التوزيع الجغرافي للرياح ودورها في إنتاج الطاقة في ليبيا

إعداد: د/ شرف الدين أحمد سالم

مقدمة

تعد الرياح أحد عناصر المناخ الأساسية التي تتأثر بقوة كوريول في اتجاهاتها وتوزيع الضغط الجوي في سرعتها، ويمكن التعامل مع حركة الهواء على المستوى التفصيلي، على كونها موردا ذا قيمة ثمينة يمكن الاستفادة منه، وتعد طاقة الرياح من مصادر الطاقة المتجددة حيث تتسم بالوفرة والنظافة وسهولة الاستعمال، خاصة وان هذه الطاقة استخدمت مند فترات تاريخية قديمة عند العراقيين القدماء والفراعنة، في النقل المائي والزراعة والصناعة، ويعد البروفيسور الدنمركي لأكور الرائد في توليد الطاقة الكهربائية بواسطة طواحين الهواء في القرن التاسع عشر.

ومما أدى إلى زيادة التركيز على دراسة طاقة الرياح هو وجود ضرورة ملحة لتحويل الطاقة الملوثة إلى طاقة نظيفة، لمجابهة مشكلة تغير المناخ العالمي ومخاطرة البيئية، وتعتبر طاقة الرياح هي انسب مصادر الطاقة النظيفة المتاحة دائما مقارنة بالطاقة الشمسية (التي تقتصر على ساعات السطوع).

وتعد ليبيا من الدول التي تتوفر فيها طاقة الرياح لوقوعها ضمن خلية هادلي مع خلية فريل(دائرة العرض 30ْ شمالا) أي ضمن منطقة نشوء الرياح العكسية، وتتميز المناطق التي يسيطر عليها نفس مناخ ليبيا مثل مصر بقدرتها على توليد طاقة الرياح والتي بلغت 320 ميجاوات في عام 2006 [1].وعلى الرغم من ذلك

[1]) وزارة الكهرباء والطاقة ، جمهورية مصر العربية،: التقرير السنوي لوزارة الكهرباء والطاقة عام 2005-2006.

عدم وجود استثمار لطاقة الرياح على أرض الواقع بالرغم من توفر جميع المقومات . كما أن ليبيا من بين الدول الأكثر حاجة لهذه الطاقة بسبب الحاجة المتزايدة والملحة للطاقة الكهربائية.

تساؤلات البحث:

هل الرياح قادرة على توليد الطاقة بشكل دائم ومستمر؟

هل كل محطات البحث قادرة على إنتاج طاقة الرياح؟

هل إنتاج الطاقة الكهروريحية ثابت في جميع فصول السنة؟

أهداف البحث:

تتبع وتحليل خصائص سرعة الرياح السطحية في أقاليم ليبيا الجغرافية.

تحديد انسب المواقع لإنشاء مزارع الرياح لتوليد الطاقة في ضوء المعطيات الجغرافية.

تقييم جدوى استغلال طاقة الرياح المتجددة في ليبيا.

أسباب اختيار الموضوع:

إن اختيار ليبيا لتطبيق هذا البحث له أهميه خاصة لعدة أسباب من أهمها:

قلة الدراسات إن لم يكن انعدامها في هذا المجال .

تحديد مناطق الرياح الدائمة له دور كبير في استثمار الطاقة .

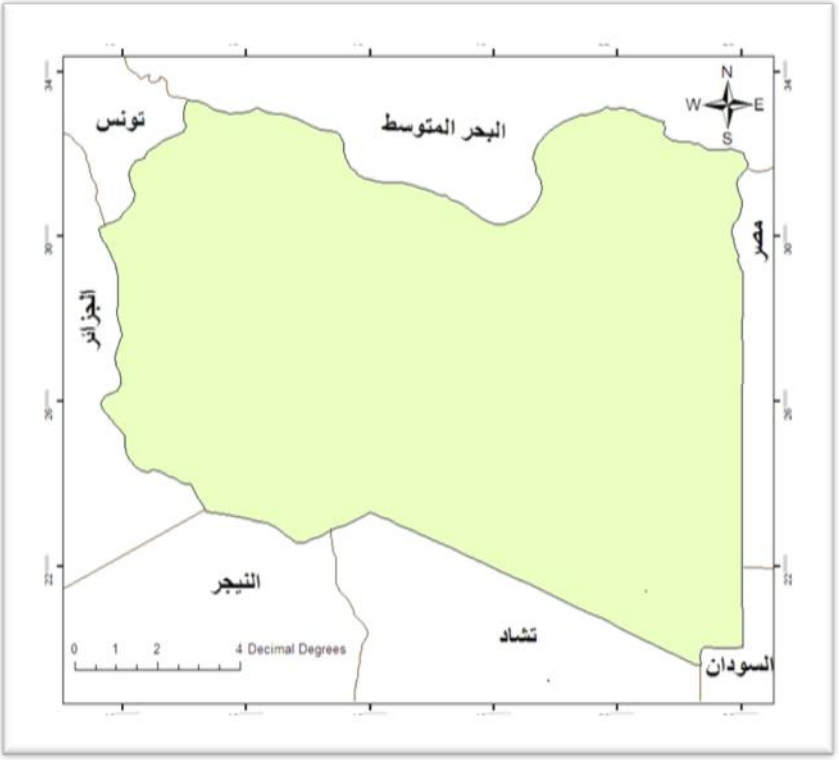
العجز الذي تواجهه ليبيا في إنتاج الطاقة .

أهمية البحث:

تنبع أهمية البحث من دوره في معرفة أكثر المناطق ملائمة لتوليد طاقة الرياح ومدى الاعتماد عليها قي زيادة إنتاج الطاقة على مستوى الدولة.

الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة: تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 18 ° و 33 ° شمالا، وبين خطى طول 9° و 25° شرقا .

الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة: يحدها البحر المتوسط من ناحية الشمال، والحدود التونسية والجزائرية من ناحية الغرب، والحدود المصرية والسودانية شرقاً، أما من الناحية الجنوبية فتحدها كل من النيجر وتشاد، خريطة (1).



خريطة (1) موقع منطقة الدراسة

مناهج البحث:

ارتبط موضوع البحث بالجانب التطبيقي لدراسة وتحليل بيانات الرياح مما أدى إلى الاعتماد على منهجين : المنهج الوصفي الذي تم من خلاله وصف الظاهرة المناخية، وجمع البيانات لعدد 31 محطة أرصاد جوية. المنهج التحليلي: حيث تم تحليل البيانات الكمية ذات الصلة بالموضوع، والخروج بالنتائج المرتبطة به.

مصادر وأساليب البحث:

اعتمدت الدراسة على مصلحة الإرصاد الجوية الليبية في جمع البيانات لعدد 31 محطة، موزعة على إقليم الدراسة، جدول (1)، والخريطة (1)، وتراوحت فترة البيانات من 22– 34 سنة. وتم التحليل الإحصائي للقيم المستخدمة في البحث باستخدام برنامج spss.

جدول رقم (1) محطات الأرصاد الجوية التي تعتمد عليها الدراسة

اسم المحطة	الارتفاع (متر)	خط العرض (شمال)	خط الطول (شرق)	اسم المحطة	الارتفاع (متر)	خط العرض (شمال)	خط الطول (شرق)
درنة	26	32 47	22 35	الخمس	22	32 38	14 18
شحات	621	32 49	21 51	الكفرة	436	24 13	23 18
البيضاء	532	32 45	21 42	غريان	741	32 04	13 01
بنينا	129	32 05	20 16	غدامس	357	30 08	09 30
سرت	13	31 12	16 35	غات	692	25 08	10 09
مصراتة	32	32 19	15 03	هون	263	29 07	15 57
طرابلس	25	32 45	13 11	الجغبوب	01	29 45	24

							32
صرمان	23	45 32	35 12	جالو	60	02 29	21 34
زواره	03	0 5 32	05 12	مرزق	78	56 25	13 56
نالوت	621	52 31	59 10	اوباري	463	36 26	12 47
الزنتان	713	56 31	14 12	صبراته			
الرجبان	688	57 31	06 12	سبها	432	01 27	14 26
يفرن	691	05 32	33 12	تازربو	260	48 25	21 08
القريات	497	23 30	35 13	تراغن	421	56 25	14 27
مزده	476	27 31	59 12	جدابيا	07	43 30	20 10
الزاوية	35	45 32	45 12				

المصدر: عمل الباحث إستناداً إلى:

Climatologically Bulletin.(1997) Meteorological Department. Tripoli. Libya: p 2.

