الرقم ـــــ (أساسيات)

تحديد درجة الطريق والمواصفات التصميمية الاساسية

****

ان علم تصميم الطرق يبحث مبادئ حساب الابعاد الهندسية لعناصر الطريق (المسار ، المقطع الطولي ، المقاطع العرضية) مع الاخذ بعين الاعتبار اهمية الطريق في شبكة النقل والشروط الطبيعية للمنطقة وعوامل الامان لحركة السيارات ، كما ان هذا العلم يبحث في طرق اختيار اتجاه المسار وتصميم طبقات الرصيف .

تتكون شبكة النقل من الطرق والخطوط الحديدية والخطوط الجوية والبحرية والنهرية ، ويجب ان تعمل هذه الشبكة بشكل متناسق ومتكامل مع بعضها وتلعب الطرق في هذه الشبكة دورا اساسيا اذ انها تصل محطات السكك الحديدية والمطارات والمرافئ مع التجمعات السكانية والانتاجية واماكن التخزين ، كما انها تستقبل الحمولات مباشرة من اماكن تجمعها دون الحاجة الى واسطة نقل أخرى أي من الباب الى الباب ويعتبر النقل الطرقي اكثر انواع النقل فاعلية للبضائع والاشخاص من اجل المسافات القصيرة 200 ـ 400 Km

يتم تصنيف الطرق الى ست درجات حسب غزارة المرور والاهمية الاقتصادية في شبكة النقل .

* وتعرف غزارة المرور بأنها عدد السيارات المارة عبر مقطع ما من الطريق في واحدة الزمن (ساعة ، يوم) .

ولما كانت السيارات التي تتحرك على الطريق غير متساوية من حيث ابعادها وخواصها الديناميكية . اذ ان تيار المرور يتكون من سيارات سياحية صغيرة وسيارات شاحنة وباصات وقاطرات ... الخ ويشغل كل نوع من هذه السيارات مساحة من الطريق ، كما ان الزمن اللازم لقطع مسافة من الطريق غير متساوى لكل هذه الانواع لذلك لابد من تحويلها الى نموذج حسابي مكافئ كي يكون التعبير عن غزارة المرور صحيحا . وعادة يتم تحويل كافة هذه الانواع الى السيارة السياحية ، حيث تعتبر السيارة السياحية مساوية للواحد أما بقية الانواع فيتم تحويلها .

* باستخدام عامل التحويل وهو يمثل عدد السيارات السياحية الخفيفة والتي يمكن أن تمر على الجزء من الطريق خلال الزمن الذى يستغرقه مرور سيارة شاحنة أو قاطرة ومقطورة .

ويبين الجدول التالي عوامل التحويل لكل نوع من انواع السيارات :

عامل التحويل	نوع السيارة	
1.0	سيارات سياحية	
0.5	دراجات نارية	
1.5	سيارات شاحنة ذات حمولة (طن)	2
2.0		6
2.5		8
3.0		14
3.5		> 14
3.5	قاطرات ومقطورات ذات حمولة (طن)	12
4.0		20
5.0		30
6.0		> 30

ملاحظات : ١ - تؤخذ قيم عوامل التحويل للسيارات ذات الحمولات الوسطية بين القيم المذكورة بالنسبة والتناسب .

٢ - تؤخذ عوامل تحويل الباصات والسيارات ذات الاستخدام الخاص حسب السيارات الاساسية التي توافق في محركها من حيث الحمولة .

٣ - تضرب عوامل تحويل السيارات الشاحنة والقاطرة والمقطورة بـ 1.2 في المناطق الجبلية والهضبية .

ومن ناحية اخرى فان غزارة المرور لاتبقى ثابتة خلال اليوم الواحد حيث تقل جدا في خلال ساعات الليل وتتغير كذلك خلال ايام الاسبوع والشهر والفصل والعام وتتغير من عام لاخر . لذلك يمكننا التعبير عن هذه الغزارة بدقة مقبولة بالقيمة الوسطية خلال المدة الزمنية المحسوبة .

* وتستخدم عادة غزارة المرور اليومية الوسطية (A A D T) وهي غزارة المرور الوسطية في اليوم الواحد مأخوذة على مدار السنة وفي الدول التي يجرى فيها تعداد دائم لغزارة المرور تستخدم غزارة المرور الموافقة للساعة ٣٠ أو ٥٠ والغزارة للساعة ٣٠ هي الغزارة التي قبلها ٢٩ ساعة فقط في السنة تكون الغزارة في كل منها اكبر من الغزارة الموافقة للساعة ٣٠ .

وتحدد درجة الطريق بعد حساب غزارة المرور التصميمية وفق الجدول التالي الذي يبين درجات الطرق والعناصر التصميمية الاساسية .

* (غزارة المرور التصميمية هي غزارة المرور اليومية الوسطية السنوية في الاتجاهين في العام الاخير للعمر التصميمي للطريق أو غزارة المرور الاعظمية الموافقة للساعة ٥٠ في العام الاخير من العمر التصميمي) .

ملاحظات	درجة الطريق						المواصفات التصميمية
	Ia	Ib	II	III	IV	V	
في الصورة عدد السيارات وفي المخرج المكافئة	>7000	>7000	3000 7000	1000 3000	100 1000	<100	غزارة المرور التصميمية سيارة / يوم
	>14000	>14000	6000 14000	2000 6000	200 2000	<200	
القيمة في الصورة للمناطق السهلية وفي المخرج للمناطق الجبلية والهضبية الوعرة	150 120	120 100	120 100 80	100 80 60	80 60	60 40-30	السرعة التصميمية كم/س
	4-6-8	4-6-8	2	2	2	1	عدد مسارب المرور
	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5	عرض المسرب الواحد م
	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75	عرض الكتف الجانبي م
	0,75	0,75	0,5	0,5	—	—	عرض شريحة التثبيت على الكتف م
	6	5	—	—	—	—	العرض الادنى للجزيرة الوسطية م
	1	1	—	—	—	—	عرض شريحة التثبيت على الجزيرة م

كما تحدد المواصفات عناصر تصميم الطريق في المسقط الافقي والمقطع الطولي حسب السرعة التصميمية على الطريق على الشكل المبين في الجدول (٣)

السرعة التصميمية كم/سا	الميل الطولي الأعظمي %	مسافة الرؤيا الدنيا (م)		أنصاف أقطار المنحنيات الحرجة (م)				
				في المقطع الطولي		في المسقط الأفقي		
		للسيارة المقابلة	على الموقف	الحدبية	المقعرة	في المناطق الجبلية	الأساسية	
					الأساسية	جبلية		
150	3	300	—	30000	8000	4000	1200	1000
120	4	250	450	15000	5000	2500	800	600
100	5	200	350	10000	3000	1500	600	400
80	6	150	250	5000	2000	1000	300	250
60	7	85	170	2500	1500	600	150	125
50	8	75	130	1500	1200	400	100	100
40	9	55	110	1000	1000	300	60	60
30	10	45	90	600	600	200	30	30

(٢)

مسألة : حدد درجة الطريق وعناصره التصميمية الاساسية اذا كانت غزارة المرور اليومية السنوية موزعة كما هو مبين في الجدول اما المنطقة التي يمر بها الطريق فهي سهلية .

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم .....(٥)/...

نوع السيارة	الحمولة (طن)	عامل التحويل	الغزارة الفعلية سيارة/يوم	الغزارة المكافئة سيارة/يوم
سياحية	–	1	1200	1200
ميكرو باص (موافق لحمولة ٢طن)	–	1.5	200	300
باص (موافق لحمولة ١٤ طن)	–	3,0	100	300
شاحنة حمولتها حتى (طن)	2	1.5	125	188
	6	2.0	300	600
قاطرة ومقطورة حمولتها (طن)	8	2.5	150	375
	14	3.5	50	175
	20	4.0	25	100
	30	5.0	10	50
المجموع	–	–	2160	3288

اذا فدرجة الطريق هي III ونأخذ من الجدولين (٢) و(٣) العناصر التصميمية لهذه الطريق مع الاخذ بعين الاعتبار ان المنطقة سهلية :

عدد مسارب المرور (2) ، الميل الطولي الاعظمي 5 %

عرض مسرب المرور (3.5) m ، عرض شريحة التدعيم على الاكتاف 0.5 m

عرض الاكتاف (2.5) m

السرعة التصميمية 100 Km / h

نصف قطر المنحني الافقي الاصغر 600 m الخ.....

