ثوابت تصحيح بعض طرائق تقدير حجم الجذوع الخشبية لأشجار اليوكالبتس النامية في مدينة الموصل

أ.د. عمار جاسم اليوسف الباحث. محمد مصطفى محمدعلي

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات

Mohammed.٢٠agp١٢١@student.uomosul.edu.iq

الملخص:

تقدير حجم الجذوع الخشبية بطرق المعادلات الرياضية (هيوبر وسمايلين ونيوتن والتكامل) ومقارنتها مع طريقة الازاحة المحورة ولكافة أشكال الجذوع ولجميع الاطوال ، وذلك لأن هناك عدم انتظام في الشكل الساق الرئيسي للشجرة بصورة عامة ، فالأشجار لا تنمو بشكل هندسي تام بل تحتوي على انحناءات مختلفة ضمن الساق الرئيسي الواحد ، ونلاحظ أن شكل الساق الواحد يعطي أشكال مختلفة فالجزء القريب من سطح الارض يقترب من المخروط المقعر الناقص Neiloid ، بينما نجد الجزء الذي يليه فيكون بدرجة استدقاق أقل وشكله يأخذ شكل الاسطوانة او القطاعي المكافئ Paraboloid ، أما الجزء الاخير من ساق الشجرة فهو أقرب ما يكون إلى المخروطCone ، لذا فإن عملية قياسه تكون عملية معقدة وصعبة ، ولذلك قمنا بتقدير الحجم بطرائق المعادلات الرياضية ومعادلة الاستدقاق فضلا عن الازاحة المحورة .

مقارنة الطرق الرياضية (هيوبر وسمايلين ونيوتن والتكامل) مع طريقة الازاحة المحورة لوحظ أن القطع الخشبية بطول متر واحد وللاشجار الثلاثة تباين تقديراتها مقارنة مع طريقة الازاحة المحورة ولمختلف القطع الخشبية المكونة للشجرة الواحدة ، فالقطع القريبة من سطح الارض بمقياس هيوبر وسمايلين ونيوتن وطريقة التكامل اعطت قيم ادنىٰ من طريقة الازاحة المحورة ، بينما اختلفت هذه في القطعة الثالثة المكونة للشجرة ، وكان هناك اختلاف في التقدير بالطرق الرياضية والتكامل مقارنة مع طريقة الازاحة المحورة فضلا عن الحجم الكلي ، لذا فإن استخدام عامل ثابت التحويل من الطرق الرياضية إلى طريقة الازاحة المحورة أصبح ضروريا لتسهيل العمل وزيادة دقة التقدير .

الكلمات المفتاحية: (المعادلات الرياضية ، الازاحة المحورة ، حجم القطع الخشبية ، اشجار اليوكالبتس).

Correction constants for some methods of estimating the size of woody trunks of eucalyptus trees growing in the city of Mosul

Dr. Ammar Jassim Al-Youssef,

researcher. Muhammad Mustafa Muhammad Ali

Mosul University / College of Agriculture and Forestry

Abstracts:

Estimating the size of wooden trunks using mathematical equations (Huber, Smilen, Newton, and integration) and comparing them with the axial displacement method for all trunk shapes and all lengths, because there is an irregularity in the shape of the main stem of the tree in general, as trees do not grow in a perfect geometric manner, but rather contain different curves within the stem The main one, and we notice that the shape of one leg gives different shapes. The part close to the surface of the earth approaches the concave imperfect cone Neiloid, while we find the part that follows it with a less tapering degree and its shape takes the form of a cylinder or paraboloid, while the last part of the tree leg is the closest. Cone to the cone, so the process of measuring it is a complex and difficult process, and therefore we estimated the volume by the methods of mathematical equations and the taper equation as well as the axial displacement.

Comparison of the mathematical methods (Hubert, Smilen, Newton and integration) with the axial displacement method. It was noted that the wooden pieces are one meter long and the three trees have different estimates compared to the axial displacement method and for the various wooden pieces that make up one tree. From the axial displacement method, while this differed in the third piece of the tree, and there was a difference in the estimate by mathematical methods and integration compared with the axial displacement method as well as the total size, so the use of a constant factor to convert from mathematical methods to the axial displacement method became necessary to facilitate work and increase Estimation accuracy.

Keywords: (mathematics equations, axial displacement, volume of wood blocks, eucalyptus trees).

