إدماج مزارع الرياح في التخطيط المكاني
ومقترح لآلية ومعايير للوصول إلى خارطة ريحية وطنية مناسبة للاستثمار

د. أسعد معتوق*

الملخص

تؤسس مزارع الرياح الطاقة الخضراء النظيفة المتجددة كمفتاح لحل مشكلات الطاقة في العالم، ولنشر الوئام بين الثقافات البيئية المختلفة. كما تعدُّ أحد الحلول المهمة للحد من مشكلات التغير المناخي وآثارها الكارثية؛ من هنا كانت أهمية وضع أسس ومبادئ توجيهية لتخطيط مزارع الرياح من خلال آليات متطورة تحقق نجاح بناء هذه المزارع، وتضفي الشفافية والسهولة في الحصول على التراخيص اللازمة، بما يعزز تنفيذ نظم الطاقة المستدامة.

ركز البحث على اقتراح مبادئ وأسس لتصميم مزارع الرياح كحل للطاقة المتجددة، وإدماج اعتباراتها البيئية في سياق سياسات التخطيط المكاني لتسهيل تنميتها في المجال الوطني، تلبية للطلب على الطاقة بكلفة اقتصادية وكفاءة فعالة، وذلك باتباع نهج محدد متسق يوازن بين الاحتياجات البيئية والاجتماعية والاقتصادية والتأسيس الأخضر للطاقة النظيفة، ويُكامل بين طاقة الرياح والبيئة والتخطيط والإطار المؤسساتي؛ بغية الوصول إلى معايير حاسمة شاملة لمختلف جوانب التخطيط المكاني وأبعاده لمزارع الرياح في الإطار الوطني والإقليمي والوصول إلى خارطة ريحية مكانية مناسبة للاستثمار.

الكلمات المفتاحية: الطاقة البديلة، طاقة الرياح، التخطيط المكاني، مزارع الرياح، خارطة ريحية.

* دكتور مهندس قائم بالأعمال– قسم التخطيط والبيئة–كلية–الهندسة المعمارية–جامعة دمشق، إميل: asaad.matouk@gmail.com.

• **المقدمة:**

شكلت طاقة الرياح مصدراً مهماً للطاقة التي استخدمها الإنسان عبر تاريخه، في الزراعة والصناعة والنقل؛ وتوليد الكهرباء، التي انتشرت بشكل تجاري، للحفاظ على البيئة، والحد من التلوث، وتأثيرات النفايات النووية المشعة، والاحتباس الحراري؛ مما تطلب ووضع الوسائل الممكنة كلّها لتخفيض استهلاك الطاقة غير المتجددة، والاعتماد على الطاقة المتجددة عموماً ومنها طاقة الرياح خصوصاً. فاتجهت الأنظار صوب مزارع الرياح كحل بديل لمصادر الطاقة النووية، والطاقة التقليدية المهددة بالزوال، فالرياح وفيرة ونظيفة ومتجددة، ممَّا جعلها مع التقدم العلمي الكبير هدفاً للدول الصناعية والنامية؛ وخاصة بعد أن تجاوزت إطار العمل من أجل المحافظة على البيئة إلى حيز المنافسة التجارية، مع انخفاض تكلفتها وزيادة جدواها الاقتصادية.

• **أهمية البحث:**

يعدُّ وضع مبادئ وأسس توجيهية لتنمية مزارع الرياح مدمجة بخارطة مكانية وطنية ذا أثر كبير ومهم لتنفيذ الرؤى والسياسات والتوجهات التي تطرحها تنمية طاقة الرياح، من خلال آليات متطورة تحقق نجاحها، وتضفي الشفافية والسهولة في ترخيصها، وتنسجم مع تلبية الاحتياجات الآنية والمستقبلية من الطاقة، بما يدعو إلى إعطاء أولوية كبيرة لبناء مزارع الرياح لدعم الطاقة المتجددة.

• **الإشكالية البحثية وأهداف البحث:**

وضعت الحكومة السورية في الخطة الخمسية الحادية عشرة أهدافاً وسياسات لزيادة إسهام طاقة الرياح المتجددة؛ لكن هذه الأهداف والسياسات تفتقر لخطة شاملة لتحقيق أكبر قدر من الفائدة الاجتماعية والاقتصادية من طاقة الرياح، والتقليل من تأثيراتها السلبية: كحجز مساحة كبيرة من الأراضي اللازمة للعنفات، وتحديد أماكن توافر موارد الرياح وأماكن استهلاك الطاقة؛ وآثار بيئية: كتدهور الموائل واصطدام الطيور؛ والتلوث الضوضائي، وتأثيرات سلبية في المناظر الطبيعية والسياحة؛ كما أن التقنيات الحالية لإنتاج الطاقة من الرياح لا تعدُّ قابلة للحياة اقتصادياً من دون تدخل حكومي مباشر، فهي تحتاج إلى خطط ورسم استراتيجيات مختلفة لدعم هذا التغيير والحصول على رضا الرأي العام عن الطاقة الخضراء.

لذلك هَدَفَ البحث إلى اقتراح أسس ومبادئ توجيهية، ووضع خارطة رياح وطنية، تقوم على تحديد الأماكن المناسبة، بكلفة اقتصادية وكفاءة فعالة، ضمن شروط بيئية مناسبة لتلبية احتياجات المجتمع من الطاقة المتجددة، باتباع نهج متسق في إعداد مواقع مزارع الرياح وتقييمها وتحديدها وتحديد الإجراءات اللازمة للحصول على التراخيص، بطريقة توازن بين الاحتياجات البيئية والاجتماعية والاقتصادية؛ وبما يسمح لصناع القرار تحديد نوع التنمية الأكثر ملاءمة قبل منح الموافقات والتراخيص.

• **منهجية البحث:**

اعتمد البحث على إطارين رئيسين متكاملين: الأول نظري: يعتمد المنهج الوصفي التاريخي في تحديد مفهوم طاقة الرياح، وأسس دمج مزارع الرياح في التخطيط المكاني، من خلال الاطلاع على عدد من "المبادئ التوجيهية لأفضل الممارسات" لتطوير طاقة الرياح التي وضعتها منظمات، مثل: الجمعية البريطانية لطاقة الرياح، (BWEA, 1994) والجمعية الأوروبية لطاقة الرياح، (EWEA, 2005) ورابطة طاقة الرياح الأمريكية؛ (AWEA, 2008) وغيرها.

والثاني عملي: يركز على اقتراح أسس ومبادئ توجيهية، ثم وضع خارطة رياح مكانية مدمجة وفق الأسس الآتية:

- استخدام نظام المعلومات الجغرافية كمنصة أدوات لجمع البيانات وتحليلها، وإنتاج الخرائط والرسوم البيانية.
- تحديد الآثار البيئية وتقييمها وفق خارطة رياح مكانية،

تُدْرَسُ من خلالها الجدوى الاقتصادية في المرحلة الأولى من قبل أصحاب العلاقة بالنظر في سرعة الرياح، وتوافر الأراضي والقرب من شبكة النقل، وفي المرحلة الثانية تُدرَسُ التعليمات والمحددات البيئية والمكانية، وتأثير الرأي العام؛ لتحديد المواقع المناسبة.

– تقييم المشهد الطبيعي في دراسات التخطيط الإقليمي والمحلي وفي صنع القرار؛ باستخدام تقنيات المحاكاة البصرية، مثل: تركيب الصورة، وتحليل Viewshed، والنمذجة الرقمية للارتفاعات (DEM). ليعتمد بذلك المنهج التحليلي التركيبي، وينتهي البحث باستنتاجات وتوصيات.

