محاسبه هیدروگراف واحد آبهای زیر زمینی

بابرنامه THISEN

تهیه کننده :

دکتر فریدون قاسمی

استادیار گروه مهندسی معدن دانشکده فنی

چکیده :

مطالعه پیزومتریک یک‌سفره‌ازطریق‌اندازه‌گیری سطح آب‌زیرزمینی‌در یک سری پیزومتر انجام میشود. باین ترتیب بعداز مدتی اندازه‌گیری تعدادی هیدروگراف در اختیار خواهیم داشت ولی چون نتیجه‌گیری کلی از تمام این هیدروگرافها بسیار مشکل میباشد سعی میشود که هیدروگرافی بنام هیدروگراف واحد یا متوسط تهیه شود.

دراین مقالهٔ بعداز تشریح روش محاسبه هیدروگراف واحد خواهیم دید که چگونه بکمک برنامه «THISEN» میتوانیم این نوع محاسبات‌را بکمک‌کامپیوتر انجام دهیم. پس‌از این مرحله به ذکر مثالی درمورد کاربرد برنامه «THISEN» خواهیم پرداخت.

مقدمه :

در بررسی ناحیه‌ای منابع آبهای زیر زمینی یکی از مسائل بسیار مهم مطالعه تغییرات سطح سفره میباشد تا معلوم شود که تحت تأثیر عوامل مختلف از قبیل تغذیه ، برداشت ، تبخیر و غیره سطح آب زیر زمینی بچه نحو تغییر مینماید. برای اینکار سطح سفره را در فواصل زمانی معین (مثلاً ماه به ماه و یا دو ماه به دو ماه ...) درچاههای مشاهده‌ای اندازه‌گیری مینمایند. بنابراین درصورتیکه پراکندگی چاههای مشاهده‌ای‌بطور مناسبی اختیار گردد واندازه‌گیریها بطور منظمی درطول زمان صورت گیرند این امکان‌بوجود خواهد آمد که تغییرات زمانی و مکانی سطح سفره دقیقاً بررسی گردد.

بررسی مکانی سطح سفره معمولاً ازطریق رسم نقشه‌های پیزومتر یک مربوط به‌دوران‌های مختلف صورت میگیرد ولی از لحاظ بررسی زمانی لازم است که نتایج حاصل از اندازه‌گیری سطح آب در چاههای مشاهده‌ای مختلف و در زمانهای متفاوت بایکدیگر تلفین شوند تانتیجه مطلوب حاصل گردد. برای‌اینکار اقدام به رسم هیدروگراف متوسط یا هیدروگراف واحد منطقه مینمایند.

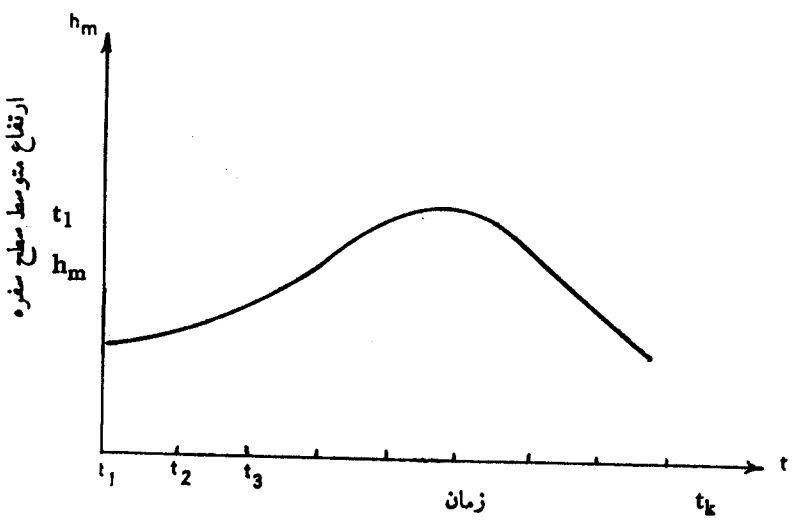
نحوه محاسبه هیدروگراف متوسط

برای محاسبه هیدروگراف متوسط فرض میکنیم که پیزومتری منطقه‌ای توسط n پیزومتر بشماره‌های $(P_1 , P_2 , P_3 , \dots , P_n)$ درزمانهای $(t_1 , t_2 , t_3 , \dots , t_k)$ بررسی شده باشد در این صورت منطقه‌را با روش Thiessen به n چندضلعی تقسیم مینمائیم.

