



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية العلوم التطبيقية

قسم الهندسة المدنية و الري

مذكرة نهاية الدراسة لنيل شهادة

الماستر ، شعبة الري

تخصص: موارد مائية

الموضوع

محاولة إيجاد العلاقة بين التبخر من التربة
و العناصر المناخية في منطقة ذات مناخ جاف " تقرت "

إعداد الطالبتين:

❖ صفاء مروة سوطه

❖ عايدة فقيه

تقدم إلى لجنة المناقشة المكونة من :

رشيد ماحي أستاذ مساعد < أ > رئيس قاصدي مرباح ورقلة

أسامة دردوس أستاذ محاضر < ب > ممتحن قاصدي مرباح ورقلة

سفيان سقاي أستاذ محاضر < أ > المشرف قاصدي مرباح ورقلة

محمد بركبيه ملحق بحث المشرف المساعد المعهد الوطني للبحوث الزراعي

السنة الجامعية 2021/2020

شكر وتقدير

بعد أن من الله علينا بإنجاز هذا العمل، فإننا نتوجه إليه الله سبحانه وتعالى أولاً وأخراً بجميع ألوان الحمد والشكر على فضله وكرمه الذي غمرنا به فوفقنا إلى ما نحن فيه راجين منه دوام نعمه وكرمه، وانطلاقاً من قوله صلى الله عليه وسلم "من لا يشكر الناس لا يشكر الله"، فإننا نتقدم بالشكر والتقدير والعرفان إلى الأستاذ المشرف "سفيان سقاي". كما نتوجه بالشكر إلى محمد بركبيه ومحمد منير بن نعمية على إشرافهما على هذه المذكرة وعلى الجهد الكبير الذي بذلاه معنا، وعلى نصائحها القيمة التي مهدت لنا الطريق لإتمام هذه الدراسة، كما لا ننسى سفيان غرياني فله منا فائق التقدير والاحترام، كما نتوجه في هذا المقام بالشكر الخاص لزميلنا دبة عبد المنعم. وأيضاً نشكر أعضاء اللجنة المناقشة الأستاذ رشيد ماحي والأستاذ أسامة دردوس وجميع أساتذة قسم الهندسة المدنية والرّي الذين رافقونا طيلة المشوار الدراسي ولم يبخلوا في تقديم يد العون لنا .

وندين بالشكر أيضاً إلى كل عمال محطة التجارب الزراعية الذين ساعدونا من خلال تقديم جميع التسهيلات ومختلف التوضيحات والمعلومات المقدمة من طرفهم لإنجاز هذا البحث.

وفي الختام نشكر كل من ساعدنا وساهم في هذا العمل سواء من قريب أو بعيد حتى ولو بكلمة طيبة أو ابتسامة عطرة. و نحن كلنا وثوق ان يلقى هذا المجهود و العمل كل التقدير ويكلل بالنجاح.

الإهداء

الحمد لله الذي أعاننا بالعلم وزيننا بالحلم وأكرمنا بالتقوى وأجملنا بالعافية

نهدي هذا العمل إلى من قال فيهما

"واخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا"

سورة الإسراء

الآية 24

إلى الوالدين الكريمين حفظهما الله وأطال في عمرهما،

إلى الإخوة و الأخوات، إلى كل الأهل والأقارب ،

إلى جميع الأصدقاء،

إلى كل من عرفناه من قريب أو بعيد،

إلى من رفعوا رايات العلم والتعليم

عنايدة
عنايدة

صفاة
صفاة

جدول الاختصارات

العربية	English	Français	الرمز
تحليل التباين	Analysis of variance	Analyse de variance	ANOVA
الطبقة القارية الكبيسة	Continental Interlayer	Continentale Intercalaire	CI
طبقة المركب النهائي	Terminal complex	Complex terminale	CT
درجات الحرية	Degree of freedom	Degré de liberté	ddl
Aتبخر الحوض صنف	Class A tank evaporation	Evaporation de bac class A	EbacA
تبخر المسراب المبلل	Wet lysimeter evaporation	Evaporation lysimétrémouille	Elm
تبخر المسراب الجاف	Dry lysimeter evaporation	Evaporation lysimètre sec	Els
الرطوبة	Humidity	Humidité	H
المعهد الوطني الجزائري للأبحاث الزراعية	National Institute of Agronomic Research of ALGIER	Institut National de Recherche Agronomique d'ALGIER	INRAA
أكبر قيمة	Maximum	Maximum	Max
أقل قيمة	Minimum	Minimum	Min
الديوان الوطني للأرصاد الجوية	Office National Météorologie	Office National Météorologie	ONM
معامل الارتباط بيرسون	Pearson's corrélation coefficient	Coefficient de corrélation de Pearson	R
معامل التحديد	détermination du coefficient	coefficient détermination	R²
الدلالة الاحصائية	Signification	Signification	Sig
الحزم الاخصائية للمعلوم الاجتماعية	statistic package for socialsciences	paquet statistique pour les sciences sociales	SPSS

درجة حرارة الجو المبللة	Wet temperature	Temperature mouille	T_m
درجة حرارة الجو الجافة	Dry temperature	Temperature sec	T_s
درجة الحرارة المتوسطة تحت التربة	Averagebasementtemperature	Temperature moyenne du sous-sol	T_{smoy}
درجة حرارة تحت التربة بعمق 100 سم	Basement temperature at depth of 100 cm	Temperature sous-sol a profondure de 100 cm	T_{s100}
درجة حرارة تحت التربة بعمق 20 سم	Basement temperature at depth of 20 cm	Temperature sous-sol a profondure de 20 cm	T_{s20}
درجة حرارة تحت التربة بعمق 30 سم	Basement temperature at depth of 30 cm	Temperature sous-sol a profondure de 30 cm	T_{s30}
درجة حرارة تحت التربة بعمق 50 سم	Basement temperature at depth of 50 cm	Temperature sous-sol a profondure de 50 cm	T_{s50}
سرعة الرياح	Wind	Vent	V

الفهرس

رقم الصفحة	قائمة المحتويات
I	الشكر والعرفان
II	إهداء
IV	فهرس المحتويات
VII	قائمة الجداول
VII	قائمة الأشكال
أ	مقدمة عامة
الفصل الأول عموميات حول التبخر	
4	1.1. تعريف التبخر
5	1.2. تعريف النتح
5	1.3. التبخر من المسطحات المائية
6	1.3.1.1. عوامل مناخية
6	أ. درجة الحرارة
6	ب. الرطوبة
6	ج. الرياح
7	د. الضغط الجوي
7	1.3.1.2. عوامل فيزيائية
7	أ. مساحة السطح المقابل للشمس
7	ب. الغطاء النباتي
8	ج. لون الماء ولعكاره
8	د. وسط المياه (جوفية او سطحية)
9	1.4. التبخر من التربة
9	1.4.1. تعريف التربة
9	2.4.1. العوامل المؤثرة على تبخر التربة
9	2. تقدير التبخر
9	1.2. حساب التبخر
9	أ. طريقة (Penman)
10	ب. طريقة (Dalton)
10	ج. طريقة (Priestley Taylor)

12	2.2. قياس التبخر
12	أ. أحواض التبخر
13	ب. التوازن الكتلي
14	ب.1. النقل الكلي للكتلة
14	ج. المتغيرات المناخية
14	ج.1. درجة الحرارة
14	ج.2. الريح
15	د. الحصيلة الطاقوية
الفصل الثاني 2 تقديم منطقة تقرت	
18	1.1. الموقع الجغرافي
19	1.1.1. سيدي مهدي تقرت
19	1.2. المناخ
19	1.2.1. بيانات الطقس لمنطقة تقرت
21	أ. درجة الحرارة
21	ب. التساقط
21	ج. الرطوبة النسبية
21	د. التبخر
22	هـ. مدة الاشعاع
22	و. الرياح
22	2.2.1. العوامل المناخية
22	أ. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.
22	ب. مؤشر الجفاف
24	3.1. تربة المنطقة (وادي ريغ)
25	1.3.1. تربة محطة سيدي المهدي
25	1.4. الموارد المائية
25	1.4.1. المياه الجوفية
الفصل الثالث المواد و طرائق العمل	
27	1. محطة الطقس
28	1.1. مقياس الحرارة (Piche)
28	2.1. مقياس درجة حرارة الجو الجافة و المبللة
28	2.1.أ. طريقة القياس

28	2.1.ب. قياس الرطوبة
29	3.أ. حوض تبخير من (صنف A)
29	3.أ. طريقة قياس التبخر من الحوض
30	4.مقياس سرعة و اتجاه الرياح
31	4.أ. طريقة قياس سرعة الرياح
31	5. جهاز قياس التبخر من التربة (Lysimete)
32	5.أ. طريقة القياس
33	6.أجهزة قياس درجة الحرارة تحت الأرض
33	6.أ. طريقة القياس
34	7.البرنامج المستخدم في الحساب
34	7.أ. التحليل الاحصائي
	الفصل الرابع النتائج و المناقشة
36	1.التحليل الاحصائي
36	1.1.الإحصاء الوصفي
37	1.1.1.تبخر الليزيمتر الجاف (Els)
37	2.1.1.تبخر الليزيمتر المبلل (Elm)
37	3.1.1. تبخر الحوض (صنفA)
37	4.1.1. درجة الحرارة الجافة (Ts)
37	5.1.1. درجة الحرارة المبللة (Tm)
37	6.1.1.سرعة الرياح(V)
37	7.1.1. الرطوبة(H)
38	8.1.1. درجة الحرارة تحت التربة(Tsmoy)
38	2.1. تحليل الارتباط
39	1.2.1. تحديد العلاقة بينتبخر الليزيمتر الجاف و متغيرات الدراسة
39	2.2.1. تحديد العلاقة بين تبخر الليزيمتر المبلل ومختلف متغيرات الدراسة
39	3.2.1.العلاقة بين EbacA و متغيرات الدراسة
40	3.1. تحليل المنحنيات
47	4.1. نمذجةالعلاقات
50	5.1.مثال التطبيقي للنموذجين
50	1.5.1. نموذج الأول

51	2.5.1. نموذج الثاني
	الخاتمة
	المراجع والمصادر
	الملاحق
	الملخص

فهرس الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
20	بيانات المناخ لمنطقة تقرت (2008-2018)	1
36	ملخص نتائج الإحصاء الوصفي لمختلف متغيرات الدراسة	2
38	ملخص العلاقات بين المتغيرات و نتائج تحليل الارتباط	3
47	النماذج العددية	4

فهرس الأشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
18	الموقع الجغرافي لمنطقة تقرت	1
23	DiagrammeOmbrothermique de GAUSSEN	2
27	صورة أصلية لصندوق الطقس	3
28	صورة أصلية لمقياس درجة حرارة الجو الجافة والمبللة و مقياس Piche	4
29	صورة أصلية لحوض صنف A و أداة القياس	5
30	صورة أصلية لجهاز قياس سرعة و اتجاه الرياح	6
31	صورة أصلية لجهاز الليزيمتر	7
33	صورة أصلية لأجهزة قياس درجة الحرارة تحت لتربة	8
50	منحنى النموذج a-1	9
50	منحنى النموذج b-1	10
51	منحنى النموذج a-2	11
51	منحنى النموذج b-2	12

مقدمة

مقدمة عامة:

التبخّر هو ظاهرة طبيعية تعتمد على الحرارة . وهي ظاهرة عملية الانتقال من الحالة السائلة الى الحالة الغازية. يعتبر التبخّر من الأسطح لمائية و التربة ظاهرة جد مهمة خاصة في عملية تحديد الحصيلة المائية العامة في الجو والحصيلة المائية في التربة . هناك العديد من الدراسات العلمية التي اهتمت بتحديد التبخّر سواء عن طريق أجهزة الحساب (Keskinet al :2004). أو عن طريق استعمال علاقات حسابية (Linacre, E. T.1977). تكمن أهمية معرفة التبخّر من التربة في تحديد عدة عناصر أهمها : رطوبة التربة و احتمالية وجود الاملاح فيها و احتمالية تدهور بنية التربة. لمعرفة قيم التبخّر من التربة نستعمل عدة طرق منها طريقة حساب الرطوبة (Musy et Soutt1991) وطريقة تقدير النتح الكامن أو الحقيقي (Bouchet,R.J;1963). تعتبر طريقة حساب التبخّر من التربة عن طريق الليزيمتر من أشهر الطرق المباشرة المستعملة في العالم (علماء محطة national vegetable reseach station.1963) لكن ولأسباب عديدة فانه لا يمكننا إيجاد هذا الجهاز في جميع المحطات مما توجب البحث عن طرق أخرى بديلة و سهلة من بينها إيجاد نماذج رياضية تربط بين التبخّر المسجل في الليزيمتر و العوامل المناخية الأخرى خاصة حوض التبخّر صنف (class A). في هذا الاطار تأتي دراستنا المقدمة في هذه الذكرة و المهيكلة كما يلي :

الفصل الأول : يتضمن هذا الفصل معلومات عامة حول التبخّر و النتح والعوامل المتحكمة في هاته الظاهرة حيث نجد بعض العوامل المناخية و أخرى فيزيائية تؤثر على قيم التبخّر عامة و تبخر التربة خاصة كما تطرقنا لطرق حساب وقياس التبخّر من التربة. الفصل الثاني : في هذا الفصل تم تقديم الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة و المناخ السائد فيها عن طريق حساب مؤشر الجفاف مع ذكر الموارد المائية السطحية والجوفية بالمنطقة.

الفصل الثالث : يتمحور هذا الفصل حول الطرق و المواد المستعملة في الدراسة و البرنامج المستخدم لنمذجة العلاقات المفروضة.

الفصل الرابع : تم عرض و مناقشة النتائج المتحصل عليها من خلال الدراسة .

الفصل الأول

عموميات حول التبخر

1. عموميات حول التبخر

1.1. تعريف التبخر (Savage et al ; 1997):

التبخر هو عملية فيزيائية يتم من خلالها تحويل مادة سائلة إلى حالة غازية.

