مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

تغير بعض الخصائص الفيزيائية لخشب الأرز اللبناني *Cedrus libani* A.RICH مع ارتفاع أخذ العينة والعمر: تطبيق على موقع تحريج صلنفة في المنطقة الساحلية السورية

الدكتور أحمد أسود*

(تاريخ الإيداع 26 / 4 / 2010. قبل للنشر في 30 / 6 / 2010)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى دراسة تغير بعض الخصائص الفيزيائية لخشب الأرز اللبناني (***Cedrus libani*** **A.RICH)** مع العمر ومع الارتفاع. تم قطع شجرة بعمر 41 سنة من موقع تحريج صلنفة في المنطقة الساحلية السورية بهدف دراسة تغير بعض الخصائص الفيزيائية ضمن الشجرة الواحدة. جرت الدراسة على الجزء السفلي من الشجرة بطول 4.5 م . تم قطع هذا الجذع اعتبارا من ارتفاع 1 م من الأسفل إلى أجزاء بطول 50 سم، ومن ثم أخذ أقراص بسماكة 5 سم من أسفل كل جزء. بعد ذلك قسم كل قرص إلى عينات متناظرة (من 12 إلى 20 عينة). تمت دراسة تغير المحتوى الرطوبي، الكثافة، تحت الكثافة، الوزن النوعي، التقلص الحجمي وأخيرا عامل التقلص الحجمي. بلغت كثافة خشب الأرز اللبناني 0.59 غ/سم3 ضمن الهواء والرطوبة المحيطين.وتم تقدير تحت الكثافة 0.55، الوزن النوعي 0.55 والتقلص الحجمي 11.59%. أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أنه مع تقدم عمر الشجرة يتناقص عرض حلقة النمو بدءاً من عمر معين نحو القلف، ويتناقص المحتوى الرطوبي، بينما تزداد الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي. أما مع ارتفاع الشجرة، فقد أشارت الدراسة إلى تناقص الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي وازدياد محتوى الرطوبة. وأخيرا، تم ملاحظة أن التقلص الحجمي يزداد بشكل طفيف مع كل من العمر والارتفاع.

الكلمات المفتاحية: خشب، أرز، صلنفة، خصائص فيزيائية، حلقة خشبية، كثافة، تحت الكثافة، الكتلة الحجمية، محتوى الرطوبة.

* **مدرس – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (4) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (4) 2010

La variabilité des propriétés physiques du bois de cèdre libanais (*Cedrus libani* A.RICH) avec l'hauteur de l'échantillon et l'âge : Application sur le site forestier de Slunfeh dans les montagnes littorales de la Syrie

Dr. Ahmad Assouad*

(Déposé le 26 / 4 / 2010 . Accepté 30/6/2010)

□ Résumé □

Cet article a pour objet d'effectuer une étude de variabilité Intra-arbre (Intraspécifique) des propriétés physiques (par rapport à l'âge cambial et la hauteur) du Cèdre libanais *Cedrus libani* A.RICH. Un arbre (âgé de 41 ans) a été coupé du site forestier de Slunfeh dans les montagnes littorales de Syrie afin d'étudier sa variabilité Intra-arbre. L'étude a été effectuée sur des échantillons provenant d'un tronc de 4.5m de longueur à partir du bas de l'arbre. En partant du bas de l'arbre et à partir de 1m, le tronc a été découpé en tronçons de 50cm de longueur. Ensuite, une rondelle de 5 cm d'épaisseur du bas de chaque tronçon a été prélevée. Chaque rondelle a été découpée en 12 à 20 échantillons similaires. L'étude de la variabilité a été portée sur la teneur en eau, la densité du bois, l' infradensité, la masse spécifique, le retrait et le coefficient du retrait. Les résultats ont montré que la densité à l'air ambiant du cèdre libanais est de 0.59 g/cm3, l'infradensité et la masse spécifique est de 0.55 et le retrait volumique et de 11.59%. Les résultats ont également montré que par rapport à l'âge de l'arbre, la largeur du cerne décroît à partir de certain âge vers l'écorce et que la teneur en eau chute, tandis que la densité, l'infradensité et la masse spécifique augmentent. Par rapport à la hauteur, la densité, l'infradensité et la masse spécifique diminuent. Mais, la teneur en eau augmente. Quant au retrait volumique, il augmente sensiblement et simultanément avec l'âge et la hauteur.

Mots-clés : Bois, Cedrus, Slunfeh, variabilité, propriétés physiques, cerne bois, densité, Infradensité, masse spécifique, teneur en eau.

***Enseignant Chercheur au département de Forêts et d'Ecologie , Faculté d'Agronomie, Université Tichrine , Lattaquié, Syrie.**

مقدمة:

للخشب أهمية كبيرة في حياة الشعوب منذ القدم إذ لا يمكن الاستغناء عنه رغم تطور الحياة لأنه يتمتع بمزايا كبيرة تجعله دائماً في الصدارة: فمادة الخشب صلبة وخفيفة وعازلة ومقاومة للمؤثرات الكيميائية وصديقة للبيئة، كما أنها مادة ذات مقاومة بيولوجية (وخاصة خشب الأرز) فالمصريون القدماء تركوا لنا العديد من الأثاث الذي يعود للعهود القديمة والتي ما زالت بحالة جيدة جداً. بالإضافة إلى كونها مخازن للكربون فتعمل بذلك على التخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري. إلا أنها مادة غير متجانسة Hétérogène لأن الأنسجة الخشبية مكونة من عناصر ذات طبيعة وشكل مختلفين، ومختلفة الخواص Anisotrope أي تختلف خصائصها حسب الجهة المدروسة وهيغروسكوبية Hygroscopique أي أنها قادرة على Hخذ أو فقد جزء من الرطوبة وذلك تبعاً للشروط البيئية المحيطة وهذا ما يجعل التعامل معها أكثر صعوبة من باقي المواد (Assouad, 2004).

كان الأرز اللبناني أساساً قوياً في اقتصاد العديد من الحضارات القديمة، خاصة تلك التي سكنت المنطقة، نظراً لما يتمتع به هذا الخشب من خصائص جيدة يمكن أن تؤهله ليكون من أفضل وأمتن الأخشاب في العالم. تدل الدراسات على أن خشب الأرز طري وخفيف وله رائحة عطرية قوية مستديمة جداً، ومقاومته الميكانيكية متوسطة يمكن استعماله في الهياكل الخشبية وفي النجارة ولصنع صناديق لحفظ الألبسة والفرو، لنشره رائحة قوية تطرد الحشرات، غير أن هذه الرائحة تمنع استعماله لصنع صناديق لحفظ الثمار (رحمة ، 1996). يعتبر خشب الأرز خشب متين، حبيباته متراصة، طعمه مر يجعل القوارض تنفر منه. يحتوي الخشب وكذلك المخاريط على مادة راتنجية سائلة تدعى (سيدريا) كان يستخرجها القدماء من الخشب لاستعمالها كمادة حافظة. وقد أطلق عليها قدماء المصريين (حياة الأموات). كما أن الخشب ينشر رائحة زكية إذا احترق مما جعل الأقدميين يستعملونه في معابدهم وفي الجنازات (نحال ، 2003).

