

تحضير وقود الديزل الحيوي من زيت القلي المستعمل باستخدام اوكسيد السترونتيوم النانوية محمل على كاربون منشط بتركيز 15%

غيث مصطفى محمد^{1*}، عمر ياسين ضايغ²، عماد طه بكر¹

1- قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت، العراق

2- قسم النفط والغاز، كلية هندسة عمليات النفط، جامعة تكريت، تكريت، العراق



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

<https://doi.org/10.54153/sjpas.2024.v6i2.612>

الخلاصة:

معلومات البحث:

تاريخ الاستلام: 2023/7/4

تاريخ التعديل: 2023/7/23

تاريخ القبول: 2023/8/12

تاريخ النشر: 2024/6/30

الكلمات المفتاحية:

وقود الديزل، اوكسيد السترونتيوم، زيت القلي المستخدم، الاسترة المتبادلة.

معلومات المؤلف

الايمل:

الموبايل:

يعد وقود الديزل الحيوي احد انواع الوقود السائل والبديل عن وقود الديزل النفطي في مكانن الاحتراق الداخلي و الدراسة الحالية هي ضمن العديد من الدراسات السابقة التي تم فيها تحضير و تحليل أنواع مختلفة من وقود الديزل الحيوي باستعمال زيوت محلية وغير صالحة للأكل الزيوت النباتية والحيوانية فقد تم تحضير محفز قاعدي غير متجانس جديد SrO محمل على الكربون المنشط أظهر SrO @A C أداء تحفيزيًا عاليًا في تفاعلات انتقال الاسترة لزيت القلي المستعمل في الطبخ (WFO). ، تم الحصول على افضل حصيللة 98% بالوزن من إسترات ميثيل الأحماض الدهنية (FAME) من وقود الديزل الحيوي وذو مواصفات مطابقة للمواصفة الامريكية (ASTM D 6751 EN 14214) تم الحصول على افضل الظروف التجريبية والتي كانت عند تركيز الحفاز 1.5% ونسبة الميثانول الى الزيت 1:7 والزمن 60دقيقة ، ودرجة حرارة 60°C ونسبة تحميل الكربون الى اوكسيد السترونتيوم كانت(15:100) تم استخدام المحفز لأربعة متغيرات مختلفة وتم تشخيص الحفاز النانوي بالتقنيات الطيفية التالية (FTIR, SEM, EDX-mapping, BET,) (FTIR, SEM, EDX-mapping, BET, TEM)، وتم نتاج وقود الديزل الحيوي وشخص الوقود بالتقنيات الطيفية (HNMR, TLC) ودراسة خواصه الفيزيائية والكيميائية من كثافته واللزوجة والرقم الحامضي لزيت القلي التي كانت على التوالي (0.926, 40.22.1, mgKOH/gm)..

المقدمة:

لايزال الديزل البترولي وقودا رئيسيا تشير التقديرات والدراسات الى ان البترول سينضب بحلول عام 2050 ويكون البديل عنة وقود الديزل الحيوي والطاقة النظيفة واصبح تطبيق المحفزات غير المتجانسة في انتاج الوقود المتجدد مجالاً مهماً للبحث بسبب متطلبات الطاقة ، والارتفاع في عدد سكان العالم ، والأزمات المزدوجة لنضوب الوقود الأحفوري والتدهور البيئي [1]. يعتبر انتاج وقود الديزل الحيوي واستخدامه في صناعات النقل والعمليات الصناعية الأخرى و مجال اهتمام خاص يتطلب اهتماماً أكبر من الباحثين، كان وقود الديزل الحيوي والتقنيات المناسبة لإنتاجه موضوع مهم ركزت البحوث مؤخرًا على هذا الموضوع، وقود الديزل الحيوي هو وقود غير سام وقابل للتحلل البيولوجي ومتجدد مشتق عن طريق تحلل الكحول للزيت النباتي أو الدهون الحيوانية باستخدام محفز متجانس أو غير متجانس [2]. من المعروف أن التفاعلات التي تكون محفزة تعمل بشكل أسرع حتى اكتمال التفاعل سواء كانت متجانسة أو غير متجانسة ، فإن استخدام المحفز المتجانس يتميز بعملية صعبة ومكلفة عالية للمنتج مقابل التلوث البيئي، من ناحية أخرى ان المحفز غير المتجانس يمكن أن يحل المشكلة الناتجة عن المحفز المتجانس ويوفر ناتج أفضل للمنتج وحصيللة اعلى [3]. عندما تحدث التفاعلات في مرحلة الترسيب الصلب ، ويمكن زياده المساحة السطحية الصلبة كبيرة خصوصا عند تحميل الكاربون منشط او اي مركب اخر [4]. استخدام مواد مختلفة كمحفزه غير متجانسه في تحويل الزيوت إلى وقود الديزل الحيوي. ومع ذلك ، هناك حاجة إلى درجات حرارة عالية في الاسترة المتبادلة من أجل إنتاجية أعلى في وقود الديزل الحيوي. هذا يعتمد على نوعية المحفز وطريقة التحضير المعتمدة عليه. خصائص المحفز مثل مساحة السطح التي تحتاجه

ليتم صياغتها بشكل صحيح أثناء تحضير المحفز [5] . استخدام المحفز غير المتجانس في عملية الاستر المتبادلة للزيت النباتي مع الكحول لإنتاج وقود الديزل الحيوي هو معالجة بعض عيوب ومشاكل المحفز المتجانس ، والذي يتضمن عملية صعبة لإزالة طبقة الكليسرول من المنتج [6] . استخدم معظم الباحثين أكاسيد المعادن والنترات والكربونات المنتجة تجارياً والمصنعة مخبرياً كمصادر محفزة لإنتاج وقود الديزل الحيوي [7-8] على سبيل المثال ، [9] درس الباحث Liu نشاط (SrO , CaO , BaO) كمحفز غير متجانس في استرة زيت القلي المستعمل مع الميثانول ، وتم إنتاج للديزل الحيوي بنسبة 94% بالوزن في ظل الظروف التجريبية المثلى. عند استخدام أكاسيد المعادن المختلطة (WO₃@SrO₂) او الحفاز (SrO@AC) كمحفز غير متجانس في تحويل نفايات الزيوت الحامضية ناتج الديزل الحيوي من العملية 96% بالوزن [10] . محفز (Mg@Zn@ O₂) الصلب القابل لإعادة الاستخدام لإنتاج مثيل استر الأحماض الدهنية (FAME) من الزيت النباتي المستخدم ، وتم الحصول على أقصى إنتاجية والتي كانت 95% بالوزن في ظل الظروف المثلى. الباحث كافوكو وآخرون [11-12] أبلغت عن إنتاج وقود الديزل الحيوي من زيت المورينجا أوليفيرا باستخدام محفز (SiO₂@ SrO₂ @SO₄) . ومع ذلك ، فقد أثبتت الأبحاث الحديثة أن الكتلة الحيوية والنفايات والمواد التي تحدث بشكل طبيعي يمكن أن تكون بمثابة مصادر لمحفز غير متجانس [13-14-15]. سيؤدي استخدام النفايات والمواد الطبيعية كمواد أولية لإنتاج العامل المساعد الصلب التي يؤدي إلى تقليل تكلفة إنتاج وقود الديزل الحيوي وتجنب تراكم النفايات داخل البيئة [14]. بين المواد التي تم اقتراحها لهذا الغرض هي قشر بيض الطيور كمحفز [16] .

