

Determining The Design Wind Speeds for Building Coastal Structures (Case Study Tartous City)

Dr. Muhammed Doured Alaa Aldeen*
Lubna Issa Ismail**

(Received 7 / 11 / 2023. Accepted 23 / 4 / 2024)

□ ABSTRACT □

Studying wind speed is one of the most important considerations when designing the coastal projects. In this research hourly wind speed data that measured in Tartous meteorological station for 10 years are analyzed statistically by using Excel.

This study aimed to estimate wind speed at different return periods in Tartous city by using Weibull probability density function. The parameters of Weibull distribution (k shape parameter- c scale parameter) are used for finding the wind speed at different return periods; These parameters are estimated by using three methods (maximum likelihood-moment-empirical). These methods results have been compared with the provided data to find their accuracy, the results showed that the best method of estimation was the maximum likelihood method.

The maximum Likelihood method showed that the maximum wind speed for 100 year return period is expected to be of the order of 25.3m/sec and 24.5 m/s from S and SW directions respectively

Keywords: wind speed, wave height, Weibull distribution, maximum likelihood method.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* Associate Professor, Department of Water Engineering and Irrigation Civil, Faculty of Civil Engineering Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: alaeldeen@gmail.com.

**Postgraduate Student (Master), Department of Water Engineering and Irrigation, Faculty of Civil Engineering Tishreen University, Lattakia, Syria. E-mail: lubna.ismail990@gmail.com.

تحديد سرعات الرياح التصميمية عند دراسة المنشآت الشاطئية (حالة مدينة طرطوس)

د. محمد دريد علاء الدين*

لبنى عيسى إسماعيل**

(تاريخ الإيداع 7 / 11 / 2023. قُبِلَ للنشر في 23 / 4 / 2024)

□ ملخص □

إنّ دراسة الرياح مكوّن هام وأساسي عند تصميم المنشآت الشاطئية، اعتمد البحث على دراسة بيانات سرعة الرياح الساعية المرصودة من ثمانية اتجاهات مختلفة والمُسجّلة في محطة طرطوس للأرصاء الجوية خلال الفترة الممتدة بين عامي (2006-2015) وتحليلها باستخدام برنامج (Excel).

يهدف البحث إلى تحديد سرعة الرياح واتجاهاتها عند أزمنة عودة مختلفة في مدينة طرطوس الواقعة على الساحل السوري وذلك باستخدام تابع التوزيع الاحتمالي وبيبل، وإيجاد معلماته: معلمة الشكل (shape parameter) c ، معلمة القياس (scale parameter) لحساب سرعة الرياح المتوقعة عند أزمنة عودة مختلفة.

تم حساب معلمات وبيبل (Weibull) باستخدام عدة طرق: (طريقة الإمكان الأعظم، طريقة العزوم، الطريقة التجريبية) ومقارنة نتائج سرعة الرياح المحسوبة بعد تحليل البيانات بالطرق الثلاث مع بيانات سرعة الرياح المسجّلة، واختيار الطريقة الأفضل، وأظهرت النتائج أن طريقة الإمكان (الإحتمال) الأعظم (maximum likelihood method) هي الأفضل في التقدير.

وكانت سرعة الرياح العظمى المتوقعة عند زمن عودة 100 سنة باستخدام طريقة الإمكان الأعظم هي 25.3 m/s بالاتجاه S و 24.5 m/s بالاتجاه SW.

الكلمات المفتاحية: سرعة الرياح، ارتفاع الأمواج، توزيع وبيبل، طريقة الإمكان الأعظم.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين - سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

*أستاذ مساعد - قسم الهندسة المائية والريّ - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
**طالبة دراسات عليا (ماجستير) - قسم الهندسة المائية والريّ - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية. -
lubna.ismail990@gmail.com

مقدمة:

أدى التطور العمراني الذي شهدته البلاد في الآونة الأخيرة إلى زيادة الاهتمام والعناية بالمدن الساحلية، كونها تشكل مناطق جذب للسياح من داخل وخارج البلاد، بالإضافة إلى أهميتها في مجال النقل البحري كمنافذ مطلة على البحر، وكما هو معلوم فإن السياحة والنقل البحري يشكلان دعائم مهمة للاقتصاد ومصادر للدخل القومي للبلاد. ونتيجة لما سبق ذكره فقد برز الاهتمام بتنمية السياحة الشاطئية انسجاماً مع الاتجاه العالمي في تطوير هذا النوع من السياحة، من خلال الاهتمام الكبير بالشواطئ البحرية وتشديد مختلف المنشآت الهندسية على امتدادها. حيث تُبنى على امتداد الشواطئ منشآت هندسية متنوعة، بعضها يُبنى لحماية الشواطئ من التآكل أو من المخاطر الناجمة عن العواصف والأمواج العاتية، بالإضافة إلى بناء المنشآت السياحية والخدماتية. إن التحديد الدقيق لعناصر الأمواج يسمح للمهندس ببناء منشآت بحرية أكثر أماناً واقتصادية، وهذا ما يعطي الأهمية للنتيجة بعناصر الأمواج.

وبسبب العلاقة المباشرة بين ارتفاع الأمواج وسرعة الرياح تأتي أهمية حساب سرعة الرياح والتنبؤ بمواصفاتها في المنطقة الشاطئية.

تعدّ الرياح أحد عناصر المناخ الرئيسية التي حظيت باهتمام بالغ في الدراسات المناخية لما لها من علاقة مع درجات الحرارة والأمطار والضغط الجوي، وتعتبر المنظم للغلاف الجوي [1] وبسببها تحدث كافة الظواهر الجوية. تُعرف الرياح بأنها كتل هوائية متحركة من مكان لآخر على سطح الأرض وتختلف شدتها حسب اختلاف شدة الضغط الجوي في المناطق التي تمر بها، حيث تتحرك حركة تسارعية من منطقة الضغط الجوي المرتفع إلى منطقة الضغط الجوي المنخفض [2].

والمصدر الذي نشأت منه الرياح هو الطاقة الشمسية، ولها دور في تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حركية لسطح البحار والمحيطات وبالتالي توليد الأمواج التي تتميز بارتفاعها الذي يزداد بازدياد مدة هبوب الرياح وشدتها (سرعتها)، كذلك فإن لاتجاه الرياح دوراً في تقدم الأمواج [3].

تُصنّف الأمواج بحسب طبيعة القوى المسببة لها إلى:

- أمواج الرياح: تنشأ تحت تأثير الرياح.
- أمواج المد: تنشأ بفعل جاذبية الشمس والقمر.
- أمواج ضغط الرياح: تنشأ عند تغير منسوب البحر تحت تأثير الرياح وتغير الضغط الجوي.
- أمواج الزلازل: تنشأ نتيجة التغيرات الديناميكية في باطن الأرض والمحيطات.
- أمواج السفن: تنشأ عن حركة السفن.

