الخصائص التشريحية والكيميائية لخشب الشد (Tensions Wood) في اشجار البلوط العادي

عبدالرزاق رؤوف سليمان[1] شاهين عباس مصطفى[2] صباح ابراهيم احمد[3]

[1] جامعة الموصل - كلية الزراعة والغابات
[2] جامعة كركوك - كلية الزراعة
[3] ديوان وزارة التجارة والصناعة – أربيل

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة لبيان تأثير خشب الشد (Tensions Wood) في بعض الخصائص التشريحية والكيميائية لخشب اشجار بلوط الأكل *Quercus aegilops* L.ودراسة الإختلافات في بعض الصفات التكنولوجية بين الاشجار المائلة الساق والأشجار القائمة الساق ولعدة مستويات من الإرتفاع. أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أعلى قيمة معنوية لمعدل طول الليفة وقطرتجويفها لاشجار بلوط الاكل كان في الأشجار القائمة الساق مقارنة عن مثيلاتها في الأشجار المائلة، في حين ظهرت زيادة كبيرة لسمك جدار الليفة ونسبة رانكل في الأشجارالمائلة. وقد لوحظ زيادة في قيم معظم الصفات التشريحية من الأسفل (قاعدة الشجرة) الى الأعلى (قمة الشجرة) حيث ظهرت أقل قيمة للصفات التشريحية في المستوى الأول (قاعدة الشجرة) ، و ازدادت هذه القيم تدريجياً بزيادة الإرتفاع حيث وصلت الى أعلى قيمة لها في مستوى وسط الساق وانخفضت قليلاًفي مستوى الأعلى (قمة الساق). وقد ظهر أن اعلى معدل لمعظم الصفات التشريحية كان في الخشب المقابل، بينما الزيادة في سمك جدار الليفة ونسبة رانكل في خشب الشد كانت ضئيلة مقارنة بالخشب المقابل. وقد لوحظ وجود زيادة في معدلات قيم الصفات التشريحية المدروسة للخشب العصاري مقارنة مع الخشب الصميمي عدا طول الليف ونسبة رانكل. وهذا يدل على ان معظم قيم الصفات التشريحية تزداد بزيادة المسافة من اللب نحو القشرة ، حيث يمتلك الخشب الصميمي القريب من اللب قيماً قليلة بالنسبة للصفات المدروسة مما في الخشب العصاري القريب من القشرة والذي قد يعود الى تأثير العمر. إن أعلى معدل لنسب المكونات الكيميائية الذائبة في الإيثانول بنزين و الماء الحار و نسبة اللكنين كانت في الأشجار القائمة مقارنة مع الاشجار المائلة، بينما نسبة الهولوسليلوز و الرماد فقد ظهرت بأعلى معدل لها في الأشجار المائلة. وقد لوحظ بشكل عام زيادة نسب المكونات الكيميائية الذائبة من قاعدة الشجرة الى قمة الشجرة ، حيث ظهرت أعلى قيمة لها في المستوى الوسط من الإرتفاع بالنسبة لمكونات الكيميائية الذائبة في الإيثانول – بنزين و المكونات الكيميائية الذائبة في الماء الحار، اما نسبة اللكنين فقد ارتفعت في مستوى الإرتفاع الوسط ثم انخفضت قليلاً في مستوى قمة الساق، أما نسبة الهولوسليلوز فكانت معاكسة لنسبة اللكنين في توزيعها على مستويات الإرتفاع. وتدل هذه النتائج ان لامركزية اللب تكون اعلاها في قاعدة الساق ثم تقل تدريجيا باتجاه القمة ليصبح اللب مركزيا في قمة الساق. وقد ظهر أن أعلى معدل لمعظم المكونات الكيميائية كان في الخشب الشد، ما عدا نسبة المكونات الكيميائية الذائبة في الماء الحار ونسبة اللكنين التي ظهرت بأعلى قيمة لها في خشب المقابل. وقد ظهرت أعلى القيم لنسب المكونات الكيميائية الذائبة وغير الذائبة في الخشب الصميمي، ماعدا نسبة الهولوسيليلوز وكذلك الرماد التي ظهرت بأقل نسبة لها.

كلمات دالة: اشجار البلوط العادي *Quercus eagilops* L.، خشب الشد Tension wood ، فصل الخلايا.

Anatomical,chemical and physical properties of *quercus aegilops* l. Tension wood trees

Almalah, A. R.[1] Shahin A. M.[2] Yousif, S. I.[3]

[1]Mosul University -College of Agriculture
[2]Kirkuk University - College of Agriculture and Forestry
[3]Ministry of Commerce and Industry Irbil, Kurdestan, Iraq

Abstract

This study was conduct to show the effect of tension wood on Some anatomical characteristics and wood chemical components of oak trees (*Quercus aegilops* L.). Some technological properties between leaning and vertical tree stems and between stem hight levels was studied. The results showed that the highest significant values for average fiber length, and lumen diameter were in the standing trees stems compared with the leaning trees stems. However, there were large increase in fiber cel wall thickness and rankle ratio of leaning tree stem. It was found that there were increase in values of most anatomical characteristics from stem base to stem top. The lowest values were in stem base, followed by gradualwith increasing stem height level until it reached the maximum values at the middle level of stem height, then these values were decreased slightly at the top of stem level, except the wall thickness and lumen diameter value which increased gradually by increasing stem height to the top stem level. It was found that the highest mean values of most anatomical characteristics were in opposite wood, but there were slight increase in fiber cell wall thickness and rankle ratio in tension wood compared with opposite wood.Also, there were increase in anatomical characteristic values of sapwood compared to heartwood except fiber cell length and rankle ratio. This indicate that most of the anatomical characteristics will increase by increasing the distance from pith to bark, since heartwood have the lower value in most anatomical characteristics compared with sapwood values which is closer to bark. This result may be due to the effect of tree age. The highest means for chemical comppound percent soluble in ethanol-benzene , hot water, and lignin, were in the standing trees compared to leaning ones, except holocellulose and ash percent which showed the highest mean in leaning trees.The result showed that there were increase in soluble chemical comppound percent from stem base to stem top. Lignin percent showed slight increase in the middle height then it decrease slightly at the top height level,. Holocellulose percent showed a reverse results compared to lignin percent, this results indicated that the eccentric pith was highest at the stem base and decreased gradually to become more centric at stem top. The result showed that the highest mean values for most of chemical component were in the tension wood except lignin ratio and chemical comppound soluble in hot water percent which have the lower value in tension wood .Also, the effect of wood location showed that the highest chemical percent values were in heartwood, except holocellulose and ash percent which have the lowest value.

