مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة ، ١٧هـ ع١ ، ص ص: ٣-١٦ (٢٠٠٦م/ ١٤٢٧هـ)

الآثار البيئية لنقل مياه الصرف الصحي في الشاحنات-الصهريج بمدينة جدة

أسعد سراج أبورزيزة

كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة ، جامعة الملك عبد العزيز، جـــدة - المملكة العربية السعودية

المستخلص. يعتبر النظام الحالي لنقل مياه الصرف الصحي في الشاحنات- الصهريج (الوايتات) أحد أهم مصادر التلوث الهوائي والضوضائي في مدينة جدة. وفي هذه الدراسة تم تقدير ما تطرحه الشاحنات من ملوثات غازية ودقائق عالقة في البيئة الهوائية، وقياس مستوى التلوث الميكروبي نتيجة انتشار الرذاذ الحيوي (Bioaerosol) أثناء عملية سحب مياه الصرف من البيارات، وأخيراً تم قياس مستوى الضجيج وتقويم التلوث الضوضائي الصادر من هذه الشاحنات أثناء السحب.

وخرجت نتائج الدراسة لتؤكد أن هناك علاقة بين وجود الشاحنات وبين ارتفاع أعداد الكائنات الحية الدقيقة في البيئة الهوائية في محيط الشاحنة. ويطرح العادم من هذه الشاحنات ١٨١٨ طنًا من أكاسيد النيتروجين و١١١٨ طنًا من أول أكسيد الكربون و١٨٢ طنًا من المواد الهيدروكربونية و٦١٤ طنًا من ثاني أكسيد الكبريت، و ٦٦ طنًا من الدقائق العالقة في البيئة الهوائية سنويًا . كما أن الدراسة وجدت فارقًا كبيراً (٢٠ ديسبل) وبمستوى معنوي عال جداً، بين معدل مستوى الضوضاء في وجود الشاحنة (على بعد ٢٠ م) ومعدل مستوى الضوضاء في نفس الموقع وفي غياب الشاحنة.

مقـدمـــة

جدة مدينة ساحلية، تقع في غرب المملكة العربية السعودية، وتتميز بارتفاع نسبة الرطوبة خاصة في شهري أغسطس وسبتمبر، واعتدال درجة الحرارة على مدار العام، مع ارتفاع نسبي خلال أشهر الصيف. وقد بلغ عدد سكان المدينة عام ١٣٩٦هـ نصف مليون نسمة تقريبًا، ثم تزايد خلال العقود الثلاثة الأخيرة حتى وصل حاليًا إلى قرابة الثلاثة ملايين. وتستهلك المدينة حاليًا ٧١٠,٠٠٠ مترًا مكعبًا من المياه في اليوم، يأتي معظمها من مياه البحر المحلاة والباقي من مياه الآبار القريبة ومن مكة المكرمة (وزارة المياه والكهرباء، ١٤٢٥هـ). ولأن النمو العمراني والسكاني لم يصاحبه توسع مماثل في شبكة نقل مياه الصرف الصحي، لجأت المدينة إلى استخدام نظام البيارات للتخلص من هذه المخلفات. ومع الوقت تفقد البيارات فاعليتها في تصريف المياه، إما لتشبع التربة حولها بمياه الصرف وارتفاع منسوب المياه الجوفية، أو لتدني مسامية جدار البيارة بفعل نمو الكائنات الدقيقة على جدار البيارة، وانتهاء العمر الافتراضي لها، لتصبح أشبه ما يكون بخزان أرضي لحفظ المياه. من هنا أصبح من الضروري سحب المياه من البيارات وتفريغها في مكان آخر بغرض التخلص منها. فتطور لذلك نظام نقل مياه الصرف في الشاحنات-الصهريج (الوايتات)، وخصصت أمانة محافظة جدة في عام ١٤٠٢هـ موقعًا شرق طريق الحرمين السريع، حيث تتجه إليه الشاحنات لتفريغ حمولاتها، فنشأ عن ذلك ما يسمى بـ « بحيرة الصرف الصحي ».

