المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

التوزيع المكاني والزماني لتكرارات العواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية	أ. سعود بن حمود الحربي
المقومات الطبيعية والبشرية للسياحة في جزيرة فيلكا - دولة الكويت	أ. د. عبيد سرور العتيبي د. سلمان يوسف حسين
الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة في منطقة جازان	د. عائشة علي محمد العريشي
تحليل المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي في بعض مناطق المملكة العربية السعودية	د. فهدة بنت فلاح بن حشر
أثر عناصر المناخ على نشأة العواصف الغبارية في مدينة الرياض	أ. سعود بن حمود الحربي

العدد (١١)
١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩م

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

ح الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية
المجلة الجغرافية الخليجية – العدد الحادي عشر – الرياض ١٤٣٧هـ
ص ؛ ١٧×٢٤ سم
ردمك : ٤٥٦٢- ١٦٥٨
رقم الإيداع: ١٤٣٧/٥٨١٦

حقوق الطبع والنشر محفوظة للجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ولا يجوز طبع أي جزء من الكتاب أو نقله على أي هيئة دون موافقة كتابية من الناشر، إلا في حالات الاقتباس المحدودة بغرض الدراسة مع وجوب ذكر المصدر.

العدد الحادي عشر ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية



العدد الحادي عشر ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

أعضاء مجلس الإدارة ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م

د. خالد حمد أبا الزمات	الرئيس- قطر
د. سليمان يعقوب الفليكاوي	نائب الرئيس – الكويت
د. إبراهيم صالح الدوسري	أمين السر وأمين المال – السعودية
د. طلال يوسف العوضي	أمين النشر والبحث العلمي – عُمان
د. أحمد خادم بن طوق	أمين العلاقات الخارجية – الإمارات
د. محمد أحمد عبدالله	أمين الإعلام والنشر الإلكتروني – البحرين

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ / ٢٠١٩م

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

العدد الحادي عشر ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م

ترحب المجلة بنشر البحوث والدراسات الجغرافية العلمية النظرية والتطبيقية وعروض الكتب والتقارير ذات الصلة.

رئيس التحرير
الدكتور خالد بن حمد أبا الزمات
رئيس الجمعية، جامعة قطر

مدير التحرير
الدكتور طلال يوسف العوضي
أستاذ نظم المعلومات الجغرافية المشارك بجامعة السلطان قابوس، أمين النشر والبحث العلمي بالجمعية.

هيئة التحرير
د. محمد بن أحمد عبدالله
جامعة البحرين، مملكة البحرين.
د. محمود بن إبراهيم الدوعان
جامعة الملك عبدالعزيز، المملكة العربية السعودية.
أ.د. سيف بن سالم القايدي
جامعة الإمارات العربية المتحدة.
د. علي بن سعيد البلوشي
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.

الهيئة الاستشارية
أ. د. عبدالله يوسف الغنيم
أ. د. عبدالله ناصر الوليعي
أ. د. قاسم محمد دويكات
د. نظام عبدالكريم الشافعي

الاشتراكات
أعضاء الجمعية: مجاناً، الأفراد: ٦٠ ريالاً سعوديًّا، المؤسسات: ٢٠٠ ريال سعودي

المراسلات

عنوان المراسلة: الدكتور طلال يوسف العوضي – أمين النشر والبحث العلمي بالجمعية الجغرافية في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية
ص . ب. ٣٣٥ الرمز البريدي ١٣٢مسقط، سلطنة عمان
البريد الإلكتروني: hatrushi@sq.edu.om - salim.alhatrushi@gmail.com

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

اسم المجلة

باللغة العربية: المجلة الجغرافية الخليجية

باللغة الإنجليزية: The Gulf Geographical Journal

التعريف: مجلة فصلية محكمة تعنى بالبحوث والدراسات الجغرافية، وتصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ومقرها دارة الملك عبدالعزيز في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية.

لغة النشر: تقبل المجلة البحوث والدراسات ومراجعات الكتب والتقارير باللغتين العربية والإنجليزية (وبصورة دائمة)، على أن يقدم الباحث ملخصًا باللغة الثانية.

مقر النشر: دارة الملك عبدالعزيز في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية.

قواعد النشر في المجلة:

١) تقبل البحوث الجغرافية النظرية والتطبيقية المبتكرة والأصيلة التي لم يُسبق لها النشر، وغير المقدمة إلى جهة أخرى في الوقت نفسه، على أن يقدم الباحث إقراراً بذلك قبل البدء في إجراء التحكيم.

٢) التزام البحوث بالأصول العلمية، من حيث الأسلوب والمنهج، وتوثيق المصادر والمراجع المستعملة بالطرائق المعتمدة في البحوث الأكاديمية.

٣) ألا يزيد البحث (باللغة العربية) على ٨٠٠٠ كلمة بكل محتوياته، بمسافة ونصف وبنط ١٤، وبخط Simplified Arabic.

٤) أما البحث المقدم باللغة الإنجليزية، فلا يزيد على٨٠٠٠ كلمة بكل محتوياته أيضًا، بمسافة ونصف وبنط ١٢، وبخط Times New Roman.

٥) يرفق الباحث مستخلصًا باللغتين (العربية والإنجليزية) لبحثه بما لا يتجاوز ٢٥٠كلمةً، ويُذيَّل هذا المستخلص بما لا يزيد على خمس كلمات مفتاحية.

٦) يراعى أن تحتوي الصفحة الأولى من البحث على عنوان البحث واسم الباحث والجامعة أو المؤسسة التي ينتمي إليها ويعمل فيها حاليًّا، والبريد الإلكتروني.

٧) ينبغي أن تكون الخرائط والصور والأشكال التوضيحية ذات جودة عالية.

٨) يُشار إلي جميع المراجع في متن البحث على النحو الآتي : (اسم العائلة، سنة النشر).

٩) ترتب قائمة المراجع في نهاية البحث هجائيًّا باللغتين (العربية أو الأجنبية) في قائمتين، بحيث لا تحتوي قائمة المراجع إلا على تلك التي تشير إليها في متن البحث، ووفقًا للنظام المعتمد في American Physiology Associaion (APA).

١٠) يتقدم الباحث بنسختين ورقيتين من بحثه، إضافة إلي قرص ممغنط على نظام Ms Word (windows)، ويمكن إرساله على هيئة مرفق إلى مدير التحرير.

١١) أن يرفق الباحث مع بحثه سيرة ذاتية مختصرة وحديثة في صفحة واحدة.

١٢) يخبر الباحث بتسلّم البحث وإرساله إلى المحكمين والنتيجة والموعد المقترح لنشره.

١٣) لا ترد الأعمال المرسلة إلى المجلة إلى أصحابها سواء نشرت أو لم تنشر.

١٤) يرسل للباحث (في حالة النشر) نسختان من المجلة و١٠ مستلات من بحثه.

١٥) جميع حقوق النشر تكون للمجلة لمدة ٣ سنواتٍ من تاريخ إجازة النشر.

أعضاء الشرف

معالي الشيخ الدكتور/ عبدالله بن محمد بن إبراهيم آل الشيخ

رئيس مجلس الشورى ووزير العدل السابق

المملكة العربية السعودية

معالي الأستاذ الدكتور/ فهد بن عبدالله السماري

أمين عام دارة الملك عبدالعزيز المكلف

المملكة العربية السعودية

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المحتويات

التوزيع المكاني والزماني لتكرارات العواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية	١٥
المقومات الطبيعية والبشرية للسياحة في جزيرة فيلكا – دولة الكويت	٧٩
الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة في منطقة جازان	١٣٧
تحليل المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي في بعض مناطق المملكة العربية السعودية	٢٠٥
أثر عناصر المناخ على نشأة العواصف الغبارية في مدينة الرياض	٢٥٧
تقرير عن مؤتمر السكان والتنمية المستدامة في سلطنة عمان	٣٢٦
إمكانيات وتحدّيات التنمية الزراعية في ولاية السُّويق سلطنة عُمان – دراسة ميدانية على عيّنة من المُزارعين رسالة ماجستير – قسم الجغرافيا – كلية الآداب والعلوم الاجتماعية – جامعة السلطان قابوس – سلطنة عمان	٣٣٥
الخصائص والإمكانات المستقبلية لمشروع البوكسايت في المملكة العربية السعودية	٣٣٩
جزيرة حُبار	٣٤٣

افتتاحية العدد الحادي عشر

إن الحمد والشكر لله الذي أعاننا على إنجاز وإخراج العدد الحادي عشر من المجلة العلمية للجمعية الجغرافية الخليجية، ونرجو من الله العلي القدير أن يكون هذا العدد إضافة جديدة للمكتبة العربية في مجال العلوم والتطبيقات الجغرافية ...

تتمتع الجغرافيا بالديناميكية والتطور وفق تطور الإحداث والإمكانات، وقد شهد العالم في الوقت الحاضر الكثير من التطورات خصوصًا في مجال رفاهية الشعوب والأمم، وأصبح العالم أكثر ترابطاً وأسهل في التواصل، وذلك بفضل التقنية وتطور وسائل الاتصال، هذه السهولة في التنقل والتعايش ساعدت الجغرافيين كثيرًا على تطوير مهاراتهم وآفاقهم إلى مجالات أرحب تساعدهم على تحقيق مبتغاهم وشغفهم البحثي. فقد أضحت الجغرافيا من العلوم الأساسية بأدواتها الجديدة مجالاً لدراسات أكثر تعمقاً؛ سواء في مجالات جديدة منها ما يُعرف بالاقتصاد الأزرق (Blue Economic)، أو التصحر الأخضر (Green Desertification). ولمواكبة هذه التطورات، فإن القائمين على هذه المجلة سوف يخصصون عددًا خاصاً لدراسة قضايا الجغرافية الحديثة؛ لذا يسرني ويسعدني أن أضع بين يديك، أيها القارئ الكريم، العدد الحادي عشر من المجلة العلمية للجمعية الجغرافية الخليجية.

يشتمل هذا العدد من المجلة الجغرافية الخليجية على خمسة بحوث تهتم بقضايا جغرافية متجددة على مستوى دول مجلس التعاون الخليج العربية، حيث ركزت هذه البحوث على مسارين رئيسين في الجغرافيا، هما: التحليل والتوزيع المكاني للظاهرات الجغرافية، والأخرى عن التغيرات المناخية وآثارها في دول مجلس التعاون. وقد اعتمدت معظم الأبحاث في هذا العدد على استخدام التقانة الحديثة، وبالذات استخدام نُظم المعلومات الجغرافية (GIS)، أو الاستشعار عن بُعد (Remote Sensing)، أو الأساليب المتخصصة، وقد أثبتت هذه الدراسات والأبحاث أهمية الجغرافيا ودورها المهم في معالجة القضايا المرتبطة بالإنسان وبيئته، من خلال تشخيص وتحليل واقتراح الحلول المناسبة للقضايا موضع البحث.

فقد قدم الأستاذ سعود بن حمود الحربي من جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية بالمملكة العربية السعودية (الرياض) دراسةً عن التوزيع المكاني والزماني لتكرارات العواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية، بينما ناقش كلٌّ من الدكتور سلمان يوسف حسين والأستاذ الدكتور عبيد سرور العتيبي من جامعة الكويت المقومات الطبيعية والبشرية للسياحة في جزيرة فيلكا - دولة الكويت. كما عرضت الدكتورة عائشة علي محمد العريشي من جامعة جازان مشكلة الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة في منطقة جازان، أما الدكتورة فهدة بنت

فلاح بن حشر من جامعة الأميرة نورة بنت عبدالرحمن بالمملكة العربية السعودية (الرياض) فناقشت تحليل المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي في بعض مناطق المملكة العربية السعودية، وكذلك عرض الأستاذ سعود بن حمود الحربي من جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية بالمملكة العربية السعودية (الرياض) أثر عناصر المناخ في نشأة العواصف الغبارية في مدينة الرياض.

واشتمل هذا العدد على الأبواب الرئيسة للمجلة، حيث تم تقديم تقرير عن مؤتمر السكان والتنمية المستدامة في سلطنة عمان، الذي عُقد في رحاب جامعة السلطان قابوس بسلطنة عمان خلال المدة من ١٤ – ١٥ أكتوبر ٢٠١٩، وشمل هذا العدد أيضًا التعريف بكتاب باللغة الإنجليزية بعنوان "الخصائص والإمكانات المستقبلية لمشروع البوكسايت في المملكة العربية السعودية، دراسة في الجغرافيا الاقتصادية" " Characteristics and Future Potentials of Bauxite Project in Saudi Arabia: Study in Economic Geography" بقلم الدكتور محمد الدغيري، مع تقرير عن جزيرة حُبار بالمملكة العربية السعودية بقلم الدكتور ملهي بن علي الغزواني. كما اشتمل العدد على ملخص رسالة ماجستير صدرت مؤخراً من قسم الجغرافيا بجامعة السلطان قابوس بعنوان "إمكانات وتحدّيات التنمية الزراعية في ولاية السُّويق - سلطنة

عُمان: دراسة ميدانية على عيّنة من المُزارعين" للطالبة مروى بنت علي بن خلفان المقبالية.

ولا يسعنا هنا إلا أن نسجل كلمة شكر وتقدير لجميع الإخوة أعضاء الجمعية الجغرافية الخليجية على استمرار دعمهم القوي وثقتهم المتميزة في المجلة للتحرك نحو المستقبل، وتأييدهم للإجراءات المهنية الصارمة التي تطبقها المجلة في تحكيم البحوث، كما أشكر جميع المحكمين على تعاونهم التام على تحقيق عمل المجلة. كما أشكر الزملاء في مجلس إدارة الجمعية على ثقتهم الغالية.

وفقنا الله وإياكم،وسدد على طريق الخير خُطانا، وعلى أن تظلوا على ثقة بأن مجلتكم ستكون دائماً عند مستوى مسؤليتها الفكرية، وأن تكون المنبر المفتوح لمساهماتكم العلمية، والساحة الواسعة والوعاء المفتوح لتفاعلكم. وفي الختام يسرني أن أتقدم بجزيل الشكر والعرفان لدارة الملك عبدالعزيز في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، على دعمها المستمر للجمعية الجغرافية الخليجية ومجلتها.

الدكتور طلال بن يوسف العوضي
مدير التحرير، جامعة السلطان قابوس

* * *

العدد الحادي عشر ١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

البحوث العلمية

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

التوزيع المكاني والزماني لتكرارات العواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية

Spatial and temporal distribution of dust storms in Saudi Arabia

إعداد

سعود بن حمود الحربي

قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

المملكة العربية السعودية، الرياض

Saud Homoed Al-harbi

Geography Department, Faculty of Social Sciences,

Imam Muhammad bin Saud Islamic University

Kingdom of Saudi Arabia – Riyadh

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المجلة الجغرافية الخليجية
مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تكرار الرياح السائدة والرياح القصوى، ودراسة حالات العواصف الغبارية شهريًّا وفصليًّا في ٢١ محطة في المملكة العربية السعودية، ما بين ١٩٩٠- ٢٠١٠م، استُخدمت فيها بيانات مناخية يومية متوفرة لدى الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

واعتمدت الدراسة على سرعة الرياح المتضمنة ٨ عقد، تساوي ٤,١٢ متر/ ثانية، وتساوي ١٤,٨٢ كيلومتراً/ ساعة، معياراً للرياح القصوى التي تنشأ عندها العواصف الغبارية. كما أُجريت مقارنة بين الرياح السائدة والقصوى على مستوى مدن المملكة في فصول السنة.

واعتمدت هذه الدراسة أيضًا على تصنيف حالات الطقس الغبارية المستخدمة في شفرة الطقس السنوبية (Synoptic Code)، التي تعتمدها منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) والمستخدمة عالميّاً، وتبين قلة العواصف الغبارية الواسعة المقياس على محطات المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة، واتضحت زيادة العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في معظم محطات المملكة، أمَّا حالات السديم فهي أكثر الحالات التي تتعرض لها أراضي المملكة، ولكن تختلف زيادتها ونقصانها بين محطة وأخرى حسب مصدرها، حيث إنَّ حالات السديم تنشأ من مصادر طبيعية أو مصادر بشرية، فمدن المملكة تتنوع ما بين مدن صناعية ومدن يزداد فيها النشاط العمراني، وهناك مدن يكون موقعها الجغرافي محاطاً بأراضٍ مفكَّكةٍ، حيث تكون معرضة لحالات السديم بدرجة مستمرة مثل مدينة الرياض وغيرها.

الكلمات المفتاحية: التوزيع المكاني والزماني، العواصف الغبارية، معدل سرعة الرياح، المملكة العربية السعودية.

Abstract

This study investigated the frequency of prevailing winds and maximum winds and studied dust storms monthly and quarterly in ٢١stations in Saudi Arabia between ١٩٩٠and ٢٠١٠ using daily climate data available at the General Presidency of Meteorology and Environmental Protection.

The study based on wind velocity ٨ knots equal to ٤,١٢ m / s, equal to ١٤,٨٢ km / h, is a measure of the maximum winds at which dust storms are created. The prevailing winds were compared to the Kingdom's cities during the seasons.

The study also adopted a classification of the dust weather conditions used in the World Meteorological Organization (WMO) Global Code of Synoptic Code and the absence of large-scale dust storms on Saudi Arabian plants during the study period. The increase in dust storms is small in most of the Kingdom's stations, while the cases of the nebula are the most common cases that are exposed to the land of the Kingdom, but the difference between the increase and decrease between the station and another station by source, as the cases of the nebula arise from natural sources or human resources, Industrial cities and cities where urban activity is increasing and there are cities whose geographical location is surrounded by disintegrated land, where they are exposed to cases of the nebula continuously such as Riyadh and others.

Keywords: spatial and temporal distribution, dust storms, wind speed, Saudi Arabia.

أولاً: مقدمة

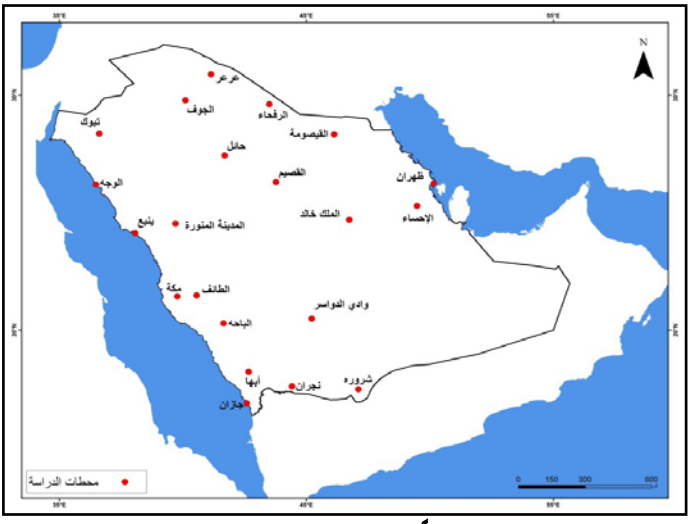
تعدُّ حالات الطقس الغبارية من حالات الطقس المعتادة التي يتكرر حدوثها في الأراضي الجافة وشبه الجافة، التي تثير الغبار وتحمله من مصادره إلى مناطق أخرى قد تبعد عنها مئات أو آلاف الكيلومترات.

للحالات الغبارية تأثيرات سلبية تصيب كلاً من الإنسان والحيوان والنبات ومكونات البيئة الأخرى، وبين الفينة والأخرى تطل وسائل الإعلام المرئية والمسموعة بالأخبار عن ازدحام المشافي بمرضى العيون والجهاز التنفسي، وبأحداث مرورية مروعة أو تعطل حركة الطيران في بلد ما؛ بسبب العواصف الغبارية أو كثافة الغبار المعلق في الهواء، وأحيانًا أخرى تقضي الحالات الغبارية على أعداد من رؤوس الماشية وخصوصًا صغارها، وقد تغطي النباتات الرعوية المعمرة أيضًا وتُعيق نموها، مما يؤدِّي إلى تدهور المراعي وتقلص مساحتها (الجربوع، ١٤٣٣هـ)، وقد تُغمر المحاصيل الزراعية بالرمال الناعمة فتقضي عليها أو تقلل من إنتاجيتها وجودتها، كما أنها تُلحق الضرر بمعدات الري والقنوات المائية حين يملأ الغبار والرمال المتساقط الخزانات المائية وقنوات الري (الطاهر، ١٩٩٦م).

منطقة الدراسة

تقع المملكة العربية السعودية في قلب جزيرة العرب في الطرف الجنوبي الغربي لقارة آسيا ، وتمتد بين دائرتي عرض ١٦° و٣٢° شمالاً. ويمر مدار السرطان بوسطها تقريباً؛ ليجعل منها نصفاً جنوبيّاً وآخر شماليّاً شبه مداري. وتمتد المملكة بين خطي طول ٣٤° و٥٦° شرقاً. وتغطي بهذا نحو ١٦ درجة عرضية و٢٢ درجة طولية (أحمد ، ب. ت). ويتطرق هذا البحث إلى دراسة حالات الطقس الغبارية في ٢١ محطة من محطات المملكة العربية السعودية وهي (الشكل ١).

الشكل (١): مواقع محطات الدراسة في المملكة العربية السعودية



المصدر: من عمل الباحث، استناداً إلى هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ.

أهمية الدراسة

ومن البدهي أنَّ الغالبية العظمى من أراضي المملكة العربية السعودية أراض صحراوية ورمال وسهول جافة، تشغلها الرمال والترب المفككة، وتجاورها مناطق شاسعة أيضًا من الصحاري الرملية في العراق وإيران وبادية الشام؛ مما جعلها مصدراً ومرتعاً لحالات الطقس الغبارية بمختلف أصنافها، تهبُّ عليها من اتجاهات ومصادر مختلفة وبسرعات متفاوتة (المسند، ٢٠١٠م).

وتتجلى أهمية هذه الدراسة في أنها تُلقي الضوء على تكرار حالات الطقس الغبارية الزمانية والمكانية في أراضي المملكة العربية السعودية في شهور السنة وفصولها، وتصنيفها إلى عدة أصناف. ولا شك في أنه سيكون لهذه الدراسة أهمية تطبيقية لنتائجها التي قد تُسهم في وضع الخطط المستقبلية في المملكة، في عدة مجالات مختلفة (اجتماعية، واقتصادية، وبيئية حيوية)، مثل: التخطيط السياحي، والزراعي، والمواصلات، وحركة المرور البرية، والطيران، وحماية البيئة.

أهداف الدراسة

١. تحديد تكرار الرياح السائدة والقصوى المثيرة للغبار في أراضي المملكة العربية السعودية، وسرعتها في فصول السنة.

٢. تصنيف حالات الطقس الغبارية الحاصلة في أراضي المملكة العربية السعودية، وفقًا للتصنيف السنوي العالمي.

٣. تصنيف أراضي المملكة العربية السعودية، وفقاً لتكرار أنواع حالات الطقس الغبارية مكانيّاً وزمانيّاً.

الدراسات السابقة

الدراسات العالمية التي تناولت العواصف الغبارية

تناولت دراسة (Hushke، ١٩٥٩) مفهوماً مناخيّاً للعواصف من وجهة نظر شاملة، فرأى أنَّها حالة جوية اضطرابية محددة على الخرائط السنيبوبية؛ أي مركبة من عناصر مناخية (رياح، سحب، ضغط جوي، تساقط... إلخ)، وأمَّا من وجهة النظر المحلية فرأى أنَّها عاصفة جوية عابرة يحدّدها أثرها التخريبي، نحو: (العاصفة المطرية، والعاصفة الثلجية، والعاصفة الجليدية، والعاصفة الريحية، والعاصفة الرملية والترابية).

وأشار(Ahrens، ١٩٨٢) في دراسته العواصف الغبارية الصحراوية، التي سمّاها مغبار الشياطين أو الدوامات الهوائية، تحدث في الأيام الحارة الصافية، بسبب صعود الهواء الحار فوق السطح، مسببًا هبوب الرياح إلى هذه المناطق، وتحت تأثير بعض العوائق الطبوغرافية الصغيرة تتشكل هذه الظواهر.

وعالجت دراسة (Burroughs، ١٩٩٩) أسباب تشكُّل غيوم الغبار وأرجعها إلى سببين: الأول سبب زراعي، من خلال ممارسة الزراعة بصورة غير ملائمة، يسبّب غيومًا من الغبار تضر بالبيئة المحلية. والسبب الثاني يظهر عند هبوب الرياح القوية على المناطق الصحراوية، كما قال: إنَّ الغبار له انعكاس كبير على ظاهرة التبريد، وأنَّ هذا التبريد سيكون كافياً لإلغاء الارتفاع في درجة الحرارة التي سادت في القرن العشرين.

وتناولت دراسة (Bezlova، ٢٠٠٢) العاصفة الرملية العملاقة القادمة من صحراء جوبى، التي داهمت كلاً من الصين وكوريا الجنوبية واليابان، وأدَّت إلى إغلاق المدارس والمطارات وحجبت مجال الرؤية إلى ١٠٠ ياردة، وواصلت مسيرتها إلى الساحل الغربي للولايات المتحدة، وأدَّت هذه العاصفة في يومين إلى زيادة حالات الحساسية بين الناس، وذكر أنَّ هذه العواصف أدَّت إلى تحويل أكثر من ٢٨ ٪ من أراضي الصين إلى صحاري، كما قال: إنَّ صحاري الصين تنمو بما يعادل ٩٥٠ ميلاً مربعاً كل سنة.

الدراسات الإقليمية والمحلية التي تناولت العواصف الغبارية

هناك بعض الأبحاث والدراسات الإقليمية التي جرت في المملكة العربية السعودية والبلدان المجاورة لها، وقامت بدراسة العواصف الغبارية، منها على سبيل المثال لا الحصر:

تحدث صفر (١٩٨٢) في دراسته عن الغبار الذي يحدث في دولة الكويت، وأوضح أنَّ كل نوع من هذه الظواهر يختلف من حيث السرعة، حيث تحدث العواصف الغبارية إذا وصلت سرعة الرياح إلى ١٨ عقدةً، وتنخفض عندها مجال الرؤية إلى ١٠٠٠مترٍ، وأشار إلى أن عدد العواصف الرملية في الكويت بلغ خلال ذاك العام ٢٦ يومًا، حدث منها ما يعادل ٦٠ ٪ في فصل الصيف.

وتطرق الكليبي (١٩٩٠) في حديثه عن مناخ الخليج العربي إلى الغبار والعواصف الترابية، وذكر أنَّها تحدث في الفصول الباردة الممتدة من نوفمبر إلى أبريل؛ نتيجةً ارتفاع سرعة الرياح في أثناء عبور المنخفضات الجوية الغربية النشطة، أو في الفصول الحارة من يونيو إلى سبتمبر بتأثير الخليج العربي، ونتيجةً لمرور المنخفض الموسمي الهندي، كما بين أنَّ القسم الشمالي من الخليج العربي يتعرض للعواصف الرملية أكثر من قسمه الجنوبي، أمَّا عن التفاوت الفصلي، فذكر أنَّ فصل الصيف يتعرض للعواصف الرملية أكثر من أيٍّ فصل آخر، وتميل العواصف الغبارية للحدوث في النهار أكثر من أي وقت آخر، في حين تنخفض في الصباح الباكر.

وأجرت الجربوع (١٤٣٣هـ) دراسة مناخية تحليلية لتكرار حالات العواصف الغبارية في مدينة الرياض لمدة ٢٦ سنةً، خلال شهور السنة وفصولها من عام ١٩٨٥- ٢٠١٠م. وتناولت في دراستها

تكرار العواصف الغبارية من خلال عدة مقياس، فضلاً عن حالات السديم خلال شهور السنة وفصولها، وتوصلت إلى زيادة حالات السديم في مدنية الرياض بسبب التربة المفككة التي تحيط بالمدينة.

وتوصل أبو رحيل ومحمد دبوس (٢٠١٥م) في دراستهما حركة ومسالك الظواهر الغبارية المؤثرة في محافظة النجف إلى نشأة العواصف الغبارية عندما تتجاوز سرعة الرياح ٧م/تا، ومن ثم تفقد قوة ترابطها مع جزيئاتها لذرات التربة الملتصقة بسطح الأرض. وتوصلا إلى أن حدوث ظاهرة الغبار المتصاعد في أثناء النهار والليل، خصوصاً في فصل الصيف نتيجةً للتسخين الشديد لسطح الأرض والهواء السطحي الملامس لها لينشئ عن ذلك حالة عدم استقرار حادة للطبقة الهوائية السطحية، أما الغبار العالق فإنه يحدث بعد ظاهرتي الغبار المتصاعد والعاصفة الغبارية، حيث تبقى دقائق الغبار عالقةً في الجو بعد سكون الرياح بسبب صغر حجمها، حيث يصل حجمها إلى أقل من (١ ميكرون).

ودرست الحربي (٢٠١٦م) العواصف الغبارية وأثرها في مرضى الربو في مدينة بريدة، فأظهرت نتائج الدراسة زيادة هبوب العواصف الغبارية وتكرارها على مدينة بريدة في فصل الربيع، حيث بلغ تكرارها ١٠٠ يومٍ، وكان شهر مايو هو الأكثر

تكراراً، بمعدل يصل إلى ٥٥ يوماً. وبيّنت نتائج الدراسة أن هناك ارتباطاً قويّاً بين تكرار هبوب العواصف الغبارية وعدد مرضى الربو المراجعين المراكز الصحية في مدينة بريدة.

منهج الدراسة وأساليبها

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج التحليلي الكمي، من خلال وصف حالات الطقس الغبارية وتكرارها الزمني والمكاني، ومن ثمَّ العمل على تحليلها وتحديدها والكشف عن العوامل المؤثرة فيها على أراضي المملكة العربية السعودية، وإعداد الخرائط المناسبة لها، وعلى ضوء ذلك أُجرى ما يلي:

- جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة، وتشمل: بيانات مناخية يومية لعناصر الطقس والمناخ في واحدٍ وعشرين محطة رصد مناخية، تابعة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة، في فترة الدراسة (١٩٩٠– ٢٠١٠م).
- تحليل البيانات وتفسيرها والتوصل إلى النتائج.
- عرض النتائج: استُعملت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في إعداد قاعدة بيانات لمتغيرات الدراسة، وإنتاج بعض الخرائط الجغرافية للرياح القصوى وتكرارها واتجاهاتها، وتصنيف حالات الطقس الغبارية وتباياناتها المكانية والزمانية في المملكة العربية السعودية، وأخيراً إنتاج خرائط لتكرار الحالات الغبارية في منطقة الدراسة.

ثانياً: الخصائص المناخية للمملكة العربية السعودية

يتأثر مناخ المملكة بمجموعة من الأحوال الطبيعية التي تساعد على تشكيل خصائصها المناخية العامة، وأهمها ما يلي:

أ- الموقع الفلكي على دوائر العرض

تمتد المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض ١٦° و٣٢° شمالاً، ويمر مدار السرطان في منتصفها تقريبًا، الأمر الذي جعل معظم أراضيها (عدا المرتفعات الجبلية في غربها) تقع ضمن إقليم المناخ المداري وشبه المداري الصحراوي الحار الجاف من نصف الكرة الأرضية الشمالي، الذي يمتد من شمال أفريقيا حتى غرب آسيا. وذلك يجعل درجات الحرارة فيها مرتفعة، وخصوصًا في فصل الصيف عندما تتعامد الشمس على مدر السرطان، إضافةً إلى زيادة ساعات النهار بما يعادل ١٣:٥٥ ساعةً في اليوم الواحد.

ب- الموقع الجغرافي

تقع المملكة العربية السعودية وسط كتلة قارية الواسعة (قارة آسيا)، وتجاورها من الغرب قارة أفريقيا؛ لذا فإنَّ مناخ المملكة يتأثر بهذه الكتل القارية، حيث تصل إليها تأثيرات الكتلة الباردة السيبيرية في فصل الشتاء، وتأثيرات الكتلة الدافئة الأفريقية والموسمية من الهند في فصل الصيف، كما تتميز المملكة بقاريتها لاتساع مساحتها وخلوها من المسطحات المائية من أنهار وبحيرات

ويمكن أن نشير إلى أن قلة تأثير كلٍّ من الخليج العربي والبحر الأحمر؛ لضيقهما على السواحل المجاورة لهما من جهتي الشرق والغرب.

ت- التضاريس

يظهر أثر التضاريس من خلال اتساع مساحة المملكة العربية السعودية، الذي ساعد على تنوع مظاهر التضاريس ما بين جبال وهضاب وسهول وتكوينات رملية، فأثرت المرتفعات في اختلاف درجة الحرارة واتجاه الرياح، وسقوط الأمطار كما هو الحال في المرتفعات الغربية، حيث ينخفض المعدل السنوي لدرجات الحرارة على قممها إلى ١٨م°، وتزيد كمية الأمطار على سفوحها الغربية بمعدل سنوي يصل إلى ٤٨٨ملم، أمَّا المناطق الداخلية فإنَّ الحواجز الطبيعية المحيطة بها من مرتفعات وكثبان رملية ساعدت على هيمنة المناخ القاري.

ث- مراكز الضغط الجوي الإقليمية

تتأثر أراضي المملكة العربية السعودية بمراكز الضغط الجوي الإقليمية في المناطق المجاورة المحيطة بها، وأهمها: الضغط المرتفع الآزوري (صيفاً وشتاء)، المهيمن على وسط المحيط الأطلسي وشماله في جز الآزور، حيث يمتد تأثيره على البحر المتوسط. والضغط المرتفع السيبيري (شتاء)، والضغط المنخفض الموسمي

(المنخفض صيفاً والمرتفع شتاء)، كما تتأثر بعبور الأعاصير من البحر الأبيض المتوسط، وخصوصًا في فصل الشتاء (السقا، ١٩٩٥م).

ج- تأثير مراكز الضغط الجوي الإقليمية في مناخ المملكة العربية السعودية في فصول السنة

١- تأثير مراكز الضغط الجوي في فصل الشتاء

تتوزع مراكز الضغط الجوي الإقليمية المؤثرة في مناخ المملكة العربية السعودية في فصل الشتاء، حيث تقع أراضي المملكة العربية السعودية تحت تأثير عدة مراكز ضغط جوية مرتفعة ومنخفضة، فيظهر تأثير الضغط الجوي المرتفع السيبيري المتمركز شمال شرق المملكة، في أواسط آسيا وسيبيريا، على مناطق الواسعة منها. وهو ضغط مرتفع قوي تزيد قوته عن ١٠٢٠ ميليباراً، ويشكل الإقليم مصدراً للكتل الهوائية القطبية القارية وجبهاتها الباردة التي تتوغل إلى وسط المملكة. وفي الوقت نفسه تتأثر المملكة بالضغط الآزوري المرتفع المهيمن في شمال أفريقيا ويمثل الإقليم مصدراً للكتل الهوائية المدارية الدافئة وجبهاتها، التي تصل إلى الأجزاء الشمالية والغربية من المملكة. ويتشكل بينهما نطاق من الضغط المنخفض الذي يعد ممرًا للأعاصير الجوية من البحر الأبيض المتوسط عبر شمال المملكة ووسطها.

٢- تأثير مراكز الضغط الجوي في فصل الربيع

تتوزع مراكز الضغط الجوي المؤثرة في مناخ المملكة العربية السعودية في فصل الربيع، حيث تؤثر في المملكة العربية السعودية من خلال تراجع المرتفع الجوي السيبيري الذي يصبح ضعيفاً، بسبب ارتفاع درجة الحرارة المتأثرة بحركة الشمس الظاهرية، ومن ثمَّ يضعف تأثيره في المملكة، ويقابله تعمق الضغط المنخفض الحراري (السوداني) في غرب المملكة، وهذا يساعد على مرور المنخفضات الجوية الحركية، كما يبدأ مرتفع جوي في التمركز فوق بحر العرب جنوب المملكة.

٣- تأثير مراكز الضغط الجوي في فصل الصيف

يؤثر توزع مراكز الضغط الجوية الإقليمية المؤثرة في مناخ المملكة العربية السعودية في فصل الصيف، حيث يغيب (في فصل الصيف) الضغط السيبيري المرتفع، ويضعف تأثير الضغط المرتفع الآزوري، ويسود على أراضي المملكة ضغط حراري منخفض (الضغط المنخفض العربي)، يعد أحيانًا امتداداً للضغط المنخفض الموسمي المتمركز في جنوب شرق آسيا، الأمر الذي يُتيح الفرصة لعبور الكتل الهوائية المدارية القارية وجبهاتها من الصحراء الكبرى في أفريقيا إلى قلب المملكة، في حين تتأثر أقصى المناطق الجنوبية الغربية بمرتفع جوي فوق البحر العربي، الناتج عن تقدم

الكتلة المدارية البحرية، وينشأ عن ذلك تحرك الرياح الموسمية الجنوبية، وهنا يؤدِّي إلى هطول الأمطار الموسمية فوق الجبال في جنوب غرب المملكة وسواحل البحر الأحمر الجنوبية، التي قد تمتد حتى منطقة الطائف.

٤- تأثير مراكز الضغط الجوي في فصل الخريف

تتوزع مراكز الضغط الجوية الإقليمية المؤثرة في مناخ المملكة العربية السعودية في فصل الخريف (شهر أكتوبر)؛ إذ يبدأ الضغط السيبيري المرتفع في التشكل، ويعود الضغط المرتفع الآزوري بالتمدد في غرب المملكة، ويظهر بينهما نطاق الضغط المنخفض في غرب المملكة وفوق البحر الأحمر، ويصبح الوضع المناخي مشابهًا (إلى حدٍّ كبير) مع ما كان سائدًا في فصل الربيع.

ثالثًا: تكرار حالات الطقس الغبارية وتصنيفها في المملكة العربية السعودية

١- حالات العواصف الغبارية الفصلية المحتملة في المملكة العربية السعودية

وقعت وردات الرياح القصوى لخمس محطات مناخية موزّعة في المملكة العربية السعودية، وممثلة لمختلف مناطق الدراسة، وهي: رفحاء، والقصيم، والمدينة المنورة، والظهران، ووادي الدواسر، لكل فصل من فصول السنة على خريطة المملكة العربية

السعودية؛ لملاحظة اتجاه الرياح القصوى، التي من المحتمل أن تثير حالات الطقس الغبارية وتكرارها، خصوصًا العواصف الغبارية الواسعة والصغيرة المقياس، وتبين ما يلي:

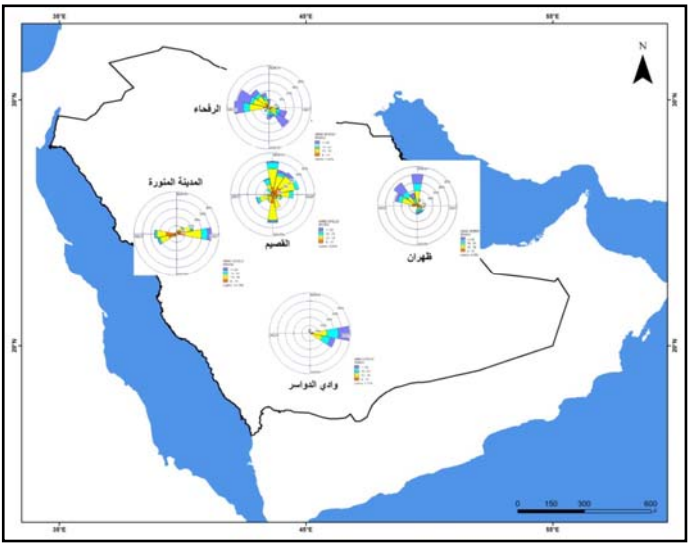
أ- فصل الشتاء

من نتائج الشكل (٢) يتضح أنه من المحتمل أن تُثار حالات الطقس الغبارية في الأجزاء الشمالية من المملكة بواسطة الرياح القصوى الغربية والشمالية الغربية بنسبة تصل إلى ٣٦٪ من نسبة تكرار هبوب الرياح الهابة على مدينة رفحاء، كما نجد أن الرياح الجنوبية الغربية الهابة عليها تصل إلى ٢١٪ من نسبة تكرار هبوب الرياح. أمَّا في المناطق الوسطى، فمن المحتمل أن تُثار بواسطة الرياح الشمالية بنسبة تصل إلى ١٢٪ من نسبة تكرار الهبوب، والرياح القصوى الجنوبية تصل إلى ١٠٪ من نسبة تكرار هبوبها. أما الأجزاء الشرقية فتؤثر فيها الرياح الشمالية بنسبة ٢٠٪ من نسبة تكرار هبوبها، والشمالية الغربية ١٧٪ من نسبة تكرار هبوب الرياح القصوى التي تهب عليها.

ولا شك في أنَّ هذه الرياح المثيرة للرمال والغبار، التي أحيانًا قد تسبق تساقط الأمطار في فصل الشتاء، تحدث في مناطق شمال ووسط وشرق المملكة تحت تأثير الضغط المرتفع السيبيري والضغط المرتفع الآزوري، والأعاصير المعتدلة من البحر الأبيض

المتوسط العابرة شمال ووسط المملكة، في حين يقع جنوب المملكة تحت تأثير الموسميات الشتوية.

الشكل (٢): اتجاهات الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية شتاءً في المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

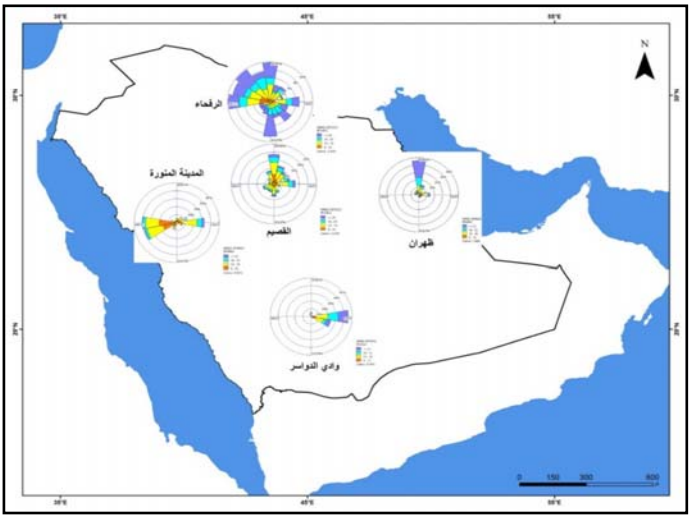
ب- فصل الربيع

من نتائج الشكل (٣)، يتضح أنه من المحتمل أن تُثار حالات الطقس الغبارية في الأجزاء الشمالية من المملكة بواسطة الرياح القصوى الشمالية، والغربية الشمالية، والغربية والشرقية والجنوبية الشرقية والجنوبية. أما في المناطق الوسطى فمن المحتمل أن تُثار

بواسطة الرياح القصوى من جميع الجهات، حيث تصل نسبة الرياح القصوى الشمالية إلى ٢٠٪، وتأتي الرياح القصوى الشمالية الشرقية، والشرقية والجنوبية بنسب متفاوتة. وفي الأجزاء الشرقية تصل نسبة تكرار هبوب الرياح القصوى الشمالية إلى ٣٥٪ من إجمالي نسب الرياح الهابة عليها.

ويمكن القول: إن عبور المنخفضات الجوية على مناطق شمال المملكة، والمصحوبة بالجبهات الهوائية الدافئة، ومن ثم الباردة تزداد، ويزداد معها هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية بشكل ملحوظ، وعادةً ما يصاحب هذه المنخفضات رياح جنوبية حارة وجافة تستمر عدة أيام، وهذا ينبئ بدخول فصل الصيف، خصوصًا على مناطق شمال المملكة، التي يظهر فيها التباين في درجات الحرارة بين وقت وآخر، خصوصًا في بداية هذا الفصل، وهذا يسبب نشاط هذه الرياح في إثارة العواصف الترابية والرملية. أمَّا في وسط المملكة وشرقها، فيساعد تشكل الضغط المنخفض الحراري على توغل الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، وفي غربها يساعد تمدد الضغط المنخفض للبحر الأحمر على وصول الرياح الشرقية والغربية إليها، وتظل المناطق الجنوبية متأثرة ببعض المؤثرات الموسمية الشتوية التي لا تزال نشطة (الأرصاد، ٢٠٠١م).

الشكل (٣): اتجاهات الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية في فصل الربيع في المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة



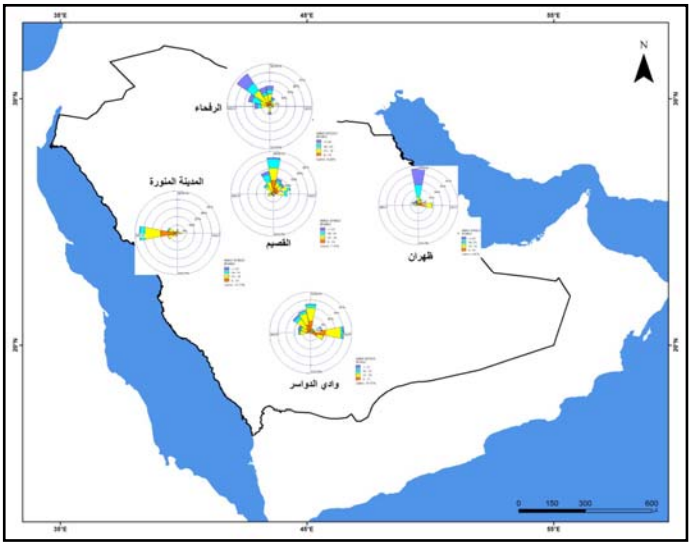
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ.

ت- فصل الصيف

من نتائج الشكل (٤)، يتضح أنه من المحتمل أن تُثار حالات الطقس الغبارية في الأجزاء الشمالية من المملكة بواسطة الرياح القصوى الشمالية الغربية بنسبة تصل إلى ٢٥٪ من إجمالي هبوب الرياح القصوى. أما في المناطق الوسطى فمن المحتمل أن تُثار بواسطة الرياح الشمالية بنسبة ٢٢٪ من هبوب الرياح القصوى عليها. وفي الأجزاء الشرقية من المملكة العربية السعودية نجد أن الرياح القصوى الشمالية هي الجهة التي يحدث منها تكرار العواصف الغبارية بنسبة تصل إلى ٣٨٪ من مجموع هبوب الرياح عليها.

ويمكن القول: إن درجات الحرارة ترتفع في فصل الصيف في معظم مناطق المملكة بسبب ضغط جوي حراري منخفض، ويظهر كأنه امتدادات لمنخفض الهند الموسمي، الذي يمتد شمالاً وغرباً حتى يصل إلى شرق البحر المتوسط، وهذا يساعد على هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية الجافة والحارة على المملكة، التي تعد جزءًا من الرياح التجارية الشمالية، مصدرها الضغط المرتفع الأوراسي. كما أنَّ مناطق غرب المملكة تتأثر بالرياح الشرقية (السموم) التي تهب بين فترة وأخرى، وتكون شديدة الحرارة وجافة ومحملة بالغبار.

الشكل (٤): اتجاهات الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية صيفاً في المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة



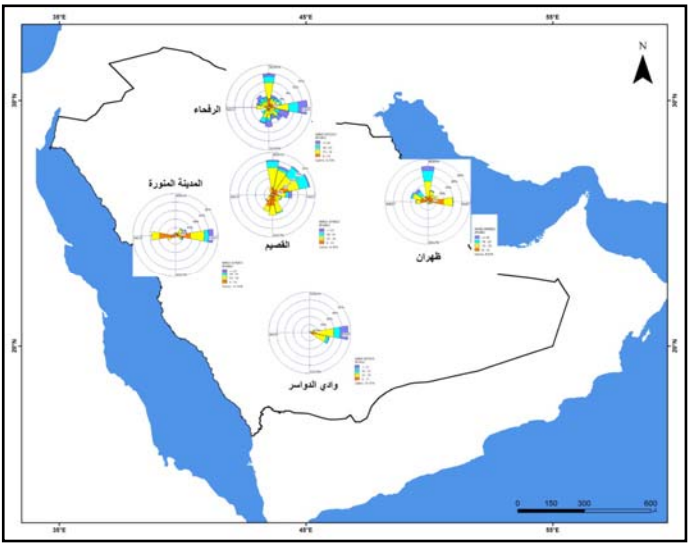
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ.

ث- فصل الخريف

من نتائج الشكل (٥)، يتضح يظهر أنه من المحتمل أن تُثار حالات الطقس الغبارية في الأجزاء الشمالية من المملكة بواسطة الرياح القصوى الشمالية بنسبة تصل إلى ١٢٪، وتصل نسبة الرياح القصوى الشرقية إلى ١٤٪ من هبوب الرياح التي تهب عليها. أما في المناطق الوسطى، فمن المحتمل أن تُثار بواسطة الرياح القصوى الشمالية بنسبة تصل إلى١٢٪ من هبوب الرياح عليها.

ونُشير إلى أنه في فصل الخريف يتمدد محور المنخفض الحراري (البحر الأحمر)، ويتفاعل مع المنخفضات الحركية العابرة والمصحوبة بالجبهات الهوائية الدافئة في مقدمتها والباردة في مؤخرتها، والقادمة من شرق البحر المتوسط، التي تصاحبها كتل هوائية باردة متعمقة في طبقات الجو العليا (أخدود هوائي بارد)، كما تظهر الرياح النفاثة شبه المدارية (subtropical jet)، وينتج عن ذلك تأثر معظم مناطق المملكة بالأتربة المثارة أو بالعواصف الترابية، في حين تتأثر مناطق غرب المملكة برياح جنوبية تُسمَّى (الأزيب أو الأزايب)، وهي رياح حارة ورطبة ومغبرة (الأرصاد، ٢٠٠٠م).

الشكل (٥): اتجاهات الرياح المصاحبة للعواصف الغبارية في فصل الخريف في المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ.

رابعًا: التحليل المكاني للعواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية

تعدُّ هذه الدراسة تحليلية؛ لتكرار حالات الطقس الغبارية في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م، وقد استُخدم في هذه الدراسة بيانات يومية للحالات الغبارية في ٢١ محطة من محطات الرصد من قبل رئاسة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية.

وقسمت هذه الدراسة الحالات الغبارية وفقاً لتصنيف حالات الطقس الغبارية المستخدمة في شفرة الطقس السنوبية (Synoptic

Code) التي تعتمدها منظمة الأرصاد الجوية العالمية (WMO) والمستخدمة عالمياً الى ثلاثة أصناف رئيسة كما يأتي:

١- عواصف غبارية الواسعة المقياس وتمثل بالرمز (٣٠ إلى ٣٥)، وتشمل العواصف الغبارية الخفيفة والمتوسطة الشدة (Slight and moderate)، والعواصف الغبارية الشديدة (Severe dust storm).

٢- عواصف غبارية صغيرة المقياس، وتمثل بالرمز (٧- ٩)، وتشمل الغبار المثار بواسطة الرياح (Dust raised by wind)، والدوامات الغبارية (whirls) المعروفة بدوامات الشياطين، والعواصف الغبارية القريبة من المحطة المناخية (Dust storm within sight).

٣- الحالات السديمية (Haze)، وتمثل (٥- ٦)، وتشمل حالات الطقس التي تغلب فيها المعلقات (الذريرات) الهوائية الدقيقة جداً من الغبار الناعم جداً والجسيمات"Aerosols"(صيام، ١٤٣٤هـ).

١- تكرار حالات الطقس الغبارية السنوية في محطات المملكة العربية السعودية

يبين كلٌّ من (الجدول ١ والشكل ٦) النسبة المئوية لتكرار الحالات الغبارية في محطات المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، ويتبين منها أنَّ حالات الطقس

الغبارية الكلية، التي تكررت في محطات المملكة كثيرة جداً، ناهزت نحو (٥٧٨٩٧) عاصفةً. جاءت محطة الأحساء الأعلى في عدد تكرار حالات العواصف الغبارية الكلي بحوالي (٥٣٩٣) عاصفةً، موزعة بين ثلاث حالات لطقس العواصف الغبارية، تكررت فيها حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس بمجموع (٢٧٤) عاصفة وبنسبة (٥,١٣٪)، وتكررت فيها العواصف الغبارية الصغيرة المقياس بحوالي (١٧٤٣) عاصفة وبنسبة (٩,٣٪)، وتكررت فيها حالات السديم بحوالي (٣٣٧٦) حالة وبنسبة (٩,١٪)، بينما هناك محطات سجلت أقل عدد لتكرار حالات العواصف الغبارية من بين محطات المملكة، منها: مكة المكرمة، حيث سجلت (٦٢٧) عاصفة مقسمة على العواصف الغبارية الواسعة المقياس بعدد (٥) عواصف وبنسبة (٠,٢٪)، وعواصف غبارية صغيرة المقياس (٢٠٧) عواصف وبنسبة (١,١٪)، بينما تكررت فيها حالات السديمية بحوالي (٤١٥) حالةً وبنسبة (١,١٪).

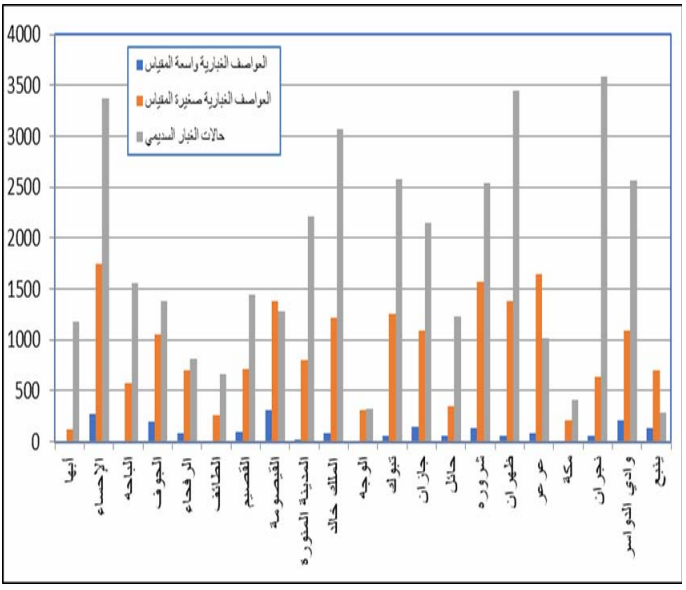
ومما سبق يتبين لنا أنَّ حالات السديم في جميع محطات المملكة هي الأعلى من بين حالات العواصف الغبارية، تليها حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس، بينما نجد أنَّ حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس قليلة نسبيّاً.

الجدول (١): تكرار حالات الطقس الغبارية السنوية وأصنافها في محطات المملكة وفقاً لتقسيم حالات الطقس السنوية في فترة الدراسة

المحطة	العواصف الغبارية الواسعة المقياس	٪	العواصف الغبارية الصغيرة المقياس	٪	السديم	٪	المجموع
الأحساء	٢٧٤	١٣,٥	١٧٤٣	٩,٣	٣٣٧٦	٩,١	٥٣٩٣
ظهران	٥٨	٢,٩	١٣٧٧	٧,٣	٣٤٤٦	٩,٣	٤٨٨١
الرياض	٧٨	٣,٨	١٢١٣	٦,٥	٣٠٦٨	٨,٣	٤٣٥٩
نجران	٦٠	٣,٠	٦٣٦	٣,٤	٣٥٨٤	٩,٧	٤٢٨٠
شرورة	١٣٧	٦,٨	١٥٦٩	٨,٤	٢٥٣٨	٦,٨	٤٢٤٤
تبوك	٦٢	٣,١	١٢٥٥	٦,٧	٢٥٧٢	٦,٩	٣٨٨٩
وادي الدواسر	٢٠٣	١٠,٠	١٠٩٤	٥,٨	٢٥٦٨	٦,٩	٣٨٦٥
جازان	١٤٦	٧,٢	١٠٨٧	٥,٨	٢١٥٤	٥,٨	٣٣٨٧
المدينة المنورة	١٤	٠,٧	٨٠١	٤,٣	٢٢٠٧	٥,٩	٣٠٢٢
القيصومة	٣١٥	١٥,٥	١٣٧٨	٧,٣	١٢٧٩	٣,٤	٢٩٧٢
عرعر	٨٥	٤,٢	١٦٥٠	٨,٨	١٠١٦	٢,٧	٢٧٥١
الجوف	١٩٢	٩,٥	١٠٤٧	٥,٦	١٣٨٠	٣,٧	٢٦١٩
القصيم	٩٧	٤,٨	٧١٥	٣,٨	١٤٤٨	٣,٩	٢٢٦٠
الباحة	١٠	٠,٥	٥٧٠	٣,٠	١٥٥٥	٤,٢	٢١٣٥
حائل	٦٠	٣,٠	٣٥١	١,٩	١٢٣٥	٣,٣	١٦٤٦
الرفحاء	٨٣	٤,١	٧٠١	٣,٧	٨٠٧	٢,٢	١٥٩١
أبها	٣	٠,١	١١٨	٠,٦	١١٧٥	٣,٢	١٢٩٦
ينبع	١٣٦	٦,٧	٦٩٤	٣,٧	٢٨٤	٠,٨	١١١٤
الطائف	٤	٠,٢	٢٥٨	١,٤	٦٦٨	١,٨	٩٣٠
الوجه	٥	٠,٢	٣١٢	١,٧	٣١٩	٠,٩	٦٣٦
مكة	٥	٠,٢	٢٠٧	١,١	٤١٥	١,١	٦٢٧
المجموع	٢٠٢٧	١٠٠	١٨٧٧٦	١٠٠	٣٧٠٩٤	١٠٠	٥٧٨٩٧

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

الشكل (٦): مقارنة بين تكرار حالات الطقس الغبارية السنوية بين محطات المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

٢- التكرار السنوي والشهري للعواصف الغبارية الواسعة المقياس

بينت النتائج في (الجدول ٢) عدد العواصف الغبارية الواسعة المقياس في مدة الدراسة؛ إذ بلغت نحو (٢٠٢٧) عاصفة، فتهب حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس من الأقاليم المجاورة للمملكة العربية السعودية. كما أنَّ هناك اختلافاً في توزّع تكرار العواصف الغبارية الواسعة المقياس من شهر إلى آخر.

وأظهرت نتائج (الشكل ٧) أنَّ هناك اختلافاً في توزعها على مستوى المدن في المملكة، حيث تزداد في أواخر فصل الشتاء وبداية فصل الربيع، وتقل في فصل الخريف، وبوجه عام نجد في المملكة أن شهر(مايو) تكررت فيه العواصف الغبارية الواسعة المقياس بمجموع (٤٠٠) عاصفة، ثم يليه شهر أبريل بمجموع (٣٩٧) عاصفة.

ويوضح الجدول السابق أن مدينة القيصومة هي أعلى المدن تكراراً للعواصف الغبارية الواسعة المقياس بواقع (٣١٥) عاصفة، وبمعدل يصل إلى (١٥ عاصفة/السنة)، ثم يليها الأحساء بمجموع (٢٧٤) عاصفة بمعدل (١٣ عاصفة/ السنة). ويتبين كذلك قلتها في بعض الشهور وانعدامها في بعض الشهور الأخرى، فمثلاً أبها لم تتكرر فيها العواصف الغبارية الواسعة المقياس في (٣) عواصف في شهري يونيو (١) وأغسطس (٢)، وانعدمت في بقية الشهور.

