محاضرات هندسة الغابات

المرحلة الرابعة/ قسم علوم الغابات

اعداد

المدرس منذر يونس محمد

كلية الزراعة و الغابات / جامعة الموصل

تخطيط طرق الغابات

المقدمة

التفكير بدراسة طرق الغابات لم يبدا الا منذ ما يقارب (200) سنه وهي مرحله متأخرة قياسا لبدء الاهتمام باختصاصات الغابات المختلفة وقد كان اول لقاء علمي وعالمي هو الملتقى الذي نظمته الدول الاوروبية بالتعاون مع منظمة الغذاء والزراعة عام (1965) حول تخطيط شبكات المواصلات في مناطق الغابات والضرورة الرئيسة التي دعت لعقد مثل هذا اللقاء هو زياده الطلب العالمي على الخشب كمادة اولية والحاجة الى الوصول الى موازنة مع هذا الطلب عن طريق التوسع في عمليات استثمار الغابات سواء كانت طبيعية ام صناعية.

ان الاهتمام السليم بموضوع الطرق في الغابات يحتم دراسة وضعية طرق الغابات القائمة فعلا ان وجدت. والتصورات الممكنة للحاجة اليها مستقبلا وذلك يكون في ضوء الظروف الحالية وتغيراتها المستقبلية المنظورة و علاقة الغابة من حيث التأسيس والادامة والوقاية والاستثمار المبرمج (دورات التخفيف ودورات القطع الكل النهائي) اضافة الى العلاقة الاكثر اهميه مع الطرق في الغابات الا وهي الوسيلة او الوسائل المستخدمة او التي ستستخدم لنقل الاخشاب المقطوعة من مواقع نموها الطبيعية الى حدود جوانب الطرق داخل الغابة. ومهما اختلفت الظروف الخاصة بمساحة غابة معينة فان الهدف الاستراتيجي لا يحيد عن توجيه التعامل مع مختلف الظروف والمعطيات بحيث تكون النتيجة استثمار الغابة وايصال الاخشاب المقطوعة الى المصانع والاسواق او مواقع الاستهلاك باقل تكاليف كلية ممكنة.

ان الظروف التي تستوجب الملاحظة ليتم التخطيط بما يتناسب معها بشكل عام قد تكون ذات طبيعة ثابتة كتضاريس ارض الغابة ومساحتها وشكلها وجيولوجيتها وموقعها ووجود الاتصال بينها وبين شبكة الطرق الخارجية العامة والظروف المناخية و نوعية التربة او انواعها وغير ذلك او قد تكون ذات طبيعة غير ثابتة كأنواع الاشجار وتوزيع المحصول الخشبي على ارض الغابة والاعتبارات الهندسية لتصميم الطرق بما يتناسب مع حجوم و كثافات ونوعيات وسائل النقل التي ستمر على الطرق في الغابات وغيرها من العوامل.

اضافه الى ما ورد اعلاه هناك مسالة مدى الحاجة الى وجود شبكة الطرق و امكانية استخدام بديل عنها. ففي المرحلة الاولى يستفاد من الطرق في نقل العمال والمواد للقيام بأعمال التشجير

ويستفاد منها في السنوات اللاحقة لإعمال التشجير استفادة محدودة و ذات طبيعة متقطعة في الاعمال التنموية ومكافحة الحرائق واعمال ادارة الغابة واعداد خططها. وعندما يحين موعد قطع الاشجار ضمن خطة التخفيف او القطع الكلى النهائي تبلغ الحاجة الى الطرق وفائدتها مداها الاقصى في الغابات الانتاجية.

خلاصة ما يمكن قوله هو ان تخطيط الطرق يجب ان يتناسب مع متطلبات معدات نقل الاخشاب المقطوعة لان الطرق هي حلقة اتصال بين وجود الشجرة النامية و بين وضعها بين ايدي المستهلكين لخشبها وذلك باستخدام وسائل ايصال الاشجار المقطوعة وتجميعها عند جوانب الطرق كمرحلة اولى تمهيدا لنقلها بالشاحنات المناسبة الى مواقع الاستهلاك. ويتضمن هذا ان تكون الطرق اقرب ما يمكن الى المساحات المنتجة و استبعادها من المساحات غير المنتجة . والسؤال المهم الان هو كيف تكون الطرق اقرب ما يمكن من المساحات المنتجة بحيث تكون تكاليف الاستثمار الكلية اقل ما يمكن؟ والإجابة على هذا السؤال تكون بتخطيط شبكات الطرق بحيث تكون المسافات الفاصلة بين خطوطها متناسبة مع وسيلة نقل الاخشاب المقطوعة او بمعنى اخر، معرفة المسافة القصوى الممكنة من الناحية الاقتصادية لنقل الاخشاب المقطوعة الى اقرب طريق داخل الغابة وهذا ماسترد وتفاصيله لاحقا

النقل الاولي Extraction

يقصد بالنقل الاولي ايصال الاشجار المقطوعة، بعد تقطيع جذورها بأطوال مختلفة او بدون تقطيع ، من مواقع قطعها الاصلية داخل الغابة او المشجر الى جوانب الطرق القريبة اليها والى ساحات التكديس داخل الغابة تمهيدا لنقلها بوسائط النقل البري او المائي او السكك الحديدية الى مواقع الاستهلاك او التصنيع. فالنقل الاولي اذن هو مسالة نقل تتداخل فيها اشكال عديده من الحركة وعلينا اختيار الصفة الافضل لشكل هذه الحركة خاصة وان النقل الاول يكلف (25 الى 75%) من تكاليف الانتاج الكلية باستثناء تكاليف نمو الشجرة.

الواقع ان هناك اصلاحات عديده للتعبير عن محتوى هذا النقل التمهيدي اضافة الى النقل الاولي الذي يعد مصطلحا عاما ومن هذه المصطلحات.

Skidding - نقل الجذوع الخشبية الملامسة لسطح الارض بصورة كلية او جزئية

Hauling - نقل الجذوع الخشبية الى جوانب الطريق مضافا اليها النقل على طريق الغابة الرئيسي

Logging- مصطلح عام يشتمل على القطع والنقل

Yarding- نقل الجذوع الخشبية الى ساحات التكديس

Short Hauling- مصطلح لبيان قصر مسافة النقل داخل الغابة مقارنة مع مسافة النقل على الطرق العامة

Off road extraction- مصطلح تعريفي مرادف لمصطلح النقل الاولي.

اما وسائط النقل الاولي بصورة عامة فتكون من الانواع الاتية

1. الايدي العاملة
2. الحيوانات (الخيول، الثيران، الفيلة، البغال)
3. الجرارات الزراعية المزود معدات رابط الجدوع
4. الجرارات الزراعية المزودة بعربات
5. الساحبات المصممة لغرض نقل الجذوع
6. الناقلات المزودة برافعات سلكية او هيدروليكية
7. معدات الاستثمار المتطورة (مكائن متطورة قطع الشجر وتزيل اغصانها وتقطعها وتحملها وتنقلها)
8. الرافعات السلكية ذات المديات المختلفة
9. قنوات النقل بالجاذبية الارضية
10. النقل المائي
11. النقل الجوي (المناطيد والطائرات المروحية)
12. الشاحنات الاعتيادية

بصورة عامة يمكن استخدام الايدي العاملة في نقل الاخشاب الصغيرة الحجم لمسافات قصيرة حيث ان قدرة الانسان في المتوسط تقل عن $\frac{1}{10}$ قوة حصانية ولكن من جانب اخر نجد ان تكاليف الايدي العاملة قد ارتفعت في الدول المتقدمة والكثير من الدول النامية بمعدلات اعلى بكثير من معدلات ارتفاع المكائن فعلى سبيل المثال ارتفعت الاجور في السويد بنسبة 476 % للفترة من 1939 الى 1956 مقابل 173 % في اسعار الجرارات الزراعية. وفي المملكة المتحدة كان نسبتا الزيادة بمقدار (388 %) و(261 %) على التوالي للفترة نفسها تقريبا Wittering 1971. ولهذا السبب ورغبة في تقليل التكاليف الكلية الى الحد الادنى الممكن فان الاتجاه وادخال المكننة في العمل قدر الامكان التي تعمل على تقليل النسبة المئوية لمساهمة الايدي العاملة في مجمل العملية الانتاجية و زيادة الانتاج في وحدة الزمن الواحدة وتقليل كلفة الإنتاج.

تعد الخيول الضخمة من اكثر الحيوانات استخدامها في النقل الاولي للأخشاب وهي مفيدة وقد يكون استخدام اقتصاديا في حالة نقل الاخشاب الناتجة عن التخفيف وكذلك لعمليات الاستثمار ذات النطاق المحدود Crwther(1964). لكن الحصان لا يمكن ان ينافس المكننة المستخدمة

في الغابات الكبيرة والاستثمارات الواسعة و يمكن للحصان ان يعمل على منحدرات تصل الى 35 درجة ولمسافات نقل لا تزيد على 300 متر حيث يمكن للحصان الجيد ان ينقل في كل دورة نقل حمولة تتراوح بين(25% - 0,4) متر وهذا يتوقف على الظروف الارضية و الطبوغرافية حيث ان القدرة الحصانية للخيول والثيران تتراوح بين 0,5 -1 قوة حصانية (القدرة الحصانية للفيل 10 قوة حصانية) واستخدام الحيوانات يتطلب توفير فسح او مجالات لتكديس الاخشاب تمتد على طول خط الطريق. ورغم التطور الكبير في ميدان مكننة النقل الاولي فلا زالت الخيول مستخدمة، وبكثافة احيانا في كثير من البلدان ومنها السويد التي يستخدم فيها حوالي 15000 حصان نقل 2 مليون متر مكعب من الخشب سنويا (Hedman 1986).

تتميز الجرارات tractors والساحبات skidders والناقلات forwarders سواء كانت مدولبة ام مجنزرة بسرعة العمل وقدرتها على النقل لمسافات طويله نسبيا وخاصة على الاراضي المنبسطة حيث يؤدي استخدامها الى تقليل تكاليف الاستثمار. كما يمكن للأنواع المختلفة العمل على السفوح ذات الانحدارات متفاوتة بين الانحدار الخفيف كما في الجرار نوع ماسي فركسون المزود بكماشات آلية Massey Ferguson fractor with Hydra Tongs

الذي يعمل على انحدارات لا تزيد عن 5% والانحدار الشديد الذي يصل الى 40% كما في حالة الساحبة المتطورة Frame streered skidder والناقلة نوع فولفو SM868 حيث يمكن لهذه المعدات ان تعمل على منحدرات صعودا ونزولا بدرجات متفاوتة من الكفاءة. ولبعض هذه المعدات قدره على العمل على انواع مختلفة من التربة وأحيانا بوجود مرتفعات ومنخفضات في طريق سيرها تصل الى ارتفاع او عمق نصف متر، ويختلف نوع الملحقات التي تربط مع هذه المعدات حسب انواعها واستعمالها بشكل عام يكون لنقل كميات كبيرة من الاخشاب المقطوعة حيث تتطلب توفير ساعات تكديس كبيرة ومتفرقة بسبب قابليتها على السير على طرق الغابات دون احداث كثير من الضرر للطريق.

تستخدم الرافعات السلكية Cable cranes في ظروف الطبوغرافية الجبلية الصعبة و الانحدارات الشديدة حيث يصعب استخدام انواع الاليات. وتكون تكاليف الرافعات السلكية عالية عادة بسبب المدى المحدود لطول السلك الذي يبلغ 150 متر في الانواع القصيرة المدى High- lead Double drum Winch و 350 متر، في الانواع المتوسطة المدى

Sky- line Double drum Winch وكذلك بسبب قدرته التحميلية المحدودة وصعوبة تركيب السلك بين الطريق وموقع الاشجار المقطوعة اضافة الى تكدس الاخشاب بكميات كبيره عند جوانب الطرق مما يتطلب انشاء ساحات تكديس كبيرة Drummond 1971. ان المدى المحدود للرافعات السلكية يتطلب تقصير الابعاد بين خطوط الطرق الى الحد الذي يتناسب و طول السلك وبعكسه فان ازدواجية النقل لا يمكن تجنبه وينعكس ذلك على تكاليف الاستثمار سلبا. ولهذا السبب يتطلب استخدام الرافعات السلكية اهتماما متميزا بجودة تخطيط الطرق وتعيين مواقعها ومساراتها. ومن الجدير بالذكر ان الرافعات السلكية يمكنها العمل على المنحدرات صعودا ونزولا بالكفاءة الانتاجية نفسها.

ان استخدام تراكيب قنوات النقل Shutes و النقل المائي محدود جدا وتطبيقه مرهون بتوفر المستلزمات الطبيعية لهاتين الوسيلتين Huggard(1961). اما النقل الجوي فيقتصر في الوقت الحاضر على استخدام الطائرات المروحية لنقل كميات محدودة من الاخشاب وللأغراض البحثية او العلمية حصرا.

العوامل المؤثرة على اختيار وسيلة النقل الاولي

لقد اوضحنا بإيجاز في السطور القليلة الواردة سابقا ان وسائل النقل الاولي يختلف بعضها عن البعض الاخر من حيث مواصفاتها ودرجه المكننة فيها واداها وقابليتها على ارتقاء المنحدرات وغيرها وعليه فان اختيار احدى هذه الوسائل سواء كانت من بين الموجودة في الاستخدام فعلا او من بين ما يمكن تصور ظهوره في المدى القريب، يخضع لجملة عوامل واعتبارات ينبغي ملاحظتها ودراستها بصوره منفرده وكذلك بصورة عامة كمجموعة واحدة لعوامل المرتبطة بعضها مع البعض الاخر قبل اتخاذ القرار النهائي حول الوسيلة الانسب الواجب استخدامها. ومن الجدير بالذكر ان مساله العامل الاقتصادي تعد قاسما مشتركا لكافة العوامل والاعتبارات المؤثرة على اختيار وسيلة النقل الاولي التي يمكن توضيحها بإيجاز كما يأتي.

1. **مدى توفر وسائل النقل الاولي:** انسب وافضل وسيلة نقل اولي هي التي ينتج عن استخدامها اقل كلفة ممكنة لوحدة الانتاج الواحدة (متر مكعب ، قدم مكعب، قدم لوحي او غيره) فاذا لم تتوفر هذه الوسيلة نقوم باستخدام غيرها بكلفة اعلى او استخدام الوسيلة الموجودة ان لم يكن هناك بديل لها

2. الايدي العاملة: تختلف وسائل النقل الاولي من حيث نسبة مساهمة الايدي العاملة في عملها الانتاجي وتكاليفه و كلما ارتفعت اجور العمال كلما زاد التوجه نحو زيادة استخدام المكننة او مكننة العمل مع عدم اهمال نوعية الايدي العاملة المطلوبة في كلا الحالتين و امكانيات الحصول عليها ودرجة خبرتها وكفاءتها.

3. مسافة النقل الاولي: بعض وسائل النقل الاولي يكون لها مدى محدد كما في حالة الرافعات السلكية واذا اردنا تجنب ازدواجية النقل الاولي فيجب ان لا تزيد مسافة النقل الاولي عن اقصى مدى للرافعة السلكية. وفي حالة المسافات القصيرة يمكن استخدام الحيوانات اما للمسافات الطويلة نسبيا فتستخدم الجرارات والساحبات والناقلات حيث قد تصل مسافة النقل الاولي الى كيلومتر واحد تقريبا.

4. الانحدارات واتجاه النقل الاولي: بصورة عامه تصلح الرافعات السلكية للعمل في مواقع المنحدرات التي لا يمكن ان تعمل عليها وسائل النقل الاولي الاخرى سواء كان اتجاه النقل على المنحدرات صعودا ام نزولا Crowther and Forrester 1964 اما الوسائل الالية المجنزرة و المدولبة تصلح للعمل على الاراضي المنبسطة او المحدودة الانحدار حيث يكون اتجاه النقل نزولا وبدرجة اقل صعودا.

5. توفر الاعتمادات المالية: قد لا تتوفر المبالغ اللازمة لشراء وسيلة النقل الاولي المطلوبة او لإنشاء وتوسيع شبكة الطرق لتقصير مسافة النقل الاولي الى الحدود الملائمة اقتصاديا.

6. الظروف المناخية والبيئية: بصورة عامة يفضل العمل صيفا على العمل شتاء حيث تقل نسبة الوقت غير المنتج بسبب قلة توقفات العمل وقلة عطل وسائل النقل الاولي وخاصة المكائن. وفي ظروف خاصة يمكن ان يكون الثلج عاملا ايجابيا وليس سلبيا. كما ان مسالة الحفاظ على البيئة ومنع تلوث المياه و الناحية الجمالية للطبيعة لها ادوار في اختيار وسيلة النقل الاولي

7. ظروف الارض و قدرة تحمل التربة: الارض الصلبة الجافة تكون ذات قدرة تحمل عالية و تصلح لكافة انواع وسائل النقل الاولي بينما الارض الرطبة والترب الحاوية على طبقة المواد السطحية العضوية المتفسخة تكون ضعيفة وتتطلب وسائل نقل اولي ذات ضغط قليل على الارض وعدم ملامسة الجذوع المنقولة لسطحها. ومن الممكن الجمع بين اكثر من وسيله نقل اولى لنقل الجذوع على امتداد مسافة سحب واحده ذات ظروف ارضية مختلفة رغم ان هذا يتضمن ازدواجية النقل.

8. مدى الحاجة الى ساحات التكديس: تختلف وسائل النقل الاولي من حيث حاجتها الى ساحات التكديس واتساعها وتباعدها عن بعضها كما ان انشاء ساحات التكديس مرتبط بعرض الطرق في الغابات ومواصفاتها ومواقعها اضافة الى مواقع عمليات القطع التحويل.

9. كمية الانتاج المطلوب نقله: تتميز المشاريع الكبيرة باستمرارية العمل و قلة تكاليف التحميلات الادارية لوحدة الانتاج وقلة الضائعات في الوقت والإنتاج فضلا عن توفر فرص افضل لاستخدام المكننة المتطورة وعلى العكس من هذا يكون الحال في المشاريع الصغيرة ذات الانتاج المحدود المتقطع او المقتصر على فتره زمنيه قصيره.

10. مواصفات الانتاج الخشبية: هناك مرونة اكبر في اختيار وسيلة النقل الاولي عندما تكون نوعية الانتاج الخشبي جيدة. اما من الناحية الكمية فهي مرتبطة بنوعية القطع(تخفيف بأنواعه المختلفة والقطع الكلي النهائي) وحجم الشجرة الواحدة واطوال الجذوع وابعادها ومواقع اعمال القطع التحويلي و حجم الانتاج لوحدة المساحة و هذه المواصفات تختلف حسب متطلبات الاسواق والمصانع وظروف العمل الممكنة في الغابة وبالتالي فهي تحدد طريقة او نظام الاستثمار وامكانيات استخدامها وسيلة السحب هذه او تلك. وادناه وصف لنظم الاستثمار المعروفة و نسبة مساهمة الايدي العاملة في كل نظام.

