الفصل السادس

حركة الرياح – استخدام الرياح وتأثيراتها

إن حركة الرياح والكتل الهوائية ذات أهمية كبيرة إذ تتحكم في فهم واستيعاب المناخات الأرضية. وتحدد الدورة العامة للغلاف الجوي طبيعة وخصائص الطقس والمناخ على المستوى العام Macroscale، أما على المستوى التفصيلي Microscale، فإن حركة الهواء يمكن تصنيفها أو رؤيتها على كونها مشكلة أو ذات قيمة نافعة. ويبحث هذا الفصل في الأسباب الأساسية لحركة الهواء والطاقة الناتجة عن حركة الرياح على اعتبار كل منهما مصدراً وخطراً بيئياً في آن واحد.

مقدمة

تعد طواحين الهواء منظراً مألوفاً في ريف الولايات المتحدة الأمريكية . وبالرغم من كونها لم تكن مألوفة في أنحاء هولندا ، فإن هناك الآلاف من طواحين الهواء التي تمد المزارعين بالطاقة اللازمة في وسط الغرب من الولايات المتحدة خلال الفترة ما بين العشرينيات والثلاثينيات . وعندما تم تطوير أنظمة الإنارة الكهربائية في المزارع ، كانت طواحين الهواء مهملة بينما عدد قليل منها مستخدماً .

وفي الوقت الحاضر ، على أية حال ، فإن هناك اهتماما حديثاً واسع النطاق باستخدام الرياح كمصدر للطاقة المحتملة Potential Energy Source . وقد اتجهت حديثاً وكالة ناسا الأمريكية ، ومختبرات الأبحاث الدولية المتعددة، بالإضافة لعدد من الشركات الخاصة، إلى إجراء العديد من الاختبارات على الوسائل التي من خلالها يمكن الاستفادة بطاقة الرياح. وتهتم وتركز معظم هذه الأبحاث على فاعلية وكفاءة توربين " دوارة " زراع المروحة وكيفية تحويل وتخزين الطاقة المنتجة واستغلالها . وبناء على العديد من الأبحاث التي تقدم باستمرار نتائج واعدة طموحة ، فإن بعض الباحثين في مجال الطاقة يتنبئون – وربما بشكل متفائلاً – بأن طواحين الهواء يمكنها أن توفر ٢٠% من احتياجات الكهرباء بالولايات المتحدة الأمريكية في عام ٢٠٠٠ (صدر هذا الكتاب ١٩٨١) .

إن تقييم مساهمة طواحين الهواء في مستقبل الطاقة الدولية ، يرتكز على طبيعة الرياح وسرعتها واستمرار حدوثها على موقع ما . وأحد أهم مشكلات الأبحاث المناخية هي تقييم طاقة الرياح وما تفرضه من شروط عند اختيار مواقع بإمكانيات ومواصفات محددة .

طاقة الرياح

تعد عملية حساب الطاقة من الانسياب المنتظم من حركة الهواء سهلة للغاية . إذ أن كل ما تحتاجه هذه العملية هي سرعة الهبوب (V) ، وكثافة الهواء (p) . ولصياغتهما معاً في قوانين الطاقة المبدئية، يمكن استخدام المعادلة التالية:

$$P=\frac{1}{2}pV^3$$

حيث: P = الطاقة المتاحة p = الكثافة V = سرعة الرياح

ويمكن تقدير الطاقة المتولدة عن سرعة هبوب الرياح من خلال استخدام الأرقام للتعويض عن هذه المعادلة ، مع الأخذ في الاعتبار أن الكثافة هي رقم ثابت يعادل ١,٢٩ كيلوجرام / المتر المكعب ، فتعادل طاقة الرياح ٦,٦ متر/ ساعة {أي ١٠,٨ كم / ساعة} إذا كانت سرعة الرياح ٣ متر / ثانية، وتصبح طاقة الرياح المتولدة من ثبات هبوب الرياح بتلك السرعة تعادل ١٧,٤ وات / متراً مربعاً، بالتطبيق للمعادلة على النحو التالي: $P = \frac{1}{2}*1,29\ (3)^3$

وهكذا فإن استمرار هبوب الرياح بسرعة ٣ م / ث يمكن أن يولد طاقة تعادل ١٧,٤ وات / م^2 أي لكل متر مربع من السطح المعرض لهبوب الرياح بهذه السرعة . ومقياس الوات (١ وات = ١/١٠٠٠ كيلووات) هو الوحدة الكهربائية التي تمثل الناتج عن الفارق بين جهد الطاقة الكهربائية وبين قوة التيار، ويستخدم الوات لكل وحدة زمنية مثل وات/ساعة أو كيلووات/ ساعة، وكلاهما من وحدات الشغل الهندسي المرتبط بالكهرباء. ويمكن استنتاج الطاقة المكافئة لسرعة الرياح ٣ م / ث وإثباتها والتحقق منها معملياً.

وعلى أية حال ، فإن سرعة الرياح التي تهب على سطح الأرض غير مستقرة أو ثابتة ، كما أن الهبوب غير منتظم . بل تختلف سرعة الرياح خلال فترات زمنية قصيرة إذ أن زوبعية الرياح Gustiness ، يمكن أن تنتقل وتتغير مثلاً من ١ م /ث إلى ١٠ م /ث خلال ثوان معدودة . ولهذا السبب ، يحرص

المناخيون على توفير بيانات الرياح بطريقة تجعلها مفيدة ويمكن الاعتماد عليها في التخطيط للاستفادة من سرعتها . وتتضح أهمية تلك البيانات حينما نعلم بأن، كمية الطاقة المتولدة عن الرياح التي تبلغ سرعتها مثلاً ١٥ عقدة{ أي ٧,٦٥ م / ث } ، تعادل ٢٨٢ وات / م^{٢} . ولنفترض أن رياح تهب بسرعة ٥,١ م / ث خلال نصف فترة زمنية معينة، بينما كانت سرعتها ١٠,٢ م / ث خلال النصف الثاني من تلك الفترة، وعليه فإن طاقة الرياح وفقاً للسرعة الأولى تبلغ ٨٥ وات / م^{٢}، بينما تبلغ ٦٨٤ وات / م^{٢}، ثم نحسب المتوسط الذي يعادل ٨٥+ ٦٨٤ ÷ ٢ = ٣٨٤ وات / م^{٢}.وهكذا يصبح متوسط طاقة الرياح وفقاً لهاتين السرعتين أعلى من طاقة الرياح للسرعة ١٥ عقدة {أي ٧,٦٥ م / ث }التي تبلغ ٢٨٢ وات / م^{٢} . ويشير بوضوح هذا المثال البسيط إلى طبيعة بيانات الرياح، وما يتبعها من تقييم يمتد لما وراء متوسط القيم المفردة.

ولتحقيق النتائج الهادفة ، تتميز عملية تحليل بيانات الرياح في مراكز الطاقة بكونها شديدة التخصص وتستند على تقنية تكنولوجية عالية وأنظمة تجميع لكم هائل من البيانات المعقدة . ولسوء الحظ ، فإن مثل هذه البيانات متناثرة وضئيلة جداً ، وإنه من الضروري استخدام مناهج وأساليب متعاقبة للتحليل الذي يرتكز على بيانات الرياح التقليدية المتاحة .

هذا ، ولكي يتم تقويم أي بيانات خاصة بالرياح ، فإنها تخضع لتحليل دقيق للهبوب بسرعات مختلفة ، والنسبة المئوية لزمن الهبوب لكل منها بما فيها حالات السكون . ومما يذكر، إن مثل تلك البيانات منشورة في سجلات الطقس.

