الباب الثاني

تخطيط الطريق والأعمال المساحية

1-2 المقدمة :

يطلق مصطلح التخطيط على عملية اختيار وتوقيع محور مسار الطريق على الطبيعة، ويجب أن يتم اختيار مسار الطريق بدقة وعناية كبيرة، لأن ذلك سوف ينعكس على تكلفة الإنشاء والصيانة مستقبلاً وأيضاً تكلفة التشغيل للعربات المارة عليه.

2-2 الاعتبارات الأساسية في تخطيط المسارات :

هناك اعتبارات قديمة وأساسية في تصميم المسارات وهذه الاعتبارات حصل عليها نوع من التحديث بسبب عدد من العوامل من أهمها التطور الحاصل في مجال الطرق والازدياد الهائل في كثافة وحركة السير وهنا نسرد الاعتبارات القديمة والحديثة كما يلي:

اولاً: الاعتبارات القديمة :

1- الميول التي تحقق أكبر قدر ممكن من الاقتصاد.

2- المسالك التي تؤدي إلى أقل عدد من العبارات اللازمة للتصريف.

3- عدم التقاطع مع الوديان والأنهار الكبيرة.

4- المسارات القريبة ما أمكن من المواد الخام اللازمة في عملية الإنشاء .

ثانياً: الاعتبارات الحديثة :

1- التجاوب مع الاحتياجات الحالية والمتطلبات المستقبلية.

2- الحاجة للطريق ومدى الاستفادة منها على المستوى الجماهيري.

3- تحقيق متطلبات الراحة والجمال.

4- تلبية الاحتياجات المرورية للمنطقة التي يمر بها المسار.

5- تحقيق الوفر الاقتصادي.

6- تأمين السلامة العامة.

7- متطلبات الصيانة ونفقاتها.

8- التحمل والديمومة.

9- الانسجام والتكامل مع المناظر الطبيعية حول المسار.

10- تحقيق مستوى الخدمات المطلوب.

11- الملائمة بين مكاسب مستخدمي الطريق ومكاسب غير مستخدمي الطريق.

12- العوامل البيئية المختلفة.

3-2 العوامل الرئيسية التي تتحكم في التخطيط :

حتى يكون الطريق أقصر ما يمكن يجب أن يكون مستقيماً وهذا لا يمكن تحقيقه عملياً لعدة أسباب ولهذا فإنه من الصعب الحصول على جميع المتطلبات المرغوبة في مسار واحد ولذلك يفضل عمل عدة مسارات بديلة واختيار أفضلها، والعوامل التي تحكم التخطيط هي:

1- النقاط الحاكمة: وهي النقاط التي يمر بها مسار الطريق، وتنقسم إلى:

- ❖ نقاط يجب أن يمر بها الطريق من الأمثلة على مثل هذه النقاط:
  - ✓ موقع كبري .
  - ✓ مدينة متوسطة.
  - ✓ ممر جبلي .
  - ✓ محجر .
- ❖ نقاط يجب أن لا يمر بها الطريق ومن الأمثلة على مثل هذه النقاط:
  - ✓ مناطق العبادة (المساجد).
  - ✓ المنشآت الضخمة عالية التكاليف.
  - ✓ الأرض ذات الطبيعة الغير ملائمة.
  - ✓ المدافن .

2- حجم وتركيب المرور: بحيث يتمشى التخطيط مع حجم المرور الحالي و المستقبلي.

3- التصميم الهندسي للطريق: أسس التصميم الهندسي مثل الانحدارات وأنصاف أقطار المنحنيات ومسافة الرؤية تتحكم في الاختيار النهائي لمسار الطريق.

4- التكلفة: والتي يجب أن تشمل تكلفة الإنشاء والصيانة والتشغيل ، ويمكن جعل تكلفة الإنشاء قليلة في حالة تجنب الجسور العالية والقطوعات العميقة مع محاولة اختيار المسار بحيث يتساوى الحفر والردم بقدر الأماكن .

