

Patates'te Hassas Damla Sulama Programlarının Yapılmasında Toprak Nem Sensörlerinin Kullanılması

Ali İbrahim AKIN^{1*}

Levent Abdullah ÜNLENEN²

¹Atom Enerjisi Kurumu, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara
²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Niğde

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): ali.akin@taek.gov.tr
DOI: 10.21657/topraksu.338301

Öz

Sulama suyunun etkin bir şekilde kullanılması farklı bilgileri gerektirmektedir. Etkin bir sulama programının yapılmasında toprağın su durumunun izlenmesi bitki sulamasında hedeflerimize ulaşmayı sağlar. Çalışmada farklı toprak nem ölçüm cihazları, siltli tınlı toprakta, hassas sulama programı yapılmasında test edilmişlerdir. Nötron probalar, frekans domain probalar, tansiyometreler ve granüler matrix sensörler birbirleriyle mukayese edilmiştir. Granüler matrix sensörlerin okunması, otomatik olarak datatoplayıcılar ve manuel olarak elde taşınır okuyucu ile yapılmıştır. Uygulamalar sonucunda toprak nem sensörlerinin bitki yetiştirme ve toprak suyu muhafazasında kullanılması faydalı bulunmuş ve tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cevaplanabilirlik, gözenekli seramik, sulama programı, toprak nem sensörü, toprak suyu.

Precise Irrigation Scheduling on Drip Irrigated Potato Using Soil Moisture Sensors

Abstract

The efficient use of irrigation water requires several kinds of information. One element of an efficient irrigation scheduling is monitoring the soil to assure that the crop irrigation goals are being met. Various soil moisture measuring devices were tested for irrigation scheduling in silt loam. Neutron probes, frequency domain probes, tensiometers, and granular matrix sensors were compared. Granular matrix sensors were tested as read automatically by a datalogger and read manually with a hand-held meter. Practical suggestions are provided to use soil moisture sensors to the benefit of crop production and water conservation.

Key words: Responsiveness, porous ceramic, irrigation scheduling, soil moisture sensor, soil water.

GİRİŞ

Hassas sulama programlarının yapılması, pazar değeri yüksek ürünlerin değerini yükseltmesinin yanında suyun muhafazası ile beraber yüzeysuları ve taban sularının kalite özelliklerini korumaktadır.

Sulama programlarında bir toprak nem sensörünün kullanılması, topraktaki su ve toprakta suyun tutulma potansiyeli ile ilgili zamanında ve hassas bilgilerin alınmasını kolayca sağlar. Sensörler, bitki ve toprak özellikleri açısından özel olmalıdır. Pazarlanabilir ürün ve kalitesi açısından önem

arzeden toprak suyundaki değişim miktarlarını hızlı ve gerçeğe yakın olarak ölçebilmelidir. Sensör okumalarının, sulama planlamalarında anlamlı ve yardımcı olması için, aşırı sık veya yoğun sulamalardan kaçınılması gerekir. Oregon Ovası Treasure Vadisinin tipik topraklarında hassas sulama planlaması yapmak amacıyla çeşitli toprak nem sensör tipleri ölçüm ve kullanılabilirliği açısından test edilmiştir. Tansiyometreler ve granüler matrix sensörler ile toprak su potansiyeli, nötron prob ve

frekans domain sensörler ile hacimsel toprak su miktarları ölçülmüştür. Bir denemede de, gözenekli seramik kapların kullanılması test edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Sensörlerin karşılaştırma çalışması ABD'deki Oregon Devlet Üniversitesi'nin Ontario'daki Malheur Deneme İstasyonu'nda damla sulamayla sulanan patates deneme tarlasında yapılmıştır. 26 Nisan 2002 tarihinde "Mazama" çeşidi patates tohumları sıra arası 90 cm ve sıra üzeri 22,5 cm olacak şekilde ekilmiştir. Toprak bünyesi siltli tın olup, pH'sı 8.1 ve organik madde oranı ise % 2' dir. Damlatıcı borular (T-tipi, uluslararası T-sistemleri, San Diego, CA) iki patates sıra arasına ve yüzeyden 10 cm derinliğe serilmiştir. Damlatıcı aralığı 30 cm olup, 30 m'de akış oranı 0.8 l dak⁻¹ dir. Sulama günlük olarak ve bir önceki günün evapotranspirasyon değerine göre yapılmıştır. Patates evapotranspirasyon (Etc) değerleri AgriMet hava istasyonu tarafından Malheur Deneme İstasyonu'ndan toplanan verileri kullanarak modifiye Penman denklemi (Wright 1982) ile hesaplanmıştır. 15 Temmuz'dan 25 Temmuz'a kadar ve yine 30 Temmuz'dan 7 Ağustos'a kadar, hem ıslak ve hem de kuru nem koşulları altında sensör performanslarını değerlendirmek amacıyla bitkiler sulanmamıştır.