1. المفاهيم النظرية المرتبطة بموضوع البحث:

1–1 مزارع الرياح "Wind Farms": هي عنفة كبيرة أو عدة عنفات ذات طاقة عالية موزعة في مجموعة واحدة، أو عدة مجموعات موجودة في مكان واحد، تُوَصَّلُ سوياً لتوليد الطاقة الكهربية، وقد يصل عددها إلى عدة مئات؛ منها يقام على اليابسة وتسمى مزارع الرياح البرية "On-shore Wind Farms"؛ ومنها يقام داخل المياه في البحار قريبة من الشواطئ، يطلق عليها المزارع البحرية "Off-Shore Wind Farms". [3: 3،4]

1–2 ميزات طاقة الرياح وآثارها السلبية:

1–2–1ميزات طاقة الرياح:

– إن طاقة الرياح من أنجح الطاقات المتجددة بعد طاقة المتساقطات المائية، فآثارها السلبية تكاد تكون معدومة، فهي أكثر فعالية وأقل كلفة من تكنولوجيات الطاقة المتجددة الأخرى ومتوافرة على سطح الأرض، لا تنضب ولا تتطلب أي وقود، ولها مجموعة كبيرة من التطبيقات المنزلية والصناعية، على المستوى المحلي والإقليمي. [8: 25]

– هي تكنولوجيا آمنة تسهم في الجهود الوطنية والدولية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وملوثات الهواء الأخرى، وهي الأكثر نضجاً من الناحية الفنية والتكنولوجية والاقتصادية في جذب المزيد من الاستثمارات المحلية والأجنبية، ونقل الخبرات والتكنولوجيا بين المجتمعات المتطورة والأقل نمواً، وتساعد الاقتصاد المحلي على خلق فرص عمل جديدة في مجال البناء وصناعة العنفات والصناعات المحلية المساعدة، والدراسات الهندسية والبيئية، والخدمات؛ وتوفر مصدر كهرباء نظيفاً وبأسعار تنافسية، وتحسن الإنتاج المستدام والتنوع الآمن لتلبية زيادة الطلب من الطاقة المتجددة وتسهم في تثبيت أسعار طاقة الكهرباء، وتقلل من ذبذبتها. [20: 13–14]

1–2–2 الآثار السلبية لطاقة الرياح:

– إن طاقة الرياح ذات طبيعة متقطعة لا يمكن الاعتماد عليها في ساعات الذروة، وتتطلب استثمارات إضافية في تحسين الشبكة العامة وتعزيزها، وتحتاج إلى محطات توليد طاقة احتياطية عندما تكون الرياح هادئة. [20: 14]

– يمكن أن تؤدي إلى تدهور الموائل وفقدانها، نتيجة للأعمال الصناعية وأعمال الحفريات في أثناء تنفيذ المشروع؛ وتشكل خطراً على أسراب الطيور المهاجرة ليلاً، نتيجة لاصطدامها بالعنفات في أثناء مدة الاستثمار. [20: 15]

– تُحدث تداخلات بصرية، تفسد المشهد الطبيعي، وتؤدي إلى تغيرات جذرية في المشهد الريفي؛ كما تنتج تواتراً في الظلال والنور عند شروق الشمس ومرور أشعتها من خلال الشفرات الدوارة، التي تسبب اضطراب الناس وإزعاجهم؛ كما لها تأثيرات سلبية في السياحة وأسعار المنازل المحيطة والقريبة منها، نتيجة التلوث البصري والضوضائي والتأثيرات البيئية المحتملة. [20: 17]

– تتطلب مزارع الرياح مساحة كبيرة من الأراضي تعادل (25 – 100) مرة المساحة التي تغطيها كل عنفة؛ كما أن تأثيراتها السلبية المجتمعة أدت إلى اقترح إحاطة هذه المزارع بحزام من الأراضي لعزلها، مما يحتاج إلى المزيد من الأراضي الزراعية. [25 :4]

1-3 الأسس التقنية لمزارع الرياح:

- إن مزارع الرياح الحديثة؛ ما هي إلا محطات توليد كهرباء نظيفة تتمتع بتقنيات متطورة، يمكن التحكم بها من خلال أنظمة تحكم بسيطة، تعمل عنفاتها على تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى طاقة ميكانيكية، ثم إلى طاقة كهربائية، تُجَمَّعُ إلى محطة تحويل مركزية فرعية تقع في أقرب نقطة مناسبة لاتصال بشبكة الكهرباء العامة. [17: 2]
- اِعتُمِدَ على خبرات بناء الطائرات للإفادة من القوة المحركة للرياح، التي تزداد باتساع مساحة دوران شفرات العنفة، وعلى الإضافات التكنولوجية والتصميمة الحديثة، بإحاطتها بملقف هواء؛ ممَّا يؤدي إلى مضاعفة كفاءتها مرتين إلى ثلاث مرات، وتغليف الحافات الخارجية لشفرات العنفات بمواد خاصة للحد من التلوث الضوضائي، والبصري الموجود في العنفات القديمة. [9]
- إن العمر الافتراضي لعنفات الرياح الحديثة هو بحدود (20-25) سنة، خلالها تُصانُ وتُستَبْدَلُ قطع الغيار اللازمة لها؛ وبعدها يمكن تعميرها أو استبدالها. [20: 8]

1-4 العوامل المؤثرة في تحديد موقع مزارع الرياح:

- سرعة الرياح: تتناسب الطاقة الكامنة في الرياح طرداً مع مكعب سرعة الرياح، ويجب ألا يقل متوسط سرعة الرياح السنوي في الموقع عن (6.5 م/ثا). [20: 21]
- كثافة الهواء: يجب ألا تقل كثافة الهواء عن (1.225 كغ/م3)؛ إذْ كلما انخفضت درجات الحرارة في الموقع زادت كثافة الهواء وزادت الطاقة المحتواة به. [1]
- خشونة السطح: تزداد سرعة التوزيع الرأسي للرياح كلما قلت خشونة السطح، وتعدُّ السطوح المائية أفضل السطوح، حيث الخشونة منعدمة تقريباً، تليها المناطق المفتوحة التي لا تحوي أشجاراً أو تجمعات سكنية.
- يتطلب توضع العنفات في الموقع المناسب دون إعاقة لحركة الهواء المنساب بين العنفات وتحقيق تباعد جانبي، وتباعد أمامي وخلفي وفق المعايير المكانية والبيئية؛ [1] كما تتطلب توافر البنية التحتية من شبكات نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها، وشبكة الطرق لنقل أقسام العنفات وتجهيزاتها. [5: 22-23]

1-5 أهداف التخطيط المكاني لمزارع الرياح:

- تحسين مشاريع تنمية مزارع الرياح وتسهيلها وتكاملها مع خطط التنمية الوطنية والإقليمية والمحلية، وحماية النشاطات الاقتصادية والاجتماعية وتوليد فرص العمل.
- الإفادة القصوى من مشاريع مزارع الرياح وتشجيع استثمارها وتخفيض كلفتها، وتعزيز سلامتها وكفاءتها التكنولوجية، بما ينسجم مع استعمالات الأراضي والبيئات الطبيعية والمبنية والمواقع التراثية والتاريخية، والحد من آثارها السلبية. [16: 261]
- توجيه سياسات التخطيط نحو التنمية المستدامة في استخدام تكنولوجيا مزارع الرياح لتوليد الطاقة الكهربائية، من خلال استراتيجية حاسمة للحد من ارتفاع معدل درجة حرارة الأرض وتغير المناخ، وتحسين نوعية الحياة والبيئة المحلية والحد من استنزاف مصادر الطاقة غير المتجددة.
- ترشيد عملية تطوير مزارع الرياح وتسريعها وتنميتها، وتبسيط الإجراءات والعمليات الحالية لدراسة المشاريع واختيارها، والحكم عليها، من قبل الجهات المعنية. [13: 10]

1-6 نستنتج مما سبق ما يأتي:

إن ادماج مزارع الرياح في التخطيط المكاني ووضع مقترح لآلية ومعايير للوصول إلى خارطة ريحية وطنية مدمجة مناسبة للاستثمار: **هي مجموعة القواعد والآليات، التي تضبط عملية تنمية مزارع الرياح في المستوى الوطني، والإقليمي وتحدد الإجراءات والمتطلبات: العمرانية، والإدارية، والبيئية، ومدخلاتها الأساسية والفرعية جميعها، وتنظم العلاقات بين الأطراف جميعهم، بما يضمن إقامة مزارع رياح مستوفية للشروط والمعايير المطلوبة، وفق خارطة ريحية مكانية**

(1) انظر إلى "المسافة بين مزارع الرياح وبين العنفات" في البحث.

