

مقاله شماره ۱۲

موضوع:

تعیین ضرایب اصلاحی و مناسبترین رابطه برآورد تبخیر و تعرق

پتانسیل سطوح گیاهی مرجع برای منطقه ارومیه

توسط:

بهرام قهرمانزاده

## چکیده

محاسبه نیاز آبی گیاهان از ضروریات هر طرح آبیاری و زهکشی می‌باشد که برای اینکار باید تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع را در منطقه برآورد کرد. نظر به اینکه مدل‌های مختلف جهت برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع در اقصی نقاط دنیا با شرایط آب و هوایی و خصوصیات مختلف بوجود آمده‌اند. برای مناطق مختلف کشورمان نتایج مختلفی ارائه می‌کنند. برای مشخص کردن بهترین مدل برای منطقه ارومیه، نتایج مدل‌های مختلف با مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل چمن در لایسیمتر مقایسه گردیده و بترتیب مدل طشتک تبخیر با ضریب KP ارائه شده توسط کانکا، مدل کریستینسن و هارگریوز با استفاده از طشتک تبخیر و ... انتخاب گردیده است.

محاسبه نیاز آبی گیاهان قدم اول و اساسی هر طرح آبیاری و زهکشی است و لازمه آن محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع برای منطقه طرح می‌باشد که با استفاده از مدل‌های موجود این برآورد انجام می‌شود. چنانچه می‌دانیم تعداد مدل‌های موجود برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل زیاد بوده و در اقصی نقاط دنیا با آب و هوای مخصوص بخود توسط افراد مختلفی ارائه شده است. حال کدام یک از مدل‌های موجود برای منطقه مورد مطالعه طرح مناسب است جای سؤال دارد.

جهت پاسخگویی به سؤال فوق، از آمار هواشناسی و آمار لایسیمتر موجود در ایستگاه تحقیقاتی کهریز که در ۴۲ کیلومتری ارومیه و در کنار جاده ارومیه به سلماس واقع شده استفاده شده است. که نتایج مدل‌های مختلف با تبخیر و تعرق پتانسیل چمن در لایسیمتر مقایسه گردیده و مدل‌ها برای منطقه ارومیه اولویت‌بندی شده است. مشخصات لایسیمتر موجود بشرح زیر می‌باشد:

در لایسیمتر فوق چمن به عنوان گیاه مرجع کاشته شده است و از تیرماه سال ۱۳۶۶ توسط مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی آماربرداری می‌شود. لایسیمتر از نوع زهکش دار بدون سطح ایستابی بوده و جعبه‌ای است که کف مربعی به ضلع ۱/۲۵ متر و شیب‌دار می‌باشد. شوری که عمق لایسیمتر در دو دیوار یک متر و در دو دیوار مقابل ۱/۲ متر می‌باشد و دارای لوله زهکش به مساحتی متر است. همچنین در طرف مقابل آن لوله هوا جهت سهولت خروج زه‌آب وجود دارد. لازم به توضیح است آمار موجود ۷ سال و از اول ماه اردیبهشت تا آخر ماه آبان (دوره فصل رویش گیاهی) می‌باشد که به جهت کوتاه‌بودن دوره آماری (فقط ۷ سال) نتوانستیم تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع را با احتمالات مختلف برآورد نماییم.

### بررسی منابع

بعد از بررسی منابع مختلف تعداد ۲۸ مدل جهت تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی انتخاب شده است که اسامی آنها به صورت زیر می‌باشد [۱ و ۷ و ۱۷ و ۱۹ و ۱۳ و ۱۶]

مدل اول - بلانی کریدل<sup>۱</sup>

مدل دوم - بلانی کریدل اصلاح شده توسط FAO<sup>۲</sup> با رابطه اصلاحی [۷]

$$ETP = a + b[p(.46 * T_{mean} + 8.13)] \quad (۱)$$

مدل سوم - بلانی کریدل اصلاح شده توسط FAO با رابطه اصلاحی [۲]

$$ETP = \{a + b[p(.46 * T_{mean} + 8.13)]\} (1 + .1(EL/1000)) \quad (2)$$

- مدل چهارم - بلانی کریدل اصلاح شده توسط SCS<sup>۱</sup> [۷]
- مدل پنجم - تورنت وایت<sup>۲</sup> [۱ و ۲ و ۸ و ۱۳]
- مدل ششم - هارگریوز<sup>۳</sup> [۲]
- مدل هفتم - لیناکر<sup>۴</sup> [۲۲]
- مدل هشتم - جنسن و هیز<sup>۵</sup>
- مدل نهم - جنسن و هیز اصلاح شده توسط سامانی و پساگرلی [۲۰]
- مدل دهم - مک‌کینگ<sup>۶</sup> [۱۱]
- مدل یازدهم - مک‌کینگ اصلاح شده توسط دورنباس و همکاران [۱۹ و ۱۷]
- مدل دوازدهم - تورک<sup>۷</sup> [۱۱]
- مدل سیزدهم - استفنز<sup>۸</sup> [۱۱ و ۱۳]
- مدل چهاردهم - اولیور<sup>۹</sup> [۱۱ و ۱۳]
- مدل پانزدهم - ایوانف<sup>۱۰</sup> [۱۱ و ۱۳]
- مدل شانزدهم - اوسترومکی<sup>۱۱</sup> [۱۱]
- مدل هفدهم - پاپاداکیس<sup>۱۲</sup> [۱۱]
- مدل هیجدهم - پنمن<sup>۱۳</sup> [۱۷ و ۲۵ و ۱۱ و ۷ و ۱۳]
- مدل نوزدهم - پنمن اصلاح شده توسط کانکا و جنسن [۱۳ و ۷]
- مدل بیستم - پنمن اصلاح شده توسط FAO [۱۷ و ۱۹]
- مدل بیست و یکم - پنمن رایت<sup>۱۴</sup> [۷ و ۲۲ و ۲۵]
- مدل بیست و دوم - وان بیول<sup>۱۵</sup> [۱۱ و ۱۷]
- مدل بیست و سوم - طشتک تبخیر با رابطه  $K_p$  ارائه شده توسط کانکا [۷ و ۲۳]

1- Soil Conservation service

2- Thornth Waite

3- Hargreaves

4- Linacre

5- Jensen and Haise

6- Makking

7- Turc

8- Estefnz

9- Oliver

10- Ivanov

11- Ostromecki

12- Papadakis

13- Penman

14- Penman - Wright

15- Vanbavel

مدل بیست و چهارم - طشتک تبخیر با رابطه  $K_p$  ارائه شده توسط پروت و همکاران [۱۷]

مدل بیست و پنجم - طشتک تبخیر با رابطه [۱۳ و ۱۷]

$$ETP = (.61 + .00341 RH_{mean} - .00000187U * RH_{mean} - 000000U * d + \quad (3)$$

$$.0000378U * \ln(d) - 0.0000332U * \ln(U) - .0106 \ln(U) * \ln(d) +$$

$$.00063 [\ln(d)]^2 * \ln(U) * E_{pan}$$

مدل بیست و ششم - کریستینسن<sup>۱</sup> و هارگریوز با استفاده از طشتک تبخیر [۱۱]

مدل بیست و هفتم - کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع برون زمینی (Ra) [۱۱]

مدل بیست و هشتم - کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع رسیده به سطح زمین (Rs) [۱۱]

### تعیین ضرایب اصلاحی منطقه‌ای برای مدل‌های موجود

برای تعیین ضرایب اصلاحی از مدل خطی  $ETPA = a + bETP$  استفاده گردیده که در آن

$ETP =$  تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه مدل

$ETPA =$  تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه لایسمتر

نتایج ضرایب  $a$  و  $b$  و ضریب همبستگی ( $r$ ) و درجه اطمینان در جدول (۱) ارائه شده است.

