محاسبه میزان تبخیر و تعرق در ایران بااستفاده ازماشینهای محاسب الکترونیکی

مؤسسه آبشناسی ایران

حسینعلی طلائی پاشیری

پیش گفتار

یکی از امکاناتی که امروزه با پیشرفت علوم و تکنولوژی فراهم گردیده استفاده از ماشین های محاسب الکترونیکی میباشد . استفاده ازکار سریع ، دقیق و سایر ویژه گیها است که سخت افزار (ماشین محاسب) را بصورت تکیه گاهی در توسعه علوم و فنون درآورده و جایگزین نرم افزار (نیروی انسانی) ساخته است . دگرگونی های شگرف و باورنکردنی که اکنون در زمینه پیشبرددانش بشری روی داده‌ناشی از دیدتازه‌ای است که‌ماشین محاسب در چگونگی‌تفکر در حل مسائل ارائه نموده است .

مجموع آمار و اطلاعات آب شناسی که درطی سالیان درازگردآوری و بایگانی‌گردیده به حجم بسیار زیادوگسترده‌ای بالغ میگردد ، این آمار و اطلاعات در حقیقت میراث با ارزشی هستند که میتوانند پایه‌گذار برنامه‌ریزی برای طرح های آینده کشور قرارگیرند .

یکی از عواملی که دربرنامه های آبادانی نقش بنیادی دارد منابع آب میباشد بهمین سبب است که شناسائی منابع آب و بعبارتی بررسی بیلان آب ، در آغاز برنامه آبادانی و توسعه هرمنطقه‌مورد توجه قرار میگیرد .

عاملی که بیش از همه باعث تلفات آب میشود تبخیر و تعرق از سطح خاك وگیاهان میباشد از طرفی میزان تبخیر و تعرق ، رابطه مستقیمی با آب مورد نیاز آبیاری هرمنطقه دارد با اینحال ، متأسفانه اطلاعاتما از چنین عامل قابل توجهی اندك و بلکه ناچیز بوده و متکی به چند رابطه تجربی است که آنهم در شرایط مناطقی خارج از ایران تهیه‌گردیده است و چنانچه بناباشد که روابط یاد شده برای شرایط ایران اصلاح گردند لازم است برای تمام آنها برنامه‌ریزی شده و میزان تبخیر و تعرق برای چند صد ایستگاه واقع در شرایط جغرافیائی مختلف بکمك ماشین های محاسب تعیین گردد سپس با تطبیق نتایج حاصل از روابط تجربی و اندازه‌گیری عملی تبخیر و تعرق در پاره‌ای نقاط ، همبستگی‌های مناسبی ایجادگردد . البته دور نیست که جواب‌های ماشین محاسب پدیده‌های تازه‌ای را نمودارسازد که تاکنون شناخته نشده و قابل پیش‌بینی هم نبوده است و چه بسا که اصول محاسبات قدیم نادرست شناخته شده و روش های نوئی‌پایدگذاری گردد .

در این نوشته برای محاسبه تبخیر و تعرق پتاسیل بروش تورك (Turc) برنامه‌ریزی شده است . برای نمونه شش ایستگاه در عرض های جغرافیائی‌گوناگون اختیارگردیده و میانگین ماهانه و سالانه تبخیر وتعرق پتانسیل محاسبه گردیده است . چنانچه آمار و اطلاعات چندین صد ایستگاه به ماشین داده شود میتوان بآسانی منحنی‌هان‌همسان رابرای اندازه تبخیر و تعرق سالانه ، ماهانه یا ده روزه در سراسرکشور ترسیم و بررسی نمود . این کارکه بعلت فراهم نبودن امکانات برای حجم محاسبات موجود در ایران انجام نشده از این پس بآسانی امکان پذیر خواهد بود . لازم است‌یادآوری شود که ترسیم نقشه‌های تبخیر و تعرق مستقیماً هم باماشین محاسب عملی میباشد و برای این کار ابتدا بایستی برنامه توسعه داده شود و در اینصورت اطلاعات خام به‌گونه‌ای که خواهد آمد به ماشین محاسب داده میشود و حدود ۲دقیقه بعد نقشه تبخیر چاپ شده و آماده استفاده میگردد .