مدمجة تحقق أهداف تنمية طاقة الرياح المتجددة والمنشودة.

2. التخطيط المكاني لمزارع الرياح في سورية:

دُرِسَتْ واقْتُرِحَتْ مبادئ توجيهية ذات معايير حاسمة، ووُضِعَتْ خارطة ريحية وطنية مكانية مدمجة لنجاح تنفيذ مزارع الرياح، منسجمة مع التشريعات التخطيطية الإقليمية والعمرانية والبيئية وتشريعات توليد الطاقة في سورية ونقلها؛ وفق الأسس والمبادئ الآتية:

2-1 المبادئ التوجيهية للتخطيط المكاني لمزارع الرياح:

2-1-1 الإطار التشريعي:

- القانون رقم (26) لعام 2010، الذي يهدف إلى تنظيم عملية التخطيط والتطوير الإقليمي والمكاني في المستوى الوطني والإقليمي ورسم الاستراتيجيات والسياسات المكانية المستقبلية.
- القانون رقم (41) لعام 2002، المتضمن إجراءات إعداد المخططات التنظيمية العامة والتفصيلية وإصدارها وتعديلها، وأنظمة البناء لدى الجهات الإدارية، والخطوات والمراحل الواجب اتباعها لتصديقها وإصدارها.
- القانون رقم (12) لعام 2012، المتضمن مهام وزارة البيئة، ويهدف إلى إرساء القواعد الأساسية لسلامة البيئة وحمايتها من التلوث وتحقيق التنمية البيئية.
- القانون رقم (3) لعام 2009، وهدفه الحفاظ على الطاقة، ونشر استخدام الطاقات المتجددة ورفع كفاءتها.
- القانون رقم (32) لعام 2010، الذي يهدف إلى دعم استخدام الطاقات المتجددة وتشجيعها، وتوطين صناعاتها، والسماح للقطاع العام والخاص والمشترك، الوطني والعربي والاجنبي بالاستثمار في مجالي توليد الكهرباء وتوزيعها.

2-1-2 السياسات المكانية لتخطيط مزارع الرياح:

- **دمج مزارع الرياح في التخطيط الإقليمي والعمراني:**

وذلك من خلال:

- إدراج مشاريع مزارع الرياح في دراسات التنمية الإقليمية، بما ينسجم مع الأهداف الوطنية وخارطة سرعة الرياح، لتحديد المناطق المناسبة. [1]
- وضع معايير واضحة تتضمن الشروط والموافقات والإجراءات اللازمة للحصول على ترخيص المشروع، للحد من مخاطر المشاريع غير المستوفية للشروط المطلوبة لمنح ترخيص البناء. [7: 8]
- تشجيع المشاركة المجتمعية للسكان في استثمار طاقة الرياح، وتشاركية اتخاذ القرار، من خلال التخطيط الإقليمي والعمراني. [18: 4]

- **دراسة الأثر البيئي:** يُقَيَّمُ الأثر البيئي للمواقع بحسب تصنيف مزارع الرياح في ثلاث فئات:
  - مزارع للاستعمال الخاص: إذْ لا يتجاوز عدد العنفات (3) عنفات، ولا يتجاوز الارتفاع الإجمالي للعنفة (80 م)، ولا تتجاوز استطاعة العنفة (1 ميغا واط).
  - مزارع للاستعمال المشترك: لمجموعة سكنية أو صناعية محددة تخضع لتقييم أثر بيئي؛ وفق شروط تتعلق بحجم المشروع.
  - مشاريع مزارع طاقة رياح للاستعمال التجاري: تخضع لتقييم أثر بيئي من جهات مستقلة وبموافقة الجهات المعنية، وعلى نفقة صاحب المشروع. (2)، [23: 4]
- **مشاركة الجهات المعنية الأخرى:** تجب مشاركة الجهات المعنية، بما فيها مؤسسات وشركات وزارة الكهرباء، والجهات المعنية، مثل وزارة الدفاع: لتحديد حرم للمنشآت العسكرية، والمناطق ذات الأهمية الخاصة؛ وكذلك المديرية العامة للطيران المدني: في دراسة مواقع مزارع الرياح القريبة من المطارات؛ [22: 24، 29-30]، وأيضاً الدول المجاورة في المشاريع القريبة من

(1) تُضَمَّنُ مشاريع مزارع الرياح في دراسات التنمية الإقليمية وفق أحكام القانون رقم (26) لعام 2010، وخاصة المادة (10)، الفقرة (5).

(2) يُقَيَّمُ الأثر البيئي وفق أحكام القانون رقم (12) لعام 2012، المادة (3) الفقرة (5).

الحدود الدولية، أو القريبة من الشواطئ المتاخمة، وفق اتفاقية إسبو. (1)

- **الموافقات والتراخيص:** يجب أن يكون عدد الموافقات المطلوبة من الجهات المعنية في الحدود الدنيا، مرة واحدة فقط، وتبسط إجراءات التعامل من خلال النافذة الواحدة، ويتم الحصول على ترخيص البناء من الجهة الإدارية المعنية، بعد الحصول على الموافقات المطلوبة، [7: 15] وتقوم شركات الكهرباء بوصل المنشأة في الشبكة العامة، على نفقة صاحب المشروع. (2)
- **مشاركة أصحاب العلاقة:** يُعْلَنُ المشروع في الموقع المزمع إشادته وفي بهو الجهة الإدارية، ومدة (30) يوماً، وبعدها تجري الدعوة لاجتماع للتشاور مع الجهات المعنية، خلاله تُعْرَضُ ويُناقَشُ التخطيط العام للمزرعة والدراسة البيئية، لعرض الحلول المطروحة على التساؤلات والاعتراضات المقدمة.(3)

2-1-3الأسس والمعايير البيئية والمكانية:

- **التلوث الضوضائي:** تطبق المعايير الخاصة بالضجيج في المجالات جميعها، ويراعى الحد الأعلى المسموح الذي هو (50 dB / ديسبل نهاراً، و35 dB / ديسبل ليلاً)، بالقرب من المناطق السكنية والترفيهية، ولسرعة رياح (8 م/ سا)، وبارتفاع (10م) فوق سطح الأرض في موقع العنفة. [14: 23]
- **تواتر الظل والنور:** (4) يجب ألا تتجاوز مدة تناوب الظل والنور في المساكن والمكاتب المجاورة، (30) دقيقة في اليوم، وبما لا تزيد على (30) ساعة في السنة مع اختلاف اتجاهات الرياح والسماء صافية. [7: 21]
- **حماية المناظر الطبيعية:** يراعى تموضع عنفات الرياح بشكل ملائم للمناظر الطبيعية، استناداً إلى دراسات تعدُّ لهذه الغاية في المراحل الأولى من المشروع، لتجنب مخاطر التعديلات المحتملة، بحيث تندمج في المنظر الطبيعي حيثما أمكن ذلك، [19: 37] وقد يتطلب تحقيق ذلك إنشاء روابط بين العنفات وغيرها من المعالم الأرضية، على شكل خطوط أو مجموعات من العنفات التي تتبع المناظر الطبيعية أو مناظر من صنع الإنسان؛ ومن المستحسن أن تحقق شكلاً هندسياً غير مغلق في الموقع العام، مع الحفاظ على نفاذية معينة في المناظر الطبيعية؛ ويجري ذلك من خلال إعداد عدة سيناريوهات لتوزيع العنفات تبيَّن طرائق المعالجة ودمجها في المنظر الطبيعي ليتم اختيار السيناريو الأفضل في اجتماعات التشاور قبل الموافقة على الترخيص، [7: 22] حيث ألا يتجاوز ارتفاع العنفات عن التضاريس المحلية (25م) كحد أقصى. [14: 50]
- **حرم المناطق السكنية:** تُحَدَّدُ المسافة وفقاً لدراسة التلوث الضوضائي، وتواتر الظل والنور، واعتبارات المناظر الطبيعية، ويجب ألا تقل عن (350م) عن المساكن الموسمية والشاليهات، و(500م) عن المساكن المنفصلة والفيلات، و(750م) عن التجمعات السكنية، و(1 كم) عن المناطق العمرانية. [14: 23]
- **حرم المواقع والمباني التاريخية:** تُدْرَسُ المواقع والمباني التاريخية في تقييم المنظر الطبيعي، لتحديد المسافات اللازمة لبعد العنفات عن هذه الأماكن لتجنب الهيمنة السلبية لعنفات الرياح على هذه الأماكن، [7: 27] حيث لا تقل المسافة عن (1000م) للمواقع التاريخية الوطنية، و(500م) للمواقع التاريخية المحلية. [14: 23]
- **حرم المناطق العسكرية والمنشآت الدفاعية:** يجب الحصول على موافقة الجهات العسكرية ضمن مسافة (12كم) من المنشآت الدفاعية، ومناطق التحليق المنخفض. [7: 31]
- **حرم المطارات:** يمنع إقامة منشآت عنفات الرياح في المطارات وفي المهابط، ويُحَدَّدُ حرم حول المطارات يحظر فيه إقامة

