

بررسی تأثیر خشکی ایستگاه بر دما، رطوبت و تبخیر- تفرق مرجع (مطالعه‌ی موردی: ایستگاه‌های سینوپتیک مشهد و گل‌مکان)

آزاده محمدیان، امین علیزاده و مهدی نصیری محلاتی

به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار دانشکده کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۸۳/۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۷/۱۱

چکیده

برآورد نیاز آبی یکی از مهمترین مراحل طراحی یک سیستم آبیاری و زهکشی می‌باشد. دقت در این برآورد می‌تواند از یک طرف نیاز آبی گیاه را تأمین نموده و از طرف دیگر در مصرف آب صرفه‌جویی نماید. برآورد نیاز آبی معمولاً با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و با روش فائو - پنمن - مانیتث صورت می‌گیرد. از آنجایی که در این روش بایستی از داده‌هایی استفاده شود که از ایستگاه‌های کاملاً آبیاری‌شده (ایستگاه مرجع) برداشت شده باشند و اکثر ایستگاه‌های معتبر هواشناسی ایران جزو ایستگاه‌های غیرمرجع طبقه‌بندی می‌شوند، بنابراین داده‌های برداشت شده در آنها از لحاظ استفاده در محاسبات نیاز آبی از دقت مطلوبی برخوردار نمی‌باشند. در این مطالعه تأثیر خشکی ایستگاه بر داده‌های دما و رطوبت ایستگاه‌های سینوپتیک مشهد و گل‌مکان در مقایسه با یک ایستگاه مرجع در گل‌مکان در ۱۳۶ روز از فصل رشد بررسی شد. همچنین به کمک روش‌های هارگریوز - سامانی و سامانی که تنها به داده‌های دما و مشخصات جغرافیایی محل ایستگاه نیاز دارند، تبخیر- تفرق مرجع برآورد شد تا تأثیر خشکی ایستگاه بر این پارامتر نیز بررسی گردد. نتایج نشان می‌دهد شرایط ایستگاه سینوپتیک گل‌مکان به دلیل موقعیت ایستگاه، به شرایط مرجع بسیار نزدیک می‌باشد. بنابراین می‌توان از داده‌های این ایستگاه با اطمینان قابل‌قبولی به‌عنوان داده‌های مرجع استفاده نمود. ولی در ایستگاه سینوپتیک مشهد اثرات خشکی به خوبی نمایان است.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه مرجع، ایستگاه غیرمرجع، دما، رطوبت، تبخیر- تفرق مرجع

مقدمه

با بهبود مدیریت و افزایش راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی می‌توان به نحو قابل ملاحظه‌ای صرفه‌جویی کرد. یکی از پیش‌نیازهای اساسی بهبود مدیریت مصرف آب در مزرعه، تخمین دقیق میزان آب مصرفی گیاه است. از آنجایی که به دست آوردن تبخیر- تفرق برای هر نوع زراعت و یا پوشش گیاهی امری بسیار

مشکل می‌باشد، در عمل ابتدا پارامتری به نام تبخیر- تفرق مرجع محاسبه و سپس به کمک آن تبخیر-تفرق زراعت یا گیاه موردنظر برآورد می‌گردد. ایده‌ی تبخیر- تفرق مرجع (ET_o)^۱ توسط دورنوس و پرویت مطرح گردید

آمده است، تطابق داشته باشد و در غیر اینصورت ایستگاه هواشناسی، غیر مرجع نامیده می‌شود (تمسگن، ۱۹۹۶).

تغییرات آب و هوایی (میکروکلیم) که توسط نواحی آبیاری شده ایجاد می‌شود ممکن است پتانسیل تعرق آب از گیاهان آبیاری شده و تبخیر از خاک را تحت تأثیر قرار دهد. اصلاح مدیریت آبیاری نواحی کشاورزی آبیاری شده، نیازمند اطلاعاتی از شرایط محیطی و رابطه‌ی آن با آب مورد نیاز گیاهان زراعی می‌باشد.

در مورد اثرات خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی، مطالعات نسبتاً زیادی انجام شده است. از جمله دی‌وریز و بیرچ و داونپورت و هادسون به ترتیب در استرالیا و آفریقا نشان دادند که در نواحی آبیاری نشده، دمای هوا افزایش و فشار بخار کاهش می‌یابد (دی‌وریز و بیرچ، ۱۹۶۱؛ داونپورت و هادسون، ۱۹۶۷a و ۱۹۶۷b).

