فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۶، پاییز ۹۷

برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) در ایستگاه های سینوپتیک استان تهران

الهام مدیری[1]*

elham64ir@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۲۹۵/۰۶/۱۲ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۰/۲۹**

چکیده

تبخیر و تعرق یکی از پارامترهای مهم در مباحث کشاورزی و هیدرولوژی است. از این رو برآورد دقیق آن می تواند سبب کاهش اتلاف منابع آب و مدیریت صحیح در برنامه ریزی گردد. در این پژوهش به منظور برآورد مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) در ایستگاه-های سینوپتیک منتخب استان تهران، از روش استاندارد فائو پنمن مانتیث استفاده شد. بررسی ها نشان داد در صورت وجود دمای بالا، سرعت باد می تواند به عنوان مهم ترین فاکتور در افزایش مقادیر تبخیر و تعرق نقش ایفا کند. کم‌ترین میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک شمال تهران با متوسط دمای سالانه نسبتا بالای ۱۵/۶ درجه سانتی گراد به میزان ۱۱۶۰ میلی متر برآورد گردید در حالی که ایستگاه های آبعلی و فیروزکوه به ترتیب با متوسط دمای سالانه ۸/۶ و ۹ درجه سانتی گراد، مقادیر تبخیر و تعرق سالانه ۱۱۸۰ و ۱۲۲۰ میلی متر را تجربه می کنند. میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه دوشان تپه با وجود میانگین دمای سالانه ۱۸ درجه سانتی گراد، در حدود ۱۴۲۵ میلی متر شد. مهم ترین عامل در کاهش تبخیر و تعرق ایستگاه سینوپتیک شمال تهران و دوشان تپه با متوسط دمای سالانه بالاتر، سرعت باد است. بیشینه تبخیر و تعرق سالانه در ایستگاه ژئوفیزیک و سپس ایستگاه فرودگاه مهرآباد به ترتیب با ۱۷۰۰ و ۱۶۸۰ میلی متر برآورد گردید. تقریبا بیش‌تر از ۷۵ درصد از تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه های مورد بررسی از ماه آوریل تا سپتامبر اتفاق افتاد. در تمامی ایستگاه های مورد بررسی، بیشینه تبخیر و تعرق ماهانه در ماه های ژوئن تا سپتامبر و کمینه آن در ماه های نوامبر تا فوریه مشاهده شد.

کلمات کلیدی: تبخیر و تعرق، فائو پنمن مانتیث، ایستگاه های سینوپتیک استان تهران.

۱- دکتری زراعت، عضو باشگاه پژوهشگران دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

Human & Environment., No. 46, Autumn 2018

Estimation of reference crop evapotranspiration (ET_0) at synoptic stations of Tehran province

Elham Modiri [1*] *(Corresponding Author)*
elham64ir@yahoo.com

Abstract

Evapotranspiration is one of the critical parameters in an interdisciplinary topic between agriculture and hydrology. Thus, the accurate estimate of evapotranspiration can reduce the casualties of water resources and cause proper management in planning. In this study, the standard FAO penman-monteith method is used to estimate the evapotranspiration of the refrence crop (ET_0) in Tehran province for selected synoptic stations. Some studies show that in case of high temperature, the wind speed performs an important factor in increasing values of evapotranspiration. The lowest annual reference crop evapotranspiration in synoptic station north of Tehran with an average temperature of 15.6 degrees celsius high it is estimated the average 1160 mm. While Abali stations and Firouzkooh respectively 8.6 and 9 ° C mean annual temperature, 1180 and 1220 mm annual evapotranspiration values experience. The annual evapotranspiration reference plant in Doushan Tappeh station with average annual temperature of 18 °C, About1425 mm. The most important factor in reducing evaporation and transpiration synoptic station in northern Tehran and Doushan Tappeh with average annual temperature is much higher, Wind speed in this station. The maximum value of evapotranspiration estimated around 1700 and 1680 mm in geophysics station and then Mehrabad Airport stations respectively. Approximately, 75% of the annual reference crop evapotranspiration has been occurred from April to September. Also, the maximumvalue of evapotranspiration is observed between June and September, and the minimum is seen from November to Februaey in alla station.

Key Words: Evapotranspiration, FAO Penman-Monteith, Synoptic stations of Tehran province.