ولنظام النقل الحالي آثار سلبية على جودة الهواء، تتمثل في انبعاث كميات كبيرة من الغازات، ومن الدقائق العالقة، إضافة إلى انتشار الرذاذ الحيوي، المحمل بأنواع الكائنات الحية الدقيقة إلى البيئة الهوائية القريبة. ويتسبب النظام كذلك في ارتفاع مستوى الضجيج الذي تحدثه حركة العربة أثناء النقل، ومضخة المياه أوقات السحب. وللنظام آثار بيئية أخرى تتمثل في التلوث البصري الذي يحدثه منظر الشاحنات، والأثر الاجتماعي بسبب العمالة الوافدة للعمل في هذا المجال، ثم هناك الأثر الاقتصادي، وما تنفقه المدينة على هذا النظام، وما يحدثه ارتفاع منسوب المياه الجوفية من آثار على المنشآت. وفي هذه الدراسة تم تقويم الأثر البيئي لنظام نقل مياه الصرف الصحي في هذه الشاحنات على الهواء، وعلى مستوى الضجيج.

نظام النقل الحالي

يبلغ عدد الشاحنات–الصهريج التي تحمل مياه الصرف الصحي من مدينة جدة إلى أماكن التخلص النهائي ١٢٠٠ شاحنة، ٧٨٪ منها من الموديلات القديمة – ما قبل ١٩٨٠م، (أمانة محافظة جدة، ١٤٢٥هـ). وتنقل هذه الشاحنات ٥٢٤٠ حمولة يوميا أي بمعدل ٤,٢ حمولة لكل عربة، يصل منها ١٣٠٠ شحنة إلى بحيرة الصرف، و٤٥٠ شحنة إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحي بالخمرة، ومثلها إلى المحطة الأخرى بحي بني مالك (أمانة محافظة جدة، ١٤٢٥هـ). ويذهب الباقي إلى أماكن متفرقة أخرى بصورة غير نظامية، فالبعض يتم تفريغه في شبكة الصرف الموجودة، والبعض الآخر في الأماكن البعيدة والأرض الفضاء، كما يذهب جزء منها للمزارع لتستخدم بطريقة مخالفة لكل الأنظمة في ري المحاصيل الزراعية.

تلوث الهواء

تعتبر وسائل النقل أحد أكبر مصادر تلوث الهواء في المدن، ويأتي محرك الديزل على رأس القائمة نظراً لتدني كفاءة عملية الاحتراق بداخله، ولاحتواء هذا النوع من الوقود الأحفوري على نسبة عالية من الكبريت. ومن أهم الملوثات الغازية الناتجة عن تشغيل محركات الديزل هي أكاسيد ومركبات النيتروجين، أول وثاني أكسيد الكربون، مركبات وأكاسيد الكبريت، وكثير من المركبات العضوية مثل الألدهيد والبنزين و١،٣ بيوتادين (1,3 butadiene) والمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات (K(PAH ومعقداتها مع مجموعة النيترو (nitro-PAH)، وغيرها مما يعتبر مضراً بصحة الإنسان ومنها ما هو سرطاني (EPA, 2000).

ففي دراسة على النساء الحوامل اللاتي يعشن قرب الطرق السريعة في مقاطعة لوس أنجلس انخفض وزن الجنين بمعدل ١٩٪، وارتفعت في نفس العينة نسبة الولادة المبكرة ١١٪، (Wilhelm and Ritz, 2003). وهناك دراسات عديدة على العلاقة بين الأمراض الصدرية والإصابة بالسرطان وسرطان الدم (ابيضاض الدم Leukemia) عند الأطفال، وبين قرب المسكن من الطرق السريعة والتعرض لغازات العادم من شاحنات الديزل، (Duhme, *et al.,* 1996; Venn, *et al.,* 2001 and Brauer *et al.,* 2002). وفي دراسة

