الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العالي

جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي

كلية التكنولوجيا

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

ميدان : التكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

تخصص: هندسة كيميائية

إعداد الطالبات:

يماني فاطمة /سنوقة نسيبة

مسعودي ابتسام/شراحي كريمة

الموضوع:

دراسة مقارنة إنبعاث غاز CO_2 من عدة مواد مختلفة بواسطة الهايسيس.

تمت المناقشة في:2023/06/04

أمام لجنة المناقشة:

د. لامي نسيمة	رئيسا	جامعة الوادي
د. بن مية عمار	مناقشا	جامعة الوادي
د. وصيف خالد محمد الطيب	مؤطرا	جامعة الوادي

السنة الجامعية: 2023/2022

الإهداء

أهدي هذه المذكرة إلى الذين قال تعالى فيهما:

«واخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُل رَّبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيراً» (24) سورة الإسراء

إلى الألماسة التي لا تنكسر، التي أعطتني طعم للحياة ومعنى المسؤولية، إلى نبع الحنان التي ساندتني ووقفت إلى جانبي منذ أن ولدتني إلى هذه اللحظة، إلى من تعجز الكلمات عن وصفها وتسكن الأمواج لسماع اسمها تلك الشمس التي تنير ظلمتي لكي أمي العزيزة.

إلى الشخص الذي كان دائما محفزي ومصدر إلهامي وشجاعتي كل التقدير والاحترام .... أبي العزيز.

إلى كل عائلتي وأخوتي كل فردا باسمه.

جميع أساتذة قسم هندسة طرائق: تخصص هندسة كيميائية.

إلى صديقاتي وعائلاتهم وجميع أصدقائي.... رفقاء الدرب، بناة المستقبل.

إلى أصدقائي بالطفولة والذين شاركتهم أجمل لحظاتي وإلى بلادي الحبيبة: الجزائر.

فاطمة يماني

أهدي تخرجي هذا إلى من علمني العطاء وإلى من أحمل اسمه بكل افتخار وأرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار والدي العزيز وإلى ملاكي في الحياة وإلى معنى الحب والحنان والتفاني وبسمة الحياة وسر الوجود وإلى من كان دعائها سر نجاحي أغلى الحبايب أمي الحبيبة وإلى من له الفضل الكبير في تشجيعي وتحفيزي ومن منه تعلمت المثابرة والاجتهاد وإلى من بوجودهم أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها وإلى من عرفت معهم معنى الحياة إخوتي وأخواتي وإلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء وإلى من برفقتهم في دروب الحياة السعيدة والحزينة سرت وإلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير أصدقائي الأعزاء .

بتوفيق من الله، وبدعاء من الأم لم يبقى سوى خطوات قليلة لإنهاء مسيرتي الجامعية، شكرا لكل من مد لي يد العون وأسأل الله التوفيق لي ولكم.

نسيبة سنوقة

أهدي هذا العمل إلى من جعلت الجنة تحت أقدامها أمي قرة عيني وأعز ما أملك أمي الحبيبة، التي سهرت وكانت معي في أسوء حالاتي وظروفي وضغوطاتي، يكفي أن تعرفي أن لكي ابنة تنتظر فرصة واحدة لتقدم لكي الروح، القلب والعين هدية رخيصة لك لما قدمتيه وها هو اليوم الذي أصبحت فيه ابنتك خريجة شكرا لكي لأنك من صنعتي لي هذا الاسم حماك الله وأدامك نورا يضيء بيتنا وإلى أخي وأخواتي وإلى كل من أحبني وتمنى الخير لي.

كريمة شراحي

أهدي مذكرة تخرجي إلى قدوتي في هذه الحياة الذي أعطاني ولازال يعطيني بلا حدود إلى من رفعت وأرفع به رأسي عاليا افتخارا به الذي لم يكن رجلا عاديا معلمي الأول والذي أطال الله في عمره أبي الحبيب.

إلى التي رأتني بقلبها قبل عينيها إلى الظل الذي آوي إليه في كل حين إليك أمي الغالية.

إلى ذلك الأخ الذي كان بمثابة الأب، وأخوتي أعمدة لا تختلف عن أسناني، قوتي حين الضعف وحيلتي وقت العجز إليكم أحبتي.

إلى يدي اليمنى وضلعي الثابت الذي لا يميل، أمي الثانية أختي حبيبتي.

إلى الأخت التي لم تلدها أمي زوجة أخي وابنة خالي شكرا جزيلا. إلى كل صديقة وفية كانت بجانبي وكانت سندي في كل خطواتي وإلى كل من يحبني.

ابتسام مسعودي

الشكر و التقدير

في البداية الشكر لله على الشجاعة والصبر الذي قدمه لنا من أجل تحقيق هذا العمل وكذلك نتقدم بكل الشكر إلى جميع أساتذتنا الذين ساهموا في تدريسنا.

على وجه الخصوص أستاذنا ومشرفنا الدكتور: **محمد الطيب لوصيف خالد** تقدير له على النصيحة والمساعدات.

كما نرسل خالص الشكر لجميع الموظفين داخل كليتنا، كما لا أنسى الشكر العميق لكل طالب وطالبة درست معي على مساعداتهم لنا.

شكرا لكل من شارك من مسافة قريبة أو بعيدة حتى تحقق هذا العمل.

احترامنا لأعضاء هيئة المحلفين الذين سوف يجعلون لنا الشرف لقبول والحكم على هذا العمل المتواضع واستقدامهم تأملات وانتقادات علمية.

الفهارس

الإهداء.....I

الشكر والتقدير.....II

الفهرس.....III

قائمة الاختصارات.....IV

قائمة الأشكال.....V

قائمة الجداول.....V

قائمة الصور.....IV

مقدمة عامة..... 01

قائمة الاختصارات:

AIP : معهد النفط الأمريكي

BTEX : البنزين، التولوين،اثيلبينزول ، إكسيلوليس

CE : لائحة المفوضية (المفوضية الأوروبية)

CEE : تصنيف المواد بتغليفها ووسمها

CLP: معايير قانون الإجراءات الجنائية

FOS sur mars : مصفاة نقل البترول على سطح الماء

GPL : الغاز البترولي المسال

GNE : الغاز الطبيعي

GWP : غازات الاحترار العالمي

HAM : هيدروكربونات أحادية الحلقات

HAP : الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات

HC : الهيدروكربونات

NIP: رقم تعريف المنتج

P_E : نقطة الوميض

T : درجة الحرارة

قائمة الأشكال:

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
I–1	المركبات الهيدروكربونية	05
I–2	سلسلة النفط، من الإستخراج إلى التكرير	07
I–3	المركبات الهيدروكربونية وغير هيدروكربونية في البترول الخام.	09
I–4	إستخدام غاز الميثان في الطبخ	15
I–5	عرض 16 هيكلا بيئيا ساما من طرف وكالة البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية المتحدة الأمريكية	18
I–6	عائلة تقنيات معالجة التربة حسب موقع المعالجة	18
I–7	الخزانات الكروية تحت الضغط	21
I–8	الخزانات الأفقية تحت الضغط	21
I–9	خزانات الضغط الجوي	22
I–10	خزان السقف الثابت	22
I–11	خزان على سرير رملي	23
I–12	نقل البترول الخام بواسطة خطوط الأنابيب	24
I–13	مختلف الممرات والقنوات والمضائق التي يصلها النفط يوميا	24
I–14	نقل النفط عن طريق البحر	25
II–1	مخطط لمثلث النار	27
II–2	تفاعل الأكسدة والاختزال على مستوى الذرة	30
II–3	رمز المادة القابلة للإشتعال	33
II–4	ملصقة على شاحنة صهريج توضح نوع الخطر ومعنى كل رمز	39
II–5	نسبة إنبعاث الغازات الدفيئة في إنبعاث دول مجموعة العشرين وسويسرا سنة 2016	41
II–6	هيكل ثلاثي الأبعاد لثنائي أكسيد الكربون	42
II–7	تأثير غازات الاحتباس الحراري على الأرض	44
II–8	تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون على جسم الإنسان	45
II–9	تأثير غاز CO_2 على النباتات في ازدياد حجمها وازدهارها على مدى السنوات	45

10–II	ترتيب البلدان وفقا لحجم غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث في عام 2020، بالملايين	46
11–II	شكل توضيحي لكيفية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه	47
12–II	أشكال توضيحية حول تقنية تحويل غاز CO_2 إلى الفحم الصلب	49
1–III	مخطط لنمذجة محاكاة العملية	53
2–III	صورة لكيفية محاكاة داخل البرنامج	55
3–III	الهيكلة العامة للها يسيس.	60

قائمة الجداول:

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1–I	عائلات الهيدروكربونات المختلفة	11
2–I	تصنيف البترول الخام حسب الدرجةAPI°	13
1–II	تصنيف فئة المخاطر من السوائل القابلة للإشتعال	35
2–II	الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغاز ثاني أكسيد الكربون	43
1–III	أنواع الأنظمة مقابل النموذج الموصى بها	61
2–III	الصيغ المختلفة المستخدمة لمعادلات الحالة	62
1–IV	الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغاز الميثان	66
2–IV	خصائص غاز البروبان	67
3–IV	معلومات حول الخصائص المختلفة لغاز البيوتان	67
4–IV	الخصائص الفيزيائية والكيميائية لGPL	68
5–IV	خصائص البنزين	69
6–IV	خصائص الكيروزين	70
7–IV	مختلف المواد ونسبها	70
8–IV	كمية ثاني أكسيد الكربون والطاقة المنتجة المعطاة بواسطة برنامج الهايسيس	100

قائمة الصور:

رقم الصورة	عنوان الصورة	رقم الصفحة
1–III	الشعار الرسمي لمحاكاة الهايسيس	58
1–IV	الدخول لبرنامج الهايسيس	71
2– IV	إدخال المركبات المدروسة للبرنامج	72
3– IV	اختيار معادلة الحالة	73
4–IV	إضافة معادلة التفاعل لغاز الميثان	74
5– IV	تحديد متفاعلات ونواتج معادلة التفاعل	74
6– IV	ربط معادلة الحالة مع معادلة التفاعل	75
7– IV	الدخول للمحاكاة	76
8– IV	إدراج سهم التغذية	76
9– IV	إدخال الشروط الابتدائية	77
10– IV	إدخال نسب المركبات	78
11– IV	معلومات سهم التغذية	78
12– IV	إدراج عمود المفاعل الكيميائي	79
13– IV	ملء المفاعل الكيميائي	79
14– IV	إدخال معادلة التفاعل في المفاعل	80
15– IV	الشكل النهائي لمحاكاة معادلة تفاعل غاز الميثان	80
16– IV	النتائج المتحصل عليها من كل سهم	81
17– IV	النتائج المتحصل عليها من دفتر العمل	81
18– IV	تابع للنتائج المتحصل عليها من دفتر العمل	82
19– IV	إدخال نسب المركبات الخاصة بمعادلة تفاعل غاز البروبان	83
20– IV	معلومات سهم التغذية الخاص بمعادلة تفاعل غاز البروبان	84
21– IV	إدراج معادلة التفاعل لغاز البروبان	84

IV– 22	النتائج المتحصل عليها من كل سهم في الشكل	85
IV– 23	النتائج المتحصل عليها من دفتر العمل لمعادلة تفاعل غاز البروبان	85
IV– 24	تابع للنتائج المتحصل عليها من دفتر العمل لمعادلة تفاعل غاز البروبان	86
IV– 25	ربط معادلة تفاعل غاز البيوتان مع معادلة الحالة	87
IV– 26	النتائج المتحصل عليها بعد إنشاء الجداول	88
IV– 27	النتائج المتحصل عليها عند الدخول إلى دفتر العمل	88
IV– 28	تابع للنتائج المتحصل عليها عند الدخول إلى دفتر العمل	88
IV– 29	إضافة معادلة تفاعل جديدة	89
IV– 30	الدخول للمحاكاة وإدراج سهوم التغذية والخلاط	90
IV– 31	معلومات سهم التغذية الخاصة بالمكون الأول (البروبان) للغاز البترولي المسال	91
IV– 32	معلومات سهم التغذية الخاصة بالمكون الثاني (البيوتان) للغاز البترولي المسال	91
IV– 33	دمج سهوم التغذية داخل الخلاط	92
IV– 34	إدراج عمود المفاعل مع تفعيله وربطه مع الخلاط	92
IV– 35	الجداول المتحصل عليها بعد المحاكاة	93
IV– 36	النتائج المتحصل عليها بواسطة دفتر العمل	93
IV– 37	تابع للنتائج المتحصل عليها بواسطة دفتر العمل	94
IV– 38	الدخول إلى المحاكاة وإدراج سهم التغذية وعمود المفاعل	95
IV– 39	كيفية الدخول إلى دفتر العمل	96
IV– 40	النتائج المتحصل عليها عند إنشاء الجداول	96
IV– 41	المعلومات الموجودة في دفتر العمل	97
IV– 42	تابع للمعلومات الموجودة في دفتر العمل	97
IV– 43	المعلومات المتحصل عليها عند إنشاء الجداول	98

44– IV	النتائج المعطاة بواسطة دفتر العمل	99
45– IV	تابع للنتائج المعطاة بواسطة دفتر العمل	99

الفصل الأول: الهيدروكربونات

تمهيد.....04

I-1-الهيدروكربونات.....04

I-1-1-تعريف الهيدروكربونات.....04

I-1-2-تعريف البترول 05

I-1-3-تعريف الغاز الطبيعي.....05

I-1-4-مصادروأصول الهيدروكربونات.....06

I-1-5-أنواع الهيدروكربونات.....07

- الهيدروكربونات المشبعة 07

- الهيدروكربونات العطرية 08

أ) الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات: (HAP).....08

ب) المركبات القطبية.....08

ج) الأزفلت 09

I-1-6-مشتقات الهيدروكربونات.....09

أ) الكحول.....09

ب) الأحماض الكربوكسيلية.....10

I-1-7-تصنيف الهيدروكربونات.....10

أ) مركبات هيدروكربونية أليفاتية.....10

ب) المركبات الأروماتية أو العطرية.....10

I-1-8-خصائص الهيدروكربونات.....12

- الخصائص الفيزيائية 12

أ) الكثافة 12

ب) اللزوجة الديناميكية.....13

ج) نقطة الغليان.....13
د) غير قابلة للذوبان في الماء.....13
- الخصائص الكيميائية 13
I-1-9-إستخدامات الهيدروكربونات.....14
I-1-10-أضرار الهيدروكربونات..... 15
I-2-الهيدروكربونات وآثارها على البيئة.....15
I-2-1-أسباب تلوث البيئة 16
I-2-2-تأثير الهيدروكربونات على التربة 16
I-2-3-تأثير الهيدروكربونات على المياه والأنهار.....16
أ) الآثار المباشرة.....16
ب) الآثار غير مباشرة.....17
I-3-سمية الهيدروكربونات.....17
I-4-معالجة تلوث التربة من الهيدروكربونات..... 18
I-4-1-المعالجة الحرارية.....19
I-4-2-المعالجة الكيميائية 19
I-4-3-المعالجة البيولوجية.....19
I-4-4-المعالجة الفيزيائية 19
I-5-تخزين الهيدروكربونات.....19
I-5-1-تعريف التخزين.....20
I-5-2-دور وأهمية التخزين 20
I-5-3-مختلف أنواع التخزين.....20
أ) الفئة الأولى: الخزانات تحت الضغط 20
ب) الفئة الثانية: خزانات الضغط الجوي 21
I-6-نقل الهيدروكربونات البترولية 23
I-6-1-نقل البترول الخام 23
I-6-2-مختلف وسائل نقل البترول الخام (الهيدروكربونات) 23
- نقله بريا.....23
أ) خطوط النقل 23
ب) بواسطة صهاريج النقل (شاحنات).....24

- نقله عن طريق البحر.....24
I-7-إنتاج الهيدروكربونات.....25
خلاصة.....25

الفصل الثاني: الاحتراق وإنبعاث الغازات من بعض المواد

II - 1-الاحتراق.....27
II-1-1-تعريف الاحتراق.....27
II-1-2-تعريف مثلث النار.....27
II-1-3-عناصر مثلث النار.....28
II-1-3-1-الوقود.....28
II-1-3-2-المؤكسد.....28
II-1-3-3-طاقة التنشيط 28
II-1-4-خواص الاحتراق 28
أ) الاحتراق البطيء.....28
ب) الاحتراق السريع 28
ج) الاحتراق السريع جدا 28
II-1-5-المادة المحترقة 28
II-1-5-1-تعريف المادة المحترقة 28
II-1-5-2-أمثلة عن المواد المحترقة 29
أ) احتراق الخشب 29
ب) احتراق الغاز الطبيعي (الميثان).....29
ج) احتراق الغاز البترولي المسال (GPL) 29
II-1-6-أنواع الاحتراق 29
أ) الاحتراق الكامل 29
ب) الاحتراق غير كامل 30
II-2-الأكسدة 30
II-2-1-تعريف الأكسدة 30
II-2-2-تفاعلات الأكسدة والاختزال.....30

II-2-2-1-تعريفها 30
II-2-2-2-أمثلة على تفاعلات الأكسدة والاختزال 31
II-2-2-3-موازنة تفاعلات الأكسدة والاختزال..... 31
II-2-3-رقم الأكسدة 32
II-2-3-1-تعريفه 32
II-2-4-الفرق بين الأكسدة والاختزال..... 32
II-2-5-نواتج الاحتراق 33
II-3-المواد القابلة للإشتعال..... 33
II-3-1-تعريف المادة القابلة للإشتعال..... 33
II-3-2-خصائص المادة القابلة للإشتعال..... 33
II-3-2-1-الفئة الأولى: المواد الصلبة القابلة للإشتعال..... 33
II-3-2-2-الفئة الثانية: السوائل القابلة للإشتعال..... 34
أ) نقطة الوميض P_E..... 34
ب) درجة حرارة السائل المحيط..... 34
II-3-2-3-الفئة الثالثة: الغازات القابلة للإشتعال..... 34
II-3-3-تصنيف المواد القابلة للإشتعال..... 34
II-3-3-1-السوائل القابلة للإشتعال..... 34
II-3-3-2-المواد الصلبة القابلة للإشتعال..... 36
II-3-3-3-الغازات القابلة للإشتعال..... 36
II -3-4-نقل وتحزين المواد القابلة للإشتعال..... 37
II-3-4-1-تخزين المواد القابلة للإشتعال..... 37
II-3-4-2-نقل وشحن المواد القابلة للإشتعال..... 38
أ) الشروط المتعلقة بالسائق الحامل لبضائع (المواد القابلة للإشتعال) 38
ب) الشروط المتعلقة بأماكن تخزين البضائع(الحاويات)..... 38
II-4-إنبعاث الغازات من الاحتراق..... 40
II-4-1-أهم الغازات المنبعثة من الاحتراق (غازات الاحتباس الحراري) 40
II-4-1-1-غاز ثاني أكسيد الكربون..... 40
II-4-1-2-غاز الميثان..... 40
II-4-1-3-غازات أخرى..... 40
II-4-1-4-غاز أول أكسيد الكربون..... 41

II-5-غاز ثاني أكسيد الكربون.....41
II-5-1-تعريف غاز ثاني أكسيد الكربون.....41
II-5-2-مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون.....42
II-5-2-1-مصادر طبيعية..... 42
II-5-2-2-مصادر بشرية..... 42
II-5-3-خصائص غاز CO_2 43
II-5-4-آثار إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون.....43
أ) آثاره على البيئة (كوكب الأرض) 43
ب) آثاره على صحة الإنسان..... 44
ج) آثاره على الغطاء النباتي..... 45
II-6-إستعمالات غاز ثاني أكسيد الكربون.....45
II-7-أهم الدول من حيث نسبة التلوث البيئي بثنائي أكسيد الكربون..... 46
II-8-احتجاز CO_2 وتخزينه.....46
II-9-تقنيات التقاط وفصل ثاني أكسيد الكربون..... 47
II-9-1-التقاط الكربون مع الفصل..... 48
II-9-2-التقاط الكربون دون الفصل..... 48
II-10-تحول CO_2 إلى فحم صلب وقابل للتخزين..... 48
خلاصة.....49

الفصل الثالث: المحاكاة بواسطة الهايسيس

III-1-المحاكاة.....51
III-1-1-تعريف المحاكاة.....51
III-1-3-أهمية ومزايا المحاكاة.....51
III-1-4-أنواع المحاكاة.....52
أ) محاكاة مادية أو فيزيائية.....52
ب) محاكاة إجرائية.....52
ج) محاكاة وضعية..... 52

د) محاكاة عملية أو معالجة..... 52
III-1-5-نموذج المحاكاة.....53
III-1-6-مبادىءتشغيل ودور المحاكيات.....54
III-1-7-تعريف النموذج الرياضي 54
III-1-8-أنواع النماذج..... 54
III-1-9-مجالات إستخدام المحاكاة 55
III-1-10-عيوب إستعمال المحاكاة ومميزاتها 56
III -1-11-أهداف المحاكاة..... 57
III-1-12-برامج محاكاة العملية..... 57
III -2-التعريف بالبرنامج المختارHysys.....57
III-2-1-استخداماته.....58
III-2-2-المفاهيم الأساسية لمحاكاة الهايسيس..... 58
III-3-وظائف أدوات الهايسيس.....58
III -4-البيئة العامة للHysys..... 59
III -5-الهيكلة العامة للHysys..... 60
III-6-النموذج الترموديناميكي الحراري.....60
III-6-1-معادلة الحالة..... 61
III-6-2-معادلة بينغ روبنسون.....62
III-6-3-نماذج النشاط..... 63
III -7-الخصائص العامة للHysys..... 63
III-8-المراحل الرئيسية للمحاكاة في الهايسيس.....63
خلاصة.....64

الفصل الرابع: المقارنة بإستعمال المحاكاة

IV-الجزء النظري: 66
IV-1-الخصائص الفيزيائية والكيميائية لبعض المواد المدروسة.....66
IV-1-1-خصائص غاز الميثان 66

IV-1-2-غاز البروبان وخصائصه 67
IV-1-3-الخصائص المختلفة لغاز البيوتان..... 67
IV-1-4-الغاز البترولي المسال (GPL)..... 68
IV-1-5-البنزين 68
IV-1-6-الكيروزين 70
IV-2-نسب المواد..... 70
IV-الجانب العملي: 71
IV-3-المحاكاة بواسطة الهايسيس..... 71
IV-3-1-الدخول للبرنامج 71
IV-3-2-إدخال المركبات..... 72
IV-3-3-إختيار معادلة الحالة: بينغ روبنسون..... 72
IV-4-تشكيل معادلة التفاعل لغاز الميثان..... 73
IV-5-تشكيل معادلة تفاعل البروبان..... 82
IV-6-تشكيل معادلة تفاعل البيوتان..... 86
IV-7-تشكيل معادلة تفاعل البروبان والبيوتان (GPL) 89
IV-8-تشكيل معادلة تفاعل البنزين..... 94
IV-9-تشكيل معادلة تفاعل الكيروزين..... 97
IV-10-تحليل ومناقشة النتائج..... 100
خاتمة وآفاق..... 102
المراجع..... 103
الملخص..... 124

تظهر أغلب الدراسات أن الأنشطة البشرية المكونة للبيئة العمرانية في المدن هي السبب الرئيسي لزيادة نسبة انبعاثات الغازات الدفيئة، حيث أدت الأنشطة البشرية بعد الثورة الصناعية وحرق مليارات الأطنان من الوقود بغرض توليد الطاقة والقيام بهذه الأنشطة إلى زيادة معدلات انبعاثات هذه الغازات وزيادة تركيزها بالغلاف الجوي، مما أدى إلى حدوث ظاهرة الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة الأرض [1]، كما يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون هو المادة المسؤولة جزئيا عن تغير المناخ بشكل ملحوظ [2] وذلك منذ القرن العشرين، عندما تم التأكد من أن نسبة زيادة ارتفاع الغازات الدفينة مربوط بنسبة ثاني أكسيد الكربون المتواجد في الغلاف الجوي ، مما أدى إلى دق ناقوس الخطر وشغل تفكير الحكومات والمنظمات البيئية إلى أخذ الحيطة وإعادة النظر من أجل حل هذه المشكلة[3].

لقد ركزت هذه المذكرة على دراسة مقارنة إنبعاث نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون من عدة مواد مختلفة والمتمثلة في كل من المواد: الميثان، البروبان، البيوتان، الغاز البترولي المسال والبنزين وبالإضافة إلى الكيروزين وذلك من خلال أربعة فصول.

الفصل الأول والذي يشمل عموميات حول الهيدروكربونات وكل ما يشملها من تعريف ومفهوم للبترول والغاز الطبيعي بالإضافة إلى كيفية إنتاجها وسميتها على البيئة وطرق معالجتها.

الفصل الثاني تم فيه التحدث على كيفية تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون السلبي على البيئة وذلك من خلال حرق بعض المواد كالخشب أو الميثان، كما تعرفنا على مفهوم المادة المحترقة وخصائصها المتكونة في مثلث النار، كما تطرقنا إلى معرفة المادة القابلة للإشتعال وكل ما يخصها. وفي الأخير اطلعنا على كيفية التقاط غاز ثاني أكسيد الكربون وطريقة تحويله إلى مادة صلبة.

الفصل الثالث والذي يدور حول المحاكاة بواسطة الهايسيس، حيث تم فيه معرفة ماهية المحاكاة وخصائصها وكل ماهو متعلق بالمحاكاة، من تعريف لمحاكي إلى الوصول إلى التعريف ببرنامج الهايسيس ومميزاته، التي تجعله أهم برنامج مستعمل لدى الشركات البترولية.

الفصل الرابع تم فيه ذكر بعض المواد التي سيتم معرفة خصائصها وإجراء محاكاة عليها، ثم قمنا بعمل تحليل ومناقشة لكمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق وكمية الطاقة الناتجة، من أجل معرفة أكثر مادة مسببة للانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون واختيار المادة المناسبة من حيث أقل نسبة إنبعاث لهذا الغاز وأكبر طاقة.

الهدف من هذه المذكرة هو دراسة مقارنة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من عدة مواد مختلفة من خلال القيام بمحاكاة لهذه المواد المدروسة بواسطة برنامج الهايسيس، من أجل معرفة ماهي أكثر مادة أو أكثر مواد التي تحرر كمية كبيرة من هذا الغاز والعمل على التقليل أو الخفض من نسبة انبعاثه، أو إيجاد طرق نستطيع تطويرها مستقبلا من أجل هذا الغرض.

الفصل الأول:
الهيدروكربونات

تمهيد:

تعد الهيدروكربونات مواد غير متجددة يمكن أن تكون من أصل طبيعي أو اصطناعي، حيث يكمن المصدر الرئيسي للهيدروكربونات الطبيعية: الوقود الأحفوري، مثل: الغاز الطبيعي والنفط ويتم إنتاجها عن طريق تحلل المواد العضوية في رواسب الكيروجين أو من خلال التحلل الحراري لهذه المواد أثناء دفن الرواسب مع مرور الوقت، كما تحتوي على عدة أنواع ولها إستخدمات عديدة ويتم تخزينها ونقلها بطرق عديدة.

سنتطرق في هذا الفصل حول التعريف العام بالهيدروكربونات وكل ما يخصها من أنواع، مصادر وكيفية نقلها وتخزينها، بالإضافة إلى أثرها على البيئة وكيفية معالجتها.

I-1-الهيدروكربونات :

I-1-1-تعريف الهيدروكربونات: الهيدروكربونات هي مركبات عضوية تتكون أساسا من الهيدروجين والكربون.والتي تعرف بصيغة الخام C_nH_m حيث m وn عددان صحيحان طبيعيان وتصنف الهيدروكربونات إلى عائلات كيمائية أهمها: الهيدروكربونات المشبعة: إذا كانت الروابط بين ذرات الكربون وذرات الهيدروجين عبارة عن روابط تساهمية، أما إذا كانت روابط مزدوجة أو ثلاثية بين الكربون والهيدروجين فهي هيدروكربونات غير مشبعة وأما إن كانت تشكل حلقة تطوي سلسلتها بنفسها فهي هيدروكربونات حلقية **[4]**.

تمثل الهيدروكربونات الجزء الأكبر من النفط الخام. حيث تكون نسبتها ما بين (65-95%) زيوت خام أما متعدد العطريات بنسبة (20-40%)والأسفلت ما بين (0-10%) والمركبات القطبية ما بين (5 -25 %) كما هو موضح في الصورة السفلية **[5]**:

الشكل (1.I) : المركبات الهيدروكربونية [6].

I-1-2-تعريف البترول:

البترول أو ما يسمى بالوقود الأحفوري أو النفط: وهو عبارة عن وقود أحفوري، يتكون من طحالب وبقايا كائنات بحرية ونباتات قديمة تحللت قبل ملايين السنين، بسبب ضغط ودرجة حرارة شديدين وبمرور الوقت تحولت بقايا تلك الأحياء إلى ما يطلق عليه اليوم بالوقود الأحفوري. الذي يشمل كل من الفحم والغاز الطبيعي والنفط، حيث نجد النفط بإحتياطات ضخمة في باطن الأرض، أو في قاع المحيط، أو تحت البر. ويتم إستخراجه بلآلات الحفر[7]. كما يعرف بأنه سائل ذو لزوجة عالية. يحتوي على مزيج من الهيدروكربونات. حيث نجده على ثلاثة حالات فيزيائية وهي: الصلبة، السائلة والغازية. يعتبر مادة سريعة الإشتعال ويكون لونه متدرج من الأصفر إلى الأسود.

تتمثل مشتقات البترول في العديد من المركبات واسعة الإستعمال نذكر منها: البنزين، الغاز الطبيعي والكيروسين وكذلك شمع البرافين وغيرها [8]. يعتبر النفط ذو أهمية بالغة ومؤثرة للغاية، لأنه يستعمل لصناعة البنزين، الذي يعتبر أهم منتج في عالمنا اليوم، من أجل تشغيل جميع الآلات ووحدات التسخين والسيارات وغيرها [9].

I-1-3-تعريف الغاز الطبيعي:

هو مزيج من المواد الهيدروكربونية القابلة للإحتراق، حيث يتكون أساسا من الميثان كما يشمل الإيثان، البروبان، البوتان والبنتان، كما

يعتبر الغاز كبديل للنفط لكونه من المحروقات ذو كفاءة عالية في نفس الوقت قليل الإنبعاث للملوثات. يعد الغاز الطبيعي مورد طاقة أولي مهم للعالم للغاية. خاصة في الصناعات الكيمياوية **[10]**.

يمثل الغاز الطبيعي أنظف الهيدروكربونات إحتراقا، حيث تكون نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون منه(1/10) عند إحتراقه من ملوثات الهواء، التي تنبعث من إحتراق الفحم من أجل توليد الطاقة ومن خصائصه أنه موجود بكميات كبيرة، حيث تشير الإحصائيات على أنه عند الإستمرار في إستهلاكه على هذا المستوى الحالي فستتوفر موارد الغاز القابلة للإستخراج لحوالي 230 عاما **[11]**.

I-1-4-مصادر وأصول الهيدروكربونات: تتمثل (HC): في عدة مصادر منها عن طريق إستخراجها من الغاز الطبيعي والنفط أو بإستعمال العمليات التالية **[12]**:

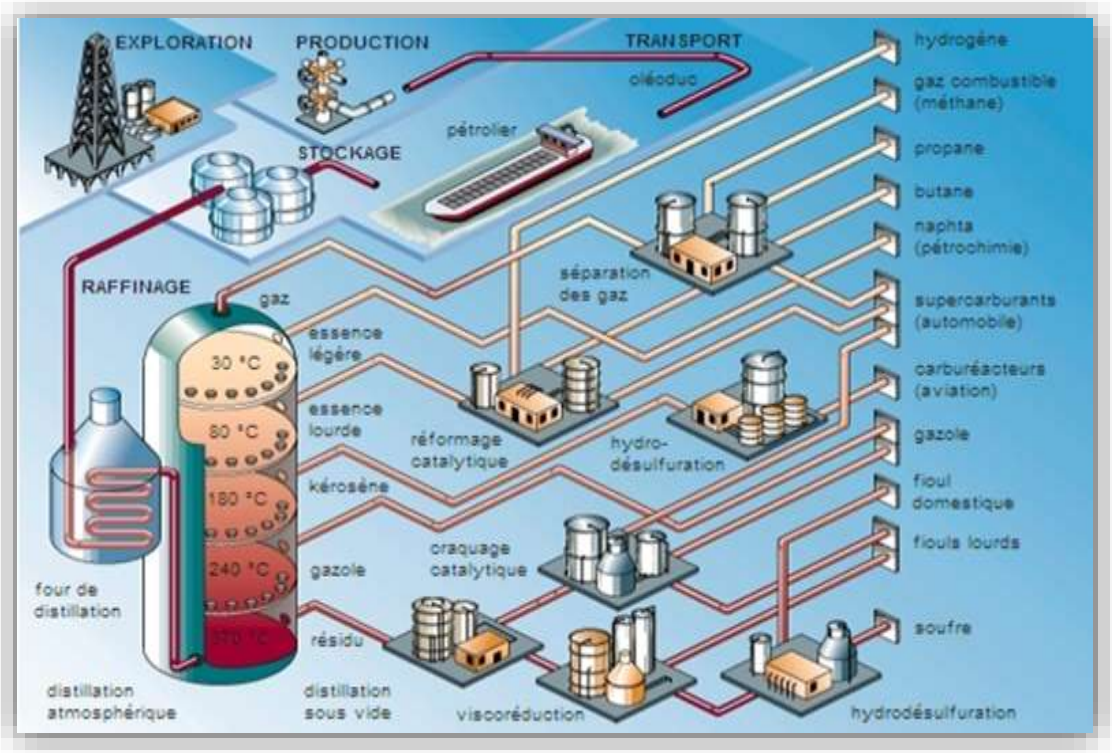
التكرير: وهو الحصول على كسور من المزيج الخام من الهيدروكربونات المختلطة عن طريق التقطير.

التكسير: هو عملية تحلل المنتوجات البترولية بإستعمال التسخين دون وجود الأكسجين. مما ينتج مركبات تحتوي على عدد أقل من ذرات الكربون.

إنتاجها صناعيا: من خلال أول أكسيد الكربون والهيدروجين. ويسمى ناتج (الهيدروكربونات) هذه الطريقة بوقود فيشر تربوش. كما يوجد هيدروكربونات ذات أصل معدني.

- يكمن وجود مصدر أخر طبيعي للهيدروكربونات وذلك في عدة مناطق مختلفة من بحار الساحلية، على سواحل آلسكا وكاليفورنيا وغيرها التي تقع في الأحواض الرسوبية المتآكلة، أو الصدوع بين كتل القشرة الأرضية والتي تعرف بموقع ترسباتها الأحفورية.

كما هو موضح في الصورة السفلية:



الشكل (I .2) : سلسلة النفط، من الإستخراج إلى التكرير [13].

– تعتبر أيضا الزيوت العطرية والخلايا الموجودة في العديد من الأنواع النباتية والحيوانية هي جزء من هذه الهيدروكربونات الحيوية المنشأ [14].

I–1–5–أنواع الهيدروكربونات : للهيدروكربونات أنواع عديدة من أشهرها ما يلي :

– الهيدروكربونات المشبعة: نذكر منها **[15]**: **الألكانات الخطية**:(n-alkanes) : هي الألكانات التي يبلغ طولها من 7إلى 40 ذرة كربون وتمثل واحدة من أكثر الذرات تصنيفا (40% – 10 من إجمالي الهيدروكربونات النفطية للبترول الخام الخفيف كما يمكن أن تصل بعض الحالات إلى 60%).

– الألكانات المتفرعة: وهي الأكثر تواجد في الأيزو (مجموعة الميثيل في الموقع 2)، كما يوجد مركبات أخرى متفرعة من الأنتيزو (مجموعة ميثيل ذات الموقع 3)، أو مركبات متعددة Polyramifies مثل isoprenoides مثل Phytane .....وغيره. والتي تعد أقل بكثير من سابقتها.

- لا يحتوي البترول الخام ذو الأصل الاحفوري بشكل عام على الألكينات.

– **المركبات الحلقية:** هي المركبات الكيميائية التي تتكون من سلسلة من ذرات مترابطة مع بعضها البعض بشكل حلقي، حيث تكون معظم هذه المركبات عضوية وبنسبة قليلة مركبات غير عضوية، نذكر منها: الكبريت السيليكون وغيرهم. كما تتميز بعض أنواعها بأنها عطرية كمركب البنزين. ومن الأمثلة على المركبات الحلقية نذكر: الهبتان، البنزين، النفثالين، البورفيين، بنتازول **[16]**.

– **الهيدروكربونات العطرية:** وهي المركبات التي تحتوي على حلقة بنزين، وسبب تسميتها بالمركبات العطرية، هو أن معظم مركباتها تملك رائحة عطرية. وتختلف في الخصائص الكيميائية فيما بينها، كما توجد مركبات عطرية لا تحتوي على حلقة بنزين وإنما على حلقات أخرى مثل: حلقة البيرول الفيوران والبيريدين **[17]**. هذه المركبات تطغى عليها مركبات أحادية وثنائية وثلاثية العطريات كما أنها أقل وفرة من الألكانات ولا تمثل سوى 10-30% من إجمالي هيدروكربونات النفط البترولي الخام **[18]**. يتم فصل العطريات إلى مجموعات رئيسية هي:

أ) **الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات (HAP)**: والتي تتمثل في جزيئات عضوية من عائلة الهيدروكربونات العطرية والتي تتشكل أساسا من وحدات البنزين المنصهر **[19]**.

– كما تعرف بأنها مكونات طبيعية للفحم والبترول، ويمكن أن تنتج من الإحتراق الغير تام أيضا لمختلف المواد العضوية مثل: الوقود والخشب .....وغيرهم في البيئة وفي الغالب يتم العثور عليها مرتبطة بجزيئات من الإحتراق، أو تأكل المواد التي تحتوي عليها، أو بشكل غاز في الهواء.

– تكون الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات على شكل مزائج أيضا مختلفة وأكثر من 100مكون منها، مختلف حسب مصدر الإنبعاث. وقد تم تصنيفها إلى 16 صنفا حسب وكالة البيئة للولايات المتحدة كملوثات أولية لها **[20]**.