1- PhD in Agronomy, Member of Science and Resaerch Branch, Tehran, Iran.* *(Corresponding Author)*

مقدمه

برآورد دقیق میزان تبخیر ـ تعرق پتانسیل در مدیریت منابع آب، کشاورزی، جنگل ها، مراتع و غیره از اهمیت فراوانی برخوردار است (۹). در حقیقت یکی از راه های کاهش تلفات آب در مزارع، برنامه ریزی صحیح آبیاری است که اساس آن را برآورد دقیق نیاز آبی گیاهان تشکیل می دهد. تعیین نیاز آبی گیاهان، رکن اساسی در طرح های آبیاری بوده، که لازمه آن محاسبه تبخیر ـ تعرق پتانسیل سطوح گیاهی مرجع (ET_0) در هر منطقه می باشد. تبخیر و تعرق گیاه مرجع علاوه بر نشان دادن ویژگی های یک اقلیم، برای تعیین نیاز آبی گیاهان مختلف به کار برده می شود(۲ و ۸). اندازه گیری مستقیم تبخیر- تعرق بسیار پرهزینه است و تعیین میزان دقیق آن نیازمند تجهیزات خاصی مانند لایسیمتر می باشد (۱۶)، به همین دلیل استفاده از روش نیمه تجربی فائو پنمن مانتیث جهت محاسبه تبخیر و تعرق به عنوان یک روش استاندارد پذیرفته شده است. در نشریه شماره ۲۴ آبیاری و زهکشی فائو، روش پنمن به عنوان روشی که بهترین نتایج را با کم ترین خطا نسبت به گیاه مرجع ارایه می کند در نظر گرفته شده است (۱۲).

امروزه روش پنمن - مانتیث (۱۱) متداول‌ترین روش محاسبه ET_0 در دنیا محسوب می شود و صحت آن برای بسیاری از نقاط مختلف دنیا با اقلیم های مختلف تأیید شده است. بر این اساس بسیاری از روش‌های دیگر محاسبه ET_0 بر اساس روش پنمن- مانتیث به عنوان روش استاندارد واسنجی شده اند (۷).

هم چنین در سال ۱۹۹۰ از سوی کمیسیون بین المللی آبیاری و زه کشی (ICID) و سازمان خواروبار جهانی (FAO) روش فائو پنمن مانتیث به عنوان تنها روش استاندارد برای محاسبه ET_0 از روی داده های اقلیمی و هم چنین برای ارزیابی سایر روش ها پیشنهاد شده است (۱۳). پژوهشگران زیادی به منظور ارزیابی یافته های تجربی خود از روش فائو پنمن مانتیث استفاده کرده اند (۱، ۳ ،۴، ۵و ۶). بررسی‌ها نشان می دهد دقت مقادیر تبخیر ـ تعرق برآورد شده با استفاده از روش فائو پنمن مانتیث در مقایسه با اندازه گیری‌های لایسی‌متری، از دیگر روابط تجربی بهتر می باشد (۱۰،۱۱ و ۱۵).

داده ها و روش

داده های مورد استفاده در این پژوهش شامل میانگین دمای هوا، میانگین نم نسبی، تعداد ساعات آفتابی و سرعت باد در طول ماه های مختلف سال، از بدو تاسیس ایستگاه های سینوپتیک منتخب استان تهران تا سال ۲۰۱۰ (جدول۱) می-باشد.

بررسی های متعددی نشان می دهد که مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع محاسبه شده به وسیله روش فائو پنمن مانتیث بسیار نزدیک به مقادیر مشاهده شده در اقلیم های مختلف است (۱۴، ۱۵ و ۱۹) لذا در این پژوهش نیز به منظور برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع[۱] از روش فائو پنمن مانتیث استفاده شد.

در نشریه شماره ۵۶ فائو، این روش به عنوان بهترین روش برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع در مقایسه با دیگر روش ها پیشنهاد شد (۱۸). رابطه (۱) روش محاسبه تبخیر و تعرق فائو پنمن مانتیث را نشان می دهد.

۱- گیاه مرجع، گیاهی فرضی (معمولا چمن) با ارتفاع ۱۲ سانتی متر، آلبدو ۲۳ درصد و مقاوت روزنه های آن در برابر تعرق ۷۰ ثانیه بر متر باشد (۱۱ و ۱۷). این گیاه باید خوب آبیاری شده، دارای رشد فعال، ارتفاع یک‌دست و سایه اندازی کامل داشته باشد (۱۱).

رابطه(۱)

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

ET_0 = تبخیر و تعرق گیاه مرجع (mm/day)

Δ = شیب منحنی فشار بخار آب ($KPaC^{-1}$) که از رابطه زیر بدست می آید.

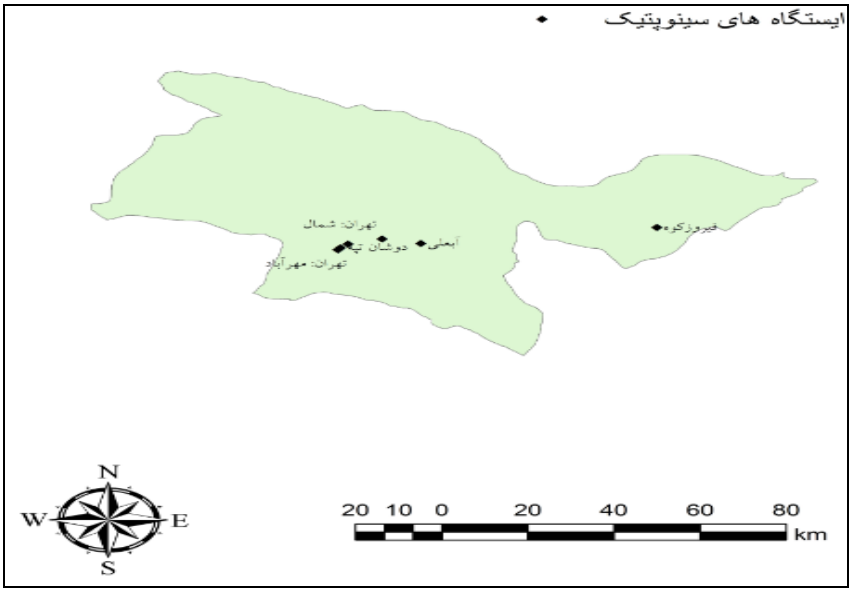
$$\Delta = \frac{2504 \exp[17.27\, T \div (T + 237.3)]}{(T + 237.3)^2}$$

