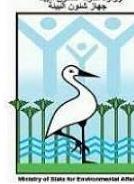


# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



## الآثار الصحية و البيئية لملوثات الهواء



أ.د. سلوى كمال محمد حسن

أستاذ كيمياء تلوث الهواء

رئيس قسم بحوث تلوث الهواء - معهد بحوث البيئة و  
التغيرات المناخية بالمركز القومي للبحوث - مصر

Mobile: 002/01221037935

E-mail: [salwakamal1999@gmail.com](mailto:salwakamal1999@gmail.com) ; [s.kmohamed@nrc.sci.eg](mailto:s.kmohamed@nrc.sci.eg)

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0001-8087-1268>

Scopus ID: 24766238600

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



- ▷ مقدمة عن ملوثات الهواء وأنواعها
- ▷ مصادر الملوثات
- ▷ التأثيرات الصحية على الجهاز التنفسي، القلب، الأعصاب، الأطفال،  
الحوامل، وغيرها
- ▷ التأثيرات البيئية (الأمطار الحمضية، تدهور التربة، التأثير على النباتات  
والحيوانات، التغيرات المناخية)
- ▷ أمثلة ودراسات حالة في مصر والعالم
- ▷ التأثيرات الصحية للهيدروكربونات الاروماتية المتعددة الحلقات (PAHs)
- ▷ دور التوعية والسياسات البيئية في الحد من التلوث



## ► مقدمة عن ملوثات الهواء وأنواعها

يعرف تلوّث الهواء على أنه وجود مواد غازية، أو سائلة، أو صلبة تؤدي إلى تغيير خصائص الهواء وبالتالي إلحاق الضرر بالبيئة، والإنسان، والحيوان



## مصادر تلوث الهواء

تعود أسباب تلوث الهواء إلى مصادرين هما :

- **المصادر الطبيعية:** وهي المصادر التي تؤثر على الهواء دون تدخل الإنسان، أي بفعل الطبيعة مثل رياح الخامس، رزاز البحر، البراكين.
- **المصادر غير الطبيعية:** وهي التي تحدث نتيجة لنشاط الإنسان، ولها تأثير قوي وضار على الإنسان، والبيئة المحيطة وأصبحت تحدث بشكل موسع، وتنوعت أسبابها وتمثل في :



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

- ✓ استعمال الوقود لإنتاج الطاقة
- ✓ النشاط الصناعي و ما ينتج عنه من غازات و دخان .
- ✓ الملوثات التي تنتج عن الصناعات الكيماوية
- ✓ مخلفات المنازل من مواد صلبة، وسائلة، و غازية،
- ✓ استخدام المبيدات الحشرية، والأسمدة، والمواد الكيماوية بشكلٍ كبير في عمليات الزراعة
- ✓ وسائل النقل البري، والبحري، والجوي، بالإضافة إلى قيام مركبات النقل البحري برمي المخلفات في البحار مما يزيد من تلوّث البيئة



## ▪ الملوثات الأساسية للهواء التي حددتها منظمة الصحة العالمية

### 1- الجسيمات الدقيقة (PM)

تعتبر الجسيمات الدقيقة مؤشرًا شائعاً لتلوث الهواء. وهناك أدلة قوية على التأثيرات الصحية السلبية المرتبطة بالتعرض لهذا الملوث. والمكونات الرئيسية للجسيمات الدقيقة هي:

- ✓ المكونات غير العضوية مثل: الكبريتات والنترات والأمونيا والكلوريدات العناصر المعدنية
- ✓ المكونات العضوية مثل: الكربون الأسود والمركبات الاروماتية المتعددة الحلقات.



## 2- أول أكسيد الكربون (CO)

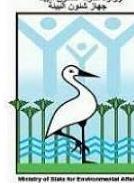
أول أكسيد الكربون هو غاز سام عديم اللون والرائحة والطعم ينتج عن الاحتراق غير الكامل للوقود مثل الخشب والبنزين، والفحم، والغاز الطبيعي، والكربوسين.

## 3- الأوزون (O<sub>3</sub>)

الأوزون على مستوى الأرض - لا ينبغي الخلط بينه وبين طبقة الأوزون في الغلاف الجوي العلوي - هو أحد المكونات الرئيسية للضباب الضوئي الكيميائي ويكون من خلال التفاعل مع الملوثات في وجود ضوء الشمس ويعتبر الأوزون ملوثاً ثانوياً لأنه لا ينبعث مباشرة في الهواء.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### 4- ثاني أكسيد النيتروجين ( $\text{NO}_2$ )

$\text{NO}_2$  هو غاز يتم إطلاقه عادة من احتراق الوقود في قطاعي النقل والصناعة.