Sensörler, Haziran ayı ortasında deneme sahasında bir patates sırası boyunca yerleştirilmiştir. Altı çeşit sensör damlatıcı boru ile patates sıraları arasına, damlatıcı borulardan 20 cm ve patates sıralarından 25 cm uzağa monte edilmiştir. Sensörler yüzeyden 23 cm derinliğe yerleştirildi. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Test edilen sensörler :

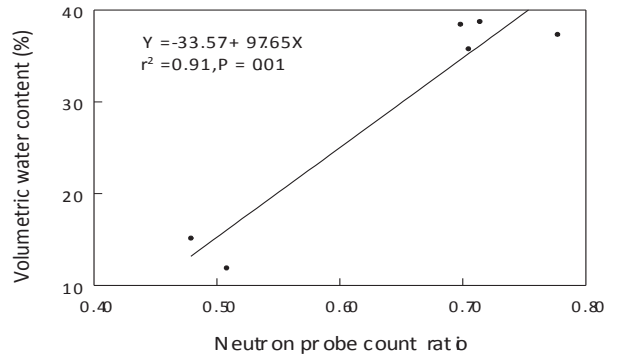
- Aquaflex sensör (Streat Instruments, Christchurch, New Zealand),
- Watermark sensör (Watermark Soil Moisture Sensors model 200SS; Irrrometer Co., Riverside, CA) okumaları otomatik olarak her 8 saatte bir AM400 Soil Moisture Data Logger (M.K. Hansen Co., East Wenatchee, WA) ile yapılmış,
- Watermark sensör okumaları manuel olarak 30 KTCD-NL meter (Irrrometer Co.) ile yapılmış,
- Tansiyometre (Moisture Indicator, Irrrometer Co., Riverside, CA),
- Gro Point (Environmental Sensors Inc., Escondido, CA),

- Moisture Point (Environmental Sensors Inc., Escondido, CA) ,

- Nötron Prob model 503 DR hydroprobe (Boart Longyear, Martinez, CA).

Tansiyometre ve Watermark sensörler ile toprak su potansiyeli ölçülmüştür. Toprak su potansiyeli ölçümlerinden önce Watermark sensörler kalibre edilmiştir (Shock vd., 1998). Diğer sensörler ise hacimsel olarak toprak su miktarını ölçmek için kullanılmıştır. Tansiyometre ve Watermark sensörler toprak burgusu yardımıyla 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Tansiyometrelerin okunan su sütunu değerleri -60 ile -70 kPa arasında olduğu zaman düzenli sıfırlama gerekmektedir. Gro point sensörü kompakt ve toprağa gömülmesi kolaydır. Nötron prob ile okumaların alınabilmesi için tüm lokasyonlarda access tüpler (PVC) uygun yerlere ve uygun derinliklere yerleştirilmiştir. Moisture point prob, üretici şirket tarafından sağlanan bir metal çubuk yardımı ile 90 cm derinliğe yerleştirilmiş ve herbir lokasyonda okumalar alınmıştır. Aquaflex sensörü ise 3 m uzunluğunda düz bir şerittir. İki adet Aquaflex sensörü, Aquaflex 2 kanallı datalogger'a (Streat Instruments) bağlanmıştır. Nötron prob ve Moisture point prob ile tüm lokasyonlarda farklı derinliklerde toprak nemi ölçülmüştür.

Nötron prob ile çalışırken, özellikle o toprağa ait kalibrasyon eğrisine ihtiyaç vardır. Kalibrasyonda; sensörlerin yerleştirilmeleri sırasında dört tekerrürden bozulmamış toprak örnekleri alınmış, hemen nem kaplarına konularak tartılmış ve 100°C'de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra tekrar tartılmıştır. Toprak örneklerinde gravimetrik metod ile hacimsel olarak toprak suyu miktarları