Key words: *Quercus aegilops* L. Tension wood, cell Maceration

المقدمة

تعد أشجار البلوط أهم أنواع الغطاء النباتي النامية طبيعياً في المناطق الشمالية من العراق عند ارتفاعات تصل مابين (600-1900)متر فوق مستوى سطح البحر وبأنواعها الثلاثة وهي بلوط الأكل.L *Quercus aegilops* وبلوط العفص.Oliv *Quercus infectoria* والبلوط اللبناني Oliv *Quercus libany*، تتميز هذه الأنواع كونها بطيئة النمو ومحبة للضوء ولا تقاوم درجات الحرارة المرتفعة جداً (داؤد ،1979 وعبدالله ،1988).

قد يتكون خشب غير طبيعي في ساق الشجرة يدعى خشب التفاعل او خشب رد الفعل (Reaction wood) ويتكون كرد فعل نتيجة لظروف النمو غير الطبيعية للأشجار كأنحناء السيقان والأفرع بفعل الرياح وميلها بشدة في اتجاه معين أو نتيجة لميلان الساق للاشجار النامية على المنحدرات مما ينشأ عنه تكوين نسيج خشبي يدعى خشب التفاعل كنتيجة لهذا التغير في طبيعة نمو الأشجار(قصير وآخرون،1985).ويطلق على خشب التفاعل في سيقان اشجار الأخشاب الصلدة المائلة بخشب الشد(Tention wood) ويعد خشب الشد أحد أنواع خشب التفاعل المتكون في الجزء العلوي من السيقان المائلة أو المنحنية اوالأشجار النامية على المنحدرات (Haygreen وBowyer، 1982). و يمكن التعرف عليه من خلال الترتيب الحلقي اللامركزي (Eccentric) لحلقات النمو السنوية الموجودة في سيقان الأشجار المائلة بدرجات مختلفة خاصة في المنحدرات.

ويتواجد خشب الشد في جهة الساق الحاوية على حلقات سنوية عريضة و يكون الخشب أكثر انفتاحاً في اللون، ويختلف خشب الشد عن الخشب الاعتيادي مجهرياً من ناحية تركيب أليافه حيث تكون جدران ألياف خشب الشد سميكة بشكل شاذ وقد تملأ في بعض الأحيان تجويف الخلية بأكملها أو تقلل حجم تجويف الخلية بشكل شاذ الى حد انه قد يظهر شبيه بالشق الطولي. وتظهر الطبقة الداخلية لهذه الجدران بمظهر زجاجي أو جيلاتيني لذلك تدعى هذه الألياف بالالياف الجلاتينية.ويعد خشب الشد من العيوب الطبيعية للخشب حيث انه يمكن أن يسبب الانكماش الشاذ والتصدع والالتواء والتشوهات الخشبية الأخرى عند التصنيع كما يقلل من قوى العجينة الورقية (بالرغم من انه ينتج كمية من العجينة أكثر مما ينتجه الخشب الاعتيادي) نتيجة لاختلاف تركيبه التشريحي والكيميائي والفيزيائي عن الخشب الاعتيادي(قصير وآخرون ، 1985). درست خصائص خشب الشد من قبل العديد من الباحثين ويعد الباحث (Th. Hartig) في نهاية القرن التاسع عشر أول من اكتشف الطبقة الجيلاتينية (G-layer)في خشب الشد. تظهر هذه الطبقة بشكل الياف جيلاتينية ذات تركيب كيميائي خاص سمي بالطبقة السليسلوزية. بعض الدراسات بينت بان وجود الطبقة الجيلاتينية يدل على وجود خشب الشد في معظم انواع الخشب الصلد (Clair و آخرون 2006).

بين الباحث Badia وMothe (2005) بان خشب الشد في *Populus ssp.* يكون أكثر انفتاحاً في اللون ويكون أكثر وضوحاً في الجذوع القريبة من القاعدة المنشورة حديثاً والمعرضة لفترة قصيرة من الجفاف، وكذلك تظهر وجود الياف ناتئة من الخشب في مناطق النشر· وقد أوضح Boyd وآخرون (1977) ان هناك عوامل عدّة تساهم في تشكيل خشب الشد منها (الضوء ، الجاذبية ، الاوكسين النباتي ، الإجهاد ، الرياح)، وقد يسبب عاملاً واحداً او اكثر في تكوين خشب الشد · وقد وجِد ان للهورمونات النباتية دور في تكوين خشب الشد على الجوانب العليا للافرع (*Prunus spachiana*)·

يتميز خشب الشد بخواص مظهرية وتشريحية تختلف عن الخواص المظهرية والتشريحية للخشب الأعتيادي وكما يأتي :-

1- فقد تكون الطبقة الجيلاتينية (Gelatenious-layer) فوق الطبقات الثلاث الأعتيادية الطبقة الخارجية (S_1)،الطبقة الوسطى (S_2)والداخلية (S_3)، أو قد تحل محل الطبقة الداخلية (S_3) أو تحل محل الطبقتين الوسطى والداخلية (S_2 ,S_3) وكذلك الماكروفيبرلات المكونة للطبقة الجيلاتينية تميل الى التوازي مع محور الخلية ((Onaka،1949; Araki وآخرون ،1983)·

2-اظهرت أكثر الدراسات السابقة بأن هناك اتفاق عام بأن خشب الشد يحوي نسبة أقل من الأوعية مقارنة بخشب المقابل ·

3- إن سمك جدار وقطر ألياف خشب الشدلأشجار *Eucalyptus globulus*اكبر من سمك جداروقطر ألياف خشب المقابل بحولي (16.206%) (5.76%) على التوالي. أما قطر التجويف لخلايا الياف خشب الشد اقل من قطر تجويف ألياف خشب المقابل بحوالي (1.306%)Maria و آخرون (2010)·

4-بعض الدراسات وضحت غياب الطبقة الجيلاتينية في العديد من أنواع اخشاب الصلدة (Fisher و Stevenson، 1981)·

وجد Wardrop (1956)ان اللاتمركزية لخشب الشد في أشجار اليوكالبتوس ناتج من عدم تجانس نشاط الكامبيوم التي تؤدي الى تكوين خشب الشد في الجهة العليا للساق. وإن طول ألياف خشب الشد يتوقع ان يكون اقصر طولاً من ألياف الخشب الأعتيادي. والباحث Maria و آخرون (2010) أوضحوا ان قطر تجويف الخلية لخشب الشد في *Eucalyptus globulus* أقل قليلاً من قطر تجويف الخلية للخشب المقابل (8.29-8.40) على التوالي وهذا تشير الى ان سمك جدار الليفة في خشب الشد اسمك مقارنة بالخشب المقابل اي بمعنى ان كمية السليلوز في خشب الشد اكثرمن الخشب المقابل . ويقل سمك جدارالليفة مع ارتفاع الساق لغاية مستوى الصدر ثم يزداد بعد ذلك كما في القوغ *Populus euramericana* وهذا يشير الى ان كمية خشب الشد اكثر في قاعدة الساق و تقل كلما ارتفاعنا الى أعلى الساق (Badia و آخرون ،2005، سليمان الدوسكي ، 2009).

