

## تغییرات زمانی و مکانی ضریب طشتک تبخیر در استان کرمانشاه

مریم احمدی<sup>1</sup>، بهمن فرهادی بانسوله<sup>2</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

2- دکترای آبیاری و زهکشی، استادیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی

### چکیده

تبخیر و تعرق یکی از پارامترهای اساسی در برنامه‌ریزی منابع آب در بخش کشاورزی می‌باشد. تبخیر و تعرق با روش‌های مختلفی از جمله روش پنمن-مانتیث فائو و تبخیر از طشتک، برآورد می‌گردد. در روش طشتک تبخیر مقدار تبخیر و تعرق مرجع ( $ET_0$ ) با ضرب کردن ضریب طشتک در مقدار تبخیر از طشتک برآورد می‌گردد. نیاز به پارامترهای متعدد هواشناسی (از قبیل رطوبت نسبی و سرعت باد) برای محاسبه ضریب طشتک یکی از عوامل محدود کننده استفاده از این روش در برآورد تبخیر و تعرق می‌باشد. در شرایطی که این پارامترهای هواشناسی در دسترس باشد، استفاده از روش‌های دیگر جهت برآورد  $ET_0$  برتری دارد. هدف از مطالعه کنونی تعیین مقادیر ثابت ماهانه و فصلی ضریب طشتک در بخش‌های مختلف استان کرمانشاه می‌باشد. ضریب طشتک از تقسیم  $ET_0$  محاسبه شده (بر اساس داده‌های روزانه هواشناسی) بر میزان تبخیر از طشتک محاسبه گردید. در این مطالعه تغییرات زمانی و مکانی ضریب طشتک با استفاده از آمار روزانه هواشناسی (2009-2000) چهار ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در استان کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار ضریب طشتک فصلی در تابستان کمترین مقدار و در پاییز و بهار مقادیر بالاتری را دارد. ضمناً نتایج بیانگر این بود که مقدار ضریب طشتک با ارتفاع از سطح دریا رابطه معکوس دارد. ضرایب روزانه و ماهانه طشتک تبخیر به دست آمده برای ایستگاه کرمانشاه با ضرایب به دست آمده با روش ارائه شده توسط سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (FAO) مورد مقایسه قرار گرفت. علیرغم اینکه همبستگی بین نتایج روزانه بالا نبود ولی ضرایب ماهانه همبستگی بالایی داشتند ( $R^2 = 0.89$ ).

**کلمات کلیدی:** طشتک تبخیر، ضریب طشتک، تبخیر و تعرق، پنمن مانتیث فائو، کرمانشاه.

### مقدمه

آزاد آب را فراهم می‌کنند (وزیری و همکاران، 1387). در این روش مقدار  $ET_0$  با ضرب مقدار تبخیر از طشتک ( $E_p$ ) در ضریب طشتک ( $K_p$ ) محاسبه می‌گردد. طشتک‌های کلاس A که در ایران بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند از نوع آهن گالوانیزه بوده، دارای قطر چهار فوت و ارتفاع ده اینچ می‌باشند، عمق آب درون طشتک بیست سانتیمتر و طشتک بر روی یک سکوی چوبی<sup>2</sup> به ارتفاع ده سانتیمتر قرار می‌گیرد که با زمین تبادل حرارتی مستقیم نداشته باشد. جهت خنثی نمودن اثر موج ناشی از باد، اندازه‌گیری‌ها درون یک استوانه با قطر ده سانتیمتر انجام می‌شود و در نهایت برای جلوگیری از استفاده پرندگان، سطح طشتک را با توری، می‌پوشانند. تعیین ضریب طشتک یکی از عوامل محدود کننده استفاده از این روش می‌باشد. مقدار ضریب طشتک به

در پهنه جهانی به خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک مانند بخش اعظم کشور ایران، وسعت اراضی آبی رو به افزایش است. برای مدیریت کارآمد آب ضروریست که نیاز آبی محصولات زراعی در طول دوره رویش تعیین شود (زینال‌زاده و همکاران، 1387). نیاز آبی محصولات زراعی از حاصل ضرب مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع ( $ET_0$ ) در ضریب گیاهی مورد نظر محاسبه می‌گردد (دورنباس و پروت، 1977). یکی از روش‌های برآورد  $ET_0$  استفاده از آمار طشتک تبخیر می‌باشد. جنسن (1974) جزء اولین افرادی بود که موضوع بکارگیری مقادیر تبخیر از طشتک را جهت برآورد  $ET_0$  مطرح نمود (ایرماک<sup>1</sup> و همکاران، 2002). در واقع طشتک‌ها، امکان اندازه‌گیری تلفیق اثر تابش، باد، دما و رطوبت منطقه بر تبخیر از سطح

1. Irmak

2. Wooden Platform

نوری محمدیه و همکاران (1388) با استفاده از داده‌های طشتک تبخیر و ضریب آن تبخیر و تعرق مرجع را محاسبه نمودند. در این مطالعه از داده‌های روزانه 20 ایستگاه سینوپتیک کشور جهت تخمین و ارزیابی مقدار مناسب فنج<sup>۳</sup> (شرایط محیطی بالادست در جهت وزش باد) استفاده گردیده است. نتایج نشان‌دهنده این بود که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه مقادیر برآورد شده فنج در دامنه 1/0 تا 1/4 متر قرار داشت و روش اشنایدر بهترین روش جهت برآورد پارامتر فنج تشخیص داده شد.