المواد المستخدمة وطريقة العمل

الجدول 1: المواد المستخدمة في تحضير الديزل الحيوي

المواد الكيميائية	درجة النقاوة %	الصيغة الكيميائية	الشركة المجهزة
ميثانول	99.7	CH ₃ OH	SDS
زيت القلي المستعمل	98	glyceride	Iraq
هكسان	98	C ₆ H ₁₄	BDH
هيدروكسيد الصوديوم	96	NaOH	Reagent world
هيدروكسيد البوتاسيوم	99	KOH	Reagent world
لدليل الفينونفتالين	94	C ₂₀ H ₁₄ O ₄	BDH
نترات السترونتيوم	99	Sr(NO ₃) ₂	BDH
ماء لايني	100	H ₂ O	Iraq

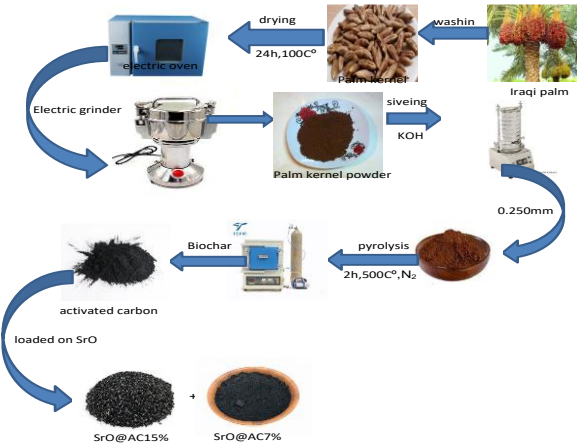
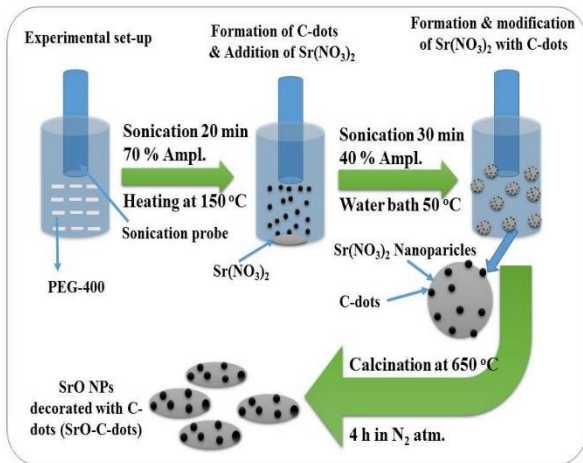
تحضير الكاربون المنشط

تم جمع نوى النخيل العراقي (500gm) وتم غسلها بماء خالي من الايونات عدة مرات ، ثم جففت في فرن كهربائي بدرجة حرارة (100°C) لمدة (3ساعات)، ثم طحنت نوى النخيل بمطحنة خاصة وتم نخل المسوق الى مسحوق ناعم نانوي بحجم (0.250mm) ، كربنة المسحوق في فرن حراري بدرجة 500°C لمدة ساعتين في جو من غاز النتروجين لتنشيطها فيزيائياً ، ثم نفعها بمادة هيدروكسيد البوتاسيوم بنسبه 1:4 (AC:KOH) لمدة (24ساعة) مع التحريك بالمحرك المغناطيسي ، ثم غسل المنتج بماء خالي من الايونات لحين وصول قيمة (PH=7)، وتجفيفها من الماء في فرن كهربائي بدرجة حرارة (100°C) لمدة ساعتين، ثم وضع المزيج في بودقه خزفيه ووضعها في فرن كهربائي بدرجة حرارة (500°C) لمدة 3ساعات في جو من غاز النتروجين لغرض كلسنة الناتج الاخير وحصلنا على كاربون منشط كما في الشكل رقم(1).

تحضير الحفاز اوكسيد السترونتيوم محمل على كاربون منشط بتركيز 15%

تم وزن (6غرام) من الكاربون المنشط ونضيف اليه 50مل من الماء الخالي من الايونات مع التحريك بالمحرك المغناطيسي لمدة 10دقائق، ثم نأخذ 1غرام من هيدروكسيد السترونتيوم الصلب المحضر مسبقا ونضيف اليه 25مل من الماء الخالي من الايونات ثم نضيف مكونات مزيج الكاربون والماء الى محلول هيدروكسيد السترونتيوم ، ثم نقل مكونات المزيج الى جهاز

الموجات فوق الصوتية لمدة نص ساعة لحين تجانس المواد مع بعضها، ترك المزيج في فرن كهربائي بدرجة (100°C) لمدة 24 ساعة. ثم وضع مكونات المزيج في بودقة خزفية ووضعها في فرن كهربائي بدرجة حرارة (500°C) لمدة 3 ساعات لغرض كلسنة الناتج الاخير [19] تحت جومن غاز النتروجين بمعدل (3ml/min) وشخص الحفاز بالتقنيات الطيفية (FTIR,XRD,BET,SEM).

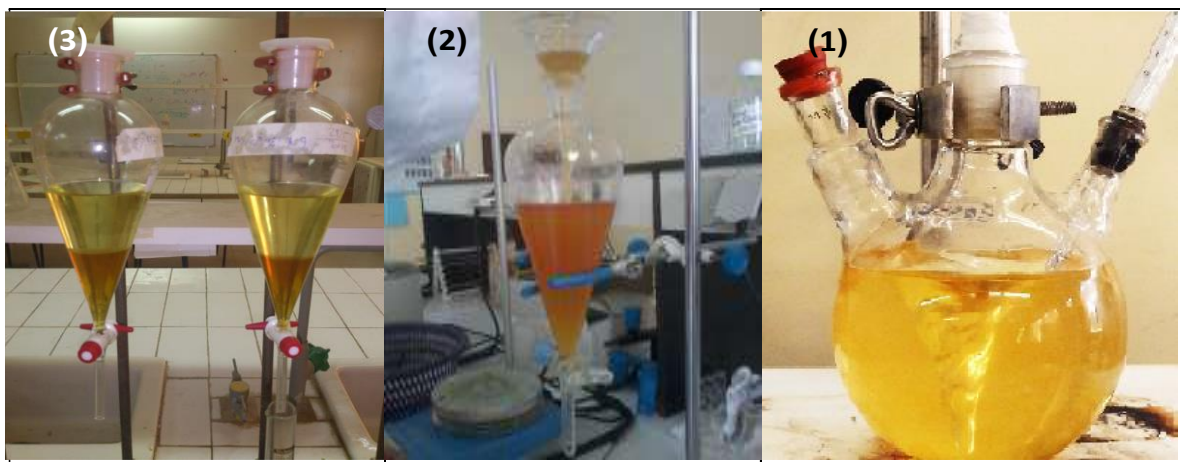


الشكل 2: تحضير اوكسيد السترونتيوم محمل على كاربون منشط [18]

الشكل 1: تحضير الكاربون منشط

تحضير وقود الديزل الحيوي (FAME)

تم ترشيح زيت القلي المستعمل بقطعة من القماش للتخلص من بقايا الطعام والفضلات عدة مرات، ثم ناخذ 25 غرام من الزيت وتسخينه الى درجة حرارة (60°C) للتخلص من الرطوبة والماء، ثم ناخذ 0.375gm من الحفاز ونذوبها مع 5مل من الميثانول مع التحريك بالمحرك المغناطيسي لمدة 10 دقائق، نقل مكونات الحفاز المزوج مع الميثانول والزيت الى فلاسك ثلاثي الفتحات، ثم ربط جهاز المكثف وضبط درجة الحرارة وتشغيل التفاعل لمدة ساعة، ثم فصل الحفاز عن مكونات المزيج بالترشيح لاعادة استخدام مرى اخرى، ثم ترك المزيج في قمع فصل لمدة 24 ساعة لاتمام عملية فصل المنتج الى طبقتين الطبقة العليا هي طبقة الديزل الحيوي والطبقة السفلى هي طبقة الكليسرول [20]، وبعد فصل وإزالة الكليسرول أخذ المثليل استر وجفف باستخدام (Rotary evaporater) كما موضح في الشكل (3- 4) يوضح خطوات التحضير.