انتخاب فرمول Turcباین دلیل بوده است که به داده‌های کمتری نسبت‌به فرمول Penman نیاز دارد درحالیکه نتایج هردو فرمول بهم خیلی نزدیک میباشد (نشریه شماره ۲۶ ـ مطالعه تبخیر و تعرق در ایران با کاربرد فرمول‌های تجربی ـ از انتشارات مؤسسه آب‌شناسی ایران) و دیگر اینکه در ایران نیز بکار برده شده و نتایج رضایت بخش داده‌است.

محاسبه تبخیر وتعرق پتانسیل

Turc دانشمند فرانسوی، بر پایهٔ آزمایشهائی که در مناطق مختلف جهان مانند آمریکا، آفریقا ، انگلستان و کناره‌های‌جنوبی‌اروپا انجام شده‌و نیز با توجه‌به‌نتایج سایر روابط‌تجربی‌مانند: Therrthvaite, Blany-Griddle, Penman در شرایط آب و هوائی مختلف، در فرمول اولیهٔ خود تجدید نظر کرده و در سال ۱۹۶۰ بصورت ساده شده زیر تنظیم و پیشنهاد نموده است :

$$R_h < \%50 \longrightarrow ETP. = C.(*R+50)\left(\frac{t}{t+15}\right)\left(1+\frac{50-R_h}{70}\right) \qquad (1)$$

$$R_h > \%05 \longrightarrow ETP. = C.\,(R+50)\left(\frac{t}{1+15}\right) \qquad (2)$$

که در آن R_h ، میانگین ماهانه رطوبت نسبی به درصد، Rمیانگین ماهانهٔ تابش خورشیدبرحسب کالری‌در سانتیمترمربع در روز و t میانگین ماهانهٔگرمای هوا به درجه سانتیگراد میباشدودراینصورت اندازهٔ تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانهETP، بر حسب میلیمتر محاسبه میگردد .

C ضریب ثابتی است که برای ماه فوریه ۰/۳۷ و برای سایر ماههای سال‌برابر ۰/٤ باید در نظرگرفته شود اما بررسی زیر نشان میدهدکه اگر برای تمام ماهها ضریب C برابر ۰/٤ انتخاب‌شوداشتباه چندانی در نتایج محاسبات پیدا نخواهد شد :

در بسیاری از ایستگاهها اندازهٔ بیشینه تبخیر و تعرق ماه فوریه حدود ۵۰ میلیمتر برآورد میشود اکنون اگرETP اندازهٔ تبخیر و تعرق ماه فوریه با C=0.4و(ETP)' اندازهٔتبخیر وتعرق‌همین‌ماه با C=0.37 در نظرگرفته‌شود روابط زیر محقق خواهند بود :

$$\frac{ETP}{0.4} = F\ mm.\ ,\ F=(R+50)\left(\frac{t}{t+15}\right)$$

$$\frac{(ETP)'}{0.37} = Fmm.$$

$$\frac{ETP}{0.4} = \frac{(ETP)'}{0.37} \qquad \frac{50}{0.4}(0.37) = (ETP)' = 46.25mm.$$

یعنی رقم محاسبه شده واقعی باید ٤۶/۲۵ میلیمتر باشد و بعبارت دیگر در محاسبه تبخیر و تعرق ماه فوریه حداکثر، (٤۶/۲۵ - ۵۰) و یا نزدیک به ٤ میلیمتر اشتباه کرده‌ایم، اکنون با توجه به اندازهٔ سالانهٔ تبخیر و تعرق چنان ایستگاههائی که حدود ۱۰۰۰ میلیمتر میباشد نتیجه میگیریم که اشتباه ناشی شده ٤/. درصد میزان سالانه تبخیر و تعرق میگردد که البته در شرایط موجود قابل قبول خواهد بود و بنابراین ضریب برای تمام ماههای سال برابر ٤/. اختیار شده است .