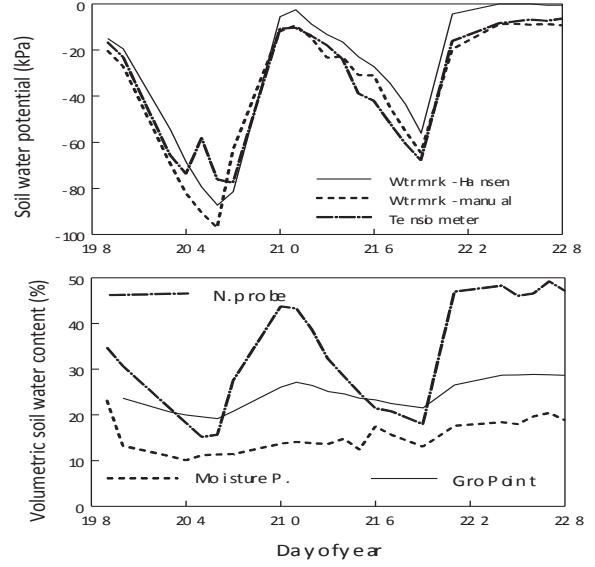
Şekil 1. Gravimetrik olarak belirlenen toprak nem miktarı ile nötron prob sayım oranları arasındaki kalibrasyon eğrisi

Figure 1. Calibration of the neutron probe to volumetric soil water content. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

hesaplanmıştır. Toprak örneklerinin alındığı yerlerden aynı zamanda access tüplerde nötron okumaları yapılmıştır. Nötron okumaları 32 sn'de yapılmış ve standart için dört okuma alınmıştır. Nötron okumalarının standart okumaya oranları (sayım oranı) ile alınan toprak örneklerinde tespit edilen hacimsel toprak suyu miktarları regresyona tabi tutularak, nötron okuma değerlerini hacimsel su miktarına çeviren; $Y = -33,6 + 97,7 X$ eşitliği bulunmuştur. Eşitlikte X değeri sayım oranını, Y ise % hacimsel toprak suyu miktarını vermektedir. Nötron prob kalibrasyon eğrisinin determinasyon katsayısı r^2 değeri 0.91 ($p=0,01$) dir (Şekil 1).

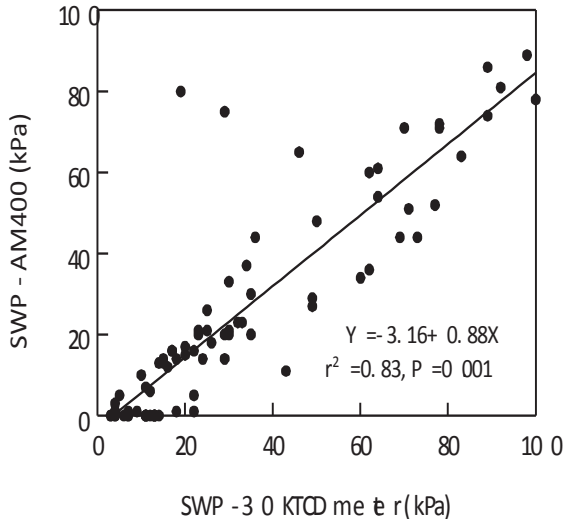
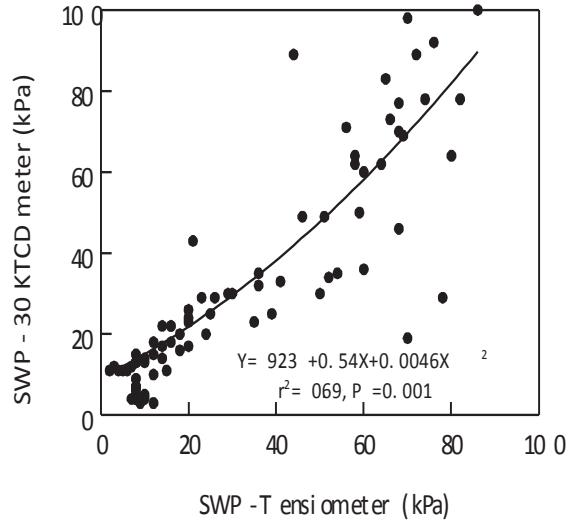
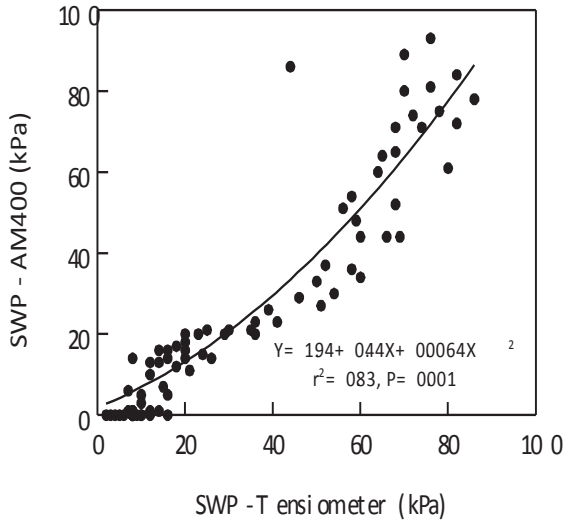
BULGULAR VE TARTIŞMA

