جامعة الملك سعود

كلية علوم الأغذية والزراعة

قسم الهندسة الزراعية

مشروع تخرج ١

هزر (٤٩١)

تطوير نظام إضافة المياه للنخيل من ري نوابع إلى ري تحت سطحي

الفصل الدراسي الأول ١٤٤٠/٢٠١٨

إشراف :

أ.د. عبدالرحمن العذبه ، د. عمرو المسعد , م. ناصر الرضيان

إعداد :

عبدالله صلاح بن أحمد
٤٣٦١٠٥١٨٤

عبدالعزيز رشيد البراهيم
٤٣٦١٠٠٧٣٠

الفهرس:

1- المخلص	2- المقدمة
3- المشكلة الحالية(المزرعة)	4- فكرة المشروع
5- أهداف المشروع	6- موقع الدراسة
7- خطوات العمل	8- منهجية العمل
9- النتائج والمناقشة	10-الخطوة القادمة
11-الملاحق	12- المراجع

الملخص

ولله الحمد والمنه تم الإنتهاء من الجزء الأكبر من المشروع (تطوير نظام إضافة مياه الري من نوابع إلى ري تحت سطحي) , حيث انه تم أخذها على خطوات والخطوة الأكبر تم عملها في مشروع تخرج ١ والتي كان لها الدور الأكبر في إستيعاب دورنا كمهندسين زراعين بالمحافظة على الثروة المائية وبالتالي توفير المال والطاقة والجهد , في البداية تم جمع البيانات المناخية من كرسي الشيخ محمد العمودي لأبحاث المياه لمتوسط ثلاثين سنة ماضية وتم من خلالها حساب البخر-نتح المرجعي على ثلاث معادلات مركبة وهي : بنمان-مونتيث فاو٥٦ و بنمان مونتيث-ASCE و بنمان مونتيث –العامة لمقارنة النتائج والتأكد من دقة العمل ولكن تم الإعتماد على بنمان-مونتيث فاو٥٦ لأن مرجع معامل الحصول لها هو المتوفر بيسر والأكثر دقة من قبل منظمة الفاو و أيضا تم حساب البخر-نتح المحصولي ومن خلاله تم حساب الإحتياج المائي للري حيث تم فرض الكفاءة والإحتياجات الغسيلية وتم حسابه كعمق ماء وأيضا كحجم مائي عن طريق الضرب في المساحة مضروبةَ في معامل التصحيح وهي الي تمثل نسبة المساحة المروية الحقيقية وتم عمل متوسطات على مدى ١٢ شهر ومنحنيات للتأكد من دقة الحسابات وللمقارنة وعلى أساس هذا العمل سيتم في المرحلة القادمة جدولة الري ومعرفة ومقارنة الماء المتوفر بالماء المطلوب إضافته ومن ثم سيتم تخطيط وتصميم النظام الجديد (نظام الري تحت السطحي) ومقارنة النظامين مع بعضها البعض .

المقدمة

يعد مناخ المملكة العربية السعودية بشكل عام حار نهاراً بسبب ارتفاع درجات الحرارة وفي الليل تنخفض درجات الحرارة نسبياً، تتبع اغلب مناطق البلاد المناخ الصحراوي باستثناء جنوب غرب البلاد. وقد ساهمت المملكة في نمو الانتاج الزراعي وتحسنت بشكل كبير على مدى العقود الماضية. على الرغم من أن السعودية تشكل الصحاري جزء كبير من مساحتها، إلا أن هناك العديد من المناطق التي تمثل مناخاً وأرضاً خصبه للزراعة.

تعتبر ندرة المياه اللازمه للري في الزراعه من اهم المُعوقات التي تواجهها المملكة في تنمية الانتاج والنشاط الزراعي خصوصًا حيث ان الإستهلاك الزراعي يشكل ٩٠% من الطلب على المياه بشكل عام وبالتالي دورنا كمهندسين زراعيين أن نحافظ على هذه الثروة المائية عن طريق الإدارة الجيدة وعن طريق تقنين أستخدام المياه فوق الحاجة كما يفعل أغلب المزارعين حيث أن الري يكون أعلى من المطلوب عادة بكثير لذلك يجب استخدام وسائل تقنيه حديثه تقوم بترشيد استهلاك المياه في الزراعه من دون التأثير او حدوث خلل في القطاع الزراعي والخروج بأفضل منتج ممكن الحصول عليه , وتتمثل الإدارة الجيدة في الإستخدام الأمثل لمياه الري لتوفير الوقت والجهد والمال والطاقة أيضا.

حيث تمثل أهمية مشروعنا الحالي أحد أهم النقاط في الإدارة ومعرفة أهمية الماء وهو معرفة الإحتياج المائي للنبات ووضع خطة محددة للمنظومة وبالتالي معرفة المدخلات والمخرجات التي هي كمية المياه وتنعكس على المحصول أو الناتج النهائي.

مشكلة المشروع :

عدم المقدرة على إضافة الكمية اللازمة من المياه في الوقت المحدد للإحتياج المائي للنخيل و عدم انتظام الفترة بين الريات وبالتالي تأثر المحصول

فكرة المشروع :

معالجة النظام الحالي وتحويل نظام الري من نوابع الى ري تحت سطحي .

