جامعة الموصل

كلية الزراعة والغابات

نمذجة العلاقة بين عوامل حجم الساق والمساحة السطحية لجذوع أشجار الصنوبر البروتي النامية في محافظة دهوك

چيمن عبدالقادر صالح المزوري

رسالة ماجستير

علوم الغابات

بإشراف

الدكتور عمار جاسم محمد اليوسف

أستاذ مساعد

1445هـ

2024م

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة على مشاجر الصنوبر البروتي Ten *pinus brutia* النامية طبيعياً في منطقة الدراسة (زاويتا وأتروش والعمادية) في محافظة دهوك وتم إختيار (30) عينة عشوائياً لتغطي الكثافات المختلفة (عالية ،متوسطة ،واطئة) وبمساحة (1006) م^{2} للعينة الواحدة ،بهدف نمذجة العلاقة بين حجم الساق والمساحة السطحية لجذوع أشجار الصنوبر عند كثافات مختلفة، وكذلك التحقق من أن تكامل نصف القطر التربيعي للقطر يعطينا الحجم للجذع الخشبي لساق الشجرة، وأيضا إستخدام الحجم لتقدير المساحة السطحية لساق الشجرة وعامل الشكل لها، وهذا يعطي الإداري الغاباتي معرفة تأثير درجة الاستدقاق في حجم الجذع الخشبي ،لذا اخذت شجرة دالة من كل عينة من عينات الدراسة وفيها تم قياس القطر عند مستوى الصدر والمقاطع العرضية لها عند مستويات مختلفة بداً من مستوى سطح الأرض ووصولا الى أقل قطر (7) سم ضمن القياسات المطلوبة، إضافة أخذ قياسات (القطر عند مستوى أرتفاع الصدر، ألارتفاع الكلي، أرتفاع مركز تاج ،ومساحة التغطية التاجية)،وقدر متوسط القطر والارتفاع للعينة، وكذلك مساحة التغطية التاجية للشجرة الدالة، وأجريت هذه القياسات في صيف عام (2022) م، بعد جمع البيانات إذ تم أجراء تحليل البيانات لغرض اعداد نماذج رياضية بأستخدام طرائق الانحدار الخطي وغير الخطي ، ولاجل أختيار المعادلة الأفضل التي تمثل البيانات الحقلية ،تم استخدام المقاييس الإحصائية والمتمثلة بمعامل التحديد R^2 ، والخطا القياسي S.E وMAE وتحليل البواقي.

تم أستخدام برنامج statgraphic في إعداد المعادلات والتي تكون ذات أهمية اقتصادية كبيرة وخاصة في اتخاذ القرارات الإدارية في مختلف العمليات التنموية التي تجرى في هذه المشاجر كالتخفيف أو الاستثمار، لذا تم هذه الدراسة لأيجاد مجموعة من المعادلات التي تصف العلاقات بين نصف القطر التربيعي، ومتغيرات المشجر المتمثلة بمتوسط القطر والارتفاع وعدد الأشجار لوحدة المساحة، كذلك إن أخذ تكامل المعادلات المختارة توصلنا الى تخمين حجم الساق الرئيسي أو أي قطعة خشبية للجذع الخشبي ،أضافةً الى تقدير عامل الشكل لحجم الساق والمساحة السطحية ، لذا نرى ان هذه المعادلات من متطلبات الإداريين للغابات، وبالأعتماد على النموذج لأتخاذ القرارات الإدارية السليمة بأتجاه الادارة المستدامة للغابة، وإتخاذ القرارات لأجراء العمليات التنموية والتخطيط لإدراة مشاجر الصنوبر البروتي وفق أسس علمية سليمة ،وكانت النتائج كما يلي:-

