مجلة الشرق الأوسط للنشر العلمي
المجلد (٨) العدد (٣)
الإصدار السابع والعشرون
٢٠٢٥ (١٧-١)

DOI: https://doi.org/10.63085/mejsp/856405

تقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) في المخلفات المترلية الصلبة الواردة إلى مصنع السواني للسماد العضوي بمدينة طرابلس

فوزية المختار غنية

المعهد العالي للعلوم والتقنية، قسم العلوم والهندسة البيئية، القره بوللى، ليبيا.

عبد المجيد خليفة النجار

جامعة المرقب، كلية الهندسة، قسم الهندسة الكيميائية، الخمس، ليبيا.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

نشر إلكترونياً بتاريخ: ٦ يوليو ٢٠٢٥م

الملخص

لم يؤدي النمو السكاني والاقتصادي للمجتمعات إلى حدوث زيادة في حجم المخلفات المترلية والتجارية الصلبة فحسب، بل أدى إلى حدوث تغيرات جوهرية في خصائصها ومكوناتها، كذلك الزيادة الهائلة لبعض مكوناتها بصورة ملحوظة، وخاصة المخلفات البلاستيكية، ومن أهمها وأخطرها مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) ويرجع ذلك الى أن أساس صناعته يتطلب وجود كمية كبيرة من المضافات الكيميائية السامة مقارنةً من المواد البلاستيكية الأخرى، مما جعل التخلص من مخلفاته بالحرق أو الطمر من أخطر الطرق التي تتسبب في وجود مشاكل بيئية وصحية خطيرة، بالإضافة الى عدم قابليتها للتحلل الحيوي، مما يؤدى الى تلوث يتحول إلى أعباء بيئية واقتصادية تنعكس أثارها سلباً على صحة الإنسان والبيئة. وأرتكز محور الدراسة على تقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل(PVC) في المخلفات المترلية الصلبة الواردة إلى مصنع السواني للسماد العضوي بمدينة طرابلس، حيث تم اجراء دراسة احصائية لتقدير نسبة هذه المخلفات وذلك بسحب عينية رئيسية لمدة ٦ أيام متتالية والتي تمثل حجمها ٨٥ عينة (غرفة) (n=85). كما فرزت مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) المجمعة من المخلفات المترلية الصلبة في هذه الدراسة من خلال تحديد هويتها الكيميائية باستخدام تقنية تحليل مطياف الأشعة تحت الحمراء (FTIR). واستخدام برنامج حاسوب إحصائي SPSS لإجراء كافة التحليلات الإحصائية المتعلقة بهذه الدراسة. ومن

خلال تحليل البيانات وجد أن النسبة التقديرية للمخلفات البلاستيكية الكلية (TP) ومخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC)، ومخلفات عديد الاتثلين ترفثالات (PET) ومخلفات عديد الستايرين (PS)، ومخلفات عديد بروبلين (PP)، ومخلفات عديد اليوريثان (PU)، ومخلفات مطاط وباقي المخلفات البلاستيكية في المخلفات المترلية الصلبة كانت 10.51% و1.36% و٠.٧٧% و0.10% و0.04% و0.13% و0.08% و٨.٠٤٪على التوالي. كما وصلت النسبة المئوية لمخلفات (PVC) 12.94%، بينما مخلفات (PET) ومخلفات (PU)، ومخلفات (PS)، ومخلفات المطاط، ومخلفات (PP) فكانت 7.23% و1.20% و٠.٩٧٪ و0.73% و0.42% على التوالي من المخلفات البلاستيكية الكلية. كما قدرت كمية المخلفات البلاستيكية الكلية لمنطقة الدراسة فقط والواردة الى مصنع السواني للسماد العضوي فوجد أنها تصل الى ٣٦.٧٨ طن يوميا، منها ٤.٧٦ طن/يوم مخلفات عديد كلوريد الفاينيل. كما بلغت كمية المخلفات المترلية الصلبة لمدينة طرابلس حوالي ٥٥٠ طن يوميا منها ٣٥٠ طن يقوم بتجمعها جهاز حماية البيئة في مصنع السواني للسماد العضوي و٢٠٠ طن تقوم بتجمعها الجهات الأهلية تشاركيات النظافة بقطاع الخاص)في مصنع سيدي السائح، وبالتالي تكون كمية المخلفات البلاستيكية الكلية لمدينة طرابلس والواردة لكلا المصنعين (مصنع السواني ومصنع سيدي السائح) حوالي ٥٧.٨٠ طن يوميا منها حوالي ٧.٤٨ طن يوميا مخلفات عديد كلوريد الفاينيل. ولهذا اوصت الدراسة إلى أهمية أعداد قاعدة بيانات بصورة مستمرة عن كميات مخلفات عديد كلوريد الفاينيل والمخلفات البلاستكية الأخرى في المخلفات المترلية الصلبة، حيث يعتبر غياب هذه البيانات من أكبر العوائق التي يمكن أن تفشل الجهود التي تستهدف خفض هذه المخلفات وتدويرها وإعادة استخدامها وتقليل خطرها على البيئة والكائنات الحية.

*** المقدمة**

مما لاشك فيه أن تفاقم مشكلة المخلفات المترلية والتجارية الصلبة وتراكمها في البيئة أصبحت مشكلة تؤرق القائمين على البيئة، خاصةً وإن هذه المخلفات تتولد بصورة مستمرة وعلى مدار الساعة. حيث أصبح التخلص منها من المشاكل الهامة التي يجب مواجهتها وإدارتها بأساليب علمية سليمة تهدف إلى إيجاد وسائل منطقية لتحويل هذه المخلفات إلى مواد ذات قيمة اقتصادية والتقليل من مخاطرها البيئية. خاصةً وإن جميع الطرق المتبعة للتخلص من هذه المخلفات والمتمثلة في تجميعها على هيئة أكوام مكشوفة أو طمرها أو حرقها تعتبر من الطرق غير المجدية بيئياً لما تسببه من أضرار صحية وبيئية. كما وأن التصنيع والنمو الاقتصادي للمجتمعات لم يؤدي إلى حدوث زيادة في حجم المخلفات المترلية والتجارية الصلبة فحسب، بل أدى إلى حدوث تغيرات جوهرية في خصائصها ومكوناتها، كذلك الزيادة الهائلة لبعض مكوناتها بصورة ملحوظة وخاصة المواد البوليمرية التي من بينها المواد البلاستيكية التي أخذت تحل محل المواد التقليدية مثل الخشب والزجاج [يسرى،١٩٩٧]. ومن أهمها وأخطرها مادة عديد كلوريد الفاينيل (PVC) خاصةً وأن هذه المواد تجد طريقها إلى مجمعات القمامة، الأمر الذي يتولد عنه تلوث

يتحول إلى أعباء بيئية وصحية واقتصادية تنعكس أثارها سلباً على سلامة وصحة الإنسان والبيئة.

