

**نماذج الطقس الملائمة لدراسة التآكل الجوي
للمنشآت والمباني على سواحل جنوب البحر الأحمر
بالمملكة العربية السعودية**

د. عمر علي الحربي

جامعة أم القرى، قسم الجغرافيا

تاريخ استلام البحث: ٢٠١٧ / ١١ / ١٤

تاريخ قبول البحث: ٢٠١٧ / ١٢ / ٢٧

Weather models suitable for studying the atmospheric corrosion of buildings along the southern Red Sea coastal areas, Saudi Arabia

Dr. Omar A. Alharbi *

Umm Al-Qura University,
Geography Department

Abstract

This research aims to study the climatic environment of the Red Sea coast; the objective is to identify the ability of the climate in this region to corrode buildings and structures by means of the weathering process. A base model of the prevailing climatic structure is used as a basis for the study, with the addition of several additional weather models of the study area based on observed sequence and natural alternations. Examination of this range of models will thus enable the researcher to pinpoint the most damaging or threatening model in terms of atmospheric corrosion. The study follows a geographical methodology, with various climates identified by means of air movement expressed by the dominant and prevailing winds over the chosen meteorological station, which observes the atmosphere and weather of the southern coasts of the Red Sea. The station chosen is Jizan Station, one of the numerous stations sponsored by the Saudi General Authority for Meteorology and Environmental Protection (GAMEP). The

نماذج الطقس الهلثمة لدراسة التآكل الجوي للمنشآت والمباني على سواحل جنوب البحر الأحمر بالمملكة العربية السعودية
د. عمر علي الحربي (*)
جامعة أم القرى، قسم الجغرافيا

ملخص البحث:

يهتم هذا البحث في دراسة المناخ البيئي لسواحل البحر الأحمر من أجل تحديد قدرة هذا المناخ على تطوير التآكل Corrosion الذي هو نتاج لعمليات التجوية ولكن من خلال البنية المناخية أي من خلال الوحدات المكونة للمناخ أو من خلال نماذج الطقس السائدة في المنطقة والتي تعتبر من النماذج الأكثر ضراوة في تطوير التآكل الجوي. ويعتمد البحث على المنهجية الجغرافية لتحديد Identification الطقس بواسطة الحركية الجوية باستخدام الرياح السائدة في سماء محطة الرصد الجوي والمثلة لأجواء سواحل جنوب البحر الأحمر وهي محطة جيزان التابعة للهيئة العامة للارصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية. ومن ناحية أخرى فقد تم حساب معدلات الحرارة والرطوبة لكل نموذج من نماذج الطقس الخاصة والتي تم تحديدها لأنها تعبر عن الخصائص الحرارية والرطوبة لنماذج الطقس بشكل عام وتسمح بتحديد فاعل لنماذج الطقس الأكثر تطويراً للتآكل في سواحل جنوب البحر الأحمر. الكلمات المفتاحية: البحر الأحمر، نماذج الطقس، التجوية، التآكل، الصدا، الرياح السائدة، الخصائص الحرارية، الرطوبة، السبخات، بيئات ساحلية.

* د. عمر علي الحربي، دكتوراه في الدراسات الساحلية والجيومورفولوجيا، أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، جامعة أم القرى،
إيميل: oaharbi@uqu.edu.sa ، hazmi_oa@hotmail.com

* Dr. Omar A. Alharbi, Phd in Coastal Studies and Geomorphology, Assistant professor at Geograph Department, Umm Al-Qura University, email: hazmi_oa@hotmail.com - oaharbi@uqu.edu.sa

مقدمة:

الوسط الساحلي ودوره في عمليات الإهتراء والتآكل
Corrosion:

تتعرض المنشآت الساحلية الى أخطار التجوية التي توصف بمجموعة عمليات التآكل والإهتراء التي تعرف باللغة الانجليزية بعمليات Corrosion ولا توجد في اللغة العربية واحدة تصف مجموعة العمليات الكيميائية التي تؤدي إلى الصدأ الخاص بالمعادن الذي يتطور الى الإهتراء والتفتت الذي تصاب به الأبنية الاسمنتية نتيجة للرطوبة والتباين الحراري وصدأ حديد التسليح بعد تقشر الغطاء الاسمطي الخارجي.

وهناك عدد كبير من مراكز البحوث التي تهتم بدراسة التآكل في ظل أوساط مختلفة مائية وجوية^١ ويهمننا في هذا الصدد التآكل الجوي في البيئات الساحلية أي تحت ظروف قاسية من درجات الحرارة والرطوبة الجوية العالية التي تؤدي الى تطور سريع للتآكل لمختلف المنشآت الساحلية الصناعية والعمرانية وكذلك الطرق والمواصلات.

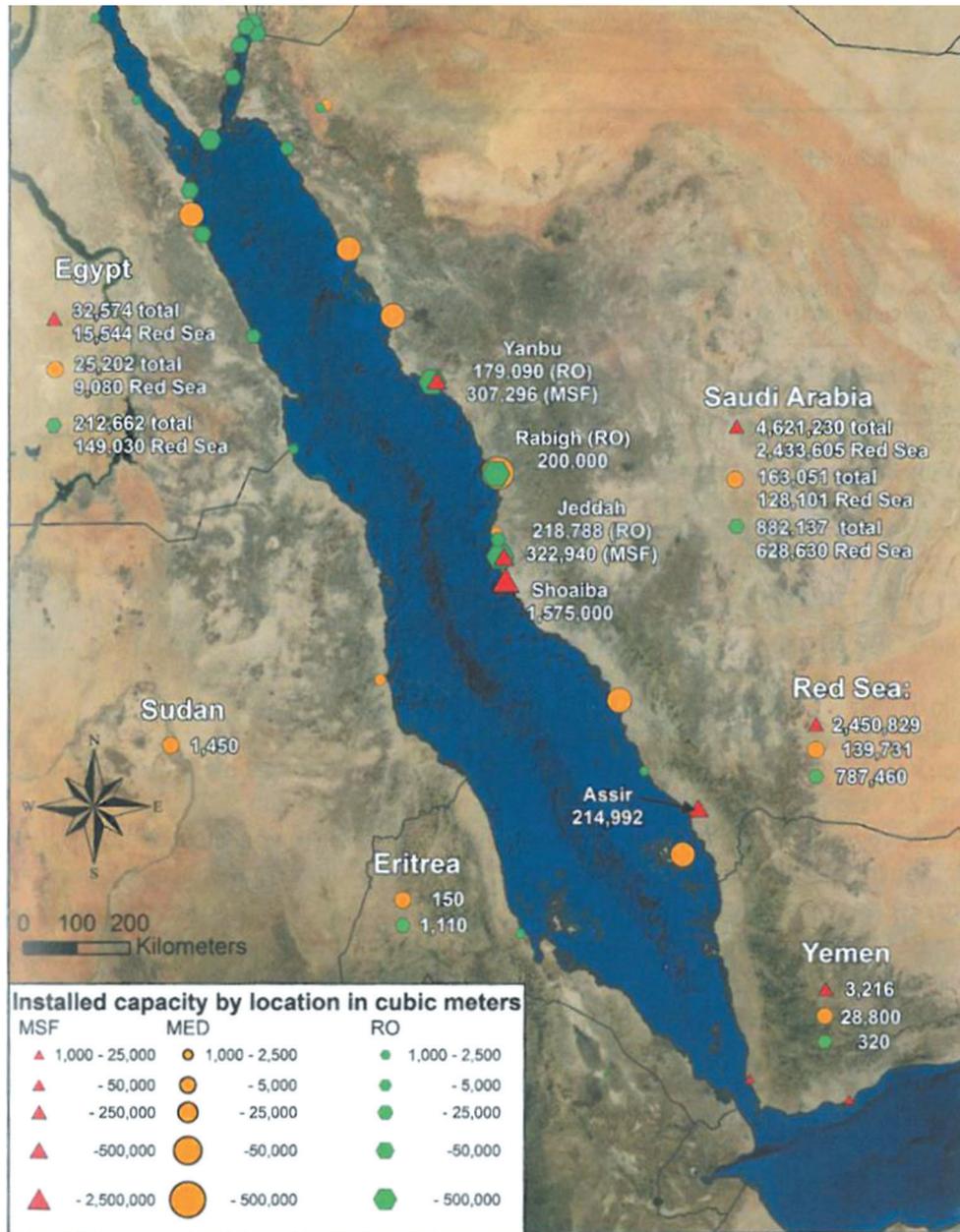
الهدف الرئيسي من وراء هذا البحث هو في دراسة نماذج الطقس التي تسمح بتطور التآكل في سواحل البحر الأحمر الذي تنتشر على طول سواحل عدد كبير من المنشآت الصناعية تشكل مدن صناعية كمدينة ينبع أو أنها تشكل مراكز متفردة تتميز بأهمية مساحية خاصة فيما يتعلق بمحطات تحلية مياه البحر على طول خط ساحل البحر الأحمر من الشمال للجنوب. وفي الواقع نستطيع أن نعد محطات التحلية العاملة حالياً على خط ساحل البحر الأحمر للمملكة العربية السعودية كما يلي (الخريطة ١).

