أطلس رياح للساحل الليبي*

د . وداد ابوالقاسم الاسطى** ، محمد المنتصر** ، يوسف خليفة**

. مقدمة :

أطلس الرياح هو تقييم لمصدر الرياح عن طريق معالجة معلومات الرياح (سرعة واتجاها) في موقع معين (محطة أرصاد أو أى محطة قياس لمعلومات الرياح) بمواصفات معينة وتعميم هذه المعلومات المعالجة إلى المناطق القريبة والتي تقع ضمن النطاق المناخي والتى تختلف مواصفاتها عن مواصفات موقع قياس هذه المعلومات ، وذلك عن طريق استقصاء معلومات الرياح من موقع القياس ومن ارتفاع أجهزة القياس إلى ارتفاعات مختلفة ولخشونة أسطح مختلفة تمثل المناطق القريبة من موقع القياس ، ووضع هذه المعلومات علي هيئة جداول وأشكال وخرائط من شأنها مساعدة الباحثين في مجال طاقة الرياح فى إجراء البحوث والدراسات ومساعدة صانعي القرار في اختيار المواقع الجيدة لاقامة المشاريع ذات العلاقة .

تقع الجماهيرية العظمى على الجزء الشمالي لقارة افريقيا بين خطوط طول 10° و24° شرقا تقريبا ودوائر عرض 19° و32° شمالا . يبلغ طول الساحل الليبى على البحر الأبيض المتوسط 1900 كم وتبلغ المساحة الكلية للجماهيرية 1.8 مليون كليومتر مربع تقريبا . معظم هذه المساحة عبارة عن صحراء . تتركز الأراضي الزراعية كما تتركز الكثافة السكانية ومعظم النشاطات المختلفة على الساحل ، حيث تمثل الكثافة السكانية 85٪ من التعداد الكلى للجماهيرية والبالغ 4.72 ملايين نسمة لسنة 1992 [1] .

يمكن تصنيف سطح الأرض في الجماهيرية إلي ثلاث مناطق . المنطقة الساحلية ، التي تتميز بوجود المزارع والغابات والاماكن العمرانية ، والى مناطق جبلية والى صحراء بارتفاعات مختلفة عن سطح البحر . تبلغ الارتفاعات عن سطح البحر في المناطق الصحراوية من (-2) متر الى أكثر من 400 متر . تتركز الجبال غالبا فى المناطق الشمالية الغربية ، والمناطق الشمالية الشرقية وفى الوسط وفي أقصى الجنوب . يصل ارتفاع هذه الجبال الى 1000 متر فوق مستوى سطح البحر فى الجبال الغربية والشرقية ، بينما تصل الى اكثر من 2000 متر فوق مستوى سطح البحر فى اقصى الجنوب .

تم تصنيف منطقة الساحل ، وهى محط الدراسة في هذه الورقة ، الى التالى :

1 ـ مناطق مفتوحة حيث تكون خشونة السطح فيها متجانسة .

2 ـ مناطق مفتوحة أو شواطىء تغطيها رمال ناعمة تتبعها مناطق عمرانية ومزراع .

3 ـ مناطق مفتوحة أو شواطىء تغطيها رمال ناعمة تتبعها مناطق صحراوية وبعض النباتات الصحراوية .

4 ـ صخور وبعض الجبال ذات الارتفاعات الصغيرة أو المتوسطة تلى الساحل مباشرة .

5 ـ مدن ومناطق عمرانية على الساحل مباشرة .

تتميز الجماهيرية بمصدر رياح جيد ، يجب استكشافه واستغلاله وذلك لامكانية مساهمة هذا المصدر بجزء من الاحتياج الكلى للطاقة الكهربائية . فى الوقت الحالى يعتبر استغلال هذا المصدر محدودا او قد يكون معدوما . ولكن يجب اتخاذ الخطوات الايجابية لامكانية استغلاله ووضعه ضمن الاستراتيجيات

* نشرت هذه الورقه فى مجلد حلقة النقاش الاوروبية حول طاقة الرياح فى حوض البحر الابيض المتوسط والبحار الاوروبيه الاخرى (OWEMES 97) التى عقدت بمدينة سردينيا ـ ايطاليا فى الفترة ما بين 10 ـ 11 4 1997 م

** مركز دراسات الطاقة الشمسية طرابلس ـ ليبيا ** المنظمة العالمية للطاقة

والخطط المستقبلية فى الخليط الطاقى . وفى هذا الخضم لابد من تأسيس أطلس رياح للجماهيرية .

فى هذا الورقة تم إنجاز أطلس رياح للمنطقة الشمالية أو للشريط الساحلى فقط وذلك كمرحلة أولى لتأسيس أطلس رياح للجماهيرية يستوجب توفر معلومات رياح ذات جودة أفضل من المتوفرة حاليا . وأيضا توفر محطات أرصاد موزعة بشكل جيد لتغطية جميع مناطق الجماهيرية ، وبما يناسب إنجاز هذا الاطلس .

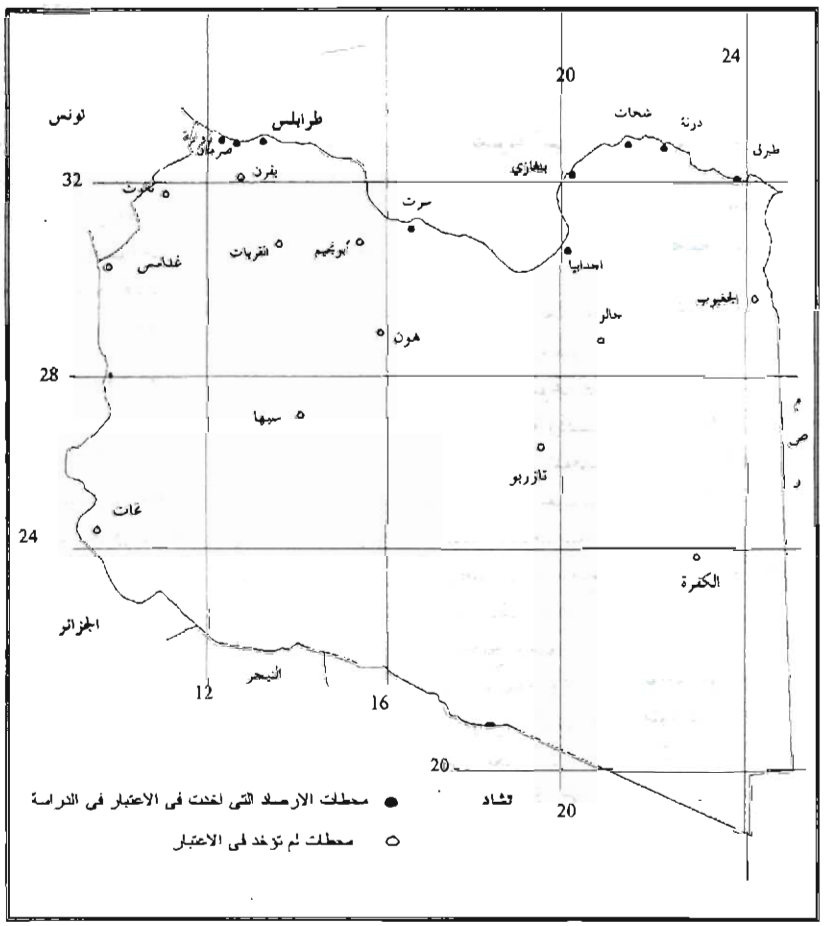
2 ـ تحليل المعلومات :

فى الاعمال السابقة لتقييم مصدر الرياح فى الجماهيرية استخدمت برامج ونماذج إحصائية بسيطة لدارسة خصائص ونمط الرياح [2ـ 4] . اما فى هذه الورقة فقد تم استخدام برنامج واسب (WASP)* لتحليل معلومات الرياح . استخدم هذا البرنامج فى السابق من قبل العاملين بمركز دراسات الطاقة الشمسية كأداة لاختيار الموقع المناسب وذلك فى بعض المشاريع التجريبية للمركز .

2 . 1 . معلومات الرياح المتاحة :

تتركز معظم محطات الارصاد المتوفرة حاليا فى الجماهيرية على الساحل . شكل (1) يوضح مواقع جميع محطات الارصاد ، بينما يوضح جدول (1) معلومات مفصلة عن هذه المحطات بما يشمل الموقع والارتفاع عن مستوى سطح البحر وأيضا فترة القياس لمعلومات الرياح التى استخدمت فى هذه الورقة .

معلومات الرياح المستخدمة لهذا الاطلس هى قياسات لكل 3 ـ ساعات



شكل ـ1ـ شبكة محطات الارصاد فى الجماهيرية

* واسب (WASP) هو برنامج للحاسوب الشخصى يتلخص عنوانه فى انه برنامج لتحليل معلومات الرياح يمكن بواسطته حساب وتطبيق اطلس الرياح . وهو برنامج للتقدير الاستقرائى الافقى والراسى لبيانات الرياح . حيث انه يأخذ فى الاعتبار تاثيرات مثل مختلفة نوع خشونة سطح الموقع والعوائق الموجودة بجوار الموقع مثل المبانى والاشجار ... الخ .

جدول ـ1 ـ محطات الارصاد الساحلية (التي اخذت في اعتبار الدراسة)

جدول(1) محطات الارصاد الساحلية (التي اخذت في الاعتبار في الدراسة).

المحطة	دائرة العرض (درجة شمالا)	خط الطول (درجة شرقا)	الارتفاع.(متر فوق مستوى سطح البحر).	فترة القياس (سنوات)
طرابلس	32 40	13 09	80	79 - 88
بنغازى	32 05	20 16	132	79 - 88
سرت	31 12	16 35	13	80 - 89
اجدابيا	30 43	20 10	6	79 - 88
زوارة	32 53	12 05	3	79 - 88
شحات	32 49	21 51	625	79 - 87
درنة	32 47	22 34	25	79 - 87
طبرق	32 06	23 55	50	79 - 88
صرمان	32 45	12 35	23	80 - 89

وهى قراءة لحظية وليست قيمة متوسطة للثلاث ساعات . تتوفر معلومات الرياح لجميع محطات الارصاد لدى مصلحة الارصاد الجوية . في هذه الورقة تم تحليل معلومات لعدد تسع محطات (المحطات الساحلية) فقط . فى معظم هذه المحطات توضع أجهزة قياس معلومات الرياح على سارية طولها 2ـ 3 متر فوق سطح مبنى ارتفاعه من 4 الى 5 امتار . اخذ ارتفاع الانيموميتر (جهاز قياس سرعة الرياح) 7 امتار فوق سطح الارض فى جميع التحليلات لهذا الاطلس . تؤخذ القراءات فى هذه المحطات يدويا وتسجل فى جداول . وبالتالي تسلم معلومات الرياح من الادارة العامة للارصاد الجوية الى المستخدمين على هيئة جداول . فى مركز دراسات الطاقة الشمسية تم تبويب معلومات الرياح بالحاسب الآلى وتخزينها فى ملفات فى اقراص مرنة وذلك حسب متطلبات برنامج تحليل معلومات الرياح (واسب) . فى بعض المحطات كانت توجد بعض القراءات المفقودة بينما فى بعض المحطات معظم القراءات فى الفترة (9 مساء ـ 6 صباحا) مفقودة كما هو الحال فى محطة شحات .

