

اندازه‌گیری و تخمین تبخیر و تعرق ذرت ، هندوانه و لوبیا

محمدحسن عالمی

استاد دیا رگروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران-کرج

تاریخ وصول ، سیزدهم آذرماه ۱۳۵۹

چکیده

کمبود آب در بسیاری از مناطق کشور باعث شده است که زمین های مناسب بصورت غیر قابل استفاده یا دیم زارها ، که تولید کمی دارند، درآید، حتی در اراضی فاریاب غالباً " عملکرد از مقدار بارش قوه آن کمتر است که تا حدی ناشی از کمبود آب می باشد .

تعیین تبخیر و تعرق واقعی نباتات برای برنامه ریزی آبیاری ضرورت خاص دارد. اندازه گیری های مستقیم تبخیر و تعرق فقط برای بعضی از نباتات در محدودی از ایستگاه های تحقیقاتی ایران انجام شده است . از طرفی ، تعیین تبخیر و تعرق واقعی کلیه نباتات تحت شرایط متنوع اقلیمی ایران محتاج به تحقیقات گسترده و زمان طولانی است .

در این بررسی تبخیر و تعرق واقعی نباتات ذرت ، هندوانه و لوبیا از طریق اندازه گیری تغییرات رطوبت خاک با زمان و به حساب آوردن نفوذ آب به عمق پائین تراز ریشه در شرایط آبیاری معمول در کرج تعیین گردیده است . سپس تخمین تبخیر و تعرق این نباتات با بکار بردن معادلات اصلاح شده پن من^۱ و بلینی کریدل^۲ بدست آمده است و با مقادیر واقعی که از طریق اندازه گیری بدست آمده است ، مقایسه گردید .

نتایج این بررسی نشان می دهد که مقدار تبخیر و تعرق واقعی این گیاهان در شرایط آبیاری معمول در کرج با مقدار محاسبه شده با فرمولهای پن من و بلینی کریدل ، متفاوت است . مقدار تبخیر و تعرق ماهیانه و فصلی فرمولهای تجربی با مقادیر اندازه گیری شده ، نسبتاً " نزدیک و تخمین بدست آمده قابل قبول است . پیشنهاد می شود که در استفاده از معادلات تجربی به منظور تعیین آب مصرفی روزانه گیاهان از طریق بررسی های لیسیمتری، ضرایب گیاهی محلی تعیین ، و معادلات واسنجی گردد . در غیر این صورت کاربرد این معادلات فقط در دوره های طولانی می تواند تخمین قابل قبولی از تبخیر و تعرق بدست دهد .

1-Penman

2-Blaney-Criddle

مقدمه

تاکنون مطالعات پراکنده‌ای روی آبیاری نباتات در مناطق مختلف ایران انجام شده است. بحرانی و پسران (۶) آزمایشات دورآبیاری نخود و عدس را در شیراز انجام داده‌اند. سازمان عمران و رامین و گرمسار، آزمایشات آبیاری پنبه، ذرت دانه‌ای، ذرت علوفه‌ای، ذرت - خوشه‌ای، سوژا، گندم و سبزیجات را گزارش نموده است (۱۹).

آب مصرفی چغندر قند، آفتابگردان، یونجه و پنبه با روش لیسیمتری و تعیین رطوبت خاک در ایستگاه تحقیقاتی مرودشت (۱۳) و مطالعات لیسیمتری آب مصرفی برنج در منطقه رشت (۱۸) و احتیاجات آبی آفتابگردان و گلرنگ در کرج و نواحی دیگر ایران برآورده شده است (۴۱). تخمین آب مصرفی چغندر قند، گندم، لوبیا، یونجه و هویج در منطقه کرج با استفاده از فرموله‌های تجربی صورت گرفته است (۲). تخمین آب مصرفی بعضی از نباتات در شیراز با فرموله‌های بلینی - کریدل ولوری جنسون (۵) و در منطقه دز، با فرمول بلینی - کریدل (۱۷) انجام شده است. سیادت (۱۸) تخمین آب مصرفی نباتات اصلی را در مناطق مختلف ایران که با فرموله‌های تجربی محاسبه شده، گزارش نموده است.

اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی (آب مصرفی) نباتات در شرایط متفاوت جغرافیایی و اقلیمی کاری وقت‌گیر و پرهزینه است. بنابراین اغلب از روش‌های سریع برای تخمین تبخیر و تعرق نباتات استفاده می‌شود. محاسبه تبخیر و

تعرق با فرموله‌های تجربی اغلب بر اساس آمار هواشناسی موجود در منطقه، و با بکار گرفتن ضرایب گیاهی تعیین شده برای مناطق با اقلیم مشابه انجام می‌گیرد. انتخاب یکی از فرموله‌های تجربی مسئله با اهمیتی است.

ی
صحیح‌ترین روش برای انتخاب یکی از فرموله‌ها تجربی، مقایسه ارقام محاسبه شده با مقادیر بدست آمده از طریق اندازه‌گیری‌های رطوبت خاک در لیسیمتری مزرعه می‌باشد.

در ایران مطالعه وابستگی بین مقدار محاسبه شده و اندازه‌گیری شده تبخیر و تعرق نباتات بندرت صورت گرفته است. در این مطالعه، تبخیر و تعرق واقعی نباتات ذرت، هندوانه و لوبیا با نمونه برداری از خاک و اندازه‌گیری نقصان رطوبت خاک در مزرعه تعیین گردیده است. مقدار تبخیر و تعرق این نباتات با فرموله‌های پن من و بلینی - کریدل در دوره رویش محاسبه شده و وابستگی مقدار محاسبه شده با مقدار اندازه‌گیری شده بررسی گردیده است.

مواد و روشها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی کرج که در مدار ۳۵/۵۸ درجه شمالی واقع است و ۱۳۱۶ متر از سطح دریا ارتفاع دارد، انجام شده است. نیمرخ خاک از یک لایه لوم سیلتی به عمق ۳۵ تا ۴۵ سانتیمتر که روی یک لایه سنگریزه و شن قرار دارد، تشکیل شده است. متوسط "ظرفیت مزرعه" در ۲۴ ساعت پس از آبیاری

شده است. اطراف هیچیک از قطعات، زمین لخت وجود نداشته است.