محطة حقل، ضبا، الوجه، أملج، ينبع، رابغ، العزيزية، جدة، الشعيبية، الليث، القنفذ، البرك، الشقيق، فرسان.

researcher used readings from this station of the observed rates of temperature and humidity for each weather model; such models were selected because of their ability to adequately express the thermal and humidity properties of the weather types they represent. This enables the study to effectively identify the most hazardous type of weather in terms of the corrosion of the coastal area of the Red Sea.

Key words: Red Sea, Weather models, Weathering, Corrosion, Rust, Prevailing Winds, Thermal Properties, Humidity, Sabkha, Coastal environments.

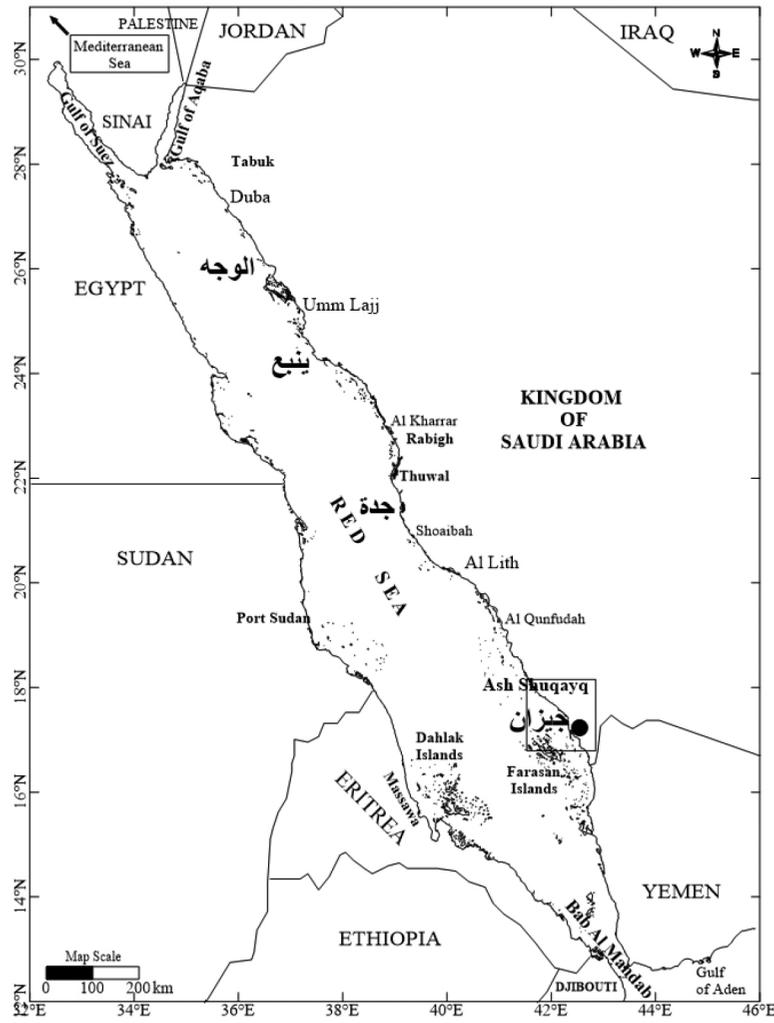
^١ تعتبر الفيدرالية الأوروبية للتآكل European Federation of Corrosion من أهم المؤسسات العلمية لدراسة التآكل ولهذه الفيدرالية فرع خاص لها في عدد كبير من الدول يعمل على دراسة مختلف هذه النواحي مثل المركز الفرنسي للتآكل (CEFRACOR) French Anti-Corrosion Centre وفي الولايات المتحدة الأمريكية هناك جمعيات علمية كثيرة وخاصة منها الجمعية الوطنية لمهندسي التآكل The National Association of Corrosion Engineers التي تنشر العديد من البحوث العلمية وتقدم خدمات استشارية للعالم أجمع.



الخريطة ١: توزيع محطات التحلية والطاقة الانتاجية والتقنية المستخدمة على امتداد سواحل البحر الاحمر (Lattemann and Hopner, 2008).

ويعتقد الباحثون في البيئات الساحلية عموماً بأن التآكل لا يحدث في حالة كون الهواء جاف وغير ملوث والعكس صحيح فان ال Corrosion يتطور بسرعة مع زيادة الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء، كما وتؤكد الدراسات العلمية بأن التآكل يزداد طردياً مع زيادة التلوث الجوي خاصة اذا كان الهواء يحتوي على جزيئات الكلور، وأكاسيد الكبريت الخ...

وسنوجه اهتمام هذا البحث للتعرف على نماذج الطقس الأكثر ملائمة لتطور آليات التجوية الساحلية للمنشآت والمباني التي سندعوها هنا بعمليات التآكل (Corrosion) للجزء الجنوبي للبحر الاحمر بمنطقة جيزان (الخريطة ٢). وتعمل محطة الشقيق على انتاج ٨٤ ألف متراً مكعباً في اليوم في ظل المرحلة الثانية من التطوير و٧٠ ميجاوات من الكهرباء، أما محطة فرسان فهي من أصغر المحطات العاملة فهي تقدم ما مقداره ٨٠٠٠ متر مكعب في اليوم من مياه التحلية ليستفيد منها سكان جزر فرسان والعاملين به.



الخريطة ٢: موقع الدراسة في منطقة جيزان.

ويعمل على الصدأ الذي تتعرض له المكونات الحديدية ومختلف أنواع المعادن الداخلة في بنية المنشآت الصناعية وخاصة ما يهتم منها في هذا البحث وهي منشآت التحلية بالدرجة الأولى ومنشآت البنى التحتية كالموانئ وغيرها (أنظر الصورة (١) في آخر البحث). وحسب دراسات المتخصصون في البيئة والباحثون في الكيمياء الفيزيائية يقدر هؤلاء بأن تكلفة الصدأ بنحو ٢٪ من قيمة المنتج الاقتصادي الخام الأولي وأنه في كل ثانية وعلى مستوى العالم فإن ٥ طن من الصلب تتحول إلى أكاسيد حديد أي تتحول إلى صدأ. وخطر التآكل يتعزز في حالة اعتبار أمن المنشآت والمباني والبنى التحتية وشبكات نقل الطاقة والجسور والمعابر والسكك الحديدية... الخ والضرورات المرتبطة بالمحافظة على جودة وصلاحية عملها بالصيانة المستمرة والتكاليف

أما فيما يتعلق بدرجات الحرارة فإن التآكل يتسارع بمعدل ٥٪ والصدأ بمعدل ١٥٪ في الوسط الساحلي عند ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٠ درجة سيلسيوس^٢. وتؤكد الدراسات المختلفة بأن مختلف أنواع الأصباغ المستخدمة لطلاء الجدران والمنشآت الصناعية في الأوساط الساحلية والتي هي عبارة عن مادة البولييمير أو البلاستيك فانها تفقد من طبيعتها وتتعرض بدورها للتآكل بالتفتت بشكل لم تعد تؤدي الغرض منها بعد مضي ثلاث سنوات فقط بالقرب من السواحل الرطبة والحارة، ومن أهم عوامل تدهور البلاستيك أشعة الشمس التي تحتوي على الإشعاعات فوق البنفسجية ورطوبة الهواء وكذلك درجة الحرارة وهي جميعا من العناصر الجوية المهيمنة على نماذج الطقس في البيئات الساحلية لجنوب البحر الأحمر.

² Bouchar, M., 2015, Mechanisms of the multi-secular atmospheric corrosion of ferrous alloys: The case of the Metz cathedral reinforcements. Materials Science, Ecole Polytechnique, French.

النتيجة عن ذلك تتراوح حسب الدول من ٢ إلى ٤٪ من الناتج المحلي. ويتعاظم خطر التآكل خاصة في المناطق الساحلية والبيئات البحرية حيث توجد المنشآت النفطية كما هو الحال في دول الخليج العربي مما أدى الى تطور العديد من شركات الصيانة والمتابعة للحفاظ على مختلف هذه المنشآت من التآكل والصدأ. ويعتبر الهواء البحري الغني بالأملاح مشجعاً قوياً للصدأ ليس فقط لاحتوائه على الرطوبة العالية وإنما لأن الأملاح تساعد على حركة الأيونات وبالتالي تفاعلات الأكسدة ٣.

دور السبخات في تطور التآكل الخطر:

نشؤ السبخات في الأراضي الساحلية خاصة في جنوب البحر الأحمر يعتبر من النتائج المناخية، وتغطي السبخات مناطق واسعة في منطقة الدراسة. وتعد بيئة السبخة عدوانية جداً على قواعد المنشآت بسبب تركيز الملح العالي على منسوب المياه الجوفية، ذلك ان التركيزات العالية لأملاح الكلوريد والكبريتات في تربة السبخة تلعب دور هام في تدهور الخرسانة وتعزز التآكل في وقت واحد (Al-Gahtani and Maslehuddin, 2002).