أهداف المشروع :

1- معالجة الوضع القائم .
2- اقتراح نظام بديل .
3- زيادة كفاءة الري .
4- تقليل الفواقد المائية (البخر - نتح) .
5- جدولة الري .

تفاصيل وأبعاد المزرعة :

أبعاد المزرعة	٢,٥ كيلومتر * ٢,٥ كيلومتر
المسافة بين أشجار النخيل	**٨ متر**
عدد النخيل الإجمالي	**٩٠٠٠٠ نخلة**

خطوات العمل :

1- جمع البيانات والمعلومات الحقلية .

2- جمع البيانات المناخية.

3- تقدير الإحتياجات المائية.

4- جدولة مياه الري على الوضع الحالي.

5- تخطيط وتصميم النظام البديل (المقترح).

6- جدولة مياه الري على النظام المقترح

7- تقدير قائمة بالكميات وحساب التكاليف.

8- عمل مقارنة للنظامين من ناحية التكاليف والطاقة والإنتاجية.

منهجية العمل :

حساب الإحتياجات المائية لمحصول النخيل

أولاً : النواحي الحسابية

تتطلب هذه المرحلة مجموعة من المواد التي منها النماذج الرياضية لحساب (البخر-نتح المرجعي , والبخر-نتح المحصولي والإحتياجات المائية للري)

هذا بالإضافة إلى مجموعة من المدخلات تتمثل في البيانات المناخية للمنطقة لإتمام العمليات الحسابية .

ثانياً : منهجية العمل

يتم تقدير الإحتياجات المائية للري من خلال ثلاث خطوات تتمثل في :

- تقدير البخر-نتح المرجعي
- تقدير البخر-نتح المحصولي
- تقدير الإحتياجات المائية للري

تقدير البخر – نتح المرجعي

سوف يتم إستخدام ثلاثة نماذج رياضية وهي:

1- معادلة لبنمان – مونتيث بصيغته على أساس عشب وهي التي تم إعتمادها لأكمال بقية الخطوات التي تم ذكرها سابقا في منهجية العمل العمل بسبب أنها أكثر شيوعاً و إنتشاراً ودقيقة .

2- معادلة بنمان – مونتيث العامة على صيغتين على أساس عشب وعلى أساس برسيم من خلال تعديل المعامل K والذي يرتبط مع مقاومة المحصول للرياح ra (Alazba, A., (2004)).

3- معادلة جمعية المهندسين المدنيين الأمريكية ASCE بصيغته على أساس برسيم.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\left(\frac{900}{T+273}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)}$$

$$ET_r = \lambda^{-1}\left[\frac{\Delta}{\Delta+\gamma^*}(R_n-G)+\frac{\gamma}{\Delta+\gamma^*}K(e_s-e_a)\right]$$

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\left(\frac{1600}{T+273}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.38U_2)}$$

حيث إن :

Rn	صافي الإشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميقا جول /م٢.يوم)
Δ	ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة
γ	الثابت الرطوبي (كيلو باسكال/درجة مئوية)
G	شدة حرارة تدفق التربة (ميقا جول /م٢.يوم)
U_2	سرعة الرياح عند ارتفاع ٢ م (م/ث)
T_a	درجة الحرارة المتوسطة (درجة مئوية)
e_s	ضغط البخار المشبع (كيلو باسكال)
e_a	ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال)
λ	الحرارة الكامنة للتبخير, ميغاجول/ كغم
γ^*	ثابت جهاز الرطوبة المطور كيلو باسكال / درجة مئوية
k	معامل

٤/ تقدير البخر – نتح المحصولي

البخر–نتح هو الإحتياج الفعلي اللازم للمحاصيل من المياه خلال فترة نموها , وهو كمية المياه التي تفقد خلال عملية البخر من سطح التربة وأوراق النبات , وعملية النتح من ثغور الأوراق . ونظراً لصعوبة تقدير البخر–نتح للمحصول (ETc) بصورة مباشرة فقد استعيض عن ذلك بالبخر-نتح المرجعي (ETref) ومعامل المحصول (Kc) وبتطبيق هذا المفهوم العلمي , فإن البخر-نتح للمحصول يساوي كالتالي :

$$ETc = Kc \times ETo$$

- **معامل المحصول :**

وكما هو موضح بالمعادلة السابقة فإن معامل المحصول يمثل النسبة بين البخر – نتح للمحصول تحت ظروف مثالية أو قياسية وبما أن أي محصول له مراحل نمو فسوف يتم أخذ القيم الموجودة من منظمة الفاو وسيتم حساب معامل المحصول لليوم تحديداً عن طريق المعادلة (Allen et al., 1998) :

$$Kci = Kc\ prev + \left(\frac{i - \sum(Lprev)}{Lstage}\right)(Kc\ next - Kc\ prev)$$

حيث إن :

i	رقم اليوم ضمن موسم النمو
Kci	معامل المحصول لليوم
L stage	طول المرحلة المعينة (يوم)
$\sum(Lprev)$	مجموع أطوال كافة المراحل السابقة (يوم)
Kc prev	معامل المحصول للمرحلة السابقة
Kc next	معامل المحصول للمرحلة التالية

