

## تحلیل و بررسی روند زمانی تبخیر-تعرق گیاه مرجع و پارامترهای مؤثر

### بر آن در چند ناحیه اقلیمی در ایران

#### صفیه چکاو<sup>۱</sup>، کامران داوری<sup>۲</sup>، بیژن قهرمان<sup>۳</sup>

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (s.checave@yahoo.com)

۲-نویسنده مسئول. استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (davary.stu@gmail.com)

۳-استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد (bijangh@um.ac.ir)

### چکیده

تخمین تبخیر-تعرق مرجع برای مطالعه تغییر اقلیم، ارزیابی منابع آب و برنامه‌ریزی سیستم‌های آبیاری ضروری است. روند تغییرات سالانه متغیرهای هواشناسی و تبخیر-تعرق مرجع در اقلیم‌های معتدل و مرطوب (بندرانزلی)، معتدل و خشک (مشهد)، بسیارگرم و مرطوب (بوشهر)، گرم و خشک (زاهدان، کرمان)، سرد و خشک (تبریز، کرمانشاه و تهران) در ایران بررسی شد. برای تحلیل آماری، مجموعه داده‌ها به دو دوره طولانی مدت (۱۹۸۴-۲۰۱۳) و کوتاه مدت (آخرین دوره همگن هر ایستگاه) تقسیم شدند. برای بررسی معناداری روند سری زمانی از آزمون ناپارامتریک من-کندال و برای محاسبه شیب خط روند از تخمین گر شیب سن استفاده شد. تبخیر-تعرق مرجع با روش‌های پنمن-مونتیث-فائو ۵۶، هارگریوز-سامانی، هارگریوز، پریستلی-تیلور، تورک، فائو-بلانی-کریدل، ایرماک- $Rn$ ، ایرماک- $R_s$  و مک-کینگ محاسبه شد. در طولانی مدت پارامترهای دما در کلیه ایستگاه‌ها روند افزایشی دارد. هم‌چنین مقادیر محاسبه شده الگوی پنمن-مونتیث-فائو ۵۶ در کلیه ایستگاه‌ها روند مثبت معنادار نشان داد. تغییرات متغیرهای هواشناسی و تبخیر-تعرق مرجع وابسته زمان و مکان است.

**واژه‌های کلیدی:** تبخیر-تعرق مرجع، شیب سن، روند، متغیرهای هواشناسی، من-کندال.

### ۱- مقدمه

تخمین تبخیر-تعرق مرجع ( $ETO$ ) برای برنامه‌ریزی سیستم‌های آبیاری، محاسبه تبخیر-تعرق واقعی یک منطقه و مدیریت منابع آب ضروری است [۱ و ۲]. به دلیل گرمایش جهانی و بروز شواهدی از تغییر اقلیم در سال‌های اخیر، فهم و درک تغییرات  $ETO$  و اثرات آن بر چرخه هیدرولوژی و منابع آب از ضروریات است. یکی از گام‌های مهم برای درک تاثیرات اقلیمی بر فرایندهای هیدرولوژیکی تحلیل روند  $ETO$  است [۳]. روش‌های آماری زیادی برای بررسی روند در سری زمانی متغیرهای اقلیمی ارائه شده است که به دو دسته کلی روش‌های پارامتری و روش‌های ناپارامتری تقسیم می‌شوند [۴]. در روش‌های پارامتریک فرض بر این است که سری زمانی تابع یک توزیع خاص آماری باشد [۵]. اما روش‌های ناپارامتریک مستقل از تابع توزیع آماری داده‌ها عمل می‌کنند و تاثیرپذیری زیادی از داده‌های پرت ندارند [۶]. محققان زیادی از سراسر جهان روند تبخیر-تعرق مرجع را بررسی کردند. شان و همکاران [۶] تغییرات زمانی تبخیر-تعرق مرجع را با روش من-کندال بررسی کردند.  $ETO$  سالانه از سال ۱۹۹۶-۲۰۱۳ روند کاهشی معنادار نشان داد. در تحقیقی