تقييم الطاقة الكامنة بالرياح فى الجماهيرية * *

د. وداد الأسطى* فتحي القماطي* علي الطاهر*

مقدمـــــة

منظومة امداد الطاقة الكهربائية الموجودة حاليا بالجماهيرية تعتمد بصورة رئيسية على المحطات البخارية او المحطات الغازية وهذه المحطات كافية لسد حاجة كل الاستهلاك من الطاقة الكهربائية بالجماهيرية تقريبا ولايوجد الا القليل جدا من المناطق المعزولة التى لاتصلها الشبكة العامة للكهرباء . وتعتبر الجماهيرية من الدول المنتجة والمصدره للنفط . إضافة الى ذلك فهى تمتلك مصادر متجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح التى تعتبر خيارا متوفرا ، ويجب استغلاله للمساهمة به فى سد جزء من الاستهلاك الطاقوى . وبالنسبة لطاقة الرياح ، فأنه من الضرورى جدا تقييم هذا المصدر لامكانية الاستفادة من هذا المصدر فى الاسهام فى الاستهلاك الطاقوى فى بعض التطبيقات مثل مضخ المياه فى الاغراض الزراعية والحيوانية المختلفة وكذلك الاسهام فى توليد الكهرباء وذلك عن طريق انشاء بعض المزارع الريحية .

هذه الورقة تحوى تحليلاً لمعلومات الرياح الخام لعدد 16 محطة ارصاد جوية ، وذلك لفترة زمنية تصل لعشر سنوات والجدول رقم[1] يوضح المعلومات الجغرافية لهذه المحطات حيث ستتضمن هذه التحليلات النمط اليومى لسرعة الرياح والمتوسط الشهرى ، والمتوسط السنوى لسرعة الرياح ، وكذلك التوزيع التكرارى والتراكمى لسرعات الرياح بدلالة دالة ويبل وحساب عوامل القياس والشكل لنفس الدالة والقدرة المتاحة من الرياح لكل محطة ارصاد .

2 . معلومات الرياح

لقد تم تجميع معلومات الرياح «سرعة واتجاه» من مصلحة الارصاد الجوية لرصدات يومية كل ثلاثة ساعات عند ارتفاع 10 متر فوق سطح الارض ولفترات زمنية مختلفة تصل لعشر سنوات .

توزيع هذه المحطات موضحاً فى الشكل رقم[1] ، والمعلومات عن هذه المحطات موضحة بالجدول رقم[1] ، وقد تم تحليل هذه المعلومات بمركز دراسات الطاقة الشمسية بواسطة برنامج حاسوب اعد لهذا الغرض .

3 . تحليل معلومات الرياح

3 . 1 ـ متوسط سرعة الرياح :ـ

تم حساب المتوسط الشهرى والمتوسط السنوى لسرعة الرياح لكل محطة وذلك لفترة القياس الموضحة فى جدول[1] وأبرزت نماذج لهذه النتائج لبعض المحطات كما فى شكل[2] .

3 . 2 ـ النمط اليومى : ـ

تم حساب المتوسط الساعى لسرعة الرياح لكل شهر ولفترات القياس المذكورة سابقا لكل محطة وأبرزت نماذج من هذه النتائج لبعض المحطات مبينة بشكل[3] .

4 . التوزيع التكرارى لسرعة الرياح : ـ

من الدراسات السابقة فى مجال تقييم

* * الأصل باللغة الانجليزية مقدمة في المؤتمر العالمي الخامس للطاقة الشمسية - المنامة 13-1995/11/16i

* مركز دراسات الطاقة الشمسية

جدول (1) يبين المعلومات الجغرافية لمحطات الارصاد

اسم المحطة	خط العرض (شمالا)	خط الطول (شرقا)	الارتفاع عن مستوى سطح البحر(م)	فترة القياس	وصف المحطة	اسم المحطة	خط العرض (شمالا)	خط الطول (شرقا)	الارتفاع عن مستوى سطح البحر(م)	فترة القياس	وصف المحطة
زواره	32.53	12.05	3	89-79	ساحلية	نالوت	31.52	10.59	621	87-78	جبلية
صرمان	32.45	12.35	23	89-80	ساحلية	شحات	32.49	21.51	625	88-79	جبلية
طرابلس المطار	32.40	13.09	80	88-79	ساحلية	غدامس	30.08	09.30	357	89-79	جبلية
سرت	31.12	16.35	13	89-79	ساحلية	هون	29.08	15.57	267	89-79	صحراوية
اجدابيا	30.43	20.10	6	89-79	ساحلية	الجغبوب	29.45	24.32	-2	89-79	صحراوية
بنينة	32.05	20.16	38	88-79	ساحلية	جالو	29.02	21.34	59	89-79	صحراوية
درنه	32.47	22.34	25	87-79	ساحلية	سبها	27.01	14.26	432	89-79	صحراوية
طبرق	31.87	23.92	155	88-79	ساحلية	الكفره	24.13	23.18	435	89-79	صحراوية

مصدر الرياح ، وجد انه يمكن تمثيل التوزيع الترددى او التوزيع التكرارى لسرعة الرياح عن طريق النموذج الاحصائى لدالة ويبل حيث انه اقرب لتمثيل التوزيع الطبيعى لسرعة الرياح من اى نموذج آخر ، لذلك تم حساب التوزيع الترددى لسرعة الرياح فى جميع المحطات باستخدام هذا النموذج والذى يمكن تمثيله بالمعادلة التالية [1 ـ 3] :

$$f(V) = \left(\frac{K}{C}\right)\left(\frac{V}{C}\right)^{K-1} \cdot \exp\left[-\left(\frac{V}{C}\right)^{K}\right] \quad (1)$$

اما التوزيع التراكمى لنفس الدالة فهو:

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

حيث أن :

