مقارنة بعض الصفات الظاهرية والفيزيائية لفحم السنديان العادي *Quercus calliprinos* webb المنتج بطريقتي التفحيم التقليدية (المترب) والبراميل

منال فضة[1]*

(1). قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(*للمراسلة: م. منال فضة، البريد الإلكتروني:feddamanal82@gmail.com).

تاريخ الاستلام:2024/01/16 تاريخ القبول: 2024/04/9

الملخص

أجريت الدراسة عام 2023 بهدف مقارنة بعض الصفات الظاهرية والفيزيائية لفحم السنديان العادي *Quercus calliprinos* webb المنتج بطريقتي التفحيم التقليدية (المترب) والبراميل المزدوجة في موقعي الزعفرانة (طرطوس) والكرس (اللاذقية) وأظهرت النتائج أنّ مردودية التفحيم بطريقة البراميل المزدوجة أعلى بـ 6% مقارنة مع الطريقة التقليدية. وكان زمن الحصول على الفحم في طريقة البراميل المزدوجة أقل بكثير من الزمن اللازم لتفحيم نفس الكمية بالطريقة التقليدية، وهذه النتيجة ذات قيمة كبيرة (3 ساعات مقارنة بـ 18 ساعة لتفحيم نفس الكمية بالطريقة التقليدية). كما أنّ الفحم الناتج بطريقة البراميل المزدوجة يمتلك حرارة نوعية أقل من الفحم الناتج بالطريقة التقليدية وبالتالي جودته أعلى لأن هناك تناسب عكسي بين جودة الفحم وقيمة الحرارة النوعية.

الكلمات المفتاحية : التفحيم , المترب, طريقة التفحيم بالبراميل المزدوجة, فحم السنديان العادي.

المقدمة:

بحث الإنسان عن الطاقة واعتمد على الغابة في جميع مراحل تطوره بما تقدمه من مأوى وموارد غذائية نباتية وحيوانية ومواد خشبية تستخدم للبناء والطاقة، ويقدر استهلاك العالم وسطيا 2.4 مليار م^3 من الأخشاب مصدرها الغابات (Sharpe *et al*., 1976).

يعد الخشب مادة خام أساسية في إمداد الطاقة للعديد من القطاعات في العالم (الصناعة، التجارة، النقل، الاستخدامات المنزلية) (Sana *et al*., 2010). ومن عام 1990 حتى 2018 زاد الاستخدام العالمي للطاقة المتجددة بنسبة 2.1 % سنوياً (IEA *et al.*,2021; Antar *et al.*, 2021).

تساهم الكتلة الحيوية بحوالي 70% من مصادر الطاقة المتجددة العالمية ويمكن أن يوفر استخدام الكتلة الحيوية 3000 تيرا واط ساعة من الكهرباء ويساهم في خفض الانبعاثات (10_30 GT) بحلول عام 2050 (Popp *et al.*,2021).

يعيش السنديان العادي (*Quercus calliprinos* webb.) بصورة طبيعية في القسم الشرقي من منطقة البحر الأبيض المتوسط ويشكل غابة طبيعية في الجبال الساحلية والمنطقة الجنوبية في سورية. وهو عبارة عن شجرة صغيرة إلى متوسطة الحجم يصل نموها ما بين 8 – 20 م، (غالباً لا يصل طولها أكثر من 3م عندما تتعرض للرعي بشدة من قبل الماعز)، قطرها 1م، تاجها كثير التفرع، وهي شجرة تخلف بشدة بعد القطع.

الأوراق دائمة الخضرة، الأزهار المذكرة تنتظم بشكل نورات زهرية، الأزهار المؤنثة صغيرة جداً, الثمار بلوطة، بيضوية.

خشب السنديان قاسي جداً ومتين وثقيل جداً ويستعمل بصورة أساسية للتفحيم (نحال ، 1983).

إذ أن فحم السنديان من أجود أنواع الفحم إنه يشتعل بسرعة ويحافظ على اشتعاله لفترات أطول (رضوان ، 2010).

عرّفت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO,2019) في وثيقة لها بعنوان (*Industrial Charcoal Making*) التفحيم بأنه العملية التي يتم من خلالها تفكيك المركبات الكربونية المعقدة مثل الخشب أو المخلفات الزراعية إلى مركبات الكربون والمواد الكيميائية عن طريق التسخين (بمعزل عن الهواء).

يعتبر إنتاج الفحم النباتي نشاطاً موروثاً حيث يرجع تاريخ أقدم السجلات إلى أكثر من 3000 عام (Antal *et al.*,2003;Jelonek *et al.*,2020). ومن أكبر منتجي الفحم في العالم هم البرازيل ونيجيريا وأثيوبيا والهند والصين (FAO,2019).

يعتبر الفحم الخشبي رخيص نسبيا مقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى كالبترول والغاز والكهرباء ويمثل مصدر للطاقة للاستخدام المنزلي للعائلات الفقيرة (Hibajene and Kaweme,1993).

بلغ إنتاج سورية من الفحم الخشبي حسب إحصائيات FAO لعام 2003 (4000 طن) .

