

## Vlerësimi i evapotranspirimit të bimës referuese duke përdorur dy ekuacione të metodës Penman-Monteith në kushtet klimatike të Shqipërisë

GRAZHDANI, S., AHMETI, A.

Universiteti Bujqësor i Tiranës, Fakulteti i Shkencave Pyjore, Departamenti i Industrisë së Drurit

### PËRMBLEDHJE

Në këtë studim u përdoren nga ne dy ekuacione të ndryshëm të metodës Penman-Monteith për vlerësimin e evapotranspirimit të bimës referuese ( $ET_0$ ) në kushte të ndryshme klimatike (në gjashtë zona të ndryshme klimatike të shpërndara në gjithë territorin e Shqipërisë), duke përdorur të dhëna meteorologjike të matura me interval kohe nga njëra tjetra prej 1 h (me bazë orare) dhe mesatare ditore (24 h). Këto ekuacione janë: ekuacioni FAO Penman-Monteith (FAO56-PM) dhe ekuacioni i standartizuar ASCE Penman-Monteith (ASCE-PM). Njehsimet e vlerave me bazë orare të evapotranspirimit të bimës referuese u shumuan më tej për një periudhe kohore 24 orëshe dhe raportohen si shumë-orare. Vlerat orare të  $ET_0$  të njehsuara me modelin ASCE-PM ( $ET_{0,h,ASCE}$ ) u krahasuan me vlerat me hap kohor 24 h të njehsuara, po ashtu, me ekuacionin ASCE-PM, si edhe të atyre me bazë orare të njehsuara me ekuacionin FAO56-PM (përkatesisht  $ET_{0,d,ASCE}$ ,  $ET_{0,h,FAO56}$ ). Vlerat  $ET_{0,h,ASCE}$  u përdorën si bazë për krahasim. Vlerat e  $ET_{0,h,FAO56}$  korrelohen mirë me vlerat e  $ET_{0,d,ASCE}$  ( $r^2 \geq 0.994$ ), por janë më të ulëta se ato  $ET_{0,h,ASCE}$  në të gjitha vendet nga 4% deri 9%. Rezultatet e marra tregojnë se realizohet një përmirësim në saktësinë e vlerësimit të  $ET_0$  kur përdoret procedura njehësuese të ekuacionit të standartizuar ASCE-PM me bazë orare sesa kur përdoret ajo me bazë 24 h. Zbatimi i këtij ekuacioni mbi bazë orare merr parasysh ndryshimet e papritura gjatë 24 h në kushtet atmosferike në vlerësimin e  $ET_0$  në mjedise advektive dhe të tjera kur janë të disponueshme të dhëna orare meteorologjike.

**Fjalë kyç:** Stacion meteorologjik, Klima, Evapotranspirimi, Penman-Monteith, Rezistenca e sipërfaqes.

### SUMMARY

Accurate and consistent determination of ET in irrigated agriculture is becoming increasingly important for better planning and efficient use of water resources, especially in arid and semi-arid environments where lack of precipitation usually limits crop growth and yield. Accurate quantification of ET is also crucial to irrigated crop production, water allocation, irrigation scheduling, evaluating effects of changing land use on water yield, environmental assessment to protect surface and ground water quality. Because direct measurement of  $ET_0$  is difficult, time consuming, and costly, the most common procedure is to estimate  $ET_0$  using climate data. Numerous methods have been introduced for computing  $ET_0$ , causing confusion among growers, consultants, extension educators, decision and policymakers as to which method to select for  $ET_0$  estimation. In May 1990, the FAO panel of experts recommended FAO-56 Penman-Monteith method (Allen et al., 1998) as a new standard for reference evapotranspiration and as a sole method for determining  $ET_0$ . In this study two different models of Penman-Monteith method are used to estimate grass-reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) over a range of climate at six locations based on hourly and 24 h weather data: FAO-56 Penman-Monteith (FAO56-PM) and standardized ASCE Penman-Monteith (ASCE-PM). Hourly  $ET_0$  computations were summed over 24 h periods and reported as sum-of-hourly. The sum-of-hourly ASCE-PM  $ET_0$  values ( $ET_{0,h,ASCE}$ ) were compared with the 24 h timestep ASCE-PM  $ET_0$  values and with the sum-of-hourly FAO56-PM (respectively  $ET_{0,d,ASCE}$ ,  $ET_{0,h,FAO56}$ ). The  $ET_{0,h,ASCE}$  values were used as the basis for comparison. The values  $ET_{0,h,FAO56}$  correlated well with values  $ET_{0,d,ASCE}$  ( $r^2 \geq 0.994$ ), but estimated lower than  $ET_{0,h,ASCE}$  at all location by 4% to 9%. This was due to the impact of higher surface resistance during daytime period. The results suggest a potential improvement in accuracy when using the standardized ASCE-PM procedure applied hourly rather than daily. The hourly application helps to

account for abrupt changes in atmospheric conditions on  $ET_0$  estimation in advective and other environments when hourly climate data are available.

**Keywords:** Albania, climate, evapotranspiration, Penman-Monteith, surface resistance.

## HYRJE

Përcaktimi i saktë dhe i qendrushëm i evapotranspirimit (ET) në një bujqësi që ujitet, bëhet gjithnjë e më shumë i rëndësishëm për një planifikim më të mirë dhe përdorim më të frytshëm të burimeve ujore, veçanërisht në mjedise të thata ose gjysmë të thata ku mungesa e reshjeve zakonisht kufizon rritjen dhe prodhimin e bimëve bujqësore. Njehsimi i saktë i ET është gjithashtu vendimtar për prodhimin e bimëve që ujitet, për shfrytëzimin me ekonomi të ujit, për hartimin e kalendarit të ujitjes, për vlerësimin e ndryshimeve të përdorimit të tokës në përdorimin e ujit, për vlerësimin mjedisor dhe për të mbrojtur cilësinë e ujrave sipërfaqësore dhe të ujit nëntokësor.

