إمكانية تحديد الموقع الأمثل لحقول الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية بقضاء دهوك

م.م. اوات قادر حسن
قسم الجغرافية –كلية العلوم الانسانية – جامعة دهوك
awat.qader@uod.ac

"Assessing the Optimal Location for Wind Farms in Electricity Generation: A Case Study of Duhok District"

Awat Qader Hasan
Department of Geography - College of Humanities - University of Duhok
awat.qader@uod.ac

المستخلص

تناقش الدراسة إمكانية تحديد الموقع الأمثل لحقول الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية في قضاء دهوك، اعتمادًا على العوامل الجغرافية والمناخية المحلية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية .(GIS) تسلط الدراسة الضوء على أهمية طاقة الرياح كمصدر مستدام ونظيف للطاقة الكهربائية لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري الملوث للبيئة.

تناولت الدراسة مجموعة من العوامل المؤثرة في خصائص الرياح، بما في ذلك الموقع الفلكي، التضاريس، الكتل الهوائية، المنظومات الضغطية، والمسافة عن المسطحات المائية. كما بحثت في خصائص الرياح من حيث السرعة والاتجاه، مع تباين ملحوظ في محطات الدراسة، استخدمت الدراسة خمس متغيرات أساسية لتحديد المواقع المثلى لمحطات الرياح، وهي: الارتفاع، اتجاه الرياح، محرمات شبكة الكهرباء، القرب من المناطق الريفية، والقرب من الطرق. وتوصلت الدراسة إلى أن ٥٣.٢٣٪ من المساحة الكلية للقضاء مناسبة أو جيدة لإنشاء محطات الرياح، بينما ٤٦.٧٧٪ من المساحة غير ملائمة.

تُعد هذه الدراسة مرجعًا مهمًا للتخطيط المستقبلي لمشاريع الطاقة المتجددة في قضاء دهوك، مما يسهم في تعزيز الاستدامة البيئية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

كلمات الدلالة: طاقة الرياح – قضاء دهوك – طاقة الكهربائية

Abstract

The study examines the potential for determining the optimal locations for wind farms to generate electricity in Duhok District, based on local geographic and climatic factors using Geographic Information Systems (GIS) techniques. It highlights the importance of wind energy as a sustainable and clean source of electricity, reducing dependence on environmentally harmful fossil fuels.

The study addressed various factors affecting wind characteristics, including astronomical location, topography, air masses, pressure systems, and proximity to water bodies. It also analyzed wind properties in terms of speed and direction, revealing significant variations among the study's stations.

Five key variables were utilized to determine the optimal locations for wind farms: elevation, wind direction, proximity to electricity networks, proximity to rural areas, and access to roads. The findings indicate that 53.23% of the total area in the district is suitable or highly suitable for wind farm installation, while 46.77% is deemed unsuitable.

This study serves as an important reference for future planning of renewable energy projects in Duhok District, contributing to environmental sustainability and reducing reliance on fossil fuels.

Keywords: Wind Energy -Duhok District - Electrical Power

المقدمة:

طاقة الرياح واحد من أبرز مصادر الطاقة المتجددة التي تعتمد على تحويل الرياح الى طاقة كهربائية. وتلعب دوراً حيوياً في تحقيق الاستدامة البيئية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. بكونها مصدراً نظيفاً للطاقة، حيث لا تنتج انبعاثات ضارة أو غازات دفيئة تساهم في التغيير المناخي .

تعتمد كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية من حقول الرياح بشكل كبير على اختيار الموقع الأمثل، حيث تتأثر بعدة عوامل، منها التضاريس والمناخ (سرعة واتجاه الرياح وتغيراتها الموسمية)، بالإضافة الى العوامل المتعلقة بتكاليف التركيب و الصيانة التوربينات والقرب من شبكات توزيع الكهرباء وغيرها.

محافظة دهوك ومنها منطقة الدراسة (قضاء دهوك) يعتمد على الوقود الأحفوري للإنتاج الطاقة الكهربائية، وهذا يؤثر سلبا على البيئة ويميل الى الاستمرار في الزيادة نتيجة زياد الطلب على الوقود، لذلك يعتبر الطاقة المتجددة ومنها طاقة الرياح احد افضل الحلول لمعالجة مشكلة التلوث.

مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة ان المنطقة تعاني من مشكلة مزدوجة وهي نقص الطاقة من ناحية وتلوث البيئة الناتج عن الوقود الاحفور التي يستخدم في محطات انتاج الطاقة الكهربائية في المنطقة من ناحية اخرى، لذا وجب اللجوء نحو الطاقة المتجددة ومنها طاقة الرياح التي لاتنتج انبعاثات ضارة يأثر على البيئة، وهنا يمكن طرح بعض التساؤلات المتعلقة بالمشكلة الاساسية وهي:

١- ماهي العوامل المؤثرة في خصائص الرياح في المنطقة؟

٢- هل تتوفر امكانيات لخصائص الرياح يستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية؟

فرضية الدراسة : من فرضيات الدراسة :

١- تؤثر عوامل الموقع الجغرافي والتضاريس بشكل كبير على خصائص وكفاءة حقول الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية.

٢- هناك امكانيات لتوليد طاقة كهربائية في مناطق تتمتع بخصائص الرياح (اتجاه وسرعة) مناسبة لانتاج الطاقة في مواقع مختلفة ضمن منطقة الدراسة.

أهمية الدراسة:

تكتسب هذه الدراسة أهمية كبيرة في مجال الطاقة المتجددة ومنها طاقة الرياح كمصدر من مصادر الطاقة النظيفة والمستدامة وتقليل الاثار البيئية.

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة الى تحليل وتقييم العوامل المتعددة التي تؤثر على خصائص الرياح و تحديد الموقع الأمثل لحقول الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية في المنطقة الدراسة.

منهج الدراسة:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج التحليلي من خلال تحليل العوامل المؤثرة في اختيار الموقع الأمثل لتوليد طاقة الكهربائية من الرياح والمنهج الوصفي لتحليل بيانات خصائص الرياح في المنطقة.

١- العوامل المؤثرة على انتاج طاقة الرياح في منطقة الدراسة:

الرياح في منطقة الدراسة تتأثر بعدة عوامل التي تؤثر على حركة الرياح عالمياً، بالإضافة الى بعض العوامل المحلية التي ترتبط بالخصائص الجغرافية والمناخية للمنطقة. من أبرز هذه العوامل:

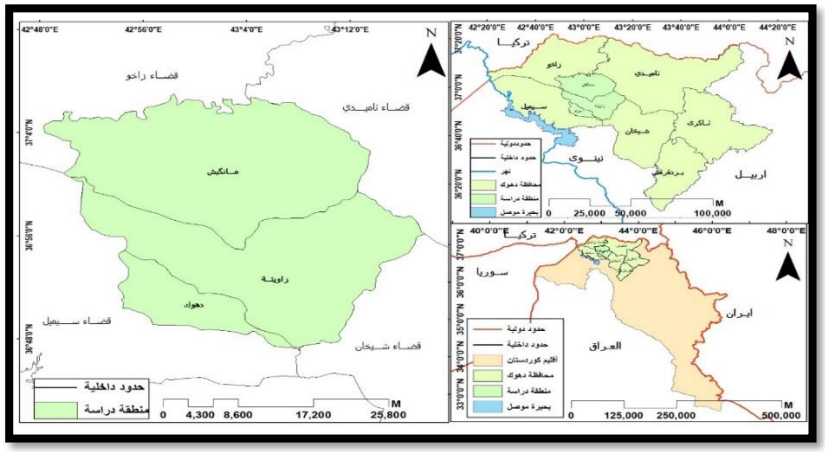
١-١ <u>الموقع الفلكي :</u>

الموقع الفلكي يلعب دوراً مهما في تحديد أنماط الرياح المحلية والإقليمية. يشير الموقع الفلكي الى موقع المنطقة من حيث خطوط الطول والعرض، هذا يؤثر على العوامل المناخية التي تؤثر على الرياح. ومنها يؤدي الى اختلاف كمية الطاقة الشمسية الواصلة الى سطح الأرض من مكان لاخر مما يؤدي الى اختلاف كثافة الهواء وارتفاع الضغط الجوي في المناطق الباردة وينخفض في المناطق الدافئة وينتج عن اختلاف درجات الحرارة والضغط وبالتالي انتقال الهواء من المناطق الباردة ذات الضغط العالي الى المناطق الدافئة ذات الضغط الواطئ، وتؤثر على سرعة الرياح ومقدار طاقتها. [١]

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (٣٧ْ.٧َ.٠ْ)و (٣٦ْ.٤٧َ.٣ْ) درجة شمالا، وبين خطي طول (٤٢ْ.٤٨َ.٠٠) و (٤٣ْ.١٧ِ.٣٠ِ) درجة شرقا، كما هو مبين في الخريطة(١). [٢]

بالتالي، الموقع الفلكي دوراً مهماً في تحديد اتجاه الرياح و سرعتها وكذلك في تشكيل أنماط الرياح المحلية والعالمية.