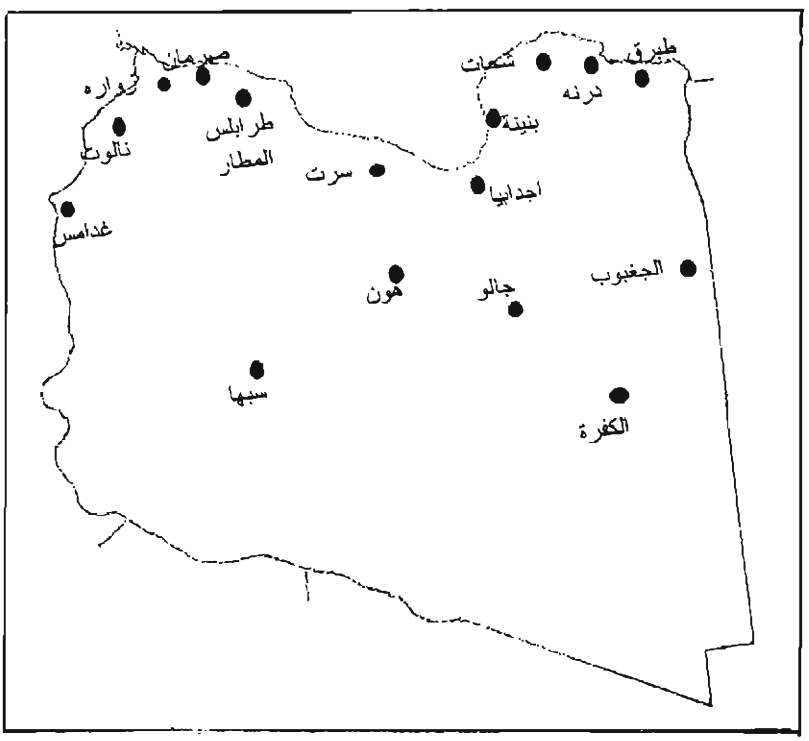
K : معامل الشكل لدالة ويبل

C : معامل القياس لدالة ويبل (م/ث)

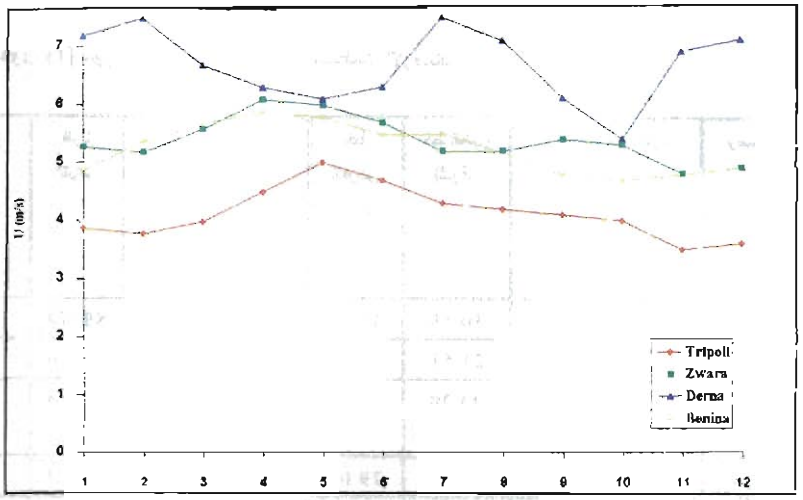
ومتوسط سرعة الرياح يمكن التعبير عنه باستخدام دالة جاما بدلالة معامل الشكل ومعامل القياس لدالة ويبل كما يلى :

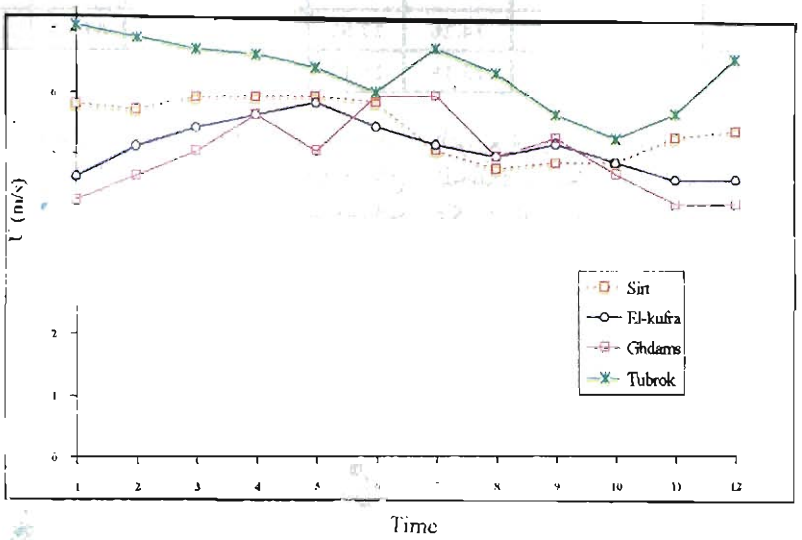
$$U = \int_{0}^{\infty} V.f(V)dV \quad (3)$$

$$U = C.\Gamma\left(1 + \frac{1}{K}\right) \quad (4)$$



شكل رقم (1) مواقع محطات الأرصاد.





شكل 2-ب) المتوسط الشهري لسرعة الرياح لمحطات مختاره

وتوجد عدة طرق لايجاد قيم معامل الشكل ومعامل القياس لدالة ويبل . فى هذه الورقة تم استخدام طريقة متوسط سرعة الرياح والانحراف المعيارى ، المعطاة بواسطة جستس وآخرين [3] وذلك لبساطتها :

$$K = \left(\sigma / U\right)^{-1.086} \qquad (5)$$

$$C = U / \Gamma\left(1 + 1/K\right) \qquad (6)$$

حيث ان :

Γ : دال جاما

σ : الانحراف المعيارى للسرعه (م/ث) .

وهذه العوامل موضحة بالشكل (4) و (5) لبعض المحطات اما الشكل (6) فهو يوضح التوزيع التكرارى لسرعة الرياح لبعض المحطات .

