الطريقة الإشعاعية:

وهي من الطرق النظرية التحليلية ، ويمكن تطبيقها في المناطق التي تتوفر فيها معلومات مناخية مثل درجة الحرارة، وأشعة الشمس، والغيوم، والإشعاع؛ أما الرطوبة والرياح فهي مطلوبة ولو بشكل تقريبي.

تعد طريقة الإشعاع أكثر دقةً من طريقة بلاني – كريدل، وخاصة في المناطق الاستوائية والجزر الصغيرة وعند المرتفعات العالية. والشكل العام لعلاقة التبخر–نتح:

$$ET_o = (W.R_s).C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots [3-3]$$

(ET_o) – معدل التبخر الأعظمي بـ (mm/day).

(W) – وهو عامل يتعلق بنسبة تغير ضغط بخار الإشباع مع درجة الحرارة، وكذلك بالارتفاع، ويؤخذ من الجدول (3 – 4)،

جدول (3-4)قيم العامل (W) تبعاً لدرجة الحرارة والارتفاع

40	38	36	34	30	26	22	18	14	10	6	2	درجةالحرارة
												الارتفاع
0.85	0.84	0.83	0.82	0.78	0.75	0.71	0.66	0.61	0.55	0.49	0.43	**0**
0.86	0.85	0.84	0.82	0.79	0.76	0.72	0.67	0.62	0.57	051	0.44	**500**
087	0.86	0.85	0.83	0.80	0.77	0.73	0.69	0.64	0.58	052	0.46	**1000**
0.88	087	0.86	0.85	0.82	0.79	0.75	0.71	0.66	0.61	055	049	**2000**
0.89	0.88	087	0.86	0.84	0.81	0.77	0.73	0.69	0.64	0.58	0.52	**3000**
0.90	0.90	0.89	087	0.85	0.82	0.79	0.75	0.71	0.66	0.61	0.54	**4000**

(R_S) — الإشعاع الشمسي المكافئ للتبخر

وهو الإشعاع الذي يصل إلى سطح التربة بعد أن يتبعثر جزء من الإشعاع الشمسي (R_a) بعد اختراقه الغلاف الجوي، ويؤخذ حسب (R_a) [الإشعاع الشمسي على الغلاف الجوي]، ويتم أخذ (R_a) من الجدول $(3-6)$ حسب خط العرض للموقع، ويحسب (R_S) من العلاقة:

$$R_S = \left[\left(0.25 + 0.5\frac{n}{N}\right)\right].R_a \ldots\ldots\ldots\ldots [4-3]$$

- (R_a) : الإشعاع الشمسي على الغلاف الجوي، من الجدول $(3-6)$ مقدراً بـ (mm/day)، وذلك حسب درجة العرض والشهر الموافق من السنة.
- n : عدد ساعات الإشعاع الشمسي الواقعية المقاسة.
- N : عدد ساعات الإشعاع الشمسي المفترضة ويؤخذ من الجدول $(3-7)$.

جدول (3–6) الإشعاع الشمسي (Ra) ، مقدراً بـــ: mm/day حسب درجة العرض والشهر الموافق

درجة العرض	الإشعاع الشمسي (Ra) ، مقدراً بـ: mm/day (نصف الكرة الشمالي)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Des
50	3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2
48	4.3	6.6	9.8	13.0	159	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7
46	4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3
44	5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7
42	5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2
40	6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7
38	6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1
36	7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6
34	7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2
32	8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8
30	8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3
28	9.6	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8
26	9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3
24	10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7
22	10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2
20	11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.4	13.3	11.6	10.7
18	11.7	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.8	13.6	12.0	11.1
16	12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6
14	12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0
12	12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5
10	13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9
8	13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3
6	13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7
4	14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.4	14.1
2	14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4
0	15.0	15.5	15.7	15.7	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8

جدول (3–7) المدّة اليومية لساعات شروق الشمس العظمى (N) لمختلف أشهر السنة

المدّة اليومية لساعات شروق الشمس العظمى(N) لمختلف أشهر السنة												
درجة العرض	(نصف الكرة الجنوبي)											
	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June
	(نصف الكرة الشمالي)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Des
50	8.5	10.1	11.8	13.8	15.4	16.3	15.9	14.5	12.7	10.8	9.1	8.1
48	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3
46	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7	15.4	14.2	12.6	10.9	9.5	8.7
44	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9
42	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2	14.9	13.9	12.6	11.1	9.8	9.1
40	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0	14.7	13.7	12.5	11.2	10.0	9.3
35	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5	14.3	13.5	12.4	11.3	10.5	9.8
30	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2
25	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7	13.5	13.0	12.3	11.6	10.7	10.6
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.0	10.9
15	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0	12.9	12.6	12.2	11.8	11.3	11.2
10	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7	12.6	12.4	12.1	11.9	11.6	11.5
5	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.8	11.8
0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