### 5- ثاني أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ )

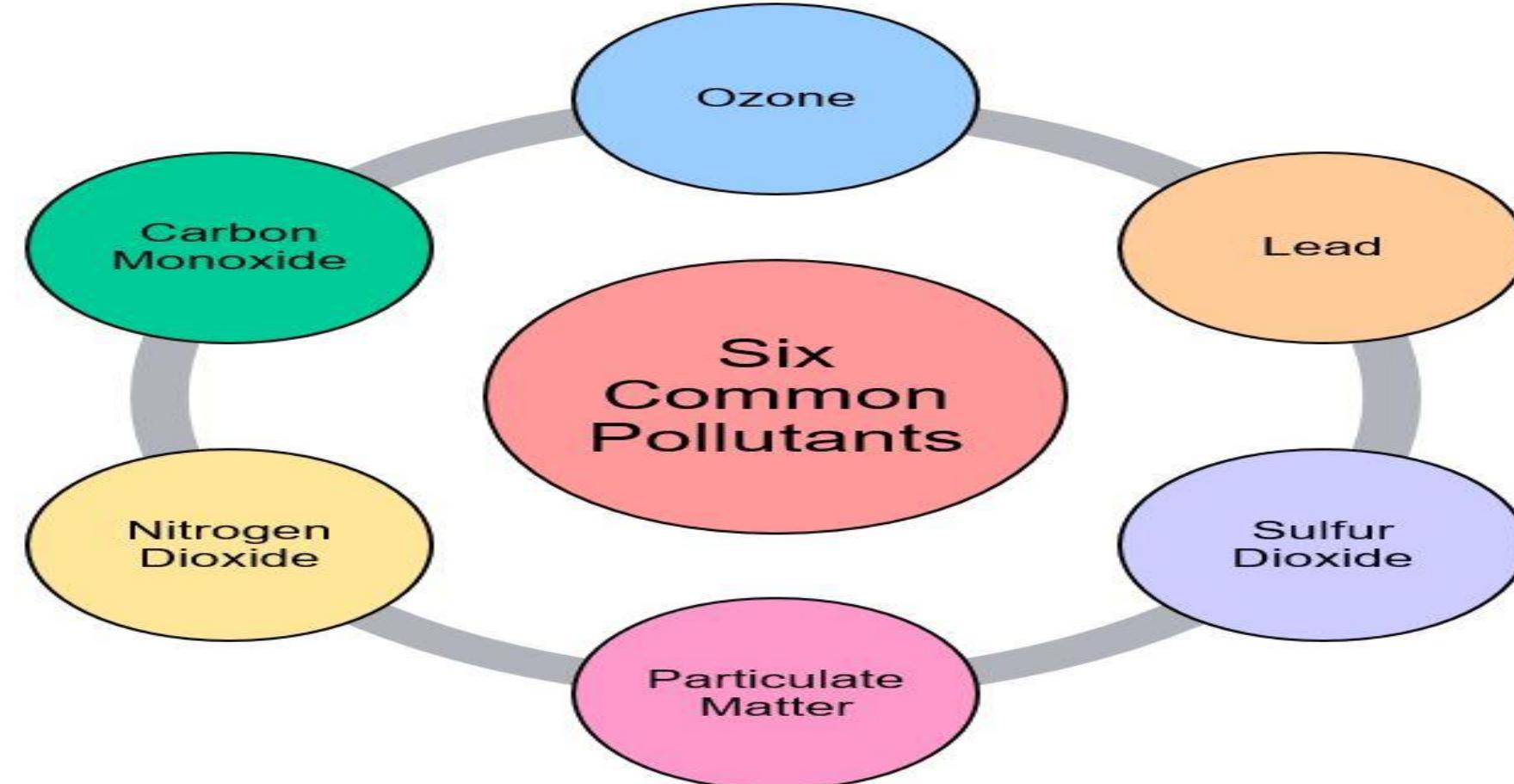
هو غاز عديم اللون ذو رائحة نفاذة، يتم إنتاجه من حرق الوقود الأحفوري (الفحم والنفط) ، وصهر الخامات المعدنية التي تحتوي على الكبريت.

### 6- الرصاص:

ويكون موجوداً في وقود المركبات، ويخرج من عوادمها ويلوّث الهواء و كذلك ينتج من الأنشطة الصناعية .

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"





**ملوثات الهواء الأولية**  
الملوثات الأولية هي: المواد الضارة التي تتبعد مباشرة إلى الغلاف الجوي نتيجة للنشاط البشري أو الطبيعي، مثل:

Dust  
Volcanic ash  
Smoke  
Pollen  
Carbon monoxide  
Nitrogen oxides  
Sulfur dioxide



## ملوثات الهواء الثانوية

**الملوثات الثانوية:** تتشكل في الغلاف الجوي عندما يتفاعل ملوث الهواء الأساسي مع المواد الموجودة عادة في الغلاف الجوي أو مع ملوثات الهواء الأخرى، مثل:

$O_3$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  
 $SO_4$ ,  $NO_3$  and smog

يتشكل الضباب الدخاني عندما يتفاعل الأوزون وعوادم السيارات في وجود ضوء الشمس.



### □ ملوثات الهواء الداخلي

تشكل ملوثات الهواء الداخلي خطراً صحياً كبيراً على نحو مليار شخص يستخدمون الوقود الصلب للطهي وتدفئة منازلهم . وبما أن معظم الناس يقضون وقتهم في الداخل، سواء في المنزل أو العمل، فإن التعرض لملوثات الهواء الداخلي على المدى القصير والطويل يمكن أن يتسبب في مجموعة واسعة من الأعراض المرضية.



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

### □ التأثيرات الصحية لتلوث الهواء الداخلي

يمكن لمجموعة واسعة من المركبات الضارة، بما في ذلك منتجات الاحتراق، المركبات العضوية المتطايرة، الجسيمات الدقيقة القابلة للاستنشاق، المواد البيولوجية، الهباء الجوي، والنظائر المشعة، أن تلوث جودة الهواء داخل المبني. تعد المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) من بين أكثر ملوثات الهواء الداخلي شيوعاً وأهمية، وتعتبر مؤشراً على جودة الهواء الداخلي في البيئات المغلقة.

## □ تأثير تلوّث الهواء على الإنسان والبيئة

### ▪ أمراض الجهاز التنفسى العلوي والسفلي

► تلوّث الهواء يزيد من خطر الإصابة بأمراض الجهاز التنفسى : مثل الربو، والتهاب الشعب الهوائية، والتهاب الرئة، ومرض الانسداد الرئوي المزمن حيث يحدث ضيق في التنفس التهاب الحلق والأنف والجيوب الأنفية، و تعرض الجهاز التنفسى للهواء الملوث يمكن أن يؤدي إلى تهيج والتهاب في الحلق والأنف والجيوب الأنفية، مما يسبب أعراض مثل السعال والعطاس واحتقان الأنف والتهاب الحلق.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



► التهاب الشعب الهوائية، حيث يمكن لتلوث الهواء أن يسبب التهاب الشعب الهوائية، وهو حالة تسبب في تضيق وانسداد الممرات التي تنقل الهواء إلى الرئتين. يظهر هذا التهاب في شكل سعال مزمن، ضيق في التنفس وصعوبة في التنفس.

► التهاب الرئة، حيث إن التعرض للهواء الملوث بشكل مستمر يمكن أن يؤدي إلى التهاب الرئة، وهو حالة تصيب الأنسجة الرئوية وتسبب تلفاً والتهاباً. يعاني المرضى المصابون بالتهاب الرئة من صعوبة في التنفس والسعال والحمى والتعب الشديد.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



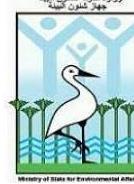
انسداد الشرايين الرئوية، حيث يمكن للتلوث الهوائي أن يزيد من خطر انسداد الشرايين الرئوية، وهو حالة تسبب في انسداد الأوعية الدموية التي تمد الرئتين بالدم المؤكسد. يمكن أن يتسبب الانسداد الشرياني الرئوي في ضيق التنفس وألم في الصدر وضيق في التحمل الجسدي.