وقد بنيت أجزاء كبيرة من مدينة جيزان الساحلية على ما كان في الأصل سبخة، حيث جفت فيما بعد، ولكن مع النشاط التكتوني على مدى آلاف السنين دفنت التكوينات الملحية وتشكلت قبة على شكل الفطر التي بدأت تمارس ضغط من خلال جميع الطبقات الأخرى مما أدى الى تكوين قباب الملح Salt Domes نتيجة الطفو النسبي للملح عندما دفن تحت أنواع أخرى من الرواسب وتبلغ مساحة القبة الملحية حوالي أربعة كيلومترات مربعة على ارتفاع قدره خمسين متراً فوق مستوى سطح البحر كما تحاط بمساحات شاسعة من الكثبان الرملية والسبخات التي يصل امتدادها الى نحو ١٩٠ كيلومتراً (Dhowian, A.W and Erol, A.O, 1993). ويتدفق الملح صعوداً لتشكيل قباب ملحية وألواح وهياكل أخرى (Schlumberger, 2014). ونشأت المشاكل في منطقة جيزان عندما بدأ البناء على هياكل مثل الهاليت أو الملح الصخري التي تتعرض للتحلل والذوبان تحت تأثير مياه العواصف النادرة نسبياً (Fatani and Khan, 1993) لتصبح المباني

أو الطرق عرضة للتصدع والانهييار مثل ما حدث للرصيف الداخلي لميناء جيزان وكذلك الطرق الداخلية للميناء (انظر الصورة ٢ و ٣ في آخر البحث).

ويشير مصطلح "السبخة" إلى المسطحات الملحية Salt flat أو الأهوار Marsh التي تشكلت بالقرب من الساحل في مناطق ذات المناخ الجاف والحر Arid Climates. وتوجد على نطاق واسع على طول ساحل البحر الأحمر في المملكة العربية السعودية وتختلف اختلافاً كبيراً عن السبخات الداخلية Inland، سواء في الأصل أو المظهر، Kinsman 1969 حيث ان السمة المميزة للسبخات وهو الملح الذي يشكل المسطحات الملحية Saline flats في منخفضات سطحية Slight hollows تشغل منطقة كبيرة نسبياً يلاحظ امتلائها بالمياه الملحية brine والقشور الملحية Powers et al. 1966 بينما تتشكل السبخات الساحلية Coastal Sabkhas بواسطة ترسب الرواسب البحرية Marine sediments deposited فوق مستوي المد العالي، حيث ان الملح يأتي اساساً من ماء البحر Johnson et al., 1978، وأن مياه المستوى البيزومتري هي نفسها مياه البحر والذي يكون عادة قريب من السطح مما يؤدي الى نشاط متسارع للخاصية الشعرية وتغذية السبخات بأملاح جديدة.

والمنطقة الواقعة بين الليث وجيزان هي موطن للسبخات الساحلية الواسعة، Sheppard et al., 1992; Hanna, 1991 and 1994. وتتميز هذه السبخات بخواصها المعدنية التبخرية Evaporative mineral content وأصولها السيليكية Siliciclastic origins، ورواسب الطمي Silty sediment، والمسطحات المنبسطة Flat surfaces. (انظر الصورة ٤ و ٥ في آخر البحث). وقد اثبتت دراسة رسوبية سابقة قام بها الباحث لهذا البحث اشتملت على عدة بيئات ساحلية (المياه الأمامية Foreshore water، الشاطئ beach، الكثبان الرملية Sand dune، السبخة Sabkha، والأودية Wadi بان نسبة محتوى الكربونات تتراوح بين ١,٥ و ٣١,٥٪ في جميع البيئات السابقة، في حين وجد أن رواسب السبخات لديها أعلى تركيزات Alharbi, et al., 2016 (الجدول ١ يوضح النتائج). وكما هو موضح في الشكل نلاحظ ان ثاني

٣ وصلت تكاليف صيانة برج الحرية في عام ١٩٨١ م الى ٢٢٠م دولار وتطلبت عمليات حماية برج ايفيل من الدهان الخاص ضد الصدأ ٦٠ طن لتغطية ٢٥٠٠٠٠ متر مربع من الحديد الصلب الخاص بهذا البرج.

وتتميز البيئات البحرية والساحلية بتربة مشحونة بمحاليل ملحية مركزة بتركيزات عالية من الكلوريدات والكبريتات وتأثيراتها موجود وواضحة في منطقة الدراسة (انظر الصور في نهاية البحث).

أكسيد الكربون Carbon dioxide من الهواء يمكن أن يتفاعل مع هيدروكسيد الكالسيوم calcium hydroxide في الخرسانة لتشكيل كربونات الكالسيوم calcium carbonate وتسمى هذه العملية Carbonation (انظر الصورة ٦ في اخر البحث)

جدول ١ : تراكيز الكربونات في الرواسب الساحلية لمنطقة جيزان Alharbi, et al., 2016

Station	Sub-environment	Carbonate content	Station	Sub-environment	Carbonate content	Station	Sub-environment	Carbonate content
٢	Beach	٦	٦٨	Wadi	٣	١١٠	Sand dune	٨
٣	Sand dune	٤,٥	٦٩	Wadi	٥,٥	١١١	Sabkha	٢٥
٥	Sand dune	٥	٧١	Wadi	٤	١١٢	Beach	١٥
٧	Sand dune	٦	٧٢	Wadi	٥	١١٤	Foreshore	٢٠
٨	Sabkha	١١	٧٣	Foreshore	٤,٥	١١٥	Foreshore	١٤
٩	Foreshore	٦	٧٤	Wadi	٣	١١٨	Sabkha	٣١,٥
١١	Beach	٣	٧٥	Beach	٢	١١٩	Foreshore	١٦
١٣	Wadi	١٢,٥	٧٦	Sabkha	٢٢	١٢٠	Beach	١٩
١٥	Foreshore	٤,٥	٧٧	Sand dune	٤,٥	١٢١	Foreshore	١٩
١٦	Sabkha	٢٣	٧٨	Beach	٣	١٢٢	Foreshore	١٦
١٨	Sabkha	١٥,٥	٧٩	Beach	١٤	١٢٣	Beach	١٧
٢٠	Wadi	٧	٨٠	Sand dune	٦	١٢٤	Beach	٨
٢٢	Foreshore	١٥	٨١	Beach	١٤	١٢٥	Foreshore	١١
٢٣	Beach	١٥	٨٢	Beach	٧	١٢٦	Wadi	٣
٢٨	Wadi	١٠	٨٣	Sand dune	٣,٥	١٢٧	Sabkha	٢٠
٢٩	Sabkha	١٤	٨٦	Beach	١٢	١٢٨	Foreshore	١٠
٣٤	Beach	١,٥	٨٧	Foreshore	٩,٣	١٢٩	Foreshore	٧
٣٥	Beach	١٩	٨٩	Sabkha	٢١	١٣٠	Wadi	١٥
٣٦	Foreshore	٦,٥	٩٠	Sabkha	٣١,٥	١٣١	Foreshore	١٠
٣٧	Sabkha	١٣,٥	٩١	Sabkha	٢٢,١	١٣٢	Sabkha	٨
٤٠	Foreshore	٨	٩٢	Foreshore	١٥,٥	١٣٣	Foreshore	٢
٥٤	Wadi	٢,٥	٩٣	Beach	١٨	١٣٤	Foreshore	٥
٥٥	Foreshore	١٨,٥	٩٤	Beach	١٦	١٣٦	Foreshore	١٥
٥٦	Beach	١٣	٩٥	Foreshore	١٩	١٣٧	Wadi	٣,٥
٥٨	Wadi	٢	٩٦	Sand dune	٤	١٣٨	Foreshore	٦
٥٩	Wadi	٣	٩٧	Foreshore	١٣	١٣٩	Foreshore	٥,٥
٦٠	Wadi	٤,٥	٩٩	Foreshore	١٧	١٤٠	Foreshore	٨,٥
٦١	Beach	٢,٥	١٠٠	Foreshore	١٤,٥	١٤١	Foreshore	٧
٦٢	Beach	٥,٥	١٠١	Sand dune	٥	١٤٢	Foreshore	١١,٥
٦٣	Wadi	٢	١٠٥	Foreshore	١٦	١٤٣	Foreshore	٧
٦٤	Sabkha	١٩	١٠٦	Sabkha	٣٠,٥	١٤٤	Foreshore	٩
٦٥	Wadi	٥	١٠٧	Foreshore	١٣	١٤٥	Foreshore	٨
٦٦	Beach	٢	١٠٨	Sand dune	٣	١٤٦	Foreshore	٥
٦٧	Beach	٣,٥	١٠٩	Foreshore	١٧,٥			