الجدول 1-1 مساهمة اليد العاملة في طرائق و نظم الاستثمار

نظام الاستثمار	طبيعة العمل	نسبة الايدي العاملة %
1. **طريقة الجذوع القصيرة** **Short wood method**	قطع تحويل يدوي في المشجر (تقطيع، تقشير، ازالة اغصان، الى اخره)	**80–70**
2. نظام الجذوع القصيرة **Short wood system**	قطع تحويل ميكانيكي في المشجر	**30–15**
3. طريقة الجذع الكامل **Tree length method**	اسقاط وازالة اغصان يدوي في المشجر وتقطيع يدوي عند جوانب الطرق	**60–55**
4. نظام الجذع الكامل **Tree length system**	اسقاط وازالة اغصان يدوي في المشجر وتقطيع تشريطي ميكانيكي عند جوانب الطرق	**55–45**
5. طريقة الشجرة الكاملة **Full tree method**	اسقاط يدوي في المشجر وقطع تحويلي ميكانيكي عند جوانب الطرق	**45–35**
6. نظام الشجرة الكاملة **Full tree system**	اسقاط ميكانيكي في المشجر وقطع تحويلي ميكانيكي عند جوانب الطرق	**35–25**

تكاليف النقل الاولي Cost of Extraction

تعتمد تكاليف النقل الاولي على كلفة وسيلة النقل الاولي لوحدة الانتاج الواحدة. وتتكون بصورة عامة من التكاليف الطرفية terminal cost وتكاليف الحركة movement cost فالأولى هي الناجمة عن العمل في تجميع الحمولة وربطها مع وسيله السحب او تحميلها عند بداية مسافة السحب وفك ارتباط الحمولة او تفريغها عند نهاية مسافة السحب. اما الثانية فهي الناجمة عن المسافة الفعلية التي تسيرها وسيله النقل الاولي في الوصول من نقطة بداية مسافة السحب الى نقطة نهايتها وتزداد هذه الكلفة بصورة طردية مع ازدياد مسافة السحب. وعادة تكون كلفة النقل الاول عالية جدا بالمقارنة مع كلفة النقل بالسير على الطرق العامة الذي يستدعي مراعاة الدقة عند اختيار الحد الاقصى لمسافة النقل الاولي . وعليه فان وجود سجلات التكاليف يساعد في

اختيار وسيلة النقل الاولي الملائمة رغم وجود احتمال للحصول على ارقام تكاليف مختلفة في وسيلة نقل اول معينة تحت ظروف طبيعية متشابهة وذلك لاختلاف كفاءة الايدي العاملة الفنية و مهارتهم و طريقة حساب التكاليف وعدد العناصر الداخلة في التكاليف.

ان تكاليف الحركة والتكاليف الطرفية ومجموعها لوسيلة نقل معينة يمكن الحصول عليها بعد معرفة الكلفة الكلية لوسيلة النقل الاولي لكل وحدة زمنية قياسية. والزمن القياسي يحصل عليه عادة من نتائج دراسات الزمن والحركة لوسيلة النقل الاولي المعينة تحت ظروف عمل موصوفة ولمسافات نقل اولي عديدة.

اما الزمن المستغرق لإنجاز الاعمال الطرفية فيكون ثابتا لوحدة الانتاج بغض النظر عن طول مسافة النقل الاولي. وبصورة عامة تحسب تكاليف النقل الاولي/ وحدة الحجم / وحدة مسافة بتطبيق العلاقة الاتية :

كلفة النقل الاولي / م^3 / 100 متر =

$$\frac{\text{لقطع الاولي النقل وسيلة تستغرقة الذي الزمن 100متر}}{\text{المكعب بالمتر الاولي النقل وسيلة حمولة}} * \text{ومشغلها الاولي النقل لوسيلة الواحدة الدقيقة كلفة}$$

ماهي تكاليف النقل الاولي اذا استخدمنا ناقلة تتوفر عنها المعلومات الاتية:

الزمن المستغرق في نقل حمولة واحدة مسافة 100 متر 4 دقائق

معدل حمولة الناقلة 10 متر مكعب

كلفة الناقلة 7,5 دينار / ساعة

تكاليف سائق الناقلة 1,5 دينار / ساعة

كلفة الدقيقة الواحدة للناقلة = $\frac{7.5+1.5}{60}$ = 0,150 دينار / دقيقة

الزمن اللازم لنقل متر مكعب واحد = $\frac{4}{10}$ = 0,4 دقيقة

الكلفة / م^3 / 100 متر = 0,4 × 0,150 = 0,060 دينار

ومن الجدير بالذكر ان الزمن المستخدم في هذه الحسابات هو الزمن القياسي Standard time الذي يتكون من الزمن الفعلي الذي استغرقه العمل مضافا اليه اوقات الراحة و الوقت الضائع و توقفات العمل الطارئة و اية اعمال اخرى مرتبطة مع العمل الذي يراد حساب زمنه قياسي.

مسافة النقل الاولي Extraction Distance

في بداية اعمال الاستثمار تكون امكانية الوصول الى الاجزاء المطلوبة داخل الغابة مسالة مهمة للقائم في تأشير الاشجار الواجب قطعها ضمن عملية الاستثمار وتنتقل هذه الاهمية بعد ذلك لتصبح للقائم بالقطع لان وجود الادغال والاحراش له تأثير كبير على كفاءة اداء هاتين العمليتين

والبيانات او المعلومات المتعلقة بإمكانيات سير وسائل النقل الاولي على الارض الطبيعية يمكن ان يستفاد منها في تخطيط شبكة طرق الغابة.

تعتمد مسافة النقل الاولي على ثلاثة عوامل اساسية هي:

1- مدى بعد الطريق عن مواقع الاشجار.

2- الطبوغرافية والعوائق الارضية.

3- نوع وسيلة النقل الاولي.

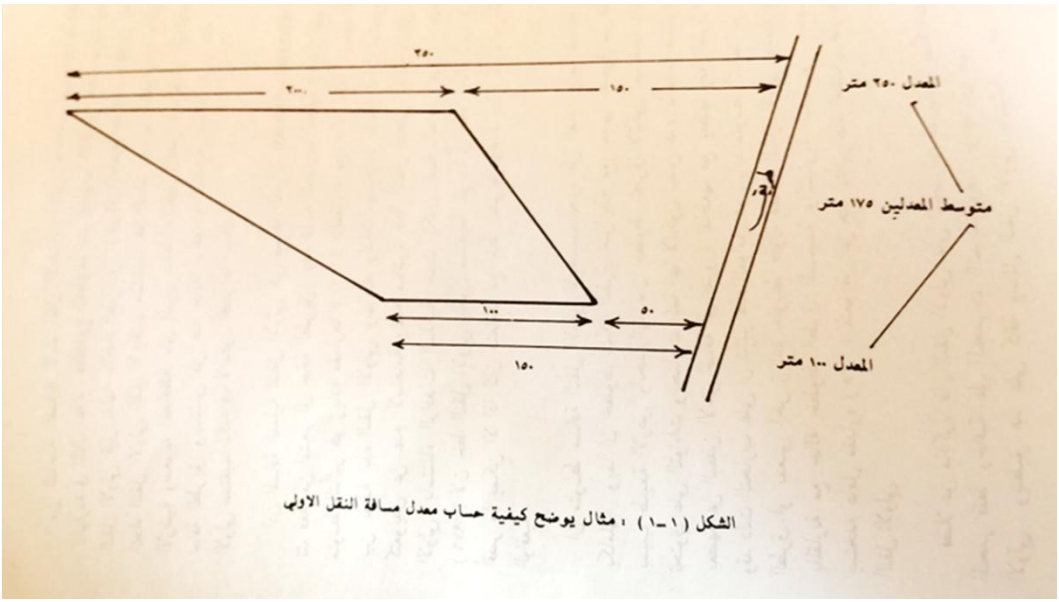
وبصورة عامة يقل طول مسافة النقل الاولي عن الكيلومتر الواحد ونادرا ما يزيد عن كيلو متر ونصف. وفي حالة الرافعات السلكية لا يكون عمل النقل الاولي بالصيغة الاعتيادية اذا كانت مسافة النقل الاولي اطول من المدى الاقصى في سلك الرافعة السلكية بل يكون بتجنب ازدواجية النقل عن طريق استخدام رافعة سلكية ذات مدى اطول او استخدام وسيلة نقل اولي مساندة للرافعة السلكية عند نقاط التحميل او التفريغ. و هذا الاسلوب يتبع عندما يكون انشاء المزيد من خطوط الطرق لتقصير مسافة النقل الاولي غير ممكن من الناحية الاقتصادية. المألوف ان مسافة النقل الاولي تعبر عن المسافة المستقيمة المباشرة من المشجر الى حافة طريق الغابة. وتؤخذ هذه المسافة من الخرائط حيث تكون اقصى مسافة نقل اولى مساويه لنصف البعد بين خطوط الطرق المتجاورة مقاسة بصوره متعامدة مع خط الطريق. أما معدل مسافة النقل الاولي و هو نصف المسافة القصوى او ربع المسافة بين الطرق المتجاورة. اما عندما يبدا النقل الاولي من مواقع لا تقع على حافة الطريق وتمر الجذوع والاشجار المنقولة بمساحات اراضي لا يوجد فيها قطع ونقل فان معدل مسافة النقل الاولي يكون مساويا لمتوسط اقصى وادنى مسافة الخط المستقيم الاولي.

فمثلا لو كان لدينا قطعة من ارض الغابة واقعة على طريق الغابة مباشره ويختلف بعدها الاقصى عند حافه الطريق بين 100 - 150 متر فان اقصر مسافة نقل اول تساوي صفر واقصى مسافة نقل الاولي هي

$\frac{150+100}{2}$ = 125 متر

و يكون معدل مسافة النقل الاولي هو

$\frac{125+صفر}{2}$ = 62,5 متر



الشكل (١ـ١) ، مثال يوضح كيفية حساب معدل مسافة النقل الاولي

اما اذا لم تقع قطعة ارض الغابة على الطريق مباشره فان اقصر مسافة نقل الاولي سوف لا تكون صفر والشكل(1 -1)ومثال توضيح هذه الحالة حيث فيه

الجانب القريب من حافه الطريق يختلف بعده بين 50 الى 150 متر و معدله 100 متر.

الجانب البعيد عن حافة الطريق يختلف بعده بين 150 الى 350 متر ومعدله 250 متر

متوسط البعد للمساحة بكاملها هو $\frac{250+100}{2}$ = 175 متر

او قد يحسب معدل بعد كل جانب بالصيغة الاتية:

معدل الجانب القريب = $\frac{0+100}{2}$ + 50 = 100 متر

معدل الجانب البعيد = $\frac{0+200}{2}$ + 150 = 250 متر

المتوسط = $\frac{250+100}{2}$ = 175 متر وهي النتيجة السابقة نفسها

من الناحية العملية لا يتم نقل الاخشاب على امتداد مسافات مستقيمة كالواردة في المثال اعلاه.

فالجذوع المقطوعة يتم تجميعها لتكوين حجم حمولة وسيلة النقل الاولي قبل نقلها باتجاه الطريق. وحركه التجميع هذه قد لا تكون بنفس اتجاه النقل الاولي الذي لا يكون مستقيما هو الاخر بسبب الطبوغرافية والعوائق الارضية و صعوبة المحافظة على السير بخط مستقيم واقصر ما يمكن للوصول الى حافة الطريق ويستثنى من هذا حالة الرافعات السلكية حيث يكون خط النقل الاولي مستقيما لكنه قد لا يكون اقصر ما يمكن.

اذا المسافة الفعلية للنقل الاولي هي مسافة الحركة movement distance التي تتم فعلا من المشجر الى حافة الطريق. وقد دلت التجارب الفعلية في هذا المضمار ان متوسط التأثير هو زيادة مقدارها 30 % في المقارنة مع حاله الخط المستقيم المباشر بين نقطة بدء النقل الاولي ونهايته ولذلك يستخدم عامل ثابته مقداره **1,3** كتعويض عن عدم الاستقامة وعدم مباشرة خط النقل الفعلي لكافة وسائل النقل الاولي باستثناء الرافعات السلكية حيث تكون قيمة العامل هي **1,1** ،لان خط النقل الاولي يكون مستقيما تقريبا في هذه الحالة لكنه لا يكون اقصر ما يمكن الا اذا كان متعامد مع خط الطريق و هذه حاله نادره من الناحية الواقعية.

ان متوسط مسافة النقل الاولي لا يحسب لجزء من الغابة وانما لمساحة الغابة بكاملها. وبما ان خطوط شبكة الطرق مترابطة مع بعضها بصورة غير متجانسه بسبب طبيعة الارض وانحداراتها فان خطوط الطرق لا تكون مستقيمة دائما بل تحتوي على التواءات وانحناءات كما انها لا تكون لنفس هذه الاسباب متساوية البعد بعضها عن بعض الاخر اضافة الى ضرورة تقاطعها مع بعضها ومع الطرق العامة. وقد دلت التجارب على ان تأثير هذه العوامل هو زيادة متوسط التباعد بين خطوط الطرق او بمعنى اخر زيادة متوسط طول مسافة النقل الاولي بنسبة 35% بالمقارنة مع حالة خطوط الطرق المستقيمة والمتساوية البعد عن بعضها ولذلك يستخدم عامل مقداره (1,35) للتعويض عن هذا التأثير عند احتساب متوسط مسافة النقل الاولي.

فضلا عن ما ذكرنا فان النقل الاولي على المنحدرات قد يكون ممكنا نحو اسفل منحدر فقط وخاصة على المنحدرات الشديدة وهذا يؤدي الى طول مسافة النقل الاولي. وينطبق هذا على كافة وسائل النقل الاولي باستثناء الرافعات السلكية التي يمكنها ان نقل نحو الاسفل و نحو الاعلى بنفس الكفاءة تقريبا. وتاثير عامل النقل باتجاه واحد بدلا من اتجاهين هو زياده قدرها 40% في طول مسافة النقل الاولي حسب نتائج احدى التجارب في المملكه المتحدة. و بصورة عامه يستخدم عامل مقداره (2) للنقل باتجاه واحد وعامل مقدارها (1) في النقل باتجاهين عندما نريد التوصل الى الطول الفعلي لمسافة النقل الاولي.

لتوضيح كيفية تطبيق تأثير كافة العوامل المذكورة اعلاه نفرض ان المسافة المستقيمة المباشرة (اقصر مسافة ممكنة) بين طريقين مستقيمين متوازيين ومتجاوبين هي 800 متر على سبيل المثال والنقل بساحبة.

ادنى مسافة نقل اولى = صفر متر

اقصى مسافة نقل اولي = $\frac{800}{2}$ = 400 متر

معدل مسافة النقل الاولي $\frac{0+400}{2}$ = 200 متر

تأثير عدم استقامة النقل الاولي وعدم مباشرة خط النقل الفعلي = 200 × 1,3 = 260 متر

تأثير عدم استقامة خطوط الطرق واختلاف تباعدها عن بعضها = 260 x 1,35 = 351

الطول الفعلي لمعدل مسافة النقل الاولي باتجاه واحد = 351 × 2 = 702 متر

الطول الفعلي لمعدل مسافة النقل الاولي باتجاهين = 351 متر

اما الطول الفعلي لمعدل المسافة النقل الاولي في حاله الرافعات السلكية و كما اوضحنا تفاصيله و باستخدام نفس هذا المثال فيكون :

200 × 1,1 × 1,35 × 1 = 297 متر

تقسيمات طرق الغابات Forest Road Classification

هناك حقيقه ثابته وهي ان شبكة طرق الغابات عباره عن وسيلة اتصال بين اجزاء الغابة المختلفة والمحيط الخارجي ممثلا بخطوط المواصلات العامة. واجزاء شبكة الطرق او خطوطها لها مهام مختلفة حسب موقعها ومواصفاتها وخصائصها. في الطريق الرئيس الذي يتصل مع الطريق العام لا يكون بنفس نوعية الطريق الذي يصل الى البقع البعيدة داخل الغابة. والطريق المنشاة في بطون الوديان ليس كالطريق الذي يربط بين طريقين على السفوح.

اما مواصفات الطريق فهي التي تحدد القياسية الفيزيائية للطريق Physical standard التي تبين ابعاده بالاتجاهين الافقي والعمودي اضافة الى درجات انحدار الاجزاء المائلة منه وصلاحية استخدامه بصورة مستمرة او مؤقتة. كما اننا خصائص الطريق تحدد قياسية الخدمات التي يؤديها الطريق Service standard التي تبين سرعة السير على هذه الطرق التي تربط بدورها بنوع سطح الطريق وتفاصيل الاجزاء غير المستوية او غير المستقيمة منه. ويتضح من هذا ان معرفة نوع الطريق و قياساته لابد منها قبل المباشرة بأعمال المسوحات اللازمة لتخطيط الطرق حسب انواعها مع ملاحظة نوعية الطرق العامة التي سترتبط معها شبكة طرق الغابات.

وبصورة عامة يتطلب نوع الطريق مواصفات محددة الانحدارات والمنعطفات وعرض الطريق و انحداراته الجانبية وتراكيب تصريف المياه وتجاوز مجاري المياه ومناطق الاستدارة على الطرق ذات الممر الواحد و مواد الطريق و عمق الاساس وعرضه وغيرها من المواصفات. ان تحديد نوعية الطريق بموجب هذه العوامل وتفاصيلها يتأثر بتكاليف انشاء الطريق وصيانته

وتكاليف النقل الاولي و حجم الانتاج و كثافة المرور ونوعية وسائط النقل كما يتأثر نوع الطريق في الغابات المتعددة الاغراض بمتطلبات السياحة والنزهة وتقديم الخدمات لسكان مناطق الغابات والمناطق المجاورة وانتقال الايدي العاملة ومتطلبات حماية الغابة وصيانتها والاشراف الفني والاداري فيها.

هناك اسس عديده استخدمت في مناطق المختلفة من العالم في تقسيم وتصنيف طرق الغابات نذكر منها الاتي:

١ - انواع طرق الغابات حسب قياسيتها:

أ. طرق رئيسية (الطرق الشريانية او طرق الصنف الممتاز) primary Road

مواصفاتها مشابهة لمواصفات الطرق العامة حيث تكون مبلطة و تصلح لكافة ظروف الطقس وقياساتها عالية من حيث كثافة المرور و حجم الانتاج المتوقع نقله عليها ولذلك فقد تكون ذات ممر واحد او اكثر، ومثل هذا النوع من الطرق يمكن ان يتحمل سير الشاحنات حمولة (٣٢) طن او حمولة محورية مقدارها (١٠) طن وطول كلي ليصل الى حد (15) متر لكافة انواع الشاحنات وتتبع الوادي او المجرى الرئيس للمياه في مسارها عادة.

ب- طرق ثانوية (طرق شبكة شريانية او طرق الصنف الأول) Secondary Road

مواصفاتها متوسطة لوجود بعض التحديدات من حيث التصميم الهندسي للمنعطفات و الاستدارات وغيرها وتكون ذات اكساء كامل وتصلح لكافة ظروف الطقس. تتحمل سير الشاحنات نوع (26) طن او حمولة محورية (10) طن وتمتد من الطريق الرئيس الى مناطق تصريف رئيسية منتخبة واحيانا تربط بين الطرق الموسمية والطريق الرئيس.

ج- طرق فرعية (طرق الصنف الثاني) Branch Road

تنشأ بمستوى تخطيط الطرق الثانوية وبنفس الابعاد الافقية مع بعض التحديدات في مواد الاكساء او بدون اكساء وبذلك قد لا تصلح لكافة ظروف الطقس. و تستخدم لأغراض الخدمة المستمرة او المتقطعة حيث يسهل استخدامها كلما كان سطحها جافا وتتم صيانتها عند الحاجة. والطرق الفرعية تكون قصيرة الطول عادة و اذا تقاطعت مع مجاري المياه تنشا لها تراكيب تصريف مؤقتة او دائميه.

د- طرق موسمية (الصنف الثالث) Feeder , seasonal or spar Road

هي مسارات يحددها سائق وسيلة النقل الاولي التي يمكنها ان تعمل داخل الغابة او يخطط لتحديدها قبل الشروع بالعمل. وتكون لموسم عمل واحد او لعدد محدود من السنوات ويصعب او يتعذر استخدامها في المواسم الممطرة وبذلك فهي مؤقتة تترك بعد انتفاء الحاجة اليها لتنذر بالبذور او تغرس لتعود جزءا منتجا من الغابة وقياسية هذه الطرق واضحه جدا حيث ان العمل الانشائي الوحيد هو ازالة الغطاء الشجري ومعالجة العوائق كالصخور والبقع الرخوة اذا لم يكن بالإمكان تجنبها على ان لا تكون الاعمال الترابية كثيفه وتستخدم العبارات الانحدارية او التراكيب المؤقتة لعبور مجاري المياه عند تقاطعها مع الطريق. والمحدد الوحيد على هذا النوع

من الطرق هو نصف قطر دائرة استدارة وسيلة النقل المارة عليه ولكن لا توجد فائدة من ربطها مع بعضها لغرض الاستدارة لان هذا لا يقلل من طول مسافة النقل الاولي كما لا يحبذ ان تمتد هذه الطرق الى حدود الغابة الخارجية الا لأغراض حماية الغابة.