---

(1) البروتوكول الاختياري لاتفاقية البعثات الخاصة المتعلق بالتسوية الإلزامية للمنازعات بين الدول الذي وقع في مدينة إسبو، الفنلندية في 25 شباط 1991.

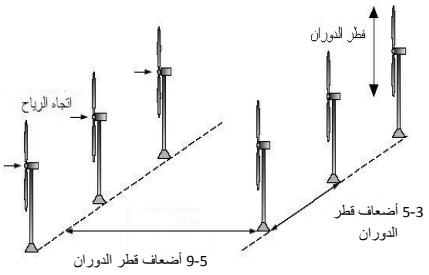
(2) القانون رقم (32)، المادة (14).

(3) يُدْرَسُ المشروع والاعتراضات المقدمة وفق أحكام المرسوم التشريعي رقم (5) لعام 1982 المعدل بالقانون رقم (42) لعام 2002، وخاصة المادة (8).

(4) تواتر الظل والنور: هو تناوب سقوط ظلال الشفرات الدوارة لعنفات الرياح على المناطق المحيطة نتيجة مرور أشعة الشمس من خلال تلك الشفرات، إذْ تكون في حدها الأعظمي عند شروق وغروب الشمس، مسببة اضطراباً وإزعاجاً للناس.

العنفات؛ وتخضع العنفات ذات الارتفاع (100م) وما فوق لدراسات خاصة، ولاسيَّما مناطق الطيران المنخفض، وتوضع عليها علامات وأضواء تحذير في أماكن مختلفة من البرج والجناحين، [7: 31] وتبعد العنفات مسافة لا تقل عن (12كم) عن المطارات الدولية، و(10كم) عن المطارات الرئيسة، و(5كم) عن المطارات المحلية. (1)

- **حرم الطرق والسكك الحديدية:** يجب أن تبعد العنفات مسافة (500م) عن الطرق الدولية، و(400م) عن الطرق الإقليمية، و(300م) عن الطرق البلدية، ومسافة (250م) عن خطوط السكك الحديدية؛ (2) وفي المناطق الخطرة يجب دراسة تحليل المخاطر. [7: 25]
- **حرم خطوط التوتر العالي:** يجب ألا تقل مسافة العنفات عن خطوط التوتر العالي (400 KVA)، عن مسافة (300م) وعن خطوط التوتر (230 KVA)، مسافة (200م). (3)
- **حرم شبكات الاتصالات اللاسلكية، والرادارات ومنارات الملاحة:** يجب ألا تسبب عنفات الرياح أي تشويش لمحطات الإذاعة والتلفزيون وأبراجها، ومعدات الرادار وإشارات الملاحة؛ وأبراج الهاتف الجوال، ولا تقل المسافة الفاصلة عن (500م)، وأن تتضمن المواصفات المسافات اللازمة للحد من التداخل والتشويش. [14: 23]
- **حرم خطوط أنابيب النفط والغاز:** يجب أن تبعد عن خطوط أنابيب نقل النفط والغاز مسافة لا تقل عن مجموع ضعف ارتفاع العنفة، وضعف نصف قطر الريش الدوارة. [14: 24]
- **حرم المحميات الطبيعية:** يُمْنَحُ الترخيص لمزارع الرياح خارج المحميات الطبيعية وعلى مسافة (500م) كمنطقة فاصلة، [14: 23] كما تُتْرَكُ مسافة (1000م) للحدائق الوطنية الرئيسة والمحميات البيئية؛ مع إجراء تقييم للأثر البيئي للطيور والحيوانات والنباتات التي تجري حمايتها. (4)
- **حرم الغابات:** تستبعد الغابات الطبيعية من مشاريع تنمية مزارع الرياح لعدم صلاحيتها، ولتقليل الضرر اللاحق فيها. [7: 28]
- **حماية النباتات والحيوانات:** إن دراسة تقييم الأثر البيئي المطلوبة تشمل: موائل الحيوانات الصغيرة، ومسارات هجرة الطيور، ومناطق حماية الحيوانات والنباتات، ويمكن أن تكون سبباً لرفض المشروع في حال عدم تحقيق الشروط المطلوبة، وتشمل أيضاً التدابير والإجراءات التي ينبغي اتخاذها للحد من الآثار السلبية في أثناء تنفيذ المشروع، [7: 29] وتُتْرَكُ مسافة (500م) كحد أدنى، ومسافة (1000م) عن مسارات هجرة الطيور المحمية. [14: 24]
- **حرم المسطحات المائية:** يُحَدَّدُ ذلك من خلال دراسة المناظر الطبيعية، [7: 28] بما لا يقل عن (200م) للمسيلات المائية الموسمية، و(400م) للأنهار الرئيسة الدائمة، و(300م) للمناطق الرطبة المحلية (السبخات)، و(1كم) للمناطق الرطبة والبحيرات الوطنية، و(4 كم) للسواحل. [14: 23]
- **المسافة بين مزارع الرياح وبين العنفات:** تشمل دراسة مزارع الرياح القائمة والمحيطة، المناظر الطبيعية في أثناء مدة الترخيص، مع مراعاة أن تكون المسافة بين مزارع الرياح المنفصلة لا تقل عن (2.5كم)؛ [7: 24] والمسافة الفاصلة بين عنفتين في مزرعة واحدة يجب أن تحقق تباعداً جانبياً لا يقل عن ثلاثة أضعاف قطر دوران العنفات، وتباعداً أمامياً وخلفياً لا يقلان عن خمسة أضعافه، [22: 20] كما هو مبيّن بالشكل رقم (1).



الشكل رقم (1): مخطط توضيحي يبين المسافات الفاصلة بين العنفات المصدر: من عمل الباحث.

(4) تصرف الباحث.
(2) تصرف الباحث.
(3) تصرف الباحث.
(3) تصرف الباحث.

- **إشغال الأرض:** ينبغي إشغال الأرض بالحد الأدنى وعلى حدودها الخارجية، واستخدام الطرق القائمة والمحافظة على الأراضي الزراعية. [7: 32]

الجدول رقم (1): يلخص المعايير البيئية المقترحة لتنمية طاقة الرياح في سورية بناء على معايير دولية وملاءمتها محلياً.

الجدول رقم (1): المعايير البيئية والمكانية المقترحة لتنمية طاقة الرياح في سورية.

المصدر: من عمل الباحث بناء على المعايير الدولية والمعايير المقترحة، ونتائج البحث.