الخارطة (١) موقع قضاء دهوك بالنسبة محافظة دهوك و الإقليم الكوردستان



المصدر : اعتماداً على: حكومة أقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، هيئة احصاء اقليم كوردستان، مديرية احصاء دهوك، شعبة(GIS)

١-٢ التضاريس :

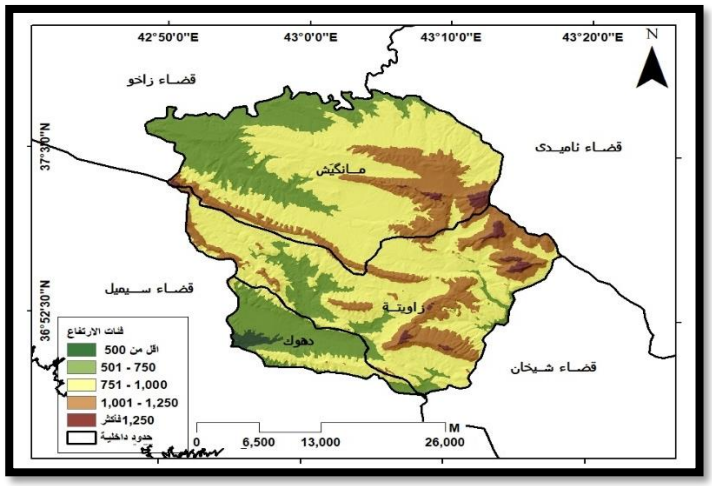
تعد التضاريس من العوامل المؤثرة في التباين المكاني لعناصر المناخ الرئيسية، بسب الارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر مما يؤثر على سرعة الرياح واتجاهاتها. بالقرب من سطح الأرض، تكون سرعة الرياح أقل بسبب تأثير الاحتكاك مع التضاريس والأشجار والمباني. هذا يؤدي الى تباطئ الرياح. كلما زاد الارتفاع يقل تأثير الاحتكاك، مما يسمح للرياح بالحركة بسرعة أكبر. [٣]

يوجد تباين في سطح منطقة الدراسة الخارطة (٢)هذا يؤدي الى اختلاف في سرعة الرياح واتجاهاتها في منطقة الدراسة من مكان لاخرحسب الارتفاع السطح وانخفاضها. إجمالا، الارتفاع عن سطح الأرض له تأثير مباشر على كيفية حركة الرياح، سواء في السرعة أو الاتجاه.

نستنتج من الجدول (١)والخارطة (٢) مما يلي:

١- ان الجزء الأكبر من قضاء دهوك يقع في نطاق الارتفاع بين (٧٥١-١٠٠٠) م، حيث تشغل(٥٢.٥٦٪)من المساحة الكلية، هذا يشير الى ان اغلبية الأراضي في منطقة الدراسة تقع ضمن النطاق الارتفاعي المتوسط. في هذا الارتفاع الرياح قد تكون متقلبة بسبب التضاريس، والجبال والتلال قد تعترض مسار الرياح، مما يؤدي الى تغيير في اتجاه الرياح المحلية وزيادة سرعتها في بعض المناطق.

الخارطة(٢) ارتفاع سطح في قضاء دهوك



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (. DEM) للمنطقة الدراسة

٢- المناطق التي تقل ارتفاعه عن (٥٠٠)م تشكل مساحة صغيرة لاتزيد عن (٠.٦٦٪) من اجمالي مساحة منطقة الدراسة .

٣- الفئة (٥٠١- ٧٥٠)م تتراوح بين الاراضي المنخفضة والمتوسطة تشغل حوالي ربع المساحة الكلية لمنطقة الدراسة(٢٥.٨٤٪).

٤- الاراضي ذات الارتفاعات العالية مابين (١٠٠١-١٢٥٠)م تشكل بدون هذه الفئة (١٩.٥٧٪)من المساحة الكلية للمنطقة. في مثل هذه الارتفاعات الرياح تميل الى أن تكون أقوى وأكثر تأثيرا. الارتفاعات أعلى يعني ان المنطقة تتعرض لتيارات هوائية على نطاق أوسع، الرياح قد تزداد سرعتها بشكل ملحوظ.

٥- مساحات كبيرة من منطقة الدراسة تقع بين مابين (٥٠١-١٠٠٠) م تشير الى ان اغلب المنطقة تحتوي على الارتفاعات المتوسطة تشكل (٧٨٪) من اجمالي مساحة المنطقة الدراسة.

الجدول (١) تصنيف اراضي قضاء دهوك حسب درجة الارتفاع (م)فوق مستوى سطح البحر

ت	فئات الارتفاع	المساحة كم٢	نسبة%
١	اقل من ٥٠٠	٦.٧	٠.٦٦
٢	٥٠١ – ٧٥٠	٢٦٢.٣	٢٥.٨٤
٣	٧٥١ – ١٠٠٠	٥٣٣.٥	٥٢.٥٦
٤	١٠٠١ – ١٢٥٠	١٩٨.٦	١٩.٥٧
٥	١٢٥٠ فأكثر	١٣.٩	١.٣٧
	المجموع	١٠١٥	١٠٠

المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الخارطة (٢) ضمن برنامج (Arc GIS 10.8)

١-٣ اتجاه التضاريس:

تأثير اتجاهات التضريس او الجبال على استثمار طاقة الرياح من العوامل الاساسية التي يجب مراعاتها عند التخطيط لمشاريع طاقة الرياح. و هو عامل رئيسي يؤثر على كيفية تفاعل الرياح مع التضاريس. يعتمد التأثير على كيفية مواجهة الأرض للرياح السائدة في المنطقة.

اذا كانت سفوح الجبال تواجه الرياح السائدة بشكل مباشر، فإن الرياح تصطدم بالجبال وتبدأ بالصعود على المنحدرات، مما يخلق تيارات هوائيةصاعدة. هذا يؤدي الى زيادة سرعة الرياح في هذه المناطق. هذه المناطق هي الأمثل لتركيب توربينات الرياح لأنها سرعة الرياح تكون أكبر و أكثر استقرارا، مما يؤدي الى انتاج طاقة أعلى.

اما اذا كانت الأراضي التي تكون خلف الجبال على الجانب المعاكس الاتجاه الرياح تكون محمية من الرياح السائدة او القوية. هذه المناطق تكون في ظل الرياحوقد تنخفض سرعة الرياح بشكل كبير. من الأفضل تجنب من هذه المناطق للاستخدام الطاقة الرياح، حيث ستكون سرعة الرياح أقل، مما يؤدي الى انتاج طاقة أقل.

تحتوي منطقة الدراسة على اتجاهات ارضية مختلفة وهذا يؤثر على استثمار الرياح في المنطقة كما مبين من الجدول (٢) والخارطة (٣) نلاحظ:

١- الاتجاه الشمالي هو أكثر شيوعا مقارنة مع الاتجاهات الأخرى بنسبة(١٦.٨٧٪) من مساحة الكلية للمنطقة، هذا يشير الى أن الرياح القادمة من هذا الاتجاه هي أكثر تأثيرا في المنطقة.