يوجد تبخر الماء في كل مكان في الدورة الهيدرولوجية، من قطرات المطر، ومن سطح الأرض والماء. عندما يتبخر الماء من سطح ما، هناك إطلاق للطاقة من السطح. وبالتالي فإن التبخر هو عملية تبريد. بينما يظل جزء من هذه الطاقة كامناً في الغلاف الجوي، يتم إطلاقه مرة أخرى عندما يتكثف بخار الماء. هذه عملية مستمرة حيث يبلغ متوسط مدة جزيء بخار الماء في الغلاف الجوي حوالي تسعة أيام. وبالتالي فإن بخار الماء هو ناقل للطاقة، ويجب أن تكون الطاقة متاحة لتبخر الماء. يشار إلى التبخر على أنه عملية كامنة. غالباً ما يشار إلى هذا الجزء من تدفق الطاقة الحرارية الذي ينتج عنه تغير في درجة الحرارة بالحرارة المعقولة لتمييزه عن الحرارة الكامنة. كلمة "كامن" مشتقة من الكلمة اللاتينية (لاتييو) التي تعني مخفي. يعود سبب اختيار كلمة "كامن" لوصف عملية التبخر إلى عدم وجود ارتفاع في درجة الحرارة أثناء عملية التبخر على الرغم من أن تأثير التبريد على السطح واضح. يجب أن تكون الطاقة المتاحة للتبخر متوفرة على سطح التبخر. عند 30 درجة مئوية، سيزيل 1 كجم من الماء 2.43 ميغا جول من الطاقة من سطح التبخر إذا تبخر كل الماء. مصادر هذه الطاقة في النظام الهيدرولوجي هي:

- الطاقة الحرارية المخزنة في كتل اليابسة.
- الطاقة الحرارية المخزنة في الماء.
- الشمس (الطاقة الشمسية).
- الطاقة الحرارية التي تحملها الرياح (طاقة متجهة) إلى المنطقة.

2.1. تعريف النتح (Gruhier Claire; 2010):

هي عملية التبخر في الغلاف الجوي لجزيئات الماء التي تحتويها النباتات. يتم تكييف انتقال المياه بين الأوراق والجو عن طريق فتح الثغور ويتغذى بتدفق النسغ في المصنع. يتم تعويض فقدان الماء من النبات عن طريق جزيئات الماء المستخرجة من التربة بشكل أساسي عن طريق الجذور وفقاً لفرق المياه المحتملة بين التربة والنبات. تؤثر نفس عوامل الطقس مثل التبخر على النتح ، على الرغم من أن تأثيرها على الكائنات الحية مثل النباتات أكثر تعقيداً. تعتبر مساحة الورقة عاملاً له تأثير قوي على قدرة التبخر للنباتات. يحدد كمية الماء التي يمكن أن تتعرق كلما كبرت مساحة الورقة ، زادت مساحة السطح وزاد عدد الثغور الملامسة للغلاف الجوي. بالإضافة إلى ذلك ، تحدد خشونة المظلة والهيكل الرأسي وامتداد النبات تأثير تدفق الهواء على سطح الورقة. يؤثر عمر النبات وأصنافه أيضاً على قوة الشفط القابلة للاستخدام، والتي تحدد نقطة الذبول كما يختلف عمق التربة التي تصل إليها الجذور من نوع إلى آخر.

3.1. التبخر من المياه المفتوحة (J W Finch; 2001) :

يحدث التبخر عندما يتحول الماء السائل إلى بخار ماء. يتم التحكم في المعدل من خلال توفر الطاقة على سطح الماء، والسهولة التي يمكن أن يختلط بها بخار الماء في الغلاف الجوي.

تكون الجزيئات التي تتكون منها كتلة معينة من الماء في حركة ثابتة. يجب أن يكون للجزيء حد أدنى من الطاقة إذا كان سيغادر سطح الماء ويرتبط عدد هذه الجزيئات بدرجة حرارة السطح. وبالتالي، فإن إضافة الحرارة إلى الجسم المائي يرفع طاقة الجزيئات (وبالتالي درجة الحرارة) مما يؤدي إلى مغادرة المزيد من الجزيئات للسطح. تشمل مصادر الحرارة الإشعاع الشمسي (الموجة القصيرة) والإشعاع الحراري (الموجة الطويلة) وتدفق المياه إلى الجسم المائي. جزيئات بخار الماء في الجزء السفلي من الهواء العلوي تتحرك أيضاً، وبعضها سيضرب سطح الماء إما للارتداد أو الالتقاط. يتناسب معدل التقاط جزيئات بخار الماء مع معدل اصطدامها بالسطح وبالتالي مع ضغط البخار المجاور لسطح الماء. وبالتالي، فإن التبخر هو الفرق بين معدلين، معدل تبخر تحدده درجة حرارة الماء، ومعدل تكثيف يتم تحديده بواسطة ضغط البخار.

عندما يكون الهواء فوق جسم الماء ثابتاً، فإن حركة جزيئات الماء من سطح الماء إلى الهواء سوف تتسبب في تشبع الجزء السفلي من الهواء، مما يؤدي إلى وقف صافي التبخر. عادةً ما تجمع عمليات الخلط، مثل الاضطراب والحمل الحراري، بين الهواء بالقرب من سطح الماء والهواء الجاف الذي يغطيه، مما يسمح باستمرار التبخر. كلما كانت الرياح أقوى، كان الخليط المضطرب أقوى وأكثر كفاءة. كلما زاد الاختلاف بين درجات حرارة السطح والهواء أعلاه، زاد الاختلاط بالحمل الحراري.

1.3.1. العوامل المؤثرة على التبخر

1.1.3.1. عوامل مناخية

أ. درجة الحرارة (أ. م. د. حميد رجب الجنابي): تؤثر درجة الحرارة على عملية التبخر حيث تقل قدرة الماء على الاحتفاظ بالطاقة الكامنة في حال زيادة درجات الحرارة وفي حالة انخفاض الرطوبة وزيادة النقص في التشبع عند ارتفاع درجة الحرارة كما تتزايد عملية التبخر بارتفاع وتعد الحرارة أكثر العناصر المناخية تأثيراً على التبخر فكلما ازدادت درجة الحرارة ارتفاعاً كلما ازداد معها تسخين السطوح المائية المكشوفة أو اليابسة وبالتالي سرعة انطلاق جزيئات الماء إلى الهواء وتزداد قيم التبخر مع طبيعة السطوح المنتجة للحرارة إذ أن الأراضي اليابسة التي تكتسب الشعاع الشمسي بسرعة تنتج قيمة حرارية عالية تزداد فيها قيم التبخر مقارنة مع السطوح المائية التي تكتسب الحرارة ببطء لدى نجد بان العلاقة بين درجة الحرارة و التبخر علاقة طردية ويزداد تأثير الحرارة عند اقترانها بجفاف وذلك أيضا سرعة الرياح.

ب. الرطوبة (د.حسن أبو سمور و د.حامد خطيب ; 1999): تؤثر رطوبة الجو على كميات التبخر بطريقتين:
:ضغط البخار الحقيقي و الرطوبة النسبية. حيث تتناسب معدلات التبخر مع كمية الرطوبة الحقيقية في الجو ومع الرطوبة النسبية أيضا عند درجة حرارة ما. فعندما ترتفع الرطوبة النسبية في الجو يقل معدل التبخر في المسطحات المائية.

ج. الرياح (أ.م.د. حميد رجب الجنابي): تعد الرياح شيء أساسي في عملية التبخر و النتج وتؤدي زيادة سرعة الهواء إلى زحزحة و خلط الهواء الرطب الملامس لسطح التربة و الأوراق و المسطحات المائية و يحل محله هواء جاف نسبيا ويؤدي هذا إلى الإسراع في عملية التبخر و النتج . تتناسب قيم التبخر طرديا مع حركة و اتجاه و سرعة الرياح عندما تبقى العوامل الأخرى ثابتة، مثلا الرياح الحارة والجافة تزيد من عملية التبخر من سطح التربة أو السطوح المكشوفة للمياه

كما أنها تزيد من نشاط الخاصية الشعرية وتبخر الماء والرياح تحمل صفة المناطق التي تمر بها إذ أن زيادة سرعة الرياح وبمقدار (10%) عن معدلها الطبيعي يرافقه زيادة تتراوح (3-1%) من قيم التبخر الاعتيادية ولذلك فكلما ازدادت سرعة الرياح وتسارعت ازدادت قيم التبخر، كما تسبب حركة وسرعة الرياح في حركة الأمواج في المسطحات المائية والتي لها علاقة إيجابية مع زيادة التبخر حيث أن ارتفاع وانخفاض الأمواج يرافقه انطلاق قطرات الماء في الجو.

د. الضغط الجوي (شرف عبد العزيز طريح; 1961): فمن البديهي أن ارتفاع الضغط الجوي يعطل إلى حد ما سرعة انطلاق الجزيئات من الماء أو التربة إلى الجو، بينما يساعد انخفاضه على زيادة هذه السرعة، وبالتالي على زيادة نشاط التبخر، وبالإضافة إلى ذلك فإن الضغط الجوي له كذلك آثار غير مباشرة على التبخر، فهو مثلاً يؤدي إلى ضعف الرياح أو قوتها، وهذا يؤثر بدوره على نشاط التبخر. والواقع أن الآثار غير المباشرة للضغط الجوي أهم بكثير من آثاره المباشرة.

2.1.3.1. عوامل فيزيائية

أ. مساحة السطح المقابل للشمس (J W Finch; 2001): مع سرعة الرياح الثابتة، يرتبط معدل التبخر بمساحة سطح الجسم المائي والرطوبة النسبية. عندما يتحرك جزء من الهواء عبر كتلة كبيرة من الماء، سيكون هناك انخفاض في معدل التبخر مع زيادة سمك "عباءة البخار". كلما زاد حجم الماء، زاد الانخفاض الكلي في عمق الماء المتبخر. إذا كان الأمر كذلك، فإن مساحة الماء كبير بما يكفي (مثل المحيط)، فستكون رطوبة الهواء إلى حد كبير بغض النظر عن المسافة المقطوعة من الحافة وبالتالي سيكون التبخر يرتبط ارتباطاً وثيقاً بكمية الطاقة المتاحة. من ناحية أخرى، فإن المسطحات المائية الصغيرة، مثل خزانات التبخر، لها تأثير ضئيل على درجة حرارة أو رطوبة الهواء فوقها وبالتالي، يتم الحفاظ على معدل تبخر مرتفع ومستمر.

ب. الغطاء النباتي (أ.م.د. حميد رجب الجنابي): إن زيادة الغطاء النباتي وارتفاعه وزيادة حجم المجموعة الجذرية و الخضرية دليل على انخفاض كمية التبخر (المحتمل) و الحقيقي والى زيادة مقدار النتح الممكن و الحقيقي. ويرجع سبب انخفاض التبخر من التربة المغطاة بالنباتات وخاصة الغابات إلى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع الرطوبة النسبية وسرعة الرياح في أجواء الغطاء النباتي.

ج. لون الماء والعكارة (J W Finch ; 2001): قد يؤدي وجود الجسيمات العالقة إلى زيادة بياض الموجة القصيرة للجسم المائي. سيعكس الجسم المائي العكر المزيد من الإشعاع الشمسي القادم مما يؤدي إلى تقليل التبخر. قد يكون تأثير ذلك كبيراً حيث يمكن أن تحتوي البحيرات شديدة التعكر على ارتفاع يصل إلى 0.2، مقارنة بـ 0.08 للمياه الصافية.

د. وسط المياه (جوفية او سطحية)(ا.م.د. حميد رجب الجنابي): يوجد علاقة ارتباط كبيرة بين توفر الماء على سطح الأرض او منطقة الجذور ومستوى الماء الأرضي ، فارتفاع منسوب الماء الجوفي دلالة على وقوع تبخر متناول بشكل كبير عكس لو كان مستوى الماء الجوفي بعيدا عن سطح الارض وتختلف قيم التبخر تبعاً لطبيعة نسيج التربة وتركيبها ودرجة انحدارها ففي التربة التي يتكون نسيجها من ذرات دقيقة ناعمة أو من الطمي والتي يتجمع فيها الماء فتزداد فيها قيم التبخر مقارنة مع التربة ذات المسامية الكبيرة التي تغور المياه خلالها إلى أعماق بعيدة فتقل فيها قيم التبخر.

4.1.1. التبخر من التربة

4.1.1.1 تعريف التربة (Gruhier Claire ;2010) :

تُعرف التربة بأنها الطبقة السطحية لقشرة الأرض. وتنتج عن تدهور الصخور الأم التي يضاف إليها جزء من المادة العضوية والهواء والماء. تختلف كمية المياه التي يمكن أن تحتويها التربة اختلافاً كبيراً بمرور الوقت ومن نوع إلى آخر من التربة. نسيج التربة هو أحد العوامل المحددة لكمية المياه التي يمكن أن تخزنها التربة وتبادلها مع الغلاف الجوي، يتميز بحجم العناصر الصلبة التي تتكون منها التربة. اعتماداً على قشرها، تنتمي جسيمات التربة إما إلى جزء نسيج الطين [> 0.002 مم] ، والطيني [> 0.02 مم] ، والرمل [> 2 مم] أو الحصى [< 2 مم].

يترك تنظيم الجسيمات الصلبة في التربة مساحات خالية بينها تسمى المسام. تسمى نسبة حجم المسام إلى الحجم الكلي للتربة بالمسامية. هذا الحجم من المساحة الحرة متاح لاحتواء الهواء (المرحلة الغازية) والماء (المرحلة السائلة بشكل أساسي) للتربة. بالنسبة لحجم معين من التربة، فكلما كانت الجزيئات الصلبة التي تتكون منها دقيقة، زاد عددها. هذا يؤدي إلى تكاثر

المسام وبالتالي حجم المسام. وبالتالي، بالنسبة لنفس الحجم، فإن التربة الطينية التي تتميز عمومًا بمسامية أعلى من التربة الرملية، يكون لها سعة مائية أكثر أهمية.

2.4.1. العوامل المؤثرة على تبخر التربة (شرف عبد العزيز طريح ; 1961)

تتحكم في التبخر من سطح التربة نفس العوامل المناخية التي تتحكم في التبخر من سطح المياه المكشوفة، ولكن التبخر من سطح التربة يتأثر إلى جانب ذلك بحالة التربة نفسها وظروفها من حيث البلورة والنسيج والتركيب، ووجود طبقة مائية قريبة أو بعيدة عن سطحها، ووجود غطاء نباتي أو جليدي فوقها، ومن أهم الملاحظات الخاصة بهذا الموضوع ما يأتي:

أ. إذا كانت التربة مبللة باستمرار وبدرجة كافية فقد يكون التبخر من سطحها معادلاً تقريباً للتبخر من سطح مائي مساو له في المساحة، ولكن التبخر من التربة يأخذ في التناقص كلما تناقصت درجة البلورة حتى يتوقف عندما تصبح التربة جافة تماماً.

ب. يكون التبخر أنشط في التربة الناعمة، مثل التربة الطينية أو الصلصالية، منه في التربة الخشنة مثل التربة الرملية؛ لأن دقة مسام الطين والصلصال تساعد على ارتفاع المياه في التربة من أسفل إلى أعلى بتأثير الخاصية الشعرية "Capillary action" ولذلك فكلما تبخر الماء من سطحها، ارتفع إلى هذا السطح ماء جديد من أسفل طالما كانت الطبقة السفلى منه مبللة بعكس التربة الخشنة التي تحتفظ طبقاتها السفلى بمياهها لمدة أطول بسبب ضعف تأثير الخاصية الشعرية.

