مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

البحث عن طريقة مبسطة لتقدير التبخر – نتح الكامن

الدكتور أحمد الخضر*
الدكتور علي كنجو**

(قبل للنشر في 1995/6/6)

□ الملخّص □

كان الهدف من هذا البحث، الذي استمر من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992، هو تبسيط طريقة الحصول على التبخر – نتح الكامن، الذي يشكل سقفاً للاحتياجات المائية للمحاصيل، حيث نُفِّذَ هذا البحث في منطقة الشلف بالجزائر، التي تتمتع بمناخ شبه جاف.

لقد تطرقنا من خلال هذا البحث إلى عدة نقاط أهمها:

- *تقدير الفواقد المائية من الحقول الزراعية، بغية تحديد احتياجاتها المائية العظمى.*
- *تحديد الفترة الحرجة للمحاصيل الحقلية بالنسبة للتغذية المائية في المنطقة المدروسة.*
- *تحديد أقرب الصيغ والطرق إلى صيغة بنمان (الصيغة المرجع) في مجال تقدير التبخر – نتح الكامن، والتي يسهل تطبيقها عملياً.*

* أستاذ في قسم التربة واستصلاح الأراضي– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** أستاذ مساعد في قسم التربة واستصلاح الأراضي – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الزراعية المجلد (18) العدد (6) 1996
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research –Agriculture Series Vol. (18) No (6) 1996

La recherche d'une méthode simple pour estimer l'évapotranspiration potentielle.

Dr. Ahmad ALKHOUDR*

Dr. Ali KINJO**

(Accepté 6/6/1995)

❐ RÉSUMÉ ❐

Le but de cette recherche qui a duré d'août 1991 à Juillet 1992 a été de simplifier la méthode qui permet de déterminer l'évapotranspiration potentielle, qui présente le maximum des besoins en eau pour les cultures. Cette recherche a été réalisé dans la région d'Alshief en Algérie, oú le climat est semi-aride.

Au cours de cette recherche, nous avons travaillé sur les points suivants:

- *Estimer la perte en eau des champs cultivés, pour déterminer leur besoins maximum en eau.*
- *Déterminer la période des cultures champêres par rapport à l'alimentation en eau dans la région étudiée.*
- *Déterminer la formule et la méthode les plus proches de la formule de PENMAN (la formule des références) dans le domaine de l'estimation de l'évapotranspiration potentille qui est facile á l'application pratique.*

* Professeur au département des Sciences du sol, Faculté d'Agronomie, Université de Tichrine, Lattaquié, Syrié.

** Maître assistant au département des Sciences du sol, Faculté d'Agronomie, Université de Tishreen, Lattaquié, Syrié.

1- مقدمة:

تعتبر الحياة مستحيلة بدون ماء، وهو يلعب دوراً أساسياً في الحياة النباتية كعنصر مكوّن للخلايا النباتية، ولازم لقيام النبات بعملية التمثيل الضوئي، وتكوين المادة الجافة النباتية. كذلك فإن الماء يقوم بنقل العناصر المعدنية من التربة إلى النبات، ليذهب بعدها من المسامات النباتية باتجاه الجو المحيط مُلطِّفاً حرارة الأوراق. في الواقع، يدخل الماء إلى النبات عن طريق الجذور بالآليات المعروفة (الدفع الجذري، السحب مع تيار النتح، ظاهرة الضغط الخلوي...الخ)، حيث يبقى داخل النبات جزء صغير من الماء الممتص (حوالي 1 إلى 2%)، بينما يتابع الجزء الأكبر منه (98-99%) طريقة نحو الغلاف الجوي بظاهرة النتح [C.T.G.R.E.F, 1979].

تزداد الفواقد المائية بالتبخر من سطح التربة والنتح من المسامات النباتية بازدياد الإشعاع الشمسي، درجة الحرارة، سرعة الرياح، وعجز الهواء عن الإشباع ببخار الماء، حيث تشكل ظاهرة التبخر الفيزيائية وظاهرة النتح الفسيولوجية، ظاهرة مركبة تدعى التبخر-النتح (Evapotranspiration). يقاس التبخر-نتح بواحدات الطاقة، لكنه يقاس عملياً بما يمكن أن تحدثه هذه الطاقة من تحول للماء من شكله السائل إلى شكله البخاري، وبالتالي يمكن قياس التبخر-نتح عملياً كسماكة طبقة مائية ناتجة عن بخار الماء، مع العلم أن كل 1مم كسماكة طبقة مائية يعادل حجماً مائياً متغيراً، حسب المساحة التي يغطيها (يعادل ليتراً واحداً في المتر المربع، أو متراً مكعباً بالدنم، أو عشرة أمتار مكعبة في الهكتار...الخ).

تمثل الميزانية المائية المناخية الفرق بين ما يستقبله سطح التربة من مياه الأمطار، وبين ما يمكن أن يفقد من هذا السطح، ومن غطائه النباتي بظاهرة التبخر-نتح. فعندما يكون ما يستقبله السطح من ماء أقل مما يمكن أن يفقد منه (أقل من مقدرة الجو على تبخير الماء) فإننا نقول: إن هناك عجزاً مائياً، أي أن التبخر-نتح هو إحدى ركيزتي الميزانية المائية.

