مجلة العلوم العربية والإنسانية
Journal of Arabic Sciences & Humanities
مجلة دورية علمية محكمة ربع سنوية
إدارة الجمعيات والمجلات العلمية
Administration of Scientific Journals & Associations
E-ISSN: 1658-9602
www.jahs.qu.edu.sa

19، (1)، محرّم، 1447
July, 2025

التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكميات الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد

The Environmental Impact of Temperatures and Rain Quantities on the Vegetation in the Eastern Parts of Jazan Region using Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing

منى بنت سالم بن محمد الحربي
قسم العلوم الفيزيائية، برنامج نظم المعلومات الجغرافية، كلية العلوم، جامعة جدة، جدة، المملكة العربية السعودية

الملخص:
تهدف هذه الدراسة المناخية التطبيقية إلى معرفة مدى التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكميات الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد، خلال الفترة الزمنية (2011-2023م). واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي. وعوّلت الدراسة في تصنيف الغطاء النباتي حسب الكثافة والمساحة على مرئية فضائية لقمر لاندسات LandSat 8 تغطي منطقة الدراسة، وتم تطبيق أحد أهم المؤشرات النباتية المعتمدة على معطيات الاستشعار عن بعد، وهو مؤشر فرق النبات المعياري (NDVI). وتوصلت الدراسة إلى عدة نتائج، من أهمها: وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائياً عند مستوى ثقة (0.01) بين متغيرات الدراسة، واتخذت هذه العلاقة اتجاهاً طردياً بين كمية الأمطار ومؤشر NDVI، فكلما ارتفعت كمية الأمطار زادت قيمة مؤشر NDVI، وأصبح الغطاء النباتي أكثر كثافة، والعكس صحيح. في حين اتخذت العلاقة بين درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) ومؤشر NDVI اتجاها عكسياً فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت قيمة مؤشر NDVI، وأصبح النبات أقل كثافة، والعكس صحيح.

الكلمات المفتاحية: الاستيفاء المكاني، مؤشر فرق النبات المعياري، التصنيف

Abstract:
This study investigates the environmental impact of temperature and rainfall on vegetation in the eastern parts of the Jizan region from 2011 to 2023, using geographic information systems (GIS) and remote sensing. A descriptive-analytical approach was applied, with vegetation classified by density and area using LandSat 8 satellite imagery. The study employed the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), a key remote sensing indicator of plant health. The results revealed a statistically significant correlation (at the 0.01 confidence level) between the study variables. Specifically, a positive correlation was found between rainfall and the NDVI index: as rainfall increases, NDVI values rise and vegetation becomes denser. In contrast, a negative correlation emerged between temperature (average, maximum, and minimum) and NDVI: higher temperatures correspond to lower NDVI values, indicating reduced vegetation cover. These findings highlight the crucial influence of climatic factors on vegetation patterns in arid and semi-arid regions.

Keywords: Spatial interpolation, Normalized Difference Vegetation(NDVI), Classification

الإحالة APA Citation:
الحربي، منى. (2025). التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكميات الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد. *مجلة العلوم العربية والإنسانية*، *19*، (1)، 95-138.

اسْتُلم في: 18-05-1446/ قُبل في: 15-08-1446/نُشر في: 27-01-1447
Received on: 20-11-2024/**Accepted on:** 16-02-2025/**Published on:** 22-07-2025

1. المقدمة

يُعد استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في الدراسات المناخية التطبيقية أمراً ضرورياً ومهماً يستوجب الأخذ به، كدراسة تأثير المناخ على الغطاء النباتي؛ وذلك لتوفير رؤية واقعية وشاملة في كيفية استجابة الغطاء النباتي للأحوال المناخية المتباينة من منطقة إلى أخرى، خاصة في البيئات الجافة وشبة الجافة والتي تنتمي إليها منطقة الدراسة، والمتمثلة في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان بالمملكة العربية السعودية.

ترتبط كثافة الغطاء النباتي ونوعيته ارتباطاً قوياً بالظروف المناخية، وقد يُؤكد البعض أن النباتات هي المرآة الصادقة التي تنعكس- من خلالها- الاختلافات المناخية، حيث يسود في كل منطقة مناخية نموذجٌ نباتيٌ معينٌ (موسى، 2017).

وتعد الأمطار المصدر الأساس للمياه التي تحتاجها النباتات الطبيعية، إلا أنها تؤدي دوراً حاسماً ومهماً ليس فقط في تحديد الصفات العامة للغطاء النباتي، واختلاف أنواعه وكثافة توزيعه الجغرافي، بل تلعب- أيضاً - دوراً مهماً في كل مرحلة من مراحل حياته. ويعد الماء هو مصدر الحياة بالنسبة للنباتات، كما يقوم بدور الوسيط في نقل المواد الغذائية من التربة إلى الأنسجة النامية، إذ يعد سر تواجدها وحياتها، فعملية التركيب الضوئي واستغلال الطاقة الشمسية لا يمكن أن تتم بدون ماء (الراوي وآخرون، 2017).

يظهر أثر الحرارة واضحاً في تبادل العناصر بين النبات والوسط الذي يعيش فيه، وكذلك في تحول المواد وحركتها في جسم النبات، حيث تؤثر درجة الحرارة على عملية التمثيل الضوئي وعلى التوزيع الجغرافي وعلى عملية النتح، بالإضافة إلى أثر درجة الحرارة على تفتح الأزهار، وعلى تطور حجم النباتات وكبرها، كذلك يمكن أن نلاحظ أثر درجة الحرارة على مورفولوجيا النبات (أي التغير في شكل النبات) فيمكن للحرارة أن تسرع أو تبطئ من التحليل الكيميائي في الأجسام الحية، وبوجه عام فإن النباتات تستطيع العيش في درجات حرارة بين الصفر المئوي و (45-50ْ م) (أبو سمور، 2005).

ويُمكّن الاستشعار عن بُعد بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية من دراسة العلاقة بين متغيرات الدراسة (درجة الحرارة، وكمية الأمطار) وتوزيع الغطاء النباتي من خلال تطبيق المؤشرات ذات الصلة بالنباتات، والتي أدت دوراً مهماً في الدراسات النباتية في مختلف البيئات المحلية في المملكة العربية السعودية، وعلى الصعيد العالمي كذلك. وتسهم دراسة معدلات الأمطار ودرجات الحرارة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في إجراء الكثير من التحليلات، وذلك من خلال دمج البيانات ضمن سياق مكاني خلال فترة زمنية محددة. إن بيئة نظم المعلومات تسمح بعمل توليف أو استيفاء مكاني بالمناطق التي لا توجد بها شبكة رصد مما يضمن لنا التغطية الشاملة لمتغيرات الدراسة المناخية، حيث تتألف عناصر التوليف المكاني من شبكة مدخلة من النقاط المنتظمة أو غير المنتظمة، وتحمل

قيم الظاهرة المرصودة ميدانياً والتي تكون بمثابة نقط التحكم التي يستخدمها البرنامج في توليف واشتقاق قيم النقاط الأخرى (شرف، 2008).

ويعد استخراج معلومات الغطاء النباتي من صور الاستشعار عن بُعد من خلال تفسير صور الأقمار الصناعية بناء على عناصر التفسير مثل: لون الصورة، والملمس، والنمط، ومعلومات الارتباط، بالإضافة إلى تطوير طرق متنوعة للقيام بذلك، والتي تشمل خطوات متسلسلة ينطوي عليها رسم خرائط الغطاء النباتي، بدءاً من المعالجة المسبقة للصور لتحسين جودة الصور الأصلية وصولاً إلى تصنيف الصور التي هي الهدف الأساس في معظم عمليات الاستشعار عن بُعد والمعالجة الرقمية، حيث الخروج بخريطة موضوعية ضمن حيز مكاني، وتعتمد في عملية التصنيف أن كل بكسل من المرئية يتبع لإحدى مجموعات الغطاء الأرضي المحددة.

ونظراً لأن الأجزاء الشرقية من منطقة جازان (منطقة الدراسة) لم تحظ- حسب علم الباحثة - بدراسة مستقلة تتناول مدى تأثير درجات الحرارة وكمية الأمطار على الغطاء النباتي فيها، كان من الضروري إجراء هذه الدراسة التطبيقية المناخية في ذلك الموضوع؛ للوقوف على مدى تأثير درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان من خلال استخدام التقنيات الحديثة، وتم اختيار هذه المنطقة؛ لكونها من المناطق المميزة بغطائها النباتي المتنوع، كما يساعد إجراء هذا النوع من الدراسات التطبيقية المخططين وصانعي السياسات في المراكز البيئية الوطنية بالمملكة العربية السعودية في اتخاذ القرارات المتعلقة في المحافظة على المناطق الطبيعية، وتطوير إستراتيجيات متنوعة للتنمية المستدامة لهذا الغطاء النباتي بالمنطقة.

2. مشكلة الدراسة وأهميتها

تتحدد مشكلة الدراسة في بيان مدى التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكمية الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان؛ نظراً لما تتميز به منطقة الدراسة من تنوع غطائها النباتي، حيث تضم منطقة جازان الكثير من أنواع النباتات المختلفة التي وصفها (المسرحي، 2012)، وذكر منها 524نوعاً، واشتملت على قسمين: النباتات البرية الشائعة، وبعض النباتات النادرة والمهددة بالانقراض. وتتسم منطقة الدراسة- رغم صغر مساحتها التي تقدر بـ 3939كم2- بالتباين المكاني لكمية الأمطار ودرجات الحرارة بها، وأكد المتحدث الرسمي بالمركز الوطني للأرصاد أن جازان تقترب من المناخ الاستوائي الماطر طوال العام، كما أن هناك تغيراً مناخياً نسبياً في عدد من مناطق المملكة العربية السعودية، وبالأخص على جازان والمرتفعات الجبلية (صحيفة عاجل، 7سبتمبر، 2024: https://ajel.sa/local/ao95tuqaa2).

وذكر (Hatfield et al, 2015) أنه من المتوقع أن تؤثر درجات الحرارة المرتفعة مع تغير المناخ وإمكانية حدوث المزيد من الأحداث المناخية المتطرفة على إنتاجية النبات. وتؤدي درجات الحرارة المرتفعة وحدوث أنماط هطول

مطري متغير إلى حدوث إجهاد للنباتات المحلية بالمنطقة، مما يستدعي إجراء دراسة تطبيقية تشمل أهم العناصر المناخية (درجات الحرارة، والأمطار)؛ لمعرفة مدى تأثيرها على الغطاء النباتي من حيث كثافته.

تبرز أهمية الدراسة في كونها من الدراسات الجغرافية التي تستخدم تقنيتي نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في دراسة التأثير البيئي لدرجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان، مما يسهم في تسريع العملية التنموية بالمنطقة خاصة، علما بأن هذه المنطقة تسير نحو تحقيق جذب سياحي لها معتمدة في ذلك على عناصر عدة، ومن أهمها: البيئة الطبيعية التي تزخر بها، بما في ذلك الغطاء النباتي المتنوع.

3. أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكميات الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان، وتحت ذلك الهدف الرئيس تندرج الأهداف الفرعية الآتية:

- إظهار توزيع درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) في منطقة الدراسة.
- دراسة توزيع كمية الأمطار في منطقة الدراسة.
- تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.
- دراسة العلاقة الارتباطية بين درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار والغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

4. مفاهيم البحث

1.4. الاستيفاء المكاني أو التوليف المكاني Spatial Interpolation

يعد التوليف المكاني أحد أساليب اشتقاق وتقدير قيم الظاهرة الموزعة في نطاق أراضي معين اعتماداً على مجموعة أخرى من قيم الظاهرة نفسها المرصودة حقلياً. وتتعدد الطرق المستخدمة في توليف بيانات السطح؛ ومنها: طريقة التوليف الخطي، طريقة مضلعات ثيسن، طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)، طريقة الشرائح (Splines)، طريقة كريجنج (Kriging) وجميعها يعتمد على عدد النقط معلومة القيمة؛ لكونها نقط الأساس التي تتحكم في تقدير قيم النقاط غير المعلومة القيم، وتعتمد كل طريقة في تقدير القيم على أساليب حسابية أو إحصائية، ويناسب كل طريقة ظاهرة أو مجموعة ظواهر معينة تبعاً لطبيعة توزيع أو انتشار الظاهرة، وتبعاً للدقة المطلوبة للتوليف. وبوجه عام فإن طرق التوليف تستخدم الأسس الآتية:

- **توليف يقوم على أساس شامل**: يعني أن أسلوب التوليف يضع في حسابه عند تقدير قيم كل نقطة علاقة هذه النقطة بجميع نقط التحكم (معلومة القيمة).

–توليف يقوم على أساس موضعي: يعني أن أسلوب التوليف يضع في حسابه عند تقدير قيم كل نقطة علاقة هذه النقطة بالنقط المجاورة لها فقط (أقرب نقط متجاورة للنقطة المعلومة).

–توليف دقيق: يمر السطح الناتج عنه بجميع نقاط التحكم دون أن يتجاهل أي من قيم هذه النقط، ويستخدم عندما لا يوجد شك في صحة البيانات المرصودة حقلياً، وفي هذه الحالة تظهر خطوط التساوي بانحناءات حادة.

–توليف غير دقيق: لا يمر السطح الناتج عنه بنقط التحكم أو يمر ببعض منها، ويستخدم عندما يكون هناك شك في صحة البيانات المرصودة حقلياً، وفي هذه الحالة تظهر خطوط التساوي بانحناءات غير حادة (ناعمة).

وتم الاعتماد في هذه الدراسة على طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)، وهي طريقة توليف موضعي تعتمد في عملية التوليف على المسافات بين نقاط التحكم، حيث يتم الربط بين كل نقطتين من نقاط التحكم، ثم تقدر قيم النقط بين كل نقطتين عن طريق مقلوب المسافة بينهما، التي تكون موزونة بقيمة المدى بين الحد الأدنى والحد الأعلى لقيمتي المسافة، وتكون قيم النقاط المؤلفة بين هذا المدى (شرف، 2008).

2.4. المؤشرات النباتية Vegetation index: حسنت المؤشرات النباتية البسيطة المعتمدة على الاستشعار عن بعد، التي تجمع بين النطاقات المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة بشكل كبير من حساسية الكشف على الغطاء النباتي الأخضر. وتتمتع كل بيئة بخصائص مختلفة ومتغيرة ومعقدة يجب مراعاتها عند استخدام أجهزة الاستشعار عن بُعد المتعددة؛ لذلك فإن كل جهاز استشعار له تعبيره الخاص عن النباتات الخضراء، وملاءمته لاستخدامات محددة، وفق بعض العوامل المحددة (Li, 2017, p7). حيث يجب عند استخدامات المؤشرات النباتية أن يكون الباحث على معرفة مسبقة بالبيئة التي يعمل على دراستها، فالمؤشرات النباتية متعددة الاستخدامات، فبعض هذه المؤشرات أثبتت ملائمها للاستخدام في البيئات الجافة وشبة الجافة، وبعضها يكون ملائماً في البيئات المائية أو الأراضي الرطبة. ويعد مؤشر فرق النبات المعياري(NDVI) الذي تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة من أوائل الأدلة النباتية وأكثرها انتشاراً، وخوارزمية هذا الدليل ببساطة عبارة عن قسمة الفرق بين قيمتي نطاقي: الأشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة على مجموع قيمتها (العمران، 2012).

وتعتمد خواص الغطاء النباتي التي يمكن تميزها بالاستشعار عن بعد بشكل كبير على أطوال الموجات الكهرومغناطيسية التي تعكسها (0.3–3ميكرومتر) أو يشعها (3–15 ميكرومتر) النبات الأخضر والتيجان والأوراق المكونة لها، ويتم تسجيل هذه الانعكاسات أو الانبعاثات المختلفة على هيئة صورة جوية أو تؤخذ كبيانات فضائية (مرئيات القمر الاصطناعي لاندسات الأمريكي مثلاً). وتعتمد كمية الطاقة المنعكسة Reflected Energy (0.3–3ميكرومتر) من الغطاء النباتي على ثلاثة عوامل هي:

– كمية الطاقة الشمسية أو سواها من مصادر الطاقة الواردة للغطاء النباتي.

- كمية الطاقة الماصة من قبل أوراق الغطاء النباتي.
- الطاقة النافذة من خلال الأورق النباتية الخضراء من حيث الكيف والكم (الداغستاني، 2003).

5. الدراسات السابقة

هناك الكثير من الدراسات التي تناولت تأثير المناخ أو عناصره على الغطاء النباتي، ومنها:

دراسة خلف (2022) بعنوان" تحليل أثر التغير في درجة الحرارة والأمطار على الغطاء النباتي في قضاء الحضر". هدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على التغيرات الحديثة في عناصر المناخ وتحديداً عنصري المطر والحرارة على الغطاء النباتي من خلال استخدام وسائل وبرامج حديثة؛ للوصول إلى نتائج دقيقة نسبياً للعلاقة بين هذين العنصرين والغطاء النباتي من حيث كثافته ومساحته في المنطقة المحددة. من أجل التنبؤ بما يمكن أن يحدث من تغير بخصائص النبات الطبيعي وكثافته في ضوء التغيرات المحتملة في عنصري الحرارة والأمطار مستقبلاً. وتوصلت الدراسة إلى تباين الغطاء النباتي تبياناً واضحاً تبعاً للجفاف في منطقة الدراسة، حيث إن الأمطار في المنطقة شهدت اتجاهاً عاماً نحو الانخفاض.

