

## بررسی ادوکسیون<sup>۱</sup> در منطقه باجگاه

اسماعیل مالک وعلیرضا سپاسخواه

بترتیب استادیار و دانشیار بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ وصول بیست و هشتم تیرماه ۱۳۶۰

### چکیده

بمنظور بررسی ادوکسیون یا انتقال افقی گرمای محسوس در منطقه باجگاه، محل دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، از روش لیسیمتری استفاده شده است که در آن مقادیر روزانه دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد، تشعشع خورشیدی رسیده به زمین، ساعات آفتابی، تبخیر از تشتک کلاس A و تبخیر و تعرق از لیسیمترهای نوع تعادل آبی در طی سال زراعی ۱۳۵۲-۱۳۵۱ در وسط یک مزرعه ۴ هکتاری یونجه اندازه گیری گردید. مقایسه مقدار تخمینی تبخیر و تعرق پتانسیل (ETP) حاصله از روش لیسیمتری با تشعشع خالص (Rn) نشان می دهد که نسبت  $\frac{ETP}{Rn}$  در ماههای اردیبهشت لغایت شهریور بیشتر از واحد می باشد که این امر وجود ادوکسیون را در منطقه ثابت می کند.

با استفاده از آمار ۱۳ ساله منطقه باجگاه، مقادیر ETP با روش پنمن (واسنجی شده برای محل) و تشتک کلاس A محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که همبستگی بین ETP محاسبه شده بوسیله این دو روش در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه بین ETP محاسبه شده بوسیله تشتک کلاس A و ETP حاصله از لیسیمتر نشان می دهد که مقدار ETP حاصله از روش تشتک بین ۱۲ تا ۴۴ درصد و یا بطور متوسط ۲۵ درصد کمتر برآورد شده است. با توجه به وجود ادوکسیون در منطقه، ضرایب ماهیانه ای برای تبدیل مستقیم تبخیر از تشتک کلاس A به ETP گیاه مرجع (یونجه) در محل باجگاه ارائه شده است.

### مقدمه

گرما از نواحی مجاور نیز در ترمین انرژی بیشتر برای تبخیر و تعرق نقش مهمی ایفا می کند. در یک منطقه وسیع فاریاب، اراضی اطراف ممکن است بصورت آیش و یا پوشیده از گیاهان بومی باشد. هرگاه محدوده اشرا دوکسیون از ۲۰ متر (۱۶) تا ۲۰۰

در مناطق مرطوب، حداکثر مقدار تبخیر و تعرق، بوسیله تشعشع خالص تعیین می گردد؛ اما در مناطقی با اقلیم زیر مرطوب تا خشک علاوه بر تشعشع خالص، ادوکسیون یا انتقال افقی

چغندر قند را در ماه های گرم قریب به ۱/۸ برابر تبخیر از تشتک کلاس A محاسبه نمودند. مالک (۱۱) با استفاده از لیسیمتر در باجگاه، محل دانشکده کشاورزی شیراز، مقدار ETP را در مرداد ماه ۱/۸۵ برابر  $R_n$  در همان ماه بدست آورد. در ایران بخصوص در چهار ماه گرم تیر تا مهر، اِدوکسیون منطقه ای قسمت عمده کشور را فرا می گیرد و شدت آن بحدی است که نسبت تبخیر و تعرق بدست آمده از تشتک کلاس A به انرژی تشعشعی خالص در بعضی از نقاط به ۳ برابر نیز می رسد (۴).

روشهایی مثل پنمن، تشتک و بیلان انرژی با استفاده از نسبت بوون<sup>۶</sup> در شرایطی که اِدوکسیون وجود دارد، دارای حساسیت کافی نبوده و مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل را ۳۰-۴۰ درصد کمتر از ETP اندازه گیری شده بوسیله لیسیمتر برآورد می کنند (۱۰). برای رفع این نقیصه، بخصوص در روش بیلان انرژی با استفاده از نسبت بوون، پژوهشگران زیادی از جمله لنگ (۱۲)، ورما و همکاران (۱۸)، وبریک و همکاران (۷) مطالعه نموده و با اصلاح نسبت بوون و ارائه فرمولهایی، مقدار اِدوکسیون محلی و منطقه ای را محاسبه نموده اند.

