- - -مجلة علوم الرافدين, المجلد 17, العدد 2, خاص بالفيزياء, ص 45ـ61, 2006 - - -

إعادة التشكيل لجزيئات سائل هيدروكاربوني بالموجات الدقيقة

أنور مصطفى الفيضي **حازم صالح الحديدي**

قسم الفيزياء

كلية العلوم

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2006/6/19 ، تاريخ القبول 2006/12/4)

الملخص

تم في هذا البحث دراسة تأثير الموجات الدقيقة (Microwaves) على سائل هيدروكاربوني. تم تعريض كمية محددة من مادة هيدروكاربونية للموجات الدقيقة وبقدرات تشغيلية مختلفة للمدى Watt (220, 360, 600). ومن خلال الاختبارات والحسابات لبعض الكميات الفيزيائية التي أجريت على المادة المشععة من السائل الهيدروكاربوني مثل (الكثافة، التوصيلية الحرارية، الحرارة النوعية والشد السطحي ...) لنماذج بمساحات سطحية مختلفة، وجد تباين واضح كما لوحظ أيضا وجود راسب كاربوني مقارنة مع النماذج غير المشععة مما يدل على حدوث إعادة تشكيل (Reform) جزيئي. إن النتيجة الأهم التي تم التوصل إليها هي انه عند فحص النماذج المشععة وجد أن المركبات الأساسية في تكوين السائل الهيدروكاربوني قد اختلفت نسبها بشكل واضح كما ارتفع الرقم الاوكتاني (Octane No.) للنموذج من (43.6) إلى (93) عند قدرة تشغيلية Watt (600) . وهذا مؤشر على ان اعادة التشكيل الجزيئي بالموجات الدقيقة لهذا المقطع الهيدروكاربوني يمكن ان يكون طريقة جديدة ومبتكرة لتحسين الرقم الاوكتاني. هذه الحقيقة العلمية لم يتم التطرق إليها في بحوث سابقة، وقد تم استنباط تفسير لها مستخلص من بحوث سابقة وقريبة من موضوع البحث حول تأثيرات الموجات الدقيقة، علماً بأن التأثيرات الحرارية المتوقعة قد تم تحديدها بإعادة جميع القياسات ولكن تحت تأثيرات الحرارة فقط ومقارنتها مع نتائج الموجات الدقيقة.

- -

Molecular Reform of Hydrocarbonic Liquid by Microwaves

Anwar M. Al-Faydhi **Hazim S. Al-Hadidi**
Department of Physics
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

In this work, the effect of microwaves on the hydrocarbonic liquid was studied. Small amounts of hydrocarbonic liquid were irradiated by microwave with different applied powers (220, 360, 600) Watt. Through tests and physical calculations of the irradiated samples of the hydrocarbonic liquid with different surface area, a major difference was found compared with the control samples. Carbon sediments were also noticed. The most important result is that each test revealed major differences that the octane No.(R+m/2). change from (43.6) to (93) at (600) Watt operated power. This indicates that molecular reform of hydrocarbonic liquid using microwave is a new and original method to enhance the octane No. This scientific fact which is not mentioned in any previous researches was explained throughout former researches dealing with the effect of microwaves, keeping in mind that the expected heat effect was studied by repetition of all the measurements under heat effect only.

المقدمة

إن النفط الخام هو مادة غير منتظمة، يتكـون بـصورة طبيعيـة ويتـألف علـى الأغلـب مـن الهايدروكاربونات والكبريت والنتروجين والأوكسجين والتي يتم استخراجها من باطن الأرض في حالتهـا السائلة (Hobson, 1973). إن تكرير النفط يعني إجراء عمليات لفصله إلى أجزاء مبسطة ثم معاملة هذه الأجزاء وتحويلها إلى المشتقات النفطية المختلفة، فالعديد من المـشتقات النفطيـة المعروفـة بمـا فيهـا الكيروسين وزيت الغاز (Gasoil) ودهون التزييت والشمع هي أجزاء نفطية فصلت بطريقة فيزيائية، بعد ان مرت بعدد من المراحل التكريرية المختلفة، بمعنى آخر أن هذه المشتقات هي منتجات مكررة أو نواتج العمليات التكريرية (الدبوني و علي، 1986). كان الكازولين المنتج إلى نهاية العقـد الأول مـن القـرن الماضي يستحصل من الكازولين الطبيعي الموجود أصلاً في النفط، وقد تم اكتشاف بعض الظواهر المفيدة في السنوات اللاحقة إذ وجد أن المستقطرات البترولية الأثقل من الكيروسين يحدث لها تكسير حراري عند تسخينها إلى درجات حرارية عالية مقاربة لـ (400) م، وهذا الانحلال الحراري لهذه الجزيئات الكبيـرة نسبياً ينتج جزيئات صغيرة تقع ضمن المكونات الكازولينية وعليه فقد تم التوصل إلى إنتاج كازولين لـم يكن أصلاً في النفط الخام ألام. لقد أثمرت نتائج البحوث والدراسات المركزة في مجالات تطوير طرائـق التكرير إلى دخول طرائق عديدة في مجال التطبيق الصناعي وهي:

التكسير الحراري Thermo Cracking، التكـسير بالحفـازات Catalytic Cracking، إعـادة التـشكيل الحرارية والمحفزة Catalytic and Thermo-Reforming، الهدرجـة التكـسيرية Hydro Cracking، الالكلة Alkylation والبلمرة Polymerization. (الدبوني و علي، 1986).

هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير الموجات الدقيقـة (Microwaves) علـى مـواد ذات آصـرة كاربونية وبالذات على مقطع هيدروكاربوني نفطي وتطبيق عملية اعادة التشكيل الجزيئي وحساب نـسبة التكسير الحاصلة وعلاقتها بعدة متغيرات فيزيائية.

الجزء العملي:

1- الاجهزة المستخدمة:

تم استخدام فرن الموجات الدقيقة النبضي (Pulsed) من انتاج شركة (LG) موديل (MS-192W. MS-192WS)، ومن مواصفات هذا الجهاز هو ان القدرة النهائية الخارجة هي بحدود (800 Watts)، إذ يمتلك هذا الجهاز تردد الموجات الدقيقة (2.45 GHz)، وأن أبعاد هذا الجهاز (D=325 mm, H=281 mm, W=455 mm) للدلالة على حجم النماذج الممكن استخدامها، فضلاً عن ذلك فان الجهاز يمتلك منظماً لتغيير القدرة بين Watt (800-90) ويحتوي على مؤقت (Timer)؛ وقد تم تحوير الجهاز لكي يتلاءم ومتطلبات منظومة البحث إلى جهاز تشعيع نبضي بالموجات الدقيقة لجعله ملائماً لأكثر من منظومة، كما تم استخدام جهاز (IROX – 2000) وهو جهاز تحليل المكونات النفطية وكذلك ميزان رقمي ذو أربعة مراتب عشرية بعد الفارزة كحد أعلى للدقة. تفاصيل أكثر عن الأجهزة المستخدمة والمنظومة موجودة في المصدر (الحديدي ، 2006).

2- المواد المستخدمة:

استخدم في هذا البحث مقطع هيدروكاربوني تركي المنشأ ذو كثافة 0.8282 gm/cm3 ذو درجـة بداية غليان 180 C و درجة نهاية غليان 360 C و نسبة 0.6 % من الكبريت و قد تم تهيئة كمية كبيرة منه لغرض القياس والسيطرة، إضافة إلى عدة أوعية زجاجية ذات مساحات سطحية مختلفة.

3- الحسابات:

تم الحصول على النتائج من خلال تسليط الموجات الدقيقة على السائل الهيـدروكاربوني ولفـترات وفترات زمنية مختلفة وبأوعية زجاجية مختلفة، وتم حساب المتغيرات قبل وبعد التشعيع. وكذلك جرى في هذا البحث أخذ كميات متساوية من مادة المقطع المذكور وتعريضها للظروف نفسها باسـتخدام التـسخين

الاعتيادي مرة أخرى (Normal Heating) لإجراء مقارنة بين المتغيرات التي تم الحصول عليها بالطريقتين مع بقاء كمية غير معالجة بالطريقتين لأغراض السيطرة (Control). وبعد فترة التشعيع تم قياس الكميات الآتية لكل مساحة سطحية (لكل وعاء زجاجي):

1. درجة حرارة المقطع الهيدروكاربوني (T).
2. كثافة المقطع المشعع (ρ) .
3. التوصيلية الحرارية (Kth) (Thermal Conductivity) لنماذج المقطع الهيدروكاربوني المشعع وتم حسابها من خلال العلاقة التالية (الدبوني و علي، 1986) .

$$K_{th} = \frac{0.28}{\rho} * 0.99948 * 10^{-3} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (1)$$

إذ أن : ρ : تمثل الكثافة , K_{th} : التوصيلية الحرارية .

4. الحرارة النوعية (CP) (Specific Heat) لمادة المقطع الهيدروكاربوني، وتم حسابها لكل نموذج من خلال المعادلة التالية (الدبوني و علي، 1986)

$$C_P = \left(0.403 + 8 * 10^{-4}\ T\right) \rho^{-1/2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (2)$$

5. الفرق الحاصل في كتلة المقطع الهيدروكاربوني (Δm) بعد تعرضها للتشعيع لمدة ساعتين من الزمن لكل مساحة سطحية.
6. الشد السطحي (γ) للمقطع الهيدروكاربوني الناتجة بعد التعرض للموجات الدقيقة ؛ إذ نلاحظ اختلاف قيم الشد السطحي باختلاف قيم المساحة السطحية، وتم حساب الشد السطحي من خلال المعادلة الآتية: (الدبوني و علي، 1986)

$$\gamma = \left(\frac{1}{4}\right) h\, d\, g\, \rho \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (3)$$

إذ أن: ρ :الكثافة , h : ارتفاع السائل في الأنبوبة، g :التعجيل الأرضي و d : قطر الأنبوبة.