2 . 2 . وصف المحطات :

أخذ وصف الموقع متكاملا وذلك عن طريق القيام بزيارات ميدانية لهذه المحطات ، واستخدام خرائط طبوغرافية وصور جوية من مصلحة المساحة وذلك لتحديد خشونة السطح فى موقع المحطة وتحديد العوائق المحيطة بأجهزة القياس وابعادها ، وإدخال هذه المعلومات فى ملفات وذلك حسب متطلبات برنامج واسب [5، 6] ، حيث يقوم هذا البرنامج بعد ذلك بتصحيح معلومات الرياح من تأثير خشونة السطح والتغير فيها والعوائق المحيطة بأجهزة القياس فى محطة الارصاد عن طريق المعلومات التى ادخلت للتغير فى خشونة السطح فى جميع الاتجاهات (12 قطاعا) ومعلومات العوائق التى يتم قراءتها بهذا البرنامج . يتم استخدام هذه المعلومات بعد ذلك فى تحليل معلومات الرياح من أجل انجاز اطلس الرياح . كل التحليلات تم انجازها عن طريق حواسيب شخصية وباستخدام برنامج واسب .

2 . 3 . تصنيف خشونة السطح فى المنطقة الساحلية :

يمكن تصنيف خشونة السطح فى المنطقة الساحلية الى خمس رتب وذلك كما يلى :

رتبة 0 : المناطق المائية المفتوحة ، ارتفاع خشونة السطح 0 . 0 متر .

رتبة 1 : مناطق مفتوحة مغطاة برمال وليس بها أى عوائق . متوسط طول خشونة السطح المتوقعة فيها 0 . 001 متر .

رتبة 2 : المناطق الصحراوية والتى توجد بها بعض النباتات الصحراوية . متوسط طول خشونة السطح المتوقعة فيها 0 . 01 متر .

رتبة 3 : مناطق زراعية تحوى بعض المحاصيل الزراعية وبعض الاشجار والمبانى المتباعدة عن بعض . متوسط طول خشونة السطح المتوقعة فيها 0 . 1 متر .

رتبة 4 : مناطق زراعية بها اشجار متقاربة نوعا وبعض المبانى المتفرقة .

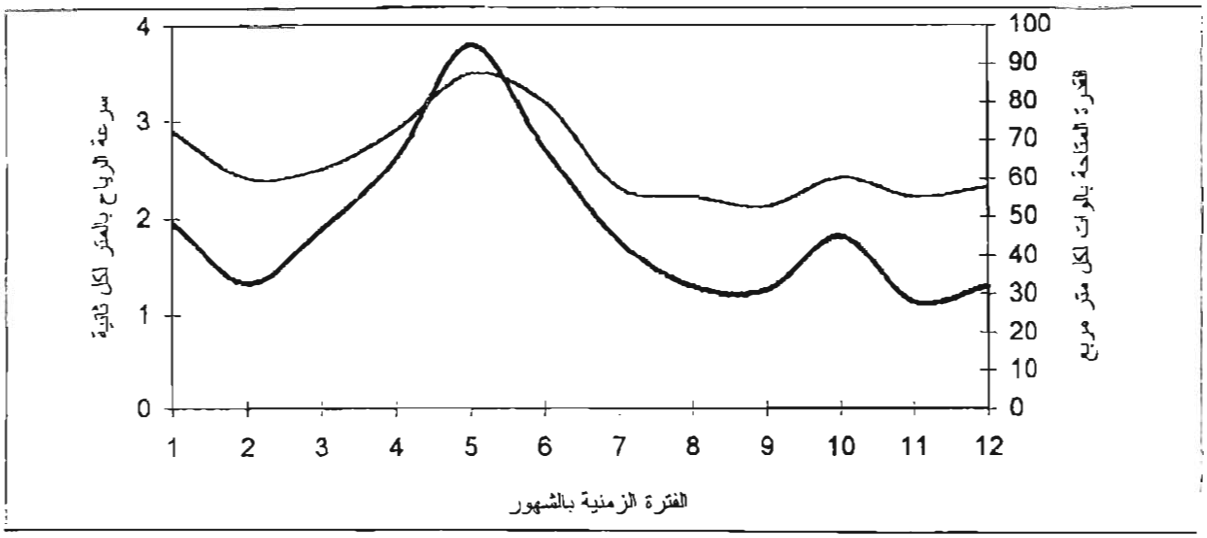
متوسط طول خشونة السطح المتوقعة هي 0.4 متر .

3 . نتائج التحليل :

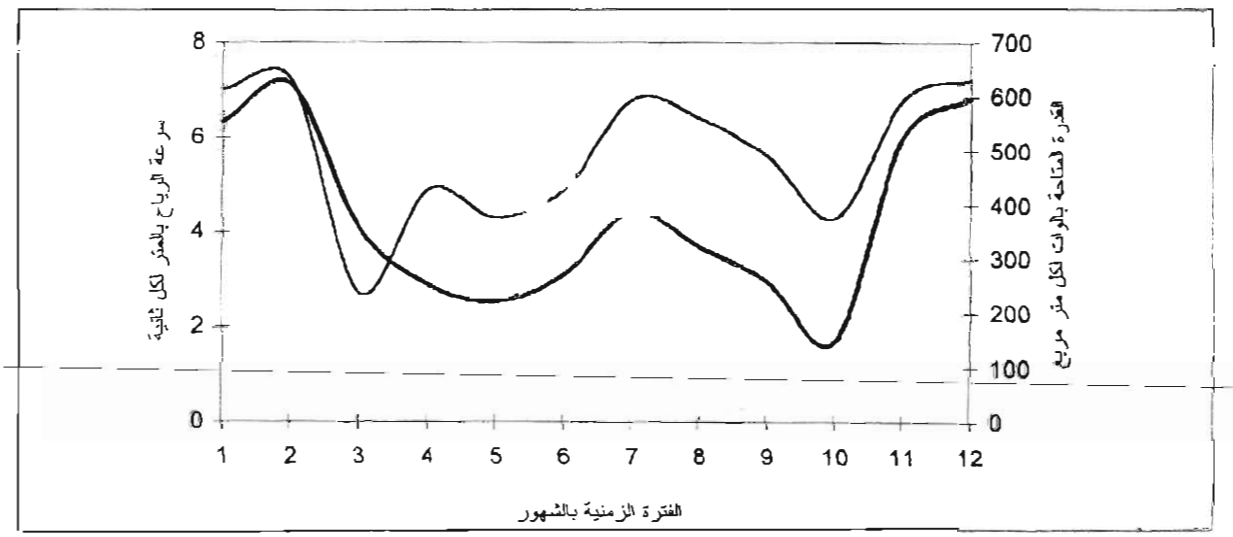
نتائج التحليل ابرزت على هيئة جداول في الملحق (1) واشكال ، حيث تم إبراز المعلومات التالية لكل محطة : اسم محطة الارصاد ، وصف للمحطة شمل الموقع الجغرافي (خط الطول ودائرة العرض) ، الارتفاع عن مستوى سطح البحر ، بعد المحطة عن البحر ، ولسطح الموقع وما يحويه من اشجار او غابات او غيرها . ايضا العوائق المحيطة بأجهزة القياس ، وردة خشونة السطح لكل محطة تم توضيحها لكل 30 درجة أي في أثني عشر قطاعا إضافة إلى ذلك معامل تصحيح سرعة الرياح والاتجاه تم ايضاحها في جداول منفصلة الى جانب جداول وردة خشونة السطح . ونظرا لمحدودية عدد الصفحات لاعداد الورقات العلمية في المؤتمر الذي نشرت به هذه الورقة فقد ابرزت نتائج ثلاث محطات فقط . النتائج احتوت على التالي :

3 . 1 التغيرات الفصلية لسرعة الرياح :

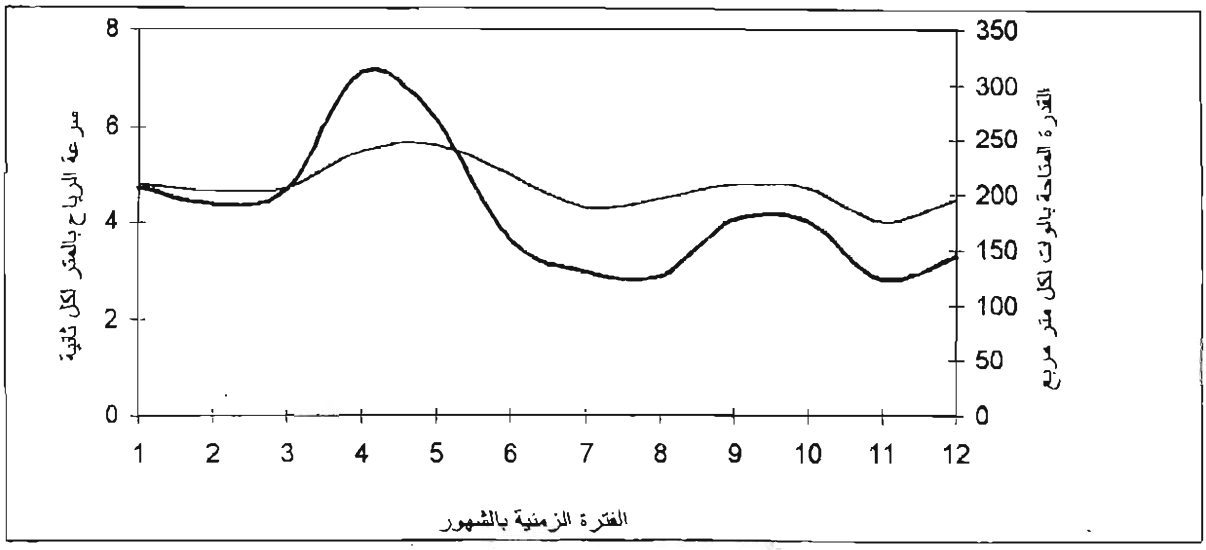
التغيرات الفصلية لسرعة الرياح المقاسة (م/ث) والقدرة المتاحة من الرياح (وات/المتر المربع) موضحة في شكل (2) ، (3) ، (4) وذلك لمدينة طرابلس ، درنة وزوارة على التوالي .



