

## بررسی ضرایب تشتک تبخیر و تعیین ضریب گیاهی از مزارع چمن و یونجه در ایستگاه کشاورزی کرکج دانشگاه تبریز

سعید جهانبخش<sup>۱</sup>، محمد رضا نیشابوری<sup>۲</sup> و ابوالفتح مرادی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز، آگروه خاکشناسی دانشگاه تبریز، مرکز مطالعات آب و خاک استان هرمزگان  
تاریخ دریافت: ۸۱/۶/۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۱۶

### چکیده

به منظور تعیین و ارزیابی ضرایب تشتک تبخیر کلاس A در شرایط مختلف نصب و همچنین مقایسه با مقادیر توصیه شده توسط فائو (FAO Kp)، یک تشتک در داخل مزرعه چمن مطابق با شرایط توصیه شده توسط فائو و دو تشتک دیگر در مزرعه یونجه در دو ارتفاع ۵۰ و ۸۰ سانتی متر نصب گردید و مقادیر تبخیر روزانه از آنها اندازه گیری شد. تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET<sub>0</sub>) نیز به روش بیلان آبی محاسبه گردید. مقایسه ضرایب تشتکها، وجود اختلاف معنی دار بین مقادیر ارتفاع ۵۰ سانتی متر (Kp<sub>50</sub>) نسبت به ارتفاع ۸۰ سانتی متر (Kp<sub>80</sub>) را نشان می دهد. اما اختلاف Kp<sub>50</sub> با ضرایب تشتک از زمین چمن (Kpg) معنی دار نیست. بنابراین، استفاده از تشتک در ارتفاع ۵۰ سانتی متری مزرعه یونجه برای برآورد ET<sub>0</sub> قابل توصیه است. از طرفی چون متوسط فائو Kp کمتر از Kpg می باشد، بنابراین انتخاب رقم ۰/۶۷ توصیه شده به جای ۰/۷۷ محاسبه شده باعث می شود که تبخیر- تعرق در حدود ۱۲ درصد کمتر از مقدار واقعی آن برآورد شود. مقادیر ضرایب گیاهی (Kc) محاسبه شده بیش از مقادیر توصیه شده توسط فائو بوده و همخوانی بهتر مقادیر تبخیر- تعرق به دست آمده از روش های آب و هوایی با مقادیر اندازه گیری شده نسبت به روش تشتک تبخیر کلاس A تأییدی بر عدم همخوانی این ضرایب برای منطقه مورد مطالعه می باشد.

۱۲۵



واژه های کلیدی: تبخیر، تعرق، ضریب تشتک، ضریب گیاهی، چمن، یونجه

### مقدمه

سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (فائو) برای محاسبه نیاز آبی گیاه یک روش سه مرحله ای پیشنهاد کرده است: تعیین تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET<sub>0</sub>)، تعیین ضریب گیاهی (Kc) و تعیین اثر شرایط محلی و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه (دورنباس<sup>۱</sup>، ۱۹۷۷). برای تعیین تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET<sub>0</sub>) روش های متعددی

وجود دارد که از جمله آنها استفاده از تشتک تبخیر کلاس

A می باشد. در این روش از معادله زیر استفاده می شود:

$$ET_0 = Kp \cdot Ep \quad [1]$$

در رابطه فوق Kp ضریب تشتک تبخیر و Ep تبخیر از تشتک می باشد. با استفاده از تشتک های تبخیر می توان مقادیر تبخیر اندازه گیری شده را با به کار بردن ضرایب تشتک محاسبه شده برای هر منطقه به تبخیر- تعرق گیاه مرجع و آنگاه به تبخیر- تعرق واقعی گیاه ربط داد (http,

(میلی‌متر)،  $D$  مقدار آب زهکشی شده از منطقه ریشه (میلی‌متر) و  $\Delta SW$  تغییر در ذخیره آب خاک (میلی‌متر) است. مقادیر تبخیر-تعرق از لایسی‌متر زهکش‌دار موجود در مزرعه یونجه بر آورد شده است. با توجه به کم عمق بودن ریشه چمن و وجود لایه متراکم و فشرده آهکی در عمق ۵۰ تا ۸۰ سانتی‌متری (ابراهیمی پاک، ۱۳۷۲) و همچنین اندازه‌گیری رطوبت خاک تا عمق ۱۷۰ سانتی‌متری، امکان انجام زهکشی در زیر این عمق عملی نبوده و یا مقدار آن بسیار ناچیز بوده است. مقادیر تبخیر-تعرق با روش‌های آب و هوایی (پنمن اصلاح شده، رابطه ۳) (پرویت<sup>۷</sup>، ۱۹۶۸)، (پنمن-مانتیس رابطه ۴) (http, 2002, B) و بلینی-کریدل اصلاح شده (رابطه ۵) (مایر، ۱۹۸۷) نیز محاسبه شده است.

