## مسح المسارات Route Surveying:

يقصد به أعمال المسح الضرورية عند التخطيط والتوقيع والتنفيذ لأي نوع من أنواع المسارات كطرق المركبات الاعتيادية وخطوط السكك الحديدية وقنوات الري والمجاري وأنابيب المياه والنفط وغيرها.

جميع مشاريع المسارات تبدأ من نقطة واحدة وهي نقطة البداية وتنتهي بنقطة النهاية المحددة لها.

**العوامل التي تتحكم في اختيار مسار معين:**

**١. النقاط الحاكمة:**

وتقسم إلى نوعين:

أ. نقاط يجب ان يمر بها الطريق ومنها بعض القرى والمدن التي يخدمها الطريق

ب. نقاط يجب ان لا يمر بها الطريق ومنها مناطق العبادة والمدافن والمنشآت الضخمة والبحيرات والجبال الشاهقة والوديان العميقة.

**٢. حجم وتركيب المرور:**

والمقصود به عدد المركبات التي ستستخدم الطريق في زمن معين كالساعة أو اليوم أو السنة أو لعمر الطريق.

**٣. التصميم الهندسي للطريق:** ويشمل هذا التصميم نوعان احدهما في المستوى الأفقي) ويدعى بالتخطيط الأفقي (والآخر بالمستوى الرأسي) ويدعى بالتخطيط الرأسي.

٤. **الكلفة:** ويمكن تقليل الكلفة بتجنب الجسور العالية والقطوع العميقة والأنفاق والقناطر العديدة.

٥. **عوامل أخرى:** تشمل عمليات صرف مياه الأمطار والأخذ بنظر الاعتبار منسوب المياه الجوفية وبعض النوعيات الرديئة من التربة، كما تشمل أخذ رتابة المسار بنظر الاعتبار عندما يكون الطريق مستمراً وعلى استقامة واحدة مما يعرض السائق للملل والنوم وعدم الانتباه للطريق ولذلك تستحدث بعض المنحنيات الأفقية لمنع هذه الرتابة وهناك عوامل سياسية وأمنية عند مرور بعض الطرق بالقرب من الحدود الدولية للبلد.

**أعمال المسح الخاص بمسار الطريق:**

أولاً: الاستطلاع والتحريات Reconnaissance

ثانياً: المسح الأولي أو الابتدائي Preliminary Surveying

ثالثاً: المسح التفصيلي أو الموقعي Location Surveying

**أولاً: الاستطلاع والتحريات Reconnaissance:**

ويتم على مرحلتين المرحلة الأولى من الخرائط والصور الجوية المتوفرة للمنطقة أما المرحلة الثانية فتتم من خلال استطلاع المنطقة موقعياً.

من خلال المرحلة الأولى يتم رسم عدة مسارات بديلة على الخرائط والصور الجوية مع الأخذ بنظر الاعتبار النقاط التالية:

١. تجنب عبور الوديان العميقة والبرك والبحيرات.
٢. تحديد موقع عبور النهر أو المجرى المائي حيث يجب ان يكون الجسر عمودياً على النهر.
٣. الأخذ بنظر الاعتبار أقصى انحدار مسموح به ويدعى بالانحدار الحاكم والذي لا يزيد عن 8% أو 10 % حسب طبيعة الأرض ويمكن الاستعانة بالخطوط الكنتورية في هذا المجال.

ثم يجري بعد ذلك في المرحلة الثانية استطلاع المنطقة موقعياً للأخذ بنظر الاعتبار عوامل ليست مبينة في الخرائط وهي كالآتي:

أ. جميع العوائق غير الظاهرة على الخرائط والصور الجوية كمجاري المياه والكثبان الرملية والمنشآت الحديثة.

ب. الانحدارات الطولية المتوقعة وأطوالها وأنصاف أقطار المنحنيات الأفقية للمسارات البديلة.

ج. القناطر والمنشآت اللازمة للصرف السطحي وتحديد منسوب مياه الفيضانات ومناسيب المياه الجوفية.

