



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

دراسة بعض الخواص الفيزيائية للحاء الصنوبر البروتي *pinus*
Brutia Ten والسنديان العادي *Quercus Calliprinos Webb*
وتأثيرها في مقاومة الحرائق
Studying some of Physical Properties of the *Pinus*
Brutia Ten and *Quercus Calliprinos Webb*
Bark and Their Effect on Fire Resistance

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية قسم الموارد الطبيعية
المتجددة والبيئة

إعداد
محمد عمرو الطرقي

بإشراف

الدكتور

أحمد الحاج أحمد (مشرفاً علمياً)

الاستاذ المساعد

في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة
كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

الدكتور

مهلب داود (مشرفاً مشاركاً)

الاستاذ المساعد

في قسم هندسة التصميم الميكانيكي
كلية الهندسة الميكانيكية - جامعة دمشق

تصريح

أصرح بأن العمل المُقدم في الرسالة تحت عنوان:

دراسة بعض الخواص الفيزيائية للحاء الصنوبر البروتي *pinus Brutia* و السنديان العادي *Quercus Calliprinos* وتأثيرها في مقاومة الحرائق

لم يسبق أن قُبل للحصول على شهادة، ولا هو مُقدم حالياً للحصول على شهادة أخرى.

المُرشَّح

محمد عمرو الطرقي

DECLARATION

I hereby declared that, this work:

Studying some of physical properties of the *Pinus Brutia* and *Quercus Calliprinos* bark and their effect on fire resistance

has not been used previously or submitted now for any other degree.

Candidate

Mhd Amr Tarakji

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة :

دراسة بعض الخواص الفيزيائية للحاء الصنوبر البروتي *pinus Brutia* و السنديان العادي *Quercus* وتأثيرها في مقاومة الحرائق *Calliprinos*

هو نتيجة بحث علمي قام به المرشح محمد عمرو الطرقي بإشراف الدكتور أحمد الحاج أحمد الأستاذ المساعد في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة. كلية الزراعة / جامعة دمشق، والدكتور مهلب داود الأستاذ المساعد في قسم هندسة التصميم الميكانيكي. كلية الهندسة الميكانيكية / جامعة دمشق، وأن أي مرجع ورد في هذه العمل موثق في نص هذه الرسالة .

المشرف المشارك

المشرف الرئيسي

المرشح

د. مهلب داود

د. أحمد الحاج أحمد

محمد عمرو الطرقي

We witness that the described work in this thesis:

Studying some of physical properties of the *Pinus Brutia* and *Quercus* *Calliprinos* bark and their effect on fire resistance

Is the result of scientific research conducted by the candidate Mhd Amr Al.Tarikji under the supervision of Dr. Ahmed Al.Hajj Ahmad, the assistant professor in the Department of Renewable Natural Resources and the Environment . Faculty of Agriculture / University of Damascus, and Dr. Mohllab Dawood, the assistant professor in the Mechanical Design Engineering Department . Faculty of Mechanical Engineering / Damascus University. Any other references have been mentioned in this work are documented in the text of the thesis.

Candidate
Mhd amr tarakji

Principal Supervisor
Dr. Ahmad alhagi Ahmad

Co. supervisor
Dr. Mohllab Dawood

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة - كلية الزراعة - جامعة دمشق

This thesis has been submitted as a partial of the requirements for Master degree in Department of Renewable Natural Resources and the Environment - Faculty of Agricultural -Damascus University

نوقشت وأجيزت هذه الرسالة بتاريخ يوم الأحد 2022/8/28

لجنة التحكيم

الدكتور : نصر ياسين - الأستاذ في قسم هندسة الميكانيك العام - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة دمشق

عضواً

الدكتور : أحمد علي جيرودية - الأستاذ في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة - كلية الزراعة - جامعة دمشق

عضواً

الدكتور : أحمد الحاج أحمد - الأستاذ في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة - كلية الزراعة - جامعة دمشق

عضواً مشرفاً

شكر و تقدير

قال الله تعالى في كتابه الكريم: "ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه".

وفي بداية كلمتي لا بد لي من أتوجه أولاً بالشكر لله عزّ وجلّ الذي وفقني للوصول الى هذه المرحلة العلمية ،
والعلم نور كما يقال، وأتما كنتما النور في درب علمي وفي طريقي هذا وكنتما المرجع ومصدر النجاح والشكر
الأكبر للدكتور مهلب داود و للدكتور أحمد الحاج أحمد

الليذان كان لي الشرف بإشرافهما على هذا البحث فالشكر من القلب على ملاحظاتهم والمعلومات العلمية
والمرجعية التي زوداني بهما ومعاملتهم الكريمة , كما أتمنى لكما دوام الصحة والعافية

والشكر موصول لأعضاء لجنة المناقشة الكرام الدكتور نصر ياسين والدكتور أحمد جبرودية على تفضلهم بقبول
مناقشة رسالة الماجستير هذه.

كما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان لكل من أسهم وساعد في إنجاز هذا البحث

أعضاء الهيئة الدراسية في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة -كلية الهندسة الزراعية-جامعة دمشق

أعضاء الهيئة الدراسية في كلية الهندسة الميكانيكية- جامعة دمشق

كما أتقدم بجزيل الشكر للدكتور محمد قريصة على كل المعلومات القيمة التي قدمها لي وأتمنى له ولأسرته دوام
الصحة والعافية .

إهداء

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة. فلم يخل عليّ طيلة حياته ، إلى من علّمني كيف أقف بكل ثبات فوق الأرض صاحب السيرة العطرة إلى أبي الرجل المثالي الذي فارقنا بجسده، ولكن روحه ما زالت تُرفرف في سماء حياتي رحمه الله تعالى وادخله فسيح جناته .

إلى نبع المحبة والإيثار والكرم. أمي الموقرة إلى من وضع المولى - سبحانه وتعالى - الجنة تحت قدميها، ووقّرها في كتابه العزيز إلى من وضعتني على طريق الحياة، وجعلتني رابط الجأش،

وراعتني حتى صرت كبيراً إلى من أفضّلها على نفسي، ولم لا؛ فلقد ضحّت من أجلي

ولم تدّخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام امي الغالية ادام الله عليها الصحة والعافية

وإلى عمي التي كانت نبع من المحبة والعطاء والحنان رحمها الله تعالى وغفر لها وادخلها فسيح جناته.

إلى أفراد أسرتي الأعزاء؛ زوجتي، وبناتي مايا ومودة وابني عبد الرحمن

إلى جميع الباحثين، وطلبة العلم وإلى أصدقائي المخلصين .

رقم الصفحة	فهرس المحتويات Table of Contents
1	الملخص Abstract
	الجزء التمهيدي
3	المقدمة: Introduction
5	الإشكالية البحثية: Research Problem
5	تساؤلات البحث: Research Questions
6	فرضيات البحث: Research Hypothesis
6	أهمية البحث: Research Relevance
7	مسوغات البحث Research justifications
7	أهداف البحث: Research Objectives
	الفصل الأول: الدراسة المرجعية Review literature
9	1. النوع النباتي المدروس:
9	1.1. <i>Pinus brutia</i> Ten
9	2.1. <i>Quercus Calliprinus</i> webb
10	2. العوامل المؤثرة في مقاومة حرائق الغابات:
	الفصل الثاني: مواد البحث وطرائقه
15	1. مواد البحث
16	2. طرائق العمل Methods

16	1.2. طريقة أخذ العينات
16	2.2. الاختبارات الحرارية
17	3.2. اختبار تقدير محتوى الرطوبة
18	4.2. المعادلات المستخدمة: مخبير، نديم (2002).
19	3. التحليل الإحصائي Statistical Analysis
الفصل الثالث: النتائج و المناقشة	
21	النتائج و المناقشة Results and Discussions
21	1. دراسة تأثير المتغير المستقل (سماكة اللحاء) في المتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم)
21	1.1. مقارنة نتائج النوعين المدروسين عند المستوى الأول (أ) وهي نقطة الاشتعال الذاتي (200-280)
29	2.1. نتائج مقارنة سماكات اللحاء نفسها المعاملة الحرارية للنوعين المدروسين في مستوى الثاني (ب)
34	2. دراسة تأثير المتغير المستقل (كمية محتوى الرطوبة مقدرة إلى الوزن الجاف) في اللحاء بالنسبة إلى الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم
34	1.2. نتائج النوعين عند نقطة الاشتعال الذاتي و لدرجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي بالنسبة لتأثير المتغير العددي (محتوى الرطوبة النسبية) في المتغير التابع (الوقت اللازم للاحتراق) ويوضح الجدول رقم (6) نتائج الاختبار والادلالة الإحصائية .
36	2.2. نتائج المقارنة بين ثلاث قيم لمحتوى الرطوبة مع بعضهما للصنوبر البروتي

39	3. دراسة تأثير المتغير المستقل (لكمية الحرارة المنتقلة من اللحاء) في المتغير التابع (المدة الزمنية لتلف النسيج الحي)
39	1.3. المستوى الأول (أ) ضمن مدى درجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي (200. 280)
43	2.3. المستوى (ب) المتضمن درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي (300.600) درجة مئوية
44	3.3. دراسة المقارنة البعدية بين متغير النوعين وسماكة اللحاء وتأثيرهما في المتغير المستقل
45	4. دراسة تأثير متغير كمية مقاومة الانتقال الحراري (العزل الحراري) من خلال اللحاء وتأثيرها في المدة الزمنية اللازمة لتلف النسيج الحي
46	1.4. نتائج الاختبار والدلالة الإحصائية لكمية العزل الحراري عند مستويين الأول نقطة الاشتعال الذاتي و الثاني درجة الحرارة الأكبر منها للنوعين المدروسين ويوضح ذلك الجدول رقم (12) :
47	2.4. نتائج معطيات المقارن البعدية لكمية الحرارة المنتقلة
49	الخاتمة: Conclusion
50	ثانياً: الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات & Suggestions Conclusions
50	1. الاستنتاجات:
52	2. التوصيات والمقترحات: Recommendations and Suggestions:
52	التوصيات:
52	المقترحات:
53	المراجع: References

53	المراجع العربية:
54	المراجع الاجنبية:
58	الملحقات Appendices
75	Abstract

رقم الصفحة	قائمة الجداول List of Tables
22	جدول رقم 1. يعرض نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة لنموذج الانحدار الخطي البسيط للحاء كبير السماكة من (0.0175 - 0.03 م) عند درجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال
25	جدول رقم 2. نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي- السنديان العادي بالنسبة للانحدار الخطي البسيط للحاء متوسط السماكة (0.013-0.016 م)
27	جدول رقم 3. جدول رقم (3) : نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة لانحدار الخطي البسيط للحاء قليل السماكة (0.002-0.007 متر) عند درجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال
30	جدول رقم 4. نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة لانحدار الخطي البسيط للحاء كبيرة السماكة (0.014-0.025 م) عند درجات حرارة الأكبر من نقطة الاشتعال
32	جدول رقم 5. نتائج مقارنة الأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي للحاء المتوسط والقليل السماكة (0.006-0.012 م) بالنسبة لانحدار الخطي البسيط بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والمتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم) لدرجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال
35	جدول رقم 6. نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (TOW.WAY.ANOVA) اختبار التفاعل بين المتغيرات (محتوى الرطوبة النسبية-سماكة اللحاء-النوعين المدروسين- والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في الزمن اللازم لتلف النسيج الحي

37	جدول رقم 7. نتائج مقارنة البعدين بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية Pairwise Comparisons
39	جدول رقم 8. نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (TOW.WAY.ANOVA) عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية للنوعين المدروسين تبعاً لمتغير كمية الحرارة المنتقلة اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء. النوعين المدروسين. والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية الحرارة المنتقلة (Tests of Between.Subjects Effects)
41	جدول رقم 9. يتضمن جدولين لنتائج مقارنة البعدين بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية Pairwise Comparisons جدول رقم 9.1. للسماكات اللحاء من 0.013 إلى 0.03 متر تبعاً لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي جدول رقم 9.2. للسماكات اللحاء من 0.002 إلى 0.012 متر تبعاً لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي
43	جدول رقم 10. نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (Tow.way.AVOVA) عند درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال (300-600) درجة مئوية للنوعين المدروسين تبعاً لمتغير كمية الحرارة المنتقلة اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء. النوعين المدروسين. والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية الحرارة المنتقلة (Tests of Between.Subjects Effects)

44	جدول رقم 11. يتضمن جدولين لنتائج المقارنة البعدية بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً لكمية الحرارة المتنقلة من خلال اللحاء بالواط عند المستوى الحراري (300-600) درجة مئوية جدول رقم 1.11. للسماكات اللحاء من 0.014 إلى 0.025 متر جدول رقم 2.11. للسماكات اللحاء من 0.006 إلى 0.012 متر
46	جدول رقم 12. نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (TOW.WAY.ANOVA) تبعاً للمتغير العزل الحراري (مقاومة الانتقال الحراري من خلال اللحاء) مقدرة ب (م²×م°) /الواط. اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء. النوعين المدروسين. والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية العزل الحراري (Tests of Between.Subjects Effects)
47	جداول رقم 13 . يتضمن ثلاثة جداول لنتائج المقارنة البعدية بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً لكمية مقاومة الحرارة المتنقلة من خلال اللحاء ب (م²×م°) /الواط Pairwise Comparisons جدول رقم 1.13: للسماكات اللحاء القليلة من 0.002 إلى 0.008 متر
48	جدول رقم 2.13 : للسماكات اللحاء المتوسطة من 0.009 إلى 0.016 متر جدول رقم 3.13: للسماكات اللحاء الكبيرة من 0.017 إلى 0.03 متر

رقم الصفحة	List Of Figures قائمة الأشكال
23	الشكل رقم 1. معامل الانحدار الخطي البسيط السنديان العادي - المستوى الأول - السماكة الكبيرة
24	الشكل رقم 2 . معامل الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي - المستوى الأول - السماكة الكبيرة
26	الشكل رقم 3. معامل الانحدار الخطي البسيط السنديان العادي - المستوى الأول - السماكة المتوسطة
26	الشكل رقم 4 . معامل الانحدار الخطي البسيط الصنوبر البروتي - المستوى الأول - السماكة المتوسطة
28	الشكل رقم 5. معامل الانحدار الخطي البسيط السنديان العادي - المستوى الأول. السماكة القليلة
29	الشكل رقم 6. معامل الانحدار الخطي البسيط الصنوبر البروتي - المستوى الأول. السماكة القليلة
31	الشكل رقم 7. معامل الانحدار الخطي البسيط السنديان العادي - المستوى الثاني. السماكة الكبيرة
31	الشكل رقم 8. معامل الانحدار الخطي البسيط الصنوبر البروتي - المستوى الثاني - السماكة الكبيرة
33	الشكل رقم 9. معامل الانحدار الخطي البسيط السنديان العادي - المستوى الثاني - السماكات القليلة والمتوسطة
33	الشكل رقم 10. معامل الانحدار الخطي البسيط الصنوبر البروتي - المستوى الثاني - السماكات القليلة والمتوسطة

رقم الصفحة	قائمة الملحقات Table of Appendices
58	فهرس الملحقات 1. استمارة أولية للعينه رقم 3 للسنديان العادي عند نقطة الاشتعال والأعلى منها.
58	فهرس الملحقات 2. استمارة أولية للعينه رقم 11 السنديان العادي عند نقطة الاشتعال
59	فهرس الملحقات 3. استمارة أولية للعينه رقم 8 للصنوبر البروتي عند درجة الحرارة الاعلى من
59	فهرس الملحقات 4. استمارة أولية للعينه رقم 3 للصنوبر البروتي عند درجة الحرارة الاعلى من نقطة الاشتعال
60	فهرس الملحقات 5. جدول برنامج الاكسيل بعد نقل البيانات من الاستمارة اليه واجراء العمليات الحسابية
61	فهرس الملحقات 6. مقياسين الحرارة (الديجيتال والساعة) في أثناء التجربة داخل اللحاء وخارج اللحاء
61	فهرس الملحقات 7. مقياسين الحرارة (الديجيتال والساعة) في أثناء التجربة داخل اللحاء وخارج اللحاء
62	فهرس الملحقات 8. تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق
63	فهرس الملحقات 9. تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق
63	فهرس الملحقات 10. تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق

64	فهرس الملحقات 11. جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط . الصنوبر البروتي -المستوى الأول- فئة السماكات الكبيرة
64	فهرس الملحقات 12. شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي -المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة
65	فهرس الملحقات 13. جدول معادلة الانحدار الخطي البسيط - السنديان العادي- المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة
65	فهرس الملحقات 14. شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات الكبير
66	فهرس الملحقات 15 . جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط . الصنوبر البروتي -المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة
66	فهرس الملحقات 16. شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة
67	فهرس الملحقات 17. جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط - السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة
67	فهرس الملحقات 18. شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة
68	فهرس الملحقات 19. نموذج الانحدار الخطي البسيط. الصنوبر البروتي. المستوى الأول- فئة السماكات القليلة
68	فهرس الملحقات 20. شكل توزيع البواقي. الصنوبر البروتي. المستوى الأول. فئة السماكات القليلة

69	فهرس الملحقات 21. نموذج الانحدار الخطي البسيط- السنديان العادي- المستوى الأول- فئة السماكات القليلة
69	فهرس الملحقات 22. شكل توزع البواقي السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات القليلة
70	فهرس الملحقات 23. نموذج الانحدار الخطي البسيط-الصنوبر البروتي - المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة
70	فهرس الملحقات 24. شكل توزع البواقي الصنوبر البروتي-المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة
71	فهرس الملحقات 25. نموذج الانحدار الخطي البسيط-السنديان العادي- المستوى الثاني -فئة السماكات الكبيرة
71	فهرس الملحقات 26. شكل توزع البواقي السنديان العادي-المستوى الثاني - فئة ا السماكات الكبيرة
72	فهرس الملحقات 27. نموذج الانحدار الخطي البسيط-الصنوبر البروتي- المستوى الثاني -فئة السماكات المتوسطة و القليلة
72	فهرس الملحقات 28. شكل توزع البواقي الصنوبر البروتي-المستوى الثاني - فئة السماكات المتوسطة والقليلة
73	فهرس الملحقات 29. نموذج الانحدار الخطي البسيط.السنديان العادي- المستوى الثاني -فئة السماكات المتوسطة و القليلة
73	فهرس الملحقات 30. شكل توزع البواقي السنديان العادي-المستوى الثاني - فئة السماكات المتوسطة والقليلة

List of symbols قائمة الرموز المستخدمة		
الرمز	اسم الرمز	الوحدة
Q	كمية الحرارة المنتقلة في وحدة الزمن	w
λ	معامل التوصيل الحراري للخشب	w/ (m * c°)
t_f	قراءة درجة حرارة اللهب مقابل اللحاء	c°
t_c	قراءة درجة حرارة عند نسيج الكامبيوم	c°
δ	سمائة اللحاء	m
R	مقاومة الانتقال الحراري	(m ² * c)/w
a	معامل الانتقال الحرارة من الهواء الى اللحاء	w/ (m ² * c°)
a	معامل الانتشار الحراري خلال اللحاء	m ² / s
τ	المدة الزمنية لانتقال الحرارة داخل اللحاء عند طبقة الكامبيوم إلى أن تصل درجة الحرارة 60 م°	بالدقيقة-minute
F1 [Bi,FO]	قيمة عددية لا بعدية على سطح المنتقل وفي وسطها الخارجي	–
F2 [Bi,FO]	قيمة عددية لا بعدية على سطح المنتقل وفي وسطها الداخلي	–
$\theta_{x=\delta}$	قيمة درجة الحرارة لا بعدية على سطح المنتقل وفي وسطها الداخلي	–
$\theta_{x=0}$	قيمة درجة الحرارة لا بعدية على سطح المنتقل وفي وسطها الخارجي	–
$t_{x=\delta}$	درجة الحرارة داخل اللحاء المتوقعة حسب معادلة التوصيل الحراري في النظام غير المستقر	c°
$t_{x=0}$	درجة الحرارة مقابل اللحاء المتوقعة حسب معادلة التوصيل الحراري في النظام غير المستقر	c°

الملخص

نفذ البحث بالتعاون بين كلية الهندسة الزراعية وكلية الهندسة الميكانيكية بجامعة دمشق في المدة 2018-2020 م، فأخذت عينات من جذوع أشجار الصنوبر البروتي من منطقة طريق مطار دمشق الدولي، وأما السنديان العادي فأخذت العينات من منطقة رحلة محافظة ريف دمشق بهدف دراسة بعض الخواص الفيزيائية لفئات سماكة اللحاء للنوعين المدروسين و استخدمت دلائل سماكة اللحاء، ومحتوى رطوبة اللحاء بالنسبة إلى الوزن الجاف، وكمية الحرارة المنتقلة من اللحاء، والعزل الحراري للحاء، ودرس تأثير كل منها في الوقت اللازم لحماية نسيج الكامبيوم من الحرارة المطبقة عليه لمستويين حراريين، الأول عند نقطة الاشتعال الذاتية للحاء، والثاني لدرجات الحرارة الأكبر منها للنوعين المدروسين، وتُبرز نتائج المقارنة بين النوعين أن لحاء السنديان العادي أكثر حماية لنسيج الكامبيوم من الصنوبر البروتي، وأدت الزيادة في سماكة اللحاء إلى زيادات في المدة الزمنية اللازم لحماية النسيج الحي، وأظهرت نتائج نموذج الانحدار الخطي البسيط أن لحاء السنديان العادي ذو أثر معنوية لفئات السماكات الكبيرة و المتوسطة والقليلة عند معاملتها بدرجات حرارة نقطة الاشتعال ودرجات الحرارة الأكبر منها وتأثيرها في الوقت اللازم لحماية طبقة الكامبيوم، أما الصنوبر البروتي فكان هناك أثر في المستوى الأول لفئات السماكات الكبيرة والمتوسطة في حماية النسيج الحي، ولم يسجل أثر عند اللحاء قليل السماكة في حماية النسيج الحي، وأظهرت نتائج حماية لحاء الصنوبر البروتي وجود أثر عند السماكات الكبيرة فقط مع غياب وجودها عند مستوى الدلالة $0.05 \leq$ ، وفي أثناء المعاملة الحرارية للمستوى الثاني لدرجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال للسماكات المتوسطة والقليلة، وعند إجراء مقارنة متوسطات محتوى الرطوبة النسبية للنوعين المدروسين أشارت النتائج إلى أنه لا يوجد أثر لمحتوى الرطوبة بالنسبة لزمن حماية النسيج الحي، وتشير نتائج المقارنة البعدية أن الرطوبة في الصنوبر البروتي أكبر منها في السنديان العادي وبوجود علاقة عكسية لمحتوى الرطوبة مع الوقت اللازم لحماية طبقة الكامبيوم وسماكة اللحاء للنوعين المدروسين، وتبين نتائج الانتقال الحراري المطبقة على اللحاء عند نقطة الاشتعال حدوث أثره في المدة الزمنية لحماية النسيج الحي، فارتفعت قيمتها في السنديان العادي عن الصنوبر البروتي مع وجود علاقة عكسية مع فئات سماكة اللحاء، ولا توجد علاقة بينهما عند المعاملة بدرجات حرارة أعلى من نقطة الاشتعال، وأظهرت نتائج العزل الحراري تفوقاً معنوياً للصنوبر البروتي على السنديان العادي فكان أكثر عزلاً حرارياً لفئات السماكات القليلة والمتوسطة والكبيرة مع وجود علاقة طردية بين النوعين المدروسين وسماكة لحاء كل منهما.

الكلمات المفتاحية:

الصنوبر البروتي، السنديان العادي، نقطة الاشتعال، الخواص الفيزيائية للحاء

الجزء التمهيدي

المقدمة: Introduction

تعرضت الموارد الحراجية خلال السنوات القليلة الماضية لكثير من التحديات كان أبرزها الحرائق والقطع الجائر، فتقلصت المساحات الحراجية نتيجة الحرائق المتكررة على المساحات نفسها مسببة خروج مساحات واسعة من النظم الغابية كانت قد وصلت إلى مرحلة الأوج خلال مدة زمنية طويلة، و يتميز الغطاء النباتي المتوسطي بتنوعه واختلاف كبير في تكوينه النباتي وأقسامه المختلفة، ويتميز بحساسية مفرطة للاضطرابات، وقلة ثباته واستقراره (فارس وآخرون، 1991) كما تشكل الحرائق التهديد الرئيسي للغابات في سورية، ويتركز 37.8% من الحرائق في غابات محافظة اللاذقية، وتشكل 52% من المساحة الاجمالية المحروقة على مستوى سورية (علي، 2000)، وقد بلغ عدد الحرائق الحراجية خلال 25 عاماً (1983-2007) حوالي 1470 حريقاً، ودمر حوالي 7924 هكتاراً.