يمكن الحصول على التبخر-نتح عن طريق القياس المباشر (طريقة الليزيميترات)، أو عن طريق تقديره باستخدام بعض الصيغ التجريبية، أو عن طريق تحديد التبخر الحاصل من الأحواض المائية الحرة. في الواقع، هناك العديد من الصيغ التجريبية المقترحة لتقدير التبخر-نتح الكامن (ETP)، حسب المعطيات المناخية المتوفرة. من هنا كان هدفنا من هذه الدراسة هو المقارنة بين قيم التبخر-نتح الكامن المحسوب من أربع صيغ تجريبية هي صيغة تورنويت [Thornthwaite, 1948]، صيغة تورك [Turc, 1961]، صيغة البيش المصحح المقترحة من قبل الباحث بوشيه [Bouchet, 1963]، ومن ثم صيغة بلاني-كريدل [Blaney-Criddle, 1950]، المعدّلة من قبل الباحثين دورنبروز وبريت [Doorenbos et Pruitt, 1980]، مع قيم التبخر-نتح الكامن المحسوب باستخدام كصيغة العالم بنمان [Penman, 1948-1956]، المعدّلة من قبل الباحثين دورنبوز وبريت عام 1980 [Doorenbos et Pruitt, 1980] والتي تعتبر في هذا المجال الصيغة المرجع. كان الهدف من هذه المقارنة هو تحديد أقرب الصيغ إلى صيغة بنمان، والتي لا يحتاج تطبيقها إلى معطيات مناخية كثيرة كتلك التي تتطلبها صيغة بنمان. علاوة على ذلك، فقد كان لهذا البحث هدف آخر، يتمثل بالمقارنة بين قيم التبخر-نتح الكامن، المستحصل، عليها باستخدام الأحواض المائية الحرة (الحوض صنف آ، حوض الأورستوم: Bac classe "A" Bac Orstom، وبين قيم التبخر-نتح الكامن المحسوب من الصيغة المرجع (صيغة بنمان المعدّلة) في محاولة تبسيط جديدة لتقدير التبخر-نتح الكامن، وبالتالي تقدير الاحتياجات المائية العظمى في المنطقة المدروسة (منطقة الشلف بالجزائر)، بحيث ينضوي هذا العمل ضمن إطار ترشيد استثمار المياه في الجزائر، وزيادة الإنتاج الزراعي عن طريق زيادة المساحة المزروعة وتكثيف الزراعة.

2- الخصائص العامة لمنطقة الدراسة:

2-1: وصف المنطقة المدروسة:

نفذ هذا البحث في المحطة التجريبية للمعهد الوطني للتعليم العالي للفلاحة بالشلف (INES)، وتقع هذه المحطة في سهول الشلف، حيث ترتفع قرابة 100م عن سطح البحر، وهي واقعة على بعد 10 كم شمال غرب مدينة الشلف عند خط عرض '12 °36 شمال خط الاستواء.

تتميز منطقة الدراسة بتجانس طبوغرافي، وبكون التربة عميقة مكونة من طمي حديث التشكل، وبأنها ذات نسبة متوسطة من الكلس.

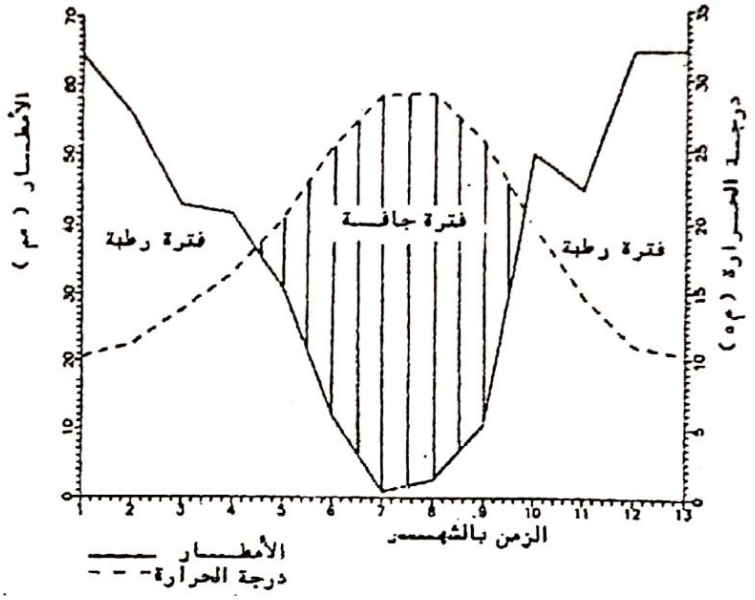
2-2: السمات المناخية للمنطقة:

تتميز منطقة الدراسة بأنها واقعة ضمن المنطقة شبه الجافة، حيث تتميز بفصلين واضحين هما فصل الشتاء، الذي تنخفض فيه درجات الحرارة، وفصل الصيف الذي يتميز بارتفاع في درجات الحرارة، بينما نجد الفصلين الآخرين قصيرين نسبياً. يبلغ المتوسط السنوي للأمطار (محسوبة كمتوسط لـــ37 عاماً) بحدود 420مم، حيث يكون الهطول أعظمياً في شهري كانون الأول وكانون الثاني (بحدود 64.3مم). تتقطع الأمطار عملياً، في المنطقة المدروسة، بين حزيران وأيلول، حيث يعتبر شهر تموز الأكثر جفافاً (1مم وسطياً)، ويعتبر شهر آب الشهر الأكثر حرارة (المتوسط الشهري بحدود 29.3°م)، في حين أن الشهر الأكثر برودة هو شهر كانون الثاني (المتوسط الشهري بحدود 10.3°م). أما بالنسبة لعدد ساعات السطوع الشمسي، محسوبة كمتوسطات لفترة 37 عاماً فهي بحدود 264 ساعة في الشهر، حيث تسجل قيمة عظمى خلال شهر تموز 359 ساعة، وقيمة صغرى خلال شهر كانون أول 180 ساعة. من جهة أخرى، تبلغ سرعة الرياح قيمتها العظمى في شهر حزيران 3.2 م/ثا وقيمتها الصغرى في شهري أيلول وتشرين الثاني 2.2 م/ثا. أما الرطوبة النسبية المحسوبة كمتوسطات فهي بحدود 66.75%، حيث أن الشهر الأكثر رطوبة هو شهر كانون الأول، والأشهر الأكثر جفافاً هما شهرا تموز وآب، ويوضح الجدول التالي (جدول رقم 1) تغيرات كمية الأمطار الهاطلة ودرجات الحرارة وعدد ساعات السطوع الشمسي وسرعة الرياح في المنطقة المدروسة محسوبة كمتوسطات لمدة 37 عاماً 1947-1984.

