



Meteorology

تقييم التلوث الجوي في محطات مختارة لتعبئة الغاز البترولي المسال في بغداد

د. رافع قدوري الكبيسي
وزارة العلوم والتكنولوجيا

د. عوني أدوار عبدالأحد
كلية العلوم/الجامعة المستنصرية

نسرين نويل فتح الله
وزارة النفط

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة الى تقييم نوعية الهواء في مواقع تعبئة الغاز البترولي المسال والمناطق المجاورة لها في مدينة بغداد من خلال اجراء قياسات ميدانية لتراكيز ملوثات الهواء ضمن حدود مواقع التعبئة المختارة (التاجي، النهضة، الزعفرانية). اجريت مقارنة بين هذه المواقع من حيث شدة التلوث تحت ظروف تأثيرات العوامل المحددة لكثافة الملوثات، اضافة الى ذلك تم نمذجة تلوث الهواء من خلال اعداد برنامج على الحاسب الالكتروني كتب بلغة Qbasic يتضمن تطبيق نظامي PGT و ASME لنموذج كاوس الرياضي لانتشار الملوثات وحساب تراكيز كل من الملوثات الهيدروكربونية الثقيلة الباردة على مسافات متباينة من مصدر التلوث وباتجاه الريح السائدة. لقد وجد ان ارتفاع قيم تراكيز الملوثات الهيدروكربونية بشكل عام خلال فصلي الصيف والشتاء متجاوزة في ذلك محددات السلامة المهنية 1250 جزء من المليون ، وأن الأرتفاع النسبي في الصيف اكثر من الشتاء. كذلك وجد أن لأشكال المواقع المختارة (متوازية الأضلاع) لها دور في تعزيز زيادة شدة الملوثات داخل الموقع باتجاه الريح حيث عندما يكون اتجاه الرياح عمودية على قطر شكل الموقع تزداد نسب التلوث ، عليه يقترح تغيير شكل المحطات الى شكل دائري لتجنب زيادة التلوث. وعند تطبيق نموذج كاوس لانتشار الملوثات كانت النتائج مقاربة الى القياسات الفعلية أبدأءاً من مصدر التلوث وحتى مسافة تتراوح بين 20-50 متراً وذلك لعدم فعالية معامل التشتت العمودي في المعادلة.

Abstract:

The aim of this study is to estimate air quality that include measurements in three different stations which have been selected in Baghdad city (Al-Taji, Al-Nahtha, Al-Za'afuraniyah) by specify the air pollution inside and nearby these stations. A comparison takes place between these stations depending on the results obtained regard to pollution intensity made under the conditions of the limitation factors for pollutants intensity. Caussian distribution model for dispersion have been applied for the difusion of hydro carbonic pollutants of LPG mixture utilized in computer program, involves two systems, PGT and ASME to calculate the concentrations of the cold, heavy hydro carbonic gaseous pollutants at different down wind distances from the point source. Results show that increasing in the hydro carbonic concentration values for very high value, in both winter and summer that exceeded the occupational of p.p.m. In summer pollutants concentration is relatively more than winter, in which wind speed have an important factor affecting air pollution transport. The local wind direction when it is perpendicular to the diameter of the station shape results an intensive pollution, which suggested that the shape of LPG filling stations should changes to the circular shape to avoid the effect of local wind flow. The results of analysis obtained in regard to the applied model, show Caussian model could be applied at distances not more than (20-50)m from the source point because of the perpendicular dispersion coefficient is vanished in the equation.

المقدمة:

تعتبر الصناعة العصب الرئيسي في المجتمعات الحديثة كما انها العمود الفقري للأقتصاد وعنصر اساس في امكانية الدول للمحافظة على امنها واستقلالها او في تأثيرها. فقد لازمت الصناعة اثارا سلبية اهمها تأثيرها على البيئة والتي اصبحت احدى مشاكل العصر الراهن. وقد ازدادت مشاكل التلوث البيئي منذ القرن العشرين نتيجة التطور الصناعي والتكنولوجي فالأنشطة الصناعية تلعب دورا مهما في تلوث البيئة ومنها الصناعات البترولية. أن تلوث الهواء هو من اخطر المشاكل التي تجابه الإنسان في حياته اليومية والتي تسبب له ضررا بالغاً قد يصل الى الموت خاصة عند تجاوز الحدود الحرجة لملوثات الهواء. وتكمن خطورة ملوثات الهواء في كونها تنتشر بسرعة وبكميات كبيرة في الهواء وتتراكم بتركيز مختلفة لا يمكن للإنسان من العيش دون تنقيتها.

تشكل العمليات التصنيعية حوالي 20% من مصادر تلوث الهواء فالمصانع وبما فيها مواقع تعبئة الغاز البترولي المسال Liquefied petroleum gases هي المسؤولة الرئيسة عن ملوثات البيئة (1). تشمل ملوثات الهواء الصناعية أ- الدقائق المادية العالقة وتكون صلبة أو سائلة وبأقطار صغيرة متباينة أكبر من 0.1 مايكرومتر وأصغر من 200 مايكرومتر مثل الغبار والدخان والأبخرة والرماد والهباء الجوي وغيرها. ب- الغازات الصناعية مثل الغازات المهيجة والخانقة. ج- ملوثات متفرقة أخرى مثل الضوضاء والأهتزازات والأشعاعات والوهج والحرارة وغيرها. الغازات المنبعثة من مواقع تعبئة الغازات البترولية المسالة LPG والتي يطلق عليها بالغازات الثقيلة الباردة والتي تعتبر من أخطر ملوثات الهواء تأثيراً على حياة الإنسان مال هذه الغازات من خصوصية في طبيعة انتشارها في الجو عن الغازات الملوثة الأخرى. تعرف ملوثات الهواء بأنها مواد موجودة في الهواء بتركيز معينة تزيد عن الحدود المسموح بها مؤذية للكائنات الحية والتي بأستطاعة الهواء حملها والتي عند تراكيز معينة تؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر الى تلوث البيئة (2). وقد تحدث أحيانا تغيرات مهمة في قيم تراكيز الملوثات بسبب تغير العوامل الجوية كالرطوبة أو الرياح أو الانقلاب الحراري التي تؤدي الى ارتفاع خطير للملوثات قد تصل الى التسبب بالمرض أو الوفاة. تعتبر الاضطرابية كمظهر لحركة الهواء الجوي وتستعمل لوصف الحركة العشوائية للهواء في الأتجاهين الأفقي والشافولي وللاضطرابية في حركة الهواء أهمية كبيرة في عملية نشر الملوثات وتخفيف تراكيزها عند انتقالها مع الرياح وهذا ما يسمى بالانتشار الدوامي وبشكل عام تكون حركة الهواء قرب سطح الأرض اضطرابية، ويسمى الاضطراب القليل الدوامية حيث يعتمد معدل الاضطرابية على عاملين (3) الأول شدة الاضطرابية وهي نسبة جذر معدل مربع تذبذبات سرعة الرياح الى معدل سرعة الرياح المنتظمة. ثانياً حجم الدومات وتعتمد على حجم الملوثات المتدفق من السحابة. وتستخدم نماذج التشتت الرياضية Dispersion models لأيجاد طرق حساب تراكيز ملوثات الهواء من خلال اعطاء معلومات متعلقة في انبعاث الملوث وطبيعة الجو .

الأسس النظرية:

تحتوي ابار النفط الخام على مزيج من عدة غازات وسوائل مختلفة ومواد صلبة مذابة. وأن جميع هذه المواد مكونة من عنصرين هما الهيدروجين والكاربون بنسب مختلفة والجدولين (1، 2) يوضحان المركبات الهيدروكربونية الغازية والسائلة والصلبة التي يحويها النفط الخام (4)(5).

جدول (1) يوضح المركبات الهيدروكربونية الغازية المتواجدة في ابار في النفط الخام (4)

الاسم	الرمز
ميثان	CH ₄ (الغاز الطبيعي)
ايثان	C ₂ H ₆
بروبان	C ₃ H ₈ (الغاز المسال)
بيوتان	C ₄ H ₁₀ (الغاز المسال)
بنتان	C ₅ H ₁₂

جدول (2) يوضح المركبات الهيدروكربونية السائلة والصلب على التوالي في النفط الخام (5)

الاسم	الرمز
هكسان	C ₆ H ₁₄
هبتان	C ₇ H ₁₆
اوكتان	C ₈ H ₁₈
نونان	C ₉ H ₂₀
ديكان	C ₁₀ H ₂₂
بنناديكان	C ₁₅ H ₃₂
وأخرى غيرها	---

يعرف الغاز البترولي المسال بأنه عبارة عن غاز يحول الى سائل بضغطة الى حوالي 600 مرة من حجمه حيث يمكن حينئذ نقله وتوزيعه وكذلك خزنه مما يقلل من كلف الأوعية وعند أستخدامه يتحول الى غاز ويكون مصدرا" للطاقة يسهل السيطرة عليه. فمن الجدول (1) يتكون هذا الغاز من خليط من غاز البروبان C₃H₈ والبيوتان C₄H₁₀ ويكون عند خلوه من المواد الكبريتية ذا رائحة خفيفة جدا" لذا تضاف اليه مادة الثايوفين C₄H₈S أو مادة المركبتان الأثيلي C₂H₅SH بكميات قليلة لأعطاه رائحة مميزة لتمييزه عند حصول تسريب من الأجهزة والأنابيب المستعملة لكشفه بسهولة

تتفاوت نسبة الخلط للغازين الرئيسية فيه متفاوتة اعتماداً على طبيعة البلد والفصل من السنة فمثلاً في العراق يستخدم 60% بروبان و 40% بيوتان في فصل الشتاء وتعكس النسب للغازين في الصيف (5) ، وقد تصل نسبة البروبان المستخدم في العراق الى 70% شتاءً وتنخفض الى 30% صيفاً للنتفاوت الحاد في درجات الحرارة الفصلية. إضافة الى هذا ينبعث غازات اخرى تعتبر من الملوثات الخطيرة على البيئة مثل كبريتيد الهيدروجين H_2S و ثاني اوكسيد الكبريت SO_2 وأحادي اوكسيد الكربون CO كشوائب في الخليط الغازي.

المواصفات القياسية لنوعية الهواء تتمثل في المحددات المهنية لتراكيز الغازات الثقيلة الباردة كما موضحة في الجدول (3)

جدول (3) يوضح المحددات المهنية لتراكيز الغازات الثقيلة الباردة (6)

حدود التعرض لفترة طويلة (8 ساعة)		حدود التعرض لفترة قصيرة (10 دقائق)		المادة
mg/m ³	Ppm	mg/m ³	Ppm	
1800	1000	2250	1250	خليط الغاز البترولي المسال L.P.G
1430	600	1780	750	البيوتان C ₄ H ₁₀
1800	600	2250	750	البنتان C ₅ H ₁₂

ومن الجدير بالذكر أنه لم تحدد قيم تراكيز الأيثان والبروبان بسبب القابلية الشديدة لهذين الملوثين على اللهب والانفجار لتمييزهما بدرجة غليان واطئة جداً حيث ان وجود أقل تركيز لهذه الغازات من المحتمل ان يتسبب في حدوث مشكلة، إضافة الى ان هذه الغازات لا وجود لها في تركيبة مكونات الهواء الطبيعية.

العوامل المحددة لكثافة التلوث الهوائي في مواقع تعبئة الغاز البترولي المسال:

يعتمد أنتشار وأنتقال الملوثات الهوائية المنبعثة من مواقع تعبئة الغاز البترولي المسال في الجو على عوامل متعددة أهمها

1- كمية الملوثات المنطلقة في الجو والتي تحددها عدة عوامل منها مصدر الأنبعاث الذي من الممكن أن يكون على شكل نضوحات أو تسرب الغاز أو تبخر كميات كبيرة متدفقة مستمرة أو متقطعة لحظية ويعتمد على حجم التفاعلات الصناعية.

2- درجة القرب من مصدر التلوث حيث ان كثافة الملوثات المنبعثة (LPG) والمنطلقة في الجو تتناسب عكسياً مع درجة البعد عن مصادر تلك الملوثات.

3- الطبيعة الكيميائية والفيزيائية للغاز (LPG) حيث أن تميزه كونه بارد وتقليل يحدد كيفية أنتشاره فبسبب الطفوية السالبة لمكونات الغاز البترولي السائل فإن الهبوط بفعل الجاذبية الأرضية سيؤدي الى ترسيبها ايروديناميكياً . وكذلك احياناً يحدث عملية حبس (حصار) تنتج عن حصول الأستقرار في الطبقة الجوية لفترة طويلة حيث تتميز سحابة الغاز البارد الثقيل بأنها من نوع السحابة المنحصرة (6) .

4- الحالة الجوية، حيث تلعب الحالة الجوية السائدة دوراً بارزاً في تحديد كثافة الملوثات الجوية وتعد درجة الحرارة وسرعة الرياح وأتجاهها ونسبة الرطوبة في الجو والضباب وعلاقتها بالتضاريس الأرضية من أهم العوامل المؤثرة على شدة تركز الملوثات في الجو (7) .

لقد وضعت منظمة الصحة العالمية (WHO) وبالتعاون مع برنامج الامم المتحدة للبيئة (UNEP) مشروعاً لمراقبة الهواء في عام (1973) ولذي ابدأ العمل به في العام نفسه ولغاية عام (1980) في (33) دولة حول العالم لقياس تراكيز ملوثات الهواء إذ اجريت قياسات لتراكيز غاز ثنائي اوكسيد الكبريت (SO₂) والدقائق المادية العالقة في الهواء (SPM). اختيرت مواقع المراقبة في ثلاث مناطق مختلفة النشاطات (صناعة، تجارية، سكنية) لدراسة العلاقة بين صحة الانسان والتلوث البيئي، شارك العراق في هذا المشروع عام (1977) حيث اختيرت المحطة الاولى في منطقة التاجي (صناعية) والمحطة الثانية بالقرب من ساحة الاندلس (في مركز المدينة / سكنية) والمحطة الثالثة في منطقة الكاظمية (تجارية) (8) .