T= دمای هوا بر حسب درجه سانتی گراد

R_n = تابش خالص در سطح پوشش گیاهی ($MJm^{-2}d^{-1}$).

جدول۱- مختصات ایستگاه های سینوپتیک استان تهران

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع بر حسب متر	دوره آماری
تهران(مهر آباد)	۵۱ ۱۹	۳۵ ۴۱	۱۱۹۰,۸	۲۰۱۰ _ ۱۹۵۱
تهران(شمال)	۵۱ ۳۷	۳۵ ۴۷	۱۵۴۸,۲	۲۰۱۰ _ ۱۹۸۸
تهران(ژئوفیزیک)	۵۱ ۲۳	۳۵ ۴۴	۱۴۱۸,۶	۲۰۱۰ _ ۱۹۹۱
آبعلی	۵۱ ۵۳	۳۵ ۴۵	۲۴۶۵,۲	۲۰۱۰_ ۱۹۸۳
فیروزکوه	۵۲ ۵۰	۳۵ ۵۵	۱۹۷۵,۲	۲۰۱۰ _ ۱۹۹۳
دوشان تپه	۵۱ ۲۰	۳۵ ۴۲	۱۲۰۹,۲	۲۰۱۰ _ ۱۹۷۲

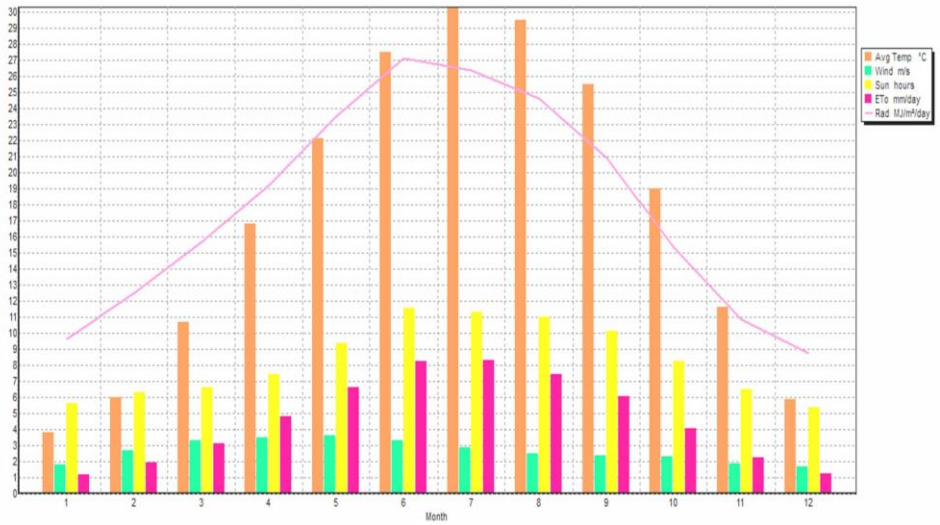


شکل ۱- نقشه ایستگاه های سینوپتیک استان تهران

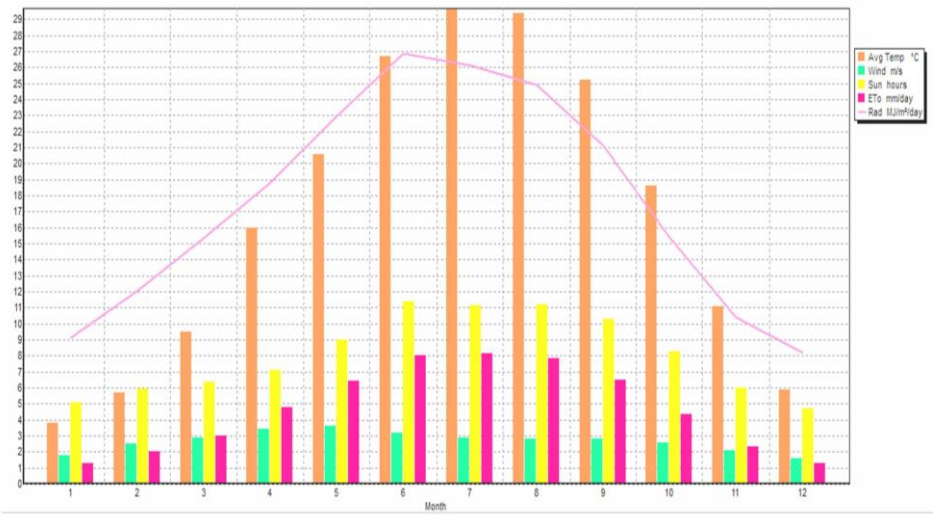
نتایج

نتایج پژوهش حاضر در خصوص برآورد میزان تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_0) در ایستگاه های سینوپتیک منتخب استان تهران (جدول ۱) با استفاده از روش