اطلاعات لازم برای محاسبات در جدول (۱) نشان داده شده‌اند ،اندازهٔگرمای هوا t و رطوبت نسبیR_h برای مدت ۱۳ سال (۶۸ - ۱۹۵۶) از سالنامه‌های هواشناسی استخراج شده و میانگین آنها محاسبه‌گردیده‌است. اندازهٔ R بکمک نقشه‌های ماهانه هم تابش بدست آمده که بکمک رابطهٔ زیر تهیه شده‌اند :

---

* کار بردعلامت R بجای Ig درفرمول اولیه تورك ، بخاطر جلوگیری از اشکالاتی است‌که حرف‌I (دراول‌Ig) در برنامه ریزی برای ماشینهای الکترونیکی بوجود میآورد.

جدول شماره (۱) میانگین ماهـــانه (۱۹۵۶ــ ۶۸) R* و t و R_h

Month	مشهـــد R Cal/cm²/day	مشهـــد t (C°)	مشهـــد R_h (%)	رامســـر R Cal/cm²/day	رامســـر t (C°)	رامســـر R_h (%)	تهـــران R Cal/cm²/day	تهـــران t (C°)	تهـــران R_h (%)
Jan.	261	1.9	74.2	245	8.3	82.7	236	3.6	61.6
Feb.	335	4.2	74.8	310	7.9	84.7	350	5.7	52.3
Mar.	418	8.4	69.7	400	9.1	84.4	430	10.1	43.2
Apr.	503	13.5	64.8	480	12.7	85.5	515	15.3	41.6
May	600	18.9	46.8	520	18.3	81.1	600	21.9	30.0
Jun.	642	23.6	34.5	600	22.1	80.3	650	26.8	23.8
Jul.	647	25.9	31.5	610	24.9	77.7	630	29.6	23.1
Aug.	590	24.2	31.5	500	25.1	81.8	580	28.9	22.3
Sep.	506	19.7	36.1	460	22.2	84.9	562	24.7	23.8
Oct.	386	13.6	51.1	340	18	85.4	380	18.1	34.7
Nov.	280	7.5	64.1	250	13.4	84.6	275	10.4	48.1
Dec	225	3.2	71.0	210	9.9	82.9	240	5.4	58.1

* R ،میانگین ماهانه تشعشع خورشید است که از نقشه های هم تابش ماهانه بدست میآید .

دنباله جدول شمـــــاره (۱)

Month	اصفهـــان			شیـــــراز			آبـــــادان		
	R Cal/cm²/day	t (C°)	R_h (%)	R Cal/cm²/day	t (C°)	R_h (%)	R Cal/cm²/day	t (C°)	R_h (%)
Jan	304	3.4	58	340	5.8	64.8	315	12.8	68.6
Feb.	371	6.3	50	398	7.8	57.3	400	14.9	61.2
Mar.	433	10.7	41	480	11.5	50.5	470	19.0	50.5
Apr.	544	14.8	42	560	15.	47.	555	24.2	46.7
May	616	20.4	32	625	21.1	34.1	600	30.3	34.9
Jun.	662	25.5	25	660	25.1	24.5	642	34.7	27.2
Jul.	650	26.8	24	650	28.1	23.1	620	36.0	30.8
Aug.	590	27.2	25	590	27.2	23.4	590	35.8	32.0
Sep.	518	23.7	26	540	23.7	25.8	523	33.1	32.1
Oct.	415	16.5	35	450	18.0	32.8	435	25.9	45.9
Nov.	315	9.5	48	345	11.3	47.1	320	19.8	58.8
Dec.	270	4.3	56	310	6.9	59.1	270	14.0	68.1

جدول شماره (۲) ـ تابش گرمائی خورشید در بالای جو (کالری برسانتیمتر مربع در روز)