عند دراسة المنشآت الهندسية البحرية كالمرفأ وغيرها تُعتمد فقط منظومة أمواج الرياح المسيطرة في المنطقة ويتم التصميم اعتماداً على معطياتها [4]، هذا وقد برز عالمياً الاهتمام بالشواطئ البحرية نظراً لأهميتها من ناحية السياحة، وكانت الحاجة ملحة لدراسة منظومة الأمواج وحساب عناصرها (ارتفاع-دور) لما لها من أهمية عند تصميم المنشآت الشاطئية.

أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر سرعة الرياح من البيانات الضرورية المطلوبة عند تصميم المشاريع الشاطئية وتشديد المنشآت السياحية والخدماتية، من خلال أهميتها في حساب ارتفاع الأمواج في المنطقة المراد تشييد المنشآت فيها، وحساب التمرور

الريحي ومناسيب الماء وتحديد قمة المنشأة، حيث أنّ التحديد الدقيق لسرعة الرياح يسمح للمهندس ببناء منشآت أكثر أماناً واقتصادية.

إضافةً إلى أهمية سرعة الرياح في مجال الطاقة من خلال تحديد المناطق المؤهلة لتنصيب توربينات الرياح بغرض توليد الطاقة الكهربائية والتي تمثل العنصر الأساسي لأي تطور اقتصادي كونها تقلص الاعتماد على الوقود الأحفوري المُعرّض لعدم الاستقرار في السّعر والإمداد [5].

تأتي أهمية وضرورة هذا البحث انطلاقاً من انعدام وجود أي دراسة لبيانات سرعة الرياح تخص منطقة شاطئ طرطوس باعتبار أنّ الدراسة الوحيدة المتوفرة هي تلك التي تمت عند توسيع مرفأ اللاذقية ويتم تعميمها على كامل الساحل السوري، يهدف البحث إلى حساب سرعات الرياح التصميمية واتجاهاتها عند أزمنة عودة مختلفة (100-50-25) سنة.

طرائق البحث ومواده:

تقع محطة الرصد عند الطرف الجنوبي من مدينة طرطوس في الموقع الذي احداثياته (34°52'10"N) (35°53'12"E) وعلى بعد 150m من شاطئ البحر إلى الشرق منه، ويواجهها من جهة الغرب والجنوب الشرقي وعلى مسافة تتراوح من 100-400 متر شاليهات وتجمعات سكنية، وإلى الشمال من المحطة يوجد حقل مفتوح عرضه 20متر وطوله 700 متر يلتقي بعدها مع أبنية المدينة وإلى الشرق من المحطة توجد مسافة 150متر مشجرة يتوسطها طريق واسع يتصل بالمدينة ثم تأتي بعدها أبنية المدينة، يبين الشكل (1) موقع محطة الرصد على شاطئ الجمهورية العربية السورية [3].



الشكل (1): خريطة توضع موقع محطة الرصد على الشاطئ السوري

تعتمد هذه الدراسة على معالجة بيانات سرعة الرياح الوسطية الساعية المسجلة في الفترة الممتدة بين 1/1/2006 حتى 31/12/2015 والمأخوذة على ارتفاع 10m باستخدام تابع التوزيع الاحتمالي وبيبل .

توزيع ويبل Weibull Distribution

إنّ استخدام التوزيعات الاحتمالية يعتبر من الأساليب الإحصائية المهمة والأساسية في عمليات التنبؤ بالظواهر الحياتية بغية الوصول إلى نماذج إحصائية تهدف إلى تشخيص هذه الظواهر وتقديرها وتحليلها [6]، ولما كانت الأحوال المناخية من الظواهر الحياتية المهمة والمرتبطة بمختلف جوانب الحياة فقد اعتمدت العديد من البحوث والدراسات العالمية على دالة التوزيع الاحتمالي ويبل والشائع استخدامها لتمثيل توزيع سرعة الرياح ويعبر عنها من خلال دالة الكثافة الاحتمالية (probability density function) PDF ودالة التوزيع التراكمي (cumulative distribution function) CDF (function) [7] وتعطى بالعلاقات:

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \quad (1)$$

$$F(v) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \quad (2)$$

$f(v)$: دالة الكثافة الاحتمالية ، $F(v)$: دالة الكثافة الاحتمالية التراكمية.

v : سرعة الرياح m/sec، c : معلمة القياس m/sec، k : معلمة الشكل لا واحدة لها معلمة الشكل (k): ذات علاقة عكسية مع الانحراف المعياري للبيانات والقيم العالية لها تدل على وجود استقرار في قيم سرعة الرياح، لا واحدة لها.

معلمة القياس (c): ذات علاقة طردية مع سرعة الرياح ولها نفس واحدة سرعة الرياح. من البيانات الساعية لسرعة الرياح قمنا بإيجاد القيم الأعظمية الشهرية لسرعة الرياح عند كل اتجاه ومن ثم استخدامها في حساب معاملات التوزيع، استُخدمت ثلاث طرائق لإيجاد معاملات ويبل وهي:

1. الطريقة التجريبية Empirical Method

تعتبر خياراً عملياً ومباشراً لإيجاد المعلمات وتتطلب معرفة سرعة الرياح الوسطية والانحراف المعياري للبيانات وتعتمد العلاقات التالية [8]:

$$k = \left[\frac{\sigma}{\bar{v}} \right]^{-1.086} \quad (3)$$

$$c = \frac{\bar{v}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)} \quad (4)$$

حيث $\Gamma(x)$ دالة غاما، σ : الانحراف المعياري لسلسلة بيانات سرعة الرياح، \bar{v} : سرعة الرياح الوسطية

2. طريقة العزوم Moment Method

تمثل جوهر المساواة بين عزم المجتمع وعزم العينة المناظرة لها وتستخدم لتقدير المعالم المجهولة كما يمكن استخدامها كطريقة للحصول على التوزيع الاحتمالي لمتغير عشوائي أو أكثر، تحسب سرعة الرياح الوسطية والانحراف المعياري بالعلاقات [7,9]:

$$\bar{v} = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (5)$$

$$\sigma = c \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

بتربيع (5) و (6) وقسمتهما:

$$\frac{v^2}{\sigma^2} = \frac{c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)^2}{\Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)} \quad (7)$$

من المعادلة (7) تحسب k ويعدها تحسب c من (4).