زینالزاده و همکاران (1387) روش‌های مختلف برآورد ضریب طشتک را برای ایستگاه سینوپتیک ارومیه در یک دوره 5 ساله مورد تحلیل و بررسی قرار دادند. ضریب طشتک برای 6 ماهه اول سال (دوره رشد گیاهان منطقه) و دو فصل بهار و تابستان به روش‌های مختلف محاسبه شد و با ضرب در مقدار تبخیر از طشتک کلاس A مقدار تبخیر و تعرق منطقه برآورد گردید. این مقادیر با مقادیر تبخیر و تعرق مرجع حاصل از مدل پنمن مانیتث فائو توسط تحلیل رگرسیونی مقایسه شد. نتایج نشان داد که روش‌های برآورد ضریب طشتک توسط کیونکا و اشنایدر برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع بهتر عمل نمودند. از تقسیم مقادیر تبخیر و تعرق مرجع به مقادیر تبخیر از طشتک کلاس A نیز مقادیر ثابت ضریب طشتک برای دوره رشد (6 ماهه اول سال) 0/69، فصل بهار 0/66 و تابستان 0/74 محاسبه گردید. بهمنی و همکاران (1385) ضمن مدل‌سازی روش طشتک تبخیر توسط شبکه‌های عصبی مصنوعی، قابلیت این مدل‌ها را در استخراج ضریب طشتک مورد بررسی قرار دادند. مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق از نوع پرسپترون چند لایه با قانون یادگیری پس از انتشار خطا بوده که بر روی آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک هواشناسی طی سال‌های 1990 تا 2000 میلادی اعمال شده است. نتایج بدست آمده توسط این مدل با ضرایب استخراج شده از جداول پیشنهادی فائو

پارامترهای هواشناسی (رطوبت نسبی هوا و سرعت باد) و محیط اطراف طشتک بستگی دارد. تاثیر محیط اطراف طشتک در حالتی که طشتک در زمین بایر است بیشتر از حالتی است که طشتک درون مزرعه گیاهی باشد (آلن و همکاران، 1998). سازمان خواروبار جهانی با استفاده از داده‌های لایسیمتری منطقه دیویس و کالیفرنیا و با استفاده از روش دورنباس و پروت (1977)، مقادیر ضریب طشتک را برای مقادیر طبقه‌بندی شده‌ای از پارامترهای سرعت باد، رطوبت نسبی و فاصله از طشتک ارائه نمودند که بعداً به عنوان یک روش ارزیابی مقادیر  $K_p$  مورد استفاده قرار گرفت (آلن<sup>۱</sup> و پروت، 1991).

به عقیده پیرا<sup>۲</sup> و همکاران (1995) در صورت واسنجی مناسب ضریب طشتک می‌توان از آن به عنوان ابزار کاربردی جهت محاسبه  $ET_0$  بهره جست. شریفیان و قهرمان (1384) تبخیر و تعرق برآورد شده از طشتک تبخیر را با مقادیر  $ET_0$  روش پنمن مانیتث فائو در منطقه گرگان مقایسه و بررسی کردند. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق بهترین روش‌ها برای برآورد تبخیر و تعرق روزانه، ده روزه و ماهانه در منطقه گرگان و سایر مناطق که اقلیم مشابه این منطقه را دارند بدست آمد. امداد و صباغ فرشی (1379) برای منطقه‌ای در اطراف گرگان مقادیر ماهانه  $ET_0$  به دست آمده از لایسیمتر زهکش‌دار را (در یک دوره کوتاه مدت 3 ساله) با تعدادی از روش‌های تجربی از جمله طشتک تبخیر مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش بلانی کریدل و پنمن مانیتث نسبت به سایر روش‌ها نتایج مطلوب‌تری بدست می‌دهند و استفاده از داده‌های طشتک به روش فائو در مراتب بعدی قرار می‌گیرد. علیزاده و همکاران (1379) در منطقه خراسان مقادیر تصحیح شده تبخیر از طشتک را با مقادیر  $ET_0$  روش پنمن مانیتث فائو مورد مقایسه قرار دادند. در این تحقیق به لحاظ اینکه ایستگاه‌های مورد نظر در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند نتایج قابل قبول نبود.

1. Allen  
3. Fetch

2. Pereira

اما این مقدار باید برای هر منطقه تحت شرایط آب و هوایی مختلف کالیبره شود.