ويعتبر المثال الجيد للأسلوب الذي يمكن استخدامه في حالة تحليل البيانات هو البحث الأصولي الذي وضعه دونكان C.N. Duncan ١٩٧٧ ، إذ وضع أسلوب معالجة بيانات الرياح. وقد أعتمد هذا الفصل على البيانات التي ساقها وهي بيانات خاصة بمحطة أرصاد في إنجلترا، بل أن العديد من الباحثين لا يكفون عن استخدامها كنموذج للتطبيق في الولايات المتحدة.

ويعرض جدول (٦-١) قائمة البيانات الشهرية لسرعة الرياح، وتصنف بيانات كل شهر على أساس النسبة المئوية لزمن هبوب الرياح بخمس فئات للسرعة. فإذا أخذنا شهر يناير ، فقد بلغت النسبة المئوية للرياح التي تتراوح سرعتها ضمن الفئة ٠,٥-٥,٠ م /ث ، بلغت ٣٩% ، بينما بلغت نسبتها ٣٠% للرياح ضمن فئة ٥,٥-١٠,٥ م/ث .

جدول (٦-١) طاقة الرياح في محطة إسكدالمنير Eskdalenuir: التحليل الشهري لبيانات الرياح للفترة ١٩٧٢/١٩٧٣

الشهر	النسبة المئوية لزمن الهبوب لفئات السرعة م/ث						
سرعات الرياح	وفقاً للفئات	(٠,٥- ٥,٠)	٥,٥- ١٠,٥	(١١- ١٧)	(١٧,٥)		
العنصر	متوسط السرعة V	٠,٠	٢,٥	٨,٠	١٤,٠	١٧,٥	الطاقة (كيلووات ساعة / يوم$^{-١}$ شهر$^{-٢}$)
	مكعب متوسط السرعة $V^{٣}$	٠,٠	١٦	٥١٢	٢٧٤٤	٥٣٥٩	
يناير		٢٦	٣٩	٣٠	٥	٠	٤,٢٨
فبراير		١٥	٤٦	٣٣	٥	١	٥,٢٩
مارس		٢٤	٤٠	٣٤	٢	٠	٣,٣٩
أبريل		١٦	٣٦	٤٠	٨	٠	٦,١٩
مايو		١٤	٤٥	٣٥	٦	٠	٥,٠٥
يونيو		٢٠	٣٩	٣٦	٥	٠	٤,٧٢

يوليو		٢٥	٥٦	١٨	١	٠	١,٨٥
أغسطس		٣٠	٤٥	٢٣	٢	٠	٢,٥٩
سبتمبر		٢٩	٥٣	١٥	٣	٠	٢,٤١
أكتوبر		٢٣	٥٦	١٩	٢	٠	٢,٣٢
نوفبر		٢٠	٣٥	٣٧	٧	١	٦,٣٥
ديسمبر		٢١	٣٨	٢٨	١٢	١	٧,٦٦
السنوي		٢٢,١	٤٤,١	٢٩,٠	٤,٧	٠,١	٤,١٧

المصدر: C.N. Duncan ١٩٧٧

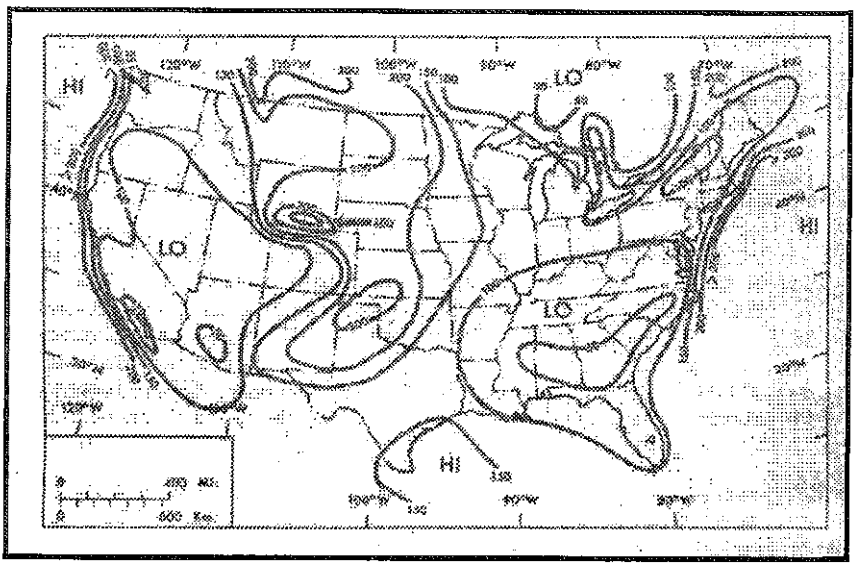
وعلى سبيل المثال، إذا كان متوسط سرعة الرياح ٢٠ م/ث$^{-1}$ فأن مكعب السرعة = ٨٠٠ م^{3} ث$^{-3}$

ولكي نحصل على طاقة الرياح الشهرية، نعوض بالقيم من خلال المعادلة السابقة: $P=1\backslash 2pV^{3}$ مع التذكير بأن P = كثافة الهواء وهي رقم ثابت ١,٢٩-، وأن V^{3} قد تم حسابها. ولنأخذ مثلاً شهر يناير، يتم حساب الطاقة للرياح بسرعة تقع ضمن فئة ٠,٥-٥,٠ م / ث ، ثم نضرب متوسط الفئة × النسبة المئوية لتكرار الهبوب ٣٩% { كما في المثال }. ويكون الناتج بالوات/ م^{2}، وللحصول على القيمة بوحدة كيلووات ساعة/ يوم/ م^{2} يضرب الناتج × ٢٤ "ساعة" ÷ ١٠٠٠ "وات"، وقد تم عرض هذه النتائج بالتفصيل في جدول (٦-١).

ولتقويم قيم الطاقة التي نحصل عليها باستخدام هذه الطريقة، يمكن القول، بأنها بمثابة مؤشر لإمكانيات استخدام طاقة الرياح. و جدير بالذكر أن ، استخدام السرعة المكعبة Cubed Velocity يعكس أهمية الرياح ذات السرعة الأعلى . إذ يتضح في جدول (٦-٦) ، أن الرياح ذات السرعة أعلى من ١٠,٥ م/ث تبلغ نسبة تكرارها ٥% من إجمالي الوقت ، وعندما يتم دمجها ضمن الطاقة الكلية المنتجة التي تم حسابها، فإنها تصبح حوالي ٥٠% من الطاقة الكلية. أما شهر ديسمبر، فيعد الشهر الأكثر نصيباً من النسبة المئوية للرياح شديدة السرعة، كان هو الأعلى نصيباً من الطاقة الممكنة المتاحة كما يتضح من الجدول.

قد استطاع ريد J.W.Reed استخدام أسلوباً شبيهاً بالرسم التخطيطي لتقويم التوزيع الجغرافي لطاقة الرياح الممكنة في الولايات المتحدة الأمريكية. إذ أستخدم بيانات حصل عليها من NOAA لسجلات ٦٠٠ محطة، ثم أستنتج خطوط تساوي للمعدل السنوي كما يوضحها شكل (٦-١). ويعتبر هذا الشكل عرض أولي للبيانات التي تم تجميعها من بيانات الرصد دون أي تعديل أو تصحيح بناءً على التغيرات في كثافة الهواء وفقاً لعامل الارتفاع فوق مستوى سطح البحر ، أو وفقاً لمدى انتظام الأنيمومیتر المعرض للعوامل الجوية . هذا وكما يلاحظ المؤلف ، فإن هناك فروقاً واختلافات جوهرية فيما بين المحطات التي تقع متقاربة . وعلى أية حال " وفي كل الأحوال" ، فيمكن من هذا التحليل البسيط وضع تقديراً جيداً عن طاقة الرياح الكامنة على المستوى القومي .

