

تقدير الوزن الجاف لاجزاء الشجرة المختلفة لاشجار القو غ الاسود *Populus nigra* L. النامية في زاخوزينب جمال محمد¹ عمار جاسم محمد¹

جامعة الموصل /كلية الزراعة والغابات/قسم علوم الغابات

ammar.jasim@uomsul.edu.iq

- تاريخ استلام البحث 2022/2/16 وقبوله 2022/3/2 .
- البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الاول .

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة في المنطقة الشمالية من العراق في محافظة دهوك/ قضاء زاخو/ ناحية باطوفا /قرية بانكا ، على المشاجر الاروائية لاشجار القو غ الاسود *Populus nigra* L. والبالغة مساحتها (50) هكتار ، بهدف تقدير الوزن الجاف لمختلف عناصر الشجرة فوق سطح الارض ، وقد اعتمد في هذه الدراسة على جمع البيانات الاولية من المشاجر من خلال اخذ عينات عشوائية طبقية من موقع الدراسة ، جمعت البيانات الاساسية للدراسة من خلال اسقاط (35) شجرة من اشجار القو غ الاسود وبعمر (9 - 10) سنوات ووزنت اجزائها المختلفة فوق سطح الارض فضلاً عن اخذ عينات ثانوية من كل شجرة ولجميع عناصرها لأعداد العينات المختبرية ، وباستخدام كل من البيانات الحقلية والمختبرية ومختلف طرائق الانحدار المتاحة في برنامج Statgraphics توصلنا الى معادلات لتخمين الكتلة الحية الجافة لعناصر الشجرة المختلفة فوق سطح الارض ، اختبرت المعادلات التي تم اعدادها بمقاييس الدقة وهي كل من (معامل التحديد المصحح $R^2\text{-adj}$ ، الخطأ القياسي SE ، واختبار دربن واستن D.W ، واختبار تحليل البواقي) ، وصولاً الى افضل معادلة تم انتخابها لتقدير الوزن الجاف لاي من عناصر الشجرة المختلفة فوق سطح الارض منفردة او مجتمعة . الكلمات المفتاحية : الكتلة الحية ، الوزن الجاف

Estimation dry weight of the different tree parts *Populus nigra* L. trees plantation in Zakho

Zainab Jamal Mohammed

Ammar Jasim Mohammed¹

1 Mosul Un./Coll. of Agriculture and Forestry/ Dep. Forestry

ammar.jasim@uomsul.edu.iq

- Date of research received 16/2/2022 and accepted 2/3/2022.
- Part of MSc. Dissertation for the first author.

Abstract

This study has been conducted in the northern region of Iraq in the Dohuk governorate, Zakho district, Batufa district, Banka village, on the irrigated *Populus nigra* L. trees with an area of (50) hectares. The aims of estimating the dry weight of the various elements of the tree above ground, and it was based in this study on the collection of primary data From the trees, by taking stratified random samples from the study site, and collected the basic data for the study by dropping (35) *Populus nigra* L. trees , were weighted in their different parts above ground , as well as taking secondary samples from each tree and all its elements to prepare laboratory samples, using each From field and laboratory data and various regression methods

available in the Statgraphics program came up with equations for estimating the dry biomass of different tree elements above ground, and that each of these equations were tested with accuracy measures (corrected coefficient of determination R^2 -adj, standard error SE, DW test, and residual analysis test), all the way to the best equation chosen to estimate the dry weight of any of the different tree elements on a surface, individually or in combination.

Key word: biomass, dry weight.

المقدمة

تعد الغابات من الموارد النادرة والقابلة للنضوب في حالة سوء الاستخدام ، وفي دول كثيرة لاسيما الدول النامية نجد أن الغابات الطبيعية تتعرض للانحسار بشكل تدريجي وذلك لزيادة الطلب على منتوجاتها فضلا عن تحويل الكثير من أراضي الغابات إلى أراض زراعية .

لذا فإن إنشاء المشاجر الاصطناعية للأنواع سريعة النمو تعد ضرورية لتلبية الطلب على مختلف المنتوجات الغابية (Fang وآخرون 2010) ، وتعتبر هذه المشاجر إنتاجية لما تتميز به من مقومات الإنتاج لذا يجب التعامل مع هذه المشاجر بالأساليب العلمية الصحيحة التي تستخدم التقنيات الحديثة في التخمين وخاصة الطرائق الرياضية الفعالة لوضع الخطط الإدارية التي تكفل إدارة هذه المشاجر في ضوء القرارات والنتائج المتوقعة الحصول عليها للمشروع ، لذا يعد استخدام النماذج الرياضية ضرورة ملحة للتعبير عن مختلف الفعاليات فمن خلال هذه المعادلات الرياضية يمكننا رفع الكفاءة الاستغلالية للمصادر الطبيعية المتاحة لدينا وهذا ما يدعم اتخاذ القرار وأهدافه العامة (Eslamdoust و Sohrabi 2017) ، كما ان للمشاجر ذوات دورات القطع القصيرة الاهمية البالغة في الحد من آثار الاحتباس الحراري ، حيث يمكنها من حجز كميات كبيرة من الكربون وبفترات زمنية قصيرة بسبب امكانية تكوين كتلة حية كبيرة باقصر فترة زمنية (Cruzado وآخرون 2014) .