Meqë matja direkte e  $ET_0$  është e vështirë, shoqërohet me konsum të madh të kohës dhe është e kushtueshme, procedura më e zakonshme është ajo e vlerësimit të  $ET_0$  duke përdorur të dhëna klimatike. Për këtë qëllim, janë përdorur një numur i madh metodash për njehsimin e  $ET_0$ , duke shkaktuar konfuzion tek rritësit e bimëve bujqësore, tek konsulentët, punonjësve të ekstensionit dhe tek vendim dhe politikabërësit në lidhje me atë se cila metodë duhet të zgjidhet për vlerësimin e  $ET_0$ .

Në Maj 1990, në një konsultë të organizuar nga FAO me ekspertë dhe kërkues shkencorë, në bashkëpunim me Komisionin Ndërkombëtar për Ujitjen dhe Drenimin (International Commission for Irrigation and Drainage) dhe Organizatën Botërore të Meteorologjisë, u caktua metoda FAO-56 Penman-Monteith (Allen et al., 1998) si një standard i ri për evapotranspirimin e bimës referuese dhe si një metodë e vetme për vlerësimin e  $ET_0$ .

Kohët e fundit, Shoqata Amerikane e Inxhinjerisë së Ndërtimit (American Society of Civil Engineering, ASCE) ngriti një Komitet për “Standardizimin e Njehsimit të Evapotranspirimit të Bimës Referuese”, i cili rekomandoi përdorimin e metodës së standardizuar ASCE Penman-Monteith si bazë për njehsimin e “standardizuar” të  $ET_0$  (ASCE-EWRI, 2004). Parametrat e ekuacionit ndryshojnë ndërmjet tyre kur përdoren të dhëna meteorologjike të matura me hap kohor

prej një ore apo dite (24 h). Përparësitë e përshtatjes së një procedure specifike si një metodë e standardizuar janë diskutuar nga Allen et al. (2000) dhe Walter et al. (2001). Dy përparësitë më të rëndësishme janë: sigurimi i një komoditeti në njehsimin e  $ET_0$  dhe lehtësimin në mbartshmërinë e koeficientëve bimorë.

Një shqyrtim i literaturës nxjerr në pah se metodat për njehsimin e  $ET_0$  janë përdorur më shumë për vlerësimin e tij me bazë 24 h dhe jo mbi bazë e shumave orare. Allen et al. (2000) pohuan se njehsimi i  $ET_0$  mbi bazë orare ose me hap kohor më të shkurtër, ka përparësitë se ai çon në një saktësi të përmirësuar në vënde ku ndryshimet ditore në shpejtësinë dhe drejtimin e erës ose të vranësirës ndodhin në mënyrë të tillë që nuk janë tipike me modelin në vendet ku metodat me bazë 24 h të  $ET_0$  u zhvilluan. Tanner dhe Pelton (1960), Pruitt dhe Lawrence (1966) rekomanduan përdorimin e të dhënave orare për vlerësimin ditor të  $ET_0$ . Pruitt dhe Doorenbos (1977), Weiss (1982), Snyder dhe Pruitt (1985) dhe Ortega-Farias et al. (1995) nënvizuan ekzistencën e pasigurisë gjatë zbatimit të tipit të ekuacioneve Penman duke përdorur të dhëna klimatike me bazë ditore ose me hap kohor më të gjatë.

Është e rëndësishme të theksojmë pasojat e mundshme që vijnë gjatë vlerësimeve më të mëdha ose më të vogla të ET. Vlerësime më të vogla të ET bëjnë të mundur që rritësit e bimëve bujqësore të përdorin më pak ujë për ujitje, e cila nga ana e vet mund të krijojë strese mbi bimët, duke ndikuar negativisht në rritjen e bimëve dhe në sasinë dhe cilësinë e prodhimit e marr prej tyre. Vlerësime më të mëdha të ET, kanë si pasojë përdorimin e një sasi më të madhe uji sesa duhet dhe për rrjedhojë, shpërdorim të burimeve ujore e shoqëruar ajo me një përmbajtje të rritur të elementëve ushqyes dhe të pesticideve në ujin nënsipërfaqësor ose në ujrat sipërfaqësore.

Ky studim vlerëson ndryshesat në vlerat e njehsuara të  $ET_0$  të shkaktuara nga përdorimi i hapit kohor 24 h, në lidhje me ato të njehsuara si shumë-orare (hap kohor 1 h) me metodën e standardizuar ASCE-PM dhe asaj FAO56-PM për vitet kalendarike dhe për zona të ndryshme brenda territorit të Shqipërisë.

## MATERIALI DHE METODA

### a) Të Dhëna Klimatike

Njehsimi i evapotranspirimit të bimës referuese  $ET_0$  u krye nga ne duke përdorur të dhëna meteorologjike të matura me një hap kohor prej një ore dhe 24 h dhe në disa zona te ndryshme klimatike (Burreli, Tirana, Lushnja, Korça, Vlora dhe Gjirokastra). Në të dhënat meteorologjike orare të grumbulluara prej nesh përfshihen reshjet, temperatura maksimale dhe minimale e ajrit, shpejtësia e erës, lagështia e ajrit dhe rrezatimi diellor.

Vendet ku u gumbulluan të dhënat meteorologjike sigurojnë mundësi për të krahasuar zbatimin e procedurave njehsuese të ekuacionit të standardizuar ASCE Penman-Monteith (ASCE-PM) dhe atij FAO56 Penman-Monteith (FAO56-PM) me bazë orare dhe ditore për një interval relativisht të gjerë ndryshimi të klimës dhe të lartësisë mbi nivelin e detit. Vlera e reshjeve vjetore ndryshon nga 765 mm në Korçë, deri në 1830 mm në Gjirokastrë. Lartësia mbi nivelin e detit ndryshon nga 899 m në Korçë në 4 m në Vlorë.

Saktësia e njehsimit të vlerave të  $ET_0$  varet, para së gjithash, nga cilësia dhe integriteti i të dhënave meteorologjike të përdorura për këtë qëllim (Allen et al., 1996; Itenfis et al., 2003). Për të vlerësuar cilësinë dhe integritetin e këtyre të dhënave u përdorën nga ne procedurat e formuluar për këtë qëllim nga Allen (1996), Allen et al. (1998), Temesgen et al. (1999), Walter et al. (2001), Droogers dhe Allen (2002) dhe Irmak et al. (2003). Të gjitha të dhënat meteorologjike të përdorura nga ne ishin të pranueshme për njehsime me bazë orare të  $ET_0$ .