خريطة (2) التوزيع الجغرافي لمحطات الدراسة

التطور التاريخي لاستغلال طاقة الرياح

استخدمت طاقة الرياح مند عام 3000 قبل الميلاد على شكل مراكب شراعية في مصر، واستخدمت الطواحين الأولى لطحن الحبوب في عام 2000 قبل الميلاد في بابل [1]

[1] – www.marefa

وبعد ظهور الطاحونة المائية ظهرت طاحونة الهواء، ويصادف أول ذكر لطاحونة الهواء عام 644 م في تقرير الاتهام بحق أبو لؤلؤ قاتل الخليفة عمر بن الخطاب عندما وصف بأنه باني الطواحين الهوائية. واستعمل المسلمون طاقة الرياح في إدارة الطواحين مند القرن الرابع الهجري، وقد حكا الغزولي المتوفى 1412م في أمر هذه الطواحين ما يبين إن الممكن تنظيم سرعتها بواسطة منافس تغلق وتفتح فيها. وذلك أنها إذا كانت سريعة جدا احرق الدقيق فيخرج اسود وربما حمي الرحى فانفلق .[1]

ويرجع أول ذكر للطواحين الهوائية في أوربا عام 1105 م فقد حفظت في الأرشيف موافقة أعطيت لأحد الأديرة لبناء الطواحين. والمدونات التاريخية الفرنسية لعام 1180، والانجليزية لعام 1190 تكلمت بوضوح عن الطواحين الهوائية.[2]

إن الاكتشافات العلمية سرعت في إيجاد مصادر بديلة للطاقة وأعطت الأولوية للفحم الحجري والنفط، مما أدي إلى ركود في تطوير استغلال الرياح كمصدر للطاقة في العالم. ونتيجة للمشاكل التي صاحبت مصادر الطاقة البديلة (الفحم الحجري، النفط) من تلوث للبيئة، وعدم توفرها في جميع دول العالم، وارتفاع أسعارها، وإمكانية نضوبها، أدى إلى توجه أغلب الدول الأوربية وأمريكا الشمالية إلى العودة لاستغلال الرياح كمصدر للطاقة. مما أدى إلى تطور سريع في شكل وتقنيات توربين الرياح، ففي سنة 1988 م أقيمت في سكوتلندا أول طاحونة للهواء لإنتاج الطاقة الكهربائية، شيدها البروفسور جمس بليت من معهد أندرسون، وكانت تعمل في شحن بطاريات طورها الفرنسي كامبل الفونس فور لإنارة كوخ دخل التاريخ على انه أول بيت ينار بكهرباء الرياح. وفي أواخر القرن التاسع عشر تم تحويل

[1] – محمد رأفت إسماعيل ، على جمعة الشكيل (1988)، الطاقة المتجددة، دار الشروق، ص 100.

[2] – فلاديمير كارتسيف، واخرون، ت.محمد غياث الزيات، (1994)، ألاف السنيين من الطاقة، عالم المعرفة، سلسلة يصدرها المجلس الوطني للثقافة، الكويت، ص 34.

طاقة الرياح من مجرد طاقة حركية إلى طاقة كهربائية قابلة للتخزين والنقل لمسافات بعيدة.

تطور الإنتاج العالمي

يمكن القول إن ثمة سباقاً في العالم إلى استخدام طاقة الرياح. ففي يونيو 2014م، كانت طاقة الرياح تستأثر بنسبة 4% من إنتاج الكهرباء عالمياً وبمختلف الوسائل، وهذه النسبة تنمو بسرعة كبيرة. ففي العالم اليوم نحو 200 ألف توربينة كهرباء، بلغ إنتاجها في آخر عام 2015م نحو 432 جيغاواط، وبلغ إنتاج الاتحاد الأوروبي وحده في سبتمبر 2012م أكثر من 100 جيغاواط. وفي الأرقام الأمريكية أن الطاقة المولَّدة بالرياح في الولايات المتحدة خلال السنوات العشر الماضية، ازدادت سنوياً بنسبة 30%، وهي أكبر مصدر للطاقة المتجددة اليوم (أكبر من الطاقة الشمسية والتيارات البحرية، وغيرها). وحتى العام 2010م كانت الولايات المتحدة تحتل المرتبة الأولى في العالم بإنتاج الكهرباء من طاقة الرياح. لكن الصين، العاملة بسرعة في اعتماد الطاقة المتجدّدة تخطتها.

وقد احتلت إسبانيا منذ العام 2010م المرتبة الأولى بين الدول الأوروبية في إنتاج طاقة الرياح، بإنتاج 42,976 جيغاواط ساعة، أما ألمانيا فهي الأولى في أوروبا بالسعة المنشأة في هذا القطاع، وهي تبلغ 27,215 ميغاواط. وبهذا السباق، بلغت نسبة الطاقة الكهربائية الأوروبية المنتُجة بالرياح 11,4% من مجموع ما تنتجه أوروبا من طاقة كهربائية.

ويبين الجدول (2) ترتيب الدول العشر الأول في العالم، إنتاجاً لكهرباء طاقة الرياح، في أرقام العام 2004.

جدول رقم (2) يبين القدرة العظمى لنظم طاقة الرياح المركبة عالميا (M W e).

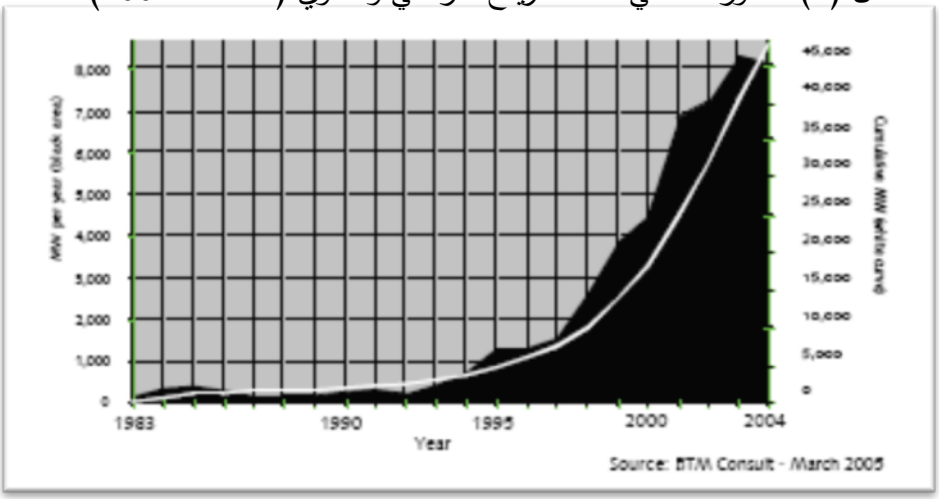
البلد	2001	2004
ألمانيا	8734	14612

الولايات المتحدة	4245	6361
إسبانيا	3550	6420
الدنمارك	2465	3076
الهند	1456	2126
إيطاليا	700	922
المملكة المتحدة	525	759
هولندا	523	938
الصين	406	571
اليابان	357	761
باقي دول العالم	1975	3756
المجموع	24927	40301

المصدر: روبرت ل. ايفانز، ت. فيصل حردان، (2011، شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة، المنظمة العربية للترجمة ، بيروت، لبنان، ص 153.