المعايير البيئية والمكانية	العتبة (الحد الأعلى أو الأدنى)	الكودة	ملاحظات
مستوى الضوضاء	الحد الأعلى (50) dB (ديسبل) نهاراً الحد الأعلى (35) dB (ديسبل) ليلاً	DEADP, 2006b[12]	تطبق المعايير الخاصة بالضجيج.
تناوب الظل والنور	الحد الأعلى (30) دقيقة في اليوم، وبمعدل (30) ساعة في السنة.	Baugesetzbuch – BauGB[13]	
حماية المناظر الطبيعية	لا يزيد ارتفاع العفات على التضاريس المحلية عن (25م).	DEADP, 2006b	تخضع لدراسة المناظر الطبيعية.
حرم المناطق السكنية	لا يقل المسافة عن (350 م) للمساكن الموسمية والشاليهات. لا يقل عن (500 م) للمساكن المنفصلة والفيلات. لا يقل عن (750 م) للتجمعات السكنية لا يقل عن (1 كم) للمناطق العمرانية	DEADP, 2006b	تُحَدَّدُ المسافة وفقاً لدراسة التلوث الضوضائي، وتواتر الظل والنور، واعتبارات المناظر الطبيعية.
حرم المواقع والمباني التاريخية	لا يقل عن (1000 م)	DEADP, 2006b	تخضع لدراسة المناظر الطبيعية.
حرم المناطق العسكرية والمنشآت الدفاعية	لا يقل عن (12 كم).	ECDGET	يجب الحصول على موافقة الجهات العسكرية.
حرم المطارات	لا يقل عن (12 كم) للمطارات الدولية. لا يقل عن (10 كم) للمطارات الرئيسة. لا يقل عن (5 كم) للمطارات المحلية.	تصرف الباحث	تخضع العفات ذات الارتفاع (100م) وما فوق لدراسات خاصة.
حرم الطرق وخطوط السكك الحديدية	لا يقل عن (500 م) للطرق الدولية. لا يقل عن (400 م) للطرق الإقليمية لا يقل عن (300 م) للطرق البلدية لا يقل عن (250 م) لخطوط السكك الحديدية	تصرف الباحث	تخضع لدراسة تحليل المخاطر في المناطق الخطرة.
حرم خطوط التوتر العالي	لا يقل عن (350 م) لخطوط التوتر العالي (400 K V A) لا يقل عن (250 م) لخطوط التوتر العالي (230 K V A)	تصرف الباحث	
حرم شبكات الاتصالات والرادارات ومنارات الملاحة	لا يقل عن (500 م)	DEADP, 2006b	يجب أن تتضمن المواصفات المسافات اللازمة للحد من التداخل والتشويش.
حرم خطوط أنابيب النفط والغاز	لا يقل عن مجموع ضعف ارتفاع العفة وضعف نصف قطر الريش الدوارة.	DEADP, 2006b	
حرم المحميات الطبيعية	لا يقل عن (500 م) للمحميات الطبيعية. لا يقل عن (1000 م) للحدائق الوطنية الرئيسة والمحميات البيئية.	DEADP, 2006b تصرف الباحث	تخضع لدراسة تقييم الأثر البيئي للطيور والحيوانات والنباتات التي تجري حمايتها.
حرم الغابات	يمنع إقامة مزارع الرياح ضمن الغابات	ECDGET	غير صالحة لتنمية طاقة الرياح
حماية النباتات والحيوانات	تترك مسافة لا تقل عن (500 م). تترك مسافة لا تقل عن (1000 م) لمسارات هجرة الطيور المحمية.	DEADP, 2006b	تخضع لدراسة الأثر البيئي ويتطلب اتخاذ إجراءات وقائية للحد من الآثار السلبية في أثناء التنفيذ.
حرم المسطحات المائية	لا يقل عن (200 م) للمسيلات الموسمية. لا يقل عن (400 م) للأنهار الدائمة. لا يقل عن (300 م) السبخات والبحيرات المحلية. لا يقل عن (1000 م) للسبخات والبحيرات الوطنية. لا يقل عن (4 كم) عن السواحل.	DEADP, 2006b	تخضع لدراسة المناظر الطبيعية.
المسافة بين العفات وبين مزارع الرياح	لا تقل المسافة الفاصلة بين عفتين في مزرعة واحدة عن مجموع ضعف ارتفاع العفة وضعف نصف قطر دوران الريش.	WePWEP[14]	
	لا تقل المسافة الفاصلة بين مزرعتين منفصلتين عن (2.5 كم).	ECDGET[15]	

[12] DEADP, 2006b: selected criteria for the Western Cape based on the British Wind Energy Association Best Practice Guidelines.

[13] Baugesetzbuch – BauGB/ Federal Building Code: Provisions for planning and building at local level. General rules of permissibility of wind turbines in the open countryside.

[14] WePWEP: Web-based Participatory Wind Energy Planning

[15] ECDGET: The European Commission Directorate-General for Energy and Transport.

2-2 الخارطة المكانية لطاقة الرياح في سورية:

2-2-1 تقييم مصادر الرياح:

- أنشأت وزارة الكهرباء في عام 1979 أول محطة توليد كهروريحية في عدرا بقدرة (1 ك واط)؛ وفي عام 1998 أُصْدِرَ أطلس الرياح، وبناء عليه أُعِدَّتْ خارطة لسرعة الرياح الوطنية إذْ نميز وجود أربع مناطق لسرعة الرياح، المنطقة الأولى: مساحتها نحو (54) ألف كم2 وسرعة الرياح فيها تراوح بين (5–11.5 م/ثا)؛ المنطقة الثانية: مساحتها نحو (46) ألف كم2 وسرعة الرياح فيها تراوح بين (4.5–10 م/ثا)؛ المنطقة الثالثة: مساحتها نحو (76) ألف كم2 وسرعة الرياح فيها تراوح بين (3.5–8.5 م/ثا)؛ المنطقة الرابعة: مساحتها نحو (13) ألف كم2 وسرعة الرياح فيها تراوح بين (0–7 م/ثا). [2: ح]

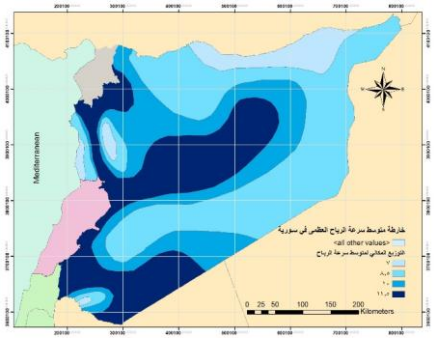
وتوزعت هذه المناطق على: التلال والجروف الجبلية، والمناطق المفتوحة، والمناطق الساحلية، والمناطق غير المكشوفة؛ وكان متوسط سرعات الرياح في هذه المناطق كما هو مبيَّن في الجدول رقم (2).

الجدول رقم: (2)، بيانات سرعة الرياح في سورية

المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات أطلس الرياح

المنطقة	مساحة المنطقة ألف كم2	سرعة الرياح على التلال والجروف م/ ثا	سرعة الرياح على سطح البحر المكشوف م/ ثا	سرعة الرياح على حدود الشاطئ م/ ثا	سرعة الرياح على المساحات مكشوفة م/ ثا	سرعة الرياح على الأراضي غير المكشوفة م/ ثا
المنطقة الأولى	54	11.5 -10	9 _ 8	8.5 – 7	7.5 – 6.5	6 – 5
المنطقة الثانية	46	10- 8.5	8 – 7	7 – 6	6.5 – 5.5	5 – 45
المنطقة الثالثة	76	8.5 – 7	7 – 5.5	6 – 5	5.5 – 4,5	4.5 – 3.5
المنطقة الرابعة	13	7 >	5.5 >	5 >	4.5 >	3.5 >

بناء عليه بُنِيَتْ خارطة متوسط سرعة الرياح السنوية المينة بالشكل رقم (1).



الشكل رقم (1): خارطة سرعة الرياح السنوية في سورية

المصدر: من عمل الباحث بناء على بيانات أطلس الرياح باستخدام نظام (Gis)

أظهرت دراسة أجرتها وزارة الكهرباء عام 2011، أن طاقة الرياح الكامنة في سورية تقدر بـ(85000) ميغا واط، وأن الاستطاعة القابلة للاستثمار تقدر بـ(25000) ميغا وات وهي استطاعة كبيرة نسبياً خصوصاً إذا ما قُورِنَتْ بالاستطاعة المركبة [16] في سورية عام 2011، التي تقدر بنحو (7000) ميغا واط.