برای تعیین تبخیر و تعرق، با نمونه برداری از خاک مزرعه، تغییرات رطوبت خاک بین دو آبیاری اندازه گیری شده است. نمونه های خاک بسته به عمق ریشه نبات از حداکثر سه عمق ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی متر از روی پشته و کف جویچه با استفاده از واگن تهیه گردیده و برای تعیین رطوبت در آن، در حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده است. سپس رطوبت وزنی به حجمی، تبدیل گردیده و متوسط رطوبت دو نمونه خاک در هر عمق برای دو تکرار محاسبه شده است. متوسط تبخیر و تعرق روزانه بین آبیاری (t_0) تا اولین نمونه برداری (t_1) از رابطه

$$Et_m = \frac{0.8 n E_0 + (FC - \theta_1) \Delta S + Re - W_d}{t_0 - t_1} \quad (1)$$

و متوسط تبخیر و تعرق روزانه بین دو نمونه بردار

$$Et_m = \frac{(\theta_1 - \theta_2) \Delta S + Re - W_d}{t_2 - t_1} \quad (الف)$$

که در این روابط Et_m تبخیر و تعرق، بر

حسب میلیمتر در روز، E_0 تبخیر از پشتک بین آبیاری

تا برقراری حالت ظرفیت مزرعه بر حسب میلیمتر

در روز، n تعداد روزهای بین آبیاری تا برقرار

حالت ظرفیت مزرعه (برای بریک)، FC ظرفیت مزرعه

بر حسب سانتیمتر مکعب بر سانتیمتر مکعب، θ_1

رطوبت خاک در اولین نمونه برداری، (t_1) ، بر حسب

سانتیمتر مکعب بر سانتیمتر مکعب، θ_2 رطوبت

خاک در دومین نمونه برداری، (t_2) ، بر حسب

سانتیمتر مکعب بر سانتیمتر مکعب، ΔS عمقی

از خاک که در زمان نمونه برداری نقصان رطوبت

۱۹ درصد وزنی و نقطه پژمردگی دائم در پرش ممبران ۸ درصد وزنی و وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۵ گرم در سانتیمتر مکعب اندازه گیری شده است.

عملیات زراعی

بذر ذرت آریزونا به فاصله ۱۰ سانتیمتر روی

خط (پس از تنک ۲۰ سانتیمتر) و فاصله ردیف ها

یک متر در پلاتهای بطول ۱۰ متر و به عرض ۵ متر،

با دو تکرار در تاریخ ۱۳۵۸/۳/۷ کشت شده است.

آبیاری بطریقه نشتی با سیفون صورت گرفته است.

بذر هندوانه محبوبي بفاصله یک متر روی خط

و فاصله خطوط یک متر در پلاتهای به طول ۵۰ متر

و عرض ۱۰ متر با دو تکرار در تاریخ ۱۳۵۸/۲/۳۰ کشت

و آبیاری جوی پشته ای معمولی انجام گردیده

است.

بذر لوبیای قرمز بفاصله ۲۰ سانتیمتر روی

خط و فاصله خطوط ۵۰ سانتیمتر در پلاتهای بطول

۵۰ متر و عرض ۱۰ متر با دو تکرار در تاریخ ۱۳۵۸/۳/۷

کشت، و بطریقه نشتی با سیفون آبیاری شده است.

کود مصرفی فسفات آمونیوم و اوره به

مقدار ۱۲۰ کیلوگرم فسفر خالص و ۱۵۰ کیلوگرم

ازت خالص در هکتار، ۳ هفته پس از کاشت و دو ماه

پس از کاشت بطریق نواری مصرف شده است.

تاریخ برداشت برای ذرت، هندوانه و

لوبیا بترتیب هفتم مهر، سیزدهم شهریور، و یکم مهر

بوده است. دور آبیاری در مورد هر سه نبات روش

معمول در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج می باشد

و هرگز شرایط پژمردگی دائم ایجاد نشده است.

پلاتهای آزمایشی در مورد هر نبات در داخل قطعه

(حداقل یک هکتاری) و دور از حاشیه آن انتخاب

۱- پن من (۱۶، ۱۵، ۱۰) نشان داده است که تبخیر و تعرق از گیاه مرجع از رابطه زیر محاسبه می شود :

$$E_{to} = C \left\{ \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} (f_u) (e_a - e_d) \right\} \quad (2)$$

که در این رابطه E_{to} تبخیر و تعرق گیاه مرجع بر حسب میلی متر در روز، Δ شیب منحنی فشار بخار در درجه حرارت بر حسب میلی بار بر درجه سانتیگراد، γ ثابت سایکرومتری بر حسب میلی بار بر درجه سانتیگراد، R_n تشعشع خالص بر حسب تبخیر معادل به میلی متر در روز، f_u فاکتور مربوط به باد در ارتفاع ۲ متری، e_d متوسط فشار بخار بر حسب میلی بار، e_a متوسط فشار بخار اشباع در درجه حرارت متوسط بر حسب میلی بار، و C ضریب تصحیح برای دخالت دادن شرایط آب و هوایی روز و شب می باشد .

چون مقدار تشعشع خالص برای منطقه موجود نبود، از روابط تجربی بلاک و همکاران (۷) و از تشعشع خورشید که به سطح خارجی اتمسفر R_A می رسد (۱۴)، استفاده شد. با فرض این که ضرایب معادله برای منطقه کرج صادق باشد، برای تخمین تشعشع روزانه خورشید R_s ، از رابطه زیر استفاده شد (۱۰)،

$$R_s = (0.25 + 0.5 S) R_A \quad (2-الف)$$

که در این رابطه S نسبت تعداد ساعات آفتابی به تعداد ساعات آفتابی ممکن، R_A و R_s بر حسب میلی متر در روز تبخیر معادل می باشند. تشعشع خالص روزانه را می توان از رابطه زیر محاسبه کرد :

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s \quad (2-ب)$$

که α ضریب انعکاس اشعه با طول موج کوتاه و برابر ۰/۲۵ است .