شكل 2 ـ المتوسط الشهري لسرعة الرياح والقدرة المتاحة لمحطة ارصاد مطار طرابلس



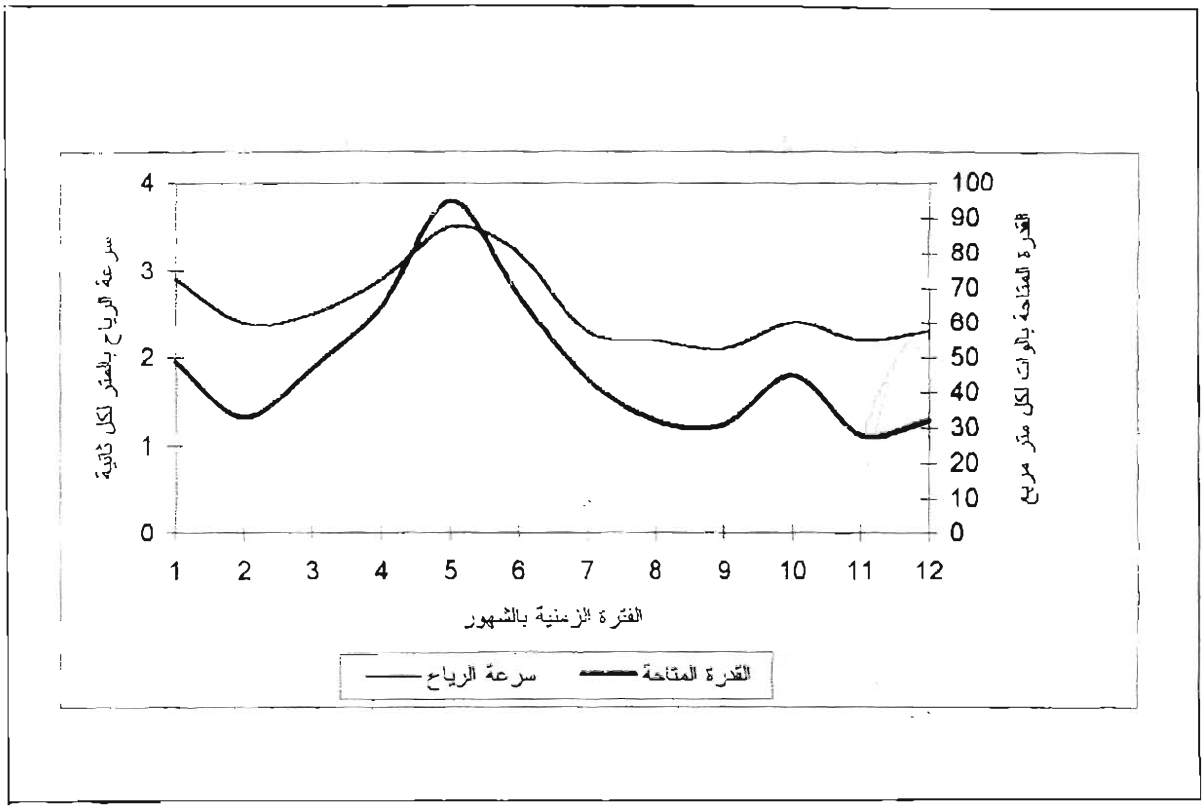
شكل 3 ـ المتوسط الشهري لسرعة الرياح والقدرة المتاحة لمحطة ارصاد درنة



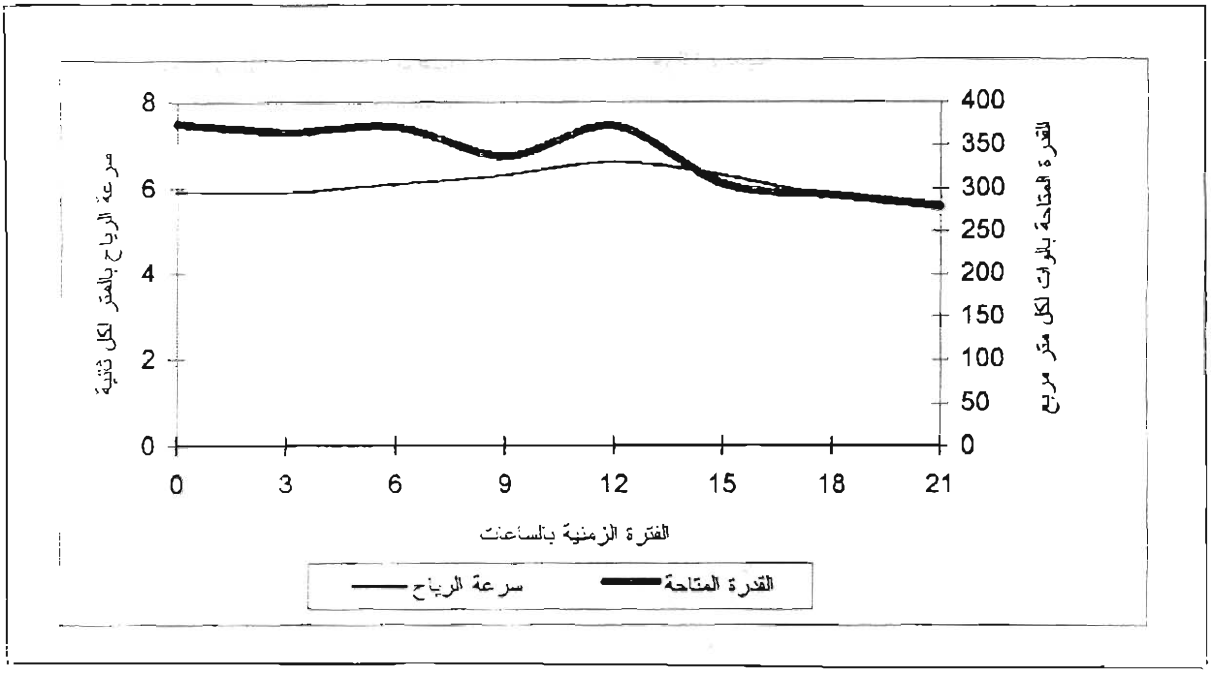
شكل -4- المتوسط الشهرى لسرعة الرياح و القدرة المناخية لمحطة ارصاد زوارد

2.3 النمط اليومى لسرعة الرياح :

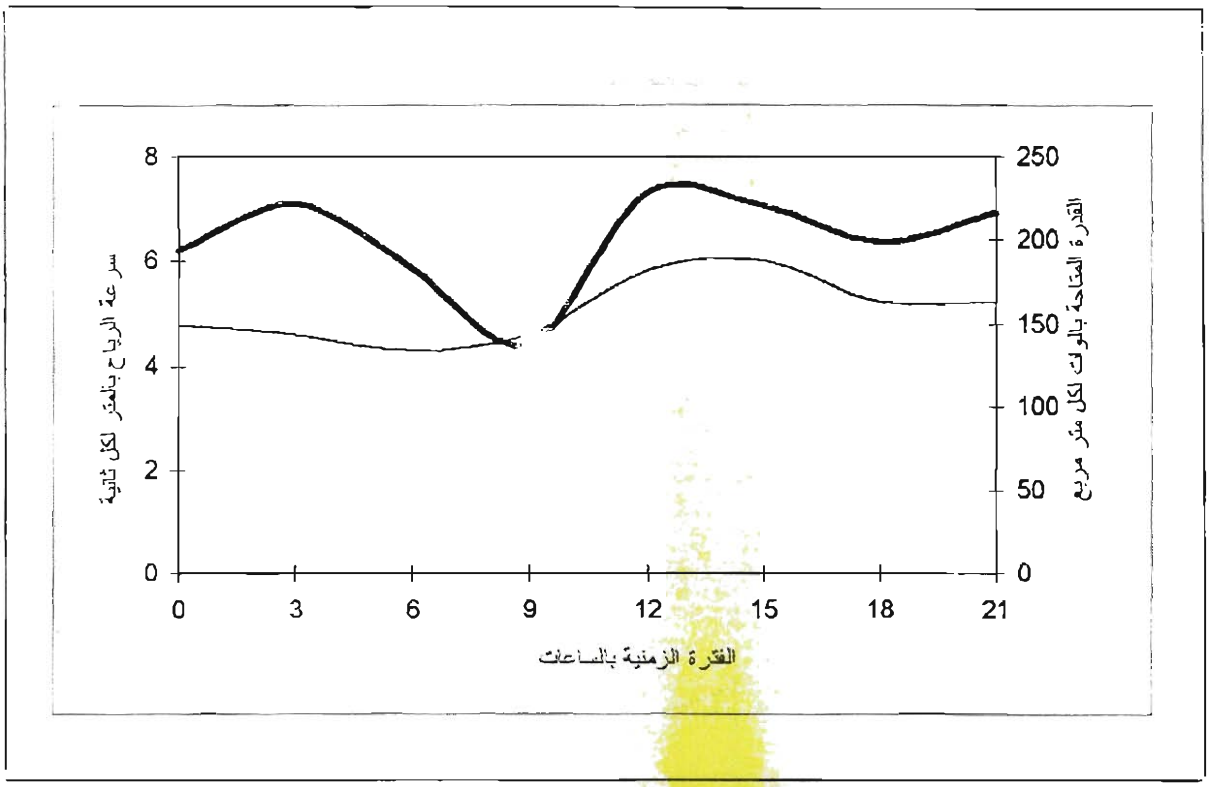
متوسط التغيرات اليومية لسرعة الرياح لكل الاشهر موضحة لكل محطة فى الجداول المرفقة فى ملحق رقم 1 وايضا فى شكل (5)، (6)، و(7) وذلك لمدينة طرابلس ، درنة وزوارة على التوالى .



شكل -5- النمط اليومى لسرعة الرياح و القدرة المناخية لمحطة ارصاد طرابلس



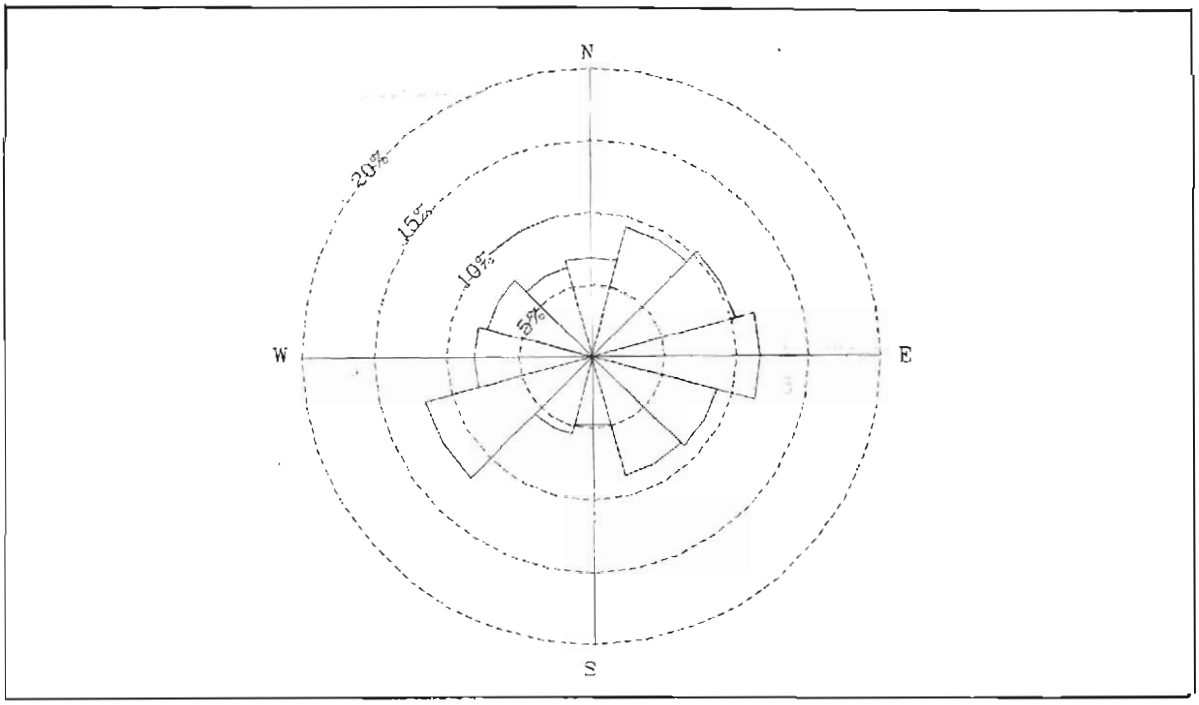
شكل -6- النمط اليومي لسرعة الرياح والقدرة المتاحة لمحطة ارصاد دريه



