Journal of Libyan Academy Bani Walid 2026
مجلة الأكاديمية الليبية بني وليد
e-ISSN: 3104-3860
Volume 2, Issue 1, 2026, Pages: 961-977
Website: https://journals.labjournal.ly/index.php/Jlabw/index

The Relationship between Land Surface Temperature and Soil Moisture in the Ecosystem of the Region – An Applied Study Based on Data from Shahat Station for the Period 1981–2024

Fadwa Ibrahim Salem Elagori *
Department of Geography, Faculty of Arts and Sciences, Al-Abyar, University of Benghazi, Libya.
*Email: Fadwa.elagori@uob.edu.ly

العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في النظام البيئي للمنطقة ـ دراسة تطبيقية اعتمادًا على بيانات محطة شحات للفترة بين 1981 و 2024م

فدوي إبراهيم سالم العقوري*
قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الابيار، جامعة بنغازي ، ليبيا.

Received: 24-12-2025	**Accepted:** 25-02-2026	**Published**: 06-03-2026
Copyright: © 2026 by the authors. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Abstract

The study focuses on the relationship between land surface temperature and soil moisture at Shahat Station during the period 1981–2024, using monthly and annual data. The results show that surface soil is the most affected by rising temperatures, with soil moisture decreasing to 0.2 in summer and increasing to 0.5 in winter, while root-zone soil moisture remains relatively stable between 0.4–0.5 and deep soil moisture stays nearly constant at 0.4–0.5. Correlation analysis reveals a very strong inverse relationship between land surface temperature and surface soil moisture (−0.96), a strong inverse relationship in the root zone (−0.87), and a weaker inverse relationship in deep soil (−0.78). Precipitation enhances soil moisture levels, whereas solar radiation increases evaporation. These findings confirm that surface soil is highly sensitive to climatic variations, while deeper soil layers exhibit greater stability, reflecting differences in soil water dynamics. The study provides a scientific basis for water resource management and environmental planning in semi-arid regions.

Keywords: Land Surface Temperature – Soil Moisture – Climate Change – Shahat Station – Ecosystems.

الملخص

تركز الدراسة على العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في محطة شحات خلال الفترة 1981–2024م، باستخدام بيانات شهرية وسنوية. أظهرت النتائج أن التربة السطحية أكثر تأثرًا بارتفاع درجة الحرارة، حيث تنخفض الرطوبة إلى 0.2 في الصيف وتزيد إلى 0.5 في الشتاء، بينما تبقى رطوبة منطقة الجذور مستقرة بين 0.4–0.5 والتربة العميقة عند 0.4–0.5. تحليل معامل الارتباط أظهر علاقة عكسية قوية جدًا بين الحرارة والرطوبة السطحية (−0.96)، قوية في الجذور (−0.87)، وضعيفة في العمق (−0.78). الهطول المطري يعزز الرطوبة، والإشعاع الشمسي يزيد التبخر. النتائج تؤكد أن الطبقة السطحية حساسة للتغيرات المناخية، بينما الطبقات العميقة أكثر ثباتًا، ما يعكس اختلاف ديناميكية المياه عبر التربة. توفر الدراسة قاعدة علمية لإدارة الموارد المائية وتحسين التخطيط البيئي في المناطق شبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: درجة حرارة سطح الأرض – رطوبة التربة – التغيرات المناخية – محطة شحات – النظم البيئية.

المقدمة

تلعب التربة ودرجة حرارة سطح الأرض دورًا محوريًا في تحديد ديناميكية المياه في النظم البيئية، خصوصًا في المناطق شبه الجافة مثل شحات. تؤثر درجة الحرارة على معدلات تبخر المياه من التربة، بينما يساهم الهطول المطري في الحفاظ على الرطوبة في الطبقات المختلفة. تهدف هذه الدراسة التطبيقية إلى تحليل العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة عبر الطبقات السطحية والجذرية والعميقة في محطة شحات خلال الفترة 1981–2024م. تعتمد الدراسة على البيانات الشهرية والسنوية، وتحليل التغيرات الموسمية، بالإضافة إلى استخدام معامل الارتباط الثنائي لتحديد شدة العلاقة بين الحرارة ومحتوى الماء في التربة.

مشكلة الدراسة

التربة في شحات تواجه تقلبات كبيرة في محتوى الرطوبة نتيجة التغيرات الموسمية في درجة الحرارة والهطول المطري، ما يحد من القدرة على إدارة الموارد المائية واستدامة النظام البيئي. هناك حاجة لفهم العلاقة بين الحرارة ورطوبة التربة عبر الطبقات المختلفة لتخطيط الاستخدام الأمثل للمياه.

أهمية الدراسة

تساعد الدراسة على فهم ديناميكية المياه في التربة وتأثير التغيرات المناخية على النظام البيئي لشحات، وتوفر أساسًا علميًا لإدارة المياه، تحسين الزراعة، ودعم استدامة الموارد الطبيعية في المناطق شبه الجافة.

أهداف الدراسة

1. دراسة العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في الطبقات المختلفة (السطحية، الجذرية، العميقة).
2. تقييم تأثير العوامل المناخية (الهطول المطري، الإشعاع الشمسي، الرطوبة الجوية) على محتوى الماء في التربة.
3. تحديد الطبقات الأكثر تأثرًا بالتغيرات المناخية.
4. تحديد الاتجاهات الموسمية لدرجة الحرارة والرطوبة على مدار العام.
5. تقديم توصيات لإدارة الموارد المائية في النظم البيئية لشحات.

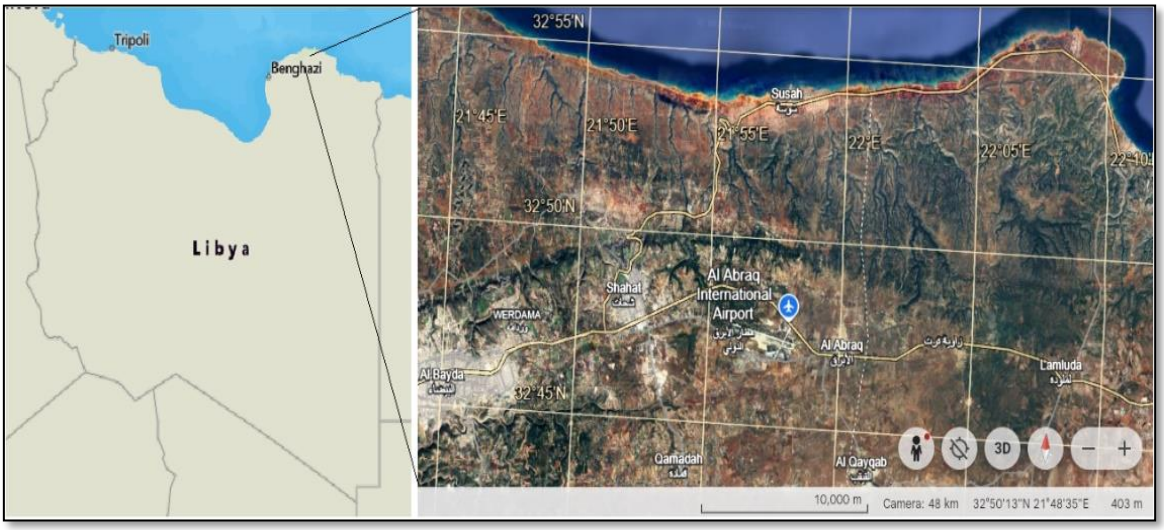
أسئلة الدراسة

1. ما مدى تأثير درجة حرارة سطح الأرض على رطوبة التربة في الطبقات السطحية والجذرية والعميقة في شحات؟
2. كيف يختلف تأثير العوامل المناخية الأخرى (الهطول، الإشعاع الشمسي، الرطوبة الجوية) على محتوى الماء في التربة؟
3. ما العلاقة بين التغيرات الموسمية في درجة الحرارة والرطوبة وخصائص التربة؟
4. كيف يمكن استخدام العلاقة بين الحرارة ورطوبة التربة لتحسين إدارة الموارد المائية في شحات؟

منطقة الدراسة

المجال الجغرافي: تقع منطقة الدراسة في الجبل الأخضر في شمال شرق ليبيا (خريطة رقم 1) بالقرب من ساحل البحر الأبيض المتوسط وهي قريبة من مدينة البيضاء (الطبال، 2015م. ص23).