يعتبر عديد كلوريد الفاينيل (PVC) أحد أهم البوليمرات المنتجة من المشتقات النفطية، وله صيغة كيميائية [-CH2CHCl-]n يتميز عديد كلوريد الفاينيل بأنه مادة شفافة اللون له درجة تبلر منخفضة ومتوسط وزنه الجزيئي يتراوح من 30,000-80,000، كما أن له درجة الانتقال الزجاجي (Tg) مرتفعة تبلغ 81 °C وكثافته ١.٤٠٦ جرام/سم٣ [George odlan, 1991]. تعتبر مادة PVC أقل مرونة ومتانة مقارنةً بمادة عديد الايثلين، كما يتميز باحتوائه على عدد كبير من المضافات الكيميائية لكي يصبح مادة بلاستيكية [التاغور وحراقه، ٢٠٠٥]. وهو من أكثر المواد البلاستيكية شيوعا، يستخدم عديد كلوريد الفاينيل بصورته المرنة أو الصلبة في العديد من الصناعات البلاستيكية والتي من بينها صناعة الأنابيب بمختلف أنواعها، إطارات النوافذ والأبواب والقناني البلاستيكية، كما يستخدم أيضا في اللواصق والعشب الاصطناعي [Brown,et.al,٢٠٠٠]. وإن مقاومته للأحماض وعدم تحلله حيوياً مكنه من الدخول في تصنيع الكثير من المعدات الطبية ومستلزمات الحقن وفي صناعة العاب الأطفال وتغليف أسلاك الكهرباء وغيرها [السبيعي، ٢٠٠٣]. كما تجدر الاشارة الى ان معظم تطبيقات مادة PVC تتركز في صناعة الأنابيب بأنواعها المختلفة ومظاهر الحياة البنائية الأخرى مثل إطارات الأبواب والشبابيك مما جعلها تقريباً من ضمن العشر تطبيقات الأولى للمواد البلاستيكية والمقدرة بحوالي ٩٪ من استهلاك البلاستيك. يعزى الاستعمال المفرط لمادة عديد كلوريد الفاينيل إلى ان هذه المادة تحتاج إلى وجود مُضافات كيميائية مختلفة وذلك لتحسين خواص المنتج والوصول به إلى التركيبة البلاستيكية النهائية [Brown,et.al,٢٠٠٠]. وتصل النسبة الوزنية للمواد المضافة في تطبيقات PVC الصلب من ٢٪ الى٢٥٪ والمرن من 25% إلى 65% [Plinke,et.al,2000]. ومعظم المضافات عبارة عن مواد كيميائية عضوية سامة لها أثار بيئية وصحية. بالرغم من المزايا المتعددة لمادة عديد كلوريد الفاينيل والمواد البلاستيكية الأخرى والتي فاقت مثيلاتها من المواد التقليدية الأخرى، إلا أن مخلفاتها الناتجة عن كل نشاط لها تأثيرات جانبية لاسيما على البيئة وصحة الأنسان. وتكمن مشكلتها في أن مخلفاتها فلا تذوب ولا يتأكسد، وغير قابلة للتحلل الحيوي وسبب ذلك عدم قدرة الكائنات الحية الدقيقة على تكسير هذه المواد وذلك لحاجتها لمجموعة من الإنزيمات تعمل على تحطيم الروابط [مزاهره والشوابكة، ٢٠٠٣]،[معتوق والرعيني، ٢٠٠٤] مما يؤدى الى تراكمها في البيئة، خاصة وان دورة حياة عديد كلوريد الفاينيل (سواء خلال إنتاجه أو استخدامه أو التخلص منه) ينتج عنها العديد من المواد الكيميائية السامة، ولهذا فإن وجود هذه المُضافات الكيميائية المختلفة تجعله منه مادة سامة وتؤثر سلباً على صحة الكائنات الحية بسبب هجرتها الى الاوساط البيئية المحيطة به [Plinke,et.al,2000]. يتم التخلص من مخلفات عديد كلوريد الفاينيل بعدة طرق وهي طريقة الحرق والطمر، ولكل من طريقة الحرق والطمر عيوب منها: انبعاث الغازات السامة

أثناء الحرق ومنها وأشهرها غاز الديوكسين الذي يعتبر من أخطر نواتج عمليات الحرق وأكثرها ثباتاً في البيئة [Environmental Protection Agency, ١٩٩٧]، حيث اثبات الدراسات أن مصادر احتراق عديد كلوريد الفاينيل سواء في محارق المخلفات البلدية الصلبة أو محارق المخلفات الطبية أو الحرق المكشوف أو عند صهر الفلزات من أخطر مصادر تلوث البيئة بالديوكسين وتشكل هذه المصادر أكثر من ٨٠٪ من انبعاثات الديوكسين إلى الهواء الجوى[Suansnnah, 2004]، كما تكمن الأخطار الصحية والبيئية لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل أيضا في تركيبته الكيميائية التي يوجد الكلور فيها بنسبة ٥٧٪، مما يتسبب في انبعاث غاز Cl2 عند حرقه، والذى يساهم في تدمير طبقة الأوزون التي تعمل على حماية الأرض من إشعاعات الشمس الضارة مثل الأشعة فوق بنفسجية، لقد اثبت الدراسات على هذا التدمير لما له عواقب مخيفة منها الإصابة بمرض السرطان والتهابات جلدية عند الإنسان والحيوان وانخفاض أنتاج المحاصيل الزراعية، كما أن انبعاث الغازات السامة مثل كلوريد الهيدروجين HCl الذي يتسبب بظاهرة المطر الحامضي ويؤدي الى هلاك وإتلاف الغطاء النباتي والكائنات الحية والمنظومات البيئية المائية [Oneill, 1994] [عويس،٢٠٠٠]. كما أن عميلة طمر هذ المخلفات بدون أسس علمية أمنة سيؤدى إلى هجرة المواد المضافة إلى الوسط المحيط [Mersiowsky,et.al,1999]، مما يؤثر سلباً على الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة وبالتالي تقلل من إنتاجيتها، وتكمن خطورة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل فيما تحتويه من مضافات كيميائية تتحرر بفعل العوامل الطبيعية مع مرور الزمن ثم تتسرب هذه المواد عن طريق الرشح لتصل إلى المياه الجوفية وتعمل على تلوثها، كما أن المحاصيل الزراعية تتعرض إلى خطر هذه المواد السامة مما يؤدي إلى تراكمها في السلسلة الغذائية [مثنى، ٢٠٠٠].

وعليه فإن بقاء مثل هده المخلفات وعدم الاكتراث لها وتراكمها في البيئة بكميات كبيرة عاماً بعد عام ينجم عنه أعباء بيئية وصحية واقتصاديه تحتاج إلى حصر والبحث عن حلول علمية للتخلص منها. كما ان حجم المشكلة يعتمد على تحديد كمية مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC)وغيرها من مخلفات البلاستيكية. لهذا كان لابد من العمل للحد من تراكم هذه المخلفات والاستفادة منها لتحقيق منافع بيئية واقتصادية هامة وتوفير كافة الإستراتيجيات اللازمة لتطويع هذه المخلفات لتخدم الصناعة مرة أخرى ويقلل من خطرها. لذا هدفت هذه الدراسة إلى تقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) في المخلفات المترلية الصلبة الواردة إلى مصنع السواني للسماد العضوي بمدينة طرابلس، وللمشاركة في وضع قاعدة بيانات تتعلق بكمية مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) في المخلفات المترلية الصلبة والاستفادة منها في وضع استراتيجيات لصناعة إعادة التدوير والاستخدام.

*** المواد وطرق البحث**

*** الخلفية عامة عن مجتمع الدراسة (منطقة الدراسة)**

تقع مدينة طرابلس بين خطى طول ^{o}١٣:٥ و ^{o}١٣:٢٢ شرقا وبين دائرتي عرض ^{o}٣٢:٤٩ و ^{o}٣٢:٥٦ شمالا. ويحدها من الشرق منطقة تاجوراء ومن الغرب جنزور ومن الشمال البحر المتوسط ومنطقتا السواني (بن أدم) وقصر بن غشير من الجنوب[بلدية طرابلس، ١٩٧٢]. شكل (١) يوضح موقع مدينة طرابلس في الخارطة، وبشكل العام تمثل مدينة طرابلس المقر الرئيسي للخدمات الإدارية وتتمتع بمركزية من الناحية الاقتصادية والصناعية والتجارية وطرق النقل البرية والبحرية جعلتها تشهد نموا سريعا في عدد السكان والذي بلغ حوالي 1,065,405 نسمة حسب إحصاء سنة ٢٠٠٦ ف [الهيئة العامة للمعلومات، ٢٠٠٦].