ولقد استأثر موضوع تقدير الكتلة الحية باهتمام العديد من الباحثين فقد بين (Aust وآخرون 2014) في دراستهم طاقة انتاج الكتلة الحية لأشجار القوغ والصفصاف *Populus sp. & Salix sp.* النامية من الاخلاف وذات دورات القطع القصيرة في المانيا، لتقييم إنتاجية هذه المشاجر، هناك العديد من العوامل التي تؤثر على توفر الاراضي لنمو الانواع ذات دورات القطع القصيرة بالأخلاف (SRC) منها سرعة نمو الاشجار والانواع، والكفاءة الاقتصادية والآثار البيئية والسياحية ، في هذه الدراسة تم تحليل الامكانات المتزايدة للقوغ والصفصاف لإنتاج الطاقة الحيوية في المانيا باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS ولقد اظهرت النتائج ان ما يقارب 18% أي ما يعادل (2.12) مليون هكتار من الاراضي الزراعية و 54% من الاراضي العشبية كانت مناسبة للغاية لمزارع (SRC) وقد انتجت هذه المواقع متوسط عائد أكثر من (14) طن/ هكتار من المادة الجافة سنويا .

وفي دراسة اجراها (Lazdina وآخرون 2014) على هجن القوغ والصفصاف وهي اسرع انواع الاشجار نموا لإنتاج الكتلة الحية في الاشجار ذوات دورات القطع القصيرة ((SRC ، وخلصت الدراسة الى ان كمية الكتلة الحيوية الرطبة عند عمر 3 سنوات تراوحت بين (1.57-10.67) طن/هكتار في كثافة الزراعة (10000) شجرة ، 0.2 من الكتلة الحيوية في المتوسط كانت موجودة في الاغصان .

ولما كان هنالك نقص بالمعلومات حاليا عن تقدير الوزن الجاف لمعظم الأشجار الغابية في القطر جاءت دراستنا لتقدير الوزن الجاف لعناصر الشجرة المختلفة لأشجار القوغ الاسود *Populus nigra* L. النامية في مشاجر اروائية بحيث تمكن المنتج من تقدير الكتلة الحية واتخاذ القرارات الادارية الصائبة.

المواد وطرائق البحث

Materials and Methods

أجريت هذه الدراسة على مشاجر القوغ الأسود في قضاء زاخو (شمال العراق) ناحية باطوفا قرية بانكا ، وتقع هذه المشاجر عند تقاطع خط الطول $43^{\circ}48'00''E$ مع دائرة العرض $37^{\circ}10'28''N$ وعلى ارتفاع 440م عن مستوى سطح البحر ، وهي من المشاجر الاروائية وتزرع هذه المشاجر بواسطة زراعة عقل وبمسافات زراعة مختلفة.

للقوف على واقع هذه المشاجر قمنا بإجراء مسح أولي تبين لنا من خلاله أن هذه المشاجر ذات كثافات مختلفة لذلك اخترنا الجرد العشوائي الطبقي حيث قسم مجتمع الأشجار إلى أربع طبقات اعتمادا على عدد الأشجار الموجودة في وحدة المساحة ، ومن معرفة متوسط الحجم لكل طبقة من الطبقات الأربعة وكذلك الانحراف القياسي (SD) للطبقات تم استخراج معامل التباين (C.V) Coefficient of variance ، منها تم تقدير عدد العينات للدراسة فكانت (35) عينة لتمثيل المجتمع بصورة جيدة ، وبعد ذلك ثبتت العينات على المواقع الأرضية وذلك من خلال وضع علامات محددة تشير إلى موقع العينة ، ومن كل عينة حددت مساحة مربعة الشكل كونها في منطقة مستوية وبأبعاد (10 X 10) م أي بمساحة (0.01) هكتار ، بعد تحديد الأشجار التي سوف تسقط من العينات الكلية قمنا بأخذ قياسات أولية للعينة تضمنت: قياس القطر عند مستوى الصدر (D.B.H Diameter at Breast Height) ومنه تم حساب متوسط قطر العينة (سم) ، قياس الارتفاع لجميع اشجار العينة ومنه تم حساب متوسط ارتفاع العينة (م) وبعدها تم اسقاط الاشجار المنتخبة في موقع الدراسة ضمن العينات وبعدد (35) شجرة ، وبعد الاسقاط أخذ الارتفاع الكلي للشجرة H وكذلك ارتفاع مركز التاج ، كما تم فصل الشجرة إلى عناصرها الرئيسية (الساق الرئيسي bole ، و الافرع branched ، والاوراق Leaves) ووزن كل عنصر لوحده ، بعد فصل الاغصان والاوراق عن الساق الرئيسي ، قسم الساق الرئيسي إلى ثلاثة اجزاء متساوية (قطعة سفلى Bottom ، قطعة وسطى Middle ، قطعة عليا Top) وتم وزن كل جزء من اجزاء الساق الرئيسي الثلاثة مباشرة في الحقل باستخدام ميزان دقته (5) غرام ، ولتحديد الوزن الجاف للشجرة لمختلف عناصرها (الساق الرئيسي ، الافرع ، الاوراق) ثم اخذ عينات ثانوية مستخدمين طريقة النسب Estimators- Ratiotype المقدمة من قبل (Valentine) (Cunia 1979) وآخرون (1984)، (Briggs وآخرون 1987) اذ اشاروا الى ان الخطأ المتوقع باستخدام هذه الطريقة هو اقل ما يمكن وقد تم حساب الوزن الجاف لجميع عناصر الشجرة فوق سطح الارض ، ولتقدير الوزن الجاف للساق الرئيسي قمنا بأخذ عينات ثانوية من خلال قطع قرص بسمك (5) سم من كل طبقة من طبقات الساق الثلاث (سفلى ، وسطى ، عليا) (Top , Middle , Bottom) وبشكل عشوائي ، وبعد قطع الاقراص وزنت مباشرة بالحقل بميزان دقته (0.01) غم لتثبيت الوزن الرطب للقرص ، كتب على كل قرص (رقم العينة والطبقة والقرص) ووضعت بأكياس بلاستيكية وجلبت الى المختبر وجففت بفرن كهربائي بدرجة حرارة (95-105)° م ولحين ثبات الوزن ، وزنت بعد الجفاف التام بنفس الميزان وثبت وزنها الجاف ، وبطريقة النسب تم تحديد الوزن الجاف للساق الرئيسي ككل ، اما الافرع فاخذت عينات ثانوية بشكل عشوائي وكانت طريقة اخذ هذه العينات عن طريق تقسيم تاج الشجرة إلى ثلاث مناطق متساوية على طول التاج (منطقة عليا، منطقة وسطى، منطقة سفلى) ومن كل منطقة اختير احد الافرع بشكل عشوائي واخذت منه عينة ثانوية بطول (20-30) سم ومن منطقة اتصال الفرع بالساق الرئيسي وهذا ما اشار اليه كل من (Gregoire) (1984 Valentine 1995) في دراسة نماذج الافرع العشوائية (R.B.S) Randomized Branch Sampling وزنت العينة الثانوية رطبة ثم وضعت في اكياس بلاستيكية وجلبت الى المختبر وجففت بفرن كهربائي ولحين ثبات الوزن وبطريقة النسبة والنسب تم تقدير الوزن الجاف للأفرع ، ولتقدير الوزن الجاف للاوراق فبعد فصل الاوراق عن الاغصان تم وضعها في عشر مجاميع متساوية ومن كل مجموعة من هذا المجاميع اخذت عينات عشوائية متساوية ووزنت وهي رطبة ووضعت في اكياس وعلمت بعدها جلبت الى المختبر وجففت بنفس الفرن ودرجة الحرارة انفة الذكر ، وبطريقة النسب قدر الوزن الجاف للاوراق ولجميع الاشجار لعينات الدراسة الكلية ، كما في الجدول (1) . جدول (1) الوزن الجاف لعناصر الشجرة المختلفة لمشاجر القوغ الاسود