اگر فرض کنیم که مساحت این چند ضلعی‌ها بترتیب $(S_1 , S_2 , \dots , S_n)$ باشد و ارتفاع سطح سفره در لحظه t_1 برابر با $(h^{t_1}_{P_1} , h^{t_1}_{P_2} , h^{t_1}_{P_3} , \dots , h^{t_1}_{P_n})$ باشد، ارتفاع متوسط سطح سفره‌دراین لحظه (t_1) از رابطه (۱) بدست میآید :

$$h^{t_1}_m = \frac{\sum_{i=1,n} h^{t_1}_{P_i} \cdot S_i}{\sum_{i=1,n} S_i} \qquad (۱)$$

درصورتیکه این عمل را k بار برای زمانهای $t_1 , t_2 , \dots , t_k$ تکرار کنیم مقادیر h_m را برای این زمانها خواهیم داشت و با استفاده ازآنها خواهیم توانست منحنی تغییرات h_m را از لحظه t_1 تا t_k رسم نمائیم (ش ۱).

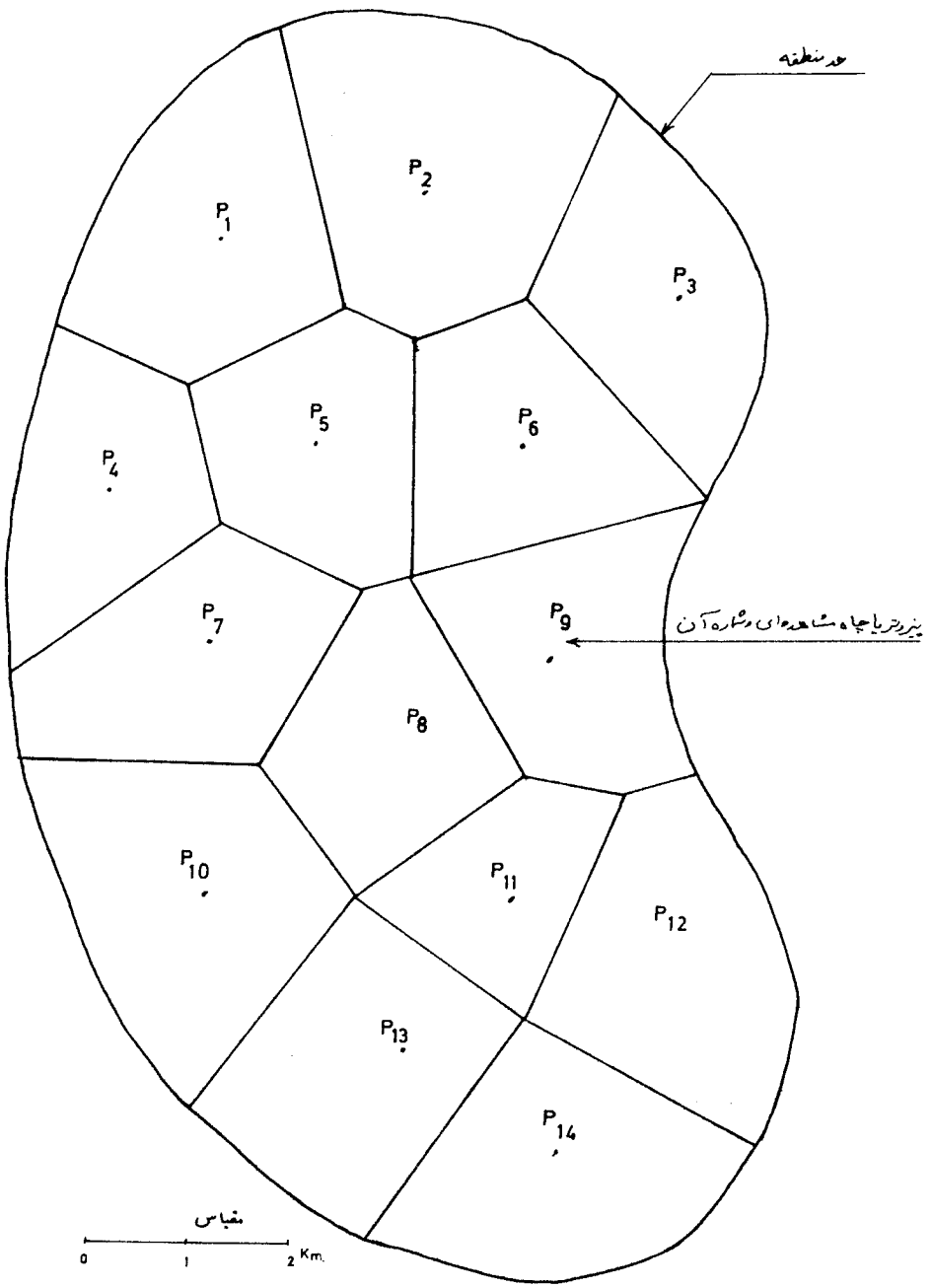


ش ۱ = هیدروگراف متوسط یا نمودار تغییرات ارتفاع متوسط سطح سفره ـ نسبت به زمان

منحنی ش ۱ اصطلاحاً هیدروگراف متوسط یا هیدروگراف واحد منطقه نامیده میشود . چنانکه ملاحظه میگردد مبانی تئوریک محاسبه آن نسبتاً ساده میباشد درحالیکه درعمل انجام چنین محاسباتی با دست (خصوصاً اگر منطقه وسیع و تعداد چاههای مشاهده‌ای زیاد و مدت مطالعه طولانی باشد) بسیارخسته کننده بوده و امکان اشتباه در آن وجود دارد . برای سرعت بخشیدن به این گونه محاسبات و جلوگیری از خطاهای محاسباتی برنامه THISEN تهیه گردیده است.

