مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (1)، العدد (1) (يونيو-2015)

ISSN: 2413-5267

تلوث المياه الجوفية بالهيدروكربونات النفطية الناجم عن تسريب خزانات محطات الوقود بمناطق فزان ليبيا

محمد علي محمد السعيدي

قسم علوم البيئة، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا.

البريد الإلكتروني: moh.elssaidi@sebhau.edu.ly

Groundwater Contamination by Petroleum Hydrocarbons Due to Leakages of Fuel Stations Tanks in *Fezzan* Region, Libya

Mohamed Ali Mohamed Elssaidi

Environmental Science Department; Faculty of Engineering & Technology, Sebha University, Libya.

الملخص

استهدفت هذه الدراسة التعرف على مدى تلوث المياه الجوفية للآبار المجاورة لمحطات الوقود بالمشتقات النفطية بسبب التسرب النفطي الناجم عن تهالك تلك الخزانات بمناطق فزان جنوب ليبيا، حيث أظهرت النتائج بأن تراكيز المركبات الهيدروكربونية بعينات المياه المأخوذة من آبار المنطقة تراوحت بين 0 – 127.4 ملجم/لتر. وتشير النتائج إلى وجود آبار غير ملوثة مثل الآبار الواقعة شرق وجنوب وغرب محطة تامزاوه، وشرق وجنوب محطة مرزق وشرق محطة وقود تساوة وشمال وجنوب محطة وقود بنت بية وشمال وجنوب محطة وقود جرمة. كما تشير النتائج أيضا إلى وجود آبار دون مستوي الخطر وأقل من الحدود المسموح بها (34 ملجم/لتر) حيث تراوحت ما بين 5–29 ملجم/لتر في مياه جنوب وجنوب غرب محطة وقود السبيطات على الترتيب. أما بالنسبة للآبار ذات التراكيز التي تجاوزت الحدود الدنيا فكانت 35 ملجم/لتر في البئر الواقع غرب محطة وقود السبيطات إلي 99.6 ملجم/لتر في البئر الواقع شرق محطة وقود حجارة سبها، ويعد البئر الواقع شمال شرق محطة وقود حجارة شديد التلوث 118.8 ملجم/لتر، وكذلك الحال بالنسبة للبئر الواقع شرق محطة وقود غدوه 127.4 ملجم/لتر. أما بالنسبة لتركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية في المياه المأخوذة من خزانات الصرف الصحي لمحطات الوقود فتراوحت بين 20 – 254 ملجم/لتر، حيث كان أعلي تركيز في تلك الخزانات في صرف محطة وقود قراقرة، بينما كان أقل تركيز في خزان صرف محطة وقود الأبيض. ويوضح التوزيع الكربوني للمركبات المدروسة بمنطقة قراقره تعدد المركبات (*C19–C14*) في العينة المدروسة وهذه المركبات تمثل الديزل والزيوت النفطية ، وتشير النتائج أيضا أن البئر الواقع شرق محطة وقود حجاره ذو توزيع كربوني (*C25–C15*) يمثل مجموعة الكيروسين والديزل والزيوت والشحوم، أما البئر الواقع جنوب شرق محطة وقود السبيطات فتمثل في الكيروسين (*C15–C12*) ، أشارت النتائج أيضا إلى أن اكبر تعدد لأنواع المركبات الهيدروكربونية النفطية كان في مياه الصرف الصحي بمحطة وقود تامزاوه (*C26–C13*) وتمثل الديزل والكيروسين والزيوت والشحوم والشموع.

الكلمات الدلالية: التلوث، المياه الجوفية، المركبات النفطية، محطات الوقود، ليبيا.

Abstract

This research was conducted to study the petroleum hydrocarbon pollution of groundwater in wells nearby fuel stations due to leakages from their tanks in Fezzan region, southern Libya. The results showed that the petroleum

ISSN: 2413-5267

hydrocarbon levels in well water samples in the area ranged between 0–127.4 *mg/l*. Data revealed that some wells were not contaminated such as the wells located eastern, southern & western of Tamazawa-Alshatti station, the wells southern & western of Murzuq station, eastern of Tessawa-Murzuq station, northern & southern of Bent Bayya-*Wadi* Alajal station and northern & southern Germa- *Wadi* Alajal fuel station. Other wells were below the allowable concentrations (34 *mg/l*), where 5 & 29 *mg/l* were recorded south and southern east El-Speatat-Murzuq fuel station, respectively. Within the wells that exceeded the lowest limits were a well eastern El-Speatat (35 *mg/l*) and a well western of Hagara-Sebha (99.6 *mg/l*) fuel station. Other wells were considered as heavily polluted sites, i.e., the well in northern east Hagara fuel station (118.8 *mg/l*) and the most contaminated well located east of Godua-Sebha fuel station (127.4 *mg/l*). For the levels of hydrocarbons in the fuel stations' wastewater, data showed that their values ranged between 20–254 *mg/l*. The highest concentration was recorded in Garagra-*Wadi* Alajal station and the lowest was in Alabyad-*Wadi* Alajal fuel station. The number of carbons distribution results among the wells showed that Garagra fuel station contains (*C14-C19*) which represents diesel and oils. In Hagara, kerosene, diesel, oils, and grease were found (*C15-C25*). Kerosene (*C12-C15*) is mostly found in El-Speatat, while the highest mixture recorded was in Tamazawa, i.e., diesel, Kerosene, oils, grease & wax (*C13-C26*).

Keywords: *Pollution, Groundwater, Petroleum Hydrocarbon, Fuel Station, Libya*.