المجال الفلكي: تقع محطة شحات، والواقعة على دائرة عرض 32.801 شمالا وخط طول 21.865 شرقا، وعلي ارتفاع 303.04 متر فوق مستوى سطح البحر(العقوري،2021م، ص11)



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

منهجية الدراسة

جمع البيانات الشهرية والسنوية لمحطة شحات للفترة 1981–2024م.

تحليل التغيرات الموسمية والسنوية في درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة.

حساب التغيرات الشهرية لرطوبة التربة والحرارة لتحديد الاتجاهات الزمنية.

استخدام معامل الارتباط الثنائي لتحليل العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة عبر الطبقات المختلفة.

تفسير النتائج في ضوء التأثيرات المناخية المشتركة مثل الهطول المطري والرطوبة الجوية والإشعاع الشمسي.

الدراسة تعتمد الدراسة على منهج وصفي وتحليلي تطبيقي، حيث تهدف إلى تحليل العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة على مستوياتها المختلفة (السطحية، منطقة الجذور، والملف

العميق) في بيئة شبه جافة، باستخدام بيانات مناخية وبيئية شهرية طويلة المدى من محطة شحات للفترة (1981–2024م).

تم استخدام بيانات شهرية للفترة (1981–2024م) تشمل:

1. **درجة حرارة سطح الأرض**: بيانات من محطة الأرصاد الجوية في شحات، مع مقارنات بيانات الأقمار الصناعية إذا لزم الأمر.
2. **رطوبة التربة**: بيانات الرطوبة السطحية، منطقة الجذور، والملف العميق مأخوذة من محطات قياس التربة أو قواعد البيانات الهيدرولوجية المتاحة.
3. **البيانات المناخية المساعدة**: الرطوبة الجوية، هطول الأمطار، وسرعة الرياح لدراسة تأثيرها على الرطوبة الأرضية ودرجة الحرارة.

الأساليب التحليلية

أ. التحليل الوصفي

- دراسة **التوزيع الزمني لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة**.
- رسم الرسوم البيانية الشهرية والسنوية لتوضيح الفترات الحارة والجافة، وفترات الرطوبة الأعلى.

ب. التحليل الإحصائي

- حساب المتوسطات الشهرية والسنوية لكل من **درجة الحرارة ورطوبة التربة**.
- استخدام **معامل ارتباط بيرسون (Pearson correlation coefficient)** لتحديد قوة العلاقة بين درجة الحرارة ورطوبة التربة على المستويات المختلفة (سطحية، جذور، ملف عميق).

ج. تحليل العلاقة الهيدرولوجية

- مقارنة استجابة الرطوبة السطحية ومنطقة الجذور والملف العميق للتغيرات في درجة حرارة سطح الأرض.
- دراسة تأثير **الرطوبة الجوية والهطول** على تراكم أو فقدان رطوبة التربة.

د. تحليل التباين الموسمي

- تحديد أشهر الصيف والشتاء وملاحظة اختلاف العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة حسب الموسم.

أدوات الدراسة

- برامج **Excel** و**SPSS** للمعالجة الإحصائية ورسم المخططات.
- الرسوم البيانية الشهرية والسنوية لعرض التغيرات المناخية ودرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة.

خطوات الدراسة

1. جمع وتجهيز البيانات الشهرية للفترة (1981–2024م).
2. إجراء التحليل الوصفي لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة على المستويات الثلاثة.
3. تطبيق **معامل ارتباط بيرسون** لتحديد قوة العلاقة بين درجة الحرارة ورطوبة التربة.
4. دراسة تأثير العوامل المناخية الأخرى (الرطوبة الجوية، الهطول) على الرطوبة الأرضية.
5. تفسير النتائج وربطها بالنمط المناخي للبيئة شبه الجافة في شحات.

مخرجات الدراسة

- فهم ديناميكيات العلاقة بين **درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة** على أعماق مختلفة.
- تحديد مدى **استجابة التربة للرطوبة في ظل تغير درجات الحرارة** على مدار السنوات.
- تقديم توصيات لإدارة **الموارد المائية والزراعية** في بيئة شحات شبه الجافة.

الدراسات السابقة

- حللت دراسة **Pablos et al**) (2016م) في إسبانيا العلاقة بين **رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح الأرض (LST)** باستخدام ملاحظات أرضية وبيانات الأقمار الصناعية خلال 2011–2014، ووجدت أن هناك **ارتباطًا عكسيًا قويًا** بين رطوبة التربة وحرارة السطح لبيانات يومية وموسمية، بحيث تنخفض الرطوبة عندما ترتفع درجة حرارة السطح، مع اختلافات خلال الفصول، وقدمت **نماذج لتقدير الرطوبة من LST.**
- تتناول دراسة مكي، إنصاف وآخرون (2013) تحليل العلاقة بين رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح الأرض (LST) في ظروف مناخية شبه جافة تشبه البحر الأبيض المتوسط. تظهر الأبحاث عمومًا في هذه المناطق وجود علاقة عكسية قوية، حيث تؤدي رطوبة التربة العالية إلى تبريد سطح الأرض، بينما ترفع التربة الجافة درجات الحرارة
- ركزت الدراسة على تقييم العلاقة بين رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح الأرض باستخدام بيانات شبكة REMEDHUS والملاحظات الميدانية مع بيانات القمر الصناعي SMOS في مناطق شبه قاحلة بإسبانيا. أظهرت النتائج دقة عالية لتقديرات رطوبة التربة من الأقمار الصناعية مع تباين موسمي واضح في ديناميكيات الرطوبة والحرارة. وأكدت الدراسة أن بيانات SMOS توفر تقديرات موثوقة للتفاعلات بين سطح الأرض والغلاف الجوي رغم بعض تحديات التمييز المكاني وتأثير الغطاء النباتي.
- تُظهر دراسة (Salimi, S) (2021م) بعنوان **مساهمة تباينات رطوبة التربة في ارتفاع درجات الحرارة عبر الأنظمة المناخية المختلفة** أن تغيّر المناخ يشكّل تهديدًا رئيسيًا للأراضي الرطبة، إذ يمكن أن تتغير خصائصها ووظائفها البيوجيوكيميائية بحيث تتحول من أنظمة مفيدة (مثل تنقية المياه وتخزين الكربون) إلى أنظمة ضارة تُطلق المغذّيات وتصدر غازات الدفيئة. كما تقيّم الاستجابة المحتملة للأراضي الرطبة الطبيعية والمُنشأة تجاه ارتفاع درجات الحرارة وتغيّر أنماط المياه، مع اقتراح إطار تجريبي جديد لمعالجة الثغرات المنهجية في الدراسات السابقة. وتشير إلى أنه في المستقبل يمكن أن تتحول الأراضي الرطبة من مستودع للكربون إلى مصدر له في حال كان الجفاف شديدًا، بينما قد تستمر في تخزين الكربون إذا صاحب ارتفاع الحرارة زيادة في هطول الأمطار.
- في دراسة للباحث عبدالحليم علي ألمحي بعم **(2007)** بعنوان **حساب درجة حرارة سطح الأرض من درجة حرارة التربة المرصودة في العمق**. هذا العمل يدرس العلاقة بين درجات حرارة التربة عند أعماق مختلفة ودرجات حرارة سطح الأرض، وكان من بين أهدافه تطوير طرق لحساب حرارة السطح من بيانات الحرارة العمودية للتربة .توصل إلى أن قياسات أعماق التربة يمكن استخدامها كنموذج لتقدير حرارة السطح عند مراعاة تأثيرات الرطوبة وخصائص التوصيل الحراري .

