثانى من التركيب فى الهواء العام (Esmen et al., 1980). توجد الالياف الزجاجية عادة فى حدود ٤١-x10 ليفة/سم٣، على الرغم من رصدها بتركيزات اعلى اثناء عمليات الصيانة والتركيب (Maxim et al., 1999). ايضا رصدت الالياف الزجاجية بمتوسط ٠,٠١ ليفة /سم٣ (WHO, 1988) و ٢،٧ ليفة /سم٣ فى الهواء العام بالقرب من اماكن تصنيعها بالولايات المتحدة الامريكية (Environment Canada, 1993).

احتمالية انبعاث الالياف الزجاجية الى البيئات المختلفة كبيرة نتيجة للتاثيرات الميكانيكية والاهتزازات عمليات الهدم والبناء والاحلال. نتيجة لتعرض المواد المصنوعة او التى يدخل فى تركيبها الالياف الزجاجية للعوامل الجوية Weathering لفترات طويلة، من الطبيعى ان تؤثر بفاعلية على خواصها الطبيعية والميكانيكية والكيميائية (عبد السلام ٢٠٠٩)، وقد ثبت ان هذا التعرض يحدث تدهورا متلفا للمنسوجات يؤدى الى انبعاث الالياف الى البيئة. و اقمشة الخيام بمنى مصنوعة من الالياف الزجاجية

المغطاه بمادة التفلون المستخدم لرفع كفاءة مقاومتها للحريق "من اكثر المنسوجات المعرضة للظروف الجوية المختلفة نظرا لتركيبها لفترات طويلة دون وجود عمليات صيانة او تجديد كافية" لذلك فان احتمالية انبعاثها الى الهواء كبيرة والتى قد تنتقل الى مسافات كبيرة اخرى تحت تاثير الهواء نظرا لعدم تحللها الضوئى او الميكروبى (WHO, 1988). وتهدف هذه من الدراسة الى تقييم تركيزات الالياف الزجاجية بالهواء العام "Ambient air" بمشعر منى فى الفترة من ٦ الى ١٣ ذى الحجة ١٤٣٣ هـ، وذلك لقلة البيانات المتاحة بشان وجود الالياف الزجاجية، ايضا هذه الدراسة هى الاولى التى تدرس الالياف الزجاجية المصنفة كمادة محتملة قد تسبب السرطان عند التعرض، حتى بتركيزات منخفضة.

## منهجية العمل والتحليل

تم تجميع عينات الالياف الزجاجية من الهواء العام بمشعر منى ( شكل ١) فى الفترة من ٦ – ١٣ ذى الحجة ١٤٣٣هـ بمعدل عينة واحدة يوميا فى الفترة من ٩–١١ صباحا (ايام ٦،٧، ٩، ١٠، ١٣ من ذى الحجة) و ٩–١١ مساءا (ايام ٨، ١٢ من ذى الحجة)، لتمثيل كافة الظروف المناخية واختلاف الانشطة فى اليوم الواحد. تم تجميع العينات من على ارتفاع ٢ –٣ متر من سطح الارض بموقع الرئاسة العامة للارصاد والتى تتميز بالانشطة الانسانية الكبيرة والمكثفة اثناء تادية مناسك الحج، كما فى منى بالكامل.

## طريقة تجميع العينات

تم تجميع العينات باستخدام الطريقة رقم ٧٤٠٠ الموصى بها من هيئة الصحة والسلامة المهنية العالمية (NIOSH, 1994)، باستخدام فلاتر غشائية membrane filters باقطار ٢،٥ سم واحجام مسام ٤٥، ميكروميتر لمده تراوحت بين ٩٠ الى ١٢٠ دقيقة باستخدام مضخة سحب هواء بقوة ١،٠٢ لتر/ دقيقة. تم تجميع عدد ٢ عينات مرجعية، تم حفظ العينات بحيث يكون سطح الفلتر المعرض الى اعلى.

## التحضير والفحص

يتم تحضير العينات بتحويل الفلاتر الغشائية الى فلاتر شفافة باستخدام زيت الغمر Immersion oil ويتم عد الالياف الزجاجية باستخدام الميكروسكوب الضوئى ذو الاطوار المتباينة Phase Contrast Microscope (Olympus ,Tokyo, Japan) عند قوة تكبير X٤٠٠. يتم عد الالياف اكبر من ٥ ميكروميتر طولا و٣ ميكروميتر قطرا وبنسبة طول الى عرض ١:٣، يتم عد ما بين ٤٠–٦٠ حقل ضوئى من الفلتر وذلك بالاستعانة بعدسة ولتون بييكيت "Walton Beckett Graticule" مثبتة بالعدسة العينية، يتم حساب والتعبير عن تركيزات الالياف الزجاجية بالليفة/سم٣ .