وثمة معيار آخر، قد يكون أهم من وجهة نظر مختلفة، في تعيين مكانة الدول في هذا المضمار، وهو النسبة التي ينتجها بلد ما من كهرباء بطاقة الرياح، بالمقارنة مع مجموع ما ينتجه من كهرباء بكل الوسائل الممكنة. ففيما بلغ إنتاج العالم عام 2015 من طاقة الرياح، بالمقارنة مع الإنتاج بجميع الوسائل 3,5%، تخطت بعض الدول هذه النسبة، متقدمة على كثير من الدول الأخرى كما يبين الشكل (3).

الشكل (3) التطور العالمي لطاقة الرياح التراكمي والسنوي (1983– 2004)



المصدر: بوتي ب . باينبولى، اخرون، ت. محمد مصطفى الخياط، طاقة الرياح والية التنمية النظيفة، وزارة الكهرباء والطاقة ، مصر، يوليو 2006، ص21.

أما بالنسبة للدول العربية نجدها تقاعست على تعميم استخدام الطاقات المستدامة لتوليد الكهرباء، فاهتمامهم الأول هو الاعتماد على استخراج النفط والغاز، إلا أن الزيادة السريعة والمرتفعة في استهلاك الكهرباء في الدول العربية بنحو 7.4% سنويا، وعدم توفر مخزون نفطي في العديد من الدول العربية وتقليص نفقاتها على استيراد الطاقة، والوعي المتزايد بضرورة تحسين البيئة، أدى إلى زيادة الاهتمام بهذه الطاقة كمصدر بديل للطاقة في الدول العربية، وتعد كل من المغرب والأردن دول غير منتجة للنفط واتجهت إلى تشييد مشاريع الطاقة المستدامة، ويهدف المغرب للحصول على اثنين جيغا وات من طاقة الرياح بحلول 2020، مع العلم أنة ينتج حاليا 750 ميغاوات من طاقة الرياح.

ودشن الأردن مرحلة تشييد (مشروع طفيلة) لطاقة الرياح عام 2015 بطاقة 117 ميغاوات، كما تشيد شركة كورية مشروع لطاقة الرياح بطاقة 89 ميغاوات ليبدأ الإنتاج عام 2018.

توجد عدة مشروعات لطاقة الرياح في مصر منها، محطة توليد الكهرباء بطاقة الرياح قدرة ٢٢٥ ميجاوات، ومشروع تجريبي لأنظمة مزدوجة رياح/ ديزل بمحافظة مطروح، ومزرعة رياح قدرة ٤.٥ ميجاوات بالغردقة، وقد بلغت الطاقة المنتجة من محطات الرياح في نهاية عام ٢٠٠٤ نحو ٣٦٨ جيجا وات / ساعة، أما نسبة مشاركة الرياح من إجمالي القدرات المركبة فهي 0.8 % ومن المتوقع الوصول بإجمالي طاقة الرياح إلي ٨٥٠ ميجاوات بعام 2010 ، لتمثل مشاركتها حوالي ٣ %من إجمالي القدرات المركبة في ذلك الوقت[1].

العوامل الطبيعية المؤثرة في الرياح بإقليم الدراسة.

إن استغلال طاقة الرياح مرتبط كليا بسرعتها والتي يجب ألا تقل في المتوسط عن 8 ميل في الساعة ولا تزيد عن حد معين، تحدد قيمته بحسب نوع الجهاز المستخدم في عملية التحويل، وبحسب الارتفاع والمكان الذي سينصب فيه. وتنتج طاقة الرياح من اختلاف درجات تسخين الشمس للجو ومن عدم استواء سطح الأرض، كما إن مورد طاقة الرياح متغير من حيث الزمان والمكان.[2] وتنقسم العوامل الطبيعية المؤثرة في سرعة الرياح إلى :

درجة العرض : تقع ليبيا بين دائرتي عرض َ45 ْ18 و َ57 ْ32 درجة شمالا مما يعنى امتدادها لحوالي َ12 ْ14 عرضية ويعد الموقع الفلكي هو المحدد لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي وطول النهار على مدار السنة الذي بدورة ينعكس تأثيره على عناصر المناخ الأخرى (حرارة، رياح، أمطار) وتنشأ الرياح نتيجة اختلاف

[1] – محمد مصطفى الخياط، (2006)، الطاقة – مصدرها– أنواعها– استخداماتها، القاهرة ، ص 55.

[2]– سلاف عدنان النوري، عبير يحيى الساكني، (2014)، إمكانية سرعة الرياح في العراق، ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة كلية التربية الإسلامية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل ، العدد 18، ص 358 .

الضغط لتتحرك من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض والذي بدورة يتأثر بدرجة الحرارة الناتجة عن الإشعاع الشمسي

وهذا الموقع جعل منطقة الدراسة ضمن خلية هادلي (دائرة عرض 30 شمالا) أي ضمن منطقة نشوء الرياح العكسية.

المسطحات المائية : تنعدم المؤثرات المائية على مناخ منطقة الدراسة بشكل عام لعدم إشرافها على مسطحات مائية كبيره مثل المحيطات، وإنما تقتصر المؤثرات البحرية على البحر الأبيض المتوسط الذي تطل علية بساحل يبلغ طوله 1900 كم ويقتصر تأثيره على المناطق الساحلية ولا تتوغل إلى الداخل.

يعد البحر المتوسط منشأ لتكوين الانخفاضات الجوية الشتوية، حيث تهب الرياح الشمالية الشرقية على منطقة الدراسة حاملة معها مؤثرات بحرية تعمل على تلطيف درجة الحرارة صيفا وزيادة الرطوبة شتاء[1].

التضاريس : يتضمن عامل التضاريس الاختلاف في الفوارق التضاريسية (المناسيب) والاختلاف في امتداد الجبال واتجاهاتها طولا وعرضا بالنسبة للظواهر الديناميكية كالرياح.

يسيطر على منطقة الدراسة تضاريس مستوية في أغلبها باستثناء بعض المرتفعات الجبلية في الشمال (الجبل الغربي، الجبل الأخضر) والتي يتراوح ارتفاعها مابين 600 و 800 متر فوق مستوى سطح البحر، والتي تكون عائق للرياح الشمالية وتمنع توغلها إلى الداخل وسقوط أمطارها على سفوح المناطق المرتفعة. إضافة إلى وجود السهول الساحلية كأحد مكونات تضاريس المنطقة، والتي تتمثل في سهل

[1]- يوسف عبد المجيد فايد ، وعبد القادر عبد العزيز على (1994) : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة، ص93 .

الجفارة، سهل الخمس و مصراتة، سهل سرت، ،سهل بنغازى، السهول الشرقية، ولا تشكل عائق لحركة الرياح، وموازاة الساحل للرياح العكسية كما هو الحال في الشريط الساحلي الممتد من خليج بمبه إلى إمساعد [1] مما يقلل الاستفادة منها في سقوط الأمطار على الساحل ولكن يمكن الاستفادة من حركة الرياح في توليد الطاقة.

أما المنطقة الصحراوية التي تمثل أغلب مساحة البلاد، فهي لا تشكل عائق لحركة الرياح وإنما يسيطر عليها كتل هوائية حارة ذات منشأ قاري مستقرة مما يقلل الاستفادة من حركة الرياح في اغلب فصول السنة (خاصة الصيف).

الكتل الهوائية : تتعرض ليبيا لمجموعة من الكتل الهوائية خلال فصول السنة، وهي التي تسيطر على توزيع الضغط الجوي الذي بدورة يؤثر على حركة الرياح واتجاهاتها، وكل كتلة هوائية تحمل خصائص المنشأ التي تكونت علية ، وتتعرض منطقة الدراسة إلى الكتلة القطبية القارية (PAC) خلال فصل الشتاء وتؤدى إلى حدوث حالة عدم استقرار مما يسبب في إثارة بعض العواصف وسقوط الأمطار. وتتعرض المنطقة إلى الكتل الهوائية القطبية البحرية (PAM) والتي تنشأ فوق المحيط الأطلسي وهي تسبب أيضا في إثارة عواصف شديدة وهي التي تحمل للنطاق الساحلي الشمالي في معظم منطقة الدراسة الرياح الغربية العكسية التي تسبب سقوط الأمطار.