$$ET_0 = C[\Delta / (\Delta + \gamma) \cdot Rn + \gamma / (\Delta + \gamma) (0.27) (1 + 0.01 U_v)] \quad [3]$$

$$ET_0 = [0.408 \Delta (Rn - G) + \gamma (900 / T + 273) U_v (es - ea)] / [\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_v)] \quad [4]$$

$$ET_0 = C[S(0.416 T + 8.13)] \quad [5]$$

$C$  یک ضریب اصلاحی است که تابعی از عوامل هواشناسی بوده و بصورت زیر محاسبه می‌شود (آلن، ۱۹۹۱):

$$C = 0.718 + 0.0028(RH_{max}) + 0.018(Rs) - 0.068(U_v d) + 0.013(Ud/Un) + 0.0097(U_v d) \quad [6]$$

در فرمول‌های فوق  $\Delta$  شیب منحنی تغییرات فشار بخار اشباع نسبت به دما (میلی‌بار بر درجه سانتی‌گراد)،  $\gamma$  ضریب سایکرومتری (میلی‌بار بر درجه سانتی‌گراد)،  $cp$  گرمای ویژه هوای مرطوب در فشار ثابت،  $P$  متوسط فشار هوا (میلی‌بار)،  $\lambda$  گرمای نهان تبخیر (کالری بر گرم)،  $Rn$  تابش خالص در سطح گیاهی بر حسب معادل مقدار آب تبخیری (میلی‌متر در روز)،  $U_v$  سرعت باد دسر ارتفاع ۲ متری (متر در ثانیه)،  $d$  سرعت باد روزانه،  $es$  فشار بخار اشباع در میانگین دمای روزانه هوا (میلی‌بار)،  $ea$  فشار

(A, 2002). مقدار  $Kp$  به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشتک بستگی دارد. فائو با توجه به عوامل فوق، مقدار این ضریب را بین ۰/۳۵ تا ۰/۸۵ تعیین کرده است. در رابطه با تعیین مقدار  $Kp$  از تشتک تبخیر کلاس A تحت شرایط گیاه مرجع تحقیقات زیادی صورت گرفته است که در اغلب آنها مقادیر  $Kp$  از مقادیر توصیه شده توسط فائو متفاوت‌تر است (دایلی<sup>۱</sup>، ۱۹۷۲؛ میوکامال<sup>۲</sup>، ۱۹۷۷؛ مایر<sup>۳</sup>، ۱۹۸۷؛ آرونسن<sup>۴</sup>، ۱۹۸۷؛ کارو<sup>۵</sup>، ۱۹۹۵ و شریعتی، ۱۳۷۱). مقادیر  $Kp$  برای تشتک تبخیر کلاس A نصب شده در مزرعه یونجه از نسبت تبخیر-تعرق گیاه یونجه به تبخیر از تشتک تعریف شده است (آرونسن، ۱۹۸۷). مقادیر گزارش شده برای  $Kp$  تحت شرایط مذکور نیز متفاوت است (استن‌هیل<sup>۶</sup>، ۱۹۶۱؛ نیشابوری، ۱۹۷۶؛ مالک، ۱۳۵۹؛ مالک، ۱۳۶۰ و سجادی، ۱۳۷۴). در این تحقیق با ایجاد شرایط توصیه شده توسط فائو  $Kp$ ‌های توصیه شده با داده‌های اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

تاریخ انجام این آزمایش از ۲۱ تیر تا ۲۸ مهرماه سال ۱۳۷۹ بوده است. در این تحقیق یک تشتک تبخیر کلاس A در مزرعه چمن و دو عدد دیگر در مزرعه یونجه در دو ارتفاع ۵۰ و ۸۰ سانتی‌متری نصب گردید و مقادیر تبخیر روزانه از آنها اندازه‌گیری شده است. تبخیر-تعرق از چمن به عنوان گیاه مرجع ( $ET_0$ ) از رابطه ۲ محاسبه شده است:

$$ET = I + P - D \pm \Delta SW \quad [2]$$

در فرمول فوق  $ET$  تبخیر-تعرق گیاه درون لایسی‌متر (میلی‌متر)،  $I$  عمق آب آبیاری (میلی‌متر)،  $P$  مقدار بارندگی

- 1 - Dilly
- 2 - Mukammal
- 3 - Mayer
- 4 - Aronson
- 5 - Carrow
- 6 - Stanhill



آنجایی که معادله ۷ از طریق رگرسیون بین  $Kp$  های فائو و سرعت باد، رطوبت نسبی و شرایط زمین و پوشش گیاهی احاطه کننده تشک تبخیر به دست آمده و همبستگی بالایی با  $Kp$  های فائو نشان می‌دهد ( $r^2 = 0.98$ )، بنابراین مقادیر حاصل از این معادله تحت عنوان  $Kp$  های فائو نامیده می‌شوند. در جدول ۲ مقادیر هفتگی  $Kp_{80}$ ،  $Kp_{50}$ ،  $Kp_{pg}$  و فائو (فائو  $Kp$ ) نشان داده شده‌اند.