حساب تركيز الالياف الزجاجية باستخدام المعادلات الاتية:

E (Fiber glass density per field) = F/nf –B/nb/ Af (معادلة ١)

حيث ان:

F/nf: عدد الالياف باستخدام الجرادكيول– B/nb: عدد الالياف للعينات الضابطة للجرادكيول

Af: مساحة حقل الجرادكيول (٠,١٩٦٤٢٨ mm2)

بعد ذلك يتم استخدام المعادلة التالية للحصول على تركيز الالياف الزجاجية لكل سم٣ من الهواء

Concentrations (fiber/cc)= E x Ac/ V x103..... (معادلة ٢)

حيث ان:

V: حجم الهواء – AC : المساحة المعرضة من الفلتر (٣٦٤,٥ mm2).

التحاليل الاحصائية Statistical analysis

تم استخدام سبيرمان **Spearman's rank correlation** لحساب معامل الارتباط بين تركيزات الالياف الزجاجية فى الهواء والعوامل الجوية "درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح" عند مستوى٠,٠٥ باستخدام ارتباط اهمية الاختبار (**Correlation significant test**).

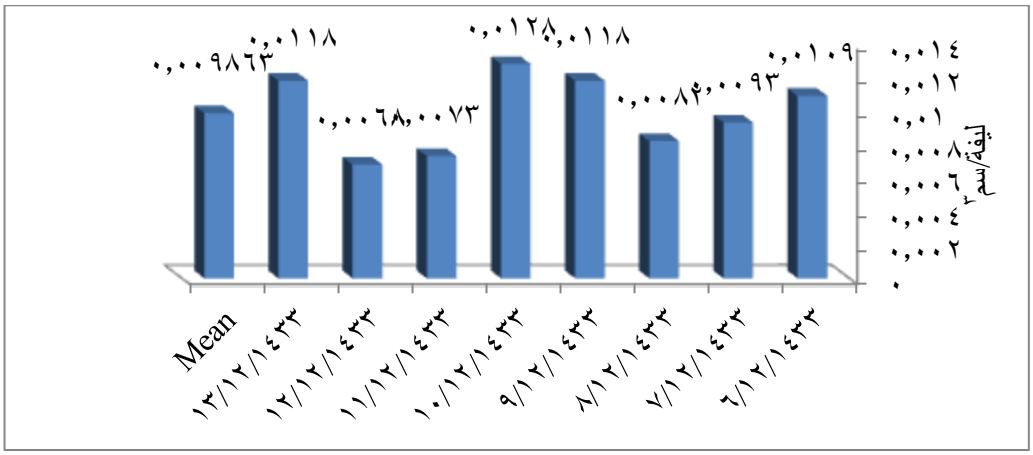
## النتائج ومناقشتها

يوضح جدول رقم ١ وشكل ٢ التغير اليومى لتركيزات الالياف الزجاجية بمشعر منى. حيث تراوحت بين ٠،٠٠٦٨ – ٠،٠١٢٨ ليفة/سم٣ وبمتوسط تركيز ٠،٠٠٩٨ليفة/سم٣. تم رصد اعلى تركيز يوم ١٠ من ذى الحجة نتيجة حركة الحشود التى مرت بمنى والتى ادت الى اثارة الالياف الى الهواء. ايضا تم رصد الالياف بتركيزات مرتفعة نسبيا يومى ٦ و١٣ من ذى الحجة نتيجة عمليات النظافة والتحضير والتجهيز للخيام، وانشطة رفع الفرش والاخلاءعلى انبعاث الالياف الى الهواء، و من الناحية الاخرى تم رصد اقل تركيز يوم ١٢ من ذى الحجة، عندما غادر معظم الحجاج مشعر منى، واصبحت اكثر هدوءا.