ج. يتأثر التبخر بلون التربة، والمعتمد هو أن يكون في التربة السوداء أو الداكنة أسرع منه في التربة الفاتحة؛ لأن اللون الداكن يساعد على امتصاص الحرارة ويساعد بالتالي على نشاط التبخر.

2. تقدير التبخر

1.2. حساب التبخر

أ. طريقة Penman (Nichols J; 2004)

تم تطوير طريقة Penman لتقدير التبخر من الأسطح المشبعة. يعرف Penman [1948] هذا على أنه الحالة التي تحدث بعد ترطيب التربة تمامًا بالمطر أو الري ، عندما يكون نوع التربة ونوع المحاصيل ومدى الجذر قليل الأهمية. تم وصف

طريقة بنمان على أنها المعادلة الموصى بها لتقدير معدل التبخر المحتمل من متغيرات الأرصاد الجوية المقاسة لسطح المياه المفتوحة [Unland، 1998؛ Shuttleworth، 1993]. استنادًا إلى الحجج الديناميكية الحرارية لسطح الماء، كان Penman قادرًا على كتابة:

$$A = \frac{\gamma + \Delta}{\Delta} Et - \frac{\gamma}{\Delta} \left[\frac{e^* - ea}{es - ea} \right] Et$$

أين:

Et = التبخر الكلي (W / m^2).

Δ = ميل ضغط بخار التشبع مقابل منحنى درجة الحرارة ($kPa / ^\circ C$).

A = إجمالي الطاقة المتاحة، (W / m^2) ($Rn - G$).

γ = ثابت القياس السيكومتري ($kPa / ^\circ C$).

ea^* = ضغط تشبع بخار الماء للهواء (كيلو باسكال).

ea = ضغط بخار الماء في الهواء (كيلو باسكال).

es = ضغط بخار الماء في الهواء مباشرة على سطح التربة أو أوراق المظلة (kPa).

تكمن مشكلة الاستخدام العملي لهذه المعادلة في أن es يكاد يكون من المستحيل قياسه نظرًا لضغط بخار الماء على سطح

التربة أو أوراق المظلة مباشرة. لهذا السبب، تُعاد كتابة المعادلة عادةً على النحو التالي:

$$Et = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} A + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \left[\frac{e^* - ea}{es - ea} \right] Et$$

$$= \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} A + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} D \frac{Et}{es - ea}$$

أين:

$D =$ عجز بخار الماء في الهواء عند الارتفاع المرجعي ، (kPa) $(e_a^* - e_a)$.

ثبت جيداً أن معدل التبخر، E_t ، يتناسب طردياً مع عجز البخار بين السطح والهواء أعلاه $(e_s - e_a)$.

في الوقت الذي اشتق فيه بنمان معادلته، كانت طرق معامل النقل بالجملة شائعة الاستخدام. تقدر هذه الطرق التبخر

ك: $E_t = F(u) (e_s - e_a)$ حيث $F(u)$ هي بعض وظائف سرعة الرياح ، u نتيجة لذلك ، يتم التعبير عن معادلة

penman بشكل شائع على النحو التالي:

$$E_t = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} A + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} D * F(u)$$

ب. طريقة دالتون Dalton (د. حسن شهاب و د. هيثم احمد; 2018)

تستخدم لحساب التبخر من سطح الماء الحر، وتأخذ الشكل التالي:

$$E = f(u) (e_w - e)$$

E : كمية الماء المتبخر من سطح الماء الحر، ويقدر (بالملم/يوم).

$f(u)$: ثابت تابع لسرعة الرياح على ارتفاع 2 متر، وتستخرج قيمته من جداول خاصة .

e_w : ضغط بخار الماء المشبع .

e : ضغط بخار الماء الفعلي.

ج. طريقة PriestleyTaylor (Nichols J ; 2004)

بناءً على عدد كبير من قياسات التبخر فوق الأسطح المائية ، اقترح بريستلي وتايلور [1972] تعديلاً لمعادلة بنمان تتطلب

قياسات أقل شمولاً. الطريقة مدفوعة إلى حد كبير بكمية الطاقة المتاحة وتقديرات التبخر من خلال ما يلي:

$$E_t = \alpha \frac{\Delta A}{\Delta + \gamma}$$

أين:

Et: التبخر الكلي (W / m^2) ،

α : معامل بريستلي-تايلور .

تم افتراض معامل بريستلي-تايلور ، (α) في الأصل على أنه ثابت يساوي 1.26 بواسطة بريستلي وتايلور للأسطح التي تتبخر بحرية.

2.2 . قياس التبخر

أ. أحواض التبخر (Sébastien Vachala ;2008)

أحواض التبخر مصممة لمراعاة جميع الظواهر الجوية المؤثرة التبخر ، وكذلك القصور الذاتي الحراري لجسم الماء. يمكن أن تكون الأحواض بأحجام مختلفة، الأشكال والمواد والمواضع (مدفونة أو تطفو على سطح الماء). نقيس كمية الماء المفقودة من خلال التبخر. تؤثر جميع المعلومات المذكورة أعلاه على القياس وسيكون من الضروري تصحيحها باستخدام المعاملات. كلما كبرت الصناديق، كلما اقتربت أكثر من الواقع.

حددت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، (1994) عددًا كبيرًا من الأحواض الأكثر استخدامًا نذكر منها:

* الأحواض من الدرجة الأولى (class A)، التي طورها مكتب الطقس وهي وعاء دائري بقطر 122 سم وعمق 25.4 سم. يتم وضعها على ارتفاع 18 سم فوق سطح الأرض ويجب أن يتدفق الماء داخل الخزان بمقدار 5-8 سم من الحافة. كونها صغيرة، فإنها تخضع لمشكلة القصور الذاتي الحراري المنخفض للغاية.

* صندوق كولورادو، هو صندوق مربع 91.4 سم، وعمق 46 إلى 91 سم. تم دفنه بحيث تكون حافته 10 سم فوق سطح الأرض. في الواقع، إنه يمثل أفضل القصور الذاتي الحراري. هناك اختلافات في صناديق كولورادو، بما في ذلك إصدار

.ORSTOM

* الصناديق الروسية، GGI 3000 ، والحاوية 20 م 2 ، تستخدم على نطاق واسع. أحواض دائرية تحت الأرض قطرها مخروطي 62 سم وعمق 61 سمل لأول، وقطرها 5 أمتار و 2 متر في عمق للثانية.

* الأحواض العائمة مغمورة جزئياً على سطح الماء. هذا المقياس هو الأكثر تمثيلاً لظروف التبخر من سطح الماء الحر ولكن من الصعب جداً العمل به ومكلف للغاية.

كل هذه القياسات تجعل من الممكن الحصول على قياس دقيق أكثر أو أقل للتبخر. الميزة الكبيرة هي أن تكون قادرًا على تكوين سلسلة بيانات يومية أو حتى كل ساعة. ومع ذلك ، من الضروري توخي الحذر الشديد بشأن القياس الذي تم الحصول عليه. ترتبط النتائج ارتباطاً وثيقاً بخصائص الخزانات وموقعها. يضاف إلى ذلك الأخطاء المحتملة في القياس ، غالباً الإتاوات ، في المناخ الجاف ، مع وجود حيوانات قادمة للشرب. لا ينصح بتركيب الأسوار لأنها تعيق قياس الرياح. القياس ليس عالمياً ومن الضروري تكيف معاملات المرور وفقاً للمناخ وأبعاد التراجع المدروس. عدد قليل جداً من المؤلفين صنعوا خزانات عائمة.

ب. التوازن الكتلي (J W Finch;2001).

طريقة التوازن الكتلي لقياس تبخر المياه المفتوحة بسيطة من حيث المبدأ. يتم حساب التبخر على أنه التغير في حجم المياه المخزنة والفرق بين التدفق الداخلي والخارجي .

$$E = P + \frac{(Q_{ri} + Q_{gi}) - (Q_{ro} + Q_{go}) - dV/dt}{A_s}$$

أين:

E: هو معدل التبخر من الجسم المائي.

P: هو متوسط معدل هطول الأمطار خلال فترة أخذ العينات.

Q_{ri}: هو معدل التدفق السطحي.

Q_{ro} : هو معدل التدفق السطحي.

Q_{gi} : هو معدل تدفق المياه الجوفية والتسرب.

Q_{go} : هو معدل تدفق المياه الجوفية والتسرب.

V : هي المياه المخزنة وكما هي مساحة السطح.

ب.1. النقل الكلي للكتلة (Sébastien Vachala ; 2008)

هذه الطرق سهلة التنفيذ لأنها تأخذ درجة الحرارة والرياح فقط معلومات الإدخال (يمكن أن يكون ضغط البخار المشبع مفيداً أيضاً ولكنه ليس ضرورياً لأنه يمكن تقريبه بواسطة صيغة تستخدم درجة حرارة نقطة الندى).

ج. المتغيرات المناخية

ج.1. درجة الحرارة: اعتماداً على الصيغ ، يمكن أن تكون درجة الحرارة المستخدمة هي درجة حرارة الهواء أو نقطة الندى أو سطح الماء. في معظم الأوقات ، يتم قياس درجة حرارة الهواء بميزان حرارة موجود في ملجأ الطقس محمي من أشعة الشمس المتوسط اليومي هو المتغير الأكثر شيوعاً.

تعتبر درجة حرارة الماء متغيراً سيئ القياس للغاية وبالتالي قد تكون متاحة أو لا تكون متاحة. علاوة على ذلك ، عند توفرها ، غالباً ما تحتوي السلسلة على فجوات كبيرة. لذلك سيكون من الصعب تطبيق الصيغ التي تستخدم هذه البيانات في معظم الحالات.

من ناحية أخرى ، تعد درجة حرارة نقطة الندى مقياساً أكثر شيوعاً. السلسلة طويلة ومستمرة ، مما يسمح باستخدام صيغ بيتا لفترات طويلة. إذا كانت هذه البيانات غير متوفرة فيمكن حسابها.

ج.2. الريح: تعتبر الرياح عاملاً مهماً لتقدير التبخر لأنها تسمح بتجدد كتل هوائية غير مشبعة على سطح الحجاب الحاجز ، وبالتالي الحفاظ على قدرة معينة على تبخير الهواء.

د. الحصيلة الطاقوية (J W Finch ;2001)

في هذه الطريقة كما يوحي اسمها ، يُقدر التبخر من جسم مائي على أنه مكون الطاقة المطلوب لإغلاق الحصيلة الطاقوية عندما تكون جميع المكونات المتبقية من حصيلة الجسم المائي معروفة ، أي أنها المتبقية. يتكون التبخر من مكونين ؛ الحرارة المطلوبة لتحويل الماء السائل إلى بخار ماء (الحرارة الكامنة للتبخير) وطاقة جزيئات بخار الماء المنقولة من الجسم المائي. تتراوح الحرارة الكامنة للتبخير بين $(2.5-2.4\text{MJkg}^{-1})$ للمياه السائلة بين (0 و 40 درجة مئوية).

يتم تحديد الحصيلة الطاقوية لجسم مائي من خلال:

$$N = S (1-\alpha_s) + L \downarrow (1-\alpha_L) - L \uparrow - \lambda E - c (T_s - T_b) E - H + F_{in} - F_{out} + F_p - G$$

أين:

N : هو التغيير في تخزين الطاقة في الماء .

S و $L \downarrow$: هي الموجة القصيرة و الطويلة الواقعة على التوالي.

α_s و α_L : هي البيدوس (الانعكاسات) للإشعاع القصير والطويل الموجة .

$L \uparrow$: هو الخسارة الإشعاعية طويلة الموجة من الماء،

λE : هو تدفق الحرارة الكامنة (معدل التبخر في وحدات تدفق الطاقة .

λ : هي الحرارة الكامنة للتبخير و E هي معدل التبخر بوحدة الكتلة) .

c : هي الحرارة النوعية للماء .

T_s و T_b : هي درجة حرارة الماء المتبخر ودرجة حرارة قاعدية عشوائية على التوالي .


H : هو تدفق الحرارة المعقولة (الطاقة المستخدمة في تسخين الغلاف الجوي عند ملامسة الماء ثم نقله إلى الأعلى)

Fin, fout: هي التدفقات الحرارية المرتبطة بتدفق المياه داخل وخارج الجسم المائي .

FP: هو تدفق الحرارة المرتبط بالتسريب .

G: هو التوصيل الحراري الذي يحدث بين الماء وركائزه.

جميع مكونات الطاقة بوحدات الطاقة لكل وحدة مساحة سطح الماء.

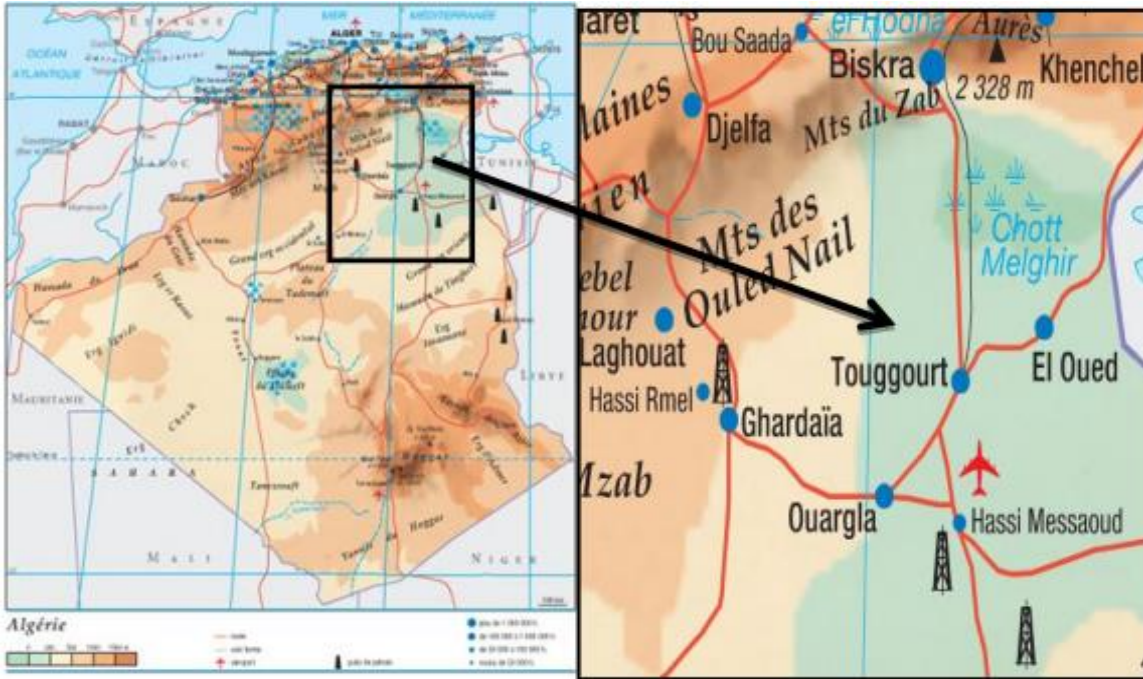


الفصل الثاني
تقديم منطقة تقرت

1- تقديم منطقة تقرت

1.1. الموقع الجغرافي (عرعار سماح و مسعي بلقاسم منى; 2019)

تقع منطقة تقرت في الجنوب الشرقي للجزائر شمال ولاية ورقلة ، عند الإحداثيات الجغرافية 33.20 شمالا و6.08 شرقا على ارتفاع 85 متر فوق مستوى سطح البحر. وتضم إداريا كل من البلديات التالية : تقرت ، النزلة ، الزاوية و تبسبت. تتربع ولاية تقرت على مساحة 30 كلم مربع، يحدها إدارياً من الشمال ولاية المغير ، ومن الشرق ولاية الوادي ، ومن الجنوب والغرب ولاية ورقلة .



