مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

دراسة تلوث الهواء ببعض مركبات PAHs المحمولة على الايروسولات باستخدام تقانة GC-MS

ميرنا فؤاد علي[1]* و طارق عرّاج عرّاج[2] و هاجر نصر ناصر[3]
[1و2] المعهد العالي لبحوث البيئة / جامعة تشرين و [3] كلية العلوم / جامعة تشرين / سوريا
***Corresponding author: mirnaali214@gmail.com**
استلام البحث : 12 / 11 / 2023 وقبول النشر : 05 / 03 / 2024 و نشر البحث : 07 / 04 / 2024

الخلاصة
تناولت هذه الدراسة، تحديد تراكيز بعض مركبات PAHs. باستخدام منظومة اعتيان تم تصنيعها مسبقاً وفق نموذج أندرسون، حيث تم الاعتيان من منطقة تحتوي على كمية كبيرة من الملوثات، ثم تم حساب تراكيز بعض مركبات PAHs بعد تحليلها بتقانة الكروماتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة GC-MS اعتماداً على معرفة حجم الهواء المسحوب، لوحظ بأن مجموع تراكيز PAHs كانت هي الأعلى في نهاية الربيع وبداية الصيف حيث وصل مجموع تراكيز PAHs في شهر June إلى ng/m^3 (31.930، 8.604، 6.835) على فلاتر بمسامية µm (8، 1.6، 1.3) على الترتيب، بينما كان مجموع تراكيز PAHs في شهر April هي الأقل ng/m^3 (6.832، 2.884، 2.792) على فلاتر بمسامية µm (8، 1.6، 1.3) على الترتيب، وأبدت النتائج تواجد للجسيمات الدقيقة بشكل أكبر في الأشهر ذات الرطوبة الأعلى.

الكلمات المفتاحية: نظام العينات البيئية ، تلوث الهواء ، الملوثات الكيميائية الصلبة ، المرشحات ، PAHs, GC-MS

Study of air pollution with some PAHs compounds carried on aerosols using GC-MS technology

Mirna Ali[1]*, Tareq Arraj[2] and Hajar Naser[3]
[1,2]College of Science, Tishreen University and [3]Higher Institute for Environmental Research, Tishreen University, Syria.
***Corresponding author: mirnaali214@gmail.com**
Received: 12 / 11 / 2023; Accepted: 05 / 03 / 2024; Published: 07 / 04 / 2024

Abstract
The purpose of this study is to determining the concentrations of some PAHs. By Using a sampling system that was previously manufactured according to the Anderson model, where sampling was done from an area containing a large amount of pollutants, then the concentrations of some PAHs compounds were calculated after analyzing them with gas chromatography technology connected to mass spectrometry (GC-MS) based on volume of air withdrawn, it was observed that the total PAHs concentrations were highest at the end of spring and beginning of summer, where the total PAHs concentrations in June reached (31.93, 8.604, 6.835)ng/m^3 on filters with µm porosity (8, 1.6, 1.3)µm, respectively, while the total PAHs concentrations in June were April is the lowest in ng/m3 (6.832, 2.884, 2.792)ng/m^3 on filters with µm porosity (8, 1.6, 1.3)µm, respectively, and the results showed a greater presence of fine particles in the months with the highest humidity.
Keywords: environmental sampling system, air pollution, solid chemical pollutants, filers, PAHs, GC-MS

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

المقدمة

توجد أنواع مختلفة من ملوثات الهواء مثل أكاسيد الكبريت (خاصة SO_2)، وأول أكسيد الكربون (CO)، والمركبات العضوية المتطايرة VOC(Volatile Organic Compounds)، بالإضافة إلى الجسيمات التي تتشكل في الغلاف الجوي مثل الايروسول Aerosol وغيرها من الملوثات الضارة(Ukaogo et al., 2020). يُعرّف الايروسول بأنه مجموعة من الجسيمات الصلبة أو السائلة المعلقة في غاز. يُفضل علماء الغلاف الجوي أيضاً التمييز بين جزيئات السحب وأنواع الجسيمات الأخرى في الغلاف الجوي. لهذا السبب تشمل الايروسولات الجسيمات الصلبة أو السائلة المعلقة في الغلاف الجوي باستثناء جميع الجسيمات الناتجة عن الظواهر الجوية (قطرات المطر، بلورات الجليد، ندف الثلج)(Boucher, 2016), من المعروف أن المركبات العضوية هي مكونات مهمة في الجسيمات الدقيقة. لذلك، فإن توصيف المركبات العضوية الكربونية، بما في ذلك تلك التي تحتوي على هياكل عطرية متعددة الحلقات، أمر ضروري لفهم التأثيرات السمية والبيئية للجسيمات(Kim et al., 2022) المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) هي ملوثات عضوية شبه متطايرة (Sharma et al., 2018) تتكون من حلقتين أو أكثر من حلقات البنزين المندمجة في تكوينات هيكلية مختلفة (Lawal, 2017). تصل الفحوم الهيدروجينية العطرية متعددة الحلقات الـ PAHs إلى الغلاف الجوي من مصادر متعددة:

1. المصادر الطبيعية: مثل الانفجارات البركانية وحرائق الغابات الطبيعية وحرائق المستنقعات الناتجة عن ومضات الصواعق.(Patel *et al.*, 2020)
2. المصادر الناتجة عن الأنشطة البشرية: وتشمل الاحتراق غير الكامل للوقود أو القمامة أو المواد العضوية الأخرى مثل التبغ والمواد النباتية(Kim *et al.*, 2013). وتؤدي ظروف الاحتراق السيئة وغير الكاملة للنفايات إلى زيادة هذه الانبعاثات. وعلى الصعيد العالمي تعد المصادر البشرية، وتحديداً احتراق الوقود الأحفوري ووقود الكتلة الحيوية، المساهمين الرئيسيين في تشكيل الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات.(Kwarteng et al., 2022).