علیرغم اینکه ساده‌ترین روش برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع استفاده از طشتک تبخیر است. در حال حاضر از این روش بخصوص در مواردی که دسترسی به آمار هواشناسی جهت برآورد تبخیر و تعرق از روش‌های فائو نباشد زیاد استفاده می‌شود، اما نیاز به پارامترهای متعدد هواشناسی از جمله رطوبت نسبی و سرعت باد برای محاسبه ضریب طشتک باعث محدودیت استفاده از این روش در برآورد تبخیر و تعرق گردیده است. از طرفی به علت تغییر پارامترهای هواشناسی در مناطق مختلف (به علت تغییر شرایط اقلیمی و توپوگرافی و ...) و پیرو آن تغییر میزان تبخیر از طشتک در شرایط مختلف آب و هوایی و حتی شرایط نصب ضرورت مطالعه مکانی و زمانی ضریب طشتک در هر منطقه مشهود می‌باشد. از آنجایی که در این زمینه هیچگونه تحقیقاتی در منطقه کرمانشاه گزارش نشده است، هدف از مطالعه کنونی تعیین ضرایب ماهانه یا فصلی ضریب طشتک در بخش‌های مختلف استان کرمانشاه می‌باشد تا بدون نیاز به آمار هواشناسی و صرفاً با در دست داشتن مقدار تبخیر از طشتک میزان تبخیر و تعرق را برآورد نمود.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق پارامترهای روزانه هواشناسی 10 سال آماری (2000-2009) شامل ساعات آفتابی، کمینه و بیشینه رطوبت نسبی هوا، کمینه و بیشینه دمای هوا و سرعت باد میانگین از چهار ایستگاه همدید روانسر، سرارود، اسلام-آباد غرب و کرمانشاه واقع در استان کرمانشاه استفاده گردید. مشخصات این ایستگاه‌ها در جدول (1) ارائه شده است.

با بررسی آمار، داده‌های اشتباه و غیر معمول شناسایی و حذف شد. کنترل کیفی داده‌های هواشناسی به صورت

مقایسه گردید که بیانگر عملکرد خوب شبکه‌های عصبی مصنوعی در برآورد ضریب طشتک بود. احمدی و همکاران (1389) نیز دقت شبکه عصبی را در برآورد ضریب طشتک بررسی کردند که بر خلاف نتایج بدست آمده توسط بهمنی و همکاران شبکه عصبی در برآورد ضریب طشتک کارایی چندانی نشان نداد. عزیزی زهان و همکاران (2008) مقدار ضریب گیاهی و طشتک را برای گیاه زعفران در مناطق نیمه خشک ایران بدست آوردند. در این مطالعه مقدار ضریب طشتک از 0/23 تا 1/10 برای اولین فصل رشد و از 0/32 تا 1/12 برای دومین فصل رشد متغیر بود. در این مطالعه بالاترین ضریب طشتک در زمستان اتفاق افتاد.

مطالعاتی نیز جهت برآورد ضریب گیاهی- طشتک صورت گرفته است تا بتوان مستقیماً تبخیر و تعرق گیاه را بر اساس تبخیر از طشتک برآورد نمود. اوسترن<sup>1</sup> و همکاران (2009) ضریب گیاهی- طشتک را برای گل کلم و کلم قرمز در فصل سرد در اقلیم نیمه‌خشک تخمین زدند. در این مطالعه تبخیر و تعرق واقعی گل کلم و کلم قرمز از روش بیلان آبی و تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع با استفاده از معادله پنمن ماتیت فائو محاسبه گردید. تبخیر از طشتک بوسیله طشتک نوع A اندازه‌گیری شد. مقدار تبخیر و تعرق فصلی برای گل کلم 475 و برای کلم قرمز 556 میلیمتر بدست آمد. ضریب گیاهی فصلی برای گل کلم 0/84 و برای کلم قرمز 0/83 بدست آمد. ارتک<sup>2</sup> و همکاران (2006) ضریب گیاهی- طشتک را برای بادنجان مزرعه‌ای با استفاده از مقادیر تبخیر از طشتک کلاس A بدست آوردند. طبق بررسی‌های به عمل آمده از این مطالعه مقدار ضریب گیاهی- طشتک برای بادنجان 0/9 بدست آمد. امیری و همکاران (1387) نشان دادند که به کار بردن ضریب ثابت طشتک یک روش آسان و عملی در تبدیل تبخیر از طشتک کلاس A به تبخیر و تعرق روزانه می‌باشد

1. Usturn

2. Ertek

دمای روزانه هوا ( $^{\circ}\text{C}$ )،  $u_2$  سرعت باد در ارتفاع دو متری m.  $e_s$ ، ( $\text{s}^{-1}$ ) فشار بخار اشباع (kpa)،  $e_a$  فشار بخار واقعی (kpa)،  $\Delta$  شیب منحنی فشار بخار ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) و  $\gamma$  ضریب سایکرومتری ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) می باشد (آلن و همکاران، 1998).

**روش 2:** در این روش ضریب  $K_p$  با توجه به نوع طشتک مورد استفاده و شرایط نصب آن از فرمول پیشنهادی توسط فائو (آلن و پروت، 1991) به شرح زیر محاسبه گردید. الف) در صورتی که اطراف طشتک پوشش گیاهی (چمن کوتاه) باشد:

$$K_p = 0.0108 - 0.0286 U_2 + 0.0422 \text{LN}(FET) + 0.1434 \text{LN}(RH_{\text{mean}}) - 0.000631 (\text{LN}(FET))^2 \text{LN}(RH_{\text{mean}}) \quad (3)$$

ب) در صورتی که اطراف طشتک خاک بایر و بدون پوشش گیاهی باشد:

$$K_p = 0.61 + 0.00341 RH_{\text{mean}} - 0.00162 U_2 RH_{\text{mean}} - 0.00000959 U_2 FET + 0.00327 U_2 \text{LN}(FET) - 0.00289 U_2 \text{LN}(86.4 U_2) - 0.0106 \text{LN}(86.4 U_2) \text{LN}[\text{LN}(FET)]^2 \text{LN}(86.4 U_2) \quad (4)$$

در این فرمولها  $RH_{\text{mean}}$  میانگین رطوبت نسبی هوا (درصد)،  $u_2$  سرعت باد در ارتفاع دو متری (m/s) و  $FET$  فاصله طشتک تا لبه پوشش گیاهی (m) است.