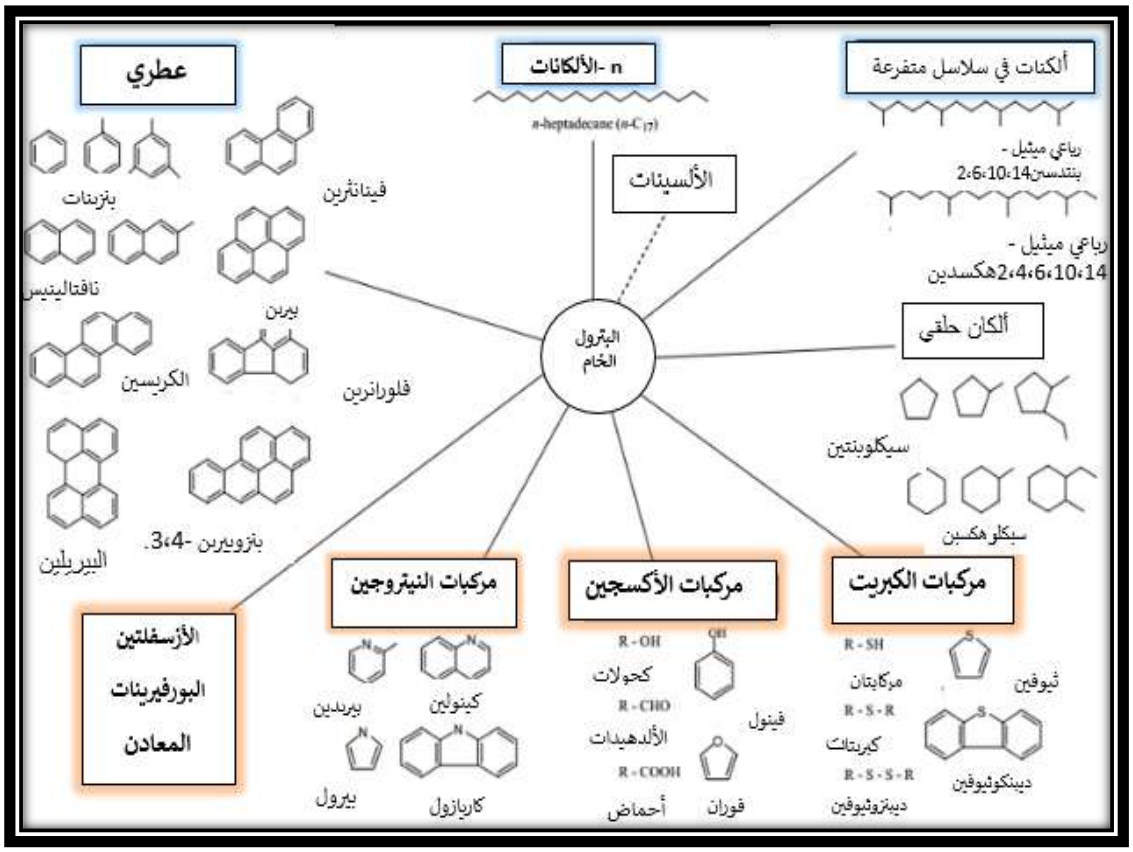
ب) **المركبات القطبية:** ويتمثل هذا الجزء من الجزيئات الحلقية الغير متجانسة، مثل **[21]**:

- **المركبات المؤكسجة:** الفينول، الأحماض الكربوكسيلية، الكحول، ...
- **مركبات كبريتية:** كبريتيدات، ثنائي الكبريتيدات، .....

- **مركبات نيتروجينية:** كالبيريدين، الكينولين، .....

- حيث تكون مشتقات الكبريت في معظم الحالات هي الأكثر تواجد من المركبات الأخرى المذكورة سابقا.

ج) **الأزفلت:** هي مركبات ذات بنية جوهرية المقابلة للأوزان الجزيئية من 500إلى 10000، وتتكون من تراكم الأوراق العطرية المكثفة جدا بالكربون والمترابطة بالسلاسل المشبعة **[22]**.



الشكل (I.3): المركبات الهيدروكربونية وغير هيدروكربونية في البترول الخام **[23]**.

I-1-6 -مشتقات الهيدروكربونات : للهيدروكربونات مشتقات عديدة نذكر منها **[24]** :

أ) **الكحول:** وتتمثل في مركبات عضوية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل وتحضر بطرق عديدة منها:

- **كحول أحادية الهيدروكسيل:** وتم تحضيرها من خلال تفاعل مركب جرينارد مع الفورمالدهيد. وذلك من خلال تصنيف النوع حسب مجموعة الألكيل المرتبطة بذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل، من الأمثلة نذكر: **كحول أولي:** كالميثانول.

كحول **ثانوي** مثل 2-بروبانون. أو **كحول ثالثي** مثل مثيل 2ميثيل 2بروبانون.

- **كحول ثنائية الهيدروكسيل:** كالجلايكول، من خلال تفاعل مركب جرينارد مع الألدهايد.
- **كحول ثلاثية الهيدروكسيل:** مثل الجليسرول، حيث يتم تحضيره من خلال إضافة مركب جرينارد إلى الكيتون.
- **كحول متعدد الهيدروكسيل:** مثل السوربيتول.

ب) **الأحماض الكربوكسيلية:** هي أهم المركبات العضوية لأنها تحتوي على مجموعة كربوكسيل (-COOH) والتي تصنف إلى: **أحماض أحادية الكربوكسيل:** كحمض الأسيتيك CH3COOH، **أحماض ثنائية الكربوكسيل:** مثل حمض الأكساليك HOOC-COOH، **أحماض متعددة الكربوكسيل:** كحمض الستريك.

I-1-7-تصنيف الهيدروكربونات : تصنف الهيدروكربونات حسب مصدرها وخصائصا إلى **[25]** :

أ) **مركبات هيدروكربونية أليفاتية:** والتي تمتاز بأنها قابلة للإشتعال وتستخدم كوقود. ويتم إشتقاقها عندما يحدث انحلال كيميائي للزيوت أو الدهون. حيث تتكون هذه المركبات العضوية من هيدروجين وكربون مترابطين معا على شكل حلقات غير عطرية، أو سلاسل متفرعة، أو مستقيمة مثل: الميثان والإيثيلين .....وغيرهم.

ب) **المركبات الأروماتية أو العطرية:** هي مركبات تشتق من انحلال كيميائي لمستخلصات متنوعة من أنواع عديدة للنبات التي تملك روائح عطرية وتنقسم إلى نوعين هما: الهيدروكربونات المهلجنة العطرية: والتي تحتوي على حلقة بنزين تمثل وحدة أساسية للبناء لها. الهيدروكربونات الغير مهلجنة العطرية: وهي التي لا تحتوي على حلقة بنزين كوحدة أساسية للبناءها.

يمكن تصنيف الهيدروكربونات حسب عدد ذرات الكربون إلى **[26]**:

- **الألكانات** C_nH_{2n+2}: وهي عبارة عن مركبات تتكون من روابط أحادية تكون فيها ذرات الكربون المتشبعة بالهيدروجين مع زيادة ذرة واحدة بالمركب الذي يليه وتشمل كل من: الميثان ايثان، بروبان بيوتان .... أوكتان.

- **الألكينات** $C_n\,H_{2n}$: تعني المركبات التي تنقص ذرتي أكسجين: أي أن ذرات الكربون من السلسلة الألكينات الغير مشبعة

مداراتها بالإلكترونات، وبذلك تشكلان روابط ثنائية بينهما وكل مركب يزيد عن الذي قبله بذرة كربون واحدة. نذكر منها: إيثين، بروبين بيوتين، بنتين، هكسين، هبتين، نايتين، أوكتين.

-**الألكاينات أو الأسيتيلينات** C_nH_{2n-2} : وتعني نقص أربعة ذرات من الهيدروجين وبالتالي تعمل ذرة الكربون على تشكيل ثلاثة روابط بينها. ونذكر منها حسب ترتيب ذرات الكربون: إيثاين بروباين، بيوتاين.

كما يمكن تحويل الهيدروكربونات الغير مشبعة إلى مشبعة عن طريق تفاعلات إضافة لذرات الكربون أو عناصر أخرى من الهالوجينات. أنظر إلى الجدول السفلي:

الجدول (I .1): عائلات الهيدروكربونات المختلفة [27].

المواد (قائمة غير شاملة)	العائلات الفرعية	العائلة
الميثان الإيثان البروبان البيوتان والأيزوبيوتان البنتانات هيكسانيس	الألكانات	الهيدروكربونات المشبعة
سيكلوبروبان سيكلوبوتان سيكلوبنتان	Cyclanesسيكلين	
الإيثيلين بروبيلين بوتينيس بوتادين الايزوبرين	الألكينات	

سيكلوبنتين سيكلوهكسين	سيكلنس Cyclènes	الهيدروكربونات الغير مشبعة
الأسيتيلين ميثيل سيتلين	الألسينات	
البنزين التولوين إيثيل بنزين زيلينس Xylènes	أحادي الحلقات (HAM. BTEX)	الهيدروكربونات العطرية
النفتالين الفيناتثرين أنثراسين بيرين	متعدد الحلقات(HAP)	

I-1-8-خصائص الهيدروكربونات : تتميز الهيدروكربونات بخصائص فيزيائية وكيميائية بعدة خصائص نذكر منها :

- الخصائص الفيزيائية: والتي تتمثل في **[28]**:

أ) **الكثافة:** تصنف كثافة الهيدروكربونات من خلال درجات (الحرارة الأمريكية) API °والذي يمثل واجهة برمجة التطبيقات لكثافة النفط الخام بالنسبة للمياه والذي يحسب بإستعمال كثافة النفط الخام عند الشروط القياسية التالية : $T = 15.6$ درجة مئوية و$P = 1$ضغط جوي ،حيث نجدها في المياه العذبة تساوي $API = 10°$،أما الكثافة ρ (g/ml) للهيدروكربون ويتم تعريف درجتها API° من خلال العلاقة :

$$° \mathbf{API} = \frac{\mathbf{141.5}}{\boldsymbol{\rho}} - \mathbf{131.5} \ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{1} - \boldsymbol{I})$$

- ومن خلال العلاقة يمكن تعريف المنتوجات الخفيفة والمتوسطة والثقيلة والغير ثقيلة وفق الجدول التالي:

الجدول (I .2): تصنيف البترول الخام حسب الدرجة °API.

الكثافة (g/cm^3)	°API	تصنيف النفط الخام
< 0.87	> 31.1	الخفيف
0.92–0.87	22.3–31.1	المتوسط
1.0–0.92	10–22.3	الثقيل
> 1.0	< 10	Extra lourd

➢ من خلال الجدول نستنتج أن الهيدروكربونات التي لديها $\boldsymbol{API > 10}$°أقل من الماء سوف تطفو. أما التي كثافتها أكبر من 10تكون أكثر كثافة من الماء وبالتالي تميل إلى التدفق.

ب) اللزوجة الديناميكية:

اللزوجة الديناميكية: هي عبارة عن مقاومة السائل. وبالتالي تؤثر على إنتشار جسم من الهيدروكربونات على سطح الماء.

تعرف الهيدروكربونات النفطية بأنها ذات لزوجة ديناميكية منخفضة، سائلة للغاية كما أنها تنتشر بسرعة.

- تتناسب اللزوجة الديناميكية عكسيا مع درجة الحرارة، حيث كلما تنخفض درجة الحرارة فإن اللزوجة تزداد **[29]**.

ج) نقطة الغليان: [30]: عبارة عن علاقة طردية، أي أنه كلما يزداد حجم الهيدروجين (عدد ذرات الهيدروجين) تزداد نقطة غليانه، مع أن الهندسة الجزيئية للهذه الجزيئات لها تأثير أيضا. وهذا راجع للقوة الكبيرة بين الجزيئات المتناسبة مع الجزيء الأكبر مثلا نذكر البيوتان C_4H_{10} هي **0** درجة مئوية مقارنة بدرجة غليان النونان C_9H_{20} نجدها 150.8 درجة مئوية.

د) غير قابلة للذوبان في الماء: لأن الهيدروكربونات مواد قطبية، يعني أن كثافة الشحنات الكهربائية في المناطق مختلفة من الجزيء تلغى، كما أن الماء جزيء قطبي أيضا وهذا ما يعرف في الكيمياء: نفس الشيء يذوب متشابها.

– الخصائص الكيميائية: نذكر منها ما يلي **[31]**:

أ) قابلة للإشعال ولديها القدرة على تكوين البوليمرات.

ب) الغازات أو السوائل تستطيع أن تتفاعل مع الأكسجين في الهواء لتنتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء.

ج) تحرر طاقة في شكل ضوء وحرارة.

د) تحتاج طاقة من أجل بدء التفاعل، وبمجرد البدأ فإن التفاعل يكون مكتفيا ذاتيا.

I-1-9- إستخدامات الهيدروكربونات: للهيدروكربونات أهمية كبيرة في حياتنا اليومية، حيث تشارك في العديد من الإستخدامات والتطبيقات المختلفة ومن أهم تطبيقاتها، نذكر ما يلي **[32]**:

- تصنيع البنزين من أجل تشغيل وسائل النقل المختلفة.
- تصنيع عدة مذيبات عضوية ومنظفات مختلفة.
- صنع أنواع من المتفجرات.

بالإضافة إلى استعمالات أخرى هي **[33]**:

- تطور وتقدم الصناعات المختلفة التي تستعين بالفحم في صناعتها.
- تشغيل سفن الفضاء والصواريخ.
- تستخدم في صناعة المطاط والألياف الصناعية.
- تعتبر المصدر الأول للحصول الإنسان على الطاقة.
- يتم إستخراج غاز الميثان من الهيدروكربونات والذي يستعمل في المنازل للطهي والتدفئة.

الشكل (I .4): إستخدام غاز الميثان في الطهي [34].

I-1-10-أضرار الهيدروكربونات: ينتج عن إستعمال الهيدروكربونات الغير عقلاني وتعرض الإنسان لها للوقت كبير عدد أضرار نذكر منها **[35]**:

- **كثرة إستنشاق المواد الهيدروكربونية يؤدي إلى إدمان صاحبها، مثل إدمان المخدرات وبالتالي إلحاق الضرر بالأعصاب والعضلات وكذلك ضعف قدرة الكلام والحركة.**
- **الإصابة بفقر الدم وتلف في نخاع العظام.**
- **إدمان النوم بصورة ملفتة للنظر.**
- **إحتمالية حدوث غيبوبة أو جلطات في القلب، أو إختناق وضعف عمل الرئتين.**
- **الحساسية وإلتهابات مثل: حكة الأنف والعينين.**
- **العديد من مشاكل الجهاز التنفسي مثل: الربو أوإنسداد الرئوي [36].**

I-2-الهيدروكربونات وآثارها على البيئة: [37]: تصل الهيدروكربونات إلى البيئة من خلال عمليات التنقيب إستخراج المحروقات وتخزينها، تكرير النفط والمعالجة، كما يمكن إيجادها بسبب عدة نشاطات.

I-2-1 -أسباب تلوث البيئة: تلوث البيئة بسبب عدة نشاطات نذكر منها:

- ✓ حوادث التسربات النفطية من الأنابيب، أو الخزانات عند النقل.
- ✓ الإنسكابات من ناقلات النفط في المحيط.
- ✓ الإنسكابات من عمليات الإصلاح في المصافي، أو الحقول، أو الآبار.
- ✓ الإستخدمات التجارية أو الصناعية العديدة: مثل عوادم السيارات، المصانع وتوليد الطاقة.

- ينتج عن كل هذه الأسباب آثار على كل من التربة، الإنسان، المياه، الأنهار والمحيطات وغيرهم.

I-2-2-تأثير الهيدروكربونات على التربة: عند وصول الهيدروكربونات إلى البيئة تنتقل إلى التربة ثم إلى المياه الجوفية، حيث تعمل البكتيريا والكائنات الدقيقة المتواجدة في التربة على تفكيك سلسلة المركب إلى أجزاء صغيرة. وبعد تفككها، يتبخر بعض من هذه المركبات مباشرة إلى الغلاف الجوي، بينما المركبات الثقيلة تبقى في التربة لفترات طويلة، مما تخلف أضرار جسيمة للنظام البيئي وحياة الكائنات التي تسكن عليها.

I-2-3-تأثير الهيدروكربونات على المياه والأنهار: [38]: عند حدوث تلوث الهيدروكربوني في البيئة البحرية تخلف عواقب على الحيوانات والنباتات فيزيائية وسامة، حيث نجد أن شدة التلوث تعتمد على عدة عوامل نذكر منها: الظروف البيئية الأرصاد الجوية، حساسية الموقع وكمية ونوع النفط المتسرب.

أ) **الآثار المباشرة:** تخلف الهيدروكربونات الثقيلة عواقب وخيمة أكثر من الهيدروكربونات الخفيفة، خاصة أنها تؤثر على الصخور والموائل بحرمانها من الأكسجين وبالتالي خنق الكائنات، أما الخفيفة تسبب آثار سامة على الكائنات الحية خاصة التي تعيش على سطح الماء. ومن أشهر أضراراها هو التجمد المادي: والذي يعني تشكل رواسب للهيدروكربونات الثقيلة على شكل حزم على الشاطئ وطوفانها فوق سطح الماء لأنها ضعيفة الذوبان في الماء، كما يمكن أن تخلف أضرار للنظام البيئي ككل عند حدوث العاصفة.

ب) الآثار غير مباشرة:

تتمثل في ترسب الهيدروكربونات الثقيلة التي تؤدي إلى فقدان الموائل وفشل السلسلة الغذائية وبالتالي تؤثر على الوضع الإقتصادي والإجتماعي للسكان القريبة من الموقع.

I-3-سمية الهيدروكربونات : للهيدروكربونات آثار ضارة للإنسان والبيئة جميعا وتعد السمية من أكبر أضرارها، حيث تكمل أضرارها بالنسبة للإنسان من خلال التأثير على جسمه بشكل أساسي عن طريق الإستنشاق من خلال الإتصال. وترتكز سمية الهيدروكربونات على المعلمات التالية **[39]**:

أ) السمية الجوهرية للجزيء الكيميائي المعدني، حيث كلما يزداد حجم الجزيء السمية تزداد.

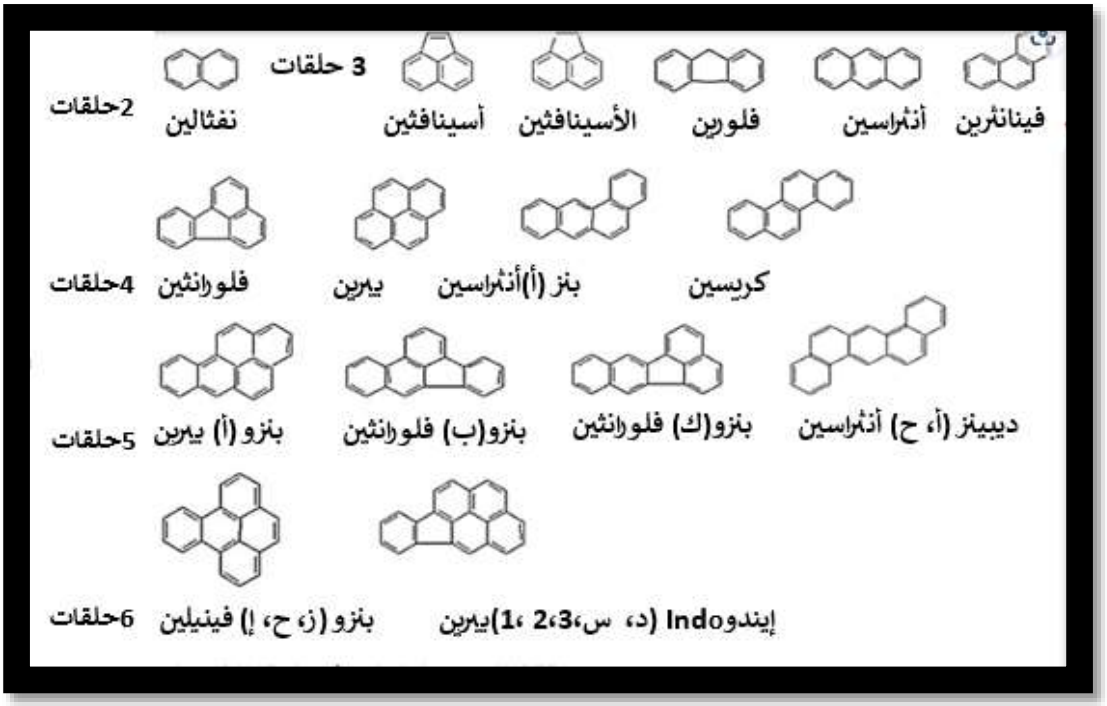
ب) حركة الجزيء، حيث تعد المركبات الأكثر تطاير هي الأكثر سمية خلاف المركبات الخفيفة.

ج) مقدار التركيز المعرض له، مدته وتواتره.

د) الحساسية الفردية.

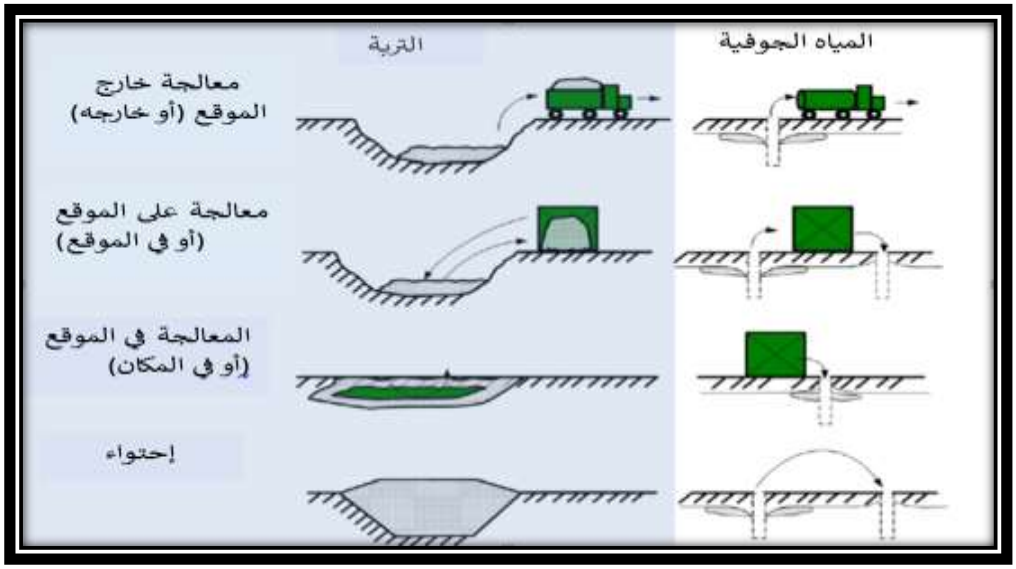
ر) المنطقة المعرضة لها: الجهاز التنفسي، الجلد والعينين، ....وغيرهم.

- ليس كل الهيدروكربونات سامة بنفس المقدار، وبالرغم من ذلك فإن الهيدروكربونات العطرية متعددة التخصصات، هي التي لديها قدرة كبيرة مطفرة ومسببة للسرطان. كما يمكن أن تكون خطيرة على صحة الانسان والبيئة ومن خلال إمتصاصها من قبل الكائنات الحية، تؤدي إلى حدوث خلل وظيفي في الخلايا.
- من المحتمل أن تعمل على إنخفاض إستجابة النظام أيضا وبالتالي زيادة في الإصابة بالعدوى **[40]**.



الشكل (I .5): عرض 16 هيكلا بيئيا ساما من طرف وكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة [41].

I-4-معالجة تلوث التربة من الهيدروكربونات : قبل البدأ في العلاج يجب تأمين الموقع عن طريق إزالة أي مواد خطيرة متبقية وكذلك أخذ الحذر من تسرب غبار جزيئات التربة الملوثة، كما هو موضح في الصورة السفلية :



الشكل (I .6): عائلة تقنيات معالجة التربة حسب موقع المعالجة [42].

- وتشمل أربعة تقنيات معالجة **[43]**. والتي تتمثل في **[44]**:

I-4-1-المعالجة الحرارية : تستعمل هذه المعالجة بغرض التخلص من ملوثات التربة عن طريق المراحل التالية :

- إزالة الملوثات عن طريق التبخر، من خلال النقل الحراري المباشر أو الغير مباشر من الهواء المسخن أو تعريضها للهب مكشوف.
- تدمير الملوثات بإستعمال الحرارة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، عند درجة حرارة ثابتة.
- في كلا الطريقتين السابقتين يعمل الغاز الناتج عن التسخين في إزالة ومعالجة التربة الملوثة.
- إستعمال نواتج الإحتراق الغير مرغوب فيه وبعد هذه العملية يتم تعرية المجرى الذي تم بواسطته حقن البخار داخل التربة، من أجل تبخير الملوثات المتطايرة نسبيا.

I-4-2-المعالجة الكيميائية: تتم هذه المعالجة من خلال وضع التربة في مستعلق يحتوي على محلول مناسب ويشترط أن يكون التلامس بين التربة والمحلول الكيميائي أمر أساسيا، كما يجب إعادة العملية عدة مرات من أجل التأكد من إزالة السموم من التربة نهائيا.

I-4-3-المعالجة البيولوجية: تعتمد هذه الطريقة في المعالجة على إستعمال الكائنات الدقيقة، مثل البكتيريا والفطريات، أو النباتات لتقوية عمل التحلل الكلي، أو الجزيئي للمركبات العضوية السامة، كما لها دور آخر كالإصلاح، أو إذابة ملوثات معينة **[45]**. كما تعتبر هذه المعالجة أكثر فعالية وليست مكلفة مقارنة بطرق المعالجة الأخرى **[46]**.

I-4-4-المعالجة الفيزيائية: تتمثل في عمليات تجميد الملوثات، أو تزويد الطاقة بوسائل حرارية، أو ميكانيكية أو كهربائية من أجل تحللها، أو إستخلاص الملوثات وهي تضمن كل من العمليات التالية: الحصر **التثبيت، الحرق، الإمتصاص الحراري الضخ، التطاير [47]**.

I-5-تخزين الهيدروكربونات : من أجل سلامة المواطنين والبيئة، من تسرب وأخطار الناتجة عن حوادث النقل وتخزين الهيدروكربونات، يجب أن نعرف كيفية تخزين هذه المواد الكيميائية الخطيرة وذلك من خلال معرفة ما يلي :

I-5-1-تعريف التخزين : يقصد بعملية التخزين صناعيا : هو تجميد كميات معينة من السوائل كالنفط أو الغاز مؤقتا في سعات التخزين المناسبة **[48]**. كما تسمى أيضا: بأوعية الضغط، أو الخزانات إعتمادا على طبيعة المنتج المخزن تحت ضغط أو لا، حيث تختلف هذه الخزانات شكلا وحجما عن بعضها البعض، وتبنى بجدار واحد أو بجدارين من مواد مختلفة كالفولاذ الخرسانة، أو ألياف زجاجية. وهذا ما يتيح لنا أن نجد الخزانات بأشكال كروية، السيجارات للغازات المسالة وكذلك المخازن المبردة ل GNE.

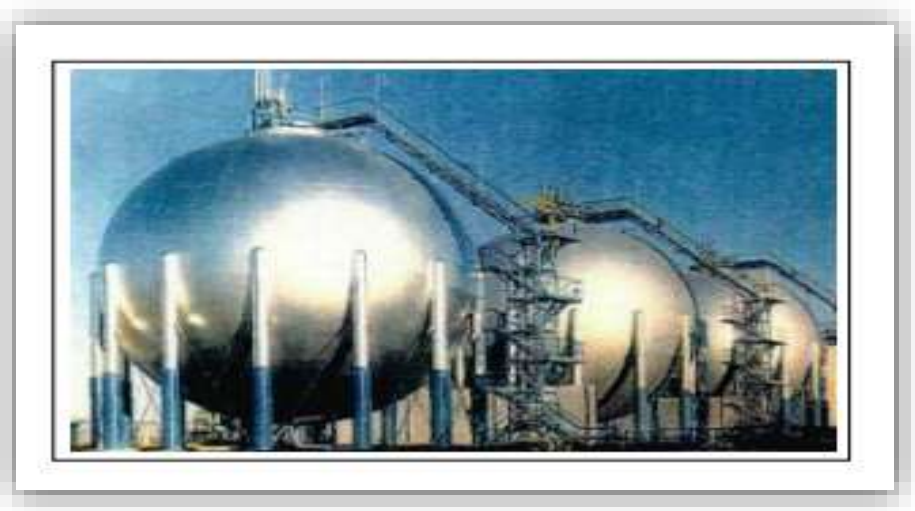
I-5-2-دور وأهمية التخزين : تكمن أهمية تخزين النفط الخام، الذي يتكون من مزيج من المواد الكيميائية، ومن بينها الهيدروكربونات وذلك من خلال **[49]** :

- وضع هذا البترول الخام في حالة راحة للحصول على منتج نهائي يخلصنا من نسبة الماء المتبقية من المعالجة.
- مراقبة كمية الخام المشحونة.
- للمعرفة الكمية الكافية التي تستطيع القوارب حملها في حالة حدوث مشكلة في النقل أو في المنتج.
- إنتاج مستمر للتخزين الدائم.

I-5-3-مختلف أنواع التخزين : يتم تخزين الهيدروكربونات حسب معايير معينة نذكر منها :

أ) **الفئة الأولى**: **خزانات تحت الضغط** تتمثل في **[50]**:

1-الكرات: تتميز هذه الأنواع من الخزانات بكونها ذات نصف قطر يتراوح ما بين 5و 10متر وحجم من 500 إلى 4500 متر مكعب، كما تستطيع أن تتحمل ضغوط داخلية من 8 إلى 9 بار للبيوتان وحتى 25 بار بروبان وسمك الجدار دائما أكبر من 10ملم. أما الكتلة المخزنة داخلها فإنها تختلف بإختلاف كثافة الطور السائل للمنتج المخزن. ذو المساحة 1000 متر مكعب. كما هو موضح بالصورة:



الشكل (I .7): الخزانات الكروية تحت الضغط.

2- الخزانات الأفقية : يستعمل هذا النوع من الخزانات الإسطوانية لنفس طبيعة المنتوجات المذكورة سابقا حيث يبلغ قطرها من 1.5 إلى 3 متر ،كما يبلغ طولها حوالي 10أمتار والذي يتناسب مع حجم ما بين 100 إلى 2000 متر مكعب .وتمكن أطوال هذه الخزانات من قياس عدد قليل بضع عشرات من الأمتار في الحالة العادية ،كما هو موضح في الصورة السفلية :

الشكل (I .8): الخزانات الأفقية تحت الضغط.

ب) الفئة الثانية [51]:**خزانات الضغط الجوي** : تمثل هذه الخزانات الأغلبية العظمى من الخزانات وتمتاز بأنها ذات حجم كبير لتخزين السوائل القابلة للإشتعال وفي الغالب يكون قطرها كبير ومكون من غلاف واحد أو مزدوج من المعدن .وفي العادة تكون هذه الخزانات :

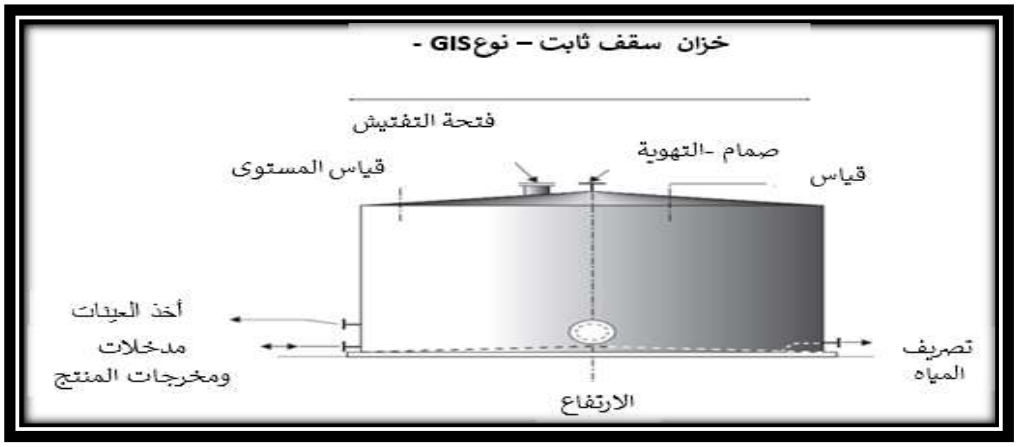
معادن : كل من رداءها ،أسقفتها وقاعها من الفولاذ .

عمودية : محور التناظر لديها عمودي .

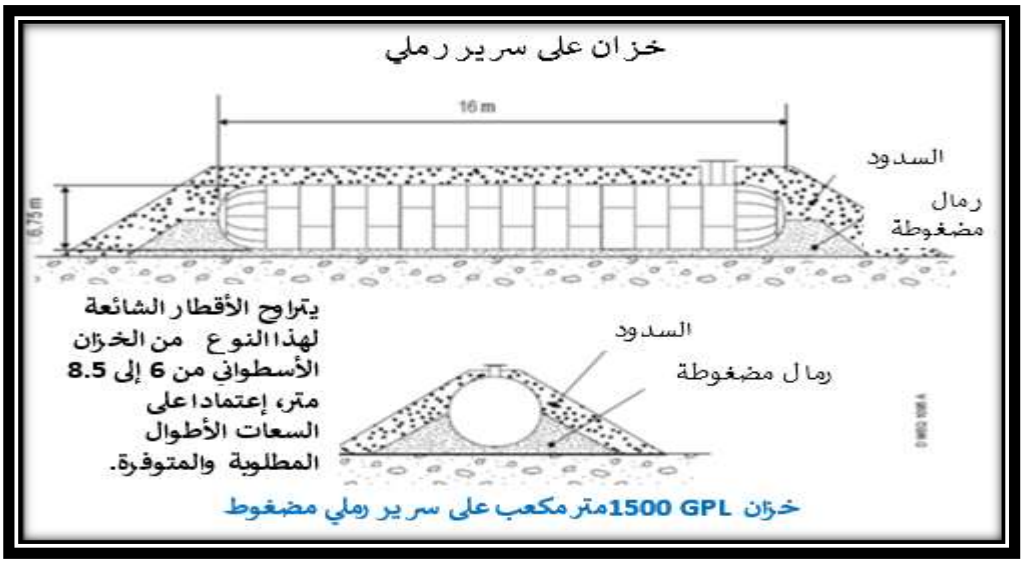
كما هو موضح في الصورة السفلية :

الشكل (I. 9): خزانات الضغط الجوي.

- كما يوجد أنواع أخرى من الخزانات نذكر منها [52]:



الشكل (I. 10): خزان السقف الثابت.



الشكل (I.11): خزان على سرير رملي.

I-6-نقل الهيدروكربونات البترولية:

I-6-1-نقل البترول الخام: يتم نقل البترول من منطقة إلى منطقة وذلك من خلال نقله إما بريا: بواسطة شاحنات، أو عن طريق خطوط الأنابيب، أو عن طريق البحر عموما، بواسطة ناقلات البضائع الخاضعة لأمن صارم **[53]**.

I-6-2-مختلف وسائل نقل البترول الخام (الهيدروكربونات) : يتم نقل البترول الخام بعدة طرق منها :

- نقله بريا: يتم نقل البترول الخام بريا من خلال **[54]**:

أ) **خطوط الأنابيب:** وهي عبارة عن أنابيب مصممة خصيصا للنقل البري. وتتميز بعدة خصائص نذكر منها: إحتواءها على غطاء بمادة قطرانية لتجنب التآكل، كما أنها ملفوفة بطبقة من صبغة معدنية أو بلاستيكية. ونجد البعض منها مدفون، حيث تخضع جميعها إلى مراقبة من أجل رصد أي تسربات في أسرع وقت ممكن. .

كما في الصورة السفلية:

الشكل (I .12): نقل البترول الخام بواسطة خطوط الأنابيب [55].

ب) بواسطة صهاريج النقل (شاحنات): تنقل الهيدروكربونات بواسطة صهاريج نقل للمواد الكربونية الجافة والمواد الخطيرة التي تقدر بجزء من المتر. كما أنه يجب أن تكون هذه الصهاريج خاضعة لقواعد السلامة، فمنذ عام 2005 يسعى المبرمجون وأسطولنا من الشاحنات ذات الصهاريج على نقل النفط من مصفاة FoS-sur mer إلى البائعين من المناطق الجنوبية صيفا وشتاءا على الطروق الجبلية **[56]**.

– نقله عن طريق البحر : [57] : يعتبر النقل البحري للنفط أمرا تجاريا مهما للغاية على مستوى العالم .كما يلعب دورا أساسيا في دعم أمن الطاقة وتوفير الوقود لمختلف بلدان العالم، حيث يتم نقل حوالي 62 % من النفط عبر البحار ،كما يعتبر هذا النوع من النقل عبر الناقلات تكلفة معقولة، موثوقة وقابلة للتجارة عبر البحار والقارات .مما يمكن المستهلكين والمنتجين التمتع بأمن الطاقة وتنوع مصادرها وتكمن أهمية هذا النوع من النقل هو أنه في حالة إحتياج الدول المستهلكة إلى النفط يعجز النقل البري عن تلبية إحتياجاتها فتستخدم ناقلات النفط عبر البحار لحل هذا الإشكال.

الشكل (I .13): مختلف الممرات والقنوات والمضائق التي يصلها النفط يوميا.

الشكل(I .14): نقل النفط عن طريق البحر [58].

I-7-إنتاج الهيدروكربونات: يتم إنتاج الهيدروكربونات بعدة عمليات، منها:

- إنتاج الهيدروكربونات من طحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا): وذلك من خلال أخذ أربعة أنواع من طحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) والمتمثلة في:

Oscillatoria tenuis, Lyngbya aerugieneo-coerulea,Hapalosiphon Welwitschii

Chroococcus limneticu ووضعها في أوساط ملائمة والعمل على إكثارها بواسطة مواد معينة من أجل نموها في ظروف ذات درجة حرارة وفترة إضاءة محددة، ثم القيام بتجفيفها وعند الحصول على الكتلة الحية من الطحالب يتم إستخلاص المركبات الهيدروكربونية منها بواسطة الميثانول وفي الأخير القيام بعملية الصوبنة وتركها تبرد، ثم وضعها في قمع الفصل وإضافة الهكسان لها، فيحدث تشكل طبقتين حيث تكون الطبقة السفلية تحتوي على الأحماض الدهنية، أما الطبقة العلوية فتمثل الهيدروكربونات الذائبة في الهكسان **[59]**.

خلاصة:

في هذا الفصل تم التعرف على مفهوم الهيدروكربونات وكل ما يخصها من أنواع، مصادر وخصائصها، كما تعرفنا على كيفية إنتاجها، نقلها وتخزينها وآثارها العديدة على البيئة وحول كيفية معالجة سميتها، أما في الفصل التالي فسوف نتطرق إلى كيفية حرق هذه المواد والشروط الضرورية لعملية الاحتراق.