وما يفسر ذلك هو تقارب مراكز الضغط المنخفض الاستوائي والمرتفع المداري، وتمدد منخفض البحر المتوسط نحو الجنوب، ووجود المنخفضات الجوية على السودان ومصر، إضافة إلى الرياح الشديدة الهابطة (Downdraft)، التي تصل سرعتها إلى أكثر من (٥٠) كلم/ الساعة (الأرصاد، ٢٠٠٠م). وكذلك نجد أن العواصف الغبارية في فصل الصيف ترتبط بفارق الضغط بين الضغط الجوي الحراري المنخفض في وسط المملكة العربية السعودية، والضغط الجوي المرتفع في الأقاليم المجاورة لها،

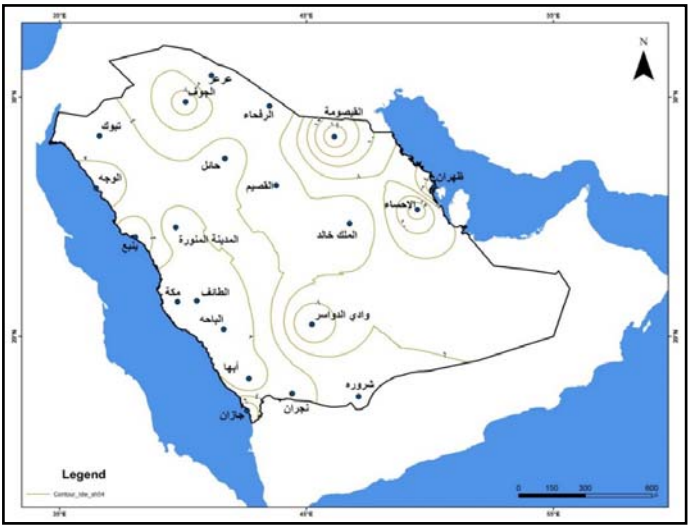
وخصوصًا الضغط الآزوري المرتفع المهيمن على شمال حوض البحر المتوسط وأوروبا (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

الجدول (٢): تكرار العواصف الغبارية الواسعة المقياس الشهري والسنوي لمحطات المملكة في فترة الدراسة

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع الكلي	المعدل السنوي
أبها	٠	٠	٠	٠	١	٠	٢	٠	٠	٠	٠	٠	٣	٠,١٤
الأحساء	٢٢	٣٤	٤٥	٣٩	٤٨	٣٢	١٥	١١	٤	٢	٩	١٣	٢٧٤	١٣,٠٥
الباحة	٣	٠	٠	١	٢	٢	٢	٠	٠	٠	٠	٠	١٠	٠,٤٨
الجوف	٩	٢٢	٤٥	٣٦	٣٣	١١	٠	٣	٤	١٩	٣	٧	١٩٢	٩,١٤
رفحاء	٣	٢	١٤	٢٥	١٥	٢	٠	٢	٣	١٦	١	٠	٨٣	٣,٩٥
الطائف	١	٠	٠	٠	١	٠	١	١	٠	٠	٠	٠	٤	٠,١٩
القصيم	٢	١٠	١٥	١٦	٢٧	٦	٢	٣	٣	٦	٥	٢	٩٧	٤,٦٢
القيصومة	٥	٣٣	٤٩	٦٦	٧٣	٣٠	٢٦	٢	٥	٨	١٠	٨	٣١٥	١٥,٠٠
المدينة المنورة	٠	٢	١	٢	١	٠	٠	٢	٠	٣	٠	٣	١٤	٠,٦٧
الرياض	٤	٦	٥	٢٢	٣٠	٥	٠	٢	١	١	١	١	٧٨	٣,٧١
الوجه	٠	٠	١	١	١	٠	٠	٠	٠	١	٠	١	٥	٠,٢٤
تبوك	١	٥	٨	١٧	١٦	٢	١	٣	١	٤	٣	١	٦٢	٢,٩٥
جازان	٠	٠	٠	١١	١٧	١٥	٢١	٣٢	٢٤	٢٠	٥	١	١٤٦	٦,٩٥
حائل	٣	٥	٨	١٧	١٥	٢	٠	٠	٢	٦	٠	٢	٦٠	٢,٨٦
شرورة	٩	١١	٣٢	٢٥	٥	٨	٢٩	١٧	١	٠	٠	٠	١٣٧	٦,٥٢
الظهران	٣	٢	١١	١٣	١٩	٥	٢	٠	٠	٢	٠	١	٥٨	٢,٧٦
عرعر	٢	١١	٩	٩	٢٧	٣	٢	٠	٢	٧	٦	٧	٨٥	٤,٠٥
مكة	٠	١	٠	٠	١	٠	٠	٢	٠	٠	١	٠	٥	٠,٢٤
نجران	١	٦	١٠	٦	٧	٣	١٩	٥	٠	٣	٠	٠	٦٠	٢,٨٦
وادي الدواسر	٧	١٠	٢٩	٧٠	٣٨	٧	٢٣	١٠	٢	١	٢	٤	٢٠٣	٩,٦٧
ينبع	٢	١	١٣	٢١	٢٤	٢٩	٢٣	١٩	٢	١	١	٠	١٣٦	٦,٤٨
المجموع	٧٧	١٦١	٢٩٥	٣٩٧	٤٠١	١٦٢	١٦٨	١١٤	٥٤	١٠٠	٤٧	٥١	٢٠٢٧	

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

الشكل (٧): خطوط العواصف الغبارية الواسعة المقياس المتساوية في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

٣- التكرار السنوي والشهري للعواصف الغبارية الصغيرة المقياس

من نتائج من (الجدول ٣)، و(الشكل ٨)، تبين ازدياد تكرار العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في محطات المملكة العربية، حيث ناهزت (٤٤٨١٨) عاصفة.

إذاً يختلف تكرار العواصف الغبارية المتوسطة المقياس بين شهور السنة وبين محطةٍ وأخرى، فمثلاً: في شهر يوليو سجل أعلى

تكرار لها (٥٧٩٧) عاصفة، ثم جاء بعده شهر مايو بـ(٥٧٢٧) عاصفة، ثم شهر أبريل بمجموع (٥٦٠٨) عواصف.

ويبين الجدول والأشكال المذكورة أنَّ هناك تفاوتاً في تكرار العواصف الغبارية على مستوى المحطات، فهناك محطات سجلت أكثر تردد للعواصف الغبارية الصغيرة المقياس منها الرياض في العدد (٣٥٦١) عاصفة، وذلك بمعدل يصل إلى (١٦٩,٥٧ عاصفة/سنة).

و هناك محطات يقل فيها تردد العواصف الغبارية الصغيرة المقياس، منها: مكة المكرمة، حيث وصل تكرارها حوالي (٤٤٤) عاصفة، بمعدل يصل إلى (٢١,١٤ عاصفة /سنة).

وفي الأغلب تتجم العواصف الصغيرة المقياس عن تباين الضغط الجوي على مقياس صغير؛ بسبب التباينات الحرارية وسرعة الرياح المحلية (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

وما يفسر ذلك هو اختلاف الضغط الجوي بين منخفض الهند الموسمي الذي يبدأ تأثيره في نهاية فصل الربيع، ومرتفع جوي ذي كتلة هوائية معتدلة يقع بوجه عام فوق شرق البحر المتوسط، حيث تنطلق منه الرياح نحو اتجاه منخفض الهند متخذة أجواء المملكة العربية السعودية ممراً؛ وذلك لتعوض النقص الهوائي في منطقة

المنخفض الجوي، وتسمَّى هذه العواصف رياح "البوارح" (المسند، ٢٠١٠م).

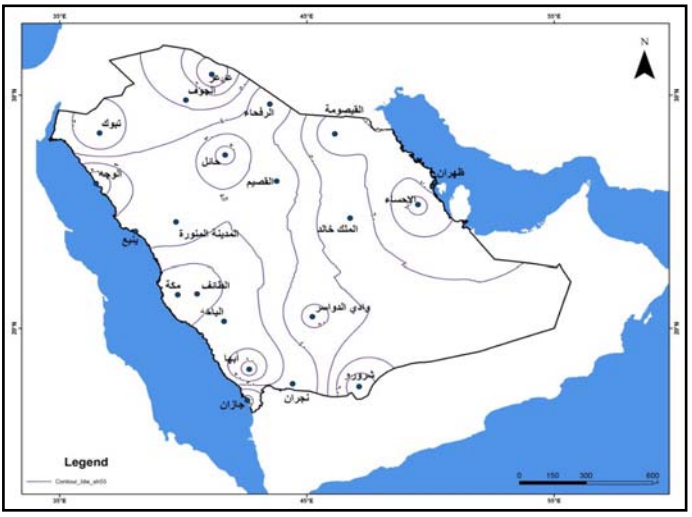
وأخيراً يمكننا القول بأن سبب زيادة العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في بعض المحطات، مثل: الرياض والقصيم والقيصومة والأحساء والظهران وعرعر وغيرها من المحطات إلى وقوعها في منطقة صحراوية مكشوفة تحيط بها الرمال المتفككة، وهذا يساعد على إثارة العواصف الغبارية المحلية الصغيرة والمتوسطة، وكذلك تشكل دوامات الشياطين حول المحطة. وبينما بعض المحطات التي تقل فيها العواصف يندر فيها الرمال المتفككة المحيطة بها وارتفاع تضاريس بعضها، مثل أبها والطائف، وإحاطة بعض المدن بالجبال التي تكون حاجزاً لوصول العواصف الغبارية مثل مكة المكرمة.

الجدول (٣): تكرار العواصف الغبارية الصغيرة المقياس الشهري والسنوي لمحطات الدراسة في فترة الدراسة

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع الكلي	المعدل السنوي
أبها	١٠	٥٤	٥٧	٥٤	٧٢	١٥٧	٤٦٨	٣٣٧	٢٤	٣	٧	٣	١١٤٦	٥٤,٥٧
الأحساء	١٨٥	٢٧٩	٣٠٥	٣٣٩	٣٩٨	٤٧٥	٤٨٨	٣١٧	١٩٨	١١٩	١٤٠	١٧٧	٣٤٢٠	١٦٢,٨٦
الباحة	٦٤	١٥١	١٥٤	١٥٢	١٤٨	٢٢٦	٣١٨	١٩٣	٦٩	٢٧	١٩	٣٨	١٥٦٩	٧٤,٧١
الجوف	٩٦	١٨٧	٢٤٠	٣٤١	٣٥٤	١٥٣	١٠٢	٩١	١٣٨	٣٣٨	١٠٤	٨٦	٢١٣٠	١٠١,٤٣
رفحاء	٥٠	١٠٩	١٥١	٢٠٨	٢١٩	١٤٢	٧٥	٦٧	٨٣	١٤٢	٦٠	٤٣	١٣٤٩	٦٤,٢٤
الطائف	١٥	٨٣	٩٠	٥٨	٨٢	٩٣	١٢١	٦٦	٣٨	١٤	١٥	٩	٦٨٤	٣٢,٥٧
القصيم	٨٥	١٨٤	٢٤٨	٣٦١	٣١٣	١٨١	٨١	٧٩	٧٧	١٣٢	١١١	٨٥	١٩٨٧	٩٤,٦٢
القيصومة	١٠٠	١٨٩	٢١٣	٣٥٨	٢٨٨	٣٠١	٢٧٢	١٥٧	١١٢	١٣٩	١٠٢	٩٣	٢٤٧٤	١١٧,٨١
المدينة المنورة	١٥٨	٢٨٧	٣٨٨	٤٣٢	٣١٣	١٩٩	١٧٣	٣٣٩	١٨٩	١٣٦	١٧١	١٦٠	٢٨٩٥	١٣٧,٨٦
الرياض	٢٠٩	٣٠٨	٤٤١	٥١١	٥٣٥	٣٦٨	٣٣٧	٢٤٩	١٧٢	١٣٣	١٤٥	١٦٣	٣٥٦١	١٦٩,٥٧
الوجه	١٦	٥٦	٩٤	٨١	٩١	٣٤	٢٧	٤٤	١٨	١٧	١١	٢٠	٥٠٩	٢٤,٢٤
تبوك	١٠٣	١٦٧	٢٤٥	٣١٣	٣١٤	٢٣٢	١٤١	١٥١	١٤٩	١٢٤	٦٦	٦٣	٢٠٧٨	٩٨,٩٥
جازان	٥٥	١٠٩	١٢٥	١٧٣	١٨٤	٢٤٤	٧٧٨	٤٦٨	١٨٧	٩٠	٣٠	٢٢	٢٥٦٥	١٢٢,١٤
حائل	٤١	١١٩	١٣٩	٢٠٤	٢٠٩	١٠١	٣٦	٢٥	٥١	٧٧	٢٨	٤٢	١٠٦٢	٥٠,٥٧
شرورة	٣٠٨	٣٧١	٥٠٨	٣١٧	٢٠٢	٣٦٤	٥٨٧	٤٦٢	١٤٠	٨١	٨٧	١٣٧	٣٧١٤	١٧٦,٨٦
الظهران	١٣٣	١٩٢	٢٤٤	٢٨٢	٤٠٥	٤٤٣	٥١٨	٣٠٩	١٥٩	٧٩	٧٠	٨٣	٢٩١٧	١٣٨,٩٠
عرعر	١١٨	١٨٩	٢٧٩	٣٥٢	٣٥٩	١٦١	١٤١	١٠٣	١٦٠	٢٤١	١١٠	١١٠	٢٣٢٣	١١٠,٦٢
مكة	٢٨	٤٣	٧٢	٦١	٤١	٤٠	٥٢	٣٧	٢٦	١٥	٦	١٣	٤٤٤	٢١,١٤
نجران	٢٣٢	٢٤٥	٤٤٤	٣٥٨	٣٠٢	٢٤٥	٥٣٩	٤٤٨	١٨٤	١١٦	٨١	١٣٢	٣٥٢٦	١٦٧,٩٠
وادي الدواسر	٢٢١	٣٣٢	٤٨٩	٥٠١	٤٨٩	٣٥٩	٤٤٦	٣٠١	١٤١	٥٩	١١٧	١٣٤	٣٥٨٩	١٧٠,٩٠
ينبع	٣٦	٧٠	١٢٧	٩٢	١٠٩	٩٦	١٠٧	١٠٧	٦٧	٣٢	١٥	٢٨	٨٧٦	٤١,٧١
المجموع	٢٧٧٢	٣٨٢٤	٥١٠٢	٥٦٠٨	٥٧٢٧	٤٨١٤	٥٧٨٧	٤١٥٠	٣٣٨٢	٢٠٠٤	١٤٩٥	١٦٤١	٤٨١٨	

المصدر: من عمل الباحث، استناداً على بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية

الشكل (٨): خطوط العواصف الغبارية الصغيرة المقياس المتساوية في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

٤- التكرار الشهري والسنوي لحالات الطقس السديمية

من نتائج (الجدول ٥)، يتضح ازدياد تكرار حالات الطقس السديمية في محطات المملكة، حيث ناهزت (٣٧٠٩٤) حالة. إنَّ حالات السديم يختلف تكرارها بين شهور السنة وبين محطة وأخرى، فمثلاً في شهر يوليو سجل أعلى تكرار لها (٤٥٨٦) حالة، ثم جاء بعده شهر مايو (٤٣٩٥) حالة، ثم شهر أبريل (٤٠٦٨) حالة. كما أنَّ هناك شهوراً تقل فيها حالات السديم، فمثلاً في شهر نوفمبر (١٥٣٥) حالة، ثم شهر ديسمبر (١٨٥٥) حالةً، وتبين أنَّ

هناك تفاوتاً في تكرار حالات السديم على مستوى المحطات، حيث يبين (الشكل ٩) محطات سجلت أكثر تردد، منها: نجران بعدد (٣٥٨٤) حالة، وبمعدل يصل إلى (١٧٠,٢٩ حالة/سنة). ثم مدينة الظهران بتكرار يصل إلى (٣٤٤٦) حالة، بمعدل سنوي يصل إلى (١٦٤,١٠حالة/ سنة). ثم الأحساء (٣٣٧٦) حالة، بمعدل يصل إلى (١٦٠,٧٦حالة/سنة). كما أنَّ هناك محطات يقل فيها ترددها فيها، منها: ينبع، و وصل تكرارها (٢٨٤) حالة، بمعدل (١٣,٥٢حالة/سنة). ثم محطة مكة المكرمة بعدد (٤١٥) حالة، وبمعدل (١٩,٧٦حالة/سنة). ومن الملاحظ كثرة العواصف الغبارية في شهور الربيع والصيف، وقد يعود ذلك إلى تحرك الرمال من شمال المملكة إلى جنوبها، وهبوب رياح السموم في هذا فصل الصيف على مناطق المملكة (شحاذة، ٢٠١٤م)، مثل: الأحساء ونجران والمناطق الشمالية. كما أنَّ قلة حالات السديم في ينبع والوجه الواقعتين على البحر الأحمر، فهبوب الرياح الرطبة القادمة من البحر يكون له تأثيرٌ واضحٌ في قلة حالات السديم فيها.

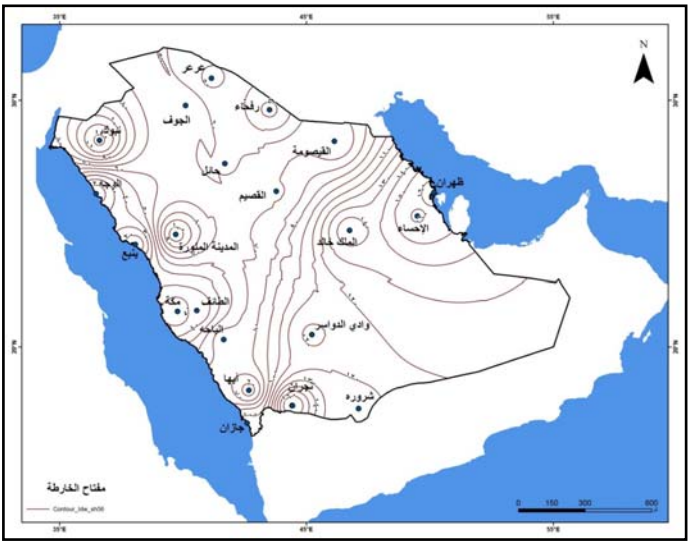
الجدول (٥): مجموع تكرار حالات السديم الشهري والسنوي لمحطات المملكة العربية السعودية في فترة الدراسة:

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع الكلي	المعدل السنوي
أبها	١٠	٥٣	٥٧	٦٠	٩٥	١٦٤	٤٥٨	٣٣٧	٢٠	٦	٧	٨	١١٧٥	٥٥.٩٥
الأحساء	١٨٢	٢٣٣	٢٤٣	٢٧٦	٣٥٤	٣٧٩	٤٢٢	٣٧٧	٢٩١	٢٣٧	١٨٢	٢٠٠	٣٣٧٦	١٦٠.٧٦
الباحة	٨٥	١٦٢	١٥٢	١٦٣	١٧٢	٢١٠	٢٦١	١٦٢	٦٣	٢٤	٣٨	٦٥	١٥٥٥	٧٤.٠٥
الجوف	٦٦	١٠٨	١٢٢	٢٠٩	٢٣٢	١١٨	٥٤	٦٩	٩١	١٧١	٧٢	٦٨	١٣٨٠	٦٥.٧١
رفحاء	٣٢	٧٧	٨٥	١١٠	١١٨	٩٤	٣٥	٤٦	٦٣	٨١	٤٠	٣٧	٨٠٧	٣٨.٤٣
الطائف	٢٢	٨٨	٨٣	٦٣	٨٦	٦٩	٧٨	٥٧	٤٥	٢٢	٣١	٢٤	٦٦٨	٣١.٨١
القصيم	٧٦	١٣٧	١٦٤	٢٥٨	٢٥٨	١٣١	٥٠	٥٢	٥٥	٨٥	٩٠	٩٢	١٤٤٨	٦٨.٩٥
القيصومة	٧٣	١١٣	١٣٣	١٧٠	٢٠٠	١٤٤	١١٦	٧٣	٥٩	٧٥	٦٣	٦٠	١٢٧٩	٦٠.٩٠
المدينة المنورة	١٤٤	٢٢٠	٢٨٢	٣١٢	٢٧٩	١٥٧	١٢٧	١٦٠	١٣٧	٩٢	١٣٥	١٦٢	٢٢٠٧	١٠٥.١٠
الرياض	١٩٢	٢٦٢	٣٥٠	٣٨٧	٤٦٣	٣٩٨	٢٥٨	٢٢٤	١٦٤	١٤٤	١٥٥	١٧١	٣٠٦٨	١٤٦.١٠
الوجه	١٥	٤٢	٦١	٥٣	٥٣	٩	٢١	١٥	٩	١٦	٨	١٧	٣١٩	١٥.١٩
تبوك	٢٠٠	٢٠٠	٢٦٤	٢٨٥	٢٩٤	١٩٨	١٦٩	١٩٠	١٧٣	٢٠٧	١٨٦	٢٠٦	٢٥٧٢	١٢٢.٤٨
جازان	٤١	٩٦	١٠٠	١١١	١٥٧	٣١٠	٦٢٢	٤٢٣	١٧٠	٧٤	٢٣	١٧	٢١٥٤	١٠٢.٥٧
حائل	٥٧	١٤٢	١٥٨	٢٠٨	٢٠١	٩٩	٣٢	٢٨	٦٧	٩٦	٧٣	٧٤	١٢٣٥	٥٨.٨١
شرورة	١٩١	٢٢٨	٣١٠	٣٣٦	١٩٥	٣٠١	٤٥٣	٣١٨	٩٩	٥٢	٤٣	١١٢	٢٥٣٨	١٢٠.٨٦
الظهران	٢٠٣	٢٣٢	٢٦٦	٢٧٦	٢٣٧	٣٥٦	٤٧٥	٤٦٧	٣٠٤	٢٣٨	١٢٨	١٧٤	٣٤٤٦	١٦٤.١٠
عرعر	٤١	٦٣	١١١	١٥٩	١٨١	٦٣	٤٧	٥٠	٨٠	١٣٤	٤٠	٤٨	١٠١٦	٤٨.٣٨
مكة	٢٤	٤٦	٦٠	٣٥	٤١	٤٢	٥٩	٣١	٣٤	١٥	١١	١٧	٤١٥	١٩.٧٦
نجران	٢٧٨	٣٧٤	٤١٧	٣٤٠	٣٠٣	٣٥٣	٤٧٩	٣٩٠	١٧٩	١٢٨	١٤٠	٢٠٣	٣٥٨٤	١٧٠.٦٧
وادي الدواسر	١٥٨	٢٣١	٣٢٤	٣٢٨	٣٥٣	٣٠٢	٣٢٥	٣٣٤	١١٥	٤٣	٥٩	٩٦	٢٥٦٨	١٢٢.٢٩
ينبع	١١	٣٣	٥٤	٢٩	٣٣	١٨	٣٥	١٧	١٧	١٢	١١	١٤	٢٨٤	١٣.٥٢
المجموع	٢١٠١	٢١٤٠	٢٧٦٦	٤٠٦٧	٤٣٩٥	٣٨١٤	٤٥٨٦	٣٦٢٠	٢٣٣٣	١٩٥٢	١٥٣٥	١٨٥٥	٣٧٠٦٤	

المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

الشكل (٩): خطوط حالات السديم المتساوية

في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م.



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

خامسًا: تصنيف تكرار حالات العواصف الغبارية في فصول السنة في المملكة

صنّفت الدراسة أراضي المملكة حسب المعدل الفصلي لتكرار حالات الطقس الغبارية في فصول السنة في فترة الدراسة بين عامي ١٩٩٠- ٢٠١٠م إلى أربع فئات، وهي:

١- قليلة.

٢- متوسطة.

٣- كثيرة.

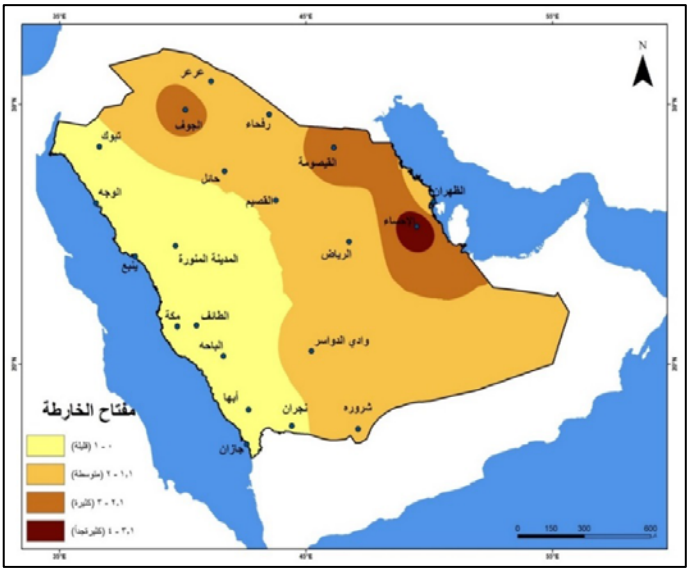
٤- كثيرة جداً. فتبين الآتي:

أ- تصنيف تكرار حالات العواصف الغبارية في فصل الشتاء

تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس

نتائج (الشكل ١٠) توضح تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صنفت الدراسة العواصف الغبارية إلى أربع فئات، وهي: قليلة ويظهر ذلك في تبوك، والوجه، والمدينة المنورة، وينبع، والطائف، ومكة، والباحة، وأبها، ونجران، وجازان. متوسطة، ويظهر ذلك في عرعر، ورفحاء، وحائل، والقصيم، والرياض، ووادي الدواسر، وشرورة، والظهران. كثيرة، ويظهر ذلك في الجوف، والقيصومة، وكثيرة جدّاً: كما في الأحساء.

الشكل (١٠): تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في فصل الشتاء في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



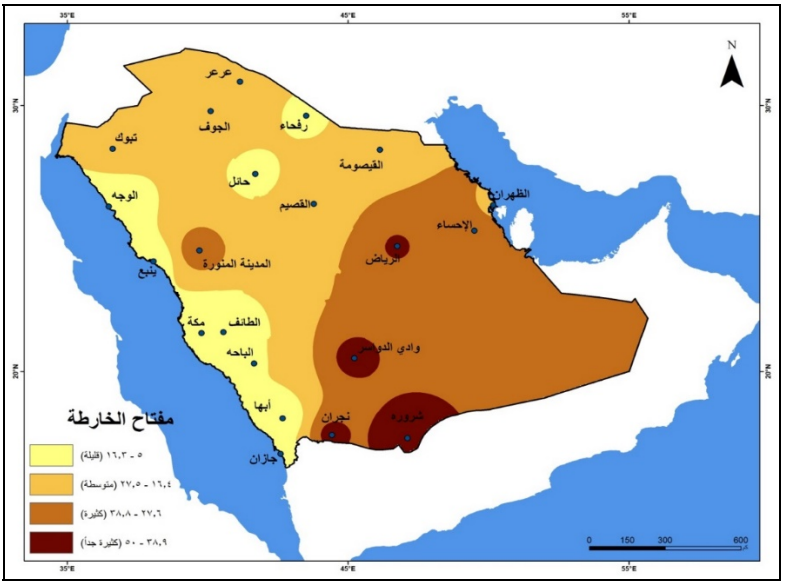
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- **تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس**

من نتائج (الشكل ١١)، يتضح تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صُنِّفت إلى أربع فئات وهي: قليلة ظهرت في رفحاء، وحائل، والوجه، ومكة، والطائف، والباحة، وأبها، وجازان. ومتوسطة ظهرت في عرعر، والجوف، وتبوك، والقيصومة، والقصيم، والظهران. وكثيرة ظهرت في المدينة

المنورة، والأحساء. وكثيرة جدّاً ظهرت في الرياض، ووادي الدواسر، وشرورة، ونجران.

شكل (١١): تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس لفصل الشتاء في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



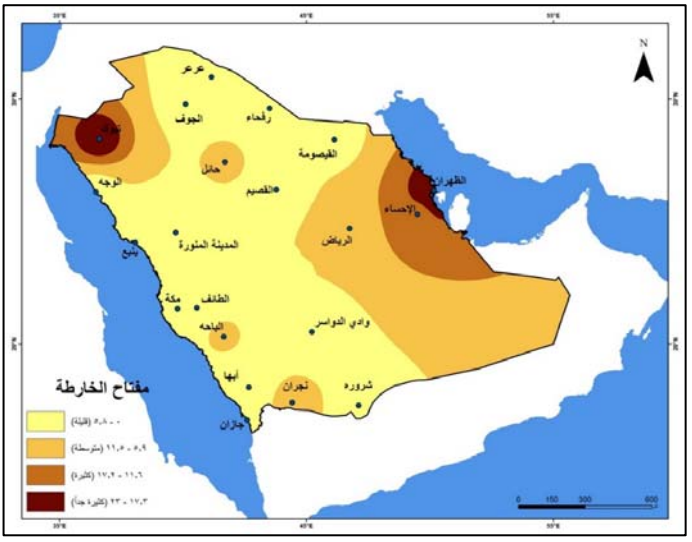
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- **تصنيف حالات السديم**

يتضح من (الشكل ١٢) تصنيف أراضي المملكة حالات السديم في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صُنِّفت إلى أربع فئات هي: قليلة وتشمل عرعر، والجوف، ورفحاء، والقصيم، والقيصومة، والوجه، والمدينة المنورة، وينبع، ومكة،

والطائف، ووادي الدواسر، وشرورة، وأبها، وجازان. ومتوسطة وتضم حائل، والرياض، والباحة، ونجران. وكثيرة ظهرت في الأحساء. وكثيرة جدًا ظهرت في تبوك، والظهران.

الشكل (١٢): تصنيف حالات السديم لفصل الشتاء في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية.

مما سبق يتضح ارتباط توزّع مراكز الضغط الجوي في المملكة والأقاليم المحيطة بها بحركة الشمس الظاهرية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، عندما تتجه الشمس في فصل الشتاء جنوبًا في اتجاه النصف الجنوبي للكرة الأرضية؛ إذ يظهر الضغط

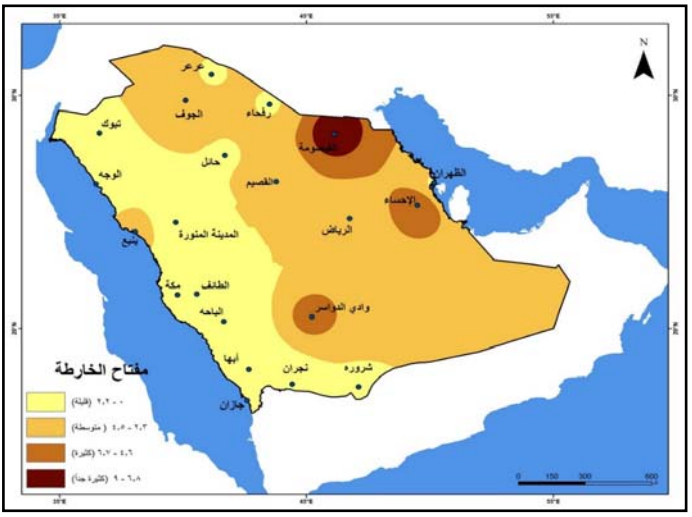
الجوي المرتفع الحراري السيبيري متمركزًا في أواسط آسيا وسيبيريا، وممتدًا على مناطق الواسعة من الجزيرة العربية، وتناهز قيمته ١٠٢٠ ميليباراً. وفي الوقت نفسه يسود الضغط الآزوري المرتفع إلى الشرق من الجزيرة العربية ممتدّاً فوق شمال أفريقيا والصحراء الكبرى ١٠٢٠ميليباراً، كما يظهر الضغط المرتفع العربي مهيمنًا على الأجزاء الجنوبية من المملكة ١٠٢٠ميليباراً. بينما يسود في وسط المملكة ضغط منخفض ١٠٠٨ ميليبارات بين الضغط الآزوري المرتفع والضغط المرتفع العربي، وكما يظهر الضغط المنخفض السوداني مهيمنًا على وسط البحر الأحمر ١٠٠٨ميليباراً. إضافةً لذلك تتكون في هذا الفصل منخفضات جوية حركية بسبب التقاء الكتل الهوائية القطبية الجافة (CP) والمدارية الرطبة (MT) فوق حوض البحر المتوسط، وينحرف بعضها في أثناء تحركها شرقاً، وتعبر الأجزاء الشمالية فيؤثر في تبوك بإثارة العواصف الغبارية، وكذلك الوسطى من المملكة كما هو في الرياض، وكذلك في المناطق الشرقية من المملكة، ومنها: الأحساء والظهران، والمناطق الجنوبية، ومنها: وادي الدواسر ونجران، وفي الوقت نفسه تؤدّي أحياناً لهطل الأمطار المصحوبة بعواصف رعدية (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

ب- تصنيف تكرار حالات العواصف الغبارية في فصل الربيع

- تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس

يوضح (الشكل ١٣) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات، وهي: قليلة وتشمل عرعر، ورفحاء، وتبوك، وحائل، والظهران، والوجه، والمدينة المنورة، والطائف، ومكة، والباحة، وأبها، وشرورة، ونجران، وجازان. ومتوسطة وتشمل الجوف، والقصيم، والرياض، وينبع. وكثيرة وتشمل الأحساء، ووادي الدواسر. وكثيرة جدًا وتضم القيصومة.

الشكل (١٣): تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس لفصل الربيع في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



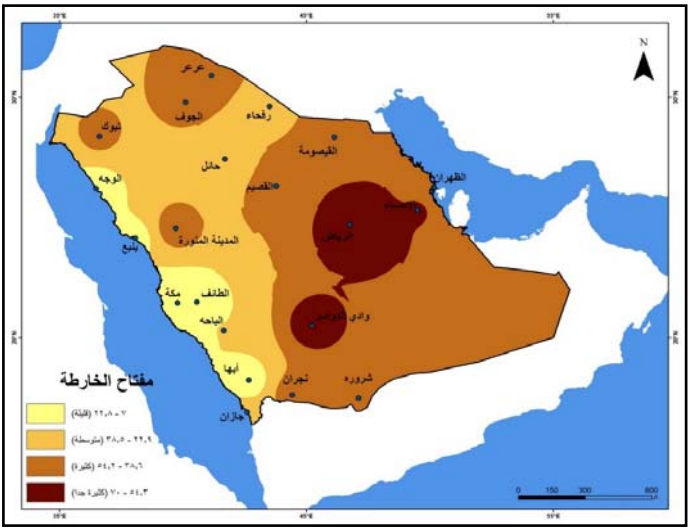
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية.

- **تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس**

يوضح (الشكل ١٤) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، حيث صُنِّفت إلى أربع فئات، وهي: قليلة وتضم الوجه، وينبع، ومكة، والطائف، وأبها. ومتوسطة وتشمل رفحاء، وحائل، وجازان. وكثيرة وتشمل عرعر، والجوف، وتبوك، والقيصومة،

والقصيم، والمدينة المنورة، والظهران، ونجران، وشرورة. وكثيرة جدًا وتشمل الأحساء، والرياض، ووادي الدواسر.

الشكل (١٤): تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس لفصل الربيع في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



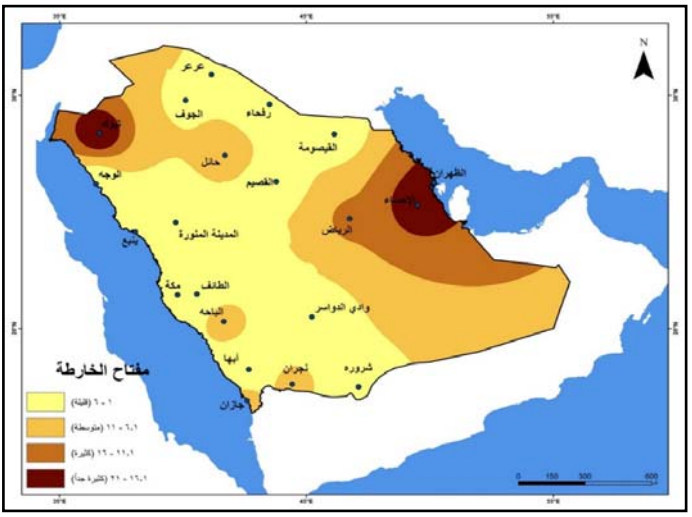
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية.

- **تصنيف حالات السديم:**

يوضح (الشكل ١٥) تصنيف أراضي المملكة حالات السديم في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات وهي: قليلة وتضم عرعر، والجوف، ورفحاء، والقيصومة، والقصيم، والوجه، والمدينة المنورة، وينبع، ومكة، والطائف،

وأبها، ووادي الدواسر، وشرورة. ومتوسطة وتشمل حائل، والباحة، ونجران، وجازان. وكثيرة وتشمل الرياض. وكثيرة جدًا وتشمل: تبوك، والأحساء، والظهران.

الشكل (١٥): تصنيف حالات السديم لفصل الربيع في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

ممّا سبق يتضح تأثير توزع مراكز الضغط الجوي في فصل الربيع، بسبب حركة الشمس الظاهرية في اتجاه مدار السرطان، حيث يبدأ يضعف المرتفع الجوي السيبيري بالتفكّك تدريجياً، ويقل تأثيره في مناطق المملكة، وفي الوقت نفسه يظهر الضغط

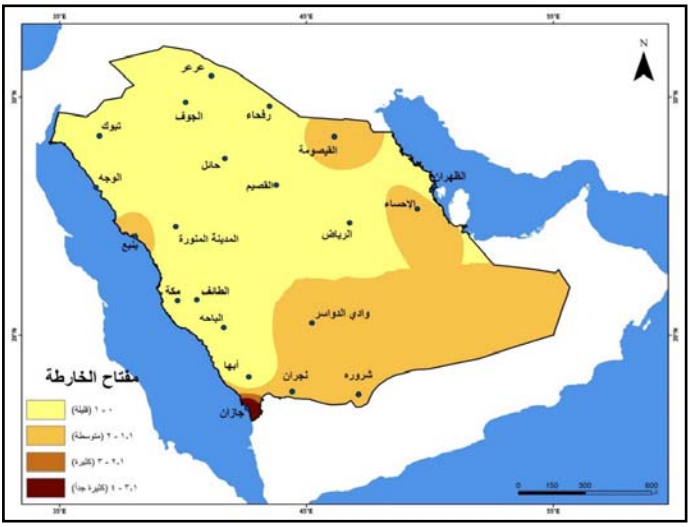
المرتفع الآزوري مهيمنًا على شمال أفريقيا وحول البحر المتوسط، ويصاحب ذلك تعمّق المنخفض الحراري السوداني، ويهيمن على وسط المملكة وشمالها ضغط منخفض حراري يساعد على مرور المنخفضات الجوية الحركية عبر شمال المملكة العربية السعودية. ويظهر ضغط مرتفع جوي على بحر العرب جنوب الجزيرة العربية (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

ت- تصنيف تكرار حالات العواصف الغبارية في فصل الصيف

- تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس

يوضح (الشكل ١٦) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات، هي: قليلة وتشمل عرعر، ورفحاء، والجوف، وتبوك، وحائل، والظهران، والوجه، والقصيم، والرياض، والمدينة المنورة، والطائف، ومكة، والباحة، وأبها. ومتوسطة وتضم القيصومة، وينبع، والأحساء، ووادي الدواسر، وشرورة، ونجران، وكثيرة جداًوتشمل جازان.

الشكل (١٦): تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس لفصل الصيف في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م

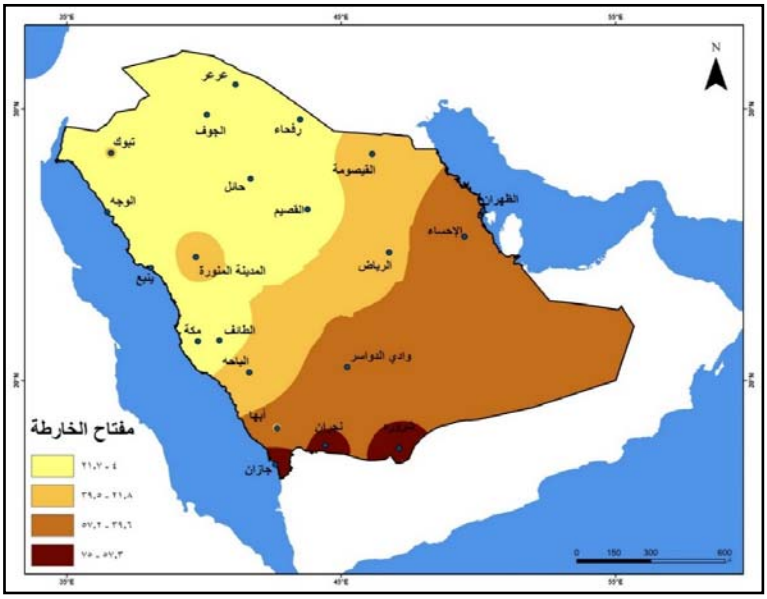


المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- **تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس**

يبيّن (الشكل ١٧) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، حيث صُنِّفت إلى أربع فئات، هي: قليلة وتشمل عرعر، ورفحاء، والجوف، وحائل، والوجه، والقصيم، وينبع، ومكة، والطائف ومتوسطة وتشمل القيصومة، والمدينة المنورة، والرياض، والباحة. وكثيرة وتشمل الظهران، والأحساء، ووادي الدواسر، وأبها. وكثيرة جدًا وتشمل نجران، وشرورة، وجازان.

الشكل (١٧): تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس لفصل الصيف في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م



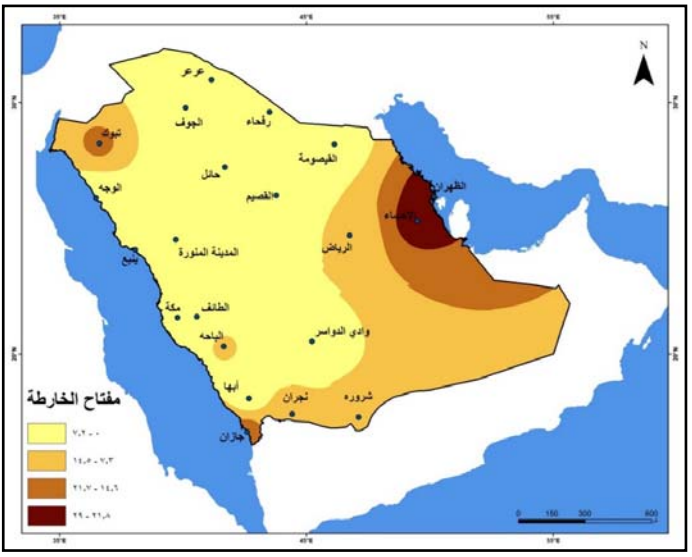
المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- **تصنيف حالات السديم**

يبين (الشكل ١٨) تصنيف أراضي المملكة حالات السديم في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات وهي: قليلة وتضم عرعر، ورفحاء، والجوف، والقيصومة، وحائل، والوجه، والقصيم، وينبع، ومكة، والطائف، ووادي الدواسر، وأبها. ومتوسطة وتشمل الرياض، والباحة، ونجران،

وشرورة. وكثيرة وتشمل تبوك. وكثيرة جداً وتضم الظهران، والأحساء.

الشكل (١٨): تصنيف حالات السديم لفصل الصيف في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استناداً إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

مما سبق يتبين تأثر توزّع مراكز الضغط الجوي في فصل الصيف والأقاليم التي حولها، بارتفاع درجة الحرارة عندما تتحرك الشمس ظاهريّاً شمالاً في اتجاه مدار السرطان، حيث يغيب الضغط المرتفع السيبيري كليّاً ويظهر الضغط المرتفع الآزوري فوق

شمال آسيا وأوروبا ، ويسود ضغط مرتفع متوسط الشدة في جنوب المملكة على بحر العرب ١٠٠٦مليبارات. وفي الوقت نفسه يسود ضغط منخفض حراري في وسط المملكة وشمالها ١٠٠٠ ميليبار، ويظهر وكأنه امتداد للضغط المنخفض الموسمي المهيمن على شبه الجزيرة الهندية وباكستان (منخفض الهند الموسمي)، متسبّباً ارتفاع في درجات الحرارة على معظم أجزاء المملكة. ويؤدِّي إلى هبوب الرياح الشمالية إلى وسط المملكة متسببة في إثارة العواصف الغبارية، كما يساعد تقدم الكتل الهوائية المدارية (CT) القادمة من فوق الصحراء الكبرى عبر البحر الأحمر وهبوب رياح الخماسين الحارة الجافة. في حين تتأثر أقصى المناطق الجنوبية الغربية بالرياح الموسمية الهابة من الضغط المرتفع على بحر العرب ووسط أفريقيا ، التي تؤدِّي إلى هطل الأمطار على المرتفعات الجبلية الشاهقة في جنوب غرب المملكة.

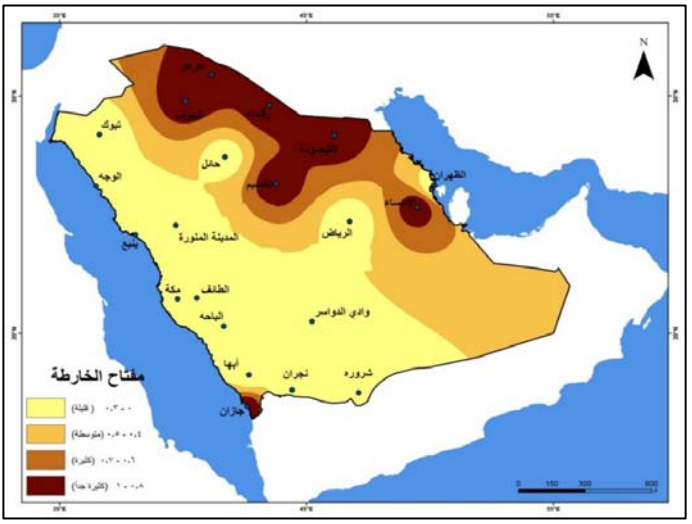
ث- تصنيف تكرار حالات العواصف الغبارية في فصل الخريف

- **تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس**

يوضح (الشكل ١٩) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، وهي قليلة مقارنةً بالفصول الأخرى، حيث صُنِّفت إلى أربع

فئات وهي: قليلة وتشمل تبوك، وحائل، والظهران، والوجه، والرياض، ووادي الدواسر، والمدينة المنورة، وينبع، والطائف، ومكة، والباحة، وأبها، ونجران، وشرورة. ومتوسطة وتشمل عرعر، ورفحاء، والقيصومة، والجوف، والقصيم، والأحساء وجازان. وكثيرة وتشمل عرعر، ورفحاء، والقيصومة، والجوف، والقصيم، والأحساء، وجازان. وكثيرة جدًا وتشمل عرعر، ورفحاء، القيصومة، والجوف، والقصيم، والأحساء، وجازان.

الشكل (١٩): تصنيف حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس لفصل الخريف في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م

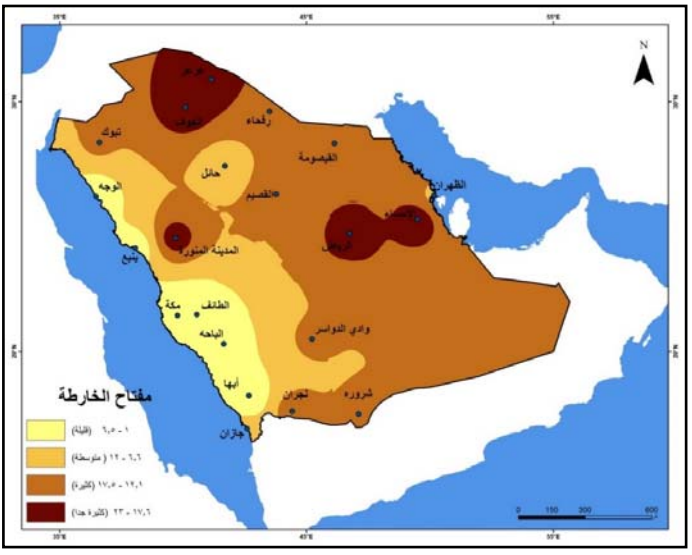


المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- تصنيف حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس

يبين (الشكل ٢٠) تصنيف أراضي المملكة حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠-٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات، وهي: قليلة وتشمل الوجه، وينبع، ومكة، والطائف، والباحة، وأبها. ومتوسطة وتضم حائل، وجازان، والظهران. وكثيرة وتشمل رفحاء، والقيصومة، والقصيم، ووادي الدواسر، وشرورة، ونجران، وكثيرة جدًا وتشمل عرعر، والجوف، والمدينة المنورة، والرياض، والأحساء.

الشكل (٢٠): تصنيف العواصف الغبارية صغيرة المقياس لفصل الخريف في فترة الدراسة

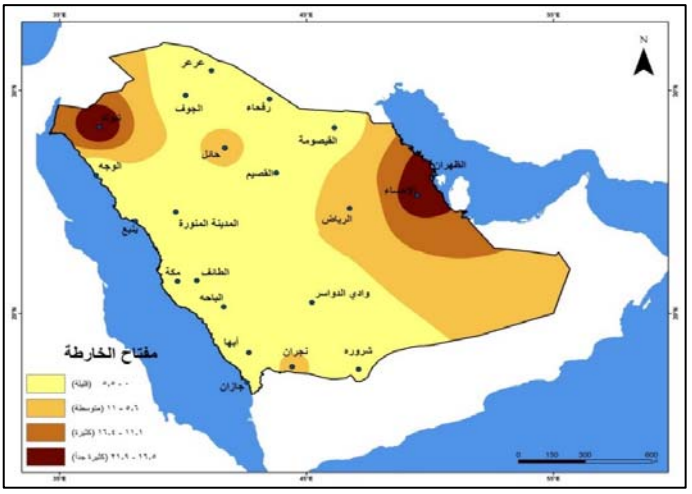


المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

- تصنيف حالات السديم

يبين (الشكل ٢١) تصنيف أراضي المملكة حالات السديم في فترة الدراسة بين عامي١٩٩٠- ٢٠١٠م، حيث صنفت إلى أربع فئات وتشمل عرعر، والجوف، ورفحاء، والقيصومة، والقصيم، والوجه، والمدينة المنورة، وينبع، ومكة، والطائف، والباحة، وأبها، ووادي الدواسر، وشرورة، وجازان. ومتوسطة وتشمل حائل، والرياض، ونجران. وكثيرة وتشمل تبوك، والظهران، والأحساء، وكثيرة جدًا وتشمل: تبوك، والظهران، والأحساء.

الشكل (٢١): تصنيف حالات السديم لفصل الخريف في فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: عمل الباحث استنادًا إلى البيانات المناخية اليومية للأرصاد، المملكة العربية السعودية

تتوزّع مراكز الضغط الجوي في فصل الخريف، عندما تبدأ الشمس في حركتها الظاهرية بالعودة جنوباً باتجاه مدار الجدي، ويبدأ الضغط المرتفع السيبيري في الظهور ويصل تأثيره تدريجياً إلى شمال مناطق المملكة، وفي الوقت نفسه يزحف الضغط الجوي الآزوري المرتفع على البحر المتوسط، ويبدأ الضغط المنخفض الهندي الموسمي في التراجع، ويضعف إلى أن يغيب كلياً في فصل الشتاء. كما يظهر ضغط مرتفع حراري يسود فوق بحر العرب في جنوب الجزيرة العربية. وفي هذه الأثناء يظهر ضغط منخفض إلى حدٍّ ما في وسط المملكة وشمالها بين الضغط المرتفع الآزوري والضغط المرتفع السيبيري، ويظهر ملتحمًا مع المنخفض السوداني فوق البحر الأحمر (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

سادسًا: النتائج والتوصيات

تناول هذا البحث دراسة تكرار حالات الطقس العواصف الغبارية الهابّة على المملكة العربية السعودية في الفترة ١٩٩٠-٢٠١٠م، وتبين الآتي:

١- تعد الرياح القصوى الشمالية والشمالية الشرقية هي الأكثر هبوباً على معظم مناطق المملكة؛ وذلك بسبب توزّع مراكز الضغط الجوي في المملكة والأقاليم المحيطة بها، وبحركة الشمس الظاهرية في النصف الشمالي من الكرة

الأرضية. يسود الضغط المرتفع الآزوري إلى الشرق من الجزيرة العربية ممتدًا فوق شمال أفريقيا والصحراء الكبرى.

٢- تعد مدينة الأحساء هي الأعلى في عدد تكرار حالات العواصف الغبارية الكلي بحوالي (٥٣٩٣) عاصفة موزعة بين ثلاث حالات لطقس العواصف الغبارية، فنجد أن حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس تكررت فيها بحوالي (٢٧٤) عاصفة وبنسبة (١٣,٥٪)، بينما العواصف الغبارية الصغيرة المقياس تكرر هبوبها (١٧٤٣ عاصفة) وبنسبة (٩,٣٪)، وتكرر هبوب حالات السديم في مدينة الأحساء بحوالي (٣٣٧٦) حالة وبنسبة (٩,١٪).

٣- نجد أنه في شهر(مايو) تكرر هبوب العواصف الغبارية الواسعة المقياس بمجموع (٤٠٠) عاصفة، ثم يليه شهر أبريل بمجموع (٣٩٧) عاصفة. كما أننا نجد أن شهر (يوليو) سجل أعلى تكرار للعواصف الغبارية الصغيرة المقياس (٥٧٩٧) عاصفة، ثم جاء بعده شهر مايو (٥٧٢٧ عاصفة)، ثم شهر أبريل بمجموع (٥٦٠٨ عاصفة).

٤- قلة تكرار حالات العواصف الغبارية الواسعة المقياس في محطات المملكة المدروسة، ويعود سبب تكرار هبوبها إلى فروق الضغط الجوي في المملكة العربية السعودية، مثل: الضغط المرتفع السيبيري، الضغط المرتفع الأوراسي، والضغط المرتفع الآزوري.

٥- ازدياد ملحوظ لتكرار حالات العواصف الغبارية الصغيرة المقياس في محطات المملكة العربية السعودية، وذلك نتيجة عبور الأعاصير الحركية الآتية من البحر المتوسط ومن الخليج العربي وبحر العرب، فتمر هذه الأعاصير المتحركة على الرمال المفككة في معظم أراضي المملكة، وخصوصًا الشمالية والوسطى والشرقية والجنوبية، ومن ثمَّ تثير الغبار وتنقله من منطقة إلى منطقة أخرى.

٦- ازدياد حالات السديم في محطات المملكة، حيث ناهزت (٣٧٠٩٤) حالة. يختلف تكرارها بين شهور السنة وبين محطة وأخرى، سجل شهر يوليه أعلى تكرار لها (٤٥٨٦) حالة، ثم جاء بعده شهر مايو (٤٣٩٥) حالة، ثم شهر أبريل (٤٠٦٨) حالة. ويعود سبب هذه الزيادة إلى مصادر حالات السديم (الطبيعية /البشرية): فالمصادر الطبيعية تتكون مع نهاية العواصف الغبارية، وهذا يعود إلى ضعف سرعة الرياح، وهو يجعل ذرات الغبار تتطاير في الجو لعدة ساعات. أمَّا المصادر البشرية لحالات السديم وهي: النشاط العمراني والصناعي، وعوادم السيارات.

لذا تُوصي الدراسة بما يلي:

١. الاستفادة من نتائج هذه الدراسة في الدراسات المستقبلية التي تتطرق للمناطق المدروسة.

٢. إجراء أبحاث ودراسات على حالات العواصف الغبارية وعلاقتها بتوزّع الأمراض في مناطق المملكة، لا سيما مرضى الربو، ومرضى حساسية العيون.

٣. إجراء دراسات شاملة لحالات السديم في مدن المملكة العربية السعودية.

٤. إجراء دراسة مناخية تفصيلية توضح العلاقة بين العواصف الغبارية والمدن السياحية في المملكة.

٥. الحرص على دراسات تفصيلية تطبيقية لحالات العواصف الغبارية، وتأثيرها في النبات الطبيعي في المملكة.

٦. الاهتمام بتنظيم الرعي والاحتطاب وهما أحد عوامل تفكك حبيبات التربة وتثبيتها.

٧. على هيئة الأرصاد وحماية البيئة والمؤسسات الحكومية ذات الشأن، إبعاد المصانع عن النطاق العمراني مع أخذ اتجاه الرياح لكل مدينة في الاعتبار.

❊ ❊ ❊

المصادر والمراجع

أولاً: المراجع العربية

- أبو رحيل، عبد المحسن، دبوس، محمد (٢٠١٥م) **حركة ومسالك الظواهر الغبارية المؤثرة في محافظة النجف**، رسالة ماجستير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الكوفة: العراق.
- الجربوع، ريم بنت علي، (١٤٣٣هـ)، **تكرار الرياح والعواصف الغبارية في مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية**، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود: الرياض.
- الحربي، نوير بنت علي، (٢٠١٦م)، **العواصف الغبارية وأثرها على مرضى الربو في مدينة بريدة**، رسالة ماجستير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة القصيم.
- **السقا**، عبدالحفيظ سعيد (١٩٩٥م)، **الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية**، الطبعة الأولى، دار زهران، جدة.
- شحاذة، نعمان (٢٠١٤م)، **علم المناخ المعاصر**، الطبعة الثانية، دار القلم، الإمارات العربية المتحدة.
- صفر، محمود عزو، (١٩٨٢م)، **الغبار في الكويت خلال فصل الصيف، جامعة الكويت**، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، السنة الثامنة، العدد ٣٠.
- صيام، نادر (١٤٣٤هـ)، **حالات الغلاف الجوي للطقس والمناخ**، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الطاهر، عبدالله أحمد، (١٩٩٦م)، **العواصف الرملية والغبارية وأثرها في ترب الحقول الزراعية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية**، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد ٢٤، جامعة الملك سعود.

- الكليبي، فهد بن محمد، (١٩٩٠ م)، **مناخ الخليج العربي**، الكويت، ذات السلاسل.
- المسند، عبدالله بن عبدالرحمن، (٢٠١٠م)، **رياح البوارح وأثرها في إثارة العواصف الرملية في شرقي المملكة العربية السعودية**، قسم الجغرافيا، جامعة القصيم.
- النافع، عبداللطيف بن حمود، (١٤٢٥هـ)، **الجغرافيا النباتية للمملكة العربية السعودية**، الرياض، مكتبة الملك فهد.
- هيئة الأرصاد وحماية البيئة. (٢٠٠٠م). **تقرير فصل الخريف**. جدة. http://weather1.pme.gov.sa/haj1/climate/haj-page1.html
- هيئة الأرصاد وحماية البيئة. (٢٠٠١م). تقرير فصل الربيع. جدة http://www.pme.gov.sa/Report-7.asp
- وزارة الدفاع، **هيئة الإرصاد وحماية البيئة**، جدة، المملكة العربية السعودية.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

- Ahrens, C.D. (1982)."Meteorology to Day: An Introduction to weather, Climate and Environment. West publishing Com, St. Paul, New York, San Francisco. P: 514.
- Bezlova, Antoaneta. (2002). " Giant sandstorm hits China, Japan, Korea. USA Today, Academic Search Premier.
- Burroughs, William J. (1999). " The Climate Revealed ". London. First published in 1999 by Mitchell Beazlay. An imprint of Octopus Published Group Ltd 2 -4 Heron Quays. London. E144 JP copyright Octopus Publishing Group Ltd1999.
- Hushke, R.E. (1959). " Glossary of Meteorology ". Boston. America Meteorological Society.

❊ ❊ ❊

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المقومات الطبيعية والبشرية للسياحة

في جزيرة فيلكا – دولة الكويت

Physical and Human Components of Tourism in Failaka Island – Kuwait

إعداد

أ. د. عبيد سرور العتيبي

جامعة الكويت، كلية العلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا

د. سلمان يوسف حسين

الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب

كلية التربية الأساسية– قسم الدراسات الاجتماعية

Professor Obaid Soroor Al-Otaibi

Kuwait University – College of Social Science

Department of Geography

Dr. Salman Yousef Husain

The Public Authority for Applied Education and Training, College of Basic Education, Social Studies Dept.

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الملخص

أصبحت دراسة الأماكن المناسبة للأنشطة السياحية من أهم مجالات الجغرافيا السياحية، بصفتها فرعاً من فروع الجغرافيا الاقتصادية. يعد النشاط السياحي في الوقت الحاضر أحد أهم القطاعات الاقتصادية الاجتماعية، وأحد دعامات التنمية التي تحرص عليها دولة الكويت من خلال إدراجها ضمن خطط التنمية المستقبلية.

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز المقومات الجغرافية البيئية والمكانية والثقافية لإحدى مناطق دولة الكويت الجزرية (جزيرة فيلكا)؛ وذلك من أجل الوصول إلى تحديد الأُسس المناسبة للتخطيط السياحي فيها. وإبراز تنوع الجواذب السياحية في جزيرة فيلكا، وستتناول الدراسة المقومات الطبيعية والبيئية لجزيرة فيلكا، خصوصاً البيئة الساحلية فيها، كما تتناول المقومات التاريخية ذات القيمة الآثارية المهمة ومواقعها في الجزيرة. وكذا الجوانب الثقافية والتراثية فيها بصفتها أحد المعالم السياحية فيها. من جانب آخر ستتعرض الدراسة لجهود الدولة والتوجهات الرسمية نحو الاستثمار السياحي والتخطيط في جزيرة فيلكا.

وأخيراً، تهدف الدراسة للوصول إلى رؤية مستقبلية وتوصيات مناسبة لمتخذي القرار في مجال التنمية السياحية في دولة الكويت. وقد أوضحت الدراسة أهمية استثمار الإمكانات السياحية الطبيعية والثقافية والتاريخية لجزيرة فيلكا وتوظيفها لخلق قطاع سياحي ناجح في الكويت، وإبراز دور الشراكة بين القطاعين

(الخاص والحكومي) في مجال الاستثمار السياحي، كما قدمت الدراسة خريطة سياحية تبرز التوزيع المكاني للأنشطة والمرافق السياحية في الجزيرة، وقدمت الدراسة عدداً من التوصيات تتعلق بضرورة تطوير السياسات التي تدعم التنمية السياحية وتزيل العقبات التي تواجهها، كما أوصت بتطوير البنى التحتية والمرافق السياحية لتحقيق النجاح المطلوب في مجال الاستثمار السياحي.

الكلمات المفتاحية: التنمية السياحية، الجزر الكويتية، جزيرة فيلكا، دراسة جغرافية

Abstract

The study of a proper places of the tourist activities, considers as one of the geography of tourism scope. Tourism activity is currently one of the most important economic and social sectors and one of the pillars of development which Kuwait is keen to include in the future development plans.

The study aims to display the geographical, environmental, spatial and cultural determinants; for one of the Kuwait's Islands such as Failaka; in order to determine the appropriate bases for tourism planning. In order to highlight the diversity of tourist attractions on Failaka Island, the study will examine the natural and ecological components, especially its coastal environment. Also examines historical elements with important archaeological values and sites, as well as cultural and heritage aspects of the island.

On the other hand, the study examines the efforts of the government and the official orientation towards tourism investment and planning in recent years. Finally; the aim is to reach a future vision and appropriate recommendations for decision makers in the field of tourism investment in the State of Kuwait.

Keywords: Tourism development, Kuwait Islands, Failaka Island, and Geographical Study.

المقدمة

أصبحت صناعة السياحة الداخلية ظاهرة واسعة الانتشار في العالم اليوم، ومن أهم المجالات التخطيطية التي تهتم بها الجهات والهيئات الرسمية والقطاع الخاص. كما حازت اهتمام الباحثين في الدراسات الجغرافية في مجالات الجغرافيا الاقتصادية أو التخطيط الإقليمي والحضري. وتعد التنمية السياحية مجالاً حيوياً يحقق الكثير من أهداف التنمية المستدامة، من خلال الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية والبشرية في الاقليم. ومن هذا المنطلق سعت الكثير من دول العالم إلى وضع خرائطها السياحية؛ لتعزيز إمكاناتها في مجال السياحة الداخلية، وذلك من خلال استكشاف المقومات السياحية، وحصر مواقعها وتصنيفها والمحافظة عليها، إضافةً إلى توفير مقومات الجذب السياحي، وتشجيع القطاع الخاص على الاستثمار السياحي، مع الاهتمام بالمحافظة على البيئة الطبيعية، بما يحقق شروط التنمية السياحية المستدامة. ويعد استكشاف المعالم والجواذب السياحية في أي إقليم، عملية تُسهم في تحديد مسار التنمية السياحية وتطورها. وقد برزت مفاهيم كثيرة في مجال دراسات السياحة الداخلية من بُعدها الجغرافي، مثل السياحة الثقافية والتراثية من منطلق المحافظة عليها

وتطويرها، إضافةً إلى المعالم الطبيعية، وهذا يوسع دائرة أنماط السياحة الداخلية.