5- عوامل أخرى: مثل (الاستقرار – الصرف – عوامل سياسية).

4-2 المراحل الرئيسية في تحديد المسار الأمثل :

يمكن تقسيم الأعمال اللازمة لإنجاز وتحقيق التصميم والإنشاء الجيد لمشروع طريق معين إلى أربع مراحل رئيسية وهي:

1- مرحلة التخطيط (دراسة الخرائط) (MAP STUDY) .

2- مرحلة تعيين الخيارات المناسبة (المساحة الاستطلاعية) (RECONNAISSANCE).

3- مرحلة المفاضلة (المسح الابتدائي) (PRELIMINARY SURVEYS).

4- المساحة التفصيلية (مرحلة التصميم النهائي للمسار) (DETAILED SURVEYS).

❖ **مرحلة التخطيط :**

الغاية الأساسية من هذه المرحلة هي إجراء مسح شامل للمنطقة المراد إمرار الطريق عبرها، وتحديد عدة مسارات بديلة وتوقيعها مكتبياً على الخرائط، وفي جميع الأحوال يجب الرجوع إلى الطبيعة للتعرف على الواقع الفعلي ومن ثم التعرف على:

- الأجزاء الوعرة.

- المستنقعات.

- الأجزاء المنزلقة أو القلقة جيولوجياً .

- المناطق الحيوية التي سيخدمها الطريق سواء بالمرور بها او الاقتراب منها.

وتعد هذه المرحلة من أكثر مراحل التصميم أهمية لما لها من تأثير بالغ على تكاليف تنفيذ المشروع وصيانته في المستقبل ولتامين سلامة التخطيط من حيث تحقيق مختلف أهداف التصميم الضرورية المتمثلة في الوفر الاقتصادي والجمال والراحة والأمن وينبغي الاستعانة بشتى أنواع الصور والخرائط والتقارير والمعلومات المتوفرة للشريط الأرضي الخاص بمشروع الطريق ويجب أيضاً إجراء زيارات ميدانية واستطلاعات على الطبيعة، وتكون المقاييس للخرائط المستخدمة في هذه المرحلة متفاوتة حسب تضاريس المنطقة واستعمالاتها.

❖ **مرحلة تعيين المسارات المناسبة :**

يجري في هذه المرحلة:

- التعرف على الخيارات الممكنة والمناسبة وتحديدها من خلال دراسة الخرائط والصور الجوية المتوفرة بشكل أكثر دقة وتفصيلاً من تلك التي استخدمت في مرحلة التخطيط، وتشمل هذه الدراسة على الاعتبارات الطبوغرافية والجيولوجية والهيدرولوجية إضافة إلى نوع وحجم الخدمات التي يمكن أن يقدمها كل خيار مقترح.

- عملية الاستطلاع وذلك بنزول المهندس بنفسه لفحص المكان المراد إقامة الطريق عليه، وذلك لإمكانية وجود عوامل أخرى ليست مبينة في الخريطة تستدعي عمل تعديلات للمسارات المختارة، والمعلومات الواجب جمعها من عملية الاستطلاع هي:

- ✓ جميع العوائق غير الظاهرة على الخرائط والتي تعترض المسار أو المسارات المقترحة مثل (الوديان، البرك، البحيرات، المستنقعات، الكثبان الرملية، المرتفعات والمنشآت الحديثة).
- ✓ عدد ونوع المنشآت اللازمة لصرف المياه السطحية المتقاطعة مع الطريق.
- ✓ نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار مع ملاحظة الظواهر الجيولوجية للمنطقة.
- ✓ مصادر مواد الإنشاء وكيفية الحصول على المواد اللازمة ومواقع توفرها بالإضافة إلى تحديد مواقع.
- ✓ المحاجر والكسارات.

ومن واقع المعلومات التي حصلنا عليها في هذه المرحلة ربما يتم تعديل التخطيط المبدئي الذي تم من واقع دراسة الخرائط أو قد يتغير تماماً.