شكل (٦-١) المعدل السنوي لطاقة الرياح الممكنة (وات/متر مربع) في الولايات الأمريكية

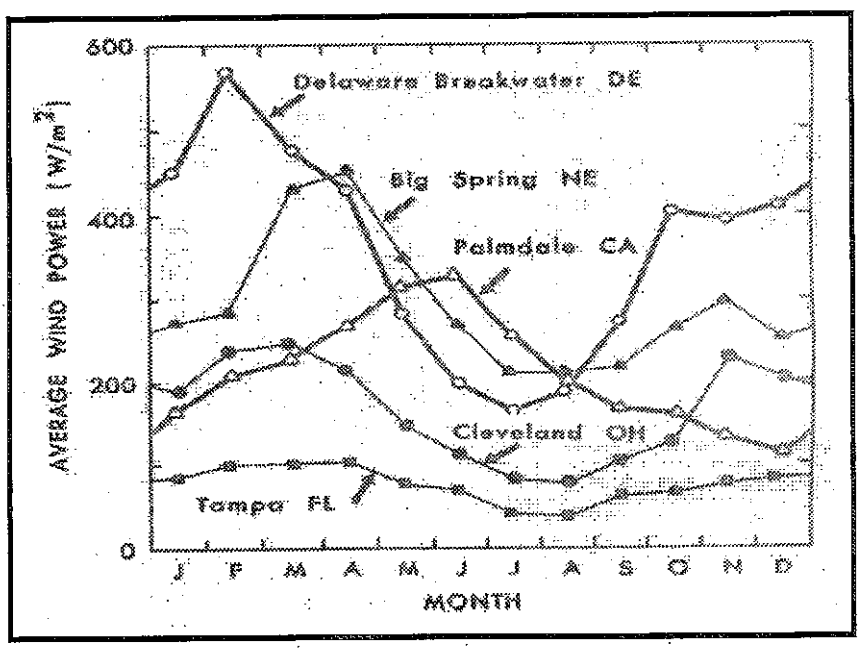


هذا، وقد تم تحديد عدداً من المناطق ذات السرعات المرتفعة .حيث تتمثل المناطق المهيمنة على المعدل السنوي المرتفع لسرعة الرياح في محور سلسلة جبلية يمتد من الشمال إلى الجنوب ، وتخترق السهول الغربية ، وتبلغ السرعة ذروتها في

جنوب يومنج Wyoming وفي بينهندل أوكلاهوما Oklahomaو Panhandle . وهناك مناطق أخرى ذات قيم عالية لطاقة الرياح تتمثل في محيط البيت الأبيض على ساحل نيوإنجلند ، بالإضافة إلى الولايات الشمالية الغربية . أما بالنسبة لطاقة الرياح المنخفضة فتتمثل في الولايات الجبلية Mountain States في الغرب والجنوب .

هذا، وتتغير الخصائص السنوية لسرعة الرياح شهريا وفصليا. ويعبر التحليل للإتجاه السنوي لمتوسط طاقة الرياح الكامنة عن ٥ محطات يوضحها شكل (٦-٢) . وبصرف النظر عن مثال كاليفورنيا ، فإن أغلب المحطات تمتلك طاقة ريحية تبلغ ذروتها خلال فصل الربيع من شهر فبراير حتى شهر أبريل ، وهو ما يطلق عليه فصل العواصف Storm Season .

شكل (٦-٢) الاختلافات الشهرية في طاقة الرياح الكامنة في ٥ محطات أمريكية مختارة



ويتضح من هذا الشكل تدرج طاقة الرياح وإنحدارها العام من شهور الربيع التي تمثل شهور الذروة في السرعة {خاصة في المحطات ذات الطاقة الكامنة المرتفعة} إلى شهور الصيف الأقل سرعة.

وتدل مثل تلك المعدلات الشهرية للطاقة ، على كون مشروعات قوة الرياح Wind – Power يجب أن تكون تنافسية بين بعض المناطق خاصة تلك التي تتضمن المدن الضخمة مثل فونيكس ، ولوس أنجلوس ، وأطلنطا . ومن سوء الحظ، أن تلك المدن التي تتمتع بطاقة ريحية عالية مثل تكساس وبينهندل أوكلاهوما ، ويومنج ، تبتعد عن أسواق الطاقة الرئيسة ، بل وفي واقع الأمر ، تتجمع في مناطق تتميز بقربها من إمدادات الوقود الحفري الرئيسة .

الرياح المحلية وتأثيراتها

يعتبر الاتجاه المعاصر نحو استخدام الطاقة الكامنة للرياح– كما أتضح من قبل– واقعاً حديثاً بالنسبة لاستيعاب أهمية الرياح عبر التاريخ البشري الطويل. ويعد هذا التاريخ أفضل وسيلة لإبراز أسلوب الإنسان ومنهجه على مستوى العالم أجمع، ونستقي منه كيف صنف ووصف وحدد وأطلق الأسماء على الرياح المحلية. وتهب هذه الرياح المحلية في أثناء ظروف طقسية محددة تلتحم مع طبوغرافية الموقع لتهب رياح بخصائص محددة من حيث السرعة والاتجاه ودرجة الحرارة .

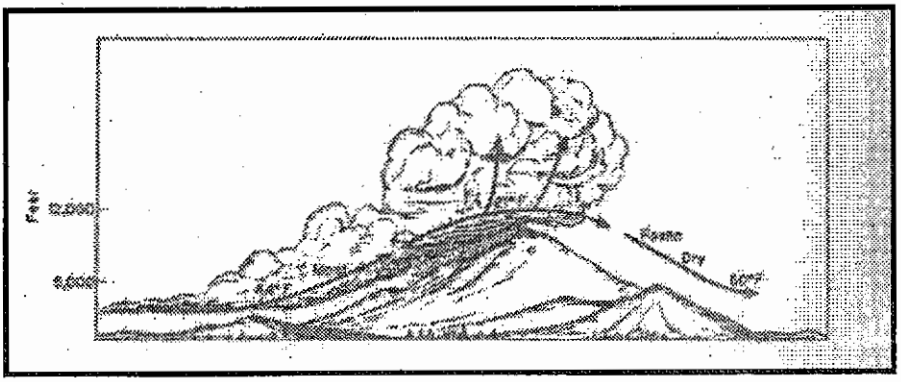
وهناك أنواع عديدة من الرياح المحلية ، يوضحها جدول (٦–٢) ، وبالرغم من المعلومات المتاحة عن امتدادها ومدتها وأسمائها ، فإن المعروف عنها محدود للغاية . وفقا لمؤشرات أوليفر{ المؤلف } ، فإن العديد من هذه الرياح يعد نتيجة التسخين الأدياباتي للهواء الهابط ، ومثالا لذلك رياح الشنوك في الولايات المتحدة . ويعرض الجدول نموذجاً للرياح المحلية في حوض البحر المتوسط ، وهي رياح محلية بمواصفات خاصة . ويمكن دراسة خصائص رياح الفهن ورياح المسترال بالتفصيل لكونهما نموذجان واضحان لتلك الرياح المحلية .