نشان داده است بر حسب میلی متر، R_e با رندگی موثر بر حسب میلی متر و W_d نفوذ به اعماق پائین تر از ریشه بر حسب میلی متر می باشد. نفوذ به اعماق خاک در یک آزمایش جداگانه، با اندازه گیری تغییرات روزانه رطوبت خاک وقتی تبخیر و تعرق صفر است، تعیین گردید. برای این کار در یک کرت عاری از گیاه عمل آبیاری معمولی صورت گرفت، و با پوشانیدن سطح خاک از تبخیر جلوگیری بعمل آمد. تغییرات رطوبت خاک با اندازه گیری روزانه رطوبت آن به مدت ۱۲ روز تعیین گردید. متوسط تغییرات روزانه رطوبت خاک ۰/۲۳ میلی متر مکعب در میلی متر مکعب خاک تعیین شد، لذا روزانه $0.23 \Delta S$ میلی متر از رطوبت خاک از عمق ΔS به اعماق پائین تر از ریشه در خاک نفوذ کرده است . محاسبه تبخیر و تعرق

تبخیر و تعرق با استفاده از آمار ۵ ساله هواشناسی (۳) و فرمولهای اصلاح شده پن من و بلینی کرید محاسبه شده است. برای این کار از فاکتورهای درجه حرارت، سرعت باد، زمان تابش آفتاب، درصد رطوبت نسبی، میانگین گیری بعمل آمده است .

بلحاظ اینکه آمار هواشناسی بر اساس ماههای ایرانی و فاکتورهای استخراجی از جداولی که در همین بخش به آن اشاره شد در ماههای سال مسیحی می باشد، بنا بر این کلیه فاکتورها به ماههای ایرانی تبدیل شده است ؛ مثلاً " برای تعیین فاکتور تشعشع در ماه مرداد چنین عمل شده است :

= فاکتور تشعشع در ماه مرداد

$$(تشعشع در ماه ژوئیه) + (تشعشع در ماه اوت) / 2$$

مقدار تشعشع خالص با طول موج بلند R_{n1} نیز به درجه حرارت، فشار بخار و نسبت ساعات آفتابی بستگی دارد. مقدار R_{n1} با استفاده از جداول استاندارد (۱۰) محاسبه گردید. مقدار تشعشع خالص از رابطه زیر محاسبه شد:

$$R_n = R_{ns} - R_{n1} \quad (۲-ب)$$

ضریب توزین $\frac{\Delta}{\Delta + \gamma}$ و $\frac{\gamma}{\Delta + \gamma}$ که تابعی از درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا می باشد و اثر باد و رطوبت نسبی را روی E_t دربردارد، از جدول (۱۰) استخراج شده است.

نقصان فشار بخار اشباع $(e_a - e_d)$ نیز با استفاده از آما رطوبت نسبی و تعیین فشار بخار اشباع در درجه حرارت متوسط (۱۲) از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$(e_a - e_d) = e_a \frac{100 - RH}{100} \quad (۲-ت)$$

که RH رطوبت نسبی هوا بر حسب درصد است. معادله پن من برای شرایطی نوشته شده است که تشعشع متوسط تا زیاد، رطوبت نسبی متوسط تا زیاد و سرعت باد روزانه نیز ملایم باشد اما همیشه این شرایط حاکم نیست، بنابراین لازم است که یک ضریب تصحیح در فرمول پن من بکار رود. برای شرایط مختلف رطوبت نسبی، تشعشع، سرعت باد روزانه و نسبت سرعت باد در روز به سرعت آن در شب مقادیر C از جداول استاندارد (۱۰) تعیین و بکار گرفته شد.

مقدار تبخیر و تعرق هر گیاه را می توان از

روی تبخیر و تعرق گیاه مرجع بدست آورد.

$$E_{tc} = K_c E_{to} \quad (۲-ث)$$

که در این رابطه، K_c ضریب گیاه است (۱۱).

روش بلینی - کریدل

ی در فرمول ابتدائی بلینی کریدل (۸) برای محاسبه آب مصرفی گیاه عوامل درجه حرارت، درصد ساعات سالانه روز در مدت مورد مطالعه بکار گرفته می شد.

احتیاجات آبی گیاه علاوه بر درجه حرارت و طول روز به عوامل دیگر اقلیمی نیز بستگی دارد، لذا روش بلینی - کریدل اصلاح شده برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع بکار می رود (۹ و ۱۰). در این روش عوامل رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و یا دنیز در محاسبه تبخیر و تعرق گیاه بکار گرفته می شوند. این معادله بصورت زیر است:

$$E_{to} = C \{ P (0.46T + 8) \} \quad (۳)$$

که در این معادله، E_{to} تبخیر و تعرق گیاه مرجع بر حسب میلی متر در روز برای دوره مورد نظر، T متوسط درجه حرارت روزانه بر حسب سانتی گراد برای ماه مورد نظر، P متوسط درصد روزانه کل ساعات روشنائی سالانه (۱۰) و C ضریب تصحیح می باشد که بستگی به رطوبت نسبی، ساعات آفتابی و سرعت باد در طول روز (۱۰) دارد.

برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی گیاه

از رابطه (۲-ث) استفاده شده است.

ضرایب گیاه ذرت، هندوانه و لوبیا از

نتایج بدست آمده در اریزونا (۱۱) مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج

تبخیر و تعرق گیاهان ذرت، هندوانه و

لوبیا با استفاده از معادلات تعیین گردید و

وجود دارد. مقایسه مقدار فصلی تبخیر و تعرق نشان می‌دهد که هر دو روش تقریباً " یکسان عمل می‌کنند. از طرف دیگر شکل های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که روشهای تجربی، مقدار تبخیر و تعرق را در ابتداء و انتهای فصل رویش کمتر، و در اواسط فصل رویش بیشتر تخمین می‌زنند. از آنجا که فرمولهای تجربی، مقدار تبخیر و تعرق را تابعی از عوامل جوی و گیاهی می‌داند، و عوامل خاکی در آن دخالت داده نشده است، بنابراین تفاوت بین مقادیر حاصل از فرمولهای تجربی با مقادیر اندازه‌گیری شده تحت شرایط مزرعه با دور آبیاری معمول در منطقه قابل انتظار می‌باشد. تفاوت بین مقادیر حاصل از فرمولهای تجربی با مقادیر اندازه‌گیری شده بلافاصله پس از آبیاری و همچنین قبل از آبیاری بعدی، وقتی که دور آبیاری بلند بوده است، مشهودتر می‌باشد و این به ترتیب بواسطه زیادبود کمبود رطوبت خاک است. بنابراین، تفاوت بین مقادیر تجربی و اندازه‌گیری شده در این آزمایش، نه تنها به ضرائب گیاهی که باید در شرایط منطقه برای گیاهان تعیین شود، بلکه به شرایط رطوبت خاک نیز مربوط می‌شود.