على تعرض الأطفال لمادة البنزين المسرطنة (أحد مخرجات محرك الديزل) في ألمانيا، وجد أن تركيز البنزين في دم العينة يرتفع بنسبة ٧١ ?لدى الذين يعيشون قريبًا من الطرق المزدحمة عن أقرانهم البعيدين عنها، وكذلك ارتفع تركيز مركبات التولوين (toluene) والكاربوكسي هيموجلوبين (carboxyhemoglobin) الذي يتكون نتيجة استنشاق غاز أول أكسيد الكربون بمعدل ٥٦٪ ، ٣٣٪ على التوالي. ويعتبر محرك الديزل كذلك من أسوأ مصادر تلوث الهواء بالدقائق العالقة (fine particulate) التي لها القدرة على الدخول إلى الجهاز التنفسي والوصول إلى الرئة ثم الإستقرار فيها، فقد وجد في أحدى الدراسات، أن الذين يعيشون قرب الطرق السريعة يتعرضون لأكثر من ٢٥ ضعف من تركيز الدقائق العالقة في الهواء بسبب قربهم من هذه الطرق، (Zhu, *et al.,* 2002). والدقائق العالقة التي تنطلق من عادم الشاحنات ($PM_{2.5}$)، عبارة عن نواة كربونية ملتصق على سطحها مركبات الكبريت والنيتروجين وبعض المعادن.

وهناك نوع أخر من تلوث الهواء يحدث نتيجة نقل مياه الصرف الصحي في الشاحنات الصهاريج (الوايتات)، وهو التلوث الميكروبي للبيئة الهوائية. فعملية سحب مياه الصرف من البيارات وحركة الشاحنات على طرقات المدينة تعتبر مصدراً رئيسًا للرذاذ الحيوي المتطاير (bioaerosol) الذي يحمل معه الكائنات الدقيقة على اختلاف أنواعها وتباين خطورتها. ويؤثر في تركيز الكائنات الدقيقة في الرذاذ عوامل بيئية عديدة، أهمها درجة الحرارة والرطوبة وشدة واتجاه الريح، والبعد عن مصدر التلوث (Boundi, *et al.,* 1999). وهناك العديد من الدراسات والأبحاث التي تناولت الأثر البيئي للرذاذ الناتج عن معالجة مياه الصرف الصحي في محطات المعالجة والتنقية ، خلصت إلى أن هناك علاقة بين القرب من محطات معالجة الصرف الصحي أو المناطق المروية بمياه الصرف المعالجة جزئيًا (خاصة بطريقة الرش الآلي) وبين ارتفاع أعداد الكائنات الدقيقية في الهواء المحيط، (Fannin, *et al.,* 1985 and Camann, *et al.,* 1988). وهناك دراسات أخرى اهتمت بتقدير العد الكلي للبكتريا المتغايرة (heterotrophic) والبكتريا الدالة (indicator microorganisms) مثل البكتريا البرازية (fecal *E. coli*) في البيئة الهوائية، انتهت إلى أن القرب من محطات الصرف الصحي ومناطق الري بمياه الصرف يتسبب في ارتفاع حاد لأعداد البكتيريا الدالة (Ranalli, 2000). وتناولت بعض

الدراسات كذلك تركيز الكائنات الممرضة في الرذاذ قرب محطات المعالجة تم فيها العثور على .*K. pneumonia* and *Legionella* spp (Palmer, *et al.,* 1995)، وتمكن Cat-alan (1997) من عزل (*Legionella pneumophila* and *Mycobacterium tuberculosis*) التي تعتبر من أهم الكائنات الهوائية الممرضة الموجودة في مياه الصرف الصحي. وتمكن Fatal and Teltsch (1982) من عزل فيروسات معوية منها ؛البولي فيروس ٢، والكوكساكي بي ١ (Poliovirus II and Coxsakie B1) من البيئة الهوائية قرب محطة معالجة مياه الصرف الصحي. وتمكن Camann, *et al.* (1988) كذلك من عزل بعض الفيروسات المعوية من البيئة الهوائية المحيطة بمنطقة استخدام مياه الصرف المعالجة جزئيًا في ري المزروعات.