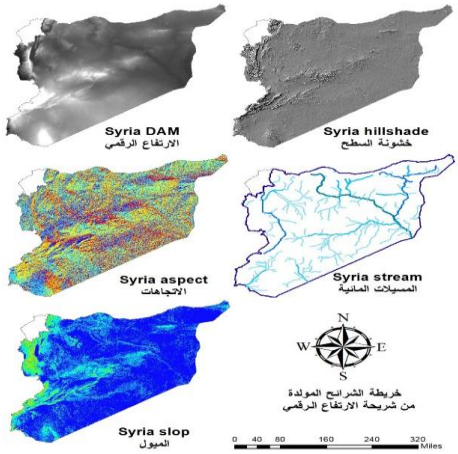
2-2-2 تحديد المواقع المناسبة لمزارع الرياح باستخدام نظام المعلومات الجغرافي (GIS)

اِسْتُخْدِمَتِ الخارطة الرقمية للمجال الوطني بدقة مقياس 1/100000 بالإسقاط العالمي (UTM 1984-N37) لجمع البيانات والتحليل والتقييم المكاني والبيئي لطاقة الرياح. [15: 465]

وشملت عملية التحليل المتعدد المعايير البيانات الجغرافية: تحليل الاستعلام، والقرب والمنطقة العازلة، والتراكب، والتجاور، وتحليل الشبكة، والنمذجة، وتوليفات مختلفة، [11: 14–15] وفق الخطوات الآتية:

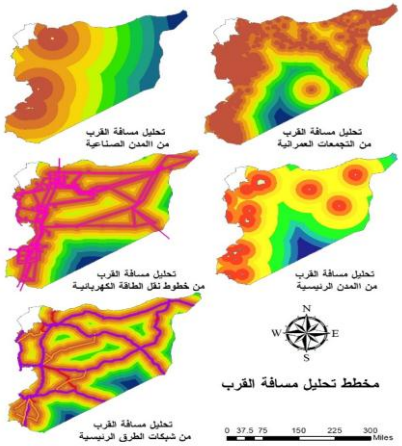
[16] الاستطاعة المركبة: هي مجموع قيم الاستطاعة الكهربائية التي يمكن توليدها من محطات توليد الطاقة الكهربائية بكامل طاقتها التشغيلية.

- بناء مجموعة شرائح جديدة من شريحة الارتفاع الرقمي "DAM": شريحة مظهر وخشونة السطح "hillshade"، والاتجاهات "aspect"، والانحدار "slop"، والمسيلات المائية "stream"، بما يخدم تقييم المشهد الطبيعي؛ كما هو موضح في الشكل رقم (2).



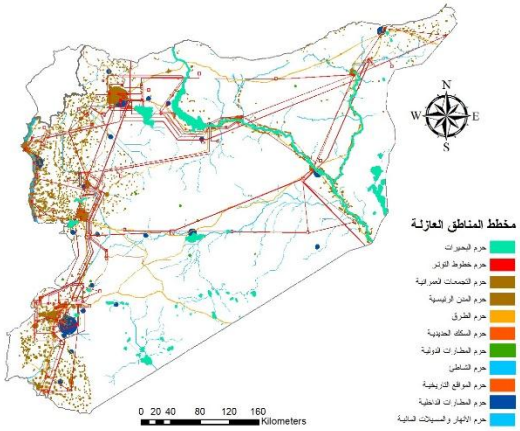
الشكل رقم (2): الشرائح المشتقة من شريحة الارتفاع الرقمي
المصدر: من عمل الباحث بناءً على شريحة الارتفاع الرقمي (DAM) من الهيئة العامة للاستشعار عن بعد.

- حُلِّلَتِ المسافة اللازمة لتحديد المواقع الأقل كلفة والأكثر كفاءة، مثل: المسافة من خطوط نقل الطاقة، وشبكة الطرق الوطنية والإقليمية والمناطقية، والمدن والتجمعات العمرانية، والمدن الصناعية حيث الاستهلاك الأعظمي للطاقة؛ كما هو موضّح في الشكل رقم (3).



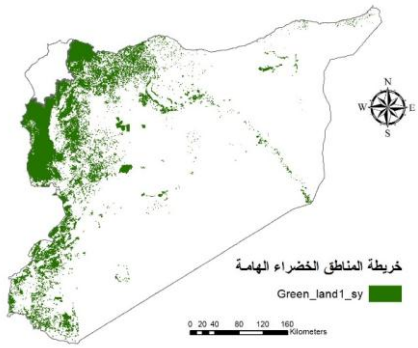
الشكل رقم (3): تحليل المسافة
المصدر: من عمل الباحث باستخدام نظام (Gis)

- تحديد طبقات (layers) المناطق العازلة (buffer zone)، لتحديد المناطق الحساسة الممنوع تنمية مشاريع طاقة الرياح فيها لحماية المناظر الطبيعية، وشملت: حرم الطرقات، والسكك الحديدية، والمطارات وخطوط نقل الطاقة، والتجمعات العمرانية، والمدن الرئيسة والشواطئ، والمحميات الطبيعية والبيئية، والأنهار والمسيلات المائية، والبحيرات والمناطق الرطبة، [11: 18-19] الموضّحة في الشكل رقم (4).



الشكل رقم (4): المناطق العازلة
المصدر: من عمل الباحث باستخدام نظام (Gis)

- تحديد المناطق التي يمنع فيها إقامة مزارع الرياح وليس لها مناطق حماية، وهي مناطق الغابات والنباتات المهمة والموضّحة في الشكل رقم (5).



الشكل رقم (5): المناطق الخضراء الهامة
المصدر: هيئة البحوث الزراعية باستخدام نظام (Gis)

- تجميع الطبقات التي وُفِّرِتْ ووُلِّدَتْ في مجموعتين، حيث إذْ حُدِّدَ تصنيف ومعايير ونموذج كل طبقة،

والقيود المفروضة عليها وقيم إعادة تصنيفها ووزنها، كما هو موضّح في الجدول رقم (3).

- تحويل طبقات المجموعة الأولى التي تشمل المناطق الممنوع فيها تنمية مزارع الرياح ومناطقها العازلة، إلى شرائح (raster) أُعِيدَ تصنيفها (reclassify) وإعطاؤها قيم (NODATA)، لاستبعاد هذه المناطق من تنمية طاقة الرياح، ثم جُمِعَتْ في شريحة واحدة.
- تحويل طبقات المجموعة الثانية إلى شرائح وإعادة تصنيف كل شريحة بقيم متساوية من (1–10) بحسب أهمية قيم الحقل المطلوب تصنيفه، مع الأخذ بالحسبان إعطاء شريحة سرعة الرياح التي هي أقل من 6.4 م/ثا قيمة (NODATA) لاستبعاد هذه المناطق من تنمية طاقة الرياح.
- تثقيل شرائح المجموعة الثانية بنسبة مئوية بحسب أهميتها، وأعطيت شريحة الرياح القيمة الكبرى كونها أهم الشرائح المؤثرة في بناء الخارطة، وجُمِعَتْ في شريحة واحدة أيضاً.
- جمع شريحة المجموعة الأولى مع شريحة المجموعة الثانية لتحديد المناطق المستبعدة من تنمية طاقة الرياح والمناطق الصالحة لهذه المشاريع، كما هو موضّح في الجدول رقم (3) والشكل رقم (6).

الجدول رقم (3): المعايير البيئية والمكانية المقترحة لتنمية طاقة الرياح في سورية.