وتعد المواقد، والغلايات، وأيضاً الأشخاص المدخنين مصادر مهمة لجسيمات PM2.5 والهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (Martins et al., 2022) ، أصدرت وكالة حماية البيئة الأميركية قائمة تضم 16 مركب من الفحوم الهيدروجينية العطرية غير المستبدلة كملوثات ذات أولوية للتسبب في السرطان، تم تحديد مركب B(a)P على أنه مادة مسرطنة للغاية وتم استخدامه كعلامة مرجعية لمجموع التعرض للفحوم الهيدروجينية العطرية في هواء المناطق الصناعية وفي البيئة لأنه يملك أدنى نقطة غليان وأعلى درجة تطاير، ويبلغ الحد الأقصى المسموح به لتركيز مركب B(a)P في الهواء الجوي، والذي أوصت به منظمة الصحة العالمية $15\ \mu g/m^3$ في هواء المناطق الصناعية و $0.1\ \mu g/m^3$ في الهواء الجوي(Salaudeen et al., 2017). على الرغم من إجراء بعض الدراسات حول تراكيز الفحوم الهيدروجينية العطرية في مختلف أجزاء البيئة، إلا أن هناك حاجة دائمة لوجود بيانات خاصة بتراكيز هذه المركبات بالقرب من مواقع النفايات الخطرة. حيث ينبغي أن تركز الدراسات بشكل أساسي على الهواء المحيط. تكون تراكيز مركبات الـ PAHs في هواء المناطق الحضرية أعلى من تراكيزها في هواء المناطق الريفية.

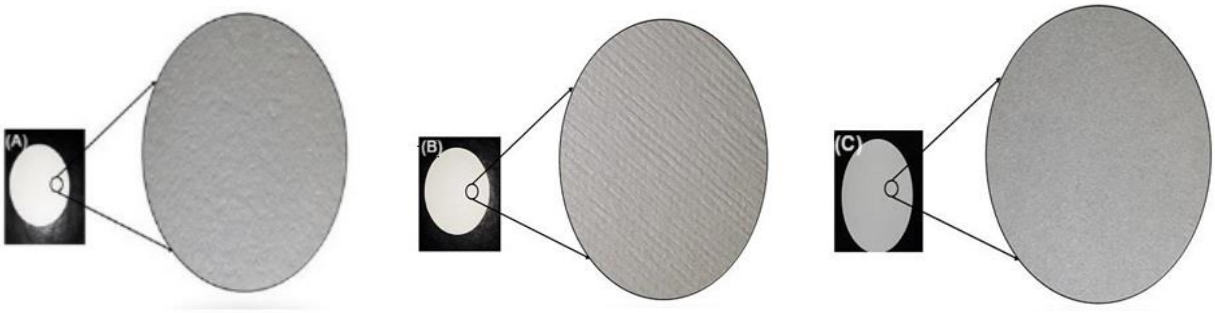
المواد وطرق العمل

تم في هذه الدراسة اعتيان الايروسولات الحاوية على الفحوم الهيدروجينية متعددة الحلقات باستخدام منظومة اعتيان تم تصنيعها مسبقاً (علي وآخرون، 2023)، ثم تم اعتماد الطريقة المرجعية الموثقة لتحليل العينات حسب المرجع (Sánchez *et al.*, 2013)، حيث تم استخلاص عينات الايروسول باستخدام ثنائي كلور الميثان (CH_2CL_2) في جهاز سوكسليه. تم تبخير مستخلصات العينات بالمبخر الدوار، ثم رُكزت العينات باستخدام تيار من النيتروجين تم التحديد الكمي والنوعي للفحوم الهيدروجينية العطرية باستخدام جهاز الكروماتوغرافية الغازية الموصول بكاشف مطيافية الكتلة GC-MS

1- المواد المستخدمة:

- الفلاتر: تم استخدام ثلاثة أنواع من الفلاتر بمساميات مختلفة، وهي: µm (1.3 /1.7 /8)، ويظهر الجدول(1) مواصفات هذه الفلاتر من حيث النوع والمسامية والشركة المصنعة وبلد المنشأ. ويظهر الشكل (1) صوراً مقربة ((X10 متخذة بواسطة تطبيق (Magnifier) بواسطة كاميرا CMOS 16 MS لكل من الفلاتر ذات قطر 9cm))

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X



الشكل (1) أبعاد الفلاتر المستخدمة: (A): 1.3µm, (B): 1.6µm, (C): 8µm

الجدول (1) مواصفات الفلاتر المتوفرة لمنظومة الاعتيان

نوع الفلتر	المسامية	الشركة المصنعة	البلد المصنع
Glass Fibre paper	1.3 µm	Schleicher& schüell	Germany
Glass Fibre paper	1.6 µm	BOECO	Germany
Filter paper	8 µm	Whatman	ENGLAND

- المحاليل العيارية للفحوم الهيدروجينية العطرية: استخدمت محاليل عيارية لخمس مركبات من الفحوم الهيدروجينية العطرية وهي(Naphthalene-d8، Acenaphthene-d10، Phenanthrene-d10، Chrysene-d12 ، Perylene-d12) من إنتاج شركة Reagecon الايرلندية وبتركيز 1000 ppm.
- مذيبات عضوية وهي: الهكسان Hexanبنقاوة 99.99%، دي كلورو ميثان CH_2CL_2
- أدوات زجاجية مختلفة (بياشر مختلفة الأحجام، أطباق بترية زجاجية، أسطوانات مدرجة، حوجلات تبخير...).
- ورق ألمنيوم لحفظ العينات.

2- الأجهزة المستخدمة:

- منظومة بيئية لاعتيان الايروسولات من الهواء الشكل(2).
- جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة GC-MS (Gas Chromatography) MassSpectrometry (إنتاج شركة Shimadzu/GC-2010 اليابانية مع كاشف مطيافية الكتلة نوع GCMS-QP2010 Plus) الموجود في مخابر المعهد العالي لبحوث البيئة الشكل(3).
- جهاز سكسوليه مؤلف من: فرن منتل متعدد درجات التسخين_ حوجلة سعة (250) ml- مستودع سعة (1000) ml ومبرد.
- جهاز المبخر الدوار المزود بحمام مائي والموصول بمضخة تفريغ هواء إنتاج شركة Heidolph الألمانية نموذج (4000 LABOROTA).
- ميزان وزني حساس (Shimadzu) نموذج (220 AUW) ياباني الصنع.
- أسطوانة غاز آزوت لتجفيف العينات.
- براد منزلي ماركة Hilife مزود بمجمدة حتى -26 م.°