يعد الأرز من أهم الأنواع في منطقتنا والمناطق المتاخمة فهو يتمتع بأهميةٍ اقتصاديةٍ وتاريخيةٍ وسياحيةٍ وعلمية وجمالية هامة. تدل الوثائق التاريخية على أن أشجار الأرز كانت تغطي مساحات واسعة في لبنان وسورية وجنوب تركيا. حيث تعتبر منطقة البحر المتوسط في تركيا كمنطقة التوزع الطبيعي الأكبر للأرز اللبناني حيث يمتد على ارتفاع مابين 1000 - 2300 م فوق سطح البحر (UNAL, 2003). أما في سوريا فقد تراجعت غاباته واختلطت مع أنواع عديدة وبالتالي فإن الأرز اللبناني لا يشكل غابات نقية ممتدة على مساحات كبيرة بل يوجد بشكل بقع متناثرة لا تتجاوز مساحتها 1000 هكتار يتقاسمها تجمعان رئيسان : الأول يقع على السفح الشرقي للجزء الشمالي من سلسلة الجبال الساحلية المطل على سهل الغاب وعلى ارتفاع بين 1000 وحتى 1562 م عن سطح البحر. والثاني في منطقة جوبة برغال بين 1000 و1175 م (نحال، 2003).

أهمية البحث وأهدافه:

يعطي المستوى الخشبي أو التركيب التشريحي للأنواع الغابية تغيرية Variabilité (اختلافات في الخصائص) معتبرة تؤثر في الخصائص الفيزيائية للخشب (الكثافة، التقلص، ....) وفي خصائصه التكنولوجية أو صلاحيته للاستخدام (خصائص ميكانيكية، قابليته للتقشير، تشوهاته عند النشر أو عند التجفيف،...). وبدون الذهاب بعيداً يمكن لتغيرية المستوى الخشبي أن تشرح بأن بعض الأشجار المقطوعة حديثاً يمكنها أن تواجه أو لا تواجه الجهود الخارجية (كالبرد والجفاف)، ويمكنها أن تكون أكثر حساسية لبعض العيوب التي تخفض من القيمة الشرائية للأخشاب مثل

تشققات القطع، التصدعات، تشققات التجفيف (Nepveu, 1994). إن مفهوم التغيرية هو نسبي ومعروف بشكل جيد بين الأنواع (Interspécifique) مثلاً يكون خشب السنديان أكثر قساوة من خشب التنوب بينما يكون هذا المفهوم أقل معرفة داخل النوع الواحد (Intraspécifique)، ومع ذلك تكون التغيرية داخل النوع الواحد أكثر أهمية منها بين الأنواع.

يعد الأرز اللبناني من أهم الأنواع الحراجية الموجودة حالياً في المناطق الجبلية الساحلية من سوريا إذ تشير المعطيات التاريخية إلى أن الأرز اللبناني كان يشكل في الأزمنة البعيدة غابات كثيفة رائعة في سوريا ولبنان (Boydak,2003). تتجلى أهمية هذا البحث في تسليط الضوء على أهمية خشب الأرز اللبناني المنتشر في موقع تحريج صلنفة في المنطقة الساحلية السورية والذي يعد من الأخشاب المحلية الواعدة ذات المواصفات الجيدة، والتي يمكن أن تساهم في تلبية حاجة القطر من الأخشاب المميزة وبالتالي تخفف من استيرادها مستقبلاً. كما يمكن أن تكون لنتائج هذه الدراسة مستقبلاً أهمية كبيرة في حسن توجيه استخدام خشب الأرز اللبناني في الصناعات ذات المنحى الاقتصادي، وتوجيه هذا النوع إلى الإنتاج الخشبي الكمي (كاستخدامه في مجال الشبكات الكهربائية والهاتفية) إضافة إلى قيمته في حماية البيئة والقيمة الجمالية التي يتمتع بها. لذلك كان لابد من إجراء المزيد من الدراسات عن هذا النوع الفريد المنتشر في بقاع محدودة جداً من القطر.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تغير بعض الخصائص الفيزيائية (تغيرية داخل النوع الواحد) لخشب شجرة من الأرز اللبناني على مستوى المقطع العرضي للشجرة وعلى مستوى ارتفاعها. ومن الخصائص المدروسة: دراسة تغير المحتوى الرطوبي والكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي. ودراسة التغير في الانكماشات الخشبية وعامل الانكماش.

طرائق البحث ومواده:

1- الحصول على العينات:

تم الحصول على العينات من موقع تحريج صلنفة (الشكل 1) الذي يقع ضمن الطابق البيوميناخي الرطب العذب حيث إن قيمة الهطل السنوي كانت بمعدل 1375.58 مم بين الأعوام من 1965 إلى1983. يرتفع هذا الموقع عن سطح البحر بحدود 1100 م ويميل باتجاه الغرب بمعدل 15- 25%. التربة محجرة سطحية إلى متوسطة العمق ناشئة على صخور كلسية جوراسية قاسية مكونة من الكلس القاسي والدولوميتي (مرتيني،1999).

تم اختيار شجرة من الأرز اللبناني *Cedrus libani* من الموقع المذكور من وسط مجموعة حرجية ذات مواصفات ممثلة بالجدول (1) في بداية شهر تشرين الثاني عام 2007.

الشكل 1 : موقع تحريج الصلنفة

جدول (1) : مواصفات شجرة الأرز المقطوعة مع الظروف البيئية لموقع تحريج صلنفة.

ميل الأرض (%)	ارتفاع الموقع عن سطح البحر (م)	عمر الشجرة (سنة)	ارتفاع الشجرة (م)	قطر الشجرة على ارتفاع الصدر (سم)	قطر الشجرة عند القاعدة (سم)
15-25%	1100	41	14.6	15.4	20.2

ثم أخذت سبعة أقراص خشبية بسماكة 5 سم بدءاً من ارتفاع 1 م وكل 0.5 م حتى ارتفاع 4.5 م. لم يتثن أخذ الأقراص الخشبية من كامل طول الشجرة، واقتصرت الدراسة على الارتفاع المذكور وذلك لسببين:

- الأول: تكون الأقراص الخشبية في أسفل الشجرة ذات أقطار كبيرة لذلك من السهل الحصول على عدد كبير من العينات.
- الثاني: يكون الارتفاع المأخوذ كافي لان الهدف من الدراسة هو إظهار مفهوم تغير الخصائص الفيزيائية مع الارتفاع حتى ولو كان قليلاً.

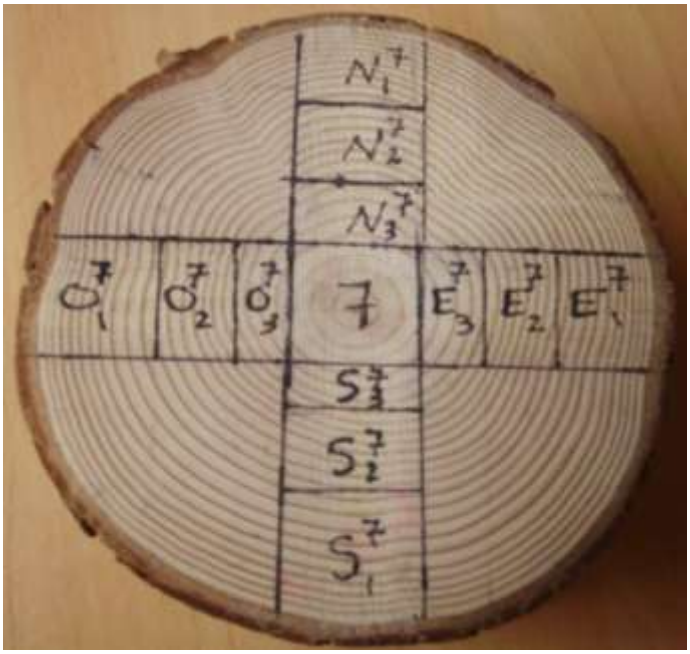
وضعت الأقراص الخشبية في مكان جيد التهوية لبضعة أسابيع حتى تجف أسطح مقاطعها ثم تم تنعيم سطحها بالورق الزجاجي وتم ترقيمها. تم وضع مسطرة مدرجة بالميليمتر على الأقراص ثم أخذت لها صور رقمية حولت إلى الحاسب وبواسطته تم قياس عرض حلقات النمو بدقة.