الاحتراق وإنبعاث الغازات
من بعض المواد

II-1-الاحتراق :

II-1-1-تعريف الاحتراق :

يعرف الاحتراق بأنه تفاعل كيميائي ناشر للحرارة، من خلال إطلاق الحرارة على شكل أشعة ضوئية، حيث يحدث في التفاعل تبادل للذرات بين جزئين متفاعلين نتيجة اصطدامهما ويبقى عدد الذرات محفوظ، كما يعتبر تفاعل الاحتراق نوع من أنواع الوقود حيث تحتوي هذه الأنواع على ذرات مثل: الكربون، الأكسجين، الأزوت والهيدروجين **[60]**.

– الاحتراق هو: التفاعل الكيميائي الذي يحدث باتحاد الجسم مع الأكسجين، ويحدث في مرحلة الغاز إذا: كانت درجة الحرارة أقل من درجة حرارة الوسط، كما يعرف بأنه تفاعل ممزوج بين عدة تخصصات منها: **الديناميكا الحرارية، ميكانيكا السوائل واضطرابات نقل الكتلة والحرارة، هيكل المواد وسلوكها [61]**. ولكي يحدث الاحتراق يجب توفر عدة شروط والتي تعرف باسم مثلث النار.

II-1-2-تعريف مثلث النار :

يعرف مثلث النار أو مثلث الاحتراق: بأنه مخطط توضيحي للمكونات الضرورية لإنشاء تفاعل الاحتراق **[62]**. حيث يحدث الاحتراق فقط عند دمج هذه العناصر معا ويتوقف عندما يكون أحد هذه العناصر قد نفذ**[63]**. كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل (II .1): مخطط لمثلث النار **[64]**.

II-1-3-عناصر مثلث النار : تتمثل العناصر الضرورية للمثلث النار فيما يلي **[65]** :

II-1-3-1-الوقود : وهي تلك المادة التي لها خاصية الحرق قد يكون :

- **صلب** (ورق الخشبي، نسيج، ...إلخ).

- **سائل** (الهيدروكربونات، البنزين، .... إلخ).

- **غازي** (الغاز الطبيعي والبروبان وما إلى ذلك).

II-1-3-2-المؤكسد : الأكسجين المتواجد في الهواء هو الذي يسمح بتطور اللهب.

II-1-3-3-طاقة التنشيط (الشرارة) : تمثل مصدر الحرارة الذي يبدأ منه الاحتراق : اللهب، الكهرباء، الحرارة، التدفئة والاحتكاك الميكانيكي وما إلى ذلك.

II-1-4-خواص الاحتراق : تتمثل خواص الاحتراق فيما يلي **[66]** :

أ) **الاحتراق البطيء**: ويقصد به الاحتراق الغير كامل نتيجة لعدم تسخين الجسم المحترق بدرجة حرارة كافية.

ب) **الاحتراق السريع**: وهو الإرسال الممتاز من اللهب (ألسنة النار)، لتسخين الجسم المحترق ويرافقه إرتفاع في درجة الحرارة.

ج) **الاحتراق السريع جدا**: وهو عبارة عن الحرق السريع لجميع المواد المكونة للموقد، كما أنه في بعض الأحيان تصل سرعة الانتشار بالتقريب سرعة الصوت 333 متر في الثانية، حيث يكون الاحتراق مصحوب بتطاير الأجزاء المحترقة مع احتمال وقوع انفجارات صغيرة.

II-1-5-المادة المحترقة :

II-1-5-1-تعريف المادة المحترقة :

هي كل المواد التي يستخدمها الإنسان لإنتاج الطاقة من خلال حرقها، حيث تستخدم هذه المواد بأشكال مختلفة سواء، كانت فحما صلبا، أو سائلا مثل: المنتوجات البترولية، أو الغازية: كالغاز الطبيعي **[67]**.

II-1-5-2-أمثلة على بعض المواد المحترقة :

أ) **احتراق الخشب:** هو عبارة عن تفاعل أكسدة كيميائي لمادة عضوية مع إطلاق حرارة ويتم حرق الخشب من خلال أربعة مراحل هي: التجفيف، الانحلال الحراري، أكسدة الغازات واحتراق نفايات الفحم، ولكي يحدث الاحتراق الكامل للخشب يجب أن تكون هناك نسبة كافية من الأكسجين في الجو **[68]**.

ب) **احتراق الغاز الطبيعي (الميثان):** عند إحتراق الميثان (هو المكون الأساسي للغاز الطبيعي كما درسناه سابقا في الفصل الأول) ومن خلال الحسابات النظرية والعملية، نجد حسابيا أن احتراق واحد مول من غاز الميثان ينتج إثنان مول من الماء على شكل سائل و8.91 % غاز ثاني أكسيد الكربون من الأكسجين، بالإضافة إلى 5 % أكسجين ونسبة 8.99 % ثاني أكسيد الكربون كقيمة نظرية (باستعمال الجهاز) **[69]**.

ج) **احتراق الغاز البترولي السائل (GPL)**:يعرف الغاز البترولي المسال على أنه مزيج من غازين هما :البروبان والبيوتان ،ذوا الضغط الخاص والأقل من ضغوط الغازات الأخرى بين: 1.5و7بار ،كما أنه لا يتم احتراقه إلا إذا كان الغاز البترولي المسال في الهواء يحتوي على ما بين: 2 % و 10 %،بالإضافة إلى أن لتر واحد من وقود هذا الغاز له قيمة طاقة أقل بنسبة 22.5 % من قيمة البنزين وبتالي نسبة انبعاث كمية غاز ثاني أكسيد الكربون عند الاحتراق أقل ب 16 % من انبعاثها من مركبة تعمل بالنزين ،كما أنه عند احتراقه بالكامل لا يخلف مواد مضرة بالبيئة **[70]**.

II-1-6-أنواع الاحتراق : يمكن تقسيم الاحتراق إلى عدة فئات، على حسب كمية الطاقة والنواتج المطلوبة للتفاعلات المختلفة ونميز منها أهم نوعين هما **[71]** :

أ) **الاحتراق الكامل:** وذلك عند وجود الأكسجين أو الهواء بوفرة، حيث يكون التفاعل طارد للحرارة بين ذرات الكربون والهيدروجين للوقود الهيدروكربوني مع الأكسجين، مما يؤدي إلى حرق للهيدروكربون تماما ولا ينتج سوى منتجين ثانويين هما: ثاني أكسيد الكربون والماء.

ب) **الاحتراق غير كامل:** يتم هذا النوع من الاحتراق عندما تكون نسبة الأكسجين أو الهواء محدودة ويستمر إنتاج المياه، كما ينتج أول أكسيد الكربون والكربون أيضا. وبمقارنة هذا النوع مع نوع الاحتراق السابق فإن الطاقة الناتجة من هذا التفاعل تكون أقل من الإحتراق الأخر.

ملاحظة:

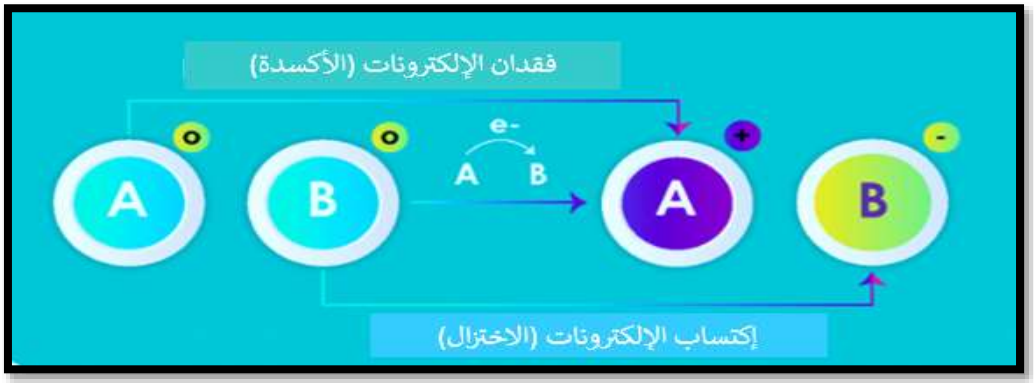
– يعتبر الاحتراق نوع من أنواع تفاعل الأكسدة، إلا أن تفاعل الأكسدة يمثل تفاعل أشمل وأوسع من تفاعل الاحتراق.

II–2–الأكسدة:

II–2–1–تعريف الأكسدة: نقصد بمصطلح الأكسدة هو وصف للتفاعلات الكيميائية التي تحتوي على الأكسجين وهو مصطلح معروف من السابق لكثرة تطبيقه في حياتنا اليومية، مثل: تخمير بعض الفواكه ومشاركة مضادات الأكسدة وكذلك في مجال العلوم حيث تطورت أهميتها إلى أن أصبح يشار إليها على أنها فئة واسعة ومهمة من التفاعلات والتي تعرف باسم تفاعلات الأكسدة **[72]**.

II–2–2–تفاعلات الأكسدة والاختزال:

II–2–2–1–تعريفها: [73]: تعرف تفاعلات الأكسدة والاختزال: بأنها التفاعلات كيميائية التي تضم نقل الإلكترونات بين المؤكسد والمرجع. وهي أي تفاعل كيميائي يتغير فيه رقم أكسدة الجزي، أو الذرة، أو الأيون باكتساب أو فقدان إلكترون أو أكثر، كما أنها تفاعلات شائعة وحيوية للبعض الوظائف الأساسية للحياة: كالبناء الضوئي، الاحتراق والتآكل وغيرهم.



الشكل (II .2): تفاعل الأكسدة والاختزال على مستوى الذرة.

II–2–2–أمثلة على تفاعلات الأكسدة والاختزال : يوجد العديد من تفاعلات الأكسدة والاختزال ومن أكثر التفاعلات الكيميائية هي ترسب المعادن ومن الأمثلة على التفاعلات ما يلي **[74]** :

$$Fe(s) \rightleftarrows Fe^{+2}(aq) + 2e^{-} \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Cu^{+2}(aq) + 2e^{-} = Cu(s) \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$MnO_4^{-}(aq) + 8H^{+}(aq) + 5e^{-} = Mn^{2+}(aq) + 4H2O(l) \ldots (3)$$

– من خلال هذا المثال (المعادلة رقم 1): نلاحظ أن ذرة الحديد قد فقدت إلكترونين ويسمى فقدان الإلكترونات بالأكسدة، في نفس الوقت يحدث اكتساب لأيون الحديد الثنائي إلكترونين وهذا ما يطلق عليه بالاختزال (الإرجاع).

– الأنواع الكيميائية التي تكتسب إلكترونات تلك هي المادة المؤكسدة (هنا أيون النحاس الثنائي).

II–2–2–3–موازنة تفاعلات الأكسدة والاختزال: كما عرفنا سابق لكي تحدث تفاعلات الأكسدة والاختزال يجب أن يكتسب أو يفقد العنصر إلكترونات في التفاعلات الكيميائية، مما يؤدي إلى زيادة أو نقصان في أعداد الأكسدة وتتم هذه التفاعلات عادة في إحدى البيئتين: الحمضية أو قاعدية ومن أجل الموازنة الصحيحة لهذه المعادلات يجب إتباع الخطوات التالية **[75]**:

أ) القيام بكتابة معادلتين نصفيتين: واحدة للأكسدة وواحدة للاختزال.

ب) بداية موازنة المعادلة عن طريق ضبط المعاملات واضافة الماء H^+ والإلكترونات.

– موازنة ذرات المعادلة بتجاهل الأكسجين والهيدروجين.

–إضافة العدد المناسب من جزيئات الماء لموازنة ذرات الأكسجين.

– القيام بإضافة أيونات H^+ لموازنة ذرات الهيدروجين.

–إضافة الإلكترونات لكل جانب، حيث يجب أن تكون متساوية من خلال إضافة ما يكفي من الإلكترونات للجانب الأكثر إيجابية.

ج) في حالة عدم تساوي المعادلتين للشحنات، يجب ضربها بأعداد صحيحة مناسبة من أجل تطابق الإلكترونات.

د) تجمع المعادلتين معا، مع إلغاء الإلكترونات لتكوين معادلة واحدة متوازنة.

هـ) إذا كانت المعادلة موزونة في وسط حمضي، يجب إضافة العدد المناسب من OH^- لتحويل H^+ المتبقية إلى جزيئات ماء.

و) التحقق من أن المعادلة قد أصبحت موزونة.

II-2-3-رقم الأكسدة :

II-2-3-1-تعريفه: عدد الأكسدة أو درجة الأكسدة: يقصد به عدد الإلكترونات التي تم الحصول عليها أو نقلها بواسطة العنصر عندما يكون رابطة أو أكثر، مع عنصر أو أكثر من العناصر الأخرى. نذكر بعض الأمثلة في الكمياء المعدنية: الحديد معدن لديه درجة أكسدة 0 ولكن عند تشكيله روابط مع الهالوجينات (التي تملك كهروسالبية أعلى منه)، يصبح ذو درجات أكسدة 2+، أو كلوريد الحديد 3+ **[76]**.

– أو هو رقم مجرد يصف شحنة الذرة بكل اختصار، أي أن كل ذرة لديها عدد نظري من الإلكترونات، بحيث أن كل مجموع الشحنات الموجبة والسالبة يساوي صفر، فعلى سبيل المثال: في الرابطة التساهمية تكون الإلكترونات مائلة إلى العنصر الإلكتروني، فيستخدم درجة الأكسدة لإعطاء فكرة لهذا الترتيب.

– يؤثر عدد الأكسدة على عنصر كيميائي واحد فقط ولا يمكننا تطبيقه على الجزيئات بأكملها، لذلك يدرس كل عنصر لوحده **[77]**.

II-2-4-الفرق بين الأكسدة والاحتراق : كل من الأكسدة والاحتراق تفاعلين كيميائيين ولديهما علاقة تكاملية بينهما ولكن برغم من ذلك توجد نقاط اختلاف بينهم والتي تتمثل في **[78]**:

– الأكسدة لا تحتوي على أكسجين في التفاعل، عكس الاحتراق الذي يحدث في وجود الأكسجين.

– يحدث فقدان للإلكترونات في الأكسدة خلاف الاحتراق هو تفاعل إضافة للإلكترونات.

– تتكون منتوجات الأكسدة من المركبات المركبة، أما الاحتراق ينتج منتوجاته في شكل حرارة وضوء.

– ينتج عن تفاعل الاحتراق أكاسيد والأكسدة لا تنتج أكسجين.

– من متطلبات الاحتراق مصدر وقود وعامل مؤكسد، عكس الأكسدة تحدث في وجود وعدم وجود مصدر للوقود.

II–2–5–نواتج الاحتراق: يتم تحديد نواتج الاحتراق من خلال نوع الاحتراق وذلك كما يلي:

إذا كان الاحتراق كامل فإن المواد الناتجة تتمثل في: **غاز ثاني أكسيد الكربون، بخار الماء، الحرارة، اللهب الرماد،** أما إذا كان الاحتراق غير كامل فإن المواد الناتجة تتمثل في: **أول أكسيد الكربون (CO)، الكربون** المعروف **بالسناج** أو **السخام، ثاني أكسيد الكربون [79].**

II–3–المواد القابلة للإشتعال :

II–3–1–تعريف المادة القابلة لإشتعال : [80] : هي تلك المادة التي تصف بكونها سهلة الاحتراق أو الاشتعال عند درجة حرارة عالية (أقل من 37.8 درجة مئوية أو 100 درجة فهرنهايت) ويمكن أن نجد هذه المادة على ثلاثة حالات هي : الصلبة، السائلة والغازية حيث تكون هذه الأخيرة تشمل فئات مختلفة، نذكر منها بعض الأمثلة الأكثر شيوعا : البروبان، البيوتان، الأسيتيلين، الإيثانول .... وغيرهم. ويرمز إلى هذه المواد بشكل لهب يقع فوق خط ونقش داخل دائرة، كما هو موضح بالشكل التالي:

الشكل (II . 3): رمز المادة القابلة للإشتعال.

II–3–2–خصائص المادة القابلة للإشتعال: تشمل المواد القابلة لاشتعال عدة خصائص مختلفة حسب نوع الفئة والتي تتمثل في : **[81]**

II–3–2–1–الفئة الأولى: **المواد الصلبة القابلة للإشتعال:** والتي تتصف بالخصائص التالية:

– الميل لنشوب حريق وذلك من خلال الاحتكاك، أو الحرارة المكتسبة أثناء التصنيع أو المعاملة.

– الميل للإشتعال التلقائي ومن ثم الاحتراق بشدة كالمغنيسيوم، النفثالين، غبار الألمنيوم.

II–3–2–2–الفئة الثانية: **السوائل القابلة للإشتعال:** كل السوائل القابلة للإشتعال تمتاز بخاصيتين أساسيتين هما **[82]**:

أ) **نقطة الوميض P_E لسائل:** والتي تمثل أدنى درجة حرارة من أجل اشتعال الأبخرة المنبعثة بعينة من السائل في ظروف اختبار محددة، وهي كمية لا يمكن الوصول إليها إلا من خلال التجارب.

ب) درجة حرارة السائل المحيط T : تعتبر درجة الحرارة السائل عامل مهم أيضا، حيث عند الزيادة في درجة الحرارة تزداد نسبة إنبعاث الأبخرة أكبر وأعلى، إلى أن تعمل على تشكل الغلاف الجوي المتفجر من سائل قابل للإشتعال، يعتمد على الفرق بين درجة الوميض ودرجة الحرارة عند أي سائل يتم تنفيذه.

II–3–2–3–الفئة الثالثة: **الغازات القابلة للإشتعال:** تمتاز هذه الغازات بشروط تجريبية خاصة والتي تكون عند درجة حرارة 20- درجة مئوية وضغط قياسي 101.3كيلو باسكال، فإنها تصبح **[83]**:

– قابلة للإشتعال إذا كان المزيج من 13%، أو أقل بالحجم مع الهواء.

– تكون قابليتها للإشتعال مع الهواء، بواقع 12% نقطة على الأقل بغض النظر عن الحدود الدنيا للانفجار.

II–3–3–تصنيف المواد القابلة للإشتعال : تصنف المواد القابلة للإشتعال حسب حالتها الفيزيائية إلى :

II–3–3–1–السوائل القابلة للإشتعال : تم تصنيف هذا النوع حسب الجدول التالي :

الجدول (1.II): تصنيف فئة المخاطر من السوائل القابلة للإشتعال [84].

نقطة الوميض	$< 0°C$	$< 21°C$	$< 23°C$	$< 55°C$	$\leq 60°C$
توجيه CE/67/548	 – إذا درجة حرارة التبخر أقل أو تساوي 35°C فإنها قابلة للإشتعال للغاية. – إذا كانت درجة التبخر أكبر من 35°C فإنها قابلة للإشتعال بسهولة.	 قابلة للإشتعال بسهولة.	لا رسم توضيحي قابل للإشتعال.		غير مدرج في فئة سائل قابل للإشتعال.
معايير CLP	 – إذا درجة حرارة التبخر أقل أو تساوي 35°C: – **سائل قابل للإشتعال**، الحالة 1: خطر (سائل أو بخار قابل للإشتعال للغاية). – إذا كانت درجة حرارة التبخر أكبر من 35°C:			 **سائل قابل للإشتعال**، الحالة 3: تنبيه (سائل أو بخار قابل للإشتعال).	

	- **سائل قابل للإشتعال**، الحالة 2: خطر (سائل أوبخار شديد الإشتعال).	

II-3-3-2-المواد الصلبة القابلة للإشتعال : يتم تصنيف هذه الفئة إلى ثلاثة فئات أساسية هي **[85]** :

- المواد الصلبة القابلة للإشتعال: وهي تلك التي تمتلك خاصية الاحتراق بسهولة والتي تتسبب في حروق من خلال الاحتكاك وتكون إما مواد مسحوقة، أو حبيبية، أو عجينية والتي تكون خطيرة عند اتصالها بمصدر احتراق، حيث إنها لا تكون مصدر خطر كحرق فقط وإنما تكون سامة أيضا ومن الأمثلة عليها المساحيق المعدنية، التي تعتبر خطرة على الوجه بسبب صعوبة إطفاءها.

- المواد ذات التفاعل الذاتي والمواد المرتبطة بها: هي المواد التي تتعرض للخلل مباشر للحرارة، أي عند درجة الحرارة العادية أو أعلى منها، يتم تصنيفها ضمن فئة المتفجرات، حسب معايير الفئة 1(المواد المتفجرة)، أو مواد مؤكسدة حسب الفئة 1-5 (فئة المواد المؤكسدة)، أو فوق أكاسيد عضوية، مثل: البيروكسيدات حسب معايير الفئة 2-5 (فئة بيروكسيدات عضوية)، أما إذا كانت درجة الحرارة أقل من 300 جول /حجم فإنها تتحلل.

- المواد التي تنبعث منها غازات قابلة للإشتعال عند ملامستها للماء.

II-3-3-3-الغازات القابلة للإشتعال : يتم التصنيف من خلال **[86]** :

- وفق التوجيهات 67/548/CEE و1999/45/CEالمعدلة: يعرف هذا النوع من التصنيف بأنه تلك المواد الغازية القابلة للإشتعال للغاية عن طريق الهواء، عند درجة الحرارة والضغط المحيطين، حيث يعتمد هذا التصنيف على النتيجة المتحصلة عليها من طرف لائحة المفوضية الأوروبية رقم 440/2008 والتي تصرح بأنه عندما تكون الغازات الممزوجة بالهواء في درجة الحرارة المحيطة: أي بالتقريب 20درجة مئوية فإنها قابلة للإشتعال.

– وفق لائحة قانون الإجراءات الجنائية (CLP): والتي تصنف المواد أو المخاليط كغازات قابلة للإشتعال على قيمة الحد الأدنى للمتفجرات ومدى نطاقها المتفجر من ناحية أخرى. والتي تكون عند درجة حرارة 20درجة مئوية وضغط جوي يساوي 101.3كيلو باسكال، حيث تحدد قابلية إشتعال موادها من خلال الاختبارات.

II–3–4 –نقل وتخزين المواد القابلة للإشتعال:

II–3–4–1–تخزين المواد القابلة للإشتعال : يختلف شروط وقوانين تخزين هذه المواد على حسب نوع طبيعة المادة القابلة للإشتعال، كما يلي:

أ) تخزين السوائل القابلة للإشتعال: يتم تخزين هذه المواد من خلال عدة شروط مهمة نذكر منها **[87]**:

– يجب حفظ هذه المواد بعيدا عن مصادر الإشتعال، الحرارة، الشعلة، أو الشرر واللهب المكشوف.

– توضع في مكان بارد وجاف خالي من الرطوبة.

– احتواء المخزن على فتحات تهوية في مستوى سطح الأرض تقريبا بإرتفاع 3 سم، أو بنظام تهوية ميكانيكي لتجديد الهواء خلال ساعات محددة.

– احتواء السوائل القابلة للإشتعال على نقطة وميض خاصة بها.

ب) تخزين المواد الصلبة القابلة للإشتعال: يتم تخزين هذه الفئة من المواد من خلال الشروط التالية:

– الحفاظ عليها بعيدا عن مصادر الإشتعال كالحرارة، الشعلة، اللهب والمصادر المؤكسدة.

– تحفظ بعيدا عن المذيبات العضوية والمواد القابلة للاحتراق.

– توضع في مكان مظلم أو في حاويات مغلقة.

ج) تخزين الغازات القابلة للإشتعال: يتم تخزين الغازات القابلة للإشتعال من خلال مايلي **[88]**:

- القيام بوضعها في أماكن بعيدة عن مصدر اللهب، أو الانفجار.

- تزويد الموقع، أو المختبر بكواشف للحريق.

-تحفظ بعيدا عن المواد التي تتفاعل مع الهواء أو الرطوبة.

- تجنب وضع هذه المواد في مكان يحتوي على الأكسجين.

- تزويد المكان بنوافذ تهوية وإضاءة طبيعية.

II-3-4-2-نقل وشحن المواد القابلة للإشتعال: قبل نقل أي مادة من هذه المواد يجب توفر عدة شروط نذكر منها:

أ) **الشروط المتعلقة بالسائق الحامل للبضائع (المواد القابلة للإشتعال):** والتي تتمثل في:

– أن يكون حامل لوثيقة ورقية للشحن في وقت النقل تكون مكتوبة بخط اليد، أو مطبوعة.

– احتواء الوثيقة على المعلومات التالية: اسم المادة، عنوان مكان العمل، تاريخ استكمال الوثيقة، رقم الهاتف، وصف للمادة الخطرة (الرقم، اسم الشحن، الرسالة الواردة من المختبرين، الفئة الفرعية للمواد).

– وضع السائق الوثيقة في السيارة، أو الشاحنة، أو في جيب متصل بباب السائق.

ب) الشروط المتعلقة بأماكن تخزين البضائع (الحاويات): يجب أن تكون حاويات النقل وفق الشروط التالية **[89]**:

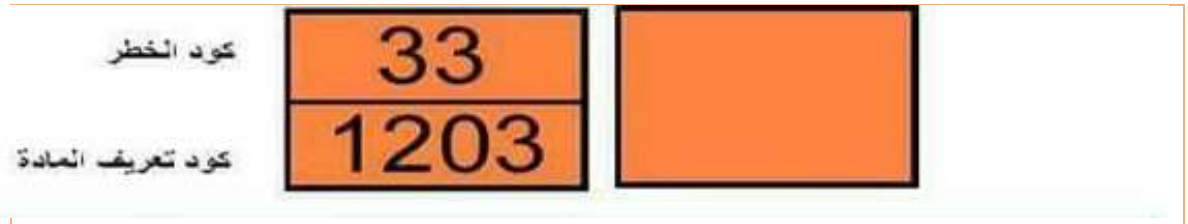
– يجب أن تكون الحاويات بنفس الشكل.

– أن تحتوي كل وسيلة احتواء على إشارة قياسية إلى أن المواد المصنوعة منها وفق معايير السلامة المنطبقة على نوع الحاوية.

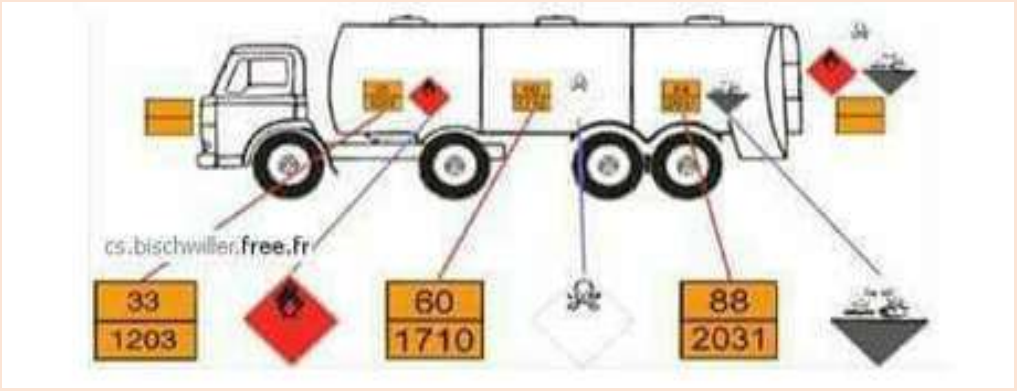
– يجب أن تكون الحاويات قد تم فحصها واختبارها ووضع علامات عليها.

– احتواء شاحنات الصهاريج على جهاز لرصد سلوك السائق كالسرعة، الوقت .... وغيرهم، أو نظام الكتروني لتعديل ديناميكية المركبات في حالة المناورة المفاجئة والحرجة.

– يجب لصق علامات الأمان على الحاويات مثل: الملصقات، اللوحات، العلامات. كما هو موضح بالصورة:



محلول حمض الهيدروكلوريك = 1789	البيوتان والبروبان = 1965
غاز حمض الهيدروكلوريك = 1050	أكسجين مضغوط =1072
حامض الكبريتيك = 1830	أكسجين سائل = 1073
صودا كاوية في صلب = 1823	كلور= 1017
صودا كاوية في محلول = 1824	الأمونياك = 1005
أكسيد الإيثيلين = 1040	ديزل= 1202
حمض الهيدروسيانيك = 1613	إيسانس= 1203
صوديوم = 1428	بنزين = 1114



الشكل (II.4): ملصقة على شاحنة صهريج توضح نوع الخطر ومعنى كل رقم [90].

ملاحظة: يتم إلصاق كل شاحنة نقل بلوحة برتقالية اللون والتي تشير إلى الخطر، حيث يشير الرقم الأول إلى الخطر الرئيسي. وإذا تم مضاعفته فهذا يعني تكثيف الخطر، أما إذا كان الرقم الثاني مختلف فهذا يعبر على أن الخطر ثانوي.

بالإضافة إلى المعلومات السابقة فإن اللوحة تحتوي على رمز ثاني أخر في الأسفل يحدد المواد المنقولة والذي يعرف بأنه رقم تعريف المنتج (NIP) **[91]**.

II-4-إنبعاث الغازات من الاحتراق :

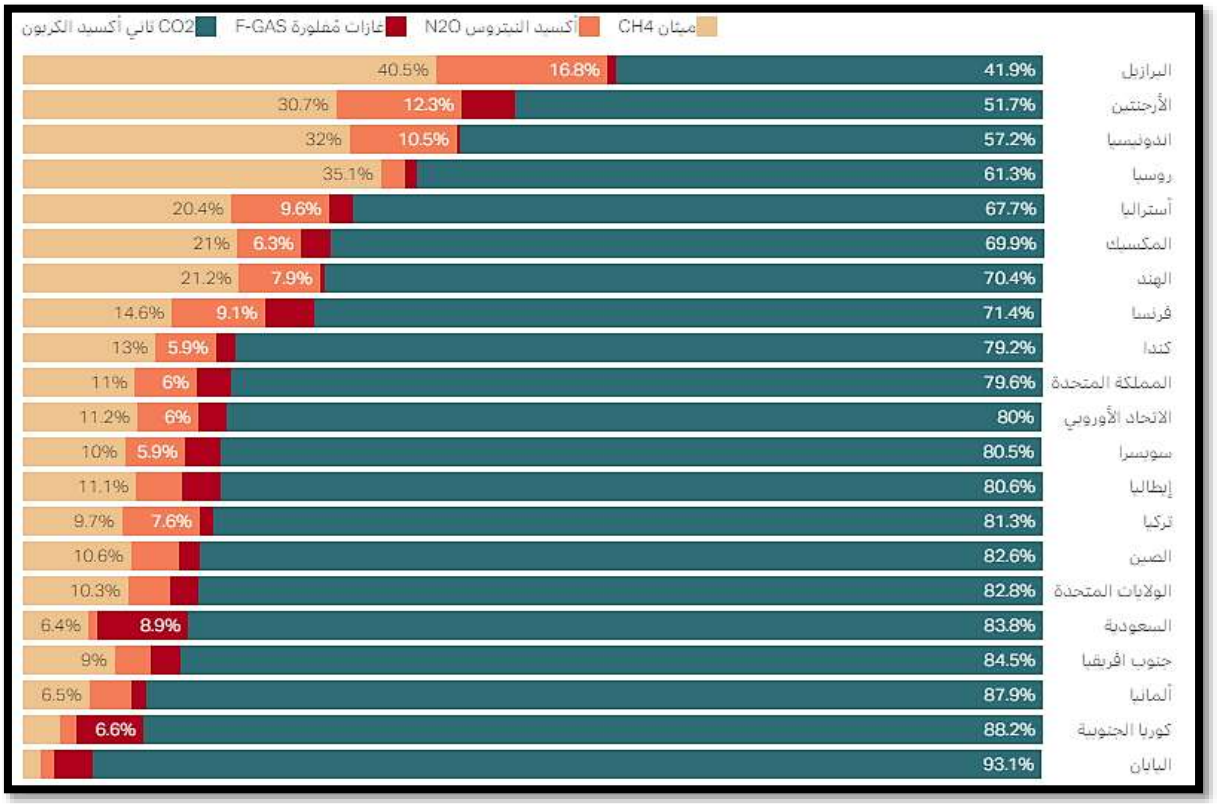
II-4-1-أهم الغازات المنبعثة من الاحتراق (غازات الاحتباس الحراري) [92]: خلفت الثورة الصناعية التي حدثت سنة 1850 في تغيرات بيئية، مما أدى إلى ارتفاع نسبة الغازات الدفينة في الجو، بسبب حرق الوقود الأحفوري وبعض نشاطات الإنسان ونتج عنه احتجاز ثاني أكسيد الكربون وغازات أخرى في الجو، هذا تسبب في اختلال في درجة حرارة كوكب الأرض (الاحتباس الحراري) والذي خلف عدة أضرار ومن أهم هذه الغازات مايلي:

II-4-1-1-غاز ثاني أكسيد الكربون: والذي ينتج عن احتراق القمامة والمواد العضوية: كالفحم، البترول والغاز الطبيعي وعدة مصادر أخرى، كما قدرت نسبة تواجده الحجمية ب 0.032 % في الهواء الجاف الغير ملوث وهو أساس ديمومة الإنتاج الغذائي على سطح الأرض والخطر المتوقع لزيادة نسبة هذا الغاز هو تواجده في الفضاء الخارجي، مما يسبب ارتفاع في درجة الحرارة مستقبلا ونسبة امتصاصه لأشعة الحمراء هو 55%.

II-4-1-2-غاز الميثان: يتكون هذا الغاز من عمليات الاحتراق وتحليل البكتيريا للعناصر العضوية، أو من قطعان الماشية والأغنام عن طريق التجشؤ وقد قدرت زيادته سنويا ب 1% تقريبا ونسبة امتصاصه لأشعة الحمراء 15% ، كما وجد أن تأثيره في الاحتباس الحراري يمكن أن يفوت تأثير الغاز السابق.

II-4-1-3-غازات أخرى: بالإضافة إلى الغازين السابقين، فإن هناك غازات أخرى تأثر في الغلاف الجوي أيضا بنفس التأثير مثل: بخار الماء، أكاسيد النتروز، مركبات الكلور وفلوكربون، كما وجد غاز جديد لم يتم التعرف عليه جيدا، ماعدا تحديد لصيغته الكيميائية والتي تعرف ب ثلاثي فلور الميثيل خامس فلوريد الكبريت.

II–4–1–4–غاز أول أكسيد الكربون: هو غاز لا رائحة ولا لون له ،ينتج من الاحتراق الغير تام لكربون الوقود، يحدث عندما يكون الكربون في الوقود جزئيا أكسدة (النسبة منخفضة بين الهواء والوقود) ،كما يؤثر على إنتاج الأوزون على مستوى الأرض ،حيث تؤدي المستويات العالية منه إلى الموت **[93]**.



الشكل (II. 5): نسبة إنبعاث الغازات الدفيئة في إنبعاث دول مجموعة العشرين وسويسرا سنة 2016 [94].

II–5–غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) :

II–5–1–تعريف غاز ثاني أكسيد الكربون: [95]: يعرف غاز ثاني أكسيد الكربون بأنه غاز عديم اللون، ذو رائحة خفيفة حادة وذو طعم حامض، كما يعد من الغازات المنتشرة بكثرة في الغلاف الجوي رمز له بالرمز CO_2 ، ويتكون غاز ثاني أكسيد الكربون من عدة عمليات أهمها: احتراق المواد التي تحتوي على الكربون، أو أي شكل من أشكال الكربون وفي وجود الأكسجين بوفرة، أو من عمليات: التخمر، التنفس الذي يقوم به كل من الإنسان، الحيوان، النبات.

الشكل (II .6): ثلاثي الأبعاد لثنائي أكسيد الكربون [96].

– أول من تم اكتشافه هو العالم الكيميائي: **فان هيلمونت**، عند عملية التخمر والاحتراق، كما يمكن تحويل غاز CO_2 من حالته الغازية إلى الحالة الصلبة، أو السائلة وذلك عند درجات حرارة معينة ويمكن أن يتحول إلى غاز أول أكسيد الكربون وذلك عند رفع درجة الحرارة أكثر من 1700 درجة مئوية.

II–5–2–مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون: لغاز ثاني أكسيد الكربون عدة مصادر تتمثل في:

II–5–2–1–مصادر طبيعية: والتي تشمل ما يلي **[97]**:

– **تحلل مركبات العضوية**: يعد تحلل مركبات العضوية من أكبر مصادر غاز ثاني أكسيد الكربون حيث تقوم الكائنات الحية بشكل خاص: البكتيريا وبفعل الإنزيمات التي تفرزها هذه الكائنات إلى التحلل إلى مركبات عضوية، مثل: (الكربوهيدرات والبروتينات) الموجودة في أجساد هذه الكائنات الحية ومخلفات هذه الكائنات الدقيقة أيضا، حيث ينتج عن تحلل هذه الكائنات عملية كيميائية حيوية، تعمل إلى إطلاق كميات هائلة من غاز ثاني أكسيد الكربون.

– **تنفس الكائنات الحية**: تستهلك هذه الكائنات كميات كبيرة من الأكسجين في عملية التنفس، مما ينتج عن هذه العملية طرد كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم في تركيز CO_2.

II–5–2–2–مصادر بشرية: يأتي ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة اليومية للبشر من بينها (النقل، وحرق الوقود الأحفوري) حيث إن حرق الوقود الأحفوري يمثل جانبا مهما وأساسيا في الإنتاج الزراعي والصناعي أيضا.

لهذا حرق الوقود يؤدي إلى زيادة تراكيز غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يعد سبب رئيسي في انبعاث CO_2.

– **النقل**: كما تعد وسائل النقل من المصادر المساهمة في انبعاث CO_2، حيث تطلق هذه وسائل بمختلف أنواعها بنسبة 30 % من مجموع كميات غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعثة إلى الغلاف الجوي.

– **حرق الغابات:** وذلك من خلال تدخل الإنسان بشكل مباشر في تكوين الطبيعة، فقام بحرق مئات الآلاف من الكيلومترات من الغابات وتحولها إلى أراضي زراعية، مما ساهم في اختلال التوازن البيئي الذي أدى هذا الشيء إلى تقليص مساحاتها الخضراء التي تنتج 20% من تراكيز ثاني أكسيد الكربون.

II–5–3–خصائص غاز CO_2: لغاز ثاني أكسيد الكربون العديد من الخصائص والتي تتمثل فيما يلي:

الجدول (2.II): الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغاز ثاني أكسيد الكربون [98].

الخصائص الفيزيائية	الخصائص الكيميائية
– عند تعرضه لضغط مقداره 75 كيلو جول لمتر مكعب وعند درجة حرارة 31°C، يتم تحويل هذا الغاز إلى صورته السائلة. – عند برودة غاز CO_2 يتحول إلى الثلج، ويتم استخدامه في طفايات الحرائق، كما يمكن أيضا تخزينه في صورته السائلة. – من خواصه الفيزيائية المهمة، أنه ينتج ببرودة عالية جدا، لذلك يتم استخدامه في بعض أدوات التبريد.	– أنه قابل للذوبان في الماء وينتج عنه حمض الكربونيك. – يتم استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في صناعة الأسمدة، ويدخل أيضا في صناعة البلاستيك. – يعتبر من الغازات النشطة في حالة تعرضه لدرجات حرارة عالية فيتحلل إلى أول أكسيد الكربون والأكسجين.