1. المقدمة

تلوت المياه الجوفية بصفة عامة هو التغير في المواصفات والمعايير الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء الصالح للشرب والاستعمال البشري نتيجة إضافة أو تسرب الملوثات. ووفقا لدراسات منظمة الصحة العالمية يموت ما يقرب من خمسة ملايين شخص سنويا بسبب الماء الملوث. ويحدث التلوث المائي عندما يلقي الناس المخالفات في النظام المائي سواء كان ذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وتتعدد المصادر المسببة لتلوت المياه الجوفية فمنها ما يعود لعوامل طبيعية ومنها ما يعود لمجموعة متنوعة من نشاطات الإنسان. وتعتمد المسافة التي يمكن أن يقطعها الملوث علي نوع وكمية الملوث، وطبوغرافية المنطقة وهيدرولوجية الخزان الجوفي وخواص الماء به، ومما يزيد من مخاطر الملوثات السرعة البطيئة التي تنساب بها المياه الجوفية عبر طبقات التربة ففي المتوسط تنساب المياه الجوفية بسرعة تقدر بحوالي 30 متر/السنة اعتمادا على نفاذية الخزان الجوفي. النفط الخام والمنتجات النفطية المصنعة والشحوم وزيوت التزييت ومخلفات الصناعة النفطية تؤدي الي تلوث الشواطئ والمناطق السياحية بالنفط ومشتقاته. تساهم وهذه المركبات في استنزاف الأكسجين الذائب في المياه الطبيعية من مختلف مصادرها بها نسبة من الأكسجين الذائب فيها (تتراوح بين 12– 15 جزء في المليون شتاء، 5 – 7 جزء في المليون صيفاً) فإن تلوت المياه بنسب مرتفعة من الشوائب القابلة للأكسدة كيماويا أو بيولوجيا (في وجود البكتيريا) سوف يؤدي الي استهلاك الأكسجين الذائب في تلك المياه. وتكمن خطورة تلوت المياه الجوفية بالنفط في المكونات الهيدروكربونية القابلة للذوبان في المياه، وعلى سبيل المثال البنزين التجاري (الجازولين) له قابلية ذوبان بتركيز يتراوح ما بين 20 – 80 ملجم/لتر وهذا يمكن ملاحظته بالرائحة والطعم ويمكن لهذا المنتج أن يتحرك الي مسافات طويلة مع حركة وسريان المياه الجوفية. وتعتبر خزانات الوقود سواء كانت موجودة على سطح الأرض أو مدفونة تحتها وأنابيب نقل

ISSN: 2413-5267

منتجات النفط والوقود وخزانات محطات الوقود وسيارات نقل الوقود وورش إصلاح السيارات ومحطات غسيل وتشحيم السيارات جميعها مصادر لحدوث التلوث النفطي وتتسبب في تلوث الاوساط البيئية. وقد أجريت دراسة علي تلوث المياه الجوفية بالهيدروكربونات النفطية وأتضح من النتائج النهائية لهذه الدراسة أن هناك تلوث للمياه الجوفية بالهيدروكربونات النفطية في عدة مواقع من منطقة الدراسة مصدره المخلفات السائلة لمحطات الوقود والغسيل الملحقة بها ومحطات غسيل وتشحيم وتغيير الزيوت المنفصلة وقد تفاوتت كميات التلوث من موقع الي أخر تراوحت ما بين 0.4 – 69.8 ملجم/لتر ومن النتائج لوحظ أن محطات الوقود الملحقة بها محطات أعلي تركيز نسبة تلوث من المواقع التي بها محطات الغسيل وحدها وبينت الدراسة الي أن حدوث هذا التلوث قد نتج عن طريق التسرب عبر الطبقة الغير مشبعة الي المياه الجوفية أو مباشرة عن طريق الآبار الموجودة قريبة أو ملاصقة لمكان خدمات المركبات. وأوضحت الدراسة أيضا الي أن خزانات الوقود بالمحطات لها دور في عملية تلوث المياه الجوفية ناتج عن تسرب كميات من الوقود أثناء المناولة عند تعبئة الخزانات أو ربما وجود تأكل لأنابيب الإمداد أو لبعض الخزانات. وبشكل عام فإن كميات التلوث في معظم مواقع التلوث تجاوزت الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية (معهد النفط الليبي، 2003). وفي دراسة أعدها قسم التحاليل العضوية بالمختبر المركزي في دولة عمان حول رصد الملوثات الهيدروكربونية في مياه الشرب تبين أن المياه الجوفية تحتوي على 0.2 – 0.38 ملجم/لتر بمتوسط قدرة 0.3 ملجم/لتر. وفى ولاية ميرلاند (Parker، 1994) أجريت دراسة لتقدير مدى التلوث الحاصل للمياه الجوفية بسبب محطات توزيع الوقود فوجد أن نسبة الهيدروكربونات النفطية الكلية في المياه الجوفية تصل في معظم العينات الي مستويات تفوق الحدود المسموح بها. وأظهرت الدراسات التي قام بها (Borneff، 1975) بألمانيا لتقدير مستويات الهيدروكربونات العطرية الحلقية في المياه الجوفية ومياه الشرب وكذلك المياه السطحية. أن تركيز المواد الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات قد بلغت حوالي 0.05 ميكروجرام/لتر في المياه الجوفية. وتراوحت بين 0.6 – 114 نانوجرام/لتر في المياه السطحية. وتشير الدراسة التي قام بها قسم حفظ البيئة بولاية نيويورك بأمريكا (NYSDEC، 2002) بأن تركيز الملوثات النفطية في التربة العادية يجب ألا تتعدى 10 ملجم/كجم وتشير الدراسة إن التربة التي تحتوي على تركيزات *TPH* أقل من 50 ملجم/كجم لا تحتاج الي عمليات معالجة. كما أشار الخطيب (2001) إلى دراسة قام بها كل من LaGoy & Quirk سنة 1994 لتقدير المركبات الهيدروكربونية العطرية الحلقية في التربة في أماكن مختلفة من الولايات المتحدة الأمريكية ووجد أنها تتراوح بين 0.01 – 1.30 ملجم/كجم في أراضي الغابات، وتتراوح ما بين 0.06-5.8 ملجم/كجم في الأراضي الزراعية وبين 1– 100 ملجم/كجم في المدن وزاد تركيزها عن 100 ملجم/كجم في المناطق الصناعية. وتؤكد الدراسة التي قام بها معهد النفط الليبي عام 2003 علي موقع التلوث بمنطقة قرقوزة إلى وجود تلوث للمياه الجوفية بالمركبات الهيدروكربونية وقد تراوحت نتائج تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية بالبئر (WW200) وموقعه عند نقطة التسرب لسنة 2003 بين 405 – 917.5 ملجم/لتر وبمتوسط قدره 656.72 ملجم/لتر، بينما تراوحت سنة 2004 بين 250 – 657.5 ملجم/لتر ، ومتوسط قدره 385.2 ملجم/لتر في حين كانت نتائج تحليل البئر (WW700) الواقع 80 متر شمال غرب نقطة التسرب تراوحت نتائجه بين 55.8 – 114 ملجم/لتر وبمتوسط قدره