### b. Analiza Statistikore

Njehsimet e vlerave ditore të  $ET_0$  si shumë-orare (njehsimi kryhet veçmas për secilën orë të 24 orëshit dhe vlera ditore gjendet si shumë e këtyre vlerave orare), duke përdorur ekuacionin e standardizuar ASCE-PM, u përdorën nga ne si bazë për krahasim të vlerave të  $ET_0$ . Shkaku i zgjedhjes së metodës ASCE-PM si bazë për krahasim qendron në atë sepse disa studime (Allen et al., 1966; Ventura et al., 1999; Steduto et al., 2003) kishin treguar, në realitet, se për periudha orare të pjesës së ndritshme të 24 h (ditës), rezistenca e sipërfaqes  $r_s$  është më e vogël se  $70 \text{ s m}^{-1}$  për lartësi standarte të bimës barishtore 0.12 m (bimë barishtore e mbajtur në këtë lartësi

konstante me kositje), e cila përdoret në metodën FAO56-PM dhe për rrjedhojë, vlera më të vogla të  $r_s$  (p.sh.,  $50 \text{ s m}^{-1}$  e përdorur në metodën e ekuacionit të standardizuar ASCE-PM) do të paraqiste më mirë vlerat orare  $r_s$  të bimës barishtore në kushte fushore.

Vlerat orare të  $ET_0$  të njehsuara me ekuacionin ASCE-PM u shumuan për çdo ditë (24 h) për të gjetur vlerat ditore të  $ET_0$  ( $ET_{0,h,ASCE}$ , ku simboli “h” përdoret për shumën e vlerave orare). U shumuan vlerat e  $ET_0$  për pjesën e ndritshme (ditën) dhe asaj të errët (natën) të 24 h. Nga ne u realizua krahasimi dhe analiza statistikore ndërmjet vlerave ditore të  $ET_0$  të marra si shumë e vlerave orare ( $ET_{0,h,ASCE}$ ), ato me hap kohor 24 h të njehsuara gjithashtu me ekuacionin ASCE-PM ( $ET_{0,d,ASCE}$ , ku simboli “d” përdoret për vlerat ditore), si edhe shuma e vlerave orare të njehsuara me ekuacionin FAO56-PM  $ET_0$  ( $ET_{0,h,FAO56}$ ) për periudhë kohore 2005 – 2007.

Si kriter për të gjykuar mbi saktësinë dhe besueshmërinë e metodave të përdorura nga ne në studim u përdor rrenga katrore e diferencave kuadratike mesatare (RDKM). U mor, gjithashtu, në konsideratë edhe devijimi standard (DS) ndërmjet vlerave  $ET_0$  si shumë-orare dhe atyre me hap kohor 24 h. Vlerat e DS u njehsuan për të vlerësuar sesi janë shpërndarë vlerat e  $ET_0$  nga vlera mesatare (vlera mesatare e  $ET_0$ ). Vlerat e RDKM u njehsuan me anën e formulës së mëposhtme:

$$RDKM = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (ET_{0,h,ASCE} - y_i)^2 - (ET_{0,d,ASCE})^{ose} (ET_{0,h,FAO56})^2} \quad (1)$$

ku  $n$  është numri i matjeve;  $y_i^{(ET_{0,h,ASCE})}$  është vlera e shumës orare ditore e njehsuar me ekuacionin ASCE-PM dhe  $y_i^{(ET_{0,d,ASCE})}$  ose  $y_i^{(ET_{0,h,FAO56})}$  është ose vlera e njehsuar me ekuacionin ASCE-PM me bazë 24 h, ose vlera e shumës-orare ditore e njehsuar me ekuacionin FAO56-PM. Vlera të vogla të RDKM tregojnë një përputhje më të mirë ndërmjet madhësive që analizohen.

Për të identifikuar nëse vlerat e  $ET_{0,d}$  and  $ET_{0,h,FAO56}$  janë të ndryshme nga ato të  $ET_{0,h,ASCE}$  me nivel rëndese 5%, u përdor nga ne  $t$ -testi. Hipoteza zero ishte që vlerat e  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,FAO56}$  janë të barabarta, d.m.th. ndryshesa mesatare e hipotetizuar (hipoteza zero) ndërmjet vlerave të  $ET_0$  është zero. Raporti mesatar ndërmjet vlerave të  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,FAO56}$  me ato të  $ET_{0,h,ASCE}$  u njehsua dhe u përdor gjithashtu nga ne për të gjykuar performancën.

U njehsuan gjithashtu koeficienti  $r^2$ , pjerrësia (a) dhe pika e ndërprerjes (b) e ekuacionit linear të regresionit ndërmjet procedurave njehsuese të  $ET_0$ .

**c. Njehsimi i Evapotranspirimit të Bimës Referuese**

Njehsimi evapotranspirimit të bimës referuese në këtë punim u realizua duke përdorur dy ekuacione: ekuacionin e standardizuar ASCE-PM (ASCE-EWRI, 2004) dhe ekuacionin FAO56-PM (Allen et al., 1998). Ekuacioni i standardizuar ASCE-PM ka për qëllim të thjeshtojë dhe qartësojë zbatimin e metodës si edhe ekuacionet që e shoqërojnë atë për njehsimin e rezistencës aerodinamike dhe asaj të sipërfaqes (përkatësisht  $r_a$  and  $r_s$ ). Ekuacionet u kombinuan në një shprehje të vetme për dy sipërfaqe referuese: sipërfaqja barishtore (bimë reference e shkurtër, 0.12 m) dhe ajo e jonxhës (bimë reference e lartër, 0.5 m) dhe për një hap kohor 24 h ose prej një ore, duke përdorur, për këtë qëllim, koeficientë të ndryshëm (Walter et al., 2001; Itenfisu et al., 2003). Ne zbatuam këtu ekuacion për rastin kur si sipërfaqe reference merret një bimë barishtore e shkurtër.