تمتلك دولة الكويت بيئة بحرية بسواحل يبلغ طولها (بالتعاريج) نحو ٥٠٠ كم، وتنتشر فيها تسعة من الجزر التي تختلف في أحجامها وخصائصها الطبيعية؛ وأكبرها جزيرة بوبيان في الشمال الشرقي للكويت وتبلغ مساحتها نحو ٨٩٠ كم^{٢}، وتعد جزيرة فيلكا الجزيرة الوحيدة التي استوطنها الإنسان منذ القدم، وهي من أهم الجزر الكويتية لما تحويه من طبيعة بحرية مميزة، وموروث تاريخي بشري يتجلى في وجود الكثير من المواقع ذات الأهمية التاريخية والتراثية.

ولعل اهتمام الجهات الرسمية في دولة الكويت في الوقت الحاضر بالتنمية السياحية، يشير إلى مستقبل واعد في تنمية هذا القطاع، وتجلّى ذلك على النطاق المحلي بطرح مشروع الشراكة مع القطاع الخاص؛ لتفعيل مساهمته في النهوض بالتنمية السياحية، من خلال توجيه الاستثمار في هذا القطاع الحيوي؛ وتعد جزيرة فيلكا ذات قيمة سياحية تاريخياً واجتماعياً وتراثياً، وهذا يجعلها إحدى أهم المواقع التي تلفت أنظار المسؤولين والمخططين في مجال التنمية السياحية في دولة الكويت. كما اتجهت دولة الكويت إلى إدراج موضوع تطوير الجزر الكويتية، ومن بينها جزيرتا فيلكا

وبوبيان ضمن جملة من الاتفاقيات الدولية التي أُبرمت مع جمهورية الصين الشعبية في عام ٢٠١٨ (وكالة الأنباء الكويتية، ٢٠١٨).

وتأتي هذه الدراسة لتسلط الضوء على أهمية التنمية السياحية في جزيرة فيلكا وتحدد أبرز الأسس التصنيفية لأنماط السياحة المناسبة فيها؛ وذلك من أجل الإسهام في إنجاح التخطيط والتنمية السياحية في دولة الكويت، مع الأخذ في الاعتبار أسس نجاحها وفق المعايير الحديثة القائمة على التنمية المستدامة.

أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة في سعيها إلى إبراز إمكانات إحدى المناطق السياحية في دولة الكويت وهي (جزيرة فيلكا) من المنظور الجغرافي؛ من أجل تحديد مكانتها بصفتها إقليماً سياحياً متميزاً في الدولة، حيث تتناول الدراسة الخصائص الطبيعية للجزيرة ومنها معالم السطح والبنية الجيولوجية وجيومرفولوجية السواحل والخصائص المناخية، إضافةً إلى الحياة الفطرية فيها، كما تتناول العناصر البشرية ممثلةً في المواقع التاريخية والتراثية وخدمات النقل وواقع البنية التحتية والمرافق المتوافرة فيها. وقد كان الاهتمام المتزايد من قبل الجهات المسؤولة في دولة الكويت نحو تنمية القطاع السياحي أحد مبررات هذه الدراسة. وفي هذا الإطار أنشأت الدولة هيئة حكومية تابعة لوزارة الإعلام تعنى بتنمية القطاع

السياحي مع التوجه نحو تحويله إلى هيئة مستقلة مستقبلاً؛ كما برز هذا الاهتمام من خلال إنشاء مشروع الشراكة مع القطاع الخاص الذي جعل من أبرز أولوياته التنموية تطوير المواقع السياحية في دولة الكويت؛ ومن أحد تلك المواقع المهمة جزيرة فيلكا، كي تكون ضمن الخريطة السياحية في دولة الكويت. وفي ظل ندرة الدراسات والأبحاث العلمية التطبيقية في مجال جغرافية السياحة عن هذه المنطقة تأتي هذه الدراسة؛ على الرغم من استهدافها مركزاً سياحياً في الكويت منذ القدم. وقد أشار (أمان، ٢٠٠٥) إلى ضرورة تنمية السياحة الداخلية لاستقطاب نسبة من الراغبين في قضاء إجازاتهم القصيرة أو الطويلة خارج البلاد.

أهداف الدراسة

ترمي الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية:

١- التعرف على المقومات الطبيعية والبشرية التي يمكن أن تسهم في تنمية النشاط السياحي في جزيرة فيلكا.

٢- استعراض تطور الأنشطة السياحية والترويحية في الجزيرة خلال مرحلتي ما قبل الغزو العراقي الغاشم عام ١٩٩٠ وبعده.

٣- دراسة الواقع الحالي للنشاط السياحي وتحليل مشكلاته التي تُعيق التنمية السياحية.

٤- تحديد المحاور التي يمكن أن تتجه إليها التنمية السياحية المستدامة مستقبلاً.

حدود البحث مكانياً

تشكل جزيرة فيلكا الإطار المكاني للبحث والبالغة مساحتها نحو ٤٣ كم^{٢}، ممثلة في الخصائص المكانية الطبيعية والمواقع التراثية والآثار التاريخية بصفتها عناصر لتشكيل إقليم سياحي داخلي في دولة الكويت (الخريطة رقم ١).

المنهج وأسلوب البحث

من أجل تحقيق أهداف الدراسة أتُّبع المنهجان (التاريخي والإقليمي)؛ فمن خلال المنهج التاريخي تحاول الدراسة تتبع وإبراز مراحل التطور الذي شهدته الأنشطة السياحية في جزيرة فيلكا، وأثر العوامل الجغرافية الطبيعية والبشرية التي أثّرت في الحركة السياحية خلال فترات زمنية مختلفة. في حين يرمي المنهج الإقليمي إلى إبراز شخصية الإقليم السياحي وملامحه العامة من خلال دراسة مكوناته الطبيعية والبشرية بصفتها عناصر للجذب السياحي مع تناول خصائصه المكانية ومشاكله وعلاقته الوظيفية الداخلية والخارجية المرتبطة بالدولة ككل. وقد تم تناول المتغيرات المكانية لعناصر البحث باستخدام الأسلوب الوصفي.

المفاهيم الرئيسة في الدراسة

تتناول هذه الدراسة موضوع السياحة من البعد الجغرافي من خلال بعض المفاهيم الآتية:

١- **السياحة الداخلية** Domestic Tourism: تعرف منظمة السياحة العالمية مفهوم السياحة الداخلية بأنها تتألف من أنشطة يقوم بها السائح المقيم داخل البلد، إما بصفتها جزءاً من رحلة داخلية أو جزء من رحلات خارجية، وتعد جزءاً من السياحة الوطنية National Tourism التي تتضمن الرحلات السياحية والإقامة داخل البلد (UNWTO, ٢٠٠٨). ويضيف آخرون أن السياحة الداخلية هي تلك الرحلات التي يقوم بها الأشخاص المغادرون لأماكنهم المعتادة إلى أماكن أخرى تقع ضمن حدود الدولة التي يقيمون فيها (الزوكة، ١٩٩٨)، ويضيف يونس (١٩٩٣) أن السياحة الداخلية تتمثل في الانتقال المؤقت لأكثر من أربعة وعشرين ساعةً داخل حدود الدولة لأغراض الاستجمام والترويح وممارسة الأنشطة الرياضية وغيرها.

٢- **التنمية السياحية** Tourism Development: يقصد بالتنمية السياحية بالمنظور المعاصر، الاستغلال الأمثل للموارد السياحية المتاحة بأبعادها المختلفة (البيئية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية)، بشكل يحقق التوازن والاستدامة على المدى الطويل

(UNWTO, 2005, p11). كما أن التنمية السياحية تعني توفير التسهيلات والخدمات لإشباع حاجات السائح، وتشمل جوانب من تأثيرات السياحة، مثل خلق فرص عمل جديدة، والتوزيع الجغرافي للأنماط المكانية للعروض السياحية مثل المنتجعات السياحية وغيرها (Williams, 1998).

٣- **التخطيط السياحي** Tourism Planning: يرتبط التخطيط السياحي بعلاقة وثيقة بمفهوم التنمية السياحية، وهي التي تتعلق بخصائص المكان الطبيعية والبشرية وعناصر الجذب السياحي وأنماط التسهيلات وغيرها. والتخطيط السياحي نوع من أنواع التخطيط التنموي ويهدف إلى الاستثمار الأمثل للإمكانات السياحية الطبيعية والبشرية؛ بهدف الإسهام في تطوير القطاع الاقتصادي، وزيادة الدخل القومي وتنويع مصادره (الزوكة، ١٩٩٨: ٣٤٨)

٤- **السياحة الساحلية** Coastal Tourism: السياحة الساحلية (الشاطئية) أحد أهم الأنماط السياحية الجاذبة، حيث تتعدد فيها الأنشطة السياحية كالاستجمام والمتنزهات وممارسة الأنشطة الرياضية البحرية المختلفة، وصيد الأسماك من المياه الساحلية بالطرائق التقليدية أو العصرية الحديثة، إضافة إلى المزايا الصحية لمياه البحر. وتزداد أهمية الساحل من بعدها السياحي وجذبها

للسياح إذا توافرت بها الشواطئ الرملية العريضة وكانت بها خلجان محمية.

٥- **السياحة الثقافية** Cultural Tourism: السياحة الثقافية نوع من النشاط السياحي، الدافع الأساسي للسائح فيه هو التعلم والاستكشاف وكسب الخبرات عن المواقع السياحية ذات الطابع الثقافي المادي منها وغير المادي في الوجهة السياحية (World Tourism Organization, ٢٠١٨, p. ٨٠). يشير هذا المفهوم إلى أحد أهم البواعث التي تدفع السائح إلى السفر، وهو الرغبة في الاطلاع على المعالم التاريخية والحضارية التي يتسم بها الإقليم السياحي المستهدف. وتتمثل في مصادر التراث الحضاري من المتاحف والمواقع الأثرية القديمة والمباني التراثية ذات النمط العمراني القديم إلى جانب الموروثات التراثية التي ترتبط بقيم سكان الإقليم وتاريخة.

٦- **السياحة البيئية**: يقصد بها النشاط السياحي الذي يعتمد على البيئة بشكل مباشر، وقد عرفها البعض بأنها النشاط السياحي الذي يقوم على استغلال طبيعة المواقع السياحية وما تحويه من معالم ثقافية بروح من المسؤولية البيئية، بما يضمن المحافظة على المواقع الطبيعية وعدم المساس بها، وتقليل التأثيرات السلبية للزيارة (نبيل دبور، ٢٠٠٤)؛ لذا تعد السياحة البيئية من أنواع السياحة الصديقة للبيئة وفي الأغلب تكون المجموعات

السِّياحيّة المنضوية تحت هذا الشكل من السِّياحة أكثر حساسيّة وإيماناً بالقضايا البيئيّة؛ لذا نجدها أكثر حرصاً على عدم اتباع السلوك المضر بالمواقع الطَّبيعيّة أو التغيير في مكوّناتها وأشكالها (زياد عيد الرواضنه، ٢٠١٣). وقد عدها آخرون جزءاً من التنمية السياحية المستدامة، باعتبار أن الهدف من السياحة المستدامة هو الحفاظ على المزايا الاقتصادية والاجتماعية للتنمية السياحية، مع تقليل أو تخفيف أي آثار ضارة بالبيئة الطبيعية أو التاريخية أو الثقافية أو الاجتماعية، ويتم تحقيق ذلك من خلال موازنة احتياجات السياح مع احتياجات الوجهة السياحية (WTO, ٢٠٠١).

أدبيات الدراسة

حظي موضوع تنمية القطاع السياحي على اهتمام الباحثين في السنوات الأخيرة، حيث تناولت الكثير من الدراسات العالمية والإقليمية الموضوع من زوايا مختلفة. فقد أشار الزهراني وقسيمة (٢٠٠٨) إلى أن صناعة السياحة هي صناعة ونشاط اقتصادي في آن واحد، يسهم القطاع الخاص في تنشيطهما، فيما يتولى القطاع العام توفير البنَى التحتية والبيئة المحفزة للاستثمار في هذا المجال الاقتصادي المهم، وذلك بإعداد التخطيط السياحي الفعّال، وتهيئة المواقع المراد الاستثمار فيها، وإعداد خطة السياحة الوطنية، ووضع الهياكل التنظيمية والتشريعية المناسبة، وتحديد العلاقات بين إدارة

السياحة والقطاعات الأخرى ذات الصلة، وبخاصة القطاع الخاص. ويرى المسعودي (٢٠١٣) إلى أن الغاية من الاستثمار في المجال السياحي بشكل عام يحقق نوعاً من المحافظة على الموارد الطبيعية والبشرية والموارد الأخرى ذات العلاقة بالسياحة؛ بهدف ضمان الاستمرار والاستدامة للحاضر والمستقبل.

وفي إطار التنمية السياحية للمناطق الساحلية، وهي من أهم العناصر الطبيعية التي تتشكل منها مورفولوجية الجزر؛ فقد أوضح (عبد الحكيم والديب، ٢٠٠١) إلى أن هناك الكثير من الدراسات التي تناولت العلاقة بين الظروف الجغرافية والأنشطة الرياضية والسياحية، حيث وضعت معايير مرتبطة بعناصر المناخ، منها الحرارة وسرعة الرياح والتساقط والغبار، وتعد الأنشطة السياحية الساحلية أكثر جاذبية مع ارتفاع درجات الحرارة حيث تمثل السواحل متنفساً مناسبا للعديد من الأنشطة الرياضية والترفيهية.

تناولت بعض الدراسات جانب السياحة الداخلية بصفته أحد مجالات التنمية السياحية. وفي هذا الإطار جاءت دراسة (الحميدي، ٢٠٠١) لتعالج استكشاف فرص التنمية السياحية لساحل خليج العقبة السعودي، من خلال تحليل عناصر الجذب السياحي في الشاطئ، حيث اقترحت الدراسة بعض الأنماط السياحية الملائمة لمعطيات منطقة الدراسة الطبيعية والعمرانية والاقتصادية.

وتناول (التركستاني، ١٩٩٨) اتجاهات سلوك السائح السعودي نحو السياحة الداخلية، حيث تم اختبرت العوامل المؤثرة في سلوك السائح الداخلي وقياس مدى تأثيره في عملية اتخاذ القرار السياحي للسائح، وخلصت الدراسة إلى ضرورة إنشاء هيئة عليا تعنى بالسياحة الداخلية، بحيث تكون قادرة على اتخاذ القرارات اللازمة للارتقاء بمستوى السياحة الداخلية، ومن مهامها تفعيل الاستثمار السياحي لتحقيق الأهداف الاقتصادية والاجتماعية. وقد ميزت بعض الدراسات بين السياحة الداخلية القريبة التي لا تزيد فيها مسافة الرحلة عن ١٢٠ كم، والسياحة الداخلية البعيدة التي تزيد فيها المسافة عن ١٢٠ كم. كما وضعت معايير زمنية بين ليلة واحدة أو أكثر (غنيم وسعد، ٢٠٠٣).

ومن الدراسات المحلية التي أشارت إلى جوانب من موضوع هذه الدراسة، جاءت دراسة (مصطفى، ١٩٨٨) في إطار الدراسات الجغرافية لجزيرة فيلكا عن الجغرافيا الإقليمية للجزيرة؛ تناولت الدراسة من خلالها الجوانب الطبيعية والبشرية ومستقبل التنمية في الجزيرة، وأشارت الدراسة إلى أهمية الاستثمار السياحي للجزيرة، من خلال تنمية المرافق السياحية الحديثة وضرورة الاهتمام بها من قبل الدولة، وهذا يمثل مجالا واعدا للعديد من الاعتبارات الطبيعية التي تتميز بها الجزيرة. وفي دراسة قام بها (العتيبي ،٢٠٠٢) عن

السياحة والترويح في دولة الكويت دراسة جغرافية، تناول من خلالها جوانب كثيرة من المفاهيم النظرية للتنمية السياحية، منها ماهية السياحة والترويح وتطورهما وخصائصهما، وأهميتهما الاقتصادية والاجتماعية والمعطيات الجغرافية (الطبيعية والبشرية) للسياحة والترويح والتعرف على الأنماط السياحية المختلفة، السمات الرئيسة للسياحة والترويح، ثم التخطيط السياحي والترويحي. وقد أوصت الدراسة بضرورة إنشاء هيئة أو مجلس أعلى للسياحة وربط التخطيط للتنمية السياحية بخطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية الشاملة في دولة الكويت؛ لتشجيع المستثمرين على تطوير المشروعات السياحية والترويحية. وفي دراسة (أمان، ٢٠٠٥) التي تناولت ظاهرة السفر للسياحة خارج الكويت (أسبابها والعوامل المؤثرة فيها) دراسة تحليلية تطبيقية في جغرافية السياحة، حيث شددت الدراسة على أهمية تنمية السياحة الداخلية في الكويت لخلق مجال استثماري يعزز الاقتصاد الوطني ويخلق عناصر جذب للسياحة الداخلية، كما أشارت الدراسة إلى أهمية جزيرة فيلكا بصفتها أحد أهم الأماكن السياحية الجاذبة في دولة الكويت.

وتجدر الإشارة إلى أن الكويت قد أقرت الكثير من التشريعات التي تخص الاستثمار وتوظيفه في السياحة كقطاع اقتصادي،

حيث صدر قانون الاستثمار المباشر في عام ٢٠١٣؛ بهدف تشجيع الاستثمار المباشر في دولة الكويت بشقيه (الأجنبي والمحلي) والمساهمة في تحسين بيئة الاستثمار لرفع مستوى مؤشرات التنافسية وأداء الأعمال في دولة الكويت (الكويت اليوم، ٢٠١٣).

تطور السياحة في جزيرة فيلكا

السياحة ظاهرة قديمة ارتبطت بحياة الإنسان على سطح الأرض، وأخذت في التطور عبر الزمن تبعا للتطور الذي شهدته المجتمعات البشرية بشكل عام. ولعل ارتباط سكان الخليج العربي منذ القدم باقتصاديات البحر من خلال السفر والتجارة والترحال الدائم للبحث عن مصادر العيش الكريم قد عزز في نفوسهم حب الاستكشاف والسفر وتحوله في عصر النهضة الحديثة إلى حركة سياحية. ومع تغير وسائل المواصلات التي قربت المسافات واختصرت الزمن غدت السياحة نشاطا مهماً وقطاعا حيويا يرتكز إلى التخطيط المبني على أهداف اقتصادية واجتماعية وثقافية.

ومن الناحية التاريخية، عرفت جزيرة فيلكا بأنها منطقة سياحية لأهل الكويت منذ القدم وقد كانت الرحلات من اليابس الكويتي إلى الجزيرة ليس فقط تواصلا اجتماعيا بين السكان، وإنما كانت نوعاً من النزهة والترفيه يمارسه الكثير من أهل الكويت بين الحين والآخر. لذلك كان يطلق على الزائرين الجزيرة

منذ القدم اسم (الكشَاته) بتشديد الشين وتعني باللهجة المحلية السائحين بغرض تغيير الجو والترفيه. وقد ظل هذا النمط سائدا في الجزيرة حتى بعد ظهور النفط ١٩٣٨ وحدوث النهضة العمرانية والتحول الحضاري في الكويت خلال العقود التي تلت ذلك. ومن خلال استقراء التاريخ الحديث للجزيرة يمكن تقسيم المراحل التي مرت بها الجزيرة من منظور النشاط السياحي إلى أربع مراحل على النحو الآتي:

١. **المرحلة الأولى - مرحلة ما قبل عصر النفط (النصف الأول من القرن العشرين)**: السياحة في جزيرة فيلكا لم تكن وليدة الوقت الحاضر، وإنما كانت على مر التاريخ الحديث منتجعا سياحيا يؤمه الكثير من أهل الكويت على مدار العام، ولم تقتصر الرغبة على عوام الناس، وإنما شارك في هذا النشاط بعض حكام الكويت وبعض أفراد الأسرة الحاكمة، ولا أدل على ذلك من وجود الكثير من القصور القديمة التاريخية في الجزيرة مثل قصر الشيخ أحمد الجابر حاكم الكويت (١٩٢١- ١٩٥٠)، وقصر الشيخ عبد الله السالم حاكم الكويت (١٩٥٠- ١٩٦٥)، ونظراً لأهميتها التاريخية، تحولت في الوقت الحاضر إلى متاحف تراثية تضم الكثير من المعروضات والمقتنيات الأثرية والتاريخية والتراثية. كما أم الجزيرة بعض الأجانب الذين زاروا الكويت،

ومن الأمثلة على ذلك زيارة الرحالة (فريا ستارك) الجزيرة عام ١٩٣٨ كجزء من زيارتها للكويت، حيث أعطت وصفا تفصيليا لجزيرة فيلكا وعن طرق المواصلات البحرية إليها وعن بيئتها الاجتماعية ونمط الحياة فيها بأسلوب أقرب ما يكون في الوصف السياحي، وقد نشرت هذه الزيارة في المجلة الجغرافية (Geographical Magazine) في عام ١٩٣٧.

٢. **المرحلة الثانية - مرحلة ما بعد اكتشاف النفط (١٩٥٠-١٩٧٥)** إذا كانت المرحلة الأولى تتسم باقتصار النشاط السياحي على الأفراد دون تنظيم وتخطيط من جهات تختص بالأنشطة السياحية؛ بينما اتسمت المرحلة الثانية بتحول النشاط السياحي إلى نشاط تشرف عليه جهات وشركات رسمية ضمن خطة تبنتها الدولة لتنشيط القطاع السياحي والترويحي المحلي فيما سمي ببرنامج "الترويح السياحي" الذي نظمته وزارة الإعلام، بالتعاون مع شركة المشروعات السياحية وشركة النقل العام الكويتية. وقد ساعد على فعالية النشاط السياحي خلال هذه المدة توافر الخطوط البحرية التي تربطها بالبر الكويتي، حيث سهولة الاتصال، وهذا جعل الجزيرة منطقة غير معزولة عن محيطها الوطني. إن حقبة "ما بعد اكتشاف النفط" تشكل نقلة نوعية في دولة الكويت حيث التطور والتنمية في كل المجالات الاقتصادية والاجتماعية

والحضرية، وزيادة التواصل الجغرافي بين مناطق الكويت المختلفة. فقد استمرت جزيرة فيلكا تمثل منطقة للسياحة والتنزه للكثير من الناس الذين يفضلون قضاء إجازاتهم القصيرة في زيارات ترفيهية إلى جزيرة فيلكا على شكل مجموعات شبابية أو عائلية، على مدار العام وبالأخص في فصل الصيف.

٣. **المرحلة الثالثة – السبعينيات حتى الغزو العراقي للكويت (١٩٧٥- ١٩٩٠)**: تعد هذه المرحلة تحولاً نوعياً للنشاط السياحي في الجزيرة حيث بدأت الأنشطة السياحية تأخذ شكلاً منظماً من خلال البرامج الترويحية التي ينظمها قطاع السياحة في وزارة الإعلام، وما أطلق عليه برنامج "الترويح السياحي". وقد كان يجتذب اليه أعدادا من الزوار من الكويت، حيث تنظم لهم رحلات خلال إقامة هذه الفعاليات. ولعل اختيار الجزيرة أحد المناطق التي تصلح لإقامة مثل هذه الفعاليات السياحية خلال تلك المرحلة، كان نتيجة لما تميزت به من خصائص جغرافية - حيث سهولة الوصول إليها من اليابس الكويتي (١٥ كم) - واجتماعية وثقافية مناسبة وما تمتلكه من مقومات تاريخية تمكن الزائرين من الاستفادة المتنوعة خلال زياراتهم للجزيرة. وقد حظيت الجزيرة بصفتها إحدى مناطق الكويت المهمة بتنمية عمرانية محدودة، يمكن أن تقام فيها بعض الفعاليات السياحية مثل النادي الرياضي والحديقة

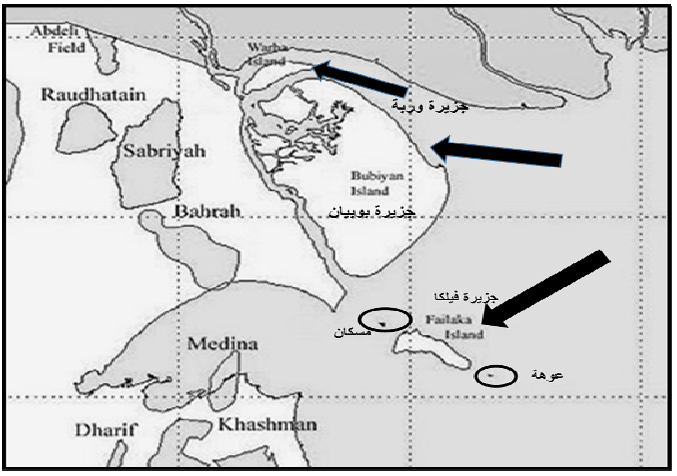
العامة. ومع نهاية عقد السبعينيات، تولت شركة المشروعات السياحية مع شركة النقل العام تنمية السياحة في الجزيرة، فافتتح مرفأ رأس الأرض (منطقة السالمية) وآخر في جزيرة فيلكا حيث استعملت وسائل النقل البحري السريعة، التي قربت المسافة واختصرت الوقت. كما افتُتح المنتجع السياحي في الجزيرة في عام ١٩٨٢، الذي يضم عدداً كبيراً من الشاليهات السياحية في منطقة الساحل الجنوبي للجزيرة (خالد، ٢٠٠٦). ورغم توقف الحياة في الجزيرة بعد الغزو العراقي للكويت عام ١٩٩٠، إلا أن التوجه الحديث يبدو واضحا في إعادة الاهتمام بالجزيرة من بعدها السياحي من قبل الجهات الرسمية في الكويت؛ حيث يجري إدراج الجزيرة ضمن خطط الدولة التنموية الحديثة في المخطط الهيكلي للدولة؛ لتحديث الجزر بصفتها مناطق سياحية أو تجارية اقتصادية (النهار، ٢٠١٠: العدد ٩٩١).

٤. **المرحلة الرابعة من عام ١٩٩٢ إلى الوقت الحاضر:** تشكل هذه المرحلة من تاريخ دولة الكويت مرحلة مفصلية، حيث شهد عقد التسعينيات حركة إعادة الإعمار؛ نظراً للدمار الهائل الذي خلفه الغزو العراقي وحرب تحرير الكويت، فقد طال الدمار كل مرافق الدولة بما فيها المرافق السياحية والخدمية. وخلال هذه المرحلة توقفت جميع الأنشطة السياحية في جزيرة فيلكا وفي معظم

المواقع السياحية في دولة الكويت. بيد أن السنوات الأخيره قد شهدت توجها رسميا نحو تبني خطط تنموية شاملة تضمنت نهضة عمرانية وخدمية وفق خطة أطلق عليها خطة التنمية الوطنية National Development Plan، وتهدف إلى تحويل الكويت مركزاً تجارياً ومالياً بحلول عام ٢٠٣٥ (الموقع الرسمي لدولة الكويت، ٢٠١٨)، وقد كان للقطاع السياحي حيزاً مهماً في خطة التنمية الوطنية، تبلور ذلك من خلال وضع جزيرة فيلكا على خريطة المشروعات المستقبلية لتطوير الجزر الكويتية، حيث صُنفت الجزيرة ضمن المواقع ذات الأهمية الثقافية. (Cultural Location) (الشكل رقم ١)، إضافةً إلى ذلك كان موضوع تطوير الجزر الكويتية أحد أهم بنود الاتفاقيات الاقتصادية التي أبرمتها دولة الكويت مؤخراً مع جمهورية الصين الشعبية، التي تضمنت تطوير الجزر الكويتية بصفتها مواقع جذب سياحي وتجاري في الدولة (وكالة الأنباء الكويتية، ٢٠١٨).

الشكل رقم (١): الجزر الكويتية المستهدفة

للتنمية في خطة التنمية الوطنية



المصدر:

After "KUWAIT'S PLAN FOR THE FUTURE", INTERNATIONAL CONFERENCE ON INNOVATIONAL AND ECONOMIC DIVERSIFICATION IN GCC'S NATIONAL DEVELOPMENT PLANS ١٤ MARCH ٢٠١٨, KUWAIT, p.٢٧.

مقومات السياحة في جزيرة فيلكا

ترتبط المقومات السياحية في أي إقليم بالخصائص الإيكولوجية الطبيعية والبشرية ومدى تنوعها وجاذبيتها، ومن ثم تأتي أهمية دراستها واستكشافها بشكل يتيح للمخططين ومتخذي القرار إقامة مشروعات سياحية تجتذب إليها السائحين؛ بمعنى أنها تلعب دورا مهما في تحديد مسارات التنمية والتخطيط السياحي لأي إقليم.

١- المقومات الطبيعية

تمثل المقومات الطبيعية بعناصرها ومنها (الموقع الجغرافي، والظروف المناخية، والتضاريس، والحياة الفطرية) عوامل جذب وقوة مؤثرة في النشاط السياحي، وقد كان للعوامل الطبيعية دور مهم في جذب الزائرين والسكان لجزيرة فيلكا منذ القدم، ويمكن عرض أبرز المقومات الطبيعية لجزيرة فيلكا على النحو الآتي:

أ - الموقع الجغرافي:

يعد الموقع الجغرافي أي منطقة جذب سياحي ذا أثر مهم في الحركة السياحية فيها، فزيادة إقبال السائحين على المكان يرتبط بعدد من المحددات ذات العلاقة بالموقع الجغرافي، منها القرب من مصادر قدوم السائحين وسهولة الوصول إليه بشكل سريع وقليل التكاليف. ولعل تلك المحددات تنطبق بشكل كبير على مكان الدراسة، حيث تقع جزيرة فيلكا عند مدخل جون الكويت بين خطي عرض ٢٣ °٢٩، ٣٠ ٢٩ شمالا وخطي طول ٠٤ ٤٨ ، ٢٠ ٤٨ شرقا، وتبلغ المسافة بينها وبين أقرب نقطة من اليابس الكويتي ١٥ كم، عند رأس الأرض (السالمية)، الذي أقيم فيه مرفأ بحري حديث تنطلق منه الرحلات البحرية إلى الجزيرة منذ عام ١٩٧٧. وتبلغ مساحة الجزيرة ٤٣ كم٢.

الخريطة رقم (٢): موقع جزيرة فيلكا



ب - تضاريس الجزيرة

ترى بعض الدراسات الجيولوجية التي أجريت عن جيولوجية الكويت أن البناء الجيولوجي لجزيرة فيلكا يرتبط بحافات جال الزور، ويعد بذلك امتداداً لتكوينات جال الزور، حيث يتسم البناء الجيولوجي لجزيرة فيلكا بأنه حديث يرجع إلى عصر البليوسين. وتشير الدراسات إلى تشابه في التكوينات الجيولوجية من حيث التتابع الزمني في كل من جزيرة فيلكا وجال الزور، ولعل هذا التشابه يمكن تتبعه في جزر فيلكا ومسكان وعوهة، التي تبدو على شكل مجموعة من التلال المنخفضة تفصل بينها مخدات

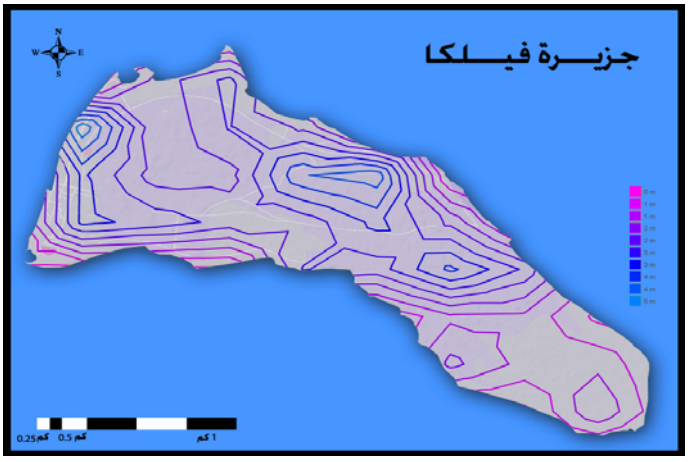
غمرتها المياه نتيجة الهبوط الذي أصاب جون الكويت خلال عصر البلايستوسين (مصطفى، ١٩٨٨).

يتسم سطح الجزيرة بالطابع السهلي المنبسط والقليل التعقيد في مظاهره الطبيعية، مع وجود بعض المناطق المرتفعة التي تتكون بشكل أساسي من بعض الركامات الرملية والسباخ، وتراوح أعلى مناسيب الارتفاع من ٨ إلى ١١ متراً فوق مستوى سطح البحر (Al-Saraa'wi et.al., ١٩٩٦)، ويمكن تقسيم معالم السطح في جزيرة فيلكا إلى:

- **الأجزاء المرتفعة** في الجزيرة، وتتمثل في مجموعة التلال القليلة الارتفاع والهضبة التي تتوسط الجزيرة والتي تعرف محليا (بالقلة)، ومن أشهر التلال التي تأخذ أسماء محلية تلال (سبيجة) و(سعد وسعيد) في جنوب الجزيرة وتل (سعيدة) في جهة الشمال الغربي منها، التي تراوح في ارتفاعاتها من ٨ إلى ١١ أمتراً.
- **الأراضي المنخفضة**، وتغطي مساحة كبيرة من الجزيرة من سهول داخلية منخفضة (١,٥م) وسهول ساحلية تمتد بموازاة سواحل الجزيرة.
- **سواحل الجزيرة**: تشكل سواحل الجزيرة التي يبلغ امتدادها نحو ٣٨ كم أبرز ملامح التضاريس ذات العلاقة بالأنشطة السياحية والترويحية، وتمتد سواحل الجزيرة الجنوبية نحو ١٥ كم

وتتكون من الرواسب الغنية بالأصداف البحرية وتقل فيها التعاريج، وتمتد السواحل الشمالية ١٤ كم، ويغلب على رواسبها الرمال الداكنة اللون مع وجود الرمل الصلصالي في بعض المناطق، وتتسم السواحل الغربية التي تمتد لمسافة ٩ كم إلى وجود الكثير من الرؤوس البارزة مثل رأس (الرويسية) ورأس (سعيدة)، كما تمتاز بوجود تكوينات صخرية بفعل عوامل التعرية البحرية وتأثيرها المستمر (مصطفى، ١٩٨٨). ومن خلال هذه الملامح الطبيعية يمكن القول بأن السواحل في جزيرة فيلكا (في جزء كبير منها) تمثل عنصر جذب بالغ الأهمية للأنشطة السياحية والترفيهية.

الشكل رقم (٣): خريطة كنتورية لجزيرة فيلكا



ج) الأحوال المناخية

العلاقة بين المناخ والسياحة علاقة وثيقة، حيث تلعب عناصر المناخ وتغيراتها دورا مهما في تحديد التوزيع المكاني للأنشطة السياحية بأنماطها المختلفة. ومن هنا يمكن القول بأن الأنشطة السياحية في دولة الكويت تتأثر بصورة خاصة بالظروف المناخية السائدة من حيث درجات الحرارة ومستويات الرطوبة النسبية في الجو وبالظواهر الغبارية التي تشكل أبرز العناصر المناخية ذات الصلة بالنشاط السياحي.

ومن خلال استقراء البيانات المناخية التي تسجلها الإدارة العامة للأرصاد الجوية بدولة الكويت، يمكن ملاحظة الفروق البسيطة لحالة المناخ في الجزيرة مقارنة بالبيانات الخاصة بمحطات الرصد الأخرى في دولة الكويت (مثل محطة مطار الكويت الدولي)، ففيما يخص درجات الحرارة يمكن اعتبار المدة الزمنية الممتدة بين شهري نوفمبر إلى مايو، التي تمثل فصل الشتاء والفصول الانتقالية، فهي فترات البرودة والاعتدال في درجات الحرارة، حيث تنخفض متوسطات الحرارة عن ٢٥°م، أما في أشهر الصيف التي تمتد بين شهري مايو إلى سبتمبر فتتجاوز المتوسطات الشهرية ٣٠°م. ولعل الظروف الحرارية في فصل الشتاء والفصول الانتقالية، يمكن أن تشكل عامل جذب للسياحة الداخلية في دولة الكويت،

وهو ما شجع عدداً كبيراً من السكان في هذه الأوقات على ممارسة الأنشطة الترويحية البرية بشكل خاص، واستمرار الرحلات السياحية إلى جزيرة فيلكا بشكل يومي يعزز هذا الجانب.

وتسود الرياح والشمالية الغربية طوال العام، حيث تبلغ في الشتاء نحو ٤٣٪ من مجموع الرياح، وترتفع في فصل الصيف (يونيو- أغسطس) إلى نحو ٦٣٪، وهي رياح حارة وجافة صيفا وباردة شتاءً. أما الرياح الثانوية فهي رياح جنوبية شرقية تشكل نحو ١٩٪ من مجوع الرياح السنوية، وتصل إلى نحو ٢٧٪ في فصل الربيع، بينما تتدنى إلى نحو ٩٪ خلال فصل الصيف (العجمي وصفر، ١٩٨٧، الكليب، ١٩٩٢).

ويؤثر نسيم البحر تأثيراً واضحاً في النطاق الساحلي بشكل عام وفي الجزر بشكل خاص، ويظهر تأثيره بشكل واضح في عنصري الحرارة والرطوبة النسبية، وينشط نسيم البحر في الصيف حينما ترتفع درجات الحرارة، فيحدث التباين في الهواء الملامس لمياه البحر واليابسة، وهو ما يكون له أثر واضح في هبوب نسيم البحر خلال النهار، ويسهم بنصيب كبير في تلطيف درجة الحرارة وزيادة نسبة الرطوبة، ويساعد على التكيف والشعور بنوع من الراحة المناخية، وهي من العوامل المشجعة على ممارسة الأنشطة الترفيهية والإنتاجية.

والأمطار في جزيرة فيلكا تتميز بتفاوتها وقلتها من عام لآخر، كما هو الشأن في الأقاليم الصحراوية التي تنتمي إليها، وتسقط الأمطار على جزيرة فيلكا خلال فصل الشتاء (ديسمبر- يناير- فبراير) نتيجة المنخفضات الجوية الغربية، وتمثل نحو (٥٤٪) من كميات الأمطار السنوية، في حين تتسبب التيارات الهوائية الصاعدة في هطل الأمطار التصعيدية في الفصول الانتقالية (الخريف والربيع). وتوجد اختلافات ملحوظة بين محطات الرصد الجوي الواقعة في الجهات الداخلية والساحلية في دولة الكويت، ففي حين تصل كميات الأمطار في محطة مطار الكويت الدولي نحو ١١٢ ملم متوسط فصلي، تبلغ نحو ١٣٤ ملم في محطة جزيرة فيلكا.

ومن الظواهر المناخية التي يتسم بها مناخ الكويت العواصف الترابية وظاهرات الجو الغبارية، التي ترتبط بشكل كبير الأقاليم الجافة وشبه الجافة. ونظراً لموقع دولة الكويت في نطاق بالأقاليم الجافة، تتعرض الكويت للعواصف الترابية حيث تتضافر العوامل الطبيعية المتمثلة في الرياح الشديدة مع قلة الأمطار وفقر الغطاء النباتي والظهير الصحراوي من الشمال والغرب والجنوب الذي يشكل المصدر الرئيس للرياح. ويبلغ عدد الأيام التي تحدث فيها العواصف الترابية في الكويت بشكل عام نحو٢٧ يوماً، يتركز

نحو ٣٤٪ منها في شهري يونيو ويوليو (صفر، ١٩٨٥). ونظراً لوقوع الجزيرة في وسط سطح مائي (الأمر الذي يساعد على ترسب نسبة كبيرة من الغبار في مياه البحر قبل وصوله إلى الجزيرة)، فقد ينخفض عدد الأيام إلى نحو ٨ أيام (مصطفى، ١٩٨٨).

٢) المقومات البشرية

أ - العنصر البشري

على الرغم من انخفاض سكان جزيرة فيلكا منذ عام ١٩٩٠، إلا أن وجود الكثير من مؤسسات الدولة ومرافقها وتردد الزوار عليها وقيام الكثير من الأنشطة التجارية البسيطة خلال العقدين الماضيين، ساهم في استقرار بشري شبه دائم، حيث تشكل الغالبية العظمى منهم القوى العاملة التي تتطلبها بعض المرافق القائمة في الجزيرة. كما أن المخطط الجديد يتضمن إقامة مشاريع سكنية وتجارية لإعادة إحياء الجزيرة سكانيا ضمن تصور مشروع تطوير جزيرة فيلكا، الذي تتداوله بلدية الكويت والمجلس البلدي (الجريدة، ٢٠١٥).

ب - النقل والمواصلات

يمثل عامل النقل أحد أهم القواعد التي تُسهم في تنشيط الحركة السياحية في أي إقليم، حيث يرتبط تقدم وازدهار صناعة السياحة على مدى تطور وتقدم وسائل النقل ودرجة الاهتمام الذي تحظى به؛ لارتباطها بعاملي المسافة والزمن، ومن هنا يعد عامل النقل ذا أهمية بالغة لا تقل عما يتصف به الموقع السياحي من معالم جذب طبيعية أو بشرية أخرى. وترتبط جزيرة فيلكا بالكويت (من خلال خطوط النقل البحري الممثلة) بمجموعة من العبارات الحديثة والتي تديرها شركة النقل العام الكويتية، ويعد النقل البحري أحد أهم وسائل النقل الجماعي التي تتسم بانخفاض التكلفة بالقياس إلى تكلفة النقل بالوسائل الأخرى، مثل النقل الجوي على سبيل المثال. كما أن استخدام وسائل النقل البحري وبالأخص المراكب السياحية، تمثل بالنسبة للسائحين نزهة بحرية جاذبة تسبق الوصول إلى الموقع السياحي ذاته.

وفي إطار المخططات الهيكلية في دولة الكويت منذ عام ١٩٦٢ و١٩٧١، والتي كانت جزيرة فيلكا ضمن مشروعات التطوير ليكون لها وظيفة سياحية وترفيهية، فقد شهدت جزيرة فيلكا تطورات في مجال النقل البحري من خلال إقامة ميناء بحري حديث يربط الجزيرة بالكويت مروراً برأس الأرض في السالمية ليحل محل

الميناء القديم. ويتضمن الميناء إمكانية نقل الأفراد والسيارات والبضائع، وقد افتتحت خطوط النقل البحري بشكل منتظم منذ عام ١٩٧٧. وقد كان لهذه المشاريع دور كبير في تطور خدمات النقل حيث بلغ معدل الرحلات في عام ١٩٨٣ نحو ٩٦٠٠ رحلة تنقل ما يقرب من نصف مليون راكب (مصطفى، ١٩٨٨). وعلى الرغم من التغير الذى طرأ على الوضع السكاني في جزيرة فيلكا في الوقت الراهن إلا أن وجود الكثير من الأنشطة ذات الطابع السياحي التجاري القائمة، التي تجتذب يوميا أعدادا من الزائرين إضافة إلى تواجد نسبة من سكان الجزيرة الأصليين بشكل دائم أو مؤقت نظرا لاحتفاظ الكثير من الأسر بممتلكاتهم العقارية. ويعد ميناء رأس الأرض وميناء جزيرة فيلكا في الوقت الراهن نقطة انطلاق الخط البحري اليومي تحت إشراف شركة النقل العام الكويتية، إضافةً إلى مرفأ النادي البحري في السالمية، حيث ينطلق خط منتظم لجزيرة فيلكا لنقل الأفراد في رحلات ذات طابع سياحي مرتبط بالقرية التراثية في الجزيرة. ومن أجل مواكبة خطط التنمية السياحية، يمكن تطوير المرافئ الحالية إلى (مارينا) حديثة خصوصا في السواحل التي تتلاءم ظروفها الجيومورفولوجية، من حيث مستويات الأعماق، كما سيوضح في الخريطة المقترحة في هذه الدراسة.

ج - المقومات التراثية

يوجد في جزيرة فيلكا الكثير من الأحياء القديمة المبنية على نماذج البيوت التقليدية القديمة، التي تحول بعضها إلى قرية تراثية بعد تجديدها وعرضها على شكل أماكن تستقبل الزوار كفنادق وأماكن إيواء سياحية. وتتألف القرية التراثية من عدد من البيوت القديمة المجددة وبها مساجد ومحلات ومقاه شعبية ومطاعم وحدائق، تتيح للزوار قضاء أوقات ممتعة خلال رحلاتهم إلى جزيرة فيلكا. وتعد البيوت الكبيرة لبعض شيوخ الكويت من أهم المعالم التراثية في الجزيرة، حيث تحولت إلى متاحف تجذب الزائرين للجزيرة، وتعرض فيها نماذج من التراث الكويتي القديم كالأدوات والأثاث المنزلي الذي كان يُستعمل في الماضي ضمن مكونات البيت الكويتي القديم، كما تحتوي على الحرف الكويتية القديمة التي مارسها الإنسان في الماضي. ويعد كل من قصر الشيخ أحمد الجابر الصباح، وبيت الشيخ عبد الله السالم الصباح النموذجين الأكثر وضوحا وتنظيما لهذا الغرض. ولعل الإشراف على تطوير تلك العناصر الثقافية التراثية من قبل الجهات المعنية في الدولة خلال السنوات الأخيرة أسهم في زيادة الإقبال على السياحة في الجزيرة ضمن برامج التنشيط السياحي في دولة الكويت.

الشكل رقم (٤): جانب من القرية الثراثية في جزيرة فيلكا ٢٠١٨



د – المقومات التاريخية

من أبرز ما يميز جزيرة فيلكا المعالم الأثرية والتاريخية القديمة الموجودة فيها، حيث اكتشف المواقع الأثرية من قبل البعثة الدانمركية في عام ١٩٥٨، وقد توالت البعثات الاستكشافية في الجزيرة خلال عقد السبعينيات، مثل بعثة جامعة جون هابكنز الأمريكية في عامي ١٩٧٢ و١٩٧٣، وبعثة جامعة فينسيا الإيطالية عام ١٩٧٦، ثم البعثة الفرنسية في عام ١٩٨٣ (الشكل رقم ٣). وقد كشفت تقارير تلك البعثات الاستكشافية عن وجود آثار ترجع إلى أكثر من ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وتعود إلى العصر ين البرونزي والهيليني، وقد كانت ضمن حضارة ديلمون التي قامت في منطقة الخليج العربي. ويشير (الدويش، ٢٠١٥) إلى أن جزيرة فيلكا

توافرت فيها العوامل الأساسية لقيام الحضارة على أرضها من كثرة آبار المياه وصلاحية أرضها للزراعة، ثم موقعها الاستراتيجي كميناء طبيعي على طريق التجارة الإقليمية والعالمية، وتوسطها للحضارات القديمة مثل وادي الرافدين شمالا ووادي السند شرقا. وقد كشفت التنقيبات على بقايا مستوطنات تعود إلى حضارة ديلمون، والتي تعد حضارة محلية قامت على الساحل الغربي للخليج العربي في الألف الثالثة قبل الميلاد، وتعد البحرين المركز الرئيس لحضارة ديلمون وكانت جزيرة فيلكا أحد المراكز الرئيسة التابعة لها، حيث ظلت حلقة وصل بين حضارات الشرق الأوسط وحضارات السند (الدويش، ٢٠١٥). إلى جانب الدور التجاري الذي لعبته الجزيرة في العصور القديمة، فقد كان لها دور ديني حيث تشير الآثار التي عثر عليها من أختام وتماثيل وأدوات وعملات وأشكال سفن وغيرها، بالإضافة إلى المباني والمعابد إلى طبيعية المستقرات البشرية القديمة فيها، والدور الذي كان للجزيرة كمركز ديني قديم (البدر، ١٩٧٨؛ Bibbly، ١٩٦٩). وفي إطار الاهتمام بالتراث الحضاري والتاريخي في الجزيرة، فقد تم تأسيس أول متحف رسمي بالقرب من الموقع عام ١٩٦٦؛ لتعرض فيه تلك المقتنيات تحت إدارة الآثار التابعة لوزارة الإعلام، وظل يستقطب الزائرين المتخصصين وغيرهم خلال سنوات طويلة.

الشكل رقم (٥): مواقع المدينة الأثرية
في جزيرة فيلكا من العصر الهيليني



كما وجدت مواقع أخرى تمثل مراحل زمنية أحدث يرجع بعضها إلى العصور الإسلامية، وبشكل خاص إلى العصر العباسي. وفي أوقات المد الغربي في الخليج العربي خلال القرن السادس عشر وجدت بعض القلاع البرتغالية، التي يرجع تاريخها لأكثر من ثلاثة قرون.

٥ - مرافق الإيواء السياحي

تمثل القرى السياحية الساحلية أهمية خاصة في التنمية السياحية في المنطقة، وتعد جزيرة فيلكا أحد أهم المناطق في الكويت، والتي أقيم فيها مشروع سياحي متكامل، وقد تم تنفيذه من قبل شركة المشروعات السياحية على مساحة بلغت نحو خمسة ملايين متراً^{٢} لمسافة ٦ كم في الجنوب الغربي من الجزيرة،

وقد ضم ٤٧٢ شاليهاً بفئات مختلفة في الحجم، إلى جانب إقامة سوق مركزي ومرافق ترفيهية كثيرة (مصطفى، ١٩٨٨). وفي ضوء التصورات الجديدة لدى المعنيين بالتخطيط الحضري في الكويت، فقد أشارت الدراسات الحديثة التي أعدتها الجهات المعنية بالتطوير السياحي في دولة الكويت إلى تطويرالجزر الكويتية ضمن المخطط الهيكلي للدولة، وإعادة استغلال المرافق القائمة بعد تحديثها. وتتضمن الخطط الجديدة تطوير الجزيرة لتكون مركزا ترفيهيا وسياحيا واستثماريا للكويت، وواجهة سياحية وتجارية. (الجريدة، ٢٠١٥).

مجالات السياحة في جزيرة فيلكا

من أهداف هذه الدراسة الاستكشافية لإمكانات جزيرة فيلكا السياحية، محاولة وضع أسس تصنيفية لأنماط النشاط السياحي المناسبة في جزيرة فيلكا؛ من أجل الإسهام في إنجاح جهود التخطيط والتنمية السياحية في دولة الكويت، في إطار تحقيق التنمية المستدامة من خلال أخذ الاعتبارات البيئية والتاريخية الخاصة بجزيرة فيلكا في الحسبان.

ونظراً لما تمتاز به الجزيرة من إمكانات طبيعية وبشرية تمثل عناصر يمكن استثمارها في المجال السياحي ببعض أنواعه المختلفة

(الثقافية والترفيهية والرياضية والبيئية)، يرى الباحثان ضرورة اهتمام التنمية السياحية بالاتجاهات الآتية:

١) السياحة الثقافية التاريخية والتراثية

تُسهم الأماكن السياحية ذات الطابع الثقافي في إكساب الزائرين الكثير من المعلومات والمعرفة التي توسع آفاقهم الثقافية وتعزز حب البحث والاطلاع، حيث يسعى السائح إلى التعرف على الخصوصية الثقافية للمكان من الزاوية التاريخية والحضارية، وبالأخص حينما تشمل الفعاليات السياحية أنشطة ثقافية تعريفية بالمكان ومطبوعات وإصدارات خاصة بذلك، وتعد المتاحف التاريخية والمباني والقصور القديمة من جواذب السياحة الثقافية التي تستند إليها خطط التنمية السياحية بما يتناسب مع حجم الموقع السياحي، ومن ثم تحديد البرنامج الخاص المناسب الذي يتواءم مع إمكانات الموقع السياحي. ولذلك أولت الدولة الاهتمام بالمواقع الأثرية والمتاحف في إطار سياسة الدولة الرامية إلى خلق ظروف مناسبة للتنمية السياحية وتنويع المنتجات السياحية في الكويت. وتعد جزيرة فيلكا ثرية بمواقعها التاريخية التي تعود إلى عصور تاريخية قديمة منذ العصور الإغريقية والعصر الهيليني، حيث تمثل رافدا للسياحة الثقافية، فمنذ اكتشاف تلك المواقع

الأثرية أقيم متحف لعرض المقتنيات الأثرية للزائرين ضمن متحف الآثار القديمة في الجزيرة.

وفي إطار المقومات التراثية والثقافية، يوجد في جزيرة فيلكا الكثير من بقايا البيوت القديمة ضمن مناطق السكن القديمة، كما يوجد الكثير من البيوت التراثية، التي تعود ملكيتها إلى بعض شيوخ الكويت من الأمراء وأفراد الأسرة الحاكمة، وهياً بلا شكاً شواهد تربط الحاضر بالماضي، حيث تمثل العلاقة بين أصالة الماضي الذي يمكن تأصيله من خلال تحويله إلى معالم سياحية ذات طابع ثقافي وتراثي، وقد استُثمر الكثير من هذه المكونات العمرانية ضمن القرية التراثية والمتاحف التراثية (الشكل رقم ٢).

الشكل رقم (٢): نماذج من البيوت التاريخية في جزيرة فيلكا





السياحة الترفيهية والعائلية

يعد الترفيه أبرز المبررات التي تدفع السائحين إلى السفر والانتقال من مكان إقامتهم إلى المواقع السياحية، وهي من الضرورات النفسية الناتجة عن ضغط الروتين اليومي ضمن العيش في المناطق الحضرية المكتظة بالسكان والحركة اليومية، فمن خلالها ينعم بشيء من الراحة والاستجمام، وفيما يخص جزيرة فيلكا (أحد أبرز المواقع السياحية التي تخدم هذا الجانب)، لا يزال الإقبال ضعيفاً ويحتاج إلى المزيد من الاهتمام من قبل الجهات المعنية في الدولة. فقد كانت شركة المشروعات السياحية(وهي شركة حكومية تتبنى برامج واسعة ضمن خططها السياحية في الجزيرة)، من خلال مرافقها الكثيرة في الجزيرة، التي كانت تستقطب آلاف الزائرين على مدار العام. ولعل برامج الشراكة التي أخذت الدولة تتبناه في الآونة الأخيرة مع القطاع الخاص سيكون له الأثر البالغ في مجال تنمية البرامج السياحية.

٢- **السياحة الرياضية**

تمثل الفئات العمرية الشبابية النسبة الأكبر من سكان الكويت (٦٤٪) حسب الإحصاءات السكانية، وهنا يعطي أهمية بالغة لتطوير البرامج السياحية الشبابية وعلى رأسها البرامج الرياضية المائية. تتمتع جزيرة فيلكا بظروف طبيعية وبيئية ملائمة

لتنمية السياحة الداخلية المستدامة، وخصوصاً السياحة الساحلية (الشاطئية) والرياضات البحرية. فسواحل الجزيرة تتميز بوجود شواطئ رملية تتنوع فيها الرمال وتتناسب المياه البحرية حول الجزيرة بصلاحيتها لممارسة السباحة والرياضات المائية الترفيهية بسبب هدوئها وعدم وجود التيارات البحرية القوية. وتقترح الدراسة استغلال تبني هذا النمط السياحي ضمن برامج التنمية السياحية من خلال تنظيم المسابقات والبطولات الرياضية المائية لاستقطاب هذه الشريحة من السائحين للجزيرة.

٣- السياحة البيئية والعلمية

تمثل البيئة الطبيعية (البحرية والبرية) بيئة مناسبة لإقامة محمية طبيعية بحرية وبرية، حيث تهتم الجهات المختصة بالبيئة في دولة الكويت، مثل معهد الكويت للأبحاث العلمية والهيئة العامة للبيئة، التي تعتني بالدراسة والرصد للتغيرات التي تطرأ على البيئة الكويتية. وتعد جزيرة فيلكا إحدى المناطق التي تجرى فيها الدراسات البيئية المتخصصة في المجال الجيومورفولوجي والحيوي. ومن أجل استثمار هذا الاهتمام بشكل يتوافق مع مفاهيم التنمية المستدامة، وربطها بالأنشطة السياحية، فإن إنشاء المحميات الطبيعية (البحرية والبرية) في جزيرة فيلكا هي الأداة المثلى لتحقيق الاستثمار الذي يحقق التوازن بين التنمية والبيئة. وبناءً على ذلك

سوف تشكل السياحة البيئية المدروسة أنشطة صديقة للبيئة تحت إشراف المتخصصين وضمن ضوابط محددة.

فرص الاستثمار السياحي للموارد الطبيعية والثقافية

في ضوء اهتمام الدولة بمجالات التنمية في خططها الخمسية الرامية إلى استثمار الموارد الطبيعية والبشرية الاستثمار الأمثل، أقرت الحكومة خطة رؤية استراتيجية بعيدة المدى أطلق عليها الكويت ٢٠٣٥، وترمي إلى تحويل الكويت إلى مركز مالي وتجاري يجذب الاستثمار، وقد تضمنت خططا لتطوير الجزر الكويتية لتكون واجهة سياحية وتجارية. ومن أبرز السياسات التي تتبناها خطط التنمية الحالية، توسيع دور القطاع الخاص من خلال إعادة هيكلة دور القطاع الحكومي العام لإفساح المجال للقطاع الخاص للإسهام في النشاط الاقتصادي. وعلى الرغم مما تعكسه هذه التوجهات من جوانب إيجابية للتنمية السياحية بصفتها قطاعاً اقتصادياً واعداً، إلا أن الدراسة ترى أن نجاح مثل هذه السياسات يتطلب عددا من الضمانات التي تخلق بيئة استثمارية مشجعة تقوم على أسس، منها:

١- تطوير النظم الإدارية، وتحديد جهةٍ عليا متخصصة في إدارة المشروعات السياحية.

٢- تطوير القوانين والتشريعات التي من شأنها تشجيع القطاع الخاص بالاستثمار في القطاع السياحي.

٣- الاهتمام بالبحوث والدراسات الخاصة بالجدوى الاقتصادية للمشروعات السياحية.

٤- تنظيم عمليات التمويل، ووضع الأولوية للتمويل المحلي.

ومن أبرز المعوقات التي تواجه نجاح مثل هذه السياسات تعدد الجهات ذات العلاقة بالتنمية السياحية في الكويت، وهذا يعكس غياب الهيكل المؤسسي لقطاع السياحة على المستوى الوطني. يتضح من الجدول رقم (٢) تعدد الجهات ذات العلاقة بالسياحة في دولة الكويت، حيث تتمثل في عدد من الوزارات والهيئات التي تضم أقساما تختص بالتخطيط والتنمية بشكل عام، يمس بعضها المشاريع السياحية بشكل مباشر أو غير مباشر، وليس للقطاع الخاص دور يذكر في مجالات التخطيط والتنمية السياحية. ولعل ذلك يدعو إلى ضرورة إنشاء هيئة عليا للسياحة، توحد من خلالها جهود هذه الجهات لتصب في مصلحة نجاح التنمية السياحية مباشرة بشكل مدروس وهادف.

الجدول رقم (٢): أبرز الجهات ذات العلاقة بالسياحة في دولة الكويت

م	الجهة أو الهيئة	القطاع	الدور	النوع
١	وزارة التجارة	قطاع السياحة	إدارة المرافق والتسويق والأنشطة السياحية	قطاع عام حكومي
٢	وزارة الأشغال	قطاع التخطيط والتنمية	إعداد الاستراتيجيات العامة فيما يتعلق بخطط التنمية ومشاريعها	قطاع عام حكومي
٣	بلدية الكويت	قطاع التنظيم وقطاع المشاريع	الإشراف على المخطط الهيكلي للتخطيط التنموي	قطاع عام حكومي
٤	وزارة الإعلام	قطاع السياحة المجلس الوطني للفنون والآداب	الترويج السياحي الإشراف على المتاحف	قطاع عام حكومي
٥	المجلس الأعلى للتخطيط		التخطيط التنموي	قطاع عام حكومي
٦	شركة المشروعات السياحية		استثمار المرافق السياحية من خلال الأنشطة الترويحية	شركة حكومية

المصدر: تم استقاء بيانات الجدول من المواقع الإلكترونية لوزارات الدولة

تصور مقترح للخريطة السياحية للجزيرة

بناء على ما سبق من استعراض السمات والإمكانات الطبيعية والبشرية والثقافية لجزيرة فيلكا، يمكن تحويلها إلى خريطة مكانية مقترحة تعبر عن أبرز المحددات والمقومات السياحية المناسبة في جزيرة فيلكا. تمثل الخريطة السياحية أداة مهمة لتحديد مسارات التخطيط والتنمية السياحية، وترسم شخصية الإقليم السياحي. فهي تساهم في خدمة السائحين للتعرف على المواقع السياحية والمرافق وإعطائه الفكرة المبدئية عن المكان.

وبناء على خريطة استعمالات الأرض التي تضمنها المخطط الهيكلي السابق لدولة الكويت، فقد اقترحت الدراسة خريطة لجزيرة فيلكا تقوم على التنظيم المكاني للأنشطة السياحية، تسهم من خلالها في دعم الخطط المستقبلية لتطوير الجزيرة، التي تتبناها الدولة. يوضح الشكل رقم (٣) الخريطة المقترحة لتطوير العناصر والمرافق السياحية وتوزيعها المكاني المناسب، وتتمثل تلك العناصر في شبكات الطرق، والفنادق، والمرافق االرياضية والمراكز التجارية، والمارينا البحرية، والمنتجعات الساحلية وغيرها.