أولا- معادلات الاستدقاق Taper equation:-

تم تقدير معادلة الاستدقاق من البيانات التي تم جمعها حقلياً لمختلف الكثافات (عالية، متوسطة ، واطئة)، وتتضمن هذه البيانات(القطر عند مستوى الصدر ،والاقطار للساق عند مستويات مختلفة من الارتفاعات للشجرة الدالة ،والارتفاع الكلي) في أشجار النامية فيها هذه المشاجر لمنطقة الدراسة ،وإدخال هذه البيانات الى برنامج statgraphic الذي يحتوي على العديد من طرائق الانحدار الخطي ،وغير الخطي لتخمين ثوابت النموذج الرياضي لمختلف الدوال التي تم اختيارها لإيجاد افضل المعادلة تمثل درجة الاستدقاق لأشجار الصنوبر البروتي إذ تم اختيار معادلة الانحدار الخطي البسيط الاتية:-

$r = -0.5231 + 1.41002 (h_1 - hi)$

$R^2 = 0.87$ S.E=1.68 M.A.E=1.2

وقد تم تركيب معادلة إستدقاق لكل كثافة الثلاثة (عالية، متوسطة، واطئة) وبشكل مستقل وكما يلي:-

أ- معادلة الاستدقاق للكثافة العالية:-

تم إختيار أفضل معادلة لتخمين درجة إستدقاق الأشجار في الكثافات العالية بعد أخذ البيانات حقلياً ، ومن ثم استخدامها في إعداد نماذج رياضية لتخمين درجة الاستدقاق ،بالاعتماد على درجة تناقص للقطر عند مستويات مختلفة من ارتفاع نقطة القياس لمشاجر ذات كثافات عالية، لقد أستخدمت العديد من المعادلات المقترحة من قبل الباحثين ولقد استخدمت برنامج statagraphic، وطريقة الانحدار المتعدد والغير الخطي في تقدير ثوابت النموذج الرياضي، وقد أنتخبت أفضلها طبقا للمقاييس الإحصائية إذ كانت المعادلة المنتخبة:

$$r^2 = 0.31277 D^2 \left(\frac{H - hi}{H - 1.3}\right)^{2.20798}$$

$R^2 = 0.96$ S.E=7.56959

ب-معادلة الاستدقاق للكثافة المتوسطة:

تكون درجة التنافس في هذا النوع من المشاجر أقل بين الأشجار ويعزى سبب ذلك لزيادة المسافة المتاحة لكل شجرة وكذلك التباين في عرض وطول التاج ،تم أختيار المعادلة الاتية :-

$$r^2=0.28776\ D^2\ (\frac{H-h_i}{H-1.3})^{2.24634}$$

$R^2=0.97$ S.E=15.4685

ج- معادلة الاستدقاق للكثافة الواطئة:

إذ تكون المنافسة بين الاشجار في هذا النوع من المشاجر أقل ،لذا نجد الأشجار تعمد الى تكوين تيجان كبيرة ومتطورة لقلة التنافس على الضوء والمواد الغذائية مما يؤدي الى زيادة درجة الاستدقاق إذ يكون شكل الساق أقرب ما يكون الى المخروط وتم أنتخاب المعادلة الاتية:-

$$r^2=0.25169D^2(\frac{H-h_i}{H-1.3})^{2.10541}$$

$R^2=0.94$ S.E=21.0178

ثانيا- معادلات الحجم لأشجار الصنوبر البروتي بطريقة الاستدقاق:-

ان طريقة الاستدقاق ذات أهمية واسعة حيث تعطي نتائج دقيقة في تقدير الحجم ،وذلك لان عامل الشكل يؤثر الى حد كبير في تقدير حجم الشجرة ، لكون درجة إستدقاق الساق للشجرة تتاثر بقطر وطول التاج والمساحة السطحية للتيجان. وأن كثافة المشجر تلعب دوراً أساسياً في تغير خصائص الشجرة المنفردة ، والذي بدوره ينعكس على شكل وحجم الساق ،بعد ان تم انتخاب أفضل معادلة أستدقاق للكثافات المختلفة فمن خلال تعويض مساحة الدائرة وأخذ تكامل المعادلة لتحول المعادلة من معادلة المساحة الى معادلة الحجم ، إذ تم التوصل الى معادلة الحجم بطريقة التكامل للكثافات الثلاثة (عالية ,،متوسطة ،واطئة) كما يلي:-

