Archive of SID

مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

گزارش کوتاه علمی

برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل به کمک سیستم‌های هوشمند (منطق فازی و شبکه عصبی)

*سمیه انگبینی[۱] و افشین هنربخش[۲]
[۱]مربی گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس،
[۲]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه شهرکرد
تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱٤

چکیده

شدت تبخیر و تعرق پتانسیل برای برنامه‌ریزی آبیاری مورد نیاز می‌باشد و معمولاً براساس روش‌هایی مبتنی بر داده‌های اقلیمی تخمین زده می‌شود. در حال حاضر روش فائو- پنمن مانتیس یک روش قابل‌قبول برای تخمین تبخیر و تعرق پتانسیل است. در این پژوهش، میزان کارایی روش منطق فازی و شبکه عصبی در تخمین تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه و مقایسه آن با روش تشتک تبخیر کلاس A مورد بررسی قرار گرفته است. روش منطق فازی با ٦ پارامتر ورودی دارای ضریب تعیین ۰/۸۸ و خطای، ۰/۷٤ میلی‌متر در روز، در مقایسه با سایر روش‌ها دارای دقت بالاتر و خطای کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق پتانسیل، منطق فازی، پنمن- مانتیس، شبکه‌های عصبی مصنوعی

* مسئول مکاتبه: angebini@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بسیاری از دانشمندان مانند آلن (۱۹۸٦) و جنسن و همکاران (۱۹۹۰) اعتبار مدل فائو- پنمن مانتیس را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در همه اقلیم‌ها روش فائو- پنمن مانتیس بهترین روش است. در سال‌های اخیر از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و منطق فازی و یا ترکیبی از آن‌ها برای تخمین تبخیر و تعرق استفاده شده است. بروتون و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، تبخیر روزانه از تشتک را تخمین زدند. نتایج نشان داد میزان تبخیر از تشتک که از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی محاسبه شده دارای کم‌ترین خطا نسبت به روش‌های تجربی می‌باشد. اودهیامبو و همکاران (۲۰۰۱) روش منطق فازی را برای تخمین تبخیر و تعرق گیاه مرجع به‌کار برده و نتایج را با روش‌های فائو- پنمن مانتیس و هارگریوز- سامانی مقایسه کردند. نتایج نشان داد روش منطق فازی دارای خطای کم‌تر نسبت به دو روش دیگر می‌باشد. در این پژوهش مدلی مناسب بر مبنای سیستم‌های هوشمند جهت برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل در ایستگاه سینوپتیک بروجن در طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳٦۸ ارایه می‌شود و کارایی مدل به‌دست آمده در مقایسه با آمار مشاهده‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

مشخصات ایستگاه هواشناسی: اطلاعات مورد نیاز این طرح از ایستگاه سینوپتیک بروجن واقع در استان چهارمحال و بختیاری فراهم شد. در این ایستگاه برای اندازه‌گیری تبخیر و تعرق پتانسیل (با گیاه مرجع چمن) از داده‌های تشتک تبخیر کلاس A با ضریب ۰/٦۵ که با توجه به خصوصیات منطقه مشخص گردیده، استفاده شده است.

معرفی مدل منطق فازی استفاده شده در این پژوهش: برای انجام این پژوهش از ۱۲٦ سطر از داده‌ها به‌طور روزانه، از مجموع ۱۵ سال (۱۳۸۳-۱۳٦۸) آماری که همه پارامترهای لازم جهت آموزش مدل به همراه اندازه‌گیری هم‌زمان تشتک تبخیر A به‌طور کامل در ایستگاه سینوپتیک بروجن موجود بود، استفاده شد. جهت ساخت قوانین فازی از مجموع کل داده‌ها، از ۵۰ سطر داده‌ها (شامل ورودی‌ها و خروجی) که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند استفاده گردید و از ۷٦ داده باقی‌مانده دیگر، برای آموزش سیستم فازی بهره گرفته شد. همچنین سیستم‌های فازی با توابع عضویت مختلف مورد بررسی قرار گرفتند که از بین آن‌ها فقط توابع عضویت مثلثی به نتایج خوبی منجر گردید. برای مقایسه به‌علت نداشتن اطلاعات لایسیمتر در منطقه مورد مطالعه از داده‌های تشتک تبخیر A با ضریب ۰/٦۵ استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

معرفی شبکه عصبی استفاده شده در این پژوهش: همه محاسبه‌های بالا با نرم‌افزار کامپیوتری Matlab Version6 انجام شد. با استفاده از نرم‌افزار یاد شده و با انتخاب یک شبکه پرسپترون چندلایه، تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه گردید. در این پژوهش از یک لایه مخفی با تابع انتقال سیگموئید استفاده شد و به‌صورت تصادفی برای هر یک از مراحل آموزش، آزمون و تأیید به‌ترتیب از ٦٠، ٢٠ و ٢٠ درصد مجموع کل داده‌ها استفاده گردید. تأیید و ارزیابی نتایج به‌دست آمده با استفاده از دو آماره جذر میانگین مربعات خطا و ضریب تعیین انجام گرفت.

