مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۳

موضوع :

تعیین متوسط ماهانه تبخیر - تعرق پتانسیل گیاه مرجع

توسط :

شاهرخ زند پارسا وحسین اشک تراب

چکـــیده

در محل بسیاری از پروژه های آبی در سطح استان فارس ممکن است ایستگاه هواشناسی موجود نبوده‌و یاایستگاه‌هواشناسی دارای داده های کافی جهت محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_O) نباشد .

در این تحقیق بین مقادیر (ET_O) محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده فائو و دمای متوسط ماهانه در استان فارس همبستگی بسیاربالائی بدست آمد . بااستفاده ازاین همبستگی براساس دمای متوسط ماهانه مقادیر (ET_O) در تمام ایستگاههای موجود دراستان فارس محاسبه شده است.

۱- مقدمه :

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 دیگرلازم است تامقدارتبخیر-تعرق بادقت هرچه بیشتر محاسبه گردد. هرچه مقدارتبخیر-تعرق بادقت بیشتری تخمین زده شود، موفقیت در امرتامین وجلوگیری از هدر رفتن آب بیشتر خواهد شد .

پارامترهای مختلف هواشناسی مانند درجه حرارت ، رطوبت نسبی ، سرعت باد ، فشارهواومقدارتشعشع رسیده به سطح زمین از عوامل موثر در مقدارتبخیر-تعرق گیاه می باشند . معمولاً درمحل بسیاری از پروژه های آبی در سطح استان فارس ممکن است ایستگاه هواشناسی موجود نبوده یاایستگاه هواشناسی دارای داده های کافی نباشد.

دراین تحقیق مقادیرتبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET_O) محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده ،فائو ودمای متوسط ماهانه دراستان فارس همبستگی بسیار بالائی بدست آمد وبرای ۵۳ ایستگاه استان فارس مقادیر ماهانه و سالانه ET_O بااستفاده از این همبستگی ، محاسبه گردیده است .

۲- مروری بر تحقیقات انجام شده

جهت تعیین تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع براساس اطلاعات هواشناسی ،می توان از روشهای مختلفی استفاده نمود . پروت وهمکاران[1] (۱۹۸۹) پس از محاسبه واندازه گیری تبخیر -تعرق پتانسیل گیاه مرجع در نواحی مختلف ایالت کالیفرنیا در آمریکا خطوط هم مقدار ET_O رابرای این ایالت رسم نمودند.کهلر وهمکاران[2] (۱۹۵۹)درآمریکا واستانهیل[3] (۱۹۶۳) درفلسطین اشغالی رایجکس وهمکاران[4] (۱۹۷۰) دراوگانداخطوط هم مقدار (ETo) رابرای مناطق مختلف مورد مطالعه ویامناطق همجوار رسم نمودند .

وزارت نیرو درسال ۱۳۵۵ برای کل ایران خطوط هم تبخیر سالا نه رادرمقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ رسم نموده که به علت کوچکی مقیاس وعدم محاسبه تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ETo) نمی توان جهت تعیین آب مصرفی درنواحی مختلف استان فارس از آن استفاده نمود . مهندسین مشاور سکو -پاراب فارس در سال ۱۳۷۳ در مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی سد تنگ براق بامقایسه روشهای مختلف برآورد تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع ، روش پن‌من اصلاح شده فائو راجهت تعیین آب مصرفی اراضی دشت کامفیروز انتخاب کردند . مقایسه تبخیر-تعرق حاصله ازگیاه مرجع در لیسیمتر درمنطقه اصفهان بامقادیر 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 رامحاسبه نمود. مقایسه مقادیر اندازه گیری شده تبخیر -تعرق پتانسیل گیاه مرجع یونجه بامقادیرمحاسبه شده در باجگاه در استان فارس (مالک، ۱۳۶۰) نشان داد که‌نتایج محاسبه شده از روش پن من اصلاح شده فائو از روشهای دیگر به مقادیراندازه‌گیری شده نزدیکتراست .

