

طبقه بندی میزان تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از شبکه های عصبی خودسازمانده (Self Organizing Map)

مرضیه مکرّم^۱، عبدالرسول زارعی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶

چکیده

تبخیر و تعرق پتانسیل نقش مهمی در مطالعات کشاورزی، طرحهای مدیریت منابع آب، طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سازه‌های آبی دارد. با توجه به اهمیت این پارامتر در این مطالعه اقدام به طبقه بندی تبخیر و تعرق پتانسیل در جنوب استان فارس با استفاده از شبکه‌های عصبی خودسازمانده (SOM) شد. در این مطالعه داده‌های ۷ پارامتر حداقل، میانگین و حداکثر دما، ساعات آفتابی، سرعت باد، حداکثر ساعات آفتابی و رطوبت نسبی با روش SOM طبقه‌بندی و خوشه‌بندی شدند. نتایج حاصل از این طبقه بندی نشان داد که دماهای حداقل، حداکثر و میانگین در منطقه مورد مطالعه دارای ارتباط معنی داری با یکدیگر می‌باشند. همچنین دمای حداقل، حداکثر و میانگین ارتباط معکوس با میزان رطوبت هوا در منطقه مورد مطالعه دارند. بر اساس شبکه عصبی خودسازمانده و استفاده از ۷ داده به عنوان داده‌های ورودی مدل مشخص شد که تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه را می‌توان در ۳ کلاس طبقه بندی نمود. به طوری که کلاس ۳ دارای بیشترین تبخیر و تعرق و کلاس ۱ دارای کمترین تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه باشند.

واژه‌های کلیدی: تبخیر و تعرق، شبکه عصبی، خود سازمانده، SOM.

^۱ استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه شیراز، داراب، ایران، ۰۹۳۵۷۴۶۵۵۸۰، m.mokarram.313@gmail.com

^۲ استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه فسا، فسا، ایران ۰۹۱۷۹۳۱۵۲۵۷، Ar_Zareiee@Fasau.ac.ir و Ar_Zareiee@Yahoo.com (مسئول مکاتبه)

مقدمه

تبخیر و تعرق پتانسیل یکی از فاکتورهای مهم در مطالعات کشاورزی، طرحهای مدیریت منابع آب، طراحی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سازه‌های آبی می باشد (Snyder et al, 2005; Lopez-Urrea et al, 2006 Gundeekar et al, 2008). با توجه به اهمیت این متغیر و لزوم اندازه‌گیری مستقیم و سریع آن روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری و طبقه‌بندی آن ارائه شده است (سلطانی و مرید، ۱۳۸۴؛ شرقی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Daneshyar, 1978). انگستروم از داده‌های جوی مانند ساعات آفتابی استفاده نمود و مدل ساده‌ای را برای تخمین و طبقه‌بندی مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل از یک سطح افقی پیشنهاد نماید (Angstrom, 1924).

برخی از محققین، مولفه‌های مستقیم و دیفیوز نور خورشید را بطور مجزاء برای افزایش دقت مدل خود در تخمین و طبقه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل مد نظر قرار دادند (Paltridge and Proctor, 1976). پاتریج و پروکتور در مدل ساده‌ای، مقادیر تابش مستقیم و دیفیوز روزانه را با استفاده از نسبت (N/n) و زاویه سمت الراس خورشید (α) محاسبه نمودند. ایرماک و همکاران نشان دادند که بکارگیری برخی مدل‌های تابش برای اقلیم‌های خشک و نیمه خشک جواب‌های معتبری را در تخمین ET_0 ارائه می‌نماید (Irmak et al, 2003).

شرقی و همکاران (۱۳۸۹) تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش فائو-پنمن-مونتیت در ۲۹ ایستگاه کلیماتولوژی و سینوپتیک انتخاب شده در استان یزد را مورد مطالعه قرار دادند. سپس با برقراری ارتباط بین پارامتر تبخیر و تعرق با ارتفاع و همچنین روش عکس مجذور فاصله نقشه‌های مقادیر تبخیر و تعرق گیاه مرجع در سطح استان پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد که مناطق مرکزی، جنوبی و برخی نواحی غربی استان از شدت تبخیر و تعرق بیشتری نسبت به مناطق شمالی و شرقی برخوردار هستند. رجبی و همکاران (۱۳۹۴) از روش پن من به منظور تعیین میزان تبخیر و تعرق گیاه زعفران استفاده نمودند.