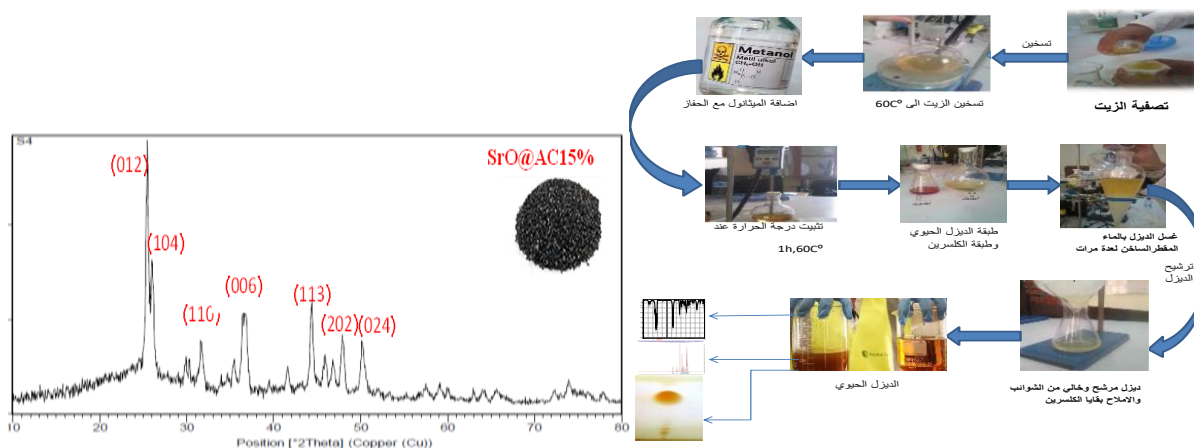
الشكل 3: صور تحضير وقود الديزل الحيوي، 1:مزيغ التفاعل، 2: وضع المزيج في قمع فصل، 3:طبقتين للديزل والكليسرول

النتائج والمناقشة

تشخيص الحفاز بالتقنيات الطيفية

حيود الأشعة السينية للحفاز SrO@AC (XRD)

تم قياس حفاز اوكسيد السترونتيوم المحمل على الكربون المنشط بتركيز 15% في حيود الأشعة السينية وهذا القياس يحدد نقاوة وبلورية الحفاز كلما كانت البيكات عالية وحادة تكون المادة المقاسة نقية وذات بلورية عالية ، الزاوية θ لكل من ($25^\circ, 32^\circ, 44,37^\circ$) يشير الطيف الى تحميل SrO على الكربون المنشط بتركيز 7% وان البيكات التي تظهر في الشكل هي معاملات ميلر (100), (110), (111), (200) تمثل الوجه البلوري للحفاز (Crystal system: Hexagonal) بعدتحملة على الكربون المنشط قلت البلورية بسبب الطبيعة اللابلورية للكربون المنشط وهذا يتطابق مع رقم البطاقة (JCPDS No. 00-033-1161) وان القمم العريضة هي للكربون المنشط لان الكربون المنشط قليل البلورية [21] . كما موضح في الشكل(5) وايضا الجدول (2) يوضح نتائج وقياسات حيود الاشعة السينية.



الشكل 4: خطوات تحضير الديزل الحيوي من زيت القلي الشكل 5: حيود الأشعة السينية للحفاز SrO@AC

طيف الأشعة تحت الحمراء للحفاز FTIR

استعملت تقنية طيف الأشعة تحت الحمراء لتشخيص المجاميع الوظيفية الموجودة في الحفاز النانوي اوكسيد السترونتيوم المحمل على الكربون المنشط بتركيز 15% الاختلافات في شدة الحزم ومقدار عمق الحزم تم قياس طيف الأشعة تحت الحمراء في جامعة تكريت كلية العلوم قسم الكيمياء. الشكل (5.A) يمثل طيف الأشعة تحت الحمراء للحفاز SrO، القمة ($858-600\text{cm}^{-1}$) يعزى إلى اهتزاز التمدد لرابطة Sr-O، تشير القمة عند 3500cm^{-1} إلى وجود Sr(OH)₂ في الشكل (6.B) الكربون المنشط اهتزازات المط للاصرة C-C للكربون المنشط على مدى ($1200\text{cm}^{-1}-600\text{cm}^{-1}$) الشكل 6.C طيف الحفاز SrO@AC15% تشير الحزمة عند 600cm^{-1} إلى وجود SrO محفز في طيف محفز SrO@C عند 850cm^{-1} . الشكل (6.D) SrO@AC15% الحفاز المسترجع يمكن أن تعزى القمم الإضافية التي لوحظت عند ($3000\text{cm}^{-1}-1500\text{cm}^{-1}$) كما موضح في الشكل(6). [22-23].

الجدول 2: قياسات حيود الأشعة السينية للحفاز SrO@AC7%

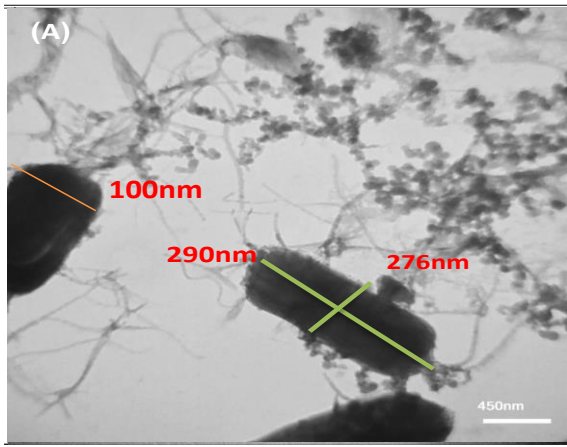
No.pik	[2θ .]	Average size(nm)	FWHM [2θ .]	d-spacing	crystal size(nm)	hki
1	25.3560	5.16nm	0.3000	3.50979	4.94	100
2	25.9928		0.2400	3.42523	6.19	101
3	27.9122		0.4800	3.19390	3.10	110
4	29.7847		0.6000	2.99722	2.49	102
5	31.8492		0.2400	2.80750	6.27	111
6	34.6005		0.1800	2.59029	8.42	200
7	36.3561		0.3600	2.46914	4.25	201
8	39.7425		0.6000	2.26620	2.56	112

تقنية المجهر الالكتروني النافذ TEM

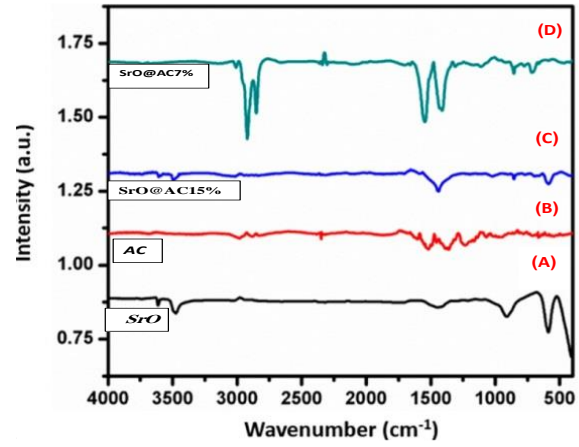
تم قياس صورة المجهر الالكتروني للحفاز SrO@AC15% وتم حساب لبلورات النانوية بواسطة البرنامج j imge والتي كانت 51.66nm بسبب ارتباط SrO على سطح الكربون تم قياس بلورات الحفاز من خلال نفاذ الالكترونات على سطح الحفاز ومن خلال الصورة الواضحة في الشكل (7) تكون على شكل هذا يدل على ان الحفاز مركب نانوي ذات مسامية عالية وبلورية عالية.

تشخيص الحفاز بالمجهر الالكتروني الماسح (SEM) :-

تم قياس مورفولوجيا لسطح الحفاز النانوي بواسطة المجهر الالكتروني الماسح صورة SEM لمركب اوكسيد السترونتيوم محمل على الكربون المنشط @AC15%، الموضح في الشكل(8) البلورات التي تكون ملونة باللون الابيض عبارة عن بلورات اوكسيد السترونتيوم النانوي اما البلورات الملونة باللون الاسود تمثل بلورات الكربون المنشط. [28] ، بسبب عملية الكرينة [24]، كما تم قياس قطر الجسيمات النانويه والتي كان (60nm) average particle size .



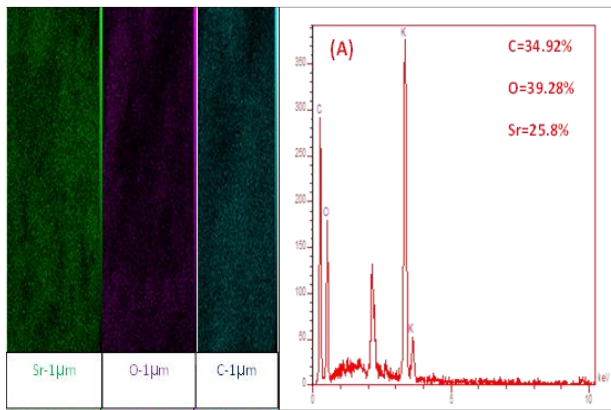
الشكل 7: صورة المجهر الالكتروني النافذ للحفاز.