### تعیین نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل روشهای مختلف

تعیین نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع برای هر مدل و اصلاح شده مدل برای منطقه ارومیه

برآورد گردیده و در جداول (۲) و (۳) ارائه شده است.

به منظور مقایسه نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع هر مدل و مدل اصلاح شده برای منطقه با

مقادیر لایسمتر، نمودار گرافیکی آنها تهیه گردیده و در نمودار (۱) نشان داده شده است.

تعیین اختلاف نتایج بین روشهای مختلف با مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع مشاهده‌ای لایسیمتر

برای اینکار از سه روش زیر استفاده گردیده است.

۱- روش همبستگی :

برای تعیین اینکه نتایج تبخیر و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع هر روش و با دخالت دادن ضریب اصلاحی منطقه‌ای برای آن روش و تبخیر و تعرق پتانسیل مشاهده‌ای لایسیمتر چقدر به هم وابسته هستند از روش همبستگی مدل خطی  $y = a + bx$  استفاده شده است.

۲- روش خطای متوسط :

رابطه خطای متوسط به صورت زیر می‌باشد.

$$\text{درصد خطای هر روش} = \frac{\text{تبخیر و تعرق پتانسیل لایسیمتر}}{\text{تبخیر و تعرق پتانسیل لایسیمتر} - \text{تبخیر و تعرق پتانسیل هر روش}} \times 100$$

رابطه فوق صرفنظر از علامت نتیجه حاصله، مقدار خطا را از مقدار مشاهده شده نشان می‌دهد.

۳- روش جذر میانگین مربعات

محاسبه جذر میانگین مربعات برای هر روش، روش دیگری است که برای ارزیابی دقت یک روش برآورد بکار می‌رود و رابطه آن به صورت زیر می‌باشد.

$$R.M.S = \sqrt{\frac{\sum (\text{مقدار برآورد شده} - \text{مقدار اندازه‌گیری شده})^2}{N}}$$

که در آن :

$N =$  تعداد مشاهدات

نتایج سه روش یاد شده در جدول (۴) ارائه شده است.

اولویت‌بندی مدلها

برای اولویت‌بندی مدلها از سه روش جذر میانگین انحرافها، درصد خطا و ضریب همبستگی استفاده شده و

نتایج آن بترتیب اولویت از بالا به پائین در جدول (۵) ارائه شده است. اولویت‌بندی بدین صورت انجام گرفته شده که ابتدا مدلها براساس جذر میانگین انحراف، درصد خطا و ضریب همبستگی بصورت جداگانه انجام شده که معمولاً رتبه هر مدل در روش جذر میانگین انحراف و درصد خطا یکی بوده و احیاناً در صورت یکی نبودن با توجه به ضریب همبستگی برای رتبه هر مدل تصمیم‌گیری شده است.

لازم به توضیح است در قسمت سمت راست جدول (۵) اولویت‌بندی مدلها با دخالت ضرایب اصلاحی برآورد شده برای ارومیه و در قسمت سمت چپ جدول فوق‌الذکر اولویت‌بندی خود مدلها بدون دخالت دادن هیچ ضریب منطقه صورت گرفته است.

در اینجا بر خود لازم می‌دانم از استادان بزرگووارم جناب آقای دکتر علی‌اصغر موحد دانش<sup>۱</sup> استاد راهنما و جناب آقای دکتر سعید جهانبخش اصل<sup>۲</sup> استاد مشاور بنده در این طرح تشکر و قدردانی نمایم.

---

۱- استاد و مدیر گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تبریز      ۲- استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز

## منابع و مأخذ :

- ۱- ابراهیمی پاک، نیازعلی. ۱۳۷۳. برآورد تبخیر و تعرق گیاهان و تعیین نیاز آبی گندم پاییزه با استفاده از لایسیمتر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز
- ۲- بای بوردی، محمد. ۱۳۷۰. مهندسی آبیاری (رابطه آب و خاک). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- تقی زاده، حبیب. ۱۳۵۵. محاسبه پتانسیل تبخیر و تعرق در ایران. سازمان هواشناسی کشور.
- ۴- اسماعیل مالک. سپاسخواه، علیرضا. ۱۳۶۰. بررسی ادوکیون در منطقه باجگاه. مجله علوم کشاورزی. جلد ۱۲. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.
- ۵- عالمی، محمدحسن. ۱۳۷۱. طراحی سیستمهای آبیاری. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- علیزاده، امین. ۱۳۶۷. اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی
- ۷- علیزاده، امین. ۱۳۷۳. اصول طراحی سیستمهای آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- ۸- علیزاده، امین و عوض کوچکی. ۱۳۵۷. کشاورزی آب و هوا. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۹- کوچکی، عوض، محمد حسینی و مهدی نصیری محلاتی. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۱۰- مالک، اسماعیل. ۱۳۷۰. شناخت و سنجش سازه های جوی مؤثر در کشاورزی، انتشارات دانشگاه شیراز.
- ۱۱- مالک، اسماعیل و محمدحسن عالمی. ۱۳۶۵. آب مصرفی گیاهان و آب مورد نیاز آبیاری. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۱۲- موسوی، سیدفرهاد و مهدی کریمی. ۱۳۶۷. تعیین بهترین روش تخمین تبخیر و تعرق بالقوه در دشت اصفهان
- ۱۳- مولوی، احد. ۱۳۷۴. واسنجی و آنالیز مدل های برآورد تبخیر و تعرق برای منطقه تبریز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز.
- ۱۴- نجمائی، محمد، ۱۳۶۸، هیدرولوژی مهندسی، (جلد اول). انتشارات سارا.
- 15- Ahmad, S.A. Hussein and Ahmad KEI Daw. 1989. Evapotranspiration in Sudan Gezira irrigation scheme. J.Irrig. Drain. Vol. 115(6): 1018 - 1035.
- 16- Allen, R.G. and William O.Pruitt. 1986. Rational use of the FAO Blaney - Criddle formula J.Irrig. Drain. Vol. 112(2); 139 - 157.
- 17- Allen, R.G. and William O.Pruitt. 1991. FAO - 24 reference evapotranspiration factors. J. Irrig. Drain. Vol. 117(5) : 758 - 774.
- 18- Cuenca, R.H. and Martin T.Nicholson. 1982. Application of penman equation Wind function. J.Irrig. Drain. Vol. 108(1) : 13 - 25.

- 19- Doorenbos, J. and W.O.Pruitt. 1977. Crop Water requirements, "Food and Agriculture Organization of the United Nations". Irrig. Drain. paper N.24, revised, Rome, Italy.
- 20- Hargreaves, G.H. and Zohrab Samani. 1989. Evapotranspiration estimates in extremely arid areas. J.Irrig. Drain. Vol. 115(5) : 907 - 913.
- 21- Jahanbaghs, Asl - Saeed 1987. Fundamental studies on evapotranspiration in paddy fields, JSIDRE, No. 130 & 131 PP. 17-31 & 11-19.
- 22- Linacre, E.T. 1977. A simple formula for estimating evapotranspiration rates in various climates using temperature date alone. Agric. Meteorol. 18:409-424.
- 23- Snyder, R.L. 1992. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. J.Irrig. Drain. Vol. 118(6) : 977-981.
- 24- W.L., Pelton. 1961. The use of lysimetric methods to measure evapotranspiration. Proc. 2nd Hydrol. Symp., Toronto, cat. R 32-36112, Queen's Printer, Ottawa, PP. 106-134.
- 25- Wright, J.L.1982. New evapotranspiration crop coefficients, J.Irrig. Drain. Vol. 108(1): 57-77.