ونظراً لوجود أكثر من بديل فإن الفرصة بعد الدراسة الاستطلاعية متاحة لاختيار أفضل مسارين (أو أكثر) والتي تكون مناسبة.

❖ **مرحلة اختيار المسار الأمثل :**

يتم في هذه المرحلة دراسة تفصيلية لكل من المسارات المختارة من المرحلة الثانية بعد أن تم تحديدها ورسمها على الخرائط والصور، وذلك لغاية المفاضلة بين خيار وآخر.

والعمليات الأساسية التي تجري في هذه المرحلة هي:

1- عمل مسح مبدئي للمسارات المختارة بعد عملية الاستطلاع للحصول على جميع البيانات اللازمة لطبوغرافية المنطقة والصرف ونوع التربة.

2- مقارنة البدائل بالنسبة لمتطلبات التخطيط الجيد.

3- عمل دراسة اقتصادية لكل مسار على حده، ولتحديد التكاليف المتوقعة نحتاج إلى معرفة ما يلي:

- ✓ نفقات تعويضات الأراضي المتقطعة.
- ✓ عدد التقاطعات المائية وأبعادها.
- ✓ تواجد ووفرة المقالع الحجرية المناسبة من حيث النوعية والموقع.
- ✓ مصادر المياه (مدى قربها ووفرها).
- ✓ حجوم ونفقات الأعمال الترابية.
- ✓ نفقات المحروقات.
- ✓ حجم وأهمية الخدمات التي سيتسبب بها المسار للأراضي المحاذية ومالكيها.
- ✓ نفقات الصيانة المستقبلية.
- ✓ مستوى الخدمات المرورية الذي يوفرها الطريق المقترح من حيث توفير الراحة والآمن.

ويلاحظ هنا أن الدقة المطلوبة لهذه المرحلة ليس من الضروري أن تكون عالية ويمكن استخدام أدوات بسيطة.

ومن واقع هذه الخطوات يمكن اختيار المسار الأمثل، ومن هذه المرحلة يمكن الحصول على جميع البيانات اللازمة لعمل التخطيط النهائي للطريق.

❖ **مرحلة التصميم النهائي للمسار :**

بعد اختيار المسار النهائي المفضل في المرحلة السابقة يتم في هذه المرحلة توقيع محور هذا المسار ثم بعد ذلك تتم جميع عمليات المساحة التفصيلية اللازمة لتوقيع وتخطيط هذا الطريق بوضع أوتار خشبية أو زوايا حديد على محور الطريق، ويتم تحديد مواقع المجاري المائية والوديان وغيره بتفاصيل كاملة ولمسافات كبيرة على جانبي المسار، وجمع الخرائط الهيدرولوجية وكذلك دراسة التربة دراسة دقيقة .

5-2 الاعمال المساحية لمسار الطريق :

هنالك اربعة مراحل للإعمال المساحية وهي :

1- دراسة الخرائط .

2- المساحة الاستطلاعية .

3- المسح الابتدائي .

4- المساحة التفصيلية .

اولاً : دراسة الخرائط :

يمكن الاستفادة من الخرائط الطبوغرافية في تحديد عدة مسارات بديلة لكن في جميع الاحوال يجيب الر جوع للطبيعة للتعرف على الواقع الفعلي .