الوزن الجاف للساقي الرئيسي (كغم)	وزن الاوراق الجافة الكلية (كغم)	الوزن الجاف الكلي فوق سطح الارض (كغم)	العينه
9.519	0.632	11.112	1
7.132	0.412	8.467	2
8.779	0.486	10.241	3
8.499	0.494	9.582	4
9.116	0.423	10.336	5
7.945	0.968	10.255	6
8.730	0.927	11.11	7
13.732	0.792	15.755	8
17.668	0.744	19.841	9
10.049	0.490	11.433	10
10.442	0.672	12.513	11
10.477	0.539	12.119	12
11.350	0.512	12.96	13
9.359	0.566	11.138	14
9.672	0.606	11.697	15
9.326	0.492	10.941	16
8.369	0.481	9.955	17
7.823	0.599	9.893	18
8.562	0.242	9.88	19
7.098	0.345	8.37	20
13.236	0.877	15.478	21
12.470	0.883	15.06	22
6.077	0.578	8.111	23
13.998	0.719	16.671	24
15.876	1.431	19.053	25
12.698	0.797	14.951	26
14.163	1.193	17.732	27
5.507	0.701	7.665	28
13.873	0.732	16.063	29
9.449	0.549	11.187	30
14.222	0.895	17.17	31
6.898	0.687	9.117	32
8.877	0.643	10.774	33
7.332	0.659	9.448	34
10.267	0.711	12.156	35
358.59	23.477	428.234	المجموع
10.245	0.671	12.235	المعدل

النتائج

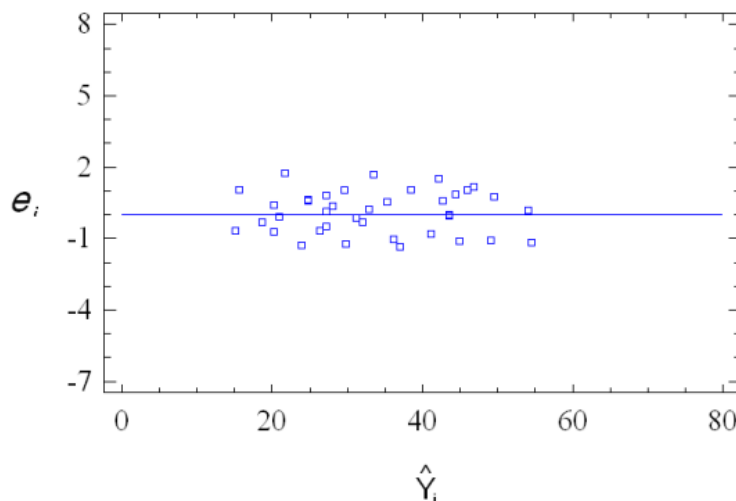
معادلات الوزن الجاف للساقي بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل يشكل الوزن الجاف للساقي الرئيسي النسبة العظمى من مجموع الوزن الجاف الكلي للشجرة ، لذا فإن تقديره يعتبر ذو اهمية كبيرة لتقدير المنتج الكلي خاصة عند تقدير الوزن الجاف فوق سطح الارض ، اذ شكل الوزن الجاف للساقي الرئيسي ما نسبته (83.7 %) من الوزن الجاف الكلي لأشجار القوغ الاسود فوق سطح الارض ، لذا فإننا قمنا بتقدير الوزن الجاف للساقي الرئيسي لأشجار القوغ الاسود في زاخو باستخدام بيانات الوزن الجاف مستعينين بمختلف طرائق الانحدار التي يستخدمها برنامج Statgraphics لأعداد وتركيب المعادلات التي تربط بين الوزن الجاف للساقي الرئيسي بوصفه متغيراً معتمداً مع القطر عند مستوى الصدر والارتفاع الكلي وعامل

خارج قسمة الشكل بوصفها متغيرات مستقلة مجتمعة او منفردة ، للوصول الى المعادلة الافضل بالاستعانة ببعض المقاييس الإحصائية كما في الجدول (2) .