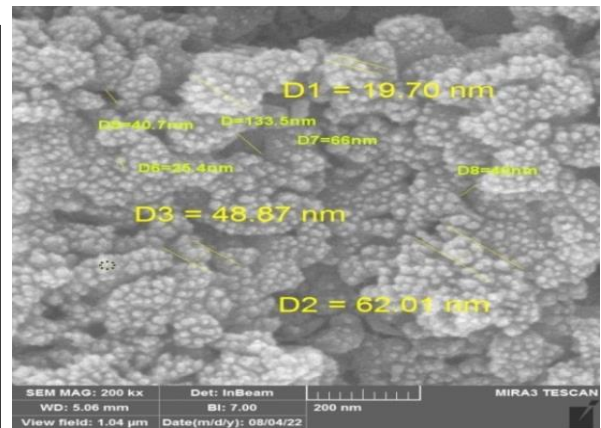
الشكل 6: طيف الاشعة تحت الحمراء للحفاز SrO@AC15%.

تقنية تحليل الطيف العنصري للحفازات الصلبة المحضرة EDX-mapping:

طيف التحليل العنصري يبين نسبة العناصر في المركب و تحميل المادة الفعالة على الساند(Support) و من خلال تتابع EDX-mapping نلاحظ تحميل الحفاز SrO على سطح الكربون المنشط و بنسبة نجاح عالية (15%). يمثل الشكل (9) تم قياس العناصر الموجودة في المركب SrO@AC15%-EDX-mapping وكانت العناصر Sr=25.8% O=39.28% و C=34.92% هذه النتيجة تشير الى ان عملية تحميل مركب اوكسيد السترونتيوم على الكربون المنشط وقد تمت بشكل جيد ويلاحظ انخفاض في نسبة السترونتيوم والاكسجين عند التحميل على الكربون المنشط (15%) وبذلك تمت تهيئة الحفازات لاستعمالها في تحضير وقود الديزل الحيوي



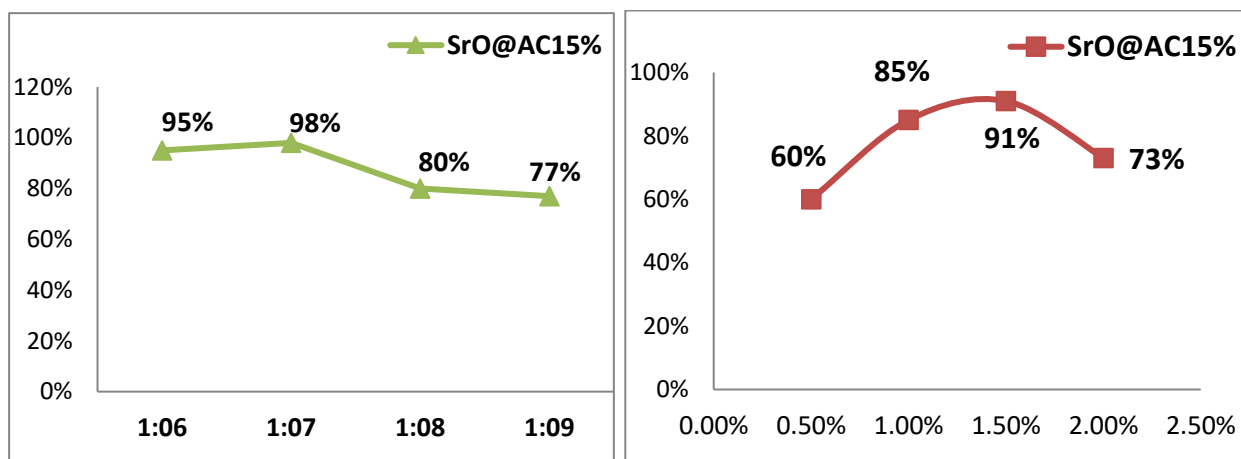
الشكل 9: التحليل العنصري EDX-mapping.



الشكل 8: صورة المجهر الالكتروني للحفاز SrO@AC15%.

تأثير تركيز الحفاز على حصيله الديزل

كمية الحفاز من العوامل المهمه والوجب دراستها لمعرفة النسب المثلى للتفاعل بالنسبه لاي تفاعل كيميائي فان تركيز الحفاز يزيد من سرعة التفاعل الكيميائي وبذلك يقلل من طاقه التنشيط ويتم بتحويل التفاعل نحو كميته المنتج وبهذا تزداد سرعة التفاعل للاسترة المتبادله استخدم حفاز (SrO@AC15%) واستخدمت كميات مختلفه (0.125, 0.25, 0.375, 0.5) غرام على التوالي والظروف التشغيليه التي استعملت في هذه التجارب درجه حراره 60°C ونسبه الميثانول الى الزيت 1:7 والزمن 60min وسرعة دوران التفاعل 600rpm وبعد اجراء تفاعل الاسترة على زيت القلي بالحفاز نلاحظ بان نسبة التحويل قليل جدا عند التراكيز القليله من الحفاز لانها غير كافيه لاتمام عمليه التفاعل وعند الزيادة في تركيز الحفاز القاعدي المستعمل [25-26]. لاحظنا بان حصيله انتاج (استرات المثل) قد زادت حصيلتها في الديزل المنتج من زيت القلي باستخدام تركيز (1.5%) وزنا للوصول الى احسن نتيجة من الديزل الحيوي وهذه الاستنتاجات تتطابق مع البحوث والمراجع الادبيه للحفازات التي استعملت يعتمد على كفاءه العامل المساعد وقوه قاعديتها للحفازات وطبيعه الماده المحضر منها العامل المساعد وكذلك على حامضيه الزيت كما في الشكل (10).



الشكل 11: تأثير نسبة الميثانول الى الزيت على حصيله الديزل

الشكل 10: تأثير تركيز الحفاز على حصيله الديزل

تأثير النسبه المولاربه للميثانول على حصيله الديزل

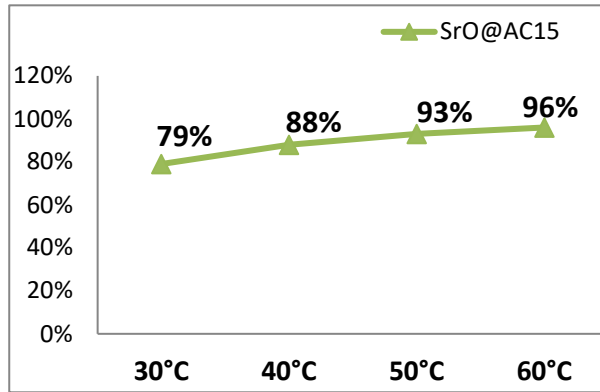
ان عمليه الاسترة المتبادله على زيت القلي تتاثر كبيرا بتغيير النسبه الموليه الى الزيت والتي تؤثر بشكل مباشر على حصيله الانتاج في تفاعل الاسترة كما هو معلوم في التفاعلات المتوازيه تفاعل 1مول من الزيت مع 3 مول من الميثانول ينتج 3 مول من الاستر مع مول واحد من الكليسرول . لذلك تمت دراسة تأثير كميته الميثانول الى الزيت المستعمله في التفاعل واستخدمت نسب مختلفه من الميثانول الى الزيت (1:6, 1:7, 1:8, 1:9) و الظروف الاخرى من التفاعل درجه الحراره 50°C والوقت 60min وتركيز الحفاز 1.5% مايعادل 0.348 غرام وسرعة دوران المحرك المغناطيسي (600rpm) عند استخدام نسبه (1:9) لم تكن هناك حصيله عاليه في انتاج الديزل الحيوي حيث اعطت النسبه (1:6) اعلى حصيله لاسترات المثل المحضرة من الحفاز (SrO@AC15) (1:8 و 1:9) ادت الى انخفاض حصيله الانتاج بسبب ذوبانيه استرات المثل الناتجه وطبقه الكليسرول [27] . بهذا تزداد اللزوجه ويتكون لدينا صوابين ويكون التفاعل عكسي كما موضح في الشكل (11).