نحوه عمل برنامه THISEN

نحوه عمل برنامه THISEN که Listing آن ضمیمه میباشد باین ترتیب است که پس از قرائت پارامتر های اصلی از قبیل تعداد بلوکها ، تعداد پریود های زمانی، مساحت چند ضلعی ها و چاپ آنها مساحت کل منطقه را محاسبه مینماید. آنگاه با استفاده ازیک حلقه DO که به تعداد پریودهای زمانی عمل مینماید متوسط پتانسیل منطقه را برای زمانهای مختلف محاسبه مینماید باین ترتیب که در هرپریود زمانی تاریخ و مقادیر پتانسیل را قرائت کرده وپس ازچاپ آنها مقدار پتانسیل متوسط را محاسبه و چاپ مینماید. پس ازخاتمه این عمل خلاصه نتایج محاسبه شده بکمک Subroutine Table بصورت جدول بچاپ میرسد .



ش ۲ = پراکندگی چاههای مشاهده‌ای در منطقه فرضی و تقسیم بندی آن به چند ضلعی با روش THIESSEN

مثال :

تغییرات سطح آب زیر زمینی منطقه‌ای مطابق شکل ۲ با ۱٤ چاه مشاهده‌ای در طول ۱۲ ماه اندازه گیری شده است میخواهیم هیدروگراف متوسط این ناحیه فرضی را با استفاده از اطلاعات عرضه شده برای ۱٤ بلوك و ۱۲ پریود زمانی مختلف محاسبه نمائیم.

جدول ۱ مساحت چند ضلعی های مختلف و مساحت کل ناحیه را که با ماشین حسابگر الکترونیکی محاسبه شده است نشان میدهد.

جداول ۲ و ۳ بعنوان نمونه مقادیر پتانسیل را که با علامت X مشخص شده درهرچند ضلعی نشان داده و مقدار متوسط آن را برای منطقه دراولین و دوازدهمین مرحله زمانی مشخص میسازد. بالاخره جدول شماره ٤ خلاصه نتایج محاسبه را که تغییرات پتانسیل متوسط برحسب متر در پریودهای مختلف میباشد نشان میدهد.

NBLOC=	14	ـ تعداد چند ضلعی ها
NPTEM=	12	ـ تعداد مراحل زمانی

I= 1	SURFAC(I)=	22.00	KM2.
I= 2	SURFAC(I)=	30.00	KM2.
I= 3	SURFAC(I)=	22.00	KM2.
I= 4	SURFAC(I)=	17.00	KM2.
I= 5	SURFAC(I)=	19.00	KM2.
I= 6	SURFAC(I)=	20.00	KM2.
I= 7	SURFAC(I)=	21.50	KM2.
I= 8	SURFAC(I)=	18.00	KM2.
I= 9	SURFAC(I)=	20.50	KM2.
I=10	SURFAC(I)=	26.50	KM2.
I=11	SURFAC(I)=	13.00	KM2.
I=12	SURFAC(I)=	23.50	KM2.
I=13	SURFAC(I)=	23.00	KM2.
I=14	SURFAC(I)=	24.00	KM2.

****

SURFACE TOTAL = 300.00 KM2.