- C :عامل تصحيح يعتمد على الرطوبة الوسطية وسرعة الرياح اليومية، ويتم إدخاله في الحساب حسب $(W \cdot R_S)$ من الشكل (3-8).

مثال:

المعطيات: مدينة القنيطرة — خط العرض $(33°)$ شمالاً، الارتفاع $(500m)$، الشهر السابع (تموز) حيث عدد ساعات الإشعاع الشمسي $(n = 12...h/day)$ ودرجة الحرارة الوسطية $(t = 29°C)$، سرع الرياح $(4....m/\sec)$ على ارتفاع $(2m)$ والرطوبة النسبية متوسطة في الحد الأدنى $(50-55\%)$.

المناقشة والتطبيق:

من الجدول $(3-6)$ حسب درجة العرض $(33°)$ لنصف الكرة الشمالي نجد:

$(R_a = 17.05....mm/day)$

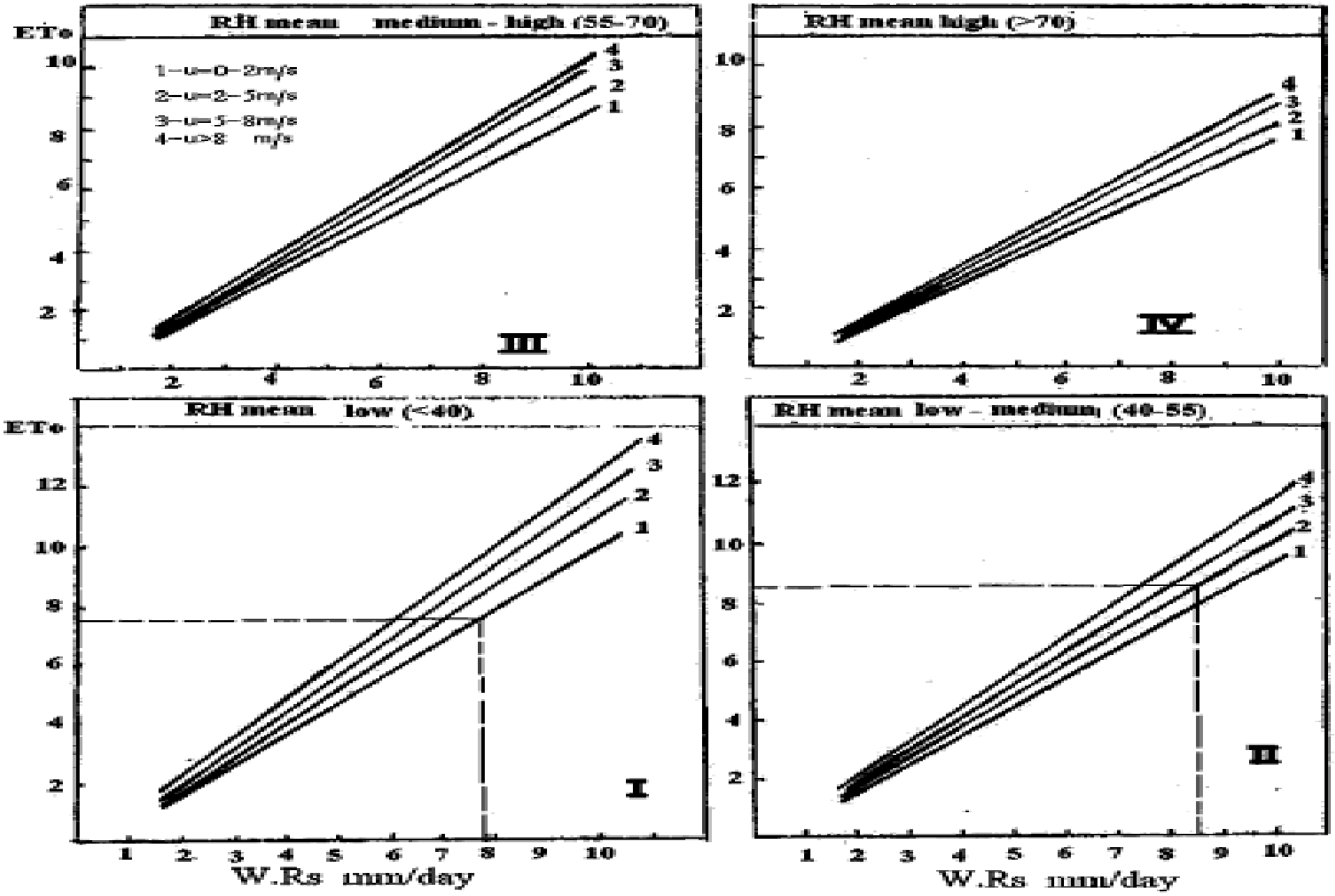
من الجدول $(3-7)$ نجد: $(N = 14.3....h/day)$ وبتطبيق العلاقة: [4]