**مقایسه های بین  $Kp_{80}$ ،  $Kp_{50}$  و  $Kp_{pg}$ : به جز در**

دوره‌های دوم و سوم مقادیر  $Kp_{pg}$  همواره بیش از  $Kp_{80}$  بوده است. کاهش مقدار آبیاری در دوره‌های مذکور منجر به کاهش تبخیر- تعرق از چمن گردیده و باعث ایجاد گرمای موضعی در طراف تشک شده است و در نهایت با افزایش  $ET_g$  نسبت به  $ET_{80}$  موجب کاهش  $Kp_{pg}$  نسبت به  $Kp_{80}$  در دو دوره مذکور شده است. در دوره چهارم علت کاهش محسوس  $Kp_{50}$  و  $Kp_{80}$  نسبت به  $Kp_{pg}$  افزایش تبخیر از تشک‌های نصب شده در مزرعه یونجه می‌باشد. بیشتر بودن  $Kp_{pg}$  نسبت به  $Kp_{80}$  در بقیه دوره‌ها و همچنین بیشتر بودن  $Kp_{pg}$  نسبت به  $Kp_{50}$  در دوره هفتم به علت وقوع ادوکسیون شدیدتر و همچنین بیشتر بودن سرعت باد در مزرعه یونجه رخ داده است. در دوره‌های دهم تا دوازدهم علت نزدیک شدن مقادیر  $Kp_{50}$  به  $Kp_{80}$ ، افزایش ارتفاع یونجه و در نتیجه کاهش سرعت باد در مزرعه یونجه بوده است. بیشتر بودن مقادیر  $Kp_{50}$  نسبت به  $Kp_{80}$  در تمام دوره‌ها به علت افزایش مقادیر  $ET_{80}$  رخ داده است که ناشی از بالاتر بودن سرعت باد در ارتفاع ۸۰ سانتی‌متری نسبت به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری است. در دوره‌های بعد از برش یونجه مقدار  $Kp_{50}$  به  $Kp_{80}$  نزدیکتر شده است که علت آن نزدیکتر شدن نیمرخ‌های سرعت باد در بالای تشک‌های این دو ارتفاع می‌باشد. با توجه به این که اختلاف بین مقادیر  $Kp_{80}$  و  $Kp_{50}$  معنی‌دار بوده اما اختلاف بین مقادیر  $Kp_{50}$  و  $Kp_{pg}$  معنی‌دار نیست، بنابراین اگر هدف برآورد تبخیر- تعرق فصلی باشد، برای برآورد  $ET_0$

بخار واقعی هوا (میلی بار)،  $es-ea$  کمبود فشار بخار اشباع (میلی بار)،  $S$  متوسط درصد روزانه مجموع ساعت‌های روشنایی در طول ماه (آلن<sup>۱</sup>، ۱۹۹۱)،  $T$  میانگین دمای روزانه هوا (درجه سانتی‌گراد)،  $G$  جریان حرارتی خاک، برحسب معادل مقدار آب تبخیری (میلی‌متر در روز)،  $RH_{max}$  رطوبت نسبی حداکثر (در صد)،  $U_d / U_n$  نسبت سرعت باد در روز به سرعت باد در شب (متر در ثانیه) و  $Rs$  تابش خورشیدی، برحسب معادل آب تبخیری (میلی‌متر در روز) است.

## نتایج و بحث

بررسی مقادیر تبخیر از تشک‌های کلاس A: مقادیر هفتگی تبخیر از تشک‌ها و تبخیر- تعرق گیاه مرجع در جدول ۱ نشان داده شده است.

در طول آزمایش مقادیر  $Ep_{80}$  همواره بیش از  $Ep_{50}$  بوده است. این امر ناشی از مصون ماندن تشک ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری در مقابل عوامل تشدید کننده تبخیر است. بیشترین مقادیر  $ET_0$  و  $Ep_{pg}$  در دوره سوم و بیشترین مقادیر  $Ep_{80}$  و  $Ep_{50}$  در دوره پنجم اتفاق افتاده که علت آن وقوع ادوکسیون بوده است. شدت گرفتن قدرت تبخیرکنندگی اتمسفر در دوره سوم (۶۷/۹ میلی‌متر) همراه با احتمال زهکشی در همین دوره باعث افزایش  $ET_0$  شده است.