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

الشكل (2) منظومة الاعتيان في موقع الدراسة

الشكل (3) جهاز الكروماتوغرافيا الغازية المتصلة بمطيافية الكتلة GC-MS

إن جميع المواد الكيميائية المستخدمة في هذا البحث والتي تدخل في اتصال مباشر مع العينة أو بخلاصتها، يجب أن تكون نقيةً تماماً، ولذلك تم استخدام مذيبات (هكسان و ثنائي كلور الميتان) على درجة عالية من النقاوة.تم تنظيف الأدوات والعبوات الزجاجية المستخدمة في التجارب على عدة مراحل:

1. الغسيل بمادة منظفة
2. الغسيل بماء الصنبور للتخلص من المادة المنظفة
3. الغسيل بثنائي كلور الميتان و بالهكسان

3- منطقة الدراسة:

أجريت الدراسة على عينات أُخذت من منطقة البحوث الزراعية في الهنادي في محافظة اللاذقية، وتبعد عن مكب البصة الشكل(4) حوالي 3.5 كم، تم الاعتيان على بعد 1.5m من حائط المبنى حيث توصي ISO 16000-1 بوضع جهاز الاعتيان على بعد أكثر من متر من المبنى (World Health Organization. Regional Office for Europe, 2020).

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

الشكل(4) صورة توضح جزء من نفايات المكب

4-جمع العينات ومعالجتها:

تم جمع عينات مرة واحدة كل شهر (March- April- May- June). حفظت العينات في رقائق من الألمنيوم المنظفة مسبقاً بالهكسان، ثم وضعت في المجمدة في الدرجة (-20˚C) لحين إجراء عملية الاستخلاص ومعالجة الخلاصة العضوية.

4-1- العمل المخبري:

4-1-1- تحضير الفلاتر

تم غسل الفلاتر بمذيب الهكسان قبل البدء بعملية الاعتيان وذلك للتخلص من زغابات الألياف المتبقية، ثم تم وزن الفلاتر والاحتفاظ بها برقائق من الألمنيوم المنظفة مسبقاً بالمذيبات العضوية إلى حين الاعتيان.

4-1-2- وزن الفلاتر

تم وزن الفلاتر قبل وبعد عملية الاعتيان ثم تم حفظها برقائق من الألمنيوم المنظفة مسبقاً بالمحلات العضوية عند درجة (-20˚C) إلى حين التحليل.

4-2- الاستخلاص:

استخلصت الفلاتر الحاوية على الايروسولات باستخدام جهاز سوكسليه بمذيب ديكلوروميتان (250 ml) وضبطت درجة الحرارة على (45 ˚C) لمدة 12 ساعة (ولاء وآخرون، 2021)، ثم تم تبخير الخلاصة العضوية باستخدام المبخر الدوار وتم ضبط درجة الحرارة على 39 ˚C وتم تخفيض الضغط حتى تبخر المذيب والحصول على حجم نهائي يقارب 5ml، ثم تم التجفيف تحت تيار لطيف من غاز الآزوت حتى حجم 50 µl، وتم حقن الخلاصة باستخدام GC-MS.

4-3- الفصل وتحديد المركبات:

تم التحليل النوعي والكمي للخلاصة العضوية للعينات المدروسة باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا الغازية GC-MS الذي يعمل بنظام البرمجة الحرارية، تم استخدام عمود شعري من السيلكون من النوع (DB-5) طوره الثابت 5% فينيل ميتيل السيلكون، طوله (30m) وقطره الداخلي (0.32mm) وتبلغ سماكة الطور الساكن (0.25µm)، الغاز الحامل هو الهيليوم بنقاوة 99.999% وبسرعة تدفق (1.75 ml/min)، درجة حرارة الحاقن(250˚C) ودرجة حرارة منبع التشرد (230 ˚C)، حرارة رباعي القطب (280˚C)، وكان زمن التحليل (70 min)أجريت عملية الفصل وفق البرنامج الحراري التالي:

	(4c˚/min)	(10c˚/min)
▼0 c˚	250 c˚▼	300 c˚

حُقنت العينات باستخدام حاقن يدوي ميكروي نوع Thermo scientific قياس (10 µl)، بتقانة الحقن SplitLess. كان حجم الحقن من مستخلص العينة 1µl، حُللت العينات نوعياً بالطريقة العيارية وذلك بمقارنة أزمنة احتفاظ مركبات العينة مع أزمنة احتفاظ مركبات عيارية خارجية محددة الهوية والتركيز. من أجل الدراسة الكمية، تم حساب تركيز مركبات الفحوم الهيدروجينية العطرية من العلاقة:

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

$$\frac{C_1}{A_1} = \frac{C_2}{A_2} \quad (2) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

C_1: تركيز مركب PAH في العينة المدروسة. 1A: مساحة قمة مركب PAH في العينة المدروسة

C_2: تركيز مركب PAH العياري. 2A: مساحة قمة مركب PAH العياري

النتائج والمناقشة

1- وزن الايروسول

تم الحصول على وزن الايروسول وذلك بعد وزن الفلاتر قبل وبعد عملية الاعتيان كما هو موضح في الجدول(2).

2- نتائج التحاليل

2-1- المحلول العياري

تم حقن محلول عياري لخمسة مركبات من PAHs بتركيز(1000 µg/ml)تم تحديد كروماتوغرام المحاليل العيارية لبعض مركبات PAHs الشكل(5)، ثم تم تحديد قيم أزمنة احتفاظ ومساحات المحاليل العيارية لهذه المركبات الجدول (3).