لقيت دراسات التلوث البيئي المتعلقة بانتشار الغازات الكثيفة السامة والقابلة للهب Flammable & Dense Gases ومنها غاز (L.P.G) اهتماماً واسعاً في الدول الغربية خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال العقود الثلاثة الماضية، إذ تحققت نتائج بناءة في دراسات الغاز البترولي المسال (L.P.G) والغاز الطبيعي (L.N.G) من قبل معهد بحوث الغاز (GRI) Gas Research Institute- ومعهد البترول الأمريكي (API) -American Petroleum Institute- وجمعية الغاز الأمريكية -Americans Gas Association- (AGA) وقد اثبتت هذه الدراسات بان الغاز البارد الكثيف Cold dense gas له صفات خاصة استثنائية unique dispersion characteristics وميزات معينة في التشتت، ويعود ذلك الى الطفوية السالبة negative buoyancy نتيجة (وزنه الجزيئي)، ودرجة حرارته مجمعة.

نموذج كاوس الرياضي :

على ضوء ما ورد عن الدور المهم الحالة الجوية في تشتيت وتخفيف تراكيز الملوثات في الجو واهميتها في تحديد ما يحدث للدفق او لريشة سحابة الملوث - puff or plume Pollutant - من لحظة الانبعاث الى نقطة الاستلام في مكان ما، اذ يمكن حساب مقدار التشتت (التخفيف الذي يحدث كدالة لحالة الجو الانوائية)، فبتحديد كمية الانبعاث يمكن اعطاء نتائج لتركيز الملوث على مسافات ما من المصدر وبتجاه الريح (down wind)، كما يمكن تحديد الانتشار عملياً بتوفير معلومات احصائية عن سرعة واتجاه الرياح وحالة السماء State of the sky، اذ تشير النظريات الى ان الانتشار يعتمد على العوامل الانوائية وهي : سرعة واتجاه الرياح، خشونة السطح والاستقرارية الجوية Atmospheric stability (9) .

تتغير سرعة الرياح مع الارتفاع وذلك بتأثير خشونة المنطقة والتضاريس الارضية terrain roughness ووقت اليوم time of day، ويمكن ايجاد متوسط انطلاق الرياح wind speed (u) عند مستوى ارتفاع المصدر من الصيغة التالية (10) .
حيث :-

U : سرعة الريح على ارتفاع Z وعادة (Z=10m)

U₁ : سرعة الريح على ارتفاع Z₁

n : تمثل قوة الاسية -power- تتحصر بين 0.16 - 0.5 اعتماداً على استقرارية الجو ، ففي الظروف الجوية الغير

مستقرة - unstable -، فان $n=0.25$ وفي الظروف الجوية المستقرة - stable -، فان $n=0.5$.
وسيم استخدام المعادلة (1) وقيم (n) في التطبيق الحالي للبحث.

الاستقرارية الجوية Atmospheric Stability

تعد المركبات العمودية في الجو من اهم العوامل التي تشكل عناصر الطقس المختلفة مثل جسيمات الهطول والغيوم وغيرها ، وان أحد أهم خواص الجو هو استقراريته، أي ميله لمقاومة أي حركة عمودية او اخماده لاي اضطراب متكون (9). وتعد الاستقرارية الجوية عاملاً مهماً في تحديد ارتفاع وشكل ريشة سحابة الملوث بعد خروجه من مصدره ، ان اهم العوامل الجوية المؤثرة على الاستقرارية الجوية هي سرعة الرياح السطحية، وكمية الفيض الحراري (10).

تصنيف الاستقرارية Stability Classification

قدم باسكويل Pasquill (1961) وكيفورد Gifford (1961) (11) اقتراحاً لفكرة بسيطة لتصنيف الاستقرارية الجوية، هذه الفكرة استخدمت فيما بعد وعلى مدى واسع لحساب تراكيز الملوثات.

أولاً:- لقد صنفا الاستقرارية الجوية الى ستة اصناف جدول (4) وعلاقة كل صنف بسرعة الرياح، التسخين الشمسي، الغيم الكلي وكما موضح في الجدول (5). ولاستخراج هذه الاصناف يلزم حساب المعلومات الآتية :-

1. سرعة الرياح u بوحدات m/sec على ارتفاع (10 m).
2. معرفة صنف التسخين الشمسي .
3. تقدير كمية الغيوم الكلية .
4. عند وجود غيوم اثناء النهار تدخل التعديلات التالية على التسخين الشمسي .
 - أ. التسخين الشمسي القوي (Strong) يبدل الى معتدل (moderate) في حالة تواجد غيوم اكبر من 3/8 في السماء ويبدل الى قليل (Slight) عندما تكون الغيوم واطئة واكبر من 4/8 .
 - ب. التسخين الشمسي من النوع المعتدل يبدل الى قليل في حالة تواجد غيوم اكبر من 3/8 . ويكون صنف الاستقرارية من صنف (D) عندما تكون السماء مغطاة بالغيوم الواطئة سواء كان ذلك ليلاً ام نهاراً.

الجدول (4)، اصناف الاستقرارية لباسكويل - كيفورد⁽⁹⁾

Class	Stability type	نوع الاستقرارية
A	Extremely unstable	غير مستقر جداً
B	Moderately unstable	غير مستقر باعتدال
C	Slightly unstable	غير مستقر قليلاً
D	Neutral	متعادل
E	Moderately stable	مستقر باعتدال
F	Extremely Stable	مستقر جداً

الجدول (5)، اصناف الاستقرارية لباسكويل - كيفورد وعلاقتها مع سرعة الرياح ، التسخين الشمسي ، الغيم الكلي (N)⁽⁹⁾

Surface wind speed at (10)m	Day نهاراً			Night ليلاً	
سرعة الرياح السطحية (10) m على ارتفاع	الإشعاع الشمسي القادم -Incoming solar radiation-			الغيوم	
U(m/sec)	قوي strong	معتدل Moderate	قليل slight	غيوم واطنة اكثر $NH > 4/8$	$N < 3/8$
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

وفي عام (1969) ، قام ترنر Turner⁽¹⁰⁾ بإجراء تعديلات في الجدول (5) وذلك باستخدام قيم لاشعاع الشمسي Solar radiation وكمية الغيوم والموضحة في جدول (6) والتي تم الاعتماد عليها في تنفيذ البحث.

الجدول (6)، تصنيف الاستقرار باستخدام الاشعاع الشمسي وكمية الغيوم طبقاً الى (P.G.T) -
(10) Pasquill - Gifford - Turner-

سرعة الرياح السطحية على ارتفاع (10)m m/sec	صنف الاستقرار، نهاراً باشعاع شمسي R_D ($Langeys.hr3^{-1}$)			صنف الاستقرار نهاراً وليلاً مع غيوم واطنة (8/10-7/10)	صنف الاستقرار، ليلاً	
	$R_D > 50$	$50 > R_D > 25$	$25 > R_D$		الغيوم العالية 5/10-10/10 الغيوم المتوسطة والغيوم الواطنة	الغيوم 0/10- 4/10
U	$R_D > 50$	$50 > R_D > 25$	$25 > R_D$			
$U < 2$	A	A-B	B	D	-	-
$2 < U < 3$	A-B	B	C	D	E	F
$3 < U < 4$	B	B-C	C	D	D	E
$4 < U < 6$	C	C-D	D	D	D	D
$6 < U$	C	D	D	D	D	D

ثانياً- قدمت جمعية المهندسين الميكانيكيين الاميركية

(ASME) - American Society for Mechanical Engineers ، تقريراً صنفت فيه

الاستقرارية الى أربعة مجاميع:-

غير مستقر جداً Very Unstable غير مستقر Unstable متعادل Neutral مستقر Stable

وحسب الجدول (7) .

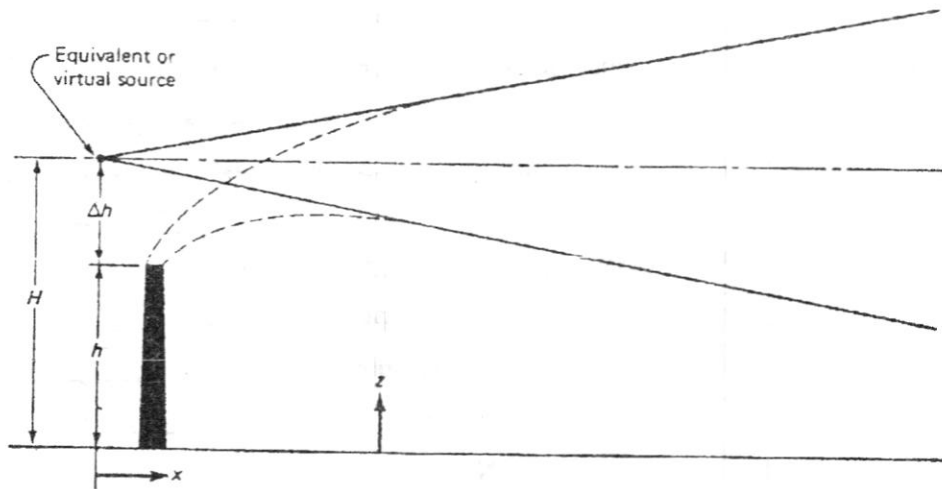
الجدول (7) اصناف الاستقرارية لـ (ASME) (10)

Class الصنف	Stability type	نوع الاستقرارية
A and B	Very unstable	غير مستقر جداً
C	Un stable	غير مستقر
D	Neutral	متعادل
E and F	Stable	مستقر

نموذج كاوس Gaussian Model

يعتبر نموذج كاوس من اكثر النماذج الرياضية استخداماً لتخمين تراكيز الملوثات المحمولة جواً
air born Pollutants . وذلك لانه يعطي نتائج مقارنة للقيم التجريبية في حالة الطفوية الموجبة

فضلاً عن انه نموذج غير معقد في انجاز العمليات الحسابية ولقد طبق النموذج من قبل العالمان باسكويل - كيفورد Pasquill- gifford (1974) ⁽¹⁰⁾ وكما موضح في الشكل (1) ، حيث يستند في نظرية انتشار كتلة الملوث mass diffusion of pollutant - على شكل سحابة تنتشر عرضياً وطولياً في الاتجاهين (y) ، (z) ، كطرده لمانع fluid element . وتفترض النظرية ان انتقال الملوث يكون في الاتجاه السيني X وباتجاه الرياح السائدة Down Wind وسرعة رياح (U) . وان العوامل الانوائية (سرعة واتجاه الرياح، استقرارية الجو)، تبقى ثابتة خلال مدة الانتقال . كذلك يفترض النموذج ان الانبعاث يكون في حالة - ثوب Steady- state وبإهمال تشتت الكتلة في الاتجاه السيني X . وان سرعة الرياح (U) ذات قيمة ثابتة في كل المواقع، وان تكون انتشارية الكتلة ثابتة D_x, D_y, D_z في اتجاهات المحاور المتتالية، ومن المعتاد اهمال المسافة من المصدر الوهمي (المكافئ) virtual source الى موقع المصدر النقطي الحقيقي ، لذا يظهر ان المصدر النقطي يقع في نقطة $X = 0$ وبارتفاع يساوي h .



الشكل (1) يوضح تشتت نموذج مصدر وهمي ذو ارتفاع مؤثر (للمصدر النقطي) $H =$

ونستطيع كتابة المعادلة الرئيسية للنموذج وكما يلي :-

$$C = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \text{EXP} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2} \right) \right] \dots \dots \dots (2)$$

حيث C: تركيز الملوث المنبعث من المصدر النقطي في اتجاه الرياح
 -Concentration of pollutant emitted from the point source,

(down wind)- (M/L³).

- | | |
|---|---|
| - Pollutant mass flow rate (M/T) | Q: معدل تدفق كتلة الملوث |
| - Average wind speed (L/T) | U: معدل انطلاق الرياح |
| - Cross wind dispersion coefficient (L) | σ_y : معدل التشتت الرياح القطعية |
| - Vertical dispersion coefficient (L) | σ_z : معدل التشتت العمودي |
| - Cross wind distance (L) | y: المسافة باتجاه الرياح القطعية |
| - Height above ground (L) | z: الارتفاع فوق الارض |

صيغ مختلفة لرشة كاوس Forms of the Gaussian Plume equation

ان الصيغة العامة لتخمين تراكيز الملوثات في الجو المنطلقة بالاستمرار من مصدر نقطي مرتفع Elevated point source هي (6) :-

$$C(x, y, z, h) = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left[\exp\left(-\frac{1}{2}\left\{\frac{z-h}{\sigma_z}\right\}^2\right) + \exp\left(-\frac{1}{2}\left\{\frac{z+h}{\sigma_z}\right\}^2\right) \right] \dots (3)$$

اما الصيغة الخاصة لنموذج كاوس المستخدمة لحساب تراكيز الملوثات عند مستوى سطح الأرض (11) فهي:

$$C(x, y, 0, h) = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left[\exp\left(-\frac{1}{2}\left\{\frac{h}{\sigma_z}\right\}^2\right) \right] \dots (4)$$

ويمكن حساب التراكيز في الهواء عند مستوى سطح السحابة (y, z = 0) لمصدر نقطي مستمر سطح الأرض (H = 0) من المعادلة (6) :-

$$C(x,0,0,0) = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \dots\dots\dots(5)$$

الارتفاع المؤثر للمصدر النقطي - Effective Height of the point Source

سبق وتم توضيح تأثير ارتفاع المصدر النقطي على ظاهرة تشتت الملوث في الفصل الثاني (ضمن العوامل المؤثرة في تحديد كثافة التلوث): وتبين بأن ارتفاع خط مركز ريشة السحابة (Δh) يعتمد على عدة متغيرات أهمها :- سرعة خروج الغاز من المصدر (V_s) ، قطر المصدر النقطي (d) ، سرعة الرياح (U) ، معدل الحرارة المنبعثة (Q_h) (11) .