3. طريقة الإمكان الأعظم Maximum Likelihood Method

يمكن تعريف التقدير بهذه الطريقة بأنه قيم المعلمات التي تجعل دالة الإمكان في نهايتها العظمى وتعطى المعلمات بالعلاقات التالية [9,10]:

$$k = \left[\frac{\sum_{i=1}^n v_i^k \ln(v_i)}{\sum_{i=1}^n v_i^k} - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(v_i)}{n} \right]^{-1} \quad (8)$$

$$c = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i^k \right)^{\frac{1}{k}} \quad (9)$$

v_i : سرعة الرياح خلال مدة زمنية i ، n : عدد القيم الغير صفرية للبيانات

جودة المطابقة لدالة التوزيع Goodness of Fit:

توجد عدة اختبارات يمكن من خلالها معرفة مدى درجة انطباق توزيع ويبيل مع التوزيع الحقيقي لمنطقة الدراسة، ومن خلال درجة المطابقة يمكن الحكم بنجاح أو فشل النموذج الإحصائي في تمثيل توزيع الرياح، من هذه الاختبارات:

1. طريقة جذر متوسط مربعات الأخطاء Root Mean Square Error

تستخدم لمقارنة مدى الانحراف بين البيانات الناتجة من توزيع ويبيل وبين البيانات الحقيقية المسجلة في الموقع، واختيار الطريقة الأفضل لتقدير المعلمات والتي تعطي القيمة الأقل لمعيار الحكم RMSE المُعطى بالصيغة التالية:

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (v_i - x_i)^2}{n} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

v_i : سرعة الرياح المسجلة ضمن الفترة (i) ، x_i : سرعة الرياح المحسوبة وفق تابع التوزيع ويبيل ضمن الفترة (i) ، n : عدد فترات التوزيع [9, 12].

2. معدل الخطأ المطلق: Mean Absolute Error

هو مؤشر لقياس الفرق بين القيم الحقيقية والقيم المقدرة لسرعة الرياح ويُؤخذ ناتج الفرق بالقيمة المطلقة أي يكون موجب دائماً، والطريقة الأفضل في التقدير هي التي تعطي أقل قيمة للخطأ المطلق.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |v_i - x_i| \quad (11)$$

3. معامل الارتباط: correlation coefficient

يعبر معامل الارتباط عن التباين الحاصل بين القيم الحقيقية والمقدرة، وتكون الطريقة الأفضل للتقدير والأكثر ملائمة هي التي تعطي أقرب قيمة لمعامل التحديد إلى الواحد [10]، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2 - \sum_{i=1}^n (v_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2} \quad (12)$$

التنبؤ بمواصفات الأمواج في المياه العميقة:

تُعتبر النظرية المستخدمة من قبل هيئة مهندسي الجيش الأمريكي والمشار إليها في دليل الهندسة الساحلية الأكثر استخداماً للتنبؤ بارتفاع الموجة وزمنها اعتماداً على بيانات سرعة الرياح، وهذه الطريقة صالحة من أجل الأمواج محدودة الانسياب والديمومة على حد سواء.

• حالة الأمواج محدودة مسافة الانسياب: يحسب الزمن اللازم للأمواج التي تنتقل على امتداد مسافة الانسياب F من أجل سرعة رياح W لكي تكون محدودة مسافة الانسياب بالعلاقة:

$$t_{x,w} = 77.23 \frac{F^{0.67}}{W_{10}^{0.34} g^{0.33}} \quad (13)$$

إذا كانت الديومومة الحقيقية أكبر أو تساوي الديومومة المحسوبة من العلاقة (13) تكون عمليات توليد الرياح محدودة الانسياق، وبمعرفة سرعة الرياح يمكن حساب ارتفاع الموجة المهم ودور الذروة في المياه العميقة من العلاقات التالية:

$$\frac{gH_0}{u^2} = 0.0413 \left(\frac{gF}{u^2} \right)^{1/2} \quad (14)$$

$$\frac{gT_p}{u} = 0.751 \left(\frac{gF}{u^2} \right)^{1/3} \quad (15)$$

$$u^2 = C_D W_{10}^2 \quad (16)$$

$$C_D = 0.001(1.1 + 0.035 W_{10}) \quad (17)$$

حيث: H_0 : ارتفاع الموجة المهم في المياه العميقة، T_p : دور الموجة، u سرعة القصر، C_D معامل الجر.

($g F / u^2$): الانسياق الفعال F_{eff} .

• حالة الأمواج محدودة الديومومة. إذا كانت الديومومة الحقيقية أقل من المحسوبة بالعلاقة (13) فالعملية هي محدودة الديومومة.

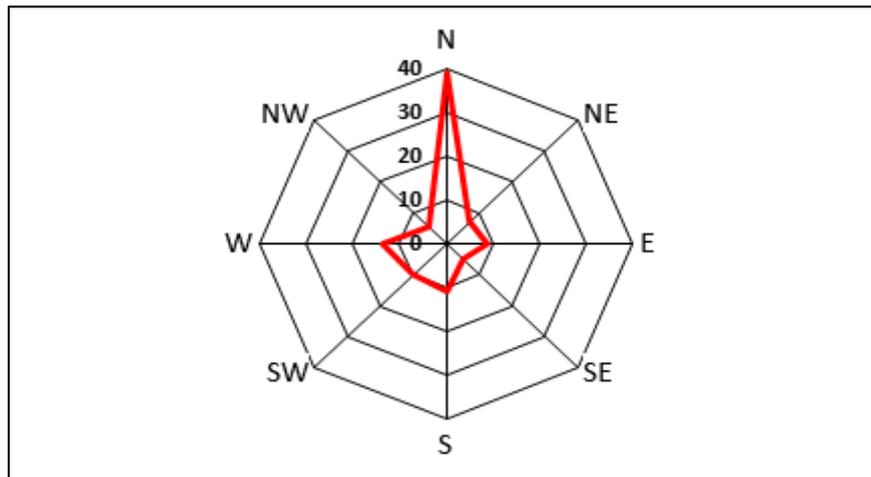
في هذه الحالة نحسب الانسياق الفعال F_{eff} بدلالة الديومومة الحقيقية t_d من العلاقة (18):

$$\frac{gF}{u^2} = 0.00523 \left(\frac{gt_d}{u} \right)^{3/2} \quad (18)$$

ومن ثم باستخدام القيمة الجديدة للانسياق الفعال يتم حساب ارتفاع الموجة المهم ودور الذروة من المعادلتين (14) و (15).

النتائج والمناقشة:

تمت معالجة بيانات سرعة الرياح البالغ عددها حوالي (63849) قيمة مسجلة بشكل دوري بفاصل زمني مقداره ساعة واحدة باستخدام برنامج Excel باعتماد أن زاوية اتجاه الرياح تبدأ من الشمال باتجاه حركة عقارب الساعة، وبعد المعالجة حصلنا على ورده الرياح المبينة في الشكل (2).