دراسة السلماني وآخرين (2023) بعنوان "تحديد أثر العناصر المناخية على الغطاء النباتي بالاعتماد على معطيات الاستشعار عن بُعد "قضاء الحمدانية كحالة دراسة". استخدمت الدراسة البيانات المناخية لتتبع أثر التغاير فيها على مساحة الغطاء النباتي بالاعتماد على قيم المؤشر النباتي؛ وذلك بهدف تمثيل مساحات الغطاء النباتي على مستوى فصول الخريف للأعوام المطرية (2013-2019) الملتقطة من الأقمار الصناعية لمنطقة الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى وجود أكثر من عنصر مناخي يؤثر في تباين الغطاء النباتي خلال فصول الخريف للأعوام المطرية (2013-2019)، وكان الإشعاع الشمسي الفعلي ودرجة حرارة الهواء العليا والرطوبة النسبية والرياح من أهم العناصر المؤثرة في تباين الغطاء النباتي.

دراسة شيميز وآخرين (2024) بعنوان" دراسة الأهمية النسبية لتغير هطول الأمطار وحساسية درجات الحرارة في تحديد قابلية بقاء النباتات المتوطنة في الغابات المطيرة شبه الاستوائية المهددة بالانقراض Triunia robusta (Proteaceae)". هدفت الدراسة إلى البحث عن مدى التأثير النسبي للتغير المناخي على بقاء شجرة Triunia robusta، وهي شجيرة غابات مطيرة مهددة بالانقراض متوطنة في جنوب شرق كوينزلاند، أستراليا. وتوصلت الدراسة إلى تعرض الكثير من مجموعات الأشجار الصغيرة للانقراض المحلي بغض النظر عن الموقع الجغرافي أو الضغوطات المناخية، في حين أظهرت بعض المجموعات الأكبر حجماً الواقعة في الطرف الجنوبي من نطاق التوزيع بأنها أكثر استمراراً في الموقع. كما وُجِد أن أشجار Triunia robusta حساسة لانخفاض هطول الأمطار وارتفاع درجة الحرارة.

دراسة كونج وآخرين (2024) Cong et al بعنوان "التفاعل بين درجة الحرارة وهطول الأمطار على نطاق التوزيع المحتمل لنبات البتولا الألماني في منطقة الأشجار الجبلية في جبل تشانجباي"، اعتمدت الدراسة على استخدام صور الأقمار الصناعية GF-2، بالإضافة إلى متغيرات المناخ الحيوي والطبوغرافيا؛ لتطوير نموذج ملائم للنطاق البيئي بناءً على خوارزميات توزيع الأنواع باستخدام Biomod2. وتم دراسة توزيع البيئات الملائمة لشجرة البتولا (Betula ermanii) تحت ثلاثة سيناريوهات لتغير المناخ: سيناريو منخفض (SSP126)، متوسط (SSP370)، وعالي (SSP585) لانبعاثات المستقبل بين فترتين زمنيتين متتاليتين (الحالية–2055، و2055–2085). وتوصلت الدراسة أنه بحلول عام 2055، سيتوسع النطاق المحتمل لتوزيع شجرة البتولا تحت جميع السيناريوهات الثلاثة للمناخ.

دراسة العبدلي (2024) بعنوان "قابلية التأثر بدورة المناخ وتقييم آثاره على الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية "دراسة حالة محمية الأمير محمد بن سلمان"، هدفت الدراسة إلى كشف التغيرات في الدورة المناخية وأثرها على الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وبيان قيم التغير ونسبه في الغطاء النباتي في الفترة المستخلصة من بيانات القمر الاصطناعي(Landsat) في صيف (2018–2024)، وتحديد أكثر مناطق الغطاء النباتي تغيراً في منطقة الدراسة. وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة سلبية قوية (–0.85) بين درجة الحرارة وعدد الأنواع المراقبة، مما يعني أنه مع زيادة درجة الحرارة تنخفض احتمالية تنوع الأنواع، في حين تظهر علاقة إيجابية قوية بين الرطوبة الهواء والتساقطات المطرية (0.70 و0.90) على التوالي، مما يشير إلى أن زيادة هذين العاملين تعزز التنوع البيولوجي.

ومن خلال ما تم استعراضه من دراسات سابقة، نجد أن الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد كان له أهميته التطبيقية في دراسة العناصر المناخية وأثرها على الغطاء النباتي. وتختلف هذه الدراسة في أنها تركز على أثر عنصري درجات الحرارة وكمية الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد. وذلك نتيجة لما شهدته المنطقة من وجود تغير مناخي ملحوظ؛ يستوجب هذا وجود دراسة تطبيقية خاصة بالنبات، وذلك لتقديم رؤيا واضحة في هذا الموضوع.

6.منهجية البحث

اتبعت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وذلك من خلال دراسة خصائص الظاهرة ووصفها وتحديد العلاقة بين متغيرات الدراسة وتحليلها، وهذه المتغيرات تشمل عنصري (درجات الحرارة وكمية الأمطار)، والغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

6.1. بيانات الدراسة

اعتمدت الدراسة في جمع البيانات على عدد من المصادر، والتي يمكن إيجازها في النقاط الآتية:

1.1.6. البيانات المناخية: تم الاعتماد في دراسة درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار في منطقة

الدراسة على متوسط سلسلتين من مجموعة بيانات CRU TS التي تنتجها وحدة الأبحاث المناخية (CRU) في جامعة (East Anglia). تمتد السلسلة الأولى من (2011–2020) والسلسلة الثانية من (2021–2023) مما يغطي دورة مناخية صغرى (ثلاث عشرة سنة). وتعد هذه البيانات من البيانات عالية الدقة، وتوجد لها عدة إصدارات، كان آخرها إصدار (CRU TS v. 4.08) الذي أطلق في (27 يونيو 2024). وهي متاحة من خلال الرابط: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/

2.1.6. بيانات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة: تم تنزيل مرئية فضائية لمنطقة الدراسة من موقع المساحة الأمريكي USGS، وفق الصف والعامود path-48 Row176 ملتقطة بتاريخ 10/ 4/ 2023م من قمر لاندسات LandSat8 لاقط OLI، بدقة 30 متراً. وهي متاحة من خلال الرابط: https://earthexplorer.usgs.gov.

3.1.6. بيانات نموذج الارتفاع الرقمي: تم تنزيل نموذج ارتفاع رقمي SRTM لمنطقة الدراسة من موقع المساحة الأمريكي USGS بدقة 30 متراً، وفق الإحداثيات: (16 , 43) (16 , 42) (17 , 42) (17 , 43). متاح من خلال الرابط: https://earthexplorer.usgs.gov

2.6. أساليب الدراسة: اعتمدت الدراسة على عدة أساليب، ويمكن إيجازها بالخطوات الآتية:

1.2.6. الأسلوب الكارتوجرافي: تم الاعتماد على الأسلوب الكارتوجرافي في برنامج ArcGIS، لإجراء الكثير من التحليلات المكانية من خلال استخدام أدوات التحليل المكاني (spatial analyst tools) وإنتاج الخرائط، والذي اشتمل على الخطوات الآتية:

1.1.2.6. درجات الحرارة وكمية الأمطار: لإيجاد درجات الحرارة وكمية الأمطار تم عمل مجموعة من الخطوات على النحو الآتي:

- تحويل للصورة (درجات الحرارة وكمية الأمطار) من صيغة NetCDF إلى Raster ، وذلك لإظهارها مباشرة في ArcMAP.
- عمل التركيب النطاقي لدمج 120 باندًا، حيث يمثل كل باند شهر من شهور السنة خلال سنوات الدراسة، ومن ثم استخراج كمية الأمطار ودرجات الحرارة السنوية (المتوسطة والعظمى والصغرى).
- اقتطاع المملكة العربية السعودية من طبقة العالم لدرجات الحرارة وكمية الأمطار من خلال Shapefile للمملكة العربية السعودية، وذلك كمنطقة تركيز بطبقة جديدة.
- تحويل طبقة المملكة العربية السعودية من الصيغة الشبكية Raster إلى نقاط Point؛ وذلك لتطبيق طريقة الاستيفاء المكاني Spatial Interpolation.
- تحويل الطبقات من الإحداثيات الجغرافية إلى الإحداثيات المترية WGS1984_ UTM_Zone_38N.
- تطبيق طريقة الاستيفاء المكاني Spatial Interpolation بطريقة IDW لدرجات الحرارة وكمية الأمطار.

- اقتطاع منطقة الدراسة من خلال Shapefile للمنطقة وعمل تصنيف Classify
- تطبيق طريقة إنشاء خطوط الكنتور contour؛ لإيجاد خطوط التساوي للأمطار ودرجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى).
- إنتاج خرائط كمية الأمطار ودرجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى).

2.1.2.6. مؤشرات تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة بناء على الخصائص الطيفية المعتمدة على البيانات المستشعرة عن بعد

لتصنيف الغطاء النباتي وفق كثافته في منطقة الدراسة بناءً على الخصائص الطيفية المعتمدة على البيانات المستشعرة عن بعد، تمت المقارنة بين خصائص الحد الأعلى للمدى الديناميكي لمؤشرين وهما؛ مؤشر النبات المعدل لعامل نوعية التربة Soil Adjusted Vegtation Index (SAVI) ومؤشر فرق النبات المعياري Normalized Difference Vegetation (NDVI)، واعتماد الأكثر قدرة على تحسس الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

ويعد استخدام مؤشر النبات المعدل لعامل نوعية التربة Soil Adjusted Vegtation Index (SAVI) ومؤشر فرق النبات المعياري Normalized Difference Vegetation (NDVI) أحد أساليب التحويل باستخدام النسب المركبة Complex Ratios Transform وهي عملية أكثر تعقيداً من عملية القسمة المباشرة (الحسن، 2010، ص119).

ولتطبيق المؤشرين مر العمل الكارتوجرافي بالخطوات التالية:

- اقتطاع منطقة الدراسة من المرئية من خلال Shapefile لمنطقة الدراسة.
- تطبيق معادلة مؤشر النبات المعدل لعامل نوعية التربة SAVI ومؤشر فرق النبات المعياري NDVI من خلال أداة Map Algebra والذي تتراوح قيمته ما بين (-1 و +1) والتي تتأخذ الشكل الآتي:

$$SAVI=((NIR-RED)/(NIR+RED+L))\times(1+L) \quad \text{(معادلة 1)} \quad \text{(Ramachandra., 2007, p17)}$$

$$NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED) \quad \text{(معادلة 2)} \quad \text{(Anees et al., 2004, p4)}$$

حيث إن:

NIR= كمية الاشعاع المنعكس في نطاق الأشعة تحت الحمراء.

RED= كمية الاشعاع المنعكس في نطاق الأشعة الحمراء .

L=0.5

1= قيمة ثابتة

- مقارنة الحد الأعلى للمدى الديناميكي لمؤشري SAVI و NDVI

- اعتماد مؤشر NDVI لتصنيف الغطاء النباتي وفق كثافته في منطقة الدراسة.

- إجراء تصنيف Classify لنتيجة مؤشر NDVI للخلايا من خلال خصائص الطبقة، واستخراج حد العتبة للنباتات والتي بلغت من (0.121) فأعلى للنبات.
- تصنيف نتيجة مؤشر NDVI إلى خمس فئات حسب كثافة الغطاء النباتي (مناطق جرداء- نباتات فقيرة- نباتات متوسطة الغنى- نباتات غنية- نباتات غنية جداً)، بناء على قيمة المدى الديناميكي للغطاء النباتي لمؤشر NDVI وإجراء التصنيف المراقب.
- إجراء إعادة التصنيف Reclassify لمؤشر NDVI لاستخراج عدد الخلايا، وحساب المساحات من خلال الأداة Reclass.
- تقييم دقة التصنيف Accuracy Assessment of Classification للغطاء النباتي لمؤشر NDVI بناءً على تطبيق معامل كابا.

3.1.2.6. مؤشرات القحولة/ الجفاف

1.3.1.2.6. قرينة القحولة/الجفاف لديمارتون De Martonne

وجدت مجموعة أو عدة طرق رياضية بسيطة يمكن من خلالها تحديد قيمة تعكس حالة وجود قحولة أو عدم وجودها، وهل هناك درجة من الجفاف، ومعرفة الحالة النباتية المصاحبة له في كل حال من الأحوال. ويُعد ديمارتون من أوائل الجغرافيين الذين وضعوا طريقة لتحديد القحولة. وقد اعتمد في دراسته عن معامل القحولة The Index of Aridity الذي نشره عام (1926) على أساس أن فعل الحرارة يكون غالباً أو سائداً في العروض العليا، والتساقط يكون في العروض الدنيا، وهما يمارسان تأثيرهما في أي مكان، فكل منهما أكثر حساسية في مكانه (التركماني، 2011).

اعتمد ديمارتون De Martonne على حساب مؤشر القحولة Aridity Index في تقسيم العالم إلى أقاليم مناخية، وعوّل في حساباته على المعادلة التالية:

$$\text{Aridity Index} = \left(\frac{p}{T+10}\right) \qquad \text{معادلة (3)}$$

P= المتوسط السنوي للأمطار (مم)

T= المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (مْ)

10= رقم ثابت

وخلص إلى تقسيم العالم إلى خمسة أقاليم مناخية رئيسة، وربط بينها وبين نوع النبات الطبيعي السائد، وهي موزعة كالآتي:

- **المناخ الجاف**: ويشمل النطاقات الصحراوية التي ينخفض فيها مؤشر الجفاف إلى أقل من 5.
- **المناخ شبة الجاف**: ويشمل النطاقات التي يسودها أعشاب فقيرة، ويتراوح فيها مؤشر الجفاف بين 5، 10.
- **المناخ شبة الرطب**: ويشمل نطاقات الحشائش التي يتراوح فيها مؤشر الجفاف بين 10، 20.

- **المناخ الرطب:** ويشمل النطاقات التي يسودها حشائش غنية تتخللها أشجار، ويتراوح فيها مؤشر الجفاف بين 20، 30.
- **المناخ المطير:** ويشمل نطاقات الغابات، ويرتفع فيها مؤشر الجفاف إلى أكثر من 30. (شرف، 2008م، ص249).

وبناء على ذلك تم تطبيق المعادلة في برنامج ArcGIS من خلال أداة Map Algebra وإجراء تصنيف Classify لنتيجة المؤشر، وبمقارنة نتيجة المعادلة مع تقسيم ديمارتون تتحدد نوع المناخ والغطاء النباتي وفق القيمة العددية للتأثير الفعلي للأمطار.

- تم إجراء إعادة التصنيف Reclassify لمؤشر ديمارتون لاستخراج عدد الخلايا وحساب المساحات من خلال الأداة Reclass.

2.3.1.2.6. قرينة الجفاف لثورنثويت

تعتمد جميع النظم الحديثة المستخدمة في تحديد الجفاف على مفهوم التوزان المائي، ويعد ثورنثويت أول من اعتنى بقياس التوازن المائي، ووضع معاملاً اعتمد فيها على كمية الأمطار ودرجة الحرارة (الراوي وآخرون، 2017م، 91). واعتمد في حساباته على المعادلة الآتية:

$$115\left(\frac{p}{T-10}\right)^{9/10}$$ معادلة (4)

حيث إن :

P = المطر بالإنج

T = متوسط الحرارة فهرنهايت

والقيم (115 ، 10 ، 9/10) معامل ثابت (الفهداوي، 2018، ص. 299–230).

وبناء على ذلك، تم تحويل طبقة الحرارة إلى فهرنهايت، وطبقة الأمطار إلى بوصة، وتطبيق المعادلة في برنامج ArcGIS خلال أداة Map Algebra وإجراء تصنيف Classify لنتيجة المؤشر، وبمقارنة نتيجة المعادلة مع (جدول 1) تتحدد نوع المناخ والغطاء النباتي وفق القيمة العددية للتأثير الفعلي للأمطار.

- تم إجراء إعادة التصنيف Reclassify لمؤشر ثورنثويت لاستخراج عدد الخلايا وحساب المساحات من خلال الأداة Reclass.

4.1.2.6. العينة العشوائية

- تم إنشاء طبقة نقطية تمثل عينة عشوائية Random Sample، وعددها (224) موزعة على كامل منطقة الدراسة لدراسة العلاقة بين عنصري المناخ (درجات الحرارة وكمية الامطار) ومؤشر NDVI. (شكل: 1)

جدول (1) نوع المناخ والغطاء النباتي والقيمة العددية للتأثير الفعلي للأمطار وفق مؤشر ثورنثويت

نوع المناخ	نوع الغطاء النباتي	القيمة الفعلية للمطر
رطب جداً	غابات مطيرة	128 وأكثر
رطب	غابات	127-64
شبة رطب	حشائش غنية	63-32
شبة جاف	حشائش قصيرة	31-16
جاف	نباتات صحراوية	16 وأقل

المصدر: (الفهداوي، 2018، ص. 299-230)

- تم استخراج درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار وقيمة مؤشر NDVI للعينة المختارة من خلال أداة Extraction.

2.2.6. الأسلوب الكمي: اعتمدت الدراسة على الأسلوب الكمي في استخراج المتوسطات لعنصري (درجات الحرارة والأمطار)، وإيجاد العلاقة الارتباطية (معامل ارتبط بيرسون) بين متغيرات الدراسة (درجات الحرارة: المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار والغطاء النباتي (مؤشر NDVI) في منطقة الدراسة باستخدام برنامج الحزم الإحصائية في العلوم الاجتماعية SPSS.

3.2.6. الأسلوب الميداني: اعتمدت الدراسة على الأسلوب الميداني، من خلال زيارة المنطقة بتاريخ (12/ 9/ 2024م وحتى 14/ 9/ 2024م) للوقوف على بيئة المنطقة، وإجراء زيارات استطلاعية؛ للتعرف على أهم الأنواع النباتية. (شكل:1).