جدول (1): تغيرات بعض عناصر الجو في المنطقة المدروسة (منطقة الشلف بالجزائر) محسوبة كمتوسطات لمدة 37 عاماً (1947-1984)

عناصر الجو / الشهر	الأمطار	درجة الحرارة	عدد ساعات السطوع الشمسي	سرعة الرياح
	مم	°م	ساعة	م/ثا
كانون الثاني	64.30	10.30	186	2.3
شباط	55.70	11.30	198	2.6
آذار	42.70	13.80	231	2.8
نيسان	41.60	16.50	275	3.0
أيار	30.80	20.40	317	2.7
حزيران	11.90	25.50	350	3.2
تموز	1.00	29.20	359	3.0
آب	2.50	29.30	356	2.7
أيلول	10.50	25.80	279	2.2
تشرين أول	49.80	19.80	245	2.3
تشرين ثاني	44.80	14.70	191	2.2
كانون أول	64.30	11.00	180	2.3
المتوسط	34.99	18.97	263.92	2.61

من جهة أخرى، يمكن تحديد الفترة الجافة والرطبة في المنطقة المدروسة انطلاقاً من مخطط كوسين (Diagrame de Gaussen) حيث يجب أن يحقق الشهر الجاف المتراجحة التالية: $\frac{P}{T} \leq 2$ أي أنه في الشهر الجاف يجب أن يكون مجموع كمية الهطول مقاسة بالمليمترات أقل أو يساوي ضعف المتوسط الشهري لدرجات الحرارة مقاسة بالدرجات المئوية، ويوضح المخطط التالي (شكل رقم 1)، الفترات الجافة والرطبة لمنطقة الشلف محسوبة على أساس المتوسطات لمدة 37 عاماً وذلك خلال الفترة 1974 حتى 1984.



شكل (1): مخطط كوسين، يوضح الفترات الرطبة والفترات الجافة لمنطقة الشلف محسوبة كمتوسطات لمدة 37 عاماً (1984-1974)

3- المعدات المستخدمة:

استخدمت في هذا البحث كل من المعدات التالية:

- قفص خشبي يحتوي على موازين حرارة صغرى وعظمى، وكذلك على مقياس للرطوبة الجوية (Psychromètre)، بالإضافة إلى مبخر بينش (Evaporomètre de Piche) لقياس التبخر.
- حوض صنف (أ): وهو حوض من الحديد المغلفن، أسطواني الشكل قطره 121.9 سم، وعمقه 25.4 سم، موضوع على قاعدة خشبية فوق سطح التربة بارتفاع 15.2 سم، حيث يحتفظ بالماء فيه على بعد 6 إلى 7 سم من حافته العليا بعد كل قياس.
- حوض من نوع الأورستوم وهو حوض مصنوع من قبل هيئة الأبحاث العلمية والتكنولوجية لما وراء البحار في فرنسا، سطح مقطعه مربع، وأبعاده: 100×100×50سم، مصنوع من الحديد المغلفن، ومدفون تحت سطح التربة بحيث لا يبدو منه سوى 10سم، ويحتفظ بالماء داخل هذا الحوض عند مستوى سطح التربة.
- مقياس للهطولات، سطحه المستقبل للماء بمساحة 400 سم^2.

4- النتائج والمناقشة:

بغية حساب التبخر-نتح الكامن، وتحديد الاحتياجات المائية للحقول الزراعية في منطقة الشلف بالجزائر، فقد قمنا بتتبع يومي لتغيرات عناصر الجو في المنطقة المدروسة، ويبين الجدول رقم (2) إجمالي هذه التغيرات.

جدول (2): تغيرات بعض عناصر الجو في المنطقة المدروسة خلال الفترة الممتدة من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992

عناصر الجو / الشهر	كمية الأمطار	درجة الحرارة	السطوع الشمسي	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
	مم	°م	ساعة	%	م/ثا
آب	6.30	31.53	344.00	41	2.73
أيلول	5.00	27.36	278.00	52	2.70
تشرين أول	47.90	18.83	190.20	70	2.23
تشرين ثاني	33.40	14.13	201.50	66	2.30
كانون أول	2.00	11.10	182.10	69	2.13
كانون الثاني	60.80	10.53	165.20	66	2.53
شباط	19.10	11.56	224.50	66	2.43
آذار	70.90	12.80	189.50	72	1.96
نيسان	31.10	16.16	271.70	66	2.60
أيار	33.50	21.20	313.60	53	2.70
حزيران	28.60	21.83	290.80	59	3.10
10.20	27.80	353.50	43	2.90	3.0
المجموع	348.8	224.83	3004.6	723	30.31
المتوسط	29.07	18.74	250.38	60.25	2.53

من خلال المعطيات المناخية السابقة، وبالاستعانة ببعض المعطيات المناخية الأخرى المأخوذة من محطة أرصاد قريبة من منطقة الدراسة، وبتتبع التبخر من الحوض صنف آ وحوض الأورستوم الموجودين في المنطقة المدروسة، فقد قمنا بحساب تغيرات قيم التبخر-نتح الكامن لكل عشرة أيام (par décade) باستخدام الصيغ والطرق التالية: صيغة بنمان، صيغة بلاني-كريدل، صيغة تورك، صيغة بوشيه، الحوض صنف آ، حوض الأورستوم، وقد توصلنا إلى النتائج الموضحة في الجدول رقم (3).

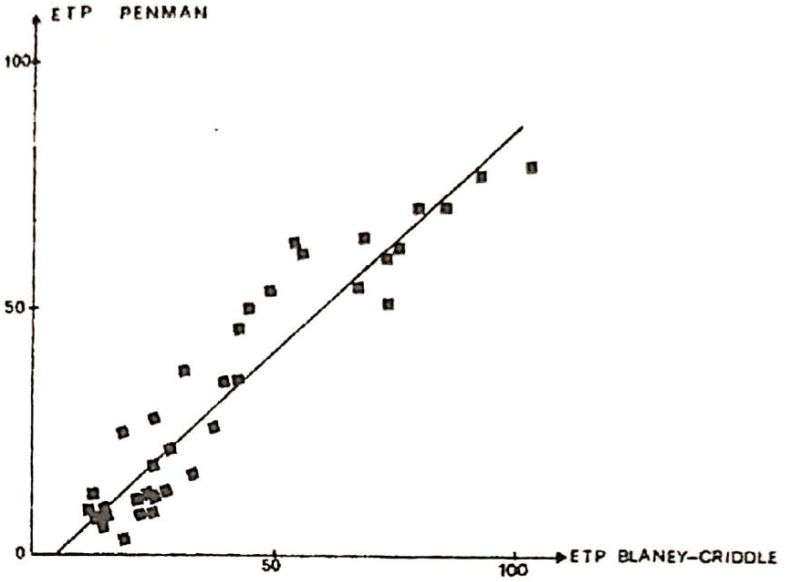
جدول (3): تغيرات قيم التبخر-نتح الكامن (ETP) لكل عشرة أيام، محسوبة بالصيغ والطرق المختلفة في منطقة الشلف بالجزائر، خلال الفترة الممتدة من آب 1991 وحتى تموز عام 1992