جدول (2) معادلات الوزن الجاف للساق بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل

a.	معادلات الوزن الجاف للساق بدلالة القطر	ثوابت النموذج الرياضي				R ² -adj.	S.E	D.W
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃			
1	$WdS=b_0+b_1d+b_2d^2$	25.432-	5.723	-0.031	-	0.86	1.632	2.109
2	$WdS=b_0*d^{b1}$	0.1324	3.022	-	-	0.79	1.731	1.982
3	$WdS=b_0+b_1(1-\exp(-b2d))$	-20.92	88.721	0.0292	-	0.89	1.630	1.991
4	$WdS=b_0\exp(b1/d)$	95.4113	-13.121	-	-	0.88	1.602	1.891
b.	معادلات الوزن الجاف للساق بدلالة القطر والارتفاع							
1	$WdS=b_0+b_1H(1-\exp(-b2d))$	-12.437	10.111	0.101	-	0.935	1.32	2.51
2	$WdS=b_0*H^{b1}*b_2^{(1-d)}$	0.9212	1.575	1.031	-	0.945	1.11	2.21
3	$WdS=b_0+b_1(d^{b2}/H^{b3})$	-7.193	0.334	2.023	-1.127	0.960	1.02	1.98
c.	معادلات الوزن الجاف للساق بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل							
1	$WdS=b_0+b_1d+b_2H+b_3fp$	-50.123	3.042	2.001	4.311	0.945	0.88	2.311
2	$WdS=b_0*d^{b1}*H^{b2}*fp^{b3}$	0.1231	2.112	1.566	0.02	0.97	0.73	1.903
3	$WdS=b_0+b_1d*(H/fp)^{b2}$	-12.123	1.103	0.963	-	0.912	1.55	1.892

ومن ملاحظة الجدول (2) نجد ان قيم المقاييس الاحصائية التي تشير الى دقة المعادلات الرياضية قد تباينت فيما بينها ففي الفقرة a والخاصة بتقدير الوزن الجاف للساق الرئيسي بدلالة القطر نجد ان المعادلة رقم 3 امتلكت افضل المقاييس الاحصائية وهي (0.89 ، 1.63 ، 1.991) لكل من D.W, S.E, R²-adj. ، على التوالي لذا انتخبت اولياً وثم اجراء اختبار تحليل البواقي لها وكما في الشكل (1)

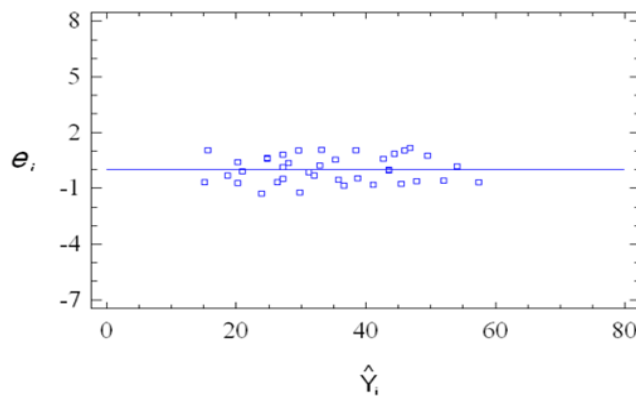


شكل (1) توزيع الانحرافات العشوائية بين القيم المقدرة والحقيقية للوزن الجاف للساق الرئيسي للمعادلة 3-a. ومن ملاحظة الشكل (1) نجد ان الانحرافات قد توزعت بشكل عشوائي مما يؤكد دقة المعادلة وعدم وجود ارتباط ذاتي بين الاخطاء العشوائية لذا يمكن انتخاب هذه المعادلة لأعداد جداول لتقدير الوزن الجاف للساق الرئيسي بدلالة القطر (جداول اوزان محلية). معادلات الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل ان الزيادة المطردة بإعداد السكان في العالم أدت الى زيادة الطلب على الاخشاب في الاسواق العالمية ولما كانت الافرع تشكل نسبة لا بأس بها من المنتج الكلي للشجرة ولارتباط الافرع بالعديد من الصناعات التي يمكن ان تستفيد من هذا المنتج مثل صناعة الوقود الحيوي والخشب المضغوط واعواد الكبريت لذا فأن تقدير هذا المنتج أصبح ضرورياً اليوم ، لذا تم استخدام بيانات الاوزان الجافة للأفرع لأعداد معادلات رياضية يمكنها تقدير هذا المنتج وكما في الجدول (3) .