جدول ۱ — مساحت چند ضلعی های مختلف و مساحت کل منطقه

PAS NO. 1 1- 7-1353

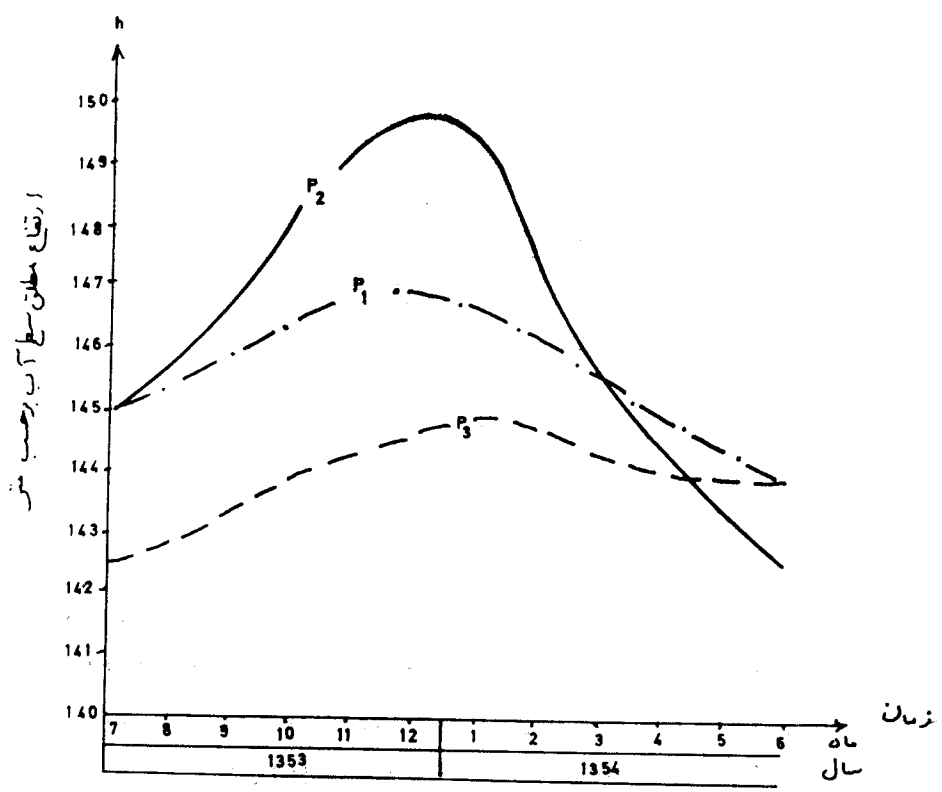
****

BLOC NO. 1 X= 145.00
BLOC NO. 2 X= 145.00
BLOC NO. 3 X= 142.50
BLOC NO. 4 X= 136.50
BLOC NO. 5 X= 135.00
BLOC NO. 6 X= 135.00
BLOC NO. 7 X= 130.00
BLOC NO. 8 X= 125.00
BLOC NO. 9 X= 128.00
BLOC NO. 10 X= 125.00
BLOC NO. 11 X= 120.00
BLOC NO. 12 X= 120.00
BLOC NO. 13 X= 115.00
BLOC NO. 14 X= 110.00

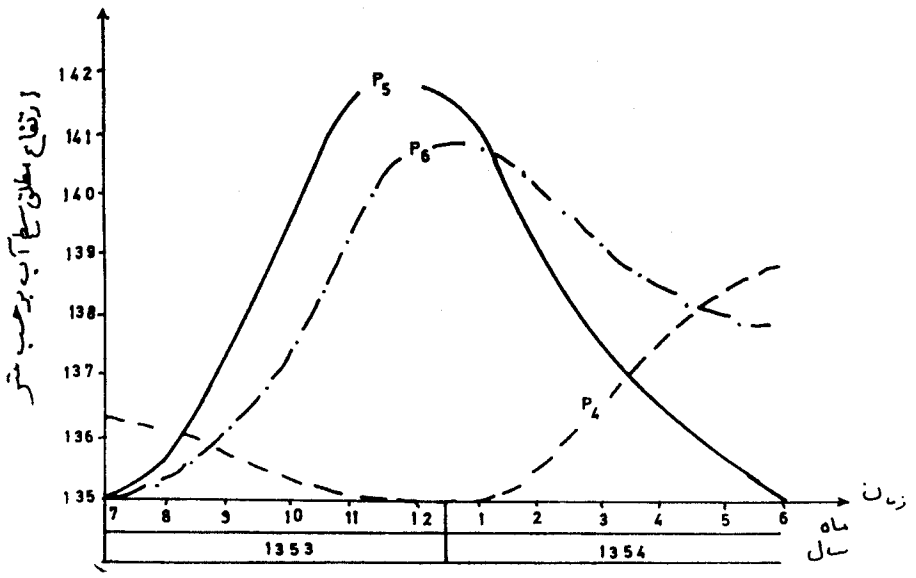
****

VALEUR MOYENNE SUR LE DOMAINE=129.69

جدول ۲ — تغییرات پتانسیل درچند ضلعی‌های مختلف و در اولین مرحله زمانی و مقدار متوسط پتانسیل دراین مرحله برحسب متر



ش ۳ : تغییرات سطح آب درچاههای مشاهده‌ای P_3, P_2, P_1



ش ۴ ـ تغییرات سطح آب در چاههای مشاهده‌ای P_6, P_5, P_4

PAS NO. 12 1— 6—1354

****

BLOC NO. 1 X= 144.00
BLOC NO. 2 X= 142.50
BLOC NO. 3 X= 144.00
BLOC NO. 4 X= 139.00
BLOC NO. 5 X= 135.00
BLOC NO. 6 X= 138.00
BLOC NO. 7 X= 131.00
BAOC NO. 8 X= 123.00
BLOC NO. 9 X= 126.00
BLOC NO. 10 X= 123.00
BLOC NO. 11 X= 117.50
BLOC NO. 12 X= 120.00
BLOC NO. 13 X= 115.00
BLOC NO. 14 X= 111.00