الشهر والسنة	عشريات الشهر	عدد أيام العشرية	قيم التبخر-نتح الكامن لكل عشرية من الشهر محسوبة بالطرق المختلفة (مم)					
			بنماني	بلاني-كريدل	تورك	بوشيه	حوض صنف أ	حوض الأورستوم
آب 1991	1	10	71.45	85.00	72.18	72.20	82.20	70.55
	2	10	63.00	75.00	60.30	68.13	71.20	59.50
	3	11	79.57	102.00	67.33	79.28	90.10	56.45
أيلول 1991	1	10	54.43	66.25	46.89	50.62	71.45	51.85
	2	10	50.20	72.50	47.89	45.41	72.80	53.55
	3	10	35.53	42.00	31.18	31.91	51.80	37.40
تشرين1 1991	1	10	25.41	37.50	28.30	17.20	39.75	28.80
	2	10	17.66	25.00	16.73	11.20	29.25	20.70
	3	11	16.64	33.00	23.26	14.72	30.52	24.20
تشرين2 1991	1	10	12.11	25.00	21.56	15.30	29.25	23.00
	2	10	11.34	22.00	16.20	13.40	23.80	15.30
	3	10	6.85	15.00	12.42	9.40	21.70	15.30
كانون1 1991	1	10	8.76	11.00	11.66	11.54	19.60	13.60
	2	10	7.10	15.00	11.00	7.50	13.50	9.00
	3	11	1.90	19.80	13.37	8.87	16.50	13.20
كانون2 1992	1	10	9.16	23.00	14.08	13.75	20.30	13.60
	2	10	5.83	15.00	11.61	7.29	15.00	11.00
	3	11	8.08	13.80	10.72	4.72	20.62	13.86
شباط 1992	1	10	8.16	25.00	18.71	7.41	18.00	13.00
	2	10	13.83	26.75	19.01	12.69	24.00	19.00
	3	9	12.95	14.40	15.56	8.00	19.57	13.77
آذار 1992	1	10	12.21	24.00	12.74	6.57	21.25	15.00
	2	10	20.96	29.00	27.90	10.47	24.00	19.00
	3	11	24.98	19.25	24.64	13.04	27.22	18.81
نيسان 1992	1	10	28.32	25.00	24.43	12.03	21.75	14.40
	2	10	25.41	40.00	38.00	14.14	35.25	26.00
	3	10	46.08	42.50	43.95	24.49	47.60	33.15
أيار 1992	1	10	38.40	31.50	37.78	17.46	35.00	23.80
	2	10	60.84	72.50	62.71	40.58	66.50	45.05
	3	11	61.57	55.00	53.15	41.58	73.15	50.49
حزيران 1992	1	10	50.23	45.00	43.26	24.90	47.60	33.15
	2	10	54.32	48.50	47.66	34.37	57.40	39.95
	3	10	63.17	53.00	52.45	40.91	63.00	43.35
تموز 1992	1	10	64.60	68.00	55.94	45394	62.30	43.35
	2	10	70.54	78.40	64.40	77.08	85.40	59.50
	3	11	78.45	91.00	75.00	84.63	97.80	68.25

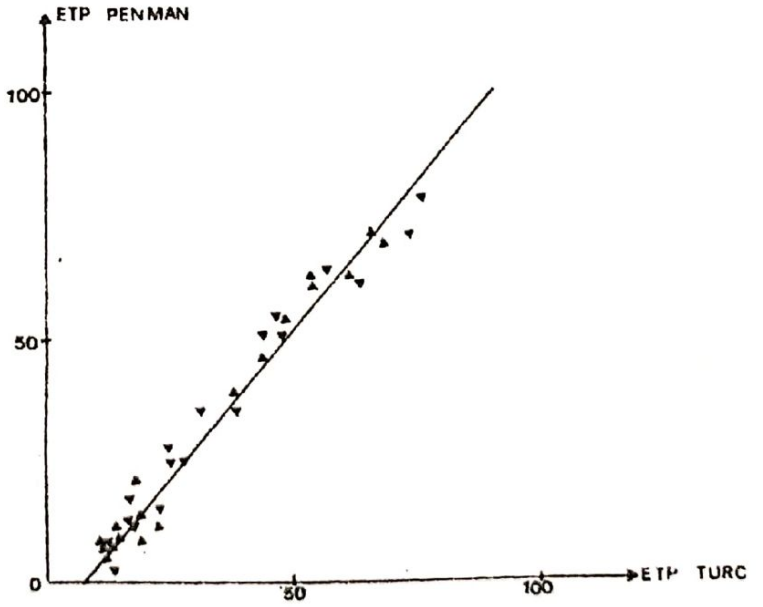
إذا قارنا بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب انطلاقاً من صيغة بنمان (ETP PENMAN)، وبين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب من الصيغ والطرق الأخرى: التبخر-نتح الكامن المحسوب باستخدام صيغة دورك (ETP TURC)، التبخر-نتح الكامن المحسوب باستخدام صيغة بوشيه (ETP BOUCHET)، التبخر-نتح الكامن المحسوب باستخدام صيغة بلاني-كريدل (ETP BLANEY-CRIDDLE) والتبخر-نتح الكامن المحسوب باستخدام حوض الأورستوم (ETP BAC "ORSTOM"، وذلك باستعمال موديل خطي من الشكل: $Y = ax + b$، فإننا نتوصل إلى معادلات التراجع الخطي التالية، مع وجود معامل ارتباط (r) متغير حسب الحالة، وذلك كما يلي:

1- ETP PENMAN = 0.925 ETP. BLANEY-CRIDDLE – 4.030, r = 0.942
2- ETP PENMAN = 1.203 ETP. TURC – 7.084, r = 0.983
3- ETP PENMAN = 0.957 ETP. BOUCHET + 7.603, r = 0.916
4- ETP PENMAN = 0.933 ETP. BAC "a" – 6.188, r = 0.966
5- ETP PENMAN = 1.255 ETP. BAC "ORSTOM" – 4.830, r = 0.943

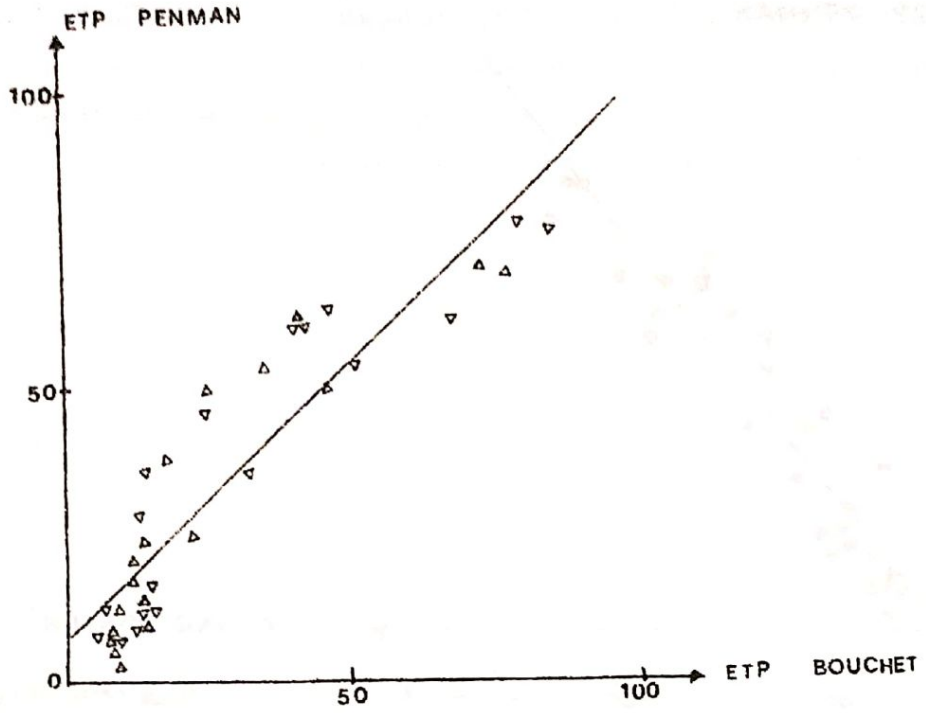
توضح الأشكال رقم 2،3،4،5،6 طريقة توزع النقاط التجريبية حول مستقيمات التراجع الخطي للمعادلات الخمس السابقة، حيث يبدو من خلال طريقة توزع النقاط التجريبية حول مستقيمات التراجع الخطي، ومن خلال معامل الارتباط (r)، بأن أقرب الصيغ إلى صيغة بنمان هي صيغة تورك (r = 0.983)، وبأن أقرب الطرق إلى صيغة بنمان هي طريقة الحوض صنف آ (r = 0.966). أي أننا ضمن ظروفنا التجريبية، فإننا نستطيع الاعتماد على صيغة تورك، وعلى الحوض صنف آ لتقدير التبخر-نتح الكامن بطريقة سهلة، كبديل عن صيغة بنمان التي يحتاج تطبيقها كما ذكرنا إلى معطيات مناخية كثيرة جداً من النادر تواجدها في المحطات العادية للرصد الجوي، حيث يشكل ذلك خطوة هامة لتبسيط حساب التبخر-نتح الكامن، والحصول على الاحتياجات المائية للحقول الزراعية بطريقة سهلة وكافية الدقة بآن واحد.



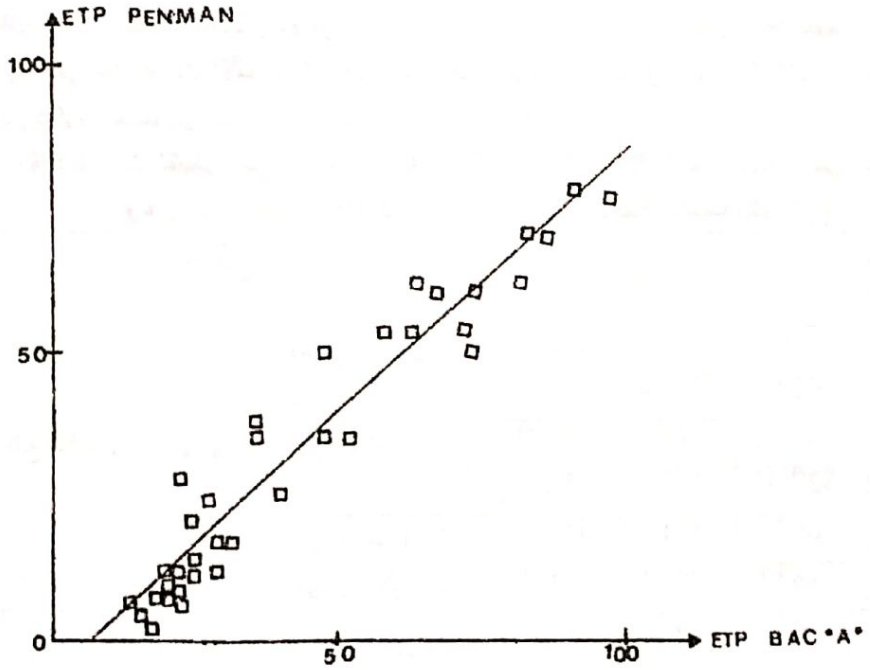
شكل (2): شكل يوضح العلاقة بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة بنمان وبطريقة بلاني-كريدل في منطقة الشلف بالجزائر، من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992.



