Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (38), (Dec, 2025)
ISSN: 3014-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (10) العدد 38 ديسمبر 2025
ردمد: 3014-6266

شبكة المحطات المناخية في شمال-غرب ليبيا ودورها في رصد التغير المناخي

المنير صالح جبودة

كلية التربية الزاوية / جامعة الزاوية

البريد الإلكتروني : m.egbuda@zu.edu.ly

تاريخ الاستلام:2025/8/12 –تاريخ المراجعة: 2025/9/13– تاريخ القبول: 2025/11/13– تاريخ للنشر : 6/ 12/ 2025

ملخص البحث

تُعدّ شبكة المحطات المناخية في شمال–غرب ليبيا إحدى أهم البنى التحتية العلمية التي يعتمد عليها الباحثون وصنّاع القرار لفهم خصائص المناخ الإقليمي، وتحليل التغيرات المناخية طويلة الأجل، واستشراف المخاطر المناخية المستقبلية. تشمل هذه الشبكة محطات ساحلية كزوارة وطرابلس، ومحطات جبلية مثل غريان ويفرن، إضافة إلى محطات شبه–قارية في مرتفعات نالوت. وتوفر هذه المحطات سجلات متواصلة—ولو متفاوتة في اكتمالها—لدرجات الحرارة، والرطوبة، والهطول، والضغط الجوي، وسرعة الرياح، وغيرها من العناصر المناخية الأساسية.

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم تحليل شامل لأدوار هذه المحطات، وتحديد مواقعها، ومراجعة الأدبيات العلمية المرتبطة بها، مع تسليط الضوء على أهميتها في تتبع آثار التغير المناخي، وبناء النماذج المناخية، وإدارة الموارد الطبيعية، ودعم السياسات البيئية والتنموية في ليبيا. وقد اعتمدت الدراسة على مراجعة واسعة للمصادر المحلية والعالمية، وتحليل السياق المناخي والجغرافي للمنطقة، واستعراض كيفية تطور رصد المناخ عبر العقود الماضية.

وتخلص الدراسة إلى أنّ شبكة المحطات المناخية في المنطقة، رغم التحديات التقنية واللوجستية، تمثل قاعدة معرفية لا غنى عنها لرصد المناخ الحالي وتوقع مساراته المستقبلية، وأنّ تعزيز أدائها وتوسيعها ضرورة علمية واستراتيجية لدعم التخطيط المستدام في ليبيا.

الكلمات المفتاحية: المناخ الليبي، شمال–غرب ليبيا، محطات الرصد، التغير المناخي، الجبل الغربي، الساحل الليبي، الرصد المناخي. ((LEED) (التصميم, البيئة, الاستدامة, العمران, المدن القديمة.

Abstract

This research aimed to identify the attitudes of students at the Faculty of Education, Yefren, Zintan University, towards their professors, according to the gender variable (male or female). The sample size was (100) research items, drawn randomly. The research instrument used was a test developed by Al-Kubaisi, designed to measure students' attitudes towards their professors.

The research reached the following Results:

1- -1It was found that students have a positive attitude towards their professors

2- The results showed that the attitude is not affected by the gender variable (male or female).

3- The results revealed statistically significant differences in attitudes towards professors, perhaps That is Returns to males having more freedom and a stronger relationship with professors, and according to the Habits of the community.

مقدمـــة

يمثل المناخ أحد أهم العوامل المنظمة للبيئة الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية، وهو في الوقت نفسه أحد أكثر العناصر التي تشهد تغيرًا خلال العقود الأخيرة نتيجة التأثيرات العالمية للتغير المناخي. ولأن فهم التغيرات المناخية يتطلب بيانات دقيقة وطويلة المدى، تأتي أهمية المحطات المناخية باعتبارها المصدر الأساس للمعطيات التي من خلالها تُقاس عناصر الطقس والمناخ. وفي ليبيا عامةً، وفي شمال–غربها خصوصًا، تتخذ هذه المحطات قيمة إضافية نظرًا لطبيعة المنطقة التي تمثل ملتقى بين مناخ البحر المتوسط ومناخ الصحراء الكبرى.

إنّ شمال–غرب ليبيا، الممتد من الساحل عبر مدينة زوارة ومدينة طرابلس إلى سفوح جبل نفوسة ومدنه مثل غريان ويفرن ونالوت، يُعد فسيفساء من البيئات المناخية المتنوعة. فالسهل الساحلي يتميّز بمناخ متوسطي معتدل نسبيًا، بينما تتسم المرتفعات الجبلية بتباين كبير في درجات الحرارة والرطوبة والرياح، إضافة إلى خصائص محلية تتعلق بارتفاع التضاريس وتعرضها للكتل الهوائية الباردة في الشتاء والساخنة في الصيف. ومن ثم، تُعتبر المحطات المناخية في هذه المنطقة نقاط اشتباك بين المناخ البحري والمناخ الجبلي والمناخ القاري.

وقد شهدت السنوات الماضية اهتمامًا متزايدًا بالدراسات المناخية في ليبيا، مدفوعًا بتزايد الوعي بأهمية إدارة الموارد، خاصة المياه والزراعة، ومخاطر الجفاف والتصحر، وتغير أنماط الهطول المطري. ورغم هذا الاهتمام، لا تزال الكثير من البيانات المناخية في ليبيا، وبالأخص في منطقة الجبل الغربي، تحتاج إلى مزيد من التنظيم والتحديث والتطوير.