٢- اما الاتجاه الجنوبي تأتي بالمرتبة الثانية بمساحة (١٦٩.٩٦)كم٢ وبنسبة(١٦.٧٤)من مساحة المنطقة الدراسة، هناك فرق قليل مابين الاتجاه الشمالي والجنوبي من حيث نسبة من الإجمالي المساحة المنطقة.

٣- الاتجاه الجنوب الغربي يأتي في المرتبة الثالثة بنسبة (١٤.٨٠٪)من مساحة المنطقة.

٤- الاتجاه الشرقي أقل شيوعا بمساحة(٨١.٤٣)كم٢ ونسبتها (٨.٠٢٪)، هذا يعني ان الرياح القادمة من هذه الاتجاه لهل تأثير أقل في المنطقة.

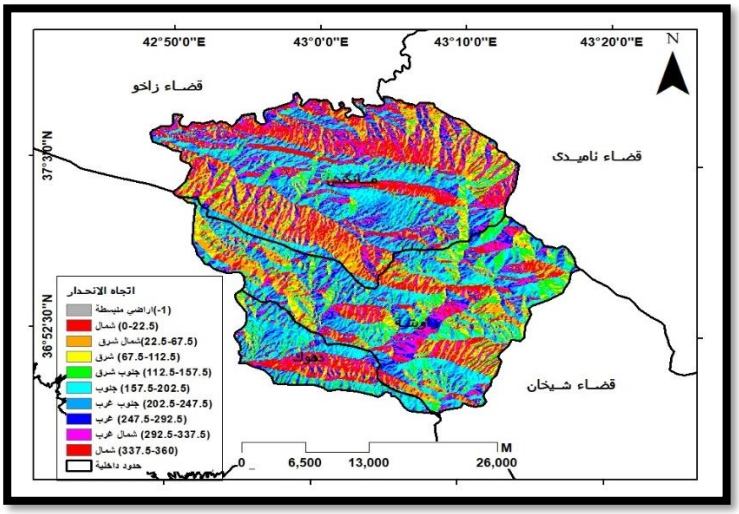
٥- ان الرياح التي تتجه شمال و شمال شرق وشمال الغرب و جنوب و جنوب غرب له تأثير كبير على الطقس والمناخ المحلي ومنها الرياح في المنطقة الدراسة. يبدو ان الرياح الشمالية والجنوبية تلعب دورا مهماً في المنطقة، مع تأثير أقل للرياح الشرقية والغربية. هذا يمكن أن يكون مؤشرا على أن التضاريس المحلية يؤثر بشكل كبيرعلى الاتجاهات الرياح.

الجدول(٢) اتجاه انحدار الارض في قضاء دهوك

ت	الاتجاه بالدرجات	نوعية الاتجاه	مساحةكم٢	نسبة%
١	-١	اراضي منبسطة	٠.٣٣	٠.٠٣
٢	٠-٢٢.٥	شمال	٩١.٣٤	٨.٩٩
٣	٢٢.٥-٦٧.٥	شمال شرق	١٢٩.٨٢	١٢.٧٩
٤	٦٧.٥-١١٢.٥	شرق	٨١.٤٣	٨.٠٢
٥	١١٢.٥-١٥٧.٥	جنوب شرق	٩٥.٣٨	٩.٣٩
٦	١٥٧.٥-٢٠٢.٥	جنوب	١٦٩.٩٦	١٦.٧٤
٧	٢٠٢.٥-٢٤٧.٥	جنوب غرب	١٥٠.٢٤	١٤.٨٠
٨	٢٤٧.٥-٢٩٢.٥	غرب	١٠٠.٤٥	٩.٨٩
٩	٢٩٢.٥-٣٣٧.٥	شمال غرب	١١٦.٥٧	١١.٤٨
١٠	٣٣٧.٥-٣٦٠	شمال	٨٠.٠٢	٧.٨٨
	مجموع		١٠١٥	١٠٠

المصدراعتماداً على قاعدة البيانات الخارطة (٣) ضمن برنامج (Arc GIS 10.8)

الخارطة(٣)اتجاه الانحدار الأرض في قضاء دهوك



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (. DEM) للمنطقة الدراسة

١ – ٤ الموقع بالنسبة للمسطحات المائية:

ان المسطحات المائية تؤثر بشكل كبير على الظروف المناخية للمناطق المجاورة لها، وتلعب دوراً كبيراً في تشكيل نمط الرياح في المنطقة، بسبب الاختلاف في تسخين وتبريد الماء مقارنة باليابسة.(٤)

المسطحات المائية تأثر على سرعة الرياح واتجاهاتها، خلال النهار اليابسة تسخن أسرع من الماء، مما يؤدي الى ارتفاع الهواء فوق اليابسة وانخفاض ضغط الهواء. ويبقى الهواء فوق الماء أكثر برودة وضغط هناك أعلى. هذا الفرق في الضغط يؤدي الى حركة الهواء من الماء الى اليابس، هذا النوع من الرياح يكون عادة أكثر قوة وسرعة. وخلال الليل، يحدث العكس، اليابس تبرد أسرع من الماء، هذا يؤدي الى حركة الهواء من اليابس باتجاه الماء.

يمكن أن تؤدي المسطحات المائية الكبيرة مثل البحار والبحيرات الى انحناء أو تحويل مسار الرياح بسبب تأثيرات الضغط والحرارة.

منطقة الدراسة كجزء من اقليم وكردستان والعراق والعراق يتأثر بالمسطحات المائية المجاورة وهي (البحر المتوسط ، البحر الأسود ، بحر قزوين ، البحر الأحمر ، الخليج العربي). [٥] من المؤكد ان للمسطحات المائية تاثير كبير على مناخ المنطقة المجاورة. وان موقع المنطقة من المسطحات المائية مبين في الخارطة (٤).

الخارطة(٤) موقع المنطقة الدراسة بنسبة المسطحات المائية

المصدر :اعتماداً على برنامج نظم معلومات الجغرافية (Arc GIS)

١-٥ الكتل الهوائية:

تُعَدُّ الكتل الهوائية من العوامل الأساسية التي تتحكم في اتجاه الرياح وسرعتها، كما تساهم بشكل كبير في تشكيل الأنماط الجوية على المستويين العالمي والمحلي. فهي تلعب دورًا حاسمًا في التغيرات اليومية والفصلية للطقس، مما ينعكس بشكل مباشر على سرعة الرياح واتجاهها. [٦]

تؤثر الكتل الهوائية بشكل ملحوظ في تشكيل الرياح المحلية، حيث يؤدي انتقال كتلة هوائية باردة لتحل محل كتلة دافئة إلى توليد رياح قوية نتيجة الفروقات في الضغط الجوي ودرجات الحرارة. وتشهد منطقة إقليم كوردستان، بما في ذلك قضاء دهوك، تأثرها بعدة أنواع من الكتل الهوائية المختلفة على مدار فصول السنة. الخارطة (٥). ومن أبرز الكتل الهوائية المؤثرة على المنطقة:

الكتلة الهوائية القطبية القارية cP:

تتكون هذه الكتل فوق السهول والأراضي المنبسطة الواسعة كسهول سيبيريا ووسط اوروبا وتتحرك نحومنطقة الدراسة منجذبة نحو منطقة الضغط المنخفض المستمر على الخليج العربي والبحر الأسود والمتوسط، وهي كتلة باردة تعمل على انخفاض درجة الحرارة. [٧]

تعدّ هذه الكتلة باردة وقليلة الرطوبة، ورطوبتها تزداد عند تقدمها نحو منطقة الدراسة لاكتسابها خصائص المنطقة التي تمر فيها وتؤثر على مناخ المنطقة خلال فصل الشتاء [٨].