٢- انواع طرق الغابات حسب طبيعة استخدامها

أ - الطرق الدائمية (التوصيل). Permanent Access Road

يمكن استخدام هذه الطرق على مدار السنة رغم اختلاف ظروف الطقس وتنشا بقياسية مشابهة لقياسية بعض اجزاء الطرق العامة ولذلك فهي قادرة على تحمل سير وسائط النقل العام اذا روعي في تصميمها سهولة و سلامة المرور وخاصة من حيث شدة الانحدارات وجرى صيانتها بصورة مستمرة. ويكون لهذه الطرق اساس يمتاز بالقوة والصلابة واكساء بالحصى او الحجارة او الاسفلت. كم ان الجسور والمنافذ التي تنشا عند تقاطعات الطريق مع مجاري المياه تكون من النوع الدائمية. والوظيفة الاساسية لهذا النوع من الطرق هو النقل من الغابة والى الغابة وليس لها وظيفة اتجاه جانبي لأنها تستخدم لنقل العمال و نقل مواد بين الغابة والمعامل او الأسواق.

ب -الطرق المؤقتة الموسمية Temporary (Feeder) Road

تستخدم هذه الطرق بصورة مؤقتة لسنة واحدة او اكثر و يقتصر استخدامها على فترات الطقس الجاف و تنشا بمواصفات قياسية واطئة تقل الى الحد الادنى الممكن عند الاجزاء الطرفية البعيدة من شبكة الطرق. وطبقة الاساس هي الارض الطبيعية حسب تربتها ويجوز تقويته بإضافة مواد كالحصى او الرمل او غيره لكامل الطريق او لجزء منه لكن هذه التقوية لا تصل الى مستوى الاكساء ولا توجد حاجة الى انشاء المنافذ وان وجدت فإنها تكون بسيطة جدا حيث يستخدم لإنشائها بقايا الجذوع والاغصان. وتكون هذه الطرق داخل حدود الغابة و تقوم بوظيفتين الاولى رئيسية تتمثل في الوصول إلى أجزاء الغابة المختلفة لتقليص مسافات النقل الاولي والثانية ثانوية وتكون على امتدادات هذه الطرق وتبرز بصوره اوضح على الاجزاء غير البعيدة من شبكة طرق الغابات.

أ- طرق الكنتورات Contour Roads

هي الطرق التي تنشا بامتدادات تقريبية موازية للامتدادات الوهمية في الخطوط الكنتورية. عندما تخطط مسارات النقل الاولي بزوايا قائمة مع خط الطريق باتجاه اسفل المنحدر. مع مراعاة معامل الانحدار الجانبي الذي يستدل عليه من تقارب وتباعد الخطوط الكنتورية المتجاورة. وهذه الطرق او اجزاؤها تكون افقية تقريبا بسبب تساوي ارتفاعات اجزائها. وتنشا بحفر جوانب السفوح لذلك تعد اقتصادية من ناحية تكاليف انشائها وسهولة الوصول اليها و تجميع الاشجار المقطوعة عند جوانبها بالاستفادة من الجاذبية الارضية.

ب- طرق الوديان Vallery Road

تنشا هذه الطرق على امتدادات الوديان الرئيسة والفرعية وبذلك تختلف درجات الانحدار الطولي فيها بين الحالة الافقية التقريبية والانحدار الشديد الاقصى المسموح به من الناحية التخطيطية والتصميمية للطريق. وقد يكون الطريق الواحد الممتد في الوادي كافيا لأعمال النقل الاولي من جهتي الوادي او قد يكون هناك اكثر من طريق وذلك متوقف على اتساع الوادي ومسافات النقل الاولي المطلوبة وتكمن الفائدة من انشاء طرق الوديان في قلة التقاطعات مع مجاري المياه وبذلك يقل عدد منافذ المياه المطلوبة للطريق.

ج- طرق الربط connecting Road

تعمل هذه الطرق على اتصال خطوط الطرق الرئيسة او الثانوية الموجودة على ارتفاعات مختلفة مع بعضها البعض بأقصر طول ممكن باتجاه الاسفل او الاعلى وتقليل مسافات النقل الاولي من خلال استخدامها في تجميع الجذوع المقطوعة عند جوانبها. وقد تكون مسارات هذه الطرق كثيرة التعرجات في مناطق المنحدرات والذي يظهر بوضوح تأثير عامل الانحدار على الشكل النهائي لشبكة طرق الغابات.

اضافة الى تقسيمات انواع الطرق الواردة اعلاه فان من الممكن تقسيمها حسب المواد المستخدمة في انشاء الطرق كالطرق الترابية و الحصوية والحجرية و الاسفلتية و الكونكريتية وغيرها. ومن الجدير بالإشارة ان انواع الطرق للتقسيمات المختلفة لا يمكن فصلها بعضها عن البعض الاخر فالطريق الرئيس مثلا قد يكون طريقا كنتوريا او طريق وديان من جهة ويكون الطريق الكنتوري طريق مؤقتا او دائميا من جهة اخرى.

كثافة الطرق هي مجموع اطوال الطرق التي تخدم وحدة المساحة الواحدة من ارض الغابة وتشمل كافة انواع الطرق داخل الغابة اضافة الى طول الطريق العام الذي يخدم الغابة من جنبيها او نصف طوله اذا كان يخدمها من جانب واحد فقط ويعبر عن الكثافة عادة بوحدات طول لكل وحدة مساحة مثل كيلو متر/ كيلو متر مربع او ميل /ميل مربع او متر/ هكتار او غيرها من الوحدات. وقد يعبر عن كثافة الطرق في معدل التباعد بين خطوط الطرق المتجاورة لان معدل المسافة الفاصلة بين الطرق هي عبارة عن مقلوب الكثافة فمثلا لو كانت الكثافة بمقدار ٤ ميل / ميل مربع فان تباعد الطرق يساوي

$$\frac{1760\times1760}{4\times1760} = 440 \text{ ياردة}$$

ولو كانت 25 متر / هكتار لكان التباعد يساوي

$$\frac{10000}{25} = 400 \text{ متر}$$

ولما كان الهدف الاساس من انشاء طرق الغابات الانتاجية هو تقليص مسافات النقل الاولي لوسائل نقل منتوج الغابة الخشبي فان السؤال المهم الذي يستوجب اجابة صحيحة هو، كم يجب ان ينشا من انواع الطرق وهل تنشا دفعة واحدة ام وفق برنامج زمني تحدده الحاجة الفعلية الى الطرق في الجزء المعين من الغابة؟ والجواب الصحيح في حالة الغابات الإنتاجية هو ان الجدوى الاقتصادية هي المحدد لإنشاء الطرق من عدمه HGTAC (1972) فكثافة الطرق اذا هي عامل لتحديد الكلفة او وسيلة للتوصل إلى درجة من النشاط الاقتصادي. ولهذا السبب فان كثافة الطرق المثالية تعني بإيجاد التوافق Combination بين النقل الاولي باتجاه طرق الغابات والنقل على الطرق نفسها من جهة وبين تكاليف الطرق وصيانتها والفائدة على ما يستثمر فيها من اموال من جهة اخرى بحيث ينتج عن هذا التوافق اقل كلفة ممكنة لوحدة الانتاج الواحدة من الاخشاب.

ان أي نظام للنقل يتكون من جزئين على الاقل احدهما ثابت والاخر متغير. فالتكاليف السنوية للعنصر الثابت لا تتغير تقريبا طالما بقى العنصر دون تغيير بينما تختلف تكاليف العنصر المتغير حسب الاستعمال. وشبكات طرق الغابات هي ليست استثناء من هذه القاعدة لان شبكة الطرق تخطط حسب متطلبات النقل الاولي فالطريق هو الذي يمثل الجزء الثابت من نظام النقل اما وسائل النقل الاولي كالحيوانات او الساحبات او الرافعات السلكية فهي التي تمثل الجزء المتغير.

هناك اكثر من اتجاه واحد في دراسة طرق الغابات او كثافتها على وجه الخصوص و يمكن اجمالها فيما يأتي:

1- الاتجاه الاقتصادي

وهو الاتجاه الذي يتناول كثافه طرق الغابات من حيث علاقتها مع النقل الاولي للخشب من وجهة نظر اقتصادية بحتة وعلى اساس ان الكثافة المثالية للطرق تتضمن أدنى كلفة لوحدة الانتاج وان تقليل او زيادة قياسية و كثافة الطرق له تأثير على الكلفة لوحدة الانتاج الواحدة. ولكن العمل في وجهة النظر هذه يواجه بعض الصعوبات مثل عدم وجود تقييم لبعض العوامل كعامل صيانة الطرق واختلاف وجهات النظر حول عمر الطريق فالبعض يعتبره غير محدد والبعض الاخر يعتبره محددا بفترة عدد السنين اللازمة لاسترداد راس المال المصروف على الطرق.

٢- الاتجاه التطبيقي:

هو اكثر شيوعا من الاتجاه الاقتصادي حيث يستند على الناحية العملية للاستثمار وضرورة ايصال الطرق الى مناطقه. وهذا الاتجاه يلقي التأييد من الكادر الفني العامل في مجال الاستثمار.

٣ - الاتجاه التقديري:

اساس هذا الاتجاه ان كثافة الطرق يجب ان تعتمد على الخبرة والممارسة والمقارنة مع الحالات المشابهة وان صيغ القوانين والمعادلات الرياضية يمكن تطبيقها فقط اذا ارتبطت بصورة صحيحة مع استنتاجات منطقية لعناصر التكاليف والمعلومات الميدانية المختلفة.

العوامل المؤثرة على كثافة الطرق

تتأثر كثافة الطرق في الغابات وعلاقتها العكسية مع مسافة النقل الاولي بجملة من العوامل المترابطة مع بعضها التي يكون قسم منها ثابتا مثل شكل ومساحة ارض الغابة وطوبوغرافيتها وتكاليف انشاء الطرق وقسم اخر يكون متغيرا مثل وسيلة النقل الاولي وطريقة النقل باتجاه الطرق وعليها وصيانة الطرق وانتاجية الغابة من حيث النوعية والكمية وموعد الانتاج .F.C (1964). وبناء على هذه العوامل فان من غير الممكن القول بان كثافة الطرق المثالية بصورة عامة هي هذا المقدار او ذاك في هذا البلد او تلك الغابات لان من الضروري جدا ان يرتبط مقدار الطرق وتكاليفها مع نظام النقل الاولي المعين وتكاليفه لمنطقة غابات ذات معالم ومواصفات محددة بحيث ينتج عن هذا الترابط اقل كلفة كلية ممكنة لنقل كامل انتاج الغابة من حيث التخفيف والقطع الكلي النهائي.

ويتضح من هذا ان من الصعب الحصول بصورة دقيقة على كثافة طرق عامة لاستخدامها مع كل نوع من وسائل النقل الاولي بسبب ما ورد من عوامل كثيرة تتحكم في تحديد الكثافة في مساحات الغابات المختلفة فتكاليف العمال والمكائن والطرق واسعار المنتوج الخشبي تتغير بمعدلات مختلفة وهذا يتطلب التفتيش والبحث عن وسائل نقل جديدة وايجاد ما يلائمها من شبكات الطرق واطوالها لجعل تكاليف النقل عند ادنى مستوى ممكن.

الجدول (1-2) يوضح اختلاف النسبة المئوية لمساهمة عناصر التكاليف الرئيسية في تكاليف نقل المتر المكعب الواحد من الانتاج عند حدود الكثافة المثالية للطرق في احدى غابات ولاية ويلز بالمملكة المتحدة وذلك من نتائج دراسات اجريت سنة (1973)

الجدول (1-2) اختلاف مساهمة عناصر تكاليف انتاج الخشب باختلاف وسيلة النقل الاولي

وسيلة النقل الاولي	تكاليف النقل لكل متر مكعب من الانتاج الخشبي %					
	وسيلة النقل	العمال	تحميلات ادارية	نقل على الطرق	الطرق	المجموع
حصان	22,78	30,14	19,62	0,56	26,90	100
جـــرار نـــوع هولدر	28,21	12,15	7,83	1,57	50,24	100

جـــرار نـــوع فركسون	36,63	19,32	12,43	0,91	30,71	100
ســـاحبة نـــوع تريفر	61,06	10,18	6,55	0,66	21,55	100
رافعـــة ســـلكية نوع هاي ليد	24,99	24,85	16,33	0,69	33,14	100
رافعـــة ســـلكية نـــوع ســـكاي لاين	23,90	20,05	13,18	0,87	42,00	100

بصورة عامة تزداد كثافة الطرق عندما تكون تكاليف انشائها رخيصة نسبيا بالمقارنة مع تكاليف النقل الاولي. كما ان المناطق الجبلية تتطلب كثافات طرق اعلى بالمقارنة مع المناطق السهلة والمنبسطة وذلك لسبب رئيس هو قصر مدى وسائل النقل الاولي الملائمة للعمل في المناطق الجبلية و ارتفاع تكاليفها اضافة الى عامل الطوبوغرافي وشكل سطح ارض الغابة اللذان قد يتطلبا اطوال طرق اضافية لتلك التي تتضمنها الابعاد المثالية بين الطرق لربط الخطوط مع بعضها وتقليل الانحدارات الى الحدود المقبولة من الناحية التصميمية. ولكن خطوط الطرق واطوالها على سفوح المنحدرات لا تتحدد بمعرفة الكثافة فقط بل و بقابلية وسائل النقل الاولي على العمل باتجاه اعلى المنحدر كعملها باتجاه اسفل منحدر. فالخيول مثلا لا تتمكن من العمل اتجاه اعلى المنحدرات او قد تعمل بكفاءة قليلة وكذلك الحال بالنسبة لأنواع الجرارات و الساحبات والناقلات بينما يمكن للرافعات السلكية ان تعمل بالاتجاهين بصورة متوازنة.

من جانب اخر نجد ان كثافة الطرق تقل بانخفاض تكاليف النقل الاولي و بوجود خطوط الطرق العامة قرب حدود الغابة اذا امكن استخدام جوانبها في تفريغ حمولة وسيلة النقل الاولي.

يتضح مما تقدم ان هناك كثافة قصوى من الطرق التي يمكن انشائها وفي نفس الوقت هناك مسافة نقل اولى قصوى يمكن العمل بموجبها من الناحية العملية و ان الموازنة بين تكاليف الكثافات المختلفة من الطرق و تكاليف المسافات المختلفة للنقل الاولي تقود الى التوصل الى حالة مثالية لتكاليف النقل الكلية لوحدة الحجم الواحدة من الانتاج. ويفهم من هذا ان البعد المثالي بين خطوط الطرق سينتج عن أوطأ كلفة كلية لمجموع كلفة الطرق و كلفة النقل الاولي لوحدة الانتاج وان هاتين الكلفتين ستكونان متساويتين. عند نقطة التساوي او الموازنة هذه نجد ان اي زيادة في الابعاد بين خطوط الطرق ستؤدي الى زيادة تكاليف النقل الاولي بمقدار يزيد على النقصان الحاصل في تكاليف الطرق و هذه الموازنة لا تنطبق على استعمال الرافعات السلكية لان المدى الاقصى لطول السلك فيها هو العامل المحدد للأبعاد بين الطرق والذي يجب ان لا يزيد عن 600 متر في الوقت الحاضر وقد يزداد مستقبلا

ان دراسة كفاءة وفعالية وسائل النقل الاولي وعلاقتها بكثافة الطرق تتطلب ملاحظة الامرين الآتيين:

١ - تتطلب مساحات الغابات الخالية من الطرق اختيار مسارات الطرق وكثافتها ووسيلة النقل الاولي المناسبة.

٢ - تتطلب مساحات الغابات المطروقة اختيار وسيلة النقل الاولي المناسبة لكثافة الطرق الموجودة فعلا او بعد تغييرها كما او نوعا او الاثنين معا.

نستخلص من كل ما تقدم ان كثافة الطرق المثالية هي ليست رقما ثابتا بل تعتمد بشكل متفاعل على العوامل الرئيسة الاتية:

أ- تكاليف الطرق

ب -تكاليف النقل الاولي

ج- حجم الانتاج الخشبي

العوامل المؤثرة في كثافة طرق الغابات

أ- تكاليف الطرق

تمثل الطرق في الغابات شكلا من اشكال راس المال الثابت الذي يتطلب اهتماما خاصا وبالذات عندما تكون تكاليف الطرق غالية وبما ان تخطيط الطرق يسبق الانشاء الفعلي بفترة زمنية لا باس بمقدارها فان التكهن بتكاليفها بدقة يعول عليها يكون غير ممكنا الا اذا كان الانشاء سيبدأ في المستقبل القريب.

وتقديرات تكاليف انشاء الطرق وصيانتها في مرحلة التخطيط يجب ان تعتمد على التكاليف الحقيقية لاعمال مشابهة و ذات ظروف متناسبة مع عدم اهمال تكاليف التحميلات الادارية.

وتشمل تكاليف الطرق كل عمل انشائي مرتبط بنقل الانتاج على الطرق والجسور والمنافذ والقناطر ومواقع الاستدارات وساحات التكديس وغيرها اضافة الى الاجزاء المستقيمة والمنحنية من امتدادات الطريق . اما التكاليف الناجمة عن مساهمة طرق الغابات في الاعمال غير المرتبطة بنقل الانتاج مثل تكاليف مواقع القطع ومواقع تفريغ الحمولات ومواقع خزن الكميات الكبيرة من الاخشاب عدا ساحات التكديس على جوانب الطرق. ومساهمات الطرق في تقليل تكاليف مكافحة الحرائق والاشراف على الغابة واعمال التشجير وغيرها فإنها لا تدخل ضمن تكاليف الطرق المحسوبة لأغراض التوصل الى مقدار الكثافة المثالية للطرق.

يضاف الى تكاليف انشاء الطرق تكاليف اخرى وهي تكاليف الصيانة السنوية للطرق التي تكون بشكل مقدار سنوي ثابت او تؤخذ كنسبة مئوية من تكاليف الانشاء ولكن تكاليف انشاء الطرق

تهمل في الغابات الحاوية على شبكات طرق كاملة وتؤخذ مصاريف الصيانة و تكاليف النقل لأغراض اختيار وسيلة النقل الاولي حسب متطلباتها من الطرق.

وفي بعض الاحيان تحسب تكاليف الطرق السنوية على اساس تكاليف الصيانة مضافا اليها تكلفة راس المال المستثمر في الانشاء ويتضح من كل هذا ان تكاليف الطرق الكلية تختلف باختلاف طريقة احتسابها كما ان انشاء الطرق بزيادة مقدار كثافتها بصورة تدريجية وصولا الى كثافة محددة بموجب برنامج زمني يتناسب والحاجة الفعلية الى الطرق في الاجزاء المختلفة من الغابة له دور مهم في تحديد تكاليف الطرق سوآءا كانت تكاليفه كلية او للوحدة الواحدة من الإنتاج.