جهت سهولت استفاده از ضرایب روزانه محاسبه شده میانگین ماهانه و فصلی ضریب طشتک با هر دو روش محاسبه گردید. تفاوت بین این ضرایب در نرم افزار SPSS مورد بررسی آماری قرار گرفت که نتایج نهایی آن در قسمت نتایج ارائه شده است. مراحل انجام کار در این تحقیق در شکل (1) نشان داده شده است.

مشاهده‌ای و مقایسه با سایر داده‌ها و حداکثرهای ممکن صورت گرفت (به عنوان مثال حداکثر ساعات آفتابی با توجه به عرض جغرافیایی و شماره روز سال محاسبه گردید). بدین منظور پس از ترسیم داده های روزانه هواشناسی ایستگاه‌های مختلف در محیط اکسل داده‌های پرت که با بقیه داده‌ها مطابقت نداشتند یا خارج از محدوده قابل قبول بودند به صورت دستی از مجموعه داده‌ها حذف گردیدند.

جدول شماره 1- مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

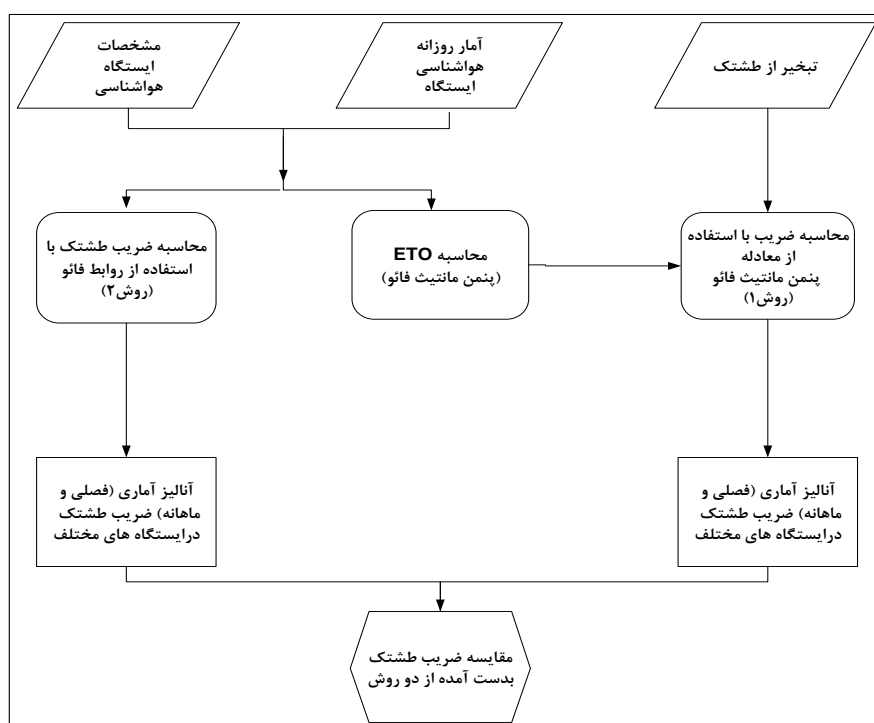
ایستگاه	عرض جغرافیایی (N)	طول جغرافیایی (E)	ارتفاع از سطح دریا (m)
کرمانشاه	34/21	47/9	1318/6
اسلام آباد غرب	34/7	46/28	1348/8
سرارود	34/2	47/18	1361
روانسر	34/43	46/39	1397/7

پس از کنترل کیفی داده‌های هواشناسی ضریب طشتک با دو روش محاسبه گردید که در ادامه این روش‌ها توضیح داده می شوند. **روش 1:** در این روش ابتدا با استفاده از معادله پنمن مانیتیت فائو (معادله 1) تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع محاسبه گردید. سپس ضریب  $K_p$  برای هر روز در طول دوره آماری با استفاده از معادله (2) محاسبه شد.

$$ET_0 = \frac{0.408(R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T_{\text{mean}} + 273} \right) U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)} \quad (2)$$

$$K_p = \frac{ET_0}{E_p}$$

در این معادلات،  $ET_0$  تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع ( $\text{mm.day}^{-1}$ )،  $E_p$  تبخیر از طشتک ( $\text{mm.day}^{-1}$ )،  $R_n$  تشعشع خالص از سطح گیاه ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ )،  $G$  چگالی شار گرمایی خاک ( $\text{MJ.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ )،  $T_{\text{mean}}$  میانگین