شكل (١) الموقع مدينة طرابلس

*** تقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC)**

لتقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) من المخلفات المترلية الصلبة فقد تم الاعتماد على الطرق الإحصائية والتي استدعت الاعتماد على عدة وسائل للحصول على البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة، حيث تطلب إجرائها القيام بمسح معلوماتي ميداني لمنطقة الدراسة ومواقع تجميع ومعالجة المخلفات المترلية الصلبة. واستهدفت الدراسة موقع تجميع ومعالجة المخلفات المترلية الصلبة بمكب ومصنع السواني للسماد العضوي التابع لجهاز حماية البيئة طرابلس.

*** تجميع البيانات**

تعتبر مرحلة تجميع البيانات من المراحل التي تطلبت جهدا كبيرا، حيث تم الاستفادة من المعلومات المبدئية التي تم تجميعها أثناء الزيارة الاستطلاعية والتي اعتبرت بمثابة مدخل لتسهيل عملية تجميع البيانات وهذا لا يمنع كون هذه المعلومات تفتقر للدقة والتي تشكل عائق في تحديد حجم العينة المراد دراستها. وعلية تم الاستناد على واقع سجلات رصد البيانات بالمصنع والخاصة بشاحنات جهاز حماية البيئة اليومي. وعلى ضوء هذه البيانات تم تحديد كمية المخلفات المترلية الصلبة الداخلة الى المصنع (طن /يوم)، كذلك تم حصر وتصنيف شاحنات جهاز حماية البيئة لمنطقة الدراسة وتحديد حمولة كل شاحنة (بالطن). وحرصا على صحة ودقة البيانات المستقاة من واقع سجلات المصنع، تم التواجد داخل ساحة استقبال شاحنات جهاز حماية البيئة ومتابعة سير العمل عن قرب حيث يسرت هذه المتابعة الملاحظة المباشرة والدقيقة لكل تفاصيل العمل والحصول على أكبر قدر من البيانات التي تتطلبها الدراسة ومن ثم تسجيل البيانات المتمثلة في رقم لوحة الشاحنة، ووزن حمولة الشاحنة وذلك من خلال مرورها فوق ميزان ارضي خاص (Mesurenr Trayvou Type TE 30) والمعد لهذا الغرض، كما تم محاورة سائقي

الشاحنات والاستفسار عن بعض الأمور المتعلقة بوضعية القمامة ومصادرها وأسلوب جمعها ومنطقة تجمعها.

*** فرز البيانات**

بعد أن تم تجميع البيانات المتحصل عليها من خلال المتابعة اليومية لها تم فرزها وحصرها وتنظيمها ومقارنتها مع البيانات المستقاة من واقع سجلات رصد البيانات بالمصنع، وتبين من خلال هذه المقارنة وجود تشابه في البيانات. ومن خلال هذه المقارنة تم إعداد نموذج جمع البيانات. ومن خلال البيانات المتحصل عليها تم حساب متوسط أوزان الحمولات لكل شاحنة (وزن القمامة + وزن الشاحنة) من عدد الحمولات بالطن ($\bar{X}$) باستخدام معادلة الرياضية آلاتية:-

١- $$\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$$

حيث أن $\mathbf{x_i}$ أوزان الحمولات (وزن القمامة + وزن الشاحنة) وn عدد الحمولات لكل شاحنة على التوالي. كما حسب متوسط وزن القمامة لكل شاحنة على التوالي a وذلك بطرح متوسط الحمولات لكل شاحنة (وزن القمامة + وزن الشاحنة) من وزن الشاحنة فارغة. وحيث أن عدد الرحلات اليومية لكل شاحنة غير ثابت، تم حساب متوسط عدد الرحلات اليومية b لكل شاحنة وذلك بعدد الرحلات خلال كل يوم وذلك لعدة أيام والقسمة على عدد الأيام وذلك باستخدام المعادلة الرياضية:-

٢- $$b = \sum_{i=1}^{n} \frac{fi}{n}$$

حيث أن fi تمثل عدد الرحلات في اليوم i وn عدد الأيام. وتم تقدير وزن القمامة المجمعة يوميا لكل شاحنة $(\mathbf{W})$ بضرب متوسط وزن القمامة a بمتوسط عدد الرحلات b باستخدام العلاقة آلاتية:-

٣- $$\mathbf{W = a \times b}$$

من خلال تقدير وزن القمامة اليومي لكل شاحنة W. تم ترقيم الشاحنات بأرقام متسلسلة من 1 إلى m حيث أن m ترمز إلى عدد الشاحنات. فإذا رمزنا إلى متوسط وزن القمامة للشاحنة رقم $\mathbf{i}$ بالرمز $\mathrm{W_i}$ تم تخصيص الأرقام من ٠ إلى ١-$\mathrm{W_1}$ للشاحنة رقم ١ والأرقام من $\mathrm{W_1}$ إلى١- $\mathrm{W_1+W_2}$ للشاحنة رقم ٢ والأرقام من $\mathrm{W_1+W_2}$ إلى 1 - $\mathrm{W_1+W_2+W_3}$ للشاحنة رقم ٣ وهكذا. تم المرور على قوائم الأرقام العشوائية واختيار عينة (غرفة) من الشاحنة التي تحتوي الأرقام التي خصصت لها الرقم العشوائي الملاحظ. بهذه الطريقة تمنح الشاحنات فرص في الاختيار بدرجة تتناسب مع وزن القمامة المجمعة من قبلها.

*** تحديد حجم العينة**

للقيام بعملية تقدير نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل في المخلفات المترلية الصلبة الواردة إلى مصنع السواني للسماد العضوي، تم الاعتماد على الطرق الإحصائية والتي تضمن نتائج صادقة وصحيحة، ولكي تتم عملية التقدير كان لابد من توضيح بعض الجوانب النظرية في كيفية تحديد حجم العينة التي يراد أخذها من مجتمع الدراسة. حيث أن أهم ما يواجه الباحث العلمي عند التخطيط لأخذ عينة من مجتمع الدراسة هو كيفية تحديد حجم العينة المناسب. وفى الحقيقة فإن هذا التساؤل لا يعتبر بسيطا لان تحديد حجم العينة يعتبر من المسائل المهمة في عملية تصميم العينة وذلك لتجنب أخذ

عينة صغيرة جدا يكون تقديرها للمجتمع غير دقيق وغير مفيد أو سحب عينة كبيرة جدا فإن التكاليف تكون عالية ويتطلب ذلك جهدا ووقتا كبيرين.

بشكل عام لكي يتم تحديد حجم عينة لتقدير قيمة متوسط مجتمع إحصائي ما يتم الاستعانة بالعلاقة الرياضية آلاتية:-

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad -٤$$

والتي يتم الحصول عليها باستخدام معاينة الوسط الحسابي للعينة ($\bar{X}$)، حيث أن (σ) تمثل الانحراف المعياري للمجتمع و(μ) المتوسط الحسابي للمجتمع، كما أن فترة الثقة عند مستوى ثقة $(1-\alpha)$ تشير الى أن احتمال أن تحتوي الفترة من $\bar{\mathbf{X}} - \mathbf{Z}_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ الى $\bar{\mathbf{X}} + \mathbf{Z}_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ قيمة متوسط المجتمع (μ) هو $(1-\alpha)$.

يسمى $\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ بالحد الأدنى ويرمز له L،

أما المقدار $\bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ يسمى بالحد الأعلى ويرمز له U.