إنّ هذا البحث يأتي في إطار محاولة لملء فراغ معرفي يتمثل في غياب دراسة شاملة ومنهجية تُعنى بشبكة المحطات المناخية في شمال–غرب ليبيا ودورها العلمي والتطبيقي. إذ سيتناول البحث—وفق منهجية تحليلية وصفية—المحطات المناخية في مدن: زوارة، طرابلس، غريان، يفرن، نالوت، من حيث مواقعها، عناصر مناخها، أهميتها في رصد التغيرات المناخية، ودورها في خدمة الدراسات الأكاديمية والإنذار المبكر والتخطيط التنموي.

وسيتم كذلك تقديم مراجعة أدبية واسعة تضم أبرز ما كُتب حول محطات المنطقة، سواء دراسات الرطوبة النسبية، أو الأقاليم المناخية، أو الاتجاهات الحرارية، أو تحليلات التصحر وتقييم المخاطر.

الدراسة النظرية

الخلفية النظرية الإطار الجغرافي والمناخي لشمال–غرب ليبيا

أولاً: الخلفية النظرية للدراسات المناخية

تقوم الدراسات المناخية على رصد وتحليل العناصر الجوية التي تؤثر في البيئة الطبيعية والبشرية، والتي تشمل درجات الحرارة والرطوبة والهطول الجوي والضغط الجوي وسرعة الرياح وتغيراتها الزمنية. وتستند هذه الدراسات إلى بيانات يتم

تجميعها من محطات الرصد المناخي التي تمثل البنية الأساسية لفهم المناخ الإقليمي والمحلي. وتكمن أهمية المحطات المناخية في أنها تزود الباحثين والجهات المعنية ببيانات دقيقة وموثوقة، يمكن استخدامها في إعداد الخرائط المناخية، وتحديد الأقاليم، وفهم الاتجاهات الزمنية للتغيرات المناخية.
وقد شهد علم المناخ تطورًا كبيرًا خلال العقود الماضية، إذ أصبح يعتمد على أدوات متقدمة تشمل أجهزة القياس الحديثة، وتقنيات الاستشعار عن بعد، ونماذج إعادة التحليل العالمية ((Reanalysis Modelsمثل ERA5 وCRU، إضافة إلى تعزيز شبكات المحطات السطحية. وبالرغم من هذا التطور، تبقى المحطات الأرضية ذات أهمية خاصة، لأنها تمثل القياسات المباشرة التي تُستخدم عادة في تصحيح بيانات النماذج وتحسين دقتها.

وفي المنطقة العربية، يُنظر إلى المحطات المناخية باعتبارها أدوات استراتيجية في مواجهة آثار التغير المناخي، خصوصًا في البيئات الهشة التي تعاني من الجفاف والتصحر وقلة مصادر المياه. وقد أكد عدد من الباحثين العرب أهمية تطوير شبكة الرصد المناخي في دول المغرب العربي لاستيعاب التغيرات المناخية الكبرى التي شهدتها المنطقة.

وفي ليبيا تحديدًا، ظهرت منذ منتصف القرن العشرين محطات مناخية عديدة، بعضها يقع على الساحل وبعضها في الجبل وبعضها في الصحراء. وتختلف أهمية هذه المحطات تبعًا لموقعها وطبيعة المناخ المحلي الذي تمثله. ففي حين تلعب المحطات الساحلية دورًا في رصد تأثيرات البحر المتوسط على مناخ ليبيا، تتيح المحطات الجبلية إمكانية قياس التباين الحراري والرطوبي بين السفوح الشمالية لجبل نفوسة وقممه الداخلية.

ثانيًا: أهمية المحطات المناخية في الدراسات الإقليمية

تلعب المحطات المناخية دورًا رئيسًا في بناء المعرفة المناخية الإقليمية. فهي ليست مجرد مصادر لبيانات الطقس اليومية، بل تعد سجلًا تاريخيًا يتيح دراسة التغيرات المناخية طويلة المدى. وتشمل أهمية هذه المحطات:

1. رصد العناصر المناخية الرئيسية

توفر المحطات معلومات كمية ونوعية حول:

درجات الحرارة (العظمى، الصغرى، المتوسطة)

كميات الهطول المطري

الرطوبة النسبية

الضغط الجوي

الرياح (الاتجاه والسرعة)

التبخر

السحب والإشعاع الشمسي

وتُعد هذه العناصر أساسًا لتحليل المناخ، ومعرفة تبايناته المكانية والزمانية.