7.الإطار النظري

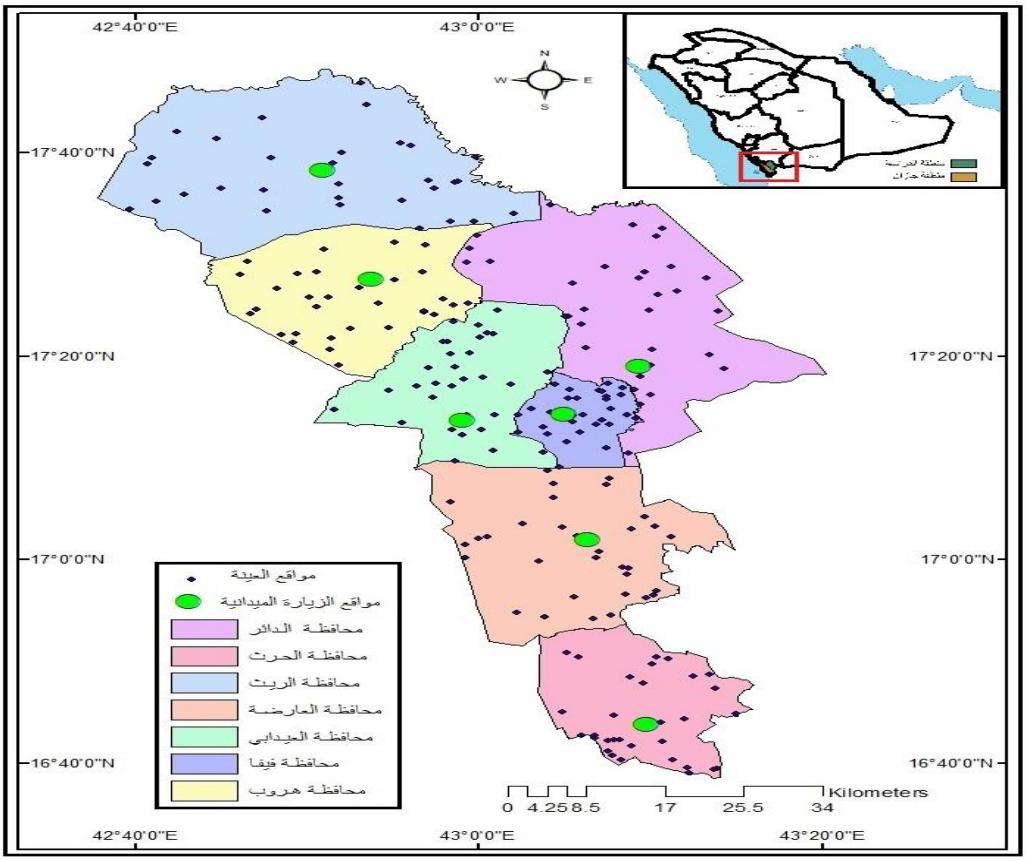
تناول الإطار النظري مناقشة عدد من المواضيع ذات الصلة بهذه الدراسة، ومنها:- التعريف بمنطقة الدراسة، والعوامل المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة، وتوزيع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

1.7. التعريف بمنطقة الدراسة

تمتد منطقة جازان في أقصى جنوب غرب المملكة العربية السعودية، وتبلغ مساحة منطقة جازان (13000كم2) (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، 2012، ص. 14). وتشمل منطقة الدراسة على المحافظات الشرقية من منطقة جازان، وعددها (سبع

محافظات) وهي؛ الريث، هروب، الدائر، العيدابي، فيفا، العارضة، الحرث (شكل:1). وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (3939كم2). وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 38َ 16ْ و48َ 17ْ شمالاً، وخطي طول 37َ 42ْ و 20َ 43ْ شرقاً.

شكل: 1 منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات أمانة منطقة جازان، الخريط الرقمية لمنطقة جازان، 2024

وفي هذا النطاق الصغير نسبياً تتنوع مظاهر التضاريس، ويؤثر هذا التنوع بدوره على تباين البيئات وتنوعها الحيوي. وتتميز منطقة الدراسة بتباين الارتفاعات، إذ تتراوح ما بين (118 إلى 2617 متراً)، ويتدرج الارتفاع من الغرب إلى الشرق (شكل 2). وتقع قرابة (28.3%) من مساحة منطقة الدراسة ضمن ارتفاع يزيد عن (1000 متر). كما تظهر في منطقة الدراسة بعض المرتفعات الجبلية التي يزيد فيها الارتفاع عن (2000 متر) على هيئة كتل جبلية منعزلة :كجبال فيفا والحشر، تفصل فيما بينها مناطق أقل ارتفاعاً.

وتم تقسيم منطقة الدراسة إلى أربع فئات (شكل 2) بناءً على التضاريس والارتفاع عن سطح البحر، وفق ما أورده

(المسرحي، 2012) عند دراسته للنباتات البرية في منطقة جازان، على النحو الآتي:

الفئة الأولى: تتراوح الارتفاعات في هذه الفئة من (118–700 متر). وتمتد هذه الفئة في النصف الغربي من منطقة الدراسة.

الفئة الثانية: تتراوح الارتفاعات في هذه الفئة من (700متر إلى 1500 متر). تمتد في النصف الشرقي من منطقة الدراسة.

الفئة الثالثة: تتراوح الارتفاعات في هذه الفئة من (1500متر إلى من 2000 متر). تمتد في أجزاء متفرقة من النصف الشرقي من منطقة الدراسة.

الفئة الربعة: تتراوح الارتفاعات في هذه الفئة من (2000متر الى 2617 متراً). تمتد في نفس أجزاء الفئة السابقة؛ لتشكل قمماً جبلية.

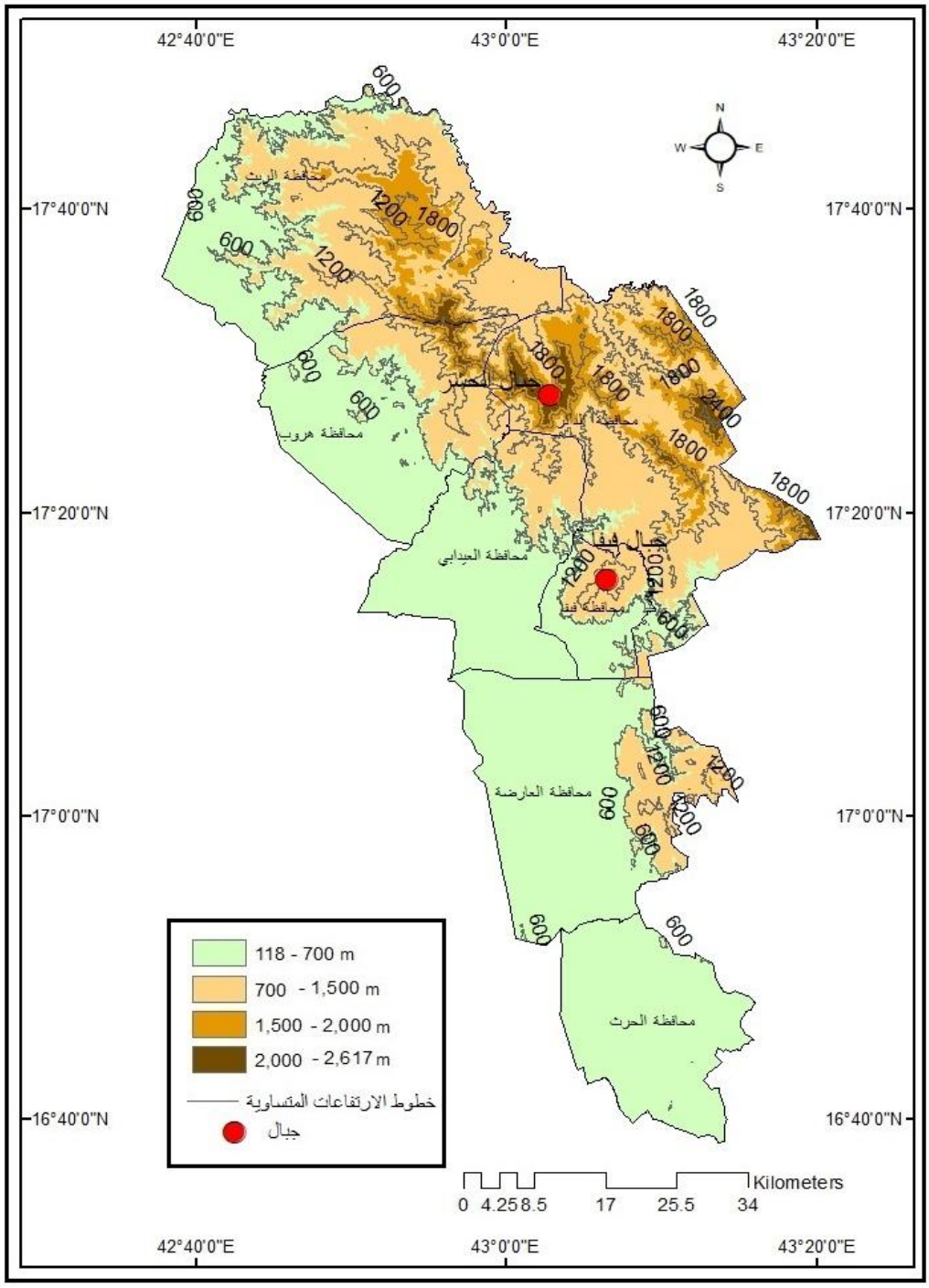
2.7.العوامل المؤثرة في المناخ بمنطقة الدراسة

تتأثر منطقة الدراسة بعدد من العوامل الطبيعية التي تؤثر في مناخ المنطقة:

1.2.7. الموقع والكتل الهوائية: يتأثر مناخ منطقة جازن –كجزء من مناخ جنوب غرب المملكة العربية السعودية – بالكثير من الكتل الهوائية لمنطقة التقارب الاستوائي Intertropical Convergence (ITCZ) كالكتلة الهوائية البحرية الاستوائية (Tropical maritime). وبسبب هذا الموقع؛ فإنه يسود فيها المناخ المداري بوجه عام، إلا أنه يختلف من حيث التفاصيل الدقيقة من مكان لآخر؛ بسبب تنوع التضاريس أو البعد عن المناطق الساحلية (المسرحي، 2012).

وتهطل الأمطار الصيفية في منطقة الدراسة؛ نتيجة تكون الكتل الهوائية الصاعدة مع تحرك كتل منطقة التقارب الاستوائي نحو المنطقة. كما تصل مؤثرات بحرية قادمة من المرتفع الآزوري بالأطلنطي عبر البحر المتوسط في شكل منخفضات جوية Cyclones تتحرك باتجاه عام من الغرب إلى الشرق لتصل إلى شمال ووسط المملكة العربية السعودية عبر أراضي الهلال الخصيب مسببة أمطاراً شتوية وربيعية في أجزاء مختلفة بما فيها المرتفعات الغربية والجنوبية الغربية (محسوب وآخرون، 1999).

شكل:2 الارتفاعات بمنطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM، متاح من خلال الرابط: https://earthexplorer.usgs.gov/

2.2.7 التضاريس: تتميز منطقة الدراسة بتباين تضاريسها، وتغطي الأراضي المتضارسة شرقها والتي تشكل ثلث مساحة منطقة الدراسة مما يؤثر على مناخ المنطقة، حيث يجعلها ذلك إقليماً منفرداً يتميز باعتدال درجات الحرارة إجمالاً، كما تتعرض الأراضي المرتفعة لهطول كميات من الأمطار المتغيرة من الناحية الزمانية والمكانية بحكم تعرضها للرياح الموسمية الجنوبية الغربية، التي تجلب الهواء الرطب من المحيط الهندي. وتسود هذه الرياح بالمناطق الجبلية، وتسبب العواصف الرعدية، ولا سيما خلال فصل الصيف (الجهني، 2019م، ص47–48). كما يسهم عامل الارتفاع في انخفاض درجات الحرارة في تلك المناطق الجبلية، ومنها جبال فيفا التي تتميز بدرجات حرارة معتدلة صيفاً والتي تصل إلى (18ْ م).

3.7 . توزيع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

تتميز منطقة الدراسة بتنوع غطائها النباتي، ووجود عدد من المجتمعات النباتية التي تزخر بها. ويشتمل الغطاء النباتي في منطقة الدراسة على مجموعتين رئيسيتين، والتي يندرج تحتها عدد من المجتمعات السائدة، وذلك ووفق ما أورده (المسرحي، 2012م) في تقسيمه للغطاء النباتي في منطقة جازان بناءً على عامل التضاريس والارتفاع عن سطح البحر لكونها من أهم العوامل المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة بما فيها العناصر المدروسة معدلات (درجات الحرارة، والأمطار). وسيقتصر التركيز على أهم المجتمعات النباتية دون الخوض في الأنواع الأخرى المترافقة، وهي (من الغرب إلى الشرق) على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: المجتمعات النباتية في المنطقة الصخرية الانتقالية (سفوح تلال تهامة الصخرية): تقع هذه المجموعة في غرب منطقة الدراسة بالمناطق التي تتراوح بين (100–700متر) فوق مستوى سطح البحر. وتوجد الكثير من المجتمعات السائدة بهذا النطاق. والتي قسمت إلى (ستة مجتمعات)، ويمكن إيجازها بالنقاط الآتية :

- مجتمعات جنسي السنطيات — البخوريات *Acacia-Commiphora Communities*
- مجتمعات الضبر *Dober glabra communities*
- مجتمعات المض *Anisotes trisulcus communities*
- مجتمعات العصاريات *Succulents communities*
- مجتمعات الإروا *Aerva javanica communities*
- مجتمعات الوديان *Waid communities*

ب– المجموعة الثانية: المجتمعات النباتية في المرتفعات الجبلية: يتراوح الارتفاع لهذا النطاق ما بين (700– 2600متر) فوق مستوى سطح البحر. وتختلف المجتمعات النباتية في هذا النطاق حسب التضاريس ومقدار الارتفاع ، كما أنها في الكثير من المواضع ذات تباين وتداخل كبير، بالإضافة إلى ما يسببه التأثير البشري ضمن القرى والهجر في تلك المرتفعات وزراعة المدرجات (الحيف) من تغيرات في الغطاء النباتي السائد، ومن ضمنها اختفاء بعض الأنواع النادرة كما هو حاصل في جبال فيفا مثلاً (المسرحي، 2012). وتنقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة نطاقات رئيسة (حسب الارتفاع) يختلف كل منها نسبياً في الأنواع السائدة ضمنه، وهي

كما يأتي:

- **المنحدرات والمرتفعات ذات النطاق 700–1500متر فوق مستوى سطح البحر** : تنتشر في هذا النطاق الكثير من المجتمعات النباتية، منها: مجتمعات السنطيات– البخوريات *Acacia–Commiphora Communities*، وفي المناطق المرتفعة (فوق1300م) يتواجد أيضاً السيال *Acacia tortilis*.

- **المنحدرات والمرتفعات ذات النطاق 1500–2000متر فوق مستوى سطح البحر**: تنتشر ضمن هذا النطاق مجتمعات القرض *Acacia etbaica* خصوصاً على المنحدرات الجافة.

– **المنحدرات والمرتفعات الأعلى من 2000 متر فوق مستوى سطح البحر**: تنتشر في هذا النطاق مجتمعات العرعر *Juniperus procera* والعتم (الزيتون البري) *Olea europaea* .