المقدمة :

تتركز القيمة الاقتصادية للأخشاب التي توفرها الأشجار في ساقها الرئيس حيث يعد العنصر الاكبر حجما مقارنة ببقية عناصر الشجرة الأخرى، فضلا عن مواصفاته الجيدة من ناحية القطر والطول والتي تؤهله للدخول في العديد من الصناعات الخشبية ، يعد الحجم أحد أهم المتغيرات التي تقاس في الغابة بسبب دوره في تخمين المنتج ومعرفة مقدار النمو السنوي والخزين النامي والخزين الموجود داخل المشجر ، يعد قياس حجم الساق الرئيسي للشجرة أحد المتغيرات الصعبة القياس في علم قياسات الغابات، بسبب عدم انتظام شكل الساق الرئيسي للشجرة، فاغلب الجذوع تحتوي على انحناءات وتكتلات ظاهرة للعيان أو أن شكلها متأثر بالظروف البيئية المحيطة بها (West، ٢٠١٥)، فضلا عن التباين في الشكل ضمن الساق للشجرة الواحدة، فالجزء القريب من سطح الارض تكون درجة استدقاقه عالية ويقترب شكلة من المخروط المقعر الناقص Neiloid أما الجزء الذي يليه فهو بدرجة استدقاق أقل وشكله يأخذ شكل الاسطوانة أو القطاعي المكافئ Paraboloid في حين أن الجزء الاخير من ساق الشجرة هو أقرب ما يكون إلى المخروط Cone

حاول الباحثون التعبير عن المظهر الجانبي الكامل للساق باستخدام معادلة واحدة حيث تم تطوير عدد من النماذج الجيدة من هذا النوع، لكنها غالبًا لا تصف جيدًا المنطقة القريبة من القاعدة أو أعلى الساق، لذلك، تم التحقيق في إجراءات بديلة، كان (Max and Burkhart، ١٩٧٦) أول من طبق انحدار نموذج مجزء لنمذجة استدقاق الساق،باستخدام هذا النموذج، حيث يتم تقسيم

الجذع إلى ثلاثة أقسام يتم تمثيلها بواسطة ثلاثة نماذج فرعية منفصلة، والتي يتم بعد ذلك تقطيعها معًا عند "نقطتي ربط" لإنتاج دالة استدقاق متعددة الحدود شاملة ويمكن تقدير الحجم للجذوع بعد اعدادها وبطريقة التكامل .

تتوفر عدة طرق لتقدير قياس الحجم (Avery وBurkhart، ٢٠٠٢) بعضها يعتمد على الهندسة الكلاسيكية وهو الأكثر شيوعًا وهي: طريقة سمايلين و هيوبر و نيوتن و بروس و هوسفيلد وسنترويد في الآونة الأخيرة تم تطوير طريقة سنترويد بواسطة (Wiant واخرون،١٩٨٢) التي تشبه طريق نيوتن ولكنها تستخدم مساحة المقطع العرضي عند نقطة الحجم المتوسط بدلاً من الطول المتوسط، ونتائج جميع المعادلات دقيقة إلى حد ما في هذه المقاييس (Patterson واخرون ، ١٩٩٣). أن دقة تقدير الحجم الناتج من معادلات الحجم أو معادلات الاستدقاق غالبًا ما يتم اختبارها عن طريقة استخدام إزاحة الماء Xylometric ، حيث تعد ادق طريقة في تقدير حجوم الجذوع الخشبية وتعتمد هذه الطريقة على قاعدة ارخميدس او قاعدة الانغمار والتي تعد من اساسيات مكيانيكيا الموائع لحجوم الأجسام الصلبة المغمورة داخل السائل .

لذا ارتاينا أن يكون موضوع دراستنا في مقاربة طرائق تقدير الحجم المختلفة بالطرق الرياضية وإيجاد ثابت تصحيح لقياس حجم ساق الشجرة التجاري وللمعادلات هيوبر ، سمايلين ، نيوتن .