لذا توصیه می‌شود برای پیش بینی دقیق آب مورد نیاز گیاهان با فرمولهای تجربی، ابتدا ضرائب گیاهی را در شرایط آبیاری اپتیمم در منطقه بدست آورد. ولی کاربرد فرمولهای فوق با ضرائب گیاهی که در این آزمایش بکار رفت برای تخمین مقادیر ماهیانه فصلی تبخیر و تعرق قابل قبول است.

همراه با مقادیر بدست آمده از فرمولهای پن من و بلینی کریدل در جدول ۱ و ۲ مندرج است. نسبت تبخیر و تعرق بدست آمده از فرمول پن من به مقدار بدست آمده از طریق اندازه‌گیری و همچنین نسبت تبخیر و تعرق بلینی کریدل به مقدار اندازه‌گیری شده در شکل ۱ و ۲ مشاهده می‌شود. ضرایب رگرسیون و همبستگی بین مقدار محاسبه شده و مقدار اندازه‌گیری شده روزانه و ماهیانه محاسبه گردید. ضرایب همبستگی بین مقادیر روزانه معنی دار نبود. ضرایب رگرسیون و همبستگی بین مقادیر ماهیانه تبخیر و تعرق که محاسبه و اندازه‌گیری شده در جدول ۲ ارائه شده است.

بحث

بطور کلی مقایسه مقادیر محاسبه شده تبخیر و تعرق با مقادیر اندازه‌گیری شده آن نشان می‌دهد که بین مقادیر فوق تفاوت وجود دارد. این تفاوت نه تنها با روش محاسبه، بلکه با فصل رویش نیز تغییر می‌نماید. اگر مقادیر اندازه‌گیری شده تبخیر و تعرق بعنوان معیار سنجش انتخاب گردد، ملاحظه می‌شود که روشهای پن من و بلینی کریدل همواره قادر به محاسبه دقیق مقدار تبخیر و تعرق روزانه نمی‌باشند. اما مقایسه دو روش محاسبه نشان می‌دهد که فرمول پن من نسبت به بلینی کریدل تبخیر و تعرق روزانه را با خطای کمتری محاسبه نموده است. مقایسه مقادیر ماهیانه تبخیر و تعرق محاسبه شده با مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که بین این دو، همبستگی معنی داری

جدول ۱- تبخیر و تعرق روزانه انداز گیری شده E_{tM} و محاسبه شده E_{tBC} و E_{tPM} گیاهان ذرت، هندوانه و لوبیا بر حسب میلیمتر

هندوانه													
لوبیا				هندوانه				ذرت					
BC	PM	M	تاریخ نمونه برداری	تاریخ آبیاری	BC	PM	M	تاریخ نمونه برداری	تاریخ آبیاری	BC	PM	M	تاریخ نمونه برداری