التلوث الضوضائي

يصدر عن النظام الحالي لنقل مياه الصرف في الشاحنات نوعان من الضجيج؛ الأول يتمثل في حركة العربات على الطرقات، كضجيج المحرك واحتكاك العجلات بأرضية الطرق، واحتكاك الهواء بجسم السيارة ... الخ؛ والثاني ينتج عن تشغيل مضخات سحب مياه الصرف من البيارات. وفي هذه الدراسة صُرف الاهتمام إلى النوع الثاني لوجوده داخل الأحياء السكنية، وهي محاكاة للحالة الأسوأ (worst case scenario). وللتلوث الضوضائي آثار صحية ونفسية على الإنسان، تتراوح ما بين التأثير على المحادثة وتداخل الأصوات، مروراً بالتوتر العصبي، إلى التسبب في الإصابة بالصمم الدائم. وفي دراسة على سكان الولايات المتحدة وجد أن ٢٥٪ من المصابين بالصمم من المسنين (< ٦٠ عام) أصيبوا ليس نتيجة التقدم في السن ولكن بسبب تعرضهم المتكرر للضوضاء (Clark and Bohne, 1999). وتوصي منظمة الصحة العالمية (WHO) أن لا يتجاوز مستوى الضجيج داخل الأحياء السكنية ٣٥ ديسيبل حتى لا يتعارض مع النوم المجدد للحيوية (restorative sleep)، (Rubhera, *et al.,* 1999).

المواد والطرق المستخدمة

تم أخذ عينات الهواء وقياس مستوى الضجيج من خمس أحياء سكنية في شمال، وسط، جنوب، شرق وغرب المدينة. ولتخفيف حدة تأثير التغير المناخي على سلامة

ونوعية العينات، أخذت العينات في أوقات متقاربة (١١- ١٢ سبتمبر ٢٠٠٣)، حيث كانت الرطوبة في أعلى مستوياتها (٨٥ - ٩٨٪).

كمية الملوثات الغازية والدقائق العالقة

تم حساب كمية الدقائق العالقة (particulate matter)، وغاز ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، وأكاسيد النيتروجين (NO_X)، وأول أكسيد الكربون (CO)، والمواد الهيدركربونية (HC) من معاملات انبعاث الملوثات (emission factors) من شاحنات الديزل التي تقترحها منظمة الصحة العالمية (WHO, 1982)، كالتالي:

ثاني أكسيد الكبريت = ١٩,٥ (S) كجم / لكل طن من الديزل يتم حرقه ،
حيث نسبة الكبريت (S) في الوقود = ٠,٩٪
أكاسيد النيتروجين = ٥٢ كجم / لكل طن من الديزل يتم حرقه
الدقائق العالقة = ١,٨٩ كجم / لكل طن من الديزل يتم حرقه
أول أكسيد الكربون = ٣٢ كجم / لكل طن من الديزل يتم حرقه
المواد الهيدروكربونية = ٥,٢ كجم / لكل طن من الديزل يتم حرقه

الكائنات الدقيقة في الهواء

تم استخدام جهاز millipore من نوع (M Air T) لجمع عينات الهواء. وهو جهاز تمت مقارنة كفاءته بكفاءة طريقة (Slit to Agar, STA) لجمع عينات الهواء للتحليل الميكروبي ووجد تماثل في نتائجهما، (Lentine, *et al.,* 1999) واستخدم الأجار المغذي (nutrient agar) كبيئة لنمو الكائنات الدقيقة على أطباق البتري، وتم جمع ٢٥ عينة مكررة من الهواء من نقاط مختلفة داخل أحياء المدينة، وكان سحب العينات على مرحلتين، الأولى أثناء وجود شاحنة الصرف، والثانية جمعت في اليوم التالي، أو الذي يليه، بنفس الموقع الذي جمعت فيه العينة الأولى، لكن في غياب الشاحنة . وتم سحب عينة مكررة للهواء من كل موقع بمعدل ٢٥٠٠ ملل في الدقيقة لمدة ٨ دقائق. وروعي عند سحب العينة الوقوف في اتجاه الريح لتخفيف التغير في تركيز الرذاذ بسب الرياح، وكذلك لمحاكاة أسوأ الاحتمالات. وروعي كذلك سحب العينات خلال أسبوع واحد (٣-١٠ سبتمبر) لتخفيف أثر التغير في مستوى الرطوبة وقت سحب العينة على سلامة

العينة. وبعد يوم من الحضانة في ٣٧°م أخذت قراءات العد الكلي على أطباق نمو الكائنات الدقيقة، ثم عزلت بعض المستعمرات وزرعت على بيئة آجار الدم (blood agar media) لتحديد أنواعها باستخدام صبغة الجرام والمجهر الضوئي (gram stain and light microscopy). واستخدم التحليل الإحصائي واختبار - t في أزواج (t — in pairs)، في حساب متوسطات الفروق في أعداد الكائنات الدقيقة في الهواء أثناء وجود العربة وفي غيابها، ثم تم اختبار فرضية وجود فروق حقيقية بين الحالتين.