مواد العمل وطرائقه:

أجريت هذه الدراسة في محافظة نينوى/ مدينة الموصل وداخل الحرم الجامعي لجامعة الموصل، تقع مدينة الموصل عند تقاطع خط طول ٤٣.١٥° شرقا مع دائرة العرض ٣٦.٣٥° شمالا على ارتفاع ٢٢٣م عن مستوى سطح البحر، يتميز مناخها بأنه شبه جاف حيث يكون الصيف جافاً

وحارا ، وأحد أسباب ارتفاع درجات الحرارة في الصيف هو ارتفاعها القليل عن مستوى سطح البحر والذي تجاوز ٢٢٠م بقليل، بينما تنخفض درجات الحرارة في الشتاء إلى تحت الصفر وتصل كمية الامطار سنوياً الى (٣٦٥)ملم وقد تتساقط الثلوج فيها

تم انتخاب ثلاثة أشجار اليوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* ، ثم قطعت هذه الاشجار على ارتفاع (٣٠) سم (ارتفاع القرمة) بعدها فصلت الاغصان عن الساق الرئيسي وأخذت قياسات للقطر من ارتفاع القرمة ثم كل (٥٠) سم اخذ قياس للقطر وإلى نهاية الساق الرئيسي كما تم قياس الارتفاع الكلي للشجرة والقطر عن مستوى الصدر Diameter at breast height ، بعدها قطعت الشجرة على شكل جذوع طول كل جذع (١) م ونصف متر ، وللتعبير عن شكل ساق الشجرة تم اعتماد خارج قسمة الشكل الحقيقي ، اما قياس الحجم فلقد استخدمت الطرائق التالية :

طريقة معادلة هيوبر

تعتمد هذه الطريقة في تقدير حجوم القطع الخشبية على القطر عند منتصف طول القطعة الخشبية أو الجذع الخشبي ، نجد أن الجذوع الخشبية عادة ما يكون قطر القطعة الخشبية عن القاعدة أكبر من قطرها عند القمة ومن أجل قياس الحجم في طريقة هيوبر فقد افترض أن القطر عند المنتصف يمثل متوسط القطرين عند القاعدة وعند القمة .

طريقة معادلة سمايلين

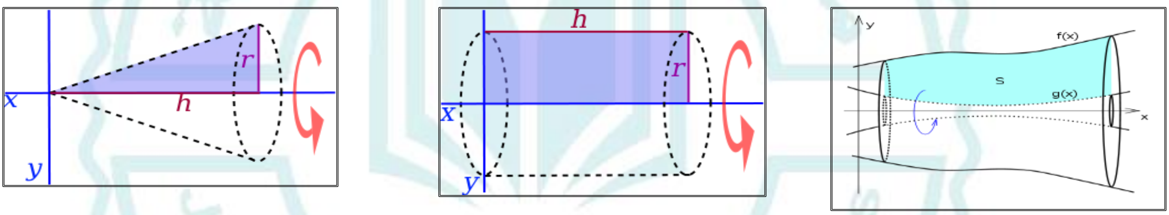
تعتمد هذه طريقة في تقدير الحجم للجذوع الخشبية على قياس القطر عند القاعدة وعند القمة واستخراج المتوسط الحسابي للقطرين لإيجاد الحجم .

طريقة معادلة نيوتن

تعتمد هذه طريقة في تقدير حجوم الجذوع الخشبية على الاقطار الثلاثة (القطر عند القاعدة، القطر عند المنتصف، القطر عند القمة) وقد أعطي القطر عند المنتصف بطريقة نيوتن أهمية في التقدير فيضرب عادة في (٤) لزيادة الوزن لهذا القطر .

طريقة التكامل :

وهي من الطرائق التي تعتمد في التقدير على الهندسة الفراغية (المجسمة) فالسطوح ثنائية الابعاد عندما تدور دورة كاملة حول محور ثابت فإنها تشكل جسم هندسي في الفراغ الشكل (١).



. ج ب أ

شكل (١) حجوم الاجسام الدورانية

طريقة الازاحة :

تعتمد هذه الطريقة في تقدير الحجم على قاعدة ارخميدس والتي تنص على ((حجم الجسم الصلب المغمور داخل سائل يساوي حجم السائل المزاح))، وتستخدم لهذه الطريقة أحواض كبيرة تسمى Xylometer وتكون مدرجة من أحدى جهتيها يوضع فيها الماء إلى حد معين ثم يغمر الجذع الخشبي داخل الماء باستخدام ثقالات لان الخشب يطفو على سطح الماء بسبب كثافته التي

تكون أقل من كثافة الماء ثم تأخذ القراءة للتدريجة بعد الغمر و فرق القراءتين يكون حجم الجذع الخشبي المغمور، تعد طريقة الغمر من أدق الطرائق المستخدمة في تقدير الحجم .

طريقة الازحة المحورة

هذه الطريقة هي طريقة محورة من طريقة الازاحة ولتطبيق هذه الطريقة قمنا بتصنيع جهاز في الاسواق المحلية محاولين تقدير الحجم بطريقة الازاحة لدقة هذه الطريقة ولتجاوز بعض العيوب التي تؤشر على طريقة الازاحة .

