Management of Forests and Other Natural Resources

Quantitative and qualitative methods are necessary for helping land managers and landowners understand the choices they must make from among many competing alternatives. The results of planning processes help guide the activities of land managers, and allow land managers and land owners to understand how various alternatives may meet their objectives. This book concerns the theory, methods, and issues related to forest management and planning, and presents to its readers numerous methods for both assessing the current and future state of the resources, and for determining the best management alternatives available. Some traditional quantitative planning methods are presented, such as linear programming, that are still in use today by both public and private organizations. An overview of other more advanced methods are provided as well. This book also provides coverage of conventional and contemporary issues in natural resource management that influence planning processes, such as forest sustainability, forest certification, and wood supply chain management. In this introductory chapter, we present an overview of forest planning, one of the most extensively studied and most complex issues in natural resource management. In describing the forest planning environment,the basic types of group decision-making processes are presented along with a discussion of a few of the challenges facing forest management and planning.

OBJECTIVES

As we enter the twenty-first century, and as the human population expands in North America and other parts of the world, the management of natural resources is becoming one of maintaining the consumptive needs of society while also caring for the integrity and function of ecological systems. A large number of natural resource managers today continue to manage for wood production objectives, which in itself is a noble endeavor. A large number

of natural resource managers also research and advise on the management of forests as it relates wildlife, fisheries, recreational, and other environmental and social services. On many lands in North America a balance must be struck between commodity production and ecosystem goals. This balance is explored through planning processes performed at the national, regional, and local levels.

This introductory chapter covers issues related to forest management and planning and the decision making environment within which we must operate.

To be successful land and resource managers, we must understand the system within which we work, as well as the social system within which we live and participate as professionals. Upon completion of this introductory chapter, you should be ble to:

1. Understand the basic forms of decision-making processes, as viewed by the management sciences.
2. Understand the steps in a general planning process, and how they might vary from one natural resource management organization to the next.
3. Understand the hierarchy of planning common to natural resource management organizations.
4. Understand the challenges related to natural resource planning.
5. Understand how information related to planning efforts flows within an organization.

I. MANAGEMENT OF FORESTS AND OTHER NATURAL RESOURCES

Forest management involves the integration of silvicultural practices and business concepts (e.g., analyzing economic alternatives) in such a way as to best achieve a landowner’s objectives. Management of forests requires a plan (however developed), and an assessment of the activities necessary to meet the objectives. In addition, a recognition of the important ecological and social concerns associated with a forest may influence thecharacter and depth of a plan. In a more general

way, forest management can involve the application of silvicultural practices so that a forest remains healthy and vigorous [1]. The range of forest management activities can include those focused on the economics of forest businesses, or on the ecology of the ecosystem.

Activities can include tree planting, herbaceous weed control, fertilization, precommercial thinning, commercial thinning, final harvests, harvests for habitat improvement, preservation, road construction, road obliteration, and prescribed fire, among others. Each may have a cost and a benefit, depending on the objectives of the landowner. Choosing the timing and placement of activities is the main task of forest planning. Later in this book we discuss concepts related to forest and natural resource sustainability. In Chapter 9 we discuss the sustainability of timber production, multiple uses, and ecological systems. The term sustainable rest management tends to favor the latter two approaches, because those who use it suggest that it involves management actions that are ecologically sound, economically viable, and socially acceptable. This approach to forest management is similar to, if not consistent with, ecosystem-based forest management approaches, where management plans are developed within a larger framework, take a big-picture perspective, and involve a number of values derived in and around the area being managed [2]. We attempt to stay neutral when it comes to favoring any approach, since each form of sustainability is used today (depending on the landowner and the landowner's objectives). Thus our goal is to describe the approaches used in practice, and provide some guidance for young professionals on the methods that might be used within each for developing a forest plan.

……..

Stand density index (SDI; also known as Reineke's

Stand Density Index[1] after its founder) is a measure of the stocking of a stand of trees based on the number of trees per unit area and diameter at breast height (DBH) of the tree of

average basal area, also known as the quadratic mean diameter. It may also be defined as the degree of crowding within stocked areas, using various growing space ratios based on crown length or diameter, tree height or diameter, and spacing. Stand density index is usually well correlated with stand volume and growth, and several variable-density yield tables have been created using it. Basal area, however, is usually satisfactory as a measure of stand density index and because it is easier to calculate it is usually preferred over SDI.[2] Stand density index is also the basis for Stand density management diagrams.

It may also be defined as the degree of crowding within stocked areas, using various growing space ratios based on crown length or diameter, tree height or diameter, and spacing. Stand density index is usually well correlated with stand volume and growth, and several variable-density yield tables have been created using it. Basal area, however, is usually satisfactory as a measure of stand density index and because it is easier to calculate it is usually preferred over SDI.[3]

Stock ability figures are available from the SDI. For example Cochrane et al. 1994 (*full ref missing*) in Western Oregon gave an (*maximum?*) SDI of 277 for lodgepole pine and 416 for subalpine fir. This meant 277 lodgepole pines at 10 inches (250 mm) diameter at DBH per acre in western Oregon on a typical site. However if a mixed stand was wanted, which is most likely to reduce risk of bark beetles or some other disturbance, then adjustments need to be made to the SDIs. This can be done in several ways such as weighting.

Calculating stand density index[edit]

Plotting the logarithm of the number of trees per acre against the logarithm of the quadratic mean diameter (or the dbh of the tree of average basal area) of maximally stocked stands generally results in a straight-line relationship.[4] In most cases the line is used to define the limit of maximum stocking. This negatively-sloped line is referred to as the self-thinning line or the maximum-density line.

The maximum density line is expressed by the equation: $\log_{10}N = -1.605(\log_{10}D) + k$

Where N = number of trees per acre D = dbh of the tree of average basal area k = a constant varying with the species

When the quadratic mean diameter equals 10 inches (250 mm), the log of N equals the log of the stand density index.

In equation form: $\log_{10}SDI = -1.605(1) + k$

Which means that: $k = \log_{10}SDI + 1.605$

Substituting the value of k above into the reference-curve formula gives the equation:

$\log_{10}N = \log_{10}SDI + 1.605 - 1.605 \log_{10}D$

This equation can be rewritten as:

$\log_{10}SDI = \log_{10}N + 1.605 \log_{10}D - 1.605$

The above equation is an expression for computing the stand density index from the number of trees per acre and the diameter of the tree of average basal area.

Assume that a stand with basal area of 150 square feet (14 m^2) and 400 trees per acre is measured. The dbh of the tree of average basal area D is:

Substituting this value into the stand density equation gives:

$\log_{10}SDI = \log_{10}(400) + 1.605\log_{10}(8.29) - 1.605 = 2.47$

$SDI = 10^{2.47}$

SDI = 295

The computed value of SDI is often compared to the species maximum to determine the relative "stand density" or stocking of the stand.

.....

	م.الفئة	G	نسبة الحركة	N الحالية	V tree	N المستقبلية	الاشجار المتحركة			V الحالية	V المستقبلية	D فرق الحجم
							0	1	2			
	6	1.496	0.75	30	0.0260	7.5	7.5			0.7788	0.1947	-0.5841
	8	1.421	0.71	42	0.0444	34.7	12.2	22.5		1.8665	1.5421	-0.3244
	10	1.346	0.67	64	0.0682	50.9	21.1	29.8		4.3648	3.4714	-0.8934
	12	1.272	0.64	51	0.0972	61.3	18.4	42.9		4.9592	5.9608	1.0016
	14	1.197	0.60	70	0.1316	60.6	28	32.5		9.2092	7.9725	-1.2367

	16	1.122	0.56	65	0.1712	71	29	42		11.1254	12.1524	1.0270
	18	1.047	0.52	22	0.2160	46.6	10.6	36		4.7529	10.0675	5.3146
	20	0.972	0.49	34	0.2662	28.7	17.3	11.4		9.0508	7.6399	-1.4109
	22	*0.898*	*0.45*	*30*	*0.3216*	*16.7*		*16.7*			*5.3714*	5.3714
												8.2650