بررسی ضرایب تشک تبخیر از زمین چمن فائو ( $Kp_{pg}$ ) و مزرعه یونجه ( $Kp_{80}$  و  $Kp_{50}$ ) برای محاسبه مقادیر  $Kp$  توصیه شده توسط فائو از معادله ۷ استفاده شده است (اشنایدر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۲):

$$K = 0.482 + 0.024 \ln(F) - 0.00376U + 0.0045H \quad [v]$$

در فرمول فوق  $K$  مقدار پیش بینی شده برای  $Kp$ ،  $F$  فاصله تشک از لبه پوشش گیاهی (متر)،  $U$  میانگین سرعت باد روزانه در ارتفاع ۲ متری (کیلومتر در روز) و  $H$  میانگین درصد رطوبت نسبی هوای روزانه است. از



جدول ۱- مقادیر هفتگی تبخیر اندازه‌گیری شده از تشتکهای کلاس A نصب شده در داخل چمن مطابق با شرایط استاندارد توصیه شده توسط فائو (Epg) و در دو ارتفاع ۵۰ (Ep<sub>50</sub>) و ۸۰ (Ep<sub>80</sub>) سانتی‌متری مزرعه یونجه و تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET<sub>0</sub>) در طول آزمایش (برحسب میلی‌متر).

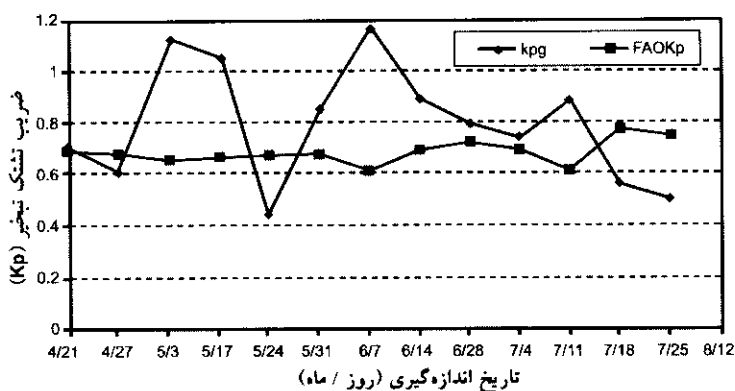
| ردیف | دوره (روز/ماه) | Epg   | E <sub>50</sub> | E <sub>80</sub> | ET <sub>0</sub> |
|------|----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ۱    | ۴/۲۷ - ۴/۲۱    | ۵۸/۳۸ | ۵۶/۷۰           | ۶۲/۰۲           | ۴۰/۰۴           |
| ۲    | ۴/۲۸ - ۵/۰۳    | ۵۹/۶۴ | ۵۳/۱۳           | ۵۶/۴۹           | ۳۶/۶۱           |
| ۳    | ۵/۰۱ - ۵/۴۰    | ۶۷/۹۰ | ۵۱/۱۷           | ۵۹/۳۶           | ۷۶/۳۰           |
| ۴    | ۵/۱۷ - ۵/۱۱    | ۶۲/۵۸ | ۵۵/۸۶           | ۶۰/۷۹           | ۵۴/۲۵           |
| ۵    | ۵/۲۴ - ۵/۱۸    | ۵۶/۹۸ | ۷۶/۶۵           | ۷۸/۶۸           | ۵۵/۴۴           |
| ۶    | ۵/۰۳ - ۵/۲۵    | ۵۸/۶۶ | ۶۷/۴۸           | ۶۸/۰۴           | ۳۵/۸۴           |
| ۷    | ۶/۰۷ - ۶/۱۰    | ۶۰/۹۰ | ۶۴/۸۲           | ۶۷/۶۲           | ۵۴/۱۸           |
| ۸    | ۶/۱۴ - ۶/۸۰    | ۵۸/۱۰ | ۶۲/۴۴           | ۶۷/۰۴           | ۶۴/۰۵           |
| ۹    | ۶/۲۱ - ۶/۱۵    | ۴۱/۰۲ | ۳۴/۵۲           | ۴۱/۵۸           | ۳۷/۱۷           |
| ۱۰   | ۶/۲۸ - ۶/۲۲    | ۳۷/۳۱ | ۳۵/۰۰           | ۳۸/۶۴           | ۲۷/۷۲           |
| ۱۱   | ۷/۰۴ - ۶/۲۹    | ۳۶/۶۸ | ۳۶/۶۱           | ۴۲/۰۷           | ۳۰/۹۴           |
| ۱۲   | ۷/۰۱ - ۷/۵۰    | ۳۳/۴۶ | ۳۳/۵۳           | ۳۸/۸۵           | ۲۶/۹۵           |
| ۱۳   | ۷/۱۸ - ۷/۱۲    | ۳۰/۳۸ | ۳۰/۴۵           | ۳۴/۳۰           | ۱۶/۳۸           |
| ۱۴   | ۷/۲۵ - ۷/۱۹    | ۲۵/۸۳ | ۳۲/۳۴           | ۳۵/۳۵           | ۱۰/۳۶           |
| ۱۵   | جمع            | ۶۸/۸۰ | ۶۹/۷۰           | ۷۵/۸۰           | ۵۶/۲۰           |