**جدول 1.** تركيزات الالياف الزجاجية فى الهواء العام بمنى

| التاريخ/ذو الحجة-١٤٣٣ هـ | التركيز f/cc |
|---|---|
| ١٢-٦ | ،٠١٠٩١ |
| ١٢-٧ | ،٠٠٩٣ |
| ١٢-٨ | ،٠٠٨٢ |
| ١٢-٩ | ،٠١١٨ |
| ١٢-١٠ | ،٠١٢٨ |
| ١٢-١١ | ،٠٠٧٣ |
| ١٢-١٢ | ،٠٠٦٨ |
| ١٢-١٣ | ،٠١١٨ |

| | |
|---|---|
| المدى | ٠,٠٠٦٨-٠,٠١٢٨ |
| المتوسط | ٠,٠٠٩٨ |




**شكل 2:** التغير اليومى لمتوسط اعداد الالياف الزجاجية بهواء مشعر منى

تم تجميع العينات صباحا ومساء لتعيين نمط توزيع الالياف الزجاجية مع اختلاف العوامل الجوية واحتمالية اختلاف الانشطة الانسانية واعداد الحجاج

ويوضح جدول ٢ وشكل ٣ متوسط تركيزات الالياف الزجاجية المقاسة صباحا ومساءا، حيث تراوحت ما بين ٠،٠٠٦٨–٠،٠٠٨٢ ليفة/سم٣ بمتوسط ٠،٠٠٧٥ ليفة/سم٣ صباحا و ٠،٠٠٩٣– ٠،٠١٢٨ ليفة/سم٣ وبمتوسط ٠،٠١٠٦٥ ليفة/سم٣ مساءا، التركيزات الاعلى فى فترات الصباح نتيجة تاثيرات الحركة واضطرابات الهواء التى تكون اكثر استقرار فى الليل عنها بالنهار.

جدول ٢. متوسط تركيزات الالياف الزجاجية المجمعة صباحا ومساءا بمشعر منى

الفترة المدى f/cc المتوسط f/cc

صباحا ٠،٠٠٩٢– ٠،٠١٢٨ ، ٠،٠١٠٦٥ ± ٠،٠٠٢٠٢ ،

مساءا ٠،٠٠٦٨–٠،٠٠٨٢، ٠،٠٠٧٥ ± ٠،٠٠٠٩٩ ،

شكل ٣. متوسط اعداد الالياف الزجاجية المقاسة صباحا ومساءا بهواء مشعر منى

يعتبر وجود الالياف الزجاجية بتركيزات منخفضة مصدر ازعاج، وفيما يلى حدود التعرض المهنى وفى الهواء العام للالياف الزجاجية (جدول ٣). فى هذه الدراسة تم رصد الالياف الزجاجية تقريبا بمتوسط ٠,٠١ ليفة/سم٣ اقل من التركيزات المسموح بها باماكن العمل الداخلى والخارجى، ولكنها تخطت الحد المسموح به للهواء الخارجى.

**جدول 3.** القوانين والمعايير للالياف الزجاجية فى الهواء

| الهيئة | المعيار- ليفة /سم$^3$ (F/cc) |
|---|---|
| OSHA, 2012 | ١ |

| | |
|---|---|
| | ACGIH, 2003 |
| 1 | - Continuous fiberglass |
| 1 | - Special purpose glass fiber (Group A3) |
| 0.2 | -Refractory ceramic fiber (Group A2) |
| 3 | NIOSH, fiber with diameter ≤3.5 µm, length ≥10 µm |
| 1 | Safety and Health Committee, Bldg and Construction Trades, Dept., of the AFL-CIO, 1991 |
| 0.0001 | Urban ambient air, (Holland and Smith, 1997) |

**Group A3**: confirmed animal carcinogen with unknown relevance to humans.

**Group A2**: suspected human carcinogen, based on limited evidence of carcinogenicity in humans and sufficient evidence of carcinogenicity in experimental animals with relevance to humans.

**توافقت النتائج فى هذه الدراسة مع الكثير من الدراسات حول العالم حيث تم رصدها بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٠٠١ الى ٠,٠٠٠١٤ ليفة/سم٣ بالقرب من مصنع انتاج الالياف بنيو–أرك– اوهايو و ٠,٠٠٠٠١–٠,٠٠٠١٥ ليفة/سم٣ بمنطقة ريفية تقع حوالى ١٠ ميل من المصنع ( Switala et al., 1994). الالياف الزجاجية فى ٣٦ عينة مجمعة من الهواء العام ببركلى وسكرمينتو وجبال سابيرا ولوس انجلوس تراوحت بين صفر الى ٠,٠٠٩ ليفة/سم٣ وبمتوسط ٠,٠٠٢٥٧ ليفة/ سم٣ باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى (NIOSH, 1976)، فى حين تراوحت بين ٠,٠٠٠٠٤–٠,٠٠١٧ ليفة/سم٣ بالهواء العام بمنطقة ريفية وثلاث مدن بالمانيا عام ١٩٨٢ (Hohr, 1985). فى فرنسا فقد رصدت الالياف الزجاجية باعلى تركيز ٠,٠٠٠٠١٥ ليفة/سم٣ وبمتوسط ٠,٠٠٠٠٠٢ ليفة/سم٣ باستخدام الميكروسكوب الاليكترونى ((Gaudichet et al., 1989. تركيزات الالياف الزجاجية بالهواء العام بمشعر منى تتوافق مع التركيزات التى تم رصدها عالميا (IARC 2002, WHO 1988) وان**