ISSN: 2413-5267

85.21 ملجم/لتر سنة 2003 في حين تراوحت نتائجه سنة 2004 بين 38.5 – 102 ملجم/لتر وبمتوسط قدره 78.35 ملجم/لتر وكانت نتائج البئر (WW800) وموقعه 40 متر شمال نقطة الرشح بين 125– 442.5 ملجم/لتر وبمتوسط قدره 305.05 ملجم/لتر سنة 2003 في حين تراوحت نتائجه سنة 2004 بين 136– 302.6 ملجم/لتر وبمتوسط وقدره 204.4 ملجم/لتر. وقد أظهرت الدراسات التي قام بها Borneff (1975) بألمانيا لتقدير مستويات تركيز الهيدروكربونات العطرية الحلقية في المياه الجوفية ومياه الشرب والمياه السطحية، قد بلغت حوالي 0.05 ميكروجرام /لتر في المياه الجوفية وقد تراوحت بين 0.0234 – 0.1 ميكروجرام/لتر في مياه الشرب، وتراوحت بين 0.6 – 114 نانوجرام/ لتر في المياه السطحية، أما في النباتات فتركيز الهيدروكربونات يتراوح بين 40 – 290 ملجم/كجم. وقد أوضحت الدراسات والأبحاث أن تركيز المركبات البترولية الكلية *TPH* في التربة زاد أربعة أضعاف في خلال مائة سنة السابقة، (الخطيب، 2001). وفي دراسة أعدها قسم التحاليل العضوية بالمختبر المركزي في دولة عمان حول رصد الملوثات الهيدروكربونية في مياه الشرب تبين أن المياه الجوفية تحتوي على 0.2 – 0.38 ملجم/لتر بمتوسط قدره 0.3 ملجم/لتر وفى ولاية ميرلاند (Parker، 1994). وتهدف هذه الدراسة الى تقدير مدى التلوث الحاصل للمياه الجوفية بسبب محطات توزيع الوقود فوجد أن نسبة الهيدروكربونات النفطية الكلية في المياه الجوفية تصل في معظم العينات الي مستويات تفوق الحدود المسموح بها.

2. المواد والطرق

تعد ليبيا من الدول المنتجة للنفط ويوجد بها العديد من الحقول النفطية والمصافي ومحطات توزيع الوقود، وقد تم اختيار محطات توزيع الوقود بالمنطقة الجنوبية (وادي الشاطئ، سبها، وادي الآجال، مرزق) لاحتمال وجود تسريب في خزانات الوقود الي المياه الجوفية بسبب قدم تلك الخزانات وانتهاء عمرها الافتراضي. حيث جمعت 58 عينة بحجم 2.5 لتر من المياه الجوفية من كل بئر من الآبار موضوع الدراسة (قنينة زجاج). بالإضافة الى 8 عينات من مجمعات الصرف في ثمانية محطات تتوفر فيها هذه الخدمة، ويبين الجدول (1) معلومات تلك المواقع:

ISSN: 2413-5267

الجدول 1. بيانات عن مواقع تجميع العينات

المنطقة / القرية		رقم المحطة	الاتجاه من المحطة	عمق البئر (متر)	تاريخ الحفر	البعد عن المحطة (متر)
مرزق	السبيطات	699	جنوب	30	1968	250
			غرب	35	1987	300
			جنوب غرب	30	1980	500
			جنوب شرق	65	1991	150
			غرب	20	1968	500
	تراغن	689	غرب	50	1980	250
			جنوب	20	1995	300
			شرق	60	1989	200
	تساوه *	701	شمال	52	1983	100
			شرق	50	1970	450
			غرب	45	1990	200
	مرزق	729	جنوب غرب	10	1982	400
			شرق	15	1979	370
			جنوب	25	1996	350
	مكنوسة	731	غرب	40	1990	150
سبها	حجارة	721	غرب	150	1995	500
			شرق	15	1998	500
			شمال	70	1974	500
			شمال شرق	30	1992	800
			شمال غرب	40	1997	400
	عبد الكافي *	725	شمال	25	1988	500
			شمال غرب	17	1998	600
			شرق	70	1996	700
	غدوة *	687	جنوب غرب	20	1978	300
			جنوب شرق	25	1996	100
			جنوب	50	1992	300
			شرق	50	1970	50
وادي الآجال	الأبيض *	741	جنوب غرب	30	1988	300
			شمال	15	1990	500
			غرب	40	1990	5

ISSN: 2413-5267

			جنوب	40	1980	600
	الرقيبة *	704	غرب	60	1990	300
			شمال غرب	50	1980	500
			جنوب شرق	70	1989	300
			جنوب غرب	80	1996	800
	بنت بيه	705	شمال	35	1978	100
			جنوب	150	2004	400
			شمال غرب	15	1978	100
			شمال	30	1993	100
	جرمة *	733	شمال	22	1970	100
			جنوب	60	1993	500
			شرق	40	1989	200
			غرب	50	1995	300
	قراقرة *	707	غرب	35	1977	100
			شمال غرب	30	1977	50
			شرق	62	1985	100
			شمال	63	1970	50
وادي الشاطئ	براك *	667	جنوب	25	1986	400
			شمال شرق	15	1990	400
			شمال غرب	15	1990	800
	تامزاوة	739	جنوب	70	1982	500
			غرب	30	1987	200
			شرق	30	1980	300
			شمال	25	1970	400
	قيرة	669	شمال غرب	30	1983	500
			جنوب غرب	30	1988	700
			شمال شرق	115	1980	500
			غرب	10	1988	500

* مواقع أخذت منها عينة من مجمع الصرف

استخلصت الهيدروكربونات من العينات التي تم تجميعها من آبار المياه الجوفية باستخدام مذيب Carbon Tetrachloride (رابع كلوريد الكربون) ومذيب داي كلورومیثان (Dichlooromethane). حيث تمت عملية الفصل باستخدام طريقة الفصل التتابعي، وذلك بأخذ 600 مل من العينة في قمع فصل حجم واحد لتر وإضافة 100 مل من المذيب (CCl_4) ورجت