Njehsimi i  $ET_0$  me ekuacionin e standardizuar ASCE-PM për bimën barishtore standarde të shkurtër me hap kohor 24 h përdor një bimë barishtore me lartësi 0.12 m dhe një vlerë  $r_s$  prej  $70 \text{ s m}^{-1}$ , e cila është e njëjtë me atë që përdoret në ekuacionin FAO56-PM (Allen et al., 1998). Për hap kohor prej një ore,  $r_s$  merret  $50 \text{ s m}^{-1}$  për orët e pjesës së ndritshme të 24 h (ditën) dhe  $200 \text{ s m}^{-1}$  për orët e pjesës së errët të 24 h (natës). Ekuacioni i standardizuar ASCE-PM ka trajtën:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_n}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{[\Delta + \gamma (1 + C_d u_2)]} \quad (2)$$

ku  $ET_0$  - evapotranspirimi i bimës referuese ( $\text{mm d}^{-1}$  ose  $\text{mm h}^{-1}$ );  $\Delta$  - pjerrësia e lakores trysni e avullit të ngopur në lidhje me temperaturën e ajrit ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ );  $R_n$  - rrezatimi neto i njehsuar në sipërfaqen e bimës ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$  për hap kohor 24 h, ose  $\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$  për hap kohor prej një ore);  $G$  - dendësia e fluksit të nxehtësisë në sipërfaqen e tokës ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$  për hap kohor 24 h, ose  $\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$  për hap kohor prej një ore);  $T$  - temperature mesatare ditore ose orare e ajrit e matur në lartësinë nga 1.5 deri 2.5 m ( $^\circ\text{C}$ );  $u_2$  - shpejtësia mesatare ditore ose orare e ajrit e matur në lartësinë 2 m

( $\text{m s}^{-1}$ );  $e_s$  - trysnia e avullit të ngopur (kPa);  $e_a$  - trysnia aktuale e avullit të ngopur (kPa);  $e_s - e_a$  = deficit i trysisë së avullit (kPa);  $\gamma$  - konstante psikrometrike ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ );  $C_n$  - koeficient që ndodhet në numruesin e ekuacionit, vlera e të cilit ndryshon në lidhje me llojin e sipërfaqes referuese si edhe të hapit kohor i matjes së elementëve meteorologjikë ( $900 \text{ } ^\circ\text{C mm s}^3 \text{ Mg}^{-1} \text{ d}^{-1}$  për hap kohor 24 h dhe  $37 \text{ } ^\circ\text{C mm s}^3 \text{ Mg}^{-1} \text{ d}^{-1}$  hap kohor prej një ore dhe për sipërfaqe referuese barishtore e shkurtër);  $C_d$  - koeficient që ndodhet në emruesin e ekuacionit, vlera e të cilit ndryshon në lidhje me llojin e sipërfaqes referuese si edhe të hapit kohor të matjes së elementëve meteorologjikë ( $0.34 \text{ s m}^{-1}$  për hap kohor 24 h,  $0.24 \text{ s m}^{-1}$  për hap kohor prej një ore gjatë pjesës së ndritshme të 24 h dhe  $0.96 \text{ s m}^{-1}$  për hap kohor prej një ore gjatë pjesës së errët të 24 h dhe për sipërfaqen barishtore të shkurtër të referencës).

Forma 24 orëshe dhe koeficientët për metodën FAO56-PM janë të njëjtë si për ekuacionin e standartizuar ASCE-PM (ek. 2), ku  $C_n = 900$  dhe  $C_d = 0.34$ . Forma e ekuacionit FAO56-PM për hap kohor prej një ore ka trajtën (Allen et al., 1998):

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{37}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{[\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)]} \quad (3)$$

ku  $ET_0$ ,  $R_n$  and  $G$  jepen në  $\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$ .

Ekuacionet ASCE-PM dhe FAO56-PM përdorin zakonisht të njëjtën procedurë për njehsimin e vlerave orare dhe 24 h (ditore) të madhësive  $G$ ,  $R_n$  dhe parametrave të tjerë. Vlera orare e madhësisë  $G$  në të dy ekuacionët ASCE-PM dhe FAO56-PM vlerësohet si funksion i madhësisë  $R_n$  veçmas për pjesën e ndritshme dhe asaj të errët të 24 h dhe konkretisht (ASCE-EWRI, 2004):

$$G_{\text{h-pjesa e ndritshme}} = 0.1 R_n \quad (4)$$

$$G_{\text{h-pjesa e errët}} = 0.5 R_n \quad (5)$$

Një informacion më të detajuar për njehsimin e vlerave orare dhe ditore të  $ET_0$  mund të gjeni në Allen (2001) dhe ASCE-EWRI (2004).

**REZULTATE DHE DISKUTIME**

Pasi u grumbulluan dhe u përpunuan prej nesh të dhënat klimatike orare për periudhën kohore 2005-2007 për temperaturën e ajrit, lagështinë e ajrit, shpejtësinë e erës,



diellëzimin dhe rrezatimin diellor, u njehsuan veç e veç vlerat e secilit parametër që përmbahen në ekuacionet e mësipërm dhe pastaj u njehsuan vlerat e evapotranspirimit të bimës referuese sipas dy metodve.

**a. Krahësimi i vlerave ditore ( $ET_{0,d}$ ) dhe i shumës-orare ( $ET_{0,h,ASCE}$ ) të  $ET_0$  të njehsuara me ekuacionin e standardizuar ASCE-PM**

Figura 1 jep varësinë ndërmjet vlerave të  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$  për stacionet meteorologjike të marra në shqyrtim. Pasqyra 1 jep një përmbledhje të indikatorëve të performancës dhe të analizës statistikore. Rezultatet e statistikës së popullatës dhe të  $t$ -testit tregohen në pasqyrën 2. Megjithëse varësia ndërmjet  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$  tregon një ndryshim në lidhje me stacionin meteorologjik, varësia është e mirë në të gjithë stacionet meteorologjike. Për shembull, stacionet meteorologjike të Burrelit dhe të Korçës kanë vlerë më të ulët të RDKM (0.28 dhe 0.32 mm d<sup>-1</sup>) ndër të gjithë stacionet e mara në shqyrtim, ndërsa stacionet meteorologjike të Gjirokastrës dhe të Vlorës kanë vlerë më të lartë