ان التكاليف السنوية للطرق تتناسب تناسبا عكسيا مع كثافة الطرق المثالية وعليه فان زيادة مقدارها (1٪) في كلفة راس مال الطرق يكافئ من حيث التأثير انخفاض مقداره (1٪) ايضا في الكلفة السنوية للنقل الاولي و يؤدي الى انخفاض مقداره 10% تقريبا في مقدار الكثافة المثالية وان المفاضلة بين انواع مختلفة من الطرق على اساس حساب الكلف السنوية لوحدة الطريق (الميل او الكيلومتر) يمكن الحصول عليها بتطبيق المعادلة pearce stenzel (1973)

$$A=R+I+M+T$$

حيث A=الكلفة السنوية لكلية للطرق

R= كلفة انشاء الطرق لكل سنة لفترة استرداد راس المال المصروف

I=الفائدة السنوية على الاستثمارات المالية في الطرق

M= كلفة الصيانة السنوية

T= معدل كلفة النقل الاولي مضروبا بحجم الانتاج السنوي المطلوب نقله

ان افتراض فترة عمر غير محدده للطريق لا تتناسب والتطورات المستمرة في اساليب النقل الاولي التي تحتاج الى متطلبات متباينة من الطرق طولا ونوعا ولهذا السبب فان اعتماد فترة عمر محدد بالطريق على اساس الفترة اللازمة لاسترداد رؤوس الأموال المصروفة في الانشاء قد تبدو اكثر واقعية رغم انه تحديد العمر يؤدي الى زيادة تكاليف الطرق بالمقارنة مع تكاليف النقل الاول والجدول 13 يبين نسبة زيادة تكاليف راس مال الطرق مقارنة مع العمر غير المحدد لمعدلات مختلفة من نسب الفائدة. من جانب اخر نجد ان التكاليف الطرق تتناسب تناسبا طرديا مع اطوال الطرق.

الجدول (1-3) نسبة زيادة تكلفة راس مال الطرق بالمقارنة مع العمر غير المحدد

معدل الفائدة %	عمر الطريق بالسنوات				
	20	30	40	50	60
3	124	70	42	29	14
5	60	30	16	10	6
7	35	15	7	4	2

وشبكة الطرق لا تكون ذات فعالية وتأثير كامل لأنه جزء من اطوال الطرق يجب ان ينشا لخدمة مساحة معينة او للارتباط مع طرق اخرى وبذلك تكون اطوال الطرق الكلية اكبر من الاطوال التي تتطلبها الابعاد المثالية الثابتة بين خطوط الطرق وهذه الاطوال الاضافية تظهر لأسباب عديدة منها:

أ - تؤدي تقاطعات الطرق الى زيادة كثافة الطرق في المساحة المحددة من الغابة. فتقاطعات الطرق المتعامدة مثلا تختزل معدل مسافة النقل الاولي الى النصف وتضاعف تكاليف الطرق لوحدة الإنتاج.

ب -تزداد كثافة الطرق بسبب عدم استقامة خطوط الطرق بتأثير عامل الطبوغرافية ووجود عامل الانحدار الاقصى الذي يجعل الطريق الواصل بين نقطتين مكونا من اجزاء مستقيمة ترتبط مع بعضها بأجزاء منحنيه ومجموع الاجزاء المستقيمة والمنحنية يكون اطول من مستقيم واحد يصل بين النقطتين مباشرة. كما ان الحاجة للوصول الى نقطة معينة من الغابة هو سبب اخر لزيادة طول الطريق عن طوله في الحالة المثالية المستقيمة.

ج- قد تكون الكثافة اقل من الحالة المثالية مهما كان تخطيط الطرق جيدا وهذا يحدث لأسباب عده منها ربط الطرق الجديدة مع الطرق القديمة المخططة بتباعد قليل بين خطوطها بالنسبة لاحتياجات وسائل النقل الاولي الحديثة وكذلك الاتصال مع الطرق العامة وشكل مساحة الغابة ووجود الوديان الضيقة.

ان التأثير المشترك للأسباب الواردة أعلاه هو زيادة طول الطريق الذي يجب انشاؤه بمقدار (25-35٪) بالمقارنة مع المطلوب في حالة الابعاد المثالية وقد تصل هذه الزيادة الى 45% في الظروف الطبوغرافية الصعبة ومما لا شك فيه ان مثل هذه الزيادات يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند تقدير تكلفة الطرق الكلية لان زيادة الطول تزيد من كلفة الطرق لوحدة

الانتاج المنقولة بهذه الطرق التي يمكن حسابها في واحدة من الطرق الواردة في الفصل الثامن من هذا الكتاب.

ب_ تكاليف النقل الاولي

تعتمد تكاليف النقل الاولي بصورة رئيسة على كلفة وسيلة النقل الاولي لكل وحدة انتاج لكل وحدة مسافة وعلى طول مسافة النقل الاولي التي تزداد بازدياد تكاليف الطرق لوحدة طولها وتزداد تكاليف النقل الاولي بصورة طردية مع ازدياد مسافة النقل الاولي ولكن التكاليف في وحدة المسافة الواحدة تصبح اقل نسبيا لأن تكاليف التحميل والتفريغ الثابتة المستقلة عن طول المسافة تقل نسبيا بزيادة طول مسافة النقل الاولي.

فعلى سبيل المثال لو كان لدينا 10 م^3 من الخشب يكلف نقلها (1+8,5+ 0,5=10) لكل من التحميل والنقل والتفريغ على التوالي فان الكلفة لوحدة المسافة البالغة 200 متر ستكون

$$\frac{(0.5+8.5+1)10}{200} = 0,5000 \text{ وحدة كلفة}$$

وعند ازدياد مسافة النقل لتصبح 400 متر فان الكلفة لوحدة المسافة ستكون:

$$\frac{(0.5+8.5\times 2+1)10}{400} = 0,4625 \text{ وحدة كلفة}$$

لقد اوضحنا سابقا بان الابعاد بين خطوط الطرق لا تكون متساوية و ان النقل لا يتم بصورة مستقيمة ومتعامدة مع خطوط الطرق و ان النقل قد لا يبدا من منتصف المسافة الفاصلة بين الطرق المتجاورة وبذلك يكون معدل مسافة النقل الاولي اطول من المسافة النظرية بربع البعد بين الطريقين في حالة النقل باتجاهين ونصفه في حالة النقل باتجاه واحد. والفرق بين المسافتين هو قيمة عامل الشكل form factor الذي يمكن تحديده لوسيلة نقل اولى معينة و تحت ظروف طبوغرافية معينة اضافة الى تأثير شكل المساحة على توزيع خطوط الطرق في الغابة وطريقة التوزيع التي قد يصل تأثيرها الى زيادة في مسافة النقل الاولي مقدارها 100% اذا كان توزيع الطرق بصورة عشوائية.

ان قيمة عامل الشكل يمكن حسابه بضرب معدل مسافة النقل الاولي النظرية بمقدار كثافة الطرق فمثلا لو كان مقدار الكثافة هو 2 كيلو متر/ كم^2 فان معدل مسافة النقل الاولي النظرية ستكون 125 مترا وتكون قيمة عامل الشكل

$$0.250 = 0.125 \times 2$$

اما ادارة الغابات البريطانية فإنها تستخدم قيم مختلفة لعامل الشكل تبعا لطبوغرافية الارض ودرجات الميل كما موضح في الجدول (1-4) ادناه

الجدول (1-4) قيم عامل الشكل المستخدمة في تخطيط طرق الغابات البريطانية

مسافة النقل الاولي مقارنة مع الخط المباشر المستقيم باتجاه الطريق		درجات	الميل	
	صفر – 1: 20 3º – 0	1: 19 –1: 9 3_ 6º	1: 8 – 1: 6 10˚ = 6˚	1: 5 – اكثر 10º – اكثر
مباشر	0,3	0,35	0,42	0,52
+15%	0,35	0,40	0,48	0.59
+ 40 %	0,42	0,48	0,59	0,72
+75%	0,53	0,60	0,74	0,90

في ظروف الطبوغرافية الصعبة قد يكون النقل الاولي باتجاه واحد فقط اي اتجاه اسفل المنحدرات كما هو الحال عند استخدام الجرارات على الانحدارات التي تصل نسبة انحداراتها إلى (25– 50%) وفي مثل هذه الظروف قد يلجا الى الاستمرار بالنقل الاولي باتجاه اعلى المنحدر بتقليص الحمولة بدل من النقل الاولي نحو الاعلى بكلفة اعلى فمثلا لو افترضنا ان تكاليف النقل الاولي متساوية باتجاه الاعلى و باتجاه الاسفل و مقدارها 500 فلس/م^3 فالتكاليف الكلية (اتجاه الاسفل + الاتجاه الأعلى) ستكون 1000 فلس/م^3. اما اذا امكن النقل نحو الاعلى بتقليل الحمولة الى النصف ان كلفة النقل الاولي باتجاه الاعلى سترتفع من 500 فلس/ م^3 الى 1000 فلس/ م^3 و يكون المعدل 750 فلس/ م^3 باتجاهين في الوقت نفسه،

في المملكة المتحدة تطبق العلاقات الاتية لحساب تكاليف النقل الاولي لكل م^3 من الإنتاج.

$\frac{1.3\ Sh}{400}$ **للنقل باتجاهين**

$\frac{1.3\ Sh}{200}$ **للنقل باتجاه واحد**

حيث S = الابعاد بين الطرق بالأمتار

H = كلفة النقل الاولي / م^3 / 100 متر

اما في الولايات المتحدة الامريكية و تستخدم المعادلة Wenger (1984) حيث

$$CV = \frac{KC2}{AV2E}$$

CV =كلفة النقل الاولي المتغيرة لكل قدم لوحي لكل محطة او لكل م^3/ كم

C_2 = كلفة النقل الاولي المتغيرة في الساعة الواحدة

V_2= الحجم لكل دورة نقل اولي بالقدم اللوحي او م^3

A = معدل سرعة دورة النقل الاولي

E = الساعة الزمنية المؤثرة بالكسر العشري

K = 0.167 اذا كانت A بالقدم / دقيقة

= 0.019 اذا كانت A بالميل / ساعة

= 0.278 اذا كانت A بالمتر / ثانية

كما يمكن تعيين النسبة المئوية المثالية لمسافة منحدر التي يتم النقل الاولي عليها باتجاه الاعلى بدلا من النقل باتجاه الاسفل على الطرق الكنتورية من تطبيق المعادلة $P = \frac{CD}{CU+CD}$

P=جزء طول المنحدر الذي يكون النقل الاولي فيه باتجاه اعلى المنحدر

Cu= الكلفة الكلية لوحدة الحجم لوحدة المسافة للنقل الاولي باتجاه الاعلى

CD= الكلفة الكلية لوحدة الحجم لوحدة المسافة للنقل الاولي باتجاه الاسفل

ان العوامل الداخلة في حساب تكاليف النقل الاولي عديدة وقابلة للتغيير فمثلا معدل حجم الشجرة الواحدة في المساحة المشمولة بطرق الغابات تختلف بمرور الزمن مرورا بأعمال الأدامة من قطع تحريري وقطع انقاذي وتخفيف وانتهاء بالقطع الكلى وهذا يؤثر على تكاليف النقل الاولي باتجاه الطرق داخل الغابة. ولهذا فان التكاليف المستقبلية للنقل الاولي يمكن ان تكون العامل غير المؤكد اكثر من غيره في حالة تحديد عمر الطريق لفترة زمنية محددة حيث يصعب التكهن بتكاليف النقل الاولي لكل سنة من سنوات العمر المحدد بشكل يعول عليه.

بصوره عامة تزداد كثافة الطرق كلما انخفضت تكاليف النقل الاولي و هذا الانخفاض يعتمد على وسيلة النقل الاولي التي يمكن تحديد كلفتها لوحدة الانتاج الواحدة من تطبيق العلاقة الاتية:

$$C = \frac{TC2}{60\ EV2} + \frac{RC1}{V1}$$

C= كلفة النقل الاولي لوحدة الحجم الواحدة من الانتاج

R= الوقت اللازم لنقل وسيلة النقل الاولي وملحقاتها

C_1=كلفة نقل وسيلة النقل الاولي في الساعة الواحدة

C_2=كلفة النقل الاولي في الساعة الواحدة

V_1=حجم الكدس الواحد

V_2=حجم الخشب المنقول في دورة النقل الواحدة

T=طول دورة النقل بالدقيقة

E=الساعة الزمنية المؤثرة بالكسر العشري

ان تأثير تغيير كلفة النقل الاولي على كثافة الطرق المثالية يمكن توضيحها لو افترضنا انها تنخفض /وحدة إنتاج / وحدة مسافة بمعدل مركب منتظم مقداره 1% في السنه فاذا انخفضت الكثافة فان فعالية التوفير في تكاليف الطرق ستنخفض ايضا وتكون النتيجة ان اطوالا اقل من الطرق في الغابات هي المجدية فقط. ولكن المعيار لأفضل كثافة الطرق لا يعتمد على اوطأ كلفة للنقل الاولي اتجاه الطرق والنقل على الطرق بل يحدد من نتائج فرضيات مختلفة لتغيرات تكاليف النقل الاولي في وسائل نقل اولى مختلفة و كثافات طرق مختلفة و عندها يمكن ان نعين الحالة الافضل من بين نتائج الحالات التي اخضعت للدراسة.

ج- حجم الانتاج الخشبي

يعد حجم الانتاج الخشبي في الغابة على مدى فترة من الزمن بمثابة عامل موازنة تقاس على اساسه تكاليف الطرق وتكاليف النقل الاولي تمهيدا لمعرفة كثافة الطرق الملائمة للغابة والتي يجب ان تأخذ بالاعتبار الاستفادة من الغابة على المدى الطويل وليس لحالة انية تتمثل في تقليل تكاليف نقل الانتاج لعملية واحدة محدودة وتقديرات حجوم الانتاج تكون ممكنة عندما تكون للغابة خطة ادارة مكثفة. ولأهمية معرفة الحجوم الصحيحة للإنتاج فان التقديرات يجب ان تكون دقيقة وواقعية قدر الامكان وان لا تعتمد على افتراضات عامة بل على ادق التقديرات للحجوم التي سيتم نقلها فعليا. وعند حساب حجوم الانتاج لطريق يمر بأرض الغابة فان ما يؤخذ في الاعتبار هو حجم الانتاج من المساحة الفعلية التي يخدمها الطريق في الوقت الحاضر او التي يمكن ان يقدم لها الخدمات مستقبلا مع اعطاء اهتمامات خاصة للمساحات ذات الانتاج الجيد والمساحات ذات الانتاج الرديء والواطي اضافه الى ملاحظة المساحات غير المنتجة. والمساحة المنتجة في الغابة تكون حوالي 75 % من المساحة الكلية للغابة والباقي اي 25% هي المساحات التي تشغلها طرق الغابات والممرات وساحات التكديس والمساحات غير الصالحة للتشجير ومساحات خطوط مصدات الرياح وغيرها.

بصورة عامة يستدل على تقديرات الانتاج من درجة الإنتاج. Yield class في الغابة حسب انواع الاشجار فيها ولكن حتى لو كانت الغابة نقية فان الانتاج لأسباب معروفة وعديدة مثل اختلاف عوامل الموقع والمحيط والنظم التربوية، لا يكون موزعا بصورة متجانسة على مساحة ارض الغابة نتيجة اختلاف النمو. وينتج عن هذه الظروف المختلفة درجات انتاج مختلفة كما هو الحال في الغابات ذات الطوبوغرافيات المتباينة ولذلك فان درجة الانتاج الموزونة هي التي تستخدم للحصول على حجم الانتاج كعامل رئيس من عوامل تحديد الكثافة المثالية للطرق في الغابات والجدول (1-5) يبين كيفية الحصول على درجة الانتاج الموزونة.

الجدول (1-5) نموذج لكيفية حساب درجة الانتاج الموزونة weighted yield class

قطعة الغابة	مساحة القطعة هكتار	درجة الانتاج م3 لكل هكتار	الانتاج الكلي = المساحة × درجة الانتاج م3
الاولى	30	10	300
الثانية	40	8	320
الثالثة	25	10	250
الرابعة	40	6	240
الخامسة	20	غير منتجة	صفر
السادسة	50	12	600
السابعة	60	14	840
الثامنة	50	12	600
المجموع	315	-	3150

درجة الانتاج الموزونة = $\frac{3150}{315}$ = 10

تزداد اهمية التقديرات الصحيحة لحجوم الانتاج عندما تكون درجات الانتاج منخفضة ومتباينة فالاختلافات القليلة في تقدير الحجوم يمكن ان ينتج عنها فروقات ملموسه في تكاليف الطرق لوحدة الانتاج وهذا يؤثر بالنتيجة على الابعاد المثالية بين خطوط الطرق التي تحدد مسافات النقل الاولي للخشب. والغابات ذات الانتاجية الواطئة لا تتطلب اهتماما لتقدير حجم الانتاج فقط بل تتطلب ايضا تقييما اقتصاديا لطرق النقل البديلة فلو كان التخطيط محصورا بين طرق شاحنات ذات مواصفات عالية فمن الممكن التوصل الى موازنة مثالية بين تكاليف الطرق العالية لوحدة الإنتاج، بسبب قلة الانتاج او رداءة نوعيته او الاثنين معا و تكاليف النقل الاولي العالية لمسافات طويلة ولكن هذه الحالة قد لا تكون مثالية وان الحالة الافضل بأنشاء طرق ترابية لسير الجرارات و الساحبات بمواصفات واطئة ومسافة نقل اولي قصيرة لنقل الانتاج الى جوانب الطرق الصالحة لسير الشاحنات وبناء على هذا فان اتخاذ القرار بتحسين مواصفات الطرق او ابقائها على ما هي عليه يتطلب تقدير حجم الانتاج الذي سينقل الى الطريق الرئيس الصالح لسير الشاحنات

وهذا الحجم يمكن الحصول عليه بتطبيق العلاقة الاتية:

$$V=\frac{RH-RL}{HL-HH}$$

V=حجم الانتاج الذي سينقل الى طريق الشاحنات بالقدم اللوحي او غيره

RH=تكاليف الطرق ذات المواصفات العالية لكل محطة او غيرها

RL=تكاليف الطرق ذات المواصفات الواطئة لكل محطة او غيرها

HL=تكاليف النقل الاولي الى الطريق زي مواصفات الواطئة لكل قدم لوحي / محطة او غيره

HH=تكاليف النقل الاولي الى الطريق ذي مواصفات العالية لكل قدم لوحي/ محطة او غيره

من جانب اخر نجد ان الانتاج يكون على فترات مستقبليه وتوزيعه لا يكون بصوره متساوية على سنوات الفترة المستقبلية الكلية بل يختلف بين سنة واخرى مما يولد صعوبات في تحديد الاستثمارات في طرق الغابات. وحتى لو افترضنا ان الانتاج سيكون متساويا للفترات الزمنية المستقبلية المتساوية فان هناك فروق بين حجوم الانتاج من التخفيفات و بين حجم الانتاج من القطع الكلي النهائي.

وللتوضيح تأثير هذا الاختلاف في الانتاج نفرض ان لدينا غابة متساوية العمر ذات درجة انتاج مقدارها (٨) والتخفيف كل ٥ سنوات اعتبارا من عمر 25 سنه و القطع الكلي النهائي بعمر 60 سنه والانتاج سيكون كما يلي:

العمر بالسنوات	25	30	35	40	45	50	55	60	المجموع
الانتاج م^3 / هكتار	30	30	30	30	30	30	30	315	525

من جدول الانتاج نجد ان معدل الانتاج السنوي على مدى 35 سنه (من عمر 25 إلى عمر 60) هو :

525÷ 35= 15 م^3

و هذا المعدل اعلى من معدل النمو السنوي البالغ (8) حسب درجة الإنتاج.

وقد يضاف الى نتيجة هذا المثال عامل اخر هو اختلاف سرعة نمو الانواع المختلفة من الاشجار والمساحة التي تشغلها الطرق التي تقدر بحوالي 15% من مساحة الغابة ويستخلص من هذا المثال ان تحديد فترة للإنتاج امدها 35 سنه قد تكون ملائمه لقطع الانواع السريعة النمو قطعا كليا بينما لا تكون الانواع البطيئة النمو قد وصلت الى مرحلة القطع الكلى النهائي. وعليه فالحالة الافضل هي دراسة الانتاج في كل قطعة من ارض الغابة بصورة مستقلة حيث التخفيف او عدم التخفيف والاكتفاء بالقطع الكلى النهائي وعلاقة كمية الانتاج بتوقيت انشاء الطرق

والعمر المحدد للطريق بحيث نصل الى برنامج لإنشاء شبكة الطرق حسب الحاجة الى اجزاء طرقها في القطع المختلفة من الغابة وبما يتناسب مع حجوم الانتاج فيها.

