

مقاله شماره ۱۳

موضوع:

تعیین متوسط ماهانه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع

توسط:

شاهرخ زند پارسا و حسین اشک تراب

### چکیده

در محل بسیاری از پروژه های آبی در سطح استان فارس ممکن است ایستگاه هواشناسی موجود نبوده و یا ایستگاه هواشناسی دارای داده های کافی جهت محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع ( $ET_0$ ) نباشد. در این تحقیق بین مقادیر ( $ET_0$ ) محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده فائو و دمای متوسط ماهانه در استان فارس همبستگی بسیار بالایی بدست آمد. با استفاده از این همبستگی براساس دمای متوسط ماهانه مقادیر ( $ET_0$ ) در تمام ایستگاههای موجود در استان فارس محاسبه شده است.

نه تنها در استان فارس بلکه در اکثر شهرهای ایران آب یک عامل محدود کننده برای توسعه کشاورزی است. لذا در پروژه های آبیاری زهکشی، محاسبه نیاز آبی گیاهان و تامین آب مورد نیاز پروژه از اهمیت خاصی برخوردار است. جهت تعیین آب مصرفی اراضی کشاورزی، ظرفیت کانالهای آبیاری، طراحی سیستمهای آبیاری تحت فشار، حجم مخازن سدها، آب مورد نیاز فضای سبز شهری و موارد دیگر لازم است تا مقدار تبخیر-تعرق بادقت هرچه بیشتر محاسبه گردد. هرچه مقدار تبخیر-تعرق بادقت بیشتری تخمین زده شود، موفقیت در امر تامین و جلوگیری از هدر رفتن آب بیشتر خواهد شد.

پارامترهای مختلف هواشناسی مانند درجه حرارت، رطوبت نسبی، سرعت باد، فشار هوا و مقدار تشعشع رسیده به سطح زمین از عوامل موثر در مقدار تبخیر-تعرق گیاه می باشند. معمولاً در محل بسیاری از پروژه های آبی در سطح استان فارس ممکن است ایستگاه هواشناسی موجود نبوده یا ایستگاه هواشناسی دارای داده های کافی نباشد. در این تحقیق مقادیر تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع ( $ET_0$ ) محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده، فائو و دمای متوسط ماهانه در استان فارس همبستگی بسیار بالایی بدست آمد و برای ۵۳ ایستگاه استان فارس مقادیر ماهانه و سالانه  $ET_0$  با استفاده از این همبستگی، محاسبه گردیده است.

## ۲- مروری بر تحقیقات انجام شده

جهت تعیین تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع بر اساس اطلاعات هواشناسی، می توان از روشهای مختلفی استفاده نمود. پروت و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) پس از محاسبه و اندازه گیری تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع در نواحی مختلف ایالت کالیفرنیا در آمریکا خطوط هم مقدار  $ET_0$  را برای این ایالت رسم نمودند. کهلر و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۵۹) در آمریکا و استانهیل<sup>۳</sup> (۱۹۶۳) در فلسطین اشغالی رایجکس و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۷۰) در اوگاندا خطوط هم مقدار ( $ET_0$ ) را برای مناطق مختلف مورد مطالعه و یا مناطق همجوار رسم نمودند.

وزارت نیرو در سال ۱۳۵۵ برای کل ایران خطوط هم تبخیر سالانه را در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ رسم نموده که به علت کوچکی مقیاس و عدم محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع ( $ET_0$ ) نمی توان جهت تعیین آب مصرفی در نواحی مختلف استان فارس از آن استفاده نمود. مهندسین مشاور سکو-پاراب فارس در سال ۱۳۷۳ در مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی سد تنگ براق با مقایسه روشهای مختلف برآورد تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع، روش پن من اصلاح شده فائو را جهت تعیین آب مصرفی اراضی دشت کامفیروز انتخاب کردند. مقایسه تبخیر-تعرق حاصله از گیاه مرجع در لیسیمتر در منطقه اصفهان با مقادیر محاسبه شده از روشهای مختلف (رحیم زادگان، ۱۳۷۰)

1- Pruitt et al.