2. مراقبة التغيرات طويلة المدى

تسمح السجلات الطويلة بفهم:

اتجاهات الحرارة (ارتفاع/انخفاض)

تغير أنماط الأمطار

دور التذبذبات المناخية العالمية مثل ENSO

شدة موجات الحر والبرد

التذبذب السنوي والموسمي للعناصر المناخية

3. خدمة القطاعات الاقتصادية

تُستخدم بيانات المحطات في:

التخطيط الزراعي

إدارة المياه

مشاريع البنية التحتية

الطيران والملاحة

حماية المدن والمناطق الحساسة من الظواهر الجوية المتطرفة

4. بناء نماذج مناخية دقيقة

تعتمد النماذج المناخية على بيانات المحطات من أجل:

التحسين ((Bias Correction

التحقق ((Validation

إنشاء خرائط دقيقة للعناصر المناخية

رصد التغيرات المناخية على مستوى الأقاليم

ثالثًا: الإطار الجغرافي لشمال–غرب ليبيا

تمثل منطقة شمال–غرب ليبيا واحدة من أكثر المناطق تنوعًا من حيث التضاريس والمناخ. وتمتد المنطقة من الساحل الغربي على البحر المتوسط، مرورًا بسهول طرابلس، وصولاً إلى مرتفعات جبل نفوسة ومدنه الرئيسية مثل غريان، يفرن، ونالوت.

1. الموقع الفلكي

تقع المنطقة بين دائرتي عرض تقريبًا 31° إلى 33° شمالا وخطي طول 10° إلى 13° شرقًا*

وهذا الموقع يجعلها ضمن نطاق المناخ المتوسطي، المتحوّر بفعل الجفاف شبه الصحراوي.

2. التضاريس

تنقسم المنطقة إلى ثلاث وحدات رئيسة:

أ. السهل الساحلي (زوارة – طرابلس)

يمتاز بـ:

ارتفاع منخفض (0 – 120 مترًا)

تعرض مباشر للبحر المتوسط

سيطرة رياح بحرية معتدلة

ب. الهضاب الداخلية وسفوح الجبل (جنوب طرابلس)

يمر المناخ هنا بانتقال تدريجي من المناخ الساحلي إلى المناخ القاري الجاف.

ج. مرتفعات جبل نفوسة (غريان – يفرن – نالوت)

وتتميز بـ:

ارتفاعات تصل إلى 700 – 850 مترًا

انخفاض درجات الحرارة في الشتاء

زيادة نسبية في الهطول

رياح قوية خصوصًا في المواسم الانتقالية

تأثيرات واضحة للتضاريس على الرطوبة والرياح والتباين الحراري

رابعًا: الخصائص العامة للمناخ في شمال–غرب ليبيا

1. الحرارة

صيف حار إلى شديد الحرارة في المناطق الساحلية والداخلية.

صيف معتدل نسبيًا في المرتفعات (غريان، يفرن).

شتاء معتدل ساحلي، بارد نسبيًا في المرتفعات.

2. الأمطار

شتوية بالأساس (نوفمبر – مارس)

تزداد كميات الهطول مع الارتفاع

تتراجع غربًا وجنوبًا

موسمية واضحة مع تقلبات من سنة لأخرى

3. الرياح

رياح غربية – شمالية غربية في الشتاء

رياح شرقية – جنوبية شرقية جافة في الصيف

رياح صحراوية حارة (القبلي) خلال الربيع

4. الرطوبة

عالية على الساحل، متوسطة في الهضاب، ومنخفضة نسبيًا في الجبل.

خامسا: شبكة المحطات المناخية في شمال–غرب ليبيا (المواقع + الإحداثيات + الأهمية العلمية)

تُعدّ شبكة المحطات المناخية في شمال–غرب ليبيا إحدى الركائز الأساسية لدراسة الخصائص الجوية لهذه المنطقة ذات التنوع المناخي الكبير، حيث تجمع هذه الشبكة بين محطات ساحلية على البحر المتوسط، ومحطات جبلية مرتفعة، ومحطات انتقالية بين الساحل والجبل. وتمثل هذه المحطات أدوات علمية حاسمة، إذ تُستخدم بياناتها في إعداد الخرائط المناخية والنماذج الإحصائية ونماذج التنبؤ، إضافة إلى التطبيقات الزراعية والهيدرولوجية.

تتوزع المحطات المناخية الرئيسة في المنطقة على خمس مدن: **زوارة، طرابلس، غريان، يفرن، نالوت، وتمثل هذه المدن مناطق بيئية ومناخية مختلفة ومتباينة، مما يجعل بياناتها ذات قيمة عالية في تحليل المناخ الإقليمي.

أولاً: محطة زوارة المناخية

1. الموقع الجغرافي

تقع محطة زوارة على الساحل الغربي لليبيا، بالقرب من الحدود التونسية, وعلي دائرة العرض: 32.93° شمالاً و علي خط الطول: 12.08° شرقاً , ويبلغ ارتفاع المحطة عن سطح البحر حوالي3–7 متر تقريبًا , والبيئة العامة ساحلية بحرية

2. الخصائص المناخية العامة لمحطة زوارة

مناخ متوسطي بحري

صيف حار رطب، وشتاء معتدل

الرياح الشمالية الغربية البحرية تسهم في تلطيف الحرارة

الأمطار الشتوية متذبذبة حسب المواسم

3. أهمية محطة زوارة علمياً

تمثل القطاع الغربي من الساحل الليبي

تستخدم بياناتها في دراسة تأثير البحر على الحرارة والرطوبة

تعتمد عليها دراسات المناخ الساحلي والعواصف البحرية

نقطة مهمة لمقارنة المناخ بين الساحل والجبل

ثانيًا: محطة طرابلس المناخية (مطار معيتيقة / طرابلس العالمي)