II–5–4–آثار إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون: يعد غاز CO_2 من أهم الغازات الدفينة (الاحتباس الحراري) وعند التراكيز العالية يصبح مضر لكل من البيئة، صحة الإنسان والغطاء النباتي، حيث تتمثل آثاره فيما يلي:

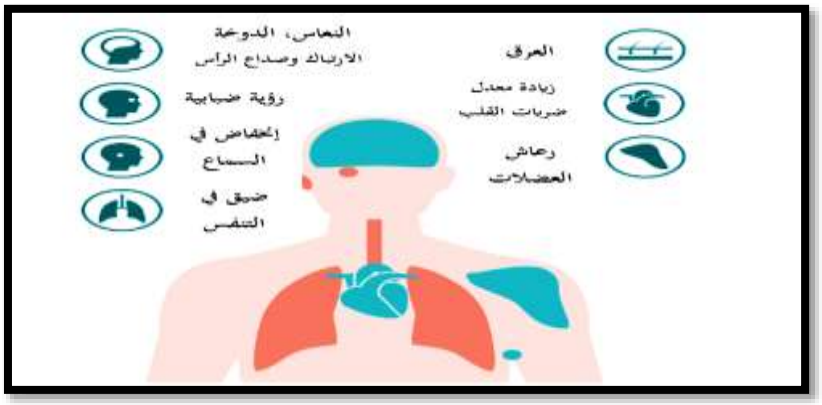
أ) **آثاره على البيئة (كوكب الأرض): [99]**: بسبب الأنشطة البشرية تم زيادة نسبة تراكيز غازات الاحتباس الحراري وبالتحديد نسبة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون، مما أدى إلى زيادة درجة حرارة الأرض بالتقريب 1.1 درجة مئوية مقارنة بعصر ما قبل الصناعة هذا ما

نتج عنه تغيرات مناخية عديدة منها: فيضانات موجات حرارة، درجات حرارة قصوى متكررة وأكثر حدة من السابق، مما عقب عنه دق ناقوس الخطر لدى الهيئات والمنظمات الدولية، من أجل التنبيه لهذا التهديد الذي يخل بالتوازن البيئي حيث إن الزيادة في متوسط درجة الحرارة أكثر من 1.5درجة مئوية سيؤدي إلى ظواهر ومشاكل كبيرة: كذوبان الثلوج، أو هطول أمطار غزيرة، جفاف شديد وكل هذه الظواهر سوف تسبب أخطار للسكان بالمناطق الساحلية.

الشكل (II. 7): تأثير غازات الاحتباس الحراري على الأرض.

ب) آثاره على صحة الإنسان: لا يعتبر غاز CO_2 خطير على صحة الإنسان، إلا عندما يزداد مستوى تركيزه في مكان عديم التهوية لمدة نصف ساعة، مما يؤدي إلى زيادة مستوى ضغط الغاز في الدم الشرياني داخل الجهاز التنفسي لإنسان، حيث يخلف عدة أضرار نذكر منها **[100]**:

تسريع معدل التنفس أو التنفس بصعوبة وبألم، حدوث صداع أو شعور بالدوران، زيادة معدل ضربات القلب وضغط الدم، التهاب الرئة، التأثير على الأداء النفسي والحركي للجسم وارتفاع نسبة الإصابة بالربو لدى الأطفال.



الشكل (II. 8): تأثير غاز ثاني أكسيد الكربون على جسم الإنسان [101].

ج) آثاره على الغطاء النباتي: [102]: أثر إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون خلال القرن الماضي على ارتفاع درجة حرارة مناخ الأرض وأثر هذا التغير بشكل مباشر على عمل نباتات الكرة الأرضية، حيث تم إجراء دراسة استجابة عالمية لإنتاج الأراضي الإجمالي الأولي للغلاف الحيوي الأرضي، فلوحظ وجود ازدياد ملحوظ يتناسب مع ارتفاع غاز CO_2 في الغلاف الجوي، بالإضافة إلى زيادة كفاءة المياه أيضا بسبب عملية التمثيل الضوئي للنباتات في عملية النتح والتي أثرت بشكل مباشر على حجم أوراق النباتات وزادت من مساحة أوراقها.

الشكل (II.9): تأثير غاز CO_2 على النبات في ازدياد حجمها وازدهارها على مدى السنوات [103].

II-6-استعمالات غاز ثاني أكسيد الكربون: لغاز ثاني أكسيد الكربون عدة استعمالات منها **[104]**:

- يدخل في صناعة المشروبات الغازية، لأنه يذوب في الماء من أجل تغير طعمه.

- إطفاء الحرائق وفي صناعة سترات النجاة.

- تستعمله النباتات في عملية التمثيل الضوئي.

- لتبريد الأسماك.

- يستخدم في إستخلاص مادة الكافيين، الشوائب، المبيدات الحشرية وكذلك في مجال التبريد.

- الصناعات الغذائية النفطية والكيميائية.

- يستعمل في إنتاج سماد اليوريا، بالإضافة إلى استعماله في مجال الأدوية (إنتاج الأسبرين).

II-7-أهم الدول من حيث نسبة التلوث البيئي بثنائي أكسيد الكربون: يعتبر غاز ثاني أكسيد الكربون هو أهم غازات الاحتباس الحراري الناتج عن الأنشطة البشرية، حيث تفوقت الصين على معظم الدول حتى الولايات المتحدة الأمريكية، باعتبارها أكبر مصدر للانبعاث في العالم **[105]**، كما هو موضح بالصورة:

الشكل (10.II): ترتيب البلدان وفق لحجم ثاني أكسيد الكربون المنبعث في عام 2020، بالملايين **[106]**.

II-8-احتجاز CO_2 وتخزينه: يتم حجز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه بطريقتين هما **[107]**:

الطريقة الأولى: والتي تتمثل في التقاط الغاز من مصادر الطاقة الصناعية، التي تعمل بالوقود الأحفوري من ثم يتم نقله عبر خطوط

أنابيب، أو سفن وذلك بعد عملية تخزينه بإتباع الخطوات التالية:

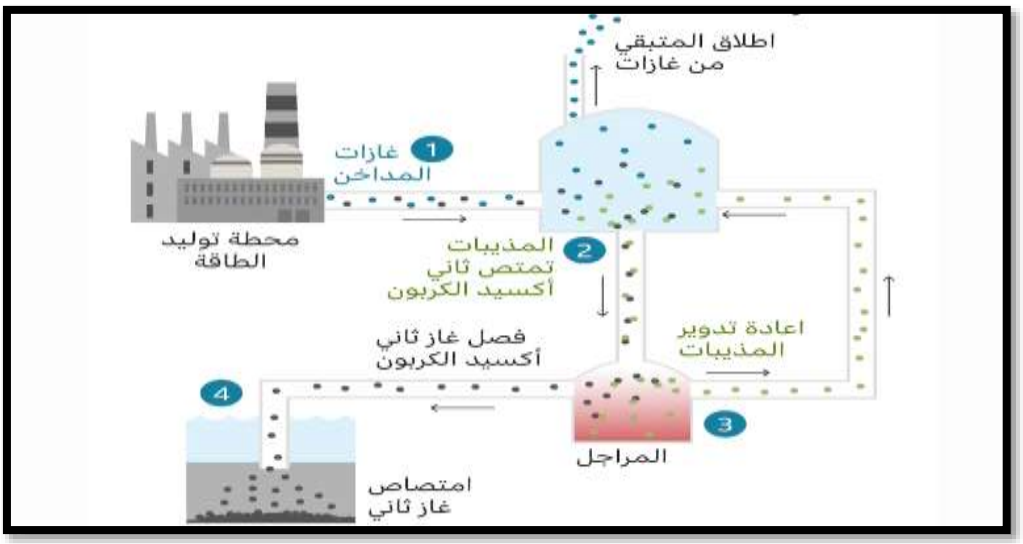
أ) إدخال الغازات المنطلقة من محطات التوليد الطاقة إلى أبراج الاستيعاب التي تحتوي على مذيبات.

ب) جمع ثاني أكسيد الكربون بينما يتم إطلاق الغازات الأخرى.

ج) فصل المذيب عن CO_2 بإستعمال الحرارة.

د) إعادة تدوير المذيب وتخزين ثاني أكسيد الكربون النقي في عمق الأرض في الكهوف الصخرية، كما هو موضح في الصورة 12، أما

الطريقة الثانية: فتتمثل في إزالة غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي مباشرة من الهواء، حيث يتم في كلا الطريقتين تخزينه في تكوينات جيولوجية عميقة لإبعاده عن عملية تسخينه للأرض.



الشكل (11.II): شكل توضيحي لكيفية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

II-9-تقنيات التقاط وفصل ثاني أكسيد الكربون: [108]

يوجد في الماضي عدة عمليات التقاط وفصل، التي يعتمد عليها من أجل فصل غاز ثاني أكسيد الكربون. في بعض الأنشطة على سبيل المثال: أثناء إنتاج الأمونيا والهيدروجين (في المصافي ومحطات الأسمدة) وأثناء عمليات تجهيز الغاز الطبيعي. حيث تحبس جزيئات ثاني أكسيد الكربون قبل أو أثناء، أو بعد الاحتراق لتجنب إطلاقه في الغلاف الجوي ويتم ذلك كما يلي:

II–9–1–التقاط الكربون مع الفصل: تتم هذه العملية من خلال مرحلتين هما:

– **قبل الاحتراق**: ويتم ذلك ما قبل الاشتباك.

– **التقاطه بعد الحرق الطبيعي**: يحدث التقاط لغاز CO_2 بعد الاحتراق الطبيعي للغاز (عن طريق الجو)، مع تعديل طفيف أو معدوم.

II–9–2–التقاط الكربون دون الفصل: وتتمثل في:

– **احتراقه مع الاكسجين النقي**: أي حدوث احتراق في وجود الأكسجين النقي للبيئة (غياب تام لمكونات أكاسيد: النيتروجين، أو الكبريت في المداخن).

II–10–تحويل CO_2 إلى فحم صلب وقابل للتخزين: [109]

تمكن مجموعة من فريق البحث من المعهد العلوم والتكنولوجيا من تطوير تقنية كهروكيميائية جديدة وفعالة لتحويل غاز ثاني أكسيد الكربون إلى جسيمات صلبة من الكربون، أو الفحم من خلال:

أ) التقاط وتحويل الغاز في غلاف جوي إلى كربون صلب قابل للتخزين.

ب) ضغط الغاز في شكل سائل ثم نقله إلى موقع مناسب وتخزينه تحت الأرض.

ج) إذابة غاز ثاني أكسيد الكربون في وعاء مملوء بمحلول كهر ليتي مع كمية صغيرة من معدن السائل لتنشيط السطح كيميائيا.

د) تمرير تيار كهربائي، فيلاحظ بدأ تحول ثنائي أكسيد الكربون ببطء إلى رقاقات صلبة من الكربون.

هـ) انفصال الرقائق بشكل طبيعي على سطح المعدن السائل، مع الاستمرار بإنتاج المواد الصلبة الكربونية (تشكل الفحم الصلب).

الشكل (12.II): أشكال توضيحية حول تقنية تحويل غاز CO_2 إلى الفحم الصلب [110].

خلاصة:

من خلال هذا الفصل تم التعرف على مفهوم الاحتراق وكل ما يتعلق بيه من شروط ومكونات مثلث النار إلى التعريف بالمادة المحترقة والمادة القابلة للإشتعال وخصائصها والفرق بين الأكسدة والاحتراق، كما تعرفنا على الغازات المنبعثة من الاحتراق وآثارها على الكائنات الحية، بالإضافة إلى التعرف على غاز ثاني أكسيد الكربون وخصائصه وكل ما يخص هذا الغاز.

في الفصل التالي سوف نتعرف على كيفية القيام بالمحاكاة بواسطة الهايسيس وكيفية نمذجة العمليات بواسطتها.

الفصل الثالث: المحاكاة بواسطة الهايسيس (Hysys)

III-1-المحاكاة:

III-1-1-تعريف المحاكاة [111]:

المحاكاة هي تقليد أو تمثيل لعمل نظام حقيقي على فترة زمنية معينة، سواء أجرينا المحاكاة يدويا أو بإستعمال الحاسب فإنها تشتمل على توليد مصطنع للنظام بهدف استنتاج الخواص التشغيلية للنظام الحقيقي.

تعتمد المحاكاة على تطوير نموذج للنظام الحقيقي، حيث أن هذا نموذج يكون على شكل مجموعة من الفرضيات تتعلق بعمل النظام كما تكون على شكل علاقات رياضية، أو منطقية، أو رمزية بين كائنات النظام.

III-1-2-تعريف محاكي [112]:

المحاكي (emulator): هو عبارة عن جهاز مادي أو برنامج برمجي يسمح لنظام الحاسوب الواحد (يعرف باسم المضيف) من محاكاة، أو تقليد وظائف حاسوب (يعرف باسم الضيف) آخر.

يعرف المحاكي بأنه يمكن للنظام المضيف من تشغيل البرامج، الأدوات والأجهزة الطرفية والمكونات الأخرى المصممة لنظام الضيف يمكن أيضا بأن يكون محاكي من عدة أنواع مختلفة، أو تكرار أشياء مثل: برمجيات، أو أجزاء مادية، أو حتى نظام تشغيل، أو وحدة معالجة المركزية، كما يمكن في بعض الحالات يتم محاكاة بنية الأجهزة لتوفير بيئة مشابهة لنظام الضيف.

III-1-3-أهمية ومزايا المحاكاة [113]:

- تساعد المحاكاة في تجنب المخاطر والكلف الكبيرة في حل المشاكل من خلال إعداد تجربة من دون التطرق إلى مشكلة الحقيقية، كما أنها تمثل المشكلة وتوليد البيانات عنها بالحاسبة.

- يساعد أسلوب المحاكاة لتوفير زمن أقصر في حل المشاكل.

- من معروف أن التجارب الحقيقية قد يكون من الصعب إجراء أي تغيير عليها، لكن المحاكاة توفر مرونة أكثر مقارنة بالواقع للتغيير الذي ينشده الباحث.

- يساعد أسلوب المحاكاة في التعرف على الصعوبات التي تواجه حل المشكلة كما يهيئ لمتخذ القرار ملاحظة التغيرات التي تطرأ على صياغة المشكلة في حالة تنفيذها.

- تلعب المحاكاة دورا مهما في دراسة وحل المشكلات المعقدة والمتداخلة عن طريق دراسة النظام ومشاهدة نتائجه بصورة واضحة.

- تساعد المتعلم على اكتشاف المعلومات بطريقة تفاعلية ديناميكية.

III-1-4-أنواع المحاكاة [114]:

يمكن تقسيم محاكاة إلى أربعة أنواع وذلك على نحو التالي:

أ) محاكاة مادية أو فيزيائية (Simulation Physical):

هذا النوع يتعلق بمعالجة أشياء فيزيائية مادية بغرض استخدامها مثل: تشغيل جهاز الفولتمتر، قيادة الطائرة، إستخدام الأدوات والكيماويات.

ب) محاكاة إجرائية (Procedural Simulation):

يهدف هذا النوع من المحاكاة إلى تعلم سلسلة من الأعمال، أو الخطوات، مثل: التدريب على خطوات تشغيل آلة، أو جهاز أو تشخيص بعض الأمراض في مجال الطب.

ج) محاكاة وضعية (Situational Simulation):

هذا النوع يختلف عن المحاكاة الإجرائية، حيث يكون للمتعلم دور أساسي في السيناريو الذي يعرض وليس مجرد تعلم قواعد واستراتيجيات، كما هو في الأنواع السابقة، فدور المتعلم اكتشاف استجابات مناسبة لمواقف من خلال تكرار المحاكاة

د) محاكاة عملية أو معالجة (Process Simulation):

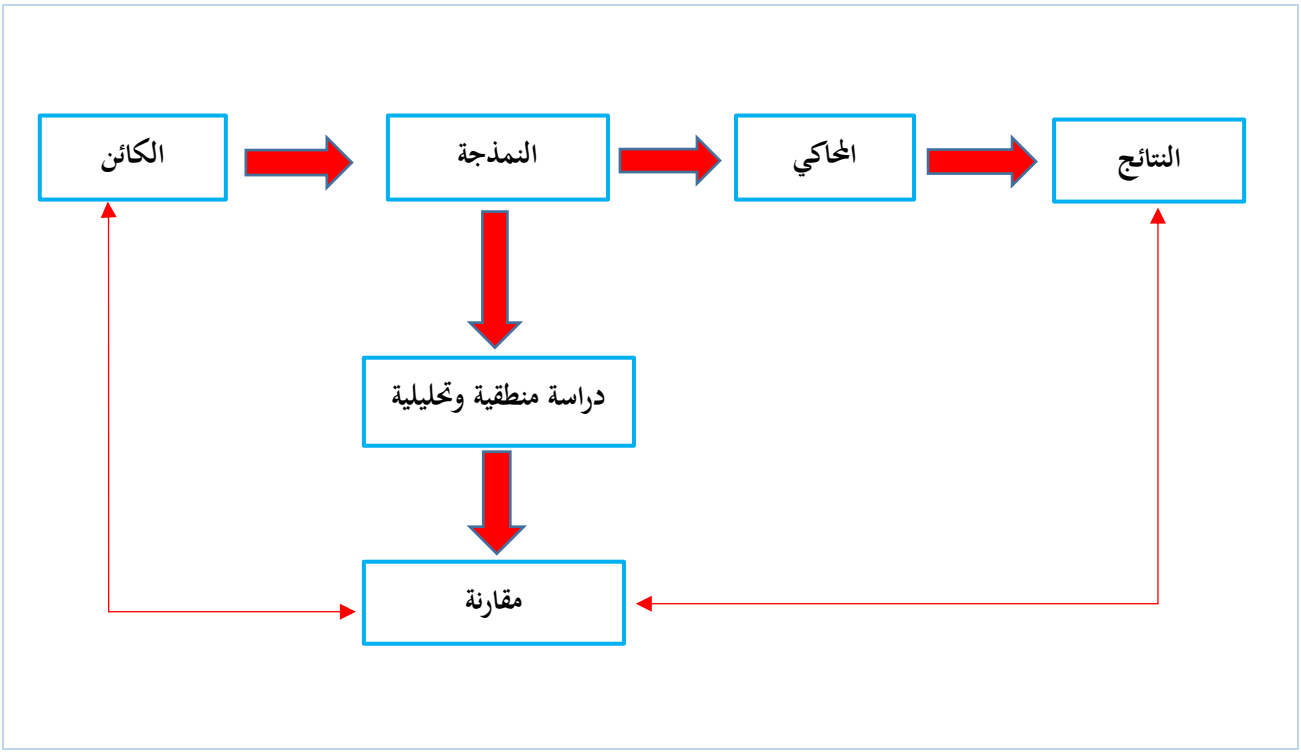
في هذا النوع لا يؤدي المتعلم أي دور في المحاكاة بل هو مراقب ومجرب خارجي، ففي الوقت الذي لا يستطيع فيه المتعلم أن

يشاهد الإلكترونات، أو حركة وسرعة الضوء، فإنه يمكنه مشاهدة ذلك في المحاكاة العملية، مما يسهل عليه إدراك مثل هذه المفاهيم.

III-1-5-نموذج محاكاة [115]:

يعتبر أسلوب عملي لحل المشاكل المتعلقة بالأنظمة الحقيقية من خلال تصميم نظام يحاكي النظام الحقيقي، فإن بناء نموذج محاكاة يهتم بالآتي:

- شرح سلوك النظام.
- إستخلاص النظريات، أو الفرضيات التي تعد لملاحظة سلوك النظام.
- إستخدام هذه النظريات لتقدير، أو تخمين السلوك المستقبلي للنظام (التغييرات الديناميكية).



الشكل (1.III): مخطط لنمذجة محاكاة العملية [116].

III-1-6-مبادئ تشغيل ودور المحاكيات [117]:

يمكن اعتبار أجهزة محاكاة العمليات المستخدمة تقليدية في صناعة كنماذج للمعرفة وتستند إلى تحليل موازين الكتلة والطاقة ومعادلة التوازن الديناميكي الحراري وما إلى ذلك وهي قادرة على توفير المعلومات الأساسية للتصميم. يتم استخدامها بشكل أساسي لتصميم العمليات الجديدة.

III-1-7-تعريف نموذج الرياضي [118]:

النموذج الرياضي: يعرف النموذج الرياضي على أنه: سلسلة من المعادلات التي تم تطويرها من أجل وصف سلوك النظام المتطور (تشغيل الوحدة، فصل الطور، تجزئة المكونات، الضغط، التمديد والتبادل الحراري) وهي معادلات لحفظ الكتلة والطاقة ومقدار الحركة كما يمكن أن هذه المعادلات الجبرية أو تفاضلية.

III-1-8-أنواع النماذج [119]:

- المعادلات التفاضلية التي تمثل أرصدة المادة والطاقة ومقدار الحركة.

- تجريبي (معاملات نقل الحرارة والمواد، عوامل الاحتكاك، ومعظم النماذج الديناميكية الحرارية .....الخ).

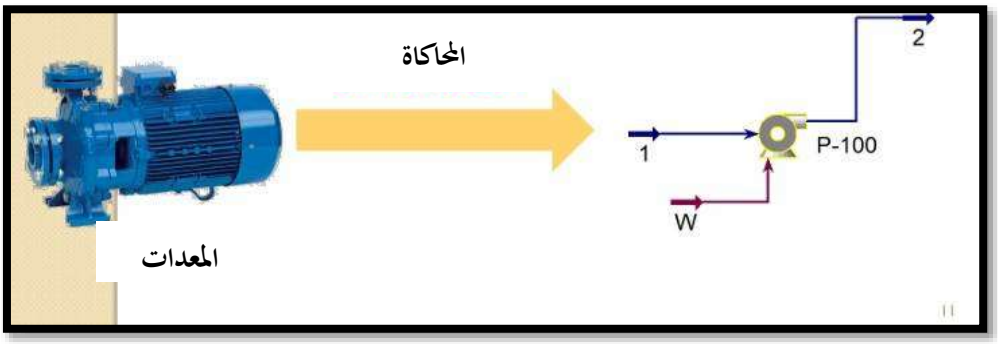
ويتم تنظيم جميع محاكاة العمليات الكيميائية عن طريق المرور بالعناصر التالية:

- قاعدة بيانات للأجسام النقية.

- خادم لحساب عمليات الوحدة المختلفة التي تحتوي على جميع الارتباطات والنماذج الديناميكية الحرارية.

-وحدات لحساب عمليات الوحدة المختلفة التي تحتوي على المعاملات المتعلقة بتشغيلها.

-الحلول العددية التي تتمثل في حل نظام المعادلة جبرية غير خطية.



الشكل (2.III): صورة لكيفية محاكاة داخل البرنامج.

III1-9-مجالات استخدام المحاكاة [120]: تستخدم المحاكاة في عدة مجالات أهمها:

أ) **الاكتشاف العلمي**: تستخدم المحاكاة في الاكتشاف العلمي، لاختيار التصميمات من أجل السلامة وتوفير المال ولإنشاء الرسومات للأفلام وألعاب الفيديو ويمكن إدخال قوانين الجاذبية الأرضية في جهاز الكومبيوتر، كما تستخدم في إنشاء محاكاة ثلاثية الأبعاد لكواكب النظام الشمسي التي تدور حول الشمس، حيث يمكن إطلاق الكويكبات من خلال النظام الشمسي لمعرفة ما يحدث وهذه الأنواع من المحاكاة توفر لنا الكثير من العمل والجهد؛ حيث أن اكتشاف ما سيحدث قبل سنوات بأسابيع من الحسابات التي أنجزت باليد.

ب) الأرصاد الجوية:

تستخدم لمحاكاة الأرصاد الجوية من خلال دراسة الطقس وتغير المناخ بالرغم من وجود صعوبة من خلال وضع نماذج في هذا النظام، إلا أنه من الصعب التنبؤ بحركات كل جسيم في الغلاف الجوي للأرض وهذا هو السبب في وجود تنبؤات خاطئة للطقس في بعض الأحيان.

ج) الشركات الخاصة، مثل: شركات السيارات:

يتم استخدام عمليات المحاكاة أيضا من طرف الشركات الخاصة، لاسيما في اختبارات السلامة إذ لا يوجد أي معنى في إنشاء سيارة ثم يتم اكتشاف أن هذا التصميم غير أمن لدرجة لا يمكن قيادتها، فبدلا من ذلك تتمثل إحدى الخطوات الأولى في استخدام

محاكاة الكومبيوتر للتأكد من أن هذا التصميم أمن على الأقل نظريا ويمكن تشغيل طرازات السيارات من خلال جميع أنواع الأعطال المحاكية، ويمكن تحسين تصميم لإصلاح أي مشاكل قبل تصميم نموذج أولي مكلف.

د) الطب:

تساهم المحاكاة في توفير مجالات لتدريب الفرق الطبية متعددة التخصصات، إذ يكون التعليم الطبي القائم على المحاكاة منصة توفير أدوات قيمة في التعليم تخفيف التوترات الأخلاقية وحل هذه المعضلات العملية، ويمكن لهذا التعليم القائم على المحاكاة بأن يكون السبيل لتطوير معارف المهنيين الصحيين ومهاراتهم ومواقفهم، مع حماية المرضى من المخاطر غير ضرورية.

III-1-10-عيوب استعمال المحاكاة ومميزاتها [121]:

أ) عيوب إستعمال المحاكاة: والتي تتمثل فيما يلي:

- للمحاكاة نتائج صعبة التفسير، لأن المخرجات والمدخلات غالبا ما تكون عشوائية.

- لا يمكن استخدامها في بعض الأحيان، إلا إذا كان التحليل ممكن.

- لبناء نموذج نحتاج إلى خبرة وتدريبات خاصة بينما يقول البعض بناء النموذج هو فن وإذا تم إعطاء نفس المشكلة لشخصين مختلفين قد يبني كل منها نموذج لذلك.

- نمذجة وتحليل وجمع البيانات من أجل محاكاة قد يستغرق طويلا وأموال كثيرة، كما أن اختصار أو قطع بعض مصادر في عملية بناء نموذج ينتج عنه ناقص لا يتطابق على النظام الحقيقي تصبح نتائجه عديمة الفائدة.

ب) مميزات المحاكاة:

- تم اكتشاف طرق، إجراءات، قواعد وقرارات جديدة، التي من أجلها عدم تعطيل العمليات الجارية في نظام الحقيقي.

- يتم اختيار تصميم الآلات (**hardware**) جديدة، أو مخرجات الفيزيائية من دون استهلاك وتنفيذ فعلي بشرائهم أو تركيبهم.

- كما تمكننا من اختبار المرونة باستخدام فرضيات وتكرار بعض الظواهر.

- تمكن المحاكاة من دراسة وإجراء التجارب على التفاعلات الداخلية نظام معقد، أو على جزء من ذلك نظام.

- يمكن أن تحاكي التغيرات الاقتصادية، المالية، الاجتماعية، المعلوماتية، الإدارية، والبيئية وملاحظة التعديل دراسة ورؤية تأثير البدائل على تصرف النموذج.

III-1-11-أهداف المحاكاة [122]:

- حل معادلات توازن المواد الطاقة لجميع أجهزة العملية

-حساب الخصائص (معادل التدفق، التركيب، درجة الحرارة، الضغط، الخصائص الفيزيائية) لجميع السوائل التي تنتشر بين الأجهزة.

- توفير العناصر اللازمة لتحجيم المعدات مثل (الكميات، التبادل الحراري، معدلات التدفق الداخلي للعمود)

- تقدير تكاليف الاستثمار وتشغيل، في سياق التنمية المستدامة والأثر البيئي والسلامة.

III-1-12-برامج محاكاة العملية [123]:

- يوجد عدد كبير جدا من برامج محاكاة العمليات الكيميائية في السوق، نعرض أدناه قائمة غير شاملة من برامج الأكثر استخداما على المستوى العالمي، (Aspen)، (Chemcad)، (Desing)،(Hysys)، (Indiss)، (Ideas)، (Prosim)، (Proll)، (Sim42).

III-2-التعريف بالبرنامج المختار Hysys:

يعتبر الهايسيس من أقوى برامج المحاكاة للمصانع الكيميائية وتكرير البترول **[124]**، كما **[125]**: يحتوي على مجموعة من نماذج الرياضية لعمليات الوحدة (دورق، عمود التقطير، ضاغط وصمام) وهو تطبيق حاسوبي لمحاكاة العمليات في صناعة الغاز، عمليات التكرير والبتروكيماويات في حالة الاستقرار الوضع الديناميكي.

الصورة (1.III): الشعار الرسمي لمحاكاة الهايسيس.

III–2–1 –استخداماته: تتمثل استخدمات هذا البرنامج في:

- إنشاء موازين المواد والطاقة لعملية صناعية.

- تحجيم المعدات وتعديل معاملات التشغيل في حالة حدوث تغيير.

- تحديد أداء المعدات.

III–2–2–المفاهيم الأساسية لمحاكاة الهايسيس [126]:

الهايسيس: هو برنامج محاكاة التفاعل يدمج إدارة الأحداث وهذا يعني أنه في أي وقت يكون الوصول الفوري إلى المعلومات الممكنة بالإضافة إلى معالجة أي معلومات جديدة عند الطلب وأن الحسابات الناتجة يتم تنفيذها تلقائيا. لا تتم معالجة معلومات جديدة بمجرد وصولها فحسب. بل يتم نشرها في جميع أنحاء ورق التدفق. لتحديد المفاهيم الأساسية الرئيسية والمفردات المرتبطة بها والتي يتم استخدامها خلال مراحل بناء نموذج لمحاكي الهايسيس.

III–3–وظائف أدوات الهايسيس [127]: من وظائف أدوات الهايسيس ما يلي:

- يقوم بحساب الخصائص الفيزيائية وحالات التعادلLiquid – Vapar (phase equilibrium).

- يحسب الاتزان الحراري والكتلي (heat and material balance).

- تحاكي معظم المعدات المستخدمة في مجال التكرير والتصنيع الكيميائي.

III-4-البيئة العامة ل Hysys [128]: وهناك خمسة بيئات لتطوير معالجة المعلومات وتنسيقها في المحاكي:

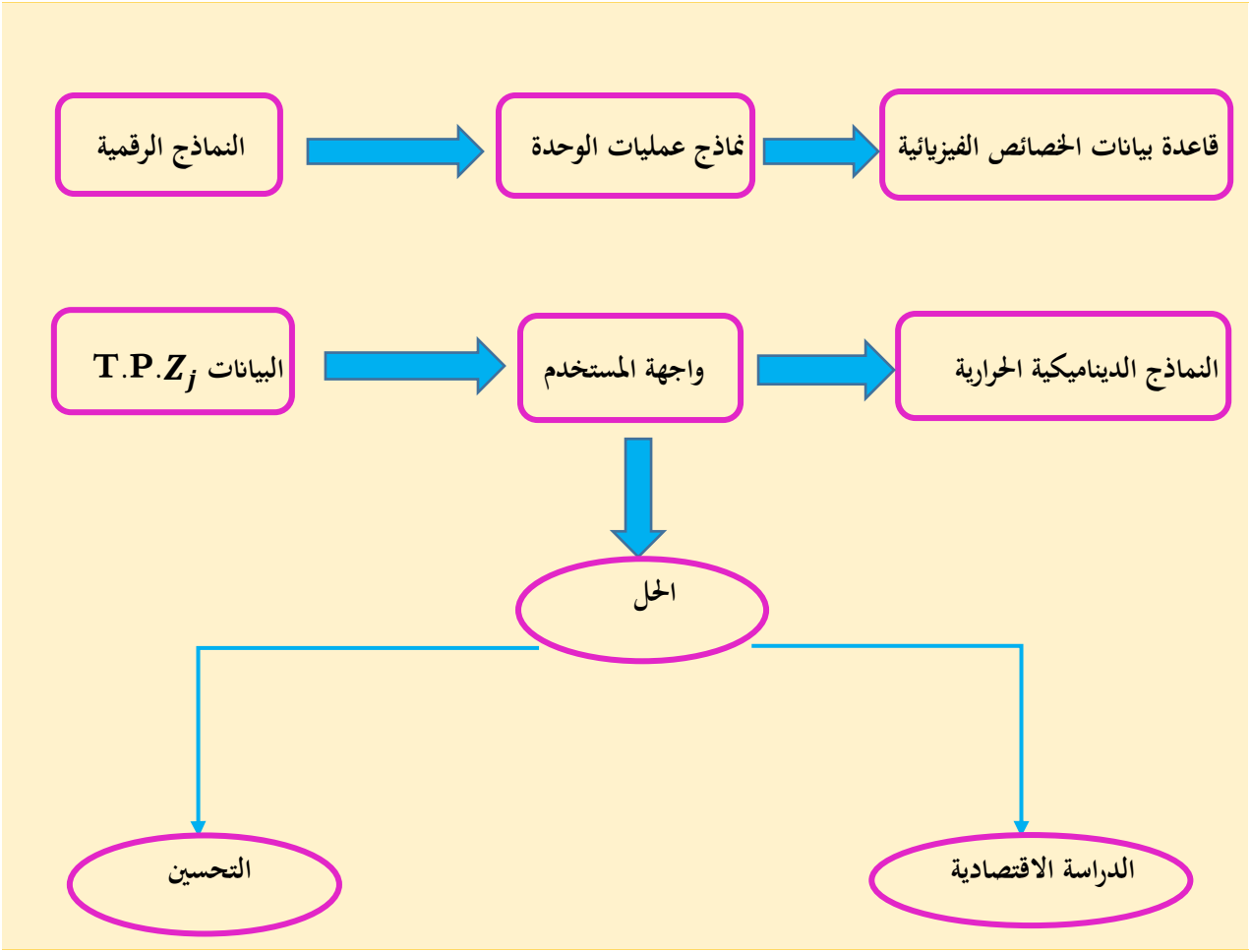
- بيئة مدير الأساس: تستخدم هذه البيئة لإنشاء وتعديل حزمة السوائل.

-بيئة توصيف النفط: تستخدم هذه البيئة لتوصيف السوائل من نوع البترول.

- بيئة ورقة التدفق: تستخدم لتحديد هيكل ورقة التدفق للمحاكاة.

يتم استخدامه لوضع وتحديد التدفقات المختلفة وعمليات الوحدة أوراق التدفق الفرعية التي تشكل عملية المحاكاة.

III-5-الهيكلة العامة للHysys [129]:



الشكل (III .3): الهيكلة العامة للها يسيس.

III-6-النموذج الترموديناميكي الحراري [130]:

غالبا ما تستخدم النماذج الديناميكية الحرارية لتحديد الخصائص الديناميكية الحراري والحجمية وكذلك حالة المركبات ومخاليط ومن بين هذه النماذج نذكر:

- النماذج التي تعتمد على معادلة الحالة.

- نماذج النشاط.

- نماذج غير متجانسة.

الجدول(III. 1): أنواع الأنظمة مقابل النماذج الموصى بها[131]:

Type of System	Recommended Property Method
TEG Dehydration	PR
Sour Water	PR, Sour PR
Cryogenic Gas Processing	PR, PRSV
Air Separation	PR, PRSV
Atm Crude Towers	PR, PR Options, GS
Vacuum Towers	PR, PR Options, GS (<10 mm Hg), Braun K10, Esso K
Ethylene Towers	Lee Kesler Plocker
High H2 Systems	PR, ZJ or GS (see T/P limits)
Reservoir Systems	PR, PR Options
Steam Systems	Steam Package, CS or GS
Hydrate Inhibition	PR
Chemical systems	Activity Models, PRSV
HF Alkylation	PRSV, NRTL (Contact Hyprotech)
TEG Dehydration with Aromatics	PR (Contact Hyprotech)
Hydrocarbon systems where H2O solubility in HC is important	Kabadi Danner
Systems with select gases and light hydrocarbons	MBWR

III-6-1-معادلة الحالة [132]: تعتمد هذه الفئة من النماذج الديناميكية الحرارية على معادلة واحدة للحالة لتمثيل سلوك المرحلتين: البخار والسائل ومن بين هذه النماذج نذكر:

- PENG ROBINSON

-SOAVE REDLICH KWONG

- LEE KESLER PLO CKER

- KABADI DANNER

- في جدول أدناه نعرض الصيغ المختلفة المستخدمة لمعادلات الحالة PR وSKR بشكل متكرر في الهايسيس **[133]**:

الجدول(III .2): الصيغ المختلفة المستخدمة لمعادلات الحالة.

	Soave-Redlich-Kwong	Peng-Robinson
	$P=\frac{RT}{\bar{v}-b}-\frac{a}{\bar{v}(\bar{v}+b)}$ $Z^3-Z^2+(A-B-B^2)Z-AB=0$	$P=\frac{RT}{\bar{v}-b}-\frac{a}{\bar{v}(\bar{v}+b)+b(\bar{v}-b)}$ $Z^3-(1-B)Z^2+(A-2B-3B^2)Z-(AB-B^2-B^3)=0$
where		
$b=$	$\sum_{i=1}^{N}x_i b_i$	$\sum_{i=1}^{N}x_i b_i$
$b_i=$	$0.08664\frac{RTc_i}{Pc_i}$	$0.077796\frac{RTc_i}{Pc_i}$
$a=$	$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}x_i x_j (a_i a_j)^{0.5}(1-k_{ij})$	$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}x_i x_j (a_i a_j)^{0.5}(1-k_{ij})$
$a_i=$	$a_{ci}\alpha_i$	$a_{ci}\alpha_i$
$a_{ci}=$	$0.42748\frac{(RT_{ci})^2}{P_{ci}}$	$0.457235\frac{(RT_{ci})^2}{P_{ci}}$
$\alpha_i^{0.5}=$	$1+m_i(1-T_{ri}^{0.5})$	$1+m_i(1-T_{ri}^{0.5})$
$m_i=$	$0.48+1.574\omega_i-0.176\omega_i^2$	$0.37464+1.54226\omega_i-0.26992\omega_i^2$

	Soave-Redlich-Kwong	Peng-Robinson
$A=$	$\frac{aP}{(RT)^2}$	$\frac{aP}{(RT)^2}$
$B=$	$\frac{bP}{RT}$	$\frac{bP}{RT}$

III–2–6–معادلة بينغ روبنسون:

$$\mathbf{P=\frac{RT}{V-b}-\frac{a}{V^2+2bV-b^2}} \qquad \mathbf{[134].}$$

III-6-3-نماذج النشاط [135]:

- يوصي باستخدام هذه النماذج بشكل خاص للحلول الغير مثالية.