(5) القدرة المتاحة من الرياح

القدرة المتاحة من الرياح هى تدفق طاقة الحركة خلال المساحة التى تلف فيها ريش الدوار ، وتقاس القدرة النظرية اللحظية من الرياح المولدة بالوات وتعطى بالمعادلة التالية :-

$$P = 0.5\rho_{AV}^{3} \qquad (7)$$

حيث ان :

ρ : كثافة الهواء «كيلوجرام/م3»

V : السرعة اللحظية للرياح «م/ث»

اما القيمة النظرية القصوى للقدرة المستخلصة من الرياح فهى تعادل 59.3٪ من الطاقة المتاحة من الرياح المنوه عنها فى المعادلة (7) . وتعرف القيمة «0.593» بحدود بيتز او معامل وكثافة القدرة او القدرة المتاحة من الرياح لوحدة المساحة يمكن ايجادها ايضا من المعلومات الخاصة بالتوزيع الترددى لسرعة الرياح وسرعة الرياح اللحظية لفترة القياس وذلك باستخدام المعادلة التالية :-

$$P = 0.5\rho\sum_{i} f_i V_i^{3} \qquad (8)$$

كما توجد بعض العلاقات الرياضية التى يمكن استخدامها لاستنباط القدرة المتاحة من الرياح لوحدة المساحة فى الموقع وذلك كالاتى [5، 6] :

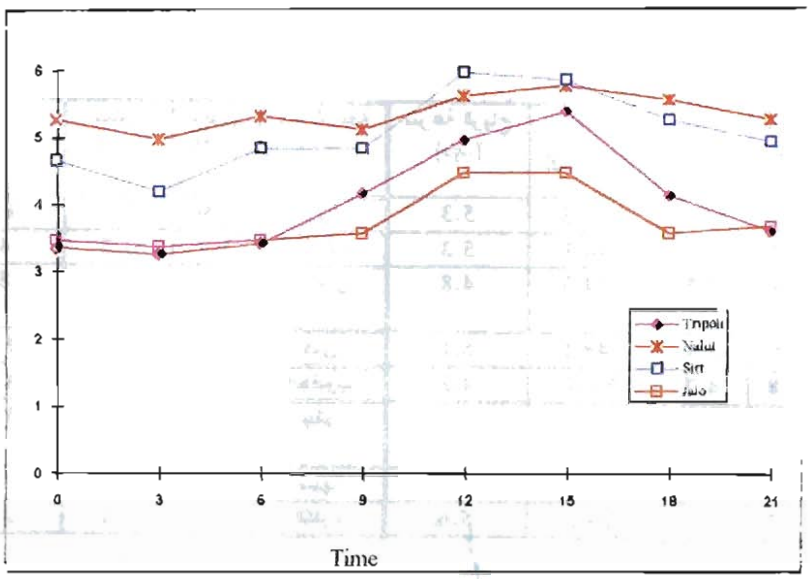
$$P = 0.5\rho\left[U^{3} + 3U\sigma^{2}\right] \qquad (9)$$

حيث ان :

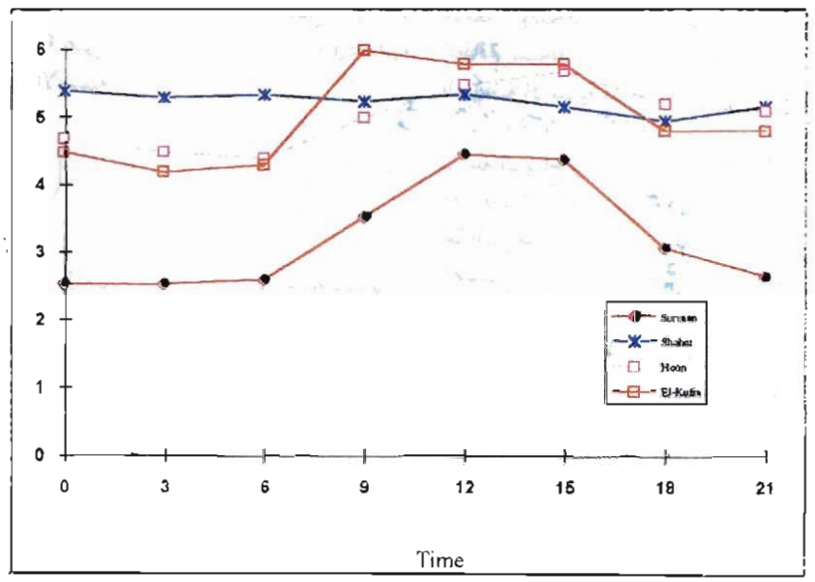
σ : الانحراف المعيارى للسرعة

U : متوسط سرعة الرياح

وقد تم حساب متوسط كثافة القدرة او القدرة المتاحة من الرياح لكل شهر لفترة القياس المذكورة فى جدول (1) لكل محطة من محطات الارصاد كما تم حساب المتوسط السنوى ايضا وذلك باستخدام المعادلة (9) والنتائج موضحة بالجدول (2) والشكل (7) .



شكل (1 - أ) النمط اليومي لسرعة الرياح لمحطات مختارة



شكل (1 - ب) النمط اليومي لسرعة الرياح لمحطات مختارة

6 . استقراء سرعة الرياح والقدرة المتاحة من الرياح مع الارتفاع

الاستقراء الرأسي لسرعة الرياح والقدرة المتاحة من الرياح من ارتفاع جهاز القياس (Z) الى اى ارتفاع اخر (Zh) يعتمد على مواصفات الموقع والاستقرار الجوى، واكثر النماذج الرياضية استخداما للاستقراء هى قانون اللوغاريتم وقانون الاس . وقانون الاس هو الاكثر شيوعا وهو الذى استخدم فى هذه التحليلات وذلك كما يلى :-

$$\frac{V_h}{V} = \left(\frac{Z_h}{Z}\right)^n \qquad (10)$$

الاس n يعتمد على خشونة السطح ودرجة الحرارة والتغير فيها خلال اليوم ومن فصل الى آخر ، ويمكن ايجاده كالاتى [3] :

$$n = \left[0.37 - 0.088 \ln C\right] \Big/ \left[1 - 0.88 \ln C\left(\frac{Z}{10}\right)\right]$$