معاملات التشتت Dispersion Coefficients (σ_y, σ_z)

لمعالملي التشتت (σ_y, σ_z) دور مهم في تطبيق نموذج كاوس لتشتت الملوثات وذلك في تحديد الميكانيكية التي تنتشر بها الملوثات في الهواء فهي تصف تطور ونمو ابعاد ريشة سحابة كاوس، وهما دالتان الى المسافة المقطوعة في اتجاه الرياح وللاستقرارية الجوية وايضاً يعتمدان على ارتفاع المصدر النقطي وخشونة السطح (11) ولحساب معاملي تشتت ريشة السحابة (σ_y, σ_z) في نظام (P.G.T) تستخدم العلاقة التحليلية المقترحة من قبل المعنيين والموضحة في الجدول (8) المتضمنة المعادلتين (6) ، (7) والموضحة لسقيم (σ_y, σ_z) على التوالي كدالة للاستقرارية الجوية وللمسافة في اتجاه الرياح ، علماً ان تصنيف الاستقرارية يعتمد على سرعة الرياح الاشعاع الشمسي القادم وغطاء الغيمة (11) ان قيم (σ_z, σ_y) في نظام (P.G.T) تتضمن:-

- 1- زمن الاختبار يتراوح بين (3-10)min .
 - 2- قيم الارتفاع للقياس تكون ضمن الطبقة السفلى من الجو التي لا تتجاوز (100)m .
 - 3- ظروف القياس تكون في ظروف الجو المفتوح .
- وتعطي قيم معاملي :-

$$\sigma_y(x) = \frac{K_4 x}{[1 + (x/k_1)]^{k_5}} , .m \dots\dots\dots(6)$$

$$\sigma_z(x) = \frac{K_2 x}{[1 + (x/k_1)]^{k_3}} , .m \dots\dots\dots(7)$$

الجدول (8)، يبين قيم الثوابت في معادلات حساب معاملات التثنت

(P.G.T) في نظام (σ_y, σ_z)

Stability Class	K_1 km	K_2 (m/km)	K_3	K_4 (m/km)	K_5
A	0.927	102.0	-1.918	250	0.189
B	0.370	96.2	-0.101	202	0.162
C	0.283	72.2	0.102	134	0.134
D	0.707	47.5	0.465	78.7	0.135
E	1.07	33.5	0.624	56.6	0.137
F	1.17	22.0	0.700	37.0	0.134

اما جمعية المهندسين الميكانيكين الأمريكية التي تستخدم نظام (ASME)

American Society for Mechanical engineers

فقد وضحت (σ_x, σ_z) مستندة على زمن القياس الساعي (لمدة ساعة واحدة) واعطت تعبيراً بصيغة قانون القوة الاسية وكما يلي:

$$\sigma_y = Ax^p, m \quad \dots \dots \dots (8)$$

$$\sigma_z = Bx^p, m \quad \dots \dots \dots (9)$$

حيث تمثل x : المسافة باتجاه الريح من المصدر (P,B,A) : ثوابت معطاة في الجدول الآتي

الجدول (9) يبين قيم الثوابت في معادلات حساب معاملات التثنت (σ_y, σ_z) في نظام

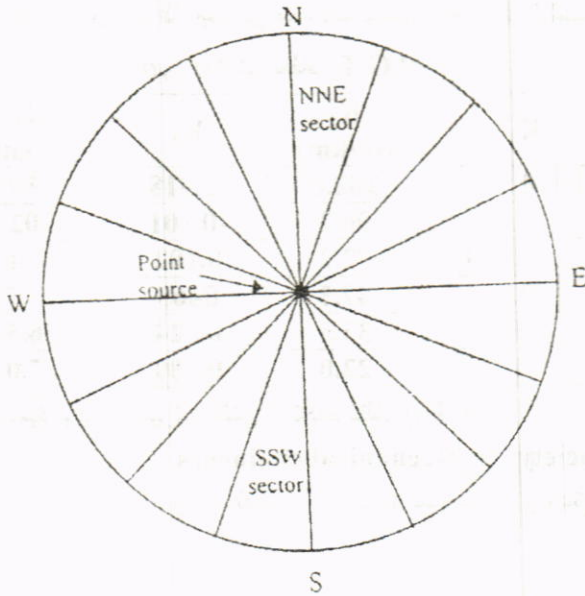
(ASME)

ASME Stability	A	B	P
Very unstable	0.40	0.40	0.91
Unstable	0.36	0.33	0.86
Neutral	0.32	0.22	0.78
Stable	0.31	0.06	0.71

مقاطع اتجاه الرياح:

لغرض تحديد اتجاهات الرياح بالطريقة الحسابية نسبة الى 16 نقطة دائرية 16 point compass الموضحة في الشكل (2) والتي تبين ان كل مقطع دائري يعادل 360/16

أي (22.5)



الشكل (2) يبين مقاطع اتجاه الرياح بالنسبة للمصدر النقطي

وعند استخدام طريقة معدلات المقطع فان المعادلة (4) تعدل لحساب معدل التركيز عند مستوى سطح الارض خلال مقطع $(22.5)^\circ$ لتصبح ⁽¹¹⁾.

$$C(X, ANY Y \text{ within } (\theta, \theta)) = \left(\frac{2}{\pi}\right)^{0.5} \frac{Q}{U\sigma_z\theta} \left[\text{EXP}\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \dots (10)$$

حيث: $\theta = \frac{2\pi}{16}$ (وتقاس بنصف قطرية).

ان تخمين التركيز من المعادلة (15-3) والتي تسمى بمعادلة معدلات المقطع Sector averages equation يستخدم لتقدير تأثير الانبعاثات الممتدة The effect of prolonged releases المتضمنة لتأثيرات سرعة واتجاه الرياح وصنف الاستقرارية.

تقديرات التركيز لفترات اختبارية مختلفة Concentration estimates for various sampling times

ان معاملات التشتت لتغيرات (PGT Profile (PGT في التشتت الجوي تعطي معدل التراكم التي بحدود فترة زمنية تساوي (3-10)min وللحصول على تقديرات (حسابات) التراكم لفترات زمنية اطول من 10min فانه يتوجب تصحيح النتائج المتبأ بها بنموذج التشتت، والمعادلة التالية تعطينا قيم مقارنة للتركيز لفترة زمنية اقل من (2) ساعة وكالاتي:-

$$C_2 = C_1 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^q \dots \dots \dots (11)$$

اذ ان :- C_2 :- التركيز المطلوب ايجاد قيمة لفترة زمنية t_2
 C_1 :- التركيز المحسوب بواسطة نموذج التشتت لاقصر فترة زمنية (t_1) تساوي (3-10) min
 q :- قيمة تتراوح بين (0.17 - 0.2) .

الخطوات العملية للبحث:

- 1- تم اختيار ثلاثة مواقع نموذجية تقع على امتداد نهر دجلة في بغداد وكما يلي :
 - أ- موقع تعبئة غاز التاجي /شمال بغداد /صناعية-سكنية
 - ب- موقع تعبئة غاز النهضة /وسط بغداد / تجارية-سكنية
 - ج- موقع تعبئة غاز الزعفرانية /جنوب بغداد /زراعية-سكنية
- 2- أعتبرت منصة التعبئة داخل كل موقع من مواقع هذه الدراسة تمثل مصدرا "نقطيا" للتلوث، وان الارتفاع المؤثر للمصدر النقطي H . ولتحديد كثافة التلوث في منطقة المنصة داخل الموقع تم تحديد دائرتين وهميتين متحدتي المركز (المنصة) وذات أنصاف أقطار 5، 10 متر على التوالي بهدف معرفة تأثير العوامل الجوية في تحديد كثافة التلوث داخل الموقع وتضمن العمل محورين أساسيين :

أولاً : جانب التطبيق العملي الميداني، الذي تضمن اجراء قياسات موقعية لكل مركب من الغازات الثقيلة الباردة المكونة لخليط LPG . إضافة لقياس المتغيرات الجوية وهي اتجاه وسرعة الرياح، درجة حرارة الهواء، الرطوبة النسبية. تم اجراء القياسات في أماكن مختلفة على محيط الدائرتين الوهميتين وفي اتجاهات مختلفة لمصدر التلوث وميزت برموز الأحرف

الأنكليزية. أعيدت القياسات لجميع المحطات لنقاط مختارة خارج الدائرتين الوهميتين وعلى أمتداد اتجاه الريح. هذا وقد أجريت القياسات في أيام محددة من فصلي الصيف والشتاء. ثانياً : جانب تطبيق النموذج الرياضي كاوس لانتشار الملوثات ذو النظامين وتطبيقه على الغازات الثقيلة الباردة ومناقشتها مع القياسات الميدانية.

النتائج والمناقشة:

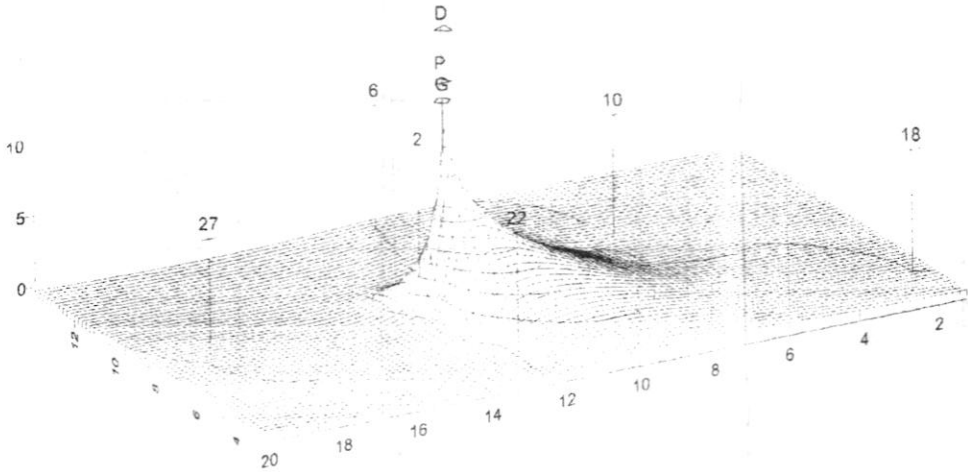
تشير كافة قياسات تراكيز الملوثات في الأماكن داخل المواقع وخارجها كما تظهرها الأشكال (3، 4، 5) من أن أعلى التراكيز للمكونات الهيدروكربونية الباردة لخليط L.P.G المتمثلة بغازات الايثان، البروبان، البيوتان، البنتان، قد ظهرت عند مكان المنصة، تليها الدائرتين الوهميتين، وقد لوحظ تناقص تدريجي بشكل عام في قيم تراكيز هذه الملوثات باتجاه ابتعادنا أفقياً عن الخط المركزي لتشتت الملوثات الهيدروكربونية (وفي حالة خلو منطقة القياس من وجود المنخفضات)، ومن هنا يتضح تأثير درجة القرب من مصدر التلوث. يبين الجدول (10) معدلات تراكيز LPG عند منصات التعبئة. كذلك نتائج تطبيق نموذج كاوس مع المقارنة بالقياسات الميدانية توضحها الأشكال (6،7،8) لكل محطة مختارة علماً بأن هذه النتائج هي جزء من النتائج الكلية المختارة لأيام معينة لغرض توضيح الاستنتاجات. الجدول (10) معدلات تراكيز (L.P.G) عند منصات التعبئة في الأيام التي أجريت فيها القياسات.

الفصل	معدل تركيز (L.P.G) على منصة التعبئة (%)	رقم القياس	اسم الموقع
شتاءاً	13.9	1	موقع تعبئة غاز التاجي
صيفاً	18	2	موقع تعبئة غاز التاجي
صيفاً	23	3	موقع تعبئة غاز التاجي
شتاءاً	7.976	4	موقع تعبئة غاز النهضة
صيفاً	10	5	موقع تعبئة غاز النهضة
صيفاً	12	6	موقع تعبئة غاز النهضة
شتاءاً	8.946	7	موقع تعبئة غاز الزعفرانية
صيفاً	12	8	موقع تعبئة غاز الزعفرانية
صيفاً	11	9	موقع تعبئة غاز الزعفرانية

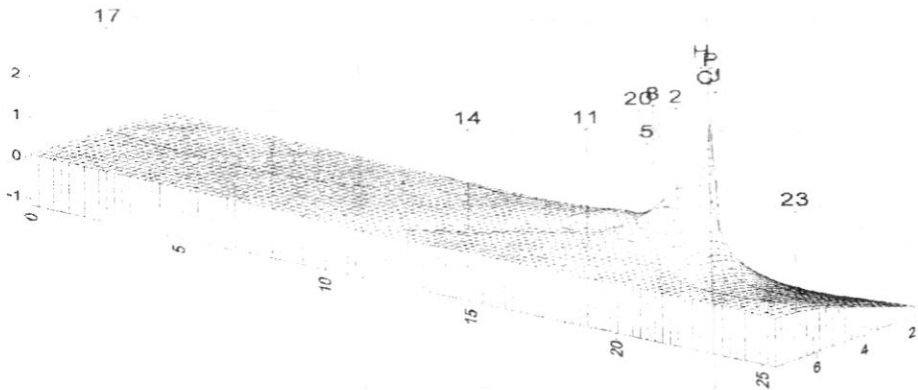
مجلة كلية التربية ***** العدد الخامس / 2005

الجدول (11) معدلات تراكيز الملوثات الجوية المنبعثة من خليط L.P.G من المكونات الهيدروكربونية الباردة المقاسة والمتغيرات الجوية المناظرة لها داخل مواقع التعبئة المخازن للدراسة: 1 - عند منصات تعبئة الغاز. 2 - على محيطي الدائرتين اللتين، انصاف اقطارهما (10, 5) m، ومركزيهما منصة التعبئة.