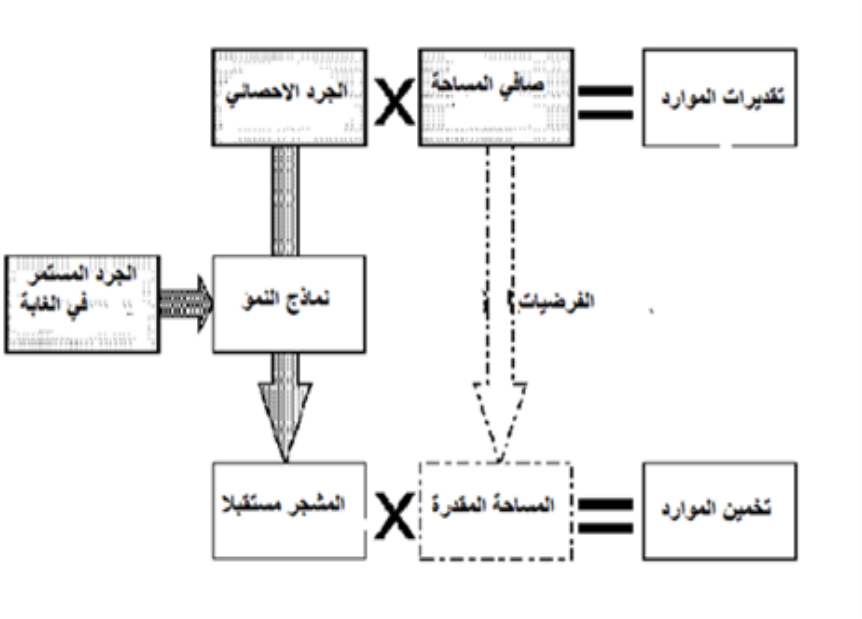
.....

Modeling forest growth and yield

نماذج النمو تساعد الباحثين في مجال الغابات والاداريين في العديد من الطرق ، ومن اهمها :

1. استخدامها في تقدير النمو والانتاج الحالي والمستقبلي ،
2. اجراء مختلف الفعاليات التنموية التي نقوم بها في الغابة .
3. تخمين الموارد الطبيعية
4. التحري عن البدائل التنموية المختلفة في ادارة الغابات
5. تأثيرها في اتخاذ القرارات حول الاستثمار الحالي والمستقبلي.
6. اختبار المخرجات الانتاج التي نرغب بها في العملية الانتاجية
7. فهم حركة المشجر.

هناك العديد من الباحثين الذين قاموا بأجراء العديد من البحوث في مجال نماذج النمو والانتاج لمشاجر متساوية العمر النقية والمختلفة والمختلطة، وايضا استخدموا العديد من الطرق في تخمين النمو لمشاجر الغابات.. وسوف نركز على اهمها :



الشكل (1.1) : دور نماذج النمو والبيانات بشكل متكامل في المعلومات المستخدمة في تخطيط وادارة الغابات.

دور نماذج النمو

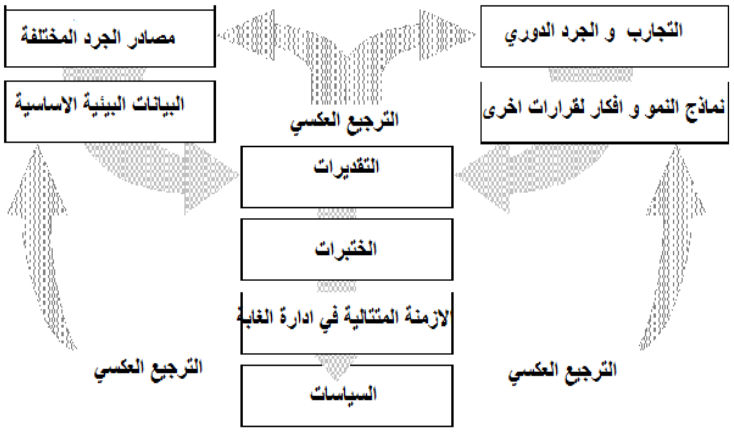
Role of growth models

نماذج النمو تتطلب معلومات جرد متتالية وجيدة عن الموارد الطبيعية المتاحة في الموقع الغاباتي ، وموارد او مصادر اخرى للبيانات لاعداد النموذج الخاص بالنمو ، فنماذج النمو توضح طريقة اجراء العمليات التنموية المختلفة التي نجريها في الغابة ، وعمليات القطع والاستثمار وتحديد الانتاج بما يعمل على استدامة الانتاج لفترات طويلة ، مع اعطاء بدائل مختلفة لا جراء مختلف العمليات الادارية في الغابة وفي نفس الوقت الحفاظ على استدامة الغابة بشكل مورد طبيعي مستدام للجيل الحالي والمستقبلي.

فالإداري الغابات يحتاج الى معلومات عن الحالة الحالية للغابة وما تتضمنه من موارد مختلفة (عدد الاشجار ، الانواع الاشجار الموجودة ، احجام الخشب لأشجار لمختلف مراحل العمرية للغابة) ، ان تخمين الموارد الطبيعية وتحديد الاوقات الاستثمار المستقبلي وتحديد اقصى انتاج مستدام ، هذه المعلومات يمكن ان تتضمن في ثلاثة مصادر هي :

1. تقدير مساحة الغابة بشكل دقيق .
2. الجرد على مستوى المشجر للغابة في الوقت الحالي .
3. نماذج النمو و الاستثمار والتي تعتمد على بيانات الجرد المتتالية للغابات .

ويمكن توضيح العلاقة بين هذه الموارد الطبيعية الاولية كما تم توضيحها في الشكل 1.1



الشكل (1.2) : دور نماذج النمو في اتخاذ القرارات الادارية في الغابات والمعلومات عن الغابة والسياسات المتبعة في التنفيذ

ان لنماذج النمو في الغابات الدور الواسع في ادارة الغابات وايضا تعطي معلومات قيمة جدا تؤخذ كأساس في بناء سياسات المتخذ في ادارة هذه الغابة ،ان الاستخدام المفيد للربط بين الموارد الطبيعية وبيانات البيئية واظهارها في نموذج نمو يمكن ان نقوم باستخدامه في اتخاذ قرارات التخمين ووصف مكونات الغابة ن اضافة رسم سياسات الغابة نفسها. فالشكل (1.2) يوضح التمثل لهذه العمليات بشكل كبير . فنحن نرى نماذج النمو ولكن واحدة من هذه الخطوات هي معلومات عن سياسة الغابات وادارتها بالتقادم الزمني المتتالي ، ان البيانات التكميلية والاختبارات تكون كافية في تحقيق ما نحتاجه .ان بعض المعلومات من التغذية العكسية تكون ذات اهمية وذلك لأنها توضح كثير من الاسئلة التي تحتاج الى اجوبة ،ولكن من الناحية العملية فان هناك الكثير من الاشارات تظهر نتيجة التفاعلات بين مختلف المتغيرات في البيئة الغاباتية ، وفي سياق اعداد نماذج النمو يجب ان تكون التغذية العكسية بالمعلومات بما فيه الكفاية للتأكد من ان الجرد المنجز والنماذج المقدرة يمكن الاعتماد عليها لمدى اسع من الظروف والمفاهيم الادارية مع التطور ازمني المتتالي ، ان نرسم التباين لمختلف الظروف الطبيعية في نموذج النمو ، تحسب اماكن مختلف انواع النماذج .

ما هي نماذج النمو What is a Growth Model؟

النموذج الرياضي : هي فكرة تمثل مظهري لوجهات حقيقية (فهي لا تتعارض مع المعنى الطبيعي المتعارف عليه ، فهو يحاكي بعض الاشياء الموجودة في مكان ما) ، فنحن نستخدم النماذج بشكل متكرر وبشكل تلقائي ، مثل عمل نماذج للاشعور او الاغماء ، من خلال تصور العلاقة بين الاسباب والنتائج والتي تساعدنا في توضيح سلوك النظام ، ان وضع اي نظام شفوي كان يكون وصف لحالة ما ، والتي تكون اساس المادة (مقياس النموذج)، فالنماذج الرياضية تشابه النموذج الوصفي الشفوي ، ولكن استخدام لغة الرياضيات والتي تكون اكثر اختصارا ، وغموضا من اللغة الاعتيادية .