7. كتلة الكربون المترسب (M gm).
8. نسبة تكسير جزيئات المقطع الهيدروكاربوني (α)، التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق المعادلة المولارية؛ إذ تم حساب معدل الوزن الجزيئي (Molecular Weight Rate) لمادة زيت الغاز باستخدام المعادلة الآتية :(Dean and Aurie, 1978)

$$M = 0.785\, \frac{1000\, W_2}{W_1 * \Delta T} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \; (4)$$

حيث W_1 : كتلة المذاب, W_2 : كتلة المذيب, ΔT :الفرق في درجات الحرارة و M : معدل الوزن الجزيئي للمادة. كما تم حساب عدد ذرات الكربون باستخدام المعادلة الآتية:

$$n = \frac{\text{كتلة الكربون الراسب}}{\text{الوزن الجزيئي للكربون}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

بالإضافة إلى حساب عدد جزيئات مادة المقطع الهيدروكاربوني ذات الكتلة (50 gm) باستخدام المعادلـة الآتية:

$$N = \frac{\text{كتلة مادة المقطع الهيدروكاربوني}}{\text{معدل الوزن الجزيئي للمقطع الهيدروكاربوني}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

ومن المعادلتين (5) و (6) تم حساب نسبة التكسير من خلال المعادلة الآتية :

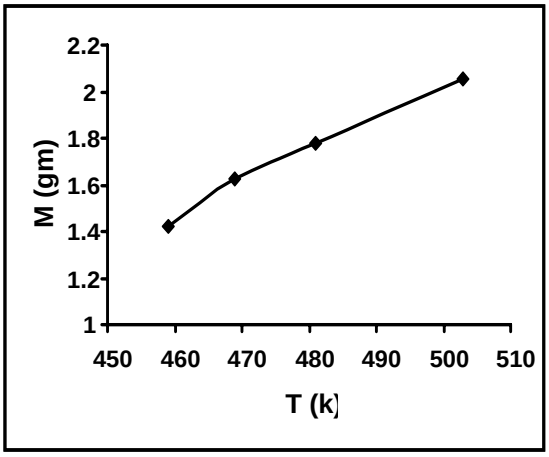
$$\alpha = \frac{n}{N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

الجدول (1) توضح تغير قيم الكميات أعلاه لكل مساحة سطحية وللقدرة التشغيلية Watt (220) حيث ازدادت نسبة التكسير بزيادة المساحة السطحية والسبب في ذلك يعود لتأثيرات شكل الوعاء وهو ما يعطي مؤشراً في الجانب التطبيقي (تناسباً طرديا) بحيث يمكن دراسته لاحقا.

الجدول 1 : تغير قيم الكميات الفيزيائية المقاسة أعلاه بوصفها دالة للمساحة السطحية عند القدرة التشغيلية (220)Watt

المساحة السطحية σ (cm2)	**درجة الحرارة T (oK)**	**الكثافة ρ (gm/cm3)**	**التوصيلية الحرارية (K * 10-4) Cal/gm. cm .Ko**	**الحرارة النوعية CP (Cal/gm .Ko)**	**الفرق في الكتلة بعد التشعيع Δm gm**	**الشد السطحي γ (gm/sec2)**	**نسبة كتلة الراسب (الكربون) %**	**نسبة التكسير α %**
38.465	389	0.8364	3.345	0.7809	9.2486	25.819	1.6	36
23.746	383	0.8342	3.354	0.7767	6.4344	26.058	1.0	23
17.340	378	0.8332	3.358	0.7727	4.6270	26.333	0.8	18
14.514	372	0.8322	3.62	0.7679	3.834	27.219	0.6	9

العلاقة البيانية بين تغير درجات الحرارة مع تغير كتلة الراسـب (M) وللقـدرة التـشغيلية Watt (600) موضحة بالشكل (1).



الشكل 1 : يوضح تغير كتلة الكربون الراسب مع تغير درجة الحرارة للقدرة التشغيلية Watt (600) (باستخدام الموجات الدقيقة).

وتم أيضاً إجراء اختبار الامتـصاصية الـضوئية (Absorption) مـع تغيـر الطـول المـوجي (Wave Length) لمختلف قيم المـساحات الـسطحية ولقـدرات تـشغيلية مختلفـة باسـتخدام جهـاز (IR Spectrophotometer) كما مبين في الجدول (2).

الجدول 2 : تغير امتصاصية(Abs) سائل زيت الغاز لكل مساحة سطحية مع تغير الطول المـوجي عنـد القدرة التشغيلية Watt(360) .

λ nm	σ = 38.465 cm2	σ = 23.746 cm2	σ = 17.340 cm2	σ = 14.514 cm2
	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
400	1.177	1.177	1.175	1.172
500	1.179	1.179	1.179	1.178
600	1.180	1.180	1.163	1.113
660	1.181	1.178	1.095	0.965
700	1.181	1.175	1.080	0.945
800	1.180	1.164	1.045	0.924
900	1.166	1.113	0.885	0.703
1000	1.152	1.083	0.862	0.696

ولغرض تحديد تأثير الموجات الدقيقة بشكل أدق فإنّه تم إعادة إجراء الاختبارات السابقة ولكن تحت تأثير التسخين الحراري (سخان كهربائي) (Electrical Heater) والوصول إلى درجات الحرارة نفـسها في حالة استخدام الموجات الدقيقة ذوات القدرات التـشغيلية Watt (600 and 360, 220) فـضلا عـن استخدام الأوعية نفسها، أما الكميات التي تم قياسها ودراسة علاقتها مع تغير درجـات الحـرارة فهـي:

الفرق الحاصل في كتلة العينات (Δm) قبل وبعد التعرض للحرارة، كثافة المقطع الهيدروكاربوني، وتـم حسابها بعد التعرض للتسخين التقليدي (Heating) من العلاقة الآتية:

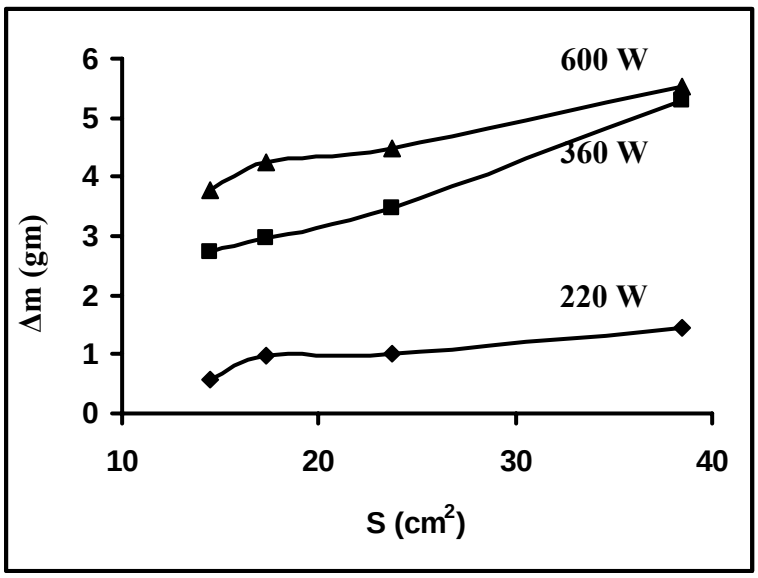
$$\rho = \frac{Mass}{Volume} \quad \text{.....(8)}$$

والحرارة النوعية للمقطع الهيدروكاربوني، الـشد الـسطحي (γ)، التوصـيلية الحراريـة (Kth). الجدول (3) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها للكميات أعلاه مقابل تغير درجات الحرارة التـي تـم الحصول عليها والمكافئة للدرجات الحرارية للقدرة التشغيلية (220 W) حيث لم يظهر أي راسب كربوني إطلاقا.

الجدول 3 :تغير قيم الكميات الفيزيائية المقاسة مقابل تغير قيم درجـات الحـرارة بالتـسخين الحـراري والمكافئة لدرجة حرارة القدرة (220 W).

المساحة السطحية S (cm2)	درجة الحرارة T (Ko)	الكثافة (ρ) (gm/cm3)	التوصيلية الحرارية (K * 10-4) (Cal/ gm. cm. Ko)	الحرارة النوعية (CP) (Cal /gm .Ko)	الفرق الحاصل في الكتلة Δm (gm)	الشد السطحي (γ) (gm/sec2)
38.465	389	0.8356	3.349	0.7813	1.4428	23.0312
23.746	383	0.8351	3.351	0.7762	1.0189	23.1708
17.340	378	0.8343	3.354	0.7722	0.982	23.3019
14.514	372	0.8268	3.384	0.7705	0.5809	23.3401

العلاقة البيانية لكل من تلك الكميات مع درجة الحرارة من خلال الشكل (2).



الشكل 2 : تغير فرق الكتلة مع تغير المساحة السطحية ولقدرات تشغيلية مختلفة.

بعد تعريض المقطع الهيدروكاربوني للتسخين الحراري إلى الدرجات الحرارية نفسها في حالة استخدام الموجات الدقيقة ذوات القدرات Watt (220, 360, 600) على التوالي، تم إجراء قياس الامتصاصية بوصفها دالة للطول الموجي باستخدام جهاز Spectrophotometer (APEL-PD 303) لكل النماذج ولكل قيمة من المساحة السطحية، والجدول (4) يوضح النتائج.

الجدول 4 : تغير الامتصاصية (Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني لكل مساحة سطحية مع تغير الطول الموجي عند التسخين الحراري المكافئ لدرجة حرارة القدرة (600 W).

λ nm	σ = 38.465 cm2	σ = 23.746 cm2	σ = 17.340 cm2	σ = 14.514 cm2
	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
400	1.152	1.150	1.150	1.149
500	0.811	0.668	0.669	0.630
600	0.222	0.166	0.159	0.151
660	0.075	0.048	0.041	0.038
700	0.212	0.194	0.189	0.198
800	0.364	0.357	0.354	0.355
900	0.176	0.171	0.170	0.172
1000	0.257	0.252	0.253	0.255

إذ نلاحظ انه لا يوجد أي تغييرات ملحوظة في الامتصاصية عند التسخين الحراري للدرجات الحرارية كافة المكافئة للقدرات التشغيلية المذكورة اعلاه .