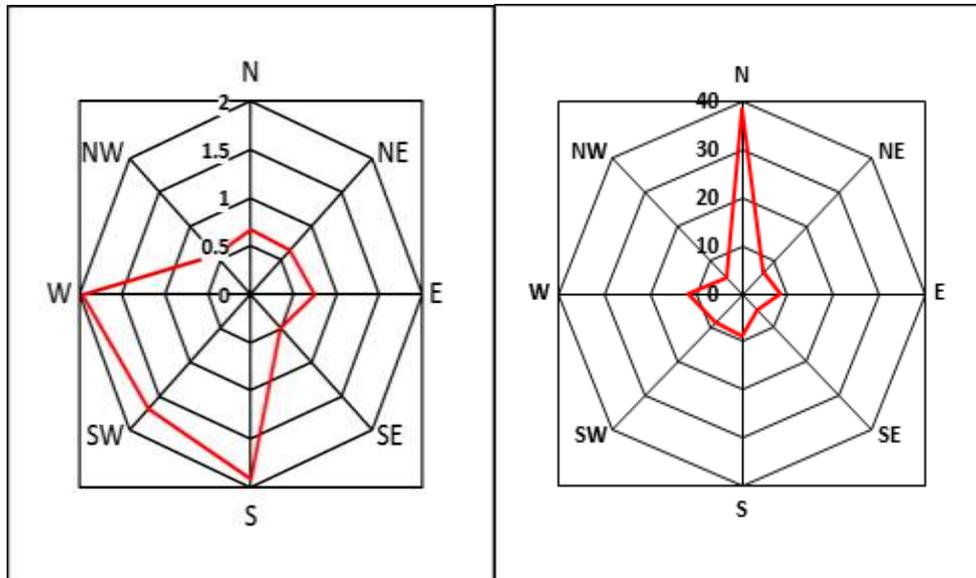
الشكل (2): ورده الرياح في منطقة الدراسة

يبين الشكل تغير سرعة الرياح واتجاهها في منطقة الدراسة، ويظهر أن الرياح السائدة في هذه المنطقة شمالية بنسبة حدوث 39.0625%، وغربية بنسبة حدوث 13.695%، وجنوبية بنسبة حدوث 10.91% وجنوبية غربية بنسبة حدوث 9.817%، وشرقية بنسبة حدوث 9.04% أما الرياح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية فهي قليلة الحدوث، ويبين الجدول (1) زاوية هبوب الرياح واتجاهها ونسبة حدوثها في منطقة الدراسة.

الجدول (1): زاوية هبوب الرياح واتجاهها ونسبة حدوثها في محطة طرطوس

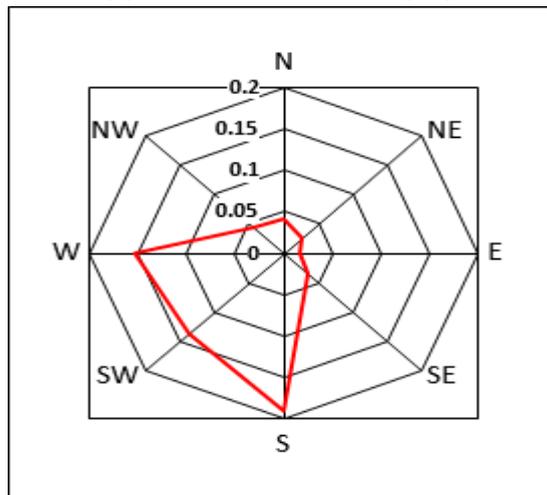
الاتجاه	نسبة الحدوث (%)	زاوية الهبوب (درجة)
N	39.0625	337.5-22.5
NE	7.1011	22.5-67.5
E	9.04	67.5-112.5
SE	5.0055	12.5-157.5
S	10.91	157.5-202.5
SW	9.817	202.5-247.5
W	13.695	247.5-292.5
NW	5.369	292.5-337.5

وقيم سرعة الرياح بشكل عام أقل من 10m/s وتتحصر غالباً ما بين m/s (0-5) بنسبة حدوث 90.652% وضمن المجال m/s (6-11) بنسبة حدوث 8.706% ، أما السرعات الأكبر من 11m/s فتحدث بنسبة 0.6405. توضح الأشكال (3) (4) (5) ورددات الرياح للشدات (0-5) m/sec (6-11) (>11) على التوالي.



الشكل(4): واردة الرياح للشدات m/s (6-11)

الشكل(3): واردة الرياح للشدات m/s (0-5)

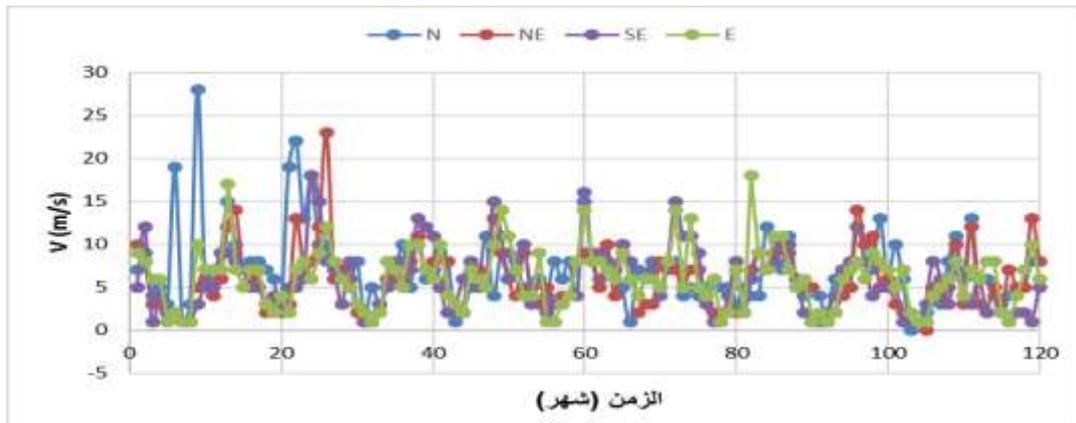


الشكل (5): واردة الرياح للشدات الأكبر من 11m/s

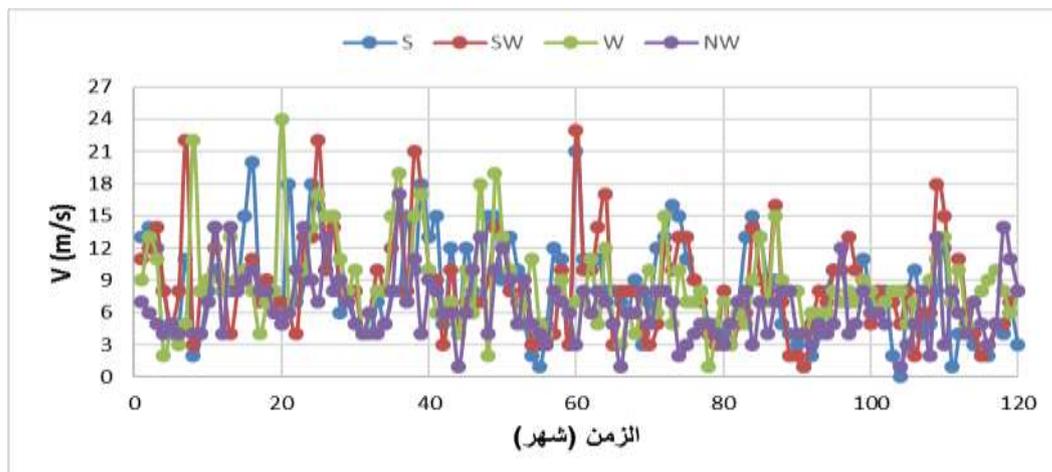
من البيانات الساعية أوجدنا القيم الشهرية الأعظمية لسرعة الرياح المسجلة عند كل اتجاه، ليصار إلى تحليلها ومعالجتها وإيجاد معلمات وبيبل، يبين الشكلان (6) و(7) سرعات الرياح الأعظمية الشهرية المسجلة عند كل اتجاه للفترة ما بين 2006-2015، وبلغ أعلى تكرار للسرعات الشهرية الأعظمية التي تتراوح ما بين (0-10m/s) لكل الاتجاهات، والسرعات الأعظمية التي تتراوح ما بين (10-20m/s) فكان أعلى تكرار لها في الاتجاهات S-W-SW، أما السرعات الأعظمية الشهرية التي تجاوزت (20m/s) فهي مبينة في الجدول (2) مع تاريخ حدوثها واتجاهها.