8. النتائج والمناقشة

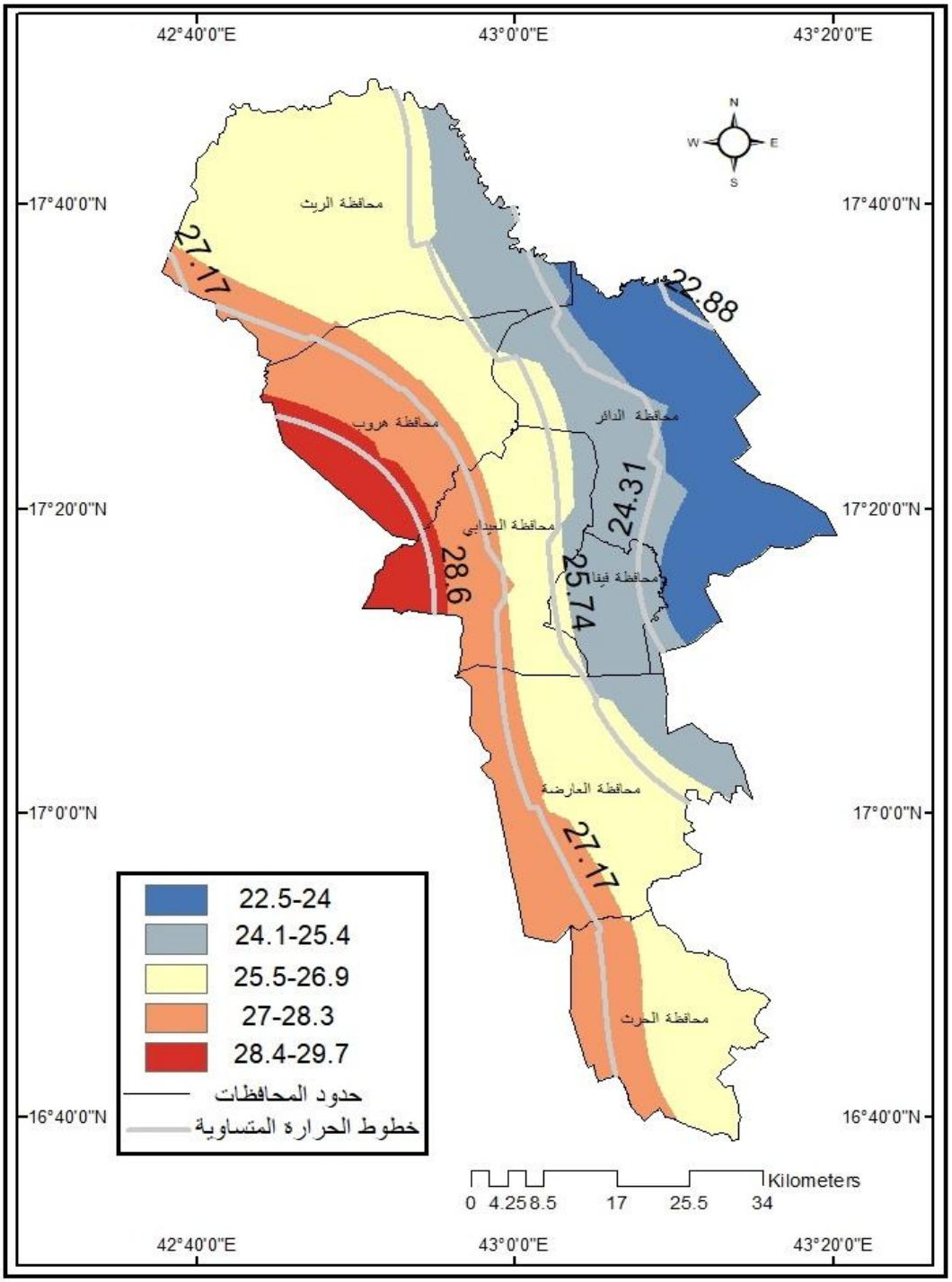
1.8. درجات الحرارة بمنطقة الدراسة

تعد النباتات في منطقة الدراسة حساسة للتغيرات في درجات الحرارة من حيث استمرار نموها وبقائها؛ لذلك نجد أن معظم النباتات في هذه البيئة هي من النباتات التي تأقلمت مع درجات حرارتها المتباينة من غربها إلى شرقها، وهذا التنوع النباتي يكاد يظهر مع تغير درجات الحرارة في كل نطاق حراري بمنطقة الدراسة. وتتميز منطقة الدراسة– على الرغم من محدودية مساحتها– بتباين درجات الحرارة فيها تبعاً لعامل الارتفاع بها. وذلك بناءً على البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية. وتم تقسيم درجات الحرارة السنوية (المتوسطة والعظمى والصغرى) إلى خمس فئات.

يلاحظ من (الشكل 3) أن درجات الحرارة المتوسطة السنوية في منطقة الدراسة تتراوح ما بين (22.5ْ م – 29.7ْ م) بمتوسط يبلغ (26.1ْ م). وتتدرج درجات الحرارة المتوسطة في منطقة الدراسة بالانخفاض من الغرب نحو الشرق حيث تبلغ درجة الحرارة أعلاها في غرب المنطقة بدءً من (28.4ْ م)، لكنها لا تتجاوز (29.7ْ م) لتنخفض في شرق المنطقة حيث تتراوح ما بين (22.5ْ م –24ْ م). وبوجه عام تقع قرابة نصف مساحة منطقة الدراسة بين درجات حرارة متوسطة تتراوح ما بين (24.1ْ م – 26.9ْ م).

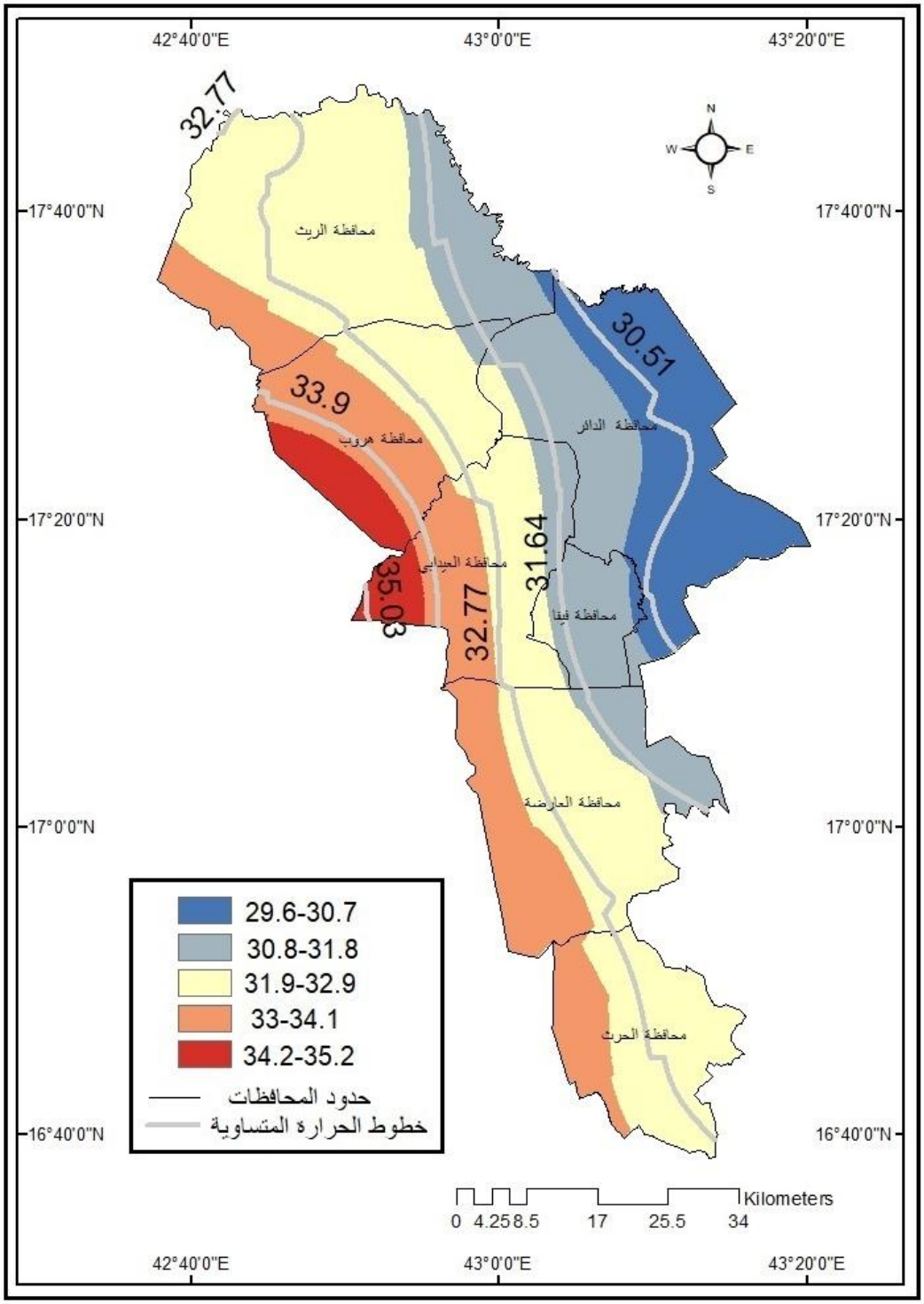
أما بالنسبة لمتوسط درجة الحرارة العظمى، فيلاحظ من (الشكل: 4) أنها تتراوح ما بين (29.6ْ م – 35.2ْ م) بمتوسط سنوي يبلغ (32.2ْ م). وتتباين تلك الدرجات على المستوى المكاني في منطقة الدراسة حيث تنخفض في شرق منطقة الدراسة لتتراوح ما بين (29.6ْ م – 30.7ْ م)، في حين تزداد درجات الحرارة كلما اتجهنا غرباً.

شكل: 3 درجات الحرارة المتوسطة السنوية في منطقة الدراسة/ مْ خلال الفترة من (2011–2023م)



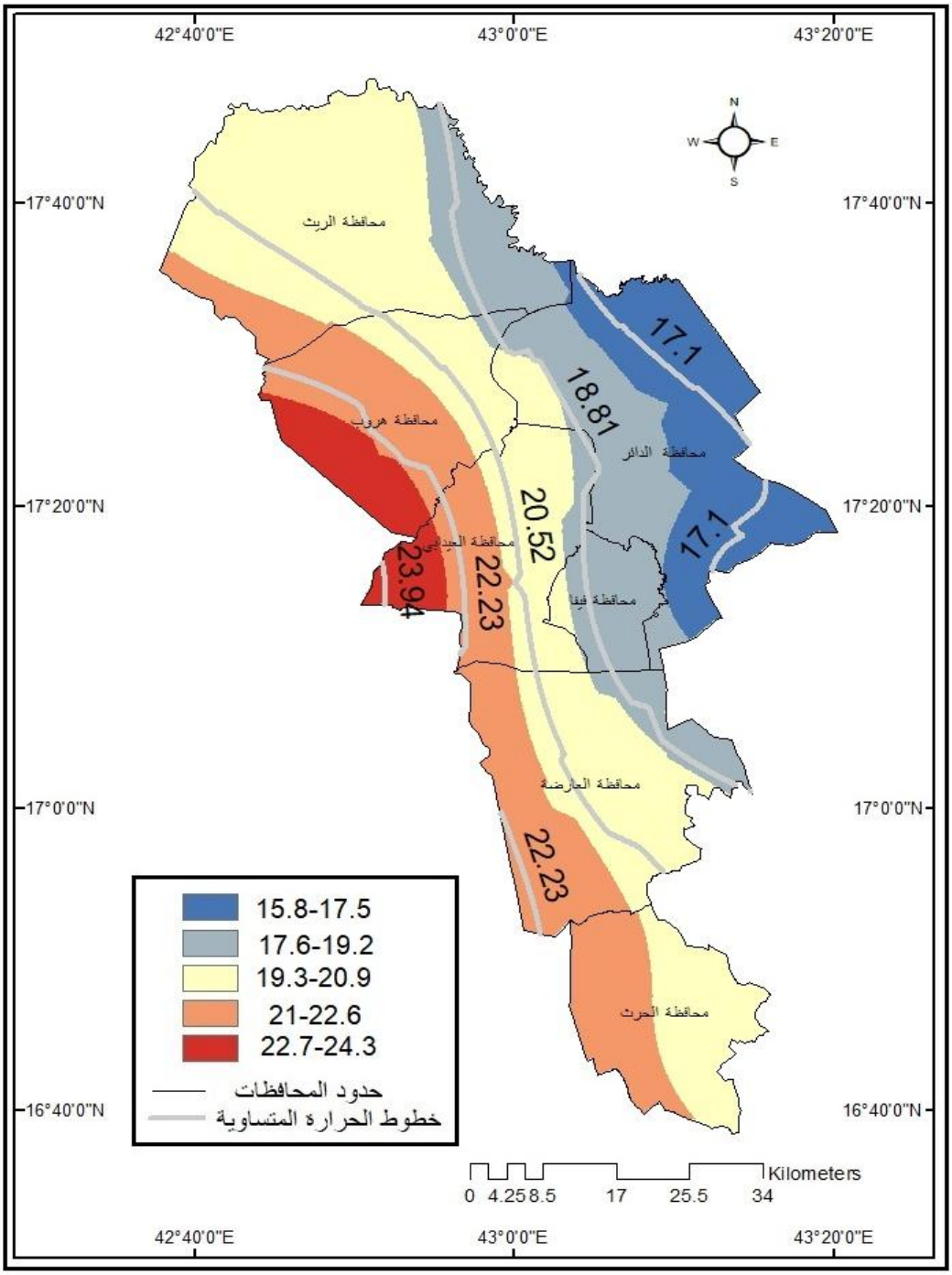
المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg**/.

شكل: 4 درجات الحرارة العظمى السنوية في منطقة الدراسة/ مْ خلال الفترة من (2011–2023م)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg**/.

شكل: 5 درجات الحرارة الصغرى السنوية في منطقة الدراسة/ مْ خلال الفترة من (2011–2023م)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/**.

جدول: 2 متوسط درجات الحرارة الشهرية في منطقة الدراسة / مْ خلال الفترة من (2011–2023)

الفصل	الشهر	شرق المنطقة	غرب المنطقة	
		أقل	أعلى	متوسط
الشتاء	ديسمبر	23.2	30.2	26.7
	يناير	22.5	29.0	25.8
	فبراير	22.2	29.2	25.7
الربيع	مارس	21.5	28.8	25.2
	ابريل	22.5	29.7	26.1
	مايو	22.8	30.8	26.8
الصيف	يونيو	23.3	30.4	26.9
	يوليو	22.5	29.7	26.1
	أغسطس	21.9	28.9	25.4
الخريف	سبتمبر	21.5	28.6	25.1
	أكتوبر	23.1	30.3	26.7
	نوفمبر	23.3	30.5	26.9
المعدل السنوي		22.5	29.7	26.1

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg**/.

بين (34.2ْ م – 35.2ْ م). وتقع قرابة ما يزيد عن نصف مساحة منطقة الدراسة ضمن تأثير درجات حرارة عظمى تتراوح ما بين (30.8ْ م -32.9ْ م).

ويلاحظ من (الشكل: 5) أن توزيع درجات لحرارة السنوية الصغرى في منطقة الدراسة يأتي بمنحنى يتفق فيه مع توزيع درجات الحرارة المتوسطة والعظمى، حيث يتراوح متوسط درجات الحرارة الصغرى بالمنطقة ما بين (15.8ْ م– 24.3ْ م) بمتوسط (19.9ْ م). ويتباين ذلك التوزيع في منطقة الدراسة على المستوى المكاني حيث تنخفض درجات الحرارة الصغرى في شرق المنطقة لتتراوح ما بين (15.8ْ م -17.5ْ م) وترتفع درجات الخرارة الصغرى كلما اتجهنا غرباً لتصل درجة الحرارة الصغرى أقصاها ما بين (22,7ْ م – 24.3ْ م).

ويعد فهم أنماط درجات الحرارة الشهرية أمراً ضرورياً عند دراسة مناخ أي منطقة، وذلك لمعرفة التغيرات الزمانية والمكانية التي تطرأ عليها. وتظهر التباينات الشهرية لدرجات الحرارة على المستوى المكاني والزماني في منطقة

الدراسة. وتتفق جميع درجات الحرارة المتوسطة بمنطقة الدراسة على أن درجات الحرارة ترتفع في غرب المنطقة وتنخفض كلما اتجهنا شرقاً (جدول:2). كما يلاحظ أن درجة الحرارة المتوسطة تنخفض إلى (25.1ْ م) في شهر سبتمبر، وتتراوح هذه الدرجة ما بين (21.5ْ م) في شرق المنطقة إلى (28.6ْ م) في غربها، ليبلغ المدى الحراري الشهري المكاني بين شرق وغرب المنطقة في شهر سبتمبر (7.1ْ م). وتصل درجات الحرارة المتوسطة أعلاها في منطقة الدراسة في شهر يونيو ونوفمبر حيث ترتفع إلى (26.9ْ م) وتتفاوت هذه الدرجة على المستوى المكاني حيث تنخفض في شهر نوفمبر بشرق منطقة الدراسة إلى (23.3ْ م) لترتفع إلى (30.5ْ م) في غرب المنطقة، ليبلغ المدى الحراري المكاني في هذا الشهر (7.2ْ م). كما تبلغ أعلى درجة حرارة في منطقة الدراسة في شهر مايو (30.8ْ م) وذلك في غرب منطقة الدراسة.

ويتضح من خلال دراسة درجات الحرارة في منطقة الدراسة أن التفاوت المكاني لدرجات الحرارة السنوية (المتوسطة والعظمى والصغرى) يبدو واضحاً تبعاً لتباين تضاريس المنطقة، في حين أن التباين في درجات الحرارة الشهرية على المستوى الزماني (الشهري) يكاد يكون متقارباً حيث يبلغ المدى الشهري لمتوسط درجة الحرارة (1.8ْ م)، إلا أن المدى المكاني لدرجات الحرارة الشهرية كان أكثر وضوحاً، فدرجات الحرارة الشهرية في غرب المنطقة مرتفعة في كل شهور السنة حيث إنها لا تنخفض عن (28.6ْ م) بمتوسط شهري (29.7ْ م)، على العكس من ذلك فإن شرق منطقة الدراسة لا يزيد ارتفاع درجة حرارتها عن (23.3ْ م) بمتوسط شهري (22.5ْ م).

إن طبيعة النباتات في منطقة الدراسة تأقلمت مع ذلك التباين في درجات الحرارة حيث تستخدم النباتات عمليات فسيولوجية ومورفولوجية؛ لتتكيف مع التغير في درجات الحرارة، للمحافظة على توازنها الداخلي.