۳/۳	۳/۷	۱۳/۵	۵۸/۳/۲۵	۵۸/۳/۲۴	۳/۲	۲/۶۶	۱۲/۵	۵۸/۳/۲۶	۵۸/۳/۲۳	۳/۳	۳/۲	۲/۶	۵۸/۳/۱۴
۳/۷	۳/۵	۲/۲	۵۸/۳/۲۶	۵۸/۳/۲۸	۳/۳	۳/۰	۱/۲	۵۸/۳/۲۸	۵۸/۳/۲۰	۳/۴	۳/۴	۳/۲	۵۸/۳/۲۰
۳/۹	۳/۹	۱/۳	۵۸/۳/۲۸	۵۸/۳/۳۱	۳/۴	۳/۶	۰/۲۵	۵۸/۳/۳۱	۵۸/۳/۲۸	۳/۴	۳/۱	۳/۵	۵۸/۳/۲۸
۴/۳	۴/۴	۴/۸	۵۸/۴/۲	۵۸/۴/۲	۳/۸	۳/۷	۵/۶	۵۸/۴/۶	۵۸/۴/۲	۳/۸	۳/۴	۵/۵	۵۸/۴/۲
۴/۷	۴/۷	۲/۶	۵۸/۴/۶	۵۸/۴/۹	۴/۱	۴/۳	۰/۲۵	۵۸/۴/۹	۵۸/۴/۶	۴/۱	۳/۹	۶/۴	۵۸/۴/۶
۵/۳	۵/۴	۶/۸	۵۸/۴/۹	۵۸/۴/۱۲	۴/۵	۴/۶	۷/۶	۵۸/۴/۱۴	۵۸/۴/۹	۴/۵	۴/۷	۶/۰	۵۸/۴/۹
۵/۶	۵/۰	۰/۸	۵۸/۴/۱۴	۵۸/۴/۱۶	۴/۶	۴/۳	۰/۸۳	۵۸/۴/۱۶	۵۸/۴/۲۰	۴/۹	۵/۶	۷/۲	۵۸/۴/۱۶
۶/۶	۶/۲	۳/۵	۵۸/۴/۱۶	۵۸/۴/۱۸	۵/۴	۴/۹	۷/۱	۵۸/۴/۲۳	۵۸/۴/۲۰	۴/۵	۵/۱	۸/۸	۵۸/۴/۲۳
۶/۸	۶/۱	۳/۵	۵۸/۴/۲۳	۵۸/۴/۲۷	۵/۷	۵/۴	۲/۷	۵۸/۴/۲۷	۵۸/۴/۲۷	۶/۰	۵/۶	۶/۲	۵۸/۴/۲۷
۷/۴	۷/۴	۸/۰	۵۸/۴/۲۵	۵۸/۴/۲۷	۵/۸	۵/۸	۷/۰	۵۸/۴/۳۰	۵۸/۴/۳۰	۶/۶	۸/۴	۱۰/۸	۵۸/۵/۱
۷/۵	۷/۳	۳/۸	۵۸/۴/۳۰	۵۸/۵/۳	۵/۳	۶/۱	۶/۰	۵۸/۵/۱	۵۸/۵/۳	۷/۴	۶/۸	۶/۴	۵۸/۵/۱۰
۷/۹	۷/۳	۳/۰	۵۸/۵/۱	۵۸/۵/۳	۵/۹	۵/۷	۵/۷	۵۸/۵/۶	۵۸/۵/۱۰	۷/۵	۶/۵	۸/۷	۵۸/۵/۱۵
۷/۹	۷/۴	۴/۸	۵۸/۵/۶	۵۸/۵/۸	۵/۸	۵/۳	۶/۲	۵۸/۵/۱۵	۵۸/۵/۱۷	۷/۶	۶/۹	۵/۵	۵۸/۵/۲۲
۸/۱	۷/۷	۸/۰	۵۸/۵/۱۰	۵۸/۵/۱۴	۵/۶	۵/۲	۶/۷	۵۸/۵/۲۰	۵۸/۵/۱۷	۷/۶	۶/۷	۷/۶	۵۸/۵/۲۸
۸/۱	۷/۱	۷/۱	۵۸/۵/۲۲	۵۸/۵/۲۹	۵/۵	۵/۲	۰/۵	۵۸/۵/۲۲	۵۸/۵/۲۴	۷/۳	۵/۸	۴/۹	۵۸/۶/۱
۷/۶	۶/۸	۱/۰	۵۸/۵/۲۸	۵۸/۵/۲۹	۵/۴	۴/۹۵	۱۰/۵	۵۸/۵/۲۵	۵۸/۵/۳۱	۶/۵	۵/۸	۴/۳	۵۸/۶/۸
۶/۰	۵/۹	۶/۹	۵۸/۶/۱	۵۸/۶/۱	۴/۴	۴/۹	۳/۶	۵۸/۶/۱	۵۸/۶/۷	۶/۴	۶/۰	۴/۱	۵۸/۶/۲۲
۶/۰	۵/۸	۲/۶	۵۸/۶/۶	۵۸/۶/۶	۴/۳	۴/۲	۷/۵	۵۸/۶/۶	۵۸/۶/۷	۶/۳	۵/۷	۴/۰	۵۸/۶/۲۵
۵/۲	۴/۹	۴/۰	۵۸/۶/۱۱	۵۸/۶/۱۲	۳/۹	۳/۹	۱۰/۴	۵۸/۶/۱۱	۵۸/۶/۱۱	۵/۹	۵/۷	۲/۹	۵۸/۶/۲۹
۴/۷	۴/۱	۴/۳	۵۸/۶/۱۸	۵۸/۶/۲۱	۳/۹	۴/۰	۳/۱	۵۸/۶/۱۳	۵۸/۶/۱۳	۵/۸	۴/۸	۷/۱	۵۸/۷/۵
۳/۹	۳/۷	۴/۶	۵۸/۶/۲۵	۵۸/۶/۲۵	۳/۹	۴/۷	۵/۸	۵۸/۶/۲۵	۵۸/۶/۲۵	۵/۲	۴/۳	۵/۸	۵۸/۶/۲۵
۳/۵	۳/۱	۷/۹	۵۸/۶/۲۹	۵۸/۶/۲۹	۳/۵	۳/۱	۵/۸	۵۸/۶/۲۹	۵۸/۶/۲۹	۵/۲	۴/۳	۵/۸	۵۸/۶/۲۹
۳/۲	۲/۷	۳/۷	۵۸/۷/۱	۵۸/۷/۱	۳/۲	۲/۷	۵/۸	۵۸/۷/۱	۵۸/۷/۱	۵/۲	۴/۳	۵/۸	۵۸/۷/۱