2- المواد المخبرية:

تم استخدام الأدوات التالية: منشار بنزين لقطع الشجرة، فرجار الحراج (الكاليبر) لقياس الأقطار، منشار خشبي للحصول على العينات، ورق زجاجي بدرجات نعومة مختلفة، مكبرة يدوية /10×/ للمساعدة في تمييز حلقات النمو السنوية، مسطرة مدرجة وذلك لقياس عرض حلقات النمو، بياكوليس إلكتروني بدقة رقمين بعد الفاصلة لقياس أبعاد العينات وميزان حساس أربعة أرقام بعد الفاصلة لأخذ أوزان العينات، وأخيراً مجفف كهربائي.

3- دراسة الخصائص الفيزيائية للخشب

من أجل دراسة الخصائص الفيزيائية، تم تقسيم كل قرص إلى عينات متناظرة اعتماداً على عدد محدد من حلقات النمو (الشكل 2). اعتمدنا أن يأخذ كل قرص أربع جهات N يعبر عن الشمال وE يعبر عن الشرق وS يعبر عن الجنوب وO يعبر عن الغرب. ثم أخذنا من كل جهة عدد من العينات حسب ما يسمح قطر القرص الخشبي (من 3 إلى 5 عينات)، مع الاحتفاظ بعينة مركزية. تم ترقيم العينات بدءاً من المحيط وباتجاه المركز مثلاً العينة $N_2^7(11)$ تعني أن العينة تقع في الجهة الشمالية وهي العينة الثانية بدءاً من المحيط ومن القرص السابع وتحتوي على 11 حلقة نمو سنوية.



الشكل 2 : قرص خشبي من قاعدة الشجرة.

يلخص الجدول (2) مواصفات العينات المدروسة وأعدادها وأعمارها بالنسبة للشجرة حيث بلغ عدد العينات 115 عينة.

جدول (2) : مواصفات العينات الخشبية المعدة لدراسة الخصائص الفيزيائية.

		القرص 1	القرص 2	القرص 3	القرص 4	القرص 5	القرص 6	القرص 7
عمر القرص (سنة)		36	34	30	29	28	27	26
ارتفاع القرص (سم)		100	150	200	250	300	350	400
العينة 1	سنوات تكون العينة	2007-1997	2007-1997	2007-1997	2007-1997	2007-1997	2007-1997	2007-1997
	عمر العينة (سنة)	36 - 26	34 - 24	30 - 20	29 - 19	28 - 18	27 - 17	26 - 16
	عدد حلقات النمو	11	11	11	11	11	11	11
العينة 2	سنوات تكون العينة	1996-1990	1996-1990	1996-1990	1996-1990	1996-1990	1996-1990	1996-1990
	عمر العينة	25 - 19	23 - 17	19 - 13	18 - 12	17 - 11	16 - 10	15 - 9
	عدد حلقات النمو	7	7	7	7	7	7	7
العينة 3	سنوات تكون العينة	1989-1986	1989-1986	1989-1986	1989-1986	1989-1986	1989-1986	1989-1986
	عمر العينة	18 - 15	16 - 13	12 - 9	11 - 8	10 - 7	9 - 6	8 - 5

	عدد حلقات النمو	4	4	4	4	4	4	4
العينة 4	سنوات تكون العينة	1985-1982	1985-1982	1985-1982	1985-1982	1985-1982	1985-1981	1985-1982
	عمر العينة	14 - 11	12 - 9	8 - 5	7 - 4	6 - 1	5 - 1	4 - 1
	عدد حلقات النمو	4	4	4	4	مركزية 6	مركزية 5	مركزية 4
العينة 5	سنوات تكون العينة	1981-1978	1981-1978	1981-1978	1981-1979	------	------	------
	عمر العينة	10 - 7	8 - 5	4 - 1	3 - 1	------	------	------
	عدد حلقات النمو	4	4	مركزية 4	مركزية 3	------	------	------
العينة 6	سنوات تكون العينة	1977-1972	1977-1974	------	------	------	------	------
	عمر العينة	6 - 1	4 - 1	------	------	------	------	------
	عدد حلقات النمو	مركزية 6	مركزية 4	------	------	------	------	------

أ – دراسة عرض حلقات النمو السنوية:

يعبر النمو القطري عن نمو الخشب بالاتجاه الشعاعي للشجرة مشكلاً حلقات تعرف بحلقات النمو السنوية. تمثل حلقة النمو كمية الخشب المنتج خلال عام، وعددها يعبر عن عمر الشجرة، وعرضها واختلافاتها تعكس مميزات النمو وتترجم تاريخ الشجرة.(Benoit et Diroli, 2000). يرتبط عرض حلقات النمو بالصنف وبالعوامل البيئية. ففي مستورات البذور إن ازدياد عرض حلقات النمو يؤدي إلى كثافة وقساوة الخشب ويكون الخشب متحمل للعوامل الميكانيكية ويصعب نشره وشغله عكس عريانات البذور (رحمة، 1996).

أمكن دراسة سماكة حلقات النمو بواسطة مسطرة مدرجة بالميليمتر مثبتة على المقاطع الخشبية. تم تحديد مركز المقطع العرضي ورسم محورين متعامدين عليه وبعد ذلك تم تصوير المقطع العرضي بواسطة كاميرا رقمية ومن ثم تم تحويلها إلى الحاسوب. وباستخدام برنامج الـ photoshop تم توضيح الحد الفاصل بين حلقات النمو ومن ثم قياسها بدقة في الاتجاهات الأربعة.

ب – تقدير مدى التغير في درجة الرطوبة:

إن معدل الرطوبة لعينة من الخشب بالتعريف هي نسبة كتلة الماء التي تحتويها العينة إلى كتلتها الجافة تماماً إذا تعلقت بقاعدة جافة أو إلى كتلتها الرطبة إذا تعلقت بقاعدة رطبة. يعتبر الخشب جافاً، قابلاً للاستعمال عندما تكون رطوبته حوالي 12% وهي الرطوبة المثالية والتي تعبر عن توازن الخشب مع الظروف الجوية المحيطة. تتأثر مواصفات الخشب كثيراً تبعاً لدرجات رطوبته وبالأخص خاصية التقلص والمقاومة الميكانيكية، لذلك يعتبر تجفيف الأخشاب أول وأهم مرحلة في صناعة واستعمال الأخشاب (رحمة، 1997).

تم قياس درجة المحتوى الرطوبي للعينات في المختبر وذلك بوزن العينة قبل وبعد التجفيف في المجفف على درجة حرارة /103/ درجة مئوية ولمدة 48 ساعة إلى 72 ساعة حتى ثبات الوزن. وبعد تسجيل الوزن الرطب Mh والوزن الجاف M0 يتم تقدير المحتوى الرطوبي للخشب بتطبيق المعادلة (1) (أسود، 2008).

$$\%W = \frac{M_h - M_0}{M_0} \times 100 \qquad (1)$$

ج – اختبار الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي:

يعد الوزن النوعي Masse spécifique من أهم الصفات الفيزيائية للخشب حيث تتعلق معظم الصفات الميكانيكية للخشب بالكثافة والوزن النوعي، فمتانة الخشب وقوته تزداد بزيادة الوزن النوعي وكذلك يزداد الناتج من عجينة الورق وكمية الحرارة المتولدة من الخشب ونقله الحراري بزيادة الوزن النوعي (حميد، 2007).

تقدر الكثافة Densité على أساس رطوبة معينة، وتختلف قيمها كثيراً إذا قدرت على أساس الوزن الأخضر والحجم الأخضر أو الوزن الجاف والحجم الأخضر أو الوزن والحجم بمحتوى رطوبي معين. وللتخلص من هذه المشاكل يستعمل مفهوم الوزن النوعي لأنه يقدر على أساس الوزن الجاف دائماً (حميد، 2007).