### ■ القلب والأوعية الدموية

يرتبط تلوث الهواء بزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية والسكتات الدماغية ويزيد من خطر الإصابة بأمراض الشرايين التاجية والسكتة القلبية. ويتربّ على ذلك التأثير على وظائف الأوعية الدموية مما يسبب في تضيق الشرايين والتصلب العصيدي مما يزيد من خطر ارتفاع ضغط الدم وأمراض الشرايين وزيادة في معدل الوفيات

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### ■ أمراض الجهاز العصبي

يمكن أن يؤثر تلوث الهواء على الجهاز العصبي، و قد يسبب :

- التعب والصداع
- زيادة خطر الإصابة بالسكتة الدماغية
- تدهور الوظائف العصبية، حيث يؤدي التعرض الطويل لملوثات الهواء إلى زيادة خطر الإصابة بأمراض الأعصاب
- التأثير على الذاكرة و التعليم ، حيث تشير بعض الأدلة إلى أن ملوثات الهواء قد تسبب في تلف الخلايا العصبية وانخفاض الأداء العقلي مما يؤثر على القدرة على التركيز و التعلم و وظائف الذاكرة .

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



- هناك ارتباط بين تلوث الهواء وزيادة خطر الإصابة بأمراض الخرف مثل مرض الزهايمر. المواد السامة الموجودة في الهواء يمكن أن تترافق في الدماغ وتؤثر على وظائفه، مما يسهم في تطور أمراض الخرف.
- قد يؤدي تعرض الأطفال الصغار لفترات طويلة من ملوثات الهواء ، مما يؤدي إلى تراكم الملوثات في أجسامهم وقد يسهم في ظهور مشاكل صحية مستدامة:
- مثل التأثير على النظام المناعي ، حيث يؤدي تلوث الهواء إلى ضعف جهاز المناعة لدى الأطفال.
- يؤدي التعرض لملوثات الهواء إلى زيادة خطر الإصابة بالعدوى والأمراض الالتهابية والحساسية.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



## ■ السرطان

- ▶ يلعب تلوث الهواء دوراً هاماً في زيادة خطر الإصابة بالسرطان وفقاً للعديد من الدراسات العلمية.
- ▶ يؤثر التلوث الهوائي على الجهاز التنفسي والجهاز العصبي، ويمكن أن يسبب تغيرات جينية وتلفاً في الخلايا، مما يزيد من احتمالية تكون الأورام السرطانية، مثل سرطان الرئة.
- ▶ وكذلك سرطان البنكرياس والكبد، يمكن أن تؤثر ملوثات الهواء الصلبة والمركبات العضوية المطايرة وغيرها من المركبات الكيميائية السامة على صحة البنكرياس والكبد وتسهم في تطور الأورام السرطانية،
- ▶ تشير بعض الدلائل على أن تلوث الهواء يرتبط بزيادة خطر الإصابة بسرطان الثدي حيث يمكن أن تؤثر ملوثات الهواء على نظام الهرمونات وتسهم في تكوين الأورام السرطانية في الثدي.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

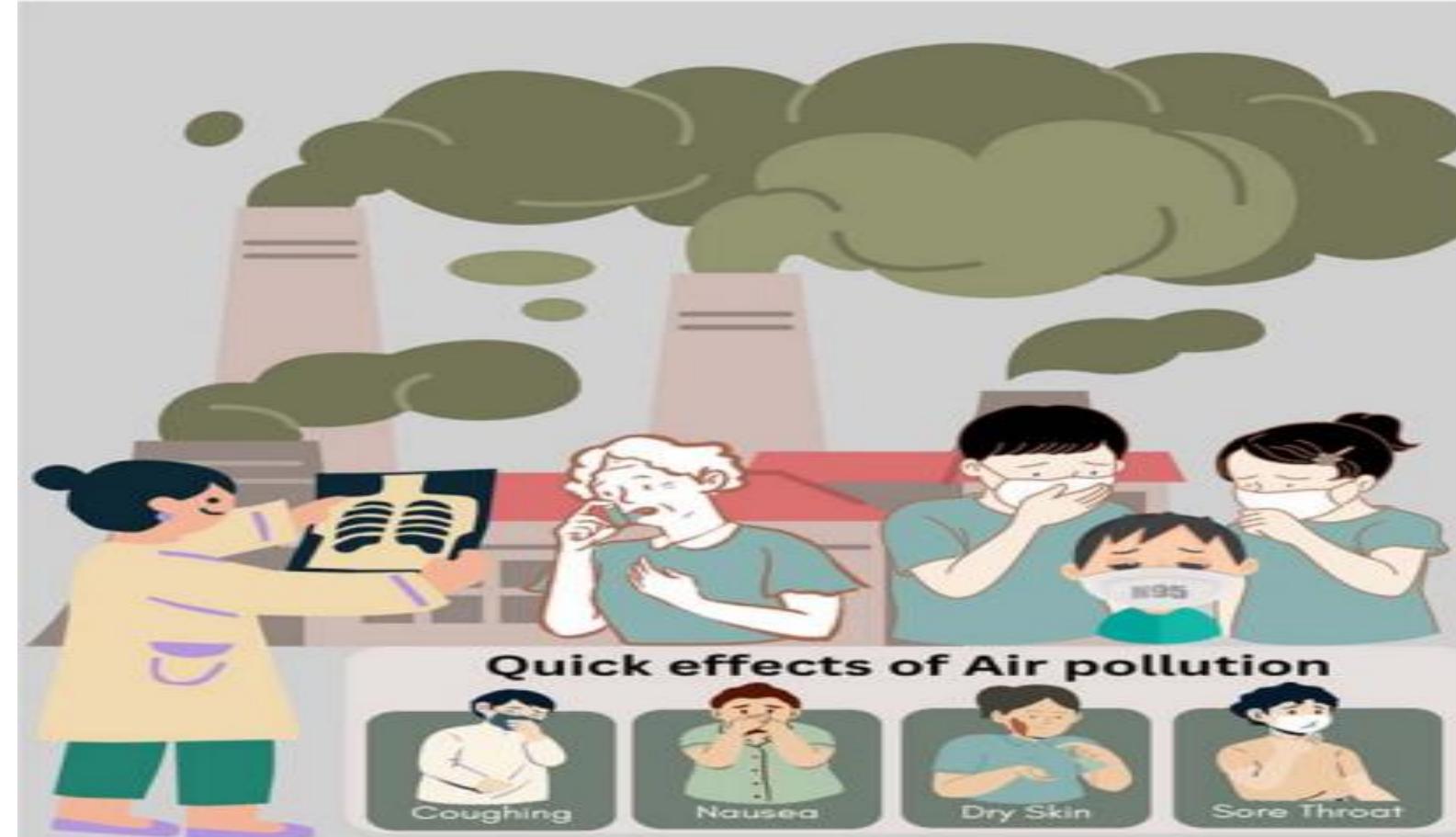


■ الوفيات  
تلوث الهواء مسؤول عن عدد كبير من الوفيات المبكرة حول العالم، حيث  
تشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أنه يتسبب في ملايين الوفيات  
سنويًا



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"





## • العوامل التي تزيد من تأثير تلوث الهواء

### ► التعرض لفترات طويلة

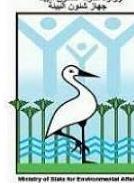
التعرض المستمر لتلوث الهواء يزيد من خطر الإصابة بالأمراض المزمنة.