د. مصادر مواد الإنشاء وكيفية الحصول عليها ومواقع المقالع الموجودة في المنطقة وكيفية الحصول على المياه اللازمة للإنشاء.

**ثانياً: المسح الأولي أو الابتدائي Preliminary Surveying**

وهذا المسح يخص المسارات المختارة بعد عملية الاستطلاع ويشمل:

أ. مسوحات أولية للمسارات المختارة باستخدام أجهزة بسيطة وأجهزة ذات دقة اعتيادية لجمع البيانات حول طبوغرافية هذه المسارات وعمليات الصرف السطحي ونوع التربة لتقرير نوع التبليط وسمك الطبقات بصورة أولية.

ب. اتجاه الريح وشدتها والسرع المتوقعة لها والكثبان الرملية الموجودة.

ج. إجراء مقارنة للمسارات المختارة من حيث التخطيط الأفقي والتخطيط الرأسي والعناصر المحددة لها والكميات اللازمة للحفر والردم وعدد القناطر والجسور اللازمة وذلك للحصول على أفضل مسار.

د. الاختيار النهائي للمسار وإجراء موازنة بين المسار النهائي الأفضل من جميع النواحي والعناصر الدقيقة المختلفة الداخلة في الاختيار.

**أما الأعمال المساحية التي نقوم بها في المسح الأولي هي كالآتي:**

١. عمل مضلع رابط تقاس فيه أطوال الأضلاع والزوايا بينها ثم تحسب الاتجاهات والإحداثيات ويتم تصحيحها.

٢. رفع جميع العوارض والظواهر الطبيعية والاصطناعية على امتداد شريط من الأرض يشمل المسار بأكمله وبعرض كافٍ لا يقل عن عرض محرم الطريق.

٣. تحديد مناسيب المحطات والنقاط المهمة على امتداد مسار الطريق لسطح الإنشاءGrade Level ولسطح الأرض Ground Level وعمل مقطع طولي لمسار الطريق ومقاطع عرضية ثم تُحسب كميات الحفر والردم.

٤. الحصول على المعلومات الهيدرولوجية لتحديد عدد وحجم المصارف السطحية والحصول كذلك على البيانات الخاصة بعمليات مسح التربة لتحديد مدى ملائمتها لإنشاء الطريق.

## ثالثاً: المسح التفصيلي أو الموقعي Location Surveying

تجرى عمليات المسح الأرضي بدقة اكبر وباستخدام أجهزة ذات دقة عالية ويتم في هذه العمليات توقيع المسار النهائي المفضل للخط المركزي بصورة تفصيلية حيث توضع أوتاد خشبية أو حديدية على امتداد المسار ولمسافات قصيرة تتراوح بين 10 م إلى 30 م.

- إنشاء رواقم تسوية (BM'S) بأبعاد معينة ولكل **200** م إلى **300** م.
- تحديد مواقع القناطر والجسور وغيرها من مرافق الطريق وتؤخذ مقاطع عرضية لكل **20** م أو اقل في المنحنيات أو الانحدارات الشديدة.