النتائج والمناقشة:

اثبتت النتائج السابقة أن تقنية تقدير الحجم للقطع الخشبية للساق الرئيسي الكلي أنها فعالة وكانت

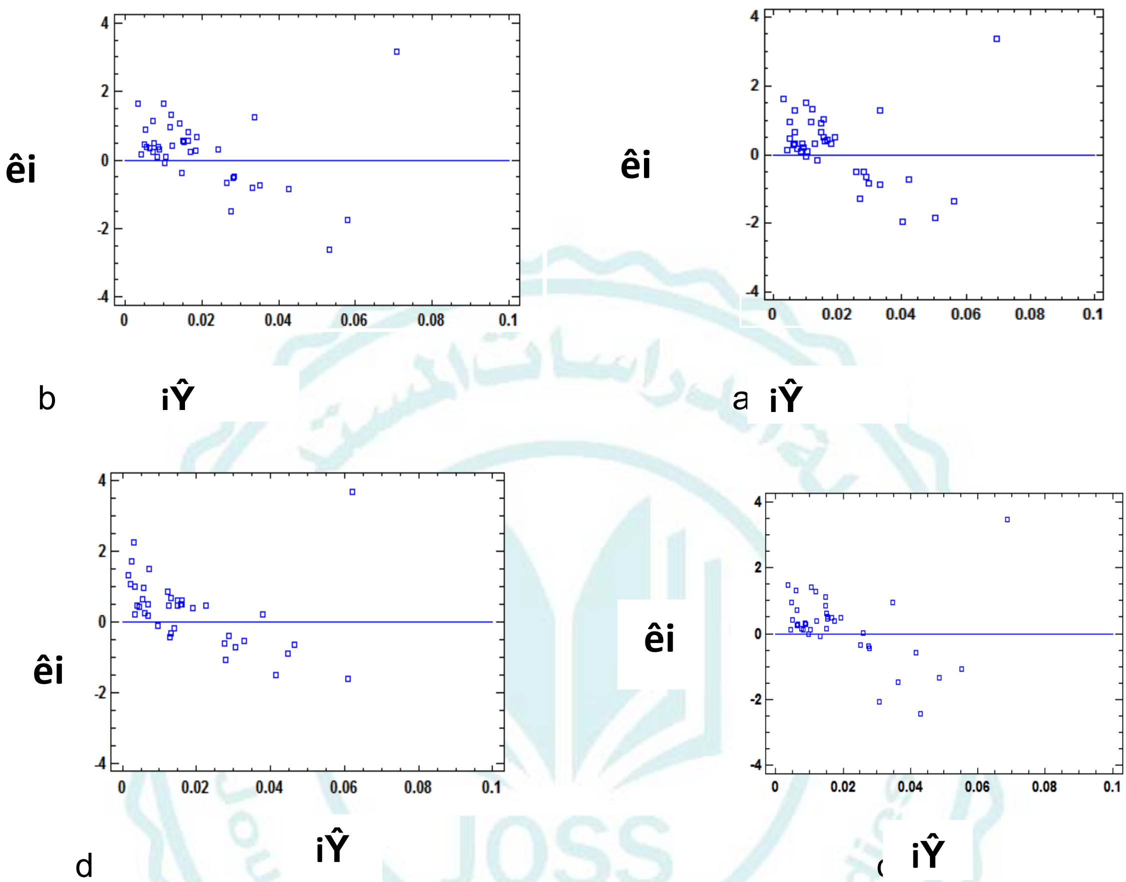
درجة دقتها وحساب حجم القطع الخشبية لها على طول الساق الرئيسي عالية الدقة ، ولاختبار دقتها احصائيا استخدمت طريقة X–Square من القطع قرب سطح الارض stump وصولا إلى القطع العليا للساق، أعطت الطرق الرياضية الأربعة (هيوبر ونيوتن وسمايلين والتكامل) نتائج متباينة نسبياً في الدقة ، لذا يمكننا استخراج عامل تصحيح للتعديل على القراءات التي تستخرج بالطرق الرياضية الأربعة (هيوبر ونيوتن وسمايلين والتكامل) وتحويلها إلى طريقة الازاحة المحورة ، وذلك بربط العلاقة بين نتائج الحجم المقدر بالمعادلات الرياضية كمتغير مستقل وطريقة الازاحة المحورة كمتغير معتمد في علاقة لاستخراج عامل التصحيح (Akosson ،٢٠١٣) وكما في الجدول (١) .