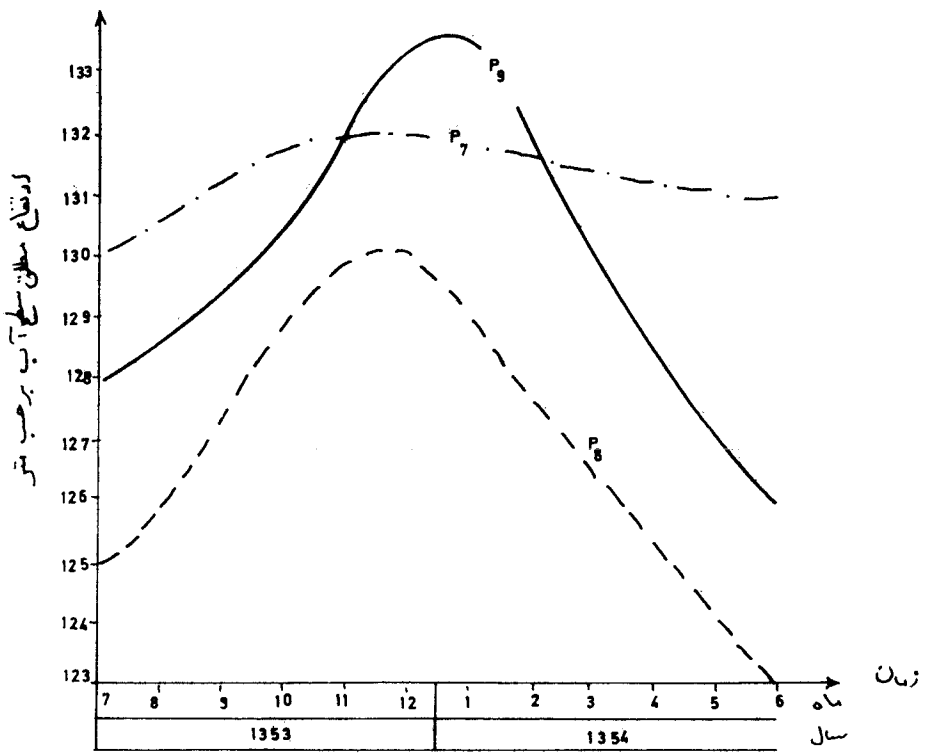
****

VALEUR MOYENNE SUR LE DOMAINE=129.43

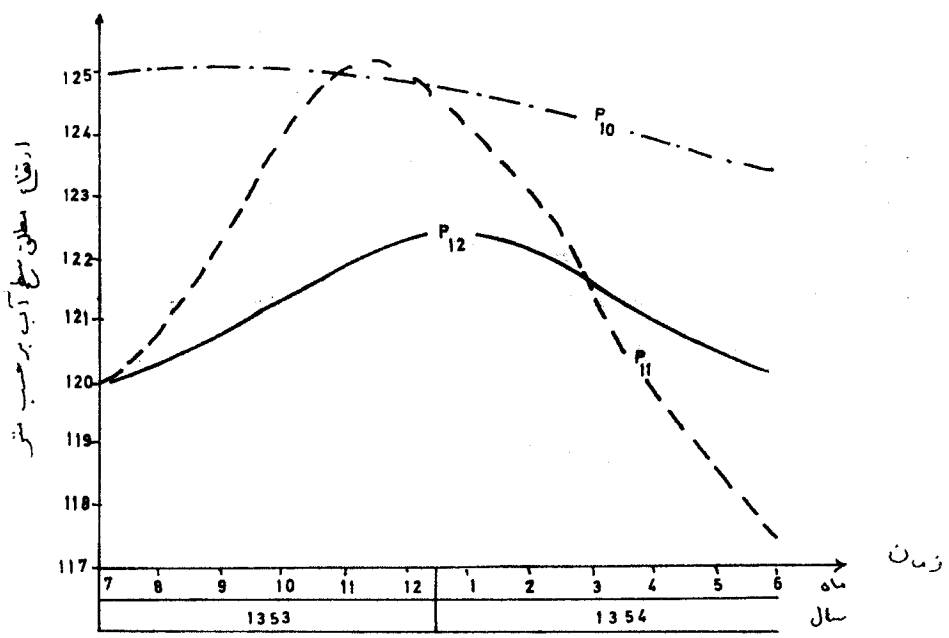
جدول ۳ — تغییرات پتانسیل در چند ضلعی‌های مختلف در دوازدهمین مرحله زمانی و مقدار متوسط پتانسیل در این مرحله برحسب متر

NO.	JOUR	MOIS	ANNEE	VALEUR MOYENNE
1	1	7	1353	129.69
2	1	8	1353	130.23
3	1	9	1353	131.13
4	1	10	1353	132.09
5	1	11	1353	132.84
6	1	12	1353	133.24
7	1	1	1354	132.92
8	1	2	1354	132.07
9	1	3	1354	131.26
10	1	4	1354	130.62
11	1	5	1354	130.09
12	1	6	1354	129.43