الشكل 1 الموقع الجغرافي لمنطقة تقرت (ACHOUR;2003)

1.1.1. محطة سيدي المهدي تقرت INRAA (Ben Moussa ;2013)

تقع محطة سيدي المهدي على بعد 7 كيلومترات جنوب شرق ولاية تقرت الهضبة الشرقية لوادي ريغ ، مع خط عرض 33 ° 04 'شمالاً ، وخط طول 6 ° 05 ' شرقاً وارتفاع 85 م. تم إنشاؤها من قبل قسم الدراسات العلمية للهيدروليكا في عام 1959 .

تبلغ مساحتها 52 هكتارًا منها 30 هكتارًا من المساحات الزراعية المفيدة .

2.1. المناخ

1.2.1. بيانات الطقس لمنطقة تقرت (ONM.2021)

تتميز الصحراء بشكل عام بفترات طويلة من الجفاف. تتوافق الصحراء الجزائرية مع منطقة صحراء في تصنيف المناطق الصحراوية. تعود خصائص المناخ الصحراوي في المقام الأول إلى الوضع في خطوط العرض ، على مستوى المدار ، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة ، وإلى نظام الرياح الذي ينتج عنه تيارات حارة وجافة. يتميز هذا المناخ على وجه الخصوص بضعف وعدم انتظام هطول الأمطار ، واللمعان الشديد ، والتبخر القوي ، والتغيرات الكبيرة في درجات الحرارة. لتحديد الخصائص المناخية لمنطقة تقرت تم الحصول على ملخص البيانات المناخية لمدة 10 سنوات من (2008 إلى 2018) من المكتب الوطني للأرصاد الجوية تقرت.

الجدول 01: بيانات المناخ لمنطقة تقرت (2008-2018)

الشهر	T Max (°C)	T Min (°C)	Moyenne (°C)	H%	P (mm)	V(m/s)	INS (h)	EVAP (mm)
جانفي	5.1	18.4	11.8	59.8	10.5	8.4	255.3	102.2
فيفري	6.4	19.8	13.1	53.7	6.0	9.4	238.3	130.8
مارس	10.1	24.3	17.2	49.1	6.9	10.2	264.8	170.6
افريل	14.7	29.3	22.0	44.9	10.1	10.6	290.8	212.0
ماي	19.1	33.7	26.4	41.1	3.7	10.6	326.7	250.0
جوان	23.7	38.5	31.1	36.5	0.6	9.7	328.0	286.7
جويلية	27.7	42.5	34.9	32.6	0.3	9.5	361.2	354.4
اوت	26.3	40.9	33.6	37.4	1.3	9.3	343.4	304.4
سبتمبر	22.8	36.3	29.5	46.2	6.6	9.3	276.8	227.5
أكتوبر	16.7	30.4	23.5	50.4	3.9	8.1	275.3	178.1
نوفمبر	10.0	23.3	16.6	56.8	5.9	8.2	251.9	131.0
ديسمبر	5.2	18.6	12.0	62.2	3.1	7.3	240.8	88.7
المتوسه	15.6	29.7	22.7	47.6	*58.9	9.2	*3453.3	*2436.4

• **TM**: درجة الحرارة القصوى

• **Tm**: درجة الحرارة الصغرى

• **H**: الرطوبة

• **V**: الرياح

• **INS**: مدة الإشعاع

• **Tmoy**: متوسط درجة الحرارة

• **p**: هطول الأمطار

• *****: تجميع

أ.درجة الحرارة (Ramade;2003)

تعتبر درجة الحرارة عاملاً مقيداً ذا أهمية قصوى لأنها تتحكم في جميع الظواهر الأيضية وبالتالي فهي تحدد تكاثر ونشاط وتوزيع جميع الأنواع والمجتمعات من الكائنات الحية في المحيط الحيوي يعتمد على درجة الغيوم ، والارتفاع ، ومساحات كبيرة من المياه ، والتيارات النباتية .

تتميز منطقة تقرت بدرجات حرارة عالية جداً ، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوية 22.7 درجة مئوية ، مع 34.9 درجة مئوية في يوليو لأحر شهر و 11.8 درجة مئوية في يناير لأبرد شهر ، مع درجات حرارة قصوى تساوي 42.5 درجة مئوية في يوليو ودرجة حرارة دنيا تساوي 5.1 درجة مئوية في يناير .

ب.التساقط (Dubief ; 1953)

يحدث هطول الأمطار عملياً على شكل مطر وتتميز هذه الأخيرة بقلّة أهميتها الكمية وندرة الأمطار الغزيرة تظهر التقلبات الشهرية توزيعاً متغيراً للأمطار من شهر لآخر في منطقة دراستنا ، يكون هطول الأمطار نادراً جداً وغير منتظم خلال الفصول والسنوات ، ويتلقى سنوياً تراكمياً يبلغ حوالي 58.9 مم ، ويتميز التوزيع بجفاف شبه مطلق في شهر يوليو من الترتيب 0.3 مم والحد الأقصى يناير مع 10.5 ملم.

ج.الرطوبة النسبية

تختلف قيم الرطوبة النسبية لمنطقة الدراسة من موسم لآخر بمتوسطات شهرية سنوية تبلغ 47.6٪. الحد الأقصى في ديسمبر هو 62.2٪ في هذا الشهر الأكثر أمطاراً ، ويكون الحد الأدنى في يوليو مع 32.6٪ أكثر الشهور جفافاً.

د.التبخّر (Ozenda;1983)

التبخّر ظاهرة فيزيائية تزداد مع زيادة درجة الحرارة وجفاف الهواء و اثاره هذا الهواء. في الصحراء الجزائرية ، سيكون الماء المتبخّر سنوياً حوالي 3 إلى 5 أمتار حسب المنطقة ، أي قيمة أكبر بلا حدود من كمية المياه التي تسقط على الأرض أثناء هطول الأمطار .)

يعد التبخر في منطقة تقرت مهمًا للغاية ، حيث يبلغ الحد الأقصى حوالي 354.4 ملم في يوليو والحد الأدنى المحدد في ديسمبر بـ 88.7 ملم مع تراكم سنوي يبلغ حوالي 2436.4 ملم.

هـ. مدة الإشعاع (Benmoussa Et Belaoudmou ;2013)

مدة الاشعاع هي مدة ظهور الشمس ، ويتم التعبير عنها في ساعات. يختلف حسب الارتفاع الذي يحدد طول الأيام ودرجة ميل الأشعة الشمسية .

يستقبل وادي تقرت مدة قوية نسبيًا من أشعة الشمس ، يتم الوصول إلى الحد الأقصى في يوليو لمدة 361.2 ساعة والحد الأدنى في فبراير لمدة 238.3 ساعة ، بمعدل تراكمي سنوي 3453.3 ساعة.

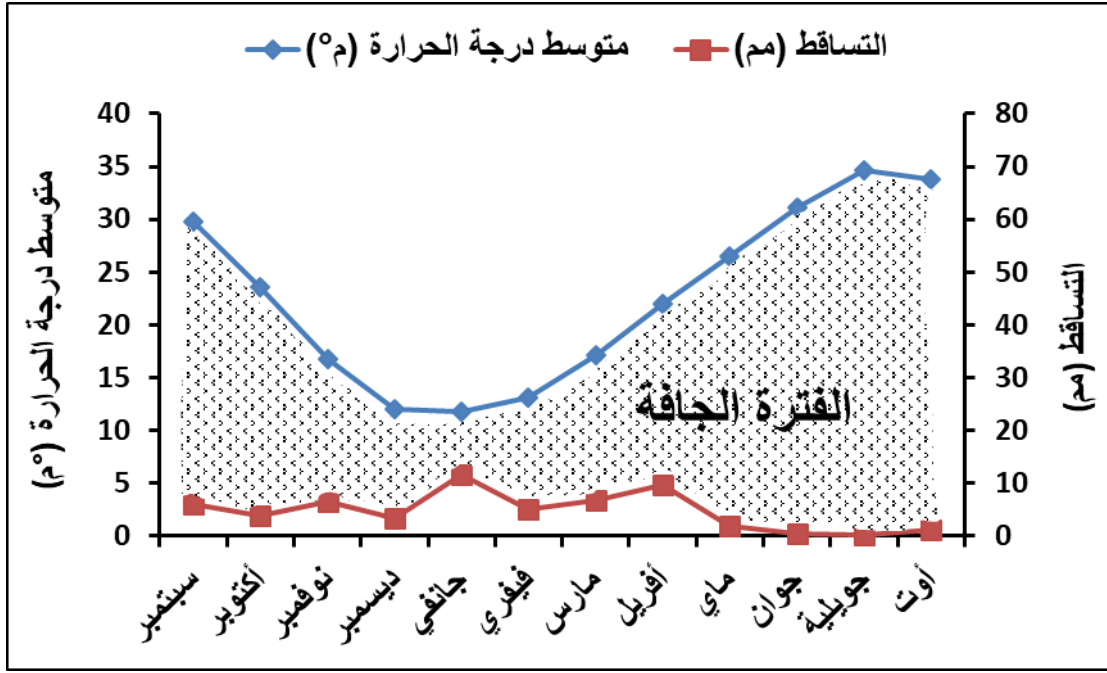
و. الرياح (Ozenda;1983)

يعد تواتر وشدة الرياح أيضًا من الخصائص الرئيسية للمناخ الصحراوي. يلعب دورًا كبيرًا ، من خلال التسبب في الانكماش والتآكل في التضاريس ، وكذلك على النباتات ، وخاصة على الأجزاء الهوائية ، فهو يعمل عن طريق زيادة التبخر تتكرر الرياح على مدار العام بمتوسط سنوي يبلغ 9.2 م / ث. يتم تسجيل الحد الأقصى لسرعة الرياح السنوية في أبريل ومايو بقيمة 10.6 م / ث والحد الأدنى في ديسمبر 7.3 م / ث تهب هذه الرياح في اتجاهات مختلفة.

1.2.2. العوامل المناخية

أ. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN.

يسمح مخطط درجة الحرارة الكامل بحساب طول موسم الجفاف حيث يأخذ في الاعتبار متوسط هطول الأمطار الشهري و متوسط درجة الحرارة . يتم رسمها شهريا على المحاور حيث يكون مقياس درجة الحرارة ضعف متوسط هطول الأمطار الشهري و متوسط درجة الحرارة.



الشكل 2 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

في حالة منطقة دراستنا ، ينخفض منحني هطول الأمطار عن درجة الحرارة. يوضح هذا النمط أن فترة الجفاف تستمر طوال العام مع جفاف شديد من ماي إلى أوت نلاحظ ارتفاع طفيف ومتباين في كمية التساقط من سبتمبر إلى أفريل ، حيث يصله طول الأمطار إلى ذروته في شهر جانفي.

ب. مؤشر الجفاف DE MARTONE :

يعتمد هذا المؤشر بشكل أساسي على متوسط التساقط الشهري ب (مم) و درجة الحرارة السنوية ب (درجة مئوية) ، بتطبيق

الصيغة التالية :

$$I = P / (T + 10)$$

I: مؤشر الجفاف

P: متوسط هطول الأمطار الشهري (مم)

T: متوسط درجة الحرارة السنوية (درجة مئوية)

$$P=58.9\text{م}$$

$$T= 22.7\text{C}^\circ$$

$$I= 58.9/(22.7+10) = 1.80$$

يمكننا استنتاج نوع المناخ في منطقة الدراسة الخاصة بنا استنادًا إلى نطاقات مؤشر الجفاف :

- مناخ شديد الجفاف $I < 5$
- مناخ صحراوي $5 < I < 7.5$
- مناخ السهوب $7.5 < I < 10$
- مناخ شبه جاف $10 < I < 20$
- مناخ معتدل $20 < I < 30$

$$I=1.80 < 5$$

وهذا يؤكد أن منطقتنا تتميز بمناخ شديد الجفاف.

1.3. تربة المنطقة (وادي ريغ) (Boumaraf; 2013)

تعتبر المناطق المناخية الصحراوية مثالية لتوسيع خصائص ملوحة التربة. وهكذا ، فإن تربة المنطقة الصحراوية بالجزائر تحتوي على كميات كبيرة من أملاح قابلة للذوبان. يرجع تراكمها إلى ندرة الأمطار التي لا تتغلغل بعمق في التربة لتسبب تسلاً ملحوظاً.

عندما يكون هناك ماء ، تذوب الأملاح وترتفع الخاصية الشاعرية بسرعة تحت تأثير تبخر قوي ، وبالتالي من بين الأملاح الذائبة التي تنتمي إلى الماء يتم إحضار بعضها بسهولة إلى السطح بينما يترسب البعض الآخر عند التركيز وصلت يسمح بذلك. وهكذا يبدو أن المناخ الصحراوي يفضل تركيز محاليل وبلورة الأملاح ، سواء على السطح أو في العمق حسب ظروف البيئة ، في ظروف الصحراء الشديدة الجفاف ، تزداد الظواهر بشكل أكبر و تصل إلى أقصى حد. وبالتالي فإن أمثلة التربة

المالحة عديدة جداً و متنوعة ، لا سيما في المناطق الرسوبية التي توفر الأنيونات و الكاتيونات التي تميز الملح تقلب ملحوة التربة هو دلالة على الخصائص المائية و الجيومورفولوجية للواحة فيما يتعلق بالمحاور الطبيعية لتدفق وتركيز الماء.