حيث أن نصف الفرق بين الحدين يطلق عليه بدرجة الدقة أو خطأ التقدير ويرمز له d.

أي أن: -

$$\mathbf{d} = \mathbf{Z}_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{\mathbf{n}}} \quad -٥$$

هذا يعني أن اذا رغبنا في اختيار حجم للعينة بحيث يكون خطاء التقدير لا يزيد عن d فإنه من (٥) نتحصل على:-

$$n \ge \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \sigma}{d} \right)^2 \quad -٦$$

عملية تحديد حجم العينة باستخدام العلاقة الرياضية (٦) تعتمد على عدة عوامل ومن أهمها توفير معلومات كافية حول مجتمع الدراسة . نلاحظ أن حجم العينة يعتمد أساسا على درجة الدقة المطلوبة والتي يجب أخذها في الاعتبار لأهميتها حيث تعتمد درجة الدقة أو القيمة العظمى للخطأ في التقدير على التكاليف المتاحة للبحث والتي يرمز لها بالرمز d والقيمة المعيارية (Z) والتي يمكن تحديدها من جداول توزيع الاحتمال الطبيعي المستوى المطلوب للثقة ، كذلك من العوامل المحددة لحجم العينة الانحراف المعياري للمجتمع (σ) وبما أن العلاقة الرياضية (٦) تطلبت إيجاد الانحراف المعياري للمجتمع فأنه بالإمكان الاعتماد على إيجاد الانحراف المعياري للعينة من خلال عينة تجريبية وعندئذ يمكن تقدير الانحراف المعياري للمجتمع بدلالة الانحراف المعياري للعينة (S) للحصول على العلاقة الرياضية آلاتية:-

$$n \ge \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} * S}{d} \right)^2 \quad -٧$$

فإذا استطعنا أن نضع تقديرا مبدئيا للخطأ التقديري الذي نرغب أن نتهى إليه، وإذا استطعنا سحب عينة تجريبية فإنه باستطاعتنا تحديد الحجم المناسب باستخدام العلاقة (٧).

ولهدا تم سحب عينة تجريبية عشوائية قبل التنفيذ الفعلي للعينة الرئيسية (الأساسية)، حيث أخذت العينة

التجريبية العشوائية ليوم واحد في فترة زمنية ٢٤ ساعة وذلك لغرض إيجاد الانحراف المعياري للعينة، حيث روعي في اختيار اليوم بأن تكون الظروف المناخية مناسبة (غير ممطر) وخالي من الأعياد أو المناسبات الدينية وذلك ضمانا بأن تكون العينة اعتيادية. وللحصول على عينة عشوائية فقد تم اللجوء الى استخدام جداول الأرقام العشوائية الموجودة في المصادر الإحصائية. والتي من خلالها تم إعداد النموذج يوضح الشاحنات المستهدفة وعدد الغرفات التي سيتم أخذها من وزن حمولة الشاحنات المستهدفة.

*** تجميع العينة العشوائية التجريبية**

بعد إعداد النموذج الذي يوضح الشاحنات المستهدفة وعدد الغرفات التي سيتم أخذها من وزن حمولة الشاحنات المستهدفة. وبمجرد دخول الشاحنة المستهدفة مدخل المصنع تم امرارها على الميزان والارضى وسجل وزنها (بالطن) وهكذا لباقي الشاحنات المستهدفة، وبعدها فرغت محتويات الشاحنة في ساحة التفريغ داخل المصنع وأخذت غرفة عشوائية من محتويتها بواسطة جرار صغير تم تحديد وزنه فارغ (بالطن) مسبقا، حيث يتوجه بها الجرار الى الميزان والارضى لأخذ وزن الغرفة (بالطن) وتم تسجيله والتي كانت وزنها بمتوسط 200kg لكل غرفة، علما بأنه يمكن أن يأخذ من الشاحنة أكثر من غرفة وهذا تحدده الأرقام العشوائية، أجريت نفس الخطوات على باقي الشاحنات المستهدفة. بعد ذلك تفرغ حمولة الجرار في الساحة المخصصه وتوضع بطاقة تعريف مسجل عليها رقم الغرفة، ورقم لوحة الشاحنة والحي القادمة منه، ووزن الغرفة. وهكذا يستمر وضع كل الغرفات من الشاحنات المستهدفة بطريقة منظمة مع مراعاة وجود مسافة بسيطة بين الغرفة والأخرى حتى لا يحدث خلط بينهما.

*** فرز العينة العشوائية التجريبية**

تم فرز المخلفات البلاستيكية عن باقي المخلفات المترلية الصلبة من العينات يدويا، تم وزن المخلفات البلاستيكية التي تم فرزها بالكيلوجرام باستخدام الميزان (BASCULE TYPE 1001).

*** فرز مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) من مكونات المخلفات البلاستيكية المجمعة**

عند فرز مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) عن باقي المخلفات البلاستيكية الأخرى واجهتنا صعوبة في تحديد الهوية الكيميائية له, ذلك لأن الشركات والمصانع المنتجة لهذه المنتجات البلاستيكية إن لم يقوم أغلبها، وخاصة المحلية منها لا تقوم بكتابة اسم المادة المصنعة منها هذه المخلفات، فكان من الواجب علينا كبداية الرجوع الى مصادر تصنيع المنتجات البلاستيكية والتي من ضمنها مصنع الكريمة لصناعات البلاستكية ومصنع طريق المطار لصناعة البلاستيك ومصنع صرمان لصناعة البلاستيك وذلك من أجل معرفة الأصل الكيميائي والمادة المصنعة منها المنتجات البلاستيكية التي تجد طريقها بعد استهلاكها الى مكبات القمامة. ولكي تتم عملية فرز البلاستيك حسب مكوناته على أسس علمية صحيحة، تم استخدام تقنية التحليل الطيفي لامتصاص الأشعة تحت الحمراء (FTIR) باستخدام جهاز – IR) FTIR–Bruker Tensor 37) ومقارنة النتائج بالطيف القياسي لكل عينة. وبذلك تم فرز كل مخلفات عديد

كلوريد الفاينيل (PVC) حسب هويته الكيميائية. وأخذ وزنه لكل غرفة على حده بالكيلوجرام (Kg). ثم تم تحليل البيانات إحصائيا باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS وهو برنامج مستخدم على نطاق واسع وبشكل كبير في كثير من التطبيقات العلمية.

*** أخذ العينة الرئيسية**

من خلال ما تم التوصل إليه من بيانات تم تجميعها من خلال سحب عينة عشوائية تجريبية وإجراء العمليات الإحصائية عليها، تم تحديد درجة الدقة d واستخراج بعض المقاييس الإحصائية والتي مثل المتوسط الحسابي للعينة كما تم استخراج الانحراف المعياري للعينة والذي استخدام لتحديد حجم العينة الرئيسية n. كما أجريت الدراسة على العينة الرئيسية لمدة ستة أيام متتالية وذلك لان دورة النشاط المترلي قد تتغير خلال أيام الأسبوع، فمن الضروري الحصول على عينات تغطى بدقة أنشطة أسبوع. حيث تم أخد العينة الرئيسية بنفس الأسلوب والشروط التي تم أخذها في العينة العشوائية التجريبية المذكورة.