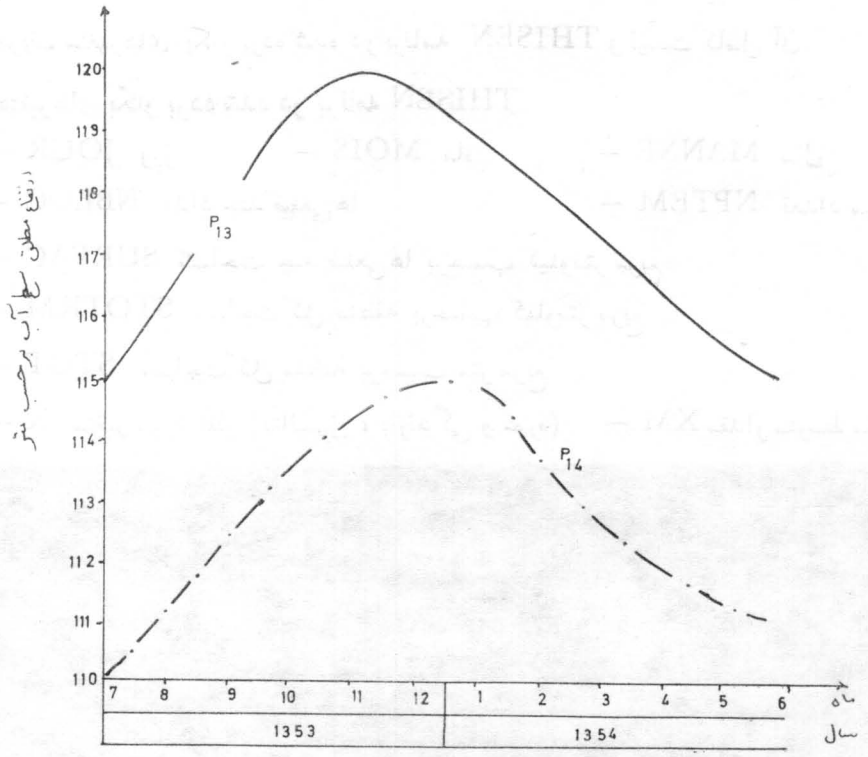
جدول ٤ — تغییرات پتانسیل متوسط در مراحل مختلف زمانی برحسب متر



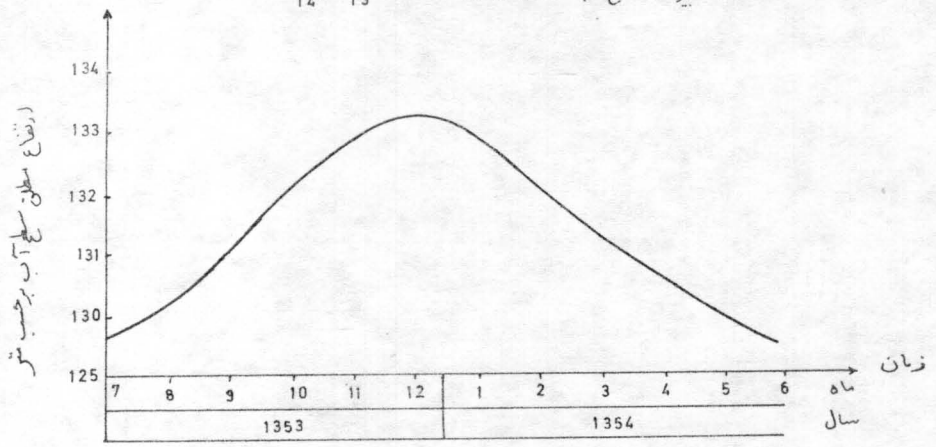
ش ۵ - تغییرات سطح آب در چاههای مشاهده‌ای P_9 ، P_8 ، P_7



ش ۶ - تغییرات سطح آب در چاههای مشاهده‌ای P_{12} ، P_{11} ، P_{10}



ش ۷ ، تغیرات سطح آب در چاههای مشاهده‌ای P_{13} ، P_{14}



ش ۸ = هیدروگراف متوسط یا هیدروگراف واحد منطقه

نتیجه :

بطوریکه ملاحظه میشود با استفاده از این برنامه بسهولت میتوان هیدروگراف متوسط مناطق مختلف را محاسبه نمود ، خاصه در مواردیکه منطقه وسیع و دوره اندازه گیریها طولانی است بسیار مفید است و از اشتباهاتی که در نتیجه محاسبات دستی ممکن است اتفاق بیفتد جلوگیری مینماید .

تذکر مهم:

بکمک برنامه THISEN میتوان مقدار متوسط پارامترهای دیگری نظیر بارندگی و غیره را نیز بسهولت محاسبه نمود .