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم (6)

حساب عناصر محور الطريق في المسقط الافقي

يتضمن تصميم محور الطريق في المسقط الافقي اختيار اتجاه طول المحور على المخطط الطبوغرافي مع الاخذ بعين الاعتبار مبادئ التصميم المتلائم مع الطبيعة وحماية البيئة أو تحديد اضلاع اقطار المنحنيات الافقية وحساب عناصرها وحساب الاحداثيات وتنظيم جداول الاستقامات والمنحنيات وتحديد شريحة الاستملاك وتوصيف الطول ومقارنتها واختيار افضلها ورسم المخططات .

ويعتبر اختيار محور الطريق في المسقط الافقي من اهم مراحل التصميم لانه يؤثر بشكل كبير على كلفة التنفيذ واستثمار الطريق وراحة وامان الحركة عليه ، ولذلك يجب عند اختيار المحور مراعاة الظروف الطبوغرافية والجيولوجية والمناخية والاقتصادية للمناطق التي يمر بها الطريق .

ويتم اختيار طول محور الطريق بمسايرة خطوط التسوية وبحيث يمر الطريق في النقاط المتوسطة ويتقاطع مع الطرق الموجودة والسكك الحديدية بزاوية قريبة من القائمة وكذلك مع الانهار والوديان العميقة في اضيق منطقة ، ويجب تجاوز المرور في البساتين والغابات والاراضي الزراعية الخصبة ما أمكن

كما يجب اثناء اختيار المحور مراعاة مبادئ الترافق الانسيابي لعناصر الطريق في المسقط الافقي والمقطع الطولي ونذكر منها المبادئ التالية :

١ - يجب الا تتجاوز اطوال الاستقامات في المسقط الافقي القيم التالية حسب درجة الطريق .

درجة الطريق	طول الاستقامة حسب المنطقة (م)	
	سهلية	وعرة
I	3500 _ 5000	2000 _ 3000
II _ III	2000 _ 3500	1500 _ 2000
IV _ V	1500 _ 2000	1500

٢ - يجب ان تتراكب المنحنيات الافقية والشاقولية وبحيث يكون المنحني الافقي اكبر أو مساوى لطول المنحني الشاقولي .

٣ - يجب الا تتطابق نهاية منحني افقي مع بداية منحني شاقولي .

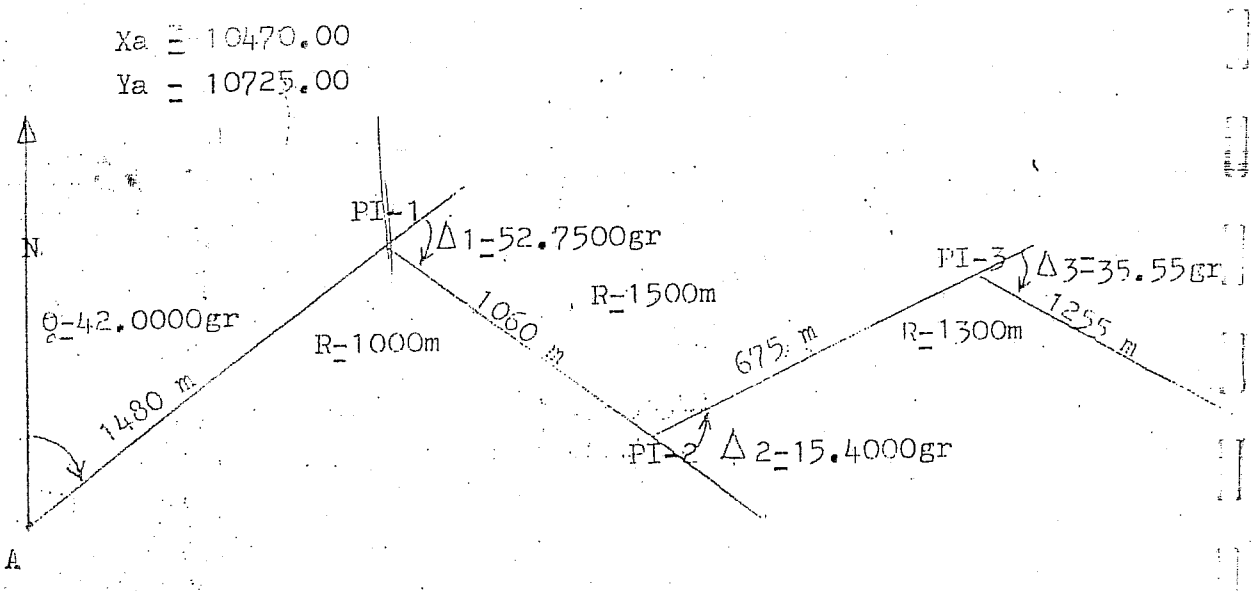
ويتم تصميم الطريق في المسقط الافقي بتمرير خط مكسر من النقاط المتوسطة وبما يتلاءم والمبادئ المذكورة وقياس زوايا الدوران وادخال المنحنيات الافقية الدائرية اذا كان نصف القطر $R>3000m$ للطرق من الدرجة الاولى أو $R>2000\ m$ للطرق من بقية الدرجات أو باستخدام منحنيات

افقية دائرية اساسية مع منحنيات انتقالية اذا كانت انصاف الاقطار أقل من القيم المذكورة وتؤخذ اطوال المنحنيات الانتقالية حسب نصف القطر بما لايقل عن القيم التالية :

R(m)	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	600 1000	1000_ 2000
LS(m)	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	100

وبعد ذلك يتم حساب عناصر المنحنيات وحساب احداثيات النقاط الاساسية من المضلع وحساب الطول الفعلي للطريق وتنظيم الجداول والمخططات اللازمة ومقارنة الحلول واختيار الافضل .

* مسألة : معطى مضلع الطريق من الدرجة الثالثة والمطلوب حساب :
١ – احداثيات رؤوس المضلع حسب الاطوال والزوايا المعطاة .
٢ – حساب عناصر المنحنيات الافقية وحساب الطول الفعلي للطريق وحساب احداثيات بداية ونهاية المنحنيات .
٣ – حساب المسافات الكلية للنقاط الاساسية من المضلع وحساب الطول الفعلي للطريق .



١ - حساب الاحداثيات : نحسب الاحداثيات وفق العلاقات التالية :

$Xn = Xn-1 + l. \sin \theta$ $\qquad$ $Yn = Yn-1 + l. \cos \theta$

ان سمت الاستقامة A- PI1 معطى ويساوى $\theta = 42.0000gr$

كما ان احداثيات النقطة A معطاة وكذلك يبين الشكل اطوال المضلع وزوايا الدوران وبذلك يمكن حساب احداثيات رؤوس المضلع :

احداثيات PI-1 :

$X_{PI1} = 10470 + 1480 * \sin 42 = 11377.10$

$Y_{PI1} = 10725.00 + 1480 * \cos 42 = 11894.43$

نحسب سمت الاستقامة PI1 - PI2 :

$\theta 1 = \theta_o + \Delta 1 = 42.0000 + 52.7500 = 94.7500\ gr$

احداثيات PI2 :

$X_{PI2} = 11377.10 + 1060 * \sin 94.75 = 12433.50$

$Y_{PI2} = 11894.43 + 1060 * \cos 94.75 = 11981.75$

نحسب سمت الاستقامة PI 2 - PI 3 :

$\theta 2 = \theta 1 - \Delta 2 = 94.7500 - 15.4000 = 79.3500\ gr$

نحسب احداثيات الرأس PI 3 :

$X_{PI3} = 12433.50 + 675 * \sin 79.35 = 13073.30$

$Y_{PI3} = 11981.75 + 675 * \cos 79.35 = 12196.88$

نحسب سمت الاستقامة PI 3 - B :

