

## (A. P. R.) METODU

Altimetrik Kanavanın arazi kesidini havadan kaydetmek suretiyle tamamlanması

Hazırlayan : Altan ILTER  
Hrt. Kd. Yzb.

Harita Dergisinin 71. Sayısında T. P. F. R. (Triangulation par plaques à fentes radiales) metodunun, Havaî nirengi çalışmalarında (A. P. R.) metodu ile birlikte kullanılmak suretiyle doğru bir neticeye varılacağını belirterek sadece T. R. F. R. Metodunu izah etmiştik. Bu kez de (A. P. R.) metodunu anlatarak bu konuyu tamamlamış olacağız.

### Arazi kesidinin kayıt edilmesi :

Bu kayıt işi arazinin üzerinde uçan uçak vasıtasıyla otomatik olarak yapılır. Uçuş esnasında yer yüzeyi ile uçağın takip ettiği yol arasındaki mesafe kayıt edilir.

Bu iş için kullanılan alet Kanada yapısıdır. (Airborne profile Recorder) kısaca (A. P. R.) denilir. Şunları ihtiva eder :

#### 1. Barometrik sıhhatte bir Altimetre :

Bu altimetre her an, hakiki uçuş yüksekliği ile önceden tayin edilmiş yükseklik arasındaki farkı bildirir.

#### 2. Radarlı Altimetre :

Bu ise, her an, uçak ile yeryüzü arasındaki dik mesafeyi bildirir. Bu mesafeler, dönen bir bobin üzerindeki kâğıda sivri bir ucun otomatik olarak çizdiği eğriler halinde kayıt edilir.

Radarlı Altimetre, çok kısa olan radyo elektrik dalgalarını neşredip göndererek, onların arazi yüzeyinde yansıyor dönüşleriyle geçen zaman farklarını ölçer. Bu zaman farklarını ölçer. Bu zaman farkı mesafe ile doğru orantılı olarak değişir.

Radarlı Altimetrenin sıhhatli olarak kullanılması şu şartlarla sağlanır :

Cihazın radyo elektrik ışın demeti  $1^{\circ}$  açıklığındadır. Işın ekranı arazide, 1200 m. yükseklikteki uçuşta 20 m., 2100 m. yükseklikteki uçuşta ise 35 m. yarıçapındaki bir alanı kaplar.

Bu arazi parçası düz veya az meyilli ise, ayrıca sık ve yüksek bitki örtüsünü ihtiva etmiyorsa şartlar uygun demektir. Bütün bu şartlar tahakkuk ettirildiğinde (uçak - yer) mesafesinin ölçümündeki sıhhat :  $\pm 3$  m. dir. (Ortalama hata)

Işın demeti ekseninin yere dik olması gerekir. Bunun temini için uçuş hattının düzgün ve uçağın müstakar durumda uçuşması icap eder.

### 3. Elektronik cihaz :

Bu cihaz, her iki altimetredeki değişmelerin her anki durumlarının cebrik toplamlarını otomatik olarak dönen bobin üzerindeki kâğıda ayrı bir uç ile ikinci bir eğriyi çizerek gösterir. Yalnız Fotogrametride istifade edilen bu eğri, arazinin profilini uçuş hattı boyunca gösterir.

Okumayı kolaylaştırmak için bu iki eğri farklı iki renkte (mavi - kırmızı) ve apsis başlangıçları 1 cm. kadar farklı olarak çizilir.

### 4. Pozisyon kamarası :

Bu yardımcı kamaranın eksenini radarın anten reflektörünün eksenine paraleldir. Objektifi 28 veya 50 mm. dir. 35 mm. lik film üzerine, merkezleri profilin istikametini meydana getiren arazi fotoğrafları çekilir. Bu fotoğraflarla profil arasındaki bağlantı otomatik olarak, her fotoğraf alınışında sivri bir ucun sürekli olarak çizdiği kırmızı yatay çizgi üzerinde şakûlî bir çentik meydana getirmesi ile sağlanır. Bu çentiklerle kırmızı eğri arasında apsis bakımından fotoğrafın ortasında çakışan profil noktasını derhal bulabilme imkânını sağlayan bir uygunluk vardır. Yardımcı fotoğrafların numaraları film üzerine kayıt edilir ve her 10 fotoğrafta bir bu kayıt bant üzerine işaretlenir. Yardımcı fotoğraflar 18 X 25 cm. büyüklüğündedir, 4 röperi tam ortada kesişirler. Bu fotoğrafların da % 60 bindirmeli olmalarıyla uçuş hattının plânimetrik tayini daha iyi bir şekilde sağlanır.