في عام 2017 تم إنتاج 51.2 (مليون طن) من الفحم الخشبي على مستوى العالم ارتفاعاً من 37 (مليون طن) في عام 2000 (Sana *et al.*, 2010)

مردود الفحم قد يختلف حسب نوع الخشب ووسطياً للحصول على 1 كغ من الفحم يستخدم 4 كغ من خشب السنديان العادي الطري أو 2.5 كغ من خشب السنديان العادي الجاف أو 5 كغ من خشب الكينا، ويرتبط المردود الكمي والنوعي أيضاً بالخبرة الشخصية واتقان العمل إضافة لظروف عملية التفحيم (حرارة وزمن التفحيم) إلا أنه يتراوح بين 20-25 % في أحسن الحالات (زهوة، 1997)، وأوضح (رضوان، 2010) عند دراسته على كل من السنديان العادي والقطلب العثكولي أن خشب السنديان أعطى مردودية أعلى من خشب القطلب.

ينتج الفحم الخشبي charcoal عن الحرق الجزئي غير الكامل للأخشاب من خلال التحكم بكمية الهواء المتوفرة في وسط الاحتراق، كما يعد الفحم الخشبي أحد منتجات تقطير الخشب أو إماهة الخشب (حميد،2007).

من أهم الخصائص الظاهرية التي يتم دراستها في الفحم من خلال المقطع العرضي كالخشونة واللمعان ووضوح حلقات النمو السنوية والتشقق ومظهر التوهج.

وقد وجد حميد (2009) أن فحم السنديان العادي يمتاز بوزنه الثقيل ومقطعه العرضي المشقق مع الأشعة ولا تظهر حلقات النمو السنوية بوضوح فيه وملمسه خشن ويحتاج إلى 5 دقائق حتى يبدأ بالاشتعال ويستمر توهجه 10 دقائق ولا يعطي دخانا أثناء اشتعاله. كما أنه وجد أن فحم القطلب وزنه أخف مقارنة بفحم السنديان العادي ومقطعه العرضي أملس وتظهر به حلقات النمو السنوية بوضوح كما يكتمل توهجه بعد 6 دقائق.

تعرف الحرارة النوعية specific heat capacity بكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة مقدرة بالحريرة (حميد،2007).

أوضحت نتائج رضوان وخليل (2023) ان الفحم الناتج بالطريقة التقليدية يمتلك حرارة نوعية أكبر من الحرارة النوعية لفحم البراميل وبلغت .0,55 _ 0,52 cal/g.c°

حرارة الاحتراق هي الحرارة المتولدة عن الاحتراق الكامل للخشب في ظروف محكمة cal/g.c°

وجد شحادة ورضوان (2017) أن الليمون يمتلك أكبر حرارة احتراق 34012,2 جول يليه السنديان العادي الذي بلغت حرارة احتراقه 31329,9 جول ثم الزيتون 13151,9 جول في حين أن القطلب يمتلك الحرارة الأدنى 11650,4 جول.

2- أهمية البحث:

نتيجة الاستخدام الواسع لفحم السنديان في سورية والذي يتم إنتاجه بالطريقة التقليدية وهذه الطريقة لها العديد من السلبيات والتي من أهمها:

- ❖ حدوث حرائق الغابات
- ❖ ارتفاع تكاليف العمالة والنقل
- ❖ تأثرها بالعوامل المناخية والطبوغرافية
- ❖ احتياجها لمدة طويلة ولعدة أيام للحصول على الفحم
- ❖ إنتاج كميات كبيرة من الملوثات الضارة بالصحة والبيئية

لذلك لابد من اقتراح **طريقة جديدة** أكثر سرعة في إنتاج الفحم وأكثر حفاظاً على البيئة وأكثر أماناً وأقل تكلفة من سابقة الذكر وهي طريقة البراميل المزدوجة.

3- أهداف البحث:

- تقدير كفاءة تحويل الخشب إلى فحم
- مقارنة بعض الخصائص الظاهرية والفيزيائية للفحم الخشبي المنتج بالطريقتين التقليدية والبراميل

4- مواد البحث وطرائقه:

4-1- المادة النباتية المستخدمة:

خشب السنديان العادي الذي سيتم الحصول عليه نواتج عمليات التربية والتنمية في الحراج تحت إشراف دائرة الحراج في مديرية الزراعة في اللاذقية.

4-2- منطقة إجراء الدراسة:

تم اختيار موقعين نتيجة لتوفر فحم السنديان فيهما وهما:

أ- الموقع الأول:

طرطوس – القمصية (الزعفرانة) حيث يبعد عن المدينة مسافة 35 km والارتفاع عن سطح البحر 550 m وتسوده الرياح (غربية – غربية جنوبية – شرقية) والسفح : غربي – غربي جنوبي, نسبة الهطل السنوي : 1400 mm والتربة بيضاء كلسية.

ب- الموقع الثاني:

اللاذقية – الحفة – الكرس (القاموع) والبعد عن المدينة 35 km والارتفاع عن سطح البحر 650 m والرياح جنوبية شرقية والسفح غربي ونسبة الهطل السنوي 631 mm والتربة : حمراء – طينية.

4-3- مراحل بناء المترب وتصنيع الفحم:

1- مرحلة تجهيز الأخشاب يتم قطع الأخشاب من الأشجار لتحويلها إلى فحم قبل عدة أيام

2-مرحلة التعمير حيث يتم ترتيب الحطب بشكل يحقق إمكانية التوازن في الاحتراق الجزئي واستمرار الاشتعال في أثناء عملية التفحيم والسيطرة على المترب وعدم حدوث حرائق.