2-Kohler, et al.

3-Stanhill

4 Rijks, et al -

نشان داد که از روش پن من اصلاح شده فائو باخطای معیار ۹/۷۸ میلی متر در ماه می توان ETo را محاسبه نمود. مقایسه مقادیر اندازه گیری شده تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع یونجه با مقادیر محاسبه شده در باجگاه در استان فارس (مالک، ۱۳۶۰) نشان داد که نتایج محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده فائو از روشهای دیگر به مقادیر اندازه گیری شده نزدیکتر است.

فرمول پن من مرکب از دو عامل تشعشع<sup>۱</sup> و ایرودینامیک<sup>۲</sup> می باشد در شرایط آب وهوائی آرام و بدون باد قسمت تشعشع از قسمت ایرودینامیک اهمیت بیشتری پیدامیکند و فرمول اولیه پن من نیز در یک چنین شرایطی برای تعیین تبخیر از سطح آزاد آب ارائه شد. در مناطق باد خیز اثر باد در تبخیر اهمیت زیادتری می یابد و در نتیجه در چنین شرایطی ممکن است در محاسبه تبخیر-تعرق خطا به وجود آید. به طور کلی در شرایطی که رطوبت نسبی ماکزیمم حدود ۷۰ درصد و سرعت باد کم باشد این روش تبخیر-تعرق گیاه مرجع را به خوبی برآورد میکند (دورنبوس و پروت<sup>۳</sup>، ۱۹۸۴). اثرات باد و رطوبت نسبی توسط فائو به صورت ضریب C برای اصلاح فرمول پن من بکار برده شده است. معادله اصلاح شده پن من توسط فائو به شرح زیر می باشد:

$$ETo = c[w.Rn + (1-w).f(u).(ea - ed)] \quad (1)$$

Radiation      Aerodynamic

term              term

که در آن :

ETo = تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع بر حسب میلی متر در روز

w = فاکتور وزنی دما

Rn = تشعشع خالص جذب شده توسط سطح زمین بر حسب میلی متر در روز

f(u) = تابع باد

(ea-ed) = کمبود رطوبتی هوا (اختلاف بین فشار بخار اشباع در دمای متوسط و فشار بخار موجود)

c = فاکتور اصلاحی

مقادیر w، f(u) و c در جدول هایی توسط دورنبوس و پروت (۱۹۸۴) ارائه شده اند. مقدار Rn از روابط زیر محاسبه می شود.

$$Rn = Rns - Rnl$$

$$Rns = (1 - \alpha) Rs$$

$$Rnl = f(T) \cdot f(ed) \cdot f(n/N)$$

1-Radiation

2-Aerodynamic

3-Doorenbos and Pruitt

که در آنها،  $R_{ns}$  تشعشع خالص رسیده به سطح زمین،  $R_{nl}$  تشعشع باطول موج بلند برگشتی از سطح زمین  $\alpha$ ، ضریب آلبیدو و توابع  $f(T)$ ،  $f(ed)$ ،  $f(n/N)$  در جدولهایی توسط دورنیوس و پروت (۱۹۸۴) ارائه شده است.

### ۳- بررسی آمار موجود در سطح استان:

در تخمین میزان تبخیر-تعرق در استان فارس از ۵۳ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی، تبخیرسنجی و تحقیقاتی استفاده گردید. از این میان فقط سه ایستگاه شیراز، فسا و آباده ایستگاههای سینوپتیک میباشند. پارامتر ساعت آفتابی فقط در دو ایستگاه سینوپتیک فسا و شیراز اندازه گیری می گردد. همچنین در دو ایستگاه تحقیقاتی باجگاه و کوشک که وابسته به دانشکده کشاورزی هستند ساعت آفتابی نیز اندازه گیری میشود. در خارج از استان فارس در ایستگاه سینوپتیک یزد نیز کلیه پارامترهای مورد نیاز جهت محاسبه تبخیر-تعرق به روش پن من اندازه گیری می گردد. در جدول (۱) مشخصات ایستگاههای مورد استفاده درج شده است. و در شکل (۱) مشخصات جغرافیائی آنها نشان داده شده است.