وقد أكد (Dezeeuw وPanshin ، 1980 و IIvessalo-Pfaffli ، 1995) إن الياف خشب الشد تمتلك جدراناً سميكاً مقارنة بالخشب الاعتيادي وبالتالي تزداد نسبة رانكل فيها. بينما Rasheedو Dasti (2003) لم يجدا الإختلاف في نسبة رانكل بين الأنواع التي تم دراستها.

وفي دراسة أحمد ومصطفى (2010) لنسب المكونات الكيميائية لنوعي خشب البلوط (*Q. aegilops* و *Q. infectoria*) في منطقة كويسنجق أظهرت النتائج تباين واضح في نوعي أشجار البلوط ، حيث وجد أن محتوى الخشب من الذائبات في الإيثانول- بنزين والهولوسليلوز كانت عالية في بلوط الأكل. أما بخصوص التباينات في نوعي الخشب العصاري

والصميمي ،فقد ظهرأعلى نسبة للمكونات الكيميائية الذائبة في الإيثانول - بنزين ، الماء الحار واللكنين في الخشب الصميمي، فيما وجد أقل نسبة في الرماد والهولوسليلوزفي الخشب العصاري. أماالمحيسن (1979) فقد وجد أن نسبة المكونات الكيميائية الذائبة في الإيثانول – بنزين قليلة جداً في الخشب العصاري (2.115%) مقارنة مع الخشب الصميمي حيث بلغت نسبة المكونات الكيميائية (12.283%). وان نسبة المواد القابلة للذوبان في الماء الحار (4.990%) كانت مرتفعة نسبياً في الخشب الصميمي.

أهداف الدراسة: اهداف هذه الدراسة هي دراسة بعض العوامل المؤثرة في الصفات التشريحية (طول الليفة وسمك جدار الليفة وقطر الليفة وقطر تجويف الليفة ونسبة رانكل) والكيميائية (الإيثانول- بنزين ، الماء الحار) والمكونات الكيميائية غير الذائبة (اللكنين ، الرماد ، الهولوسليلوز) لخشب الشد (Tension wood) والخشب المقابل لخشب الشد (Opposite wood) عبر ارتفاع الساق وقطره ومقارنته مع خشب المقارنةلغرض معرفة خصائص خشب الشد وتحديد مدى امكانية الاستفادة من السيقان المستقيمة المائلة في الصناعات الخشبية المختلفة.

المواد وطرائق البحث

تم اختيار أشجار بلوط الأكل (*Quercus aegilops* L.) لدراسة خشب الشد ومقارنته مع الخشب الأعتيادي وذلك لوجود غابات طبيعية من هذا النوع و بأعمار مناسبة في منطقة شقلاوة.حيث اخترت عينات الدراسة في شهر مايس (2014) من قرية آقوبان سفلى النامية بصورة طبيعية على إرتفاع (1031-1061) م فوقِ مستوى سطح البحر و على شكل غابات وقائية وتقع ضمن خط عرض (21 ° 36 ˝44) شمالاً وخط طول (44° 26 ˝40) ، و ان كمية الأمطار الساقطة في المنطقة تتراوح بين (600- 950)ملم أي تكون ذات شتاء ممطر ورطب وصيف حار وجاف (قسم أنواء جوية- مديرية زراعة شقلاوة ، 2016).

تم اسقاط ست أشجار من بلوط الأكل *Quercus aegilops* L.) من احد المواقع على سفح الجبل وعلى ارتفاعات واعمار متقاربة بقدر الإمكان ، حيث اختيرت ثلاث أشجار مائلة وذات زوايا ميل متقاربة مع الأفق (60°) ، هذا بالإضافة الى ثلاث اشجارالمقارنة القائمة والتي تميزت بالاستقامة وعمودية على الأفق علماً بان زاوية المنحدر الجبلي كانت بحدود (32° ±2) مع الأفق ، وقد اختيرت هذه الأشجار بحيث تكون مستقيمة وخالية من الإصابات الحشرية والأمراض. ثم جزءَ كل ساق الى (3) قطع متساوية وأخذت ثلاثة أقراص من كل شجرة بسمك (5 سم)، القرص الأول من أسفل قطعة الساق القاعدية(فوق القرمة) ، والقرص الثاني من وسط قطعة الساق الوسطى والقرص الثالث من أعلى قطعة الساق العليا لغرض إجراء الإختبارات التشريحية والكيميائية. تم تمييز خشب الشد (Tention wood) عن خشب المقابل (Opposite wood) ، و الخشب العصاري (Sap wood)عن الخشب الصميمي (Heart wood) حسب الباحث (Donaldson و آخرون ،2004) . أما الأقراص الخشبية التابعة للأشجار القائمة فسميت بالنصف الأول والنصف الثاني لعدم احتوائها على خشب الشد و ان وجدت فانه بنسبة قليلة ،ثم وضعت القطع و الاقراص الخشبية في غرفة جيدة التهوية ولمدة شهرين لغرض تجفيفها واجريت اختبارات لقياس المحتوى الرطوبي للخشب على فترات أمدها مرة واحدة لكل اسبوعين الى حين استقرار الرطوبة لتصبح بين (10-15) % .