Vlera mesatare e raportit të  $ET_{0,d}$  me  $ET_{0,h,ASCE}$  ndryshon nga 0.97 në Korçë në 1.08 në Lushnjë, duke treguar se vlera e  $ET_{0,d}$  është 3.9% më e ulët sesa  $ET_{0,h,ASCE}$  në Korçë dhe 7.8% më e lartë në Lushnjë për vitin kalendar. Vlera ka rezultate të ngjashme me Lushnjën, me vlerë të  $ET_{0,d}$  6.9% më të lartë sesa  $ET_{0,h,ASCE}$  (Pasqyra 1). Vlerat më të larta të  $ET_{0,d}$  në studimin tonë ndryshojnë nga 1% në Tiranë deri në 8% në Lushnjë. Vlera mesatare e raportit të  $ET_{0,d}$  me  $ET_{0,h,ASCE}$  është afër vlerës 1.0 për stacionet e Burrelit dhe të Tiranës, duke ndryshuar nga 0.98 në 1.01, gjë e cila shihet se pikat në grafik janë më pak të shpërndara nga vijat 1:1. Pasqyra 2 tregon se vlerat e  $ET_{0,d}$  janë të ndryshme ( $P < 0.5$ ) nga vlerat e  $ET_{0,h,ASCE}$ . Hipoteza zero hidhet poshtë për të gjithë stacionet meteorologjike.

**b. Krahësimi i shumës-orare të  $ET_0$  të njehsuara me ekuacionin e standardizuar ASCE-PM ( $ET_0, h, ASCE$ ) dhe atij FAO56-PM ( $ET_0, h, FAO$ )**

Varësia ndërmjet vlerave të  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_0, h, FAO$  jepet në figurën 2. Në tab.3 jepen indikatorët e performancës dhe parametrat e regresionit, ndërsa analiza statistikore ndërmjet dy metodave raportohet në pasqyrën 4. Ka një korrelacion të mirë ndërmjet vlerave të  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_{0,h,FAO}$  në të gjitha stacionet (Fig. 2) me  $r^2 \geq 0.997$ . Vlerat e RDKM ndërmjet  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_{0,h,FAO}$  janë vlersueshëm më të ulëta se ato të gjetura për to, duke përdorur një hap kohor prej 24 orësh (Pasqyra 3), në stacionin meteorologjik të Burrelit dhe Korçës që kanë vlera më të ulëta të RDKM (0.14 and 0.16 mm d<sup>-1</sup>), ndërsa në ato të Gjirokastrës dhe të Vlorës kanë vlera të RDKM më të larta (përkatësisht 0.28 and 0.26 mmd<sup>-1</sup>). Metoda  $ET_0, h, FAO$  jep vlera më të ulëta se ato të njehsuara me metodën estandardizuar  $ET_0, h, ASCE$  në të gjitha stacionet në saj të vlerave më të larta për rs për pjesën e ndritshme të ditës. Vlerësimi më i vogël pasqyrohet në vlerën mesatare të raportit të  $ET_0, h, FAO$  me  $ET_0, h, ASCE$  në Tab. 3. Vlerësimet e kryera nga  $ET_{0,h,FAO}$  ndryshojnë nga -4.8 % në Burrel deri në 7.8 % në Vlorë në lidhje me  $ET_{0,h,ASCE}$ . Vlerësimi më i vogël i realizuar me metodën  $ET_0, h, FAO$  është në përputhje me atë të raportuar nga ASCE-EWRI (2004). Vlerat e  $ET_0, h, FAO$  janë të ndryshme ( $P < 0.5$ ) nga vlerat e  $ET_0, h, ASCE$  për të gjashtë stacionet (Pasqyra 4). Një vlerësim më i vogël i realizuar nga metoda  $ET_0, h, FAO$  vjen në sajë të vlerës 70 s m<sup>-1</sup> për rs të përdorur nga kjo metodë gjatë pjesës së ndritshme të ditës, në dallim nga vlera 50 s m<sup>-1</sup> për rs të përdorur nga metoda  $ET_0, h, ASCE$ . Të gjithë termat e tjerë në të dy metodat janë identikë. Vlera më e madhe për  $r_s$  (200 s m<sup>-1</sup>) e përdorur nga metoda ASCE-PM gjatë pjesës së errët (natën) të ditës tenton të ulë vlerën e  $ET_0$  gjatë natës duke kompesuar një pjesë të rritjes që ndodh gjatë ditës. Meqë, gjatë natës vlera e  $ET_0$  është e vogël, kompesimi i plotë realizohet shumë rrallë.

Tab. 1. Numri i vëzhgimeve (n), rrënja katërore e diferencave kuadratike mesatare (RDKM), raporti mesatar i vlerave të  $ET_{0,d}$  me  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe koeficientët e regresionit ndërmjet vlerave të  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$  për vitin kalendar

Tab. 1. Number of observations (n), root mean squared difference (RMSD), average ratio  $ET_{0,d}$  to  $ET_{0,h,ASCE}$  values and regression coefficients between  $ET_{0,d}$  and  $ET_{0,h,ASCE}$  values for the calendar year

| Stacioni meteorologjik | Numri i vëzhgimeve | i | RDKM <sup>(a)</sup><br>(mm d <sup>-1</sup> ) | Raporti mesatar <sup>(b)</sup> |                  |                   |       |
|------------------------|--------------------|---|--|--------------------------------|------------------|-------------------|-------|
|                        |                    |   |  | a <sup>(c)</sup>               | b <sup>(c)</sup> | r <sup>2(c)</sup> |       |
| Burreli                | 365                |   | 0.28(1.27)                                   | 0.98                           | 1.049            | 0.016             | 0.989 |
| Tirana                 | 365                |   | 0.33(1.36)                                   | 1.01                           | 0.974            | 0.024             | 0.987 |
| Lushnja                | 365                |   | 0.45(2.03)                                   | 1.08                           | 0.919            | 0.02              | 0.991 |
| Korça                  | 365                |   | 0.32(1.33)                                   | 0.97                           | 1.026            | 0.037             | 0.978 |
| Vlora                  | 365                |   | 0.42(2.09)                                   | 1.07                           | 0.926            | 0.029             | 0.986 |
| Gjirokastra            | 365                |   | 0.51(2.33)                                   | 1.04                           | 0.958            | 0.014             | 0.994 |