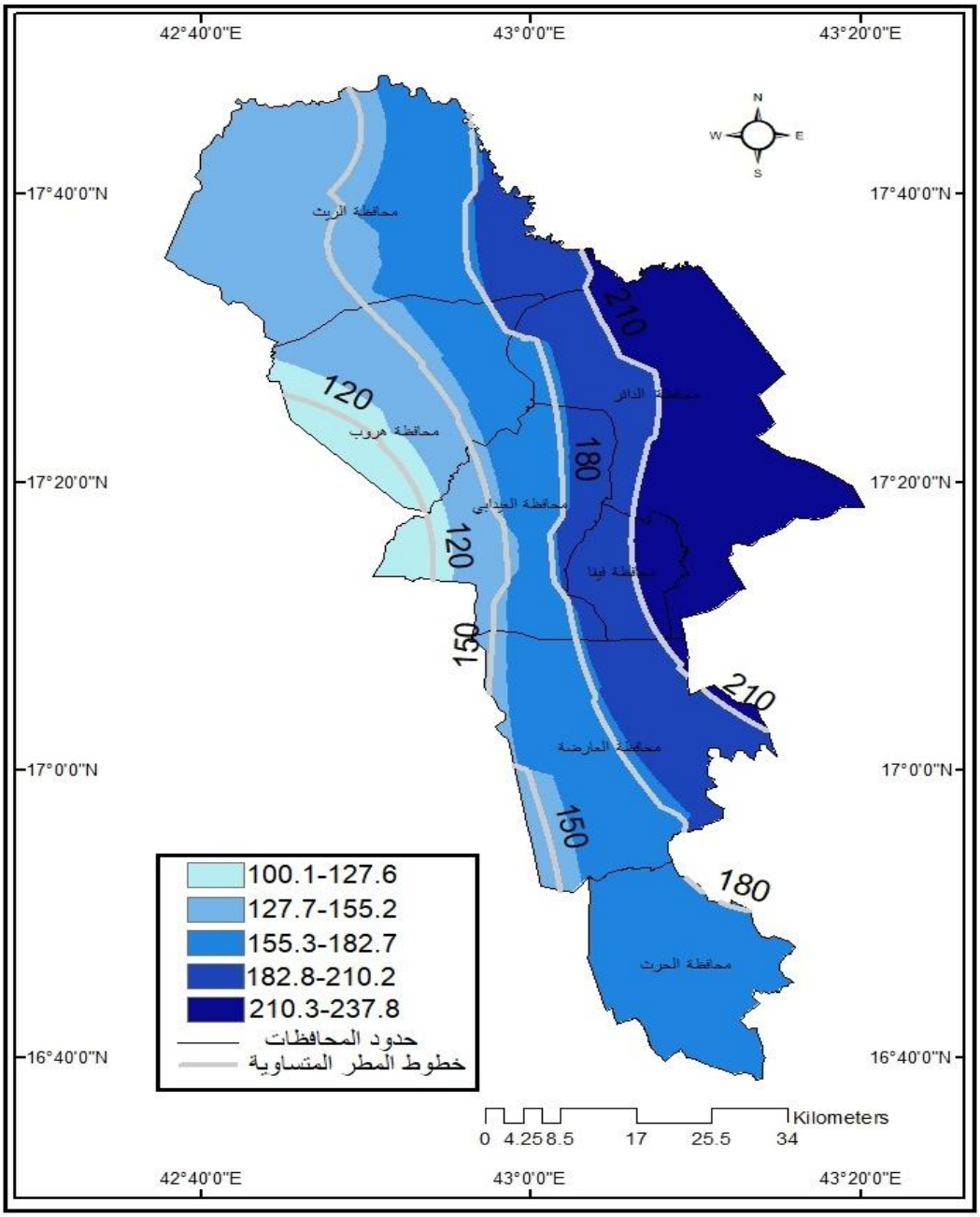
2.8.توزيع الأمطار في منطقة الدراسة

تؤدي الأمطار دوراً مهماً للغطاء النباتي في منطقة الدراسة، حيث أن نمو النباتات وتكاثرها وبقاءها يعتمد بوجه عام على درجة الحرارة، بالإضافة إلى توفر المياه، ويعد المطر أحد أهم مصادرها. ويعزز الهطول المعتدل للأمطار من عملية نمو النباتات، في حين أن تعرض النباتات للأمطار الغزيرة أو عدم كفايتها بشكل لم تعتدها نباتات بيئة المنطقة يمكن أن يسبب الضرر بها.

تظهر التباينات المكانية والزمانية بشكل واضح لكمية الأمطار بمنطقة الدراسة. ويبلغ متوسط كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة (237.8ملم). ويتضح من (الشكل: 6) أن كمية الأمطار تزداد كلما اتجهنا شرقاً نحو المناطق الجبلية، حيث تصطدم الرياح الرطبة بها وترتفع إلى الأعلى وتبرد وتتكثف، وتسبب هطول الأمطار خاصة في فصلي الربيع والصيف، وذلك مع هبوب الرياح الجنوبية الغربية، بينما تنخفض في غرب المنطقة ذات الأراضي السهلية

التي لا يتجاوز ارتفاعها (700متر) فوق مستوى سطح البحر. وتم تقسيم منطقة الدراسة وفق كمية الأمطار السنوية إلى خمس فئات.

شكل: 6 كمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة/ ملم خلال الفترة من (2011–2023)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg**/.

جدول: 3 كمية الأمطار الفصلية والشهرية في منطقة الدراسة/ ملم خلال الفترة من (2011–2023)

الفصل	الشهر	المعدل
	ديسمبر	17.5
	يناير	14.1
	فبراير	13.0
الشتاء	**المعدل**	**44.6**
	مارس	23.0
	ابريل	26.9
	مايو	23.9
الربيع	**المعدل**	**73.8**
	يونيو	20.3
	يوليو	20.2
	أغسطس	24.0
الصيف	**المعدل**	**64.5**
	سبتمبر	16.3
	أكتوبر	18.9
	نوفمبر	19.7
الخريف	**المعدل**	**54.9**
المعدل السنوي		237.8

المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات **CRU TS** متاح من خلال الرابط: **https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg**/.

تبلغ كمية الأمطار السنوية أدناها في غرب منطقة الدراسة حيث تتراوح ما بين (100.1–127.6ملم)، تليها منطقة أكثر اتساعاً منها تبلغ فيها كمية الأمطار (127.7 – 155.2ملم)، كما يمتد شريط في منتصف منطقة الدراسة من شمالها لجنوبها تتراوح فيه كمية الأمطار ما بين (155.3–182.7ملم)، وتزداد كمية الأمطار مع ارتفاع المنطقة، فعلى ارتقاع (1500متر) تتراوح كمية الأمطار ما بين (182.8–210.2ملم)، وتواصل الارتفاع حتى تصل أعلاها في شرق المنطقة لتبلغ (210.3 ملم – 237.8)، كما أن هذه الكمية تزداد لتصل (450–650ملم سنوياً)، وذلك في المنطقة الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن (2000متر فوق مستوى سطح البحر).

إن المطر يكون أغزر ما يكون في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة، وهو المكان الوحيد الذي تقع فيه خطوط المطر المتساوية لتبلغ (200، 300، 400، 500، 600مم) حتى إنه عند قمة جبل فيفا تصل الأمطار إلى 650ملم (الوليعي، 2008، ص.40). وتتباين كمية الأمطار في منطقة الدراسة خلال فصول وشهور السنة وذلك كما يتضح من (جدول 3).

ويتفق التباين المكاني الشهري والفصلي مع التباين المكاني السنوي، حيث إن أعلى كمية للأمطار تهطل في شرق المنطقة، وتبدأ بالانخفاض التدريجي كلما أتجهنا غرباً. وتبلغ كمية الأمطار الفصلية أعلاها في فصل الربيع (73.8ملم)، ويعد شهر أبريل الشهر الممطر في منطقة الدراسة، حيث تبلغ كمية الأمطار (26.9ملم)، في حين تنخفض كمية الأمطار في فصل الشتاء حيث تبلغ (44.6ملم) وخاصة في شهر فبراير، وبالتالي يعد شهر فبراير في منطقة الدراسة شهراً جافاً إذ تبلغ كمية الأمطار (13ملم). ويرجع سبب قلة الامطار في فصل الشتاء إلى ارتفاع الضغط إجمالاً في هذا الفصل، ومع ذلك قد تصطدم في شمال المنطقة الكتلة الهوائية المدارية المحلية الجافة مع الكتلة القادمة من شرق البحر المتوسط، فإذا تشكلت بينهما جبهة قد تنشأ عنها عواصف وطقس متقلب، وقد ينتج عنها أمطار، أو قد تنتهي دون أن تسبب شيئاً، إذ تستطيع بعض منخفضات البحر المتوسط الشرقي أن تتوغل بعيداً باتجاه الجنوب الشرقي بسبب دفء البحر الأحمر ورطوبته وإحاطته بالجبال القليلة الارتفاع في الشمال والتي يزداد ارتفاعها في الجنوب وتسبب سقوط الأمطار الشتوية التي تؤثر على جبال جنوب إقليم غرب المملكة العربية السعودية (الشريف، 1984) والتي تقع منطقة الدراسة ضمنها.

ويبلغ المدى الشهري للأمطار في منطقة الدراسة (13.9ملم)، ويعكس ذلك المدى التقارب في كمية الأمطار بمنطقة الدراسة مما يشير إلى أن أمطار منطقة الدراسة تهطل في معظم شهور السنة، وهذا الأمر في بالغ الأهمية بالنسبة للنباتات. إن هطول الأمطار طوال العام في منطقة الدراسة يضمن توفر إمدادات دائمة من المياه لها، وهذا يدعم كفاءة التمثيل الغذائي للنباتات والاستفادة المستمرة من المعادن الموجودة بالتربة من خلال إذابة الماء لها، كما أن توفر الرطوبة للتربة طوال العام يضمن عدم تعرض جذورها للتلف جراء حدوث الجفاف في حال انقطاع المستمر للأمطار، كما يسهم في حفظ التوزان الحراري للنباتات وعدم تعرضها للإجهاد الحراري في فصل الصيف خاصة في المناطق السهلية من منطقة الدراسة، وأيضاً يدعم هطول الأمطار طوال العام المياه الجوفية والآبار بالمنطقة من خلال رفع المخزون بها مما يحقق توفر المياه للنباتات طوال العام.

3.8. تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

تستخدم طرق متعددة لتصنيف الغطاء النباتي، ومن هذه الطرق؛ تصنيف الغطاء النباتي بناءً على الخصائص الطيفية المعتمدة على البيانات المستشعرة عن بعد أو بالاعتماد على العناصر المناخية، وفيما يلي تطبيق لبعض الطرق الشائعة

لتصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة:

1.3.8. تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة بناء على الخصائص الطيفية المعتمدة على البيانات المستشعرة عن بعد

تشكل المؤشرات النباتية المعتمدة على الخصائص الطيفية أحد الأساليب الفعالة في الكشف عن الغطاء النباتي وتقيمه من الناحية الكمية بناءً معطيات الاستشعار عن بعد (Eastman, 2001, p8). ويرى (Ramachandra,2007) بعدم أهمية تأثير التربة في المؤشرات النباتية في المناطق ذات التغطية النباتية الكثيفة، إلا أن التحديات تبرز كلما قل مقدار التغطية النباتية، وذلك في المناطق التي تسود فيها الأشجار والجنبات قليلة الخضرة، والمبعثرة التي تتزايد مسافة التباعد بينها، بحيث يصعب الفصل بين انعكاس التربة وانعكاس النبات في الخلية الواحدة، وبالتالي يحدث خطأ في تقدير مقدار التغطية النباتية في المنطقة (الرحيلي، 2013).

ولتصنيف الغطاء النباتي وفق كثافته في منطقة الدراسة بناءً على الخصائص الطيفية المعتمدة على البيانات المستشعرة عن بعد عمدت الباحثة إلى المقارنة بين مؤشرين وهما؛ موشر فرق النبات المعياري (NDVI) Normalized Difference Vegetation ومؤشر النبات المعدل لعامل نوعية التربة Soil Adjusted Vegtation Index(SAVI) واعتماد الأكثر دقة في تحسس النبات وفق الحد الأعلى للمدى الديناميكي.

ويظهر الحد الأعلى للمدى الديناميكي قدرة المؤشر النباتي النباتي على التحسس للنباتات، في حين يعكس الحد الأدنى قدرة المؤشر النباتي على التحسس للتربة، بينما يظهر المتوسط الحسابي طبيعة الكثافة النباتية في منطقة الدراسة (الرحيلي، 2013).

ويتضح من (جدول: 4) أن هناك تفاوت بين الحد الأعلى للمدى الديناميكي بين مؤشري NDVI و SAVI حيث أظهر مؤشر SAVI مبالغة في تقدير كثافة الغطاء النباتي، إذ بلغ الحد الأعلى للمدى الدينامكي للمؤشر (0.753)، وهو معدل مرتفع جداً لا يمكن أن يصل إليه المؤشر، إلا إذا كانت المنطقة ذات غابات كثيفة متصلة مع بعضها البعض ولا تتخللها فراغات تغطيها التربة، وبتالي تعد نتيجة مؤشر SAVI وفق الحد الأعلى للمدى الديناميكي أمر غير واقعي وفق طبيعة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، حتى بعد هطول الأمطار فإن هذه القيمة لن تصل إلى هذا الحد الأعلى، في حين تميز مؤشر NDVI بحساسيته المرتفعة للنباتات دون مبالغة في تقدير كثافة الغطاء النباتي حيث بلغ الحد الأعلى لقيمة مؤشر NDVI (0.503). ومن خلال الزيارة الميدانية تجد الباحثة أن مؤشر NDVI هو لأكثر قرباً لتصنيف الغطاء النباتي وفق كثافته في منطقة الدراسة. ويتفق رأي الباحثة في استبعاد مؤشر SAVI في عملية تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة مع دراسة (Weiss, el al,2001)؛ التي تعد أول دراسة في المملكة العربية السعودية حاولت تقييم التغيرات في جزء من مراعيها في المنطقة الوسطى والتي قسمت لأربع مناطق

جدول (4) الحد الأعلى والأدنى لمؤشري NDVI وSAVI

المؤشر النباتي	الحد الأعلى	الحد الأدنى
NDVI	0.503	0.061 -
SAVI	0.753	0.092 -

من إعداد الباحثة اعتماداً على: مرئيات Landsat-OLI، https://earthexplorer.usgs.gov/

وذلك باستخدام مؤشر NDVI واعتماداً على بيانات AVHRR. وقد ثبت في تلك الدراسة أنه من المستحيل استخدام مؤشر SAVI نظراً لغلبة إنعكاس النباتات في المناطق الجافة. لذلك لجأت لفصل النباتات عن التربة بأسلوب مشتق، يقوم على أستخدام أعلى اختلاف في قيم NDVI، وتم من خلال هذا الأسلوب الكشف عن عن وجود تغير في النبات في المنطقة خصوصاً المنطقة الرابعة (الرحيلي، 2013).

1.1.3.8. تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وتغطيته وفق مؤشر فرق النبات المعياري NDVI:

تتميز منطقة الدراسة بوجود غطاء نباتي متباين (صورة:1) من حيث النوع والكثافة، وبوجه عام نجد أن منطقة الدراسة تتمتع بتغطية نباتية جيدة، ويتضح ذلك من خلال الشكل (7) بعد إجراء التركيب اللوني (RGP5.4.3) لمرئية (لاندسات 8) حيث يظهر النبات باللون الأحمر في منطقة الدراسة.

أظهر تطبيق مؤشر NDVI أن منطقة الدراسة تحظى بتغطية نباتية بنسبة (63.7%). وتتباين تلك المساحة من حيث كثافة الغطاء النباتي والمجتمعات النباتية السائدة بها. وتنحصر قيم مؤشر NDVI للنباتات ما بين (0.121– 0.503) وذلك كما يتضح من (جدول 5).

وتم تقسيم كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وفق مؤشر NDVI إلى خمس فئات (شكل: 8)، وذلك بعد إجراء عملية تصنيف لمؤشر NDVI، كما أنه تم اختبار دقة التصنيف من خلال تطبيق معامل كابا والتي بلغت (k=0.77) وهذه النتيجة تُعد مقبولة حيث اقترح مونسترد Munster وليمانس Lemans في دراسة عن دقة التصنيف باستخدام معامل كابا أن تكون قيمة (k=0.75) وأعلى؛ لأن هذه القيمة تعطي نتائج جيدة جداً في التصنيف، وإذا كانت قيمة k أقل من (0.4) فيعتبر مؤشر الدقة متواضع، وربما غير مقبولة في عملية التصنيف (الحسن، 2011). وتم من خلال الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة (SRTM) والعمل الميداني وبعض مما أورده (المسرحي،

2012) عمل مقارنة خرائطية نظرية Map Comparison لدرجات الحرارة وكمية الأمطار والغطاء

صور: 1 نموذج لبعض الأنواع النباتية في منطقة الدراسة

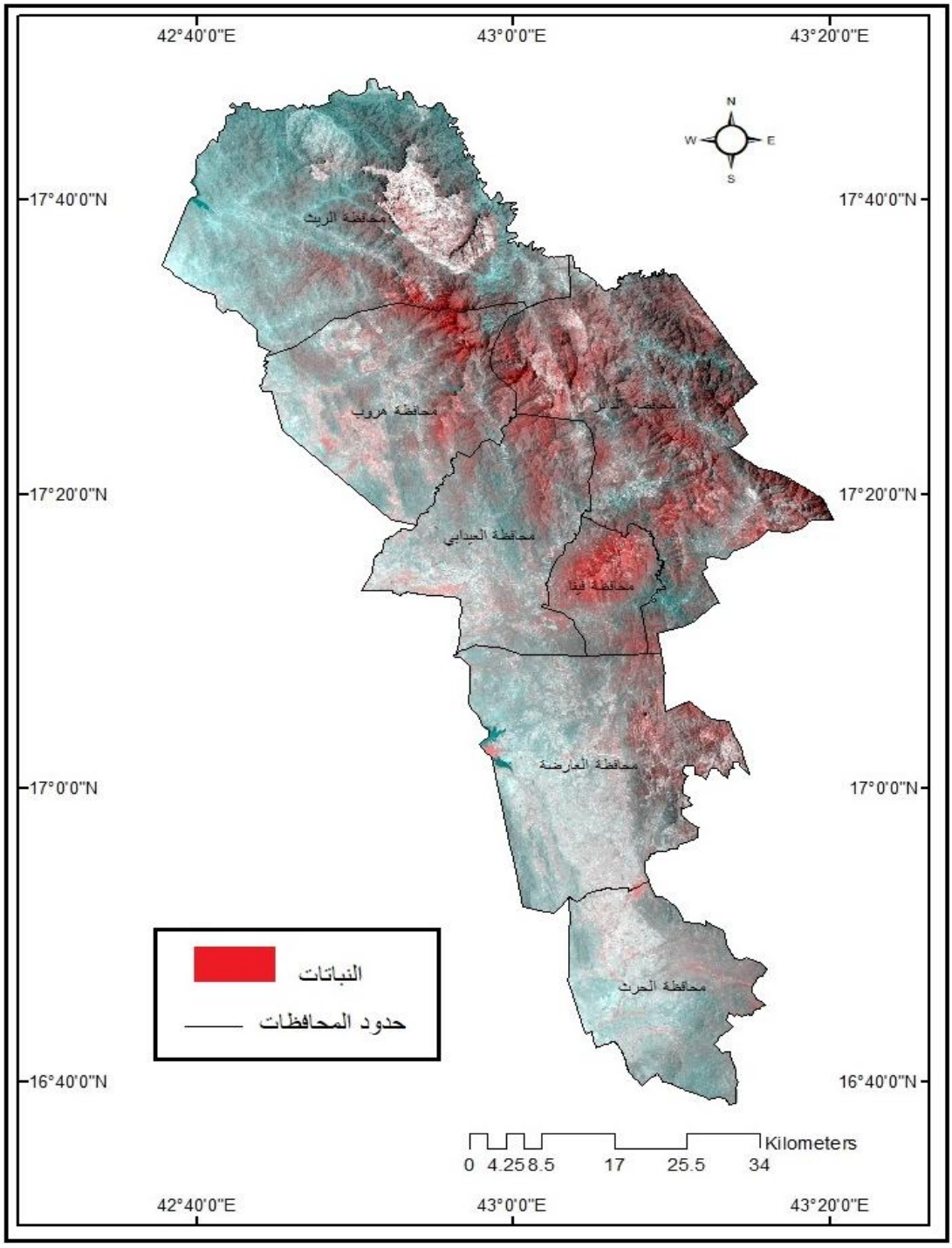
من إعداد الباحثة اعتماداً على الزيارة الميدانية.