فالحاسبات تستخدم بشكل لا يمكن الاستغناء هنا اليوم في المساعدة في اعداد النماذج الرياضية ، ولكن ليس الاساس في عمليات اعداد النموذج بل وسيلة مستخدم في الاعداد للنموذج . فالنماذج تقوم بتمثيل جيد وتستخدم الحاسب في ادراك الطريق الملائم الى اعداد هذا النموذج ، وان Garcia، 1994 شبه نماذج المستخرجة من الحاسب بالات الطباعة للشعر مثلا ، فنماذج نمو المشاجر توضح او توجز التحرك الطبيعي لمشاجر الغابات والذي يشمل للنمو الحاصل فيها ، الموت ، والتغيرات الاخرى في تركيب وانشاء المشجر . فالمعرفة العامة **" نماذج النمو "** تشير بشكل عام الى النظام من المعادلات التي يمكن من خلالها تقدير النمو والانتاج في المشاجر تحت مدى واسع الاختلاف من الظروف . وان نماذج النمو هذه يمكن ان تشمل سلسلة من المعادلات الرياضية في قيم عددية غير ظاهرة في المعادلة فالمنطق الضروري هو ربط هذه المعادلات بطريقة ذات معنى ، وان الحاسب يحتاج الى نموذج رياضي يقدم او يدخل الى الحاسب يكون ملائم ، وبعد اعداد النموذج من قبل الحاسب يمكننا اعداد جداول الانتاج ومنحنياته والتي تكون مشابه الى المعادلة المستخرجة من الحاب ولكن يكون بتمثيل بياني اومن خلال جداول خاصة .

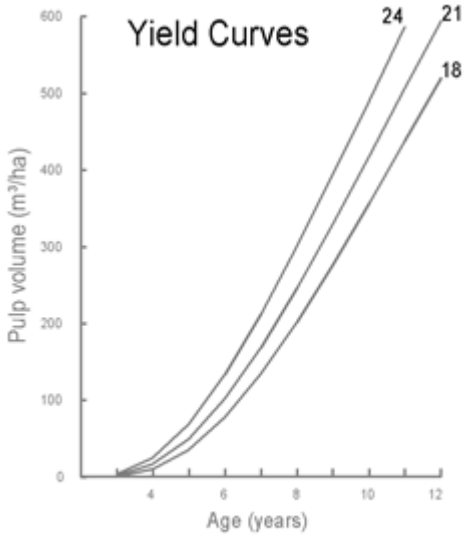
ان الشكل الرياضي يشير الى الزيادة في ابعاد واحد او اكثر من متغيرات المشجر المنفردة بمر الزمن لهذا المشجر (كان يكون الحجم متر مكعب في الهكتار) . فالإنتاج يشير الى الابعاد النهائية التي يصل اليها المشجر عند فترة زمنية محددة متر مكعب في الهكتار ، في المشاجر متساوية العمر ، فان معادلات النمو يمكن ان تقدر النمو في القطر او المساحة القاعدية او الحجم في وحدة المساحة من خلال استخدام دوال العمر او المساحة القاعدية الكلية او اي من متغيرات المشجر وخواصه ، في حين فان معادلة الانتاج يمكن ان تقدر القطر والمساحة القاعدية للمشجر او الحجم الكلي المنتج والذي يتحقق عند عمر محدد .

ان من اهم النماذج البسيطة في مشاجر الغابات والتي يمكن اعداد جدول الانتاج والذي يتكون من عمودين فقط هما عمود الاول يوضح عمر المشجر والثاني الحجم المتوقع عند عمر ما ،ويمكن ان تضاف اليه اعمدة اخرى توضح الانتاج عند مختلف المواقع الجدول 1.3 .

وجدول الانتاج يمكن ان يظهر بيانيا من خلال سلسلة من المنحنيات والتي يكون المحور السيني يمثل العمر ، والمحور العمودي يمثل حجم الإنتاج متر مكعب ،والتي يظهر بشكل مختصر المعادلة الرياضية :

Yield Table

Age (y)	Site Index (m) 18	21	24
3	1	2	4
4	11	17	25
5	36	50	69
6	78	102	133
7	134	169	212
8	201	246	301
9	276	330	395
10	356	418	491
11	438	507	586
12	520	594	679



Yield Equation: $\log(V+1) = 3.534 - 14.02/t + 0.2314\ S/t$

الشكل (1.3): جدول انتاج ومنحنيات ومعادلة الاشجار اليوكالبتس لصناعة العجينة الورقية .

وايضا هناك نماذج نمو لمشاجر معقدة يتم فيها ادخال التمثيل المكاني لأشجار المنفردة ، وقطرها ،الارتفاع ، وكذلك حجم التاج . وان هناك بعض النماذج اتي توضح نوعية المنتج الخشبي وحجم العقد فيه ، والتي من الممكن تربط مع التحولات في التخمينات التي تقدر الخشب المنشور ومقدار الضائعات فيه ، وايضا نماذج نمو للغابات المختلطة والتي تكون متباينة من البسيطة الى المعقدة.

طرق نماذج النمو :

Growth Modeling Approaches

هناك العديد من نماذج النمو الموجودة والتي لا يمكن اختبارها باستخدام الطرائق المستخدمة الاعتيادية ، وبالتالي فانه من الضروري التعرف على الخصائص المشتركة والتي تعتبر بالضبط قليلة الامثلة في كل صف من النماذج ، فانه من الضروري تصنيف النماذج على مستوى التفاصيل التي نزود بها ، فالنموذج يمكن ان تصنف حسب النموذج ،

1. نموذج على مستوى المشجر الكلي ،
2. نموذج على توزيع الاقطار .
3. نموذج للشجرة المنفردة ،

وكل ذلك يعتمد على التفاصيل التي نحتاجها في اعداد النموذج ،وعلى شرط الاستفادة من استخدام هذا النموذج . ان نماذج المشجر الكلي تكون عادة بسيطة وقوي ولكن يمكن ان يكون يتضمن بعض التعقيد والتي تكون غير ممكنة في طرق اخرى .ان ثوابت المجتمع مثل الخزين النامي (عدد الاشجار في وحدة المساحة) ،المساحة القاعدية للمشجر ،ان حجم المشجر يمكن ان يستخدم في تقدير النمو والانتاج في الغابة .ففي هذا النموذج لا يوجد تفاصيل كثيرة عن الاشجار المنفردة في المشجر ، وان توزيعات حجم الساق يمكن ان يستنتج من التوزيع المقدر الموجود .

ما نماذج توزيع الاقطار يمكن ان يثبت من خلال بعض المعلومات التي لها علاقة مع تركيب المشجر ، وهناك العديد من التقنيات التي تكون متاحة لنماذج تركيب المشجر ، ولكن واحدة من الطرق الاكثر شيوعا واستخداما هي طريق جدول المشجر stand table projection ، والذي يقوم باستخراج بشكل اساسي رسم بياني لتوزيع الاقطار ،وهذه الطريقة تكون متوسطة بين نماذج المشجر الكامل و نماذج الشجرة المنفردة ، فعندما صف الحجم يكون غير محدد الكبر وفقط واحد من الصفوف موجود ، آنذاك فان الطريقة المستخدمة هي نموذج المشجر الكامل .

اما اذا عرض الصف يكون صغير غير محدد فان كل شجرة يمكن اعتبارها ، صف منفرد ، آنذاك نقوم باستخدام طريقة نموذج الشجرة المنفردة ، ان التفاصيل عن الطريقة لنماذج الشجرة المنفردة والتي تستخدم الشجرة المنفردة والتي تكون اساس للنموذج ، ان الحد الادنى التي نحتاج ادخاله يحدده الحجم الى الاشجار الموجودة في المشجر . ان بعض النماذج يمكن ان تتطلب الموقع المكاني للشجرة ،ارتفاعها ، صف التاج لها ،فنماذج الشجرة المنفردة يمكن ان تكون معقدة ، فالنموذج له تفرعات كثيرة وكذلك خصائص تتعلق بالتركيب الداخلي للساق والتي يمكن ان يكون لها ارتباط مع الاستثمار . وهناك ايضا نماذج ذات تقنية فسيولوجية وان هذه النماذج تساعدنا في فهم افضل للنمو وحركة المشاجر ، ولكن ليس هناك نجاح في استخدامه في تقدير الانتاج الخشبي في ادارة الغابات .