Mon. \ *N	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
Jan	598	562	537	508	488	451	422	393	364
Feb.	690	686	647	624	599	573	547	521	495
Mar.	806	792	778	764	746	728	710	692	673
Apr.	894	890	885	880	871	862	853	843	833
May	938	942	946	950	949	948	947	946	944
Jun.	950	958	965	972	975	978	981	983	985
Jul.	940	945	950	955	956	957	957	958	958
Aug.	898	896	894	891	885	879	872	865	858
Sep.	821	810	799	788	773	758	742	726	710
Oct.	717	698	678	658	634	610	586	561	536
Nov.	606	580	554	528	501	474	446	418	390
Dec.	553	525	497	469	439	410	381	522	323

* N عرض جغرافیائی برحسب درجه میباشد .

جدول شماره (۳) ــ طول روزهای نجومی در ماه (ساعـــــــــت)

*N / Mon.	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°
Jan.	336	332	328	324	320	316	311	306	301
Feb.	321	319	316	313	311	309	307	304	301
Mar.	373	372	372	372	372	372	371	371	371
Apr.	381	384	385	387	389	391	393	395	398
May	418	421	421	425	421	433	437	441	446
Jun.	412	417	417	422	427	432	437	449	443
Jul.	417	421	425	429	434	439	444	455	449
Aug.	402	404	407	410	413	416	419	425	422
Sep.	369	369	370	371	371	372	373	374	373
Oct.	360	359	357	355	354	352	350	346	348
Nov.	330	327	324	320	316	312	308	300	304
Dec.	330	326	322	317	312	307	302	291	297

* N عرض جغرافیائی برحسب درجه

$$R = R_o\left(0.20\frac{n}{n_o} + 0.38\right) \qquad (3)$$

که در آن R_o میانگین ماهانه تابش انرژی خورشید برحسب کالری برسانتیمتر مربع در روز در بخش بالای جو است که بر پایهٔ محاسبات Angot از جدول شماره (۲) معلوم میگردد.

n میانگین روزانهٔ تعداد ساعات آفتابی است که توسط آفتابسنج در تمام ایستگاههای کلیماتولوژی هواشناسی اندازهگیری شده و آمار آن در سالنامه های هواشناسی مندرج میباشد، n_o تعداد ساعات آفتابی روزانه در بخش بالای جو و یا مدت نجومی طول روز بر حسب ساعت میباشد که برحسب عرضهای جغرافیائی گوناگون از جدول (۳) استخراج میگردد و دراینصورت اندازهٔ تابش انرژی حرارتی خورشید R ، بر حسب کالری بر سانتیمتر مربع در روز محاسبه خواهد شد .

ضرائب رابطهٔ (۳) بکمک ایجاد همبستگی بین مقادیر $\frac{R}{R_o}$ و $\frac{n}{n_o}$ در ایستگاههائی تعیین شده که مجهز به دستگاه تابش نگار بوده و تابش حرارتی خورشید مستقیماً اندازهگیری شده است(تبریز، تهران، کرمان، هفتتپه)، پس از تعیین ضرائب مجهول که میانگین ضرائب چهار ایستگاه هستند، این رابطه برای محاسبهٔ تابش خورشید در ایستگاههای کلیماتولوژی مجهز به آفتابسنج بکار رفته وسپس نقشه های هم تابش ماهانه ایران ترسیم گردیده است.

این نقشه ها که برای اولین مرتبه در ایران توسط مؤسسهٔ آبشناسی تهیه گردیده و هم اکنون برای اصلاحات نهائی در دست مطالعه میباشد . در تعیین مقادیر R جهت کاربرد در روابط (۱) و (۲) مورد استفاده قرارگرفته است .