1.3.1. تربة محطة سيدي المهدي (Ben moussa;2013) :

تكون تربة المحطة عمومًا من النوع الطمي الرملي وأحيانًا تكون رملية معها 70% من الرمل الناعم ، تتخللها قشور جبسية مالحة ، سيئة للغاية في المادة العضوية (أقل من 1%) ، مع درجة حموضة قلوية قليلاً (7.5-8.8). على مستوى المحطة ، نلاحظ تركيب نظام الصرف بعد وجود طبقة من الطين المقاوم للماء بعمق بضعة امتار (أقل من 14 متر)..

4.1. الموارد المائية

1.4.1. المياه الجوفية (عرعار سماح و مسعي بلقاسم منى; 2019)

طبقة المركب النهائي *Complexe terminal* والطبقة القارية الكبيسة *intercalaire continentale*.

توجد تحت سطح الأرض أربعة طبقات قابلة للنفاذ بأهميات مختلفة في منطقة الجنوب الشرقي وهي :

- الطبقة الحرة :محتواة داخل الرمال و تنساب من الجنوب نحو الشمال متبعة الميلان نحو المصب النهائي ، ويتم تغذيتها عن طريق مياه الأمطار المتساقطة أو عن طريق فائض المياه الموجهة للسقي أو من تصريف المياه المستعملة.
- طبقة الرمل : تقع على عمق بين 60 م الى 100 م ، يتم تغذيتها من طرف الوديان المحيطة بالمنطقة ، لقد تم استغلال هذه الطبقة منذ القدم وهي السبب الرئيسي في خلق واحات النخيل الموجودة حاليا في المنطقة.
- طبقة الكلس : توجد على عمق بين 100 م -200 م ، وتكون مع الطبقة السابقة المجمع النهائي *terminal Complexe* ، وهي الطبقة الاقل استغلال في المنطقة ويرمز لها *CT*.
- طبقة المحيط الكلسي : ويرمز لها *CI*، توجد على عمق يتراوح بين 1000 و 1700 م .وهي عبارة عن حوض مائي كبير جدا ، والمياه المستخرجة منها تمتاز بدرجة حرارة عالية تقدر بـ 55° درجة مئوية . هذه الطبقة الأخيرة تتكون من طبقة من الطين الرملي *sableux argiles* ومن الحجارة الرملية *Grés* وتتكون قشرتها الخارجية من الغضار و الصلصال *marnes et argiles* ، ويتم تغذيتها عن طريق تسلل ونفوذ المياه داخل الأطلس الصحراوي الشرقي ، وبشكل أكبر عن طريق المياه الجوفية.

الفصل الثالث

المواد و طرائق العمل

1. صندوق الطقس (Abri météorologique) (Lydia, Guellal Sofiane; 2018)

صندوق الطقس هي مجموعة من المستشعرات التي تسجل وتوفر القياسات الفيزيائية ومعلومات الأرصاد الجوية المتعلقة بالتغيرات المناخية ، توضع هذه المستشعرات في مبيت يحقق التوازن الحراري لميزان الحرارة مع الهواء ويحميه من الإشعاع الشمسي. يمكن أيضًا نقلها لاستخدامات خاصة مثل التجارب العلمية أو لتحديد الظروف الجوية أثناء كارثة مثل حريق الغابة. يمكن إرسال البيانات التي تم الحصول عليها مباشرة في شكل تقرير حالة الطقس في حالة وجود محطة تلقائية ، أو أن تكون جزءًا من الملاحظات التي يتم إجراؤها بواسطة مراقب بشري. يحتوي هذا المبيت على مقاسين لقياس درجة حرارة الجو الجافة والمبللة ومقياس التبخر. كما هو موضح في الشكل التالي:



الشكل 3 صورة أصلية ل (Abri météorologique)

1.1. مقياس التبخر (Piche) (د.حسن شهاب و د.أنور رمضان)

هو أنبوب مدرج مفتوح من جهة و مغلق من الجهة الأخرى يبلغ طول تدريجاته 30سم . تملأ هذا الأنبوب بالماء ويغطي الطرف المفتوح بقرص من الورق المسامي . يقلب الأنبوب نحو الأسفل اتجاه الورقة بحيث تكون الورقة في الجزء السفلي من الأنبوب وتدل سرعة انخفاض مستوى الماء في الأنبوب على سرعة أو بطيء عملية التبخر. 1.

2.1. مقياس درجة حرارة الجو الجافة و المبللة

هي عبارة عن أنابيب مدرجة مملوءة بالزئبق تسمح بمعرفة قيمة درجة حرارة الجو من خلال ارتفاع وانخفاض الزئبق.



الشكل 4 صورة أصلية لمقياس درجة حرارة الجو الجافة والمبللة و مقياس Piche

2.1.أ. طريقة القياس

نقوم بقراءة تدريجة عند انخفاض وارتفاع الزئبق في الأنبوب 3 مرات في اليوم عند الساعة (8:00 ، 13:00 ، 17:00) ثم نحسب متوسط درجة الحرارة الجافة أو المبللة في اليوم الواحد .

2.1.ب. قياس الرطوبة

نقوم بقياس الرطوبة بحساب الفرق بين قيمة درجة الحرارة الجافة و المبللة ثم من خلال الجدول Psychmétrique نسقط درجة الحرارة الجافة وقيمة الفرق بينهما حيث نقطة التقاطع تمثل نسبة الرطوبة.

3.حوض التبخير (صنف A) (Sylvain M; 2006)

يتكون هذا الحوض من أسطوانة معدنية قطرها 121.9 سم وارتفاعها 25.4 سم ، وفي هذه الأسطوانة نحافظ على سمك المياه من 17.5 إلى 20 سم. يتم دعم الاسطوانة بشبكة (لوحة مكونة من قضبان مجمعة في شبكة) على بعد 15 سم من الأرض. يجب أن تسمح الشبكة بتهوية جيدة أسفل وعاء التبخر. هذا الخزان المنتشر عالمياً يرضي جزئياً فقط علماء الهيدرولوجيا لأنه في الواقع مع تغيرات درجة الحرارة يكون القصور الذاتي الحراري منخفضاً ، انظر الشكل.



الشكل 5 صورة أصلية لحوض تبخير من (صنفA)و أداة قياس ارتفاع الماء

3.أ.طريقة قياس التبخر من الحوض صنف A

نقوم بقراءة التدريجات من أداة قياس ارتفاع الماء بالحوض مع مراعاة ضبط الخطاف مع مستوى الماء ويكون اخذ القياس مرة واحدة في اليوم.

في اليوم الأول نقرأ قيمة التبخر من الأداة ثم في اليوم الموالي نأخذ القيمة ونقوم بطرح قيمة اليوم الأول من قيمة اليوم الثاني.

نتيجة الفرق بين القيمتين هي قيمة التبخر لليوم الأول.

$$E(mm)=L1-L2$$

حيث

L1 و L2 : القراء الأولى و الثانية .

E: التبخر(مم)

4. مقياس سرعة و اتجاه الرياح (J.P. LABORDE; 2009)

يتم قياس الرياح في محطات الأرصاد الجوية بواسطة مقاييس شدة الريح حيث تسجل سرعات لحظية ، مقترنة بريشة تعطي اتجاه الريح. بشكل عام ، هذه المقاييس لديها ثلاثة أكواب نصف كروية موصولة بعمود طوله 2 متر. تنتقل حركة الدوران التي تسببها الرياح مهما كان اتجاهها بواسطة محور إلى عداد يشير مباشرة إلى المسافة التي تقطعها الرياح. يكفي قراءة هذا العداد في الفترة الزمنية المطلوبة (مرة أو مرتين أو ثلاثة في اليوم) لتمكين من حساب متوسط سرعة الرياح.



الشكل 6 صورة أصلية لمقياس سرعة و اتجاه الرياح (Anémomètre) .

4.أ. طريقة قياس سرعة الرياح

تقرأ القيمة الأولى من شاشة الجهاز وبعد مدة زمنية (دقيقة فما أكثر) نقرأ القيمة الثانية ثم نجد الفرق بين القراءتين .

سرعة الرياح هي حاصل قسمة الفرق بين القراءتين على المدة الزمنية المستغرقة.

$$V = \frac{(L2-L1)}{t}$$

L1 و L2 : القراءات الأولى و القراءات الثانية (متر)

V: سرعة الرياح (متر/ثا)

t: الزمن المستغرق بين القراءتين (ثا) .

5. جهاز قياس التبخر من التربة (Lysimétre)

و يطلق عليه اسم المسراب و هو وعاء كبير مملوء بالتربة يمكن وزنه على فترات زمنية منتظمة حيث يسمح هذا الجهاز بقياس

كمية المياه المتبخرة من التربة و كذلك قياس مياه الصرف المتجمعة في وعاء جمع ماء الصرف. لفترات زمنية قصيرة جداً أو

طويلة (من دقائق إلى أيام أو أكثر)، ويعتبر جهاز الليزيمتر من أهم الأجهزة المستعملة لقياس التبخر. يمثل الشكل الموالي صورة

لجهاز الليزيمتر .



الشكل 7 صورة أصلية لجهاز الليزيمتر Lysimétre

5.أ. طريقة القياس

لدنيا 4 ليزيمتر (2 بترية مبللة و 2 بترية جافة)

* الليزيمتر (تربة مبللة): قمنا بسقي هاته الليزيمترات يوميا بكمية معينة من الماء حيث نقوم بوزن الليزيمتر قبل السقي

وبعد السقي ثم نزن كمية المياه المترشحة في وعاء الصرف . لإيجاد كمية المياه المتبخرة نستعمل القانون التالي :

$$(M1-M2)=(Q_E+Q_F)$$

حيث :

M1: كتلة الليزيمتر قبل السقي (كغ).

M2: كتلة الليزيمتر بعد السقي (كغ).

Q_E: كمية المياه المتبخرة (كغ).

Q_F: كمية المياه المترشحة في وعاء الصرف (كغ).

* الليزيمتر (التربة الجافة): قمنا بسقيها مرة واحدة منذ بداية التجربة مع الوزن يوميا .

6. أجهزة قياس درجة الحرارة تحت الأرض (Thermomètre sous-sols)

(صالح العجيري ومحمد أحمد عسوي: 2012)

هي عبارة عن أنابيب مدرجة تحتوي على الزئبق توضع في التربة عند أعماق مختلفة لقياس درجة حرارة التربة و الأعماق القياسية التي أوصت بها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية هي (10-20-50-100-150-300سم).



الشكل 8 صورة أصلية لأجهزة قياس درجة الحرارة تحت الأرض

6.أ طريقة القياس

قمنا بإجراء قياس درجة حرارة التربة على الأعماق التالية (20-30-50-100سم) حيث نقرأ ارتفاع الزئبق في الأنبوب ثلاث مرات في اليوم (8:00,,13:00,17:00).

نأخذ قيمة متوسط درجة الحرارة لليوم.

7. البرنامج المستخدم في الحساب

7.أ. التحليل الإحصائي

في هذه الدراسة، تم إجراء التحليل الإحصائي للبيانات باستخدام البرنامج الإحصائي المعروف باسم الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (IBM SPSS, v 20) والذي من خلاله سيتم التركيز على عدد من الأساليب الإحصائية الملائمة لتحليل البيانات وهي :

❖ الإحصاء الوصفي Statistique descriptive

الذي يركز على جمع البيانات و تبويبها وتلخيصها وعرضها باستخدام الجداول و الأشكال البيانية التي تصف بشكل أساسي سمات البيانات الرئيسية .

❖ تحليل الارتباط Analyse de corrélation


ويعرف الارتباط بأنه مقياس لقوة و اتجاه العلاقة بين متغيرين كميين ويرمز له بالرمز "R" حيث يحدد الارتباط اتجاه العلاقة بين المتغيرين التي يمكن أن تكون طردية أو عكسية أو لا يوجد علاقة ,فقيمة الارتباط تتراوح بين (-1 إلى +1).

❖ الانحدار الخطي البسيط Regression linéaire simple

يستخدم هذا الاختبار بشكل أساسي لدراسة العلاقة السببية بين متغيرين احدهما مستقل (تفسيري) والآخر تابع .ويستخدم كذلك للتنبؤ بقيم المتغير التابع نتيجة للتغير الحاصل في المتغير المستقل.

❖ الانحدار الخطي المتعدد Regression linéaire multiple

يستخدم الانحدار الخطي المتعدد لاختبار اثر متغيرين مستقلين أو أكثر في متغير تابع.



الفصل الرابع
النتائج و المناقشة

1. التحليل الإحصائي

1.1. الإحصاء الوصفي

قمنا باجراء الإحصاء الوصفي للمتغيرات باستعمال برنامج SPSS , يوضح الجدول 2 ملخص نتائج الإحصاء الوصفي لمختلف متغيرات المدروسة استنادا الى عدد من المقاييس الإحصائية.

الجدول 2 ملخص نتائج الإحصاء الوصفي

المتغيرات	الوحدة	N	المقاييس الإحصائية			
			أقل قيمة Min	أكبر قيمة Max	المتوسط Moy	الانحراف المعياري Ecart type
Els	(mm)	9	12.20	50.83	31.5144	15.38972
Elm	(mm)	9	12.20	115.67	60.9011	34.95579
EbacA	(mm)	9	15.68	95.13	55.2856	27.34439
Ts	(mm)	9	36.73	283.50	158.8111	85.07730
Tm	(mm)	9	88.20	728.40	403.2444	221.33273
V	(m/s)	9	2.69	27.53	14.6600	8.39064
H	(mm)	9	60.67	635.33	345.0722	198.41524
Ts20	(mm)	9	29.33	261.57	145.7456	79.71971
Ts30	(mm)	9	28.60	261.57	144.3111	79.50981
Ts50	(mm)	9	26.53	248.27	136.1422	75.78802
Ts100	(mm)	9	25.33	234.47	129.1444	71.67021
Tsmoy	(mm)	9	27.45	251.47	138.9806	76.85141

1.1.1. تبخر الليزيمتر الجاف (Els)

تبين نتائج التحليل الإحصائي ان قيم تبخر الليزيمتر (Els) تتراوح ما بين (12.20 إلى 50.83 مم) طوال فترة الدراسة الممتدة من تاريخ 17 ماي الي 01 جوان من سنة 2021 . حيث بلغ متوسط التبخر 31.51 بانحراف معياري يساوي (±15.38).

2.1.1. تبخر الليزيمتر المبلل (Elm)

تظهر نتائج الدراسة أن أقل قيمة لتبخر (Els) هي (12.20 مم) وأكبر قيمة له هي (115.67 مم) ومتوسط بلغ (60.90 مم) بانحراف معياري يساوي 34.95 .

3.1.1. تبخر الحوض (صنف A)

أظهرت نتائج الدراسة أن قيم تبخر في الحوض (صنف A) محصورة بين 15.68 و 95.13 مم بمعدل بلغ (55.28 مم) و انحراف معياري (±27.34).