## تخطيط الطريق Road Alignment:

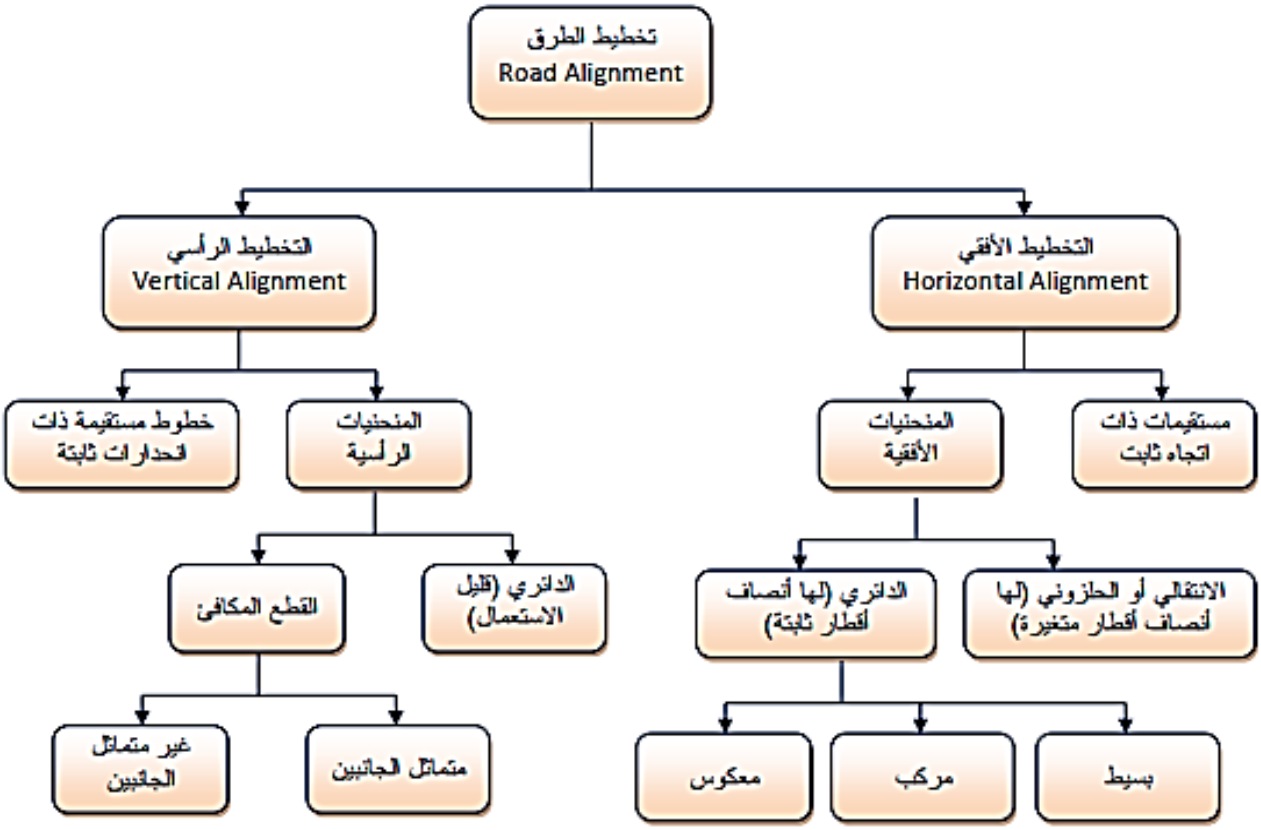
ويشتمل على نوعين من التخطيط:

### ١. التخطيط الأفقي Horizontal Alignment:

والذي يتألف من أجزاء مستقيمة ذات اتجاهات ثابتة (مماسات) وأجزاء منحنية (منحنيات أفقية)

### ٢. التخطيط الرأسي Vertical Alignment:

والذي يتألف من أجزاء ذات انحدارات ثابتة وأجزاء مستوية وأجزاء منحنية (منحنيات رأسية)