2-3- العينات

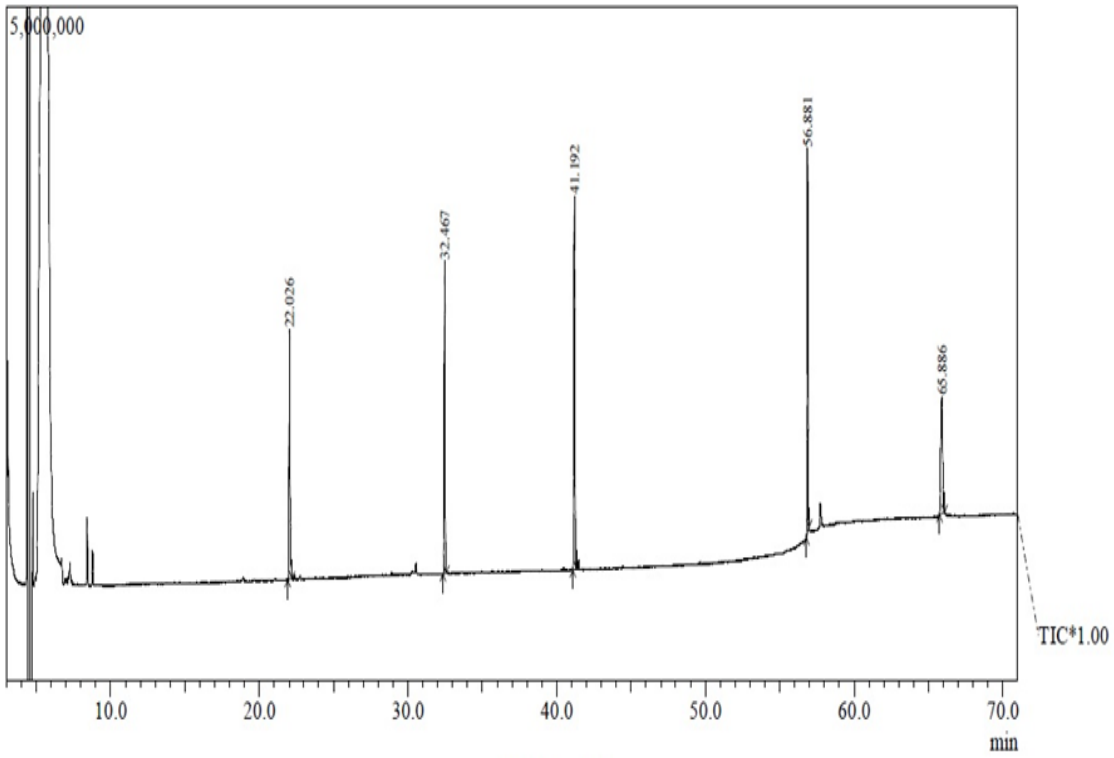
تم تحديد كروماتوغرام بعض مركبات PAHs الموجودة في عينات الايروسول وتمثل الأشكال (7) و(8) كروماتوغرامات العينات المحللة في شهر June، كما تم تحديد قيم أزمنة احتفاظ ومساحة قمة كل منها من جهاز GC-MS الجدول(6).

. 142 – 127 : (1) 12 ، 2024 ، Online ISSN: 2001-6611
Journal of Modern and Print ISSN: 2001-662X
http://www.msnj.eu

الجدول (2) وزن عينات الايروسول

شهر الاعتيان	March			April			May			June		
مسامية الفلتر	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm
وزن الفلتر قبل الاعتيان (mg)	511.9	312.6	573.1	520.0	338.0	566.5	524.6	344.2	555.1	518.0	337.3	581.6
وزن الفلتر بعد الاعتيان (mg)	512.5	313.4	577.3	520.5	338.6	570.2	525.7	345.8	559.9	519.5	339.2	576.4
وزن الايروسول (mg)	0.6	0.8	4.2	0.5	0.6	3.7	1.1	1.6	4.8	1.5	1.9	5.2

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X



الشكل (5) كروماتوغرام المحاليل العيارية لبعض مركبات PAHs باستخدام تقانة GC-MS

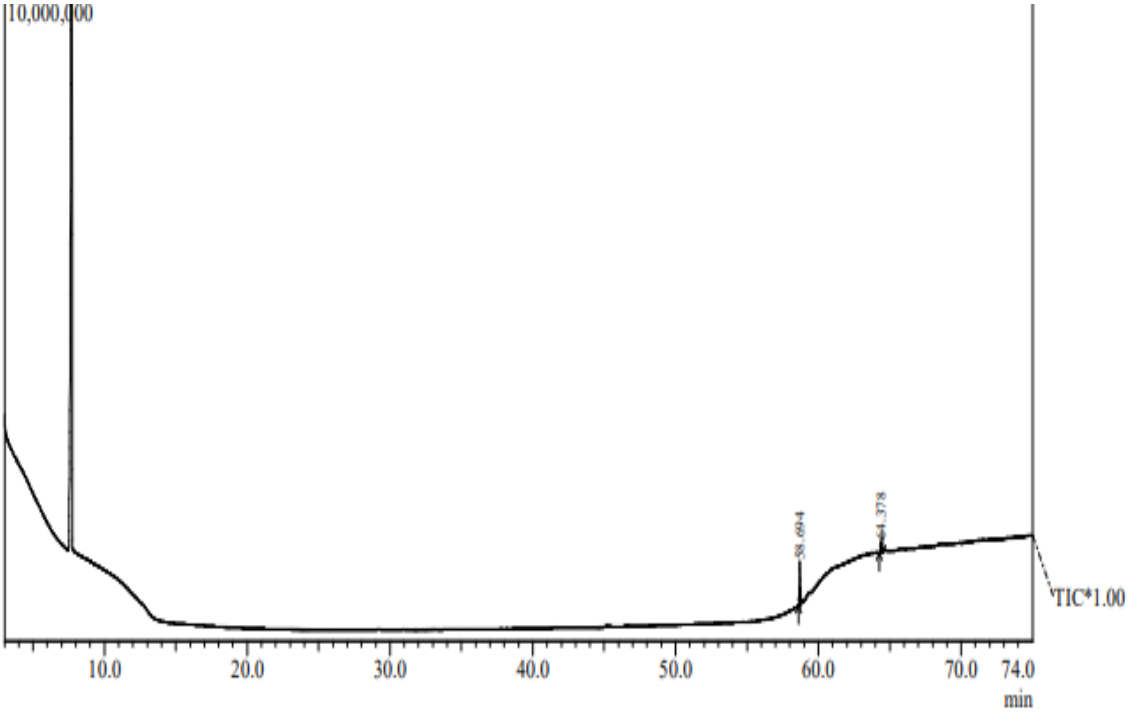
الجدول (3) قيم أزمنة احتفاظ ومساحات المحاليل العيارية لبعض مركبات PAHs

المركب الكيميائي	زمن الاحتفاظ RT	مساحة القمة Area
Naphthalene-d8	22.026	8959678
Acenaphthene-d10	32.467	9591195
Phenanthrene-d10	41.192	12352612
Chrysene-d12	56.881	10809327
Perylene-d12	65.886	6431509

2-2- العينة الشاهد

ظهرت قمتان لمركبين هما Chrysene، Perylene الشكل (6)، وتم تحديد أزمنة احتفاظ ومساحة كل قمة كل منهما الجدول(4)، وبناءاً على المساحات تم حساب التراكيز وفق المعادلة (2) التي تم ذكرها سابقاً، ظهرت المركبات بتراكيز قليلة جداً فقط على فلتر بمسامية 8µm ويمكن تفسير ذلك بتلوث الهواء المحيط بجامعة تشرين، في حين لم يُلحظ أي أثر لهذه المركبات على باقي الفلاتر المستخدمة الجدول(5).