فرمول پن من مرکب از دو عامل تشعشع [1] وایرودینامیک [2] می باشد درشرایط آب وهوائی آرام و بدون باد قسمت تشعشع از قسمت ایرودینامیک اهمیت بیشتری پیدامیکند وفرمول‌اولیه پن من نیز در یک چنین شرایطی برای تعیین تبخیراز سطح آزاد آب ارائه شد. درمناطق باد خیز اثر باد درتبخیراهمیت زیادتری می یابد و درنتیجه در چنین شرایطی ممکن است درمحاسبه تبخیر-تعرق خطا به وجود آید . به طور کلی در شرایطی که رطوبت نسبی ماکزیمم حدود ۷۰ درصد وسرعت باد کم باشد این روش تبخیر-تعرق گیاه مرجع را به خوبی برآورد میکند(دورنبوس وپروت[3]،۱۹۸۴). اثرات باد ورطوبت نسبی توسط فائو به صورت ضریب c برای اصلاح فرمول پن من بکاربرده شده است . معادله اصلاح شده پن من‌توسط فائو به شرح زیر می باشد :

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

Radiation term — Aerodynamic term

که در آن :

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

w =فاکتور وزنی دما

Rn= تشعشع خالص جذب شده توسط سطح زمین برحسب میلی متر درروز

f(u) = تابع باد

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

c= فاکتور اصلاحی

مقادیر w ،f(u)و c درجدول‌هایی توسط دورنبوس وپروت(۱۹۸۴)ارائه‌شده‌اند.مقدارRnازروابط زیر محاسبه می شود.

$$Rn = Rns - Rnl$$

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

$$Rnl = f (T) . f(ed).f(n/N)$$

1-Radiation

2-Aerodynamic

3-Doorenbos and Pruitt

که در آنها، Rns تشعشع خالص رسیده به سطح زمین ، Rnl تشعشع باطول موج بلند برگشتی از سطح زمین α ، ضریب آلبیدو و توابع f(n/N) , f(ed) , f(T) درجدولهائی توسط دورنبوس وپروت (۱۹۸۴) ارائه شده است .

۳- بررسی آمار موجود درسطح استان :

در تخمین میزان تبخیر-تعرق در استان فارس از ۵۳ ایستگاه سینوپتیک ، کلیماتولوژی ، تبخیرسنجی وتحقیقاتی استفاده گردید . از این میان فقط سه ایستگاه شیراز ، فسا و آباده ایستگاههای سینوپتیک میباشند . پارامتر ساعت آفتابی فقط در دو ایستگاه سینوپتیک فساوشیراز اندازه گیری می گردد . همچنین در دو ایستگاه تحقیقاتی باجگاه و کوشکک که وابسته به دانشکده کشاورزی هستند ساعت آفتابی نیز اندازه گیری میشود . درخارج 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 . ودرشکل (۱)مشخصات جغرافیائی آنها نشان داده شده است .

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

باتوجه به تجربیات موجود دراستانهای فارس واصفهان‌درمحاسبه (ET_O) وکاملتربودن‌فرمول پنمن نسبت‌به‌سایرفرمولهاو همچنین اصلاح شدن آن نسبت به سرعت باد ورطوبت نسبی حداکثر، دراین تحقیق از این روش جهت تخمین تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع استفاده شد. بااستفاده از آمارمتوسط ماهانه ایستگاههای تحقیقاتی باجگاه وکوشکک و ایستگاههای سینوپتیک شیراز ، فسا ، یزد وآباده ، مقدار ET_Oبه روش پن من محاسبه گردید. تعداد متوسط ET_Oماهانه‌محاسبه شده دراین ایستگاههاحدود ۷۶۰ ایستگاه - ماه بود .

در دیگر ایستگاههای موجود در سطح استان فارس فقط برخی از عوامل هواشناسی که عمدتا" دمای متوسط روزانه است ،اندازه گیری میشود . بنابراین جهت برآورد مقدار ET_O دراین ایستگاهها نمی توان از روش پن من استفاده نمود . برای این کار سعی گردید تابااستفاده از همبستگی بین مقادیر محاسبه شده‌متوسط ET_O ماهانه باروش پن من بادیگر عوامل هواشناسی روشی جهت تعیین نسبتا" دقیق ET_O ماهانه بدست آورد. از میان این عوامل معادله زیر جهت محاسبه ETo‌بدست آمد :

$$ETo = Ra\mathbf{0.5}\ (0.33 + 0.05\ T) \qquad (n= 760\ R=0.92)^{x} \qquad (۲)$$