### ► نوع الملوثات

بعض الملوثات مثل الجسيمات الدقيقة (PM<sub>2.5</sub>) والأوزون وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت لها تأثيرات صحية خطيرة

### ► الفئات الأكثر عرضة

الأطفال والنساء الحوامل وكبار السن والأشخاص الذين يعانون من أمراض مزمنة هم أكثر عرضة لتأثيرات تلوث الهواء



## □ التأثيرات البيئية لتلوث الهواء

### ► المطر الحمضي

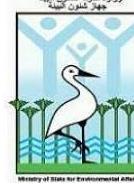
تلوث الهواء بغازات مثل ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين يؤدي إلى تكوين الأمطار الحمضية. هذه الأمطار تضر بالتربة، والمياه، والنباتات، وتأكل المباني و الآثار.

### ► تدهور طبقة الأوزون:

بعض الملوثات، مثل مركبات الكربون الكلورية فلورية، تساهم في تدهور طبقة الأوزون التي تحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



▶ **تأثيرات سلبية على النظم البيئية**  
تلويث الهواء يؤثر على الكائنات الحية في البيئة، ويخل بالتوازن البيئي، ويهدد التنوع البيولوجي.

▶ **تلف المحاصيل الزراعية والغابات**  
ملوثات الهواء، مثل الضباب الدخاني، يمكن أن تقلل من كمية ضوء الشمس التي تصل إلى النباتات، مما يؤثر على نموها وإنجابيتها، ويدمر المحاصيل الزراعية والغابات.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



▷ **تغير المناخ**  
تلوث الهواء يساهم في انبعاث الغازات الدفيئة التي تسبب تغير المناخ. هذه الغازات ترفع درجة حرارة الأرض وتؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر، وتغير في أنماط الطقس، وتدھور البيئة.

▷ **تأثيرات على الحياة البرية:**  
تلوث الهواء يمكن أن يؤثر سلباً على الحياة البرية، ويضر بالحيوانات والنباتات، ويفادي إلى انقراض بعض الأنواع.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### ► تلوث المسطحات المائية

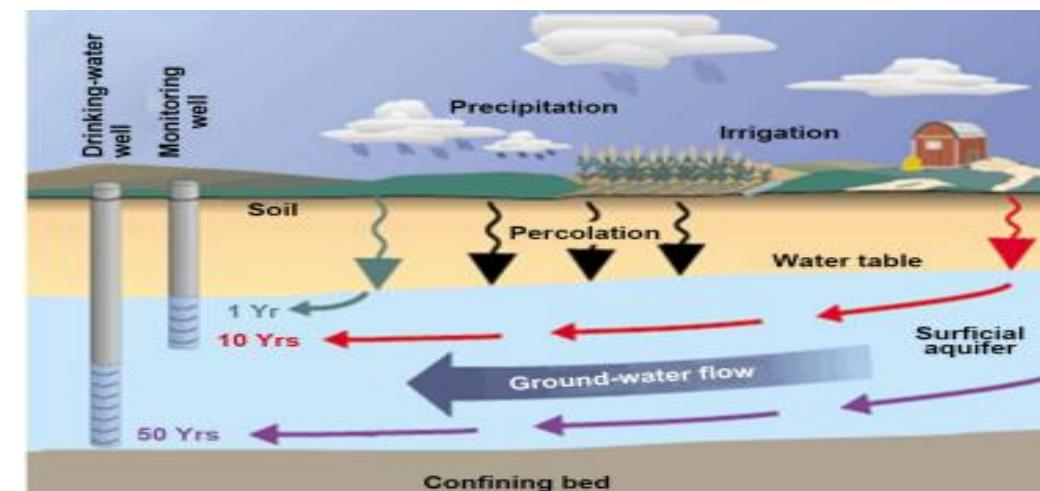
تلوث الهواء يمكن أن يؤدي إلى تلوث المسطحات المائية من خلال الترسيب المباشر للملوثات أو من خلال الأمطار الحمضية.

### ► التأثير على التنوع البيولوجي والاستدامة البيئية

يؤثر تلوث الهواء على الكائنات الحية بطرق متعددة، مما يسبب فقدان التنوع البيولوجي. ت تعرض العديد من الأنواع النباتية والحيوانية للتهديد بسبب تغيرات في بيئاتها الطبيعية وتلوثها.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"





## الإحصائيات والوفيات المرتبطة بتلوث الهواء

- أثبتت أدلة جديدة من الدراسات الحديثة الوبائية والرصدية والسريرية والتجريبية العلاقة بين تلوث الهواء وحالات مثل مرض السكري والولادة المبكرة والتوحد والسكتة الدماغية ومرض الزهايمر ومرض باركنسون واضطرابات النمو العصبي.
- زيادة تلوث الهواء، أدى إلى ارتفاع عدد الوفيات البشرية من 3.5 مليون شخص في عام 1990 إلى 4.2 مليون شخص في عام 2015.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



- ▶ وفقاً لتقرير منظمة الصحة العالمية (2008)، حدثت 1.3 مليون حالة وفاة مرتبطة بتلوث الهواء في جميع أنحاء العالم، وبلغت 3.7 مليون شخص في عام 2012.
- ▶ كما تم تسجيل 2 مليون حالة وفاة في عام 2008 بسبب تلوث الهواء الداخلي.
- ▶ وفقاً لتقرير منظمة الصحة العالمية (2012) ارتفع هذا العدد من الوفيات إلى 4.3 مليون في عام 2010.
- ▶ نسب أكثر من 3.2 مليون حالة وفاة في جميع أنحاء العالم إلى التعرض لملوثات الهواء المحيط (الخارجي) و 3.5 مليون حالة وفاة بسبب تلوث الهواء الداخلي.
- ▶ في عام 2012، تم تسجيل 7 ملايين حالة وفاة في جميع أنحاء العالم بسبب التأثيرات المشتركة لتلوث الهواء المحيط والداخلي



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

► وفقاً لتقرير منظمة الصحة العالمية في عام 2019 أدي تلوث الهواء المحيط إلى الإعاقة :

- 62% منها بسبب مرض القلب الإقفارى،
- 18% بسبب السكتة الدماغية،
- 7% بسبب التهابات الجهاز التنفسى الس资料ى،
- 7% بسبب مرض الانسداد الرئوي المزمن،
- 6% بسبب القصبة الهوائية وال الشعب الهوائية و سرطان الرئة.