وتجدر الإشارة إلى أن الخريطة المقترحة لا ترمي إلى إظهار كل العناصر التفصيلية لاستعمالات الأرض في الجزيرة وفق المخطط الهيكلي، وإنما إبراز التوزيع المكاني المناسب لعناصر الجذب السياحي؛ من أجل إدراجها ضمن خريطة استعمالات الجزيرة مع الاهتمام بالوظيفة السياحية في هذا المجال.

وقد تضمنت الخريطة وجود مرسى حديث للقوارب واليخوت (مارينا) في الساحل الغربي للجزيرة والذي تلائم ظروفه الجغرافية مثل هذا المشروع حيث تزيد فيه الأعماق عن ٤ أمتار، لتمثل نقطة المواصلات الحديثة بين البر الكويتي والجزيرة ونقلة نوعية في المشاريع السياحية والتجارية وفي تطوير وسائل النقل ذات الطابع السياحي. ويسهم مشروع المارينا في تطوير البنية التحتية للجزيرة من خلال المرافق الخدمية المرتبطة بها مثل المراكز التجارية والفنادق والمكاتب السياحية والورش وغيرها. ولعل التجارب السابقة لدولة الكويت في تطوير مشروع المارينا يسهم في نجاحه في الجزيرة.

وتوجد في الجزيرة القرية التراثية التي تضم الكثير من المباني القديمة التي تم تحويلها إلى شبه فنادق تراثية، كما توجد فيها البيوت التاريخية التي تم تحويلها إلى متاحف تمثل التراث الكويتي القديم، تقع القرية التراثية في منطقة فيلكا القديمة وهي تمثل في الوقت الراهن أحد الجواذب السياحية الثقافية والترفيهية لمرتادي الجزيرة من السائحين المحليين والأجانب.

وتتضمن الخريطة المواقع الأثرية والتي تعد من أبرز الجواذب السياحية ذات الطابع الثقافي وتقع بشكل رئيس في الجزء الجنوبي الغربي من الجزيرة والمواقع التي لا تزال تحت الاستكشاف في وسط الجزيرة.

وتعد السواحل الجنوبية للجزيرة المكان المناسب لإعادة إحياء المنتجعات السياحية التي تم تأسيسها منذ بداية الثمانينيات من

القرن الماضي، حيث تمتاز بموقع مناسب لاشتماله على المرافق الكثيرة التي تخدم السياحة العائلية بشكل خاص.

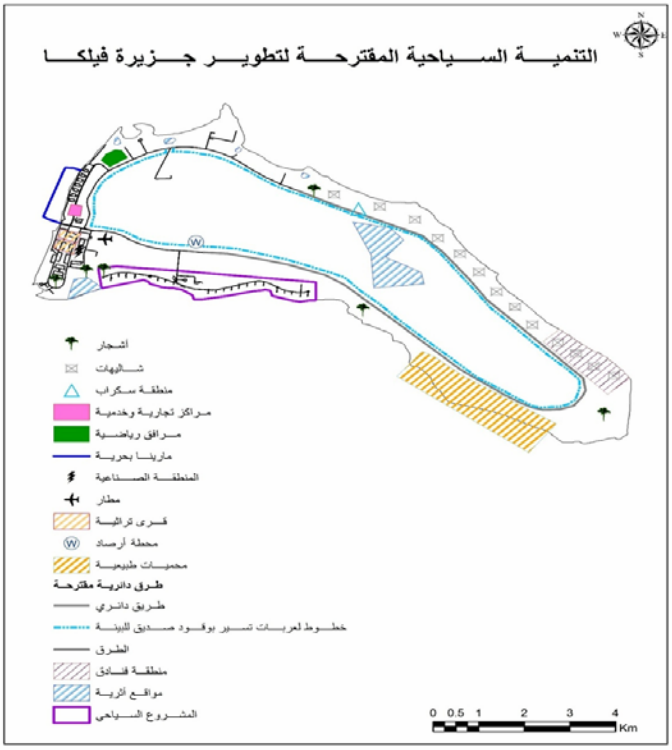
ونظراً للاهتمام البالغ من قبل الدولة بالقضايا البيئية حيث تعد الجزيرة أحد أبرز المواقع المناسبة لإقامة محميات طبيعية، فقد اقترحت الدراسة تخصيص الساحل الجنوبي الشرقي للجزيرة لتكون محمية طبيعية بحرية وبرية، حيث تمتاز الجزيرة بشكل عام بوجود الكثير من الأحياء النباتية والحيوانية النادرة وزيادة في حجم الغطاء النباتي في السنوات الأخيرة حيث أشارت الدراسات الميدانية الحديثة إلى نمو بلغ نحو ٨ – ١٠٪ في عام ٢٠١٠ مقارنة بنحو ٣٪ في عام ٢٠٠٦ (وكالة الأنباء الكويتية كونا، ٢٠١٤). ويمكن أن تجتذب المحميات الطبيعية حركة السياحة البيئية، التي تمثل نمطا متناميا من مجالات السياحة.

وتحتل المنشآت الفندقية أهمية بالغة في مجال التنمية السياحية، فقد اقترحت الدراسة إقامتها في السواحل الشمالية الشرقية للجزيرة حيث تتسم بوجود الشواطئ الرملية وخصوصية المكان. وفي الشمال الغربي للجزيرة تقترح الدراسة إقامة منشآت رياضية (ملاعب وصالات رياضية وغيرها).

ومن أجل الربط بين مكونات الجذب السياحي في الجزيرة تقترح الدراسة استمكال بناء الطرق الدائرية لتغطية كل المواقع إضافةً إلى بناء خط حديث لاستعمال العربات التي تستعمل الطاقة

الصديقة للبيئة؛ من أجل تحقيق أهداف التنمية السياحية المستدامة. (انظر الخريطة رقم ٣).

الخريطة رقم (٣): مقترح التمية السياحية لتطوير جزيرة فيلكا



المصدر: من عمل الباحثين

❊ ❊ ❊

النتائج والتوصيات

من خلال العرض السابق للإمكانات السياحية في جزيرة فيلكا يمكن استخلاص النتائج الآتية:

١- تمتلك جزيرة فيلكا إمكانات سياحية متنوعة يمكن استثمار مواردها الطبيعية والثقافية وتوظيفها لخلق قطاع سياحي ناجح؛ ليكون رافدا من روافد اقتصاد الكويت الوطني.

٢- أظهرت الدراسة تميز جزيرة فيلكا موقعاً سياحياً في دولة الكويت مقارنة بالمواقع السياحية الأخرى في البلاد كونها تضم أنماطا متنوعة من الجواذب السياحية مجتمعة في مكان واحد (الحضارية والتاريخية والتراثية والرياضية والترفيهية إلخ)، فيما لا تحظى بقية المواقع السياحية الأخرى سوى أنماط أقل. ولعل هذه الميزة تدعو إلى مزيد من الاهتمام بالتنمية والاستثمار السياحي في الجزيرة لتكون مقصدا يستقطب السائحين من اتجاهات كثيرة تبعا لأنماط النشاط السياحي.

٣- من الناحية الطبيعية تمتلك جزيرة فيلكا شواطئ رملية مناسبة تمتد مسافة تصل إلى نحو ٣٨ كم، تمثل الشواطئ الرملية المناسبة للأنشطة السياحية نحو ٢٩ كم (٧٣٪). وهي تمثل بذلك أبرز عناصر الجذب السياحي الخاص بجزيرة فيلكا لما يمثله من أهمية في مجالات السياحة الترفيهية والسياحة الرياضية البيئية.

٤- أوضحت الدراسة تميز جزيرة فيلكا بالثراء التاريخي والثقافي الذي تمثلة المواقع التاريخية المهمة التي تعبر عن عصور مختلفة منذ الألف الثالثة قبل الميلاد، التي اجتذبت عددا كبيرا من المؤسسات البحثية والأكاديمية منذ الخمسينيات من القرن الماضي، وهذا يجعلها مؤهلة لتكون المركز الرئيس للسياحة الثقافية في دولة الكويت.

٥- بناء على المعطيات الطبيعية والبشرية والثقافية التي تتسم بها جزيرة فيلكا، يمكنها أن تمثل أحد أهم المقاصد في دولة الكويت للسياحة الداخلية من خلال التخطيط المناسب لتطوير الموارد السياحية المتوافرة في الجزيرة والارتقاء بالبنى التحتية والمرافق الخدمية؛ لخلق أرضية مناسبة تستقطب حركة السياحة الداخلية.

٦- من خلال استعراض الدراسة المعطيات الطبيعية والبشرية والثقافية لجزيرة فيلكا، تقترح الدراسة أربعة أنماط رئيسة للتنمية السياحية فيها، وهي: السياحة الثقافية والتراثية، والسياحة الترفيهية والعائلية، السياحة الرياضية، والسياحة البيئية والعلمية.

٧- قدمت الدراسة خريطة مقترحة لتوزيع الأنشطة السياحية بأنماطها المختلفة بناء على خريطة استعمالات الأرض في المخطط الهيكلي للدولة مع اقتراحات تتعلق بالتنمية السياحية.

٨- أظهرت الدراسة أهمية الشراكة بين القطاعين (الخاص والحكومي) في إحداث النقلة النوعية في مجال الاستثمار السياحي

من خلال توزيع الأدوار بينهما. لكون المشروعات السياحية في القطاع الحكومي تواجه معوقات إدارية وتنفيذية وبيروقراطية.

٩- في مجال التخطيط والمتابعة والإشراف أظهرت الدراسة تعدد الجهات الرسمية التي تختص بالقطاع السياحي، وهذا يشكل عائقا في طريق نجاح الاستثمار السياحي في دولة الكويت، وهو ما يفسر تأخر الكثير من المشروعات السياحية ومنها تطوير جزيرة فيلكا.

وفي ضوء النتائج التي أظهرتها الدراسة، ومن أجل تحقيق الاستثمار السياحي الأمثل في جزيرة فيلكا وتفعيل خطط الدولة في هذا المجال، تقترح الدراسة جملة من التوصيات، هي:

١- ضرورة العمل على تبني سياسات عملية واضحة لدعم السياحة الداخلية، والإسهام في معالجة العقبات التي تواجة التنمية السياحية، ويمكن أن يتحقق ذلك من خلال دمج الجهات المعنية بالسياحة ضمن هيئة عليا على مستوى الدولة تتولى عملية التنمية السياحية من جوانبها التخطيطية والإدارية والتنفيذية؛ لتسهم في خلق بيئة مناسبة لتحقيق الاستثمار السياحي الأمثل للموارد السياحية في دولة الكويت.

٢- توصي الدراسة بضرورة الاهتمام باستكشاف المواقع السياحية واستثمارها الاستثمار الأمثل لتطوير السياحة الداخلية في

دولة الكويت، من خلال المزيد من الأبحاث والدراسات المتخصصة، وتعد جزيرة فيلكا أحد أبرز المواقع ذات الخصوصية السياحية الواعدة، حيث تتسم مواردها السياحية بتجمعها في مكان واحد.

٣- في الجانب الترويجي والإعلامي، توصي الدراسة بتسليط الضوء على الموارد السياحية المحلية من خلال وسائل الإعلام المختلفة، والموقع الإلكترونية، وتوظيف نظم المعلومات الجغرافية ويكون ذلك بشكل مدروس مبني على قواعد من المعلومات السياحية، إضافة إلى إقامة الندوات الخاصة بالسياحة الثقافية والبيئية، من أجل تحقيق التسويق للسياحة الداخلية والترويج لها.

٤- ضرورة تحديث وسائل النقل والمواصلات التي تربط جزيرة فيلكا بالبر الكويتي بشكل يسهم في تنظيم الحركة السياحية، ويكون ذلك من خلال تطوير المراسي القديمة وبناء (مارينا) بحرية على الساحل الغربي للجزيرة، مع الاهتمام باستحداث أسطول نقل بحري سياحي حديث.

٥- ضرروة إشراك القطاع الخاص في استثمار الموارد السياحية وفق الضوابط والقوانين التي تنظم عمليات الاستثمار لتحقيق أهداف التنمية السياحية المستدامة.

المراجع

- الإدارة المركزية للإحصاء (٢٠٠٩). **المجموعة الاحصائية السنوية**، (٤٦)، دولة الكويت.
- غانم سلطان أمان، (٢٠٠٥). "ظاهرة السفر للسياحة خارج الكويت أسبابها والعوامل المؤثرة فيها دراسة تحليلية تطبيقية في جغرافية السياحة"، **حوليات الآداب والعلوم الاجتماعية**، جامعة الكويت، (٢٥)، (٢٢٨).
- باهمام، عمر بن سالم (٢٠٠٥). "اعتبارات تخطيطية للسياحة البيئية في المملكة العربية السعودية"، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، ٣١ (١١٧): ١٧٧- ٢١٢.
- البنا، محمد (١٩٩٨). **اقتصاديات السياحة ووقت الفراغ**، جامعة المنوفية، جمهورية مصر العربية.
- التركستاني، حبيب الله محمد رحيم (١٩٩٨). "اتجاهات سلوك السائح السعودي نحو السياحة الداخلية"، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، ٩١: ٢٥٧- ٢٨٨.
- الحميدي، وليد محمد كساب (٢٠٠١). "التنمية السياحية على ساحل العقبة السعودي"، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، ١٠٠ :١٧- ٥١
- الزهراني، عبد الناصر بن عبد الرحمن وكباشي حسين قسيمة (٢٠٠٨). **الاستثمار السياحي في محافظة العلا**، الهيئة العامة للسياحة والآثار، المملكة العربية السعودية.
- الرواضية، زياد عيد (٢٠١٣). **السياحة البيئية المفاهيم الأسس والمقومات**، مكتبة زمزم، عمان.

- الزوكة، محمد خميس (١٩٩٧). **صناعة السياحة من منظور جغرافي**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- دبور، نبيل (٢٠٠٤). "**مشاكل وآفاق التنمية السياحية المستدامة في البلدان الأعضاء بمنظمة المؤتمر الإسلامي مع الإشارة خاصة إلى السايحة البيئية** "، مجلة التعاون الإقتصادي بين الدول الإسلامية، ص ١٦.
- الدويش، خالد سلطان، (٢٠١٥). **المواقع الحضارية على الساحل الغربي للخليج العربي حتى القرن الثالث قبل الميلاد دراسة آثارية مقارنة**، مركز البحوث والدراسات الكويتية، الكويت.
- الكويت اليوم، **الجريدة الرسمية** (٢٠١٣)، العدد ١١٣٦
- العتيبي، عبيد سرور (٢٠٠٢). "السياحة والترويح في دولة الكويت دراسة جغرافية" **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت، المجلد ٢٨، العدد ١٠٧، ص ص: ١٥٥- ٢٢١
- الكليب، عبد الملك (١٩٩٢). **الطقس والمناخ في دولة الكويت**، مؤسسة دار الأرقم، الكويت.
- المسعودي، رياض محمد (٢٠١٣). "السياحة البيئية في محافظة كربلاء واستثمارها في تحقيق التنمية المستديمة"، **مجلة البحوث الجغرافية**، العدد ١٨، ص ص: ١٠٣- ١٢٧.
- سليمان، محمد فؤاد عبد العزيز (٢٠١٣). "الجيومورفلوجيا والتنمية السياحية بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية"، **المجلة الجغرافية العربية**، العدد ٦١، ص ص: ٩٣- ١٢٩.
- صفر، محمود عزو (١٩٨٥). **الغبار والعواصف الترابية في الكويت**، الادارة العامة للطيران المدني ادارة الأرصاد الجوية، دولة الكويت.
- محمد، خالد سالم، (٢٠٠٦). **جزيرة فيلكا أشهر الجزر الكويتية**، الكويت.

- شرف، عبد العزيز طريح (١٩٩٧). **مناخ الكويت**، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.
- عبد الحكيم، محمد صبحي وحمدي أحمد الديب (٢٠٠١). **جغرافية السياحة**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- غنيم، عثمان محمد ونبيتا نبيل سعد (٢٠٠٣). **التخطيط السياحي في سبيل تخطيط مكاني شامل متكامل**، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان.
- لبيب، على وآخرون (٢٠٠٤): **قاموس الجغرافيا**، الدار العربية للعلوم، بيروت.
- مركز البحوث والدراسات الكويتية (٢٠٠٢). **دراسات مختارة في جيومورفولوجية الأراضي الكويتية**، الكويت.
- مصطفى، عمر ذيب (١٩٨٨). **جزيرة فيلكا دراسة اقليمية**، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.
- معهد الكويت للأبحاث العلمية (٢٠٠٠). **الموارد الطبيعية والسمات البيئية في دولة الكويت مع نماذج من آليات تدهور البيئة وسبل إعادة التاهيل**، الكويت.
- وكالة الأنباء الكويتية (كونا): ٢٢ / ٥ / ٢٠١٤
- وكالة الأنباء الكويتية (كونا): ٩ / ٧ / ٢٠١٨
- يونس، فضل أحمد، (١٩٩٣). **الجغرافيا السياحية**، دار النهضة العربية، بيروت.
- Al-Saraa'wi, M., Y. Marmoush, Lo Jen-Men Lo and K. Al-Salem (1996). "Coastal management of Failaka Island", Journal of Environmental Management, Vol. 47 (4), pp: 299-310
- Bibbly, G. (1969). Looking for Dilmun, New York: Alfred A. Knop.
- UNWTO (2008). Understanding Tourism: basic glossary.

- _____ (2005). Making Tourism Sustainable – A Guide for Policy Makers. WTO Publication, Paris, France.
- Williams, Stephen (1998). Tourism Geography, Routledge, London.
- World Tourism Organization (2018). Tourism for Development, Vol. I, Key Areas for Action, Madrid, Spain.
- _____ (2001). Sustainable Development of Ecotourism – A compilation of good Practices.
- http://www.newkuwait.gov.kw/

❊ ❊ ❊

الرياح وزحف الكثبان الرملية

في سهل تهامة في منطقة جازان

Winds and creep sand dunes in Tihamah plain in Jazan Province

إعداد

د. عائشة علي محمد العريشي

أستاذ المناخ المشارك- جامعة جازان

Dr. Ayisha Ali Mohammad Arishi

Professor of Climate Co-University of Jazan

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الملخص

تناولت هذه الدراسة الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان، والتي تعد من أهم الظواهر البيئية التي تتطلب المزيد من البحث والتحليل، لما لها من تأثير في مختلف مجالات التنمية في سهل تهامة، خصوصاً ما يرتبط بحركة السير والنشاط الزراعي والمجالات العمرانية.

وقد هدفت هذه الدراسة إلى توضيح العوامل المؤثرة في قوة الرياح على زحف الكثبان الرملية، التي صُنِّفت إلى عوامل طبيعية وأخرى بشرية، كما هدفت إلى تحليل خصائص الرياح من حيث السرعة والاتجاه، وذلك خلال الحقبة الزمنية الممتدة من ١٩٨٨م إلى ٢٠١٧م، ولقد أستُفيد من تقنية الاستشعار عن بعد في تحليل حركة الكثبان الرملية في سهل تهامة، من خلال مقارنة مرئيتين فضائيتين؛ الأولى التقطت بتاريخ ١٩٨٨/٠٦/٢٨م، والثانية بتاريخ ٢٠١٨/٠٣/٢٧م، وكذلك استخلاص مسافة زحف الكثبان الرملية خلال المدة الممتدة بينهما. كما أستُفيد من المرئيات الفضائية في إنتاج خرائط باستعمال برنامج Arc map، تبين مواقع أهم الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان، ومساحتها والمسافة التي قطعتها خلال ٣٠ عاماً، وفي سبيل تحقيق أهداف هذه الدراسة، اعتُمد على المنهج العلمي المعتمد على الوصف والتحليل والاستقراء.

ولقد أشارت هذه الدراسة في خاتمتها إلى الكثير من النتائج، ومن أهمها أن هناك تزايداً في مسافة الكثبان الرملية يُقدر بحوالي

١٢,٥ كم خلال الثلاثين عاماً الماضية، كما خلصت إلى بعض التوصيات التي ستسهم في الحد من قوة تأثير الرياح في زحف الكثبان الرملية التي تؤثر بدورها في مختلف مجالات التنمية البيئية في سهل تهامة في منطقة جازان.

الكلمات المفتاحية: الكثبان الرملية – سهل تهامة – مرئيات فضائية.

Abstract

This study deals with wind and creep sand dunes in Tihamah plain in Jazan Province. The wind is considers as the most important climatic element affecting the movement of sand, which in turn affects the various fields of development in Tihamah Plain, such as traffic, and agricultural activity.

The study presents the factors that contributed to the impact of wind and sand dunes, which have defied to natural and human factors. More over The study aims to analyses the characteristics of the wind in terms of speed and direction during a period of time from 1988-2017, The study used Remote Sensing Technology for analysis the sand movement in Tihamah plain, through the comparison between 28/06/1988 and 27/03/2018. In order to explain the distance of dunes movement during the above period, as well as the distance traveled in 30 years. In order to achieve the objectives of this study has based on the scientific method based on description, analysis and extrapolation.

In conclusion, the study showed many results, the most important is the growing of distance sand dunes estimated about (12,5 Km) through the last 30 years, as well as recommendations that maybe reduce the impact of wind on the sand dunes, which in turn affect the various areas of environmental development in Tihamah Plain in the Jazan Province.

Keywords: Sand Dunes - Tihamah Plain - Satellite image.

المقدمة

يعد زحف الكثبان الرملية من أهم التحديات التي تواجه البيئة في المملكة العربية السعودية، حيث تالشكل خطراً مباشراً ليس فقط على الأراضي الصالحة للزراعة والمراعي، من طمر للمزارع وتقلص المساحات الزراعية وبالتالي هجرة الأهالي لمزارعهم، بل أيضاً على الطرق وما ينتج عنها ذلك من وقوع حوادث مرورية وضحايا بشرية وخسائر مادية، إضافة إلى ما تالشكله الكثبان الرملية من مالشكلات في مجال التنمية العمرانية. وقد قامت المملكة العربية بالكثير من الجهود للحد من زحف الكثبان الرملية، ومن أبرز هذه الجهود مشروع حجز الرمال بالأحساء، والذي تقدر مساحته بحوالي ٤٥٠٠ هكتار (الأحيدب، ٢٠٠٠م، ص٦٨).

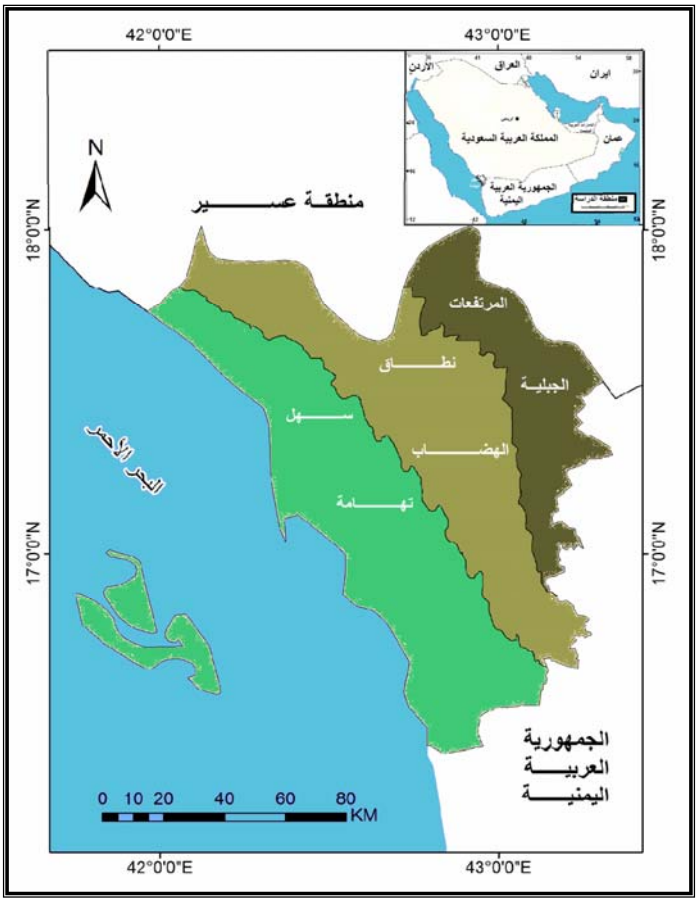
ورغم الجهود الملموسة لمواجهة زحف الكثبان الرملية، إلا أن هناك مناطق كثيرة لا زالت تقع تحت تأثيرها، كما هو الحال في سهل تهامة بمنطقة جازان (الشكل١)، حيث يمثل زحف الكثبان الرملية مشكلة بيئية تواجه التنمية في هذا السهل، والذي تبلغ مساحته ما يقارب ٤٨٨٤ كم٢، بطول يصل إلى ١٧٠كم على ساحل البحر الأحمر، وباتساع يصل أقصاه ما بين ٤٠ إلى٤٥كم (السرسي والعريشي، ١٩٩٥م، ص١٣)، ويتحكم في مدى قوة تأثير

الرياح على زحف الكثبان الرملية الكثير من العوامل الطبيعية والبشرية، التي أسهمت في كثير من المالشكلات التي تعيق حركة التنمية، مثل استواء السطح وارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات الرطوبة، وزيادة سرعة الرياح، إضافة إلى الأنشطة البشرية التي أثرت على التربة وأسهمت في زحف الكثبان الرملية، كالرعي الجائر والاحتطاب وتجريف التربة.

وتتمثل أهمية هذه الدراسة في كونها توضح أهم العوامل المؤثرة على الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة، وتحليل خصائص الرياح من حيث السرعة والاتجاه خلال الفترة من عام ١٩٨٨م إلى ٢٠١٧م، وكذلك تحليل حركة ومسافة زحف الكثبان الرملية خلال الثلاثين عاماً في الفترة من ١٩٨٨/٦/٢٨م إلى ٢٠١٨/٠٣/٢٧م، وذلك باستخدام نظام الاستشعار عن بعد في متابعة حركة الكثبان الرملية واتجاهاتها، وكذلك توزيع نتائج التحليل في خرائط باستخدام برنامج Arc Map، التي تبين مواقع توزيع الكثبان الرملية في كل مرئية فضائية. كما أن أهمية هذه الدراسة تبرز من خلال استخلاص التغيرات في مساحة الكثبان الرملية خلال الفترة المذكورة، وكذلك توضيح أخطار زحف الكثبان الرملية على المواقع الحيوية بسهل تهامة، وذلك لما لها من أهمية في التخطيط المستقبلي ودعم المشاريع التنموية في سهل

تهامة، التي تعتمد على البحوث والدراسات العلمية في معرفة الظواهر البيئية المؤثرة، مثل الكثبان الرملية.

الشكل (١): موقع سهل تهامة من منطقة جازان



المصدر: اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية لمنطقة جازان، مقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠، الشؤون البلدية والقروية

الأهداف

يتمثل الهدف الرئيس من هذا البحث في دراسة الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان، ومن هذا الهدف تنبثق الأهداف الآتية:

١. التعرف على العوامل التي تسهم في قوة تأثير الرياح في زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان.

٢. توضيح خصائص الرياح بصفتها أهم العناصر المناخية المؤثرة في زحف الرمال في سهل تهامة بمنطقة جازان.

٣. تحديد أهم مواقع الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان.

٤. استخلاص مسافة زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة وتحليل التغيرات خلال ٣٠ عاماً.

٥. إبراز تأثير سرعة الرياح على زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان.

٦. توضيح أخطار الكثبان الرملية في المواقع الحيوية بسهل تهامة.

التساؤلات

في ضوء الأهداف السابقة، وُضعت التساؤلات الآتية:

١. ما العوامل التي تساعد على زيادة قوة تأثير الرياح في زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان؟

٢. ما أبرز سمات الرياح في سهل تهامة بمنطقة جازان؟

٣. أين تتركز أهم الكثبان الرملية في سهل تهامة؟

٤. ما مدى مسافة زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة؟

٥. هل توجد تغيرات في مساحة الكثبان الرملية في المدة من ١٩٨٨- ٢٠١٨م؟

٦. ما مدى تأثير الرياح في زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان؟

٧. ما أخطار زحف الكثبان الرملية على التنمية البيئية في سهل تهامة بمنطقة جازان؟

منهجية الدراسة وأدواتها

لقد اعتمدت هذه الدراسة على المنهج العلمي المعتمد على الوصف والتحليل والاستقراء؛ إذ تم وصف وتحليل تأثير الرياح فى زحف الكثبان الرملية، من خلال ما تم جمعه من معلومات وبيانات تتعلق بموضوع الدراسة من تقارير ومقالات وبحوث وكتب، كما تم الاعتماد على المنهج الاستقرائي والتحليلي من خلال تحليل المرئيات الفضائية للقمر الأمريكي لاندسات Landsat-5 و Landsat-8.

وتتمثل مصادر البيانات التي اعتمدت عليها الدراسة في الآتي:

- بيانات مناخية أولية لمحطات منطقة الدراسة في المدة من ١٩٨٨–٢٠١٧م، من الهيئة العامة للأرصاد ووزارة المياه. وكذلك الخرائط الطبوغرافية من وزارة الشؤون البلدية والقروية، ويبرز الجدول (١) التوزيع المكاني لمحطات الدراسة في سهل تهامة.
- الدراسة الميدانية، التي تمثلت في مقابلات شخصية وزيارات استطلاعية لبعض مواقع الكثبان الرملية؛ بهدف التعرف على مخاطرها في المواقع الحيوية بسهل تهامة، كما أُخذت عينة من الكثبان الرملية وحُلِّلت في معمل البحث العلمي بالكلية الجامعية بمحافظة صامطة، وفرزها وفقاً لحجم ذرات الرمال.
- استعمال بيانات الاستشعار عن بعد من خلال المرئيات الفضائية من معهد علوم الفضاء بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، وذلك للقمر الأمريكي لاندسات Landsat ، التي شملت المرئية الفضائية للقمر الاصطناعي Landsat-5 (TM) بترميز (LT05_L1TP_167048_19880628_20180301_01_T1). والمأخوذة بتاريخ ١٩٨٨/٦/٢٨ م، بدقة مكانية ٣٠❖٣٠ متراً، والمرئية الفضائية للقمر الاصطناعي Landsat-8 (oli) المأخوذة بتاريخ ٢٠١٨/٣/٢٧م، وبدقة مكانية ٣٠❖٣٠ متراً. وترميز (LC08_L1TP_167048_20180327_20180327_01_RT).

الجدول (١): محطات سهل تهامة المستخدمة في الدراسة وارتفاعاتها

م	اسم المحطة	درجة العرض	خط الطول	الارتفاع بالأمتار
١	الدرب❖	١٧° ٤٢َ	٤٢° ١٤َ	٦٥
٢	صبيا#	١٧° ١٠َ	٤٢° ٣٧َ	٤٠
٣	أبو عريش❖	١٦° ٥٨َ	٤٢° ٥٠َ	٦٩
٤	جازان#	١٦° ٥٣َ	٤٢° ٣٥َ	٧
٥	صامطة❖	١٦° ٣٦َ	٤٢° ٥٧َ	٤٠

المصدر: #الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ❖وزارة المياه، ٢٠١٧م.

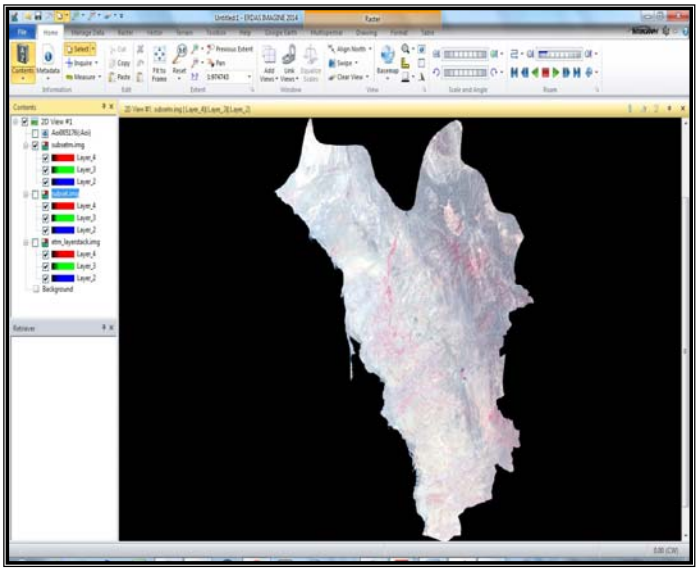
ويمكن توضيح الخطوات التي تم اتباعها في تحليل المرئيات الفضائية كالآتي:

١. التأكد من التصحيح الهندسي للمرئيات (Correction Geometric) ، من طريق مقارنتها بالخرائط الطبوغرافية مقياس ٢٥٠ ألف إنتاج عام ١٤٢٥هـ.

٢. دمج نطاقات الصورة (Layer Stack)؛ لإنتاج صورة بالألوان متعددة النطاقات (Multispectral Bands).

٣. تحديد منطقة الدراسة (Subset) لاستقطاع جزء من المرئية الفضائية، باستعمال المنطقة ذات الاهتمام، وذلك للعمل على منطقة الدراسة فقط، وهدفها هو تقليل الوقت والجهد في حالة العمل على كامل المرئية، ويتضح ذلك من خلال الشكل (٢).

الشكل (٢): تحديد منطقة الدراسة ضمن المرئيات الفضائية



المصدر/ الباحثة بالاعتماد على برنامج ERDAS IMAGINE

٤. تحسين المرئية (Image Enchantment)

هناك بعض المعالجات التي أجريت لمرئيات الدراسة؛ بهدف لتحسين المرئية من خلال زيادة ودقة تفسيرها، وتتمثل أهم هذه المعالجات في الآتي :

أ- التحسين الطيفي (Spectral Enhancement) زيادة التباين بطريقة تحليل المكونات الأساسية PCA؛ لزيادة الإدراك البصري للمرئيات الفضائية وزيادة الدقة في التحليل والتفسير البصري، أُجريت عملية تحليل المكونات الأساسية (Principal Components

Analysis)، لتقليل البيانات المتشابهة والمتكررة، وتعظيم التباين بين البيانات الأصلية التي تؤدي إلى زيادة وضوح الأصناف أو الأغطية التي تمثلها الصورة.

ب- التحسين الراديومتري (Radiometric Enhancement) زيادة التباين بطريقة المنحنى التكراري للقيم المتساوية: لزيادة الإدراك البصري للمرئيات الفضائية وزيادة الدقة في التحليل والتفسير البصري أُجريت عملية (Equalization Histogram) المنحنى التكراري للقيم المتساوية، التي تؤدي إلى زيادة وضوح الأصناف أو الأغطية التي تمثلها الصورة، إذ تظهر المعالم الممثلة أكثر وضوحاً بعد هذه العملية لزيادة الفروق في التدرج اللوني للنطاقات في أجزاء الصورة كلها.

ج- التصنيف Classification تتم عملية تصنيف المرئيات من طريق استعمال توليفات مختلفة من الحزم الطيفية، حتى توضح الاستعمالات المختلفة، وفي هذه الدراسة استُعملت التوليفة من الحزم الضوئية (٧- ٤- ٢) (أحمر- أخضر- أزرق) في التعرف على مكان الكثبان وحركتها.

الدراسات السابقة.

لقد تناول موضوع دراسة الرياح وتأثيرها في زحف الكثبان الرملية الكثير من الدراسات، منها على سبيل المثال دراسة العجمي

وآخرون، (١٩٩٠م)، وتتمثل في ورقة عمل مقدمة إلى مؤتمر مكافحة التصحر في الوطن العربي في تونس، وتشير إلى أن استدامة الكساء النباتي الطبيعي المتمثل في الشجيرات والأعشاب الصحراوية بشمال دولة الكويت له دور كبير في الحد من الرمال المنساقة؛ إذ يعمل الغطاء النباتي مصداتٍ للرياح، ومصائد للرمال الزاحفة، كما تشير إلى أن ازدياد الأنشطة البشرية أدى إلى تغير النظام الأيكولوجي للصحراء والإخلال بالتوازن البيئي. بينما دراسة الطاهر (١٩٩٦م) جاءت لتوضح العواصف الرملية والغبارية وأثرها في تـرب الحقول الزراعية في واحة الأحساء في المملكة العربية السعودية، وركزت على إبراز العلاقة بينهما، حيث اهتمت بتحديد عدد أيام انسياق وهبوب الرمال والغبار، كما كانت تهدف إلى بيان علاقات الارتباط بين سرعة الرياح ومختلف العناصر الجوية الأخرى المحددة، مثل الضغط الجوي والرطوبة ودرجة الحرارة.

بينما قامت كل من العريشي والسرسي (١٩٩٥م) بتقديم دراسة عن جغرافية الزراعة في منطقة جازان، واستعرضت مقومات الإنتاج الزراعي وخصائصه، كما تعرضت الدراسة للمالشكلات التي تواجه التنمية الزراعية، ومنها زحف الرمال ودرجة التباين في المحاصيل الزراعية، وقد أوصت الدراسة ببعض المقترحات، منها:

زراعة المصدات للحد من تأثير زحف الرمال على المزارع، وكذلك تثبيت الرمال للحد من تأثيرها في الطرق. أما دراسة سالم، (٢٠٠٤م) فتناول فيها الباحث العواصف الرملية والترابية وأثرها في الزراعة في منطقة جازان، وهدف الباحث من خلال دراسته إلى معرفة أسباب حدوث العواصف الرملية والترابية في منطقة جازان، وخلصت هذه الدراسة في خاتمتها إلى أن للعواصف الرملية والترابية تأثيراً في موسمية المحاصيل الزراعية وإنتاجيتها، كما خلصت إلى أن قوة تأثير هذه العواصف تزداد في سهل تهامة غرب منطقة جازان، وأوصت الدراسة في خاتمتها إلى أهمية استمرار الأبحاث الخاصة بالمناخ في منطقة جازان وتأثيره في التنمية.

أمّا دراسة Mashhadi (٢٠٠٧م) فتناولت تحليل الكثبان الرملية؛ لتحديد اتجاه الرياح، واكتشاف مواقع مصادر الرمال، وقد حُدديد منطقة خرتوان إبرغ الواقعة شمال شرق إيران حالة دراسة، وصنفت الكثبان الرملية بالاعتماد على تفسير الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية وصور الأقمار الاصطناعية، وقد أظهرت الدراسة أن أشكال الكثبان الرملية في خرتوان في أغلب الأحيان تكون على شكل تلال بركانية، كما أظهرت أن اتجاه الرياح السائد المؤثر في حركة الكثبان الرملية هو من الشمال والشرق إلى الغرب والجنوب. وفي عام ٢٠٠٨ فقدمت العريشي دراسة عن

تأثير العواصف الرملية والترابية والعواصف الرعدية في التنمية البيئية في منطقة جازان، وقد خلصت الدراسة في خاتمتها إلى أن فصل الصيف يحتل المرتبة الأولى بين فصول السنة في معدل حدوث العواصف الرملية والترابية، كما خلصت إلى أن تأثير هذه العواصف في مختلف مجالات التنمية يزداد في سهل تهامة غرباً، ويقل في الاتجاه الشرقي حيث المرتفعات الجبلية.

كما ناقش الشيخ (٢٠١٣م) تدهور الغطاء النباتي وأثره في السياحة البيئية في منطقة جازان، وقد استعملت الباحثة تقنية الاستشعار عن بعد في دراسة حالة الغطاء النباتي في الأماكن المهددة بالتصحر في منطقة جازان، وذلك من خلال تحليل صور الأقمار الاصطناعية الملتقطة لمنطقة الدراسة في شهر سبتمبر للعامين (٢٠٠٢، ١٩٨٧م)، وقد توصلت هذه الدراسة إلى أن التغير في مساحة الغطاء النباتي، يعد أحد أهم المؤشرات على وجود التصحر بمنطقة جازان. وعلى المسار نفسه، قدم Keiko Udo (٢٠١٦م) دراسة بعنوان أثر اضطراب الرياح في نقل الكثبان الرملية، وقد اشتملت هذه الدراسة على تجربة حقلية لسرعة الرياح وتأثيرها في زحف الكثبان الرملية، وكذلك محاكاة الاضطرابات الأفقية للرياح وعلاقتها بحركة الرمال باستعمال نموذج محاكاة (LES)، وقد

أشارت نتائج هذه الدراسة إلى أن شدة اضطراب الرياح من أكبر التحديات التي تؤثر في اتجاه الكثبان الرملية وامتدادها.

وبعد استعراض الدراسات السابقة تأتي هذه الدراسة استكمالاً لهذه الدراسات، وتشترك معها في أنها تناولت (بالدراسة) موقع سهل تهامة، والظروف المناخية بمنطقة جازان، وتفردت بكونها من الدراسات المناخية التطبيقية التي تقدم رؤية تحليلية واضحة عن الرياح وتأثيرها في زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان، الذي لم يحظ بدراسات كافية في الجانب التطبيقي المناخي باستعمال الأساليب الإحصائية، والدراسة الميدانية المستفيدة من تطبيقات الاستشعار عن بعد والمرئيات الفضائية، والتي تصمم من خلالها خرائط تبرز حجم مشكلة زحف الرمال بسهل تهامة في منطقة جازان.

التحليل والمناقشة

أولاً: العوامل التي تسهم في قوة تأثير الرياح في زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان

أ. **العوامل الطبيعية:** وتعد ركيزة أساسية لدراسة أي ظاهرة بيئية، كونها تفسر أبعاد الظاهرة وتوضحها، ويمكن توضيح مدى قوة تأثير هذه العوامل في الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة، على النحو الآتي:

- **الموقع**

يعد الموقع من أهم الخصائص الطبيعية لأي منطقة كونه المتحكم ببقية الخصائص الطبيعية الأخرى، ويقع سهل تهامة فلكيا بين خطي طول ٣٠َ: ٤١ْ و ٢٥َ: ٤٣ْ شرقاً، وبين دائرتي عرض ١٥َ: ١٦ْ و ٤٥َ: ١٧ْ شمالاً مما يؤكد وقوعه في النطاق شبه المداري، حيث تتمتع المنطقة بمناخ دافئ على مدار السنة وممطر صيفاً، أما من حيث الموقع الجغرافي فيقع سهل تهامة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية، ويمتد على ساحل البحر الأحمر بين شاطئ البحر الأحمر الذي يحدها من الغرب وتطل عليه بساحل يقدر طوله ٢٣٠كم، حتى حافة الانهدام الرئيسة لجبال عسير "خط الشعاف" شرقاً (الشريف، ١٩٨٤م، ص١٣٧). وتبرز قوة تأثير الموقع الفلكي لسهل تهامة في تأثيره على سرعة واتجاهات الرياح، حيث أدى إلى هبوب الرياح الموسمية التي تسقط الأمطار بغزارة في فصل الصيف، وكذلك الرياح الغربية التي تؤثر في اتجاهات زحف الكثبان الرملية التي تمتد في مواقع متناثرة على امتداد سهل تهامة.

- **المنخفضات الجوية**

يبرز تأثير المنخفضات الجوية على الرياح في عدة عوامل، أهمها ديناميكية التيارات النفاثة في مستويات طبقات الجو العليا، وكذلك مناطق تخلخل الضغط الجوي، إضافة إلى تباين درجات

الحرارة والضغط الجوي على مستوى سطح البحر. ويتأثر سهل تهامة بالمنخفضات الجوية المارة في غرب المملكة كمنخفض السودان الموسمي، والذي يؤثر عليها في فصل الربيع، حيث يتسبب في هبوب الرياح الجنوبية الحارة والجافة (سقا، ٢٠٠٤م، ص٩٦)، التي تحمل معها كميات هائلة من الغبار، إلى طبقات الجو العليا، كما يتأثر سهل تهامة بالتقاء المنخفض المتوسط الشرقي مع منخفض السودان الموسمي على جبال السروات، والذي يؤدي إلى إثارة عواصف رملية وترابية على السواحل الغربية من المملكة.

ويقع سهل تهامة خلال فصل الصيف تحت تأثير امتداد منخفض الهند الموسمي حيث تسود الرياح الجنوبية الغربية والغربية التي تثير كميات كبيرة من الأتربة والرمال من تجمعات الكثبان الرملية الساحلية التي تمتد طوليا بمحاذاة ساحل البحر الأحمر وتنقلها الرياح إلى بقية أجزاء منطقة جازان.

ويتأثر سهل تهامة في أعقاب المنخفضات الجوية، بالتيارات الهوائية الهابطة والتي تؤدي إلى حدوث انقلاب حراري على أبعاد قريبة من سطح الأرض تراوح بين ٥٠٠–١٠٠٠م، وزيادة في سرعة الرياح السطحية، مما يساعد على زحف الكثبان الرملية من مواقعها وامتدادها في مساحات أوسع، كما يتأثر بالتيارات الهوائية الصاعدة، والتي ينتج عنها حالات من الاضطراب الهوائي، حيث

تعمل على رفع الأتربة والغبار إلى طبقات الجو العليا، وتستمر عالقة في الغلاف الجوي القريب حتى المساء، حين تهدأ الرياح وتميل للسكون، وبالتالي تسقط الأتربة العالقة على سطح الأرض.

- **كمية الأمطار الساقطة**

تؤثر الأمطار الساقطة على زحف الكثبان الرملية، إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، من خلال تأثيرها على عمليات تكوين التربة ورطوبتها ومحتواها من الأملاح والمادة العضوية، والذي يؤدي إلى تماسك التربة وعدم تخلخلها، وبالتالي يضعف تأثير الرياح في حركة الكثبان الرملية. وقد أكدت بيانات الدراسة الميدانية أن حركة الرمال في سهل تهامة تقل في السنوات التي تشهد كمية أكبر من الأمطار الساقطة كما حدث عام ٢٠٠٨م حيث شهد سهل تهامة كمية أكبر من مياه الأمطار انعكس تأثيرها إيجابيا على تقليل حركة الرمال.

ومن أبرز خصائص أمطار سهل تهامة موسمية سقوطها، والتي تتزامن مع موسم الحرارة المرتفعة، وبالتالي قلة فاعليتها في تثبيت التربة حيث يتعرض المحتوى الرطوبي للتربة إلى التبخر نتيجة ارتفاع معدلات درجة الحرارة. ويؤكد ذلك الجدول (٢) والذي يشير إلى أن أعلى كمية أمطار سجلت كانت خلال فصلي الصيف والخريف في جميع المحطات، وقد بلغت في محطة جازان ٧٧,٨ملم، كما

يتضح أن محطة وادي ضمد قد سجلت أعلى متوسط سنوي بين محطات سهل تهامة، وذلك بقيمة بلغت ٣٤٧ملم، أما أدني قيمة فقد سجلت في محطة القوز الواقعة على امتداد خط الساحل، وذلك بقيمة بلغت ٨٧ملم. وتشير المتوسطات الشهرية إلى أن أعلى كمية للأمطار الساقطة في معظم محطات سهل تهامة سجلت خلال شهر أغسطس، وأعلى قيمة سجلت خلال هذا الشهر سجلت في محطة وادي ضمد (٨٢,٦ملم)، أما أدنى قيمة سجلت خلال هذا الشهر فقد بلغت ٧,٤ملم، وذلك في محطة صبيا. ورغم غزارة أمطار فصل الصيف مقارنة ببقية فصول السنة إلا أن تأثيرها كما يشير (أبو الخير، ١٩٨٤م، ص١٨) مؤقت سرعان ما يتلاشى بعد مرور أربع وعشرين ساعة.

الجدول (٢): المتوسط الشهري والسنوي لكمية الأمطار (ملم) في سهل تهامة منطقة جازان، ١٩٨٨- ٢٠١٧م

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
جازان#	١٤,٧	٣,٠	١٠,٢	١٢,٨	٨,٥	١,٠	٧,١	٢٧,٦	٩,٧	٢١,٨	١٠,٦	١٣,٤	١٣٩,٧
صبيا#	٥,٤	٥,٣	٤,٥	٥,٩	٦,٠	٠,٠٢	١٢,٤	٧,٤	٨,٦	١٢,٠	٣,٧	٧,١	٧٨,١
بيش	١٧,٩	٦,٧	٧,٩	١٦,٥	٥,٢	٤,٠	١٣,٨	٢٨,٦	١١,١	٢٠,٥	٦,٤	١٦,٩	١٥٥,٤
وادي بيش	١١,٨	٢,٩	٦,٩	٩,٣	٥,٦	٠,٧	١٣,٠	٤٣,٤	٢١,٩	٢٤,٦	٨,٧	١٣,٨	١٦٢,٧

الشهر / المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
أبو عريش	١١,٦	٥,٢	١٠,٣	١٨,٢	٦,٧	١,٠	٢١,٤	٥٢,١	٣٣,٢	٢٤,٢	٩,٥	٥,٨	١٩٩,٢
القوز	٩,٠	٢,٦	٥,٧	١١,٤	٣,٤	٢,٨	٩,٦	١١,١	٣,٤	١٣,٣	٨,٨	٥,٦	٨٧,٠
الدرب	١٢,٤	٢,٠	٥,٢	٩,٠	٣,٤	٠,٣	٨,٦	٩,٧	٧,٠	٨,١	٥,٦	٦,٨	٧٨,٣
ضمد	١٠,٢	١,٥	١١,٩	١٧,٥	٧,٧	٤,٠	٢٤,٩	٣٥,٨	٢٥,٣	٢٣,٧	٦,٠	٩,٢	١٧٨,١
وادي ضمد	٨,٢	٢,٧	٢١,٥	١١,١	١٩,٥	١٣,٨	٦١,٣	٨٢,٦	٥٨,٥	٤٠,٩	١٨,٢	٩,٢	٣٤٧,٦
صامطة	١٢,٠	١,٠	٧,٣	٥,٧	١٤,٩	٧,٨	١٢,٦	٢١,٧	٢٣,٢	١٨,٤	١٣,٥	٤,٨	١٤٣,١

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة. المركز الوطني للأرصاد والبيئة، ٢٠١٧م

- وبقية المحطات: وزارة المياه والكهرباء، إدارة تنمية موارد المياه، شعبة الهيدرولوجيا. بيانات غير منشورة، ٢٠١٧م.

- **طبيعة السطح وخصائص التربة.**

يتميز سطح سهل تهامة بالاستواء وقلة الانحدار، بخاصة في الجزء الغربي، حيث يبلغ الارتفاع حوالي ٣ أمتار عن مستوى سطح البحر، أما الجزء الشرقي منه فيتميز بالارتفاع والانحدار التدريجي؛ نظراً لقربه من أقدام المرتفعات حيث يصل الارتفاع إلى حوالي ١٠٠م فوق مستوى سطح البحر (العريشي، ١٩٨٢م، ص٤٩). كما تبرز به بعض التكوينات البركانية الشديدة الانحدار قرب أبو عريش وصبيا، وكذلك ترتفع القباب الملحية الشاطئية قرب

مدينة جازان، ويؤثر هذا الاستواء في السطح على معدل حركة الكثبان الرملية في اتجاه منصرف الرياح.

ويعتبر سهل تهامة جزءاً من أخدود البحر الأحمر، الذي غطته الإرسابات البحرية والقارية في الزمن الثلاثي والرباعي، ويتضح من خلال الشكل (٣) أن معظم أجزاء السهل تغطيها الإرسابات الرملية وهي من الإرسابات القارية، وكذلك التربة الطميية العميقة وهي تربة الوديان، التي ترسبت بفعل مياه السيول المنحدرة من المرتفعات، والتي تعمل على تحريك الطمي أثناء الجريان وترسبه في المناطق المنخفضة، ومعظمها مواد منقولة ومختلطة تتكون من السلت والرمل والطين، وتتوزع على الشكل أشرطة حول مجاري الأودية التي تمتد متوازية من الشرق إلى الغرب، وأهمها من الجنوب إلى الشمال: تعشر- خلب- الخمس - جيزان - ضمد – بيش، وحول مجاري هذه الأودية وفي دالاتها المروحية يتركز معظم سكان منطقة جازان؛ مما يتطلب شق الكثير من الطرق الفرعية، والتي تربط بين مختلف المراكز الحضرية، اضافة إلى الطريق الساحلي الذي يربط شمال المنطقة بجنوبها، وقد أكدت الدراسة الميدانية تواجد مواقع خطرة في مسار هذا الطريق، حيث يتعرض بصفة مستمرة لزحف الرمال، حيث تكثر التكوينات الرملية في أجزاء واسعة من سهل تهامة.

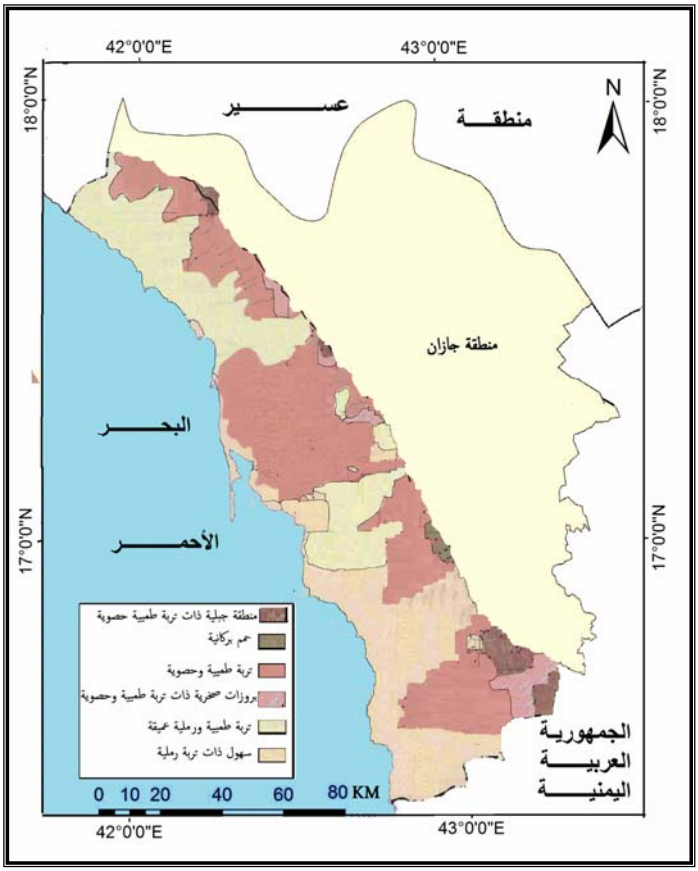
ويشير (هاورد، ١٩٥٣م، ص٣٦). إلى وجود رواسب عميقة من الغرين وطبقات من الرمل الناعم في هذه التربة، كما أن نسبة الأملاح بها منخفضة بفعل تعرضها للغسيل المستمر بفعل السيول. أما تربة الخبت فتشغل المساحات الفسيحة للسهول الطمييه الموجودة في سهل تهامة، وسطحها ما بين المستوي وقليل الانحدار، ويشير (المرجع السابق، ص٢٥) إلى أن هذه التربة خفيفة القوام، وتتكون من طبقة رملية سطحية أسفلها طبقة من الرمل والطين، وتتميز بانخفاض نسبة المادة العضوية والمعدن مقارنة بتربة الأودية، وتكون أصل تربتها من رواسب رملية نقلتها السيول من المرتفعات الجبلية، ثم أُعيد تكوينها بفعل الرياح والمياه. وتحتوي أراضي الخبت على نسبة أكبر من الرمال، ويبدو أن نسبة الغرين والطين متساوية في معظم الطبقات، ولهذا فهي ذات قدرة أقل على حفظ الرطوبة وأكثر قابلية للتبخر، وبناءً عليه فإن نسيج هذه التربه يمثل ظروفاً ملائمةً لزحف الرمال.

وتعد أغلب الرمال والكثبان الرملية الساحلية في سهل تهامة ذات منشأ بحري، حيث تتألف من الإرسابات والمفتتات البحرية، وذلك لامتداها طوليا حول ساحل البحر الأحمر، وتتكون من رمال غرينية دقيقة، وهي إما هلالية أو تلية، وتتحرك ببطء ناحية الشرق، ويمكن تقسيم الكثبان الرملية بمنطقة جازان إلى

قسمين: الأول طولي ويمتد في اتجاه موازٍ لاتجاه الرياح السائدة، وهي الرياح الجنوبية الغربية، ويغطي هذا القسم مساحات واسعة في الجزء الأوسط من سهل تهامة، والثاني عرضي مع اتجاه الرياح السائدة، وبصفة خاصة الموجودة في السهل الساحلي المنخفض وفي مصاطب الأودية، (وزارة الشؤون البلدية والقروية، ١٩٨٠م، ص٣).

وقد اتضح من خلال الدراسة الميدانية في جنوب سهل تهامة تواجد تربة الكثبان الرملية مبعثرة في أجزاء متفرقة، ارتفاع أغلبها أقل من ٢متر، كما أظهرت المرئيات الفضائية لسهل تهامة امتداد الكثبان الرملية في شمال سهل تهامة، ومن أمثلتها الكثبان الرملية بطول الجانب الغربي لوادي بيش والكثبان الرملية في طريق الدرب- رملان، وشرق مدينة جازان الاقتصادية، وتتميز تربتها بأنها طمييية ورملية عميقة، كما تتميز بأنها كبيرة مقارنة بالكثبان الواقعة جنوب سهل تهامة، وتتميز بشكلها الهلالي وحركتها البطيئة باتجاه الشرق، كما أن هناك كثباناً نشطة شديدة الانحدار ارتفاعها من ٢-١٠٠متر، وتربها تقريباً خالية من المواد العضوية (الوليعي، ١٩٩٧م، ص١١١).

الشكل (٣): التركيب الجيولوجي في سهل تهامة بمنطقة جازان



المصدر: الباحثة بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية لمنطقة جازان (٢٠١٧م)، مقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠

- **الغطاء النباتي.**

يلعب الغطاء النباتي دوراً إيجابياً في التخفيف من سرعة الرياح، وفي تماسك التربة وحمايتها من الانجراف، والذي ينعكس إيجاباً في تقليل حركة الكثبان الرملية، وينمو في سهل تهامة الكثير من الأشجار، التي يستخدمها السكان حواجز ودروعاً طبيعية لحماية القرى والمزارع من خطر زحف الكثبان الرملية، ومن أهم هذه الأشجار (الأراك والكافور والنيم والزعتر) التي تنمو في أجزاء متفرقة من سهل تهامة، كما ينمو السلم والثمام في مجاري الأودية، أما في السبخات التي تتميز بتربتها الملحية فتوجد أشجار المانجروف وهي من أكثر النباتات الملحية انتشاراً على امتداد ساحل البحر الأحمر، كما أن هذا النبات يتميز بوجود جذور تنفسية تنمو إلى أعلى؛ بسبب سوء تهوية التربة (سقا، ٢٠٠٤م، ص٢٦١). وفي الشمال الشرقي من محافظة صبيا توجد أشجار القرظ والدوم والبشام والسمر والعسق والسرح، إضافة إلى بعض الشجيرات مثل العوسج والسداد.

ويقل زحف الرمال في المناطق التي تتسم بكثرة الحشائش التي تلعب دوراً إيجابياً في تماسك التربة، وتعد أحواض الوديان من أغنى أجزاء سهل تهامة بالحشائش، حيث التربة الطينية الناعمة التي تساعد على نمو حشائش الإستبس الموسمية القصيرة، كما أن

السافانا الصحراوية مع أشجار السمر تستوطن في السهول الحصباوية، كما هو في الشمال والجنوب من قرية الحقو الواقعة شمال سهل تهامة. ويوجد في الشواطئ والمسطحات المالحة نبات يدعى Crissa Cretica، وهو نبات عشبي له أوراق شعرية رمادية، وزهور بيضاء (الشريف، ١٩٨٤م، ص٧٦)، وكذلك تنمو حشائش تتحمل الملوحة مثل العكرش والثمام والسعد، وبعد سقوط الأمطار تنمو نباتات حولية مثل الويكة والكلخ، ولكن هذه النباتات سرعان ما تجف وتتلاشى بعد انتهاء فترة الأمطار.

وتمتد في سهل تهامة نباتات صحراوية تتحمل الجفاف، ويطلق عليها المتوغلات، حيث تتميز بطول جذورها لتصل للمياه الجوفية، ومن أهمها أشجار النخيل والأثل والطلح (سقا، ٢٠٠٤م، ص٢٥٨)، كما توجد أيضاً بعض النباتات الدائمة، والتي لها القدرة على مقاومة الجفاف، لما تتميز به من أوراق شوكية سميكة، والتي لها قدرة على خزن الماء في الأوراق أو الساق والجذور ومنها الصبار. كما يوجد في بعض الوديان الجافة نبات الحسار[1] الذي يتحمل الجفاف، إضافة إلى أشجار المرخ والحلفا.

١- الحسار مفردها حسارة بفتح الحاء والسين يرتفع إلى قامة الرجل وورقه، يشبه ورق شجر الحنا.

ب. **العوامل البشرية:** تتمثل العوامل البشرية التي تزيد من قوة تأثير الرياح على زحف الكثبان الرملية، في الآتي:

- **الاحتطاب**

يتمثل الاحتطاب في قطع الأشجار وبخاصة المعمرة، كالسلام والطلح والسمر والعرفج؛ وذلك بهدف الاستفادة منها وقوداً، على الرغم من وفرة وسائل الطاقة الأخرى كالغاز والبنزين، كما أن هناك بعض النباتات التي يتم احتطابها للاستفادة منها في بناء حظائر المواشي فقط، وقد نتج عن زيادة الطلب المحلي على الحطب في الأسواق، وبخاصة أيام العطل بغرض التنزه والترفيه وإقامة المخيمات الساحلية، ظهور الكثير من الأسر التي أصبحت تسعى إلى تأمين احتياجاتها، من طريق بيع الحطب باعتباره عملاً يدر الكثير من الأرباح.