جدول ۲- مقادیر هفتگی ضریب تشتک تبخیر کلاس A برای تشتک داخل قطعه چمن با شرایط استاندارد توصیه شده توسط فائو (Kpg) و رشتک‌های مزرعه یونجه در دو ارتفاع ۵۰ (Ep<sub>50</sub>) و ۸۰ (ET<sub>80</sub>) سانتی‌متر و Kp های توصیه شده توسط فائو (فائو KP) \*

| ردیف | دوره (روز/ماه) | Kpg  | Kp <sub>50</sub> | Kp <sub>80</sub> | FAO Kp |
|------|----------------|------|------------------|------------------|--------|
| ۱    | ۴/۲۷ - ۴/۲۱    | ۰/۶۸ | ۰/۷۱             | ۰/۶۴             | ۰/۶۷   |
| ۲    | ۴/۲۸ - ۵/۰۳    | ۰/۶۱ | ۰/۶۹             | ۰/۶۵             | ۰/۶۷   |
| ۳    | ۵/۰۱ - ۵/۱۷    | ۰/۸۷ | ۰/۹۷             | ۰/۸۹             | ۰/۶۶   |
| ۴    | ۵/۱۸ - ۵/۲۴    | ۰/۹۷ | ۰/۷۲             | ۰/۷۰             | ۰/۶۶   |
| ۵    | ۵/۲۵ - ۵/۳۱    | ۰/۶۱ | ۰/۵۳             | ۰/۵۳             | ۰/۶۸   |
| ۶    | ۶/۰۷ - ۶/۱۰    | ۰/۸۹ | ۰/۸۴             | ۰/۸۰             | ۰/۶۱   |
| ۷    | ۶/۱۴ - ۶/۸۰    | ۱/۱۰ | ۱/۰۲             | ۰/۹۴             | ۰/۶۸   |
| ۸    | ۶/۲۱ - ۶/۱۵    | ۰/۹۱ | ۰/۹۹             | ۰/۸۹             | ۰/۷۱   |
| ۹    | ۶/۲۲ - ۶/۲۸    | ۰/۷۴ | ۰/۷۹             | ۰/۷۲             | ۰/۷۶   |
| ۱۰   | ۷/۰۴ - ۶/۲۹    | ۰/۸۴ | ۰/۸۴             | ۰/۷۴             | ۰/۶۹   |
| ۱۱   | ۷/۰۱ - ۷/۵۰    | ۰/۸۱ | ۰/۸۰             | ۰/۶۹             | ۰/۷۸   |
| ۱۲   | ۷/۱۸ - ۷/۱۲    | ۰/۵۴ | ۰/۵۴             | ۰/۴۸             | ۰/۷۲   |
| ۱۳   | ۷/۲۵ - ۷/۱۹    | ۰/۴۰ | ۰/۳۲             | ۰/۲۹             | ۰/۷۵   |

\* از ۴ تا ۱۰ مرداد ماه وقوع زهکشی به علت انجام آبیاری سنگین باعث شده است که مقدار Kp به صورت غیر واقعی بالا رود، لذا این دوره از جدول حذف شده است.





شکل ۱- تغییرات هفتگی ضرایب تشک تبخیر استاندارد (Kpg) و محاسبه شده با مقادیر پیشنهادی فائو (فائو Kp).