- كما تتألف هذه النماذج من المكونات القطبية (الأحماض والكحول) بعض الأمثلة على نماذج النشاط:

-UNIQUAC

- NRTL

- MARGULES

-WILSON

في هذه النوع من النماذج المستخدمة يختار نموذج للنشاط في الحالة السائلة ومعادلة للحالة في الحالة الغازية.

III-7-الخصائص العامة للHYSYS [136]:

-برنامجHysys ، مثل جميع برامج المحاكاة لها ميزات تميزه عن غيره مثل:

-سهل الاستخدام ونتائجه موثوقة.

-يتم استخدام جميع التطبيقات الضرورية في بيئة محاكاة.

-إنه يدمج إمكانية النمذجة في حالة مستقرة أو ثابته وفي نظام المتحركة.

-يمكن للمرء إتمام مهام المختلفة في Hysys دون الحاجة الى برامج أخرى.

III-8-المراحل الرئيسية للمحاكاة في الهايسيس [137] : لإجراء محاكاة في الهايسيس نتبع الخطوات التالية :

- إنشاء صفحة محاكاة جديدة.

– اختيار المركبات الكيميائية.

– اختيار النموذج الديناميكي الحراري.

– تنفيذ برنامج المحاكاة.

–تفسير النتائج.

خلاصة:

تم في هذا الفصل التعرف على كل من المحاكاة، المحاكي وحول كل ما يشمل المحاكاة من خصائص أنواع واستخدمتاها، كما تطرقنا إلى التعرف على برنامج الهايسيس من حيث الهيكلة العامة والبيئة الخاصة به، بالإضافة إلى معرفة معادلة الحالة والنموذج الترموديناميكي الحراري والخطوات الأساسية المتبعة من أجل المحاكاة بواسطة الهايسيس.

في الفصل الموالي سوف نتطرق إلى عمل مقارنة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون بإستعمال المحاكاة من أجل معرفة أكثر مادة من حيث إنبعاث هذا الغاز.

الفصل الرابع: المقارنة بإستعمال المحاكاة

IV-الجانب النظري:

IV-1-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبعض المواد المدروسة: من أجل القيام بالمحاكاة نختار بعض المواد ،مثل: **الميثان البروبان، البيوتان ،البنزين ، الغاز البترولي المسال والكيروزين** ،التي يجب التعرف عليها وعلى خصائصها ،كما يلي:

IV-1-1-خصائص غاز الميثان: والتي توضح في الجدول التالي:

الجدول (IV.1): الخصائص الفيزيائية والكيميائية لغاز الميثان:

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
الميثان	CH_4	**[138]** –تبلغ كتلته المولية **55** كيلو غرام /كيلو مول. – يمثل نسبة ما بين **70 –100 %** من نسبة الكلية للغاز الطبيعي. – درجة تبخره تقدر ب: **163°C** –. **[139]** –تبلغ كثافة غاز الميثان: **0.657 غرام/لتر**، عند **1** ضغط جوي و**25** درجة مئوية. – وزنه الجزيئي يساوي **16.043 لكل غرام/مول.** – **1متر مكعب من الميثان يحرر: 11 كيلو واط ساعي.** – **نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلقة منه تساوي: 11.7 %** **[140].**

IV-1-2-غاز البروبان وخصائصه: والممثلة في الجدول التالي:

الجدول (2.IV): خصائص غاز البروبان:

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
البروبان	C_3H_8	[141] -الكتلة الحجمية لغاز البروبان في حالة سائل عند 15°C و 1 ميلي بار هي: 1.87 كغ/متر مكعب. - كثافته في الهواء تساوي: 1.54. - ضغط الغاز يساوي: 45.6 بار. [142] -تبلغ درجة تبخيره: − 42.1°C - وزنه الجزيئي يقدر ب:44 كغ /متر مكعب. - قيمة الطاقة المحررة هي:KWh/kg 12.78 [143].

IV-1-3- أهم الخصائص المختلفة لغاز البيوتان: والتي يتم ذكر بعضها من خلال الجدول التالي:

الجدول (3.IV): أهم الخصائص المختلفة لغاز البيوتان:

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
البيوتان	C_4H_{10}	[144] -درجة تبخره ما بين: 30 و34 درجة مئوية. -الكتلة المولية لبيوتان هي: 58.124 غرام/مول. - درجة الحرارة العادية لبيوتان هي: 25درجة مئوية وضغطه هو 1 جو. - المحتوى الحراري لاحتراقه هو: 2.8781-إلى 2.8769-ميجا جول /مول.

ملاحظة: نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المتحررة من غاز البروبان هي: 0.27 كيلو غرام /كيلو واط ساعي، أما نسبته من غاز البيوتان هي: 0.273 كيلو غرام /كيلو واط ساعي [145].

IV-1-4-الغاز البترولي المسال (GPL): وهو عبارة عن مزيج من غازين: البروبان والبيوتان وتمكن أهم خصائصه من خلال الجدول التالي:

الجدول (4.IV): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية العديدة لGPL :

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
الغاز بترولي المسال GPL	$C_3H_8 + C_4H_{10}$	**[146] -1 لتر** من الغاز السائل يساوي: **270 لتر** من غاز البروبان و**239 لتر** من غاز البيوتان. - درجة تبخره من أجل تحويله من الحالة السائلة إلى الغازية هي: **البروبان -40**درجة مئوية، أما البيوتان: **0** درجة مئوية. -ضغط التسييل من أجل تحويله من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة هي: البروبان: **7.5 بار**، أما **البيوتان 1.5 بار**. **[147] -**كثافته في الظروف العادية أثقل من الماء وعند **38**درجة مئوية تكون كثافته: **0.534**. -عند ضغط **1 جو** تكون درجة غليان **البروبان :42-**درجة مئوية، أما البيوتان فتكون:**6-**درجة مئوية. **-الطاقة المحررة من البروبان** المتفرع هي:**29460 kcal/kg**، أما **البيوتان** العادي:**29622 kcal/kg**. **-الطاقة المحررة من البروبان** هي:**22506 kcal/kg**. **- نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المحررة منه هي: 1.66 كيلو [148].**

IV-1-5-البنزين: هو نوع من أنواع الوقود ويملك عدة خصائص فيزيائية وكيميائية والتي نعطى البعض منها في الجدول السفلي:

الجدول (5.IV): بعض خصائص البنزين:

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
البنزين	C_6H_6	[149] –الكتلة المولية لبنزين هي: 78.12غرام/مول. – كثافته هي: 0.88 في درجة حرارة الغرفة. – يبلغ ضغطه: 74.6 **ميلي متر زئبقي**، في حالة درجة الحرارة تساوي: 20 درجة مئوية. – درجة غليانه هي: 80 درجة مئوية. – عند درجة 700 درجة مئوية، يخضع للتكثيف من خلال إزالة الهيدروجين، مما يسمح للمنتوجات بالتفاعل مع المواد المؤكسدة بسهولة فتصبح مواد خطيرة. [150] –نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون هي: 41.836 كيلو جول/غرام. –الطاقة المحررة منه عند التبخر وفي درجة حرارة 176.18°F هي: 8095 Kcal/kg.mol.

IV-1-6-الكيروزين: للكيروزين خصائص كيميائية وفيزيائية مختلفة والتي نذكر البعض منها خلال الجدول التالي:

الجدول (IV.6): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية المهمة للكيروزين:

اسم المركب	صيغته الكيميائية	خصائصه
الكيروزين	$C_{10}H_{22}$	[151] -درجة تبخر الكيروزين هي :243-درجة مئوية. - تبلغ كتلته المولية: 142.282 غرام/مول. - كتلته الحجمية هي :735 كلغ/متر مكعب. - تبلغ قيمة لزوجته الديناميكية: 9.20×10^{-3} بسكال ثانية× - المحتوى الحراري له يساوي :2 kJ/kg .k. - نسبة إنبعاث ثاني أكسيد الكربون هي: 1لتر من الكيروزين يحرر 9 كيلوغرام من غاز CO_2[152].

IV-2-نسب المواد: بالإضافة إلى معرفة المواد وخصائصها ،يجب أيضا معرفة نسبها من أجل القيام بالمحاكاة والتي توضح في الجدول التالي:

الجدول (IV.7): يمثل مختلف المواد ونسبها:

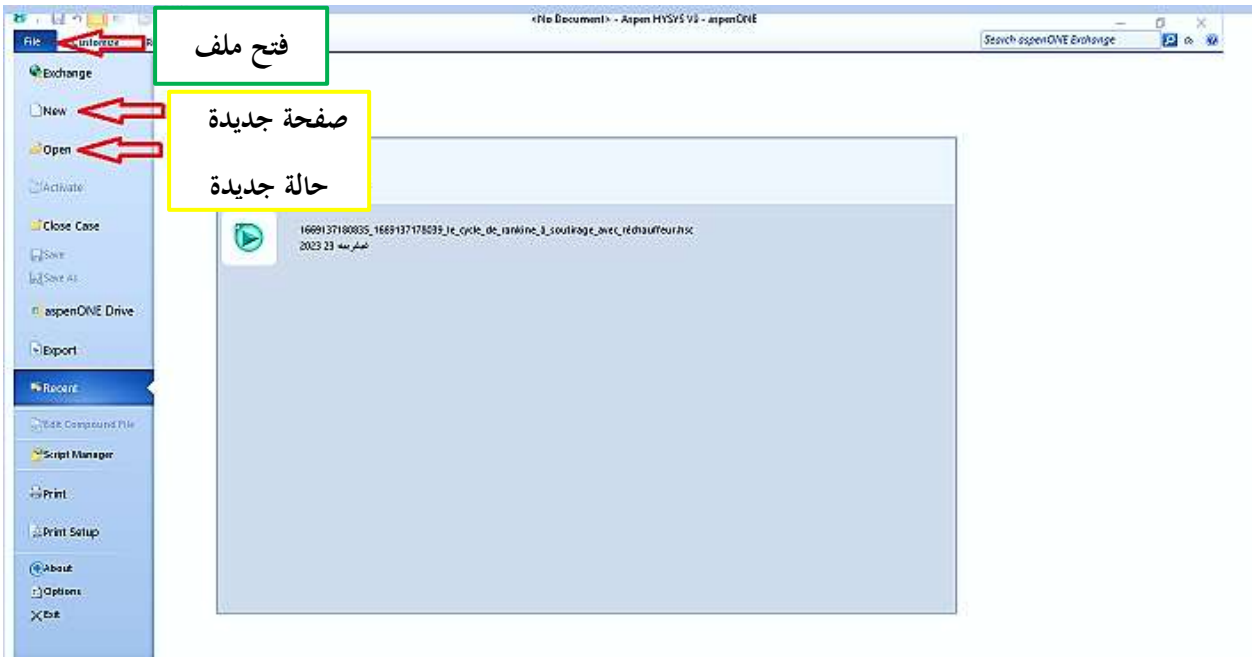
اسم المركب	نسبة المركب
الميثان	[153]، من 80 إلى 97 %.

GPL (البروبان والبيوتان)	نسبة البروبان 50 % ونسبة البيوتان 50 %.
البروبان	94.9 %.
البنزين	10.8 % [154].
الكيروزين	75%من الهيدروكربونات المشبعة [155].

IV-الجانب العملي:

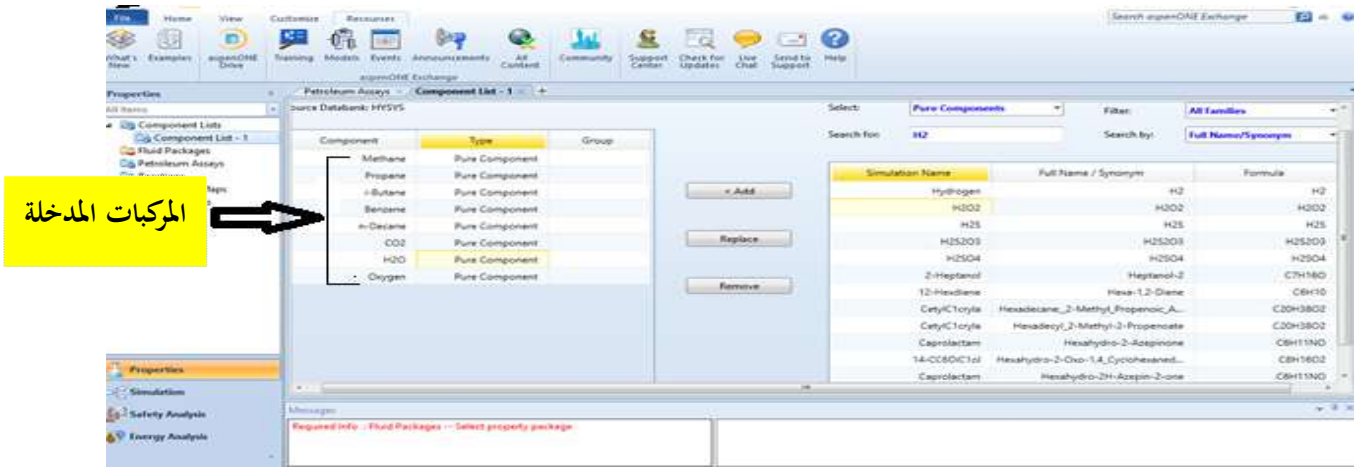
IV-3-المحاكاة بالهايسيس: تشمل عملية المحاكاة عدة خطوات أساسية، مهمة ومختلفة، كما يوجد منها ثلاث خطوات متشابهة التي تتمثل في مايلي:

IV-3-1-الدخول للبرنامج : يتم الدخول لبرنامج بعدة طرق وذلك من خلال اختيار : **ملف**، أو **صفحة جديدة** ،أو **حالة جديدة**، كما هو موضح بالصورة التالية :



الصورة (1.IV): الدخول لبرنامج الهايسيس.

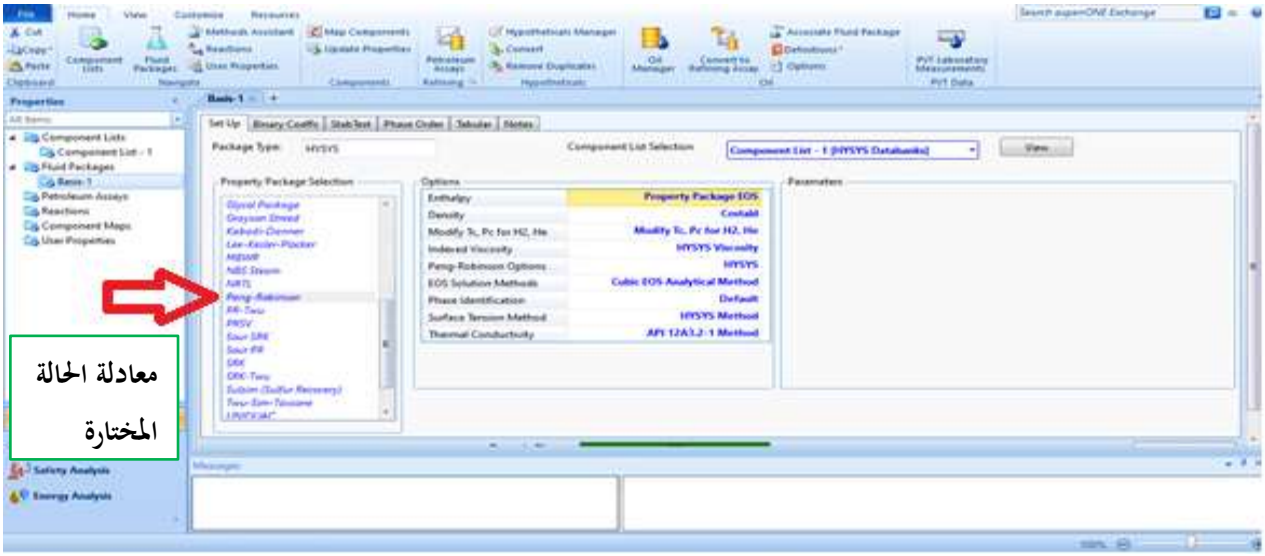
IV-3-2-إدخال المركبات: تتمثل أول خطوة بعد الدخول لبرنامج في إدخال المركبات، التي تم التعرف عليها سابقا وذلك من خلال: فتح البرنامج والضغط على أيقونة قائمة المركبات في الجانب الأيسر من الصفحة، ثم الضغط على أيقونة إضافة (**Add**) فيظهر البرنامج جدول، يتم كتابة الحرف الأول من صيغة المركب أو اسمه، بعدها نقوم بالضغط مرتين على المركب ، مما يسمح باختيار المركبات الضرورية للمحاكاة، كما هو موضح في الصورة السفلية:



الصورة (2.IV): إدخال المركبات المدروسة للبرنامج.

IV-3-3-إختيار معادلة الحالة: بينغ روبنسون (P-R): بعد القيام باختيار المركبات نذهب للخطوة الثانية من المحاكاة والتي تكمن في اختيار معادلة الحالة، التي تسمح للبرنامج بحساب المتغيرات المراد معرفتها وفي حالتنا هذه سوف نختار معادلة **بينغ روبنسون** وذلك لكونها الأقرب والأنسب لهذه الدراسة، كما أنها هي المعادلة التي تربط بين المتغيرات الثلاثة التالية: **الحرارة، الحجم** و**الضغط**.

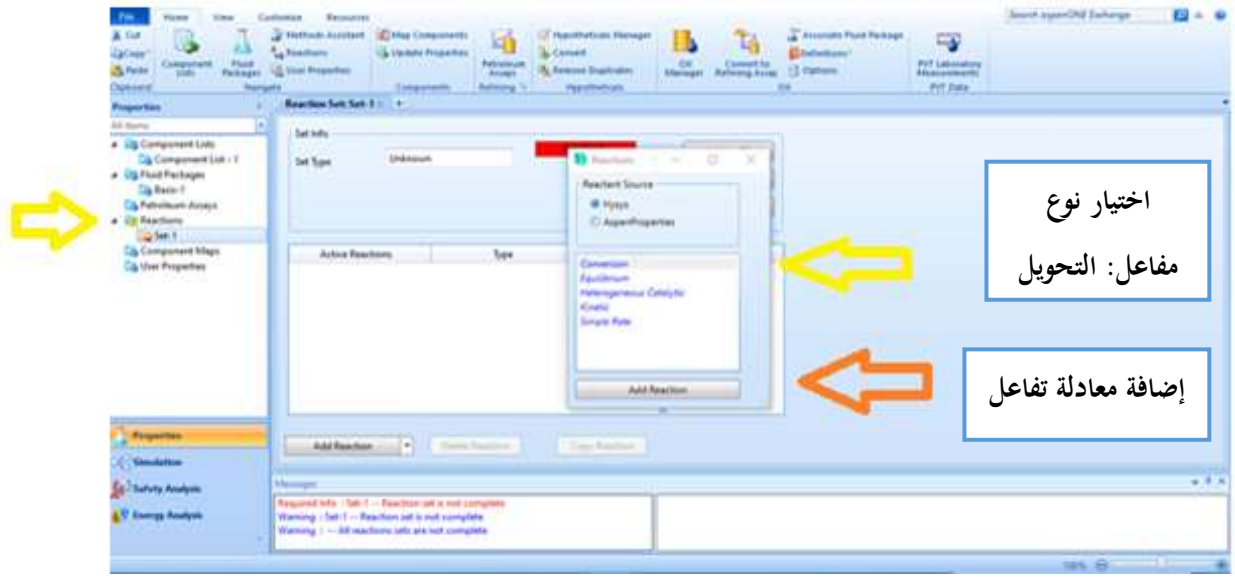
– التي توضح من خلال الصورة التالية:



الصورة (3.IV): اختيار معادلة الحالة.

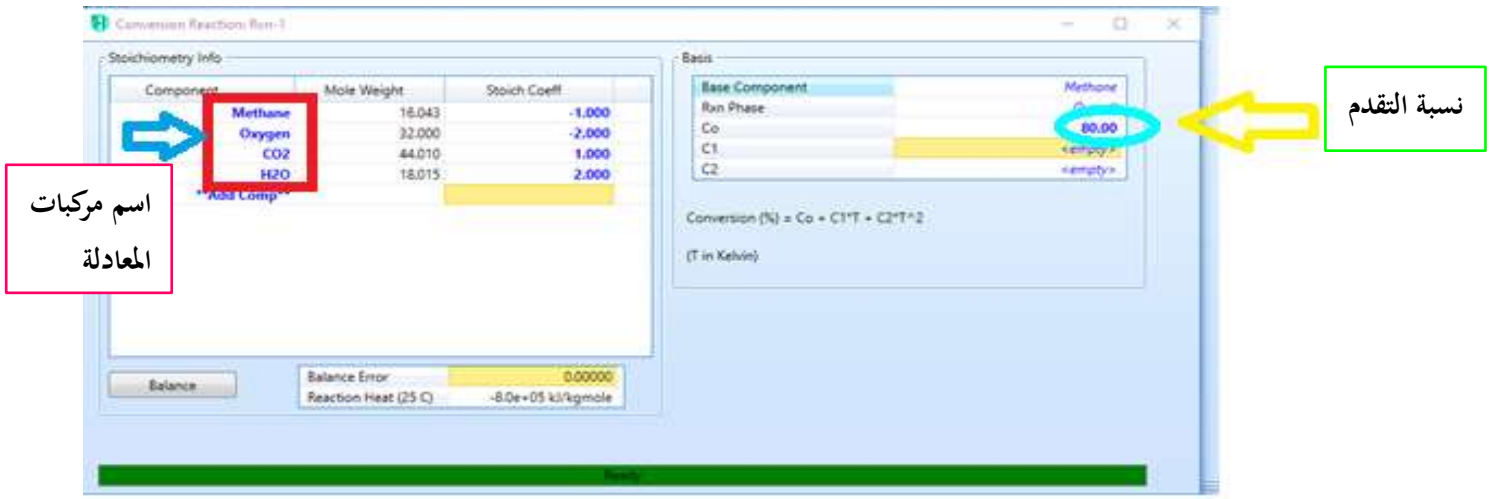
IV–4–تشكيل معادلة التفاعل لغاز الميثان: بهدف عمل محاكاة لهذه المعادلة نتبع الخطوات المذكورة التالية:

1–إضافة معادلة التفاعل: والتي تعد الخطوة الثالثة في المحاكاة والتي تعرف ب: تشكيل معادلة التفاعل ويتم ذلك من خلال الضغط على أيقونة تفاعل (**réaction**) الموجودة في الجانب الأيسر للصفحة البرنامج (الموضحة بالسهم الأصفر)، ثم يظهر لنا قائمة تحتوي على نوع المفاعل، نختار مفاعل التحويل (**conversion**)، ثم نضغط على إضافة تفاعل، مثل ماهو موضح بالصورة التالية:



الصورة (4.IV): إضافة معادلة التفاعل لغاز الميثان.

2-تحديد المتفاعلات والنواتج للمعادلة التفاعل: تتمثل الخطوة الرابعة من خطوات محاكاة المعادلات الكيميائية، في تحديد: **متفاعلات ونواتج التفاعل**، بالإضافة إلى الأعداد **الستيوكيومترية** وكذلك **نسبة التحويل (الموجودة داخل الدائرة في الصورة المقابل)**.

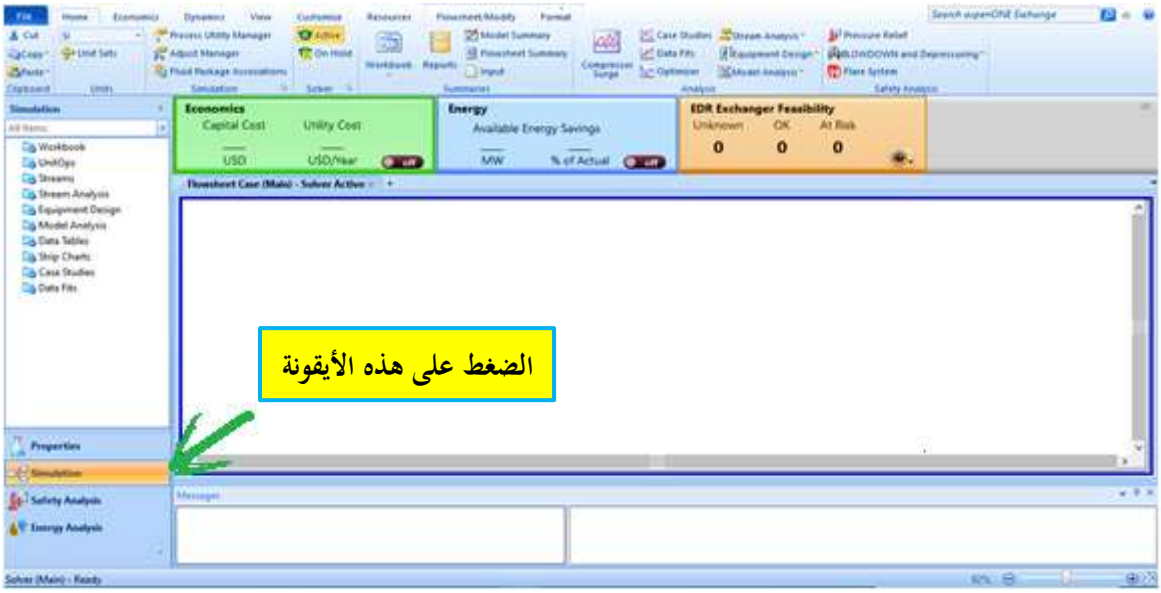


الصورة (5.IV): تحديد متفاعلات ونواتج معادلة التفاعل.

3-ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: بعد الانتهاء من تحديد متفاعلات ونواتج المعادلة، ننتقل إلى ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة وذلك بواسطة الضغط على أيقونة إضافة دالة الحالة (**Add to FP**)، كما هو ممثل بالصورة التالية:

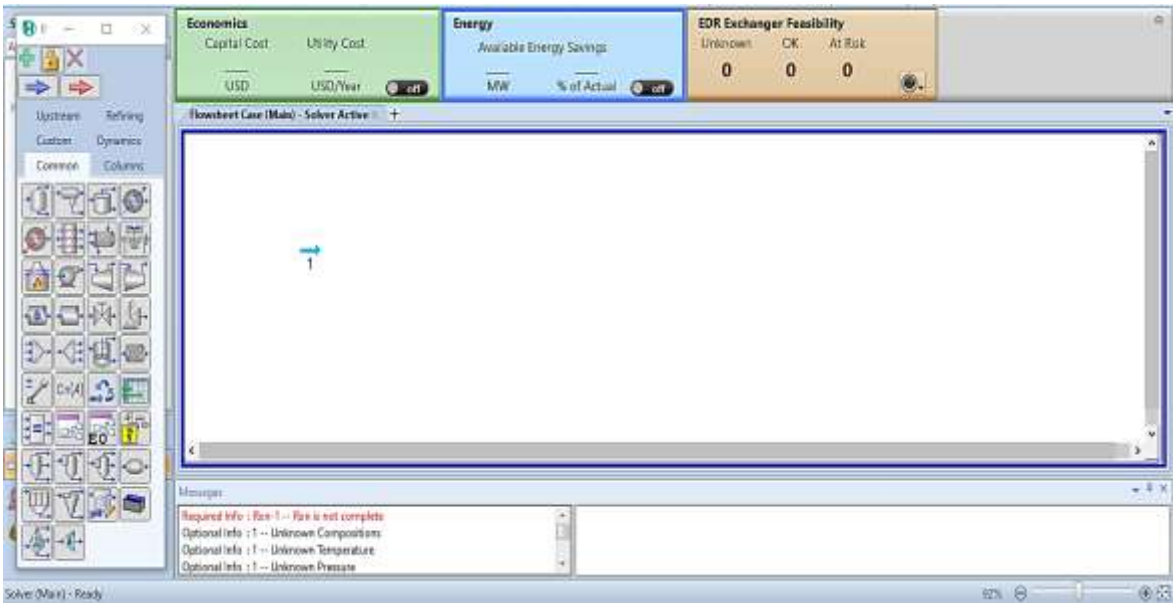
الصورة (6.IV): ربط معادلة الحالة مع معادلة التفاعل.

4-الدخول للمحاكاة: تكمن الخطوة التالية في المحاكاة في العمل على صنع نموذج للمعادلة المراد تنفيذها وذلك من خلال الضغط على أيقونة المحاكاة (**Simulation**)، الموجودة في الجانب السفلي في الأسفل، من أجل الدخول إلى الفضاء البيئي للبرنامج والذي يظهر في الصورة التالية:



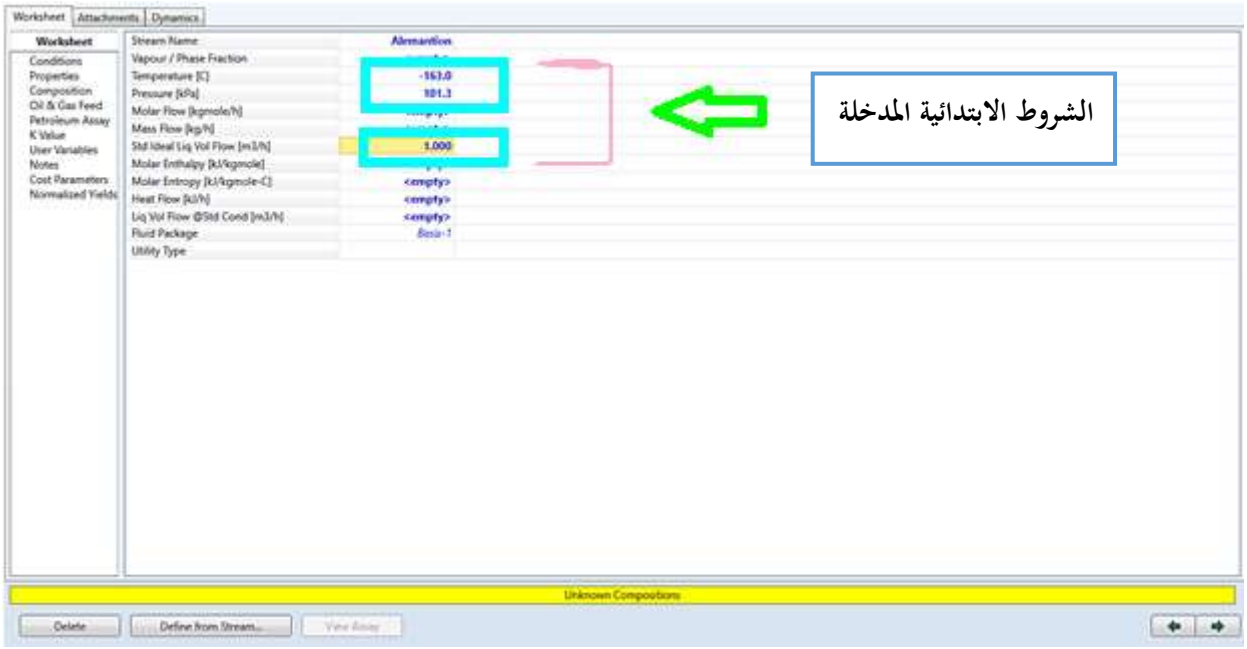
الصورة (7.IV): الدخول للمحاكاة.

5-إدراج سهم التغذية: والذي يعتبر المرحلة الموالية من تشكيل النموذج بعد الدخول إلى الفضاء البيئي للبرنامج ويتم ذلك بواسطة الضغط مرتين على **السهم الأزرق** الموجود في قائمة الأدوات والمعدات، كما هو موضح بالصورة التالية:



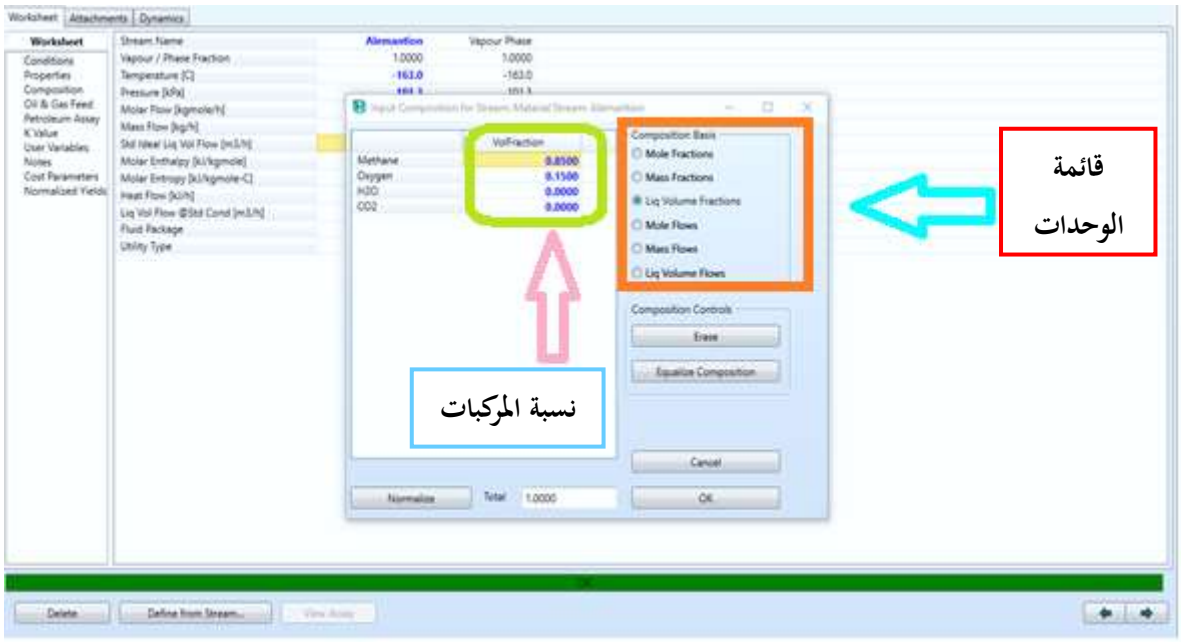
الصورة (8.IV): إدراج سهم التغذية.

6-إدخال الشروط الابتدائية للتفاعل: بعد القيام بإدراج سهم التغذية في بيئة البرنامج، نقوم بالدخول إليه وإدخال الشروط الابتدائية للتفاعل المتمثلة في: $Q=1m^3/h$ ، $P= 1\ atm$، $T=-163°C$، مثل ما يظهر بالصورة التالي:



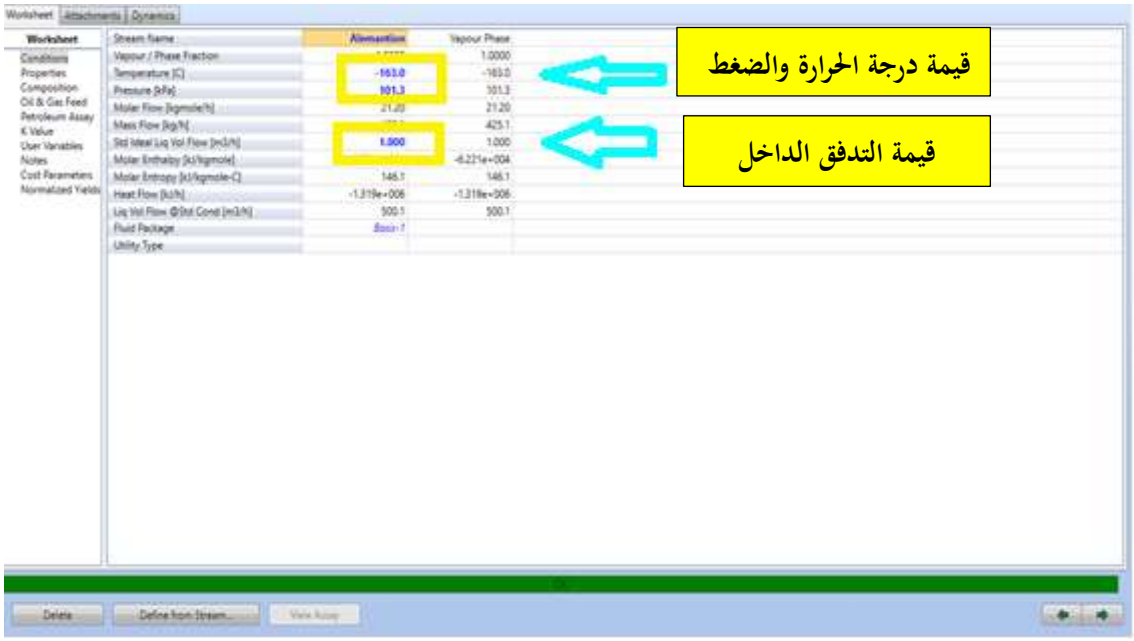
الصورة (9.IV): إدخال الشروط الابتدائية للتفاعل.

7-إدخال نسب المركبات: تأتي هذه الخطوة بعد القيام بإدخال الشروط الابتدائية وذلك من خلال النقر مرتين على قيمة التدفق الداخل المعطى، فيظهر لدينا جدول به نسبة كل مركبات المعادلة من المتفاعلات والنواتج وفي الجانب الأيمن نجد قائمة للوحدة النسب: **المئوية** أو **الكتلية** وغيرهم، فنختار الوحدة المطلوبة والمعنية لدينا نسبة حجم السائل المتدفق، فنقوم بإدخال نسب المركبات المطلوبة حيث يجب أن يكون موجوع هذه النسب لا يفوت قيمة **1**، كما هو موضح في الصورة التالية:



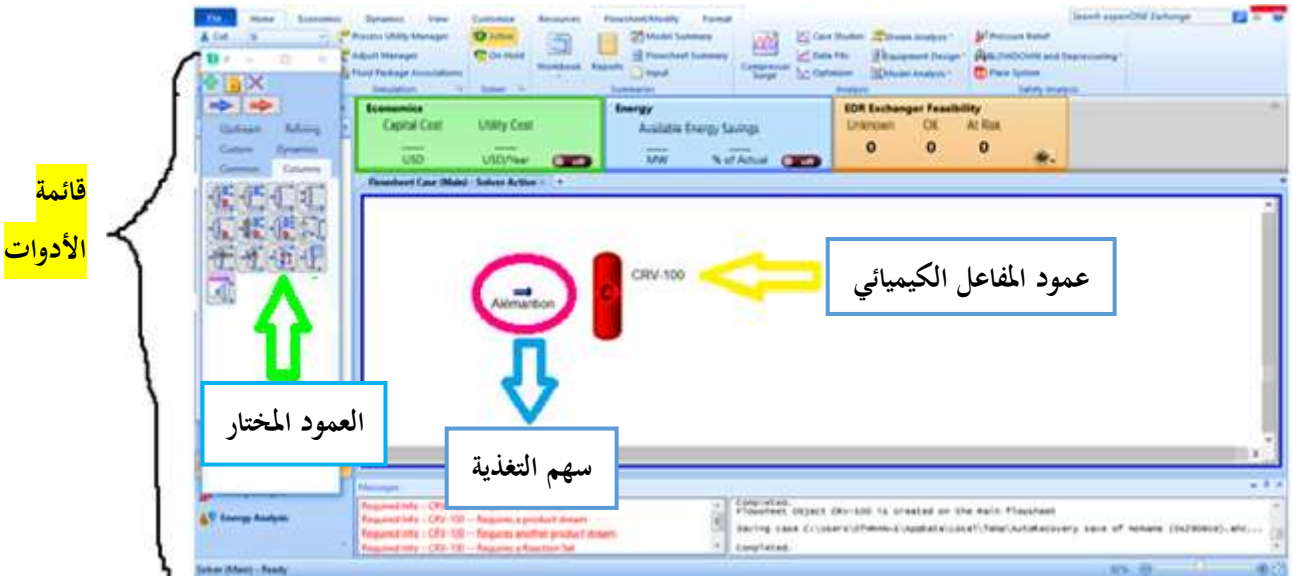
الصورة (10.IV): إدخال نسب المركبات.