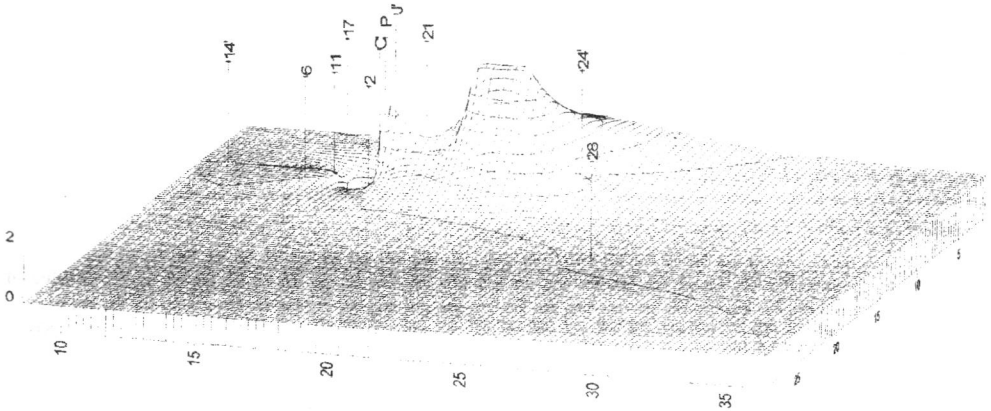
معدلات القيم المقاسة على محيطي الدائرتين			معدلات القيم المقاسة عند المنصة			معدلات القيم المقاسة عند المنصة		
معدلات مجموع تراكيز المكونات الهيدروكربونية لخليط (L.P.G) كنسبة مئوية	الرطوبة النسبية %	درجة الحرارة C°	سرعة الرياح (m/sec)	معدلات مجموع تراكيز المكونات الهيدروكربونية لخليط (L.P.G) كنسبة مئوية	درجة الحرارة C°	سرعة الرياح (m/sec)	الرطوبة النسبية %	درجة الحرارة C°
4.1875 %	37.8	11.9	1.2	13.9 %	10.4	1.1	41.85	10.4
4.875 %	45.6	28.7	2.2	18 %	27.2	1.45	49.8	27.2
10.436 %	46.4	26.3	1.1	23 %	22.7	0.6	51.2	22.7
0.625 %	20.66	20.5	2.3	7.976 %	19.3	3.7	21.6	19.3
1.0625 %	23.3	38.2	2.26	10 %	36.1	3.2	23.8	36.1
1.8125 %	32.6	34.0	1.94	12.5 %	33.1	2.9	31.8	33.1
1.0567 %	23.4	12.8	2.36	8.946 %	12.1	3.5	23.8	12.1
3.066 %	29.4	35.3	0.2	12 %	32.0	0.9	32.5	32.0
2.111 %	32.8	36.8	1.18	11 %	35.6	1.3	36.4	35.6



الشكل (3) ثلاثي الابعاد لتركيز % L.P.G لموقع التاجي

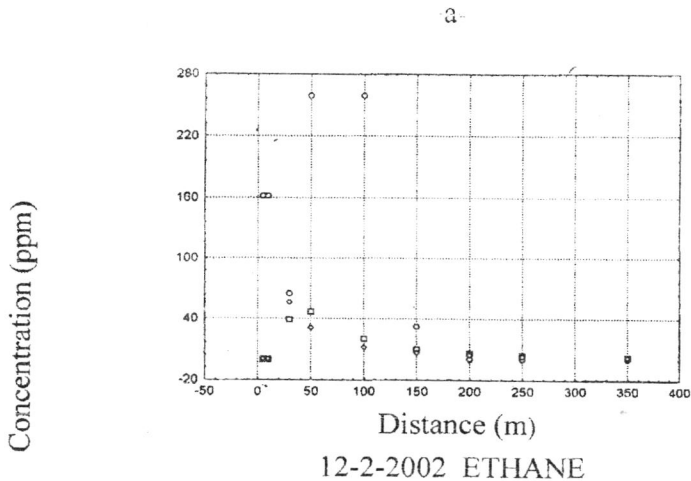


الشكل (4) ثلاثي الابعاد لتركيز % L.P.G لموقع النهضة



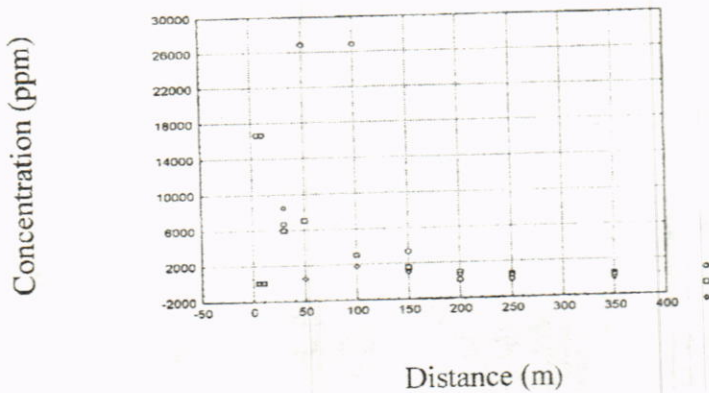
الشكل (5) ثلاثي الابعاد لتركيز % L.P.G لموقع الزعفرانية

الأشكال (3، 4، 5) تمثل تراكيز LPG كنسبة مئوية (من قيمها في المصدر) لمواقع المحطات التاجي، النهضة، الزعفرانية على التوالي لمسافات مختلفة خارج المصدر



M^o Measur
PGPGT
ASASME

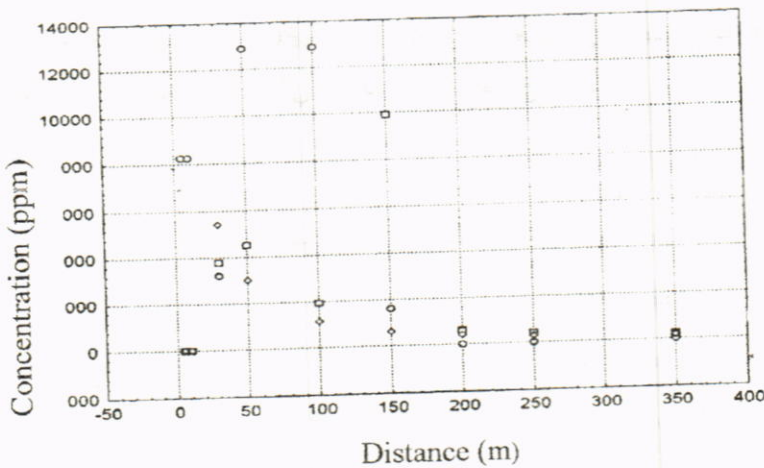
-b-



12-2-2002 PROPANE

M Measur
PPGT
AASME

(c)



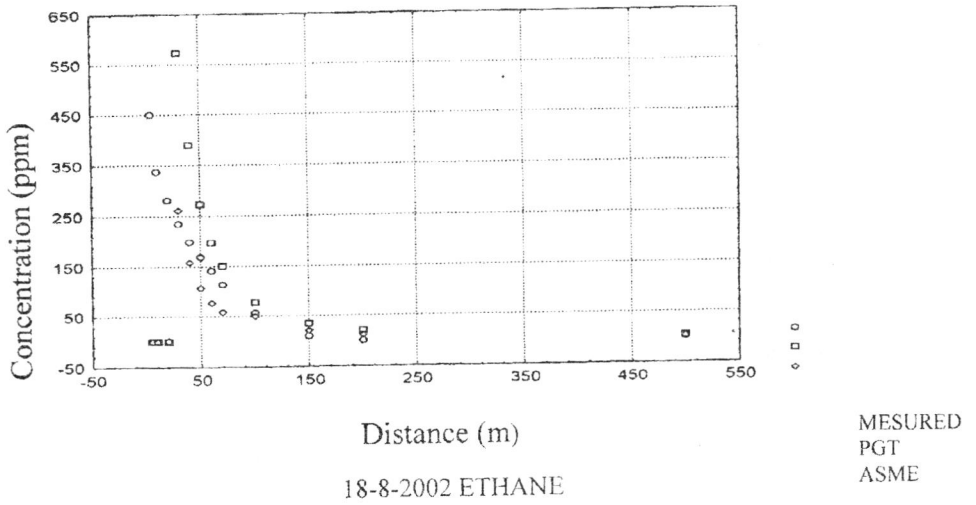
12-2-2002 BUTANE

M Measur
PPPGT
ASASME

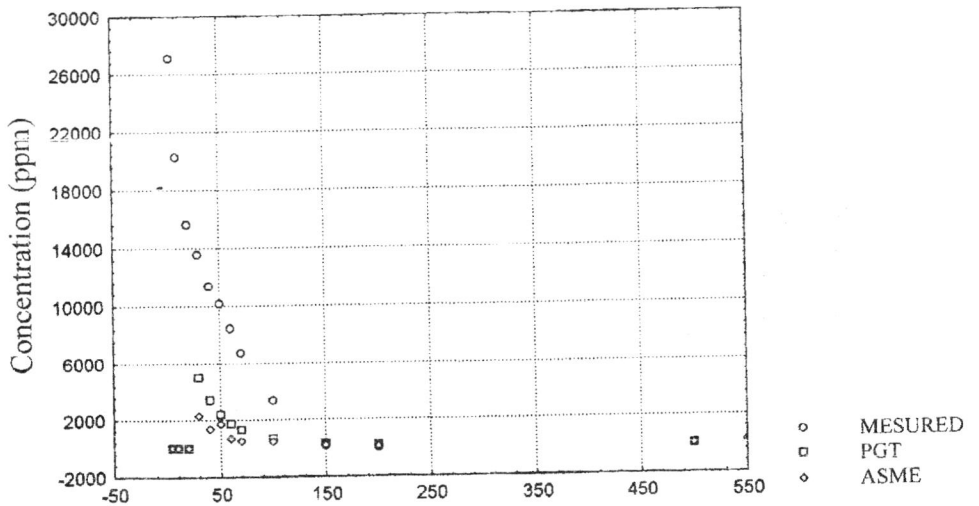
Distance (m)

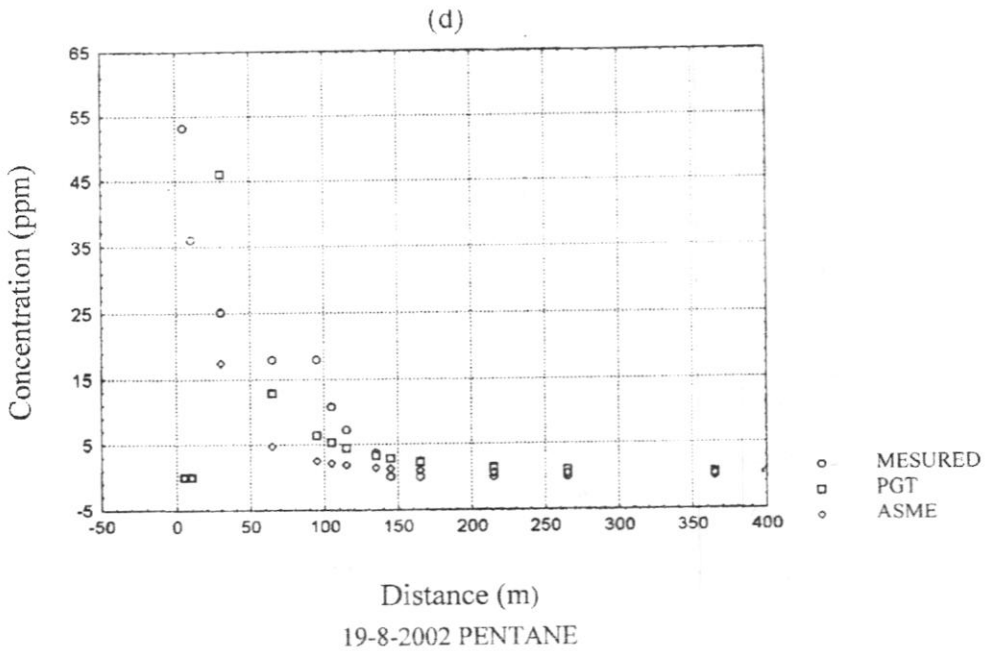
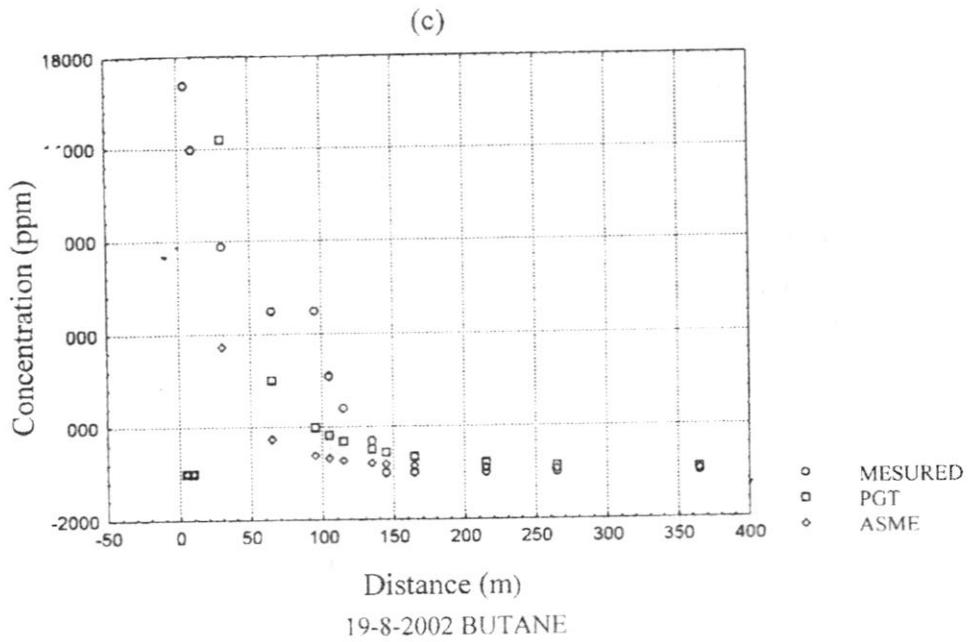
الشكل (6) (a,b,c) مقارنة بين التراكيز المقاسة والتراكيز المحسوبة في موقع الزعفرانية