الجدول (2): سرعات الرياح الأعظمية الشهرية الأكبر من (20m/s) مع تاريخ حدوثها واتجاهها

سرعة الرياح m/s	N	NE	S	SW	W
28	23-9-2006				
24				19-8-2007	
23		1-2-2008		11-12-2010	
22	11-10-2007			6-7-2006 28-1-2008	29-8-2006
21			11-12-2010	10-2-2009	



الشكل (6): سرعات الرياح الأعظمية الشهرية عند الاتجاهات N-NE-E-SE خلال فترة الدراسة (2006-2015)



الشكل (7): سرعات الرياح الأعظمية الشهرية عند الاتجاهات S-SW-W-NW خلال فترة الدراسة (2006-2015)

باستخدام برنامج Excel قمنا بحساب معلمات ويبيل بالطرق الثلاثة الأتفة الذكر ونلاحظ من النتائج المدونة في الجدول أن معلمة القياس c تأخذ قيم عظمى في الاتجاهات S-SW-W في الطرق الثلاثة المستخدمة وهي ذات علاقة طردية مع سرعة الرياح.

الجدول (3): قيم معلمات ويبيل الناتجة من استخدام الطريقة التجريبية-طريقة العزوم- طريقة الإمكان الأعظم

الطريقة الاتجاه	طريقة الإمكان الأعظم		طريقة العزوم		الطريقة التجريبية	
	c	k	c	k	c	k
N	7.961	1.807	7.835	1.703	7.844	1.727
NE	6.861	1.784	6.835	1.74	6.773	1.734
E	6.86	1.821	6.875	1.836	6.879	1.86
SE	6.475	1.617	6.475	1.617	6.484	1.642
S	9.459	1.989	9.368	1.932	9.371	1.956
SW	9.473	2.056	10.72	2.331	9.454	2.051
W	9.744	2.234	9.729	2.232	9.728	2.254
NW	7.403	2.271	7.335	2.208	7.334	2.229

تعطى سرعة الرياح عند أزمنة عودة مختلفة (100-50-25) سنة بالعلاقة [13]:

$$V(T)_j = c_j * \ln[12 * T]^{1/k_j} \quad (19)$$

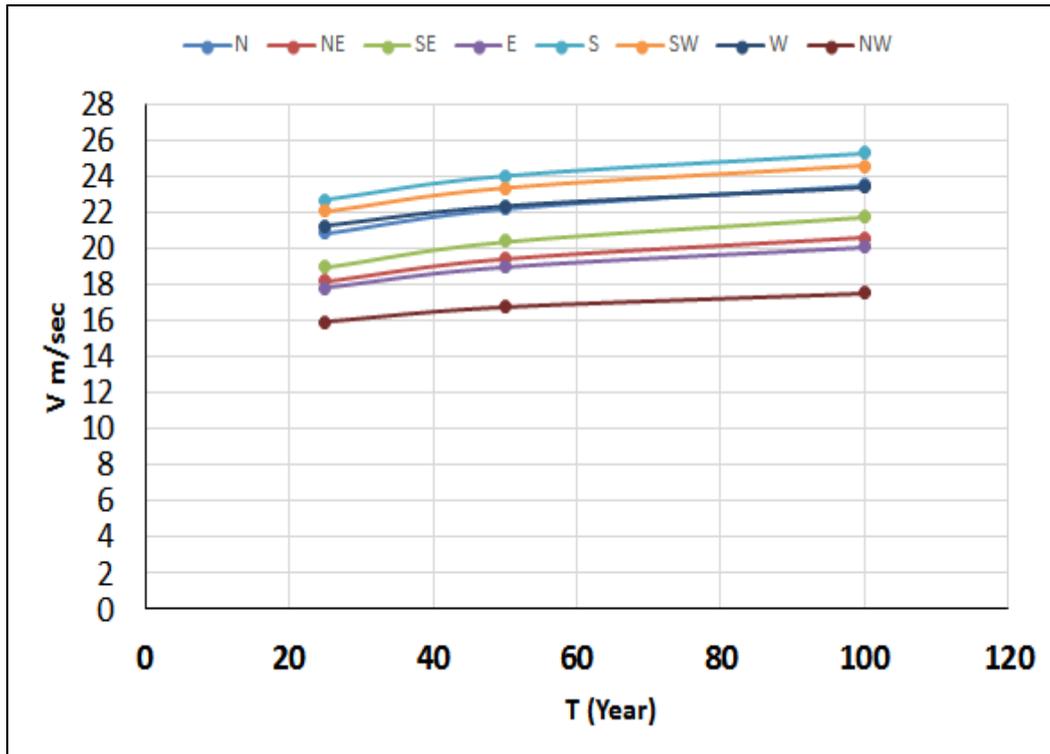
$V(T)_j$: سرعة الرياح عند الاتجاه j من أجل زمن عودة T سنة k_j, c_j : معلمات توزيع ويبيل عند الاتجاه j

T : زمن العودة (سنة) ، بتطبيق العلاقة (11) نحصل على النتائج المدونة في الجدول (4).

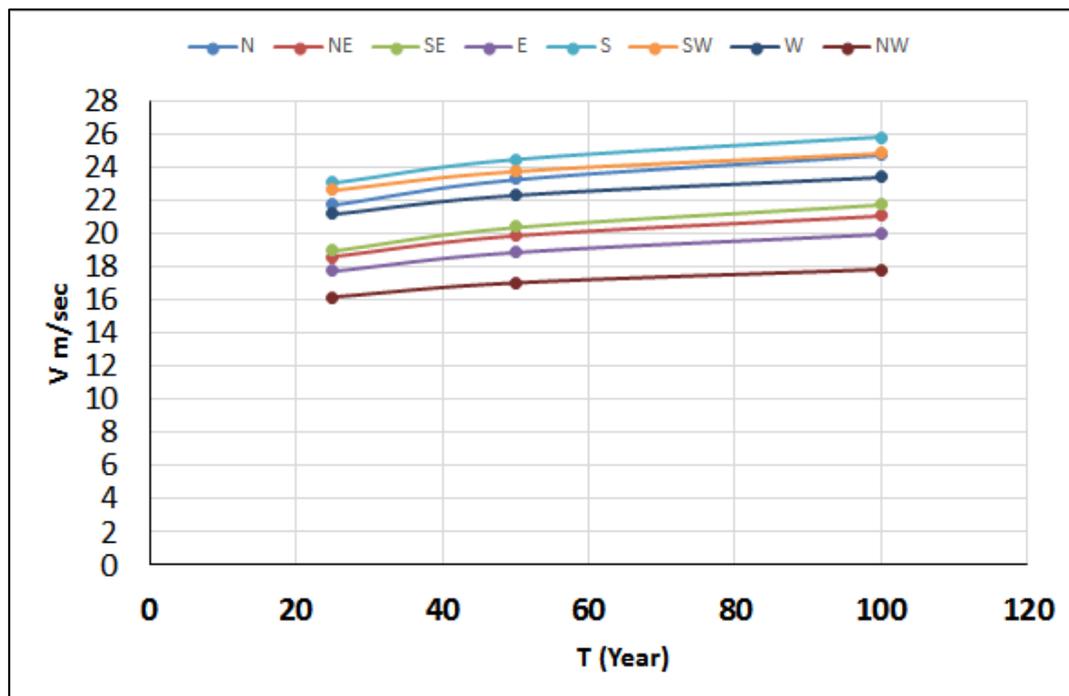
الجدول (4): قيم سرعات الرياح المتوقعة عند أزمنة عودة 100-50-25 سنة