وتعد الحرائق السطحية أكبر مسبب لتلف الغابات فكانت نسبة الحرائق السطحية في غابات الغاب 79.37% من إجمالي عدد الحرائق خلال المدة 1999-2002 م، بينما كانت نسبة عدد الحرائق السطحية 46.92% من إجمالي عدد حرائق الغابات في اللاذقية و نسبة عدد الحرائق الشاملة 43.99% من إجمالي عدد حرائق غابات اللاذقية خلال المدة نفسها علي (2004).

وتنتشر حرائق الغابات في جميع دول البحر الابيض المتوسط (Alexanderian et al., 1999) وأشار علي (2000) إلى أنها تشكل التهديد الرئيسي على الغابات السورية وخصوصاً على غابات الصنوبر البروتي التي تعد النواة الرئيسية للأشجار الحراجية في منطقة البايير والبسيط، لذلك ركزت الدراسة على أهم نوعين موجودين في الغابات السورية والأكثر عرضة للحرائق هما الصنوبر البروتي والسنديان العادي.

وتبرز أهمية مقاومة أشجار الغابات للحرائق من خلال حماية طبقة الكامبيوم الحي من التلف بالحرارة المنتقلة إليها من خلال اللحاء في أثناء الحرائق، وذلك بتحسين العوامل التي تؤثر في مقاومة الانتقال الحراري إلى طبقة الكامبيوم وبالتالي دراسة أهم الخواص الفيزيائية التي تزيد من المدة الزمنية اللازم لحماية نسيج الكامبيوم من التلف وهذا ما أكدته نتائج بحوث أشارت إلى أن احتمال تلف الاشجار بعد الحريق مرتبط بتلف نسيج الكامبيوم الموجود في الساق والجذور وتلف تيجان الأشجار (Swezy and Agee 1991; Regelbrugge and Conard 1993 and many others).

وحدد باحثون درجة الحرارة المميتة لنسيج الكامبيوم عندما يتعرض النسيج لدرجة حرارة تصل بين 50.60 درجة مئوية (Gut sell and Johnson 1996; Dickinson and Johnson 2004)

وجاءت الدراسة للتركز على أهم الدلائل والخواص الفيزيائية للحاء التي تؤثر في زيادة الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم ومن أهم الخواص المؤثرة في زمن حماية النسيج الحي هي ازدياد سماكة اللحاء و أشار باحثون إلى أن سماكة اللحاء وحدها هي العامل المحدد الفعلي لحماية الكامبيوم من الحرارة المميتة (Uhl & Kaufman 1990; Hengst & Dawson, 1994) ولأهمية سماكة اللحاء وأثره في زيادة الزمن اللازم لحماية نسيج الكامبيوم في أثناء الحريق تم التوصل إلى معادلات تجريبية تنبؤية يمكن منها معرفة زمن مقاومة اللحاء للحريق بمعرفة عمر الشجرة أو سماكة اللحاء التي يمكن الاستفادة منها من قبل فرق مكافحة الحرائق في أثناء حدوث الحرائق والتوجه لمعالجة الأشجار التي ما زالت حية دون الأشجار الميتة من جراء الحرائق. فضلاً عن سماكة اللحاء هناك خواص فيزيائية أخرى جرت الإضاءة عليها لأثرها في زيادة الوقت اللازم لحماية النسيج الحي منها محتوى الرطوبة النسبية للحاء الأشجار المدروسة و أشار باحثون أن هناك خواص فيزيائية محددة أخرى لمقاومة الحرائق مثل الكثافة النوعية ومحتوى الرطوبة وهما من المحددات المهمة التي تدخل في تصنيف الأنواع المقاومة للحرائق (Hengst and Dawson 1994; Gignoux et al. 1997; van Mantgem and Schwartz 2003) وعولجت تلك الخواص الفيزيائية المشار إليها على مستويين الأول عند نقطة الاشتعال الذاتي والثانية عند درجات الحرارة الأكبر منها ، وللحفاظ على تجانس العينات قسمت سماكات اللحاء إلى فئات متقاربة في سماكات اللحاء إلى كبيرة ومتوسطة وقليلة وأجريت الاختبارات على كل فئة على حدة و استخرجت المعادلات التنبؤية لكل فئة من النوعين المدروسين.

الإشكالية البحثية: Research Problem

تتمثل مشكلة البحث في جهل معرفة المدة الزمنية اللازمة لتلف نسيج الكامبيوم لبعض الأشجار الغابية التي تتألف منها غاباتنا مما يسمح لنا بالتنبؤ عن إمكانية حدوث الحرائق الحرجية في حال تغيرت العوامل المناخية (الرطوبة والحرارة) وتأثرت معها طول مدة الجفاف (انحباس الأمطار).

تساؤلات البحث: Research Questions

1. ما هي أهم الصفات الفيزيائية للحاء الأشجار المدروسة وما أثر الاختلاف في سماكات اللحاء التي تحسن وتزيد في المدة الزمنية اللازمة لبقاء نسيج الكامبيوم حياً في أثناء الاحتراق ضمن ظروف الغابات السورية .
2. هل يوجد لبعض الصفات الفيزيائية للحاء الأشجار المدروسة من محتوى الرطوبة وكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء أثر في زيادة المدة الزمنية اللازمة لحماية طبقة الكامبيوم من التلف في أثناء الاحتراق .
3. ما هي المعادلات التنبؤية التي تساعد في معرفة المدة الزمنية التي تسبب موت النسيج الحي في أثناء الاحتراق من خلال معرفة درجة الحرارة التي تتعرض لها الشجرة للنوعين المدروسين الأكثر عرضة للحرائق في الغابات السورية.
4. ماهي المدة الزمنية الحرجة اللازمة لحماية طبقة الكامبيوم من التلف في أثناء الاحتراق لكل فئة من فئات السماكات اللحاء المدروسة وأي النوعين أكثر مقاومة للحرائق من الآخر .

فرضيات البحث: Research Hypothesis

يفترض وجود تأثير لبعض الصفات الفيزيائية للحاء الصنوبر البروتي والسنديان العادي في مقاومة الحرائق التي تسبب تلف نسيج الكامبيوم الحي و يسهم اللحاء الكبير السماكة في حماية أكبر من اللحاء قليل السماكة من خلال ازدياد المدة الزمنية اللازمة لبقاء نسيج الكامبيوم حياً في أثناء تعرضه لحرارة الاحتراق إلى أن تصل حرارته إلى الدرجة التي تسبب تلفه وهي 50-60 درجة مئوية .

1. وجود أثر للمتغير المستقل سماكة اللحاء (X) في الزمن اللازم لتلف نسيج الكامبيوم (t) أي الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم
2. وجود أثر لمتغيرات كل من محتوى الرطوبة بالنسبة للوزن الجاف وسماكة اللحاء والنوع والتفاعل بينهم في متغير الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم
3. وجود أثر لمتغير كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء في متغير الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم
4. وجود أثر عند التغير في مقاومة الانتقال الحرارية من خلال اللحاء (العزل الحراري) في الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم في أثناء تعرض اللحاء لحرارة الاحتراق.

أهمية البحث: Research Relevance

تأتي أهمية البحث في دراسة بعض الخواص الفيزيائية للحاء الأشجار لمعرفة مدى مقاومتها للحرائق، ولوجود أثر كبير لسماكة اللحاء في حماية طبقة الكامبيوم من الحرائق. وإن الدراسات المتعلقة بتأثير بعض الخواص الفيزيائية للحاء النوعين المدروسين من محتوى الرطوبة النسبية للحاء وكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء ومدى العزل الحراري للحاء في مدى مقاومتها للحرائق في سوريا ما تزال في بدايتها، لذلك كان من الضرورة التوسع في دراسة تأثيرها في المدة الزمنية اللازمة لتلف نسيج الكامبيوم ومعرفة أي الخواص الفيزيائية التي يمكن الاستفادة منها لمقاومة الحرائق.

مسوغات البحث Research justifications

تتبع مسوغات الدراسة الحالية في وقوفها على جانب مهم في معرفة أثر الاختلافات في سماكة اللحاء للنوعين المدروسين في حماية النسيج الحي أثناء الاحتراق ومن خلالها يمكن التنبؤ بالأشجار الأكثر عرضة لتلف نسيجها الحي أثناء حدوث الحرائق .

أهداف البحث: Research Objectives

1. المقارنة بين نوعين حراجيين أحدهما من المخروطيات والثاني من عريضات الأوراق المتماثلة في القطر تقريباً بالنسبة لمقاومتها للحرائق، وبالنسبة لأطول مدة زمنية يتحملها اللحاء في أثناء الحريق.

2. دراسة تأثير الحرائق في بعض الخصائص الفيزيائية والحرارية للححاء بغية التوصل إلى قيم حدية للمدة الزمنية التي تؤثر في طبقة الكامبيوم .

الفصل الأول: الدراسة المرجعية literature Review

1. النوع النباتي المدروس:

1.1. *Pinus brutia* Ten :

ينتمي الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten إلى جنس الصنوبر *Pinus* التابع للفصيلة الصنوبرية *Pinaceae* وإلى رتبة الصنوبريات *Pinales* و صف المخروطيات *Coniferopseda* شعبة معراة البذور *Gymnospermae* ، وأن الصنوبر البروتي نوع معقد مؤلف من مجموعة تحت أنواع ، ويكون تحت النوع *Pinus brutia* Ten sub.*brutia* الغابات الطبيعية في سوريا ولبنان وقبرص والعراق واليونان (نحال، 1982).

ينتشر الصنوبر البروتي في تركيا واليونان اللذين يعدان أغنى البلدان المتوسطية بهذا النوع ، و يغطي مساحة واسعة، ويبيدي تنوعاً كبيراً في خصائص النمو، (Dangasuk and Panetosos ، 2004) . وفي سوريا فيصادف وجوده طبيعياً في جبال البايير والبسيط في الجبال الساحلية الغربية بمساحة تبلغ حوالي 50 ألف هكتار أغلبها في جبال البايير والبسيط، وفي جبال عفرين الواقعة شمال حلب (نحال، 1982).

وهي شجرة متوسطة الحجم يصل طولها من 20-35 م في المواقع عالية الخصوبة، وتعمر ما بين 120 و150 سنة، وتتميز بسرعة نموها في المرحلة الأولى من العمر، وبالجذع المستقيم في أغلب الأحيان وقد يصل قطرها أكثر من 1م، وأحياناً إلى 2 م، يتميز اللحاء بلون بني محمر ثخين مشقق بعمق وخاصة في الجزء السفلي من الجذع، تكون الأوراق رفيعة، إبرية تجتمع كل ورقتين في غمد واحد ولونها أخضر لامع وحوافها خشنة مسننة، والمخاريط الثمرية خشنة، ثقيلة صلبة لاطئة عامودية على الفرع أو متجهة للأعلى غالباً إما بعنق قصير أو غير معنقة (نحال، 2003).

2.1. *Quercus calliprinus* webb :

ينتمي السنديان العادي *Q.callprinus* للعائلة الزانية *Fagaceae*، ورتبة الزانيات *Fagales* ، وتطلق تسمية السنديان في سورية ولبنان على النوع *Quercus calliprinos* Webb الدائم الخضرة وهو ما يدعى بالسنديان العادي ايضاً ، والاسم الواصف للنوع *callprinus* يعني جميل لهيئته العامة وتاجه المستدير في مرحلة النضج (نحال، 2002) وهو النوع المستهدف في الدراسة.

وتنتشر غابات السنديان العادي في شرقي المتوسط على مساحات واسعة وتشمل ترباً متنوعة وبيئات مناخية عديدة شبه جافة وشبه رطبة ورطبة (نحال، 2006).

كما أشار Moutede (1966) إلى أن السنديان العادي يوجد طبيعياً في القسم الشرقي من حوض المتوسط فهو يصادف في تركيا ولبنان وفلسطين، كما عثر عليه في سورية في وادي القرن وبانياس والقدموس وشطحة وجوبه برغال وسرمدا، كما أشار نحال وآخرون (1996) إلى وجود السنديان العادي في شمال اللاذقية (وادي قنديل، البابير والبسيط، كسب،....) وعلى السفحين الشرقي والغربي للجبال الساحلية وجبل حلب واعزاز ودركوش وجسر الشغور وجبل الدويلة وجبل الزاوية وجبل سمعان وجبال لبنان الشرقية وجبل الشيخ وجبل العرب وكذلك القامشلي. تُعدّ أشجار السنديان العادي من الأشجار المعمرة دائمة الخضرة أوراقه مفصصة وتنتج أزهاراً صغيرة خضراء مصفرة وتختلف ثمار البلوط (أو السنديان) في الطول من أقل من 13 مم إلى أكثر من 50 ملم ، أزهار البلوط لا تعطي ثماراً حتى تبلغ حوالي 20 سنة وتعيش لوقت طويل يتراوح بين 200-400 سنة ومنه أنواع متساقطة الأوراق، (نحال وآخرون، 1996).

2. العوامل المؤثرة في مقاومة حرائق الغابات :

تبلغ مساحة الغابات الطبيعية في سورية 232840 هكتاراً ما يعادل نحو 1،26% من مساحة سورية، وتتركز رئيساً في محافظات اللاذقية 29% وحماه 19% وإدلب 18% وتتألف الغابات الطبيعية في سورية من أنواع مختلفة من المخروطيات وعريضات الأوراق (مديرية التحريج والغابات، 2005) ، وبلغت عدد الحرائق في سوريا من تاريخ 2022/1/1 حتى 2022/5/17 حوالي 85 حريقاً بمساحة إجمالية 158.314 هكتار منها 64 حرائق الزراعية بمساحة 140.89 هـ و 21 حريق حراجية بمساحة 17.424 هـ .

وأظهرت إحصائيات وزارة الإدارة المحلية والبيئة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2008) ، أنها تسبب زوال ما يزيد على 1500 هكتار من الغابات السورية سنوياً، وتعد الحرائق السطحية أكبر مسبب لتلف الغابات و كانت نسبة الحرائق السطحية في غابات الغاب 79.37% من إجمالي عدد الحرائق خلال المدة 1999-2002 م، بينما كانت نسبة عدد الحرائق السطحية 46،92% من إجمالي عدد حرائق الغابات في اللاذقية و نسبة عدد الحرائق الشاملة 43،99% من إجمالي عدد حرائق غابات اللاذقية خلال المدة نفسها (علي، 2004).

وأشار نحال (2005) إلى أن أكثر من 95 % من الحرائق سببها السكان أنفسهم ونشاطاتهم المختلفة، كما تؤثر الحرائق في تركيب المجتمعات النباتية، فتختلف النباتات في مقدرتها على تحمل الحرق حسب النوع (نحال وآخرون، 1996) فتبقى النباتات المقاومة للحريق، بينما تزول الأنواع الحساسة، وخاصة أن الخطر الأكبر على التنوع الحيوي هو حدوث الحرائق في البيئات الهشة وغير المستقرة (lo, 2008) .

وركزت دراسة مقاومة الحرائق على الساق لأنه أكثر الأجزاء تأثراً بالحرائق ولتأمينه حماية للنسيج الكامبيوم و أشار باحثون إلى أهمية أثر جذوع الأشجار في مقاومة الحرائق وتأثره بها في التأثير في الحرائق و يكون أكبر في جذوع الأشجار منه في الأغصان والأوراق وهو العامل الأكثر أهمية لتقييم مقاومة الأشجار للحرائق، وإن التلف الناجم

عن الحريق يرتبط عادة بالإضرار بالساق ولب الشجرة وهو أكثر شيوعاً من خلال تجارب حرق كثيرة أجريت على الغابات (Hély et al 2003; McHugh and Kolb., 2003; Catry et al. 2010)

وتوضح دراسة أجريت مؤخراً أن أكثر أجزاء الشجرة تأثراً بأضرار الحريق هو الساق وليس التاج وتسبب أعلى نسبة لتلف الأشجار (Gignoux et al. 1997; Balfour and Midgley 2006; Midgley et al. 2010) وأن احتمال بقاء الأشجار بعد الحريق مرتبط بما يؤمنه لحائها من حماية للبراعم الكامنة الموجودة في الساق وقدرتها على النمو بعد الحريق و بشدة الحريق (Gill 1995; Gignoux et al. 1997).

وعد آخرون أن اللحاء هو أحد الصفات الفيزيائية التي تؤثر في أشجار النظم الغابية المعرضة للحريق من خلال أثر الاختلافات في سماكة لحاء الأشجار في حماية النسيج الحي أثناء الحرائق (Jackson et al., 1999; Keeley et al., 2011)

وتبين لهم أن اللحاء هو العامل الرئيسي المحدد لحماية نسيج الكامبيوم من أضرار الحريق (Harmon, 1984; van Mantgem and Schwartz, 2003; Lawes et al. 2011) فإنه في النظم الإيكولوجية المعرضة للحريق يكون أهم وظائف اللحاء السميكة في المقام الأول حماية الكامبيوم الوعائي و البراعم في النسيج الإنشائي الجانبي من النار . وإعادة نمو البراعم بعد الحريق بوقت قصير لاستعادة الإنبات تعطي تلك الأفراد ميزة تنافسية لنمو البراعم الكامنة القاعدية (Hengst and Dawson 1994; Gignoux et al. 1997).

وافترض بعض الباحثين أن الاختلافات بين الأنواع الحرجية في الخواص الحرارية للحاء ضئيلة، لذلك إن العامل المحدد الفعلي للحماية من الحرارة للكامبيوم هو سماكة اللحاء وحده (Uhl and Kaufman 1990; Hengst and Dawson, 1994). وأكد آخرون أن هناك خصائص فيزيائية أخرى للحاء مثل الثقل النوعي للحاء ، ومحتوى رطوبة اللحاء ، والبنية الفيزيائية للحاء، قد تؤثر في قابلية الاشتعال، ومقاومة الأنواع الحرجية للحرائق (Hengst and Dawson 1994; Gignoux et al. 1997).

ومنه فإنه على الرغم من وجود خصائص كثيرة للحاء فإن تأثيرها بالنسبة لمقاومة الحرائق ضئيلة والعامل الأكثر أهمية لحماية النسيج الحي هو سماكة اللحاء (Uhl and Kauffman 1990; Hengst and Dawson 1994) وهذا ما أكد عليه باحثون أنه يوجد عدة خواص للحاء في مقاومة الحرائق لكنها أقل بكثير في الأهمية من سماكة اللحاء (Vander Weide and Hartnett, 2011).

وأشار آخرون إلى وجود بعض خصائص اللحاء مثل درجة تشقق اللحاء ، أو أنه فليني، أو ليفي هذه الخصائص قد تكون في بعض الأحيان أكثر أهمية من سماكة لحاء لبعض أنواع الأشجار في تأثيرها في درجة مقاومة الحرائق و الانتقال الحراري (Gill and Ashton 1968).

وإن تأثير ضرر الحرائق في الغابات التي تزداد فيها كثافة الأشجار صغيرة الأقطار يكون أكبر من التي تقل كثافة الأشجار صغيرة الأقطار فيها وهذا ما أشار إليه باحثون إلى أن ضرر الحريق على الساق يحدث كثيراً على الأشجار صغيرة القطر أكثر من غيرها، وهذا يقود إلى خفض كثافة الأشجار الصغيرة في الغابات وهو من الإجراءات الإدارية المهمة لمقاومة الحرائق لأن لحاءها قليل السماكة، وأجريت تجارب لمقاومة الحرائق تؤكد ذلك على أشجار قطرها أكبر من 20 سم على مستوى الصدر فكان الانتقال الحراري عن طريق التوصيل الحراري لطبقة الكامبيوم أكبر في الأشجار صغيرة القطر وبالتالي أكبر ضرراً على طبقة الكامبيوم (Dickinson and Johnson, 2001).

وأظهرت البحوث وجود علاقة عكسية بين الانتشار الحراري وكل من كثافة اللحاء و محتوى الرطوبة النسبية ، بازدياد الانتشار الحراري في اللحاء وسهولة الانتقال الحراري فيه تزداد من خلال اللحاء قليلة السماكة، وتتناقص مع زيادة كثافة اللحاء وزيادة محتوى الرطوبة النسبية (Hare, 1965; Reifsnyder et al. 1967). وفسر باحثون تلف الساق بالنار عن طريق الوظائف الفسيولوجية للحاء الخشب وطبقة الكامبيوم وما تسببه درجة الحرارة المميتة من انحلال حراري لهما و يتشارك اللحاء وطبقة الكامبيوم وظيفياً في نقل الكربوهيدرات والمواد المغذية من خلاله (Michaletz and Johnson, 2007).

وهناك دراسات تشير إلى ضرورة اختبار درجة الحرارة التي يتعرض لها الساق وتسبب موت نسيج الكامبيوم عندها وتحديد العتبات الحرارية لها لفهم أثر صفات اللحاء في تأمين حماية النسيج الحي من التلف في أثناء الحرائق (Niklas 1992; Holbrook 1995; Niklas 1999; Onoda et al. 2010) ، وأن معامل الانتشار الحراري $a = 0.060$ من أجل لحاء الشجر (Peterson and Ryan 1986) وأن الضرر يحدث لطبقة الكامبيوم عن طريق الانتقال الحراري بالتوصيل عبر اللحاء إلى طبقة الكامبيوم (Dickinson and Johnson, 2001) وبالنسبة للتوصيل الحراري بين طبقات اللحاء فقد وجد Johnson & Dickinson (2001) أن نموذج البعد الهندسي للتوصيل الحراري ذو بعد واحد أي اتجاه واحد من الوسط المحيط بالجذع إلى داخله من خلال انتقال الحرارة من السطح إلى داخل اللحاء، والخصائص الحرارية موحدة داخل أنسجة اللحاء، ولا يوجد مقاومة للاتصال الحراري بين ألسنة اللهب و سطح اللحاء، لذلك فإن سطح اللحاء يصل إليه اللهب على الفور.

وبين (van Mantgem & Schwartz 2003 ; Peterson and Ryan 1986) أن حساب درجة الحرارة المميتة لطبقة الكامبيوم واشتقاقها على أساس معيار واحد أي في اتجاه التوصيل الحراري الواحد في معادلة التوصيل الحراري لوضع نموذج للتوصيل الحراري في اللحاء استناداً إلى التجارب السابقة و تقدير سماكة اللحاء على أنه هو المسافة من الخشب العصاري إلى سطح اللحاء وفي حالة اللحاء المموج تقاس سماكة اللحاء من أعلى نقطة من التمويج أو باستخدام مقياس لقياس سماكة اللحاء هو (Sweden, Barktax, Haglof) ، و رأى آخرون أنه هناك مزايا أخرى لسماكة اللحاء غير أثره في حماية النسيج الحي منها الحماية من مسببات المرضية والحيوانات

العاشبة وتوفير الدعم الميكانيكي للشجرة وتخزين المياه (Niklas 1992; Holbrook 1995; Niklas 1999; Onoda et al. 2010).

وأجريت دراسة في غابات كاليفورنيا المختلطة على لحاء أشجار الصنوبر صغيرة القطر لمعرفة المقاومة الحرارية للحاء بعض النماذج المفترضة الذي خلص إلى أن اللحاء الكبير السماكة هو العامل المحدد الأساسي لمقاومة الحرارة الكامنة بدرجة أكبر من اللحاء القليل السماكة ، وأهمية أثر اللحاء الداخلي للأشجار صغيرة اللحاء في العزل الحراري من اللحاء الخارجي لقلة ثخانتته (Phillip J ,et al. 2002).

وأثبت بحث أهمية أثر سماكة اللحاء في تحديد مقاومة أشجار السافانا الاستوائية المعرضة للحريق في شمال أستراليا و أثر الخواص الحرارية للحاء أشجار الاوكاليبتوس فضلاً عن سماكة لحائه في حماية البراعم الكامنة بعد الحريق وبمقارنتها مع الأنواع الأخرى (Michael J,et al. 2011) .

وأشار باحثون إلى وجود علاقة ارتباط بين مقدار سماكة اللحاء النسبية وأهم الخصائص التي لها أثر مفيد في تقليل الأضرار الناتجة عن الحرائق في غابات السافانا المختلطة (Michael J,et al. 2013) و Peter J. Clarke & و خلص إلى أثر سماكة اللحاء بالنسبة إلى قطر الساق في حماية البراعم الكامنة في أثناء الحرائق لأنها صفة وظيفية مهمة لبقاء بعض أنواع الأشجار بعد الحرائق.

ووجد (Fillip وزملاؤه ، 2018) أن هناك أثراً لمحتوى الرطوبة النسبية للحاء الأشجار القابلة للاحتراق في مقاومة الحرائق لأنه أحد العوامل المتغيرة وأشاروا إلى وجود علاقة عكسية بينهما فضلاً عن أهمية المعلومات المتعلقة بالأرصاء الجوية واستخدامها للتنبؤ بالحرائق الغابات.