ا- معادلة الحجم بطريقة الاستدقاق للكثافة العالية:-

$$V=0.0000148D^3\ (\frac{H-h_i}{H-1.3})^{3.20728}$$

2- معادلة الحجم بطرقة الاستدقاق للكثافة المتوسطة:-

$$V=0.000087907\ D^3\ (\frac{H-hi}{H-1.3})^{3.4264}$$

3- معادلة الحجم بطريقة الاستدقاق للكثافة الواطئة:-

$$V=0.000008483D^3(\ \frac{H1-h_i}{H1-1.3})^{3.10541}$$

ثالثا_عامل الشكل الطبيعي للحجم:

نلاحظ أن هناك تبايناً كبيراً في درجة الإستدقاق باختلاف كثافات المشاجر التي تنمو فيها الأشجار ولدرجة الاستدقاق علاقة مع حجم المشجر، وان التباين في القطر عند مستوى الصدر والارتفاعات ودرجة الاستدقاق للأشجار تتأثر الى حد كبير بكثافة التيجان وطول التاج ، لذا أخذت بيانات من مواقع جغرافية متابينة لتحديد عامل الشكل لمختلف الكثافات النامية فيها أشجار الصنوبر البروتي (*P.brutia*). وأن عامل الشكل الطبيعي للأشجار يتمثل بالعلاقة بين الحجم المستخدم من معادلة الحجم بالكثافات العالية ،والتي انتخبت من الجدول ،وحجم أسطوانة لها نفس القطر والأرتفاع.

أ- معادلة عامل الشكل الطبيعي للحجم لأشجار الصنوبر البروتي في الكثافات العالية:-

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.0000148(D^3)(\frac{H-hi}{H-1.3})^{3.20728}}{0.00007854d_i^2h_i}$$

ب- معادلة عامل الشكل الطبيعي للحجم لأشجار الصنوبر البروتي في الكثافات المتوسطة:-

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.00087907D^3(\frac{H-hi}{H-1.3})^{3.4264}}{0.00007854d_i^2hi}$$

ج- معادلة عامل الشكل الطبيعي للحجم لأشجار الصنوبر البروتي في الكثافات الواطئة:

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.000008483D^3(\ \frac{H1-h_i}{H1-1.3})^{3.10541}}{0.00007854d_i^2hi}$$

رابعا_اختيار معادلة المساحة السطحية لساق شجرة الصنوبر:

لتخمين المساحة السطحية لساق شجرة الصنوبر البروتي , تم اخذ البيانات التي جمعت حقليا من مشاجر الصنوبر البروتي والبالغة (30)عينة عشوائيا لمختلف الكثافات واستخدم برنامج statgraphic وطرق الانحدار الذي يتضمنه البرنامج وتم التوصل الى معادلة الاستدقاق لمختلف الكثافات وهي

$$s=2\pi \int_0^h ydx = \frac{4\sqrt{bo\pi}}{b1+1}\ (h1-hi)^{\frac{b1}{2+1}}$$

خامسا_عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق أشجار الصنوبرالبروتي:-

بالاعتماد على المساحة السطحية المستخرجة تم إيجاد عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق أشجار الصنوبر البروتي وكانت المعادلة:-

$$k=\frac{2(1.10508+1)^{0.5}}{1.10508+2}=0.9345$$

كذلك تم التوصل الى معادلات عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق أشجار الصنوبر البروتي للكثافات الثلاثة :-

أ-عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق الأشجار للكثافة العالية:-

$$K=\frac{2(2.20798+1)^{0.5}}{2.20787+2}=0.851$$

ب-عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق الأشجار للكثافة المتوسطة:-

$$K=\frac{2(2.24634+1)^{0.5}}{2.24634+2}=0.848$$

ج- عامل الشكل الطبيعي لمساحة السطحية لساق الأشجار للكثافة الواطئة:-

$$K=\frac{2(2.1054+1)^{0.5}}{2.21054+2}=0.7564$$

ومما تقدم يتضح انه عامل الشكل الطبيعي للمساحة السطحية للساق كان اكثردقة في تقدير عن شكل ساق الشجرة من سابقه.