ووفقاً لتقرير منظمة الصحة العالمية، فإن الوفاة المبكرة بسبب تلوث الهواء مع أمراض القلب والأوعية الدموية وأمراض الجهاز التنفسى و سرطان الرئة تبلغ 80% و 14% على التوالي



## احصائيات من جمهورية مصر العربية

في دراسة للبنك الدولي لعام 2018 لقياس تلوث الهواء وتأثيره على الفرد والدولة تحت اسم (تلوث الهواء في اقليم القاهرة الكبرى)، قدرت الدراسة :

► ان الخسائر التي تقع على مصر سنوياً جراء تلوث الهواء تصل إلى 48% أي 2.5 مليار جنية في عام 2017 سواء في :

- العلاج على المرضى
- التقليل من القيمة الانتاجية والكافأة للمواطنين
- الأضرار المتعلقة بالسياحة والبيئة
- الإنفاق الزائد على المسطحات الخضراء

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



- ▶ تلف العديد من المحاصيل الغذائية التي تتأثر بملوثات المصانع
- ▶ ارتفعت نسبة الوفيات المتعلقة بالأمراض البيئية بنسبة 20% في خلال 6 سنوات فقط حيث ارتفعت من 32.6% في عام 2012 لتصل إلى 52% في عام 2018.
- ▶ قدرت الدراسة أن ما يقارب 285 ألف شخص (52%) من الوفيات في مصر ترجع إلى أسباب تلوث الهواء سواء من الامراض النفسية والقلبية والعصبية وغيرها،
- ▶ ترتفع تلك النسبة في القاهرة لتصل إلى 59% من إجمالي الوفيات بإقليم القاهرة الكبرى حيث أن المواطن الواحد يستنشق هواء ملوث مما يترب عليه تقلص عامين تقريرياً من عمر كل فرد بسبب الإعتلال أو الإعاقة الصحية بسبب التلوث.

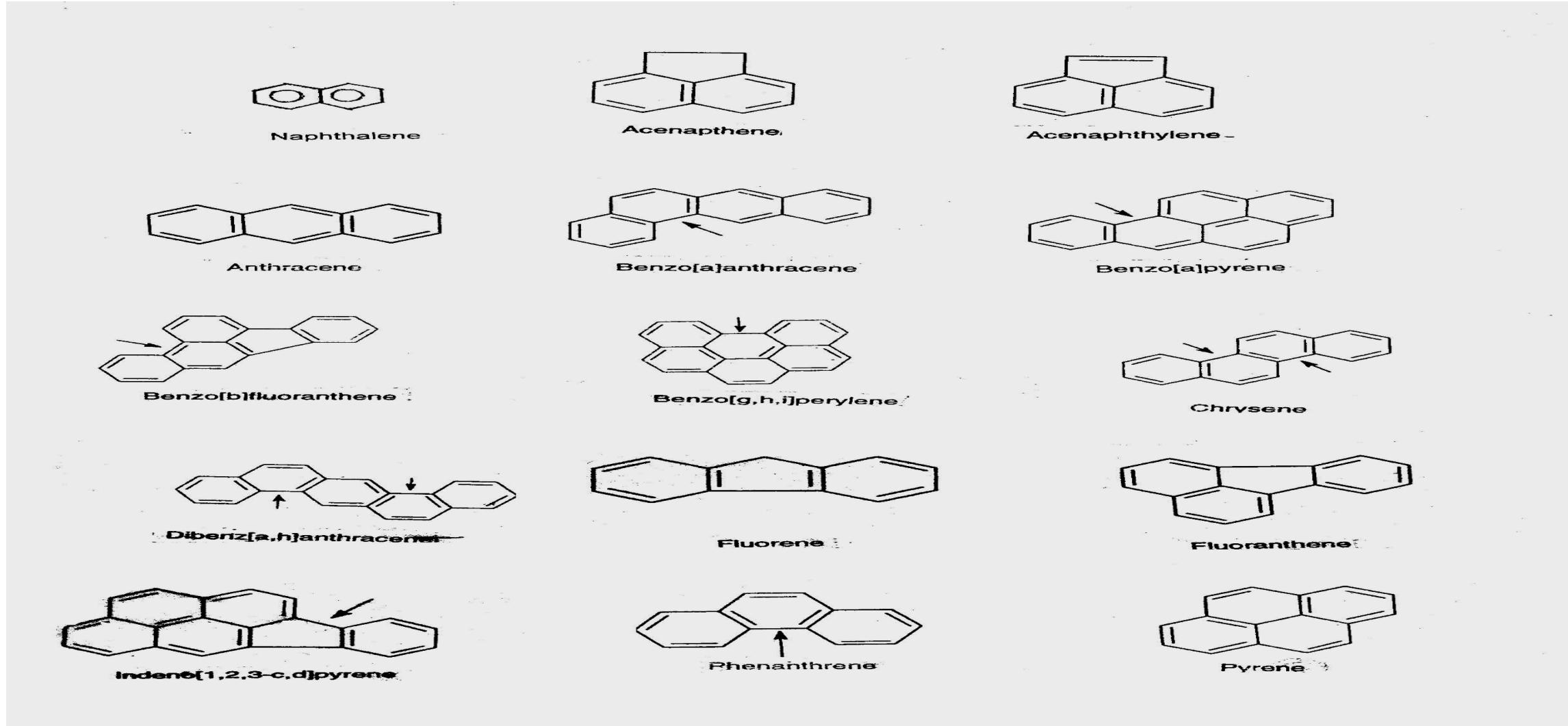


## التأثيرات الصحية للهيدروكربونات الاروماتية المتعددة الحلقات (PAHs)

- ▶ تُعد المركبات العطرية متعددة الحلقات (PAHs) من بين أكثر الملوثات العضوية انتشاراً وخطورة على صحة الإنسان.
- ▶ تتبُع هذه المركبات من الاحتراق غير الكامل، وتنتشر في الهواء والماء والتربة والغذاء.
- ▶ ويمثل التعرض لها تهديداً صحيحاً كبيراً، خاصة في المناطق الحضرية والصناعية.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"





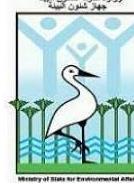
# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