ومن الممكن استخدام طريقه اخرى لتحديد الاستثمارات الممكنة في الطرق قدر تعلق الامر بإنتاج الغابة وذلك باستخدام الحجوم المحسومة للإنتاج. Discounted volumes حيث نأخذ تقديرات الحجوم المستقبلية للإنتاج من جداول الانتاج، ان وجدت، وينطبق عليها الحسم بصورة رجعية لنحصل على انتاج حجمي واحد للوقت الحاضر. ويستخدم عادة معدل حسم مقداره 10% مع سماح قدره 15% من الحجوم المحسومة لاعتبارات المساحة المشغولة بالطرق وغيرها من المساحة غير المنتجة داخل الغابة.

حساب كثافة الطرق المثالية

و اذا اخذنا بالاعتبار حقيقة ان هذه التكاليف التي تم التوصل اليها احيانا باستخدام التقدير تارة والتقريب تارة اخرى فضلا عن ارتباطهما بانتاج الغابة الذي سيحصل في المستقبل فان الصيغة الاصح تعبيرا عن الواقع هي ان الحدود الدنيا في للتكاليف الكلية تكون لمدى من الكثافة او لمدى من الابعاد بين الطرق كما يوضح ذلك الشكل ادناها.

لقد قام العديد من الباحثين بدراسة كثافة الطرق في الغابات للتوصل الى صيغ رياضية و معادلات تحدد القيمة المثالية لها ومن اوائل هذه المحاولات هي التي اوردها ماثيوس حيث قدم المعادلة الاتية:

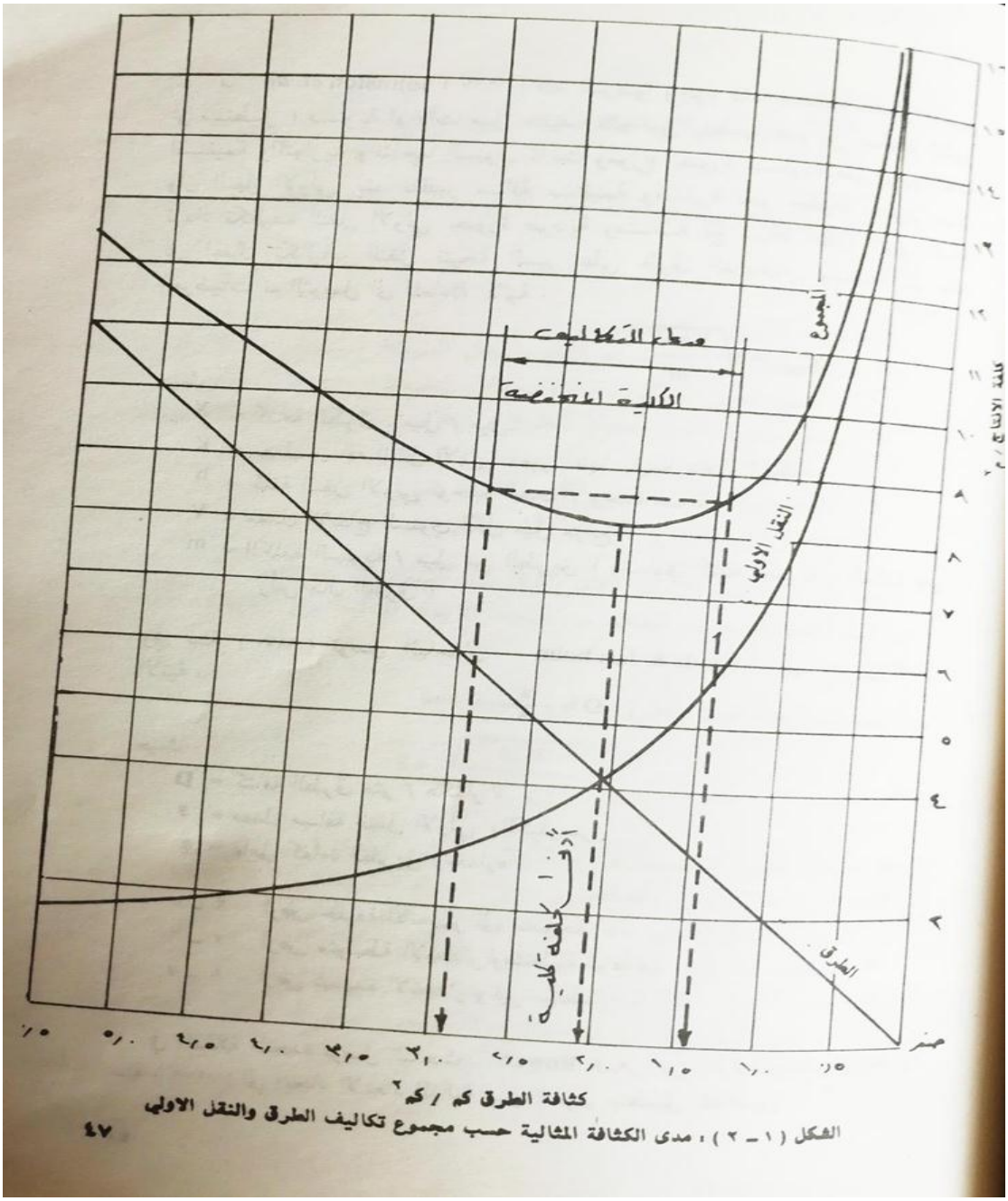
$$S= \sqrt{\frac{0.33R}{VC}}$$

S= تباعد خطوط الطرق بوحدات 100 قدم

R= كلفة انشاء الطرق للميل الواحد

V = حجم الانتاج بالكورد لكل ايكر (الكورد =١٢٨ قدم مكعب)

C= كلفة النقل الاولي لكل 100 قدم



الشكل (١ ـ ٢) : مدى الكثافة المثالية حسب مجموع تكاليف الطرق والنقل الاولي

اما Johnson فقد افترض وجود غابة منتظمة الشكل (مربع او مستطيل) مستوية او ذات ميل خفيف متجانس يقطعها عدد من خطوط الطرق المستقيمة والمتوازية وانتاجها السنوي ثابت وموزع بصورة متساوية على ارض الغابة وان النقل الاولي في التمب اقصر مسافة مستقيمة و مباشرة نحو خطوط الطرق حيث تزداد تكاليف النقل الاولي بصورة طردية و متناسبة مع مسافة النقل الاولي في اضافة الى اغفال تكاليف النقل نتيجة السير على طرق الغابات واستنادا الى هذه الفرضيات تم التوصل الى المعادلة الاتية:

$$X_{OPT.} = \sqrt{\frac{KhV}{m}}$$

XOPT. = كثافة الطرق ميل / ميل 2

K = معدل مسافة النقل الاولي معبرا عنها بقيمة عامل الشكل

h = كلفة النقل الاولي لوحدة الحجم / وحدة مسافة
V = معدل الانتاج السنوي لكل ميل مربع

M = الكلفة السنوية / ميل من الطريق وتساوي كلفة الصيانة + الفائدة على راس مال الطرق

ان ادنى قيمة لمجموع عناصر الكلفة الثمانية المذكورة أعلاه هي الحالة التي تكون عندها الابعاد بين الطرق في حالتها المثالية . وبتطبيق معدلات عناصر التكاليف الثمانية على عدد من وسائل النقل الأولي وعدد من الابعاد بين الطرق يمكن التوصل الى افضل وسيلة مع افضل تباعد بين الطرق .

يتطلب استخدام وسائل النقل الأولي المختلفة كثافات مثالية مختلفة من الطرق . ففي دراسة للمؤلف اجريت في شمال ويلز بالمملكة المتحدة سنة (١٩٧4) وجدت الكثافات المثالية الاتية لوسائل النقل الأولي المبينة أدناه .

وسيلة النقل الاولي	الكثافة المثالية. ميل/ ميل مربع
الخيول	٢,٥٠
جرار نوع هولدر	١,٧٥
جرار نوع ماسي فركسون	١,٠٠
ساحبة نوع تريفر	١,٠٠
رافعة سلكية نوع هاي ليد	٢,٥٠
رافعة سلكية نوع سكاي لاين	٢,٥٠

أن الملاحظ في نتائج الكثافات المثالية الواردة أعلاه هو تقاربها لبعض الوسائل مع بعضها ولكن الفروق الكبيرة هي بين الجرارات والساحبات من جهة وبين الرافعات السلكية من جهة اخرى . والجدول (1-1) يوضح مقارنة بين استخدام أحد أنواع الجرارات بكثافات طرق مختلفة مع رافعة سلكية متوسطة المدى .

يتضح من هذا الجدول ان استخدام الجرار بكثافة مثالية مقدارها ١,٢٠ كم / كم مربع يتضمن توفيراً في الكلفة لكل متر مكعب من الانتاج مقدارها (٣,٩٧ - ٢,٣١ = 1 ، 16) بالمقارنة مع استخدام الرافعات السلكية . وحتى لو استخدمنا اقصى كثافة للطرق مع الجرار بمقدار ٢ كم / كم؟ فلا يزال هناك توفير في الكلفة مقداره (٣,٩٧ - ٢ ، ٠٠ = 1,47) وحدة كلفة لكل متر مكعب وهذا يدل على عدم وجود مبرر الاستخدام الرافعة السلكية في حالة هذا المثال .

الجدول (١ ـ ٦) مقارنة بين تكاليف الجرارات والرافعات السلكية عند استخدامها مع كثافات طرق مختلفة AL-Khaffaf (١٩٧٤) و F.C.(١٩٦٨)

وسيلة النقل الاولي	كثافة الطرق كم / كم^2	وحدات الكلفة / م^3			
		طرق	تحميل وتفريغ	نقل	مجموع
جرار	٠,٦٠	٠,٣٦	٠,٨٠	١,٥١	٢,٦٧
	١,٠٠	٠,٦٠	٠,٨٠	١,٠١	٢,٤١
	١,٢٥	٠,٧٥	٠,٨٠	٠,٧٦	٢,٣١
	١,٥٠	٠,٩٠	٠,٨٠	٠,٦٣	٢,٣٣
	٢,٠٠	١,٢٠	٠,٨٠	٠,٥٠	٢,٥٠
رافعة سلكية متوسطة المدى	٢,٥	١,٥٠	١,٥٠	٠,٩٧	٣,٩٧

ادناه كثافات الطرق بالكيلومتر / كيلومتر مربع بصورة عامة في بعض الاقطار العالمية .

فرنسا	١ ـ ١,٣		(١٩٦٥) Chesnau
المملكة المتحدة	٢,٥		(١٩٦٥) Grayson
المانيا الديمقراطية	٢		(١٩٦٥) Strehkle
جيكوسلوفاكيا	٠,٨	للاراضي المنبسطة	(١٩٦٥) Staud
	١,٢	للاراضي المتموجة	
	١,٠	للاراضي الجبلية	
الاتحاد السوفييتي	٠,٧	للاراضي الجبلية	(١٩٦٥) Chtchiglovsky
	١,٥	للاراضي غير الجبلية	

بالإمكان تلخيص البيانات اللازمة للحصول على تكاليف استخدام وسيلة نقل اولي معينة مع كثافة طرق معينة كما هو مبين أدناه .

1. حجم الانتاج حسب سنوات الاستثمار .
2. معدل مسافة النقل الاولي .

3. مسافة النقل على الطرق الى حدود الغابة .
4. الزمن القياسي للنقل الأولي لوحدة الحجم لمسافات مختلفة .
5. كلفة وسيلة النقل الأولي لكل دقيقة قياسية .
6. كلفة الأيدي العاملة لكل دقيقة قياسية .
7. كلفة تحميلات العمل الادارية لكل دقيقة قياسية .
8. كلفة النقل على الطرق الوحدة الحجم لوحدة المسافة .
9. كلفة الطرق لكل وحدة حجم .

مثال : ماهي الابعاد المثالية بين خطوط شبكة طرق اذا توفرت لديك المعلومات والبيانات الاتية

تكاليف الصيانة = ٥٠ × ٩,٠٧٧ = ٤٥٠ دينار / كم
مجموع تكاليف الطرق = ٣٠٠٠ + ٤٥٠ = ٣٤٥٠ دينار / كم
تكاليف الطرق الكلية = مجموع تكاليف الطرق × عامل عدم استقامة الطرق واختلاف تباعدها .

= ١,٣٥ × ٣٤٥٠
= ٤٦٥٧ دينار / كم

بما ان المساحة المكافئة للكيلومتر الواحد من الطرق =

$$\frac{٤٠٠ \times ١٠٠٠}{١٠٠٠٠} = ٤٠ \text{ هكتار}$$

اذن الانتاج الواصل الى كل كيلومتر من الطرق = ٤٠ × ٧٥ = ٣٠٠٠ م٣

كلفة الطرق / م٣ = $\frac{٤٦٥٧}{٣٠٠٠}$ = ١,٥٥٢ دينار تقريباً

معدل مسافة النقل الاولي = $\frac{٤٠٠}{٤}$ = ١٠٠ متر

معدل مسافة النقل الاولي الفعلية (بسبب عدم مباشرة خط النقل) =
١٠٠ × ١,٣ = ١٣٠ متر

اذن معدل كلفة النقل الاولي = ٠,١ × $\frac{١٣٠}{١٠٠}$ = ٠,١٣٠ دينار / م٣

مجموع تكاليف الطرق والنقل الاولي = ١,٥٥٢ + ٠,١٣٠ = ١,٦٨٢ دينار / م٣

ملاحظات :

١) يمكن حساب كلفة الطرق لكل م٣ من المعادلة
كلفة الطرق / م٣ = $\frac{10RW}{SV}$

٢) يمكن حساب معدل كلفة النقل الاولي من المعادلة :
كلفة النقل الاولي / م٣ = $\frac{1.3\ Sh}{400}$

الان نعيد اجراء هذه الحسابات لابعاد طرق متباينة لايجاد الحالة الافضل معبراً عنها بأقل كلفة كلية للمتر المكعب الواحد من الانتاج كما هو مبين في الجدول (١ ــ ٧) .

الجدول (١ ــ ٧)

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
تباعد الطرق	معدل مسافة النقل الاولي	معدل مسافة النقل الاولي الفعلية	معدل كلفة النقل الاولي	المساحة المكافئة لكل كيلومتر من الطرق	الانتاج الواصل الى كل كيلومتر من الطرق	كلفة الطرق	مجموع تكاليف الطرق والنقل الاولي
متر	متر	متر	دينار / م^3	هكتار	م^3	دينار / م^3	دينار / م^3
	$\frac{1}{4}$ (١)*	١,٣ (٢)*	$\frac{0.1}{100}$ (٣)*	$\frac{1000}{10000}$ (١)*	٧٥ (٥)*	$\frac{3450 \times 1,35}{(6)}$*	(٤) + (٧)*
٤٠٠	١٠٠	١٣٠	٠,١٣٠	٤٠	٣٠٠٠	١,٥٥٢	١,٦٨٢
٥٠٠	١٢٥	١٦٢	٠,١٦٢	٥٠	٣٧٥٠	١,٢٤٢	١,٤٠٤
٦٠٠	١٥٠	١٩٥	٠,١٩٥	٦٠	٤٥٠٠	١,٠٣٥	١,٢٣٠
٧٠٠	١٧٥	٢٢٧	٠,٢٢٧	٧٠	٥٢٥٠	٠,٨٨٧	١,١١٤
٨٠٠	٢٠٠	٢٦٠	٠,٢٦٠	٨٠	٦٠٠٠	٠,٧٧٦	١,٠٣٦
٩٠٠	٢٢٥	٢٩٢	٠,٢٩٢	٩٠	٦٧٥٠	٠,٦٩٠	٠,٩٨٢
١٠٠٠	٢٥٠	٣٢٥	٠,٣٢٥	١٠٠	٧٥٠٠	٠,٦٢١	٠,٩٤٦
١١٠٠	٢٧٥	٣٥٧	٠,٣٥٧	١١٠	٨٢٥٠	٠,٥٦٥	٠,٩٢٢
١٢٠٠	٣٠٠	٣٩٠	٠,٣٩٠	١٢٠	٩٠٠٠	٠,٥١٧	٠,٩٠٧
١٣٠٠	٣٢٥	٤٢٢	٠,٤٢٢	١٣٠	٩٧٥٠	٠,٤٧٨	٠,٩٠٠
١٤٠٠	٣٥٠	٤٥٥	٠,٤٥٥	١٤٠	١٠٥٠٠	٠,٤٤٤	٠,٨٩٩
١٥٠٠	٣٧٥	٤٨٧	٠,٤٨٧	١٥٠	١١٢٥٠	٠,٤١٤	٠,٩٠١
١٦٠٠	٤٠٠	٥٢٠	٠,٥٢٠	١٦٠	١٢٠٠٠	٠,٣٨٨	٠,٩٠٨
١٧٠٠	٤٢٥	٥٥٢	٠,٥٥٢	١٧٠	١٢٧٥٠	٠,٣٦٥	٠,٩١٧
١٨٠٠	٤٥٠	٥٨٥	٠,٥٨٥	١٨٠	١٣٥٠٠	٠,٣٤٥	٠,٩٣٠
١٩٠٠	٤٧٥	٦١٧	٠,٦١٧	١٩٠	١٤٢٥٠	٠,٣٢٧	٠,٩٤٤
٢٠٠٠	٥٠٠	٦٥٠	٠,٦٥٠	٢٠٠	١٥٠٠٠	٠,٣١٠	٠,٩٦٠
٢١٠٠	٥٢٥	٦٨٢	٠,٦٨٢	٢١٠	١٥٧٥٠	٠,٢٩٦	٠,٩٧٨
٢٢٠٠	٥٥٠	٧١٥	٠,٧١٥	٢٢٠	١٦٥٠٠	٠,٢٨٢	٠,٩٩٧
٢٣٠٠	٥٧٥	٧٤٧	٠,٧٤٧	٢٣٠	١٧٢٥٠	٠,٢٧٠	١,٠١٧

* الرقم المحصور بين قوسين يدل على رقم العمود في الجدول

يتبين من نتائج الحسابات الواردة في الجدول اعلاه ان افضل تباعد بين الطرق هو ١٤٠٠ متر وان افضل مدى للتباعد يقع بين ١٢٠٠ الى ١٦٠٠ متر .

كثافة الطرق في مساحات الغابات الصغيرة

وبصورة عامة يضاف ٢٠ ٪ إلى مقدار الكثافة المثالية الاعتيادية للحصول على كثافة الطرق في المساحات الصغيرة والرديئة الشكل ولكن ظهور وسائل النقل الأولي الحديثة القادرة على الحركة بدون طرق ممهدة كالناقلات المجنزرة tracked forwarders قد يبطل الحاجة إلى الطرق في الغابات الصغيرة وهذا الأمر يتطلب تقييما لتكاليف الانتاج بوجود الطرق بالمقارنة مع بدائله للوصول إلى القرار الأفضل . Stern١٩٧٢ وكقاعدة عامة لا يوجد ما يبرر انشاء الطرق في المساحات التي تقل عن ٣٠٠ هكتار .