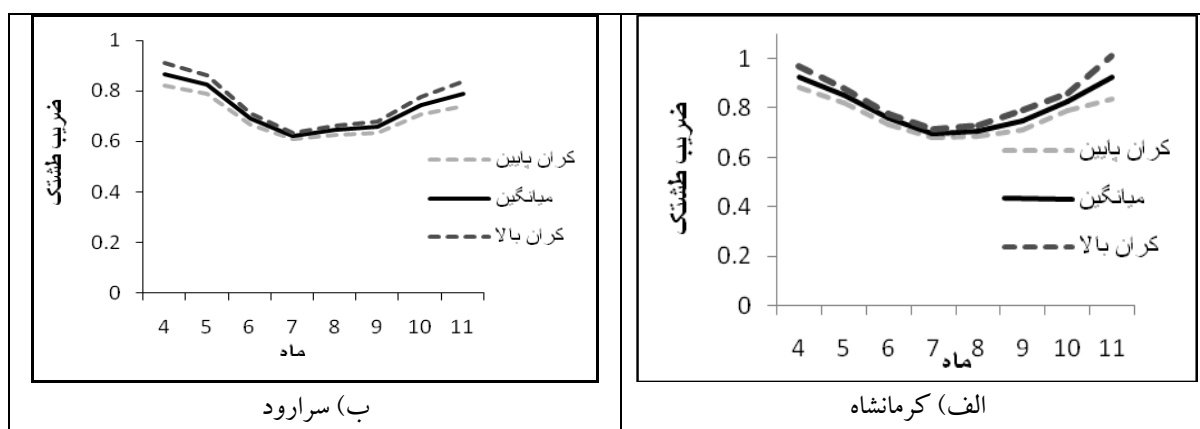


شکل شماره 1- فلوچارت گام‌های انجام پژوهش

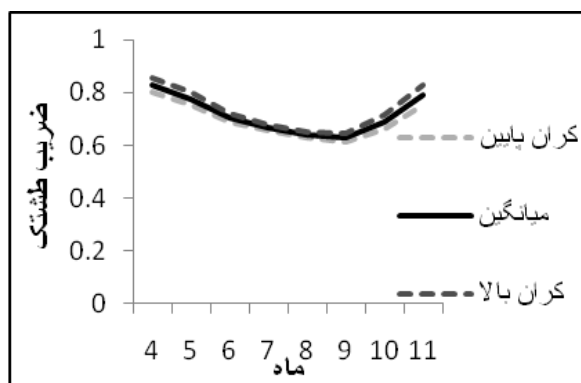
## نتایج و بحث

سپس ضریب طشتک بر اساس روش پنمن-مانتیت با استفاده از رابطه 2 محاسبه گردید (روش 1). نمودار تغییرات ماهانه ضریب طشتک در طول سال‌های آماری مورد مطالعه در ایستگاه‌های مختلف و کران بالا و پایین مقادیر در سطح احتمال 5 درصد در شکل (2) ارائه شده است. لازم به ذکر است که تمام نتایج براساس ماه‌های میلادی ارائه شده است.

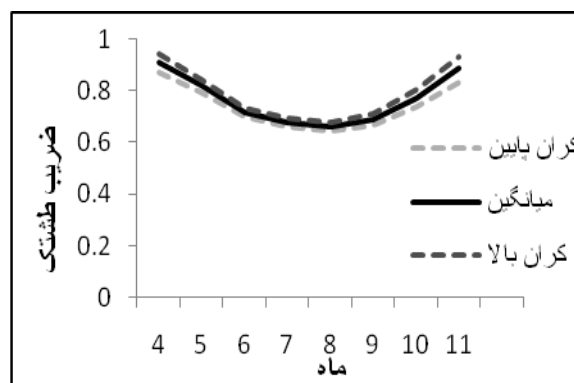
با توجه به اینکه اندازه‌گیری تبخیر از طشتک در ایستگاه‌های هواشناسی پس از وقوع سه شب متوالی یخبندان متوقف می‌شود در بررسی‌های آماری ماه‌های بدون آمار از آنالیزها حذف گردیده است. ابتدا مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع با استفاده از فرمول پنمن-مانتیت (رابطه 1) به صورت روزانه برای سال‌های آماری محاسبه گردید.



شکل شماره 2 الف و ب- تغییرات ماهانه ضریب طشتک محاسبه شده با روش 1 در ایستگاه‌های مورد مطالعه



(د) روانسر

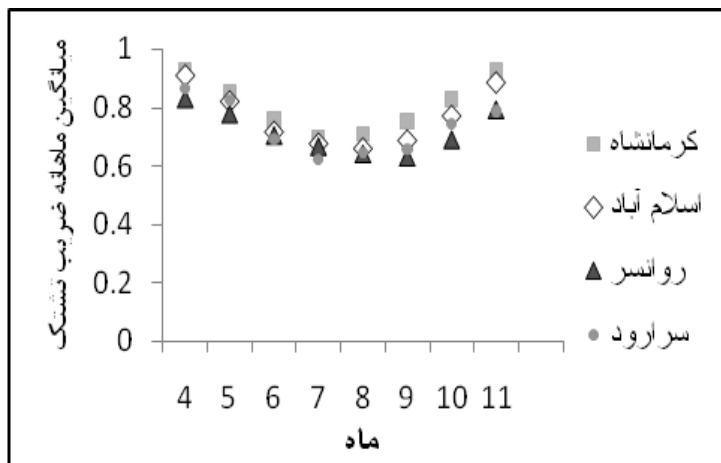


(ج) اسلام آباد غرب

شکل شماره 2 ج و د- تغییرات ماهانه ضرب طشتک محاسبه شده با روش 1 در ایستگاههای مورد مطالعه

بین مقادیر ضرب طشتک در ماه‌های مختلف (شکل 3) می‌تواند به علت تغییرات در پارامترهای هواشناسی از جمله رطوبت نسبی، دما و ساعات آفتابی در ماه‌های مختلف سال باشد که باعث تغییر در مقدار تبخیر و تعرق از گیاه مرجع و تغییر در مقدار ضرب طشتک می‌شود.