Summary

This study was conducted on naturally growing *Pinus brutia Ten* trees in the stand area (Zawita, , Atrush, Amadiya) and (30) samples were randomly selected to cover different densities (high, medium, low) and an area of (1006) m^2 per sample in order to model the relationship between the size of the stem and the surface area of pine trees at different densities, as well as to verify that the integration of the square radius of the diameter gives us the size of the wooden trunk of the tree stem and also the use of size to estimate the surface area of the tree stem and its form factor. This gives the forestry administrator to know the effect of the degree of taper on the size of the wooden trunk, so I took a function tree from each sample of the study samples, in which the diameter was measured diameter at brest height chest level and its cross sections at different levels, starting from ground level and down to the lowest diameter (7) cm, adding taking measurements (diameter at brest height , total height, crown center height, and the area of crown coverage), and estimated the average diameter and height of the sample, as well as the area of coronary coverage of the function tree, and this was conducted in the summer of (2022) AD, after all the data, the data analysis was conducted for the purpose of preparing mathematical models for estimation using linear and nonlinear regression methods, and in order to choose the best equation that represents the field data, statistical measures were used, represented by the determination coefficient R2, the standard error attributed to the rate S.E and the analysis of the remainders.

The statgraphic program has been used to prepare equations that are of great economic importance, especially in making administrative decisions in the various development processes that take place in these forests, such as mitigation or investment. Therefore, this study sought to find a set of equations that describe the relationships between the squared radius and the tree variables represented by the average diameter, height, and number of trees per unit area. Also, by integrating the selected equations, we arrived at an estimate of the size of the main stem or any wooden piece of the wooden trunk, in addition to estimating the shape factor for the size of the stem and the surface area. Therefore, we see that these equations are among the requirements of forest administrators, and by relying on the model to make sound administrative decisions towards sustainable forest management, Decisions were taken to conduct development operations and planning for the management of the

Berutian pine trees according to sound scientific foundations, and the results were as follows: -

First: Taper equations:

The taper equation was estimated from data collected in the field for various densities (high, medium, low). This data includes (the diameter at chest level, the diameters of the stem at different levels of height for the indicator tree, and the total height) in the trees in which these trees grow for the study area. And entering this data into the statgraphic program, which contains many linear and non-linear regression methods to estimate the constants of the mathematical model for the various functions that were chosen to find the best function that represents the degree of taper of the Brute pine trees, where the following simple linear regression equation was chosen:

$r = -0.5231 + 1.41002 (h_1 - hi)$

S.E=1.68 M.A.E=1.2

A taper equation was installed for each of the three densities (high, medium, and low) independently, as follows:-

A- Taper equation for high density: - The best equation was chosen to estimate the degree of taper of trees at high densities after taking field data and then relying on preparing mathematical models to estimate the degree of taper based on the degree of diameter decrease at different levels of the height of the measuring point for trees with high densities. Many have been used. From the equations proposed by the researchers I used the statagraphic program. The method of multiple and non-linear regression in establishing the constants of the mathematical model was chosen as the best according to statistical standards, and the chosen equation was:

$$r^2 = 0.31277 D^2 \left(\frac{H - hi}{H - 1.3}\right)^{2.20798}$$

$R^2 = 0.96$ S.E=7.56959

B_Taper equation for medium density: The degree of competition in this type of tree is less between trees. This is due to the increase in the

distance available for each tree, as well as the variation in the width and length of the crown. To find the best equation in estimating the degree of tree taper for these trees, through the use of the statagraphic program and various regression equations, we arrived at choosing the following equation. :-

$r^2=0.28776\ D^2\ (\frac{H-h_i}{H-1.3})^{2.24634}$

S.E=15.4685 $R^2=0.97$

C- Low density taper equation: Competition in this type of tree is lower, so we find that trees tend to form large and developed crowns due to the lack of competition for light and nutrients, which leads to an increase in the degree of taper, as the shape of the stem is as close as possible to a cone. To select the best equation, statistical measures were used, and the following equation was chosen: -