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

x-معنی دار در سطح ۰/۰۰۱

(۲)دیده می شود همبستگی مقادیر تخمین زده شده ET_o از معادله (۲)باروش پن من زیاد میباشد. بنابراین بااستفاده از رابطه (۲) می توان تخمین نسبتاً دقیقی از ET_o رابدست آورد. در این تحقیق برای تمامی ۵۳ ایستگاه موجود دراستان‌فارس درسالهای ۱۳۵۰ تا ۱۳۶۵ مقادیر دمای متوسط ماهانه مطابق جدول (۲)از انتشارات سازمان (برنامه وبودجه۱۳۷۳)تعیین وسپس برای هرماه مقدارتبخیر -تعرق پتانسیل گیاه مرجع طبق معادله (۲)محاسبه ومقادیر آن در جدول (۳) نشان داده شده است. بااستفاده ازمختصات این ایستگاهها ، ومقادیرتبخیروتعرق محاسبه شده از معادله (۲) منحنیهای هم ET_o ماهانه (۱۲ ماه)وسالانه در استان فارس تهیه گردید(پارسا و اشک تراب ،۱۳۷۴).

جدول ۱- موقعیت جغرافیائی ایستگاههای هواشناسی مورد استفاده

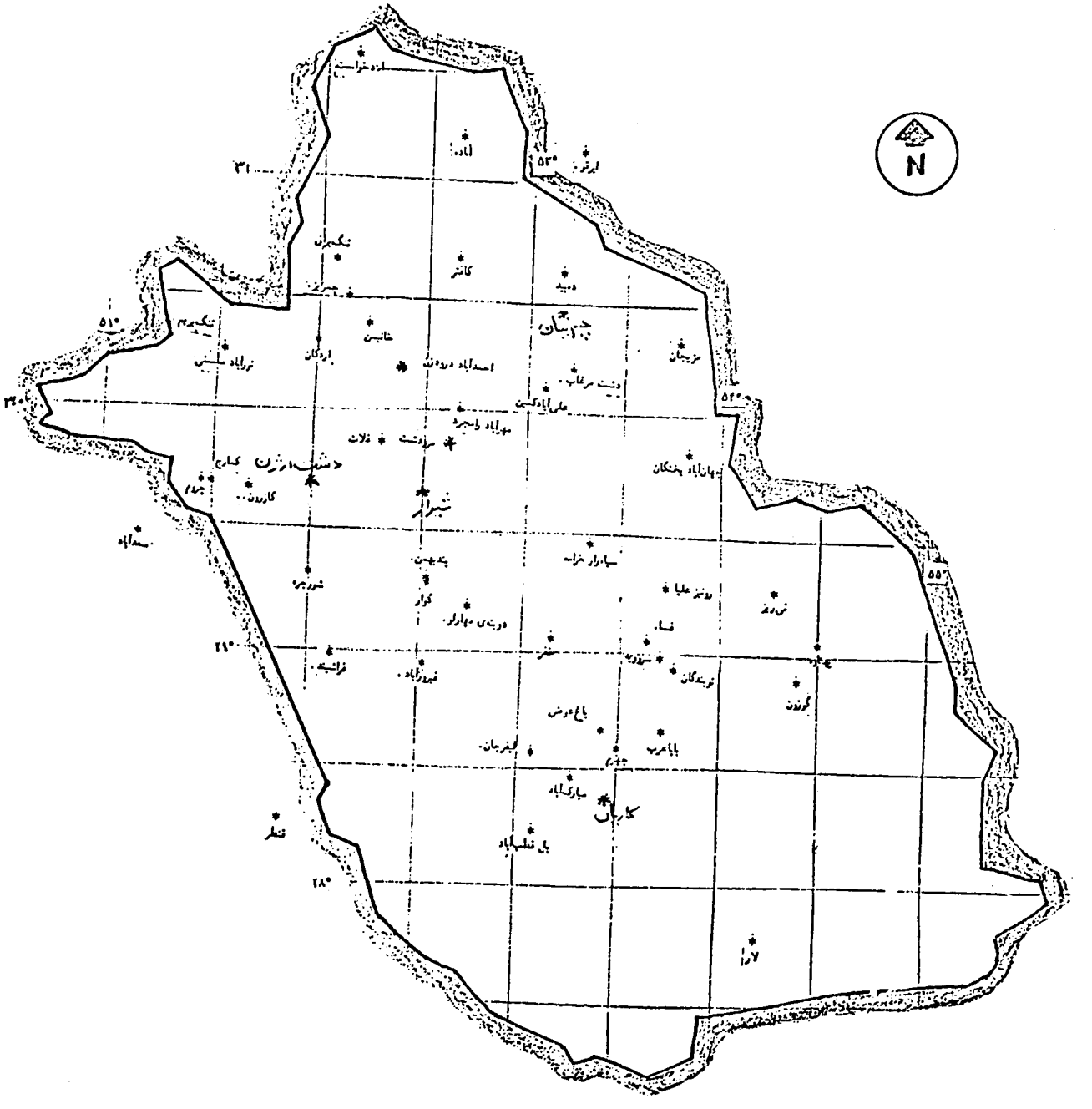
ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی	
	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
۱-فیروزآباد	۳۴	۵۲	۵۱	۲۸
۲-قنطره	۵۲	۵۱	۱۵	۲۸
۳-پهناوه	۳۰	۵۴	۵۵	۲۸
۴-گوزون	۲۵	۵۴	۴۵	۲۸
۵-کاریان	۳۲	۵۳	۰۸	۲۸
۶-لار	۲۲	۵۴	۴۱	۲۷
۷-اردکان	۵۸	۵۱	۱۴	۳۰
۸-نورآباد	۳۳	۵۱	۰۷	۳۰
۹-تنگ پریم	۲۱	۵۱	۲۶	۳۰
۱۰-بابا عرب	۴۵	۵۳	۳۰	۲۸
۱۱-پل قطب‌آباد	۳۹	۵۳	۳۸	۲۸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