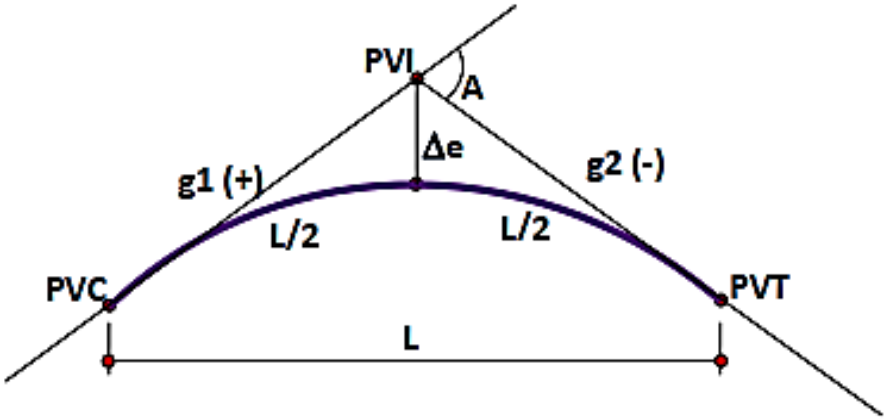
## المنحنيات الرأسية Vertical Curves

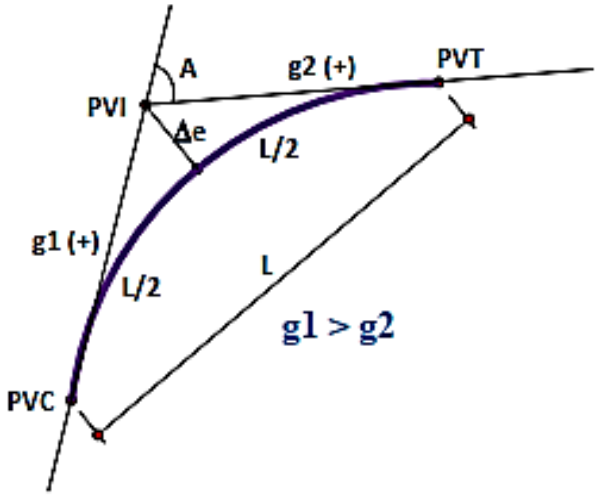
تُستخدم المنحنيات الرأسية من اجل الربط بين خطين لهما انحداران مختلفان لغرض إجراء تغيير تدريجي في الحركة الرأسية للمركبات المستخدمة للطريق وهي بذلك تحقق الأمان والراحة المطلوبان لهذه الطرق بالإضافة إلى المظهر الجمالي لهذه الطرق. تُستخدم عادة لهذا الغرض منحنيات القطع المكافئ وذلك لخواصها الهندسية.