3- مرحلة التغطية يتم تغطية سطح القبة بالكامل بأوراق الشجر والأفرع الصغيرة وبسماكة تتراوح بين 15- 20 سم ثم تغطى بطبقة من التربة الناعمة لمنع دخول الهواء قدر الإمكان.

4- مرحلة إشعال المترب: بعد اكتمال بناء المترب، يتم طرح بعض الحطب في فوهة الإشعال وإشعالها ثم تغطية الفوهة.

5- مرحلة التخمير: انتهاء الاحتراق في أسفل المترب وتفحم الأخشاب الموجودة على محيطه.

6- مرحلة الفتح: بعد انتهاء الاحتراق وظهور علامات النضج تتم إزالة التربة والحجارة بشكل كامل (الشكل 1).

مرحلة تجهيز الأخشاب	مرحلة التعمير	مرحلة التغطية
مرحلة إشعال المترب	مرحلة التخمير	مرحلة الفتح

الشكل (1): مراحل بناء المترب

4-4- طريقة البراميل المزدوجة

سيتم تصميم التجربة باستخدام برميلين معدنين مختلفين حجماً وقطراً، (Issac and Adetayo,2010)

مراحل التفحيم بالبراميل :

سيتم تصميم التجربة باستخدام برميلين معدنين مختلفين حجماً وقطراً، الأكبر بقطر 40 سم مفتوح بالكامل من إحدى الجهتين ومغلق بالجهة الأخرى ليمثل البرميل الخارجي، بينما سيتم تصميم البرميل الداخلي بقطر 20 سم وبارتفاع أقل بـ 10 سم من ارتفاع البرميل الخارجي مغلق من جهة ومفتوح من جهة أخرى بحيث يمكن تغطية البرميل الداخلي بكامله بالبرميل الخارجي (Issac and Adetayo, 2010)

وتتم هذه الطريقة وفق المراحل التالية:

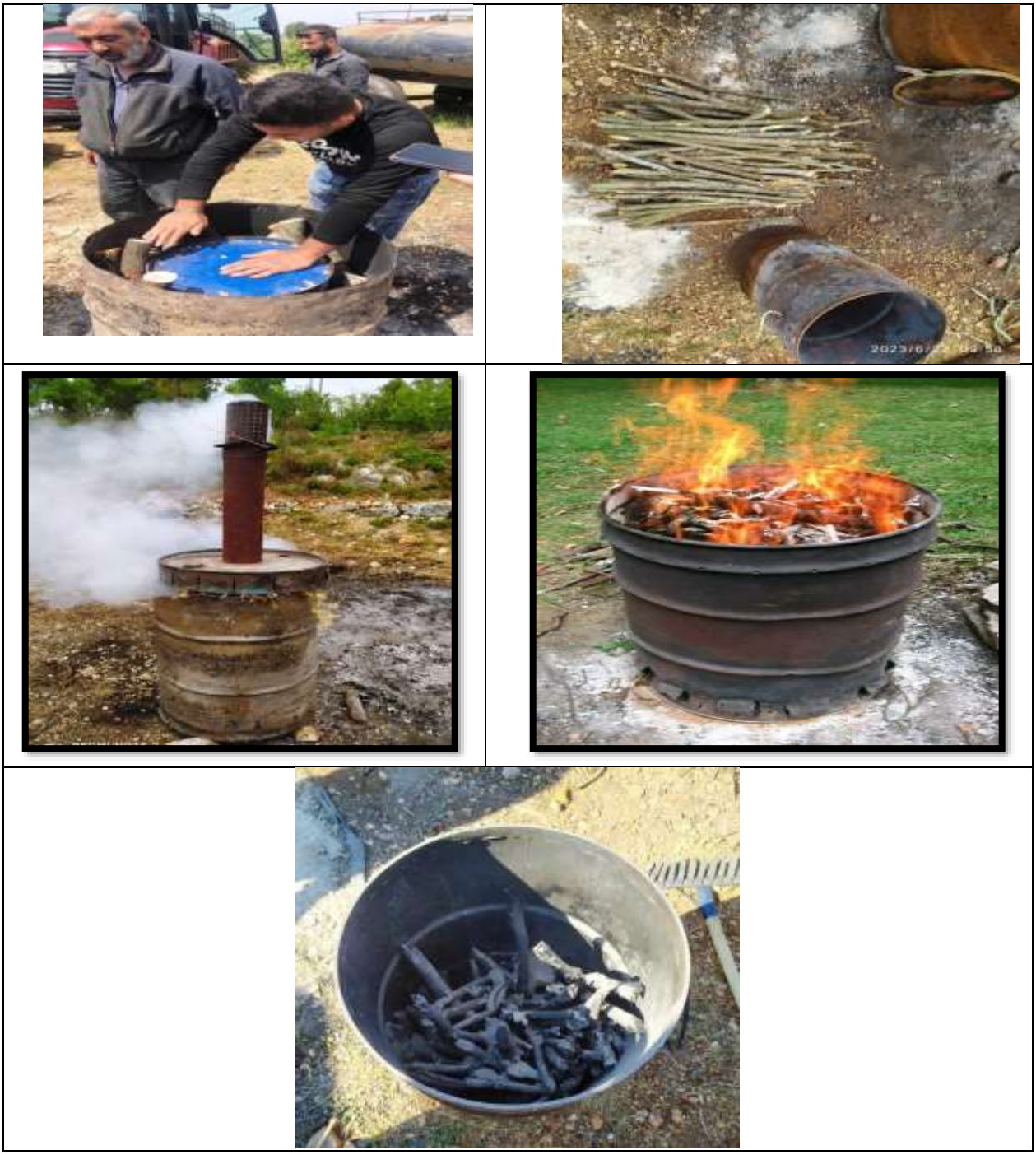
1- تم تأمين الخشب اللازم للتفحيم بعد تقطيعه لأطوال مناسبة ووزنه