ويتركز الاحتطاب في سهل تهامة في بطون الأودية، التي تمتد بشكلٍ متوازٍ من الجنوب إلى الشمال بمحاذاة السهل الساحلي، ويحتل السمر المرتبة الأولي في أشجار الاحتطاب، وذلك لما يتسم به من مميزات كسماكة اللحاء، وخاصية الاحتراق التي ينتج عنها حرارة شديدة، وكذلك قلة كمية الدخان الناتج عن عملية الاحتراق، يليه في المرتبة الثانية أشجار السلام والطلح ثم السمر

والعرفج، والتي تعد من أكثر الأشجار أهمية من الناحية التجارية والاقتصادية.

- **تجريف التربة.**

يحدث تجريف التربة نتيجة الاستعمال المفرط للآلات الزراعية التقليدية أثناء الحراثة، مما يؤدي إلى تفكك التربة، وبالتالي قلة محتواها من المواد العضوية، ويسهم في مضاعفة ذلك طبيعة تركيب التربة في سهل تهامة وجفافها، كما تؤدي عملية التجريف إلى حدوث انضغاط للتربة، والذي يمكن تقسيمه إلى نوعين؛ يعرف النوع الأول بالانضغاط تحت السطحي، والذي يؤدي إلى الحد من تخلل الماء والجذور في أعماق التربة، أما النوع الثاني فيعرف بالانضغاط السطحي، والذي يحدث عند سقوط الأمطار وحدوث السيول، حيث ترتطم قطرات المطر بالتربة، ومن ثم تتفكك مكونات التربة وتقل المادة العضوية، مما ينتج عنه إعاقة نمو النباتات، وزيادة سرعة جريان الماء الذي يسهل عملية انجراف التربة، ويبرز ذلك بوضوح وسط مجاري الأودية ومنها على سبيل المثال مجرى وادي جيزان الذي يمتد وسط سهل تهامة، وتتعرض تربته إلى انجراف ينتج عنه تراكم الطمي في بحيرة السد بصورةٍ واضحة، مما يشكل خطراً على كمية تخزين السد.

وقد يحدث تجريف التربة نتيجة لبعض السلوكيات البشرية الضارة بالبيئة، ومنها على سبيل المثال عمليات الحفر بهدف الحصول على مواد البناء، ثم ترك تلك الحفر دون ردم، مما يؤدي إلى تفكك حبيبات التربة وسرعة إثارتها ونقلها عند هبوب الرياح، ومن السلوكيات الخاطئة أيضاً زيادة حركة السيارات في الطرق غير المعبدة، وبخاصة الطرق القريبة من مناطق تجمع الكثبان الرملية، وممارسة الأنشطة الرياضية بالدراجات النارية والسيارات ذات الدفع الرباعي فوق الرمال.

- **الرعي الجائر**

يحدث الرعي الجائر عندما يزداد الضغط على المراعي الطبيعية، وذلك من خلال بقاء الحيوانات في المراعي فترة طويلة، حيث يزداد استهلاك الحيوانات للنباتات، حتى يبدأ في التدهور نتيجة اجتزاز الغطاء الأخضر، ومن أبرز مظاهر الرعي الجائر أيضاً عدم اختيار الوقت المناسب للرعي، حيث يبدأ الرعي في وقت مبكر قبل أن يكتمل نمو النبات، وكذلك زيادة أعداد الحيوانات وتجاوزها الطاقة الإنتاجية للمراعي، حيث لكل نوع نباتي حد أقصى لتحمل شدة الرعي، فكثير من النباتات تفقد القدرة على النمو، وإتمام دورة الحياة لكونها تُستهلك بالشكل كلي قبل أن تتمكن من تثبيت جذورها في التربة، وينتج عن ذلك اختفاء كثير

من الأنواع النباتية، ويحل محل هذه النباتات فور سقوط الأمطار أنواع نباتية سامة شوكية غير مستساغة كالحرمل والعشر وغيرها من النباتات كالسدر والأثل والثمام (النافع، ٢٠٠٤م، ص٤٠٦).

وتؤدى قلة الغطاء النباتي إلى قلة كفاءة النبات في تقليل زحف الكثبان الرملية المتحركة، حيث يؤدي إلى تسريع عملية التعرية الهوائية والمائية وزيادة سرعة السيول وتجمعها في المنخفضات مما يؤدى الي تملح مساحات واسعةٍ من الأراضي، إضافة إلى زيادة سرعة الرياح وكثرة الزوابع، ويمثل ذلك بداية زحف الرمال وبداية ظهور التصحر وذلك نتيجة التغير في تركيب التربة وانجرافها وتملحها وقلة المواد العضوية فيها (آل الشيخ، ٢٠٠٢م، ص٢٩١)، إضافة إلى تأثير حوافر الحيوانات أثناء الرعي، والتي تقوم بتفكيك التربة وتذرية الطبقة السطحية الخصبة.

ثانياً: خصائص الرياح في سهل تهامة بمنطقة جازان

تعد الرياح من أهم العناصر المناخية المميزة لمناخ سهل تهامة بمنطقة جازان، ويمكن توضيح خصائصها من حيث السرعة والاتجاه كالآتي:

أ. سرعة الرياح في سهل تهامة:

من خلال الجدول (٣) والشكل (٤)، يتضح الخاصان بالمعدلات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح "كم/ساعة"، يتضح أن المتوسط السنوي

لسرعة الرياح يتقارب في جميع محطات سهل تهامة، وقد سجل أعلى معدل سنوي لسرعة الرياح في سهل تهامة في محطة أبو عريش الواقعة على ارتفاع ٦٩ متراً فوق مستوى سطح البحر، وذلك بقيمةٍ بلغت ٦,٩ كم/ ساعة، تليها محطة جازان الواقعة على ارتفاع ٧ أمتار وذلك بقيم تبلغ ٦,٥كم/ساعة، كما يُلحظ أن سرعة الرياح تقل كلما اتجهنا للداخل كما هو الحال في محطة صبيا الواقعة على ارتفاع ٤٠متراً، حيث بلغ متوسط سرعة الرياح ٥,٦ كم/ساعة. ويمكن إرجاع سرعة الرياح في المناطق الساحلية لامتدادها الطولي، وعدم وجود عوائق تضاريسية ونسيم البر والبحر الذي يعطي فرصةً لزيادة سرعة الرياح.

كما يتضح أن المعدل الفصلي لسرعة الرياح يزداد خلال فصل الصيف، مقارنة ببقية فصول السنة، حيث بلغ في محطة أبو عريش جازان وصبيا ٨,٥ و٧,٢ و٦,٦ كم/ساعة على التوالي، ويرجع ذلك إلى ارتفاع الحرارة صيفاً، وهذا يؤدي إلى نشاط حركة الرياح نتيجة لتبادل الهواء بين مستويات مختلفة قريبة من السطح. أما أقل معدل فصلي لسرعة الرياح فقد سجل في فصل الشتاء، حيث بلغ في كل من محطة صبيا وأبو عريش وجازان معدلات بلغت ٤,٣ و ٦,٠ و ٦,١ كم/ساعة على التوالي.

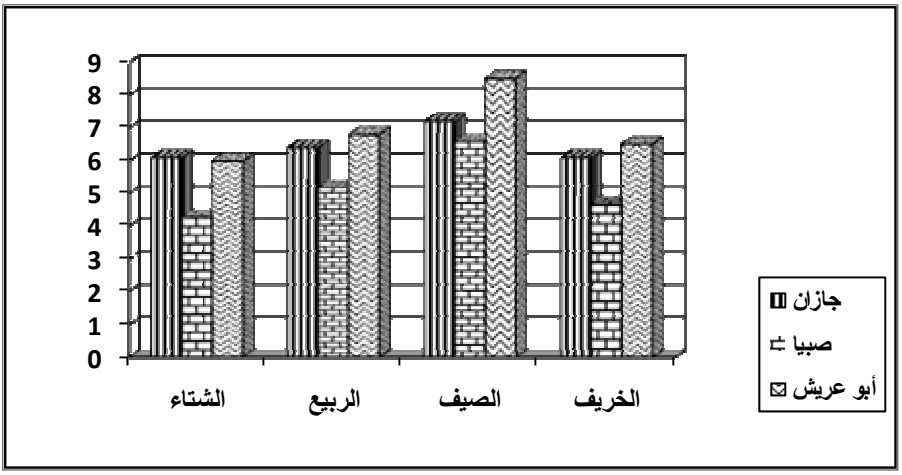
وقد سجل أعلى معدل شهري لسرعة الرياح في شهر يوليو؛ إذ بلغ في كل من محطة أبو عريش وجازان وصبيا بحوالي ٩,٥- ٧,٧- ٧,٦كم/ساعة على التوالي. أما أقل معدل شهري لسرعة الرياح فقد سجل في شهر يناير، حيث بلغت فيه سرعة الرياح في كل من محطة صبيا وملاكي وجازان ٤,٢- ٥,٧- ٦,١كم/ساعة على التوالي.

الجدول (٣): المعدلات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح كم/ساعة، بسهل تهامة في منطقة جازان خلال المدة من ١٩٨٨- ٢٠١٧م

المحطة / الشهر		جازان		صبيا		أبو عريش	
		الشهري	الفصلي	الشهري	الفصلي	الشهري	الفصلي
ديسمبر	الشتاء	٦,١	٦,١	٤,٢	٤,٣	٦,١	٦,٠
يناير		٦,١		٤,٢		٥,٧	
فبراير		٦,٢		٤,٦		٦,٣	
مارس	الربيع	٦,٤	٦,٤	٥,١	٥,٢	٦,٧	٦,٨
أبريل		٦,٤		٥,٢		٦,٨	
مايو		٦,٣		٥,٢		٧,٠	
يونيو	الصيف	٦,٦	٧,٢	٥,٨	٦,٦	٧,٧	٨,٥
يوليو		٧,٧		٧,٦		٩,٥	
أغسطس		٧,٢		٦,٣		٨,٤	
سبتمبر	الخريف	٦,٣	٦,١	٥,١	٤,٧	٧,١	٦,٥
أكتوبر		٦,١		٤,٨		٦,١	
نوفمبر		٦,٠		٤,٣		٦,٢	
المعدل السنوي		٦,٥		٥,٦		٦,٩	

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ووزارة الزراعة، ٢٠١٧م

الشكل (٤): المعدل الفصلي لسرعة الرياح كم/س، بسهل تهامة في منطقة جازان، ١٩٨٨- ٢٠١٧م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول (٣).

يلعب استواء السطح وتجانسه في السهل الساحلي دوراً مهما في ارتفاع معدلات أعلى سرعة للرياح، حيث يشير الجدول (٤) الخاص بالمعدل الشهري والسنوي إلى أعلى سرعة للرياح، التي تم الحصول على بياناتها من محطة جازان، أن المعدل السنوي لأعلى سرعة للرياح يبلغ ٢٩كم/ساعة، كما يشير إلى أن أعلى معدل لأعلى سرعة للرياح كان في شهور فصل الصيف، وذلك بقيمة بلغت ٣٨كم/ساعة في شهر أغسطس، وهو الشهر الذي يتسم بكثرة العواصف في المنطقة، حيث تتعرض المنطقة الساحلية لدوامات هوائية وعواصف رملية وترابية، ويلحظ عند هبوبها أن أكثر

نشاطها وسرعتها في فترة ما بعد الظهيرة. وتساعد هذه الرياح بدورها على زيادة زحف الكثبان الرملية، أما أدنى قيمة للمعدل الشهري لأعلى سرعة للرياح فَسُجلت في شهور فصل الشتاء وأدناها سجل في شهر ديسمبر وذلك بقيمة بلغت ٢٢ كم/ساعة.

وتتأثر حبيبات الرمال بالسفي عندما تصل أعلى سرعة للرياح إلي ١٩,٠٨كم/ساعة، بينما تبدأ عملية زحف الكثبان الرملية عندما تتجاوز أعلى سرعة للرياح ٣٢,٤كم/ساعة، في حين تبقى الرمال الخشنة التي يصل قطرها إلى حوالي ٥ مايكرون، تتحرك في الأمتار الأولى قريباً من أسطح الفرشات والكثبان الرملية (أبو الخير، ١٩٩٩م، ص٣١)، وبربط ذلك بخصائص أعلى سرعة للرياح في سهل تهامة، تبين أنها تزيد عن المعدل العام لسرعة الرياح التي تؤدي إلي تحرك الرمال، حيث تبلغ ادني سرعة لها في شهر ديسمبر (٢٢كم/ساعة) ، ثم تبدأ أعلى سرعة للرياح في الزيادة ابتداءً من شهر مارس حتي تصل أقصاها في شهر أغسطس (٣٨كم/ساعة).

الجدول (٤): معدل أعلى سرعة للرياح كم/ساعة، في محطة جازان، ١٩٨٨–٢٠١٧م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل السنوي
جازان	٢٤	٢٩	٢٥	٢٧	٣٢	٣٠	٣٦	٣٨	٣٤	٣٣	٢٤	٢٢	٢٩

المصدر / الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٧م.

ب. اتجاهات الرياح في سهل تهامة

لا يقتصر تأثير الرياح على زحف الكثبان الرملية من حيث السرعة فقط، بل من حيث تغير الاتجاه السائد وعدم ثباته وعدد مرات هبوبها، و من خلال الجدول (٥) يتضح أن اتجاهات هبوب الرياح في سهل تهامة تتباين من فصل إلى آخر، ففي فصل الصيف يسود اتجاه الرياح الجنوبية الغربية، وذلك بنسبة تزيد على٤٠٪ في جميع المحطات، يليه اتجاه الرياح الغربي بنسبة ٢٦,١٪ ، وتتسم الرياح الغربية في سهل تهامة بأنها مثيرة للأتربة والغبار. أما خلال فصلي الاعتدال (الربيع والخريف) فتكون الرياح غير ثابتة الاتجاه، في حين تزداد نسبة هبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، والشمالية الغربية خلال فصل الشتاء.

كما يتضح من خلال بيانات الجدول (٦) والشكل (٥) الخاص باتجاهات الرياح السنوية، أن اتجاه الرياح السائدة في سهل تهامة

بمنطقة جازان هو الجنوب الغربي، وذلك تحت تأثير الرياح الموسمية القادمة من المحيط الهندي، حيث وصل معدلها السنوي في كلٍّ من أبو عريش وجيزان وصبيا، نسب تبلغ ٣٤٪ و ٣٣٪ و٣٠٪ على التوالي؛ أي أنها سجلت أكثر من ٣٠٪ في جميع المحطات، تليها الرياح الغربية ثم الشمالية الغربية، وتعد هذه الرياح هي المسبب الرئيس لزحف الكثبان الرملية نحو الشرق و الشمال الشرقي في سهل تهامة، وتقل في سهل تهامة اتجاهات الرياح الشرقية والجنوبية الشرقية وكذلك الشمالية والشمالية الشرقية، وقد سجل أدنى معدل سنوي لهبوب هذه الرياح في محطة أبي عريش بنسب تتراوح بين ١,٢- ٥,٢٪.

الجدول (٥): اتجاهات الرياح الفصلية (٪) في بعض محطات منطقة جازان، ١٩٨٨–٢٠١٧م

المحطة	الاتجاه / الفصل		الشمال الشرقي	الشرق	الجنوب الشرقي	الجنوب	الجنوب الغربي	الغرب	الشمال الغربي	السكون
جازان#	الشتاء	١٦,٥	١٦,٠	٥,٢	٣,٠	١٣,٨	١٥,٠	١٢,٠	١٨,٣	٠,٣
	الربيع	١,٧	٣,٤	١,٨	٣,١	٨,٢	٤٦,٢	٢٣,٩	١٠,٩	٠,٦
	الصيف	١,٠	٠,٧	٠,٤	٤,١	٢,٩	٤٥,٠	٣٠,٣	١٥,٢	٠,٤
	الخريف	٥,٥	٣,١	٤,٦	٩,٨	٧,٣	٢٨,٨	١٨,٤	٢٢,٢	٠,٣
صبيا#	الشتاء	١٤	١١,٥	٣,٩	٣,٠	١٤,٧	١٧,٠	١٢,٥	٢٠,٧	٢,٧
	الربيع	٢,٠	٣,٧	٠,٣	٤,٦	١٧,١	٣٥,٧	٢١,٩	١٤,٦	٠,١

المحطة	الاتجاه / الفصل		الشمال الشرقي	الشرق	الجنوب الشرقي	الجنوب	الجنوب الغربي	الغرب	الشمال الغربي	السكون
	الصيف	٠,٩	٠,٤	١,٩	٠,٣	١٢,٤	٤٢,٣	٣٢,٤	٩,٤	٠
	الخريف	٣,٦	٥,٤	١,٤	١,٨	١٤,٠	٢٨,٧	١٨,٥	٢٦,٣	٠,٣
أبو عريش❖	الشتاء	٨,٣	٨,١	٠,٦	٠,٧	٥,٧	٣٣,٠	٢١,٥	٣١,٤	٠,٩
	الربيع	٦,٠	٤,٢	١,٨	٢,٣	١,٤	٣٧,٢	٢٥,٤	٢١,٠	٠,٧
	الصيف	٢,٠	٣,٣	٠,٣	٠,٤	٥,٩	٤٥,٦	٢٩,٩	١٢,٦	٠,٢
	الخريف	١,٤	٥,٠	٢,٠	٢,٨	٧,٢	٣١,٣	٢٦,٦	٢٣,٠	٠,٧

المصدر: # وزارة الدفاع والطيران، الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة. المركز الوطني للأرصاد والبيئة

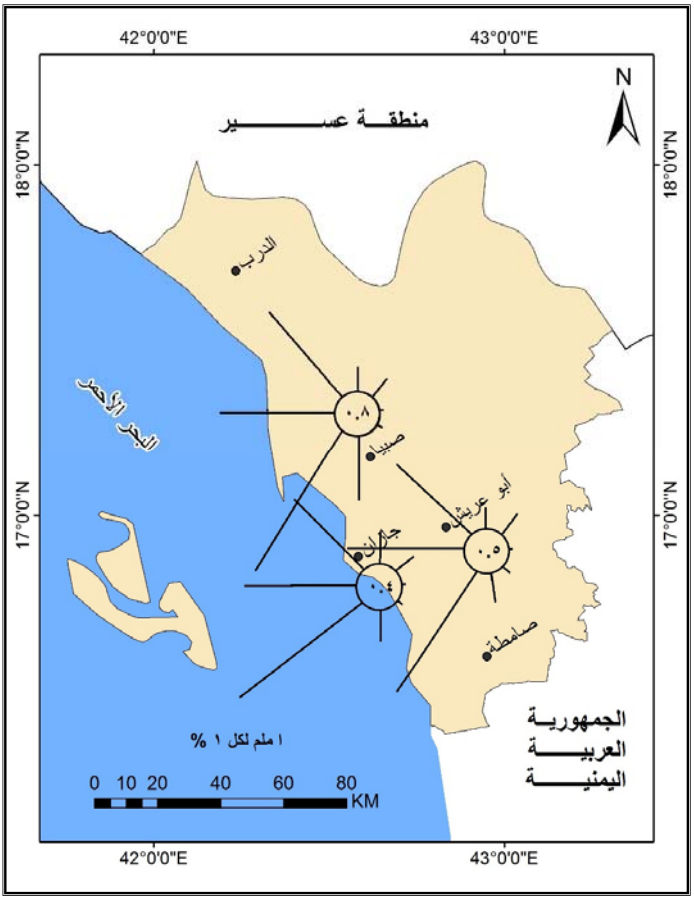
- ❖ وزارة المياه والكهرباء، إدارة تنمية موارد المياه، شعبة الهيدرولوجيا. بيانات غير منشورة.

الجدول (٦): اتجاهات الرياح السنوية (٪) في بعض محطات سهل تهامة بمنطقة جازان ١٩٨٨- ٢٠١٧م

المحطة / اتجاه الرياح	الشمال	الشمال الشرقي	الشرق	الجنوب الشرقي	الجنوب	الجنوب الغربي	الغرب	الشمال الغربي	سكون
جازان	٦,٢	٥,٨	٣,٠	٥,٠	٨,١	٣٣,٨	٢١,١	١٦,٦	٠,٤
صبيا	٥,١	٥,٣	١,٨	٢,٤	١٤,٦	٣٠,٩	٢١,٣	١٧,٨	٠,٨
أبو عريش	٤,٤	٥,٢	١,٢	١,٦	٥,١	٣٤,٢	٢٥,٨	٢٢,٠	٠,٥

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٥)

الشكل (٥): اتجاهات الرياح السنوية (٪) في سهل تهامة بمنطقة جازان، ١٩٨٨ - ٢٠١٧م



المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الجدول رقم (٦).

ثالثاً: تحديد الكثبان الرملية في سهل تهامة باستعمال تقنية الاستشعار عن بعد

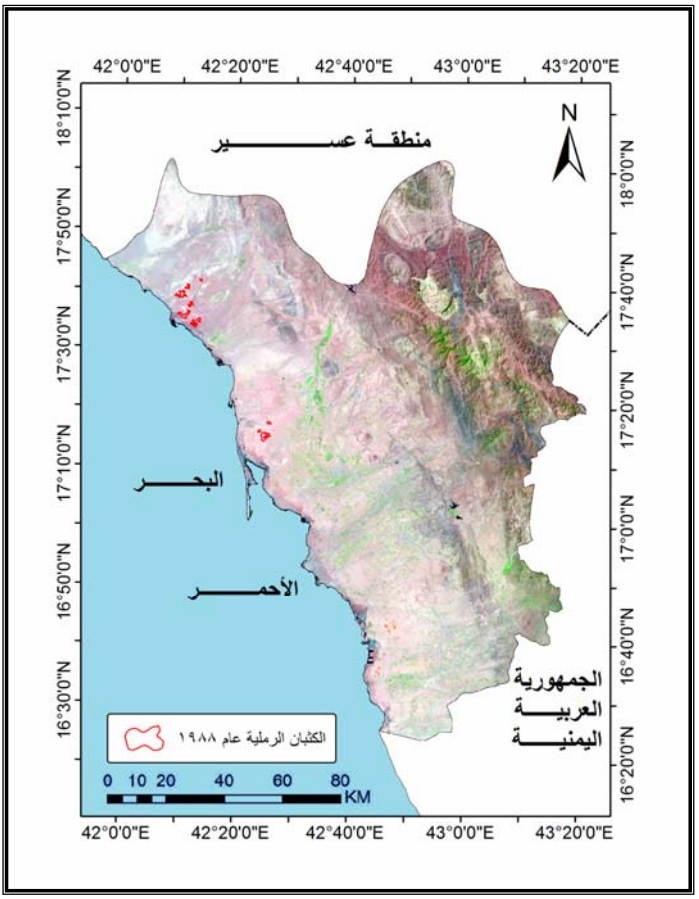
اعتمدت الدراسة في تحليل حركة الكثبان الرملية علي المرئيات الفضائية للقمر الأمريكي لاندسات (Landsat)، وقد وزعت نتائج تحليل المرئيات الفضائية في خرائط باستعمال برنامج ArcView. حيث يتضح من خلال الشكل (٦) مناطق توزيع الكثبان الرملية الرئيسة في سهل تهامة عام ١٩٨٨م، والتي حددت باللون الأحمر، ويتضح تركزها في الجزء الشمالي من سهل تهامة غرب الدرب–رملان، بين دائرتي عرض ٣٢ َ ١٧ ْو٣٥ َ ١٧ ْشمالاً، وخطي طول ٠٣ َ ٤٢ ْ و ١٦ َ ٤٢ ْشرقاً، كما تتركز شرق مدينة جازان الاقتصادية بين دائرتي عرض ١٢ َ ١٧ ْ و ١٤ َ ١٧ ْ شمالاً، وخطي طول ٢٢ َ ٤٢ ْ و ٢٤ َ ٤٢ ْشرقاً.

كما يتضح من خلال الشكل (٧) مناطق توزيع الكثبان الرملية في سهل تهامة عام ٢٠١٨م، التي حددت باللون الأزرق، ويتضح تركزها في الجزء الشمالي من سهل تهامة غرب الدرب– رملان، بين دائرتي عرض ٣٢ َ ١٧ ْو٣٧ َ ١٧ ْشمالاً، وخطي طول ٠٢ َ ٤٢ ْ و١٧ َ ٤٢ ْشرقاً، كما تتركز في شرق مدينة جازان الاقتصادية بين دائرتي عرض ١١ َ ١٧ ْ و ٢٠ َ ١٧ ْشمالاً، وخطي طول ٢٠ َ ٤٢ ْ و ٢٥ َ ٤٢ ْشرقاً. كما توجد كثبان ثانوية متفرقة

صغيرة الحجم في مناطق أخرى متفرقة في الشريط الساحلي الجنوبي من سهل تهامة بين دائرتي عرض ٣٠َ ١٦ْ و٥٥َ ١٦ْ شمالاً، وخطي طول ٤٠َ ٤٢ْ و٤٦َ ٤٢ْ شرقاً.

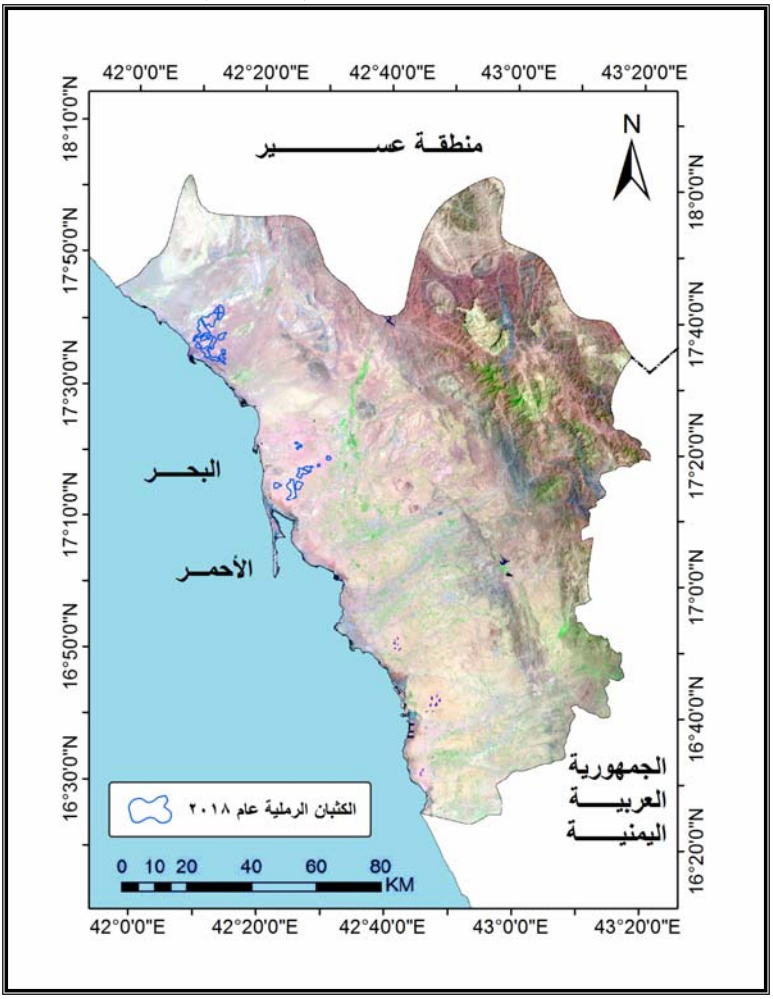
ويتضح من خلال الشكلين السابقين توزيع الكثبان الرملية على المرئيات الفضائية على طول امتداد سهل تهامة، ويبرز هذا التوزيع بوضوح على خريطة سهل تهامة في الشكل (٨)، الذي يتضح فيه توزيع الكثبان الرملية الرئيسة من ١- ٤، الواقعة في المنطقة الجنوبية شرق مدينة جازان الاقتصادية، ويبرز تكبيرها في المربع (ب). وكذلك توزيع الكثبان الرملية من ٥- ١١، الواقعة في الجزء الشمالي من منطقة جازان، وتحديدا غرب الدرب- رملان، ويبرز في الشكل (٨) تكبيرها في المربع (أ).

الشكل (٦): الكثبان الرملية في سهل تهامة في منطقة جازان عام ١٩٨٨م



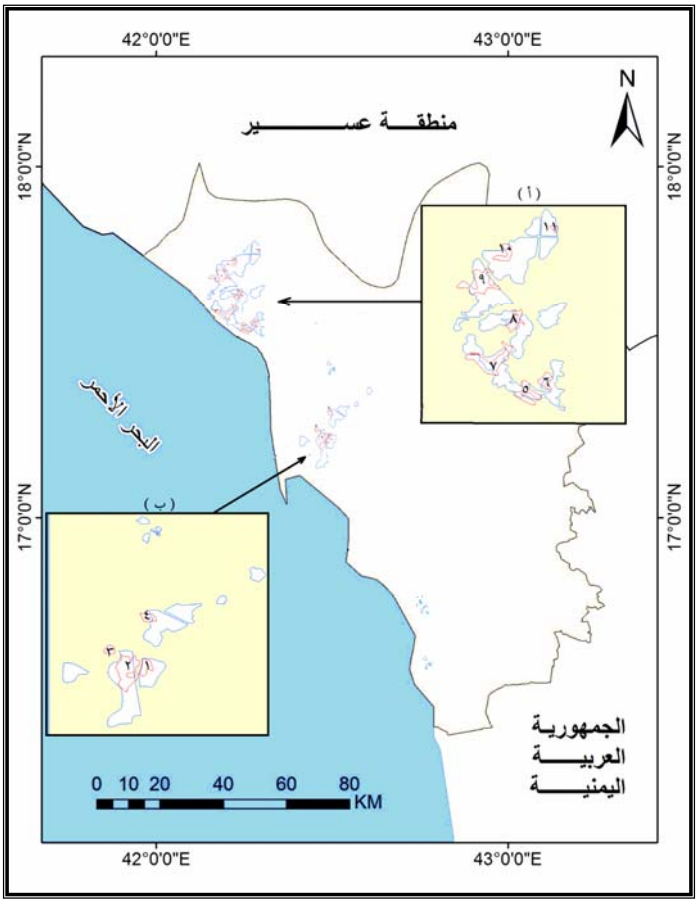
المصدر: الباحثة اعتمادا على المرئية الفضائية الملتقطة في ١٩٨٨/٠٦/٢٨م

الشكل (٧): الكثبان الرملية في سهل تهامة في منطقة جازان عام ٢٠١٨م



المصدر: الباحثة اعتماداً على المرئية الفضائية الملتقطة في ٢٠١٨:٠٣:٢٧م

الشكل (٨): توزيع أرقام الكثبان الرملية
من ١- ٤ (أ)، ومن ٥- ١١(ب)



المصدر: الباحثة باستعمال برنامج Arc map اعتماداً على المرئيات الفضائية ١٩٨٨م و ٢٠١٨م.

رابعاً: تحليل التغيرات في مساحة الكثبان الرملية، ومسافة حركتها وعلاقة ذلك باتجاه الرياح وسرعتها في سهل تهامة

١. التغيرات في مساحة الكثبان الرملية في سهل تهامة بين عام ١٩٨٨ و ٢٠١٨م

من خلال الجدول (٧)، يتضح التغيرات في مساحة الكثبان الرملية خلال المدة من عام ١٩٨٨ إلى عام ٢٠١٨م، التي استخلصت من خلال تحليل المرئيات الفضائية، حيث يتضح أن الكثيب رقم ٧، الواقع غرب الدرب في شمال سهل تهامة، هو أكبر الكثبان الرملية في سهل تهامة من حيث الحجم، حيث تبلغ مساحته ٣,٢كم^{٢}، يليه الكثيب رقم٢، الواقع قرب مدينة جازان الاقتصادية، وتبلغ مساحته ٣,١كم٢، ثم الكثيب رقم ٩ الواقع أيضا غرب الدرب في شمال سهل تهامة، وتبلغ مساحته ٢,٩كم٢، ثم تتدرج بقية الكثبان في الحجم، بدءاً بالكثيب رقم ٥ وانتهاء بالكثيب رقم١١، الذي يعد أصغر الكثبان الرملية التي رصدت عام ١٩٨٨م، حيث تبلغ مساحته ٠,٢كم٢.

كما يتضح من خلال مقارنة تغيرات الكثبان الرملية على مدار ٣٠عاماً أن هناك تغيراً واضحاً، سواء من حيث عدد الكثبان الرملية، أو من حيث مساحتها، فمثلاً الكثيب رقم ١ ازدادت مساحته بمقدار ٢,٥كم^{٢} خلال ٣٠عاماً، كما يلحظ أن بعض الكثبان الرملية كانت موجودة في عام ١٩٨٨ م وبعد مضي ٣٠عاماً، وفي أثناء حركة الزحف التحمت ببعضها، وخصوصاً

الكثبان الصغيرة المساحة كما في الكثيب رقم٢، الذي التحم مع الكثيب الأكبر منه وهو الكثيب رقم ٢، والكثيبين (٤و٦) اللذين التحما مع الكثيب الأكبر منهما وهو الكثيب رقم ٥.

ويتضح أيضا من خلال الجدول (٧) أن المساحات الرملية في تزايد، ويرتبط ذلك بقوة تأثير التعرية الهوائية، حيث تعمل الرياح على تكوين مساحات من الأراضي الرملية التي تنتشر بالشكل ملموس على طول الشريط الساحلي، وتتحرك نحو الداخل (الشرق)، فتتعرض مساحات كبيرة من الأراضي للتصحر، حيث نشأت بعض الكثبان الحديثة بلغ إجمالي مساحاتها ١٢,٥كم٢، وتتوزع متناثرة بمساحات صغيرة، ومن المتوقع أن تزداد مساحتها بعد ٣٠عاماً، وتلتحم الكثبان الصغيرة المتقاربة معاً، مقارنة بالكثبان عام ٢٠١٨م، وذلك قياسا على التغيرات التي حدثت لها منذ عام ١٩٨٨م إلى ٢٠١٨م؛ أي بعد ٣٠عاماً، حيث ازدادت مساحتها والتحمت الكثبان الصغيرة لتشكل كثباناً كبيرة المساحة، وبمقارنة هذه المساحة بإجمالي مساحة سهل تهامة يتضح أن نسبة كثافة الكثبان الرملية في سهل تهامة تقدر بحوالي ٠,٢٥٪، وبالشكل عام تقدر بحوالي ٠,٠٩٪ في منطقة جازان.

الجدول (٧): التغيرات في مساحة الكثبان الرملية خلال المدة من عام ١٩٨٨ إلي ٢٠١٨م

رقم الكثيب	١٩٨٨ كم٢	٢٠١٨ كم٢	التغيرات خلال ٣٠ عاماً	ملحوظات
1	0.794996	3.311009	2.516013	التحمت ببعضها
2	3.080768			
3	0.452746	8.944313	5.410799	
4	0.602399	4.517539	3.91514	
5	1.661473			التحمت ببعضها
6	0.91953			
7	3.196814	12.138461	6.360644	
8	1.002396	3.375293	2.372897	
9	2.925779	8.257844	5.332065	
10	0.948451	10.459163	9.510712	
11	0.217058	5.432442	5.215384	
المجموع	15.80241	56.436064	40.633654	
١٢	-	2.670895	-	جديد
١٣	-	1.918315	-	جديد
١٤	-	2.309619	-	جديد
١٥	-	0.39709	-	جديد
١٦	-	0.946028	-	جديد
١٧	-	0.278265	-	جديد
١٨	-	0.100796	-	جديد
١٩	-	0.119994	-	جديد
٢٠	-	0.36492	-	جديد
٢١	-	0.529514	-	جديد
٢٢	-	2.818684	-	جديد
المجموع	-	12.45412	-	

المصدر: الباحثة بالاعتماد على نتائج تحليل المرئيات الفضائية ١٩٨٨ و٢٠١٨م

٢. مسافة زحف الكثبان الرملية خلال المدة من ١٩٨٨م إلى ٢٠١٨م.

تتضح مسافة زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة من خلال الجدول (٨)، الذي يبرز نتائج حركة زحف الكثبان الرملية بالمتر، وقد تم من خلال تحليل المرئيات الفضائية بين عامي ١٩٨٨–٢٠١٨م، حصر أحد عشر كثيبا رمليا في شمال سهل تهامة وجنوبه، وتتباين حركة هذه الكثبان الرملية من كثيب إلى آخر، وفقاً لحجم كل كثيب وشكله، ويتضح من خلال التحليل أن أكثر الكثبان الرملية حركة هو الكثيب رقم سبعة، الذي يتخذ الشكل القوس، كما هو واضح من خلال الشكل السابق (٨)، حيث بلغت حركته خلال ٣٠عاماً ٣٩٢٦متراً، يليه الكثيب رقم اثنين، الذي بلغت حركته خلال الفترة نفسها ٢٤٣٩متراً، ثم كل من الكثيب رقم عشرة، والكثيب رقم أربعة، اللذان بلغت حركتهما ٢٢٢٥متراً و٢٠٤٦متراً على التوالي، أما أقل الكثبان الرملية حركة فهو الكثيب رقم٣، ويتضح من خلال ذلك أن تأثير الرياح في حركة الكثبان الرملية يرتبط بشكل الكثبان الرملية ومساحتها كما هو واضح من الشكلين السابقين (٦و٧)، حيث يتضح من خلالهما مساحة الكثبان الرملية وأشكالها في سهل تهامة.

الجدول (٨): نتائج حركة زحف الكثبان الرملية بالمتر، من خلال تحليل المرئيات الفضائية من ١٩٨٨م- ٢٠١٨م

رقم الكثيب	الحركة في العام بالمتر	الحركة خلال ٣٠ عام بالمتر
1	29.728383	891.85149
2	81.31178983	2439.353695
3	22.229	666.87
4	68.22490163	2046.747049
5	67.638275	2029.14825
6	27.64746883	829.424065
7	130.8880848	3926.642543
8	25.96145527	778.843658
9	52.3215524	1569.646572
10	74.17660387	2225.298116
11	26.66332757	799.899827

المصدر: الباحثة بالاعتماد على نتائج تحليل المرئيات الفضائية ١٩٨٨ و٢٠١٨م

٣. تأثير سرعة الرياح واتجاهها في اتجاه حركة الكثبان الرملية في سهل تهامة

يتأثر زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان بطريقة مباشرة بسرعة الرياح واتجاهها، ويتمثل الدور الرئيس لسرعة الرياح في التأثير في الكثبان الرملية، من خلال ما تقوم به عملية النحت في سطح التربة، بفعل عملية تذرية الرمال والغرين الرملي، التي تؤدي إلى إثارة الأتربة المفككة وسفي الرمال.

وتؤكد مسافة حركة الكثبان الرملية التي تم قياسها خلال ٣٠عاماً، أن الرياح في سهل تهامة ذات طاقة عالية، وتزداد قوة

تأثيرها في فصل الصيف الذي يتسم بزيادة سرعة الرياح، التي تزداد أحياناً لتصل إلى ما يزيد عن ٣٠كم:الساعة، حيث يتأثر نظام هبوب الرياح في سهل تهامة خلال هذه المدة بتوزيع الكتل الهوائية والمنخفضات الجوية المحيطة، وبالتالي يمثل فصل الصيف الموسم الرئيس لحركة الكثبان الرملية، حيث تنشط فيه العواصف الرملية والترابية، ويلحظ خلال هذا الفصل أن ضغط الرياح على الرمال المكشوفة يحمل ذرات الرمال إلى أعلى، وتزداد المسافة في الارتفاع في حال عدم الاستقرار الجوي ليصل إلى ١٥٠٠٠قدم، وينتج عن هذه الحركة للرياح النشطة سرعة تعرض ذرات التربة للتعرية.

وتؤثر الرياح في الحد من نمو النبات داخل النظم الأيكولوجية سواء من خلال عملية الكشط، أو الإزالة، أو الأذى الميكانيكي للتربة، أو زيادة معدلات التبخر، وتقليل القيمة الفعلية للأمطار، وزيادة معدلات النتح من النبات، وهذا يحول دون نمو النباتات وانتشار المجموعات الشجرية في الكثير من المواقع، خصوصاً في المساحات الواقعة بين مجاري الأودية، التي يطلق عليها محليا أراضي الخبت، حيث تتزايد سرعة الرياح، وهذا يقلل من فرص نمو الأشجار بل واختفائها في أحيان كثيرة. وتزداد قوة تأثير الرياح في حركة الكثبان الرملية في سهل تهامة، في ظل عدم وجود كواسر

أو حواجز تقلل من سرعة الرياح، في الوقت الذي تكون فيه التربة جافة غير محمية بغطاء نباتي، وتتوقف درجة تعرية الرياح للتربة على قوتها إلى حد بعيد كما أنها تساعد على غمر المناطق الخصبة وإغراقها بالرمال، إضافة إلى ما تتعرض له المحاصيل الزراعية من تلف.

وتشير الكثير من الدراسات إلى أن حركة الرمال تتخذ اتجاهاً أحادياً في معظمها ويؤكد ذلك (Frybegrger, s,g.1979, p149) الذي يشير إلى تباين قليل في اتجاه حركة الرمال المتوقعة. ومن خلال حساب كمية الرمال المتحركة، ومعرفة خصائص الرياح يمكن توضيح علاقتها بسرعة حركة الكثبان الرملية في سهل تهامة؛ حيث يتضح أن أكثر من ٦٠٪ من الرياح المسببة لحركة الرمال تهب من الاتجاه الغربي والجنوب الغربي، و من خلال تحليل الصور الفضائية يتضح أن المحصلة العامة لحركة الرمال في اتجاه الشرق مع ميل خفيف نحو الشمال الشرقي والجنوب الشرقي، وهو الاتجاه العام لحركة الكثبان الرملية في سهل تهامة، وتؤكد بيانات الصور الفضائية وبيانات الهيئة العامة للأرصاد، أن هناك علاقة قوية بين اتجاه الرياح في فصول السنة ومعدل حركة الكثبان بهذه الفصول، حيث ترتبط حركة هذه الكثبان الرملية المتحركة والمتوقع تحركها، باتجاه حركة

الرياح والرياح المسؤولة عن معظم حركة الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة هي الرياح الجنوبية الغربية، تليها الرياح الغربية، التي تسود في جميع الشهور عدا شهور فصل الشتاء، وتهب الرياح الجنوبية الغربية بنسب عالية من أكتوبر إلي أبريل، في حين يتوقف هبوبها في باقي الشهور، ويتضح من ذلك أن فصل الصيف قد استحوذ على أكثر مدة تتحرك فيها من الكثبان الرملية، وتحديداً في شهر يوليو، أما في فصل الشتاء، فنجد أن معدل حركة الكثبان الرملية منخفض.

إن حجم ذرات الرمال يتحكم في قدرة الرياح على زحف الكثبان الرملية، فكلما كانت ناعمةً، زادت قدرة الرياح على حملها، ومن خلال الدراسة الميدانية التي تم خلالها أخذ عينة من الكثبان الرملية وتحليها وفقا للحجم، يتضح أن الحجم السائد في رمال كثبان منطقة الدراسة يراوح بين (٠,٢٥—٠,٥ملم)، ويصنف هذا النوع تحت اسم "التربة الناعمة"، التي تعد من أكثر أحجام الرمال تحركاً وتأثراً بالرياح السائدة، حيث إن سرعة الرياح اللازمة لتحريك هذا الحجم من الرمال هي (١١,٦٥) عقدة. ويسود هذا النوع في جنوب مدينة جازان وذلك في المضايا والكربوس. يليه كل من الرمل المتوسط الحجم (٠,٢٥) والرمل الخشن (٠,٥١).

خامساً: أخطار زحف الكثبان الرملية على بعض المناطق الحيوية بسهل تهامة.

تبرز أخطار زحف الكثبان الرملية على المناطق الحيوية بسهل تهامة بطريقة مباشرة وغير مباشرة، وذلك حين تنتقل الرواسب الرملية وتتجمع في أماكن ذات استعمال بشري منها الطرق والمباني والمزارع، ويتعرض لهذا التأثير معظم الطرق الساحلية، منها الطريق الساحلي الرئيس الذي يربط مدينة جازان بكل من صبيا والدرب شمالاً، والطريق الجنوبي الذي يربط مدينة صامطة بالقرى الجنوبية منها قرية السهي، (الصورة١)،

كما تؤثر الكثبان الرملية على الطرق الفرعية الترابية التي تربط قرى السهل الساحلي، طريق الدريعية الذي يمتد غرباً ليصل إلى القرى المطلة على ساحل البحر الأحمر، مخترقاً الكثبان الرملية بطريقة عمودية (الصورة٢)، ويزداد تأثير الكثبان الرملية في فصل الصيف نتيجة زيادة نشاط الرمال المنساقة، حيث تطمس معالم بعض الطرق كما في الطريق الموصل بين مدينة جازان والدرب، وهذا يؤدي في الأغلب إلى إيقاف حركة السير وانحراف المركبات إلى جانب الطريق ويستمر ذلك حتى تُزال الأتربة والرمال (الصورة ٣).

الصورة (١): زحف الكثبان الرملية في اتجاه
الطريق الرئيس الذي يربط مدينة صامطة بقرية السهي



الصورة (٢): زحف الكثبان الرملية في اتجاه
الطريق الفرعي بين قريتي المقالي والدرعية



الصورة (٣): زحف الكثبان الرملية على طريق الدرب–جازان، وعمليات الإزالة



وقد اتضحت (من خلال الزيارات الميدانية) أخطار زحف الكثبان الرملية نحو العمران في بعض قرى سهل تهامة، حيث إن المساكن الواقعة قرب تجمعات الكثبان الرملية عُرضة للكثير من الأضرار نتيجة زحف الكثبان الرملية، كما هو الحال في قريتي المقالي وديحمة، وقرية السهي، الصورة (٤)، كما أنها قد تغطى الأسوار الخارجية وتعيق حركة دخول المنازل، وتشير الصورة (٤) إلى تأثير زحف الكثبان الرملية في إسقاط أحد المنازل المأهولة بالسكان في الدرب.

وقد أشار الكثير من المسنين خلال المقابلات الميدانية، أن بعض قرى سهل تهامة هُجرت بسبب زحف الكثبان الرملية، ومنها

قرية الشنامرة التي كانت تقع على الشريط الساحلي ثم أصبحت أطلالاً بعد أن انتقل جميع أبنائها إلى أماكن متفرقة نتيجة زحف الكثبان الرملية التي غطت أجزاء واسعة من القرية، وعلى الرغم ما تتعرض له المساكن من مخاطر زحف الكثبان الرملية، إلا أن الكثير من سكان سهل تهامة ليس لديهم وعي بهذه المخاطر، فنجدهم يتوسعون في بناء مساكنهم باتجاه مناطق تجمعات الكثبان متجاهلين الأضرار التي قد تتعرض لها، كما هو الحال في شمال قرية الدريعية، كما في الصورة (٦).

الصورة (٥): زحف الكثبان الرملية في اتجاه مساكن قرية السهي في سهل تهامة



الصورة (٥): الكثبان الرملية تسقط أحد أسوار المساكن المأهولة بالسكان في محافظة الدرب



(٦): التوسع العمراني في اتجاه تجمعات الكثبان الرملية في سهل تهامة



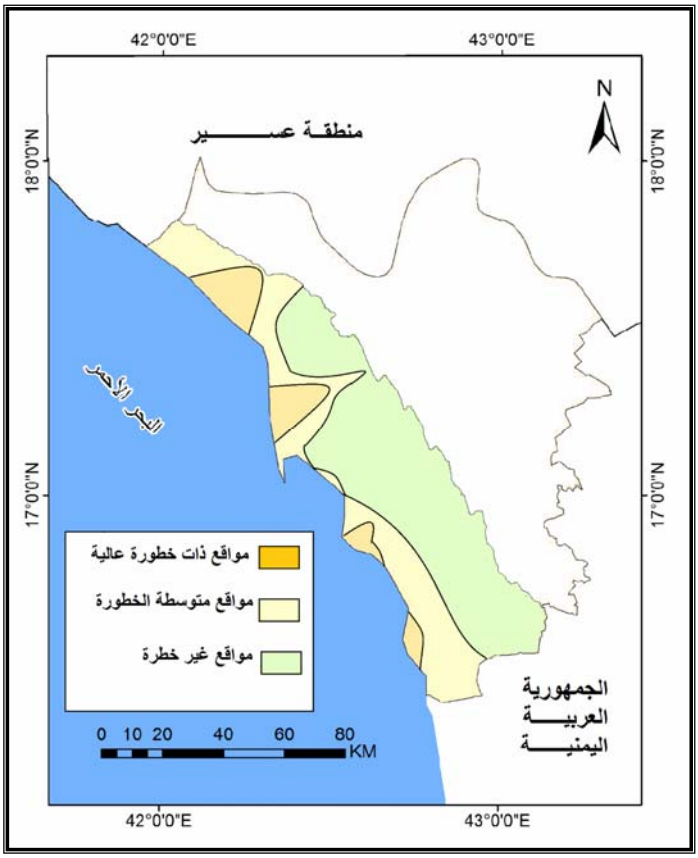
كما أن لزحف الكثبان الرملية تأثير مباشر وغير مباشر في الأراضي الزراعية في سهل تهامة، ويتمثل تأثيرها المباشر في زحف الرمال وطمر الأراضي الزراعية وبالتالي تقلص الرقعة الزراعية، أما تأثيرها غير المباشر فيتمثل في تأثير سفي الرمال، الذي يؤدي إلى تغيير خصائص التربة نتيجة زيادة نسبة الرمل في مكوناتها، وزيادة مساميتها وهو ما يقلل المادة العضوية الموجودة في التربة والتي يترتب عليها انخفاض القدرة الإنتاجية للتربة وانخفاض مستوى جودة المحاصيل المزروعة، ويحرص الكثير من المزارعين في سهل تهامة على عمل مصدات نباتية لتكون بمثابة أسوار خارجية لحماية مزارعهم من زحف الرمال، الصورة (٧).

الصورة (٧): عمل مصدات نباتية في سهل تهامة لحماية الأراضي الزراعية من مخاطر زحف الكثبان الرملية.



واستنادا إلى ما تم التوصل إليه من توزيع مواقع الكثبان الرملية من خلال المرئيات الفضائية، وما تم استطلاعه من خلال الزيارات الميدانية لمناطق متفرقة من سهل تهامة، فقط تم تصنيف مواقع سهل تهامة في منطقة جازان وفقا لدرجة تعرضها لمخاطر الكثبان الرملية، ويتضح ذلك من خلال الشكل (٩)، الذي صُنفت المناطق الواقعة في نطاق تجمعات الكثبان الرملية مناطق ذات خطورة عالية، والمناطق القريبة منها، وكذلك الواقعة في الجزء الجنوبي من سهل تهامة، حيث تكثر الكثبان الصغيرة الحجم والمتفرقة، منها مناطق متوسطة الخطورة، حيث تكون عُرضة لحدوث الانسياق الرملي وزحف الكثبان الرملية، أما بقية المناطق، خصوصاً الواقعة شرقاً، والتي تقترب من نطاق الهضاب فصنفت مناطق غير ذات خطورة من الكثبان الرملية.

الشكل (٩): تصنيف أراضي سهل تهامة وفقاً لمدى تعرضها لمخاطر زحف الكثبان الرملية



المصدر: الباحثة، استناداً إلى نتائج توزيع الكثبان الرملية في المرئيات الفضائية والزيارات الميدانية

* * *

النتائج والتوصيات

اهتمت هذه الدراسة بتحليل الرياح وزحف الكثبان الرملية في سهل تهامة بمنطقة جازان، وقد توصلت إلى عدة نتائج، من أهمها ما يأتي:

- الموقع الفلكي لسهل تهامة وضعها ضمن المناطق شبه المدارية التي تتميز بقوة تأثير الرياح، والتي بدورها تؤثر في زحف الكثبان الرملية.
- الأنشطة السكانية في سهل تهامة مثل تجريف التربة والرعي الجائر والاحتطاب، أسهمت في زيادة قوة تأثير الرياح في زحف الرمال.
- أعلى معدل لسرعة الرياح سجل في شهور فصل الصيف حيث سجلت أعلى قيمة في شهر يوليو، بينما سجل أقل معدل لسرعة الرياح في شهور فصل الشتاء، حيث سجلت أدنى قيمة في شهر يناير.
- اتجاهات الرياح السائدة في سهل تهامة في منطقة جازان هي الرياح ذات الاتجاه الجنوبي الغربي، تليها الرياح الغربية ثم الشمالية الغربية.
- معظم الكثبان الرملية في سهل تهامة تتركز في شمال منطقة جازان، مثل الدرب ورملان، حيث يوجد أكبر الكثبان

الرملية، الذي احتل المرتبة الأولى من حيث المساحة، يليها الكثبان الواقعة في شرق مدينة جازان الاقتصادية.

- هناك تزايد في مساحة الكثبان الرملية في المدة الممتدة بين ١٩٨٨ و ٢٠١٨م، حيث قدرت بحوالي ١٢,٥كم^{٢}، ومن المتوقع أن تتضاعف هذه المساحة خلال الثلاثين سنة القادمة.

- اتجاه زحف الكثبان الرملية في سهل تهامة يسير نحو الشمال الشرقي والشرق والجنوب الشرقي، وفقا لاتجاهات الرياح السائدة.

وفي ضوء النتائج السابقة خلصت الدراسة إلى التوصيات الآتية:

- توظيف التقنيات الحديثة حول الظواهر الجوية محليا وإقليميا، من خلال زيادة أعداد محطات الرصد الجوي، وتزويدها بأحدث الأجهزة، وكذلك إنشاء قاعدة بيانات عن أضرارها وإعداد الخرائط والتقارير الخاصة بها، واستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد في مراقبة زحف الكثبان الرملية.

- توعية السكان بمخاطر الممارسات الخاطئة، التي تنعكس سلباً على مختلف مجالات التنمية البيئية كالرعي الجائر والاحتطاب وتجريف التربة. وإعداد القواعد التي تنظم ذلك، وتحديد العقوبات الرادعة لكل من لا يلتزم بها.

- تشجيع العمل التطوعي لحماية البيئة في منطقة تشهد نهضة تنموية، وكثافة سكانية عالية كسهل تهامة في منطقة جازان.
- العمل على التشجير حول المزارع، وعمل حواجز شجرية من النباتات التي تتحمل الجفاف والتملح في مناطق السبخات، يعمل على تقييد حركة الكثبان الرملية، ويعيد التوازن الأيكولوجي للمنطقة، مع الحرص على عدم وجود فجوات بينها قد تصبح معبرا للرمال.
- استعمال مواد صديقة للبيئة لتثبيت الكثبان الرملية، لما لها من تأثير إيجابي في تقليل سرعة الرياح، وحماية التربة من الانجراف.
- دعم المزارعين بالقروض الزراعية التي تمكنهم من عمل مصدات الرياح، وكذلك استعمال أسلوب زراعة البيوت المحمية خلال فصل الصيف، للتغلب على المشاكل التي تواجه المزارع المكشوفة نتيجة الرياح وزحف الكثبان الرملية.
- إعداد المزيد من البحوث التي تهتم بالبيئة والتصحر في منطقة جازان.

* * *

المراجع

أ. المراجع العربية.

- أبو الخير، يحيى محمد (١٩٨٤م) زحف الرمال بمنطقة الأحساء. النشرة الجغرافية المحكمة، وحدة البحث والترجمة، العدد ٦٤، جامعة الكويت.
- أبو الخير، يحيى محمد. (١٩٩٩م). الرياح والعواصف الرملية بالمملكة. الرياح "الجزء الأول"، مجلة العلوم والتقنية، السنة١٢، العدد ٤٩، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.
- الأحيدب، إبراهيم سليمان (٢٠٠٠م) المخاطر الطبيعية في المملكة العربية السعودية وكيفية مواجهتها، مطابع الحميضي، الرياض.
- سالم، طارق زكريا. (٢٠٠٤م). العواصف الرملية والترابية وأثرها على الزراعة في منطقة جيزان بالمملكة العربية السعودية. المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، مصر.
- السرسي، مجدي. العريشي، علي محمد. (١٩٩٥م) جغرافية الزراعة في منطقة جازان. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- سقا، عبد الحفيظ محمد. (٢٠٠٤م) .الجغرافية الطبيعية للمملكة العربية السعودية .دار الكنوز، جدة.
- الشريف، عبد الرحمن. (١٩٨٤م) جغرافية المملكة العربية السعودية، إقليم جنوب غرب المملكة، دار المريخ، الرياض.

- الشيخ، أمال (٢٠١٣م) تدهور الغطاء النباتي وأثرة على السياحة البيئية في منطقة جازان. سلسلة بحوث جغرافية، الجمعية الجغرافية السعودية، الرياض.
- الطاهر، عبد الله (١٩٩٦م) العواصف الرملية والغبارية وأثرها في ترب الحقول الزراعية في واحة الأحساء، سلسلة بحوث جغرافية العدد ٢٤، الجمعية الجغرافية السعودية.
- العجمي، (١٩٩٠م) استدامة الكساء النباتي الطبيعي بشمال دولة الكويت، ورقة عمل مقدمة إلى مؤتمر مكافحة التصحر في الوطن العربي، تونس.
- العريشي، عائشة. (٢٠٠٨م) تأثير العواصف الرملية والترابية والعواصف الرعدية على التنمية البيئية في منطقة جازان. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة الملك خالد، أبها.
- العريشي، علي (١٩٨٢م) .منطقة جيزان دراسة في الجغرافيا الإقليمية. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- النافع، عبد اللطيف حمود (٢٠٠٤م). الجغرافيا النباتية للمملكة العربية السعودية، نجوم المعارف، الرياض.
- الوليعي، عبد الله بن ناصر (١٩٩٧م)، الجغرافية الحيوية للمملكة العربية السعودية، بدون دار نشر، الرياض.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية، وكالة الوزارة لتخطيط المدن (٢٠٠٦م). المخطط الإقليمي لمنطقة جازان. التقرير الفني الثاني،

المعلومات الأساسية والأوضاع الراهنة، (المجلد الأول) الدراسات الطبيعية والبيئية والعمرانية

- وزارة الشؤون البلدية والقروية، وكالة الوزارة لتخطيط المدن (١٩٨٠م) .التقييم الاقتصادي واختيار الموقع بمنطقة جازان .المجلد الأول، إعداد سيريت الاستشارية.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة جازان، مقياس رسم ١:٢٥٠٠٠٠، ٢٠١٧م.
- وزارة المياه والكهرباء بيانات مناخية غير منشورة للفترة من (١٩٨٨-٢٠١٧م).
- وزارة البترول والثروة المعدنية. (١٩٨٣م). خريطة جيولوجية استطلاعية لمربع رأس الطرفاء. لوحة ١٧:٤٢سي - ولمربع صبيا. لوحة رقم ١٧:٤٢د، مقياس رسم ١: ١٠٠٠٠٠، جدة. ولمربع جيزان ووادي بيش. لوحة "١٦و" - "١٧و"، مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، جدة.
- هاورد، ج فريبس (١٩٥٣م) تقرير عن تقسيم استكشافي للتربة الزراعية والأراضي بجنوب تهامة، روما.
- الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، بيانات مناخية غير منشورة للفترة من (١٩٨٨- ٢٠١٧م).

ب. المراجع الأجنبية:

- Mashhadi, N. Ahmadi, H (2007) Analysis of sand dunes to determine wind direction and detect sand source sites (case study: Khartooran Erg, Iran). BIABAN 12 (Desert Journal) PP, 69-75, Iran.
- Fryberage ,s.6.(1979) Dune forms and wind regime ,Geol.surv , And professional papei , cairo .

- Keiko, Udo (2016) Wind Turbulence Effects on Dune Sand Transport. Journal of Coastal Research: Special Issue 75 - Proceedings of the 14th International Coastal Symposium, Sydney, 6-11 March 2016: pp. 333 – 337.

❊ ❊ ❊

تحليل المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي في بعض مناطق المملكة العربية السعودية

Analysis of daily average of solar radiation in some Provinces of Saudi Arabia

إعداد

د. فهدة بنت فلاح بن حشر، أستاذ مساعد – جغرافيا مناخية

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الأميرة نورة نت عبد الرحمن

المملكة العربية السعودية، الرياض

Dr. Fahdah falah faisal ben hasher

Geography Department, College of Arts,

Princess Norah bint Abdulrahman university

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الملخص

تتضمن هذه الدراسة سلسلة من المعادلات الرياضية التي استُعملت في حساب المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي، والإشعاع الشمسي المباشر، والإشعاع الشمسي المبعثر من السماء، وللإشعاع الشمسي المعكوس من السطح، في عشرة مواقع مختلفة من المملكة العربية السعودية، منها أربعة مواقع في المنطقة الشمالية، هي: طريف، وتبوك، والقيصومة، وموقع على الساحل الغربي وهو جدة، وموقع على الساحل الشرقي وهو الظهران، وموقعان في المنطقة الوسطى هما الرياض وحائل، وثلاثة مواقع أخرى في المنطقة الجنوبية هي: أبها، وجازان، والعبيلة. وقد تبين من نتائج هذه الدراسة أن مدة التشمس (عدد ساعات السطوع الشمسي) تزيد تدريجياً بمتوسط يومي يراوح بين ١٠:٣٠ ساعة خلال شهر ديسمبر (بداية فصل الشتاء)، و١٣:٣٠ ساعة خلال شهر يونيو (بداية فصل الصيف).