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X



الشكل (6) كروماتوغرام مركبات عينة الشاهد باستخدام تقانة GC-MS (فلتر بمسامية 8µm)

الجدول (4) قيم أزمنة احتفاظ ومساحات قمم مركبات عينة الشاهد

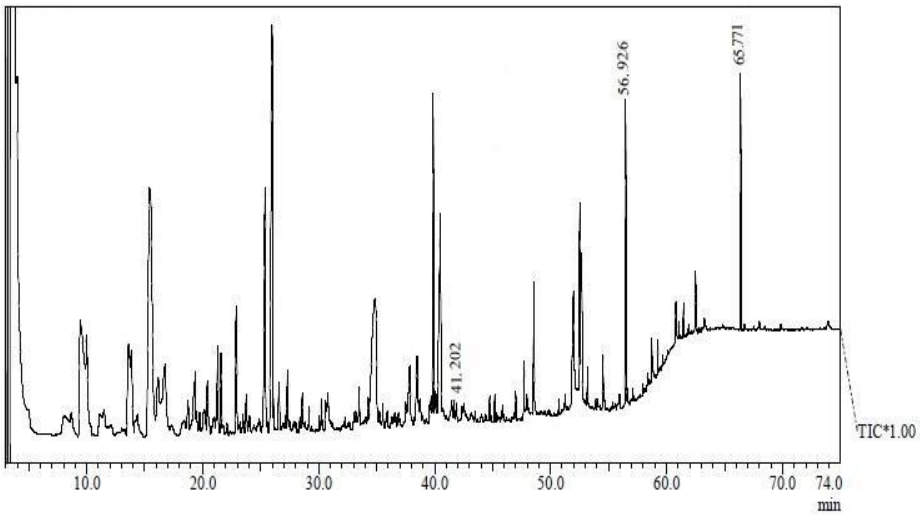
المركب الكيميائي	زمن الاحتفاظ RT	مساحة القمة Area
Chrysene-d12	58.694	223096
Perylene-d12	64.378	84624

الجدول (5) تراكيز بعض مركبات PAHs التي ظهرت في العينة الشاهد في فلتر مسامية 8µm

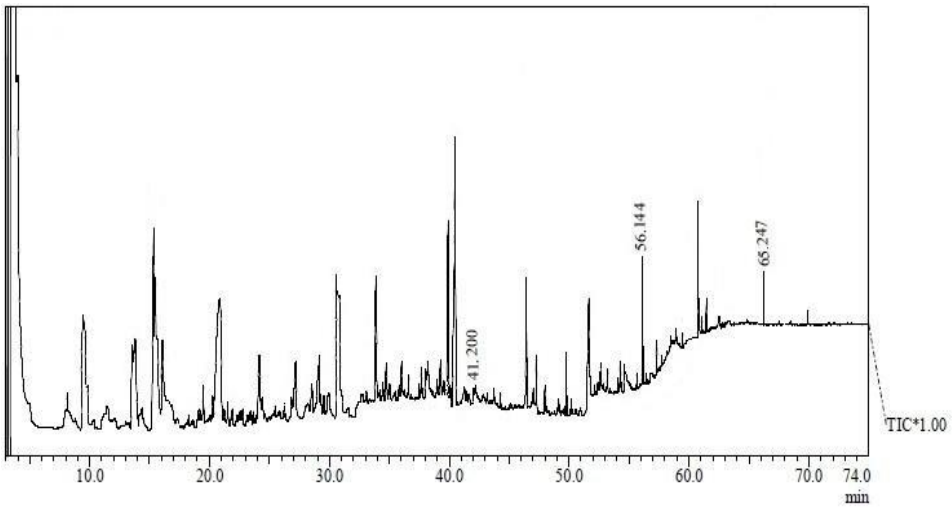
تراكيز بعض مركبات PAHs (ng/m^3)	March (N=1)		
	مسامية الفلتر		
بعض مركبات PAHs	1.3µm	1.6µm	8µm
Perylene-d12	-	-	0.26
Chrysene-d12	-	-	0.41

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

Σ PAHs	-	-	0.67



الشكل(7) كروماتوغرام إحدى العينات المحللة باستخدام تقانة GC-MS في شهر June (فلتر بمسامية (8µm



الشكل(8) كروماتوغرام إحدى العينات المحللة باستخدام تقانة GC-MSفي شهر June (فلتر بمسامية (1.6µm

. 142 – 127 : (1) 12 ، 2024 ، Online ISSN: 2001-6611
Journal of Modern and Print ISSN: 2001-662X
http://www.msnj.eu

الجدول(6) مساحات قمم بعض مركبات PAHs الموجودة في عينات الايروسول

مساحات بعض مركبات PAHs المحسوبة في $m^3$2.5 والمركزة 20 مرة	March (N=1)			April(N=1)			May(N=1)			June (N=1)		
	مسامية الفلتر			مسامية الفلتر			مسامية الفلتر			مسامية الفلتر		
بعض مركبات PAHs	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm
Naphthalene-d8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthene-d10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthrene-d10	-	-	-	-	-	-	-	-	3088	-	1853	5559
Perylene -d12	648896	1034508	675952	477540	487187	360807	837704	1275690	3909393	1242889	1768665	5232997
Chrysene -d12	1892173	2712601	1529520	706390	739898	1464664	1318738	1522494	4918244	1605185	1675986	8457217

. 142 – 127 : (1) 12 ، 2024 ، Online ISSN: 2001-6611
Journal of Modern and Print ISSN: 2001-662X
http://www.msnj.eu