التلوث الضوضائي

تم في هذه الدراسة استخدام جهاز قياس الضجيج المحمول من نوع (Bruel & Kjaer — Type 2218) لقياس مستوى الضجيج، وتزامنت عملية قياس الضجيج مع جمع عينات الهواء في الموقع. واستمرت العملية لمدة ٢٠ دقيقة تقريبًا (مدة بقاء الشاحنة أثناء السحب من البيارة). وتم جمع ٢٥ عينة على بعد ٢٠م من الشاحنة (المسافة التقريبية بين نقطة السحب والجار القريب)، ثم جمعت عينات في نفس الموقع لمدة ٢٠ دقيقة بعد رحيل الشاحنة مباشرة. وفي العمل الميداني تم قياس معدل الضجيج والحد الأعلى للضوضاء. واستخدم اختبار (t) في الأزواج (t — in pairs) الإحصائي لحساب معدلات مستوى الضجيج في وجود العربة، وفي غيابها، ثم اختبار فرضية وجود فروق حقيقية بين المعدلات في الحالتين.

النتائج والمناقشة

تلوث الهواء

الغازات والدقائق العالقة

لا توجد أي بيانات مدونة عن كميات الوقود التي تستهلكها هذه العربات ولا عن المسافات التي تقطعها يوميًا، ونظرًا لقدم الشاحنات فإن معظم مؤشرات قياس المسافة (العدادات) لا تعمل. لذا تم تقدير كمية الوقود المستهلك من خلال المقابلات الشفهية لسائقي العربات، الذين كثيرًا ما أحجموا عن الإجابة والحديث عن عملهم. وتراوحت تقديرات السائقين لكمية الوقود المستهلك من ١٢٠ لتر إلى ٧٠ لتر يوميًا، واستخدم

الوسيط (٩٥ لتر يوميًا) في حساب ملوثات الهواء. وفي الجدول (١) معدل ما ينتج عن تشغيل ١٢٠٠ عربة من شاحنات نقل الصرف الصحي من ملوثات الهواء يوميًا في مدينة جدة. وتم حساب كمية الملوثات من معادلات منظمة الصحة العالمية (WHO) المذكورة سابقًا.

ولا يمكن معرفة حجم التأثير الذي تحدثه هذه الكمية من الملوثات على نوعية الهواء ولا معرفة نسبة مساهمة هذه الشاحنات في مجمل التلوث، إلا بعد حساب كمية ما ينبعث من مصادر التلوث الأخرى الموجودة في المدينة، مثل العربات والشاحنات الأخرى، ومثل مخرجات محطات تحلية مياه البحر، وتكرير الزيت الخام، وإنتاج الطاقة، والمنشآت الصناعية...الخ. لكن مما لا شك فيه أنها إضافة غير مبررة لكمية كبيرة من الملوثات إلى البيئة الهوائية. هذه الزيادة يمكن تلافيها بإنشاء شبكة لنقل مياه الصرف الصحي وتغيير النظام الحالي في التعامل مع مياه الصرف ونقلها.

تلوث الهواء الميكروبي

تراوحت أعداد الكائنات على أطباق البتري من ١٠٢ وحدة منشئة للمستعمرات في المتر المكعب من الهواء (CFU/m^3) إلى ٨٣٢ (CFU/m^3)، بمتوسط ٤٤٧ (CFU/m^3)، وذلك بالنسبة للعينات التي جمعت في غياب الشاحنات. وفي وجود الشاحنات وأثناء سحب مياه الصرف من البيارات، ارتفع متوسط أعداد الكائنات الحية الدقيقة على أطباق البتري إلى ٧٥٣ (CFU/m^3).