تتأثر كثافة الخشب بعوامل مختلفة ، كوجود خشب القلب ونسبة وجوده مقارنة مع الخشب المحيطي ونسبة خشب الربيع إلى خشب الصيف ، كما تتأثر بصورة خاصة بالمحتوى الرطوبي للخشب (كعكة، 2003).

أما تحت الكثافة Infradensité فتعتمد على مبدأ أن كثافة الخشب هي مجموع كثافة المادة السيللوزية والهواء الموجود في الفراغات الخلوية التي تمتلئ بالماء عند الإشباع. وطريقة تحت الكثافة هي طريقة سريعة ولا تحتاج إلى مهارة في تحضير العينات حيث تعتمد على وزن العينات بالحالة الرطبة جداً (المشبعة) نسبة إلى وزنها بالحالة الجافة جداً دون الحاجة إلى تقدير الحجوم.

تم تقدير الكثافة وذلك بتحديد الحجم الحقيقي للعينات عن طريق القياس الدقيق لأبعاد العينات بواسطة البياكوليس. وبعد ذلك حسبت الكثافة القياسية بأخذ وزن العينات بحالتها الجافة هوائياً Mh ونسبها إلى الحجم Vh الجاف هوائياً ثم طبقت العلاقة التالية (2) (Assouad, 2004):

$$D_h = \frac{M_h}{V_h} \qquad (2)$$

تم تقدير تحت الكثافة وذلك بأخذ وزن العينات المشبعة كلياً والوزن الجاف جداً، وذلك بوضع العينات في الماء حتى الإشباع الكلي أي عند ترسب العينات في قاع الوعاء، ثم جرى وزنها بعد مسح الماء العالق فيها وسجل وزن العينة المشبعة (Mmax). ثم أخذ الوزن الجاف جداً (M0). تم تطبيق المعادلة (3) (رحمة، 1996):

$$ID = \frac{1}{\frac{M_{max}}{M_0} - 0.347} \qquad (3)$$

حيث أن : Mmax : وزن العينة المشبعة كلياً بالماء (غ). و M0 : وزن العينة الجافة تماماً (غ).

أما الوزن النوعي فقد تم حسابه اعتماداً على الوزن الجاف M0 والحجم الجاف V0 حسب المعادلة (4) (Kollmann et Côté, 1984):

$$MS = \frac{M_0}{V_0} \qquad (4)$$

د – اختبار انكماش الخشب ومعامل الانكماش:

يقصد بظاهرة انكماش الخشب تغيير أبعاد وحجم الخشب عندما تتغير درجة الرطوبة من نقطة إشباع الألياف وهي حوالي % 30 إلى درجة الجفاف الكلي (رحمة، 1996).

يمتلك عامل الانكماش أهمية كبيرة في نوعية المنتج الخشبي النهائي إذ إنه السبب الرئيسي في التشوهات الخشبية وذلك بسبب عدم تجانسه في الاتجاهات الثلاث (الطولي والمماسي والشعاعي). فأثناء التجفيف يحدث حقل من الجهود الداخلية (قوى ضغط وقوى شد) في مادة الخشب فينجم عنها تقلصات غير متساوية الشدة في الاتجاهات الثلاث يمكنها أن تقود إلى ظهور تشققات سطحية أو داخلية وإلى تشوهات في الشكل الخارجي للألواح (Assouad, 2000).

في هذا الاختبار تم قياس نسبة انكماش الخشب بين حالة الخشب الرطب جداً والجاف جداً. تم قياس انكماش الخشب (تقلصه) وفق محاوره الثلاثة: الانكماش المحوري R_L (تقلص الخشب باتجاه الألياف) والانكماش الشعاعي R_R (تقلص الخشب في اتجاه الأشعة الخشبية) والانكماش المماسي R-T (تقلص الخشب في الاتجاه الموازي لحلقات النمو السنوية) وذلك بتطبيق المعادلة (5) (Assouad, 2004):

$$R_s\% = \frac{R_{sat} - R_0}{R_0} \times 100 \qquad (5)$$

حيث إن : Rsat القياس في الحالة الرطبة جداً.

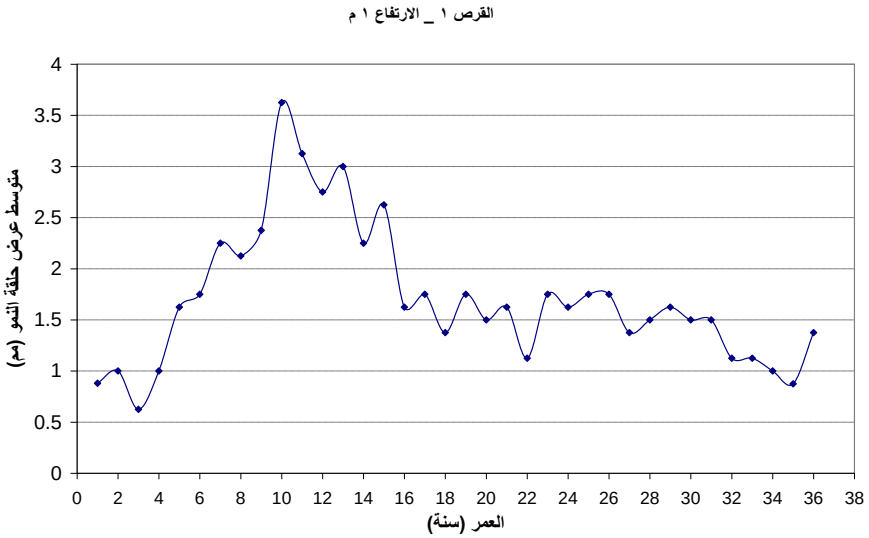
R0 : القياس في الحالة الجافة جداً.

النتائج والمناقشة:

1- دراسة مدى التغير بالنسبة لقطر الشجرة

أ- عرض حلقات النمو:

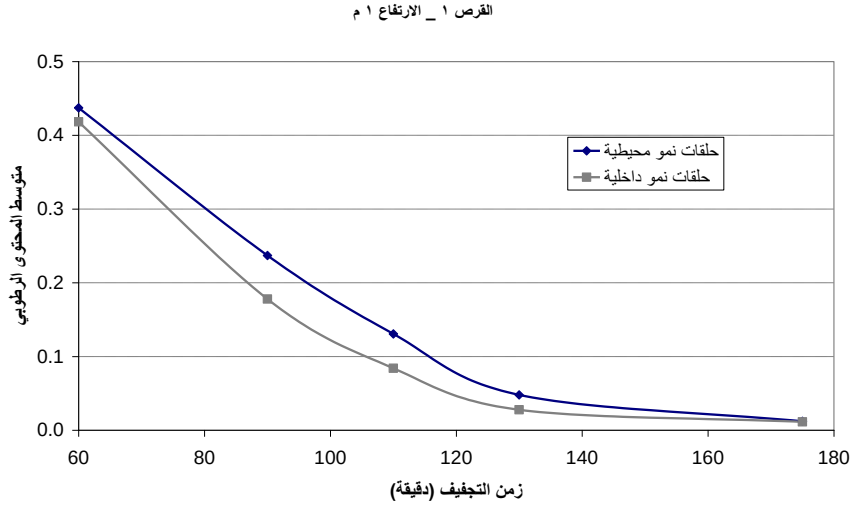
تمت دراسة عرض حلقات النمو للقرص الأول الذي يقع على ارتفاع 1 م ، وتم ربطها بالعمر. نلاحظ من الشكل (3) بأنه تزداد عرض حلقات النمو مع التقدم بالعمر (في هذا القرص الخشبي) حتى عمر 10 سنوات ثم تتناقص إلى أن تصل إلى عمر 16 سنة، وبعدها يتغير عرض حلقات النمو بشكل طفيف. تفسر هذه النتيجة بوجود الخشب الفتي ذو حلقات النمو العريضة الذي امتد هنا إلى عمر 16 سنة، وبعد هذا العمر بدأ تشكل الخشب الناضج ذو الحلقات الأضيق.