وهذا الاس يتراوح بشكل عام ما بين «0.1 - 0.4» . وللمحطات التى تمت دراستها فى هذه الورقة وجد ان قيم هذا الاس تتراوح ما بين «0.19 و0.25» ومعامل الشكل والقياس لدالة ويبل عند اى ارتفاع (Z_h) يمكن ايجاده بالمعادلة التالية :

$$C_h = c\left[Z_h/Z\right]^n \qquad (12)$$

$$K_h = K\left[1 - 0.088 \ln\left(\frac{Z}{10}\right)\right] \Big/ \left[1 - 0.088 \ln\left(\frac{Z_h}{10}\right)\right] \qquad (13)$$

هذا وقد تم استقراء او استقصاء متوسط سرعة الرياح والقدرة المتاحة من الرياح ومعامل الشكل ومعامل القياس لدالة ويبل لارتفاع قدره 25 مترا وهو متوسط الارتفاع لبرج التوربينات الريحية المتوسطة الحجم وذلك لجميع المحطات . جدول (3) يوضح هذه النتائج لبعض المحطات .

7 . حساب معامل السعة

بشكل عام معامل السعة لمحطات القدرة الكهربائية هو مقدار الطاقة المولدة بالمحطة فى فترة زمنية معينة مقسومة على الطاقة المولدة فى نفس الفترة الزمنية عندما تكون المحطة تعمل بالقدرة الاسمية لها . وفى حالة التربينات الريحية عادة ماتكون قيمتها مابين «15 - 45٪» وذلك تبعا لمواصفات الموقع ومواصفات التربينة الريحية ، ونظرا لغياب معلومات الموقع عند التصنيع حيث لايتم التصنيع لموقع معين وايضا تنوع مواصفات التربينات الريحية المصنعة لذلك لايستطيع المصنع تحديد معامل السعة او التنبؤ بالطاقة الناتجة من التربينة الريحية .

وتوجد عدة معادلات رياضية تستعمل لايجاد معامل السعة لاى تربينة

جدول (2) المتوسطات لكل من سرعة الريح (م/ث)، معامل القياس (م/ث)، معامل الشكل والقدرة المتاحة (وات/م2)

اسم المحطة	سرعة الرياح (م/ث)	القدرة (وات/م^2)	معامل القياس	معامل الشكل	اسم المحطة	سرعة الرياح (م/ث)	القدرة (وات/م^2)	معامل القياس	معامل الشكل
زواره	4.5	174.4	5.9	1.9	نالوت	5.3	153.3	6.0	2.2
صرمان	3.3	48.5	3.7	1.7	شحات	5.3	190.1	5.9	1.7
مطار طرابلس	4.1	83.0	4.6	1.8	غدامس	4.8	144.9	5.6	1.9
سرت	4.7	179.2	5.3	1.7	هون	5.1	148.1	5.8	1.9
لجدابيا	4.5	116.5	5.1	1.7	الجفبوب	4.2	85.5	4.7	1.8
بنينة	5.3	153.9	5.9	2.1	جالو	4.1	84.6	5.64.7	1.9
درنة	6.7	352.4	7.6	1.9	سبها	5.9	119.5	5.6	2.3
طبرق	6.3	274.0	7.1	2.0	الكفره	5.6	26.5	5	2.3

ريحية فى اى موقع يتم اختباره اذا كان متوسط سرعة الرياح عند هذا الموقع معروفاً . والمعادلة المستعملة لايجاد معامل السعة فى هذه الحالة [7] هى :-

$$C.F. = \frac{P}{P_r} = \left[\left(\exp\left(-\left(\frac{V_i}{C}\right)^k\right) - \exp\left(-\left(\frac{V_r}{C}\right)^k\right)\right) / \left[\left(\frac{V_r}{C}^k \frac{V_i}{C}^k\right)\right] - \exp\left[-\left(\frac{V_o}{C}\right)^{\cdot}\right]\right]$$

حيث ان :

Vi, Vr, Vo هى على التوالى السرعة الابتدائية ، السرعة المثلى والسرعة التى تقف عندها التربينة عن العمل . و , P P على التوالى متوسط القدرة والقدرة الاسمية للتربينة .

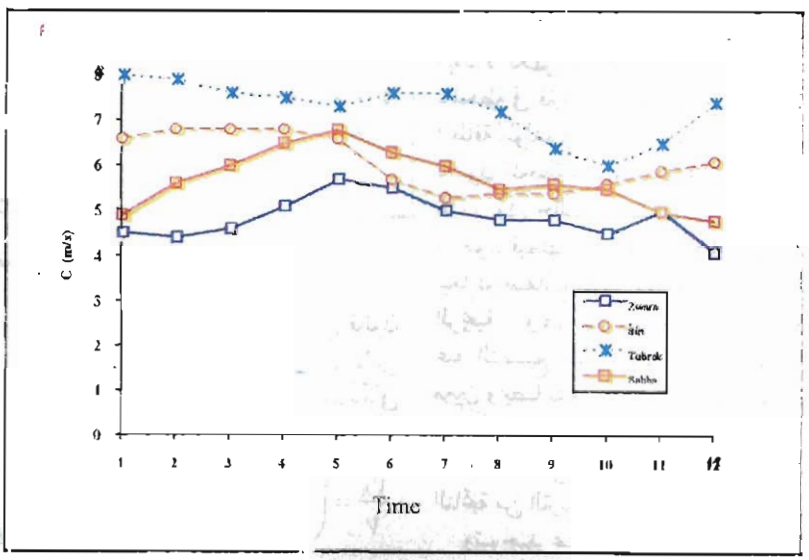
والمعادلة السابقة تم استخدامها لتقدير معامل السعة لكل محطات الارصاد «16» . والتى تم الاشارة اليها سابقا . وللحصول على اقصى قيمة من الطاقة المنتجة من التربينات الريحية فان السرعة الاسمية للتربينة الريحية تؤخذ مابين «1.8 ـ 2.2» من قيمة متوسط سرعة الرياح والسرعة الابتدائية تكون «0.2 ـ 0.7» من قيمة السرعة الأسمية أما السرعة التى تقف عندها التربينة عن العمل فهى ضعف السرعة الاسمية [7] .