جدول (3) معادلات الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر و الارتفاع ودرجة الشكل .

a.	معادلات الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر	ثوابت النموذج الرياضي				R ² -adj	S.E	D.W
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃			
1	$WdB=b_0+b_1d+b_2d^2$	-6.732	1.231	-0.022	-	0.88	0.532	1.73
2	$WdB=b_0*d^{b1}$	0.034	3.131	-	-	0.86	0.551	1.69
3	$WdB=b_0+b_1(1-\exp(-b2d))$	-5.321	37.092	0.122	-	0.87	0.541	1.88
4	$WdB=b_0\exp(b1/d)$	25.263	-23.231	-	-	0.87	0.552	1.82
b.	معادلات الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر و الارتفاع							
1	$WdB=b_0+b_1H(1-\exp(-b2d))$	-4.692	16.311	0.002	-	0.699	0.783	1.59
2	$WdB=b_0*H^{b1}*b_2^{(1-d)}$	0.973	0.253	1.922	-	0.792	0.712	1.77
3	$WdB=b_0+b_1(d^{b2}/H^{b3})$	-10.101	4.532	1.201	0.0121	0.87	0.612	1.72
c.	معادلات الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر والارتفاع ودرجة الشكل							
1	$WdB=b_0+b_1d+b_2H+b_3fp$	-1.929	0.789	0.012-	0.982	0.87	0.542	1.71
2	$WdB=b_0*d^{b1}*H^{b2}*fp^{b3}$	0.202	3.434	0.019 -	0.588	0.86	0.563	1.78
3	$WdB=b_0+b_1d*(H/fp)^{b2}$	-4.336	1.219	-0.009	-	0.87	0.522	1.89

من الجدول (3) نجد انه احتوى على معادلات في الفقرة a احتوت على اربع معادلات تقدر المتغير المعتمد (الوزن الجاف للأفرع WdB) بالاعتماد على متغير مستقل واحد (وهو القطر d) اما الفقرة b فقد احتوت على معادلات تقدر المتغير المعتمد WdB بدلالة متغيرين مستقلين وهما (H, d) ، في حين ان الفقرة c قدرت المتغير المعتمد بدلالة ثلاث متغيرات مستقلة وهي كل من (d, H, fp) . وعلى الرغم من اضافة متغير ثاني في الفقرة b في اعداد النموذج الرياضي ، الا انه لم يرفع في قيمة مقاييس الدقة المستخدمة في المفاضلة بين المعادلات الرياضية ، وكذلك في الفقرة c التي تم اضافة فيها متغير ثالث وهو عامل درجة الشكل (fp) فأن قيمة المقاييس الاحصائية لم ترفع عن الفقرة a بل ظلت تتراوح بنفس القيم تقريباً ، لذا تم انتخاب نموذج واحد فقط من الفقرة a وهو النموذج 1-a ، والذي امتلك مقاييس احصائية جيدة وهي (0.88 ، 0.532 ، 1.73) لكل من $(R^2\text{-adj} , SE , D.W)$ على التوالي وبعد انتخابها اولياً تم اجراء اختبار تحليل البواقي عليها وكما في الشكل (2)



شكل (2) توزيع الانحرافات العشوائية بين القيم المقدرة والحقيقية للوزن الجاف للأفرع للمعادلة 1-a .

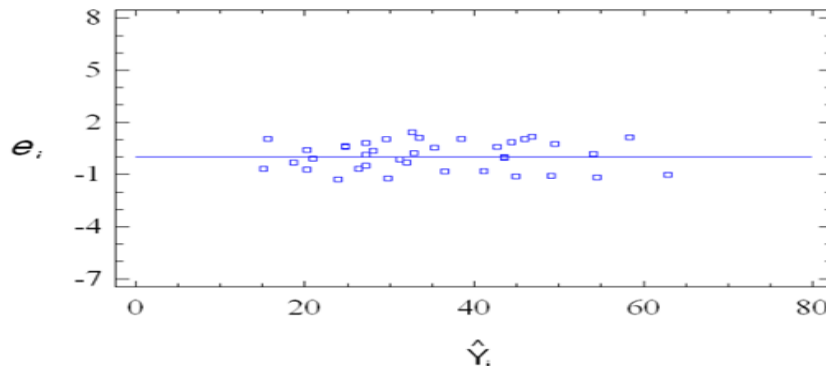
من الشكل (2) نلاحظ ان المعادلة صالحة للاستخدام لذا يمكن الاعتماد عليها في اعداد جداول تقدر الوزن الجاف للأفرع بدلالة القطر . معادلات الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل

يعد الوزن الجاف للأوراق ذو اهمية في التقدير حيث يعد مصدراً جيداً للأعلاف الجافة للحيوانات في الاوقات التي تنشح فيها وتنحسر المراعي الطبيعية عند ذلك تعتبر اوراق الاشجار لاسيما اوراق اشجار القوغ الاسود مصدراً جيداً لتغذية الحيوانات لما لها من استساغة لمعظم الحيوانات الداجنة في المناطق الشمالية ، فضلاً عن امكانية استخدام الأوراق في صناعة الوقود الحيوي . لذا تم اعداد نماذج رياضية لتقدير الوزن الجاف للأوراق لمشجار القوغ الاسود وكما موضح في الجدول (4) . جدول (4) معادلات الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر و الارتفاع وعامل درجة الشكل .