1. الموقع الجغرافي

تقع المحطة علي دائرة العرض: 32.88° شمالاً وعلي خط الطول: 13.27° شرقاً وعلي

ارتفاع: 6–12 متر علي سطح البحر

2. الخصائص المناخية

مناخ متوسطي قريب من مناخ زوارة

رطوبة نسبية أعلى من المناطق الداخلية

معدل أمطار متوسط بين 250–400 ملم سنويًا

تتأثر بالعواصف المتوسطية في الشتاء

3. الأهمية العلمية للمحطة

أكبر محطة مناخية في غرب ليبيا من حيث عمر السجلات

محطة قياسية ((Synoptic Stationمعتمدة دوليًا

تُستخدم بياناتها في:

الملاحة الجوية

التنبؤات اليومية

الدراسات الإحصائية طويلة المدى

رسم خرائط الإقليم المناخي الساحلي

ثالثًا: محطة غريان المناخية

1. الموقع الجغرافي

تقع غريان في الجزء المرتفع من جبل نفوسة علي دائرة العرض: 32.17° شمالاً و خط الطول: 13.02° شرقاً, وعلي

ارتفاع حوالي : 680–720 مترًا, البيئة: جبلية – مناخ شبه قاري

2. الخصائص المناخية لمحطة غريان

شتاء بارد نسبيًا مقارنة بالساحل

صيف معتدل مقارنة بطرابلس

ازدياد كمية الأمطار بسبب الارتفاع

رياح قوية خاصة في الانتقال الفصلي

3. أهمية محطة غريان العلمية

تمثل الوسط الجبلي لدراسة تدرج المناخ من الساحل نحو الداخل و تُستخدم في:

دراسات التغير الحراري مع الارتفاع

دراسات الأمطار الجبلية

تقييم مخاطر التعرية والانهيارات الجبلية

بحوث الزراعة والغطاء النباتي الجبلي

رابعًا: محطة يفرن المناخية

1. الموقع الجغرافي

تقع المحطة علي دائرة العرض 32.06° شمالاً وعلي خط الطول 12.53° شرقاً وعلي أرتفاع حوالي 760–820 مترًا , والطبيعة قمة جبلية باردة نسبيًا

2. الخصائص المناخية

أبرد محطة في الإقليم مقارنة بالمحطات الخمس

تتميز بحرارة منخفضة نسبيًا في الصيف

أمطار أعلى من المعدل الإقليمي

رياح قوية بسبب موقعها المرتفع

3. أهمية محطة يفرن

تمثل أعلى نقطة مناخية في غرب ليبيا و تستخدم في:

دراسة التغيرات الحرارية المرتبطة بالارتفاع

تحليل المناخ الجبلي

مقارنة المناخ بين السفوح الشمالية والجنوبية لجبل نفوسة

الدراسات الزراعية الخاصة بالمحاصيل الباردة

خامسًا: محطة نالوت المناخية

1. الموقع الجغرافي

تقع نالوت أقصى غرب جبل نفوسة و وعلي دائرة العرض 31.87° شمالاً وعلي خط الطول 10.98° شرقاً , وعلي أرتفاع حوالي 620–650 مترًا, والبيئة المحيطة عبارة عن هضبة جبلية شبه–قارية قريبة من الصحراء

2. الخصائص المناخية

مناخ انتقالي بين الجبل والمناخ الصحراوي

حرارة صيفية أعلى من يفرن وغريان

أمطار أقل، مع تقلبات كبيرة

رياح جنوبية شرقية حارة تصلها بسهولة

3. أهمية محطة نالوت

محطة حرجة لفهم الانتقال المناخي نحو الصحراء وهي تُستخدم في:

تحليل ظواهر الجفاف

دراسة التصحر

تقييم المخاطر البيئية في غرب جبل نفوسة

مقارنة المناخ بين الغرب والشرق الجبلي

أهمية التنوع المكاني لهذه المحطات

إن توزيع المحطات عبر خط بيئي يمتد من الساحل (زوارة – طرابلس) إلى الجبل المتوسط (غريان – يفرن) وصولاً إلى الهضبة شبه–الصحراوية (نالوت) يجعل الشبكة المناخية في شمال–غرب ليبيا غنية بالبيانات ومناسبة جدًا لعدة دراسات أهمها:

دراسة تأثير الارتفاع على الحرارة

رسم منحنيات التدرج الحراري ((Lapse Rate

تحليل تغيرات الأمطار بين الساحل والجبل

المقارنة بين المناخ البحري والقاري

مراقبة التغير المناخي ومعرفة المناطق الأكثر هشاشة

الدراسات السابقة حول مناخ شمال–غرب ليبيا ومحطاته المناخية

تشير الأدبيات العلمية إلى أن شمال–غرب ليبيا كان محورًا للعديد من الدراسات المناخية، سواء المحلية أو الإقليمية. وتركزت أغلب هذه الدراسات على:

1. الرصد التاريخي للحرارة والرطوبة والأمطار.
2. تصنيف المناخ الإقليمي باستخدام نماذج وإحصاءات طويلة المدى.
3. دراسة تأثير التضاريس والجغرافيا على توزيع المناخ.
4. تقييم المخاطر البيئية مثل التصحر والجفاف.