روند تغییرات ضرب طشتک در ایستگاه‌های مختلف تقریباً با هم مشابه هستند ولی مقادیر ماهانه آنها در ماه‌های مشابه متفاوت است (شکل 2) که این نیز به علت تغییر در پارامترهای هواشناسی در مکان‌های مختلف با توجه به طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع ایستگاه، مورد انتظار است. این امر بیانگر تغییرات مکانی ضرب طشتک می‌باشد. تغییرات



شکل شماره 3- تغییرات میانگین ماهانه ضرب طشتک در ایستگاه‌های مختلف

می‌باشد. براساس همین جدول و شکل (3) می‌توان مشاهده نمود که ایستگاه کرمانشاه با ارتفاع 1318 متر از سطح دریا بالاترین ضرب طشتک و ایستگاه‌های اسلام آباد غرب، سرارود و روانسر به ترتیب با ارتفاع‌های 1361، 1349 و 1398 متر از سطح دریا مقادیر کمتر ضرب طشتک را

تغییرات فصلی و مکانی ضرب طشتک در ایستگاه‌های مورد مطالعه بررسی شد (جدول 3). براساس این نتایج، بالاترین مقادیر ضرب طشتک در فصل بهار و بعد از آن در فصل‌های پاییز و زمستان است. البته این نتایج با نتایج ارایه شده توسط زینال زاده و همکاران (1387) در تناقض

مقادیر بدست آمده ضریب طشتک با استفاده از روابط فائو نیز در طول سال و در سال‌های مختلف متفاوت می‌باشند. برای نشان دادن این تغییرات نمودار مقادیر متوسط ضریب طشتک در سال‌های 2000، 2002 و 2004 برای ایستگاه کرمانشاه ترسیم گردید (شکل 5). لازم به ذکر است که این روند برای بقیه سال‌ها و در تمامی ایستگاه‌ها روندی تقریباً مشابه اما با مقادیر متفاوت داشته است. این تغییرات، تغییرات بدست آمده برای مقادیر ضریب طشتک با فرمول پنمن مانتیث فائو را تایید می‌کند.

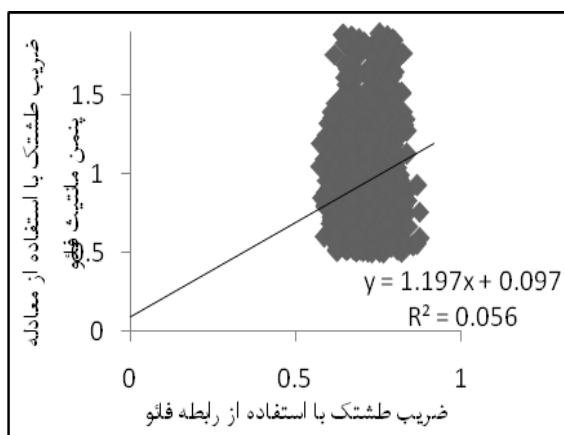
تجزیه تحلیل آماری نتایج نشان داد که در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری بین مقدار ضریب طشتک در ماه‌ها و فصل‌های مختلف سال وجود دارد. تفاوت KP بین ماه‌های مختلف برای تمام سال‌های مورد مطالعه و هر چهار ایستگاه مورد بررسی قرار گرفت که به عنوان نمونه نتایج تجزیه و تحلیل آماری مقادیر ضریب طشتک (روش 1) و آنالیز واریانس مربوط به ایستگاه اسلام‌آباد غرب در جداول (2 و 3) ارائه شده است.

دارند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که ضریب طشتک با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد. نکته جالب توجه اینکه علیرغم اینکه ایستگاه سرارود و کرمانشاه فاصله چندانی از هم ندارند ولی با توجه به اختلاف ارتفاع آنها تفاوت بین این ضرایب قابل ملاحظه می‌باشد.