### A. P. R. Profil Şebekesi (Profil Ağı) :

Profil yükseklikleri sıhhatli bir şekilde elde edilemez. Çünkü uçuş yüksekliği kesin değildir. Diğer taraftan umumiyetle yatay olmayan bir (eşbasınçlı yüzey profili) vardır. Profilin bütün uzunluğu boyunca, hakiki yükseklikleri tayin etmek için bu profilin uçlarını numaralandırmak ve şayet mümkünse birkaç mutavassıt nokta almak lâzımdır.

Tek profiller ekseriya bu şekilde meydana getirilirler. Fakat büyük bir bölgede (bu, bazan 200.000 Klm.<sup>2</sup> olabilir) altimetrik kanavayı mey-

dana getirebilmek için bir profil şebekesine ihtiyaç vardır. Bu şebeke ekseriya şöyle tertiplenir :

- Birbirleri arasında uzunluğuna paralel profillerle,
- Mümkünse aynı aralıklarla ilk profilleri kesen enine profillerle.

Yukarki durum iyi şartlarda tatbik edilir. Normal durumda, arazinin engebese ve orman örtüsü bakımından ilâve profiller meydana getirilir. Bazı profil noktaları arazi üzerinde birbirlerine yeniden bağlanırlar. Profil kesişme noktalarının tahkiki yapılır. Yapılan okumalara dahil tecviz ve bilinen noktalardaki düzeltmeler dahil edilir.

#### A. P. R. profil şebekesinin ana nivelmana bağlanması :

##### 1 — Genel prensipler :

Eşbasıncılı yüzeyin eğriliğini gözönünde tutarak profil şebekesini biraz şişkince olarak çerçeveselendirmek suretiyle bağlama şemasını meydana getirmek icap eder. Şebekenin içinde bilinen noktalarda profillerin bağlanmaları kolayca yapılır. En iyi baz noktaları, o bölgede kotu belli jeodezik noktalar varsa, onlara ait sıhhatli nivelman röperleridir. Barometrik noktaların homojenite yetersizliği aynı sıhhati sağlamaz. Yükseklikleri hesaplanacak profil noktalarının tahkikini kolaylaştırmak için o bölgeyi kaplayan hava fotoğrafları daima yardımcı olacaktır.

Bu fotoğraflar üzerinde seçilecek noktalar ancak şu esaslar dahilinde faydalı olabilirler :

- Küçük pozisyon fotoğrafları sayesinde arazi üzerinde işaretlenmiş olmalı,
- Düz veya çok az meyilli arazide bulunmalı.

Bu iki şart sağlandığında arazideki bağlantı küçük fotoğrafların orta hattı üzerinde çıkar. Hata olduğu takdirde birbirini takip eden iki fotoğraf ortasını birleştiren hat üzerinde bir nokta seçilir.

##### 2. Pratik çalışmalar :

Profil şebekesini, 1 m. veya mümkün olan hallerde daha iyi sıhhati veren belli noktalara bağlamak doğru netice verir.

Hava fotoğrafları üzerinde, komşu noktayı tayin etmek için profil çizgisi, onu ihtiva eden küçük fotoğrafların merkez noktalarını büyük bir dikkatle nakletmek suretiyle çizilir. Profil bu noktalardan geçer. Bu profil üzerinde seçilen, yüksekliği belli noktalar, ince bir iğne ucu ile o

bölgeyi kaplayan fotoğraf üzerine ve yardımcı küçük fotoğrafa delinerek işaret edilir ve fotoğrafların arkalarına yazılan birer numara ile numaralandırılır. Ayrıca bütün noktalar için bir fihrist hazırlanır.

Profil üzerindeki bağlantı noktaları, şayet yardımcı fotoğrafların ortasında ise direkt olarak, şayet ortada değilse enterpolasyon yaparak tahkik edilir. Nokta, kayıt bandının alt tarafındaki kırmızı ufki çizgi üzerinde ve onun ordinatını okumaya müsait çizgi üzerinde işaret edilir.

### 3. Hesap :

Şebeke profilleri iki grupta toplanır :

- Uzunluğuna profiller (L)
- Enine profiller (T)

Ve onların kesişme noktaları (TL.)