كثافة الطرق قبل الغرس

مما لاشك فيه أن وجود الطرق على الأرض المراد انشاء غابة عليها يسهل وصول العمال والفنيين والمواد كالشتلات والسماد وغيره إلى مواقع العمل ويختزل الزمن اللازم و بذلك تعمل الطرق على خفض تكاليف انشاء الغابات. وقد لا تكون هذه الطرق ضرورية عندما تتوفر وسائل لنقل الأشخاص والمواد لها قدرة السير على الارض الطبيعية وخاصة اذا كانت مسافات

النقل تنطلق من طريق قريب قائم فعلا . وتنشأ طرق ما قبل الغرس في المساحات الكبيرة فقط عندما يزيد الانخفاض في تكاليف الغرس على تكاليف الطرق المنشأة التي تشمل عناصر الكلفة جميعا حيث يتوجب تقييم تكاليف الطرق الكلية مقابل انخفاض تكاليف الغرس وتكاليف فوائد الطرق في مكافحة الحرائق مقدرة بشكل كمي بالدقة الممكنة وذلك لطول الفترة الزمنية الفاصلة بين الغرس والاستثمار .

ان خطوط طرق الغابات التي قد تنشأ قبل الغرس تشكل جزء من شبكة الطرق المستقبلية وكثافة الطرق قبل الغرس تعتمد على حجم أعمال الغرس وتكاليف الطرق وقد تصل كثافة الطرق قبل الغرس إلى نصف كثافة الطرق المثالية اللازمة لمرحلة الاستثمار وهذا يعتمد على حسابات شبيهة بالتي تستخدم لإيجاد الكثافة لغرض النقل الأولي . وكقاعدة عامة تكون كثافة طرق ما قبل الغرس على النحو الآتي :

0,3 كم / كم^2 عندما تكون أخطار الحرائق قليلة و

0,6 كم / كم^2 عندما تكون أخطار الحرائق كثيرة

كما يمكن ايجاد الكثافة المثالية للطرق قبل الغرس بتطبيق المعادلة Rowan

D1 = مسافة السير المختزلة بسبب انشاء الطرق بالكيلومتر

L1 = كثافة الطرق داخل الغابة بالمتر / هكتار

A = مساحة الغابة بالهكتارات

توقيت أنشاء الطرق Road Construction Timing

تنشأ المشاجر وتنظم الغابات الطبيعية لتحقيق هدف واحد أو أكثر من الأهداف التي تقسم الغابات بموجبها إلى انتاجية أو وقائية أو سياحية او متعددة الأغراض . ويتأثر أنشاء الطرق من حيث التوقيت والقياسية في أنواع الغابات السالفة الذكر بالمهام التي تضطلع بها شبكات الطرق . فقد تنشأ الطرق بصورة مبكرة لربط أرض الغابة مع المناطق الاخره وتحديد حدود قطاعاتها وقطعها تمهيدا للقيام بأعمال الغرس وما يتطلبه من نقل للعمال والشتلات والمواد وغيرها Chavasse (١٩٩٧ وقد تنشأ الطرق أثناء دورة حياة الغابة من أجل ادامتها والاشراف عليها من الناحيتين الادارية والفنية وحمايتها من الأمراض والحشرات والحرائق اضافة إلى استخدام الغابة لأغراض السياحة والنزهة والصيد البري . اما انشاء الطرق في المراحل المتقدمة من دورة حياة الغابة فيكون لتقليل مسافات النقل الأولي ونقل الاخشاب الناتجة من عمليات التخفيف والقطع الكلي النهائي .

أن توقيت أنشاء الطريق هو وليد الحاجة إلى الطريق لاداء فعالية معينة في الغابة . وهذه الطرق يتم انشاؤها احيانا دون مراعاة لعامل التكاليف ولكن الغالب ، كما هو الحال في الغابات الانتاجية ، هو أن تؤخذ تكاليف الطرق بنظر الاعتبار لتحديد الجدوى الاقتصادية من انشائها

وفي ضوء النتائج التي يحصل عليها يتقرر انشاء الطرق حين الحاجة أو يؤجل لفترة مناسبة أو يلغي بصورة كلية . بصورة عامة يمكن تمييز ثلاثة أوقات لإنشاء الطرق هي :

أ- انشاء الطرق قبل الغرس

تنشأ الطرق قبل الغرس بسنة واحدة إلى سنتين بصورة عامة حيث يظهر تناقص في تكاليف الغرس في الغابة لأول مرة .. والتوفير الناتج عن وجود الطرق واستخدام الشاحنات أو وسائل النقل الاخرى على الطريق يزداد بازدياد كثافة العمل في انشاء الغابات وبازدياد المسافة المحصورة بين موقع العمل ومصدر الأيدي العاملة ولو أن كثافة الطرق قبل الغرس ينتج عنها مقادير توفير مختلفة بسبب تباين مسافات السير وحجوم القطع الغاباتية . و بصورة عامة يعد انشاء الطرق قبل الغرس غير اقتصادي رغم ما يتضمنه من تقليل التكاليف الغرس

ب - انشاء الطرق بعد الغرس

بصورة عامة لا يمكن تبرير الانشاء المبكر لطرق الغابات من الناحية الاقتصادية وخاصة في المراحل الأولى من عمر الغابة حتى لو اخذنا بالاعتبار ما يحصل من تقليل في تكاليف ادامة الغابة وادارتها وتسهيل حمايتها بعد الانتهاء من أعمال الغرس . واذا اخذنا بالاعتبار الفائدة المركبة على الاستثمارات في الطرق فان التكاليف سترتفع بدرجة كبيرة فقد وجد في المملكة المتحدة أن أنشاء الطرق قبل الموعد الاقتصادي بخمس سنوات يؤدي إلى رفع تكاليف الطرق بنسبة 61 % عند استخدام نسبة فائدة مقدارها ١٠ ٪ Hummel (١٩٧١) و Davedson (١٩٧٢) . من جانب اخر يمكن تبرير الانشاء المبكر للطرق في المناطق الغاباتية المعرضة لخطر الحرائق بكثرة وذلك بالنظر إلى زيادة تكاليف الطرق كنوع من التأمين على موجودات الغابة وفي مثل هذه الحالة أو غيرها من الحالات الملحة فان الأفضل هو أنشاء الطرق قبل الغرس وليس بعده للاستفادة من الطرق في تقليل تكاليف الغرس أيضا .

ج - انشاء الطرق قبل الاستثمار

يرتبط موعد انشاء الطرق قبل الاستثمار بوجود دورات القطع التخفيفي ودورة القطع الكلي النهائي والذي يكون عادة في حدود فترة من السنين تحددها جداول تنظيم الغابات . وتتفق غالبية المصادر على أن التوقيت الاقتصادي أكثر من غيره لإنشاء الطرق هو قبل سنة واحدة إلى سنتين من موعد التخفيف الاول مباشرة . وبما آن لتوقيت أنشاء الطرق تأثير كبير على كلفة الطرق لوحدة الانتاج وخاصة بسبب الفوائد المركبة فان من المهم أن تتناسب تكاليف الطرق مع ما نحصل عليه من الانتاج من تخفيف المساحات التي ستخفف فعلا وعدم احتساب المساحات التي ستترك بدون تخفيف إلى أن يحين موعد القطع الكلي النهائي . فاذا كانت تكاليف الطرق عالية وغير متناسبة مع حجوم التخفيف المستثمرة وأسعار بيعها بحيث لا توجد جدوى اقتصادية من انشاء الطرق في هذا الوقت فان هذا يؤدي إلى تأجيل التخفيف لدورة واحدة أو أكثر أو حتى الغاؤه والاتجاه نحو الاستثمار بطريقة القطع الكلي النهائي مرة واحدة .

أن تأجيل التخفيف يؤدي إلى فقدان بعض العائدات المالية وتوفير بعضها (بيع الخشب وعدم انشاء الطرق) وهذه المسألة قد تكون في حالة توازن لفترة زمنية قصيرة . أما الاستمرار في تأجيل التخفيف فيقود إلى الاقتصار على القطع الكلي النهائي الذي يتضمن وفورات ناتجة من تأخير انشاء الطرق لبضع عشرات من السنين احيانا وهي حالة قد تكون ملائمة للغابات الرديئة الانتاج .أن القيام بإنشاء الطرق واجراء التخفيف في موعده او تأجيلهما او الغاؤهما هي حالات متباينة تتطلب التقييم . فبعض الغابات او بعض مساحاتها التي لا يمكن تبرير التخفيف فيها لعدم جدواها اقتصاديا ، بسبب تكاليف الطرق ذات القياسية العالية ، قد يكون تخفيفها مجديا بإنشاء طرق ذات قياسية واطئة . والجدول (1-9) عبارة عن مثال لتوضيح علاقة انشاء الطرق بالتخفيف .الجدول (١- ٩): علاقة وقت انشاء الطرق بتخفيف الغابة

الجدول (١ ـ ٩) : علاقة وقت انشاء الطرق بتخفيف الغابة

البديل	الواردات	المصروفات				صافي الربح
		تخفيف او قطع كلي	طرق	نقل اولي	مجموع	
أ) الغاء التخفيف وتنشأ الطرق قبل القطع الكلي	٩٠	١٠	٢٠	٣٠	٦٠	٣٠
ب) القيام بالتخفيف ونقل اخشابه وتنشأ الطرق قبل القطع الكلي	١٠٠	٢٠	٢٠	٣٠	٧٠	٣٠
جـ) القيام بالتخفيف مع نقل اخشابه وتنشأ الطرق قبل التخفيف	١٣٠	٢٠	٥٠	٤٥	١١٥	١٥

يتضح من هذا الجدول ان البديلين أ، ب هما الأفضل . لكن هذه الأفضلية قد لا تبقى على ما هي عليه . فلو ارتفعت الأسعار بنسبة 50 % فان الواردات ستصبح 135 ، 150 ، 195 للبدائل أ، ب ، ج على التوالي وينتج عنها صافي ربح مقداره 75، ٨٠، ٨٠ على التوالي مما يجعل للبديلين «ب، ج » افضلية على البديل أ.

ان التخطيط لشبكة الطرق الكاملة يتم دفعة واحدة بهدف الوصول إلى كافة اجزاء الغابة ولكن الانشاء الفعلي للطرق يتم على شكل مراحل جزئية تدريجية بأنشاء خطوط الطرق التي تصل إلى المساحات الواصلة إلى مرحلة الانتاج او التي يتوقع أن تصله تقريبا . وهذه قاعدة عامة

تستثنى منها طرق ما قبل الغرس حيث تنشا دفعة واحدة . فعلى سبيل المثال قد يكون انشاء الطرق في احدى الغابات بكثافة مقدارها ٢ كم/ كم^2 على النحو المبين أدناه وليس دفعة واحدة .

السنة	اطوال الطرق كم / كم^2
١٩٩٠	١,١٥
١٩٩٢	٠,٣٠
١٩٩٦	٠,٢٠
١٩٩٩	٠,٣٥
المجموع	٢,٠٠

أن الاجراء الشائع الاستخدام من قبل ادارة الغابات البريطانية هو اكمال كثافة الطرق في الجزء المعين من الغابة قبل موعد التخفيف الاول مباشرة . ولكن وكما اشرنا أعلاه فأن هناك بعض الظروف التي لا تبرر انشاء الطرق قبل التخفيف وبذلك نلجأ إلى التأجيل.

وخلاصة ما يمكن قوله عن توقيت انشاء الطرق هو أن تأخير الانشاء يحمل بين طياته فوائد قد لا تكون واضحة في حينها فالتقدم المستمر في وسائل واساليب النقل الأولي قد يصل إلى مرحلة تختلف فيه احتياجاته من الطرق من الناحية الكمية والنوعية عما هو ملائم في الوقت الحاضر . كما أن اطالة برنامج طرق التخفيف وطرق القطع الكلي يمكننا من الاستفادة من وسائل النقل الأولي المتاحة في موقع العمل . و أخيرا فأن الاهتمام الذي يجب اعطاؤه لتوقيت انشاء الطرق يجب أن يوازي ما يعطى من اهتمام لتحديد مواقع وكثافات الطرق المزمع انشاؤها .

اختيار مسارات شبكة الطرق

تتحدد شبكة الطرق في الغابات بالمسارات التي تسلكها الطرق للربط بين المساحات المنتجة للخشب ومناطق تجميعه بصورة رئيسة . ولهذا فان لمسارات الطرق تأثير كبير على استثمار الغابات واداء الفعاليات المختلفة فيها اضافة الى تأثيره على تكاليف انشاء الطرق وصيانتها ونوعية ومستوى الخدمات التي يوفرها هذا المسار لوسائل النقل الأولي ووسائط النقل . ومن الضروري معرفة قياسية الطرق كي نتمكن من اختيار مساراته الأفقية والعمودية والربط بينهم وهذا يعني عدم اغفال النواحي الهندسية لمسارات الطرق بل التأكيد عليها ولكن بصيغ واشكال مبسطة مقارنة مع المعمول به على الطرق العامة خارج الغابات .

أن التفكير باختيار المسارات الملائمة للطرق هو الخطوة العملية الأولى التي يتوجب القيام بها بعد اتخاذ القرار بخصوص كثافة الطرق المثالية في الغابة ومعرفة مقدارها . وبصورة عامة يجب أن يتم اختيار المسارات بصورة مبكرة قدر الامكان لان المعرفة المسبقة بمواقع خطوط شبكة الطرق يعمل على تسهيل عملية تنظيم الفعاليات اللاحقة داخل الغابة . فاختيار المسارات والارض لازالت جرداء غير مغروسة (أو بعد الغرس بفترة مناسبة بحيث لا يتجاوز نمو الأشجار ارتفاع عين الانسان) يكون سهلا بالمقارنة مع حالة وجود اشجار كبيرة على مساحة الأرض . وفي هذا الوقت المبكر يمكن القيام بتأشير شبكة تصريف المياه ايضا بصورة نهائية . ان اختيار مسارات الطرق اثناء دورة حياة الغابة له بعض المحاسن رغم صعوبة عمليات المسح فخطوط النار الخالية من الغطاء الغابي قد تكون مسارات محتملة للطرق المستقبلية وازالة الأشجار من مسارات خطوط الطرق المختارة في الغابة الواصلة في نموها إلى مرحلة الاعمدة Pole Stage قد يعمل على تشتيت الرياح وتقليل تأثيرها على الغابة . اما من ناحية انشاء الطرق فأن اختيار المسارات يجب أن يسبق عملية الانشاء بفترة مناسبة ، يفضل أن لا تقل عن ثلاث سنوات ، الان من غير المعقول المباشرة بالتنفيذ بدون خطة عمل محددة .

أن كلفة تخطيط الطرق متمثلا في اختيار مساراتها قبل الغرس أو في بداية تأسيس الغابة يكون جزءأ من كلفة تخطيط الطرق لنفس المساحة وظروفها عندما تكون مكسوة بغطاء شجري مرتفع . وبصورة عامة نجد أن اعتماد نسبة مقدارها ٧ ٪ من تخصيصات الطرق لصرفها على اعمال تخطيط الطرق لا يعتبر مبالغ فيه وهذه هي النسبة المستخدمة في مصلحة الغابات الأمريكية .

يجب أن لا يغيب عن البال عند اختيار مسارات خطوط الطرق أن هناك ناحيتان اساسيتان يتوجب العمل بموجبهما بصورة عامة وهما .

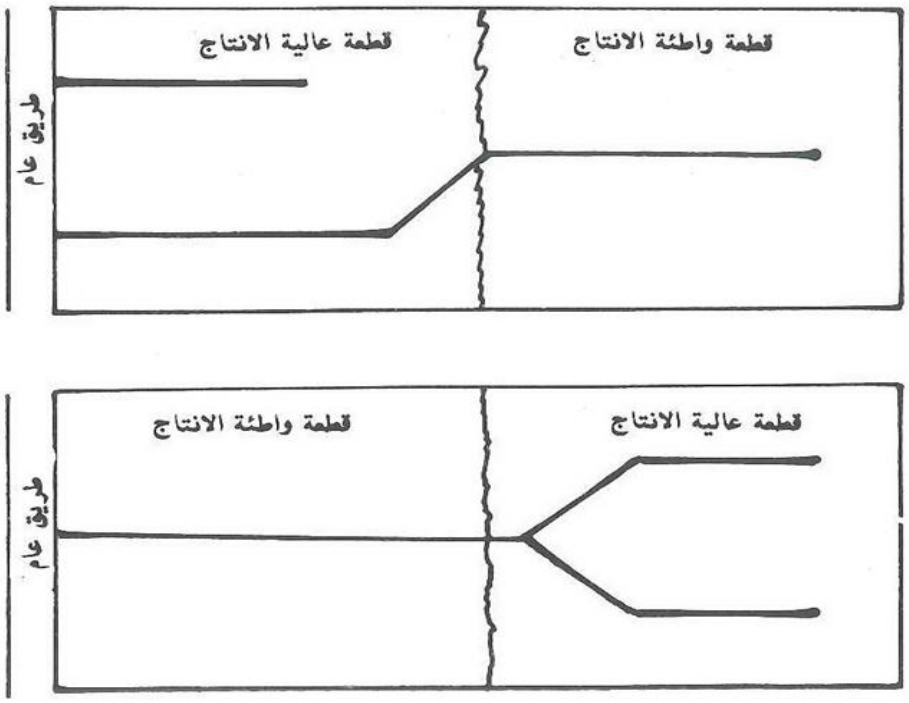
1. ان موقع الطريق يتحدد بصورة عامة بموجب توزيع الأخشاب التجارية على ارض الغابة

٢. ارض الغابة لها معالم وخصائص قد لا تسهل امرار الطريق وانشاءه على امتداد مسار معين بشكل اولي .

وعليه فأن مسار الطريق المنتخب بشكل أولي يمكن تغييره أو تعديله بحيث نستفيد من المعالم الأرضية المناسبة وهذا يتطلب معرفة هذه المعالم وتفاصيلها قبل المباشرة باختيار المسارات . أن بعض الغابات تحتوي على شبكات طرق منشأة سابقا . ومسارات هذه الشبكة قد لا تكون ملائمة او انها اقل من المطلوب . وان تحوير هذه الشبكة قد يتضمن التخلي عن بعض أجزائها لعدم صلاحيتها أو عدم تلاؤمها مع وسائل النقل الأولي ووسائط النقل المدخلة حديثا او تطوير وتحسين بعض خطوط الطرق فيها بحيث تتلائم مع متطلبات الاستخدام الحالي والمستقبلي رغم صعوبة التكهن بالاحتياجات المستقبلية بصورة دقيقة . أن عددا لا باس به من المسارات غير الجيدة ناتج عن تحسين الطرق الترابية القديمة المصممة أصلا لسير الجرارات لغرض استخدامها لوسائط النقل الحديثة بأقل ما يمكن من حجوم الأعمال الترابية ولكن مثل هذا التوجه يقود إلى اهمال بعض العوامل الضرورية ذات التأثيرات القصيرة المدى كتصريف المياه وطبيعة التربة و بعض المواصفات الهندسية . ولمثل هذه الاسباب يجب عدم القيام بتحسين

الطرق الترابية القديمة لاستخدامها في استثمار منطقة معينة قبل التأكد من أن هذا الطريق سيتلائم مع شبكة الطرق المطلوبة.

