# العوامل المحددة لأقاليم سرعة الرياح واتجاهها في محافظة نينوى

# The Limiting Factors for the Regions of Wind Direction and Speed in Nineveh Governorate

**د. خضر جاسم محمد**
**مدرس**
**جامعة الموصل/ كلية التربية للعلوم الإنسانية**
**عثمان ناصر محمود عبداللطيف**
**طالب دراسات عليا**
**مديرية تربية نينوى**

**Dr. Khudhur Jassim Mohammed**
**Teacher**
**University of Mosul/**
**College of Human Sciences Education**
**Department of Geography**
**Othman Naser Mahmoud Abdul-Latif**
**M.Sc. Student**
**Nineveh Education Directorate**

Khudhurj7@gmail.com
Othmannaser198353@gmail.com
٠٧٧٠٤٤٧٢٨١٤

**تاريخ الاستلام** ٢٠١٩/٦/٩ **تاريخ القبول** ٢٠١٩/٧/١٥

**الكلمات المفتاحية: سرعة الرياح – عناصر المناخ – استثمار– التضاريس – الطاقة الكهربائية**

**Key words: (Wind speed - climate elements – investment – relief – electricity power)**

**الملخص**

يهدف البحث الوقوف على اهم العوامل المؤثرة في سرعة الرياح واتجاهها في محافظة نينوى وقد جاء هذا التساؤل نتيجة أسباب عديدة، منها ما يرتبط بموقع منطقة الدراسة الإحداثي ، ومنها ما يرتبط بموضع محطات قياس عناصر المناخ ، ومنها ما يرتبط بمؤثرات حركة الرياح في اجزاء القطر جميعها ، ومنها ما يرتبط بالتغيرات التي يسهم بها الانسان من تشييد المدن والأبنية العالية ، والشكل التصميمي الذي يوجد نوعاً من التيارات المضطربة داخل المدينة ، وفضلاً عن الزراعة وتأثيراتها على حركة الرياح ، ناهيك عن تأثير نوع الأسطح على انسياب الرياح من الأسطح الخشنة الى الأسطح الملساء وبالعكس ، وما ينتج عنه من تذبذب حركة الرياح بين الزيادة بمعدلها والنقصان ، وان لتنوع الطبيعة التضاريسية لمنطقة الدراسة قد وجد فيها عدة أقاليم من حيث سرعة الرياح واتجاهها مع ما يتخللها من ممرات هوائية ذات سرع متفاوتة التي تنعكس على قدرة الرياح وامكانية التفكير في استثمارها طاقة بديلة تسهم في سد حاجة البلاد من الطاقة الكهربائية مستقبلاً .

**Abstract**

The research aims at standing on the most effective factors in the direction and speed of wind in Nineveh Governorate and that this query resulted from many reasons some of them are related with the district study area and another with the site of stations of climate factors measuring. In addition to the effects of wind movement in the whole parts of the country and the changes that man participate in like cities raising, high buildings and the designing shape that creates a kind of disordered currents inside the city and also the agriculture and its effect on the wind movement apart from the effect of surface type on the wind blowing from the hard surfaces to smooth ones and vice versa and what results of the vibration of wind movement between the increase or decrease in its rate. The variety of the topographical nature for the study area has created many regions in it concerning speed and wind direction and its intervene through air passages with different speed which is reflected on the ability of wind and the possibility of using it as an alternative power which participate in supplying electric power.

**المقدمة :**

نظراً لتوجه العالم للمعرفة الدقيقة للعوامل المؤثرة في سرعة الرياح واتجاهها كان لابد من التعرف على خصائص العوامل الدقيقة التي تحدد انسياب الرياح ، وبسبب وضع المقاييس غير الدقيقة عن طريق البحوث التي نشرت حول استثمار طاقة الرياح في العراق ، في اعتماد جزء لتمثيل كل اي اعتماد محطة الموصل دون المحطات الأخرى في تمثيل المعدلات المناخية، وسرعة الرياح خاصة. اذ كان لا بد من أن يأخذ هذا الموضوع حيزه الكامل من الوقوف على أهم العوامل التي تحد حركة الرياح أو ترسمها في محافظة نينوى بسبب خصوصيتها في كون طبوغرافية المنطقة تقع ضمن المنطقة الانتقالية لتضاريس العراق ككل .

وبما أن الرياح هي حركة الهواء السطحية فتلك الحركة ستواجه عوائق تضاريسية عديدة مواجهة لتلك الحركة ستؤثر على سرعتها واتجاهها ولولاها ستكون الرياح مضطربة لذلك ستشكل تيارات هوائية تبحث عن ممرات خاصة بها وهذا ما تبين بوضوح في المعدلات المسجلة لسرعة الرياح في محطات منطقة الدراسة .

ومن أجل وضع تصور كامل عن حركة الرياح واقاليمها ضمن منطقة الدراسة كان لا بد من تقسيم تلك العوامل الى عوامل طبيعية وأخرى بشرية أوجدت تلك الأقاليم ، وإن اختيار للعوامل البشرية جاء نتيجة لمواضع محطات قياس سرعة الرياح داخل المدن ، وحين استخراجنا سرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة وجدنا أن هناك فرقاً كبير في معدل سرعة الرياح الناتج عن تأثير نشاط الانسان على العوامل المناخية من جهة والعوامل التضاريسية من جهة أخرى فضلاً عن الحد من مصداقية رصدها ، والهدف المراد الوصول إليه اعتماد المعدلات الناتجة عن محطات نينوى جميعها في تمثيلاتها المناخية .

**مشكلة البحث:-**

تتجسد مشكلة البحث في معرفة الامكانيات المتاحة لاستثمار طاقة الرياح في منطقة الدراسة كون منطقة الدراسة تفتقد لتسجيل معدلات سرعة رياح عالية، وتتفاوت في معدلاتها بين محطة وأخرى ، وهذا ناتج عن أسباب، وأن قياس سرعة الرياح يحتاج الى معدات ووسائل تضع بعين الاعتبار العوامل المحددة لسرعتها ومن ثم لا يمكن تعميم جزء على كل في قياس معدلات سرعة الرياح في منطقة متعددة الأقاليم، المناخية لذلك ينبغي الإطلاع على محددات تلك السرعة، وبمجرد الخروج عن إطار هذا العامل ستتغير لدينا تلك المعدلات.

**اهمية البحث:-**

تكمن أهمية البحث من أهمية الرياح بوصفها مصدراً من مصادر الطاقة ، ومن ثم تعد حركة الرياح إحدى وسائل إنتاج الطاقة البديلة التي هي في تطور مستمر ، وعند الوقوف على العوامل المحددة لسرعتها، وتحديد أهم ممرات الرياح التي شقت طريقها بسبب العوائق الطبيعة نستطيع وضع تصور يوضح حركة انسياب الرياح ، ومن ثم إنشاء مزارع الرياح المنتجة للطاقة .

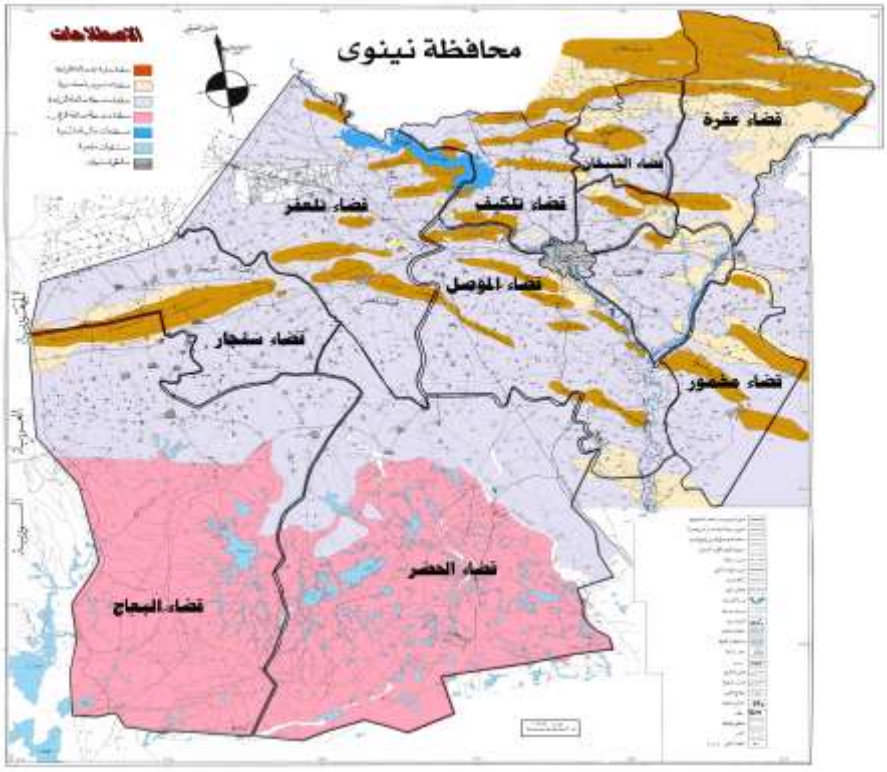
**منهج البحث:-**

تم الاعتماد على الأسلوب الاستدلالي الاستنباطي الذي يعد نواة تولد معرفة جديدة ناتجة عن استعمال قواعد واستراتيجيات معينة في التنظيم المنطقي للمعلومات المتوفرة ، والتحليل الكمي في الربط بين الظاهرة ومكانها وتطورها عبر الزمن بالاستشهاد بلغة الأرقام والدلائل الملموسة علميا التي تعد من الموجودات لا من الخيال .