در این تحقیق با استفاده از لیسیمترهای نوع تعادل آبی، که در وسط یک مزرعه ۴ هکتاری یونجه قرار داده شدند، مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل یونجه در سال زراعی ۱۳۵۱-۵۲ در منطقه

متر (۸) از حاشیه مزرعه تغییر کند، به آن اِدوکسیون محلی<sup>۱</sup> یا اثر مرزی<sup>۲</sup> گویند و هرگاه با توجه به رعایت این فاصله، انتقال گرمای محسوس از هوا به مزرعه در سطح وسیع انجام گیرد، آنرا اِدوکسیون منطقه ای<sup>۳</sup> یا اثر واحه ای<sup>۴</sup> نامند (۱۴) برای اجرای دقیق و با صرفه پروژه های آبیاری در هر محل، دانستن وجود یا عدم وجود اِدوکسیون امری ضروری بنظر می رسد. بطور کلی هرگاه مقدار تخمینی تبخیر و تعرق پتانسیل ETP در طول مدت یک هفته یا بیشتر، زیادتر از مقدار تشعشع خالص ( $R_n$ ) بشود، این امر دلیل بر وجود اِدوکسیون در منطقه می باشد (۷). محققین زیادی از جمله عبدالعزیز و همکاران (۵)، روزنبرگ (۱۵)، هنکس و همکاران (۱۰)، لنگ (۱۲)، ورما و همکاران (۱۸)، وبریک و همکاران (۷) درباره تخمین مقدار اِدوکسیون مطالعه نموده اند. روزنبرگ (۱۵) با استفاده از یک لیسیمتر در گریت پلینز<sup>۵</sup> آمریکا، مقدار تبخیر و تعرق اندازه گیری شده یونجه ای را که خوب آبیاری می شد، دو برابر مقدار حاصل از انرژی تشعشعی بدست آورد و نشان داد که انرژی مازاد بوسیله اِدوکسیون گرمای محسوس از مناطق خشک مجاورت تامین شده است. سپاسخواه و رئیسی (۲) با استفاده از روش بیلان آبی در ایستگاه تحقیقاتی کوشک و وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، مقدار آب مصرفی روزانه

1-Local advection

2-Border or clothes-line effect

3-Large scale or regional advection 4-Oasis effect

5-Great plains

6-Bowen ratio

با جگاه اندازه گیری شد و پس از مقایسه با تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمده بوسیله روشهای پنمن و تشتک کلاس A و مقدار  $R_n$ ، وجود ادوکسیون ثابت و سپس مقدار ادوکسیون منطقه ای به ازاء هر ماه تخمین زده شد. با توجه به آمار ۱۳ ساله هواشناسی محل، روشی برای محاسبه مستقیم تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (یونجه) با استفاده از داده های تشتک کلاس A در ماههای مختلف برای منطقه باجگاه ارائه می گردد.

مواد و روشها

این تحقیق در یک مزرعه یونجه ۳ ساله به مساحت ۴ هکتار واقع در باجگاه (۴۶° ۲۹' عرض جغرافیایی شمالی، ۳۸° ۵۲' طول جغرافیایی شرقی و ۱۸۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع در ۱۸ کیلومتری شمال شرقی شیراز)، محمل

دانشکده کشاورزی، انجام گرفت. لیسیمترهای از نوع تعادل آبی در وسط مزرعه نصب شده و لوله های زیرزمینی متصل به کف شیب دار آنها، آب مازاد را به ظرفهای مدرج واقع در یک اطاقک زیرزمینی نزدیک به لیسیمترها انتقال می داد. ب منظور سهولت در امر انتقال آب مازاد، یک لایه ۱۰ سانتیمتری شن درشت که حدود ۵ سانتی متر ماسه نرم روی آن قرار داشت در کف لیسیمترها ریخته شد و د لوله آلومینیومی تا عمق ۱۲۰ سانتیمتری در لیسیمتر بزرگ و یک لوله تا عمق ۷۰ سانتیمتری در لیسیمتر کوچک نصب گردید. متوسط عمق لیسیمترهای بزرگ و کوچک به ترتیب ۱۷۰ و ۷۰ سانتیمتر بود. خصوصیات خاک درون لیسیمترها که همانند خصوصیات خاک مزرعه است، در جدول ۱ نشان داده شده است. تراکم و رشد گیاه درون لیسیمترها همانند

جدول ۱- بعضی از خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه مورد آزمایش

سرعت نهائی نفوذ آب به داخل خاک (سانتیمتر در ساعت)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	ظرفیت مزرعه (درصد وزنی)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	* بافت	عمق خاک (سانتیمتر)
۱/۲۲	۱۷/۰	۲۵/۸	۱/۵۹	سیلتی رسی	۱۲۰-۶۰
	۱۵/۳	۲۴/۷	۱/۵۲	لیمونی رسی لوم	۶۰-۱۵
	۱۵/۶	۲۴/۰	۱/۴۶	رسی لوم	۱۵-۰

\* = بافت خاک در لایه های مختلف به هم نزدیک است و اختلاف بین ارقام مربوط به ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی مربوط به اختلاف ساختمان خاک است.

زمانی بین دو نمونه برداری متوالی بر حسب روز می باشد. مقدار درصد حجمی آب خاک در لیسیمتر بزرگ در دو محل متفاوت، اما در یک عمق اندازه گیری شده و سپس متوسط آنها مورد استفاده قرار گرفت. مقدار آب خاک تا عمق ۲۲/۵ سانتیمتری بوسیله نمونه برداری و از ۲۲/۵ تا ۱۱۲/۵ سانتیمتری در لوله های آلومینیومی بوسیله نوترون متر<sup>۳</sup> ساخت کارخانه تروکسلر آمریکا در دوره های ۳-۷ روزانه اندازه گیری شد.