ISSN: 2413-5267

العينة جيدا، طردت الغازات من القمع وبعد ذلك ترك لفترة زمنية ثم فصلت الطبقة السفلية التي تحتوي على المذيب وفي المرحلة التالية نضيف 100 مل أخرى من المذيب لنفس العينة لاستخلاص العينة بصورة كاملة ويترك لفترة زمنية ثم يفصل بنفس الطريقة الأولي. تستقبل العينة وتعامل بكبريتات الصوديوم اللامائية المنشطة (110 °م/24 ساعة) للتخلص من الماء الزائد في المذيب، وبعد ذلك تم تبخير المذيب المستخدم وأكمل الحجم إلى 25 مل من (CCl_4) وحُقن (0.1) ميكرولتر في جهاز GLC: الكروماتوغرافيا الغازي السائل نوع Varian Cp-3800 موصل بكاشف التأين باللهب (FID) وموصل ببرمجيات يمكن من خلالها حساب تراكيز العينات بشكل مباشر Chromate.4.22 PC Chrom وكانت ضوابط الجهاز كالتالي:

العمود: Cp.Sil 8 CB Chromed Pack Capillary Column

درجة حرارة الفرن: مبرمجة من 35– 300 °م، ترتفع بمعدل 5 °م/دقيقة، وزمن الدورة: 78دقيقة.

درجة حرارة الكاشف: 300 °م ودرجة حرارة مكان الحقن: 300 °م

معدل سريان الغاز الناقل (He): 1.5 مل/الدقيقة ومعدل سريان غاز الوقود (H_2): 30 مل/الدقيقة

معدل سريان الغاز المؤكسد (هواء نقي):300 مل/الدقيقة حجم الحقن :0.1 ميكرولتر.

أما بالنسبة لباقي العينات فقد تم تقدير التركيز الكلى للهيدروكربونات لها عن طريق جهاز تحليل محتوى الزيت (Horiba CMA-310) ، والذي يعمل على أساس الامتصاص الذرى للمركبات الهيدروكربونية بفعل الأشعة تحت الحمراء، وبطول موجي وقدره 3.4 – 3.5 ميكرومتر، وباستعمال مذيب Polychlorotriflouro ethylene والذي يعمل كذلك على استخلاص المركبات الهيدروكربونية وتقدر نسبة حجم المذيب المضاف إلى حجم العينة بنسبة (2:1).

3. النتائج والمناقشة

1.3 تسرب الهيدروكربونات النفطية الكلية (*TPH*) في الآبار المحيطة بمحطات الوقود

النتائج الواردة في الجدول (2) تبين تراكيز الهيدروكربونات الكلية في مياه الآبار موضوع الدراسة بمناطق فزان (وادي الشاطئ – سبها – وادي الآجال – مرزق) حيث صنفت حسب مستوي التلوث كالتالي:

- آبار غير ملوثة (< 1 ملجم/لتر).
- آبار ملوثة دون مستوي الخطر (1– 34 ملجم/لتر).
- آبار متوسطة التلوث (35– 100 ملجم/لتر).
- آبار عالية التلوث (> 100 ملجم/لتر).

ISSN: 2413-5267

جدول (2): تراكيز العينات التي قدرت بجهاز قياس محتوى الزيوت

اسم العينة	التركيز (ملجم/لتر)	اسم العينة	التركيز (ملجم/لتر)
شمال محطة الأبيض	16.0	شمال محطة تساوه	17.0
جنوب محطة الرقيبة	74.0	غرب محطة مكنوسة	25.0
غرب محطة الأبيض	16.0	جنوب محطة السبيطات	5.0
جنوب محطة الأبيض	16.0	جنوب غرب محطة السبيطات	29.0
جنوب محطة الرقيبة	20.0	غرب محطة السبيطات	35.0
جنوب محطة براك	7.0	جنوب غرب محطة غدوة	23.0
غرب محطة قيرة	28.0	جنوب شرق محطة غدوة	92.0
شمال غرب محطة قيرة	17.0	جنوب محطة غدوة	45.0
شمال شرق محطة براك	12.0	شرق محطة حجارة	99.6
جنوب غرب محطة قيرة	0.0	شمال محطة حي عبد الكافي	21.0
شمال شرق محطة قيرة	10.0	شمال غرب محطة حي عبد الكافي	51.0
شمال محطة تامزاوه	65.0	شرق محطة حي عبد الكافي	0.0
شمال غرب محطة براك	5.0	شرق محطة غدوة	127.4
شمال شرق محطة حجارة	118.8	صرف محطة تساوه	35.0
غرب محطة قراقرة	24.0	صرف محطة حي عبد الكافي	208.0
جنوب غرب محطة الأبيض	83.0	صرف محطة غدوة	100.0
غرب محطة الرقيبة	24.0	صرف محطة الأبيض	20.0
شمال غرب محطة قراقرة	56.0	صرف محطة الرقيبة	58.0
شرق محطة قراقرة	27.0	صرف محطة قراقرة	254.0
شمال غرب محطة الرقيبة	22.0	صرف محطة جرمة	208.0
شمال محطة قراقرة	17.0	صرف محطة براك	200.0

1.1.3. الآبار غير الملوثة (< 1ملجم/لتر)

منطقة وادي الشاطئ: محطة وقود قيرة- أن البئر الواقع جنوب غرب محطة الوقود والذي يبعد عنها مسافة 700 م، وعمق حوالي 30 م يعتبر نظيف وغير ملوث لعدم احتوائه على أي تراكيز من المركبات الهيدروكربونية النفطية. ومحطة وقود تامزاوة- من ضمن الآبار الواقعة حول هذه المحطة تحت تركيز (< 1ملجم/لتر) البئر الواقع في اتجاه الشرق والذي يبعد عن المحطة مسافة 300م وعمق 30م، والبئر جنوب محطة تامزاوة على بعد 500م وعمق 70م، والبئر غرب محطة تامزاوة على بعد 200م وعمق 30م، تعتبر نظيفة وغير ملوثة لعدم احتوائها على أي تراكيز من المركبات الهيدروكربونية النفطية.

ISSN: 2413-5267

منطقة سبها: محطة وقود حي عبدا لكافي- يعتبر البئر الواقع في الجهة الشرقية والذي يبعد مسافة حوالي 700 متر عن المحطة وعلى عمق 70 متر غير ملوث لعدم احتوائه على أي تراكيز من الهيدروكربونات النفطية.

