



ثبت شده در پایگاه استنادی
علوم جهان اسلام (ISC) با کد:
a۳۲۳۱۰۱۴۸۱۵

دارای مصوبه هیأت وزیران
(۵۶۹۸۵/ت/۶۱۱۲۲ هـ)
مورخ ۱۴۰۲/۰۴/۰۴

۹ و ۱۰ بهمن ماه ۱۴۰۳ / تهران- کتابخانه ملی ایران

کاربرد روش تجزیه به عامل‌ها در بررسی اثر نسبی عوامل اقلیمی روی تبخیر – تعرق پتانسیل در ایستگاه زنجان

نویسندگان:

نازنین حیدری^۱ و یعقوب دین پژوه^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز. (n.hedari1998@gmail.com)
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

چکیده

در این تحقیق، اهمیت نسبی متغیرهای مختلف هواشناسی موثر بر تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET₀) در ایستگاه زنجان با حداقل ۲۰ سال آمار منتهی به ۲۰۲۱ تحلیل شده است. روش پنمن-مانتیت برای تخمین ET₀ استفاده شد. برای مطالعه‌ی اهمیت نسبی متغیرهای اقلیمی بر تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه، از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. داده‌ها شامل بارش، میانگین دمای هوا (بیشینه و کمینه)، سرعت باد، رطوبت نسبی و ساعات آفتابی بوده و همبستگی بین آنها تحلیل شد. نتایج نشان داد که بجز یک مورد (باد با بارش) که همبستگی معنی دار نداشته‌اند، در سایر موارد ضرایب همبستگی بین متغیرها در سطح ۵ درصد معنی دار بودند. در ایستگاه زنجان، دو مولفه اول دارای مقدار ویژه‌ی بیش از یک بود و مولفه‌های بعدی مقدار ویژه‌ی بسیار ناچیزی (نزدیک صفر) داشتند. در زنجان، دو مولفه‌ی اول در کل ۸۰/۶۷۳ درصد واریانس را توجیه می‌کرد. در ایستگاه زنجان پارامتر ساعات آفتابی مهمترین عامل موثر بر ET₀ بود، پس از آن پارامترهای حداکثر دمای هوا، حداقل دمای هوا و رطوبت نسبی به ترتیب در رتبه های دوم تا چهارم قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در ایستگاه مذکور، متغیر بارش بر روی ET₀ اثر چندان موثری نداشته است. یافته‌های این مطالعه در مدیریت منابع آب منطقه می‌تواند مفید واقع شود.

کلمات کلیدی: استان زنجان، تبخیر-تعرق، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه به مولفه‌های اصلی.

مقدمه یا بیان مسأله

تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع (ET₀) بنا به تعریف عبارت است از میزان شدت تبخیر-تعرق از گیاه چمن سبز به ارتفاع ۱۲-۸ سانتی متر، خوب آبیاری شده و فاقد بیماری در یک مدت زمان معین (مانند یک روز) می‌باشد. در زمینه مذکور کارهای متعددی در جهان و ایران انجام شده است. مثلاً Mohan & Arumugam (1996) از روش تجزیه به عامل‌ها برای مطالعه اهمیت نسبی متغیرهای هواشناسی در ۸ ایستگاه هواشناسی واقع در هند بهره بردند. آنها نتیجه گرفتند با این روش، سه عامل اول که هیچگونه همبستگی باهمدیگر ندارند ولی هرکدام به نوبه خود به پارامترهای اقلیمی وابسته هستند، حدود ۸۵ درصد کل واریانس داده‌ها را توجیه می‌کند. Popova et al (2006) مقادیر ET₀ را با استفاده از داده‌های محدود هواشناسی در دشت تریس واقع در جنوب بلغارستان با روش فائو برآورد کردند. Haghighat & Fooladmand (2007) با استفاده از داده‌های اقلیمی هفت ایستگاه سینوپتیک در استان فارس و هفت ایستگاه دیگر واقع در خارج از استان، برای تخمین ET₀ از معادله هارگریوز بهره بردند. (2015) Valipour مدل‌های ET₀ مختلف مبتنی بر دمای هوا را با مقایسه خروجی هر کدام با مدل پنمن مانتیت اصلاح شده توسط FAO در ۳۱ استان ایران مطالعه کردند. Varga-Haszonits et al (2022)، ET₀ را با روش پنمن-مانتیت در شرایط اقلیمی نیمه مرطوب مجارستان محاسبه کردند.