الجدول (١) ثوابت التصحيح للعلاقة بين حجم القطع الخشبية والمعادلات الرياضية الأربعة (هيوبر ونيوتن وسمايلين والتكامل) لقطع بطول واحد متر لأشجار اليوكالبتوس.

من ملاحظ الجدول(١) نجد أن قيم معامل الانحدار للمعادلات يمكن استخدامها كعامل تحويل ولكن قبل ذلك يجب ملاحظة المقاييس الاحصائية لهذه المعادلات ، حيث كان معامل التحديد (R^2) عالي في جميع المعادلات اذ بلغ (٠.٨٣،٠.٨٩،٠.٩٠،٠.٩٠) للطرق الأربعة على التوالي

NO	Equation	b١	R٢	MAE	S.E	AIC
١	V_m =b٠ V_h	٠.٨٩٦٩	٠.٩٠	٠.٠٠٣٨٢٥	٠.٠٠٤٨٦٩	٢.٢٤٠٩٨
٢	V_m =b٠ V_S	٠.٨٥٦١	٠.٩٠	٠.٠٠٣٦٨٦	٠.٠٠٤٧٥٤	٢.٢٠٣٣٠
٣	V_m =b٠ V_n	٠.٨٥٧٢	٠.٨٩	٠.٠٠٣٧٣٨	٠.٠٠٥٠٩٨	٢.٢٠٢٨٩
٤	V_m =b٠ V_i	٠.٨٠٨٤	٠.٨٣	٠.٠٠٤٨١٥	٠.٠٠٦٢٤٢	٢.٢٠١٢٨

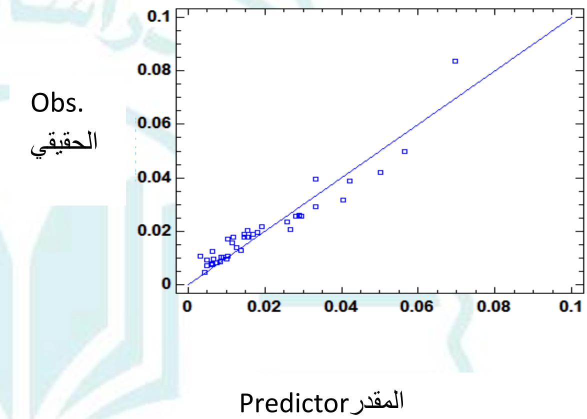
، وان الخطا القياسي كان منخفضاً ولجميع المعادلات حيث بلغ (٠.٠٠٦٢٤٢،٠.٠٠٥٠٩٨،٠.٠٠٤٧٥٤،٠.٠٠٤٨٦٩) على التوالي ، وهذا يظهر كذلك في قيم متوسط الخطا المطلق Mean absolute error وكذلك المقياس الاحصائي Akaik information criterion (AIC)، حيث تشير هذه المقاييس الى امكانية استخدام هذه المعادلات في تخمين القطع الخشبية وتصحيحها (kouleils،و Ioannidis ، ٢٠٢١)، وللتأكد من أن هذه المعادلات لاتعطي ارتباطاً ذاتياً بين المشاهدات واثبات المقولة الاحصائية ان الخطأ موزع توزيعاً عشوائيا ولايوجد ارتباط ذاتي بين المشاهدات استخدمت طريقة تحليل البواقي Residual لتحليل الأخطاء العشوائية لبيانات القطع (Miguel ، ٢٠١١) وذلك بجعل المتغير المعتمد Y على المحور السيني والانحراف القياسي على المحور الصادي (ei) ورسم العلاقة بينهما للمعادلات الأربع في الجدول (١) وكما في الشكل (٢) .(d ، c ، b ، a)



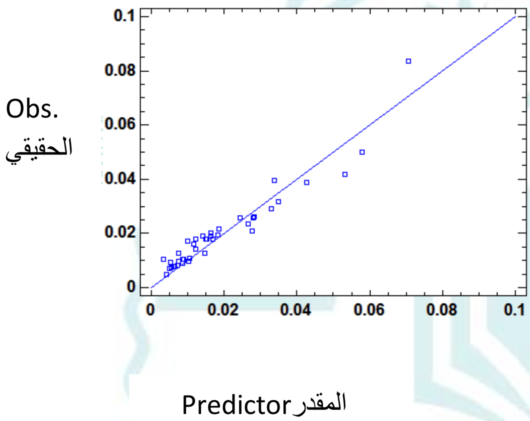
الشكل (٢) توزيع الانحرافات العشوائية بين القيم المقدرة للمتغير المعتمد والانحراف القياسي (ei) لثوابت التصحيح في a٤،a٣،a٢،a١.