مقایسه ضریب گیاهی یونجه (Kc) با ضرایب گیاهی پیشنهادی فائو (فائو Kc): ضریب گیاهی، ارایه دهنده مجموعه‌ای از چند ویژگی است که گیاه مورد نظر را از چمن مرجع تفکیک می‌کند. این ویژگی‌ها عبارتند از: ارتفاع گیاه، آلبو از سطح خاک- گیاه، مقاومت تاج گیاهی و تبخیر از خاک (C, 2002, http). برای تعیین ضریب گیاهی از معادله ۸ استفاده می‌شود:

$$Kc = ET_{p_i} / ET_0 \quad [8]$$

در فرمول فوق  $ET_{p_i}$  تبخیر- تعرق گیاه یونجه اندازه‌گیری شده از لایسی متر (میلی‌متر) و  $ET_0$  تبخیر- تعرق گیاه مرجع (چمن) اندازه‌گیری شده به روش بیلان آبی است (میلی‌متر). در این مطالعه برای تعیین ضرایب گیاهی توصیه شده توسط فائو با توجه به جدول ۳ مقادیر حداقل و حداکثر Kc مشخص گردیده است. تغییرات ضریب گیاهی محاسبه شده (Kc) و توصیه شده توسط فائو (فائو Kc) در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به اینکه در این تحقیق نیز نظیر سایر گزارش‌های مشابه (مالک، ۱۳۶۰؛ دایلی، ۱۹۷۲؛ مایر، ۱۹۸۷؛ آلن، ۱۹۹۱؛ کارو، ۱۹۹۵)، مقادیر ضریب گیاهی (Kc) (برای یونجه) بیش از مقادیر توصیه شده فائو (Kc فائو) برآورد شده‌اند، بنابراین برای تخمین دقیق‌تر نیاز آبی گیاه توصیه می‌شود بجای استفاده از ضرایب تشک و ضرایب گیاهی پیشنهادی فائو از مقادیر به‌دست آمده برای همان منطقه استفاده شود.

پیشنهاد می‌شود به جای نصب تشک در داخل چمن از تشک نصب شده در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری یونجه استفاده شود.

مقایسه Kpg با مقادیر پیشنهادی فائو (فائو Kp): شکل ۱ تغییرات مقادیر Kp، Kpg و فائو (فائو Kp) را در طول آزمایش نشان می‌دهد.

به‌طور کلی، در دوره‌های گرم (از شروع آزمایش تا ۱۱ مهر) مقادیر Kpg بیش از فائو Kp بوده ولی در دوره‌های خنکتر (۱۱ تا ۲۵ مهر) که کاهش دمای هوا با افزایش مقاومت روزنه‌ای در گیاهان همراه است (رزنبرگ، ۱۹۸۲) کمتر از آن است. علت بیشتر بودن Kpgهای محاسبه شده در دوره‌های گرم (که کم و بیش پدیده آدوکسیون نیز در منطقه حاکم بوده است) نسبت به فائو Kp دقیقاً روشن نیست زیرا قاعدتاً باید تحت شرایط آدوکسیون مقدار Kpg کاهش یابد (پرویت، ۱۹۶۸). وجود این تفاوت‌های چشمگیر در تحقیقات دیگری نیز گزارش شده است (شریعتی، ۱۳۷۱؛ آرونسن، ۱۹۸۷؛ میوکامال، ۱۹۷۷). با توجه به متوسط رقم محاسبه شده Kp برای این دوره (۰/۷۷)، انتخاب رقم ۰/۶۷ توصیه شده توسط فائو باعث می‌شود تبخیر- تعرق کل ۱۲ درصد کمتر از مقدار واقعی آن برآورد شود.

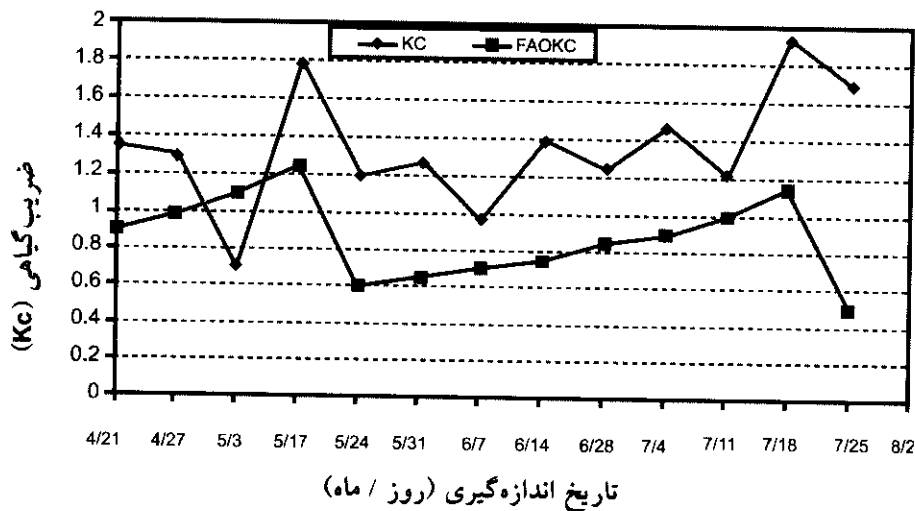
1- Rosenberg



جدول ۳- مقادیر Kc یونجه، علف، شبدر و مرتع (دورنباس، ۱۹۷۷).