الفصل الثاني: مواد البحث وطرائقه
Materials and Methods

1. مواد البحث

- عينات خشبية مأخوذة من جذوع أشجار الصنوبر البروتي والسنديان العادي على ارتفاع الصدر ذات القطر ≥ 50 سم . (انظر ملحق الصور رقم 8-9-10)
- مثقب عامودي لثقب مقطع الساق المدروس بقطر 8 سم وذلك لإدخال الحساس الحراري .
- جهازان لقياس درجات الحرارة، الأول متحكم(1)عبارة عن ساعة لقياس درجات الحرارة مع مشعر حراري (ترموكبل-حساس القياس) والثاني متحكم (2)عبارة عن ديجيتال لقياس درجات الحرارة مع مشعر حراري.
- منبع أو مصدر حراري (300-1200) درجة مئوية عبارة عن أسطوانة غاز الاستيلين وأسطوانة غاز الاوكسجين
- ملزمتان، الأولى لتثبيت المنبع الحراري، وأخرى لتثبيت حساس قياس الحرارة أمام اللحاء
- منشار يعمل على البنزين لقطع العينات من الأشجار
- بياكوليس لقياس سماكة اللحاء
- شوكة القياس و متر لقياس قطر الجذع
- ميزان لتقدير الرطوبة النسبية
- الاوتوكلاف
- واسطة نقل

2. طرائق العمل Methods

1.2. طريقة أخذ العينات

أخذت عينات الصنوبر البروتي *Pinus brutia* Ten من الأشجار المزروعة على جانبي طريق مطار دمشق الدولي، وعينات من السنديان العادي *Quercus calliprinus webb* من غابة رحلة في المدة الزمنية 2018-2020 م، وكانت بشكل مقاطع من ساق الأشجار مختلفة الأقطار وروعي التجانس في الأقطار بين النوعين المدروسين، فأخذت على ارتفاع الصدر 1.3 م ، وبأقطار تتراوح بين 0,3 م إلى 0,05 م وكان عدد العينات 60 عينة مقسمة إلى مستويين حراريين، المستوى الأول وهو المعاملة الحرارية عند درجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي للحاء المدروس فأخذت 36 عينة للنوعين المدروسين، وقسمت إلى ثلاثة فئات كبيرة السماكة ومتوسطة وقليلة كل منها 12 عينة متماثلة في السماكة، والمستوى الثاني عند درجات حرارة الأكبر من نقطة الاشتعال، وأخذت 24 عينة مقسمة إلى فئتين الأولى كبيرة والثانية قليلة ومتوسطة السماكة، واستخرجت عينات لاختبارات الحرق من جذوع الأشجار مختلفة الأقطار من النوعين عند مستوى الصدر مع الحرص على أن تكون متساوية في القطر للنوعين المختبرين باستخدام منشار يعمل على البنزين. وأجري اختباران على العينات هما :

2.2. الاختبارات الحرارية

أجريت الاختبارات الحرارية في ورشة اللحام بكلية الهندسة الميكانيكية فتقّب كل مقطع من جذوع الأشجار بعمق 8 سم من خلال إحداث ثقب بالمتقّب العمودي بقطر 8 سم بين نسيج اللحاء ونسيج الخشب في منطقة نسيج الكامبيوم وهو مكان إدخال حساس قياس الحراري الموصول بالكبل الحراري (ترمو كابل)، واستخدم لأخذ القراءات الحرارية داخل اللحاء مقياس حراري عبارة عن أداتين الأولى هو مشعر حراري مؤلف من (كبل حراري ترمو كبل، حساس لقياس درجات الحرارة موضوع داخل اللحاء عند نسيج الكامبيوم) ومقياس ساعة لقراءة درجات الحرارة (متحكم 1) موصول مع الكبل الحراري، أما المشعر الحراري الثاني فوضع حساس قياس درجات الحرارة أمام اللحاء مباشرة مقابل حساس القياس الأول و ثبت بملزمة تبعد عنه مسافة 20 سم عن مصدر اللهب وموصول بمقياس ديجيتال رقمي لقراءة درجات الحرارة (متحكم 2) (انظر ملحق الصور رقم 6)

أما مصدر الحراري فاستخدم غاز الأسيتيلين النقي لثبات لهبه على بعد متساوٍ من العينات (20 سم) وموجه مباشرة إلى المشعر الثاني. (انظر ملحق الصور رقم 7)

وأخذت قراءة قبل بدء التجربة لكل عينة من داخل اللحاء وقراءة مقابل اللحاء (درجة حرارة المخبر) وعند بدء التجربة أخذت القراءات التالية : درجة حرارة للهب والمدة الزمنية عند بدء التجربة أمام اللحاء، ثم عند درجات الحرارة (40-45-50-55-60) درجة مئوية و أوقفت التجربة عندما وصلت القراءة داخل اللحاء إلى درجة حرارة 60 مئوية وهي التي تسبب تلف نسيج الكامبيوم ،

و حسبت درجة الحرارة المتوسطة للقراءات السابقة، وأخذت درجة الحرارة المتوسطة لإجراء العمليات الإحصائية عليها و نُظمت استمارة لكل عينة تشمل الدرجات السابقة (انظر ملحق الجداول رقم 1-2-3-4)، ونقلت البيانات المأخوذة من الاستمارة إلى برنامج الاكسيل فأدخلت المعادلات الحسابية عليه وسجلت النتائج في حقل مستقل (انظر الملحق الجداول رقم 5) ومن ثم نقلت البيانات إلى برنامج spss للحصول على النتائج الإحصائية.

و اختبرت 60 عينة لكل نوع مدروس لأخذ اختلاف بين المستويين من حيث درجات الحرارة، فقسمت العينات إلى مستويين : المستوى الأول (أ) ضمن مدى درجات الحرارة نقطة الاشتعال الذاتي (200- 280) درجة مئوية و قسمت سماكة لحاء كل نوع إلى ثلاث فئات كبيرة (0.03 - 0.0175) م و متوسطة (0.016 - 0.013) م وقليلة (0.006 - 0.002) م و بلغت عدد المعاملات الكلي 36 لكل فئة 12 عينة ومقسومة إلى 6 عينات لكل نوع و اختبر نموذج الانحدار الخطي البسيط عليه ومقارنته بالنوع الآخر لسماكة اللحاء نفسها .

أما المستوى الثاني(ب) فاختبرت العينات عند مدى درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي وهي (300- 600) درجة مئوية و قسمت سماكة لحاء كل نوع إلى فئتين كبيرة السماكة (0.025 - 0.014) م ومتوسطة وقليلة السماكة (0.012 - 0.006) م و بلغت عدد المعاملات الحرارية للمستوى الثاني 24 لكل فئة 12 ومقسومة إلى 6 عينات لكل نوع و اختبر نموذج الانحدار الخطي البسيط عليه ومقارنته بالنوع الآخر سماكة اللحاء لنفسها.

3.2. اختبار تقدير محتوى الرطوبة

أُجريت اختبار تقدير محتوى الرطوبة في مخبر الأخشاب في كلية الهندسة الزراعية بدمشق في اللحاء المستخرج من الجنوع الطازجة على شكل مسحوق وأخذت أوزان عينات لحاء الصنوبر البروتي والسنديان العادي كل على حدة قبل التجفيف(10غ) ووزن ورق الترشيح لكل عينة (1غ تقريباً) وسجلت

عليها أرقام العينات، وضعت العينات في فرن التجفيف لمدة 48 ساعة على حرارة 105 درجة مئوية لضمان تجفيف موحد. ثم استخرجت العينات من الفرن ووزنت مع ورقة الترشيح وأخذت قراءة وزن ورقة الترشيح والعينات كل على حدة للتأكد من الأوزان

و حسب محتوى رطوبة اللحاء على أساس الوزن الجاف على النحو التالي:

وزن عينة اللحاء الرطبة مع وزن ورقة الترشيح قبل التجفيف - وزن عينة اللحاء مع ورقة الترشيح بعد التجفيف /
وزن عينة اللحاء بعد التجفيف $\times 100$.

4.2. المعادلات المستخدمة: مخبير، نديم (2002).

$$1.4.2. \text{ معادلة فورييه وهي } q = \frac{\lambda}{\delta} (t_f \cdot t_c) [W]$$

q = كمية الحرارة المنتقلة في واحدة الزمن مقدرة بالواط

λ = معامل التوصيل الحراري للخشب (الصنوبر البروتي = 0.14، السنديان العادي = 0.21)
[w/m * c]

$x = \delta$ سماكة اللحاء [m]

t_f = قراءة درجة حرارة اللهب (درجة الحرارة الأكبر) مقابل اللحاء بواسطة (متحكم 1) ديجيتال (ترمو كبل +
حساس القياس)

t_c = قراءة درجة حرارة عند نسيج الكامبيوم (درجة الحرارة الأصغر) عند درجة الحرارة التي تسبب تلف
الكامبيوم وهي 60 °م

2.4.2. معادلة مقاومة الانتقال الحرارية

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot c^0}{w} \right]$$

3.4.2. معادلات التوصيل الحراري في النظام غير المستقر

وهي معادلات التنبؤ بدرجتي الحرارة التاليتين بمعرفة المعالم التالية :

أ. درجة الحرارة الأولية للهب (وهي تمثل درجة الحرارة الأولية للاحتراق أمام اللحاء)

ب. درجة الحرارة الأولية عند نسيج الكامبيوم

ت. الزمن اللازم للتوصيل إلى درجتين الحرارة المطلوبة (t_c ، t_f) ويتم ذلك على مرحلتين

المرحلة الأولى: حساب المعادلتين للعديدين (Fo ، Bi)

$$Fo = \frac{a \times \tau}{\delta^2} \text{ و } Bi = \frac{a \times \delta}{\lambda}$$

$F1 [Bi, Fo]$ و $F2 [Bi, Fo]$ منحنيات بيانية للحصول على درجتي الحرارة اللابعدية الداخلية
والخارجية

$x = \delta$ = درجة الحرارة لا بعديه داخل اللحاء التي تم الحصول عليها في وسطها بمساعدة المنحنيات

$\vartheta_{x=0}$ = درجة الحرارة لا بعديه مقابل اللحاء التي تم الحصول عليها في وسطها بمساعدة المنحنيات

المرحلة الثانية: حساب درجتي الحرارة المطلوبة ($t_{x=0}$ ، $t_{x=\delta}$) من معادلة فورييه ونيوتن وباستخدام القيم العددية اللابعدية المحسوبة

$$\vartheta_{x=\delta} = \frac{tc - tf}{to - tf} \quad \text{وبالتعويض نتوصل إلى}$$

المعادلة (1) التي تمثل درجة الحرارة المتنبئ بها عند نسيج الكامبيوم

$$t_{x=\delta} = tf + (\vartheta_{x=\delta}) * to - tf$$

والمعادلة (2) التي تمثل درجة الحرارة المتنبئ بها مقابل اللحاء

$$t_{x=0} = tf + (\vartheta_{x=0}) * to - tf$$

$$a = \text{معامل الانتقال الحرارة} \left[\frac{W}{m^2 * c^0} \right]$$

$$a = \text{معامل الانتشار الحراري} \quad m^2 / s$$

$$\lambda = \text{معامل التوصيل الحراري للحاء (الصنوبر البروتي = 0.14، والسنديان العادي = 0.21)} \left[\frac{W}{m * c^0} \right]$$

$$t_f = \text{درجة حرارة اللهب} \quad C^0$$

$$t_c = \text{درجة الحرارة لطبقة الكامبيوم} \quad C^0$$

τ = المدة الزمنية لانتقال الحرارة بالدقيقة من بداية عملية نقل الحرارة إلى أن تصل درجة الحرارة داخل

الحاء عند طبقة الكامبيوم إلى درجة الحرارة 60 C^0

$$t_0 = \text{درجة الحرارة المحيطة باللحاء أثناء التجربة (درجة الحرارة الجوية في أثناء إجراء التجربة)} \quad C^0$$

4.4.2. معادلة العلاقة بين τ والمتغير x

$$\tau = 2.9 x^2$$

$$X = \text{سماكة اللحاء (م)}$$

3. التحليل الإحصائي Statistical Analysis

عولجت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج spss .

الفصل الثالث: النتائج و المناقشة
Results and Discussion

النتائج و المناقشة Results and Discussions

بينت نتائج تجارب الحرق المخبرية الحرارية التي أجريت على عينات لحاء الصنوبر البروتي والسنديان العادي من درجات الحرارة المطبقة على اللحاء عند نقطة الاشتعال ودرجات الحرارة الأعلى منها، وهي t_f درجات الحرارة اللهب المطبق على سطح اللحاء و t_c درجات الحرارة داخل الحاء و τ الزمن الزم للانتقال الحراري من سطح اللحاء إلى طبقة الكامبيوم أي الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم توافقها مع المعادلات النظرية الموضحة في فقرة المعادلات رقم (3.4.2) للتوصيل الحراري في النظام غير المستقر لبعض العينات المحسوبة للسنديان العادي وللصنوبر البروتي، وعند إجراء العمليات الحسابية في النظام غير المستقر تبين مطابقتها مع درجتي الحرارة التي جرى اختبارهما في استمارة العينة المعدة، (انظر ملحق الصور رقم 1-2-3-4) فكانت متوافقة مع فقرة المعادلات النظرية رقم (3.4.2).

فيما يلي عرض مناقشة النتائج التي جرى التوصل إليها :

1.دراسة تأثير المتغير المستقل (سماكة اللحاء) في المتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم)
من أجل معرفة العلاقة بين المتغير (τ) قيمة المدة الزمنية لتلف نسيج الكامبيوم عند درجة حرارة 60 م° والمتغير المفسر لحماية النسيج الحي (x) سماكة اللحاء وأثره في الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم (60) م° (τ) ، استخدم نموذج الانحدار الخطي البسيط الذي عُد فيه المتغير (x) متغيراً تفسيرياً، والمتغير (τ) متغيراً تابعاً بمقارنة نتائج سماكات اللحاء نفسها المتشابهة في سماكة اللحاء للمستويين الأول عند نقطة الاشتعال الذاتي للحاء والمستوى الثاني عند درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي وفيما يلي مناقشة نتائج الاختبار الحراري للمستويين:

1.1. مقارنة نتائج النوعين المدروسين عند المستوى الأول (أ) وهي نقطة الاشتعال الذاتي (200-280)

1.1.1. تبرز نتائج الفئة كبيرة السماكة من (0.0175 - 0.03 م) من خلال الجدول (1) الذي يوضح مقارنة الأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة للانحدار الخطي البسيط بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والتابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم بالنسبة للحاء كبير السماكة عند المستوى الأول)

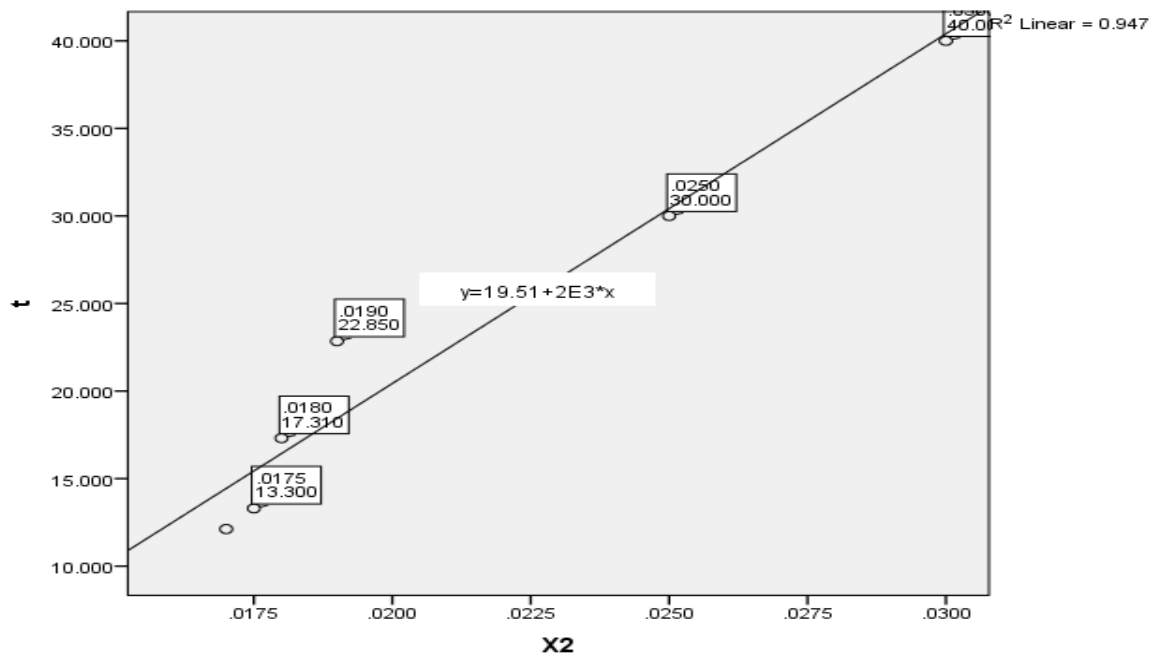
جدول رقم (1): يعرض نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة لنموذج الانحدار الخطي البسيط للحاء كبير السماكة من (0.0175 - 0.03 م) عند درجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال

المؤشر	عدد العينات N	درجات الحرارة المعاملة بها العينات (TF)	المدة الزمنية التي استغرقتها الحرارة المطبقة على اللحاء للوصول إلى درجة حرارة 60	معامل التحديد R^2	القيمة الاحتمالية Sig	الفروق المعنوية عند المستوى 0.05	معادلة الانحدار الخطي البسيط (τ)
الصنوبر البروتي	6	(260-233) °م	(14-26) د	0.975	0.00	يوجد فروق معنوية	$X * 973 + 3.14$
السنديان العادي	6	(290-240) °م	(12-40) د	0.947	0.001	يوجد فروق معنوية	$X * 1997 + 19.6$

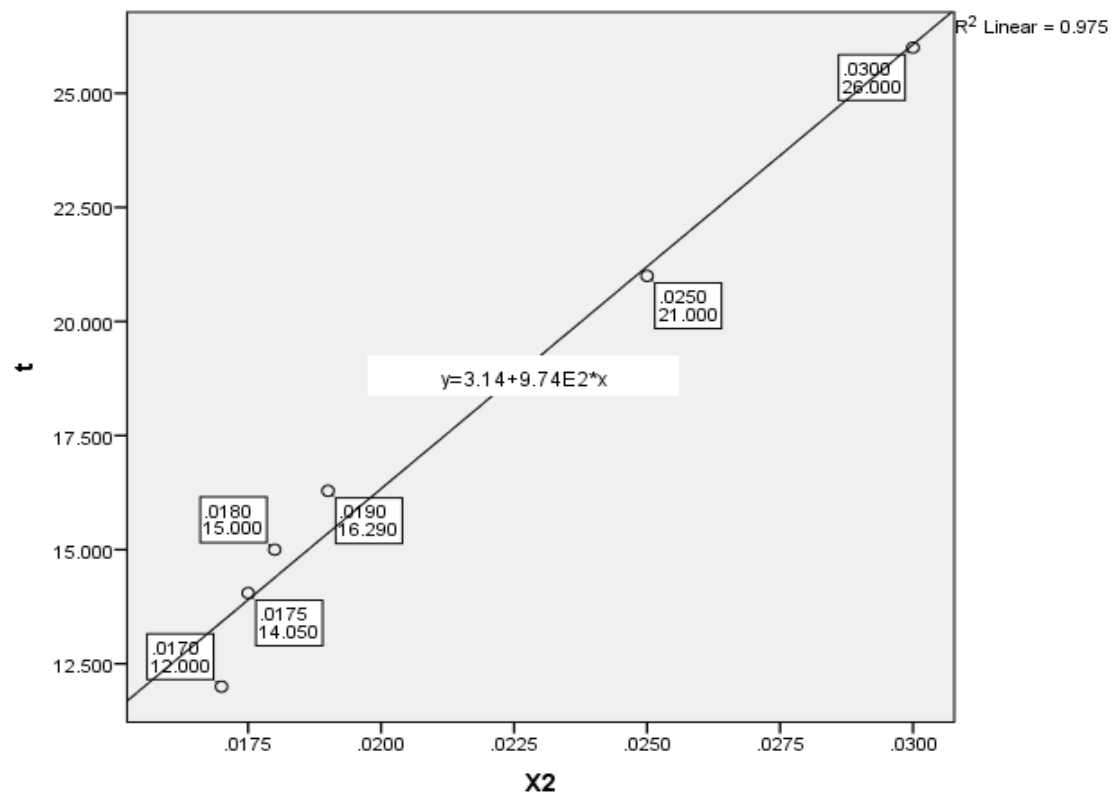
وتبين نتائج الجدول رقم (1) عند تعرض لحاء العينات كبيرة السماكة (0.0175 - 0.03 م) لدرجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال الذاتي مقاومة لحاء السنديان العادي لتلف نسيج الكامبيوم بمدة زمنية (12-40 د) وهي أكبر منها للصنوبر البروتي (14-26 د) لجميع العينات المتساوية في سماكة اللحاء، وكان نموذج الانحدار الخطي البسيط ذا دلالة معنوية للسنديان العادي والصنوبر البروتي عند القيم الإحصائية على التوالي (0.001 - 0.0001) لأنه أصغر من 0.05، ويفسر الفروق المعنوية الإحصائية للسنديان العادي والصنوبر البروتي أثر اللحاء كبير السماكة في حماية النسيج الحي ويتفق ذلك مع كل من (Vines, 1968; Harmon 1984; Uhl and Kaufmann, 1990; Hengst and Dawson, 1994; van Mantgem and Schwartz, 2003; Vander Weid, 2011)

الذين أشاروا إلى أثر سماكة اللحاء في حماية نسيج الكامبيوم، وبمقارنة معادلة الانتقال الحراري للعالم فورييه مع عرض المعطيات الجدول (1) نجد من معادلة الانتقال وجود علاقتين الأولى علاقة طردية بين معامل التوصيل الحراري وكمية الحرارة المنقلة التي تشير إلى ازدياده في السنديان العادي عن الصنوبر البروتي وبالتالي مقاومة أكبر للانتقال الحراري للصنوبر البروتي عن السنديان العادي والثانية علاقة عكسية مع سماكة اللحاء ولكن النتائج أظهرت مقاومة السنديان العادي بمدة زمنية أكبر من الصنوبر البروتي وهذا يعود للأثر الكبير لبعض الصفات الفيزيائية والتشريحية للحاء السنديان العادي والصنوبر البروتي فكان مسيطراً على معامل الانتقال الحراري ويتمشى ذلك مع كلا (Gill and Ashton 1968) فأشارا إلى أهمية أثر سماكة اللحاء في مقاومة الحرائق مع وجود خصائص أخرى للحاء بعض الأنواع الحراجية تؤثر في عملية الاحتراق منها صفة درجة عمق تشقق اللحاء وكونه فلينياً أو ليفياً، ولوحظ تأثير تلك الصفة في لحاء الصنوبر البروتي في أثناء الاحتراق و شكلت زوبعة احتراق على لحاء الصنوبر عملت على زيادة شدة الاحتراق وسرعته بينما لم تلاحظ عند السنديان العادي.