ادامه جدول ۱ :

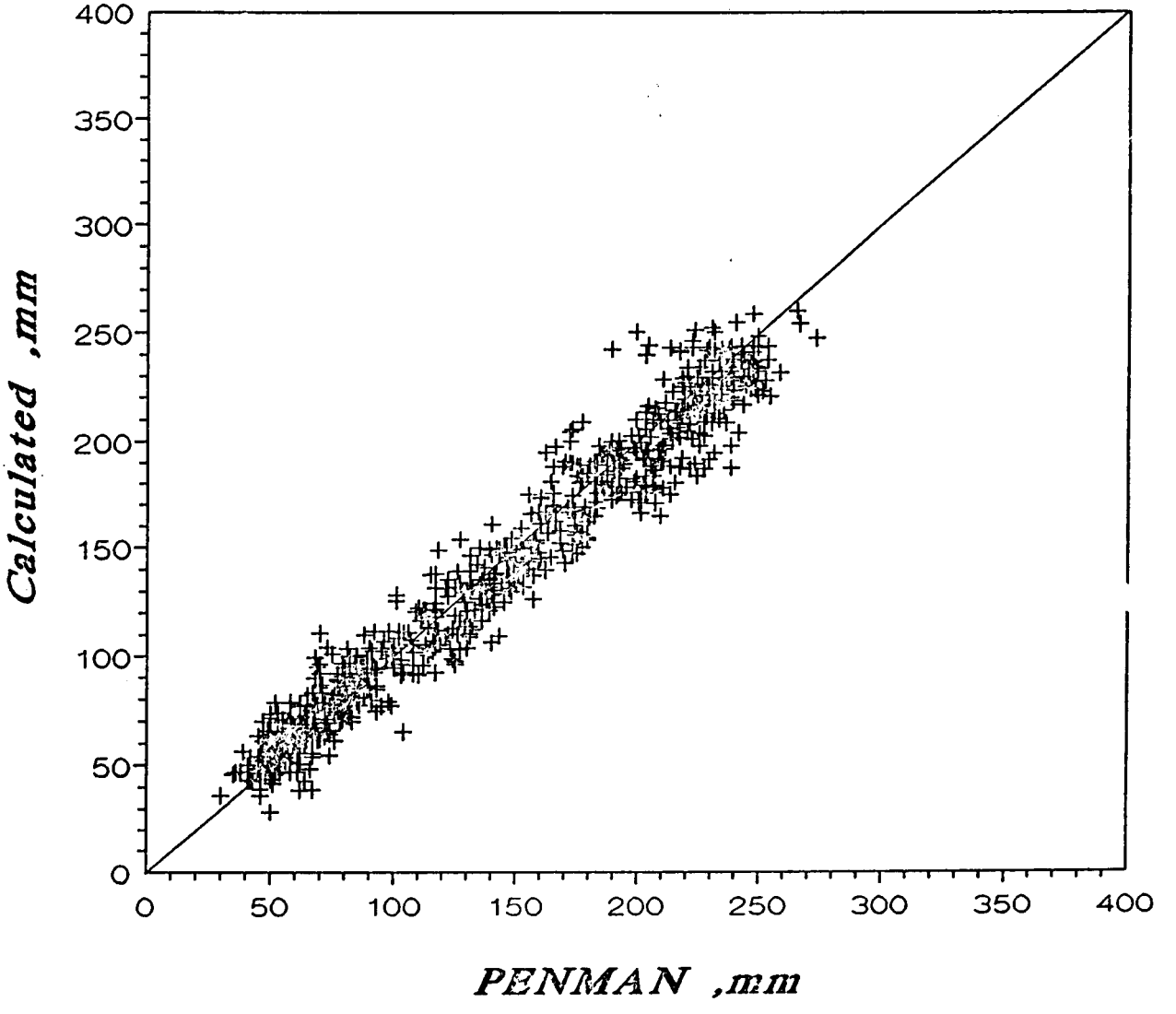
ایستگاه	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی	
	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه
۱۷- شورجره	۵۹	۵۱	۱۴	۲۹
۱۸- فراشبند	۰۵	۵۲	۵۲	۲۸
۱۹- بند بهمن	۳۵	۵۲	۱۰	۲۹
۲۰- کوار	۴۲	۵۲	۱۲	۲۹
۲۱- خفر	۱۲	۵۳	۵۸	۲۸
۲۲- رونیز علیا	۴۵	۵۳	۱۰	۲۹
۲۳- فسا	۳۹	۵۳	۵۵	۲۸
۲۴- نوبندگان	۵۰	۵۳	۵۲	۲۸
۲۵- نی ریز	۱۹	۵۴	۱۲	۲۹
۲۶- قلات	۱۹	۵۲	۴۷/۵	۲۹
۲۷- شیراز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

ادامه جدول ۱ :

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



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای هواشناسی موجود دراستان فارس



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

جدول ۲- دمای متوسط ماهیانه ایستگاههای مورد مطالعه در استان فارس .