<sup>(a)</sup> Vlerat në kllapa janë vlerat e devijimit standart ndërmjet vlerave të  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$

<sup>(b)</sup> Raporti mesatar  $ET_{0,d}/ET_{0,h,ASCE}$

<sup>(c)</sup> Koeficientët e regresionit ku  $ET_{0,d} = a ET_{0,h,ASCE} + b$

Tab. 2. Statistika dhe rezultatet e t-testit për vlerat e  $ET_{0,d}$  në lidhje me ato të  $ET_{0,h,ASCE}$  (mm d<sup>-1</sup>) ( $\alpha = 0.5$ ) për vitin kalendar

Tab. 2. Statistics and results of paired sample t-test (two-sample for means) for the  $ET_{0,d}$  versus  $ET_{0,h,ASCE}$  (mm d<sup>-1</sup>) values ( $\alpha = 0.5$ ) for the calendar year

| Stacioni    | Mesatarja       |            | Varianca        |            | gl <sup>(a)</sup> | t-testi                 |                     | P <sub>(0,0.5)</sub> <sup>(b)</sup> |
|-------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
|             | $ET_{0,h,ASCE}$ | $ET_{0,d}$ | $ET_{0,h,ASCE}$ | $ET_{0,d}$ |                   | t <sub>e njehsuar</sub> | t <sub>kritik</sub> |                                     |
| Burreli     | 2.61            | 2.66       | 1.45            | 1.43       | 365               | -3.3                    | 1.64                | *                                   |
| Tirana      | 2.83            | 2.91       | 1.67            | 1.77       | 365               | -4.8                    | 1.64                | *                                   |
| Lushnja     | 3.67            | 3.71       | 3.39            | 3.01       | 365               | 16.7                    | 1.64                | *                                   |
| Korça       | 2.72            | 2.64       | 1.71            | 1.94       | 365               | 18.9                    | 1.64                | *                                   |
| Vlora       | 3.58            | 3.76       | 3.58            | 4.02       | 365               | -10.4                   | 1.64                | *                                   |
| Gjirokastra | 3.39            | 3.66       | 3.44            | 4.75       | 365               | 12.7                    | 1.64                | *                                   |

<sup>(a)</sup> gl - numri i gradëve të lirisë

<sup>(b)</sup> P<sub>(0,0.5)</sub> - niveli i rëndësisë 5%

Tab. 3. Indikatorët e performancës ndërmjet  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_{0,h,FAO}$  për vitin kalendar

Tab. 3. Performance indicators between  $ET_{0,h,ASCE}$  and  $ET_{0,h,FAO}$  for the calendar year

| Stacioni    | Numri i vëzhgimeve | i | RDKM <sup>(a)</sup><br>(mm d <sup>-1</sup> ) | Raporti mesatar              |                  |                  |                   |
|-------------|--------------------|---|--|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
|             |                    |   |  | $ET_{0,h,FAO}/ET_{0,h,ASCE}$ | a <sup>(b)</sup> | b <sup>(b)</sup> | r <sup>2(b)</sup> |
| Burreli     | 365                |   | 0.14(1.02)                                   | 0.95                         | 1.04             | 0.057            | 0.994             |
| Tirana      | 365                |   | 0.18(1.39)                                   | 0.92                         | 1.077            | -0.020           | 0.990             |
| Lushnja     | 365                |   | 0.24(1.65)                                   | 0.94                         | 1.056            | 0.045            | 0.997             |
| Korça       | 365                |   | 0.16(1.13)                                   | 0.95                         | 1.053            | -0.007           | 0.999             |
| Vlora       | 365                |   | 0.26(1.74)                                   | 0.92                         | 1.087            | 0.002            | 0.999             |
| Gjirokastra | 365                |   | 0.28(1.98)                                   | 0.94                         | 1.068            | -0.001           | 0.996             |

<sup>(a)</sup> Vlerat në kllapa janë vlerat e devijimit standart ndërmjet vlerave të  $ET_{0,h,FAO}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$

<sup>(b)</sup> Koeficientët e regresionit ku  $ET_{0,h,FAO} = a ET_{0,h,ASCE} + b$

Tab. 4. Analiza statistikore (t-testi) ndërmjet vlerave të  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_{0,h,FAO}$  (mm d<sup>-1</sup>) ( $\alpha = 0.5$ ) për vitin kalendar

Tab. 4. Statistical analyses (paired sample t-test) between  $ET_{0,h,ASCE}$  versus  $ET_{0,h,FAO}$  (mm d<sup>-1</sup>) values ( $\alpha = 0.5$ ) for the calendar year

| Stacioni    | Mesatarja       |                | Varianca        |                | gl <sup>(a)</sup> | t-testi                 |                     | P <sub>(0,0.5)</sub> <sup>(b)</sup> |
|-------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
|             | $ET_{0,h,ASCE}$ | $ET_{0,h,FAO}$ | $ET_{0,h,ASCE}$ | $ET_{0,h,FAO}$ |                   | t <sub>e njehsuar</sub> | t <sub>kritik</sub> |                                     |
| Burreli     | 2.61            | 2.48           | 1.78            | 1.67           | 365               | 30.7                    | 1.64                | *                                   |
| Tirana      | 2.83            | 2.60           | 1.68            | 1.59           | 365               | 44.1                    | 1.64                | *                                   |
| Lushnja     | 3.67            | 3.45           | 2.44            | 2.32           | 365               | 37.4                    | 1.64                | *                                   |
| Korça       | 2.72            | 2.53           | 1.99            | 1.75           | 365               | 44.9                    | 1.64                | *                                   |
| Vlora       | 3.58            | 3.40           | 3.41            | 3.03           | 365               | 50.7                    | 1.64                | *                                   |
| Gjirokastra | 3.39            | 3.19           | 5.41            | 4.19           | 365               | 48.1                    | 1.64                | *                                   |

<sup>(a)</sup> gl - numri i gradëve të lirisë, <sup>(b)</sup> P<sub>(0,0.5)</sub> - niveli i rëndësisë 5%