استاندارد فائو پنمن مانتیث، همچنین بررسی پارامتر های جوی نشان داد، بیشینه دمای ماهیانه به ترتیب در ماه های جولای، اوت و ژوئن اتفاق افتاده است. همچنین طبق داده های حاصله متوسط سرعت باد در طول سال به ندرت به بالاتر از ۳/۵ متر بر ثانیه می‌رسد. بیشینه تعداد ساعات آفتابی با اندکی اختلاف ابتدا در ماه ژوئن

و سپس در ماه های جولای و اوت و کمینه آن در ماه های ژانویه و دسامبر قابل مشاهده است. همچنین به تبعیت از مقادیر ساعات آفتابی، میزان تابش رسیده به سطح از ماه ژانویه تا ژوئن افزایش و از ماه ژوئن به بعد روند کاهشی به خود می گیرد (شکل ۲).



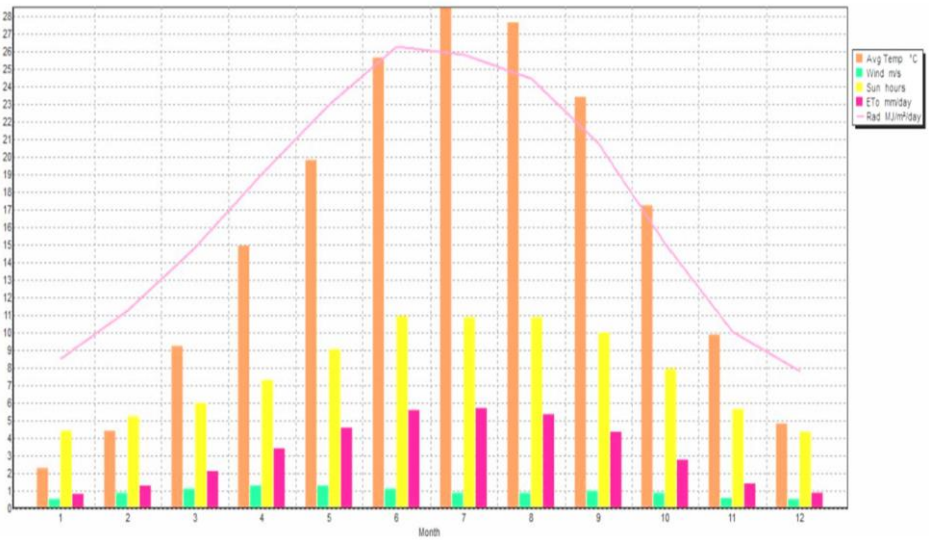
شکل۲- مقادیر متوسط ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد



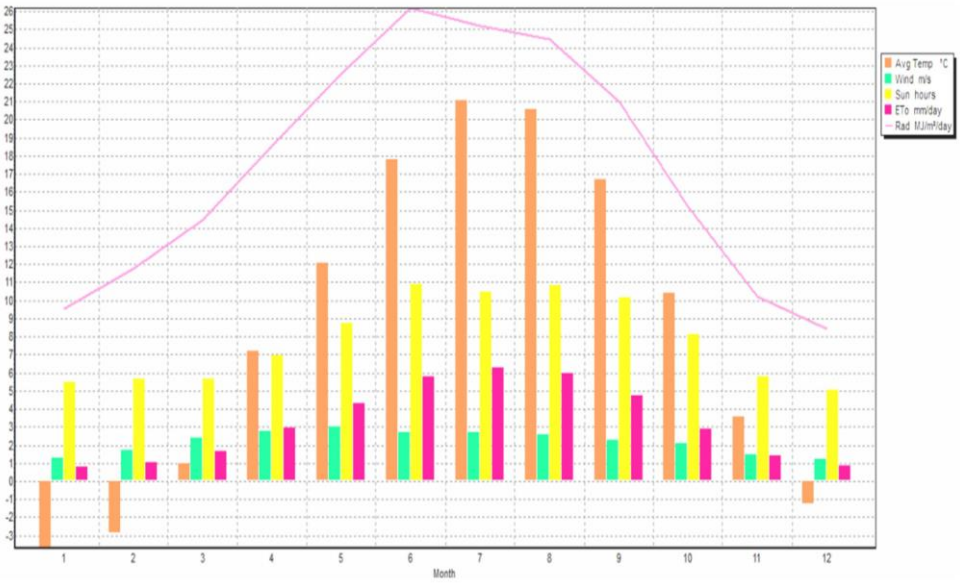
شکل۳- مقادیر متوسط ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه ژئوفیزیک