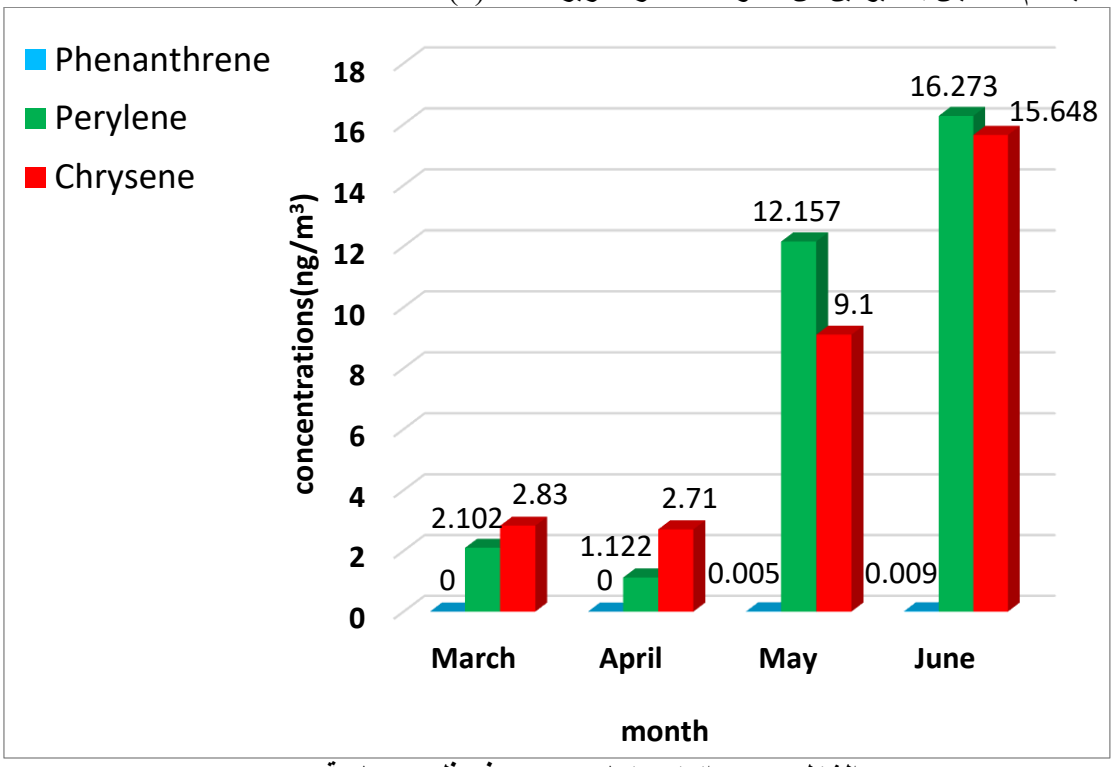
وتم حساب تراكيز هذه المركبات كما هو موضح في الجدول (7).

الجدول (7) تراكيز بعض مركبات PAHs الموجودة في عينات الايروسول

تراكيز بعض مركبات PAHs (ng/m^3)	March (N=1)			April (N=1)			May (N=1)			June (N=1)		
	مسامية الفلتر			مسامية الفلتر			مسامية الفلتر			مسامية الفلتر		
بعض مركبات PAHs	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm	1.3µm	1.6µm	8µm
Naphthalene -d8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthene-d10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthrene -d10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.005	-	0.003	0.009
Perylene -d12	2.016	3.217	2.102	1.485	1.515	1.122	2.605	3.967	12.157	3.865	5.500	16.273
Chrysene -d12	3.501	5.019	2.830	1.307	1.369	2.710	2.440	2.817	9.100	2.970	3.101	15.648
Σ PAHs	5.517	8.236	4.932	2.792	2.884	6.832	5.045	6.784	21.262	6.835	8.604	31.930

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

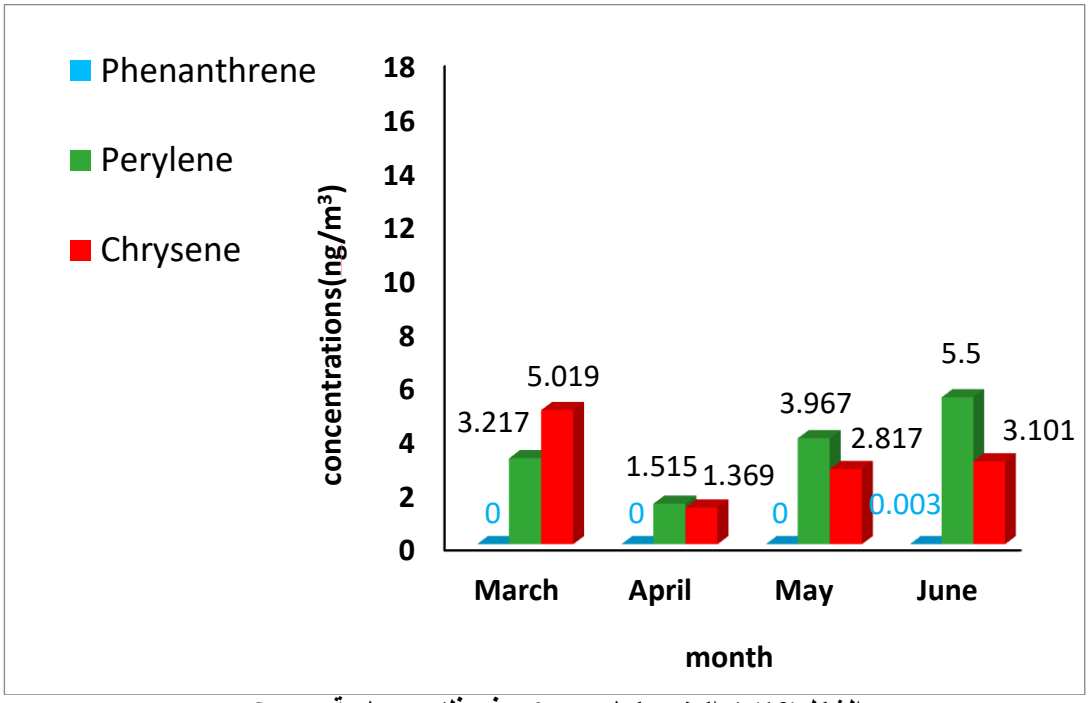
2-3-1- تراكيز مركبات PAHs في فلتر بمسامية 8µm:
نُلاحظ ارتفاع تراكيز المركبات الثلاثة عموماً في شهري June وَ May، مع عدم وجود أثر لمركبي Phenanthrene-d12 وَ Acenaphthene-d10 كونهم يتواجدون بالكامل في الطور الغازي. تُفسر التراكيز القليلة لمركب Phenanthrene-d12 هو أنه يتواجد أساساً بالطور الغازي إلا أنَّ *نسبة* صغيرة منه تصل إلى 12.4% ممتزاً على سطح الجسيمات (ECHA, 2009). كانت التراكيز قليلة نسبياً في شهري March وَ April نتيجة هطول الأمطار مما أدى إلى الترسيب الرطب للجسيمات ويُلاحظ ذلك بوضوح في شهر April حيث تم الاعتيان بعد يومين من هطول الأمطار الغزيرة الشكل(9).