ولقد أظهر تحليل التباين المكاني أن إجمالي الإشعاع الشمسي يزيد تدريجياً من الشمال إلى الجنوب بمتوسط يومي يراوح بين ١١٣٠,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف شمالاً، و١١٨٠,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان جنوباً. وتتوافق التباينات المكانية للإشعاع الشمسي المباشر والمبعثر من السماء والمعكوس من السطح مع التباينات المكانية لإجمالي الإشعاع الشمسي. وتبلغ نسبة الإشعاع الشمسي المباشر ٨٢ إلى ٨٣٪، ونسبة الإشعاع الشمسي المبعثر من السماء ٩ إلى ٩,٥٪، ونسبة الإشعاع المعكوس

من السطح ٨ إلى ٨,٥٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق المملكة العربية السعودية.

الكلمات المفتاحية: إجمالي الإشعاع الشمسي، الإشعاع الشمسي المباشر، الإشعاع الشمسي المبعثر من السماء، الإشعاع الشمسي المعكوس من السطح، عدد ساعات السطوع الشمسي، المملكة العربية السعودية.

Abstract

This study includes a series of mathematical equations used to calculate the daily average of global solar radiation, direct solar radiation, scattered solar radiation from the sky, and reflected solar radiation from the surface in 10 different locations in Saudi Arabia with four sites in the Northern area, three sites in the Central area and three sites in the Southern area of Saudi Arabia.

The results of this study show that the period of sunrise (number of hours of solar brightness) increases gradually from an average of 10.5 hours during December (Winter) to 13.5 hours during June (Summer).

The analysis of spatial variation showed that the global solar radiation increases gradually from North to South with a daily average of 1130.1 Wh/m^2 at Tarif station in the North to 1180.2 Wh/m^2 at Jazan station in the South. The spatial variations of direct, scattered solar radiation from the sky and the reflected solar radiation from the surface correspond to the spatial variations of global solar radiation. The ratios of direct solar radiation is 82 to 83%, of solar radiation scattered from the sky is 9 to 9.5% and of the reflected the radiation from the surface is 8 to 8.5% of the global solar radiation in different Provinces of Saudi Arabia.

Keywords: Global solar radiation, Direct solar radiation, Diffused solar radiation from a clear sky, Reflected solar radiation from the ground, solar radiation duration, Saudi Arabia.

المقدمة

تعد الطاقة الشمسية أهم موارد الطاقة المتجددة على سطح الأرض. وتكمن أهميتها في قدرتها على توفير نسبة كبيرة من الطاقة التقليدية من جهة؛ وكونها مصدراً للطاقة لا يتسبب في إحداث أي تلوث بيئي، إضافةً إلى توافرها بشكل منتظم على سطح الأرض دون تكاليف على مدار السنة من جهة ثانية.

وقد اهتم الإنسان منذ القدم بهذا المصدر المتجدد لتسخيره في احتياجاته اليومية مصداقاً لقوله تعالى: ﴿وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيۡلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمۡسَ وَٱلۡقَمَرَۖ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتُۢ بِأَمۡرِهِۦٓۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَأٓيَٰتٖ لِّقَوۡمٖ يَعۡقِلُونَ﴾ (الآية ١٢، سورة النحل). وقدر الله سبحانه وتعالى للأرض أن تدور حول الشمس بمتوسط مسافة يبلغ ١٤٩,٥ مليون كم، وهي مسافة كافية لجعلها آمنة من تأثيرات الإشعاع الشمسي الهائلة الناتجة من الطاقة الشمسية. وتستطيع الأرض أن تكمل دورتها حول الشمس خلال مدة تبلغ ٣٦٥,٢٥ يوماً. وينتج عن هذه الدورة تعاقب فصول السنة الأربعة. كما تدور الأرض أيضاً حول محورها الذي يميل عن مستوى مدارها حول الشمس بزاوية قدرها 23.45^{o} خلال ٢٤ ساعةً، وينتج عن هذه الدورة تعاقب الليل والنهار.

(توحد أشكال الأرقام)

ونظراً لموقع المملكة العربية السعودية في المنطقة المدارية الجافة؛ فإنها تتعرض باستمرار لتأثيرات الإشعاع الشمسي خلال فصول السنة؛ إذ يوفر هذا الإشعاع الشمسي كمية كبيرة من الطاقة يمكن الاستفادة منها وتوظيفها في الكثير من المجالات؛ بسبب ارتفاع نسبتها وانتظام توافرها، لذا تتناول هذه الدراسة الطرق الرياضية الخاصة بتقدير إجمالي كمية الإشعاع الساقطة على السطح الأفقي في عشرة مواقع في المملكة العربية السعودية، التي يمكن الاستفادة منها بهدف استعمال الألواح الشمسية المصنوعة من الخلايا الفوتوفولتائية لإنتاج الطاقة الكهربائية؛ للمساهمة في سد الطلب المتزايد على الكهرباء في مختلف القطاعات.

وفي هذا الإطار تأتي هذه الدراسة التي تسعى إلى تقدير المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي اليومي الساقطة على سطح الأرض المؤلفة من الإشعاع الشمسي المباشر والإشعاع الشمسي المبعثر بواسطة عناصر الغلاف الجوي (السماء) والإشعاع الشمسي المعكوس بواسطة مواد سطح الأرض من خلال سلسلة من المعادلات الرياضية المترابطة، وتحليله خلال مختلف فصول السنة في عشرة مواقع مختلفة من المملكة العربية السعودية تمثلها تسع محطات

أرصاد جوية، إضافةً إلى مركز العبيلة في صحراء الربع الخالي وهي:

- محطة تبوك في المنطقة الشمالية الغربية.
- محطة طريف في المنطقة الشمالية.
- محطة القيصومة في المنطقة الشمالية الشرقية.
- محطة الرياض في المنطقة الوسطى.
- محطة حائل في المنطقة الوسطى.
- محطة أبها على المرتفعات الغربية.
- محطة جدة على الساحل الغربي.
- محطة جازان في المنطقة الجنوبية.
- محطة الظهران على الساحل الشرقي.
- مركز العبيلة في صحراء الربع الخالي.

ويمثل غياب أو عدم توافر أجهزة أو محطات قياس الإشعاع الشمسي؛ مشكلة تعاني منها كثيراً مختلف المناطق في العالم؛ كما هو الحال بالنسبة للمناطق المدروسة في هذا البحث. وفي هذا الصدد فقد تم تصميم الكثير من النماذج الرياضية لتقدير كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض بتطبيق الكثير من المعادلات المترابطة التي تعتمد على قياس أو تقدير زوايا الأشعة الشمسية على غرار النموذج الذي طورته الجمعية الأمريكية

لمهندسي التسخين والتبريد وتكييف الهواء (ASHRAE) الذي طُبق في هذه الدراسة.

وبناءً على ما تقدم تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التغيرات الفصلية للإشعاع الشمسي في المواقع المدروسة، من خلال تقدير إجمالي الإشعاع الشمسي وتحليل التباينات المكانية لإجمالي الإشعاع الشمسي، في مواقع مختلفة من المملكة العربية السعودية.

أولاً- العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي

يتأثر الإشعاع الشمسي بعاملين مهمين هما الغلاف الجوي والزاوية التي يسقط بها على سطح الأرض. ويمكننا تحديد المتغيرات التي تتحكم في هذين العاملين بتطبيق سلسلة من المعادلات الرياضية المترابطة والمتناسقة التي تساعد على تقدير كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى أي موقع على سطح الأرض في المواقع المدروسة خلال أية مدة زمنية (ساعة، يوم، فصل، سنة).

وتتلخص العوامل المؤثرة في التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي على سطح الأرض فيما يلي:

١- زاوية عرض موقع المكان (ϕ) Latitude angle

هي زاوية خط العرض لموقع المكان وهي تراوح بين $-90^o \leq \phi \leq +90^o$. ولقد اعتمدت درجة عرض موقع محطة الارصاد الجوية في تقدير الإشعاع الشمسي اليومي بمناطق المملكة في هذه الدراسة.

٢- **التاريخ (اليوم من السنة)** (n)

يمثل هذا المتغير رقم الترتيب لليوم ضمن أيام السنة، بحيث يعرف هذا الرقم بالرقم الجولياني لليوم (n). فمثلاً نجد أن الرقم الجولياني ليوم ٣١ يناير هو ٣١، وليوم ١ فبراير هو ٣٢.

٣- **زاوية انحراف الشمس عن خط الاستواء** Solar declination angle (δ)

هي زاوية انحراف أو ميل الشمس عن خط الاستواء عند الظهر at noon نتيجة دوران الأرض حول الشمس، وهي تراوح بين 23.45o+ خلال فصل الصيف، و 23.45o- خلال فصل الشتاء. وعلى هذا الأساس فإن زاية انحراف الشمس عن خط الاستواء تساوي ٠° خلال يومي ٢١ مارس و٢١ ديسمبر، و 23.45o+ خلال يوم ٢٢ يونيو و 23.45o- خلال يوم ٢٣ ديسمبر. وتحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية: (Kalogirou, 2013)

$$\delta = ٢٣.٤٥^{\circ} Sin\left[(٣٦٠)\left(\frac{٢٨٤ + n}{٣٦٥}\right)\right]$$

٤- **زاوية الوقت الشمسي** Solar angle (ω)

هي الزاوية التي تنتج عن حركة الشمس شرق أو غرب خط جرينتش Greenwich meridian نتيجة دوران الأرض حول محورها بمقدار ١٥° طولية في الساعة، وتكون هذه الزاوية سالبة صباحاً وموجبة بعد الظهر، وتساوي صفراً عند منتصف النهار (الظهر).

وتُحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية:

ω = 15 (LAT – 12) (Messenger & Vente, 2003)

بحيث يمثل LAT التوقيت المحلي للموقع (المكان) (ساعة) Local Apparent Time.

٥- **زاوية الارتفاع الشمسي** Solar altitude angle (ψ)

هي الزاوية التي تنتج عن سقوط الأشعة الشمسية على مستوى أفقي من سطح الأرض، وتزيد هذه الزاوية تدريجياً من وقت الشروق حتى تصل أقصاها عند الظهر ثم تتناقص تدريجياً كذلك حتى تصل إلى الصفر عند وقت الغروب، وتحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية:

ψ = Arc Sin [Cosø Cosδ Cosω] + [Sinø Sinδ]

٦- **زاوية السمت الشمسي الأفقية** Solar azimuth angle (γs)

هي الزاوية المحصورة بين الأشعة الشمسية الساقطة وأي عمود قائم أو مبنى عمودي على سطح الأرض، وهي تراوح بين $180^o+ \gamma \leq -180^o$. وتحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية:

γ = Arc Sin [(Cosδ Sinω) /Cosψ] (Duffie and Beckman, 2013)

٧- **زاوية السمت الشمسي الرأسية** Solar zenith angle (z)

هي الزاوية المحصورة بين خط سقوط الأشعة الشمسية على المستوى الأفقي والخط المطابق لخط اتجاه الجنوب الجغرافي للموقع. وتحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية:

z = 90o – ψ (Duffie and Beckman, 2013)

٨- **زاوية الميل المثلى للسطح** Solar tilt angle of surface (β)

هي عبارة عن الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقي لسطح الأرض ومستوى السطح الذي تسقط عليه الأشعة الشمسية، وهي تمثل الزاوية التي يتلقى عندها أي سطح مائل عن المستوى الأفقي أكبر كمية من الإشعاع الشمسي. وتعتبر هذه الزاوية مهمة في تصميم سبكات الخلايا الشمسية المولدة للطاقة الكهربائية. وتكون β = 0 للأسطح العمودية. أما بالنسبة للأسطح غير العمودية فتحسب بتطبيق المعادلة التالية:

$\beta = z = 90o - \psi$ (Gunerham & Hepbasli, 2007)

٩- **زاوية السقوط الشمسي** Solar incident angle (θ)

هي عبارة عن الزاوية المحصورة بين الأشعة الشمسية الساقطة على سطح مائل والعمود الرأسي المقام عليه، وتُحسب هذه الزاوية بواسطة المعادلة التالية:

(Kaldellis & Zafirakis, 2012)

$\theta = \text{ArcCos}\psi\ [\text{Cos}\psi\ \text{Cos}\gamma s\ \text{Sin}\beta + \text{Sin}\psi\ \text{Cos}\beta]$

١٠- **عدد ساعات الإضاءة الشمسية** Number of bright sunshine hours (N)

هي أقصى مدة زمنية لساعات سطوع الشمس خلال النهار الواحد، وتحسب بواسطة المعادلة التالية: (Forsythe, 1995)

$N = 0.1333\ \text{arcCos}\ (-\tan\varphi)(\tan\delta)$

ثانيًا: الدراسات السابقة

تعد الدراسات العربية للإشعاع الشمسي قليلة مقارنة بغيرها من الدراسات الأجنبية، مثل دراسة محفوظ في عام ١٩٩٥م بعنوان "الإشعاع الشمسي" التي تناولت شرح المفاهيم الأساسية للإشعاع الشمسي من خلال التطرق إلى الأشعة خارج الغلاف الجوي، والطيف خارج الغلاف الجوي والعوامل المؤثرة في الغلاف الجوي وزوايا سقوط الأشعة والإشعاع الواصل إلى الأرض وأجهزة قياس الأشعة الشمسية، وقياس الإشعاع الشمسي.

ومن الدراسات العربية عن الإشعاع الشمسي دراسة عتاب في عام ١٩٩١م بعنوان "حساب وتحليل الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي لمدينة الناصرية". وقد تضمنت هذه الدراسة الطرائق الرياضية الخاصة بحساب كمية الإشعاع الشمسي الكلي لوحدة المساحة الساقط على السطح الأفقي لمدينة الناصرية، والتي يمكن تطبيقها على أرض الواقع بهدف استعمال ألواح الخلايا الفوتوفولتائية للحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة لتغذية الأحمال المطلوبة، بالاعتماد على بيانات العناصر الجوية التي لها تأثير مباشر في زاوية سقوط الأشعة الشمسية من رطوبة نسبية ودرجة الحرارة والغيوم والغبار للمدة من ٢٠٠٧/١/١م إلى ٢٠٠٨/١/١م المأخوذة من محطة الأرصاد الجوية بالناصرية،

الواقعة على دائرة العرض ١٥ ′ ٣١ ° شمالاً وخط الطول ١٤ ′ ٤٦ ° شرقاً. وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن كمية الأشعة الشمسية المحسوبة نظرياً لكل ١م٢ تقع ضمن المدى ٠- ٩٤٥ واط/م٢. كما أثبتت الدارسة أن للعوامل الجوية تأثيراً مباشراً في كمية الأشعة الشمسية المقيسة من خلال توهينها بواسطة عمليتي الامتصاص والاستطارة، اعتمادا على أقطار الجسيمات والأتربة وبخار الماء (مقدار الرطوبة النسبية) في الجو ونوع الغيوم وسمكها وارتفاعها.

بينما أظهرت دراسة مجيد في عام ٢٠٠٨م بعنوان "العلاقة المتداخلة بين الإشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل" أن الاتجاه العام للسلسلة الزمنية ١٩٨٠- ٢٠٠٨م للمعدلات اليومية للإشعاع الشمسي اتجاها بسيطاً نحو التناقص، في حين أظهرت المعدلات الشهرية للإشعاع الشمسي الساقط على السطح الأفقي اتجاها بسيطاً نحو الزيادة. وقد توصلت هذه الدراسة إلى تحديد قيم معامل الارتباط بين المعدلات الشهرية لإجمالي الإشعاع الشمسي من جهة، وكل من درجة التغيم وعدد ساعات السطوع الشمسي والرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء والأمطار والتبخر بما يعادل: ٠,٨٢ و٠,٩٢ و٠,٩٥ و٠,٩٧ و٠,٩٠ و٠,٩٠ على التوالي. وقد صمم في هذه الدراسة نموذج رياضي لتقدير إجمالي الإشعاع الشمسي الساقط على السطح الأفقي لمدينة الموصل، يعتمد على الرطوبة النسبية

ودرجة التغييم، ونموذج رياضي ثان يعتمد على الفرق في درجات الحرارة العظمى والدنيا ودرجة التغيم والرطوبة النسبية.

كما توجد بعض الدراسات غير العربية عن الإشعاع الشمسي في المملكة العربية السعودية، منها دراسة Stewart وآخرين في عام ١٩٩٣م بعنوان "Solar Radiation In Saudi Arabia" وتناولت دراسة الإشعاع الشمسي في محطات الرياض والقيصومة والظهران باستعمال تقنيات مركز التطبيقات البيئية ETAC التابع لمصلحة الأرصاد الجوية للقوات المسلحة الأمريكية. وقد توصلت الدراسة إلى تقدير الإشعاع الشمسي اليومي (الأقصى والمتوسط والأدنى) بالمحطات المذكورة من يناير ١٩٨١م إلى يونيو ١٩٩٠م. واستعرضت هذه الدراسة نتائج تقدير الإشعاع الشمسي المتوسط والأدنى والأقصى لفترات زمنية تمتد من ساعتين إلى ١٥ ساعة/يوم ونتائج التوزيع التكراري للإشعاع الشمسي الشهري، إضافة إلى مقارنة كميات الإشعاع الشمسي اليومي التي قدرت من عدة مصادر على مستوى عدة محطات في المملكة العربية السعودية.

كما قدم Zell وآخرون في عام ٢٠١٥م دراسة بعنوان "Assessment of Solar Radiation Resources in Saudi Arabia"، التي اعتمدت على النتائج الأولى لتقدير الإشعاع الشمسي خلال الفترة من أكتوبر ٢٠١٣م إلى سبتمبر ٢٠١٤م بمجموع ٣٠ محطة في

المملكة العربية السعودية، تشرف عليها مدينة الملك عبدالله للطاقة (KA CARE). وقد تم تحليل الإشعاع الشمسي باستعمال قياسات الإشعاع الأفقي (GHI) الإشعاع المبعثر (DHI)، الإشعاع المباشر (DNI). وتوصلت هده الدراسة إلى تقدير المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المتوسط الأفقي، بما يعادل ٥٧٠٠ واط/ساعة/يوم إلى ٦٧٠٠ واط/ساعة/يوم، بينما تراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المباشر بين ٤٤٠٠ واط/ساعة/يوم وأكثر من ٧٣٠٠ واط/ساعة/يوم. ولقد تبين أن الإشعاع الشمسي يتزايد في الشمال الغربي للمملكة، ويصل إلى ٦٤٧٤ واط/ساعة/يوم في المنطقة الغربية ولا يتعدى ٥٥١٠ واط/ساعة/يوم في المنطقة الشرقية.

أما دراسة Al Dobhani في عام ٢٠١٤م بعنوان "Effect of Altitude and Tilt angle on Solar Radiation in Tropical Regions"، فاعتمدت على تطبيق نموذج Hotel في تقدير الإشعاع الشمسي للسطح الأفقي، وللسطح المائل الثابت، وللسطح عند زاوية الميل المثلى في مناخ المناطق المدارية. كما تطرقت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير الارتفاع على الإشعاع الشمسي، وتحليل تباين هدا التأثير بمناطق تقع على ارتفاعات مختلفة، ولقد تطرقت ه<ه الدراسة إلى تحليل تأثير الكتلة الهوائية وميل الأشعة الشمسية في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض. ولقد أظهرت نتائج هده الدراسة أن الكثير من المناطق المتضرسة باليمن لها تأثير في زاوية الميل المثلى

للسطح، خصوصاً خلال فترات الانقلاب الصيفي والشتوي، كما أن هناك تأثيرات كبيرة للارتفاع في المنطقة المدارية الوسطى على زاوية ميل الأشعة الشمسية خلال فصل الصيف بسبب الانحراف الكبير لزاوية السمت إلى غاية 47^{o} على السطح الأفقي في منتصف النهار.

وفي عام ٢٠١٦م قام Jamil بتقدير الإشعاع الشمسي وزوايا الميل المثلى للسطوح المواجهة للجنوب في المنطقة شبه الاستوائية الرطبة بالهند لمدة ٣ سنوات، تم من خلالها تحديد زوايا الميل المثلى الشهرية والفصلية والسنوية بمدينتي دلهي الجديدة وأليجاره بما يعادل 27.62^{o} و27.95^{o} على التوالي من خلال دراسته بعنوان "Estimation of Solar Radiation and Optimum Tilt Angles for South-facing surfaces in Humid Subtropical Climatic Region of India"، وتبين من خلال هذه الدراسة أن هناك زيادة في المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي المناسب لزاوية الميل المثلى للسطح مقارنة بمثيله المناسب للسطح الأفقي بما يعادل نسبة تراوح بين ١٢,٩٢ ٪ شهرياً و١١,٦١٪ فصلياً و٦,٥١٪ سنوياً بمدينة أليجاره وبما يعادل ١٣,١٣٪ شهرياً و١١,٨٠٪ فصلياً و٧,٥٨٪ سنوياً في مدينة دلهي الجديدة.

وبمقارنة هذه الدراسة بالدراسات السابقة التي أجريت في المملكة العربية السعودية لتقدير الإشعاع الشمسي في بعض المواقع (Stewart et al., 1993) وتقدير الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق المملكة (Zell et al., 2015) من جهة وبعض الدراسات الأخرى التي تناولت دراسة الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح

الأفقي (عتاب، ١٩٩١)، ودراسة تأثير الغيوم على الإشعاع الشمسي (مجيد ، ٢٠٠٨) ودراسة تأثير ارتفاع وميل زاوية سقوط الأشعة الشمسية في المناطق المدارية (Al Dobhani, 2014)، وتحديد زاوية الميل المثلى لسقوط الإشعاع الشمسي في المناطق المدارية الرطبة (Jamil, 2016)، فإن هذا البحث يقدم منهجية لتقدير وتحليل المتوسط اليومي لأنواع الإشعاع الشمسي اليومي على مواقع في المملكة ولأي مدة زمنية من الشهر أو الفصل أو السنة، ولا يرتبط بالخصائص الجغرافية للمكان من جهة بقدر ما يعتمد على تغير زوايا سقوط الإشعاع الشمسي على سطح الأرض مع تغير الزمن. ومن هذا المنطلق فإن منهجية هذه الدراسة يمكن تطبيقها على موقع من سطح الأرض لتقدير الإشعاع الشمسي بمختلف أنواعه لأي توقيت من زمن السطوع الشمسي.

ثالثًا: منطقة الدراسة

لقد اختيرت المواقع المدروسة لتمثل لمختلف مناطق المملكة العربية من الشمال إلى الجنوب ومن الشرق إلى الغرب من جهة، وكذلك للتنوع التضاريسي لهذه المناطق من جهة ثانية. وتتشكل منطقة الدراسة من عشرة مواقع مختلفة هي: (الجدول ١) و (الشكل ١).

الجدول ١: الإحداثيات الجغرافية للمواقع المدروسة

اسم الموقع	دائرة العرض (شمالا)	خط الطول (شرقا)	الارتفاع (متر)
أبها	18°13'59"	42°39'39"	2093.3
القيصومة	28°19'08"	46°07'49"	357.6
الظهران	26°15'34"	50°09'39"	16.8
حائل	27°26'04"	41°41'28"	1001.5
جازان	16°53'49"	42°35'05"	7.2
جدة	21°42'37"	39°11'12"	16.9
مطار الملك خالد	24°55'31"	46°43'19"	613.6
تبوك	28°22'35"	36°36'25"	768.1
طريف	31°41'16"	38°44'22"	852.4
العبيلة	21°59'16"	50°56'40"	144.0

الشكل ١: مواقع المحطات المدروسة بالمملكة العربية السعودية



المصدر: أطلس الموارد المائية، وزارة المياه والزراعة، ١٩٨٤ م (١٤٠٥ هـ)، ص ١٨

خامسًا: منهجية الدراسة

قُدرت إجمالي الإشعاع الشمسي Global Radiation (IT) بتطبيق المعادلة التالية:

IT = ID + Id + Ir (Wh/m2) (ASHRAE, 2011)

بحيث يمثل:

١- حساب الإشعاع الشمسي المباشر (ID) Direct Solar Radiation

حساب الإشعاع الشمسي المباشر يعتمد على زاوية السقوط الشمسي (θ) وعلى الإشعاع الشمسي المباشر العمودي (IDN) بتطبيق المعادلة التالية: (Liu & Jordan, 1962)

ID = IDN Cosθ (Wh/m2)

٢- حساب الإشعاع الشمسي المباشر العمودي (IDN) Direct Normal Solar Radiation

يُحسب الإشعاع بواسطة المعادلة التالية:

IDN = A/exp(B/Sin ψ) (Wh/m2) (Lunde, 1980)

وفيه يمثل A الأشعة الشمسية المرئية عندما تكون كتلة الهواء الجوي تساوي صفراً وتُحسب بواسطة المعادلة التالية:

A = 1147.59 + 57.5 Sin [0.01743 n + 1.47822] (Wh/m2)

ويمثل B معامل كسوف الطقس الجوي ويساوي:

B = 0.16395 + Sin [0.0202 n + 4.0131]

٣- حساب الإشعاع الشمسي المبعثر من السماء (Id) Diffuse Solar Radiation from a clear sky

يُحسب الإشعاع الشمسي المبعثر من السماء بتطبيق المعادلة التالية:

Id = IDN C Fss (Wh/m2) (Liu & Jordan, 1962)

وفيه يمثل IDN الإشعاع الشمسي العمودي المباشر Direct Normal Radiation.

C: معامل تشتت الأشعة الشمسية ويساوي:

C = 0.1207 + 0.0179 Sin [0.020 n + 3.9799]

Fss: معامل الزاوية المحصورة بين السطح المستقبل للأشعة الشمسية والسماء ويساوي:

Fss = (1 + Cosβ)/2

٤- حساب الإشعاع الشمسي المشتت والمنعكس من الأرض Solar radiation diffused and reflected from ground (Ir)

يُحسب الإشعاع الشمسي المشتت والمنعكس من الأرض بتطبيق المعادلة التالية:

Ir = ITH ρ Fsg (Wh/m2) (Jakhrani et al., 2013)

بحيث يمثل:

ITH: الأشعة الشمسية الساقطة على السطح العاكس لها، وتساوي:

ITH = IDN (C + Sinψ) (Wh/m2)

ρ: معامل الانعكاس للسطح ويساوي ٠,٢ بالنسبة للمناطق المدارية الحارة والرطبة، و ٠,٥ بالنسبة للمناطق المدارية الجافة و ٠,٩ بالنسة للأراضي التي تغطيها الثلوج (Muneer et al, 2004).

Fsg: معامل الزاوية المحصورة بين السطح المستقبل للأشعة المنعكسة وسطح الانعكاس ويساوي:

$$Fsg = (1 - Cos\beta)/2$$ (Jakhrani et al., 2013)

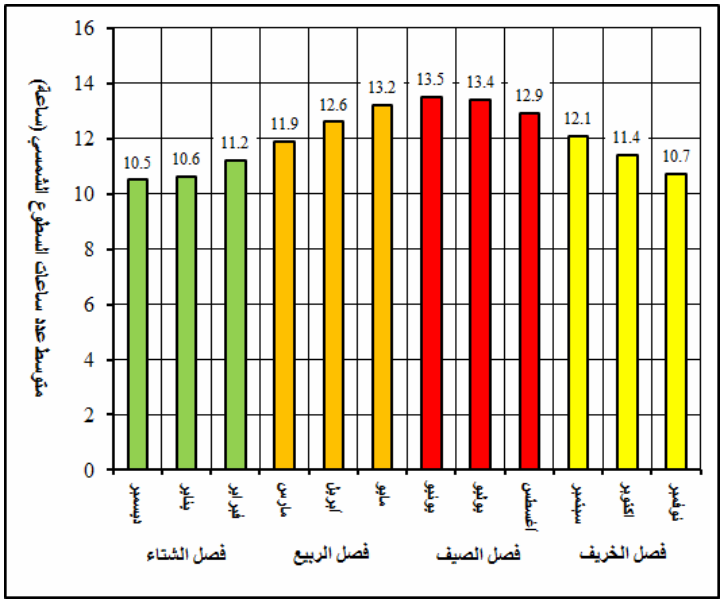
سادسًا: النتائج والمناقشة

يمكننا تلخيص النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة فيما يأتي:

١- تحليل التباينات المكانية لعدد ساعات السطوع الشمسي

ترتبط كمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض بعدد ساعات السطوع الشمسي، بحيث نجد أن هناك نوعاً من التباين المكاني في مدة الإشعاع الشمسي في مناطق المملكة خلال مختلف الشهور وخلال مختلف فصول السنة كما توضحه بيانات الجدول ٢ والشكل ٢. وتظهر متوسطات عدد ساعات السطوع الشمسي من بيانات هذا الجدول أن مدة التشمس تزيد تدريجياً من شهر ديسمبر (بداية فصل الشتاء) إلى أن تصل أقصاها خلال شهر يونيو (بداية فصل الصيف).

الشكل ٢: متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي بالمواقع المدروسة



الجدول ٢: عدد ساعات السطوع الشمسي النظري بالمحطات المدروسة

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	معامل التباين
أبها	11.0	11.4	11.9	12.4	12.9	13.1	13.0	12.6	0.03
العيلة	10.8	11.3	11.9	12,5	13.1	13.3	13.2	12.7	0.02
جازان	11.1	11.5	11.9	12.4	12.8	13.0	12.9	12.6	0.01
القيصومة	10.4	11.0	11.8	12.7	13.4	13.8	13.6	13.0	0.03
تبوك	10.4	11.0	11.8	12.7	13.4	13.8	13.6	13.0	0.03
حائل	10.4	11.1	11.8	12.7	13.4	13.7	13.6	13.0	0.03
طريف	10.1	10.9	11.8	12.8	13.6	14.1	13.9	13.1	0.03
جدة	10.8	11.3	11.9	12.5	13.1	13.3	13.2	12.7	0.03
الظهران	10.5	11.1	11.8	12.7	13.3	13.6	13.5	12.9	0.03
مطار الملك خالد	10.6	11.2	11.9	12.6	13.2	13.5	13.4	12.9	0.03
المتوسط	10.6	11.2	11.9	12.6	13.2	13.5	13.4	12.9	0.02
الانحراف المعياري	0.31	0.19	0.05	0.15	0.25	0.35	0.31	0.18	0.02

معامل التباين	0.00	0.00	0.00	0.00	- - - - - -	- - - - - -
الانحراف المعياري	0.00	0.14	0.28	0.35	- - - - - -	- - - - - -
المتوسط	12.1	11.4	10.7	10.5	- - - - - -	- - - - - -
مطار الملك خالد	12.1	11.4	10.7	10.5	12.0	1.12	0.09
الظهران	12.1	11.3	10.7	10.4	12.0	1.19	0.10
جدة	12.1	11.5	10.9	10.7	12.0	0.96	0.08
طريف	12.1	11.2	10.3	9.9	12.0	1.51	0.13
حائل	12.1	11.3	10.6	10.3	12.0	1.27	0.11
تبوك	12.1	11.3	10.5	10.2	12.0	1.31	0.11
القيصومة	12.1	11.3	10.5	10.2	12.0	1.31	0.11
جازان	12.1	11.6	11.2	11.0	12.0	0.73	0.06
العبيلة	12.1	11.5	10.9	10.7	12.0	1.00	0.08
أبها	12.1	11.6	11.1	10.9	12.0	0.80	0.07
الشهر	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط	الانحراف المعياري	معامل التباين

وبشكل عام فإن متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي يراوح خلال فصل الشتاء بين ١٠,٣ ساعات و١٠,٦ ساعات في محطات طريف وتبوك والقيصومة، وبين ١٠,٧ ساعات و١٠,٩ ساعات في محطات مطار الملك خالد (الرياض) وجدة والظهران وبين ١٠,٩ ساعات و١١,٢ ساعة في محطات أبها والعبيلة وجازان.

أما خلال فصل الربيع، فإن متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي يراوح بين ١٢,٦ ساعة و١٢,٧ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة، وبين ١٢,٥ ساعة و١٢,٦ ساعة في محطات مطار الملك خالد (الرياض) وجدة والظهران، وبين ١٢,٤ ساعة و١٢,٥ ساعة في محطات أبها والعبيلة وجازان.

أما خلال فصل الصيف، فإن متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي يراوح بين ١٣,٥ ساعة و١٣,٧ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة، وبين ١٣,١ ساعة و١٣,٣ ساعة في محطات مطار الملك خالد (الرياض) وجدة والظهران، وبين ١٢,٨ ساعة و١٣,١ ساعة في محطات أبها والعبيلة وجازان.

أما خلال فصل الخريف، فإن متوسط عدد ساعات السطوع الشمسي يراوح بين ١١,٢ ساعة و١١,٣ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة، وبين ١١,٤ ساعة و١١,٥ ساعة في محطات مطار

الملك خالد (الرياض) وجدة والظهران، وبين ١١,٥ ساعة و١١,٦ ساعة في محطات أبها والعبيلة وجازان.

٢- تحليل التباينات المكانية للإشعاع الشمسي

متوسط الإشعاع الشمسي على مستوى مناطق المملكة المدروسة يبلغ ١١٥٧,٣ واط/ساعة/م^{٢}، ويتباين المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي نسبياً بين مناطق المملكة، بحيث يتزايد تدريجياً من الشمال إلى الجنوب وهو يراوح بين ١١٣٠,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف، و١١٤٨,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل (الجدول ٣) و(الشكل ٣). كما يراوح إجمالي الإشعاع الشمسي بين ١١٥٣,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١١٦٧,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة، في حين يراوح المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي بين ١١٦٧,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١١٨٠,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان.

ويبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر على مستوى مناطق المملكة المدروسة ٩٤٦,٦ واط/ساعة/م^{٢} وهو يراوح بين ٩٣٢,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و٩٤٢,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٨٢,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي. ويتراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المباشر بين ٩٤٤,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و٩٥٢,٤ واط/ساعة/م^{٢} في

محطة جدة وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٨٢,٠٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي. ويتراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المباشر بين ٩٥٢,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و٩٥٨,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٨١,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي.

الجدول ٣: المتوسطات اليومية للإشعاع الشمسي الساقط على السطح الأفقي بالمحطات المدروسة

المحطة	الإشعاع المباشر		الإشعاع المبعثر		الإشعاع المعكوس		إجمالي الإشعاع
	I_D	%	I_d	%	I_r	%	I_T
القيصومة	٩٤٠,٢	٨٢,٢	١٠٦,٩	٩,٣	٩٨,١	٨,٥	١١٤٥,٣
تبوك	٩٤٠,١	٨٢,٢	١٠٦,٩	٩,٣	٩٨,١	٨,٥	١١٤٥,٠
حائل	٩٤٢,١	٨٢,١	١٠٧,٥	٩,٣	٩٩,١	٨,٦	١١٤٨,٧
طريف	٩٣٢,٠	٨٢,٦	١٠٤,٥	٩,٢	٩٤,٢	٨,٢	١١٣٠,٧
جدة	٩٥٢,٤	٨١,٦	١١٠,٩	٩,٥	١٠٤,٦	٨,٩	١١٦٧,٩
الظهران	٩٤٤,٥	٨٢,٠	١٠٨,٣	٩,٤	١٠٠,٣	٨,٦	١١٥٣,١
مطار الملك خالد	٩٤٧,٠	٨١,٩	١٠٩,١	٩,٤	١٠١,٧	٨,٧	١١٥٧,٨
أبها	٩٥٧,١	٨١,٣	١١٢,٦	٩,٦	١٠٧,٤	٩,١	١١٧٧,١
جازان	٩٥٨,٧	٨١,٣	١١٣,٢	٩,٦	١٠٨,٤	٩,٢	١١٨٠,٢
العبيلة	٩٥٢,٠	٨١,٦	١١٠,٨	٩,٥	١٠٤,٤	٨,٩	١١٦٧,١

يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المبعثر على مستوى مناطق المملكة المدروسة ١٠٩,١ واط/ساعة/م^{٢}، وهو يراوح بين ١٠٤,٥

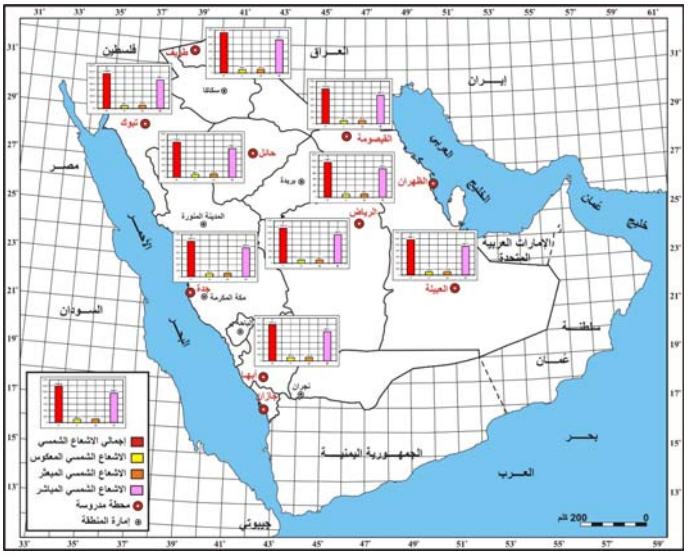
واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و١٠٧,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٩,٣٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي. ويتراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المبعثر (المشتت) من السماء بين ١٠٨,٣ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١١٠,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٩,٥٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في حين يراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المبعثر (المشتت) من السماء بين ١١٠,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١١٣,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٩,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي.

ويبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المعكوس على مستوى مناطق المملكة المدروسة ١٠١,٦ واط/ساعة/م^{٢} وهو يراوح بين ٩٤,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و٩٩,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٨,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي. كما يراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المعكوس من السطح بين ١٠٠,٣ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١٠٤,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة وهو يشكل نسبة لا تتعدى ٨,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي، في حين يراوح المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المعكوس من السطح بين ١٠٤,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطة

العبيلة، و١٠٨,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان، وهو يشكل نسبةً لا تتعدى ٩,٢٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي.

ومما تقدم نستخلص أن هناك نوعاً من التجانس في التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي بين جميع المناطق المدروسة كما يدل عليه معامل التباين بين مختلف أنواع الإشعاع الشمسي الذي لا يتعدى ١٪ بالنسبة للإشعاع الشمسي المباشر وإجمالي الإشعاع الشمسي و٣٪ بالنسبة للإشعاع الشمسي المباشر و٤٪ بالنسبة للإشعاع المعكوس.

الشكل ٣: التباينات المكانية لأنواع الإشعاع الشمسي بالمواقع المدروسة



٣- تحليل التغيرات الفصلية للإشعاع الشمسي

يتباين المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي نسبياً من فصل لآخر ومن محطة لأخرى، وتتلخص أهم التباينات الفصلية والمكانية للإشعاع الشمسي فيما يلي:

٣- ١- تباين الإشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء

يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الشتاء ١٠٨٦,٥ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٣٠,٠ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ٣٪، وهو يبلغ ١٠٥٨,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، ويراوح بين ١٠٣٧,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و١٠٦٩,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل (الجدول ٤) و(الشكل ٤).

الجدول ٤: المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي الساقط خلال فصل الشتاء على السطح الأفقي بالمحطات المدروسة

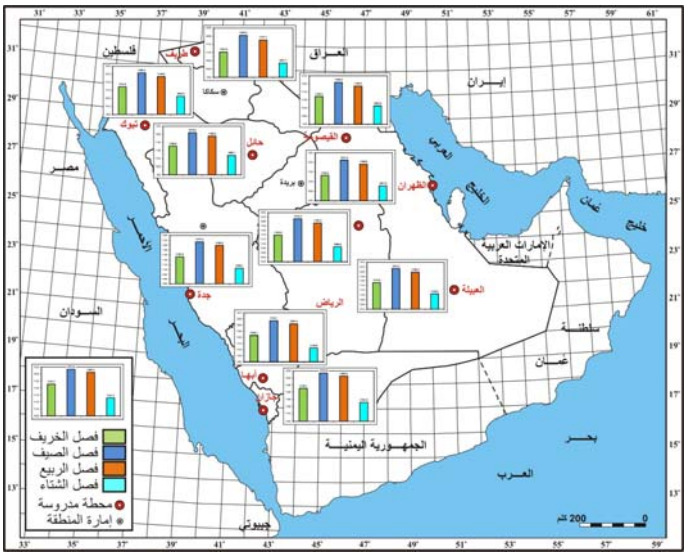
المحطة	الإشعاع المباشر I_D	الإشعاع المبعثر I_d	الإشعاع المعكوس I_r	إجمالي الإشعاع I_T
تبوك	896.8	92.1	74.0	1062.9
القيصومة	897.1	92.1	74.1	1063.4
طريف	881.0	88.1	68.0	1037.1
حائل	900.9	93.1	75.7	1069.7
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	894.0	91.4	72.9	1058.2
٪	84.5	8.6	6.9	100
الظهران	905.6	94.4	77.7	1077.8
جدة	921.7	99.2	85.2	1106.1
مطار الملك خالد	910.7	95.9	80.0	1086.6
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	912.7	96.5	80.9	1090.2
٪	83.7	8.9	7.4	100.0
أبها	931.9	102.5	90.5	1124.9
جازان	935.4	103.6	92.4	1131.5
العبيلة	920.9	98.9	84.7	1104.5
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	929.4	101.7	89.2	1120.3
٪	83.0	9.1	8.0	100

يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١٠٩٠,٢ واط/ساعة/م^2 في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، وهو يراوح بين ١٠٧٧,٨ واط/ساعة/م^2 في محطة الظهران، و١١٠٦,١ واط/ساعة/م^2 في محطة جدة. كما يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١١٢٠,٣ واط/ساعة/م^2 في محطات أبها وجازان

والعبيلة، وهو يراوح بين ١١٠٤,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١١٣١,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المباشر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الشتاء ٩١٠,٢ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ١٧,٢ واط/ساعة/م^{٢} ومعامل تباين لا يتعدى ٢٪، ويصل إلى ٨٩٤,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل؛ أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٤,٥٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي بالمحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ٩١٢,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٣,٧٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ٩٢٩,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٣,٠٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

الشكل ٤: التباينات الفصلية لإجمالي الإشعاع الشمسي بالمواقع المدروسة



يبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المبعثر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الشتاء ٩٦,٠ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٥,٠ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ٥٪، ويصل إلى ٩١,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ٩٦,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات

الثلاث، في حين يرتفع إلى ١٠١,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,١٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويقل المتوسط اليومي للإشعاع المعكوس على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الشتاء عن نظيره الإشعاع المبعثر والمباشر وهو لايتعدى ٨٠,٢ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٧,٨ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين يبلغ ١٠٪، ويصل إلى ٧٢,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٦,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المعكوس ٨٠,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٧,٤٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ٨٩,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٠٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

٣- ٢- تباين الإشعاع الشمسي خلال فصل الربيع

يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي خلال فصل الربيع على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الشتاء ١١٩٢,٧ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٨,٩ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل

تباين لا يتعدى ١٪، ويبلغ ١١٨٤,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، ويتراوح بين ١١٧٧,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف، و١١٨٨,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل (الجدول ٥) و(الشكل ٥).

ويبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١١٩٤,٣ واط/ساعة/م^{٢} في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، وهو يراوح بين ١١٩٠,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١١٩٨,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة. كما يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١٢٠٢,٣ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، ويراوح بين ١١٩٨,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١٢٠٥,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المباشر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الربيع ٩٦٥,١ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٤,١ واط/ساعة/م^{٢} ومعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ٩٦١,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨١,٢٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ٩٦٥,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٠,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ٩٦٩,٦

واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٠,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المبعثر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الربيع ١١٥,٣ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ١,٨ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ١١٣,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ١١٥,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٧٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يرتفع إلى ١١٧,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٧٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويقل المتوسط اليومي للإشعاع المعكوس على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الربيع عن نظيره الإشعاع المبعثر والمباشر وهو لايتعدى ١١٢,٣ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٣,٠ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ١٠٩,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٢٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المعكوس ١١٢,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما

يعادل نسبة قدرها ٩,٤٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ١١٥,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٦٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

الجدول ٥: المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي الساقط خلال فصل الربيع على السطح الأفقي بالمحطات المدروسة

المحطة	الإشعاع المباشر I_D	الإشعاع المبعثر I_d	الإشعاع المعكوس I_r	إجمالي الإشعاع I_T
تبوك	962.0	113.9	109.9	1185.8
القيصومة	962.0	113.9	110.0	1185.9
طريف	957.9	112.2	107.0	1177.1
حائل	963.0	114.4	110.6	1188.0
المتوسط (واط/ساعة/م^{٢})	961.2	113.6	109.4	1184.2
٪	81.2	9.6	9.2	100
الظهران	964.2	114.9	111.5	1190.6
جدة	968.0	116.5	114.4	1198.9
مطار الملك خالد	965.5	115.4	112.4	1193.3
المتوسط (واط/ساعة/م^{٢})	965.9	115.6	112.8	1194.3
٪	80.9	9.7	9.4	100.0
أبها	970.1	117.5	116.0	1203.6
جازان	970.7	117.7	116.5	1205.0
العبيلة	967.8	116.4	114.2	1198.5
المتوسط (واط/ساعة/م^{٢})	969.6	117.2	115.6	1202.3
٪	80.6	9.7	9.6	100

٣- ٣- تباين الإشعاع الشمسي خلال فصل الصيف

يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي خلال فصل الصيف على مستوى المناطق المدروسة ١٢١١,٣ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٢,٨ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ١٪، وهو يبلغ ١٢٠٨,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، ويتراوح بين ١٢٠٥,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و١٢١٠,٣ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل (الجدول ٦) و(الشكل ٦).

ويبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١٢١٢,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، وهو يراوح بين ١٢١١,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١٢١٣,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة. كما يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١٢١٣,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، وهو يراوح بين ١٢١٣,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١٢١٤,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة أبها.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المباشر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الصيف ٩٧٣,٤ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ١,٢ واط/ساعة/م^{٢} ومعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ٩٧٢,٢ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة

وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٠,٤٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ٩٧٣,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٠,٣٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ٩٧٤,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٠,٣٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المبعثر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الصيف ١١٩,٣ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٠,٦ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ١١٨,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٨٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ١١٩,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يرتفع إلى ١١٩,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويقل المتوسط اليومي للإشعاع المعكوس على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الصيف عن نظيره الإشعاع المبعثر والمباشر وهو لايتعدى ١١٨,٧ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ١,٠ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين لا يتعدى ١٪ ، ويصل إلى ١١٧,٧ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٧٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المعكوس ١١٩,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد ، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٨٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ١١٩,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة ، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

الجدول ٦: المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي الساقط خلال فصل الصيف على السطح الأفقي بالمحطات المدروسة

المحطة	الإشعاع المباشر I_D	الإشعاع المبعثر I_d	الإشعاع المعكوس I_r	إجمالي الإشعاع I_T
تبوك	972.5	118.9	118.0	1209.4
القيصومة	972.5	118.9	118.0	1209.4
طريف	970.7	118.0	116.5	1205.2
حائل	972.9	119.1	118.3	1210.3
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	972.2	118.7	117.7	1208.6
٪	80.4	9.8	9.7	100
الظهران	973.4	119.3	118.7	1211.4
جدة	974.4	119.8	119.6	1213.8
مطار الملك خالد	973.8	119.5	119.0	1212.3
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	973.9	119.5	119.1	1212.5
٪	80.3	9.9	9.8	100.0
أبها	974.5	119.9	119.7	1214.1
جازان	974.4	119.8	119.6	1213.8
العبيلة	974.4	119.8	119.6	1213.7
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	974.4	119.8	119.6	1213.9
٪	80.3	9.9	9.9	100

٣- ٤- تباين الإشعاع الشمسي خلال فصل الخريف

يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي خلال فصل الخريف على مستوى المناطق المدروسة ١٢٣٨,٨ واط/ساعة/م^2 بانحراف معياري قدره ٢١,٤ واط/ساعة/م^2 وبمعامل تباين لا يتعدى

٢٪، وهو يبلغ ١١١٨,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، ويتراوح بين ١١٠٣,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطة طريف و١١٢٦,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطة حائل (الجدول ٧) و(الشكل ٧).

ويبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١١٤١,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، وهو يراوح بين ١١٣٢,٦ واط/ساعة/م^{٢} في محطة الظهران و١١٥٢,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جدة. كما يبلغ المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي ١١٦٢,٩ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، وهو يراوح بين ١١٥١,٨ واط/ساعة/م^{٢} في محطة العبيلة و١١٧٠,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطة جازان.

الجدول ٧: المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي الساقط خلال فصل الخريف على السطح الأفقي بالمحطات المدروسة

المحطة	الإشعاع المباشر	الإشعاع المبعثر	الإشعاع المعكوس	إجمالي الإشعاع
	I_D	I_d	I_r	I_T
تبوك	929.0	102.6	90.3	1121.9
القيصومة	929.2	102.7	90.4	1122.3
طريف	918.6	99.5	85.3	1103.4
حائل	931.6	103.5	91.7	1126.8
المتوسط (واط/ساعة/م^{٢})	927.1	102.1	89.4	1118.6
٪	82.9	9.1	8.0	100
الظهران	934.8	104.5	93.4	1132.6

المحطة	الإشعاع المباشر	الإشعاع المبعثر	الإشعاع المعكوس	إجمالي الإشعاع
	I_D	I_d	I_r	I_T
جدة	945.4	108.2	99.4	1152.9
مطار الملك خالد	938.1	105.6	95.2	1139.0
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	939.4	106.1	96.0	1141.5
٪	82.3	9.3	8.4	100.0
أبها	952.0	110.6	103.5	1166.1
جازان	954.3	111.5	104.9	1170.7
العبيلة	944.8	108.0	99.0	1151.8
المتوسط (واط/ساعة/م^2)	950.3	110.0	102.5	1162.9
٪	81.7	9.5	8.8	100

يبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المباشر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الخريف ٩٣٧,٨ واط/ساعة/م^2 بانحراف معياري قدره ١١,٣ واط/ساعة/م^2 ومعامل تباين لا يتعدى ١٪، ويصل إلى ٩٢٧,١ واط/ساعة/م^2 في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٢,٩٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ٩٣٩,٤ واط/ساعة/م^2 في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨٢,٣٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ٩٥٠,٣

واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨١,٧٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويبلغ المتوسط اليومي للإشعاع المبعثر على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الخريف ١٠٥,٧ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٣,٨ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين يبلغ ٤٪ ، ويصل إلى ١٠٢,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,١٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث. كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر ١٠٦,١ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٣٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يرتفع إلى ١١٠,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٩,٥٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

ويقل المتوسط اليومي للإشعاع المعكوس على مستوى المناطق المدروسة خلال فصل الخريف عن نظيره الإشعاع المبعثر والمباشر وهو لا يتعدى ٩٥,٣ واط/ساعة/م^{٢} بانحراف معياري قدره ٦,٣ واط/ساعة/م^{٢} وبمعامل تباين يبلغ ٧٪ ، ويصل إلى ٨٩,٤ واط/ساعة/م^{٢} في محطات طريف وتبوك والقيصومة وحائل، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٠٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات

الثلاث، كما يبلغ متوسط الإشعاع الشمسي المعكوس ٩٦,٠ واط/ساعة/م^{٢} في محطات الظهران وجدة ومطار الملك خالد، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٤٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث، في حين يصل إلى ١٠٢,٥ واط/ساعة/م^{٢} في محطات أبها وجازان والعبيلة، أي ما يعادل نسبة قدرها ٨,٨٪ من إجمالي الإشعاع الشمسي في المحطات الثلاث.

الخلاصة

لقد تبين من هذه الدراسة أن:

١. هناك تبايناً في مدة السطوع الشمسي اليومي نسبياً بين مختلف فصول السنة ، وهي تزيد تدريجياً من ١٠,٥ ساعات في فصل الشتاء إلى ١٢,٧ ساعة خلال فصل الربيع حتى تصل أقصاها خلال فصل الصيف بما يعادل ١٣,٥ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة، ومن ١٠,٨ ساعات في فصل الشتاء إلى ١٢,٦ ساعة خلال فصل الربيع، حتى تصل أقصاها خلال فصل الصيف بما يعادل ١٣,١ ساعة في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، ومن ١١,١ ساعة في فصل الشتاء إلى ١٢,٤ ساعة خلال فصل الربيع حتى تصل أقصاها خلال فصل الصيف بما يعادل ١٢,٩ ساعة في محطات أبها وجازان والعبيلة.

٢. كما توجد زيادة في عدد ساعات السطوع الشمسي اليومي نسبياً بين مختلف فصول السنة بحيث تزيد تدريجياً من ١٠,٥ ساعات في محطات طريف وتبوك والقيصومة إلى ١١,١ ساعة في محطات أبها وجازان والعبيلة خلال فصل الشتاء وتتناقص تدريجياً كلما اتجهنا إلى الجنوب من ١٢,٧ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة إلى ١٢,٤ ساعة في محطات أبها وجازان والعبيلة خلال فصل الربيع ومن ١٣,٥ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة إلى ١٢,٩ ساعة في محطات أبها وجازان والعبيلة خلال فصل الصيف ثم تزيد تدريجياً كلما اتجهنا جنوباً من ١١,٣ ساعة في محطات طريف وتبوك والقيصومة إلى ١٢,٨ ساعة في محطات أبها وجازان والعبيلة خلال فصل الخريف.

٣. توجد زيادة في إجمالي الإشعاع الشمسي من فصل الشتاء إلى أن يصل أقصاه خلال فصل الصيف بنسب تتناقص كلما اتجهنا جنوباً، بحيث تصل نسبة الزيادة بين المتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي الواصل إلى السطح الأفقي إلى ١١,٩٪ بين فصلي الشتاء والربيع وبنسبة تصل إلى ١٤,٢٪ في محطات طريف وتبوك والقيصومة. كما تصل نسبة الزيادة إلى ٩,٥٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ١١,٢٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، في حين لا تتعدى نسبة

الزيادة ٧,٣٪ بين فصلي الشتاء والربيع و٨,٤٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات أبها وجازان والعبيلة.

وتبعاً للتباينات المكانية للمتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي، فإن المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المباشر يتزايد تدريجياً أيضاً في فصل الشتاء إلى أن يصل أقصاه خلال فصل الصيف بنسب تتناقص كلما اتجهنا جنوباً، بحيث تصل نسبة الزيادة بين المتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المباشر إلى ٧,٥٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٨,٧٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات طريف وتبوك والقيصومة. كما تصل نسبة الزيادة إلى ٥,٨٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٦,٧٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات مطار الملك خالد وجدة والظهران، في حين لا تتعدى نسبة الزيادة ٤,٣٪ بين فصلي الشتاء والربيع و٤,٨٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات أبها وجازان والعبيلة.

وتتوافق أيضاً التباينات المكانية للمتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المبعثر من السماء مع التبايانات المكانية للمتوسط اليومي لإجمالي الإشعاع الشمسي، بحيث يتزايد هذا الإشعاع تدريجياً أيضاً من فصل الشتاء إلى أن يصل أقصاه خلال فصل الصيف بنسب تتناقص كلما أتجهنا جنوباً، وبنسبة زيادة تصل إلى ٢٤,٤٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٣٠,٠٪ بين فصلي الشتاء والصيف في

محطات طريف وتبوك والقيصومة. كما تصل نسبة الزيادة إلى ١٩,٨٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٢٣,٩٪ بين فصلي الشتاء والصيف في المنطقة الوسطى، في حين لا تتعدى نسبة الزيادة ١٥,٣٪ بين فصلي الشتاء والربيع و١٧,٨٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات أبها وجازان والعبيلة.

ولا تختلف التباينات المكانية للمتوسط اليومي للإشعاع الشمسي المعكوس من السطح، بحيث يتزايد هذا الإشعاع تدريجياً أيضاً من فصل الشتاء إلى أن يصل أقصاه خلال فصل الصيف بنسب تتناقص كلما أتجهنا جنوباً، وبنسبة زيادة تصل إلى ٥٠,٠٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٦١,٤٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات طريف وتبوك والقيصومة. كما تصل نسبة الزيادة إلى ٣٩,٣٪ بين فصلي الشتاء والربيع وإلى ٤٧,٢٪ بين فصلي الشتاء والصيف في المنطقة الوسطى، في حين لا تتعدى نسبة الزيادة ٢٩,٥٪ بين فصلي الشتاء والربيع، و٣٤,٠٪ بين فصلي الشتاء والصيف في محطات أبها وجازان والعبيلة.

* * *

التوصيات

تبعاً لنتائج هذه الدراسة، يمكننا التوصية بالآتي:

١. تطبيق منهجية هذه الدراسة على مواقع أخرى وإنشاء قاعدة بيانات للإشعاع الشمسي لمختلف مناطق المملكة العربية السعودية.

٢. التوسع في دراسة وتحليل التباينات المكانية للإشعاع الشمسي بمختلف مناطق المملكة العربية السعودية.

٣. إنشاء شبكة محطات لقياس الإشعاع الشمسي موزعة على مختلف المناطق تتناسب مع الوضع التضاريسي والمناخي لأقاليم المملكة العربية السعودية.

٤. الاستفادة من دراسة الموازنة الإشعاعية في إنشاء محطات توليد الطاقة الكهربائية بمختلف مناطق وسط المملكة العربية السعودية وجنوبها.

٥. فتح مركز بحثي تخصصي في مجال الطاقة الشمسية لتمكين الباحثين من إجراء المزيد من الدراسات والبحوث العلمية الخاصة بتوليد الطاقة المتجددة من الإشعاع الشمسي الذي يعد مصدراً مناسباً للبيئة.

٦. موازنة نتائج هذه الدراسة بقياسات فعلية للإشعاع الشمسي، تساعد على اشتقاق نماذج رياضية لتقدير الإشعاع

الشمسي بواسطة نماذج رياضية تتناسب مع الخصائص المناخية والتضاريسية والجغرافية للمملكة العربية السعودية.

* * *

المراجع:

المراجع العربية

- محفوظ، محمد بن يسلم، (١٩٩٥)، الإشعاع الشمسي، مجلة العلوم والتقنية، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، العدد ٣٤، ص ص ٧-١١، الرياض.
- عتاب، رسول رمضان (٢٠١٠): حساب وتحليل كمية الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على السطح الأفقي لمدينة الناصرية، مجلة علوم ذي قار، إصدارات جامعة ذي قار، المجلد ٢(١)، جامعة ذي قار، العراق.
- مجيد، مصطفى أحمد (٢٠٠٨): العلاقة المتداخلة بين الإشعاع الشمسي والغيوم في مدينة الموصل، رسالة ما جستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة الموصل، العراق.
- وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٤): أطلس الموارد المائية للمملكة العربية السعودية، الرياض.

المراجع الاجنبية

- Al Dhobhani, A., (2014), Effect of altitude and tilt angle on solar radiation in tropical regions, Journal of Science and Technology, Vol. (19), No. 1, pp. 96-109.
- ASHRAE, (2011), ASHRAE Handbook, 1985 Fundamentals ; American Society of Heating, Refregirating, and Air-Conditioning Engineers, INC. : Atlanta GA, USA.
- Despotovic, V. and Nedic, V. (2015): Comparison of optimum tilt angles of solar collectors determined at yearly, seasonal and monthly levels, Energy Conversion and Management, vol. (97), pp. 121-131.
- Duffie, J. A. and Beckman, W. A. (2013): Solar engineering thermal processes, Jhon Wiley and Sons, New York, USA.
- Forsythe, W.C. ; Rykiel Jr, E. J. ; Stahl, R.S. ; Wu, H. and Schoolfield, R.M. (1995) : A Model Comparaison for Daylength as a Function of Latitude and Day of year , Ecological Modeling 80 : 87-95, ELSEVIER.

- Gunerham, H. and Hepbasli, A. (2007): Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building applications, Building and Environment, vol. (42), No. 2, pp. 779-783.
- Idowu, O.S.; Olarenwaju, O.M. and Ifedayou, O. (2013): Determination of optimum tilt angles for solar collectors in low-latitude tropical region, International Journal of Energy and Environmental Engineering, Springer Open Journal, 4: 29.
- Jakhrani, A. Q.; Samo, S. R.; Rigit, A.R.H. and Kamboh, S.A. (2013): Selection of models for calculation of incident solar radiation on titled surfaces, World Applied Sciences Journal, vol. (22), No.9, pp. 1334-1343.
- Jamil, B.; Siddiqui, A.T. and Akhtar, N. (2016): Estimation of solar radiation and optimum tilt angles for South-facing surfaces in humid subtropical climatic region of India, Engineering Science and Technology, an international Journal (Elsevier), vol. (19): 1826-1835.
- Kaldellis, J. and Zafirakis, D. (2012): Experimental investigation of the optimum photovoltaic panels tilt angle during summer period, Energy, vol. (38), No. 1, pp. 305-314.
- Kalogirou, S.A. (2013): Solar Energy Engineering: processes and systems, California Academica Press, USA.
- Liu, B. and Jordan, R. (1962): Daily insolation on surfaces tilted toward the Equator, ASHRAE Transactions, vol. (67): 526-541.
- Lunde, J, P. (1980): Solar Thermal Engineering: Space Heating and Hot Water System, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Messenger, R. A. and Vente, J. (2003): Photovoltaic systems engineering, CRC Press, Boca Rato, U.S.A.
- Muneer, T.; Gueymard, C. and Kambezidis, H. (2004): Solar radiation and daylight models (Second Edition), Oxford: Elsevier Butterworth-Heinmann.
- Stewart, D.A.; Dubel, H.P. and Levitt, L.J. (1993): Solar radiation in Saudi Arabia, Technical Report RD-WS-93-6, US Army Missile Command, Redstone Arsenal Alabama.
- Zell, E.; Gasim, S.; Wilcox, S.; Katamoura, S.; Stoffel, T.; Shibli, H.; Engel-Cox, J. and Al Subaie, M. (2015): Assessment of solar radiation resources in Saudi Arabia, Science Direct, Solar Energy 119 (2015), pp. 422-438.