4.1.1. درجة الحرارة الجافة (Ts)

بلغت اقل قيمة لهذا المتغير (36.37 مم) بينما سجلت أكبر قيمة (283.50 مم) مع متوسط (158.81 مم) وانحراف معياري (±85.07).

5.1.1. درجة الحرارة المبللة (Tm)

سجلت أدنى قيمة لدرجة الحرارة المبللة (88.20 مم) بينما كانت أعظم قيمة (728.40 مم) حيث بلغ المتوسط (403.24 مم) و انحراف معياري (±221.33).

6.1.1. سرعة الرياح (V)

تراوحت قيم سرعة الرياح ما بين (2.96 و 27.53 م/ثا) مع متوسط 14.66 وانحراف معياري يساوي (±8.39).

7.1.1. الرطوبة (H)

توضح النتائج المحصل عليها أن قيم الرطوبة المسجلة محصورة بين (60.67 و 635.33 مم) و بمتوسط (345.07 مم) وانحراف معياري (±198.415) .

8.1.1 . درجة الحرارة تحت التربة (Tsmoy)

تتراوح قيم درجة الحرارة تحت التربة ما بين (27.45 و 251.47 مم) بينما سجل متوسط 138.98 لهذه القيم وانحراف معياري (±76.85) .

2.1 . تحليل الارتباط:

يوضع الجدول (3) أهم العلاقات انطلاقا من حساب معامل الارتباط بين المتغيرات التابعة (Els, Elm, Ebac A) والمتغيرات

التالية : Tsmoy, H, V, Tm, Ts, EbacA

الجدول 3 ملخص العلاقات بين المتغيرات و معامل الارتباط

المتغير التابع	العلاقة	R
Els	Els-EbacA	0.977**
	Els-Ts	0.987**
	Els-Tm	0.987**
	Els-V	0.984**
	Els-H	0.983**
	Els-Tsmoy	0.980**
Elm	Elm-EbacA	0.996**
	Elm-Ts	0.997**
	Elm-Tm	0.997**
	Elm-V	0.995**
	Elm-H	0.996**
	Elm-Tsmoy	0.996**
EbacA	EbacA-Ts	1.000**
	EbacA-Tm	1000**
	EbacA-V	0.995**
	EbacA-H	0.999**
	EbacA-Tsmoy	1.000**
** : الارتباط ذو دلالة احصائية عند مستوى 0.01		

1.2.1. تحديد العلاقة بين تبخر الليزيمتر الجاف و متغيرات الدراسة

يتضح من نتائج معامل ارتباط بيرسون بين (Els) والمتغيرات السالفة الذكر أن قيمة R تتراوح بين

$0.977 \leq R \leq 0.987$ وهذه النتائج مؤشر على وجود علاقة طردية جد قوية. ونظر لان قيم مستوى الدلالة جميعها تساوي

0.000 أقل من 0.05 لذلك نرفض الفرضية العدمية وتقبل الفرضية البديلة القائلة "توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين نتائج تبخر

الليزيمتر الجاف و باقي متغيرات الدراسة".

2.2.1. تحديد العلاقة بين تبخر الليزيمتر المبلل ومختلف متغيرات الدراسة

تشير نتائج اختبار معامل الارتباط بيرسون أن قيم الارتباط المحصل عليها بين (*Elm*) ونفس المتغيرات السابقة تنحصر بين 0.995 و

0.997، وهذه النتيجة تدل على وجود كذلك علاقات طردية جد قوية و ذات دلالة إحصائية . و نظرا لأن قيمة مستوى الدلالة

المسجل 0.000 أقل من مستوى الدلالة المعتمد ($\alpha = 0.05$)، فهذا يؤكد على وجود علاقة بين المتغيرات المذكورة

3.2.1. العلاقة بين EbacA و متغيرات الدراسة

ينبين من نتائج من اختبار معامل الارتباط بيرسون قيمة الارتباط بين المتغير EbacA وكل من المتغيرات التالية

T_s, T_m, T_{smoy} قيم تساوي 1 وهو مؤشر على وجود علاقة طردية قوية تامة وذات دلالة إحصائية، بينما سجل قيمة ارتباط بين

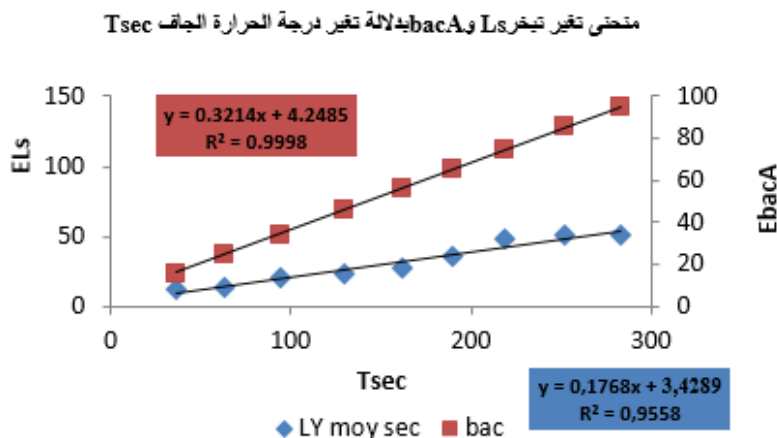
المتغير EbacA وكلا المتغيرين على التوالي H, v التي تتراوح بين 0.995 و 0.999 . وهذه النتيجة مؤشر قوي على وجود علاقة طردية

جد قوية و ذات دلالة إحصائية بين التبخر الحاصل في الحوض صنف A و المتغيرين السابقين .

3.1. تحليل المنحنيات

تمثل المنحنيات التالية تغيرات تبخر الليزيتر و الحوض صنف A بدلالة المتغيرات المناخية

1.3.1. منحني 1تغير تبخر bacA وLs بدلالة درجة الحرارة الجافة

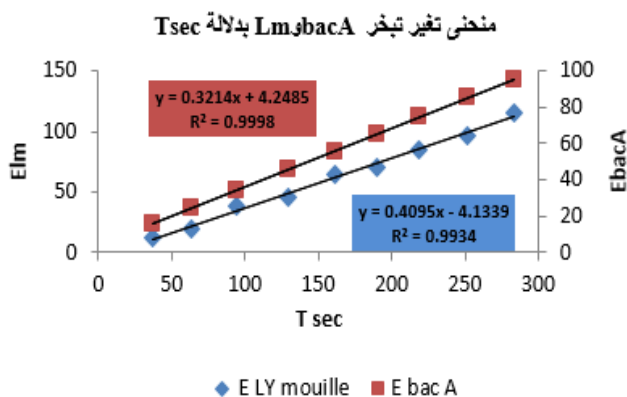


يمثل المنحني 1 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيتر الجاف بدلالة درجة الحرارة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي:

$$EbacA: R^2= 0.9998 ; y = 0.3214x + 4.2485$$

$$Els : R^2= 0.9558 ; y=0.1768x + 3.4289$$

2.3.1. منحني 2تغير تبخر bacA وLm بدلالة درجة الحرارة الجافة

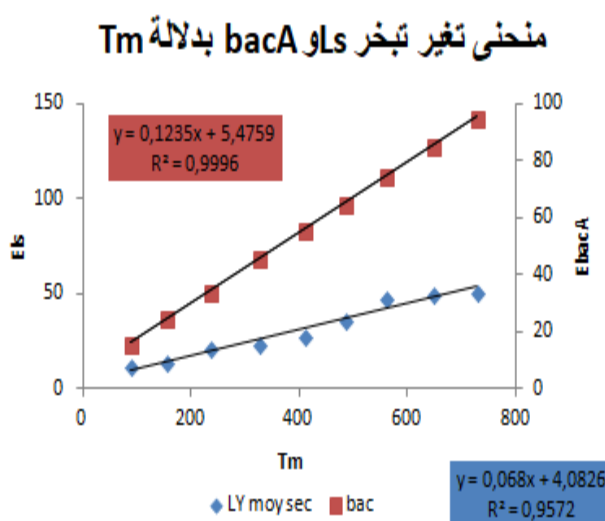


يمثل المنحني 2 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر المبلل بدلالة درجة الحرارة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي:

$$E_{bacA}: R^2= 0.9998 ; y = 0.3214x + 4.2485$$

$$E_{lm} : R^2= 0.9934 ; y=0.4095x - 4.1339$$

3.3.1. منحنى 3 تغير تبخر bacA و Ls بدلالة درجة الحرارة المبللة

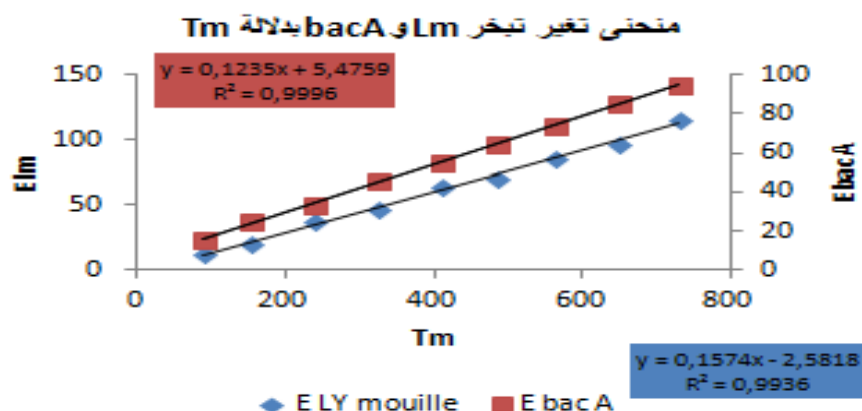


يمثل المنحني 3 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر الجاف بدلالة درجة الحرارة المبللة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي:

$$E_{ls}: R^2= 0.9572 ; y = 0.068x + 4.0826$$

$$E_{bac A} : R^2= 0.9996 ; y=0.1235x + 5.4759$$

4.3.1 منحنى 4 تغير تبخر bacA و Lm بدلالة درجة الحرارة المبللة

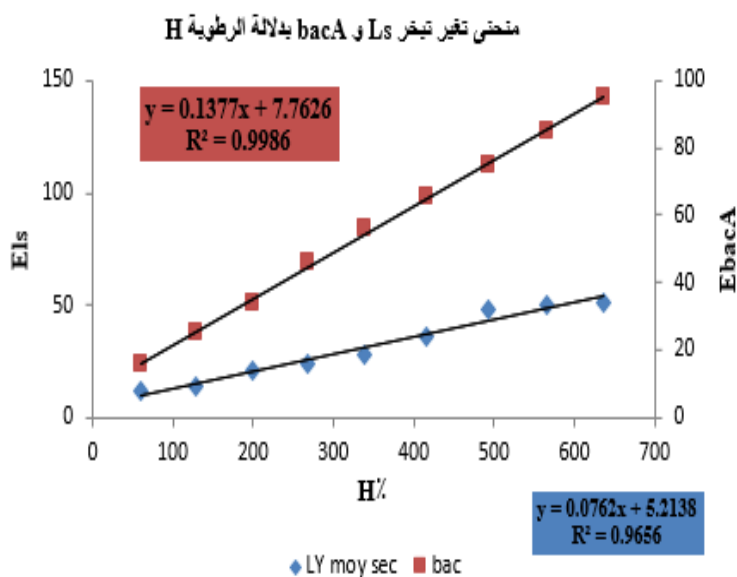


يمثل المنحنى 4 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر مبلل بدلالة درجة الحرارة المبللة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي:

$$\text{Elm: } R^2= 0.9936 ; y = 0.1574x - 2.5818$$

$$\text{Ebac A : } R^2= 0.9996 ; y=0.1235x + 5.4759$$

5.3.1 منحنى 5 تغير تبخر bacA و Ls بدلالة الرطوبة

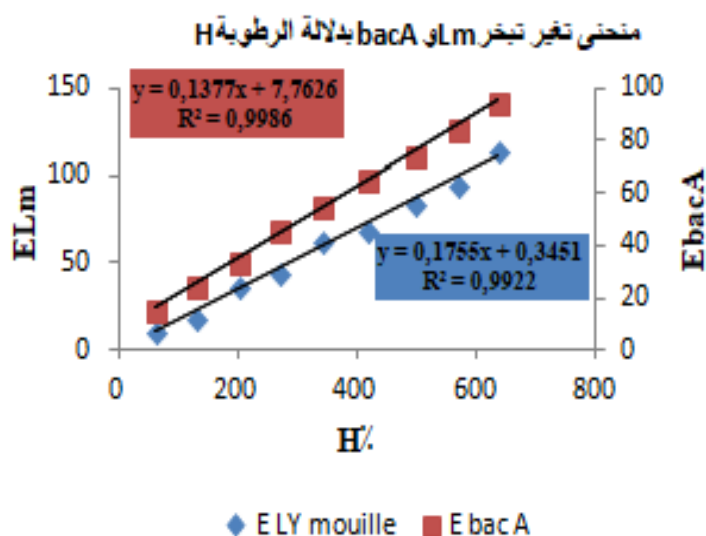


يمثل المنحنى 5 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر الجاف بدلالة الرطوبة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي :

$$Els: R^2= 0.9656 ; y = 0.0762x + 5.2138$$

$$Ebac A : R^2= 0.9986 ; y=0.1377x + 7.7626$$

6.3.1 منحنى 6 تغير تبخر bacA و Lm بدلالة الرطوبة

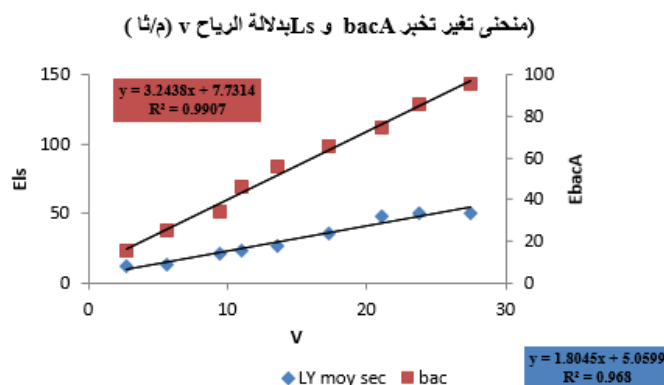


يمثل المنحنى 6 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر المبلل بدلالة الرطوبة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين ممثلة كالتالي :