هويتها حسب طبيعة تعاقبها على فترة زمنية طويلة لتحديد مناخ ما. هذه الديناميكية التي عكسها سابقا "Sorre" جاء ليطورها بشكل علمي وموسع "Bedelaborde Pierre" عام ١٩٥٧ م بأطروحته الشهيرة والتي أسس بها علم المناخ الديناميكي عن "مناخ الحوض الباريسي" والذي قدم بها تعريفا جديدا للمناخ أصيل ومتطور أدى الى تطوير المفاهيم العلمية لعلم المناخ وهذا الأمر لا يعتبر شديد الغرابة اذ علمنا بأن هذا الباحث يتميز بخلفية إحصائية جوية ذلك أنه قد أتم تكوينه الجامعي الاولي في كلية الارصاد الجوية بالسوربون بباريس، وتعريف بيديلابورد يفهم من قبل المتخصص كونه هو محصلة الميول Tendencies أي المركبات الواضحة للجو والتي تنتج عن الشروط الجوية الدائمة أي الاكثر تحققا فوق منطقة ما لفترة زمنية طويلة، وفي أعماله الشهيرة هذه قام بشرح مستفيض حول كيفية تحديد نموذج الطقس ديناميكيا باستخدام خرائط توزيعات الضغط على سطح الأرض وفي طبقات الجو العليا ونستطيع أن نتأكد بأن الشروط الجوية يقصد بها هنا تعريف الوضعيات الجوية "Isobaric Situation" التي يجب تحديدها واستخدامها لتحديد نماذج الطقس. وبالإضافة الى ذلك فان هذا الباحث الشهير قد استخدم وثائق إحصائية بحتة لأغراض عمله لا يستطيع الباحث الجغرافي الذي تلقى التعليم الجامعي في أقسام الجغرافيا أو معاهدها من استخدامها دون دراية خاصة بها تتعلق بكيفية الاستقراء والتطويع لصالح العمل المناخي. وقد قدم زميل له في التخصص وهو كليتر . KLETTERL دراسات حاول بها تبسيط أفكار بيديلابورد عن طريق الابتعاد عن استخدام الوضعيات الايزوبارية والكتل الهوائية المصاحبة معها في تحديد نماذج الطقس ديناميكيا، عن طريق وضع طريقة تصنيفية تعتمد على نفس الوثائق العلمية للأرصاد الجوية الا أنها تعتمد مفهوم التيارات الجوية أو الجريان الجوي الاقليمي على منطقة الدراسة. ميز كليتر بين نماذج الطقس الناتجة عن الجريان الاضطرابي، ونماذج الطقس الناتجة عن الجريان التاموجي أو التبادلي شبه الطولي ونماذج الطقس الناتجة عن المنخفضات الموضعية شديدة الاضطراب ونماذج الطقس الناتجة عن وضعيات الاستقرار الجوي. ولم تعرف مجموعة المنهجيات الديناميكية في السبعينات من القرن الماضي تطورا حقيقيا نتيجة للطرق التي يصعب على الجغرافي تناولها في تحديد نماذج الطقس،

ويجب أن نعلم أنه مهما كانت الظروف الجوية السائدة فان عمليات التجوية المؤدية الى التآكل لا تتوقف بل هي مستمرة خاصة في الأجواء الساحلية الحارة كسواحل جنوب البحر الأحمر، لذلك فان الهدف من هذا البحث هو في التعرف على نماذج الطقس التي تتسارع بها آليات التآكل والتغيرات الزمنية الشهرية لهذه النماذج، بالإضافة الى التعرف على البنية المناخية لسواحل جنوب البحر الأحمر بشكل علمي وجديد، كذلك سيتم استخدام نموذج أصيل خاص بهذا البحث لتقدير القدرة الكامنة للجو في التآكل أو القدرة التآكلية الجوية التي ستحسب Potential Corrosivity of The Atmosphere لكافة أيام المدة من ١٩٨٤-٢٠١٥ لدراسة تغيراتها حسب نماذج طقس الرياح السائدة لمنطقة جنوب البحر الأحمر.

أولا: موجز عن تطور منهجية المناخ الديناميكي؛

مع بداية القرن العشرين تم التمييز العلمي بين الطقس والمناخ ولا شك بأن أهم تعريف علمي للطقس يعود لبالدت Baldit، الذي قال بأن الطقس " هو مجموعة القيم التي تميز حالة الجو لمكان ما في زمن محدد، يلاحظ من خلال هذا التعريف بأن "بالديت Baldit" قد أشار بأن الطقس هو مركب من قيم تعبر عن مجموعة عناصره المتحققة وتفاعلها فوق مكان ما من سطح الأرض. ومع "ماكس سور" Max Sorre مؤسس الجغرافيا الطبيعية في أوروبا ومنذ عام ١٩٤٣ م نجد النظرة الجديدة للمناخ بعد أن تحولت المدرسة الوصفية الى مدرسة تحليلية بحتة، وقد جاء بتعريف جديد للمناخ بقوله أن المناخ هو "المحيط الجوي المكون من مجموعة الحالات الوسطية فوق مكان ما حسب ترددها الاعتيادي" المناخ هنا لم يعد شيئا او مفهوما وصفيا بل أصبح بناء مركبا متغيرا باعتبار أن التردد يعني تبدل المكونات وتتابعها في شهر لآخر ومن سنة لأخرى. أما أيميل دوهو "Emile Dohot" في كتابه الذي نشر عام ١٩٤٨م، حول " المناخات والطبيعة البشرية"، فقد جاء بالتعريف التالي عن المناخ: " المناخ هو مجموع حالات الطقس التي تتعاقب على منطقة ما وترصد خلال فترة طويلة"، ومن خلال هذا التعريف المترجم حرفيا للمناخ نجد بوضوح فكرة التركيب والتعاقب والتردد. وبالتالي فإن المناخ معقدا طبيعيا ومركبا من "حالات جوية تتردد على مكان ما ويمكن تشخيصها Identification او تحديد

مفهوم نموذج الطقس الجغرافي:

استندت نماذج الطقس الديناميكية بتحديداتها على الوضعيات الجوية الواضحة حسب المبدأ العلمي الذي يقول بان لكل وضعية جوية نموذجاً خاصاً للطقس ينتج عنها. ان هذا التحديد الديناميكي يهمل المركبة الجغرافية لنموذج الطقس، هذه المركبة التي تتكامل تلقائياً مع الطقس مجرد نشوئه. وفي الواقع فان الانسان لا يستشعر مع الكائنات الحية الاخرى نتيجة تفاعل العناصر الايزوبارية المولدة للطقس ديناميكياً مع بعضها البعض بل يستشعر التأثيرات النهائية الناتجة عن العمل المشترك بين العناصر الايزوبارية المتشاركة في انتاج الطقس فوق مكان من سطح الأرض وجغرافية سطح الأرض، ونتيجة لتفاعل الديناميكية الايزوبارية مع جغرافية سطح الأرض ينتج هذا الشعور النهائي بالطقس الذي يدعى هنا بحالة الطقس. ويرتكز العمل الحالي على تحديد نماذج الطقس ليس باعتماد اساسها الديناميكي في النشو والتطور، بل باستخدام نتائجها المتولدة عنها على سطح الأرض بعد تكوينها، ذلك أن الأثر السطحي يدل على صاحب الأثر أو أن الفعل يدل على الفاعل. واستخدام النتائج المتولدة عن التفاعلات الديناميكية الايزوبارية للطقس يؤدي الى تحديد نماذج الطقس الحقيقية ويدخل المركبة الجغرافية أي خصائص سطح الأرض التي تتكامل مع المركبة الديناميكية لتكوين حالة الطقس النهائية. وهنا نجد أهمية وأصالة هذا التفكير الذي يعتمد على كافة العوامل المنشئة لحالة الطقس على سطح الأرض بعين الاعتبار، وجعل آفاق العمليات التشخيصية-التحديدية لنماذج الطقس أكثر فاعلية وأكثر جغرافية وأكثر تطوراً وبعيدة عن التخمين الناتج في الواقع من عدم الفهم الكامل لأبعاد تفاعل مراكز العمل الايزوبارية في نشو الطقس في حالة الاكتفاء بالمركبة الديناميكية في التحديد أي الاكتفاء باستخدام الوضعيات الجوية لتشخيص نماذج الطقس على غرار المنهجية المتبعة من قبل بيدللابورد. ونستطيع القول إن المنهجية الجديدة المتبعة تتم في الواقع بمقلوب الطريقة الديناميكية، ذلك أن عملية التحديد تكمن في نواتج وآثار الوضعيات الجوية الايزوبارية على سطح الأرض وليس باستخدام الوضعيات نفسها، وبالتالي يبدو واضحاً بأن استخدام العناصر الجوية التي هي النواتج النهائية والمتغيرة على سطح الأرض مع تغير الوضعيات الجوية لكل نموذج من نماذج الطقس، والتي يتم قياسها يومياً بواسطة

الامر الذي ساعد على بقاء وتطور المدرسة التحليلية الوصفية حتى نهاية الثمانينات، حيث بدأت منهجيات جديدة تعتمد على استخدام وسائل علمية حديثة على رأسها الحاسب الآلي مما سمح بتطوير أعمال هامة، وتوفر برمجيات تساعد الباحث بشكل كبير، وخاصة توفر البيانات الجيدة عن طريق الشبكة العنكبوتية فيما يتعلق بالخرائط السطحية وخرائط مستويات ٥٠٠ ميلليبار وكذلك البيانات الرقمية التي أصبحت سهلة الوصول من قبل الباحث.