تخطتها فى بعض الاحيان نتيجة لوجود المصدر المستمر للالياف "كاحد مكونات الخيام بمنى"، وايضا الى طبيعة الفترة التى تم فيها تجميع العينات والتى تشهد نشاط غير مسبوق اثناء تادية مناسك الحج.

اختلاف وتباين اعداد الالياف مرتبط بعدد من العوامل المحددة للموقع ومنها معدل انبعاث الالياف، حجم التخفيف، معدل التهوية، والعوامل الجوية "الحرارة والرطوبة وسرعة واتجاه الرياح" بالاضافة الى حمل ونوع التلوث الكيميائى. من المؤكد ان معظم المواد تتاثر بالعوامل الجوية التى تعمل على تدهورها خصوصا فى المناطق الدفيئة والرطبة مما يترتب عليها تغير فى مظهر الاسطح والزيادة فى بروز الالياف بسبب تاكل الراتنجات وتغير للالوان. وفى هذه الدراسة تراوحت درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ما بين "٣٠،٦ – ٣٢ مo و ٢٥،٧٦ – ٥٠،١% و ٠،٥٦ – ١،٩٧ م/ثانية، على التوالى (جدول ٤).

اوضحت التحاليل الاحصائية وجود علاقات سالبة وموجبة ليست لها دلالة احصائية (**P>0.05**) بين تركيزات الالياف الزجاجية والعوامل الجوية، حيث وجدت علاقات سالبة بين كلا الالياف الزجاجية مع الرطوبة النسبية ( –٠,٣٨) "نتيجة امتزاز الرطوبة على اسطح الالياف والتى تعمل على زيادة حجمها وسرعة ترسبها"، و مع الحرارة (–٠,١) نتيجة لتاثير **convection** على انتشار الالياف فى الهواء، ومن الناحية الاخرى وجدت علاقة موجبة بين تركيزات الالياف وسرعة الرياح (٠,٥٤) والتى تعمل على انتقالها وانبعاثها الى البيئة.

جدول ٤. متوسط قراءات العوامل الجوية ومعامل الارتباط مع تركيزات الالياف الزجاجية

| المتغير | الحرارة | الرطوبة | سرعة الرياح |
|---|---|---|---|
| المدى | ٣٠،٦–٣٢ | ٢٥،٧–٥٠،١ | ٠،٥٨ –١،٩٧ |
| المتوسط | ٣١،٢ ±٠،٥٣ | ٤١،٩ ±٩،٣ | ٠،٩٩ ±٠،٥ |
| معامل الارتباط | ١، | – ٣٨، | ٠،٥٤ |

والخلاصة انه ليست هناك تاكيدات واضحة حول اذا كانت الالياف الزجاجية مادة مسببة للسرطان، حيث تباين نتائج الدراسات التى اجريت على حيوانات التجارب عن امكانية حدوث السرطان نتيجة التعرض، و استمرار الدراسات المستقبلية قد يغير من هذا الطرح ومن المفضل منع التعرض للالياف الزجاجية، وفى هذه الدراسة توافقت تركيزات الالياف الزجاجية مع التركيزات المقاسة عالميا ولكنها تخطت الحدود المسموح بها فى الهواء العام تبعا لبعض المراجع العلمية.

## التوصيات:

١. الرصد البيئى المستمر للالياف الزجاجية فى الهواء والاتربة المتساقطة فى منى والمناطق القريبة.

٢. تنظيف اسطح الخيام من الاتربة والدهون والمركبات الكربونية باستمرار.

٣. العمل على تجديد واحلال الخيام المنتهية الصلاحية.

٤. طلاء الخيام بالراتنجات والتفتيش الدورى لمنع انبعاث وانتشار الالياف الزجاجية فى الهواء.

٥. العمل على الانتهاء من عمليات تجهيز الخيام "من اعمال النظافة والفرش" بوقت كافى (اربعة ايام على الاقل) من يوم التروية.