a.	معادلات الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر	ثوابت النموذج الرياضي				R ² - adj.	S.E	D.W
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃			
1	WdL=b ₀ +b ₁ d+b ₂ d ²	0.9881 -	0.934	-0.082	-	0.79	0.212	1.79
2	WdL=b ₀ *d ^{b₁}	0.0059	3.221	-	-	0.81	0.293	1.81
3	WdL=b ₀ +b ₁ (1-exp ^(-b₂d))	-5.323	8.776	0.098	-	0.80	0.313	1.69
4	WdL=b ₀ exp ^(b₁/d)	17.178	-30.414	-	-	0.75	0.515	1.65
b.	معادلات الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر والارتفاع							
1	WdL=b ₀ +b ₁ H(1-exp ^(-b₂d))	-1.521	1.378	0.0099	-	0.69	0.757	1.55
2	WdL=b ₀ *H ^{b₁} *b ₂ ^(1-d)	0.108	0.732	1.530	-	0.77	0.567	1.68
3	WdL=b ₀ +b ₁ (d ^{b₂} /H ^{b₃})	-10.097	4.1212	0.532	-0.121	0.81	0.432	1.77
c.	معادلات الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل							
1	WdL=b ₀ +b ₁ d+b ₂ H+b ₃ fp	-5.757	0.4141	0.0132	0.9127	0.78	0.215	1.76
2	WdL=b ₀ *d ^{b₁} *H ^{b₂} *fp ^{b₃}	0.0212	3.1012	0.2122	0.4439	0.72	0.434	1.81
3	WdL=b ₀ +b ₁ d*(H/fp) ^{b₂}	-2.139	0.333	0.071-	-	0.77	0.402	1.73

من الجدول (4) نلاحظ انه تضمن ثلاث فقرات رئيسية : الفقرة a احتوت على اربع معادلات رياضية غير خطية لتقدير الوزن الجاف للأوراق باعتباره متغيراً معتمداً بدلالة متغير مستقل واحد وهو القطر عند مستوى الصدر ، في حين ان الفقرة b تضمنت ثلاث معادلات غير خطية متعددة لتقدير الوزن الجاف للأوراق معتمدة على القطر عند مستوى الصدر والارتفاع الكلي للأشجار ، اما فقرة c فقد تضمنت ثلاث معادلات انحدار خطية وغير خطية متعددة بالاعتماد على ثلاث متغيرات مستقلة وهي كل من القطر عند مستوى الصدر و الارتفاع الكلي وعامل درجة الشكل .

وعند الرجوع الى المقاييس الاحصائية في الجدول (4) نجد ان معادلات الفقرة a امتلكت مقاييس احصائية ذات قيم جيدة لكل من معامل التحديد المصحح و الخطأ القياسي واختبار دربن واستن D.W ، وان ادخال متغيرات اضافية الى النموذج الرياضي كمتغيرات مستقلة لم يؤدي الى زيادة قيم المقاييس الاحصائية اي لم تعمل على رفع كفاءة اداء المعادلة وهذا يتطابق مع ما توصل اليه الباحث (Carmona وآخرون 2015) ، وعليه فأن استخدام المعادلة الالبسط والاقبل في عدد المتغيرات هو الافضل والاسهل في التطبيق ، لذا كانت المقارنة والانتخاب ضمن معادلات الفقرة a ، وقد كانت افضل معادلة ضمن الفقرة a هي المعادلة 2 حيث امتلكت افضل قيم للمقاييس الاحصائية لكل من معامل التحديد المصحح و الخطأ القياسي و D.W وكان قيمهم 0.81 ، 0.293 ، 1.81 على التوالي لذا تم انتخابها اولياً واجري عليها اختبار تحليل البواقي وكما في الشكل (3)



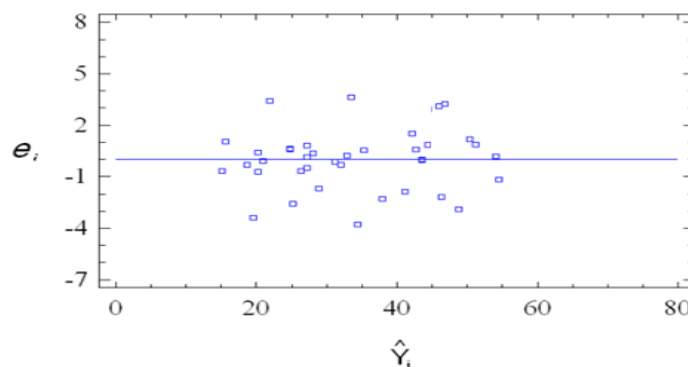
الشكل (3) توزيع الانحرافات العشوائية بين القيم المقدرة والحقيقية للوزن الجاف للأوراق للمعادلة 2-a

ومن شكل (3) نجد ان الانحرافات العشوائية قد توزعت بشكل توزيع عشوائي مما يؤكد دقة المعادلة والتي بالإمكان استخدامها لأعداد جداول تقدير الوزن الجاف للأوراق بدلالة القطر معادلات الوزن الجاف للشجرة ككل فوق سطح الارض بدلالة القطر و الارتفاع و عامل درجة الشكل فيما مضى كانت تقطع الاشجار ويأخذ منها الساق الرئيسي فقط وتهمل بقية اجزاء الشجرة باعتبارها من العناصر ذات الاهمية الاقتصادية القليلة ، اما اليوم فلم يعد هناك جزء يهمل من اجزاء الشجرة فحتى الاوراق يمكن الاستفادة منها وخصوصاً بعد ظهور صناعة الوقود الحيوي الذي يمكن الاستفادة من جميع اجزاء الشجرة وحتى الجذور في انتاج هذا النوع من الوقود ، لذا تم اعداد معادلات لتقدير المنتج من الوزن الجاف الكلي فوق سطح الارض للأشجار وكما في الجدول (5) .