اعتناء الاساس الديناميكي لتحديد نماذج الطقس بشكل جغرافي- بيئي:

لا أحد يستطيع أن ينكر جدية العمل القائم على اعتماد الوضعيات الجوية التي توضحها خرائط الضغط الجوي على سطح الارض لتحديد "Identification" أو لتشخيص نماذج الطقس المكونة لمناخ ما. نعتقد بأن المختص في فيزياء الغلاف الغازي هو القادر على تحديد طبيعة الجريان الجوي على منطقة ما حيث يتطلب الأمر محاولة تحديد تفاعل مختلف مراكز العمل وعملها المشترك حسب أشكال محيطها الخارجي وطبيعة ميولها ل ٢٤ ساعة المقبلة بالإضافة الى ضرورة تحديد الكتل الهوائية بواسطة معطيات السبر الجوي وخصائص هذه الكتل التي بتغير حركتها تتغير حالات الجو على سطح الأرض. وبالتالي يتطلب الأمر جهوداً جبارة خاصة وأن هذا الأمر يقتضي دراسة خرائط مستويات ٥٠٠ هيكوباسكال بالإضافة الى خرائط سطح الارض يوميا لفترة تغطي فترة الدراسة. هذه المنهجية الهامة والفعالة تقتضي بالإضافة الى ما تم ذكره أن يتمكن الباحث من تركيز نتائج تفاعل مراكز العمل من ضغوط مرتفعة ومنخفضة التي تغطي مساحات واسعة من سطح الارض على منطقة محدودة من الارض هي اقليم دراسة الباحث نفسه. هذا الامر ليس هين ولم يسمح بتطوير العمل في المنهجيات الجديدة والى اعاققة تقدم الفكر الديناميكي لعلم المناخ وجعل الباحثين يتجهون نحو ايجاد منهجيات جديدة لتحديد نماذج الطقس او تطوير بحوثهم باستخدام وثائق وأدوات أخرى يسهل معها وباستخدامها الوصول للهدف المنشود في التحديد الديناميكي لنماذج الطقس.

مقبولا للغاية. وفي الواقع من الصعب ان نجد تبدل مواقع مراكز العمل أو تغير ميولها بشكل جذري خلال ٢٤ ساعة من فصل الشتاء الذي هو أكثر فصول السنة تنوعا وتغيرا في نماذج طقسه، ولا شك أن فصول السنة الاخرى هي أكثر هدوءا أو أكثر استقرارا من فصل الشتاء، حيث تصبح المدة الزمنية لاستمرار وبقاء نماذج الطقس أكثر استمرارا وتدوم لفترة أكبر. وباعتبار أن الطريقة المستخدمة في هذا البحث لا تقوم على تشخيص نماذج الطقس بواسطة وضعياتها الجوية التي نتجت عنها فان استخدام فترة ٢٤ ساعة للبيانات اليومية يسمح بالحصول بشكل علمي على نتائج جيدة في تحديد نماذج الطقس الجغرافية خاصة وأن اعتماد اليوم كفترة زمنية بالنسبة للعروض الهادئة يعتبر حتى الآن شيء غير اعتيادي ويسمح بالوصول الى تفاصيل علمية هامة وغير معروفة في السابق، فكيف إذا ما تم استخدام هذه الفترة للعروض المدارية الهادئة نسبياً.

الركبة الديناميكية الخارجية لنماذج الطقس الجغرافية؛

تعتمد مراكز العمل لتحديد الجريان الجوي العام الذي يحدد بطبيعته نماذج الطقس Synoptic Atmospheric Circulation في الطرق الديناميكية، وهي المرتفعات والمنخفضات الجوية والتي تقوم برسمها خطوط الايزوبار والتي تمتد على مساحات كبيرة جدا محيطة بمنطقة الدراسة، وان محاولة تحليل التفاعل القائم بينها يؤدي الى فهم اتجاه وطبيعة الحركة الجوية القادمة على المنطقة ونعتقد بأن استخدام الحركة الجوية يعني الاهتمام بما لا يقبل الجدل بإدخال "الركبة الخارجية" وجعلها تشارك في تحديد نماذج الطقس المتولدة على منطقة من المناطق. فكيف نستطيع باعتماد المنهجية الجغرافية ادخال المركبة الخارجية، أو ما هي الطريقة التي بواسطتها تكتمل صورة النماذج الجغرافية للطقس عن طريق اعتماد مركباتها الخارجية. ان فكرة الجريان الجوي في التحديد الجغرافي لبيان المركبة الخارجية لنماذج الطقس يجب أن تبقى قائمة وأن تدخل في تحديد النماذج بالطريقة الجغرافية. وللتوصل الى ادخال هذه المركبة الخارجية الحركية يمكن استخدام أهم عنصر جوي قابل للقياس والأقرب للتعبير عنها وهي الرياح السائدة فوق سماء المحطة. وباعتماد مفهوم محصلة اتجاهات الرياح التي تحققت في اليوم الواحد، يعتبر الأنسب

محطات الرصد الجوي على سطح الارض هي الأساس الجديد الذي سيعتمد في تحديد نماذج الطقس التي سيتم دعوتها هنا بنماذج الطقس الجغرافية، أخذاً بعين الاعتبار التشخيص أو التحديد الخاص بهذه النماذج المستند على عناصرها الجغرافية المعبر عنها بالعناصر الجوية المقاسة يوميا بواسطة محطات الرصد الجوي. وتتميز نماذج الطقس الجغرافية بديناميكية خاصة بها من ضغط جوي ورياح تشكل تركيبية خاصة متأثرة منذ لحظة نشوئها بالجغرافية الاقليمية، وهي تمثل جيدا الوضعية الايزوبارية الأساسية المنتجة لها. وان اتباع منهجية علمية جيدة أو طريقة عمل جديدة تقوم على فهم وايجاد الطريقة الفاعلة في تحديد هذه التركيبية الجغرافية الديناميكية، أي الطريقة التي تتحدد بها النماذج الجغرافية للطقس وتشخيصها على أن تكون هذه النماذج معبرة في نفس الوقت بشكل واضح عن المنطقة التي نشأت منها والتابعة لها أي أن تكون مكانية التعبير وتسمح بتحديد مثالي وجغرافي وعملي للمناخ باعتبار أن هذه النماذج ما هي الا وحدات أو لبنات المناخ ومكوناته الحقيقية في أي منطقة من المناطق، ان هذه الطريقة تقضي أو تنهي تماما اشكالية أقلمة المعطيات الديناميكية للخرائط السطحية ذات المقياس السينويتي وجعلها تعبر مكانياً لتحديد نماذج الطقس الخاصة بمنطقة ما بالطريقة الديناميكية البحتة، هذه الطريقة الديناميكية التي تم تفصيلها وشرحها من قبل بيدلابورد Pedelaborde تتطلب خلفية علمية عميقة في الأرصاد الجوية، لا يمكن للباحث الجغرافي استخدامها في العمل الجغرافي المناخي بالإضافة الى احتياجها من الوثائق التي لا تتوفر بسهولة لأغراض التفسير.

اسس تحديد نماذج الطقس الجغرافية (المركبة الزمنية)؛

نلاحظ بالنسبة للعروض الوسطى وفي الدراسات الغربية، التي تعتمد الاساس الديناميكي في تشخيص نماذج الطقس بأن الفترة الزمنية الوسطية لاستمرار بقاء نموذج من نماذج الطقس تختلف من ١٢ الى ٤٨ ساعة وأن هذه الفترة ربما تتعدى أسبوعا كاملا في فصل الصيف حيث يصبح الجو أكثر استقرارا نتيجة لتراجع أو انسحاب النظام الاضطرابي القطبي نحو عروض شمالية. في الواقع فان اعتماد فترة وسطية مقدارها ٢٤ ساعة أو يوما كاملا لاعتبارها كفترة وسطية لهيمنة طقس ما في العروض المعتدلة يعتبر شيئا

ثانياً: القدرة الكامنة للجو في التآكل Corrosivity of the Atmosphere

البحث في كافة المنشورات العلمية المتعلقة بالتآكل باللغات الحية المختلفة يصل الى فتاعة أساسية بأن هذا الموضوع يتعلق بعلوم بعيدة جداً عن العلوم الجغرافية أو علوم البيئة ويمكن التحقق وبسهولة بأن علوم المعادن والتعدين وعلم كيمياء المعادن والفيزياء وعلم فيزياء المواد والهندسة الانشائية تعمل في هذا المجال لوضع حد للنتائج المدمرة للتآكل وللحد من أخطاره وبالتالي للتقليل من نفقات الصيانة. وقد تمت مناقشة العلاقة بين التآكل وكل من مختلف العوامل المحددة له كما تم التعرف على التفاعلات الكيميائية والكهربائية واللدائن ومختلف أنواع تركيبات الاسمنت المسلح الواجب استخدامه للتوصل الى وضع معادلات أو نماذج لتقدير قابلية أو ميول هذه الأجسام للتآكل^٤. ويجب أن يهتم الجغرافيين والبيئي بتقدير الاستطاعة الكامنة للجو في أحداث التآكل أو تطوره، باعتبار القاعدة الطبيعية أن للجو قدرة مستدامة على التآكل وأن قدرة الاجواء على تشييط التآكل تختلف من مناخ لآخر ومن بنية مناخية لأخرى وبأن العوامل المحددة للبنى المناخية الديناميكية منها والجغرافية المحلية هي نفسها المحددة لطبيعة التآكل المكانية واختلاف أو تباين شدته. البحث هنا يتعلق بتقدير ما يمكن تسميته بالقدرة الكامنة للجو في تطوير التآكل أو القدرة التآكلية الكامنة للجو وخاصة للبيئات الساحلية، وهو المفهوم الذي لم نجد له أية أصداء عند الباحثين في العلوم البيئية أو في العلوم الأخرى التي سبق ذكرها. وتقدير قدرة الجو على التآكل يجب أن يتم عن طريق استخدام نمذجة العلاقات أو التفاعلات بين العناصر الجوية المحددة للتآكل على شكل علاقة رياضية يسهل تطبيقها وتتسم بنوع من الشمولية باعتبار أنها تستخدم العناصر الجوية المعروفة من قبل العالم أجمع والتي تقاس من قبل كافة محطات الرصد الجوي.