الشكل 3 : متوسط عرض حلقات النمو مع العمر.

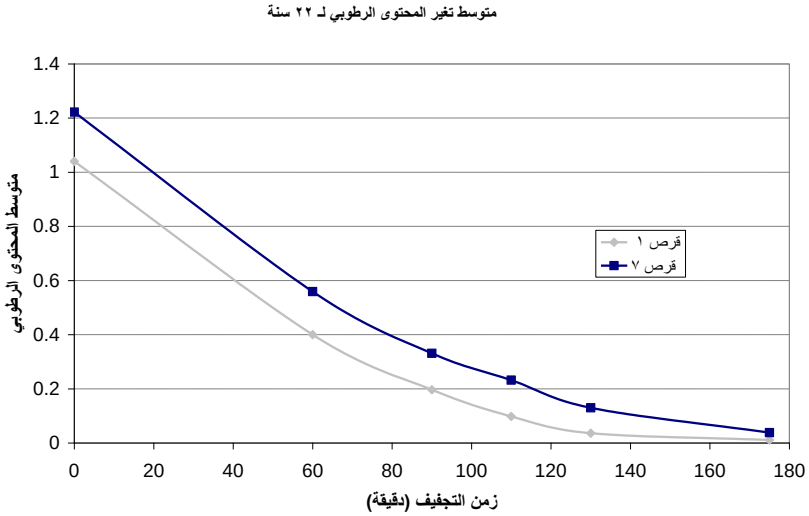
ب- ديناميكية التجفيف:

تمت دراسة ديناميكية التجفيف للخشب بحساب المتوسط الحسابي للمحتوى الرطوبي للأقراص السبعة وتمثيلها مع زمن التجفيف. يمثل الشكل (4) مقارنة ديناميكية التجفيف للعينات المحيطية والعينات الداخلية القريبة من المركز للقرص الأول على ارتفاع 1 م. نلاحظ من الشكل أن حلقات النمو الداخلية تجف بسرعة أكبر من حلقات النمو المحيطية عند نفس زمن التجفيف، وأن الفرق في سرعة التجفيف يتضاءل بينهما مع زيادة زمن التجفيف.



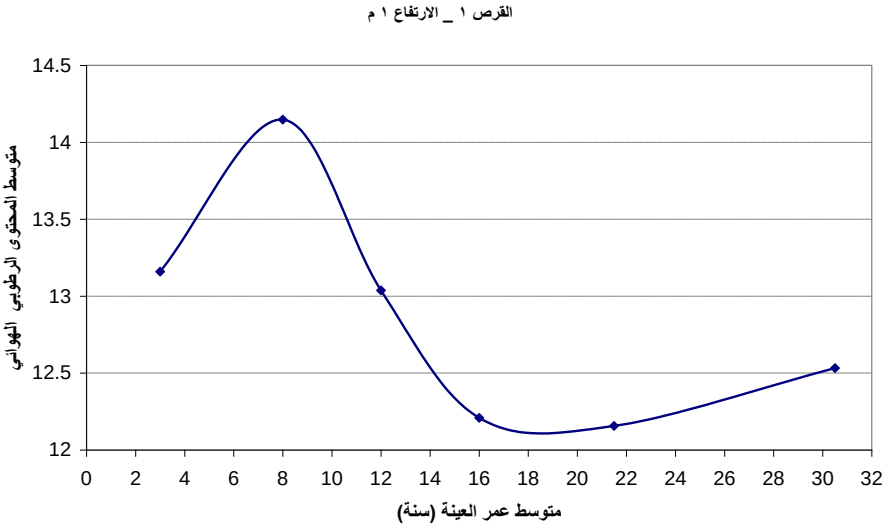
الشكل 4 : ديناميكية التجفيف لحلقات نمو محيطية وداخلية.

لدى مقارنة ديناميكية التجفيف بيانياً للقرص الأول المأخوذ على ارتفاع 1 م والقرص السابع المأخوذ على ارتفاع 4 م (الشكل 5). نجد بأن القرص الأول يجف بسرعة أكبر من القرص السابع عند نفس زمن التجفيف، وأن هذا الفرق يتناقص مع زيادة زمن التجفيف.



الشكل 5 : ديناميكية التجفيف للقرصين الخشبيين الأول والسابع.

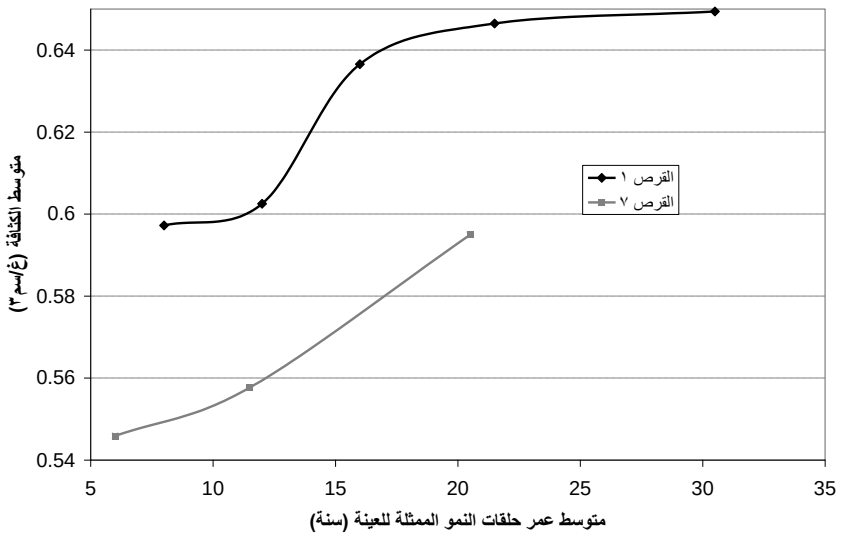
كما لوحظ بأن المحتوى الرطوبي في القرص الخشبي الواحد يتناقص مع تقدم الشجرة بالعمر بسبب تناقص حجم الخشب المحيطي فيها. باستثناء النقطة الأولى التي تملك رطوبة منخفضة كونها تمثل رطوبة العينة المركزية (الشكل 6).



الشكل 6 : متوسط المحتوى الرطوبي مع العمر .

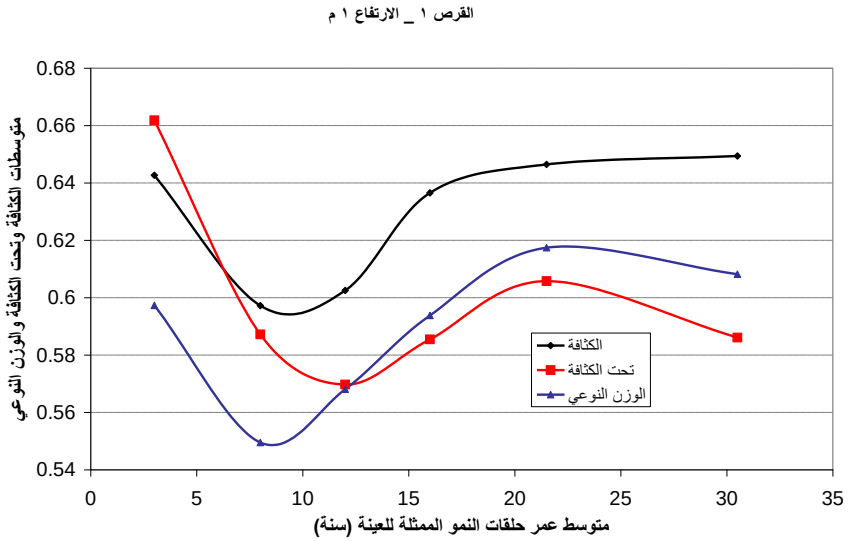
ج- الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي

تمت مقارنة متوسط الكثافة الهوائية لكل من عينات القرص الأول والقرص السابع مع متوسط عمر حلقات النمو الممثلة لكل عينة (العينة الواحدة تمتلك العديد من حلقات النمو ذات الأعمار المختلفة حيث أخذ متوسط أعمارها وذلك لسهولة المقارنة). نلاحظ بأن الكثافة تزداد في القرصين الأول والسابع مع التقدم في العمر وأن كثافة القرص الأول هي أعلى من كثافة القرص السابع بحوالي 4 إلى 5 غ/سم3 عند نفس العمر الشكل (7).