*** النتائج والمناقشة**

اهتمت هده الدراسة بمخلفات المترلية الصلبة فقط الواردة إلى مكب ومصنع السواني للسماد العضوي بمدينة طرابلس، حيث تقوم الشركات حكومية (القطاع العام) المتمثل بجهاز حماية البيئة طرابلس، والقطاع الخاص بجمعها وتشمل هده المخلفات بقايا الأطعمة والورق، البلاستيك، علب وغيرها من المخلفات الاخرى. واهم مكون يمكن ملاحظة في المخلفات المترلية الصلبة هي الاطعمة والمواد البلاستيكية المختلفة، حيث يتم اعادة تدوير المواد العضوية لأجل انتاج سماد عضوي للإغراض الزراعية. واستناد على البيانات التي تم تجميعها من خلال السجلات الرسمية ومتابعتنا للتوثيق البيانات في موقع المصنع، فقد بلغت كمية المخلفات المترلية الصلبة لمدينة طرابلس حوالي ٥٥٠ طن يوميا منها ٣٥٠ طن فقط يقوم بتجمعها جهاز حماية البيئة الى مكب ومصنع السماد العضوي (بالسواني– طرابلس– ليبيا) و٢٠٠ طن تقوم بتجمعها الجهات الأهلية (تشاركيات النظافة – القطاع الخاص) في مكب ومصنع سيدي السائح.

*** تحديد الهوية الكيميائية للمخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) وبعض من مخلفات البلاستيكية**

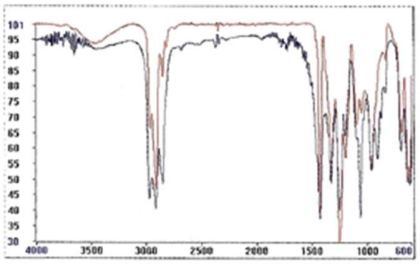
تمت عملية فرز المخلفات البلاستيكية حسب نوع البوليمر في عينة الدراسة على أساس مصدر تصنيعها بالإضافة الى هويتها الكيميائية باستخدام تقنية (FTIR) . حيث تعتبر تقنية تحليل طيف الأشعة تحت الاحمراء وسيلة متوفرة وفعالة لفرز المخلفات البلاستيكية بأسرع وقت واقل جهد وتكلفة واستخدمت لسنوات طويلة في تحليل البوليمرات ومضافاتها. حيث أخدت عينات عشوائية من المخلفات البلاستيكية المجمعة من المخلفات المترلية الصلبة والمستخدمة في تطبيقات مختلفة واجرايت عليها تحاليل طيف الأشعة تحت الاحمراء (FTIR) ونتائجها موضحها في الإشكال ٢ و ٣ و٤

أخذت عينات عشوائية من المخلفات البلاستيكية المجمعة وتمثلت في جزء من لعبة أطفال (طائرة) وجزء من أنبوب صرف صحي وجزء من هيكل جهاز الحاسوب وجزء من قرص CD. شكل (٢) يوضح وجود حزمة امتصاص

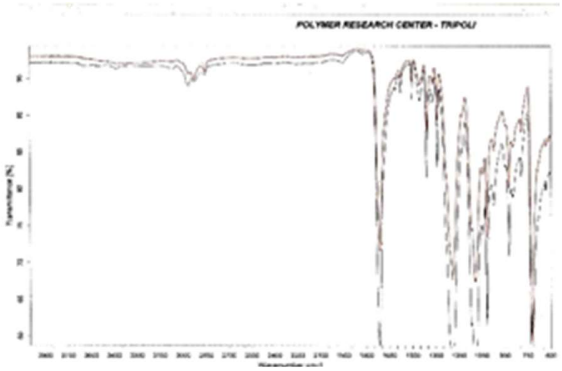
عند طول موجي cm^{-1} ٢٩٢٩ تعود الى اهتزاز تمددي لرابطة C–H للمركبات العضوية الاليفاتية، وحزمة امتصاص اهتزازية تمددية تماثلية لمجموعة CH2 في منطقة الاهتزاز cm^{-1} ٢٨٦٠، وأيضا وجود حزمة امتصاص عند طول موجي cm^{-1} ١٢٥٠ ويعود لوجود رابطة C–C، كما تظهر حزمة امتصاص اهتزازية تمددية لرابطة C–Cl عند طول موجي cm^{-1} 725 [Kuptsov; Zhizhin;1998]. وتشير مثل هذه الترددات الى ان المادة المصنعة منها هذه العينات هي مادة PVC وبمقارنة نتائج أطياف IR لهذه العينات مع عينة قياسية من مادة عديد كلوريد الفاينيل (PVC) يتضح أيضا بأن المادة المستخدمة في تصنيع هذه المخلفات عبارة عن عديد كلوريد الفاينيل.

أظهرت نتائج التحليل الخاص بالأشعة تحت الحمراء لعينات المخلفات البلاستيكية والتي من بينها قنينة مياه شرب محلية وقنينة مياه صابرين وقنينة مشروب وجزء من خرطوم ماء. وجود حزمة امتصاص ضعيفة عند طول موجي ٢٩٩٨ cm^{-1}يرجع ذلك لوجود الربطة C–H للمركبات العضوية الأروماتية. وجود حزمة امتصاص في المنطقة الاهتزاز cm^{-1} ١٦٢٢ وتعود لوجود رابطة C=C (شكل ٣). كما توجد حزمة امتصاص حادة عند طول موجي cm^{-1} ١٧٢٠ تدل على وجود مجموعة كربونيل C=O لمركبات الاستر، وظهور حزمة امتصاص عند طول موجي cm^{-1} ١٥٢٠ تعود إلى رابطة C–O [المرجع السابق]. تشير هذه الترددات الى ان المادة المصنعة لهذه المخلفات هي مادة عديد الاتثلين ترفثالات (PET) وبمقارنة نتائج أطياف IR لهذه العينات مع عينة قياسية من مادة PET يتضح كذلك بأن المادة المستخدمة في تصنيع هذه المخلفات عبارة عن عديد الإيثلين ترفثالات.

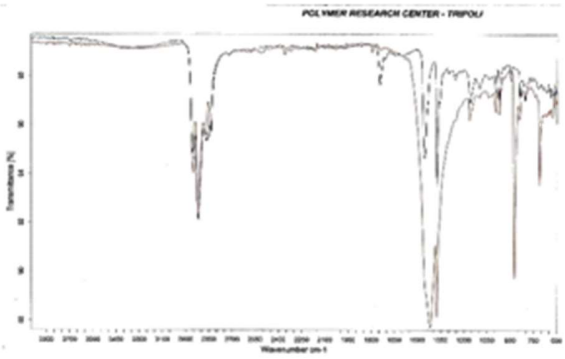
ومن ضمن المخلفات البلاستيكية التي تم تجميعها اغلفة الأغذية حيث أخذت عينات عشوائية منها تمثلت في غلاف مكرونة محلى وغلاف مكرونة تونسية وغلاف أرز دمشقي وغلاف كسكسى مصري وتونسي. وأجريت لها تحاليل FTIR والنتائج موضحة في شكل (٤) حيث يتضح من خلال الشكل وجود حزمة امتصاص عند طول موجي cm^{-1} ٢٩٢٩ وهى منطقة اهتزاز الرابطة C–H لمركبات العضوية الاليفاتية، وتظهر حزمة امتصاص اهتزازية تمددية تماثلية لمجموعة CH2 في المنطقة الاهتزاز cm^{-1} ٢٨٦٠ وأيضا وجود حزمة امتصاص عند طول موجى cm^{-1} ١٢٥٠ ويعود لوجود رابطة C–C، كما تظهر حزمة امتصاص ذات انحناء تماثلى في منطقة اهتزاز cm^{-1} ١٣٧٥ وتعود لوجود مجموعة الميثيل CH3 [المرجع السابق]. يشير وجود هذه الترددات الى ان هذه المخلفات مصنعة من مادة عديد البروبلين (PP) وبمقارنة نتائج أطياف IR لهذه العينات مع عينة قياسية لمادة PP يتضح بأن المادة المستخدمة في تصنيع هذه المخلفات عبارة عن عديد البروبلين.