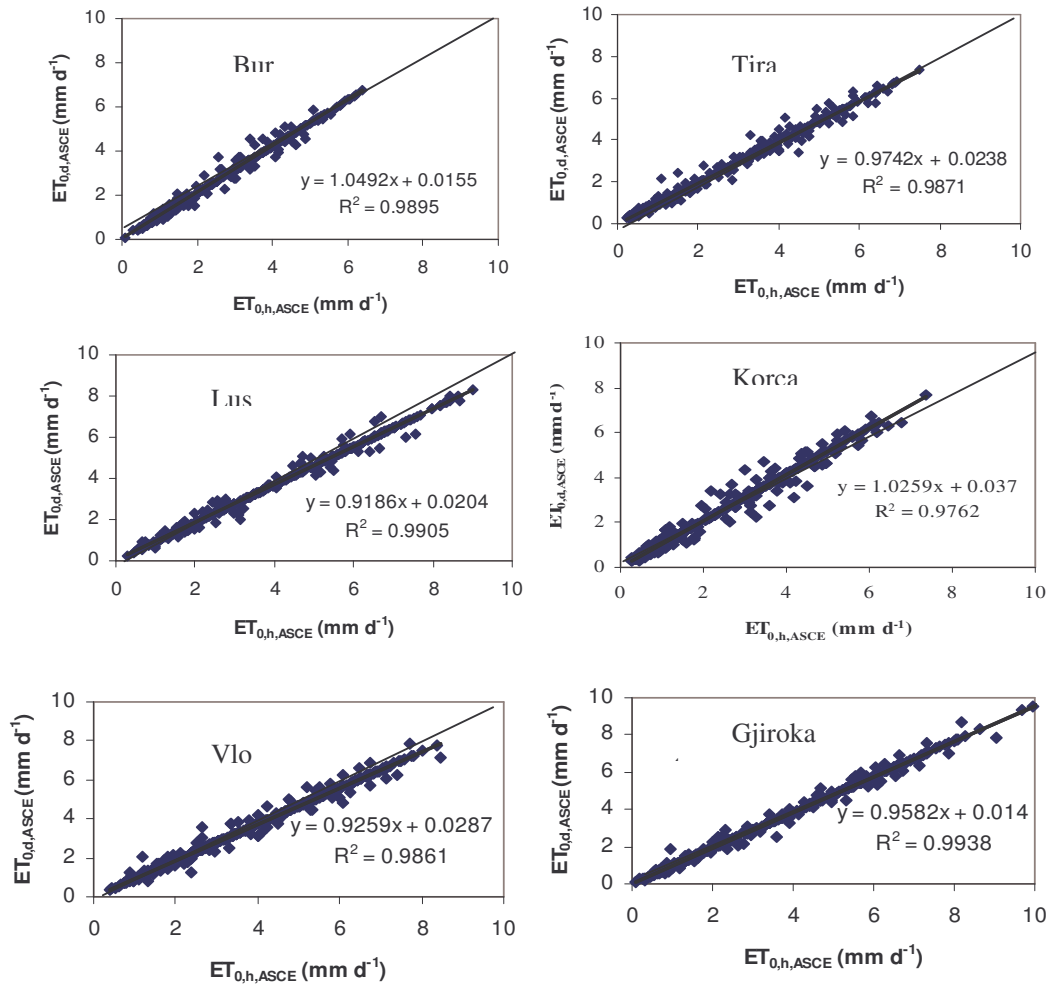


Fig. 1. Varësia ndërmjet vlerave të  $ET_{0,d}$  dhe  $ET_{0,h,ASCE}$

## PËRFUNDIME

Modeli i standardizuar ASCE-PM u përdor nga ne për të vlerësuar ndryshesat ndërmjet vlerave të  $ET_0$  të njehsuara me hap kohor 24 h ( $ET_{0,d}$ ) dhe atyre të shumës orare ( $ET_{0,h,ASCE}$ ) në klima të ndryshme në territorin e Shqipërisë. Vlerat e shumës orare të  $ET_0$  të njehsuara me modelin FAO56-PM ( $ET_{0,h,FAO}$ ) u krahasuan gjithashtu me vlerat e  $ET_{0,h,ASCE}$ . Përputhja ndërmjet procedurave  $ET_{0,h,ASCE}$  dhe  $ET_{0,d}$  ishte e arsyeshme në të gjitha stacionet meteorologjike të marra në shqyrtim. Megjithatë, rezultatet tona mbi krahasimin e vlerave të  $ET_{0,d}$  në lidhje me vlerat e  $ET_{0,h,ASCE}$  treguan se ka ndryshesa të vlerësueshme ndërmjet dy serive të vlerave për  $ET_0$ . Kështu, përdorimi i vlerave të njehsuara  $ET_{0,d}$  për të

zëvendësuar vlerat e  $ET_{0,h,ASCE}$  mund të rezultojë në gabime të vlerësueshme. Ndryshesat ndërmjet dy procedurave njehsuese të  $ET_0$  i atribuohet pjesërisht përdorimit të raporteve të pasigurta ndërmjet madhësive  $G$  me  $R_n$  në njehsimin me hap kohor prej një ore dhe në mundësinë e një paaftësie të procedurës njehsuese me hap kohor 24 h për të marrë parasysh ndikimin e ndryshimeve jonormale ditore në shpejtësinë e erës, temperaturën së ajrit, dhe deficitin e trysnisë së ajrit. Ndryshesat ndërmjet dy njehsime me hape kohore të ndryshme lëviz nga - 3.9 deri + 7.8% (24 h më të ulëta se shumta eorëve) mbi një bazë vjetore.

Vlerat e  $ET_{0,h,FAO}$  përputhen mirë më vlerat e  $ET_{0,h,ASCE}$  në të gjitha rastet, me  $r^2 \geq 0.99$  dhe vlera të ulëta të RDKM (që ndryshojnë nga 0.14 mm d<sup>-1</sup> në stacionin e Burrelit deri 0.26 mm d<sup>-1</sup> në Gjirokastrë).