رياح الفهن : إن رياح الفهن Fohn ما هي إلا نوعاً من العديد من الرياح ذات المسميات المختلفة التي تحدث في حالة حدوث تسخين أدياباتي . ويوضح شكل (٦–٣) خصائص رياح الفهن كما وصفها كينن Kuenen، حيث يصعد الهواء على جانب الجبل إلى أن يصل لمستوىالبرودة والتكاثف وفقا لمعدل تناقص الحرارة الأدياباتي الرطب . وفي أثناء هبوب رياح الفهن ، وما تتميز به من انخفاض رطوبتها ، يسخن الهواء بمعدل التسخين الأدياباتي الجاف . وحينما يهبط الهواء ، يسخن بمعدل أكبر من برودته أثناء صعوده . وتصبح الرياح الناتجة عن مثل تلك الظروف رياح جافة حارة . وتتكرر مثل هذه الظروف في أماكن متفرقة من العالم

وتسمى بمسميات محلية عديدة. وتطلق رياح الفهن تحديداً على الرياح المحلية في الأراضي الألبية ، خاصة في سويسرا ، ولكنها تعد نموذجاً عاماً لوصف الرياح التي تأخذ هذا النمط . وهكذا فإن رياح الشنوك في أمريكا الشمالية وفي زوندا في أمريكا الجنوبية ، يطلق عليها أيضاً رياح الفهن .

وبالنظر إلى التأثيرات الناتجة عن مثل هذه الرياح ، وتحديداً بالنسبة للرياح في قارة أوروبا فإن المصدر الأكثر تشويقاً لدراستها هو كتاب " الإنسان والرياح " للباحث دي لا ري E.Aubert De La Rue ١٩٥٥. ويركز هذا الكتاب على البعد التاريخي لأنواع الرياح ، فيستعرض العديد من الأمثلة . ويركز هذا الباحث في دراسته لنماذج من الرياح المحلية على رياح الفهن كأفضل مثال يمكن الاستشهاد به . إذ يلاحظ عند هبوبها في فصل الشتاء، ترتفع فجأة درجة الحرارة لتبلغ ١٠ °م، بل قد تصل إلى ١٨ °م، فيعد ذلك غير مألوفاً.

شكل (٦-٣) نموذج لتكوين رياح الفهن وخصائصها



المصدر : Kuenen ١٩٥٥

ويمكن أن نقتبس بعضاً مما جاء به الباحث دي لا ري E.Aubert De La Rue في كتاب " الإنسان والرياح " ، إذ يقول : " هذا ،وهناك بعض التأثيرات الأخرى لهذه الرياح المحلية ، ومنها أن شعر بعض الأشخاص يصبح مشحوناً بشحنات كهربائية عالية ، تشقق الأثاث والحوائط والمنتجات الخشبية ، بالاضافة إلى وجود خطورة من تصاعد النيران بسبب تطاير الشرار الكهربائي مهما كان بسيطاً . وتكمن الخطورة في حالة حدوث شرارة كهربائية كبيرة نسبياً لكون المساكن في قرى جبال الألب تبنى غالباً من الأخشاب مما يسهل الانتشار السريع للنيران خلال

فترة زمنية وجيزة ، لتعم النيران القرية بأكملها أو حتى المدينة . وتحت وطأة هذه الظروف ، فإن جميع المقاطعات خاصة المعرضة لمثل تلك الظروف ، تنتشر فيها دوريات منتظمة لسيارات الشرطة لتجنب أخطار النيران في أثناء حدوث العواصف . ويحذر التدخين تماما كما يتم أطفاء جميع مصادر الإشتعال لدرجة يمنع معها طهو الطعام في المنازل والمطاعم . وتنتشر فرق حراسة خاصة يطلق عليها " مراقبوا الفهن " ، وتعززها تنظيمات مسلحة لها نفوذ قوي على السكان الذين يتبعون تعليماتهم . وتؤثر رياح الفهن في الجهاز العصبي ، ولذلك فإن كثير من الناس يشعرون بالإعياء في أثناء هذه الرياح . كما يشعر البعض بالقلق بسبب الارتفاع المتزايد في درجة الحرارة . كما يمتد تأثير رياح الفهن إلى النبات والحيوان أيضا .

وحينما تهب رياح الفهن بعنف ، فإنها تتسبب في دمار خطير ، وبمجرد الشعور بهبوبها ، يتجمع سكان الجبال بسرعة مع بعضهم البعض في مراكبهم . وعندما تخلف الرياح دماراً واسعاً في منطقة ما ، فإن سكان المناطق القريبة يهربون منها بأعجوبة . هذا وقد تؤدي الرياح إلى أقتلاع وتمزق أسطح المنازل في قرية ما دون أن يظهر أي تأثير على قرية صغيرة مجاورة ، ولو حتى حدوث تغير في إتجاه الدخان المتصاعد من مداخنها . بينما نجد حقولاً سالمة لم تتعرض لأي دمار أو خراب قريبة جداً من أراضي حشائش مدمرة بفعل نيران الفهن .

وعلى أية حال ، فإن للرياح بعض الفوائد . إذ تتميز هذه الرياح بكونها ذائبة الثلوج في جبال الألب . إذ تعادل ٢٤ ساعة من هبوب رياح الفهن خلال فصل الربيع أسبوعين من شروق الشمس . ويرى البعض أنه بدون رياح الفهن ، فإن المروج الألبية الخضراء كان يمكن أن تغطى بالثلج حتى أواخر الربيع ، وأن الكتل الجليدية أو الثلاجات ، يمكنها أن تتزايد وتتراكم ليهدد ويجتاح الأودية .

وعلى أية حال ، فإننا نشكر منافع هذه الرياح ، حيث تذوب الثلوج بسرعة كبيرة في أثناء فصل الربيع . ويتحول الهواء بطريقة سحرية إلى هواء دافئ مصحوباً بنسيم عليل ، ويعود لكل شيء حيويته ونضارته من جديد ، إذ تنمو سيقان الأعشاب ، وأخيراً تترك قطعان الماشية أكوخها . ووفقاً لمقولة جريسونز فإنه " إنه لولا رياح الفهن ، فإن الله وما يرسله من الشمس المشرقة ، لما كان هناك إمكانية لوضع نهاية للثلوج الشتوية " . وهكذا تتنوع أخطار وفوائد رياح الفهن في ذات الوقت " .

رياح المسترال هي على النقيض من رياح الفهن ، إذ إنها رياح باردة جافة وشديدة السرعة تهب على وادي الرون في فرنسا . وتؤثر على مساحات واسعة حتى المناطق الشاطئية لتصل إلى فنيس ، ولكنها تكون أشد عنفاً بصفة عامة فيما بين فالنبس Valence وأزلر Arles . ويوضح شكل (٦-٤) الظروف المصاحبة لنشأة رياح المسترال . وبصفة خاصة ، تأخذ رياح المسترال ممر طولي من الشمال في اتجاه الجنوب ، فتسهم في انتقال الهواء من وسط أوروبا البارد . ويتحكم في هبوب هذه الرياح نظم الضغط الجوي السائد كما أتضح في شكل (٦-٤).