**المجال المكاني:-**

تعد محافظة نينوى الاطار المكاني للدراسة لاعتبارات اقتصادية واجتماعية وبيئية، ولما فيها من أنماط مناخية متنوعة ، وأننا نتحرى عن أهمية الموقع وعلاقتة بالمشكلة، ومن ثم طبيعة وامكانية الاستثمار في هذا المكان .

تشغل محافظة نينوى مكانياً مساحة واسعة تبلغ (٣٧٣٢٣) كم$^{٢}$ من مجموع مساحة العراق البالغة (٤٣٥٠٥٢) كم$^{٢}$ ، وهي تشكل ما نسبته (٨,٦%) من مساحة العراق ، وفلكياً تقع بين دائرتي عرض ٠٠ ً ٣٤°- ٥٣ ً ٣٧° شمالاً ، وخطي طول ٢٥ ً ٤١°- ٢٥ ً ٤٤° شرقا[١] ، وزمانياً تمثلت بالبيانات المناخية للمدة من (١٩٨٣ - ٢٠١٣) ، وهذا الاتساع مكانياً وفلكياً أدى بدوره الى تباين الظروف الطبيعية ولا سيما المناخ .




**الخارطة (١) الخارطة الطبيعية لمحافظة نينوى**

**المصدر: عمل الباحث اعتمادا على مركز التحسس النائي جامعة الموصل.**

**أولا: العوامل الطبيعية :-**

نقصد بالعوامل الطبيعية: العوامل التي تحدد انسياب حركة الرياح ضمن منطقة الدراسة وهي التضاريس، والمنخفضات، والمرتفعات الجوية التي حددت شكل أقاليم الرياح في منطقة الدراسة، إذ تتصنف سرعة الرياح في منطقة الدراسة بانخفاض معدلاتها من حيث السرعة على مدار السنة ، ويعود ذلك الى وقوع العراق ومن ضمنه منطقة الدراسة تحت تأثير المرتفعات الجوية في فصل البرودة، والمنخفضات الحرارية في الفصل الحار ولا سيما منخفض الهند الموسمي[٢]، وإن هذه المنظومات بصورة عامة لا تساعد على هبوب رياح نشطة أو قوية للهواء لكن يمكن حدوث مثل تلك السرع في الفصل الحار في أثناء تنامي عملية المزج الاضطرابي للهواء السطحي مع طبقات الجو العليا في وقت منتصف النهار.

أما في الفصل البارد وفي فصلي الاعتدال الربيعي والخريفي وبخاصة في فصل الربيع تنشأ رياح سريعة متصاحبة مع وصول تأثيرات المنخفضات الجبهوية أو الأخاديد الهوائية الباردة المتصاحبة مع الرياح الشمالية والشمالية الغربية ، مع وجود سرعة رياح نادرة الحدوث وهي الاعصارية ، وغالبا ما تهب في فصل الربيع ومن أي اتجاه مصاحبة الأخاديد

الهوائية، كما أن وجود المنخفضات والمرتفعات الجوية يؤثر في كل من اتجاه الرياح وسرعتها على النحو الآتي :

1 . **اتجاه الرياح :-**

هناك عدة مؤثرات تؤدي دوراً في تغير اتجاه الرياح، وعدم استقراره في منطقة الدراسة، وهذا ينعكس على مناطق العراق ككل .

**أولا:** تباين المظاهر التضاريسية في نينوى عبر المقارنة بين أجزائها الشمالية والشرقية والأجزاء الغربية والجنوبية التي تعد مفتوحة لهبوب الرياح كسائر أجزاء العراق[٣]، لكن هذه التضاريس وشكل امتدادها كان له الأثر الأكبر في انحراف اتجاه الرياح الغربية وتحولها الى رياح شمالية غربية وتباين تأثير الرياح الشمالية الشرقية ومحدوديتها إلا في الأجزاء الشمالية من البلاد. كما أن لوجود الهضاب في غربي البلاد أثراً لتقدم المرتفعات الجوية، بسبب انخفاض درجة حرارتها نسبيا بينما تشكل السهول وهضبة الجزيرة منطقة ضغطاً واطئاً نسبيا، إذ تساعد على تقدم الهواء باتجاهها لذا لعبت التضاريس دورا كبيراً في تحديد سرعة الرياح واتجاهها بين هاتين المنطقتين ، وعلى الرغم مما ذكر سابقا إلا أن منطقة الدراسة بمساحتها الواسعة لم يكن من الأفضل الاعتماد في تحليل مناخها العام على محطة واحدة وهي محطة الموصل إذ إن بها مناطق متباعدة وفيها محطات سجلت معدلات سرعة سنوية مرتفعة عند مقارنتها بمحطات العراق ككل .

**ثانيا:** يؤثر الموقع الجغرافي للعراق والذي تشكل محافظة نينوى الجزء الشمالي الغربي منه بالنسبة للمسطحات المائية على اختلاف التوزيعات الضغطية عند انتقال الشمس الظاهري بين شمال وجنوب خط الاستواء الذي يظهر اختلاف خاصية الماء عن اليابس في اكتساب درجة الحرارة وفقدانها فتكون البحار المحيطة بموقع الدراسة ذات ضغط واطئ خلال الفصل البارد من السنة ومن ثم أصبحت منطقة الدراسة والعراق ككل بين الضغط الواطئ في البحر المتوسط والخليج العربي ، لذلك نجد ان سرعة الرياح واتجاهها غير مستقر ويزداد اضطرابها كلما اتجهنا جنوبا ، وان سبب زيادة اضطراب سرعة الرياح واتجاهها كلما اتجهنا جنوبا هو تكرار المنخفضات الجوية إذ تصل إلى (٦٨) منخفضاً جوياً يقابلها في المناطق الشمالية (٥٣) منخفضاً جوياً [٤].

**2 .سرعة الرياح :**

تتميز سرعة الرياح في العراق بانخفاض معدلاتها من حيث السرعة نظرا لوقوع العراق في نطاق شبه المداري، وتحت تأثير الضغط العالي الذي لا يساعد على هبوب الرياح بمعدلات قوية خارجة منه عادة كالحالات التي تتكرر في المنخفضات الجوية، كما تتأثر منطقة الدراسة كونها جزءاً من العراق في الفصل البارد بالمرتفعات الجوية التي تتقدم من

الشرق كما يتأثر بالمنخفضات الجوية [٥] ، كما ادى هذان العاملان دورهما في تحديد استقرار سرعة الرياح من عدمها ، وهناك أسباب وراء انخفاض معدلات سرعة الرياح موازنة بالمحطات الوسطى والجنوبية ، لكن وقبل ذكر تلك الأسباب وبالنظر الى الجدول (١) عن طريق مقارنة معدلات سرعة الرياح مع عدد من محطات نينوى مع محطات العراق نجد أن هناك محطات سجلت معدلات مرتفعة من سرعة الرياح ، وأن محطة الموصل لا يمكن اعتمادها بشكل منفصل من دون بقية المحطات الموجودة في المحافظة، إذ لا بد من اعتماد معدل محطات نينوى ككل في التمثيل البياني بسبب المساحة الشاسعة للمحافظة، وبسبب موقع محطة الموصل داخل المدينة أولاً، ووقوعها في منطقة منخفضة أشبه بالوادي ثانياً ، وهذه العوامل هي عائق أمام تسجيل معدلات دقيقة وبخاصة سرعة الرياح حصراً ، ولوجود عوامل محددة للسرعة ذكرت آنفاً.

**أسباب انخفاض معدلات سرعة الرياح في منطقة الدراسة :**

١. تساعد الطبيعة التضاريسية في تقليل سرعة الرياح[٦] .

٢. يحول تعرض المنخفضات الجوية شمالاً للإعاقة اكثر من الوسط والجنوب دون تحرك رياح سريعة فوقها[٧].

٣. يتركز مرور المنخفضات الخماسين فوق المنطقتين الوسطى والجنوبية أكثر من المنطقة الشمالية[٨] .

٤.يشكل الغطاء النباتي عائقاً أمام حركة الرياح في منطقة الدراسة .

٥. سرعة تسخين اليابس في المناطق الوسطى والجنوبية قبل الأجزاء الشمالية بسبب طول الفصل البارد وتراكم الثلوج فوق قمم الجبال في الشمال ، لذلك تسبق حالات عدم الاستقرار في المناطق الوسطى والجنوبية التي تساعد في زيادة سرعة الرياح أكثر من المناطق الشمالية[٩].