المصدر: من عمل الباحث بناء على نتائج الدراسة

المجموعات	المعايير الرئيسة	المعايير الثانوية	نموذج الشريحة	العوامل المعيارية	القيود	إعادة تصنيف الطبقات	وزن الطبقات
المجموعة الأولى من الشرائح	حرم المناطق السكنية	حرم التجمعات السكنية المنفصلة	مضلع	m 750	محدد	NODATA	NODATA
		المسافة عن المناطق العمرانية	مضلع	1km	محدد	NODATA	NODATA
	حرم الطرق والسكك الحديدية	حرم خطوط السكك الحديدية	خط	250 m	رأي تشاركي	NODATA	NODATA
		حرم الطرق الدولية	خط	500 m	محدد	NODATA	NODATA
		حرم الطرق الإقليمية	خط	400 m	محدد	NODATA	NODATA
		حرم الطرق البلدية	خط	300 m	محدد	NODATA	NODATA
	....	....	....	....	....	....	....
	شريحة المدمجة من جمع شرائح المجموعة الأولى					NODATA	NODATA
المجموعة الثانية	الموقع	الارتفاعات	مضلع		محدد	1 ← 10	5%
		خشونة السطح[17]	مضلع		محدد	10 ← 1	5%
		شدة الميل	مضلع		محدد	1 ← 10	5%
		الاتجاهات[18]	مضلع		محدد	1 ← 8	5%
	....	....	....	....	....	....	....
	الرياح	متوسط سرعة الرياح	مضلع	=< 6.4 م/ ثا	محدد	1 ← 10	37.5%
	الشريحة المدمجة من جمع شرائح المجموعة الثانية					1 ← 10	100%
الخارطة الريحية	الشريحة المدمجة من جمع شريحتي المجموعتين الأولى والثانية					1 ← 4	

[17] صُنِّفَتْ هذه الطبقة بشكل متناقص (سلبي)، لأنه كلما زادت خشونة السطح تناقصت سرعة الرياح.

[18] صُنِّفَتْ هذه الطبقة بحسب الاتجاهات الجغرافية بقيم تتناسب مع اتجاهات وردة الرياح.

- هناك معايير لم تُدْرَجْ على نطاق إقليمي، مثل: الضوضاء، ووميض الظل والنور، وتخطيط منشأة طاقة الرياح؛ وحل محلها معايير أخرى، مثل: المسافة من المناطق العمرانية، كما لم تُخْتَبَرُ المحددات التي لم يتوافر لها بيانات لدى الجهات المعنية، مثل: مواقع أبراج الهاتف المحمول، والمنتجعات الجبلية.

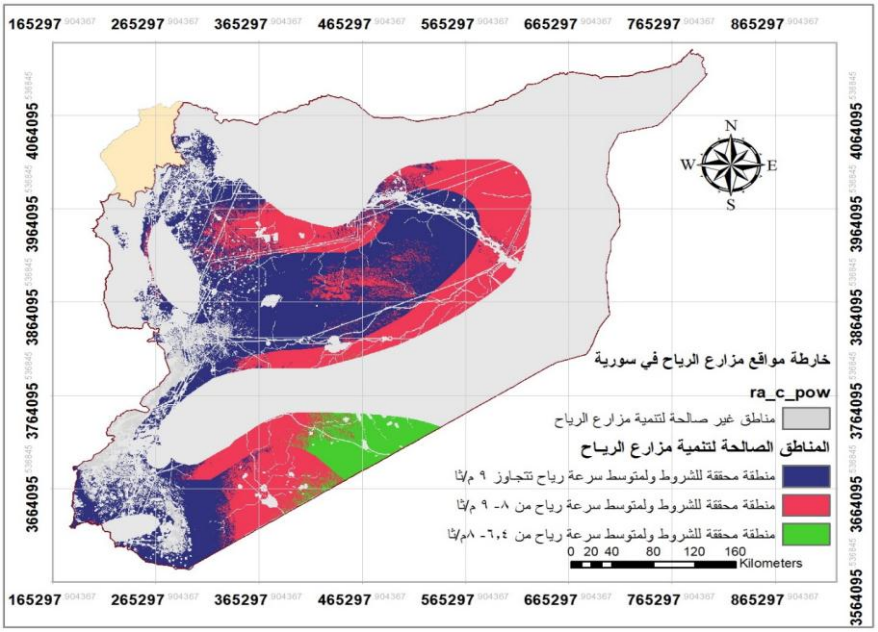
3-2-2 **تقييم المشهد الطبيعي:**[19] قُيِّمَ ذلك من خلال:

- تحديد المناطق الحساسة غير المناسبة لتنمية طاقة الرياح وفق نهج نوعي، يحقق الهدف العام لحماية المناظر الطبيعية القيمة وكذلك التخفيف من الآثار المحتملة في الجودة البصرية. [19: 4-5]
- تحديد الطابع العمراني والثقافي للمناظر الطبيعية في المجال الوطني من خمسة عناصر رئيسة: التضاريس، والجيولوجيا، والتربة والغطاء النباتي، ونمط التسوية، والأهمية الثقافية؛ بحيث تسمح هذه المجموعات بتقييم أي نوع من أنواع المشاهد الإقليمية بشكل متسق، واستندت الخرائط الناتجة إلى نموذجين من التحليلات العامة:

- نموذج أنماط تضاريس الأرض لتصور الطابع الطبيعي، وقد استمد المكونات الآتية: التلال والجبال والوديان، والسهول الساحلية والداخلية، والأنهار والمسيلات المائية.
- نموذج غطاء الأرض من الإسكان والأنماط الزراعية، لتصور الطابع العمراني والثقافي، وقد استمد المكونات الآتية: المدن والتجمعات العمرانية، والمدن الصناعية، والمناطق الساحلية، والمواقع التاريخية، والمناطق الخضراء، ومناطق المحميات البيئية والطبيعية والبرية.

- إدراج تحليل الرؤية لتحديد منطقة النفوذ البصرية على المناظر الطبيعية، استناداً إلى تقييم مركب مؤلف من: وضوح الرؤية، وأنواع التضاريس، وأنواع الغطاء النباتي على اليابسة، والمناطق المحمية ومناطقها العازلة.
- يوضّح الشكل (6) نموذج خارطة مناطق تنمية مزارع الرياح باستخدام طبقات المعايير البيئية والمكانية، وأسس التخطيط ومعايير المناظر الطبيعية والثقافية.

[19] تقييم المشهد هو "تقييم قدرة المناظر الطبيعية لاستيعاب تنمية طاقة الرياح". (Benson et al, 2003)



الشكل رقم (6): خارطة مواقع مزارع الرياح في سورية بإحداثيات جملة الإسقاط العالمية

المصدر: من عمل الباحث بناء على نتائج البحث.

وقد صنفت إلى أربع مناطق: منطقة أولى ذات اللون الرمادي بحسب الخارطة، غير صالحة لإقامة مشاريع مزارع رياح عليها لعدم تحقيق شروط سرعة الرياح والشروط البيئية والمكانية وحماية المناظر الطبيعية.

ومنطقة ثانية ذات اللون الأزرق، محققة للشروط البيئية والمكانية وحماية المناظر الطبيعية، ومتوسط سرعة الرياح فيها تتجاوز 9 م/ ثا؛ ومنطقة ثالثة ذات اللون الأحمر، محققة للشروط البيئية والمكانية وحماية المناظر الطبيعية، بنسبة متوسطة، ولمتوسط سرعة رياح من 8–9 م/ ثا؛ منطقة رابعة ذات اللون الأخضر، محققة لشروط البيئية والمكانية وحماية المناظر الطبيعية، بنسبة ضعيفة، ولمتوسط سرعة رياح من6.4–8 م/ ثا.