أ) **معلومات سهم التغذية:** بعد إعطاء البرنامج الشروط الابتدائية للتفاعل (**الموضحة داخل إطار أصفر**) ونسبها، يقوم هو بحساب باقي المتغيرات داخليا ويقدمها لنا **باللون الأسود**، كما هو معطى بالصورة التالية:



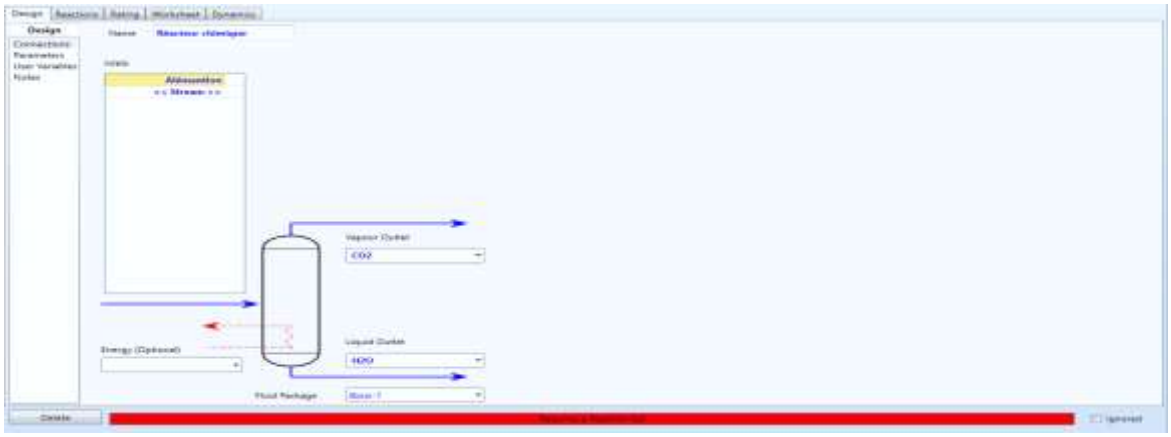
الصورة (11.IV): معلومات سهم التغذية.

ب) إدراج عمود المفاعل الكيميائي: تكمن الخطوة الموالية بعد الانتهاء من ملء سهم التغذية في إدراج عمود التفاعل الموجود في الجزء الثاني من قائمة الأدوات وذلك بالضغط على أيقونة الأعمدة (**Colonnes**)، واختيار المفاعل الذي يحتوي على علامة التحويل وحرفي: **a**و**b**، كما هو موضح بالصورة التالية:



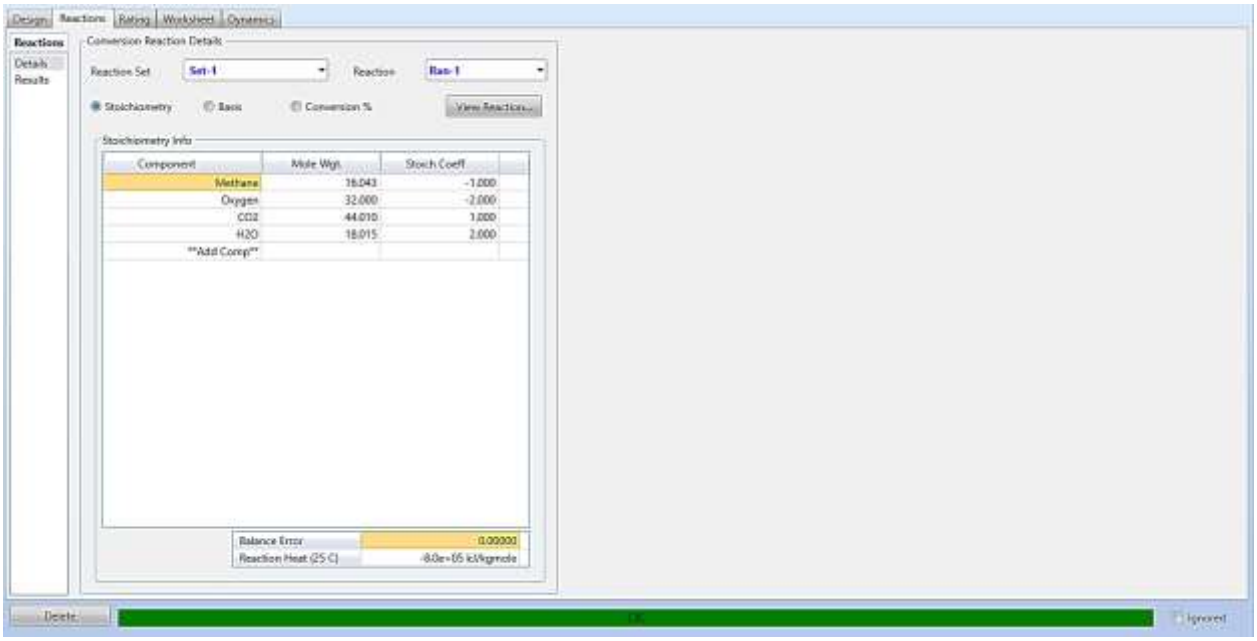
الصورة (12.IV): إدراج عمود المفاعل الكيميائي.

ج) ملء المفاعل: يتم ملء عمود المفاعل من خلال الضغط عليه مرتين على العمود، ثم القيام بإدخال المعلومات إليه والمتمثلة في: **اسم المفاعل، تحديد سهم التغذية الداخل إليه، تحدد السائل والبخار الخارجين منه**، كما هو موضح بالصورة الموالية:



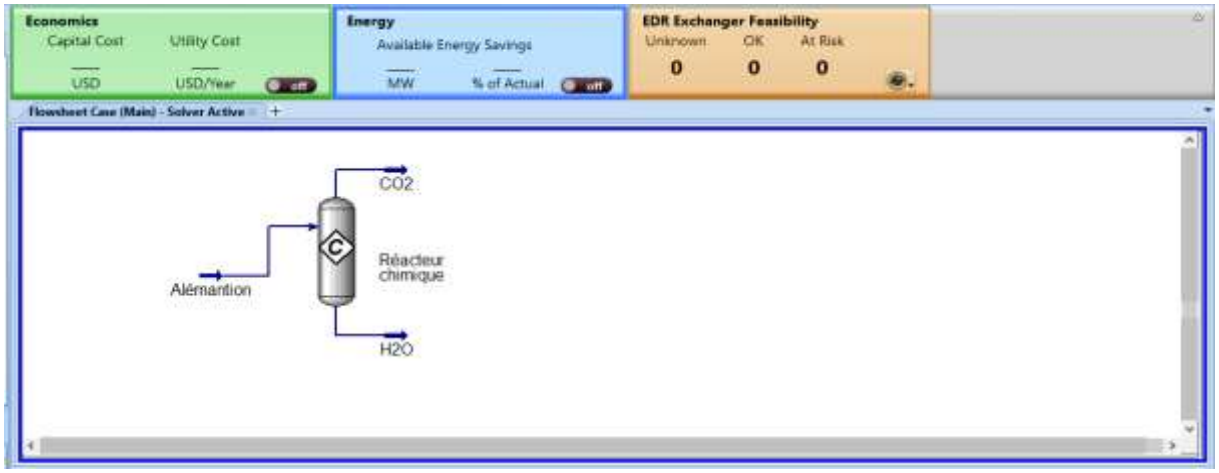
الصورة(13.IV): ملء المفاعل الكيميائي.

د) إدخال معادلة التفاعل: بعد إدخال المعلومات السابقة، نلاحظ أنه لم يتم تفعيل العمود لحد لأن ولكي يتم تفعيله يجب إدخال معادلة التفاعل وذلك من خلال الضغط على أيقونة المعادلة الموجودة في أعلى الصفحة، ثم ندخل رقم المعادلة المراد محاكاتها، فنلاحظ تغير الشريط السفلي إلى **اللون الأخضر**، مما يدل على أن عمود التفاعل قد أصبح مفعل، كما هو ممثل في الصورة التالية:



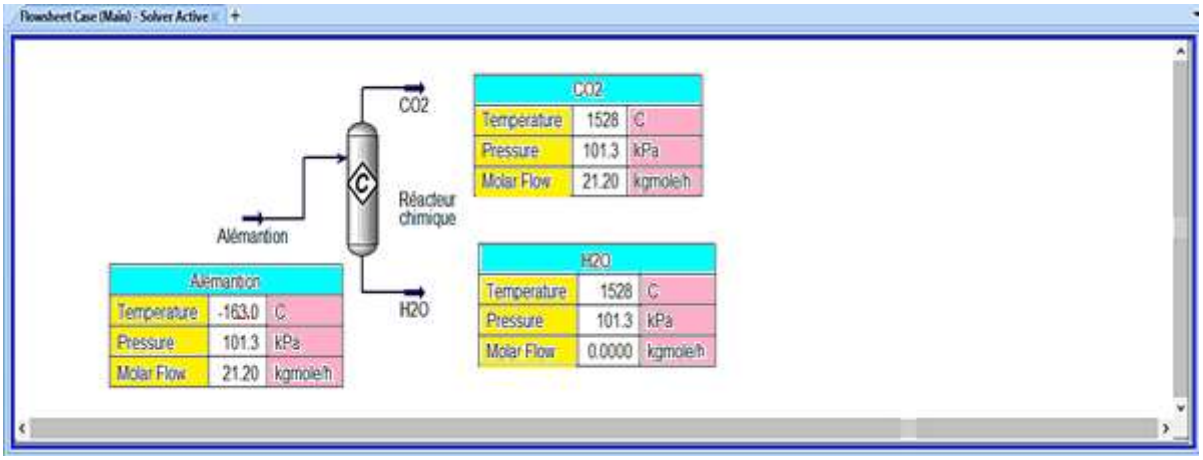
الصورة (14.IV): إدخال معادلة التفاعل في المفاعل.

هـ) الشكل النهائي للمحاكاة معادلة تفاعل الميثان: عند الانتهاء من المحاكاة يظهر لنا الصورة التالية:



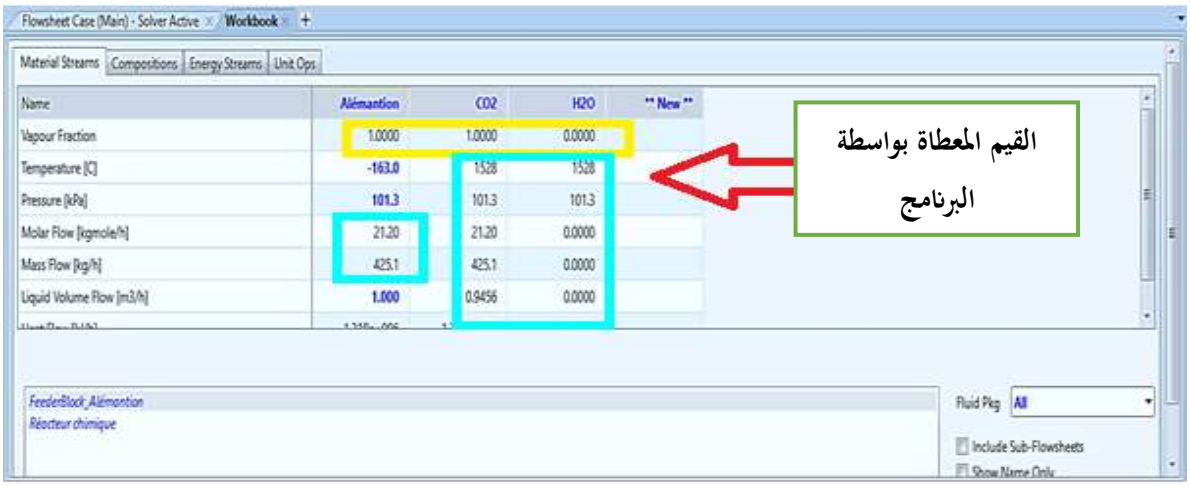
الصورة (IV. 15): الشكل النهائي لمحاكاة معادلة تفاعل الميثان.

و) **النتائج المتحصل عليها:** لكي نتحصل على النتائج ومعلومات سهم التغذية والمخرجات، نقوم بضغط مرتين على السهم، ثم نختار كلمة إنشاء جدول (**Show table**)، فيقوم البرنامج أوتوماتيكيا برسم جدول به قيمة معلومات الشروط الابتدائية المذكورة سابقا بالإضافة إلى قيمة هذه الشروط عند المخرجات أيضا، كما هو مبين بالصورة التالية:

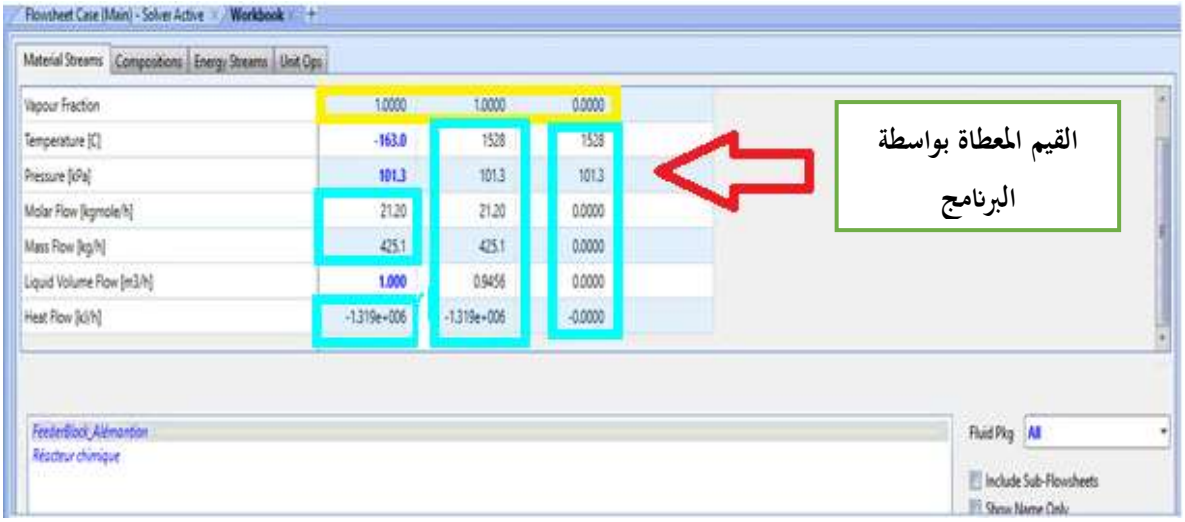


الصورة (16.IV): النتائج المتحصل عليها من كل سهم.

- من أجل معرفة معلومات أكثر، مثل: **قيم تدفقات** أخرى أو **قيم الطاقة**، نقوم بالذهاب إلى الجانب الأيسر من صفحة البرنامج ثم نختار كلمة: **دفتر العمل** (**Workbook**)، فيقوم البرنامج أوتوماتيكيا بإظهار جدول به كل من المتفاعلات والنواتج وقيم معلومة سابقا وقيم جديدة قام بحسابها، كما هو ظاهر في الصورة السفلية:



الصورة (17.IV): النتائج المتحصل عليها من دفتر العمل.



الصورة(18.IV): تابع لنتائج المتحصل عليها من دفتر العمل.

IV-5-تشكيل معادلة تفاعل البروبان: من أجل القيام بمحاكاة مرة ثانية للغاز البروبان نتبع نفس الخطوتين الأولى المذكورة سابقا (اختيار: المركبات ومعادلة الحالة المناسبة) ، ويكمن الاختلاف في الخطوات التالية:

1-إضافة معادلة التفاعل: في هذه المرة نقوم بإدخال معادلة تفاعل جديدة وذلك بتبع نفس خطوات إضافة معادلة، كما هو مذكور في الصفحة **10** (**إضافة معادلة تفاعل لغاز الميثان**).

2-تحديد المتفاعلات والنواتج للمعادلة التفاعل: الخطوة الثانية من محاكاة غاز البروبان هي: تحديد متفاعلات ونواتج المعادلة ويتم ذلك بنفس الخطوات التي تم بها تحديد متفاعلات ونواتج لتفاعل غاز الميثان، إلا أن الاختلاف هذه المرة يكمن في: **المركب الداخل للتفاعل** والمتمثل في غاز البروبان عوض غاز الميثان.

3-ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: بعد تحديد المركبات الضرورية للحدوث التفاعل، نعمل على ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة، مما يسهل على البرنامج حساب المتغيرات وذلك من خلال إتباع نفس طريقة المذكورة سابقا عند **ربط معادلة تفاعل غاز الميثان (ص 12)**.

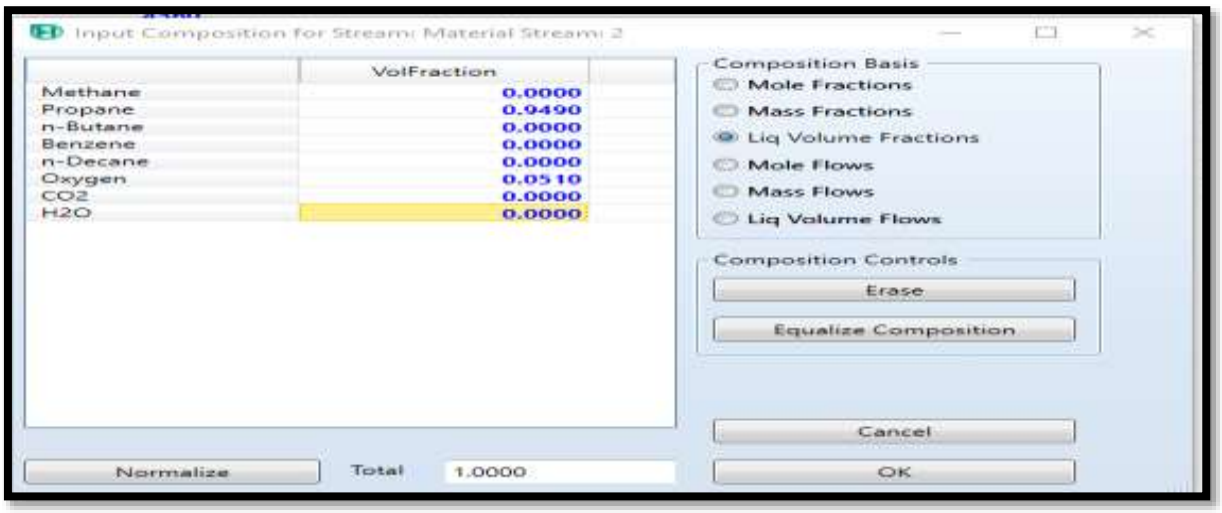
4-الدخول للمحاكاة: تعد المرحلة التالية بعد دمج معادلة الحالة مع معادلة التفاعل وتتم بنفس الخطوات المتبعة لمحاكاة غاز الميثان الموضحة في: **الصفحة 12**.

5-إدراج سهم التغذية: بعد الدخول للمحاكاة نقوم بالعمل على تشكيل نموذج، يوضح لنا تفاعل غاز البروبان ويحدث ذلك من خلال إدراج **سهم أزرق** من قائمة المعدات والأدوات، كما هو مذكور سابقا في محاكاة معادلة تفاعل الميثان في الصفحة **13**.

أ) **إدخال الشروط الابتدائية للتفاعل:** تأتي هذه الخطوة بعد إدراج سهم التغذية والتي تتم بنفس الخطوات الخاصة بمحاكاة تفاعل الغاز السابق وذلك من خلال الضغط عليه مرتين ونقوم بإدخال الشروط الابتدائية لحدوث تفاعل غاز البروبان والمتمثلة في:

$T= -42.1°C$، ضغط يقدر ب: **$P=1atm$** وتدفق **$Q=1m^3/h$**.

ب) **إدخال نسب المركبات:** لملء سهم التغذية، يجب بعد إدخال الشروط الابتدائية إضافة نسب المركبات، حيث تكون نسبة البروبان تساوي: **94.9 %** و**الباقي على المئة** أكسجين، كما هو موضح بالصورة التالية:



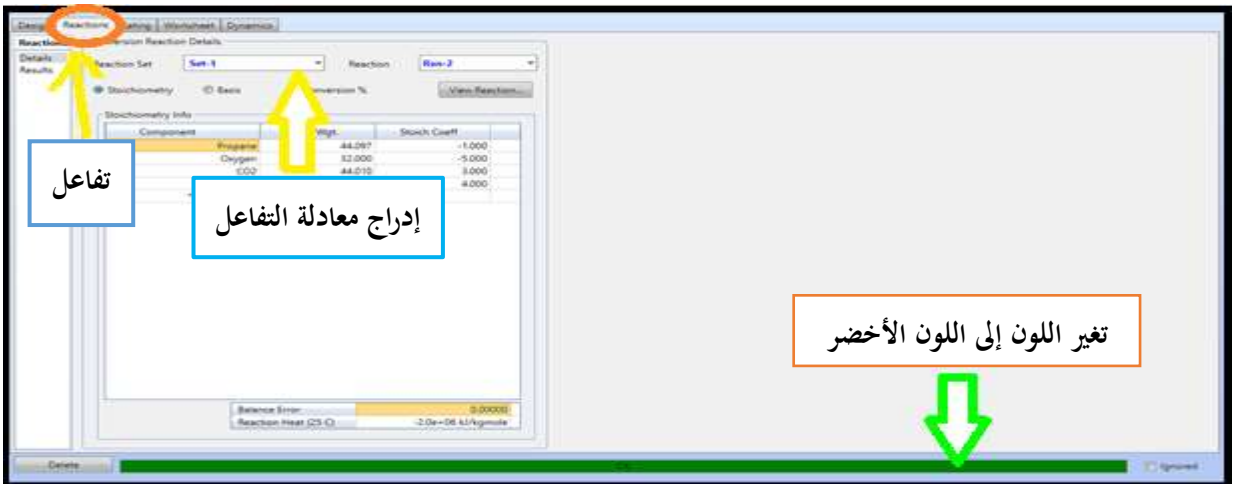
الصورة (19.IV): إدخال نسب المركبات الخاصة بمعادلة تفاعل غاز البروبان.

ج) **معلومات سهم التغذية:** عند إدخال الشروط الابتدائية المذكورة في الخطوة السابقة (**في أعلى الصفحة**)، يكمل البرنامج تلقائيا بحساب متغيرات أخرى والممثلة **باللون الأسود**، كما تظهره الصورة الموالية:

الصورة(20.IV): معلومات سهم التغذية الخاص بتفاعل غاز البروبان.

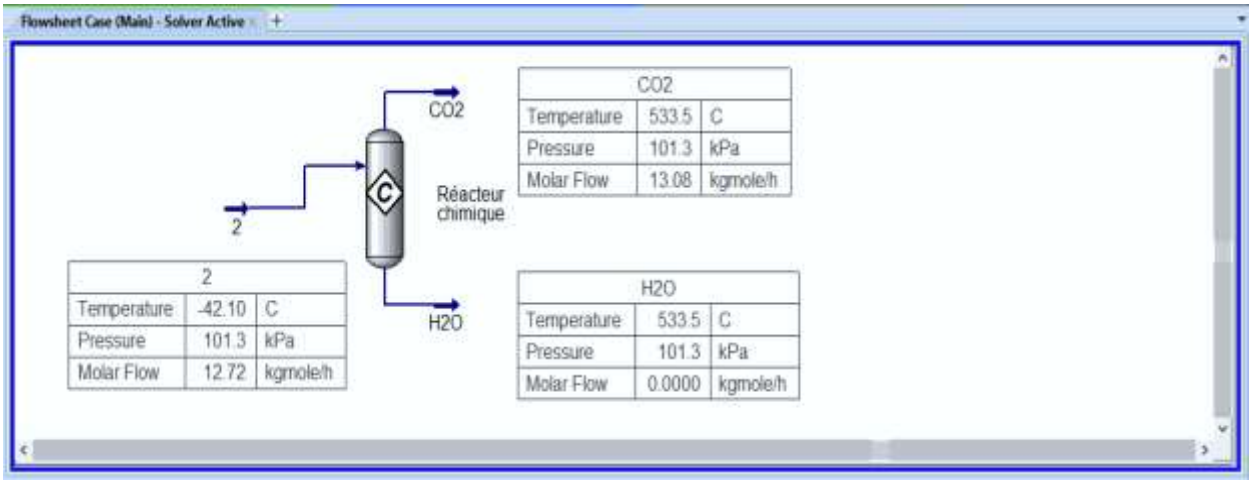
د) إدراج عمود المفاعل وملؤه: يتم القيام بهذه الخطوة عند الانتهاء من المرحلة السابقة، حيث يتم إدراج عمود التفاعل للبيئة البرنامج بنفس الطريقة المذكورة لمحاكاة غاز الميثان والتي تم ذكرها في الصفحة **16**.

هـ) إدراج معادلة التفاعل: تعتبر هذه الخطوة مهمة جدا من أجل القيام بالمحاكاة، حيث أنه لا يتم تنشيط المفاعل والقيام بعمله، إلا من خلال القيام بإدراج معادلة التفاعل وذلك من خلال الضغط على أيقونة تفاعل وإدراج اسم المعادلة، فيحدث تغير للون الشريط السفلي تلقائيا من اللون الأحمر إلى الأخضر، كما هو موضح في الصورة **21** التالية:

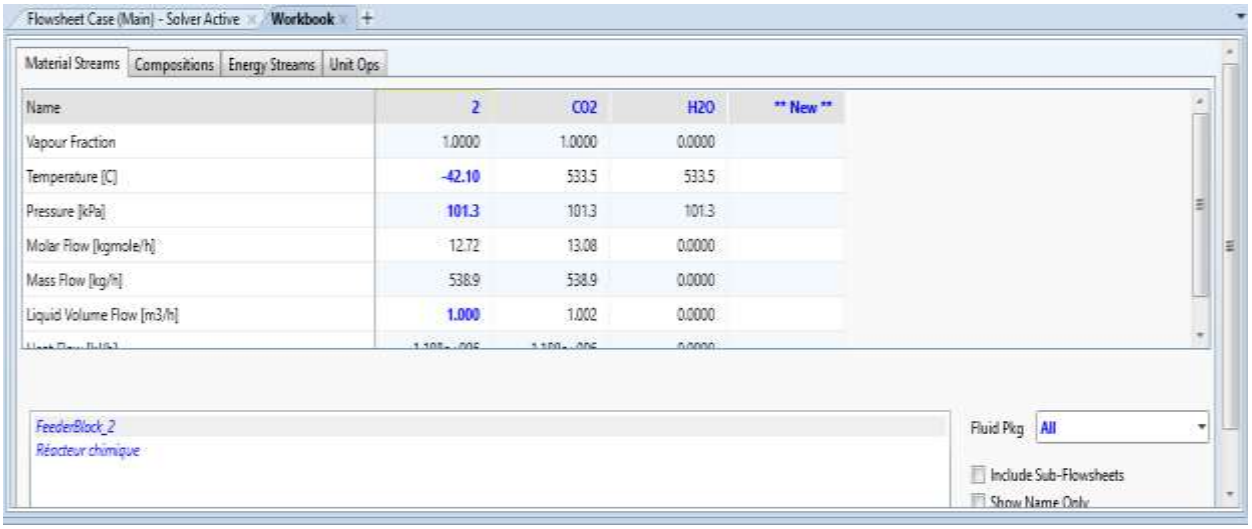


الصورة (IV. 21): إدراج معادلة تفاعل لغاز البروبان.

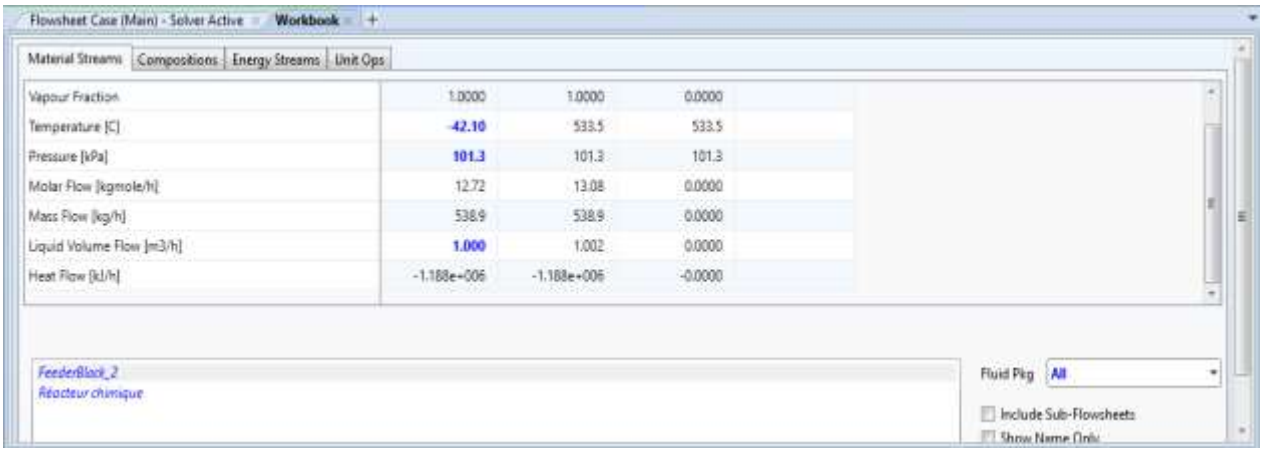
و) النتائج المتحصل عليها: عند إكمال المحاكاة نقوم بملاحظة النتائج المتحصل عليها ونضعها في جدول وذلك بإتباع نفس الخطوات التي تم الاطلاع عليها في الصفحة رقم: **18** والتي نكررها لنحصل على الجداول الممثلة في الأسفل:



الصورة (22.IV): النتائج المتحصل عليها داخل من كل سهم في الشكل.



الصورة (23.IV): النتائج المتحصل عليها من دفتر العمل لمعادلة تفاعل غاز البروبان.



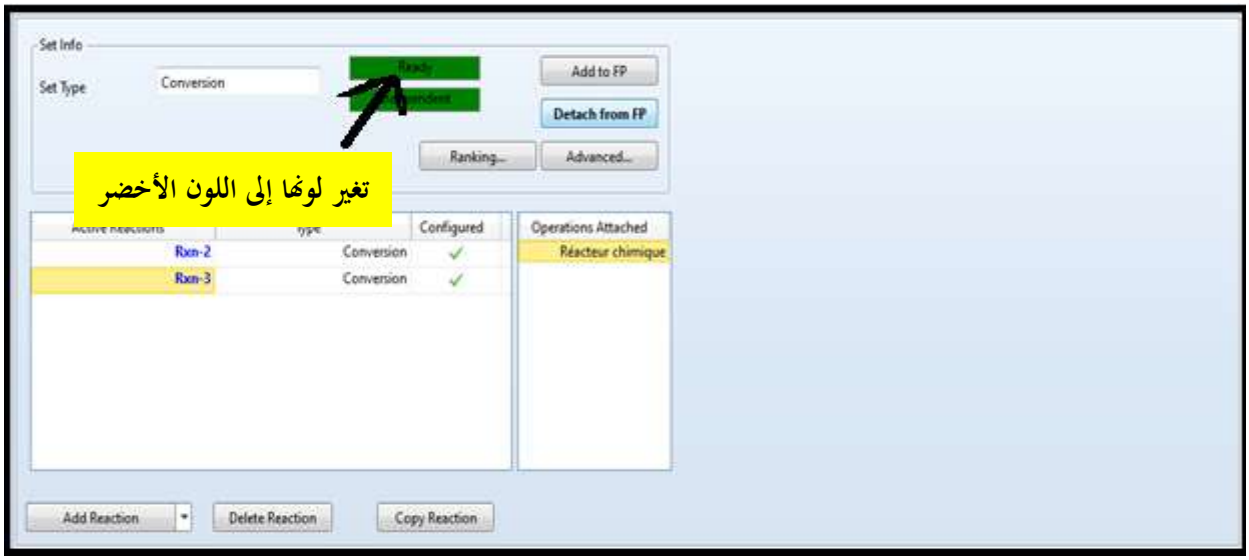
الصورة (24.IV): تابع لنتائج المتحصل عليها من دفتر العمل لمعادلة تفاعل غاز البروبان.

IV-6-تشكيل معادلة تفاعل البيوتان: من أجل العمل على محاكاة لهذا التفاعل نتبع المراحل التالية:

1-إضافة معادلة التفاعل: تتم هذه المرحلة بنفس خطوات المحاكاة لغازين: الميثان والبروبان، من خلال الضغط على أيقونة إضافة معادلة الموجودة في أسفل الجدول المتواجد في بيئة البرنامج.

2-تحديد المتفاعلات والنواتج للمعادلة التفاعل: تعد هذه الخطوة التالية بعد إضافة المعادلة وتتم بنفس الخطوات المتبعة لمحاكاة غازين الميثان والبروبان، التي تم التطرق إليها في الصفحة **11** و**19**.

3-ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: تتم هذه المرحلة بعد تحديد متفاعلات ونواتج معادلة التفاعل وذلك من خلال الضغط على أيقونة إضافة دالة حالة (**Add to FP**)، فنلاحظ تغير لون الخانة المقابلة لها، من اللون الأحمر إلى **اللون الأخضر**، مما يدل على أنه قد تم دمج المعادلتين، كما هو ظاهر في الصورة المقابلة (**صفحة 24**):

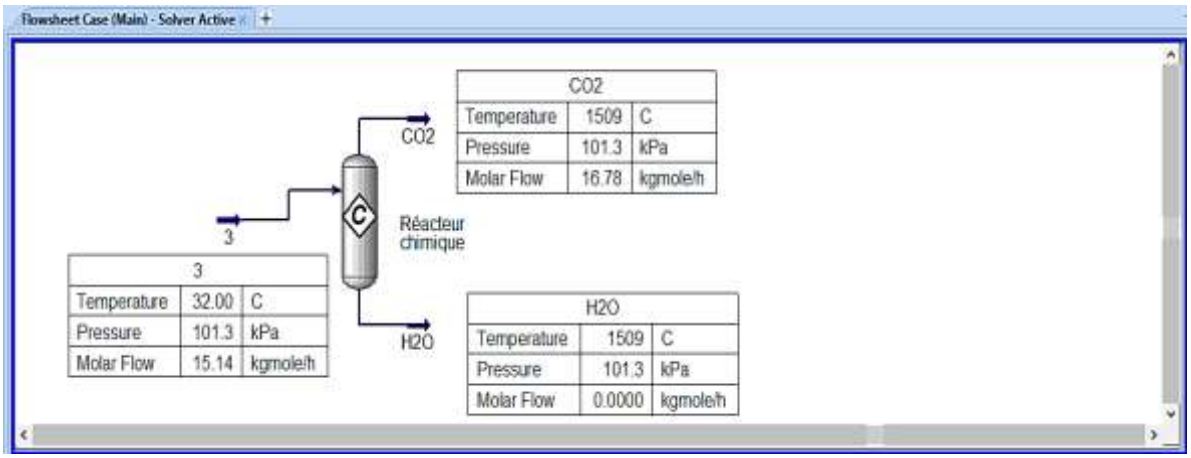


الصورة (IV.25): ربط معادلة تفاعل غاز البيوتان مع معادلة الحالة.

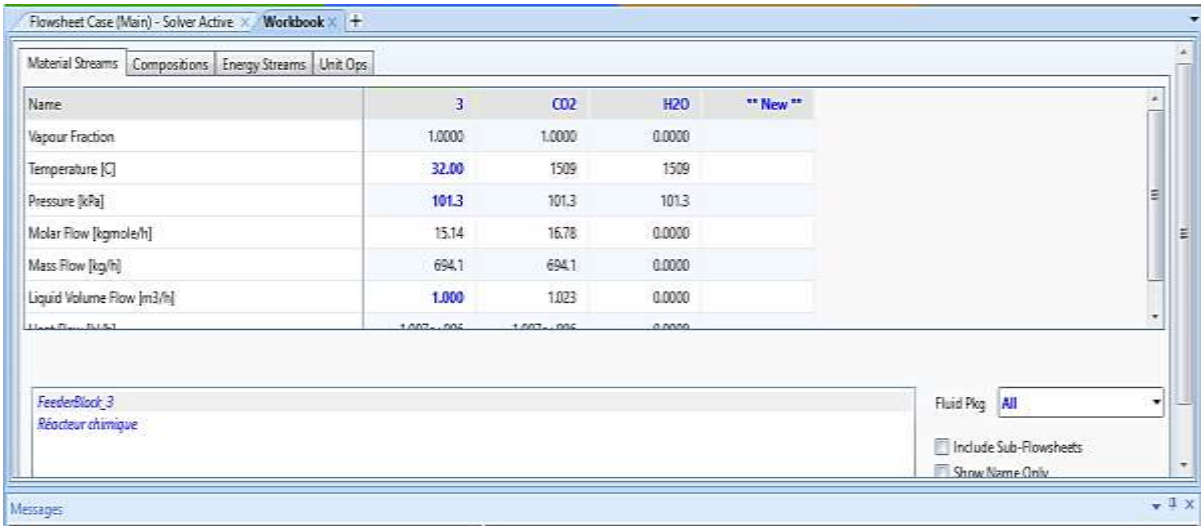
4-الدخول للمحاكاة وإدراج سهم التغذية وعمود المفاعل: تمثل أهم مرحلة في تهيئة نموذج المحاكاة هي: الدخول إلى بيئة البرنامج ثم إدراج الأدوات المناسبة والتي تعطى النموذج القريب من الواقع، من خلال إدراج سهم التغذية ذا: **اللون الأزرق الفاتح** وكذلك إدراج عمود التفاعل ذا **اللون الأحمر** والموضح في محاكاة الغازين السابقين في الصفحات:**16**،**13**،**12**.

5-ملء سهم التغذية والمفاعل: بعد إدراج سهم التغذية وعمود المفاعل لا نستطيع معرفة قيم المخرجات أو عدة متغيرات أخرى لذلك يجب العمل على تفعيل هذا النموذج وهذا يحدث بإتباع الخطوات التي تم ذكرها سابقا في الصفحات: **21** و**16**، المستعملة لتمثيل محاكاة الغازات السابقة (**الميثان**، **البروبان**).