### ۴- محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع در استان فارس

باتوجه به تجربیات موجود در استانهای فارس و اصفهان در محاسبه  $(ET_0)$  و کاملتر بودن فرمول پنمن نسبت به سایر فرمولها و همچنین اصلاح شدن آن نسبت به سرعت باد و رطوبت نسبی حداکثر، در این تحقیق از این روش جهت تخمین تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع استفاده شد. با استفاده از آمار متوسط ماهانه ایستگاههای تحقیقاتی باجگاه و کوشک و ایستگاههای سینوپتیک شیراز، فسا، یزد و آباده، مقدار  $ET_0$  به روش پن من محاسبه گردید. تعداد متوسط  $ET_0$  ماهانه محاسبه شده در این ایستگاهها حدود ۷۶۰ ایستگاه - ماه بود.

در دیگر ایستگاههای موجود در سطح استان فارس فقط برخی از عوامل هواشناسی که عمدتاً دمای متوسط روزانه است، اندازه گیری میشود. بنابراین جهت برآورد مقدار  $ET_0$  در این ایستگاهها نمی توان از روش پن من استفاده نمود. برای این کار سعی گردید تا با استفاده از همبستگی بین مقادیر محاسبه شده متوسط  $ET_0$  ماهانه باروش پن من با دیگر عوامل هواشناسی روشی جهت تعیین نسبتاً دقیق  $ET_0$  ماهانه بدست آورد. از میان این عوامل معادله زیر جهت محاسبه  $ET_0$  بدست آمد:

$$ET_0 = Ra^{0.5} (0.33 + 0.05 T)^X \quad (n = 760 \quad R = 0.92)^X \quad (2)$$

که در آن  $Ra$ ، مقدار ماهانه تشعشع بالای جو حسب میلی متر در روز،  $T$ ، دمای متوسط ماهانه حسب درجه سانتی گراد و  $ET_0$  مقدار تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع چمن حسب میلی متر در روز می باشد. همانطور که در شکل