پارامترهای جوی فوق سبب شده است تا در ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد، بیشینه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ماه های جولای و ژوئن در حدود ۸ میلی متر و سپس سپتامبر ۷/۵ میلی متر در روز اتفاق افتد. کمینه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ماه‌های ژانویه و دسامبر در حدود ۱ میلی متر و سپس در ماه‌های فوریه و اکتبر در حدود ۲ میلی متر رخ دهد. در مجموع میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در این ایستگاه در حدود ۱۶۸۰ میلی‌متر است. در حقیقت در حدود ۱۲۰۰ میلی-متر از تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه فرودگاه مهرآباد از آوریل تا سپتامبر اتفاق می افتد.

طبق داده های حاصل از ارزیابی وضعیت پارامترهای جوی و مقادیر تبخیر و تعرق ماهیانه گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک ژئوفیزیک (شکل ۳)، تنها تفاوت های اندکی در عناصر جوی از جمله دمای هوا، سرعت باد، تعداد ساعات آفتابی و میزان تابش مشاهده گردید. این عامل می‌تواند یکی از دلایل ایجاد تفاوت در مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع به صورت روزانه، ماهانه و سالانه در این ایستگاه، در مقایسه با ایستگاه فرودگاه مهرآباد (۱۷۰۱ میلی متر) باشد.



شکل۴- مقادیر متوسط ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک شمال تهران

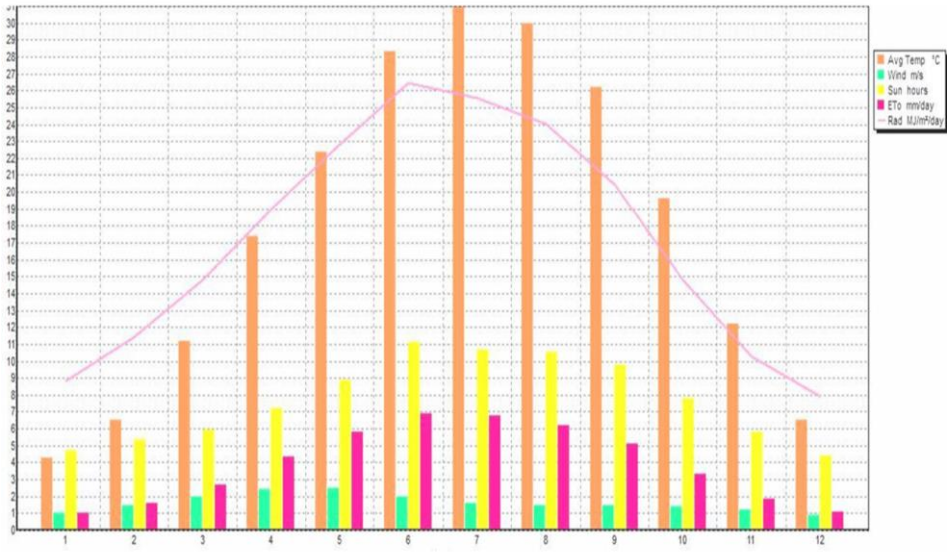


شکل۵- مقادیر ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک آبعلی

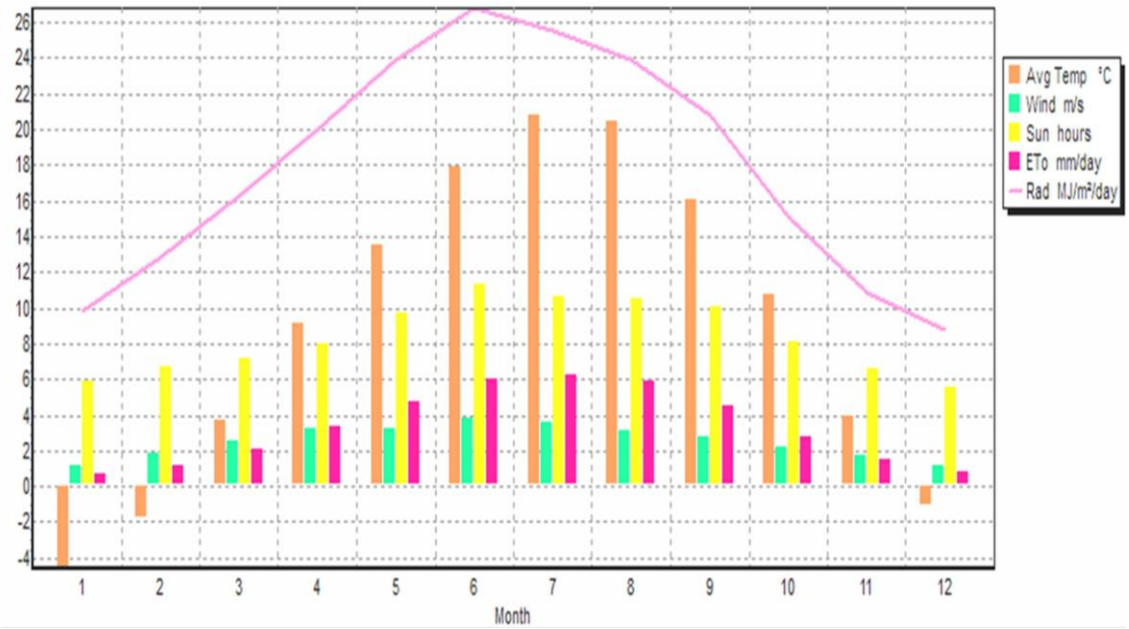
مقادیر جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک شمال تهران نشان داد در این ایستگاه هم بیشینه دمای ماهانه به ترتیب در ماه های جولای، اوت و ژوئن و کمینه آن در ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر اتفاق می افتد (شکل ۴). در این ایستگاه میانگین سرعت باد به ندرت از ۱ متر بر ثانیه بیش‌تر می شود. بیشینه تعداد ساعات آفتابی در ماه های ژوئن