ترتبط هذه الدراسات بالدراسة الحالية من حيث **تأكيد العلاقة العكسية بين رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح الأرض**، كما تُسهم في **تفسير آليات التفاعل الحراري–الرطوبي** في تحليل تأثيرات التغير المناخي محليًا خلال الفترة 1981–2024م. هذا و**يوجد اختلاف بينهم**، ويتمثل أساسًا في **المنهجية ونطاق الدراسة والبيئة المناخية**؛ فبعض الدراسات اعتمدت على بيانات في بيئات شبه قاحلة أو

أراضٍ رطبة، بينما تركز هذه الدراسة على **تحليل زمني طويل المدى (1981–2024) باستخدام بيانات محطة شحات المحلية**، وتسعى هذه الدراسة إلى فهم العلاقة محليًا ضمن نظام بيئي محدد، في حين تهدف الدراسات السابقة إلى التعميم أو تطوير نماذج تقدير على نطاق إقليمي أو عالمي.

- **البيانات المناخية**

البيانات المناخية هي مجموعة من القياسات والملاحظات المسجلة للعناصر الجوية، وما يهمنا في هذه الدراسة هو **درجة حرارة سطح الأرض، درجات الحرارة الجوية، الرطوبة الجوية، سرعة الرياح، والهطول المطري**، لأنها العوامل الأساسية التي تؤثر على **رطوبة التربة وتوازن الرطوبة في النظام البيئي** في منطقة شحات خلال الفترة 1981–2024م. تحليل هذه البيانات يساعد على **تحديد العلاقة بين حرارة السطح ورطوبة التربة**، وفهم كيفية استجابة التربة والغطاء النباتي لتغيرات الحرارة والرطوبة على المدى الطويل. إذ إن **ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض غالبًا ما يرتبط بانخفاض رطوبة التربة، خاصة في المناطق شبه جافة**، مما يزيد من جفاف التربة ويؤثر على قدرة النباتات على النمو. في مناطق مثل شحات، يصبح هذا التأثير واضحًا على النظام البيئي والزراعة، ويتيح دراسة هذه العلاقة **تطوير استراتيجيات إدارة الموارد المائية والحفاظ على التوازن البيئي.** (Mekki, 2013,p. 1-10)

جدول (1) "المتوسطات الشهرية للعناصر المناخية ودرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في محطة شحات (1981–2024م)"

العناصر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
إجمالي الهطول المطري	1.9	1.4	0.8	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	1.1	1.9	0.8
مجموع الهطول المطري	59.3	40.3	25.7	9.8	10.9	1.4	0.2	1.5	12.4	23.0	33.9	58.0	276.4
الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين	7.3	7.1	7.5	8.4	10.1	12.6	15.1	15.7	14.0	11.8	9.5	8.0	10.6
الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	72.3	71.5	71.1	68.9	69.3	71.0	74.4	73.7	70.7	69.2	68.5	70.9	71.0
رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4

رطوبة التربة السطحية	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3
درجة الحرارة على ارتفاع مترين	14.2	13.9	15.1	17.3	20.3	23.5	25.5	26.2	25.0	22.6	19.3	16.1	20.0
درجة حرارة نقطة الندى على ارتفاع مترين	9.2	8.7	9.6	11.2	13.9	17.5	20.3	20.9	19.1	16.5	13.1	10.6	14.3
درجة الحرارة الرطبة على ارتفاع مترين	11.7	11.3	12.4	14.2	17.1	20.5	22.9	23.6	22.1	19.6	16.2	13.4	17.1
أقصى درجة حرارة على ارتفاع مترين	19.6	20.5	23.6	27.9	31.3	33.2	31.2	31.7	32.8	30.7	26.1	21.7	35.0
أدنى درجة حرارة على ارتفاع مترين	10.3	9.8	10.7	12.4	15.0	18.5	21.9	23.2	21.3	18.3	15.1	11.7	9.2
مدى (نطاق) درجة الحرارة على ارتفاع مترين	3.3	3.8	4.6	5.5	5.8	5.3	4.3	4.1	4.2	4.2	3.8	3.3	4.4
الإشعاع الشمسي قصير الموجة الهابط عند أعلى الغلاف الجوي	-49.6	-45.0	-39.3	-34.2	-30.9	-29.7	-30.5	-33.2	-37.7	-43.3	-48.5	-51.0	-39.4
درجة حرارة سطح الأرض	16.0	15.4	16.0	17.6	20.5	24.2	26.8	27.7	26.5	24.0	20.7	17.9	21.1

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الموقع (https://power.larc.nasa.gov/data-access)

بالنظر إلى البيانات الشهرية والسنوية لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في محطة شحات، يمكن استخلاص عدة استنتاجات حول العلاقة بين الحرارة ورطوبة التربة في النظم البيئية، وذلك كما يلي:

تُظهر بيانات **درجة حرارة سطح الأرض** على مدار العام تباينًا واضحًا، حيث تبدأ منخفضة في يناير وفبراير (16.0 و15.4°م) وترتفع تدريجيًا لتصل إلى ذروتها في أغسطس وسبتمبر (27.7 و26.5°م)، قبل أن تنخفض مجددًا في الشتاء. يقابل هذه التغيرات في الحرارة اختلافات في **رطوبة التربة السطحية**، التي تبلغ أعلى قيمها خلال الشتاء والربيع (0.5) وتنخفض إلى أدنى قيمها في الصيف (0.2)، ما يعكس العلاقة العكسية بين الحرارة والرطوبة السطحية نتيجة زيادة التبخر مع ارتفاع درجات الحرارة.

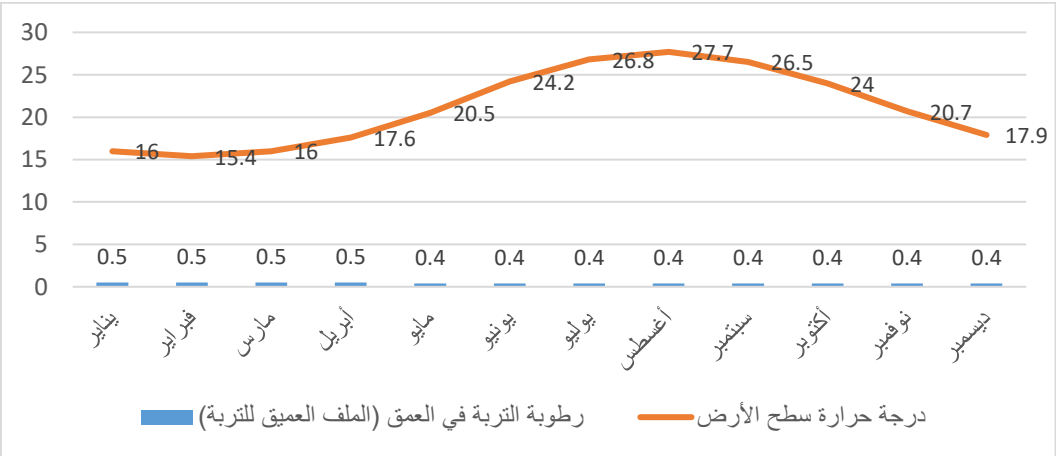
بالنسبة لطبقة **منطقة الجذور**، تبين أن الرطوبة تبقى مستقرة نسبيًا بين 0.4 و0.5، مع انخفاض طفيف في أشهر الصيف، مما يشير إلى قدرة التربة على الحفاظ على المياه في الأعماق المتوسطة مقارنة بالسطح. أما **رطوبة التربة العميقة**)الملف العميق)، فتظهر أقل تأثر بالحرارة، حيث تبقى قيمها ثابتة تقريبًا عند 0.4–0.5 طوال العام، ما يدل على استقرار محتوى الماء في الطبقات العميقة بغض النظر عن التغيرات الحرارية السطحية.