در شرایط عملی، موقعی که مقدار آب موجود در خاک کمتر از ظرفیت مزرعه است، محدودیتی در رشد گیاه و همچنین در میزان تبخیر و تعرق بوجود خواهد آمد. از آنجا که تحقیقات مربوط به تعیین نیازهای آبی گیاهان همواره برای حالت تبخیر و تعرق پتانسیل صادق بوده و نگهداری رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه، کار مشکلی است لذا طبق نظر جنسن و همکاران (۱۱)، می توان با دانستن مقدار آب قابل استفاده (AW) در هر زمان، مقدار تبخیر و تعرق واقعی لیسیمتر (ETA) را به تبخیر و تعرق پتانسیل لیسیمتر (ETP) با استفاده از رابطه ۲ ربط داد. ضریب گیاهی مربوط به دوره رشد گیاه برای دو وضعیت واقعی و پتانسیل برای یک دوره معین از رشد یکسان می باشد: (۲)

$$ETA = K_s \cdot ETP$$

که  $K_s$  فاکتوری است که بمقدار رطوبت خاک بستگی

داشته و از رابطه زیر بدست می آید:

$$K_s = \frac{\ln(AW + 1)}{\ln(101)} \quad (3)$$

گیاه مزرعه بوده است. نتایج آزمایشات سه سال قبل از شروع این تحقیق که بمنظور بررسی عمق تغییرات آب خاک در طی فصل رشد انجام شده نشان داد که قسمت اعظم کاهش مقدار آب خاک تا عمق حدود ۸۰ سانتیمتری در درون لیسیمتر بزرگ و خاک مزرعه اتفاق افتاد (۱). تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که تبخیر و تعرق اندازه گیری شده بوسیله دولیسیمتر کوچک و بزرگ در سطح ۱ درصد احتمال خیلی بهم پیوسته اند (به قسمت بعد مراجعه گردد). لذا در این تحقیق، اندازه گیری مربوط به تغییرات آب خاک تا عمق ۱۱۲/۵ سانتی متری در داخل لیسیمتر بزرگ بکار رفته است. با استفاده از جدول ۱، عمق آب قابل نگهداری (اختلاف بین عمق آب در حد ظرفیت مزرعه<sup>۱</sup> و نقطه پژمردگی<sup>۲</sup>) برابر ۱۵/۸۳ سانتیمتر برای ۱۱۲/۵ سانتیمتری خاک بدست می آید.

تبخیر و تعرق واقعی (ETA) لیسیمتر بر حسب میلی متر در روز با استفاده از رابطه زیر اندازه گیری گردید (۶).

$$ETA = \left[ I + P - D + \sum_{i=1}^n \left( \frac{1 - \theta_i}{100} \right) \Delta S_i \right] \div \Delta t \quad (1)$$

که در آن I، P، D به ترتیب عبارتنه از عمق آب آبیاری، مقدار بارندگی و زهکشی بر حسب میلی متر، n تعداد دلایه های خاک (۸ لایه برای این تحقیق، ۱۵-۲۲/۵، ۲۰-۲۲/۵ و ۱۵-۱۵ سانتیمتر<sup>۳</sup> از ۲۲/۵ تا ۱۱۲/۵ سانتیمتر)،  $\theta_1$  و  $\theta_2$  به ترتیب درصد حجمی آب خاک در زمانهای ۱ و ۲ نمونه برداری،  $\Delta S_i$  ضخامت هر لایه بر حسب میلی متر و  $\Delta t$  فاصله

1- Field capacity

2- Wilting point

3- Neutron soil moisture probe

4- Troxler Electronic Laboratories

مقدار  $AW$  با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌گردد:

$$AW = ((d - d_{wp}) - (d_{fc} - d_{wp})) \times 100 \quad (4)$$

که  $d$  عمق آب موجود در لایه خاک بر حسب میلی‌متر،  
 $d_{fc} = 436/9$  و  $d_{wp} = 278/6$  بترتیب اعماق آب  
 در حد ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی بر حسب  
 میلی‌متر می‌باشند. وقتی  $AW$  صفر باشد  $ETa$  نیز صفر  
 می‌گردد. جدول ۲ مقادیر  $I$ ،  $P$ ،  $ETp$ ،  $AW$ ،  
 $Ks$  و  $ETp$  را در طی دوره آزمایش (۱۹/۱۲/۵۱ لغایت  
 ۴/۸/۵۲) نشان می‌دهد. آبیاری موقعی  
 انجام می‌گرفت که قریب به ۵۵ درصد آب قابل

جدول ۲- مقادیر  $I$ ،  $P$ ،  $ETa$ ،  $AW$ ،  $Ks$  و  $ETp$  در طی دوره آزمایش (۱۹/۱۲/۵۱ لغایت ۴/۸/۵۲)