الاتجاه	طريقة الإمكان الأعظم			طريقة العزوم			الطريقة التجريبية		
	T=25	T=50	T=100	T=25	T=50	T=100	T=25	T=50	T=100
N	20.862	22.229	23.531	21.775	23.292	24.742	21.499	22.976	24.386
NE	18.211	19.421	20.574	18.595	19.863	21.073	18.483	19.746	20.953
E	17.844	19.004	20.109	17.747	18.891	19.980	17.538	18.653	19.714
SE	19.006	20.403	21.743	19.006	20.403	21.743	18.720	20.074	21.372
S	22.697	24.044	25.320	23.066	24.476	25.815	22.821	24.199	25.506
SW	22.098	23.366	24.565	22.630	23.772	24.845	22.098	23.370	24.572
W	21.241	22.360	23.414	21.221	22.340	23.394	21.064	22.164	23.199
NW	15.937	16.762	17.539	16.140	17.001	17.812	16.017	16.863	17.660

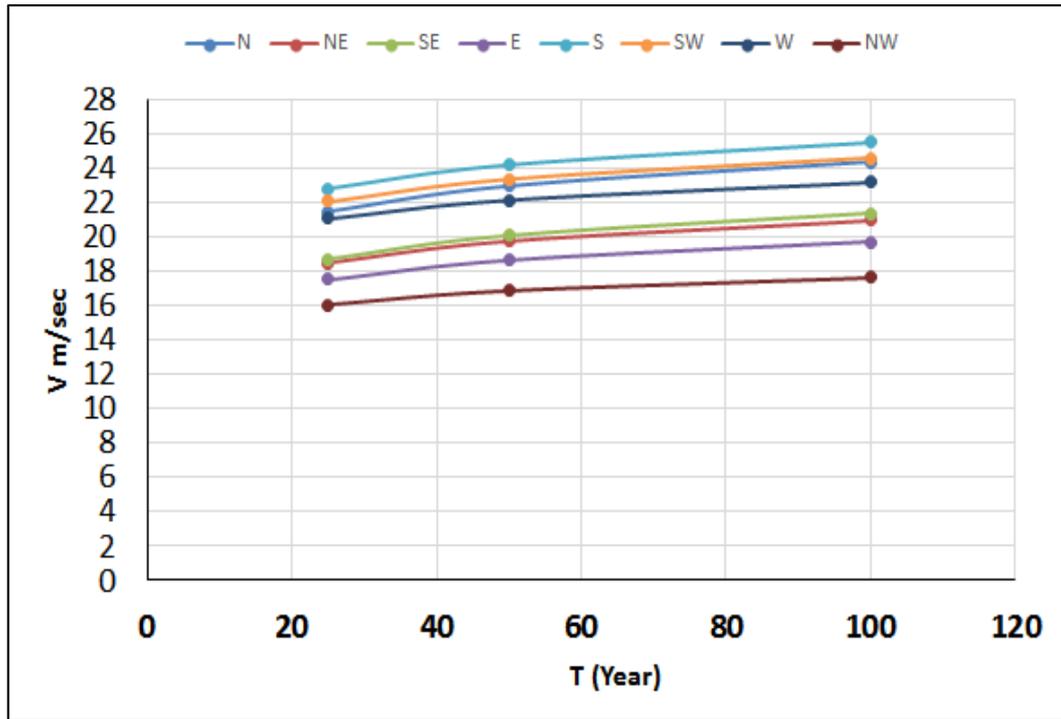
تمثل الأشكال (8)(9) (10) سرعات الرياح المتوقعة عند أزمنة عودة (100-50-25) سنة للطرق الثلاثة (الإمكان الأعظم - العزوم - التجريبية) على الترتيب وتبلغ سرعات الرياح المتوقعة قيماً أعظمية عند الاتجاهات W-SW-S وتأخذ قيماً أصغر في الاتجاه الشمالي الغربي والشرقي، وتتقارب نتائج الطرق الثلاثة بشكل ملحوظ.



الشكل (8): سرعة الرياح المتوقعة عند أزمدة عودة مختلفة باستخدام طريقة الإمكان (الاحتمال) الأعظم



الشكل (9): سرعة الرياح المتوقعة عند أزمدة عودة مختلفة باستخدام العزوم



الشكل (10): سرعة الرياح المتوقعة عند أزمنة عودة مختلفة باستخدام الطريقة التجريبية

تم تقييم أداء تابع التوزيع الاحتمالي وييل والمقارنة بين الطرق الثلاثة باستخدام اختبارات التقييم RMSE, R², MAE، ويُظهر الجدول (5) نتائج الاختبارات للطرق الثلاثة.

الجدول (5): نتائج اختبارات الطرق الثلاثة

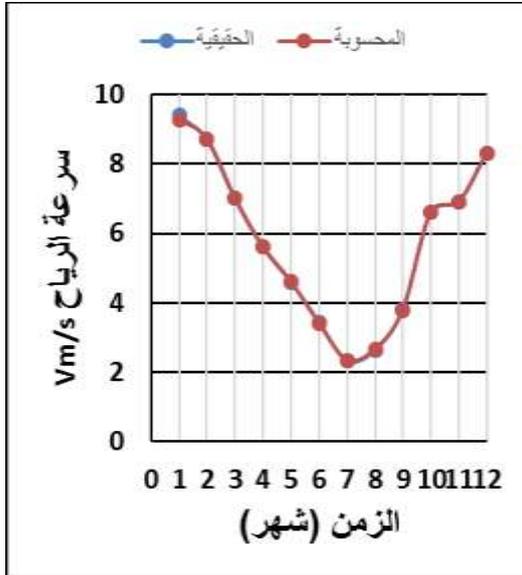
	الإمكان الأعظم	التجريبية	العزوم
RMSE	0.0190371	0.0963648	0.0207662
R ²	0.9998981	0.9973901	0.999863
MAE	0.016443	0.0523606	0.0188573

نلاحظ أن طريقة الإمكان (الاحتمال) أعطت قيم أصغر للاختبارين RMSE, MAE تليها الطريقة التجريبية ثم طريقة العزوم، والطريقة التي تعطي أقرب قيمة ل معامل التحديد R² إلى الواحد هي طريقة الإمكان الأعظم، وأظهر حساب الثوابت الإحصائية لسلسلة قيم سرعة الرياح الحقيقية وسلسلة قيم سرعة الرياح المحسوبة بطريقة الإمكان الأعظم أن الفروق بين قيم الثوابت صغير جداً الجدول (6).