وفى هذه الورقة تم افتراض القيم التالية لتعيين معامل السعة للمحطات المختلفة :

$$V_r = 2V_m$$

$$V_I = 0.3V_r \qquad V_o = 2V_r$$

والعمليات الحسابية اظهرت ان معامل السعة للمحطات يتراوح بين «0.32ـ0.23»



شكل رقم (4) معامل القياس (C) لمحطات مختارة

8 . التحليلات الاقتصادية

لكى يتم تقييم مدى جدوى استخدام او استغلال طاقة الرياح فى ليبيا اقتصاديا فانه من المهم جدا ان يتم تعيين او تعريف مجموعة من المتغيرات الهامة مثل الطاقة المتوقع انتاجها من المنظومة فى الموقع . ايضا راس المال الكلى لشراء وتركيب

الطاقة الكهربائية المولدة من منظومات طاقة الرياح «تكلفة ك . و . س» باستعمال المعادلة التالية :

(15)

$$COE = \frac{C(R+M)}{hWF} = \frac{C}{W}\left[\frac{(R+M)}{hF}\right]$$

حيث ان :

C/W : راس المال الكلى لكل [ك . وات) من قدرة المنظومة (د . ل/كيلو . وات)

R : قيمة القسط السنوى لراس المال

M : تكاليف التشغيل والصيانة السنوية كنسبة من راس المال

H : عدد الساعات فى السنة «8760»

F : معامل الحمل الكلى

(16)

$$F = L.\ A.\ a$$

حيث ان :

L : معامل السعة للتربينة الريحية والذى يتم تحديدة من المعلومات الخاصة باداء التربينة الريحية ونمط الرياح فى الموقع .

A : الفقد فى الطاقة الغير محسوب ضمن اداء المنظومة مثل الفقد الذى يحدث نتيجة الاضطرابات التى تحدث خلف العضو الدوار وتوثر على التربينة التى تليها عند وضع المنظومات فى صفوف متتالية .

قيمة القسط السنوى لرأس المال يمكن تقديره بالمعادلة التالية :

(17)

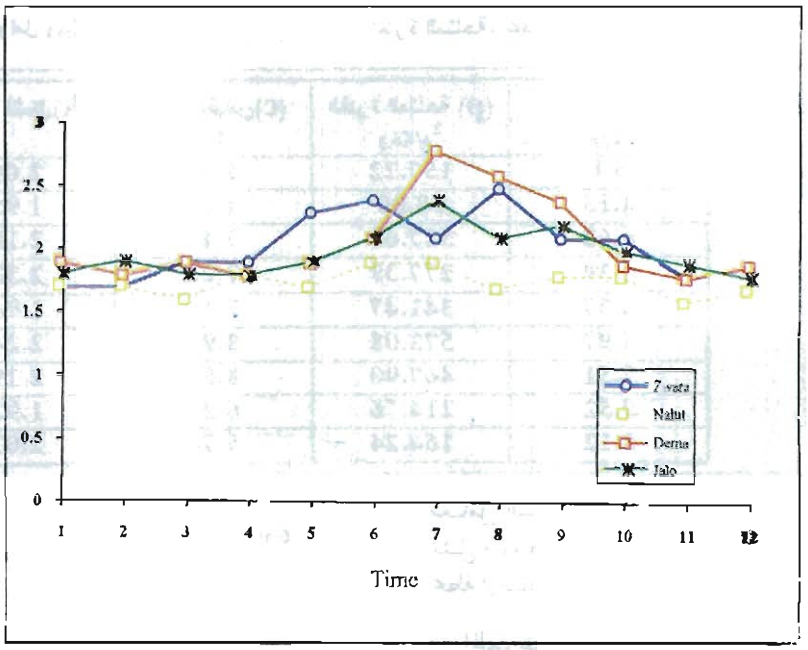
$$R = r \Big/ \left[1-(1+r)^{-n}\right]$$

حيث ان :

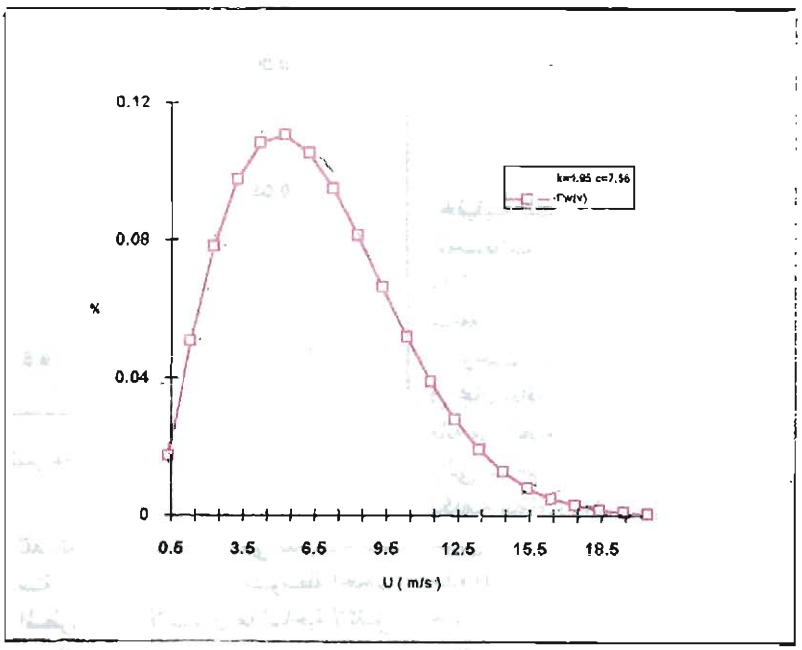
r : معدل الفائدة

n : العمر الزمنى لمنظومة الرياح او التوربينة الريحية

متوسط سعر التربينة الريحية فى السوق العالمى فى حدود 1000 دولار/ك . وات والقيمة المعتمدة فى هذه الورقة بالدينار