تأثير الوقت على حصيله الديزل

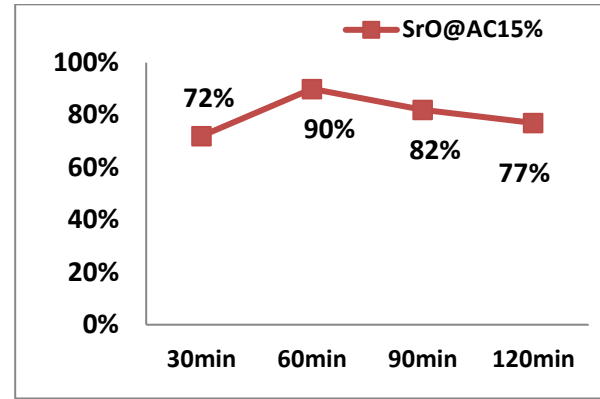
استخدمت اوقات زمنييه مختلفه (120min, 90min, 60min, 30min) على التوالي وبزياده فترتها 30min لكل تفاعل من تفاعلات الاستره المتبادله لزيت القلي وباستخدام الحفاز SrO@AC15% في حين قمنا بتثبيت الظروف التشغيليه تركيز الحفاز 1.5% نسبه الميثانول :الزيت 1:7 درجه الحراره 50°C وعدد دورات التفاعل 600rpm وتم الحصول على افضل حصيله في استرات المثل 95% من خلال الدراسة الحاليه وان الفترات الزمنييه غير كافيه لاجراء التفاعل لان الجزيئات المتفاعله تحتاج الى وقت للتصادم مع بعضها لبعض [28] . في الوقت (120min) قللت من حصيله الانتاج بسبب التفاعل سيكون انعكاسي وبالتالي فان الوقت الطويل سوف يزيد من تحلل الاستر الى حوامض دهنيه اخرى والتي يمكن ان تتحول الى صوبنه بوجود زياده الحفاز القاعدي وافضل وقت عند 60min والتي اعطى اعلى حصيله 90% كما موضح في الشكل (12).

تأثير درجه الحراره على حصيله الديزل

درجة الحرارة عامل مهم للتفاعل لان سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة وان درجة الحرارة من اهم الظروف المهمة في تحضير وقود الديزل الحيوي ويجب ان تضبط اثناء تفاعل الاسترة لانها تؤثر تأثيرا كبيرا على كفاءة الانتاج [28] استخدمت درجات حرارية (30°C, 40°C, 50°C, 60°C) على التوالي وتم ضبط الظروف التشغيلية الاخرى منها تركيز الحفاز 1.5% الوقت 60min ونسبه الميثانول:الزيت 1:7 وعدد دورات التفاعل 600rpm وحصلنا على افضل حصيله 96% عند درجة حرارة 60°C لمثيل استر درجة الحرارة تزيد من سرعة التصادم في الجزيئات تؤدي بالتالي الى نتيجته اعلى من الوقود الحيوي الدرجات الحرارية العالية يمكن ان تشكل عمليه الصابون بوجود المحفز القاعدي بشكل اسرع من تفاعل استرت لزيت كذلك هناك احتمال لفقدان كميته الميثانول والتي ينتج عنها نقصان في حصيله الانتاج من خلال مقارنة النتائج التي استحصنا عليها مع البحوث الاخرى عند استخدام درجات حراره اعلى من (65°C) التي تعمل على تبخر الكحول كما موضح في الشكل(13).



الشكل 13: تأثير درجة الحرارة على حصيله الديزل.



الشكل 12: تأثير الوقت على حصيله الديزل.

تأثير درجة الحرارة على حصيله الديزل

درجة الحرارة عامل مهم للتفاعل لان سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة وان درجة الحرارة من اهم الظروف المهمة في تحضير وقود الديزل الحيوي ويجب ان تضبط اثناء تفاعل الاسترة لانها تؤثر تأثيرا كبيرا على كفاءة الانتاج [28] استخدمت درجات حرارية (30°C, 40°C, 50°C, 60°C) على التوالي وتم ضبط الظروف التشغيلية الاخرى منها تركيز الحفاز 1.5% والوقت 60min ونسبه الميثانول:الزيت 1:7 وعدد دورات التفاعل 600rpm وحصلنا على افضل حصيله 96% عند درجة حرارة 60°C لمثيل استر درجة الحرارة تزيد من سرعة التصادم في الجزيئات تؤدي بالتالي الى نتيجته اعلى من الوقود الحيوي الدرجات الحرارية العالية يمكن ان تشكل عمليه الصابون بوجود المحفز القاعدي بشكل اسرع من تفاعل استرت لزيت كذلك هناك احتمال لفقدان كميته الميثانول والتي ينتج عنها نقصان في حصيله الانتاج من خلال مقارنة النتائج التي استحصنا عليها مع البحوث الاخرى عند استخدام درجات حراره اعلى من (65°C) التي تعمل على تبخر الكحول كما موضح في الشكل(13).

الخواص الوقودية للديزل الحيوي المحضر من زيت القلي

تم قياس نواتج الخواص الفيزيائية والكيميائية في محافظة صلاح الدين في الشركة العامة لمصافي بيجي وكانت النتائج الموضحة في الجدول رقم 3 تشير الى قياس الوزن النوعي والكثافة واللزوجة والرقم الحامضي ونقطة الوميض ونقطة الانسكاب وعدد السيئات للديزل الحيوي والرقم اليودي ورقم الصونية ومحتوى الاستر ومعامل الانكسار وبعض القياسات الأخرى، وتشير النتائج الى انه المنتج ذو مواصفات عالمية حسب المواصفة ASTM D 6751 وEN 14214.

تشخيص وقود الديزل الحيوي والزيت المستعمل

طيف الرنين النووي المغناطيسي لزيت القلي وانواع الوقود المنتج منه

لوحظ اشارته عند الموقع (0.85ppm) وهي تعود الى بروتونات المثل الطرفية وان الاشارة المميزة عند (3.6ppm) واتي تعود الى مجموعة الميثوكسي مثل وتكون بذرة امتصاص عالية ومميزه اما الحزمة التي ظهرت في الموقع (2.24ppm) في تابعه لاسترات المثل والتي تعود الى مجموعة البروتونات (a-CH₂) وان الاشارة القوية التي تكون منفردة عند الموقع (1.26ppm) والتي تعود الى بروتونات المثيلين بيتا الى القمة التي ظهرت عند الموقع (5.3ppm) وهي تعود الى ذروه الهيدروجين الالفينية. كذلك يمكن من طيف الرنين النووي المغناطيسي للديزل المحضر من زيت القلي يمكن حساب نسبة تحويل الزيت الى استر المثل عن طريق الاستر المتبادل [29,30,31]. وتم الاعتماد على حزمة الميثوكسي في استر المثل والتي كانت قيمتها (3.6ppm) ومجموعه بروتون المثيلين وكانت قيمتها من الشكل (2.24ppm) كما موضح في الجدول رقم 5 وتم حساب نسبة التحويل من الدهون الثلاثية الى استر المثل كما في المعادلة التالية:

$$FAME\% = \frac{2A_{me}}{3ACH_2} \times 100\%$$

Ame: قيمة التكامل لميثوكسي من استرات المثل في طيف HNMR

ACH₂: قيمة تكامل بروتونات امثيلين (α - كربونيل)

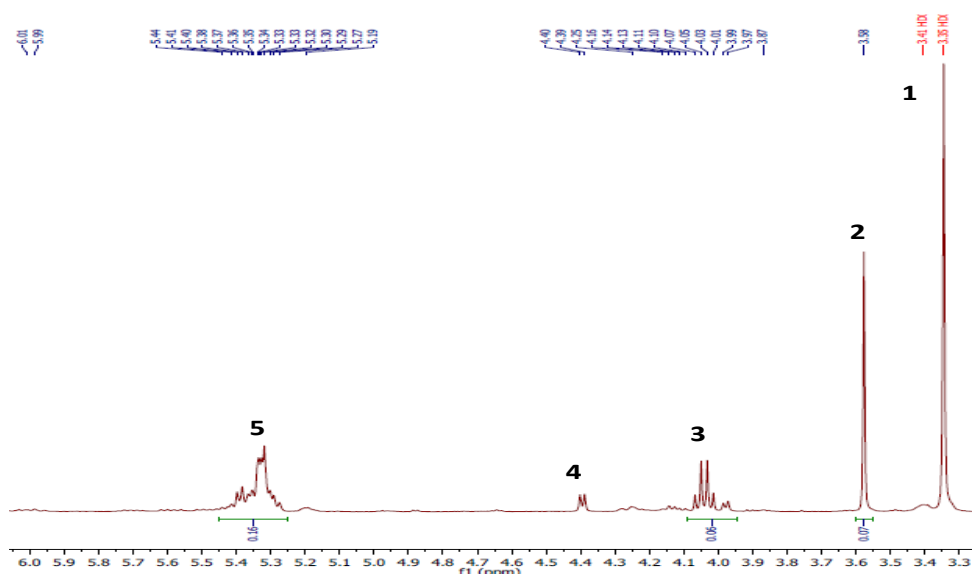
من خلال المعادلة تم حساب نسبة التحويل من الدهون الثلاثية الى استرات المثل المقابلة من المعادلة اعلاه حيث كانت النسبة (95.20% - 96.83%) استرات من زيت القلي موضح في الشكل (14).