نتایج نشان داد ایستگاه‌های غرب و جنوب غرب استان دمای لازم برای کسب درجه-روز گیاه به دست نیاید. با توجه به اینکه تأمین دمای مورد نیاز گیاه، اولین عامل رشد زعفران است، این ایستگاه‌ها برای کشت زعفران مناسب نیستند.

یکی از این روش‌های طبقه‌بندی و بررسی تبخیر و تعرق پتانسیل استفاده از الگوریتم نقشه خودسازمانده () می‌باشد. نقشه خودسازمانده نوعی شبکه عصبی است که اخیراً در علوم مختلف از جمله علوم طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. الگوریتم خودسازمانده از روش یادگیری رقابتی برای آموزش استفاده می‌کند و بر مبنای ویژگی‌های خاصی از مغز انسان توسعه یافته است. نقشه خودسازمانده ابزار خوبی برای خوشه‌بندی داده‌ها است و می‌تواند روابط آماری غیر خطی بین داده‌های ورودی را به روابط هندسی ساده تبدیل کند (مرشدی و معماریان، ۱۳۸۹). محاسبات این روش به صورت فرایند رگرسیونی ناپارامتری است که رگرسیون یک مجموعه مشخص از بردارهای مدل را به فضای بردارهای قابل مشاهده در قالب الگوریتمی تبدیل می‌کند. خوشه‌ها در یک فرایند یادگیری رقابتی نسبت به متغیرهای ورودی منظم می‌شوند (Schatzmann, 2003; Vesanto and Alhoniemi, 2000).

تبخیر و تعرق در چرخه‌های هیدرولوژی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. زیرا تبخیر و تعرق پتانسیل تا حد زیادی میزان رطوبت از دست رفته یک حوضه آبخیز را مشخص می‌نماید. در واقع بعد از بارندگی و جذب رطوبت توسط گیاه از خاک، گیاه به منظور حفظ تعادل دما در ساختار خود مقداری از رطوبت را از طریق برگ‌ها طی عمل تبخیر و تعرق به اتمسفر بر می‌گرداند (Wmo, 2014). این چرخه و بازگشت رطوبت به اتمسفر در سالم ماندن گیاه به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین میزان عملکرد و تولید محصولات کشاورزی مهم و موثر می‌باشد (Ahani et al. 2012).

بنابراین هدف اصلی از این مطالعه تعیین ارتباط بین فاکتورهای موثر در تبخیر و تعرق و تعرق

دما در بخش های جنوبی شهرستان نسبت به بخش های شمالی بیشتر می باشد. متوسط ارتفاع در منطقه مورد مطالعه ۱۱۸۰ متر از سطح دریا می باشد. حوزه آبخیز مورد مطالعه از نظر کشاورزی، شهری، باغات و .. دارای اهمیت فراوانی می باشد. بنابراین مطالعه تبخیر و تعرق در این منطقه بسیار مهم می باشد. داده های اقلیمی مورد استفاده در این مطالعه (حداقل، میانگین و حداکثر دما، ساعات آفتابی، سرعت باد، حداکثر ساعات آفتابی و رطوبت نسبی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰) و برخی از ویژگی های آماری آنها در جدول ۱ ارائه شده است (جدول ۱).

پتانسیل (حداقل، میانگین و حداکثر دما، ساعات آفتابی، سرعت باد، حداکثر ساعات آفتابی، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی) در جنوب استان فارس و طبقه بندی تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از شبکه های عصبی خودسازمانده می باشد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان داراب در جنوب استان فارس می باشد. این شهرستان از نظر بارندگی دارای میانگین بارش سالانه ۲۸۵/۳ میلی متر و میزان

جدول (۱): ویژگی های آماری هر یک از پارامترهای موثر در تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه مورد مطالعه

انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	پارامتر
۷/۸۳	۱۴/۳۵	۲۷/۳	۲/۳	حداقل دما (درجه سانتی گراد)
۹/۰۹	۲۹/۹۷	۴۳/۱	۱۴	حداکثر دما (درجه سانتی گراد)
۸/۳۹	۲۲/۱۸	۳۴/۳	۸/۶	دمای میانگین (درجه سانتی گراد)
۱۴/۰۳	۳۹/۶۲	۷۱	۱۹	رطوبت نسبی (درصد)
۱/۳۸	۱۱/۳	۱۳/۲	۸/۱	ساعات آفتابی
۱/۳۴	۱۲/۱۵	۱۴	۱۰/۲	حداکثر ساعات آفتابی
۵/۷۴	۱۱/۲۹	۴۰	۳	سرعت باد