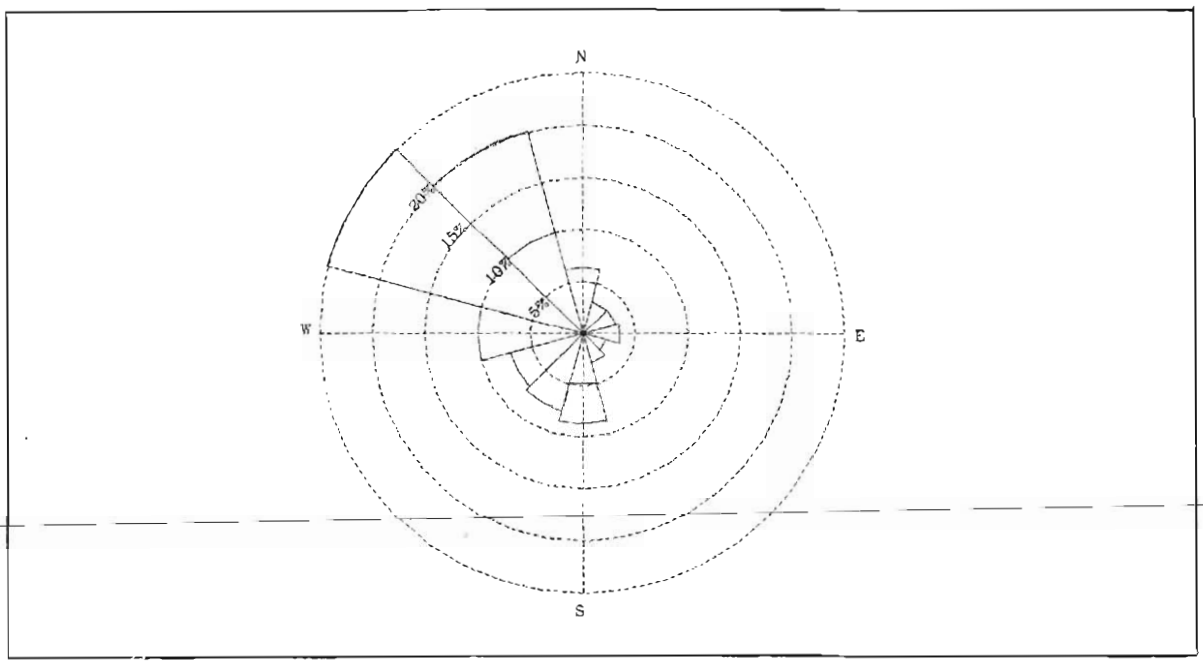
شكل -7- النمط اليومي لمتوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة لمحطة ارصاد زوارد

3 . 3 وردة الرياح :

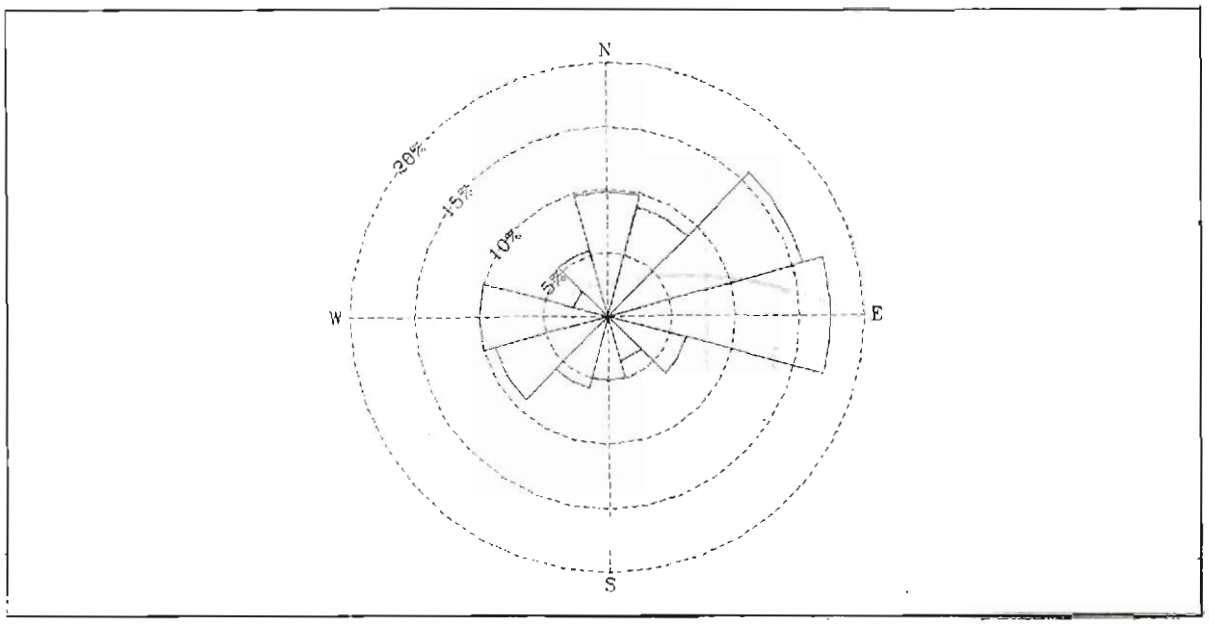
وردة الرياح ممثلة متوسط اتجاهات الرياح فى فترة القياس فى اثنى عشر قطاعا موضحة فى شكل (8)، (9)و(10) لمدينة طرابلس ، درنة وزوارة على التوالى .



شكل -8- وردة الرياح لمحطة ارصاد مطار طرابلس



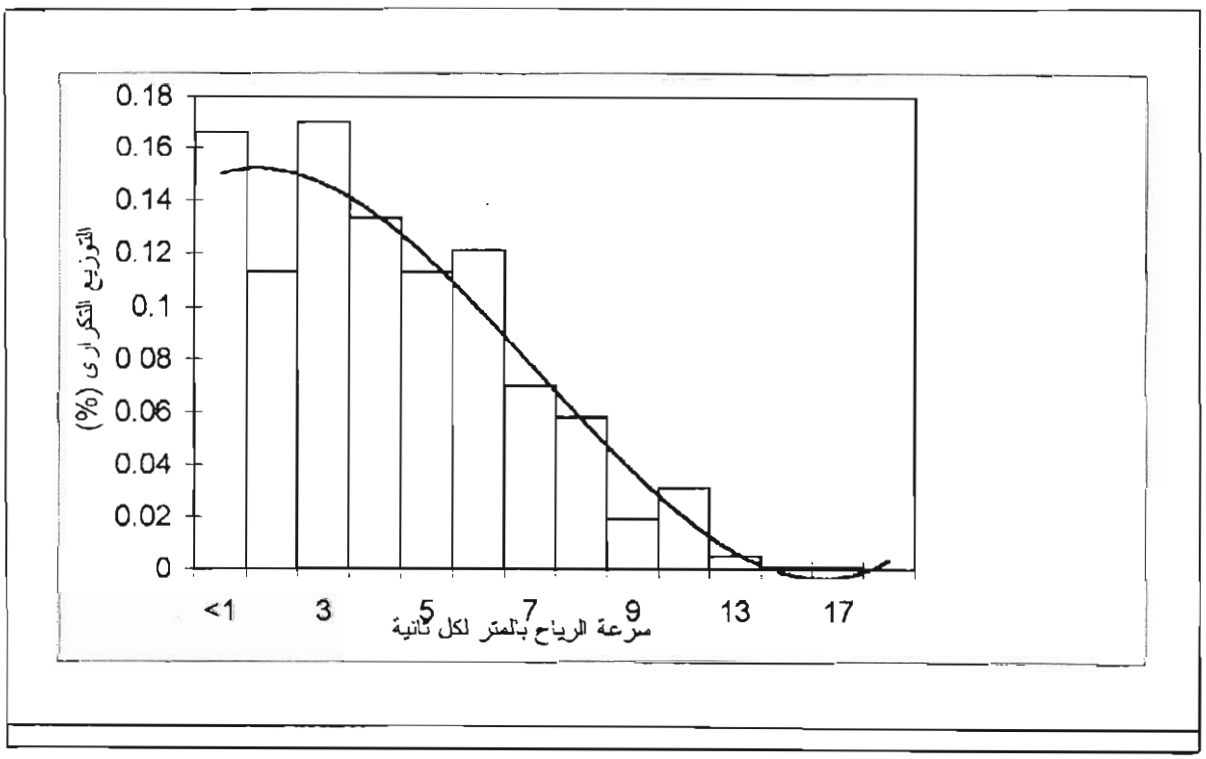
شكل -9- ورد الرياح لمحطة ارصاد درنة



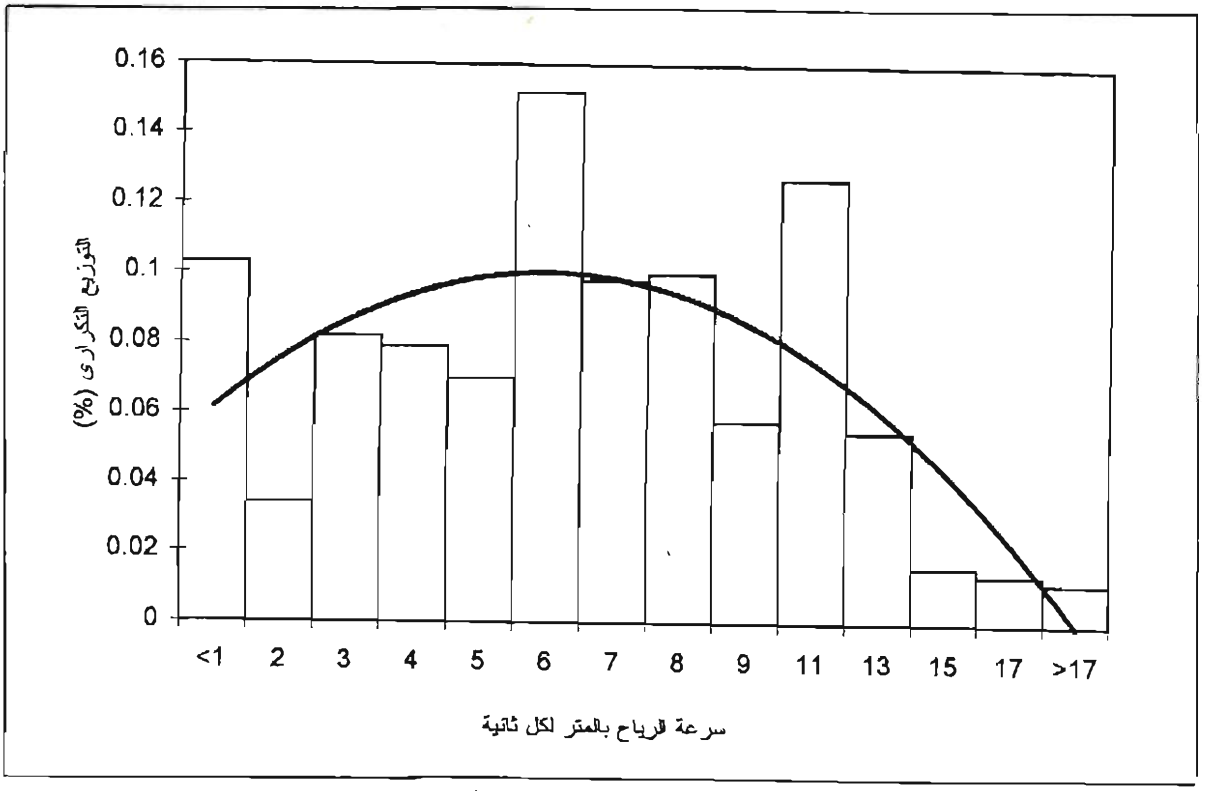
شكل ـ10ـ وردة الرياح لمحطة ارصاد زوارة

4.3 توزيع الرياح :