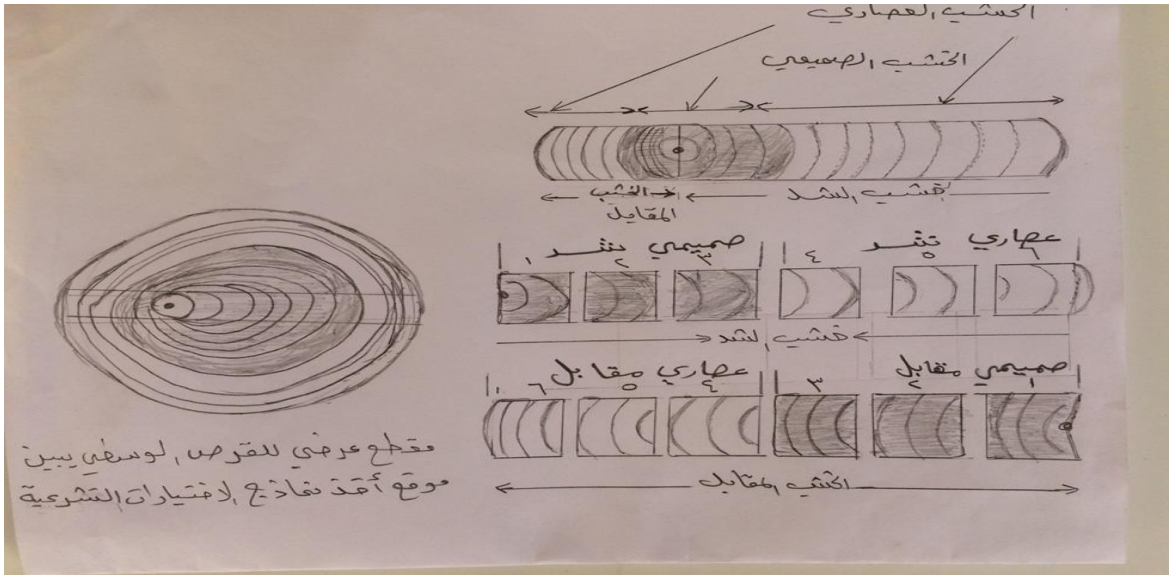
تم إجراء دراسة الصفات التشريحية في مختبر المايكروبايولوجي في كلية العلوم-جامعة صلاح الدين ، حيث أستخدمت ثلاثة أقراص (قرص القاعدة وقرص الوسطي وقرص العلوي) لكل ساق بسمك (5 سم) . و تم تجزئة كل قرص كما هومبين في شكل (1) من النخاع الى القشرة لكل من الخشب الشد و الخشب المقابل . وبعد تمييز الخشب الصميمي والخشب العصاري تم تجزئة النموذج الى قطع صغيرة تحتوي كل منها على (3-4) حلقات النمو لكل من الخشب العصاري والخشب الصميمي ، وجزئت هذه القطع الصغيرة الى بلوكات بأبعاد(x0.5x20.5) سم وخزنت في الثلاجة لحين الاستعمال.

فصل الألياف :- قطعت النماذج الخشبية الى قطع صغيرة بعرض عود الثقاب وبطول (2 سم) حسب طريقة (Franklin ، 1946) لغرض فصل الخلايا الخشبية (Maceration) حيث استخدم محلول فرانكلين المتكون من خليط متجانس و بأحجام متساوية من حامض الخليك الثلجي Glacial Acetic Acid (CH3COOH) وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) Hydrogen Peroxide ذو تركيز (6 %) (سليمان والدوسكي ، 2009).ثبتت الالياف على شرائح زجاجية عن طريق إضافة عدة قطرات من الماء الحاوي على الالياف علىشريحة زجاجية وبمعدل اربع شرائح لكل عينة بحيث تم ضمان اخذ معدل القراءات لـ(30) ليفةباستخدام المجهر الضوئي العادي المجهز بالعدسة العينية لأخذ القياسات وحسبت قوة التكبير المناسبة حيث استخدمت عدسة شيئية بقوة تكبير (X10) لقياس طول الألياف و استخدمت عدسات شيئية بقوة تكبير(X40) لقياس قطر الليفة وسمك جدار الليفة. وتم استخدام كاميرا خاصة من نوع (ZEISS) تركب على المجهر الضوئي وتتصل بالحاسبة (لاب توب)لغرض إجراء قياسات أبعاد الألياف وتم تعديل قياسات الأبعاد الى القيم الحقيقية بواسطة البرنامج الخاص بالكاميرا وباستخدام (Calibrator slide) ، و حُسِب قطر تجويف الليفة من حاصل طرح ضعف سمك جدار الليفة من قطر الليفة .

اما نسبة رانكل فتم حسابها بواسطة المعادلة الأتية:

نسبة رانكل = نسبة ضعف سمك جدار الليفة / قطر تجويف الليفة .

تم اجراء الفحوصات الكيميائية في مختبرالدراسات العليا في قسم البايولوجي - كلية العلوم – جامعة صلاح الدين. اعتماداً على طريقة Browning (1967) تم إيجاد المكونات للمستخلصات الكيميائية الذائبة في (الايثانول – بنزين ، ماء الحار) والمكونات الكيميائية غير الذائبة (الهولوسليلوز ، اللكنين ، الرماد) .



شكل (1): طريقة تحضير نماذج الاختبارات التشريحية و الكيميائية.

التحليل الإحصائي :- استخدم التصميم العشوائي الكامل (Factorial CRD) لتحليل بيانات البحث والتي تتألف من العوامل الأتية :

1- حالة الشجرة بمستويين (أشجار مائلة ، أشجار قائمة) .
2- ارتفاع الساق بثلاث مستويات (قاعدة ساق ، وسط ساق ، أعلى ساق) .
3- موقع الخشب بمستويين (خشب صميمي ، خشب عصاري) .
4- نوع الخشب بمستويين (خشب شد ، خشب مقابل) .

وبذلك يكون عدد الوحدات التجريبية x2x2x32 فيعطي 24 وحدة تجريبية وبعمل ثلاث مكررات لكل وحدة تجريبة يكون عدد الكلي للمشاهدات 72 مشاهدة .

ونظراً لصعوبة الحصول على اشجار بنفس العمر لإجراء الأختبارات المختلفة عليها فقد تم تعديل القراءات والتحليل على أساس الوزن النوعي باستخدام تحليل التباين المشترك (Covarience) (الراوي ، 1980) . وبما ان الوزن النوعي (الذي يمثل كتلة المادة الخشبية) له علاقة مباشرة بالصفات التشريحية كطول الليفة وسمك جدارها وبالصفات الكيميائية كنسبة اللكنين والهولوسليلوز فقد استخدم كصفة معتمدة لتصحيح بيانات الصفات المدروسة .

وبعد الحصول على قيمة الميل تم تصحيح قيم سمك جدار الليفة باستحدام المعادلة الأتية :

$$\hat{Y}=Y-b(X-\tilde{X}).....(1)$$

$\hat{Y}$= قيمة سمك جدارالليفة المُصححة . Y= قيمة سمك الجدارالليفة الفعلية .

b= قيمة المَيل . X= الوزن النوعي الفعلي لكل مُشاهدة .

$\tilde{X}$= المعدل العام للوزن النوعي لجميع المشاهدات .

وباتباع نفس الخطوات السابقة تم تصحيح بقية الصفات التشريحية والكيميائية. وقد تم استخدام النظام الإحصائي SAS (2002) لإيجاد جداول تحليل التباين فضلاً عن الحصول على الفروقات المعنوية بين متوسطات المعاملات على مستوى التجربة بطريقة دنكن (Duncan، 1955) لكافة الصفات المدروسة . كما استخدم البرنامج (Statical , Microsoft Excel) لرسم المنحنيات والعلاقة فيما بين المتغيرات المختلفة .