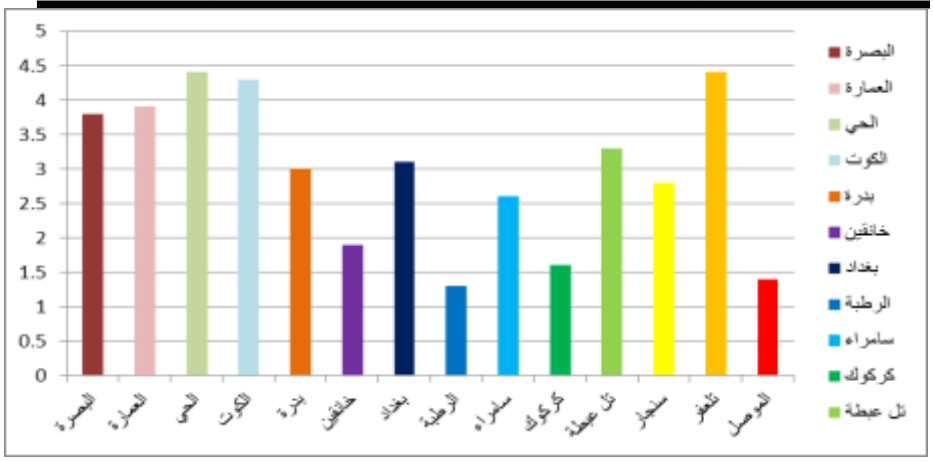
وبالنظر الى الجدول (١) والمخطط (١) نجد أن محطات نينوى سجلت معدلات سنوية لسرعة الرياح بشكل متفاوت منها ما هو مرتفع يضاهي أعلى معدلات ما هو موجود في محطات العراق ، ومنها ما هو منخفض فقد سجلت محطة الموصل والرطبة أدنى معدلاتها إذ بلغت (١,٤) م/ثا و(١,٣) م/ثا بينما سجل أعلى معدل لسرعة الرياح في محطة تلعفر ومحطة الحي بمعدل (٤,٤) م/ثا وهذا دليل إضافي على امكانية استثمار طاقة الرياح في محافظة نينوى ، إذ إنه لا بد من شمول كل مساحة محافظة نينوى بالدراسة لتكون معيار مقارنة واستدلال على صحة المعدلات لسرعة الرياح ، كما سجلت بقية المحطات معدلات متباينة بين المنخفض والمرتفع لبعض محطات العراق إذ بلغت على التتابع في محطة سنجار (٢,٨) م/ثا، وبلغ معدل سرعة الرياح في محطة تل عبطة (٣,٣) م/ثا، في حين سجلت محطة

كركوك معدلاً أدنى من ذلك، إذ بلغ (١,٦) م/ثا بينما كان المعدل في محطة سامراء (٢,٦) م/ثا ، واعطت محطة بغداد معدلاً قدره (٣,١) م/ثا ، في حين سجلت محطة خانقين معدلاً قدره (١,٩) م/ثا واعطت محطة بدرة معدلاً يصل الى (٣,٠) م/ثا ، كما وسجلت محطة الكوت معدلاً مرتفعاً يصل الى (٤,٣) م/ثا ، وسجلت محطة العمارة والبصرة معدلاتها إذ بلغت (٣,٩) م/ثا ، (٣,٨) م/ثا على التتابع .

| المحطة / الاشهر | الموصل ١٩٨٣-٢٠١٣ | تلعفر ١٩٨٣-٢٠١٣ | سنجار ١٩٨٣-٢٠١٣ | تل عبطة ١٩٩٣-٢٠١٣ | كركوك ١٩٧٩-٢٠٠٩ | سامراء ١٩٧٩-٢٠٠٩ | الرطبة ١٩٧٩-٢٠٠٩ | بغداد ١٩٧٩-٢٠٠٩ | خانقين ١٩٧٩-٢٠٠٩ | بدرة ١٩٧٩-٢٠٠٩ | الكوت ١٩٧٩-٢٠٠٩ | الحي ١٩٧٩-٢٠٠٩ | العمارة ١٩٧٩-٢٠٠٩ | البصرة ١٩٧٩-٢٠٠٩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ك٢ | 1.2 | 3.4 | 1.7 | 2.3 | 1.1 | 1.7 | 0.4 | 2.5 | 1.7 | 2 | 3.3 | 3.6 | 2.8 | 3.2 |
| شباط | 1.4 | 4.1 | 2.4 | 2.5 | 1.6 | 1.9 | 0.5 | 2.9 | 2.1 | 2.7 | 3.6 | 4.2 | 3.3 | 3.6 |
| اذار | 1.5 | 4.1 | 2.7 | 2.9 | 1.7 | 2.3 | 1.7 | 3.2 | 2.3 | 3.1 | 3.9 | 4.2 | 3.7 | 3.8 |
| نيسان | 1.6 | 4.3 | 3.1 | 3.6 | 1.8 | 2.6 | 2.6 | 3.2 | 2.4 | 3.4 | 4 | 4.4 | 3.9 | 3.9 |
| مايس | 1.9 | 4.9 | 3.7 | 4.0 | 2.1 | 2.8 | 1.6 | 3.3 | 2.4 | 3.1 | 4.1 | 4.5 | 4.1 | 4.5 |
| حزيران | 1.8 | 5.0 | 4.2 | 4.2 | 2 | 3 | 1.4 | 3.9 | 2.3 | 3.9 | 5.8 | 5.7 | 5.8 | 5.3 |
| تموز | 1.7 | 5.2 | 4.2 | 4.3 | 1.9 | 3.4 | 2.4 | 4.1 | 2.1 | 4 | 6.3 | 5.8 | 5.7 | 5.2 |
| اب | 1.5 | 5.0 | 3.7 | 4.2 | 1.8 | 3.5 | 0.8 | 3.5 | 1.8 | 3.7 | 5.9 | 5.3 | 5.3 | 4.6 |
| ايلول | 1.2 | 4.8 | 3.1 | 3.6 | 1.5 | 3.2 | 1.2 | 2.8 | 1.6 | 3.1 | 4.6 | 4.4 | 4 | 3.7 |
| ت١ | 1.0 | 4.2 | 2.1 | 3.0 | 1.5 | 2.6 | 1 | 2.6 | 1.8 | 2.4 | 3.6 | 3.7 | 3 | 2.9 |
| ت٢ | 0.8 | 3.9 | 1.6 | 2.4 | 1.3 | 2.3 | 0.9 | 2.5 | 1.5 | 2.1 | 2.5 | 3.8 | 2.9 | 3.1 |
| ك١ | 1.0 | 3.6 | 1.6 | 2.3 | 1.2 | 1.7 | 1.2 | 2.5 | 1.4 | 2.1 | 3.3 | 3.5 | 2.8 | 3 |
| المعدل | 1.4 | 4.4 | 2.8 | 3.3 | 1.6 | 2.6 | 3.1 | 3.1 | 1.9 | 3 | 4.3 | 4.4 | 3.9 | 3.8 |

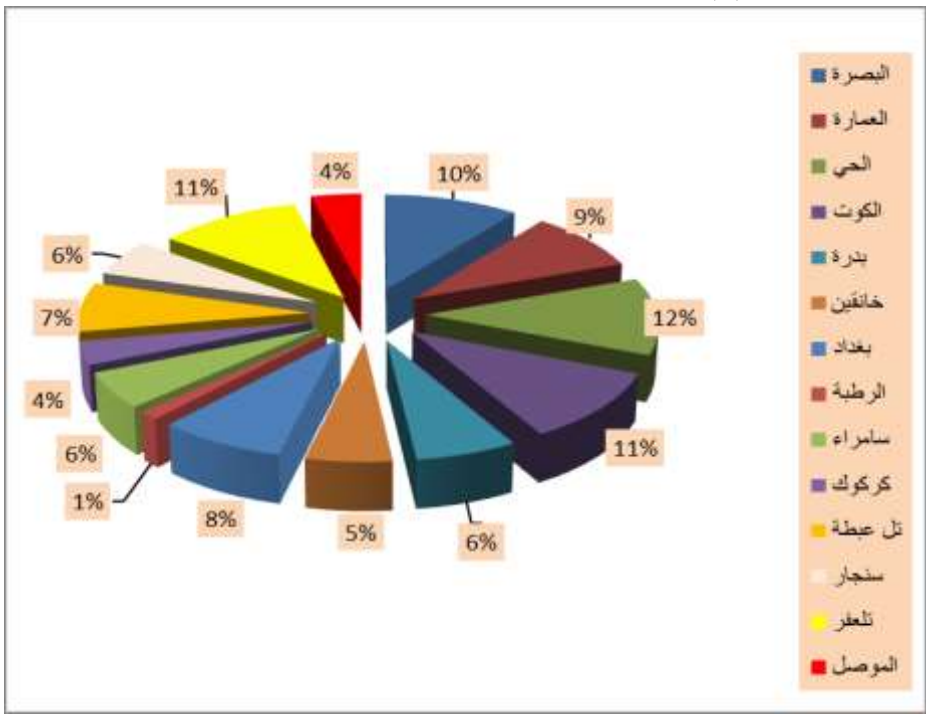
**الجدول (١) المعدلات الشهرية والسنوية لسرعة الرياح (م/ثا) لبعض المحطات المناخية في العراق**

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.