در ایران نیز اسدی (۱۳۹۷) تبخیر-تعرق پتانسیل را با استفاده از روش فائو-پنمن-مانتیت برای ایستگاه سینوپتیک یزد در دوره (۲۰۱۰-۱۹۶۶) محاسبه کرد. حقی زاده و همکاران (۱۳۹۸) یک مدل ساده و کاربردی (مدل GEP) جهت محاسبه ET₀ انجام دادند. بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که هرچند روش پنمن مانتیت فائو در مطالعات ایرانی مرتبط با تبخیر- تعرق گیاه مرجع (ET₀) استفاده شده است ولیکن کاربرد روش تجزیه به عامل‌ها (FA) در زمینه مطالعات مرتبط با ET₀ در ایران انجام نشده است.

اهداف و روش پژوهش

۱- روش تحقیق

در این مقاله از روش تجزیه به عامل‌ها برای بررسی اثر نسبی عامل‌های اقلیمی موثر بر ET₀ استفاده شده‌است. هدف اصلی این مطالعه استفاده از روش نوین تجزیه به عامل‌ها، برای بررسی اثر نسبی عامل‌های اقلیمی موثر بر تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع است. در این مطالعه، مقادیر ET₀ با روش استاندارد فائو پنمن-مانتیت برآورد شده است. منطقه مورد مطالعه در این مقاله شهرستان زنجان در شمال غرب کشور می‌باشد.

در این مقاله از داده‌های هواشناسی شش متغیر اقلیمی شامل میانگین حداکثر دمای هوا (T_{max})، میانگین حداقل دمای هوا (T_{min})، میانگین حداکثر رطوبت نسبی هوا (RH_{min})، سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری (U₁₀)، مجموع ساعات آفتابی واقعی(n) و بارش (P) در مقیاس روزانه استفاده شد. داده‌ها از سازمان هواشناسی استان زنجان اخذ شد.