تشخيص وقود الديزل المحضر من زيت القلي بتقنية كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة TLC

طريقة الكروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة واحدة من الطرائق السهلة والبسيطة التي استخدمت من قبل الكثير من الباحثين لمتابعة تفاعل الأسترة المتبادلة وكذلك لمعرفة درجة النقاوة للوقود المنتج تم استخدام الكروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة كأسلوب سريع وسهل لتقييم تفاعل الأسترة المتبادلة للزيت. وعند مقارنة صور كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة للمواد الأولية مع الديزل الحيوي المنتج لوحظ وجود اختلافات كبيرة بينهما، [32] إذ يلاحظ أن الزيت قد تجزأ إلى ثلاثة أجزاء وهي عبارة عن كليسيريدات أحادية ، الثنائية ، وثلاثية ، فضلا عن أحماض دهنية اما الديزل الحيوي فحصلنا على نقطتين بقعة تابعة للمثل استر بقعه اخرى تمثل (FFA). كما موضح في الشكل (15)

انتاج وقود الديزل الحيوي باستخدام الحفاز المسترجع

من اهم خصائص المحفزات هي قابليتها لاستعمالها مرة اخرى في انتاج الديزل الحيوي في تفاعلات انتقال الاسترة واستخدامها في زيت القلي و ان الزيت التي تم اختياره في هذا البحث هو من زيوت غير صالحة للأكل وهي تعتبر من المصادر المهمة في تحضير الديزل الحيوي و تم جمع المحفز المتبقية بعد الانتهاء من اجراء التجارب العملية و حفظها لغرض اعادة تنشيطها مرة ثانية وثالثة و رابعة حسب كفاءة في انتاج كل محفز وكمية المادة المسترجعة من الحفاز المتراكب النانوية [34] . و ان حصىلة الديزل الحيوي المنتج من الحفازات المسترجعة لم تكن بمستوى الحصىلة الابتدائية ولكن كانت الحصىلة عالية و جيدة في كل مرة يتم اعادة تنشيط وتفعيل الحفازات و ان السبب في تناقص النتيجة المستحصل عليها والتي يسترجع فيها الحفاز بعد اجراء كل تجربة و تم جمع الحفاز و غسلة بالميثانول والهكسان وتجفيفه فيزيائيا وتجفيف في فرن كهربائي بدرجة 100°C لمدة ثلاث ساعات وكلسنة الى درجة حراره 500°C تحت جو من غاز النتروجين واستعمل في نفس الظروف التي حصنا عليها والتي كانت افضل الظروف المثلى والتي كانت عند تركيز الحفاز 1.5% وزنا من وزن الزيت والظروف التجريبية درجة الحرارة 60°C ، الوقت 60 دقيقة ، نسبة الميثانول الى الزيت (1:7) ، كما في الشكل (16) .



الشكل 14: طيف الرنين النووي المغناطيسي لوقود الديزل الحيوي

الجدول 3: الخواص الفيزيائية والكيميائية لديزل محضر من زيت القلي ومقارنته مع الديزل القياسي

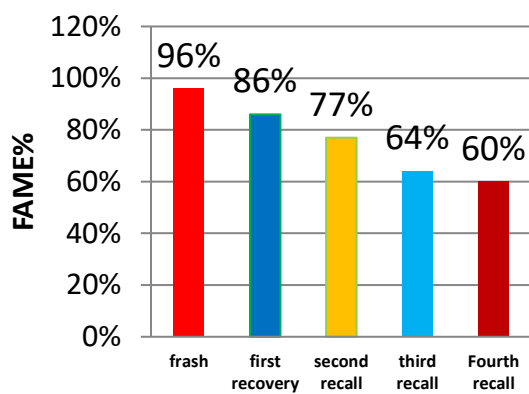
المصادر	الديزل النفطي	الديزل الناتج من زيت القلي	حدود المواصفة	طريقة الفحص	الخواص الفيزيائية والكيميائية
-	83.22 0.8750	94	96.0 0.9000	- D 4052-	الحصيلة %
35		0.899	max.	91	الكثافة ³ gm/cm ³ 15م
36	5.16	3.85	1.9-6.0	D445	اللزوجة 40م
37	125	132	130 min.	D93	درجة الوميض م
38	0.11	0.14	0.80 max.	ASTMD664	الحامضية oil mg KOH/g
39	92.45	91	120 max.	Hanusmethod	قيمة اليود 100 mg I ₂ / oil
40	5.0	2	-	ASTMD 2500	درجة التضييب م
41	-5.0	-8.0	-	ASTM D 2500	درجة الانسكاب
	186.49			ASTMD5555-	رقم التصوبن
42		171	±0.05 max.	95	mg KOH / goil
43	1.4546	1.433	-	D6761	معامل الانكسار 20م
44	0.10	0.02	0.25	D6751	محتوى الكلسرين (%وزنا)
45	30.21	25	100max	D-854	API
46	75.3	68.68	47max	D4737	عدد السيتان
47	0.012	0.022	0.5max	D4530	محتوى الكربون
48	0.01	0.02	3%max	D-1747	محتوى الماء
49	5.5	7	-	D-5555	FFA%
---	----	94.12%	-	D-7371	FAME
	80.	97.02	-	D-7666	محتوى الاستر %
50	02				w/w

الجدول 4: الرموز والمختصرات

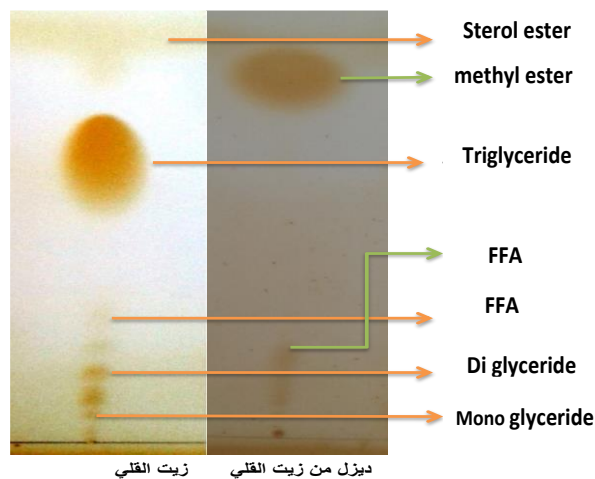
المختصر باللغة العربية	المختصر بالانكليزي	الرمز
الديزل الحيوي	Biodiesel	BD
الكاربون المنشط	Activated carbon	AC
تقنية حيود الاشعة السينية	X-ray diffraction technique	XRD
المجهر الالكتروني الماسح	Scanning electron microscope	SEM
التحليل العنصري لنسب العناصر	Elemental analysis of elements	EDAX-mnapping
المجهر الالكتروني النافذ	Transmission electron microscope	TEM
التركيب الكيميائي لوقود الديزل الحيوي	Free faty acid methyl ester	FAME
الاحماض الدهنية الحرة	Free Faty acid	FFA
كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة	Thin layer Chromatography	TLC
جهاز الاشعة تحت الحمراء	Fourier Transform Infra- Red	FTIR
جهاز الرنين النووي المغناطيسي	Nuclear Magnetic Resonance	HNMR
المنظمة الامريكه للقياسات والمواد	American Society for Testing and Materials	ASTM
اوكسيد السترونتيوم	Strontium oxide	SrO
اوكسيد السترونتيوم محمل على كاربون منشط بتركيز 15%	Strontium oxide loaded on activated carbon at a concentration of 15%	SrO@AC15%
وحدة قياس	nanometers	nm
زيت القلي	frying oil	FrO
اوكسيد التنكستن محمل على اوكسيد السترونتيوم	Tungsten oxide is loaded with strontium oxide	WO3@SrO2
اوكسيد الخرصين محمل المغنسيوم	Zinc oxide loaded with magnesium	Mg@Zn@ O2
السليكا محمل على اوكسيد السترونتيوم محمل على الكبيريتات	Silica is loaded with strontium oxide sulfites	@ SrO2 @SO4 SiO2