نتائج فحوصات جهاز (IROX -2000):

لغرض تحديد حجم التغيير الذي طرأ على المقطع الهيدروكاربوني كونها مادة متعددة المركبات فإنّه تم فحص المادة بوساطة جهاز (IROX -2000)، وكذلك تم إجراء فحوصات مختبرية لقياس الرقم الاوكتاني (Octane No.) لمادة زيت الغاز بعد تشعيع المادة بالموجات الدقيقة لفترات زمنية وقدرات مختلفة على الوعاء القياسي الحاوي للمادة، بالإضافة إلى إجراء فحوصات الامتصاصية (Absorption)، وقياس نسبة الكربون المترسب، وقياس درجات الحرارة لكل نموذج من مادة المقطع الهيدروكاربوني. كما تم إجراء تجارب مماثلة للكمية نفسها من المقطع الهيدروكاربوني المذكور ولكن بالتسخين الحراري (Normal Heating)، وإجراء الفحوصات المختلفة عليها لمقارنتها مع الكميات نفسها التي شععت بالموجات الدقيقة.

الجدول 5 : قيم الامتصاصية(Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للطول الموجي ولفترات مختلفة.

Control Sample		t = 1h	t = 2h	t = 3h	t = 4h
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
400	1.217	1.223	1.226	1.225	1.247
500	0.457	0.474	0.470	0.466	0.528
600	0.093	0.125	0.119	0.111	0.146
660	0.082	0.103	0.097	0.078	0.121
700	0.242	0.255	0.249	0.242	0.271
800	0.425	0.436	0.436	0.430	0.452
900	0.292	0.304	0.298	0.292	0.309

لقد تم فحص النماذج للفترات الزمنية (4h, 3h, 2h, 1h) في جهاز(IROX- 2000) وحصلنا على النتائج الآتية الموضحة في الجدول (6):

الجدول 6 : تغيير نسب المواد المكونة لسائل المقطع الهيدروكاربوني بتأثير الموجات الدقيقة عند القدرة التشغيلية (220 W) ولفترات زمنية مختلفة.

Substance	Standard		1 h		2 h		3 h		4 h	
	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %
M-Xylene	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5		
O- Xylene	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
P- Xylene	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Ethylbenzen	2.1	2.2	1.9	2.0	1.9	2.1	1.9	2.0	1.9	2.0
2- Ethyltoluene	3.2	3.4	4.3	4.5	4.3	4.7	3.9	4.1	3.8	4.0
3- Ethyltoluene			1.2	1.2	1.1	1.2	0.6	0.6	1.1	1.1
4- Ethyltoluene	3.6	3.7	4.2	4.3	4.2	4.5	4.0	4.1	4.0	4.1
Mesitylene	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Pseudocumene	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.9	2.4	2.5	2.4	2.5
Isoduren	5.1	5.4	4.3	4.5	4.1	4.6	4.4	4.7	4.5	4.8
Naphthalene	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Aromatics	**43.8**	**46.3**	**49.4**	**52.2**	**50.0**	**54.9**	**46.6**	**49.0**	**44.1**	**46.3**
Olefins	**1.8**	**1.6**	**2.4**	**2.0**	**3.6**	**3.2**	**3.0**	**2.6**	**3.0**	**2.6**
Saturates	**54.4**	**52.1**	**47.7**	**45.8**	**46.4**	**41.9**	**50.4**	**48.4**	**52.9**	**51.1**

وبعد إجراء كل هذه الاختبارات للنماذج التي عرضت للموجات الدقيقة تمت مقارنتها بالنتائج التي تم الحصول عليها من تعريض الكميات نفسها من مادة المقطع الهيدروكاربوني للتسخين الحراري، من

خلال تسخينها بمسخن كهربائي إلى الدرجات الحرارية نفسها التي تم الوصول إليها بالموجات الدقيقة ذات القدرة (P =220 W) ، والجدول (7) يوضح النتائج.

الجدول 7 : مقارنة بين زمن التشعيع بالموجات الدقيقة والتسخين الحراري.

T (Ko)	زمن التسخين التقليدي. (Hour)	زمن التسخين بالموجات الدقيقة (Hour)	(R + m)/2
335	4.54	1	79.9
339	9.09	2	78.7
361	13.6	3	79.7
383	18.18	4	78.3

يوضح الجدول اعلاه أن الزمن المستغرق في استخدام الحرارة الاعتياديـة أو التـسخين الطبيعـي يكون اكبر من الزمن المستغرق في حالة التعرض للموجات الدقيقة. كما تـم فحـص العـدد الاوكتـاني (Octane No.) لنماذج مادة المقطع الهيدروكاربوني بعد تعريضها للتسخين الاعتيادي.

يوضح الجدول (8) النتائج التي تم الحصول عليها خلال تغير قيم الامتصاصية مع تغيـر الطـول الموجي ومقارنة ذلك مع نموذج السيطرة بوساطة جهاز(IR Spectrophotometer).

الجدول 8 : تغير قيم الامتصاصية(Abs) للمقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للطول الموجي ولدرجات حرارية مختلفة.