کارآئی ماشین محاسب

همانطور که از روابط (۱) و (۲) پیدا است اصول محاسبات بسیار ساده بوده و از چهار عمل اصلی تجاوز نمیکند اما چنانچه محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل برای مثلا ۱۰۰۰ ایستگاه مورد نظر باشد، محاسبات طولانی، یکنواخت و درنتیجه خسته کننده بوده و احتمال اشتباه درکار محاسبه بسیار است وانگهی مدت درازی طول میکشد تا محاسبات به پایان برسد و این هر دو ازکمبودهای نرم افزار (نیروی انسانی) است حال آنکه سخت افزار (یا ماشین محاسب) این برتری را دارد که خسته نمیشود، در انتخاب اشتباه نمیکند (انتخاب یکی از دو رابطهٔ (۱) و (۲) بر حسب اندازهٔ رطوبت نسبی) و از این گذشته کار را بسیار تند انجام میدهد . برای نمونه اندازهٔ تبخیر و تعرق پتانسیل چند ایستگاه توسط نگارنده با ماشین حساب معمولی محاسبه گردید و معلوم شد که بطور میانگین ۵ دقیقه طول میکشد تا اطلاعات اولیه از جداول پیدا شده، رابطهٔ انتخاب و یک اندازه تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آید و حال اگر بخواهیم این کار را برای ۱۰۰۰ ایستگاه و یک دورهٔ آماری مثل ۱۰ ساله تکرار کرده وتبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه رابا ماشین حساب دستی محاسبه کنیم:

تعداد محاسبات $1000 \times 12 \times 10 = 120000$

دقیقه $120000 \times 5 = 600000$

یعنی ۱۰۰۰۰ ساعت وقت برای این کار لازم است حال اگر فرض کنیم که ۱۰ نفر کارمند بخواهند روزانه ۴ ساعت محاسبه کنند (چون محاسبات تکراری و خسته کننده است تنها ۴ ساعت کار محاسبه در روز برای هر نفر در نظرگرفته شده است) روزی ۴۰ ساعت محاسبه خواهند کرد با اینحال مدت ۸ ماه طول خواهد کشید تا محاسبات بپایان برسد درحالیکه همین تعداد محاسبه را ماشین محاسبه درکمتر از یک ساعت انجام میدهد وکل حجم کار، شامل تبدیل داده ها به فرم اطلاعات ورودی (input data) و آزمون درستی آنها و محاسبهٔ مقادیر ماهانه درکمتر از یک روز به پایان میرسد .