هولمز در تحقیقاتی که در آلبرتای کانادا در مورد دما انجام داد، مشاهده کرد که دمای هوا در بالای دریاچه و منطقه‌ی آبیاری شده به ترتیب ۳ و ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد نسبت به مناطق خشک کاهش می‌یابد (هولمز، ۱۹۷۰).

برمن و همکاران در منطقه‌ای به شعاع ۵۰ کیلومتر که از اراضی خشک بوته‌زار آغاز می‌شد، با حرکت به سمت مرکز، که منطقه‌ای فاریاب در جنوب آیداهو (آمریکا) بود به اندازه‌گیری عوامل اقلیمی پرداخته و تغییرات آن را بررسی نمودند. آنها دریافتند که در ماه می (اردیبهشت) که شرایط رطوبت خاک برای تبخیر در هر دو منطقه یکسان است، تغییرات عوامل اقلیمی در دو منطقه حداقل می‌باشد. در حالی که در ماه جون (تیر) میانگین درجه‌ی حرارت در صحرا حدود ۳ درجه از مرکز منطقه‌ی تحت آبیاری گرمتر است. آنها همچنین مشاهده نمودند که با حرکت به سمت مرکز ناحیه، فشاربخار اندازه‌گیری شده افزایش یافته و همچنین در حد فاصل این دو منطقه مقدار تبخیر - تعرق برآورد شده ۲۰ درصد کاهش می‌یابد (برمن و همکاران، ۱۹۷۵).

آلن و همکاران با استفاده از داده‌های چهار ایستگاه هواشناسی واقع در جنوب آیداهو (آمریکا) و یک ایستگاه

که مورد پذیرش سازمان خواربار جهانی (فائو)^۱ نیز واقع شد (دورنبوس و پرویت، ۱۹۷۵). در این تعریف، تبخیر-تعرق مرجع (ET_o) عبارت است از "مقدار تبخیر-تعرق از یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز با ارتفاع یکنواخت ۸-۱۵ سانتی‌متر، دارای رشد فعال، با سایه‌اندازی کامل و بدون کمبود آب". آلن و همکاران تعریف استاندارد برای گیاه مرجع فرضی بیان نمودند که طبق آن میزان تبخیر - تعرق مرجع عبارت است از "میزان تبخیر - تعرق از یک گیاه مفروض با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر، ضریب مقاومت روزنه‌ای ۷۰ ثانیه بر متر، ضریب بازتاب ۰/۲۳ که معادل است با میزان تبخیر-تعرق یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز، با ارتفاعی یکنواخت، رشد فعال، سایه‌اندازی کامل و بدون کمبود آب" (آلن و همکاران، ۱۹۹۸).

در اغلب نقاط دنیا و از جمله در ایران برای برآورد تبخیر-تعرق مرجع، استفاده از روش‌های متکی بر داده‌های اقلیمی از جمله روش فائو-پنمن - مانتیث^۲ متداول است. این معادله با استفاده از داده‌های تابش، دما، رطوبت و سرعت باد، تبخیر-تعرق مرجع را برآورد می‌کند. به‌منظور اطمینان از صحت محاسبات، اندازه‌گیری داده‌های هواشناسی باید در ارتفاع ۲ متری (یا تبدیل شده به آن ارتفاع) و در یک سطح وسیع پوشیده از چمن سبز که بر روی زمین سایه افکنده و دچار کمبود آب نباشد، انجام پذیرد. اما به شرایط استفاده از این فرمول که شرایط خوب آبیاری شده (مرجع) می‌باشد، کمتر توجه شده است. تمسگن و همکاران نشان دادند که این عدم توجه می‌تواند موجب فرابآورد ET_o تا سقف ۲۵ درصد شود (تمسگن و همکاران، ۱۹۹۹). طبق تعریف ایستگاه هواشناسی، مرجع - که در معادله‌ی فائو-پنمن - مانتیث و یا سایر روابط تجربی باید از داده‌های آن استفاده شود ایستگاهی است که با شرایط گیاه مرجع فرضی که تعریف آن در بالا

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
2- FAO-Penman-Montieth

تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان واقع شده و در فصل رشد به صورت مرتب آبیاری می‌گردد.

۲- ایستگاه سینوپتیک گلکان که دارای طول جغرافیایی ۲۹' ۳۶، عرض جغرافیایی ۱۷' ۵۹ و ارتفاع از سطح دریای ۱۱۷۶ متر می‌باشد. در اطراف این ایستگاه باغ میوه مرکز تحقیقات کشاورزی که حدود ۲۰۰ هکتار است، قرار دارد و در طول فصل رشد به صورت مرتب آبیاری می‌گردد.