X- معنی دار در سطح ۰/۰۰۱

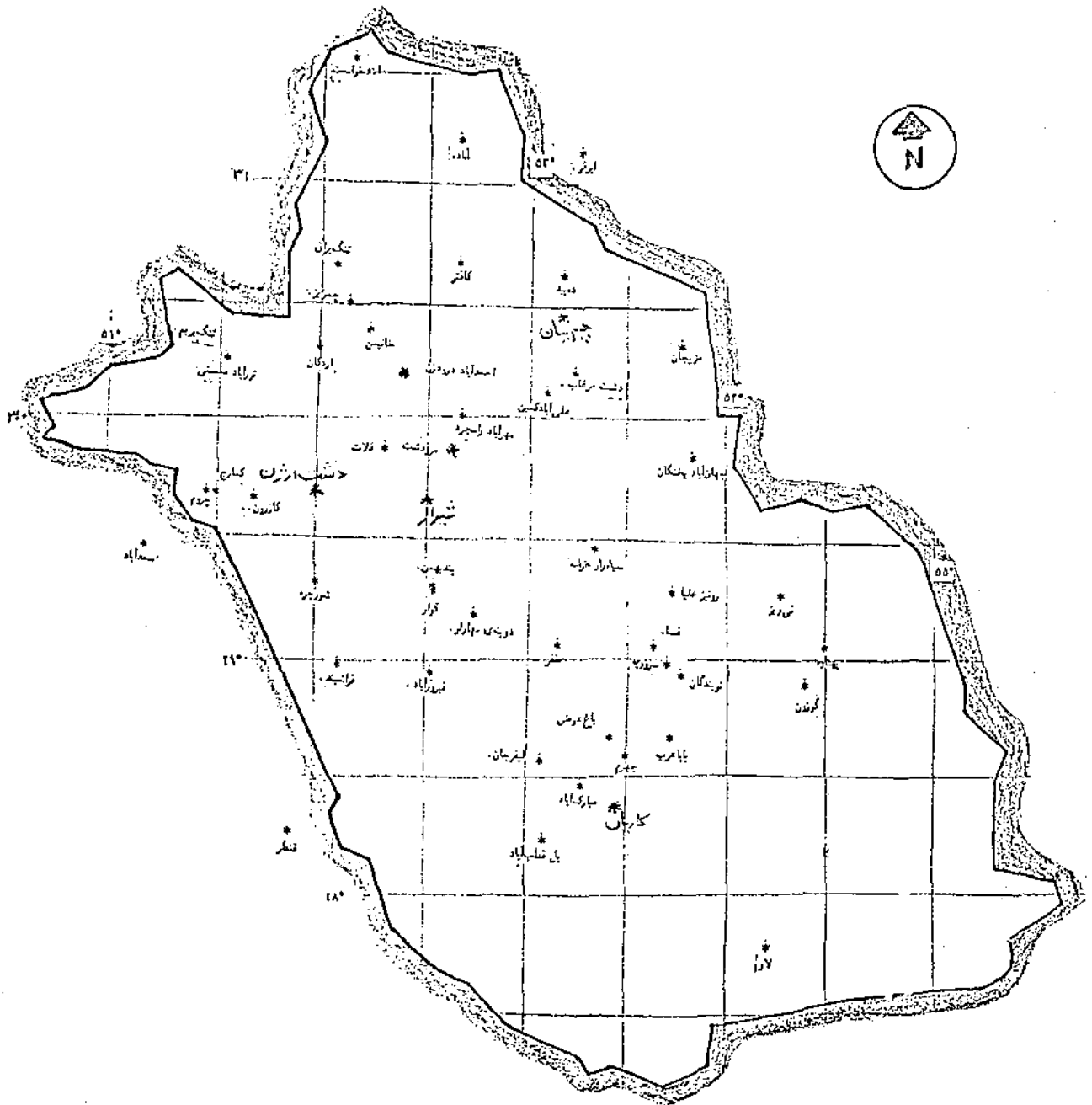
(۲) دیده می شود همبستگی مقادیر تخمین زده شده  $ET_0$  از معادله (۲) باروش پن من زیاد میباشد. بنابراین با استفاده از رابطه (۲) می توان تخمین نسبتاً دقیقی از  $ET_0$  را بدست آورد. در این تحقیق برای تمامی ۵۳ ایستگاه موجود در استان فارس در سالهای ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۵ مقادیر دمای متوسط ماهانه مطابق جدول (۲) از انتشارات سازمان (برنامه و بودجه ۱۳۷۳) تعیین و سپس برای هر ماه مقدار تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع طبق معادله (۲) محاسبه و مقادیر آن در جدول (۳) نشان داده شده است. با استفاده از مختصات این ایستگاهها، و مقادیر تبخیر و تعرق محاسبه شده از معادله (۲) منحنیهای هم  $ET_0$  ماهانه (۱۲ ماه) و سالانه در استان فارس تهیه گردید (پارسا و اشک تراب، ۱۳۷۴).