ثانياً: المساحة الاستطلاعية:

مهما كانت الخرائط بيد المهندس وافية بالمعلومات إلا انه من الضروري جداً ان يقوم بنفسه بالمرور لكشف المكان المراد اقامة الطريق عليه اذ ربما ترآى له وجوب تعديل مكان الطريق لعوامل اخرى ليست مبنية في الخرائط وعلى المهندس اختيار افضل موقع للطريق والمعلومات الواجب جمعها من عملية الاستطلاع هي :

1. جمع العوائق غير الظاهرة على الخرائط وتعترض المسار المقترح .
2. الانحدار وطوله وانصاف اقطار المنحنيات .
3. عدد ونوع المنشآت الازمة لصرف المياه السطحية المتقاطعة مع الطريق وتحديد منسوب المجاري المائية القريبة من المسار .
4. نوع وطبيعة التربة للموقع المقترح للمسار من واقع تجارب ميدانية مع ملاحظة الظواهر الجيولوجية للموقع .
5. مصادر مواد الانشاء وكيفية الحصول على المياه اللازمة ومواقع توفرها هذا بالإضافة إلى تحديد مواقع المحاجر والكسارات ويمكن عمل مساحة استطلاعية سريعة للمنطقة وخاصة اذا كانت متسعه وصعبة التضاريس ويستخدم في هذه الحالة المسح الجوي .

ومن واقع المعلومات التي أمكن الحصول عليها للعملية الاستطلاعية ربما يتم تعديل التخطيط المبدئي الذي تم من واقع دراسة الخرائط أو قد يتغير تماماً .

ونظراً لوجود أكثر من بديل فإن الفرصة بعد الدراسة الاستطلاعية متاحة لاختيار أفضل مسارين أو أكثر لعمل دراسة متكاملة بعد عملية الاستطلاع .

ثالثاً : المسح الابتدائي :

الغرض من عمل هذا المسح :

1- عمل مسح مبدئي للمسارات المختارة بعد عملية الاستطلاع للحصول على جميع البيانات اللازمة لطبوغرافية المنطقة والصرف ونوع التربة لتساعد على تقرير نوع الرصف
2- اتجاه الريح وقوته حتى لا يتضايق المرور بالريح إذا كانت الريح شديدة في اتجاه الطريق .
3- مقارنة البدائل بالنسبة لمتطلبات التخطيط الجيد .
4- عمل دراسة اقتصادية لكل مسار على حدى .
5- من واقع الخطوات السابقة يمكن اختيار المسار النهائي .

ومن المسح الابتدائي يمكن الحصول على جميع البيانات اللازمة لعمل التخطيط النهائي للطريق ويمكن الحصول على هذه المعلومات من واقع احدى الطرق التالية :

1- عمليات المسح الأرضي باستخدام الاجهزة المساحية التقليدية (ميزان ، ثيودلايت ... الخ) هذا بالإضافة إلى عمل مسح لطبيعة التربة
2- عمليات مسح سريعة وحديثة باستخدام عمليات المسح الجوي بأخذ الصور الجوية وقراءة هذه الصور والحصول على خرائط شاملة لطبوغرافية المنطقة وطبيعة التربة .

خطوات العمل المساحي الأرضي :

1- عمل ترافيرس يتبع المسار المقترح بعد عملية الاستطلاع وتقاس الزوايا بواسطة الثيودلايت بدقة كبيرة نظراً لأن الترافيرس مفتوح ولا توجد وسيلة لضبط هذا الترافيرس بعد ذلك ، تقاس بعد ذلك أطوال أضلاع الترافيرس .
2- يتم رفع وتوقيع جميع الظواهر الطبوغرافية على شريحة من الأرض حول محور المسار المقترح وبعرض كافي يحدده المهندس المسؤول على أن لا يقل عرض هذه الشريحة عن حدود نزع الملكية (يفضل أن يكون أكبر من ذلك) .
3- يتم تحديد مناسيب محور المسار وكذلك عمل قطاعات عرضية على أبعاد مناسبة تكفي لعمل مقارنة بين المسارات البديلة من حيث تحديد مكعبات الحفر والردم والانحدار .
4- الحصول على المعلومات الهيدرولوجية لتحديد عدد وحجم المصارف السطحية وخاصة المتقاطعة مع المسارات البديلة ، كما أن الانحدارات الطولية يتم تحديدها من واقع متطلبات التخلص من مياه الصرف .
5- الحصول على البيانات الخاصة بعمليات مسح التربة لتحديد مدى ملائمتها لإنشاء الطريق من عدمه وتحديد الميول الطبيعية للجسور أو القطوع ، عمل جسات للتعرف على التربة تحت السطحية وتحديد منسوب المياه الجوفية ومن هذه المعلومات يمكن تحديد نوع الرصف المطلوب والسمك التقريبي له لإمكانية عمل مقارنة مبدئية بين المسارات البديلة .