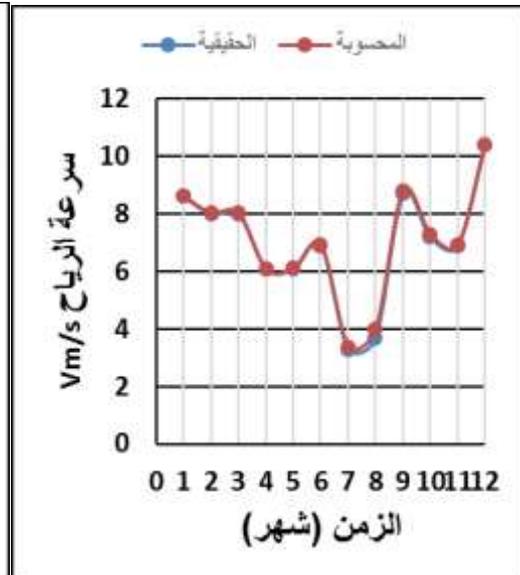
الجدول (6): بعض الثوابت الإحصائية للقيم الشهرية الأعظمية لسرعة الرياح

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
القيم الحقيقية	\bar{V}	7.05	6.035	6.108	5.800	8.308	8.375	8.617	6.496
	σ	4.196	3.635	3.449	3.674	4.479	4.323	4.077	3.105
القيم المحسوبة	\bar{V}	7.078	6.105	6.097	5.765	8.383	8.392	8.6298	6.558
	σ	4.054	3.538	3.468	3.676	4.404	4.28	4.0841	3.058

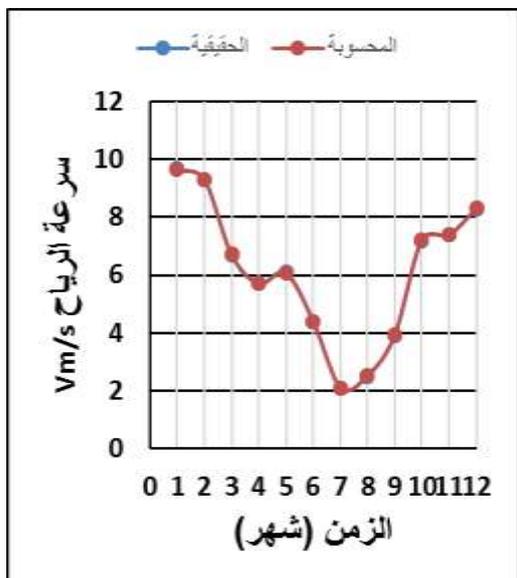
تظهر الأشكال (11,12,13,14,15,16,17,18) مدى تطابق القيم الحقيقية الشهرية لسرعة الرياح مع القيم المحسوبة باستخدام معلمات توزيع وبيبل باعتماد طريقة الإمكان الأعظم للاتجاهات الثمانية.



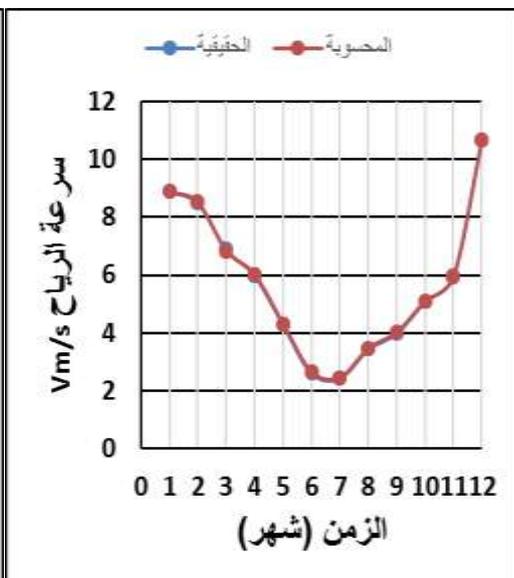
الشكل (12): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه NE



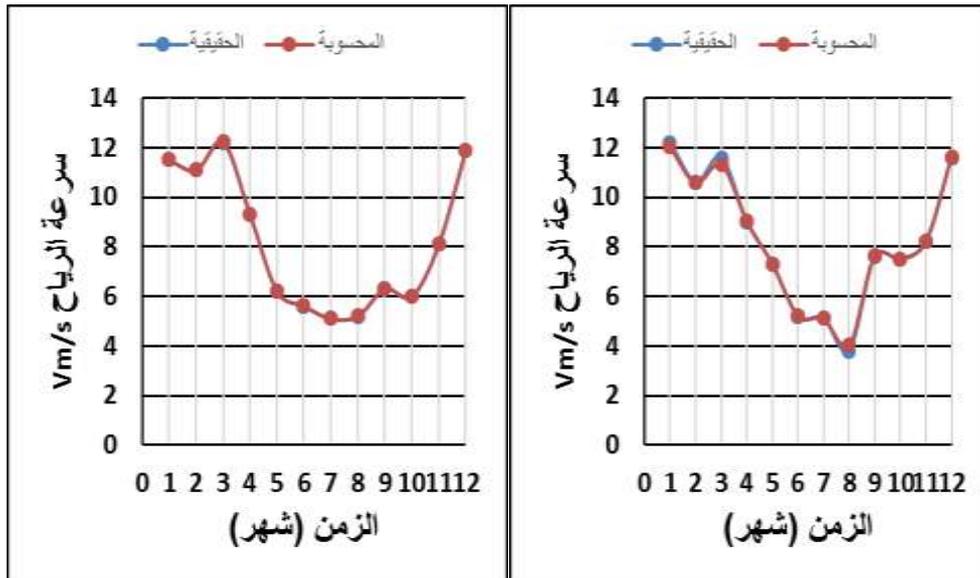
الشكل (11): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه N