تبخیر و تعرق فصلی ۶۹۴ ۶۵۴ ۶۹۶/۴

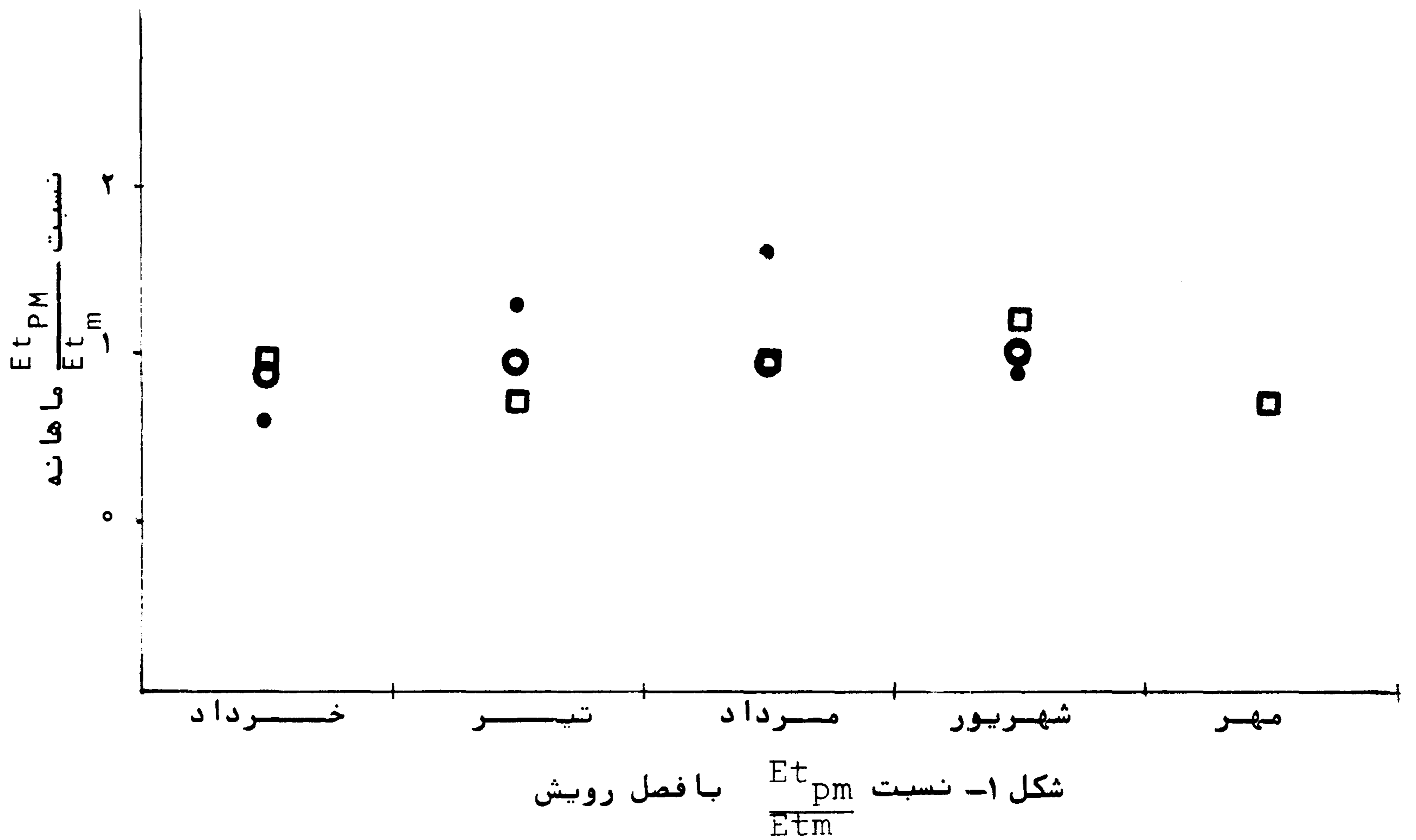
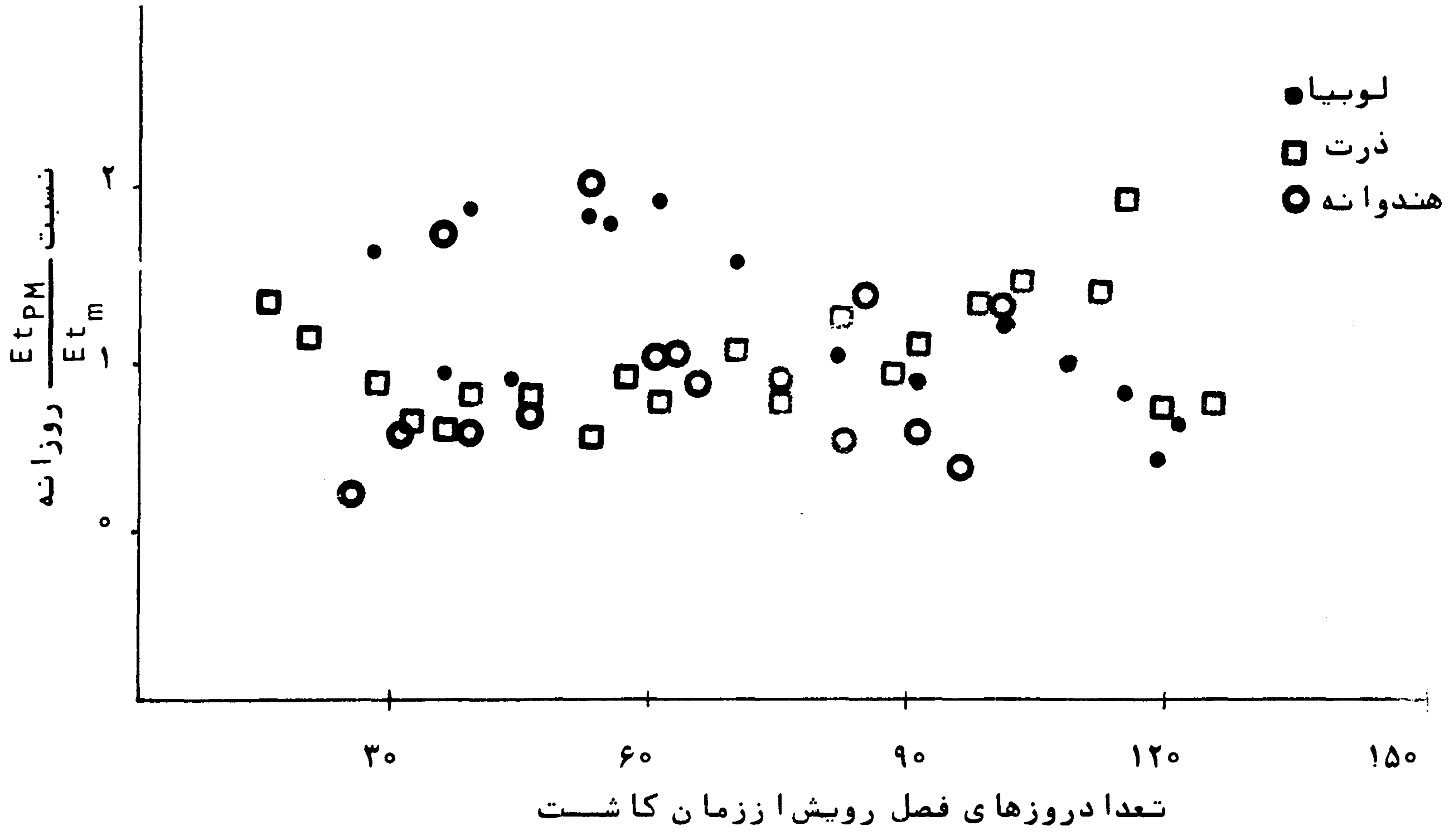
درصد تبخیر و تعرق واقعی ۱۰۰ ۹۴