ان نظام نمذجة التعاقب البيئي هي محاولة الى الى نماذج تعاقب الانواع ، ولكن بصورة عامة غير قادرة على الاعتماد عليها في تزويدنا بمعلومات عن الانتاج الخشبي ، ان النموذج المعد من قبل kimmins , 1988 استخدم الطريقة الهجينة والتي تمكن من خلالها تقدير الانتاج في الغابات ،تحت مختلف نظم الاساسية للتغذية بالعناصر الغذائية ، هذه وغيرها من العناصر اظهرت اختلافات واضحة كما هي مثبت في الجدول 1.1 .

انه من المفيد البحث بين مختلف النماذج وذلك لفهم النماذج في كيفية التقدير bunnel , 1989 ، فهم النماذج وكيفية استخدامها والربط بين الاجزاء المختلفة وفهم المعلومات عنه تساعدنا في التعرف على الفجوات تحتاج الى عمل كبير ، ان الفائدة من الادراك والفهم العميق نستفاد منه عندما نقوم في اعداد واستكشاف النموذج واستخدامه المستقبلي والتي تكون اقل اهمية . وبعكسه ، فالنماذج المستخدمة في التقدير يمكن ان نضحي ببعض التفاصيل الخاصة بعمليات النمو والتي تحقق نسبة كبيرة من الفعالية

والدقة بإنجاز والتجهيز بالمعلومات في ادارة الغابات .وفي الواقع ليس من الضروري ان يكون النموذج واقعي ، و يمكن يكون افضل نظريا فقط والذي يكون له علاقة بالمقترح .

Table 1.1. Selected models to illustrate different scales and purposes.

Use	Resolution	Driving variables	Example
Empirical models			
Atmospheric studies	Global primary production	Evapo-transpiration	Lieth & Box (1972)
National forest planning	Stand variables	Age, stand basal area	Clutter (1963)
Regional planning	Individual trees	Tree species & sizes	Prognosis (Stage 1973)
Silvicultural studies	Tree crowns	Tree & branch variables	TASS (Mitchell 1975)
Silvicultural & conversion studies	Wood characteristics	Branches, ring width & density	SYLVER (Mitchell 1988)
Succession & Process models			
Ecological studies	Individual trees	Tree species & sizes	JABOWA (Botkin 1993)
Nutrient cycling	Individual trees	Trees, nutrients	FORCYTE (Kimmins 1988)
Physiological studies	Mass of foliage, branches, roots	Biomass, photosynthesis, respiration	Sievänen *et al.* (1988)

واخيرا وبصرف النظر عن التفاصيل ، فالنماذج بطريقة الاحتمالات او الصدفة ، فنماذج النمو بطريقة الاحتمالات تعطي تقديرات عن النمو المتوقع في مشاجر الغابات ،وفي نفس الطريقة فان طريقة المتوسطات تظهر ما هو متوقع باتجاه ذلك المجتمع . وعندما نعطي نفس الظروف الاساسية فان نموذج الاحتمالات يعطي عادة نفس التقدير للنتائج التي تعطيها طريقة المتوسطات ن وعلى اي حال ، بسبب التباينات الطبيعة في الظروف البيئة ، وفي الواقع فان مشاجر الغابات لا يكون النمو فيها بشكل دقيق في كل سنة وبنفس الكمية من الخشب ولكن يكون النمو السنوي قد يكون اعلى او ادنى من معدل النمو العام لذلك النوع من الاشجار .

ان النماذج بطريقةA stochastic هي محاولة لتوضيح التباينات الطبيعية والتي تزودنا بمختلف التقديرات وان كل واحد منهم له احتمالات خاصة محدد به ،وان اي واحد من هذه التقديرات تكون متطابقة بدقة الى النمو تحت ظروف محددة ولكن يمكن ان يكون مختلف على التقديرات النمو ،ان الطريقة المنفردة في التقدير بنماذج stochastic هي قليلة الاستخدام ، ان السلسلة الكاملة الكلية في التقدير تكون ضرورية في التجهيز بالمعلومات المفيدة والتي تكون متغيرة التقديرات . وان من المقترح عشرات التقديرات لنموذج stochastic والتي لا تعطي اشارات جيدة في تقديرات النمو ، ولكن ايضا تكون متغير .

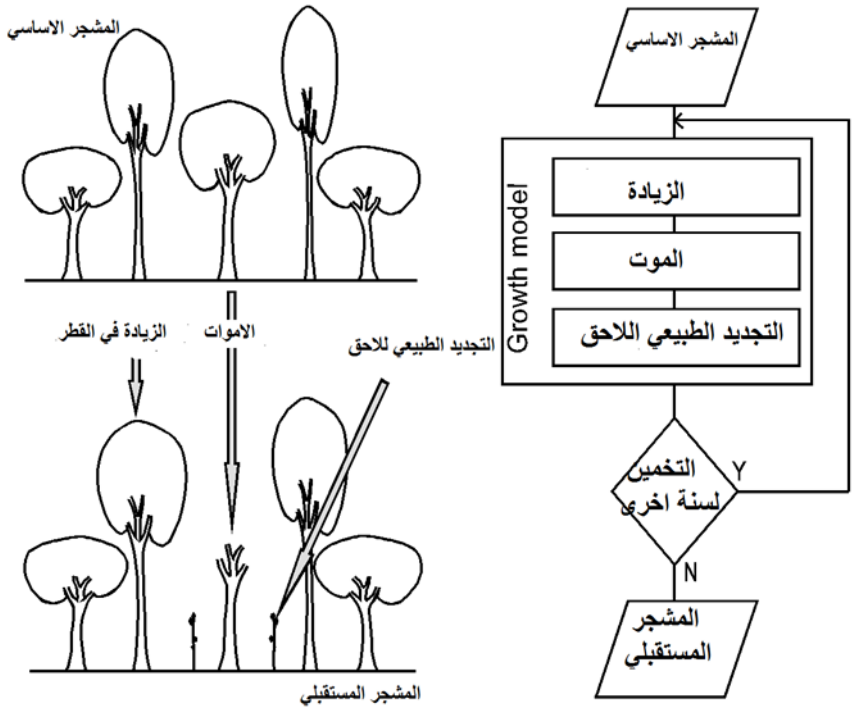
ان نماذج الاحتمالات او الصدفة يمكن ان تعمل بشكل متكامل لخدمة اغراض محددة ، فنماذج الاحتمالات تكون فعالة في تحديد الانتاج المتوقع ومن الممكن ان تستخدم في بيان افضل ظروف للمشجر ، اما نماذج الصدفة Stochastic يمكن ان الاعتماد عليها في توضح هذه التقديرات ومدى المخاطرة التي

ترافق اي نظام اساسي عملي نقوم بتطبيقه . وما الطرق الاخرى تقنية التباين في الانتشار المعدة من قبل Gertner 1987a والتي من الممكن ان تجهز بمعلومات مشابهه تكون اكثر فعالية من نماذج الصدفة ، ان كل من طرائق الاحتمالية والصدفة في التقدير يمكن منها ان نحصل على نفس التقديرات ، وعلى الرغم من ان نماذج الصدفة يمكن ان تزودنا اكثر فائدة غير متاحة في نماذج الاحتمالية ، وان معظم المعلومات التي المخطط او الاداري الغاباتي يمكن ان يحصل عليها بفاعلية عالية من نماذج الاحتمالات .