تـا اوت حـدود ۱۱ سـاعت و کمینـه آن در مـاه هـای ژانویـه و دسامبر حدود ۴ ساعت مشاهده گردید. میزان تابش رسـیده بـه سطح زمین در این ایستگاه از ماه ژانویه تـا ژوئـن افزایشـی و از ماه ژوئن به بعد روند کاهشی به خـود مـی گیـرد. بـا توجـه بـه وضعیت پارامتر های جوی فوق الـذکر، مشـاهده مـی شـود کـه بیشینه تبخیر و تعرق ماهانه در ماه های ژوئن تا اوت در حـدود ۵/۵ میلی متر در روز اتفاق می افتد و کمینـه آن در مـاه هـای ژانویه و دسامبر کم‌تر از ۱ میلی متر در روز و فوریه و نـوامبر ۱ تا ۱/۵ میلی متر در روز اتفاق مـی افتـد. مـی تـوان گفـت کـه مهم ترین عامل محدود کننده تبخیر و تعرق گیاه مرجع در این ایستگاه در وهله اول کاهش شدید سـرعت بـاد در تمـامی مـاه های سال است. میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایـن ایستگاه در حدود ۱۱۶۰ میلی متر می باشد. بیش از ۹۰۰ میلی متر از تبخیر و تعرق سالانه در این ایستگاه در فصل گـرم سـال صورت می گیرد.

همان‌طور که در اطلاعات حاصل از ایستگاه سـینوپتیک آبعلـی مشاهده می شود (شکل ۵) در این ایستگاه در سه ماهه ژانویـه، فوریه و دسامبر دمای هوا زیر صفر درجه سانتی گراد اسـت. در این ایستگاه بیشینه دمای ماهانه نیـز تنهـا در مـاه جـولای بـه ۲۱ درجه سانتی گراد می رسد. به طور کلی متوسط سرعت باد در فصل سرد سال یعنی در مـاه هـای ژانویـه، فوریـه، نـوامبر و دسامبر در حدود ۱ تا ۱/۵ متر بر ثانیه و در دیگر ماه های سال ۲ تا ۳ متر بر ثانیه متغیر است. بیشینه سـاعات آفتـابی در ایـن ایستگاه در ماه های ژوئن تا سپتامبر در حدود ۱۰ تا ۱۱ ساعت می باشد. در این ایستگاه هم میزان تابش رسیده به سطح زمین از ژانویه تا ژوئن، روند افزایشی و از ژوئن به بعـد رونـد کاهشـی به خود می گیرد. وضعیت پارامتر های جوی فوق الـذکر سـبب شده است تا بیشینه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه آبعلی در ماه های ژوئـن تـا اوت در حـدود ۶ میلـی متـر در روز و بـر عکس کمینه آن در ماه های ژانویه و دسامبر کم‌تـر از ۱ میلـی متر در روز باشد. میزان تبخیر و تعـرق سـالانه گیـاه مرجـع در ایستگاه سینوپتیک آبعلی در حـدود ۱۱۷۹ میلـی متـر بـرآورد شده است.



شکل۶-مقادیر متوسط ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه یسنوپتیک دوشان تپه



شکل۷-مقادیر متوسط ماهانه پارامترهای جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک فیروزکوه

داده های حاصل از پارامتر های جوی و تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ایستگاه سینوپتیک دوشان تپه نشان داد، در این ایستگاه بیشینه دمای ماهانه در ماه های ژوئن تا اوت به حدود ۲۸ تا ۳۱ درجه سانتی گراد می رسد (شکل ۶). متوسط سرعت باد در تمامی ماه های سال کم‌تر از ۳ متر بر ثانیه است. بیشینه ساعات آفتابی در ماه های ژوئن تا اوت در حدود ۱۰ تا ۱۱ ساعت و کمینه آن در ماه های ژانویه و دسامبر در حدود ۴ تا ۵ ساعت می باشد. در این ایستگاه هم از ماه ژانویه تا ژوئن روند تابشی به صورت افزایشی و از ماه ژوئن به بعد روند کاهشی به خود می گیرد. به تبعیت از وضعیت پارامتر های جوی، بیشینه تبخیر وتعرق روزانه گیاه مرجع در ماه های ژوئن تا اوت در حدود ۶ تا ۷ میلی متر و کمینه آن در ماه های ژانویه و دسامبر در حدود ۱ میلی متر می باشد. مقدار تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در این ایستگاه در حدود ۱۴۲۵ میلی متر است.