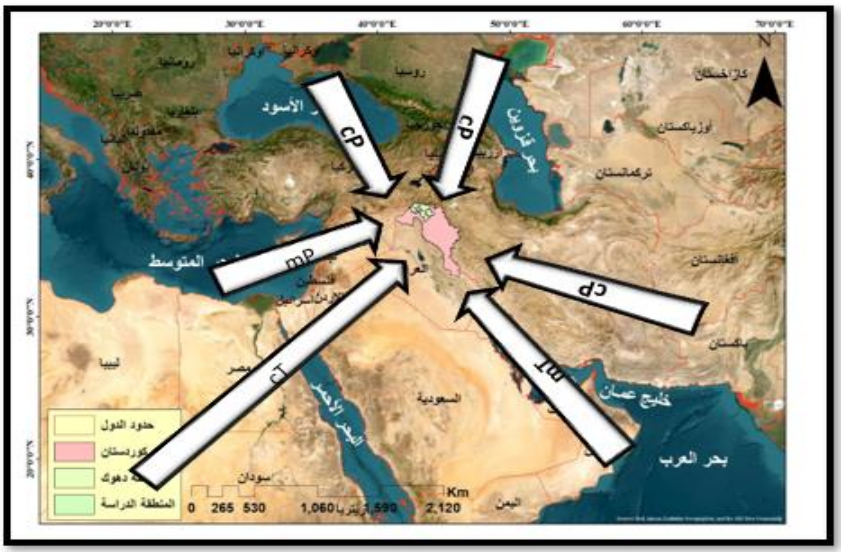
الكتلة الهوائية القطبية البحريةmP: تنشأ هذه الكتل في القسم الشمالي من المحيط الأطلسي عبر البحر المتوسط عابرة سلسلة جبال لبنان وسلسلة جبال الساحل في سوريا وخاصة عبر فتحة حمص بين السلسلتين (الساحلية في سوريا ولبنان). [٩]

الكتلة الهوائية المدارية القارية (cT): تنشأ هذه الكتل فوق القارات في المناطق المدارية ، وتسيطرهذه الكتلة على العراق ومنها منطقة الدراسة خلال فصل الصيف قادمة من الغرب الى شرق الصحراء الكبرى لتنتهي عند مركزالضغط الخفيف المحلي الممتد من الخليج العربي وبحر العرب، تظهرتأثيراتها في الفصل البارد ممتدا هذا

التأثير الى الفصل الحار اذ تعد من أكثر أنواع الكتل الهوائية تأثيراً في مناخ العراق.(١٠)

الكتل الهوائية المدارية البحرية mT :أن مصدر هذه الكتل هو المحيط الهندي حيث تتجه هذه الكتل نحو الشمال والشمال الغربي من البحر العربي والخليج العربي وتدخل القطر من جهة الجنوب.(١١)

الخارطة(٥) الكتل الهوائية المؤثرة على قضاء دهوك



المصدر :اعتماداً على برنامج نظم معلومات الجغرافية (Arc GIS)

٦-١ المنظومات الضغطية :

يُعتبر الضغط الجوي أحد العوامل المناخية المهمة التي تؤثر على اتجاه الرياح وسرعتها، مما يجعله ذا أهمية خاصة عند دراسة إمكانية تحديد المواقع المثلى لحقول الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية في قضاء دهوك. تتباين التوزيعات الضغطية في المنطقة نتيجة اختلاف حركة الشمس الظاهرية بين المدارين، مما يؤدي إلى تكوين

مناطق ضغط مرتفع وأخرى منخفضة. هذا التباين يؤثر بشكل مباشر على حركة الرياح، وبالتالي يلعب دوراً رئيسياً في تحديد المواقع المناسبة لتوليد الطاقة. [١٢]

ويتبين تأثير المنظومات الضغطية على الرياح في قضاء دهوك ،بسبب موقع العراق، بما في ذلك قضاء دهوك، في شمال العروض شبه المدارية وجنوب العروض المعتدلة، تتأثر المنطقة بعدة منظومات ضغطية رئيسية تتحكم في حركة الرياح وسرعتها [١٣] :

1-6-1الضغط الجوي المرتفع:

- **المرتفع الجوي السيبيري:** [١٤] يتميز بتأثيره الكبير في فصل الشتاء، حيث يؤدي إلى تقليل سرعة الرياح وخلق حالات سكون نتيجة كثافة الهواء البارد. [١٥] لذلك، يمكن استبعاد هذه الفترات عند تحديد المواقع الأمثل لحقول الرياح[١٦].
- **المرتفع الجوي الأوروبي** :يتسبب في جلب رياح باردة من الغرب والشمال الغربي خلال الشتاء، مما قد يوفر فرصاً جيدة لتوليد الطاقة في تلك الفترات[١٧].
- **المرتفع الجوي شبه المداري** :يؤثر على المنطقة طوال العام، مع زيادة تأثيره في فصل الربيع. [١٨] تدفق الرياح المرتبطة بهذا المرتفع يمكن أن يُستغل لتوليد الطاقة بشكل منتظم[١٩].

2-6-1الضغط الجوي المنخفض:

- **منخفضات البحر المتوسط** :تتكون في فصل الشتاء نتيجة التقاء كتل هوائية باردة ودافئة فوق البحر المتوسط، وتؤثر على المنطقة عبر مسارين رئيسيين [٢٠]: الشرقي عبر جبال لبنان الشرقية، والجنوبي الموازي لأنبوب النفط بين العراق وفلسطين. [٢١][٢٢]
- **منخفضات المحيط الأطلسي** :تنشأ فوق شمال المحيط الأطلسي وجزر آيسلندا، وتتحرك نحو البحر المتوسط[٢٣]، مؤثرة على أنماط الرياح في الشتاء. عند وصولها إلى العراق، تؤدي إلى نشاط الرياح وزيادة سرعتها.

٢-خصائص الرياح في منطقة الدراسة:

بما ان العوامل المؤثرة في الرياح متباينة وسطح منطقة الدراسة والظروف المحلية لكل أجزاء قضاء دهوك متباينة فان خصائص الرياح بين محطات منطقة الدراسة متباينة. خصائص الرياح تلعب دورا حاسما في فعالية توليد الطاقة الرياح، فانه من الضروري د را سة خصائص الرياح من حيث السرعة والاتجاه لمعرفة تباين هذه الخصائص بين محطات المنطقة الدراسة، فما يلي:

٢-١ سرعة الرياح:

تعبر سرعة الرياح عن المسافة التي تقطعها جزيئات الهواء المتحركة في وحدة الزمن. [٢٤] السرعة تؤثر على قدرة الحركية للرياح، وكلما زادت السرعة زادت الطاقة الحركية التي تحملها الرياح، الطاقة الحركية هي المصدر الرئيسي للطاقة التي تحول الى الطاقة الكهربائية عبرتوربينات الرياح. كلما كانت سرعة الرياح أكثر يزيد كمية الطاقة التي يمكن إنتاجها.

بما ان سطح منطقة الدراسة والظروف المحلية متباينة، هذا تؤثر على تباين السرعة الرياح في المنطقة، يتضح من خلال الجدول (٣) ان معدل السرعة الرياح في جميع المحطات منطقة الدراسة متشابهة، مما يدل على تأثير عوامل مناخية مشتركة، لكل محطة مانكيش غالبا ما تسجل أعلى مقارنة مع امحطات دهوك وزاويتة، مما يشير الى أن محطة مانكيش قد تكون أكثر تعرضاً للرياح بسبب الموقع الجغرافي او التضاريس.

جميع المناطق تظهر نفس النمط الموسمي، حيث تزداد سرعة الرياح في الربيع (خاصة اذار ونيسان) وثم تتناقص في الصيف (خاصة في أشهر تموز وأب)وادني

مستوي في جميع محطات يسجل في ايلول بلغ (١.٢٥، ١.٠٩، ٠.٩٣)م/ ث في محطات دهوك، زاويتة، مانكيش على التوالي.

هناك فرق واضح في شهر ايلول حيث تسجل محطة مانكيش أقل سرعة (٠.٩٣ م/ث) منخفضة بشكل كبير مقارنة بمحطة دهوك (١.٢٥ م/ث)، مما قد يدل على تأثير موسمي معين.