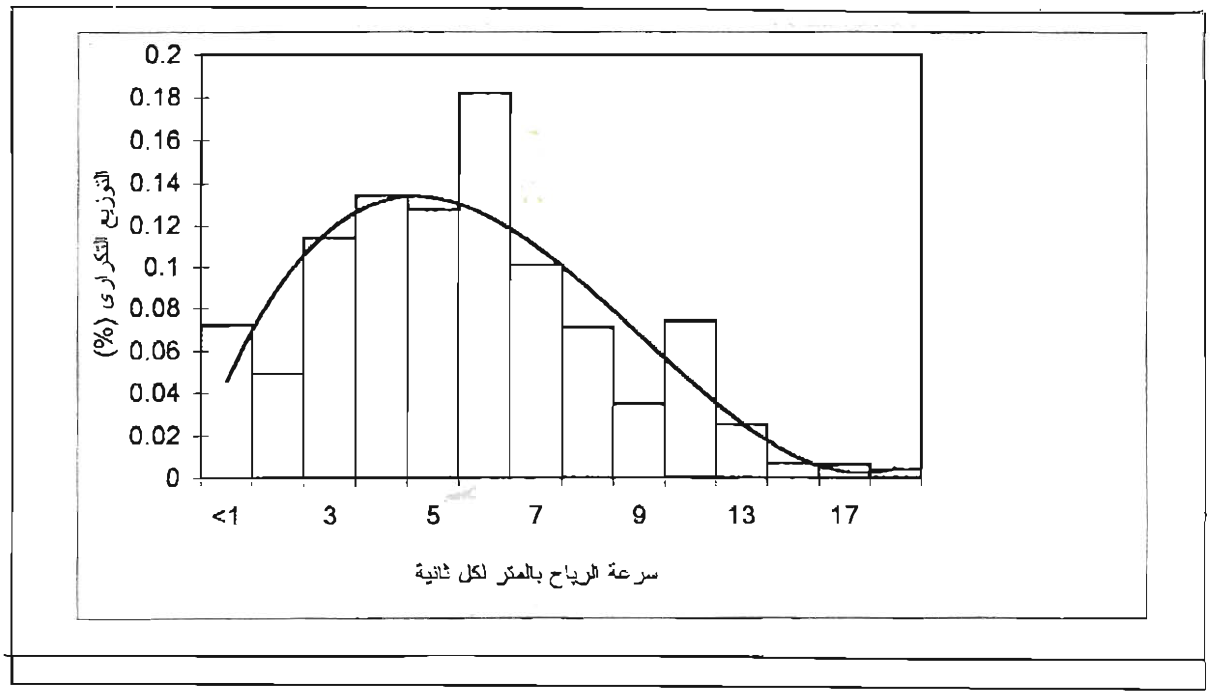
المتوسط الكلى للتوزيع الترددى لسرعة الرياح لكل محطة موضحا فى شكل(11)، (12)و(13) للمدن الثلاث



شكل ـ11ـ التوزيع التكرارى لسرعة الرياح لمحطة ارصاد مدينة طرابلس



شكل ـ12ـ التوزيع التكرارى لسرعة الرياح لمحطة ارصاد درنه



شكل ـ13ـ التوزيع التكرارى لسرعة الرياح لمحطة ارصاد زواره .

3 . 5 معاملات وايبل :

متوسط معامل القياس (C) ومعامل الشمل (K) لدالة وايبل تم حسابها لخشونة السطح التى تم تصنيفها مسبقا فى هذه الورقة (فقرة 2 . 3) والارتفاعات المختلفة التى أخذت فى الاعتبار هى 10، 25، 50، 100و200 متر فوق مستوى سطح الارض لكل القطاعات (12 قطاعا) ابرزت فى الجداول الموضحة فى الملحق (1) .

3 . 6 متوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة من الرياح :

متوسط سرعة الرياح (م/ث) لفترة القياس ومتوسط القدرة المتاحة من الرياح (وات/متر مربع) تم حسابها لخشونة السطح المنوه عنها فى الفقرة 2 . 3 وعند الارتفاعات المذكورة فى الفقرة السابقة وابرزت فى جداول تتبع معاملات وايبل وذلك لكل محطة فى الملحق (1) .

4 . التحقق من معلومات الرياح :

تم التحقيق من معلومات الرياح لثلاث محطات وهى : طرابلس ، صرمان ، وزوارة . هذه المحطات الثلاث تقع فى نفس النطاق المناخى . تبلغ المسافة بين طرابلس وصرمان 80ك.م وبين طرابلس وزوارة 120ك.م . النتائج موضحة فى جدول (2) . يتضمن الجدول نتائج التحقق من معلومات الرياح تم الحصول عليها من برنامج الواسب حيث تمت كتابة اسماء المحطات المتنبأ لها كاملة فى العمود الأول وتمت كتابة الحرف الاول فقط من اسماء المحطات المتنبئة فى الصف الاول من الجدول . من هذا الجدول يمكن ملاحظة انه عندما استخدمت محطة طرابلس كمحطة متنبئة تنبؤها لسرعة الرياح فى صرمان قريبا من سرعة الرياح المقاسة . وبأخذ محطة زوارة كمحطة متنبئة يمكن ملاحظة ان تنبؤها بقيمة سرعة الرياح كبيرة مقارنة لقيم سرعة الرياح المقاسة فى كلتا المحطتين طرابلس وصرمان . الاسباب المتوقعة لهذا الانحراف عن قيمة السرعة موضحة فى الباب الثامن من المرجع [6] .

5 . الخلاصة :

معظم معلومات الرياح المتحصل عليها من محطات الارصاد تعانى من عدم الدقة وذلك لاسباب عدة ، منها ان اجهزة القياس يتم وضعها فى كل المحطات تقريبا على مبان . والمحطات فى مناطق عمرانية ومحاطة باشجار وعوائق كثيرة ، كما ان الاعتماد على هذه الاجهزة ايضا يجب ان يتم التحقق منه . بعض هذه المشاكل يمكن حلها او احتسابها فى برنامج التحليل (واسب) ، وذلك عن طريق النماذج الفرعية لهذا النموذج مثل نموذج خشونة السطح والتغير فيها ونموذج العوائق ، ولكن بعض هذه المشاكل والاخطاء لايمكن تصويبها عن طريق نموذج او برنامج (واسب) .

وبالتالى يمكن ان نخلص الى انه لانجاز اطلس رياح للجماهيرية العظمى لابد من الحصول على معلومات رياح ذات نوعية افضل من تلك المتاحة حاليا . وللوصول الى هذه المرحلة لابد من توفير اجهزة حديثة دقيقة ووضع هذه الاجهزة فى مواقع طبقا لمواصفات ومتطلبات المنظمة العالمية للارصاد الجوية .

6 . المراجع :

[1] – Load forecast : General Electric Company of Libya, HYDRO – QUEBEC INTERNATIONAL, August 1994 .

[2] – El – Osta, W.B., Kalifa, Y., Elhadi, M., Taher, A. and Hawass, A., (Wind Energy Potential In Libya),'The National Solar Energy Conference : SOLAR 90, ASES Annual Conference, March 19 – 22,1990, Austin Texas, American Solar Energy Society Inc. 1990 .

[3] – El – Osta, W.B. and Taher, A., (Forecast For Energy Wind Potential In Libya), EWEC,91, October 14 – 17,1991, Amsterdam, The Netherlands .

[4] – El – Osta, W.B., Taher, A. and Gumati, F., (Evaluation of Wind Energy Potential in Libya), Applied Energy, Special Issue Proceedings, Fifth Arab International Solar Energy Conference, Bahrain, 13 – 16 November 1995, pp. 675 – 684, Elsevier Applied Science .

[5] – Troen, I.Mortensen, n. and petersen, E.L., (Wind Atlas Analysis and Application Program WAsP, Users Guide, Risoe National Laboratory, Denmark, 1987 .

[6] – Troen, Ib and Petersen, E.L., "European Wind Atlas", Risoe National Laboraory, Roskidle, Denmark, 1989 .

جدول (2) ـ مقارنة بين ثلاث مدن فى الساحل الغربى

المحطة	ط	ص	ز
طرابلس	3.8	4.1	4.6
صرمان	2.8	3.1	3.4
زوارة	4.2	4.9	5.1

ملحق (1) محطة ارصاد مطار طرابلس

تقع المحطة على دائرة عرض 32° 40 شمالا ، وخط طول 13° شرقا ، الارتفاع : 80 متر فوق مستوى سطح البحر .

سطح الارض بجوار محطة الارصاد عبارة عن مهبط مفتوح للطائرات ، فى اتجاهى الشمال والشمال الغربى توجد بعض المبانى اما باقى الاتجاهات فهى عبارة عن اراض زراعية توجد بها بعض الاشجار والمبانى المتباعدة .

جدول خشونة السطح والتغير فيها.

القطاع	z_{01}	x_1	z_{02}	x_2	z_{03}	x_3	z_{04}	%
0	0.01	67	0.0075	112	0			-0.6
30	0.01	75	0.0075	114	0			-0.9
60	0.01	113	0.0075	200	0			-2.2
90	0.01	139	0.03	484	0.009	644	0	-4.7
120	0.01	164	0.03	408	0.009			-1.8
150	0.01	110	0.4	206	0.005	306	.04	-1.4
180	0.01	64	0.4					-0.7
210	0.01	50	0.4					-0.5
240	0.01	58	0.4					-0.5
270	0.01	45	0.4	388	0.005			-0.3
300	0.01	36	0.05	182	0.005			-0.1
330	0.01	40	0.05	133	0			-0.2

جدول التوزيع الترددى لبيانات الرياح الخام عند ارتفاع 7 متر فوق سطح الارض.

القطاع	التكرار	1<	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	>17	C	k
0	9.8	59	31	84	103	105	187	109	80	39	113	47	15	15	13	6.7	1.59
30	8.9	65	34	93	116	127	205	116	86	35	74	30	10	7	3	6.3	1.94
60	15.8	38	22	61	95	128	225	159	103	52	91	21	5	2	1	6.6	2.36
90	17.4	34	25	60	91	116	227	137	103	50	102	37	8	6	3	6.7	1.97
120	6.3	89	41	101	116	97	173	93	80	42	101	40	9	13	5	6.4	1.74
150	3.6	162	103	185	175	103	125	43	26	22	39	9	3	3	2	4.2	1.35
180	5.0	137	147	282	200	109	62	23	12	6	16	4	2	0	0	3.4	1.50
210	5.8	111	118	239	225	144	98	24	16	6	13	5	0	0	1	3.8	1.78
240	9.1	71	70	186	238	190	144	44	27	12	12	5	0	0	0	4.5	1.89
270	10.0	64	54	131	156	172	208	82	46	24	43	13	4	1	2	5.5	1.83
300	2.8	189	40	87	98	78	157	92	85	35	80	40	8	10	3	6.3	1.72
330	5.4	100	31	70	101	92	150	114	77	46	127	39	16	17	19	6.9	1.58
الكلى		72	49	114	134	127	182	101	71	35	74	25	7	6	4	6.0	1.83

متوسط سرعة الرياح (متر/ثانية) ومتوسط القدرة المتاحة (وات/متر مربع)