٦. التاكد من سلامة عوازل اجهزة التكييف بمنى خصوصا التكييفات المركزية.

٧. عمل الدراسات الصحية اللازمة المرتبطة باعراض التعرض للالياف الزجاجية خصوصا التهابات العيون والجلد والجيوب الانفية.

## المراجع


عبد السلام ،ع (٢٠٠٩). اثر العوامل البيئية على التغير فى الخواص الطبيعية والميكانيكية للاقمشة المنتجة من الالياف الزجاجية. المؤتمر الدولى السادس لشعبة النسيج (Textile Processing; State of Art, Future Development)، المركز القومى للبحوث – مصر،٥-٧ ابريل- ٢٠٠٩.

ACGIH, (2001). Synthetic Vitreous Fibers. Supplement to Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, 7th ed. Cincinnati, OH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

ACGIH, (2003). Threshold Limit Values (TLV) For Chemical Substances and Physical Agents, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Breysse, P.N., Lees, P.S.J., Rooney, B.C. (1999). Comparison of NIOSH Method 7400 A and B counting rules for assessing synthetic vitreous fiber exposures. Am Ind. Hyg Assoc. J., 60 (4), 526-532.

Environment Canada (1993). Canadian environmental protection Act: priority substances list assessment report- mineral fibers (man-made vitreous fibers), Ottawa, Ontario.

Esmen, N.A., Whittier, D., Kahn, R.A., Lee, T.C., Sheehan, M., Kotosko, N. (1980). Entrainment and fibers from air filters. Environ. Res., 22, 450 - 465.

Gaudichet, A., Petit, G., Billon-Galland, M.A., et al. (1989). Levels of atmospheric pollution by man-made fibers in buildings. In: Bignon J, Peto J, Saracci R, eds. Non-occupational exposure to mineral fibers. International Agency for Research on Cancer. IARC Scientific Publication No. 90. Lyon, France, 291298

Hohr, D. (1985). Investigations by transmission electromicroscopy of fibrous partides in ambient air. Staub Reinhalt Luf 45, 171-174.

Holland, J.P., Smith, D.D., (1997). Asbestos. In Greenberg, M.I., Hamilton, R.J., Phillips, S.D., McCluskey, G.J., Occupational, Industrial and Environmental Toxicology. Mosby, Year Book Inc pp 471 - 487.

IARC, International Agency for research on cancer (1988). Man made mineral fibers and radon. World health organization (WHO), monographs, Volume, 43.

IARC, (2001). IARC monographs programme re-evaluates carcinogenic risks from airborne man-made vitreous fibres. International Agency for Research on Cancer. Lyon, France: World Health Organization. http://www.iarc.fr/pageroot/PRELEASES/pr137a.html.

IARC, (2002). Man made mineral fibers. IARC monographs programme on the evaluation of carcinogenic risks to human. International Agency for Research on Cancer, http://193.51.1641.11/htdocs/monographs/vol18l/8I.htm, February 2004

Maxim, L.D., Mast, R.W., Utell, M.J., Yu, C.P., Boylem, P.M., Zoitos, B.K., Cason, J.E. (1999). Hazard assessment and risk analysis of two new synthetic vitreous fibers. Regul. Toxicol. Pharmacol., 30, 54-74.

Moore, M.A., Boymel, P.M., Maxim, L.D., Turim, J. (2002). Categorization and nomendature of vitreous silicate wools. Regul. Toxicol. Pharmacol., 35 (1), 1-13.

NIOSH, (1976). Fiberglass layup and spray up good particles for employee , US Dept of Health Services, Centre for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health 1976, 32pp.

NIOSH, (1994). Asbestos and other fibers by PCM method 7400. NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th ed, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.

NTP, National Toxicology Program (2001). Glass wool (respirable size). In: Report on carcinogens, 9th Edition. U.S. Department of Human and Health Services, National Toxicology Program. Research Triangle Park, NC, III-134-III-136.

OSHA, Occupational Safety and Health Administration, (1996 and 2012). Synthetic mineral fibers. US Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0933.pdf

Switala, E.D., Harlan, R.C., Schlaudecker, D.G., Bender, J.R. (1994). Measurement of respirable glass and total fiber concentrations in the ambient air around a fiberglass wool manufacturing facility and a rural area. Regul Toxicol Pharmacol.; 20 (3 Pt 2):S76-88.

WHO, (1988). Man made mineral fibers. Environmental Health Criteria, vol., 77, Geneva, World health Organization.