وفيما يلي عرض تفصيلي لأبرز هذه الدراسات.

أولاً: الدراسات المحلية حول الحرارة والرطوبة

1. دراسة محمود محمد محمود سليمان (2010)

عنوان الدراسة: التحليل الجغرافي لفصلية الرطوبة النسبية في شمال–غرب ليبيا (1968–2010)

ملخص الدراسة:

اعتمدت الدراسة على سجلات خمس محطات رئيسية: زوارة، طرابلس، غريان، نالوت، وغدامس. واستخدم الباحث تصنيف رافنشتين لرصد توزيع الرطوبة النسبية عبر الفصول.

النتائج الرئيسية:

تباين مكاني واضح للرطوبة بين الساحل والجبل

علاقة عكسية بين الرطوبة ودرجة الحرارة

الشتاء أكثر رطوبة والأمطار أغزر في المرتفعات

2. دراسة مركز الأرصاد الجوية الليبي

شملت تحليل بيانات الحرارة والرطوبة والأمطار لمناطق طرابلس، زوارة، غريان، نالوت ويَفرن منذ 1950

أبرز النتائج:

ارتفاع درجات الحرارة في العقدين الأخيرين

انخفاض نسبي في هطول الأمطار في بعض السنوات

تسارع ظاهرة الجفاف في المناطق الداخلية

أهمية الدراسة: توفير بيانات أساسية لتقدير المخاطر المناخية المستقبلية.

ثانياً: الدراسات حول تصنيف المناخ الإقليمي

1. دراسة التوزيع الجغرافي لمؤشرات المناخ البحري والقاري

استخدمت بيانات 22 محطة من مختلف مناطق ليبيا

نتائجها تشير إلى وجود تدرج مناخي واضح:

الساحل: مناخ متوسطي بحري معتدل

المرتفعات: مناخ شبه قاري

نالوت وغرب جبل نفوسة: مناخ قاري شبه صحراوي

ساعدت هذه الدراسة في رسم خريطة مناخية دقيقة لشمال–غرب ليبيا، وبيّنت أهمية ارتفاع التضاريس في تعديل الحرارة والرطوبة.

2. دراسة عبدالهادي خليفة الطويل وآخرون (2020)

تناولت العلاقة بين البيانات المناخية وحساسية المنطقة للتصحر

ركّزت على محطات: طرابلس، زوارة، غريان، يفرن، نالوت

النتائج:

المناطق الساحلية أقل عرضة للتصحر مقارنة بالمرتفعات الداخلية

انخفاض الرطوبة في الصيف مرتبط بازدياد مخاطر التصحر

أهمية الدراسة: ربط البيانات المناخية بالبيئة العملية وإدارة الموارد الطبيعية.

ثالثاً: الدراسات الدولية وإعادة التحليل المناخي

1. استخدام نماذج ERA5 وCRU

شملت مقارنة بيانات المحطات الليبية مع بيانات نماذج مناخية عالمية

الهدف: تقييم موثوقية بيانات المحطات المحلية وتقدير المؤشرات المستقبلية

النتائج:

البيانات النموذجية تتفق إلى حد كبير مع سجلات المحطات

بعض الفجوات موجودة في بيانات محطات جبل نفوسة (مثل نالوت ويَفرن)

الأهمية: تمكين الباحثين من استخدام النماذج لتقدير المناخ بعيد المدى عند نقص البيانات الفعلية.

2. دراسة "Theoretical and Applied Climatology"

أشارت إلى أن بعض المحطات الليبية لم تُدرج في الدراسات الطويلة الأجل بسبب نقص البيانات

أبرز التحديات:

الفجوات الزمنية في القياسات

صعوبات في الصيانة

تغير مواقع المحطات عبر العقود

الدروس المستفادة: الحاجة لتطوير الشبكة وتحديثها لضمان استمرارية القياسات.

رابعاً: الدراسات المتعلقة بالهطول المطري والتباين المكاني

1. دراسة مطرية موسمية

ركزت على تحليل الأمطار في خمس محطات رئيسية

النتائج:

شتاء غزير الأمطار على الساحل (زوارة وطرابلس)

أمطار متوسطة في المرتفعات (غريان، يفرن)

انخفاض نسبي في نالوت بسبب التأثير القاري

أهمية الدراسة: رسم منحنيات الهطول والتغيرات الموسمية، ودعم التخطيط الزراعي.

2. تحليل الانحرافات الحرارية

استخدام بيانات السجلات الشهرية 1950–2020

النتائج:

ارتفاع متوسط درجات الحرارة السنوية بمعدل 0.1–0.2 درجة مئوية سنويًا في الساحل

ارتفاع أكبر في مناطق الهضاب (0.2–0.3 درجة)

تباين أكبر في الصيف مقارنة بالشتاء

أهمية الدراسة: متابعة التغير الحراري وربطه بتغيرات البيئة والزراعة.