لتمثيل الاتجاه العام للجريان الهوائي الناتج عن قانون حركة الهواء بين المرتفعات والمنخفضات الجوية المتأثرة بجغرافية سطح الأرض. فالرياح السائدة تعبر ليس فقط عن الجريان الجوي الديناميكي الذي يتحدد حركياً بين مراكز العمل بل وعن التأثيرات الجغرافية التي يتعرض لها الجريان الهوائي حسب الطبيعة الجغرافية للمكان وأخذها بعين الاعتبار. ولا يجب أن ننسى أنه في العروض المدارية بشكل عام تتشكل في كثير من الاحيان وخاصة في الشهور الحارة وضعيات جوية غير واضحة المعالم وكمثال عنها وضعيات " المستنقعات البارومترية " أو وضعيات تلاشي خطوط الضغط، التي لا تسمح للباحث بتحديد فعال للجريان الجوي على سطح الارض الذي غالباً ما يكون في مثل هذه الحالات ناتج عن الجغرافية فقط مثل الجريان الهوائي الناتج عن تطور رياح البر والبحر، والرياح الحرارية التي تهيم على طبيعة وأصول نماذج الطقس في هذه العروض، الامر الذي يحتم نشوء نماذج طقس جغرافية حقيقية وأهمية اعتماد المنهج الجغرافي لتحديد نماذج بشكل عام في العروض المدارية.

ومن خلال ما ذكر وحسب استخدام مفهوم الرياح السائدة اليومية فان نماذج الطقس ستحدد حسب اتجاهات هذه الرياح، حيث يتكامل بين جنبات كل اتجاه للرياح السائدة على منطقة من المناطق نتائج تفاعل مراكز العمل أو مختلف عناصر الوضعية الجوية على منطقة ما وطبيعة سطح هذه المنطقة أي جغرافية المكان، وبالتالي سيتولد ثمانية أنواع من نماذج الطقس بالإضافة الى نموذج طقس الرياح المتغيرة VRB التي يتم قياسها في مختلف محطات الارصاد الجوية العاملة.

^٤ هناك عدد من المعايير والمؤشرات الفيزيائية والكيميائية للتآكل وقد اشتهر منها على سبيل المثال مؤشر RYZNAR ويكتب بالطريقة التالية:

$$pHs - pH = RSI$$

ويقيس ميل المادة المعدنية أو قابليتها للصدأ كما يلي:

أقل أو يساوي ٦,٥ لا يوجد قابلية للصدأ

أكبر من ٦,٥ الى ٧,٢ قابلية قليلة

أكبر من ٧,٢ الى ٧,٨ قابلية متوسطة

أكبر من ٧,٨ الى ٨,٥ قابلية عالية

أكبر من ٨,٥ قابلية شديدة جدا للصدأ

العناصر الجوية المحددة للتآكل الجوي وكيف يمكن أن تصاغ تأثيراتها:

الحرارة الجوية: تؤثر الحرارة الجوية بالتآكل وتؤدي الى تسارعه وتساعد التفاعلات الكيميائية الخاصة به مهما كانت مستويات الرطوبة الجوية، ويلاحظ أنه في الأراضي القارية ذات الهواء الجاف فان ارتفاع درجات الحرارة يؤدي الى جفاف سطوح المعادن واللدائن مما يؤدي الى تباطؤ التآكل، خاصة بغياب الندى لانخفاض نسب الرطوبة الجوية ويصبح التآكل قابل للاهمال وغير خطر. ومع ارتفاع درجات الحرارة اليومية في البيئات الساحلية وخاصة في المناطق المدارية الحارة يحدث تسارع في التآكل الذي يبقى في مستويات عالية لوجود كميات كبيرة من بخار الماء في الهواء الذي يلعب دور معدل حراري ويمنع درجات الحرارة الليلية من الانخفاض كثيراً بالنسبة لدرجات الحرارة أثناء النهار والمعبر عنها بدرجات العظمى اليومية.

الرطوبة الجوية: تسمح الأجواء الرطبة وخاصة في البيئات الساحلية بترطيب مكونات التجهيزات وعناصر المصانع المعدنية وكذلك بترطيب سطوح المباني الاسمنتية ويلاحظ ذلك بتشكيل طبقة رقيقة ميكروسكوبية من المياه التي تحافظ على تشكيلها خاصة عندما يكون الهواء مشبع بالرطوبة أو قريب من درجة اشباعه رطوبة نسبية أكبر أو تساوي ٨٠٪. والزمن الذي تبقى به هذه الطبقة الميكروسكوبية من المياه يدعى بالزمن الفعلي للتآكل وهذا الزمن يمتد على ساعات طويلة من النهار خاصة لكون الهواء مشبع بأملاح الكلوروات التي تؤدي الى سرعة وصول الهواء الى مرحلة الاشباع Saturation أو بمعنى أصح مع ثبات درجة الحرارة فان الهواء المشبع بأملاح الكلوروات يصل بسرعة الى مرحلة الاشباع وهي المرحلة التي تساعد على توضع الرطوبة على كافة أنواع السطوح والتجهيزات لكون الهواء بعد وصوله الى هذه المرحلة يعمل على تكثيف كميات اضافية من بخار الماء. وبالعودة الى المعايير الدولية ISO9223:2012 نجد بأن الرطوبة الجوية هي المعتمدة لحساب معدلات التآكل الخاصة بالصلب والحديد واللدائن المختلفة وهذا الأمر تم اعتماده لايجاد مؤشر القدرة الكامنة للجو للتآكل أو القدرة التآكلية الكامنة للجو.

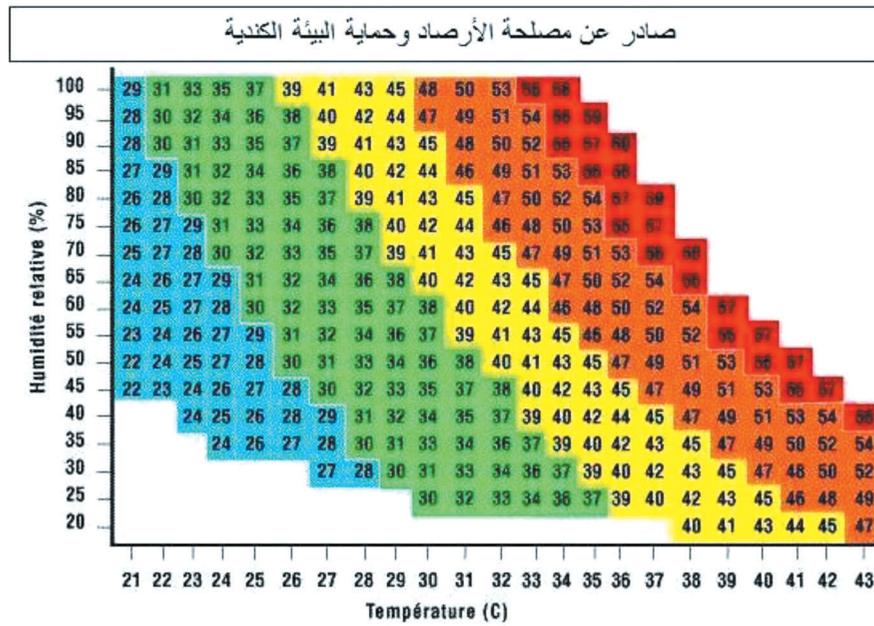
وتهتم المعايير الدولية بحساب معدلات التآكل لكل معدن على حدة وتعتمد بذلك على الرطوبة الجوية ومعدلات التلوث كما هو وارد في ISO9226 ولم تصمم هذه المعايير الهندسية ولا تصلح لتقدير استطاعة التآكل لدى الهواء البحري أو للجو بصورة عامة، وهذا الأمر نطمح لتحقيقه من أجل دراسة تغيرات هذه الاستطاعة حسب مختلف أنواع نماذج طقس الرياح السائدة في السواحل الجنوبية للبحر الأحمر. وقد تم البحث بشكل مطول عن النماذج التي تعتمد على الرطوبة الجوية ودرجات الحرارة أو عن اي نموذج يسمح بتحديد التآكل بواسطة عناصر جوية قابلة للقياس دون جدوى، ولقد تمت الاستعانة بالنماذج الخاصة بعدم الراحة أو الضيق الذي يشعر به الانسان عندما ترتفع درجات الحرارة في أجواء عالية الرطوبة وهو النموذج الذي وضعته مصلحة البيئة الكندية ويدعى نموذج Humidex. ويستخدم هذا المؤشر لقياس مقدار الشعور بكلا الحرارة والرطوبة لدى الانسان كما نلاحظ بان هناك عدد من الدراسات التي تستخدمه لقياس التسخن الجوي باعتباره معبراً عن الشعور بالتوتر الناشئ عن التسخين الحراري الرطوبي ويعطي قرينة تعبر عن الكثافة الحرارية المرتبطة بالمستوى الرطوبي وبالتالي فهو يقيس الحرارة الحية، والتي تنتج عن التفاعل القائم بين الرطوبة الجوية والحرارة العالية اي عملياً بين الرطوبة العظمى ودرجة الحرارة العظمى اليومية، وبالنظر الى البيانات الناتجة عن الارصاد الجوية وحماية البيئة في كندا فان نتائج استخدام هذا المؤشر تعبر عن ما يلي:

من ٢٠-٢٩ تفاعل حراري رطوبي خفيف أجواء عادية
من ٣٠-٣٩ تفاعل حراري رطوبي معتدل أجواء ثقل حراري
من ٤٠-٤٥ تفاعل حراري رطوبي مرتفع ثقل حراري شديد
اعلى من ٤٥ تفاعل حراري رطوبي مرتفع جداً ثقل حراري مطبق.

في حالة وصول المؤشر الى قيمة تساوي او تزيد عن ٤٥ فهذا دليل على تشبع الهواء بالرطوبة في ظل أجواء عالية الحرارة جدا مما يؤدي الى زيادة عالية في نسب التآكل وأخطار صحية لدى السكان. وفي الواقع يعتبر هذا المؤشر من المؤشرات المستخدمة لتقدير الخطر الناتج عن التفاعل بين درجات الحرارة والرطوبة ويستخدم على مقياس سينوبتي ولا يعتبر مقياساً يمكن استخدامه مكانياً وذلك نتيجة للتأثيرات الجغرافية ولتدخل العوامل الاخرى مثل سرعة واتجاه الرياح،

المنشآت المختلفة في المناطق الساحلية. وباعتبار أن التآكل يتأثر بدرجة حرارة الهواء الرطب بالإضافة الى درجة حرارة الهواء الطبيعية، ودرجة حرارة الهواء المشبع وأن هذا التأثير يختلف بين الليل والنهار فقد تم وضع العلاقة التالية⁵ وتمت معايرتها بالشكل المناسب وهي الأنسب لتقدير الاستطاعة الكامنة للجو في التآكل أو القدرة التآكلية للجو وهي كما يلي:

التغيم، التضاريس... الخ، وللحصول على المؤشر الرطوبي يستخدم الجدول أدناه الذي يقيم العلاقة بين درجة الحرارة والرطوبة النسبية وهو الجدول الذي قدمته مصلحة الارصاد وحماية البيئة في كندا. وهكذا نجد بأن هذا المؤشر يعتمد في الواقع على عنصري الحرارة والرطوبة النسبية، وهي في نفس الوقت العناصر المحددة للتآكل الذي يشكل خطراً على



$$PCA_{max} = (((0.3 * TEMP_MAX_DB) + (0.7 * TEMP_MAX_WB)) / HR_MAX) * 100$$

$$PCA_{min} = (((0.3 * TEMP_MIN_DB) + (0.7 * TEMP_MIN_WB)) / HR_MIN) * 100$$

$$PCA_Mean = PCA_{max} + PCA_{min} / 2$$

PCA = Potential corrosivity of the atmosphere للجو أو القدرة التآكلية للجو

TEMP_MAX_DB = درجة الحرارة العظمى اليومية للترمومتر الجاف

TEMP_MIN_DB = درجة الحرارة الصغرى اليومية للترمومتر الجاف

TEMP_MAX_WB = درجة الحرارة العظمى اليومية للترمومتر الرطب

TEMP_MIN_WB = درجة الحرارة الصغرى اليومية للترمومتر الرطب

HR_MAX = الرطوبة النسبية العظمى اليومية

HR_MIN = الرطوبة النسبية الصغرى اليومية

⁵ تمت الاستفادة من الأعمال غير المنشورة للاستاذ الدكتور جهاد محمد قربة، أستاذ علم المناخ بالقسم كما تم تصميم هذه النموذج بالاشتراك معه والاستفادة من أعماله في اختبار النموذج وإعادة حسابه مع ادخال التغييرات المناسبة لانجاح التجارب وإعادة اجراء الحسابات وتكرارها عشرات المرات للتوصل الى الصيغة العلمية المناسبة، وللدكتور جهاد الشكر لحسن تعاونه.

ثالثاً : الوسائل المستخدمة والاهداف العلمية :

في الوضع الحاضر تتوفر برمجيات على شكل حقائق للجدولة أو للعمليات الاحصائية كما أن هناك حقائق حزمية هامة توفر للباحث مشقة الأعمال الروتينية التي في السابق كانت تتطلب أسابيع بل أشهر طويلة لإنجازها. وتوفر مثل هذه الحزم الهامة يساعد على تطوير نوعي وكمي في معالجة البيانات حسب وحدات زمنية صغيرة كالיום أو الساعة وما طبيعة البحث هذا الامثال حي لأهمية المعالجة الآلية للبيانات وبت جدار اليوم الزمني قابل للاختراق وتطوير اعتماد معالجة البيانات على المستوى الساعي لتحقيق أهداف تفصيلية لدراسة العلاقات الزمكانية في العمل الجغرافي، وهذا الامر كان ضرباً في المستحيل منذ سنوات قليلة فقط وخاصة بالنسبة للبحوث المناخية، وقد ساعد توفر الحزم الرياضية على وضع وتصميم النموذج المستخدم وتطبيقه على البيانات بعدد لا يحصى من المرات بهدف المعايرة والحصول على نتائج معبرة وجيدة، وكذلك بهدف اختبار النموذج بحد ذاته كما سيتم بيانه لاحقا .

لقد تم استخدام البيانات اليومية للمحطة ٤١١٤٠ وهي محطة جيزان للفترة من ١٩٨٤-٢٠١٥ م للعناصر الجوية التي يتم قياسها من قبل الارصاد الجوية والمستخدمه في هذا البحث بشكل مباشر فهي :

١- الرياح السائدة PRWDIR

٢- درجة الحرارة العظمى اليومية للترمومتر الجاف MXDBT

٣- درجة الحرارة الصغرى اليومية للترمومتر الجاف MNDBT

٤- درجة الحرارة العظمى اليومية للترمومتر الرطب MXWDT

٥- درجة الحرارة الصغرى اليومية للترمومتر الرطب MNWDT

٦- الرطوبة النسبية الدنيا MXWSP

٧- الرطوبة النسبية القصوى MXRH

الاهداف العلمية :

ومن أجل وضع حجر الأساس لأي عمل علمي لا بد من ذكر الأهداف العلمية التي يتم تحقيقها والتي لم تحقق بعد على مستوى قاعدة البحوث العلمية لأسباب كثيرة منها ندرة الباحثين في مجال البحوث الجغرافية البيئية عامة وGeoecology التي تتميز بكونها بحوث تطبيقية هامة والتي تدر على الساحة العلمية. ان المدرسة العلمية الديناميكية للمناخ التي تستند على تحديد مفردات أو لبنات

المناخ باعتماد مفهوم نماذج الطقس للوصول الى تحديد "المناخ" الذي هو في الواقع الملموس " محصلة لتكرار وتتابع نماذج الطقس على منطقة من المناطق لفترة زمنية طويلة"، قد حولت مفهوم المناخ من كونه مفهوماً فلسفياً مبهماً الى مفهوم مادي جغرافي بيئي علمي، الا ان الصعوبات الكبيرة كما سبق شرحه تكمن اساساً في قضايا تحديد نماذج الطقس لمنطقة من المناطق بالأسلوب الديناميكي، أي دراسة التفاعل المشترك بين مختلف مراكز العمل من ضغوط مرتفعة ومنخفضة على منطقة ما ثم تحديد طبيعة النتائج المترتبة عن ذلك. والاسلوب الجديد المتبع هنا يستند على منهجيات جديدة أو ناتجة عن تناول هذه المسألة العلمية بمنظور آخر أكثر جغرافية وأقرب الى الواقع البيئي بما يخدم أهداف البحث الرئيسية. وفيما يلي بعض أهم المسائل العلمية التي ستتم معالجتها في هذا البحث بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر نتيجة للتحليلات المكانية العلمية المصاحبة له .