كما تشير البيانات إلى أن **أقصى وأدنى درجات الحرارة** على ارتفاع مترين تتبع نفس الاتجاه الموسمي، مع تسجيل أعلى درجة حرارة مطلقة في الصيف (35°م) وأدنى درجة في الشتاء (9.2°م)، ما يوضح مدى التباين الحراري الموسمي وتأثيره على الرطوبة السطحية. ويُلاحظ أن **مدى درجة الحرارة** يزداد في فترة الربيع والصيف (5.3–5.8°م)، وهو ما يعزز معدلات التبخر ويقلل من رطوبة التربة السطحية، بينما ينخفض المدى في الشتاء (3.3°م)، ما يحافظ على الرطوبة.

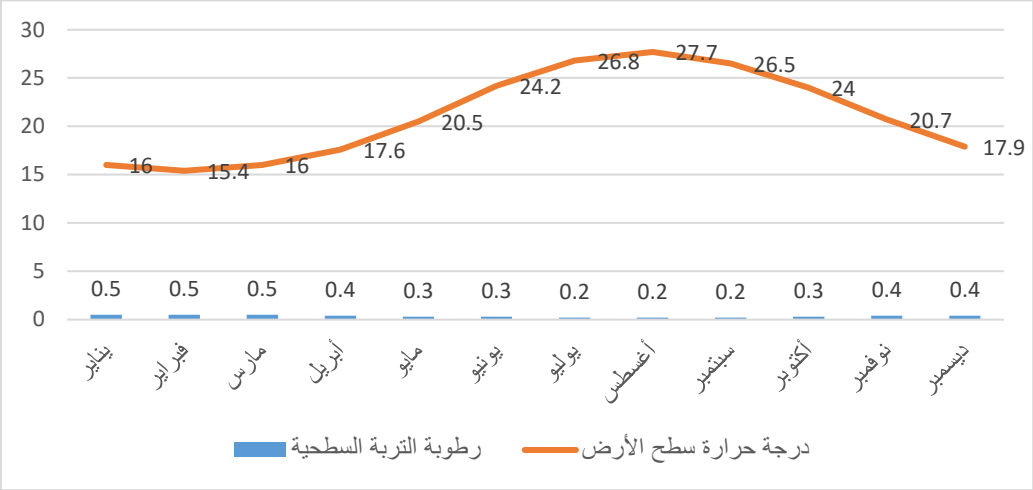
الهطول المطري، سواء الإجمالي أو المجموع، يلعب دورًا إضافيًا في الحفاظ على الرطوبة في الشتاء والربيع، حيث تصل قيمه إلى أعلى مستوياتها (1.9 و59.3) مما يدعم زيادة رطوبة التربة، في حين تكون القيم الصيفية منخفضة جدًا (0–1.5)، ما يزيد من الجفاف السطحي.

كما يظهر من بيانات **الإشعاع الشمسي قصير الموجة** أن أعلى إشعاع يكون في الصيف (29.7– إلى 33.2–)، وهو ما يساهم في تسريع تبخر الماء من التربة السطحية.

بناءً على هذه الملاحظات، يمكن الاستنتاج أن العلاقة بين **درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة** علاقة عكسية، قوية في الطبقة السطحية، معتدلة في منطقة الجذور، وضعيفة في العمق، مما يعكس اختلاف استجابة التربة حسب العمق، وتأثير الفصول المناخية على ديناميكية المياه في النظم البيئية.



شكل (2) "التغير الشهري لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في محطة شحات خلال الفترة 1981–2024م"
المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)



شكل (3)التغير الشهري لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة السطحية في محطة شحات خلال الفترة 1981–2024م"

المصدر: من عمل الباحثة بناءً على بيانات الجدول رقم (1)

يُدلَّل على العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض وكلٍّ من رطوبة التربة السطحية ورطوبة التربة في العمق من خلال الشكل المرفق والبيانات الرقمية معًا. فالشكل يوضّح أن منحنى درجة حرارة سطح الأرض يرتفع تدريجيًا من نحو 16°م في يناير ليبلغ ذروته خلال يوليو وأغسطس (26.8–27.7°م)، وفي الوقت نفسه ينخفض منحنى رطوبة التربة السطحية من 0.5 في أشهر الشتاء إلى أدنى قيمه الصيفية عند 0.2، ما يؤكد وجود علاقة عكسية مباشرة بين المتغيرين. كما يُظهر الشكل أن عودة انخفاض درجة حرارة سطح الأرض خلال أكتوبر–ديسمبر (24–17.9°م) يقابلها ارتفاع نسبي في رطوبة التربة السطحية إلى0.4–0.3. في المقابل، يبيّن الشكل الخاص بالمقارنة الثانية أن رطوبة التربة في العمق تبقى شبه مستقرة طوال العام بين 0.4 و0.5 رغم التغير الكبير في درجة حرارة سطح الأرض، حيث لا يتجاوز التغير في الرطوبة العميقة 0.1 فقط. هذا الاستقرار، الظاهر بوضوح في الشكل، يدل على ضعف استجابة التربة العميقة للتقلبات الحرارية مقارنة بالتربة السطحية. وبذلك تؤكد الأشكال المرفقة والبيانات الرقمية أن تأثير ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض يكون قويًا وواضحًا على رطوبة التربة السطحية، بينما يكون محدودًا وضعيفًا على رطوبة التربة في العمق، مما يعكس اختلاف السلوك الهيدرولوجي للتربة باختلاف العمق.

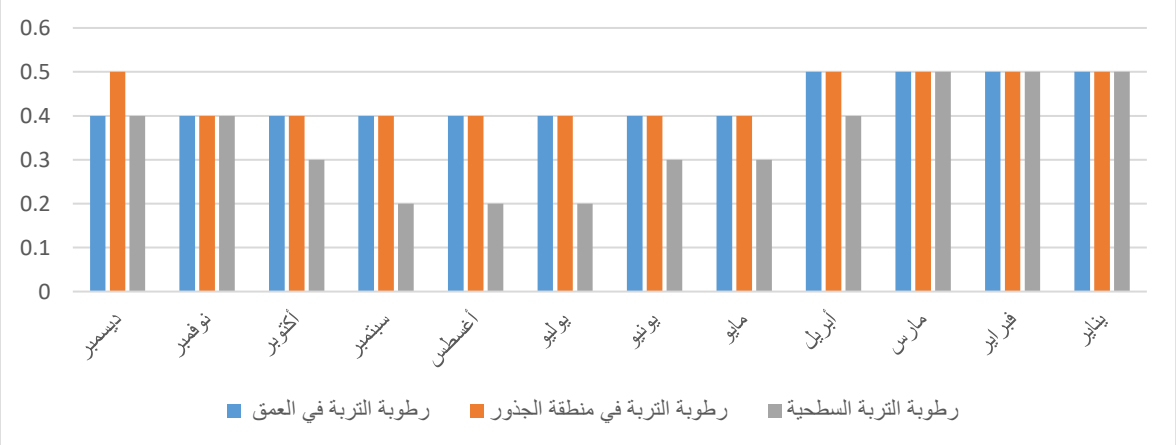
جدول (2) المتوسطات الشهرية لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة حسب العمق في محطة شحات (1981–2024م)