يمثل الشكل رقم (1) و (2) مخرجات نموذج الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي والسنديان العادي كل على حدة ، حيث $t =$ دقيقة و $x_2 =$ المتر



الشكل رقم 1: معامل الانحدار الخطي البسيط للسنديان العادي - المستوى الأول - السماكة الكبيرة



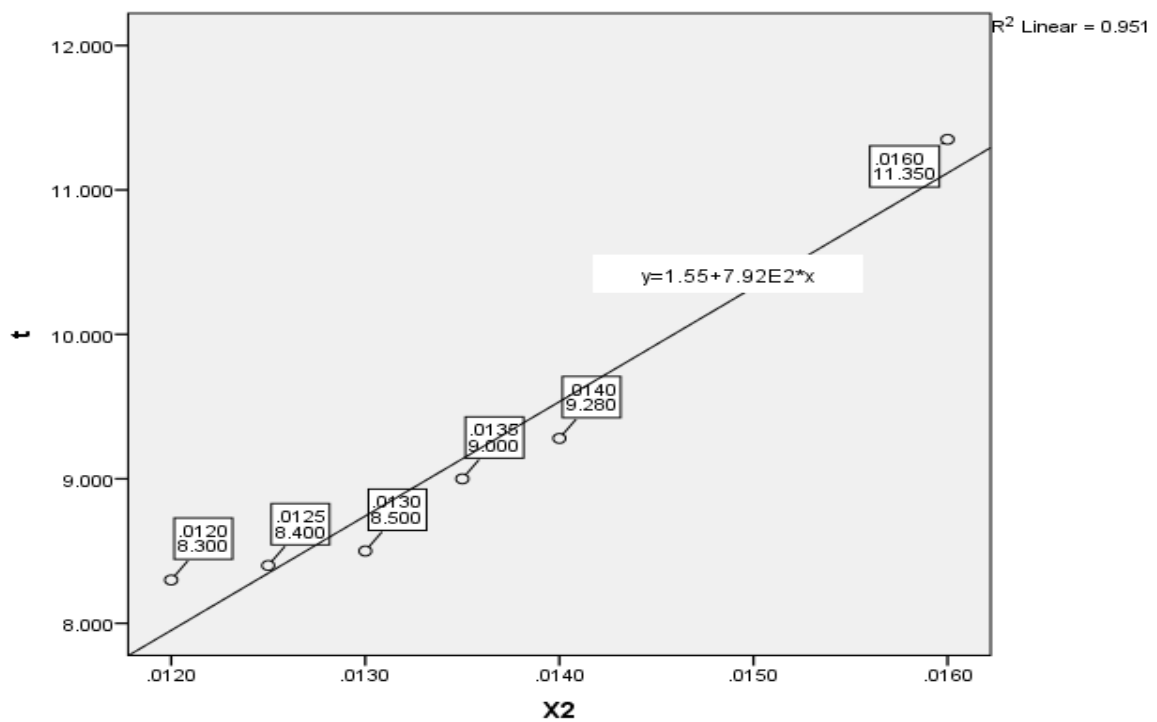
الشكل رقم 2 : معامل الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي -المستوى الأول - السماكة الكبيرة

2.1.1. تدل نتائج الفئة المتوسطة (0.013- 0.016 م) من خلال الجدول (2) الذي يوضح مقارنة الأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي للحاء متوسط السماكة بالنسبة للانحدار الخطي البسيط بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والمتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم) عند المستوى الأول.

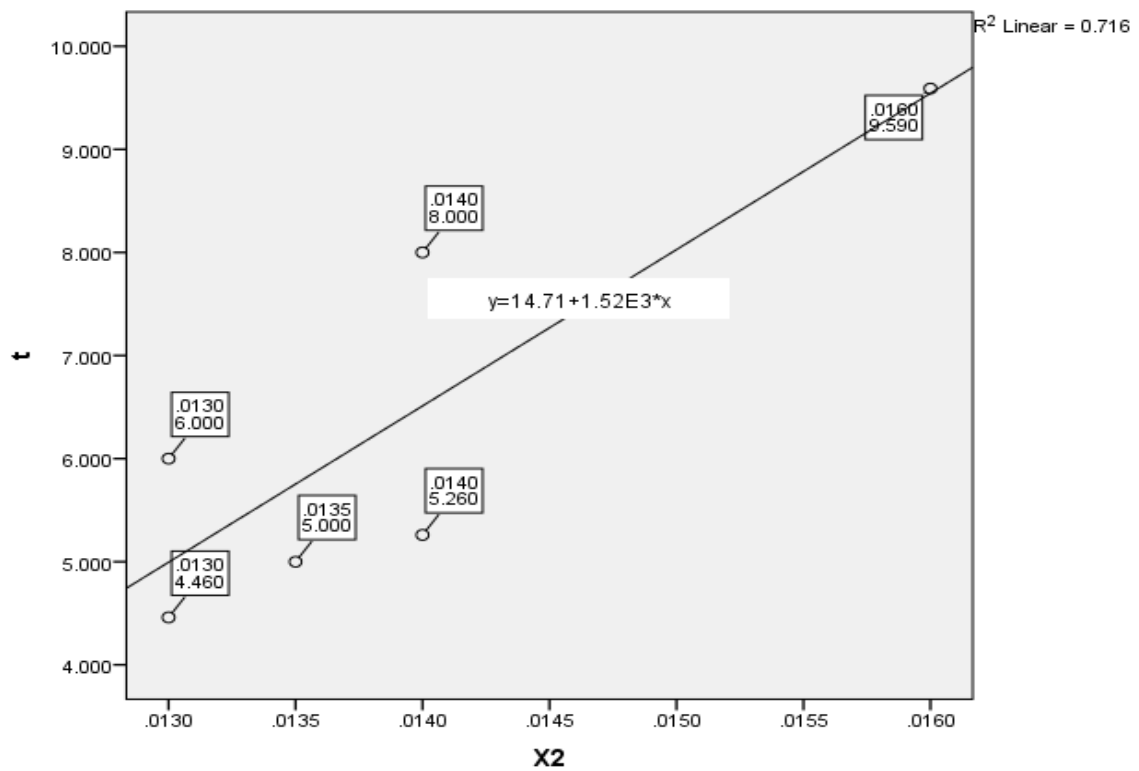
جدول 2: نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي- السنديان العادي بالنسبة للانحدار الخطي البسيط للحاء متوسط السماكة (0.013-0.016 م) عند درجات الحرارة القريبة من نقطة الاشتعال

المؤشر	عدد العينات N	درجات الحرارة المعاملة بها العينات (TF)	المدة الزمنية التي استغرقتها الحرارة المطبقة على اللحاء للوصول إلى درجة حرارة 60	معامل التحديد R^2	القيمة الاحتمالية Sig	الفروق المعنوية عند المستوى 0.05	معادلة الانحدار الخطي البسيط (τ)
الصنوبر البروتي	6	(294-204) °م	(9.5-4.5) د	0.716 ارتباط قوي	0.034	يوجد فروق معنوية	$X * 1516 + 14.7$
السنديان العادي	6	(273-240) °م	(11.35-8.3) د	0.951 (ارتباط قوي جداً)	0.001	يوجد فروق معنوية	$X * 792 + 1.55$

أظهرت نتائج الجدول رقم (2) عند تعرض لحاء العينات المختبرة متوسطة السماكة (0.013-0.016 م) لدرجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال الذاتي مقاومة لحاء السنديان العادي لتلف نسيج الكامبيوم بمدة زمنية (8.3-11.35د)، وهي أكبر منها للصنوبر البروتي (4.5-9.5 د) لجميع العينات المتساوية في سماكة اللحاء ومن معطيات نموذج الانحدار الخطي البسيط نجد تفوق السنديان العادي معنوياً على الصنوبر البروتي عند القيم الإحصائية (sig) على التوالي (0.034-0.001) كونها دالة إحصائياً وأصغر من المستوى المعنوي 0.05 ، وتفسر ظاهر اللحاء المتشقق وسماكة اللحاء حماية نسيج الكامبيوم للسنديان العادي بوقت أكبر من الصنوبر البروتي ولكن بفروق زمنية أقل ويعود ذلك لقلة تشقق لحاء الصنوبر البروتي متوسط السماكة وقلة سماكة اللحاء . يمثل الشكلان رقم (3) و(4) مخرجات نموذج الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي والسنديان العادي كل على حدة ، حيث $t =$ دقيقة و $x_2 =$ المتر .



الشكل رقم 3: معامل الانحدار الخطي البسيط للسنديان العادي - المستوى الأول - السماكة المتوسطة



الشكل رقم 4: معامل الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي - المستوى الأول - السماكة المتوسطة

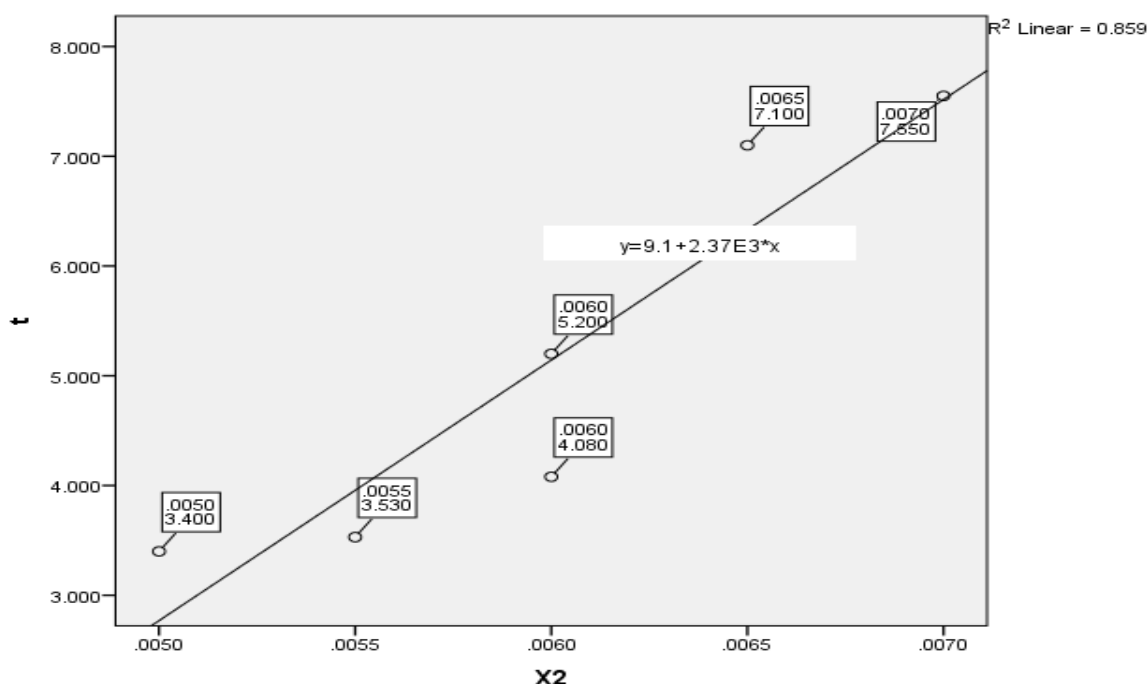
3.1.1. أما الفئة الثالثة: اللحاء قليل السماكة (0.002-0.007 متر) يوضح الجدول (3) مقارنة الأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي للحاء قليل السماكة (بالنسبة للانحدار الخطي البسيط) بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والتابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم) عند المستوى الأول.

جدول رقم (3) : نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة لانحدار الخطي البسيط للحاء قليل السماكة (0.002-0.007 متر) عند درجات قريبة من حرارة نقطة الاشتعال

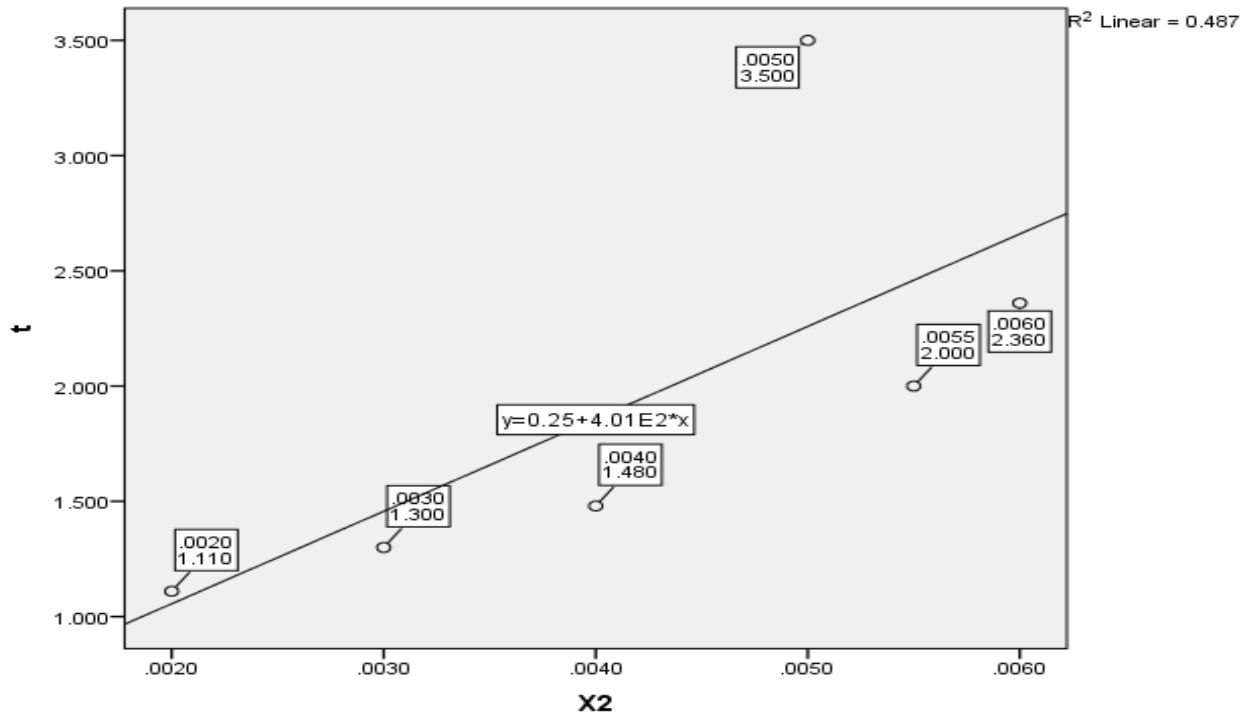
المؤشر	عدد العينات N	درجات الحرارة المعاملة بها العينات (TF)	المدة الزمنية التي استغرقتها الحرارة المطبقة على اللحاء للوصول إلى درجة حرارة 60	معامل التحديد R^2	القيمة الاحتمالية Sig	الفروق المعنوية عند المستوى 0.05	معادلة الانحدار الخطي البسيط (τ)
الصنوبر البروتي	6	(135-248 م°)	(1.11-3.5 د)	0.487 ارتباط ضعيف	0.123	لا يوجد فروق معنوية	$X * 401 + 0.254$
السنديان العادي	6	(206-286 م°)	(3.4-8 د)	0.859 ارتباط قوي	0.008	يوجد فروق معنوية	$X * 2374 + 9.1$

تبيين نتائج الجدول رقم (3) عند تعرض لحاء العينات قليل السماكة (0.002-0.006 م) لدرجات حرارة قريبة من نقطة الاشتعال الذاتي مقاومة لحاء السنديان العادي لتلف نسيج الكامبيوم بمدة زمنية (3.4-8 د) وهي أكبر منها للصنوبر البروتي (1.11-3.5 د) لجميع العينات المتساوية في سماكة اللحاء، وتظهر معطيات نموذج الانحدار الخطي البسيط وجود أثر معنوي للسنديان العادي بقيمة احتمالية 0.008 ومن جهة أخرى لم يسجل الصنوبر البروتي أي فروق معنوية بقيمة احتمالية (0.123)، ومنه فان لحاء الصنوبر البروتي القليل السماكة غير دال احصائيا ولا يقوم المتغير X بأثر تفسيري للمتغير التابع τ ويتوافق ذلك مع (Hare 1965) و (Reifsnnyder et al., 1967) و بين أن ازدياد الانتشار الحراري في اللحاء وسهولة الانتقال الحراري فيه تزداد من خلال اللحاء قليل السماكة وتتناقص مع زيادة كثافة اللحاء وزيادة المحتوى الرطوبي النسبية، ويفسر الفرق الزمني الكبير بين النوعين المدروسين أثر بعض الصفات الكيميائي منها المواد الراتنجية الموجودة في لحاء الصنوبر البروتي و أنخفض أثر صفة سماكة اللحاء في حماية النسيج الحي عند لحاء قليل السماكة فكان تأثير المواد الراتنجية للحاء الصنوبر البروتي أكبر من تأثير صفة اللحاء قليل السماكة للصنوبر البروتي في حماية النسيج الحي فازدادت كمية الحرارة المنقلة نتيجة المحتوى الكيميائي من المواد الراتنجية للصنوبر البروتي وانخفضت المدة الزمنية اللازمة لتلف النسيج الحي للصنوبر البروتي وازداد الفرق بين المدة الزمنية اللازمة لحماية النسيج الحي بين النوعين المدروسين.

يمثل الشكلان رقم (5) و (6) مخرجات نموذج الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي والسنديان العادي كل على حدة، حيث t = دقيقة و X_2 = المتر.



الشكل رقم 5: معامل الانحدار الخطي البسيط للسنديان العادي - المستوى الأول - السماكة القليلة



الشكل رقم 6: معامل الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي - المستوى الأول. السماكة القليلة

1.2. نتائج مقارنة سماكات اللحاء نفسها بالمعاملة الحرارية للنوعين المدروسين في المستوى الثاني (ب) ضمن مدى درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي (200 - 280 م°) و قسمت سماكة لحاء لكل نوع إلى فئتين: الكبيرة 0.014 - 0.025 م، والمتوسطة والقليلة 0.006 - 0.012 م و بلغ عدد المعاملات الكلي 24 لكل فئة 12 معاملة مقسومة إلى 6 لكل نوع اختبر نموذج الانحدار الخطي البسيط عليه ومقارنته بالنوع الآخر لسماكات اللحاء نفسها.

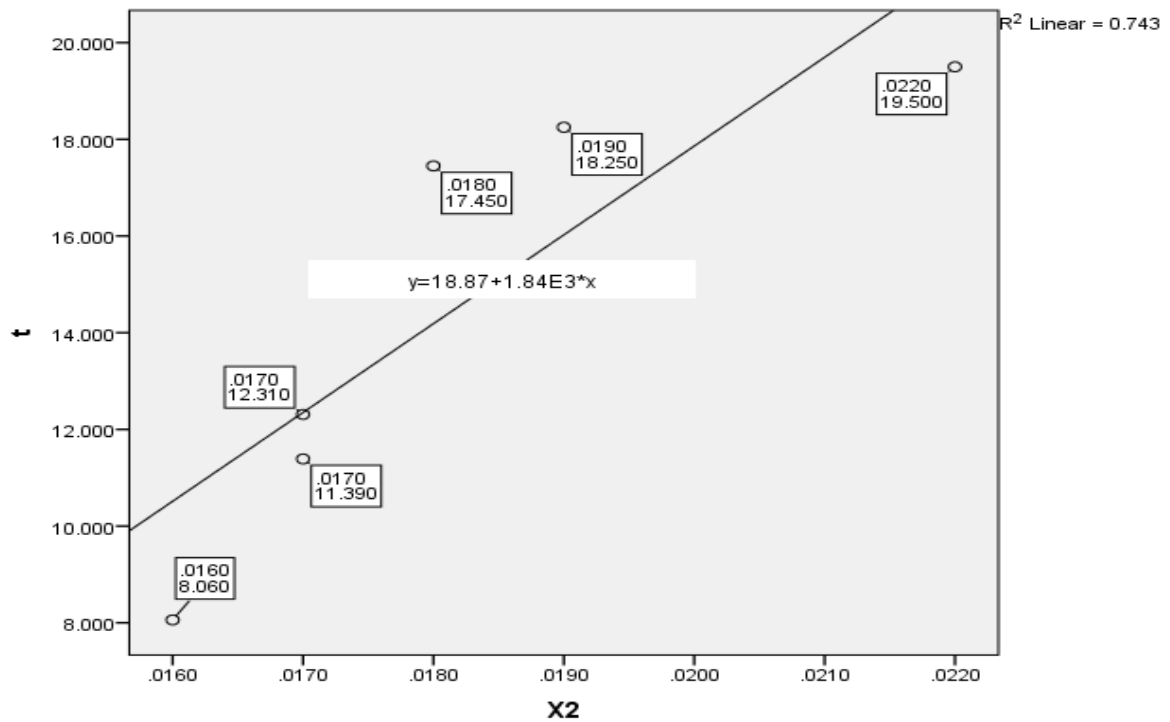
1.1.2. الفئة الأولى: اللحاء كبير السماكة والجدول (4) يوضح معطيات مقارنة للأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة للانحدار الخطي البسيط بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والمتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم) بالنسبة للحاء كبير السماكة (0.014 - 0.025 م) عند درجات حرارة الأعلى من نقطة الاشتعال الذاتي.

جدول 4: نتائج المقارنة بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي بالنسبة للانحدار الخطي البسيط للحاء كبيرة السماكة (0.014-0.025 م) عند درجات حرارة الأكبر من نقطة الاشتعال

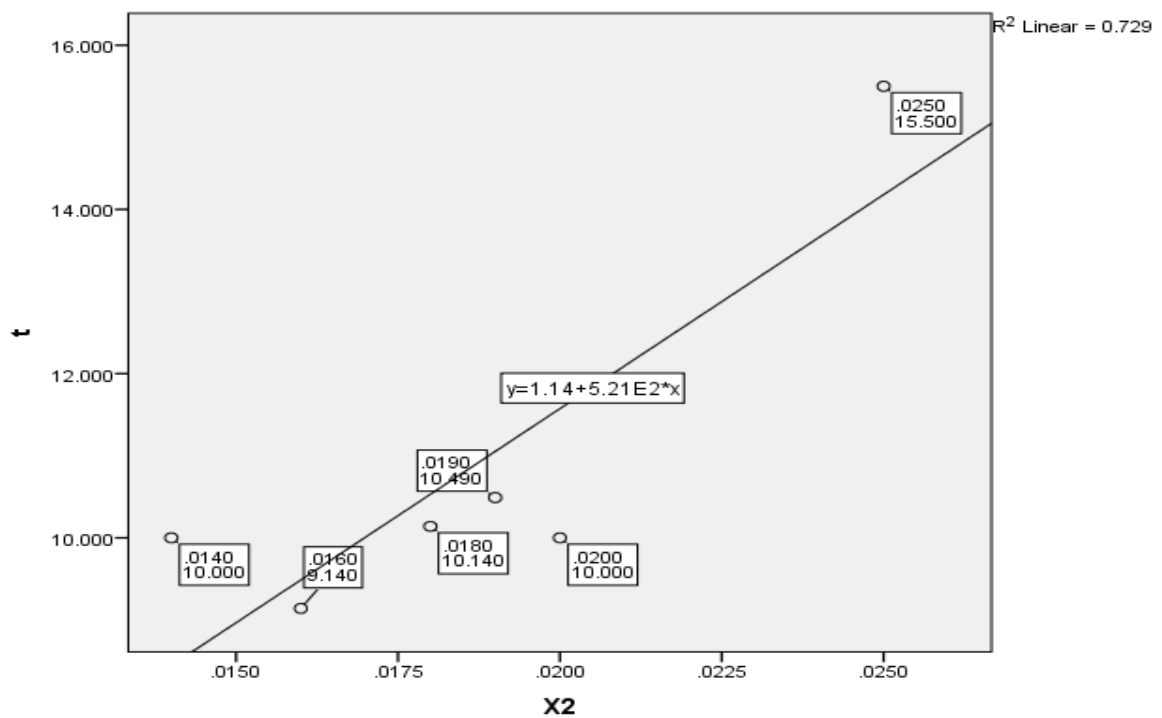
المؤشر النوع	عدد العينات N	درجات الحرارة المعاملة بها العينات (TF)	المدة الزمنية التي استغرقتها الحرارة المطبقة على الحاء للوصول إلى درجة حرارة 60	معامل التحديد R^2	القيمة الاحتمالية Sig	الفروق المعنوية عند المستوى 0.05	معادلة الانحدار الخطي البسيط (τ)
الصنوبر البروتي	6	(388-421 م°)	(9-15 د)	0.729	0.031	يوجد فروق معنوية	$X * 521 + 1.14$
السنديان العادي	6	(315-433 م°)	(8-19.5 د)	0.743 ارتباط قوي	0.027	يوجد فروق معنوية	$X * 1836 + 18.87$

أظهرت نتائج الجدول رقم(4) عند تعرض لحاء العينات كبيرة السماكة (0.014 - 0.025 م) لدرجات حرارة الأعلى من نقطة الاشتعال وجود أثر معنوي للسنديان العادي بقيمة احتمالية (0.027) وهي ذات دلالة معنوية عند المستوى 0.05، وكذلك لحاء الصنوبر البروتي بقيمة (0.031)، وعند المقارنة بين النوعين أبدت نتائج عينات السنديان العادي مقاومة أكبر لتلف النسيج الحي بمدة (8-19.5 د) وهي أكبر من نتائج الصنوبر البروتي (9-15 د) لجميع العينات المتساوية في سماكة اللحاء للنوعين المدروسين مع ارتفاع الفروق المعنوية له، ونلاحظ من نتائج الجدول (4) أن مدة حماية النسيج الحي بين النوعين كانت قريبة، ويعود ذلك ازدياد كمية الحرارة المنتقلة على حساب سماكة اللحاء للنوعين المدروسين عند تعرضه لدرجات حرارة مرتفعة.

يمثل الشكلان رقم (7) و(8) نموذج الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي والسنديان العادي كلاً على حدة ، حيث $t =$ دقيقة و $x_2 =$ المتر.