| شرایط هوا<br>↓          | نوع گیاه ←                         | یونجه                | علف                  | شبدر                 | مرتع                 |
|-------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| مرطوب                   | Kc متوسط                           | ۰/۸۵                 | ۰/۸۰                 | ۱/۰۰                 | ۰/۹۵                 |
| نسیم ملایم تا باد متوسط | Kc حداکثر<br>Kc حداقل*             | ۱/۰۵<br>۰/۵۰         | ۱/۰۵<br>۰/۶۰         | ۱/۰۵<br>۰/۵۵         | ۱/۰۵<br>۰/۵۵         |
| خشک                     | Kc متوسط                           | ۰/۹۵                 | ۰/۹۰                 | ۱/۰۵                 | ۱/۰۰                 |
| نسیم ملایم تا باد متوسط | Kc حداکثر<br>Kc حداقل*             | ۱/۱۵<br>۰/۴۰         | ۱/۱۰<br>۰/۵۵         | ۱/۱۵<br>۰/۵۵         | ۱/۱۰<br>۰/۵۰         |
| باد شدید                | Kc متوسط<br>Kc حداکثر<br>Kc حداقل* | ۱/۰۵<br>۱/۲۵<br>۰/۳۰ | ۱/۰۰<br>۱/۱۵<br>۰/۵۰ | ۱/۱۰<br>۱/۲۰<br>۰/۵۵ | ۱/۰۵<br>۱/۱۵<br>۰/۵۰ |

\*در شرایط خاک خشک (در شرایط مرطوب مقادیر به نسبت ۳۰٪ افزایش می‌یابد. متوسط (در حین چیدن)، حداکثر (قبل از چیدن)، حداقل (بعد از چیدن).



شکل ۲- تغییرات ضرایب گیاهی یونجه محاسبه شده از رابطه ۹ (Kc) و پیشنهادی فانو (فانو Kc).

۱۳۰



روش بلینی- کریدل اصلاح شده برآورد می‌شوند. این مطلب توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است (سجادی، ۱۳۷۴؛ دورنباس، ۱۹۷۷). روش بلینی- کریدل، تبخیر- تعرق را فقط حدود ۳ درصد بیش از روش پنمن- مانتیس برآورد می‌کند. همخوانی بهتر مقادیر تبخیر- تعرق به دست آمده از روش‌های آب و هوایی نسبت به روش تشک تبخیر کلاس A با استفاده از ضرایب توصیه شده فانو نیز تأییدی بر عدم همخوانی این ضرایب برای منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مقایسه روش‌های برآورد تبخیر- تعرق گیاه مرجع ( $ET_0$ ): میزان کل تبخیر- تعرق محاسبه شده برای گیاه مرجع با روش‌های مورد استفاده در جدول ۴ نشان داده شده است.

مقادیر  $ET_0$  با روش‌های پنمن اصلاح شده ۲۷ درصد، بلینی- کریدل اصلاح شده ۱۱ درصد و پنمن- مانتیس ۷/۵ درصد بیش از روش بیلان آبی و با روش تشک تبخیر ۱۷ درصد کمتر از روش مذکور برآورد شده است. مقادیر تبخیر- تعرق با استفاده از روش پنمن اصلاح شده ۱۸ درصد بیش از روش پنمن- مانتیس و ۱۵ درصد بیش از

جدول ۴- مقادیر کل تبخیر- تعرق محاسبه شده برای گیاه مرجع (چمن) در مدت آزمایش با روشهای مختلف.

| روش   | مقدار تبخیر- تعرق (میلی متر) |
|---|------------------------------|
| پنمن اصلاح شده توسط فانو                              | ۷۲۳/۸                        |
| بلینی- کریدل اصلاح شده توسط فانو                      | ۶۳۱/۸                        |
| پنمن- ماتیس   | ۶۱۳/۳                        |
| تشنگ تبخیر کلاس A با استفاده از Kp های توصیه شده فانو | ۴۷۱/۹                        |
| بیلان آبی   | ۵۷۰/۸                        |