جدول (۱): ضرایب اصلاحی منطقه ارومیه با مدل‌های مختلف

نام مدل	لاتی کریدل	لاتی دکریدل اصلاح شده FAO(۱) توسط	لاتی کریدل اصلاح شده FAO (۲) توسط	SCS توسط	تورث وایت	هارگروز	لیناکر	جنس و هیز	جنس و هیز اصلاح شده توسط سامانی و سرکلی
ضرب A	۱۰۶/۴۴۱	-۱۴/۹۵۳	-۱۹/۵۲۰	۲۹/۰۷۷۵	۸۴/۰۸۸	-۷/۱۷۰۹	۶/۵۳۸۳	۳۳/۶۸۶۲	-۲۳/۹۴۶۵
ضرب B	۱/۷۸۴	۰/۸۹۹	۰/۸۲۹۲	۱/۰۵۲۱	۰/۸۰۱۷	۱/۱۹۹۴	۰/۶۶۸۲	۰/۸۹۷۴	۰/۵۷۰۳
ضرب ۲	۰/۸۳۸۲	۰/۸۰۰۸	۰/۸۰۴۵	۰/۷۲۴۱	۰/۴۵۶۹	۰/۸۲۷۹	۰/۵۹۹۹	۰/۸۳۱۹	۰/۸۹۸۲
درجه اطمینان	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۰۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱
نام مدل	مک کینگ	مک کینگ اصلاح شده	تورک	استنر	الویور	ایوانف	اوسترویکی	پاناداکیس	پسن
ضرب A	۳/۷۷۹۰	۲/۲۲۸۴	۱۱/۵۰۱۲	۳۶/۷۲۳۷	۱۵/۳۰۱۲	۳۷/۰۸۸۵	۵۵/۹۵۰۴	۴۷/۳۴۷۴	-۶/۱۴۳۷
ضرب B	۱/۵۱۵۱	۰/۸۴۷۳	۱/۲۳۸۲	۰/۸۹۹۵	۱/۰۶۷۱	۰/۱۷۱۸۶	۱/۴۹۳۷	۱/۰۲۹۲	۱/۱۷۱۸
ضرب ۲	۰/۸۴۴۱	۰/۸۵۵۴	۰/۸۴۶۱	۰/۸۲۲۱	۰/۸۳۴۵	۰/۵۹۲۲	۰/۵۹۲۶	۰/۶۰۶۴	۰/۸۴۳۱
درجه اطمینان	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۰۱
نام مدل	پسن اصلاح شده توسط کالکا	پسن اصلاح شده FAO توسط	پسن - وایت	وان بول	پلشک نجیر با کالکا	پلشک نجیر با کالکا	پلشک نجیر با ...Kp	کرستین و هارگروز (Re)	کرستین و هارگروز (Pl)
ضرب A	۵/۷۴۰۴	-۰/۳۸۸۲	۷/۴۱۳۵	۲۱/۳۶۷۵	۲۰/۷۸۸۸	۱۹/۷۱۳۱	۲۱/۱۲۸۲	۲۱/۵۵۵۷	۲۷/۰۸۰۶
ضرب B	۱/۱۱۴۵	۱/۱۵۰۷	۱/۱۵۶۱	۱/۴۷۰۶	۰/۹۵۳۰	۱/۰۲۷۸	۱/۱۱۴۳	۰/۹۵۷۲	۰/۹۴۰۲
ضرب ۲	۰/۸۵۷۸	۰/۸۶۰۰	۰/۷۷۵۵	۰/۸۳۳۷	۰/۸۹۵۶	۰/۸۹۶۰	۰/۸۹۱۴	۰/۸۲۳۹	۰/۸۹۰۲
درجه اطمینان	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۵۰۱	۰/۵۰۱	۰/۵۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۱
نام مدل	کرستین و هارگروز (Re)								
ضرب A	۲۷/۷۲۷۱								
ضرب B	۱/۰۳۰۰								
ضرب ۲	۰/۸۱۸۳								
درجه اطمینان	۰/۰۱								

جدول (۲): نتایج تجزیه و تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرتع مدل‌های مورد بررسی برحسب میلی متر در ماه

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
لاهی کرپال	۹۹/۳۴	۱۳۳/۱۱۲	۱۶۱/۲۸	۲۰۸/۳۰	۱۸۴/۳۱	۱۶۳/۳۴	۱۳۰/۶۵	۹۶/۶۰	۷۵/۵۵	۵۶/۶۰	۵۲/۷۳	۵۷/۰۸
لاهی کرپال اصلاح نده	۱۲۷/۷۷	۱۸۹/۱۱۱	۲۱۵/۰	۲۷۵/۰۳	۲۴۹/۶۹	۲۰۲/۰۶	۱۵۶/۳۹	۱۰۳/۷۰	۷۷/۱۵	۴۵/۰۹	۴۴/۱۸	۵۶/۶۴
FAO(۱) توسط												
لاهی کرپال اصلاح نده	۱۳۲/۷۸	۲۱۰/۰۰۱	۲۴۰/۹۴	۳۰۹/۷۳	۲۷۸/۱۰	۲۳۰/۲۵	۱۷۵/۷۵	۱۱۷/۴۴	۷۶/۰۴	۵۰/۵۹	۴۹/۱۷	۶۳/۷۳
توسط FAO(۲)												
لاهی کرپال اصلاح نده	۹۴/۱۲	۸۳/۶۱	۱۲۴/۱۲	۲۲۴/۱۳	۱۷۹/۷۳	۱۵۰/۸۳	۱۰۷/۵۵	۶۰/۷۵	۴۵/۶۱	۱۴/۹۷	۹/۹۷	۱۱/۳۰
توسط SCS												
نورث وایت	۱۶/۲۶	۴۳/۶۲	۷۴/۴۴	۱۵۶/۷۰	۱۳۰/۹۸	۱۳۲/۳۰	۱۰۰/۷۳	۵۴/۵۰	۲۳/۶۶	۰/۹۴	۰/۰	۰/۰
هانگریوز	/۲۷/۹۰	۱۵۵/۳۳	۱۶۰/۴۸	۲۱۵/۲۵	۲۰۱/۷۸	۱۵۰/۷۴	۹۹/۸۶	۵۶/۱۷	۴۲/۵۲	۲۲/۱۲	۲۵/۱۲	۴۳/۵۹
لیاک	۱۲۲/۲۷	۱۷۶/۶۷	۲۱۳/۹۲	۳۰۳/۸۴	۲۹۲/۶۳	۲۷۵/۶۶	۲۲۷/۵۴	۱۵۴/۹۳	۱۰۴/۲۷	۱۰۴/۲۷	۵۲/۹۵	۵۸/۷۵
جنتین وینر	۷۳/۸۸	۱۲۱/۷۳	۱۵۷/۱۹	۲۱۱/۸۵	۱۸۶/۲۴	۱۳۱/۴۸	۹۲/۹۶	۵۰/۵۱	۲۷/۲۲	۱۴/۵۰	۱۲/۸۷	۱۹/۵۸
جنتین وینر اصلاح نده	۱۸۴/۵۵	۲۹۰/۶۱	۳۵۱/۰۸	۴۵۸/۱۶	۳۹۴/۵۸	۳۲۵/۶۳	۲۳۱/۰۵	۱۳۸/۶۳	۸۸/۲۳	۵۵/۸۶	۶۵/۰۶	۸۹/۹۷
توسط سامانی												
مکی جیگ	۸۳/۷۶	۱۱۳/۵۱	۱۳۰/۶۵	۱۳۴/۴۱	۱۳۴/۶۶	۹۷/۱۶	۷۲/۵۰	۴۴/۹۵	۲۷/۵۰	۲۰/۸۸	۲۴/۵۹	۳۷/۵۸
مکی جیگ اصلاح نده	۱۳۷/۸۳	۲۰۶/۱۷	۲۳۲/۸۹	۲۶۱/۲۷	۲۴۰/۶۲	۱۷۹/۳۶	۱۳۱/۸۴	۸۲/۱۶	۵۰/۵۴	۴۸/۳۴	۴۳/۷۷	۶۷/۰۲
تورگی	۱۷/۱۱	۱۱۶/۶۰	۱۴۱/۲۹	۱۶۸/۰۵	۱۵۸/۳۵	۱۱۹/۳۷	۸۷/۷۴	۵۲/۸۷	۲۹/۶۴	۴/۳۹	۰/۰	۰/۰
اسفندر	۱۴/۰۱	۱۱۹/۳۶	۱۶۲/۲۰	۲۳۲/۱۶	۲۰۱/۰	۱۳۰/۴۹	۹۷/۲۸	۴۹/۵۶	۲۳/۱۷	۸/۶۰	۴/۰۹	۷/۲۴
اولبر	۷۷/۹۹	۱۲۹/۹۵	۱۵۴/۱۵	۲۰۹/۸۸	۱۷۷/۱۶	۱۵۷/۲۵	۱۰۲/۳۹	۴۵/۳۶	۱۹/۸۱	۱۳/۲۶	۱۷/۶۴	۳۰/۶۶