عنا صر النموذج

Components of a Model

ان طرق اعداد نماذج النمو والانتاج تحتاج الى تفاصيل كثيرة عن مشاجر الغابات ، قد لا تعتمد على النمو الكلي للغابة ولكن تحتاج العديد من المميزات لعناصر النمو في محاولة لنمذجة العمليات بشكل مأثر وفعال .ان العناصر الطبيعية التي نحن نبحث او نرغب باكتشافها تعتمد على نوع الغابة والطريقة المستخدمة في اعداد النموذج ، في الغابات المختلطة ن نحتاج الى توضيح او التحقق من انواع الاشجار المنفردة او مجاميع الانواع المتعددة ، فالنماذج المعدة للإدارة الغابات بشكل مكثف فالأشجار الميتة والتجديد الطبيعي يهمل ، ومع ذلك فان العديد من الغابات الطبيعية ، فان التكون لها يكون ذات اهمية بالغة في اتجاه حركة المشاجر والتي يمكن ان تكون بعض الاعتبارات ذات تاثير في حجم المشجر وانتاجه ، اضافة الى ذلك فان تعريف العناصر بشكل كامل لنماذج المشجر الى مختلف نماذج الاشجار المنفردة . ففي نماذج الشجرة المنفردة وحجم الصف فالعناصر للنموذج عادة تعرف بالزيادة في القطر او المساحة القاعدية ، وبالاشجار الميتة و التجديد الطبيعي الداخل في المشجر من عناصر حديثة النمو ،الشكل 1.4 :



فالزيادة في النمو القطري او المساحة القاعدية هي فكرة بسيطة لها علاقة بسيطة وسهلة قياس ومع الانتاج كذلك ، ان تخمين هو ليس فقط تقدير عدد الاشجار ولكن الانواع والاحجام للأشجار الميتة ، واتجاه اخر للتغير يمكن ان نحدده وهو التراجع او التدهور في جذوع الاشجار التجارية ، والتي يمكن ان نقوم بنموذجها بنفس طريقة الاشجار الميتة ، ويمكن تحديد كذلك النمو اللاحق من التجديد الطبيعي الذي ينشا من انبات البذور او زراعة الشتلات ، ولكن هناك بعض النماذج يمكن ان تقدر البادرات التي يمكن ان تظهر من الانبات ، بينما نماج اخرى ، يتخذ اسلوب، ان نحدد حد ادنى لقياس الاشجار في المشجر كان يكون اقل قطر الاشجار الداخلة في القياس 7 سم ، وان كل من هذه العناصر له عنوان خاص به بشكل منفرد سوف نذكره لاحقا .

.....

د. دليل كثافة المشجر stand density index (S.D.I)

يعرف دليل كثافة المشجر " عدد الاشجار التي يمكن ان تكون في وحدة المساحة في مشجر ما ، عند متوسط قطر معين على ارتفاع الصدر "

ويكون التعبير عن دليل كثافة المشجر بأرقام ، فعندما نقول مشجر دليل كثافته 200 ، فانه نعني بان هذا المشجر يحتوي على 200 شجرة في وحدة المساحة وبمتوسط قطر محدد .

ويمكن اعداد دليل كثافة الموقع من خلال ما يلي :

1. الطريقة البيانية
2. معادلة انحدار

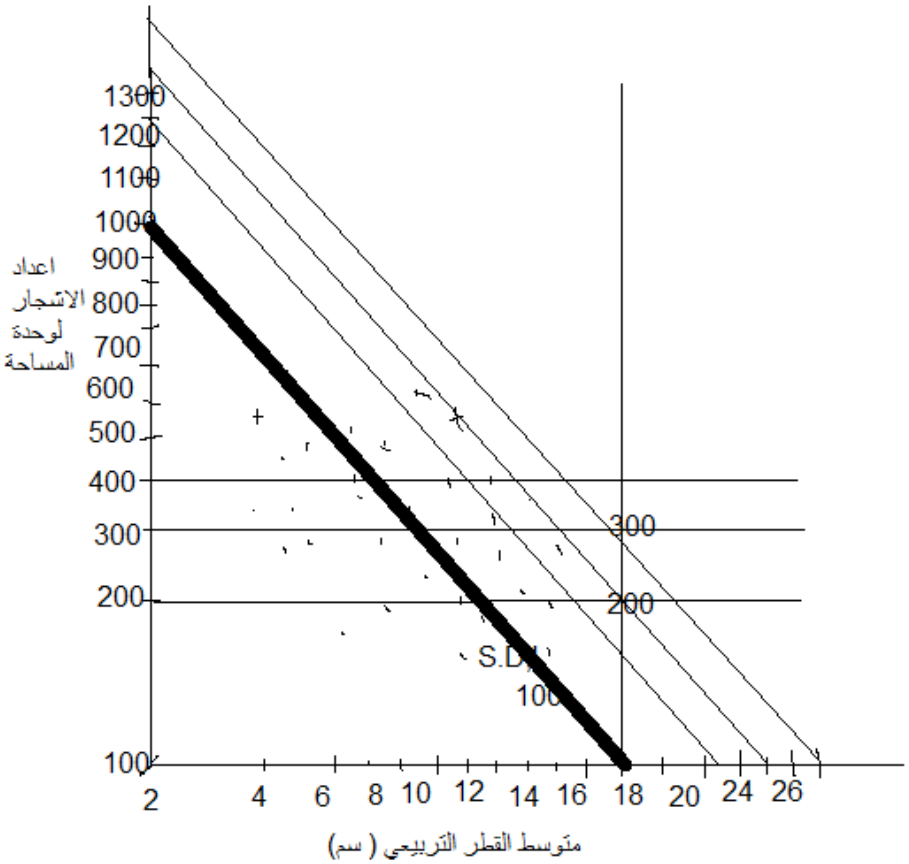
البيانات الاولية لأعداد دليل كثافة المشجر :

1. تقسم الغابات المراد اعداد دليل الكثافة المشجر الى فئات عمرية مختلفة ، مثلا لدينا غابة صنوبر نقوم تصنيف الغابة الى الفئات العمرية كان تكون 15 فئة عمرية تتوزع على طول دورة العمر لذلك النوع
2. تحدد من كل فئة عمرية ما لا يقل عن ثلاثة مكررات كعينات مؤقتة تؤخذ نها القياسات الحقلية .
3. يتم اختيار العينات بشكل عشوائي .
4. تثبت العينات بمساحات للعينة الواحدة تتراوح من (0.1 - 0.01)هكتار .
5. تخمن متوسط القطر التربيعي للعينة الواحد.
6. تقدر عدد الاشجار للعينة الواحدة

وكما في الجدول التالي :

التسلسل	متوسط القطر التربيعي (سم) (X)	اعداد الاشجار في الهكتار(Y)
1	8	2691
2	11	2379
3	14	2344
4	16	2091
5	20	1845
6	23	1643
7	24	1376
8	27	1307
9	30	1264
10	32	1235
11	34	1238
12	36	1220
13	38	1090
14	39	791
15	39	679
16	40	544
17	41	491
18	41	345
19	42	343

ولإيجاد دليل كثافة المشجر بيانيا ، نقوم باستخدام البيانات التي تم جمعها حقليا ، الى كل من متوسط القطر التربيعي واعداد الاشجار لوحدة المساحة الى ورق بياني ، وذلك وضع قيم اعداد الاشجار على المحور الصادي ومتوسط القطر التربيعي على المحور السيني ، وكما في الشكل التالي :



بالاعتماد على البيانات الحقلية نثبت مجموعة من النقاط على الورق البياني
نرسم مستقيم موزون يمثل هذه النقاط
المستقيم الذي يتم اعداد يشكل خطا مستقيم يقطع المحور السني والصادي .
نقطة التقاطع مع المحور السني يمثل القطر المفتاحي للنوع المدروس ويختلف باختلاف الانواع للأشجار المختلفة .
نقطع التقاطع مع المحور الصادي يمثل عدد الاشجار لذلك النوع.
نقوم برسم مجموعة من الخطوط المستقيمة الموازية للخط المثبت الاول
من نقطة التقاطع للقطر المفتاحي الذي رسم اولا ، نرسم مستقيم يوازي المحور الصادي فسوف يقطع المستقيمات التي رسما عند نقاط محدد منها نرسم مستقيمات موازية للمحور السيني فسوف تقطع المحور الصادي في نقاط محدد هي تمثل اعداد الاشجار لذلك الموقع الذي يتحمل انتاجيته .