تعرق پتانسیل از روش پنمن مونتیت فائو استفاده شده است:

(۱)

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

که در آن:

ET_0 : تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی متر بر روز)

Δ : شیب منحنی فشار بخار در دمای T (کیلو پاسکال بر درجه سانتی گراد)

R_n : تابش خالص در سطح گیاه (مگاژول بر متر مربع در روز)

G: شار گرمای خاک (مگاژول بر متر مربع در روز)

روش کار

در این مطالعه ابتدا با استفاده از روش پنمن مونتیت فائو اقدام به تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل سال های مختلف شد. روش های مختلفی برای محاسبه تبخیر و تعرق گیاه مرجع پیشنهاد شده است که هر کدام از نظر داده های مورد نیاز تا حدودی با یکدیگر تفاوت دارند. فائو در سال ۱۹۹۸ روش فائو - پنمن - مونتیت را به عنوان روش استاندارد برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع معرفی نمود (Allen, 1986 and 1998). معادله پنمن مونتیت فائو، تبخیر و تعرق سطح مرجع چمن فرضی را تعیین می کند به طوری که این چمن دارای ارتفاع ۱۲ سانتی متر، مقاومت سطحی ۷۰ ثانیه بر متر و ضریب بازتابش (آلبیدو) ۲۳ درصد باشد. در این مطالعه به منظور برآورد مقدار تبخیر و

T: دمای هوا در ارتفاع ۲ متری (سلسیوس)

u₂: سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (متر بر ثانیه)

e⁰(T) = e_s: فشار بخار اشباع (کیلو پاسکال)

e_a = e⁰(T_{dew}): فشار بخار واقعی (کیلو

پاسکال)

(e_s - e_a): کمبود فشار بخار اشباع (کیلو

پاسکال)

γ: ضریب ثابت سایکرومتری (کیلو پاسکال بر

درجه سانتی گراد) می باشد.

بر مبنای اطلاعات اقلیمی تهیه شده و با استفاده از رابطه فوق، مقادیر سالانه تبخیر و تعرق گیاه مرجع در هر یک از ایستگاهها برآورد گردید. در مرحله بعد به منظور طبقه بندی تبخیر و تعرق محاسبه شد از روش شبکه‌های عصبی خودسازمانده استفاده شد.

شبکه‌های عصبی خودسازمانده (SOM)

نقشه خودسازماندهی (SOM) یک شبکه عصبی بدون نظارت است که از نورون‌های عصبی در یک ساختار گرید منظم با ابعاد پایین تشکیل شده است. هر نورون دارای یک بردار وزن n بعدی است که در آن n برابر با ابعاد بردارهای ورودی است. بردارهای وزن (سیناپس‌ها) لایه ورودی را به لایه خروجی (که نقشه یا لایه رقابتی نامیده می‌شود) متصل می‌کنند. نورون‌ها توسط یک تابع همسایگی به یکدیگر متصل شده‌اند (شکل ۱). هر بردار ورودی، بر اساس بیشترین شباهت، نورونی در لایه خروجی را که سلول برنده خوانده می‌شود، فعال می‌کند. شباهت معمولاً بر اساس فاصله اقلیدسی بین دو بردار اندازه‌گیری می‌شود.

(۲)

$$D_j = \sum_{i=1}^n \|W_{i,j} - x_i\|^2$$

که در آن:

i, x_i: آمین بردار ورودی می باشد.

W_{ij}: بردار وزنی است که ورودی i را به نورون

خروجی j متصل می‌کند.

D_j: حاصل جمع فاصله اقلیدسی بین نمونه ورودی

x_i و بردار وزن ارتباطی آن به j آمین سلول خروجی

است که یک واحد نقشه نامیده می‌شود (Buza et al.)

(Dhubkarya et al. 1991 ; 2010).