۴۴۳ ۳۹۷ ۴۰۶

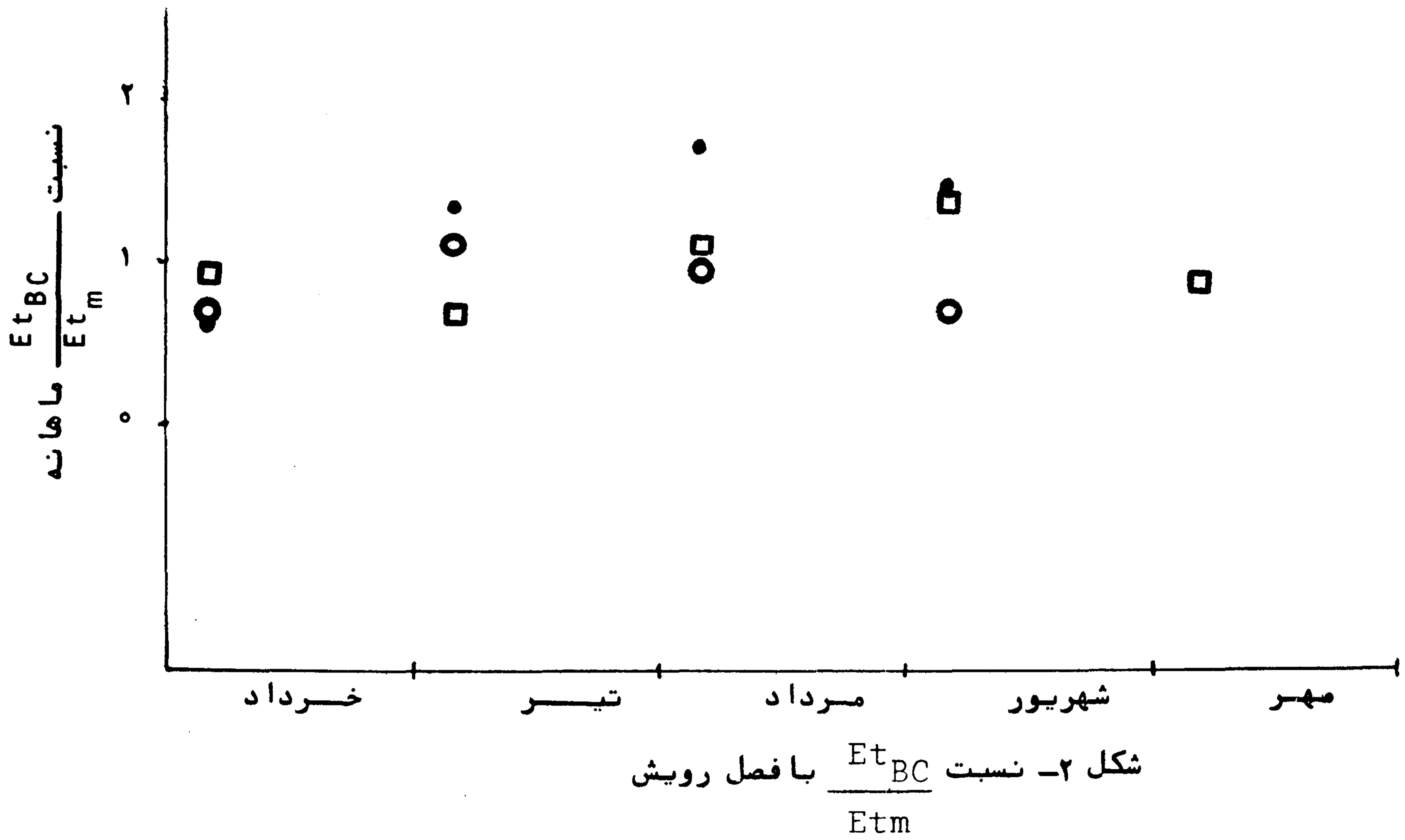
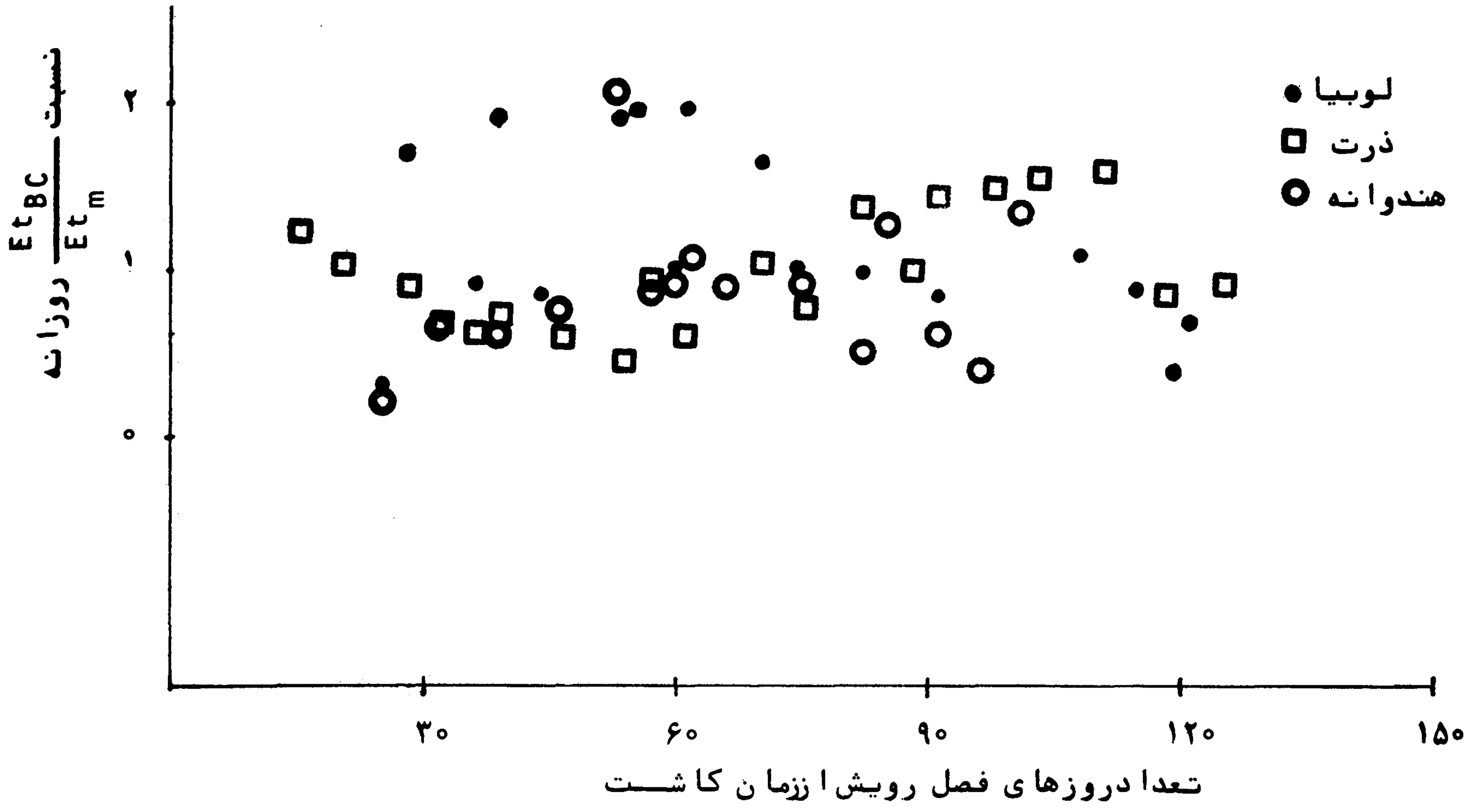
۱۲۹ ۱۲۱ ۵۷۷/۵