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	السنوى
00	4.8	4.6	4.7	5.5	5.6	5.0	4.3	4.5	4.8	4.7	4	4.5	4.8
	205	192	203	313	269	159	130	126	176	175	123	149	194
03	5.0	4.6	4.7	5.0	4.9	4.2	3.6	3.7	3.9	4.5	4.0	4.5	4.6
	291	290	229	223	196	128	93	89	122	171	127	146	221
06	5.2	4.6	4.8	4.6	4.4	4.1	3.2	3.4	3.3	4.0	4.3	4.6	4.3
	296	340	210	180	155	112	79	68	78	128	127	159	183
09	5.0	4.9	5.1	5.1	5.1	4.7	3.9	3.8	3.7	4.1	4.5	4.8	4.6
	197	150	224	174	151	117	78	69	75	122	131	150	138
12	6.2	5.9	6.2	6.3	6.3	5.8	5.3	5.3	5.2	5.3	5.2	5.5	5.8
	312	260	277	253	221	177	13	122	125	184	266	217	229
15	6.0	5.9	6.3	6.8	6.8	6.6	6.1	6.4	6.4	6.1	5.5	5.4	6.0
	277	214	250	307	268	245	198	201	219	236	212	184	220
18	4.1	4.6	5.4	6.4	6.9	6.6	6.2	6.3	6.6	6.0	4.4	3.9	5.2
	206	171	199	316	329	285	211	214	262	231	155	140	199
21	4.4	4.4	5.0	5.9	6.2	5.8	5.6	5.6	6.0	5.3	4.1	4.3	5.2
	226	174	199	307	265	234	179	179	232	200	206	155	217
اليومى	4.8	4.6	4.7	5.5	5.6	5.0	4.3	4.5	4.8	4.7	4.0	4.5	5.1
	205	192	203	313	269	159	130	126	176	175	123	144	192

محطة ارصاد درنة

تقع المحطة على دائرة عرض : 32° 47 شمالا ، وخط طول : 22° شرقا ، الارتفاع : 25 متر فوق مستوى سطح البحر .

سطح الارض حول المحطة عبارة عن حقل منبسط من الاعشاب المتوسطة الارتفاع . فى اتجاهات الشمال الشرقى ، الشمال والشمال الغربى وبمسافة تتراوح ما بين 50 الى 80 مترا يوجد ساحل البحر . اما باقى الاتجاهات فهو عبارة عن مناطق مفتوحة توجد بها بعض الاشجار والمبانى .

جدول خشونة السطح والتغيير فيها.

القطاع	Z_{01}	X_I	Z_{02}
0	0.01	50	0
30	0.01	55	0
60	0.01	70	0
90	0.01	60	0.05
120	0.01	80	0.05
150	0.01	85	0.05
180	0.01	60	0.05
210	0.01	50	0.4
240	0.01	60	0.4
270	0.01	60	0.4
300	0.01	80	0
330	0.01	55	0

جدول التوزيع التردد‌ى لبيانات الرياح الخام عند ارتفاع 7 متر فوق سطح الارض.

القطاع	التكرار	< 1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	17	C	k
0	6.3	145	55	111	84	73	146	94	96	46	90	41	8	4	5	6.3	1.86
30	3.2	264	75	143	109	79	140	62	52	24	43	8	0	0	0	4.2	1.50
60	3.3	254	59	123	115	112	130	79	51	19	41	11	3	1	0	4.5	1.61
90	3.6	233	58	91	112	104	200	90	50	25	31	6	0	0	0	4.8	1.98
120	2.2	376	43	125	99	62	138	55	41	9	30	14	2	2	5	3.8	1.20
150	2.9	284	42	105	86	74	99	63	52	28	69	50	6	14	27	5.5	1.19
180	8.7	104	39	76	63	45	109	72	82	46	121	94	42	49	58	8.7	1.56
210	7.6	110	38	86	81	67	119	69	81	37	106	70	42	43	48	7.8	1.44
240	7.1	122	57	155	113	96	156	69	61	32	84	30	8	10	9	5.8	1.54
270	10.0	87	47	128	117	88	161	83	83	35	104	44	10	9	4	6.3	1.73
300	25.1	35	15	47	59	59	160	120	136	87	185	67	17	10	3	8.1	2.53
330	20.1	43	14	46	56	62	175	132	129	86	168	62	13	9	3	7.9	2.38
الكلى		103	34	82	79	70	152	98	100	58	127	55	16	14	12	7.2	1.76

متوسط سرعة الرياح (متر/ثانية) ومتوسط القدرة المتاحة (وات/متر مربع)

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	السنوى
00	7.5	7.2	5.7	4.9	4.3	4.9	6.8	6.4	5.6	4.3	6.8	7.2	5.9
	555	621	357	253	220	271	388	311	256	150	527	597	375
03	7.1	7.4	6.0	4.9	4.4	4.7	6.3	6.0	5.2	4.9	7.0	7.3	5.9
	579	635	351	282	229	233	301	265	202	188	555	581	365
06	7.3	7.5	6.0	5.4	5.2	4.9	6.2	5.9	5.0	5.3	7.1	7.1	6.1
	604	638	401	320	301	214	266	249	194	239	578	462	371
09	6.5	7.4	6.4	6.1	5.6	5.8	7.1	6.6	5.4	4.9	6.5	6.5	6.3
	445	637	377	296	303	229	315	270	187	165	464	379	337
12	6.8	7.6	6.9	6.6	6.3	6.2	7.8	7.2	6.0	5.1	6.5	6.3	6.6
	524	628	395	379	315	263	390	344	221	175	479	374	372
15	6.3	7.0	6.7	6.3	6.2	6.5	8.0	7.5	6.2	4.6	5.8	5.8	6.3
	401	430	347	334	281	303	420	383	235	141	341	291	305
18	5.7	5.09	5.7	5.3	5.5	6.1	7.8	7.3	6.1	3.6	5.4	5.6	5.8
	354	365	280	241	222	293	110	353	236	119	325	316	292
21	6.2	6.2	5.2	4.6	4.5	4.6	6.9	6.4	5.2	3.9	6.0	6.1	5.5
	396	412	277	192	192	207	322	277	187	115	383	397	279
اليومى	7	7.2	5.7	4.9	4.3	4.9	6.8	6.4	5.6	4.3	6.8	7.2	6.1
	555	621	357	253	220	271	388	321	259	150	527	597	340

محطة ارصاد زوارة

تقع المحطة على دائرة عرض : 32° 52شمالا ، وخط طول : 12° 5شرقا ، الارتفاع : 3 امتار فوق مستوى سطح البحر .

سطح الارض حول محطة الارصاد هو عبارة عن حقل من الاعشاب المتوسطة الارتفاع ، فى اتجاهى الشمال والشمال الشرقى وبمسافة تتراوح ما بين 67 الى 113 مترا يوجد ساحل البحر . اما فى باقى الاتجاهات فتوجد احياء سكنية ومبان بارتفاع اربعة امتار تقريبا وبمسافة تتراوح ما بين 45 الى 110 مترا .

جدول خشونة السطح والتغير فيها.

القطاع	z_{01}	x_1	z_{02}	x_2	z_{03}	٪
0	0.01	150	0.4	1750	0.05	-8.5
30	0.01	1580	0.05			-0.6
60	0.01	1520	0.07			-1.3
90	0.01	1085	0.07			-3.9
120	0.01	2000	0.07			-3.1
150	0.01	1750	0.07			-0.0
180	0.01	1280	0.07			-2.3
210	0.01	1270	0.07			-5.7
240	0.01	960	0.07			-3.8
270	0.01	2370	0.07			-22.9
300	0.01	800	0.4	1350	0.07	-2.9
330	0.01	190	0.4	1300	0.07	-8.7

جدول التوزيع الترددى لبيانات الرياح الخام عند ارتفاع 7 متر فوق سطح الارض.

القطاع	التكرار	< 1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	>17	C	k
0	6.9	178	69	124	124	135	173	93	68	17	15	4	0	0	0	4.8	2.12
30	9.3	148	84	149	124	124	147	92	92	20	18	2	0	0	0	4.8	2.03
60	10.3	130	71	132	107	106	141	114	109	37	48	3	1	0	0	5.4	2.13
90	11.6	121	95	182	167	129	119	75	53	21	35	4	0	0	0	4.5	1.75
120	8.9	154	105	168	121	106	101	73	73	29	58	8	1	1	0	4.7	1.52
150	8.6	156	83	129	118	108	115	81	73	34	78	23	2	2	0	5.2	1.68
180	4.9	280	170	205	138	77	51	25	26	7	17	4	0	1	0	2.9	1.27
210	5.6	266	236	236	118	62	36	19	11	3	9	1	1	2	0	2.6	1.24
240	11.9	144	166	238	159	111	98	40	25	8	9	1	0	0	0	3.5	1.59
270	8.1	175	139	177	141	115	118	57	38	14	21	4	0	0	0	3.9	1.61
300	7.5	174	97	151	117	122	148	75	57	20	33	4	0	1	0	4.6	1.79
330	6.4	197	86	155	133	140	172	60	33	10	12	2	1	0	0	4.2	1.94
الكلى		166	113	170	133	113	121	70	58	19	31	5	1	1	0	4.3	1.63

متوسط سرعة الرياح (متر/ثانية) ومتوسط القدرة المتاحة (وات/متر مربع)

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	المستوى
00	2.9	2.4	2.5	2.9	3.5	3.2	2.3	2.2	2.1	2.4	2.2	2.4	2.9
	49	33	47	65	95	65	44	32	31	45	28	33	48
03	2.8	2.5	2.6	2.7	3.4	2.8	2.1	2.0	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5
	46	36	43	67	82	49	33	22	32	29	32	31	42
06	2.9	2.7	2.8	3.1	4.0	3.3	2.6	2.4	2.5	2.6	2.7	3.0	2.9
	41	40	53	63	141	56	39	28	40	40	38	45	49
09	3.9	4.1	4.2	4.7	4.8	4.3	3.6	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8
	82	89	99	125	151	99	61	52	64	65	68	46	79
12	4.9	5.1	5.0	5.1	5.6	5.4	5.2	5.0	4.5	4.4	3.9	4.1	4.6
	130	139	143	147	180	149	130	116	95	108	81	87	116
15	4.6	4.8	5.2	5.0	6.7	6.5	6.3	6	5.5	4.9	3.8	3.7	4.9
	116	115	139	180	338	239	205	168	152	118	83	81	137
18	2.5	2.8	3.3	4.1	5.1	5.4	5.0	4.6	4.4	3.5	2.7	2.6	3.7
	39	43	57	94	133	167	120	98	97	66	43	39	79
21	2.6	2.3	2.5	3.0	3.6	3.6	2.8	2.8	2.9	2.6	2.0	2.3	2.8
	42	39	40	59	105	76	38	38	48	42	23	38	48
اليومى	2.9	2.4	2.5	2.9	3.5	3.2	2.3	2.2	2.1	2.4	2.2	2.3	3.6
	49	33	47	65	95	68	44	32	31	45	28	32	80