وباستخدام اختبار (t) في الأزواج (t — in pairs) لتحليل العينة إحصائيًا، تبين أن هناك فرقًا معنويًا جدًا بين التعداد الكلي للكائنات الدقيقة في العينات التي أخذت أثناء سحب مياه البيارات وبين العينات التي أخذت في غياب الشاحنات، وذلك عند مستوى ٠,٠١ من المعنوية. ولا توجد مقاييس لتلوث الهواء الميكروبي لدى الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية للمقارنة والتقويم، إلا أن الفرق في تركيز الكائنات الدقيقة في الهواء يشير إلى إضافة كبيرة من الكائنات بسبب وجود الشاحنة وأثناء عملية السحب.

جدول (١). كمية الملوثات الناتجة يوميًا عن تشغيل النظام الحالي لنقل مياه الصرف الصحي بالكيلوجرام وبالطن سنويًا.

م	الملـــــــــوث	الكمية* كجم/ يوميًا	الكمية طن/ سنويًا
١	الدقائق العالقة	١٧٩,٦	٦٥,٦
٢	ثاني أكسيد الكبريت	١٦٨١,٣	٦١٣,٧
٣	أكاسيد النيتروجين	٤٩٨١,٦	١٨١٨,٣
٤	أول أكسيد الكربون	٣٠٦٥,٦	١١١٨,٩
٥	المواد الهيدروكربونية	٤٩٨,٢	١٨١,٨

* متوسط ما تستهلكه الشاحنة من وقود الديزل ٩٥ لترًا يوميًا
كثافة الديزل = ٠,٨٤ كجم/ لتر
مجموع كمية الوقود المستهلك = ٩٥ × ١٢٠٠ = ١١٤٠٠٠ لترًا يوميًا أو ما يعادل ٩٥,٨ طنًا يوميًا.

جدول (٢). التحليل الإحصائي للتعداد الكلي للوحدات المنشئة للمستعمرات (CFU) في المتر المكعب من الهواء أثناء سحب المياه وفي غياب الشاحنة.

الحـــــــالة	المتوسط (CFU/m^3)	الانحراف المعياري	عدد العينات	الحد الأعلى (CFU/m^3)	الحد الأدنى (CFU/m^3)
العد الكلي في الهواء أثناء السحب.	٧٥٣	٤٥٨,١٣٤٧	٢٥	١٨٨٠	١٠٤
العد الكلي في الهواء بعد رحيل الشاحنات.	٤٤٧	٣٥٨,٤٨٩٩	٢٥	١٣٠٢	٢٤
الفرق بين الحالتين	٣٠٦*	٣٢٤,١١٦٧	٢٥	--	--

* الفرق معنوي جدًا بين المتوسطين (٠,٠١).

وبعد عزل بعض المستعمرات من أطباق البتري، وزراعتها على آجار الدم وحضانتها لمدة ٤٨ ساعة في درجة حرارة ٣٧°م، وجد أن جميع الكائنات الحية الدقيقة التي أمكن عزلها هي من نوع البكتريا العصوية مكونة البواغ، موجبة الجرام (spore-forming, gram positive, rod). ولم يكن من أهداف الدراسة الكشف عن الكائنات الممرضة في العينات ، إلا أن هناك احتمالاً لوجودها، فقد وجد Catalan (1997) كائنات من نوع

K. pneumonia، المسببة لأمراض الالتهاب الرئوي، ووجد كذلك *Legionella spp.* في عينات الهواء قرب محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

إن زيادة أعداد الكائنات الحية الدقيقة في الهواء، قرب شاحنات نقل مياه الصرف وأثناء السحب لمؤشر قوي على تلوث الهواء ميكروبيًا، خاصة وأن كثيراً من الباحثين تمكن من عزل كائنات ممرضة، وفيروسات تصيب الإنسان في عينات الهواء قرب مناطق معالجة وإدارة مياه الصرف الصحي، وفي ظروف قريبة من ظروف الدراسة. لذلك فإنه من الضروري التوسع في دراسة تلوث الهواء الميكروبي في المدينة وتقدير الأخطار الصحية الناتجة عن ذلك.