جدول ۱- موقعیت جغرافیائی ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده

ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی	
	درجه	دقیقه	درجه	دقیقه
۱- فیروزآباد	۵۲	۳۴	۲۸	۵۱
۲- قنطره	۵۱	۵۲	۲۸	۱۵
۳- پهناره	۵۴	۳۰	۲۸	۵۵
۴- گوزون	۵۴	۲۵	۲۸	۴۵
۵- کاریان	۵۳	۳۲	۲۸	۰۸
۶- لار	۵۴	۲۲	۲۷	۴۱
۷- اردکان	۵۱	۵۸	۳۰	۱۴
۸- نورآباد	۵۱	۳۳	۳۰	۰۷
۹- تنگ پریم	۵۱	۲۱	۳۰	۲۶
۱۰- بابا عرب	۵۳	۴۵	۲۸	۳۰
۱۱- پل قطب آباد	۵۳	۳۹	۲۸	۳۸
۱۲- سروریه	۵۳	۳۲	۲۸	۳۰
۱۳- جهرم	۵۳	۳۳	۲۸	۲۹
۱۴- باغ عوض	۵۳	۲۵	۲۸	۳۵
۱۵- لیفرجان	۵۳	۰۵	۲۸	۲۵
۱۶- مبارک آباد	۵۳	۲۰	۲۸	۲۲

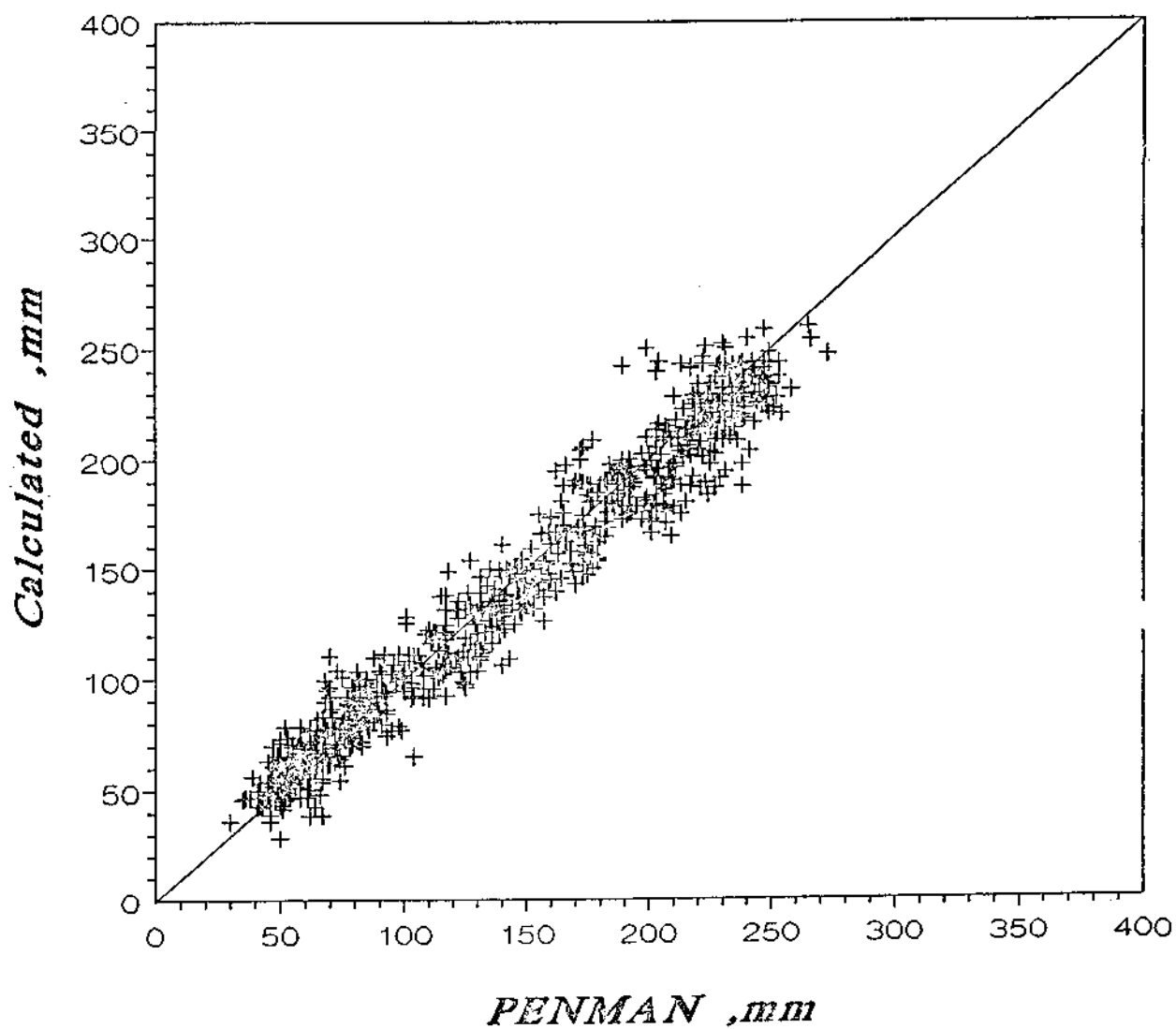
عرض جغرافیایی		طول جغرافیایی		ایستگاه
درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	
۲۹	۱۴	۵۱	۵۹	۱۷- شورجره
۲۸	۵۲	۵۲	۰۵	۱۸- فراشبند
۲۹	۱۰	۵۲	۳۵	۱۹- بند بهمن
۲۹	۱۲	۵۲	۴۲	۲۰- کوار
۲۸	۵۸	۵۳	۱۲	۲۱- خضر
۲۹	۱۰	۵۳	۴۵	۲۲- رونیز علیا
۲۸	۵۵	۵۳	۳۹	۲۳- فسا
۲۸	۵۲	۵۳	۵۰	۲۴- نوبندگان
۲۹	۱۲	۵۴	۱۹	۲۵- نی ریز
۲۹	۴۷/۵	۵۲	۱۹	۲۶- قلات
۲۹	۳۵	۵۲	۳۳	۲۷- شیراز
۲۹	۲۰	۵۲	۴۵	۲۸- دوبنه مهارلو
۲۹	۳۸	۵۱	۵۸	۲۹- دشت ارژن
۲۹	۳۶	۵۱	۳۹	۳۰- کازرون
۲۹	۳۵	۵۱	۲۵	۳۱- چروم
۲۹	۳۷	۵۱	۲۵	۳۲- کمارج
۲۹	۲۳	۵۱	۰۷	۳۳- سعد آباد
۲۹	۵۵	۵۲	۴۰	۳۴- مهراآبادرامجرد
۲۹	۵۲	۵۲	۴۵	۳۵- مرودشت
۳۰	۲۰	۵۱	۱۵	۳۶- دره کفتارک
۳۰	۳۶	۵۳	۱۲	۳۷- ده بید
۳۰	۱۵	۵۳	۱۴	۳۸- دشت مرغاب
۳۰	۲۵	۵۳	۱۰	۳۹- چم بیان