جدول: 5 المدى الديناميكي للغطاء النباتي لمؤشر NDVI

الفئة	مدى المؤشر	المساحة/كم2	النسبة %
أراضي جرداء	- 0.061 - 0.120	1430	36.3
نباتات فقيرة	0.121 - 0.176	1442	36.6
نبات متوسط الغنى	0.177 - 0.232	727	18.5
نباتات غنية	0.233 - 0.288	255	6.5
نباتات غنية جدا	0.289 - 0.503	85	2.2
مجموع		3939	100.0

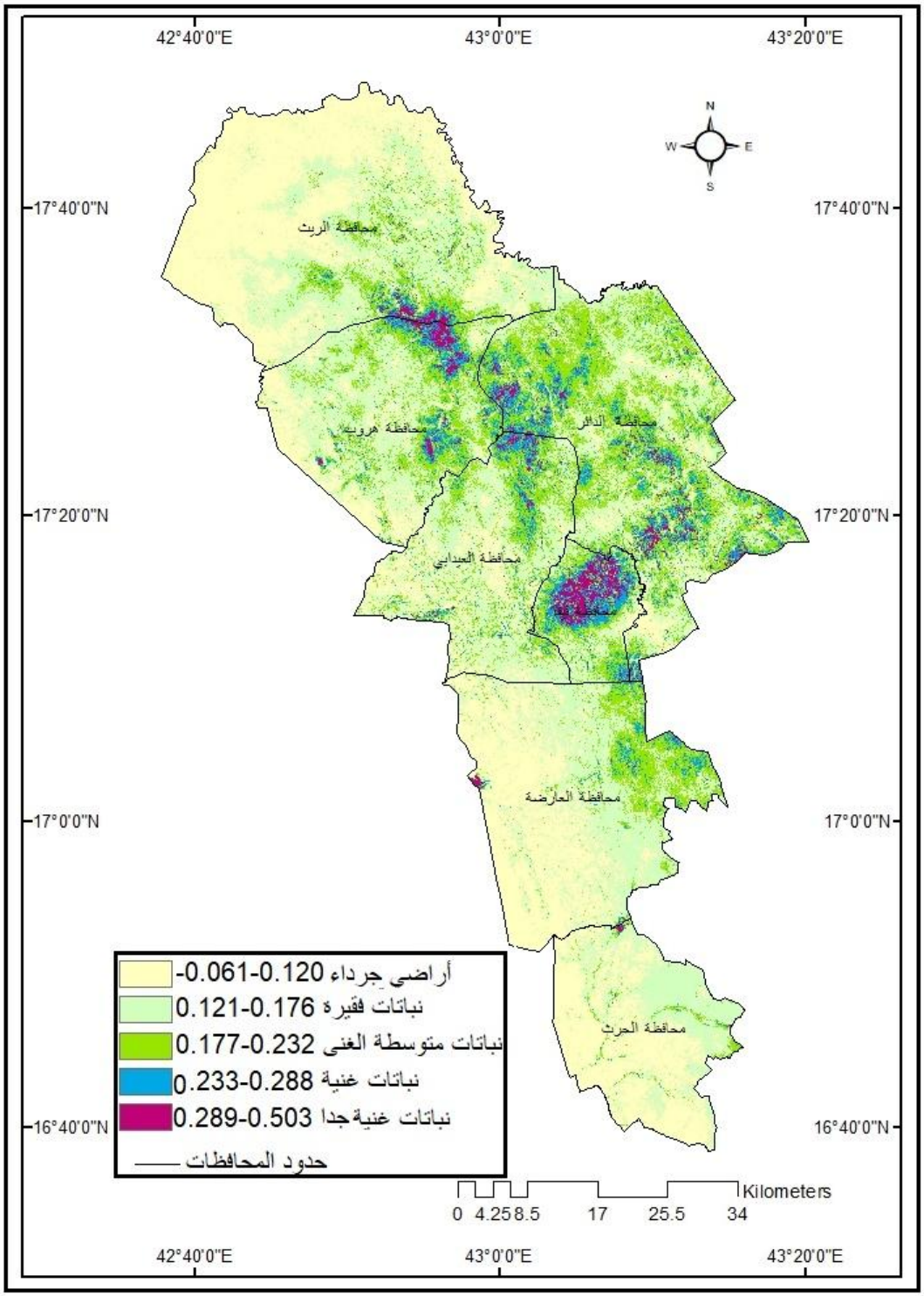
من إعداد الباحثة اعتماداً على: مرئيات Landsat-OLI، https://earthexplorer.usgs.gov/

شكل (7) الغطاء النباتي في منطقة الدراسة بالتركيب اللوني الزائف



من إعداد الباحثة اعتماداً على: مرئيات Landsat-OLI، https://earthexplorer.usgs.gov/

شكل: 8 تصنيف مؤشر NDVI للغطاء النباتي



من إعداد الباحثة اعتماداً على: مرئيات Landsat-OLI، https://earthexplorer.usgs.gov/

النباتي بكل فئة في منطقة الدراسة. ويمكن أن نوجز أهم ما تتميز به منطقة الدراسة من المجتمعات النباتية وكثافة الغطاء النباتي وتغطيته في كل فئة بالنقاط الآتية:

– **الفئة الأولى (أراضي جرداء)**: يتراوح قيم مؤشر NDVI ما بين (-0.061– 0.120). وتبلغ مساحة هذه الفئة (1430كم2)، وتشكل نسبة (36.3%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتشمل هذه الفئة الأراضي الخالية من الغطاء النباتي، والتي تتركز بدرجة كبيرة في بعض الأراضي السهلية ومناطق الأرضي الصخرية.

– **الفئة الثانية (النباتات الفقيرة)**: يتراوح قيم مؤشر NDVI ما بين (0.121 – 0.176). وتبلغ مساحة هذه الفئة (1442كم2)، وتشكل نسبة (36.6%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتنتشر في هذه الفئة ضمن الارتفاعات التي تتراوح من (118–700 متر). وتتحمل نباتات هذه الفئة درجات حرارة تصل إلى (26.9ْ م) ومتأقلمة مع كمية مياه أمطار سنوية تبلغ (182.7ملم) تقريباً.

وتنتشر ضمن هذه الفئة الكثير من النباتات العشبية، ومن أشهرها عشبة الثمام *Lasiurus scindicus* والتي يصل ارتفاع طولها في بعض المواقع إلى متر، كما تنتشر نباتات السمر *Acacia tortilis* والسلم *Acacia ehrenbergiana* والضهي *Acacia asak* وبعض المتسلقات كالغلف *Cissus rotundifolia*، وفي بعض المواقع المنبسطة تنتشر أشجار الضبر *Dobera glabr*، في حين تظهر أشجار المض (*Anisotes trisulcus*) على الأراضي الرملية والصخرية على السواء، كما ينتشر القفل *Commiphora kataf* والبشام *C. gileadensis*.

ونظراً للطبيعة القاسية نوعاً ما من حيث قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة نسبياً في هذه الفئة؛ نجد انتشاراً كبيراً لعدد من النباتات العصارية: كالشرم *Euphorbia triaculeata* والصبر *Aloe officinalis* ، كما تنتشر في شمال منطقة الدراسة نباتات الإروا *Aerva javanica*. وتزداد كثافة معظم نباتات هذه الفئة على طول المجاري المائية كوادي جازان وبيش وضمد والتي تكون متجهة نحو المصب في البحر. فنباتات السلم والسمر تظهر أكثر طولاً وكثافة على تلك المجاري التي يرافقها الكثير من النباتات الأخرى كالحناء *Lawsonia inermis* ، والتي تعد رمزاً من رموز المنطقة الشعبي، كما تنتشر في هذه الفئة أشجار السدر – *Zizphus spina christi* والأثب *Ficus cordata ssp.salicifolia* بالإضافة إلى عدد من النباتات المحبة للماء.

– **الفئة الثالثة (نباتات متوسطة الغنى)**: يتراوح قيم مؤشر NDVI ما بين (0.177–0.232). وتبلغ مساحة هذه الفئة (727كم2) وتشكل نسبة (18.5%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتنتشر هذه الفئة على الارتفاعات التي تتراوح ما بين (700متر إلى 1500متر). وتحظى النباتات في هذه الفئة بدرجات حرارة أقل من الفئة السابقة، حيث نجدها ضمن درجات حرارة تتراوح ما بين (24ْ م–22.6ْ م)، أما من حيث كمية الأمطار فإنها تتراوح ما بين

(182.7ملم – 237.8ملم). وضمن هذه الفئة تنتشر الكثير من النباتات، ومنها جزءٌ كبيرٌ مما ذُكر بالفئة الأولى كالسمر *Acacia tortilis* والسلم *Acacia ehrenbergiana* والقفل *Commiphora kataf* ، إلا أنها تتميز بنمو أفضل عن سابقتها، وتكون أكثر تجمعاً، كما ينتشر بصفة واضحة نباتات الضهي *Acacia asak* والتي تغطي أجزاءً كبيرة من منطقة الدراسة، بالإضافة إلى الكثير من النباتات العطرية من أنواع الريحان *Ocimum spp*.

– **الفئة الرابعة (نباتات غنية)**: يتراوح قيم مؤشر NDVI ما بين (0.233- 0.288). وتبلغ مساحة هذه الفئة (255كم2) وتشكل نسبة (6.5%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتنتشر هذه الفئة على الارتفاعات التي تتراوح ما بين (1500 متر إلى 2000متر)، وتتراوح درجات الحرارة ما بين (24ْ م-22.6ْ م). أما بالنسبة لكمية الأمطار، فتتراوح في هذه الفئة ما بين (182.7ملم – 237.8ملم). وضمن نباتات هذه الفئة نجد بأنه لا يزال هناك انتشارٌ للنباتات السابق ذكرها في الفئتين السابقة، مع ظهور لمجتمعات القرض *Acaia etbaica*، والتي تميز هذه الفئة عن غيرها من الفئات، والتي تتميز بأوراقها الخضراء.

– **الفئة الخامسة (نباتات غنية جداً)**: يتراوح قيم مؤشر NDVI ما بين (0.289- 0.503): وتبلغ مساحة هذه الفئة (85كم2)، وتشكل نسبة (2.2%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتنتشر هذه الفئة على الارتفاعات التي تزيد عن (2000متر)، وتتراوح درجات الحرارة في هذه الفئة ما بين (24ْ م-22.6ْ م)، أما بالنسبة لكمية الأمطار، فإنها تتراوح ما بين (182.7ملم – 237.8ملم)، كما تصل كمية الأمطار إلى (650ملم) في الجبال العالية.

وتنتشر في هذه الفئة النباتات ذات الكثافة العالية، كما يبدأ هنا ظهور بارز لنباتات جديدة، من أهمها: أشجار العرعر *Juniperus procera* والزيتون البري (العتم) *Ole europaea*، كما تظهر ضمن هذه الفئة مساحات زراعية خاصة في محافظة فيفا، والتي نجد فيها المساحات الزراعية مختلطة مع النباتات التي تنمو طبيعياً في المنطقة، ولعل زراعة المدرجات أكثر ما يميز هذه الفئة فنجد زراعة البن بالمدرجات الزراعية.

ومن خلال المقارنة بين خطوط درجات الحرارة المتوسطة المتساوية في (شكل:3) وخطوط المطر المتساوية في (شكل:6) نجد أنه في النصف الشمالي من منطقة الدراسة يكاد يتفق توزيع فئة النباتات الغنية جداً والغنية والمتوسطة الغنى مع خط المطر المتساوي (150ملم) فأعلى، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية (27.1ْ م) فأقل تقريباً، في حين نجد أن فئة النباتات الفقيرة والأراضي الجرداء تكاد تتفق مع خط المطر المتساوي أقل من (150ملم)، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية أعلى من (27.1ْ م) تقريباً. أما في النصف الجنوبي، يكاد يتفق توزيع فئة النباتات الغنية جداً والغنية والمتوسطة الغنى مع خط المطر المتساوي (180ملم) فأعلى، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية (25.7ْ م) فأقل تقريباً، في حين نجد أن فئة النباتات الفقيرة والأراضي الجرداء تكاد تتفق مع خط المطر المتساوي أقل من (180ملم)، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية أعلى من (25.7ْ م) تقريباً.

ويتضح من خلال ما سبق أن منطقة الدراسة تتنوع بها درجات الحرارة وكمية الأمطار تبعاً لتباين تضاريسها ما بين سهول في غرب المنطقة إلى جبال مرتفعة في شرقها، مما جعلها ذات نظام نباتي متميز، والذي اتضح ليس فقط من خلال تنوعه، بل– أيضاً– من كثافته في كل نطاق من نطاقات درجات الحرارة وكمية الأمطار بالمنطقة.

2.3.8. تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وفق مؤشرات القحولة /الجفاف

اعتمدت الدراسة على تطبيق مؤشرات القحولة أو الجفاف لديمارتون وثورنثويت، التي تعتمد على عنصري: الحرارة، وكمية الأمطار؛ وذلك لتصنيف الغطاء النباتي في منطقة لدراسة وفق حالة المناخ.