برنامه محاسبه

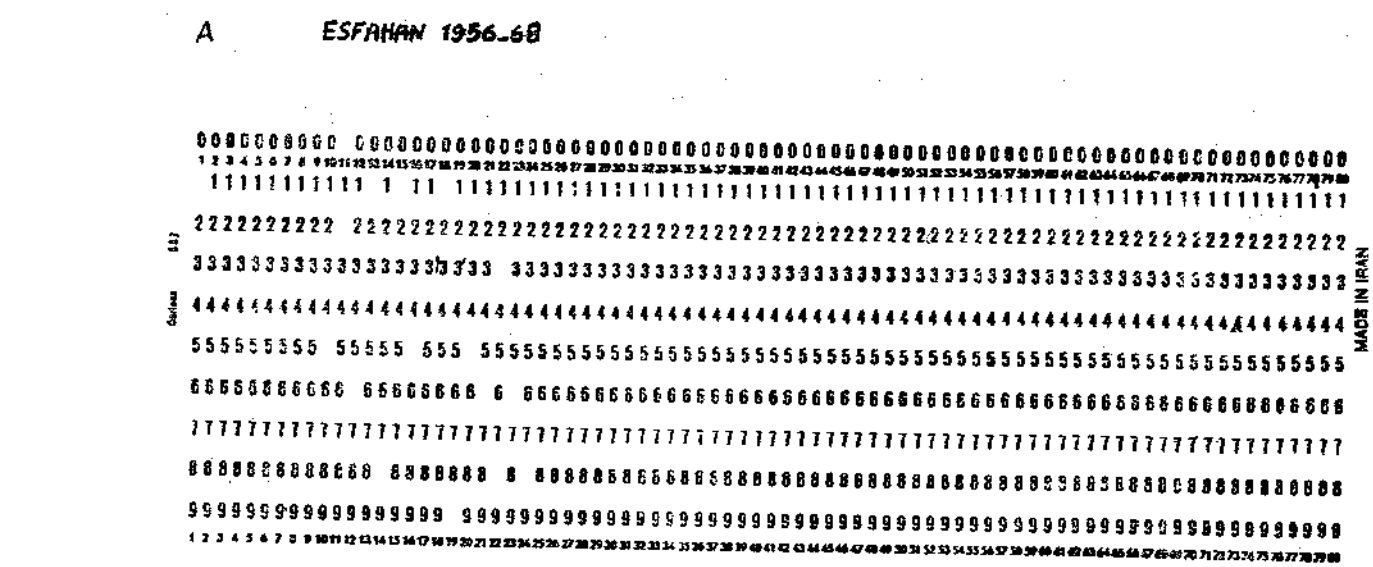
محاسبهٔ تبخیرو تعرق پتانسیل بکمک فرمول Turc بزبان FORTRAN IV برای ماشین محاسب S360-Model 30 برنامه ریزی شده است (شکل ۳) . اطلاعات مربوط به گرمای هوا و رطوبت نسبی در ایستگاههای سینوپتیک هواشناسی مشهد، رامسر، تهران، اصفهان، شیراز وآبادان که درعرضهای جغرافیائی مختلف در ایران واقع هستند ازسالنامه های هواشناسی برای مدت ۱۳ سال (۶۸-۱۹۵۶) جمع آوری شده ومیانگین آنها حساب وبفرم اطلاعات ورودی (input data) درآورده شده است.

فرم اطلاعات ورودی (input data)

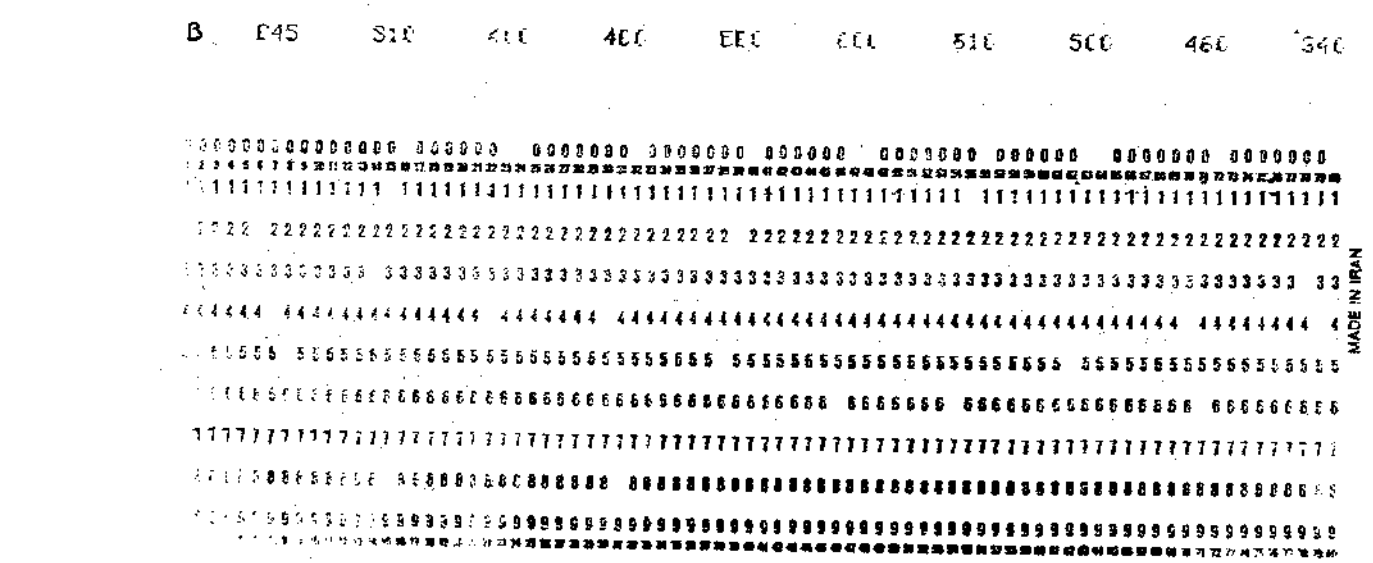
اطلاعات ورودی بدو دسته تقسیم میشود :