**المخطط (٢) معدلات سرعة الرياح لبعض محطات العراق مقارنة مع محطات نينوى.**

**المصدر:- جدول (١)**




**المخطط (١) معدل سرعة الرياح السنوي لبعض محطات العراق**

المصدر: الجدول (١).

**ثانيا: العوامل البشرية:-**

إننا إذ نتكلم على حركة الرياح من حيث السرعة والاتجاه، ونذكر العوامل الطبيعية المؤثرة في انسيابها لا بد من أن نذكر العوامل البشرية التي تؤثر في حركة الرياح، فمنذ القدم استعمل الانسان الأشجار الطويلة والغابات كمصد للرياح لحماية المدن من حركة الرياح السريعة، فضلاً عن حماية الأراضي الزراعية من التصحر، وتقدم الكثبان الرملية ، إذن يعد

الانسان من العوامل التي حددت حركة الرياح عبر مشيداته على سطح الأرض فالمدن تعد محدداً لحركة الرياح والمزارع تعد محدداً لحركة الرياح والمشاريع الكبرى تعد محدداً لحركة الرياح والغابات المستحدثة تعد من محددات حركة الرياح ، وان ما ذكر يأخذ حيزه الخاص في التأثير على حركة الرياح ويوصف ذلك عبر دراستنا بمعامل الخشونة ولا يقتصر معامل الخشونة على العوامل البشرية بل والطبيعية كذلك ، إلا أن التركيز في قياس معامل الخشونة على إنه من أساسيات القياس العلمية للمحددات البشرية للجاجة الى معرفة سرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة ، وأن تلك المعرفة تحتاج منا قياس تلك السرع لأغلب المحطات المناخية الواقعة في المدن الكبرى .

إنه عند دراسة أي موقع جغرافي محدد يجب علينا أن نبين المؤثر البشري في خواصه الطبيعية من حركة الرياح والعوامل المناخية الأخرى ، وإننا عندما نأخذ البيانات المناخية من محطات داخل المدن يجب علينا أن نكون عارفين بالعوامل المحددة لمعدلاتها مثل الاشعاع الشمسي والحرارة والرطوبة وكمية الأمطار وسرعة الرياح ، ومن الممكن أن تكون المدينة سبباً بالزيادة وليس النقصان لكل العوامل المناخية مثل درجة الحرارة وكمية الأمطار ويمكن أن تكون عامل نقصان مثل سرعة الرياح . والذي يخص بحثنا هو معرفة المؤثرات على معدل سرعة الرياح والمقصود به نمط تدفق الرياح (flow patterns).

**يمكن تقسيم تلك الانماط الى ثلاثة انواع يمكنها ان تؤثر في حركة انسياب الرياح:-**

**١.تأثير الخشونة:-** ويحدث تأثير الخشونة (roughness effect) نتيجة احتكاك تيارات الهواء داخل الحيز العمراني للمدينة بعناصر صلبة تعيق حركة الرياح (المباني والأشجار والسيارات) وكل الأشياء التي تشغل الحيز المكاني داخل المدينة ولها أطوال يمكن أن تؤثر في حركة الرياح الأفقية ، ويتعلق تأثير الخشونة بأكثر من عنصر مثل التجمع السكني ويؤثر في نحو مؤكد على سرعة الرياح[١٠] ، وتسمى الطبقة القريبة من الأرض بطبقة الغلاف المحيط (atmospheric boundary layer) وهي عبارة عن حيز الانتقال بين المنطقة الخشنة وبين الغطاء الحر إذ لا تتأثر الرياح بخشونة السطح [١١] ، وبتنوع ارتفاع الغلاف المحيط من أقل من (١٠٠) م في الليالي الصافية في القرى الى أكثر من (٢) كم في الصيف حيث تؤثر حركة الرياح الساخن المرتفع في اتجاه الرياح الأفقية ، وكلما زادت خشونة السطح زادت ارتفاعات الطبقات التي يتم إعاقتها بواسطة الكتل ، وإذا تم الانتقال من منطقة خشنة كبرى ، مثال ذلك مدينة تحدث إعاقة على نحو تدريجي وليس مفاجئاً ، وكلما زادت ارتفاعات العناصر الخشنة التي تحتك بها الرياح قل متوسط سرعة الرياح بين هذه العناصر ويكون ما يسمى بتأثير الفجوة (gap offect) .

إن في **ايروديناميكا**[1]. الرياح يتم التعبير عن مختلف أنواع الخشونة للأسطح بواسطة التدرج الطولي أو ما يسمى بطول الخشونة (roughness lenght) ويرمز له بالرمز ($Z_0$) الجدول (٢) . الذي يوضح الأنواع المختلفة للأسطح الخشنة وتصنيفها تبعا لقيمة الخشونة وقيمة طول الخشونة (roughness class) .

على وفق المعادلة الآتية :- [1] .

$$V2 = V1 = \frac{ln\left\{\frac{h2}{Z_\circ}\right\}}{ln\left\{\frac{h1}{Z_\circ}\right\}}$$

V1= سرعة الرياح الاولى.....h1= الارتفاع الاول .

V2= سرعة الرياح الثانية....h2= الارتفاع الثاني .

Ln= اللوغارتم الطبيعي.....$Z_0$= مُعامل الخشونة .

**الجدول (٢) معامل الخشونة ($Z_0$) للأسطح الارض المختلفة**

| نوعية السطح | معامل الخشونة |
|---|---|
| مسطحات مائية بحيرات بحار رمال | 0.0002 |
| مناطق مكشوفة واراضي مستوية | 0.0024 |
| مهبط مطار مع بعض الخرسانات | 0.01 |
| أراضي زراعية دون أسوار | 0.03 |
| أراضي زراعية ذات مظهر مفتوح وفيها اسوار | 0.05 |
| أراضي زراعية وفيها اسوار مع بعض المباني | 0.1 |
| التضاريس الزراعية مع الكثير من الاشجار والشجيرات | 0.2 |
| التجمعات الشجرية مع الكثير من الحواجز النباتية والمباني المتفرقة | 0.3 |
| القرى والبلدات أو التضاريس غير المستوية المتفاوتة الارتفاع | 0.4 |
| ضواحي المدن ، التضاريس الوعرة | 0.5 |
| المدن الكبيرة | 0.6 |

١. علم ديناميكية الهواء وهي تُعنَى بدراسة القُوى المؤثرة على جسم ما أثناء حركته في الهواء أو أي نوع آخر من الغازات.

| نوعية السطح | معامل الخشونة |
|---|---|
| مدن كبيرة تتخللها اشجار كثيفة أو غابات | 1 |
| المدن ذات المباني المرتفعة جدا ناطحات السحاب | 1.6 |

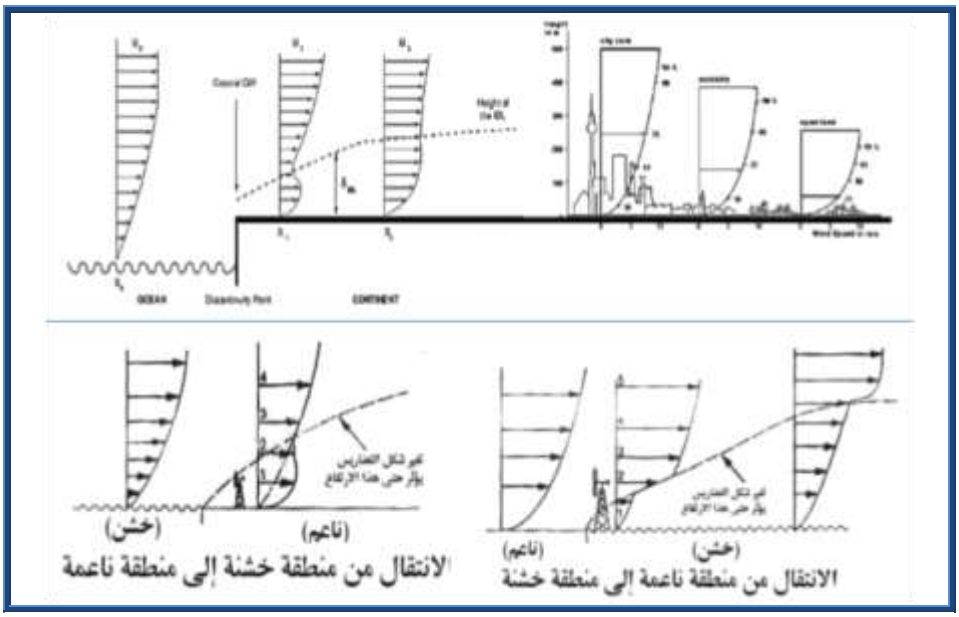
**للمزيد انظر :**

**- هيئة الطاقة المتجددة المصرية ، البهلول اليعقوبي واخرون ، حقيبة الكهرباء من طاقة الرياح، جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٠،ص٩.**

- **https://wind-data.ch/tools/profile.php**

تستعمل هذه المعادلة على نحو واسع إذ تعد من أحدث المعادلات لاستخراج منحنى السرعة في منطقة الدراسة وتحديد سرعة الرياح الحر عند ارتفاع ($Z_0$) ، وهناك عدة دلالات للخشونة وكل موقع له دلاله تختلف عن الآخر الجدول (٢) ، وقد سجلت محطات نينوى معامل خشونة متساوٍ مع بعض ما هو مذكور في الجدول .