1.2.3.8. تصنيف الغطاء النباتي وفق مؤشر (ديمارتون) في منطقة الدراسة

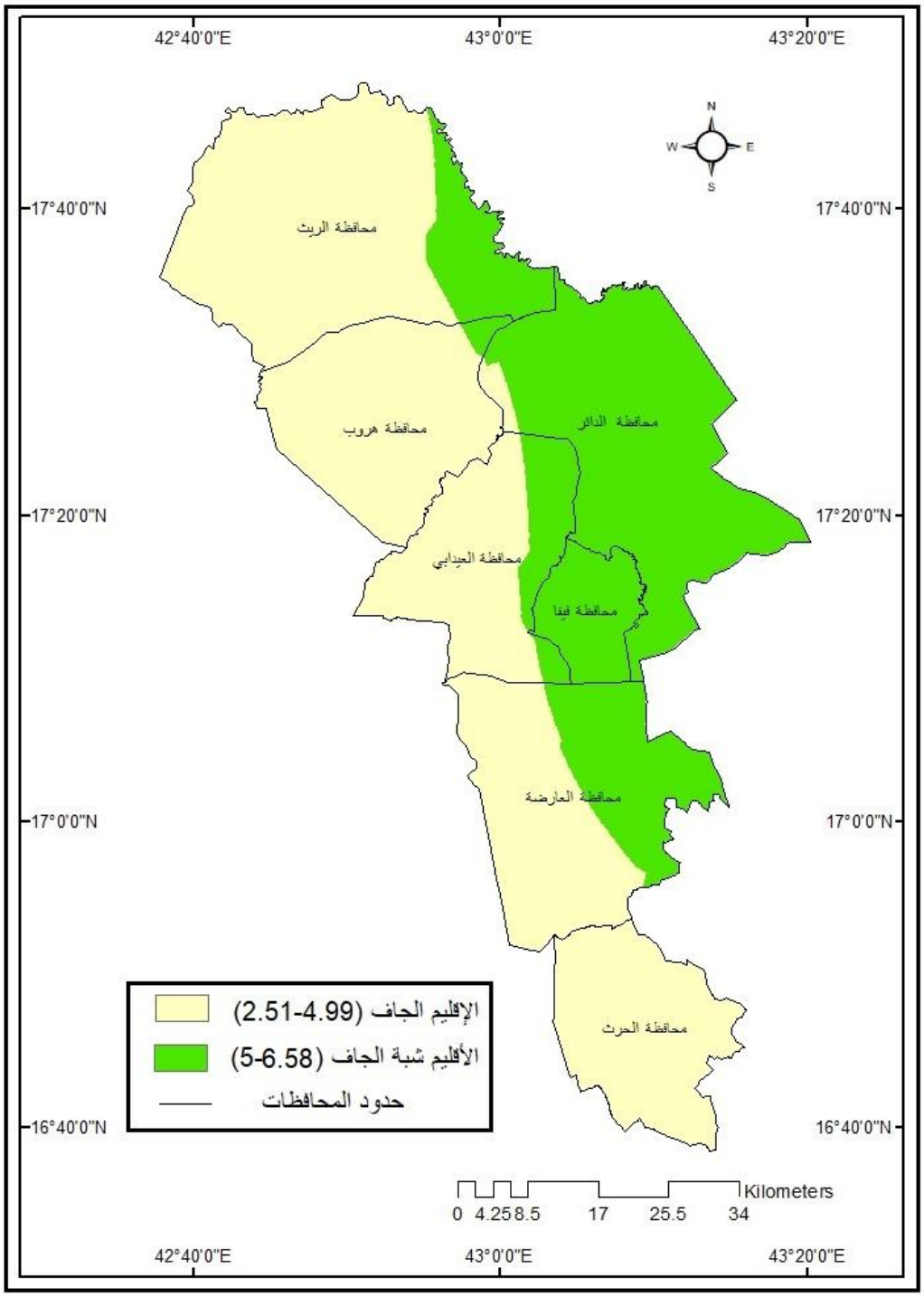
بلغت قيمة مؤشر ديمارتون بمنطقة الدراسة (6.58)، وهذه القيمة تجعل منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ الجاف وشبة الجاف. وتم تطبيق تصنيف Manual في برنامج ArcGIS لنتيجة مؤشر ديمارتون؛ وذلك لإظهار الفئات (الأقاليم) في منطقة الدراسة وفق تقسم ديمارتون للعالم السابق ذكره في منهجية الدراسة. ويتضح من (شكل 9) أن منطقة الدراسة وفق تصنيف مؤشر القحولة/الجفاف لديمارتون تنقسم إلى إقليمين:

- **الإقليم الأول: المناخ الجاف**، ويشمل النطاقات الصحراوية التي ينخفض فيها مؤشر الجفاف إلى أقل من (5). وتبلغ مساحة هذه الفئة (2627كم2)، وتشكل نسبة (66.7%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتمتد هذه الفئة في النصف الغربي من منقطة الدراسة على الأراضي السهلية بالمنطقة وفق خط المطر المتساوي (180ملم) وأقل، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية (25.7ْ م) وأعلى تقريباً.
- **الإقليم الثاني: المناخ شبة الجاف**، ويشمل النطاقات التي يسودها أعشاب فقيرة، ويتراوح فيها مؤشر الجفاف بين (5، 10)، وتبلغ مساحة هذه الفئة (1312كم2)، وتشكل نسبة (33.3%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتمتد هذه الفئة في النصف الشرقي من منطقة الدراسة ضمن الارتفاعات (700 متر) فأعلى، وفق خط المطر المتساوي أعلى من (180ملم)، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية أقل من (25.7ْ م) تقريباً.

2.2.3.8. تصنيف الغطاء النباتي وفق مؤشر (ثورنثويت) في منطقة الدراسة

بلغت قيمة مؤشر ثورنثويت بمنطقة الدراسة (13.9)، وهذه القيمة تجعل منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ الجاف الذي يكون فيه الغطاء النباتي على هيئة نباتات صحراوية. ونظراً لوقوع جميع أجزاء منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف؛ تم تطبيق تصنيف Natural Breaks Classification في برنامج ArcGIS لنتيجة مؤشر ثورنثويت، والذي يساعد على تصنيف البيانات وفق أنماطها الطبيعية بحيث تكون القيم في كل فئة متجانسة قدر الإمكان. وبناء على ذلك؛ فإن منطقة الدراسة وفق الدليل إلى تنقسم إلى إقليمين جافيين (شكل 10) هما:

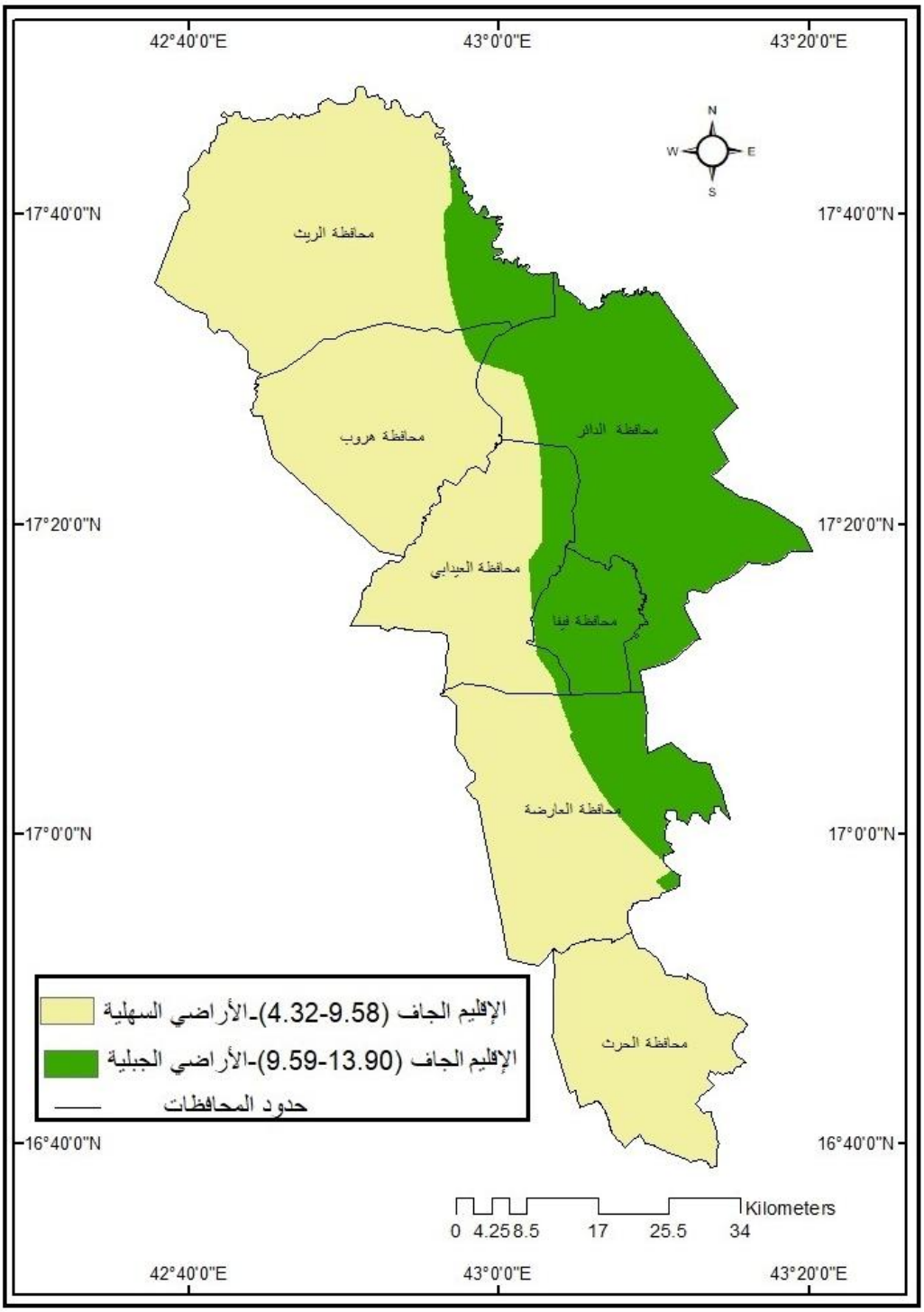
شكل: 9 تصنيف مؤشر ديمارتون في منطقة الدراسة خلال الفترة من (2011–2023)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات CRU TS متاح من خلال الرابط:

/https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg

شكل: 10 تصنيف مؤشر ثورنثويت في منطقة الدراسة خلال الفترة من (2011–2023م)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على مجموعة بيانات CRU TS متاح من خلال الرابط: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/.

- **الإقليم الأول: المناخ الجاف في الأراضي السهلية** والذي تتراوح فيه قيم الدليل ما بين (4.32 – 9.58).). وتبلغ مساحة هذه الفئة (2449كم2)، وتشكل نسبة (62.2%) وذلك من اجمالي مساحة منطقة الدراسة. ويمتد هذا الإقليم

في النصف الغربي من منطقة الدراسة على الأراضي السهلية بالمنطقة وفق خط المطر المتساوي (180ملم) وأقل، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية (25.7ْ م) وأعلى تقريباً.

- **الإقليم الثاني: المناخ الجاف في الأراضي الجبلية** والذي تتراوح فيه قيم الدليل ما بين (9.59 – 13.9). وتبلغ مساحة هذه الفئة (1490كم2)، وتشكل نسبة (37.8%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. ويمتد هذا الإقليم في النصف الشرقي من منطقة الدراسة، ضمن الارتفاعات (700 متر) فأعلى، وفق خط المطر المتساوي أعلى من (180ملم) ، وخط متوسط درجة الحرارة المتساوية أقل من (25.7ْ م) تقريباً.

ويتضح من خلال تطبيق مؤشرات القحولة/الجفاف لـ (ديمارتون وثورنثويت) أن تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وفق مؤشرات القحولة/الجفاف تكاد تتفق في أن خط المطر والحرارة المتساوي الذي يفصل بين المناطق الجافة وشبة الجافة هو من (180ملم) للأمطار (25.7ْ م) لمتوسط درجات الحرارة . فإذا بلغت كمية الأمطار (180ملم) وأقل وبلغ متوسط درجة الحرارة (25.7ْ م) فأعلى اتجه الإقليم نحو الجفاف، والعكس صحيح. ويتميز الإقليم الثاني في كلا المؤشرين بأن غطائه النباتي أكثر كثافة مقارنة بالإقليم الأول.

ومن خلال دراسة تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة وفق مؤشرات البيانات المستشعرة عن بعد متمثلة بمؤشر فرق النبات المعياري (NDVI) ومؤشري القحولة/الجفاف لديمارتون وثورنثويت يتضح وجود تباين بين المؤشرات الثلاثة في تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وإن كان تصنيف الغطاء النباتي وفق مؤشرات البيانات المستشعرة عن بعد متمثلة بمؤشر فرق النبات المعياري (NDVI) هو الأقرب للواقع كونه إستند على مرئية فضائية بدقة (30متر) مدعم بعمل ميداني، وتم فيه اختبار دقة التصنيف من خلال تطبيق اختبار معامل كابا والتي بلغت (K=0.77) وهي نتيجة تعد جيدة جداً لتصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

وفيما يتعلق بمؤشري القحولة/الجفاف لديمارتون وثورنثويت نجد أن هذين المؤشرين كانا لهما أهمية كبيرة في التصنيف المناخي لمنطقة الدراسة بشكل أكبر، أما من حيث تصنيفهم للغطاء النباتي فإن طبيعة المؤشرين تتخذ طابع التعميم في عملية التصنيف على المستوى العالمي بناءً على معطيات العناصر المناخية (الحرارة والأمطار) دون الأخذ بالإعتبار للعوامل المحلية كعامل الارتفاع عن سطح البحر بالمناطق الصغيرة ومنها منطقة الدراسة، والتي تؤدي إلى ظهور فوارق في الغطاء النباتي قد لا تظهر إلا عند التطبيق على مستوى مساحة أكبر.

4.8. أثر درجات الحرارة وكمية الأمطار على الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

تم الاعتماد في دراسة أثر درجات الحرارة وكمية الأمطار على الغطاء النباتي من حيث كثافته في منطقة الدراسة على بيانات درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) وكمية الأمطار لشهر مارس (2023)؛ وذلك لكونه الشهر الذي يسبق تاريخ المرئية (10/ 4/ 2023)، والتي تم تطبيق مؤشر فرق النبات المعياري NDVI عليها بعد اقتطاع منطقة الدراسة.

تتراوح قيم معامل ارتباط بيرسون بين (-1 و +1) والذي يستخدم في دراسات العلاقات الارتباطية بين الظواهر المختلفة. ويتضح من دراسة نتائج العلاقة الارتباطية لمعامل بيرسون للارتباط بين متغيرات الدراسة؛ وهي درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) والغطاء النباتي من حيث كثافته وفق مؤشر NDVI، والواردة في (الجدول: 6) وجود علاقة ارتباطية بينهم على النحو الآتي:

- توجد علاقة ارتباطية طردية ضعيفة بين كمية الأمطار ومؤشر NDVI بمعامل ارتباط بين (.466**) فكلما زادت كمية الأمطار زادت كثافة الغطاء النباتي، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى ثقة (0.001).

- توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين درجة الحرارة العظمى ومؤشر NDVI بمعامل ارتباط بين (-.472-**) فكلما انخفضت درجة الحرار العظمى زادت كثافة الغطاء النباتي، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى ثقة (0.001).

-توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين متوسط درجة الحرارة الصغرى ومؤشر NDVI بمعامل ارتباط بين (-.459-**) فكلما انخفضت درجة الحرارة الصغرى زادت كثافة الغطاء النباتي، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى ثقة (0.001).

-توجد علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة بين درجة الحرارة المتوسطة ومؤشر NDVI بمعامل ارتباط بين (-.460-**) فكلما انخفضت درجة الحرارة المتوسطة زادت كثافة الغطاء النباتي، وتعد هذه العلاقة دالة إحصائياً عند مستوى ثقة (0.001).

ويتضح من دراسة تلك العلاقات الارتباطية التي ظهرت بين متغيرات الدراسة (كمية الأمطار ودرجات لحرارة المتوسطة والعظمى والصغرى) أنها تقترب من أن تكون علاقة متوسطة بعد التقريب (0.5 أو – 0.5) مما يدل على أنّ هنالك تأثيراً متوسطاً لمتغيرات الدراسة (كمية الأمطار ومتوسط درجة الحرارة ودرجة الحرارة العظمى والصغرى) على كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة.

ويتضح كذلك أن نتائج هذه الدراسة جاءت متوافقة مع الدراسات السابقة التي تم عرضها سابقا، وذلك فيما يتعلق بدرجات الحرارة وكمية الأمطار وعلاقتها بالغطاء النباتي كدراسة (الخلف، 2012) من حيث تأثير التباين

المكاني للأمطار والاتجاه نحو الجفاف على الغطاء النباتي، إذ ينخفض الغطاء مع انخفاض كمية الأمطار. كما اتفقت نتائج الدراسة مع نتائج دراسة (السلماني، 2023) التي أشارت إلى وجود أكثر من عنصر مؤثر على تباين الغطاء النباتي، وكانت درجة الحرارة العليا من أهم العناصر المؤثرة، وكذلك جاءت نتائج الدراسة متوافقة مع دراسة (العبدلي، 2024) من حيث وجود علاقة سلبية بين درجة الحرارة والأنواع النباتية، فكلما ارتفعت درجة الحرارة قلت الأنواع النباتية، والعكس صحيح، في حين أن العلاقة بين كمية الأمطار والأنواع النباتية اتخذت اتجاهاً إيجابياً فكلما زادت كمية الأمطار زادت الأنواع النباتية، والعكس صحيح.

جدول: 6 نتائج ارتباط معامل بيرسون لمتغيرات الدراسة (درجات الحرارة وكمية الأمطار) ومؤشر NDVI

المتغير		**NDVI**
كمية الأمطار	Pearson Correlation	.466**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	224
درجة الحرارة العظمى	Pearson Correlation	-.472-**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	224
درجة الحرارة الصغرى	Pearson Correlation	-.459-**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	224
درجة الحرارة المتوسطة	Pearson Correlation	-.460-**
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	224

9.الخاتمة

توصلت دراسة "التأثير البيئي لدرجات الحرارة وكميات الأمطار على الغطاء النباتي في الأجزاء الشرقية من منطقة جازان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد" إلى عدة نتائج وبعض التوصيات، وهي على النحو الآتي:

1.9.النتائج

1. اتضح من دراسة توزيع درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) في منطقة الدراسة أن درجات الحرارة تتباين على المستوى المكاني، حيث ترتفع درجات الحرارة المتوسطة السنوية في غرب المنطقة لتصل إلى (29.7ْ م) وتنخفض هذه الدرجة في شرق المنطقة إلى (22.5ْ م). وإن هذا التباين المكاني كان ظاهراً كذلك على المستوى الشهري، فدرجات الحرارة تنخفض– كذلك– في شرق المنطقة، وترتفع في غربها، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة الشهرية أدناه في شهر سبتمبر ومارس (21.5ْ م)، وأعلاه في شهر مايو (30.8ْ م).

2. يظهر التباين المكاني لكمية الأمطار في منطقة الدراسة، حيث يرتفع معدل كمية الأمطار في شرق المنطقة لتبلغ (237.8ملم)، وتنخفض في غرب المنطقة إلى (101.1ملم). وتتميز كمية الأمطار في منطقة الدراسة بهطولها على مدار العام، ولكن بكميات متفاوتة. ويعد شهر أبريل الشهر الممطر في منطقة الدراسة حيث بلغت كمية الأمطار (26.9ملم)، في حين يُعد شهر فبراير شهراً جافاً حيث تنخفض كمية الأمطار إلى (13ملم).