❊ ❊ ❊

أثر عناصر المناخ على نشأة العواصف الغبارية في مدينة الرياض

The impact of climate elements on the emergence of dust storms in Riyadh

إعداد

سعود بن حمود الحربي

قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، المملكة العربية السعودية، الرياض

Saud Homoed Al-harbi
Geography Department, Faculty of Social Sciences,
Imam Muhammad bin Saud Islamic University
Kingdom of Saudi Arabia, Riyadh

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

الملخص

توصل هذا البحث إلى أن هناك علاقة إيجابية قوية بين الرياح القصوى والسائدة والعواصف الغبارية على مدينة الرياض في جميع فصول السنة، فتبين أن للرياح القصوى أهمية إحصائية في أثارة العواصف الغبارية؛ إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٨١)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٦٦)؛ أي أن حوالي (٦٦٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى. وتعد الرياح القصوى والسائدة هي السبب الرئيس لتحريك الرمال المفككة وإثارة العواصف الغبارية الإقليمية والمحلية التي تهب على مدينة الرياض، كما تبين من دراسة اتجاهات الرياح على مدينة الرياض خلال فصول السنة أن الرياح الشمالية والغربية والشرقية هي السائدة التي تهب عليها، وتأتي بقية الاتجاهات للرياح الهابة عليها بنسب متفاوتة. ويتضح كذلك تأثير الضغوط الجوية المنخفضة والمرتفعة المحيطة بالجزيرة العربية في عناصر المناخ في مدينة الرياض وبخاصة في فصل الشتاء، فنجد أن العلاقة في هذا الفصل موجبة وقوية بين كلٍ من الضغط الجوي على سطح البحر والعواصف الغبارية.

ومن نتائج التحليل العاملي، نجد أن نسبة التباين الكلية المفسرة لعناصر المناخ المؤثرة في تكرار العواصف الغبارية خلال السنة حوالي (٧٣٪)، أما نسبة التباين للعوامل المؤثرة في مناخ الرياض في فصل الشتاء فهي (٦٨٪)، ونسبة التباين للعوامل المؤثرة

في فصل الربيع (٧٢٪)، وفي فصل الصيف نجد أن نسبة التباين الكلي المفسر فيه للعوامل المؤثرة هي (٦٦٪)، وفي فصل الخريف تصل نسبة التباين الكلي المفسر إلى (٦٩٪).

الكلمات المفتاحية: الرياح، العواصف الغبارية، العواصف الترابية، الرياض.

Abstract

This research found that there is a strong positive relationship between the prevailing winds and the prevailing dust storms on the city of Riyadh in all seasons of the year. It was found that the maximum winds are statistically significant for dust storm storms. The dust storm correlation coefficient with wind velocity (R) was 0.81 and the explanation coefficient is R^2 with 66, meaning that about (66%) Of dust storms related to extreme winds. The wind and the prevailing winds are the main reason for the movement of sand breakage and the provocation of dust storms regional and local blowing on the city of Riyadh, as evidenced by the study of wind directions on the city of Riyadh during the seasons of the year that the winds of the north and west and eastern prevailing on them, and the rest of the trends of wind in varying proportions. The effect of the low and high pressures on the Arabian Peninsula on the elements of the climate in the city of Riyadh, especially in the winter season, is also evident. The relationship in this chapter is positive and strong between both atmospheric pressure and dust storms.

The results of the global analysis show that the total variance of the climate elements affecting the frequency of dust storms during the year was about 73%. The variance of the factors affecting the Riyadh climate in winter (68%) and the variance of the factors affecting the spring season (72%). In the summer, the percentage of total variance explained by the influencing factors is 66%. In the autumn, the total variance is explained to 69%.

Keywords: wind, dust storms, dust storms, Riyadh.

١. مقدمة

تقع مدينة الرياض في وسط المملكة العربية السعودية، على وادي حنيفة إلى الشرق من جبال طويق، وتحتل مساحة تمتد بين دائرتي عرض ٣٠ْ ٢٤ْو٢٥ْ شمالاً وخطي طول ٣٠ْ ٤٦ْو ٤٧ْ شرقاً. وجبل طويق عبارة عن هضبة كويستا تنحدر بشدة نحو الغرب وتنحدر تدريجياً نحو الشرق. ويصرف هضبة جبل طويق أودية عميقة تتبع الانحدار العام للهضبة وتصب في وادي حنيفة الذي يتجه بشكل عام من الشمال إلى الجنوب، وإلى الشرق من وادي حنيفة الأرض قليلة التضرس وخفيفة الانحدار ويصرفها بشكل رئيس وادي الأيسن ووادي البطحاء (الصالح، ١٤١٧ه، ص ٣). وتعد الرياض إحدى مدن المملكة العربية السعودية المهمة، لأنها ذات أهمية عمرانية وسكانية ووظيفية تجعل من مناخها الحضري محور الاهتمام؛ لذا سيهتم هذا البحث في دراسة علاقة العواصف الغبارية بعناصر المناخ (الرياح السائدة - الرياح القصوى- الضغط الجوي على سطح البحر - درجة الحرارة العظمى- الرطوبة - الأمطار) على مدينة الرياض على المستوى الشهري والفصلي.

تهب الرياح كما هو معلوم نتيجة لاختلاف درجات الحرارة من منطقة لأخرى على سطح الكرة الأرضية، والتي تؤدي بدورها إلى اختلاف الضغط الجوي على نطاق محلي وإقليمي، وينشأ عن ذلك

هبوب رياح محلية وإقليمية وعالمية، تتفاوت سرعة واتجاه الرياح حسب الوقت والمكان، كما تختلف سرعة الرياح بين الليل والنهار، ويرجع ذلك إلى عدم وجود طاقة حرارية بسبب غياب الشمس، كما أن اتجاه الرياح يختلف بسبب اختلاف توزيع الضغط الجوي على سطح الأرض خلال اليوم والفصل والسنة (الأحيدب، ١٤٢٤هـ، ص٢٣).

ومن وجهة النظر المناخية تشكل الرياح عنصراً من عناصر الطقس الرئيسة، فبحركتها تنتقل الطاقة الحرارية والرطوبة فتتوزع على العروض الجغرافية المختلفة على سطح الأرض، وبهذا يكون لها دور في نشأة عناصر المناخ الأخرى مثل التكاثف والهطل وتشكل السحب، وتتعرض مدينة الرياض لرياح محلية وإقليمية خلال أشهر وفصول السنة تثير معها الأتربة والغبار، وهذا يعود إلى تأثير عناصر المناخ المختلفة وموقعها الجغرافي وغيرها من عوامل مناخية (الأحيدب، ١٤٢٩، ص ١٨٥)، فتؤدي هذه العواصف الغبارية إلى رفع درجة حرارة الجو وتدني الرؤية الأفقية، كما تعمل على نقل الأتربة والرمال من المناطق الصحراوية المحيطة بها إلى المستوطنات البشرية، فتسبب الأمراض التي تصيب العيون والجهاز التنفسي لسكان مدينة الرياض، كما تسبب هذه العواصف الغبارية ضراراً على المزارع المجاورة (الأحيدب، ١٤٢٤ه، ص٣٤٢).

٢. مشكلة الدراسة

تؤثر العواصف الغبارية في عناصر الطقس، فتعمل على تقليل كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، كما تؤثر في درجة الحرارة حسب مصدر الرياح الهابة منه؛ لذا تهب على مدينة الرياض خلال فصول السنة الكثير من العواصف الغبارية، وهذا يتسبب في مشاكل على مستوى السكان والاقتصاد والبيئة، فتؤدي إلى عرقلة حركة المرور، وتعطيل الدراسة، وزيادة تردد المصابين بالربو إلى المستشفيات وقت هبوب تلك العواصف. وبناءً على ذلك تحاول هذه الدراسة تتبع عناصر المناخ التي تؤثر في هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض خلال شهور السنة وفصولها، ولقد اختار الباحث هذا الموضوع لعدة أسباب، منها:

١. تعد دراسة العواصف الغبارية في المدن من أهم الظواهر التي يهتم بدراستها علم المناخ التطبيقي، وبخاصة المدن التي تقع في المناطق الصحراوية.

٢. تقع الرياض ضمن المناطق شبه المدارية الجافة، وبعيدة عن المسطحات المائية، وتحيط بها الصحاري الرملية الداخلية على الشكل هلال، فمن جهة الشمال يقع النفود الكبير، ومن جهة الشرق تقع الدهناء، ومن جهة الجنوب تقع الدهناء والربع الخالي (الشكل:١).

٣. تشهد مدينة الرياض نمواً سكانياً وعمرانياً متنامياً، وهذا يعمل على انتشار ملوثات الهواء، ثم تزداد التأثيرات في صحة سكان مدنية الرياض.

٤. يمارس سكان مدينة الرياض عدة أنشطة، وتنتشر فيها المراكز التجارية والأنشطة الصناعية، خصوصاً في جنوبها، والتي تعمل بدورها على زيادة حالات السديم بشقيها (الطبيعي والبشري).

٣. أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى:

١. التعرف على اتجاهات الرياح خلال فصول السنة على مدينة الرياض.

٢. معرفة الشهور وفصول السنة الأكثر تكراراً للعواصف الغبارية في مدينة الرياض.

٣. معرفة العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى (الرياح السائدة- الرياح القصوى- الضغط الجوي على سطح البحر- الرطوبة النسبية- درجة الحرارة- الأمطار) خلال فترة الدراسة.

٤. التعرف على اتجاه العواصف الغبارية (Trend) خلال فترة الدراسة في مدينة الرياض.

٥. تصنيف العواصف الغبارية إلى حالات طقس مركبة خلال فصول السنة.

الشكل (١): توزع الكثبان الرملية في المملكة العربية السعودية



المصدر: المملكة العربية السعودية حقائق وأرقام، هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ١٤٣٨هـ

٤. أهمية الدراسة

إن دراسة العواصف الغبارية لها أهمية مناخية وإنسانية؛ لمعرفة اتجاهاتها وتكرارها على مستوى الشهور والفصول في منطقة الدراسة، وتحديد العلاقة بينها وبين عناصر المناخ الأخرى. وتتجلى الأهمية العلمية لهذه الدراسة في أنها دراسة جغرافية مناخية تفصيلية لعناصر المناخ المؤثرة في تكرار هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض، كما سيكون لهذه الدراسة أهمية تطبيقية بما توصلت إليه من نتائج وتوصيات علمية تفيد صانع القرار في وضع الخطط المستقبلية في المجالات الاجتماعية والاقتصادية وحماية البيئة.

٥. أبعاد الدراسة

هناك أبعاد مكانية وزمنية لكل دراسة علمية، وفيما يأتي تفصيل تلك الأبعاد التي ستلتزم الدراسة بها.

البعد المكاني: تقع منطقة الدراسة في وسط المملكة العربية السعودية (الشكل:٢)، على وادي حنيفة إلى الشرق من جبال طويق، وتحتل مساحة تمتد بين دائرتي عرض ٣٠ْ ٢٤ْو٢٥ْ شمالاً وخطي طول ٣٠ْ ٤٦ْ و ٤٧ْ شرقاً. وجبل طويق عبارة عن هضبة كويستا تنحدر بشدة نحو الغرب وتنحدر تدريجياً نحو الشرق. ويصرف هضبة جبل طويق أودية عميقة تتبع الانحدار العام للهضبة،

وتصب في وادي حنيفة الذي يتجه بشكل عام من الشمال إلى الجنوب. وإلى الشرق من وادي حنيفة الأرض قليلة التضرس وخفيفة الانحدار ويصرفها بشكل رئيس وادي الأيسن ووادي البطحاء (الصالح، ١٤١٧هـ، ص ٣).

البعد الزماني: ركز الباحث على البيانات المناخية اليومية لمدينة الرياض خلال الفترة ١٩٩٠- ٢٠١٠م المتوفرة، التي تصدرها الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة التابعة للمملكة العربية السعودية.

٦. الإطار النظري والدراسات السابقة

يمثل المناخ متوسط حالة الجو في مكان ما خلال فترة زمنية طويلة، وهو نتاج تفاعل مجموعة من الأغلفة المحيطة وهي الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري والغلاف الحيوي ويتأثر المناخ بالبيئة المحيطة وما بها من غازات وصخور ومياه ونبات، كما أنه يتأثر ويؤثر فيما تحويه تلك البيئة من كائنات مختلفة. يعتبر مناخ شبه الجزيرة العربية مناخاً قارياً، حار صيفاً بارد شتاءً، باستثناء المناطق الجنوبية الغربية منها، فيسود فيها المناخ الجاف وشبة الجاف كما هو الحال في الأجزاء الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية.

٧. العوامل التي تؤثر في مناخ شبه الجزيرة العربية

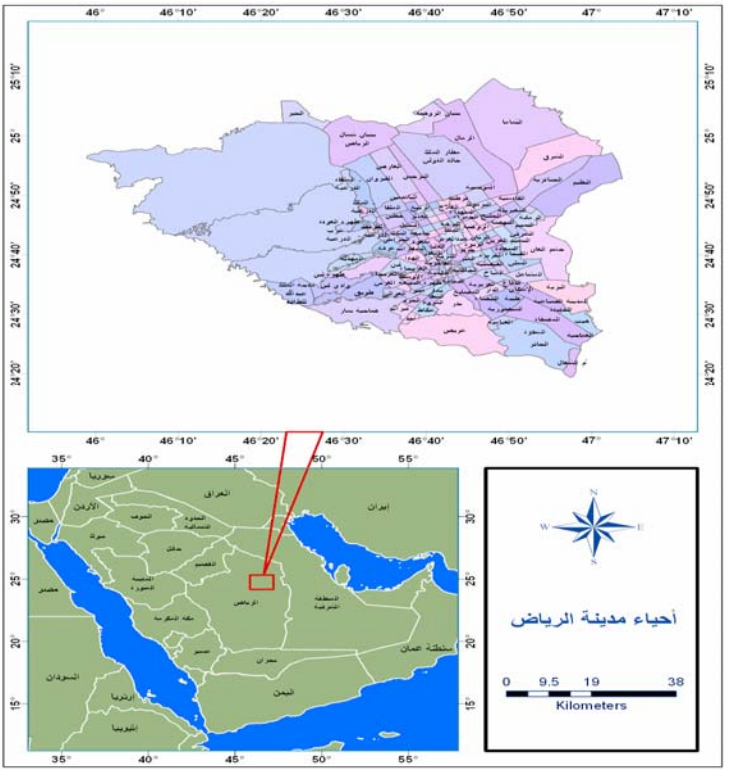
أولاً - العوامل والمؤثرات المحلية التي تؤثر في مناخ شبه الجزيرة العربية

١. **الموقع الفلكي:** تمتد شبه الجزيرة العربية بين دائرتي عرض ١٢- ٣٢ شمالاً (تساوي٢٠ درجة عرضية)، وخطي طول ٣٥- ٦٠شرقاً. ويمر مدار السرطان بمنتصف الجزيرة العربية، وهذا يؤدي إلى أن تكون الشمس عمودية على وسطها في فصل الصيف الشمالي، وشبه عمودية في الفصول الأخرى من السنه، وهذا يجعلها في نطاق الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة.

٢. **الموقع الجغرافي:** تقع شبه الجزيرة العربية في الجنوب الغربي من قارة آسيا بين الكتلة الأسيوية في الشرق والشمال، والكتلة الأفريقية في الغرب، ويحيط بها من الشرق والغرب مسطحان مائيان ضيقان، هما الخليج العربي في الشرق والبحر الأحمر في الغرب، كما يحيط بها مسطحات مائية واسعة هي المحيط الهندي في الجنوب والبحر المتوسط في شمال غربها، وتتأثر شبه الجزيرة العربية بالكتل اليابسة والمسطحات المائية المحيطة بها والقريبة منها، نظراً للتباين الحراري اليومي والفصلي والسنوي بين المسطحات المائية لاختلاف الخصائص الطبيعية بينهما في اكتساب الحرارة وفقدانها، وهذا يترتب عليه اختلاف مراكز الضغط المحلية الإقليمية خلال العام وانتقال الهواء على اختلاف خصائصه من مراكز الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض فيؤثر على مناخ شبه الجزيرة العربية من اتجاهات مختلفة.

٣. **اتساع المساحة:** تبلغ مساحة شبه الجزيرة العربية حوالي (٣,١٥٠,٠٠٠) كم^2، وهي ثاني أكبر شبه قارة على وجه الأرض، وهي مساحة ضخمة تساعد على تنوع الطبيعة الجغرافية والبيئية، وتقلل من سيادة نظام ريحي معين عليها بل تكون عرضة لتأثير أكثر من نظام ريحي محلي وخارجي، وإلى تكون مناخات محلية مختلفة خلال العام.

الشكل (٢) موقع منطقة الدراسة



المصدر: من إعداد الباحث، اعتماداً على هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، المملكة العربية السعودية

٤. **التضاريس:** يلحظ أن شبه الجزيرة العربية مفتوحة من الجهات الشمالية والشرقية والجنوبية. أما الجهة الغربية فهي مغلقة بالمرتفعات الغربية، التي تشكل حائطاً ممتداً على طول غربي شبه الجزيرة العربية. وبالتالي يسمح للكتل الهوائية والرياح القادمة من الشمال والشرق والجنوب أن تتعمق في أراضيها، بينما تحد المرتفعات الغربية الكتل والرياح القادمة من الغرب والجنوب الغربي من أن تتعمق. كما أن الارتفاعات واتجاهاتها لها دور في تنوع مناخ شبه الجزيرة العربية، حيث يكون مناخ المرتفعات أكثر اعتدالا وأمطاراً من المناطق المنخفضة (الأحيدب، ١٤١٩ه، ص ص ٤٨٤-٤٨٨).

ثانياً- العوامل والمؤثرات الخارجية التي تؤثر في مناخ شبه الجزيرة العربية

١. الكتل الهوائية والضغوط الجوية

توزيعات الضغط الجوي خلال فصل الشتاء

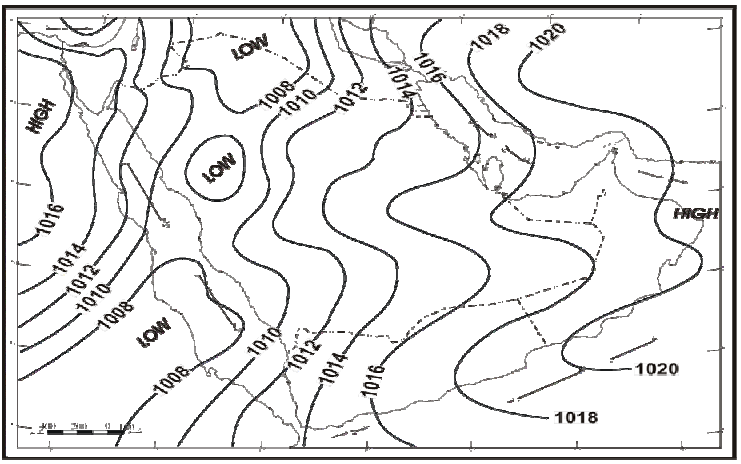
تؤدي حركة الشمس الظاهرية والمتجهة من نصف الكرة الشمالي باتجاه النصف الجنوبي إلى تغير في أنظمة الضغط الجوي ومن ضمن تلك الأنظمة، تمركز ضغط جوي مرتفع على أواسط آسيا وسيبيريا مؤثرا بامتداده على مناطق واسعة من الجزيرة العربية تصل قيم ذلك المرتفع إلى ١٠٢٠مليبار أحيانًا، في حين تتكون

منخفضات جوية حركية خلال هذا الفصل بسبب التقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين (قطبية مدارية mT) (CT مدارية بحرية)، فوق الأطلسي وحوض البحر المتوسط؛ لتؤثر في طقس ومناخ الدول شرق المتوسط. وقد تنحرف هذه المنخفضات الحركية في تحركها جنوباً، مؤثرةً في أجواء المملكة خصوصاً مع التقاء محاور تلك المنخفضات الحركية مع المنخفض الحراري (السودان) مؤثرة بأمطار مصحوبة بعواصف رعدية كما يظهر في الشكل (٣).

توزيعات الضغط الجوي خلال فصل الانتقال (الربيع)

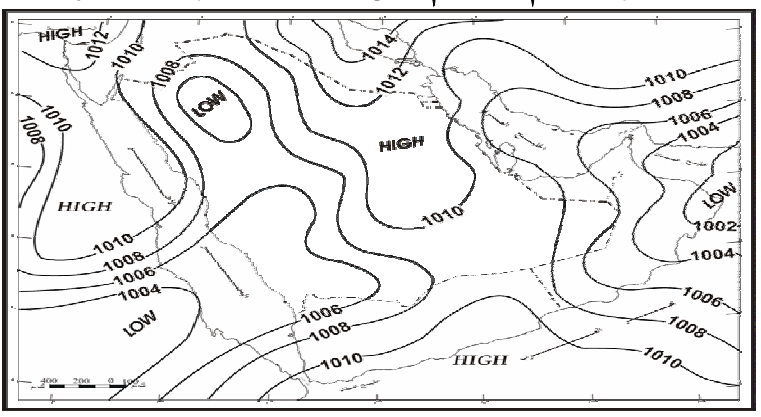
يبين الشكل (٤) تأثر المملكة خلال فصل الربيع بتراجع المرتفع الجوي السيبيري ويبدأ تأثيره يضعف على المملكة، حيث تأخذ قيم الضغط الجوي في التناقص عما كانت عليه خلال فصل الشتاء، وخلال هذه الفترة يتعمق المنخفض الحراري (السودان) على المملكة العربية السعودية، مع مرور المنخفضات الجوية الحركية وبداية لظهور مرتفع جوي على بحر العرب جنوب الجزيرة العربية.

الشكل (٣): خريطة خطوط تساوي الضغط السطحية في شهر يناير لعام ١٩٩٢م على المملكة العربية السعودية



المصدر: هشام، مراد، ٢٠٠٦م، التبخر نتح في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة دراسة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، جامعة الملك سعود، الرياض.

الشكل (٤): خريطة خطوط تساوي الضغط السطحية في شهر أبريل لعام ١٩٩٢م على المملكة العربية السعودية.

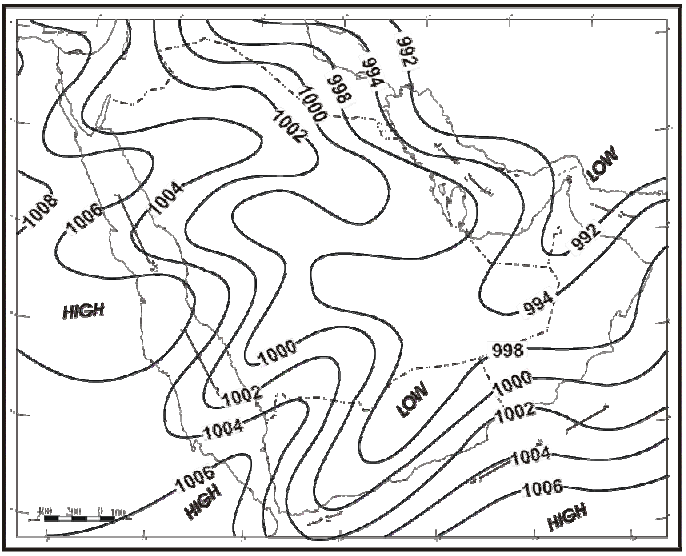


المصدر: هشام، مراد، ٢٠٠٦م، التبخر نتح في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة دراسة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، جامعة الملك سعود، الرياض

توزيعات الضغط الجوي في فصل الصيف

تتأثر المملكة خلال فترة الصيف بامتداد منطقة ضغط منخفض استوائي مقترنة بمنطقة ضغط موسمي على الهند وباكستان (منخفض الهند الموسمي) مسببا ارتفاعاً في درجات الحرارة على معظم أجزاء المملكة٠ كما يظهر في الشكل (٥)، فيما تغزو الكتل الهوائية المدارية القارية (CT) من فوق الصحراء الكبرى عبر البحر الأحمر في مقدمة المنخفضات الجوية الصحراوية (الخماسين) لتزيد من الجفاف والحرارة٠ في حين تتأثر أقصى المناطق الجنوبية الغربية بمرتفع جوي قادم من البحر العربي ناتج عن تقدم الكتلة المدارية البحرية، وينشأ عن ذلك تحرك الرياح الموسمية الجنوبية الغربية وعند عبورها البحر الأحمر تقابل المرتفعات الجبلية الشاهقة في جنوب غرب المملكة مرتطمة بها ومرتفعة فوق الجبال لتؤثر بعواصف رعدية ممطرة على المنطقة قد تمتد حتى منطقة الطائف مع تقدم منطقة (ITCZ) نحو الشمال (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

الشكل (٥): خريطة خطوط تساوي الضغط السطحية في شهر يوليو على المملكة العربية السعودية

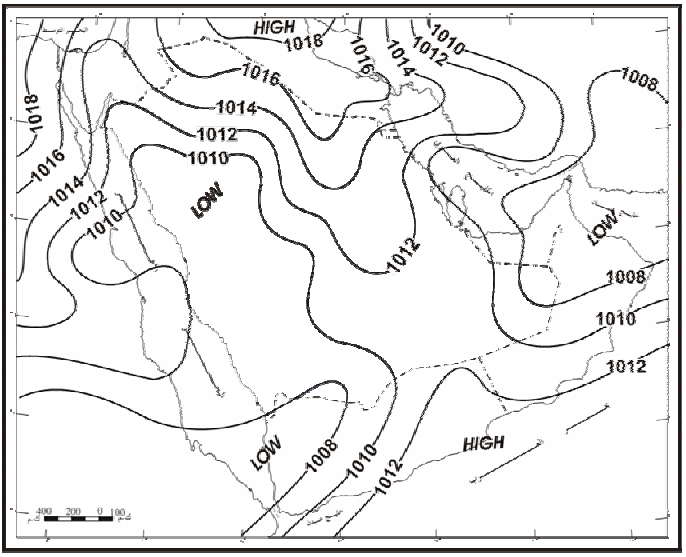


المصدر: هشام، مراد، ٢٠٠٦م، التبخر نتح في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة، دراسة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، جامعة الملك سعود، الرياض

توزيعات الضغط الجوي خلال فصل الانتقال (الخريف)

يتضح من الشكل (٦)، تأثر المملكة العربية السعودية خلال فصل الخريف بتراجع منخفض الهند الموسمي ويبدأ منخفض السودان بالتعمق أحيانا وأحيانا أخرى تغزو المرتفعات الجوية الحركية المنطقة وحينها تأخذ درجات الحرارة بالانخفاض التدريجي عما كانت عليه خلال الصيف وتبدأ قيم الضغط الجوي بالارتفاع خلال هذا الفصل (الهديب، ١٤٢٩هـ)٠

الشكل ٦: خريطة خطوط تساوي الضغط السطحية في شهر أكتوبر١٩٩٢م على المملكة العربية السعودية



المصدر: هشام، مراد، ٢٠٠٦م، التبخر نتح في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة، دراسة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، جامعة الملك سعود، الرياض

التيارات النفاثة

يتغير تزحزح التيارات النفاثة حسب فصول السنة، ففي فصل الصيف تتزحزح نحو الشمال، وفي فصل الشتاء تتراجع نحو الجنوب تبعاً لحركة الشمس الظاهرية، وتتأثر شبه الجزيرة بثلاثة تيارات نفاثة، هي:

أ- **التيار النفاث القطبي:** يسبب هذا التيار بعض الاضطرابات الهوائية؛ لوقوعه في منطقة التقاء الهواء الدافئ بالهواء البارد، فيكون تأثيره في فصل الشتاء.

ب- **التيار النفاث شبه المداري:** يسير هذا التيار من الغرب إلى الشرق، ويحدث نتيجة التباين الحراري للطبقات العلوية من طبقة التربوسفير، ويتميز بانتظام حركته عكس التيارات الأخرى، وفي فصل الشتاء يندمج هذا التيار مع التيار القطبي فيؤثر على شمال المملكة.

ت- **التيار النفاث المداري الشرقي:** يتكون هذا التيار في فصل الصيف في الطبقة العليا للتربوسفير فوق الهند وأفريقيا ماراً بجنوب شبه الجزيرة العربية، نتيجة للتدرج الحراري بين الجنوب والشمال، ويتجه من الشرق إلى الغرب عكس التيارات السابقة، ويؤثر على جنوبي شبه الجزيرة العربية في فصل الصيف (الأحيدب، ١٤١٩هـ، ص ص ٤٩٢- ٤٩٣).

٨. الدراسات السابقة

ركزت الدراسات الجغرافية على الرياح التي تهب على المملكة العربية السعودية من حيث اتجاهاتها وسرعتها، ومواسم هبوبها، وأثرها على بعض الجوانب البيئية مثل التربة والزراعة، والعمران مثل ما قام به (الطاهر، ١٩٩٦م) في دراسته أثر العواصف

الرملية والغبارية على ترب الحقول الزراعية في واحة الأحساء، كما أن هناك دراسات قامت بدراسة العواصف الغبارية ومدى تأثيرها على النواحي الصحية مثل الربو، وأمراض العيون، لكن تلك الدراسات لم تتناول علاقة العواصف الغبارية بعناصر المناخ كما هو مطبق بهذا البحث، ويمكن تصنيف الدراسات السابقة إلى ما يأتي:

أولاً: الدراسات العالمية التي تناولت العواصف الغبارية

تحدث هوشكي Hushke (١٩٥٩م) عن مفهوم مناخي للعواصف من وجهة النظر الشاملة، التي تنظر إلى أنها حالة جوية اضطرابية محددة على الخرائط السيبوبية؛ أي مركبة من عناصر مناخية (رياح، غيوم، ضغط جوي، هطل ... إلخ)، ومن وجهة النظر المحلية على أنها عاصفة جوية عابرة يحددها أثرها التخريبي، وبهذا فإن هناك (عاصفة مطرية، وعاصفة ثلجية، وعاصفة جليدية، وعاصفة ريحية، وعاصفة رملية وترابية).

وأشار أهرنس Ahrens (١٩٨٢م) إلى أن العواصف الغبارية الصحراوية التي سماها "غبار الشياطين" أو "الدوامات الهوائية" تحدث في الأيام الحارة الصافية بسبب صعود الهواء الحار فوق السطح مسببا هبوب الرياح إلى هذه المناطق، وتحت تأثير بعض العوائق الطبوغرافية الصغيرة تتشكل هذه الظواهر.

ودرس صالح وفراريـر Selah and Fryrear (١٩٩٥م) أثـر نسيج التربة في تحديد السرعة الحرجة لحركة الحبيبات (بوجود أوعدم وجود) عناصر كشط التربة. ووجد الباحثان أن السرعة الحرجة لبدء الحبيبات في الحركة تنخفض مع وجود الكشط، وأن السرعة الحرجة لبدء تحرك دقائق الترب التي يكون فيها محتوى الرطوبة بين ٤٪ - ٥٪ عند شد رطوبي سالب ١,٥ ميجا باسكال تراوح بين ٠,٥٩٦ م/ث مع وجود كشط و٠,٦٤٦ م/ث عند الكشط وتعد السرعات الواردة آنفا عالية حيث تراوح للسطوح القليلة الخشونة والمستوية بين ٣٠ – ٥٠ كم/ الساعة، وأكثر من ذلك للسطوح الخشنة. لذلك هناك تغذية راجعة موجبة بين آلية القفز وانتقال الغبار في الجو، إذ يعمل القفز على نقل الطاقة الحركية من الرياح إلى السطح ويؤدي إلى تفكك الحبيبات إلى حجوم أدق، وهذا يزيد من فاعلية التعرية الريحية.

وتوصل سوجث وبالو Sujith and Paolo (٢٠٠٥م) إلى أن أثر الرطوبة الجوية على فروق في سرعة الرياح التي تبدأ عندها حبيبات التربة من مختلف الأحجام الحركة في مناطق جافة في صحراء موها في ولاية كاليفورنيا وفي ولاية يوتا. ووجد الباحثان أن السرعة الحرجة تتأثر بالرطوبة الجوية؛ بسبب وجود توازن بين الرطوبة

السطحية من طريق الامتصاص، والرطوبة الجوية لندرة الأمطار في هذه البيئات القاحلة.

درس عيد وآخرون (٢٠١٣م) التغيرات الزمنية والمكانية للعواصف الغبارية فوق أراضي المملكة العربية السعودية خلال المدة ٢٠٠٠- ٢٠١٠م، باستخدام الأقمار الاصطناعية والفضائية، فتوصل الباحثون إلى ثبات تردد العواصف الغبارية خلال فصلي الربيع والصيف على أراضي المملكة، والتي تصل ذروتها في شمال ووسط المملكة العربية السعودية، كما تنشط الرياح في أوائل الربيع والصيف على جنوب غرب المملكة العربية السعودية، ويعود نشاط العواصف الغبارية عليها بسبب الرياح الغربية القصوى.

حاول عيد وآخرون (٢٠١٥م) إيجاد نموذج للتنبؤ بالعواصف الغبارية خلال فصول السنة، وأسباب تكرار العواصف الغبارية من طريق الاستشعار عن بعد والعوامل المناخية المسببة لنشاط العواصف الغبارية في ٢٦ محطة موزعة على أراضي المملكة، خلال المدة من ١٩٧٥- ٢٠١٢م، فتوصلت الدراسة إلى تذبذب نشاط العواصف الغبارية خلال فصول السنة على أراضي المملكة العربية السعودية، كما توصل الباحثون إلى أن العواصف الغبارية تنشط بشكل غير منتظم في فصل الربيع (موسم الأمطار) على أراضي المملكة، في

حين تردد العواصف الغبارية في فصل الصيف أكثر انتظاماً من بين فصول السنة.

ثانياً: الدراسات الإقليمية التي تناولت العواصف الغبارية

هناك بعض الأبحاث والدراسات الإقليمية التي جرت في البلدان المجاورة للمملكة العربية السعودية، التي قامت بدراسة العواصف الغبارية، ومنها:

تحدث صفر (١٩٨٢) عن الغبار الذي يحدث في دولة الكويت، وعن الأشكال المختلفة التي تتخذها هذه الظاهرة فذكر أنها تتمثل في (العواصف الرملية والترابية، الأتربة أو الرمال المتصاعدة، الغبار المعلق، السديم)، وأوضح أن كل نوع من هذه الظواهر يختلف من حيث سرعتها. حيث تحدث العواصف الغبارية إذا وصلت سرعة الرياح إلى ١٨ عقدة، وتنخفض عندها الرؤية إلى ١٠٠٠متر، وأشار إلى عدد العواصف الرملية في الكويت حيث بلغ خلال العام ٢٦ يوما، وأشار إلى أن٦٠٪ منها حدث في فصل الصيف.

تطرق الكليبي (١٩٩٠م) في حديثه عن مناخ الخليج العربي إلى الغبار والعواصف الترابية، وذكر أنها تحدث في الفصول الباردة والممتدة من نوفمبر إلى أبريل، نتيجة لارتفاع سرعة الرياح في أثناء عبور المنخفضات الجوية الغربية النشطة، أو في الفصول الحارة من يونيو إلى سبتمبر بتأثير الخليج العربي، ونتيجة لمرور المنخفض

الموسمي الهندي، كما بين أن القسم الشمالي من الخليج العربي يتعرض للعواصف الرملية أكثر من قسمه الجنوبي، وعن التفاوت الفصلي، ذكر أن فصل الصيف يتعرض للعواصف الرملية أكثر من أي فصل آخر، وتميل العواصف الغبارية للحدوث في النهار أكثر من أي وقت آخر، بينما تنخفض في الصباح الباكر.

رست القاضي (٢٠٠٦م)، أثر المنخفضات الحرارية في طقس ومناخ العراق فتوصلت لوجود علاقات بين المنخفضات تؤثر في طقس العراق، التي كانت موجبة قوية مع منخفض الهند الموسمي ولكل من درجتي الحرارة العظمى والصغرى لتتحول إلى سالبة مع باقي المنخفضات الحرارية باستثناء منخفضات بحار جنوب غرب آسيا التي راوحت علاقة الارتباط مع المعدل الشهري لدرجات الحرارة الصغرى بين السالبة الضعيفة والموجبة الضعيفة. أما العلاقة مع سرعة الرياح، فكانت موجبة مع منخفض الهند الموسمي وسالبة مع باقي المنخفضات، باستثناء محطة الرطبة التي تكون علاقتها موجبة مع كل المنخفضات عدا بحار جنوب غرب آسيا، والنجف تكون علاقتها موجبة مع منخفضات الهند الموسمي والجزيرة العربية وشبه المداري، والناصرية علاقتها موجبة مع منخفض الهند الموسمي وشبه المداري. كما وجدت علاقة ارتباط قوية سالبة بين منخفض الهند الموسمي والرطوبة النسبية لتتحول إلى موجبة مع باقي

المنخفضات الحرارية باستثناء محطتي الحي التي كانت علاقاتها سلبية مع منخفضات بحار جنوب غرب اسيا وكذلك محطة الناصرية مع المنخفض شبه المداري.

وناقش يوسف (٢٠٠٨م) في دراسته العواصف الترابية في الأردن خلال الفترة ١٩٧٥- ٢٠٠٥م، التباين المكاني والزمني لمدى الرؤية في العواصف الغبارية، وارتباط تكرار حدوث العواصف الترابية زيادة أو نقصاناً بمسار العلاقة بين المعدل الشهري والفصلي لدرجات الحرارة العظمى والمعدل الشهري والفصلي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة، كما حدد حركة الرياح المرافقة للعواصف الترابية ومحصلة جريانها ومعامل ثباتها وتباين سرعاتها في فصول السنة.

ثالثاً: الدراسات المحلية التي تناولت العواصف الغبارية

من أهم الدراسات المناخية المتعلقة بالعواصف الغبارية في المملكة العربية السعودية:

تحدثت آل سعود (١٩٨٦م) عن تأثير الرياح على الانسياق الرملي بصحراء الدهناء في منتزه سعد الواقع شمال خط (الرياض - الدمام) السريع، وتوصلت إلى أن عرق الخبيب ساهم بنحو ثلاثة أرباع كمية الرمال المنساقة بواسطة العواصف الرملية، وأن أكثر العواصف الرملية تتركز في شهور (يونيو - مايو - يوليو -

مارس) على التوالي بسبب ارتفاع درجات الحرارة واشتداد سرعة الرياح وتكرار حدوثها وجفاف الجو والتربة، وبينت أن سرعة الرياح يجب أن تصل إلى ٥,٣ عقد، حتى تبدأ الرمال في التحرك، وان العواصف الغبارية التي تزيد سرعتها على ١٦ م/ث قد تؤدي إلى زحف رملي في ساعة واحدة يفوق كمية الزحف الذي يحدث خلال عدة أيام بسبب العواصف التي تراوح سرعتها من ٥,٣ إلى ١٢م/ ث.

درس بدران (١٩٩٤م) الآثار السلبية لزحف الرمال وطرائق مكافحتها، فأشار إلى الدور الذي تحدثه الرياح والعواصف الرملية في البيئة، من خلال إثارتها للأتربة والغبار، وما تسببه من أضرار للزراعة والعمران والطرق، وحجب الرؤية الطبيعية، وهو ما تسبب في حوادث على الطرق ويقلل من نشاط النقل، وتحدث عن المشكلات الصحية الناتجة عن استنشاق الهواء المحمل بذرات الغبار، بين أن الرياح السائدة في المملكة العربية السعودية هي الرياح الشمالية الغربية.

استنبط أبو الخير (١٩٩٩)، بعد دراسة حقلية أجراها بواحة الإحساء، نموذجا لوغريتميا لتقدير كمية الانسياق الرملي للعواصف الرملية، من طريق المصائد الرملية والأجهزة الآلية لرصد الرياح واتجاهاتها، وأثبتت فاعلية هذا النموذج لتطبيقه في صحاري المملكة الأخرى، وأعزى الانسياق الرملي للعواصف القادمة من

الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي، وتوصل إلى أن شدة الرياح وهبوبها يحدث في شهر أبريل وشهري مايو ويونيو، وتقل خلال شهري فبراير ومارس، حيث تسود خلال هذين الشهرين رياح من الاتجاهات الجنوبية تمثل ١٧,٤٪؛ لهذا تزداد كمية الرمال الزاحفة والعواصف خلال أشهر الربيع والصيف، وتقل في فصل الشتاء.

درس المسند (٢٠١٠م) رياح البوارح في الجهة الشرقية من المملكة العربية السعودية، واعتمد على تسع محطات رصد مناخية. وتوصل الباحث إلى أن آلية الحراك في رياح البوارح الشمالية بفرعيها، يكمن في اختلاف الضغط الجوي بين منخفض الهند الموسمي الذي يبدأ تأثيره في نهاية فصل الربيع، ومرتفع جوي ذي كتلة هوائية معتدلة يقع بشكل عام فوق شرق البحر المتوسط، حيث تنطلق منه الرياح في اتجاه منخفض الهند متخذة أجواء المملكة ممراً؛ لتعوض النقص الهوائي في منطقة المنخفض الجوي. كما دلت هذه الدراسة على أن ٤٥٪ من رياح البوارح يقع اتجاهها بين الصفر و٤٥° خلال شهري يونيو ويوليو، وهما فترة نشاط رياح البوارح.

أعدت بو خضر (١٤٣٢هـ) دراسةً تناولت فيها سمات العواصف الغبارية وعلاقتها بعناصر الطقس والمناخ الأخرى وصنفت تأثيرها في انتشار مرض الربو في مدينة الهفوف في المنطقة الشرقية من

المملكة العربية السعودية، وبينت وجود علاقة وثيقة بين إصابة السكان بهذا المرض وتفاقم حالاتهم المرضية وبين تكرار العواصف الغبارية. كما أجرت الجربوع (١٤٣٣هـ) دراسة مناخية تحليلية لتكرار الرياح والعواصف الغبارية في مدينة الرياض لمدة ٢٦سنةً، من عام ١٩٨٥- ٢٠١٠م خلال شهور السنة وفصولها. اعتمدت في دراستها على سرعة الرياح على (٨ عقد =٤ م/ث =١٤,٤ كلم/الساعة) معياراً للرياح القصوى التي عندها تبدأ العواصف الغبارية في الظهور. وتبين لها أن الرياح العظمى جزء من الرياح السائدة في أغلب الأحيان.

درس كلٌّ من العنزي والمسند (٢٠١٨)، الظواهر الغبارية المتشكلة عن الجبهات الباردة في فصل الربيع في المملكة العربية السعودية، فوجدوا أن تشكل هذه الظواهر بفعل الجبهات الباردة المرافقة للمنخفضات الجبهية المتكونة في حوض البحر المتوسط نتيجة التقاء كتلتين هوائيتين لهما خصائص مناخية مختلفة في عنصري درجة الحرارة والرطوبة. وتوصلت هذه الدراسة إلى أن المناطق الشمالية والشمالية الشرقية هي الأكثر تأثراً بالظواهر الغبارية الناتجة عن الجبهات الباردة في فصل الربيع.

تعليق على الدراسات السابقة: من استعراض الدراسات السابقة، لوحظ أن دراسة العواصف الغبارية تركزت على تكرار هبوبها خلال أشهر السنة وفصولها، دون الاهتمام بدراسة عناصر المناخ المؤثرة في هبوبها، كما لوحظ دراسة علاقة العواصف الغبارية وتأثيرها في صحة الإنسان، مثل أمراض الربو وأمراض العيون؛ لذا من المأمول أن تسهم هذه الدراسة في إضافة الجديد للدراسات المناخية التحليلية التطبيقية، بحيث إنها ستضيف في تحديد (قوة أوضعف) علاقة عناصر المناخ المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية وتكرارها خلال فصول السنة على مدينة الرياض، وكذلك تسد بعضا من النقص الموجود في هذا النوع من الدراسات الحيوية المهمة.

٩. منهج الدراسة وأساليبها

اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الاستقرائي الوصفي التحليلي؛ إذ تم وصف حالات الطقس الغبارية وتكرارتها الزمنية، ومن ثم العمل على تحليلها وتحديد والعوامل المؤثرة، وعلى ضوء ذلك أجرى ما يأتي:

أولاً: جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة وتشمل:

بيانات مناخية يومية لعناصر الطقس والمناخ (درجة الحرارة، الضغط الجوي على سطح البحر، الرطوبة النسبية، الأمطار،

الرياح السائدة، الرياح القصوى) الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية، خلال فترة الدراسة (١٩٩٠- ٢٠١٠م).

ثانياً: تصنيف البيانات وتبويبها في هذه المرحلة تم تصنيف البيانات وتبويبها، وتنقيحها، ووضعها في جداول لكي يستفاد منها في الدراسة، وتم استخدم برنامج SPSS للقيام بهذه العملية.

ثالثاً: تحليل البيانات وتفسيرها طبق عدد من الأساليب الإحصائية لتحليل البيانات والتوصل إلى النتائج، وتتضمن هذه الأساليب ما يأتي:

١- الأساليب الإحصائية الوصفية: مقاييس النزعة المركزية (المعدلات) للمتغيرات المدروسة.

٢- استخدام علاقات الارتباط المختلفة؛ لتوضيح العلاقة بين تكرارية العواصف الغبارية وعناصر المناخ في مدينة الرياض، خلال فصول السنة.

٣- استخدام طريقة السلاسل الزمنية لتحديد الاتجاه الزمني (Trend) لتكرار حالات الطقس الغبارية خلال مدة الدراسة.

٤- استخدام أسلوب التحليل العاملي (Factor Analysis)، لتصنيف الحالات الغبارية المركبة في مدينة الرياض.

١٠. التحليل والمناقشة

قبل أن نتعرف على علاقة العواصف الغبارية بعناصر المناخ الأخرى، سعت الدراسة الحالية إلى شرح تردد الرياح السائدة على مدينة الرياض بشكل عام؛ لذا أجريت دراسة لاتجاهات الرياح الهابة وترددتها في منطقة الدراسة خلال فصول السنة في المدة من ١٩٩٠- ٢٠١٠م، وعمل وردات رياح مركبة لكل فصل من فصول السنة الأربعة.

تردد اتجاهات الرياح السنوي والفصلي على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

ومن خلال بيانات الجدول (١) والشكل (٧)، يتضح أن تردد الرياح على مدينة الرياض بصفة عامة كان الرياح الشمالية، فقد ترددت خلال فترة الدراسة بمجموع (٥٤٣) سنوياً، وبنسبة تصل إلى (١٨,٥٪).

الجدول (١): يوضح تردد اتجاهات الرياح خلال فصول السنة على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م

	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	المجموع السنوي	النسبة المئوية٪
E	32	67	39	36	174	5.9
ENE	15	47	31	31	124	4.2
ESE	20	48	17	16	101	3.4
N	86	140	252	65	543	18.5
NE	21	67	39	40	167	5.7
NNE	60	101	83	63	307	10.4

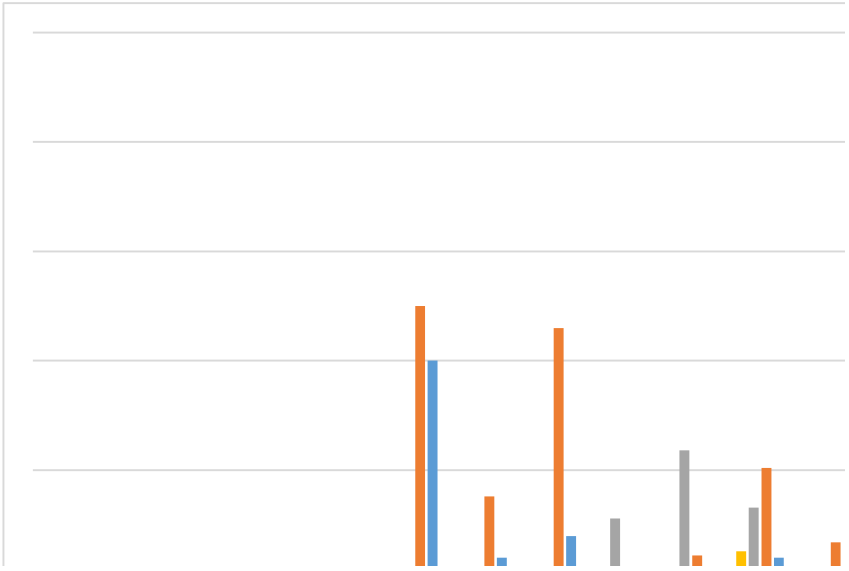
	فصل الشتاء	فصل الربيع	فصل الصيف	فصل الخريف	المجموع السنوي	النسبة المئوية٪
NNW	41	61	109	12	223	7.6
NW	22	41	78	8	149	5.1
S	70	165	24	54	313	10.6
SE	60	88	16	29	193	6.6
SSE	150	175	18	54	397	13.5
SSW	7	25	3	5	40	1.4
SW	3	26	3	6	38	1.3
W	11	41	12	6	70	2.4
WNW	5	19	33	7	64	2.2
WSW	5	29	2	3	39	1.3
المجموع	608	1140	759	435	2942	100.0

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

بينما ترددت الرياح الشمالية في فصل الصيف بحوالي (٢٥٢)، ويتصف مناخ هذا الفصل بارتفاع درجات الحرارة، بسبب تأثر المملكة بامتداد منطقة ضغط جوي منخفض استوائي، مقترنة بمنطقة ضغط جوي موسمي على الهند وباكستان (منخفض الهند الموسمي)، وتؤثر هذه الضغوطات الجوية في منطقة الدراسة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الصيف، بسبب التربة الجافة والمتفككة التي تحيط بمنطقة الدراسة من الجهات الشمالية والشمالية الشرقية والشرقية. وترددت الرياح الشمالية في فصل الربيع بحوالي (١٤٠)، ويعود هذا السبب إلى تأثر المنطقة بتراجع المرتفع الجوي السيبيري، وتعمق المنخفض الحراري (السودان) مع

مرور المنخفضات الجوية الحركية، وهذا تسبب في نشوء عواصف غبارية محلية على منطقة الرياض.

الشكل (٧): يوضح تردد اتجاهات الرياح خلال فصول السنة على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة ١٩٩٠- ٢٠١٠م



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

وردات الرياح المركبة في فصل الشتاء على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

يبين الشكلان (٨) و(٩) وردات الرياح المركبة لتكرار الرياح السائدة ونسبتها لفصل الشتاء في محطة الرياض، الذي يظهر فيه أن تكرار الرياح مقسم إلى ثلاثة أقسام:

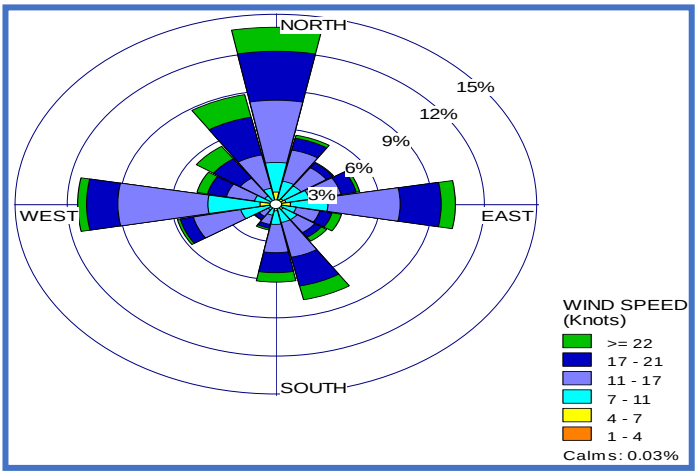
١- القسم الأول يتمثل بالرياح الشمالية وهي أكثر تكرارًا، وبنسبة تصل إلى (١٤٪).

٢- القسم الثاني يتمثل في الرياح الغربية، وتصل نسبة تكرارها إلى حوالي (١١٪).

٣- القسم الثالث يتمثل في الشرقيات، وتسود فيها الرياح الشرقية بحوالي (١٠٪).

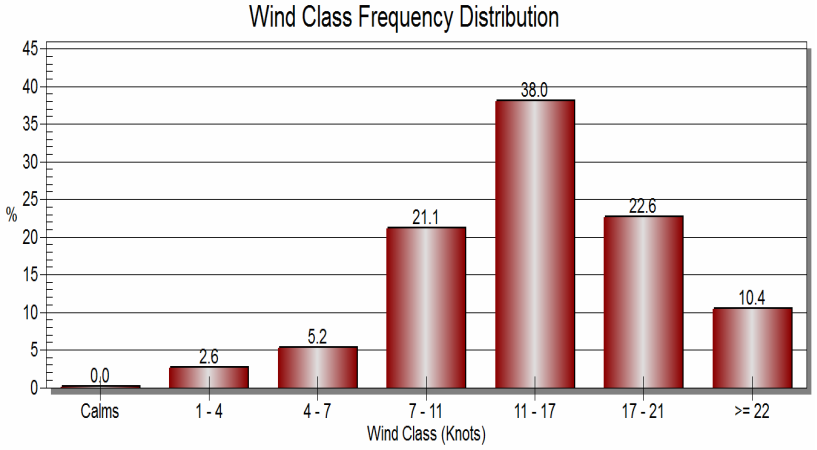
وتتفاوت بقية الرياح من اتجاهات مختلفة بنسب قليلة متباينة، وتؤدي حركة الشمس الظاهرية والمتجهة من نصف الكرة الشمالي باتجاه النصف الجنوبي إلى تغير في أنظمة الضغط الجوي، ومن ضمن تلك الأنظمة تمركز ضغط جوي مرتفع على أواسط آسيا وسيبيريا، مؤثراً بامتداده في مناطق واسعة من الجزيرة العربية تصل قيم ذلك المرتفع إلى (١٠٢٠) مليبار أحياناً، في حين تتكون منخفضات جوية حركية خلال هذا الفصل بسبب التقاء كتلتين هوائيتين مختلفتين، هما (قطبية مدارية MT) (CT مدارية بحرية) فوق الأطلسي وحوض البحر المتوسط لتؤثر في طقس الدول التي تقع في شرق البحر المتوسط ومناخها. وقد تنحرف هذه المنخفضات الحركية في تحركها جنوبا مؤثرة في أجواء المملكة، خصوصاً مع التقاء محاور تلك المنخفضات الحركية مع المنخفض الحراري (السودان) مؤثرة بأمطار مصحوبة بعواصف رعدية.

الشكل (٨): وردات رياح مركبة لتوزع تكرار اتجاهات الرياح السائدة لفصل الشتاء في مدينة الرياض



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

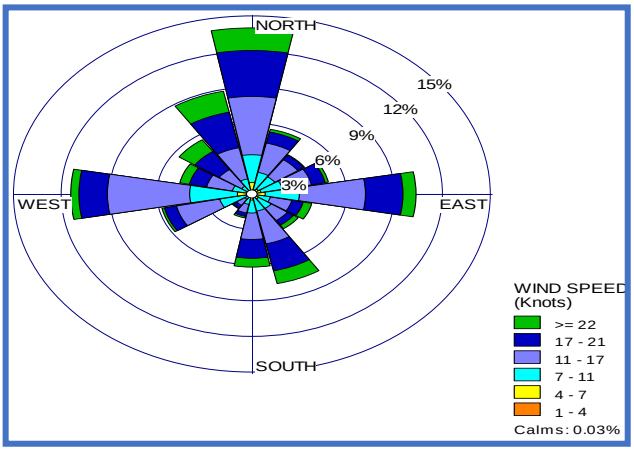
الشكل (٩): يوضح نسبة سرعة الرياح في فصل الشتاء في مدنية الرياض



وردات الرياح المركبة في فصل الربيع على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

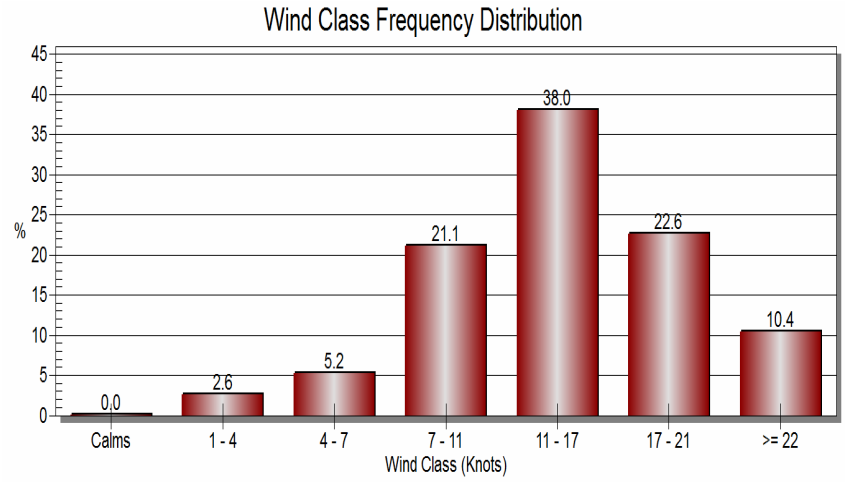
يبين الشكلان (١٠) و(١١) وردات الرياح المركبة لتكرار الرياح السائدة ونسبة سرعتها في فصل الربيع في محطة الرياض، فيوضحان أن الرياح الشمالية هي السائدة بنسبة (١٤٪)، ثم يليها الرياح الغربية بنسبة (١٠٪)، ثم يليها الرياح الشرقية بحوالي (٩٪)، وتتفاوت بقية الرياح من اتجاهات مختلفة بنسب قليلة متباينة. وهذا يعود إلى تأثر المنطقة خلال فصل الربيع بتراجع المرتفع الجوي السيبيري، ويبدأ تأثيره يضعف على المملكة، وتبدأ قيم الضغط الجوي في التناقص عما كانت عليه خلال فصل الشتاء، يقابله تعمق المنخفض الحراري (السودان) مع مرور المنخفضات الجوية الحركية، وبداية ظهور مرتفع جوي على بحر العرب جنوب الجزيرة العربية.

الشكل (١٠): وردات رياح مركبة لتوزع تكرار اتجاهات الرياح السائدة لفصل الربيع في مدينة الرياض



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

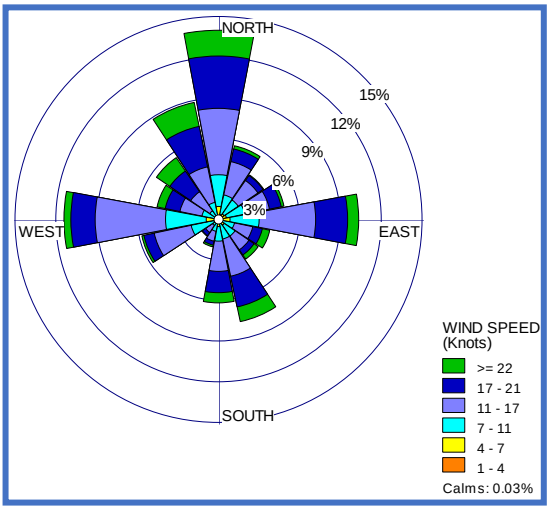
الشكل (١١): يوضح نسبة سرعة الرياح في فصل الربيع في مدنية الرياض



وردات الرياح المركبة في فصل الصيف على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

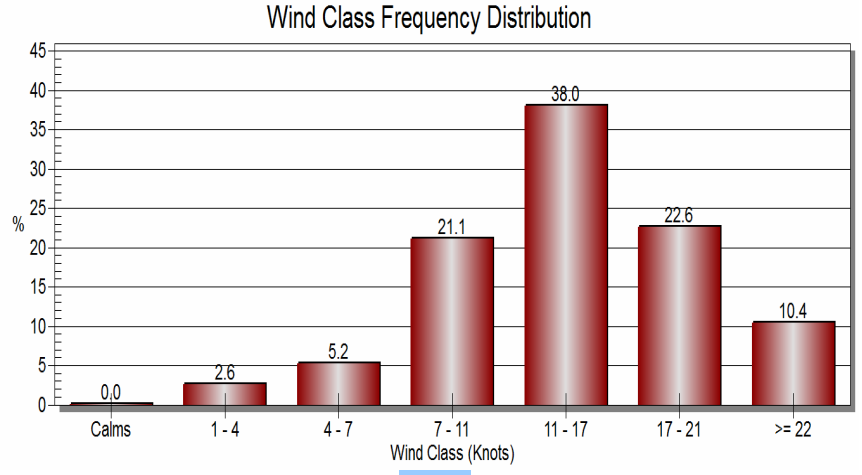
الشكل (١٢ و١٣) "وردات الرياح المركبة لتكرار الرياح السائدة ونسبة سرعتها لفصل الصيف في محطة الرياض"، أن الرياح الشمالية هي السائدة بنسبة تصل إلى (١٤٪)، ثم الرياح الغربية بحوالي (١١٪)، وتأتي الرياح الشرقية بنسبة تصل إلى (١٠٪)، وتتفاوت بقية الرياح من اتجاهات مختلفة بنسب قليلة متباينة، وبهذا الفصل تتأثر المملكة بامتداد منطقة ضغط منخفض استوائي مقترنة بمنطقة ضغط موسمي على الهند وباكستان (منخفض الهند الموسمي) مسبباً ارتفاعاً في درجات الحرارة على معظم أجزاء المملكة، فيما تغزو الكتل الهوائية المدارية القارية (CT) من فوق الصحراء الكبرى عبر البحر الأحمر في مقدمة المنخفضات الجوية الصحراوية (الخماسين)؛ لتزيد من الجفاف والحرارة (الجربوع، ١٤٣٣هـ).