$r^2=0.25169D^2(\frac{H-h_i}{H-1.3})^{2.10541}$

$R^2=0.94$ S.E=21.0178

Second: Size equations for Bruti pine trees using the taper method: -

The taper method is of wide importance as it gives accurate results in estimating size. This is because the shape factor greatly affects estimating tree size, because the degree of tree stem taper is affected by the diameter and length of the crown and the surface area of the crowns. The density of the arbor plays a fundamental role in changing the characteristics of the individual tree, which in turn is reflected in the shape and size of the stem. After the best equation was selected for the different densities, by substituting the area into a circle and taking the integration of the equation to transform the equation from the area equation to the volume equation, the volume equation was arrived at by the integration method for densities. The three (high, medium, low) as follows:-

A- Volume equation by taper method for high density

$V=0.0000148D^3\ (\frac{H-h_i}{H-1.3})^{3.20728}$

B -Volume equation using the taper method for medium density

$V=0.000087907\ D^3\ (\frac{H-hi}{H-1.3})^{3.4264}$

C-Volume equation by taper method for low density:-

$$V=0.000008483D^3\left(\frac{H1-h_i}{H1-1.3}\right)^{3.10541}$$

Third: the natural size factor:

We note that there is a large variation in the degree of taper depending on the densities of the trees in which the trees grow, and the degree of taper has a relationship with the size of the tree, and that the variation in diameter at chest level, heights and the degree of taper of trees is greatly affected by the density of the crowns and the length of the crown, so data was taken from different geographical locations to determine the shape factor. For different growing densities of Brutia pine trees (P.brutia). The natural shape factor of trees is represented by a relationship between the volume used from the volume equation at high densities, which was chosen from the table, and the volume of a cylinder of the same diameter and height.

A- The equation for the natural size factor of Bruti pine trees at high densities:-

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.0000148(D^3)\left(\frac{H-hi}{H-1.3}\right)^{3.20728}}{0.00007854d_i^2h_i}$$

B- The natural size shape factor equation for Bruti pine trees at medium densities:-

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.00087907D^3\left(\frac{H-hi}{H-1.3}\right)^{3.4264}}{0.00007854d_i^2hi}$$

C- The equation for the natural size factor of Bruti pine trees at low densities:

$$\boldsymbol{\lambda}_i=\frac{V}{\frac{\pi}{4}d_i^2h}=\frac{0.000008483D^3\left(\frac{H1-h_i}{H1-1.3}\right)^{3.10541}}{0.00007854d_i^2hi}$$

Fourth: Choosing the equation for the surface area of the tree trunk: To estimate the surface area of the stem of the Brute pine tree, the data collected in the field from the trees of the Brute pine tree, amounting to (30) randomly sampled for various densities, was used by the statgraphic program and the regression methods included in the program, and the tapering equation was reached for the various densities, which is

$$s=2\boldsymbol{\pi}\int_0^h ydx=\frac{4\sqrt{bo\pi}}{b1+1}(h1-hi)^{\frac{b1}{2+1}}$$

Fifth: The natural shape factor of the surface area of a pine tree stem

Based on the extracted surface area, the normal shape factor for the surface area of a stem was found, and the equation was:-

$$k= \frac{2(1.10508+1)^{0.5}}{1.10508+2} =0.9345$$

The equations for the natural shape factor of the surface area of the tree stem were also reached for the three densities:-

A- The natural shape factor of the surface area of tree trunks for high density:-

$$K=\frac{2(2.20798+1)^{0.5}}{2.20787+2}=0.851$$

B- The normal shape factor of the surface area of the tree trunk for medium density:-

$$K=\frac{2(2.24634+1)^{0.5}}{2.24634+2}=0.848$$

C- The normal shape factor of the surface area of tree trunks for low density:-

$$K=\frac{2(2.1054+1)^{0.5}}{2.21054+2}=0.7564$$

From the above, it is clear that the natural shape factor of the stem's surface area was more accurate in estimating the shape of the tree stem than previously

University of Mosul
College of Agriculture and Forestry

Modeling the Relationship Between Stem-Size form Factors and the Surface Area of *Pinus brutia* Ten.Trunks Grown in Duhok Governorate

Chiman Abdul QaderAL-Mizori

M.Sc.Thesis
Forestry Sciences

Supervised by
Dr. Amar Jasem Mohammad AL-Yosef
Assistant Professor

1445 AH. 2024AD.