تقدير إحتياجات مياه الري

أخر العلميات الحسابية المطلوبة لتقدير الأحتياج المائي للري (IWR) تتمثل في الأخذ بالإعتبار الاحتياجات الغسيلية (LR) وفواقد المياه خلال النقل وأثناء الإضافة (alrdyan,2012) , التي يعبر عنها من خلال التالي:

$$IWR = \frac{ETc}{Ei(1-LR)}$$

وبالنسبة للإحتياجات الغسيلية وبما أن نظام الري سطحي فنستخدم المعادلة التالية (Allen et al., 1998) :

$$LR = \frac{EC_w}{(5EC_s - EC_w)} \times \frac{1}{LE}$$

حيث إن :

IWR	الإحتياجات المائية للري
LR	الإحتياجات الغسيلية .
EC_w	التوصيل الكهربائي لمياه الري (ديسمز/م)
EC_s	التوصيل الكهربائي لمحلول التربة المشبع (ديسمز/م)
LE	كفاءة غسيل التربة , وتؤخذ عادة على أنها تساوي ٠,٩
E_i	طريقة الري (كفاءة الري)

النتائج والمناقشة

جدول متوسط البيانات المناخية لمدة عام كامل

U2	RHn	Rha	RHx	Tn	Ta	Tx	Month
M/S	%			(C°)			
2.70	34.46	53.93	75.59	6.29	12.59	19.18	1
3.16	26.23	43.81	65.23	8.07	15.08	22.19	2
3.46	22.11	38.31	59.31	12.02	19.30	26.42	3
3.55	18.55	33.72	54.02	17.37	24.89	32.35	4
3.56	12.37	21.86	35.28	22.60	30.72	38.40	5
3.16	7.94	12.79	20.36	24.75	33.93	41.96	6
2.91	7.96	12.65	19.92	25.69	35.04	43.03	7
2.73	8.46	13.24	20.61	25.98	35.13	43.22	8
2.53	9.36	14.93	23.04	23.15	32.28	40.73	9
2.52	14.12	23.17	35.26	18.42	26.86	35.12	10
2.88	27.40	42.44	59.53	12.99	19.59	26.78	11
2.68	35.31	53.97	73.84	8.16	14.40	21.16	12

جدول متوسط البخر-نتح المرجعي والمحصولي لمدة عام كامل

ET_c	Genral (alfalfa)	Genral (Grass)	ASCE	FAO-56	Month
	ET_{ref}	ET_{ref}	ET_{ref}	ET_o	
mm/day					
3.30	5.32	3.59	5.13	3.67	1
3.49	6.29	3.79	6.03	3.88	2
4.34	7.85	4.59	7.52	4.69	3
6.05	10.58	6.42	10.17	6.54	4
8.39	14.33	8.93	13.82	9.07	5
9.30	15.60	9.93	15.08	10.05	6
9.10	15.13	9.73	14.64	9.84	7
8.80	14.53	9.41	14.06	9.51	8
7.64	12.73	8.17	12.32	8.26	9
5.69	9.85	6.07	9.50	6.15	10
3.94	6.84	4.08	6.57	4.16	11
3.04	4.97	3.14	4.78	3.20	12

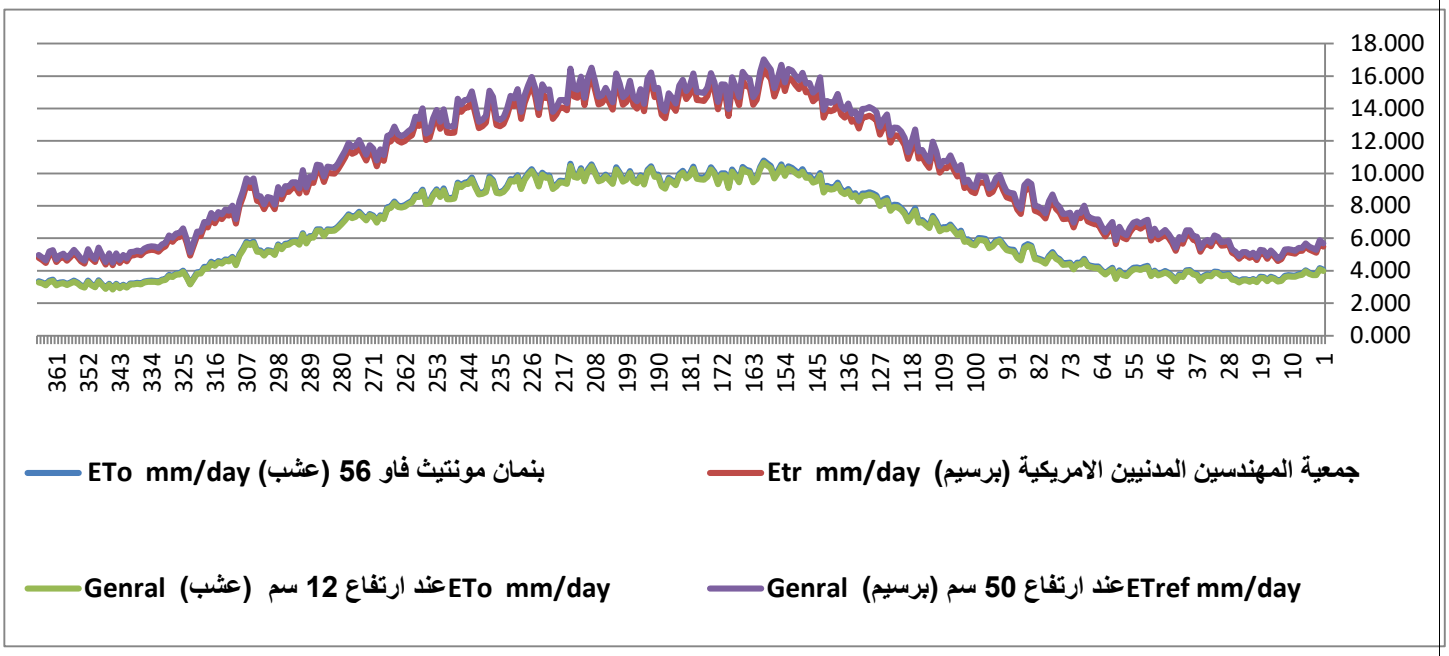
جدول متوسط للاحتياج المائي للري السطحي لمدة عام كامل