العناصر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
رطوبة التربة في العمق	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

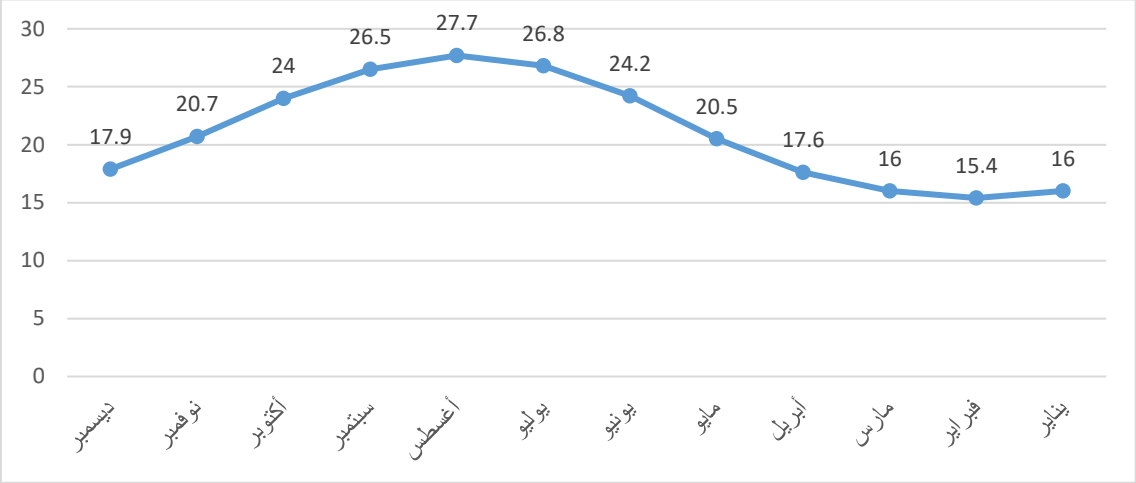
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4
رطوبة التربة السطحية	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3
درجة حرارة سطح الأرض	16.0	15.4	16.0	17.6	20.5	24.2	26.8	27.7	26.5	24.0	20.7	17.9	21.1

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

من خلال بيانات الجدول (2) أظهرت نتائج تحليل معامل الارتباط بين درجة حرارة سطح الأرض وأنواع رطوبة التربة المختلفة وجود علاقة عكسية واضحة تتباين في شدتها تبعًا لعمق التربة. فقد سجّلت رطوبة التربة السطحية أعلى قيمة لمعامل الارتباط السالب مع درجة حرارة سطح الأرض، حيث بلغ 0.96–، وهو ما يدل على علاقة عكسية قوية جدًا تعكس التأثير المباشر لارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر على الطبقة السطحية من التربة. كما أظهرت رطوبة التربة في منطقة الجذور علاقة عكسية قوية مع درجة حرارة سطح الأرض، إذ بلغ معامل الارتباط 0.87–، مما يشير إلى أن هذه الطبقة تتأثر بالتغيرات الحرارية السطحية ولكن بدرجة أقل مقارنة بالتربة السطحية، نتيجة الحماية النسبية التي توفرها الطبقات العليا. وفي المقابل، سجّلت رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة) أقل قيمة لمعامل الارتباط مع درجة حرارة سطح الأرض، حيث بلغ 0.78–، وهو ما يعكس استقرارًا نسبيًا في المحتوى الرطوبي للتربة العميقة وضعف تأثرها بالتقلبات الحرارية على سطح الأرض. ويُبرز هذا التدرج في قيم معامل الارتباط تناقص تأثير درجة حرارة سطح الأرض مع زيادة عمق التربة، ويؤكد الاختلاف الوظيفي والهيدرولوجي بين طبقات التربة المختلفة. وبوجه عام، تدعم هذه النتائج الفرضية القائلة بوجود علاقة عكسية بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة، حيث تكون هذه العلاقة قوية جدًا في التربة السطحية، وقوية في منطقة الجذور، وأقل قوة في التربة العميقة، الأمر الذي يعكس ديناميكية النظم البيئية واستجابتها المتباينة للتغيرات المناخية، ويوضح الشكلان التاليان العلاقة بين عناصر الجدول رقم (2).



شكل (4) المتوسطات الشهرية لرطوبة التربة حسب العمق في محطة شحات (1981–2024م)



شكل (5) المتوسطات الشهرية لدرجة حرارة سطح الأرض في محطة شحات (1981–2024م)

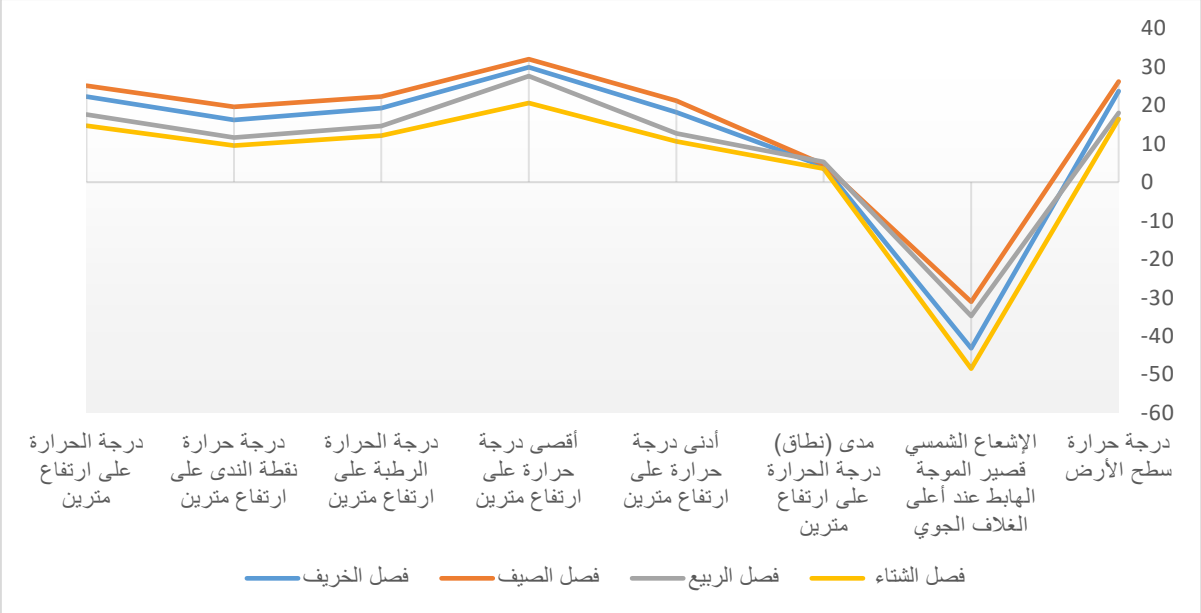
جدول (3) "المتوسطات الفصلية للعناصر المناخية ودرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في محطة شحات (1981–2024م)"

شحات	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف
إجمالي الهطول المطري	1.7	0.5	0.0	0.7
مجموع الهطول المطري	52.5	15.5	1.0	23.1
الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين	7.5	8.7	14.5	11.8
الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	71.6	69.8	73.0	69.5
رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة)	0.5	0.5	0.4	0.4
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0.5	0.5	0.4	0.4
رطوبة التربة السطحية	0.5	0.4	0.2	0.3
درجة الحرارة على ارتفاع مترين	14.7	17.6	25.1	22.3
درجة حرارة نقطة الندى على ارتفاع مترين	9.5	11.6	19.6	16.2
درجة الحرارة الرطبة على ارتفاع مترين	12.1	14.6	22.3	19.3
أقصى درجة حرارة على ارتفاع مترين	20.6	27.6	32.0	29.9
أدنى درجة حرارة على ارتفاع مترين	10.6	12.7	21.2	18.2
مدى (نطاق) درجة الحرارة على ارتفاع مترين	3.5	5.3	4.6	4.1
الإشعاع الشمسي قصير الموجة الهابط عند أعلى الغلاف الجوي	-48.5	-34.8	-31.1	-43.2
درجة حرارة سطح الأرض	16.4	18.0	26.2	23.7