الشكل (14): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه SE

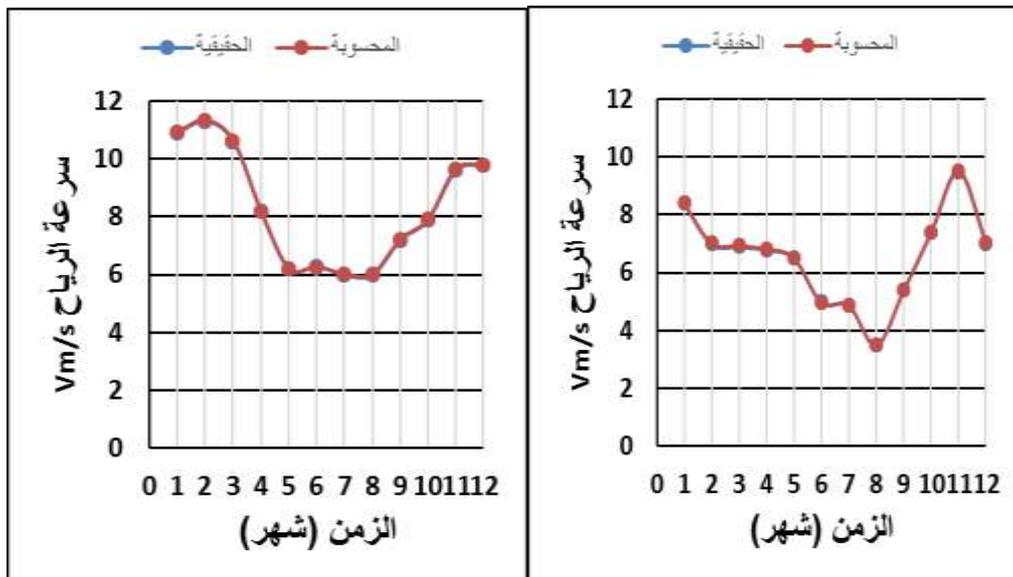


الشكل (13): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه E



الشكل (16): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه SW

الشكل (15): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه S



الشكل (18): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه NW

الشكل (17): سرعات الرياح الشهرية المقاسة والمحسوبة عند الاتجاه W

تخضع منطقة شاطئ طرطوس لتأثير الرياح وفق الاتجاهات الآتية: جنوب- جنوب غرب- غرب- شمال غرب، واستناداً إلى سرعات الرياح المحسوبة باستخدام طريقة الإمكان الأعظم وباستخدام منظومة التكرار مرة واحدة كل 50 سنة وزمن عاصفة 12 ساعة يكون للأمواج التي تحدث في المياه العميقة المواصفات التالية (ارتفاع الموجة- دور الموجة) المبينة في الجدول (7).

الجدول (7): مواصفات الأمواج في المياه العميقة

الاتجاه	H ₀	T _p
S	2.96	5.94
SW	5.20	8.75
W	4.87	8.52
NW	3.17	7.18

الاستنتاجات والتوصيات:

- إن بيانات سرعات الرياح الساعية المسجلة في محطة طرطوس للأرصاء الجوية في الفترة الممتدة ما بين (2006-2015) أظهرت أن اتجاه الرياح السائدة في المنطقة وفق نسبة الحدوث هي بالترتيب: شمالية - غربية - جنوبية - جنوبية غربية - شرقية - شمالية شرقية. أما الرياح الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية فهي الأقل حدوثاً. والتكرارات الأعلى هي للسرعات ما بين (0-5) m/s.
- أظهر توزيع ويبل كفاءة عالية في تحليل بيانات سرعة الرياح والتنبؤ بها، وبالاعتماد على نتائج اختبارات التقييم لطرق تقدير معالم توزيع ويبل أظهرت طريقة الإمكان الأعظم تفوقاً على باقي الطرق.
- تخضع منطقة شاطئ طرطوس لتأثير الرياح وفق الاتجاهات الآتية: جنوب- غرب- غرب - شمال غرب، واستناداً إلى نتائج دراستنا فإن سرعة الرياح العظمى الناتجة عن العواصف التي تحدث مرة كل 50 سنة تكون (16-22-23-24)m/s عند الاتجاهات (S-SW-W-NW) على الترتيب. ومواصفات الموجة في المياه العميقة عند الاتجاه SW (H₀=5.2m , T_p=8.75sec).
- نوصي بزيادة عدد محطات القياس على طول الشاطئ السوري من أجل الحصول على نتائج أكثر دقة وشمولية.

References:

- 1.ALRAJBO, W.; HAMAM.; F. *Estimation of Wind Speeds in Naynawa City Using Weibull Parameters*. Arab Journal of Sciences & Research Publishing. Vol 4, No 1, 12, 2017.
- 2.MOUHAMMAD, N. ABDALLATEEF, A. *A Comparative Study to Estimation The Parameters of The Shape and Scale of Weibull Distribution in Sebha-Libya 1962-2013*. Journal of Natural and Medical Sciences. Vol 19, No 1, 2018, 15-29.
- 3.IBRAHEEM, B. *Study of Some Wind and Sea Waves Properties at of Tartous City Beach (Syria)*. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies-Basic Sciences Series. Vol 30, No 3, 2008, 9-21.
- 4.MOUHAMMED, M. *Studying of Wave Movement at Lattakia Port Using CGWAVE Model*. Master Thesis, Supervised by Dr. Muhammed Doured Alaa Aldeen, Dr. Adnan Ibraheem. Faculty of Civil Engineering, Water Engineering and Irrigation Department, Tishreen University, 2013.

5. ABBAS, A. SALEH, M. HADI, F. ABDULWAHAB, R. *Weibull Parameters and Wind Power Assessment for Three locations in Iraq*, Iraqi Journal of Science, Vol. 55, No. B2, 2014, 729-740.
6. MAKHOOL, M. GHANIM, A. *Reliability Weibull Distribution in Prediction*. Journal Damascus University for Economic and Legal Sciences. Vol. 27, No. 4, 2011, 119-138.
1. SEDGHI, M.; HANNANI, S.; BOROUSHAKI, M. *Estimation of Weibull Parameters for Wind Energy Application in Iran's Cities*. Wind and Structures, vol. 21, No. 2, 6, 2015. 203-221.
2. UDOAKAH, Y.; IKAFIA, U. *Determination of Weibull Parameters and Analysis of Wind Power Potential in Costal and Non Costal Sites in Akwa Ibom State*. Nigerian Journal of Technology. Vol. 36, No 3, 7, 2017, 923-929.
3. KANG, D.; KO, K.; HUH, J. *Comparative Study of Different Methods for Estimating Weibull Parameters: A Case Study On Jeju Island, South Korea*. MDPI, 2 2018.
4. KURBAN, M.; DOKUR, E. *Wind Speed Potential Analysis Based On Weibull Distribution*. Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering, Vol. 3, No4, 2015, 231-235.
5. KAPLAN, Y.; ALADAG, C. *Comparison of Different Methods in Estimating Weibull Distribution Parameters for Wind Power Application*. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology, Vol, 5, 5, 2016, 232-242.
6. SALEH, H.; ABOU EL-AZMALY, A.; ABDEL-HADY, S. *Assessment of Different Methods Used to Estimate Weibull Distribution Parameters for Wind Speed in Zafarana Wind Farm, Suez Gulf, Egypt*. Energy, 2012, 710-719.
7. LEE, J.; LEE, K.; KIM, YOOK, D.; YUN, J.; BEELY, P. *Weibull Parameter Calculation and Estimation of Directional and Seasonal Wind Speeds for the Return Period: A Case Study in The Barakah NPP Area*, Annals of Nuclear Energy, vol. 80, 2015, 62-69.