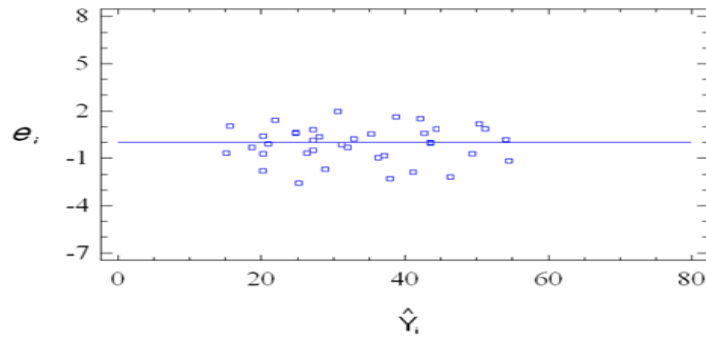
جدول (5) معادلات الوزن الجاف للشجرة فوق سطح الارض بدلالة القطر و الارتفاع وعامل درجة الشكل .

a.	معادلات الوزن الجاف للشجرة فوق سطح الارض بدلالة القطر	ثوابت النموذج الرياضي				R ² - adj.	S.E	D.W
		b ₀	b ₁	b ₂	b ₃			
1	$WdT=b_0+b_1d+b_2d^2$	23.6862-	6.7321	-0.1211	-	0.893	1.6321	1.81
2	$WdT=b_0*d^{b1}$	0.4245	3.021	-	-	0.884	1.655	1.79
3	$WdT=b_0+b_1(1-\exp(-b_2d))$	-30.3363	112.112 1	0.0556	-	0.895	1.607	1.79
4	$WdT=b_0\exp(b_1/d)$	153.3	-20.023	-	-	0.898	1.663	1.78
b.	معادلات الوزن الجاف للشجرة فوق سطح الارض بدلالة القطر والارتفاع							
1	$WdT=b_0+b_1H(1-\exp(-b_2d))$	-11.0231	103.067	0.00363	-	0.915	1.505	1.66
2	$WdT=b_0*H^{b1}*b_2^{(1-d)}$	0.5302	2.0123	0.9787	-	0.936	1.498	1.82
3	$WdT=b_0+b_1(d^{b2}/H^{b3})$	-9.4242	0.6265	2.0239	-0.447	0.952	1.303	1.88
c.	معادلات الوزن الجاف للشجرة فوق سطح الارض بدلالة القطر والارتفاع وعامل درجة الشكل							
1	$WdT=b_0+b_1d+b_2H+b_3fp$	-37.9291	5.5917	1.3473	15.0121	0.953	1.289	2.23
2	$WdT=b_0*d^{b1}*H^{b2}*fp^{b3}$	0.0213	2.8873	0.9732	0.4439	0.971	1.201	1.89
3	$WdT=b_0+b_1d*(H/fp)^{b2}$	-17.1761	2.4743	0.0919	-	0.9121	1.601	1.73

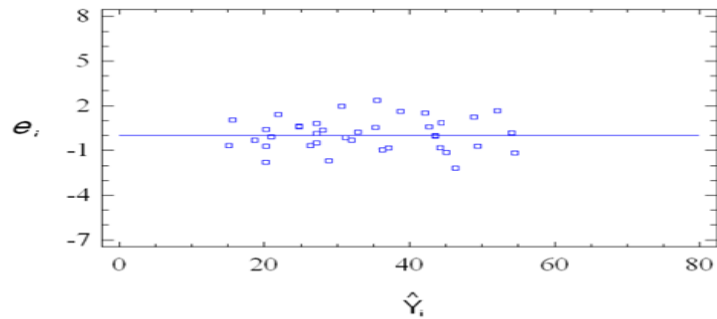
ومن ملاحظة الفقرة a في الجدول (5) نجد انها تضمنت اربع معادلات غير خطية مختلفة ونجد ان المقاييس الاحصائية كانت متقاربة الى حد ما لذا انتخبت المعادلة 3.a والتي امتلكت اعلى المقاييس تقريبا وهي (1.79 ، 1.607 ، 0.895) لكل من معامل التحديد المصحح و الخطأ القياسي و اختبار درين واستن على التوالي . في حين ان الفقرة b والتي احتوت ثلاث معادلات قدرت الوزن الجاف الكلي للشجرة فوق سطح الارض بدلالة القطر و الارتفاع كانت المعادلة 3.b افضل معادلة فيهم من ناحية المقاييس الاحصائية فقد امتلكت معامل تحديد مصحح وخطأ قياسي واختبار درين واستن بمقدار (1.88 ، 1.303 ، 0.952) على التوالي لذا وقع الاختيار عليها . وقد اجري تحليل البواقي للمعادلات الثلاث 3.c.2 ، b.3 ، a وكانت نتيجة الاختبار تظهر ان المعادلات لاتعاني من أي ارتباط بين الانحرافات العشوائية وكما في الاشكال (4) ، (5) ، (6)