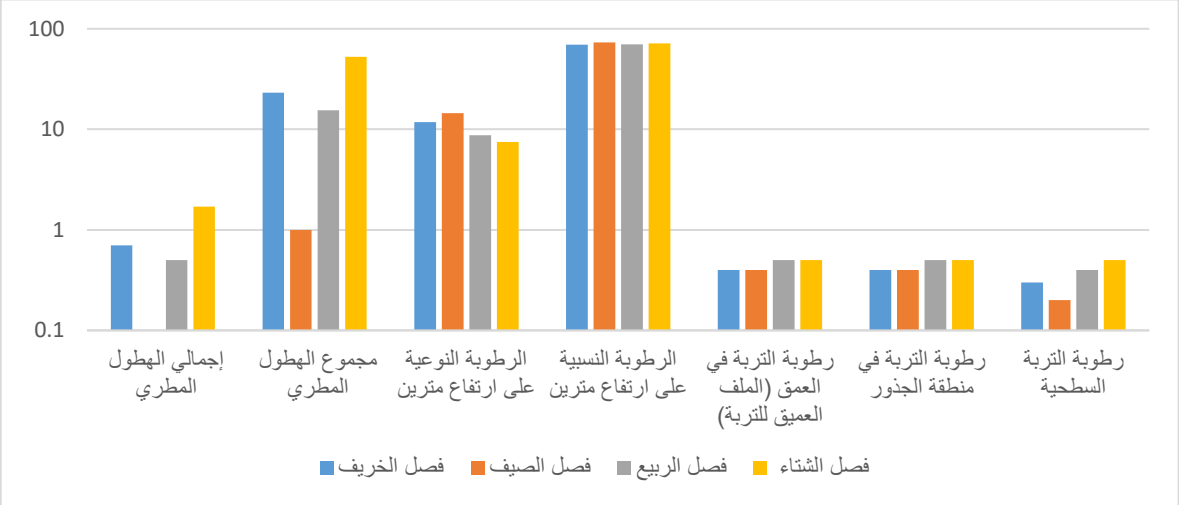
المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)

تحليل الجدول الموسمي لمحطة شحات للفترة بين 1981 و2024 يعكس بوضوح العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة في النظم البيئية. تظهر البيانات أن فصل الشتاء يتميز بأدنى درجات حرارة سطح الأرض (16.4°م) وأدنى درجة حرارة على ارتفاع مترين (9.5–14.7°م)، مع تسجيل أعلى مستويات الهطول المطري الإجمالي والمجموع (1.7 و52.5)، ما يدعم

ارتفاع رطوبة التربة السطحية ومنطقة الجذور والعمق (0.5)، ويعكس قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة في الظروف الباردة. في المقابل، يوضح فصل الصيف أعلى درجات حرارة سطح الأرض (26.2°م) وأعلى أقصى درجات حرارة على ارتفاع مترين (32°م)، مع أدنى قيم للهطول المطري (0.0 و1.0) ورطوبة التربة السطحية (0.2)، بينما تظل رطوبة التربة في العمق ومنطقة الجذور مستقرة عند 0.4، مما يدل على أن الطبقات العميقة أقل تأثرًا بالتغيرات الحرارية السطحية. أما فصل الربيع، فيتوسط بين extremes الشتاء والصيف، حيث تبلغ درجة حرارة سطح الأرض 18.0°م، مع رطوبة التربة السطحية 0.4 ورطوبة العمق والجذور 0.5، مما يعكس تأثير الهطول المطري المعتدل (0.5 و15.5) في الحفاظ على محتوى الماء في الطبقات المختلفة. وفي فصل الخريف يمثل فترة انتقالية، إذ تنخفض درجة حرارة سطح الأرض إلى 23.7°م، مع رطوبة سطحية 0.3 ورطوبة العمق والجذور 0.4، بينما يبقى الهطول المطري محدودًا (0.7 و23.1)، ما يوضح بداية انخفاض محتوى الماء السطحي قبل دخول الشتاء. ويظهر من البيانات أيضًا أن درجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى على ارتفاع مترين تتبع نفس الاتجاه الموسمي للحرارة، حيث ترتفع في الصيف وتنخفض في الشتاء، ما يعكس تأثير الرطوبة الجوية على تبخر الماء من التربة. كما يشير الإشعاع الشمسي قصير الموجة الهابط عند أعلى الغلاف الجوي إلى أعلى قيمة صيفًا (31.1−) وأدنى شتاءً (48.5−)، مما يزيد من معدلات التبخر في الطبقات السطحية ويقلل رطوبتها، بينما تبقى طبقات العمق والجذور مستقرة نسبيًا. كما يوضح مدى درجة الحرارة على ارتفاع مترين أن الفصول الدافئة تتميز بمدى أكبر (4.6–5.3°م) مما يساهم في تباين الرطوبة السطحية أكثر من العمق، بينما يكون المدى أقل في الشتاء (3.5°م)، ما يحد من فقد الماء بالتبخر. بناءً على هذه الملاحظات، يمكن استنتاج أن العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة علاقة عكسية واضحة، حيث تكون العلاقة قوية في الطبقة السطحية، متوسطة في منطقة الجذور، وضعيفة في العمق، ما يعكس استجابة النظم البيئية للتغيرات الموسمية في الحرارة والهطول المطري، ويؤكد أهمية دراسة الرطوبة في مختلف الطبقات لفهم ديناميكية المياه وإدارة الموارد المائية في المنطقة.



شكل (6) المتوسطات الفصلية للعناصر المناخية الحرارية والإشعاعية في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م)



شكل (7) المتوسطات الفصلية لعناصر الهطول المطري والرطوبة الجوية ورطوبة التربة في محطة شحات خلال الفترة (1981–2024م).

جدول (4) الاتجاهات الزمنية والتغيرات الشهرية لدرجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة والعناصر المناخية في محطة شحات (1981–2024م)