۳- ایستگاه سینوپتیک مشهد که دارای طول جغرافیایی ۱۶' ۳۶، عرض جغرافیایی ۳۸' ۵۹ و ارتفاع از سطح دریای ۹۹۹/۲ متر می‌باشد. محیط اطراف این ایستگاه کاملاً خشک است.

روش تجزیه و تحلیل: در این مطالعه داده‌های به دست آمده از ایستگاه مرجع گلکان که در آن شرایط مرجع برقرار است، یعنی تا محدوده‌ی وسیعی پوشیده از درخت است و به صورت مرتب در طول فصل رشد آبیاری می‌شود، به عنوان داده‌های مرجع در نظر گرفته شده و صحت پارامترهای دما و رطوبت به دست آمده از ایستگاه‌های سینوپتیک مشهد و گلکان که از نظر موقعیت جغرافیایی و ارتفاع محل تقریباً شرایط یکسانی با این ایستگاه مرجع دارند، مقایسه می‌گردد. بدین منظور نمودارهای دمای حداکثر (شکل ۱)، دمای حداقل (شکل ۲)، رطوبت نسبی حداکثر (شکل ۳) و رطوبت نسبی حداقل (شکل ۴) به دست آمده از ایستگاه‌های سینوپتیک گلکان و مشهد (مقادیر عددی y) در مقابل پارامترهای نظیر به دست آمده از ایستگاه مرجع گلکان (مقادیر عددی x) رسم گردید و با برازش یک رگرسیون خطی $y = a_0x$ بر مجموعه‌ی نقاط رسم شده، شیب خط (a_0) یا میزان انحراف آن نسبت به خط ۱:۱ و ضریب تبیین (R^2) خط رگرسیون تعیین گردید. در صورتی که داده‌های به دست آمده از ایستگاه‌های سینوپتیک نامبرده دقت کافی داشته باشند، بایستی شیب نمودار به دست آمده به یک میل کند. هر قدر این شیب از یک انحراف داشته باشد نشان می‌دهد که داده‌های اقلیمی به دلیلی، از جمله خشکی ایستگاه، دارای شرایط مرجع نمی‌باشد و در

واقع در مرکز تحقیقات آب و خاک در کیمبرلی، به بررسی اثرات موقعیت ایستگاه بر مقدار نیاز آبی برآورد شده پرداختند. دو ایستگاه از چهار ایستگاه مورد مطالعه، در اراضی خشک و کویری و دو ایستگاه دیگر در شرایط فاریاب قرار داشتند. تبخیر- تعرق مرجع برآورد شده از دمای هوا و دمای نقطه‌ی شبنم اخذ شده از ایستگاه‌های خشک، میزان فرابرآورد ۱۷ درصد در فصل رشد و ۲۱ درصد در ماه حداکثر (تیر) را نشان داد (آلن و همکاران، ۱۹۸۳).

سپاسخواه طی مطالعه‌ی دو ایستگاه باجگاه و کوشک در استان فارس نشان داد که داده‌های هواشناسی تهیه شده از ایستگاه‌های مرجع با آمار حاصل از ایستگاه‌های غیرمرجع متفاوت است و معمولاً در روش پنمن - مانتیث منجر به تخمین ET_0 کمتری نسبت به روش پنمن - فائو می‌شود (سپاسخواه ۱۳۷۸).

بنابراین هدف از انجام این مطالعه عبارت است از:

- مقایسه‌ی پارامترهای دما و رطوبت به دست آمده از یک ایستگاه مرجع با ایستگاه یا ایستگاه‌های غیرمرجعی که از نظر موقعیت جغرافیایی محل شرایط مشابهی داشته باشند.