تسجل أعلى معدل سرعة الرياح في المنطقة الدراسة في شهر اذار في محطة مانكيش حيث بلغت (١.٧٩ م/ث).المعدل السنوي لسرعة الرياح متقارب بين محطات المنطقة الدراسة بلغت (١.٤١، ١.٣٩، ١.٣٧)م/ث على التوالي في محطة دهوك، زاويتة، مانكيش.

الجدول (٣) معدلات سرعة الرياح م/ثا في محطات المنطقة الدراسة بين عام (٢٠١٥- ٢٠٢٣)

محطة / شهر	دهوك	مانكيش	معدل
كانون الثاني	١.٤٢	١.٦٠	١.٥١
شباط	١.٤٠	١.٥٣	١.٤٧
أذار	١.٦٣	١.٧٩	١.٧١
نيسان	١.٥٢	١.٥٧	١.٥٥
مايس	١.٥٠	١.٧٦	١.٦٣
حزيران	١.٥٢	١.٣٢	١.٤٢
تموز	١.٣٤	١.٣٩	١.٣٧
اب	١.٣٧	١.١٤	١.٢٦
أيلول	١.٢٥	٠.٩٣	١.٠٩
تشرين الاول	١.٢٧	١.٠٢	١.١٥
تشرين الثاني	١.٢٤	١.١١	١.١٨
كانون الاول	١.٤١	١.٢٤	١.٣٣
معدل السنوي	١.٤١	١.٣٧	١.٣٩

المصدر :اعتماداً على:

١-حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و الاتصالات، المديرية الأنواء الجوية و الرصد الزلزالي دهوك، قسم المناخ بيانات غير- منشورة

٢-تم استخراج سرعة الرياح في محطة زاويتة بشكل تقريبي اعتمادا على بيانات محطة (دهوك ومانكيش).

٢-٢ اتجاه الرياح

يتبين التغير في محطات منطقة الدراسة تكرار اتجاهات الرياح بين شهر واخر، هذا التباين يظهر من خلال ملاحظة الجداول الخاصة بمحطات الد راسة، يتضح لنا ان هناك اختلاف مكاني وزماني في تكرا ر الرياح من الاتجاهات المختلفة، مما قد يرتبط بتضاريس أو ظروف جغرافية محلية، يبين ذلك في الجداول (٤) و(٥)و (٦):

١- الرياح الأكثر سيادة هو الجنوبية الشرقية، تهب بشكل أكبر بكثير في محطة دهوك (٨مرات)مقارنة بمحطة مانكيش مرة واحدة. مما يشير الى أن التضاريس أو الظروف المحلية في محطة دهوك أكثر عرضة للرياح الجنوبية الشرقية.

٢- الاتجاه الجنوبي يأتي في المرتبة الثانية في محطة دهوك بمجموع (٣١) تكرار، يظهر بعض التأثير أيضاً، ولكن ليس بالقوة نفسها مقارنة بالجنوبية الشرقية.

٣- الرياح من الشرق هي أكثر تكرارا في محطة مانكيش مابين اتجاهات أخري بمجموع (٣٠)تكرار، ما يدل على أن الرياح الشرقية هي الأكثر سيادة في هذه الموقع.

٤- الاتجاهات الأخرى مثل جنوب و جنوب الشرق تأتي في المرتبة الثانية في محطة مانكيش بتكرارات أقل.

٥- الرياح من الغرب والشمال الغربي تهب بشكل خفيف في محطة مانكيش ولاتهب في محطة دهوك.

الاتجاه الرياح السائد في المنطقة الدراسة هي الرياح الجنوبية الشرقية و جنوبية في محطة دهوك، اما الاتجاه السائد في محطة مانكيش هي الرياح الشرقية، هذا يدل على أن المنطقة الدراسة تحت تأثير هذا الاتجاهات الرياح. اما الرياح القادمة من الاتجاهات الأخرى تأثيراتها أقل في المنطقة الدراسة.

الجدول(٤) اتجاه الرياح في محطة دهوك حسب زاوية درجات الاتجاه بين عام (٢٠١٥-٢٠٢٣)

سنة / شهر	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
كانون الثاني	١٣٩	١١٣	١٣٥	١١٣	١١٧	١١١	١٣٩	١١٤	١٣٥
شباط	١٦٣	١١٠	١٤٠	١٤٢	١٢٩	١٢٤	١٥٣	١٣٢	١٥٥
أذار	١٧٥	١٦٢	١٠٩	١٢١	١٥١	١٢٤	١٥٩	١٣٦	١٢٩
نيسان	١٥٨	١٣١	١٣٨	١٣٧	١٣٤	١٣٤	١٥٦	٢١١	١٧٢
أيار	١٩٩	١٧٤	١٥٠	١١٨	١٥٥	١٤٨	١٧٤	١٥١	١٧٦
حزيران	٢٠٠	١٨٧	١٤٠	٢٤٠	١٩٤	٢٠٦	٢٠٧	١٩٣	١٩١
تموز	١٥٠	١٨٣	١٩٣	١٤٥	٢١٧	١٦٦	١٧٠	١٨٨	٢٠٠
اب	١٧٨	١٦٥	١٧٦	٢١٣	١٥٤	١٧٨	١٧٢	١٩٢	١٩٨
أيلول	١٣٢	١٧٦	١٣٨	١٣٥	١٧٩	١٢٠	٢٠٩	١٧٩	١٤٤
تشرين الاول	١٤٨	١٢٤	١٢٧	١٢١	١٢٨	٨٨	١٤٦	١٤٣	١٢٢
تشرين الثاني	١١٠	١١٣	١٠٧	١١٢	٨٣	١٢٩	١٢٦	١٣٧	١٤٩
كانون الاول	١٢٥	١١٩	١٠٠	١٢٢	١١٥	٩٤	١١٠	١٣٥	١٤٤

المصدر :اعتماداً على:

حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و الاتصالات، المديرية الأنواء الجوية و الرصد الزلزالي دهوك، قسم المناخ بيانات غير- منشورة

الجدول(٥) اتجاه الرياح في محطة ومانكيش حسب زاوية درجات الاتجاه بين عام (٢٠١٤-٢٠١٩)

سنة / شهر	2014	2015	2016	2018	2019
كانون الثاني	71	257	88	333	133
شباط	73	101	80	155	161
أذار	89	90	98	279	202
نيسان	88	72	79	227	193
أيار	88	72	109	194	311
حزيران	108	106	104	309	286
تموز	86	95	82	196	336
اب	89	98	84	120	289
أيلول	113	74	82	152	273
تشرين الاول	86	78	197	182	275
تشرين الثاني	183	79	230	256	122
كانون الاول	83	79	211	208	119

المصدر :اعتماداً على: حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و الاتصالات، المديرية الأنواء الجوية و الرصد الزلزالي دهوك، قسم المناخ بيانات غير – منشورة

الجدول (٦) عدد تكرارات الاتجاهات الرياح في محطات قضاء دهوك بين عام (٢٠١٤-٢٠٢٣)

اسم الاتجاه	شرق		جنوب شرق		جنوب		جنوب غرب		غرب	شمال غرب
الاتجاه	٦٧.٥ . ١١٢.٥		١١٢.٥ . ١٥٧.٥		١٥٧.٥ . ٢٠٢.٥		٢٠٢.٥ . ٢٤٧.٥		٢٤٧.٥ . ٢٩٢.٥	٢٩٢.٥ . ٣٣٧.٥
شهر	دهوك	مانكيش	دهوك	مانكيش	دهوك	مانكيش	دهوك	مانكيش	مانكيش	مانكيش
كانون الثاني	١	٢	٨	٢						١
شباط	١	٣	٧	١	١	١				
أذار	١	٣	٥		٣	١				١
نيسان		٣	٦		٢	١	١	١		
أيار		٣	٥		٤	١				١
حزيران		٣	١		٥		٣		١	١
تموز		٣	١		٦	١	٢			١
آب		٣	١	١	٧		١		١	
أيلول		٢	٥	٢	٣		١		١	
تشرين الاول	١	٢	٨			٢				
تشرين الثاني	٤	١	٥	١		١		١	١	
كانون الاول	٣	٢	٦	١				٢		
المجموع	١١	٣٠	٥٨	٨	٣١	٨	٨	٤	٤	٥