شكل (5) معامل الشكل (k) لمحطات مختارة

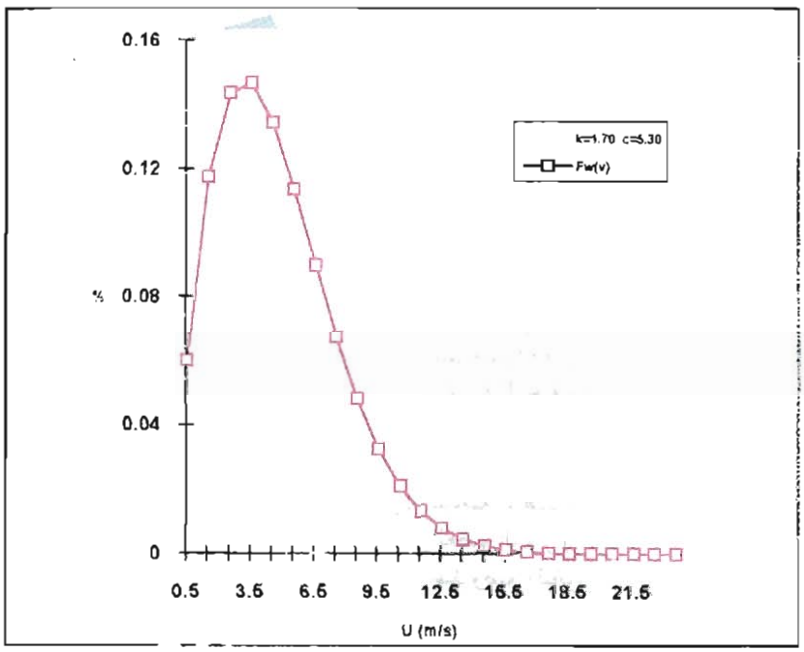


شكل (6-1) التوزيع التكراري لسرعة الرياح لمحطة (درنة)

المنظومات «لكل كيلوات» وتكاليف التشغيل والصيانة ، واضافة الى ذلك توجد متغيرات اخرى مثل : معامل السعة ، قيمة القسط السنوى لرأس المال ، قدرة التوربينة وعمرها الزمنى محسوبا بالسنوات . ويمكن حساب تكلفة

جدول (3) متوسط القيم لعوامل ويبل، متوسط سرعة الرياح للموقع، القدرة المتاحة، عند ارتفاع 25 مترا

اسم المحطة	معامل الشكل(k)	معامل القياس(c) م/ث	القدرة المتاحة (p) وات/م^2	السرعة(u) م/ث
مطار طرابلس	2.06	5.57	157.22	5.1
صرمان	1.95	4.67	90.00	4.13
نالوت	2.18	7.47	327.60	6.62
بنينة	2.33	7.22	277.39	6.39
شحات	1.94	7.18	341.47	6.37
درنة	2.24	8.97	573.08	7.97
طبرق	2.29	8.50	467.90	7.51
اجدابيا	1.92	6.21	214.76	5.52
الجغبوب	2.07	5.78	164.24	5.12



شكل (6 ب) التوزيع التكراري لسرعة الرياح لمحطة (نالوت)

الليبى تساوى 350 دل/ كيلوات.

المبلغ المستثمر الكلى او راس المال الكلى حدد على اساس 150٪ من تكلفة المنظومة والذى يدخل تحت سقفه كل من سعر المنظومة وسعر التركيب ، اعمال الربط بالشبكة، الاعمال الانشائية ... الخ . بالنسبة لتكاليف التشغيل والصيانة اعتمد لها مبلغ 2.5٪ من المبلغ الكلى المستثمر. واعتمدت 5٪ كمعدل للفائدة عند العمر الزمنى للتربينة 25 سنة . ومعظم التربينات متوسطة الحجم المطروحة فى الاسواق لها اتاحية لاتقل عن 90٪ .

لهذا عند اجراء الحسابات فان مقدار الاتاحية فرضت على انها 90٪ . اما كمية الفقد فى الطاقة الغير محسوب ضمن اداء التربينة ففرض بانه 10٪ . وقيمة معامل السعة اخذت «0.25» . وهى تمثل متوسط قيم معامل السعة فى 16 محطة ارصاد موضوع الورقة .

اظهرت التحليلات الاقتصادية فى هذه الورقة، والتى استعملت فيها قيم المتغيرات السابقة بان سعر الكيلو وات/ ساعة من الطاقة المنتجة «0.0284» (د.ل/ك . وات ساعة) وهذا الرقم يقارب تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة من المحطات التقليدية وهو (0.025 دل/كيلو وات ساعة)مع ان التكلفة الحقيقية للطاقة الكهربائية المولدة فى المحطات التقليدية يتراوح بين «0.03 ـ 0.036» دل/ كيلوات ساعة.