من ملاحظة الشكل (d،c،b،a) يتبين لنا عدم وجود ارتباط ذاتي بين المشاهدات للمتغير المستقل مما يؤكد المقولة الاحصائية (Their error NID (٠.α٢) وصلاحية هذه المعادلات للاستخدام وإن الفرق بينها في الانحراف (ei) قليل فالمعادلة (١) تظهر الانحراف السالب الى حدود (٠،٢– ،٤–) والانحراف الموجب (٠،٢،٤)، بينما المعادلة الثانية تعطي سالب (٠،٢–،٤–)

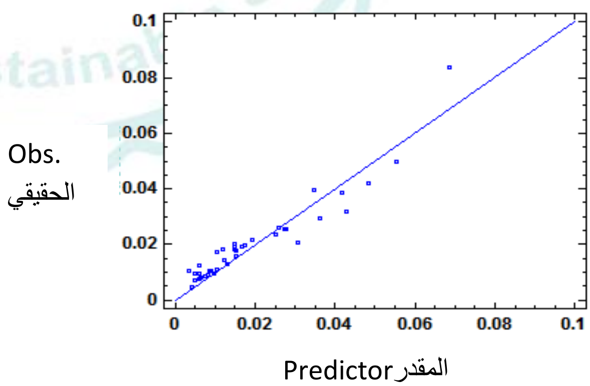
وانحراف موجب (٢،٤، ٠) وكذلك (٣،٤) كانت قيم الانحراف مقبولة في عملية التخمين للمتغير المتعمد ، وللتاكد من صلاحية المعادلة كذلك رسم العلاقة بين القيم المقدرة للطريقة المحورة (والمستخدم فيها عامل التحويل مع الطرق الرياضية الأربع) ، والفرضية في هذا الاختبار هو أن يتضمن توزيع النقاط على الخط المستقيم المار بنقطة الاصل والتي تشكل زاوية ٤٥° ، وتم الحصول على العلاقات لمعادلات تقدير الثوابت وكما في الشكل (٣)

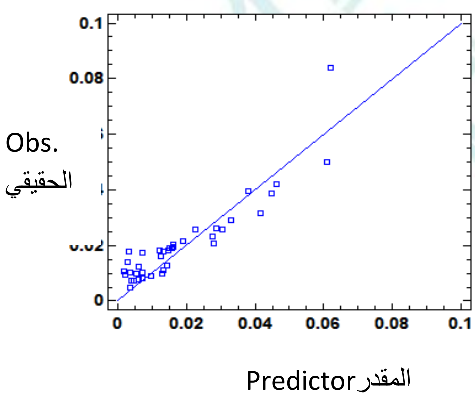


a١



a٢





a٤ a٣

الشكل (٣) يبين العلاقة بين القيم المقدرة لثوابت التحويل من المعادلات الرياضية (هيوبر وسمايلين ونيوتن والتكامل) والحقيقية للقطع الخشبية لأشجار اليوكالبتوس والخط المستقيم المار بنقطة الأصل والذي يشكل زاوية ٤٥.

من الشكل (٣) نجد أن عوامل التحويل إلى طريقة الازاحة المحورة باستخدام توابث التحويل لها القدرة على التخمين وهذا ما نلاحظه في توزيع النقاط على الخط المار من نقطة الأصل في (a١،a٢،a٣،a٤) وهذا يؤكد صلاحية ثوابت التحويل من المعادلات الريالضية (هيوبر وسمايلين ونيوتن والتكامل) بالاعتماد على طريقة الازاحة المحورة .