$\theta 3 = \theta 2 + \Delta 3 = 79.3500 + 35.5500 = 114.9000\ gr$

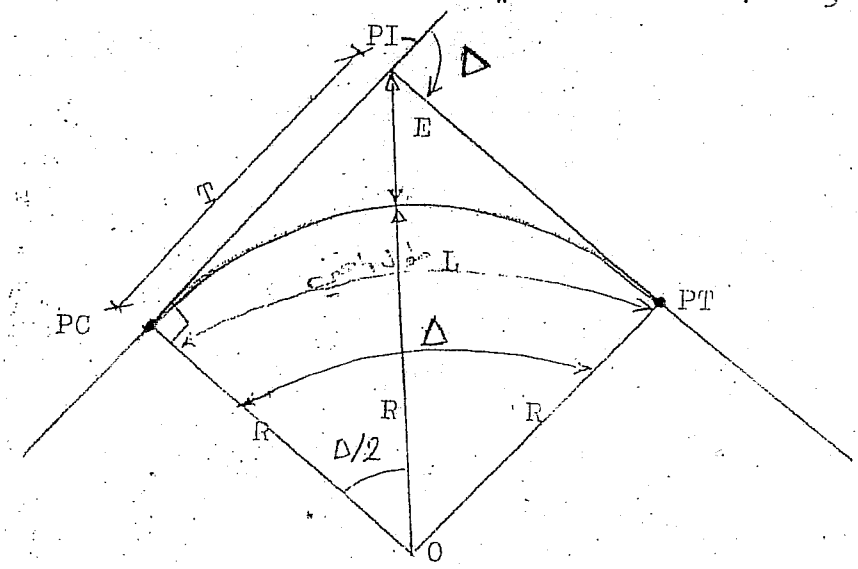
$X_B = 13073.30 + 1255 * \sin 114.9 = 14294.08$

$Y_B = 12196.88 + 1255 * \cos 114.9 = 11905.82$

٢ ـ حساب عناصر المنحنيات الافقية (دائرية فقط للتدريب) :

ندخل عند رؤوس الدوران منحنيات افقية انصاف اقطارها مبنية على الشكل وهي على التوالي : R1 = 1000 m ، R2 = 1500 m ، R3 = 1300 m

ونحسب عناصر كما يلي (استخراج العلاقات) :



يمكن بسهولة استخراج العلاقات التي تعطي عناصر المنحني الافقي الدائري وهي :

١ ـ طول المماس : $T = R * Tg\,\Delta/2$

٢ ـ طول المنحني : $L = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta^{g}}{200} = \frac{\pi \cdot R \cdot \Delta^{\circ}}{180}$

٣ ـ السهم : $E = R\left(1/Cos\frac{\Delta}{2} - 1\right)$

٤ ـ فرق الطول : $D = 2*T - L$

وبتطبيق هذه العلاقات نحسب عناصر المنحنيات الثلاثة :

$T1 = 1000*\frac{tg52.75}{2} = 439.75\ m$ ، $L1 = \frac{\pi*1000*52.75}{200} = 828.60\ m$

$E1 = 1000\left(1/Cos\frac{52.75}{2} - 1\right) = 92.42m$ ، $D1 = 2*439.75 - 828.60 = 50.90m$

وبنفس الطريق نحسب عناصر المنحنيات التالية وهي :

T2= 182.32 m , L2= 362.86 m

E2= 11.04 m , D2= 1.79 m

T3 = 372.71 m , L3 = 725.94 m

E3 = 52.37 m , D3 = 19.48 m

٣ ـ حساب المسافات الكلية للنقاط الاساسية وحساب الطول الفعلي للطريق :

يتم حساب المسافات الكلية للنقاط الاساسية على الشكل التالي :

Sta A = 0.00 m

Sta P.C1 = S1 - T1 = 1480 - 439.75 = 1040.25 m

Sta PI-1 = S1 = 1480 m

Sta P.T1 = Sta P.C1 + L1 = 1040.25 + 828.60 = 1868.85 m

Sta P.C2 = Sta P.T1 + S2 - (T1+T2)
= 1868.85+ 1060-(439.75+182.32) = 2306.78 m

Sta P.I2 = Sta P.C2 + T2 = 2306.78+ 182.32 = 2489.10 m

Sta P.T2 = Sta P.C2 + L2 = 2306.78 + 362.85 = 2669.63 m

Sta P.C3 = Sta P.T2+S3-(T2+T3) =

=2669.63+675-(182.32+372.71) =

= 3344.63-555.03 = 2789.60 m

Sta PI-3 = Sta P.C3+ T3

= 2789.60+372.71

= 3162.31 m

Sta P.T3 = Sta P.C3+ L3

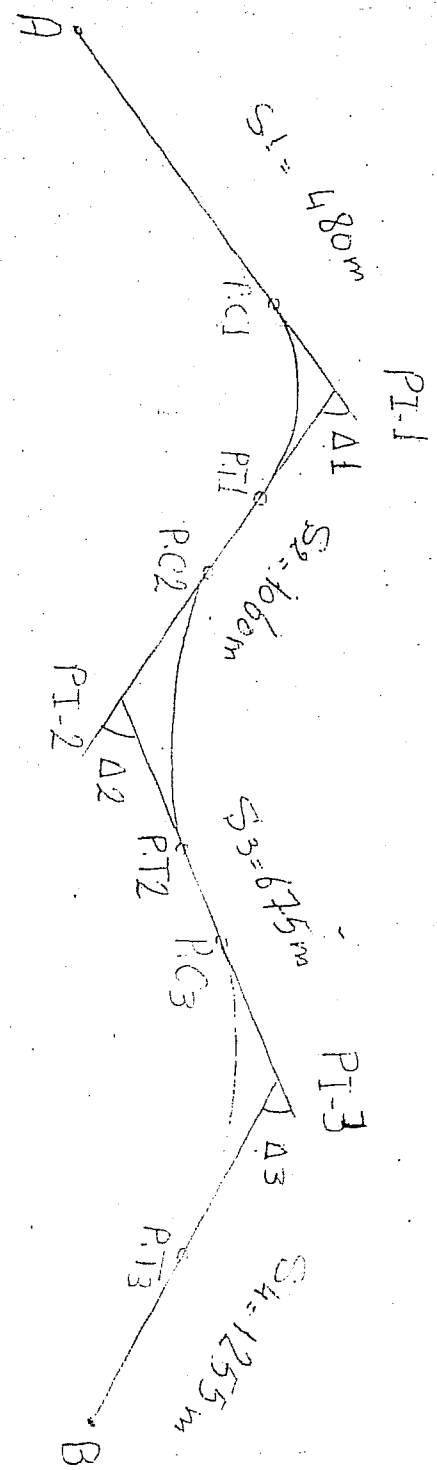
= 2789.60 + 725.94

= 3515.54 m

Sta B = Sta P.T3 + S4 - T3

= 2789.60+1255-372.71

= 4397.83 m



ان الطول الفعلي للطريق هو مجموع اطوال المنحنيات الافقية والاستقامات المحصورة بينها ويساوي :

$$S1 - T1 + L1 + S2 - (T1+T2) + L2 + S3 - (T2+T3) + L3 + S4 - T3 =$$

$$1480 - 439.75 + 828.60 + 1060 - (439.75+182.32) + 362.86 +$$

$$+ 675 - (182.32+372.71) + 725.94 + 1255 - 372.71 =$$

$$L = 4397.83 \text{ m} .$$

وهذا يتطابق مع المسافة الكلية للنقطة B

كما يجب اجراء التحقيق التالي :

طول المضلع (ΣSi) - الطول الفعلي للطريق = ΣDi

$$\Sigma Si = 4470.00 \text{ m}$$

$$L = 4397.83 \text{ m}$$

$$72.17 \text{ m}$$

مجموع فروق الاطوال :