هذا ولتكوين فكرة أو تصوراً عن تأثيرات رياح المسترال ، يمكن أن نقتبس بعضاً مما أورده الباحث دي لا ري E.Aubert De La Rue في كتابه " الإنسان والرياح " ، إذ يقول : " إن رياح المسترال هي رياح عنيفة تبلغ سرعتها في بعض المضايق أكثر من ٩٠ ميل /ساعة ، وقد عرفت هذه الرياح في العصور القديمة . وقد كتب عنها العالم سترابو Strabo يقول " يحدث التدمير من جراء رياح يطلق عليها ميلام بورا Melam Boreas . وهي الرياح الأكثر عنفاً وخطورة إذ إنها تقتلع الصخور ، وتقذف بالرجال بعيداً من فوق مراكباتهم المكشوفة التي يجرها الخيل ، وتكسر أطرافهم وتجردهم من ملابسهم . وقد أختفت هذه الرياح منذ عصر سترابو . ويمكن أن نتذكر هنا قصة الفوضى والعنف الشديد الذي صاحب رياح المسترال في أثناء عاصفة ثلجية في يوم ٣ يناير ١٧٨٦م ، حينما هلك بعض المسافرين والكهنة ومراكبهم الشراعية في منطقة الكروي Crau ، ويبدو أن ذلك كله حدث في الماضي . وحينما تهب هذه الرياح- كان من المألوف في ذلك الوقت - أن تجهز مركبات السفر ويتم تأمينها وحمايتها بحبال قوية للحيلولة دون انقلابها وإلقائها في مياه نهر الرون . وقد كانت تزرع صفوفاً من أشجار السرو للحد من شدة سرعة الرياح وحماية المزارع والحقول والمحاصيل الزراعية التي في طور النمو ، ولكنها لم تفلح في حمايتها من الاقتلاع ، كما أن القرميد الذي يغطي أسطح المنازل كان يقتلع أيضاً ، هذا فضلاً عن إحداث تلفيات في النوافذ والأبواب .

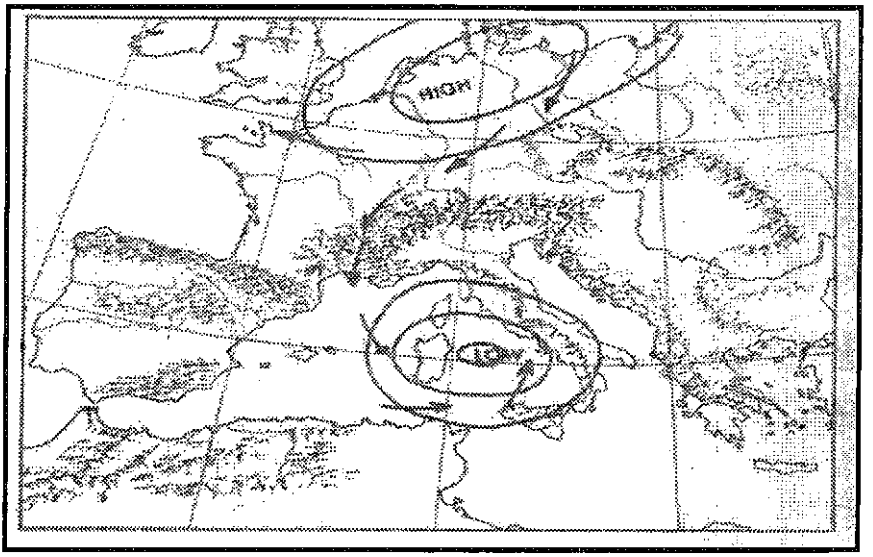
وتعتبر رياح المسترال رياح نشطة تساعد على انتشار حرائق الغابات مسببة اضطرابات عنيفة في نهر الرون حتى أن السفن لم تعد قادرة على الإبحار في النهر ، وغالباً ما كان يجد البحارة صعوبة في توجيه السفن والبوارج لمنعها من الإبحار عكس التيار مما يعرضها للارتطام في أعمدة الجسور . وتعتبر هذه الرياح من أهم

عوائق عمليات الشحن في الموانى مثل ميناء مرسيليا ، فضلاً تأخير السفن العابرة للمحيطات " .

إن التأثيرات المناخية لرياح المسترال تختلف وتتباين على نطاق واسع . وحينما تستمر الرياح لمدة أسبوع ، فإنها تؤدي إلى زيادة فقدان رطوبة التربة وبالتالي زيادة جفافها في المناطق المتأثرة بهذه الرياح . ومع انخفاض الرطوبة ، فإن التربة الطينية تتعرض للانجراف الريحي ، بينما تتعرض الأشجار للانحناء ، وتوقف النمو ، وتتعرض أيضاً للتكسر في كثير من الأحيان .

ويتمثل الجانب الإيجابي الوحيد لرياح المسترال في عملية استخراج الملح من المستنقعات والسبخات الملحية في هوامش البحر المتوسط كنتيجة لزيادة معدلات التبخر . هذا فضلاً عن أهميتها في تلطيف درجة الحرارة صيفاً في دول حوض البحر المتوسط.

شكل (٦-٤) الظروف الطقسية العامة المصاحبة لهبوب رياح المسترال



وقد ذكر الباحث دي لا ري في تقريره عن الاحتياطات التي اتخذت لمجابهة رياح المسترال ، ومنها مثلاً التخطيط للتشجير للحد من أخطار هذه الرياح . ومثل هذا الاتجاه الذي يحث على إنشاء مصدات الرياح والأحزمة الخضراء هو محل اهتمام لذا نوالي بحثه في هذا الفصل .

جدول (٦-٢) خصائص بعض أنواع الرياح المحلية

الأسم	الموقع	الخصائص	الفصل	الأصل
رياح الشمال- البورا Bora	ساحل البحر الإدرياتي	رياح شمالية شرقية باردة ، تصحبها الزوابع ، ويبلغ تكرارها ٣٦٠ يوماً خلال ١٠ سنوات على مدينة تريست . وتصل سرعتها ٥٢ كم/ ساعة	عنيفة في الشتاء غالباً وتصل سرعتها ١٠٠ كم / ساعة	A
الشنوك Chinook	المنحدر الشرقي لجبال الروكي	رياح دافئة تؤدي في بعض الأحيان إلى ارتفاع مفاجئ في درجة الحرارة يصل ٦٠-٧٠ ف في الربيع ، ورطوبة نسبية ١٠%	أكثر تكراراً في فصل الربيع	B
إتسيان Etesian	شرقي البحر المتوسط	هي رياح شمالية شرقية باردة وجافة وتهب سنوياً	في فصل الربيع وأوائل الخريف	B
الفهن Fohn	أراضي الألب	شبيه برياح الشنوك في دفئها وحرارتها	غالباً ما تتكرر في بداية الربيع	A
الهبوب Haboob	الأطراف الجنوبية للصحاري في السودان	رياح حارة كئيبة غالباً ما تكون محملة بالرمال لفترة قصيرة نسبياً لحوالي ٣ ساعات، بمعدل تكرار ٢٤/ سنة	مع بدايات الصيف	ترتبط بتطور الجبهة دون المدارية
الهرمتان Harmattan	غرب أفريقيا	رياح حارة وجافة، وتتميز بأنها محملة بالأتربة	وهي على مدار السنة، وتكون أكثر تأثيراً في أثناء غياب الشمس	ترتبط بالدورة العامة للرياح التجارية ش ق
الخماسين Khamsin	شمال أفريقيا وبادية العرب	هي رياح جنوبية شرقية حارة وجافة، وتهب عادة لمدة ٥٠ يوماً، ولذلك يطلق عليها الخماسين، وغالباً ما ترتفع درجة الحرارة لما بين ١٠٠- ١٢٠ ف.وتتضمن رياح القبلي في ليبيا ، السيريكو في حوض البحر المتوسط ، ورياح ليفيشي في أسبانيا	أواخر فصل الشتاء، وأوائل الربيع	B
لافنتر	غرب	رياح شرقية قوية وغالباً ما يتم	تهب في	