منطقة مرزق: محطة وقود مرزق – تشير النتائج المتحصل عليها في هذه المنطقة أن كل من البئر الواقع (شرق محطة الوقود والذي يبعد مسافة 370 متر وبعمق 15 متر، والبئر الواقع جنوب محطة الوقود على بعد 350 متر بعمق 25 متر) وجدت أنها آبار نظيفة وغير ملوثة بالمركبات الهيدروكربونية النفطية. ومحطة وقود تساوه – من خلال النتائج المتحصل عليها حول هذه المحطة وجد أن البئر الواقع شرق محطة الوقود الذي يبعد مسافة 450 متر وعلى عمق حوالي 50 متر يعتبر هذا البئر الوحيد حول هذه المحطة غير ملوث وخالي من أي مركبات نفطية.

منطقة وادي الآجال: محطة وقود بنت بيه – وهنا أيضا تعبر النتائج المتحصل عليها من آبار المياه الجوفية وهي البئر الواقع شمال محطة الوقود على بعد 100 متر وعمق 35 متر، والبئر الثاني في نفس الاتجاه على بعد 100 متر وعلى عمق 30 متر، والبئر جنوب المحطة والذي يبعد مسافة 400 متر، وبعمق 150 متر تعتبر مياه هذه الآبار أيضا نقية وغير ملوثة أي لا تحتوي على مركبات الوقود. ومحطة وقود جرمه: وهي البئر الواقع في الجهة الشمالية والذي يبعد مسافة تقريبا 100 متر وعمقه حوالي 28 متر، والبئر الواقع في الجهة الجنوبية على بعد 500 متر وبعمق 60 متر تعتبر آبار نظيفة وخالية من مركبات الهيدروكربونية النفطية.

2.1.3. آبار ملوثة دون مستوي الخطر (1-34 ملجم/لتر)

منطقة وادي الشاطئ: محطة وقود براك- تشير النتائج أن البئر الواقع جنوب محطة براك والذي يبعد مسافة 400 متر، وبعمق 25 متر، كان تركيز المركبات الهيدروكربونية (7 ملجم/لتر). والبئر شمال شرق المحطة الواقع على بعد 400 متر وبعمق حوالي 15 متر كان تركيز المركبات النفطية فيه (12 ملجم/لتر). والبئر شمال غرب المحطة الذي يبعد مسافة 800 متر وعلى عمق 15 متر كانت المركبات النفطية الكلية (5 ملجم/لتر). ومحطة وقود قيرة – من خلال النتائج حول الآبار المحيطة بمحطة قيرة تبين أن البئر الواقع غرب المحطة والذي يبعد مسافة 500 متر وعلى عمق 10 متر كان تركيز المركبات النفطية في هذا البئر (28 ملجم/لتر). والبئر الذي يقع في الشمال الغربي علي بعد 500 متر وبعمق 30 متر كان تركيز المركبات النفطية (17 ملجم/لتر). والبئر الموجود في الجهة الشمالية والذي يبعد مسافة 500 متر وعلى عمق 115 متر كان تركيز المركبات النفطية فيه (10 ملجم/لتر) ومن خلال هذه الآبار الثلاثة كان أعلي تركيز في البئر الموجود شمال غرب المحطة.

منطقة سبها: محطة وقود حي عبد الكافي – حيث دلت النتائج المتحصل عليها حول الآبار الموجودة حولها ضمن هذا المستوي، إن البئر الواقع شرق المحطة والذي يبعد مسافة حوالي 500 متر وعلى عمق 25 متر يحتوي على (21 ملجم/لتر)، ويعتبر هذا البئر الوحيد الذي يوجد فيه تراكيز دون مستوي الخطر من المركبات النفطية ولم تتجاوز الحد المسموح به. ومحطة وقود غدوه – حيث تكون نتائج TPH أن البئر الواقع على بعد 300 متر جنوب غرب محطة وقود غدوة وعلى عمق 20 متر

ISSN: 2413-5267

يحتوي على (23 ملجم/لتر) من المركبات الهيدروكربونية النفطية ويعتبر هذا البئر الوحيد الذي يوجد فيه تراكيز دون مستوي الخطر من المركبات النفطية ولم تتجاوز الحد المسموح به.

منطقة وادي الآجال: محطة وقود الأبيض – البئر الواقع شمال محطة وقود الأبيض على بعد 500 متر وعمق 15 متر يحتوي على (16 ملجم/لتر) وأما مياه الصرف الصحي لمحطة وقود الأبيض كانت تركيز المركبات الهيدروكربونية (20 ملجم/لتر) حيث يعتبر تركيز هذه البئر منخفضة من المركبات الهيدروكربونية ولم تتجاوز الحد المسموح به لمنظمة الصحة العالمية. ومحطة وقود الرقيبة – حيث كانت نتائج تحليل مياه الآبار حول المحطة ضمن الحد المسموح (1- 34 ملجم/لتر) حيث كان تركيز البئر الواقع غرب المحطة على بعد 300 متر وعمق حوالي60 متر (24 ملجم/لتر)، والبئر الواقع على بعد 500 متر شمال غرب المحطة وعلى عمق 50 متر كان تركيزه (22 ملجم/لتر).

محطة وقود قراقرة– في هذه المنطقة كانت نتائج التراكيز المتحصل عليها من البئر الواقع غرب محطة وقود قراقرة على بعد 100 متر وعمق 35 متر تحتوي على (24 ملجم/لتر). والبئر الواقع على بعد 100 متر شرق محطة وقود قراقرة وعلى عمق 62 متر يحتوي على (27 ملجم/لتر) أما البئر الواقع على 50 متر شمال محطة وقود قراقرة وعلى عمق 50 متر كان التركيز له (17 ملجم/لتر).

منطقة مرزق: محطة وقود مكنوسة– تبين من نتائج *TPH* لمياه البئر الواقع غرب محطة وقود مكنوسة الذي يبعد حوالي 150 متر وعلى عمق 40 متر (بئر المنطقة) يحتوي على تركيز (25 ملجم/لتر). ومحطة وقود تساوه – دلت النتائج أن البئر الواقع شمال محطة وقود تساوة على بعد 100 متر وعلى عمق 52 متر كان تركيزها (17 ملجم/لتر). ومحطة وقود السبيطات – البئر الواقع جنوب محطة السبيطات الواقع على بعد 250 متر وعمق 30 متر كان التركيز (5 ملجم/لتر). والبئر جنوب غرب محطة وقود السبيطات الذي يبعد عن المحطة 500 متر وعمق 30 متر يحتوي على (29 ملجم/لتر) حيث تعتبر هذه التراكيز منخفضة أي قليلة التلوث.