ماه	$I$ (میلی‌متر)	$P$ (میلی‌متر)	$ETa$ (میلی‌متر)	$AW$ (درصد)	$Ks$	$ETp$ (میلی‌متر)
اسفند <sup>۱</sup>		۳	۸	۵۷	۰/۸۸	۹
فروردین	۱۱۸ (۱) <sup>۲</sup>	۲۲	۱۱۹	۶۰	۰/۸۹	۱۳۴
اردیبهشت	۱۳۳ (۱)		۱۷۵	۶۰	۰/۸۹	۱۹۷
خرداد	۲۰۹ (۲)		۲۳۰	۵۴	۰/۸۷	۲۶۳
تیر	۴۱۸ (۳)		۳۰۱	۴۷	۰/۸۴	۳۵۸
مرداد	۲۳۶ (۲)	۸	۲۲۹	۴۳	۰/۸۲	۳۶۵
شهریور	۲۶۸ (۲)		۲۲۰	۴۷	۰/۸۴	۲۶۲
مهر	۹۱ (۱)		۹۵	۷۶	۰/۹۳	۱۰۱
آبان <sup>۳</sup>			۹	۷۶	۰/۹۴	۱۰
متوسط				۵۸	۰/۸۸	
کل	۱۴۷۳	۴۳	۱۴۵۶			۱۶۹۹

۱- در طی ۱۰ روز آخر اسفند

۲- ارقام داخل پرانتز برای بردفاعات آبیاری می‌باشد.

۳- در طی ۴ روز اول آبان

تجزیه و تحلیل روشهای مختلف برآورد  
 تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه نشان می‌دهد که  
 روشهای دمائی تورنتویت (۱۷) و بلینی-کریدل  
 (۹) مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل را به ترتیب  
 خیلی کم و کم و روش تشعشی جنسن - هیز (۱۱)  
 این مقدار را، در مقایسه با تبخیر و تعرق

نگهداری در لیسیمتری مزرعه تا عمق ۱۲/۵  
 سانتیمتری مصرف می‌شد و وقتی که ۱۰ درصد گلهای  
 یونجه در مزرعه بازمی‌شد، عمل برداشت انجام  
 می‌گرفت. در طی آزمایش جمعا " ۱۲ آبیاری  
 به صورت نواری انجام شد و ۶ چین محصول  
 برداشت گردید.

واقعی بخا در متوسط دمای روزانه. جدول ۳، داده‌های جوی و مقدار  $E_{Tp}$  را در طی دوره آزمایش نشان می‌دهد. مقدار  $G$  از دمای هوا تخمین زده می‌شود (۶).

تبخیر از تشتک کلاس A ( $E_p$ ) در وسط مزرعه در ایستگاه هواشناسی اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه این تشتک حداقل ۱۰۰ متر از کنار مزرعه فاصله داشت، و با در نظر گرفتن داده‌های جوی (سرعت باد، متوسط رطوبت نسبی) مقدار ماهیانه ضریب تشتک ( $C_{et}$ ) در طی دوره آزمایش محاسبه و با استفاده از رابطه زیر مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل بر اساس داده‌های تشتک کلاس A محاسبه گردید (۹، ۶) که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

$$E_p = C_{et} \times E_{Tp} \quad (6)$$

#### نتایج و بحث

بمنظور حصول اطمینان از داده‌های لیسیمتر بزرگ، رابطه این داده‌ها با داده‌های لیسیمتر کوچک در طی دوره آزمایش از طریق رگرشن بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد که بین داده‌های دولیسیمتر از نظر آماری در سطح یک درصد احتمال، همبستگی خیلی معنی دار وجود دارد. این رابطه در شکل ۱ نشان داده شده است.  $E_{Tp}$  ماهیانه لیسیمتر بزرگ و  $R_n$  محاسبه شده برای شرایط محلی با جگه در طی آزمایش (۵۲-۱۳۵۱) و طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۵۸، که آمار هواشناسی آن برای منطقه موجود بوده در جدول ۵ ارائه شده

پتانسیل حاصل از روش پنمن (۶) تشتک کلاس A ولیسیمتر، زیرا دبر آورد می‌کنند (۳). بهمین سبب روشهای پنمن و تشتک کلاس A برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در این تحقیق بکار برده شده است.

بمنظور برآورد مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در طی دوره آزمایش، فاکتورهای زیر در یک ایستگاه هواشناسی واقع در وسط مزرعه اندازه‌گیری شد. سرعت باد در ارتفاع دو متری ( $U_p$ ) بوسیله بادسنج فنجان‌ی، رطوبت نسبی ( $RH$ ) و دما ( $T$ ) بوسیله رطوبت و دما نگار، ساعات حقیقی آفتابی ( $n$ ) بوسیله آفتاب نگار<sup>۱</sup> کمپیل-استوکز<sup>۲</sup>، تشعشع خورشیدی رسیده به زمین ( $R_s$ ) بوسیله تشعشع سنج<sup>۳</sup> ساخت کارخانه کیپ وزونن<sup>۴</sup> هلند.