3.الاستنتاجات والتوصيات:

- أهمية تشميل الإطار الوطني [20] الأهداف الداعمة لتنمية مزارع الرياح المتجددة واستثمارها، لتخفيض الانبعاثات والحد من ارتفاع درجة حرارة الارض، والالتزام ببرتوكول كيوتو، وتوطين تكنولوجيا متطورة تخلق فرص عمل، وتساعد على تنمية صناعات جديدة.
- إن وضع أسس ومبادئ توجيهية لتصميم مزارع الرياح يحقق نجاح بناء هذه المزارع، ويضفي الشفافية والسهولة في الحصول على الترخيص، ويحفز صانعي القرارات والسياسات الدولية، والمؤسسات المالية، والمنظمات الإقليمية، لتقديم الدعم المالي والفني والتكنولوجي، ويشجع رجال الأعمال على تنفيذها.
- إن بناء خريطة مكانية مدمجة بمعايير حساسية وأهمية المشهد الطبيعي، يعطي إمكانية لصانع القرار لتحديد مسبق لمناطق تنمية طاقة الرياح المفضلة، قبل إجراء دراسة الجدوى الاقتصادية والدراسة التخطيطية من المستثمرين، وقبل صياغة مقترحات التطوير.

([20]) **الإطار الوطني**: هو مجموعة الاستراتيجيات العامة والمبادئ التي توجه وتكامل بين مبادرات التنمية الإقليمية والاستراتيجيات الوطنية القطاعية المركزية في الجمهورية العربية السورية. (القانون 26لعام 2010)

- أهمية تبني سياسات التحول لطاقة الرياح المتجددة النظيفة الصديقة للبيئة، لدعم الاقتصاد الأخضر وفقاً لإجراءات عمرانية ومالية وقانونية، باتباع سياسات متكاملة لتعزيز إدماج منهجيات التخطيط في مستوياته كلّها لتنفيذ السياسات الوطنية المتعلقة بإنتاج طاقة الرياح المتجددة.
- إن استخدام نظام المعلومات الجغرافية كمنصة أدوات لجمع البيانات وتحليلها وإنتاج الخرائط والرسوم البيانية، وتحديد الآثار البيئية وتقييمها وتقييم المشهد الطبيعي يؤدي إلى تحديد المواقع المناسبة لتنمية مزارع الرياح، ويساعد على دراسة الجدوى الاقتصادية والاجتماعية والأثر البيئي؛ وعلى صنع القرار.
- أهمية تقييم الأثر البيئي لمشاريع طاقة الرياح المتجددة، والتأثيرات المحتملة من خلال منهجيات النظم البيئية والتنوع الحيوي وإدارة الأراضي؛ ودراسة تأثيرها في البنية التحتية كخطوط نقل الكهرباء والطرق.
- يمكن زيادة كفاءة الخريطة المكانية لمزارع الرياح بإدخال عوامل إضافية مثل تحليل الرؤية (View shed) وتحديد ممرات هجرة الطيور، وتحديد أماكن أبراج الهواتف المحمولة، بعد الحصول على البيانات الخاصة بهذه العوامل.

وقد خلص البحث إلى التوصيات الآتية:

- اعتماد الأسس والمعايير البيئية والمكانية المقترحة لتنمية طاقة الرياح في سورية، لتجنب التأثيرات السلبية لمزارع الرياح المستقبلية في استعمال الأراضي.
- اعتماد الخارطة لمواقع مزارع الرياح كخارطة أولية يمكن تقييمها واعتمادها مستقبلاً ونشرها كقاعدة أساسية.
- الإفادة القصوى من مشاريع مزارع الرياح وتشجيع استثمارها وتخفيض كلفتها، وتعزيز سلامتها وكفاءتها التكنولوجية، بما ينسجم مع استعمالات الأراضي والبيئات الطبيعية والمبنية والمواقع التراثية والتاريخية، والحد من آثارها السلبية.
- وضع معايير واضحة تتضمن الشروط والموافقات والإجراءات اللازمة للحصول على ترخيص مزارع الرياح.
- وضع تشريعات لتقنيات مزارع الرياح الحديثة، شاملة للتبعات والتأثيرات المستقبلية المحتملة في استعمالات الأراضي، ومحفزة على الاستثمار على حد سواء.
- تشجيع المشاركة المجتمعية للسكان في استثمار طاقة الرياح وتشاركية اتخاذ القرار، من خلال التخطيط الإقليمي والعمراني.
- دراسة الجدوى الاقتصادية الاجتماعية والبيئية لمشاريع طاقة الرياح، والتأثيرات المترافقة مع خيارات العرض.

المراجع*

- **المراجع العربية:**

[1] الحلبي، هبه. جعيداني، مروة. والحبش، عمر. *تصميم المزرعة الريحية*. (21 كانون الثاني 2011). http://kawngroup.com/wind-farm-designing.

[2] الجمهورية العربية السورية. (1998). *أطلس الرياح*. دمشق: المديرية العامة للأرصاد الجوية.

[3] الخياط، محمد مصطفي. (2007، أيلول). *تكنولوجيا طاقة الرياح–أسس عمل وأنواع توربينات الرياح*: مجلة الكهرباء العربية، العدد 91.

[4] عيسى الناصر، وهيب، ومبارك البو فلاسه، حنان. (2004). *مصادر الطاقة النظيفة أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي*. البحرين: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

[5] كرم الدين محمود، ماجد. وبيدة، آمال. (2012). *الكهرباء من الرياح*. القاهرة: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.

- **المراجع الأجنبية**

[6] *Down To Earth: Geographic Information for Sustainable Development in Africa*. (2002). Washington. The national academies.

[7] ECDGET, (2004). *Spatial planning of wind turbines, Guidelines & Comparison of European Experiences*. France: The European Commission, Directorate-General for Energy and Transport.

[8] REN21. (2014). *Renewables 2014 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat.

[9] Hall, C. (2011). *Japanese Breakthrough in Wind Turbine Design*. Website: http://www.energydigital.com/renewable_energy/japanese-breakthrough-in-wind-turbine-design. (accessed Oct, 3, 2014)

[10] Harrison, J. D., (2012). *Onshore Wind Power System (ONSWPS): A GIS–Based Tool for Preliminary Site–Suitability Analysis*, Master of Science Geography Information Science and Technology, Faculty of the USC Graduate School University of Southern California.

[11] Haugen, M. B. K. (2011). *International Review of Policies and Recommendations for Wind Turbine Setbacks from Residences: Setbacks, Noise, Shadow Flicker, and Other Concerns.* Minnesota: Department of Commerce. Energy Facility Permitting.

[12] The Landscape Institute with the Institute of Environmental Management & Assessment. (2002). *Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment*. (2nd Ed.). London & New York: Spon press.

[13] The Ministry of the environment, heritage and local government. (2000). *Planning Guidelines*. Pleanála Ireland. Local Government.

[14] Moiloa, B. H. E. (2009). *Geographical Information Systems for Strategic Wind Energy Site Selection.* Master of Science in Geographical Information Systems, Faculty of Earth and Life Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam.

[15] Partidario, M. R. (2007). Scales and associated data – What is enough for SEA needs. *Environmental Impact Assessment Review*. vol. 27, pp 460- 478

[16] Peker, Z. (2005). *Integrating Renewable Energy Technologies into Cities through Urban Planning: in the Case of Geothermal and Wind Energy*. PhD Thesis, School of Engineering and Science of Izmir Institute of Technology.

[17] Planning Bulletin. (2004). *Guidelines for Wind Farm Development*. Western Australian: Planning Commission.

[18] Rochard, Y. (6th of Dec. 2002). *Wind energy and spatial planning procedures, a way to improve social acceptance*. Synthesis of the PREDAC European Seminar. Brest, France.

[19] Scottish Natural Heritage. (2009). *Siting and Designing Windfarms in the Landscape.*v1. Scotland.

[20] Simao, A. (2006). *Background information on wind energy and wind farm siting,* London: Centre for Advanced Spatial Analysis

[21] Stankovic. S., Campbell, N., & Harries, A. (2009). *Urban Wind Energy*, London: Earthscan.

[22] United Nations Development Programme (UNDP). (2010). *Guidelines on the environmental impact assessment for wind farms*. Belgrade. Energodata Ingraf

[23] Wind energy in the BSR2. (2011). *Planning and Licensing Procedures for Wind Farms in the South Baltic Region– A guide for potential investors*. This program is part financed by the south Baltic program and the European Union.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2015/3/3