3. من خلال تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، وُجد أن منطقة الدراسة– وفق الكثافة النباتية– تنقسم إلى خمس فئات؛ وهي: (مناطق جرداء، نباتات فقيرة، نباتات متوسطة الغنى، نباتات غنية، نباتات غنية جداً)، وشكلت نسبة النباتات الفقيرة أعلى نسبة مساحة (36.6%)، وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. وتتميز منطقة الدراسة بتنوع الغطاء النباتي بها، وتعد النباتات العشبية والأكاسيا من أكثر الأنواع النباتية انتشاراً في منطقة الدراسة، كما ظهر في منطقة الدراسة على الارتفاعات (2000 متر فأعلى) مجتمعات من أشجار العرعر والزيتون البري، والتي تُعد من أهم المجتمعات التي تميز فئة النباتات الغنية جداً.

4. تنقسم منطقة الدراسة من خلال تطبيق مؤشر القحولة/ الجفاف لديمارتون إلى إقليمين؛ هما المناخ الجاف الذي يشمل النطاقات الصحراوية، ويشكل أعلى نسبة مساحة (66.7%) وذلك من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، والمناخ شبة الجاف الذي يشمل النطاقات التي تسود بها أعشاب فقيرة، ويشكل نسبة (33.3%). في حين أن مؤشر ثورنثويت أظهر أن جميع أجزاء منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ الجاف الذي يكون فيه الغطاء النباتي على هيئة نباتات صحراوية.

5. تكاد تتفق جميع مؤشرات تصنيف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة (NDVI) وديمارتون وثورنثويت على أن خط المطر المتساوي (180ملم) وخط درجة الحرارة المتوسطة المتساوية (25.7ْ م) هما الحد الفاصل بين المناطق الفقيرة في غطائها النباتي والمناطق ذات

الغطاء النباتي المتوسط فأعلى .

6. أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين درجات الحرارة (المتوسطة والصغرى والعظمى) وكمية الأمطار والغطاء النباتي من حيث كثافته في منطقة الدراسة (قيمة مؤشر NDVI). وتأخذ هذه العلاقة اتجاهاً طردياً بين كمية الأمطار ومؤشر NDVI، فكلما زادت كمية الأمطار زادت قيمة مؤشر NDVI؛ وبالتالي زادت كثافة الغطاء النباتي، في حين اتخذت هذه العلاقة اتجاهاً سلبياً بين درجات الحرارة (المتوسطة والعظمى والصغرى) ومؤشر NDVI؛ فكلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت قيمة مؤشر NDVI؛ وبالتالي أصبح النبات أقل كثافة.

2.9. التوصيات

1-إجراء مسح للنباتات في منطقة الدراسة من قبل الجهات ذات الصلة بالغطاء النباتي؛ وذلك لما تزخر به هذه المنطقة من غطاء نباتي مميز لها، وإنشاء قاعدة بيانات لأهم النباتات بهذه المنطقة مع التحديث الدوري لهذه القاعدة خاصة مع التغير المناخي الذي تشهده المنطقة.

2- توظيف نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد في إجراء دراسات لمراقبة حالة الغطاء النباتي وتغطيته؛ وذلك لتعزيز حماية البيئة الطبيعية التي تميز المنطقة.

3- نشر حملات توعوية بين المواطنين والزوار لمنطقة الدراسة؛ للحفاظ على التنوع البيولوجي بها، وحماية الأنواع النباتية المهمة في المنطقة، وذلك من خلال المنظمات المهتمة بالبيئة وذات الصلة.

مراجع البحث

أبو سمور، حسن. (2005). **الجغرافية الحيوية والتربة**، ط1، عَمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة.

أمانة منطقة جازان. (2024). **الخارطة الإدارية الرقمية لمنطقة جازان**، المملكة العربية السعودية، جيزان.

الجهني، لطفي. (2019). **الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية "نظرة شاملة"**، عمادة البحث العلمي، جامعة الملك سعود، الرياض.

الحسن، عصمت (2010). **معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بُعد**، الرياض: النشر العلمي والمطابع – جامعة الملك سعود.

خلف، حسين. (2022). أثر التغير في درجة الحرارة والأمطار على الغطاء النباتي في فضاء الحضر، **مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية**، مجلد29، عدد12، الجزء الأول، ص ص 318-34.

الداغستاني، نبيل. (2003). **الاستشعار عن بعد الأساسيات والتطبيقات**، الطبعة 1، عَمان: دار المناهج للنشر والتوزيع.

الراوي، صباح والجغيفي، محمود والحديثي، أحمد، (2017م)، **علم المناخ التطبيقي**، ط1، عَمان: دار وائل للنشر والتوزيع.

الرحيلي، بسمة. (2013). تقييم فاعلية المؤشرات النباتية الطيفية في تقدير خصائص الغطاء النباتي الطبيعي من بيانات الاستشعار

عن بعد في شمال جبال السروات، **رسالة دكتوراه غير منشورة**، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا، الرياض.

السلماني، محمد وذنون، ريان وشهاب، أحمد. (2023). تحديد أثر العناصر المناخية على الغطاء النباتي بالاعتماد على معطيات الاستشعار عن بعد – (قضاء الحمدانية كحالة دراسة)، **المجلة العراقية الوطنية لعلوم الأرض**، المجلد23، العدد1، ص ص 13-25).

شرف، محمد. (2008) **التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية**، ط1، الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

شرف، محمد. (2008). **جغرافية المناخ والبيئة**، ط1، الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

الشريف، عبدالرحمن. (1984). **جغرافية المملكة العربية السعودية: الجزء الثاني (إقليم جنوب غرب المملكة)**، الرياض: دار المريخ.

صحيفة عاجل، متحدث «الأرصاد»: **جازان تقترب من المناخ الاستوائي الهاطل طوال العام**، تم النشر في 7 سبتمبر 2024م، متاح من خلال الرابط: https://ajel.sa/local/ao95tuqaa2

العبدلي، أحمد. (2024). قابلية التأثر بدورة المناخ وتقييم آثاره على الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية "دراسة حالة محمية الأمير محمد بن سلمان، **Environmental and Veterinary Sciences (JEVS)**، المؤسسة العربية للعلوم ونشر الأبحاث(AISRP)، المجلد8، العدد3، ص ص 1-15.

العمران، علي. (2012). **مقدمة في الاستشعار عن بُعد ومعالجة الصور رقمياً**، الطبعة 1، الرياض: دار وجوه للنشر والتوزيع.

الفهداوي، طه .(2018). القيمة الفعلية للأمطار في محافظة الأنبار وأثرها على النبت الطبيعي، **حوليات آداب عين شمس**، المجلد 46، (عدد يوليو –سبتمبر)، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

مجموعة بيانات CRU TS، High-resolution gridded datasets (and derived products)، متاح من خلال الرابط: https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/.

محسوب، محمد وأرباب، محمد والغامدي، عبدالله، (1999م)، دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية: الجوانب الطبيعية، ط1، مدينة نصر: دار الفكر العربي.

مرئيات Landsat-OLI، **موقع المساحة الأمريكي USGS**، متاح من خلال الرابط: https://earthexplorer.usgs.gov/

المسرحي، يحيى، (2013م، **الدليل لمصور للنباتات البرية في منطقة جازان**، ط1، الرياض: فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر.

موسى، علي. (2017). **المناخ التطبيقي**، ط1، عَمان: دار الأعصار العلمي للنشر والتوزيع.

نموذج الارتفاع الرقمي SRTM، **موقع المساحة الأمريكي USGS**، متاح من خلال الرابط: https://earthexplorer.usgs.gov/

هيئة المساحة الجيولوجية السعودية. (2013). **الخارطة الإدارية الرقمية للمملكة العربية السعودية**، المملكة العربية السعودية، جدة: وحدة نظم المعلومات الجغرافية.

هيئة المساحة الجيولوجية السعودية. (2012). **المملكة العربية السعودية: حقائق وأرقام**، ط1، جدة.

الوليعي، عبدالله. (2008). **الجغرافية الحيوية للمملكة العربية السعودية**، ط3، الرياض: فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية.

Abū Sammūr, Ḥasan. (2005m). al-jughrāfīyah al-ḥayawīyah wa-al-turbah, Ṭ1, ʻamān : Dār al-Masīrah lil-Nashr wa-al-Tawzīʻ wa-al-Ṭibāʻah.

Al-Dāghistānī, Nabīl. (2003m). al-Istishʻār ʻan baʻda al'sāsyāt wa-al-taṭbīqāt, al-Ṭabʻah 1, ʻamān : Dār al-Manāhij lil-Nashr wa-al-Tawzīʻ.

Al-Fahdāwī, Ṭāhā. (2018m). al-qīmah al-fiʻlīyah ll'mṭār fī Muḥāfaẓat al-Anbār wa-atharuhā ʻalá alnbt al-ṭabīʻī, Ḥawlīyāt ādāb ʻAyn Shams, al-mujallad 46, (ʻadad Yūliyū-sbtmbr), Kullīyat al-Ādāb, Jāmiʻat ʻAyn Shams.

Al-Juhanī, Luṭfī. (2019). al-ghābāt al-ṭabīʻīyah fī al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah "naẓrah shāmilah", ʻImādat al-Baḥth al-ʻIlmī, Jāmiʻat al-Malik Saʻūd, al-Riyāḍ.

Al-masraḥī, Yaḥyá. (2013m). al-Dalīl lmṣwr llnbātāt al-barīyah fī minṭaqat Jāzān, al-Ṭabʻah 1, al-Riyāḍ : Fahrasat Maktabat al-Malik Fahd al-Waṭanīyah athnā' al-Nashr.

Al-Ruḥaylī, Basmah. (2013M). Taqyīm fāʻilīyat al-Mu'ashshirāt al-nabātīyah alṭyfyh fī taqdīr Khaṣā'iṣ al-Ghiṭā' al-nabātī al-ṭabīʻī min bayānāt al-Istishʻār ʻan baʻda fī Shamāl jibāl al-Sarawāt, Risālat duktūrāh ghayr manshūrah, Jāmiʻat al-Imām Muḥammad ibn Saʻūd al-Islāmīyah, Kullīyat al-ʻUlūm al-ijtimāʻīyah, Qism al-jughrāfiyā, al-Riyāḍ.

Al-Rāwī, Ṣabāḥ wāljghyfy, Maḥmūd wālḥdythy, Aḥmad. (2017m). ʻilm al-munākh al-taṭbīqī, Ṭ1, ʻamān : Dār Wā'il lil-Nashr wa-al-Tawzīʻ.

Al-Salmānī, Muḥammad wdhnwn, Rayyān wshhāb, Aḥmad. (2023m). taḥdīd Athar al-ʻAnāṣir al-muanākhīyah ʻalá al-Ghiṭā' al-nabātī bi-al-iʻtimād ʻalá muʻṭayāt al-Istishʻār ʻan baʻda – (Qaḍā' al-Ḥamdānīyah Kaḥḥālah dirāsah), al-Majallah al-ʻIrāqīyah al-Waṭanīyah li-ʻUlūm al-arḍ, almjld23, alʻdd1, Ṣ Ṣ 13-25).

Al-Sharīf, ʻAbd-al-Raḥmān. (1984m). jughrāfīyah al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah : al-juz' al-Thānī (iqlm Janūb Gharb al-Mamlakah), al-Riyāḍ : Dār al-Mirrīkh.

Al-Walīʻī, Allāh. (2008M). al-jughrāfīyah aljywyh lil-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah, al-Ṭabʻah 3, al-Riyāḍ : Fahrasat Maktabat al-Malik Fahd al-Waṭanīyah.

Al-ʻAbdalī, Aḥmad .(2024m). qāblyh al-ta'aththur bdwrh al-munākh wa-taqyīm āthāruh ʻalá al-Ghiṭā' al-nabātī fī al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah "dirāsah ḥālat Maḥmīyat al-Amīr Muḥammad ibn Salmān, Environmental and Veterinary Sciences (JEVS), al-Mu'assasah al-ʻArabīyah lil-ʻUlūm wa-nashr al-Abḥāth (AISRP), almjld8, alʻdd3, Ṣ Ṣ 1-15.

Al-ʻumrān, ʻAlī. (2012m). muqaddimah fī al-istishʻār ʻan baʻda wa-muʻālajat al-ṣuwar rqmyan, al-Ṭabʻah 1, al-Riyāḍ : Dār Wujūh lil-Nashr wa-al-Tawzīʻ.

Al-Ḥasan, ʻIṣmat. (2010m). Muʻālajat al-ṣuwar al-raqmīyah fī al-Istishʻār ʻan baʻda, Ṭ, al-Riyāḍ : al-Nashr al-ʻIlmī wa-al-Maṭābiʻ-Jāmiʻat al-Malik Saʻūd.

Amānat minṭaqat Jāzān. (2024m). al-Khāriṭah al-Idārīyah al-raqmīyah li-minṭaqat Jāzān, al-Mamlakah al-ʻArabīyah al-Saʻūdīyah, Jīzān.

Anees, Shoaib et al., Unveiling fractional vegetation cover dynamics: A spatiotemporal analysis using MODIS NDVI and machine learning, Environmental and Sustainability Indicators

24 (2024) 100485, pp1-19.

Eastman, R. (2001) IDRISI for Windows: guide to GIS and image processing Version32.20, Volume2, Clark University, Worcester.

Gong, Yu et al. (2024). The interaction between temperature and precipitation on the potential distribution range of Betula ermanii in the alpine treeline ecotone on the Changbai Mountain, Forest Ecosystems, Volume 11. 2024 . 100166, pp1-10.

Hatfield, Jerry L. & Prueger, John H., Temperature extremes: Effect on plant growth and development, , Volume 10, Part A, December 2015, Pages 4-10.

Hay'at al-Misāḥah al-jiyūlūjīyah al-Sa'ūdīyah (2012m) al-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah : ḥaqā'iq wa-arqām, ṭ1, Jiddah.

Hay'at al-Misāḥah al-jiyūlūjīyah al-Sa'ūdīyah (2013m) al-Khāriṭah al-Idārīyah al-raqmīyah lil-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah, al-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah, Jiddah : Waḥdat naẓm al-ma'lūmāt al-jughrāfīyah.

Khalaf, Ḥusayn, Athar al-taghayyur fī darajat al-Ḥarārah wāl'mṭār 'alá al-Ghiṭā' al-nabātī fī faḍā' al-ḥaḍar, Majallat Jāmi'at Tikrīt lil-'Ulūm al-Insānīyah, mjld29, 'dd12, al-juz' al-Awwal, Ṣ Ṣ 318-34.

Li, Chenzong, Significant Remote Sensing Vegetation Indices: A Review of Developments and Applications, Hindawi Journal of Sensors. 2017 . Article ID 1353691, 17 pages.

majmū'ah bayānāt CRU TS, High-resolution gridded datasets (and derived products), mtāḥ min khilāl alrābṭ .

mar'īyāt Landsat-OLI, Mawqi' al-Misāḥah al-Amrīkī USGS, mtāḥ min khilāl alrābṭ : .

Maḥsūb, Muḥammad wa-arbāb, Muḥammad wālghāmdy, Allāh. (1999M). Dirāsāt fī jughrāfīyah al-Mamlakah al-'Arabīyah al-Sa'ūdīyah : al-jawānib al-ṭabī'īyah, Ṭ1, Madīnat Naṣr : Dār al-Fikr al-'Arabī.

Mūsá, 'Alī. (2017m). al-munākh al-taṭbīqī, Ṭ1, 'amān : Dār al''ṣār al-'Ilmī lil-Nashr wa-al-Tawzī'.

namūdhaj al-Irtifā' al-raqmī SRTM, Mawqi' al-Misāḥah al-Amrīkī USGS, mtāḥ min khilāl alrābṭ : .

Ramachandra, T. V.. (2007). Comparativa Assessment of Tecniques for Bioresource Monitoring Using GIS and Remote Sensing, The Icfai Journal of Environmental Sciences, 1(2), pp. 7-47.

Sharaf, Muḥammad. (2008). al-Taḥlīl al-makānī bi-istikhdām naẓm al-ma'lūmāt al-jughrāfīyah, Ṭ1, al-Iskandarīyah : Dār al-Ma'rifah al-Jāmi'īyah.

Sharaf, Muḥammad. (2008M). jughrāfīyah al-munākh wa-al-bī'ah, al-Ṭab'ah 1, al-Iskandarīyah : Dār al-Ma'rifah al-Jāmi'īyah.

Shimizu, Yoko & Accad, Arnon & Shapcott, Alison, The relative importance of precipitation change and temperature sensitivity in determining the population viability of a threatened sub-tropical rainforest endemic plant Triunia robusta (Proteaceae), ,Austral Ecology, A journal of ecology in the southern Hemisphere, Volume49, Issue6, June

2024, e13546, pp1-22. Ṣaḥīfat ‘ājil, mtḥdth « al-arṣād » : Jāzān tqtrb min al-munākh alāstwā’y alhāṭl Ṭawwāl al-‘āmm, tamma al-Nashr fī 7 Sibtambir 2024m, mtāḥ min khilāl alrābṭ .

معلومات عن الباحث

د. منى سالم الحربي، أستاذ مشارك في المناخ بقسم العلوم الفيزيائية، برنامج نظم المعلومات الجغرافية، بكلية العلوم في جامعة جدة، المملكة العربية السعودية. حاصلة على درجة الدكتوراه في الجغرافيا من جامعة أم القرى عام 2016، تدور اهتماماتها البحثية حول دراسات الجغرافيا الطبيعية والمناخية وتطبيقاتهما بنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد.

Biographical Statement

Dr. Mona Alharbi is an Associate Professor/ of Climate in the Department of Physical Sciences, College of Sciences, University of Jeddah, Saudi Arabia. Dr. Alharbi received her PhD degree in Geography in 2016 from Um AL-Qura University, Saudi Arabia. Her research interests include studies of physical geography and climate and their application in geographic information systems and remote sensing.

Email: msalharbe@uj.edu.sa