الشكل (4) اختبار تحليل البواقي للمعادلة 3.a



الشكل (5) اختبار تحليل البواقي للمعادلة 3.b



الشكل (6) اختبار تحليل البواقي للمعادلة 2.c

المناقشة

من ملاحظة الجداول (2,3,4,5) نجد ان القطر عند مستوى الصدر كمتغير مستقل كان له التأثير الاكبر في تفسير تقدير المتغير المعتمد وهوكل من الوزن الجاف للساق الرئيسي والوزن الجاف للافرع والوزن الجاف للاوراق فضلا عن الوزن الجاف الكلي للشجرة فوق سطح الارض ، وعند ادخال متغير مستقل اخر الى النموذج الرياضي وهو الارتفاع الكلي للشجرة H زاد من كفاءة عمل النموذج الرياضي لمعادلات تقدير الوزن الجاف للساق الرئيسي جدول (2) ، في حين ان هذا المتغير المستقل (الارتفاع الكلي للشجرة) عمل على خفض قيمة المقاييس الاحصائية لمعادلات تقدير الوزن الجاف للافرع جدول (3) اي بمعنى اخر لم يكن لارتفاع الشجرة تأثيرا كبيرا في الوزن الجاف للافرع ، وكذلك الحال عند تقدير الوزن الجاف للاوراق جدول (4) ، بينما ازداد تأثير ارتفاع الشجرة الكلي في رفع قيم المقاييس الاحصائية بصورة عامة عند تقدير الوزن الجاف الكلي للاشجار فوق سطح الارض جدول (5) ويرجع السبب الى ان الساق الرئيسي للشجرة يمثل الجزء الاكبر من الكتلة الحية الجافة للاشجار فوق سطح الارض .

اما المتغير المستقل الثالث درجة الشكل f_p فعلى الرغم من انه حسن اداء النموذج الرياضي في تقدير الوزن الجاف للساق الرئيسي والافرع والاوراق وكذلك الوزن الجاف الكلي للاشجار فوق سطح الارض الا انه لم يتمكن من زيادة قيم المقاييس الاحصائية بالدرجة التي يتفوق بها على المتغير المستقل القطر عند مستوى الصدر ، وهذا يؤكد الفرضية التي تشير الى ان للقطر عند مستوى الصدر علاقة وثيقة مع وزن التاج للاشجار .

كما يمكننا ان نلاحظ من الجداول (2,3,4,5) ان شكل نموذج الانحدار غير الخطي Non-Linear Regression البسيط او المتعدد كان هو النموذج الاكثر تمثيلا لبيانات الدراسة المأخوذة من مشاجر القوغ الاسود ، ويعود السبب في ذلك الى ان

منحنى النمو البايولوجي للأشجار هو بشكل (سيكما) او مايعرف اصطلاحا Sigmoid curve لذا فان النموذج غير الخطي يكون الاقرب لتمثيل مثل هذه البيانات .

الاستنتاجات

يمكننا الاستنتاج من هذه الدراسة مايلي :

- 1- كان المتغير المستقل القطر عند مستوى الصدر d.b.h التأثير الاكبر في تقدير الوزن الجاف لمختلف عناصر الشجرة للشجرة المنفردة فيما اظهرت بقية المتغيرات الشجرة كالارتفاع الكلي ودرجة الشكل تأثيراً اقل الامر الذي يمكننا ان نستنتج من خلاله انه يمكن استخدام متغير القطر عند مستوى الصدر في عمليات تقدير الكتلة الحية.
- 2- يمكننا زيادة النمو القطري على حساب النمو الطولي بالتحكم بكثافة الغرس عند انشاء المشاجر بالاعتماد على الكثافات المتوسطة والقليلة .
- 3- يمكننا زيادة النمو الطولي على حساب النمو القطري بالتحكم بكثافة الغرس عند انشاء المشاجر بالاعتماد على الكثافات العالية .

المصادر

- **Aust,C., Schweier, J., Brodbeck,F., Sauter,U.H., Becker,G. and Schnitzler, J.P. (2014).** Land availability and potential biomass production with poplar and willow short rotation coppices in Germany. GCB Bioenergy (2014) 6,521-533.
- **Briggs,R.D.,T. Cunia, E.H. White. and H.W. Yawney. (1987).** Estimating sample tree biomass by sub sampling : some empirical results .P. 119-127.
- **Carmona , R., Nuñez, T. and Alonso,M.F.(2015).** Biomass yield and quality of an energy dedicated crop of poplar (Populus SPP.) clones in the Mediterranean zone of chile. BIOMASS AND BIOENERGY 74(2015) 96-102 .
- **Cruzado,C., Ron,D.S., Soalleiro,R.R., Hernandez,M.J., Martin,M.M., Canellas,I., and Sixto,H. (2014).** Biomass production assessment from Populus SPP. Short-rotation irrigated crops in Spain. GCB Bioenergy (2014) 6,312-326.
- **Cunia, T.(1979).** On sampling trees for biomass table construction : Some statistical comments . P.643-664
- **Eslamdoust, J.and Sohrabi, H. (2017).** Carbon storage in biomass, litter, and soil of different native and introduced fast-growing tree plantations in the South Caspian Sea. J.for.Res.(2018) 29(2):449-457.
- **Fang,S., Li,H., Sun,Q. and Chen,L. (2010).** Biomass production and carbon stocks in Poplar-Crop intercropping systems: a Case study in northwestern Jiangsu ,china .Agroforestry syst (2010) 79:213-222.
- **Gregoire, T.G.(1995).** Sampling methods to estimate foliage and other characteristics of individual trees. Ecology 76(4): 1181-1194 .
- **Valentine, H.T.,L.M. Tritton. and G.M.Furnival.(1984).** Sub sampling trees for biomass, Volume, or mineral content . For.Sci. 30:673-681.
- **Lazdina, D., Bardulis, A.,Lazdinz, A.,Zeps, M. and Jansons , A.,(2014).** The first three-year development of ALASIA Poplar clones AF2, AF6,AF7,AF8 in biomass Short rotation coppice experimental cultures in Latvia. Agronomy Research 12(2) , 543-552,2014