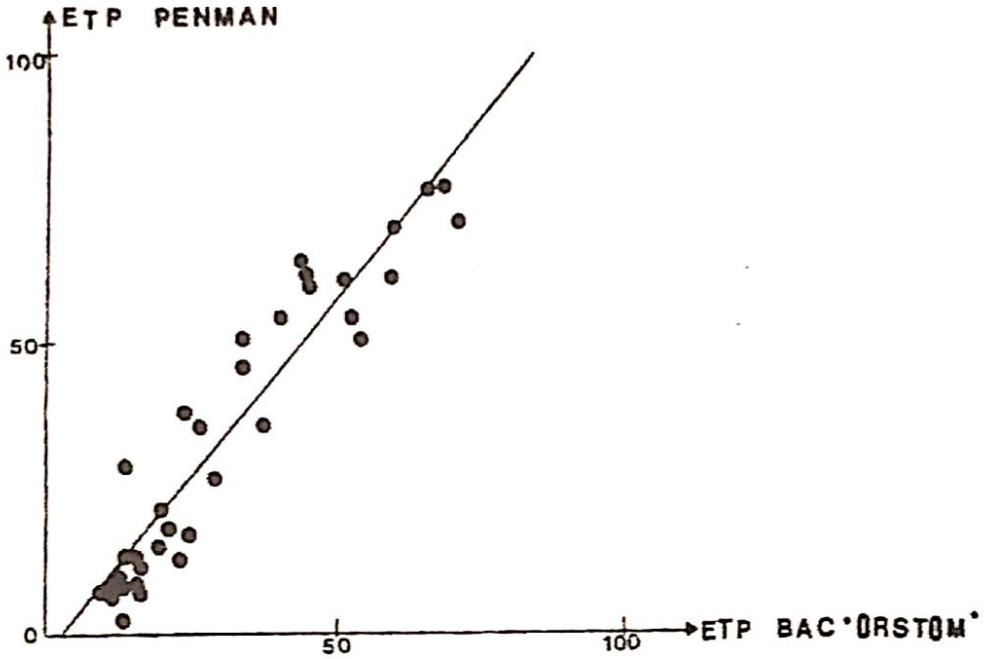
شكل (3): شكل يوضح العلاقة بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة بنمان وبطريقة تورك في منطقة الشلف بالجزائر، من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992.



شكل (4): العلاقة بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة بنمان وبطريقة بوشيه، في منطقة الشلف بالجزائر، من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992.



شكل (5): العلاقة بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة بنمان وبطريقة الحوض صنف "آ"، في منطقة الشلف بالجزائر، من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992.



شكل (6): العلاقة بين القيم العشرية للتبخر-نتح الكامن المحسوب بطريقة بنمان وبطريقة حوض 'الأورستوم'، في منطقة الشلف بالجزائر، من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992.

من جهة أخرى، إذا حسبنا مجموع كمية الأمطار خلال كل فصل من فصول السنة (الشتاء، الربيع، الصيف، الخريف) في منطقة الدراسة (منطقة الشلف بالجزائر)، فإننا نستطيع تحديد مدى الحاجة للري، في الفصول المختلفة. ويوضح الجدول رقم (4) توزع الأمطار خلال الفصول الأربعة، في المنطقة المدروسة، وكذلك التبخر-نتح الكامن الفصلي محسوباً بالطرق المختلفة، حيث يكون الفصل جافاً عندما تكون قيم التبخر-نتح الكامن أعلى من كميات الأمطار الهاطلة خلال هذا الفصل. أما إذا زادت كمية الأمطار عن قيم التبخر-نتح الكامن فيكون الفصل رطباً، وإذا تساويا يكون الفصل معتدلاً.

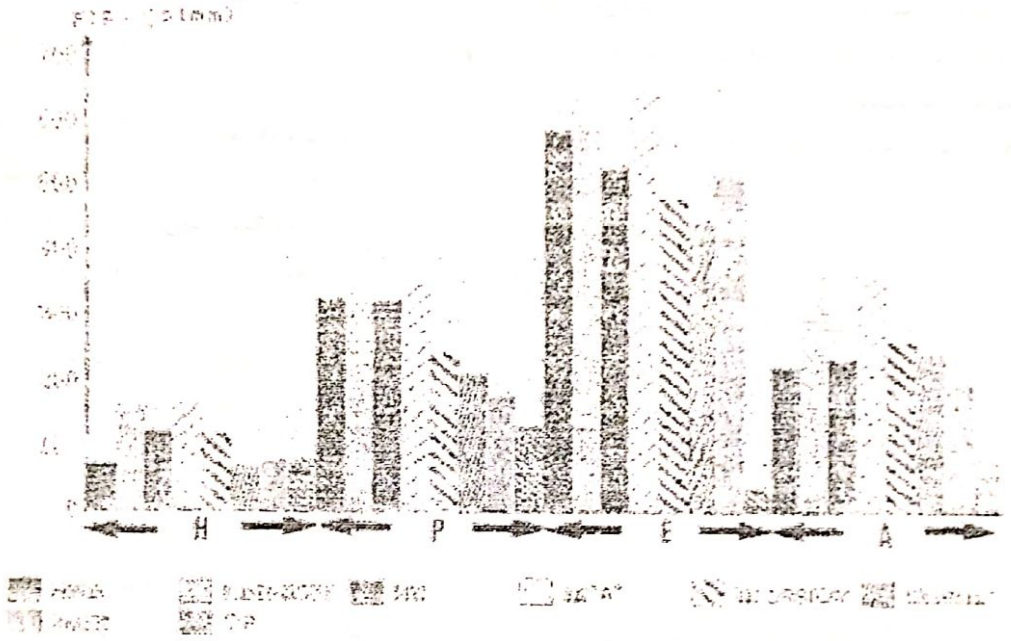
جدول (4): تغيرات التبخر-نتح الكامن وكمية الأمطار الفصلية خلال الفترة الممتدة من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992 في منطقة الدراسة (منطقة الشلف بالجزائر)

الفصل		الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
التبخر-نتح الكامن الفصلي (مم)	بنمان	75.9	328.7	595.0	230.2
	بلاني-كريدل	163.7	338.7	646.2	338.2
	تورك	125.7	325.4	538.5	244.5
	تورنويت	69.9	214.6	455.7	249.9
	بوشيه	81.8	180.4	527.40	209.9
	حوض صنف آ	167.1	351.7	667.0	370.2
	حوض الأورستوم	120.1	245.6	483.0	270.1
كمية الأمطار	(مم)	81.9	135.5	45.1	86.3

يتضح من خلال الجدول أعلاه، بأن معظم الهطولات تتركز خلال فصل الربيع 135.50مم، حيث تشكل خلال 38.8% من مجموع الأمطار السنوية، يلي فصل الربيع فصل الخريف، حيث وصلت كمية الهطول إلى حوالي 86.3مم، أي حوالي 24.7% من مجموع الهطولات السنوية. أما فصل الشتاء فقد هطل فيه حوالي 81.9مم، وذلك يعادل حوالي 23.5% من مجموع الأمطار السنوية، أخيراً فقد بلغت كمية الهطول في فصل الصيف حوالي 45.1مم، وهذا يعادل حوالي 12.9% من مجموع الهطول السنوي.