- تعیین میزان فرابرآورد تبخیر- تعرق مرجع در ایستگاه‌های غیرمرجع با استفاده از روش‌های هارگریوز- سامانی (۱۹۸۵) و سامانی (۲۰۰۰) که تنها به داده‌های دما و مشخصات جغرافیایی محل ایستگاه نیاز دارند.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌ها: در این مطالعه از داده‌های دما و رطوبت سه ایستگاه هواشناسی از تاریخ اول جولای تا ۱۲ نوامبر سال ۲۰۰۲ به مدت ۱۳۶ روز با مشخصات ذیل استفاده شده است:

۱- ایستگاه مرجع گلکان که دارای طول جغرافیایی ۲۹' ۳۶، عرض جغرافیایی ۱۷' ۵۹ و ارتفاع از سطح دریای ۱۱۷۶ متر می‌باشد. این ایستگاه در باغ مرکز

نتیجه استفاده از این داده‌ها برای برآورد نیاز آبی دارای خطا می‌باشد. معادله‌ی این خطوط به صورت کلی زیر می‌باشد:

$$Y_{\text{Non-reference}} = a_0 X_{\text{reference}} \quad (1)$$

در این رابطه $Y_{\text{Nonreference}}$ مقدار پارامترهای دما، رطوبت و تبخیر-تعرق به دست آمده از ایستگاه‌های غیرمرجع (Non-Irri) که قرار است مورد ارزیابی قرار گیرند و $X_{\text{reference}}$ مقادیر همین پارامترهاست که از ایستگاه مرجع (Irri) به دست آمده است. میزان اعتبار و دقت خطوط رگرسیون توسط ضریب تبیین (R^2) ارزیابی شد. مفهوم و روابط تعیین R^2 در زیر آورده شده است:

$$y_i - \hat{y}_i = (y_i - \bar{y}) - (\hat{y}_i - \bar{y}) \quad (2)$$

که در آن:

y_i = مقدار عرض نقطه در دستگاه مختصات

\bar{y} = مقدار متوسط y_i ها

\hat{y}_i = مقدار برآوردی توسط معادله‌ی رگرسیون

چنانچه رابطه‌ی فوق را به توان ۲ رسانده و از طرفین

مجموع (\sum) بگیریم، خواهیم داشت:

$$\sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 + \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (3)$$

در رابطه‌ی (۳) از چپ به راست به ترتیب عبارت اول

مجموع مربعات^۱ کل، عبارت دوم مجموع مربعات خطا و

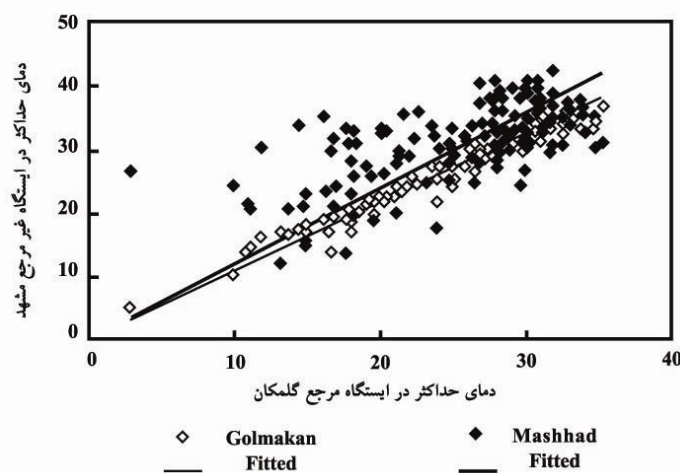
عبارت سوم مجموع مربعات رگرسیون نامیده می‌شود. لذا

رابطه‌ی فوق را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

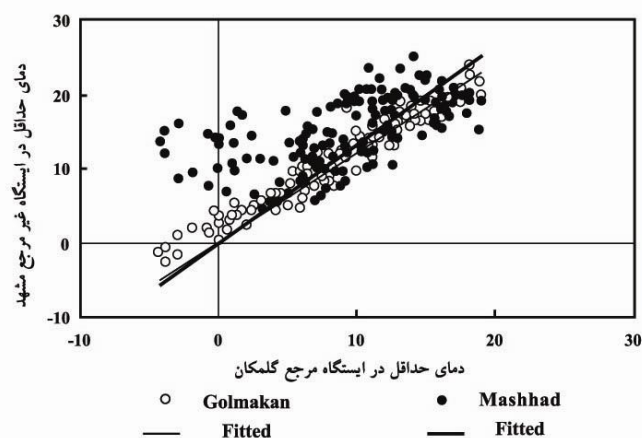
$$SS = \text{رگرسیون} + SS = \text{خطا} = SS \text{ کل} \quad (4)$$

بر این اساس R^2 به صورت ذیل تعریف می‌شود:

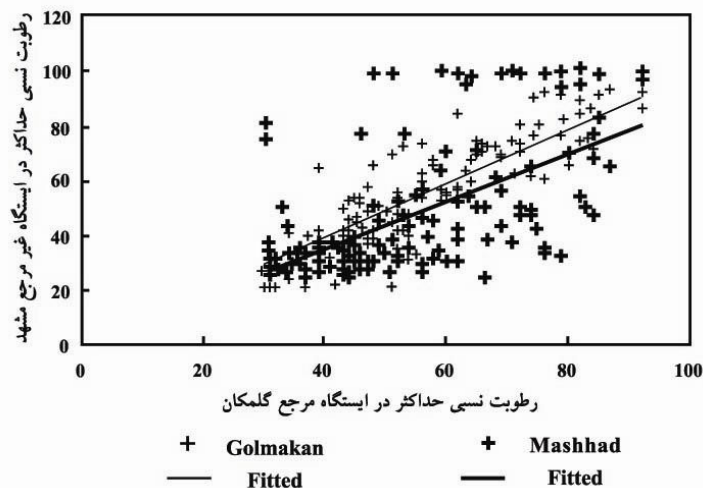
$$R^2 = \text{رگرسیون} / SS \text{ کل} \quad (5)$$



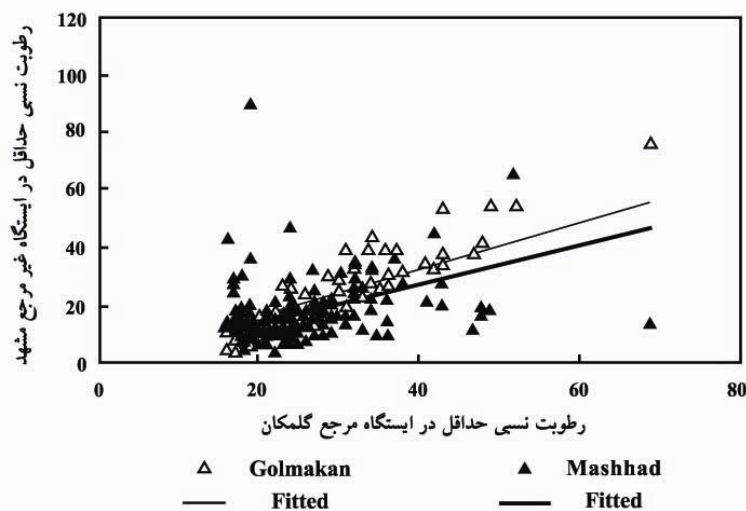
شکل ۱- مقایسه‌ی دمای حداکثر ایستگاه‌های مرجع گلماکان و غیرمرجع مشهد.



شکل ۲- مقایسه‌ی دمای حداقل ایستگاه‌های مرجع گلماکان و غیرمرجع مشهد.



شکل ۳- مقایسه‌ی رطوبت نسبی حداکثر ایستگاه‌های مرجع گلماکان و غیر مرجع مشهد



شکل ۴ - مقایسه‌ی رطوبت نسبی حداقل ایستگاه‌های مرجع گلماکان و غیر مرجع مشهد.

$$ET_0 = 0.0162(KT)R_A TD^{0.5}(T + 17.8) \quad (6)$$

که در آن KT برابر است با:

$$KT = 0.075\left(\frac{S}{TD}\right)^{0.5} \quad (7)$$

در معادله‌های فوق:

$$ET_0 = \text{تبخیر-تعرق مرجع (mm)}$$

$$S = \frac{n}{N} \times 100$$

S = درصد ساعات تابش آفتاب است، که در آن n تعداد ساعات واقعی آفتاب در دوره‌ی مورد نظر و N طول روز در آن منطقه می‌باشد. مقدار N بستگی به عرض جغرافیایی دارد.

$$TD = \text{تفاوت متوسط دمای حداکثر و حداقل روزانه (°C)}$$

$$R_A = \text{تابش برون زمینی معادل میلی‌متر آب}$$

همچنین به منظور تعیین میزان فراب‌آورد تبخیر-تعریق مرجع با استفاده از داده‌های به دست آمده از ایستگاه‌های سینوپتیک ET_0 با استفاده از روش‌های هارگریوز-سامانی و سامانی برآورد گردید. در شرایطی که ایستگاه فاقد داده‌های متعدد مورد نیاز روش فائو-پنمن-مانتیث باشد و یا این که دقت برخی از داده‌های اندازه‌گیری شده مورد اطمینان نباشد، باید از روش‌هایی استفاده کرد که به متغیرهای کمتری نیاز دارند. معادله‌ی هارگریوز-سامانی یکی از ساده‌ترین و قابل اعتمادترین معادلات تجربی است که تنها به مقادیر دمای حداکثر و حداقل، ساعات آفتابی و عرض جغرافیایی نیاز دارد (هارگریوز و سامانی، ۱۹۸۵) و عبارت است از:

T = میانگین روزانه دما (°C)

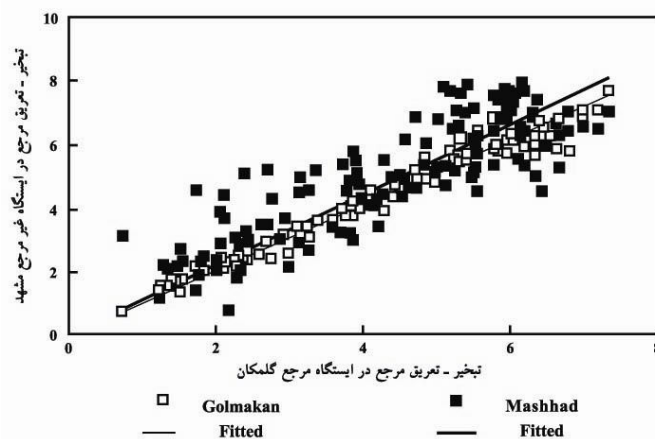
$$ET_0 = 0.0135(KT)(R_A)(TD)^{0.5}(T + 17.8) \quad (8)$$

که در آن:

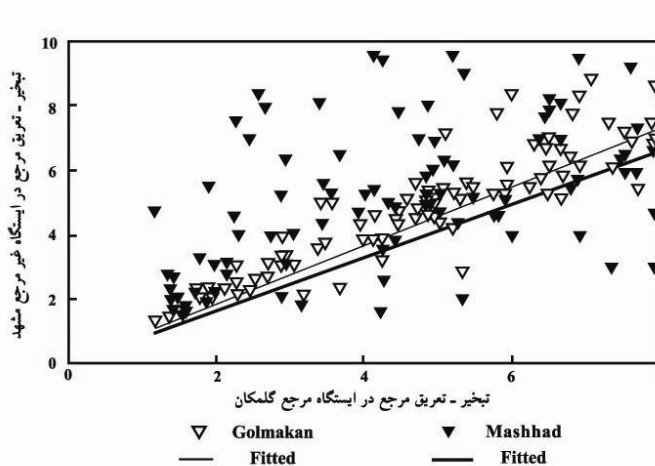
$$KT = 0.00185(TD)^2 - 0.0433TD + 0.4023 \quad (9)$$

سپس نمودار ET_0 به دست آمده از داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک در مقابل ET_0 به دست آمده از داده‌های ایستگاه مرجع رسم گردید (شکل‌های ۵ و ۶).

در معادله‌ی ۶ می‌توان به جای (KT) مقدار ۰/۰۱۶۲ ثابت ۰/۰۰۲۳ را قرار داد. در روش سامانی می‌توان بدون نیاز به ساعات واقعی آفتابی در دوره‌ی مورد نظر، تبخیر-تعرق مرجع را تنها با داده‌های دمای حداکثر و حداقل و عرض جغرافیایی محل برآورد نمود (سامانی، ۲۰۰۰). این معادله عبارت است از:



شکل ۵ - مقایسه‌ی تبخیر-تعرق مرجع به روش هارگریوز-سامانی در ایستگاه‌های مرجع گلماکان و ایستگاه غیر مرجع مشهد.



شکل ۶ - مقایسه‌ی تبخیر-تعرق مرجع به روش سامانی در ایستگاه‌های مرجع گلماکان و ایستگاه غیر مرجع مشهد.

به دست آمده برای ایستگاه سینوپتیک گلماکان نسبت به ایستگاه سینوپتیک مشهد برای تمامی پارامترها به عدد یک نزدیکتر است. از دلایل مشهود این حالت، موقعیت ایستگاه می‌باشد. موقعیت ایستگاه سینوپتیک گلماکان به

نتایج و بحث

با توجه به شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ و جدول ۱ مشاهده می‌گردد که شرایط ایستگاه سینوپتیک گلماکان به شرایط مرجع بسیار نزدیک می‌باشد. یعنی شیب خط رگرسیون