	MEH	ABA	AZA	DAY	BAH	ESF	FAR	ORD	KHO	TIR	MOR	SHA	ANNUAL
FIROZ ABAD	28.85	20.08	13.09	8.01	6.29	8.77	11.85	16.05	20.39	26.77	29.62	29.00	25.87
GHANTAR	28.15	29.42	24.65	18.23	15.00	14.87	18.33	23.16	29.37	34.51	36.37	36.59	34.39
PAHNAVEH	28.98	20.45	14.10	9.18	6.16	6.51	9.60	14.78	19.67	25.74	28.54	28.67	25.93
GAVAZOON	28.82	17.90	12.34	7.63	5.47	5.16	8.30	12.86	18.00	23.61	26.73	26.33	23.19
KARIYAN	28.15	25.05	17.57	13.09	10.87	11.34	14.83	19.38	25.97	31.75	33.26	33.13	30.43
LAR	27.68	26.17	18.62	13.50	11.18	12.07	15.54	19.92	25.89	30.64	33.70	33.52	30.46
ARDEKAN	30.27	14.39	9.20	4.10	0.30	2.14	5.51	11.19	15.37	20.26	23.12	22.46	20.46
NOORABAD	30.22	22.90	16.47	11.29	8.81	10.62	14.39	19.92	24.95	28.84	32.79	32.67	28.69
TANG PERIM	30.32	24.40	17.87	12.68	9.68	10.17	13.47	17.13	22.49	27.93	31.05	31.30	28.45
BABAARAB	28.58	21.48	15.41	10.44	8.62	9.40	12.86	17.21	22.43	27.82	30.88	30.98	27.50
POLE GHOTBABAD	28.13	22.37	16.34	11.05	9.50	9.93	12.39	17.26	22.62	27.87	30.91	30.72	28.20
SORORIYEH	28.90	22.32	16.07	11.11	8.67	9.31	12.38	16.75	22.59	27.70	30.45	30.11	27.31
JAHROM	28.50	23.12	16.68	11.22	8.52	9.51	13.39	17.85	23.67	28.95	31.59	31.96	28.36
BAG E AVAZ	28.58	22.27	16.49	10.80	7.91	9.18	12.46	17.16	22.78	28.52	30.78	29.55	27.04
LIFERJAN	28.48	25.75	19.53	13.88	11.35	11.67	15.24	19.94	25.76	31.07	33.93	33.62	30.47
MOBARAK	28.37	25.00	18.45	13.63	11.15	11.78	15.20	18.48	24.60	30.56	33.73	34.11	31.02
HANIFGHAN	29.10	18.21	12.30	8.30	5.95	6.29	8.96	13.25	17.58	23.06	26.63	27.99	23.47
SHOR E JAREH	29.23	25.45	19.66	13.83	11.00	11.41	15.51	19.14	25.01	30.53	33.27	33.40	30.87
FARASHBAND	28.88	25.73	17.39	12.93	10.29	10.48	13.36	19.09	25.29	30.15	33.07	28.65	29.89
BAND BAHMAN	29.22	16.38	10.80	6.74	4.64	4.96	7.93	12.15	16.19	21.56	24.70	25.07	21.42
KAVAR	29.22	18.58	12.25	7.75	5.60	7.97	11.76	16.20	21.71	27.13	29.16	28.60	24.23
KHAFR	28.97	19.31	12.91	7.93	6.16	9.05	12.24	17.73	23.38	28.27	29.97	28.53	24.28
RONIZ OULIYA	29.20	17.96	12.21	8.16	5.15	6.10	9.14	12.88	17.57	23.08	25.97	26.38	22.86
FASSA	28.97	20.87	14.63	9.69	8.11	9.71	13.95	19.11	24.83	29.71	31.29	29.97	26.25
NOBANDEGHAN	28.85	20.40	14.90	10.22	8.11	8.53	11.81	15.96	20.69	25.90	29.27	29.02	25.52