-a-

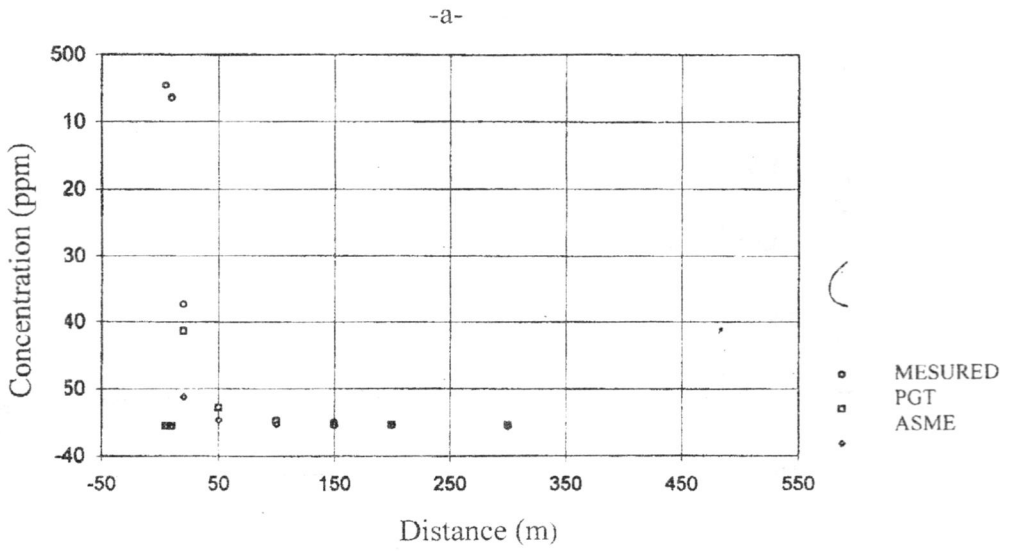


(b)

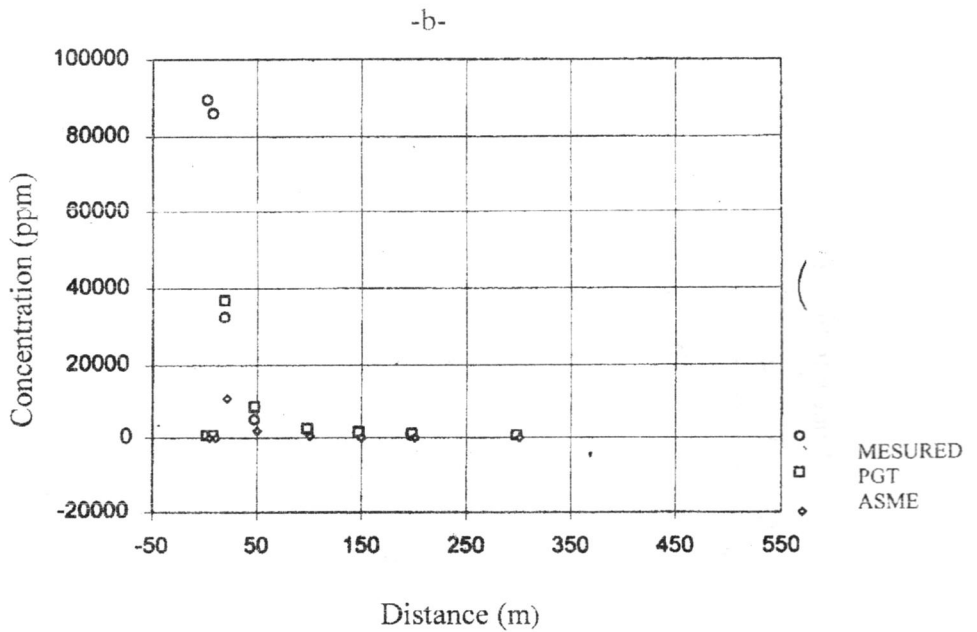




الشكل (7) (a,b,c,d) مقارنة بين التراكيز المقاسة والتراكيز المحسوبة في موقع النهضة

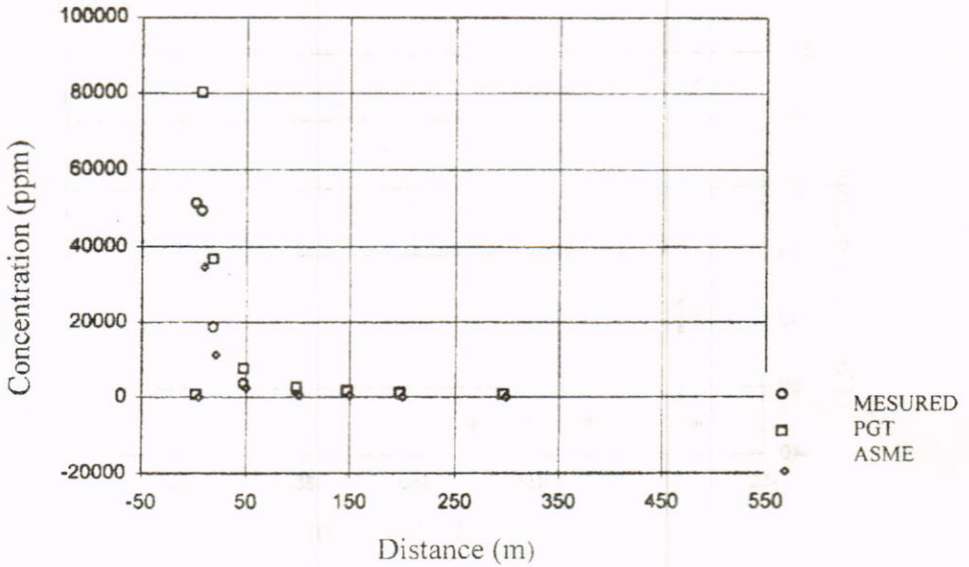


21-8-2002 ETHANE



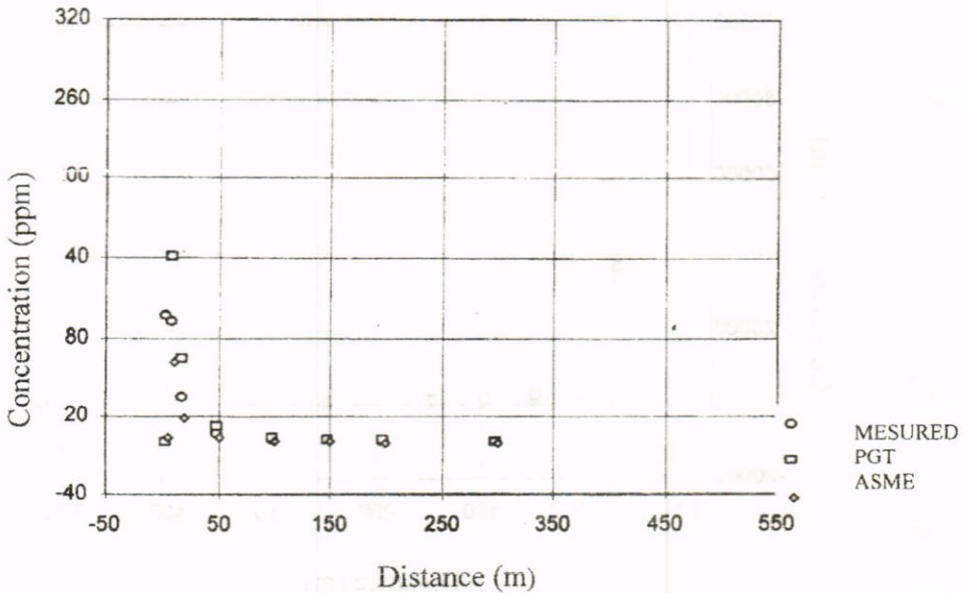
21-8-2002 PROPANE

-C-



21-8-2002 BUTANE

-d-



21-8-2002 PENTANE

الشكل (8) (a,b,c,d) مقارنة بين التراكيز المقاسة والتراكيز المحسوبة في موقع التاجي

مناقشة تأثير العوامل المحددة لكثافة الملوثات في المواقع المختارة لإجراء الدراسة تتضمن هذه المناقشة تحليلاً لنتائج القياسات التي اجريت في مواقع المحطات التي تم اختيارها للدراسة على ضوء تأثير العوامل المحددة لكثافة التلوث ضمن حدود هذه المواقع والمناطق المحيطة بها. مع مقارنة تراكيز الملوثات في هذه المواقع .

1- تأثيرات كمية الملوثات المنبعثة :

من البديهي بأن كمية الملوثات المنطلقة من مصادر انبعاثاتها ذات علاقة مباشرة لتحديد تراكيز الملوثات في مناطق انبعاثاتها ضمن حدود الموقع والمنطقة المحيطة بها، وهذه الكمية تتحدد بعوامل مختلفة منها:-

أ- تأثير نوعية الغاز المستخدم :

تشير قياسات تراكيز الملوثات في مواقع محطات التاجي، النهضة، الزعفرانية، على التوالي خلال فصل الشتاء والعائدة لأرقام القياس (1, 4, 7) المبينة في الجدول (11)، علماً ان قيم تراكيز غاز البنتان (C_5H_{12}) قد سجلت ادنى قيمها لايام القياسات، ففي رقم القياس (1) لموقع التاجي حيث تظهر قيم تراكيز غاز البنتان ضئيلة جداً مقارنة بقياسات فصل الصيف حيث لم تتجاوز او اجزاءاً من الاعشار من وحدة (ppb) في اقصى تراكيزه على الرغم من ان نسبة هذا الغاز تشكل اعلى نسبة ضمن مكونات الخليط مقارنة بالايام الاخرى وكما هو مبين في الجدول (12) وبأستخدام طريقة الوزن الجزيئي للمكونات والتي من خلالها يتم حساب النسب المئوية لمركبات الغاز السائل عند المنصة والتي تمثل بمجموعها 100% للخليط المقاس بواسطة أستخدام جهاز تحليل الغازات نوع Miran 104 بالإضافة الى جهاز تحليل الغازات القابلة للهب نوع MSA 361 .

جدول (12) يبين النسب المئوية لقيم تراكيز غازات خليط LPG في أسطوانة الغاز السائل.

جدول (12) يبين النسب المئوية لقيم تراكيز غازات خليط LPG في أسطوانة الغاز السائل.

النسبة المئوية لتراكيز الغازات في خليط LPG في عبوة غاز التعبئة				
تاريخ القياس	تركيز الأيثان %	تركيز البروبان %	تركيز البيوتان %	تركيز البنتان %
2002/1/20	0.6	61.2	37.5	0.7
2002/2/12	0.4	60.5	38.5	0.6
2002/2/20	0.5	68.2	31.0	0.3
2002/8/16	0.2	30.9	68.5	0.4
2002/8/17	0.7	35.0	64.2	0.1
2002/8/18	0.7	62.0	37.0	0.3
2002/8/19	0.2	37.1	62.5	0.2
2002/8/20	0.2	56.8	42.9	0.1
2002/8/21	0.2	56.8	42.9	0.1

اما تركيز هذا الغاز في رقم القياس (4) لموقع النهضة ورقم القياس (7) لموقع الزعفرانية فقد وصل الى الانعدام ويمكن تفسير سبب حدوث مثل هذه الحالات الى ان غاز البنتان المسال والذي يعد الأعلى (وزناً جزيئياً) للمكونات الهيدروكربونية مقارنة ببقية المكونات الهيدروكربونية فسي خليط (L.P.G) - وكما سبق فإن درجة غليانه العالية مقارنة بمكونات الخليط الأخرى من الهيدروكربونات ($36.2^{\circ}C$) لذا سيحتاج الى عدد اكبر من السرعات الحرارية الممتصة للطاقة اللازمة لتبخير مقارنة بالمكونات الأخرى، فان لم تتوفر هذه الطاقة الحرارية فلم يحصل التبخر مقارنة بالمكونات الأخرى، لذا ليس من الغريب ان نجد نفاذية استخدام عبوة الغاز المسال على الرغم من ثقل وزن الغاز الذي في داخلها في الايام الباردة من فصل الشتاء وكذلك تحدث الحالة هذه لغاز البيوتان في الدول الباردة الأخرى درجة غليانه ($0.5^{\circ}C -$).

ومن الجدير بالاشارة عند الحديث بهذا الخصوص، انه وجد حدوث انخفاضاً واضحاً و تدريجياً في درجات الحرارة كلما اقتربنا من منصة التعبئة مصدر انبعاث الملوثات الهيدروكربونية - الثقيلة المكونة لخليط L.P.G، وذلك نتيجة التسربات الحاصلة في هذه الملوثات من مصادرها وفي كافة المحطات، فقد وصل الانخفاض في درجات الحرارة اقصى درجاته عند مكان منصة التعبئة وفي كافة الايام التي جرت فيها القياسات في مواقع الدراسة تبعه في ذلك انخفاضات درجات الحرارة

في الاماكن المقاسة على محيطي الدائرتين الوهميتين حول المنصة، وكان هذا الانخفاض في درجات الحرارة يقل بابتعادنا عن منصة التعيبة (مصدر التلوث) مقترباً باتجاه درجات الحرارة السائدة والعامه في المناطق الاخرى خارج الموقع لذلك اليوم. كما لوحظ وجود علاقة طردية بين الانخفاض في درجة الحرارة (ΔT) وتركيز (L.P.G %) المنبعث في مكان المنصة وضمن الدائرتين الوهميتين التي حولها، وكما يظهر في الجدول (11)، حيث اتضح ايضاً بان قيمة (ΔT) تعتمد على نوع الملوث الهيدروكربوني المكون لخليط (L.P.G) وكميته المتسربة الى الجو وكما تظهره جداول القياسات ويفسر ذلك على ان gm (1) من أي من مكونات خليط L.P.G الهيدروكربونية الاخرى، تحتاج الى طاقة كامنة للتبخر تختلف قيمةً عن الطاقة اللازمة لتبخر نفس الكتلة من المكونات الأخرى (وذلك اعتماداً على درجة غليانه).