$$R_S = \left[\left(0.25 + 0.5\frac{12}{14.3}\right)\right].17.05 = 11.42....mm/day$$

نجد قيمة عامل الوزن (W) من الجدول $(3-4)$ حسب عمود درجة الحرارة الوسطية $(t = 29°C)$ وسطر الارتفاع $(500m)$ نجد قيمة (W) : $(W = 0.785)$.

نجد قيمة $(W.R_S)$: $(W \cdot R_s = 0.785 \times 11.42 = 8.965...mm/day)$

ولإيجاد تأثير (C) في العلاقة: $ET_o = (W.R_s)C$ وبمساعدة الشكل (3-8) مع أخذ المربع الموافق للرطوبة المتوسطة الدنيا، والخط المقابل لسرعة الرياح وتوقيع قيمة $(W.R_s = 8.965 mm/day)$ على المحور الأفقي، ثم نقيم عمود من هذه النقطة ونقطة التقاطع مع الخط (2) نجد أنّ القيمة الموافقة لـ $(W.R_s = 8.965... mm/day)$ على المحور الشاقولي (ET_o): $(ET_o = 9.1... mm/day)$



شكل (3-8) تصحيح الاحتياج المائي — الطريقة الإشعاعية

معادلة بنمان – مونتيث:

يفضل استخدام هذه المعادلة، رغم صعوبتها النسبية، إذا توافرت قياسات الحرارة والرطوبة والرياح والسطوع الشمسي في المنطقة المدروسة. تُعدّ نتائج هذه المعادلة أكثر دقة مقارنة بالمعادلات الأخرى، كما أنها تعتمد على دراسة العلاقات الايروديناميكية والحرارية بين العوامل المناخية المختلفة والبخر – نتح المرجعي.

تتكون معادلة بنمان–مونتيث من شقين، الأول خاص بعمق البخر – نتح الناتج عن طاقة الإشعاع الشمسي، والثاني خاص بعمق البخر – نتح الناتج عن حركة الهواء والرطوبة النسبية.

إن الصورة العامة لمعادلة بنمان تعطى بالشكل الآتي:

$$ET_O = [W.R_n + (1-W).F(u).(e_a - e_d)].C.$$

W : عامل تأثير الإشعاعات على (ET_O) ويتعلق بدرجة الحرارة والارتفاع عن سطح البحر

F(u): عامل يؤخذ حسب سرعة الرياح جدول (3 – 10)،

لإدخال تأثير الرياح على (ET_o) نستعمل العلاقة الآتية:

$$F(u) = 0.27(1 + \frac{u}{100})$$

حيث: (u) سرعة الرياح خلال (24) ساعة مقدرة بـ (km/day) وعلى ارتفاع $(2m)$.

وإذا لم تؤخذ سرعة الرياح على ارتفاع $(2m)$ فيمكن إجراء التصحيح، وذلك بضرب سرعة الرياح على الارتفاع المحدد بمعامل التصحيح الموافق وذلك من الجدول

مثال :

لدينا سرعة الرياح على ارتفاع $(4m)$ يساوي $(u_{4m} = 270...km/day)$؛ أوجد سرعة الرياح على ارتفاع $(2m)$، ثم أوجد $F(u)$:

المناقشة والتطبيق:

من الجدول (3 – 10) نجد أنّ معامل التصحيح الموافق للارتفاع $(4m)$ هو (0.88)، ومِن ثَمَّ تكون سرعة الرياح على ارتفاع $(2m)$:

جدول (3–10) تاثير الرياح $f(u)= 0.27(1+ U/100)$ ، الرياح مقاسة على ارتفاع 2m.