المصدر: اعتمادا على الجدول (٤) و(٥)

٣- تحديد الموقع الامثل للاستفادة من الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية في منطقة الدراسة :

تحديد الموقع الامثل للاستفادة من الرياح يعد خطوة حاسمة في تطوير مشاريع الطاقة المتجددة، خاصة طاقة الرياح. تحديد الموقع الأمثل يعتمد على مجموعة من العوامل والمتغيرات المؤثرة على هذا العملية في قضاء دهوك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

٣-١المتغيرات المستخدمة في بناء نموذج:

اعتمد الدراسة على خمس متغيرات اساسية مؤثرة لتحديد مواقع مثلى لبناء حقول الرياح في المنطقة الدراسة، واعطاء قيم وزنية لكل متغير ضمن برنامج (Arc GIS)حسب درجة اهميتها بحيث تكون مجموع قيم هذه الاوزان(١٠٠٪)، انظر الجدول (٧) والخارطة() كالأتي:

٣-١ الارتفاع : في مناطق ذات الارتفاعات العالية تكون سرعة الرياح عادةً أعلى بسبب قلة مقاومة الهواء، كلما زاد الارتفاع زادت سرعة الرياح يعتبر هذا عاملا مهماً في تحديد موقع الأمثل لتوربينات الهوائية، لذلك اعطي الأفضلية في بناء النموذج لمناطق الارتفاعات العالية.

٣-٢ الاتجاه: يتمثل باتجاه الرياح السائدة الى المنطقة الدراسة، يمكن تحديد الموقع الأمثل لتوربينات الرياح بناءً على اتجاه الرياح الأكثر تكراراً في المنطقة الدراسة، لذلك اعطينا نسبة اكبر لاختيار الموقع الامثل للاتجاه الجنوب والجنوب الشرق والشرق حسب درجة الاهمية.

٣-٣ شبكة الكهرباء: يفضل أن تكون الموقع قريباً نسبياً من شبكات الكهرباء لتقليل تكلفة التوزيع الطاقة الكهربائية والربط بالشبكة الوطنية ووصولها الى المستهلك، لذلك يؤخذ بعين الاعتبار توطن المحطات حيث توجد فيها شبكة الكهرباء.

٣-٤ الريف : تحديد مواقع الطاقة الرياح قدر الامكان قريبا عن مناطق الريفية التي تعاني من عدم استقرار في امدادات الكهرباء. يمكن لمشاريع الرياح المحلية تحسين استقرار الطاقة الكهربائية.

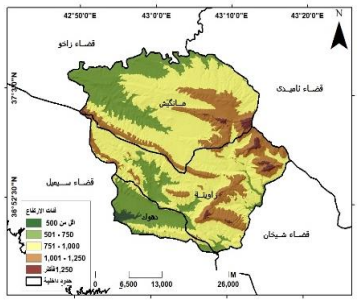
٣-٥ الطرق: يجب ان تكون موقع قريبة من الطرق للوصول السهل اثناء مرحلة البناء، النقل الى المواقع التي تفتقر بطرق المناسبة قد يكون مكلفا جداً، لذلك يجب اختيار مواقع قريبا عن الطرق، سواء كان الطرق الرئيسية او الطرق الثانوية.

الجدول(٧) الاوزان النسبية للمتغيرات المستخدمة في بناء النموذج الملائمة لحقول الرياح حسب درجة اهميتها في قضاء دهوك

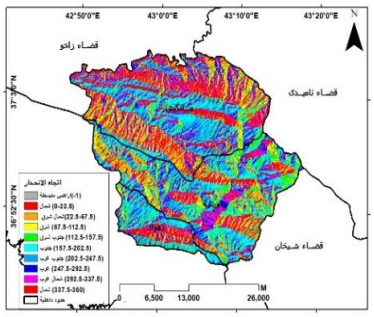
المتغيرات	النسبة%	قيم معيارية
الارتفاع	٤٠	٠.٤٠
الاتجاه	٢٠	٠.٢٠
شبكة الكهرباء	١٥	٠.١٥
ريف	١٥	٠.١٥
طرق	١٠	٠.١٠
مجموع	١٠٠	

الخارطة(٦) المتغيرات المستخدمة لبناء نموذج الملائمة لمحطات الطاقة الرياح في قضاء دهوك حسب درجة تأثيرها

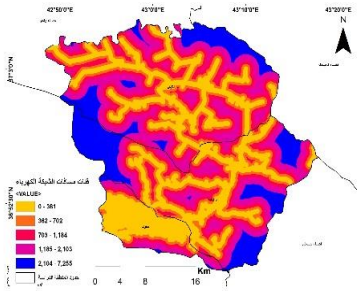
القرب عن مناطق ذات الارتفاع العالية



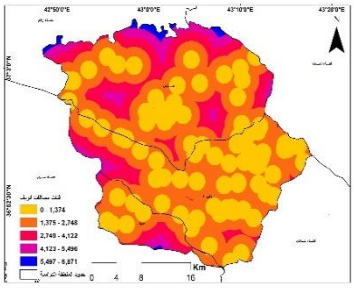
الاتجاه الرياح السائدة في المنطقة



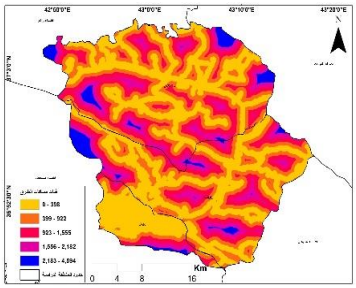
القرب عن مناطق شبكة الكهرباء موجودة فيه



القرب عن الريف



القرب عن الطرق



المصدر: اعتماداً على برنامج (Arc GIS 10.2.2)

٣-٢ تحديد الموقع الامثل لحقول الرياح في قضاء دهوك:

بعد استخدام المتغيرات المؤثرة التياشرنا اليه سابقا في تحديد الموقع المثلى للإستفادة من طاقة الرياح في قضاء دهوك ضمن برنامج (Arc GIS)، تم استخراج خريطة يتكون من اربع فئات حسب درجة الملائمة، حيث تكون الفئة الأولى غير ملائمة، وتزداد الملائمة حتى الفئة الرابعة التي تعتبر أكثر ملائمة، من الخارطة (٦) والجدول (٨) يتبين لنا النتائج التالية:

١- الفئة الرابعة هي الأكثر ملائمة لانشاء محطات طاقة الرياح بمساحة (٢٣٥.١٥)كم٢ او (٢٣.١٧٪) من مساحة منطقة الدراسة. يجب أن تكون الأولوية عند اختيار مواقع لإنشاء محطات طاقة الرياح.

٢- الفئة الثالثة تمثل المناطق الملائمة لانشاء محطات طاقة الرياح، وهي تأخذ مساحة(٣٠٥.١٢)كم٢ او (٣٠.٠٦) من إجمالي المساحة.

٣- الفئة الرابعة والثالثة تمثل حوالي (٥٣.٢٣٪) من المساحة الإجمالية لقضاء دهوك، مما يشير الى أن أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة ملائمة أو جيدة لانشاء محطات طاقة الرياح حسب المتغيرات المستخدمة في بناء النموذج تحديد الموقع الامثل، ولكن التركيز على المناطق الأكثر الملائمة(الفئة الرابعة) لضمان أعلى كفاءة.

٤- الفئة الثانية، تمثل المناطق التي تعتبر أقل ملائمة لإنشاء محطات، بمساحة(١٦٠.٠٦) كم٢ أو (١٥.٧٧٪) من مساحة المنطقة الدراسة.