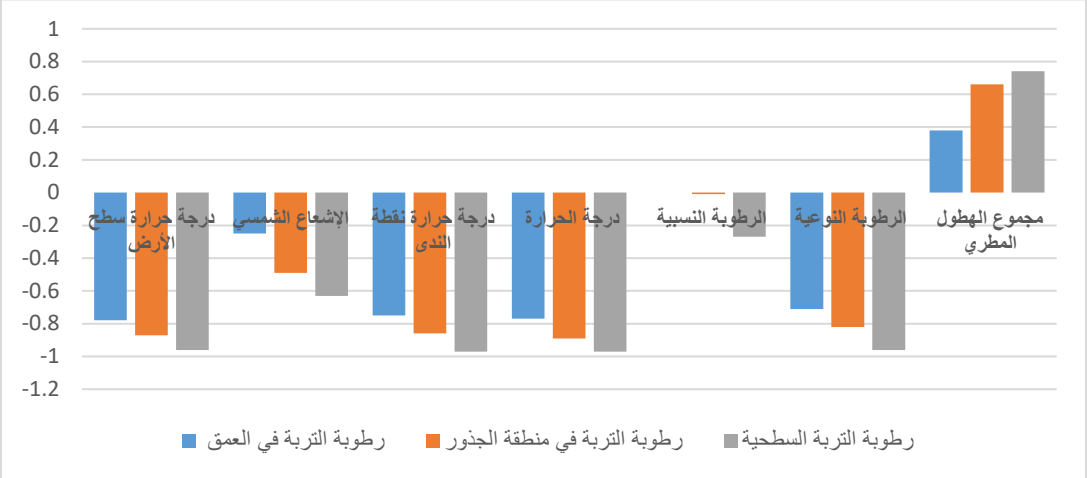
العناصر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين	7.3	7.1	7.5	8.4	10.1	12.6	15.1	15.7	14	11.8	9.5	8
الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	72.3	71.5	71.1	68.9	69.3	71	74.4	73.7	70.7	69.2	68.5	70.9
رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0.5	0.5	0.5	0.45	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
رطوبة التربة السطحية	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4
درجة حرارة سطح الأرض	16	15.4	16	17.6	20.5	24.2	26.8	27.7	26.5	24	20.7	17.9
تحديد الاتجاهات الزمنية تغير بين	فبراير ويناير	مارس وفبراير	ابريل ومارس	مايو وابريل	يونيو ومايو	يوليو ويونيو	اغسطس ويوليو	سبتمبر واغسطس	اكتوبر وسبتمبر	نوفمبر واكتوبر	ديسمبر ونوفمبر	
الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين	-0.2	0.4	0.9	1.7	2.5	2.5	0.6	-1.7	-2.2	-2.3	-1.5	
الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	-0.8	-0.4	-2.2	0.4	1.7	3.4	-0.7	-3	-1.5	-0.7	2.4	
رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة)	0	0	0	-0.1	0	0	0	0	0	0	0	
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0	0	-0.05	-0.05	0	0	0	0	0	0	0.1	
رطوبة التربة السطحية	0	0	-0.1	-0.1	0	-0.1	0	0	0.1	0.1	0	
درجة حرارة سطح الأرض	-0.6	0.6	1.6	2.9	3.7	2.6	0.9	-1.2	-2.5	-3.3	-2.8	

تحليل بيانات محطة شحات الشهرية يوضح بوضوح العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة عبر العام. تبدأ السنة بدرجة حرارة سطح الأرض عند 16°م في يناير، مع ارتفاع تدريجي إلى مارس (16 → 17.6°م) مصحوبًا باستقرار رطوبة التربة السطحية عند 0.5 ورطوبة الجذور والعمق عند 0.5، ما يعكس بداية تأثير ارتفاع الحرارة على الطبقات السطحية بشكل طفيف. خلال أبريل ومايو تستمر الحرارة في الصعود من 17.6 إلى 20.5°م، بينما تبدأ رطوبة التربة السطحية بالانخفاض من 0.4 إلى 0.3، في حين تبقى رطوبة الجذور والعمق مستقرة عند 0.4–0.5، مما يشير إلى حساسية الطبقات السطحية للتبخر الموسمي. في أشهر الصيف يونيو–أغسطس تصل الحرارة إلى ذروتها (24.2 → 27.7°م)، بينما تنخفض رطوبة التربة السطحية إلى أدنى مستوياتها (0.2)، في حين تبقى رطوبة الجذور والعمق شبه ثابتة عند 0.4، ما يعكس قدرة الطبقات العميقة على الاحتفاظ بالماء على الرغم من التبخر المرتفع. مع بداية الخريف في سبتمبر، تنخفض الحرارة إلى 26.5°م مع زيادة طفيفة في الرطوبة السطحية (0.2 → 0.3)، بينما تتراوح رطوبة الجذور والعمق بين 0.4، مما يشير إلى استعادة محتوى الماء بعد ذروة الصيف. في أكتوبر–نوفمبر ينخفض معدل الحرارة بشكل ملحوظ (26.5 → 20.7°م)، مع زيادة الرطوبة السطحية من 0.3 إلى 0.4، بينما تبقى الرطوبة العميقة والجذرية مستقرة، ما يعكس إعادة التوازن المائي مع انخفاض التبخر. في ديسمبر تصل الحرارة إلى 17.9°م، وتستقر الرطوبة السطحية عند 0.4، مؤكدة استقرار محتوى الماء في الطبقات المختلفة خلال الشتاء. تظهر الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين انخفاضًا من ديسمبر إلى يونيو (-1.5 → +2.5) وتذبذبًا مع الحرارة، بينما الرطوبة النسبية تتراوح بين 68.5–74.4% مع انخفاضها في الصيف وارتفاعها في الشتاء، مما يدعم العلاقة العكسية بين الحرارة والرطوبة الجوية. التغيرات الشهرية توضح بجلاء العلاقة الديناميكية: ارتفاع درجة الحرارة يقابله انخفاض الرطوبة السطحية، بينما الطبقات العميقة والجذرية أقل تأثرًا. أكبر تغير شهري للحرارة سجل بين يونيو ومايو (+3.7°م)، وأكبر انخفاض بين نوفمبر وأكتوبر (-3.3°م)، بينما تغيرات الرطوبة السطحية الأعلى كانت خلال الصيف، مما يدل على حساسية الطبقات السطحية للتغيرات الحرارية. الاتجاه السنوي يعكس ارتفاع الحرارة من الشتاء إلى الصيف ثم انخفاض تدريجي، مع اتجاه معاكس للرطوبة السطحية، مما يوضح أن العلاقة بين درجة حرارة سطح الأرض ورطوبة التربة علاقة عكسية واضحة في الطبقة السطحية، معتدلة في منطقة الجذور، وضعيفة في العمق، وتعكس تأثير الموسمية على استجابة النظم البيئية المختلفة.

جدول (5) معاملات الارتباط بين درجة حرارة سطح الأرض والعوامل المناخية المختلفة ورطوبة التربة حسب العمق في محطة شحات (1981–2024م)

العناصر	مجموع الهطول المطري	الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين	الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين	درجة الحرارة على ارتفاع مترين	درجة حرارة نقطة الندى على ارتفاع مترين	الإشعاع الشمسي قصير الموجة	درجة حرارة سطح الأرض
رطوبة التربة في العمق (الملف العميق للتربة)	0.38	-0.71	0.00	-0.77	-0.75	-0.25	-0.78
رطوبة التربة في منطقة الجذور	0.66	-0.82	-0.01	-0.89	-0.86	-0.49	-0.87
رطوبة التربة السطحية	0.74	-0.96	-0.27	-0.97	-0.97	-0.63	-0.96

المصدر: من عمل الباحثة بناءً علي بيانات الجدول رقم (1)



شكل (8) معاملات الارتباط بين درجة حرارة سطح الأرض والعوامل المناخية المختلفة ورطوبة التربة حسب العمق في محطة شحات (1981–2024م)

من خلال الجدول المرفق، يظهر أن درجة حرارة سطح الأرض لها تأثير سلبي واضح على رطوبة التربة في جميع الأعماق، حيث يبلغ معامل الارتباط مع رطوبة التربة السطحية 0.96-، ومع رطوبة منطقة الجذور 0.87-، ومع رطوبة العمق 0.78-، مما يشير إلى علاقة عكسية قوية تزداد وضوحًا في التربة السطحية مقارنة بالعميقة. أما الإشعاع الشمسي قصير الموجة الهابط عند أعلى الغلاف الجوي، فله تأثير سلبي متوسط على رطوبة التربة، حيث يتراوح معامل الارتباط بين -0.63 للتربة السطحية و -0.25 للتربة العميقة، ما يدل على أن التربة السطحية أكثر حساسية للإشعاع الشمسي من العمق.

بالنسبة لدرجة حرارة نقطة الندى على ارتفاع مترين، فهي مرتبطة عكسياً أيضًا برطوبة التربة، مع معامل ارتباط -0.97 للتربة السطحية و-0.86 للتربة الجذرية و-0.75 للتربة العميقة، مما يعكس أن زيادة الحرارة الرطبة تقلل من محتوى المياه في التربة، خصوصًا في الطبقات القريبة من السطح .