الشكل رقم 7: معامل الانحدار الخطي البسيط للسندان العادي-المستوى الثاني-السماعة الكبيرة



الشكل رقم 8: معامل الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي - المستوى الثاني - السماعة الكبيرة

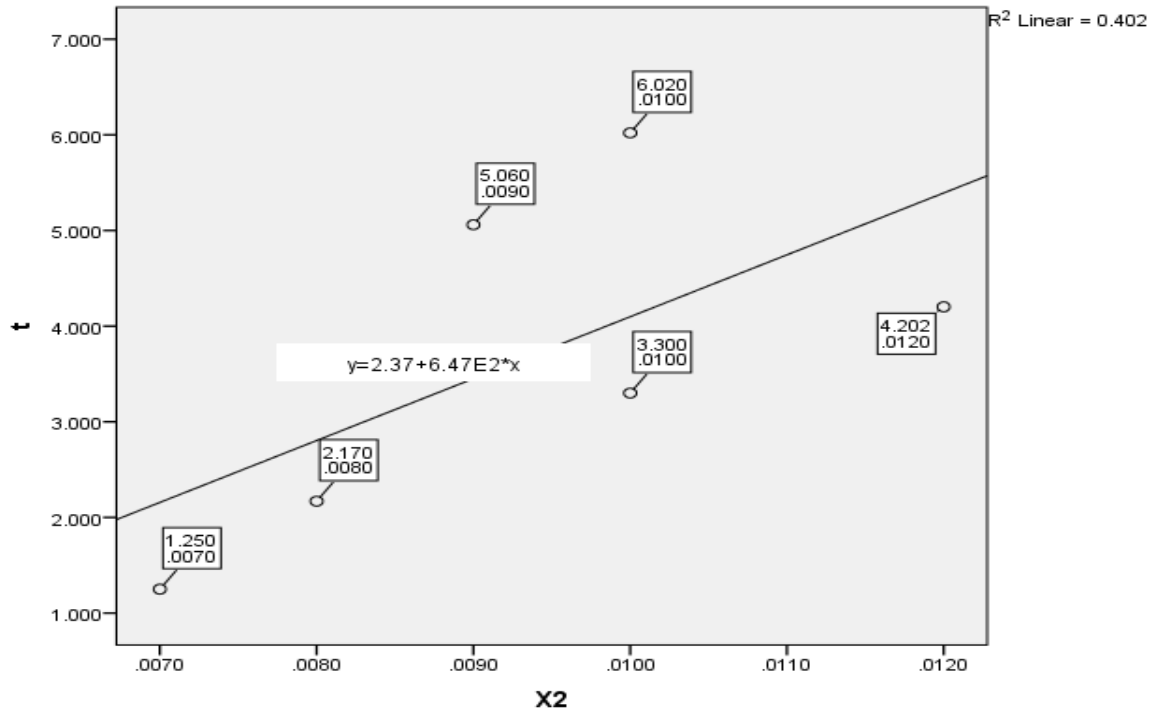
2.1.2. الفئة الثانية: تُبرز نتائج مقارنة الأثر بين الصنوبر البروتي و السنديان العادي لحاء المتوسط والقليل السماكة (0.006-0.012 م) بالنسبة للانحدار الخطي البسيط بين المتغير المستقل (سماكة اللحاء) والمتغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم) لدرجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال، ومن خلال الجدول رقم

(5) نجد

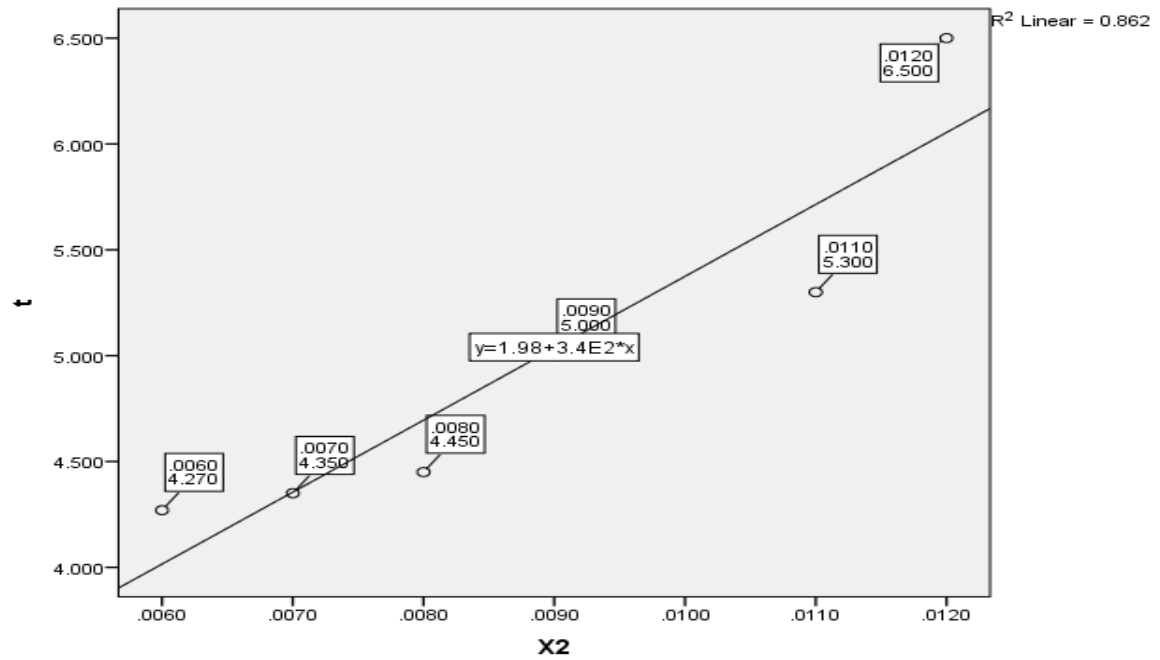
المؤشر النوع	عدد العينات N	درجات الحرارة المعاملة بها العينات (TF)	المدة الزمنية التي استغرقتها الحرارة المطبقة على اللحاء للوصول إلى درجة حرارة 60	معامل التحديد R^2	القيمة الاحتمالية Sig	الفروق المعنوية عند المستوى 0.05	معادلة الانحدار الخطي البسيط (τ)
الصنوبر البروتي	6	(322-499 م°)	(1.25-4.20 د)	0.402 ارتباط ضعيف	0.177	لا يوجد فروق معنوية	$X * 647 + 2.37$
السنديان العادي	6	(330-477 م°)	(4.27-6.5 د)	0.862 ارتباط قوي	0.008	يوجد فروق معنوية	$X * 340 + 1.98$

بينت نتائج الجدول رقم (5) عند تعرض لحاء العينات المتوسطة و قليلة السماكة (0.007-0.012 م) لدرجات حرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي مقاومة لحاء السنديان العادي لتلف نسيج الكامبيوم بمدة زمنية 4.27-6.5 دقيقة وهي أكبر منها للصنوبر البروتي 1.25-4.20 دقيقة لجميع العينات المتساوية في سماكة اللحاء بفروق صغيرة مع وجود فرق معنوي للسنديان العادي بقيمة احتمالية (0.008)، ولم يسجل الصنوبر البروتي أي معنوية عند القيمة الإحصائية (0.177) كونه أكبر من المستوى المعنوي 0.05، وتفسر صفة تشقق اللحاء، ارتفاع درجات الحرارة، وقلة سماكة اللحاء ضعف تأثير سماكة لحاء الصنوبر البروتي المتوسط والقليل في وقت حماية نسيج الحي، أما تقارب المدة الزمنية لتلف النسيج الحي بين النوعين المدروسين فتعود لدرجات الحرارة المرتفعة واضمحلال أثر سماكة اللحاء المتوسطة والقليل السماكة.

يمثل الشكلان رقم (9) و(10) نموذج الانحدار الخطي البسيط للسنوبر البروتي والسنديان العادي، حيث t = دقيقة و x_2 = المتر.



الشكل رقم 9: معامل الانحدار الخطي البسيط للسنديان العادي - المستوى الثاني - السماكات القليلة والمتوسطة



الشكل رقم 10: معامل الانحدار الخطي البسيط للسنوبر البروتي - المستوى الثاني - السماكة القليلة و المتوسطة

ومن ملاحظة أشكال الانحدار الخطي البسيط للصنوبر البروتي والسنديان العادي من 1 إلى 10 والجدول من رقم 1 إلى 5 نبين ما يلي :

إن معادلات الانحدار الخطي البسيط كانت مخالفة للمعادلة رقم (2-2-4) التي تشير إلى وجود علاقة بين المتغير التفسيري x والمتغير التابع t والسبب أنها كانت نتاج اشتقاق من المعادلات (4) عامة ولا تراعي خصوصية النوع النباتي ولا الخصائص الفيزيائية لكل نوع، أما معادلات التنبؤ بالزمن اللازم لتلف نسيج الكامبيوم التي تم التوصل إليها في البحث فكانت نتاج تجارب مخبرية للنوعين المدروسين مع مراعاة صفة سماكة اللحاء ودرجات الحرارة التي تعرضت إليها .

من مناقشة نتائج الاختلافات في سماكة اللحاء وتأثيرها في المدة الزمنية اللازمة لحماية النسيج الحي والمقارنة بين النوعين المدروسين لكل فئة تحقق هدف الدراسة الأول في المقارنة بين النوعين بالنسبة لطول المدة الزمنية وهدف الدراسة الثاني الشق الحراري في مدى حماية اللحاء لطبقة الكامبيوم في أثناء الحرائق .

2. دراسة تأثير المتغير المستقل (كمية محتوى الرطوبة مقدرة إلى الوزن الجاف) في اللحاء بالنسبة إلى الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم، و للإجابة على الفرضية البحثية بوجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات قيم متغير التابع (الوقت اللازم لتلف نسيج الكامبيوم للحاء) تبعاً إلى المتغير العددي (محتوى الرطوبة) و المتغير الوصفي (الصنوبر البروتي والسنديان العادي) والمتغير العددي سماكة اللحاء والتفاعل بينهما ، ولفحص ذلك السؤال جرى اختبار النوعين المدروسين، و بلغ عدد العينات 60 عينة لكل نوع 30 عينة مقارنة مع سماكة اللحاء نفسها لنقطة الاشتعال الذاتي و لدرجات الحرارة الأكبر منها .

1.2. قورنت نتائج النوعين بالنسبة لتأثير المتغير العددي (محتوى الرطوبة النسبية) في المتغير التابع (الوقت اللازم للاحتراق) ويوضح الجدول رقم (6) نتائج الاختبار والدلالة الإحصائية .

جدول 6: نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (Tow.way.ANOVA) اختبار التفاعل بين المتغيرات (محتوى الرطوبة النسبية-سماكة اللحاء-النوعين المدروسين-والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في الزمن اللازم لتلف

النسيج الحي (Tests of Between.Subjects Effects)

المؤشر	النوع	الصنوبر البروتي	السنديان العادي
سماكة لحاء الأشجار المختبرة بالمتر	(0.03 – 0.002)	(0.03 – 0.005)	
عدد العينات	30	30	
الزمن اللازم لحماية نسيج الكامبيوم	8.0 د	11.6 د	
قيمة F لمحتوى الرطوبة النسبية	0.686		
القيمة الاحتمالية لمحتوى الرطوبة النسبية Sig	0.583		
الدلالة الإحصائية (الفروق المعنوية) عند 0.05	غير دالة إحصائيا لا يوجد فروق معنوية		
القيمة الاحتمالية Sig لسماكة اللحاء	0.00		
الدلالة الإحصائية (الفروق المعنوية) عند المستوى 0.05 لسماكة اللحاء	دالة إحصائيا يوجد فروق معنوية		
قيمة F للتفاعل بين الرطوبة النسبية وسماكة اللحاء والأنواع المدروسة	2.5		
القيمة الاحتمالية Sig للتفاعل بين محتوى الرطوبة سماكة اللحاء والأنواع المدروسة	0.077		
الدلالة الإحصائية للتفاعل بين سماكة اللحاء والأنواع عند 0.05	غير دالة إحصائيا		

يبين الجدول (6) نتائج التباين الثنائي بين تأثير متغيرات سماكة اللحاء ومحتوى الرطوبة والأنواع المدروسة والتفاعل بينهم ومتغير تابع (الزمن اللازم لحماية النسيج الحي) وجدت فروق معنوية بين الزمن اللازم للاحتراق ومتغير (سماكة اللحاء) لصالح السنديان العادي (11.6د) على الصنوبر البروتي (8.0د) وكانت دالة إحصائية بالنسبة لمتغير سماكة اللحاء بقيمه ف = 25 وقيمة احتمالية (وجود فروق معنوية) = 0.00 وأما بالنسبة لمحتوى الرطوبة وأثره في حماية النسيج الحي فأظهرت النتائج أنه لا توجد فروق معنوية فكانت قيمة ف = 0.686 بقيمة احتمالية 0.583 غير دالة إحصائياً ، وكذلك التفاعل بين الرطوبة النسبية وسماكة اللحاء والنوعين فكانت غير دالة إحصائياً عند القيمة الاحتمالية 0.05 و كانت قيمة ف 2.5 بقيم احتمالية 0.077 وهي غير دالة إحصائياً أي لا يوجد فروق معنوية لأنها أكبر من 0.05 .

ومن أجل فحص الفروق المعنوية تمت المقارنة البعدية بين متغير النوعين وسماكة اللحاء وتأثيرهما في المتغير المستقل (متوسط كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء)

2.2. نتائج المقارنة بين ثلاث قيم لمحتوى الرطوبة مع بعضهما للصنوبر البروتي وقيمتين لمحتوى الرطوبة للسنديان العادي كل على حدة ، والجدول رقم (7) يبين تلك المعطيات:

جدول 7: نتائج تقدير المقارنة البعدية بين الأزواج تبعاً لمتغير قيمة كمية الرطوبة النسبية لكل نوع بالنسبة

للمزمن اللازم لتلف النسيج الحي Pairwise Comparisons

المؤشر	قيم متوسطات محتوى الرطوبة %	قيمة محتوى الرطوبة المقارن به %	المقارنة بين الفروق الزمنية لمتوسطات الزمن اللازم لتلف نسيج الكامبيوم (τ) لكل قيمة لمحتوى رطوبة مع بعضهم بالدقيقة	قيمة الدلالة الإحصائية	متوسط الزمن اللازم لتلف نسيج الكامبيوم
النوع	الصنوبر البروتي	0.09	0.1	4.33	0.001
		0.1	0.11	8.72	0.000
			0.09	4.33	0.001
		0.11	0.11	4.3	0.001
			0.09	8.7	0.000
		0.1	0.1	4.3	0.001
السنديان العادي		0.06	0.07	0.1	0.942
		0.07	0.06	0.1.	0.942

ومن معطيات الجدول (7) يلاحظ وجود علاقة عكسية بين قيم محتوى الرطوبة وقيم الزمن اللازم لحماية النسيج الحي تظهر في المقارنة بين النوعين وداخل كل نوع .

فبالمقارنة بين النوعين المدروسين كان لحاء السنديان العادي أقل محتوى من الرطوبة ، واستغرق زمن حماية للنسيج الحي أكبر منه عند الصنوبر البروتي الأكثر محتوى من الرطوبة، فكان محتوى الرطوبة عند الصنوبر البروتي 0.09-0.1-0.11 وهي أعلى من محتوى الرطوبة عند السنديان العادي 0.06-0.07 وهذه العلاقة عكسية بين الزمن اللازم لموت نسيج الكامبيوم و محتوى الرطوبة للنوعين المدروسين ، و كان المتغير التابع τ للسنديان العادي أكبر من (المدة الزمنية اللازمة لتلف نسيج الكامبيوم) للصنوبر البروتي.

وعند مقارنة المتغير التابع (τ) مع المتغير المستقل (محتوى الرطوبة للنوع الواحد) كان هناك فروق معنوية عند الصنوبر البروتي فقط ، ولا توجد وجود فروق إحصائية داخل السنديان العادي، وتظهر النتائج أن قيم الزمن اللازم لتلف نسيج الكامبيوم للصنوبر البروتي أكبر عند محتوى أقل من الرطوبة بعلاقة عكسية وتبين ذلك نتائج متغير محتوى الرطوبة 0.09-0.1-0.11 مع متغير (التابع الزمن اللازم لتلف النسيج الحي) بفترة زمنية 3.5-8-12 د على التوالي بقيمة احتمالية عند المقارنة بينهما (0.000-0-0.001) أي دال إحصائياً لنوع الصنوبر البروتي والعلاقة العكسية نفسها للسنديان العادي، فملاحظة محتوى الرطوبة الأقل 0.06. 0.07 استغرق وقتاً أكبر لتلف نسيج الكامبيوم 11.6-11.7 د ولكنه غير دال إحصائياً عند القيمة (0.942) للمستوى المعنوي 0.05 ، والسبب في وجود علاقة عكسية لزمن حماية طبقة الكامبيوم للصنوبر البروتي مع محتوى الرطوبة أن معامل التوصيل الحراري للماء 0.65 أكبر منه للحاء الصنوبر البروتي 0.014 ومنه وجود كمية من الماء في اللحاء يرفع قيمة التوصيل الحراري ويزداد النقل الحراري للعلاقة الطردية بينهما حسب المعادلة رقم (1) ويقل الزمن اللازم لنقل الحرارة، أما السنديان العادي فللسبب نفسه يزداد زمن الحماية مع محتوى رطوبة أقل مع أنه غير دال إحصائياً، والسبب وجود خواص فيزيائية مسيطرة على إطالة المدة الزمنية لتلف نسيج الكامبيوم منها طبيعة نسيج للحاء فيه وهذا يتعارض مع كل (Hare (1965) and (Reifsnyder et al.,1967 بالنسبة للنوعين المدروسين، فأشاروا إلى أن كمية الانتقال الحراري تقل مع زيادة كثافة اللحاء وزيادة محتوى الرطوبة النسبية أي وجود علاقة عكسية بين الانتقال الحراري ومحتوى الرطوبة النسبية من جهة، ومن جهة أخرى وجود علاقة طردية بين محتوى الرطوبة النسبية والمدة الزمنية اللازمة لحماية النسيج الحي أثناء الاحتراق،

ويفسر ذلك بالعلاقة الطردية بين الانتقال الحراري و محتوى الرطوبة النسبية حسب معادلة فورييه من جهة، ومن جهة أخرى وجود علاقة عكسية بين محتوى الرطوبة النسبية والمدة الزمنية اللازمة لحماية النسيج الحي أثناء الاحتراق ونلاحظ أن قيمة معامل التوصيل الحراري للماء 0.65 أكبر منها للنوعين المدروسين الصنوبر البروتي والسنديان العادي (0.14-0.21) على التوالي وبالتالي ازدياد الانتقال الحراري للحاء الذي يحتوي على كمية محتوى الرطوبة الأكبر يؤدي إلى ازدياد قيمة الانتقال الحراري وبالتالي سرعة الانتقال الحراري إلى داخل اللحاء ذا المحتوى الرطوبة الأكبر وتلف نسيجه الحي بوقت أقل من اللحاء ذا محتوى الرطوبة الأقل .

3. دراسة تأثير المتغير المستقل (كمية الحرارة المنتقلة من اللحاء) في المتغير التابع (المدة الزمنية لتلف النسيج الحي) من خلال اختبار الفرضية البحثية بوجود فروق ذات دلالة احصائية للمتغير التابع (كمية الحرارة المنتقلة من اللحاء) تعزى لتأثير كل من المتغيرين الأول المتغير الوصفي (النوع الصنوبر البروتي والسنديان العادي) والمتغير الثاني العددي (سماكة اللحاء)، ولفحص ذلك اختبرت التباين الثنائي (Tow.way.ANOVA) لمعرفة وجود فروق ذات دلالة إحصائية في العينة محل الدراسة تبعاً لمتغير كمية الحرارة المنتقلة بمقارنة نتائج سماكات اللحاء نفسها المعاملة حرارياً للنوعين المدروسين الى مستويين:

1.3. المستوى الأول (أ) ضمن مدى درجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي (200-280) و قسمت سماكة لحاء كل نوع إلى فئتين، و بلغ عدد المعاملات الكلي 36 لكل فئة 18 لكل نوع اختبر تحليل التباين الثنائي عليه ومقارنته بالنوع الآخر لسماكة اللحاء لنفسها ويوضح الجدول رقم (1) نتائج الاختبار والدلالة الإحصائية عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية للنوعين المدروسين.

جدول 8: نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (Tow.way.ANOVA) عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية للنوعين المدروسين تبعاً لمتغير كمية الحرارة المنتقلة -اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء-النوعين المدروسين-والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية الحرارة المنتقلة (Tests of)

Between.Subjects Effects

المؤشر	الصنوبر البروتي	السنديان العادي
سماكة لحاء الأشجار المختبرة م	0.03 - 0.002	0.03 - 0.005
عدد العينات	18	18
المتوسط الحسابي لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط	3477 واط	4047 واط

0.001	القيمة الاحتمالية Sig للنوعين المدروسين
دالة إحصائية	الدلالة الإحصائية للنوعين عند مستوى 0.05
0.001	القيمة الاحتمالية Sig لسماكة اللحاء
دالة إحصائية	الدلالة الإحصائية لسماكة اللحاء عند مستوى 0.05
0.015	القيمة الاحتمالية Sig للتفاعل بين سماكة اللحاء والأنواع المدروسة
دالة إحصائية	الدلالة الإحصائية للتفاعل بين سماكة اللحاء والأنواع عند مستوى المعنوية 0.05
0.989	معامل التحديد

من معطيات الجدول (8) يلاحظ وجود فروق ذات معنوية عند السنديان العادي *Quercus calliprinus webb* وكانت متوسطات كمية الانتقال الحراري 4047 واط للسنديان العادي و3477 واط للصنوبر البروتي وكانت ذات دلالة إحصائية بوجود فروق معنوية بالنسبة للمتغير (كل من النوعين المدروسين) و متغير (سماكة اللحاء) و(التفاعل بينهما) بقيمة احتمالية أقل عند المستوى المعنوي 0.05 وكانت على التوالي 0.001.0.015.0.001 وهي دالة إحصائية .

ومن أجل فحص الفروق المعنوية تمت المقارنة البعدية بين متغير النوعين وسماكة اللحاء وتأثيرهما في المتغير المستقل (متوسط كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء) والجدول رقم (9) يبين تلك المعطيات:

جدول 9: يتضمن جدولين لمقارنة البعدين بين متغير (نوع الشجرة) و (سمكة اللحاء) تبعاً لكمية الحرارة المتنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي (210-260) مئوية Pairwise Comparisons

سمكة اللحاء م	0.013	0.0135	0.014	0.016	0.017	0.0175	0.018	0.019	0.025	0.03
Q واط										
الصنوبر البروتي	2369	2240	2152	1936	1861	1638	1586	1422	1022	976
السنديان العادي	3473	3422	3345	2830	2750	2684	2532	2430	2142	1820

جدول رقم 9-1 : للسماكات اللحاء من 0.013 إلى 0.03 متر تبعاً لكمية الحرارة المتنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي

سمكة اللحاء م	0.0125	0.012	0.007	0.065	0.06	0.0055	0.005	0.004	0.003	0.002
Q واط										
الصنوبر البروتي	2460	2620	3810	4212	4862	4884	4912	4949	9240	12684
السنديان العادي	3528	3587	4668	6041	6656	7369	9912	11684	15684	17884

جدول 9-2 : للسماكات اللحاء من 0.002 إلى 0.012 متر تبعاً لكمية الحرارة المتنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند نقطة الاشتعال الذاتي

من معطيات الجدول (9) للمستوى الحراري الأول نبين أنه

عند المقارنة بين النوعين المدروسين لوحظ ارتفاع قيم كل متوسطات كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء لصالح السنديان العادي على الصنوبر البروتي لكل الأقطار المدروسة ، ويفسر ذلك العلاقة الطردية بين معامل التوصيل الحراري (λ) وكمية الحرارة المنتقلة فقيمته في السنديان العادي (0.21) أكبر من الصنوبر البروتي (0.14) والعلاقة العكسية بين كمية الحرارة المنتقلة وسماكة اللحاء كانت أعلى قيمة لكمية الحرارة عند سماكة اللحاء القليلة 0.002 متر للسنديان العادي (17884 واط) ، و عند الصنوبر البروتي عند سماكة اللحاء 0.002 متر هي (12684) واط وأدنى قيمة لكمية الحرارة المنتقلة عند سماكة اللحاء الكبيرة (0.03 م) للسنديان العادي (1820) واط أقل منها عند الصنوبر البروتي (976) واط مع دلالة إحصائية (وجود فروق معنوية) ويفسر ذلك المعادلة رقم (1) للانتقال الحراري التي تظهر أثر اللحاء كبير السماكة في تقليل كمية الحرارة المنتقلة من خلاله وهذا يتوافق مع كل من

(Reifsnyder et al.,1967; Vines 1968; Hengst and Dawson 1994; van Mantgem and Schwartz 2003) الذين أشاروا لتأثير سماكة اللحاء عامة في عملية الانتقال الحراري و أثره في مقاومة الحرارة المتشكلة في أثناء الحرائق عند جذوع الأشجار .

2.3. المستوى (ب) المتضمن درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي (300-600) درجة مئوية فقد اختبرت لمعرفة الفروق بين متوسطات كمية الحرارة المنتقلة باللحاء للنوعين المدروسين .