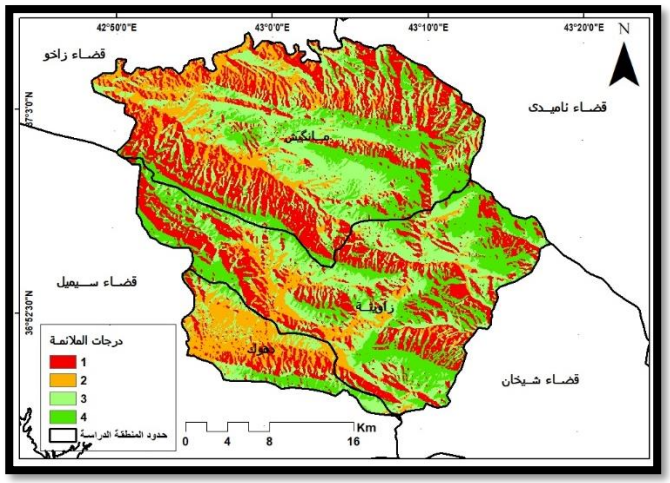
٥- الفئة الأولى، تشمل المناطق غير الملائمة لإنشاء محطات، تغطي (٣١٪) من المساحة الإجمالية مايعادل (٣١٤.٦٧) كم٢.

الجدول (٨) المساحات ونسبتها وفق مراتب الملائمة في قضاء دهوك

فئات الملائمة	تسمية الفئات	مساحة	نسبة%
الفئة الاول	غير ملائمة	٣١٤.٦٧	٣١
الفئة الثاني	أقل ملائمة	١٦٠.٠٦	١٥.٧٧
الفئة الثالث	ملائمة	٣٠٥.١٢	٣٠.٠٦
الفئة الرابع	الأكثر ملائمة	٢٣٥.١٥	٢٣.١٧
مجموع		١٠١٥	١٠٠

المصدر: اعتماداً على قاعدة البيانات الخارطة(٧) ضمن برنامج(Arc GIS)

الخارطة(٧) نموذج الملائمة أفضل الاماكن لتوطين محطات الطاقة الريحية في قضاء دهوك



المصدر: اعتماداً على الخارطة (٦) ضمن برنامج ((Ara GIS

الإستنتاجات:

نتائج البحث المعدلة:

١. أظهرت الدراسة أن الرياح في منطقة قضاء دهوك تتأثر بمجموعة من العوامل المحلية والعالمية، أبرزها الموقع الجغرافي، التضاريس، الكتل الهوائية، والمنظومات الضغطية، حيث تلعب هذه العوامل دوراً رئيسياً في تحديد خصائص الرياح (السرعة والاتجاه).

٢. تختلف سرعة الرياح بين محطات منطقة الدراسة تبعاً لارتفاعها، حيث تزيد مع الارتفاع بسبب تقليل تأثير الاحتكاك مع الأرض. الرياح الجنوبية الشرقية والجنوبية والشرقية تُعد السائدة في المنطقة، بينما الرياح الجنوبية الغربية والغربية والشمالية الغربية تظهر بشكل طفيف أو بتكرارات أقل.

٣. توصلت الدراسة إلى أن ٥٣.٢٣٪ من مساحة قضاء دهوك تقع ضمن الفئات الملائمة أو الجيدة لإنشاء محطات طاقة الرياح، بينما يُعتبر ٤٦.٧٧٪ من المساحة غير ملائمة لهذا الغرض، وتتطلب استبعادها أو تخصيصها لاستخدامات أخرى.

٤. يعتمد تحديد الموقع الأمثل لحقول الرياح على مجموعة من المتغيرات مثل الارتفاع، اتجاه الرياح السائدة، القرب من شبكات الكهرباء، توفر الطرق، وقرب المناطق الريفية التي تعاني من نقص استقرار إمدادات الطاقة، مما يعزز فعالية وكفاءة اختيار المواقع.

الهوامش

(١) سولاف عدنان ألنوري، عبير يحيى ألساكني، إمكانية سرع الرياح في العراق ودورها في انتاج الطاقة الكهربائية (دراسة في جغرافية الطاقة)،مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية ، جامعة بابل، العدد١٨، ٢٠١٤، ص٣٥٨
(٢) شمال احمد امين، تعرية التربة في قضاء دهوك قياسها، مخاطرها وصيانتها، مقدمة الى مجلس كلية العلوم الإنسانية، جامعة دهوك، رسالة ماجستير،٢٠١٦، ص٥
(٣) سولاف عدنان ألنوري وأخرون، المصدر السابق، ص٣٥٩
(٤) دلير عزيز طه، مناخ محافظة دهوك(دراسة في الجغرافية المناخية)، رسالة ماجستير،مقدمة إلى مجلس كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٣، ص١٩.
(٥) عبد الحق نايف محمود ، تحليل جغرافي لعناصر المناخ وبعض الظواهر الجوية في محافظة صلاح الدين ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة تكريت ، كلية التربية ، ٢٠٠٣ ، ص ٢٢.
(٦) سولاف عدنان ألنوري وأخرون، المصدر السابق، ص٣٦٠.
(٧) دلير عزيز طه، المصدر السابق، ص٢٢.
(٨) آزاد محمد امين النقشبندي، مناخ إقليم كوردستان العراق، مجلة متين، مطبعة خبات، الدورة الثالثة، العدد ٦٣، نيسان ١٩٩٧، ص١٠٤ .
(٩) علي حسن شلش، ترجمة ماجد السيد ولي محمد وعبدالاله رزوقي كربل، مناخ العراق، المصدر السابق، ص٢٨
(١٠) مصطفى فلاح الحساني، مناخ العراق (اسس وتطبيقات)، دار مسامير للطباعة والنشر والتوزيع العراق، السماوة، ٢٠٢٠، ص٣٢.
(١١) عبد الحق نايف محمود ، المصدر السابق، ص٣٢
(١٢) مصطفى فلاح الحساني، المصدر السابق، ص٢٣.
(١٣) المصدر نفسه.
(١٤) مالك ناصر عبود الكناني، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين خصائص الرياح السطحية في العراق (دراسة في المناخ الشمولي)، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة بغداد، ٢٠١١، ص٣٠
(١٥) مصطفى فلاح الحساني، مناخ العراق (اسس وتطبيقات)، المصدر السابق، ص٢٨-٢٩.
(١٦) ضياء صائب أحمد إبراهيم الألوسي، عناصر وظواهر مناخ العراق . خصائصها ، واتجاهاتها الحديثة، كلية التربية (ابن رشد) ، جامعة بغداد، ٢٠٠٩، ص٣١
(١٧) مصطفى فلاح الحساني، المصدر السابق، ص٢٩.
(١٨) مالك ناصر عبود الكناني، المصدر السابق، ص٣٣-٣٤
(١٩) سولاف عدنان ألنوري وأخرون، المصدر السابق، ص٣٦١.
(٢٠) سالار علي الدزيي، مناخ العراق القديم والمعاصر، ط١، دار الشؤون الثقافة العامة، بغداد ، ٢٠١٢، ص١٣٥
(٢١) أحمد عبد الغفور خطاب الصميدعي ، نمذجة تساقط امطار الشتاء في الأقليم الجبلي من العراق باستخدام معطيات التحسس النائي، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ، جامعة تكريت، ٢٠٠٤، ص١٥
(٢٢) دلير عزيز طه، المصدر السابق، ص٢٣.
(٢٣) أحمد عبد الغفور خطاب الصميدعي ، المصدر السابق، ص١٧
(٢٤) سولاف عدنان ألنوري وأخرون، المصدر السابق، ص٣٦٥.