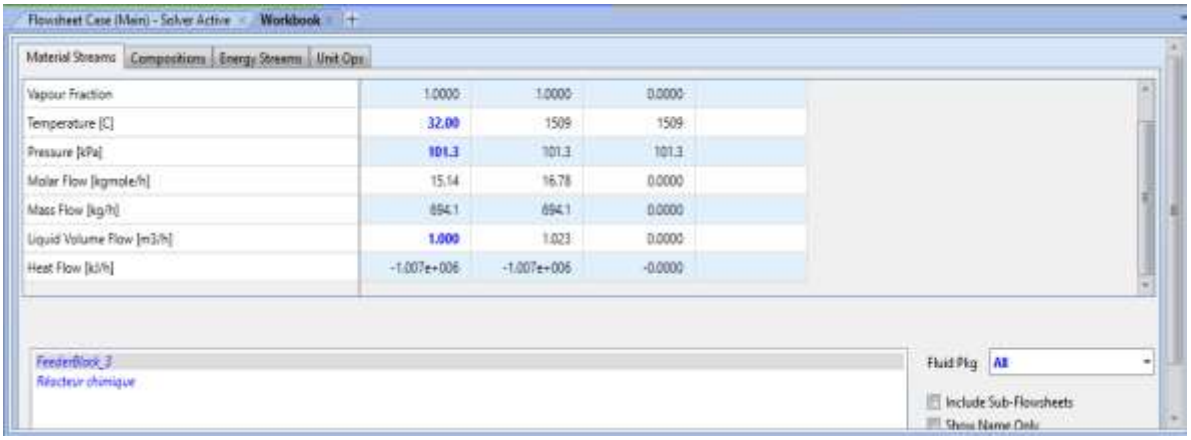
6-النتائج المتحصل عليها: تكمن أخر خطوة من هذه المحاكاة في معرفة قيم المتغيرات المجهولة المراد معرفتها وذلك من خلال إنشاء جدول بإعطاء أمر للبرنامج من خلال الضغط مرتين على السهم المراد معرفة خصائصه، أو من خلال الضغط على كلمة **دفتر العمل** الموجود في الجانب الأيسر من صفحة بيئة البرنامج، مما يظهر لنا هذه الجداول وقيم لكل المتغيرات التي نريد معرفتها، كما توضحه الصور التالية:



الصورة (26.IV): النتائج المتحصل عليها بعد إنشاء الجداول.



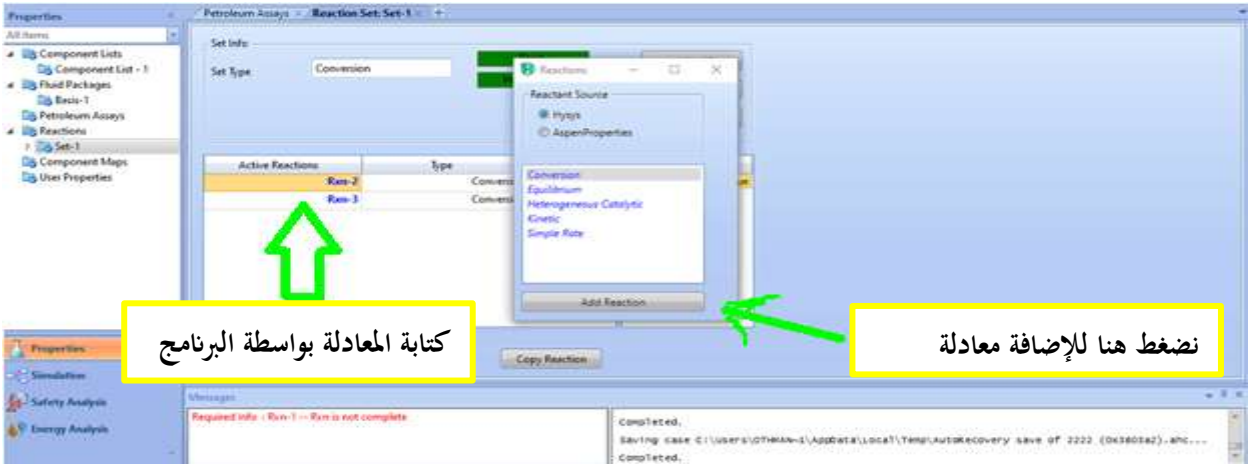
الصورة (27.IV): النتائج المتحصل عليها عند الدخول إلى دفتر العمل.



الصورة (28.IV): تابع لنتائج المتحصلة عليها عند الدخول إلى دفتر العمل.

IV-7-تشكيل معادلة تفاعل البروبان والبيوتان (GPL): تختلف هذه المرحلة عن باقي معادلات المحاكاة السابقة وهذا لأن الغاز البترولي المسال هو: عبارة عن مزيج من غازين ، لذلك لا نستطيع عمل محاكاة لمفاعل واحده وحده وإنما يتم محاكاته من خلال الجمع بين المتفاعلين المكونين له وهذا بإتباع الخطوات الآتية:

1-إضافة معادلة التفاعل: تتم هذه الخطوة من خلال الضغط على كلمة **تفاعل** الموجودة في الجانب الأيسر من صفحة البرنامج فيظهر البرنامج لنا صفحة بها **نوع التفاعل** نختار **إضافة معادلة تحول**، فيكتب داخل الإطار الأبيض **معادلة جديدة** و**نوع المعادلة** مثل ما هو موضح بالصورة السفلية:



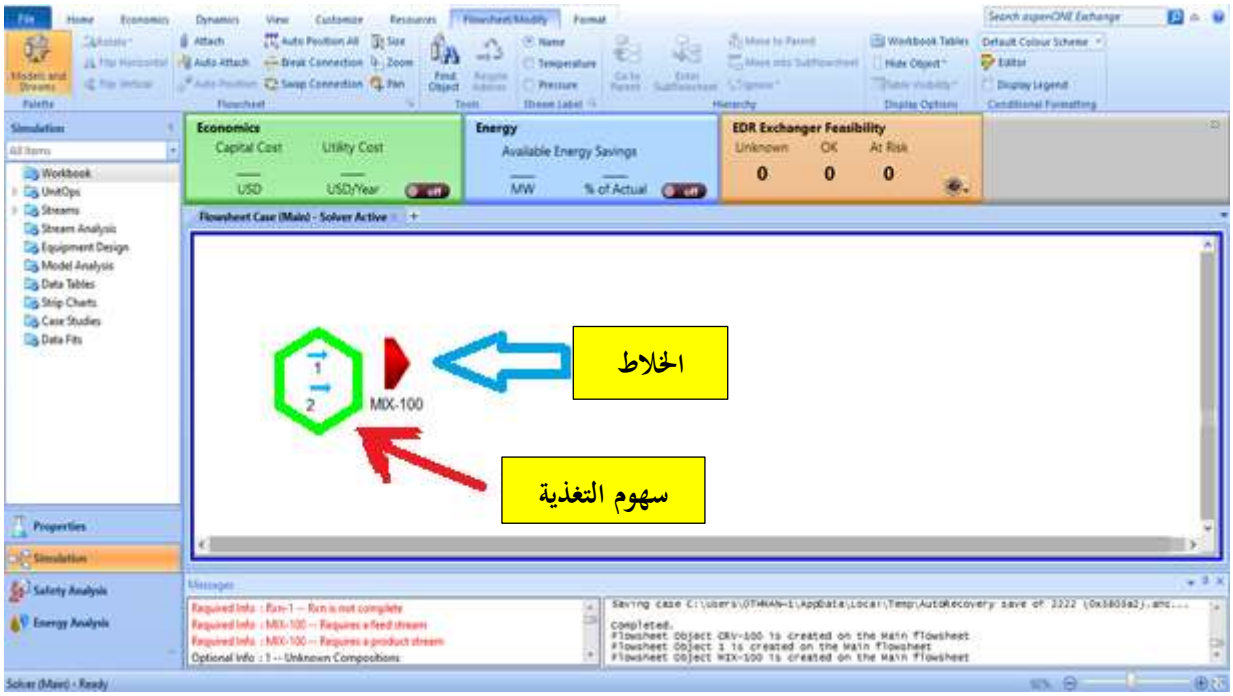
الصورة (IV.29): إضافة معادلة تفاعل جديدة.

2-تحديد المتفاعلات والنواتج للمعادلة التفاعل: عند الانتهاء من إدراج المعادلة، نذهب إلى تحديد المتفاعلات ونواتج هذه المعادلة أرقامها الستيوكيوترية ونسبة تحول التفاعل كما تم ذكرها في محاكاة غاز البيوتان سابقا.

3-ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: تتمثل الخطوة التالية بعد إدراج معادلة التفاعل في العمل على ارتباطها مع دالة الحالة ذلك من خلال إعادة تكرير نفس الخطوات المستعملة في محاكاة غاز البيوتان السابقة الموجودة في الصفحة :**23**.

4-الدخول للمحاكاة وإدراج سهوم التغذية والخلاط: بعد إكمال تحضير معادلة التفاعل، نذهب إلى الفضاء البيئي للبرنامج المسمى المحاكاة، من خلال الضغط على أيقونة المحاكاة أسفل الصفحة من جهة اليسار، فيقوم البرنامج أوتوماتيكيا بإظهار لنا قائمة جدول

الأدوات والمعدات، ندرج سهمين للتمثيل مركبين: البروبان والبيوتان وأداة لدمج سهمي التغذية والمتمثلة في **خلاط** على شكل مثلث متجه نحو اليمين، كما تظهره الصورة المقابلة:

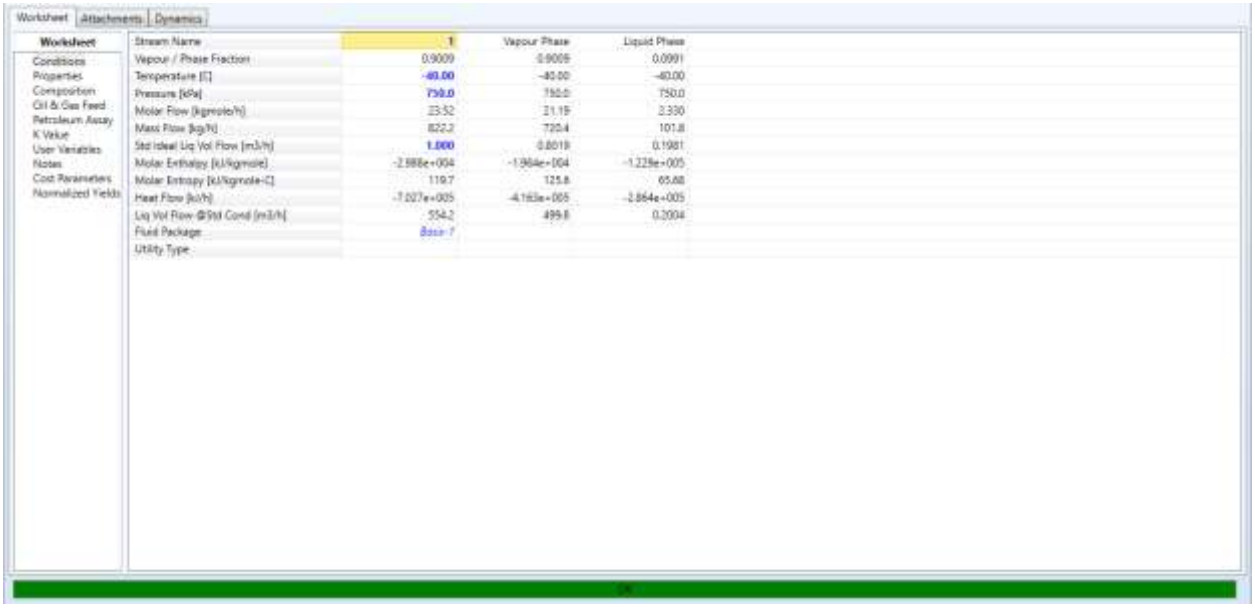


الصورة (30.IV): الدخول للمحاكاة وإدراج سهوم التغذية والخلاط.

5-ملء سهوم التغذية والخلاط: بعد إدراج سهوم التغذية والخلاط، نعمل على ملئهم بإستعمال الخطوات التالية:

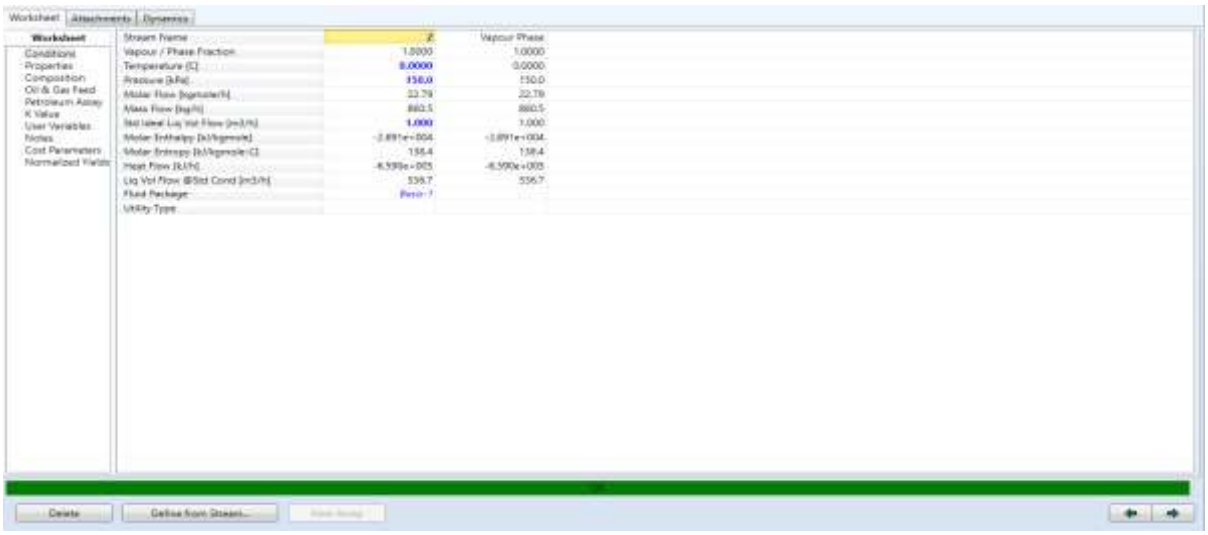
أ) **معلومات السهم 1 (البروبان)**: نقوم بملء سهم البروبان بالقيم التالية: $\mathbf{T= -40°C}$ ، $\mathbf{P=7.5\ bar}$ ، $\mathbf{Q=1\ m^3/h}$

بالإضافة إلى نسبة البروبان والتي تساوي: **50%**، الذي يظهره لنا البرنامج **باللون الأزرق** الموضح في الصورة التالية:



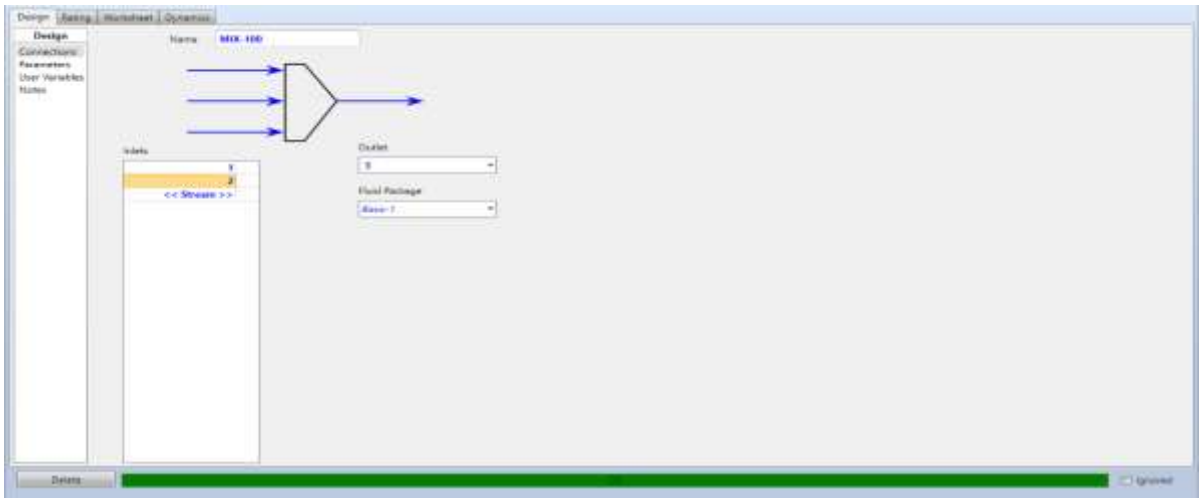
الصورة (IV. 31): معلومات سهم التغذية الخاص بالمكون الأول (البروبان) للغاز البترولي المسال.

ب) معلومات السهم 2 (البيوتان): يتم ملء السهم الثاني الخاص بالبيوتان بنفس الطريقة، إلا أن الشروط الابتدائية تختلف، حيث تكون القيم كما يلي: **T=0°C**، **P=1.5 bar**، **Q=1m³/h**، بالإضافة إلى **نسبة البيوتان** والتي تقدر ب:**50%**، كما لا ننسى القيمة المتبقية لكي تصل النسبة إلى المئة هي تمثل **نسبة الأكسجين** والذي يتم توضيحه أكثر بالصورة الآتية:



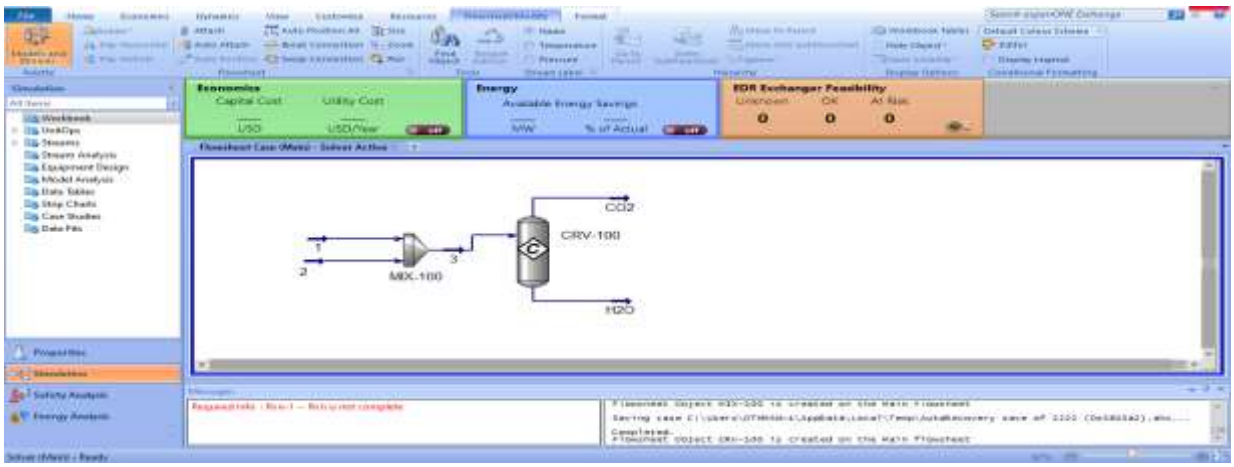
الصورة (IV.32): معلومات سهم التغذية الخاصة بالمكون الثاني (البيوتان) للغاز البترولي المسال.

ج) **دمج سهوم التغذية داخل الخلاط:** تهدف هذه الخطوة في العمل على جمع سهمي التغذية وتحويلهم إلى تيار واحد (السهم رقم 3) وذلك من خلال النقر على أداة الخلاط والدخول إليه وتحديد كل من سهوم الإدخال والخروج لديه ثم تغير اسمه، كما تظهره الصورة السفلية:



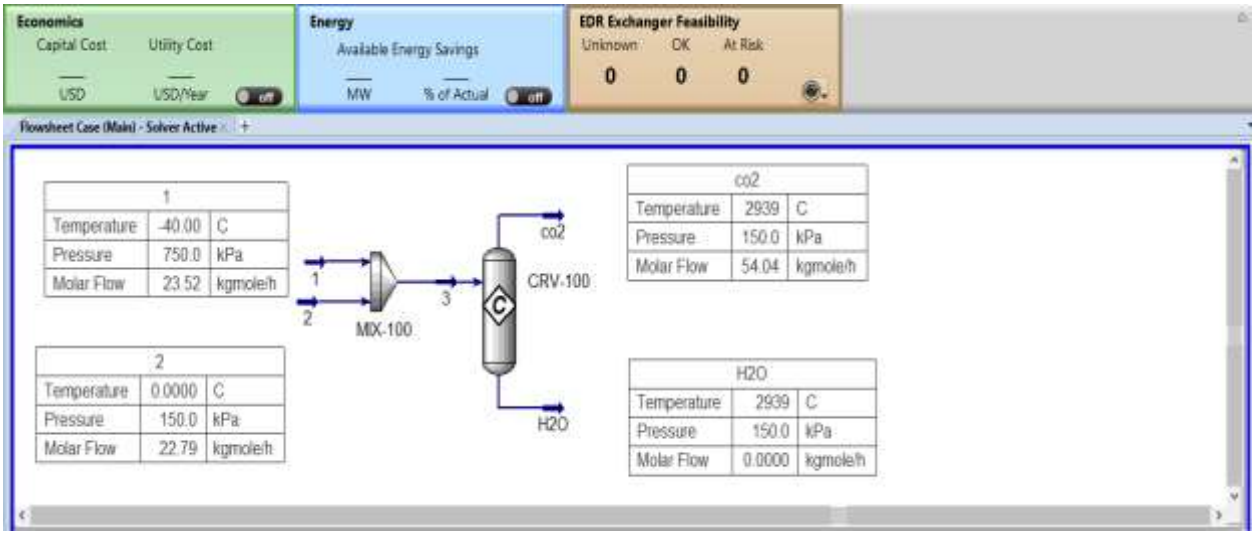
الصورة (IV.33): دمج سهوم التغذية داخل الخلاط.

د) **إدراج عمود المفاعل مع تفعيله وربطه مع الخلاط:** بعد دمج أسهم التغذية عبر تيار واحد بواسطة الخلاط، نقوم بإدراج عمود المفاعل وتفعيله، من خلال إتباع الخطوات التي تطرقنا إليها سابقا عند محاكاة غاز البيوتان الموجودة في الصفحة: **24**، التي يتم إعادة توضيحها بواسطة الصورة التالية:

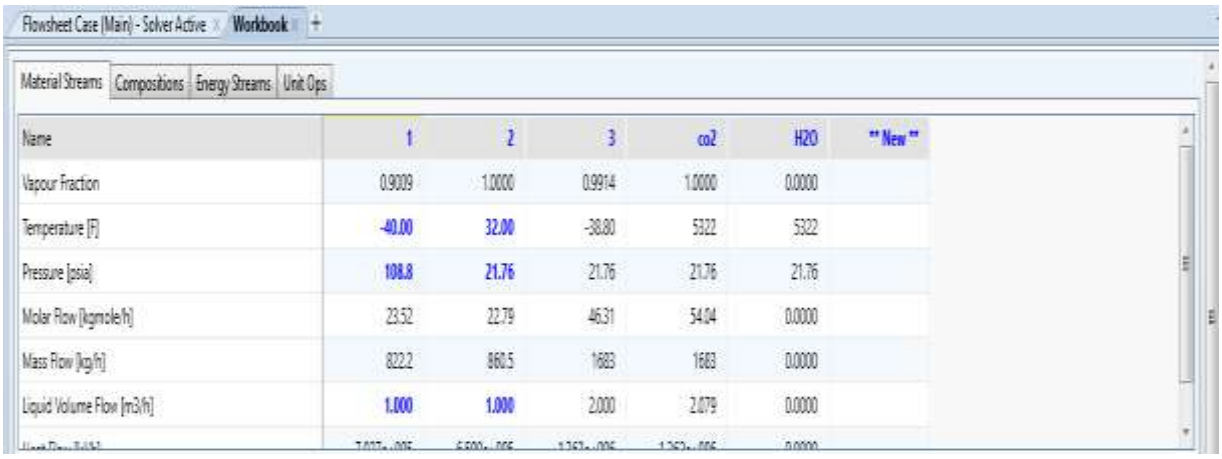


الصورة (IV.34): إدراج عمود المفاعل مع تفعيله وربطه مع الخلاط.

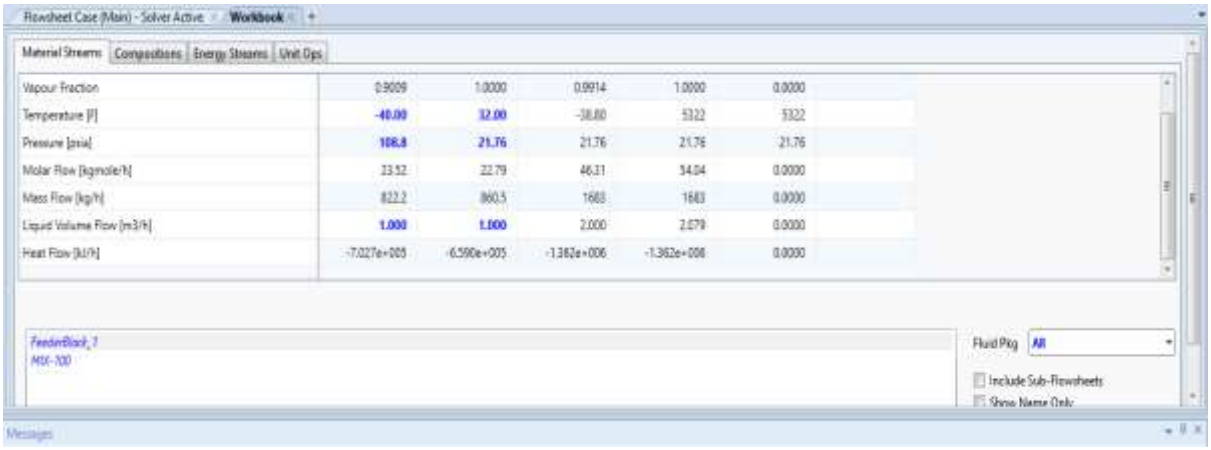
6-النتائج المتحصل عليها: عند الانتهاء من المحاكاة نستكشف قيم كل من المتغيرات الداخلية والخارجية ونضعها في جدول أو دفتر العمل، مثل ما ذكرنا سابقا في محاكاة المعادلات السابقة والتي تمثل في الصور الآتية:



الصورة (35.IV): الجداول المتحصل عليها بعد المحاكاة.



الصورة (36.IV): النتائج المتحصلة عليها بواسطة دفتر العمل.



الصورة (37.IV): تابع لنتائج المتحصل عليها بواسطة دفتر العمل.

IV– 8 –تشكيل معادلة تفاعل البنزين: للقيام بمحاكاة هذا التفاعل نمر بالخطوات التالية:

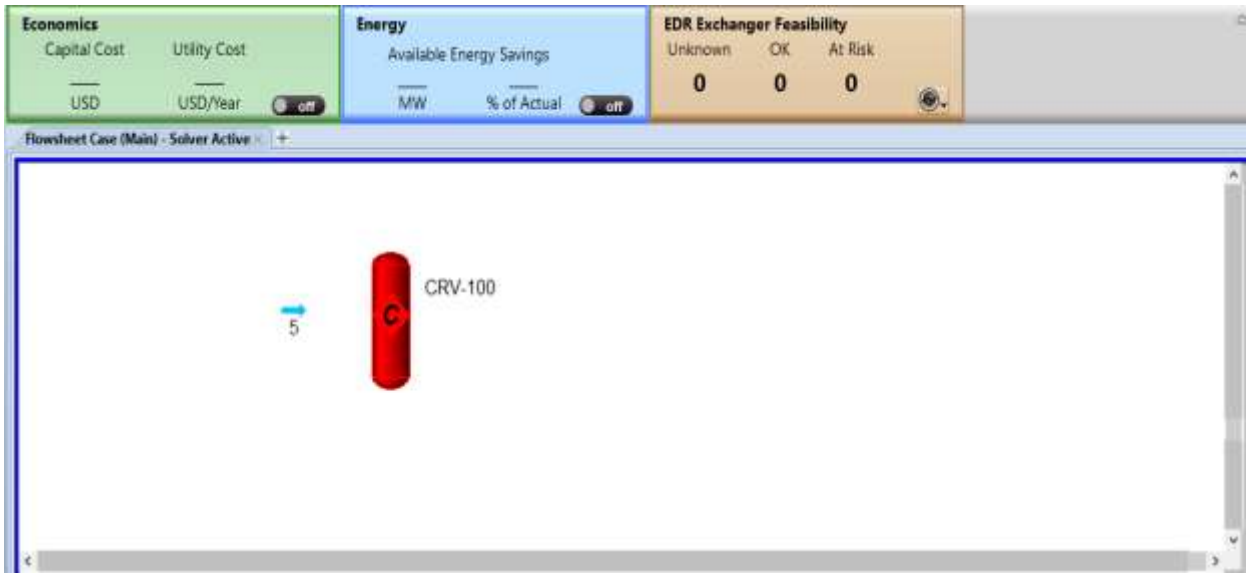
1–إضافة معادلة التفاعل البنزين: تتم هذه الخطوة مثل ما تم عملها في محاكاة المواد السابقة التي تم دراستها سابقا وذلك من خلال إدراج معادلة جديدة.

2–تحديد متفاعلات ونواتج المعادلة: تمثل هذه الخطوة التالية بعد تشكيل معادلة التفاعل، حيث تكمن أهمية هذه الخطوة في تحديد العناصر الضرورية واللازمة لإجراء التفاعل ونسبته.

3–ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: عند تحديد نواتج ومتفاعلات المعادلة لا يقوم البرنامج بالحساب أبدا ولذلك لعدم دمج المعادلتين معا، فلذلك يجب القيام بربط معادلة الحالة مع معادلة التفاعل وذلك من خلال النقر على أيقونة دالة الحالة (**Add to FP**) فنلاحظ تنشيط للبرنامج من خلال ظهور أيقونة **باللون الأخضر**، مثل ماهو واضح بالصورة رقم **25** بالصفحة **24**.

4–الدخول إلى المحاكاة وإدراج سهم التغذية وعمود المفاعل: تمثل أخر مرحلة من مراحل المحاكاة في الدخول إلى الفضاء البيئي للبرنامج وإدخال معدات وسهم التغذية الذي يدخل المفاعل، كما هو مبين بالشكل: المفاعل **باللون الأحمر** وسهم التغذية **باللون الأزرق الفاتح**.

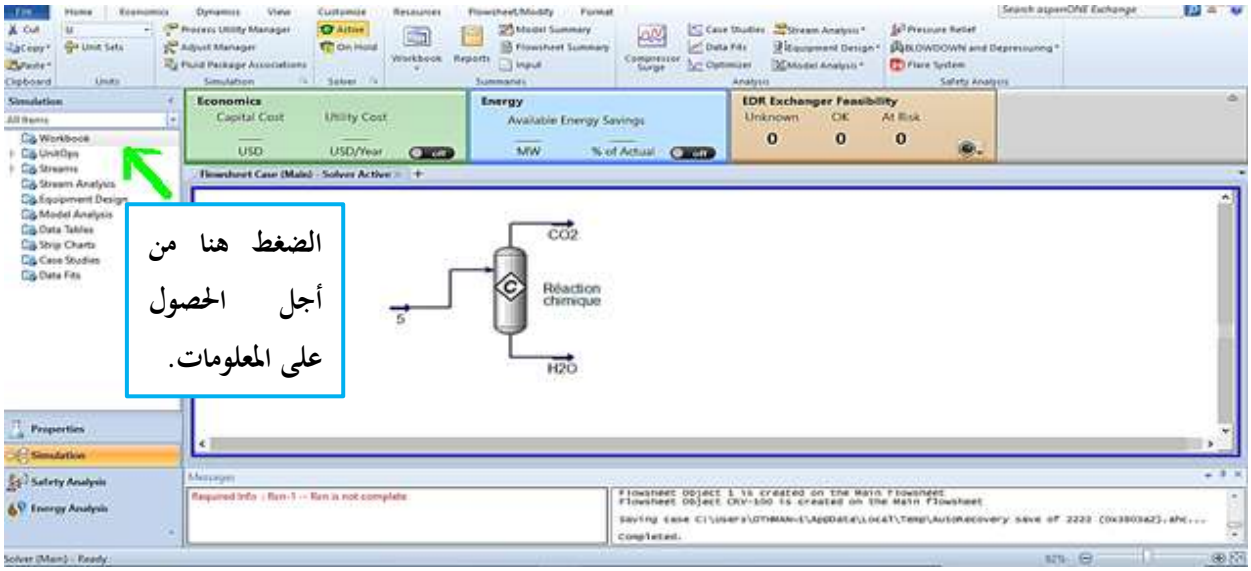
– أنظر إلى الصورة رقم **38**:



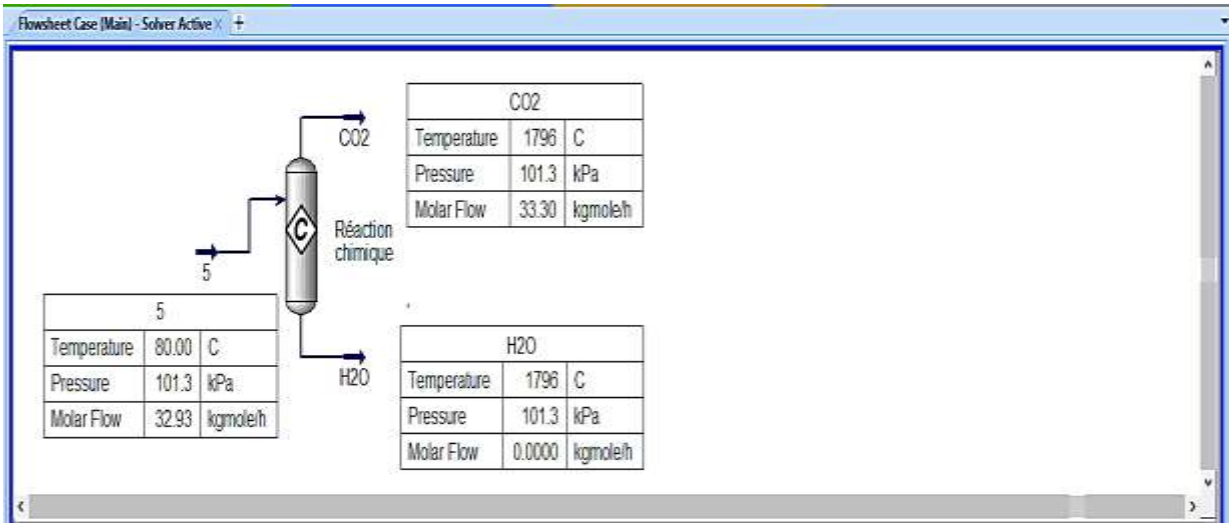
الصورة (38.IV): الدخول إلى المحاكاة وإدراج سهم التغذية وعمود المفاعل.

أ) ملء سهم التغذية والمفاعل: بعد إدراج سهم التغذية والمفاعل يجب تفعيل النموذج وربطه وذلك من خلال ملء سهم التغذية بالشروط الابتدائية اللازمة من: حرارة، ضغط، تدفق ونسب مئوية، فيصبح: باللون **الأزرق الناصح**، ثم ننتقل إلى المفاعل الكيميائي ونحدد مدخله ومخرجاته ونضيف إليه معادلة التفاعل، مثل ما تم ذكرها في أنواع المحاكاة للغازات السابقة (الميثان، البروبان الغاز البترولي المسال)، فيصبح لونه: رمادي ونموذج مبسط لعملية تفاعل البنزين.

ب) النتائج المتحصل عليها: عند الحصول على نموذج لمحاكاة تفاعل البنزين، نتطرق إلى معرفة عدة معلومات وقيم مجهولة لدينا أو قيم نواتج التفاعل وذلك من خلال الضغط على أيقونة دفتر العمل **Workbook**، أو طلب من البرنامج إنشاء جدول أوتوماتيكيا من خلال الضغط على الجزء الأيسر من الفأرة، مما يظهر لنا الجداول التالية:



الصورة (IV.39): كيفية الدخول إلى معلومات دفتر العمل.



الصورة (IV. 40): النتائج المتحصل عليها عند إنشاء الجداول.

الصورة (41.IV): المعلومات الموجودة في دفتر العمل.

الصورة (42.IV): تابع لمعلومات الموجودة في دفتر العمل.

IV-9-تشكيل معادلة تفاعل الكيروزين: من أجل محاكاة لتفاعل الكيروزين نتبع المراحل التالية:

1-إضافة معادلة التفاعل: تمثل أول مرحلة من مراحل المحاكاة والتي تعرف بإضافة معادلة تفاعل، حيث تتم بعدة مراحل والتي تم

التطرق إلى تكراراها عدة مرات في كل مرة قمنا بإضافة معادلة تفاعل والمذكورة في الصفحات رقم (**10،19،23،26،31**).

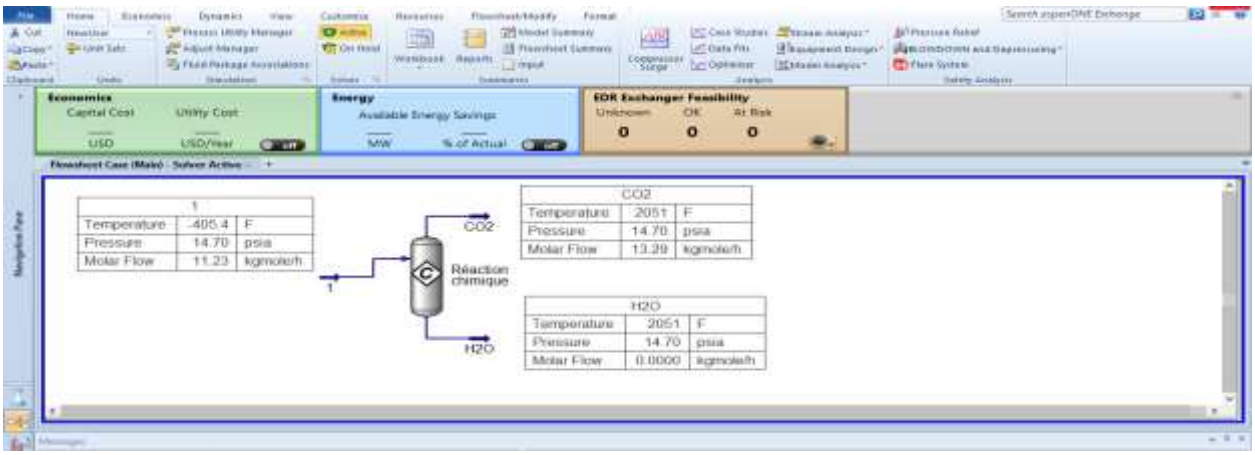
2-تحديد متفاعلات ونواتج المعادلة: بعد إضافة المعادلة ننتقل إلى تحدد مكوناتها والمتمثلة في: المتفاعلات: كل من **الأكسجين الكيروزين**، أما النواتج فتشمل: **غاز ثاني أكسيد الكربون** و**الماء**، **بالإضافة** إلى إعطاء قيمة **لنسبة حدوث التفاعل**.