IWR	IWR	IWR	Month
L/day	M^3/day	mm/day	
124.27	0.12	4.32	1
131.32	0.13	4.56	2
163.23	0.16	5.67	3
227.67	0.23	7.91	4
315.79	0.32	10.96	5
350.07	0.35	12.16	6
342.68	0.34	11.90	7
331.26	0.33	11.50	8
287.59	0.29	9.99	9
214.05	0.21	7.43	10
148.48	0.15	5.16	11
114.60	0.11	3.98	12

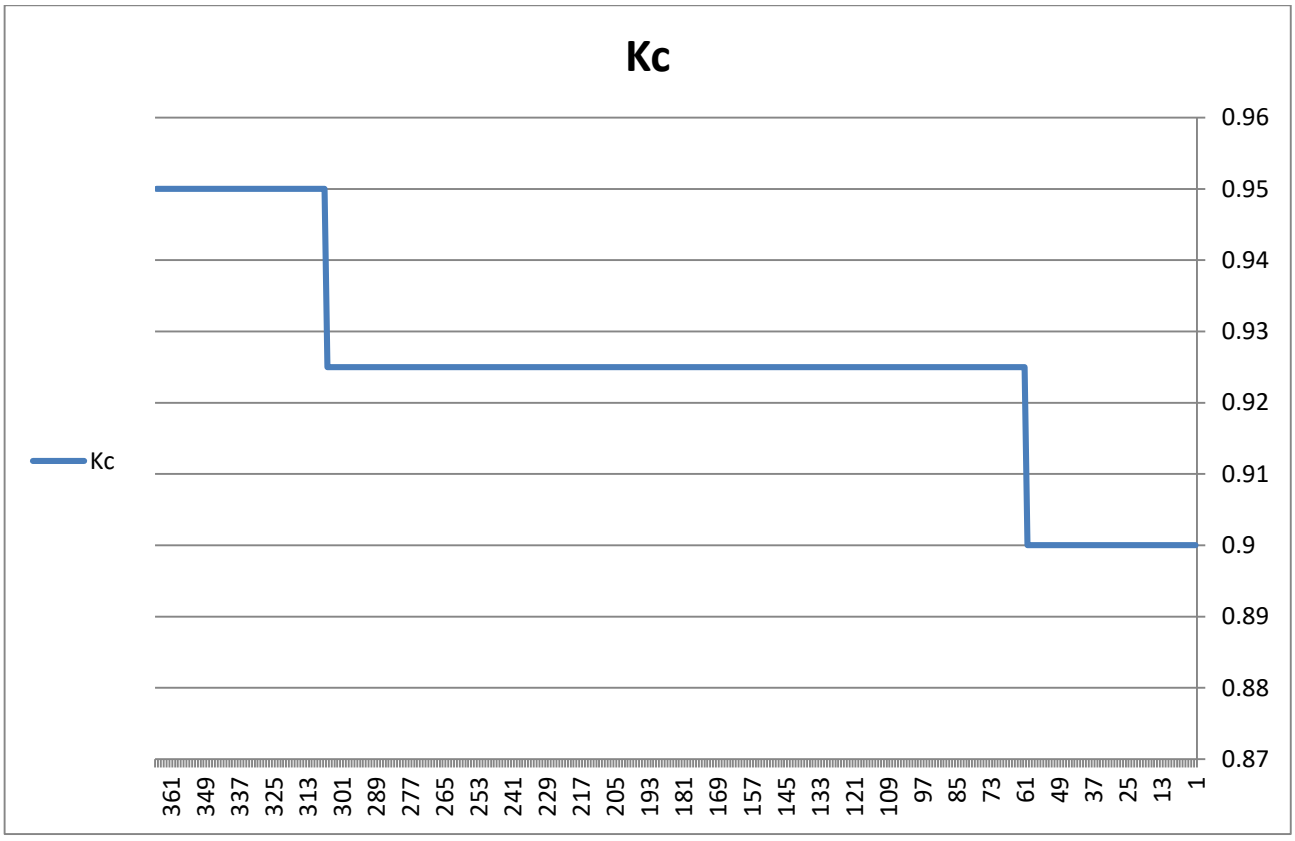
جدول متوسط للاحتياج المائي للري تحت السطحي لمدة عام كامل