$$EbacA: R^2= 0.9936 ; y = 0.1377x + 7.7626$$

$$Elm : R^2= 0.9922 ; y=0.1755x + 0.3451$$

7.3.1 منحنى 7 تغير تبخر bacA و Ls بدلالة سرعة الرياح

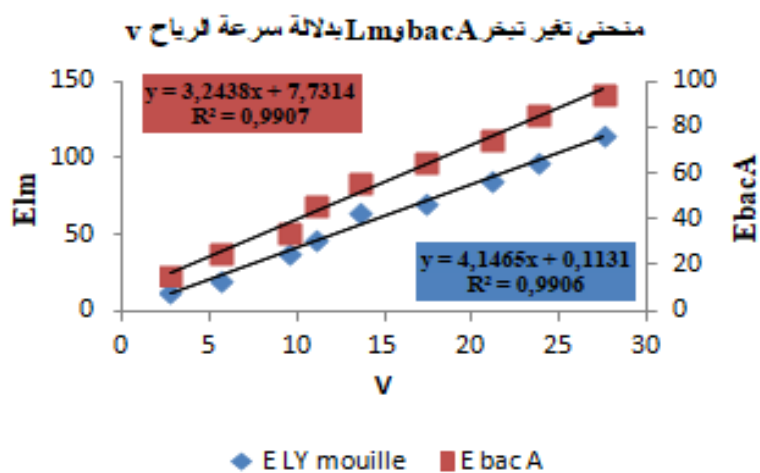


يمثل المنحنى 7 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر الجاف بدلالة سرعة الرياح ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين موضحة كالتالي:

$$Els: R^2= 0.968; y = 1.8045x + 5.0599$$

$$Ebac A : R^2= 0.9907 ; y=3.2438x + 7.7314$$

8.3.1 منحنى 8 تغير تبخر bacA و Lm بدلالة سرعة الرياح

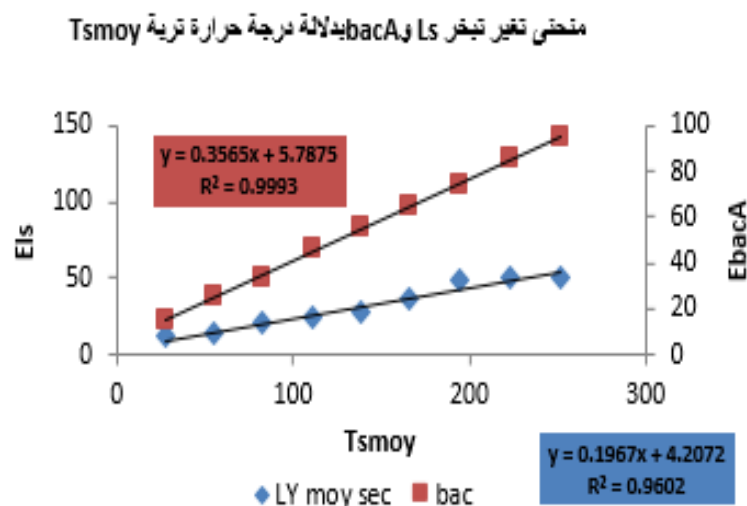


يمثل المنحنى 8 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر المبلل بدلالة سرعة الرياح ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين موضحة كالتالي:

$$Elm: R^2= 0.9906; y = 4.1465x + 0.1131$$

$$Ebac A : R^2= 0.9907 ; y=3.2438x + 7.7314$$

9.3.1. منحنى 9 تغير تبخر bacA و Ls بدلالة درجة الحرارة تحت التربة

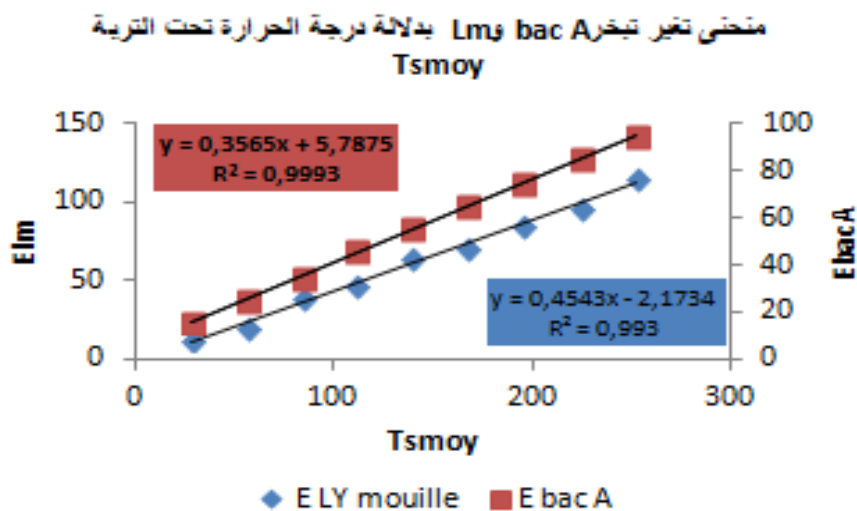


يمثل المنحنى 9 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيمتر الجاف بدلالة درجة الحرارة تحت التربة ، حيث نلاحظ ترابط خطي موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين موضحة كالتالي:

$$Els: R^2= 0.9602 ; y = 0.1967x + 4.2072$$

$$Ebac A: R^2= 0.9993 ; y=0.3565x + 5.7875$$

10.3.1. منحني 10تغير تبخر bacA و Lm بدلالة درجة الحرارة تحت التربة



يمثل المنحني 10 تغيرات تبخر الحوض صنف A و الليزيتر المبلل بدلالة درجة الحرارة تحت التربة ، حيث نلاحظ ترابط خطي

موجب مما يدل على وجود علاقة طردية بين المتغيرين موضحة كالتالي:

$$EbacA: R^2= 0.9993 ; y = 0.3565x + 5.7875$$

$$Elm : R^2= 0.993 ; y=0.4543x - 2.1734$$

4.1. نمذجة العلاقات

يمثل الجدول الموالي العلاقات العددية المتحصل عليها :

الجدول 4 النماذج العددية

Sig	F	R ²	R	معادلة الانحدار الخطي المتعدد	الرمز	المتغيرات المستقلة المدخلة	النموذج
0.000	52.89	0.969	0.985	$ELs = 13.66 + (0.93 * Tsmoy) - (1.296 * EbacA) - (0.248 * Ts)$	a	Ts moy $EbacA$	1
0.000	569.49	0.997	0.999	$ELm = 18.60 + (0.147 * Tsmoy) - (5.198 * EbacA) + (1.9 * Ts)$	b	Ts $EbacA$	1
0.000	126.864	0.987	0.993	$ELs = 31.572 - (3.351 * EbacA) - (3.499 * V) + (0.685 * H)$	a	$EbacA$ V H	2
0.000	271.751	0.994	0.997	$ELm = -15.529 + (1.992 * EbacA) + (4.217 * V) - (0.277 * H)$	b	$EbacA$ V H	2

1.4.1. نمذجة علاقة تغير تبخر الليزيمتر الجاف بدلالة المتغيرات (تبخر الحوض صنف A و درجة حرارة

تحت التربة و درجة الحرارة الجافة)

أشارت النتائج الواردة في (الملحق جدول2)، ومن خلال المخرجات بالنسبة للنموذج المتحصل عليه ان معامل الارتباط لبيرسون بين المتغير التابع (Els) و المتغيرات المستقلة (EbacA, Tsmoy, Ts) معا، قد بلغ (R = 0.985) وهذا يدل على ان الارتباط قوي، مما يفسر قوة العلاقة بين المتغيرات المذكورة سابقا. من جهة أخرى، يوضح (الملحق جدول3)، أن قيمة معامل التحديد بلغت (R² = 0.969)، وهذا ما يدل على ان المتغيرات المستقلة السابقة تفسر ما نسبته 96.9% من التباين الحاصل في المتغير التابع (Els).

لاختبار الأثر في الانحدار الخطي المتعدد انطلاقا من التحليل الإحصائي للبيانات، فقد تم الحصول على قيمة F لاختبار فيشر كما يلي: (F(3,5) = 52.89, p = 0.000 ≤ 0.05) وهي دالة إحصائية، حيث أن مستوى الدلالة يساوي 0.000 وهو أقل من 0.05 لذلك، نرفض الفرضية العدمية و نقبل الفرضية البديلة القائلة: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لكل من المتغيرات المستقلة

(EbacA, Tsmoy, Ts) في المتغير التابع (Els)، و هو ما يؤكد العلاقة القوية بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع السالفة

الذكر.

من خلال النتائج الموضحة في (الملحق جدول4)، يمكن تشكيل النموذج الرياضي الموضح في صورة معادلة الانحدار الخطي المتعدد على النحو التالي:

$$ELs = 13.66 + (0.93 * Tsmoy) - (1.296 * EbacA) - (0.248 * Ts)$$

2.4.1. نمذجة علاقة تغير تبخر الليزيمتر المبلل بدلالة المتغيرات (تبخر الحوض صنف A ودرجة

الحرارة تحت التربة و درجة الحرارة الجافة)

يشير التحليل الإحصائي إلى أن المتغير التابع (Elm) و المتغيرات المستقلة (EbacA, Tsmoy, Ts) معا أعطت معامل ارتباط $R = 0.999$ و معاملا لتحديد $R^2 = 0.997$. حيث يدل على ان الارتباط قوي، مما يفسر قوة العلاقة بين المتغيرات المذكورة سابقا، وهذا يوضح على ان المتغيرات المستقلة تفسر ما نسبته 99.7% من التباين الحاصل في المتغير التابع (Elm). لاختبار الأثر في الانحدار الخطي المتعدد انطلاقا من التحليل الإحصائي للبيانات، فقد تم الحصول على قيمة $(F(3, 5) = 569.49, p = 0.000 \leq 0.05)$ وهي دالة إحصائية و هو ما يؤكد على وجود علاقة قوية بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع، وعليه يمكن تشكيل النموذج الرياضي في صورة معادلة الانحدار الخطي المتعدد الموضح في الملحق (3).

$$ELm = 18.60 + (0.147 * Tsmoy) - (5.198 * EbacA) + (1.9 * Ts)$$

3.4.1. نمذجة علاقة تغير تبخر الليزيمتر الجاف بدلالة المتغيرات (تبخر الحوض صنف A، سرعة

الرياح و الرطوبة)

يشير التحليل الإحصائي إلى أن المتغير التابع (Els) و المتغيرات المستقلة (EbacA, H, V) معا أعطت معامل ارتباط $R = 0.993$ و معاملا لتحديد $R^2 = 0.987$. حيث يدل على أن الارتباط قوي، مما يفسر قوة العلاقة بين المتغيرات المذكورة سابقا، وهذا يوضح على ان المتغيرات المستقلة تفسر ما نسبته 98.7% من التباين الحاصل في المتغير التابع

(Els). لاختبار الأثر في الانحدار الخطي المتعدد انطلاقاً من التحليل الإحصائي للبيانات، فقد تم الحصول على قيمة

F=126.864 وهي دالة إحصائية وهو ما يؤكد

على وجود علاقة قوية بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع، وعليه يمكن تشكيل النموذج الرياضي في صورة معادلة الانحدار الخطي المتعدد .

$$ELs = 31.572 - (3.351 * EbacA) - (3.499 * V) + (0.685 * H)$$

4.4.1. نمذجة علاقة تغير تبخر الليزيمتر المبلل بدلالة المتغيرات (تبخر الحوض صنف A و سرعة

الرياح و الرطوبة)

يشير التحليل الإحصائي إلى أن المتغير التابع (Elm) و المتغيرات المستقلة (EbacA, H, V) معا أعطت معامل ارتباط $R = 0.997$ و معاملا لتحديد $R^2 = 0.994$. حيث R يدل على أن الارتباط قوي، مما يفسر قوة العلاقة بين المتغيرات المذكورة سابقا، وهذا يوضح على ان المتغيرات المستقلة تفسر ما نسبته 99.4% من التباين الحاصل في المتغير التابع (Elm). لاختبار الأثر في الانحدار الخطي المتعدد انطلقا من التحليل الإحصائي للبيانات، فقد تم الحصول على قيمة $F = 271.751$ وهي دالة إحصائيا وهو ما يؤكد على وجود علاقة قوية بين المتغيرات المستقلة و المتغير التابع، وعليه يمكن تشكيل النموذج الرياضي في صورة معادلة الانحدار الخطي المتعدد .

$$ELm = -15.529 + (1.992 * EbacA) + (4.217 * V) - (0.277 * H)$$

5.1. مثال تطبيقي للنموذجين :

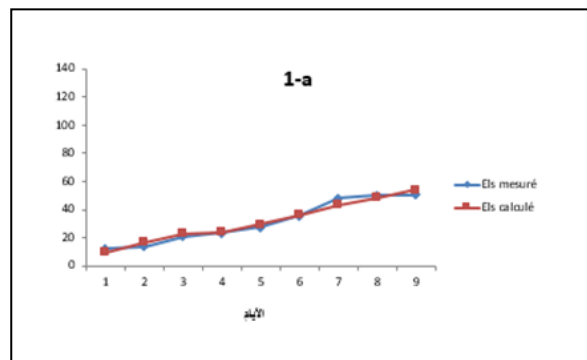
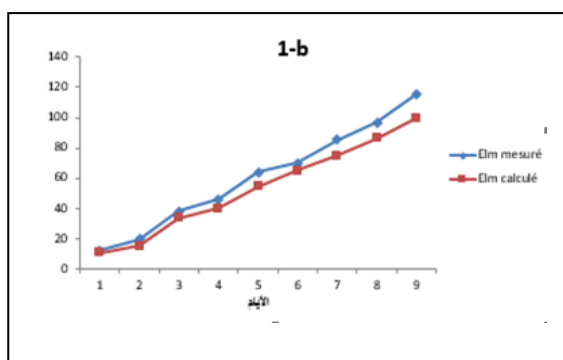
1.5.1. النموذج الأول

هو نموذج بعلاقتين :

$$ELs = 13.66 + (0.93 * Tsmoy) - (1.296 * EbacA) - (0.248 * Ts) \quad \text{العلاقة الأولى} :$$

$$ELm = 18.60 + (0.147 * Tsmoy) - (5.198 * EbacA) + (1.9 * Ts) \quad \text{العلاقة الثانية} :$$

من خلال التطبيقات العددية قمنا بحساب الفرق بين القيم المحسوبة و المقاسة فتحصلنا على الشكلين التاليين:



الشكل 10 منحني النموذج b-1

الشكل 9 منحني النموذج a-1

نلاحظ من خلال المنحنيين ان القيم متقاربة ونسبة الخطأ بين القيم المحسوبة والمقاسة هي :

$$\% 14.08 \quad \text{العلاقة الأولى}$$

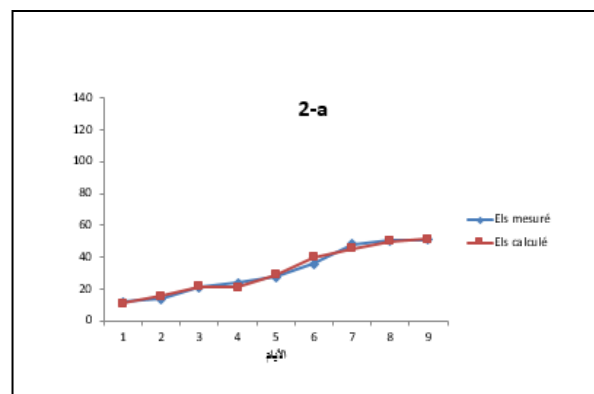
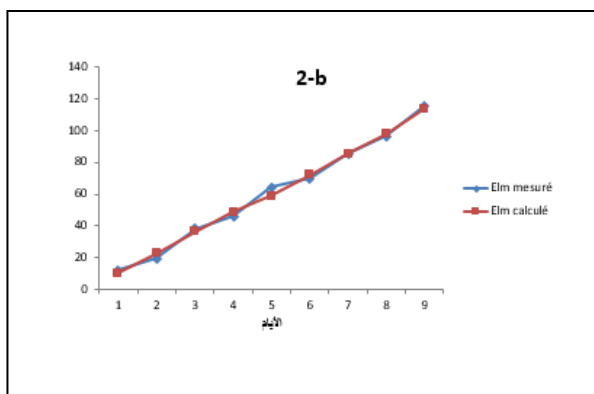
$$\% 0.71 \quad \text{العلاقة الثانية}$$

2.5.1. النموذج الثاني

هو نموذج بعلاقتين :

$$ELs = 31.572 - (3.351 * EbacA) - (3.499 * V) + (0.685 * H) \quad \text{العلاقة الأولى} :$$

$$ELm = -15.529 + (1.992 * EbacA) + (4.217 * V) - (0.277 * H) \quad \text{العلاقة الثانية} :$$



الشكل 12 منحني النموذج b-2

الشكل 11 منحني النموذج a-2

نلاحظ من خلال المنحنيين ان القيم متقاربة ونسبة الخطأ بين القيم المحسوبة والمقاسة هي :

العلاقة الأولى 0.51 %

العلاقة الثانية 0.10 %

نستنتج من خلال المعطيات السابقة أنه يمكن الاستغناء على جهاز اليزيمتر لايجاد قيم التبخر انطلاقا من التربة بواسطة النماذج المتحصل عليها .

الخاتمة

الخاتمة

يتأثر تبخر التربة بالعديد من العوامل المناخية من بينها : سرعة الرياح و الرطوبة و درجة الحرارة كما تؤثر العوامل الفيزيائية أيضا على هاته الظاهرة :مساحة السطح المقابل للشمس ،و الغطاء النباتي ،و وسط المياه (الجوفية أو السطحية) .ولأنه من المهم معرفة التبخر من التربة لأغراض فلاحية مثلا فانه من الواجب تواجد جهاز لقياسها. جهاز قياس التبخر من التربة المستعمل بكثرة هو الليزيمتر لكنه وللأسف لا يتواجد في جميع المحطات لهذا فمن المستحسن إيجاد نموذج يربط بين التبخر من التربة و بقية العوامل المناخية.وقد سمحت دراستنا الى نمذجة أكثر من علاقة عددية تمكنا من الاستغناء على جهاز قياس تبخر من التربة (اليزيمتر) و تحديد قيم التبخر انطلاقا من التربة بدلالة مختلف العوامل المناخية ويمكن تلخيص نتائج التحليل الاحصائي للبيانات باستخدام برنامج (SPSS v.20.0) وذلك باعتماد الأساليب إحصائية التالية: الإحصاء الوصفي، تحليل الارتباط، الانحدار البسيط و المتعدد. وجود علاقة طردية جد قوية بين كل من :

- تبخر الليزيمتر الجاف و المبلل بدلالة (تبخر الحوض صنف A ،و درجة حرارة التربة ،و درجة حرارة الجو) .
- تبخر الليزيمتر الجاف و المبلل بدلالة (تبخر الحوض صنف A ، و الرطوبة و سرعة الرياح).

وعلى ضوء تلك الروابط القوية بين العناصر تم صياغة و بناء نماذج رياضية خطية تمكن الباحث من تحديد تبخر التربة كما اظهرت نسبة الخطأ المتحصل عليها من خلال مقارنة نتائج المقاسة والمحسوبة أن كل العلاقات ذات دلالة إحصائية قوية.

لأنه تمت التجارب في فترة معينة فإننا نوصي بالتحقق من النموذج المحصل عليه عن طريق تطبيقه في فترات مختلفة من السنة.

قائمة المراجع والمصادر

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية :

ا.م.د حميد رجب الجنابي. مفهوم التبخر/التنح والعوامل المؤثرة فيه وطرق قياسه. محاضرة. جامعة الانبار .

د.حسن أبو سمورة .د.حسن الخطيب.1999. جغرافية الموارد المائية. دار صفاء للنشر وطباعة عمان . كتاب.ص77

شرف عبد العزيز طريح. (1961). الجغرافية المناخية و النباتية. كتاب.ص 174-178.

عرعار سماح و مسعي بلقاسم منى. 2019. تصميم محطة لتطهير المياه المستعملة لبلدية الزاوية العابدية تقرت. جامعة قاصدي

مرباح ورقلة .مذكرة.ص2-8.

المراجع الاجنبية

Abid Mohammed Et Dourdour Youcef.2014: Réutilisation Des Eaux Usées En Irrigation : Step De Touggourt.Mémoire P21.

Achour A.F, 2003 : Etude Bio-Écologique De : Apate Monachus Fab 1775 (Coleoptera, Bostrychidae) Dans La Région De l'Oued-Righ Touggourt. Thèse De Magister Sc. Agro. , Inst. Nat. Agro. , El-Harrach, 156 P.

Bouchet, R.J., 1963: Évapotranspiration réelle et potentielle: signification climatique. Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences General Assembly, Committee for Evaporation, 19-31 août 1963, Berkeley, International Association of Hydrological Sciences Publication N° 62, p 134-142.

Boumaraf Belkacem:2013 : Caracteristiques Et Fonctionnement Des Sols Dans La Vallee D'oued Righ, Sahara Nord Oriental, Algerie, Docteur De L'universite

De Reims Champagne-Ardenne,P14-15.

Bouznad Imad Eddine:2009 .Ressources En Eau Et Essai De La Gestion Intégrée Dans La Vallée Sud D'oued Righ (W. Ouargla)(Sahara Septentrional Algérien) Université Badji Mokhtar-Annaba, Memoire Magister , P 60-72.

Dubief J. Le climat du Sahara. Mém.Inst, Rech, Saha. Alger. Tome I.1953.

Gruhier C: 2010. L'humidité Du Sol Par Télédétection Micro-Ondes En Région Sahélienne. (Pages 6-13).

J W Finch And R L Hall:2001. Estimation Of Open Water. Evaporation. P3-62.

Keskin, M. E., Terzi, O. and Taylan, D: 2004. "Fuzzy logic model approaches to daily pan evaporation estimation in western Turkey" Hydrological. Sciences. Journal, 49(6). P. 1001-1010. By: www. IVSL.org

Lydia Guellal Sofiane; 2018.coception et réalisation d'un système de mesure et transmission de paramètres météorologiques.p3.

Linacre, E. T:1977. "A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone." Agric. Forest Meteorol. 18, 409

Nichols, J., Eichinger, W., Cooper, D. I., Prueger, J. H., Hipps, L. E., Neale, C. M. U., &Bawazir, A. S:2004. Comparison Of Evaporation Estimation Methods For A Riparian Area. *College Of Engineering, University Of Iowa: Iowa City, IA, USA*. Pages 9-28.

O.N.M. Données climatologiques enregistrées au niveau de la station météorologique de Touggourt 2021.P19.

Ozenda P: 1983.Flore du Sahar a 2ème Ed. CNRS. Paris. P21.22.

R.Medjber: 2011.Exploitation De La Ressource Hydrique Dans La Vallée De Oued Righ(Anrh-Drs- Ouargla), 1er Séminaire International Sur La Ressource En Eau Au Sahara .P 122.

Savage, M. J. Everson C. S, & Metelkamp B. R.:1997. Evaporation Measurement Above Vegetated Surfaces Using Micrometeorological Techniques. P 2.

Sylvain ,M :2006. l'ETP penman- monteith à différents pas de temps sur quatre sites du Haut Bassin de l'Ouléma , IRA instit de recherche et développement , AMMA .p32.

Vachala S:2008. «Évaporation Sur Les Retenues EDF Du Sud De La France. *Université Pierre Et Marie Curie/École Des Mines De Paris Et École Nationale Du Génie Rural Des Eaux Et Des Forêts.*(Pages 7-8).

الملاحق

الملحق 1 جدول ملخص العلاقات بين المتغيرات و معامل الارتباط

	Els	Elm	EbacA	Ts	Tm	V	H	Ts20	Ts30	Ts50	Ts100	Tsmoy
Els	1											
Elm	0.973**	1										
EbacA	0.977**	0.996**	1									
Ts	0.978**	0.997**	1.000**	1								
Tm	0.978**	0.997**	1.000**	1.000**	1							
V	0.984**	0.995**	0.995**	0.996**	0.996**	1						
H	0.983**	0.996**	0.999**	0.999**	1.000**	0.998**	1					
Ts20	0.980**	0.996**	1.000**	1.000**	1.000**	0.997**	1.000**	1				
Ts30	0.979**	0.997**	1.000**	1.000**	1.000**	0.997**	1.000**	1.000**	1			
Ts50	0.980**	0.997**	1.000**	1.000**	1.000**	0.998**	1.000**	1.000**	1.000**	1		
Ts100	0.980**	0.996**	1.000**	1.000**	1.000**	0.997**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1	
Tsmoy	0.980**	0.996**	1.000**	1.000**	1.000**	0.997**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1

** . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

الملحق 2 جدول ملخص خصائص جودة الانحراف الخطي المتعدد

Récapitulatif des modèles ^b				
Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	0.985 ^a	0.969	0.951	3.40257
a. Prédicteurs : (Constante), Ts, Tsmoy, EbacA				
b. Variable dépendante : Els				

الملحق 3 الجدول مخرجات تحليل التباين للانحدار الخطي

ANOVA ^a						
Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	1836.861	3	612.287	52.886	0.000 ^b
	de Student	57.887	5	11.577		
	Total	1894.749	8			
a. Variable dépendante : Els						
b. Prédicteurs : (Constante), Ts, Tsmoy, EbacA						

الملحق 4 جدول اختبار معاملات الانحدار الخطي المتعدد

Coefficients ^a						
Modèle		Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.
		B	Erreur standard	Bêta		
1	(Constante)	13.062	13.563		0.963	0.380
	Tsmoy	0.931	.627	4.652	1.485	0.198
	EbacA	-1.296	2.950	-2.303	-0.439	0.679
	Ts	-0.248	1.011	-1.369	-0.245	0.816
a. Variable dépendante : Els						

الملخص

تعرف منطقة جنوب وادي ريغ (تقرت) مناخ حار و جاف ؛ نتج عن هذا المناخ ارتفاع كبير في عملية التبخر من المسطحات المائية و سطح التربة . مما يؤثر على خصائص التربة والمحيط . ولمعرفة سرعة تبخر في التربة , و علاقته بالعناصر المناخية الأخرى قمنا باجراء دراسة في الفترة الممتدة من 17 ماي الى 01 جوان تهدف الى إيجاد علاقة تربط هذا التبخر بالعناصر المناخية . توجد العديد من الطرق و الأجهزة لقياس و حساب التبخر ، اخترنا في هاته الدراسة طريقة تقدير قيمة تبخر التربة من خلال استعمال جهاز الليزيمتر . حيث قامت تجربتنا على أربعة أجهزة ليزيمتر ذات خصائص مختلفة (جهازين ذات تربة جافة ، جهازين ذات تربة مبللة) . الهدف من هاته الدراسة هو مقارنة التبخر من جهاز الليزيمتر مع التبخر من الحوض (صنف A) و معرفة تأثير العوامل المناخية على هاته الظاهرة ، ومحاولة نمذجة علاقة تربط بينها باستعمال برنامج SPSS . من خلال التجارب توصلنا الى تواجد أكثر من نموذج يربط بين تبخر التربة و المتغيرات المناخية .

الكلمات المفتاحية: تبخر التربة، العوامل المناخية، الليزيمتر، تقرت , حوض التبخر (صنف A).

Résumé

La zone au sud de l'Oued Righ (Touggourt) a un climat chaud et sec en été ; Ce climat a entraîné une augmentation significative du processus d'évaporation des plans d'eau et de la surface du sol, ce qui affecte les propriétés du sol et de l'océan. Afin de connaître la vitesse d'évaporation dans le sol et sa relation avec d'autres éléments climatiques, nous avons mené une étude visant à trouver une relation liant cette évaporation aux éléments climatiques. Il existe de nombreuses méthodes et dispositifs pour mesurer et calculer l'évaporation. Dans cette étude, nous avons choisi une méthode d'estimation de la valeur de l'évaporation du sol grâce à l'utilisation d'un lysimètre. Notre expérimentation était basée sur quatre appareils lysimétriques aux caractéristiques différentes (deux appareils avec sol sec, deux appareils avec sol humide). Le but de cette étude est de comparer l'évaporation du lysimètre avec l'évaporation du bac (classe A) et de connaître l'effet des facteurs climatiques sur ce phénomène. Et une tentative de modéliser une relation entre eux à l'aide du programme SPSS. Grâce à nos expériences, nous avons constaté qu'il existe plus de un modèle liant l'évaporation du sol et les variables climatiques.

Mots clés : évaporation du sol, facteurs climatiques, lysimètre, touggourt et bac (classe A) .

Abstract

The area south of Oued Righ (Touggourt) has a hot and dry climate in summer; This climate has resulted in a significant increase in the process of evaporation from water bodies and the soil surface, which affects the properties of the soil and the ocean. In order to know the rate of evaporation in the soil and its relation with other climatic elements, we carried out a study aiming to find a relation linking this evaporation to climatic elements. There are many methods and devices for measuring and calculating evaporation, in this study we have chosen a method for estimating the value of evaporation from soil through the use of a lysimeter . Our experiment was based on four lysimetric devices with different characteristics (two devices with dry soil, two devices with wet soil). The aim of this study is to compare the evaporation of the lysimeter with the evaporation of the tank (class A) and to know the effect of climatic factors on this phenomenon. And an attempt to model a relationship between them using the SPSS program. Through our experiments, we have found that there is more than one model linking soil evaporation and climatic variables

Key words: soil evaporation, climatic factors, lysimeter, touggourt end tank (classA).