متغير الشكل (م/ث) ومتغير القياس لدالة ويبل عند ارتفاعات مختلفة ولجميع الاتجاهات (12 قطاع) لمحطة ارصاد مطار طرابلس – رتبة الخشونة 0.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	9.1	7.6	7.9	7.3	7.2	7.6	5.8	4.6	5.4	6.8	7.4	7.8	7.1
	2.4	2.38	2.53	2.21	1.97	1.98	1.60	1.48	1.86	1.82	2.09	2.26	1.98
25	9.9	8.3	8.6	8.0	7.9	8.4	6.3	5.0	6.0	7.4	8.1	8.6	7.8
	2.46	2.46	2.61	2.28	2.04	2.03	1.65	1.53	1.92	1.88	2.16	2.33	2.04
50	10.6	8.9	9.2	8.6	8.5	9.0	6.8	5.4	6.4	8.0	8.6	9.2	8.4
	2.53	2.53	2.68	2.34	2.09	2.09	1.69	1.57	1.97	1.93	2.22	2.39	2.09
100	11.4	9.7	10.0	9.3	9.2	9.7	7.4	5.9	6.9	8.6	9.4	10.0	9.0
	2.47	2.45	2.60	2.27	2.02	2.03	1.63	1.52	1.91	1.87	2.15	2.32	2.03
200	12.5	10.7	11.1	10.3	10.1	10.7	8.1	6.4	7.6	9.5	10.4	11.0	10.0
	2.36	2.32	2.46	2.15	1.92	1.93	1.55	1.44	1.81	1.77	2.03	2.19	1.94

رتبة الخشونة 1.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	8.4	7.0	7.3	6.7	6.5	7.0	5.1	4.1	4.9	6.2	6.7	7.2	6.5
	2.06	2.02	2.14	1.87	1.67	1.68	1.35	1.26	1.58	1.55	1.77	1.91	1.70
25	9.5	8.0	8.3	7.7	7.5	8.0	6.0	4.8	5.7	7.1	7.7	8.3	7.5
	2.28	2.28	2.42	2.11	1.88	1.88	1.52	1.42	1.78	1.74	2.0	2.16	1.90
50	10.8	9.1	9.5	8.8	8.7	9.2	6.9	5.6	6.6	8.2	8.9	9.5	8.6
	2.59	2.59	2.76	2.40	2.14	2.14	1.73	1.61	2.03	1.98	2.28	2.46	2.14
100	12.6	11.0	11.5	10.6	10.4	11.0	8.3	6.7	7.9	9.9	10.7	11.4	10.3
	2.50	2.50	2.65	2.31	2.06	2.07	1.66	1.55	1.95	1.91	2.19	2.37	2.07
200	15.1	14.3	14.8	13.8	13.1	13.3	10.7	8.6	10.3	12.5	13.5	14.2	13.0
	2.37	2.38	2.52	2.20	1.95	1.96	1.58	1.47	1.86	1.81	2.08	2.23	1.99

رتبة الخشونة 2.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	7.0	5.4	6.0	5.3	5.3	5.7	3.7	3.3	4.1	5.3	5.4	6.0	5.3
	2.09	2.02	2.15	1.81	1.63	1.69	1.29	1.25	1.61	1.59	1.78	1.94	1.69
25	8.1	6.4	7.1	6.3	6.3	6.8	4.4	4.0	4.9	6.3	6.4	7.1	6.2
	2.24	2.21	2.34	1.98	1.77	1.83	1.40	1.35	1.76	1.72	1.94	2.11	1.83
50	9.3	7.4	8.2	7.3	7.3	7.8	5.2	4.6	5.6	7.3	7.4	8.1	7.2
	2.48	2.51	2.67	2.26	2.02	2.07	1.59	1.54	2.0	1.95	2.22	2.40	2.05
100	10.8	8.7	9.7	8.7	8.7	9.2	6.2	5.5	6.7	8.7	8.8	9.7	8.5
	2.59	2.6	2.76	2.32	2.08	2.14	1.64	1.59	2.06	2.02	2.29	2.48	2.12
200	13.	11.	12.1	10.8	10.8	11.2	7.7	6.9	8.4	10.7	10.9	11.9	10.6
	2.49	2.48	2.63	2.22	1.98	2.04	1.57	1.52	1.97	1.92	2.18	2.37	2.04

رتبة الخشونة3.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	5.6	4.3	4.9	4.3	4.3	4.6	2.8	2.7	3.3	4.5	4.4	4.9	4.3
	2.07	2.06	2.14	1.78	1.62	1.69	1.30	1.29	1.60	1.64	1.81	1.96	1.69
25	6.9	5.3	6.0	5.3	5.4	5.7	3.5	3.4	4.2	5.6	5.4	6.1	5.3
	2.18	2.20	2.29	1.91	1.73	1.79	1.39	1.37	1.71	1.74	1.94	2.10	1.8
50	8.0	6.2	7.0	6.2	6.3	6.7	4.2	4.1	4.9	6.5	6.4	7.1	6.2
	2.36	2.44	2.54	2.11	1.92	1.96	1.53	1.51	1.88	1.91	2.15	2.33	1.96
100	9.3	7.4	8.4	7.4	7.9	8.6	5.0	4.9	5.9	7.8	7.6	8.5	7.4
	2.60	2.68	2.79	2.32	2.10	2.16	1.68	1.66	2.07	2.10	2.36	2.56	2.14
200	11.2	9.1	10.3	9.1	9.3	9.7	6.2	6.0	7.2	9.5	9.4	10.4	9.1
	2.5	2.56	2.67	2.22	2.01	2.07	1.61	1.59	1.98	2.01	2.26	2.45	2.07

رتبة الخشونة 4.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	4.2	3.4	3.7	3.3	3.4	3.5	2.2	2.2	2.8	3.5	3.5	3.9	3.3
	1.99	2.05	2.06	1.75	1.63	1.63	1.28	1.34	1.64	1.65	1.85	1.97	1.69
25	5.5	4.5	4.9	4.4	4.3	4.6	2.9	3.0	3.7	4.7	4.6	5.2	4.4
	2.08	2.17	2.19	1.86	1.73	1.72	1.35	1.42	1.73	1.74	1.96	2.08	1.72
50	6.6	5.5	5.9	5.3	5.3	5.6	3.5	3.6	4.4	5.6	5.6	6.2	5.3
	2.23	2.36	2.37	2.02	1.87	1.85	1.47	1.54	1.88	1.88	2.13	2.27	1.92
100	7.9	6.6	7.2	6.4	6.7	6.8	4.3	4.4	5.4	6.8	6.7	7.5	6.5
	2.52	2.69	2.71	2.30	2.13	2.13	1.67	1.74	2.14	2.14	2.42	2.58	2.16
200	9.5	8.0	8.8	7.9	8.1	8.2	5.3	5.4	6.5	8.3	8.2	9.2	7.9
	2.45	2.60	2.62	2.21	2.05	2.03	1.61	1.68	2.06	2.08	2.33	2.49	2.10

متوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة عند ارتفاعات مختلفة لمختلف رتب الخشونة.

الارتفاع	رتبة الخشونة 0	رتبة الخشونة 1	رتبة الخشونة 2	رتبة الخشونة 3	رتبة الخشونة 4
10	6.3 295	5.8 271	4.7 147	3.8 78	3.0 38
25	6.9 376	6.6 358	5.5 220	4.7 136	3.9 80
50	7.4 454	7.6 477	6.4 296	5.5 198	4.7 130
100	8.0 594	9.1 851	7.6 479	6.5 306	5.7 203
200	8.8 838	11.5 1811	9.4 941	8.0 587	7.1 420

متغير الشكل (م/ث) ومتغير القياس لثالثة وايبل عند ارتفاعات مختلفة ولجميع الاتجاهات (12 قطاع) لمحطة ارصاد درنة - رتبة الخشونة 0.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	7.2	5.0	4.7	5.2	4.2	6.3	9.4	8.2	6.6	5.5	8.8	8.2	9.7
	2.03	1.55	1.59	1.96	1.19	1.23	1.55	1.39	1.56	1.47	1.90	2.40	1.31
25	7.9	5.4	5.1	8.1	7.4	9.0	14.5	18.3	14.9	15.4	9.6	9.0	10.6
	2.10	1.60	1.64	2.27	1.61	1.24	1.60	1.46	1.44	1.74	1.94	2.48	1.32
50	8.5	5.9	5.5	8.8	8.0	9.6	15.4	19.4	15.8	16.3	10.3	9.7	11.3
	2.15	1.64	1.68	2.33	1.65	1.25	1.61	1.46	1.44	1.75	1.99	2.54	1.33
100	9.2	6.3	6.0	9.5	8.6	10.2	16.3	20.6	16.7	17.3	11.1	10.5	12.1
	2.08	1.59	1.63	2.26	1.62	1.25	1.62	1.47	1.46	1.76	1.95	2.46	1.35
200	10.1	7.0	6.6	10.5	9.3	10.8	17.2	21.7	17.7	18.3	12.0	11.6	13.1
	1.97	1.51	1.54	2.14	1.55	1.24	1.61	1.47	1.45	1.75	1.88	2.33	1.37

رتبة الخشونة 1.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	6.5	4.4	4.2	6.8	6.1	7.8	12.8	16.4	13.1	13.5	8.1	7.5	9.0
	1.71	1.32	1.35	1.87	1.34	1.15	1.53	1.42	1.39	1.65	1.69	2.03	1.23
25	7.5	5.2	4.9	7.9	7.0	8.6	14.0	17.9	14.3	14.8	9.2	8.6	10.1
	1.93	1.48	1.52	2.11	1.47	1.18	1.54	1.43	1.40	1.68	1.83	2.29	1.28
50	8.6	6.0	5.7	9.0	8.1	9.4	15.0	19.0	15.3	15.9	10.3	9.9	11.3
	2.20	1.68	1.73	2.41	1.67	1.22	1.58	1.44	1.42	1.71	2.05	2.61	1.35
100	10.4	7.2	6.8	10.9	9.5	10.3	16.1	20.3	16.5	17.1	11.8	11.9	12.9
	2.11	1.62	1.66	2.32	1.62	1.25	1.62	1.46	1.46	1.76	2.00	2.51	1.45
200	13.2	9.3	8.8	13.9	11.3	11.3	17.5	21.6	17.7	18.5	13.9	14.7	15.0
	2.00	1.54	1.58	2.20	1.54	1.22	1.59	1.46	1.44	1.73	1.91	2.37	1.54

رتبة الخشونة 2.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	5.0	3.3	3.5	5.8	4.8	6.8	10.5	13.7	10.4	10.6	6.4	6.1	7.3
	1.60	1.29	1.35	1.94	1.24	1.19	1.55	1.42	1.47	1.63	1.92	1.99	1.23
25	5.9	4.0	4.2	6.9	5.6	7.8	12.0	15.6	11.9	12.1	7.5	7.2	8.6
	1.74	1.40	1.46	2.12	1.29	1.21	1.57	1.43	1.48	1.65	2.08	2.17	1.27
50	6.8	4.7	4.9	7.9	6.5	8.6	13.2	17.1	13.0	13.3	8.6	8.3	9.7
	1.99	1.59	1.66	2.42	1.41	1.23	1.59	1.44	1.50	1.67	2.34	2.48	1.32
100	8.1	5.6	5.8	9.4	7.5	9.6	14.5	18.6	14.3	14.6	10.1	9.8	11.1
	2.05	1.64	1.71	2.50	1.47	1.29	1.63	1.46	1.54	1.73	2.44	2.55	1.41
200	10.1	6.9	7.3	11.7	8.7	10.6	15.9	20.2	15.6	16.0	12.3	12.1	13.0
	1.95	1.56	1.63	2.63	1.42	1.28	1.63	1.47	1.54	1.73	2.35	2.43	1.51