ادامه جدول (۲): نتایج تیخیر و تعرق سطوح گیاهی مرتع مدل‌های مورد بررسی بر حسب میلی متر در ماه.

ماه مدل	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
اوانف	۸۰/۷۶	۱۲۸/۰۸	۱۵۶/۴۵	۲۲۹/۲۳	۲۲۳/۹۱	۲۱۲/۶۸	۱۷۰/۵۸	۱۰۱/۷۹	۵۶/۶۲	۳۰/۸۱	۲۸/۹۳	۳۴/۱۳
انزومکی	۸۲/۱۷	۱۴۰/۹۵	۱۸۳/۰۹	۱۸۱/۷۲	۲۸۸/۷۲	۲۷۳/۴۹	۲۰۴/۷۵	۱۱۱/۹۲	۵۹/۹۳	۳۳/۷۳	۲۹/۶۸	۳۶/۹۸
پاداکس	۴۲/۷۴	۷۴/۲۸	۹۶/۶۳	۱۰۹/۸۵	۱۴۷/۹۱	۱۳۸/۶۵	۱۰۶/۵۷	۶۱/۶۶	۳۵/۶۶	۱۸/۰۶	۱۶/۳۳	۲۳/۷۰
پسن	۱۰۰/۷۶	۱۴۷/۶۲	۱۶۹/۵۲	۲۱۱/۶۶	۱۸۰/۵۷	۱۵۰/۶۵	۱۰۲/۷۰	۶۰/۰۳	۳۰/۳۵	۲۰/۵۲	۳۱/۳۱	۳۶/۵۶
پسن اصلاح شده توسط کاکا	۱۰۱/۰۸	۱۴۷/۳۱	۱۷۴/۲۲	۲۱۲/۶۱	۱۸۰/۳۴	۱۳۸/۰۷	۹۳/۸۱	۵۴/۳۷	۲۸/۱۸	۱۹/۷۰	۲۰/۲۲	۳۵/۱۹
پسن اصلاح شده توسط FAO	۱۰۲/۳۳	۱۴۸/۷۲	۱۷۴/۰۷	۲۱۳/۳۶	۱۸۱/۲۰	۱۴۱/۷۸	۹۶/۵۹	۵۵/۵۹	۲۸/۲۰	۱۹/۵۴	۳۰/۴۱	۳۵/۹۹
پسن - رایت	۷۹/۸۹	۱۱۹/۱۹	۱۴۱/۰۹	۱۹۰/۸۵	۱۷۹/۶۸	۱۶۲/۰۲	۱۰۳/۹۲	۵۵/۴۳	۲۴/۷۵	۱۴/۷۰	۲۳/۷۹	۳۶/۳۳
وان بول	۷۲/۹۹	۱۰۲/۰۲	۱۲۴/۴۳	۱۵۰/۶۲	۱۲۷/۷۸	۸۹/۸۶	۵۸/۵۹	۲۸/۹۸	۱۳/۱۹	۱۱/۲۴	۲۱/۲۵	۳۲/۹۳
طنک تیخیر با کاکا	-	۱۰۹/۳۸	۱۷۷/۰۱	۲۲۳/۹۸	۲۰۵/۶۰	۱۷۲/۴۶	۱۱۴/۳۵	۳۵/۴۸	-	-	-	-
طنک تیخیر با کاکا تو	-	۱۰۲/۵۳	۱۶۵/۸۲	۲۰۹/۳۵	۱۹۱/۵۰	۱۶۱/۰۳	۱۰۹/۷۰	۳۳/۵۴	-	-	-	-
طنک تیخیر با کاکا	-	۹۱/۹۵	۱۵۰/۷۶	۱۸۹/۶۶	۱۷۵/۵۷	۱۴۴/۸۴	۹۷/۸۵	۳۰/۷۱	-	-	-	-
کرستین و هارگریوز (R)	۹۳/۰۴	۱۵۲/۲۱	۱۷۸/۰۴	۲۴۲/۲۸	۲۰۰/۱۵	۱۵۷/۸۵	۱۰۲/۱۵	۵۷/۷۳	۲۹/۳۰	۱۷/۴۷	۲۱/۴۲	۳۱/۵۹
کرستین و هارگریوز (طنک تیخیر)	-	۱۰۰/۸۸	۱۷۰/۳۹	۲۲۰/۶۷	۲۰۴/۰۱	۱۶۰/۳۶	۱۰۸/۸۲	۳۳/۱۵	-	-	-	-
کرستین و هارگریوز (R)	۸۲/۵۶	۱۳۵/۱۱	۱۵۷/۳۳	۲۱۲/۸۳	۱۷۶/۹۷	۱۳۶/۸۰	۸۸/۸۱	۴۹/۹۲	۲۵/۲۸	۱۵/۱۰	۱۸/۵۰	۳۱/۶۱

جدول (۳) : نتایج تجزیه و تعریف پتانسیل سطح گیاهی مرچ با دخالت ضرایب منطقه‌ای برای مدل‌های مورد بررسی بر حسب هکتار در ماه

ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	ماده	ماده	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
مدل								مدل								
لاهی کریدل	۱۳۰/۹۷	۱۸۱/۱۹	۲۵۵/۰۳	۲۲۲/۲۶	۱۸۴/۸۵	۱۲۶/۸۴	۶۵/۸۴	ایوانف	۱۲۹/۱۳	۱۴۹/۵۱	۲۱۶/۱۸	۱۹۷/۹۹	۱۸۹/۹۲	۱۵۹/۶۶	۱۱۰/۲۳	
لاهی کریدل اصلاح شده	۱۵۳/۵۳	۱۷۹/۵۳	۲۳۳/۵۶	۲۱۰/۷۵	۱۶۷/۸۸	۱۲۶/۷۹	۷۹/۳۷	اورترورگی	۱۲۵/۵۴	۱۴۶/۳۴	۱۴۵/۶۷	۱۹۸/۵۰	۱۹۰/۹۷	۱۵۷/۰۳	۱۱۱/۲۲	
توسط (FAO1)								پاناکس	۱۲۳/۸۰	۱۴۶/۸۰	۱۶۰/۴۱	۱۹۹/۵۸	۱۹۰/۰۵	۱۵۷/۰۳	۱۱۰/۲۹	
لاهی کریدل اصلاح شده توسط (FAO1)	۱۵۴/۶۱	۱۸۰/۲۶	۲۳۷/۲۹	۲۱۶/۰۷	۱۷۱/۳۹	۱۲۶/۲۰	۷۷/۸۴	پسین	۱۲۳/۸۴	۱۴۲/۵۰	۲۴۱/۸۷	۲۰۵/۴۵	۱۷۰/۳۹	۱۱۳/۲۱	۶۴/۲۰	
لاهی کریدل اصلاح شده توسط SCS	۱۱۶/۸۹	۱۵۹/۶۷	۲۶۴/۸۹	۲۱۸/۱۷	۱۸۷/۷۷	۱۴۲/۲۳	۹۲/۹۹	پسین	۱۲۳/۸۴	۱۴۲/۵۰	۲۴۱/۸۷	۲۰۵/۴۵	۱۷۰/۳۹	۱۱۳/۲۱	۶۴/۲۰	
توسط SCS								پسین	۱۲۳/۸۴	۱۴۲/۵۰	۲۴۱/۸۷	۲۰۵/۴۵	۱۷۰/۳۹	۱۱۳/۲۱	۶۴/۲۰	
تورنک وایت	۱۱۹/۷۴	۱۴۴/۴۱	۲۱۰/۲۸	۱۹۷/۹۹	۱۹۰/۷۴	۱۲۵/۴۴	۱۷۷/۶۵	پسین	۱۲۹/۹۱	۱۴۹/۹۰	۲۳۲/۶۹	۲۰۶/۸۳	۱۵۹/۶۱	۱۱۰/۲۸	۶۶/۳۳	
هالگریوز	۱۸۵/۹۸	۱۸۴/۰۳	۲۶۱/۱۹	۲۳۳/۲۳	۱۷۲/۴۲	۱۱۱/۸۰	۵۹/۷۵	پسین	۱۷۰/۷۷	۱۴۹/۹۲	۲۴۵/۱۳	۲۰۸/۲۳	۱۶۲/۷۶	۱۱۰/۷۶	۶۳/۵۸	
لیپاکر	۱۲۴/۴۵	۱۴۹/۴۸	۲۲۷/۶۱	۲۰۲/۰۸	۱۹۰/۷۳	۱۵۵/۵۸	۱۱۰/۰۶	پسین	۱۴۵/۲۱	۱۷۰/۵۳	۲۲۸/۰۶	۲۱۵/۱۴	۱۹۴/۷۳	۱۷۷/۵۸	۷۱/۵۰	
جسین و جیر	۱۲۲/۹۳	۱۷۴/۷۵	۲۲۳/۸۰	۲۰۰/۸۲	۱۵۱/۵۹	۱۱۷/۱۱	۷۹/۰۱	وان سول	۱۷۱/۳۹	۲۰۴/۳۵	۲۴۲/۸۷	۲۰۹/۲۸	۱۵۳/۵۲	۱۰۷/۵۳	۶۳/۹۹	
جسین و جیر اصلاح شده توسط پسین	۱۴۱/۷۰	۱۷۹/۱۳	۲۳۷/۳۴	۲۰۱/۰۸	۱۶۱/۷۶	۱۰۷/۸۲	۵۵/۱۲	پسین	۱۲۵/۰۲	۱۸۹/۴۸	۲۳۴/۲۴	۲۱۶/۷۳	۱۸۵/۱۴	۱۲۹/۷۷	۵۴/۱۰	
مک کینگ	۱۷۵/۸۱	۲۰۱/۷۹	۲۲۲/۶۲	۲۰۷/۸۷	۱۵۱/۰۳	۱۱۴/۱۱	۷۱/۹۱	پسین	۱۲۵/۱۰	۱۹۰/۱۴	۲۳۳/۸۹	۲۱۶/۵۴	۱۸۵/۲۲	۱۲۹/۳۸	۵۴/۱۹	
مک کینگ اصلاح شده	۱۷۶/۹۱	۱۹۹/۵۵	۲۲۳/۶۰	۲۰۶/۱۱	۱۵۴/۲۰	۱۱۳/۹۳	۷۱/۸۴	پسین	۱۲۳/۶۳	۱۸۹/۱۵	۲۳۲/۵۰	۲۱۶/۸۰	۱۸۷/۵۷	۱۳۰/۲۰	۵۵/۳۸	
تورنک	۱۵۵/۸۷	۱۸۶/۴۴	۲۱۹/۵۸	۲۰۷/۵۷	۱۵۹/۳۱	۱۲۰/۱۵	۷۶/۹۷	پسین	۱۲۷/۲۵	۱۹۱/۹۸	۲۵۳/۴۷	۲۱۳/۱۴	۱۷۲/۶۵	۱۱۹/۳۴	۷۶/۸۱	
اسپیتر	۱۴۴/۰۸	۱۸۲/۲۲	۲۴۵/۵۵	۲۱۷/۵۳	۱۶۳/۱۰	۱۲۴/۲۳	۸۱/۳۱	پسین	۱۲۱/۹۳	۱۸۷/۳۸	۲۳۴/۵۵	۲۱۸/۸۹	۱۷۷/۸۵	۱۲۹/۴۰	۵۸/۴۴	
الیزور	۱۵۴/۰۴	۱۷۹/۸۸	۲۳۹/۳۷	۲۰۴/۴۴	۱۸۳/۱۹	۱۲۴/۶۲	۶۳/۷۳	پسین	۱۲۶/۸۹	۱۸۹/۷۸	۲۴۶/۹۴	۲۱۰/۰۱	۱۶۸/۶۳	۱۱۹/۲۰	۷۹/۱۴	

جدول دوره آماری لایسیتور از ماه اردیبهشت تا ماه آبان می‌باشد ضرایب اصلاحی برای دوره فوق (دوره رویش گیاهی) محاسبه شده است.

جدول (۴) نتایج اختلافات با مقادیر مشاهده‌ای تبخیر و تعرق پتانسیل لایسیمتر در دوره

۷ ماهه اردیبهشت تا آبان ماه

METHOD	BLAN.CR	B.C.FAO1	B.C.FAO2	B.C.SCS	THRWA.	HARGER.	LINACRE	JEN.HAI.	J.H.SAM	MAKING
ERROR(%)	35.03	45.24	58.38	30.89	44.48	20.42	80.05	20.28	121.50	33.89
R.M.S	47.04	53.71	71.20	59.89	90.32	40.99	92.23	43.38	173.45	71.48
RESULTS FOR SAME METHOD WITH CORRECTED COEFFICIENT FOR REGION										
METHOD	BLAN.CR	B.C.FAO1	B.C.FAO2	B.C.SCS	THRWA.	HARGER.	LINACRE	JEN.HAI.	J.H.SAM	MAKING
R	0.83821	0.80077	0.60457	0.81610	0.45895	0.62683	0.58987	0.83198	0.89847	0.8408
ERROR (%)	23.79	30.14	29.81	35.93	51.70	21.47	43.87	27.87	18.09	25.88
R.M.S.	37.79	41.51	41.15	55.18	61.64	39.15	55.44	38.45	30.42	37.27