NEYRIZ	29.20	18.34	12.51	7.56	5.75	9.52	12.99	16.30	21.52	25.52	27.71	25.42	22.46
GHALAT	29.82	17.90	11.07	6.09	2.56	2.97	6.63	11.55	16.76	22.76	25.38	25.29	22.62
SHIRAZ	29.60	17.99	12.01	7.35	5.90	8.02	11.58	16.64	21.73	26.73	28.40	27.58	23.79
DOBNYH MAHARLOO	29.10	20.77	14.27	8.69	6.25	7.15	10.33	15.16	20.72	26.81	29.79	30.16	26.52
DASHT E ARJAN	29.65	15.34	9.88	5.16	3.03	2.48	4.71	9.99	14.30	19.35	21.96	22.82	18.90
KAZEROUN	29.60	23.17	16.70	12.67	10.07	11.93	14.60	20.35	25.37	31.17	33.31	32.84	29.11
CHEROOM	29.62	25.65	19.43	14.09	13.10	11.74	15.36	19.24	24.70	30.15	32.22	32.51	29.08
KAMAREJ	29.62	22.47	17.05	12.12	9.39	8.85	12.30	15.96	21.58	27.04	29.56	29.99	27.32
SAADABAD	29.38	27.95	22.84	16.96	14.27	14.92	18.55	23.80	29.33	33.25	34.79	35.48	32.80
MEHRABAD	29.97	17.79	12.09	7.08	4.82	5.46	8.07	12.11	16.92	22.73	25.95	25.17	22.23
MARVDASHT	29.88	17.76	11.79	7.00	4.51	5.38	8.65	13.31	17.27	23.73	26.96	26.75	23.21
DAR E KAFTARAK	30.65	14.75	8.11	3.94	-0.25	-1.11	3.25	9.20	14.51	20.01	24.47	23.60	20.85
DEHBID	30.60	12.21	7.68	1.50	-1.72	0.81	4.86	11.74	16.99	23.43	24.99	22.29	18.19
DASHT E MORGHAB	30.17	13.33	7.69	3.74	1.15	1.41	6.56	12.33	18.33	21.80	23.73	23.86	20.01
CHAM BAYA	30.43	12.41	7.75	3.61	1.22	1.82	4.28	8.07	11.37	16.68	21.83	21.65	18.77
ALI ABAD KAMIN	30.08	15.59	9.48	4.76	2.67	4.87	8.41	13.95	18.76	23.23	25.31	24.77	20.29
JAHANABAD	29.80	20.25	13.94	9.45	8.56	9.51	10.83	15.84	19.84	24.11	28.23	28.36	25.57
SIAYAH ZAR E KHARAMEH	29.38	18.11	12.85	7.08	5.17	5.68	9.84	14.91	19.42	23.99	27.51	26.79	22.99
IYZADKHAST	31.53	15.11	9.13	5.27	2.35	2.01	5.39	10.37	15.33	20.72	23.60	23.57	20.45
ABADEH	31.18	14.87	9.09	4.81	4.27	4.89	8.56	13.40	17.51	22.29	23.57	23.69	19.78
ABARKOOH	31.13	17.38	10.74	6.88	5.52	6.38	9.52	13.57	19.86	24.98	27.18	26.81	23.02
MAZIJAN	30.30	13.49	8.98	5.24	2.58	2.77	6.40	10.48	13.86	18.93	20.04	19.28	16.62
TANGBARAQ	30.63	18.66	12.04	7.34	2.61	3.30	6.58	11.53	16.09	22.03	26.22	26.57	23.60
CHAMRIZ	30.47	16.62	11.39	6.57	3.27	3.46	6.65	11.43	15.58	20.72	24.07	24.79	21.86
KHANIMAN	30.35	16.65	11.85	6.47	3.42	3.21	7.25	12.44	17.35	23.05	25.02	25.34	22.35
AHMADABAD	30.23	20.40	13.05	7.68	4.01	3.59	7.75	12.48	17.65	23.78	26.71	26.78	24.30