جدول 10. نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (Tow.way.AVOVA) عند درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال (300-600) درجة مئوية للنوعين المدروسين تبعاً لمتغير كمية الحرارة المنتقلة اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء. النوعين المدروسين. والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية الحرارة المنتقلة

(Tests of Between-Subjects Effects)

المؤشر	الصنوبر البروتي	السنديان العادي
سماكة لحاء الأشجار المختبرة	(0.006. 0.025) م	(0.025 .0.006) م
عدد العينات	15	15
المتوسط الحسابي لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط	4992 واط	6885 واط
القيمة الاحتمالية	0.451	
الدلالة الإحصائية عند 0.05	غير دالة إحصائياً	
القيمة الاحتمالية لسماكة	0.233	
الدلالة الإحصائية لسماكة	غير دالة إحصائياً	
القيمة الاحتمالية للتفاعل بين سماكة اللحاء و النوعين	0.657	
الدلالة الإحصائية للتفاعل بين سماكة اللحاء والنوعين عند 0.05	غير دالة إحصائياً	

من معطيات الجدول (10) يلاحظ أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين السنديان العادي و الصنوبر البروتي و كانت قيمة الدالة الإحصائية بالنسبة لمتغير كل من النوعين المدروسين و متغير سماكة اللحاء والتفاعل بينهما عند القيمة الاحتمالية 0.05 على التوالي -0.451 -0.233-0.657 وهي غير دالة إحصائياً

3.3. دراسة المقارنة البعدية بين متغير النوعين وسماكة اللحاء وتأثيرهما في المتغير المستقل (متوسط كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء) والجدول رقم (11) يبين تلك المعطيات:

جدول 11: يتضمن جدولين لنتائج المقارنة البعدية بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً لكمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء بالواط عند المستوى الحراري (300-600) درجة مئوية

سماكة اللحاء م	0.014	0.016	0.017	0.018	0.019	0.02	0.022	0.025
Q واط								
الصنوبر البروتي	3386	3246	2908	2815	2868	2843	2820	2808
السنديان العادي	4555	4451	4464	3721	4222	3820	3703	3650

11.1: للسماكات اللحاء من 0.014 إلى 0.025 متر

سماكة اللحاء م	0.012	0.011	0.01	0.009	0.008	0.007	0.006
Q واط							
الصنوبر البروتي	5021	5951	7488	6138	3810	14988	16855
السنديان العادي	6306	5715	6223	6674	10500	12000	14973

11.2: للسماكات اللحاء من 0.006 إلى 0.012 متر

تبين من الجدول (11) تقارب في متوسطات قيم الانتقال الحراري للنوعين المدروسين عند تعرضها لدرجات حرارة عالية 300 إلى 600 درجة مئوية ويظهر ذلك من قراءة نتائج الانتقال الحراري لفئة اللحاء كبير السماكة الواقعة بين 0.014 إلى 0.025 متر فكانت عند الصنوبر البروتي تتراوح على التوالي بين 2808 إلى 3386 واط ، وكذلك عند السنديان العادي فكانت قيم الانتقال الحراري متقاربة وهي على التوالي 3650 إلى 4555 واط ، و تعود لقلة أثر اللحاء كمتغير مؤثر في الانتقال الحراري عند درجات الحرارة المرتفعة، مع ملاحظة تفوق قيم الانتقال الحراري السنديان العادي عن الصنوبر البروتي تعود إلى ازدياد قيمة معامل التوصيل الحراري للسنديان العادي عنها للصنوبر البروتي، أما بالنسبة للحاء قليل السماكة للنوعين المدروسين لوحظ ازدياد قيم الانتقال الحراري ازدياداً كبيراً فبلغت أكبر قيمة عند سماكة اللحاء 0.006 م فكانت للصنوبر البروتي 16855 و للسنديان العادي 14973 واط ، ويؤكد ذلك أثر متغير (سماكة اللحاء) للتأثير في عملية الانتقال الحراري وبالتالي حماية أكبر للنسيج الحي ويضمحل ذلك الأثر مع قلة سماكة اللحاء، و بينت نتائج قيم الانتقال الحراري انخفاضاً كبيراً عند السماكات الكبيرة عنها للسماكات القليلة من جهة، ومن جهة أخرى يفسر اضمحلال أثر اللحاء قليل السماكة في عملية الانتقال الحراري قيمة الدلالة الإحصائية فكانت غير دالة إحصائياً.

ومنه لا يوجد أثر للحاء قليل السماكة للنوعين المختبرين في كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء عند المستوى الحراري الثاني .

4. دراسة تأثير متغير كمية مقاومة الانتقال الحراري (العزل الحراري) من خلال اللحاء وتأثيرها في المدة

الزمنية اللازمة لتلف النسيج الحي .

استخدم اختبار تحليل التباين الثنائي لمعرفة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة لمقدار مقاومة الانتقال الحراري (العزل الحراري) من خلال اللحاء، وعند معالجة الفرضية البحثية بوجود فروق ذات دلالة إحصائية لمتغير العزل الحراري من خلال اللحاء تبعاً لأثر كل من المتغير الوصفي (نوع الصنوبر البروتي والسنديان العادي) وللمتغير العددي (سماكة اللحاء) ولفحص ذلك السؤال اختبر التباين الثنائي (Tow.Way.ANOVA) لمعرفة ما إذا كان هناك فروق ذات دلالة إحصائية في العينة المدروسة تبعاً لمتغير العزل الحراري فبلغت عدد العينات 60 لكل نوع 30 عينة مقارنة مع سماكة اللحاء نفسها.

1.4: نتائج الاختبار والدلالة الإحصائية لكمية العزل الحراري عند مستويين الأول نقطة الاشتعال الذاتي و الثاني درجة الحرارة الأكبر منها للنوعين المدروسين ويوضح ذلك الجدول رقم (12) :

جدول 12: نتائج اختبار تحليل التباين الثنائي (Tow.way.ANOVA) تبعاً للمتغير العزل الحراري (مقاومة الانتقال الحراري من خلال اللحاء) مقدرة ب (م²×م°) /الواط. اختبار التفاعل بين المتغيرات (سماكة اللحاء.النوعين المدروسين.والتفاعل بينهم) وتأثيرهم في كمية العزل الحراري (Tests of Between.Subjects Effects

المؤشر	الصنوبر البروتي	السنديان العادي
سماكة لحاء الأشجار المختبرة	(0.002 – 0.03) م	(0.002 – 0.03) م
عدد العينات	26	26
المتوسط الحسابي لمقاومة الانتقال الحراري من خلال اللحاء	0.089 (م ² ×م°) /الواط	0.065 (م ² ×م°) /الواط
القيمة الاحتمالية لمقاومة الانتقال الحراري	0.00	
الدلالة الإحصائية عند 0.05 لمقاومة الانتقال الحراري	دالة إحصائياً	
القيمة الاحتمالية لسماكة اللحاء	0.00	
الدلالة الإحصائية لسماكة اللحاء	دالة إحصائياً	
القيمة الاحتمالية للتفاعل بين سماكة اللحاء والأنواع	0.00	
الدلالة الإحصائية للتفاعل بين سماكة اللحاء والأنواع عند 0.05	دالة إحصائياً	

يلاحظ من معطيات الجدول (12) وجود فروق معنوية بين متوسطات مقاومة الانتقال الحراري تعود لصالح الصنوبر البروتي فكانت متوسطات مقاومة الانتقال الحراري للصنوبر البروتي 0.089 (م²×م°) / الواط في حين كانت 0.065 للسنديان العادي، وكانت دالة إحصائية بالنسبة لمتغير (النوعين المدروسين) و كانت قيمة F 52230 بقيمة احتمالية 0.00 و كذلك متغير (سماكة اللحاء والتفاعل بينهما) فكانت دالة إحصائية عند القيمة الاحتمالية 0.05 و كانت قيمة F (16106-726) على التوالي بقيم احتمالية (0.00) وهي ذات دلالة إحصائية أي وجود فروق معنوية بين المتوسطات لأنها أصغر من 0.05 ويعود السبب في ذلك لمعامل التوصيل الحراري و السنديان العادي (0.21) أكثر توصيلاً حرارياً من الصنوبر البروتي (0.14) وبالتالي أقل مقاومة للانتقال الحراري منه للعلاقة العكسية بينهما.

ومن أجل فحص الفروق المعنوية تمت المقارنة البعدية بين متغير النوعين وسماكة اللحاء وتأثيرهما في المتغير المستقل (متوسط كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء) والجدول رقم (13) يبين تلك المعطيات:

2.4: نتائج معطيات المقارن البعدية لكمية الحرارة المنتقلة و الجداول رقم (13) يعرض ما يلي:

جداول رقم 13 : يتضمن ثلاثة جداول لنتائج المقارنة البعدية بين متغير (نوع الشجرة) و (سماكة اللحاء) تبعاً

لكمية مقاومة الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء $\left[\frac{m^2 \cdot c^0}{w} \right]$ Pairwise Comparisons

سماكة اللحاء R	0.002	0.003	0.004	0.005	0.0055	0.006	0.065	0.007	0.008
الصنوبر البروتي	0.014	0.021	0.029	0.036	0.039	0.043	0.047	0.05	0.057
السنديان العادي	0.007	0.019	0.017	0.024	0.026	0.029	0.031	0.033	0.038

جدول رقم 1.13: للسماكات اللحاء القليلة من 0.002 إلى 0.008 متر

سماعة اللحاء R	0.009	0.01	0.011	0.012	0.0125	0.013	0.0135	0.014	0.016
الصنوبر البروتي	0.064	0.071	0.077	0.086	0.089	0.093	0.096	0.1	0.114
السنديان العادي	0.043	0.047	0.052	0.057	0.06	0.062	0.064	0.67	0.076

جدول رقم 2.13 : للسماعات اللحاء المتوسطة من 0.009 إلى 0.016 متر

سماعة اللحاء م R	0.017	0.0175	0.018	0.019	0.02	0.22	0.025	0.03
الصنوبر البروتي	0.121	0.125	0.129	0.136	0.143	0.0160	0.179	0.214
السنديان العادي	0.082	0.083	0.086	0.09	0.094	0.105	0.119	0.143

جدول رقم 3.13: للسماعات اللحاء الكبيرة من 0.017 إلى 0.03 متر

تبين الجداول (13) نتائج المقارنة البعدية ووجود فروق بين قيم العزل الحراري تعود لصالح الصنوبر البروتي فكانت كل قيم العزل الحراري أعلى في الصنوبر البروتي من السنديان العادي مع وجود علاقة طردية تتبع سماكة اللحاء ففي اللحاء الكبير السماكة (0.03م) كانت قيمته عند الصنوبر البروتي 0.214 وللنديان العادي 0.143، وعند اللحاء قليل السماكة (0.005م) كانت قيمة العزل عند الصنوبر البروتي 0.036 وعند السنديان العادي

$$0.024 \cdot \left[\frac{m^2 \cdot c^0}{w} \right]$$

ويشير ذلك إلى أثر معامل التوصيل الحراري المرتفع عند السنديان العادي وبالتالي مقاومة أقل ويتفق مع المعادلات التطبيقية للانتقال الحراري . من خلال المناقشة النتائج السابقة تحقق هدف الدراسة الثاني من دراسة بعض الخواص الفيزيائية للحاء وأثره في مقاومة الحرائق.

الخاتمة: Conclusion

تعد الحرائق من أكثر العوامل المؤثرة في وجود الغطاء النباتي الغابوي وتوزعه ويتصف تأثير الحرائق بالانتخابية فالأشجار التي تمتلك صفات فيزيائية مقاومة للحرائق تسود في النظام الغابوي، كما عالجت الدراسة بعض الصفات الفيزيائية للأشجار و ركزت على صفة سماكة لحاء الأشجار لأنها المسؤولة عن تأمين الحماية من تأثيرات الظروف الخارجية المحيطة به من مسببات مرضية وحرائق، وتناولت الدراسة السابقة نوعين من الأشجار الأكثر انتشارا في الغابات السورية والأكثر عرضة لحرائق الغابات و قارنت بينهما، كما عالجت الدراسة أهمية عامل اللحاء من خلال تأثير الاختلافات في سماكات اللحاء في مدى حماية طبقة الكامبيوم من درجة الحرارة الحدية المسببة لتلفه عند تعرض اللحاء للاحتراق و بمقارنة المراحل الزمنية التي تستغرقها سماكة اللحاء لتلف النسيج الحي فقسمت سماكات اللحاء إلى ثلاثة فئات متشابهة في السماكة وعرضت كل فئة لمستويين حراريين الأول عند درجة حرارة نقطة الاشتعال الذاتي للحاء والمستوى الثاني درجة الحرارة للأعلى منها.

وبينت الدراسة في هذه الأطروحة أن لحاء السنديان العادي أكثر حماية لطبقة الكامبيوم من لحاء الصنوبر البروتي بالنسبة للزمن اللازم للوصول إلى درجة الحرارة المميتة للنسيج الحي عند كل الفئات المدروسة وعلى المستويين الحراريين المطبقين عليهما، وتوصل العمل إلى معادلات تنبؤية تربط بين المدة الزمنية التي تستغرقها الحرارة المطبقة على اللحاء عند كل مستوى حراري لتلف النسيج الحي وبين سماكة اللحاء .

وأشار العمل المقدم في هذه الأطروحة عند دراسة عامل محتوى الرطوبة النسبية إلى وجود علاقة عكسية بين محتوى رطوبة اللحاء والزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم في أثناء تعرضه للحرارة .

وخلصت الدراسة إلى ضرورة الاستمرارية في البحث عن أنواع حراجية أخرى تمتلك صفات فيزيائية وكيميائية تؤمن أكبر حماية للنسيج الحي عند تعرضه للحرائق وإدخالها في النظم الحراجية الأكثر عرضة للحرائق، كما أوصت باستخدام المعادلات التجريبية التنبؤية التي توصلنا إليها لأنها تساعد القائمين على مكافحة الحرائق على تصميم برنامج يقدم معلومات على حالة الأشجار الأكثر عرضة للموت في أثناء الحرائق .

ثانياً: الاستنتاجات والتوصيات والمقترحات Suggestions & Conclusions

1. الاستنتاجات:

1-1- أظهرت الدراسة أهمية أثر سماكة لحاء السنديان العادي في تفسير تأثيره في الزمن اللازم لحماية طبقة الكامبيوم (τ) عند درجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي وعند درجات حرارة الأكبر منها للسماكات الكبيرة والمتوسطة والقليلة.

1-2- أثر لحاء الصنوبر البروتي عند معاملته بدرجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي في الزمن اللازم لتلف النسيج الحي (τ) عند السماكات الكبيرة والمتوسطة فقط، وغياب مقاومة اللحاء قليل السماكات لها، فأبدت حساسية كبيرة لمقاومة الحرارة المذكورة.

1-3- أثر لحاء الصنوبر البروتي عند تعرضه لدرجات حرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي في اللحاء كبير السماكة فقط في مقاومة تلف النسيج الحي مع أنه لا يوجد أي تأثير للسماكات المتوسطة والقليلة في زمن حماية النسيج الحي، مع ملاحظة ظهور تأثير بعض الصفات الفيزيائية للحاء الصنوبر البروتي (مثل درجة تشقق اللحاء) في الزمن اللازم لحماية النسيج الحي للسماكات الكبيرة و قام بتسريع عملية نقل الحرارة وبالتالي قل الوقت اللازم لتلف النسيج الحي.

1-4- حدث ازدياد في حماية النسيج الحي للسنديان العادي عند مقارنته مع الصنوبر البروتي لجميع العينات عند درجات حرارة نقطة الاشتعال الذاتي، مع ظهور حساسية أكبر للحاء الصنوبر البروتي عن السنديان العادي عند المعاملة الحرارية وخصوصاً عند اللحاء قليل السماكة من جهة، و من جهة أخرى لوحظ حساسية لحاء النوعين المدروسين عند المعاملة بالمستوى الحراري الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي وتقارب في الزمن اللازم لحماية النسيج الحي للسماكات الكبيرة والمتوسطة والقليلة للنوعين المدروسين.

1-5- لوحظ وجود علاقة عكسية بين محتوى الرطوبة والزمن اللازم لحماية النسيج الحي عند المقارنة البعدية بينهما تظهر بين النوعين المدروسين وداخل النوع الواحد للصنوبر البروتي.

1-6- كان لمتغير معامل التوصيل الحراري و سماكة اللحاء أثر بارز في (كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء) فقط عند المعاملة الحرارية بدرجة حرارة نقطة الاشتعال الذاتي فانخفضت كمية الحرارة المنتقلة من خلال اللحاء مع ازدياد سماكة اللحاء وانخفاض معامل التوصيل الحراري، ومن جهة أخرى لم تؤثر نتائج المتغير المستقل (سماكة اللحاء) في معامل الانتقال الحراري عند المعاملة بدرجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال .

1-7- أثر متغير نوع الصنوبر البروتي في مقاومة الانتقال الحراري بدرجة أكبر من السنديان العادي والسبب العلاقة العكسية بين معامل التوصيل الحراري و المقاومة الحرارية فترتفع قيمته في السنديان العادي عن الصنوبر البروتي وكذلك أظهرت نتائج اللحاء كبير السماكة مقاومة في العزل الحراري بدرجة أكبر من اللحاء قليل السماكة .

1-8- توزعت نتائج التجربة إلى مجموعتين عند المستوى الحراري الأول درجات الحرارة القريبة من نقطة الاشتعال الذاتي وانقسمت إلى ثلاثة فئات استناداً إلى سماكة اللحاء لكل نوع مدروس، الفئة الأولى هي اللحاء الكبير السماكة (0.0175- 0.03 م) فكانت معادلات التنبؤ بالمدة الزمنية اللازمة لتلف النسيج الحي (τ) دقيقة وعلاقتها بسماكة اللحاء (X) متر للصنوبر البروتي $3.14 + X * 973$ وللنديان العادي $\tau = 19.6 + X * 1997$ ، ولفئة الثانية اللحاء متوسط السماكة (0.013- 0.016 م) للصنوبر البروتي $\tau = 14.7 + X * 1516$ وللنديان العادي $\tau = 1.55 + X * 792$ ، والفئة الثالثة اللحاء قليل السماكة (0.002-0.007 متر) للصنوبر البروتي $\tau = 0.254 + X * 401$ وللنديان العادي $\tau = 9.1 + X * 2374$.

أما بالنسبة للمستوى الحراري الثاني درجات الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال الذاتي انقسمت النتائج إلى فئتين حسب سماكة اللحاء فكانت معادلات التنبؤ للفئة الأولى اللحاء كبيرة السماكة (0.014- 0.025 م) للصنوبر البروتي $\tau = 1.14 + X * 521$ وللنديان العادي $\tau = 18.87 + X * 1836$ ، أما الفئة الثانية وهي المتوسطة والقليلة السماكة (0.006-0.012 م) فكانت للصنوبر البروتي $\tau = 2.37 + X * 647$ وللنديان العادي $\tau = 1.98 + X * 340$.

2. التوصيات والمقترحات: Recommendations and Suggestions

التوصيات:

يوصى باستخدام المعادلات التجريبية التنبؤية التي تم التوصل إليها بالنسبة للسنديان العادي والصنوبر البروتي و الموضحة في الجدول رقم 1.2.3.4.5 لأنها تساعد فرق مكافحة الحرائق على تصميم برنامج تنبؤي يمكنها من تحديد الأماكن الأكثر عرضة لموت الأشجار في أثناء الحرائق باستبعاد الأفراد قليلة السماكة (القطر) في أثناء تنفيذ (التفريد والتقليم) وتقليم الأفرع السفلية للأشجار .

المقترحات:

1. يمكن الانطلاق مستقبلاً بعد التأكد من مطابقة نتائج الحرق مع معادلات التوصيل الحراري في النظام المستقر للتنبؤ بدرجتي الحرارة الداخلية والخارجية لأشجار الغابات ومعادلات الانحدار البسيط بتصميم برنامج حاسوبي يستخدم المعادلات السابقة لتكوين صورة عن الوقت اللازم لتلف النسيج الحي في الأشهر الأكثر احتمالية لحدوث الحرائق عندها و في أثناء الحرائق و الذي يمكننا من معرفة البقع الحراجية التي يكون فيها طبقة النسيج الكامبيوم للأشجار ما زالت حية وتكون عمليات الإطفاء مجدية.
2. استمرار البحث العلمي للتحري على أنواع أخرى تمتلك صفات فيزيائية لها القدرة على حماية النسيج الحي من الحرارة المميتة له والبحث عن تركيبة كيميائية لمواد عازلة ذات معامل توصيل حراري منخفض نظراً لثبوت أثره في التأثير في النسيج الحي من خلال التجارب التي أجريت.
3. يمكن اقتراح مستقبلاً إنشاء فرن حراري معزول حرارياً يمكن التحكم بدرجات الحرارة الداخلية والخارجية نظراً للصعوبات التي واجهت العمل في التحكم بدرجات الحرارة المطبقة لحساسية مصدر الحرارة وتأثره بالظروف الخارجية المحيطة.

المراجع: References:

المراجع العربية:

1. مخير، نديم. (2002). الانتقال الحراري، طبعة السنة الرابعة، ميكانيك عام ، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية ، ص 54.
2. علي، محمود. (2000). دراسة تحليلية لحرائق الغابات في محافظة اللاذقية (سورية)، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث - سلسلة العلوم الزراعية - العدد العاشر، ص 224.213.
3. علي، محمود. (2004). دراسة تحليلية لحرائق الغابات في اللاذقية والغاب (سورية) ، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث - سلسلة العلوم الزراعية . المجلد - 26 العدد 1، ص 118.101.
4. فارس، فاروق، عبيدو، محمد، حبيب، حسن، بطحة، عدنان، 1991. دراسة أراضي وغابات المنطقة الساحلية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد (محافظة اللاذقية) حصر وتقييم استعمالات. الهيئة العامة للاستشعار عن بعد_ وحدة الدراسات الهندسية للأراضي والمياه ،كلية جامعة دمشق، ص 183.
5. مديرية التحريج والغابات. (2005). إستراتيجية الإدارة المتكاملة لحرائق الحراج بالنهج التشاركي في سورية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية، مشروع الإدارة المتكاملة لحرائق الغابات بالنهج التشاركي - GCP/SYR/010/ITA ص 83.
6. نحال، إبراهيم. (1982) . الصنوبر البروتي وغاباته في سوريا. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص 180.
7. نحال، ابراهيم، رحمة، أديب، والشلبي، محمد نبيل، 1996. الحراج والمشاتل الحراجية. مديرية الكتب والمطبوعات، جامعة حلب ، ص 600
8. نحال، إبراهيم. (2002) . علم البيئة الحراجية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص 380.
9. نحال ، إبراهيم. 2003. علم الشجرة. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة. 630 ص
10. نحال، ابراهيم، 2005. استراتيجية الادارة المتكاملة لحرائق الغابات في سوريا ضمن مشروع الادارة المتكاملة لإدارة حرائق الغابات بالنهج التشاركي GCP/SYR/010/ITA . (منظمة الاغذية والزراعة للأمم المتحدة)، ص 83.

11. نحال ، إبراهيم ، 2006. التنوع الحيوي النباتي للبيئات الرملية في الوطن العربي وأهميته في مكافحة التصحر. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة. اكساد، دمشق 256 ص
12. وزارة الإدارة المحلية والبيئة، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي. (2008). تقييم حساسية القطاع الحراجي في سورية للتغيرات المناخية، مشروع نشاطات التمكين من أجل إعداد بلاغ سورية الوطني الأول الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغيرات المناخية (INC.SY.00045323، 2008) ، ص 41 .