سرعة الرياح، km/day	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	-	0.32	0.32	0.35	0.38	041	0.43	0.46	0.49	0.51
100	0.54	0.57	0.59	062	0.65	067	0.70	0.73	0.76	0.78
200	081	084	0.86	089	0.92	0.94	0.97	1.00	1.03	1.05
300	1.08	1.11	1.13	1.16	1.19	1.21	1.24	1.27	1.3	1.32
400	1.35	1.38	1.4	1.43	1.46	1.49	1.51	1.54	1.57	1.59
500	1.62	1.65	1.67	1.70	1.73	1.76	1.78	1.81	1.84	1.90
600	1.89	1.92	1.94	1.97	2.00	2.02	2.08	2.08	2.11	2.15
700	2.16	2.0	2.21	2.24	2.27	2.29	2.32	2.35	2.38	2.40
800	2.43	2.46	2.48	2.51	2.54	2.56	2.59	2.61	2.64	2.65
900	2.7									

معامل تصحيح سرعة الرياح									
ارتفاع نقطة القياس، m	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
معامل التصحيح	1.35	1.15	1.06	1.00	0.93	0.88	0.85	0.83	

$u_{2m} = u_{4m} \times 0.88 = 270 \times 0.88 = 237.6 ... km/day)$

من الجدول (3 – 10) ؛ أو من تطبيق العلاقة $\left[F(u) = 0.27(1 + \frac{u}{100})\right]$ نجد أنّ:

$F(u) = 0.91$

(e_a): ضغط بخار الإشباع للهواء في درجة الحرارة الوسطية جدول (3 – 8)، وتقدر بـــ (mbar)،

(e_d): ضغط البخار الحقيقي مقدراً بـــ (مم زئبقـــي)، ويـــتم تحويلـــها إلى ميلـــي بار(mbar) بالضرب بـــ (1.33)، ويمكن حسابه بعد معرفة الرطوبة النسبية، (جـــداء الرطوبة النسبية الوسطية بضغط بخار الإشباع). ويؤخذ أيضاً من الجـــدول (3 – 9)، حسب درجة الحرارة الجافة والارتفاع وانخفاض درجة الحرارة الرطبة عن الجافة.

مثال؛ لدينا الحالة الأولى الآتية:

درجة الحرارة العظمى: $T_{max} = 36^{\circ}C$

درجة الحرارة الصغرى: $T_{min} = 22^{\circ}C$

الرطوبة النسبية العظمى: $RH_{max} = 85\%$

الرطوبة النسبية الصغرى: $RH_{min} = 30\%$

المناقشة والتطبيق:

درجة الحرارة الوسطية: $T_{mean} = 29^{\circ}C$

الرطوبة النسبية الوسطية: $RH_{mean} = 57.5\%$

من الجدول $(3-8)$ نجد: $T_{mean} = 29 \circ C \Rightarrow e_a = 40.1 ... m.bar$

وحيث: $e_d = e_a \times RH_{mean} = 40.1 \times 57.5/100 = 23.06 ... m.bar$

جدول (3–8) ضغط بخار الإشباع e_s (m.bar)، وعلاقتها مع درجة الحرارة الوسطية للهواء

درجة الحرارة، مئوية	e_{s} (mbar)
0	6.1
1	6.6
2	7.1
3	7.6
4	8.1
5	8.7
6	9.3
7	10.0
8	10.7
9	11.5
10	12.3
11	13.1
12	14.0
13	15.0
14	16.1
15	17.0
16	18.2
17	19.4
18	20.6
19	22.0

درجة الحرارة، مئوية	e_{s} (mbar)
20	23.4
21	24.9
22	26.4
23	28.1
24	29.8
25	31.7
26	33.6
27	35.7
28	37.8
29	40.1
30	42.4
31	44.9
32	47.5
33	50.3
34	53.2
35	56.2
36	59.4
37	62.8
38	66.3
39	69.9