التلوث الضوضائي

في الجدول (٣) ملخص لنتائج العمل الإحصائي على بيانات الضوضاء. وقد وجد أن معدل الفرق بين مستوى الضجيج أثناء وجود العربة لسحب مياه الصرف وبين مستواه بعد رحيل الشاحنة تجاوز ٢٠ ديسبل على بعد ٢٠م من مكان الشاحنة. ووجد أن هذا الفرق معنوي جداً عند مستوى ٠١ , ٠ من المعنوية. كما أنه تجاوز معدل مستوى الضجيج في الموقع أثناء السحب الحد الأعلى للضجيج في نفس الموقع، ولكن في غياب الشاحنة، وكان ذلك في كل المواقع ما عدا موقعًا واحداً، وكان ذلك بسبب مرور طائرة في سماء الموقع.

جدول (٣). التحليل الإحصائي لمستوى الضجيج في وجود وغياب الشاحنة.

الحـــــــالة	المتوسط dB(A)	الانحراف المعياري	عدد العينات	متوسط الحد الأعلى
مستوى الضجيج في وجود الشاحنة.	٧٣,٦	٤,٣٤	٢٥	٨٦,٦
مستوى الضجيج في غياب الشاحنة .	٥٣,٥٦	٤,٤٩	٢٥	٧٢,٧
الفرق بين الحالتين	٢٠,٠٦*	٤,٢٩	٢٥	---

* الفرق معنوي جداً بين المتوسطين (٠١ , ٠).

إن تجاوز مستوى الضجيج أثناء وجود العربة بمعدل ٢٠ ديسيبل، يعني أن الضجيج الصادر من عملية السحب هو الغالب والسائد في حينها، ولا يسمع تقريباً شئ غيره في الخلفية. وتكفي للوصول إلى هذه الحالة زيادة ٣ ديسيبل أو أكثر من المصدر الجديد عن الخلفية. وقد بلغ معدل مستوى الضجيج على بعد ٥م (متوسط المسافة لأقرب نافذة على الشارع)، من موقع الشاحنة ٥ , ١٠٤ ديسبيل.

الخاتمة والتوصيات

تشير نتائج الدراسة إلى أن نظام نقل مياه الصرف الصحي في الشاحنات الصهريج له آثار سلبية ملموسة على البيئة الهوائية في المنطقة، وتشمل إضافة كميات كبيرة من غازات العادم والدقائق العالقة إلى الهواء، إضافة إلى أن الجودة الميكروبية للهواء تدنت بشكل كبير، وأن هناك احتمالاً لوجود كائنات دقيقة ممرضة في الهواء، بالرغم من عدم تعرض هذه الدراسة للبحث والكشف عن الكائنات الممرضة والتي منها الفيروسات، خاصة وأن هناك دراسات تؤكد وجود هذه الكائنات في ظروف بيئية مشابهة. ومن الآثار الناتجة عن هذا النظام كذلك، الارتفاع الحاد في مستوى الضجيج الذي تحدثه المضخات أثناء سحب مياه الصرف من البيارات، وما يتسبب فيه من تلوث ضوضائي في محيط الجوار. إن بناء شبكة لنقل مياه الصرف الصحي أصبح ضرورة ملحة لتفادى الآثار السلبية للنظام القائم.

المراجـــــع

المراجع العربية

- **أمانة محافظة جدة**، *الأرشيف*، ١٤٢٥هـ
- **وزارة المياه والكهرباء**، *التقرير السنوي*، ١٤٢٥هـ

المراجع الأجنبيّة

Boundi, M., Messi, P. and **Funtuzzi, G.** (1999) Allergic and infective risk correlated with workplace environment, *Proceedings Sardinia 99, Seventh International Waste Management and Landfill Symposium,* October, 2-4, 1999.

Brauer, M., Hoek, G., Van Vliet, P., Meliefste, K., Fischer, P., Wijga, A., Koop-

man, L., Neijens, H., Gerritsen, J., Kerkhof, M., Heinrich, J., Bellander, T. and **Brunekreef, B.** (2002) Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children, *Am. J. Respir. Crit. Care Med.,* **166:** 1092-1098.

Camann, D.E., Moore, B.E., Harding, H.J. and **Sorber, C.A.** (1988) Microorganism level in air near spray irrigation of wastewater, The Lubbock infection surveillance study, *Water Pollution Control Federation,* **60**(11): 1960 - 1970.