النتائج والمناقشة

الصفات التشريحية :

حالة الشجرة :- يشير جدول (1) أن الأشجار القائمة لها معدل طول الليف (1.143 ملم) وقطر التجويف (7.566مايكرون) أعلى مما في الأشجار المائلة (1.061 ملم ،6.595مايكرون) على التوالي ،كما يظهر الجدول تفوق نسبة رانكل (1.724) في الأشجارالمائلة على مثيلاتها من الأشجار القائمة (1.442) ، وهذا يثبت وجود نسبة كبيرة من ألالياف السليلوزية ذات الجدران السميكة والمتمثلة بالطبقة الجيلاتينية في الأشجار المائلة مقارنة مع مثيلاتها من الأشجارالقائمة . كما ارتفعت قيمة سمك جدارالليف للأشجارالمائلة(5.764 مايكرون)عما في الأشجارالقائمة (5.286 مايكرون) وكانتا الفروقات للصفات

المدروسة اعلاه معنوية تحت مستوى احتمال (0.01). وجاءت هذه النتائج مطابقاً لما أوجده قصير وآخرون (1985) و Ruell و آخرون (2006) حيث أوضحوا ان طول ألياف خشب الشد اقل طولاً وعدداً من الياف خشب الاعتيادي . و كذلك أوضح Chang-Hua وأخرون (2007) أن زيادة اجهاد النمو (GSI)(Growth stress indicators) يؤدي الى تقليل سمك كل طبقة من طبقات الجدار الخلوي في حين ان الطبقة الجيلاتينية يصبح أكثر سمكاً. كما أكدوا أن قطر الخلايا يقل مع زيادة اجهاد النمو، وان سمك الطبقة الجيلاتينية تزداد مع زيادة مستوى اجهاد النمو. وبين Dadswell و Wordrop (1949) و Onka (1949) أن خشب الشد يمتلك نسبة عالية من الأوعية الاقل طولاً وعدداً من الاوعية بالمقارنة مع الخشب الاعتيادي. كما يظهر جدول (1) أن معدل قطر الليف في الأشجار المائلة (18.277 مايكرون) أعلى قليلاً مما في الأشجار القائمة (17.987 مايكرون) ولكنها لم تكن معنوية وهذه النتائج مطابقة لما أوجده Chow(1946) و Dadswell و Wordrop(1949).

مستويات الارتفاع :- يظهر جدول (1) ان أقل معدل لطول الألياف كان في مستوى الارتفاع القاعدة (قاعدة الساق) (1.096 ملم) ثم يبدأ بالتزايد الى أعلى طول للألياف في مستوى الارتفاع الثاني (وسط الساق) (1.129 ملم) ثم يبدأ بالتناقص قليلاً في المستوى الاعلى (اعلى الساق) فيصل الى (1.098 ملم). وقد يعود سبب ازدياد طول خلايا الألياف بشكل معنوي في الارتفاع الوسط للساق لغرض زيادة مرونة ومقاومة الساق للانحناء أو التقوس بفعل تأثير الرياح وكذلك لمقاومة وزن التاج والأفرع وكانت هذه النتائج مطابقة لما أوجده الملاح وآخرون (2009) . ويلاحظ من جدول (1) أيضاً ان سمك الجدار وقطر الليف ونسبة رانكل قد اتخذت نفس المسار الذي اتخذته في طول الليف حسب الارتفاع وكانت أعلى قيم لها هو في ارتفاع وسط الساق وهي (5.65 مايكرون ، 18.310 مايكرون ، 1.636) على التوالي . و قد جاءت هذه النتائج مطابقة لما ذكره Dezeeuw وPanshin (1980) من أن طول الالياف في ساق خشب أشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus regnans* تزداد بزيادة الارتفاع الى ان تصل الى أعلى طول لها (1.35ملم) على ارتفاع (50 قدم) ثم تنقص تدريجياً الى ان تصل الى أقل قيمة لها في قمة الساق (0.80 ملم) . و أوضح ان هذه النتائج تكون مطابقة في كل من الخشب الصلد و الخشب الرخو .

موقع الخشب :- يبين جدول (1) أن معدل طول الليف لم يختلف معنوياً فيما بين الخشب الصميمي والعصاري (1.104 ، 1.100)ملم على التوالي ، بينما معدل قطر الليف وقطر التجويف لألياف الخشب العصاري (18.179 مليكرون ، 7.201 مايكرون) على التوالي أعلى مما في الخشب الصميمي (18.035 مايكرون ، 6.96 مايكرون) على التوالي ، ولكن هذه الفروقات لم تكن معنوية ماعدا قطر الليف الذي كان معنوياً تحت مستوى احتمال(0.05%) .

وكذلك لم توجد فروقات معنوية في نسبة رانكل بين الخشب الصميمي والعصاري (1.586 ، 1.580) على التوالي. وهذهالنتائج مطابقة لما أوجد الملاح وآخرون (2009) أن هناك زيادة في معدلات طول وقطر الوعاء لأشجار جنار الغربي من اللب الى القشرة وكانت اقل المعدلات عند اللب (0.539 ملم و 74.53 مايكرون) على التوالي . و وجد أعلاها قرب القشرة (0.612 ملم و 85.066 مايكرون) على التوالي . وايضاً مطابقة لما أوجده Wagenfuhr و Saranpaa (2006)على صنوبر *P.sylvestris* حيث أوضحوا ان طول القصيبة يزداد مع زيادة المسافة من اللب نحو القشرة.

نوع الخشب :- يتضح من الجدول (1) تأثير خشب الشد والخشب المقابل في الصفات المدروسة ، حيث يلاحظ ان معدل طول الليف وقطر الليف وقطر التجويف للخشب الشد (1.095 ملم ، 17.808مايكرون ، 6.913 مايكرون) على التوالي هو أقل من مثيلاتها في خشب المقابل (1.109 ملم ، 18.406مايكرون ، 7.248 مايكرون) على التوالي ولكن هذه الفروقات لم تكن معنوية.و كانت هذه النتائج مطابقة لما ذكره Jourez و آخرون (2001). أما سبب انخفاض قيمة قطر الليف بشكل قليل وغيرمعنوي (17.808 مايكرون) لخشب الشد مقارنة بالخشب المقابل (18.406 مايكرون) يعودالى زيادة عدد خلايا الالياف لخشب الشد مقارنة مع الخشب المقابل ، وهذا يتفق مع ما أوجده Chang-Hua وآخرون (2007) من انقطرالخلايا يقل مع زيادة اجهاد النمو(GSI،Growth Stress Indicators).أما بالنسبة لقطر التجويف لخشب الشد (6.913مايكرون) أقل مما في الخشب المقابل (7.248مايكرون)وهذا متفق مع ما اوضح Mariaوآخرون (2010). وقد يعود سبب انخفاض قيمة قطر التجويف لخشب الشد مقارنة مع الخشب المقابل الى زيادة سمك جدار الليف لخشب الشد. وبين جدول (1) أن سمك جدار الليف ونسبة رانكل لخشب الشد (5.571 مايكرون ، 1.598) أكثر مما في الخشب المقابل (5.480 مايكرون ، 1.568) على التوالي ولكنها لم تكن معنوية.وهذا مطابق لما اوجده Mariaوآخرون (2010) .