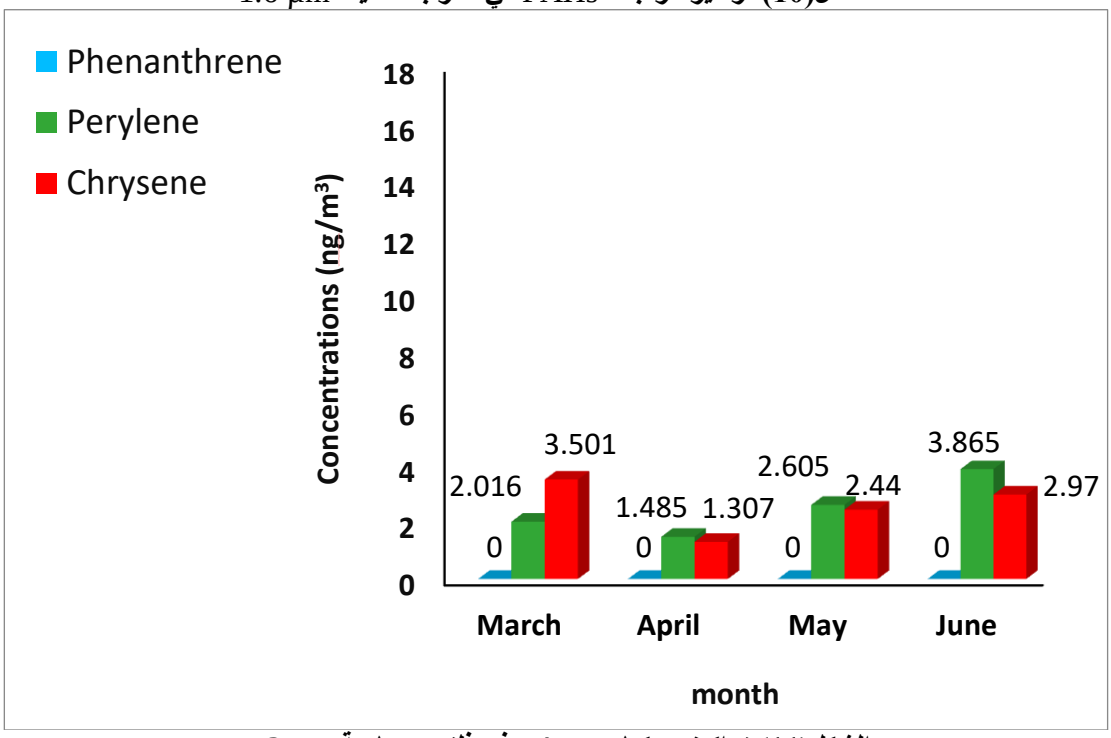
الشكل(9) - تراكيز مركبات PAHs في فلتر بمسامية 8µm

2-3-2- تراكيز مركبات PAHs في فلتر بمسامية 1.6 µm و 1.3 µm:
يستمر ظهور هذه المركبات وما تزال قليلة في شهر April بسبب الهطولات المطرية، في شهر March كانت الجسيمات الصغيرة هي المسيطرة أي أن هناك فلترة للحبيبات الكبيرة أو أن هناك رياح كانت تنقل الجسيمات الصغيرة بشكل أسرع وبالتالي الكمية أكبر، بينما في شهري May و June كانت الجسيمات الكبيرة هي المسيطرة وهذا له علاقة بمصدر التلوث الشكل(10) وكذلك الأمر بالنسبة إلى فلتر بمسامية 1.3 µm الشكل(11).

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X



الشكل(10) تراكيز مركبات PAHs في فلتر بمسامية 1.6 µm



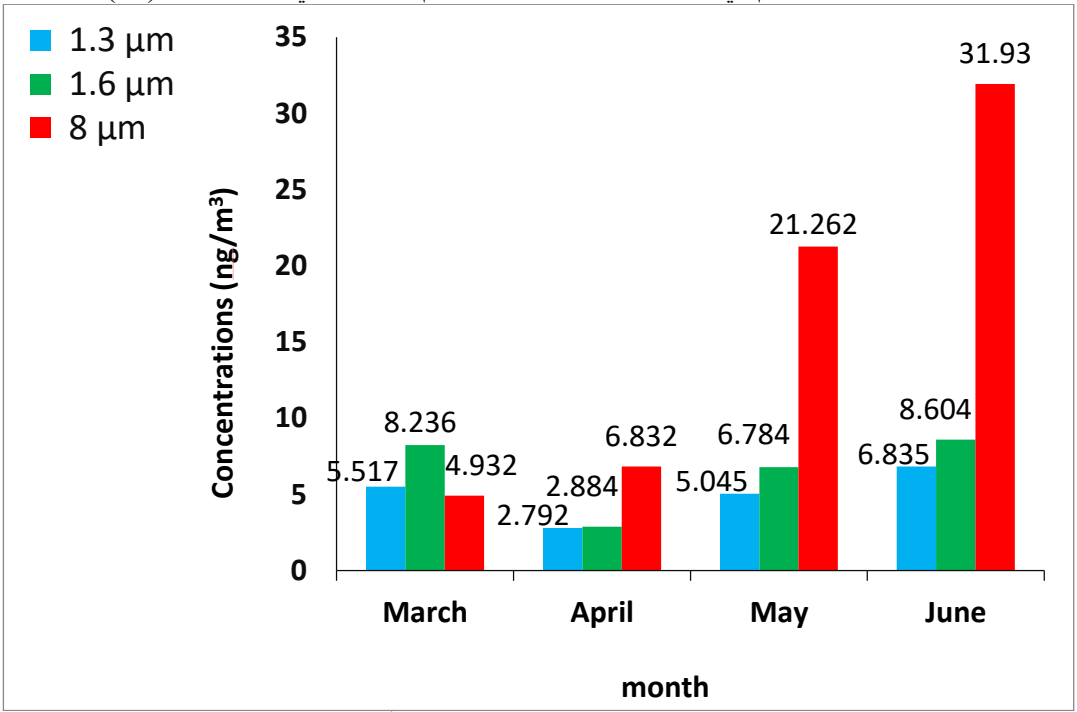
الشكل(11) تراكيز مركبات PAHs في فلتر بمسامية 1.3 µm