عرض جغرافیایی		طول جغرافیایی		ایستگاه
درجه	دقیقه	درجه	دقیقه	
۳۰	۰۳	۵۳	۰۷	۴۰- علی آبادکمین
۲۹	۴۰	۵۳	۵۰	۴۱- جهان آباد
۲۹	۲۳	۵۳	۲۳	۴۲- سیاه زارخرامه
۳۱	۳۲	۵۲	۰۸	۴۳- یزدخواست
۳۱	۹	۵۲	۳۸	۴۴- آباده
۳۱	۰۸	۵۳	۱۷	۴۵- ابرکوه
۳۰	۱۷	۵۳	۴۷	۴۶- مزیجان
۳۰	۳۸	۵۲	۰۳	۴۷- تنگ براق
۳۰	۲۵	۵۲	۰۵	۴۸- چمریز
۳۰	۲۰	۵۲	۱۰	۴۹- خانمین
۳۰	۱۴	۵۲	۲۵	۵۰- احمد آباد
۲۹	۴۲	۵۲	۳۳	۵۱- باجگاه
۲۹	۰۷	۵۲	۳۵	۵۲- کوشکک
۳۱	۵۴	۵۴	۲۴	۵۳- یزد



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای هواشناسی موجود در استان فارس





شکل ۲- رابطه بین تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع به روش پن من اصلاح شده فائو و فرمول پیشنهادی در استان فارس .