با استفاده از داده‌های جوی، مقدار تبخیر و تعرق گیاه یونجه ( $E_{Tp}$ ) بر حسب کالری بر سانتیمتر مربع در روز با روش پنمن محاسبه گردید (۱۲).

$$E_{Tp} = (\Delta(R_n + G) + 15/267) \quad (5)$$

که در آن  $\Delta$  و  $\gamma$  به ترتیب عبارتند از شیب منحنی فشار بخار اشباع - دما و عدد ثابت سایکرومتر بر حسب میلی بار بر درجه سانتیگراد،  $R_n$  و  $G$  به ترتیب تشعشع خالص و شدت جریان گرمائی خاک،  $U_p$  سرعت باد بر حسب کیلومتر در روز و  $e_a$  و  $e_s$  به ترتیب فشار بخار اشباع و فشار

1- Sunshine recorder

2- Campbell-Stokes

3- Solarimeter

4- Kipp and Zonen

جدول ۳- داده‌های جوی و ETP برای روش پهن در طی دوره آزمایش (از ۵۱/۱۲/۱۹۹۸ لغایت ۵۲/۸/۴)

ETP	G	R <sub>n</sub>	u	RH	T	ماه
میلیمتر	کالری برسانتیمتر	کالری برسانتیمتر	(کیلو متر در روز)	(درصد)	(درجه سانتیگراد)	
در روز	مربع در روز	مربع در روز				
۳۳	۱۷۹	-۱۳	۲۲۶	۴۹	۶/۰	اسفند
۱۲۷	۲۴۱	-۱۹	۱۹۵	۵۱	۱۳/۰	فروردین
۱۷۷	۳۳۵	-۱۱	۲۰۸	۵۰	۱۷/۹	اردیبهشت
۲۲۲	۴۱۹	-۹	۱۷۹	۳۵	۱۹/۹	خرداد
۲۳۱	۴۳۴	-۵	۱۷۲	۳۵	۲۳/۳	تیر
۲۰۸	۳۹۱	+۵	۱۳۴	۴۳	۲۲/۷	مرداد
۱۸۶	۳۵۰	+۱۱	۱۳۹	۳۹	۲۰/۲	شهریور
۱۳۰	۲۵۴	+۱۲	۱۰۹	۳۷	۱۶/۰	مهر
۱۵	۲۱۴	+۱۶	۸۱	۳۵	۱۳/۱	آبان
۱۳۲۹						کل

۱- کالری برسانتیمتر مربع در روز تقسیم بر ۱۰/۱ L ، برابر است با میلیمتر در روز ،  $L = 5950 / 51 T$  .

جدول ۴- مقادیر ضریب تشنگ (Cet) و تبخیر و تعرق پتانسیل ( $ET_p$ )  
بر اساس داده های تشنگ کلاس A در طی دوره آزمایش.

ماه	$E_p$ میلیمتر	Cet	$ET_p$ میلیمتر
اسفند	۴۸	۰/۸	۳۸
فروردین	۱۷۲	۰/۷۵	۱۲۹
اردیبهشت	۲۶۰	۰/۷۵	۱۹۵
خرداد	۳۳۸	۰/۶۵	۲۲۰
تیر	۳۲۶	۰/۷	۲۲۸
مرداد	۲۷۸	۰/۷	۱۹۵
شهریور	۲۸۱	۰/۷	۱۹۷
مهر	۲۰۰	۰/۷	۱۴۰
آبان	۲۰	۰/۷	۱۴
متوسط		۰/۷۲	
کل	۱۹۲۳		۱۳۵۶

۱- ۱۰ روز آخرا سفند

۲- ۴ روز اول آبان



جدول ۵- مقادیر  $ET_p$  حاصله از لیسیمتر و  $R_a$  برای شرایط محلی باجگاه

$\frac{ET_p}{R_n}$	$R_a$	$ET_p$	ماه
	(کالری بر سانتیمتر مربع در روز)	(میلیمتر)	
۱۳۴۶-۵۸	۱۳۴۶-۵۸	۱۳۵۱-۵۲	
۰/۲۱	۲۲۸(۴۲)	۲۲۶(۴۲)	اسفند
۰/۹۲	۲۷۶(۱۴۵)	۲۵۶(۱۳۵)	فروردین
۱/۰۶	۳۵۲(۱۸۶)	۳۳۵(۱۷۷)	اردیبهشت
۱/۱۷	۴۲۶(۲۲۶)	۴۰۲(۲۱۳)	خرداد
۱/۶۵	۴۰۸(۲۱۷)	۳۹۰(۲۰۷)	تیر
۱/۸۰	۳۸۲(۲۰۳)	۳۷۰(۱۹۷)	مرداد
۱/۴۵	۳۴۲(۱۸۱)	۳۱۵(۱۶۷)	شهریور
۰/۷۷	۲۵۷(۱۳۱)	۲۲۳(۱۱۴)	مهر
۰/۸۳	۱۷۲(۱۲)	۱۹۰(۱۳)	آبان