Control Sample		T = 335 Ko	T = 339 Ko	T = 361 Ko	T = 383 Ko
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
350	1.212	1.212	1.212	1.213	1.212
450	0.803	0.820	0.812	0.811	0.828
550	0.323	0.330	0.321	0.323	0.339
600	0.073	0.074	0.070	0.073	0.080
640	0.031	0.026	0.025	0.028	0.025
700	0.198	0.201	0.199	0.201	0.197
750	0.416	0.399	0.397	0.398	0.394
800	0.402	0.396	0.391	0.391	0.392
850	0.299	0.305	0.302	0.300	0.299

الجدول 9 : قيم بعض الكميات الفيزيائية المقاسةعلى مادة المقطـع الهيـدروكاربوني للقـدرة التـشغيلية (360 W).

Time (hour)	T (Ko)	Mass of Sediment (M) gm	α %	(R + m)/2
1	369	0.2095	12.04	94.4
2	385	0.2147	12.34	92.8
3	401	0.2333	13.41	93.0
4	459	0.2545	14.60	92.7

كما قيست الامتصاصية للنماذج مع تغير الطول الموجي ومقارنة النتائج مـع نمـوذج الـسيطرة، والجدول (10) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها.

الجدول 10 : قيم الامتصاصية(Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للطول الموجي ولفترات مختلفة.

Control Sample		t = 1h	t = 2h	t = 3h	t = 4h
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
400	1.217	1.251	1.248	1.267	1.280
500	0.457	0.516	0.510	0.912	1.280
550	0.309	0.349	0.335	0.617	1.178
600	0.093	0.126	0.106	0.285	0.873
650	0.082	0.099	0.084	0.167	0.639
700	0.242	0.247	0.233	0.292	0.616
750	0.419	0.429	0.413	0.449	0.679
800	0.425	0.413	0.417	0.439	0.627
850	0.338	0.343	0.329	0.342	0.494
900	0.292	0.294	0.281	0.289	0.413
950	0.344	0.342	0.329	0.334	0.435

لقد تم فحص النماذج للفترات الزمنية (4h, 3h, 2h, 1h) في جهاز (IROX 2000) وتم الحـصول على النتائج الآتية الموضحة في الجدول (11).

الجدول 11 : تغير نسب المواد المكونة لسائل المقطع الهيدروكاربوني بتأثيرالموجات الدقيقة عند القـدرة التشغيلية (360 W) ولفترات زمنية مختلفة.

Substance	Standard		1 h		2 h		3 h		4 h	
	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %
M-Xylene	0.6	0.6								
O- Xylene	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3
P- Xylene	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5
Ethylbenzen	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	2.4	1.8	1.8	2.2	2.3
2- Ethyltoluene	3.2	3.4	3.4	3.6	3.7	3.9	4.1	4.3	3.5	3.7
3- Ethyltoluene							1.1	1.1		
4- Ethyltoluene	3.6	3.7	3.6	3.7	3.9	4.0	4.0	4.1	3.8	3.9
Mesitylene	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6
Pseudocumene	2.7	2.8	2.2	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	2.2	2.3
Isoduren	5.1	5.4	4.0	4.3	4.2	4.5	4.3	4.5	4.1	4.4
Naphthalene	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
Aromatics	43.8	46.3	47.8	50.6	42.8	45.3	48.7	50.7	48.2	50.8
Olefins	1.8	1.6	3.8	3.4	2.8	2.4	3.0	2.6	2.2	2.0
Saturates	54.4	52.1	48.4	46.0	54.4	52.3	48.3	46.7	49.6	47.2
Toluene			0.2	0.2						

وتمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تعريض مـادة المقطـع الهيـدروكاربوني للموجات الدقيقة مع النتائج التي تم الحصول عليها عندما تم تعريض المادة المذكورة اعلاه إلى التـسخين الحراري عند الدرجات الحرارية نفسها التي تم الحصول عليها في أثناء قياسها بعد تعريض مادة المقطـع الهيدروكاربوني للموجات الدقيقة، والجدول (12) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها من خلال قيـاس تغير الامتصاصية مع تغير الطول الموجي وتم ذلك باستخدام جهاز (IR Spectrophotometer) ومقارنة هذا مع نموذج السيطرة. وتم قياس الفترة الزمنية للحصول على الـدرجات الحراريـة نفـسها بوسـاطة التسخين الاعتيادي التي تم الحـصول عليهـا بالتـشعيع بالموجـات الدقيقـة وبقـدرة (P = 360 W)، والجدول (13) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها في أثناء تغير درجات الحرارة مع تغيـر الفتـرات الزمنية (بالموجات الدقيقة وبالتسخين الحراري). وجرى فحص العدد الاوكتاني للمقطع الهيـدروكاربوني مادة زيت الغاز في أثناء معالجتها بالتسخين الحراري كما موضح في الجدول (13) فضلا عن مقارنتهـا مع نموذج السيطرة.

الجدول 12 : تغير قيم امتصاصية(Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للاط ـ ول المـ ـوجي ولدرجات حرارية مختلفة.

Control Sample		T =369 Ko	T = 358 Ko	T = 401 Ko	T = 459 Ko
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
350	1.212	1.214	1.214	1.215	1.222
450	0.803	0.827	0.836	0.851	1.177
550	0.323	0.320	0.324	0.333	0.587
600	0.073	0.074	0.077	0.086	0.261
640	0.031	0.027	0.030	0.036	0.166
700	0.198	0.197	0.196	0.204	0.282
750	0.416	0.418	0.414	0.424	0.475
800	0.402	0.401	0.402	0.407	0.446
850	0.299	0.298	0.302	0.304	0.334

الجدول 13 : مقارنة بين زمن التشعيع بالموجات الدقيقة والتسخين الاعتيادي والرقم الاوكتاني(R+m/2).