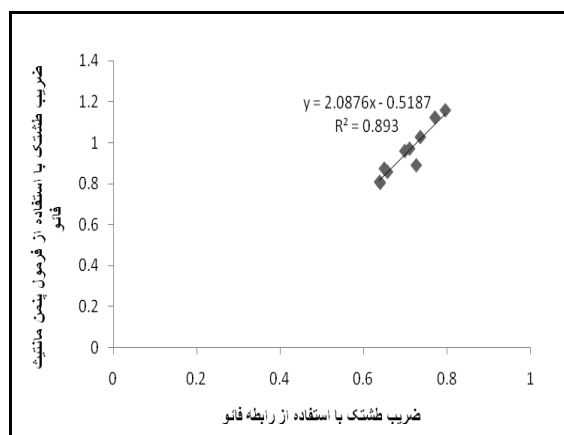
جدول شماره 3- مقادیر ضریب فصلی طشتک برای ایستگاه‌های مختلف

فصل	کرمانشاه	اسلام آباد غرب	سرارود	روانسر
بهار	0/88	0/86	0/84	0/8
تابستان	0/72	0/69	0/65	0/67
پاییز	0/82	0/76	0/72	0/69

مقدار ضریب طشتک (KP) با استفاده از فرمول‌های پیشنهادی توسط فائو (روش 2) نیز محاسبه گردید. شکل (4) ضرایب طشتک محاسبه شده (روزانه و ماهانه) برای ایستگاه کرمانشاه را با هر دو روش مقایسه می‌نماید.

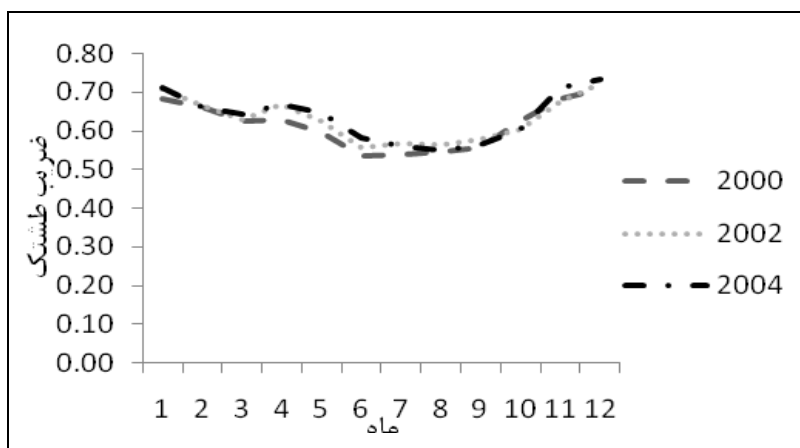


الف) روزانه



ب) ماهانه

شکل شماره 4- مقایسه ضریب طشتک روزانه (الف) و ماهانه (ب) محاسبه شده در ایستگاه کرمانشاه با استفاده از معادله پنمن مانتیث فائو (روش 1) و روابط فائو (روش 2)



شکل شماره 5- تغییرات ماهانه ضریب طشتک بدست آمده از روابط فائو در ایستگاه کرمانشاه

جدول شماره 2- نتایج تجزیه و تحلیل آماری مقادیر ضریب طشتک برای ایستگاه اسلام آباد در سال‌های 2000 تا 2009

ماه	تعداد داده آماری	میانگین	انحراف از معیار	خطای استاندارد	معنی داری در سطح 95%		مینیمم	ماکزیمم
					کران بالا	کران پایین		
آوریل	241	0/908	0/275	0/018	0/823	0/942	0/50	1/63
می	310	0/820	0/210	0/012	0/796	0/843	0/50	1/54
ژوئن	289	0/717	0/134	0/008	0/702	0/733	0/50	1/28
ژوئیه	261	0/678	0/120	0/007	0/663	0/692	0/50	1/02
آگوست	227	0/661	0/120	0/008	0/645	0/677	0/50	1/08
سپتامبر	204	0/689	0/169	0/012	0/665	0/712	0/50	1/26
اکتبر	184	0/771	0/224	0/016	0/739	0/804	0/50	1/56
نوامبر	90	0/883	0/234	0/025	0/835	0/933	0/50	1/46
کل	1806	0/758	0/207	0/005	0/749	0/768	0/50	1/63

جدول شماره 3- نتایج آنالیز واریانس مقادیر ضریب طشتک برای ایستگاه اسلام آباد غرب

	معنی داری	آزمون f	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات
بین ماه‌ها	0/000	53/37	1/899	8	13/29
درون ماه‌ها			0/036	1798	63/97
کل				1805	77/26

### نتیجه گیری و پیشنهادات

از مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع را ارائه می‌دهد. بنابراین می‌توان به جای استفاده از پارامترهای هواشناسی با در نظر گرفتن این ضرایب ثابت به راحتی مقدار تبخیر و

با توجه به بررسی‌های این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که در نظر گرفتن ضرایب ماهانه و یا فصلی نتایج قابل قبولی