الشكل (١٢): وردات رياح مركبة لتوزع تكرار اتجاهات الرياح السائدة لفصل الصيف في مدينة الرياض



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

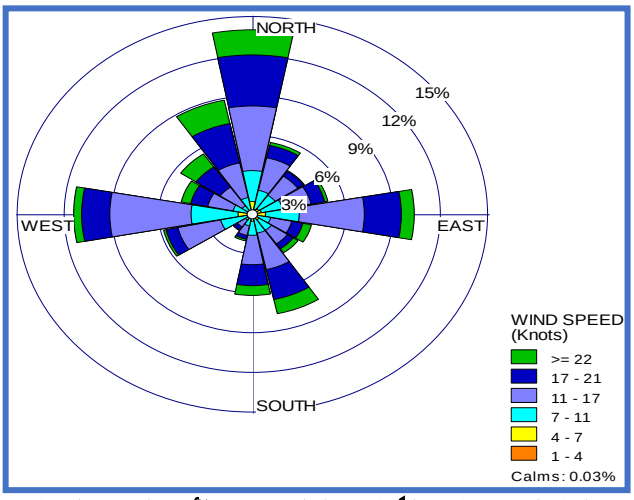
الشكل (١٣): يوضح نسبة الرياح وسرعتها في فصل الصيف في مدينة الرياض



وردات الرياح المركبة في فصل الخريف على مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

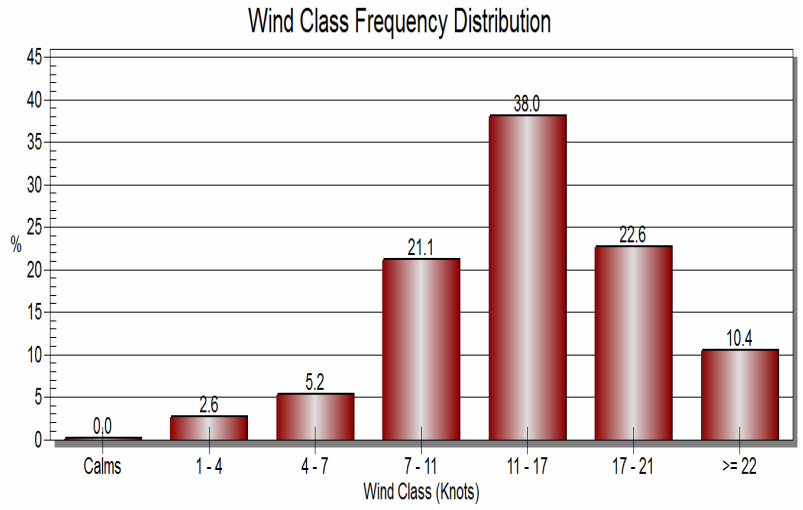
يوضح الشكلان (١٤) و(١٥) وردات الرياح المركبة لتكرار الرياح السائدة، ونسبة سرعاتها لفصل الخريف في محطة الرياض، وأن الرياح السائدة في فصل الخريف هي الرياح الشمالية بنسبة تصل إلى (١٤٪)، ثم يليها الغربية بحوالي (١١٪)، ثم يليها الرياح الشرقية بحوالي (١٠٪)، وتتفاوت بقية الرياح من اتجاهات مختلفة بنسب قليلة متباينة. وهذا يعود إلى تأثر المنطقة خلال فصل الخريف بتراجع منخفض الهند الموسمي ويبدأ منخفض السودان بالتعمق أحيانا وأحيانا أخرى تغزو المرتفعات الجوية الحركية المنطقة وحينها تأخذ درجات الحرارة بالانخفاض التدريجي عما كانت عليه خلال الصيف وتبدأ قيم الضغط الجوي بالارتفاع خلال هذا الفصل (الهديب، ١٤٢٩هـ).

الشكل (١٤): وردات رياح مركبة لتوزع تكرار اتجاهات الرياح السائدة لفصل الخريف في مدينة الرياض



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

الشكل (١٥): يوضح نسبة الرياح وسرعتها في فصل الخريف في مدينة الرياض



العلاقة السنوية بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فترة الدراسة

حُللت العلاقة السنوية بين توزيع المعدل للعواصف الغبارية والمعدل الشهري لعناصر المناخ مثل: (الرياح السائدة والرياح القصوى والرطوبة ودرجة الحرارة والضغط الجوي على سطح البحر والأمطار) في مدينة الرياض خلال فترة الدراسة، كما في الجدول (٢).

الجدول (٢): يبين معدلات عناصر المناخ خلال فترة الدراسة على مدينة الرياض.

الشهر	الرياح	الرياح القصوى (عقدة)	الضغط الجوي عند سطح البحر (مليبار)	الرطوبة النسبية (٪)	درجة الحرارة العظمى (م°)	معدل الأمطار (ملم)	مجموع العواصف الغبارية	معدل العواصف الغبارية
يناير	5.3	13.6	1019	50.3	13.5	17.1	260	12.4
فبراير	6.1	15.1	1016	38.4	16.5	9.0	371	17.7
مارس	6.4	15.9	1013	32.9	20.6	22.2	518	24.7
ابريل	6.5	17.8	1010	28.9	26.3	24.1	609	29.0
مايو	6	15.8	1006	18.1	32	7.4	676	32.2
يونيو	6.4	16.5	1001	10.8	34.9	0.0	431	20.5
يوليه	6.7	17.1	998	10.9	35.8	0.0	390	18.6
أغسطس	5.5	15.6	1000	13.1	35.8	0.1	307	14.6
سبتمبر	4.4	13.4	1005	15	32.5	0.0	206	9.8
أكتوبر	3.9	12.4	1012	21.7	27.3	1.5	172	8.2
نوفمبر	4.3	12.7	1016	38.2	20.3	15.9	202	9.6
ديسمبر	4.8	12.6	1019	48.1	15.4	18.5	217	10.3

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

يتضح من بيانات الشكل (١٦) أن هناك علاقة ارتباط خطية موجبة وقوية جدا بين العواصف الغبارية وبين (سرعة الرياح الدائمة والرياح القصوى)، ولها أهمية إحصائية بينهم، إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٨١)، ومعامل التفسير لها

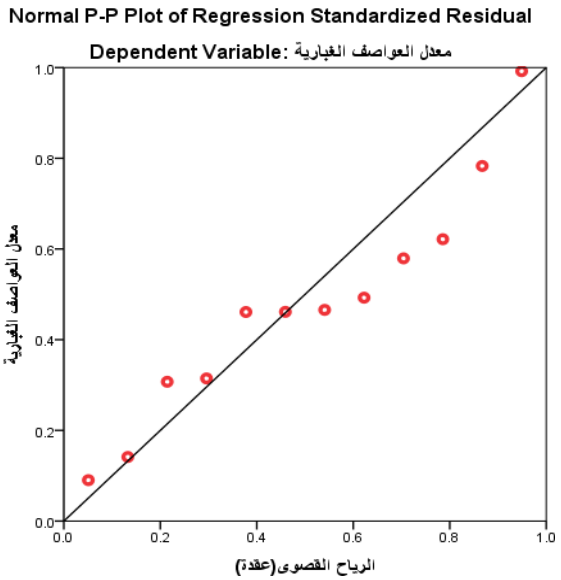
هو (R^2) بقيمة (٦٦)؛ أي أن حوالي (٦٦٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.001).

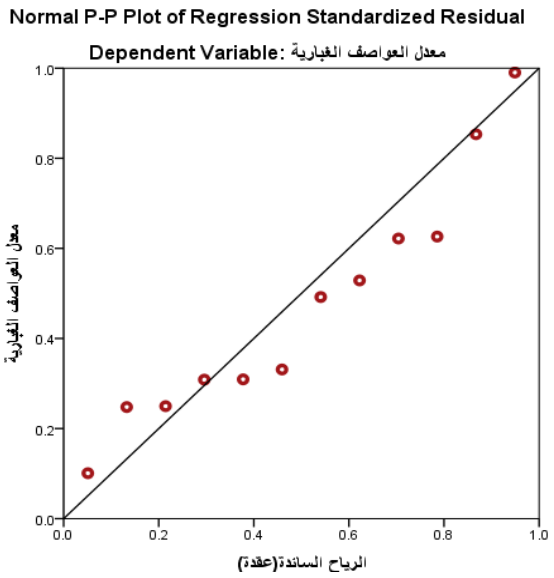
كما بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح السائدة (R) إلى قيمة (٠,٧٩)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٦٣)؛ أي أن حوالي (٦٣٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح السائدة، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.002)، كما في الجدول (٣). وتنعدم العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى (الضغط الجوي والرطوبة ودرجة الحرارة والأمطار). وكما ذكر الأحيدب (١٤١٩ه، ص ٤٣٩) أن تحرك الرياح يعود لمؤثرات المناخ مثل الضغوط الجوية الخارجية والداخلية التي تتعرض لها المملكة العربية السعودية في مختلف الفصول السنوية، واختلاف الطبيعة الجغرافية حول شبه الجزيرة العربية ومنها توزيع اليابسة والماء.

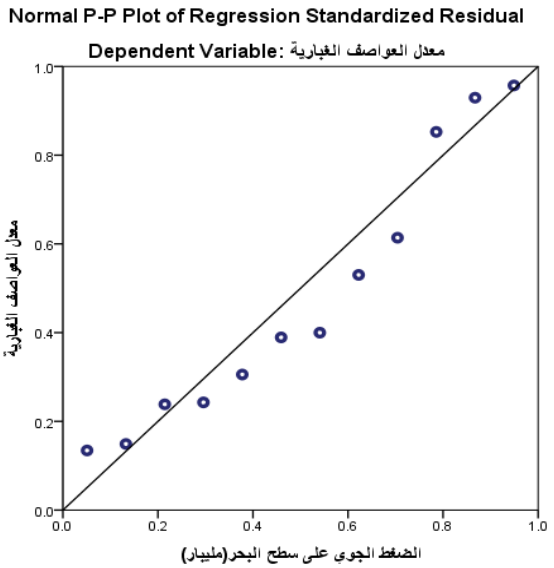
الجدول (٣): يوضح نتائج تحليل الانحدار بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ خلال فترة الدراسة

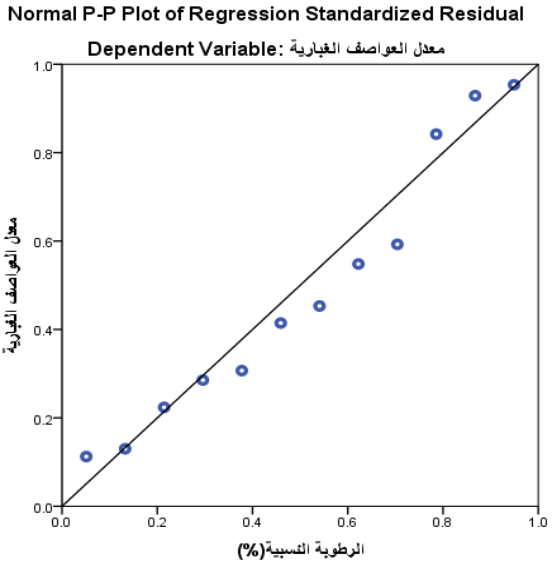
فصل الشتاء	R	R^2	SIG	(معادلة الانحدار) B=
سرعة الرياح (عقدة)	0.79	%63	0.002	= - 18+6.6
الرياح القصوى (عقدة)	0.81	%66	0.001	= - 34+3.4
الضغط الجوي على سطح البحر (مليبار)	0.28	%0.08	0.370	=325-0.30
درجة الحرارة (مئوية)	0.24	%0.06	0.436	= 11+0.23
الرطوبة النسبية (٪)	0.24	%0.06	0.443	=21-0.13
الأمطار (ملم)	0.25	%0.06	0.428	=15 + 0.21

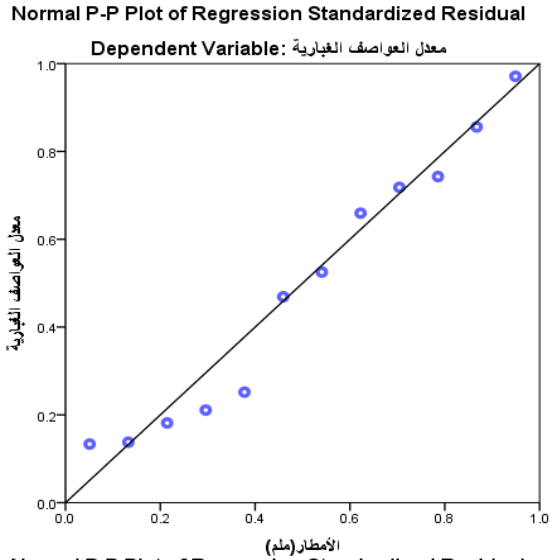
الشكل (١٦): يوضح العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فترة الدراسة

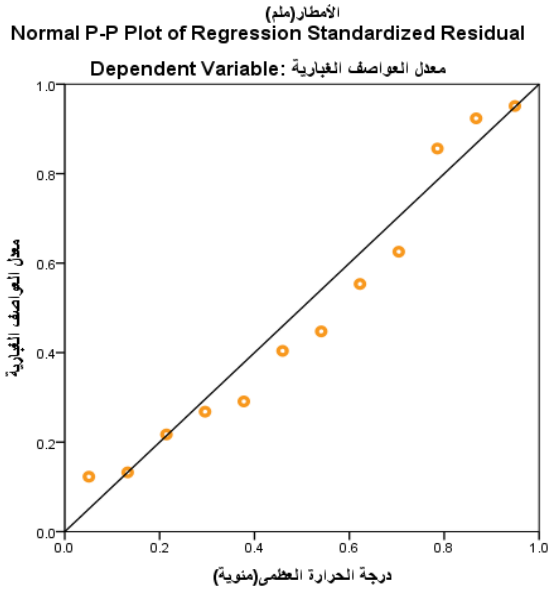





Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual
Dependent Variable: معدل العواصف الغبارية
معدل العواصف الغبارية
الضغط الجوي على سطح البحر(مليبار)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0


Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual
Dependent Variable: معدل العواصف الغبارية
معدل العواصف الغبارية
الرطوبة النسبية(%)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0


Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual
Dependent Variable: معدل العواصف الغبارية
معدل العواصف الغبارية
الأمطار(ملم)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0


Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual
Dependent Variable: معدل العواصف الغبارية
معدل العواصف الغبارية
درجة الحرارة العظمى(مئوية)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

العلاقة خلال فصول السنة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى في مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

حللت العلاقة خلال فصول السنة بين تكرار العواصف الغبارية والمعدل الفصلي لعناصر المناخ الأخرى (الرياح السائدة والرياح القصوى والرطوبة ودرجة الحرارة والضغط الجوي على سطح البحر والأمطار) في مدينة الرياض خلال فترة الدراسة، كما في الجدول (٤).

الجدول (٤) يوضح معدل عناصر المناخ
خلال فصول السنة في مدينة الرياض

الفصل	معدل الرياح السائدة (عقدة)	معدل الرياح القصوى (عقدة)	معدل الضغط الجوي سطح البحر(ملبار)	معدل الرطوبة النسبية(٪)	معدل درجة الحرارة العظمى(م□)	كمية الأمطار(ملم)	مجموع العواصف الغبارية
الشتاء	5.7	14.3	1017	42.2	15.9	819.4	1029
الربيع	6.2	17	1007	22	29.6	908.3	1777
الصيف	5.9	15.8	1000	12.4	35.1	1.2	994
الخريف	4.2	12.6	1014	32.7	22.8	704.3	559

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فصل الشتاء

هناك علاقة ارتباط خطية موجبة متوسطة خلال فصل الشتاء بين العواصف الغبارية وبين كلٍّ من (سرعة الرياح الدائمة والرياح القصوى) وعلاقة ارتباط خطية موجبة ضعيفة بين العواصف الغبارية والضغط الجوي على سطح البحر، وهي ذات أهمية إحصائية، إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R)بقيمة (٠,٤٦)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٢٢)، أي أن حوالي (٢٢٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى خلال فصل الشتاء، وهي ذات أهمية إحصائية (SIG=0.000). كما بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح السائدة في فصل الشتاء (R) بقيمة (٠,٣٦)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (١٣)، أي أن حوالي (١٣٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح السائدة، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.000).

بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع الضغط الجوي على سطح البحر في فصل الشتاء (R) بقيمة (٠,٣٢)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (١٠)، أي أن حوالي (١٠٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالضغط الجوي على سطح البحر، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.000). وتتفاوت الارتباطات والعلاقات بين العواصف

وعناصر المناخ الأخرى (الرطوبة ودرجة الحرارة والأمطار)، كما هو مبين في الجدول (٥).

إن سبب نشاط الرياح القصوى والسائدة في فصل الشتاء يعود للأسباب التي تطرق لها الأحيدب (١٤١٩ه، ص٤٩٤)، وهي الضغط الجوي المرتفع على آسيا، الذي يصل في شهر يناير إلى١٠٣٥ ملييباراً، والضغط الجوي الأطلسي (الآزوري) الذي يتمركز على جزر الآزور بالمحيط الأطلسي، كما تتأثر المنطقة بالضغط الجوي المرتفع على شمال أفريقيا، والذي يؤثر في وسط المملكة، كما أن للضغط الجوي المنخفض على البحر المتوسط تأثيراً في أجواء المنطقة، وهناك دور لمنخفض السودان تأثر في فصل الشتاء الذي يصل امتداده إلى المناطق الشرقية والشمالية من المملكة.

الجدول (٥) يوضح نتائج تحليل الانحدار في فصل الشتاء للعلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فترة الدراسة

فصل الشتاء	R	R^2	SIG	B=(معادلة الانحدار)
سرعة الرياح (عقدة)	0.36	%13	0.000	=0.048+0.087
الرياح القصوى (عقدة)	0.46	%22	0.000	= - 0.511+0.075
الضغط الجوي على سطح البحر(مليبار)	0.32	%10	0.000	=56-0.05
درجة الحرارة (مئوية)	0.26	%0.06	0.000	= - 0.24+0.05
الرطوبة النسبية (٪)	0.13	%0.01	0.000	=0.18-0.06
الأمطار (ملم)	0.04	%0.002	0.036	=0.55-0.016

العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فصل الربيع:

توجد علاقة ارتباط خطية موجبة متوسطة خلال فصل الربيع بين العواصف الغبارية وبين كلٍّ من (سرعة الرياح الدائمة والرياح القصوى)، وعلاقة ارتباط خطية موجبة ضعيفة جداً بين العواصف الغبارية والرطوبة النسبية في فصل الربيع، وهي ذات أهمية إحصائية؛ إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٥٠)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٢٥)؛ أي أن حوالي (٢٥٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى خلال فصل الربيع، وهي ذات أهمية إحصائية (SIG=0.000).

كما بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح السائدة في فصل الربيع (R) بقيمة (٠,٤٩)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٢٤)؛ أي أن حوالي (٢٤٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح السائدة خلال هذا الفصل، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.000). بينما لا توجد علاقة بين العواصف الغبارية خلال فصل الربيع مع (الضغط الجوي على سطح البحر ودرجة الحرارة والأمطار) كما في الجدول (٦). ويعد فصل الربيع فترة انتقالية، ففيه تأخذ درجة حرارة اليابسة في الارتفاع التدريجي، ويترتب على

ذلك ضعف في مناطق الضغط استعداداً لتغيرها واختلاف اتجاه هبوب الرياح. وبهذا الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة يبدأ الضغط الجوي المرتفع على آسيا في الضعف والتجزؤ إلى مناطق ضغط جوي صغيرة (الأحيدب، ١٤١٩ه، ص٥٠٠).

الجدول (٦) يوضح نتائج تحليل الانحدار في فصل الربيع للعلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى

فصل الربيع	R	R^2	SIG	B=(معادلة الانحدار)
سرعة الرياح (عقدة)	0.49	%24	0.000	= - 0.20+0.17
الرياح القصوى (عقدة)	0.50	%25	0.000	= - 0.32+0.07
الضغط الجوي على سطح البحر (مليبار)	0.02	%0.001	0.247	=6- 0.005
درجة الحرارة (مئوية)	0.005	%0	0.820	=0.94-0.001
الرطوبة النسبية (٪)	0.06	%0.004	0.005	=0.82+0.004
الأمطار (ملم)	0.020	%0	0.382	=0.92-0.007

العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فصل الصيف

يتضح أن هناك علاقة ارتباط خطية موجبة متوسطة خلال فصل الصيف بين العواصف الغبارية وبين كلٍّ من (سرعة الرياح الدائمة والرياح القصوى)، وهي ذات أهمية إحصائية؛ إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٤٢)،

ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (١٨)؛ أي أن حوالي (١٨٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى خلال فصل الصيف، وهي ذات أهمية إحصائية (SIG=0.000).

كما بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح السائدة في فصل الصيف (R) بقيمة (٠,٣٧)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (١٤)؛ أي أن حوالي (١٤٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح السائدة خلال هذا الفصل، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.000). وتتفاوت الارتباطات والعلاقات بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ بنسب مختلفة. بينما لا توجد علاقة بين العواصف الغبارية خلال فصل الصيف مع (الأمطار)، كما في الجدول (٧). تتأثر المملكة خلال فصل الصيف بعدة ضغوط جوية منخفضة محيطة بها نتيجة للتباين الحراري بين اليابسة والماء، وتتزحزح هذه الضغوط المنخفضة شمالاً من المملكة العربية السعودية، فالمنخفض الجوي الآسيوي المتمركز على الحوض الأوسط من نهر السند وفوق صحراء جوبي أو شامو، يجذب الرياح من المسطحات المائية الباردة المحيطة بالمنطقة، وهناك منخفض السودان الذي يؤثر في شبه الجزيرة العربية حينما يمتد شرقا نحو وسط وشمال غرب الجزيرة العربية، مساعداً على تحريك الرياح في تلك المناطق (الأحيدب، ١٤١٩ه، ص٤٩٩).

الجدول (٧) يوضح نتائج تحليل الانحدار في فصل الصيف للعلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى

فصل الصيف	R	R^2	SIG	B=(معادلة الانحدار)
سرعة الرياح (عقدة)	0.37	%14	0.000	= - 0.13+0.10
الرياح القصوى (عقدة)	0.42	%18	0.000	= - 0.65+0.06
الضغط الجوي على سطح البحر(مليبار)	0.08	%0.008	0.000	= 23- 0.02
درجة الحرارة (مئوية)	0.07	%0.005	0.001	= - 0.53+0.03
الرطوبة النسبية (٪)	0.07	%0.005	0.002	=0.32+0.01
الأمطار (ملم)	0.01	%0	0.529	=0.50+0.41

العلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى خلال فصل الخريف

توجد علاقة ارتباط خطية موجبة متوسطة خلال فصل الخريف بين العواصف الغبارية وبين كلٍّ من (سرعة الرياح الدائمة والرياح القصوى)، وهي ذات أهمية إحصائية؛ إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٣٦)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (١٣)؛ أي أن حوالي (١٣٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى خلال فصل الخريف، وهي ذات أهمية إحصائية (SIG=0.000). بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح السائدة في فصل الخريف (R) بقيمة (٠,٣٧)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٣٣)؛ أي أن

حوالي (١١٪) من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح السائدة خلال هذا الفصل، وأهميتها الإحصائية (SIG=0.000). وتوجد علاقة ارتباط بين العواصف الغبارية والرطوبة بنسب ضعيفة جداً، ولها أهمية إحصائية، بينما لا توجد علاقة بين العواصف الغبارية خلال فصل الخريف مع (الضغط الجوي ودرجة الحرارة والأمطار)، كما في الجدول (٨). يعد فصل الخريف فترة انتقالية، وتأخذ درجة الحرارة في هذا الفصل في الانخفاض التدريجي، ويبدأ الضغط المنخفض الآسيوي في الاضمحلال والتفكك ليحل محله ضغط جوي مرتفع، ويتحرك الضغط الجوي الأطلسي المرتفع (الآزوري) جنوبا ليقترب من القارة الأفريقية، كما تنشأ منخفضات جوية محلية تؤدي إلى استقرار الجو في المملكة وهبوب الرياح والعواصف المحملة بالأتربة والرمال والأمطار أحياناً (الأحيدب، ١٤١٩هـ، ص ٥٠١).

الجدول (٨) يوضح نتائج تحليل الانحدار في فصل الشتاء للعلاقة بين العواصف الغبارية وعناصر المناخ الأخرى

فصل الخريف	R	R^2	SIG	B=(معادلة الانحدار)
سرعة الرياح (عقدة)	0.33	%11	0.000	= - 0.09+0.09
الرياح القصوى (عقدة)	0.36	%13	0.000	= - 0.39+0.05
الضغط الجوي على سطح البحر(مليبار)	0.02	%0.001	0.314	=3.6- 0.003
درجة الحرارة (مئوية)	0.01	%0	0.428	= 0.34-0.002
الرطوبة النسبية (٪)	0.12	%0.01	0.000	=0.16+0.004
الأمطار(ملم)	0.03	%0.001	0.146	=0.30-0.008

السلاسل الزمنية (Trend) لتكرار العواصف الغبارية خلال فترة الدراسة

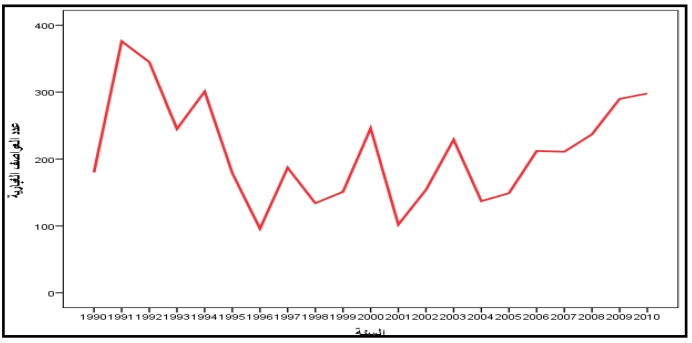
أُجري تحليل لاتجاه زمني سنوي لتكرار العواصف الغبارية في مدينة الرياض؛ لمعرفة الاتجاه العام للعواصف الغبارية الهابة على منطقة الدراسة، فتبين من الشكل (١٧) أن العواصف الغبارية خلال السنوات الأخيرة من فترة الدراسة في ازدياد ملحوظ، حيث إنه في عام ٢٠١٠م، وصل تكرار حالات العواصف الغبارية التي هبت على مدينة الرياض (٢٩٨) عاصفة، بمعدل سنوي يصل إلى (١٤,٢/سنة)، بينما يوضح الشكل أن أقل تكرار للعواصف الغبارية في عام ١٩٩٦ كان (٩٦) عاصفة بمعدل (٤,٦/سنة)، كما هو واضح في الجدول (٩).

الجدول (٩) يوضح التكرار السنوي للعواصف الغبارية في منطقة الدراسة

السنة	عدد العواصف الغبارية	المعدل السنوي	السنة	عدد العواصف الغبارية	المعدل السنوي
1990	180	8.6	2001	102	4.9
1991	376	17.9	2002	154	7.3
1992	345	16.4	2003	229	10.9
1993	245	11.7	2004	137	6.5
1994	301	14.3	2005	149	7.1
1995	179	8.5	2006	212	10.1
1996	96	4.6	2007	211	10.0
1997	187	8.9	2008	237	11.3
1998	134	6.4	2009	290	13.8
1999	151	7.2	2010	298	14.2
2000	246	11.7	المجموع	4459	212.3

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

الشكل (١٧) يوضح الاتجاه العام لتكرار العواصف الغبارية في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

التحليل العاملي لعناصر المناخ السنوي والفصلي لمدينة الرياض خلال فترة الدراسة

يلحظ اختلاف وتذبذب عناصر المناخ في مدينة الرياض خلال فترة الدراسة (١٩٩٠- ٢٠١٠م)، لذلك لا بد من دراستها لمعرفة أي هذه العوامل أكثر تأثيراً في المناخ في مدينة الرياض فتم اللجوء إلى طريقة التحليل العاملي، لتوضيح أي العناصر المناخية المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة على المستوى السنوي والفصلي.

أن عدد العوامل التي لها جذور كامنة لا تقل عن واحد صحيح يساوي (ثلاثة عوامل) على المستوى السنوي والفصلي، واتضحت نسبة التباين الكلية المفسرة للمناخ السنوي للعوامل الثلاثة يساوي

(٧٣٪)، أما نسبة التباين للعوامل المؤثرة في مناخ الرياض في فصل الشتاء (٦٨٪)، ونسبة التباين للعوامل المؤثرة في فصل الربيع (٧٢٪)، والصيف نسبة التباين الكلي المفسر فيه للعوامل المؤثرة هي (٦٦٪)، أما فصل الخريف فتصل نسبة التباين الكلي المفسر إلى (٦٩٪). ومن الرسم البياني (Scree Plot) يتشكل منعطف أو زاوية انحناء أو (Elbow) عند العامل رقم (٤)؛ لذا يتم الاقتصار على العوامل التي قبله وهي ثلاثة عوامل، كما هو مبين في الجدول (١٠).

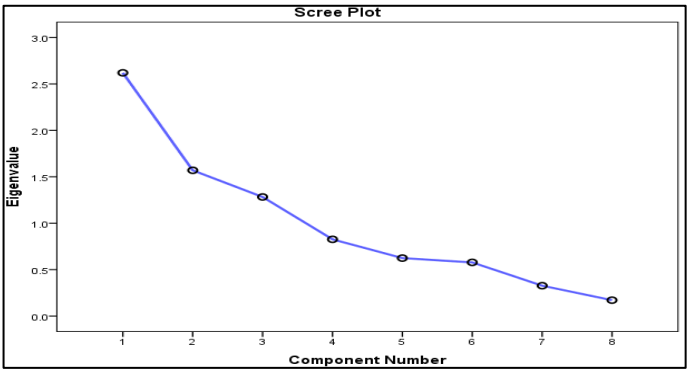
الجدول (١٠) يوضح عناصر المناخ المؤثرة خلال السنة وفصولها على العواصف الغبارية في مدينة الرياض خلال فترة الدراسة

المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث
المناخ السنوي	درجة الحرارة العظمى (مْ)	سرعة الرياح القصوى (عقدة)	الأمطار (ملم)
فصل الشتاء	سرعة الرياح القصوى (عقدة)	درجة الحرارة (مْ)	الأمطار (ملم)
فصل الربيع	الضغط الجوي عند سطح البحر (مليبار)	الرياح السائدة (عقدة)	الأمطار (ملم)
فصل الصيف	سرعة الرياح القصوى (عقدة)	درجة الحرارة (مْ)	الرطوبة النسبية (٪)
فصل الخريف	درجة الحرارة (مْ)	سرعة الرياح القصوى (عقدة)	الأمطار (ملم)

التحليل العاملي لعناصر المناخ في فصل الشتاء خلال فترة الدراسة في مدينة الرياض

من التحليل العاملي لعناصر المناخ في فصل الشتاء، يتبين أن نسبة التباين للعوامل المؤثرة في العواصف الغبارية حوالي (٦٨٪)، ويوضح الشكل (١٨) والجدول (١١) هذه النسب للعناصر ذات التأثر الأكبر في هبوب العواصف الغبارية من بين عناصر المناخ الأخرى، حيث أن هذه العناصر الثلاثة لها تأثير في تكرار هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض، وهي: سرعة الرياح القصوى (عقدة)، والعامل الثاني درجة الحرارة (م°)، والعامل الثالث هو الأمطار (ملم).

الشكل (١٨) العوامل المناخية المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الشتاء.



الجدول (١١): العوامل المناخية المؤثرة في تكرار هبوب العواصف الغبارية في فصل الشتاء على مدينة الرياض

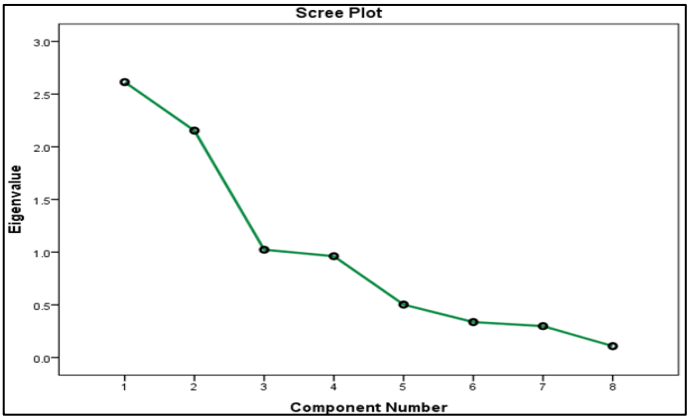
Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
الرياح السائدة	.819		
الرياح القصوى	.862		
الضغط الجوي عند سطح البحر		.828	
درجة الحرارة		-.860-	
الرطوبة النسبية			.785
الأمطار			.810
أتجاه الرياح	.401	.526	
مجموع العواصف الغبارية	.645		
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]			
a. Rotation converged in 5 iterations.			

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

التحليل العاملي لعناصر المناخ المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الربيع

من التحليل العاملي لعناصر المناخ في فصل الربيع، يتبين أن نسبة التباين للعوامل المؤثرة في العواصف الغبارية حوالي (٧٢٪)، والشكل (١٩) والجدول (١٢) يوضحان نسب العناصر ذات التأثر الأكبر في هبوب العواصف الغبارية من بين عناصر المناخ الأخرى، حيث إن هذه العناصر الثلاثة لها تأثير في تكرار هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض، وهي: الضغط الجوي عند سطح البحر (مليبار)، الرياح السائدة (عقدة)، والعامل الثالث هو الأمطار (ملم).

الشكل (١٩): العوامل المناخية المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الربيع



جدول (١٢): العوامل المناخية المؤثرة في تكرار هبوب العواصف الغبارية في فصل الربيع على مدينة الرياض

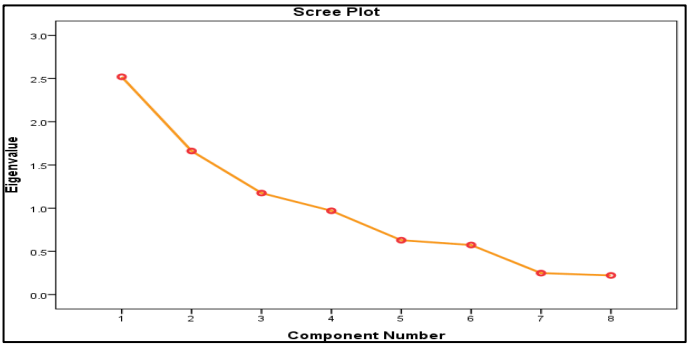
Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
الضغط الجوي عند سطح البحر	.942		
درجة الحرارة	-.934-		
الرطوبة النسبية	.657		.598
الرياح السائدة		.856	
الرياح القصوى		.839	
مجموع العواصف الغبارية		.793	
أتجاه الرياح			
الأمطار			.938
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]			
a. Rotation converged in 5 iterations.			

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

التحليل العاملي لعناصر المناخ المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الصيف

من التحليل العاملي لعناصر المناخ في فصل الصيف، يتبين أن نسبة التباين للعوامل المؤثرة في العواصف الغبارية حوالي (٦٦٪)، والشكل (٢٠) والجدول (١٣) يوضحان نسب العناصر ذات التأثر الأكبر في هبوب العواصف الغبارية من بين عناصر المناخ الأخرى، حيث إن هذه العناصر الثلاثة لها تأثير في تكرار هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض، وهي: سرعة الرياح القصوى (عقدة)، درجة الحرارة (م°)، والعامل الثالث هو الرطوبة النسبية (٪).

الشكل (٢٠): العوامل المناخية المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الصيف.



الجدول (١٣): العوامل المناخية المؤثرة في تكرار هبوب العواصف الغبارية في فصل الصيف على مدينة الرياض

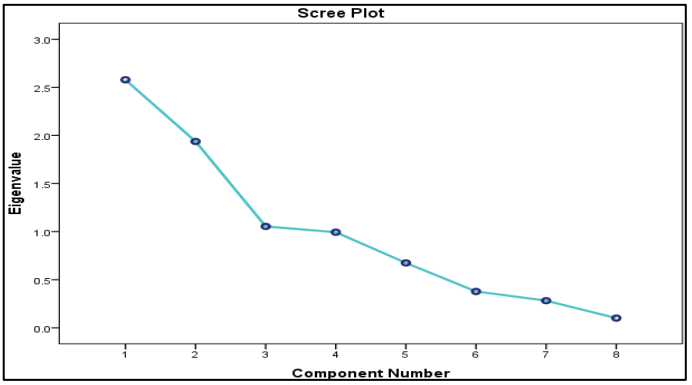
Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
الرياح القصوى	.876		
الرياح السائدة	.851		
مجموع العواصف الغبارية	.693		
درجة الحرارة		-.923-	
الضغط الجوي عند سطح البحر		.906	
الرطوبة النسبية			.705
اتجاه الرياح	.408		-.631-
الأمطار			.479
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]			
a. Rotation converged in 4 iterations.			

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

التحليل العاملي لعناصر المناخ المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الخريف

من التحليل العاملي لعناصر المناخ في فصل الخريف، يتبين أن نسبة التباين للعوامل المؤثرة في العواصف الغبارية حوالي (٦٩٪)، والشكل (٢١) والجدول (١٤) يوضحان نسب العناصر ذات التأثر الأكبر في هبوب العواصف الغبارية من بين عناصر المناخ الأخرى، حيث إن هذه العناصر الثلاثة لها تأثير في تكرار هبوب العواصف الغبارية على مدينة الرياض، وهي: درجة الحرارة (مْ)، سرعة الرياح القصوى (عقدة)، والعامل الثالث هو الأمطار (ملم).

الشكل (٢١): العوامل المناخية المؤثرة في هبوب العواصف الغبارية في فصل الخريف



الجدول (١٤): العوامل المناخية المؤثرة في تكرار هبوب العواصف الغبارية في فصل الخريف على مدينة الرياض

Rotated Component Matrix[a]			
Component			
3	2	1	
		-.959-	درجة الحرارة
		.920	الضغط الجوي عند سطح الأرض
		.754	الرطوبة النسبية
	.874		الرياح القصوى
	.857		الرياح السائدة
	.637		مجموع العواصف الغبارية
.692			الأمطار
-.688-			اتجاه الرياح
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]			
a. Rotation converged in 5 iterations.			

المصدر: من عمل الباحث، استنادًا إلى بيانات هيئة الأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ١٤٣٧هـ

النتائج والتوصيات

بعد تحليل البيانات المناخية اليومية لمدينة الرياض، توصلت الدراسة إلى عدة نتائج، وهي:

١. التأثير الواضح للضغوط الجوية المنخفضة والمرتفعة المحيطة بالجزيرة العربية في عناصر المناخ في مدينة الرياض، خصوصاً في فصل الشتاء، فالعلاقة في هذا الفصل موجبة وقوية بين الضغط الجوي على سطح البحر والعواصف الغبارية.

٢. هناك علاقة إيجابية قوية بين الرياح القصوى والسائدة والعواصف الغبارية على مدينة الرياض في جميع فصول السنة، وهي السبب الرئيس في تحريك الرمال المفككة وإثارة العواصف الغبارية الإقليمية والمحلية.

٣. تبين أن هناك علاقة ارتباط خطية موجبة وقوية جدا بين العواصف الغبارية وبين من (سرعة الرياح السائدة والرياح القصوى)، ولها أهمية إحصائية بينهم؛ إذ بلغ معامل ارتباط العواصف الغبارية مع سرعة الرياح القصوى (R) بقيمة (٠,٨١)، ومعامل التفسير لها هو (R^2) بقيمة (٦٦)، أي أن حوالي (٦٦٪)، من العواصف الغبارية تتعلق بالرياح القصوى.

وبناءً على نتائج هذه الدراسة، أوصى الباحث بالآتي:

١. الاهتمام بدراسة العواصف الغبارية وحالات السديم من قبل الباحثين والمختصين في مدينة الرياض وغيرها من مدن المملكة، ومحاولة دراستها بتفصيلات أدق وأشمل من حيث جزيئات العواصف الغبارية وتحديد مصادرها (الطبيعية والبشرية).

٢. زيادة إنشاء محطات رصد جوية داخل النطاق العمراني لمدينة الرياض والمدن الأخرى؛ لمراقبة العوالق الدقيقة الناتجة عن نهاية كل عاصفة غبارية، والتي تسمى علمياً (Haze)، لما لها من تأثيرات صحية خطيرة خصوصاً في مرضى الربو.

٣. على كلٍّ من وزارة الصحة ووزارة التعليم والأسرة دور في توضيح خطورة العواصف الغبارية على المجتمع والأبناء، وذلك من خلال النشرات الصحية والبرامج التعليمية والتعليمات الأسرية.

٤. على وزارة الشؤون البلدية والقروية القيام بدورها في التخفيف من خطر العواصف الغبارية الهابة على مدينة الرياض خلال فصول السنة، من خلال تكثيف زراعة الأشجار في المناطق الشمالية والشمالية الغربية والشرقية القريبة من مدينة الرياض للتقليل من أثر هذه العواصف في صحة سكانها واقتصاد المدينة وأنشطتها التجارية والترفيهية.

المراجع

المراجع العربية

- الأحيدب، إبراهيم، ١٤١٩ه، المناخ: الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي، المجلد الثالث، عمادة البحث العلمي، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- الأحيدب، إبراهيم، ١٤٢٤ه، المدخل إلى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخية، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- الأحيدب، إبراهيم، ١٤٢٩ه، جغرافية المخاطر، مكتبة الملك فهد الوطنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- آل سعود، مشاعل بنت عبدالرحمن، ١٩٨٦م، الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض - الدمام، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- الجربوع، ريم بنت علي، ١٤٣٣ه، تكرار الرياح والعواصف الغبارية في مدينة الرياض في المملكة العربية السعودية. رسالة ماجستير غير منشورة. قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود: الرياض.
- خليل، يوسف، ٢٠٠٨م، العواصف الترابية في الأردن خلال السنوات ١٩٧٥- ٢٠٠٥م، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، الجامعة الأردنية: عمان.

- الصالح، محمد، ١٩٨٦م، التوزيع الزماني والمكاني للأمطار في مدينة الرياض، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- صفر، محمود عزو، ١٩٨٢م، الغبار في الكويت خلال فصل الصيف، جامعة الكويت، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، السنة الثامنة، العدد ٣٠.
- القاضي، تغريد (٢٠٠٦م)، أثر المنخفضات الحرارية في طقس ومناخ العراق، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بغداد: العراق.
- الكليبي، فهد بن محمد، ١٩٩٠ م، مناخ الخليج العربي، الكويت، ذات السلاسل.
- المسند، عبدالله بن عبدالرحمن، ٢٠١٠م، رياح البوارح وأثرها في إثارة العواصف الرملية في شرقي المملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيا، جامعة القصيم.
- الهديب، فيصل، ١٤٢٩هـ، حالات الطقس في النصف الشمالي من المملكة العربية السعودية وعلاقتها بمراكز العمل الجوي المجاورة وبمستويات الضغط الجوي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود: الرياض.
- هشام، مراد، ٢٠٠٦م، التبخر نتح في هدى الشام بمنطقة مكة المكرمة دراسة في الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية، رسالة علمية، جامعة الملك سعود، الرياض.

- هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ١٤٣٨هـ، المملكة العربية السعودية، حقائق وأرقام، الرياض.

المراجع الأجنبية

- Ahrens, C.D. (1982)."Meteorology to Day: An Introduction to weather, Climate and Environment. West publishing Com, St. Paul, New York, San Francisco. P: 514.
- Fahad Alkolibi, Eyad Fadda, Fawzieh Bakhrjy, Michael Notaro, 2015. "Climatic controls on the interannual to decadal variability in Saudi Arabian dust activity: Towards the development of a seasonal dust prediction model". Journal of Geophysical research; Atmospheres. Volume 120, Issue 5, pages1739–1758, 16 March 2015. DOI: 10.1002/2014JD022611. ISSN: 2169-8996. ISI indexed Journals, Impact factor (3.174).
- Fahad Alkolibi, Eyad Fadda, Fawzieh Bakhrjy, Yan Yu, Michael Notaro, Zhengyu Liu, Olga Kalashnikova, 2013. Assessing temporal and spatial variations in atmospheric dust over Saudi Arabia through satellite, radiometric, and station data. Journal of Geophysical research; Atmospheres, Volume 118, Issue 23, pages 13,253–13,264, doi:10.1002/2013JD020677, 2013. ISSN: 2169-8996. ISI indexed Journals, Impact factor (3.174).
- Hushke, R.E. (1959). " Glossary of Meteorology ". Boston. America Meteorological Society.
- Selah, A. and Fry rear, D.W. 1995. Threshold Wind Velocities of Wet Soils As Affected By Wind Blown Sand. Soil Science160, 304–309.
- Sujith, R. and Paolo, D. 2005. A Field Scale Analysis Of The Dependence Of Wind Erosion Threshold Velocity On Air Humidity, Geophysical Research Letters, 32, L21404.1-L21404.4.

❊ ❊ ❊

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

تقرير عن مؤتمر السكان والتنمية
المستدامة في سلطنة عمان

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

تقرير عن مؤتمر السكان والتنمية المستدامة في سلطنة عمان

نظم مركز الدراسات العمانية بجامعة السلطان قابوس مؤتمراً علمياً بعنوان "السكان والتنمية المستدامة في سلطنة عمان خلال الفترة من ١٤ – ١٥ أكتوبر ٢٠١٩ في قاعة المؤتمرات"، وقد جاءت فكرة المؤتمر من أجل تسليط الضوء على القضايا السكانية في سلطنة عمان بأبعادها المختلفة من أجل تحليلها وتقديم الحلول الممكنة لمعالجتها، وعرض تجارب إقليمية، وبالأخص من دول مجلس التعاون الخليجي، والدول العربية إضافةً إلى التجارب العالمية.

أهداف المؤتمر

١. تسليط الضوء على واقع الوضع السكاني والتحولات التاريخية التي شهدها.
٢. التعرف على السياسات السكانية في سلطنة عمان ونتائجها (الصحة، التغذية، قوى التوظيف، الرعاية والرفاه الاجتماعي، الأمن البشري)
٣. إبراز واقع الوضع الديموغرافي لسلطنة عمان ضمن المؤشرات السكانية العالمية والإقليمية.

٤. تسليط الضوء على القضايا السكانية في سلطنة عمان (التغير في التركيبة السكانية، التحولات الثقافية والتعددية الثقافية، الباحثين عن عمل، تمكين المرأة، جودة الحياة ومستوى المعيشة، الجريمة، الأمية، الهجرات الداخلية والخارجية، التحضر، الخدمات، ... إلخ)

٥. إبراز قضايا العمالة الوافدة في سلطنة عمان وتأثيراتها السياسية والاقتصادية والاجتماعية والثقافية.

٦. إبراز مستقبل الوضع الديموغرافي لسلطنة عمان في ظل التوجهات التنموية.

٧. التعرف على دور السكان في التنمية.

٨. التعرف على دور المؤسسات المختلفة في التوعية بالقضايا السكانية.

٩. الاستفادة من تجارب الدول الإقليمية والعالمية في مجال السكان والسياسات السكانية، ومعالجة القضايا السكانية.

محاور المؤتمر

- المحور الأول: واقع الوضع الديموغرافي والتحولات التاريخية في سلطنة عمان (الواقع، الحلول).
- المحور الثاني: القضايا السكانية في سلطنة عمان (الواقع، المستقبل، الحلول).
- المحور الثالث: الوضع السكاني في سلطنة عمان ضمن المؤشرات الإقليمية والعالمية.
- المحور الرابع: السياسات السكانية في سلطنة عمان ودورها في الحد من القضايا السكانية.
- المحور الخامس: مستقبل الوضع السكاني في سلطنة عمان.
- المحور السادس: قضايا سكانية إقليمية وعالمية (مشكلات وتجارب ناجحة).
- المحور السابع: دور المؤسسات الرسمية وغير الرسمية في التوعية بالقضايا السكانية.

توصيات المؤتمر

١. تطوير التشريعات الوطنية الخاصة بسوق العمل ومتابعة آليات تنفيذها؛ لرفع نسبة التعمين في مؤسسات القطاع الخاص في مختلف المجالات الوظيفية.

٢. معالجة الخلل الديموغرافي في التركيبة السكانية لسلطنة عمان.

٣. وضع تشريعات وسياسات واضحة للهجرة إلى السلطنة، بحيث تنظم وتضبط نوعية العمالة الوافدة وأعدادها.

٤. تسهيل إجراءات توظيف الباحثين عن عمل من المواطنين بين دول مجلس التعاون الخليجي.

٥. تبني تشريعات وقوانين وحوافز تضمن الدعم المادي للباحثين عن عمل؛ للانخراط في المهن والحرف والصناعات التقليدية من خلال المشروعات الصغيرة والمتوسطة.

٦. الالتزام بتحديد مستوى مناسب من التعليم والتدريب للعمالة الوافدة المستقدمة.

٧. سن التشريعات وتفعيل القوانين التي تساهم في الحد من التأثيرات السلبية لوجود العمالة الوافدة كالجرائم، والتجارة المستترة، والإقامة غير النظامية.

٨. إنشاء صندوق لدعم ذوي الضمان الاجتماعي ورعاية المسنين، بحيث يساهم القطاع الخاص ومؤسسات المجتمع المدني والأفراد في دعمه.

٩. تطوير القوانين والتشريعات ومختلف الخدمات المعنية برعاية المسنين في السلطنة.

١٠. إيجاد آليات للحد من الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، وتنظيم العلاقة بين ملاك المزارع من المواطنين والعمالة الوافدة بما يكفل مصلحة المواطن والوطن.

١١. تفعيل التشريعات الخاصة بحماية البيئة لضمان الصحة العامة للسكان.

١٢. نشر الوعي لدى المواطنين بالآثار السلبية للعمالة الوافدة في اللغة العربية والهوية الوطنية.

١٣. العمل على توزيع الاستثمارات الوطنية بين المحافظات، بما يُسهم في تصحيح التوزيع السكاني والعدالة في الاستفادة من المشاريع التنموية.

* * *

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

إمكانيات وتحدّيات التنمية الزراعية في ولاية السُّويق سلطنة عُمان - دراسة ميدانية على عيّنة من المُزارعين

رسالة ماجستير – قسم الجغرافيا – كلية الآداب والعلوم الاجتماعية – جامعة السلطان قابوس – سلطنة عمان

إعداد

الطالبة: مروى بنت علي بن خلفان المقبالية

لجنة الإشراف:

د. منتصر إبراهيم عبد الغني

د. علي بن سعيد البلوشي

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

إمكانيات وتحدّيات التنمية الزراعية في ولاية السُّويق - سلطنة عُمان
دراسة ميدانية على عيّنة من المُزارعين

تهدف الدراسة إلى تحليل الأهمية الاقتصادية والاجتماعية للنشاط الزراعي في ولاية السُّويق، والتعرّف على إمكانات التنمية الزراعية في الولاية ومقوماتها، والمعوّقات والتحديات التي تواجهها، إضافةً إلى اقتراح حلول لمشكلات التنمية الزراعية، بناءً على رؤى المزارعين في الولاية؛ ولتحقيق هذه الأهداف، اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي لتحليل البيانات المستمدة من التقارير، والتعدادات الزراعية والسكانية، والنشرات والدراسات السابقة المتعلّقة بموضوع البحث، واتباع المنهج الكمي والكيفي متمثلاً في دراسة ميدانية بأربع أدوات: الملاحظة (Observation)، استبانة إحصائية (Questioner) طُبّقت على ٢٤١ مُزارعاً، مقابلات شخصية معمّقة (In-depth-Interview)، ومناقشات جماعية (FocusGroupDiscussion-FGD)، ومن أبرز النتائج التي توصّلت إليها الدراسة أن حوالي ٨٧٪ من الحائزين الزراعيين هم من الذكور، وأكثر من نصف أفراد مجتمع الدراسة من ذوي التعليم المتوسط والجامعي. وتوضّح نتائج الدراسة أن الزراعة تخسر المنافسة بصفتها نشاطاً إقتصادياً جاذباً لقوة العمل العُمانية مُقارنةً بالأنشطة الاقتصادية الأخرى، ومن أهم التحدّيات الطبيعية التي تواجه التنمية الزراعية في السُّويق قلة الموارد المائية بسبب تناقص الموارد المائية باستمرار وندرتها وشح

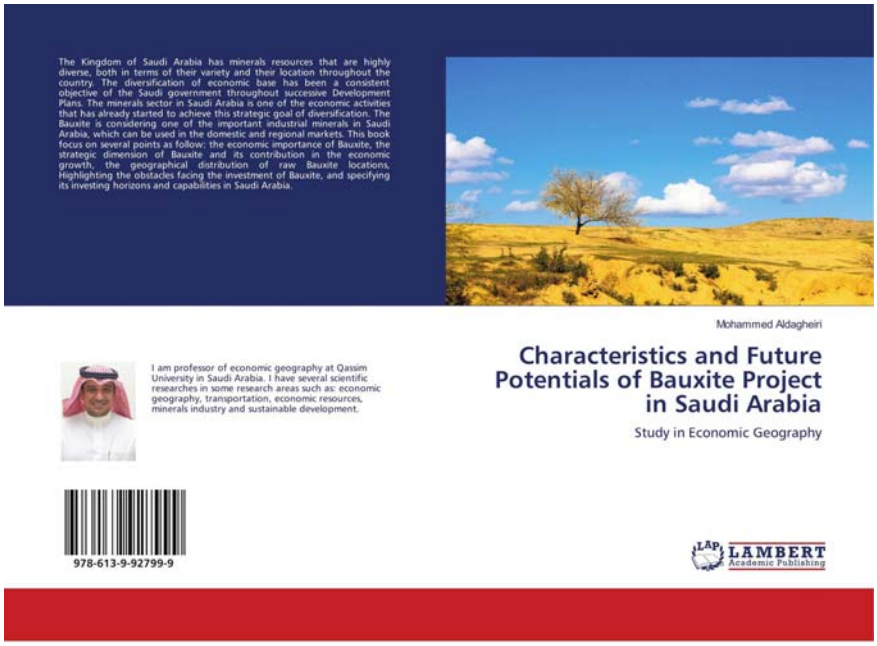
الأمطار، إضافةً إلى مشكلة تملّح المياه، ومن أهم التحدّيات البشرية العمالة الوافدة وعدم إحساسها بالمسؤولية والانتماء للأرض، وقلة منافذ تسويق المنتجات الزراعية، وقلة الدعم المالي، وندرة العمالة العُمانية الراغبة في العمل في القطاع الزراعي، وعليه ركزت مقترحات الدراسة لتحسين أوضاع التنمية الزراعية في الولاية على تقديم حلول لهذه المشكلات الطبيعية والبشرية، ومراعاة الجوانب المحلية فيها، كما خلُصت الدراسة إلى أهمية الزراعة في تعزيز الأمن الغذائي من خلال الاعتماد على الناتج المحلّي بدل الاستيراد. وأوصت الدراسة بضرورة العناية الفائقة بالموارد المائية في ولاية السُّويق ومراقبة جودتها ومدى صلاحيتها للزراعة، والحد من السلوك والتصرفات الخاطئة وغير القانونية، وإعادة فتح مراكز تسويق المنتجات الزراعية في الولاية، التي تبنتها لبعض السنوات وزارة الزراعة والثروة السمكية. وضرورة إيجاد آليات وطرائق للحفاظ على حرفة الزراعة وتوريثها للأجيال القادمة؛ من أجل الحفاظ على الموروث الثقافي الزراعي، وتعزيز القيم الاجتماعية والثقافية الداعمة للعمل الزراعي.

الكلمات المفتاحية: ولاية السُّويق، سلطنة عُمان، التنمية الريفية، التنمية الزراعية.

❊ ❊ ❊

الخصائص والإمكانات المستقبلية
لمشروع البوكسايت في المملكة العربية السعودية

إعداد
أ. د. محمد بن إبراهيم الدغيري
أستاذ الجغرافيا الاقتصادية – قسم الجغرافيا
جامعة القصيم


The Kingdom of Saudi Arabia has minerals resources that are highly diverse, both in terms of their variety and their location throughout the country. The diversification of economic base has been a consident objective of the Saudi government throughout successive Development Plans. The minerals sector in Saudi Arabia is one of the economic activities that has already started to achieve this strategic goal of diversification. The Bauxite is considering one of the important industrial minerals in Saudi Arabia, which can be used in the domestic and regional markets. This book focus on several points as follow: the economic importance of Bauxite, the strategic dimension of Bauxite and its contribution in the economic growth, the geographical distribution of raw Bauxite locations, Highlighting the obstacles facing the investment of Bauxite, and specifying its investing horizons and capabilities in Saudi Arabia.
Mohammed Aldagheiri
I am professor of economic geography at Qassim University in Saudi Arabia. I have several scientific researches in some research areas such as: economic geography, transportation, economic resources, minerals industry and sustainable development.
Characteristics and Future Potentials of Bauxite Project in Saudi Arabia
Study in Economic Geography
978-613-9-92799-9
LAP LAMBERT Academic Publishing

الخصائص والإمكانات المستقبلية لمشروع البوكسايت في المملكة العربية السعودية

يتميز الاقتصاد السعودي باعتماده على النفط بصفته مصدراً رئيس للدخل القومي ، فضلاً عن كونه عنصراً أساسياً في تحريك العملية الاقتصادية في البلاد ، وهذا بطبيعة الحال يؤدي إلى حالة من عدم الاستقرار بسبب تذبذب أسعار النفط، وعليه فإن الخيار الاستراتيجي للاقتصاد السعودي هو زيادة الصادرات السعودية غير النفطية، وتنويع مصادر الدخل من خلال تنويع قاعدة الإنتاج المحلية وبناء قاعدة إنتاجية جديدة، بحيث تحل الموارد الجديدة تدريجيا محل إيرادات النفط،وفي ضوء وفرة ونوعية الثروة المعدنية في المملكة العربية السعودية، تتبع أهمية صناعات التعدين للمعادن الاستراتيجية ومنها البوكسايت، بصفته وسيلةً أساسيةً لإنشاء قاعدة ذاتية الإنتاج توفر تنويعاً حيوياً في مصادر الدخل، ويضمن نمواَ اقتصادياً قادراً على الاستمرار بعيداً عن عوائد النفط.

يهدف هذا الكتاب إلى دراسة البوكسايت في المملكة العربية السعودية، بصفته أحد المعادن الصناعية الاستراتيجية في المملكة كدراسة جغرافية،وقد أظهر هذا الكتاب أن قطاع التعدين لديه إمكانات كبيرة للعب دورٍ رائدٍ في تنويع الاقتصاد السعودي بسبب الموارد المعدنية الهائلة وغير المستغلة نسبيا في المملكة،

إضافة إلى الطلب المتزايد على المواد الخام؛ سواء على المستوى الوطني أو على المستوى الدولي، كما أن صناعة المعادن في المملكة ستصبح أحد الأنشطة الرئيسة التي تجتذب الاستثمار الأجنبي خلال العقد القادم، ومن المأمول أن تكون حافزاً لنمو اقتصادي كبير على مستوى المملكة، إضافة إلى الآثار الإيجابية العديدة كتشكل مصدر دخل إضافي للحكومة، وزيادة الصادرات، والمساهمة في تنويع الصادرات، وخلق فرص جديدة لإنشاء أنشطة صناعية أخرى في المملكة.

رئاسة قسم الجغرافيا بجامعة القصيم

د. أحمد بن عبدالله الدغيري

١٤٤٠هـ

* * *

جزيرة حُبار

تعليق
د: ملهي بن علي الغزواني

العدد الحادي عشر ١٤٤٠ هـ/ ٢٠١٩م



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

جزيرة حُبار



تطل المملكة العربية السعودية من الغرب على البحر الأحمر، وخليج العقبة، بساحل يبلغ طوله نحو ٢٦٠٠كم، وقد انعكس ذلك على انتشار كثير من الجزر في مياهها، حيث يبلغ مجموعها نحو ١١٥٠ جزيرةً، تمثل ٨٩٪ من مجموع الجزر السعودية، وتتوافر في بعض الجزر مقومات الجذب السياحي، سواء من حيث التنوع الطبوغرافي، والبيئي المتمثل في الشواطئ، والرمال الناعمة، وهنا أهّلها لتكون مقصداً سياحياً للزوّار، وممارسة هوايات الصيد، والغوص، والراحة، والاستجمام، وتُعدُّ جزيرة حُبار إحدى تلك

الجزر الواقعة في البحر الأحمر عند دائرة عرض (٠٠ ٣٥ ١٦) وخط طول (٤٨ ٢٤ ٤٢)، وتبلغ مساحتها ١،١كم٢، وتبعد عن ساحل جازان (٦,٩٠) أميالٍ بحرية، وتسمى أحياناً جزيرة أحبار، كما يُطلق عليها جزيرة الطيور المهاجرة، وقد هيأت الهيئة العامة للسياحة والتراث الوطني هذه الجزيرة لتكون لسياحة اليوم الواحد، حيث بُني رصيف للقوارب وعدد من الخدمات السياحية المتميزة، ويُؤمل أن تساهم في تشجيع وتنمية السياحية البحرية الجزرية الواعدة في المملكة، وتدعم التنوع الاقتصادي وفق الرؤية الوطنية ٢٠٣٠.

❊ ❊ ❊

The Gulf Geographical Journal

Peer Refereed Journal

Published by G.C.C Geographical society

Spatial and temporal distribution of dust storms in Saudi Arabia	Saud Homoed Al-harbi
Physical and Human Components of Tourism in Failaka Island – Kuwait	Prof. Obaid Soroor Al-Otaibi Dr. Salman Yousef Husain
Winds and creep sand dunes in Tihamah plain in Jazan Province	Dr. Ayisha Ali Mohammad Arishi
Analysis of daily average of solar radiation in some Provinces of Saudi Arabia	Dr. Fahdah falah faisal ben hasher
The impact of climate elements on the emergence of dust storms in Riyadh	Saud Homoed Al-harbi

Issue NO. 11
1440 H / 2019M