IWR	IWR	IWR	Month
L/day	M^3/day	mm/day	
117.37	0.12	4.08	1
124.02	0.12	4.31	2
154.16	0.15	5.35	3
215.02	0.22	7.47	4
298.24	0.30	10.36	5
330.63	0.33	11.48	6
323.64	0.32	11.24	7
312.86	0.31	10.86	8
271.62	0.27	9.43	9
202.16	0.20	7.02	10
140.23	0.14	4.87	11
108.23	0.11	3.76	12

رسم بياني يوضح العلاقة بين المعادلات المركبة



رسم بياني يوضح معامل المحصول وفترات النمو



الملاحق

تسلسل حل طريقة بنمان مونتيث- الفاو٥٦

1. معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس

$$d_r = \frac{\cos\left(2\pi \frac{J}{365}\right)}{30} + 1$$

d_r معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس
J رقم اليوم بالنسبة للسنة ابتداءً من ١(يناير) والى ٣٦٥ أو ٣٦٦ (٣١ ديسمبر)

2. الانحراف الشمسي

$$\delta = 0.409 \sin\left(2\pi \frac{J}{365} - 1.39\right)$$

δ الانحراف الشمسي [زاوية نصف قطرية]

3. خط العرض

$$\varphi = \frac{\pi}{180}\left(\text{Decimal Degrees}\right)$$

φ خط العرض [زاوية نصف قطريه]

4. زاوية ساعة الغروب

$$\omega_s = \arccos\left(-\tan(\varphi)\tan(\delta)\right)$$

ω_s زاوية ساعة الغروب

5. الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} Gsc \cdot d_r \left(\omega_S \sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega_S)\right)$$

R_a الإشعاع الساقط فوق الغلاف الجوي (ميغاجول/م٢/يوم)
G_{sc} الثابت الشمسي = ٠,٠٨١٢ (ميغاجول/م٢/دقيقة)

6. الإشعاع الشمسي قصير الموجة

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N}\right) R_a$$

R_s الإشعاع الشمسي قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
a_s+b_s الجزء من الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي الواصل إلى سطح الأرض خلال الأيام الصافية
n عدد ساعات الاشراق الفعلية (ساعة)

7. صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة

$$R_{ns} = (1-\alpha) R_s$$

R_{ns} صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
α البيدو أو معامل أنعكاس الغطاء، الذي يساوي ٠,٢٣ بالنسبة لمحصول العشب المرجعي الافتراضي

8. الأشعة الشمسية لسماء صافية

$$Rso = (0.75 + 0.00002E) Ra$$

R_{so} الاشعة الشمسية لسماء صافية (ميغاجول/م٢/يوم)
z ارتفاع المقياس فوق سطح الأرض (م)

9. الضغط الجوي

$$P = 101.3 \left(\frac{293 - 0.0065E}{293}\right)^{5.26}$$

P الضغط الجوي (كيلو باسكال)
Z الارتفاع عن سطح البحر (م)

10. ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء

$$e^{o}(T) = 0.6108 \ \exp\left(\frac{17.27 \ T_a}{T_a + 237.3}\right)$$

$e^{o}(T)$ ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء T (كيلو باسكال)
T درجة حرارة الهواء (م˚)

11. ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

$$\Delta = \frac{4098 \ e^{o}(T_a)}{(T_a + 237.3)^2}$$

Δ ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

12. ضغط البخار الفعلي

$$e_a = \frac{e^{o}(T_{min})RH_{max} + e^{o}(T_{max})RH_{min}}{2}$$

e_a ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال)
$e^{o}(T_{min})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية الدنيا (كيلو باسكال)
RH_{max} الرطوبة النسبية القصوى ٪
$e^{o}(T_{max})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية اقصوى (كيلو باسكال)
RH_{min} الرطبة النسبية الدنيا ٪

13. ضغط البخار المشبع

$$e_s = \frac{e^{o}(T_{max}) + e^{o}(T_{min})}{2}$$

e_s ضغط البخار المشبع (كيلو باسكال)

14. صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد

$$R_{nl} = \sigma\left(\frac{T_{max,K}^4 + T_{min,K}^4}{2}\right)\left(0.34 - 0.14\sqrt{e_a}\right)\left(1.35\frac{R_s}{R_{so}} - 0.35\right)$$