در این روش علاوه بر وزن ارتباطی واحد دارای بیشترین انطباق (سلول عصبی برنده)، وزن‌های سلول‌های همسایه سلول برنده نیز به روزرسانی می‌شوند. مشاهدات نزدیک به هم در فضای ورودی، دو واحد نزدیک به هم در نقشه را فعال می‌سازند. مرحله آموزش تا زمانی که بردارهای وزن به حالت پایداری برسند و دیگر تغییر نکنند، ادامه می‌یابد.

(۳)

$$W_{i,j}^{new} = W_{i,j}^{old} + h_{i,j} (x_i - W_{i,j}^{old})$$

که در آن:

x_i: نمونه ورودی

W_{ij}^{old}: بردار وزن قبلی بین بردار ورودی x_i و بردار

وزن ارتباطی به سلول عصبی خروجی j

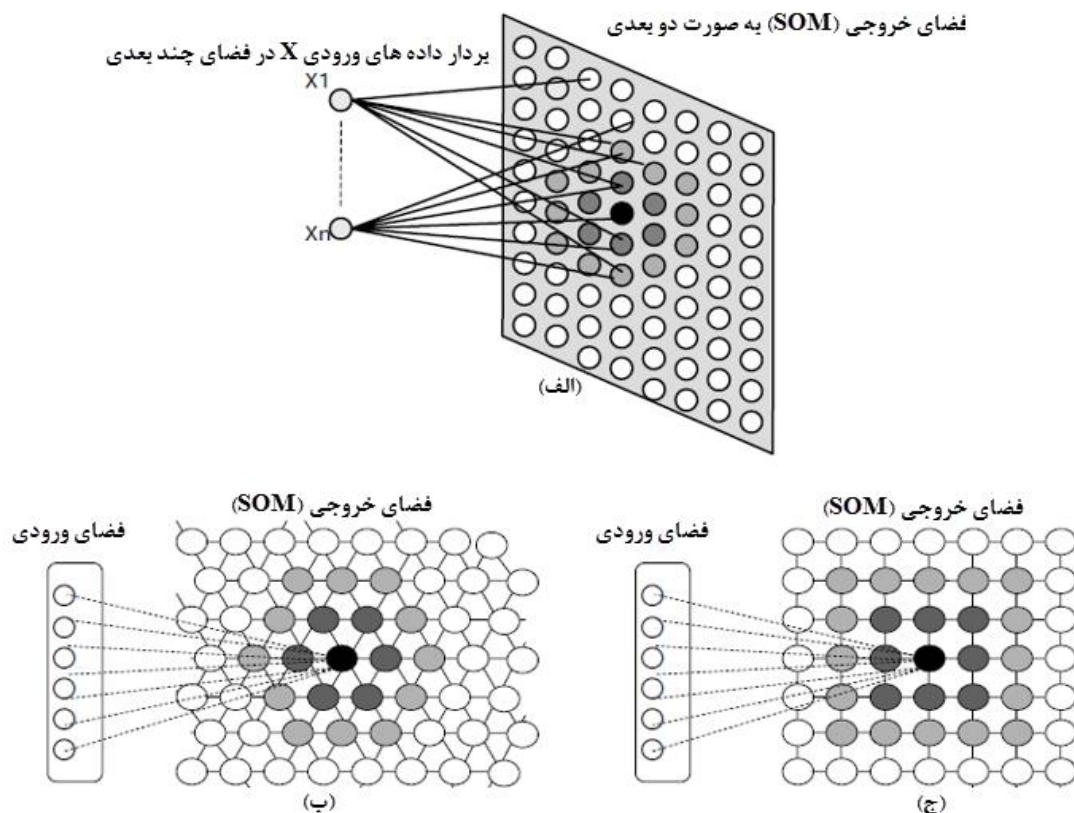
h_{ij}: تابع همسایگی

W_{ij}^{new}: بردار وزن به روزرسانی شده بین سلول

ورودی i و سلول خروجی j

نمای کلی ساختار مدل نقشه خودسازماندهی (SOM)

در شکل ۱ ارائه شده است (شکل ۱).