Catalan, V., Garcia, F., Moreno, C., Vila, M. and **Apraiz, D.** (1997) Detection of Legionella pneumophilia in wastewater by nested polymerase chain reaction. *Research in Microbiology,* **148**(1): 71-78.

Clark, W.W. and **Bohne, B.A.** (1999) Effects of noise on hearing, *J.A.M.A.,* **281:** 1658-1659.

Duhme, H., Weiland, S., Keil, U., Kraemer, B., Schmid, M., Stender, M. and **Chambless, L.** (1996) The association between self-reported symptoms of asthma and allergic rhinitis and self reported traffic density on street of residence in adolescents, *Epidemiology,* **7**(6): 578-582.

EPA (2002) *Health Assessment Document for Diesel Engine Exhaust,* EPA/600/8-90/057F.

Fannin, K., Vana, S. and **Jakubowsky, W.** (1985) Effect of an activated sludge treatment plant on ambient air density of aerosol containing bacteria and viruses, *Applied and Environmental Microbiology,* **49**(5): 1191-1196.

Fatal, B. and **Teltsch, B.** (1982) Viruses in wastewater aerosols, *Environment International,* **7**(1): 35 - 38.

Lentine, K.R., Lemonnier, J., Entzmann, A. and **Pickett, M.** (1999) Improved recovery of airborne microorganisms in clean areas using a portable air sampler, *99th American Society for Microbiology General Meeting,* May 30-June 3, 1999, Chicago Illinois. Poster session 153/Q: Aerosols and Air Quality, Poster number Q-230.

Palmer, C., Bonilla, G., Roll, B., Paszko-Kolva, C., Sangermano, L. and **Fujioka, S.** (1995) Detection of Legionella species in reclaimed water and air with the EnviroAmp Legionella PCR kit and direct antibody staining, *Applied and Environmental Microbiology,* **61:** 407-412.

Ranalli, G., Principi, P. and **Sorlini, C.** (2000) Bacterial aerosol emission from wastewater treatment plant: Culture methods and bio-molecular tools, *Areobiologia,* **16**(1): 39-46.

Rubhera, R., Mato, M. and **Mufuruki, T.** (1999) Noise pollution associated with the operation of the Dar es Salaam International Airport, Transportation Research Part D, *Transport and Environment,* **4:** 81-89.

Venn, A., Lewis, S., Cooper, M., Hubbard, R. and **Britton, J.** (2001) Living near a main road and the risk of wheezing illness in children, *Am. J. Resp. Crit. Care Med.,* **164:** 2177-2180.

WHO (World Health Organization) (1982) Rapid assessment of air, water, and land pollution, *WHO Offset Publication,* No. 62, pp. 20-49, Geneva.

Wilhelm, M. and **Ritz, B.** (2003) Residential proximity to traffic and adverse birth outcomes in Los Angeles County, California, *Environmental Health Perspective,* **111**(2): 207-216.

Zhu, Y., Hinds, W., Kim, S., Shen, S. and **Sioutas, C.** (2002) Study of ultrafine particulates near a major highway with heavy-duty diesel traffic, *Atmospheric Environment,* **36:** 4323 -4335.

Environmental Impact from Sewerage Transport in Tanker Trucks in Jeddah

ASAD S. ABU-RIZAIZA
Faculty of Meteorology, Environment and Arid Land Agriculture
King Abdulaziz University, Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia

ABSTRACT. The current sewerage transport system in Jeddah city is a major source of air and noise pollution. The system is based on pumping sewerage from septic tanks into tanker trucks and transport the load to its final destination for discharge. In this work the quantity of gaseous air pollutants and particulate matter (PM), was estimated. The impact of the system on the microbial air quality, and on the noise level in the vicinity of the truck during the pumping process was also evaluated. The study concluded that, the current system discharges 1818 tons of nitrogen oxides (NOx), 1118 tons of carbon monoxide (CO), 182 tons of hydrocarbons (HC), 614 tons of sulfur dioxide (SO_2), and 66 tons of particulate matter (PM) to the city air environment. In addition, it causes an increase in the total count of microorganisms in the air. Pumping sewage into tanks also increases the noise level, 20 ft from the truck, by 20 dB(A) on the average.