المكونات الكيميائية : -

حالة الشجرة :- يبين جدول (2) تأثير العوامل الرئيسية في المكونات الكيميائية حيث أن الأشجار القائمة لها نسبة مكونات كيميائية ذائبة في الإيثانول – بنزين والماء الحار أعلى مما في الأشجارالمائلة. اما بالنسبة للمكونات الكيميائية غير الذائبة فيظهر الجدول (2) أن الاشجار المائلة تمتلك نسب اللكنين أقل مما في الاشجار القائمة وبشكل معنوي أما نسبة الهولوسليلوز والرماد فكان في الاشجار المائلة أعلى وبشكل معنوي مما في الاشجارالقائمة بزيادة مقدارها (10.118%) و(15.931%) عل التوالي ، حيث كانت الاختلافات معنوية في كلا الصفتين . وجاءت هذه النتائج مطابقة لما أوجدوا (Anonyamous وآخرون ،2001،Yoshida و آخرون،2002).من ان التركيب أو التكوين الكيميائي للطبقة الجيلاتينية في خشب الشد للاشجار المائلة يتميز بوجود محتوى سليلوز عالي ولكنين قليل وكذلك زيادة نسبة syringyl ،وكذلك Maria وآخرون (2010)أوضحوا في دراستهم لخشب *Eucalyptus globulus*بأن كمية الهميسليلوز في خشب الشد اكثر (24%) مقارنة مع خشب المقابل (22%) ،وكذلك كمية الزايلوز في خشب الشد أعلى (13%) مقارنة بخشب المقابل (10%).

مستويات الارتفاع :- يبين الجدول (2) ان أقل نسبة مكونات كيميائية ذائبة في الايثانول- بنزين ظهرت في المستوى القاعدة ومن ثم ازدادت النسبة في الارتفاع الوسط و الاعلى بشكل معنوي ، بينما أقل نسبة مكونات كيميائية ذائبة في الماء الحاركان في المستوى الأعلى ثم ارتفعت قليلا بشكل غير معنوي في مستوى الوسط ثم انخفضت قليلا بشكل غير معنوى في مستوى القاعدة ولكن هذه الفروقات لم تكن معنوية.

جدول (1): تحليل دنكن لتأثير العوامل الرئيسية على متوسطات الصفات التشريحية المدروسة.

العوامل المؤثرة factors		الصفات التشريحية – anatomical characters				
		طول الليف (ملم) Fiber length (mm)	قطر الليف (مايكرون) Fiber diam. (micron)	سمك جدار الليف(مايكرون) Fiber wall thickness(micron)	قطر التجويف(مايكرون) Lumen diam. (micron)	نسبة رانكل Rankle percent
حالةالشجرة Tree condition	مائلة Inclined	1.061 b	18.277 a	5.764 a	6.595 b	1.724 a
	قائمة Standing	1.143 a	17.987 a	5.286 b	7.566 أ	1.442 b
مستويات الارتفاع(م) stem height	أعلى الساق Top	1.098 b	18.046 a	5.469 a	7.167 a	1.536 a
	وسط الساق Middle	1.129 a	18.310 a	5.65 a	7.084 a	1.636 a
	قاعدة الساق Base	1.096 B	17.965 a	5.467 a	6.994 a	1.577 a
موقع الخشب Wood location	صميمي Heartwood	1.104 A	18.035 b	5.484 a	6.96 a	1.586 a
	عصاري sapwood	1.100 A	18.179 a	5.567 a	7.201 a	1.580 a
نوع الخشب Wood type	شد tension	1.095 A	17.808 a	5.571 a	6.913 a	1.598 a
	مقابل opposite	1.109 A	18.406 a	5.480 a	7.248 a	1.568 a

الحروف المختلفة في العمود الواحد لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ< 0.05).

وهذه النتائج عكس ما اثبته Pentegova (1950) في دراسته على توزيع المكونات الكيميائية داخل سيقان اشجار الصنوبر *P. sibirica* حيث وجد ان المكونات الكيميائية الذائبة في الايثانول- بنزين تكون أعلى نسبة لها في الجزء السفلي من السيقان ، بينما تحتوي الجزء الوسطي من السيقان على أقل نسبة منها ويعتبرهذا الاختلاف في نسب المواد الذائبة في الايثانول- بنزين بين خشب البلوط و الصنوبرطبيعياً لأن سيقان خشب البلوط قد تحوي على خشب الشد أما سيقان الصنوبرفقد تحتوي على خشب الضغط .أما بالنسبة لتاثير مستويات الارتفاع في نسب المكونات الكيميائية غير الذائبة فيوضح الجدول إن اقل نسبة للكنين كانت في المستوى القاعدة اي أسفل الساق ثم ازدادت الى أعلى نسبة لها في المستوى الوسط ثم انخفضت قليلاً في مستوى اعلى الساق علماً ان هذه الفروقات لم تكن معنوية. أما بالنسبة لتوزيع نسبة الهولوسليلوز على مستويات الارتفاع فكانت مغايرة لتوزيع نسبة اللكنين فيظهرالجدول (2) إن أعلى نسبة الهولوسليلوزكانت في مستوى القاعدة ثم بدأت بإنخفاض في المستوى الوسط ثم ارتفعت قليلاً في المستوى أعلى الساق لكن هذه الفروقات لم تكن معنوية. وقد يعود سبب تناقص نسبة الهولوسليلوز في ارتفاع وسط الساق هونتيجة لزيادة نسبة اللكنين في هذا الارتفاع وإحلاله محل الهولوسليلوز ، أما نسبة الرماد فقد كانت في أعلى قيمة لها في المستوى الاعلى من الساق ثم انخفضت تدريجياً بشكل معنوي الى اقل مستوى لها في ارتفاع قاعدة الساق بمقدار .