2- رتبت الأخشاب داخل البرميل الداخلي بشكل متراص يتسع لأكبر كمية ممكنة من الخشب وإغلاقه بإحكام

3- وضعت قطع من الخشب والأغصان الناعمة بين البرميلين ومن ثم إشعالها. والانتظار حتى إشعال النار بشكل جيد.

4- تمت تغطية البرميل بغطاء مزود بمدخنة وتمت عمليات تلقيم بمعدل 3 مرات

5- كانت نهاية عملية التفحيم بعد 3 ساعات تقريباً (الشكل 2).



الشكل (2): مراحل التفحيم بطريقة البراميل المزدوجة

4-5- أدوات و معدات العمل:

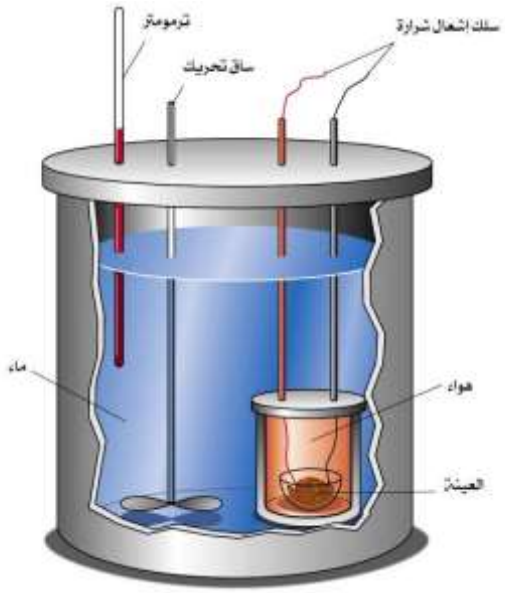
أولاً: الدراسة الحقلية:

استخدمنا منشار آلي، منشار عادي، مقص تقليم، ميزان، رفش.

ثانياً: الدراسة المخبرية:

1- المسعر الحراري:

هو جهاز يستخدم في المختبرات الكيميائية لقياس كمية الحرارة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية أو الحرارة الناتجة عن التغيرات الفيزيائية بالإضافة لقياس الحرارة النوعية للمواد (الشكل 3).



الشكل (3): أجزاء المسعر الحراري

مبدأ عمله: يعتمد على قانون انحفاظ الكتلة في نظام مغلق ومعزول بحيث لا تدخل حرارة من الخارج إلى النظام ولا تخرج منه حرارة إلى الوسط المحيط.

مكوناته: يتكون من وعاء من المعدن في الأغلب (نحاس) محاط بمادة عازلة حرارياً وموضوع داخل إناء آخر.

استخداماته: إيجاد الحرارة النوعية لمادة صلبة – إيجاد الحرارة النوعية لمادة سائلة.

وظيفته: حساب التغير في الطاقة الحرارية المسخنة في المسعر وذلك من خلال الزيادة الحاصلة في درجة حرارة الماء في المسعر وكمية الماء والحرارة النوعية للماء.

يقيس المسعر كمية الحرارة الناتجة من تفاعل كيميائي في نظام معزول به كمية معلومة من الماء مثلاً. وبمعرفة كمية الماء والحرارة النوعية للماء (C) وبقياس الارتفاع في درجة الحرارة (T) من التفاعل يمكن حساب كمية الحرارة الناشئة من التفاعل (Q) بالمعادلة التالية: $Q=C.T$

– وتعرف الحرارة النوعية C: على أنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 غرام من المادة درجة واحدة بين 14–15 درجة مئوية وتقاس الحرارة بواحدة الجول أو الحريرة.

2– ميزان حرارة زئبقي: لقياس درجة حرارة السوائل المختلفة.

3– ميزان حساس: لقياس أوزان قطع الفحم للأنواع المدروسة وقياس وزن المسعر والماء.

4– مصدر لهب: موقد بنزن صغير يعمل على الغاز لإشعال قطع الفحم لكل نوع من الأنواع المدروسة.

5– بيشر زجاجي: سعته 500 مل وضع به ماء.

6– ورق قصدير: لتغليف قطع الفحم عند دراسة حرارة الاحتراق للأنواع المدروسة.

4–6–طريقة العمل:

4–6–1– دراسة الخصائص الظاهرية:

- المقطع العرضي: حلقات النمو ووضوحها ودرجة لمعانها ووجود التشققات.
- الملمس: خشن أو ناعم.