Chemical Identity	Abbreviation	Chemical Formula	Molecular weight	Number of Rings
PAHs				
Naphthalene	NAP	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	128.00	Two
2-Bromonaphthalene	2-BNAP	Br-C <sub>10</sub> H <sub>7</sub>	208.00	Two
Acenaphthylene	ACY	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub>	152.20	Three
Acenaphthene	ACE	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154.21	Three
Fluorene	FLU	C <sub>13</sub> H <sub>10</sub>	166.20	Three
Phenanthrene	PHE	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.20	Three
Anthracene	ANT	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.20	Three
Fluoranthene	FLT	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.26	Four
Pyrene	PYR	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.26	Four
Benz[a]anthracene	BAA	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.30	Four
Chrysene	CRY	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.30	Four
Benzo[b]fluoranthene	BBF	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.30	Five
Benzo[a]pyrene	BAP	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.30	Five
Dibenz[a,h]anthracene	DBA	C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	278.35	Five
Benzo[ghi]perylene	BGP	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.34	Six
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	IND	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.3	Six

► The concentrations of the following PAHs were determined:

naphthalene	(NA);	acenaphthylene	(ACY);
acenaphthene	(ACE);	fluorene	(FLU);
phenanthrene	(PHE);	anthracene	(ANT);
fluoranthene	(FLT);	pyrene	(PYR);
benzo(a)anthracene	(BaA);	chrysene	(CRY);
benzo(b)fluoranthene	(BbF);	benzo(a)pyrene	(BaP);
dibenzo(a,h)anthracene			(DBA);
benzo(ghi)perylene(BGP)	and	indeno	(1, 2,
3,cd)pyrene (IND).			



## طرق التعرض الصحية

**الاستنشاق** : استنشاق الهواء الملوث بالدخان أو عوادم المركبات.

**الابتلاع** : تناول أطعمة ملوثة مثل اللحوم المشوية والمأكولات البحرية.

**اللامسة الجلدية** : التلامس مع التربة أو الأسطح أو الزيوت الملوثة.



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

## التأثيرات الصحية الرئيسية السرطان:

- العديد من مركبات PAHs مسرطنة مثل (Benzo[a]pyrene).
- ترتبط سرطانات الرئة والكبد والمثانة والثدي.

## التأثيرات التنفسية:

- الربو المزمن والتهابات الجهاز التنفسى وانخفاض وظائف الرئة.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### التأثيرات العصبية:

- تأثيرات على النمو العصبي والسلوك والذاكرة، خصوصاً عند الأطفال.

### التأثيرات الوراثية والتناسلية:

- تغيرات في الحمض النووي، وتأثيرات محتملة على الخصوبة وتطور الأجنحة.

### التأثيرات الكبدية والكلوية:

- اضطرابات في وظائف الكبد والكلى، وزيادة في مؤشرات الإجهاد التأكسدي.



## الآليات البيولوجية للتأثير

- تنشيط إنزيمات Cytochrome P450 وتحول المركبات إلى نواتج وسيطة سامة.
- تكوين مركبات ترتبط بالحمض النووي (DNA adducts) مما يسبب الطفرات الجينية.
- تحفيز الالتهاب والتأكسد الخلوي، وهي آليات تؤدي إلى الأمراض المزمنة والسرطان.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### الفئات الأكثر عرضة للخطر

- . الأطفال والمرأهقون.
- . النساء الحوامل.
- . كبار السن ومرضى القلب والرئة.
- . العاملون في البيئات الصناعية أو الحضرية الملوثة.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

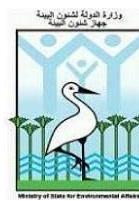
## "تمكين بيئي مستدام"



دراسات هامة عن التأثيرات الصحية لل PAHs في بعض الدول :

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



Science of the Total Environment 781 (2021) 146540



Contents lists available at ScienceDirect

## Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



### On the nature of polycyclic aromatic hydrocarbons associated with sporting walkways dust: Concentrations, sources and relative health risk



Mansour A. Alghamdi <sup>a</sup>, Salwa K. Hassan <sup>b</sup>, Marwan Y. Al Sharif <sup>a</sup>, Mabdouh I. Khoder <sup>b</sup>, Roy M. Harrison <sup>a,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Environmental Sciences, Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture, King Abdulaziz University, P.O. Box 80208, Jeddah 21589, Saudi Arabia

<sup>b</sup> Air Pollution Research Department, National Research Centre, El Behooth Str., Dokki, Giza 12622, Egypt

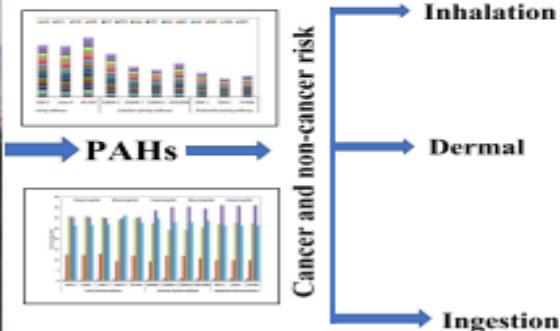
<sup>c</sup> Division of Environmental Health & Risk Management, School of Geography, Earth & Environmental Sciences, University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT, United Kingdom

#### HIGHLIGHTS

- First study reporting PAHs in the deposited dust of sporting walkways
- Concentration gradient, urban>suburban >residential area
- Traffic emissions were the major source of PAHs in the deposited dust
- Health risk evaluated through benzo(a) pyrene-equivalent concentration
- Potential cancer risk similar to household dusts from city

#### GRAPHICAL ABSTRACT

**Caption:** Sporting walkways are often close to highways.



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



أهم النتائج الخاصة بمخاطر السرطان (Carcinogenic Risk)

أشار البحث إلى أن ممرات المشي الرياضية، على الرغم من أنها تهدف إلى تعزيز أنماط الحياة الصحية، إلا أن معظمها يقع بالقرب من الشوارع المزدحمة وتقاطعات الطرق ومواقف السيارات، مما يعرض مستخدميها لملوثات الغبار العالق و المتساقط.

تم تقييم خطر السرطان باستخدام تركيز مكافئ  $BaP_{TEQ}$  ، وهو مقياس (Carcinogenic Potential) للقدرة المسرطنة المحتملة للمركبات الملوثة.