A – Profillerin kesişme noktaları :

Bunlar şebekenin ana çatısını meydana getirirler. Profil çizgileri istenildiği gibi seçilebileceğine göre, profil kesişmelerinin sıhhatli olarak okunabilecek noktalarda olmasına ve muayyen sıklıkta bulunmasına dikkat etmelidir.

Bir hava fotoğrafı üzerine birkaç yardımcı fotoğrafın merkezi nakledildikten sonra kesişme noktaları yakınındaki profiller çizilir. Çizgilerin kesişmesi en yakın iki yardımcı fotoğraf merkezleri arasında enterpolasyon yapılarak herbir profil üzerine nakledilir. Her profil üzerindeki (1) ve (t) değerleri okunarak kayıt edilir.

B – Aynı orjindeki profillerin düzenlenişi :

Şayet orjinde bir değişiklik yoksa (TL) kesişme noktaları üzerindeki (1) ve (t) değerleri, lüzumlu düzeltmeleri yapılarak (1') ve (t') düzeltilmiş değerler haline getirilir.

Bütün uzunluğuna profillerin enine profillerle aynı miktarda kesişme yapmasına dikkat ederek, şebeke; belli miktarda profilleri ihtiva eden birbirine uygun ve muayyen büyüklükte bloklar halinde kesilir.

**Herbir blok üzerinde şu işlemler yapılır :**

– Kesişme noktalarında okuma farklarının hesabı :

$$t' - 1' = d$$

Şayet herhangi bir sebeple bir kesişme noktası elde edilememişse, ona ait (d) kıymeti komşu noktalardaki hesaplamalardan sonra yapılır.

— Okumalara düzeltmelerin ilâvesi :

Bu, doğru olduğu kabul edilen şu iki hipoteze dayanılarak yapılır :

1. Bir profilin yapımı esnasında izobar yüzeylerinin istikrarı (20 - 30 dakika müddetle),

II. İzobar yüzeylerinin paralelliği (Bu yüzeyler, eğer uçak sabit yükseklikte uçtuysa birbirlerine çok yakındır).

Bu iki hipoteze göre bulunan değerlere bir (C) sabitesini eklemek kâfi gelecektir. Böylece her kesişme noktasında :

$$d - C + a = V \quad \text{eşitliği meydana gelir.}$$

(V) değerleri elde edilen sıhhati gösterir. (V) nin 3—4 metreyi aşmaması gerekir.

C. — Belli noktalarda yapılan ayar :

Artık şebeke homojen bir hale gelmiştir ve aynı referans yüzeyindedir. Fakat bu durum bilinmeyen olarak kalmaktadır. Arazi üzerindeki belli noktalar yardımıyla bu bilinmeyen çözülecek, yükseklik bakımından tesviye uygunsuzlukları ortadan kalkmış olacaktır.

Profil üzerindeki her noktanın Z yüksekliği bellidir. Böylece yeniden elde edilen (1'') okuması hesap edilir :

$$1'' = 1 \text{ (veya } t) + n. 152 \text{ (müşterek orjine ait sabite) + C (veya } a)$$

$$K = Z - 1''$$

Hakiki yüksekliği elde etme için bulunan değere bu miktarda ilâve etmek gerekir.

Belli noktalardaki (K) değerleri hesap edilebilir. Teorik olarak bütün (K) değerleri birbirlerine eşit olmalıdır. Hakikatte onların farklı oluşu izobar yüzeylerindeki meyili ve bu yüzeylerdeki ârızî bozuklukları gösterir. Fakat bu fark az olur (azamî 20 — 30 m.)

Bulunan bu (K) değerleri plânimetrik bir şema üzerine nakledilirler. Şayet birbirlerinden farklı değerlerde iseler aritmetik ortalamaları alınır ve bulunan (ortalama K) bütün şebekeye tatbik edilir. Şayet (K) değerleri muntazam bir değişiklik gösteriyorsa, meselâ tedricen artıyorsa ve şebekede bir muvazene mevcutsa, bu farklar tevzi edilir.

Neticede, tanzim edilen bir tabloda, profilin herbir parçası için uzaklaşma miktarı, (K) kıymeti ve topyekûn (Ho) düzeltmesi gösterilir :

$$H_o = 152. n + C \text{ (veya a) } + K$$

#### 4. Altimetrik kanavanın teşkili :

Yapılan işten aranan gayeye göre noktalar, hava fotoğrafları üzerinde istenen sıhhat ve nispette seçilirler. Bu noktaların profil üzerinde teşhisi, umumiyetle, yardımcı küçük fotoğrafların merkezleri arasında enterpolasyon yapmak suretiyle olur.