2- تأثير حجم التفاعلات الكيميائية :-

تشير نتائج قياسات تراكيز الملوثات في موقع التاجي ال ان قيم تراكيز H_2S لم تظهر مرتفعة في منطقة المنصة (عند المنصة والدائرتين المحيطتين بها) على الرغم من النسب المئوية المرتفعة لتراكيز (L.P.G) المتسربة الى الجو، فضلاً عن وجود الشعلة Flare - كمصدر آخر لابعاث الملوثات الغازية ويُعزى السبب في ذلك الى ان بعض الغازات الفائضة ومنها غاز H_2S المستخلص من تحليله التحلية Sweeting (L.P.G)، فإنه يتحول بعد حرقه بعد حرقها في الشعلة وللتخلص منها انواع أخرى من الملوثات، فغاز H_2S عند احتراقه في الشعلة (للتخلص منه الى انواع اخرى من الملوثات اذ يتحول غاز H_2S عند احتراقه الى غاز (SO_2))، لان وجوده يعتبر ملوثاً خطراً على الانسان والبيئة).

3- تأثير درجة القرب من مصدر التلوث:-

تشير كافة جداول قياسات تراكيز الملوثات في الاماكن داخل المواقع وخارجها كما تظهر الاشكال من (3) الى (5) بان أعلى التراكيز للمكونات الهيدروكربونية الباردة لخليط L.P.G المتمثلة بغازات الايثان، البروبان، البيوتان، البنتان، قد ظهرت عند مكان المنصة، تليها الدائرتين الوهميتين، وقد لوحظ تناقص تدريجي بشكل عام في قيم تراكيز هذه الملوثات باتجاه ابتعادنا افقياً عن الخط المركزي لتشتت الملوثات الهيدروكربونية (وفي حالة خلو منطقة القياس من وجود المنخفضات)، ومن هنا يتضح تأثير درجة القرب من مصدر التلوث.

4- تأثيرات الطبيعة الفيزيائية والكيميائية لـ (L.P.G) :-

أ - الطفوية السالبة: تظهر كافة جداول القياسات من (1-5) الى (5-18) للمواقع المختارة للبحث نتائج القياسات للغازات الثقيلة الباردة المتمثلة بغازات:- الايثان- C_2H_6 - ، البروبان- C_3H_8 -، البيوتان - C_4H_{10} - ، البنتان - C_5H_{12} - عن مؤشرات لتراكيز عالية جداً مقارنة بوحدة الـ (ppm) (وهي الوحدة السائدة في غالبية قياسات ملوثات الهواء)، حيث تنحصر هذه التراكيز في مديات تتراوح قيمها بين مئات الى مئات الالاف من وحدة ppm (وعلى وجه الخصوص خلال فصل الصيف)، لذا نجد ان الاجهزة المصممة لقياس هذا النوع من الملوثات الغازية تستخدم وحدة النسبة المئوية (%) عادة بسبب القيم المرتفعة لتراكيزها والمترجمة قرب سطح الارض بسبب طفويتها السالبة وبفعل تأثرها بالجاذبية الارضية، فان ذلك سيؤدي الى هبوطها وحدوث حالة الترسيب الجاف وكلما كان الغاز البارد اقل (وزناً جزيئياً)، زاد ذلك من حالة الترسيب وقلت سرعة الانتشار، ويظهر الجدول (11) في رقم القياس (8) لموقع الزعفرانية. اعلى تراكيز (LPG%) في مكان المنصة ومنطقة الدائرتين التي حولها مقارنة بأيام القياس الاخرى، وان احد اسباب ذلك يعود الى زيادة في النسبة المئوية المكونة لخليط (L.P.G) من الغازات الهيدروكربونية الاثقل وزناً جزئياً (من غازي البيوتان والذي تشكل نسبته في خليط العبوة (68.5 %) وارتفاع نسبة غاز البنتان (0.4%) لاحظ الجدول (12) مع المقارنة بين نسب الخليط). حيث ان سرعة الترسيب تعتمد على كثافة الغاز البارد وتزداد بزيادة الكثافة (عند ثبوت كمية تدفق الخليط)

- | | | | | |
|-----------------------------|---|------------------------------|---|-------------------------|
| زيادة نسبة الايثان المنبعث | ← | تنخفض نسبة الترسيب | ← | يقل التركيز |
| زيادة نسبة البروبان المنبعث | ← | ترتفع نسبة الترسيب | ← | يزداد التركيز |
| زيادة نسبة البيوتان المنبعث | ← | ترتفع نسبة الترسيب اكثر | ← | يزداد التركيز الى اقصاه |
| زيادة نسبة البنتان المنبعث | ← | يزداد الترسيب اكثر من سابقها | ← | يرتفع التركيز اكثر |

ب- تأثير وجود المنخفضات على استقرارية الغازات الهيدروكربونية الثقيلة - الباردة فيها:-

من قياسات موقع الزعفرانية (رقم القياس - 7 - لاحظ الجدول 11) بارترافات عالية في تراكيز L.P.G عند اماكن القياس (23 , 24)، والتي تشكل منخفضات بدرجات متفاوتة ونقع على مسافات m (50 , 100) من المنصة، وهي أعلى من تراكيز الخليط عند مكان القياس (22) الذي يقع على نفس المسار باتجاه الريح (من المنصة)، والذي يبعد مسافة m (30) من المنصة اذ لا يتعدى لم يتجاوز فيها تركيز (L.P.G) اكثر من ppm (1) لاحظ شكل الموقع (4-3)، حيث تفسر هذه الحالة النادرة الحدوث على اساس انه بسبب سرعة الريح العالية نسبياً عند منطقة المنصة والدائرتين المحيطة بها، مما ادى الى جرف الملوثات الثقيلة بعيداً عنها ونقلها لمسافات بعيدة وحيث ما لبثت هذه الملوثات ان لقيت هذه الاماكن المنخفضة (وهي عبارة عن منخفضات عميقه، مفتعله بشرياً نتيجة جرف كميات من الرمال والتي استخدمت لغرض تشييد وتعليه ارتفاع الموقع عن المنطقة المحيطة بها، حسبما يظهر من خلال ذلك بهدف تطبيق الاسس العلمية للتخفيف من حالة التلوث داخل الموقع) حتى تجمعت واستقرت فيها هذه الملوثات كما لوحظت حالات مشابهة لهذه الحالة ولكن اقل وضوحاً منها وذلك في الاماكن (1) و (2) ومن المتوقع ان يكون ذلك بسبب اختلاف في حالة الاستقرارية الجوية وجر الملوثات لمسافات ابعد في الحالة الاولى وايضاً حالة مشابهة في الاماكن (2) ، (3) شرق موقع النهضة قرب السياج الخارجي ، ويعود السبب هي ذلك لجميع الحالات هو ميول هذا النوع من الملوثات للتجمع والاستقرار في المناطق الواطئة المستوى.

ج- تأثير حركة ريشة السحابة الثقيلة :-

أن الدور الذي يلعبه نوع الغاز كعاملاً من عوامل تحديد كمية الملوثات الجوية المنطلقة، فأن انبعاث اية كمية من الغازات الهيدروكربونية - الثقيلة لمكونات خليط (L.P.G)، يجب ان يصحبها انخفاض في درجة حرارة الجو المحيط (ΔT) عن المعدلات العامة لها والسائدة في بقية المناطق ومن هذا المنطلق ستولد اجواء متغايرة في درجات الحرارة بين مكان مصدر انبعاث هذه الملوثات (المنصة) والاماكن الاخرى (داخل حدود الموقع وخارجها). وعلى هذا الاساس ونتيجة لزحف ريشة سحابة الغاز - الثقيلة (ذات المستوى الواطئ والقريب من سطح الارض) وانتقالها من سطح بارد عند هذا المستوى المنخفض من طبقة الهواء الى سطح اكثر دفئاً، فسوف تنشأ حالة شبه استقرارية لهذه الطبقة من الهواء وريشة السحابة الثقيلة، مما يؤدي الى حصرها ضمن مستوى

واطيء في طبقة الهواء، ان حالة الحصر تسمح بمزج سريع Rapid mixing لريشة السحابة الثقيلة تحت طبقة الانقلاب، لكن الهواء المستقر في هذه الطبقة يقوم باعاقه هروب المادة وعطيه سيحدد شكل السحابة وتحصر فتصبح مسطحة من الاعلى، وسنجد ان حركة ريشة سحابة L.P.G هي من نوع الحركة المنحصرة Trapping.

5- تأثير الحالة الجوية:-

للمتغيرات الجوية في الايام التي اجريت في القياسات الميدانية دوراً واضحاً ورئيساً في تحديد كثافة ودرجة التلوث في محطات تعبئة الغاز المسال.

أ- تأثير اتجاه الريح

تظهر نتائج قياسات كافة المواقع تشير الاشكال من (3) الى (5)، بان اعلى تراكيز الملوثات الهيدروكاربونية لخليط L.P.G في الاماكن ذات الابعاد المتساوية عن مصدر الملوثات تحققت في الاماكن التي تقع مواجهة لمهب الريح المحملة بالملوثات وادناها تراكيزاً ظهرت في الاماكن الواقعة عكس مهب الريح المحملة بالملوثات.

ب- تأثيرات سرعة الريح

تم التوصل الى ان نوع حركة ريشة السحابة الثقيلة لـ (L.P.G) هي من نوع الحركة المنحصرة، بعد التحقق بمقارنة سلوكية وصفات السحابة مع هذا النوع من حركة الريش وصفاته وذلك من خلال نتائج القياسات المستحصلة مثلاً (تراكيز عالية عند أقرب سطح الارض) والتفاوت الحاصل في درجات الحرارة (ΔT) بين الاماكن المختلفة والتي تم اجراء القياسات فيها (وكنتيجة لزحف السحابة الثقيلة من سطح بارد الى سطح اكثر دفئاً). من ناحية اخرى، فمن البديهي بانه كلما قلت الاضطرابية الجوية تبعها تقدم في صنف الاستقرارية، ولكي تنشئت السحابة الثقيلة بدون تأثير الاضطرابية الجوية يبقى عامل الانتقال - Transporation - هو العامل الوحيد المهيمن في تخفيف التركيز وتلاشي السحابة تدريجياً. حيث يظهر الجدول (11)، الذي يوضح قياسات النسب المئوية لتراكيز (L.P.G) مع متغيراتها الجوية المناظرة عند مكان المنصة وضمن مساحة الدائرتين حولها، نجد من خلال القيم المستخلصة انه زيادة سرعة الريح يتبعها انخفاض في تراكيز الملوثات الثقيلة في منطقة المنصة ، حيث يظهر رقم القياس (3) لنتائج قياسات موقع التاجي في الجدول (11)، لما وصل اليه ارتفاع تراكيز (L.P.G) الى أقصى قيمة له مقارنة بقياسات تراكيزه في الايام الاخرى التي اجريت فيها القياسات في مواقع الدراسة، استناداً الى جدول (11) والذي

وصل تركيز خليط (L.P.G) فيه الى (23 %) عند مكان المنصة و % 10.49 ضمن منطقة الدائرتين (10,5)m حولها وذلك عندما انخفضت سرعة الريح الى (0.6) m/ sec (1.1 m/sec) على التوالي.

في حين يظهر الجدول (11) ادنى تراكيز (L.P.G) عند مكان المنصة وضمن الدائرتين (10 , 5 m) حولها وذلك في رقم القياس (4) لموقع النهضة وكما يشير الجدول فان هذه القيم تساوي (% 7.976 لتركييز (L.P.G %) في مكان المنصة عندما وصلت سرعة الرياح ما يقارب (3.7 m/sec) وهي اعلى سرعة وصلت فيها الرياح في الايام التي اجريت فيها القياسات كما وصلت سرعة الرياح في منطقة الدائرتين الى اعلى قيمة مقارنة بالايام الاخرى وهي (2.3 m/Sec) حينها انخفض معدل تركيز (L.P.G %) الى (% 0.625) . وقد لوحظت الحالة مشابهة في موقع الزعفرانية في رقم القياس (7) الموضح في الجدول (11) اذ وجد بأن أدنى تركيز لـ (% L.P.G وهو (% 8.946) عندما وصلت سرعة الرياح اقصاها (3.5)m/s) مقارنة بالايام الاخرى التي جرت فيها القياسات في موقع الزعفرانية وكذلك بالنسبة للدائرتين التي حول المنصة، فقد وصلت سرعة الرياح الى (2.36) m/sec حينها انخفض معدل التركيز % L.P.G الى (% 1.0667 . ومن الجدير بالاشارة الى ان حالة رقم القياس (3) قد سجلت (صيفاً) بينما في الحالتين الاخيرتين (4) , (7) والتي تمّ فيها اجراء القياسات كانت في فصل الشتاء، وعليه يمكن التوصل الى نتيجة بان اعلى حالات التلوث تكون في حالة السكون الرياح او في قيمها المنخفضة وهذا ما يناقض ما توصل اليه المصدر مارزينا⁽¹²⁾ عن تشتت الملوثات الساخنة من المداخن العالية.