جدول ۳- مقادیر متوسط تبخیر وتعرق 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
KARIYAN	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	212	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
KAZEROUN	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
IYZADKHAST	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
MAZIJAN	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

منابع :

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 Occupid Palestine . Bull. Res. Council of Occupied Palestine.11G(4): 160-72.

۶- رحیم زادگان ، رحمان . ۱۳۷۰ جستجوی روش مناسب برآورد تبخیرو تعرق در منطقه اصفهان . مجله علوم کشاورزی ایران ، جلد ۲۲ شماره های ۱و۲ .

۷- مالک ، اسماعیل ، ۱۳۶۰ . روشهای بررسی بیلان آب وتعیین اقلیم : مثالی در مورد باجگاه ، مجله علوم کشاورزی‌ایران ،جلد ۱۲ صفحات ۷۲-۵۷ .

۸- مهندسین مشاور سکو - پاراب فارس ،۱۳۷۳، مطالعات مرحله اول هواشناسی وهیدرولوژی سد تنگ براق.

۹- سازمان برنامه وبودجه استان فارس ،۱۳۷۳ ، هواواقلیم .

۱۰- پارسا،ش ، ز و ح ،اشک تراب ، ۱۳۷۴ ، تعیین مقدار متوسط تبخیرو تعرق پتانسیل گیاه مرجع وتهیه نقشه‌های خطوط هم تبخیرو تعرق برای استان فارس . طرح تحقیقاتی شماره ۴۰۳-۷۳۹-Ag-۷۱ دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز .

Estimation of Reference Crop Evapotranspiration (ETo) 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 enought data to estimate reference crop evapotranspiration (ET_o) .

In this study the correlation coefficent between the estimation of ET_o with FAO- corrected Penman method and mean monthly temperature was very high. By using this correlation in relation to the meam monthly temperature, ET_o values for Fars province was estimated.