3.1.3. آبار متوسطة التلوث (35–100 ملجم/لتر)

منطقة وادي الشاطئ: محطة وقود تامزاوه – من خلال نتائج تراكيز الهيدروكربونات الواردة تبين إن البئر الواقع على بعد 400 متر من محطة وقود تامزاوه والذي كان عمقه 25 متر كان ملوث بشكل كبير.

منطقة سبها: محطة وقود غدوه – من خلال نتائج TPH تبين أن البئر الذي يقع جنوب شرق محطة وقود غدوة على بعد 100 متر وعمق 25 متر يحتوي على تركيز TPH (92 ملجم/لتر). والبئر جنوب محطة وقود غدوة على بعد 300 متر وعمق 50 متر يحتوي على تركيز (45 ملجم/لتر)، وقد تبين لنا أن تراكيز هذان البئران قد تجاوزت الحد المسموح به وبذلك تعتبر مياهها

ISSN: 2413-5267

ملوثة بشكل كبير وتسبب خطورة على النظام البيئي. محطة وقود حي عبد الكافي –حيث كانت هذه الآبار الملوثة حسب التصنيف وهو البئر الواقع غرب محطة حي عبد الكافي على بعد 600 متر وعمق 17 متر كان تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية فيه (51 ملجم/لتر). ومحطة وقود حجارة – من ضمن هذه الآبار التي كانت تراكيزها على حسب التصنيف السابق البئر الواقع شرق محطة وقود حجارة يقع على بعد 500 متر وعلى عمق 15 متر وكان التركيز به (99.6 ملجم/لتر).

منطقة وادي الآجال: محطة وقود الأبيض – من خلال النتائج المتحصل عليها وتصنيفها على حسب هذا المستوى تبين لنا أن البئر الواقع جنوب غرب محطة وقود الأبيض على بعد 300 متر وعمق 30 متر كان تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية (83 ملجم/لتر) أما البئر الواقع جنوب شرق المحطة كانت *TPH* له 74 ملجم/لتر، أما مياه الصرف جنوب المحطة كانت تحتوي على 58 ملجم/لتر.

منطقة مرزق: محطة وقود السبيطات – من ضمن الآبار التي كان فيها تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية والتي كانت في مستوى مياه آبار متوسطة التلوث في هذه المنطقة هو البئر الواقع غرب محطة وقود السبيطات الذي يبعد عن هذه المحطة 500 متر وبعمق 20 متر، وكان تركيز هذه المركبات فيه (35 ملجم/لتر). محطة وقود تساوه – في هذه المحطة كان تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية في مياه الصرف الصحي (35 ملجم/لتر).

4.1.3. آبار عالية التلوث (>100 ملجم/لتر)

منطقة وادي الشاطئ: محطة وقود براك –حيث كان تركيز مياه الصرف الصحي لمحطة وقود براك (200 ملجم/لتر).

منطقة سبها: محطة وقود غدوه – حيث أن تركيز البئر الواقع شرق محطة وقود غدوة على بعد 50 م وبعمق 50 م هو (127.4 ملجم/لتر). ومياه الصرف الصحي لمحطة وقود غدوة كانت تراكيز المركبات الهيدروكربونية النفطية (100 ملجم/لتر). ومحطة وقود حي عبد الكافي – في هذه المحطة كانت تركيز المركبات الهيدروكربونية في خزان الصرف الصحي (208 ملجم/لتر). ومحطة وقود حجارة – البئر الذي يقع شمال محطة وقود حجارة 800 متر كان تركيز المركبات الهيدروكربونية (118.8 ملجم/لتر).

منطقة وادي الآجال: محطة وقود قراقرة – كان تركيز المركبات الهيدروكربونية النفطية في مياه الصرف الصحي لمحطة وقود قراقرة (254 ملجم/لتر). ومحطة وقود جرمه – في هذه المحطة كان تركيز مياه الصرف الصحي (208 ملجم/لتر).

2.3 التوزيع الكربوني للهيدروكربونات النفطية الكلية في مياه الآبار بالمنطقة

يبين الجدول (3) تقسيم الهيدروكربونات النفطية حسب انواع المنتجات والتوزيع العددي لذرات الكربون.

ISSN: 2413-5267

الجدول (3): تقسيم الهيدروكربونات النفطية حسب أنواع المنتجات وتوزيع ذرات الكربون

نوع المركب النفطي	التوزيع العددي لذرات الكربون في الجزيْ
غاز	*C4 – C1*
مذيبات عضوية	*C7 – C5*
جازولين	*C10 – C5*
كيروسين	*C18 - C12*
الديزل	*C12 <*
الزيوت	*C20 – C16*
الشحوم	*C22 – C18*
الشمع	*C30 – C20*
القطران	*C40 – C30*

مياه صرف محطة وقود قراقرة تركيزها (254 ملجم/لتر) عدد المركبات الهيدروكربونية أقل (نوع واحد من المركبات الهيدروكربونية) يعني أن التسريب في هذه المحطة من خزان واحد ونوع واحد من الوقود بسبب ارتفاع تركيز (*C14*) عن باقي أنواع الهيدروكربون المتحصل عليها كما هو مبين بالجدول (4).

بئر مياه شرق محطة وقود حجارة تركيزها (99.6 ملجم/لتر). هذا البئر يحتوي على مركبات كثيرة (خليط من المركبات الهيدروكربونية)، ذلك يعني أن التسريب في هذه المحطة من أكثر من خزان، وربما أكثر من نوع واحد من الوقود بسبب تنوع مجاميع الهيدروكربونات المتحصل عليها حسب الجدول (5)، بالإضافة الي ارتفاع نسب الهيدروكربونات من (*C15 – C21*) حيث أن هذه المجموعة تضم المركبات التالية (الكيروسين، الديزل، الشحوم).