Tansiyometre, Watermark sensör ve nötron prob ile deneme süresince toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümler alınmıştır (Şekil 2). Gro Point sensör ile ölçümler alınmış, fakat nem ölçüm aralığı nötron proba oranla dar bulunmuştur. Diğer sensörlerle mukayese



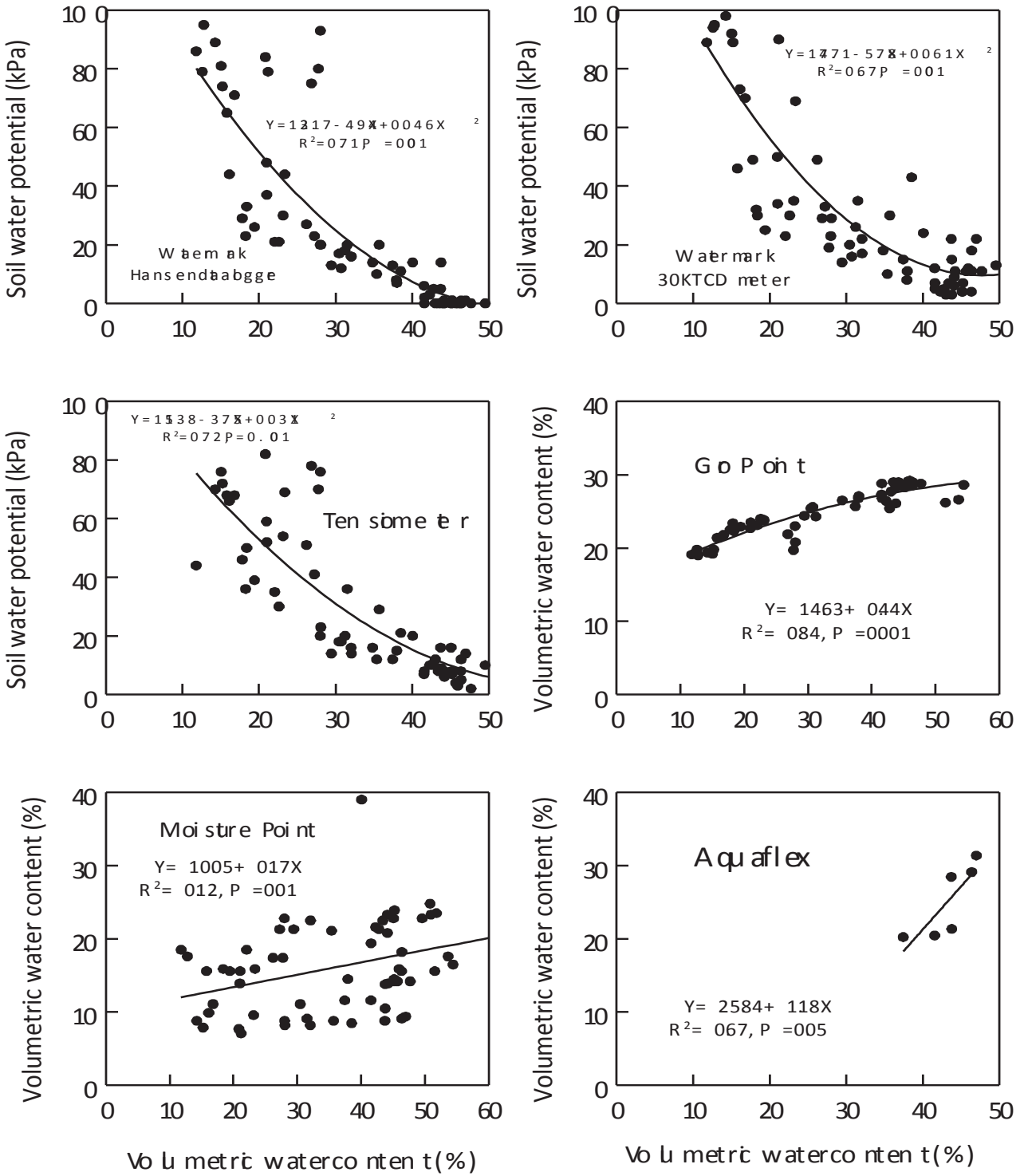
Şekil 2. Beş ayrı sensöre ait deneme süresince okunan toprak nem değerleri. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

Figure 2. Soil moisture over time for five types of soil moisture sensor.