۱ـ اطلاعات مربوط به محل ایستگاه (نام شهر) و دورهٔ آماربرداری میانگین شده.

شکل شمـــــاره (۱)



شکل شمـــــاره (۲)



شکل شماره (۳)

```
DOS FORTRAN IV 360N-FO-479 3-5          MAINDGM          DATE    11/11/72      TIME

            C       EVAPOTRANSPIRATION  CALCULATIONS
c001                DIMENSION RTR(12,3),ETP(12)
c002                DO 7 I=1,12
c003                DO 5 J=1,3
c004                RTR(I,J)=0.0
c005              5 CONTINUE
c006              7 CONTINUE
c007                WRITE(3,10)
c008             10 FORMAT(1H1,25X,'INSTITUTE  OF  HYDRO-SCIENCES',/,39X,'AND',/26X,'
                   1WATER  RESOURCES  TECHNOLOGY',/,25X,32('*'),/,16X,'COMPUTATION OF M
                   2ONTHLY MEAN EVAPO-TRANSPIRATION',/,33X,'IN    MILIMETRE',//,1X,82(
                   3'*'))
c009                WRITE(3,11)
c010             11 FORMAT(1X,'STATION*PERIOD*JAN',1X,'*FEB',1X,'*MAR',1X,'*APR',1X,'*
                   1MAY',1X,'*JUN',1X,'*JUL',1X,'*AUG',1X,'*SEP',1X,'*OCT',1X,'*NOV',1
                   2X,'*DEC',1X,'*YEAR',/,1X,82('*'))
            C       READ  A  CARD
c011             15 READ(1,25)STA,PRD
c012                IF(PRD-9999.99)18,99,18
            C     READ  B  CARD
c013             18 READ(1,20)((RTR(I,J),I=1,12),J=1,3)
c014             25 FORMAT(8X,2A4,F7.2)
c015             20 FORMAT(1X,F7.0,9F8.0)
c016                YETP=0.0
c017                DO 70 I=1,12
c018                IF(RTR(I,3)-50.)35,35,36
            C       RTR(I,3) CALLS FOR RELATIVE HUMIDITY
c019             35 ETP(I)=(RTR(I,1)+50.)*((0.4*RTR(I,2))/(RTR(I,2)+15.))*(1.+((50.-RT
                   1R(I,3))/70.))
c020                GO TO 38
c021             36 ETP(I)=(RTR(I,1)+50.)*(0.4*RTR(I,2))/(RTR(I,2)+15.)
            C       STATEMENT  NUMBER  36 IS  USED  WHEN  THE RELATIVE HUMIDITY  IS
            C       MORE  THAN  FIFTY  PERCENT
c022             38 YETP=YETP+ETP(I)
c023             70 CONTINUE
c024                WRITE(3,50)(ETP(I),I=1,12),YETP
c025             50 FORMAT(16X,12F5.0,F6.0)
c026                WRITE(3,51)STA,PRD
c027             51 FORMAT(2A4,F7.2)
c028                WRITE(3,52)
c029             52 FORMAT(1X,82('-'))
c030                GO TO 15
c031             99 STOP
c032                END
```

جدول شماره (٤)

INSTITUTE OF HYDRO-SCIENCES
AND
WATER RESOURCES TECHNOLOGY
****
COMPUTATION OF MONTHLY MEAN EVAPO-TRANSPIRATION
IN MILIMETRE