جدول /3-9-أ/ ضغط البخار e_d ,(m.bar) وعلاقتها مع درجة الحرارة الجافة والرطبة

الدرجة الجافة	انخفاض درجة الحرارة الرطبة، الارتفاع (1000- 0)م											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
40	73.8	64.9	56.8	49.2	42.2	35.8	29.8	24.3	19.2	14.4	10.1	6.0
38	66.3	58.1	50.5	43.6	37.1	31.1	25.6	20.5	15.3	11.4	7.3	
36	59.4	51.9	44.9	38.4	32.5	26.9	21.8	17.1	12.7	8.6	4.9	
34	53.2	46.2	39.8	33.8	28.3	23.2	18.4	14.0	10.0	6.2		
32	47.5	41.1	35.1	29.6	24.5	19.8	15.4	11.3	7.5	4.0		
30	42.5	36.5	30.	25.8	21.1	16.7	12.6	8.8	5.3			
28	37.8	32.3	27.2	22.4	18.0	14.0	1.02	6.7	3.4			
26	33.6	28.5	23.8	19.4	15.3	11.5	8.0	4.7	1.6			
24	29.8	25.1	20.7	16.6	12.08	9.3	6.0	2.9				
22	26.4	22.0	18.0	14.2	10.6	7.4	4.3	1.4				
20	23.4	19.3	15.5	12.0	8.7	5.6	2.7					
18	20.6	16.8	13.3	10.0	6.9	4.1	1.4					
16	18.2	14.6	11.4	8.3	5.4	2.7						
14	16.0	12.7	9.6	6.7	4.0	1.5						
12	14.0	10.9	8.1	5.3	2.8							
10	12.3	9.4	6.7	4.1	1.7							
8	10.7	8.0	5.5	3.1	0.8							
6	9.3	6.8	4.4	2.1								
4	8.1	5.7	3.4	1.6								
2	7.1	4.8	2.8	0.8								
0	6.1	4.0	2.0									

مثال؛ لدينا الحالة الثانية الآتية:

درجة الحرارة العظمى: $T_{\max} = 36^{\circ}C$

درجة الحرارة الصغرى: $T_{\min} = 22^{\circ}C$

درجة الحرارة الجافة: $T_{dry} = 24^{\circ}C$

درجة الحرارة الرطبة: $T_{wet} = 20^{\circ}C$

المناقشة والتطبيق:

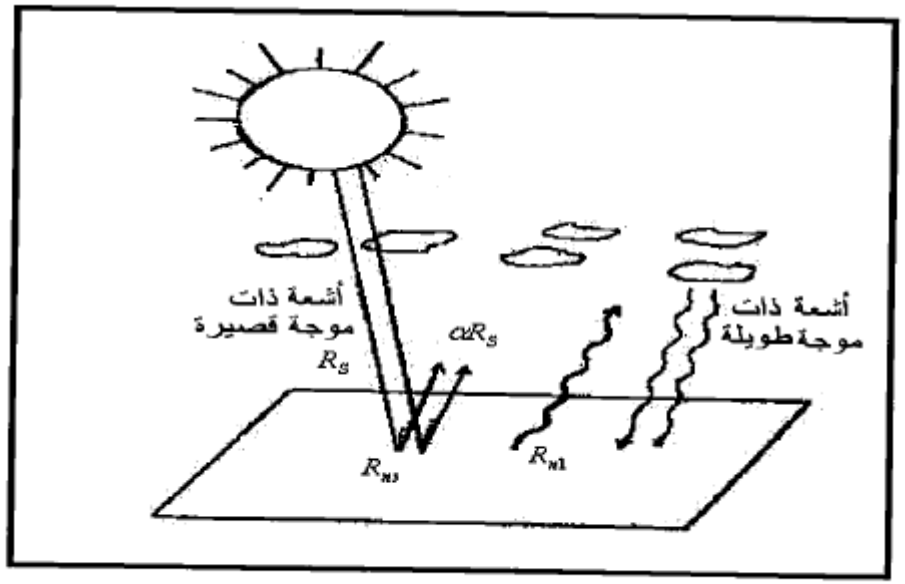
من الجدول (3 – 8) نجد: $T_{mean} = 29 \circ C \Rightarrow e_a = 40.1 ... m.bar$

انخفاض درجة الحرارة الرطبة عن الجافة: $T_{dry} - T_{wet} = 24 - 20 = 4^{\circ}C$

من الجدول ((3 – 9) –أ) : تقاطع سطر درجة الحرارة الجافة (24) مع عمود انخفاض درجة الحرارة الرطبة $(4^{\circ}C)$ نجد : $e_d = 20.7 ... m.bar$

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

R_n – الإشعاعات الصافية المكافئة للتبخر بـــ (mm/day)، وهو الفرق بين الإشـــعاع الوارد والصادر؛ ويمكن حساب الإشعاع الصافي من الإشعاع الشمسي أو ســـاعات شروق الشمس ومعلومات عن درجات الحرارة والرطوبة كما يبين الشكل (3 – 8) .