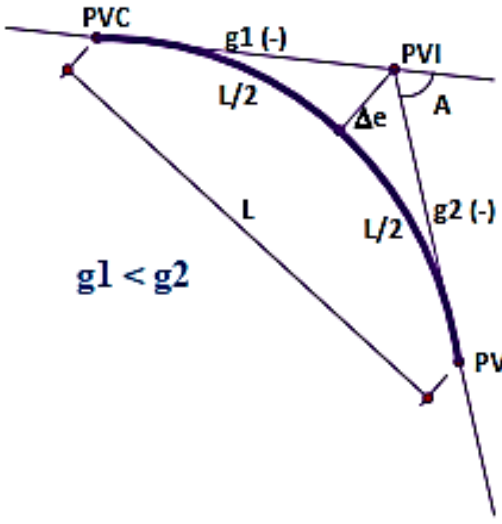
### أنواع المنحنى الرأسي

### ١. المنحنى الرأسي المحدب Convex Vertical Curve:

ويكون على ثلاثة أشكال وتكون إشارة كل من (A , r , Δy , Δe) سالبة

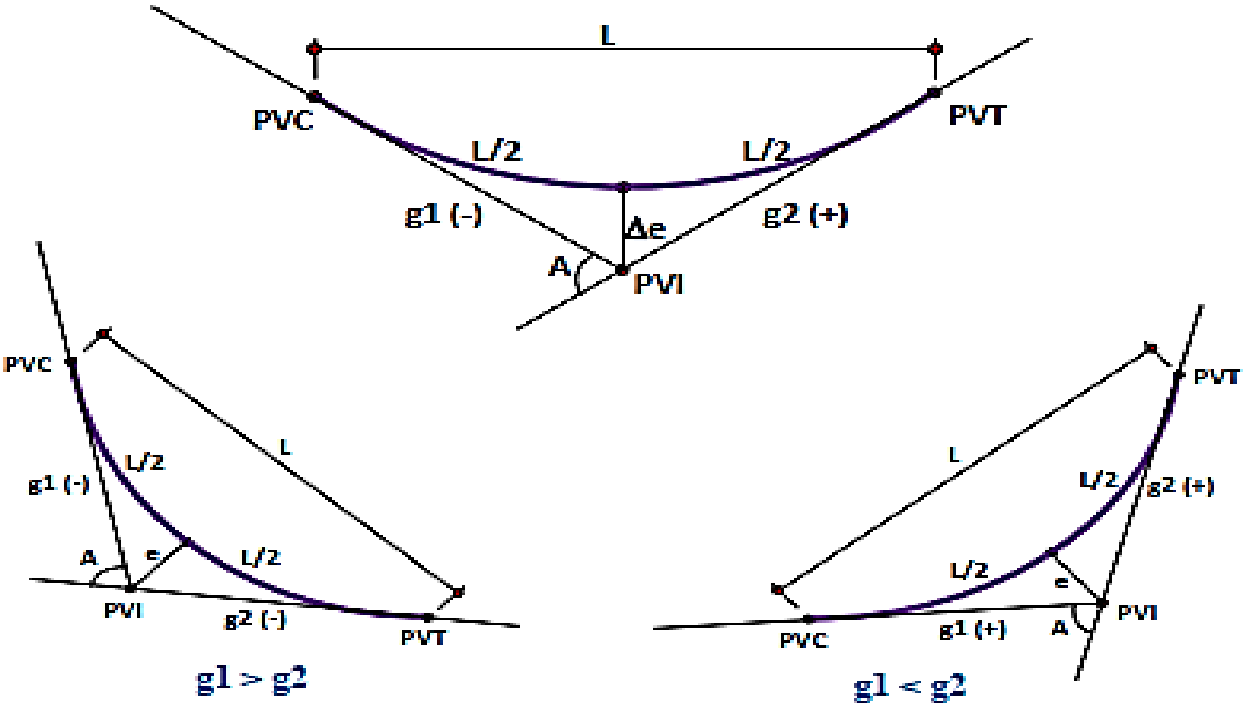


**٢. المنحني الرأسي المقعر Concave Vertical Curve :**

ويكون على ثلاثة أشكال و تكون إشارة كل من (A , r , Δy , Δe) موجبة




**الرموز المستخدمة في المنحنيات الرأسية:**

L = طول المنحني الرأسي مقاسا أفقيا (بالأمتار أو بالمحطات)

L = Length of Vertical curve measured horizontal.

g1, g2: النسبة المؤوية للانحدارين الطوليين (مع إشارتيهما من اليسار إلى اليمين)

g1, g2: Percent longitudinal grades or slopes

(+) انحدار صاعد (–) انحدار نازل

A = g2 – g1 الفرق الجبري للانحدارات

A = Algebraic difference in grades = g2 - g1

r = نسبة تغير الانحدار إلى المحطة

r = Rate of change of grade per station

P.V.C = نقطة التحدب الرأسي

P.V.C = Point of Vertical Curvature.

P.V.I = نقطة التقاطع الرأسي

P.V.I = Point of Vertical Intersection

P.V.T = نقطة التماس الرأسي

P.V.T = Point of Vertical Tangency.

Δy = فرق المنسوب بين المماس والمنحني

Δy = Difference in elevation between tangent and curve.