شكل ٢ طيف الاشعة تحت الاحمراء لعينات مخلفات PVC [الازرق] وطيف عينة PVC القياسية [الاحمر].



شكل ٣ طيف الاشعة تحت الاحمراء لعينات مخلفات PET [الاحمر] وطيف عينة PET القياسية [أسود]



شكل٤ طيف الاشعة تحت الاحمراء لعينات مخلفات PP [أسود] وطيف عينة PP القياسية [الاحمر]

*** تحاليل النتائج الإحصائية**

اشتملت تحاليل النتائج الإحصائية على نتائج العينة العشوائية التجريبية ونتائج العينة العشوائية الرئيسية لمجتمع الدراسة.

شملت العينة العشوائية التجريبية معظم الشاحنات الداخلة للمصنع المحملة والقادمة من منطقة الدراسة. سُحب عدد ٣٤ عينة عشوائيا وبمتوسط وزن kg ٢٠٠ لكل غرفه ومنها فرزت المخلفات البلاستيكية الكلية عن باقي المخلفات المترلية الصلبة، فرزت مخلفات لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) عن باقي المخلفات البلاستيكية الكلية وتم استخراج بعض المقاييس الإحصائية الوصفية كما موضح في الجدول (١). حيث بينت النتائج إن أدنى نسبة للمخلفات البلاستيكية الكلية (TP) كانت ٠.٠٥٤٨ وأعلى نسبة كانت ٠.٢١١٤، بينما كان المتوسط العام للمخلفات البلاستيكية الكلية خلال يوم واحد من الدراسة 0.1121 بأنحراف معياري ٠.٠٤٥٨، بينما كان الحد الأدنى لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) ٠.٠٠٢٠ و الأعلى ٠.٠٣٤٤، أما المتوسط العام لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل فكان 0.0103 بأنحراف معياري ٠.٠٠٧١، أما أدنى نسبة للمخلفات البلاستيكية الأخرى (Others) كانت ٠.٠٤٩٠ و أعلى نسبة فكانت ٠.١٩٥٨، بينما كان المتوسط العام للمخلفات البلاستيكية الأخرى خلال يوم واحد من الدراسة ٠.١٠١٨ بأنحراف معياري ٠.٠٤٠٩

جدول (١) بعض مقاييس الإحصاء الوصفي متمثلة في المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والأعلى للعينة التجريبية.

المخلفات	عدد العينات	الحدد الأدنى	الحدد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
المخلفات البلاستيكية الكلية	٣٤	٠.٠٥٤٨	٠.٢١١٤	٠.١١٢١٢٨	٠.٠٤٥٨٦٩٢
مخلفات عديد كلوريد الفاينيل	٣٤	٠.٠٠٢٠	٠.٠٣٤٤	٠.٠١٠٣٠٠	٠.٠٠٧١٢١٧
أنواع البلاستيكية أخرى (غير مذكورة أعلاه)	٣٤	٠.٠٤٩٠	٠.١٩٥٨	٠.١٠١٨٢٨	٠.٠٤٠٩٤١٥

استخدام اختبار الفروض لاختبار الفرضية بأن التوزيع الاحتمالي لنسبة البلاستيك يتبع التوزيع الطبيعي مقابل الفرضية بعدم اتباعة للتوزيع الطبيعي. وقد اتخذ مستوى المعنوية لهذا الاختبار ٠.٠٥ وهو المستوى المتعارف على أخذه في أغلب الاختبارات الإحصائية. وقد استخدم اختبار كولموجروف لهذا الغرض، وتبين من خلال النتائج المتحصل عليها عدم أمكانية رفض الفرضية بأن التوزيع الاحتمالي لنسبة البلاستيك هو التوزيع الطبيعي. اضافة الى ذلك فإن نظرية النهاية المركزية (Central Limit Theorem) تنص على انه اذا أختيرت العينة بطريقة عشوائية وكان تباين العينة محدود القيمة فإنه اذا كان حجم العينة كبير كبرا كافيا، (عادة ٣٠ فما فوق ولهذا اخذ حجم العينة التجريبية اكبر من ٣٠)، فإن التوزيع الاحتمالي لمتوسط العينة هو التوزيع الطبيعي. وبهذا نستطيع تحديد حجم العينة الرئيسية باستخدام العلاقة الرياضية (٧) والتي تستخدم في حالة توزيع القيم توزيعا طبيعيا.

جدول (٢) يوضح أحجام العينات الواجب سحبها للحصول على فترة ثقة عند مستوى ثقة ٩٥٪ بطول 2d ومخلفات عديد كلوريد الفاينيل ومخلفات البلاستيكية. ومن خلال الجدول نلاحظ انه بتغير قيم d يتغير حجم العينة الرئيسية (n). ونلاحظ أيضا أنه كلما قلت قيمة d كلما زاد حجم العينة، وهذا أمر طبيعي، فكلما رغبنا في دقة أعلى كلما وجب اخذ عينة أكبر.

جدول (٢) أحجام العينات الواجب سحبها للحصول على فترة ثقة عند مستوى ثقة ٩٥٪ بطول 2d لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) ومخلفات البلاستكية الكلية.

	Confidence Level	z - 1.96 ٪٩٥ للمخلفات البلاستيكية	z - 1.96 %95 للمخلفات PVC
accuracy (d)	٠.٠٠٠١	٨٠٨٣	١٩٥
	٠.٠٠٠٢	٢٠٢١	٤٩
	٠.٠٠٠٣	٨٩٩	٢٢
	٠.٠٠٠٤	٥٠٦	١٣
	٠.٠٠٠٥	٣٢٤	٨
	٠.٠٠٠٦	٢٢٥	٦
	٠.٠٠٠٧	١٦٥	٤
	٠.٠٠٠٨	١٢٧	٤
	٠.٠٠٠٩	١٠٠	٣
	٠.٠٠١	٨١	٢
	٠.٠٠٢	٢١	١
	٠.٠٠٣	٩	١
	٠.٠٠٤	٦	١
	٠.٠٠٥	٤	١

$\bar{X}$ = 0.010300, SD = مخلفات(PVC

$\bar{X}$ = المخلفات البلاستيكية[(,0.0071217)]

0.112128, SD = 0.0458692)

من خلال التعامل مع المخلفات المترلية الصلبة في العينة التجريبية لوحظ انه يصعب فرز أكثر من ١٥ غرفة في اليوم حسب الإمكانيات المتاحة. هذا يعني ان عدد الغرفات الكلية خلال ستة أيام عمل في أسبوع يفضل ألا يزيد عن ٩٠ غرفة (أي بواقع ١٥ غرفة في اليوم). بالتحقق فى الجدول (٢)

نلاحظ أنه إذا أخذنا حجم العينة الرئيسية حوالي ٩٠ غرفة، فأن قيمة (d) تكون محصورة ما بين(٠.٠٠١ و٠.٠٠٢) فيما يتعلق بتقدير نسبة PVC، وتكون محصورة مابين(٠.٠٠٩ و٠.٠١) فيما يتعلق بتقدير النسبة الكلية للبلاستيك. ولقد رأينا بأن هذه القيم لدرجة الدقة مناسبة مقارنة بمتوسط النسبة للبلاستيك المناظرة لكل منها (لذا تقرر أخذ حجم العينة الرئيسية ٩٠ غرفة موزعة على أيام الأسبوع ومختارة بالطريقة العشوائية) .

ونظرا لتخلف بعض الشاحنات التي تم استهدافها في العينة الرئيسية بلغ حجم العينة الرئيسة ٨٥ غرفة بدلا من ٩٠ وهذا العدد يفي بمستويات الدقة المذكورة أعلاه اذا كان حجم العينة ٩٠. والجدول (3) يوضح بعض مقاييس الإحصاء الوصفي والمتمثلة في المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للعينة الرئيسية.