نحوی است که در اطراف آن تا محدوده‌ی وسیعی پوشیده از باغ‌های مختلف می‌باشد که در فصل رشد به صورت مرتب آبیاری می‌شوند. اگر چه زمین ایستگاه پوشیده از گیاه نیست ولی تأثیر پوشش گیاهی در محدوده‌ی اطراف ایستگاه به خوبی نمایان است. تنها در نمودارهای رطوبت نسبی (شکل‌های ۳ و ۴) پراکندگی نقاط بیشتر به چشم می‌خورد که می‌توان علت آن را خطا در اندازه‌گیری حساسه‌ها نام برد. بنابراین می‌توان از داده‌های این ایستگاه با اطمینان قابل قبولی به عنوان داده‌های مرجع استفاده نمود. ولی داده‌های دما و رطوبت به دست آمده از ایستگاه سینوپتیک مشهد انحراف بیشتری از داده‌های ایستگاه مرجع گل‌مکان نشان می‌دهند به طوری که می‌توان اثرات خشکی ایستگاه را به خوبی مشاهده نمود. بنابراین به منظور استفاده از این داده‌ها برای برآورد نیاز آبی بایستی قبل از کاربرد، آنها را به نحوی اصلاح نمود تا نیاز آبی فراتر از مقدار واقعی خود برآورد نگردد.

همانطور که در شکل‌های ۵ و ۶ نیز دیده می‌شود مقادیر تبخیر- تعرق برآورد شده از داده‌های به دست آمده از ایستگاه سینوپتیک گل‌مکان و روش هارگریوز- سامانی با شیب $1/0.3$ و در نتیجه میزان فراب‌آورد ۳ درصد و ضریب تبیین 0.97 با همین مقادیر از ایستگاه مرجع گل‌مکان مؤید مرجع بودن این ایستگاه می‌باشد.

تخمین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی یکی از مهمترین مراحل طراحی و برنامه‌ریزی آبیاری است. در صورتی که بتوان در تخمین آن دقت کافی نمود از هدر رفتن حجم زیادی از آب جلوگیری می‌شود. هم‌اکنون در سطح کشور تعداد ۱۵۳ ایستگاه سینوپتیک وجود دارد که داده‌های به دست آمده از آنها در برآورد نیاز آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما اغلب این ایستگاه‌ها شرایط مرجعی که در بحث کشاورزی در مورد ایستگاه‌های هواشناسی مطرح است ندارند و در نتیجه استفاده از داده‌های این ایستگاه‌ها باعث فراب‌آورد نیاز آبی می‌گردد.

همانطور که ملاحظه گردید در ایستگاه سینوپتیک مشهد اثر خشکی ایستگاه بر پارامترهای دما، رطوبت و تبخیر- تعرق مرجع به خوبی نمایان و لازم است داده‌های به دست آمده از این قبیل ایستگاه‌ها قبل از استفاده در روند محاسبات نیاز آبی تصحیح گردند. پس از اینکه تأثیر خشکی ایستگاه بر داده‌های هواشناسی به دست آمده از هر ایستگاه بررسی شد، لازم است تا روشی برای اصلاح این داده‌ها به کار گرفته شود و در ضمن داده‌هایی که بیشترین تأثیر را از خشکی ایستگاه می‌پذیرند، مشخص گردند. طبق بررسی‌های انجام شده دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد از جمله مواردی هستند که در یک

جدول ۱- نتایج حاصل از برازش رگرسیون خطی $y=a_0x$.

مشهد			گل‌مکان			پارامتر مورد بررسی
a_0	r^2	n	a_0	r^2	n	
۱/۱۷	۰/۶۱*	۱۳۶	۱/۰۷	۰/۹۲*	۱۳۶	T_{max}
۱/۳۲	۰/۵۹*	۱۳۶	۱/۲۱	۰/۹۲*	۱۳۶	T_{min}
۰/۸۷	۰/۳۵*	۱۳۶	۰/۹۸	۰/۷۲*	۱۳۶	RH_{max}
۰/۶۷	۰/۲۱*	۱۳۶	۰/۸	۰/۵۸*	۱۳۶	RH_{min}
۱/۱۱	۰/۷۷*	۱۳۶	۱/۰۳	۰/۹۷*	۱۳۶	$ET_{O(Harg)}$
۰/۸۲	۰/۴*	۱۳۶	۰/۹۱	۰/۸۹*	۱۳۶	$ET_{O(Samani)}$

* ضریب تبیین به دست آمده در سطوح ۰/۰۵ یا ۰/۰۱ معنی دار می‌باشد (اهدائی، ۱۳۶۸).