- التوهج والاحتراق: سيتم أخذ قطع متساوية الوزن من الفحم المنتج على ثلاثة مكررات ونحرق القطع ونقيس زمن بدء الاشتعال وزمن الاشتعال(التوهج) الكامل وزمن الانطفاء.
- القلف: حسب السماكة إن وجد أو غيابه.

تمت دراسة الصفات الظاهرية للعينات المدروسة، وقد وضعت لهذه الأخيرة أرقام للتعبير عنها كما هو مبين في الجدول (1):

الجدول (1): الأرقام المعطاة تبعاً لسماكة القلف

الرقم	سماكة القلف الموافقة
0	**غير موجود**
1	**أقل من 0.5**
2	**0.5 – 1 mm**
3	**1 - 1.5 mm**
4	**1.5 – 2 mm**

4-6-2- دراسة الخصائص الفيزيائية:

4-6-2-1- تحديد الحرارة النوعية:

ويتم تحديد وقياس الحرارة النوعية وفق الخطوات التالية (الشكل 10):

– لف قطعة من الفحم بورق قصدير بعد وزنها غ.

– وضع قطع الفحم في دورق زجاجي يحوي 400 ملم ماء.

– نسخن ماء الدورق حتى درجة الغليان وننتظر بضع دقائق حتى تكتسب قطع الفحم درجة غليان الماء عندها نسجل درجة الغليان

– نزن الوعاء الداخلي للمسعر الحراري ثم نضع فيه الماء حتى منتصفه تقريباً.

– نزن الوعاء الداخلي للمسعر الحراري مع الماء بعدها نحصل على وزن الماء بحساب الفرق مابين وزن الوعاء الداخلي للمسعر الحراري مع الماء ودونه.

– نقيس درجة حرارة الماء في الوعاء الداخلي للمسعر.

– نرفع قطع الفحم من الدورق ونضعها في الوعاء الداخلي للمسعر , نعيد غطاء المسعر ونراقب درجة حرارة المزيج حتى تبلغ النهاية العظمى وتحسب الحرارة النوعية من العلاقة التالية :

$$C = \frac{(Cw\ X\ mw + Ck)(Q3-Q1)}{mp(Q2-Q3)}$$

حيث أنّ:

C: الحرارة النوعية للفحم Cal/g.c.

CW: الحرارة النوعية للماء Cal/g.c -1.

Mw: كمية الماء في الوعاء الداخلي للمسعر الحراري g.

Ck: المكافئ المائي للمسعر (0.24*وزن الوعاء الداخلي للمسعر).

Q1: درجة الحرارة الابتدائية للمسعر الحراري مع الماء c.

Q2: درجة حرارة قطع الفحم (حرارة غليان الماء) c.

Q3: درجة حرارة المزيج بعد وضع قطع الفحم الساخنة c.

4-6-2-2-حرارة الاحتراق:

تعرف حرارة الاحتراق لمركب عضوي: بأنها حرارة التفاعل الذي يتم فيه احتراق المركب احتراق تام، بحيث ينتج عنه غاز CO2 وبخار الماء أو الماء السائل والمركبات الأخرى الموافقة (الراهب، 2004).

تكون الطاقة المتولدة الناتجة عن احتراق المادة في الظروف العادية أقل من تلك المتولدة ضمن الظروف المحكمة، بسبب صرف جزء من الطاقة في تبخير الماء وصرفها في مواقع أخرى من العملية كالحرارة المصروفة في تسخين الهواء الزائد والمصروفة أيضاً في تسخين الماء المتولد خلال الاشتعال (الراهب،2004).

تمّ تحديد حرارة الاحتراق وفق (tyler, 2001) حيث أخذنا عينات من كل نوع على حدا وقمنا بدراسة 3 مكررات لكل نوع وفق الخطوات التالية:

1- تم حساب وزن المسعر مع ميزان الحرارة وهو فارغ ومن ثم وزنه وهو مليء بكمية من الماء وبالنتيجة حساب وزن الماء (mw) وتم تحديد درجة حرارة الماء.

2- تم تسخين قطعة من الفحم على اللهب مباشرة حتى التوهج الكامل.

3- ثم أخذ وزن القطعة المتوهجة ووضعت في علبة الألمنيوم الكتيمة الموجودة داخل المسعر.

4- تم إغلاق فوهة العلبة المعدنية ومن ثم غطاء المسعر.

5- ويتم تحريك المسعر من أجل الخلط لمدة دقيقتين ثم أخذت درجة الحرارة العظمى للماء، وبالتالي نحسب حرارة الاحتراق من المعادلة التالية: $Q = C \times m \times \Delta T$

Q : حرارة الاحتراق (كمية الحرارة الناتجة عن حرق قطعة الفحم المختبرة تحسب بناءً عليها حرارة احتراق غرام واحد من الفحم Cal/g.C°.

m : كتلة الماء g.

C: الحرارة النوعية للماء=1 Cal/g.C°.

ΔT : فرق درجات الحرارة للماء.

5- التحليل الاحصائي:

تم حساب المتوسطات وتبويبها وتحليلها إحصائياً باستخدام برنامج (Genstat 12) لحساب أقل فرق معنوي L.S.D للمقارنة بين متوسطات المعاملات عند مستوى المعنوية 5%.