الجدول 5: الازاحه الكيميائية لطيف الرنين النووي المغناطيسي لديزل محضر من زيت القلي [51]

رقم البيك	المجاميع	الانتقالات الكيميائية
1	CH3	1.36-1.41 ppm
2	methyl ester(-O-CH2)	3.35-3.41 ppm
3	CH2-CH3	4.01-4.25 ppm
4	-O-CH2-	4.39-4.40 ppm
5	Alphaitc hydrogen	5.19-5.41 ppm



الشكل 16: انتاج وقود الديزل الحيوي باستخدام الحفاز المسترجع



الشكل 15: كرموتوغرافيا الطبقة الرقيقة لزيت القلي والديزل الحيوي

الاستنتاجات

تم تصنيع محفز SrO من نترات السترونتيوم وتحميله على الكربون المنشط بنسبة 15% حفاز قاعدي غير متجانس وتم تصنيع وقود الديزل الحيوي من زيت غير قابل للاكل وحصلنا على افضل حصيلة في انتاج وقود الديزل الحيوي كانت 98% عند افضل الظروف والتي كانت كمية الحفاز 0.375 غرام، وزن الزيت 25 غرام ، حجم الميثانول 5مل درجة حرارة 60°C، معدل الدوران 600rpm، اكد التحليل طيف الرنين النووي المغناطيسي بتحويل لزيت الى وقود الديزل الحيوي من خلال حساب حصيلة (FAME%) والتي كانت تساوي 96.83%.

References

1. Yusuff, A.S., Adeniyi, O.D., Olutoye, M.A., Akpan, U.G. 2017. A review on application of heterogeneous catalyst in the production of biodiesel from vegetable oil. Journal of Applied Science and Process Engineering, 4(2): 142-157.
2. AlSharifi M., Znad H .2019. Development of a lithium based chicken bone (Li-Cb) composite as an efficient catalyst for biodiesel production. Renewable Energy doi: 10.1016/j.renene,2019.01.052.
3. Olutoye M.A., Hameed, B.H. 2018. Synthesis of fatty acid methyl ester from used vegetable cooking oil by solid reusable $Mg_{1-x}Zn_{1+x}O_2$ catalyst. Bioresource Technology ,102: 3819-3826.
4. Olutoye, M.A., Adeniyi, O.D., Yusuff, A.S.2016. Synthesis of biodiesel from palm kernel oil using mixed clay-eggshell heterogeneous catalysts. Iranica Journal of Energy and Environment,7(3):308-314
5. Yusuff, A.S., Gbadamosi, A.O., Adeniyi, O.D., Olutoye, M.A., Akpan, U.G. 2018. A comparison of the effects of preparation variables on activity of composite anthill-chicken eggshell catalyst for biodiesel production. Journal of Sustainability Science and Management,1: 133-148.
6. Olutoye, MA., Hameed B.H. 2013. A highly active clay-based catalyst for the synthesis of fatty acid methyl ester from waste cooking palm oil. Applied Catalysis A: General, 450:57-62.

7. Jitputti, J., Kitiyanan, B., Bunyakiat, K., Rangsunvigit, P., Jakul, P.J.2006. Transesterification of crude palm kernel oil and crude coconut oil by different solid catalysts. *Chemical Engineering Journal*,116(1): 61-66.
8. Olutoye M.A., Hameed, B.H. 2011. Synthesis of fatty acid methyl ester from used vegetable cooking oil by solid reusable $Mg_{1-x}Zn_{1+x}O_2$ catalyst. *Bioresource Technology* ,102: 3819-3826.
9. Liu, X., He, H., Wang, Y., Zhu, S., Piao, X. 2008. Transesterification of soyabean oil to biodiesel using CaO as a solid based catalyst. *Fuel*, 87(2): 216-221.
10. Park, Y.M., Chung, S.H., Eom, H.J., Lee, J.S., Lee, K.Y.2010. Tungsten oxide zirconia as solid superacid catalyst for esterification of waste acid oil (dark oil). *Bioresources Technology*,101(17):6589-6593.
11. Olutoye M.A., Hameed, B.H. 2011. Synthesis of fatty acid methyl ester from used vegetable cooking oil by solid reusable $Mg_{1-x}Zn_{1+x}O_2$ catalyst. *Bioresource Technology* ,102: 3819- 3826.
12. Kafuku, G. Lam, K.T. Kanselo, J. Lee, K.T. and Mbarawa, M. 2010. Heterogeneous Catalyzed Biodiesel Production from Moringa Oleifera Oil. *Fuel Processing Technology*, 91(11): 1525-1529.
13. Tan, Y.H., Abdullah M.O., Hipolito, C.N., Taufiq-Yap, Y.H. 2015. Waste ostrich and chicken-eggshells as heterogeneous base catalyst for biodiesel production from used cooking oil: catalyst characterization and biodiesel yield performance. *Applied Energy*, 2 1:13.
14. AlSharifi M., Znad H .2019. Development of a lithium based chicken bone (Li-Cb) composite as an efficient catalyst for biodiesel production. *Renewable Energy* doi: 10.1016/j.renene.2019.01.052.
15. Yusuff, A.S., Popoola, L.T. 2019. Optimization of biodiesel production from waste frying oil over alumina supported chicken eggshell catalyst using experimental design tool. *Acta Polytechnica*,59(1): 88-97.
16. Sharma, Y.C., Singh, B., Korstad, J.2010. Application of an Efficient Nonconventional Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Synthesis from *Pongamia Pinnata* Oil. *Energy Fuels*, 24: 3223-3231
17. Ogungbenro, A. E., Quang, D. V., Al-Ali, K. A., Vega, L. F., & Abu-Zahra, M. R.2020.. Synthesis and characterization of activated carbon from biomass date seeds for carbon dioxide adsorption. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(5): 104257.
18. Continuous Flow through a Microwave Oven for the Large-Scale Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil. *Bioresour. Technol.* 2017.224, 333–341.
19. Tangy, A., Pulidindi, I. N., Dutta, A., & Borenstein, A. 2020. Strontium oxide nanoparticles for biodiesel production: fundamental insights and recent progress. *Energy & Fuels*, 35(1): 187-200.

20. Fonseca, J. M., Teleken, J. G., de Cinque Almeida, V., & da Silva, C. 2019. Biodiesel from waste frying oils: Methods of production and purification. *Energy Conversion and Management*, 184: 205-218.
21. Khalil, K. D., Riyadh, S. M., Alkayal, N. S., Bashal, A. H., Alharbi, K. H., & Alharbi, W. (2022). Chitosan-Strontium Oxide Nanocomposite: Preparation, Characterization, and Catalytic Potency in Thiadiazoles Synthesis. *Polymers*, 14(14), 2827.
22. Li, H., Liu, F., Ma, X., Wu, Z., Li, Y., Zhang, L., ... & Helian, Y. 2019. Catalytic performance of strontium oxide supported by MIL-100 (Fe) derivate as transesterification catalyst for biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 180:401-410.
23. Dada, T. K., Islam, M. A., Kumar, R., Scott, J., & Antunes, E. 2022. Catalytic co-pyrolysis of ironbark and waste cooking oil using strontium oxide-modified Y-zeolite for high-quality bio-oil production. *Chemical Engineering Journal*, 450:138448.
24. Buasri, A.; Ksapabutr, B.; Panapoy, M.; Chaiyut, N. 2012. Biodiesel production from waste cooking palm oil using calcium oxide supported on activated carbon as catalyst in a fixed bed reactor. *Korean J. Chem. Eng*, 29 (12): 1708–1712.
25. Mohamed, E. A., Betiha, M. A., & Negm, N. A. 2023. Insight into the Recent Advances in Sustainable Biodiesel Production by Catalytic Conversion of Vegetable Oils: Current Trends, Challenges, and Prospects. *Energy & Fuels*, 37(4): 2631-2647.
26. BAIDI, A., NASSAMOU, M., & BOULAL, A. 2021.. *Étude de l'effet de la nature du catalyseur hétérogène dérivé de la biomasse Saharienne sur le rendement de la transestérification* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR)..
27. Ogunkunle, O., & Ahmed, N. A. 2019. Performance evaluation of a diesel engine using blends of optimized yields of sand apple (*Parinari polyandra*) oil biodiesel. *Renewable Energy*, 134:1320-1331.
28. Wibowo, A. A., Mustain, A., Lusiani, C. E., Hartanto, D., & Ginting, R. R. 2020. April). Green diesel production from waste vegetable oil: a simulation study. In AIP conference proceedings (Vol. 2223, No. 1). AIP Publishing.
29. Silva TA, de Assunco RMN, Vieira AT, de Oliveira MF, Batista ACF. 2019. Methylic and ethylic biodiesels from *pequi* oil (*Caryocar brasiliense* Camb.): production and thermogravimetric studies. *Fuel*, 136:10–8.
30. Haya Abd Shaker, Mariam Fawzi Al-Baydani, Ahmed. 2023. Identification of some characteristics of *Cladophora* sp. And testing its efficiency as a source for biofuel production. *Samarra Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(2), 173–189.
31. Mustapha, A. O., Adebayo Danladi, J., Abdulrazak, A., Adebayo Bamgbose, I., Dare sarumi, A., Tinuke Adeyemi, R., Gbenga Oladele, S., & Bolakale Ayoku,. 2022. Optimization of transesterification processes from three local raw materials using a calcium oxide-based catalyst. *Samarra Journal of Pure and Applied Sciences*, 4(1): 43–60.