2-3-3- مقارنة مجموع تراكيز مركبات **PAHs** في جميع الفلاتر:

عند مقارنة مجموع تراكيز مركبات PAHs خلال أوقات الاعتيان للفلاتر الثلاثة، تظهر بوضوح التراكيز العالية لمركبات PAHs على الفلتر بمسامية 8µm في شهري May وJune ويمكن تفسير ذلك أن الغالبية العظمى للايروسولات هي من الأحجام الكبيرة، بينما تُفسر التراكيز القليلة لمجموع PAHs في شهر April بأن الهطولات المطرية التي حصلت خلال هذا الشهر أدت إلى غسل الهواء والترسيب الرطب للايروسولات وقد كان الهطول المطري قبل يومين من الاعتيان، أما في شهر March والذي تم الاعتيان به بعد حوالي 13 يوماً

مجلة العلوم الحديثة والتراثية ، 2024 ، 12 (1) : 127 – 142 .
Journal of Modern and Heritage Science
http://www.mshj.eu
Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

من هطول الأمطار فيلاحظ أن التراكيز في الفلاتر الثلاث عموماً قليلة ولكن أعلاها في الفلتر بمسامية 1.6 µm حيث أن لعامل الرطوبة دور هام في تعليق الجسيمات ذات الأحجام الصغيرة في الهواء الشكل(12).



الشكل(12) مجموع تراكيز مركبات PAHs في جميع الفلاتر

المصادر

أولاً-المصادر العربية:

علي، ميرنا؛ عراج، طارق؛ ناصر، هاجر.(2023). تصنيع منظومة بيئية لاعتيان الملوثات الكيميائية الصلبة من الهواء واختبار كفاءتها على التقاط ملوثات PAHs. المعهد العالي لبحوث البيئة. جامعة تشرين. الجمهورية العربية السورية. مجلد 45. العدد(4).

إبراهيم، ولاء؛ كراوي، حازم؛ غدير، سامر. (2021). دراسة توزع الفحوم الهيدروجينية في الرسوبيات الشاطئية لمدينة بانياس. المعهد العالي للبحوث البحرية. جامعة تشرين. الجمهورية العربية السورية

ثانياً-المراجع الأجنبية:

Boucher, O., 2016. Atmospheric Aerosols: Properties and Climate Impacts, Softcover reprint of the original 1st ed. 2015 edition. ed. Springer, Dordrecht u.a.

ECHA, 2009. "Support Document for identification of Coal Tar Pitch, High Temperature as a SVHC because of its PBT and CMR properties.". URL

Kim, K.-H., Jahan, S.A., Kabir, E., Brown, R.J.C., 2013. A review of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their human health effects. Environ. Int. 60, 71–80.

Kim, D., Kim, Sungjune, Yim, U.H., Ha, S.Y., An, J.G., Loh, A., Kim, Sunghwan, 2022. Determination of anthropogenic organics in dichlomethane extracts of aerosol particulate matter collected from four different locations in China and Republic of Korea by GC–MS and FTICR–MS. Sci. Total Environ. 805, 150230.

Kwarteng, L., Devasurendra, A.M., Laskaris, Z., Arko-Mensah, J., Amoabeng Nti, A.A., Takyi, S., Acquah, A.A., Dwomoh, D., Basu, N., Robins, T., Fobil, J.N., Batterman, S., 2022. Occupational exposures to particulate matter and PM2.5-associated polycyclic aromatic hydrocarbons at the Agbogbloshie waste recycling site in Ghana. Environ. Int. 158, 106971.

Online ISSN: 2001-6611
Print ISSN: 2001-662X

Lawal, A.T., 2017. Polycyclic aromatic hydrocarbons. A review. Cogent Environ. Sci. 3, 1339841.

Martins, A.A., Mata, T.M., Callheiros, C., Ventura, G., Gabriel, M., Alonso-Cuevilla, N., Villanueva, F., 2022. Indoor Air Quality: A Review of Cleaning Technologies.

Patel, A.B., Shaikh, S., Jain, K.R., Desai, C., Madamwar, D., 2020. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Sources, Toxicity, and Remediation Approaches. Front. Microbiol. 11, 562813.

Salaudeen, I., Sonibare, O., Sojinu, S., Ekundayo, O., 2017. Polycyclic aromatic hydrocarbons in air from industrial areas in Lagos and Ogun states, Nigeria. Pollution 3, 561–573.

Sánchez, N.E., Salafranca, J., Callejas, A., Millera, Á., Bilbao, R., Alzueta, M.U., 2013. Quantification of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) found in gas and particle phases from pyrolytic processes using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS). Fuel 107, 246–253.

Sharma, B.M., Melymuk, L., Bharat, G.K., Přibylová, P., Sáňka, O., Klánová, J., Nizzetto, L., 2018. Spatial gradients of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in air, atmospheric deposition, and surface water of the Ganges River basin. Sci. Total Environ. 627, 1495–1504.

Ukaogo, P.O., Ewuzie, U., Onwuka, C.V., 2020. Environmental pollution: causes, effects, and the remedies, in: Microorganisms for Sustainable Environment and Health. Elsevier, pp. 419–429.

World Health Organization. Regional Office for Europe, 2020. Methods for sampling and analysis of chemical pollutants in indoor air: supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. World Health Organization. Regional Office for Europe.