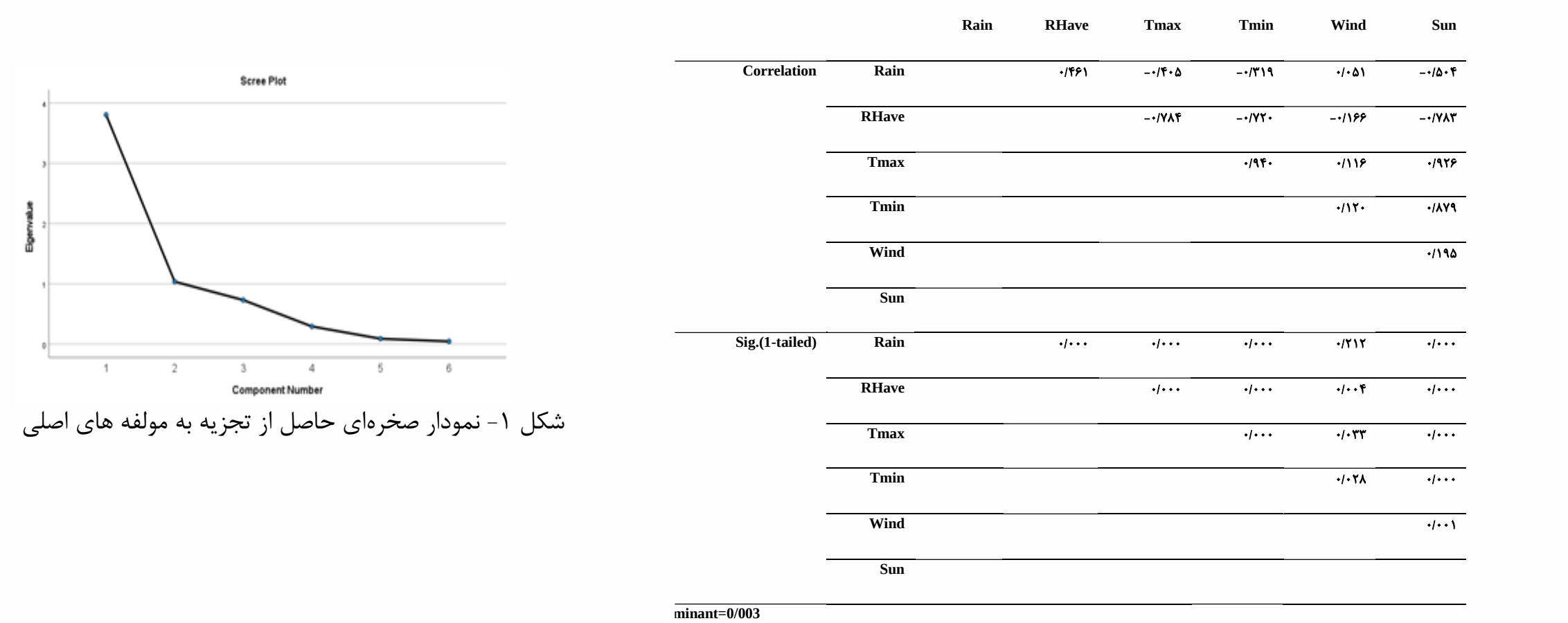
۲- اندازه گیری، مشاهده و محاسبه

در روش تجزیه به عامل‌ها، مولفه‌ها تابعی از متغیرهای مشاهداتی می‌باشند، در روش FA سعی می‌شود که متغیرها چنان بصورت ترکیب خطی از عامل‌ها ارائه شود که تعداد عامل‌ها کمتر از تعداد متغیرها باشد (Rencher,1995). برای انجام عمل (FA) در مورد P متغیر ابتدا عمل PCA روی آنها انجام شد. در این مطالعه متغیرها شامل T_{max}، T_{min}، RH، U₁₀، n و P در مقیاس ماهانه بودند. متغیرها استاندارد شدند و ماتریس همبستگی تشکیل شد. مقادیر مولفه‌های اصلی یعنی Z_i تعیین شدند (Manly,1994). در این مطالعه از روش وریماکس برای چرخش محورها استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

پس از استاندارد کردن داده‌ها، که شامل ۶ متغیر و ۲۵۲ مورد (برای ایستگاه زنجان) در مقیاس ماهانه بوده است. با استفاده از نرم افزار SPSS عمل تجزیه به عامل‌ها انجام شد. در عمل FA، تحلیل ماتریس همبستگی بین متغیرها از اهمیت زیادی برخوردار است. جدول ۱ ماتریس همبستگی را برای ایستگاه زنجان نشان می‌دهد.

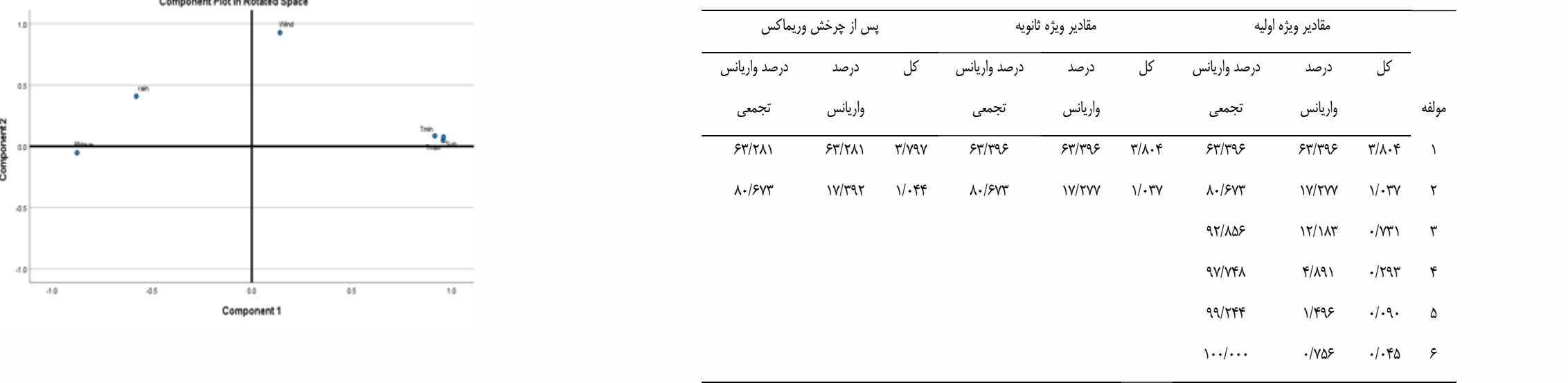
جدول ۱- ماتریس همبستگی داده های اقلیمی در ایستگاه زنجان



شکل ۱ نمودار صخره‌ای حاصل از تجزیه به عامل‌ها را برای ایستگاه زنجان می‌دهد. در این نمودار محور افقی، شماره مولفه و محور قائم مقدار ویژه می‌باشد. به طوریکه از این شکل می‌توان دید فقط دو مولفه اول دارای مقدار ویژه‌ی بیش از یک می‌باشد.