معرفی مدل تجربی فائو پنمن- مانتیس: در حال حاضر مدل تجربی فائو پنمن- مانتیس به‌عنوان معتبرترین روش‌ها برای برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل مورد استفاده متخصصان است. در این روش پارامترهای ورودی شامل: حداقل دما در مقیاس روزانه، حداکثر دما در مقیاس روزانه، حداقل رطوبت نسبی هوا در مقیاس روزانه، حداکثر رطوبت نسبی هوا در مقیاس روزانه، متوسط سرعت باد در مقیاس روزانه، ساعات آفتابی در مقیاس روزانه و خروجی مدل تبخیر و تعرق پتانسیل می‌باشد.

نتایج و بحث

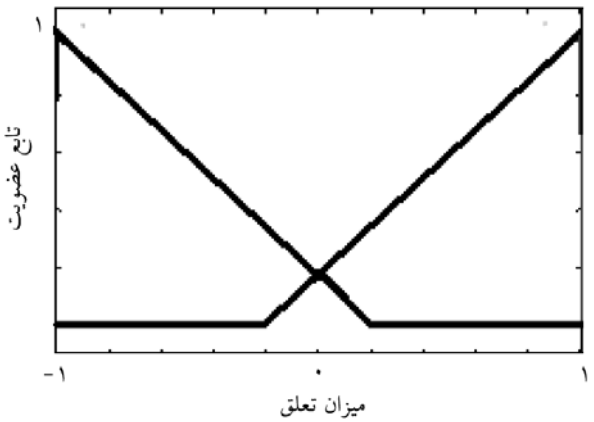
طراحی سیستم‌های فازی: در طراحی این مدل از سیستم‌های فازی با تعداد متغیرهای زبانی مختلف استفاده شد. مدل اول با ٢ متغیر، مدل دوم با ٣ و مدل سوم با ٥ متغیر زبانی مورد آزمایش قرار گرفت. شکل‌های ١ و ٢ به‌ترتیب تابع عضویت مدل اول سیستم فازی و همراه خطای متوسط آن را نشان می‌دهد. برای طراحی سیستم فازی از یک مدل با ٦ ورودی و ١ خروجی استفاده شده است. تابع عضویت برای تمام متغیرهای زبانی یکسان و به‌صورت مثلثی در نظر گرفته شده است. ورودی‌های سیستم به‌ترتیب عبارتند از: حداقل دما در مقیاس روزانه، حداکثر دما در مقیاس روزانه، حداقل رطوبت نسبی هوا در مقیاس روزانه، حداکثر رطوبت نسبی در مقیاس روزانه، متوسط سرعت باد در مقیاس روزانه، ساعات آفتابی در مقیاس روزانه و خروجی در واقع همان میزان تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده توسط سیستم است. که این میزان پس از تبدیل از حالت فازی به واقعی برای مقایسه روش‌های مختلف قابل استفاده است.

طراحی شبکه‌های عصبی مصنوعی: در طراحی این مدل از شبکه پرسپترون چندلایه با ٦ لایه نرون ورودی و ١ لایه نرون مخفی و ١ لایه نرون خروجی استفاده شد. عناصر لایه نرون ورودی (تعداد

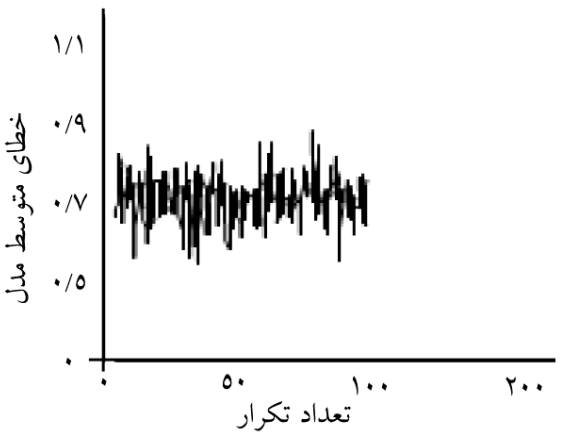
www.SID.ir

Archive of SID

متغیرهای ورودی) شامل: حداقل دما در مقیاس روزانه، حداکثر دما در مقیاس روزانه، حداقل رطوبت نسبی هوا در مقیاس روزانه، حداکثر رطوبت نسبی در مقیاس روزانه، متوسط سرعت باد در مقیاس روزانه، ساعات آفتابی در مقیاس روزانه می‌باشند و عنصر لایه نرون خروجی در واقع همان میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده توسط سیستم بوده است.



شکل ۱- تابع عضویت مدل اول سیستم فازی با دو متغیر زبانی.