Δe = فرق المنسوب في نقطة التقاطع الرأسي

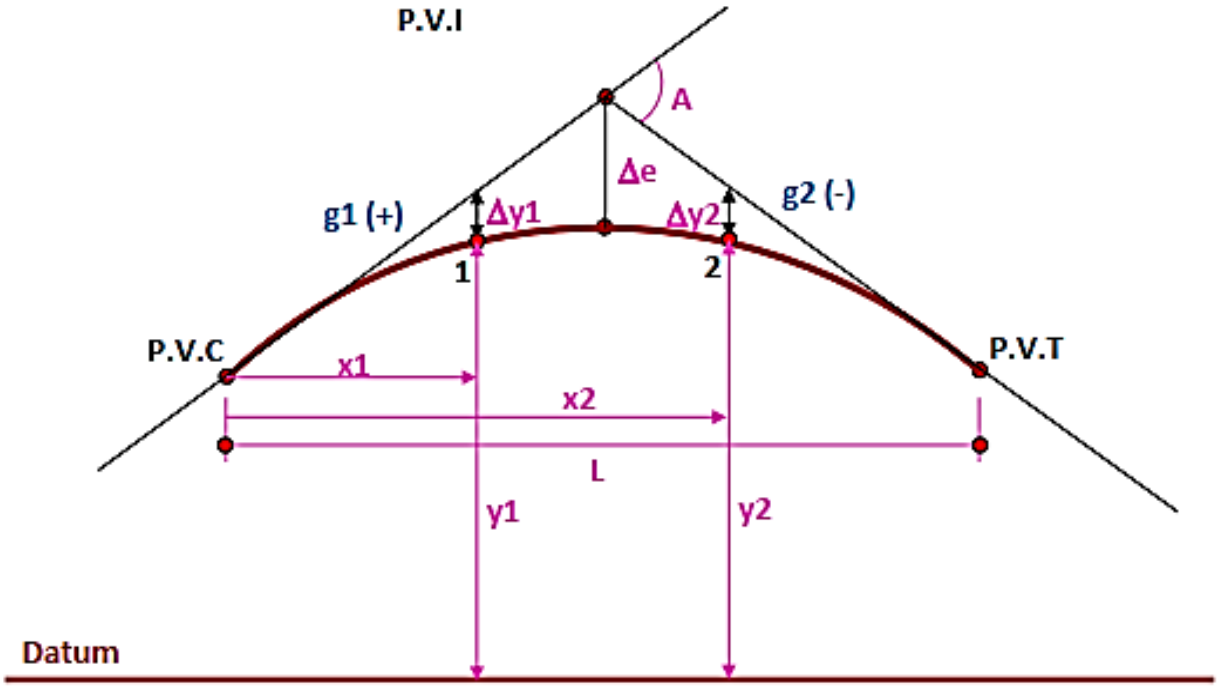
Δe = Difference in elevation at P.V.I

y = منسوب أي نقطة على المنحني

y = Elevation of a Point on curve.

x = المسافة الأفقية بالمحطات من نقطة التقوس الرأسي أو من نقطة التماس الرأسي وحتى النقطة المطلوب حساب منسوبها على المنحني

x = Horizontal distance in station from P.V.C or P.V.T to required point.



**القوانين الخاصة بالمنحنى الرأسي:**

1. $A = g2 - g1$
2. $r = \frac{A}{L} = \frac{g2 - g1}{L}$
3. $\Delta y = \frac{r}{2} * x^2$
4. $\Delta e = \frac{r}{2} * x^2 = \left(\frac{A}{2L}\right)\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{AL}{8}$

$$\Rightarrow \Delta e = \frac{\frac{\text{Elev. PVC} + \text{Elev. PVT}}{2} - \text{Elev.PVI}}{2}$$

5. $y = \frac{r}{2} * x^2 + g1x + \text{Elev. of PVC}$
6. $\text{Station of PVI} = \text{Station of PVC} + \frac{L}{2}$

$$\text{Station of PVT} = \text{Station of PVI} + \frac{L}{2}$$

7. $\text{Elevationof PVI} = \text{Elevationof PVC} \mp g1\frac{L}{2}$

$$\text{Elevationof PVT} = \text{Elevationof PVI} \mp g2\frac{L}{2}$$

المسافة الأفقية بالمحطات لأعلى أو اخفض نقطة بالمنحني الرأسي

8. $x_o = \frac{-g1}{r}$

منسوب أعلى أو أوطئ نقطة

9. $y_o = \frac{r}{2}(x_o)^2 + g1(x_o) + \text{Elev. of PVC}$