METHOD	MAKADJ.	TURC	ESTEFNZ	OLIVER	INANVO	OSTROME	PAPADAK	PENMAN	PEN.KAV	PENMANPAO
ERROR(%)	34.84	26.28	22.33	23.17	44.14	65.15	39.28	24.74	21.88	22.34
R.M.S.	47.30	55.96	45.97	45.57	59.31	87.75	74.82	42.48	42.21	41.81
RESULTS FOR SAME METHOD CORRECTED COEFFICIENT FOR REGION										
METHOD	MAKADJ.	TURC	ESTEFNZ	OLIVER	INANVO	OSTROME	PAPADAK	PENMAN	PEN.KAV	PENMANPAO
R	0.83829	0.84611	0.82219	0.33454	0.59228	0.58681	0.80638	0.84329	0.85779	0.88003
ERROR (%)	26.44	28.27	28.47	24.92	44.29	44.90	43.73	28.48	24.81	24.40
R.M.S.	37.68	38.84	39.44	38.18	55.83	58.35	55.10	37.24	38.82	35.98

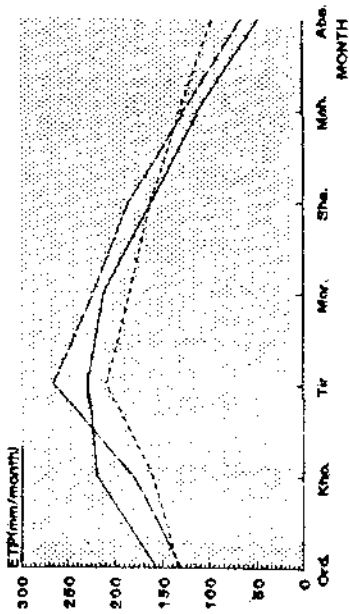
METHOD	PEN.WRI.	VANBAVEL	EVA.PAN1	EVA.PAN2	EVA.PAN3	CHRIS.Pa	CHRI.Pan	CHRIS.RS
ERROR(%)	28.13	38.90	15.95	13.63	23.92	25.54	17.97	28.27
R.M.S.	52.81	78.98	33.82	33.80	47.92	42.21	36.79	50.90
RESULTS FOR SAME METHOD CORRECTED COEFFICIENT FOR REGION								
METHOD	PEN.WRI.	VANBAVEL	EVA.PAN1	EVA.PAN2	EVA.PAN3	CHRIS.Pa	CHRI.Pan	CHRIS.RS
R	0.77534	0.87388	0.089555	0.39801	0.89141	0.82390	0.89023	0.81830
ERROR (%)	29.97	22.17	15.81	15.38	15.98	28.28	16.85	28.31
R.M.S.	43.78	33.72	30.83	30.77	31.40	38.27	31.58	39.83

جدول (۵): اولویت بندی مدل‌های مورد استفاده در کل دوره

اولویت بندی مدلها در کل دوره		اولویت بندی مدلها با دخالت ضرائب منطقه‌ای برای کل دوره	
نام مدل	شماره اولویت	نام مدل	شماره اولویت
طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ ارائه شده توسط کانکا	۱	طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ ارائه شده توسط پروت و همکاران	۱
کریستینسن و هارگریوز با استفاده از طشتک تبخیر	۲	جنسن و هیز اصلاح شده توسط سامانی و پسرکللی	۲
طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ ارائه شده توسط پروت و همکاران	۳	طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ ارائه شده توسط کانکا	۳
هارگریوز	۴	طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ رابطه (۳)	۴
جنسن و هیز	۵	کریستینسن و هارگریوز با استفاده از طشتک تبخیر	۵
پنمن اصلاح شده توسط FAO	۶	وان بیول	۶
پنمن اصلاح شده توسط کانکا و جنسن	۷	هارگریوز	۷
کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع برون زمینی	۸	پنمن اصلاح شده توسط FAO	۸
استفنز	۹	پنمن اصلاح شده توسط کانکا و جنسن	۹
پنمن	۱۰	بلانی کربدل	۱۰
اولیویر	۱۱	تورک	۱۱
طشتک تبخیر با ضریب $K_p$ رابطه (۳)	۱۲	پنمن	۱۲
بلانی کربدل	۱۳	مک کینگ	۱۳
مک کینگ اصلاح شده	۱۴	ارلیویر	۱۴
کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع رسیده به سطح زمین	۱۵	مک کینگ اصلاح شده	۱۵
تورک	۱۶	جنسن و هیز	۱۶
پنمن رایت	۱۷	کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع برون زمین	۱۷
بلانی کربدل اصلاح شده توسط SCS	۱۸	استفنز	۱۸
بلانی کربدل اصلاح شده توسط FAO با رابطه اصلاحی (۱)	۱۹	کریستینسن و هارگریوز با استفاده از تشعشع رسیده به سطح زمین	۱۹
مک کینگ	۲۰	بلانی کربدل اصلاح شده توسط FAO با رابطه اصلاحی (۲)	۲۰
ایوانف	۲۱	بلانی کربدل اصلاح شده توسط FAO با رابطه اصلاحی (۱)	۲۱
بلانی کربدل اصلاح شده توسط FAO با رابطه اصلاحی (۲)	۲۲	پنمن رایت	۲۲
وان بیول	۲۳	بلانی کربدل اصلاح شده توسط SCS	۲۳
پاپاداکیس	۲۴	پاپاداکیس	۲۴
نورث وایت	۲۵	لیناکر	۲۵
اوسترومکی	۲۶	ایوانف	۲۶
لیناکر	۲۷	اوسترومکی	۲۷
جنسن و هیز اصلاح شده توسط سامانی و پسرکللی	۲۸	تورث وایت	۲۸

**BLANEY-CRIDDLE METHOD**

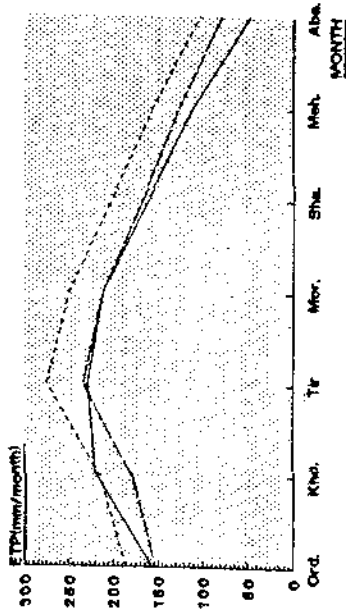
— LYCIMETR    - - - - BLANCRIDDL    - - - - CORRECTED



**BLANEY-CRIDDLE METHOD ADJUSTMENT**

**BY FAO1**

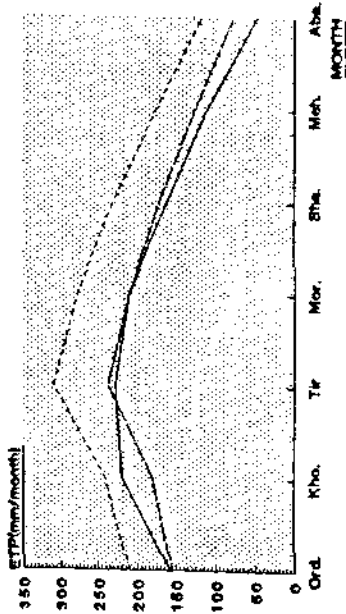
— LYCIMETR    - - - - BLANCRIDDL    - - - - CORRECTED  
FAO1



**BLANEY-CRIDDLE METHOD ADJUSTMENT**

**BY FAO2**

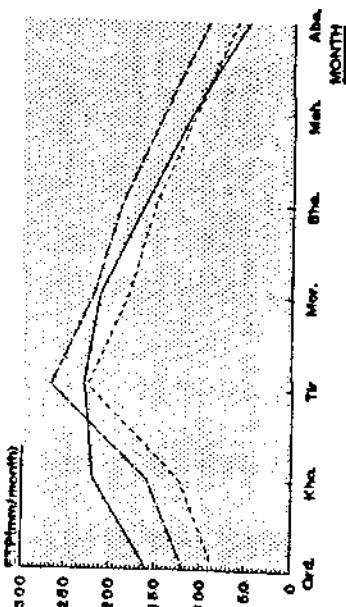
— LYCIMETR    - - - - BLANCRIDDL    - - - - CORRECTED  
FAO2