6-النتائج والمناقشة:

6-1- زمن الاشتعال والتوهج والانطفاء:

تمّ أخذ قطع متساوية الوزن على ثلاثة مكررات وتمّ حرق هذه القطع. وتسجيل الزمن اللازم لبدء الاشتعال وزمن الاشتعال الكامل وزمن الانطفاء وبحساب متوسط كل زمن على حدة حصلنا على القيم المسجلة بالجدول (2):

الجدول (2): متوسط زمن الاشتعال والتوهج والانطفاء

النوع	متوسط زمن بدء الاشتعال / دقيقة	متوسط زمن الاشتعال الكامل (التوهج)/ دقيقة	متوسط زمن الانطفاء/ دقيقة
السنديان (مترب)	1.10	5.10	5.30
السنديان (براميل)	1.30	4.37	7.16

أظهرت النتائج وجود فوارق معنوية بين الطريقتين لصالح طريقة البراميل حيث كان متوسط زمن الاشتعال في طريقة المترب أعلى منه في طريقة البراميل في حين على العكس من ذلك فقد احتاجت طريقة البراميل زمن انطفاء قدره 7.16 دقيقة أطول بالمقارنة مع المترب الذي احتاج 5.3 دقيقة وهذه النتائج متوافقة مع دراسة (رضوان, 2017) حيث احتاج فحم الزيتون المنتج بالطريقة التقليدية الى 6 دقائق حتى يكتمل اشتعاله.

6-2- الخصائص الظاهرية:

تم فحص قطع الفحم للأنواع المدروسة لتحديد الملمس، وعمل مقطع عرضي لتوصيف حلقات النمو ووضوحها ولتحديد التشققات إن وجدت، بالإضافة للقلف إن وجد وسماكته. وسجلت النتائج في الجدول (3).

الجدول (3): الخصائص الظاهرية للفحم الناتج بطريقتي التفحيم

الطريقة	القلف والسماكة	الملمس	المقطع العرضي	
			حلقات النمو	التشققات
براميل	ملتصق	خشن	واضحة جدا ولماعة	غير موجودة
تقليدية	ملتصق	خشن	واضحة جدا ولماعة	غير موجودة

بيّنت النتائج عدم وجود فوارق في شكل القلف وسماكته (ملتصق) وملمسه (خشن) وعدم ظهور تشققات في عينة الفحم المدروسة (التشققات غير موجودة) وكما كانت حلقات النمو واضحة ولماعة في كل من طريقتي البراميل وطريقة المترب وهذه النتائج متطابقة مع النتائج التي توصل اليها (شحادة ورضوان, 2017).

6-3- مردودية الفحم:

تم وزن أنواع الفحم في موقع العمل بواسطة ميزان (الجدول 4) ومن ثم نقل عينات منها إلى المخبر لإجراء التجارب عليها.

الجدول (4): مردودية الفحم

الطريقة	وزن الخشب (كغ)	وزن الفحم الناتج (كغ)	فحم درجة أولى (كغ)	فحم درجة ثانية (كغ)	فحم مكسر (كغ)	النسبة المئوية الكلية للفحم %
مترب	100	19	15.5	2.4	1.1	19
براميل	100	25	20.5	3.2	1.3	25

أشارت النتائج إلى أن متوسط وزن الفحم (المردود) الناتج بطريقة البراميل تفوقت معنوياً على مثيلتها في طريقة المترب، فقد كان مردود الفحم في البراميل بنسبة 25% من الكتلة الحيوية الجافة للخشب مقارنة بـ 19% في طريقة المترب وقد يعزى السبب إلى القدرة على التحكم والسيطرة في المجال الحيوي للبرميل وطريقة الاشتعال ودخول الهواء اللازم لعملية التفحيم، تتفق هذه النتيجة مع ما ذكرته الدراسات المرجعية بأن مردود الفحم الناتج عن الخشب عموماً يتراوح بين 15-20%. حيث توجد عوامل أخرى تلعب في تحديد مردودية الفحم منها الارتفاع عن سطح البحر (علاقة عكسية)، وتأثير السفح والمحتوى الرطوبي للخشب (علاقة عكسية)، طريقة التفحيم (حميد, 2005؛ أسود, 2009).

فيما بينت دراسات (الحسن وفاضل، 2010) بأن الغطاء النباتي يتأثر بدرجة كبيرة بالارتفاع عن سطح البحر والانحدار واتجاهه، حيث أن العلاقة عكسية وهو ما يؤثر على نوعية الخشب وبالتالي مردودية الفحم.

كما أنّ جودة الفحم المنتج تتأثر بعوامل عديدة منها: التسخين ودرجة الحرارة فضلاً عن عوامل أخرى تتأثر بالخشب (النوع النباتي، التركيب الكيميائي و التركيب التشريحي)، وأن محتوى الخشب العالي من المستخلصات يؤدي لزيادة المواد المتطايرة وارتفاع الحرارة من الفحم عند احتراقه (Cheng *et al.*, 2008).