المراجع الاجنبية:

1. Alexanderian، D. Esnault، F. & Calabri، G. (1999). Forest Fires in the Mediterranean area ، Unasylva ، Vol. 50 : 35.41
2. Balfour DA، Midgley JJ (2006) Fire induced stem death in an African acacia is not caused by canopy scorching. Aust Ecol 31(7):892–896
3. Catry،F.X.،Rego،F.،Moreira،F.،Fernandes،P.M.،andPausas،J.G.(2010).Post fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. For .Ecol .Manag. 260، 1184–1192. doi:10.1016/j.foreco.2010.07.010
4. Dickinson، M.B.، Johnson، E.A.، 2001. Fire effects on trees. In: Johnson، E.A.، Miyanishi، K. (Eds.)، Forest Fires: Behavior and Ecological Effects. Academic Press، San Diego، CA، pp. 477–525.
5. Dickinson MB، Johnson EA (2004) Temperature.dependent rate models of vascular cambium cell mortality. Can J For Res 34(3):546–559
6. Dangausk، O.G ; Panetsos، K.P . 2004. Altitudinal and longitudinal variations in Pinus brutia Ten of Crete Island ، Greece، some needle، cone and seed traits under natural habitats. New For، 27: 269.284.
7. Gignoux J، Clobert J، Menaut JC (1997) Alternative fire resistance strategies in savanna trees. Oecologia 110(4): 576–583
8. Gill AM، Ashton DH (1968) The role of bark type in relative tolerance to fire of three central Victorian eucalypts. Aust J Bot 16:491–498
9. Gill AM (1995) Stems and fire. In: Gartner B (ed) Plant stems، physiology and functional morphology. Academic Press، San Diego، pp 323–342
10. Gutsell SL، Johnson EA (1996) how fire scars are formed: coupling a disturbance process to its ecological effect. Can J For Res 26:166–174

11. Hare, R.C., 1965. Bark surface and cambium temperatures in simulated forest fires. J. For. 63, 437–440
12. Harmon ME (1984) Survival of trees after low.intensity surface fires in the Great Smoky Mountains National Park. Ecology 65:796–802
13. Hély, C., Flannigan, M., and Bergeron, Y. (2003). Modeling tree mortality following Wild fire in the south eastern Canadian mixed.wood boreal forest. For .Sci. 49, 566–576.
14. Hengst, G.E., Dawson, J.O., 1994. Bark properties and fire resistance of selected tree species from the central hardwood region of North America. Can. J. For. Res. 24, 688–696.
15. Holbrook NM (1995) Stem water storage. In: Gartner BL (ed) Plant stems: physiology and functional morphology. Academic Press Inc, San Diego, USA, pp 151–174
16. Fillipe Tamiozzo, Pereira Torres, Gumercindo Souza Lima & Bráulio Furtado Alvares, (2018). Fire behavior variables and hazard indices of forest fires¹. Revista Árvore, 42(3):e420306.
17. Jackson, J.F., Adams, D.C. & Jackson, U.B. (1999) Allometry of constitutive defense: a model and a comparative test with tree bark and fire regime. American Naturalist, 153, 614–
18. Keeley, J. E., Pausas, J. G., Rundel, P.W., Bond, W. J., and Bradstock, R. A. (2011). Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. Trends Plant Sci. 16, 406–411. doi: 10.1016/j.tplants.2011.04.002
19. Lawes, M., Richards, A., Dathe, J., and Midgley, J. (2011). Bark thickness determines fire resistance of selected tree species from fire-prone tropical savanna in north Australia. Plant Ecol. 212, 2057–2069. doi: 10.1007/s11258.011. 9954.7
20. Lo, S.P., 2008. How dangerous is dangerous climate change? from the International Conference Workshop on Biodiversity and Climate Change in Southeast Asia :Adaptation and Mitigation .19.20 February 2008 .Sofitel Philippine Plaza, CCP Complex Manila, 10p
21. McHugh, C.W., and Kolb, T.E. (2003). Ponderosa pine mortality following fire in northern Arizona. Int .J. Wild land Fire 12, 245. doi:10.1071/WF02054_CO
22. Michaletz ST, Johnson EA (2007) how forest fires kill trees: a review of the fundamental biophysical processes. Scand J For Res 22(6):500–515
23. Michael J. Lawes • Anna Richards • Josefine Dathe • Jeremy J. (2011)

- Bark thickness determines fire resistance from fire-prone tropical savanna in north Australia Midgley . *Plant Ecology*. 212:2057–2069
24. Michael J. Lawes¹, Jeremy J. Midgley and Peter J. Clarke. (2013) Costs and benefits of relative bark thickness in relation to fire damage: a savanna/forest contrast. *Journal of Ecology*, 101, 517–524
 25. Midgley JJ, Lawes MJ, Chamaillé-Jammes S (2010) Savanna woody plant dynamics: the role of fire and herbivory, separately and synergistically. *Aust J Bot* 58:1–11
 26. Mouterde P. 1966, 70, 80. *Nouvelle Flore du Liban et de la Syrie*, Dar Al Mashreq, Beyrouth Liban, 3T et Atlas
 27. Niklas KJ (1992) Plant biomechanics: an engineering approach to plant form and function. University of Chicago Press, Chicago
 28. Niklas KJ (1999) The mechanical role of bark. *Am J Bot* 86(4):465–469
 29. Onoda Y, Richards AE, Westoby M (2010) The relationship between stem biomechanics and wood density is modified by rainfall in 32 Australian woody plant species. *New Phytol* 185:493–501
 30. Phillip van Mantgem, Mark Schwartz (2002) Bark heat resistance of small trees in Californian mixed conifer forests. *Forest Ecology and Management*. 341–352
 31. Peterson DL, Ryan KC (1986) Modeling post-fire conifer mortality for long-range planning. *Environ Manag* 10:797–808
 32. Reifsnyder WE, Herrington LP, Spalt KW (1967) Thermo physical properties of bark of shortleaf, longleaf, and red pine. Bulletin No. 70. School of Forestry, Yale University, Yale
 33. Regelbrugge J.C., Conard S.G., 1993. Modeling tree mortality following wildfire in Pinus ponderosa forests in the Central Sierra Nevada of California. *Int. J. Wildl. Fire* 3, 139–148
 34. Uhl, C., Kaufmann, J.B., 1990. Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. *Ecology* 71, 437–449.
 35. van Mantgem P, Schwartz M (2003) Bark heat resistance of small trees in Californian mixed conifer forests: testing some model assumptions. *For Ecol Manag* 178 (3):341–352
 36. Vander Weideu BL, Hartnett DC (2011) Fire resistance of tree species explains historical gallery forest community composition. *For Ecol Manag* 261(9):1530–1538. doi: 10.1016/j.foreco.2011.01.044

37. Vines, R.G., 1968. Heat transfer through bark, and the resistance of trees to fire, and the resistance of trees to fire. Aust. J. Bot. 16, 499–514.
38. Swezy, M.D., Agee, J.K., 1991. Prescribed fire effects on fire root and tree mortality in old growth ponderosa pine. Can. J. For. Res. 21, 626–634

رقم العينة ٨- (-الصنوبر البروتي) درجة ٤٠٠													
درجة الحرارة الاولى الارتفاع ٢		درجة الحرارة الاولى عند بدء التجربة		عمق المؤشر		الزمن الازم للوصول الى درجات الحرارة		درجة الحرارة المسجلة عند درجة الحرارة المقابلة للحاء		سماعة للحاء		قطر الشجرة =	
قطر الشجرة		الداخلية		الخارجية		داخل اللحاء		الذهب مقابل اللحاء		١.٨		القطرة الاكبر ٢٨=	
تدقيق		٣٦		٣٥		٤٤٠		٤٤٠		٤٤١			
						٤٤٥		٥.٤٣ د		٣٥٥			
						٥٠		٧.٥٥ د		٤٧٧			
						٥٥		٩.٢٥ د		٤٠١			
						٥٦٠		١١.٩ د		٤٢٠			
درجة الحرارة الاولى الارتفاع ٢		درجة الحرارة الاولى عند بدء التجربة		عمق المؤشر		الزمن الازم للوصول الى درجات الحرارة		درجة الحرارة المسجلة عند درجة الحرارة المقابلة للحاء		سماعة للحاء		قطر الشجرة =	
قطر الشجرة		الداخلية		الخارجية		داخل اللحاء		الذهب مقابل اللحاء		١.٨		القطرة الاكبر ٢٨=	
تدقيق		٣٦		٣٠		٤٤٠		٣ د		٤٤٠		٢٦٠	
						45		٦ د		٣٤٥		٢٣٢	
						٥٠		١٠ د		٥٠		٢٠٠	
						٥٥		١٥.٥ د		٥٥		٢٣٧	
						٥٦٠		٢٠ د		٥٦٠		٢٣٥	

فهرس الملحقات 3: استمارة أولية للعينة رقم 8 للصنوبر البروتي عند درجة الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال

رقم العينة ٣- (الصنوبر البروتي)									
الارتفاع ١ م عن سطح التربة	درجة الحرارة الأولية عند بدء التجربة	عمق المؤشر سم	الزمن اللازم للوصول الى درجات الحرارة	درجة الحرارة المسجلة عند درجة الحرارة المقابلة للحاء	سماعة للحاء	قطر الشجرة			
قطر الشجرة	داخل اللحاء	مقابل اللحاء	داخل اللحاء	اللب مقابيل للحاء	٢.١	القطرة الاكبر=١٨.٨			
	٢٩	٢٨	٤٤٠	٣.٤٣ د	٤٤٠	٦٦٦			
			٥٥	٤.١٨ د	٥٥	٦٥٨			
			٥٥	٤.٤٠ د	٥٥	٦٥٠			
			٥٦٠	٤.٥١ د	٥٦٠	٦٥٢			
الارتفاع ٢	درجة الحرارة الأولية عند بدء التجربة	عمق المؤشر	الزمن اللازم للوصول الى درجات الحرارة	درجة الحرارة المسجلة عند درجة الحرارة المقابلة للحاء	سماعة للحاء	قطر الشجرة			
قطر الشجرة	داخل اللحاء	مقابل اللحاء	داخل اللحاء	اللب مقابيل للحاء	١	القطرة الاكبر ١٥.٤=			
	٢٩	٢٦	٤٤٠	٢.٥٠ د	٤٤٠	٤٧٠			
			٥٥	٣.١٠ د	٥٥	٤٠٥			
			٥٥	٣.٤٥ د	٥٥	٤٤٥			
			٥٦٠	٥.٠٦ د	٥٦٠	٤٥٣			

فهرس الملحقات 4: استمارة أولية للعينة رقم 3 للصنوبر البروتي عند درجة الحرارة الأكبر من نقطة الاشتعال

M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
Humty	r	R	Q	$X=2\zeta$	T_1-T_2	λ	t	$T_1=t_f$	$T_2=t_o$	simlpe	of heating	Type
0.09	0.3	0.214285714	976.2667	0.03	174.3333	0.14	26	259.2	30	11-A	A	pinus
0.09	0.285	0.132142857	1630.222	0.025	174.6667	0.14	21	259.6	35	8*2-A	A	pinus
0.09	0.275	0.178571429	1421.778	0.025	151.3333	0.14	21	232.8	36	8*2-A-B	A	pinus
0.1	0.24	0.135714286	2338	0.019	194.5	0.14	16.29	283.8	35	9*1-A	A	pinus
0.1	0.235	0.128571429	1680	0.018	170.1667	0.14	15	254	34	5*1-A	A	pinus
0.09	0.235	0.125	1792.0	0.0175	170.1667	0.14	14.05	254.8	34	6*1-A	A	pinus
0.1	0.21	0.114285714	2777.6	0.016	165	0.14	9.59	248.4	30	5*2-A	A	pinus
0.09	0.2	0.1	3427.2	0.014	203.3333	0.14	8	294.8	35	6*2-A	A	pinus
0.09	0.19	0.092857143	1117.455	0.013	146.1667	0.14	6	225.6	35	8*1-A	A	pinus
0.1	0.2	0.1	2598.4	0.014	154.8333	0.14	5.26	235.6	34	5*2-A-B	A	pinus
0.11	0.2	0.096428571	1699.765	0.0135	171.8333	0.14	5	256.4	29	7*2-A	A	pinus
0.1	0.19	0.092857143	1127.368	0.013	153	0.14	4.46	203	29	7*1-A	A	pinus
0.11	0.08	0.035714286	2374.4	0.005	70.66667	0.14	3.5	134.8	33	10*1-A	A	pinus
0.11	0.09	0.042857143	9725.333	0.006	173	0.14	2.36	225	35	10*2-A	A	pinus
0.11	0.08	0.035714286	3959.2	0.005	118	0.14	1.48	191.4	29	9*2-A	A	pinus
0.11	0.09	0.042857143	5544	0.006	214	0.14	1.3	248	34	10*1-A-B	A	pinus
0.11	0.09	0.039285714	4912.727	0.0055	193	0.14	2	225	32	9*5A	A	pinus
0.11	0.06	0.014285714	12684	0.002	196.2	0.14	1.11	231.2	35	10*3-A	A	pinus

فهرس الملحقات 5: جدول برنامج الاكسيل بعد نقل البيانات من الاستمارة اليه وإجراء العمليات الحسابية



فهرس الملحقات 6: مقياسين الحرارة (الديجيتال والساعة) في أثناء التجربة داخل اللحاء وخارج اللحاء



فهرس الملحقات 7: مقياسين الحرارة (الديجيتال والساعة) في أثناء التجربة داخل اللحاء وخارج اللحاء



فهرس الملحقات 8: تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق



فهرس الملحقات 9: تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق

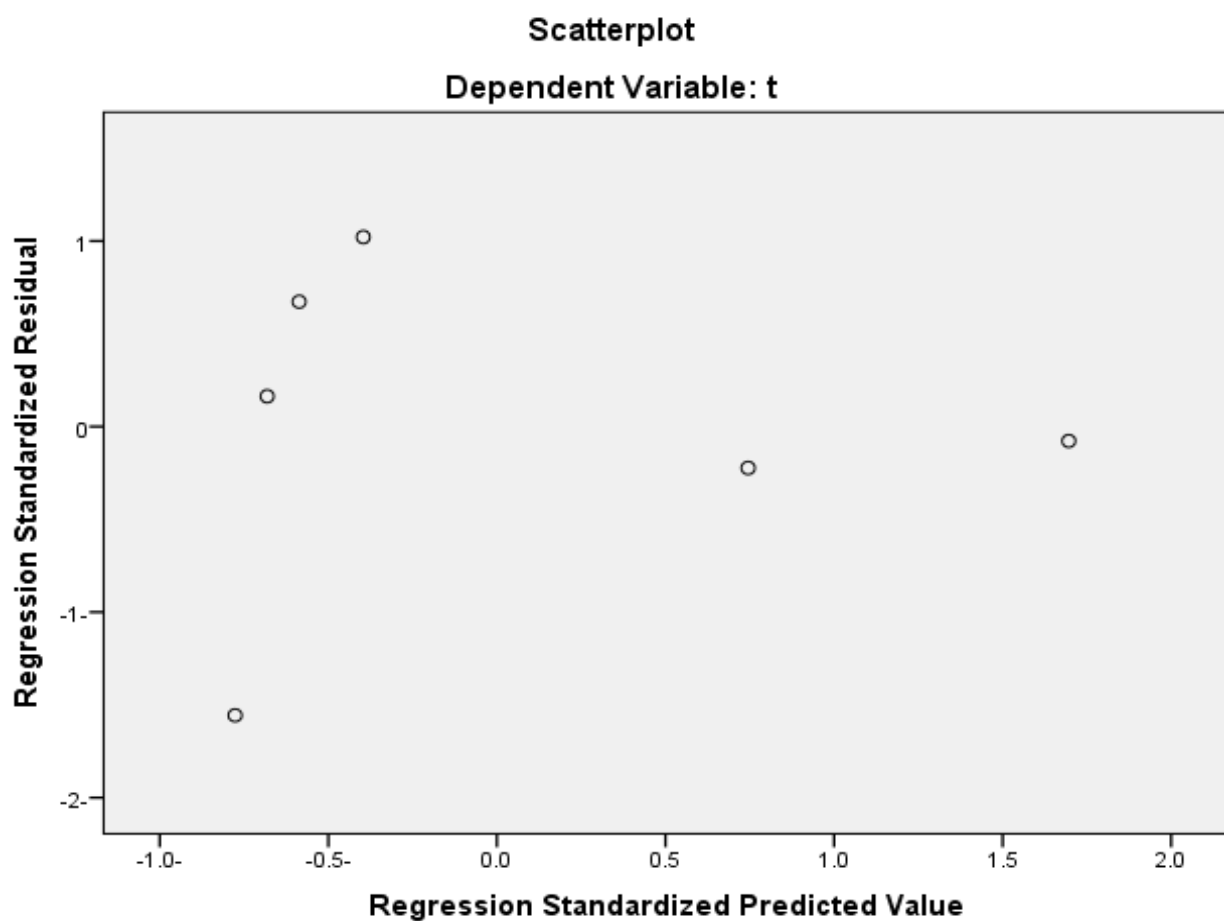


فهرس الملحقات 10: تعرض لحاء السنديان العادي بعد الحرق

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	3.135	1.672		.1875	.134
X2	973.530	77.325	.988	12.590	.000

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 11: جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط . الصنوبر البروتي -المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة



فهرس الملحقات 12 : شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي - المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة

Coefficients^a

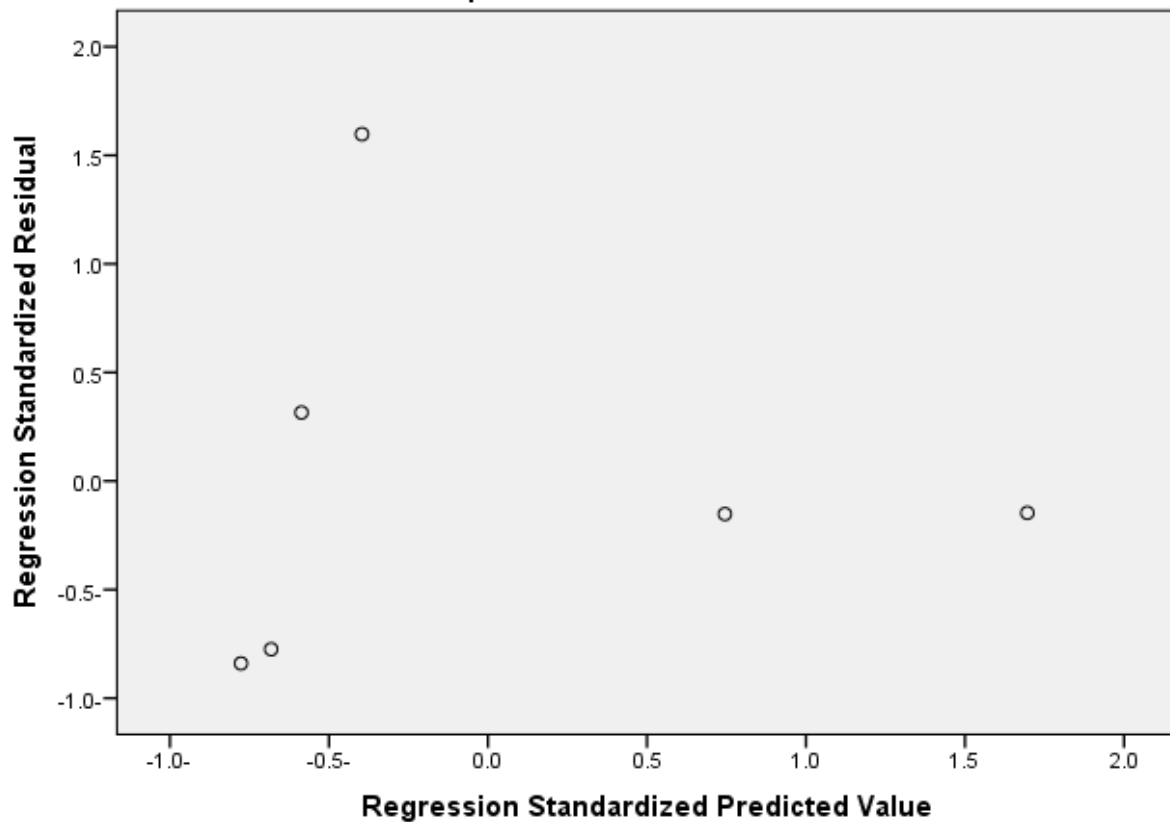
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	19.513	5.083		.3839.	.018
X2	1997.287	235.086	.973	8.496	.001

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 13: جدول معادلة الانحدار الخطي البسيط - السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة

Scatterplot

Dependent Variable: t



فهرس الملحقات 14: شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات الكبيرة

Coefficients^a

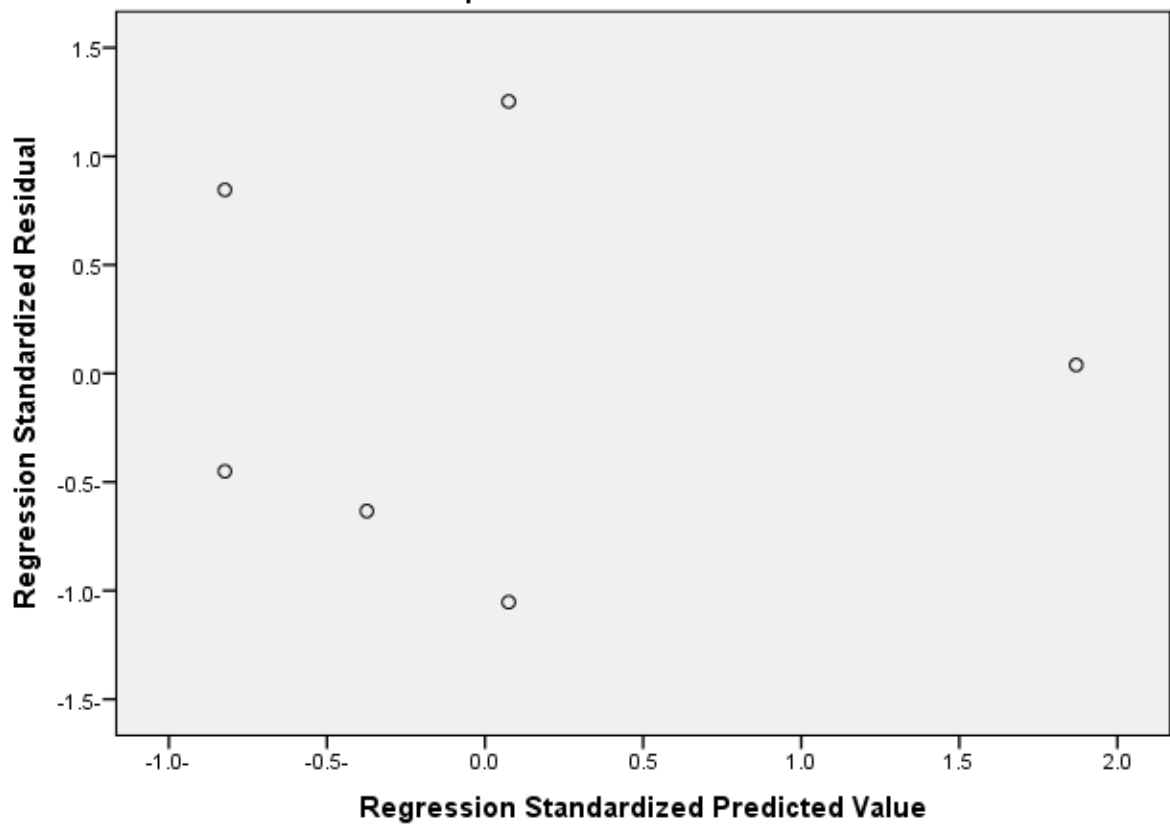
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	14.714	6.654		.2.211.	.092
X2	1516.107	476.885	.846	3.179	.034

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 15 : جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط . الصنوبر البروتي - المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة

Scatterplot

Dependent Variable: t



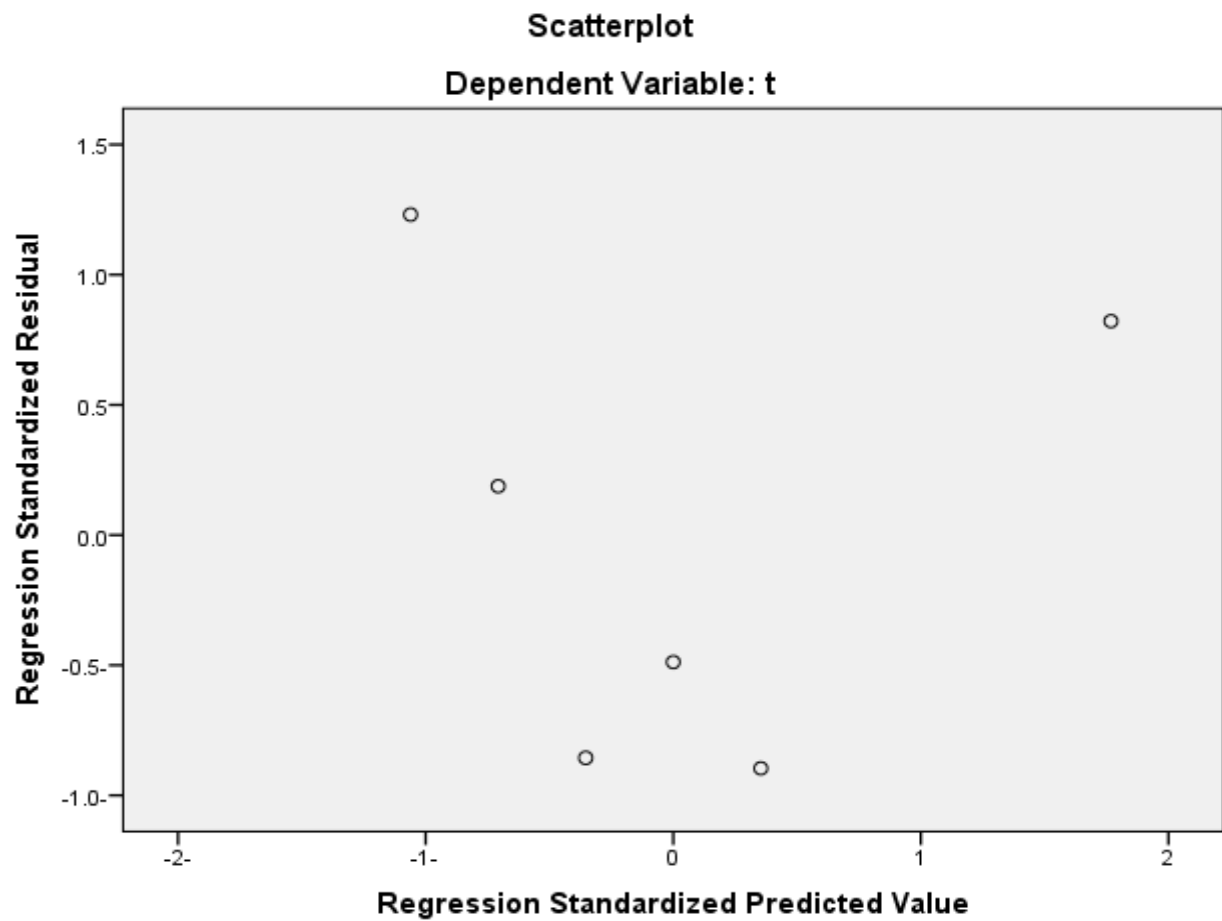
فهرس الملحقات 16: شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	1.547	1.216		.1273	.272
X2	791.500	89.633	.975	8.830	.001