وحيث انه لايوجد اى مشاريع تطبيقية فى مجال طاقة الرياح «مزارع ريحية» لذلك فانه من الصعب تحديد المتغيرات السابقة والتى تدخل فى التحليل الاقتصادى او تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق منظومات الرياح لذلك تم تحديد هذه المتغيرات بحيث تأخذ مدى معيناً كما هو موضح بالشكل «8» وذلك لمعرفة مدى حساسية هذه المتغيرات فى تكلفة الطاقة . فمثلا معدل الفائدة عادة يتراوح بين 5٪ الى 10٪ . وحيث أن المشاريع المحلية لاتؤخذ فيها فائدة على رأس المال، فقد تضمنت هذه التحليلات القيمة صفراً ايضا وهذا يجعل تكلفة

جدول (4) يبين التغير في ثمن الطاقة الكهربائية المنتجة بالنسبة لتكلفة منظومات الرياح (أو التربينات الريحية)

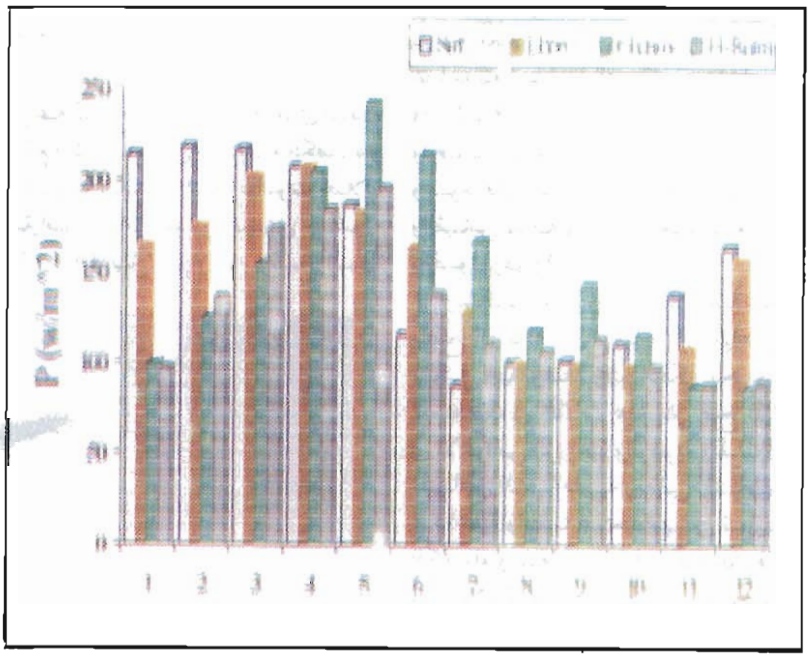
تكلفة منظومات الرياح د.ل/كيلوات ساعة	تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة من التربينات الريحية د.ل/كيلوات ساعة
350	0.0284
500	0.0406
750	0.061
1000	0.081

$r = 5\%$

$n = 25$ سنة

$M = 2.5\%$

راس المال الكلى = 150٪ من تكلفة التربينات الريحية



شكل رقم (7) القدرة المتاحة من الرياح في الموقع (وات/م2) لمحطات مختارة

الكيلوات ساعة تتغير من «0.0074» د.ل / كيلوات ساعة فى حالة ان معدل الفائدة = 0 الى 0.040 د.ل/ كيلو وات ساعة فى حالة معدل الفائدة = 10٪

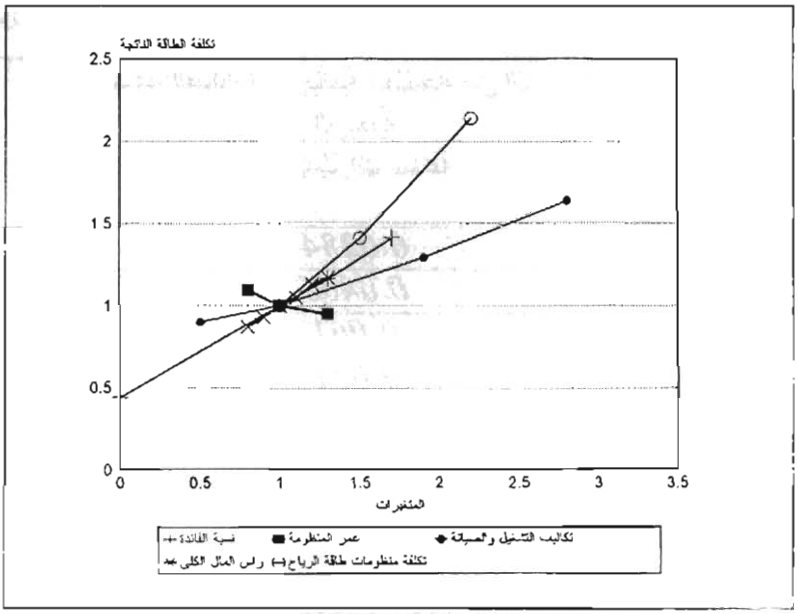
اما المبلغ الكلى المستثمر او راس المال الكلى لانشاء المزارع الريحية فهو عادة يتراوح بين 125٪ و 160٪ من تكلفة منظومات طاقة الرياح لذلك فقد تم اختياره على ان يكون ما بين 130٪ ـ 170٪ من تكلفة منظومة طاقة الرياح وهذا يجعل تكلفة الطاقة الكهربائية المنتجة يتراوح من «0.0246 ـ 0.032» د.ل/ كيلو وات. ساعة على التوالى . الجدول رقم «4» يوضح تأثير تغير راس المال فى تكلفة الطاقة الناتجة .

اما تغيير عمر المنظومة من 20 سنة الى 30 سنة فانه يؤدى الى تغيير تكلفة الطاقة الكهربائية الناتجة من المنظومات من 0.031 د.ل/ كيلو وات ساعة للمنظومة ذات العمر 20 سنة الى «0.0266 ـ 0» د.ل/ كيلو وات ساعة للمنظومة التى عمرها 30 سنة . اما تكاليف التشغيل والصيانة فهى عادة ما تتغير بين القيم 1.5٪ الى 2.5٪ من راس المال الكلى وفى هذه الورقة تم تغير تكلفة التشغيل والصيانة من 1.5٪ الى 10٪ من قيمة راس المال الكلى .

وهذا يجعل تكلفة الطاقة الكهربائية مابين «0.025 ـ 0.0506» د.ل/ كيلو وات ساعة على التوالى .