– ثوابت تصحيح للقطع الخشبية نصف متر للحجم الكلي :

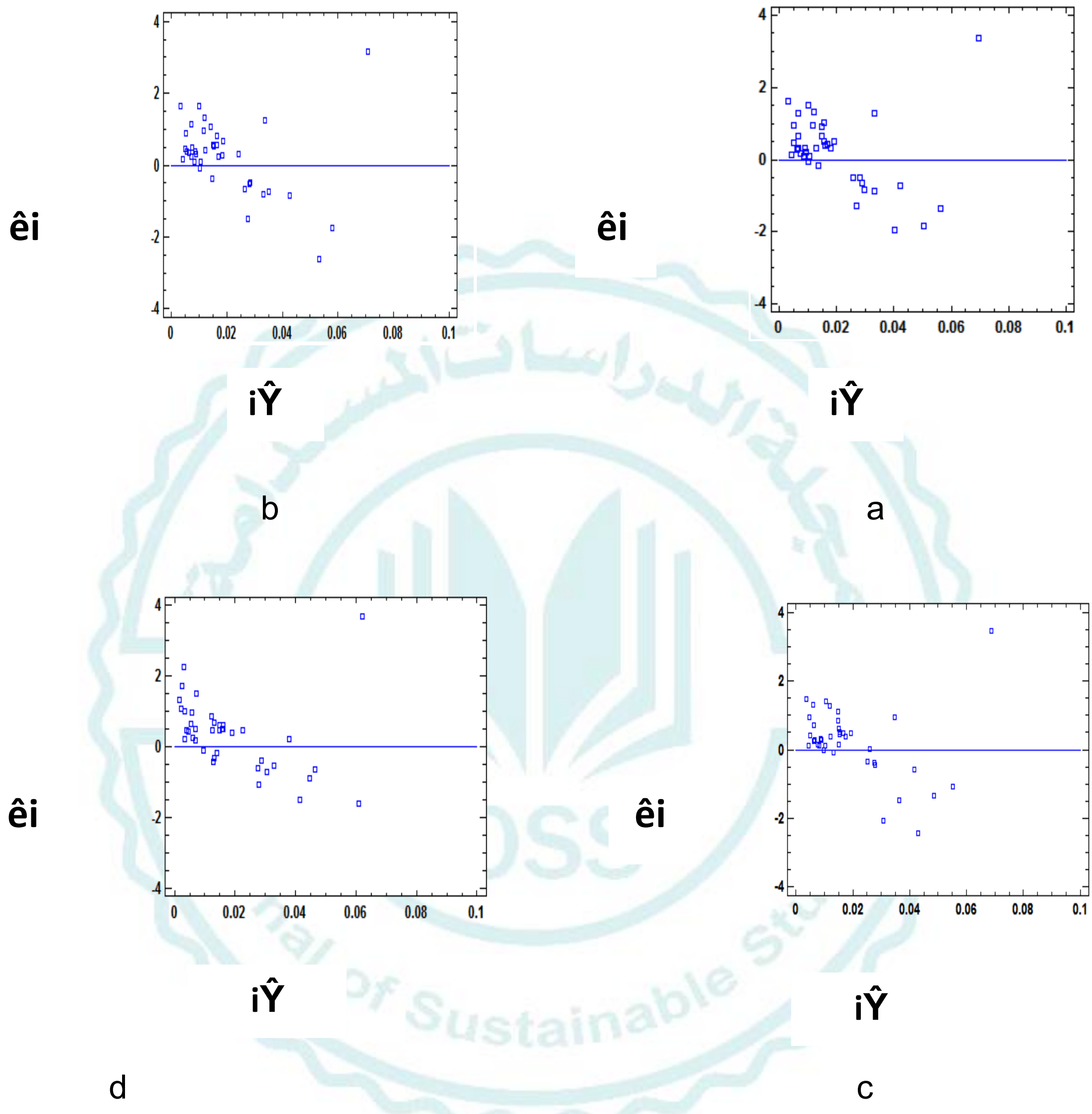
إن تجزئة القطع الخشبية للساق الرئيسي إلى قطع خشبية بطول نصف متر وتخمين حجمها بالطرق الرياضية وطريقة الازاحة المحورة هي محاولة لزيادة دقة القياس ، ولقد حسبت القطع الخشبية للأشجار الثلاثة، ولما كانت طريقة الازاحة المحورة وهي من الطرق الدقيقة جداً والتي تحتاج إلى وقت وكلفة وخبرة في القياس مقارنة بالطرق الرياضية ، لذا كان عملية تحديد عامل التصحيح ثابت يحول من المعادلات الأربعة الرياضية إلى الازاحة الإلمحورة من الأمور الغاية في الأهمية لقياس بطرق غير مكلفة وتحويل التقدير بدقة تصل الى دقة الازاحة المحورة كما في الجدول (٢)

جدول (٢) معادلات ثوابت التصحيح للطرق الأربع مع طريقة الازاحة المحورة ومقاييسها الاحصائية لطول نصف متر .