6-4- الحرارة النوعية:

وفقاً لطريقة العمل المحددة فقد تمت بدراسة ثلاث مكررات لكل طريقة وفقاً لـ (حميد، 2009) وسجلت النتائج في الجدول (5):

الجدول (5): نتائج حساب الحرارة النوعية

النوع	المكرر	وزن العينة g mp	الحرارة الابتدائية c° Q1	حرارة الغليان C° Q2	حرارة المزيج C° Q3	وزن الماء g mw	الحرارة النوعية cal\g.c°	المتوسط cal\g.c°
سنديان مترب	1	5.96	31.10	95.00	32.20	340.68	1.15	1.07
	2	2.85	31.30	95.00	32.60	121.58	1.27	
	3	4.28	31.20	95.00	32.40	121.86	0.780	
سنديان براميل	1	6.76	31.10	95.20	31.90	237.04	0.54	0.69
	2	5.49	30.70	95.20	31.40	222.37	0.55	
	3	5.23	30.60	95.20	31.90	198.04	0.98	

أظهرت النتائج أن الفحم الناتج بطريقة المترب يمتلك حرارة نوعية أكبر من الحرارة النوعية لفحم البراميل وبلغت (1.066 Cal/ g.c° – 0.69) على التوالي، وهذا يدل على أن الحرارة النوعية للفحم المصنع بالطريقة التقليدية أكبر، و قد يكون السبب عدم انتظام دخول الهواء اللازم للاحتراق، وهذه النتيجة تتوافق مع النتائج التي توصل إليها (رضوان, 2017) بأن قيمة الحرارة النوعية لفحم الزيتون في المترب هي 0.57 cal/ g.c° .

6-5- حرارة الاحتراق:

تمت بأخذ ثلاث مكررات لكل طريقة تفحيم وسجلت القيم بالجدول (6):

الجدول (6): نتائج حساب حرارة الاحتراق

النوع	المكرر	وزن العينة g	الحرارة الابتدائية c°	الحرارة النهائية c°	حرارة الاحتراق cal\g.c°	المتوسط cal\g.c°
سنديان مترب	1	3.80	30.30	32.30	7.60	8.10
	2	2.15	30.90	35.20	9.30	
	3	3.14	30.40	32.80	7.50	
سنديان براميل	1	3.31	31.30	32.00	2.32	4.45
	2	3.52	31.20	33.00	6.34	
	3	3.62	31.10	32.40	4.71	

أظهرت النتائج أن حرارة الاحتراق في الفحم الناتج بطريقة البراميل أكبر منها بطريقة المترب فكلما ارتفعت حرارة الاحتراق للنوع كلما ازدادت جودته كما نلاحظ أن هناك تناسب عكسي بين الحرارة النوعية وحرارة الاحتراق أي عندما تكون الحرارة النوعية منخفضة تكون حرارة الاحتراق مرتفعة والعكس صحيح.

نتائج حرارة الاحتراق بكلتا الطريقتين لم تتوافق مع نتائج (رضوان, 2017) والتي بلغت 3151.9 جول /كغ وتتوافق مع نتائج (رضوان وخليل, 2023) والتي بلغت 5114 جول /كغ.

7- الاستنتاجات والتوصيات :

7-1- الاستنتاجات:

1- طريقة البراميل المزدوجة تمثل حل مثالي للمزارعين ذوي الدخل المحدود لأنها تتكون من مواد قليلة التكلفة وسهلة الصنع وتساهم في توفير الوقت فهي لا تحتاج إلى المراقبة.

2- مردودية التفحيم بطريقة البراميل المزدوجة أعلى بـ 6% مقارنة مع الطريقة التقليدية.

3- زمن الحصول على الفحم في طريقة البراميل المزدوجة أقل بكثير من الزمن اللازم لتفحيم نفس الكمية بالطريقة التقليدية، وهذه النتيجة ذات قيمة كبيرة (3 ساعات مقارنة بـ 18 ساعة لتفحيم نفس الكمية بالطريقة التقليدية).

4- الفحم الناتج بطريقة البراميل المزدوجة يمتلك حرارة نوعية أقل من الفحم الناتج بالطريقة التقليدية وبالتالي جودته أعلى لأن هناك تناسب عكسي بين جودة الفحم وقيمة الحرارة النوعية.

7-2- التوصيات:

1- الاستفادة من مبدأ عمل طريقة البراميل المزدوجة في صنع أجهزه بمقاسات كبيرة تساهم زيادة الناتج المحلي من الفحم الخشبي وفق توصيات مديرية الحراج بكمية ونوع الخشب الصالح للتفحيم.

2- استخدام طريقة التفحيم بالبراميل المزدوجة في صناعة الفحم الخشبي محلياً بالاستفادة من الأحطاب الناتجة عن عمليات تقليم البساتين المثمرة أيضاً.

3- استمرار الدراسة على الأنواع الخشبية المحلية الأخرى والمدخلة والتي لم تجرى عليها أي تجارب خاصة بالتفحيم.

4- نشر ثقافة إعادة تدوير بقايا المزرعة بتحويلها إلى فحم حيوي.

المراجع:

أسود, أحمد (2009): دراسة بعض الخصائص الفيزيائية لبعض أنواع الفحم الخشبي منشورات جامعة تشرين 30 صفحة.

الحسن, رقية فاضل عبد الله (2010): النبات الطبيعي والعوامل المؤثرة عليه. شبكة جامعة بابل – نظام التعليم الالكتروني – كلية التربية للعلوم الإنسانية–قسم الجغرافيا.