شكل (3–8) الإشعاعات الواردة والمنعكسة

R_{nl} – الإشعاع طويل الموجة المفقودة أو المنعكسة من سطح التربة، ويتم حسابه مـــن العلاقة الآتية:

$$R_{nl} = f(T).f(e_d).f(n/N)$$

$f(n/N)$ – عامل يتعلق بـــ (n/N) يؤخذ من الجدول (3–11).

$f(e_d)$ – عامل يتعلق بـــ (e_d) يؤخذ من الجدول (3–11).

$f(T)$ – عامل يتعلق بـــ (T) درجة الحرارة يؤخذ من الجدول (3–11).

جدول (3–11) لتحديد المعاملات ، F(n/N) ، F(n/N) ، $F(e_d)$

تأثير ضغط البخار في الإشعاعات طويلة الموجة			تأثير درجة الحرارة في الإشعاعات طويلة الموجة			تأثير n/N ق Rn1	n/N
$F(e_d)$	e_d		F(t)	T °C		F(n/N)	
0.23	6		11.0	0		0.10	0.0
0.22	8		11.4	2		0.15	0.5
0.20	10		11.7	4		0.19	01.
0.19	12		12.0	6		0.24	0.15
0.18	14		12.4	8		0.28	0.20
0.16	16		12.7	10		0.33	0.25
0.15	18		13.1	12		0.37	0.30
0.14	20		13.5	14		0.42	0.35
0.13	22		13.8	16		0.46	0.40
0.12	24		14.2	18		0.51	0.45
0.12	26		14.6	20		0.55	0.50
0.11	28		15.5	22		060	0.55
0.10	30		15.4	24		0.64	0.60
0.09	32		15.9	26		0.69	0.65
0.08	34		16.3	28		0.73	0.70
0.08	36		16.7	30		0.78	0.75
0.07	38		17.2	32		0.82	0.80
0.06	40		17.7	34		0.87	0.85
			18.1	36		0.91	0.90
						0.96	0.95
						1.00	1.00

(R_{nS}) – الإشعاع الصافي قصير الموجة، يتعلق بالإشعاع الشمسي (R_S) ، وبطبيعة الغطاء النباتي أي العامل(α):

$$R_{nS} = (1 - \alpha).R_S$$

ويحسب الإشعاع الشمسي (R_S) من العلاقة: $R_S = [(0.25 + 0.5n/N)]R_a$

وبالتالي تصير العلاقة:

$$R_{nS} = (1-\alpha).[(0.25 + 0.5n/N)]R_a$$

α – $(\alpha = 0.05)$ إذا كان التبخر من سطح الماء، $(\alpha = 0.1-0.15)$ إذا كان التبخر من سطح تغطيه نباتات قصيرة ؛ $(\alpha = 0.25)$ إذا كان التبخر من سطح تغطيه نباتات كبيرة.

مثال:

المعطيات: مدينة القنيطرة — خط العرض (33°) شمالاً ، الشهر السابع (تموز) فيه عدد ساعات الإشعاع الشمسي $(n = 12...h/day)$ ، الرطوبة النسبية الوسطية $RH_{mean} = 57.5\%$ ، ودرجة الحرارة الوسطية $T_{mean} = 29°C$

المناقشة والتطبيق:

من الجدول (3 – 6) حسب درجة العرض (33°) لنصف الكرة الشمالي نجد:

$(R_a = 17.05....mm/day)$

من الجدول (3 – 7) نجد: $(N = 14.3....h/day)$ وبتطبيق العلاقة [3 – 4]:

$$N = 14.3..hour,, n = 12 \Rightarrow \frac{n}{N} = \frac{12}{14.3} = 0.84$$

$$R_S = \left[(0.25 + 0.5\frac{n}{N}) \right].R_a$$

$$R_S = \left[\left(0.25 + 0.5\frac{12}{14.3} \right) \right].17.05 = 11.42....mm/day$$

$$R_S = 11.42....mm/day$$

$$R_{nS} = (1-\alpha).R_S$$

$$R_{nS} = (1 - 025) \times 11.42 = 8.565....mm/day$$

من الجدول (3 – 8) نجد: $T_{mean} = 29 \circ C \Rightarrow e_a = 40.1 ... m.bar$

وحيث:

$$e_d = e_a \times RH_{mean} = 40.1 \times 57.5/100 = 23.06 ... m.bar$$

من الجدول (3 – 11): $e_d = 23.06 \Rightarrow f(e_d) = 0.125$

من الجدول (3 – 11): $T_{mean} = 29^{\circ} C \Rightarrow f(T) = 16.5$

من الجدول (3 – 11): $\frac{n}{N} = 0.84 \Rightarrow f(\frac{n}{N}) = 0.86$

$$R_{nl} = f(T).f(e_d).f(n/N)$$

$$R_{nl} = f(T).f(e_d).f(n/N) = 16.5 \times 0.125 \times 0.86 = 1.77$$

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

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} = 8.565 - 1.77 = 6.795 .... m/day$$

$$R_n = 6.795 .... m/day$$

C — عامل التصحيح ، ويتعلق بسرعة الرياح النهارية، ونسبة سرعة الرياح النهارية إلى سرعة الرياح الليلية، والرطوبة النسبية والإشعاع الشمسي (R_s) ، انظر الجدول

جدول (3–12) عامل التصحيح (C) في معادلة بنمان

الرطوبة	RH <30%				RH (30-60)%				RH (60-90)%			
Rs, mm/d	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Uday , m/s	(Uday/Unight) = 4											
0	0.86	0.9	1.0	1.0	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.79	0.84	0.92	0.97	0.92	1.00	1.11	1.19	0.99	1.10	1.27	1.32
6	0.68	0.77	0.87	0.93	0.85	0.96	1.11	1.19	0.94	1.10	1.26	1.33
9	0.55	0.65	0.87	0.90	0.76	0.88	1.02	1.14	0.88	1.01	1.16	1.27
	(Uday/Unight) = 3											
0	0.86	0.9	1.0	1.0	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.76	0.81	0.88	0.94	0.87	0.96	1.06	1.12	0.94	1.04	1.18	1.28
6	0.61	0.68	0.81	0.88	0.77	0.88	1.02	1.10	0.86	1.01	1.15	1.22
9	0.46	0.56	0.72	0.82	0.67	0.79	0.88	1.05	0.78	0.92	1.06	1.18
	(Uday/Unight) = 2											
0	0.86	0.9	1.0	1.0	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.69	0.76	0.89	0.92	0.83	0.91	0.99	1.05	0.89	0.98	1.10	1.14
6	0.53	0.61	0.74	0.84	0.70	0.81	0.94	1.02	0.79	0.92	1.05	1.12
9	0.37	0.48	0.65	0.76	0.59	0.71	0.84	0.95	0.71	0.81	0.96	1.06
	(Uday/Unight) = 1											
0	0.86	0.9	1.0	1.0	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.64	0.71	0.82	0.89	0.78	0.86	0.94	0.99	0.85	0.92	1.01	1.05
6	0.43	0.53	0.69	0.79	0.62	0.70	0.84	0.93	0.72	0.82	0.95	1.00
9	0.27	0.41	0.59	0.70	0.50	0.60	0.75	0.87	0.62	0.72	0.87	0.96

مثال:

المعطيات: مدينة القنيطرة — خط العرض (33°) شمالاً ، الشهر السابع (تموز)

درجة الحرارة العظمى: $T_{max} = 36^{\circ}C$ ؛ درجة الحرارة الصغرى: $T_{min} = 22^{\circ}C$

الرطوبة النسبية العظمى: $RH_{max} = 85\%$ ؛ الرطوبة النسبية الصغرى: $RH_{min} = 30\%$

سرعة الرياح النهارية: $u_{day} = 3...m/sec$

سرعة الرياح الليلية: $u_{night} = 1.5...m/sec$

المناقشة والتطبيق:

من الأمثلة السابقة نجد: $R_S = 11.42....mm/day$

وبالحساب نجد: $\frac{u_{day}}{u_{night}} = \frac{3}{1.5} = 2$ ؛ ولدينا $RH_{max} = 85\%$ ، وكذلك سرعة الرياح النهارية: $u_{day} = 3...m/sec$ ومن الجدول (12) نجد قيمة $(C = 1.13)$