$$\Sigma Di = 50.90 - 1.79 - 19.48 = 72.17 \text{ m} .$$

اذا فالشرط محقق

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية

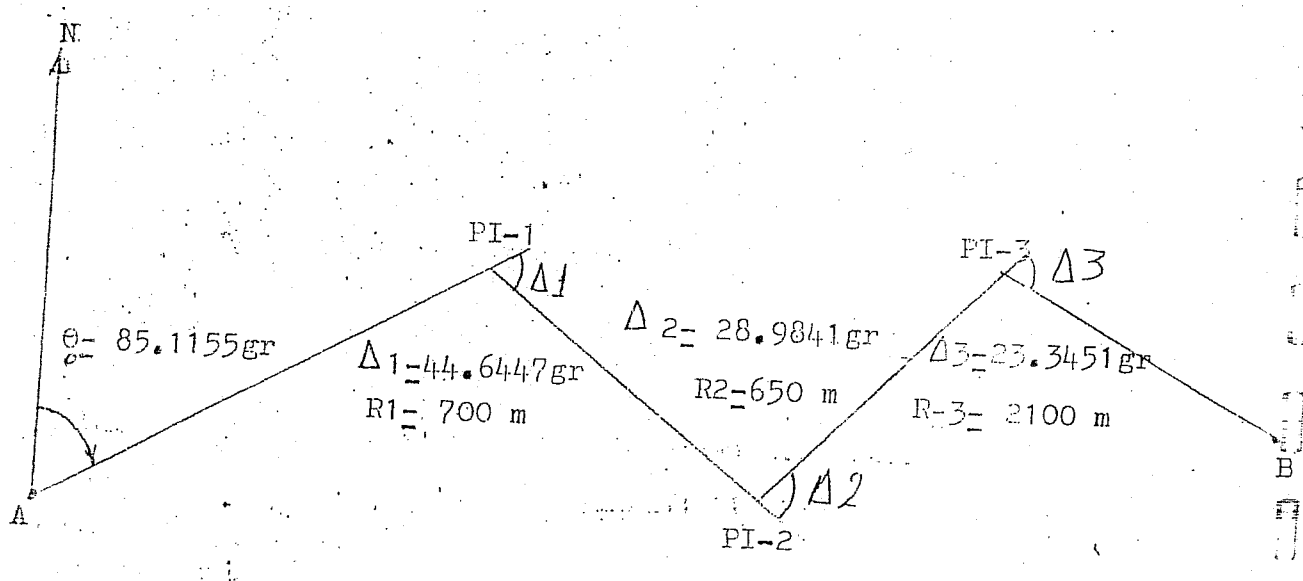
الرقم ((13))

وظيفة : معطى مضلع الطريق في المستقط الافقي والمطلوب :

١ ـ حساب احداثيات النقاط الاساسية .

٢ ـ حساب عناصر المنحنيات الافقية الدائرية حسب المعطيات على الشكل .

٣ ـ حساب المسافات الكلية للنقاط الاساسية والطول الفعلي للطريق واجراء التحقيق اللازم على الحسابات .



S1 = 550 m ; S2 = 673.52 m ; S3 = 975.60 m ; S4 = 628.44m

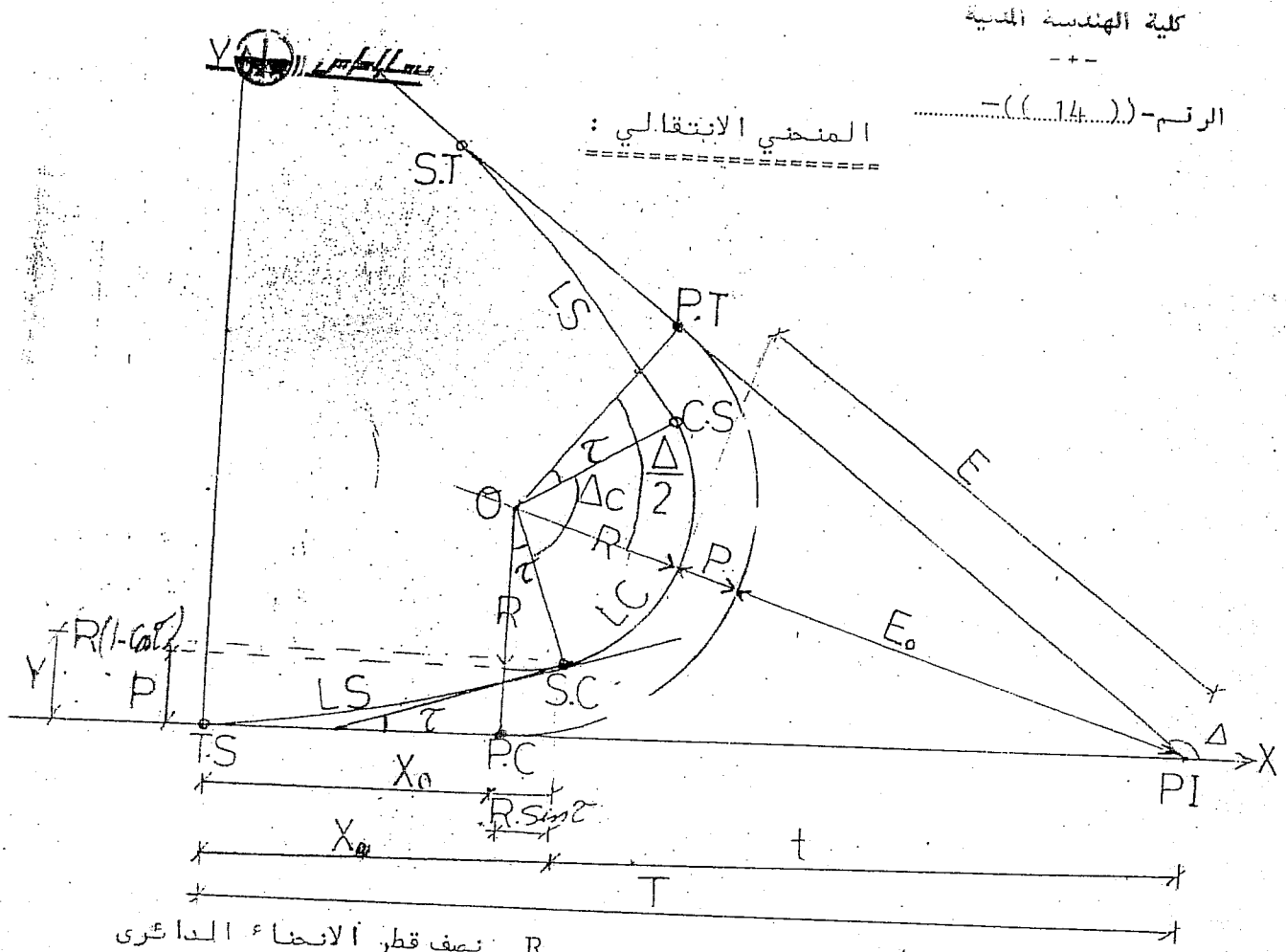
Xa = - 106088.12 Ya = 257482.85

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة المدنية

الرقم-((14))=

المنحني الانتقالي :



Δ زاوية الدوران ، R نصف قطر الانحناء الدائري

* شرط المنحني الانتقالي الكلوتوئيدي المتناظر هو $\tau \leq \frac{\Delta}{2}$

مراحل حساب عناصر المنحني الانتقالي المؤلف من انحناء دائري مع منحنيين انتقاليين متناظرين هي :

١ - نحسب قيمة طول المنحني الانتقالي والتي تحقق ثبات الحركة من العلاقة التالية :

$$L_S = \frac{V^3}{47 * R * J} \cdot (m)$$

V السرعة التصميمية وتقدر بـ كم/سا

J تزايد التسارع النابذي $J = 0.8 m/sec^2$

R نصف قطر المنحني الدائري m

ونقارن هذه القيمة مع القيمة لـ L_S من المواصفات التي تعطي طول المنحني الانتقالي تبعا لنصف قطر المنحني الدائري ونختار القيمة التي تسمح المنطقة باستخدامها .

٢ - نحسب زاوية المنحني الانتقالي $\tau = \frac{L_S}{2R}$ (راديان)

ونتحقق من كفاية زاوية الدوران لتنزيل مثل هذا المنحني من الشرط الاساسي

$$\tau = \frac{L_S}{2 * R}$$

٣ - نحسب ثابت الكلوتوئيد من العلاقة :

$$A^2 = C = R * L_S$$

. . / . .

$$C = R \cdot L_S = A^2$$

٤ ـ نحسب احداثيات نهاية المنحني الانتقالي من العلاقتين :

$$X = Ls - \frac{Ls^5}{40*C^2} \quad , \quad Y = \frac{Ls^3}{6C} - \frac{Ls^7}{336C^3}$$

٥ ـ نحسب الانزياح P من العلاقة :

$$P = Y - R(1-\cos\tau)$$

٦ ـ نحسب فاصلة مركز الدائرة (θ) من العلاقة :

$$Xo = X - R*\sin\tau$$

٧ ـ نحسب طول مماس المنحني الدائري الاساسي من العلاقة :

$$t = (R + P)* Tg\frac{\Delta}{2}$$

٨ ـ نحسب طول طول المنحني الدائري المختصر من العلاقة :

$$\Delta c = \Delta - 2*\tau \quad : \quad L_C = \frac{\pi *R* \Delta c}{200}$$

٩ ـ نحسب سهم الانحناء من العلاقة :

$$E = Eo + P = (R + P)(\frac{1}{\cos\frac{\Delta}{2}} - 1) + P$$

١٠ـ نحسب طول المماس الكلي من العلاقة :

$$T = t + Xo$$

١١ـ نحسب طول الانحناء الكلي من العلاقة :

$$L = Lc + 2 * Ls$$

١٢ـ نحسب مقدار التصحيح الكلي (الفرق الكلي) من العلاقة :

$$D = 2* T - L$$

مثال : احسب عناصر انحناء مكون من منحني دائري ومنحنيين انتقاليين وفق المعطيات التالية :