حميد، محمود (2005): إمكانية الحصول على منتجات صديقة للبيئة من مخلفات صناعة عصر الزيتون، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 21، العدد 12، الصفحات 133-124.

حميد، محمود (2009): دراسة الخصائص الفيزيائية للفحم الخشبي لبعض الأنواع الخشبية (السنديان العادي والسنديان البلوطي والقطلب والأوكاليبتوس). مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، المجلد 25، العدد 2، الصفحات 233-246.

حميد، محمود. (2007). علم الأخشاب ومنتجات الغابة، منشورات كلية الزراعة–جامعة دمشق (صفحة 504).

الراهب, إبراهيم (2004):الكيمياء الفيزيائية .الجزء العملي. قسم الكيمياء كلية العلوم جامعة تشرين، ص86-87.

رضوان, أسامة (2017): تحديد بعض الخصائص الفيزيائية لفحم أربع أنواع خشبية ,مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية– سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39)العدد(5) ,28 صفحة .

رضوان، أسامة (2010): محاضرات علم الأشجار الحراجية _ قسم الحراج والبيئة _ كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، عدد الصفحات: 110 .

رضوان، أسامة؛ خليل، علاء (2023): مقارنة بعض الخصائص الفيزيائية للفحم الخشبي المنتج بطريقة البراميل المزدوجة والطريقة التقليدية لبقايا تقليم أشجار الزيتون (*Olea* spp.) في محافظة طرطوس، ماجستير في قسم الحراج والبيئة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين.

زهوة, سليم (1997): استغلال الحراج. كلية الزراعة. منشورات جامعة حلب.

شحادة، غالب ؛ رضوان ، أسامة (2017): تحديد بعض الخصائص الفيزيائية لفحم أربع أنواع خشبية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (39) العدد (5). 18 صفحة 186.

نحال، إبراهيم . (1983) : علم الحراج . منشورات جامعة حلب . كلية الزراعة, سوريا.

Antal, M.J.; Grønli, M.(2003): The art, science, and technology of charcoal production. Ind. Eng. Chem. Res.42, 1619–1640.

Antar M, Lyu D, Nazari M (2021): Biomass for a sustainable bioeconomy: an overview of world biomass production and utilization. Renew Sustain Energy Rev 139:110691. https:// doi. org/ 10. 1016/j. rser. 2020. 110691

Cheng, C., Lehmann, J., Thies, J. and S. Burton. (2008): Stability of black carbon in soils across a climatic gradient. Journal of Geophysical Research, Vol.113, Pp: 2027.

Food and Agricultural Organization. Forestry Production and Trade; FAO: Rome, Italy, 2019.

Hibajene, S.H. Kaweme, S.(1993): Study on the electrification of low-income households in large urban areas of Zambia. Stockholm Environment Institute, Stockholm, Sweden. P.34-39.

IEA, Irena, (2021) Tracking SDG7: the energy progress report 2021. Washington DC.p.56.

Issac, O.F and O.T. Adetayo (2010). Small scale biochar production technologies: a review . Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (2): 151-156.

Jelonek, Z.; Drobniak, A.; Mastalerz, M.; Jelonek, I.(2020): Environmental implications of the quality of charcoal briquettes and lump charcoal used for grilling. Sci. Total Environ. 747, 25.

Popp J., Kovács S., Oláh J (2021): Bioeconomy: biomass and biomassbased energy supply and demand. New Biotechnol 60:76–84. https:// doi. org/ 10. 1016/j. nbt. 2020. 10. 004

Sana A., Kafando B., Dramaix M, Meda N, Bouland C (2010) Household energy choice for domestic cooking: distribution and factors influencing cooking fuel preference in Ouagadougou. Environ Sci Pollut Res 27:18902–18910

Sharpe.G.W.,Hendee,C.W.And Allen,S.W.(1976): Introduction To Forestry. McGraw-Hill Book Company, Newyork,544p.

Tyler, F (2001). laboratory manual of physics SI John, G. Hay green and Jim L. Bowyer. (1982). Forest products and wood Units.Edward .p.44-65.

Comparison of some Morphological and physical characteristics of ordinary oak charcoal (*Quercus calliprinos* webb) produced by traditional (dusty) and barrel charcoal methods.

Manal Feddah[(1)*]

(1). Department of Forestry and Ecology, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

(*Corresponding author: Manal Feddah, Email:feddamanal82@gmail.com).

Received:16/01/2024 Accepted: 9/04/2024

Abstract

The study was conducted in 2023 with the aim of comparing some of the apparent and physical characteristics of ordinary oak charcoal, *Quercus calliprinos* webb, produced by the traditional (dusty) and double-barrel coking methods at the sites of Al-Zafarana (Tartous) and Al-Kars (Lattakia). The results showed that the yield of coking using the double-barrel method is 6% higher compared to the Traditional method. The time required to obtain charcoal using the double barrel method was much less than the time required to charcoal the same quantity using the traditional method, and this result is of great value (3 hours compared to 18 hours for charring the same amount using the traditional method). Also, the coal produced by the double barrel method has a lower specific heat than the coal produced by the traditional method, and therefore its quality is higher because there is an inverse proportion between the quality of the coal and the specific heat value.

Keywords: charring, dusty, double barrels, coking process, ordinary oak charcoal.