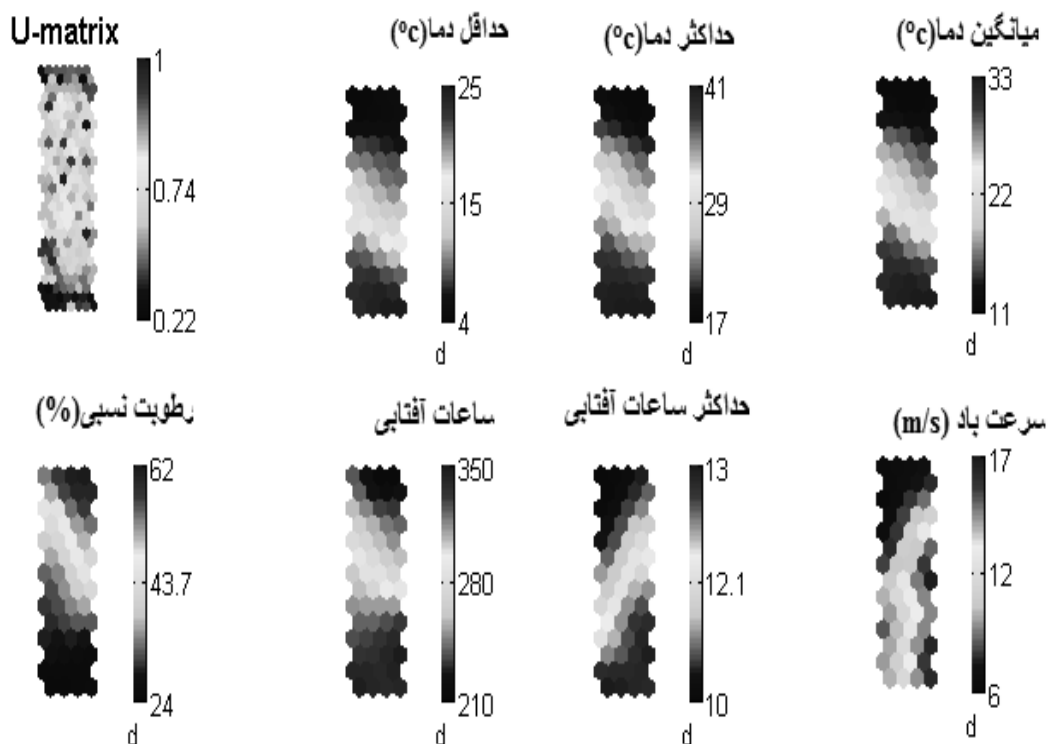


شکل (۱): (الف) انتخاب یک نرون و سطح سازگاری از نرون های همسایه داده های ورودی. شبکه SOM می تواند (ب) شش ضلعی و یا (ج) مستطیل شکل باشد. رنگ سیاه نشان دهنده نرونهایی است که به عنوان بهترین الگوی ورودی انتخاب شده اند (Dykes, 2005).

در این شکل بیانگر فاصله بین همسایگی ها است و ساختار خوشه شبکه SOM را مشخص می کند. برای محاسبه ماتریس U از تمام یا تعدادی از متغیرهای شبکه استفاده می شود. مقادیر بیشتر در این ماتریس بیانگر فاصله همسایگی بین پارامترها است. با استفاده از نمودار ستونی همچنین مشخص می شود که چه رنگی دارای چه مقداری است و اولین مقدار بیانگر مقدار متغیر در ساختار شبکه است.

نتایج و بحث

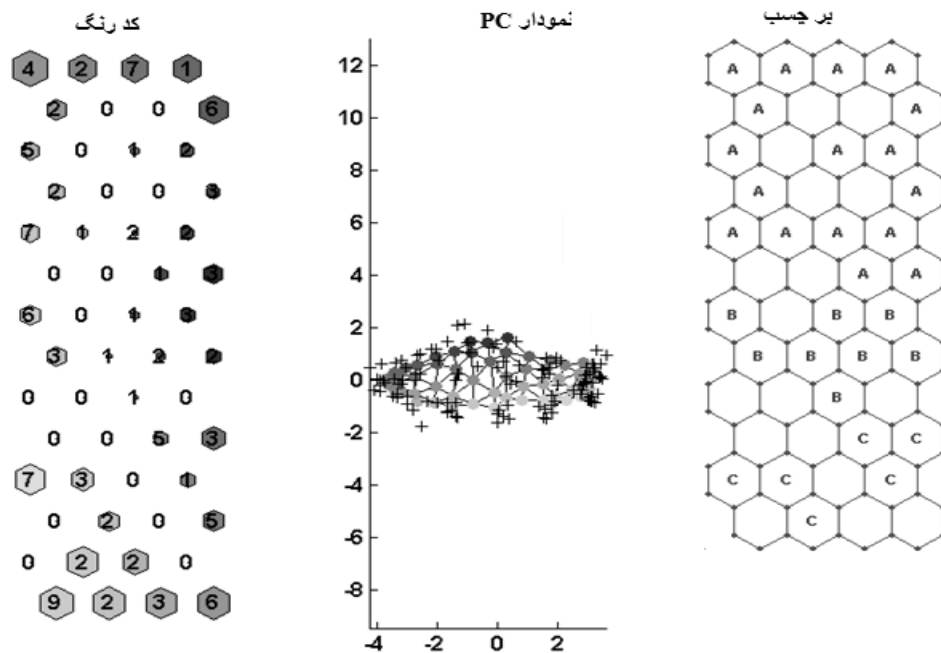
از الگوریتم SOM به منظور طبقه بندی تبخیر و تعرقها با توجه به داده های ورودی استفاده شد. از Y داده ورودی به عنوان نمونه به منظور طبقه بندی استفاده شد که نگاشت آن در شکل زیر آمده است. همانطور که شکل (۲) نشان داده شده است، محدوده مقدار متغیرهای نرمال شده هر یک از متغیرها به صورت راهنما در کنار متغیرها آمده است. ماتریس U