الشكل 7 : متوسط الكثافة للقرصين 1 و 7 مع العمر.

لدى مقارنة قيم كل من الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي مع متوسط عمر حلقات النمو (عمر العينة) نلاحظ بأن قيم كل من هذه المتوسطات تكون مرتفعة في النقاط الأولى (بداية المنحنى)، وهذه النقاط تمثل مراكز الأقراص الحاوية على خشب مركزي. ثم تبدأ هذه القيم بالارتفاع بدءاً من عمر 12 سنة إلى أن تثبت تقريباً الشكل(8).

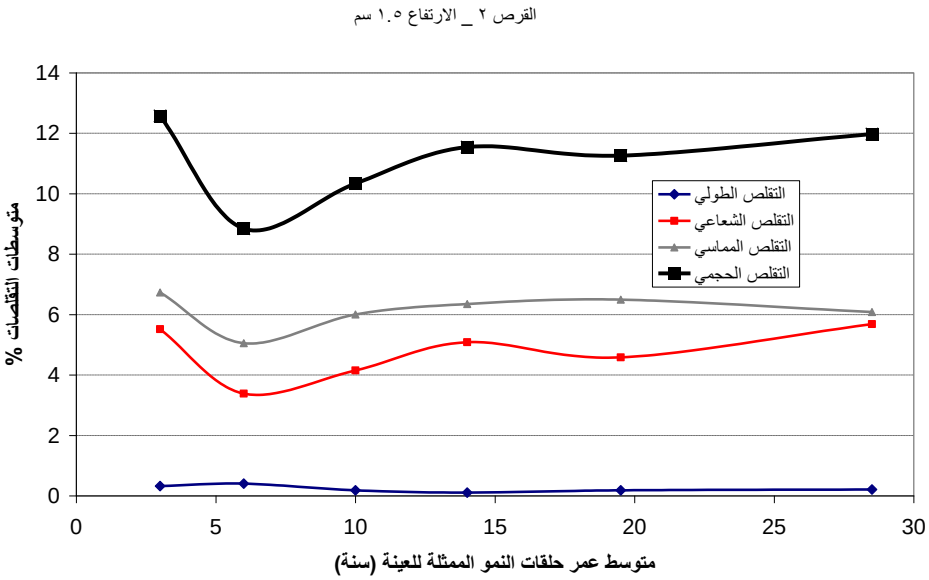


الشكل 8 : متوسط الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي مع العمر.

لدى مقارنة المتوسطات الحسابية بيانياً لقيم الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي مع بعضها البعض ومع متوسط العمر نلاحظ عموماً بأن قيم تحت الكثافة وقيم الوزن النوعي متقاربة (الفارق بينها قليل الأهمية). وبما أن قيمة الوزن النوعي أكثر ثباتاً وتداولاً لأنها تعتمد على الوزن الجاف للخشب الذي لا يتغير (لكن حسابه أيضاً يحتاج إلى دقة في قياس حجم العينة) فإننا يمكننا أن نستعيض بدلاً عنه بحساب تحت الكثافة الذي هو أكثر سهولة ويعتمد فقط على مبدأ وزن العينات في حالة الإشباع وفي حالة الجفاف الكلي ولا يعتمد على قياس أبعادها.

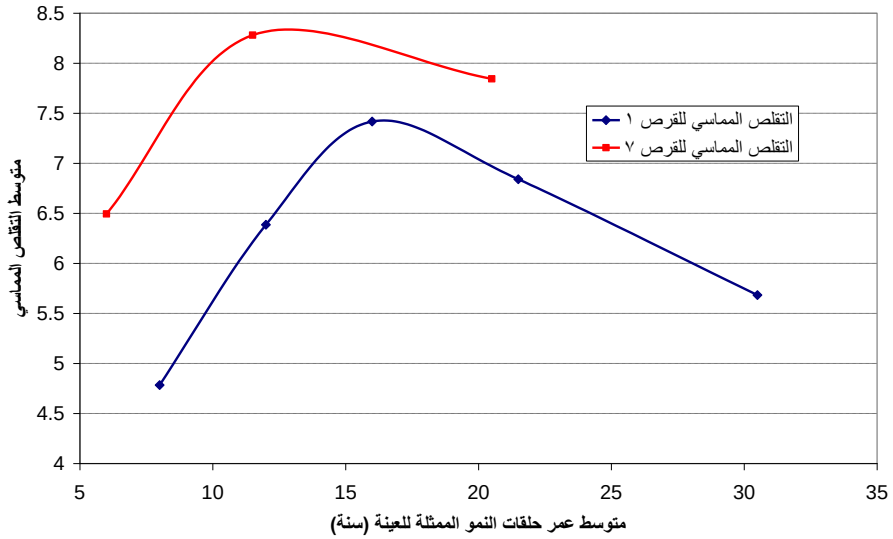
د- الانكماش:

لدى مقارنة المتوسطات الحسابية للتقلصات بيانياً لعينات القرص 2 (على سبيل المثال لأننا لا نستطيع عرض كل نتائج الأقراص السبعة) ذو الارتفاع 1.5 م (الشكل 9) مع بعضها البعض يتبين لنا بأنه بالنسبة لكل تقلص يكون التقلص في المركز مرتفع ثم يتناقص ويبدأ بالارتفاع الطفيف مع تقدم الشجرة بالعمر. نلاحظ أيضاً قيمة متوسط التقلص المماسي (يمثل المتوسط الحسابي للتقلص المماسي لعينات القرص 2) أكبر ما يمكن وهي بحوالي 6.12% تليها قيمة متوسط التقلص الشعاعي وهي حوالي 4.73%. أما التقلص الطولي (المحوري) فهو قليل جداً حيث بلغت قيمته المتوسطة 0.24%.



الشكل 9 : متوسط التقلصات مع العمر.

لدى مقارنة قيم المتوسط الحسابي للتقلص المماسي للقرص الأول والقرص السابع نجد بأن قيمة متوسط التقلصات في القرص السابع أكثر من قيمتها للقرص الأول، وهذه القيم تزداد مع تقدم الشجرة بالعمر وتقريباً حتى عمر 13– 15 سنة ثم تبدأ بالتناقص من جديد (الشكل 10).



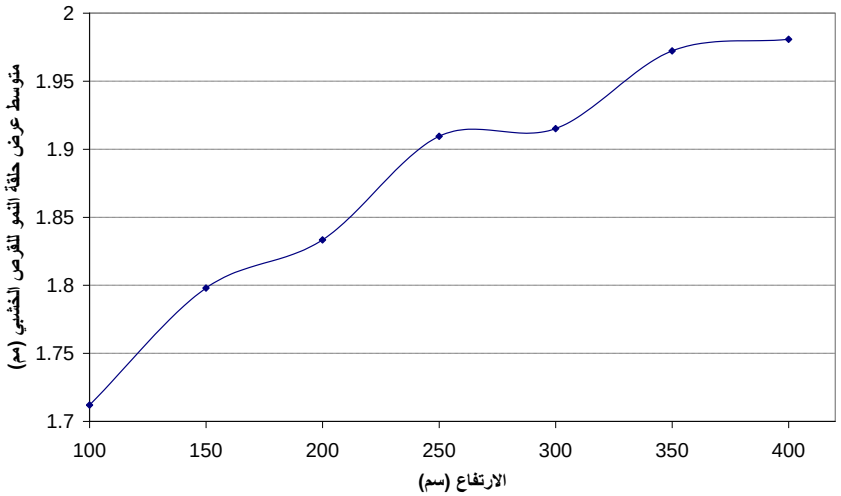
الشكل 10 : متوسط التقلص المماسي للقرصين 1 و 7 مع العمر.