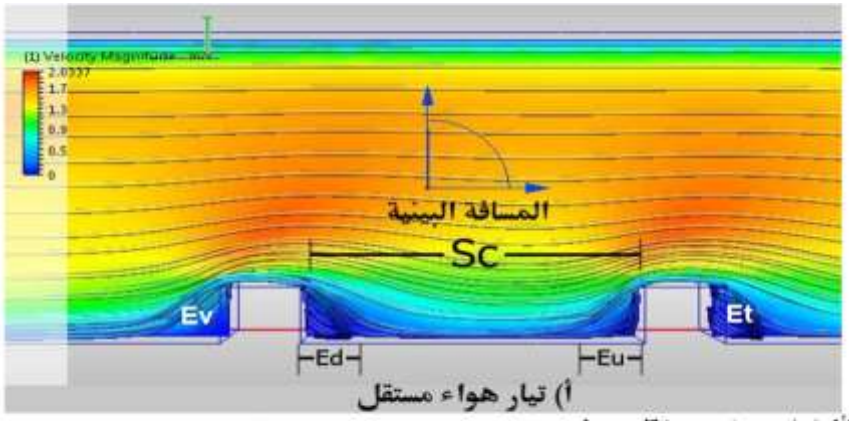
**٢.تأثير العزل :-** (shelter offect) يعرف تأثير العزل على انه التأثير الناتج عن مرور تيار هواء على منطقة ترتفع فجأة أو تنخفض فجأة ، مما يكون فجوة تتباطأ عندها حركة الرياح وتكون تيارات دائرية[١٣] كما في الشكل (١) ، ويعتمد تأثير العزل على جزء واحد من العناصر الخشنة مثل مبنى عالٍ في المجمع السكني، ويقسم تأثيره الى ثلاثة انواع :-



**الشكل (١) طبقة الغلاف المحيطة بالمدينة وتغير شكلها عند الانتقال من السطح الخشن وبالعكس**

**المصدر: المنظمة العالمية للأرصاد الجوية OWM.**

أ . **تيار هواء مستقل** :- في الحالة الأولى تكون المسافة بين المباني (Sc) أكبر من مجموع منطقة الضغط السالب خلف المبنى الأول(Ed) ومنطقة الضغط الموجب أمام المبنى الثاني (Eu) وعلى وفق ذلك يتحرك الهواء باستقلالية دون تأثير من المبنى الأمامي على المبنى الخلفي[١٤] ، الشكل (٢) .

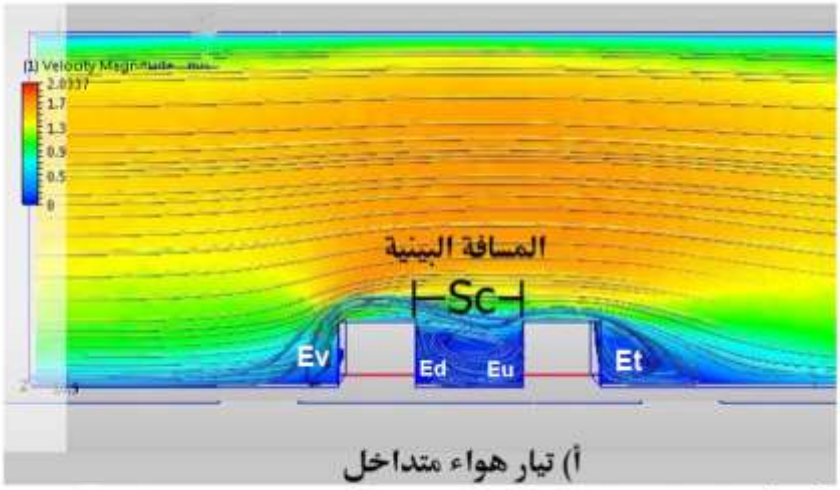



(أ) تيار هواء مستقل حيث $S_c > E_t$

**الشكل (٢) تيار هواء مستقل**

المصدر: محمود محمد محمد علي ، دور تقنيات الرياح في الاستدامة البيئية للعمارة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٧، ص٣٤.

**ب . تيار هواء متداخل:**- وفي الحالة الثانية تكون المسافة بين المباني أقل من مجموع منطقة الضغط المنخفض خلف المبنى الأمامي المواجهة للرياح ومنطقة الضغط الموجب أمام المبنى الخلفي (Et) وأكبر من المسافة اللازمة لعمل دوامة دائمة مستمرة بين المباني (Ev) ، الشكل (٣) .

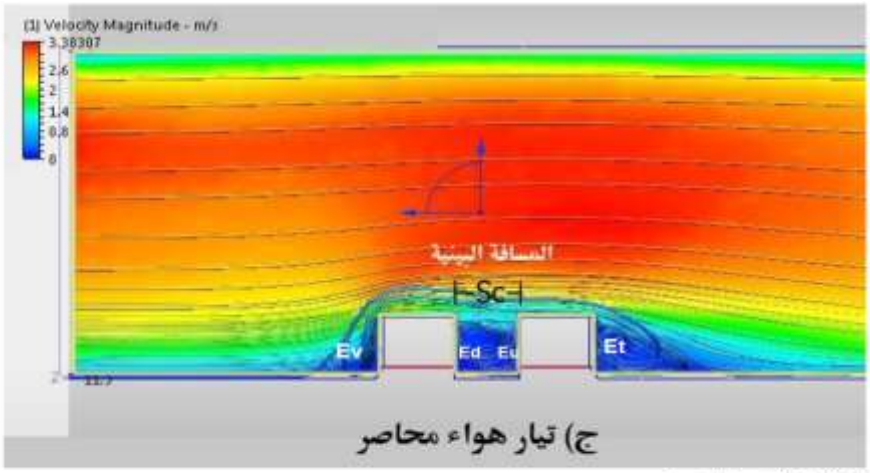



(ب) حيث $E_v < S_c < E_t$

**الشكل (٣) تيار هواء متداخل**

المصدر: محمود محمد محمد علي ، دور تقنيات الرياح في الاستدامة البيئية للعمارة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٧ ، ص٣٤.

**ج . تيار هواء محاصر** :- وفي الحالة الثالثة تكون المسافة بين المباني أقل أو تساوي المسافة اللازمة لعمل دوامة هواء مستمرة بين المباني ، مما يسبب إفساد حركة الهواء داخل هذه الكتلة الشكل (٤) .




(ج) حيث $S_c \leq E_v$

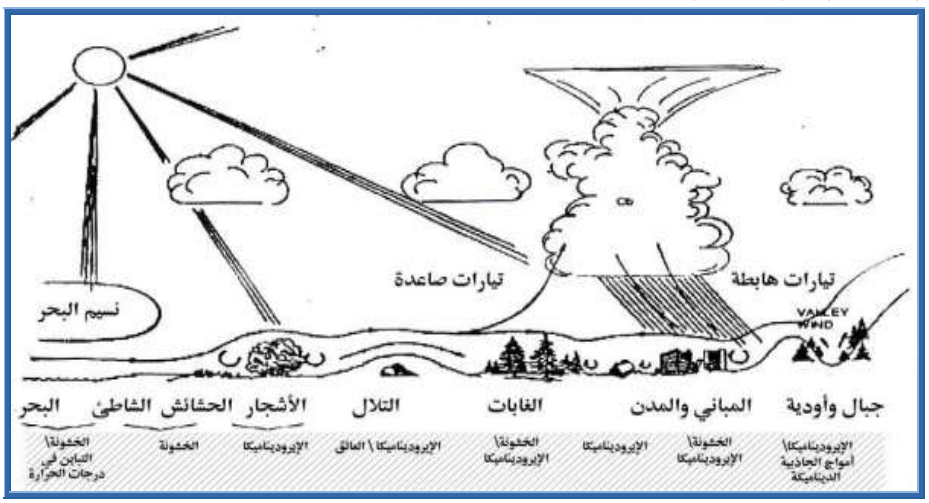
**الشكل (٤) تيار هواء محاصر**

المصدر: محمود محمد محمد علي ، دور تقنيات الرياح في الاستدامة البيئية للعمارة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٧ ، ص ٣٤.

**٣. تأثير الشكل (Shape effect)** :- المقصود به تأثير الرياح الناتج من وجود طبوغرافية في الأرض كمرتفعات أو جبال أو غيرها ويؤثر على سرعة الرياح واتجاهها كان ذلك قبل المدينة او بعدها ، كما أن لأشكال المباني الهندسية تأثيراً متبايناً من حيث انسيابية الرياح فوقها وعلى جانبيها ومن ثم يؤدي شكل الأبنية إلى التأثير في حركة الرياح ، فضلاً عن شكل المدينة ومواجهتها للرياح السائدة في الموقع الجغرافي تأثير كبير على حركة الرياح[١٥] ، الشكل (٥) .