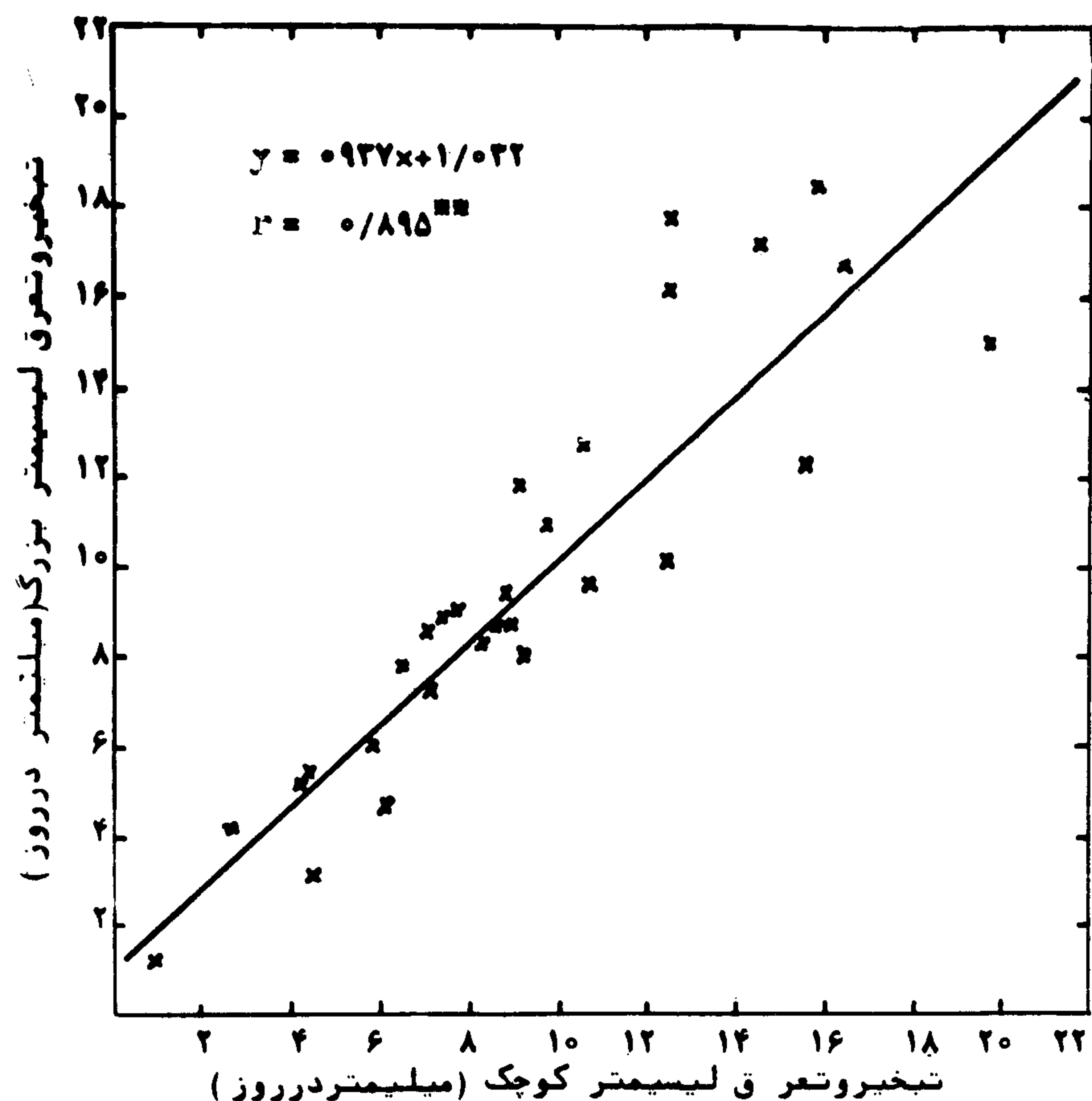
- ۱- دلیل بر وجود ادوکسیون می باشد.  $ET_p > R_n$
- ۲- ارقام  $ET_p$  و  $R_n$  درون پرانتز برای ۱۰ روز آخر اسفند و ارقام مربوط به آبان برای ۴ روز اول آن می باشد.
- ۳- ارقام داخل پرانتز مقدار  $R_n$  را بر حسب میلیمتر نشان می دهند.

است. ارقام ستون آخر جدول ۵ بخوبی نشان می‌دهد که در ماههای اردیبهشت لغایت شهریور اذوکیون در منطقه وجود دارد.