- 3- امیری، محمد جواد،، عابدی کوپایی، جهانگیر، خزاعی، مریم، (1387)، بهترین روش تعیین ضریب تشت تبخیر کلاس A در تخمین تبخیر و تفرق روزانه در منطقه اصفهان. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، 25-23 مهرماه.
- 4- بهمنی عارف،، کوچکزاده مهدی، و فتحی پرویز، (1385)، مدل ANN در تخمین فرآیند تبخیر و تفرق مرجع به کمک داده‌های تشتک تبخیر، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی اصفهان 3 الی 4 بهمن ماه.
- 5- زینالزاده امران، حبیبزاده بهنام، و عدل، فرشته، (1387)، سنجش مناسب ترین ضریب تشت تبخیرسنج کلاس A در برآورد تبخیر و تفرق پتانسیل (مطالعه موردی دشت ارومیه)، سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران، 8 الی 10 بهمن ماه، اهواز.
- 6- شریفیان، حسین. و قهرمان، بیژن، (1384)، بررسی و مقایسه تبخیر-تفرق برآورد شده از تشت تبخیر با مقادیر ETO روش استاندارد در منطقه گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره پنجم، ص 29-18.
- 7- علیزاده، امین، میرشاهی، بابک،، هاشمی‌نیا، مجید، و ثنائی‌نژاد، حسین، (1380)، بررسی دقت عملکرد محاسبه شده به روش هارگریوز-سامانی و تشتک تبخیر در ایستگاه-های سینوپتیک خراسان، نیوار شماره 43، 70-51.
- 8- نوری محمدیه مجید، محمدی مسعود،، هلالی، جلیل،، سهرابی، تیمور،، (1388)، تخمین فاصله Fetch پارامتر موثر در ضریب تشتک تبخیر (kp) مطالعه موردی: شمال و شمال غرب ایران، دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، 30 الی 31 اردیبهشت ماه.
- 9- وزیري ژاله، انتصاری محمد رضا، حیدری نادر،، سلامت علیرضا، مسچی محمود، و دهقانی سانچ حسین، (1387)، تبخیر- تفرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان) نشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی صفحه 105-96.
- 10- Allen R. G., Pereira L. S., Raes. D. and Smith M. (1998). «Crop evapotranspiration: guidelines for
- تفرق گیاه مرجع را از مقدار تبخیر از تشتک بدست آورد. نتایج بدست آمده با استفاده از فرمول‌های پیشنهادی فائو نیز این نتایج را تصدیق می‌کند. به صورتی که روند تغییرات ضریب تشتک در طول سال در هر دو روش مشابه است. ضریب همبستگی بین مقادیر ضریب روزانه تشتک با استفاده از این دو روش پایین است که با نتایج بدست آمده توسط زینالزاده و همکاران (1387) مطابقت دارد. ولی مقادیر ماهانه آنها ضریب همبستگی قابل قبولی با هم دارند.
- همچنین نتایج این مطالعه بیانگر تغییرات مکانی ضریب تشتک حتی در محدوده یک استان می‌باشد. با توجه به تغییر پارامترهای هواشناسی با تغییرات طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بهتر است هر منطقه هم ضرایب تشتک مخصوص به خود را داشته باشد. با توجه به تغییرات ضریب تشتک با تغییر ارتفاع پیشنهاد می‌شود که در فرمول‌های مربوط به برآورد KP بازبینی صورت گیرد و ارتفاع از سطح دریا نیز در نظر گرفته شود.
- در مطالعه کنونی به دلیل کمبود آمار مربوط به تبخیر از تشتک در برخی از ایستگاه‌ها دوره تحلیل 10 سال در نظر گرفته شد که برای مطالعات هواشناسی کوتاه می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد در سایر مطالعات در صورت موجود بودن آمار از دوره آماری طولانی‌تری استفاده شود.

## منابع

- 1- احمدی، مریم، و فرهادی بانسوله، بهمن، و نظیفی نائینی، مینو، (1390)، بررسی دقت شبکه عصبی مصنوعی در برآورد تبخیر و تفرق مرجع و ضریب تشتک تبخیر در مقایسه با روش‌های برآورد ضریب تشتک. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، 13 و 14 اردیبهشت ماه.
- 2- امداد، محمدرضا، و صباغ فرشی، علی اصغر، (1379)، انتخاب مناسب‌ترین فرمول تجربی به منظور برآورد تبخیر و تفرق پتانسیل گیاه مرجع در گلستان، مجله پژوهشی علوم خاک و آب، جلد 12، شماره 10، ص 95-90.

- pan coefficients for field-grown eggplant (*Solanum melongena* L) Using class a pan evaporation values». *Agricultural Water Management*, 85: 58-66.
- 15- Irmak, S., Haman, D. Z., and Jones, J. W., (2002). «Evaluation of class A pans coefficients for estimating reference evapotranspiration in humid location». *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. ASCE, 128, 3:153-159.
- 16- Pereira, A. R., N. A. V. Nova, A. S. Pereira, and V. Barbieri. 1995. A model for the class a pan coefficient. *Agric. For. Meteorol.* 76: 75-82.
- 17- Usturn S., Yasemin K., Talip T, and Faith M. K. (2009). «Determining crop and pan coefficients for cauliflower and red cabbage crops under cool season semiarid climatic conditions». *Agricultural Sciences in China*. 8 (2): 167-171.
- computing crop water requirements». *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56*, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- 11- Allen, R. G., and Pruitt, W. O., (1991). «FAO-24 reference evapotranspiration factors». *Journal Of Irrigation and Drainage Engineering.*, ASCE, 117, 5: 758-773.
- 12- Azizi-zohan A., Kamgar Haghghi A. A., and Sepaskhah A. R., 2008. «Crop and pan coefficients for saffron in a semi-arid region of Iran». *Journal of Arid Environments.*, 72: 270–278.
- 13- Doorenbos J., and Pruitt W. O., (1977). «Crop water requirements. Rome: FAO». *Irrigation and drainage Paper No. 24*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. 179p.
- 14- Ertek A., Sensoy S., Kucukyumuk C. and Gedik., I. (2006). «Determination of plant-