ضمیمه:

تعریف متغیرهای بکار برده شده در برنامه THISEN و لیست کامل آن

تعریف متغیرهای بکار برده شده در برنامه THISEN

— JOUR روز — MOIS ماه — MANNE سال

— NBLOC تعداد چند ضلعی‌ها — NPTEM تعداد مراحل زمانی

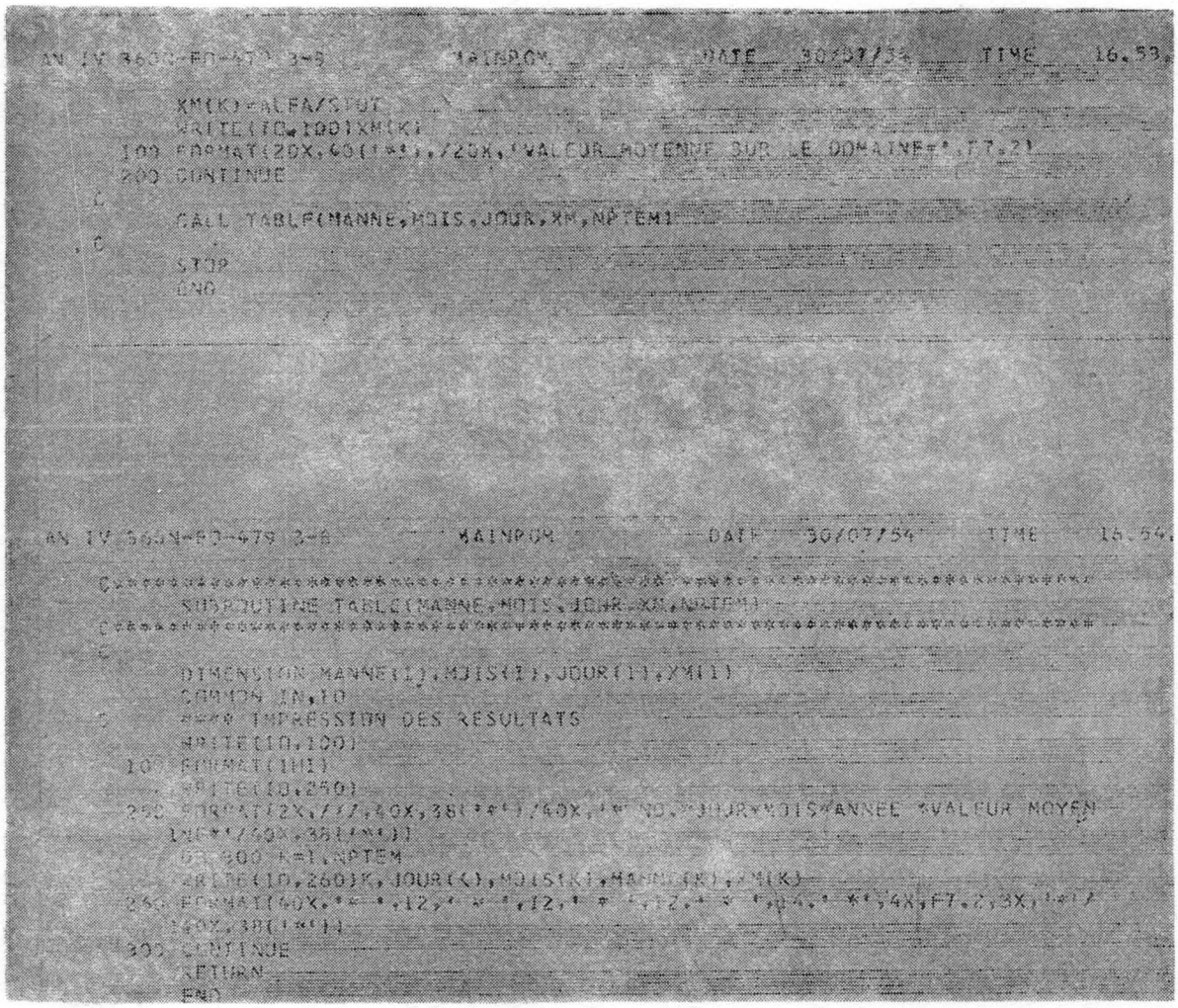
— SURFAC مساحت چند ضلعی‌ها برحسب کیلومتر مربع