شکل ۲- متوسط خطای مدل اول سیستم فازی با دو متغیر زبانی.

www.SID.ir

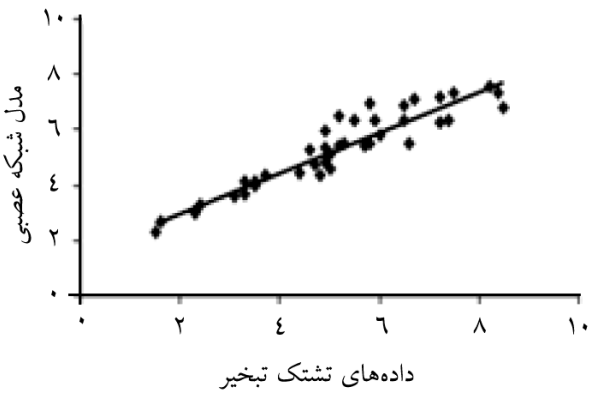
Archive of SID

نتیجه‌گیری

جدول ۱ نتایج مربوط به مقایسه سیستم‌های هوشمند و روش‌های تجربی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب تعیین در روش‌های مختلف بین ۰/۸۸–۰/۸۳ تغییر می‌کند. اما جذر میانگین مربعات خطا دارای تغییرات بیش‌تری می‌باشد به‌طوری‌که کم‌ترین آن مربوط به مدل اول منطق فازی با دو متغیر زبانی است.

جدول ۱- مقایسه سیستم‌های هوشمند و روش‌های تجربی.

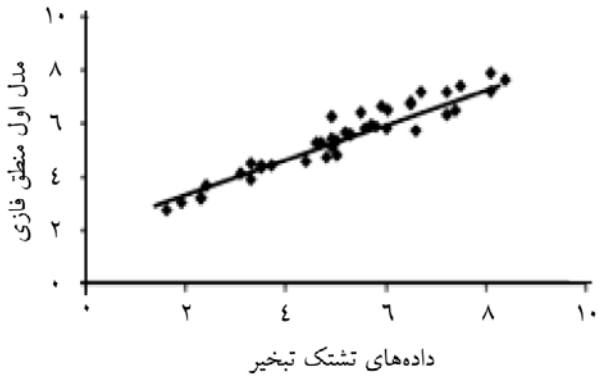
روش	جذر میانگین مربعات خطا	ضریب تعیین
مدل اول سیستم فازی با ۲ متغیر زبانی	۰/۷٤	۰/۸۸
مدل دوم سیستم فازی با ۳ متغیر زبانی	۰/۸۷	۰/۸٦
مدل سوم سیستم فازی با ۵ متغیر زبانی	۰/۹۲	۰/۸۳
مدل شبکه عصبی	۰/۸٤	۰/۸٦
پنمن- مانتیس	۱/۲	۰/۸٤



شکل ۳- مقایسه مقادیر اندازه‌گیری و برآورد شده تبخیر به‌وسیله شبکه عصبی.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- مقایسه مقادیر اندازه‌گیری و برآورد شده تبخیر به‌وسیله مدل اول فازی.

منابع

1.Allen, R.G. 1986. A penman for all season. J. Irrig. ASCE, 112: 4. 348-368.
2.Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen R.G. 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. ASCE Manual and Report on Engineering Practice No.70. New York, Pp: 131-138.
3.Bruton, J.M., McClendo, R.W. and Hoogenboom, G. 2000. Estimating daily pan evaporation with artificial neural network. Trans. ASAE, 43: 2. 492-496.
4.Odhiambo, L.O., Yoder, R.E., Yoder, D.C. and Hines, J.W. 2001. Optimization of fuzzy evaporation model through neural training with input-output examples. Trans. ASAE, 44: 6. 1625-1633

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 17(3), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Estimating potential evapotranspiration using Fuzzy Logic and Neural Network

***S. Angebini[1] and A. Honarbakhsh[2]**

[1]Instructor, Dept. of Watershed Management, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, [2]Assistant Prof., Dept. of Rangeland and Watershed Management, University of Shahrekord

Received: 2008/12/31; Accepted: 2010/10/06

Abstract

Potential evapotranspiration (ETp) rates are needed for irrigation scheduling. ETp rates are commonly estimated from weather parameters. The Fao-Penman Monteith, is now accepted for computation of ETp. This study examined the suitability of fuzzy logic for estimating daily potential evapotranspiration with grass reference crop compared with artificial neural networks, Fao-Penman Monteith and evapotranspiration pan. The daily climatic data of the Borojen station in Chaharmahale-Bakhtiari was used. The estimated ETp values from a fuzzy logic model using six input parameters resulted in RMSE=0.74 mm/day, R^2=0.88 which has the highest correlation and the lowest error in comparison with other methods.

Keywords: Evapotranspiration, Fuzzy logic, Penman-Monteith, Artificial neural networks

* Corresponding Author; Email: angebini@yahoo.com

www.SID.ir