Megjithëse procedura njehsuese FAO56-PM ( $ET_{0,h,FAO}$ ) prodhon vlerësime të pranueshme të  $ET_0$ , ajo jep vlerësime më të ulëta se  $ET_{0,h,ASCE}$  nga - 4.8 % në stacionin e Burrelit dhe - 7.8 % në stacionin e Vlorës. Një pjesë e rëndësishme e vlerësimit më të ulët nga metoda  $ET_{0,h,FAO}$  vjen nga përdorimi i një rezistence sipërfaqeje më të madhe ( $70 \text{ s m}^{-1}$ ) gjatë periudhave të ndritshme ditore në zbatimin e hapit kohor prej një ore krahasuar me atë orar që përdoret në ekuacionin e standardizuar ASCE-PM, i cili përdor një rezistencë të sipërfaqes prej  $50 \text{ s m}^{-1}$  gjatë pjesës së ndritshme dhe  $200 \text{ s m}^{-1}$  gjatë pjesës së errët të ditës. Rezultatet sugjerojnë një përfitim dhe një saktësi potencialisht të përmirësuar gjatë përdorimit të procedurës së ekuacionit të standardizuar ASCE-PM e zbatuar me bazë orare në krahasim me atë me bazë 24 h. Zbatimi i procedurës njehsuese me bazë një orëshë ndihmon në marrjen parasysh të ndikimeve e ndryshimeve të menjëhershme në kushtet atmosferike mbi  $ET_0$  në mjedise advektive dhe të tjera, kur kihen në dispozicion të dhëna klimatike me bazë orare.

#### REFERENCAT

ALLEN, R. G. (1996). Assessing integrity of weather data for reference evapotranspiration estimation. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 122(2): 97 – 106.

ALLEN, R. G. (2001). REF-ET reference evapotranspiration software, version 2.0. For FAO and ASCE standardized equations. Kimberly, Idaho: University of Idaho Research and Extension Center.

ALLEN, R. G., L. S. PEREIRA, D. RAES, AND M. SMITH. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. And Drain. Paper N0. 56. Rome, Italy. United Nations FAO.

ALLEN, R. G., I. A. WALTER, R. ELLIOT, B. MECHAM, M. E. JENSEN, D. ITENSIFU, T. A. HOWELL, R. SNYDER, P. BROWN, S. ECHINGS, T. SPOFFORD, M. HATTENDORF, R. H. CUENCA, J. L. WRIGHT, AND D. L. MARTIN. (2000). Issues, requirements, and challenges in selecting and specifying a standardized ET equation. In Proc. 4<sup>th</sup> Natl. Irrig. Symp., 201 – 208. St. Joseph, Mich.: ASAE.

ASCE-EWRI. (2004). The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. Standardization of Reference Evapotranspiration Task Committee Final

Report. Reston, va.: ASCE Environmental and Water Resources Institute.

DOORENBOS, J., AND W. O. PRUITT. (1977). Guidelines for prediction of crop water requirements. FAO Irrig. And Drain. Paper N0. 24. Rome, Italy. United Nations FAO.

DROOGERS, P., AND R. G. ALLEN. (2002). Estimating reference evapotranspiration under inaccurate data conditions. *Irrig. And Drain. Systems* 16(1): 33 – 45.

IRMAK, S., A. IRMAK, R. G. ALLEN, AND J. W. JONES. (2003). Solar and net radiation-based equations to estimate reference evapotranspiration in humid climates. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 129(5): 336 – 347.

ITENFISU, D., R. L. ELLIOT, R. G. ALLEN, AND I. A. WALTER. (2003). Comparison of reference evapotranspiration calculations as part of the ASCE standardization effort. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 129(6): 440 – 448.

ORTEGA-FARIS, S. O., R. H. CUENCA, AND M. ENGLISH. (1996). Hourly grass evapotranspiration in modified maritime environment. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 121(6): 369 – 373.

PRUITT, W. O., F. J. LOURENCE. (1966). Test of energy balance and other evaporation equations over a grass surface. Chapter IV, Final Report, USAEPG Grant N0. DA-AMC-28-043-65-G12., AD-635-588, pp. 37 – 63. Davis, Cal.: University of California.

PRUITT, W. O., AND DOORENBOS. (1977). Empirical calibration: A requisite for evapotranspiration formulae based on daily or longer mean climate data. In Proc. ICID International Roundtable Conference on Evapotranspiration (Budapest, Hungary). International Commission on Irrigation and drainage.

SNYDER, R. L., AND W. O. PRUITT. (1985). Estimating reference evapotranspiration with hourly data. Chapter IV, Vol. I, California Irrigation management Information System Final report. Land, Air, and water Resources Paper No. 10013-A. Davis, Cal: University of California.

STEDUTO, P., M. TODOROVIC, A. CALIANDRO, AND P. RUBINO. (2003). Daily  $ET_0$  estimates by the Penman-Monteith equation in southern Italy: Constant vs. variable canopy resistance. *Theor. Appl. Climatology* 74(3): 217 – 225.



TANNER, C. B., AND W. L. PELTON. (1960). Potential evapotranspiration estimates by the approximate energy balance method of Penman. *J. Geophys. Res.* 65(10): 3391 – 3413.

TEMESGEN, B., R. G. ALLEN, AND D. T. JENSEN. (1999). Adjusting temperature parameters to reflect well-watered conditions. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 125(1): 26 – 33. todorovic, M. 1999. Single-layer evapotranspiration model with variable canopy resistance. *J. Irrig. And Drain. Eng.* ASCE 125(5): 235 – 245.

VENTURA, F., D. SPANO, P. DUCE, AND R. L. SNYDER. (1999). An evaluation of

common evapotranspiration equations. *Irrig. Science* 18(4): 163 – 170.

WALTER, I. A., R. G. ALLEN, R. L. ELLIOT, P. BROWN, M. E. JENSEN, B. MECHAM, T. A. HOWELL, R. SNYDER, S. ESHINGS, T. SPOFFORD, M. HATTENDORF, D. I. NARTIN, R. H. CUENCA, AND J. L. WRIGHT. (2001). The ASCE standartized reference evapotranspiration equation. Standardization of Reference Evapotranspiration Task Committee Report. Reston, Va: ASCE Environmental and water resources Institute.

WEISS, A. (1982). An experimental study of net radiation, its components and prediction. *Agron. J.* 74(5): 871 – 874