Evanter	حوض البحر المتوسط	الإحساس بها في مضايق أسبانيا. وهي رياح كئيبة رطبة يصاحبها طقس ضبابي لمدة يومين . وتهب في أوائل الشتاء حتى أواخر الشتاء والربيع	أوائل الشتاء حتى أواخر الشتاء وأوائل الربيع	B
المسترال Mistral	على حوض الرون	رياح قوية باردة تخترق وادي الرون وتبلغ سرعتها ١٠٠كم/ساعة في الشمال . وتؤدي إلى برودة مفاجئة للمناطق الشاطئية . وتشبه رياح البيز في بعض مناطق فرنسا	غالباً ما يكثر تكرارها في الشتاء	B
نورثر Norther	تكساس ، خليج المكسيك ، غرب الكاريبي ، وسط أمريكا	رياح باردة قوية شمالية ، تزيد سرعتها عند الغروب ، تؤدي إلى حدوث انخفاض مفاجئ في درجة الحرارة	وغالباً ما تهب شتاءً	ترتبط بنموذج دورة الرياح في الولايات المتحدة الأمريكية
البمبيرو Pampero	سهول البمباس في أمريكا الجنوبية	تهب في نصف الكرة الجنوبي لتشبه الرياح في النصف الشمالي	وغالباً ما تهب شتاءً	ترتبط بنظم الضغط الجوي
زوندا ZOnda	الأرجنتين	رياح حارة جافة تهب على سفوح جبال الأنديز . وتبلغ سرعتها ١٢٠ كم / ساعة . وتقارن غالباً برياح الشنوك وإلفهن . وتحمل كميات ضخمة من الأتربة في أثناء الطقس الجاف	وغالباً ما تهب شتاءً	A

A: هي رياح ترتبط بالتسخين الأدياباتي

B: هي رياح ترتبط بحوض البحر المتوسط ورياح شمال أفريقيا التي ترجع إلى ظروف الضغط الجوي السائدة والتقاء الجبهات

المصدر: Oliver, ١٩٧٢

مصدات الرياح

تحاط المزارع الواسعة بسياج من الأشجار العالية في نطاق السهول العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية . ويعد هذا السياج من الأشجار العالية وسيلة لحماية المزارع من الرياح شديدة السرعة . إن تحديد الامتداد المثالي لمثل هذه المصدات للرياح ، يحتاج إلى معلومات عن اتجاهات الرياح مع تحديد الرياح السائدة . وهكذا يصبح من الضروري كتمهيد لمناقشة مصدات الرياح ، أن يتم دراسة تحليلية دقيقة لاتجاهات الرياح لاختيار أنسب الطرق للاستفادة من الرياح من جهة ،والحد من أخطارها من جهة أخرى .

تحليل الرياح

تعتبر وردة الرياح أكثر الأشكال البيانية لتمثيل الرياح السائدة لأي موقع جغرافي. ويتطلب إعداد وردة الرياح معلومات عن معدل الفترة الزمنية (غالبا ما يعبر عنها بالنسبة المئوية) التي تهب منها الرياح من اتجاه معين . ويتم تمثيل المحطة على شكل دائرة يوضع في وسطها النسبة المئوية للسكون . وتخرج من هذه المحطة أو الدائرة خطوط إشعاعية يتناسب أطوالها مع معدل هبوب الرياح وفق اتجاهات البوصلة . ويوضح شكل (٦-٥) وردة الرياح لشهر يناير في مختلف المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية . وبتحليل واحدة من هذه المحطات، نستنتج أن تكرار هبوب الرياح من جنوب الجنوب الشرقي تبلغ نسبته ٣٠% من إجمالي تكرارها خلال شهر يناير. وهكذا فإن مثل هذه البيانات تساعد على تحديد اتجاه الرياح السائدة ، ومن ثم تحديد موقع مصدات الرياح .

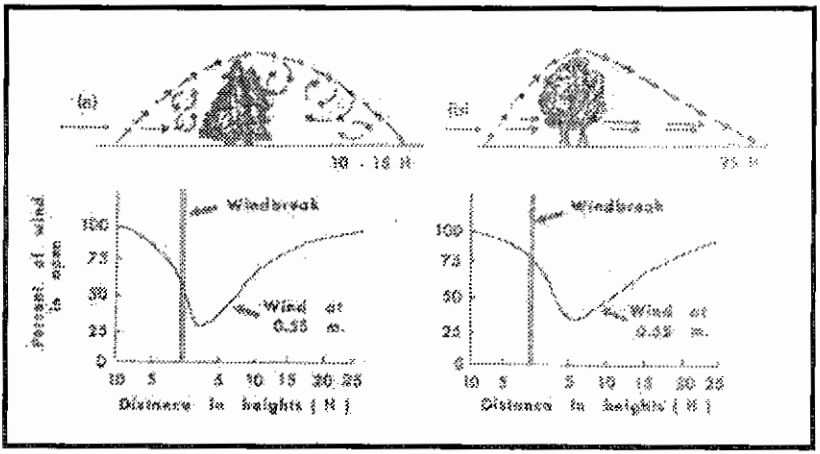
يتوقف التناقص في سرعة الرياح على كثافة حزام التشجير، ويوضح الشكل (٦-٧أ) وشكل (٦-٧ب) تأثير كثافة حزام التشجير، وأيهما أكثر قدرة على تكسير الرياح. إذ يشير شكل (٦-٧أ) إلى أنه في حالة زيادة كثافة الحزام، تنخفض سرعة الرياح بمعدل يتراوح بين ١٠-١٥ H، وحينما تنخفض كثافته بنسبة ٥٠%، فإن امتداد نطاق الحماية في منصرف الرياح يتراوح بين ٢٠-٢٥ H. وتبدو هذه النتائج غريبة على أساس أنه في حالة زيادة كثافة حزام التشجير ، يحدث اضطراب في الهواء فينخفض متوسط امتداد نطاق الحماية . وعلى النقيض من ذلك ، فإن اتساع الفراغات التي تسمح بانسياب وحركة الهواء { بمعنى زيادة الفراغات البينية في الحاجز} يمنع حدوث اضطرابات في الهواء الذي يهب أعلى الحاجز . وجدير

بالذكر أنه ، لإحداث تعديلا في انسياب الهواء ، يصبح من الضروري تعديل المناخ التفصيلي للمنطقة التي تقع خلف الحاجز .

شكل (٦-٥) وردة الرياح لشهر يناير في مختلف المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية

المصدر: NOAA

شكل (٦-٦) عرض تخطيطي لتأثير حزام التشجير في سرعة الرياح



تشير الخطوط المتقطعة إلى النسبة المئوية لتناقص سرعة الرياح مقارنة بسرعتها في المناطق الأخرى المفتوحة . والامتداد الخطي للتعديل يعكس تضاعف ارتفاع حاجز التشجير H .

وهناك عدد من الملاحظات لابد أن تؤخذ في الاعتبار في هذا المضمار ، وأهمها :

- توجيه حزام التشجير في الاتجاه الشرقي – الغربي (امتداد عرضي) ، يؤدي إلى تناقص مؤثر وواضح في كمية الإشعاع الشمسي الواصل نتيجة لتأثير الظل المنتشر .
- ترتفع درجة حرارة الهواء ، إلا أن التبخر من المياه منخفض ، ويرجع ذلك إلى انخفاض سرعة الرياح . كما يتضح من معادلة داتتون التي توضح كون سرعة التبخر هي نتاج ملموس لسرعة الرياح .
- الرطوبة النسبية في مناطق التشجير مرتفعة مقارنة بالضواحي المفتوحة . ويرجع ذلك لكون بخار الماء الناتج عن النتح والتبخر لا ينتقل بسرعة بعيداً بواسطة الرياح (كنتيجة مباشرة لانخفاض سرعة الرياح) .