وعند هذه المرحلة فإن الأمر لا يتطلب مسح شامل لطبيعة التربة فيكفي عمل جسات لأعماق من 1 إلى 2 متر أسفل سطح الأرض على مسافات متباعدة .

رابعاً: المساحة التفصيلية:

ثم بعد ذلك تتم جميع عمليات المساحة التفصيلية اللازمة لتوقيع وتخطيط هذا الطريق بوضع اوتاد خشبية أو زوايا حديد على مسافات متقاربة على محور الطريق في حدود 30 متر .

تقام روبيرات مؤقتة على مسافات بحدود 300 متر حيث تجرى عمليات المسح الأرضي أو الجوي السابق ذكرها ولكن بدقة أكبر وتعمل قطاعات عرضية متقاربة كل 30 متر أو أقل وخاصة في مناطق المنحنيات أو الانحدارات . وفي جميع الأحوال تحدد مواقع المجاري المائية والوديان وخلافه بتفاصيل كاملة وبمسافات كبيرة على جانبي المسار . وتجمع البيانات الهيدرولوجية ويتم رسم الخرائط التفصيلية .

6-2 الأجهزة والبرامج المستخدمة في الأعمال المساحية :

- **الأجهزة المستخدمة :**

سنعرض هنا بعض الأجهزة الأكثر استعمالا في مجال الطرق والإنشاءات وسيكون عرضنا لها مبسط نوضح من خلاله نوع الجهاز واستعماله في الطرق ويجب ان نذكر ان انواع الاجهزة كثيره ومتعددة وما سيتم ذكره هنا ليس الا نماذج عامه لها .

❖ **GPS- Real Time** :

هو من الأجهزة الحديثة وهو جهاز يستخدم لإيجاد إحداثيات نقطة ما وهو يعطينا الاحداثيات (E,N,Z) .

الاستعمال : يستعمل هذا الجهاز في عمل الدراسات الأولية للمشروع وعمل رفع مساحي للمشروع والبيانات التي يتم الحصول عليه من هذا الجهاز يتم بها تصميم المشروع.

ولا يستخدم هذا الجهاز في أعمال التنفيذ ألا نادر فهو من الأجهزة باهظة الثمن.

ملاحظة : المناسيب المأخوذة بهذا الجهاز يجب مرجعتها بجهاز (LEVEL) وتأكد منها.

❖ **TOTAL STATION:**

هو من اهم الأجهزة المستخدم في مجال الطرق ويوجد منه عدة أنواع مثلا-Leica) Topcon) وغيرها .

الاستعمال : لعمل رفع مساحي وتوقيع جميع نقاط المشروع وذلك من خلال عملية تحديد مسار الطريق وتوقيع المنحنيات الأفقية وتحديد (center line) الطريق في طبقات الرصف المختلفة كما يتم بواسطته تحديد جميع مواقع المنشآت المصاحبة للطريق (الكباري- العبارات ٠٠ وغيرها)٠

❖ **Level :**

هو من أكثر الأجهزة استخداما في مجال الطرق ويوجد منه عدة انواع منها مثلا -Leica) Topcon ...) وغيرها .

الاستعمال : لرفع مناسيب جميع النقاط على الطريق وعمل قراءات كل طبقة ٠

- هناك أجهزة أخرى يعمل بها في مجال الطرق وما ذكرنا أهمها.