2– دراسة مدى التغير بالنسبة لارتفاع الشجرة

أ – عرض حلقات النمو:

تزداد متوسط عرض حلقات النمو للقرص الخشبي مع ارتفاع الشجرة وهذا عائد إلى زيادة نسبة الخشب الفتي في الأقراص العلوية القليلة العمر عنه في الأقراص السفلية الأكثر عمراً (تكون حلقات النمو في الخشب الفتي أكثر عرضاً من الخشب الناضج) مما ينتج عنه ازدياد في متوسط عرض حلقات النمو للأقراص العلوية (الشكل 11).

ونلاحظ أيضاً من الشكل بأن هذه الزيادة في متوسط عرض حلقات النمو مع الارتفاع طفيفة فعند مقارنة القرص الأول على ارتفاع 1 م مع القرص السابع ذو الارتفاع 4 م نجد بأن الفرق في متوسط عرض حلقات النمو لهما لا يكاد يصل إلى 0.3 مم وهذا الفارق بسيط.

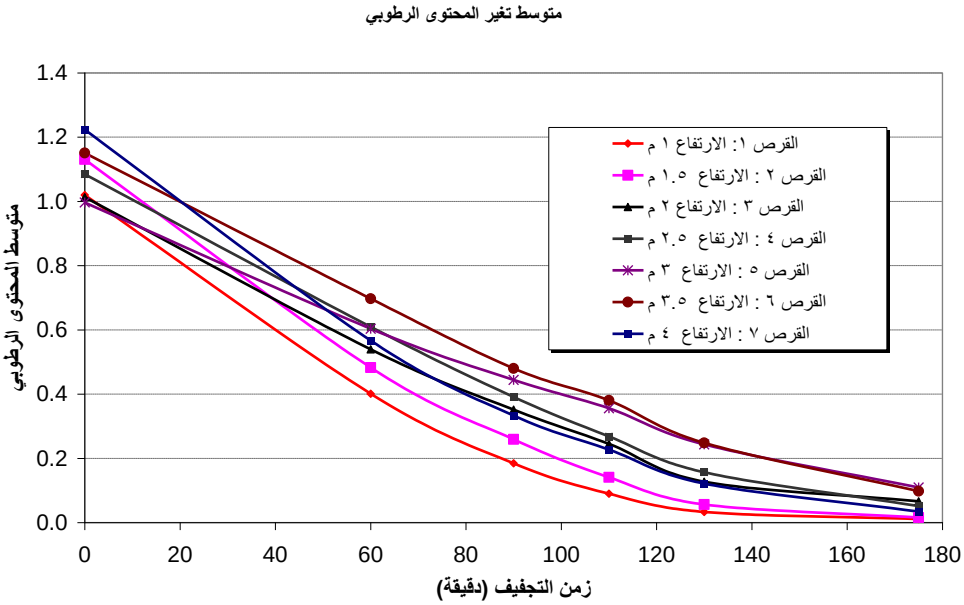


الشكل 11 : متوسط عرض حلقة النمو مع الارتفاع.

ب – ديناميكية التجفيف:

نلاحظ عموماً بأن الأقراص العلوية تمتلك محتوى رطوبي أعلى من الأقراص السفلية وتبدأ هذه النتيجة بالوضوح بعد زمن 60 دقيقة وتقترب من بعضها البعض مع تقدم زمن التجفيف.

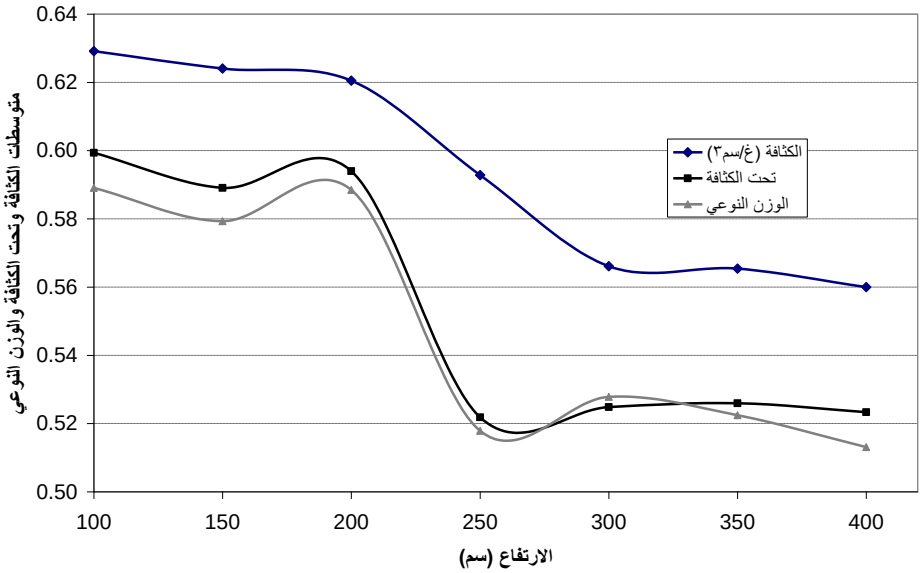
تمت مقارنة ديناميكية التجفيف للأقراص السبعة المختلفة الارتفاع خلال مدة تجفيف واحدة فكانت النتيجة ممثلة بالشكل (12).



الشكل 12 : ديناميكية التجفيف للأقراص الخشبية.

ج – الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي:

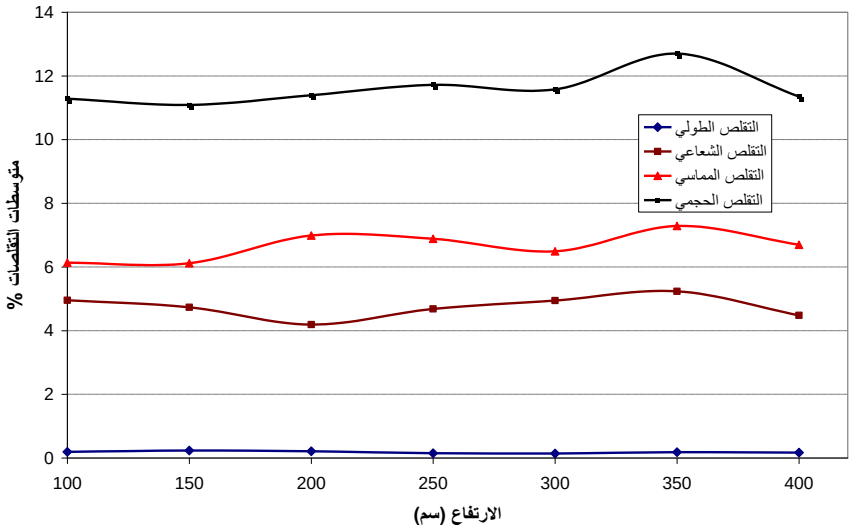
لدى مقارنة المتوسطات الحسابية بيانياً لقيم الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي للأقراص السبعة بالنسبة للارتفاع نلاحظ تناقصها مع الارتفاع حتى 2.5 م ثم تأخذ بعد ذلك بالثبات (الشكل 13). نجد أيضاً أن قيم متوسطات تحت الكثافة والوزن النوعي متقاربة جداً وتكاد تكون متداخلة



الشكل 13 : تغير الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي مع الارتفاع.