شکل (۲): مقدار متغیرها در هر نگاهت به همراه ماتریس U

ویژگی هر یک از این کلاس‌ها در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به مقادیر هر یک از کلاس‌ها مشخص می‌شود که کلاس ۳ بیشترین میزان تبخیر و تعرق را در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشد.

شکل ۳ نشان دهنده ماتریس U به همراه برجسب آن است. این شکل بیانگر خوشه‌بندی داده‌ها می‌باشد. همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است، اعداد نوشته شده در شش ضلعی، داده‌هایی است که توسط هر نرون در شبکه عصبی جذب شده است. با توجه به شکل (۳) مشخص می‌شود که حداکثر تعداد چند ضلعی‌ها در شکل (۳) (الف) ۹ می‌باشد که نشان دهنده حداکثر داده‌های تجمع یافته در این ناحیه است، به عبارت دیگر حداقل داده در شکل (۳) (الف) صفر می‌باشد که بیانگر عدم وجود داده در این ناحیه است. نمودار تجزیه مولفه‌های اصلی (PC) در شکل (۳) (ب) نشان دهنده میزان چگالی و همبستگی و ارتباط داده‌ها با یکدیگر می‌باشد که با توجه آن مشخص می‌شود که همبستگی بسیار بالایی بین داده‌ها به منظور تعیین تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در نهایت شکل (۳) (ج) نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه از نظر تبخیر و تعرق در کلاس ۳ قابل طبقه‌بندی می‌باشد.



شکل (۳): تصویر متفاوتی از خوشه‌ها بدست آمده از متغیرهای ورودی با استفاده از الگوریتم SOM (الف): برچسب هر یک از طبقات، (ب): تحلیل مولفه‌های اصلی و (ج): کد رنگ

جدول (۲): ویژگی هر یک از کلاس‌های تهیه شده با استفاده از روش شبکه‌های عصبی خودسازمانده

کلاس	پارامتر	حداقل دما	میانگین دما	حداکثر دما	رطوبت نسبی	ساعات آفتابی	حداکثر ساعات آفتابی	سرعت باد
۱	حداقل	۰/۸۹	۱۴	۲/۳	۸/۶	۳۳	۱۸۱/۴	۱۰/۲
	حداکثر	5	28.4	۱۱/۵	۱۹/۲	۷۱	۲۵۹/۸	۱۲/۹
	میانگین	۲/۵۲	۲۱/۰۴	۶/۸۸	۱۳/۹۹	۵۲/۴	۲۴۲/۶	۱۰/۹۶
	انحراف معیار	۱/۱۷	۳/۹۶	۲/۷۶	۳/۲۳	۹/۵۱	۳۱/۰۳	۰/۷۹
	کشیدگی	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۲۱	-۰/۱۷	-۰/۲۳	۱/۰۹
۲	حداقل	۵/۳۷	۲۴/۸	۷/۳	۱۶/۱	۳۰	۲۵۹/۷	۱۱/۵
	حداکثر	۸/۱	۳۴/۷	۱۷/۳	۲۶	۵۴	۳۱۶/۳	۱۲/۹
	میانگین	۶/۷۴	۳۰/۸۸	۱۳/۷۸	۲۲/۳۵	۳۶/۱۷	۲۹۹/۳	۱۲/۰۷
	انحراف معیار	۰/۷۲	۳/۴۴	۲/۷۹	۳/۰۷	۷/۱۳	۱۶/۹۵	۰/۶۹
	کشیدگی	-۰/۰۴	-۰/۴۵	-۰/۷۴	-۰/۵۳	۱/۱۷	-۱/۱۷	۰/۴۲
۳	حداقل	۱۵/۰۵	۳۶	۱۸/۱	۲۷/۱	۱۹	۳۰۸	۱۳/۲
	حداکثر	۲۰/۷۸	۴۳/۱	۲۷/۳	۳۴/۳	۳۱	۳۸۵/۶	۱۴
	میانگین	۱۷/۳۸	۴۰/۶۹	۲۴/۱۴	۳۲/۴۳	۲۴/۹	۳۴۶/۲۵	۱۳/۷۱
	انحراف معیار	۱/۳۷	۱/۵۲	۲/۴۸	۱/۸۹	۳/۲	۱۶/۷۵	۰/۳۵
	کشیدگی	۰/۴۵	-1	-۰/۷۵	-۱/۰۹	۰/۲۷	-۰/۱۲	-۰/۷۹