R_{nl} صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد (ميغاجول/م٢/يوم)
σ ثابت ستيفان-بولتزمان ٤,٩٠٣ × ١٠-٩ (ميغاجول/(كلفن٤ .م٢.يوم))
$T_{max, K}$ درجة الحرارة المطلقة القصوى خلال فترة ٢٤ ساعة [K=c°+ 273.16]
$T_{min, K}$ درجة الحرارة المطلقة الدنيا خلال فترة ٢٤ ساعة [K=c°+ 273.16]

15. صافي الإشعاع الشمسي عند سطح المحصول

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Rn صافي الاشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميغاجول/م٢/يوم)

16. سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م

$$U_2 = U_z\left(\frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}\right)$$

u_2 سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م (م/ثانيه)
u_z سرعة الرياح عند ارتفاع z م فوق سطح الأرض (م/ثانيه)

17. الثابت الرطوبي

$$\gamma = \frac{c_P \cdot P}{\varepsilon \cdot \lambda} = 0.665 * 10^{-3} P$$

γ الثابت الرطوبي (كيلو باسكال/م°)
c_p الحرارة النوعية عند ضغط ثابت، ١,٠١٣ × ١٠-٣، ميغاجول/كغم/م°
ε نسبة وزن جزيئة بخار الماء/ الهواء جاف= ٠,٦٢٢
λ الحرارة الكامنة للتبخير، ٢,٤٥ ميغاجول/ كغم

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\left(\frac{900}{T+273}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)}$$

ET_o البخر-نتح المرجعي (مم/يوم)

تسلسل حل طريقة بنمان مونتيث –العامة

1. معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس

$$d_r = \frac{\cos\left(2\pi\frac{J}{365}\right)}{30}+1$$

d_r معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس
J رقم اليوم بالنسبة للسنة ابتداءً من ١(يناير) والى ٣٦٥ أو ٣٦٦ (٣١ ديسمبر)

2. الانحراف الشمسي

$$\delta = 0.409\sin\left(2\pi\frac{J}{365}-1.39\right)$$

δ الانحراف الشمسي [زاوية نصف قطرية]

3. خط العرض

$$\varphi = \frac{\pi}{180}\left(\text{Decimal Degrees}\right)$$

φ خط العرض [زاوية نصف قطريه]

4. زاوية ساعة الغروب

$$\omega_s = \arccos\left(-\tan(\varphi)\tan(\delta)\right)$$

ω_s زاوية ساعة الغروب

5. الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} Gsc \cdot d_r \left(\omega_S \sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega_S)\right)$$

R_a الإشعاع الساقط فوق الغلاف الجوي (ميغاجول/م٢/يوم)
G_{sc} الثابت الشمسي = ٠,٠٨١٢ (ميغاجول/م٢/دقيقة)

6. الإشعاع الشمسي قصير الموجة

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N}\right) R_a$$

R_s الإشعاع الشمسي قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
a_s+b_s الجزء من الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي الواصل إلى سطح الأرض خلال الأيام الصافية
n عدد ساعات الاشراق الفعلية (ساعة)

7. صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة

$$R_{ns} = (1-\alpha) R_s$$

R_{ns} صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
α البيدو أو معامل أنعكاس الغطاء، الذي يساوي ٠,٢٣ بالنسبة لمحصول العشب المرجعي الافتراضي

8. الأشعة الشمسية لسماء صافية

$$Rso = (0.75 + 0.00002E) Ra$$

R_{so} الاشعة الشمسية لسماء صافية (ميغاجول/م٢/يوم)
z ارتفاع المقياس فوق سطح الأرض (م)

9. الضغط الجوي

$$P = 101.3\left(\frac{293 - 0.0065E}{293}\right)^{5.26}$$

P الضغط الجوي (كيلو باسكال)
Z الارتفاع عن سطح البحر (م)

10. ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء

$$e^{o}(T) = 0.6108 \ \exp\left(\frac{17.27 \ T_a}{T_a + 237.3}\right)$$

$e^{o}(T)$ ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء T (كيلو باسكال)
T_a درجة حرارة الهواء المتوسطة (م˚)

11. ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

$$\Delta = \frac{4098 \ e^{o}(T_a)}{(T_a + 237.3)^2}$$

Δ ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

12. ضغط البخار الفعلي

$$e_a = \frac{e^{o}(T_{min})RH_{max} + e^{o}(T_{max})RH_{min}}{2}$$

e_a ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال)
$e^{o}(T_{min})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية الدنيا (كيلو باسكال)
RH_{max} الرطوبة النسبية القصوى ٪
$e^{o}(T_{max})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية القصوى (كيلو باسكال)
RH_{min} الرطبة النسبية الدنيا ٪

13. ضغط البخار المشبع

$$e_s = \frac{e^o(T_{max}) + e^o(T_{min})}{2}$$

e_s ضغط البخار المشبع (كيلو باسكال)

14. صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد

$$R_{nl} = \sigma\left(\frac{T^4_{max,K} + T^4_{min,K}}{2}\right)(0.34 - 0.14\sqrt{e_a})\left(1.35\frac{R_s}{R_{so}} - 0.35\right)$$