تتعرض المنطقة إلى عبور الكتل الهوائية المدارية القارية (TIC) المتكونة على الصحراء الكبرى وتتميز بجفافها طول العام وهى المسئولة على هبوب الرياح

[1] – فتحي أحمد الهرام، (1995)، الجماهيرية دراسة في الجغرافية، تحرير: الهادي أبو لقمة، سعد القزبري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، ص152.

الجنوبية (القبلي) في نهاية الربيع وأوائل الخريف.[1] تم تأتي الكتل الهوائية المدارية البحرية (TM) المتكونة فوق المحيط الأطلسي في مؤخرة المنخفضات الجوية الربيعية على شكل رياح غربية تعمل على تلطيف درجة الحرارة لان هوائها باردا نسبيا.

الكتل الهوائية المدارية المعتدلة مصدرها جنوب أوربا ويصل تأثيره إلى شمالي منطقة الدراسة على هيئة رياح تجارية جافة.

الضغط الجوى : الضغط الجوى ذو أهمية كبيرة في الأرصاد الجوية، فهو العامل الحاسم على توزيع الرياح على سطح الأرض من حيث اختلاف اتجاهها وسرعتها، ومن ثم على دورها في سقوط الأمطار على بعض مناطق إقليم الدراسة. ونتيجة لانتقال الشمس الظاهري في فصل الشتاء إلى مدار الجدي يصبح حوض البحر المتوسط عبارة عن إقليم من الضغط المنخفض النسبي يتوسط منطقة الضغط المرتفع التي تظهر بين دائرتي عرض 20 ، 40 درجة شمالا، وخطى طول 30 غربا و180 شرقا، والمتمثلة في منطقة المرتفع الأوراسي المتمركزة في آسيا وشرق القارة الأوروبية ، ومنطقة الضغط المرتفع الأزورى على المحيط الأطلسي، والتي تمتد في هذا الفصل فوق صحراء شمال أفريقيا. [2] وبهذا تكون الأجزاء الشمالية لليبيا أبرد من البحر المتوسط الذي يمثل في ذلك الوقت منطقة ضغط منخفض ليصل الضغط الجوى على اليابس ما بين 1019 ، 1024 ملليمبار، في حين يصل على منطقة البحر المتوسط ما بين 1016 ، 1018

[1]– عبد العزيز طريح شرف، (1995) ، جغرافية ليبيا، الإسكندرية، ص155.

[2] محمد إبراهيم حسن، 2004، قراءات جغرافية في التباين البيئي ومظاهرة، المكتبة المصرية ، الإسكندرية،مصر، ص 228 .

ملليمبار.[1] ونتيجة لذلك تتعرض ليبيا لمرور الانخفاضات الجوية التي لا تنقطع خلال هذا الفصل وهى قادمة من مناطق الضغط المرتفع المحيطة بالبحر المتوسط إلى منطقة الضغط المنخفض المرتكزة على البحر، وتندفع هذه الانخفاضات من ناحية المحيط الأطلسي عبر ممر كاركا سون بخليج بسكاى في الشمال ومضيق جبل طارق في الجنوب.

ويتباين الضغط الجوى في شهر فبراير في إقليم الدراسة، فنجده في المناطق المرتفعة يصل إلى 954.8 ملليمبار في نالوت، وحوالي 950.8 ملليمبار في شحات، بينما يتراوح ما بين 1016.7 و 1025.9 في المناطق الساحلية، ويصل الضغط في بنينا إلى 1008.3 التي يصل ارتفاعها 129 متراً عن مستوى سطح البحر، ويرجع التباين في الضغط إلى الاختلاف في الارتفاع أكثر من تأثير عامل الحرارة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة في هذا الفصل بشكل عام، ويؤثر هذا الاختلاف في الضغط على الحركة اليومية للرياح .[2]

تتحرك الشمس ظاهريا وتتعامد على مدار السرطان في فصل الصيف، وبذلك تتزحزح منطقة الضغط المرتفع الأزورى نحو الشمال، ويمتد منها ذراع يتمركز على البحر المتوسط، ونتيجة لارتفاع درجة حرارة اليابس تمتد منطقة ضغط منخفض على شمال أفريقيا، وكذلك أواسط آسيا مركزها الخليج العربي ، ويتراوح الضغط في

[1] محمد مبروك المهدوى، 1998، جغرافية ليبيا البشرية، جامعة قاريونس، بنغازى، ليبيا، ص 57.

[2] (Climatologically Bulletin : 1997 : P. 43)

الإقليم ما بين 945.2 ملليمبار في المناطق المرتفعة، و 1014.4 ملليمبار على المناطق المنخفضة في شهر أغسطس .[1]

أما في فصل الربيع فتتزحزح المنخفضات الجوية قليلا نحو الشمال، وتكون أقل عمقا وأضعف أثرا على مناخ الساحل الليبي من المنخفضات الشتوية، أما في فصل الخريف فتتزحزح هذه المنخفضات قليلا نحو الجنوب، ويزداد بالتالي تأثيرها، إلا أنها أقل عمقا وأثراً من المنخفضات الشتوية والربيعية، وتؤدى إلى سقوط رخات قليلة من المطر على المناطق الساحلية.

وبشكل عام يقدر المتوسط السنوي لعدد المنخفضات الجوية التي تعبر البحر المتوسط بحوالي 50 منخفضا جويا، وإن أعلى معدل لمرورها يحدث في شهر يناير، وأقل معدل في شهر يوليو، وبذلك فإن معدل مرورها في فصل الشتاء أكثر من أي فصل آخر ليبلغ حوالي 19 منخفضا جويا تقريباً. [2]

الضغط الجوى والرياح :

يرتبط توزيع الرياح التي تهب على إقليم الدراسة بالضغط الجوى الذي يرتفع في فصل الشتاء أكثر منه في فصل الصيف، كما ذكرنا سابقا، ومن ثم فإن الرياح التي تهب على الإقليم في فصل الشتاء هي الرياح الغربية والشمالية الغربية، وهى رياح

[1] Climatologically Bulletin : 1997 : P. 51

[15]– مفيدة ابوعجيلة يلق، 2007، مناخ الساحل الليبي وأثرة على النشاط الزراعي، معهد البحوث والدراسات العربية،القاهرة، ص45 .

رطبة مسببة للمطر نتيجة لمرورها على البحر المتوسط فتتحمل ببخار الماء، وتسقط أمطارها عند تعامدها على المرتفعات الشمالية، وتهب على الجبل الأخضر بنسبة 45% من جملة الرياح الهابة على إقليم الدراسة. [1]

وتهب الرياح الغربية من المرتفع الأزورى، وتمر عبر مضيق جبل طارق إلى البحر المتوسط موازية للساحل الشمالي لليبيا، ولا تسقط أمطارها عليه إلا عند اصطدامها بالمرتفعات مثل الجبل الأخضر لبروزه إلى الشمال في وسط البحر.

وكذلك تهب الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية على الإقليم والآتية من الضغط المرتفع المتمركز على الصحراء (رياح القبلي)، وتتصف هذه الرياح بارتفاع درجة حرارتها التي تصل إلى 50 °م، وجفافها بسبب انخفاض نسبة الرطوبة الجوية، والتي تصل إلى 2%، 3%، ومصاحبتها للغبار غالبا، وعادة ما تهب الرياح الجنوبية من شهر أكتوبر إلى شهر مايو، ويختلف تأثيرها على المناطق إذ نجد أن أقل المناطق تأثراً بها مصراتة، وأكثرها بنغازى والمرج، أما باقي المناطق مثل الخمس وترهونة وشحات، فكان تأثرها بها بشكل متوسط .[2]

ويرجع سبب هبوب رياح القبلي كما ذكرنا إلى التغير الحاد في الضغط الجوى، حيث تؤدى هذه الرياح إلى أضرار كبيرة خصوصاً للعاملين في الوسط الزراعي، إذ تعمل على جفاف وموت النباتات والمحاصيل الزراعية نتيجة خصائص الرياح القارية.

[1] (سعد قسطنطين، 1975، مناخ إقليم المرج، مجلة كلية الآداب، العدد السابع ص246-247.