جدول ۳- مقادیر متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع در ایستگاههای مورد مطالعه در استان فارس (mm).

	MEH	ABA	AZA	DAY	BAH	ESF	FAR	ORD	KHO	TIR	MOR	SHA	ANNUAL
FIROZ ABAD	148	100	68	60	77	103	136	171	216	235	226	196	1736
GHANTAR	202	160	118	103	109	140	180	229	267	279	274	248	2308
PAHNAVEH	150	105	74	59	65	90	128	166	210	228	224	196	1695
GAVAZOON	136	96	66	56	58	82	117	156	196	216	209	179	1567
KARIYAH	177	123	93	83	91	120	157	207	249	259	252	224	2034
LAR	184	129	96	85	95	124	160	206	241	261	254	224	2061
ARDEKAN	115	78	49	31	42	66	106	139	174	193	184	162	1339
NOORABAD	163	115	82	71	85	116	159	200	230	256	249	211	1939
TANG PERIM	171	122	89	75	83	111	142	184	224	245	240	211	1897
BABAARAB	157	112	80	71	80	109	143	184	223	243	238	206	1847
POLE GHOTBABAD	162	117	83	76	84	106	144	185	223	243	237	210	1871
SORORIYEH	161	115	83	71	80	106	140	185	222	241	233	204	1841
JAHROM	166	118	84	71	81	112	147	192	230	248	245	211	1905
BAG E AVAZ	161	117	82	68	79	106	143	186	228	243	229	203	1845
LIFERJAN	181	133	97	85	92	122	160	206	244	263	255	224	2062
MOBARAK	177	128	96	84	93	122	151	198	241	262	258	227	2036
HANIFGHAN	138	95	69	58	64	86	119	153	192	216	219	181	1590
SHOR E JAREH	178	133	96	82	90	123	155	201	241	259	254	226	2037
FARASHBAND	180	122	92	79	86	111	155	202	238	258	223	220	1966
BAND BAHMAN	127	87	62	52	57	80	112	144	182	203	200	168	1476
KAVAR	140	95	67	56	73	102	137	179	219	232	223	186	1708
KHAFR	144	99	68	59	78	105	146	190	226	237	223	186	1761
RONIZ OULIYA	136	95	69	54	63	87	117	153	192	211	209	177	1563
FASSA	153	107	76	68	82	114	155	200	236	246	232	198	1867
NOBANDEGHAN	150	109	79	69	76	102	136	173	211	233	226	194	1756
NEYRIZ	138	96	66	57	80	109	137	178	208	223	203	175	1671
GHALAT	135	88	58	42	47	73	108	148	190	208	202	175	1474
SHIRAZ	136	93	64	57	73	101	139	180	216	227	217	183	1686
DOBNYH MAHARLOO	152	105	71	60	68	94	131	173	217	236	233	200	1740
DASHT E ARJAN	121	82	54	44	44	62	99	132	168	185	186	153	1330
KAZEROON	165	117	90	77	92	118	162	203	245	260	250	215	1994
CHEROOM	179	131	96	91	91	122	155	199	239	253	248	215	2019
KAMAREJ	161	119	87	74	77	105	135	179	218	235	232	204	1826
SAADABAD	192	149	110	97	108	140	183	228	259	269	267	238	2241
MEHRABAD	134	93	63	52	59	81	112	149	190	212	201	173	1519
MARVDASHT	134	92	62	51	59	84	119	151	197	218	211	179	1557
DAR E KAFTARAK	117	73	48	28	26	53	94	133	172	202	191	164	1300
DEHBID	103	70	36	21	35	62	109	149	195	205	183	148	1317
DASHT E MORGHAB	109	71	47	35	39	72	113	158	184	197	193	159	1376
CHAM BAYA	104	71	46	35	41	59	87	113	151	184	179	152	1221
ALI ABAD KAMIN	122	80	52	42	56	82	123	160	194	207	199	161	1478
JAHANABAD	148	103	74	70	80	96	134	167	199	226	222	193	1714
SIAYAH ZAR E KHARAMEH	137	98	63	54	61	91	129	165	198	222	212	178	1607
IYZADKHAFT	118	77	53	40	41	65	100	138	177	196	191	161	1357
ABADEH	117	77	51	49	56	83	119	152	187	196	191	157	1435
ABARKOOH	131	85	61	54	63	88	120	167	205	220	211	177	1583
MAZI JAN	110	77	54	41	45	71	102	129	165	173	163	139	1270
TANGBARAQ	139	92	63	41	48	72	108	143	186	213	210	181	1497
CHAMRIZ	127	89	60	44	49	72	107	140	177	199	199	170	1435
KHANIMAN	128	92	60	45	48	76	114	151	192	205	202	174	1486
AHMADABAD	149	98	65	48	50	79	114	153	197	217	211	185	1566