$J = 0.5 m/Sec^2$ ، $V = 100 Km/h$ ، $R = 1000$ m ، $\Delta = 47.4750$ gr

الحل : ١ ـ نوجد طول المنحني الانتقالي من العلاقة :

$$Ls = \frac{v^3}{47RJ} = \frac{(100)^3}{47*1000*0.5} = 142.55 \text{ m}$$

4255

ومن الجداول وحسب R= 1000 m نجد ان طول المنحني الانتقالي الاصغرى هو:

Ls = 100 m

في حال سماح المنطقة باستخدام Ls=142.55 m نقوم باستخدام القيمة السابقة
اما في حال عدم امكانية استخدام القيمة السابقة نلجأ للقيمة الاصغر وهي :

Ls = 100 m

٢ -

$$= \frac{Ls}{2*R} = \frac{100}{2*1000} = 0.05 \text{ rad} = \frac{0.05*200}{\pi} = 3.1831 \text{ gr}$$

٣ - ثابت الكلوتوئيد :

$$C = A^2 = R*Ls = 1000 * 100 = 10^5$$

٤ - احداثيات نهاية المنحني الانتقالي :

$$100 - \frac{(100)^5}{40*(10^5)^2} = 99.98 \text{ m}, \qquad Y = \frac{(100)^3}{6*(10^5)} - \frac{(100)^7}{336*(10^5)^3} = 1.67 \text{ m}$$

٥ - نحسب الانزياح :

$$P = Y - R(1-\cos\tau) = 1.67 - 1000(1-\cos 3.1832) = 0.42 \text{ m}$$

٦ - نحسب فاصلة مركز الدائرة :

$$Xo = X - R * \sin\tau = 99.98 - 1000 * \sin 3.1831 = 50.00 \text{ m}$$

٧ - نحسب طول المماس للمنحني الدائرى الاساسي :

$$T = (R+P)*Tg\frac{\Delta}{2} = (1000+0.42)*Tg\frac{47.4750}{2} = 391.33 \text{ m}$$

٨ - نحسب زاوية المنحني الدائرى المختصر :

$$\Delta c = \Delta - 2*\tau = 47.4750 - 2*3.1831 = 41.1088 \text{ gr}$$

٩- نحسب طول المنحني الدائرى المختصر :

$$Lc = \frac{\pi*1000*41.1088}{200} = 645.74 \text{ m}$$

. . / . .

١٠ ـ نحسب السهم الكلي :

$$E = Eo + P = (R + P)*(\frac{1}{Cos\frac{\Delta}{2}} - 1) + P = (1000+0.42)*(\frac{1}{Cos\frac{47.4750}{2}} - 1) + 0.42$$

$$E = 74.23 \text{ m}$$

١١ ـ نحسب طول المماس الكلي :

$$T = t + Xo = 391.33 + 50.00 = 441.33 \text{ m}$$

١٢ ـ نحسب طول الانحناء الكلي :

$$L = Lc + 2* Ls = 645.74 + 2* 100 = 845.74 \text{ m}$$

١٣ ـ نحسب التصحيح الكلي :

$$D = 2* T - L = 2* 441.33 - 845.74 = 36.92 \text{ m}$$

ننظم جدول يبين عناصر المنحنيات الانتقالية كما هو مبين في الشكل :

رأس الدوران PI-1			
Δ	47.4750gr	A	10^5
R	1000 m	X	99.98 m
T	441.33 m	Y	1.67 m
E	74.23 m	P	0.42 m
Lc	645.74 m	Xo	50.0 m
Ls	100 m	t	391.33 m
τ	3.1833gr	D	36.92 m

.. / ..

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

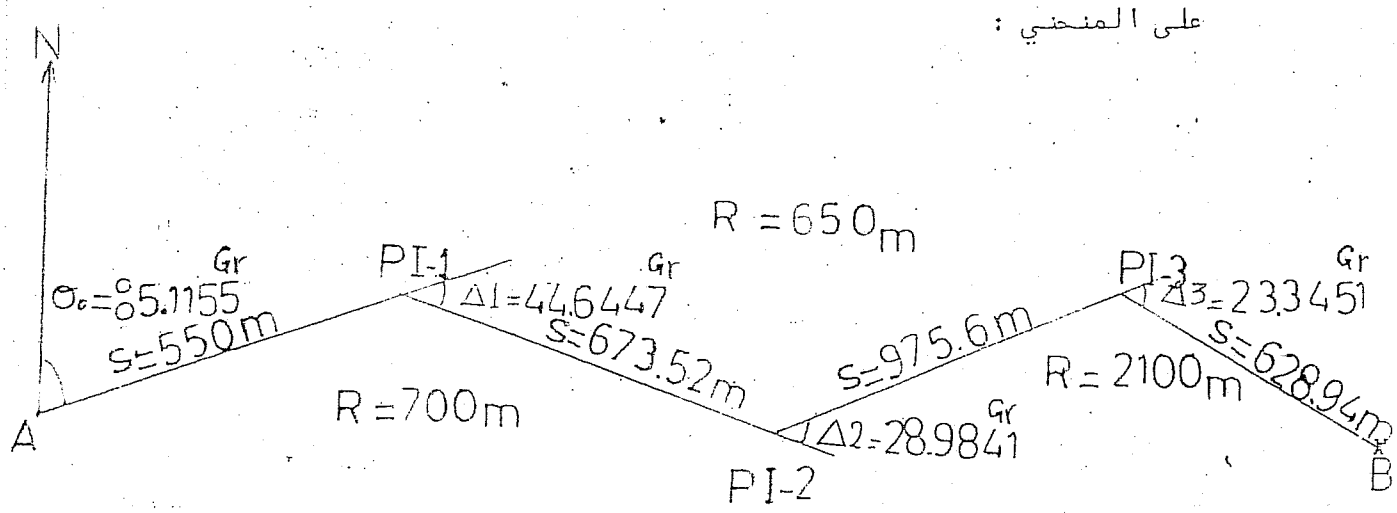
الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم : (18)

التوتيـــد :

الغاية من التوتيد هي رفع مناسيب جزئية عند هذه النقاط وذلك في العمل المكتبي عندما يكون العمل على الخارطة الطبوغرافية :

* ويتم التوتيد كل 100 m في المناطق السهلية
* ويتم التوتيد كل 50 m في المناطق الجبليـــة
* التوتيد على الاستقامات : ويتم بفتح الفرجار بمقدار خطوة التوتيد (100 m) وحسب مقياس الرسم ونبدأ من النقطة A وحتى نهاية الاستقامة الأولى .
* التوتيد على المنحني : وعند الوصول للمنحني نقوم باختصار خطوة الفرجار الى النصف وبالتالي نحصل على الوتد بعد نقل الفرجار خطوتين وذلك لتقليل الخطأ على المنحني :