من الجدول (٢) نجد أن معامل التحديد $R^٢$ للمعادلات الرياضية بلغت قيمته (٠.٦٨ ، ٠.٧٣ ، ٠.٧٥، ٠.٧٤) والخطأ القياسي S.E (٠.٠٠٤١٥ ، ٠.٠٠٠٣٨٣ ، ٠.٠٠٠٣٦٧ ، ٠.٠٠٠٣٧٦) وكذلك مقياس AIC (٢.٠٥٧٩٧ ، ٢.١٠٤٠٩ ، ٢.١٠٤٤٧ ، ٢.١٠٤٢٧) وعند مقارنة القيم مع جدول (١) نجد أن قيم معامل التحديد انخفضت على القطع بطول متر للاشجار الثلاثة نفسها ولكن كل من الخطأ القياسي S.E وAIC اعطت قيماً منخفضة وهذا يشير إلى ان الخطا للتقدير بشكل عام قد انخفض عندما تم تجزئة القطع الخشبية إلى نصف متر وللتاكد من عدم وجود ارتباط ذاتي بين المشاهدات قمنا بإجزء تحليل البواقي Residud وكما

NO	Equation	bo	$R^٢$	MAE	S.E	AIC
١	V_m =b٠ V_h	٠.٨٥٤٤٣	٠.٧٤	٠.٠٠٠٢٥٦	٠.٠٠٠٣٧٦	٢.١٠٤٢٧
٢	V_m =b٠ V_S	٠.٨٤٩١٠	٠.٧٥	٠.٠٠٠٢٥١	٠.٠٠٠٣٦٧	٢.١٠٤٤٧
٣	V_m =b٠ V_n	٠.٨٥٦٢٨	٠.٧٣	٠.٠٠٠٢٦٢	٠.٠٠٠٣٨٣	٢.١٠٤٠٩
٤	V_m =b٠ V_i	٠.٨٢٣٣٢	٠.٦٨	٠.٠٠٠٣٠٧	٠.٠٠٠٤١٥	٢.٠٥٧٩٧

في الشكل (٤).



الشكل (٤) توزيع الانحراف العشوائي بين القيم المقدرة للمتغير المعتمد والانحراف القياسي (ei) لثوابث التصحيح (a١ a٢ a٣ a٤)

من الشكل (٤) نلاحظ ان الخطا موزع توزيعاً عشوائياً ولايوجد ارتباط ذاتي بين المشاهدات وهذا يشير إلى تحقق فرضيات التحليل ، لذا بالامكان استخدام عامل التصحيح لنصف متر للعلاقة بين المعادلات الرياضية والازاحة المحورة.

المراجع :

Akossou, A. Y., Arzouma, S., Attakpa, E. Y., Fonton, N. H., and Kokou, K. (٢٠١٣). Scaling of teak (*Tectona grandis*) logs by the xylometer technique: accuracy of volume equations and influence of the log length. *Diversity*, *٥*(١), ٩٩-١١٣.

Avery, T.E. and H.E. Burkhart. (٢٠٠٢). Forest Measurements. ٥th ed. McGraw Hill,New York. ٤٥٦ p

Koulelis, P. P., and Ioannidis, K. (٢٠٢١). Constructing single-entry stem volume models for four economically important tree species of Greece. *Folia Oecologica*, *٤٨*(٢), ١٣٦-١٤٦.

Max, T.A., and Burkhart, H.E. ١٩٧٦. Segmented polynomial re-gression applied to taper equations. For. Sci. ٢٢(٣٣): ٢٨٣-٢٨٩.

Miguel, E. P., do Amaral Machado, S., Figueiredo Filho, A., and Arce, J. E. (٢٠١١). Modelos polinomiais para representar o perfil e o volume do fuste de Eucalyptus urophylla na região norte do estado de Goiás. *Floresta*, ٤١(٢).

Patterson, D. W. and Wiant, H. V. (١٩٩٣). Relationship of positionin tree to bulk density of logs whose volumes were measuredby weighing while immersed. Forest Products Journal, ٤٣(٤.٧٥٧٧).

West, P.w., ٢٠١٥, Tree and forest Measurement. ٣d edition, DO١ ١٠ .

١٠٠٧/٩٧٨-٣-٣١٩-١٤٧٠٨-٦-٥.

Wiant, H. V., Wood, G. B. and Furnival, G. M. (١٩٩٢). Estimatinglog volume using the centroid position. Forest Science, ٣٨،