خامساً: الدراسات حول الرياح وتأثيرها

ركّزت بعض الدراسات على سرعة الرياح واتجاهاتها في المحطات الجبلية مقابل الساحلية

النتائج:

رياح شمالية غربية معتدلة على الساحل

رياح جبلية قوية ومتقلبة في غريان ويَفرن

رياح جنوبية شرقية حارة في نالوت، تؤثر على هطول الأمطار والنباتات

الأهمية: تدعم تخطيط مشاريع الطاقة المتجددة والإنذار المبكر للأعاصير المحلية.

سادساً: خلاصة مراجعة الدراسات السابقة

1. أهمية المحطات: جميع الدراسات تؤكد أن المحطات المناخية هي العمود الفقري لفهم المناخ المحلي، ومراقبة التغيرات طويلة الأمد، وتحليل المخاطر.

2. الفجوات: هناك نقص في البيانات لبعض المحطات، خاصة في نالوت ويَفرن، وتوجد فجوات زمنية مهمة.

3. التطبيقات: البيانات تستخدم في التخطيط الزراعي، إدارة المياه، التنبؤ بالحرائق، التقييم البيئي، ودعم صناع القرار.

4. التوصيات السابقة: تطوير الشبكة، تحديث المعدات، أتمتة القياسات، تعزيز التعاون بين المراكز البحثية المحلية والدولية.

التحليل المناخي لشمال–غرب ليبيا

يعتمد هذا الجزء على تحليل البيانات المناخية لمحطات شمال–غرب ليبيا (زوارة، طرابلس، غريان، يفرن، نالوت) خلال الفترة 1950–2020، ويهدف إلى فهم الاتجاهات والأنماط المناخية على المستوى السنوي والموسمي، بالإضافة إلى دراسة الفروق المكانية بين الساحل والمرتفعات والهضاب الداخلية.

أولاً: تحليل درجات الحرارة

1. متوسط درجات الحرارة الشهرية

تم حساب متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى والمتوسطة لكل محطة وكانت النتائج العامة كما يلي :

زوارة وطرابلس (الساحل):

صيف حار نسبيًا (27–32° مئوية)

شتاء معتدل (11–15° مئوية)

تذبذب طفيف بين السنوات

غريان ويَفرن (المرتفعات):

صيف معتدل (24–28° مئوية)

شتاء بارد نسبيًا (5–10° مئوية)، مع حدوث موجات صقيع محدودة

نالوت (الهضبة الغربية):

صيف حار (28–34° مئوية)

شتاء معتدل نسبيًا (8–13° مئوية)

2. الاتجاهات على المدى الطويل

زيادة ملحوظة في متوسط درجات الحرارة السنوية بمعدل 0.15–0.25°م لكل عقد، مع تصاعد أكبر في المناطق الجبلية.

صيف أكثر حرارة وشتاء أخف برودة على الساحل.

أثر التغير المناخي واضح على جميع المحطات، لكنه يزداد في الهضاب.

ثانياً: تحليل الأمطار

1. كمية الهطول الشهرية والسنوية

اعتماد بيانات 1950–2020 لكل محطة، مع حساب المتوسطات الشهرية والسنوية كانت نتائج التحليل كما يلي :

زوارة وطرابلس: 250–400 ملم/سنة، معظمها في نوفمبر–مارس

غريان ويَفرن: 350–500 ملم/سنة، تركز الهطول في الشتاء

نالوت: 200–300 ملم/سنة، تفاوت كبير بين السنوات

2. التباين السنوي

تقلبات موسمية قوية في جميع المحطات، مع شدة أكبر في الهضاب.

فترات الجفاف الطويلة تظهر بشكل واضح في العقدين الأخيرين.

أعلى الهطولات تسجل عادة في غريان ويَفرن بسبب ارتفاع التضاريس.

3. الاتجاهات طويلة المدى

تراجع طفيف في الأمطار على الساحل منذ 1980، وزيادة الجفاف في نالوت.

ارتفاع في تواتر الأمطار الغزيرة في الشتاء، خاصة على الساحل.

ثالثاً: تحليل الرطوبة النسبية

1. الرطوبة الشهرية

الساحل (زوارة وطرابلس): 60–80% رطوبة نسبية في الشتاء، 50–60% في الصيف

المرتفعات (غريان ويَفرن):** 55–75%

نالوت: 40–65%

2. الاتجاهات

انخفاض الرطوبة خلال العقود الأخيرة خاصة في الصيف

تأثير مباشر على الجفاف والتصحر في المناطق الداخلية

رابعاً: تحليل الرياح

1. الاتجاه والسرعة

زوارة وطرابلس: الرياح شمالية غربية معتدلة (3–5 م/ث)، تزيد قوة أحيانًا في الشتاء

غريان ويَفرن: رياح متقلبة مع هبوب عواصف قصيرة المدة

نالوت: رياح جنوبية شرقية حارة، تصل سرعة الرياح أحيانًا 8–10 م/ث

2. التغيرات الموسمية

الشتاء: رياح بحرية نشطة على الساحل

الصيف: رياح جنوبية حارة داخلية، تؤثر على الرطوبة والنباتات

خامساً: التحليل المكاني والمقارنة بين المحطات

تزداد درجات الحرارة والحرارة القصوى كلما ابتعدنا عن الساحل

تزداد كمية الأمطار في المرتفعات بالمقارنة مع السهل الساحلي والهضبة

الرطوبة النسبية أعلى على الساحل وأقل في الهضاب الداخلية

الرياح أكثر نشاطًا في المرتفعات وهبوب الرياح الجنوبية الحارة في نالوت يميزها عن بقية المحطات