الجدول (4): تراكيز المجاميع الهيدروكربونية بالقرب من محطة وقود قراقرة

التوزيع الكربوني	النسبة المئوية لتواجده	التركيز **TPH** (ملجم/لتر)
C14	44.13	112.09
C15	7.05	17.90
C16	16.73	42.49
C17	7.61	19.32
C18	15.13	38.43
C19	9.36	23.77

ISSN: 2413-5267

الجدول (5): تراكيز المجاميع الهيدروكربونية بالقرب من محطة وقود حجارة

التوزيع الكربوني	النسبة المئوية لتواجده	التركيز TPH (ملجم/لتر)
C15	10.51	10.460
C16	10.60	10.557
C17	13.10	13.047
C18	11.83	11.782
C19	10.48	10.438
C20	8.56	8.525
C21	7.70	7.669
C22	5.37	5.348
C23	3.33	3.316
C24	3.93	3.914
C26	2.50	2.490
C27	3.43	3.416
C28	4.70	4.681
C29	3.95	3.934

ومثال آخر على ذلك البئر الواقع جنوب شرق محطة وقود السبيطات لكل مركب من المركبات الهيدروكربونية في البئر، يحتوي هذا البئر ايضا علي مركبات هيدروكربونية بعدد قليل أي أن التسريب النفطي من خزان واحد وان النسبة العالية كانت من (*C16-C18*) حيث تحتوي هذه المجموعة مركب الكيروسين كما هو مبين بالجدول (6) .

الجدول (6): تراكيز المجاميع الهيدروكربونية بالقرب من محطة وقود السبيطات

التوزيع الكربوني	النسبة المئوية لتواجده
C15	12.42
C16	20.05
C17	26.99
C18	22.74
C19	11.11
C20	3.03
C21	3.66

ISSN: 2413-5267

بالنسبة لمياه صرف تامزاوة تحتوي على مركبات هيدروكربونية نفطية بعدد كبير وبنسبة عالية بذلك يتبين لنا أن التسريب في هذه المحطة من أكثر من خزان وكانت التراكيز العالية من (*C15-C20*) وهي عبارة عن المركبات التالية :(الكيروسين، الديزل، الزيوت) كما هو مبين بالجدول (7).

بالإضافة إلى ذلك توجد بعض الآبار التي لم تظهر بها تراكيز عالية وواضحة إلا أن قراءة GLC أظهرت آثار ضئيلة من متبقيات الهيدروكربونات النفطية في بعض الآبار المدروسة بمنطقة وادي الآجال حيث ظهرت آثار المركبات البترولية في البئر الواقع شرق محطة وقود جرمه على بعد 200 م وعمق 40 م وكان المركب الموجود في البئر (*C21*)، والبئر غرب محطة وقود جرمه على بعد 300 م، وعمقه حوالي 50 م يحتوي على المركبات الآتية :(*C55*، *C43*، *C45*، *C47*، *C52*، *C53*، *C54*). وفي منطقة سبها تحتوي مياه البئر الواقع شمال غرب محطة وقود حجارة على بعد 400م وعمق 40م على آثار المركبات الهيدروكربونية النفطية (*C44*، *C55*)، والبئر شمال محطة وقود حجارة التي تبعد مسافة 500م وعمق 25م يحتوي على آثار المركبات (*C21*، *C22*، *C26*، *C28*، *C38*، *C44*، *C45*، *C47*، *C49*، *C51*) والبئر غرب محطة وقود حجارة على بعد 500 م وبعمق 150 م يوجد فيه المركبات (*C21*، *C28*، *C38*، *C39*، *C45*، *C51*، *C52*). ومنطقة مرزق تبين النتائج أن البئر الواقع غرب محطة وقود تساوه علي بعد 200 م وعمق 45 م يحتوي على المركبات البترولية (*C34*، *C44*) ، والبئر جنوب محطة وقود تراغن الذي يبعد مسافة 300 م وبعمق 20 م يحتوي على (*C12*، *C34*، *C40*، *C41*، *C54*) والبئر غرب وقود السبيطات على بعد 300 م وعمق 35 م يحوي (*C30*، *C34*، *C44*) والبئر شرق محطة وقود تراغن علي عمق 60 م والبعد عن المحطة 200 م يحتوي علي آثار المركبات البترولية (*C34*، *C55*) والبئر الواقع جنوب شرق محطة وقود مرزق علي بعد 400 م وعمق 10 م يحتوي علي آثار المركبات النفطية (*C35*، *C40*، *C55*).

ISSN: 2413-5267

الجدول (7): تراكيز المجاميع الهيدروكربونية لمياه صرف تامزاوة

التوزيع الكربوني	النتيجة %
C13	0.55
C14	5.99
C15	14.18
C16	15.51
C17	13.85
C18	17.11
C19	16.16
C20	7.80
C21	5.20
C22	2.57
C23	0.89
C24	0.14
C25	0.04
C26	0.01

3.3 انتشار واتجاه تسرب المشتقات النفطية

منطقة وادي الشاطئ: محطة وقود تامزاوة – حيث كان اتجاه الآبار المدروسة حولها وهو البئر الواقع باتجاه الشمال وكان تركيز المركبات الهيدروكربونية (65 ملجم/لتر) وغرفة تجميع مياه الصرف الصحي في نفس الاتجاه وكانت المركبات الهيدروكربونية (*C13-C26*) وأن باقي الآبار التي تقع في جهة الشرق والغرب والجنوب لا يوجد بها تسريب للوقود. أما في محطة وقود براك رقم حيث كان اتجاه التسريب للملوثات النفطية في غرفة تجميع مياه الصرف الصحي وتركيزها 200 ملجم/لتر التي تقع جنوب المحطة أما الآبار المدروسة حول المحطة كانت نتائج تراكيزها متقاربة وكانت على التوالي (بئر شمال شرق (12ملجم/لتر) بئر جنـــــوب (7 ملجم/لتر) ، بئر شمال غرب (5 ملجم/لتر)) ما يدل على أن التسريب الحاصل في هذه المحطة كان من خزانات الوقود وأن غرفة تجميع الصرف محكمة الإغلاق من الجوانب ولا توجد بها شقوق. وفي محطة وقود قيرة– كان اتجاه تسريب المركبات الهيدروكربونية في الآبار الواقعة في الاتجاهات التالية (البئر الواقع غرب المحطة وكان تركيز المركبات الهيدروكربونية (28 ملجم/لتر)).

أما بالنسبة لمنطقة سبها: محطة وقود حي عبد الكافي – البئر الواقع في هذه المحطة كان تسريب الوقود في اتجاه شمال غرب الذي يحتوي على تركيز (15 ملجم/لتر) والبئر الوقع في اتجاه الشمال كان تركيزه (21 ملجم/لتر) وغرفة تجميع الصرف الواقعة شمال محطة الوقود حيث كان تركيز ا الوقود فيها (208 ملجم/لتر) واتجاه الشرق لم يتبين لنا حسب التحاليل وجود أي تسريب.