3-ربط معادلة التفاعل مع معادلة الحالة: بعد الانتهاء من إضافة معادلة التفاعل، نقوم بدمجها مع معادلة الحالة بإتباع نفس الخطوة المذكورة في محاكاة البنزين في الصفحة: **31**.

4-الدخول للمحاكاة وإدراج سهم التغذية وعمود المفاعل: تعد هذه الخطوة أخر مرحلة من مراحل تحضير النموذج والتي تتمثل في الدخول إلى فضاء المحاكاة من خلال النقر على أيقونة المحاكاة أسفل الصفحة، ثم إدراج سهم التغذية وعمود التفاعل الكيميائي الذي يكون في الجزء الأيمن من قائمة الأدوات.

5-ملء سهم التغذية وعمود المفاعل: بعد القيام بإدراج سهم التغذية والمفاعل نعمل على ملئهم من خلال إدراج الشروط الابتدائية وتحديد مدخلات ومخرجات النموذج والتي تم ذكرها سابقا في محاكاة تفاعل البنزين في الصفحة **32**.

6-النتائج المتحصل عليها: بعد إكمال المحاكاة والحصول على النموذج، نشكل جداول لمختلف القيم المعلومة والمجهولة لدينا وذلك من خلال الولوج إلى دفتر العمل الموجود أعلى صفحة البرنامج من الجانب الأيسر والذي يعطينا الجداول التالية:



الصورة (**IV.43**): المعلومات المتحصلة عليها عند إنشاء الجداول.

الصورة (44.IV): النتائج المعطاة بواسطة دفتر العمل.

الصورة(45.IV): تابع لنتائج المعطاة بواسطة دفتر العمل.

IV-10-تحليل ومناقشة النتائج : من أجل تحليل ومناقشة النتائج والمتمثلة في كمية إنبعاث ثاني أكسيد الكربون وكمية الطاقة الناتجة ،يجب أن نعمل على المقارنة بين الكميتين الناتجتين بواسطة برنامج الهايسيس، حيث تعطى النتائج في الجدول التالي :

الجدول (8.IV): كمية ثاني أكسيد الكربون والطاقة الناتجة المعطاة بواسطة برنامج الهايسيس.

المادة	كمية ثاني أكسيد الكربون المتحررة Kg/h	كمية الطاقة الناتجة Kj/h
الميثان	425.1	-1.319×10^6
البروبان	538.9	-1.188×10^6
البيوتان	683.7	-1.020×10^6
الغاز النفط المسال	1683	-1.362×10^6
البنزين	1110	$1.583 \times 10^5 \Rightarrow 0.1583 \times 10^6$
الكيروسين	813.7	-1.579×10^6

- من خلال النتائج المتحصل عليها والتي تم أخذها في نفس الشروط من ضغط وتدفق نلاحظ أن:

1. أكبر مادة من ناحية كمية إنبعاث لغاز ثاني أكسيد الكربون هي: الغاز النفطي المسال بمقدار يساوي: **Q= 1683Kg/h**

ثم البنزين الذي تبلغ كمية إنبعاث الغاز منه:**Q= 1110 Kg/h**، لي يأتي بعدها الكيروسين بكمية إنبعاث تقدر ب: **Q= 831.7Kg/h** وفي المرتبة الرابعة البيوتان ب:**Q=683 kg/h** ، ثم في المرتبة الخامسة: البروبان بكمية تساوي:

Q= 538.9 Kg/h وفي الأخير الميثان بكمية تقدر ب :**Q=425.1 Kg/h**

2. بالنسبة للطاقة المتحررة نجد أن أكبر مادة محررة لهذه الطاقة هي البنزين بنسبة تساوي:

$\mathbf{E = 0.1583 \times 10^6\ Kj/h}$،ثم يأتي بعده البيوتان بطاقة محررة تبلغ : $\mathbf{E = -1.020 \times 10^6\ Kj/h}$ ،بعده غاز البروبان الذي ينتج طاقة تقدر ب : $\mathbf{E = -1.188 \times 10^6\ Kj/h}$ وفي المرتبة القبل الأخيرة الميثان بطاقة تقدر ب :

$\mathbf{E = -1.319 \times 10^6\ Kj/h}$ وفي الأخير غاز النفط المسال، بطاقة محررة تساوي:

$\mathbf{E = -1.362 \times 10^6\ Kg/h}$

النتيجة

المادة الأكثر إنتاج للطاقة وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون أقل هي غاز الميثان.

خاتمة وآفاق

يعد الهدف الرئيسي من هذا العمل هو: المحاولة في التقليل من نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون بواسطة المحاكاة ببرنامج الهايسيس أو معرفة المواد الأكثر إنبعاث له، من أجل تقليل نسبة تلوثه للبيئة، حيث يعرف هذا الغاز بأنه: السبب الرئيسي في زيادة نسبة حرارة الأرض وتغير المناخ والعديد من الظواهر غير الطبيعية.

في سبيل وآفاق البحث لدينا هو اهتمام المنظمات الدولية والحكومات العالمية إلى السعي نحو حل هذا المشكل بالاعتماد على الطاقات المتجددة، أو دور الكيمياء الخضراء وبالتالي نرى في هذا آفاقا وسبلا لتثمين هذا الموضوع بالإضافة إلى تطوير طرق مثل: احتجاز غاز ثاني أكسيد الكربون، أو تحويله إلى مادة صلبة، أو إلى مادة مربحة بطرق أكثر بساطة وسهولة بأقل التكاليف واختصار للوقت.

[1] د. مروة سيبوبة حامد و م. ولاء محمد صابر، ديسمبر2020، آليات التعامل مع ظاهرة زيادة انبعاثات غازات الدفيئة بالتطبيق على الحالة المصرية، المجلة المصرية للتنمية والتخطيط، الصفحة:104

https://www.researchgate.net/publication/356991319_alyat_altaml_m_zahrt_zyadt_anbathat_ghazat_aldfyyt_balttbyq_ly_alhalt_almsryt.

[2] LAGARDE Florian,29 novembre 2018, diplômée : de Grade de DOCTEUR de L'ECOLE CENTRALE de MARSEILLE,NOUVEAUX CATALYSEURS CONFINES POUR LA VALORISATION DUCO_2, Université : Ecole Doctorale – ED250 Science Chimiques, Page : 13.

[3] Fabien MARNAS,16 Septembre 2009, diplômée : de Grade de DOCTEUR DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE, Mesure du dioxyde de carbone (CO2) atmosphérique par LIDAR DIAL : préparation d'une future mission spatiale Université : Polytechnique, page : 10.

[4] RAMANANDRAIBE Honja Miharisoa, 15 Octobre 2013, diplômée de d'ingénieur en Technologie Pétrolière, mémoire de : TECHNIQUES DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES NAPPES SOUTERRAINES PAR LES HYDROCARBURES,Université de D'ANTANANARIVO, La page : 04.

[5] BOUDERHEM Amel , 2010/2011, diplômée de : MAGISTER, mémoire d'UTILISATION DES SOUCHES BACTERIENNES TELLURIQUS

AUTOCHTONES DANS LA BIODETECTION ET LA BIOREMEDIATION DES SOLS POLLUES PAR LES HYDROCARBURES , Université : KASDI MERBAH-OUARGLA, La page : 01.

[6] شمس معروف، 18 ديسمبر 2022، بحث عن الهيدروكربونات – PDF –كامل التفاصيل، 26 جانفي 2023

https://htfaseal.com/ كامل التفاصيل- Pdf-بحث-عن-الهيدروكربونات

[7] ما هو النفط أو البترول وكيف يتشكل وما هي أنواعه -أنا أصدق العلم، 20 ماي 2019، 4 فيفري 2023

https://www.ibelieveinsci.com/ماهو-النفط-أو-البترول-وكيف

[8] أحمد محمد الكردي، 7 أكتوبر 2021، ماهو البترول –موضوع،4 فيفري 2023

https://mawdoo3.com /ماهو_ البترول

[9] ما هو النفط أو البترول وكيف يتشكل وما هي أنواعه -أنا أصدق العلم، 20 ماي 2019،4 فيفري 2023

https://www.ibelieveinsci.com/ماهو-النفط-أو-البترول-وكيف

[10] غاز طبيعي – المعرفة، 8 فيفري 2023 ، Https ://www.marefa.org / غاز_ طبيعي

[11] الغاز الطبيعي Shell Egypt، جانفي 2022، 1/8/ 2023

https://www.shell.eg/ar_eg/energy-and-innovation.

[12] Hydrocarbure : définition et explications – AquaPortail, 15/1/2021, 28/1/2023

https://www.aquaportail.com/definition-935-hydrocarbure.html.

[13] Hydrocarbure – LAROUSSE,2/1/2023, https://www.larousse Fr/encyclopedie

/divers/hydrocarbure/46958.

[14] Sources naturelles d'hydrocarbures - les pollutions - marée noire, 19/2/2023 17/1/2023, www.marees-noires.com/…/sources-naturelles-Hy….

[15] FEKNOUS Nesrine, 2016/2017, diplômée de : Doctorat Ès sciences mémoire de : Essais d'isolement et d'identification des souches bactériennes à pouvoir auto-épurateur vis-à vis des hydrocarbures, Université : BADJI MOKHTAR – ANNABA, La page : 06 et 07.

[16] خولة الشمولي ، 5 جويلية 2018، المركبات الحلقية موضوع / https://mawdoo3.com

[17] الكيمياء العضوية: PDF Document، الصفحة: 04، 2023/1/19

https://home.moe.gov.om/file/main-tab/links/prog/Chemistry/4.pdf.

[18] BOUDERHEM Amel , 2010/2011, diplômée de : MAGISTER mémoire : d'UTILISATION DES SOUCHES BACTERIENNES TELLURIQUS AUTOCHTONES DANS LA BIODETECTION ET LA BIOREMEDIATION DES SOLS POLLUENT PAR LES HYDROCARBURES , Université : KASDI MERBAH-OUARGLA, La page : 02.

[19] Jules JAUTZY, 2015, sources d'hydrocarbure aromatiques polycycliques (HAP…) , 5/2/2023, https://espace.inrs.ca/id/eprint/5137/1/T562.pdf.

[20] Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) **–** Cancer Environ, 16 août. 2022, 2023/1/28, https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions….

[21] M. SOLTANI, 18 june2004, Distribution lipidique et voies métaboliques chez quatre bactéries Gram négatives hydrocarbonoclastes. Variation en fonction de la source de carbone, https://www.semanticscholar.org/paper/Distribution-lipidique-et-voies.

[22] ASPHALTÈNES - Encyclopædia Universalis, 2023 2023/2/6, https://www.universalis.fr/encyclopedie/asphaltenes.

[23] Bilal Zenati, décembre2018, Composés hydrocarbonés et non hydrocarbonés, https://www.researchgate.net/figure/Composes-hydro…

[24] ملاك، 8 جانفي 2019، بحث عن الهيدروكربونات المرسال، 2023/1/23 https://www.almrsal.com/post/758670.

[25] شاهندا الرامي، 9/15 2021، المركبات الهيدروكربونية | أنواعها واستخداماتها، 2023/2/9 https://m7et.com/hydrocarbon.

[26] اسلام عمر، 18أكتوبر2020، بحث عن الهيدروكربونات وأهميتها،2023/2/9 Https/ :/www.i7lm.com/ بحث-عن-الهيدروكربونات

[27] professeur honoraire, 8 mars 2023 , HYDROCARBURES, Les grands types d'hydrocarbures, 2023/1/5, https://www.universalis.fr/…/1-les-grands-types-d-hydrocarbures.

[28] Louise Ward, 6/2/2021, جاذبية API : 2023 - علم - مقياس وتصنيف النفط الخام https://ar.warbletoncouncil.org/gravedad-api-3581.

[29] HYDROCARBURES PÉTROLIERS : CARACTÉRISTIQUES DEVENIR ET CRIMINALISTIQUE ENVIRONNEMENTALE, 2 Septembre 2015 , https://memf.gouv.qc.ca/documents/energie/hydrocarbures/etudes/GENV22-23.pdf.

[30] الهيدروكربونات : التصنيف والخصائص -سناكس زونز، 2021/12/8، 2023/1/10 . https://snackszones.com/الهيدروكربونات

[31] Que sont les hydrocarbures ? - Spiegato, Spiegato 2023,13/1/2023 https://spiegato.com/fr/que-sont-les-hydrocarbures.

[32] بحث عن الهيدروكربونات -أخبار تن ، 12/13 /2022، 21.2.2023 https://web.akhbarten.com/content/269497

[33] ماجدة فراج، 12ديسمبر 2019، بحث عن استخدامات الهيدروكربونات –موسوعة https://www.mosoah.com/career-and- education/education/استخدامات....

[34] كتاب الطالب وحدة الهيدروكربونات، الفصل الدراسي الثالث 2021/2020 الصف..... 2021/2020، الصفحة 04،الإنشاء 30ماي 2021، https://mrsasmaa.com/files/download/كتاب-الطالب-وحدة

[35] أفنان منصور، 23ديسمبر 2019، بحث عن، الهيدروكربونات –حياتك، 2019/2/9، بحث عن الهيدروكربونات –حياتك 2023/2/9، https://hyatok.com/ بحث_عن_الهيدروكربونات

[36] بحث عن الهيدروكربونات -تريندات 2023، 2023/1/1، 2023/1/9 https://trendat.alnfaee.net/post/184475 .

https://ar.lpcentre.com/articles/a-petroleum ...، 2022 الهيدروكربونات، 22 ديسمبر **[37]**

[38] les-effets-des-pollutions-aux-hydrocarbures-sur l'environnement marin , 27 août 2018, https://eurosorb.fr/les-effets-des-pollutions-aux-hydrocarbures-sur-l.

[39] Cdt Julien André Cne ; Jean-Christophe BRAUD, 2017, Mémoire de formations spécialisées Actualisation des outils de modélisation de propagation des pollutions par hydrocarbures, Université : Ecole Nationale Supérieure des officiers de sapeurs-pompiers, La page : 16,2017.

[40] Johnny GASPERI, 2006/12/04, diplômée de : DOCTEUR DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES , mémoire de : INTRODUCTION ET TRANSFERT DES HYDROCARBURES A DIFFERENTES ECHELLES SPATIALES DANS LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT PARISIEN, Université : L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES, La page : 21.

[41] Adeline Tarantini, Jan 2009, Présentation des 16 HAP classés prioritaires par l'USEPA, https://www.researchgate.net/figure/Presentation-de

[42] Définir les modalités de gestion de la pollution des sols, 2015 /9/11, 2023 /15/1 https://uved.univ-nantes.fr/SOLS/3/co/module_GSP_Grai….

[43] سميحة ناصر خليف، 27 جويلية 2020، حلول تلوث التربة –موضوع https:/mawdoo3.com/ …

[44] إيمان الحيارى، 12 سبتمبر 2021، بحث عن تلوث التربة –موضوع

https://mawdoo3.com/بحث_عن_تلوث_التربة

[45] M D Yuniati , 19-18 October 2017, Bioremediation of petroleum-contaminated soil: A Review , https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-.

[46] Moncef Zairi ; Mohamed Jamel Rouis ; Rakia Shabou, 1janvier 2000, thème : Étude expérimentale de la biorestauration des sols souillés par les hydrocarbures

https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.2384.

[47] Marie-Odile SIMONNOT, Véronique CROZE, 10 déc. 2008, thème de Procédés de traitements physiques et chimiques des sols pollués

https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procede.

[48] Smail Mayouf, 20 /7/2022 ,Focus réglementaire : Stockage d'hydrocarbure https://ealico.com/fr-fr/blog/focus-réglementaire-stockage dhydrocarbure.

[49] Ferhat Mohammed Fouad, 2019/2020, Cours-de-stockage-et-transport-des -hydrocarbures-17-Octobre 2019-pdf, https://fr.scribd.com/document/463766928/Cours-de-stockage-et-transport-des.

[50] Gaëtan PROD'HOMME ; Sébastien RICHOMME, 29/04/2010, STUDY RAPPORT D'ÉTUDE N° DRA-09-102957-08289B https://www.ineris.fr/…/dra-09-102957-08289b-medde-1357657410.pdf.

[51] Bilbon Sacket, 26 Novembre 2020, Chapitre 3 Stockage Des Hydrocarbures M1TDH PDF, https://fr.scribd.com/…/chapitre-3-Stockage-des-Hydrocarbures-M1TDH-pdf.

[52] Mr H.RAYAH, 2013 , INSTITUT ALGERIEN DU PETROLE https://www.academia.edu/40533078/COURS_DE_STOCKAGE, المعهد الجزائري للبترول

[53] Le transport et le stockage du pétrole | Planète Énergies, 22.8.2014 25/1/2023 https://www.planete-energies.com/fr/media dossier/transport-stockage-pétrole.

[54] Nathal Mayer, 06 octobre 2018, Les différents moyens de transport du pétrole - Futura , https://www.futura-sciences.com/sciences/questio.

[55] de Pipeline images libres de droit, photos de Pipel , 3/2/2023 https://fr.depositphotos.com/stock-photos/pipeline.

[56] Transport d'hydrocarbures par citernes certifiées ADR, 2023, 6/02/2023 https://www.transportscharbonnier.com/transport-hydrocarbure.htm.

[57] النقل البحري للنفط. 3 رسومات بيانية تكشف عن دوره و7 مخاطر محتملة،2022/6/28، 18.1.2023

https://attaqa.net/2022/06/28/النقل-البحري-للنفط-3-رسومات

[58] Le transport et le stockage du pétrole | Planète Énergies, 22.8.2014 https://www.planete-energies.com/fr/media/dossier/transport-stockage-petrole.

[59] احمد محسن عذبي، مريم فوزي حميد، حامد طالب السعد، 10أكتوبر 2014، قابلية أنواع الطحالب الخضر المزرقة (السيانوبكتريا) على إنتاج المركبات الهيدروكاربونية، مجلة: أبحاث البصرة العدد:40، الجزء 3، الصفحة: 131-132

https://www.researchgate.net/publication/312590432_qablyt_bd_anwa_althalb_alkhdr_almzrqt_alsyanwbktrya_ly_antaj_almrkbat_alhydrwkarbwnyt.

[60] John Wiley & Sons Ltd,2016/10/03, combustion Technology Essentials of Flames and Burners, Springer International Publishing, la page: 01 https://books.google.com/books/about/Combustion Technology.html? id.

[61]Dr. MILOUA Hadj, 2021/2022, Polycopié pédagogique Combustion https://www.univ-sba.dz/ft/images/Polycopie/2021-2022/Policopie_MILOUA_hadj_combustion.pdf.

[62] chapitre1-connaissance du risque incendie, 16 avril 2018, 5/2/2023 http:www.sdis03.com/wp-content/uploads/2019/07/4-prequis-INC-notion-essentielles.pdf.

[63] Brady Axel MAGNOGNOU-SAMBOUNI, 24 novembre 2016, diplômée de Grade de DOCTEUR DE L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE MECANIQUE ET D'AEROTECHNIQUE, Etudes numériques et expérimentales sur le risque d'inflammation Etudes numériques et expérimentales sur le risque d'inflammation, Université :d'Ecole Doctorale , La page : 10.

[64] جواهر الخالدي ،28 جويلية 2022، ماهو مثلث الحريق،2023/3/5

https://mufahras.com/ما-هو-مثلث-الحريق

[65] Adjudant-chef Emmanuel HUDON, Décembre 2017, [PDF] Combustion propagation et effets ,La page : 04, https://enasis.univ-lyon1.fr/clarolinepdfplayerbundle/pdf/375863.

[66] الاحتراق،(LA COMBUSTION) ،13 مارس 2010، 2023/3/6

https://himaya25.alafdal.net/t74-tr'zeopic .

[67] Combustible - Définition, 2023, 7/3/2023, https://www.actu-environnement.com/ae.dictionnaire.environnement/definition/combustible.php4.

[68] Combustion du bois - Biomasse Normandie, 2023, 10/3/2023 https://www.biomasse-normandie.fr/encyclopedie/combustion-du-bois.

[69] Pierre Boisseau, 23 avril 2012, La combustion du gaz naturel | Rénove Chaudière, 2023/3/8 ,https://renove-chaudiere.net/la-combustion-du-gaz-naturel.

[70] Gaz de Pétrole Liquéfiés (GPL) , 21 avril 2013, 8/3/2023 https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/gaz-de-petrole-liquefies-gpl.

[71] AKANKSHA P JOHN, 25-01-2023, Types of Combustion: Meaning Definition, Examples, https://www.embibe.com/exams/types-of-combustion.

[72] Kevin Roy; Mahdi Zeghal; Jessica M; Thomas; Kathy-Sarah Focsaneanu,06-21-2022, La Chimie Générale pour les Gee-Gees, Editor(s): Kevin Roy; Jessica M; Thomas

Mahdi Zeghal; Kathy-Sarah Focsaneanu; Geneviève O'Keefe; Brandi West; Derek Fraser-Halberg; Nathan Biniam, Université :d'Ottawa.

[73] نورهان عصام،4 أفريل 2021، تفاعلات الأكسدة والاختزال: التعريف، شرح المعادلات والأمثلة،2023/3/12

Https://arblog.praxilabs.com/redox-reactions.

[74] Olivier, 27 septembre 2010, Les réactions chimiques d'oxydoréductions https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/terminale-s/rappel-oxydation-solution.html.

[75] Petrucci; Ralph; William Harwood; Geoffrey Herring; and Jeffry Madura, 2007 Balancing Redox Reactions - Examples - Chemistry, New Jersey: Pearson Prentince Hall, https://chem.libretexts.org/…/Balancing_Redox_Reactions_-_Examples.

[76] Lamine BENBOUZID, 2003, CHIMIE ORGANIQUE ORGANIQUE.pdf Rue Hedjaz La Page : 646 https://www.academia.edu/28862353/CHIMIE_ORGANIQUE_pdf.

[77] Blackline ; GriffedeKoala, Lundi 26 octobre 2015 , Nombre d'oxydation • Tutoriels Zeste de Savoir, https://zestedesavoir.com/tutoriels/569/nombre-doxydation.

[78] بيوش ياداف، الفرق بين الأكسدة والاحتراق، 4 أفريل 2023، 2023/3/12

https://askanydifference.com/ar/difference-between-oxidation-and- combustion.

[79] سرى زيادنه، 14 أفريل 2019، العناصر الناتجة عن عملية الاحتراق، 2023/3/8

https://mawdoo3.com/العناصر_الناتجة_عن_عملية_الاحتراق

[80] CCHST : SIMDUT 1988 - Catégories, 02/03/2023, 10/3/2023 https://www.cchst.ca/oshanswers/legisl/whmis_classifi.html.

[81] أمجد قاسم، 26 أكتوبر 2022، نظام المعلومات عن المواد الخطرة في أماكن العمل WHMIS، 15 مارس 2023

https://al3loom.com/نظام-المعلومات-عن-المواد-الكيميائية-ا

[82] Jacques Chaineaux ; Agn`es Janes ; Beno^ıt Salle ; Jean-Michel Petit, 20 Mars 2014, Conditions de formation d'une atmosph`ere explosive lors de la mise en oeuvre d'un liquide inflammable,La page : 4 - 7, https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00961944.

[83] الفئة 4 المواد الصلبة القابلة للاشتعال –الميزان، 2002، 2023/3/5

https://www.almeezan.qa/ClarificationsNoteDetails.aspx?id=2734&language.

[84] Agnès JANÈS, 6 décembre 2012, diplômée de : Doctorat, Caractérisation des dangers des produits et évaluation des risques d'explosion d'ATEX, contribution à l'amélioration de la sécurité des procédés industriels, Université : de Lorraine, P : 15.

[85] سعد، 27 أفريل 2021، تصنيف المواد الخطرة، رقم الصفحة :9، جامعة الملك سعود

https://www.scribd.com/document/505035333/تصنيف-المواد-الخطرة

[86] Patricia ROTUREAU ; Agnès JANES, 13 août 2009, GAZ INFLAMMABLES Fiche de Classification des dangers physiques selon le SGH – Règlement CLP

Règlement CLP,La page : 02 et 04 https://primarisk.ineris.fr/sites/default/files/2_Fiche_gaz_inflammables_v2.pdf.

[87] شروط السلامة والحماية عند تخزين المواد الكيميائية الخطرة، 2013، 2023/3/11، الصفحة: 6 https://m.mu.edu.sa/sites/default/files/content/2019/03/999999.pdf.

[88] 2015، جامعة دمياط، شروط السلامة في مخازن المواد الكيميائية، الصفحة :9،12و13 https://www.du.edu.eg/upFilesCenter/agr/1436359531.pdf.

[89] GUIDE sur le transport DES MATIÈRES DANGEREUSES, 2019, Québec,La page : 11 ; 13 ; 14 ; 15 et 22, https:// transports.gouv.qc.

[90] نقل المواد الخطرة: TMD ....– قانون تنسيق النقل في الجزائر فايسبوك،21ديسمبر2017، 15مارس 2023 https://www.facebook.com/transportdz/posts/444239535978370/?locale=ar.

[91] Dominique Pallez , 14 décembre 2004, TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES,La page : 04, https://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/PDF/CTA_14_mat_dang_cle2a8a71.pdf.

[92] الأستاذ فاروق أبو طعيمة، 5 جانفي 2022، أهم غازات الاحتباس الحراري ومصادرها – آفاق علمية وتربوية https://al3loom.com/أهم-غازات-الاحتباس-الحراري-ومصادرها

[93] HALFAYA Yacine,22 Novembre 2016, diplômée : de Doctorat, Optimisation fabrication et caractérisation d'un capteur de gaz à base d'hétérostructure AlGaN/GaN HEMT pour des applications automobiles, Université : de Lorraine, P : 07.

[94]13 ديسمبر 2020، لويجي جوريو/بولين توروبان، غازات الاحتباس الحراري "المنسيّة" التي تهدد إمكانية تحقيق ... https://www.swissinfo.ch/ara/society/ غازات-الاحتباس-الحراري--المنسي-ة--والتي-تهدد-اتفاقية-باريس/46219030

[95] ايمان مقدادي، 9سبتمبر2020، ما هو غاز ثاني أكسيد الكربون – سطور، ما-هو-غاز-ثاني-أكسيد -الكربون / https://sotor.com.

[96] Definition > Carbon dioxide - CO_2- Carbon dioxide , 7/1/2023, 10/3/2023 http://www.futura-sciences.us/dico/d/sustainable-development-carbon-dioxide-50000361.

[97] د. علي محمد عبد الله، 1 جانفي 2012، التغيرات المناخية، وكالة الصحافة العربية، الصفحة: 52- 47 https://www.noor-book .Com /كتاب-د-علي-محمد-عبد-الله -pdf

[98] آية ناصر، 3 جويلية 2022، ثاني أكسيد الكربون وخصائصه – مقال، 2023/4/5 https://mqaall.com/carbon-dioxide-properties.

[99] Anaïs BADILLO, 28/03/2023, Effet de serre : définition et conséquences sur l'environnement, https://climate.selectra.com/fr/comprendre/effet-de-serre.

[100] Anaïs Thiébaux, 09/11/2022, CO_2 : c'est quoi le dioxyde de carbone quels effets santé ,https://sante.journaldesfemme.fr/fiches-sante-du-quotidien/2854163-co2-definition-effets-sante.

[101] Qu'est-ce que le dioxyde de carbone ? Quel est son impact sur VO…,2023 10/4/2023, https://www.airthings.com/fr-ca/what-is-carbon-dioxide.

[102] Lucas A Cernusak ; Vanessa Haverd ; Oliver Brendel ; Didier Le Thiec ; Jean-Marc Guehl ; Matthias Cuntz, 16 Mai 2019, Robust Response of Terrestrial Plants to Rising CO_2 , https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31104852.

[103] ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يزيد من ازدهار النباتات، 26 أفريل 2016، 2023/4/10 https://www.bbc.com/arabic/scienceandtech/2016/04/160313_CO_2_greened-the_earth.

[104] باسم الجروانى، 15مارس 2012، ما لا تعرفه عن غاز ثاني أكسيد الكربون، الصفحة: 06 https://www.noor-book.comكتاب-ما-لا-تعرفه-عن-غاز-ثاني-اكسيد-الكربون/-pdf.

[105] أكبر المصادر لانبعاث غازات الاحتباس الحراري في العالم، 2 جويلية 2015، 2023/4/12 https://www.aleqt.com/2015/07/02/article_970312.html.

[106] Tristan Gaudiaut, 1 Novembre 2021, Graphique : Les plus gros pollueurs du monde | Statista, https://fr.statista.com/infographie/9668/plus-gros-emetteurs-de-

CO_2 -dans-le-monde.

[107] نضال أبو مراد،23 أفريل 2022، التغير المناخي: ما هي تقنية احتجاز الكربون وهل يمكن أن تنقذ كوكبنا ....

https://www.bbc.com/arabic/science-and-tech-61188394 .

[108] MOHAMED LARBI DJABALLAH ,14/12/2016 , diplômée de : DOCTORAT , mémoire de Etude Thermodynamique de l'Absorption du Dioxyde de Carbone par les Solutions Aqueuses d'Alcanolamines ,Université de : Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi , La page : 06 et 07.

[109] ناصر القاضي، نور كيخيا، 5 ديسمبر 2019، تقنية لتحويل غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) إلى مادة صلبة

https://arabian-chemistry.com/إ-co2-تقنية-لتحويل-غاز-ثاني-أكسيد-الكربون

[110] Kourosh Kalantar-zadeh, 27 FEB 2019, Climate rewind : scientists turn carbon dioxide back into coal, https://newsroom.unsw.edu.au/news/science-tech/climate-rewind.

[111] د. عدنان ماجد عبد الرحمان بري، ربيع الثاني 1423هجري، يولية 2002، النمذجة والمحاكاة، الصفحة: 14، جامعة الملك سعود.

[112] زينب خياط، 20 يوليو 2019، ماهو المحاكي (emulator)،https://cutt.us/v59Lz

[113] أحمد المسعد ،10 أكتوبر 2014، النمذجة والمحاكاة (simulation)، الصفحة 5، جامعة الملك سعود https://cutt.us/WzbbQ

[114] Shaimaa Mahmoud kamel ,19 mars 2010 ,simulation,https://cutt.us/6AUJj

[115] فايز حسن علي ،2020/2019، المحاكاة simulation الفصل الأول المحاضرة الأولى.

[116]Dr.makhtar adel,hysys une introduction à la simulation en genie chimique

Page 8.

[117]Cours simulateurs en genie des procedes,2022,page: 2,https://cutt.us/kcBxQ

[118]sa mo,16 feb 2021,cour d' initiation de hysys simulataeur ,page :5.

[119]Dr.makhtar adel,hysys une introduction à la simulation en genie chimique,page:7.

[120] كتاب سطور ،10 يناير 2020، مجالات إستخدام المحاكاة.

[121] فايزحسن على ،2020/2019، المحاكاة simulation الفصل الأول المحاضرة الأولى.

[122]Dr.mahida badra,2021/2022 ,polycopie simulateues de procedes dedie aux etudiants 3éme licence genie des procedes, page:4.

[123] Dr.makhtar adel,hysys une introduction à la simulation en genie chimique page : 10.

[124] أحمد مختار، 2010، دليلك لتعليم المحاكاة باستخدام hysys3.2، الصفحة:16.

[125]Dr.mahida badra،2021/2022,polycopie simulateues de procedes dedie aux etudiants 3éme licence genie des procedes, page:7.

[126] 2022, Cours simulateurs en genie des procedes, page :14 https://cutt.us/kcBxQ.

[127] أحمد مختار، 2010، دليلك لتعليم المحاكاة باستخدام hysys3.2، الصفحة: 16.

[128]Cours simulateurs en genie des procedes,2022 ,page :15 https://cutt.us/kcBxQ.

[129]sa mo ,16 feb 2021, cour d'initiation de hysys simulataeur,page8.

[130]Dr.samer said , 2020/2021, presentation de hysys, page: 17.

[131]Dr.makhtar adel ,hysys une introduction à la simulation en genie chimique

Page : 16.

[132]Dr.samer said , 2020/2021 , presentation de hysys, page :18.

[133]Dr.makhtar adel,hysys une introduction à la simulation en genie chimique

Page : 14.

[134] sa mo ,16 feb 2021,cour d' initiation de hysys simulataeur,page:19.

[135]Dr.samer said , 2020/2021, presentation de hysys, page: 19.

[136]Dr.mahida badra،2021/2022 ,polycopie simulateues de procedes dedie aux etudiants 3éme licence genie des procedes, page:8.

[137]Dr.mahida badra,2021/2022,polycopie simulateues de procedes dedie aux etudiants 3éme licence genie des procedes,page:9.

[138] Claude Ronneau,2004, ÉNERGIE, POLLUTION DE L'AIR ET DÉVELOPPEMENT DURABLE,ÉDITEUR : PRESSES UNIVERSITAIRES DE LOUVAIN, Louvain-la-Neuve La page : 81.

[139] رهف سلامه، 19مارس 2020، غاز الميثان، https://www.arageek.com /غاز الميثان

[140] Pierre Boisseau, 23 avril 2012, La combustion du gaz naturel | Rénove Chaudière, 2023/3/8 ,https://renove-chaudiere.net/la-combustion-du-gaz-naturel.

[141] Les caractéristiques et spécifications du gaz butane et propane, 9/4/2023 13/4/2023,https://www.picbleu.fr/les-articles/les-caracteristiques-specifications-gaz- butane-propane.

[142] FICHE TECHNIQUE R-290 (Propane) - Gas Servei, 2023, https://gas-servei.com/shop/docs/fiche-technique-r-290-gas-servei.pdf.

[143] Butane ou propane : quelles différences ? / ENGIE 25/05/2020,https://particuliers.engie.fr/pourquoi-choisir-engie/conseils-transition-energetique/conseils-gaz-vert-biogaz/gaz-butane-propane-difference.html

[144] ندى، 2023، يستخدم البيوتان في القداحات وبعض المشاعل وصيغته،9 /2023/3 https://m.elsaanews.com/يستخدم-البيوتان-في-القداحات-وبعض-المش

[145] Younes Dkhissi, 12/04/2023, Quelles sont les émissions de CO_2 par source d'énergie ?, https://climate.selectra.com/fr/empreinte-carbone/energie.

[146] Lyasmine ; Sihem ABCI et MEZIMECHE, 2009, Mémoire Online : La dynamique des prix des GPL au regard des déterminants du marché spot américain

Ecole nationale supérieure de statistique et d'économie appliquée : Ingénieur d'état en statistique.

[147] DALIL Youssouf, 2012 /2013, diplômée de : MASTER ACADEMIQUE mémoire de : GPL techniques et problématiques / raffinerie de SBAA (ADRAR) Université : KASDI MARBAH OUARGLA, La page : 05.

[148] Anaïs Fleury,8 Avril 2023, Quel est le taux d'émissions de CO2 de votre voiture ? https://www.hellocarbo.com/blog/calculer/co2-voiture.

[149] BENZAÏD Ahlem ; BOUZENiA Samia ; REMITA Nouara, 2000 - 2001 diplômée de : Etudes Supérieurs (D.E.S.) , mémoire de : La SURVEILWCE BIOLOGIQUE DE I'EXPOSITION AU BENZENE CHEZ UN GROUPE DE POMPISTES A L'AIDE DE DEUX MARQUEURS BIOLOGIQUES (PHENOLS ACIDE TRANS TRANS-MUCONIQUE) ,Université : JIJEL, La page : 02 et 03.

[150] Research Triangle Park; North Carolina, June 1998, LOCATING AND ESTIMATING AIR EMISSIONS FROM SOURCES OF BENZENE,P: 3- 3.

https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-11/documents/benzene_pt1.pdf.

[151] Elguerri Mohamed ; Hocine mzad, March 2009, Évolution de la composition des gaz brulés lors de la combustion du kérosène C10H22,La page : 62.

https://www.semanticscholar.org/paper/%C3%89volution-de-la-composition-des-gaz-brul%C3%A9s-lors-de-El-Guerri-Mzad.

[152] SREMSKI, 9/12/2022, Carbone des Avions et kérosène https://greenhired.fr/carbone-avions-et-kerosene.

[153] Christophe, 22 novembre 2004, Les carburants pétroliers : essence, gasoil kérosène GPL et leurs additifs, https://www.econologie.com/carburants-petroliers.

[154] ما الذي نحصل عليه من برميل النفط؟ | اقتصاد -الجزيرة نت، 10 ماي 2020، 24 أفريل 2023 https://www.aljazeera.net/ebusiness/2020/5/10/ما-الذي-تحصل-عليه-من-برميل-النفط

[155] Zayn Bilkadi, 16 Septembre, 2016, Kérosène. Histoire, Distillation, utilisations la législation ,2020/5/5, https://boowiki.info/art/hydrocarbures/kerosene.html.

الملخص

تواجه الكرة الأرضية اليوم عدة أنواع من التلوث، بما فيها مشكلة الاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة البشرية المتمثلة في الصناعة البترولية التي تعتمد على إحتراق الهيدروكربونات، من أجل إنتاج الطاقة، حيث كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو العمل على تقليل من نسبة إنبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، أو الخفض من تركيزه في الغلاف الجوي وتم ذلك من خلال القيام بمحاكاة لعدة مواد مختلفة مثل: البنزين، البيوتان وغيرهم، بواسطة برنامج محاكاة يعرف باسم الهايسيس، كما أظهرت النتائج المتحصل عليها أن أكثر مادة مسببة للانبعاث غاز CO_2 هي غاز النفط المسال.

الكلمات المفتاحية: غاز ثاني أكسيد الكربون، الهيدروكربونات، إحتراق، المحاكاة، برنامج الهايسيس.

Abstract

These days, the earth is facing several types of pollution containing the problem of global warming which came of the human activities, which repress anted in the petroleum industry that de pends on the burning of hydrocarbons , aiming to generate energy ,as the main target of this study was trying to reduce the proportion of carbon dioxide emission air reducing carbon concentration in the atmosphere, and this was done by simulating several different materials suchas: Benzene, Butane and others by simulation software called Haysis, as shown by the obtained results showed that the substance , that cause the most emissions of CO_2 gas is liquefied petroleum gas.

Kew words: CO_2 **,Hydrocarbons, burning, simulation ,Haysis program**.