مقایسه تبخیر و تعرق پتانسیل حاصله از تشتک کلاس A، روش پنمن و لیسیمتر در جدول ۶ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که همبستگی بین مقادیر تبخیر و تعرق حاصله از روشهای پنمن و تشتک کلاس A در طی دوره آزمایش با  $r = 0/99$  و سالهای ۵۸-۳۴۶ با  $r = 0/99$  در سطح یک درصد احتمال، معنی دار است. تشتک کلاس A در مقایسه با روش پنمن کاربرد بیشتری داشته و استفاده از آن در اکثر نقاط ایران آسانتر است؛ از این رو در صدسهم انرژی حاصل از اذوکیون در مقایسه با تبخیر و تعرق پتانسیل حاصله از تشتک کلاس A در سالهای

۵۸-۳۴۶ محاسبه شده و نتایج آن در ستون آخر جدول ۶ آورده شده است. ستون آخر جدول ۶ نشان می‌دهد که تشتک کلاس A ماهیانه از ۱۲ تا ۴۴ درصد و بطور متوسط در طی فصل رشد، قریب به ۲۵ درصد، تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه را کمتر برآورد می‌کند.

با توجه به نتایج حاصله می‌توان تحت شرایط این مطالعه، روشی را برای محاسبه تبخیر و تعرق منطقه که اذوکیون همواره از اردیبهشت تا شهریور وجود دارد، پیشنهاد نمود. بر اساس این روش بجای ضرب کردن ضریب ۰/۸ برای ماههای فروردین تا شهریور (که در شرایط بدون اذوکیون و با توجه به آمار ۱۳ ساله در منطقه با جگه بدست آمده است) در مقدار تبخیر ماهیانه تشتک کلاس A، از ضرایب بدست آمده در جدول ۷ استفاده می‌شود.



شکل ۱- رابطه بین تبخیر و تعرق دو لیسیمتر در طی آزمایش

جدول ۶- تبخیر و تعرق پتانسیل در طی دوره آزمون و در سالهای ۱۳۴۶-۵۸

کمتر برآورد شدن (درصد)	لیسیمتر (میلیمتر) ۱۳۵۱-۵۲	روش پنمن (میلیمتر)		روش تشک کلاس A (میلیمتر)	
		۱۳۴۶-۵۸	۱۳۵۱-۵۲	۱۳۴۶-۵۸	۱۳۵۱-۵۲
-	۹	۳۲	۳۳	۳۶	۳۸
۱۲	۱۳۴	۱۱۵	۱۲۷	۱۱۸	۱۲۹
۱۶	۱۹۷	۱۶۱	۱۷۷	۱۶۵	۱۹۵
۱۷	۲۶۴	۲۲۳	۲۲۲	۲۱۸	۲۲۰
۳۲	۳۵۸	۲۲۰	۲۳۱	۲۴۲	۲۲۸
۴۴	۳۶۵	۲۱۱	۲۰۸	۲۰۴	۱۹۵
۲۹	۲۶۲	۱۸۹	۱۸۶	۱۸۵	۱۹۷
-	۱۰۱	۱۲۹	۱۳۰	۱۳۶	۱۴۰
-	۱۰	۱۱	۱۵	۱۱	۱۴
۲۵	۱۷۰۰	۱۲۹۱	۱۳۲۹	۱۳۱۵	۱۳۵۶
				متوسط	
				کل	

۱- درصدی که تبخیر و تعرق پتانسیل حاصله از تشک کلاس A در مقایسه با  $ET_p$  لیسیمتر در طی سالهای ۱۳۴۶-۵۸ کمتر برآورد می شود.

۲- متوسط آما رما هیا نه ر طوبت نسبی و سرعت با ددر طی ۱۳ سال نشان می دهد که ضریب تشک برای تمامها در منطقه با جگه بر ۸/۸ می شد (۳).

جدول ۷- ضرایب تبدیل تبخیر از تشتک کلاس A ( $E_p$ ) به تبخیر و تعرق پتانسیل  $ET_p$  برای منطقه با جگانه

ماه	$E_p$ (میلیمتر)	$ET_p$ (میلیمتر)	$\frac{ET_p}{E_p}$
اسفند	۴۵	۹	-
فروردین	۱۴۸	۱۳۴	۰/۹۱
اردیبهشت	۲۰۶	۱۹۷	۰/۹۶
خرداد	۲۷۳	۲۶۴	۰/۹۷
تیر	۳۰۳	۳۵۸	۱/۱۸
مرداد	۲۵۵	۳۶۵	۱/۴۳
شهریور	۲۳۱	۲۶۲	۱/۱۳
مهر	۱۷۰	۱۰۱	-
آبان	۱۴	۱۰	-

بدین ترتیب با استفاده از لیسومتر نوع تعادل آبی و تشتک کلاس A به سهولت می‌توان در هر منطقه ا دوکسیون را مورد بررسی قرار داده و تبخیر و تعرق اضافی حاصله از اثر آنرا (در صورت وجود) برای هر ماه تعیین و محاسبه نمود.

#### مراجع مورداستفاده

#### REFERENCES

۱- بحرانی، ب. و ا. مالک، ۱۳۵۱. اندازه‌گیری تبخیر و تعرق حقیقی با لیسومتر ثابت و مقایسه آن با تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده با فرمولهای مختلف. کمیته ملی آبیاری و زهکشی نشریه شماره ۸: ۱۷۱-۱۸۱.