ISSN: 2413-5267

محطة وقود حجارة كان التسريب الواقع لهذه المحطة في أغلب الاتجاهات حيث حصل التسريب في اتجاه البئر الواقع شرق محطة الوقود وكان التركيز في هذا البئر 99.6 ملجم/لتر وفى البئر الواقع في اتجاه شمال شرق كان تركيز المركبات الهيدروكربونية فيه 118.8 ملجم/لتر والبئر الواقع شمال المحطة يحتوي على آثار من المركبات النفطية وكذلك البئر في اتجاه غرب المحطة 8 ملجم/لتر حيث كان البئر الواقع شمال غرب لم يحدث فيه تسريب. محطة وقود غدوة في هذه المحطة كان التسريب في جميع الآبار الواقعة حولها وحيث كان اتجاهات هذه الآبار في اتجاه الشرق حيث كان تركيز المركبات النفطية 27.4 ملجم/لتر والبئر الواقع جنوب شرق والذي يحتوي على 92 ملجم/لتر والبئر الجنوبي كان تركيزه 45 ملجم/لتر والبئر جنوب غرب فيه تركيز المركبات النفطية 23 ملجم/لتر وغرفة تجميع الصرف الواقعة في اتجاه الغرب كان فيه تركيز المركبات النفطية 100 ملجم/لتر.

وتظهر نتائج منطقة وادي الآجال: في محطة وقود الأبيض – كانت اتجاهات التسريب في هذه المحطة بالنسبة الي الآبار المدروسة حولها، في البئر الواقع جنوب غرب المحطة فيه الهيدروكربونات الكلية 83 ملجم/لتر والبئرين الجنوبي والغربي كان التركيز فيهما متساويا 16ملجم/لتر وغرفة تجميع الصرف الصحي الواقعة في الشمال كان تركيز المركبات النفطية فيهما 20 ملجم/لتر. محطة وقود بنت بيه حيث التسريب الحاصل في هذه المحطة يقع في اتجاه البئر الواقع شمال غرب المحطة وكان التسريب عبارة عن ظهور آثار للمركبات الهيدروكربونية النفطية ولم يحصل التسريب في كل من الاتجاهات الشمال والجنوب. محطة وقود الرقيبة حيث كان التسريب في أغلب الآبار المدروسة حول هذه المحطة وبتراكيز متفاوتة كالبئر الواقع شمال غرب والبئر الواقع جنوب شرق والبئر جنوب والبئر الواقع في اتجاه الغرب وأيضا غرفة تجميع مياه الصرف الصحي التي تقع في اتجاه الجنوب وكانت تراكيز هذه المركبات في الآبار وغرفة التجميع على التوالي (24، 58، 20، 74، 22 ملجم/لتر) . محطة وقود قراقرة حدث التسريب في جميع اتجاهات الآبار المدروسة حول المحطة كالبئر الواقع في الشرق وكان تركيز المركبات النفطية 27 ملجم/لتر والبئر الواقع غرب المحطة كان تركيز المركبات النفطية فيه 24 ملجم/لتر والبئر الموجود في الشمال يحتوي على 17 ملجم/لتر والبئر الموجود في الشمال الغربي يحتوي على 56 ملجم/لتر وغرفة تجميع مياه الصرف الصحي كان التركيز فيها 254 ملجم/لتر. محطة وقود جرمه كان اتجاه التسريب في هذه المحطة يقع باتجاه الآبار المدروسة حول المحطة، وهو البئر الواقع غرب المحطة وكان تركيز المركبات الهيدروكربونية فيه عبارة عن آثار والبئر الواقع في اتجاه الشمال والبئر الجنوبي والشرقي لم يحدث فيها تسريب وغرفة تجميع مياه الصرف الصحي كان فيها تركيز المركبات الهيدروكربونية 208 ملجم/لتر.

في منطقة مرزق: محطة وقود تراغن – لم يحدث تسريب لهذه المحطة في الآبار المدروسة الواقعة حول المحطة في الاتجاه الغرب والجنوب إلا أن هناك آثار لمركبات الهيدروكربونية في اتجاه الجنوب. محطة وقود مرزق في هذه المحطة لم يحدث أي تسريب في الآبار المدروسة حولها. محطة وقود السبيطات كانت اتجاهات تسريب المركبات الهيدروكربونية بالنسبة للآبار المدروسة وهي البئر الواقع جنوب شرق وكانت نتائج التحليل $C15-C21$ والبئر باتجاه جنوب غرب المحطة كانت تركيز المركبات النفطية 29 ملجم/لتر

ISSN: 2413-5267

والبئر الواقع في الاتجاه الغرب لم يحدث فيه أي تسريب. محطة وقود تساوه حدث التسريب في هذه المحطة في أتجاه الشمالي الذي كان تركيز المركبات النفطية فيه 17 ملجم/لتر وغرفة تجميع الصرف الصحي الواقعة بنفس الاتجاه الذي كان التركيز في هذه المياه 35 ملجم/لتر فيم لم يحدث أي تسريب في البئران الواقعان في اتجاه الشرق والغرب. محطة وقود مكنوسة كان اتجاه التسريب الوقود في الواقع غرب المحطة الذي كان تركيز المركبات الهيدروكربونية 25 ملجم/لتر.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

الخطيب، السيد احمد (2001) تلوث الأراضي. دار الشنهابي للطباعة والنشر، القاهرة.

معهد النفط الليبي (LPI)، (2003). مراقبة تركيز وانتشار الملوثات النفطية بمنطقة قرقوزة، لصالح– شركة البريقة لتسويق النفط، المؤسسة الوطنية للنفط.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

Borneff J. (1975). Drinking Water Production from surface water, Example of the Lake of Zurich with regard to Polycyclics, Metals and Chlorinated Hydrocarbons. *Gas. Wasser, Abwasser*., 55: 467.

LaGoy P.K., & Quirk T.C. (1994). Establishing generic remediation goals for the polycyclic aromatic hydrocarbons: Critical issues. *Environmental Health Perspectives*, 102: 348-352.

New York State Department of Environmental Conversation "NYSDEC" (2002). *Spill Technology and Remediation Series (STARS)*. Available Online at: [www.dec.state.ny.us\website\der\stars.1.hmtl-86k].

Parker L.V. (1994). The effects of ground water sampling devices on water quality: A literature review. *Ground Water Monitoring and Remediation*, 14: 130-141.