جدول ۲- تبخیر و تعرق ماهیانه انداز گیری و محاسبه شده، میلیمتر

لوبیا			هندوانه			ذرت			ماه
EtBC	EtPM	EtM	EtBC	EtPM	EtM	EtBC	EtPM	EtM	
۲۵/۴	۲۵	۴۰	۳۰	۲۸	۴۲	۸۶	۸۶	۸۸/۸	خرداد
۱۸۰	۱۷۳	۱۳۳	۱۵۰	۱۴۶	۱۳۸	۱۵۸	۱۷۲	۲۳۴/۸	تیر
۲۳۵	۲۲۰	۱۳۷	۱۷۳	۱۶۸	۱۸۴	۲۳۲	۲۰۲	۲۰۵/۲	مرداد
۱۳۷	۱۲۵	۱۴	۵۴	۱۵	۷۹	۱۹۲	۱۷۳	۱۳۸/۸	شهریور
						۲۶	۲۱/۵	۲۹	مهر
<hr/>									
$a = 1/61$	$a = 0/04$	$a = 1/06$	$a = 1/1$	$a = 1/06$	$a = 0/84$	$a = 0/84$	$a = 0/83$		ضراب رگرسیون
$b = -36$	$b = 5/37$	$b = 18$	$b = 20$	$b = 18$	$b = 21/8$	$b = 15/3$			
$r = 0/88$	$r = 0/87$	$r = 0/98$	$r = 0/98$	$r = 0/98$	$r = 0/84$	$r = 0/92$			ضریب همبستگی



عالمی: تبخیر و تعرق ذرت، هندوانه ...



REFERENCES

مراجع مورد استفاده

- ۱- دادگر، م. ع. و ک. فرجودی، ۱۳۵۲. بررسی احتیاج آبی آفتابگردان و گلرنگ در کرج. اداره کل مهندسی زراعی، مرکز بررسی های مهندسی زراعی وزارت کشاورزی: ۱۸ صفحه.
- ۲- فرزانه، ر. و ر. فردوسیان، ۱۳۴۸. تعیین احتیاج آبی محصولات مختلف در سراسر ایران (درسه - قسمت) گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی کرج: ۴۷۵ صفحه.
- ۳- گروه آبیاری و آبادانی، ۱۳۵۸. آمار هواشناسی سال ۱۳۵۸. ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی، کرج.
- ۴- محلاتی، س.، ۱۳۴۸. برآورد میزان آب مصرفی آفتابگردان در مناطق مختلف ایران - نتایج بررسیها
خاک و آب در زراعت آفتابگردان - موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک، وزارت کشاورزی. گزارش
فنی شماره ۲۰۸: ۳۵ - ۱۳.
- 5-Bahrani, B. 1966. Water supply of Shiraz Valley and its comparison to water requirements of crops. 6th NESA Regional Irrigation practices Seminar, 1966, Amman.
- 6-Bahrani, B. & Pessaran, P. 1969. Progress report 1968. On irrigation experiments. Univ. of Shiraz, College of Agric. Shiraz, Iran: 15 PP.
- 7-Black, J.N., C.W. Bonython & J.A. Prescott. 1954. Solar radiation and duration of sunshine. Proc. Roy. Meteorological Soc., Vol. 80: 231-235.
- 8-Blaney, H.F. & W.D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. U.S. Dept. Agr. Soil Conserv. Serv. SCS-TP(96): 48 PP.
- 9-Blaney, H.F. & W.D. Criddle. 1962. Determining consumptive use and irrigation water requirements. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1275: 59 PP.

- 10-Doorenbos, J. & W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper (24):144 PP.
- 11-Erie, L.Y., French, O.F. & Harris K. 1965. Consumptive use of water by crops in Arizona. Univ. of Arizona Agric. Exp. Stat. Tech. Bull. 169:44 PP.
- 12-Jensen, M.E. 1973. Consumptive use and irrigation water requirements. ASCE Committee on Irrigation Water Requirements. New York:213 PP.
- 13-Kovda, V.A. (Ed). 1973. Irrigation drainage and salinity. An international source book FAO/UNESCO. Hutchison & Co. London :510 PP.
- 14-List, R.J. 1963. Smithsonian Meteorological Tables, 6th ed. Smithsonian Institution, Washington D.C.:527 PP.
- 15-Penman, H.L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Royal Soc. London, A 193:120-146.
- 16-Penman, H.L. 1963. Vegetation and hydrology. Tech. Comm. No. 53, Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden. Eng: 125 PP.
- 17-Rejali, M. & F. Raji, 1960. Consumptive use of water investigations in Iran. 3rd NESA Reg. Irr. Pract. Seminar, Lahore, Pakistan, 1960.
- 18-Siadat, H. 1972. Water requirements of crops (Iran). In: Water Use Seminar, Damascus .Irrigation and Drainage Paper 13, FAO, Rome, :123-130.
- 19-Vojsic, S. 1970. Work report 1968-1969. An irrigation research at Deh Vin. Varamin Garmsar. FAO Special Fund Project : 103 PP.

Measuring and Estimating Evapotranspiration of Corn ,
Watermelon and Bean .

M.H. ALAMI

Assistant Professor, Department of Irrigation and
Reclamation Engineering , College of Agriculture
University of Tehran , Karaj, Iran.

Received for publication December 4, 1980.

ABSTRACT

Water shortage in many parts of Iran has laid part of the suitable lands unused, or under dry farming with low yield. Even in irrigated farming, yields are generally below the potential level which is partly due to the water shortage.

Determination of actual evapotranspiration of crops is essential for proper irrigation planning. Direct measurements of evapotranspiration has been carried out for some crops at limited number of research stations in Iran. On the other hand, measurements of actual evapotranspiration of all crops under various climatological conditions of Iran would need large volume of research work and long periods of time.

In this experiment , the actual evapotranspiration of corn, watermelon and bean is determined under field conditions by measuring changes of soil water over time, taking into account the deep percolation of water from the root zone. The irrigation regime was the usual irrigation practice in Karaj. The estimated evapotranspirations using modified Penman and Blaney Criddle formulas were compared with the measured quantities.

The results indicate that crop evapotranspiration estimated by Penman and Blaney-Criddle formulas are different from the actual

measured values under the conditions of this study. On the other hand, the calculated monthly and seasonal values were relatively close to measured quantities. It is suggested that before using the empirical formulas, crop coefficients must be determined under optimum irrigation. Otherwise, these equations can only provide estimates of evapotranspiration over long periods of time.