مقياس الرسم للمسقط الافقي : $\frac{1}{2000}$

مقياس الرسم للمقطع الطولي : $H: \frac{1}{2000}$ $V: \frac{1}{200}$

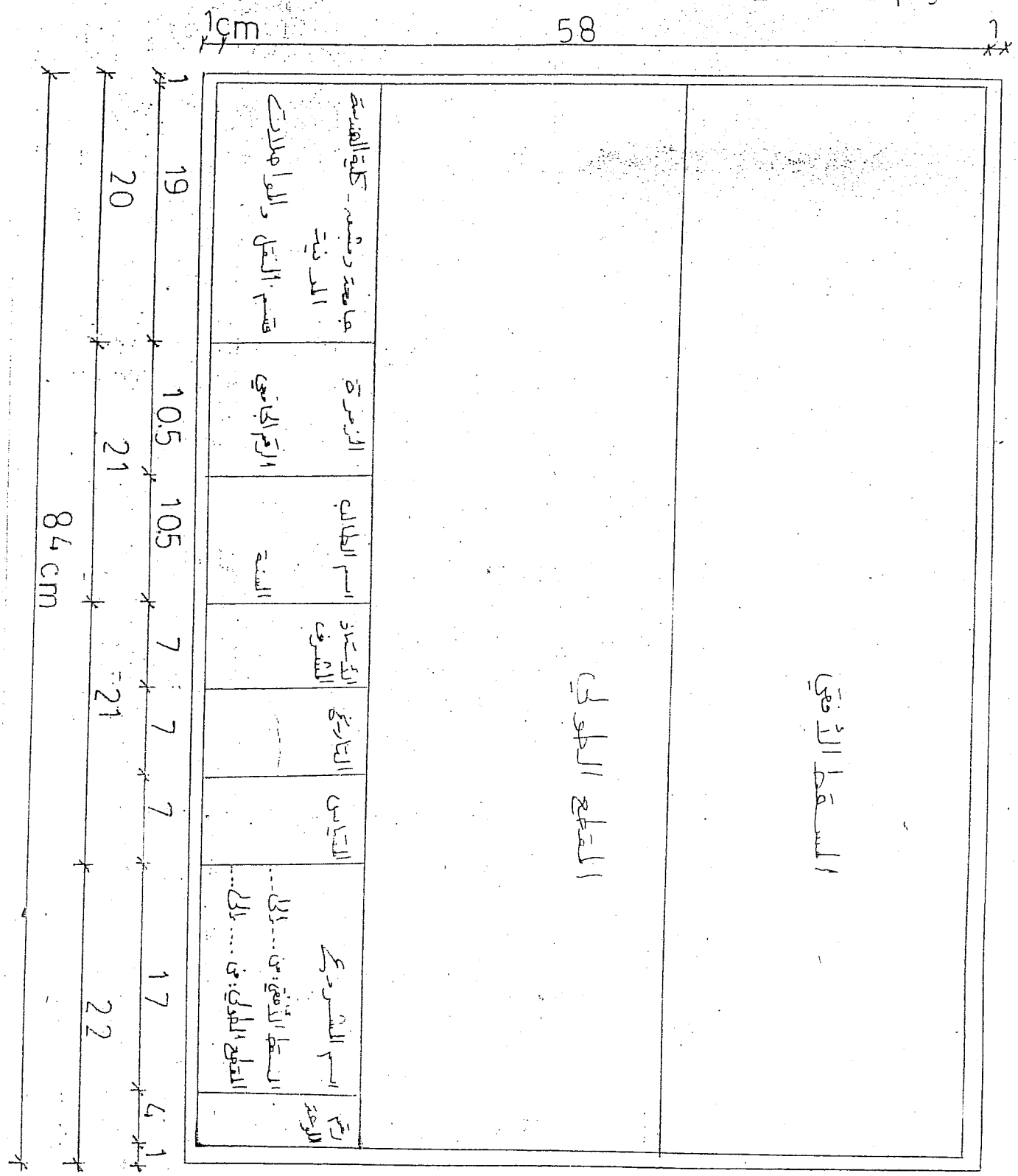
$X_A = -106088.12$ m

$Y_A = 25748 2.85$ m

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم ((19))



* مسقط افقي للوحة موضحا عليه أبعاد اللوحة وأبعاد تقسيماتها .

. . / . .

(١)

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم ((20)) /

* ننظم جميع عناصر المنحنيات الدائرية فقط والانتقالية في الجدول التالي :

جامعة دمشق كلية الهندسة المدنية	قسم هندسة المواصلات والنقل	الثلثة الأولى	الدورة	الشعبة والمجموعة حساب العلامة 6 Cm	الطالب	الأستاذ المشرف	رقم الجلوس 199 //	1 Cm
المستقيمات	الأطوال الإسقاطية Si							1,5
	الإحداثيات Y(-)							1,5
	الإحداثيات X(-)							1,5
	G							1,5
	المائلة بالدورانة Li							1,5
منحنيات	STa(ST)							1,5
	Sta(CS)							1,5
	Sta(SC)							1,5
	Sta(ES)							1,5
	D							1,5
	L=Lc-2Ls							1,5
	t							1,5
	Xo							1,5
1 Cm 4 Cm	P	4 Cm	4 Cm	4 Cm	4 Cm	4 Cm	4 Cm	1
المنحنيات	الإحداثيات النهاية الكلية Y							1,5
	الإحداثيات النهاية الكلية X							1,5
	A							1,5
	Δc							1,5
	τ							1,5
	Ls							1,5
	Lc							1,5
	E							1,5
	T							1,5
	R							1,5
								1,5
								1,5
								1,5
								1,5

(٧)

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

-+-

الرقم ..... ((21)) .....

حساب عناصر الطريق في المقطع الطولي :

المقطع الطولي هو المسقط الناجم عن قطع محور المنشور بمستو شاقولي .
اثناء تصميم المقطع الطولي يجب الالتزام بالمبادئ العامة التالية لتأمين شروط حركة مريحة وآمنة ، وفي كل الاحوال التي تسمح فيها التضاريس في المنطقة يفضل استخدام ميول طولية لاتزيد عن ٣٪ على ان يكون ذلك مبررا من الناحية الاقتصادية ويجب ان لاتزيد الميول عن القيم العظمى المذكورة في المواصفات حسب السرعة التصميمية ويجل ان تتحقق الشروط التالية :

١ - مسافة رؤيا سطح الطريق لاتقل عن القيم المطلوبة في المواصفات ويفضل ان لاتقل عن 450 m .

٢ - يفضل استخدام انصاف اقطار منحنيات شاقولية لاتقل عن 7000 m للمحدبة وعن 8000 m للمقعرة والا يقل طول المنحني الشاقولي عن 300 m للمحدبة وعن 100m للمقعرة ، ويجب الاتقل انصاف الاقطار عن القيم المحددة في المواصفات حسب السرعة التصميمية وحسب المنطقة .

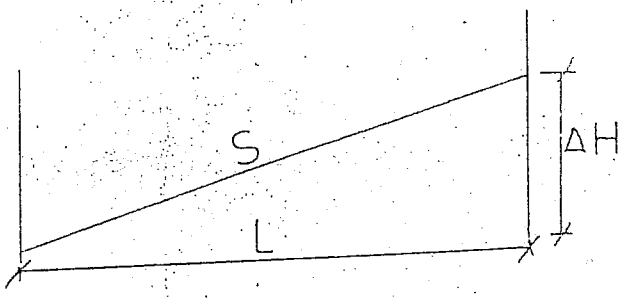
اذا كان الفرق الجبرى بين القيم المتجاورة للميول الطولية يزيد عن :

0.5 % للطرق من الدرجة الاولى والثانية
1 % للطرق من الدرجة الثالثة
2 % للطرق من الدرجتين الرابعة والخامسة

فان انكسارات خط المشروع يجب ان تغلف بمنحنيات شاقولية .
ويجب وضع خط المشروع بحيث يمر في المناسيب المحددة لبداية ونهاية الطريق وارتفاع الردم الاصغرى فوق العبارات (0.5m) وارتفاع الجسور والمحافظة على مناسيب الطرق الموجودة من الدرجات الاعلى والخطوط الحديدية وتحقيق الارتفاع في الضوء اللازم تحت الجسور العلوية .
كما يجب السعي ما امكن الى مساواة حجوم الحفر والردم (مساحة المناطق المحفورة اقل من مساحة المناطق المردومة بحوالي 20-30 % ، والمرور بردميات قليلة الارتفاع حتى 1.0m في المناطق السهلية لان ذلك يؤمن شروط هيدرولوجية جيدة للطابق الترابي .
أما حساب عناصر المقطع الطولي فيشمل حساب الميول الطولية وحساب عناصر المنحنيات الشاقولية وحساب المناسب التصميمية .
نبدأ برسم المقطع الطولي وتمثيل المسقط الافقي وارقام الاوتاد والنقاط المميزة ومناسيب الارض الطبيعية ثم نقوم بوضع خط المشروع والتأكد من تحقق الشروط المذكورة سابقا ومن ثم حساب عناصر المنحنيات الشاقولية والمناسيب التصميمية عند كافة الاوتاد والنقاط المميزة .

. . . / . . .