[17] – خالد رمضان بن محمود،1993، الترب الليبية، الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا، ص101 .

أما في فصل الصيف فتهب الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة نتيجة لتمركز الضغط المرتفع في جنوب أوروبا وشمال البحر المتوسط، ويصاحب هذه الرياح طقس صحو، كما تعمل على تلطيف درجة الحرارة في شمالي ليبيا، ولا تؤدى إلى سقوط المطر.

وبشكل عام لا تهب الرياح دائماً على وتيرة واحدة، وتختلف في شدتها باختلاف فصول السنة، أو بالاختلاف داخل الفصل الواحد، وبناء على الجدول رقم (3) الذي يعبر عن الخصائص الأولية والرئيسية لاتجاهات الرياح لمختلف المحطات المدروسة نستنتج أن الرياح الأكثر ترددا على أراضى الإقليم هي الشمالية بنسبة 25%، ثم الشرقية بنسبة 11%، ثم الرياح الجنوبية والرياح الغربية بنسب متقاربة 9.8%، 9.3% على التوالي.

وتعتبر الاتجاهات الانتقالية قليلة التردد بشكل عام إذ تتراوح بين 8% للرياح الشمالية الشرقية، و5.2% للرياح الجنوبية الغربية، في حين يصل تردد الرياح الشمالية الغربية إلى 22%، وهى الرياح التي تساعد على سقوط الأمطار على امتداد الشريط الساحلي.

اتجاهات الرياح فى محطات إقليم الدراسة للفترة 1980- 2002

المحطات	النسبة المئوية لاتجاهات الرياح								سكون
	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	
زواره	24.1	17.3	37	1.9	1	1	6.5	11.1	0.1
مطار طرابلس	27.3	3.6	11.2	22.4	11.9	4.5	10.2	6.2	2.7
مصراتة	35.4	3.2	12.9	2.3	16.6	2.3	14.3	12.5	0.5
بنينا	28.7	14	2.5	13.2	6.5	4.6	4.5	22.5	3.5
شحات	27	8.2	1.7	1.3	13.7	7.2	10.7	25.8	4.4
درنة	7.5	1.5	1	1.9	9.3	11.3	9.8	54.2	3.5
النسبة	25	8	11.1	7.2	9.8	5.2	9.3	22.1	2.5

المصدر: مصلحة الأرصاد الجوية، إدارة المناخ والأرصاد الزراعية، طرابلس، ليبيا.

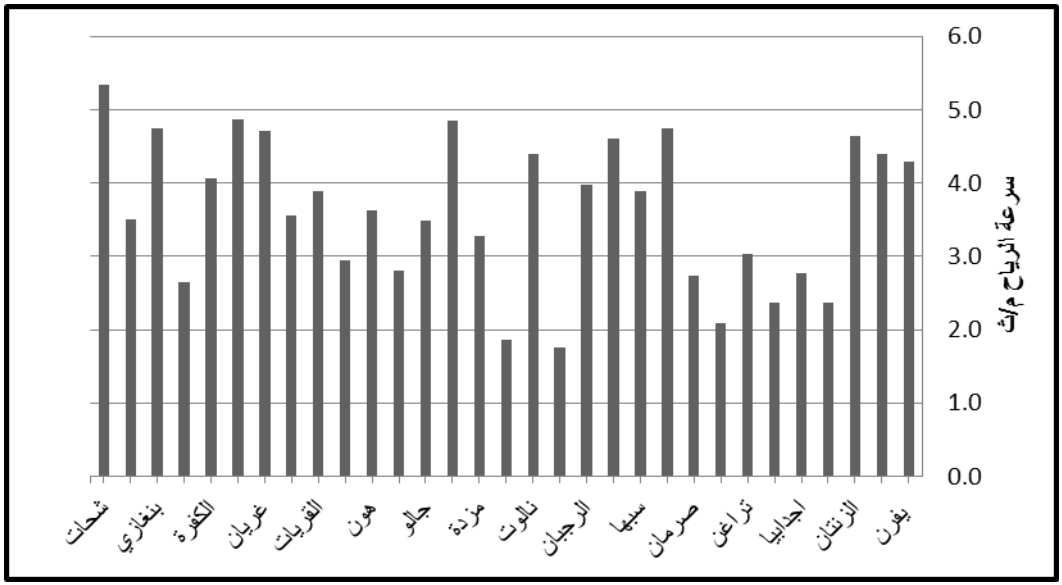
التوزيع الفصلي والسنوي لسرعة الرياح.

أولا: المتوسطات الفصلية:

أ – فصل الشتاء": تختلف متوسطات سرعة الرياح في فصل الشتاء بين محطات الدراسة كما يبين الشكل (4) ويرجع ذلك لخصائص الموقع بالنسبة لكل محطة،

لتسجل أعلى سرعة للرياح في إقليم الدراسة على المناطق المرتفعة بشكل عام، لتبلغ 5.3 م/ث في شحات، ولم يقل متوسط سرعة الرياح في المناطق المرتفعة عن 4 م/ث باستثناء البيضاء التي سجلت 2.7 م/ث، بينما تراوحت سرعة الرياح في المناطق الساحلية ما بين 4.9 م/ث في مصراتة، و2.4 م/ث قي كل من طرابلس والزاوية، في حين يتراوح متوسط سرعة الرياح في المناطق الداخلية (الصحراوية) ما بين 1.8 م/ث في اوبارى، و4.1 م/ث في الكفرة.

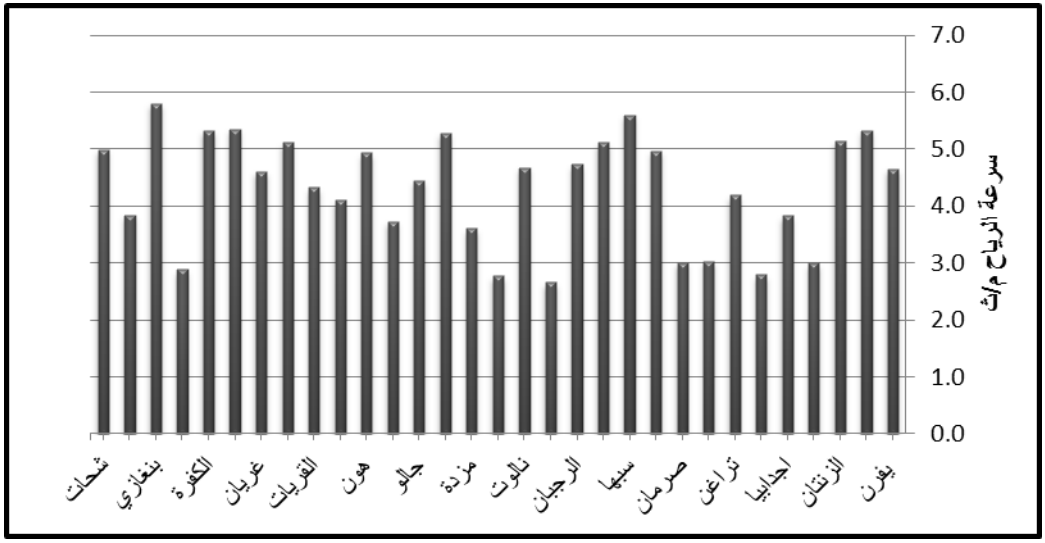
وتبين الدراسة التفصيلية لبيانات الشهور داخل الفصل الواحد اختلاف متوسط سرعة الرياح من شهر لأخر حيث كانت أعلى سرعة للرياح في شهر فبراير لتبلغ 5.48 م /ث في شحات، بينما كانت اقل سرع للرياح في شهر ديسمبر لتبلغ 1.46 م/ث في اوباري.



شكل (4) سرعة الرياح م/ث، في فصل الشتاء في محطات الدراسة.