ایستگاه غیرمرجع اصلاح می‌گردند ولی تابش ناخالص اصلاح نمی‌شود (آلن و همکاران ۱۹۸۳). همچنین توصیه می‌شود روشی که برای اصلاح داده‌های هواشناسی به کار گرفته می‌شود از دقت قابل قبولی برخوردار باشد.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت سازمان هواشناسی کشور و پژوهشکده اقلیم‌شناسی در مشهد صورت گرفته است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱. اهدائی، ب. ۱۳۶۸. آمار تجربی عمومی. مرکز انتشارات و چاپ دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحات ۴۰۶-۳۸۳.
۲. سپاسخواه، ع. ۱۳۷۸. نگرشی دوباره بر روش‌های محاسبه‌ی تبخیر - تعرق گیاهان زراعی. مجموعه مقالات هفتمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۲-۱۰ اسفند، صفحات ۱-۱۰.
3. Allen, R.G., Brockway, C.E., and Wright, J.L. 1983. Weather station siting and consumptive use estimates. *J. Water Resour. Plng. And Mgmt.* ASCE 109(2): 134-147.
4. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrig. And Drain. Paper No. 56 FAO, Rome, Italy.
5. Burman, R.D., Wright, J.L., and Jensen, M.E. 1975. Changes in climate and estimated evaporation across a large irrigated area in Idaho. *Trans.* ASAE 18(6): 1089-1093.
6. Davenport, D.C., and Hudson, J.P. 1967a. Changes in evapotranspiration rates along a 17-km transect in the Sudan Gezira. *Agric. Meteorology* 4: 339-352.
7. Davenport, D.C., and Hudson, J.P. 1967b. Meteorological observations and Penman estimates along a 17-km transect in the Sudan Gezira. *Agric. Meteorology* 4: 405-414.
8. De Vries, D.A., and Birch, J.W. 1961. The modification of climate near the ground by irrigation for pastures on the Rivertine Plain. *Australian J. Agric. Res.* 12(2): 260-272.
9. Doorenbos, J., and Pruitt, W.O. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrig. and Drain. Paper No. 24 FAO, Rome, Italy.
10. Hargreaves, G.H., and Samani, Z. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Appl. Eng. In Agric.* 1(2): 96-99.
11. Holmes, R.H. 1970. Meso-scale effect of agriculture and a large prairie lake on the atmospheric boundary layer. *Agronomy J.* 63: 546-549.
12. Samani, Z. 2000. Estimating solar radiation and evapotranspiration using minimum climatologically data. *J. Irrig. and Drain. Eng.* ASCE 126(4): 265-267.
13. Temesgen, B. 1996. Temperature and humidity data correction for calculating reference evapotranspiration at nonreference weather stations. M.Sc. Thesis, Utah State University, Logan, Utah, USA.
14. Temesgen, B., Allen, R.G., and Jensen, D.T. 1999. Adjusting temperature parameters to reflect well-watered conditions. *J. Irrig. and Drain. Eng.* ASCE 125(1): 26-33.

**Assessment of the effect of site aridity on temperature, humidity and reference evapotranspiration
(Case study of Mashhad and Golmakan synoptic stations)**

A. Mohammadian, A. Alizadeh and M. Nasiri-mahalati

Former Post graduate student, Prof., and Assis. Prof., respectively, College of Agriculture, Ferdowsi Univ. of Mashhad, Iran

Abstract

Estimation of the water requirements of irrigated crops is one of the most important stages in designing irrigation and drainage projects. The accuracy of this estimation could secure the water requirements of field crops; it will also save water consumption. In general, water requirements of field crops is estimated by FAO-Penman-Montieth method based on the data collected from well-irrigated stations (reference stations). However, most of the climatologically stations are not located in places where irrigation is practiced. These stations are referred as non-reference stations. Therefore using data of these stations might cause an overestimation of the evapotranspiration. In this study, the effect of site aridity on temperature and humidity data of Mashhad and Golmakan synoptic stations was surveyed compared with a reference station in Golmakan, during 136 days of the growing season. Evapotranspiration was estimated with Hargreaves-Samani and Samani methods in which only temperature data and geographic coordination of the station is needed. Based on that, the effect of aridity on evapotranspiration was also evaluated. The results show that the situation of Golmakan synoptic station is very similar to the reference situation because of the station position. Therefore, we can quite safely make use of the data of this station as reference data. But the effect of site aridity in Mashhad synoptic station is very clear.

Keywords: Reference station; Non-reference station; Temperature; Humidity; Reference evapotranspiration