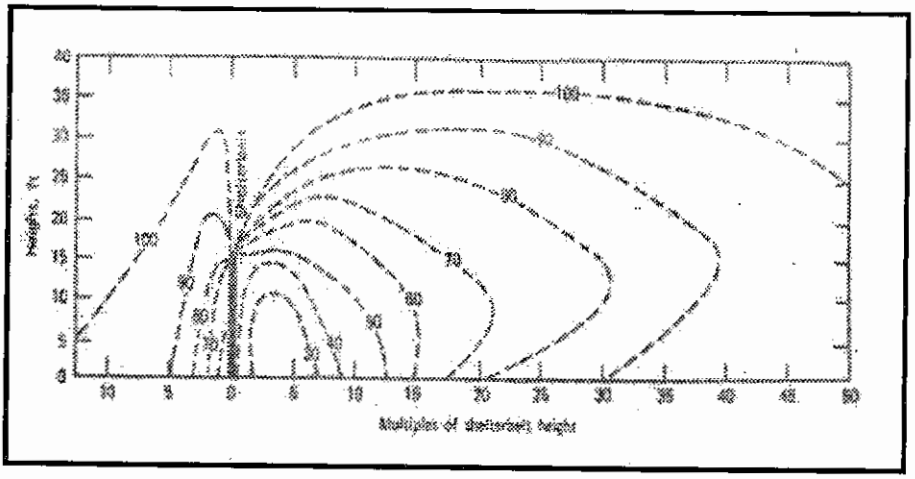
وباستثناء ارتفاع درجة الحرارة ، فإن كل عامل من العوامل السابقة الناتجة عن التشجير يؤدي إلى حماية مصادر المياه في المنطقة الواقعة خلف حزام التشجير . ومن ثم ، ليس فقط أحواض أو برك شرب الحيوانات تصبح أقل قابلية

للاستنزاف، ولكن أيضا انخفاض معدلات فقد المياه، مما يعني بالضرورة زيادة كمية المياه المتاحة لنمو النباتات والمزروعات.

وفي الواقع ، فإنه بدراسة حزام القمح في مدينة ساسكتشوان "كندا" ، قد ظهر زيادة ملحوظة في انتاجية القمح في المناطق الواقعة خلف حزام التشجير . وقد أتضح أن أعلى انتاجية تقع خلف حزام التشجير الثالث الذي يعتبر أكثرها ارتفاعا . وتشير مثل هذه النتائج إلى الدور المؤثر والفعال لحزام التشجير . وفي المناطق الثلجية ، تؤدي هذه الأحزمة إلى انتظام توزيع الثلوج ، ومن ثم تساعد على تحسين امدادات المياه المتاحة في أثناء فصل الذوبان مع بدايات الخريف . وتغذي هذه المياه الناتجة عن الذوبان مخزون رطوبة التربة ليستفاد منه في المحاصيل الربيعية.

وقد وجهت بعض الانتقادات لمشاريع أحزمة التشجير من خلال وجهة النظر المرتبطة بالتنافس بين المياه المتاحة للتربة ونترات التربة . وترتبط هذه المشكلة بفكرة استهلاك المياه المتاحة للتربة في زراعة الأشجار كجزء من مصدات الرياح . إذ أتضح أن هناك انخفاضا في إنتاجية المحاصيل في المناطق المتاخمة لنمو هذه الأشجار، ولكن هناك ارتفاعا بصفة عامة في الإنتاجية داخل المناطق المحمية بالجزام الأخضر، وتفوق هذه الزيادة في الإنتاجية أي نقيصة يمكن أن تؤخذ على مشاريع الأحزمة الخضراء.

شكل (٦-٧) النسبة المئوية للتغير في سرعة الرياح على أساس الاختلاف في كثافة وارتفاع الحاجز الشجري



تصميم مصدات الرياح

أن الهدف من مصدات الرياح هو محاولة خفض سرعة الرياح وشدتها على المباني التي تقع في مواجهتها . إن البيانات المتعلقة بالتأثير الكامن أو المتوقع للرياح ، سواء من حيث اتجاه الرياح أو سرعتها ، يمكن دراستها وفهمها من خلال تحليل نتائج الأساليب المستخدمة لهذا الهدف . ويعتمد تعديل قوة الرياح بالطبع على طبيعة وخصائص المصدات . وهناك العديد من المبادئ الأساسية التي ينبغي أخذها في الاعتبار ، وتتضمن ارتفاع مصدات الرياح ، وكثافتها ، ومسافة امتدادها . وتتحكم المسافة الطولية للمصدات في التأثير المساحي للحاجز ، ويمكن تقدير تأثيراته المبدئية وتعميمها من خلال استقراء خصائص ارتفاعه والفراغات البينية بين الأشجار في الحزام الأخضر .

ويحدد ارتفاع الحاجز تأثير امتداد منصرف الرياح . وفي الواقع ، فإن امتداد النطاق المحمي Shelter Zone، يمكن التعبير عنه بمصطلح ارتفاع مصدات الرياح ، ويرمز له (H) . ويمثل النموذج الذي سبق توضيحه في شكل (٦-٦) مثالاً لهذه المصدات وتصميمها . ويعتبر الحزام الأخضر في مثل تلك الحالات مصمتاً بارتفاع حوالي ١٥ متراً . ويعبر عن سرعة الرياح في مواجهة وخلف هذا الحاجز بنسبة مئوية من سرعة الرياح في المناطق المجاورة المفتوحة

والمواجهة للرياح. ويتضح في هذا المثال اختلاف انخفاض شدة الرياح مع تضاعف ارتفاع الحزام الأخضر Wind Break Height. فمثلا ، حينما يبلغ ارتفاعه ١٥٠ قدماً ، فإن سرعة الرياح تعادل ٤٥% من سرعة الرياح في المناطق المتاخمة المفتوحة . بينما تعادل سرعة الرياح ٩٠% من سرعة الرياح السائدة حينما يبلغ ارتفاع الحاجز ٤٥٠ قدماً .

تحليل الرياح

تعد وردة الرياح أكثر الأشكال البيانية لتمثيل الرياح السائدة على أي موقع جغرافي. ويتطلب إعداد وردة الرياح معلومات عن معدل الفترة الزمنية (غالباً ما يعبر عنها بالنسبة المئوية) التي تهب منها الرياح من اتجاه معين. ويتم تمثيل المحطة على شكل دائرة يوضع في وسطها النسبة المئوية للسكون . وتخرج من هذه المحطة أو الدائرة خطوط إشعاعية يتناسب أطوالها مع معدل هبوب الرياح وفق اتجاهات البوصلة . ويوضح شكل (٥-٦) وردة الرياح لشهر يناير في مختلف المحطات في الولايات المتحدة الأمريكية . وبتحليل واحدة من هذه المحطات ، ويمكن ملاحظة أن اتجاه الرياح من جنوب الجنوب الشرقي بنسبة تكرار ٣٠% من إجمالي تكرارها خلال شهر يناير . وهكذا فإن مثل هذه البيانات تساعد على تحديد اتجاه الرياح السائدة ، ومن ثم تحديد موقع مصدات الرياح .