R_{nl} صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد (ميغاجول/م^2/يوم)
σ ثابت ستيفان-بولتزمان ٤,٩٠٣ × ١٠$^{-9}$ (ميغاجول/(كلفن^4 .م^2.يوم))
$T_{max, K}$ درجة الحرارة المطلقة القصوى خلال فترة ٢٤ ساعة [K=c^o+ 273.16]
$T_{min, K}$ درجة الحرارة المطلقة الدنيا خلال فترة ٢٤ ساعة [K=c^o+ 273.16]

15. صافي الإشعاع الشمسي عند سطح المحصول

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Rn صافي الاشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميغاجول/م^2/يوم)

16. سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م

$$U_2 = U_z\left(\frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}\right)$$

u_2 سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م (م/ثانيه)
u_z سرعة الرياح عند ارتفاع z م فوق سطح الأرض (م/ثانيه)

17. الحرارة الكامنة للتبخير

$$\lambda = 2.501 - \frac{T_a}{423.5}$$

λ الحرارة الكامنة للتبخير, ميغاجول/ كغم

18. الثابت الرطوبي

$$\gamma = \frac{c_P \cdot P}{\varepsilon \cdot \lambda} = 0.665 * 10^{-3} P$$

γ الثابت الرطوبي (كيلو باسكال/م°)
c_p الحرارة النوعية عند ضغط ثابت، ١,٠١٣ × ١٠-٣، ميغاجول/كغم/م°
ε نسبة وزن جزيئة بخار الماء/ الهواء جاف= ٠,٦٢٢

19. مساحة الغطاء الخضري

$$LAI = 5.5 + 1.5 \ln(hc)$$

LAI مساحة الغطاء الخضري

20. مقاومة الغطاء الخضري للمحصول

$$r_s = \frac{r_1}{0.5 LAI}$$

r_s مقاومة الغطاء الخضري للمحصول (ث/م)
r_1 مقاومة الثغور للأوراق المعرضة للانارة بشكل جيد (ث/م) وتأخذ ١٠٠ (ث/م) تحت ظروف البلل الجيد

21. مقاومة الرياح

r_a مقاومة الرياح (ث/م)
z_w ارتفاع جهاز قياس سرعة الرياح (م)
z_p ارتفاع جهاز قياس الرطوبة ودرجة الحرارة (م)
d الإزاحة الصفرية للمسقط الأفقي للهواء (م)
k ثابت فون كارمان ويساوي ٠,٤١

k_2 ثابت ويساوي ٠,١٢٣

$$r_a = \frac{\ln\left[\frac{zw-d}{zom}\right] * \ln\left[\frac{zp-d}{zov}\right]}{k^2 U_2}$$

Or

$$r_a = \frac{1-\ln(hc)}{(k_2)^2 u_2}$$

22. ثابت جهاز الرطوبة المطور

$$\gamma^* = \gamma\left(1+\frac{r_c}{r_a}\right)$$

γ^* ثابت جهاز الرطوبة المطور كيلو باسكال / درجة مئوية

$$K = 1.854\frac{\lambda / r_a}{Ta+273}$$

K معامل

البخر-نتح المرجعي

$$\mathrm{ET_r} = \lambda^{-1}\left[\frac{\Delta}{\Delta+\gamma^*}(R_n-G)+\frac{\gamma}{\Delta+\gamma^*}K(e_s-e_a)\right] \quad \textbf{.23}$$

$\mathrm{ET_r}$ البخر-نتح المرجعي (مم/يوم)

تسلسل حل طريقة بنمان مونتيث- ASCE

1. معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس

$$\mathrm{d_r} = \frac{\cos\left(2\pi\frac{\mathrm{J}}{365}\right)}{30}+1$$

d_r معكوس المسافة النسبية بين الأرض والشمس
J رقم اليوم بالنسبة للسنة ابتداءً من ١(يناير) والى ٣٦٥ أو ٣٦٦ (٣١ ديسمبر)

2. الانحراف الشمسي

$$\delta = 0.409 \sin\left(2\pi \frac{J}{365} - 1.39\right)$$

δ الانحراف الشمسي [زاوية نصف قطرية]

3. خط العرض

$$\varphi = \frac{\pi}{180}\left(\text{Decimal Degrees}\right)$$

φ خط العرض [زاوية نصف قطريه]

4. زاوية ساعة الغروب

$$\omega_s = \arccos\left(-\tan(\varphi)\tan(\delta)\right)$$

ω_s زاوية ساعة الغروب

5. الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} Gsc \cdot d_r \left(\omega_S \sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\sin(\omega_S)\right)$$

R_a الإشعاع الساقط فوق الغلاف الجوي (ميغاجول/م٢/يوم)
G_{sc} الثابت الشمسي = ٠,٠٨١٢ (ميغاجول/م٢/دقيقة)

6. الإشعاع الشمسي قصير الموجة

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N}\right) R_a$$

R_s الإشعاع الشمسي قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
a_s+b_s الجزء من الإشعاع الشمسي الساقط فوق الغلاف الجوي الواصل إلى سطح الأرض خلال الأيام الصافية

n عدد ساعات الاشراق الفعلية (ساعة)

7. صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة

$$R_{ns} = (1-\alpha)R_s$$

R_{ns} صافي الإشعاع الشمسي أو صافي الإشعاع قصير الموجة (ميغاجول/م٢/يوم)
α البيدو أو معامل أنعكاس الغطاء، الذي يساوي ٠,٢٣ بالنسبة لمحصول العشب المرجعي الافتراضي

8. الأشعة الشمسية لسماء صافية

$$Rso = (0.75+0.00002E)Ra$$

R_{so} الاشعة الشمسية لسماء صافية (ميغاجول/م٢/يوم)
z ارتفاع المقياس فوق سطح الأرض (م)

9. الضغط الجوي

$$P = 101.3\left(\frac{293-0.0065E}{293}\right)^{5.26}$$

P الضغط الجوي (كيلو باسكال)
Z الارتفاع عن سطح البحر (م)

10. ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء

$$e^o(T) = 0.6108 \ \exp\left(\frac{17.27 \ T_a}{T_a+237.3}\right)$$

$e^o(T)$ ضغط البخار المشبع عند درجة حرارة الهواء T (كيلو باسكال)
T درجة حرارة الهواء (م˚)

11. ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

$$\Delta = \frac{4098 \ e^o(T_a)}{(T_a+237.3)^2}$$

Δ ميل منحنى العلاقة بين ضغط البخار المشبع ودرجة الحرارة

12. ضغط البخار الفعلي

$$e_a = \frac{e^o(T_{min})RH_{max} + e^o(T_{max})RH_{min}}{2}$$

e_a ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال)
$e^o(T_{min})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية الدنيا (كيلو باسكال)
RH_{max} الرطوبة النسبية القصوى ٪
$e^o(T_{max})$ ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة اليومية اقصوى (كيلو باسكال)
RH_{min} الرطبة النسبية الدنيا ٪

13. ضغط البخار المشبع

$$e_s = \frac{e^o(T_{max}) + e^o(T_{min})}{2}$$

e_s ضغط البخار المشبع (كيلو باسكال)

14. صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد

$$R_{nl} = \sigma\left(\frac{T_{max,K}^4 + T_{min,K}^4}{2}\right)(0.34 - 0.14\sqrt{e_a})\left(1.35\frac{R_s}{R_{so}} - 0.35\right)$$

R_{nl} صافي الإشعاع الشمسي طويل الموجة العائد (ميغاجول/م٢/يوم)
σ ثابت ستيفان-بولتزمان ٤,٩٠٣ × ١٠-٩ (ميغاجول/(كلفن٤ .م٢.يوم))
$T_{max, K}$ درجة الحرارة المطلقة القصوى خلال فترة ٢٤ ساعة [$K=c^o+273.16$]
$T_{min, K}$ درجة الحرارة المطلقة الدنيا خلال فترة ٢٤ ساعة [$K=c^o+273.16$]

15. صافي الإشعاع الشمسي عند سطح المحصول

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Rn صافي الاشعاع الشمسي عند سطح المحصول (ميغاجول/م٢/يوم)

16. سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م

$$U_2 = U_z\left(\frac{4.87}{\ln(67.8z-5.42)}\right)$$

u_2 سرعة الرياح عند ارتفاع ٢م (م/ثانيه)
u_z سرعة الرياح عند ارتفاع z م فوق سطح الأرض (م/ثانيه)

17. الثابت الرطوبي

$$\gamma = \frac{c_P \cdot P}{\varepsilon \cdot \lambda} = 0.665 * 10^{-3} P$$

γ الثابت الرطوبي (كيلو باسكال/م°)
c_p الحرارة النوعية عند ضغط ثابت، ١,٠١٣ × ١٠-٣، ميغاجول/كغم/م°
ε نسبة وزن جزيئة بخار الماء/ الهواء جاف= ٠,٦٢٢
λ الحرارة الكامنة للتبخير، ٢,٤٥ ميغاجول/ كغم

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\left(\frac{1600}{T+273}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.38U_2)}$$

ET_o البخر-نتح المرجعي (مم/يوم)

المراجع

1- آلين ، ريتشارد .. (وأخرون) – ترجمة فوزي عواد , محمد بن ابراهيم السعود (٢٠٠٦).*البخر-نتح للمحاصيل دليل تقدير الاحتياجات المائية* , جامعة الملك سعود , الرياض , المملكة العربية السعودية .

2- الغباري ، حسين محمد – العابدين ، طارق زين (٢٠١٦). *أسس هندسة نظم المياه والري* جامعة الملك سعود ، الرياض , المملكة العربية السعودية .

3- الرضيان ، ناصر بن عبدالله (٢٠١٢). *تقدير الاحتياجات المائية للري من خلال برنامج حاسوبي يعمل ببيئة الأنترنت* , رسالة ماجستير.

4- جيمس , لاري – ترجمة العذبة , عبدالرحمن علي – مطر , محمد عبدالعزيز(٢٠١٥). *أسس تصميم نظام الري المزرعي* , جامعة الملك سعود , الرياض , المملكة العربية السعودية

5- Alazba, A., (2004). Estimating palm water requirements using penman-monteith mathematical model. Journal of king saud university .