ب – فصل الربيع: يمتاز فصل الربيع بمعدل ارتفاع سرعة الرياح عنها في بقية الفصول بسبب الاضطرابات الجوية والمنظومات الضغطية القطبية ومنظومات البحر المتوسط، علاوة على نشوء الأخاديد الضغطية التي تعمل على زيادة سرعة الرياح، ويتبين من تحليل الشكل(5) أن متوسط سرعة الرياح لم تقل عن 2.7 م/ث في كل محطات الدراسة، وسجلت أعلى سرعة في بنغازى بحوالي 5.8 م/ث.

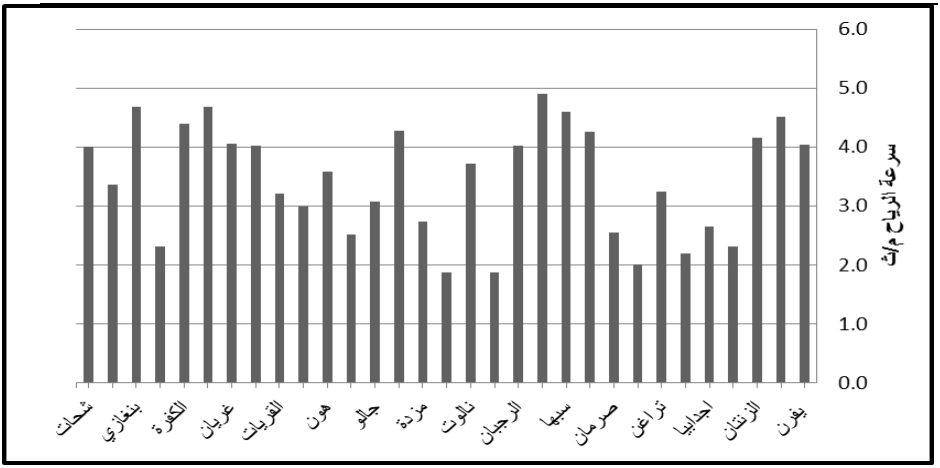
وسجل شهر أبريل أعلى متوسط لسرعة الرياح بمعدل 6.02 م /ث في بنغازى، و كان أقل سرعة للرياح في شهر مارس 2.52 م/ت في اوباري.



شكل (5) سرعة الرياح م/ث، في فصل الربيع في محطات الدراسة.

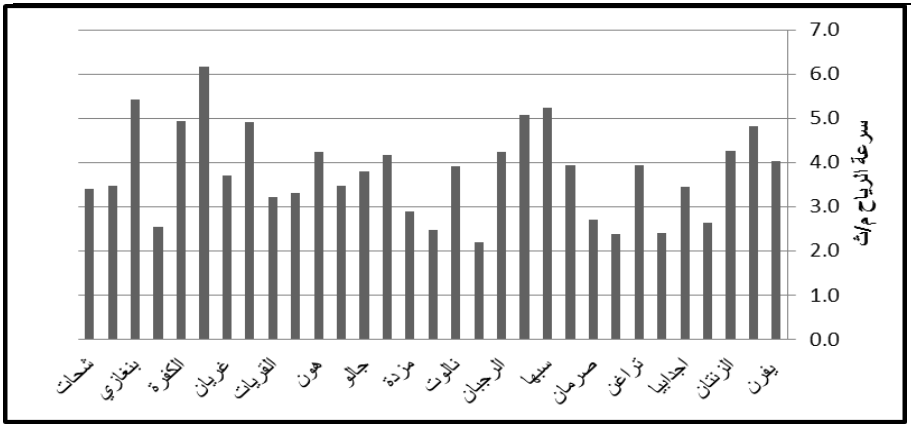
ج – فصل الخريف: تميز فصل الخريف بمعدلات سرعة للرياح أقل من الفصلين السابقين كما يتضح ذلك من الشكل (6) حيث سجلت أعلى سرعة للرياح في درنة

بحوالي 5.2 م/ث تليها بنغازى بسرعة رياح 5.4 م/ث، بينما سجلت اوباري أدنى سرعة للرياح ب2.2 م/ث لتسجل أوباري أدنى سرعة للرياح خلال أشهر الخريف(يونيو، يوليو، أغسطس) مقارنة بباقي المحطات وكان أدناها في شهري يوليو وأغسطس بمعدل 2.14 م/ث، لتكن أعلى سرعة للرياح في درنة بمعدل 5.67 م/ث في شهر يونيو.



شكل (6) سرعة الرياح م/ث، في فصل الخريف في محطات الدراسة.

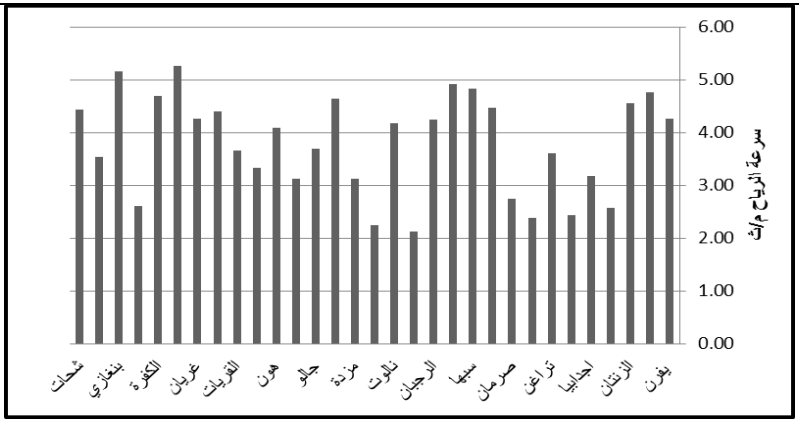
د – فصل الصيف: تنخفض سرعة الرياح في هذا الفصل مقارنة بباقي الفصول، كما يبين الشكل (7)، أغلى سرعة للرياح في صبراتة بمعدل 4.2 م/ث، وكان أدنى متوسط سرعة للرياح في أوباري أيضا بمعدل 1.9 م/ث، لتسجل أوباري بذلك أقل سرعة للرياح في منطقة الدراسة على مدار السنة، أما بالنسبة لأشهر الصيف فكانت ذروة سرعة الرياح في شهر سبتمبر بمعدل 5.80 م/ث في صبراتة وأدناها في شهر نوفمبر في أوباري كذلك.



شكل (7) سرعة الرياح م/ث، في فصل الصيف في محطات الدراسة.

ثانيا: متوسط سرعة الرياح السنوية:

متوسطات سرعة الرياح السنوية لا تعطي مؤشرا دقيقا على المناطق الجاذبة لاستغلال طاقة الرياح، لأن عنصر الرياح سريع التغير ومرتبط بتغير الضوابط المؤثرة فيه، ومن خلال الشكل(8)، يتضح أن أعلى سرعة للرياح كانت 5.26 م/ث في درنة، بينما كانت سرعة الرياح متقاربة في العديد من المحطات مثل يفرن و زواره و الزنتان و سرت و سبها و صبراتة و الرجبان و نالوت و مصراتة وهون و غريان و غدامس و الكفرة و شحات، لتتراوح بين 4.10 م/ث و4.92 م/ث، أما باقي المحطات فكانت سرعة الرياح فيها أقل مما سبق، باستثناء محطتي درنة وبنغازي التي سجلت أعلى متوسط سنوي لسرعة الرياح في إقليم الدراسة .



شكل (8) سرعة الرياح السنوية م/ث، في محطات الدراسة.

التوزيع الشهري والفصلي لكثافة طاقة الرياح.

عند التفكير في تركيب توربينة رياح، فإن العامل الهام هو سرعة الرياح .وحيث إن قدرة الخرج تتناسب مع مكعب سرعة الرياح ،فإن تضاعف سرعة الريح تؤدي إلي زيادة القدرة بثمانية أضعاف، لذا فإن أي تغير طفيف في سرعة الريح يمكن أن يؤدي إلي تغيرات كبيرة في قدرة الإنتاج ومن ثم في اقتصاديات مزرعة الرياح . وبالتالي فإن تفاصيل المعلومات عن تغير سرعات واتجاه الريح خلال سنة هو أمر حيوي من منظور تطور طاقة الرياح .ويتطلب التقييم المبدئي لمصادر الرياح المتاحة من موقع معلوم دراسة بيانات أقرب محطة أرصاد وبرنامج كمبيوتر متخصص. [1]

تستخدم الرياح بطرق وأساليب مختلفة، لكن مازالت الحاجة إلى معرفة أماكن تواجد الرياح الأكثر فاعلية. إن تشغيل المولدات والمضخات العاملة بقدرة الرياح يتطلب

[1] – محمد مصطفى محمد الخياط، 2005، طاقة الرياح وآلية التنمية النظيفة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقة،مصر، ص29 .