T (ko)	زمن التسخين . التقليدي (Hour)	زمن التسخين بالموجات الدقيقة (Hour)	(R + m)/2
369	2.7	1	77.6
385	5.5	2	78.0
401	8.33	3	75.8
459	11.11	4	76.3

الجدول 14 : قيم بعض الكميات الفيزيائية المقاسة على مادة زيت الغاز للقدرة التشغيلية (600 W).

Time (hour)	T (ko)	Ratio of Sediments %	α %	(R + m)/2
1	422	0.225	6.47	93.0
2	431	0.3288	9.45	93.4
3	453	0.6296	18.1	94.1
4	495	0.644	18.5	92.9

والجدول (15) يوضح النتائج العملية لقياس الامتصاصية مع تغير الطول الموجي وباستخدام جهاز (Spectrophotometer).

الجدول 15 : قيم الامتصاصية(Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للطول الموجي ولفترات مختلفة.

Control Sample		t = 1h	t = 2h	t = 3h	t = 4h
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
400	1.217	1.241	1.298	1.295	1.250
500	0.457	0.775	1.298	1.303	1.140
550	0.309	0.526	1.299	1.269	0.935
600	0.093	0.243	1.299	1.071	0.562
650	0.082	0.172	1.296	0.835	0.420
700	0.242	0.300	1.285	0.756	0.462
750	0.419	0.457	1.269	0.777	0.571
800	0.425	0.454	1.232	0.691	0.453
850	0.338	0.361	1.162	0.564	0.435
900	0.292	0.309	1.085	0.500	0.375
950	0.344	0.360	1.057	0.489	0.412

لقد تم فحص النماذج للفترات الزمنية (4h, 3h, 2h, 1h) في جهاز (IROX 2000) وتم الحـصول على النتائج الآتية الموضحة في الجدول (16).

الجدول 17 : تغير نسب المواد المكونة لمادة المقطع الهيدروكاربوني بتأثير الموجات الدقيقة عند القـدرة التشغيلية (600 W) ولفترات زمنية مختلفة.

Substance	Standard		1 h		2 h		3 h		4 h	
	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %	Vol %	Mass %
M-Xylene	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
O- Xylene	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
P- Xylene	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6
Ethylbenzen	2.1	2.2	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	2.2	2.2	2.3
2- Ethyltoluene	3.2	3.4	4.3	4.5	4.3	4.6	4.1	4.8	3.5	3.7
3- Ethyltoluene			1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2		
4- Ethyltoluene	3.6	3.7	4.3	4.4	4.2	4.4	4.1	4.7	3.7	3.8
Mesitylene	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
Isoduren	5.1	5.4	4.2	4.4	4.0	4.3	4.3	5.1	4.3	4.6
Naphthalene	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Aromatics	43.8	46.3	49.9	52.2	45.5	48.2	48.1	56.6	49.2	51.8
Olefins	1.8	1.6	3.0	2.6	3.6	3.2	3.2	3.2	2.2	2.0
Saturates	54.4	52.1	47.1	45.2	50.9	48.6	48.7	40.2	48.6	46.2

وتمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال تعريض مـادة المقطـع الهيـدروكاربوني للموجات الدقيقة مع النتائج التي تم الحصول عليها عندما تم تعريض مادة المقطع الهيـدروكاربوني إلـى التسخين الحراري عند الدرجات الحرارية نفسها التي تم الحصول عليها في أثناء قياسها بعـد تعـريض المقطع الهيدروكاربوني للموجات الدقيقة، والجدول (18) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها من خلال قياس تغير الامتصاصية مع تغير الطول الموجي وتم ذلك باستخدام جهـاز (IR Spectrophotometer) ومقارنة هذا مع نموذج السيطرة. وتم قياس الفترة الزمنية للحصول علـى الـدرجات الحراريـة نفـسها بوساطة التسخين الاعتيادي التي تم الحصول عليها بالتشعيع بالموجـات الدقيقـة وبقـدرة Watt (600)، والجدول (19) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها في أثناء تغير درجات الحرارة مع تغيـر الفتـرات الزمنية (بالموجات الدقيقة وبالتسخين الحراري). وجرى فحص العدد الاوكتاني للمقطع الهيـدروكاربوني في أثناء معالجته بالتسخين الحراري كما موضح في الجدول (19).

الجدول 18 : تغير قيم امتصاصية (Abs) لسائل المقطع الهيدروكاربوني بوصفها دالة للطـول المـوجي ولدرجات حرارية مختلفة.

Control Sample		T = 422 Ko	T = 431 Ko	T = 453 Ko	T = 495 Ko
λ nm	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.	Abs.
350	1.212	1.220	1.221	1.224	1.229
450	0.803	0.920	0.955	1.106	1.237
550	0.323	0.370	0.384	0.500	0.727
600	0.073	0.102	0.115	0.198	0.363
640	0.031	0.043	0.052	0.119	0.238
700	0.198	0.209	0.214	0.254	0.330
750	0.416	0.407	0.413	0.435	0.487
800	0.402	0.403	0.404	0.419	0.455
850	0.299	0.306	0.311	0.325	0.351

الجدول 19 : مقارنة بين زمن التشعيع بالموجات الدقيقةوالتسخين الحراري والرقم الاوكتاني.