طريقة المعادلات الرياضية :
تستخدم معادلة الانحدار في تخمين دليل كثافة المشجر ، وذلك من خلال ربط اعداد الاشجار لوحدة المساحة كمتغير معتمد مع متوسط القطر التربيعي كمتغير مستقل في علاقة غي خطية وكما يلي :

$N = b_0 D^{-b1}{}_q$ 1

b_0 و^{b1} = ثوابت النموذج الرياضي

N = عدد الاشجار لوحدة المساحة

D_q = متوسط القطر التربيعي

تكون العلالقة بين اعداد الاشجار ومتوسط قطرها التربيعي علاقة عكسية اي تبدا المشاجر بان يتحمل الموقع اعداد كبيرة من الشتلات او البدرات ولكن مع تقدر العمر والنمو بأبعاده المختلفة تتراجع اعداد الاشجار بشكل تدريجي وبصورة وصولا الى نهاية العمر لذلك النوع تحت الدراسة ، ويكون نسبة انحدار الميل بالاتجاه السالب وبقيمة تقدر درجة التناقص – 1.5 .

ولتحويل العلاقة السابقة الذكر بين اعداد الاشجار ومتوسط قطرها التربيعي نأخذ لوغاريتم الطرفين لتصبح المعادلة كم يلي :

$$Log (N) = log (b_0) + b_1 log(D_q) \quad \text{.....2}$$

يمكن التعبير عن درجة التنافس التي تحدث داخل مشجر الغابات بشكل رقمي ، عند تعويض قيمة القطر المفتاحي في المعادلة اعلاه محل قيمة متوسط القطر التربيعي فان المعادلة تصبح :

$$Log (N) = log (b_0) + b_1 log(D_k) \quad \text{.....3}$$

وعند استخراج قيمة ($log (b_0)$ من المعادلة الثالثة وتعويضها في المعادلة الثانية نحصل على المعادلة التالية :

$$Log(N) = S.D.I – b_1 log(D_K) + b_1 log(D_q)$$

ومن اعادة ترتيب المعادلة نصل الى المعادلة التالية :

$$Log(N) = log (S.D.I) – b_1 (log(D_K) – log(D_q)$$

ومن المعادلة الاخيرة يمكننا ان نستنتج بانه يمكن تقدير عدد لأشجار في وحدة المساحة عند معرفة دليل كثافة المشجر وكذلك متوسط القطر التربيعي والمفتاحي ، اضافة الى معرفة معامل الانحدار b_1.

اما بخصوص ليفية استخراج معامل الانحدار ، فنعتمد على معادلة الخط المستقيم التالية :

$$Log (N) = log (b_0) + b_1 log(D_q)$$

حيث نقوم بتمثيل كل من ما يلي :

$Y = log (N)$

$X = log (D_q)$

$a=log(b_0)$

$b_1=b_1$

ويتم تقدير قيم ثوابت النموذج الرياضي كما يلي :

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i \sum_{i=1}^{n} X_i}{n}}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X\right)^2}{n}}$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

X2	Y2	X*Y	اعداد(Y)	متوسط (X)
64	7241481	21528	2691	8
121	5659641	26169	2379	11
196	5494336	32816	2344	14
256	4372281	33456	2091	16
400	3404025	36900	1845	20
529	2699449	37789	1643	23
576	1893376	33024	1376	24
729	1708249	35289	1307	27
900	1597696	37920	1264	30
1024	1525225	39520	1235	32
1156	1532644	42092	1238	34
1296	1488400	43920	1220	36
1444	1188100	41420	1090	38
1521	625681	30849	791	39
1521	461041	26481	679	39
1600	295936	21760	544	40
1681	241081	20131	491	41
1681	119025	14145	345	41
1764	117649	14406	343	42
18459	41665316	589615	24916	555

معادلات الانتاج

هناك اكثر من طريقة لتقدير الانتاج في مشاجر الغابات اهمها :

1. طريقة المشجر الكامل whole stand
2. طريقة انتشار الاقطار Diameter distribution
3. طريقة الشجرة المنفردة

طريقة المشجر الكامل :

تتضمن هذه الطريقة الاعتماد على ما يلي :

ا. متغيرات المشجر وهي :

1. عمر المشجر : ويتم اخذ قياساته من الحقل باستخدام مثقاب النمو او السجلات للمشجر .
2. كثافة المشجر : يتم اخذها من خلال العديد من مقاييس الكثافة للمشجر ، مثل المساحة القاعدية لوحدة المساحة ، متوسط القطر التربيعي للمشجر ، عدد الاشجار لوحدة المساحة .....الخ.
3. درجة الموقع او متوسط الارتفاع السائد.

ب. الحجم لوحدة المساحة ، يقدر من خلال استخدام جداول الحجم المختلفة المتاحة لدي القائم بالعمل .

ج. اختيار نموذج رياضي لتمثيل العلاقة بين الحجم لوحدة المساحة كمتغير معتمد ومتغيرات المشجر كمتغيرات مستقلة .

اعداد معادلة انتاج :

تتطلب عملية اعداد معادلة انتاج لمشاجر الغابات تحدد فيها الخصائص التالية :

1. مشاجر اصطناعية غير مخففة :
   ا. مشاجر متساوية العمر
   ب. مشاجر غير متساوية العمر
2. مشاجر اصطناعية مخففة :

   ا. مشاجر متساوية العمر

ب. مشاجر غير متساوية العمر

3. غابات طبيعة نقية .

4. غابات طبيعية مختلطة .

فبعد تحديد المشجر وخصائصه ، فمثلا كان لدينا مشاجر متساوية العمر من اشجار الصنوبر والنامية في موقع ما ، فهذا يتطلب من اخذ المعلومات التالية عن ذلك المشجر وكما يلي:

1. تحديد المساحة الكلية للغابة وحدودها الخارجية .
2. تقسيم الغابة بالاعتماد على صفة ما ولتكن اعمار المشاجر .
3. اختيار من كل جزء من اجزاء التقسيم للغابة بما لا يقل عن ثلاثة مكررات ، للجزء الواحد .
4. تثبيت موقع الجزء المختارة من عينات الدراسة بشكل عشوائي .
5. تحديد موقع العينة على الارض من خلال الخرائط الارضية او الاحداثيات الجغرافية ومساحتها .
6. تحديد الحدود للعينة على الارض اما شكل مربع او مستطيل في المواقع المستوية وتكون دائرية في الطوبوغرافيات الجبلية والمتموجة .
7. اخذ قياسات من كل عينة من العينات وكما يلي:
   ا. القطر على ارتفاع الصدر (سم).
   ب. الارتفاع الكلي للشجرة (م).

هي المسافة المحصورة بين سطح الأرض وقمة الشجرة ويرمز له (H)، وقيس الارتفاع للأشجار حقليا بواسطة مسطرة التسوية للأشجار الواطئة ومتوسطة الارتفاع بوحدة (متر) او باستخدام جهاز الهاكا (Haga) للأشجار العالية وبثلاث قراءات بالجهاز الهاكا . القراءة الاولى لقاعدة الشجرة والقراء الثانية بأرتفاع عمود مثبت (2 م) من القاعدة وباتجاه الاعلى للساق والقراء الثالثة لقمة الشجرة ، وباستخدام المعادلات الرياضية تم تقدير ارتفاع الاشجار العالية والكبيرة لكل عينة . واستخدمت المعادلة التالية لتقدير ارتفاع الشجرة.

حيث ان: $h = P \left| \frac{Top\ of\ tree \pm base\ of\ tree}{Top\ of\ pole \pm base\ of\ pole} \right|$

h = ارتفاع الشجرة (م).

P = ارتفاع العمود (م).

Top of tree = قراءة قمة الشجرة (م).

Base of tree = قراءة قاعدة الشجرة (م).

Top of pole = قراءة قمة العمود (م).

Base of pole = قراءة قاعدة العمود (م).

ج. ارتفاع مركز التاج (م).