من جهة أخرى، يتضح من خلال المقارنة بين كمية الأمطار الفصلية الهاطلة، وبين قدرة الجو في تبخير الماء متمثلة بالتبخر-نتح الكامن الفصلي، بأن هناك عجزاً مائياً مناخياً في كافة فصول السنة، وبأن هذا

العجز يكون على أشده في فصل الصيف يليه فصل الخريف فالربيع فالشتاء، ويوضح الشكل رقم (7) التغيرات الفصلية للتبخر-نتح الكامن، ولكمية الأمطار الهاطلة في المنطقة المدروسة خلال الفترة الممتدة من آب 1991 وحتى تموز عام 1992، حيث يبدو جلياً ما للري من أهمية في فصل الصيف في التخفيف من العجز المائي، وفي تأمين الظروف الملائمة للمحاصيل كي تعطي إنتاجاً جيداً.



شكل (7): التغيرات الفصلية (فصل الشتاء H)، فصل الربيع P، فصل الصيف E، فصل الخريف A، للتبخر-نتح الكامن (ETP) المحسوب من الصيغ والطرق المختلفة، وكذلك لكمية الهطولات (QP) في المنطقة المدروسة، من آب 1991 وحتى تموز 1992.

من خلال ما سبق نجد أن فترة العجز في الميزانية المائية طويلة جداً وقد تصل إلى أكثر من تسعة أشهر، حيث تضم الفصول الثلاثة على الأقل: فصل الربيع، فصل الصيف، فصل الخريف. يبلغ العجز المائي المناخي في فصل الربيع حوالي 193.2مم حسب بنمان، ويصل إلى 203.2مم حسب بلاني-كريدل وإلى 189.9مم حسب تورك وإلى حوالي 79.1مم حسب تورنويت، بينما لا يبلغ سوى 44.9 مم حسب بوشيه. أما في فصل الصيف فيبلغ هذا العجز حوالي 549.9مم حسب بنمان ويصل إلى 601.1مم حسب بلاني-كريدل،ويتناقص إلى 493.4مم حسب تورك، وعلى 410.6مم حسب تورنويت، ويصل إلى حوالي 482.3مم حسب بوشيه. أما في فصل الخريف فإن العجز المائي المناخي يتناقص بشكل طفيف، حيث يبلغ حوالي 143.9مم حسب بنمان، وحوالي 251.9 مم حسب بلاني-كريدل، وحوالي 158.2 حسب تورك، وحوالي 163.6مم حسب تورنويت، وحوالي 122.8مم حسب بوشيه.

5- خاتمة:

تكون الاحتياجات المائية للحقول الزراعية أعظمية في فصل اشتداد الحرارة، الذي يتوافق في المنطقة المدروسة (منطقة الشلف بالجزائر) مع أواخر فصل الربيع وطيلة فصل الصيف، نتيجة للازدياد الكبير لاستهلاك الماء من قبل النبات الذي يكون في أوج نموه، كذلك نتيجة للفواقد المائية الكبيرة بالتبخر نتيجة لجفافية المناخ (اشتداد درجة الحرارة، نقصان الرطوبة النسبية في الجو،...الخ)، والتي ينتج عنها أيضاً ازدياد فرص تملح الأتربة، وبالتالي تزداد الحاجة في مياه إضافية من أجل غسيل هذه الأملاح خارج منطقة انتشار المجموع الجذري منعاً لأضرار هذه الأملاح، فإذا علمنا أن فترة ازدياد الفواقد المائية من الحقول الزراعية تتواكب في المنطقة المدروسة، وفي معظم مناطق الوطن العربي، مع فترة انحباس أو نتح الأمطار، أدركنا جلياً الأهمية المنوطة على الري في هذه الفترة في مجال زيادة الإنتاج الزراعي، والمحافظة على تربة طبيعية وتسهيل عمليات خدمة هذه التربة، لكن مع ذلك فإن الري لا يعطي نتائج جيدة إلاّ إذا تم حساب العيار الذي يعطى وفقه بدقة كافية. كذلك تبرز أهمية تحديد التبخر-نتح من أجل تقدير كمية المياه التي يمكن أن تذهب

من الحقول الزراعية، والتي يجب تعويضها عن طريق الري في الوقت المناسب وبالتصرف المناسب، وبالتقنية الملائمة لنوع التربة ولطبيعة المناخ السائد والنبات المزروع. لقد رأينا بأن هناك العديد من الصيغ المخصصة لحساب التبخر-نتح الكامن، والتي تستخدم معطيات مناخية مختلفة، حيث يجب أن نعلم في هذا المجال، بأن صيغة من هذه الصيغ، خاصة تلك التي تستخدم عدداً قليلاً من المعطيات المناخية، قد تكون نتائجها صالحة في منطقة مناخية دون أخرى. كذلك يجب أن نعلم في هذا المجال، بأنه كلما أخذت الصيغة عدداً كبيراً من المعطيات المناخية كانت نتائجها أكثر دقة. وكانت صالحة في طوابق مناخية أكثر، ولكن تطبيق هذه الصيغة يكون صعباً، والعكس بالعكس. لذلك فقد وجدنا تبايناً في النتائج المستحصل عليها باستخدام الصيغ المستعملة في هذا البحث، والتي كانت المعطيات المناخية التي تنطلق منها لحساب التبخر-نتح الكامن كما يلي:

- صيغة تورنويت: تستخدم متوسط درجة الحرارة فقط.
- صيغة بوشيه: تستخدم متوسط درجة الحرارة والتبخر الحاصل من جهاز مبخر البيش.
- صيغة تورك: تستخدم أربع معطيات مناخية أو فلكية هي: متوسط درجة الحرارة، متوسط الرطوبة النسبية للهواء الجوي، متوسط عدد ساعات السطوع الأعظمي (طول النهار)، متوسط عدد ساعات السطوع الفعلي للشمس.
- صيغة بلاني-كريدل: تستخدم بالإضافة إلى المعطيات المستعملة في صيغة تورك كلاً من النسبة المئوية للمتوسط الشهري لعدد ساعات السطوع الأعظمي على المجموع السنوي لعدد ساعات السطوع الأعظمي، بالإضافة إلى متوسط سرعة الرياح.
- صيغة بنمان: تستخدم بالإضافة إلى المعطيات المذكورة في صيغة بلاني-كريدل كلاً مما يلي: الثابت البسيكرومتري، الإشعاع الصافي، توتر بخار الماء في الجو، الألبيدو، معامل استهلاك النبات للماء.

يتضح مما سبق، ونظراً للعدد الضخم من المعطيات المناخية والفلكية التي تأخذها صيغة بنمان بعين الاعتبار، فإنها تمثل أكثر الصيغ دقة، وتعتبر مرجعاً تقارن بها الطرق الأخرى لبيان مدى صحتها. لكن تطبيقها يعتبر صعباً ومن النادر أن تتوفر المعطيات اللازمة لها في محطات الرصد الجوي العادية. لذلك حاولنا في هذا العمل العلمي البحث عن أقرب الصيغ والطرق إلى صيغة بنمان، بحيث لا تتطلب هذه الصيغة أو تلك الطريقة عدداً كبيراً من المعطيات المناخية (مقارنة بما تتطلبه صيغة بنمان)، وأن تكون بنفس الوقت كافية الدقة لتحديد التبخر-نتح الكامن، الذي تحدد في ضوئه الاحتياجات المائية للحقول الزراعية. لقد أظهرت مقارنة الصيغ المعروفة، والمذكورة سابقاً، بصيغة بنمان (الصيغة المرجع) خلال عام كامل (من آب عام 1991 وحتى تموز عام 1992)، بأن صيغة بلاني-كريدل تعطي أرقاماً للتبخر-نتح الكامن أعلى من الواقع صيفاً. أما صيغة تورك فإنها تعطي نتائج قريبة من نتائج بنمان، وأقل من تلك القيم الناتجة عن تطبيق صيغة بلاني-كريدل. بالمقابل فإن صيغة تورنويت تعطي أرقاماً للتبخر-نتح الكامن أقل من تلك الناتجة عن صيغة بنمان في فصل الشتاء وأكبر منها في فصل الخريف، حيث تعود هذه الاختلافات إلى المعطيات المناخية المستخدمة في كل صيغة، كما رأينا منذ قليل.

أظهرت نتائج هذا البحث، بان أقرب الصيغ إلى صيغة بنمان كانت كما يلي:

- صيغة تورك، حيث معامل الارتباط قوي جداً ($r = 0.983$) مع وجود توزع جيد جداً للنقاط التجريبية حول مستقيم التراجع الخطي (شكل رقم 3).
- طريقة الحوض صنف "آ"، حيث معامل الارتباط قوي أيضاً ($r = 0.966$) مع توزع جيد للنقاط التجريبية حول مستقيم التراجع الخطي. أي أن صيغة "تورك" هي من الصيغ العملية (لا تحتاج إلى معطيات مناخية كثيرة، مع كونها قريبة من صيغة بنمان) لتقدير التبخر-نتح الكامن في المنطقة المدروسة. كذلك، فإن طريقة الحوض صنف "آ" تبسط كثيراً الحصول على التبخر-نتح الكامن (قياس الفواقد المائية من الحوض فقط)، وبالتالي تمكننا، ببساطة، من تحديد الاحتياجات المائية للحقول الزراعية في المنقطة المدروسة، حيث تشكل هذه النتائج تأكيداً للنتائج التي تم التوصل إليها في نفس الموقع خلال فترة زمنية قصيرة نسبياً، ممتدة بين 9 نيسان عام 1991 وحتى 31 آب من نفس العام [الخضر، 1994]، وتشكل مجمل هذه النتائج وتلك، خطوة هامة في مجال التوصل إلى تحديد الاحتياجات المائية للحقول الزراعية بطريقة مبسطة وكافية الدقة بآن واحد.

REFERENCES المراجع

[1]- الخضر، أحمد (1994): دراسة تجريبية مقارنة لبعض طرق تقدير التبخر-نتح الكامن، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الزراعية لعام 1994، قيد الظهور.

[2]- BLANEY, H.F. – CRIDDLE, W.D. (1950): Determining water requirements in irrigation areas from climatological and irrigation data. U.S. soil conser Serv. Tech. Publ. 96, Washington.

[3]- BOUCHET, R.J. (1963): Evapotranspiration réèlle et Potentielle: Signification climatique. Proc. Gen. Assembly, IAHS, Berkeley, Puble. G2, 134-142.

[4]- C.T.G.R.E.F. (1979): Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigation. Ministère de la coopération, Groupement d'Aix-en-provence, France, 204P.

[5]- DOORENBOS, J. et PRUITT W.O. (1980): les besoins en eau des cultures. Bulletin de F.A.O. "irrigation et Drainage" No.24, Rome.

[6]- MANSOUR – BOLHTACHE, S. (1992): Ajustement de l'évapotranspiration calculée par des formules empiriques, Thèse d'ingéniorat en Agronomie, INES de CHLEF, ALGERIE.

[7]- PENMAN, H. (1948): Natural evaporation from open water. Bar soil and grass. Proc. Roy Soc. London, Ser.A (193):120-146.

[8]- PENMAN, H. (1956): Evaporation: An introductory survey. Netheral J. Agric. Sci. (4): 9.29.

[9]- THORNTHQAITE, C.W. (1948): An approach Toward a national classification of climate, Geograph. Rev., (38): 55-94.