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 17: جدول نموذج معادلة الانحدار الخطي البسيط - السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة



فهرس الملحقات 18: شكل توزيع البواقي للسنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات المتوسطة

Coefficients^a

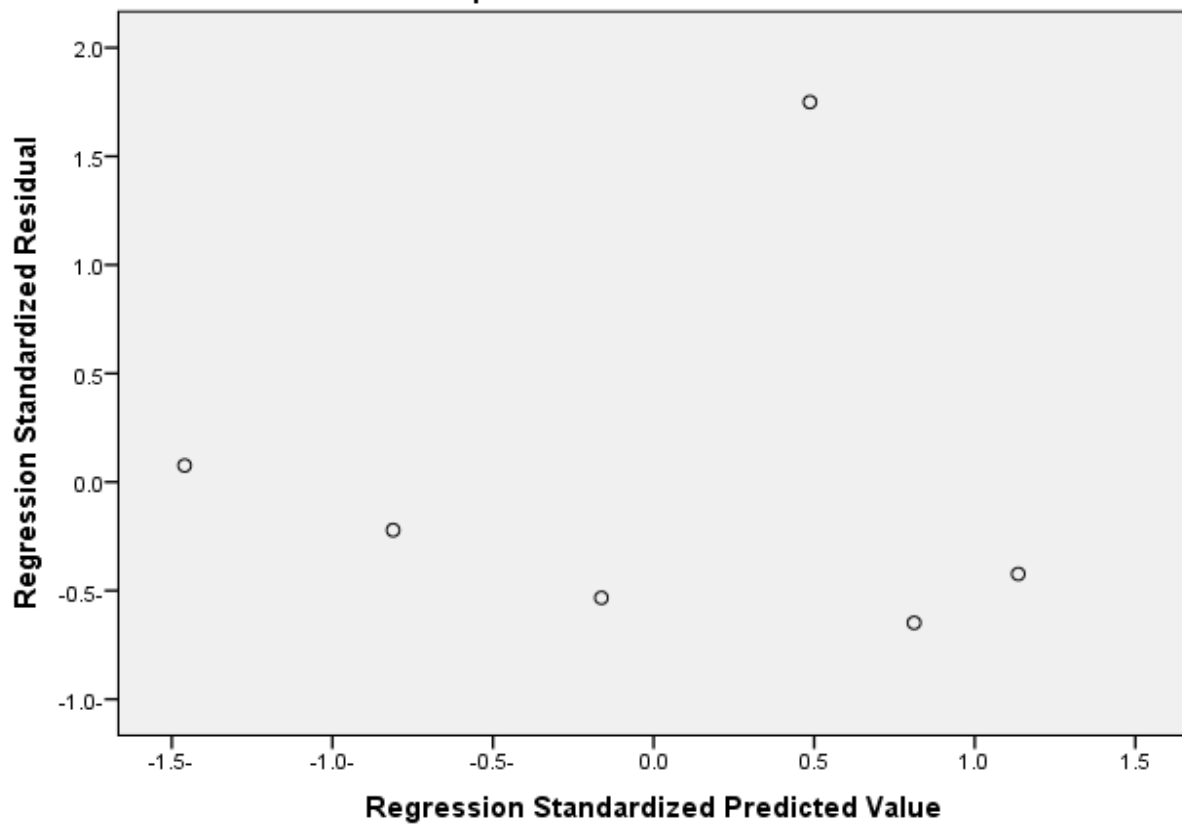
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	.254	.921		.276	.797
X2	401.053	205.793	.698	1.949	.123

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 19: نموذج الانحدار الخطي البسيط. الصنوبر البروتي. المستوى الأول- فئة السماكات القليلة

Scatterplot

Dependent Variable: t

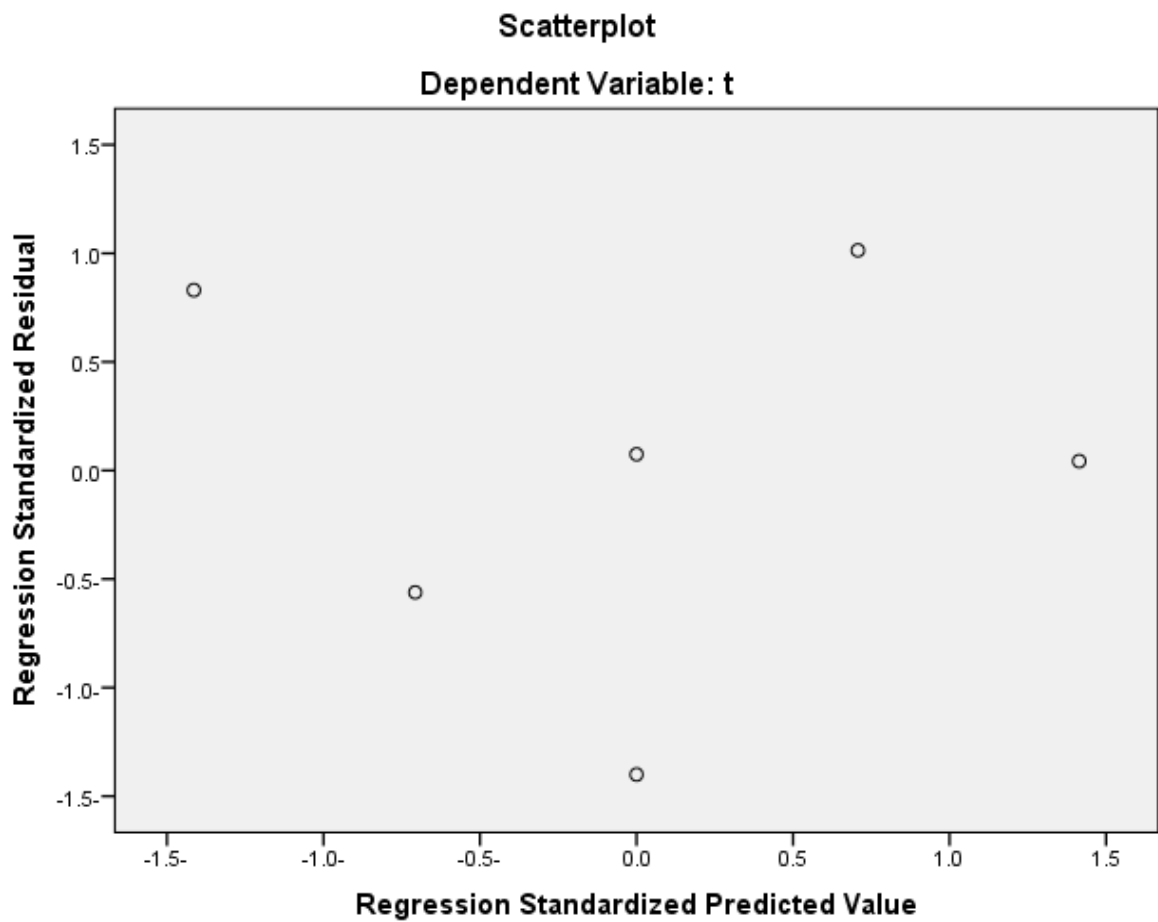


فهرس الملحقات 20 : شكل توزيع البواقي. الصنوبر البروتي. المستوى الأول. فئة السماكات القليلة

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	9.101	2.898		.3140	.035
X2	2374.000	480.296	.927	4.943	.008

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 21: نموذج الانحدار الخطي البسيط. السنديان العادي. المستوى الأول- فئة السماكات القليلة



فهرس الملحقات 22: شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الأول - فئة السماكات القليلة

Coefficients^a

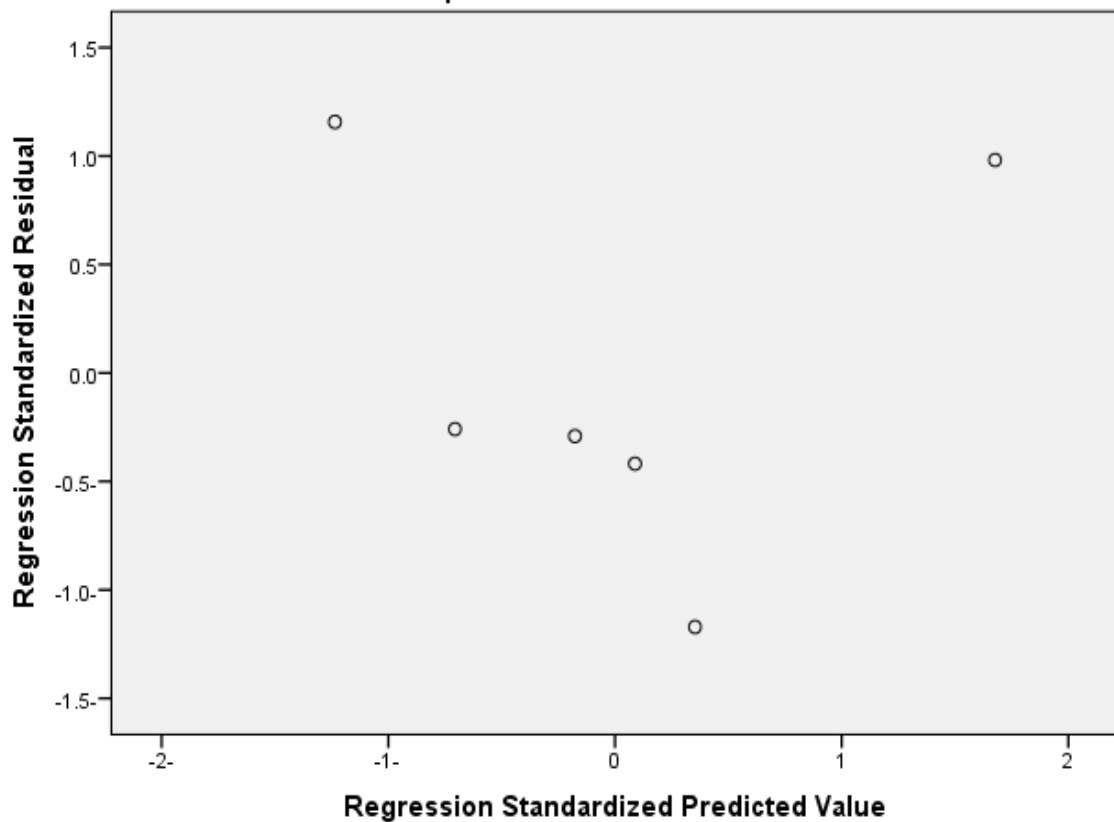
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	1.145	3.020		.379	.724
X2	521.449	159.119	.854	3.277	.031

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 23: نموذج الانحدار الخطي البسيط. الصنوبر البروتي . المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة

Scatterplot

Dependent Variable: t

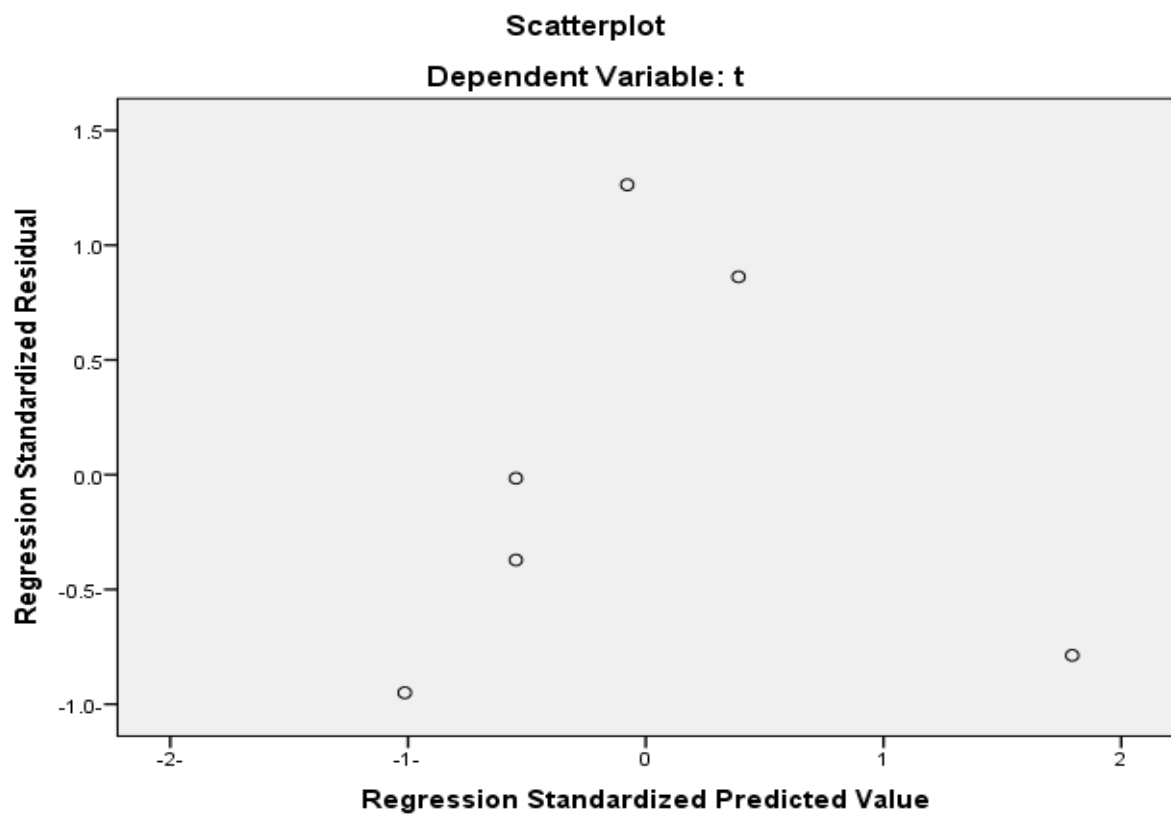


فهرس الملحقات 24 : شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي-المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة

Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	18.872	9.876		.1911.	.129
X2	1836.642	540.518	.862	3.398	.027

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 25 : نموذج الانحدار الخطي البسيط-السنديان العادي-المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة



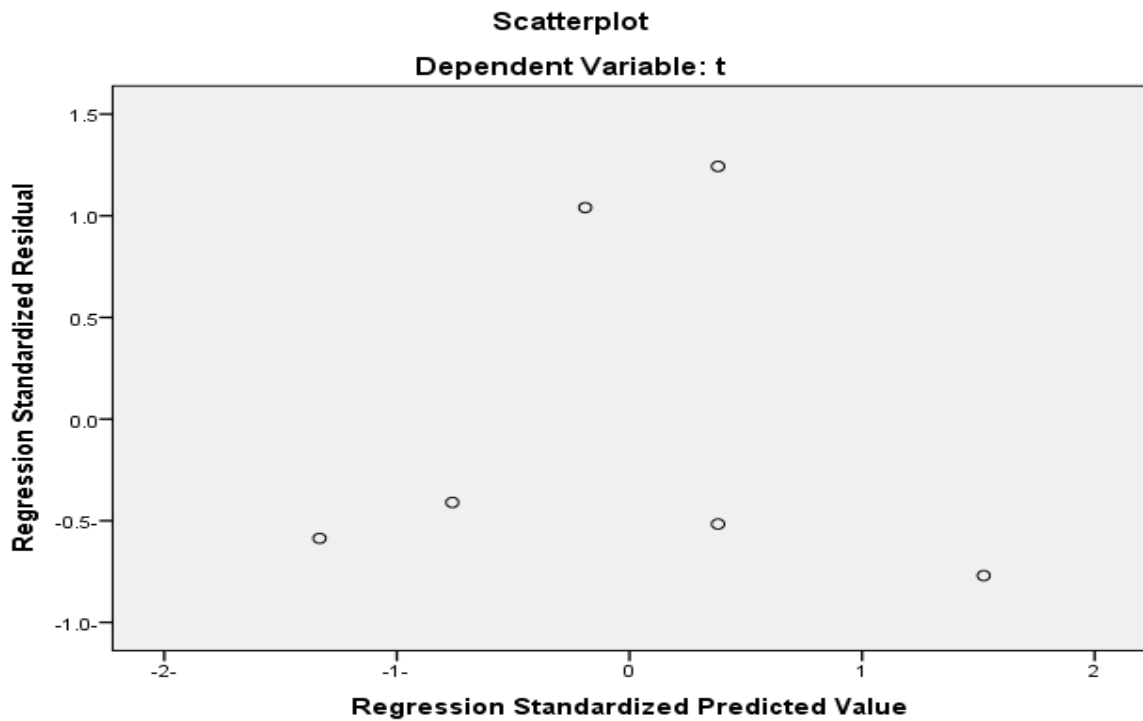
فهرس الملحقات 26 : شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الثاني - فئة السماكات الكبيرة

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2.372	3.739		..635.	.560
X2	647.087	394.813	.634	1.639	.177

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 27: نموذج الانحدار الخطي البسيط-الصنوبر البروتي-المستوى الثاني-فئة السماكات المتوسطة و القليلة



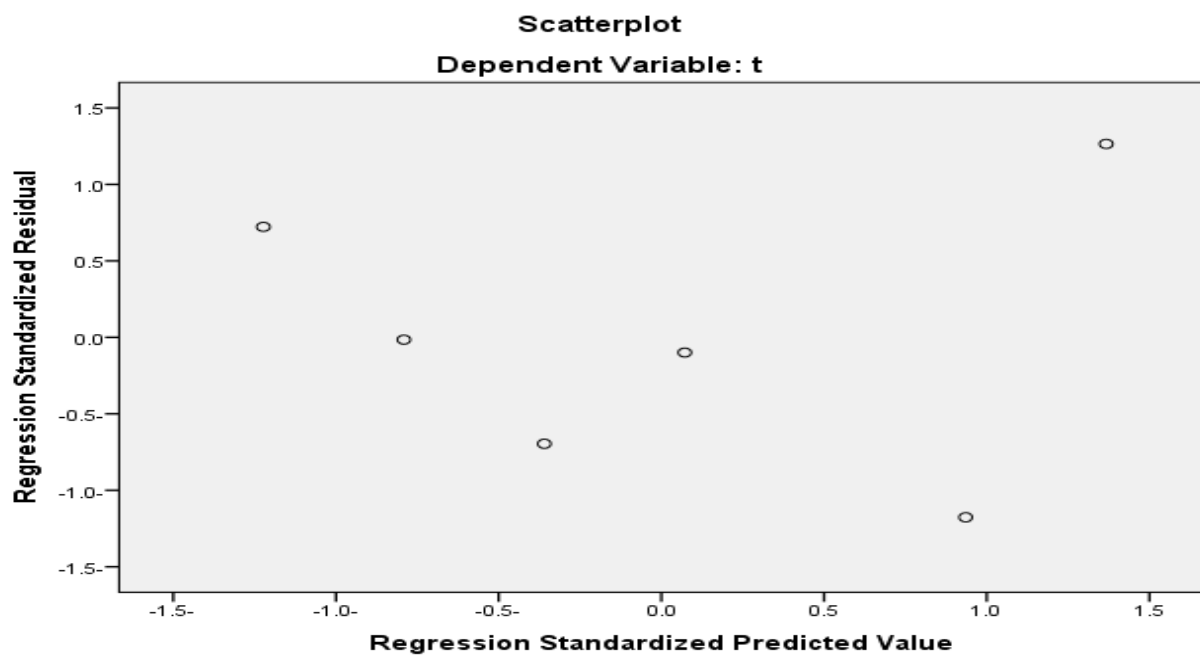
فهرس الملحقات 28: شكل توزيع البواقي الصنوبر البروتي- المستوى الثاني - فئة السماكات المتوسطة والقليلة

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	1.977	.618		3.200	.033
X2	339.814	68.016	.928	4.996	.008

a. Dependent Variable: t

فهرس الملحقات 29: نموذج الانحدار الخطي البسيط-السنديان العادي-المستوى الثاني- فئة السماكات المتوسطة و القليلة



فهرس الملحقات 30: شكل توزيع البواقي السنديان العادي-المستوى الثاني - فئة السماكات المتوسطة والقليلة

significant differences At the level of 0.05 for medium and small thicknesses, at the second level, the temperatures are higher than the point of ignition, and when comparing the averages of the relative moisture content of the two studied types, the results indicated that there were no significant differences in moisture content with respect to the time of protection of the living tissue. The results of the dimensional comparison indicate that the moisture content in *Pinus Brutia* is greater than *Quercus Calliprinos*, and there is an inverse relationship to moisture content with the time needed to protect the cambium layer and the thickness of the bark for the two studied species, and the results of heat transfer applied to the bark at the point of ignition show significant increases, as its value is higher in *Quercus Calliprinos* than that of the *Pinus Brutia* with an inverse relationship with categories The thickness of the bark and the absence of a relationship between them when treated with degrees higher than the point of ignition No, and the results of thermal insulation showed a significant superiority of *Pinus Brutia* over *Quercus Calliprinos*, as it was more thermally insulated than with a direct relationship between them.

Abstract

The research was carried out in cooperation between the Faculty of Agricultural Engineering and the Faculty of Mechanical Engineering at Damascus University in the year 2018.2019.2020 AD, where samples were taken from the trunks of the *Pinus Brutia*

trees from the Airport Road area, and as for the *Quercus Calliprinos*, the samples were taken from the Rakhleh area of Damascus Countryside Governorate in order to study some of the physical properties. For the categories of bark thickness for the two studied species, several indicators were used, namely the thickness of the bark, the moisture content of the bark in relation to the dry weight, the amount of heat transferred from the bark and the thermal insulation of the bark, and the effect of each of them on the time needed to protect the cambium tissue from the heat applied to it was studied for two thermal levels, the first at a point The self-ignition of the bark and the second to temperatures higher than them for the two types studied, and the results of the comparison between the two types show that the bark of *Quercus Calliprinos* is more protective for the cambium tissue than the *Pinus Brutia*, and the increase in the thickness of the bark led to significant increases in the time required to protect the living tissue, as the results of the simple linear regression model showed that the bark of the *Quercus Calliprinos* bark Normal is significant for large, medium and small thickness classes when treated with temperatures, ignition point and Higher temperatures than them and their effect on the time needed to protect the cambium layer, while the *Pinus Brutia* was significant in the first level for the categories of large and medium thicknesses and did not record a significant increase in the thickness of the small bark, and the results of protecting the bark of the *Pinus Brutia* showed a significant superiority in the large thicknesses only with no

Key Word:

Pinus Brutia - *Quercus Calliprinos*- the point of ignition -physical properties For the bark

Syrian Arab Republic

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Damascus University

Faculty of Agricultural Engineering

Department of Renewable Natural

Resources and Environment



**Studying some of Physical Properties of the *Pinus Brutia*
and *Quercus Calliprinos* Bark and Their Effect on Fire
Resistance**

**A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the
degree of Master in Agricultural Sciences Specializing in Department of
Natural Resources Renewable and the environment**

**by
Mhd Amr Tarakji**

Supervisors

Dr. Ahmad Al haj Ahmad

Scientific Supervisor
Renewable Natural Resources and the Environment
Faculty of Agricultural-Damascus University

Dr. Mohllab Dawood

Assistant Supervisor
Mechanical Design Engineerin
Faculty of Mechanical-Damascus University

2021