درجة الحرارة على ارتفاع مترين أظهرت نفس النمط السلبي القوي، إذ أن معامل الارتباط وصل -0.97 للتربة السطحية و-0.89 للتربة الجذرية و-0.77 للتربة العميقة، مؤكدة تأثير الحرارة العامة على فقدان رطوبة التربة.

أما الرطوبة النسبية على ارتفاع مترين، فهي أقل تأثيرًا على رطوبة التربة العميقة (0.00) والجذرية (-0.01)، لكنها تؤثر بشكل طفيف على التربة السطحية (-0.27)، ما يدل على أن التغيرات الجوية في الرطوبة النسبية تؤثر على السطح فقط. الرطوبة النوعية على ارتفاع مترين أظهرت علاقة عكسية قوية مع رطوبة التربة السطحية (-0.96) والجذرية (-0.82) والعميقة (-0.71)، مما يعني أن الهواء الجاف يؤدي إلى فقدان الماء من التربة بشكل أكبر في الطبقات العليا.

أما مجموع الهطول المطري، فقد أظهر تأثيرًا إيجابيًا على رطوبة التربة، إذ أن معامل الارتباط وصل 0.74 للتربة السطحية، و0.66 للجذرية، و0.38 للتربة العميقة، ما يؤكد أن الأمطار تزيد من محتوى الرطوبة خصوصًا في الطبقات القريبة من السطح. يمكن الاستنتاج أن التربة السطحية أكثر تأثرًا بالعوامل المناخية المتغيرة (الحرارة، الرطوبة، الإشعاع) مقارنة بالتربة الجذرية والعميقة، بينما التربة العميقة أكثر ثباتًا وتحافظ على رطوبة نسبية أعلى رغم التغيرات المناخية.

بناءً على هذه العلاقات، يمكن القول إن العوامل الحرارية (درجة حرارة سطح الأرض ودرجة الحرارة على ارتفاع مترين ودرجة حرارة نقطة الندى) هي المتحكم الرئيس في تقلبات رطوبة التربة، بينما الهطول المطري يعزز محتوى الرطوبة ويخفف من التأثير السلبي للحرارة، والإشعاع الشمسي

والرطوبة الجوية لهما تأثير ثانوي مقارنة بالعوامل السابقة. هذه النتائج تؤكد أن أي نموذج لتقدير رطوبة التربة في شحات يجب أن يأخذ بعين الاعتبار درجة الحرارة بشكل رئيسي، والهطول المطري كعامل مساعد، والعوامل الجوية الأخرى كمتغيرات ثانوية لضمان دقة التنبؤات، خاصة للتربة السطحية والجذرية التي تستجيب سريعًا للتغيرات المناخية.

نتائج الدراسة:

1. درجة حرارة سطح الأرض تزيد من يناير (16°م) إلى أغسطس (27.7°م).
2. الرطوبة السطحية أعلى في الشتاء والربيع.(0.5) وتنخفض إلى 0.2 في الصيف نتيجة زيادة التبخر.
3. رطوبة منطقة الجذور وطوبة التربة العميقة مستقرة نسبيًا بين 0.4–0.5 طوال العام.
4. الهطول المطري الأعلى في الشتاء (1.7 إجمالي، 52.5 مجموع).
5. الهطول المطري الأدنى في الصيف (0–1.0) يزيد الجفاف السطحي.
6. الإشعاع الشمسي أعلى صيفًا (−29.7 إلى −33.2)، يسرع تبخر الماء.
7. الإشعاع الشمسي الأدنى شتاءً (−48.5)، يقلل فقد الماء.
8. درجة الحرارة الرطبة ونقطة الندى تتبع نفس الاتجاه الموسمي للحرارة.
9. أقصى درجة حرارة على ارتفاع مترين في الصيف (35°م)، وأدنى في الشتاء (9.2°م).
10. مدى درجة الحرارة أكبر في الصيف (5.3–5.8°م)، يزيد التباين الرطوبي السطحي.
11. مدى الحرارة أقل في الشتاء (3.3–3.5°م)، يحافظ على الرطوبة.
12. معامل ارتباط درجة حرارة سطح الأرض مع الرطوبة السطحية −0.96.
13. معامل ارتباط درجة الحرارة مع رطوبة منطقة الجذور −0.87.
14. معامل ارتباط درجة الحرارة مع رطوبة العمق −0.78.
15. الرطوبة النسبية لها تأثير ضعيف على العمق (0.00) والجذر.(-0.01)
16. الرطوبة النوعية تؤثر عكسياً على السطح (-0.96)، الجذور (-0.82)، العمق.(-0.71)
17. الهطول المطري يعزز الرطوبة السطحية (0.74)، الجذور (0.66)، العمق.(0.38)
18. العلاقة بين الحرارة ورطوبة التربة عكسية قوية في السطح، متوسطة في الجذور، وضعيفة في العمق.

التوصيات:

1. مراقبة درجة حرارة سطح الأرض لتقدير فقدان الرطوبة السطحية في شحات.
2. تطبيق الري الاستراتيجي في الصيف لتعويض تبخر الماء من الطبقة السطحية.
3. تعزيز الاحتفاظ بالمياه في الطبقات العميقة والجذرية خلال الصيف والجفاف.
4. استخدام بيانات الهطول المطري للتخطيط المائي الموسمي.
5. تقييم تأثير الإشعاع الشمسي على تبخر التربة السطحية.
6. إدخال الرطوبة النوعية والنسبية في نماذج إدارة المياه المحلية.
7. تطوير استراتيجيات شحن المياه في العمق خلال الشتاء.
8. اعتماد التربة السطحية كمؤشر سريع للتغيرات المناخية المحلية.
9. وضع برامج ري ذكية تقلل فقد المياه في الصيف.
10. متابعة الاتجاهات الشهرية والسنوية لضمان دقة التنبؤات البيئية.

المراجع

المراجع العربية :

1) عبدالحليم علي ألمحي، *حساب درجة حرارة سطح الأرض من درجة حرارة التربة المرصودة في العمق*، مجلة الجامعي (النقابة العامة لأعضاء هيئة التدريس الجامعي)، ليبيا، العدد 14، سبتمبر 2007م، ص ص 229–246

2) فدوي إبراهيم سالم العقوري، الحرارة وآثارها علي الراحة والإرهاق المناخي بشمال ليبيا(دراسة في المناخ التطبيقي)،(رسالة دكتوراه)، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة المنصورة، 2021م.

3) **إنصاف مكي، وآخرون .(2013)** العلاقة بين رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح الأرض تحت ظروف البحر الأبيض المتوسط شبه الجافة.

4) **بابلوس، م. وآخرون .(2016)** التقييم متعدد الأزمان لرطوبة التربة وديناميات درجة حرارة سطح الأرض باستخدام الملاحظات الميدانية والأقمار الصناعية.

المراجع الاجنبية :

5) *Contribution of soil moisture variations to high temperatures over different climatic regimes* (2021)

6) Insaf Mekki, et al. (2013). *Relationship between soil moisture and surface temperature under semiarid Mediterranean conditions*. *Journal of Arid Environments*, 95, 1-10.

7) Pablos et al. (2016) — *Multi-Temporal Evaluation of Soil Moisture and Land Surface Temperature Dynamics Using in Situ and Satellite Observations*

8) *Salimi, S., Almuktar, S.A.A.A.N., & Scholz, M. (2021).* The impacts of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. ***Journal of Environmental Management****, 286, 112160*.

مراجع اللكترونية:

9) https://power.larc.nasa.gov/data-access

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **JLABW** and/or the editor(s). **JLABW** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.