**BLANEY-CRIDDLE METHOD ADJUSTMENT**

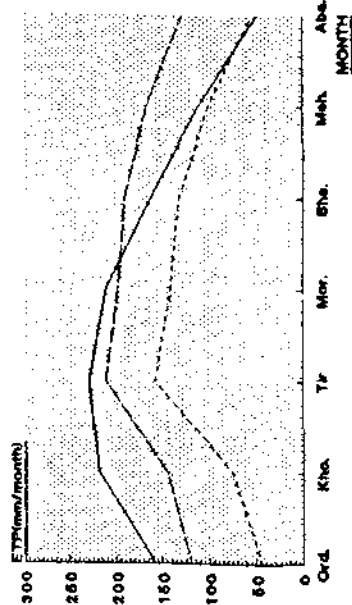
**BY SCS**

— LYCIMETR    - - - - BLANCRIDDL    - - - - CORRECTED  
SCS



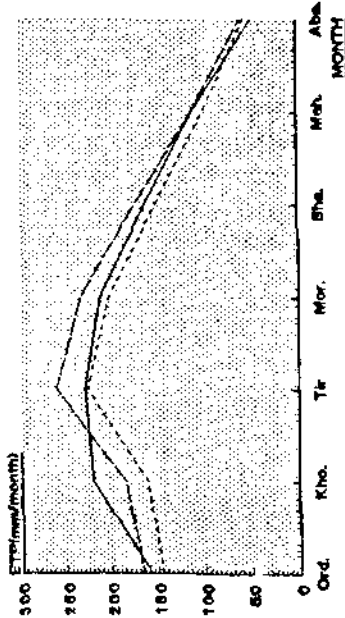
**THORNTHWAITE METHOD**

— LYCIMETR    - - - - THORNTHWA    - - - - CORRECTED



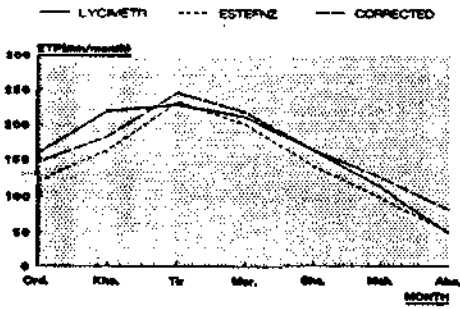
**HARGERAVES METHOD**

— LYCIMETR    - - - - HARGERAVES    - - - - CORRECTED

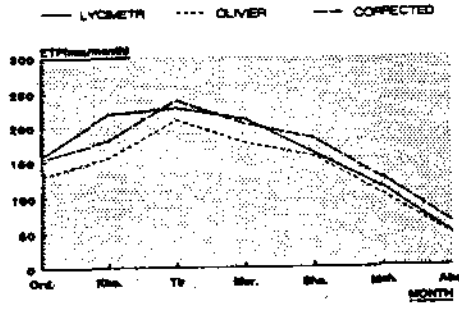


شکل ۱۱ : نمودار مقسومت شمسور و شمسور مقاسمن طاسر مشاهدر و ولادوسر سوزدر و رور و سولطاسر و اوجاندر ادر ادر سلسله

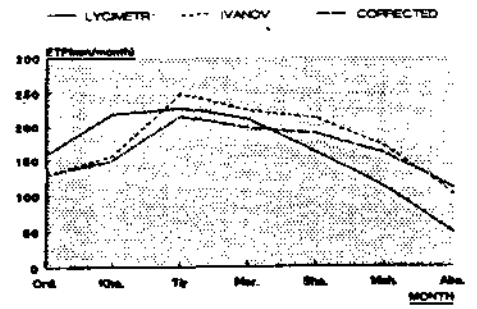
**ESTEFNZ METHOD**



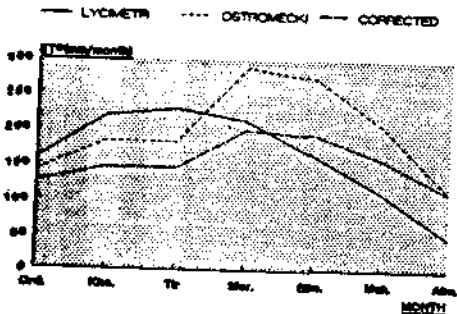
**OLIVIER METHOD**



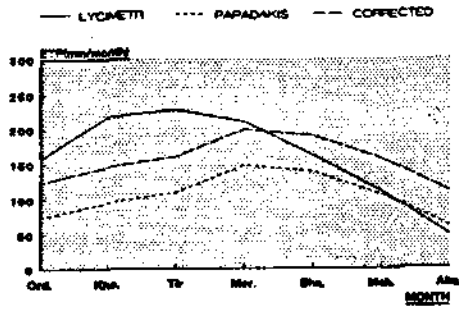
**IVANOV METHOD**



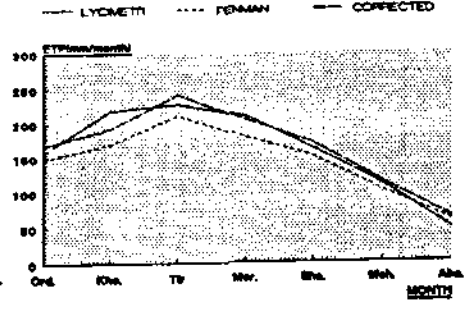
**OSTROMECKI METHOD**



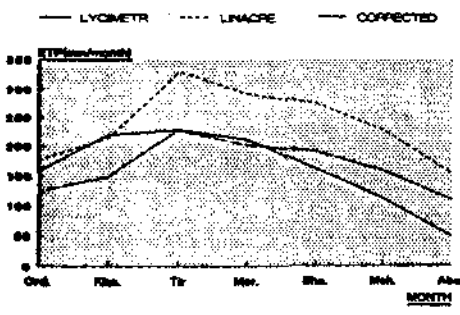
**PAPADAKIS METHOD**



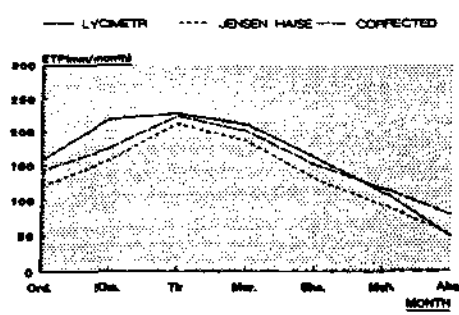
**PENMAN METHOD**



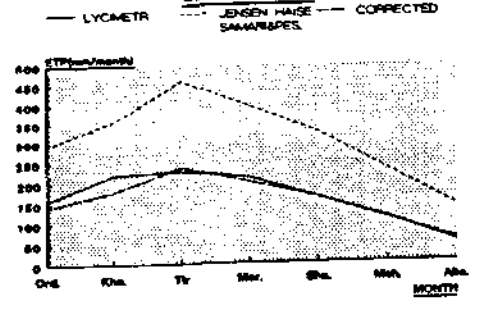
**LINACRE METHOD**



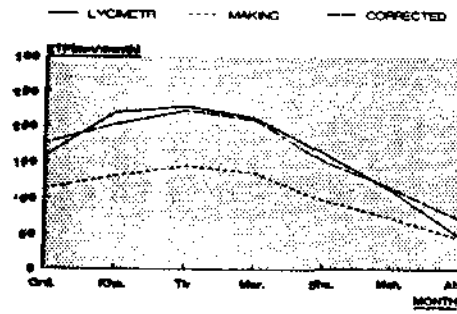
**JENSEN HAISE METHOD**



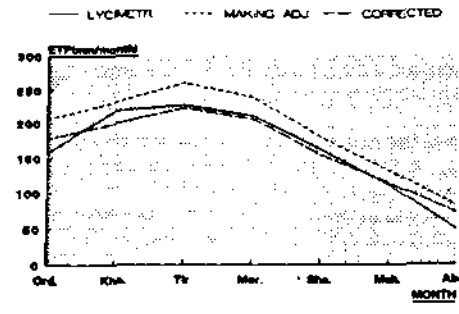
**JENSEN HAISE METHOD ADJUSTMENT BY SAMANI&PES.**