سرعات هوائية، تتراوح من 15 إلى 20 كم/ ساعة أي تتراوح السرعة ما بين 4.17 و 5.56 م/ثانية. [1]

يتسم التوزيع الجغرافي للمعدلات الفصلية لكثافة قدرة الرياح لمختلف محطات الدراسة بالتباين زمانيا ومكانيا بين فصول السنة، إذ يقع مكانيا تحت تأثير عدة عوامل أبرزها الدورة العامة للرياح، أما زمانيا فنلاحظ من خلال الجدول () إن سرعة الرياح وما تحتويه من كثافة كهروريحية متوافرة بشكل ملفت للنظر في أغلب محطات الدراسة في فصل الربيع.

تم احتساب طاقة الرياح من خلال المعادلة الآتية[2]:

P = 1/2 DV3 حيث إن:

P = طاقة الرياح واط

D = كثافة الهواء ويمكن اعتبارها قيمة ثابتة = 1.29 كغم /م 3

V = سرعة الرياح م/ ثانية

من تطبيق المعادلة أعلاه يمكن الوصول إلى المحطات التي يمكن استثمار طاقة الرياح فيها خلال فصول السنة والتي كانت على النحو التالي:

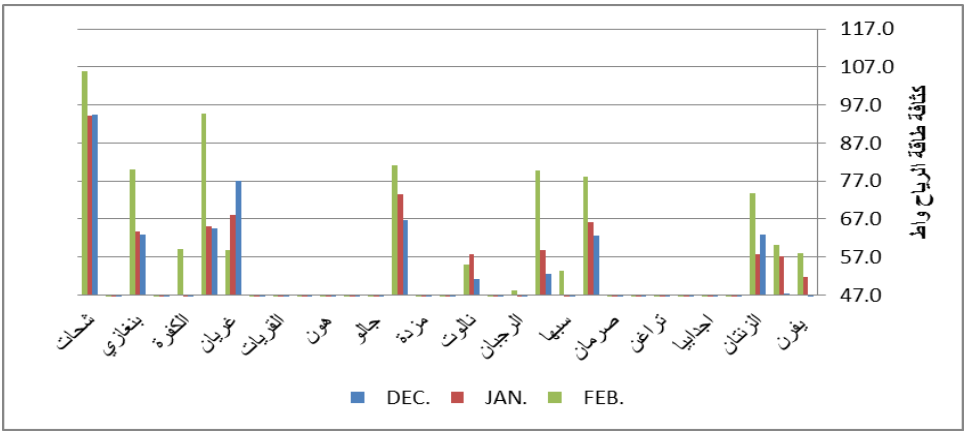
[1] – أحمد شفيق الخطيب، (د، ت)قدرة الرياح موسوعة الطاقة المستدامة،مكتبة لبنان، ص11 .

[2] – سولاف عدنان النوري، مرجع سابق ، ص368.

أولا: فصل الشتاء: بلغت أعلى قدرة لكثافة طاقة الرياح في هذا الفصل في محطة شحات بينما سجلت اقل قدره في محطة اوباري، وافتقرت المحطات المنتشرة في الجنوب الليبي إلى الرياح القادرة على توليد الطاقة، بينما سجلت المحطات المنتشرة على المناطق المرتفعة والساحلية قدره لإنتاج طاقة الرياح في جميع شهور فصل الشتاء، كما يبين الشكل (9) التوزيع الشهري لقدرة طاقة الرياح في محطات الدراسة على النحو الآتي:

محطات تقع على مناطق مرتفعة لها القدرة على إنتاج طاقة الرياح في هذا الفصل، هي: غريان يفرن، الزنتان، نالوت على مرتفعات الجبل الغربي وكل من درنة وشحات على مرتفعات الجبل الأخضر.

شكل (9) كثافة طاقة الرياح واط/ م 2 / ساعة في فصل الشتاء



ثانيا: فصل الربيع: تميز هذا الفصل بقيم مرتفعة لكثافة الرياح كانت أعلاها في محطة بنغازي، بينما أقلها في محطة اوباري، وتوزعت قيم كثافة الرياح كما بينها الشكل (10) على النحو الآتي:

محطات جبلية تتميز بقيم كثافة مرتفعة للرياح في جميع أشهر فصل الربيع، كما في محطات، يفرن، الزنتان، الرجبان، غريان، نالوت، درنة، شحات.

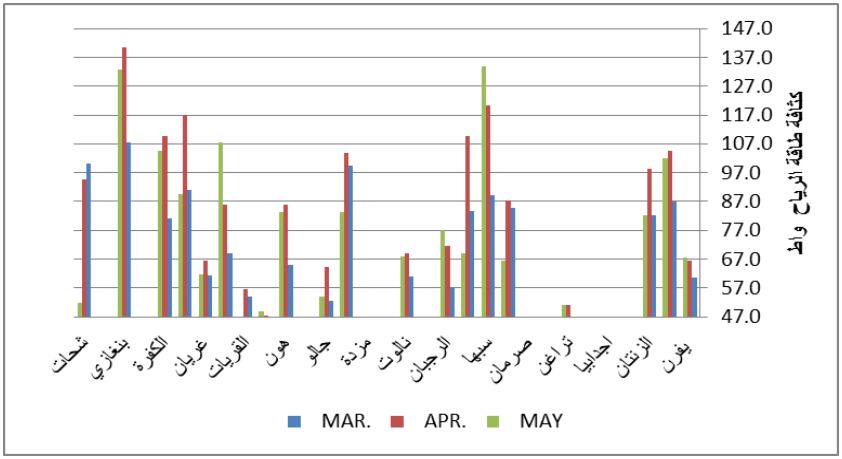
محطات ساحلية تميزت بقيم كثافة مرتفعة لإنتاج طاقة الرياح وهى: زواره، صبراتة، سرت، مصراتة، بنغازى.

محطات داخلية(صحراوية) تتوفر فيها القدرة على إنتاج طاقة كافية من الرياح، مثل هون ،القريات، غدامس، الكفرة، جالو.

محطات لا يمكن الاعتماد عليها بشكل كافي لتوفير طاقة الرياح خلال فصل الربيع، نتيجة لعدم قدرتها على توفير طاقة الرياح وبشكل اقتصادي طول هذا الفصل و إنما تقتصر على بعض أشهر فصل الربيع، كما هو الحال في محطتي تراغن وغات.

انخفضت القدرة الإنتاجية من طاقة الرياح في باقي المحطات، عن الحد المطلوب لتوليد الطاقة من الرياح نتيجة لانخفاض سرعة الرياح بشكل عام.