أن المسارات المخططة بصورة جيدة هي التي يمكنها الوصول إلى كافة اجزاء الغابة بأقصر اطوال كلية ممكنة وهذا يعني أن كل مسار يجب أن يكون في الموقع المناسب الذي يسهل عملية النقل الأولي لإنتاج الغابة ويجنبنا الصعوبات الكبيرة في الأعمال الانشائية للطرق مع مراعاة الاهداف الاساسية والثانوية لشبكة الطرق . ومسارات طرق النقل الأولي وخاصة ما كان منها للاستعمال على مدار السنة يفضل أن تكون مستقيمة ومستوية ومتساوية الأبعاد عن بعضها بالقدر الذي تسمح به الطبوغرافية التي نادرا ما تجعل هذه الرغبات ممكنة ولذلك فأن نسق مسارات الطرق الأكثر احتمالا هو الحصول على شبكة طرق شبيهة بنهر يتفرع منه روافد عديدة . ان الاعتناء بإيصال الطرق إلى المناطق ذات الانتاج الجيد من الغابة وتجنب المساحات غير المنتجة ومراعاة خطة الاستثمار والتشجير تستوجب امرار الطرق بمسارات غير منتجة أو ذات انتاج ضعيف لان الحالة المعتادة هي ازالة الأشجار من مسارات خطوط الطرق عند انشائها وهذا الاتجاه يقلل من المساحة المنتجة المفقودة بسبب أنشاء شبكة الطرق . ولكن مثل هذا الاتجاه لا يطبق بشكل مطلق لان الانتاج وجودته هو احد العوامل الرئيسة المحددة لمقدار كثافة الطرق المثالية والغابات قد تقسم إلى مناطق حسب جودة انتاجها لأغراض تخطيط الطرق والاختلافات الكبيرة في نمط النمو في المناطق المختلفة داخل الغابة وثبات تكاليف الطرق وتكاليف النقل الأولي لوحدة الانتاج الواحدة قد يؤدي إلى امرار مسارات الطرق بموجب احدى الصيغتين العامتين المبينتين في الشكل (1-3) أدناه



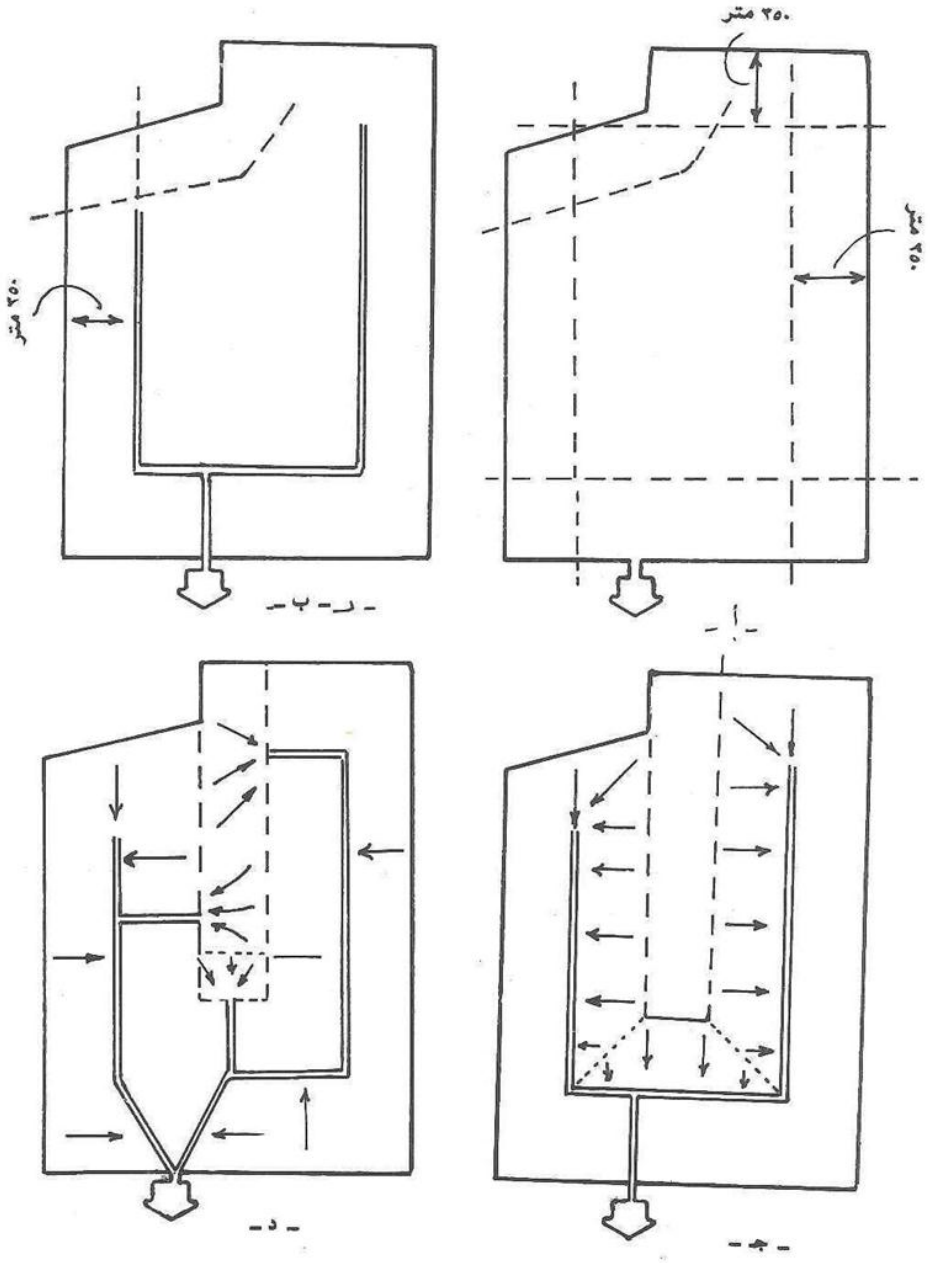
الشكل (1-3) : نمطين لإمرار خطوط الطرق حسب جودة الانتاج

في الغابات المتجانسة الانتاج نوعا ما وذات الظروف الطبوغرافية السهلة والشكل المناسب لاختيار مسارات طرق مستقيمة ومتساوية البعد عن بعضها يكون العمل سهلا عند تخطيط شبكات الطرق واختيار الأفضل من بينها . فالبعد بين الطرق المتجاورة او مسافة النقل الأولي القصوى هي العامل المحدد لاختيار مسارات الطرق في هذه الحالة كما يوضحها المثال الاتي :

مثال : قطعة غابة شكلها كالمبين في الشكل (1- 4) ادناه ترتبط من جهتها الجنوبية مع طريق خارجي عام والمطلوب تحديد مسارات طرق فيها بمسافات نقل اولي قصوى مقدارها (٣٥٠) متر .

الحل : نبدأ اولا بتأشير مسار طريق موازي للحدود الخارجية من الداخل بمسافة عن الحدود مقدارها (٣٥٠) متر كما في الشكلين (أ) و(ب) من الشكل (1-4). ثم نؤشر حدود الجزء الداخلي من مساحة الغابة ببعد مقداره (٣٥٠) متر عن مسار الطريق الموازي الموضح في الشكل (ب) وبذلك يتحدد لدينا هيكل المساحة الداخلية الموضحة بالجزء المظلل في الشكل (ج) وفيها مسافة النقل الأولي القصوى تزيد على (٣٥٠) متر.. ولتقليص مسافة النقل الأولي القصوى إلى حدود المسافة المطلوبة أي إلى (٣٥٠) متر نقوم بتأشير مسارات الطرق الفرعية التي يمكنها الوصول إلى المساحة الداخلية لتجعل مسافة النقل الأولي القصوى (٣٥٠) متر كما هو موضح في الشكل (د). ومن الجدير بالذكر أن مسارات الطريق هذه قد تخضع لبعض التحويرات عندما ينقل مخطط الطرق من الخارطة إلى الأرض وذلك لأسباب تتعلق بالظروف الأرضية المختلفة .

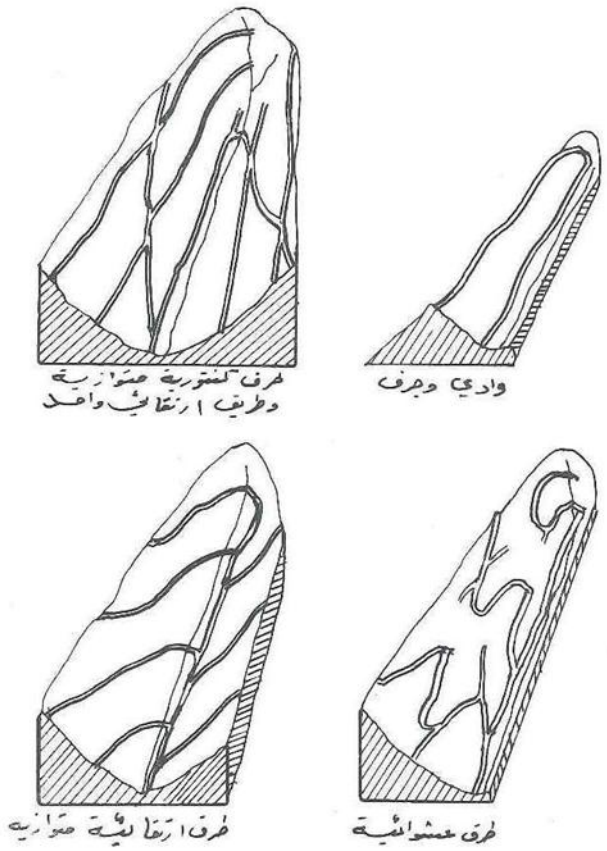
الواقع أن الظروف الطبوغرافية لا تكون متجانسة على الأغلب وخاصة في مناطق الغابات الجبلية حيث تتحد مسارات خطوط الطرق حسب الطبوغرافية كعامل رئيس. والشائع عادة أن تكون مسارات الطرق الرئيسة على امتدادات بطون الوديان الرئيسة او على امتدادات الجوانب السفلي من سفوح المنحدرات الكبيرة . فاذا كانت الانحدارات معتدلة ومناسبة فيحدد مسار طريق رئيس في موقع مناسب تتفرع منه بصورة متعامدة مسارات طرق فرعية على ابعاد مناسبة عن بعضها حسب مسافات النقل الأولى المطلوبة . أما اذا كانت الانحدارات شديدة فان المسارات المناسبة هي التي تتبع امتدادات الخطوط الكنتورية وتكون موازية لبعضها البعض



الشكل (١ ـ ٤) : خطوات تحديد مسارات الطرق حسب مسافة النقل الاولي المطلوبة

و بأبعاد تتناسب مع المسافات المطلوبة وهذه المسارات تتصل مع بعضها بمسارات فرعية ارتقائية او مسارات رابطة . واذا كانت الظروف الطبوغرافية عبارة عن مجموعة وديان فرعية تتصل بواد رئيس فان مسارات الطرق قد تكون بشكل سلسلة متوازية من المسارات الفرعية التي ترتبط مع مسارات فرعية تمتد بمحاذاة الوديان الفرعية وهذه المسارات الفرعية ترتبط مع مسار طريق رئيس يمتد في الوادي الرئيس.

ان هذا النسق من المسارات يتفق إلى درجة كبيرة مع التقسيم الذي أورده الباحث Silen عنStenzel & Pearce١٩٧٣ والذي قسم بموجبه نسق مسارات الطرق الى الانواع الاتية والتي يوضحها الشكل (1-5) ادناه



الشكل (١ ـ ٥) : بعض أنواع نسق مسارات الطرق

1- طرق ارتقاء متوازية(كنتورية) يجمعها طريق ارتقائي ذو انحدار أقصى ما يمكن .

2- طرق ارتقاء متوازية (كنتورية) مرتبطة مع بعضها بانعطافات مرتدة واخفض واحد منها يرتبط مع طريق رئيس يقع اسفل الوادي الرئيس .

3- طرق الوديان والمرتفعات حيث يمتد مسار الطريق مع الوادي صعودا إلى الموقع الملائم للارتقاء إلى المرتفع الموازي لامتداد قعر الوادي .

أن مسارات الطرق المؤقتة تكون بصورة عامة على امتدادات السفوح السفلية . للمنحدرات أي بصورة متعامدة مع انحداراتها أما الدائمية فتكون على المنحدرات صعودا ونزولا لان هذا النمط يقلل من تأثير المياه ومشاكلها حيث ان الطرق المؤقتة تستخدم لفترات الجفاف فقط أما الدائمية فتستخدم على مدار السنة .

مما لاشك فيه ان عملية النقل الأولي للأخشاب من أعالي المنحدرات إلى أسافلها أسهل من النقل من الاسفل إلى الأعلى لأننا في الحالة الأولى نستفيد من قدرة وسيلة النقل الأولي ومن خاصية الجاذبية الأرضية ولذلك يتم اختيار مسارات الطرق عند السفوح السفلى للمنحدرات حيث ذكر Huggard أن الموقع الأكثر ملاءمة من الناحية الاقتصادية هو جعل مسار الطريق على مسافة المنحدر نحو الأعلى مقدارها $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ طول مسافة المنحدر اعتبارا من الاسفل وان كلفة النقل الأولي في هذه الحالة من الأعلى إلى الأسفل ستكون معادلة تقريبا للكلفة من الأسفل إلى الأعلى .

وقد كان هذا الرأي شائعا في فترة الخمسينات من هذا القرن استنادا إلى فكرة ان النقل الأولى نحو الاسفل هو السائد ولكن بظهور وسائل النقل الأولي القادرة على العمل على المنحدرات الشديدة بسرعة وكفاءة عاليتين ، وخاصة الرافعات السلكية التي يمكنها العمل بالاتجاهين وبالكفاءة نفسها تقريبا ، أثبت أن هذا الرأي عبارة عن هدر في الامكانيات وان الطريق يمكن أن يكون للأسفل بالقدر المناسب لمدى وسيلة النقل الأولي لإيصال الأشجار الواقعة أسفل المنحدر الى الطريق فقط وان الأشجار الموجودة أعلى موقع الطريق تنقل للأسفل بالطريقة الاعتيادية المناسبة . ورفع موقع الطريق نحو أعلى المنحدر يعمل على خفض تكاليف أنشاء الطريق لأنه يجنبنا الأرض الأكثر رطوبة والتي تكون أسفل في المنحدر تماما كما يؤدي إلى عدم التفريط بأفضل اشجار الغابة والتي تنمو عادة عند السفوح السفلي من المنحدرات او بطون الوديان . ولكن من ناحية اخرى نجد أن استخدام الرافعات السلكية يتطلب فسح واماكن تكديس الأخشاب المنقولة وهذه مسألة مهمة يتوجب أخذها بالاعتبار عند اختيار مسارات خطوط الطرق خاصة وان أطوال طرق الشبكة النظامية تكون أقصر من النسق العشوائي لمسارات خطوط الشبكة .

ح - مرحلة اختبار التخطيط (الاستكشاف المركز)

ان افضل وسيلة للتأكد من صلاحية مسارات شبكة الطرق المنتخبة تكون بالتحقق من واقعيتها وذلك بتتبعها على ارض الغابة سيرا على الاقدام . وبالطبع تكون الخارطة التي خططت عليها مسارات شبكة الطرق مع القائم بهذا الاستكشاف اضافة إلى بعض الآلات والاجهزة البسيطة كالبوصلة الموشورية والناظور المقرب و ميزان ابني أوكلاينوميتر وشريط قياس ومسطرة مقياس رسم و فرجال ودفتر ملاحظات . ويعد هذا الاستكشاف المركز ضرورية ومهما حيث تتوقف عليه الصيغة النهائية الشبكة الطرق المستقبلية ولذلك يجب اجراؤه باعتناء تام وأن استكشاف (8) كيلومترات في اليوم الواحد يعد معدلا مقبولا . وقد يكون من المفيد في هذه المرحلة أن يكون لدينا اكثر من مخطط واحد لمسارات الطرق التي تقارن مع الواقع للوصول إلى الأفضل من بينها.

أن المعتاد في هذه المرحلة هو السير من نقطة السيطرة الأولى إلى نقطة السيطرة الثانية وتثبيت المسافات للتمكن من قياس الانحدار وتصحيحه ان لزم الأمر عندما يحصل أن المسار التجريبي ينتهي في موقع اعلى او اخفض من موقع نقطة السيطرة الثانية . كما أن نقاط السيطرة الثانوية غير الموجودة على الخارطة قد تحتاج الى اجراء تغييرات في اتجاهات او انحدارات المسارات

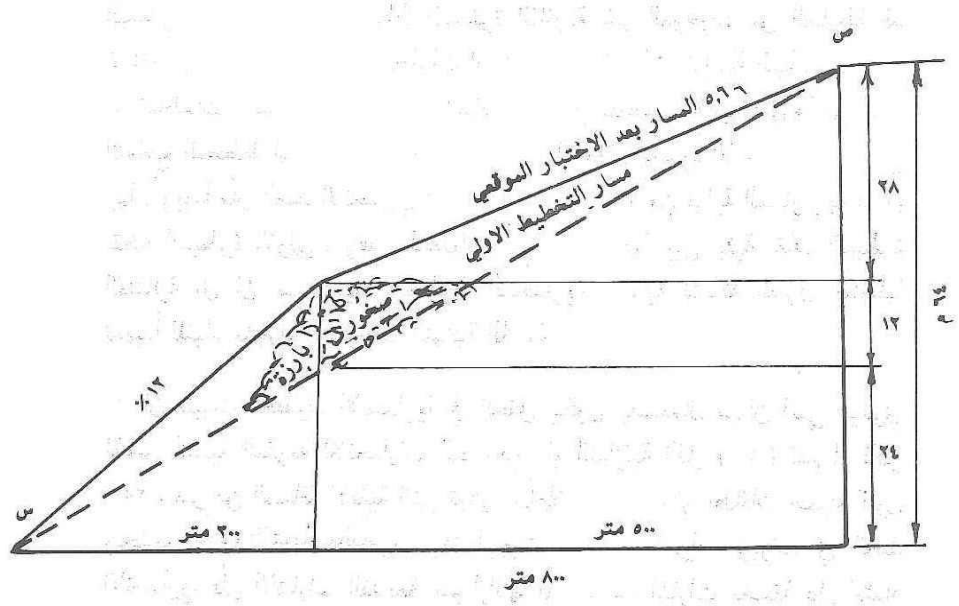
الواصلة اليها . اما تقاطعات المسارات مع مجاري المياه فتدرس او تفحص امكانية عبورها من موقع التقاطع المخطط أو تحويله إلى موقع اخر دون الإخلال بحدود الانحدارات المسموح بها .

وبهذا فأن الخط الانحداري النهائي هو الذي يحدد من نهاية المسار رجوع إلى نقطة السيطرة الأولى . وهذه الخطوات يتكرر تطبيقها بين بقية نقاط السيطرة المتتالية إلى أن يتم تثبيت الخطوط الانحدارية النهائية لشبكة الطرق بكاملها تمهيدا للقيام بإجراء المسوحات النهائية اللازمة .

أن تثبيت الخطوط الانحدارية في الحقل يكون باستعمال ميزان ابني اليدوي القياس النسبة المئوية للانحدارات التصاعدية أو التنازلية لكل (١٠٠) قدم او لكل (٢٠) متر من المسافة الأفقية التي تؤشر بأعلام شريطية او بطاقات حمراء اللون وتجنب تأشير الاشجار بالفأس، واذا اوجبت الظروف اجراء تغييرات في الخط الانحداري فأن الاشارات القديمة يتم ازالتها او تستخدم اشارات مختلفة على امتداد المسار الجديد .

وهذا العمل يقوم به شخصان عادة حيث يكون المساعد في المقدمة لتأشير نهاية مسافة الانحدار المطلوب والراصد في المؤخرة حاملا معه ميزان ابني اليدوي لتعيين نسبة الانحدار . وقد يقوم بالعمل شخص واحد فقط يقوم بتأشير نهاية الانحدار اولا ثم يرصد من المقدمة إلى البداية أي بعكس اتجاه تحديد الخط الانحداري . وهذه الخطوات ، في حالة الشخصين أو الشخص الواحد ، تتكرر إلى أن يتم الانتهاء من الخطوط الانحدارية بكاملها .