- 1- Pruitt, Wo., E. Fereres , K.Kaita , and R.L.Snyder .1989, Reference evapotranspiration (ETO) for California .University of California Bulletin 1922.
- 2- Doorenbos,m J. and W.O.Pruitt. 1984 .Crop water requirements, FAO. No .24.
- 3- Rijks. D.A.,W.G.Owen. AND L.W.Hanna 1970. Potential evaporation in Uganda. Water Development Department. Ministry of Mineral and Water Resources. The Republic of Uganda, Entebbe.
- 4- Kohler. M.AT.,J.,Nordenson. and B. F.Bakerr 1959. Evaporation maps for the UnitedStates.Technical paper No.37.U.S. Dept of Commerce. Weather Bureau.13pp.Plus Plates.
- 5- Stanhill G. 1963. Evaporation in Occupied Palestine . Bull. Res. Council of Occupied Palestine.11G(4): 160-72.
- ۶- رحیم زادگان ، رحمان . ۱۳۷۰ جستجوی روش مناسب برآورد تبخیر و تعرق در منطقه اصفهان . مجله علوم کشاورزی ایران ، جلد ۲۲ شماره های ۱ و ۲ .
- ۷- مالک ، اسماعیل ، ۱۳۶۰ . روشهای بررسی بیلان آب و تعیین اقلیم : مثالی در مورد باجگاه ، مجله علوم کشاورزی ایران ، جلد ۱۲ صفحات ۷۲-۵۷ .
- ۸- مهندسین مشاور سکو - پاراب فارس ، ۱۳۷۳ ، مطالعات مرحله اول هواشناسی و هیدرولوژی سد تنگ براق .
- ۹- سازمان برنامه و بودجه استان فارس ، ۱۳۷۳ ، هوا اقلیم .
- ۱۰- پارسا ، زوح ، اشک تراب ، ۱۳۷۴ ، تعیین مقدار متوسط تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع و تهیه نقشه های خطوط هم تبخیر و تعرق برای استان فارس . طرح تحقیقاتی شماره ۴۰۳-۷۳۹-۷۱-۵ دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز .

*Estimation of Reference Crop Evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) for Fars Province.*

*By :*

*Sh.Z.Parsa and H. Ashktorab*

**ABSTRACT:**

In many under project area in Fars province either there is not enough agroclimatic station or the station may not have enough data to estimate reference crop evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) .

In this study the correlation coefficient between the estimation of ET<sub>0</sub> with FAO- corrected Penman method and mean monthly temperature was very high. By using this correlation in relation to the mean monthly temperature, ET<sub>0</sub> values for Fars province was estimated.