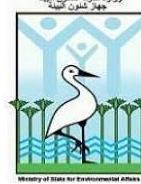
1. مستوى خطر السرطان: وُجد أن الخطر المحتمل للسرطان المرتبط بغبار ممرات المشي الرياضية في مدينة جدة مماثل لخطر الغبار المنزلي الذي تم أخذة من المنازل في نفس المدينة.<sup>2222</sup>

2. تركيزات الملوثات (PAHs)

الدرج المكاني بتفاوت التركيزات الإجمالية لمركبات الهيدروكربونات الاروماتية المتعددة الحلقات PAHs [بشكل ملحوظ حسب المنطقة، حيث كان الدرج كالتالي :

المناطق الحضرية المركزية < المناطق شبه الحضرية < المناطق السكنية.

المخاطر المرتفعة للأطفال: تشير نتائج دراسات مماثلة في المنطقة (والتي تعززها هذه الدراسة) إلى أن الأطفال هم الفئة الأكثر عرضة للخطر المسرطן بشكل ملحوظ مقارنة بالبالغين، بسبب ارتفاع معدل ابتلاع الغبار والسلوكيات الخاصة بهم (مثل اللعب على الأرض).



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



Original Paper

## Insights into the house dust-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their potential human health risk in Greater Cairo, Egypt

Salwa K. Hassan<sup>1</sup>, Asmaa El-Mekawy<sup>1</sup>, Mansour A. Alghamdi<sup>2</sup> and Mamdouh I. Khoder<sup>1</sup>

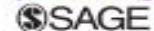
### Indoor and Built Environment

Indoor and Built Environment  
2022, Vol. 31(9) 2312–2330

© The Author(s) 2022

Article reuse guidelines:

[sagepub.com/journals-permissions](https://sagepub.com/journals-permissions)  
DOI: 10.1177/1420326X221092130  
[journals.sagepub.com/home/ibe](https://journals.sagepub.com/home/ibe)



#### Abstract

Data dealing with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) levels in settled dust of Greater Cairo houses (GCH), Egypt, and their implication on human health risk are scarce. The goal of this study was to gain insights into the characterisations of PAHs in settled dust in GCH and their associated carcinogenic and mutagenic risks. ΣPAH concentrations were 3125 and 268 ng/g in settled dust in GCH and rural houses (RH), respectively. Heavier congeners (4–6 aromatic ring PAHs) represented 86.5% (GCH) and 92% (RH) of ΣPAHs. Houses on main streets are exposed to higher levels of PAHs than those on the side streets. The main sources of PAHs in GCH and RH were vehicular emissions (pyrogenic sources) and PAHs in GCH come from local emissions and in RH from the surrounding urban cities. Results showed that the carcinogenicity of PAHs associated with dust exceeds their mutagenicity. Based on Incremental Lifetime Cancer Risk (ILCR) estimations, the order of cancer risk (CR) was as follows: urban houses (UH) > suburban houses (SUH) > RH. CR and ILCRs calculations suggest that children and adults exposed to

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



**أهم النتائج:**

. أظهرت الدراسة أن أتربة المنازل يُعدّ خزانًا رئيسيًا للمركبات العطرية متعددة الحلقات (PAHs)، خاصة في المناطق الحضرية ذات الكثافة المرورية العالية والمنازل القريبة من الطرق أو المناطق الصناعية.

**المخاطر الصحية وخاصة السرطانية:**

. تم استخدام نموذج تقييم المخاطر من الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (USEPA) لتقدير احتمالات الإصابة بالسرطان نتيجة التعرض للـ PAHs عبر ثلاثة مسارات رئيسية:

**1. الابتلاع غير المباشر للغبار (Ingestion) ،**

**2. الاستنشاق (Inhalation) ،**

**3. الامتصاص الجلدي (Dermal absorption).**

أظهرت النتائج أن الابتلاع غير المباشر للغبار هو المسار الأكثر إسهاماً في الخطر السرطاني الكلي، خصوصاً عند الأطفال الذين يضعون أيديهم أو العابهم في أفواههم.

بلغت قيمة مخاطر السرطان (Incremental Lifetime Cancer Risk – ILCR) في بعض المناطق أكثر من  $10^{-5}$ ، وهو ما يتجاوز الحد المقبول ( $10^{-6}$ )، مما يعني احتمالاً ملحوظاً للإصابة بالسرطان نتيجة التعرض المزمن. الأطفال كانوا الفئة الأكثر عرضة للخطر بسبب وزنهم المنخفض ومعدل التنفس العالٍ نسبياً.

## الاستنتاجات والتوصيات:

- توقيع الأسر بخطورة التدخين داخل المنازل ومراقبة مصادر الاحتراق المنزلي.
- الحد من دخول الملوثات من الهواء الخارجي عبر النوافذ في فترات الذروة المرورية.
- ضرورة تعزيز التهوية المنزلية والتنظيف المنتظم بالمكنسة المزودة بفلتر HEPA.
- الدراسة توضح أن الغبار المنزلي مصدر مهم ومستمر للتعرض للمركبات المسرطنة.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



International Journal of  
**Environmental Research  
and Public Health**



Article

## Classroom Dust-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Jeddah Primary Schools, Saudi Arabia: Level, Characteristics and Health Risk Assessment

Mansour A. Alghamdi <sup>1,\*</sup>, Salwa K. Hassan <sup>2</sup>, Noura A. Alzahrani <sup>3</sup>, Marwan Y. Al Sharif <sup>1</sup> and Mamdouh I. Khoder <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Sciences, Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture, King Abdulaziz University, P.O. Box 80208, Jeddah 21589, Saudi Arabia; malshareef44@yahoo.com (M.Y.A.S.); mkhader@kau.edu.sa (M.I.K.)

<sup>2</sup> Air Pollution Department, National Research Centre, El Behooth Str., Dokki, Giza 12622, Egypt; salwakamal1999@gmail.com

<sup>3</sup> Office of Education/South Jeddah (Girls), Department of Primary Grades, Ministry of Education, Jeddah 23524, Saudi Arabia; naz1407@hotmail.com

\* Correspondence: mghamdi2@kau.edu.sa; Tel.: +966-550-50-0014

Received: 25 March 2020; Accepted: 16 April 2020; Published: 17 April 2020



Activ

+201148686466



[www.ainelbeeah.green](http://www.ainelbeeah.green)



[ainelbeeah@](mailto:ainelbeeah@)



جمعية عين البيئة

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### نتائج تقييم المخاطر: (Risk Assessment Results)

#### مخاطر السرطان الناتجة عن استنشاق PAHs:

- أظهرت الحسابات أن مخاطر السرطان المتوقعة (Lifetime Cancer Risk) بسبب استنشاق الجسيمات المحمولة بـ PAHs تتجاوز القيم المرجعية المسموحة بها عالمياً في العديد من المناطق الحضرية.
- تراوحت القيم المحسوبة لمعامل الخطر السرطاني بين  $10^{-5}$  و  $10^{-4}$ ، وهي أعلى من الحد المقبول الذي حددها USEPA وهو  $10^{-6}$ ، مما يشير إلى احتمال مرتفع للإصابة بالسرطان نتيجة التعرض المزمن.