١ - حساب الميول :

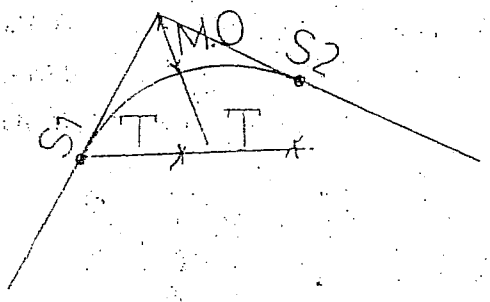


$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

S الميل الطولي
ΔH فرق المنسوب
L المسافة

وتؤخذ الميول باشارة (+) اذا كانت صاعدة واشارة (-) اذا كانت هابطة

٢ - حساب عناصر المنحنيات الشاقولية : (ايضاح المنحنيات المحدبة والمقعرة)



$$T = \frac{R(S1-S2)}{2}$$

$$M.O = \frac{T^2}{2 * R}$$

بما ان الميول الطولية صغيرة يمكن الفرض بان المسافة المائلة تساوى المسافة الافقية وبالتالي فان طول المنحني الشاقولي :

$$L \simeq 2 * T$$

***مثال: وضع خط المشروع لطريق وتم تحديد انكسارات المقطع الطولي والمطلوب حساب عناصر المنحنيات الشاقولية وحساب المناسيب التصميمية عند الاوتاد المطلوبة .

-١- نحسب الميول الطولية للمضلع الشاقولي :

نبدأ بحساب المسافات بين رؤوس المضلع وذلك بأخذ الفرق بين المسافات الكلية للرؤوس المتتالية ومن ثم اخذ فرق المنسوب بينهما ومن ثم بتقسيم فرق المنسوب على المسافة نحصل على الميل :

$$L1 = 500 - 0.0 = 500 \text{ m}$$

$$D1 = 173.5 - 178.0 = -4.50 \text{ m}$$

$$S1 = \frac{-4.50}{500} = -0.009 = -0.9 \%$$

. . / . .

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
UNIVERSITY OF DAMASCUS
SYRIAN ARAB REPUBLIC

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

الرقم ((23))

150.00

المناسيب (٢)		المسافات (٢)		أرقام الأوتاد	التسميات الأولية للنقاط
المعينة على المحور	الكروكي الطبيعية	الجزئية	الكلية		
178.00	178.12		0.00	0.0	
177.10	177.50		100.00	1	
176.20	178.18		200.00	2	
175.30	178.06		300.00	3	
174.40	175.31		400.00	4	
174.04			460.00		
173.41	172.50		500.00	5	
172.60			560.00		
172.00	169.35		600.00	6	
170.50	166.96		700.00	7	
169.75			750.00		
169.08	164.70		800.00	8	
168.25	164.76		900.00	9	
168.08	166.88		1000.00	10	
168.25			1050.00		
168.50	170.71		1100.00	11	
169.00	172.30		1200.00	12	
169.40			1280.00		
169.48	171.25		1300.00	13	
169.40	171.38		1400.00	14	
168.48	170.75		1500.00	15	
168.20			1520.00		
167.00	168.38		1600.00	16	
165.50	165.31		1700.00	17	
165.00			1733.35		
164.22	160.28		1800.00	18	
163.89	159.90		1900.00	19	
164.55	161.61		2000.00	20	
165.55			2066.65		
166.17	165.00		2100.00	21	
168.00	167.50		2200.00	22	

PVI=0.0
ELEV=178.0

PVI = 500
ELEV = 173.5
R = 20000
M.O = 0.09

PVI= 900
ELEV = 176.5
R = 15000
M.O = 0.75

PVI= 1400
ELEV = 170.0
R = 12000
M.O = 0.6

PVI= 1900
ELEV = 162.5
R = 10000
M.O = 1.39

PVI= 22
ELEV =

169.00 + 0.08

168.00 + 0.08

168.50 - 0.02

168.50 - 0.02

164.00 + 0.22

164.33 + 0.22

(٣)

ونأخذ اشارة الميل سالبة اذا كان الميل هابطا وموجبة للميول الصاعدة
وهكذا نحسب كافة الميول الطولية :

$L2 = 900 - 500 = 400$ m

$D2 = 167.5 - 173.5 = -6.0$ m

$S2 = \frac{-6.0}{400} = -1.5\ \%$

$L3 = 1400 - 900 = 500$ m

$D3 = 170 - 167.5 = 2.5$ m

$S3 = \frac{2.5}{500} = 0.005 = 0.5\ \%$

$L4 = 1900 - 1400 = 500$ m

$D4 = 162.5 - 170 = -7.5$ m

$S4 = \frac{-7.5}{500} = -1.5\ \%$

$L5 = 300$ m

$D5 = 5,5$ m

$S5 = 1.833\ \%$

ومن ثم نحسب عناصر المنحنيات الشاقولية :
الاول :

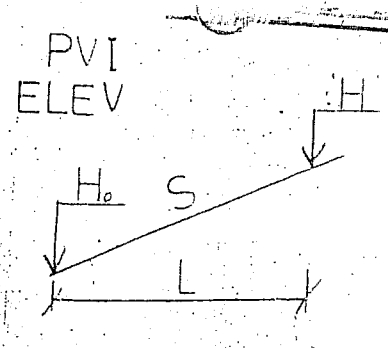
$$T1 = \frac{20000(-0.009-(-0.015))}{2} = 60 \text{ m}$$

$$M.O1 = \frac{(60)^2}{2*20000} = 0.09 \text{ m}$$

$T2 = 150$ m ، $T3 = 120$ m ، $T4 = 166.5$ m

$M.O2 = 0.75$ m ، $M.O3 = 0.60$ m ، $M.O4 = 1.39$ m

. . / . .

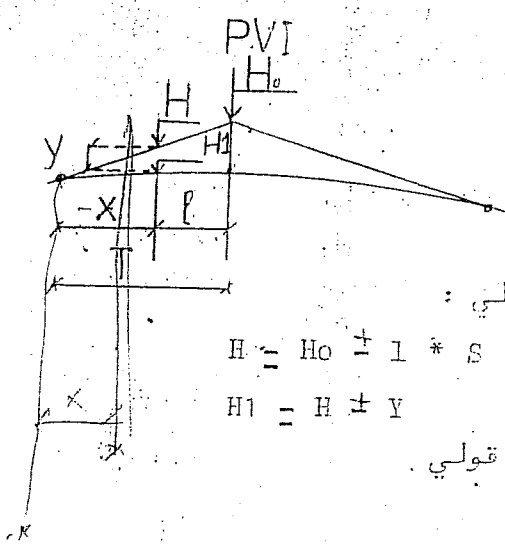


حساب مناسيب الاوتاد :

* على الاستقامة :

$$H = Ho \pm S*L$$

حيث S الميل الطولي
L المسافة بين راس المضلع الشاقولي والوتد



** على المنحنيات :

اما في حال وقوع الوتد ضمن منحني شاقولي :

المنسوب التصميمي للوتد هو H_1 ويحسب كما يلي :

$$H = Ho \pm 1 * S$$

$$H_1 = H \pm Y$$

Y ـ التصحيح الناتج عن ادخال المنحني الشاقولي .
(+) ـ للمنحنيات المقعرة
(−) ـ للمنحنيات المحدبة

$$Y = \frac{x^2}{2R}$$

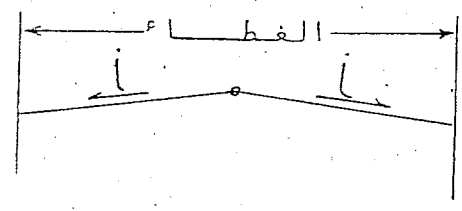
x ـ توضع مبدأ المنحنى في أحد مضلعيه أيهما أنسب

مثال : حساب مناسيب الاوتاد

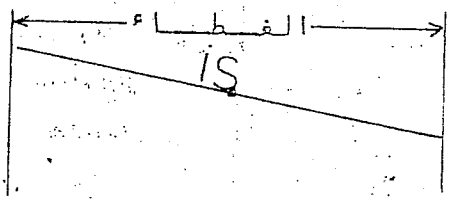
وظيفة : احسب مناسيب كافة الاوتاد ومناسيب بداية ونهاية المنحنيات الشاقولية والنقاط الاساسية (T S (P.T) ، S.C ، C.S ، ST(P.C)) للمنحنيات الشاقولية على المقطع الطولي المعطي .