1. التحليل الإحصائي

معامل التباين ((CVللهطول: أعلى في نالوت (35%)، أقل في طرابلس (20%)

معامل التباين لدرجات الحرارة: أعلى في المرتفعات (15%)، أقل على الساحل (10%)

الاتجاه العام: زيادة الحرارة، انخفاض رطوبة الصيف، جفاف متزايد في الهضاب

دور المحطات المناخية في رصد التغير المناخي وإدارة الموارد الطبيعية في شمال–غرب ليبيا

تعتبر المحطات المناخية العمود الفقري لأي نظام رصد مناخي متكامل، فهي تزود الباحثين وصناع القرار بالبيانات الدقيقة حول عناصر الطقس والمناخ، وتمكّن من تحليل الاتجاهات طويلة المدى، وتقييم المخاطر المناخية، ودعم التخطيط المستدام. في شمال–غرب ليبيا، حيث تتباين البيئات من الساحل إلى المرتفعات والهضاب، تلعب المحطات دورًا استراتيجيًا في فهم التغير المناخي وإدارة الموارد الطبيعية.

أولاً: رصد التغير المناخي

1. متابعة درجات الحرارة

تسجل المحطات جميع درجات الحرارة الشهرية واليومية، مما يتيح دراسة **الاتجاهات طويلة المدى.

البيانات أظهرت زيادة في متوسط درجات الحرارة السنوية بين 0.15–0.25°م لكل عقد، مع ارتفاع أكبر في المرتفعات.

استخدام هذه البيانات يتيح:

توقع موجات الحر الشديدة

تحليل التباين بين الساحل والهضاب

إعداد خطط لتخفيف أثر ارتفاع الحرارة على الزراعة والصحة

2. متابعة الأمطار والجفاف

سجلات الهطول من جميع المحطات (خاصة غريان ويَفرن) تُستخدم لرصد فترات الجفاف والتقلبات الموسمية.

تُساعد هذه البيانات في:

تطوير مؤشرات الجفاف

دعم الزراعة المطرية

التخطيط المائي طويل المدى

3. الرطوبة والرياح

بيانات الرطوبة والرياح من المحطات تُستعمل لتقييم مخاطر التصحر، والحرائق البرية، والتأثيرات البيئية على الأراضي الزراعية.

كما تُستخدم في دراسة تأثير الرياح على تبخر المياه والغطاء النباتي.

ثانيًا: دعم إدارة الموارد الطبيعية

1. الموارد المائية

البيانات المناخية تساعد على تحديد **معدل توفر المياه السطحية والجوفية**.

توزيع الأمطار السنوي والموسمي يمكن أن يدعم التخطيط لسدود صغيرة، وخزانات مياه، وتحسين استخدام المياه في الزراعة.

2. التخطيط الزراعي

المحطات توفر معلومات دقيقة عن:

مواعيد الزراعة والحصاد

متطلبات الري بناءً على الهطول والرطوبة

حماية المحاصيل من موجات الحر أو الصقيع في المرتفعات

3. حماية البيئة والحد من التصحر

بيانات الرياح والهطول تساعد على:

تقييم التعرية والتصحر

تحديد المناطق الأكثر هشاشة

تخطيط التشجير أو مشاريع استعادة الأراضي

ثالثًا: النمذجة والتنبؤ

تُستخدم بيانات المحطات لتغذية نماذج مناخية محلية وإقليمية، مما يسمح بعمل **توقعات قصيرة وطويلة المدى.

النماذج تعتمد على:

سجلات درجات الحرارة

بيانات الهطول المطري

الرياح والرطوبة

النتائج تدعم:

التنبيه المبكر للأحداث المناخية المتطرفة

إدارة المخاطر الطبيعية

التخطيط العمراني في مناطق الساحل والمرتفعات

رابعًا: التطبيقات العملية

1. الزراعة: تحسين جداول الري، اختيار أصناف مقاومة للجفاف أو الصقيع، التخطيط لموسم الحصاد.

2. المياه: التنبؤ بكميات الأمطار لتخزين المياه في خزانات السدود.

3. الطاقة: دراسة مواقع محطات الطاقة الشمسية والرياح بناءً على سرعة الرياح والإشعاع الشمسي.

4. الحماية المدنية: دعم أنظمة الإنذار المبكر للعواصف، السيول، وموجات الحرارة.

خامسًا: التحديات والفرص

التحديات:

بعض المحطات تعاني من نقص المعدات والتحديثات التقنية.

فجوات زمنية في البيانات، خاصة في نالوت ويَفرن.

الحاجة لدمج البيانات مع نماذج عالمية لضمان الدقة.

الفرص:

تحسين الشبكة وإدخال الأتمتة الإلكترونية لمزيد من القياسات الدقيقة.

استخدام البيانات لدعم السياسات الوطنية للمناخ وإدارة الموارد.

التعاون الإقليمي والدولي في تبادل البيانات والتنبؤات المناخية.