9 . مناقشة النتائج

الشكل (2) يوضح المتوسط الشهرى لسرعة الرياح لبعض نماذج من المحطات. يتضح من هذا الشكل ان المناطق الشرقية «درنة وطبرق» تتمتع بسرعات رياح عالية ففى درنة يتغير



شكل (8) تحليل الاستجابة لمتغيرات طاقة الرياح

المتسوط الشهرى لسرعة الرياح من 5 . 4 م/ث فى شهر اكتوبر الى اقصى معدل 5 . 7 م/ث فى شهر فبراير واقصى قيمة مسجلة لسرعة الرياح لمدينة درنة هى 3 . 28 م/ث وهى قيمة اقصى

سرعة للرياح فى المناطق الاخرى مابين 15م/ث كانت فى مدينة الكفرة و 13م/ث كانت بمدينة نالوت خلال فترات القياس المنوه عنها فى جدول (1) . الشكل رقم (3) يوضح النمط اليومى لبعض المحطات والذى نستنتج منه بان النمط اليومى لسرعة الرياح لاغلب المدن منحنى يكون على شكل جرس فى هذه المحطات حيث تزداد سرعة الرياح خلال النهار وتقل خلال الليل ، عدا مدينتى درنة ونالوت حيث ان منحى النمط اليومى لسرعة الرياح فيها يكون دوريا .

اما الشكلان (4) و (5) فيوضحا المتوسط الشهرى لمتغيرى القياس والشكل لدالة ويبل لبعض المحطات . ومنها نستنتج ان معامل الشكل لدالة ويبل يتراوح مابين «1 . 6 ـ 2 . 0» وذلك بمدن المنطقة الغربية ماعدا مدينه رواره التى يصل بها معامل الشكل لدالة ويبل الى 2 . 5 .

اما فى الجزء الشرقى فان اغلب المدن يتراوح معامل الشكل بها «1 . 7 ـ 2 . 8» عدا مدينة اجدابيا التى يكون بها مابين «1 . 5 ـ 1 . 9» اما مناطق الوسط والجنوب فيتراوح ما بين «1 . 8 ـ 3 . 0» وعموما فان متوسط قيمة معامل الشكل والقياس لدالة ويبل للمحطات مبين بالجدول رقم (2) .

وبشكل عام ومن خلال ما سبق يتضح ان طاقة الرياح متاحة فى الجماهيرية بشكل جيد وهذا يحتم التفكير بجدية لاستغلالها فى مجالات عدة مثل ضخ المياه فى الاغراض الزراعية والرعوية وذلك فى المناطق الساحلية وبعض المناطق الداخلية وايضا استخدامها فى توليد الكهرباء وبصفة خاصة فى الجزء الشرقى من البلاد كمدينة درنة وطبرق ، وشحات وذلك عن طريق انشاء مزارع ريحية كبيرة لتوليد الكهرباء وربطها بالشبكة العامة للكهرباء .

كما ان التحليلات الاقتصادية اوضحت ان تكلفة الطاقة الكهربائية الناتجة من منظومات طاقة الرياح يمكن أن تكون منافسة لتكلفة الطاقة الكهربائية من المحطات التقليدية ■

المراجع

(1) Lewis, Gladius, (Wind power Availability In Zimbabwe), Solar and Wind Technology, Vol.3, No1, PP73– 74, Pergamaon Press, 1986.

(2) Rohatgi, J.S...et al, Describing Wind Speed Variation by Weibull Distribution For Energy Estimation, Iv Congresso Brasileiro De Energia Rio De Janeiro.

(3) Justus, C.G...et al,Methods For Estimating Wind Speed Frequency Distributions, Journal of Applied METEOROLOGY vol. 17 ,American Meteorolgical Society, 1978.

(4) poje, D. and Cividini, Assessment of Wind Energy Potential In Croatia, Solar Energy, vol. 41, No 6, PP 543–554 Pergamon Press, 1988.

(5) Chen, A.A ...et al, Wind power In Jamica, Solar Energy, vol. 44, No, 6, PP 355– 365, Pergamon Press 1990.

(6) Ojosu, j.o and Salawu, R.I, A Survey of Wind Energy potential In Nigeria, Solar and Wind Tecnology, vol. 7, No 2/3. PP 155–167, Pergamon Press, 1990.

(7) Nfaoui, H. Bahraui, Y. Darwhish, A.S and Sayigh, A.A.M, Wind Energy Potential In Morocco, Renewble Energy, vol 1, No. 1, p 1–8, pergamon press, 1991.

ملخص

هذه الورقة تقدم تحليلاً لبيانات الرياح لعدد 16 محطة أرصاد جوية موزعة بين مدن الجماهيرية لفترات زمنية تصل لعشر سنوات ، حيث ستتناول هذه التحليلات النمط اليومي لسرعة الرياح ، والمتوسط الشهري والمتوسط السنوى لسرعة الرياح وقد استعملت دالة ويبل للتوزع التكرارى لدراسة نمط وتوزيع الرياح فى مواقع هذه المحطات ، وقد تم حساب عوامل القياس والشكل لدالة ويبل وأيضا القدرة المتاحة لكل محطة وأبرزت نماذج من هذه التحليلات فى شكل جداول وأشكال لبعض المحطات وأخيرا تم حساب معامل السعة لعدد من المحطات واجريت التحليلات الاقتصادية لبيان جدوى استخدام التربينات الريحية فى الجماهيرية .

وقد اتضح من خلال النتائج المنبثقة عن هذه الدراسة أن قدرات الرياح متاحة بصورة مرضية فى معظم محطات الارصاد التى تمت دراستها ، مما يمكن من استخدامها فى اغراض مختلفة مثل ضخ المياه لاغراض الرى فى بعض المناطقة الساحلية وبعض المناطق الداخلية الاخرى وايضا استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية وخاصة فى الجزء الشرقى من البلاد حيث يتميز بسرعات رياح عالية كما فى مدينة درنة ومدينة طبرق .

وقد وجد من هذه الدراسة بأن تكلفة الطاقة الناتجة من الرياح تقارب من تكلفة الطاقة الناتجة من المحطات التقليدية .