ـ ولان عمل الطرق من الإعمال الهامة والتي تحتاج لدقة عالية فهناك ضوابط هامة يجب إتباعها وتأكد منها لضمان أداء الأجهزة بكفاءة عالية منها:

❖ معايرة أجهزة المساحة معايره دوريا وان يكون هناك برنامج لمعايرة الأجهزة خلال فترة المشروع وهناك نوعان من المعايرة هما :

ا/ معايرة داخلية وهى تكون في الحقل (في المشروع) وهى تكون شهريا وتكتب نتائجها في جدول تكون معدة مسبقا لهذا ٠

وتكون المعايرة مثلا ل Level بان تكون هناك نقطتي معلومتي المناسيب وتأخذ قراءات بالجهاز المراد معايرته لهذه النقاط نبدأ من احدها وتنتهى في الاخرى ونحسب الفرق ومن خلال هذه المعايرة نحدد إذا كان الجهاز صالحا لعمل أم لا٠

ب/ معايرة خارجية وهى تكون عند الوكيل الرسمي للجهاز وهى معايره ميكانيكيه وهى تكون كل ستة شهور كحد أقصى أو تكون عند فشل المعايرة الداخلية٠

❖ التأكد من الملحقات التابعة للأجهزة ومد صلاحيتها لعمل في المشروع المعين مثلا العاكس التابعة للأجهزة Total station يجب التأكد من المد الأقصى لها (مثلا أنت

تعمل في مشروع نقاط تحكم فيه على بعد ١٠٠٠ متر وأنت تعمل بجهاز مدى العاكس الذي يعمل معه ٥٠٠).

- **البرامج المستخدمة :**

سوف اشرح هنا اهم البرامج التي يستخدمها مهندس المساحة في عمله اليومي

❖ **EXCEL :**

هو برنامج حسابي ويستخدمه مهندس المساحة في تكوين معادلات مختلفة في حساب مناسيب نقاط سواء كان ذلك في حساب مناسيب الأرض الطبيعة وإثناء عملية رصف الطبقات كما يمكن استخدمه في حساب كميات الردم أو القطع للمواد وفق معادلات محددة كما يمكن عن طريقه حفظ جميع بيانات أعمال المساحة.

❖ **AUTOCAD:**

هو برنامج رسم هندسي يستخدم مهندس المساحة في رسم إبعاد المنشآت المصاحبة كما يمكن عن طريقه رسم القطاعات المختلفة عن طريق الإحداثيات وإيجاد مساحة هذه القطاعات علي طول الطريق .

❖ **Land Desktop :**

برنامج المساحة الأول من أهم برامج المساحة يمكن بواسطته أيجاد جميع إحداثيات النقاط علي طول الطريق كما يمكن عن طريقه حساب جميع نقاط المسار الراسي لطريق وتحديد مواقع المنشآت المصاحبة لطريق وعمل خرائط كنتورية لها بواسطة هذا البرنامج يمكننا حساب كميات القطع والردم وكميات مواد الأساس والأساس المساعد والإسفلت .

❖ **Surfer7,8 :**

هو برنامج لعمل الخرائط الكنتورية ويساعد مهندس المساحة في تحديد مواقع المنشآت المصاحبة للطريق كما يمكن حساب كميات الردم والقطع به ولكن الكميات الناتجة تكون

غير دقيقة .

7-2 تسليم مسار الطريق:

تسليم المسار يكون من الجهة المالك للطريق للمقاول الرئيسي عن طريق ممثل المالك (الاستشاري)٠

وتسليم المسار يعني تسليم المعلومات الخاص بالمسار والمعلومات هي:

1. تحديد نقطة بداية ونهاية المشروع .
2. تحديد نقاط التقاطعات داخل الطريق (intersection point)
3. تحديد مناسيب عدة نقاط علي طول الطريق .
4. تسليم معلومات جميع المنحنيات الأفقية علي طول الطريق .
5. تسليم مواقع المنشآت المصاحبة للطريق (الكباري– العبارات – المواسير)
6. تسليم معلومات المنحنيات الراسية علي طول الطريق .