قائمة المصادر :

- م. د بلسم شاكر شنيشل & ,أ. د. رقية احمد محمد امين. (٢٠٢٠). مخاطر الشدات المطرية على سير العمليات الجيومورفية لمحافظة دهوك شمال غرب العراق باستعمال التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية .مجلة ديالى للبحوث الانسانية.209-186 ,(85)1 ,
- حكومة إقليم كوردستان العراق، وزارة النقل و الاتصالات، المديرية الأنواء الجوية و الرصد الزلزالي دهوك، قسم المناخ بيانات غير- منشورة
- حكومة أقليم كوردستان العراق، وزارة التخطيط، هيئة احصاء اقليم كوردستان، مديرية احصاء دهوك، شعبة(GIS)
- امين، شمال احمد ، تعرية التربة في قضاء دهوك قياسها، مخاطرها وصيانتها، مقدمة الى مجلس كلية العلوم الإنسانية، جامعة دهوك، رسالة ماجستير،٢٠١٦.
- الألوسي، ضياء صائب أحمد إبراهيم ، عناصر وظواهر مناخ العراق . خصائصها ، واتجاهاتها الحديثة، كلية التربية (ابن رشد) ، جامعة بغداد، ٢٠٠٩.
- الحساني، مصطفى فلاح ، مناخ العراق (اسس وتطبيقات)، دار مسامير للطباعة والنشر والتوزيع العراق، السماوة، ٢٠٢٠.
- م. م جبار حسين شتيت. (٢٠٢٤). تقييم المخاطر الجيومورفولوجية لحوض وادي كونداك في محافظة دهوك .*مداد الآداب14* ,(العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية), ٣٢٩-٣٥٥.
- حسين، رحمن رباط ، طاقة الرياح في العراق بين امكانيات الإستثمارومعوقاته، مجلة قادسية للعلوم الإنسانية، المجلد الحادي عشر، عدد٣، ٢٠٠٨
- الدزيي، سالار علي ، مناخ العراق القديم والمعاصر، ط١، دار الشؤون الثقافة العامة، بغداد ، ٢٠١٢.
- السامرائي، قصي عبدالمجيد ، مبادئ الطقس والمناخ ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، ٢٠٠٧.
- الصميدعي، أحمد عبد الغفور خطاب ، نمذجة تساقط امطار الشتاء في الأقليم الجبلي من العراق باستخدام معطيات التحسس النائي، أطروحة دكتوراه، كلية التربية ، جامعة تكريت، ٢٠٠٤.

- الكناني، مالك ناصر عبود ، تكرار المنظومات الضغطية واثرها في تباين خصائص الرياح السطحية في العراق (دراسة في المناخ الشمولي)، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة بغداد، ٢٠١١.
- النقشبندي، آزاد محمد امين ، مناخ إقليم كوردستان العراق، مجلة متين، مطبعة خبات، الدورة الثالثة، العدد ٦٣، نيسان ١٩٩٧ .
- ألنوري، سولاف عدنان ، عبير يحيى ألساكني، إمكانية سرع الرياح في العراق ودورها في انتاج الطاقة الكهربائية (دراسة في جغرافية الطاقة)،مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية ، جامعة بابل، العدد١٨، ٢٠١٤.
- طه، دلير عزيز ، مناخ محافظة دهوك(دراسة في الجغرافية المناخية)، رسالة ماجستير،مقدمة إلى مجلس كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، ٢٠١٣.
- م. د مروة علي طاهر, م. د أحمد ماجد عباس, م. د آن رجب احمد & ,م. م مروان عبد الله محمد. (٢٠٢٤). نمذجة التعرية المائيَّة الكميّة لمنطقة زاويته ضمن مُحافظة دهوك باستعمال نموذج .EPM *مداد الآداب14* ,(العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية), ٥٢٦-٥٤٧.
- محمود، عبد الحق نايف ، تحليل جغرافي لعناصر المناخ وبعض الظواهر الجوية في محافظة صلاح الدين ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة تكريت ، كلية التربية ، ٢٠٠٣ .
- م. م نور الهدى جبار شنيت المالكي, أ. د محمد عبد الوهاب حسن الاسدي & ,أ. د. رقية احمد محمد امين. (٢٠٢٤). استخدام المؤشرات الطيفية لمعطيات الصور الفضائية Landsat OLIلتقييم الموارد الطبيعية في سهل السندي-محافظة دهوك .*مداد الآداب14* ,(العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية), ٢٤٦-٢٧٤.

Reference:

- Balsam Shakir Shanayshil, Ph.D., & Rukaya Ahmed Mohammed Amin, Prof. (2020). *The Risks of Rainfall Extremes on Geomorphic Processes in Duhok Governorate, Northwest Iraq, Using Remote Sensing and GIS.* Diyala Journal for Humanities, 1(85), 186-209.
- Kurdistan Regional Government of Iraq, Ministry of Transport and Communications, Directorate of Meteorology and Seismology in Duhok, Climate Division (Unpublished Data).
- Kurdistan Regional Government of Iraq, Ministry of Planning, Kurdistan Region Statistics Authority, Directorate of Duhok Statistics, GIS Division.
- Shamal Ahmed Amin. *Soil Erosion in Duhok District: Measurement, Risks, and Conservation,* Master's Thesis submitted to the Faculty of Humanities, University of Duhok, 2016.
- Dhyaa Saeb Ahmed Ibrahim Al-Alusi. *Elements and Phenomena of Iraq's Climate: Characteristics and Modern Trends,* Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2009.
- Mustafa Falah Al-Hasani. *The Climate of Iraq: Principles and Applications,* Masamir Publishing and Distribution House, Al-Samawah, Iraq, 2020.
- Jabar Hussein Shtait, M.M. (2024). *Geographical Risk Assessment of the Kondak Valley Basin in Duhok Governorate.* Medad Al-Adab, 14(Special Issue for Geography Department Conference), 329-355.
- Rahman Ribaat Hussain. *Wind Energy in Iraq: Investment Potential and Obstacles,* Al-Qadisiyah Journal for Humanities, Vol. 11, Issue 3, 2008.

- Salar Ali Al-Dzayee. *The Ancient and Modern Climate of Iraq,* 1st Edition, Public Cultural Affairs House, Baghdad, 2012.
- Qusay Abdul-Majeed Al-Samarrai. *Principles of Weather and Climate,* Dar Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2007.
- Ahmed Abdul Ghafoor Khattab Al-Sumayda'i. *Modeling Winter Rainfall in the Mountainous Region of Iraq Using Remote Sensing Data,* Ph.D. Dissertation, College of Education, University of Tikrit, 2004.
- Malik Nasser Aboud Al-Kinani. *The Recurrence of Pressure Systems and Their Impact on Surface Wind Characteristics in Iraq: A Study in Synoptic Climatology,* Ph.D. Dissertation, College of Education, University of Baghdad, 2011.
- Azad Mohammed Amin Al-Naqshbandi. *The Climate of the Kurdistan Region of Iraq,* Matin Journal, Khabat Printing Press, 3rd Cycle, Issue 63, April 1997.
- Sulaf Adnan Al-Nouri & Abir Yahya Al-Sakani. *Wind Speeds in Iraq and Their Role in Electricity Production: A Study in Energy Geography,* Journal of the College of Basic Education for Educational and Human Sciences, University of Babylon, Issue 18, 2014.
- Dler Aziz Taha. *The Climate of Duhok Governorate: A Study in Climatic Geography,* Master's Thesis submitted to the Faculty of Arts, University of Salahaddin, 2013.
- Marwa Ali Taher, Ph.D., Ahmed Majid Abbas, Ph.D., Ann Rajab Ahmed, Ph.D., & Marwan Abdullah Mohammed, M.M. (2024). *Quantitative Modeling of Water Erosion in the Zawita Area of Duhok Governorate Using*

the EPM Model. Medad Al-Adab, 14(Special Issue for Geography Department Conference), 526-547.

- Abdul-Haq Naif Mahmoud. *A Geographical Analysis of Climate Elements and Some Weather Phenomena in Salahaddin Governorate,* Unpublished Master's Thesis, College of Education, University of Tikrit, 2003.
- Noor Al-Huda Jabar Shanit Al-Maliki, M.M., Mohammed Abdul Wahab Hassan Al-Asadi, Prof., & Rukaya Ahmed Mohammed Amin, Prof. (2024). *Using Spectral Indices from Landsat OLI Imagery to Evaluate Natural Resources in Sahl Al-Sindi - Duhok Governorate.* Medad Al-Adab, 14(Special Issue for Geography Department Conference), 246-274.