**أقاليم اتجاه الرياح في منطقة الدراسة :-**

بالنظر الى الجدول (٣) نستعلم منه وجود تقارب في نسبة اتجاه الرياح في كل محطات منطقة الدراسة ، وأن المعدل العام لنسب التكرار يحدد أن الرياح السائدة في محطات منطقة الدراسة جميعها هي الرياح الشمالية الغربية كما في جميع أجزاء القطر ككل ، فقد سجلت أعلى معدل لها ، بلغ (١٨,١%) وهذا المعدل لا يكفي لتحديد إقليم الرياح لمحافظة نينوى لكن بشكل خاص فهو متفاوت بين المحطات ، فقد سجلت أعلى معدل في محطة البعاج لهذا الاتجاه إذ بلغ (٢٦,٣%) وأقلها سجل في محطة الموصل إذ بلغ (١٢,٢%) ويمكن تصنيف منطقة الدراسة لعدة أقاليم على حسب نوع الرياح السائدة بعامةً، ففي محطة الموصل يوصف إقليم اتجاه الرياح وبحسب المعدلات التكرارية الاتجاه من دون أخذ معدلات السكون السنوية بأنه إقليم يتراوح ما بين الرياح الشمالية الغربية والغربية بمعدلات متقاربة (١٢,٢%) ، (١٣,٠%) .




**الشكل (٥) العوامل المؤثرة في حركة الرياح**

**المصدر: المنظمة العالمية للأرصاد الجوية OWM.**

يحدد إقليم اتجاه الرياح لمحطة ربيعة بسيادة الرياح الشمالية الغربية والغربية والجنوبية الغربية التي سجلت أعلى معدل تكرار (١٧,٥%) ، (١٥,٠%) ، (١٧,٣%) على التتابع ، كما سجلت محطة تلعفر سيادة نوع اخر من الرياح بمعدل مرتفع هو سيادة الرياح الشرقية بمعدل تكرار سنوي بلغ (١٤,٨%) ، ويمكن أن توصف محطة تلعفر بوجود متساوٍ لمعدلات التكرار السنوي للرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية بمعدلات متقاربة تمثلت بمعدلات تكرار (١٣,٨%) ، (١٣,٠%) ، (١٣,٧%) على التتابع . كما يختلف إقليم الرياح في محطة سنجار بسيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية وبمعدلات مرتفعة (٢٠,١%) ، (٢١,٠%) وهذا يعزى الى موقع المحطة وتأثرها بظاهرة الانحدار ألاديباتيكي بسبب موضع المحطة ، وسجلت محطة تل عبطة سيادة اتجاه الرياح الشمالية الغربية بمعدل تكرار (١٨,٨%) ، واخيرا يحدد اقليم الرياح في محطة البعاج بسيادة الرياح الشمالية الغربية بمعدل مرتفع يصل الى (٢٦,٣%) وعبر ما تقدم تسود عدة اتجاهات للرياح في محطات محافظة نينوى على حسب موقع المحطة ومنها ما يكون متقاربا بين عدة اتجاهات ومنها ما يختلف بسيادة اتجاه واحد.

**أقاليم سرعة الرياح في منطقة الدراسة:-**

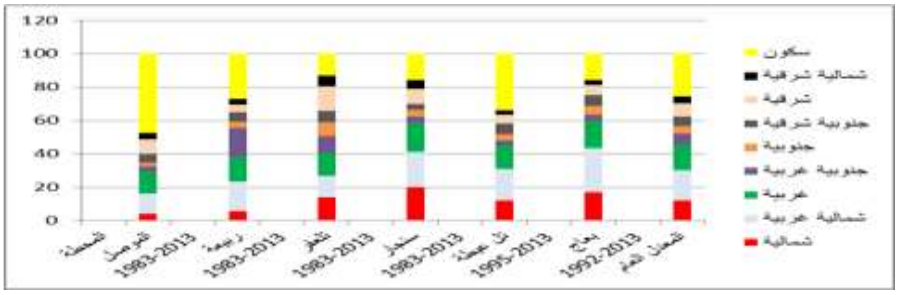
عند دراستنا لمعدلات سرعة الرياح لمحطات منطقة الدراسة وبالمقارنة مع ارتفاع التوربين المنتج للطاقة الكهربائية الذي يتراوح بين (٨٠-١٤٠) م ، وقد كان علينا إيجاد سرعة الرياح على تلك الارتفاعات عبر تطبيق معادلة السرعة وبعد ما حصلنا على نتائج مشجعة كان علينا رسم خارطة أقاليم سرعة الرياح التي عن طريقها سوف نستطيع رسم مستقبل إنتاج الطاقة بالاعتماد على طاقة الرياح ، وبالنظر إلى الجدول (٤) نستطيع رسم ثلاثة أقاليم لسرعة الرياح على وفق معدلات السرعة والموقع الجغرافي والعوامل المؤثرة بحركة الرياح على النحو الآتي :-

| الاتجاه / المحطة | شمالية | شمالية غربية | غربية | جنوبية غربية | جنوبية | جنوبية شرقية | شرقية | شمالية شرقية | سكون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الموصل ١٩٨٣-٢٠١٣ | 4.2 | 12.2 | 13 | 2.9 | 2.6 | 5.2 | 8.7 | 3.5 | 47.7 |
| ربيعة ١٩٨٣-٢٠١٣ | 5.8 | 17.5 | 15 | 17.3 | 3.5 | 6 | 4.4 | 3.2 | 27.4 |
| تلعفر ١٩٨٣-٢٠١٣ | 13.8 | 13 | 13.7 | 10.2 | 8.1 | 6.7 | 14.8 | 6.5 | 13.2 |

| الاتجاه / المحطة | شمالية | شمالية غربية | غربية | جنوبية غربية | جنوبية | جنوبية شرقية | شرقية | شمالية شرقية | سكون |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سنجار ١٩٨٣-٢٠١٣ | 20.1 | 21 | 17.3 | 3.8 | 4.2 | 3.4 | 9.1 | 5.3 | 15.8 |
| تل عبطة ١٩٩٥-٢٠١٣ | 12.1 | 18.8 | 14 | 2.9 | 4 | 6.5 | 5.2 | 2.7 | 33.7 |
| البعاج ١٩٩٢-٢٠١٣ | 17.1 | 26.3 | 16.3 | 3.6 | 5.4 | 6.5 | 5.8 | 3.1 | 16 |
| المعدل العام | 12.2 | 18.1 | 14.9 | 6.8 | 4.6 | 5.7 | 8.0 | 4.1 | 25.6 |

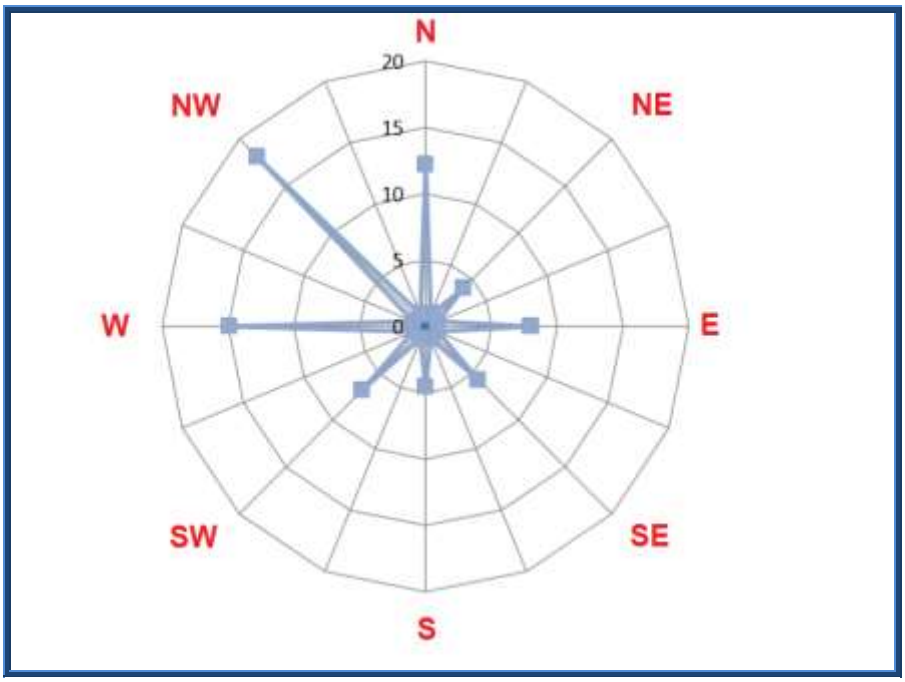
**الجدول (٣) المعدلات السنوية لنسب تكرار اتجاه الرياح (%) السائدة في محطات نينوى**

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة .




**المخطط (٤) المعدلات السنوية لنسب تكرار اتجاه الرياح (%) السائدة في محطات نينوى**

**المصدر :- الجدول(٣)**




**المخطط (٣) وردة الرياح**

المصدر: جدول (٣)

١.**الاقليم الأول:**- وهو الأقليم الذي تكون فيه سرعة الرياح ما بين الهواء الخفيف الى نسيم خفيف على حسب تصنيف( بيو فروت) الذي يشمل محطات منطقة الدراسة التي لا يمكن استثمار طاقة الرياح فيها ، وشمل محطتي الموصل وربيعة إذ بلغت أعلى معدلاتها (١,٤) م/ثا لمحطة الموصل و(١,٨) م/ثا لمحطة ربيعة ، وتتفاوت سرعتها من وقت لآخر و سجلت محطة الموصل أعلى معدلاتها في شهر أيار إذ بلغت (١,٩) م/ثا وأدنى معدل لها في شهر تشرين الثاني إذ بلغت (٠,٨) م/ثا ، كما سجلت محطة ربيعة أعلى معدل لها في شهر حزيران و بلغ (٢,٢) م/ثا في حين سجلت أدنى لها في شهر تشرين الثاني و بلغ (١,٤) م/ثا ، كما بلغت معدلات سرعة الرياح في محطة الموصل على ارتفاعات (٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م و بلغت (٢,٤ ، ٢,٨ ، ٣,١) م/ثا على التتابع ، كما سجلت محطة ربيعة معدلاتها على ارتفاعات (٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م إذ بلغت (٢,٧ ، ٣,١ ، ٣,٣) م/ثا على التتابع ، وهذه المعدلات لا يمكن الافادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية من الناحية الاقتصادية ، بعد تطبيق معادلة السرعة لم نحصل على معدلات مرتفعة تساعد في عملية استثمار طاقة الرياح ، وهي أن الدراسة يجب أن تكون على مستوى الموضع ولا يمكن اعتبار محطة الموصل محصلة يمكن الاعتماد عليها نهائيا في استثمار طاقة الرياح لوجود مواضع أخرى تكون فيها

سرعة الرياح مرتفعة تساعد في الاستثمار ، الخارطة (٢) التي توضح أقاليم سرعة الرياح في المحافظة .

| المحطات | الموصل | | | | ربيعة | | | | تلعفر | | | | سنجار | | | | تل عبطة | | | | البعاج | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأشهر | 10 | 50 | 100 | 150 | 10 | 50 | 100 | 150 | 10 | 50 | 100 | 150 | 10 | 50 | 100 | 150 | 10 | 50 | 100 | 150 | 10 | 50 | 100 | 150 |
| ك2 | 1.2 | 2.0 | 2.4 | 2.6 | 1.7 | 2.6 | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 5.6 | 6.4 | 6.8 | 1.7 | 2.6 | 3 | 3.2 | 2.3 | 5.3 | 4.0 | 4.2 | 1.7 | 2.6 | 2.9 | 3.1 |
| شباط | 1.4 | 2.4 | 2.8 | 3.1 | 1.7 | 2.6 | 2.9 | 3.1 | 4.1 | 6.2 | 7.0 | 7.6 | 2.4 | 3.7 | 4.2 | 4.6 | 2.5 | 3.8 | 4.3 | 4.6 | 1.7 | 2.6 | 2.9 | 3.1 |
| اذار | 1.5 | 2.6 | 3.0 | 3.3 | 2.0 | 3.0 | 3.4 | 3.7 | 4.1 | 6.2 | 7.0 | 7.6 | 2.7 | 4.2 | 4.8 | 5.1 | 2.9 | 4.4 | 5.0 | 5.3 | 2.1 | 3.2 | 3.6 | 3.9 |
| نيسان | 1.6 | 2.7 | 3.2 | 3.5 | 1.9 | 2.9 | 3.3 | 3.5 | 4.3 | 6.5 | 7.4 | 7.9 | 3.1 | 4.8 | 5.5 | 5.9 | 3.6 | 5.4 | 6.2 | 6.6 | 2.3 | 3.5 | 4.0 | 4.2 |
| ايار | 1.9 | 3.2 | 3.8 | 4.1 | 2.0 | 3.0 | 3.4 | 3.7 | 4.9 | 7.4 | 8.4 | 9.0 | 3.7 | 5.7 | 6.5 | 7.0 | 4.0 | 6 | 6.9 | 7.4 | 2.6 | 3.9 | 4.5 | 4.8 |
| حزيران | 1.8 | 3.1 | 3.6 | 3.9 | 2.2 | 3.3 | 3.8 | 4.1 | 5.0 | 7.5 | 8.6 | 9.2 | 4.2 | 6.5 | 7.4 | 8.0 | 4.2 | 6.3 | 7.2 | 7.7 | 3.1 | 4.7 | 5.3 | 5.7 |
| تموز | 1.7 | 2.9 | 3.4 | 3.7 | 2.1 | 3.2 | 3.6 | 3.9 | 5.2 | 7.8 | 8.9 | 9.6 | 4.2 | 6.5 | 7.4 | 8.0 | 4.3 | 6.5 | 7.4 | 7.9 | 3.3 | 5.0 | 5.7 | 6.1 |
| اب | 1.5 | 2.6 | 3.0 | 3.3 | 2.0 | 3.0 | 3.4 | 3.7 | 5.0 | 7.5 | 8.6 | 9.2 | 3.7 | 5.7 | 6.5 | 7.0 | 4.2 | 6.3 | 7.2 | 7.7 | 2.8 | 4.2 | 4.8 | 5.2 |
| ايلول | 1.2 | 2.0 | 2.4 | 2.6 | 1.8 | 2.7 | 3.1 | 3.3 | 4.8 | 7.2 | 8.2 | 8.8 | 3.1 | 4.8 | 5.5 | 5.9 | 3.6 | 5.4 | 6.2 | 6.6 | 2.4 | 3.6 | 4.1 | 4.4 |
| ت1 | 1.0 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 4.2 | 6.3 | 7.2 | 7.7 | 2.1 | 3.2 | 3.7 | 4.0 | 3.0 | 4.5 | 5.2 | 5.5 | 1.9 | 2.9 | 3.3 | 3.5 |
| ت2 | 0.8 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.4 | 2.1 | 2.4 | 2.6 | 3.9 | 5.9 | 6.7 | 7.2 | 1.6 | 2.5 | 2.8 | 3.1 | 2.4 | 3.6 | 4.1 | 4.4 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 2.8 |
| ك1 | 1.0 | 1.7 | 2.0 | 2.2 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 2.8 | 3.6 | 5.4 | 6.2 | 6.6 | 1.6 | 2.5 | 2.8 | 3.1 | 2.3 | 3.5 | 4.0 | 4.2 | 1.5 | 2.3 | 2.6 | 2.8 |
| المعدل | 1.4 | 2.4 | 2.8 | 3.1 | 1.8 | 2.7 | 3.1 | 3.3 | 4.4 | 6.6 | 7.5 | 8.1 | 2.8 | 4.4 | 5.0 | 5.4 | 3.3 | 4.9 | 5.6 | 6.0 | 2.2 | 3.4 | 3.8 | 4.1 |

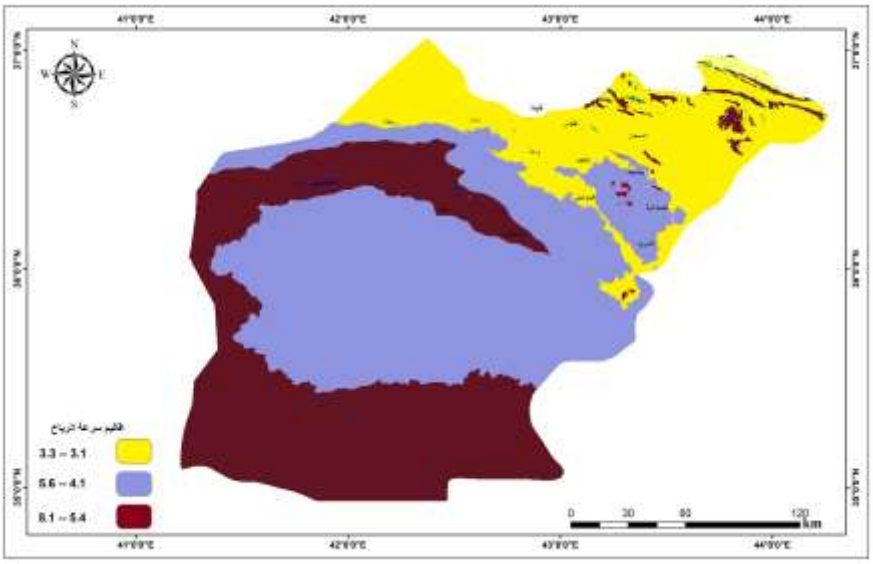
**الجدول (٤) معدلات سرعة الرياح الشهرية والسنوية وعلى ارتفاعات مختلفة**

للمزيد أنظر : عمل الباحث بالاعتماد على.

– جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي ، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة.