ارتفاع مركز التاج هو المسافة العمودية ما بين مركز التاج (اي اول ثلاث فروع موزعة بشكل دائري على ساق الشجرة الرئيسي) وقاعدة الشجرة (اي سطح الارض)، ويرمز له (HC) ، وقد حسب من خلال طرح طول التاج من الارتفاع الكلي للشجرة، أي :

$$CH = H - CL$$

إذ إن :

CL = طول التاج (م).

H = ارتفاع الشجرة (م).

CH = ارتفاع مركز التاج (م).

د. المساحة القاعدية في وحدة المساحة.

ان مجموع المساحات للمقاطع العرضية عند مستوى الصدر للأشجار في وحدة المساحة ، احد اهم المتغيرات التي تعطينا مؤشراً على كثافة المشجر وتطوره ، لذا استخدم من قبل الغاباتيين في العديد من الاغراض منها تقدير النمو والانتاج للمشاجر ، وفي دراستنا قمنا بحساب المساحة القاعدية للعينة التي مساحتها (10×10)م من خلال اخذ قياسات اقطارها عند مستوى الصدر كافة، واستخدمت بعد ذلك العلاقة الرياضية التالية :

$$G=0.00007854 \sum_{i=1}^{n} di^2$$

di^2 = القطر عند مستوى الصدر

حولت المساحة القاعدية للعينة من خلال طريقة النسب الى المساحة القاعدية الكلية لوحدة المساحة لتحصل على العينة الواحدة

ه. عدد الاشجار في الهكتار .

يرتبط عدد الاشجار مع مساحة التغطية التاجية لها وبالتالي ما هو متاح من موارد طبيعية للشجرة لاستخدامها في النمو والتطوير ، لذا يعد هذا المقياس من المقاييس المهمة في المشاجر المتساوية العمر النقية التي تناظر مشاجر القوغ الاسود التي نحن بصدد دراسته، فكلما كانت اعداد الاشجار ذات كثافات عالية ظهر التنافس على الموارد في وقت مبكر ويتأخر هذا التنافس مع قلت الكثافة، لذا تم حساب اعداد الاشجار في العينة الواحدة وتنسيبها فيما بعد الى وحدة المساحة.

و. العمر .

تنمو الاشجار خلال فترات زمنية محددة من السنة ، اعتماداً على موقعها البيئي التي تنمو فيه، فتزداد فترات النمو في السنة كلما اقتربنا من خط الاستوائي وتقل بابتعادنا عنه ونتيجة لهذه الفترات نجد ان الكامبيوم الثانوي ينشط في فترات خلال السنة ليكون الخشب الربيعي والخريفي في المناطق المعتدلة التي تقع منطقة الدراسة فيها، لذا فان حساب كليهما سنة واحدة وهكذا بالنسبة للسنوات المتتالية من سنوات النمو وبهذه الطريقة تم حساب اعمار الاشجار ، وكما في المقطع العرضي للشجرة (4) من العينات المأخوذة للدراسة، الذي اخذ عند مستوى القرمة والتي تم صقله وتنظيفه واخذ له صورة عمودياً على منضدة ارضيتها بيضاء وحملت الى الحاسبة برنامج AutoCat لحساب عدد السنوات التي مضت الشجرة في نموها ولغاية وقت القطع.

ز. الارتفاع السائد.

انتاجية الموقع يمكن قياسها بشكل سريع ، اعتماداً على الارتفاع السائد للأشجار النامية ، فكلما كانت المواقع جيدة وملائمة للنمو نجد الاشجار تكون ذات ارتفاعات عالية وخاصة عندما تكون قريبة من العمر المفتاحي لذلك النوع ، ولهذا اخذت قياسات الاشجار السائدة في عينات الدراسة كأحد المتغيرات التي تؤثر على انتاجية الموقع من المادة الخشبية ، ولقد استخدم جهاز (الهاكا) في عملية قياس الاشجار السائدة مع الشريط القطري لهذا الغرض.

ر. الحجم . م3/هكتار .

يتم حساب حجم الساق الرئيسي للشجرة بدون الافرع والاوراق الموجودة على الساق الرئيسي فوقة سطح الارض بالاعتماد على قطر الشجرة عند مستوى الصدر والارتفاع الكلي للشجرة ونقطة الشكل للساق الذي يتم الحصول عليها من قسمة ارتفاع مركز التاج

على ارتفاع الكلي للشجرة ومن خلال المعادلة التالية يمكن تقدير حجم الساق الرئيسي للشجرة .

$$V = 0.00007854\ d^2 1.3\ *\ hi\ *fqh$$

حيث ان :

V_{stem} = حجم الساق الرئيسي للشجرة ($م^3$).

$d^2 1.3$ = قطر الشجرة عند 1.3م.(سم)

hi = ارتفاع الكلي للشجرة (م)

fqh = نقطة الشكل .

$$Fqh = \frac{hp}{hi}$$

= ارتفاع مركز التاج (م)

hp

يتم تقدير حجم الساق الرئيسي للأنواع المختلفة المنتشرة في الموقع، وكما في الجدول (1) ، الذي يوضح البيانات الاولية التي تجمع للعينة الواحدة ، لغرض اعداد معادلة الانتاج .

الجدول(1): البيانات الاولية المقاسة حقليا للعينة الواحدة .

Vstem (m3)	نقطة الشكل	ارتفاع مركز التاج/م	الارتفاع الكلي للشجرة/ م	القطر عند 1.3م	ت
0.0424					
0.0077	0.5	2	4	7.0	1
0.0382	0.6	3	5	12.7	2
0.0337	0.48	2.4	5	13.4	3
0.0100	0.33	2	6	8.0	4
0.0143	0.33	2	6	9.6	5
0.0077	0.4	2	5	7.0	6
0.0064	0.44	2	4.5	6.4	7
0.0100	0.5	2	4	8.0	8
0.0108	0.44	2	4.5	8.3	9
0.0125	0.38	2	5.2	8.9	10
0.0070	0.44	2.2	5	6.4	11
0.0067	0.42	2.1	5	6.4	12
0.0093	0.6	2.4	4	7.0	13
0.0093	0.44	2.2	5	7.3	14
0.0106	0.58	2.3	4	7.6	15
0.0081	0.53	2.1	4	7.0	16

0.0070	0.44	2.2	5	6.4	17
0.0074	0.5	2.1	4.2	6.7	18
0.0085	0.5	2.2	4.4	7.0	19
0.0115	0.51	2.3	4.5	8.0	20
0.0137	0.42	2.2	5.2	8.9	21
0.0172	0.4	2.4	6	9.6	22
0.0172	0.4	2.4	6	9.6	23
0.0077	0.42	2	4.8	7.0	24
0.0280	0.44	2.2	5	12.7	25
0.0205	0.42	2.1	5	11.1	26
0.0163	0.5	2	4	10.1	27
0.0253	0.44	2.2	5	12.1	28
0.0184	0.5	2	4	10.8	29
0.0188	0.51	2.3	4.5	10.2	30
0.0345	0.5	3	6	12.1	31
0.0077	0.5	2	4	7.0	32
0.0351	0.51	3.6	7	11.1	33
0.0310	0.55	3	5.5	11.5	34
0.0261	0.64	3.2	5	10.2	35
0.0096	0.75	3	4	6.4	36
0.0139	0.7	2.8	4	8.0	37
0.0746	0.43	2.6	6	19.1	38
0.0323	0.67	2	3	14.3	39
0.0204	0.32	1.6	5	12.7	40
0.0434	0.3	1.8	6	17.5	41
0.0219	0.48	1.9	4	12.1	42
0.7700	20.17	95.8	203.3	403.2	
0.0156	0.5	1.6	3.2	11.1	31
0.0511	0.42	2.2	5.2	17.2	32
0.0482	0.42	2	4.8	17.5	33
0.0398	0.45	2	4.4	15.9	34
0.0281	0.5	2	4	13.3	35
0.0440	0.48	2.4	5	15.3	36
0.0293	0.48	2.3	4.8	12.7	37
0.0459	0.48	2.5	5.2	15.3	38
0.0141	0.55	2.1	3.8	9.2	39
0.0163	0.5	2	4	10.2	40
0.0164	0.43	1.5	3.5	11.8	41
0.0032	0.5	1	2	6.4	42
0.0323	0.56	2	3.6	14.34	43
0.0308	0.44	2	4.5	14.04	44
0.0184	0.5	2	4	10.84	45
0.0184	0.44	2	4.5	10.84	46
0.0184	0.5	2	4	10.84	47
0.0156	0.47	1.8	3.8	10.54	48