ج- تأثير الاستقرار الجوية

رجوعاً الى الجدول (6) حيث توضح فيه اصناف الاستقرار، والتي تمّ استخلاص صنف الاستقرار الجوية منه وتحديدتها في الجدول (11) (بعد استحصال قيم الاشعاع الشمسي وسرع الريح وكمية الغيوم من هيئة الانواء الجوية)، وتظهر ارقام القياسات (1)، (2)، (3) لموقع الناجي (المبينة في الجدول 11) بان اقصى المسافات للاماكن التي اجريت فيها القياسات والتي تقع في مهب الرياح المحملة بالملوثات الثقيلة الباردة هي على التوالي:-

- 1- 500 m من المنصة ← رقم القياس (1) ← صنف الاستقرار الجوية D-
2- 400 m من المنصة ← رقم القياس (2) ← صنف الاستقرار الجوية C-

3- 200 m من المنصة ← رقم القياس (3) ← صنف الاستقرارية الجوية -C-

فيما اظهرت القياسات لموقع النهضة والعائد لارقام القياسات (4),(5),(6) بان اقصى المسافات باتجاه الرياح التي وصلت فيها حالة التلوث بالملوثات الثقيلة - الباردة هي وعلى التوالي:-

1- 180 m من المنصة ← رقم القياس (4) ← صنف الاستقرارية الجوية (C-D)

2- 140 m من المنصة ← رقم القياس (5) ← صنف الاستقرارية الجوية (C)

3- 135 m من المنصة ← رقم القياس (6) ← صنف الاستقرارية الجوية (C)

فيما تشير نتائج قياسات لموقع الزعفرانية والعائدة لارقام القياسات (7), (8), (9) بان اقصى المسافات للاماكن التي تم اجراء القياسات فيها والتي تقع في مهب الرياح المحملة بالملوثات الثقيلة - الباردة هي وعلى التوالي:-

1- 150 m من المنصة ← رقم القياس (7) الحالة -A- ← صنف الاستقرارية (D)

2- 725 m من المنصة ← رقم القياس (7) الحالة -B- ← صنف الاستقرارية (D)

3- 100 m من المنصة ← رقم القياس (8) ← صنف الاستقرارية (A)

4- 150 m من المنصة ← رقم القياس (9) ← صنف الاستقرارية (A - B)

وعليه يمكننا التوصل الى الاستنتاج بان زيادة صنف الاستقرارية ليوم القياس يكون مقترن بزيادة في انتقال الملوثات الثقيلة - الباردة لمسافات ابعد عن مصدر انبعاثها (عند تحديد نقطة الانبعاث)، وهذه الحالة تطبق على كافة الملوثات الاخرى عند تحديد اماكن مصادر انبعاثاتها، لذا لم نتطرق الى غازات (CO, SO₂, H₂S)، وذلك لوجود مصادر مختلفة لانبعاث مثل هذه الملوثات مثل (المركبات المختلفة، الشعلة في موقع الناجي، مياه التصريف الصحية ... الخ).

د- تأثير الرطوبة النسبية

تشير كافة القياسات لجميع الايام في مواقع الدراسة، بان اعلى نسبة مئوية وصلت فيها الرطوبة ولكافة المواقع المختارة لاجراء الدراسة ظهرت عند المنصة ثم يليها في ذلك منطقة الدائرتين حول المنصة، وذلك بسبب استخدام طريقة (الرش بالماء) المستمرة في هذه المنطقة، فضلاً عن انبعاث بخار الماء من خليط (L.P.G) عند التسرب. كما ان مساهمة الشعلة - Flare - في موقع الناجي، وما نبعثه من نواتج الغازات المحترقة ومنها بخار الماء الى الجو، وتعد هذه جميعها مصادر مساهمة في ارتفاع الرطوبة النسبية ضمن اطار هذا المحيط، اذ تم استخلاص قيم الرطوبة النسبية عند المنصات والدائرتين التي حولها (10,5)m لكافة الايام التي جرت فيها القياسات

وتوثيقها في الجدول (11) لاجراء المقارنة بين الايام التي جرت فيها القياسات في المواقع المختارة فقد لوحظ من الجدول (5-18)، وجود علاقة طردية بين ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو وتراكم الملوثات الثقيلة، ويعزو ذلك الى ان جزيئات غاز الماء القريبة من سطح الارض تعمل على امتزاز هذه الملوثات المتواجدة في الهواء. لذا نجد بان ارتفاع الرطوبة النسبية في منطقة المنصة ومنطقة الدائرتين التي حولها مقارنة بالاماكن الأخرى كان عاملاً مساهماً في زيادة تراكيز هذه الملوثات في هذه المنطقة، هذا من ناحية، ومن الناحية الأخرى، في الجدول (11) يمكننا الاستنتاج ان زيادة سرعة الريح يتبعها انخفاض في الرطوبة النسبية نوعاً ما (كحال الملوثات الأخرى) مما يتبين الدور المهم لسرعة الرياح في التخفيف من درجة التلوث.

6- تأثيرات مجرى الرياح الموقعي

كان لتأثير مجرى الرياح الموقعي دوراً مهماً في تحديد كثافة التلوث في المواقع المختارة للدراسة، اذ تفاوتت الاسباب المولدة لانحرافات الرياح عن المسار الصحيح، وتلافياً لحدوث حالات التلوث الحاد، نتيجة هذه الاسباب سوف نناقش أهمها:-

أ- تأثيرات شكل الموقع

تبلغ أعلى التراكيز لملوثات (L.P.G %) في مواقع التاجي الزعفرانية، النهضة المقاسة عند المنصة على التوالي.

1- موقع التاجي ← رقم القياس (3) ← التركيز 23%

2- موقع النهضة ← رقم القياس (6) ← التركيز 12%

3- موقع الزعفرانية ← رقم القياس (8) ← التركيز 12%

عند اجراء المقارنة بين قياسات كثافة الملوثات تبين بانه عندما كانت الرياح تهب عمودية على اقطار اشكال المواقع، ففي هذه الحالة ستكون المساحة المحمية من الرياح (بما يعترضها من وجود ابنية وحواجز ومصدات رياح اخرى) اكبر مما لو هبت الرياح في اتجاه عمودي على احد اضلاع الشكل (خاصة الضلع الطويل اذا كان شكل الموقع متوازي المستطيلات) لكي تصل الرياح الى مكان المنصة (مصدر التلوث) وتجرف ملوثاتها الى خارج منطقة انبعاثات الملوثات، هذا من ناحية ومن الناحية الأخرى، لكي تجرف الملوثات بواسطة الرياح التي تحملها لتقلها الى خارج الموقع،

فانه يستوجب على تلك الريح المحملة بهذه الملوثات ان تقطع مسافة أكبر، وتشير القياسات لارقام القياس (2,1) على التوالي لموقع التاجي بان اتجاه الرياح الغربية باتجاه الشرق حيث ان اتجاه الرياح عمودياً على طول الضلع والذي يمثل السياج الغربي لشكل الموقع، وفي مثل هذه الحالة يستوجب على الرياح ان تقطع مسافة قدرها (m) 98 لكي تحرف الملوثات من منصة التعبئة الى خارج الموقع (شرقاً)، والتي تعتبر أقصر مسافة تقطعها الرياح لنقل الملوثات خارج حدود الموقع من منصة التعبئة في حين تظهر القياسات لرقم القياس (3) لموقع التاجي باتجاه الرياح الموقعي - ش غ - (عمودية على قطر شكل الموقع) وفي هذه الحالة يستوجب على الرياح ان تقطع مسافة تتعدى (m) 400 لكي تحمل الملوثات الى خارج حدود الموقع (باتجاه الجنوب الشرقي).

ومن الجدير بالاشارة هنا مقارنة تراكيز (% L.P.G) في مكان المنصة للايام التي جرت فيها القياسات نجد بان اعلى قيم لتراكيز (L.P.G) ظهرت في رقم القياس (3)، أي عندما كان اتجاه الرياح الموقعي - ش غ - (عمودياً على قطر الشكل)، بينما ظهرت التراكيز في ارقام القياس (2) (1) ، (بنسب مئوية اقل مما في رقم القياس (3) عندما كان اتجاه الرياح الموقعي - ش غ - وعمودي على الضلع لشكل الموقع، وهذا يعود الى ان المساحة المحمية من الرياح في رقم القياس (3) كانت اكبر منها في ارقام القياس (1) ، (2). كذلك تظهر القياسات في الاماكن التي اجريت فيها القياسات خارج الموقع الانف الذكر عندما كان اتجاه الرياح الموقعي - ش غ - . نستنتج من ذلك على الرغم من التلوث الحاد الحاصل داخل اماكن الموقع فهو يعود الى انه لم يكن بالامكان وصول تلك الملوثات الهيدروكربونية- المحمولة بواسطة الريح التي تجرفها ان تجتاز المسافة الطويلة لتصل الى خارج حدود الموقع مما ادى الى حصول التلوث الحاد داخل الموقع. وعليه فمن المتوقع حصول تلوث حاد داخل الموقع اذا هبت الرياح الموقعية باتجاه الشمال الشرقي، لان المسافة ستكون اطول من المنصة (مصدر التلوث) الى خارج الموقع. وقد ثبتت الحالة مماثلة في موقعي الزعفرانية والنهضة ولكن بدرجة اقل حدة ووضوحاً مما في حالة موقع التاجي (الصغير مساحتي هذين الموقعين مقارنة بموقع التاجي). لذا ينصح ان يكون تصميم شكل الموقع دائرياً.

ب- تأثيرات المرتفعات والابنية

تظهر القياسات قيم تراكيز خليط (% L.P.G) لرقم القياس (3) في موقع التاجي، حيث تركيز خليط (% L.P.G) = (23%) وهو اعلى ارتفاع لتراكيز الملوثات كما ذكرنا سابقاً، كما يشير اتجاه الرياح الموقعي -ش غ- ، وهو ان الاتجاه المساند للرياح في القطر خلال الاعوام الماضية، ومن الجدير بالذكر ان المسببات المتعددة (المختلفة المناشيء) لحدوث درجة التلوث

العالية داخل المواقع التعبة عامة وداخل موقع التاجي على وجه الخصوص والذي لم يؤخذ لها أي اعتبار عند اختيار مكان الموقع ولا عند تصميم شكله وفق الاعتبارات والاسس العالمية البحثية. ومن هذه الاسباب هي عامل المرتفعات المحيطة بالموقع فهناك المرتفع الترابي الذي يحيط بموقع التاجي ممتداً من اقصى شمال غرب الموقع الى اقصى شمال شرقه (وهو عبارة عن جسر يمر من خلال قطار بغداد - موصل) تعتبر من أحد مسببات حصول التلوث العالي الدرجة داخل الموقع المذكور عندما تهب الرياح (ش ش) او (ش) او (ش غ) وكما في حالة اتجاه الرياح (ش غ) وذلك فان الرياح تمر بالمرتفع أولاً ثم تتجه الى داخل الموقع مائلة باتجاه الارض بسبب اتساع مساحة المقطع العمودي على اتجاه تيار الرياح، وانخفاض مستوى الارض مما يؤدي الى هبوط سحبات الملوثات تدريجياً بالاتجاه السفلي (باتجاه الارض) ومن جهة اخرى، وجود العديد من الابنية المحيطة بالمنصة (مصدر التلوث) في مواقع تعبئة الزعفرانية وموقع النهضة من جهة الجنوب الشرقي، وكذلك الى جنوب الشرقي لمنصة التاجي - حيث تتسبب هذه الابنية هي انفصال التيار الهوائي عند مروره بمصدر التلوث (المنصة) أولاً وبعدها على المبنى القريب (الواقع الى جنوب شرق المنصة) والتي ما يطلق بالخضربة - Wake - أي انفصال التيار بعد اصطدامه بالمصدر المتلوث سيكون العاملون داخل الاماكن الواقعة جنوب شرق الموقع اكثر عرضة للتعرض بالملوثات من غيرهم، عندما تهب الرياح ش غ لذا ينصح ان يكون ارتفاع المصدر اكثر من 2.5 (مرة من ارتفاع المبنى حسب ما اشار اليه Steven, 2001) في استنتاجاته⁽¹³⁾

7- تأثير ارتفاع ريشة السحابة Plume Rise Effect

ارتفاع ريشة السحابة للمادة الملوثة يعد ضرورياً في حسابات التشتت ويتحدد بعاملين وهما :

أ- ارتفاع خط مركز ريشة سحابة الملوث (Δh) والذي يعود الى طفوية وزخم الدفق .

ب- الارتفاع الحقيقي لمصدر الملوث (h_2) .

ان قيمة (Δh) هي دالة الى اربعة متغيرات (قطر المصدر، سرعة الرياح، معدل الحرارة المنبعثة، وسرعة خروج الملوثات من المصدر). ان هذه المتغيرات لا تشكل مؤثرات فعالة في واقع بحثنا (فيما عدا سرعة الرياح U) لاننا نتعامل مع الحالة السائدة وهي التبخر نتيجة نضح او حالات نادرة جداً من الدفق المنقطع الاثني Instantaneous puff الغير ثابت بسبب عيوب

الصمامات او تبخر سائل L.P.G نتيجة انفجار عبوة او خزان وهذه الاخيرة نادرة الحدوث ايضاً . فسيكون التركيز هو في توضيح الدور الاساسي لقيمة (h_s) (بالاعتماد على المبنى المقام عليه مصدر التلوث) في تحديد قيمة الارتفاع المؤثر لمصدر التلوث (H) فضلاً عن (Δh) كدالة لتأثير سرعة الريح (u) وسيكون التعامل مع (h_s) على انها تمثل ارتفاع العبوة $(0.6m \approx)$ مضافاً الى ارتفاع المبنى المقام عليه مصدر الملوثات والتي سيطلق عليها مصطلح ارتفاع منصة التعبئة . من هذا المنطلق فان مناقشة تأثير ارتفاع المبنى المقام عليه مصدر الملوثات تعتبر ذات اهمية خاصة في هذه الدراسة فقد لوحظ بانه عندما كان ارتفاع منصة التعبئة بمستوى سطح الارض $(0.25m \approx)$ وذلك في موقع التاجي، فقد ظهرت اعلى الارتفاعات لتراكيز الملوثات لخليط (L.P.G) عند مكان المنصة والدائرتين التي حولها $(5,10) m$ حولها. كما ظهرت حالة مماثلة عند مكان المنصة والدائرتين $(5,10) m$ اللتين تقعان حولها في موقع الزعفرانية (ارتفاع مبنى المنصة $(1.7m \approx)$ وايضاً في موقع النهضة ارتفاع مبنى المنصة $(2.2m \approx)$ ولكن بتراكيز اقل بكثير مقارنة بنظيريهما في موقع التاجي.