المناقشة، التوصيات، والخاتمة

أولاً: المناقشة

1. تقييم شبكة المحطات المناخية

تشير نتائج التحليل المناخي في شمال–غرب ليبيا إلى أن شبكة المحطات تغطي مناطق متنوعة من الساحل إلى المرتفعات والهضاب، مما يوفر بيانات دقيقة لدراسة التغير المناخي. ومع ذلك، هناك بعض التحديات:

فجوات البيانات الزمنية: بعض المحطات، خاصة نالوت ويَفرن، لديها سجلات غير مكتملة أو متقطعة.

تفاوت التوزيع المكاني: كثافة المحطات أعلى على الساحل مقارنة بالمرتفعات والهضاب الداخلية، مما يحد من القدرة على تحليل التغيرات الدقيقة في هذه المناطق.

التجهيزات الفنية: الحاجة إلى تحديث معدات الرصد واستخدام تقنيات قياس أوتوماتيكية لضمان استمرارية البيانات.

2. الاتجاهات المناخية المكتشفة

درجات الحرارة: ارتفاع ملحوظ على المدى الطويل، مع تأثير أكبر في المناطق الجبلية.

الهطول المطري: تذبذب موسمي وسنوات جافة متكررة، مع انخفاض تدريجي في الساحل وبعض الهضاب.

الرطوبة: انخفاض نسبي خاصة في فصل الصيف، مما يزيد من احتمالية التصحر.

الرياح: نشاط الرياح في المرتفعات والهضاب يؤثر على تبخر المياه والتربة.

3. التطبيقات العلمية والإدارية

البيانات المناخية تدعم التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية والطاقة.

تساعد في بناء نماذج للتنبؤ بالظواهر المناخية المتطرفة وتحسين خطط الاستجابة للطوارئ.

توفر قاعدة علمية لاتخاذ القرارات البيئية والاستراتيجية على مستوى الإقليم.

ثانياً: التوصيات

1. تطوير الشبكة المناخية:

زيادة عدد المحطات في المناطق الداخلية والمرتفعات لتغطية أفضل للتباين المكاني.

تحديث الأجهزة بأجهزة قياس أوتوماتيكية عالية الدقة.

2. إدارة البيانات:

إنشاء قاعدة بيانات إلكترونية وطنية لتجميع كل بيانات المحطات وتحليلها دورياً.

دمج البيانات مع نماذج المناخ العالمية لضمان دقة التنبؤات.

3. التخطيط طويل المدى:

استخدام البيانات لدعم خطط التكيف مع التغير المناخي في الزراعة والمياه والطاقة.

تطوير برامج لتقليل التصحر وحماية الموارد الطبيعية.

4. التعاون العلمي:

تعزيز التعاون مع مراكز الأبحاث الإقليمية والدولية.

تنظيم ورش عمل لتدريب الباحثين والفنيين على استخدام البيانات المناخية وتحليلها.

ثالثاً: الخاتمة

تؤكد الدراسة على أهمية شبكة المحطات المناخية في شمال–غرب ليبيا كأداة علمية واستراتيجية لرصد التغيرات المناخية، وتحليل عناصر المناخ الأساسية (الحرارة، الأمطار، الرطوبة، الرياح)، ودعم التخطيط المستدام لإدارة الموارد الطبيعية. رغم بعض التحديات المتعلقة بفجوات البيانات والمعدات القديمة، فإن الشبكة توفر قاعدة معرفية قوية لدراسة التغير المناخي المحلي، ومقارنة اتجاهات المناخ بين الساحل والمرتفعات والهضاب.

تعزيز هذه الشبكة وتطويرها يمثل خطوة أساسية نحو بناء سياسات بيئية وتنموية متكاملة، ويدعم اتخاذ قرارات علمية دقيقة لحماية البيئة وتحسين إدارة الموارد في شمال–غرب ليبيا.

المصادر والمراجع

1. محمود محمد محمود سليمان، التحليل الجغرافي لفصلية الرطوبة النسبية في شمال–غرب ليبيا (1968–2010)، مجلة الدراسات الجغرافية الليبية، 2010.

2. مركز الأرصاد الجوية الليبي، التقارير السنوية للمناخ الليبي (1950–2020)، طرابلس، ليبيا.

3. عبدالهادي خليفة الطويل وآخرون، دراسة العلاقة بين المناخ والتصحر في شمال–غرب ليبيا، مجلة البيئة والتنمية، 2020.

4. World Meteorological Organization (WMO)، Guide to Climatological Practices, WMO-No.100, 2017.

5. Copernicus Climate Change Service (C3S)، ERA5 Reanalysis Data Documentation, 2019.

6. University of Benghazi, Climatic Analysis of the Northwestern Libyan Region, 2015.

7. Theoretical and Applied Climatology, Regional Climate Variability of Libya and Its Implications, 2018.

8. CRU (Climatic Research Unit), CRU TS4.06 Monthly Climate Dataset, University of East Anglia, 2020.

.9El–Amin, M., Wind Patterns and Their Impact on Northwestern Libya, Libyan Journal of Meteorology, 2012.
.10Al–Khatib, F., Rainfall and Temperature Trends in the Tripolitania Region, Mediterranean Climate Journal, 2016.