0.0323	0.5	2	4	14.34	49
0.0774	0.48	2.7	5.6	19.14	50
0.0367	0.47	2	4.3	15.3	51
0.0431	0.48	2	4.2	16.6	52
0.0206	0.5	2	4	11.5	53
0.0230	0.48	2	4.2	12.1	54
0.0143	0.5	2	4	9.6	55
0.0229	0.47	1.8	3.8	12.7	56
1.3575	27.06	103.6	215.6	670.4	

وبعدها يتم تنسيب الحجم لوحدة المساحة ، ولما كانت العينة التي تم اخذها مساحتها 900 م2 ، لذا فان الحجم بالهكتار يصبح 15.0833 م3 للعينة الاولى . وهكذا يتم جمع البيانات لكافة العينات التي تم تثبيتها ، ومنها نقوم بأعداد الجدول التالي :

الجدول (2) يبين متغيرات المشجر التي تم اخذ القياسات الحقلية له ولمختلف العينات :

التسلسل	الحجم /م3	العمر/ سنة	المساحة القاعدية /م2 هكتار	عدد الاشجار	الارتفاع السائد
1	15.0883	12	14.7	766	8.3
2	16.5643	13	14.9	750	9.2
3	7.56432	7	8.3	987	5.3
4	6.7654	6	6.9	1040	4.8
5	17.5432	14	16.9	623	9.1
6	6.1243	5	5.7	1105	4.2
7	15.6548	12	15.1	700	8.1
8	14.7654	11	13.8	867	7.8
9	5.6578	5	4.9	1200	3.9
10	12.8769	10	11.9	870	7.5

بعد اعداد الجدول النهائي اعلاه

8. استخدم برنامج الاحصائي Statgrahics الذي يحتوي على العديد من طرق الانحدار التي تتمثل:

1- الانحدار الخطي :

أ-الانحدار الخطي البسيط.

ب-الانحدار الخطي المتعدد.

2- الانحدار غير الخطي :

أ-الانحدار غير الخطي البسيط.

ب-الانحدار غير الخطي المتعدد.

الانحدار الخطي البسيط

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + E_c$$

الانحدار الخطي المتعدد

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots \ldots \ldots \ldots b_n x_n + \sum \ldots$$

الانحدار غير الخطي البسيط

$$Y = b_0 x^{b1} + E_i$$

الانحدار غير الخطي المتعدد

$$Y = b_0 + b_1 x_1 \left(1 - e^{(-b_2 x_2)}\right) + E_i$$

ولإعداد العلاقات البايومترية بين مختلف عناصر الشجرة ، استخدم الدوال الخطية وغير الخطية التي تربط بين احد عناصر الشجرة كمتغير معتمد وواحد او أكثر المتغيرات الاخرى كمتغير مستقل للشجرة او المشجر ولقد طبقت لهذا الغرض العديد من النماذج الرياضية المختلفة الاشكال المقترحة من قبل الباحثين منهم (Kenefic و Seymour ، 1999) (Hunt وآخرون، 1999) (Medurst و Beadle، 2002) (Quiñonez-Piñón و Valeo ، 2017).

او معادلات اقترحت من قبل الباحث ، للوصول الى افضل المعادلات التي لها درجة دقة عالية في التخمين و يتلائم مع البيانات التي تم جمعها حقلياً.

اختيار المعادلات البايومترية :

ان النماذج التي تمثل العلاقة البايومترية بين عناصر الشجرة المختلفة والمشجر، يفترض التي تقوم باختيارها ، تتطابق مع معظم الفرضيات الاحصائية التي تشير الى دقة التقدير ، سواءً كانت هذه النماذج خطية بسيطة او متعددة او غير خطية بسيطة او متعددة وان لثوابت النموذج الرياضي لها القدرة على التغير وفق مختلف التغيرات وهذ ما نلاحظه بأن العلاقات بين عناصر الشجرة او المشجر تظهر تغيرات واضحة في شكل المنحنى التي تغطيه ، لذا نجد ان معظمها العلاقات تكون غير خطية وخاصة غير خطية متعددة، ويجب الاشارة هنا ان يكون الخطأ العشوائي للنموذج موزعاً توزيعاً عشوائياً وبمتوسط يكون قريب من الصفر وان هناك تجانساً ثابتاً في الخطأ العشوائي في النموذج المختار ، وايضاً يجب التأكيد على ان النموذج المختار لا يحتوي على اي ارتباط يذكر بين المشاهدات الاخطاء العشوائية وبشكل عام يتم انتخاب المعادلة التي يمكن اختيارها والتي تعتمد على المقاييس الاحصائية التالية:

معامل التحديد Coefficient of determination (R^2)

يشير معامل (R^2) الى نسبة التباين في المتغير المعتمد الذي يمكن التنبؤ به من خلال المتغيرات المستقلة، وهو يستخدم في النماذج الاحصائية التي تهدف الى تخمين النتائج او اختيار الفرضيات على اساس البيانات المقاسة حقلياً ذات الصلة، وتستند هذا المقياس الى نسبة التباين الكلي للنتائج ، ويتراوح معامل التحديد بين (0−1) . وبتعبير آخر بين نسبة التباين (تباين قيمة المتغير المعتمد) من خلال المتغيرات المستقلة :

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}-\bar{Y}2)^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2}$$

حيث ان :

$\bar{Y}$ = المتوسط الحسابي للمشاهدات المتغير المعتمد .

Y = القيمة الحقيقية للمتغير المعتمد .

$\hat{Y}$ = القيمة المقدرة (المتغير المعتمد بعد تعويض قيم x في معادلة النموذج الانحدار).

الخطأ القياسي Standard Error :

هو احد مقاييس التشتت الذي يستخدم لمعرفة مدى تباين المشاهدات عن خط الانحدار للنموذج المستخرج وان القيمة الاصغر والقريبة من الصفر تدل على جودة المعادلة والتي تمثل خط الانتشار للمعادلة وتحسب حسب العلاقات التالية :

تقدير متوسط قيم المشاهدات :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{si}^{n} x_i}{n}$$

متوسط الانحراف القياسي لعينة الدراسة Estimate sample standard deviation :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{1=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

الخطأ القياسي المنسوب للمعدل Estimate standard error of mean (S.E) :

$$SE_{\bar{x}=\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

حيث ان :

$\bar{x}$ = متوسط قيم المشاهدات المستقلة .

Xi = القيمة الحقيقية للمشاهدة

S = متوسط لانحراف القياس لعينة الدراسة .

n= عدد المشاهدات

SE = الخطأ القياسي المنسوب بالمعدل *(SE)*

ومن خلال استخدام البيانات في الجدول (2) وبرنامج Statgrahics نتوصل الى معادلة انتاج للنوع تحت الدراسة :

مثل المعادلة الانتاج لمشاجر اليوكالبتوس النامية في شمال العراق :

$$Y = -153.3732 + 7.9549\ G + 149.089\ H_0 - 0.0611G^2$$

ومعادلة الانتاج لمشاجر القوع الاسود النامية في المشاجر الاصطناعية الاروائية شمال العراق :

$Y= -0.64168+0.34744A^{2}+0.063183D_{q}^{2.4}$
$R^{2}= 0.9674$ S.E=2.29

العمر /سنة	متوسط القطر التربيعي /سم								

المطلوب :

اعداد جدول الانتاج لمشاجر القوغ للأعمار من 3-8 سنة ، ومتوسط قطر تربيعي (6 – 14)سم

باستخدام المعادلة التالية :

$Y= -0.64168+0.34744A^{2}+0.063183D_{q}^{2.4}$