**٢.الاقليم الثاني** :– هو الاقليم الذي تكون معدلات سرعة الرياح على حسب تصنيف (بيو فروت) التي تتراوح بين النسيم الخفيف الى النسيم اللطيف التي شملت محطتي تل عبطة والبعاج التي سجلت معدلاتها السنوية (٣,٣) م/ثا في محطة تل عبطة في حين سجلت (٢,٢) م/ثا في محطة البعاج وتتفاوت سرعتها الشهرية من وقت الى آخر إذ سجلت محطة تل عبطة أعلى معدلاتها في شهر تموز إذ بلغت (٤,٣) م/ثا وأدنى معدل لها في شهر كانون الثاني فبلغت (٢,٣) م/ثا ، كما سجلت محطة البعاج اعلى معدل لها في شهر تموز فبلغ (٣,٣) م/ثا في حين سجلت أدنى معدل لها في شهر كانون الأول إذ بلغ (١,٥) م/ثا ، كما بلغت معدلات سرعة الرياح في محطة تل عبطة وعلى ارتفاعات ( ٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م إذ بلغت (٤,٩) م/ثا ، (٥,٦) م/ثا ، (٦,٠) م/ثا على التتابع ، وهذه المعدلات مناسبة يمكن الافادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية من الناحية الاقتصادية ، كما سجلت محطة البعاج معدلاتها على ارتفاعات (٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م إذ بلغت (٣,٤) م/ثا ، (٣,٨) م/ثا ، (٤,١) م/ثا على التتابع . ومن الجدير بالاشارة هنا أن محطات كل من تل عبطة والبعاج لم تسجل معدلات عالية على خلاف ما هو واضح في أخذ البيانات من برنامج أطلس الرياح العالمي إذ سجلت معدلات مرتفعة لتسهم على نحو واسع في استثمار طاقة الرياح في محافظة نينوى

وفي هذين الموقعين بالذات لتوفر شروط مهمة أبرزها المساحة الواسعة والأراضي المفتوحة لحركة الرياح .




**الخارطة (٢) أقاليم سرعة الرياح في محافظة نينوى**

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على برنامج أطلس الرياح العالمي DEM .

**- الجدول (٤).**

**٣.الاقليم الثالث** :- هو الاقليم الذي تكون معدلات سرعة الرياح على حسب تصنيف (بيو فروت) التي تتراوح سرعته بين نسيم لطيف الى نسيم معتدل يشمل محطتي تلعفر وسنجار إذ بلغت معدلات سرعتها السنوية (٤,٤) م/ثا في محطة تلعفر و(٢,٨) م/ثا في محطة سنجار، وتتفاوت سرعتها الشهرية من وقت الى آخر إذ سجلت محطة تلعفر أعلى معدلاتها في شهر تموز حيث بلغت (٥,٢) م/ثا ، وأدنى معدل لها في شهر كانون الثاني حيث بلغت (٣,٤) م/ثا ، كما سجلت محطة سنجار أعلى معدل لها في شهري حزيران وتموز حيث بلغ (٤,٢) م/ثا ، في حين سجلت أدنى معدل لها في شهر كانون الأول فبلغ (١,٦) م/ثا .

وعند تطبيق معادلة السرعة على ارتفاعات متعددة سجلت المحطتان معدلات مرتفعة لتسهم على نحو حقيقي في استثمار طاقة الرياح في تلك المواقع التي بلغت معدلات سرعة الرياح في محطة تلعفر على ارتفاعات (٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م إذ بلغت (٦,٦) م/ثا ، (٧,٥) م/ثا ، (٨,١) م/ثا على التتابع ، وهذه المعدلات على درجة عالية من الارتفاع بحيث يمكن الإفادة منها في إنتاج الطاقة الكهربائية من الناحية الاقتصادية ، كما سجلت محطة سنجار معدلاتها على ارتفاعات (٥٠ ، ١٠٠ ، ١٥٠) م إذ بلغت (٤,٤) م/ثا ، (٥,٠) م/ثا ، (٥,٤)

م/ثا على التتابع ، وهذه المعدلات هي ضمن المسموح لإنتاج الطاقة الكهربائية من طاقة الرياح ، كما ان قمم جبل سنجار سجلت معدلات مرتفعة تجاوزت (٧، ٨ ، ٩) م/ثا على حسب برنامج أطلس الرياح العالمي ، فضلاً عن إمكانية انشاء مزارع الرياح على سفح الجبل وبمساحات واسعة لتسهم على نحو فاعل في إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح .

**الاستنتاجات:-**

يمكن تدوين الاستنتاجات على وفق العوامل المؤثرة في حركة الرياح في محافظة نينوى على النحو الآتي:-

١. تعد المدن عائقاً أمام تسجيل معدلات سرعة الرياح الدقيقة ، لذا لا بد من ايجاد وسيلة لزيادة عدد محطات رصد سرعة الرياح في المحافظة وتوزيعها على نحو يغطي جميع أراضي منطقة الدراسة على حسب المعايير المعتمدة عالمياً في بناء المحطات ومواقعها . لأن كل من البعاج وتل عبطة قد سجلت معدلات سرعة رياح عالية بالمقارنة مع معدلات رصد المحطات من تتبع سرعة الرياح في برنامج أطلس الرياح العالمي .

٢. تعد التضاريس واختلاف ارتفاعاتها أهم العوامل التي تحدد سرعة الرياح واتجاهها في موقع الدراسة .

٣. يعد الانسان عاملاً مهماً في تحديد المعدلات المناخية وزيادتها عبر التغيرات التي يجريها على سطح الأرض ، لذلك ينبغي إجراء دراسة دقيقة للعوامل البشرية في كونها عاملاً محدداً للظواهر الطبيعية مع إدراج ذلك في تفاصيل الدراسات البحثية .

٤. يجب دراسة تأثير كل المناخات المحلية التفصيلية لمناخ محافظة نينوى كنسيم الجبل والوادي ونسيم المدينة ونسيم البر والبحر ورياح الممرات ورياح المد وهكذا ، لا سيما المحطات التي تقع داخل المدن .

٥. من حساب سرعة الرياح على ارتفاعات مختلفة تبين عدم امكانية استثمار طاقة الرياح في بعض محطات محافظة نينوى على وفق أقاليم سرعة الرياح ، إذ وصلت معدلات سرعة الرياح الى دون المستوى المطلوب لانتاج الطاقة الكهربائية لمحطتي الموصل وربيعة باستثناء بعض الاشهر . أما بقية المحطات تلعفر وسنجار وتل عبطة والبعاج فأنه بالامكان استثمارها إذ وصلت معدلات سرعة الرياح فيها الى المستوى المطلوب لانتاج الطاقة الكهربائية .

٦. عند حساب سرع الرياح واتجاهها في عموم منطقة الدراسة على ارتفاعات مختلفة تبين ميلها الى الهدوء في انسيابيتها مع عدم وجود تغيرات مفاجئة ، مما يعطيها ميزة مهمة في عدم تحطيم أبراج الرياح .

**ثبت المصادر**


- خضر جاسم محمد ، الموازنة الاشعاعية والموازنة المائية المناخية لمحطات مختارة في محافظة نينوى والمناطق المجاورة لها ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠١٠ ، ص٢٥-٢٦ .
- تغريد احمد عمران ، اثر المنخفضات الجوية في طقس ومناخ العراق ، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، جامعة بغداد ، كلية ابن رشد ، ٢٠٠٦، ص١٧٧.
- ماجد السيد ولي محمد ، الخصائص المناخية لمحافظة البصرة ، موسوعة البصرة الحضارية ، المحور الجغرافي، مطبعة جامعة البصرة ، البصرة ، ١٩٨٨، ص٥٥.
- كاظم عبد الوهاب الاسدي ، تكرار المنخفضات الجوية واثرها في طقس العراق ومناخه ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة البصرة ، ١٩٩١، ص١٥٠.
- المصدر نفسه ، ص١٥٩.
- احمد سعيد حديد ، فاضل باقر الحسيني ، حازم توفيق العاني ، المناخ المحلي ، دار الطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٨٢، ص١١٠.
- كاظم عبد الوهاب الاسدي ، مصدر سابق ، ص١٦٢.
- احمد سعيد حديد ، مصدر سابق، ص١٢٧.
- كاظم عبد الوهاب الاسدي ، مصدر سابق ، ص١٦٢.
- محمود محمد محمد علي ، دور تقنيات محاكاة الرياح في الاستدامة البيئية للعمارة والعمران ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة المنصورة ، ٢٠١٧، ص٣٢.
- AMORIM, J. H., RODRIGUES, V., TAVARES, R., VALENTE, & BORREGO, C. 2013. CFD modelling of the aerodynamic effect of trees on urban air pollution dispersion. Science of The Total Environment, 461–462, 541-551.

- https://wind-data.ch/tools/profile.php.
- خالد فجال ، العمارة والبيئة في مناطق الصحاري الحارة ، القاهرة ، الدار الثقافية للنشر ، ٢٠٠٢ ، ص٧٠.
- ALLEGRINI, J., DORER, V. & CARMELIET, J. 2012. Analysis of convective heat transfer at building façades in street canyons and its influence on the predictions of space cooling demand in buildings. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 104–106, 464-473 .