Şekil 3. Farklı sensörler ile ölçülen toprak su potansiyeli (SWP) değerleri arasındaki ilişki. Nokta değerleri dört sensörün ortalamasıdır.

Figure 3. Regressions of soil water potential (SWP) measured by three instruments. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.



Şekil 4. Nötron prob ile ölçülen hacimsel nem değerleri (X ekseninde) ile altı farklı toprak nem sensörü ile ölçülen toprak nem değerleri (Y ekseninde) arasındaki ilişki.

Figure 4. Volumetric soil water content measured by a neutron probe (X axis) regressed against soil moisture data (Y axis) measured by 6 types of soil moisture sensor. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, Oregon, 2002.

edildiğinde, Moisture Point sensörün toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümlerde, en az hassas olduğu bulunmuştur. Tespit edilemeyen

nedenlerden ötürü, Aquaflex datalogger ile sadece üç gün data toplanmış, dolayısıyla bu döneme ait grafik verilememiştir.

Watermark sensörlere ait; AM400 datalogger ve 30 KTCD metre okumalarıyla, tansiyometre okumaları arasında ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Ayrıca, AM400 datalogger ile 30 KTCD metre okumaları arasında da ilişki bulunmuş olup, aynı eşitlik kullanılarak; her iki alet ile okunan elektriksel iletkenlik değerleriyle toprak su potansiyeli hesaplanabilmektedir (Shock vd., 2001).

Moisture Point sensör haricindeki diğer bütün sensörler ile nötron prob arasında ($r^2 > 0,6$) ilişki bulunmuştur (Şekil 4). Aquaflex ve Gro Point sensörler ile ölçülen toprak nem okumaları, nötron prob'la ölçülen nem okumalarına oranla düşük bulunmuştur (Şekil 4). Moisture Point ile toprak nem okuma değerleri, nötron prob, Aquaflex ve Gro Point sensörler ile okunan değerlere oranla oldukça düşük bulunmuştur.

SONUÇLAR

Tansiyometre, Watermark sensör ve nötron prob ile deneme süresince toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümler alınmıştır (Şekil 2). Gro Point sensör ile ölçümler alınmış, fakat nem ölçüm aralığı nötron proba oranla dar bulunmuştur. Diğer sensörlerle mukayese edildiğinde, Moisture Point sensörün toprağın yaş ve kuru dönemlerine ait ölçümlerde, en az hassas olduğu bulunmuştur. Tespit edilemeyen nedenlerden ötürü, Aquaflex datalogger ile sadece üç gün data toplanmış, dolayısıyla bu döneme ait grafik verilememiştir.

Watermark sensörlere ait; AM400 datalogger ve 30 KTCD metre okumalarıyla, tansiyometre okumaları arasında ilişki bulunmuştur (Şekil 3). Ayrıca, AM400 datalogger ile 30 KTCD metre okumaları arasında da ilişki bulunmuş olup, aynı eşitlik kullanılarak; her iki alet ile okunan elektriksel iletkenlik değerleriyle toprak su potansiyeli hesaplanabilmektedir (Shock vd., 2001).

Moisture Point sensör haricindeki diğer bütün sensörler ile nötron prob arasında ($r^2 > 0,6$) ilişki bulunmuştur (Şekil 4). Aquaflex ve Gro Point sensörler ile ölçülen toprak nem okumaları, nötron prob'la ölçülen nem okumalarına oranla düşük bulunmuştur (Şekil 4). Moisture Point ile toprak nem okuma değerleri, nötron prob, Aquaflex ve Gro Point sensörler ile okunan değerlere oranla oldukça düşük bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Shock C C, Barnum J M, Seddigh M (1998). Calibration of Watermark Soil Moisture sensors for irrigation management. p. 139-146 in Proceedings of the International Irrigation Show, Irrigation Association, San Diego, CA.

Shock C C, Corn A, Jaderholm S, Jensen L, Shock C A (2001). Evaluation of the AM400 soil moisture datalogger to aid irrigation scheduling. Irrigation Association, 2001 Proceedings of the International Irrigation Show, p 111-116.

Wright J L (1982). New evapotranspiration crop coefficients. J. Irrig. Drain. Div., ASCE 108:577.