بررسی پارامتر های جوی در ایستگاه سینوپتیک فیروزکوه با استفاده از شکل ۷ صورت پذیرفت. در این ایستگاه، بیشینه دمای ماهانه در ماه های جولای و اوت در حدود ۲۰ درجه سانتی گراد و کمینه آن در ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر مشاهده می شود این کاهش دما به زیر صفر درجه سانتی گراد می رسد. در این ایستگاه بیشینه سرعت باد در ماه ژوئن به حدود ۴ متر بر ثانیه می رسد. کمینه سرعت باد در ماه های ژانویه و دسامبر مشاهده می شود که در حدود ۱ متر بر ثانیه است. بیشینه ساعات آفتابی در ماه های ژوئن تا سپتامبر به حدود ۱۰ تا ۱۱ ساعت می رسد و کمینه آن در ماه های ژانویه، فوریه، نوامبر و دسامبر در حدود ۶ ساعت است. در این ایستگاه نیز میزان تابش ورودی به سطح زمین از ماه ژانویه تا ژوئن افزایشی و از ماه ژوئن به بعد روند کاهشی به خود می‌گیرد. به تبعیت از وضعیت پارامترهای جوی، بیشینه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در ماه های ژوئن تا اوت در حدود ۶ میلی متر در روز و کمینه آن در ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر به کم‌تر از ۱ میلی متر در روز می رسد. میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در این ایستگاه در حدود ۱۲۲۰ میلی متر است.

بحث و نتیجه گیری

تبخیر و تعرق یکی از پارامتر های مهم در مباحث هیدرولوژی و کشاورزی است به طوری که برآورد دقیق آن می تواند نقش مهمی جهت مدیریت منابع آب در زمینه های مختلف ایفا کند. در این پژوهش با استفاده از روش استاندارد فائو پنمن

مانتیث، تبخیر و تعرق در بازه زمانی ماهانه و سالانه برای ایستگاه های سینوپتیک منتخب استان تهران محاسبه شده است. با توجه به این‌که ارزیابی تمامی روش های تجربی دیگر تبخیر و تعرق، بر اساس معادله فائو پنمن مانتیث صورت می-گیرد یا به عبارت دیگر، ارزیابی خطای روش های تجربی دیگر بر اساس این معادله صورت می گیرد، بنابراین در این پژوهش با توجه به دسترسی به داده های مورد نیاز در رابطه فائو پنمن مانتیث، ضرورتی برای محاسبه دیگر روش های تجربی دیده نشده است.

به طور کلی بیشینه تابش رسیده به سطح زمین در تمامی ایستگاه های مورد بررسی در ماه ژوئن و سپس با شیب کاهشی اندکی در ماه های جولای و اوت مشاهده می شود. در مقابل کمینه تابش در تمامی ایستگاه ها در ماه های دسامبر تا فوریه قابل مشاهده است. به تبعیت از وضعیت تابش، بیشینه دما هم در تمامی ایستگاه های مورد بررسی در ماه های ژوئن تا اوت و کمینه آن در ماه های دسامبر تا فوریه رخ می دهد. وضعیت پارامترهای جوی فوق الذکر سبب شده است تا بیشینه تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه های ژئوفیزیک و مهر آباد تهران به ترتیب با ۱۷۰۰ و ۱۶۸۰ میلی متر برآورد شود. در مقابل کمینه تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه شمال تهران به میزان ۱۱۶۰ میلی متر رخ می دهد. میزان تبخیر و تعرق سالانه گیاه مرجع در ایستگاه دوشان تپه ۱۴۲۵ میلی متر برآورد شده است. نکته جالب در مقادیر کاهشی تبخیر و تعرق سالانه در ایستگاه شمال تهران با توجه به دمای سالانه بالاتر (۱۵/۵ درجه سانتی گراد و تبخیر و تعرق سالانه ۱۱۶۰میلی متر) نسبت به میانگین دمای سالانه پایین تر ایستگاه های آبعلی و فیروزکوه (به ترتیب با ۸/۵ و ۹ درجه سانتی گراد و تبخیر و تعرق سالانه ۱۱۸۰ و ۱۲۲۰ میلی متر) می باشد. بررسی ها نشان می دهد که متوسط سرعت باد در ایستگاه فیروزکوه در حدود سه برابر و در ایستگاه آبعلی در حدود ۲/۵ برابر ایستگاه شمال تهران بوده است. همین عامل سبب شده است تا مقادیر دمای بالا در ایستگاه شمال تهران در مقابل سرعت باد بسیار آرام در این ایستگاه، از افزایش مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع جلوگیری کند.