#### المخاطر غير السرطانية: (Non-Cancer Risk)

- مؤشر الخطر غير السرطاني (HQ) الناتج عن التعرض بالاستنشاق أو الابتلاع كان أقل من 1 في معظم الحالات، مما يعني أن المخاطر غير السرطانية محدودة نسبياً.

- ومع ذلك، فإن تراكم التعرض من مصادر متعددة (الهواء، الغبار، الطعام) قد يؤدي إلى تأثيرات تراكمية طويلة المدى على الصحة، خاصة للجهاز التنفسي والكبد والجهاز العصبي.

## Atmospheric fine organic (PAHs) aerosols in Dokki urban area at Greater Cairo, Egypt: A comprehensive analysis of seasonal characterization, source apportionment and exposure implications

Salwa K. Hassan<sup>1</sup>  · Asmaa El-Mekawy<sup>1</sup> · Waleed H. Shetaya<sup>1</sup>  · Mansour A. Alghamdi<sup>2</sup> · Javed Nawab<sup>3</sup> · Aqil Tariq<sup>4</sup> · Mamdouh I. Khoder<sup>1</sup>  ·

Received: 22 February 2025 / Revised: 3 July 2025 / Accepted: 4 July 2025  
© The Author(s) 2025

## Abstract

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) can pose a severe threat to public health. This study intends to evaluate the characteristics of fine particles (FP) and FP-bound PAH, their seasonal fluctuations, origins and health risk implications of PAHs in the urban area of Greater Ciro (GC). The results showed significant variation over the year in FP and  $\Sigma$ PAHs concentration,  $56.2\mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $2195\text{ng}/\text{m}^3$ , respectively. FP and PAHs levels exhibited similar seasonal fluctuations, with the highest concentrations during winter and the lowest during summer. High molecular weight—PAHs were the predominant in FP, representing 89.6% (spring) to 94.7% (summer) of the  $\Sigma$ PAHs. This study revealed notable positive associations between  $\Sigma$ PAHs and FP, while negative correlations were observed between PAHs and FP with ambient temperature. Molecular diagnostic ratios revealed that PAHs were locally emitted and primarily influenced by traffic emissions from liquid fossil fuel combustion (pyrogenic sources). FP-bound PAHs pose a moderate-high ecological risk. Based on the annual concentration of benzo(a)pyrene, it is anticipated that there would be a rise in the lifetime cancer risk by approximately 1600 cases per 100,000 individuals, beyond the limit designated by the WHO. FP-bound PAHs exhibited higher carcinogenic potential values compared to their mutagenic potential values. In assessing the PAHs health risk, the surrogate compounds DBA, BaP and BbF were employed. The health risk related to PAHs was highest during winter and lowest during summer. The incremental lifetime cancer risks ( $\text{ILCR}_{\text{ing}}$  and  $\text{ILCR}_{\text{dermal}}$ ) and total cancer risk (CR) associated with PAHs were found to be above the “safe limit” suggested by the USEPA ( $10^{-4}$ ). This suggests a significant and elevated risk for the population of Dokki urban area. This study represents the first comprehensive assessment in GC area (which is one of the largest mega-cities in the world) that integrates molecular diagnostic techniques with both ecological



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

أهم النتائج:  
المخاطر الصحية

- القيمة المحسوبة لـ **ILCR (Incremental Lifetime Cancer Risk)**:
  - تجاوزت حدود الأمان الموصى بها من ( $>10^{-4}$ ) USEPA لكل من الأطفال والبالغين.
  - احتمال زيادة خطر السرطان: حوالي 1600 حالة لكل 100,000 شخص.

### • المركبات الأكثر مساهمة في الخطورة:

- Benzo(a)pyrene (BaP)
- Dibenzo(a,h)anthracene (DBA)
- Benzo(b)fluoranthene (BbF)

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### ► دور التوعية والسياسات البيئية في الحد من التلوث

- تُعد التوعية البيئية والسياسات الرشيدة من الأدوات الأساسية في مكافحة التلوث والحفاظ على الموارد الطبيعية .
- التوعية تُسهم في تعزيز فهم الأفراد والمجتمعات للمخاطر البيئية الناتجة عن الأنشطة البشرية،
- تشجع على تبني سلوكيات مستدامة مثل تقليل النفايات، وإعادة التدوير، وترشيد استهلاك الموارد .
- من خلال الحملات المجتمعية ووسائل الإعلام والتعليم الرسمي وغير الرسمي، يمكن غرس قيم المسؤولية البيئية لدى كافة فئات المجتمع، وخاصة الأجيال الناشئة.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



- يلعب التعليم البيئي دوراً حيوياً في بناء وعي بيئي عميق لدى الطلبة والناشئة، من خلال إدماج القضايا البيئية ضمن المناهج الدراسية، تشجيع التفكير الناقد والاستقصائي تجاه القضايا البيئية.
- كما أن الأنشطة المدرسية والمشاريع الميدانية والمسابقات البيئية تُنمّي مهارات الطلاب في الملاحظة والتحليل واتخاذ القرار البيئي السليم تُرسيخ لديهم ثقافة الاستدامة والمواطنة البيئية.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



### السياسات البيئية

- تمثل الإطار التنظيمي الذي يلزم الأفراد والمؤسسات بالمعايير البيئية المناسبة.
- تشمل هذه السياسات : فرض القوانين واللوائح الخاصة بالانبعاثات، والتحكم في النفايات، وتشجيع استخدام الطاقة النظيفة، ودعم الابتكار في التقنيات الخضراء.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

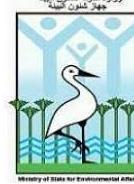


## التصنيفات

- تطوير التشريعات وتنمية الرقابة البيئية.
- نشر التوعية المجتمعية والصحية.
- التوسيع في وسائل النقل المستدامة.
- دعم الابتكارات في مجال مراقبة الهواء.

# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"



• أن دمج البعد البيئي في السياسات الاقتصادية والتعليمية والصحية يعزز من فاعلية الجهود الرامية للحد من التلوث.

وبالتالي، فإن التكامل بين التوعية المجتمعية، والتعليم البيئي، والسياسات البيئية المدرستة يُعد ضرورة لتحقيق التنمية المستدامة



# المبادرة العربية للتعليم البيئي

## "تمكين بيئي مستدام"

Thank  
you