نتیجه گیری

در چرخه‌های هیدرولوژی تبخیر و تعرق نقش بسیار مهمی دارد. زیرا تبخیر و تعرق پتانسیل میزان رطوبت از دست رفته یک حوضه آبخیز را مشخص می‌نماید. در واقع بعد از بارندگی و جذب رطوبت توسط گیاه از خاک، گیاه به منظور حفظ تعادل دما در ساختار خود مقداری از رطوبت را از طریق برگ‌ها طی عمل تبخیر و تعرق به اتمسفر بر می‌گرداند این چرخه و بازگشت رطوبت به اتمسفر و سالم ماندن گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک و تاثیر آن، در میزان عملکرد و تولید محصولات کشاورزی مهم می‌باشد. عابدی کوپایی و همکاران (۱۳۸۷) از چهار روش فائو-پنمن-مانتیث، هارگریوز، ترک و تشتک تبخیر به منظور برآورد تبخیر و تعرق اصفهان استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش فائو-پنمن-مانتیث از دیگر روش‌ها به منظور برآورد تبخیر و تعرق بهتر است. بنابراین این روش به عنوان یک روش دقیق است که در این مطالعه با توجه به این روش و استفاده

از مدل SOM تبخیر و تعرق منطقه مورد مطالعه و طبقه‌بندی قرار گرفت.

هدف اصلی از این مطالعه تعیین ارتباط بین فاکتورهای موثر در تبخیر و تعرق و تعرق پتانسیل (حداقل، میانگین و حداکثر دما، ساعات آفتابی، سرعت باد، حداکثر ساعات آفتابی و رطوبت نسبی) در جنوب استان فارس (داراب) و طبقه‌بندی تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از شبکه‌های عصبی خودسازمانده بود. نتایج حاصل از این طبقه بندی نشان داد که دماهای حداقل، حداکثر و میانگین در منطقه مورد مطالعه دارای ارتباط معنی داری با یکدیگر می‌باشند. همچنین دمای حداقل، حداکثر و میانگین ارتباط معکوس با میزان رطوبت هوا در منطقه مورد مطالعه دارد. در نهایت با استفاده از شبکه عصبی خودسازمانده مشخص شد که تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه را می‌توان در ۳ کلاس طبقه‌بندی نمود. به طوریکه کلاس ۳ دارای بیشترین تبخیر و تعرق و کلاس ۱ دارای کمترین تبخیر و تعرق در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