منابع

۱) اکبری نودهی، داود (۱۳۸۹). برآورد ضریب تشت تبخیر به منظور محاسبه تبخیر (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک ساری) مجله پژوهش در علوم زراعی، سال دوم، شماره ۷، صص ۷۴ـ ۶۵.

۲) بختیاری، بهرام؛ لیاقت، عبد المجید؛ خلیلی، علی؛ خانجانی، محمد جواد (۱۳۸۸). ارزیابی دو مدل ترکیبی برآورد تبخیر ـ تعرق مرجع چمن در بازه زمانی ساعتی«مطالعه موردی اقلیم کرمان» علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال سیزدهم، شماره پنجاهم، صص ۲۶ ـ ۱۳.

۳) سلطانی، اسعد؛ میر لطفی، سید مجید؛ دهقانی سانیج، حسین (۱۳۹۱). برآورد تبخیر ـ تعرق مرجع با استفاده از داده های محدود هواشناسی در شرایط اقلیمی مختلف، نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۶، شماره ۱، صص ۱۴۹ ـ ۱۳۹.

۴) شریفان، حسین؛ دهقانی، امیر احمد؛ کریمی راد، ایمان (۱۳۹۱). ارائه ضریب اصلاحی برای روش هارگریوز ـ سامانی به منظور بر آورد تبخیر ـ تعرق گیاه مرجع(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک گرگان)، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره سوم، صص ۲۳۵ ـ ۲۲۷.

۵) شریفان، حسین؛ علیزاده، امین (۱۳۸۸). ارزیابی روشهای دمایی و تشعشعی در برآورد حداکثر تبخیر-تعرق با احتمالات مختلف (مطالعه موردی: منطقه گرگان) نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۳، شماره ۳، صص ۹ ـ ۱.

۶) شریفان، حسین؛ قهرمان، بیژن (۱۳۸۵). بررسی و مقایسه تبخیر ـ تعرق برآورد شده از تشت تبخیر با مقادیر ET0 روش استاندارد در منطقه گرگان،

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره پنجم، صص ۲۸ ـ ۱۸.

۷) فولادمند، حمید رضا (۱۳۸۹). پیش بینی ماهانه تبخیر ـ تعرق پتانسیل گیاه مرجع در استان فارس، مجله دانش آب و خاک، جلد ۱، شماره ۴، صص ۱۶۹ ـ ۱۵۷.

۸) موسوی بایگی، محمد؛ عرفانیان، مریم؛ سرمد، مجید (۱۳۸۸). استفاده از حداقل داده های هواشناسی برای برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع و ارائه ضرایب اصلاحی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)، مجله آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، صص ۹۹ ـ ۹۱.

۹) ولیزاده کامران، خلیل (۱۳۹۳). برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در آذربایجان شرقی به روش استفنز با استفاده از GIS، نشریه علمی ـ پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۸، شماره ۴۹، صص ۳۳۴ ـ ۳۱۷.

10) Allen.R.G .(1996) Assessing integrity of weather data for use in reference evapotranspiration estimation. J. Irring and Drain.Eng, ASCE,122,2:97-106

11) Allen., Richard G ;Pereira., Luis S; Raes., Dirk; Smith., Martin (1998) FAO Irrigation and Drainage Paper«Crop Evapotranspiration »Rome, Italy.

12) Allen, R.G. and Pruit, W.O. (1991). FAO-24 reference evapotranspiration factor.

13) Hargreaves, G.H. (1994). Defining and using reference evapotranspiration. J. Irrig.Drain. Engine. ASCE. 12: 6. 1132-1139.

14) Irmak, S., Irmak, A., Allen, R. G., and Jones, J. W .(2003) Solar and net radiation-based equations to estimate reference evapotranspiration in humid climates. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129, 336–347.

15) Jensen, M . E., Burman, R.D. and Allen, R.G. (1990) Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering, Practices NO 70, ASCE, New York, 360p.

16) Lopez-Urrea R, de Santa Olalla M, Fabeiro C and Moratalla A, (2006). Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. Agricultural Water Management, 85: 15–26.

17) Mc Mahon, T. A., Peel, Mc., Lowe, L., Srikanthan, R. and T. R, Mc Vicar. (2013). Estimating actual, potential, reference crop and pan evaporation using standard meteorological data: a pragmatic synthesis. Hydrology and Earth System Science. 17, 1331- 1363.

18) Sumner, D. M., and J.M. Jacobs, (2005). Utility of Penman-Monteith, Priestley- Taylor, reference evapotranspiration, and pan evaporation methods to estimate pasture evapotranspiration. J. Hydrol., 308, 81–104.

19) Xu, C. Y., and Singh, V. P. (2002), Cross comparison of empirical equations for calculating potential evapotranspiration with data from Switzerland. Water Resources Management, 16, 197–219.