Bu noktaların herbiri için profil üzerinde yapılan (1) okumalarından, onların yüksekliğine şu toplam ile geçilir :

$$Z = 1 + H_o$$

#### A. P. R. Profil Şebekesinin muhtelif tipleri :

A — Kıymetlendirmesi tamam bir altimetrik kanava meydana getiren muntazam şebeke :

Bu tip çalışma, A. P. R. metodunda en fazla kullanılan çalışmadır. Bilhassa Afrikada Sahra bölgesinin 1/200.000, son zamanlarda da sık ve devamlı orman örtüsünü ihtiva etmeyen, arızasız tropikal bölgelerin 1/50.000, 1/100.000, 1/200.000 ölçekli haritalarının yapımında kullanılmaktadır.

Bölgenin hava fotoğrafları çekilirken ayrıca :

— Fotoğrafik bloğun kuzey ve güney kenarlarında olduğu gibi doğu ve batı kenarlarında da farzedilen komşu kolonların müşterek bölgeleri için bu kenarlar boyunca yeni uçuşlar,

— Kolonlara dik olarak, araları 50—100 Klm. olan enine uçuşlar (bölgenin atmosferik istikrarına göre) yapılır.

Metodun avantajları :

1. Genel nivelman şebekesine bağlanan noktalar az sayıda ve istenilen yerde alınabileceğinden arazi çalışmaları az masrafla ve sür'atle yapılır,
2. Havaî Nirenginin aksine, profiller meydana getirmek için hiçbir pahalı cihaza lüzum yoktur,
3. Hesaplar basittir, çabuk yapılır,
4. Çalışma süresi azdır.

Arazi çıplak ve az arızalı olduğu takdirde fevkalâde neticeler alınır. Bu durumda ortalama hata + 3,5 m. dir.

Plânimetrik kanava ise T. P. F. R. (Klâsik radyal Nirengi) metodu ile tamamlanır.

#### B — A. P. R. Koordinat Şebekesi :

Bu şebeke, altimetrik kanava meydana getirilecek bölgede geniş aralıklarla hazırlanan bir ağdır. Mühim bölgelerde yüzlerce, binlerce Klm.<sup>2</sup> lik alanı kaplar. Ekseriya ilk usûldeki gibi profiller teşkil edilir. Yerdeki bağlantılar az miktarda yapılabilir. (Meselâ 20 nokta kadar).

Bu şebeke profilleri üzerine, başka arazi çalışması yapmadan, bazan çok sık şebeke (meselâ, kotların hepsini küçük ölçekli plânimetrik bir haritada hazırlayarak), bazan da muntazam A. P. R. şebekesi çalışmaları ilâve edilir.

Bu usûl, az sıklıkta bir genel nivelman kanavasından faydalanarak çok kısa zamanda, az masrafla yapılır.

#### C — Havaî Nirengi bakımından A. P. R. Şebekesi :

Bu metod hâlen Fransada I. G. N. de geliştirilmektedir. Ormanlık bölgelerde muntazam şebeke usulü ile çalışılmaz. Çünkü çıplak arazi de kolaylıkla takip edilebilen istikametler bu sefer aynı imkânı vermez. Ancak ağaçsız alanlarda, kültür sahalarında vb... A. P. R. profillerini muayyen mesafelerle teşkil etmek mümkün olabilir. Kesişme noktalarını bu çıplak ve açık bölgelere denk getirerek, belli sayıdaki noktaları genel nivelman şebekesine zahmetsizce bağlamak şekli etüd edilmektedir. Bu sayede, açık alanlar ve geniş akarsular üzerinde profiller havaî nirengi sayesinde altimetrik bağlama noktaları ile teçhiz edilebilecektir.

Aynı metod, sahra bölgesinde olduğu gibi, devamlı uzamayan dağlık bölgelerde de tatbik edilebilir. Bu durumda havaî nirengi blokunu saran bir profil şebekesi esas kanavayı teşkil eder. Profillerin geçirilişi bu defa plâtolar, alüvyonlu vadiler gibi çok düz sahalarda sayesinde olur.

Bu yazı, Fransa Harita Enstitüsünde her yıl açılmakta olan (Hava fotoğrafları ve fotoğrametri) kursu için, Harita Mühendisi M. CARBONNELL'in yazdığı ders notlarından faydalanılarak hazırlanmıştır.