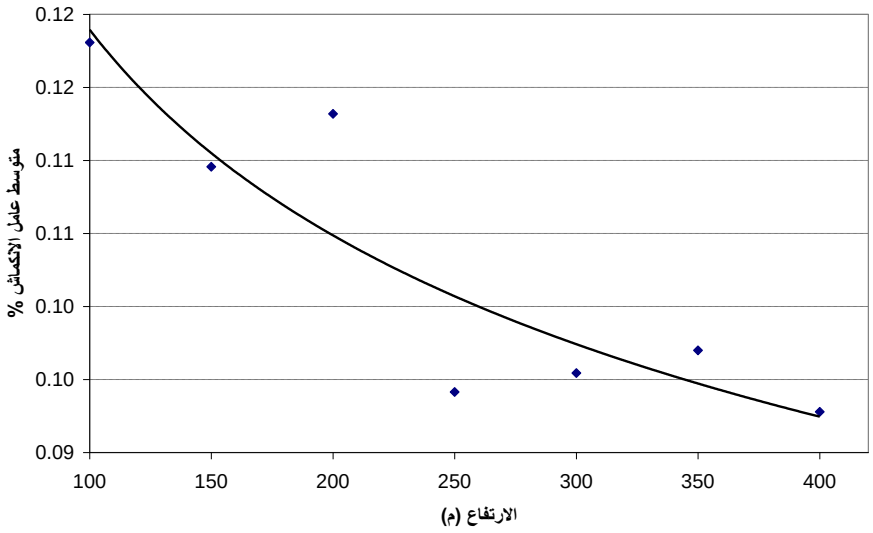
د – الانكماش وعامل الانكماش:

لدى مقارنة المتوسطات الحسابية بيانياً للتقلصات الطولية والشعاعية والمماسية والتقلص الحجمي للأقراص الخشبية السبعة بالنسبة لارتفاع الشجرة نجد بأن تغيرات قيم التقلصات تكون طفيفة جداً (تقريباً ثابتة). أما التقلص الطولي فهو أشبه ما يكون بخط مستقيم (الشكل 14).



الشكل 14 : تغير متوسطات الانكماشات مع الارتفاع.

لدى تمثيل المتوسط الحسابي بيانياً لعامل الانكماش للأقراص السبعة بالنسبة لارتفاع الشجرة نجد أن قيمته تكون أكبر ما يمكن في الأقراص الثلاث الأولى حتى ارتفاع 2 م ثم تبدأ هذه القيم بالانخفاض وذلك لأن عامل الانكماش يتناسب عكساً مع الرطوبة والتي تكون أكبر ما يمكن في الأقراص العلوية (الشكل 15).



الشكل 15 : تغير عامل الانكماش مع الارتفاع.

الاستنتاجات والتوصيات:

من خلال دراسة شجرة من الأرز من موقع تحريج صلنفة نستنتج ما يلي:

- بلغ عمر الشجرة المقطوعة 41 سنة وبلغ متوسط الكثافة لخشب الأرز اللبناني بدرجة الرطوبة الهوائية 0.59غ/سم3، ومتوسط تحت الكثافة 0.55 ومتوسط الوزن النوعي 0.55.
- يتناقص المحتوى الرطوبي مع تقدم الشجرة بالعمر، ويزداد مع الارتفاع.
- تزداد الكثافة وتحت الكثافة والوزن النوعي مع تقدم الشجرة بالعمر، وتتناقص مع الارتفاع. وهذا يمكن أن يعزى إلى تناقص تركيز المستخلصات الخشبية Extractives مع الارتفاع ومع العمر (Hameed, 2000), (Lelis, 1995).
- تكون قيمة متوسط التقلص المماسي أكبر ما يمكن وهي بحوالي 6.12% تليها قيمة متوسط التقلص الشعاعي وهي حوالي 4.73%. أما التقلص الطولي (المحوري) فهو شبه قليل جداً حيث بلغت قيمته المتوسطة 0.24%.
- تتقارب قيم كل من تحت الكثافة والوزن النوعي لذلك يمكننا الاستعاضة عن حساب الوزن النوعي بحساب تحت الكثافة التي لا تحتاج إلى تقنيات خاصة سوى الوزن الدقيق.
- نوصي بأن تؤخذ الأقراص الخشبية على طول الشجرة كاملة وذلك لإظهار الفروقات المدروسة بشكل واضح وأن تتم دراسة تغير خصائص فيزيائية أخرى وان يتم اختبار تغير الخصائص الميكانيكية أيضاً.
- يمكن اقتراح أخذ عدد من الأشجار في ظروف مختلفة لاختبار النتائج.

المراجع:

1- أسود، أحمد. محاضرات في الصناعات الحراجية وتكنولوجيا الأخشاب، طلاب السنة الرابعة، قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، 2008، 73 ص.

2- حميد، محمود. علم الأخشاب ومنتجات الغابة، منشورات جامعة دمشق. كلية الزراعة، 2007، 504 ص.

3- رحمة، أديب. محاضرات في الصناعات الحراجية وتكنولوجيا الأخشاب، طلاب السنة الثالثة، قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة حلب، 1996، 119 ص.

4- رحمة، أديب. دراسة تقنيات الموجات القصيرة في تجفيف أخشاب ثلاثة أنواع خشبية حراجية: الدردار *Fraxinus excelsior* القيقب *Acer pseudoplantanus* والنغت *Alnus glutinosa*. مجلة جامعة حلب، سلسلة العلوم الزراعية، العدد 29، 1997، 29 ص.

5- كعكة، ميساء. الخصائص التكنولوجية لخشب الكستناء الحلوة في وادي النضارى لاستخدامه في الصناعات الخشبية، رسالة ماجستير. كلية الزراعة، جامعة حلب، 2003، 98 ص.

6- مرتيني، غالية. تحاليل بيئية واجتماعية نباتية لغابات السفوح الشرقية لسلسلة الجبال الساحلية السورية، رسالة دكتوراه. كلية الزراعة، جامعة حلب، 1999، 192 ص.

7- نحال، إبراهيم. علم الشجر (الدندرولوجيا)، منشورات جامعة حلب. كلية الزراعة، 2003، 630 ص.

8 ASSOUAD A., *Séchage sous-vide discontinu de bois du chêne*, Mémoire de stage de DEA Sciences du Bois. Université Bordeaux 1, 2000, 27.

9 - ASSOUAD A., *Modélisation du séchage sous-vide discontinu de bois du chêne : Intégration d'un critère de qualité mécanique*. Thèse de l'Université Bordeaux 1, 2004, 136.

10 BENOIT Y., DIROLl D., *Le Guide de Reconnaissance des Bois de France*, CTBA, E. Eyrolles. Paris 2000, 56P.

11 BOYDAK , M. *Regeneration of Lebanon cedar(Cedrus libani A.Richard) on karstic lands in turkey*, Forest Ecology and Management, 178-3, 2003 ,231-243.

12 HAMEED M., *Zum Verhalten von spaenen aus splint-und kernholz obligqtorisch verkernter Baumarten gegenueber synthetischen Bindemitteln*, Dissertation der Georg-August-Universitaet Goettingen, Germany, 2000.

13 KOLLMANN F.P., CÔTÉ W.A., *The structure of wood and the wood cell wall, Principal of wood science and technology*, vol.1: solid wood, Ed. SPRINGER VERLAG, 1984, 160-234.

14 LELIS K., *Zur Bedeutung der kerninhaltsstoffe obligqtorisch verkernter Nadelbaumarten bei der Herstellung von Holzspanplatten*. Dissertation am Forstwissenschaftlichen Fachbereich der Georg-August-Universitaet Goettingen, Germany, 1995.

15 NEPVEU G., *Variabilité, Le bois matériau de l'ingénierie*, Ed. ARBOLOR. Nancy, 1994, 433.

16 UNAL A., *Tree rings of cedrus libani at the northern boundary of its natural*