— STOTKM مساحت کل منطقه برحسب کیلومتر مربع

— STOT مساحت کل منطقه برحسب متر مربع

— X متغیر مورد نظر (پتانسیل ، بارندگی و غیره) — XM مقدار متوسط متغیر مورد نظر

```
FAN IV 360N-F0-479 3-8          MAINPGM          DATE   30/07/56     TIME     16.53
      C F. GHASSEMI FAC. TECH.
      C                          PROGRAMME THISEN
      C                         **********************
      C
      C     CALCUL DE LA VALEUR MOYENNE D'UNE VARIABLE DANS UN DOMAINE PAR LA
      C     METHODE DE THIESSEN
      C     ATTENTION
      C     *********
      C     DIMENSION DES TABLEAUX SURFAC ET X =NBLOC
      C     DIMENSION DES TABLEAUX MANNE,MOIS,JOUR,XM =NPTEM
      C**********************************************************************
            DIMENSION SURFAC(14),X(14),MANNE(12),MOIS(12),JOUR(12),XM(12)
            COMMON IN,IO
      C
            IN=1
            IO=3
            WRITE(IO,1)
          1 FORMAT(1H1,//)
            READ(IN,5)NBLOC,NPTEM
          5 FORMAT(2I4)
            WRITE(IO,6)NBLOC,NPTEM
          6 FORMAT(20X,'NBLOC=',I4//20X,'NPTEM=',I4)
      C     ****SURFACE DES BLOCS EN KM2.
            READ(IN,10)(SURFAC(I),I=1,NBLOC)
         10 FORMAT(10(F7.3,1X))
            WRITE(IO,1)
            DO 15 I=1,NBLOC
            WRITE(IO,16)I,SURFAC(I)
         16 FORMAT(10X,'I=',I2,10X,'SURFAC(I)=',F8.2,' KM2.')
         15 CONTINUE
            STOT=0.
            DO 20 I=1,NBLOC
            SURFAC(I)=SURFAC(I)*1000000.
            STOT=STOT+SURFAC(I)
         20 CONTINUE
            STOTKM=STOT/1000000.
            WRITE(IO,25)STOTKM
         25 FORMAT(10X,37('*')/10X,'SURFACE TOTAL',10X,'=',F8.2,' KM2.')
      C     ****CALCUL DES VALEURS MOYENNE SUR CHAQUE PAS DE TEMPS
            DO 200 K=1,NPTEM
            READ(IN,30)MANNE(K),MOIS(K),JOUR(K)
         30 FORMAT(3I4)
            READ(IN,40)(X(I),I=1,NBLOC)
         40 FORMAT(10F7.2)
            WRITE(IO,50)K,JOUR(K),MOIS(K),MANNE(K)
         50 FORMAT(1H1,//,20X,' PAS NO.',I3,1X,I2,'-',I2,'-',I4,/20X,23('*')//
           1)
            DO 60 I=1,NBLOC
            WRITE(IO,70)I,X(I)
         70 FORMAT(20X,'BLOC NO.',I3,2X,'X=',F7.2)
         60 CONTINUE
            ALFA=0.
            DO 80 I=1,NBLOC
         80 ALFA=ALFA+X(I)*SURFAC(I)
```



```
AN IV 3605-FD-479 3-6          MAINPRG          DATE  30/07/74     TIME  16.53.

      XM(K)=ALFA/STOT
      WRITE(IO,100)XM(K)
  100 FORMAT(20X,60('*'),/20X,'VALEUR MOYENNE SUR LE DOMAINE=',F7.2)
  200 CONTINUE
C
      CALL TABLE(MANNE,MOIS,JOUR,XM,NPTEM)
C
      STOP
      END
```

```
AN IV 3605N-FD-479 3-6          MAINPRG          DATE  30/07/74     TIME  16.54.

C*************************************************************
      SUBROUTINE TABLE(MANNE,MOIS,JOUR,XM,NPTEM)
C*************************************************************
C
      DIMENSION MANNE(1),MOIS(1),JOUR(1),XM(1)
      COMMON IN,IO
C     **** IMPRESSION DES RESULTATS
      WRITE(IO,100)
  100 FORMAT(1HI)
      WRITE(IO,250)
  250 FORMAT(2X,///,40X,38('**')/40X,'*  NO.  JOUR  MOIS  ANNEE  VALEUR MOYEN
     1E  *'/40X,38('**'))
      DO 300 K=1,NPTEM
      WRITE(IO,260)K,JOUR(K),MOIS(K),MANNE(K),XM(K)
  260 FORMAT(40X,'*  ',I2,'  *  ',I2,'  *  ',I2,'  *  ',A4,'  *',4X,F7.2,3X,'*'/
     140X,38('**'))
  300 CONTINUE
      RETURN
      END
```

منابع

1 – G. Castany. «Traité Prtiques Des Eaux Souterraines.» 1963 , Dunod Editur

2 – R.K. Linsley and J. B. Franzini. «Water Resources Engineering» 1972 , Mc Graw – Hill Book Company

3 – R.K. Linsley , M.A. Kohler and J.L.H. Paulhus. «Hydrology For Engineers». 1973 , Mc Graw – Hill Book Company

4 – R.H. Pennington. «Introductory Computer Methods And Numerieal Analysis». 1965 The Macmillan Company

5 – D.K. Tod . «Ground Mater Hydrology». 1959 John Wiley and Sons