موقع الخشب :- يظهر الجدول (2) ان الخشب الصميمي يحتوي أعلى نسبة من مكونات كيميائية ذائبة في الايثانول – بنزين والماء الحار ،مقارنة مع الخشب العصاري . وجاءت هذه النتائج مطابقة لما أوجدوا شاهين واسامة (2010). كما أوجد المحيسن (1979) ان نسبة المكونات الكيميائية الذائبة في الايثانول – بنزين قليلة في الخشب العصاري مقارنة مع الخشب الصميمي ، ان نسبة المواد الكيميائية القابلة للذوبان في الماء الحار كانت مرتفعة نسبيا في الخشب الصميمي.أما بالنسبة للمكونات الكيميائية غيرالذائبة فيوضح الجدول (2) ان هناك زيادة معنوية في نسبة اللكنين في الخشب الصميمي مقارنة مع نسبته في الخشب العصاري . بينما كانت نسبة الهولوسليلوز والرماد مرتفعة معنوياً في خشب العصاري مقارنة مع مثيلاتها في الخشب الصميمي. وجاءت هذه النتائج متفقة مع ما أوجده Maria وآخرون (2010) بأن في دراستهم لخشب *Eucalyptus globules* حيث وجدوا كمية كبيرة من الكلوكوز الرهمانوز في هميسليلوز خشب العصاري في خشب المقابل وهذا يرجع الى وجود بكتين بشكل كبير وقلة سلاسل كلوكان في هذا النوع من الخشب.

نوع الخشب :- ان الجدول (2) يوضح ان الخشب المقابل لخشب الشد يمتلك اعلى نسبة من المكونات الكيميائية الذائبة في الايثانول – بنزين والماء الحار مقارنة مع خشب الشد. أما المكونات الكيميائية غير الذائبة فيتضح ان اللكنين كان في أعلى نسبة

له في خشب المقابل مقارنة مع خشب الشد بينما كانت نسبة الهولوسليلوز والرماد في خشب ا لشد اعلى مما في الخشب المقابل. وكانت هذه النتائج مطابق لما أوجده Machiko و آخرون (1980) ، كما بين (Anoyama وآخرون ،2001،Yoshida و آخرون،2002) ان التركيب أو التكوين الكيميائي للطبقة الجيلاتينية لخشب الشد يتميز بوجود محتوى سليلوز عالي ولكنين قليل وكذلك زيادة نسبة syringyl .

جدول (2): تأثير العوامل الرئيسية المدروسة في بعض المكونات الكيميائية حسب إختبار دنكن للمتوسطات

العوامل المؤثرة factors		المكونات الكيميائية chemical characters				
		المكونات الكيميائية الذائبة % chemicals deluted in%		المكونات الكيميائية غير الذائبة % chemicals undeluted%		
		الايثانول- بنزين Ethanolbenzen	الماء الحار Hot water	اللكنين Lignin	الهولوسليلوز holocellulose	الرماد ash
حالةالشجرة Tree condition	مائلة Inclined	2.904 b	2.661 b	20.970 b	73.164 a	0.408 a
	قائمة Standing	3.204 a	2.989 a	27.838 a	65.761 b	0.343 b
مستويات الارتفاع(م) stem height	أعلى الساق Top	3.28 a	2.813 a	24.442 a	69.517 a	0.383 a
	وسط الساق Middle	3.108 a	2.833 a	24.689 a	69.056 a	0.373 b
	قاعدة الساق Base	3.026 a	2.830 a	24.080 a	69.814 a	0.370 b
موقع الخشب Wood location	صميمي Heartwood	3.280 a	2.978 a	25.018 a	68.469 b	0.356 b
	عصاري sapwood	2.828 b	2.673 b	23.789 b	70.455 a	0.395 a
نوع الخشب Wood type	شد tension	3.013 b	2.777 b	23.766 b	70.234 a	0.390 a
	مقابل opposite	3.095 a	2.873 a	25.041 a	68.691 b	0.361 b

الحروف المختلفة لكل عامل يشير الى وجود فروقات معنوية (أ <0.05).

الإستنتاجات: يمكن الاستنتاج من هذه الدراسة أن خشب الشد الموجود في أعلى سيقان أشجار البلوط المائلة يحتوي على صفات تشريحية وكيميائية تختلف عن ما هو موجود في الخشب المقابل لنفس الشجرة أو في سيقان الأشجار القائمة. حيث يظهر ان معدل طول خلايا الألياف وقطر تجاويفها في الأشجار القائمة هو أعلى مما في الأشجار المائلة والذي قد يعود الى الى زيادة نسبة الألياف في الأشجار المائلة لوحدة المساحة مما قلل من طول وقطر اللالياف نتيجة سرعة تكون هذه الخلايا. وكذلك ظهر ان سمك جدران الالياف ونسبة الهولوسيليلوز في خشب الشد في الاشجار المائلة هو اعلى مما في الخشب المقابل او في سيقان الاشجار القائمة. اي ان خشب الشد في الأشجار المائلة يحتوي على نسبة عالية من السيليلوز التي تعمل كخيوط شد متمركزة في الجزء العلوي من الساق لمنع سقوط الشجرة بفعل الجاذبية الارضية. وبما ان زيادة نسبة الهولوسيليلوز كانت الاعلى في قاعدة الساق وتقل كلما ارتفعنا للأعلى بعكس نسبة اللكنين فانه يمكن الإستنتاج ان اللامركزية للب تكون اعلاها في قاعدة الساق ثم تقل تدريجيا باتجاه القمة ليصبح اللب مركزيا في قمة الساق،لذلك يمكن استخدام اخشاب الاشجار المائلة (وخاصة في الاجزاء العليا من الساق)في بعض الصناعات الخشبية مثل الالواح المستخدمة لعمل الصناديق الخشبية وهياكل الآثاث حيث ان صفاتها الفيزيائية قريبة من الصفات القياسية العالمية.واستخدام اسفل سيقان الاشجارالمائلة في صناعات العجينة السيليلوزية لوجود نسبة اعلى من السيليلوز في قاعدة الساق مقارنة مع اعلى الساق.

المصادر

1. أحمد ، أسامة إبراهيم و شاهين عباس مصطفى (2010). دراسة نسب المكونات الكيميائية لنوعي خشب البلوط النامية طبيعياً في منطقة كويسنجق.كلية الزراعة ، جامعة كركوك.
2. داؤد ، داؤد محمود (1979). تصنيف أشجار الغابات .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي . دار الكتب للطباعة والنشر ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل .
3. الراوي، خاشع محمود وعبدالعزيز محمد خلف الله (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل.
4. الملاح ، عبدالرزاق رؤوف ،طلال قاسم ابراهيم التكاي وشهلة عبدالرزاق بشير(2009).تأثير مستويات مختلفة من الارتفاع والقطرضمن الساق في أبعادالأوعية والوزن النوعي لأشجار الجنارالغربي .*Platanus occidentalis* L النامية في مشجر غابات نينوى.مجلة زراعة الرافدين ، مجلد (37) العدد (3).