جدول ۲، مقادیر واریانس توجیه شده توسط هر مولفه‌ی اصلی و درصد آنها قبل و بعد از چرخش وریماکس بصورت مجزا و تراکمی در زنجان نشان داده شده است. بطوریکه می‌توان دید عامل اول پس از چرخش ۶۳/۲۸۱ درصد واریانس را توجیه می‌کند و عامل دوم ۱۷/۳۹۲ درصد واریانس را توجیه می‌کند که در مجموع دو مولفه‌ی اول در کل ۸۰/۶۷۳ درصد واریانس را توجیه می‌کند.

جدول ۲- مقدار واریانس توجیه شده توسط عامل‌های منتخب قبل و پس از چرخش محورها به روش وریماکس



شکل ۲- نمودار ضرایب عامل‌های اول و دوم بعد از چرخش محورها

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج نشان داد که تقریباً همه جفت متغیرهای موثر بر تبخیر-تعرق پتانسیل (بجز باد با بارش) دارای همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد بودند. در این مطالعه، ابتدا تجزیه به مولفه‌های اصلی بدون چرخش محورها انجام گرفت و سپس با استفاده از چرخش عامل‌های اصلی با روش وریماکس مطالعه به انجام رسید. برای ایستگاه زنجان، تعداد دو عامل اصلی که مقدار ویژه‌ی آن بیش از یک بود، انتخاب شد. این دو عامل تقریباً بیش از ۸۰ درصد واریانس کل متغیرها (۸۰/۶۷۳) را توجیه می‌کرد نتایج نشان داد که متغیرهای اقلیمی دما، رطوبت نسبی هوا و سرعت باد روی فرآیند تبخیر-تعرق موثر بودند. در حالیکه معلوم شد که متغیر بارش بر روی تبخیر-تعرق پتانسیل گیاه مرجع اثر موثری نداشته است. مهمترین متغیر موثر بر فرایند تبخیر –تعرق پتانسیل پارامتر تعداد ساعات آفتابی واقعی بود. پس از آن پارامترهای T_{max}، T_{min} و RH به ترتیب در رتبه های دوم تا چهارم قرار گرفتند.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به کم بودن طول دوره آماری ایستگاه‌ها و محدودیت انتخاب متغیرهای هواشناسی موثر بر تبخیر-تعرق اشاره کرد. زیرا در اغلب ایستگاه‌های هواشناسی ایران همه پارامترهای مورد نیاز یا اندازه گیری نشده‌اند یا دارای آمار کافی نیستند.

منابع

- اسدی، م. ا. ۱۳۹۷. پیش‌بینی تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از مدل غیرخطی NARX(مطالعه موردی، استان یزد)، دو فصلنامه علمی – پژوهشی خشتک بوم، ۲۸، ۴۸-۳۷. حتی زاده، ج. بیات، و و ارشید، ا. ۱۳۹۸. برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل ایستگاه‌های سینوپتیک کرمانشاه با استفاده از مدل برنامه‌نویسی ژنتیکی. فصلنامه علمی فضای جغرافیایی، ۲۲-۲۹.
- Fooladmand H and Haghighat M (2007) Spatial and temporal calibration of Hargreaves equation for calculating monthly ET₀ based on Penman-Monteith method. Irrigation and Drainage 56: 439-449.
- Manly B F J (1994) Multivariate Statistical Methods, A primer. Second edition. Chapman and Hall (PP.215).
- Mohan S and Arumugam N (1996) Relative importance of meteorological variables in evapotranspiration: Factor analysis approach. Water Resources Management 10: 1-20.
- Popova Z, Kercheva M and Sepriro L (2006) Validation of the FAO methodology for computing ET₀ with limited data. Application to South Bulgaria. Irrigation and Drainage 55: 201-215.
- Rencher A C (1995) Methods of Multivariate Analysis. John Wiley and Sons INC (pp: 627).
- Valipour M (2015) Temperature analysis of reference evapotranspiration models. Meteorological Applications 22: 385-394.
- Varga-Haszonits Z, Szalka E and Szakál T (2022) Determination of reference evapotranspiration using penman-monteith method in case of missing wind speed data under Sub-humid climatic condition in Hungary. Atmospheric and Climate Sciences 12(2): 235-245.