رتبة الخشونة 3.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	3.7	2.6	3.0	4.7	4.0	6.1	8.8	10.9	8.4	7.8	5.1	4.9	5.9
	1.47	1.31	1.34	1.93	1.81	1.26	1.54	1.42	1.54	1.55	2.07	1.98	1.24
25	4.7	3.3	3.7	5.9	4.8	7.4	10.5	13.1	10.1	9.4	6.2	6.0	7.2
	1.57	1.39	1.43	2.06	1.22	1.28	1.56	1.42	1.55	1.57	2.22	2.12	1.27
50	5.5	3.9	4.4	6.9	5.6	8.4	11.9	14.8	11.4	10.6	7.3	7.1	8.4
	1.73	1.54	1.58	2.28	1.27	1.29	1.57	1.43	1.57	1.59	2.46	2.34	1.31
100	6.6	4.7	5.3	8.2	6.5	9.5	13.3	16.5	12.8	11.9	8.7	8.4	9.7
	1.90	1.69	1.74	2.51	1.38	1.33	1.60	1.44	1.60	1.63	2.70	2.58	1.38
200	8.1	5.8	6.5	10.1	7.6	10.7	14.9	18.2	14.3	13.4	10.7	10.4	11.5
	1.82	1.62	1.66	2.40	1.34	1.35	1.63	1.46	1.63	1.66	2.58	2.46	1.48

رتبة الخشونة 4.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	2.9	2.1	2.5	3.7	3.2	5.2	7.1	8.2	6.6	5.5	4.0	3.8	4.6
	1.44	1.30	1.33	1.85	1.17	1.34	1.54	1.39	1.56	1.47	2.08	1.99	1.24
25	3.8	2.8	3.3	4.8	4.2	6.7	9.1	10.6	8.5	7.1	5.2	5.0	6.0
	1.53	1.38	1.41	1.96	1.20	1.35	1.54	1.40	1.57	1.49	2.21	2.11	1.27
50	4.6	3.4	4.0	5.9	5.0	7.9	10.7	12.3	9.9	8.3	6.3	6.1	7.2
	1.66	1.49	1.53	2.13	1.23	1.37	1.56	1.40	1.58	1.51	2.40	2.29	1.30
100	5.7	4.2	4.9	7.1	6.0	9.2	12.3	14.2	11.5	9.7	7.9	7.3	8.5
	1.89	1.69	1.74	2.42	1.30	1.40	1.58	1.41	1.61	1.55	2.73	2.61	1.36
200	6.9	5.1	6.0	8.6	7.0	10.5	14.0	16.0	13.1	11.1	9.2	9.0	10.1
	1.82	1.63	1.67	2.33	1.32	1.43	1.62	1.43	1.65	1.59	2.63	2.52	1.44

متوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة عند ارتفاعات مختلفة لمختلف رتب الخشونة.

الارتفاع	رتبة الخشونة 0		رتبة الخشونة 1		رتبة الخشونة 2		رتبة الخشونة 3		رتبة الخشونة 4	
10	8.9	1485	8.4	1394	6.9	748	5.5	387	4.3	184
25	9.7	1890	9.4	1803	7.9	1102	6.7	669	5.6	390
50	10.4	2245	10.3	2182	8.9	1440	7.7	955	6.7	620
100	11.1	2679	11.7	2787	10.1	1895	8.9	1329	7.8	930
200	12.0	3297	13.5	3960	11.8	2677	10.4	1919	9.2	1381

متغير الشكل (م/ث) ومعيار القياس لدالة رايل عند ارتفاعات مختلفة ولجميع الاتجاهات (12 قطاع) لمحطة ارصاد زوارة - رتبة الخشونة 0.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	7.3	6.8	7.2	8.4	9.2	8.9	8.3	9.1	10.4	10.0	9.0	7.5	8.4
	1.69	1.87	2.4	2.09	2.07	1.60	1.62	1.92	2.26	2.31	2.17	1.69	1.92
25	8.0	7.5	7.9	9.2	10.1	9.7	9.0	9.9	11.4	10.9	9.8	8.2	9.2
	1.73	1.93	2.48	2.15	2.11	1.62	1.64	1.95	2.29	2.35	2.22	1.73	1.96
50	8.6	8.1	8.5	9.8	10.8	10.3	9.7	10.6	12.1	11.7	10.5	8.8	9.9
	1.78	1.98	2.54	2.21	2.17	1.65	1.68	2.0	2.35	2.41	2.28	1.78	2.01
100	9.3	8.7	9.2	10.6	11.5	11.0	10.3	11.3	13	12.5	11.3	9.5	10.6
	1.73	1.92	2.46	2.14	2.13	1.64	1.66	1.96	2.31	2.37	2.23	1.74	1.98
200	10.1	9.6	10.2	11.7	12.5	11.8	11.1	12.3	14.0	13.5	12.3	10.3	11.6
	1.65	1.81	2.33	2.04	2.06	1.61	1.62	1.9	2.25	2.29	2.14	1.66	1.92

رتبة الخشونة 1.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	6.6	6.2	6.6	7.7	8.6	8.2	7.6	8.4	9.8	9.3	8.3	6.8	7.8
	1.45	1.59	2.03	1.79	1.81	1.44	1.45	1.70	2.02	2.04	1.88	1.46	1.68
25	7.16	7.2	7.6	8.8	9.7	9.2	8.6	9.5	10.9	10.5	9.4	7.8	8.8
	1.6	1.79	2.28	1.98	1.95	1.51	1.53	1.81	2.14	2.18	2.04	1.6	1.83
50	8.7	8.3	8.7	10.0	10.8	10.1	9.6	10.6	12.0	11.6	10.5	8.9	9.9
	1.81	2.04	2.6	2.25	2.19	1.63	1.7	2.03	2.35	2.45	2.32	1.81	2.05
100	10.2	10.0	10.5	11.7	12.3	11.3	10.8	12.0	13.6	13.2	12.2	10.3	11.5
	1.75	1.96	2.51	2.17	2.13	1.64	1.67	1.98	2.33	2.38	2.24	1.76	2.03
200	12.2	12.6	13.6	14.1	14.5	12.9	12.6	14.0	15.7	15.5	14.6	12.3	13.9
	1.65	1.86	2.31	2.05	2.04	1.59	1.62	1.9	2.24	2.28	2.14	1.66	1.97

رتبة الخشونة 2.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	5.3	5.1	5.4	6.4	7.0	6.6	6.3	7.0	8.0	7.5	6.4	5.4	6.3
	1.41	1.65	1.96	1.78	1.75	1.41	1.49	1.75	2.06	2.03	1.81	1.43	1.67
25	6.3	6.0	6.4	7.5	8.2	7.7	7.3	8.2	9.3	8.7	7.5	6.4	7.4
	1.52	1.8	2.13	1.9	1.83	1.46	1.55	1.83	2.15	2.14	1.93	1.55	1.77
50	7.3	7.0	7.4	8.6	9.2	8.6	8.2	9.2	10.4	9.8	8.6	7.4	8.4
	1.7	2.05	2.43	2.12	1.97	1.52	1.66	1.97	2.30	2.32	2.15	1.71	1.94
100	8.5	8.3	8.8	10.0	10.5	9.7	9.4	10.5	11.8	11.2	10.0	8.7	9.8
	1.77	2.12	2.51	2.21	2.08	1.6	1.75	2.08	2.44	2.45	2.24	1.78	2.05
200	10.3	10.3	11.0	12.0	12.2	11.0	10.9	12.2	13.7	13.2	12.0	10.4	11.7
	1.69	2.02	2.4	2.11	2.01	1.57	1.7	2.01	2.35	2.36	2.15	1.70	2.01

رتبة الخشونة 3.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	4.3	4.1	4.5	5.1	5.7	5.3	5.2	5.8	6.5	6.0	5.0	4.4	5.1
	1.46	1.71	1.97	1.72	1.74	1.4	1.56	1.82	2.08	2.02	1.78	1.45	1.68
25	5.3	5.1	5.6	6.3	7.0	6.4	6.3	7.1	7.9	7.3	6.2	5.4	6.3
	1.56	1.83	2.11	1.81	1.8	1.44	1.62	1.89	2.16	2.11	1.87	1.54	1.76
50	6.3	6.0	6.5	7.4	8.1	7.4	7.3	8.2	9.0	8.5	7.2	6.4	7.3
	1.71	2.02	2.33	1.96	1.9	1.49	1.71	1.99	2.27	2.24	2.03	1.68	1.89
100	7.5	7.2	7.8	8.6	9.3	8.5	8.5	9.4	10.4	9.8	8.5	7.6	8.5
	1.88	2.22	2.56	2.15	2.07	1.59	1.86	2.18	2.48	2.45	2.23	1.84	2.08
200	9.2	8.9	9.6	10.4	10.9	9.7	9.9	11.1	12.1	11.6	10.2	9.2	10.2
	1.8	2.13	2.45	2.08	2.01	1.57	1.81	2.12	2.41	2.37	2.15	1.77	2.04

رتبة الخشونة 4.

الارتفاع	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	الكلي
10	3.4	3.3	3.6	4.1	4.5	4.1	4.1	4.7	5.0	4.7	3.9	3.5	4.0
	1.52	1.84	1.94	1.72	1.71	1.44	1.61	1.88	2.1	2.03	1.75	1.49	1.71
25	4.5	4.4	4.8	5.3	5.8	5.4	5.4	6.1	6.5	6.1	5.1	4.6	5.3
	1.61	1.96	2.06	1.8	1.76	1.47	1.66	1.95	2.17	2.1	1.84	1.57	1.78
50	5.5	5.3	5.8	6.4	6.9	6.4	6.4	7.2	7.8	7.3	6.1	5.6	6.3
	1.75	2.12	2.24	1.92	1.83	1.52	1.74	2.04	2.26	2.21	1.97	1.69	1.89
100	6.6	6.4	7.0	7.6	8.1	7.5	7.6	8.5	9.1	8.6	7.3	6.7	7.5
	1.99	2.42	2.55	2.15	1.97	1.60	1.88	2.21	2.45	2.41	2.21	1.92	2.09
200	8.1	7.8	8.5	9.2	9.6	8.7	9.0	10.0	10.7	10.2	8.8	8.2	9.0
	1.92	2.33	2.46	2.1	1.98	1.63	1.88	2.21	2.46	2.41	2.15	1.85	2.09

متوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة عند ارتفاعات مختلفة لمختلف رتب الخشونة.

الارتفاع	رتبة الخشونة 0		رتبة الخشونة 1		رتبة الخشونة 2		رتبة الخشونة 3		رتبة الخشونة 4	
10	7.8	599	5.9	300	4.8	157	4.1	99	3.8	75
25	8.5	764	6.9	444	5.9	271	5.2	194	4.9	160
50	9.1	910	7.8	584	6.8	390	6.2	297	5.9	256
100	9.8	1139	9.0	835	7.9	560	7.3	441	7.0	389
200	10.7	1502	10.6	1413	9.4	953	8.4	743	8.3	651

ملخص :

في هذه الورقة تقييم لطاقة الرياح للمناطق الشمالية من الجماهيرية (أي الساحل) وذلك كخطوة أولى لعمل أطلس رياح لجميع أرجاء الجماهيرية . في هذه المرحلة تم تقييم معلومات الرياح لعدد تسع محطات أرصاد متوفرة على الساحل لرصدات كل 3 ساعات ولفترة زمنية قدرها 10 سنوات . استخدم لتحليل هذه المعلومات برنامج (واسب) المعد من قبل معامل ريزو الوطنية الدنمركية .

تم ابراز جميع نتائج التحليلات في هذه الورقة على هيئة جداول ومنحنيات . وأيضا تم التحقق من المعلومات باستخدام نفس البرنامج وذلك عن طريق التنبؤ بمعلومات الرياح من محطة إلى أخرى على ان تكون هذه المحطات واقعة في نفس النطاق المناخي . ■