يبين جدول (٣) بعض مقاييس الإحصاء الوصفي والمتمثلة في المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والأعلى للعينة الرئيسية. ويتضح من خلال الجدول أن أدنى نسبة للمخلفات البلاستيكية الكلية كانت حوالي ٠.٠٣٠4، أما أعلى نسبة فكانت ٠.٢٣٩8، بينما كان المتوسط العام للمخلفات البلاستيكية خلال ستة أيام متتالية من الدراسة حوالي ٠.١٠٥١ بأنحراف معياري ٠.٠٣٤3، وهذا يعني إن النسبة التقديرية للمخلفات البلاستيكية الكلية كانت 10.51% من أجمالي وزن المخلفات المترلية الصلبة. أوضحت نتائج بعض الدراسات السابقة أن نسبة المخلفات البلاستيكية في المخلفات المترلية الصلبة في الولايات الأمريكية المتحدة كانت ٧٪ و٩٪ في سنة ١٩٩٠ وسنة ١٩٩٣ على التوالي [Environmental Protection Agency 2001; Hegberg and Hallenbeck 2008]، أما في مدينة كوبي باليابان فكانت نسبة المخلفات البلاستيكية في سنة ١٩٩٩ حوالي 11.7% من أجمالي وزن المخلفات المترلية الصلبة [مكتب البيئة في مدينة كوبي باليابان،١٩٩٩]، ومن الواضح أن نسبة المخلفات البلاستيكية متغيرة وتعتمد على عدة عوامل منها: النمط السلوكي الاستهلاكي للمواد البلاستيكية لذي الأفراد والتطور الصناعي الهائل لاستخدامات هذه المواد. وبمقارنة النتيجة المتحصل عليها في هذه الدراسة مع النتيجة المتحصل عليها في دراسة سابقة في ليبيا [التقرير الوطني للبيئة،٢٠٠٠] والتي أشارت الى أن نسبة المخلفات البلاستيكية في المخلفات المترلية الصلبة كانت 7.8% في سنة ٢٠٠٠ف، يتضح أن نسبة المخلفات البلاستيكية في زيادة مستمرة مما يشير الى وجود مشكلة بيئية نتيجة تراكمها.

مصنع السواني للسماد العضوي يستقبل يوميا من مدينة طرابلس حوالي ٣٥٠ طن من المخلفات المترلية الصلبة والتي يقوم جهاز حماية البيئة طرابلس بتجميعها، بالتالي فأن كمية المخلفات البلاستيكية المجمعة بهذا المصنع ولمنطقة الدراسة فقط كانت ٣٦.٧٨ طن يوميا (٣٥٠ × ٠.١٠٥١). بما أن مجموع المخلفات المترلية الصلبة الكلية لمدينة طرابلس والواردة لكلا المصنعين (مصنع السواني ومصنع سيدي السائح) حوالي ٥٥٠ طن يوميا وبفرض أن النسبة التقديرية للمخلفات البلاستيكية لمصنع السواني للسماد

العضوي وسيدي السائح متساوية وبالتالي تكون كمية المخلفات البلاستيكية الكلية لمدينة طرابلس والواردة لكلا المصنعين حوالي ٥٧.٨٠ طن يوميا (٥٥٠ × ٠.١٠٥١). كما نلاحظ من خلال جدول (٣) أن أدنى نسبة لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) كانت عند حوالي ٠.٠٠١١ وأعلى نسبة كانت ٠.٠٤٦٠ وبمتوسط عام قدره ٠.٠١٣٦ وانحراف معياري ٠.٠٠٠٨٤، ويعنى ذلك أن النسبة التقديرية لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل ١.٣٦٪ من أجمالي وزن المخلفات المترلية الصلبة. بناء على ذلك فأن كمية مخلفات عديد كلوريد الفاينيل لمنطقة الدراسة والواردة لمصنع السواني كانت ٤.٧٦ طن يوميا. أما كمية مخلفات عديد كلوريد الفاينيل الواردة لكلا المصنعين بعد فرض أن النسبة التقديرية لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل لمصنع السواني للسماد العضوي وسيدي السائح متساوية تكون حوالي ٧.٤٨ طن يوميا. كما تم حساب فترة الثقة للمخلفات البلاستيكية الكلية عند مستوى ثقة ٩٥٪ ووجد أن الفترة $0.09787887 \le \mu \le 0.11249253$ هي أحدى فترات الثقة التي تحتوي القيمة الحقيقة لمتوسط نسبة البلاستيك الكلي باحتمالية قدرها ٩٥٪. أما فترة الثقة للمخلفات عديد كلوريد الفاينيل عند مستوى ثقة ٩٥٪ كانت $0.011811697 \le \mu \le 0.015389702$ وهذه الفترة هي إحدى فترات الثقة التي تحتوي القيمة الحقيقة لمتوسط نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل باحتمالية قدرها ٩٥٪.

جدول (3) مقاييس الإحصاء الوصفي متمثلة في المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والحد الأدنى والأعلى للعينة الرئيسية.

المخلفات	عدد العينات	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
المخلفات البلاستيكية الكلية	85	0.03045	.23981	.1051857	.03437023
مخلفات عديد كلوريد الفاينيل	85	.00114	.04607	.0136007	.00841520
مخلفات عديد الإثيلين ترفثالات	85	.00250	.01750	.0076509	0.00286801
مخلفات عديد الستايرين	85	.00000	.01100	.0010204	.00161140
مخلفات عديد بروبلين	85	.00000	.00125	.0004374	.00035715
مخلفات اليوريثان	85	0.00000	.01643	.0012608	0.00275640
مخلفات المطاط	85	.00000	.02393	0.0007647	0.00285571
أنواع بلاستيكية أخرى (غير مذكورة أعلاه)	85	.02362	.17319	.0804666	.02750468

وتم أيضا حساب النسبة المئوية لمخلفات عديد كلوريد الفاينيل ومخلفات عديد الإثيلين ترفثالات ومخلفات عديد الستايرين ومخلفات عديد البروبلين ومخلفات عديد اليوريثان ومخلفات المطاط وباقي المخلفات البلاستيكية من المخلفات البلاستيكية الكلية والنتائج موضحة في جدول (٤) يتضح من الجدول أن نسبة مادة عديد كلوريد الفاينيل من المخلفات البلاستيكية الكلية في المخلفات المترلية الصلبة المحسوبة كانت 12.94% أما مخلفات عديد الإثيلين ترفثالات فكانت 7.23% ومخلفات عديد الستايرين 0.97% ومخلفات عديد البروبلين 0.42% ومخلفات عديد اليوريثان 1.20% ومخلفات المطاط 0.73%. وبشكل عام فإن نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل كانت تحثل اكبر نسبة من مكونات المخلفات البلاستيكية المذكورة في الجدول. يرجع الارتفاع في نسبة مخلفات عديد كلوريد الفاينيل إلى استخدام هذه المادة في تطبيقات عدة منها المواسير بشتى أحجامها وأشكالها والأجهزة الالكترونية.