مناقشة تحليل نتائج تطبيق نظامي النموذج المستخدم

أولاً: تظهر الاشكال (6,7,8) بعدم مطابقة قيم التراكيز المستحصلة من تطبيق النموذج بنظاميه (PGT) و(ASME) مع القيم الفعلية للقياسات الميدانية للمسافات القريبة من مصدر التلوث وهي $(10,5)m$ أي المناطق الواقعة على محيطي الدائرتين الوهميتين. فقد كانت كافة النتائج المستحصلة من تطبيق النموذج بنظاميه عند هذه المسافات المذكورة تساوي صفرأ، بينما تظهر جداول القياسات الميدانية وفي كافة مواقع المحطات بان اعلى ارتفاعات لتراكيز الملوثات عند $(10,5)m$ من المنصة (مصدر الملوثات الهيدروكربونية)، ويعود السبب في ذلك الى ان الصيغة الاعتيادية لمعاملات σ_2 - تكون غير فعالة ولا تتطابق مع حالة تشتت السحابة الثقيلة للغازات الهيدروكربونية الباردة ذات الارتفاعات الواطئة. وبالرغم من عدم تحقق معاملات الانتشار العمودي في حالة سحابة (L.P.G)، فان ذلك لم يؤثر لان وجود قوة الجر الايروديناميكية التي يعتقد بأنها كانت العامل المسيطر في انتقال هذه الملوثات وكما تظهره الاشكال أعلاه بان ما بعد المسافة $15m$ من المنصة، وعلى وجه التحديد ضمن مدى ينحصر بين $(20-50)m$ (اعتماداً على الاستقرار الجوية) فانه بعد هذا المدى نلاحظ التقارب بين قيم مستخرجات تراكيز الملوثات بانتجاه الريح في النموذج الرياضي مع القيم الفعلية للتراكيز المقاسة.

ثانياً: كما تظهره الاشكال من (6,7,8) ايضاً بان معادلات كاوس لم تأخذ في الحسبان عامل الترسيب -Vg- في الاماكن القريبة من مصدر التلوث (5)m , (10)m على التوالي وادخاله في نمذجة البرنامج.

ثالثاً: في اغلب الحالات التي تم تطبيق البرنامج الحاسوبي للنموذج، يلاحظ بان قسيم تراكيز الملوثات الثقيلة المقاسة فعلياً في مواقع الدراسة كانت مقارنة الى قيم تراكيز الملوثات المستحصلة من مخرجات البرنامج الحاسوبي للنموذج في نظام PGT اكثر مما هي عليه مقارنة الى مستخرجات تراكيز هذه الملوثات في نظام ASME والسبب في ذلك يعود الى ان زمن القياسات الميدانية التي كانت تجرى لفترة دقائق معدودة بحدود (3-7) دقائق، لذا ظهرت النتائج بالشكل الحالي المبين حيث ان نظام PGT يعتمد مبدئياً على قياسات لفترات تتراوح من (3-10) min حين نظام ASME مبداه (ساعياً).

رابعاً: في المواقع التي لم تظهر فيها النقاط متباعدة بين قيم التراكيز الفعلية والقسم الحاسوبية المستخرجة المناظرة لها عند تطبيق نظام PGT في النموذج الرياضي وهي في مواقع التاجي والزعفرانية وكما وتظهرها الاشكال (6,7,8) ويفسر ذلك الى انه تم اجراء القياسات الميدانية في مناطق منبسطة خالية من المرتفعات والمنخفضات، وعليه يجب ان يؤخذ ادخال تأثير عامل خشونة السطحية أي وجود التضاريس الارضية مثل المرتفعات والابنية والمنخفضات بنظر الاعتبار عند تطبيق النموذج .

خامساً: كانت النتائج المستحصلة من جراء تطبيق البرنامج الحاسوبي لمعادلات نموذج كاوس عند مقارنتها مع القياسات الفعلية نتائج مقنعة في أغلب الحالات، أما الاسباب في عدم التطابق التام بين نتائج النمذجة والقيم الفعلية لتراكيز الملوثات الثقيلة - الباردة فتعود لاسباب متعددة، وتلافياً لذلك يجب مراعاة ما يلي:-

1- ان تكون كمية التدفق - Q - مستمرة وثابتة Continuous and steady state ومع ما يتفق فيه، اذ ان معادلات كاوس لم تأخذ بنظر الاعتبار إدخال نوع الدفق في النمذجة ان كان أنياً متقطعاً، او مستمراً وثابتاً .

2- لم يؤخذ عامل الترسيب -Vg- لمعادلة Stoke قيد الحسبان واستخدامه في معادلات كاوس .

3- كان للعامل الجوي المهم (الرطوبة النسبية) دور بارز في تحديد كثافة الملوثات موقعياً، وبرغم ذلك فانه لم يستخدم في معادلات النمذجة.

الاستنتاجات : استنتاجات تحليل نتائج القياسات

1. ارتفاع قيم تراكيز المكونات الهيدروكاربونية لـ L.P.G في الاماكن المقاسة مقارنة بتراكيز الملوثات الغازية الاخرى مثل غازات (ثاني اوكسيد الكبريت ، كبريتيد الهيدروجين ، اول اوكسيد الكربون) والتي تعود الى طفويتها السالبة .
2. تناقص قيم تراكيز الملوثات الهيدروكاربونية باتجاه ابتعادنا افقياً، حيث ثبت ان اعلى قيم لتراكيز هذه الملوثات عند منصة التعبئة (مصدر انبعاث الملوثات) يليها في ذلك منطقة الدائرتين الوهميتين حولها .
3. حدوث انخفاض بنسبة عالية في تركيز غاز البنتان في الجو قد تصل الى الانعدام احياناً في فصل الشتاء وذلك بسبب عدم قابلية البنتان المسال على التبخر نتيجة ارتفاع درجة غليانه مقارنة بالمكونات الهيدروكاربونية الاخرى لخليط L.P.G .
4. تجاوزت نسبة تراكيز % L.P.G المحددات المهنية المسموح بها وعلى وجه الخصوص داخل مواقع التعبئة .
5. لم تتجاوز نسبة تراكيز الغازات (ثاني اوكسيد الكبريت ، كبريتيد الهيدروجين واول اوكسيد الكربون) الحدود المسموح بها مهنياً داخل المواقع وخارجها .
6. زيادة نسب البيوتان او البنتان ضمن مكونات خليط L.P.G يؤدي الى زيادة كثافة التلوث في منطقة المنصة (عند مكان المنصة اولاً تليها منطقة الدائرتين التي حولها) بسبب زيادة سرعة الترسيب - V_g - نتيجة الكثافات العالية لهذه المكونات (مع ملاحظة بثبوت العوامل المؤثرة الاخرى ومنها الحالة الجوية).
7. اعلى قيم لتراكيز ملوثات %L.P.G والملوثات الغازية الاخرى في الاماكن المواجهة لمهب الريح المحملة بالملوثات واقلها تركيزاً في الاماكن الواقعة عكس اتجاه الريح المحملة بهذه الملوثات .
8. تتناسب قيم التراكيز السطحية لملوثات L.P.G عكسياً مع السرعة الرياح فعند السرعة العالية يزداد تشتت الملوثات وان اعلى قيم لكثافة التلوث هي حالة سكون او انخفاض قيم سرعة الرياح .
9. انخفاض تدريجي واضح في درجات الحرارة (ΔT) كلما اقتربنا من مصدر انبعاث الغازات الثقيلة للمكونات الهيدروكاربونية بسبب امتصاص الغازات المسيلة للطاقة من

الجو والمحيط (واللازمة للتبخر) ومقدار (ΔT) يعتمد على كمية L.P.G المتبخر ونوع الملوث الهيدروكاربوني المتبخر .

10. زيادة صنف الاستقرارية الجوية يتبعها انتقال الملوثات لمسافات ابعد من مصادر انبعاثاتها .

11. ارتفاع نسب تراكيز ملوثات L.P.G في منطقة المنصة (عند مكان المنصة والدائرتين اللتين حولها) وذلك خلال فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء وذلك يعود الى انعدام انبعاث غاز البناتان شتاءً وتراجع في صنف الاستقرارية الجوية، فضلاً عن زيادة نسب الغازات المسالة الاكثر كثافة ضمن خليط L.P.G مما يزيد من سرعة الترسيب ويقلل من سرعة الانتشار.

12. ارتفاع الرطوبة النسبية عند مكان المنصة ومنطقة الدائرتين اللتين حولها داخل الموقع مقارنة بالاماكن الاخرى مما ادى الى تعزيز في كثافة التلوث بسبب الامتزاز.

13. اتجاه الريح الموقعي العمودي على قطر شكل الموقع من اهم المسببات لتعزيز حالة التلوث الحاد داخل المواقع وذلك يعود الى زيادة المساحة المحمية من الريح والتي تكون اكبر مما في الحالة التي يكون اتجاه الريح الموقعي عمودي على احد اضلاع شكل المواقع (المتوازية الاضلاع) فضلاً عن ان المسافة التي ستجرف فيها الملوثات بواسطة الرياح الى خارج الموقع ستكون اطول في الحالة الاولى منها في الحالة الاخرى.

14. وجود المرتفعات المجاورة لمواقع التبعئة وكذلك المباني Buildings المحيطة بمصادر التلوث داخل هذه المواقع تعزز من حالة التلوث داخل المواقع .

15. زيادة ارتفاع المبنى المقام عليه معدات التبعئة والعبوات من اهم العوامل المؤدية الى انخفاض درجة التلوث عند مكان المنصة وضمن حدود الدائرتين اللتين داخل المواقع.

استنتاجات تطبيق نموذج كاوس الرياضي :

1. ان الصيغة الاعتيادية لمعاملات (σ_z) لتشتت السحابة من نوع كاوس لا تنطبق على الغازات الثقيلة - الباردة ذات الارتفاعات الواطنة والتي تقطع مسافات قصيرة من المصدر النفطي.

2. بعد عامل عدم تحقق معامل التشتت العمودي (σ_z) ذو اهمية ثانوية لان قوة الجبر الايروديناميكية كانت عاملاً مهيمناً في انتقال الملوثات .

3. ان النتائج الفعلية كانت اقرب الى قيم التراكيز المستحصلة من تطبيق نظام PGT منها في نظام ASME .
4. لم يؤخذ بنظر الاعتبار استخراج قيم تراكيز الملوثات باتجاه الرياح القطعية في نمذجة كاوس .
5. لم يؤخذ عامل كمية التدفق (Q) بنظر الاعتبار فيما لو كان دفقاً انياً متقطعاً او مستمراً وثابتاً عند تطبيق النموذج .
6. لم تأخذ معادلات كاوس في الحسبان عامل الترسيب (V_g) لمعادلة ستوك Stoke عند تطبيق النمذجة .
7. لم تأخذ معادلات كاوس بنظر الاعتبار تأثير عامل الرطوبة النسبية ذو الدور الفعال في تحديد كثافة التلوث .
8. لم يكن لعوامل السمات الارضية او الخشونة السطحية أي دور في نمذجة معادلات كاوس.

المصادر

- 1- Mc Cormac,"Introduction to scientific study of atmospheric pollution",pp. 2-149, D. Reidel pub. Comp., Holland, 1971.
- 2- Frenkiel, F.N., "Atmospheric diffusion and air pollution",Academic press inc., London, 1979.
- 3- طارش، عروبة جميل، نمذجة تأثيرات بعض العوامل الأتوائية على الملوثات الجوية، رسالة ماجستير، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية، 2000 .
- 4- Perry, A., "Chemical engineers handbook", Fifth edition, Mc Crawhill, N-Y pub., New York, pp. 298-306, 1989
- 5- تقنية النفط والغاز، إصدارات معهد النفط، وزارة النفط، المكتبة الوطنية للنشر، بغداد، 1992 .
- 6- Norman, E. B., "Atmospheric dispersion", pp. 859-891, Handbook of air pollution technology, Pennsylvania, 1984.
- 7- محمد، صباح محمود، "جغرافية تلوث الهواء"، مركز دراسات البحر المتوسط، قبرص، 1999 .

- 8- الكبيسي، رافع قدوري، "دراسة في تراكيز بعض الملوثات في هواء منطقة الدورة"، المؤتمر القطري العلمي الأول في تلوث البيئة وأساليب حمايتها، منظمة الطاقة الذرية، بغداد، 2000.
- 9- Pasqiul, F.D., "The dispersion of windborn material from industrial and other sources", Atmospheric diffusion, D. Van Nostrand comp. Ltd, 2nd edition, New York, 1974.
- 10- Al-Rubai, H.A.G., "Mathematical modeling for dispersion of air pollution emitted from Al-Daura oil refinery stacks", M.sc. thesis, Univ. of Baghdad, 1998.
- 12- مارزينا، داوود صبري، "دراسة أنبعاث ملوثات الهواء لمعامل الطابوق في المنطقة الجنوبية"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة البصرة، 1985.
- 11- Steven, R.H., and Rex, E.B., "Effect of urban and industrial roughness obstacle on maximum pollution concentrations", Air pollution modeling and its application, Kluwer academic pub., New York, 2001.