منابع

- مرشدی، الف، ح. و ح. معماریان. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی شاخص کیفی سنگ در ساختگاه سد سمیلان، بر اساس گسل‌ها و شبکه‌های عصبی خودسازمانده. مجله علوم زمین. شماره ۲۱. ص ۹۹ - ۱۱۲.
- سلطانی، س. و س. مرید. ۱۳۸۴. مقایسه بر آورد تابش خورشید با استفاده از روش هارگریوز- سامانی و شبکه‌های عصبی مصنوعی. مجله دانش کشاورزی. دانشگاه تبریز. شماره ۱. جلد ۱۵. ص ۳۴-۴۶.
- شرقی، ط.، ح. بری ابرقویی، م. الف. اسدی و م. ر. کوثری. ۱۳۸۹. برآورد تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از روش فائو-پنمن- مونتیت و پهنه بندی آن در استان یزد. فصلنامه علمی-پژوهشی خشک بوم، شماره ۱. ص ۲۳-۳۶.
- Angstrom, A. 1924. Solar and terrestrial radiation. Journal Meteorological Society. (50) 121-136.
- Allen, R. G and W. D. pruit. 1986. Rational use of the FAO Blaneyridle Formula. j. Irrigation and Drainage Engineering, ASCE. (2) 139-155.
- Allen, R. G, L. S. Raes and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage, NO. 56, FAO, Rome, Italy. 301P.
- Daneshyar, M. 1978. Solar radiation statistics for Iran. Sol Energy. (21) 345-9.
- Dykes J 2005 Exploring Geovisualization. Elsevier.
- Gundekar, H. G., Khodke, U. M., & S. Sarkar. 2008. Evaluation of pan coefficient for reference crop evapotranspiration for semi-arid region. Irrigation Science. (26)169-175.
- H., Wmo . 2014. Statement of guidance for hydrology and water resources. SoG for Hydrology and Water Resources.

Hossein. A ., K. Mehrzad, R. K. Mohammad. R. Mehdi. K. Mohammad Amin. E. Faezeh and K. Saeedeh. 2012. An investigation of trends in precipitation volume for the last three decades in different regions of Fars province, Iran. *Theor Appl Climatol.* (109) 361 – 382.

Irmak, A. R., G. Allen and J. W. Jones. 2003 . Solar and net radiation based equations to estimate reference evapotranspiration in humid climates. *J. Irrig. Drain .Eng.* (5) 336-347.

Lopez-Urrea, R., F. Martín de Santa Olalla, C. Fabeiro and A. Moratalla. 2006 . Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semi-arid climate. *Agric Water Management.* (85) 15–26.

Paltridge, G. W. and D. Proctor. 1976 . Monthly mean solar radiation statistics for Australia. *Sol Energy.* 235-43.

Schatzmann, J., 2003. Using Self-Organizing Maps to Visualize Clusters and Trends in Multidimensional Datasets. Department of Computing Data Mining Group, Imperial College, London.

Snyder, R. L., M. Orang, S. Matyac, and M. E. Grismer. 2005 . Simplified estimation of reference evapotranspiration from pan evaporation data in California. *J Irrigation Drain Engineering.* (3) 249–253.

Vesanto, J. and E. Alhoniemi. 2000. Clustering of the Self-Organizing Map. *IEEE Transactions on Neural Networks.* (3) 586-600.

Zotarelli, L., M. D. Dukes, C. C. Romero, K. W. Migliaccio, K.T. Morgan. 2013. Step by Step Calculation of the Penman-Monteith Evapotranspiration (FAO-56 Method). University of Florida (UF). Ae459.

Classification of potential evapotranspiration using Self Organizing Map of neural network

Marzieh Mokarram¹, Abdol Rasoul Zarei²

Abstract

Potential evapotranspiration has an important role in agricultural studies, the project of water resources management, design of drainage and irrigation network and water structure. According to the importance of this parameters, in this study it has been tried to Classify the potential evapotranspiration using Self Organizing Map (SOM) of neural network in south of Fars province. Parameters that used in this study to classify with SOM method include: minimum temperature, maximum temperature, mean temperature, Sunshine hour, maximum of Sunshine hour, wind speed and relative humidity. Result of this paper shows that minimum temperature, maximum temperature and mean temperature have significant relative in study area. Also the minimum temperature, maximum temperature and mean temperature have invers relation by relative humidity in study area. According to Self Organizing Map (SOM) of neural network method and input parameters of this model, potential evapotranspiration in study area classified in 3 classes. So that class 3 has the highest evapotranspiration and class 1 has the lowest evapotranspiration.

Keywords: Evapotranspiration, neural network, Self Organizing Map, SOM.

¹. Assistant professor, Department of Range and Watershed Management, College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Iran

Email: m.mokarram@shirazu.ac.ir, Tel:09357465580

². Assistant professor in Department of Rang and Watershed Management. Faculty of Agricultural Science. Fasa University, Iran. Email: Ar_zareiee@Fasau.ac.ir and Ar_zareiee@Yahoo.com, Tel: 09179315257