ويمكن الحصول على بيانات أكثر تحديداً عن اتجاه الرياح من خلال استخدام أساليب أخرى. ولنفترض أن هناك ضرورة لمعرفة معدل اتجاه هبوب الرياح على موقع معين لتحقيق أغراض إنشائية، وكانت الرياح تهب بنسبة مئوية متساوية من اتجاهين هما ١٠ ° (رياح شمالية)، و٢٧٠ ° (غربية). وعند حساب المتوسط الحسابي لزاويتي الهبوب = ١٠+٢٧٠÷٢ = ١٤٠ ° . وهكذا ، يصبح متوسط زاوية الهبوب تعادل ١٤٠ ° أي إنها رياح من جهة الجنوب الشرقي، ويختلف هذا الاتجاه تماماً عن الاتجاه الأصلي لهبوب الرياح. وبوضوح يمكن القول ، بأن المتوسط الحسابي لا يفيد في كثير من الأغراض ، وإنه من الضروري التعامل مع الرياح على اعتبارها هي القوة الموجهه في حد ذاتها . ولذلك يصبح الأنسب هو استخدام أسلوب حسابي بسيط هو دوارة الرياح . ويقصد بدوارة الرياح هي المسافة الزمنية التي يقطعها بالون متحرك في أثناء عدد من الساعات التي تهب فيها الرياح من اتجاه معين . ويمكن أخذ نموذج (٦) كمثال لتحليل بيانات الرياح وحساب دوارة الرياح " محصلة الرياح " .

نموذج (٦) كمثال لأسلوب تحليل بيانات الرياح

إن تحليل الرياح التي تهب على موقع ما يتم من خلال استخدام معامل التحليل . وهذا المعامل هو عبارة عن قيمة عددية لكل من خصائص اتجاه الرياح وسرعتها . ويمكن وضع التصميم الكامل لهذه العوامل باستخدام الأساليب البيانية أو علم المثلثات ، وكلاهما يحتاج إلى معلومات أساسية تتجاوز هذا النموذج التحليلي . وكبديل لذلك ، فإن النموذج التالي يوضح طريقة بسيطة وضعها كل من كونراد Conrad وبوللاك Pollak.

المثال :

يوضح المثال التالي معدل بيانات سرعة الرياح لشهر يناير في محطة بوسطن بولاية ماساشوست الأمريكية لمدة ٢٤ سنة على النحو التالي :

العنصر	الشمال	الشمال الشرقي	الشرق	الجنوب الشرقي	الجنوب	الجنوب الغربي	الغرب	الشمال الغربي
ساعات الهبوب(H)	٨٢	٣٠	٢٩	٣٠	٤٤	١٤٩	٢١٦	١٦٤
معدل السرعة ميل/ساعة ($\bar{V}$)	١٠	١١	١١	٨	٩	١١	١٢	١٢
ساعات الهبوب×معدل السرعة ($H\bar{V}$)	٨٢٠	٣٣٠	٣١٩	٢٤٠	٣٩٦	١٦٣٩	٢٥٩٢	١٩٦٨

وتوضح (H) = عدد ساعات هبوب الرياح من اتجاه معين

($\bar{V}$) = معدل سرعة الرياح بالميل / ساعة = مجموع ساعات الهبوب من اتجاه معين ÷ عدد مرات الهبوب من نفس الاتجاه

($\bar{HV}$) = عدد ساعات الهبوب × معدل سرعة الرياح من اتجاه معين

ووفقا للجدول السابق، فإن محصلة جريان الرياح (دوران الرياح($\bar{HV}$)) الشمالية تعادل ٨٢٠×١٠ = ٨٢٠ ميل/ساعة. وتعبر هذه القيمة عن المسافة التي تقطعها الرياح (من خلال استخدام طاسات دوارة الرياح) في أثناء معدل ساعات هبوب الرياح ، وفي حالة هذه الرياح الشمالية فإنها تقطع مسافة ٨٢٠ ميلا . وللحصول على الاتجاه الشمالي- الجنوبي (من الشمال إلى الجنوب) ويرمز له (Cn) ، وللحصول على الاتجاه الغربي – الشرقي (من الغرب إلى الشرق) ويرمز له (Cw) من تطبيق المعادلة التالية :

محصلة الشمال (Cn) = الشمال – الجنوب + (الشمال الغربي + الشمال الشرقي – الجنوب الغربي – الجنوب الشرقي)× جتا 45°

محصلة الغرب(Cw) = الغرب – الشرق + (الشمال الغربي + الجنوب الغربي – الشمال الشرقي – الجنوب الشرقي)× جتا 45°

وتبلغ قيمة جتا 45° = ٠,٧ ثم يتم التعويض من واقع البيانات .

وتصبح قيمة محصلة الشمال (Cn) = ٧٢٠ ميل . وتصبح قيمة محصلة الغرب (Cw) = ٤٤٢٠ ميل

ويمكن الحصول على قيمة زاوية $\bar{\alpha}$> من نتيجة دوران الرياح من الجهة الغربية (لكونها هي المحصلة الأكبر) من المعادلة : $\tan\alpha = Cw \div Cn$ = ٧٢٠ ÷ ٤٤٢٠ = ٠,١٦٢ = $9^{\circ}\ 15^{-}$

أي تعادل ٩ درجات و١٥ دقيقة

ثم نحسب زاوية السمت لقيمة α على أساس أن الرياح غربية = ٢٧٠ + ٩° ١٥′ = 279° و١٥′

ويمكن أن نحسب محصلة جريان الرياح = $\sqrt{Cn^2 + Cw^2}$ ÷ Hr

وتمثل Hr عدد ساعات الدوران، أي جملة الجريان

وتعادل بالنسبة لشهر يناير = ٢٤ ساعة × ٣١ يوم = ٧٤٤ ساعة ، وبالتعويض بالأرقام عن المعادلة السابقة = $\frac{\sqrt{Cn^2 + Cw^2}}{Hr}$ = ٤٤٧٨ ÷ ٧٤٤ = ٦,٠٢ ميل / ساعة .

هذا ، ويمكن القول ،بأن طريقة كونراد Conrad وبوللاك Pollak تعتبر مؤشراً عاماً لخصائص الرياح على منطقة ما خلال فترة من الزمن كما أنها طريقة سهلة وتعطي نتائج مفيدة .

هناك اهتماماً متزايداً نحو استخدام الرياح كمصدر للطاقة . ويتطلب تقدير الطاقة الكامنة للرياح ، توفير قاعدة بيانات الرياح خلال فترة زمنية طويلة ، ثم تمثيلها بأسلوب خاص . ويعكس الأسلوب التحليلي المتبع في الولايات المتحدة الأمريكية ، أن هناك اختلافات واسعة في مصادر طاقة الرياح الكامنة ، إذ أن هناك مناطق تتمتع بكونها مصدراً كبيراً لطاقة الرياح كما هو الحال في تكساس ، وكذلك في ولايات الساحل الشرقي .

إن الاتجاه الحديث نحو الاهتمام بالرياح، يعد أحد حالات التطور المنطقي للحرص على الاستفادة من هذا المصدر الطبيعي . وقد تناول هذا الفصل دراسة الرياح المحلية ، ومنها رياح الفهن ورياح المسترال التي قام بعض الباحثين بدراستها . وقد أتضح لما لتلك الرياح المحلية من تأثيرات فسيولوجية وسيكولوجية ، فضلاً عن تأثيراتها الاقتصادية الواضحة .

وإن كان اهتمامنا بالرياح ينصب على اعتبارها قيمة حقيقية ومصدراً متجدداً للطاقة المتولدة، فإنه لا ينبغي إغفال تأثيراتها السلبية في بعض المناطق. وقد أتضح أن زراعة الأحزمة الخضراء هي في الواقع محاولة بشرية للحد من التأثيرات السلبية لشدة سرعة الرياح .

وينبغي عند دراسة الرياح في إقليم أو دولة ما ، أن نهتم بالجانب السلبي والايجابي للرياح معاً . إذ أن ذلك يفيد في فهم التأثيرات المناخية عند تطبيقها على منطقة معينة .