شكل (10) كثافة طاقة الرياح واط/ م 2 / س في فصل الربيع



ثالثا: فصل الخريف: تنخفض كثافة الرياح في اغلب المحطات في فصل الخريف مقارنة بفصلي الشتاء والربيع، وكانت أعلى قيمة لكثافة الرياح في محطة درنة، وحافظت اوباري على اقل قدرة لطاقة الرياح. وتوزعت كثافة الرياح في محطات الدراسة كما يبين الجدول() على النحو التالي:

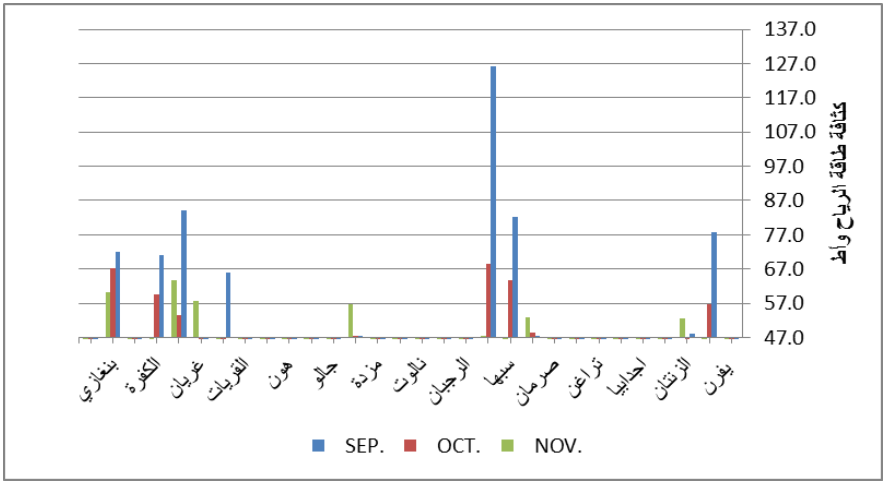
محطات تتوفر بها كثافة لقدرة الرياح في كل أشهر فصل الخريف وهى : محطات زواره، سبها، صبراتة، غدامس، درنة، الكفرة، بنغازى.

محطات تتوفر بها كثافة لقدرة الرياح في شهرين من أشهر فصل الخريف وهى : محطتي الزنتان، والرجبان.

محطات تتوفر بها كثافة لقدرة الرياح في شهر واحد من أشهر فصل الخريف وهى : محطات يفرن، سرت، نالوت، مصراتة، هون.

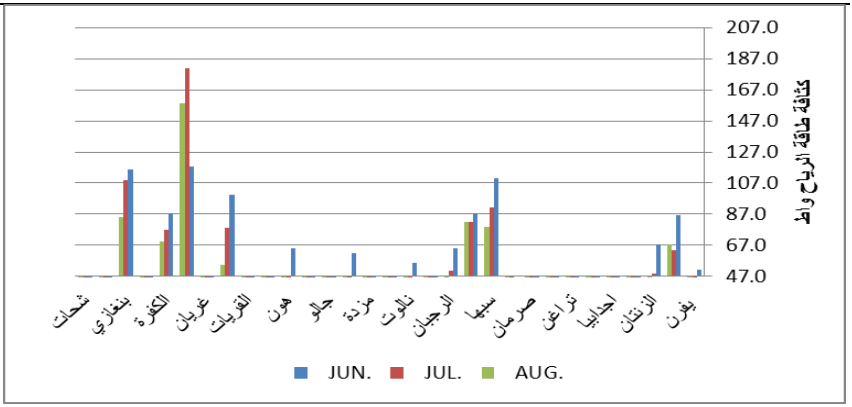
انخفضت القدرة الإنتاجية من طاقة الرياح في باقي المحطات، عن الحد المطلوب لتوليد الطاقة من الرياح نتيجة لانخفاض سرعة الرياح بشكل عام.

شكل (11) كثافة طاقة الرياح واط/ م 2 / س في فصل **الخريف**



رابعا: فصل الصيف: نتيجة لحالة الاستقرار التي تمر بها منطقة الدراسة نتيجة لسيطرة كتل هوائية متجانسة . نجد أن أغلب محطات الدراسة كانت عاجزة عن توفير كثافة من الرياح قادرة على إنتاج طاقة كهربائية بشكل مستمر على طول فصل الصيف، كما يبين الشكل(12) باستثناء محطات سرت، صبراتة، مصراتة، درنة، بنغازى. وبقدرة تتمثل فى حدودها الدنيا (منخفضة) مقارنة بباقي الفصول.

شكل (12) كثافة طاقة الرياح واط/ م 2 / س في فصل الصيف



نتائج الدراسة:

استنادا لما تقدم من استعراض الدراسة الخاصة بالرياح ودورها في إنتاج الطاقة، يمكن الوصول إلى النتائج الآتية:

ترتبط الرياح وحركتها ومن تم اتجاهها وسرعتها، بمجموعة من العوامل الطبيعية من أهمها توزيع الضغط الجوى.

تختلف سرعة الرياح من محطة إلى أخرى حسب الظروف الطبيعية التي تتواجد بها المحطة المناخية.

توفر الرياح في عدد من محطات منطقة الدراسة، بقدرة تسمح بإقامة مشاريع لتوليد طاقة من الرياح.

يعد فصل الخريف من أكثر الفصول قدرة على أنتاج طاقة الرياح في أغلب محطات الدراسة يليه فصل الشتاء، ثم الربيع، ويعد فصل الصيف أقل الفصول قدرة على إنتاج طاقة الرياح.

تتميز محطات، صبراتة، درنة، بنغازي، بالقدرة على توفير كثافة من الرياح اللازمة لإنتاج الطاقة الكهربائية على مدار السنة.

محطات تفتقر لقدرة الرياح في شهر واحد من السنة وهى زواره .

محطات تفتقر لقدرة الرياح في شهرين من السنة وهى الزنتان، سرت، مصراتة .

محطات تفتقر لقدرة الرياح في ثلاثة أشهر من السنة وهى: سبها ، الكفرة.

التوصيات:

الاهتمام بدراسة الطاقة النظيفة لتحقيق تكامل أفضل مع البيئة.

استخدام بيانات يومية لسرعة الرياح للوصول إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها بشكل أدق.

رفع كفاءة المؤسسات المهتمة بمثل هذه الدراسات وإقامة مشاريع على ارض الواقع.

الاستفادة من طاقة الرياح واستثمارها في مختلف المجالات مثل توليد الطاقة الكهربائية والاستخدامات الزراعية ، وتنمية المناطق الريفية.

المراجع

1- محمد رأفت إسماعيل ، على جمعة الشكيل (1988)، الطاقة المتجددة، دار الشروق.

2- فلاديمير كارتسيف، واخرون، ت.محمد غياث الزيات، (1994)، ألاف السنيين من الطاقة، عالم المعرفة، سلسلة يصدرها المجلس الوطني للثقافة، الكويت.

3- محمد مصطفى الخياط، (2006)، الطاقة – مصدرها- أنواعها- استخداماتها، القاهرة .

4- يوسف عبد المجيد فايد ، وعبد القادر عبد العزيز على ، (1994) : مناخ مصر ، دار النهضة العربية ، القاهرة .

5- فتحي أحمد الهرام، (1995)، الجماهيرية دراسة في الجغرافية، تحرير: الهادي أبو لقمة، سعد القزبري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان.

6- عبد العزيز طريح شرف، (1995) ، جغرافية ليبيا، الإسكندرية.

7- محمد إبراهيم حسن، 2004، قراءات جغرافية في التباين البيئي ومظاهرة، المكتبة المصرية ، الإسكندرية، مصر .

8- محمد مبروك المهدوى، 1998، جغرافية ليبيا البشرية، جامعة قاريونس، بنغازى، ليبيا.

9- مفيدة ابوعجيلة يلق، 2007، مناخ الساحل الليبي وأثرة على النشاط الزراعي، معهد البحوث والدراسات العربية،القاهرة .

10- خالد رمضان بن محمود،1993، الترب الليبية، الهيئة القومية للبحث العلمي، طرابلس، ليبيا.

11- محمد مصطفى محمد الخياط، 2005، طاقة الرياح والية التنمية النظيفة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقة،مصر.

12- أحمد شفيق الخطيب، (د، ت)قدرة الرياح موسوعة الطاقة المستدامة،مكتبة لبنان.

13- وزارة الكهرباء والطاقة ، جمهورية مصر العربية،: التقرير السنوي لوزارة الكهرباء والطاقة عام 2005-2006.

14- سلاف عدنان النوري، عبير يحيى الساكني، (2014)، إمكانية سرعة الرياح في العراق، ودورها في إنتاج الطاقة الكهربائية، دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة كلية التربية الإسلامية للعلوم التربوية والإنسانية، جامعة بابل ، العدد 18.

15- سعد قسطنطين، 1975، مناخ إقليم المرج، مجلة كلية الآداب، العدد السابع

16. www.marefa-

17- Climatologically Bulletin : 1997