### منابع

۱. ابراهیمی پاک، ن.ع. ۱۳۷۲. "برآورد تبخیر- تعرق گیاهان و تعیین نیاز آبی گندم پاییزه با استفاده از لایسی متر". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۲. سجادی، ح. ۱۳۷۴. "اندازه گیری تبخیر- تعرق برای یونجه توسط لایسی متر و مقایسه با مدل های مختلف برآورد تبخیر- تعرق در منطقه کرکج تبریز". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
۳. شریعتی، م. ر.ع. ا. صباغ فرشی، م. اسماعیلی آذر و م. معصومی. ۱۳۷۱. "بررسی تبخیر- تعرق پتانسیل یونجه به عنوان گیاه مرجع با استفاده از لایسی متر"، گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات خاک و آب کرکج. صفحات ۱۸۲-۱۷۸.
۴. مالک، ا. و.ع. سیاسخواه. ۱۳۶۰. "بررسی ادوکسیون در منطقه باجگاه"، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱۲، شماره های ۱ تا ۴، صفحات ۴۴-۲۹.
۵. مالک، ا. و. م. جوان. ۱۳۵۹. "اثرات آب و هوا و مقدار آب خاک بر روی ضریب گیاهی یونجه در منطقه باجگاه"، نشریه علمی و تحقیقاتی سازمان هواشناسی کشور (نیوار)، صفحات ۸-۲.
6. Allen, R.G., and W.O. Pruitt. 1991. FAO-24 reference evapotranspiration factors. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 117(5):758-733.
7. Aronson, L.J., A.J. Gold, R.J. Hull, and Cisar. 1987. Evapotranspiration of cool season turfgrass in the humid Northeast. Agron. J. 79: 901-905.
8. Carrow, R.N. 1995. Drought resistance aspect of turfgrass in the Southeast: Evapotranspiration and crop coefficients. Crop Sci. 35: 1685-1690.
9. Dilley, A.C., and W. Shepherd. 1972. Potential evaporation from pasture and potatoes at Aspendale. Agric. Meteorology 10: 283- 300.
10. Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1977. Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No.24, (rev.) FAO, Rome, Italy, 144p.
11. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e04.htm>, November 2002, (A).
12. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e06.htm>, November 2002, (B).
13. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0a.htm>, November 2002, (C).
14. Mayer, J. L., and V.A. Gibeault. 1987. Turfgrass performance when under irrigated. Applied Agric. Res. 2(2): 117-119.
15. Mukammal, E.I, and H.H. Neuman. 1977. Application of the Priestley - Taylor evaporation model to assess the influence of soil moisture on the evaporation from a large weighing lysimeter and class A pan. Boundary layer meteorology 12: 243-256.
16. Neyshabouri, M.R. 1976. Predicting evapotranspiration for water management and maximum crop production., M.S. Thesis. University of Nevada.
17. Pruitt, W.O., and F.J. Laurence. 1968. Correlation of climatological data with water requirements of crops. Water Science & Engineering Paper No. 9001, Dept. of Water Science and Engineering, University of California.
18. Rosenberg, N.J., L.B. Blaine, and S.B. Verma. 1982. Microclimate: The Biological Environment. A Wiley - Interscience Publication, John Wiley & Sons, U.S.A.
19. Snyder, R.L. 1992. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversion. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 118(6): 977-980.
20. Stanhill, G. 1961. A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. Israel J. of Agric. Res. 11:3-4.



---

---

## **Investigation of pan – and determination of plant – coefficients from grass and alfalfa fields in the Karkaj agricultural station of Tabriz University**

**<sup>1</sup>S. Jahanbakhsh, <sup>2</sup>M.R. Neyshaburi and <sup>3</sup>A. Moradi**

<sup>1</sup>Department of Physical Geography, Tabriz University, <sup>2</sup>Department of Pedology, Tabriz University, <sup>3</sup>Water and Soil Research Center of Hormozgan Province, Bandar Abbas, Iran.

---

---

### **Abstract**

In order to study the effects of field conditions on pan coefficient (KP), three classes a pans were installed at a grass field according to FAO standards, and in an alfalfa field at 50 and 80cm elevation. Weekly evapotranspiration from grass ( $ET_0$ ) were also computed using water balance equation. Evaporation from the three pans ( $E_{pg}$ ,  $E_{p_{50}}$  and  $E_{p_{80}}$ ) was measured every day. Comparing weekly average values of pan coefficients from alfalfa field ( $K_{pg}$ ) and  $K_p$  values computed by FAO method indicated that this method under-predicts the pan coefficients by about 12%. Comparing  $K_{p_{50}}$  and  $K_{p_{80}}$  values indicated significant variation between them, whereas the variation between  $K_{pg}$  and  $K_{p_{50}}$  values was not significant. Because of the similarity of  $K_{p_{50}}$  to  $K_{pg}$  values during most of the weekly periods and their average, one may use class A pan records installed at an alfalfa field to computer  $ET_0$  by applying  $K_{p_{50}}$  values as determined in this investigation. In this study crop coefficients ( $K_c$ ) of alfalfa were determined by using evapotranspiration amounts. Several empirical equations were also used for calculation of evapotraspiration to compare with the results obtained by the water balance and evaporation pan methods.

**Keywords:** Evapotran spiration; Pan Coefficient; Plant coefficient; Grass; Alfalfa