32. Leung, D. Y. C., & Guo, Y. 2019.. Transesterification of neat and used frying oil: optimization for biodiesel production. *Fuel processing technology*, 87(10): 883-890.
33. da Rocha, G., Colnago, L. A., Moraes, T. B., Zagonel, G. F., de Muniz, G. I. B., Peralta-Zamora, P. G., & Barison, A. 2017. Determination of biodiesel content in diesel fuel by time-domain nuclear Magnetic resonance (TD-NMR) spectroscopy. *Energy & Fuels*, 31(5): 5120-5125.
34. Tobío-Pérez, I., Domínguez, Y. D., Machín, L. R., Pohl, S., Lapuerta, M., & Piloto-Rodríguez, R. 2022. Biomass-based heterogeneous catalysts for biodiesel production: a comprehensive review. *International Journal of Energy Research*, 46(4): 3782-3809.
35. Hayyan, M., Mjalli, F. S., Hashim, M. A., & AlNashef, I. M. 2010. A novel technique for separating glycerine from palm oil-based biodiesel using ionic liquids. *Fuel Processing Technology*, 91(1):116-120.
36. Lee, J. Y., Nagalingam, A. P., & Yeo, S. H. 2021. A review on the state-of-the-art of surface finishing processes and related ISO/ASTM standards for metal additive manufactured components. *Virtual and Physical Prototyping*, 16(1):68-96.
37. Kumaraswamy, J., Kumar, V., & Purushotham, G. 2021. A review on mechanical and wear properties of ASTM a 494 M grade nickel-based alloy metal matrix composites. *Materials Today: Proceedings*, 37, 2027-2032.
38. Song, S. S., Tian, B. C., Chen, H., Chi, Z., Liu, G. L., & Chi, Z. M. 2022. Transformation of corncob-derived xylose into intracellular lipid by engineered strain of *Aureobasidium melanogenum* P10 for biodiesel production. *Renewable Energy*, 200:1211-1222..
39. Al-Tikrity, E. T., Fadhil, A. B., & Ibraheem, K. K. 2017. Biodiesel production from bitter almond oil as new non-edible oil feedstock. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 39(7):649-656.
40. Rutto, H. L., & Enweremadu, C. C. 2011. Optimization of production variables of biodiesel from manketti using response surface methodology. *International journal of green energy*, 8(7): 768-779.
41. Aboje, A. A., Kovo, A. A., Agbo, A., & Adeniyi, O. D. 2019.. Optimal process conditions for enhanced Co-solvent based transesterification of tigernut oil.
42. Aboje, A. A., Kovo, A. A., Agbo, A., & Adeniyi, O. D. .2019. Optimal process conditions for enhanced Co-solvent based transesterification of tigernut oil.
43. Mustapha, L. M., Shago, M. I., Burhanuddin, R. H., & Suleiman, G. 2021. PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF BIODIESEL PRODUCTION FROM RICINUS COMMUNIS SEED OIL. *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, 5(1): 404-410.
44. Patil, P. D., Reddy, H., Muppaneni, T., & Deng, S. 2017. Biodiesel fuel production from algal lipids using supercritical methyl acetate (glycerin-free) technology. *Fuel*, 195:201-207.

45. Xue, S. J., Li, X. C., Huang, X., Liu, J., Li, Y., Zhang, X. T., & Zhang, J. Y. 2023. Diversity investigation of cultivable yeasts associated with honeycombs and identification of a novel *Rhodotorula toruloides* strain with the robust concomitant production of lipid and carotenoid. *Bioresource Technology*, 370: 128573.
46. Song, S. S., Tian, B. C., Chen, H., Chi, Z., Liu, G. L., & Chi, Z. M. 2022. Transformation of corncob-derived xylose into intracellular lipid by engineered strain of *Aureobasidium melanogenum* P10 for biodiesel production. *Renewable Energy*, 200: 1211-1222.
47. Wauton, I., & Ambaiowei, D. O. 2022. Production of biodiesel from waste oil using a catalyst synthesized from waste clam shell. *Ife Journal of Science*, 24(2): 199-210.
48. Hasan, M. M., Rasul, M. G., & Khan, M. M. K. 2022. November). The effects of slow and fast pyrolysis on the yields and properties of produced bio-oils from macadamia nutshell. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2681: No. 1). AIP Publishing..
49. Ikpe, C., Udoka, A., & Ogu, H. 2019. Optimization of biodiesel development from non-edible indigenous feedstocks in Nigeria. *International Journal of Biotechnology*, 8(1): 84-92.
50. Senapati, S. K., Mishra, B. P., & Biswal, S. K. 2019. A Study on Tribological Properties of Mixture of Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Derived from Various Vegetable Oils. *Indian J. Tribol*, 7:: 23-26..
51. Leung, D. Y. C., & Guo, Y. 2019. Transesterification of neat and used frying oil: optimization for biodiesel production. *Fuel processing technology*, 87(10): 883-890.

Preparation of biodiesel from used frying oil using strontium oxide catalyst loaded with 15% nanoactivated carbon

Ghaith Mustaf Mohammed^{1*}, Omar Yassin Daye², Imad Taha Bakr¹

1- Department of Chemistry, College of Science, Tikrit University. Salah al-Din, Iraq

2- Department of Oil and Gas, College of Petroleum Process Engineering- Tikrit University. Salah al-Din, Iraq

Article Information

Received: 4/7/2023

Revised: 23/7/2023

Accepted: 12/8/2023

Published: 30/6/2024

Keywords:

Diesel fuel, bio-diesel, used frying oil, trans-esterification

Corresponding Author

E-mail:

Mobile:

Abstract

Biodiesel fuel is one of the types of liquid fuel and an alternative to petroleum diesel fuel in internal combustion machines. The current study is among many previous studies in which different types of biodiesel fuel were prepared and analyzed using local and inedible oils, vegetable and animal oils. A new heterogeneous basic catalyst SrO loaded on activated carbon SrO@AC showed high catalytic performance in the trans-esterification reactions of used cooking frying oil (WFO). The best yield of 98% by weight was obtained from fatty acid methyl esters (FAME) from biodiesel fuel with specifications conforming to the American standard (ASTM D 6751 EN 14214). The best experimental conditions were obtained, which were at a catalyst concentration of 1.5% and a methanol to the oil was 1:7, the time was 60 minutes, the temperature was 60 °C, and the ratio of carbon loading to strontium oxide was (15:100). The catalyst was used for four different variables, and the nanocatalyst was diagnosed using the following spectral techniques (FTIR, SEM, EDX-mapping, BET, TEM,) Biodiesel fuel was produced and the fuel was identified by spectral techniques (HNMR, TLC) and its physical and chemical properties were studied in terms of density, viscosity and acid number of the frying oil, which was (0.926, 2.1mgKOH/gm, 40.2).