العلو الاضافي عند المنحنيات الافقيـــة

اذا استمرت الميول العرضية للغطاء عند المنحنيات الافقية بنفس القيمة والاتجاه كما هي على الاستقامات فان حركة السيارات على المسرب الخارجي من الغطاء تصبح اقل ثباتا منها على المسارب الداخلية بالنسبة للمنحني ، كما ان قيادة السيارة تصبح اكثر صعوبة ، ولكي نتمكن من زيادة ثبات السيارة وجعل السائق اكثر ثقة بقيادة السيارة فاننا نعمد الى اعطاء الغطاء ميلا واحدا باتجاه داخل المنحني وهذا مايسمى بالعلو الاضافي .



الميول العرضية على الاستقامات والمنحنيات الافقية بانصاف اقطار كبيرة



المقطع العرضي عند العلو الاضافي

وتشترط المواصفات ان يتم تنفيذ العلو الاضافي على كافة المنحنيات التي تقل انصاف اقطارها عن القيم التالية :

$R \leq 3000$ m للطرق من الدرجة الاولى

$R \leq 2000$ m للطرق من بقية الدرجات

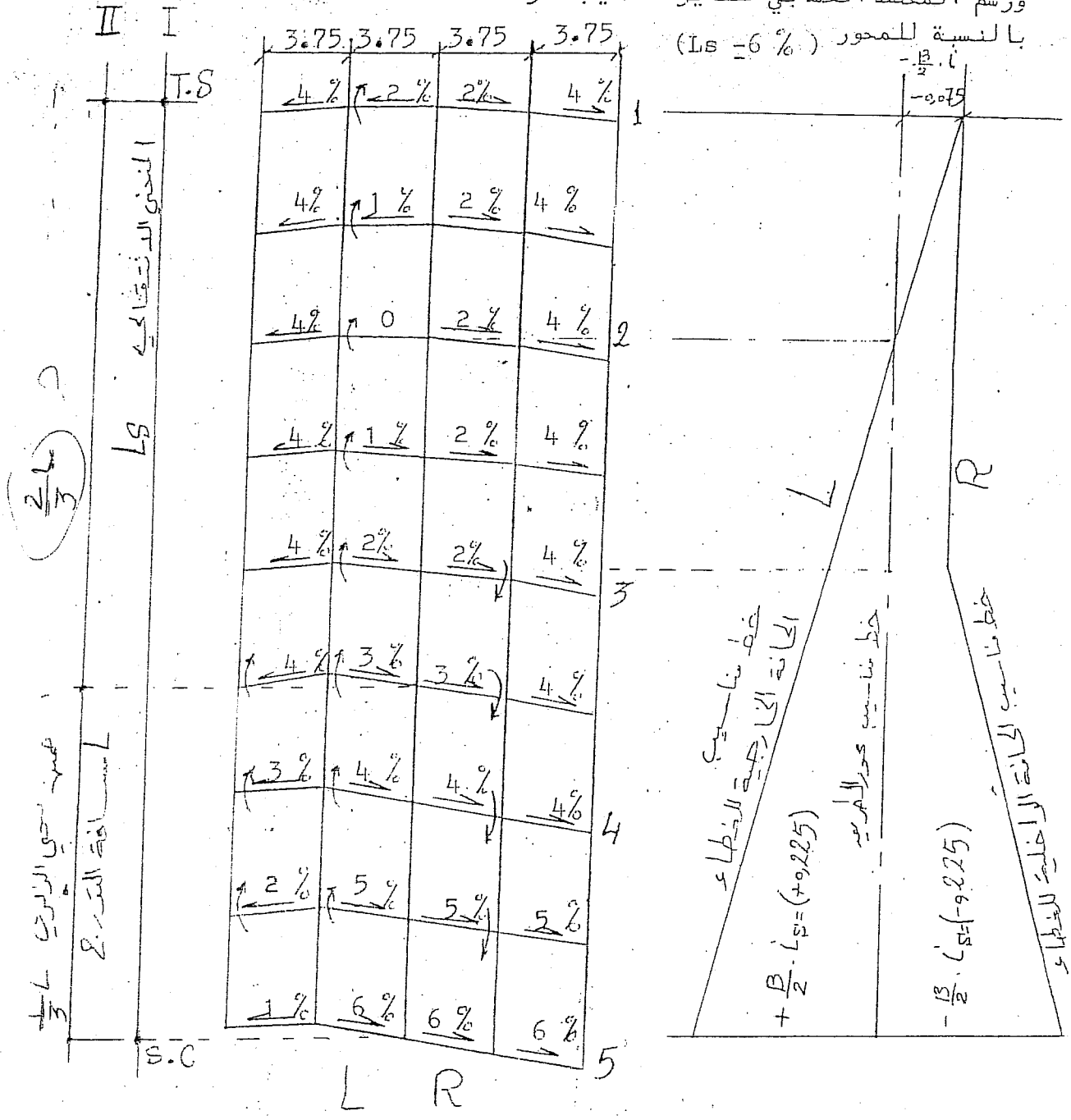
كما تحدد المواصفات قيم الميول العرضية عند العلو الاضافي حسب قيم انصاف اقطار المنحنيات الافقية :

R (m)	3000 - 1000	2000 - 1000	1000 - 800	800 - 700	700 - 650	650 - 600	<600
S %	2 - 3	2 - 3	4	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6

حيث ان القيم الاكبر للميول العرضية توافق قيم انصاف الاقطار الاصغر ويتم تنفيذ العلو الاضافي بتدوير الطرف الخارجي في البداية حول المحور الى الاعلى حتى الوصول الى ميل عرضي مساو للميل العرضي الاساسي ولكن باتجاه داخل المنحني ومن ثم نبدأ بتدوير طرفي الغطاء حول المحور الخارجي الى الاعلى والداخلي الى الاسفل حتى الوصول الى قيمة الميل العرضي المطلوب عند العلو

. . / . .

الاضافي كما هو موضح على الشكل والمثال التالي :
حوتدريج العلو الاضافي لطريق من الدرجة الثانية
ورسم المخطط الحسابي لتتغير مناسيب اطراف الغطاء
بالنسبة للمحور (Is =6 %)



تدريج العلو الاضافي
I حالة وجود منحني انتقالي
II حالة منحني دائري فقط

المخطط الحسابي لتغير مناسيب
اطراف الغطاء بالنسبة للمحور

وكما نلاحظ من الشكل بان مناسيب اطراف الغطاء بالنسبة للمحور هي :

عند المقطع الاول : الطرفين اخفض من الغطاء بمقدار $3.75*0.02 = -0.075$ m

عند المقطع الثاني : فان الطرف الخارجي يقع في نفس المنسوب مع المحور

اما الطرف الداخلي فهو اخفض من المحور بمقدار :

$3.75 * 0.02 = -0.075$ m

عند المقطع الثالث: فان الطرف الخارجي اعلى من المحور بمقدار

$3.75 * 0.02 = 0.075$ m

والطرف الداخلي اخفض بمقدار $3.75* 0.02 = -0.075$ m

عند المقطع الاخير : فان الطرف الخارجي اعلى من المحور بمقدار

$3.75 * 0.06 = 0.225$ m

والطرف الداخلي اخفض بمقدار $3.75* 0.06 = -0.225$ m

وهذا ما قمنا بتمثيله على المخطط الحسابي لتغير مناسيب اطراف الغطاء بالنسبة للمحور .

ويتم تنفيذ تدريج العلو الاضافي (أي الانتقال من مقطع عرضي بميلين متعاكسين الى مقطع بميل عرضي واحد مساو للميل العرضي المطلوب عند العلو الاضافي على طول المنحني الانتقالي اما في حال عدم وجود منحني انتقالي فان ثلثي قيمة الرفع اللازم يتم على الاستقامة التي تسبق بداية المنحني الدائري والثلث الاخير نقوم بتنفيذه داخل المنحني الدائري كما هو موضح على الشكل التالي : ←

الرقم ((29))
حالة منحنى دائري فقط
استقامة
P.T
منحنى دائري
P.C
استقامة
N.C 2%
L/4
L/4
2/3 L
1/3
L.EDGE
R.EDGE
+0.225
-0.225
+0.075
-0.075
N.C 2% -0.075
حالة منحنى انتقالي
استقامة
T.S
منحنى انتقالي
C.S
منحنى دائري مختصر
S.C
استقامة
S.T
N.C 2%
-0.075
L/2
L/4
L/4
L.EDGE
R.EDGE
+0.225
-0.225
+0.075
-0.075
N.C 2% -0.075