T (ko)	زمن التسخين التقليدي (Hour)	زمن التسخين بالموجات الدقيقة (Hour)	(R + m)/2
422	1.66	1	78.4
431	3.33	2	75.1
453	5.0	3	75.4
495	6.66	4	78.2

المناقشة والاستنتاجات

إن عملية إعادة التشكيل للمواد الهيدروكاربونية بواسطة التشعيع بالأمواج الدقيقة لم يسبق الإشـارة إليها في أي بحث منشور على الشبكة الدولية أو المجلات العلمية لحد الآن، وهذه حقيقة علمية تم إثباتهـا من خلال القياسات والحسابات الخاصة ببعض الخصائص الفيزيائية مثل الكثافة والتوصـيلية الحراريـة والشد السطحي والحرارة النوعية والتي كانت مختلفة تماما، وكذلك وزن كمية الراسب الذي كـان يمثـل الكاربون، والامتصاصية، وكذلك التحليلات الخاصة بالتركيبة الكيمائية بوساطة جهـاز (IROX- 2000)، وأخيراً جهاز فحص الرقم الاوكتاني(Zeltex 101C) الذي اثبت عملياً أن المقطع الهيـدروكاربوني بعـد تعريضه للموجات الدقيقة قد عانى من تغيرات في طبيعة تركيب مكوناته المختلفة.

إن الحقيقة العلمية هذه مهمة جداً؛ إذ أنّها تفتح آفاقاً علمية واسعة لاستغلال الموجات الدقيقـة فـي عملية إنتاج وقود السيارات أو تحسينه بدلاً من الطريقة الحالية من خلال إضافة محفزات كيميائية باهضة الثمن ومعقدة جداً وتقوم باحتكارها بعض الشركات العالمية.

إن استخدام التسخين الاعتيادي للمقطع الهيدروكاربوني وإجراء التحليلات نفـسها أعطـت دلـيلاً إضافياً على التأثير الفريد للموجات الدقيقة واختلافها الكبير عن تأثير الحرارة الاعتيادية. أن طريقة اعادة التشكيل بوساطة الموجات الدقيقة للمقطع الهيدروكاربوني المشار اليه حققت رقماً اوكتانياً هـو (93). إن تفسير عملية التغيير في تركيب المقطع الهيدروكاربوني وتحوله هو من خلال عملية إزالـة الهيـدروجين (Dehydrogenation) من جزيئات الهيدروكاربونات وبالتالي ترسـب الكربـون، والتوضـيح الوحيـد والمعقول والملائم في عملية إعادة التشكيل الجزيئي للمواد هو أحد الاحتمالين الآتيين:

الأول : التأثيرات الحرارية.

الثاني : التأثيرات غير الحرارية.

ففي الحالة الأولى تعزى تلك التأثيرات إلى الموجات الدقيقة في توليد وانتقال الحرارة بينمـا فـي الحالة الثانية يعزى السبب إلى التفاعل بين الإشعاع الكهرومغناطيسي والتركيب الكيميـائي أو ميكانيكيـة التفاعل مولدة سلسة من التصادمات. وبالنسبة الى نتائج البحث الحالي يمكن القول بان التـاثيرات غيـر الحرارية هي المسبب الرئيس في عملية إعادة التشكيل الجزيئي على انه وفي الوقت الحاضر يمكن القول بأنّه لا يوجد تفسير كامل لكيفية تفاعل الموجات الدقيقة مع المواد لحد الآن (Jose, 2004).

شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بالشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور عماد عبد القادر الدبوني من قسم الكيمياء بكليـة العلوم لمساعدته الكبيرة في انجاز هذا البحث، كما يشكر الباحثان شركة نفط الشمال لتعاونها الكبير فـي إجراء التحاليل.

المصادر العربية

الحديدي، حازم صالح احمد، 2006. التكسير الجزيئي بالموجات الدقيقة لغاز(CO2) وزيت الغاز (Gasoil). أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل.

الدبوني، عماد عبد القادر و علي، لطيف حميد، 1986. النفط –المنشأ والتركيب والتكنولوجيا. مطبعة جامعة الموصل.

المصادر الاجنبية

Book of ASTM, 1969. Standards with Related Materials, Am. Soc. For Testing and Materials, 2nd Edition, Vol. 17, D-288.

Dean, J.A., 1978. Lange´s Hand Book of Chemistry, McGraw–Hill Book Company, Newyork.

Hobson, G.D., 1973. Modern Petroleum Technology, Applied Science Publishers LTD, Britain, 4th Edition, , pp. (186, 187, 199, 430-431).

Jose T.S. and Luiz A.J., 2004. Microwave Chemistry – A fertile Field for Scientific Research and Industrial Applications. Journal of Microwave and Optoelectronics, Vol. 3, No. 5, July, 8p.