الواقع أن نقطتي سيطرة بعيدتين عن بعضهما لا يمكن على الأغلب ربطهما بانحدار ثابت على امتداد المسافة الفاصلة بينهما ولهذا تظهر نقطة أو نقاط سيطرة ثانوية او وسطية ويكون تعديل خط المسار ضرورية لربط نقاط السيطرة بصورة جيدة وصحيحة. فعلى سبيل المثال نفرض ان لدينا نقطتي سيطرة هما (س، ص) تبعدان عن بعضهما (٨٠٠) متر ومتصلتان مع بعضهما حسب التخطيط الاولي بمسار انحداره ٨٪ ولكن عند اختبار هذا المسار موقعيا تبين وجود مجموعة من الصخور البارزة على مسافة (٣٠٠) متر من نقطة السيطرة (س) وان تجاوز هذا العائق يتطلب أن يمر المسار بمستوى أعلى عند موقع الصخور مقداره (١٢) متر. في هذه الحالة نعمل على تعديل الخط الانحداري للمسار كما هو موضح في الشكل (1- 7) أدناه وما يتبعه من توضيح لكيفية التعديل .



الشكل (١ ـ ٧) : نموذج لتعديل مسار نتيجة للاستكشاف المركز

فرق الارتفاع بين س، ص = $\frac{8}{100}$ x ٨٠٠ =64 متر

فرق الارتفاع بين (س) ومنطقة الصخور حسب التخطيط الاولي

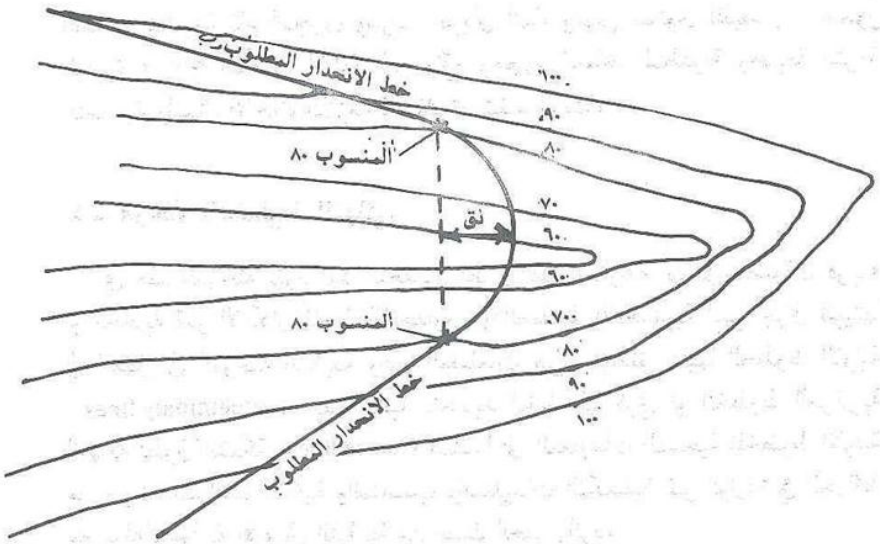
X = $\frac{8}{100}$ 300 = 24 متر

إذن فرق الارتفاع بين (س) ومنطقة الصخور بعد التعديل = 24 + ١٢ = ٣6 متر . الانحدار من الصخور الى (س) بعد التعديل = X $\frac{36}{300}$ 100= 12%

فرق الارتفاع بين الصخور ونقطة (ص) بعد التعديل = 64 - ٣6 = ٢٨ متر

اذن الانحدار من الصخور إلى نقطة (ص) بعد التعديل = $\frac{28}{500}$ × ١٠٠ = 5,6 %

من الحالات الاخرى التي تتطلب اجراء التعديلات هي تقاطع خط المسار مع انخفاض عميق وضيق . وفي هذه الحالة نعمل على امرار خط المسار بالانحدار المخطط المطلوب إلى نقطة على جانب المنخفض تبعد عن نقطة اخرى على الجانب المقابل للمنخفض مسافة تعادل ضعف نصف قطر المنعطف المطلوب . فعند هذه النقطة نقلل الانحدار إلى الصفر ثم نستمر بإمرار المسار عبر المنخفض نحو الجانب المقابل ونثبت نقطة نهاية الانحدار الذي قيمته صفر . بعد عبور المنخفض نستمر بأمرار المسار بالانحدار المخطط المطلوب كما في الشكل (١- ٨) أدناه .



الشكل (١ ــ ٨) : تعديل المسار عند التقاطع مع منخفض عميق وضيق

اما في حالة الجروف الضيقة فأن خط المسار يمرر إلى النقطة التي يجب أن يبدأ عندها المنعطف حسب التخطيط الاولي ثم نختار بداية للمنعطف ونجعل الانحدار صفر على مسار المنعطف إلى خد نقطة نهايته و بعدها نعود إلى امرار المسار بالانحدار المطلوب .

أن التعديلات اللازمة في هذه المرحلة قد تكون كبيرة بحيث تستلزم اعادة التخطيط الاولي لشبكة الطرق .. وعلى العموم فبعد التأكد من أن كافة مسارات خطوط الطرق قد اصبحت في افضل المواقع الممكنة نقوم بتأشيرها على الخارطة بالدقة التي يسمح بها مقياس الرسم . والنتيجة النهائية التي نخرج بها في هذه المرحلة هي الحصول على كافة التفاصيل من الخارطة والأرض معا والتي يعتمد عليها للتصميم النهائي لشبكة الطرق وحساب مستلزمات العمل وتقديرات التكاليف . ومن الجدير بالإشارة أن الخرائط التي تؤشر عليها مسارات الطرق بعد اختبارها يجب أن تكون ذات مقاييس رسم مناسبة وان مقياس 1/ ٢٠٠٠ - ١/ ٥٠٠٠ للمناطق المنبسطة يعد ملائما ولكن للمناطق الصعبة قد يلزم أن يكون المقياس اكبر من هذا . اما تفاصيل المعلومات التي لا تظهرها الخرائط الكنتورية والتي تؤخذ من الغابة وتسجل بشكل ملاحظات لكل جزء من أجزاء الطريق فهي تفاصيل العوارض الأرضية الصغيرة وخصوصيات المجاري المائية بأحجامها المختلفة كارتفاع الضفاف وطبيعة قاع المجرى وسرعة جريان الماء واعلى مستوى للفيضان والصخور البارزة في قاع المجرى اضافة إلى مواقع وحجوم المنافذ المطلوبة وطبيعة التربة التحتانية واعمال الاخلاء اللازمة للمباشرة بتنفيذ الانشاء

د - مرحلة التخطيط النهائي

في هذه المرحلة نقوم أولا بتحديد الطرق على الخارطة بشكل مضلعات قريبة أو محاذية قدر الامكان للخط الانحداري أو الخطوط الانحدارية انمي جرى تثبيتها في الحقل في المرحلة السابقة وهذه المضلعات هي ما يطلق عليها الخطوط الأولية preliminary lines ثم نقوم ثانية بتحديد الخط المركزي أو الخطوط المركزية النهاية لطرق الشبكة Centre lines استنادا إلى المعلومات المسحية للخطوط الأولية من حيث المسافات الأفقية والمناسيب والمعلومات التكميلية غير الواردة في الخرائط مع مراعاة موازنة الاعمال الترابية من حيث الحفر والردم .

ان الاعمال التخطيطية اللازمة للحصول على الخط الأولي والخط المركزي يمكن تقسيمها إلى القسمين الرئيسين الآتيين .

الاعمال الحقلية : وتتضمن الخطوات الاتية

أ- تثبيت اوتاد خط الطريق الأولي على مسافات افقية صحيحة مقدار كل منها (٢5) متر أو (١٠٠) قدم وكذلك عند نقاط التغير في الاتجاه وذلك باستخدام شريط القياس .

ب- تضليع خط الطريق الاولي بقياس مسافات الاجزاء المستقيمة وقياس الاتجاهات الأمامية والخلفية عند كل نقطة تغير في الاتجاه باستخدام البوصلة .

ج - ايجاد ارتفاعات النقاط التي وضعت فيها الأوتاد اي اعداد المقطع الطولي الخط أو خطوط الطرق باستخدام ميزان ابني او جهاز تسوية ومسطرة مساحة .

د- ايجاد ارتفاعات بعض النقاط الواقعة على جانبي كل وتد من أوتاد نقاط خط الطريق الاولي ولمسافة لا تقل عن (6) متر لكل جانب أي اعداد المقاطع العرضية وقد تقلل مسافات المقطع الطولي لأغراض عمل المقاطع العرضية اذا وجدت حاجة لذلك كما قد لا تكون المقاطع العرضية على كافة نقاط المقطع الطولي في ظروف الطبوغرافية السهلة .

ه - تسجيل الملاحظات عن المضلعات على الجهة اليسرى من دفتر الحقل وعلى الجهة اليمني من دفتر الحقل تدون ملاحظات عن مجاري المياه والقنوات الكبيرة والصخور البارزة والأسيجة والتغيرات المفاجئة في الانحدارات الارضية والظروف الأرضية بصورة عامة وغيرها من المعلومات المؤثرة على موقع الطريق . آن وجود خارطة كنتورية جيدة لشريط الأرض الذي يمتد عليه خط أو خطوط الطرق الأولية هو البديل المناسب الذي يعوض عن تنفيذ غالبية الخطوات المذكورة أعلاه .

٢. الأعمال المكتبية :

وهي الأعمال التي تهدف إلى الحصول على الخط المركزي او الخطوط المركزية لطرق الشبكة بالاعتماد على الأعمال الحقلية والملاحظات التكميلية المرفقة بها وتتضمن الخطوات الاتية :

أ- رسم المقطع الطولي للخط الأولي على ورق بياني باستخدام مقياس 1/ 500 - ١/ ١٠٠٠ عادة .

ب- رسم المقاطع العرضية بشكل خطوط قاطعة للمقطع الطولي او على ورق بيانى منفصل

ت- نرسم اطول مماسات ممكنة على امتداد الخط الأولي دون أن ينتج عن ذلك تغيرات كبيرة او اعمال حفر وردم واسعة .

ث- نمد المماسات لتتقاطع مع بعضها ونستخدم احداثيات نقاط التقاطع لمعرفة الاتجاهات والمسافات من تقاطع مماس الى اخر. "

ج- نرسم المنعطفات البسيطة لكي نربط المماسات المتقاطعة .

ح- نقوم بحساب المسافات من نقطة البداية أي من صفر صفر (00 + 0) خط اولي يساوي صفر صفر خط تصميمي (الخط المركزي للطريق) فالنقطة على خط التصميم تقاس حيثما يتقاطع الخط الأولي مع الخط التصميمي . وبهذه الطريقة فأن تثبيت النقاط قد يكون :

خ- الخط الأولي (00 + 0) يساوي خط تصميم (00 + 0) : خط أولي (25 + 0) يساوي خط تصميم (24,5+0) ؛ خط اولي (00 +1) يساوي خط تصميم (0.2+1) الخ فطالما أن خط التصميم اكثر استقامة من الخط الأولي فأنه ينتهي عند مسافة اقصر قليلا من الخط الأولي (في هذه الأرقام افترضنا أن المسافة بين المحطات تساوي (50) متر و بين النقاط (٢5) متر).

د- تأخذ اللوحة المستوية وننصبها في الحقل لرصد وتثبيت نقطة الخط الأولي ومنسوبها ونقطة خط التصميم والمسافة المتعامدة يمين او يسار الخط الأولي إلى خط التصميم . وباستخدام المقاطع العرضية المخططة ترسم المساقط بوابة العمودية إلى خط التصميم ثم يحسب منسوب خط التصميم بطريقة بيانية .

ذ- نرسم الخط البياني الممثل النقاط خط التصميم النهائي لغرض التنفيذ ونحدد مقدار الحفر او الردم عند كل نقطة من النقاط باستخدام مقياسين مختلفين وقد يكونان 500/1 أفقيا و ١/ ١٠٠ عمودية .

ر- نحسب مقادير الأعمال الترابية للتأكد من وجود موازنة مناسبة بين الحفر والردم وكأساس لتقدير تكاليف الانشاء .

ز- وأخيرا نعمل على اعداد جدول بالمساقط العمودية نحو نقاط الخط المركزي المصمم وهو المرحلة الأخيرة من العمل التخطيطي حيث تصبح شبكة الطرق كاملة ولا تحتاج الى اعمال اخرى لحين حلول البدء بالتنفيذ .

تصميم طرق الغابات

يتمثل التصميم الهندسي لأي مشروع بالمواصفات الظاهرية والتفصيلية التي يتسم بها ذلك المشروع وطرق الغابات كواحدة من هذه المشاريع لها أشكال ظاهرية وخصائص هندسية تحدد قياسيتها وتؤثر بشكل مباشر على تكاليفها النهائية وتكاليف النقل بوساطتها . واختيار قياسية معينة للطريق ليس بالأمر السهل ذلك لأنه يتعامل مع عدد كبير من العوامل المتعلقة بالأرض ووسائط النقل . وبما أن الطريق في الغابات وسيلة لتسهيل أعمال النقل الأولى فأن قياسيته تتأثر بصورة مباشرة بوسيلة النقل الأولي وطريقة النقل على الطريق . ولهذا فأن اختيار القياسية الملائمة لأنواع الطرق في الغابات لا تكون الا بعد اجراء تقييم شامل للأسباب الموجبة لإنشاء الطريق في غابة معينة واختيار مساره على الامتداد المعين وطريقة الانشاء سواء كان ذلك للطرق التي ستنشأ حديثا او لتحسين الطرق الموجودة فعلا .

واذا اخذنا بنظر الاعتبار أن الظروف الارضية ليست متجانسة على امتدادات خطوط الطرق المختلفة فأن متطلبات كل جزء من شبكة الطرق أو الطريق الواحد احيانا يجب أن تدرس بصورة منفصلة لاختيار الاجراءات التصميمية التي تتناسب معها وهذا يعني عدم وجود ضرورة للوصول إلى تجانس قياسي للاجزاء المختلفة من شبكة طرق الغابات . فالطرق الرئيسة في الشبكة تتطلب قياسية اعلى بالمقارنة مع الطرق الثانوية والفرعية كما أن نقل الانتاج الخشبي بالشاحنات التي تصل أوزانها الى (٣٢) طن مثلا من الغابة مباشرة تتطلب قياسية مختلفة عن القياسية اللازمة في حالة تجميع وتكديس الانتاج في مساحات او مواقع مجاورة للطرق الخارجية العامة (Adamovich ١٩٧١).

ان التكاليف التقديرية للطرق المنشأة بقياسية معينة يجب أن تتضمن التكاليف المرتبطة بعملية النقل كافة بما فيها الجسور و الاستدارات ومناطق التجاوز رغم ان انشاء طريق بقياسية عالية لا تزيد تكاليفه كثيرة على تكاليف انشاء الطريق بقياسية ادنى . واختيار القياسية يجب أن لا يعتمد فقط على تكاليف الإنشاء بل على التوصل إلى موازنة معقولة بين تكاليف الإنشاء وتكاليف الصيانة اللاحقة لإنشاء الطريق . اما العوامل التفصيلية التي تؤخذ بالاعتبار عند تحديد قياسية الطريق فتشمل نوعية وسائط النقل وحمولاتها وكثافة المرور وسرعة السير واستمرارية استخدام الطريق والعوامل الهندسية الفنية التي يجب اختيارها وتنفيذها بكل دقة و بصورة خاصة في المناطق ذات الظروف المناخية الصعبة والمعرضة للتعرية والانجراف .

عرض الطريق Road Width في البدء لا بد من التفريق بين عرض الطريق وعرض الطريق الكلي . فعرض الطريق Carriageway width او الشارع هو الشريط الوسطي الذي تسير عليه وسائط النقل وهو اهم اجزاء المقطع العرضي لمنطقة الطريق ولهذا السبب فأن تصميم الأجزاء المختلفة من الطريق يكون موجها نحو هدف الحصول على طريق جيد

والمحافظة عليه صالحة لسير وسائط النقل والتقليل من تدهوره بفعل العوامل المختلفة . ويعتمد عرض الطريق على عدد من العوامل نذكر منها :

١. وسائط النقل المستخدمة من حيث نوعيتها وحجومها وسرعتها فعرض الطريق يتناسب مع عرض واسطة النقل في الأحوال الاعتيادية كما هو الحال عند

استخدام اليات الغابات المتخصصة أو العربات التي تجرها الخيول أما عند استخدام الشاحنات الثقيلة فأن الطريق يكون اعرض من الشاحنة بما لا يقل عن (4) قدم كما يزداد عرض الطريق بازدياد السرعة التصميمية لاستخدام الطريق .

2- طبيعة المرور وكثافته . المرور في الغابات يتسم بعدم الاستمرارية او صفة التقطع وقلة الكثافة ولهذا السبب فأن معظم طرق الغابات تكون بممر واحد للذهاب والإياب في ذات الوقت مع بعض التوسعات العرضية لحل مسألة وسائط النقل المتقابلة على الطريق وحاجة هذه الوسائط الى الاستدارة لغرض الرجوع . اما الطريق ذو الممرين فيكون فقط في الحالات التي يكون فيها الانتاج المطلوب نقله كبيرة ومستمراً . ويفضل الطريق ذو الممر الواحد على الطريق ذي الممرين من حيث عدم ضرورة المحافظة على قياسية الطرق نفسها على امتدادات اطوالها بل يمكن تقليل هذه القياسية عند الاقتراب من النهايات السائبة لهذه الطرق .

٣. طبوغرافية المنطقة : يزداد عرض الحفر اللازم لإنشاء الطريق بزيادة شدة انحدار السفوح وعرض الطريق نفسه يكون اعرض عند المنعطفات الحادة بالمقارنة مع الاجزاء المستقيمة والمناطق المنبسطة .

4. صنف الطريق وتوعيته : يزداد عرض الطريق على الطرق الرئيسة و الدائمية بالمقارنة مع الطرق الفرعية والمؤقتة .

5. طبيعة استخدام الغابة ، فالطرق الانتاجية تكون أقل عرضا من الطرق المنشأة في الغابات السياحية والغابات ذات الأغراض المتعددة .

تتباين المصادر العلمية في تحديدها لمقدار عرض الطريق على الأجزاء المستقيمة فبعض المصادر تحددها بصورة عامة وبعضها الآخر يحدد العرض حسب صنف الطريق . فقد ذكر

) Huggard١٩٠٨ ، ١٩٩٠) مثلا أن العرض المثالي لطريق الغابات هو (١٠) اقدام بينما حدده كل من) Pearce and Stenzil١٩٧٢) و) Tessler and Knapp١٩٩١) ب (١٢) قدم ومصادر اخرى تشير إلى أن العرض المرغوب فيه في حالة المرور الاعتيادي على طريق الغابات هو (١١) قدم و أخرى تذكر بأن المعدل هو (٩) اقدام .

اما عرض الطريق المتبع حسب صنفه فهو 16 و 14 و ١٢ قدم في جنوب الولايات المتحدة لكل من الطريق الرئيس والثانوي والفرعي على التوالي Wenger،)١٩٨٩) وهذا التقسيم مشابه إلى حد ما لتقسيم جامعة كولومبيا البريطانية التي حددت عرض الطريق ب ٢٠ و 15 و

١٢ و ١٠ اقدام لكل من الطريق الرئيس والثانوي والفرعي وطرق التجميع الموسمية (Adamovich and Webster١٩٩٨). فضلا عن م اذكر فأن (Masant (1964حدد عرض الطرق بمدى يتراوح بين ١٢ - ٢٠ قدم او اكثر للرئيسة و ١٢ - 16 قدم للثانوية الترابية أو الحصوية . هذا ومن الممكن أن يزداد عرض الطريق على الارقام الواردة في اعلاه.

عند استخدام جوانب الطرق للأغراض الزراعية لتوفير فسح كافية للاستفادة من اشعة الشمس او عندما تكون مناطق الغابات معرضة بدرجة كبيرة إلى خطر الحرائق .

ان اختلاف الأرقام الدالة على عرض الطريق الواردة في اعلاه يعود إلى اختلاف درجة تأثير العوامل المحددة لعرض الطريق واستخدامه . وبصورة عامة يمكن القول بأن طريق الغابات المنشأ للأغراض الانتاجية بممر واحد يتراوح عرضه بين ٩ - ١٢ قدم وان (١٠) اقدام هو العرض المثالي .