5. الملاح ، عبدالرزاق رؤوف وطلال قاسم ابراهيم التكاي (2009). دراسة تاثير تباين الصفات التشريحية والفيزيائية في خشب اشجار الجنار الغربي *Platanus occidentalis* L. النامي في مشجر غابة نينوى. مجلة زراعة الرافدين ، مجلد (37) العدد (1).
6. المحسين، عزام احمد (1979). دراسة بعض الخواص التكنولوجية لخشب صنوبر زاويتة النامي طبيعيا في زاويتة. رسالة ماجستير مقدمة الى كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.
7. سليمان ، عبدالرزاق رؤوف وهلز عارف الدوسكي (2009). دراسة بعض الصفات التشريحية والميكانيكية لخشب الضغط (Compression wood) في أشجارالصنوبرالبروتي المائلة .Pinus brutia Ten مجلة زراعة الرافدين مجلد (37) العدد (4) .
8. عبدالله، ياوز شفيق (1988). اسس تنمية الغابات، دار الكتب للطباعة والنشر،كلية الزراعة والغابات،جامعة الموصل،336صفحة
9. قصير، وليد عبودي وسليم إسماعيل شهباز وباسم عباس عبد علي (1985).الخشب كمادة أولية . كتاب مترجم . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، دار الكتب للطباعة والنشر جامعة الموصل .
10. Araki N, Fujita M. (1983) Transition of fibre wall structure from normal wood to tension wood in certain species having gelatinous fibres of S1+G and S1+S2+S3+G types. Mokuzai Gakkaishi .
11. Anonymous, W.; Matumura, A.; Tsutsumi, Y.; Nishida, T. (2001). Lignification and peroxidase in tensionwood of *Eucalyptus viminals* seedlings. J. Wood Sci. 47:419-424.
12. Badia MA, Mothe F. (2005) Assessment of tension wood detection based on shiny appearance for three poplar cultivars. Ann For Sci 62:43–49.
13. Boyd J.D. (1977) Relationship between fibre morphology and shrinkage of wood, Wood Sci. Technol. 113-22.
14. Browning B. L. (1967). Methods of Mood Chemistry Voumes 1 and LL: Inter science Publisher، June Wiley and Sons، New York، U.S.A.
15. Clark, T.F., 1965. Plant fibers in the paper industry. Economic Botany19: 394– 405.
16. Clair B, Ruelle J.(2006) Tension wood and opppsite wood in 21tropical rainforest species.1.Occurrence and efficiency of the G-layer . IAWA J 27(3):329-338
17. Chang-Hua FANG ، Daniel GUIBAL ،Bruno CLAIR ، Josefa GRIL ،Ya-Mie LIU1،Sheng-Quan LIU (2007). Relationships between growth stress and wood properties in poplar 1-69 (*Populus deltoids Bartr*. Cv. " Lux" ex 1-69/55).
18. Chow KY (1946) A comparative study of the structure and chemical composision of tension wood and normal wood in beech (fagus sylvatica L.). Forestry 20:62-67.
19. Dadswell HE،Wordrop AB (1949) . What is reaction wood? Aust For 13 (1):22-33
20. Donaldson، L. A. ; J. Grace and G. M. Downs (2004). Within tree Variation in Anatomical properties of compression wood in radiate pine. IAWA Journal، Vol.25: 253-271
21. Duncan، D. B. (1955).Multiple range and multiple F-tests. Biometrics 11: 1-42.
22. Franklin, G. (1970). Arapid Method for softening wood for microtome Sectioning. Tropical woods 88:36. (C. F. Jane, FW .).
23. Fisher, J. B. & J.W. Stevenson. (1981). Occurrence of reaction wood in Branches of Dicotilydons and its role in treearchitecture Botanical Gazette 142: 82-95.
24. Haygreen, D. G. and J. L. Bowyer. (1982).Forest product and wood Science an introduction. The lowa state university. Lowa USA. Maeglin, R.R. 1970).
25. Ilvessalo-Pfäffli, M.S. (1995) Fiber Atlas, identification of papermakingfibers. Springer Series in Wood Science. Editor T.E. Timell.
26. Jourez B., Riboux A., Leclercq A.,(2001). Anatomical characteritics of tension wood and opposite wood in young inclined stems of poplar (Populus eumericana cv " Ghoy "), IAWA J. 22 .133- 157.
27. Maria G. Aguayo , Licarayen Quintupill , Rosario Castillo , Jaime Baeza , Juanita Freer , Regis T.Mendonaca(2010).Determination of Differences in Anatomical and Chemical Characteristics of Tension wood and Opposite wood of 8-year old *Eucalyptus globulus*. Maderas. Ciencia y tecnologia; 12(3):- 241-251.
28. Machiko FUJII , Jun-ichi AZUUMA, Fumio TANAKA, Atsushi KATO And Tetsuo KOSHIJIMA (1980). Chemicalcomposition of Tension, Opposite and Side Woods of

Japanese Beech (*Fagus crenata* Blume). Presented partly at the 30th Annual Meeting of the Japan Wood Research Society in Kyoto.

29. Onaka, F. (1949).Studies on compression and Tension wood. Bull.1, Wood Research Institute, Kyoto University, Kyoto,Japan,AlsAs translation 93 of the secretary of state of Canada (1956).
30. Rasheed, S. and A.A. Dasti (2003) Quality and Mechanical Properties of Plant commercial Fiber. Pakistan Journal of Biological Science.6(9):840-843. http://www.ansinet.org/ fulltext/pjbs 69840-843.pdf.
31. Ruelle J, Clair B. Beauchene, M. F. prevost & M. Fournier.(2006). Tension wood and opppsite wood in 21 tropical rainforest species. 2. Comparison of some anatomical criteria IAWJ. Genetica 16(2): 41-50.
32. SAS. (2002). SAS\ STAT\ Users Guide for personal Computers Release 6.12 . SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.
33. Panshin, A. J. ; C. D. Zeeuw and H. P. Brown. (1980). Text Book of wood technology. The American Forestry Series. New York, Vol 643 pp.
34. Pentegova，V.A. (1950). Chemical composion of the wood of *Pinus sibirica*. Zurnal Prikladnoi Himi，Moskava 23(9):998-1000.(c.f. for. Abs. Vol. 14(2): 1514 . 1953).
35. Wagenfuhr，R. and P. Saranpaa. (2006). Compression wood in *Pinus sylvestris* L. wood science and technology. Poster 261 .
36. Wardrop, A. B.(1956). The nature of reaction wood.Austr. J. Bot. 4: 152-166.
37. Yoshida,M., Ohta H.(2002) Tensile growth stress and lignin distribution in the cell walls of yellow poplar , Liriodendron tilipifera Linn. Trees struct Funct 16(7):456-464.