STATION	PERIOD	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR
MASHAD	1956-68	14.	34.	67.	105.	152.	207.	223.	200.	151.	83.	44.	19.	1299.
RAMSAR	1956-68	42.	5C.	68.	97.	125.	155.	165.	138.	122.	85.	57.	41.	1144.
TEHRAN	1956-68	22.	44.	85.	128.	198.	247.	250.	232.	189.	115.	55.	31.	1594.
ESFAHAN	1956-68	26.	5C.	100.	131.	193.	243.	246.	224.	187.	118.	58.	29.	1606.
SHIRAZ	1956-68	43.	61.	92.	127.	194.	243.	253.	228.	194.	136.	71.	45.	1687.
ABADAN	1956-68	67.	90.	116.	156.	211.	256.	241.	227.	198.	130.	84.	62.	1339.

ILF 2191

TRACEBACK FOLLOWS- ROUTINE ISN REG. 14 REG. 15 REG. 0 REG. 1
IBCOM 92003450 00004A30 00000001 00000000
MAINPGM
ENTRY POINT= 00003000

۲- اطلاعات مربوط به تابش خورشید، گرمای هوا و رطوبت نسبی

اطلاعات از نوع ۱ در کارتی بشکل (۱) و اطلاعات نوع دوم در کارتهائی بشکل (۲) منگنه میشود . یعنی چون تعداد ۳۶ داده (data) برای هر ایستگاه در دست است لزوماً در یک کارت جای نمیگیرد بنابراین در هر کارت ۱۰ تا از داده‌های مزبور گنجانیده شده است .

در ستون اول کارت‌های نوع ۱ حرف A و در ستون اول کارت نوع ۲ حرف B منگنه شده تا محل قرارگرفتن آنها معلوم باشد و یک سری از کارتهای A و B بدنبال هم مشخصات لازم برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه در یک ایستگاه را دارا است .

فرم اطلاعات خروجی (output)

فرم اطلاعات خروجی در جدول (٤) داده شده است و همانطور که ملاحظه میگردد بسادگی خوانده شده و قابل استفاده میباشد در ستون اول و دوم جدول نام ایستگاه و دورهٔ آماربرداری و در ستونهای ۳ تا ۱۰ تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه و در ستون آخر مجموع سالانه تبخیر و تعرق پتانسیل در هر ایستگاه حساب شده است جدول (٤) همچنین یک نمونه از کاربردهای مهندسی ماشین‌های محاسب الکترونیکی را در مسائل آب نشان میدهد و چنانچه محاسبات برای ٤۲ ایستگاه سینوپتیک و ۱۰۰ ایستگاه کلیماتولوژی هواشناسی موجود انجام گیرد بآسانی میتوان نقشه‌های هم‌تبخیر و تعرق ده روزه، ماهانه و سالانه را ترسیم نموده و پخش اندازهٔ تلفات آب را در مملکت مطالعه نمود .

Potential Evapotranspiration Calculations in IRAN
by :
Electronic Computers

1. An empirical formula, Turc, is used for monthly potential evapotranspiration calculations.
2. Monthly meteorological data (air temprature, t, and relative humidity, Rh) are averaged for a 13 years period of record (1956–68).
3. An empirical relationship is developed to estimate monthly solar radiation in the climatological stations having sunshine records.
4. A FORTRAN IV programming is used to compute monthly potential evapotranspiration with a SYSTEM 360–MODEL 30 computer.
5. Monthly and yearly values of potential evapotranspiration are calculated for six stations, MASHAD, RAMSAR, TEHRAN, ESFAHAN, SHIRAZ, and ABADAN.

conclusion and recommendations

By means of statistical methods the existing period of meterorological records must be prolonged tp produce a 30 year standard period.

It is recommended that potential evapotranspiration values be computed by existing methods for all climatological stations, then, a comparison between the computation results and available field observations may probably produce standard relationships to use in each geographical and climatical conditions.