جدول (٤) النسبة المئوية لمكونات المخلفات البلاستيكية

مكونات المخلفات البلاستيكية	النسبة المئوية (%)
مخلفات عديد كلوريد الفاينيل	١٢.٩٤
مخلفات عديد الإثيلين ترفثالات	٧.٢٣
مخلفات عديد الستايرين	٠.٩٧
مخلفات عديد بروبلين	٠.٤٢
مخلفات عديد اليوريثان	١.٢٠
مخلفات المطاط	٠.٧٣
أنواع بلاستيكية أخرى (غير مذكورة أعلاه)	٧٦.٥٠

*** الاستنتاجات والتوصيات**

١- بلغت كمية المخلفات المترلية الصلبة لمدينة طرابلس حوالي ٥٥٠ طن يوميا منها ٣٥٠ طن يقوم بتجمعها جهاز حماية البيئة طرابلس في مصنع السواني للسماد العضوي و٢٠٠ طن تقوم بتجمعها الجهات الأهلية (تشاركيات النظافة – القطاع الخاص) في مصنع سيدي السائح.

٤- أظهرت النتائج الإحصائية المتحصل عليها أن نسبة المخلفات البلاستيكية الكلية ومخلفات عديد كلوريد الفاينيل ومخلفات عديد الإيثلين ترفثالات ومخلفات عديد الستايرين ومخلفات عديد بروبلين ومخلفات عديد اليوريثان ومخلفات مطاط وباقي المخلفات البلاستيكية الأخرى في المخلفات المترلية الصلبة كانت 10.51% و1.36% و٠.٧٧% و0.10% و0.04% و0.13% و 0.08% و8.04% على التوالي.

٥- وصلت النسبة المئوية لمخلفات مادة عديد كلوريد الفاينيل من المخلفات البلاستيكية الكلية في المخلفات المترلية الصلبة الى 12.94% ومخلفات عديد الإثيلين ترفثالات الى 7.23% أما مخلفات عديد اليوريثان فوصلت الى ١.٢٠% ومخلفات عديد السياترين الى 0.97% ومخلفات المطاط 0.73% ومخلفات عديد البروبلين 0.42%.

٦- الكمية المحسوبة للمخلفات البلاستيكية الكلية لمنطقة الدراسة فقط والواردة الى مكب ومصنع السواني للسماد العضوي كانت ٣٦.٧٨ طن يوميا منها ٤.٧٦ طن/ يوم مخلفات عديد كلوريد الفاينيل.

*** التوصيات**

خلصت هذه الدراسة بعدد من التوصيات التي يمكن أن تلعب دور فعال في محاولة الحد من مشكلة مخلفات PVC ومخلفات البلاستيكية الأخرى في المخلفات المترلية الصلبة تشمل الاتي: -

١- عدم حرق المخلفات المترلية الصلبة في العراء حيث تبين وجود مخلفات عديد كلوريد الفاينيل (PVC) ومخلفات البلاستيكية الأخرى من ضمن مكوناتها. ونواتج حرق مثل هذه المخلفات عامة يؤدى الى انبعاث العديد من الغازات والابخره السامة. كما توصى الدراسة بألزم الجهات العامة والجهات الخاصة بتطبيق المادة ٤٣ من القانون رقم ٧ لسنة ١٩٨٢ افرنجى بشأن حماية البيئة ولائحته التنفيذية.

٢- ضرورة إلزام الشركات المصنعة للمنتجات البلاستيكية عند تصنيعها تحديد الهوية الكيميائية لها وذلك بطباعة أسم أو رمز المادة البوليمرية التي صنعت منها هده المنتجات مما يسهل عملية فرزها.

٣- أعداد قاعدة بيانات عن مخلفات عديد كلوريد الفاينيل والمخلفات البلاستيكية الأخرى في المخلفات المترلية الصلبة.

حيث يعتبر غياب هذه البيانات من اكبر العوائق التي يمكن ان تفشل الجهود التي تستهدف خفض هده المخلفات وتدويرها وإعادة استخدامها وتقليل خطرها.

٤- دراسة الجدوى الاقتصادية لإعادة تدوير مخلفات عديد كلوريد الفاينيل ومخلفات البلاستيكية الأخرى على المستوى المحلى وتوفير المناخ الملائم لنجاح هذه العملية سواء على مستوى الجهات العامة أو القطاع الخاص وتشجيع الاستثمار.

٥- ضرورة ابتكار منتجات بلاستيكية تتحلل حيويا وتشجيع الدراسات والبحوث في هذا المجال وتوفير لها كافة الإمكانيات باعتبارها حلا نهائي للمشكلة تراكم مخلفات عديد كلوريد الفاينيل خاصة والمخلفات البلاستيكية الأخرى عامة في البيئة

*** المراجع**

اولاً- المراجع العربية

يسري، محمد إبراهيم، تلوث البيئة وتحديات البقاء، دار الأنوار، الاسكندرية ١٩٩٧، ص (٤٧٦).

التاغور، فتحي محمد، حراقه، صالح عمرو، التحاميل الميكانيكية مقارنة خواص لبعض المساحيق البلاستيكية، مؤتمر البحث العلمي ودورة في استخدام البوليمرات في الصناعة العربية، طرابلس، ليبيا، ٢٠٠٥.

السبعي، حسين يونس، اعادة تصنيع صفائح بلاستيكية من مخلفات التصنيع، مجلة العلوم الأساسية والتطبيقية، العدد الحادي عشر، ٢٠٠٣، ص (١٢).

مزاهرة، ايمن سليمان، على فالح الشوابكة، البيئة والمجتمع، دار الشرف للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، ٢٠٠٣، ص (١٠٨-١١١).

الرعيني، معتوق حسن صالح، مواد PVC الداخلة في الصناعات البلاستيكية (الأثر البني- الأثر الصحي) والبدائل المناسبة وفقا للمعايير الدولية الحديثة، جمعة الصناعيين اليمين، ٢٠٠٦.

مثنى، عبد الرزاق العمر، التلوث البيئي، دار وائل للنشر، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ٢٠٠٠، ص (٢٠١-٢٠٢).

عويس، جمال، الملوثات الكيميائية للبيئة، دار الفجر للنشر والتوزيع، القاهرة، ٢٠٠٠.

الهيئة العامة للمعلومات، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان، ٢٠٠٦.

بلدية طرابلس في مائة عام ١٨٧٠- ١٩٧٠ف، دار الطباعة الحديثة، طرابلس-ليبيا، ١٩٧٢.

تقرير مكتب البيئة بمدينة كوبي باليابان، ١٩٩٩.

الهيئة العامة للبيئة (التقرير الوطني الأول للبيئة)، طرابلس،٢٠٠٠.

ثانياً- المراجع الأجنبية

George Odian, Principles of Polymerization, Third Edition, John wiley & Sons, Inc,1991.

Brown K.A., Holland M., R., Boyd R., A., Thresh S., Jones H., Ogilvie S., M., et.al., Economic Evaluation of PVC Waste

Management, Aeatechnology, June 2000.

Plinke E., Wenk N., Wolff G., Castiglione D., Palmark M., Mechanical Recycling of PVC wastes, Greenpeace organization brief on the report Brussels, Jul 2000.

Environmental Protection Agency, office of Air Quality Planning and standards, office of Air and Radiation, Locating and Estimating air Emissions from sources of Dioxins and Furans, May 1997.

Suansnnah Lindbery, Florida Program Coordinator, Clean water Action – Embargoed for Release , December 2004.

ONeill Peter, Environmental Chemistry, Chapman & Hall, 1994.

Mersiowsky I., stegmann R., Ejlersson J., Svensson B., Long-term behaviour of PVC products under soil-buried and landfill conditions, Technische Universitat, 1999.

Kuptsov A. H., and Zhizhin G .N., Handbook of Fourier Transform Raman and Infrared Spectra of Polymers, Elsevier, New York, USA, 1998.

Environmental Protection Agency, Plastics in the environmental, 2001,p 6,4,17.

Hegberg, B. A. .Hallenbeck, W. H .Plastics recycling rates, Resources, Conservation and Recycling, Volume 9, Issues 1-2 , Pages 89-107, August 2008.