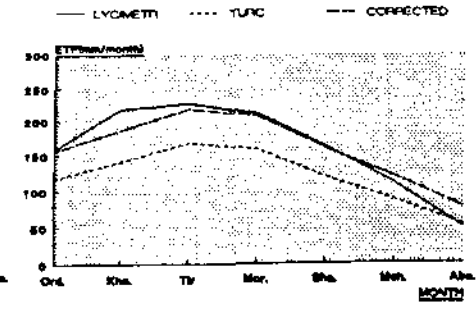
**MAKING METHOD**



**MAKING ADJUSTMENT METHOD**

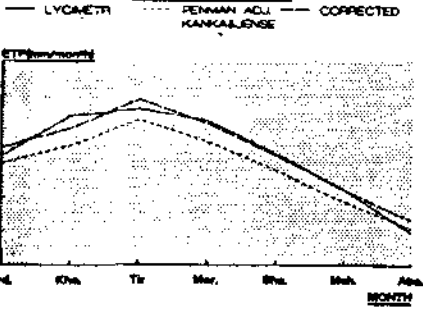


**TURC METHOD**

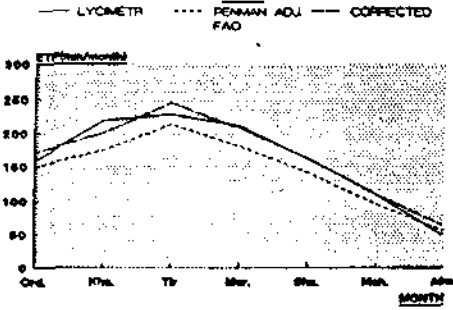




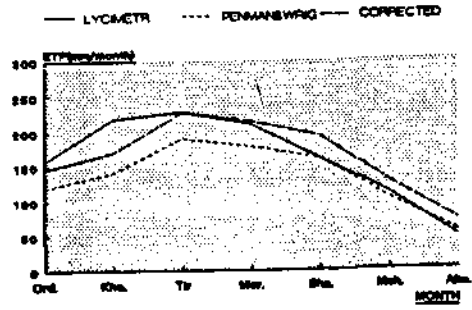
**PENMAN METHOD ADJUSTMENT BY KANKA&JENSEN**



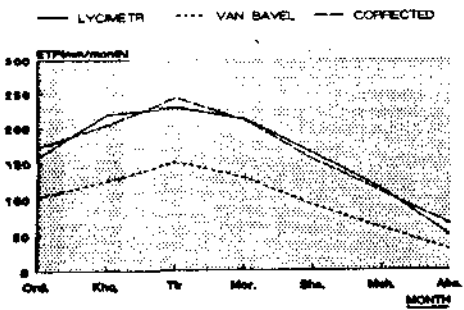
**PENMAN METHOD ADJUSTMENT BY FAO**



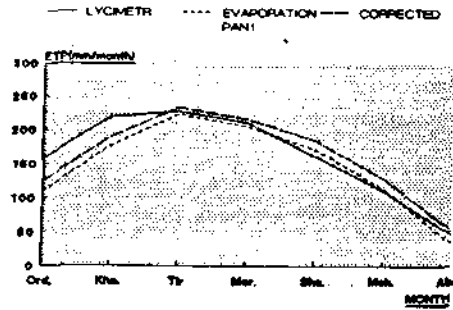
**PENMAN WRIGHT METHOD**



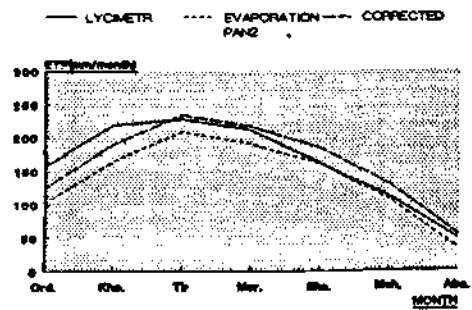
**VAN BAVEL METHOD**



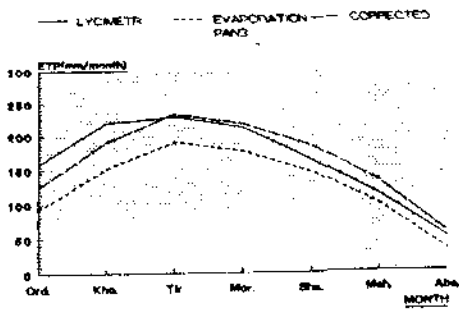
**EVAPORATION PAN1 METHOD**



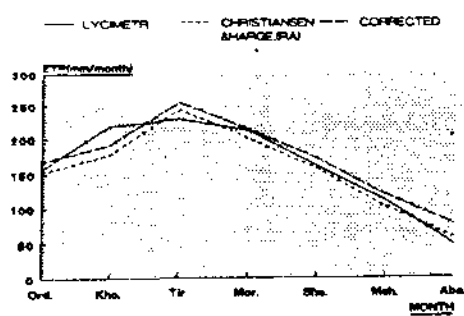
**EVAPORATION PAN2 METHOD**



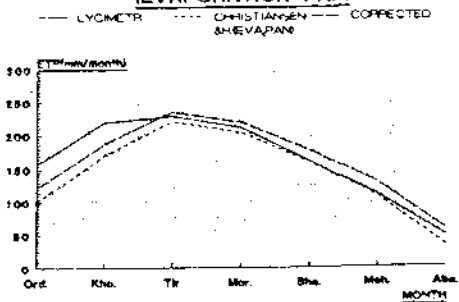
**EVAPORATION PAN3 METHOD**



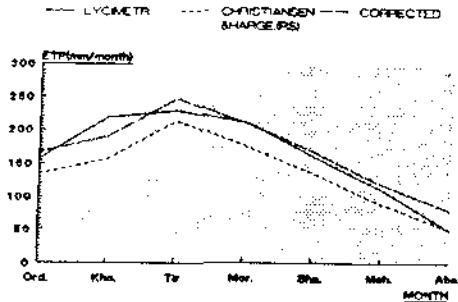
**CHRISTIENSEN&HARGERAVES METHOD (RA)**



**CHRISTIENSEN&HARGERAVES METHOD (EVAPORATION PAN)**



**CHRISTIENSEN&HARGERAVES METHOD (RS)**



## **ABSTRACT :**

Calculation of crop water requirements is one the most important necessities for any model of Irrigation and Drainage, and it is necessary to evaluate potential evapotranspiration in the area. Since there are several models for evaluation of potential evapotranspiration depending on weather conditions and other characters in different parts of the world, thus they present different results for different areas of our country.

In order to determine the best model for Urmia region, We've compared the results of different models With Lysimeter potential evapotranspiration values and the following models have been selected respectively :

Cuenca's evaporation pan model with  $K_p$  coefficient and Christiansen and Hargreaves, model utilizing evaporation pan.