۲- سپاسخواه، ع. ر. و ا. ع. رئیسی اردکانی، ۱۳۵۸. تخمین ضریب گیاهی چغندر قند جهت برنامه ریزی آبیاری. گزارش فعالیت‌های مرکز تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز نشریه شماره ۳۵:

۱۶۱-۱۶۷.

۳- مالک ، ا . ۱۳۶۰ . بیلان آبی اقلیمی و نوع اقلیم در منطقه باجگاه . ارائه شده برای چاپ در مجله علوم کشاورزی ایران .

۴- هاشمی ، ف . و م . ت . حبیبیان ، ۱۳۵۹ . بررسی محدودیتهای روشهای معمولی بر آورد تبخیر و تعرق در شرایط ایران و نتایج عملی آن در یک منطقه خشک کشور . ارائه شده در سمینار آب کشور ۲۳۰ صفحه .

5-Abdel-Aziz,M.H ,S.A.Taylor & G.L.Ashcroft.1964.Influence of advective energy on transpiration.Soil Sci.Soc.Am.Proc.Vol.56:139-142.

6-ASCE Technical Committee on Irrigation Water Requirements of the Irrigation and Drainage Division,1973."Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements"American Society of Civil Engineers:215 PP.

7- Brakke,T.W.,S.B.Verma & N.J.Rosenberg.1978.Local and regional components of sensible heat advection. J.Appl.Meteorol.Vol.17: 935-963.

8- Dyer,A.J.& T.V.Crawford .1965.Observations of the modification of the microclimate at a leading edge.Quart.J.Roy.Meteorol.Soc.Vol. 91 : 345-348.

9- FAO.1977.Crop Water Requirements.Irrigation and Drainage Paper 24.Rome:144 PP.

10-Hanks,R.J.,L.H.Allen,Jr.& H.R.Gardner.1971.Advection and evapotranspiration of wide-row sorghum in the Central Great plains. Agron.J.Vol.63:520-527.

- 11-Jensen, M.E., D.C.N. Robb & C.E. Franzoy. 1970. Scheduling irrigation using climate-crop-soil data. J. Irrig. and Drain. Div, Am. Soc. Civ. Engr, Vol. 96: 25-28.
- 12-Lang, A.R. 1973. Measurement of evapotranspiration in the presence of advection, by means of a modified energy balance procedure. Agric Meteorol. Vol. 12: 75-81.
- 13-Malek, E. 1974. Determination of crop coefficient for various formulas of potential evapotranspiration in Badjgah Area. M.Sc. Thesis, Shiraz Univ.: 61PP.
- 14-Mc Ilroy, I.C., & D.E. Angus. 1964. Grass, water and soil evaporation at Aspendale. Agric. Meteorol. Vol. 1 : 201-224.
- 15-Rosenberg, N.J. 1969. Advection contribution of energy utilized in evapotranspiration by alfalfa in the East Central Great Plains (U.S.A.). Agric. Meteorol. Vol. 6 ; 179-184.
- 16-Rosenberg, N.J. 1974. Microclimate: the Biological Environment. John Wiley and Sons, N.Y.: 315 PP.
- 17-Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geograph. Rev. 35-38.
- 18-Verma, S.B., N.J. Rosenberg & B.L. Blad. 1977. Turbulent exchange coefficients for sensible heat and water vapor under advective condition. J. Appl. Meteorol. Vol. 17: 330-338.

## Evaluation of Advection in the Badjgah Area

A.MALEK AND A.SEPASKHAH

Assistant and Associate Professors, respectively.

Irrigation Department, College of Agriculture ,

Shiraz University, Shiraz, Iran.

Received for publication, July 28, 1981 .

## ABSTRACT

For better understanding of the energy balance of the evaporating surface in many parts of the world, it is necessary to know the detailed knowledge of the advection of sensible heat. Lysimetry is one of the reliable approach which can be used for this purpose. Measurements of daily temperature, relative humidity, wind speed, insolation, sunshine hours, class A pan evaporation and evapotranspiration of two water - balance type lysimeters were made in the middle of a four-hectare alfalfa field in Badjgah (College of Agriculture Experiment Station , Shiraz University, located 18 Km north- east of Shiraz) during the growing season of 1972-73. Comparison between estimated potential evapotranspiration (ETP) determined by lysimeters and net radiation (Rn) shows that the ratio of ETP/Rn is greater than unity during the period of May through September. This proves the existence of advection during this period.

Using the thirteen-year climatic data, the values of monthly ETP were computed by Penman (calibrated for the local conditions) and class A pan methods. Statistical results show a highly significant **correlation** between calculated values of ETP obtained by these methods . **Comparison**

between calculated ETP by class A pan and that estimated by lysimeters shows that ETP was underestimated from 12 to 44% (an average value of 25% for the growing season) by class A pan. Considering the existence of advection in the area, new coefficients are presented to relate the class A pan evaporation to the reference crop (alfalfa) ETP in the Badjgah Area.