١- التعرف على واقع العلاقات بين العناصر الجوية الأكثر تحديداً للتآكل وهي درجات الحرارة والرطوبة ، وايجاد معادلات الانحدار التي تسمح بتوقع بعضها البعض لمناطق لا تتوفر لها قياسات الرطوبة أو الحرارة.

٢- تحديد التكرار بعدد مرات الحدوث بالنسب المئوية للزوجية الحرارية الرطوبة حسب رتب الحرارة والرطوبة المستخدمة من نتائج القيم المئوية Percentiles للقيم اليومية لها ومددة الدراسة التي تمتد على ٣٠ عام وهي المددة المناخية.

٣- التغيرات الخاصة بتتابع نماذج الطقس التي تسمح بتطور شدة التآكل في المناطق الساحلية للبحر الأحمر، وهي في واقع الأمر الدرجات التي تزيد عن ٢٠ درجة سيليسوس في أجواء مشبعة بالرطوبة.

٤- التعرف على مختلف نماذج الطقس على السواحل الجنوبية للبحر الأحمر حسب تتابعها على أشهر وفصول السنة لتحديد النماذج الأكثر تردداً بشكل عام المسؤولة عن البنية المناخية للشهور، ومن خلال هذه النماذج تحديد القيام بتشخيص نوعية النماذج المحددة للنشاط الزائد للتآكل Corrosion ثم كيفية تتابعها وفترات حدوثها أثناء العام، باستخدام نموذج القدرة الكامنة للجوي في التآكل الذي أمكن تطويره من خلال القياسات اليومية للعناصر الجوية المتحكمة بالتآكل.

القيم العظمى لدرجات الحرارة، ومن الجدير بالذكر أن القيمة المرتفعة جداً لمعامل التحديد تؤكد حسن العلاقة الارتباطية وعدم الحاجة للجوء الى اختبارها إحصائياً. وأخيراً فإن معادلة الانحدار بين معدلات القيم الصغرى هي: $Y=1.6466X+10.921$ مع معامل التحديد أو التفسير R^2 يساوي ٠,٩٤١٥ أي أن ما يزيد عن ٩٤٪ من تباين معدلات القيم الصغرى للرطوبة النسبية يفسر بمعدلات القيم الصغرى لدرجات الحرارة، كما أن القيمة المرتفعة جداً لمعامل التحديد تؤكد حسن العلاقة الارتباطية وعدم اختبارها إحصائياً.

ويجب التعرف حالياً على طبيعة الارتباط بين القيم الحقيقية الناتجة عن القياس المباشر لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والرطوبة الجوية العظمى الممثلة بالرطوبة النسبية التي يعكسها الشكلين ٤ و ٥. فلم يعد الأمر مقتصرًا على استخدام المعدلات اليومية التي تعبر عن وسطيات القيم التي تتذبذب حولها القيم الحرارية والرطوبة بل على استخدام القيم الحقيقية المقاسة والتي تمثل الواقع الجوي اليومي الذي ترتبط به اليات التآكل وهو موضوع البحث. ولم يعد هنا الأمر مقتصرًا على قيم محدودة العدد كالمعدلات اليومية التي سبق ذكرها والتي يبلغ عددها عدد أيام السنة بل سيتم اعتماد القيم الحرارية الحقيقية للمدة الزمنية المستخدمة من يناير ١٩٨٤ م الى ديسمبر ٢٠١٥. ونجد في الشكل ٤ الذي يظهر الارتباط الانحداري بين قيم الحرارة العظمى الحقيقية اليومية كمتغير مستقل والرطوبة العظمى الحقيقية اليومية، بأن معادلة الانحدار بين معدلات القيم الوسطية هي $Y=2.0772X+5.5919$ مع معامل التحديد أو التفسير R^2 يساوي ٠,٩٥٢٢ أي أن ما يزيد عن ٩٥٪ من تباين معدلات القيم الحقيقية للرطوبة النسبية اليومية يفسر بمعدلات القيم اليومية الحقيقية لدرجات الحرارة، ويلاحظ كذلك القيمة المرتفعة جداً لمعامل التحديد التي تؤكد علاقة الارتباط بالقيم الحقيقية للحرارة والرطوبة الناتجة عن القياس وغير المعالجة، وبالتالي عدم الحاجة للجوء الى اختبارها إحصائياً. وأخيراً فإن الشكل ٥ يقدم معادلة الانحدار بين القيم اليومية الحقيقية لدرجات الحرارة الصغرى كمتغير مستقل وقيم الرطوبة العظمى اليومية المحددة للطبيعة الجوية عند تحديد الاستطاعة

٥- التعرف على تباين قدرة نماذج طقس الرياح السائدة في تطوير التآكل الخطر لسواحل جنوب البحر الأحمر، من خلال قيم مؤشر القدرة الجوية الكامنة للتآكل التي تم حسابها لأغراض البحث، ووضع أنسب الطرق البيانية لعرض هذه العلاقات بين النماذج وقدرتها في أحداث التآكل الجوي أو تشييطه باعتبار أن التآكل هو عمل دائم للطبيعة الساحلية وينشط أو يخمد قليلاً حسب التباين القائم بين نماذج الطقس، التي تم تحديدها بطرق حقيقية ملموسة ومعبرة عن حالة الطقس الجغرافية للمكان.

النتائج العلمية:

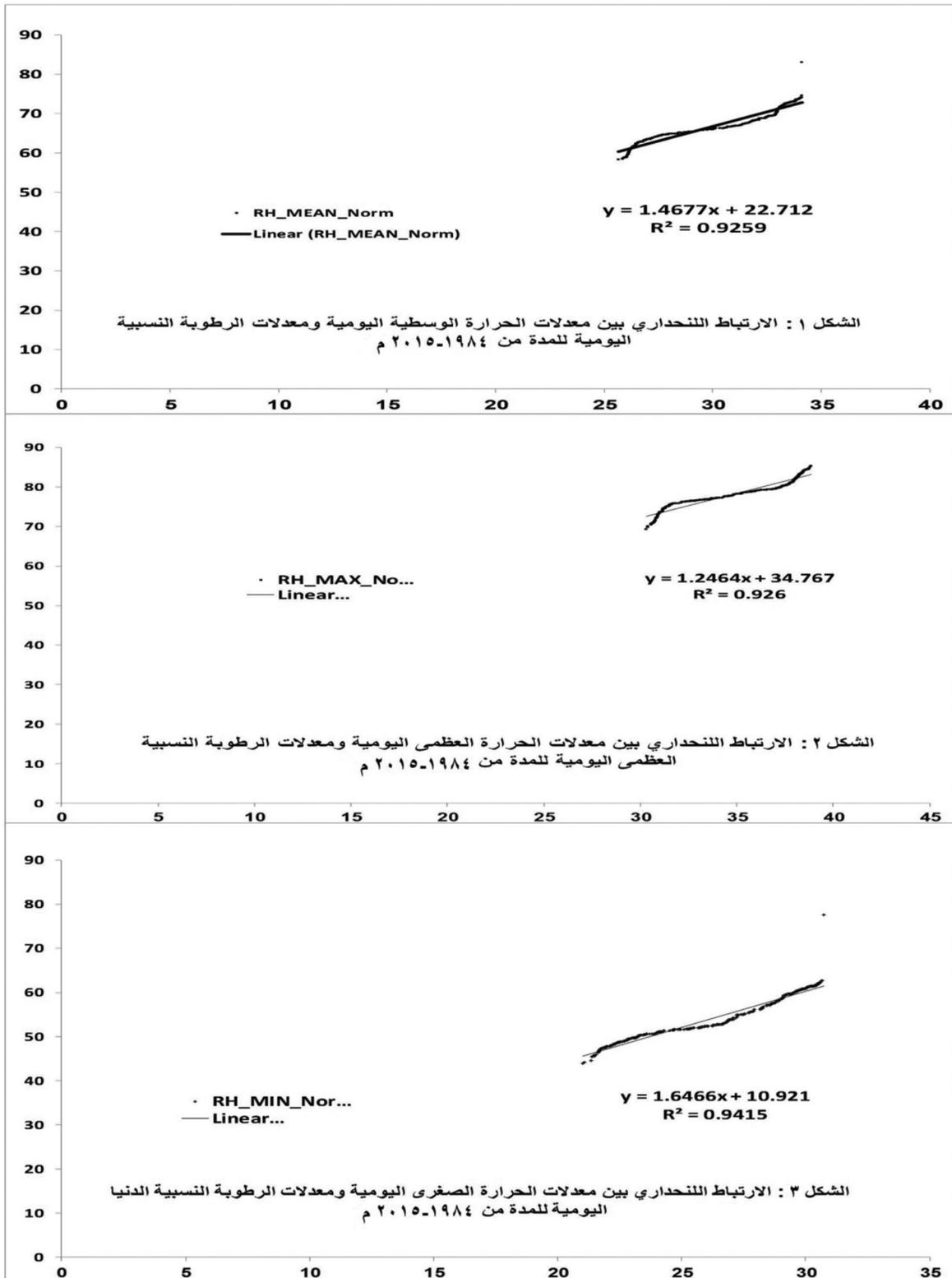
الارتباط بين الحرارة والرطوبة لساحل جنوب البحر الأحمر (جيزان):

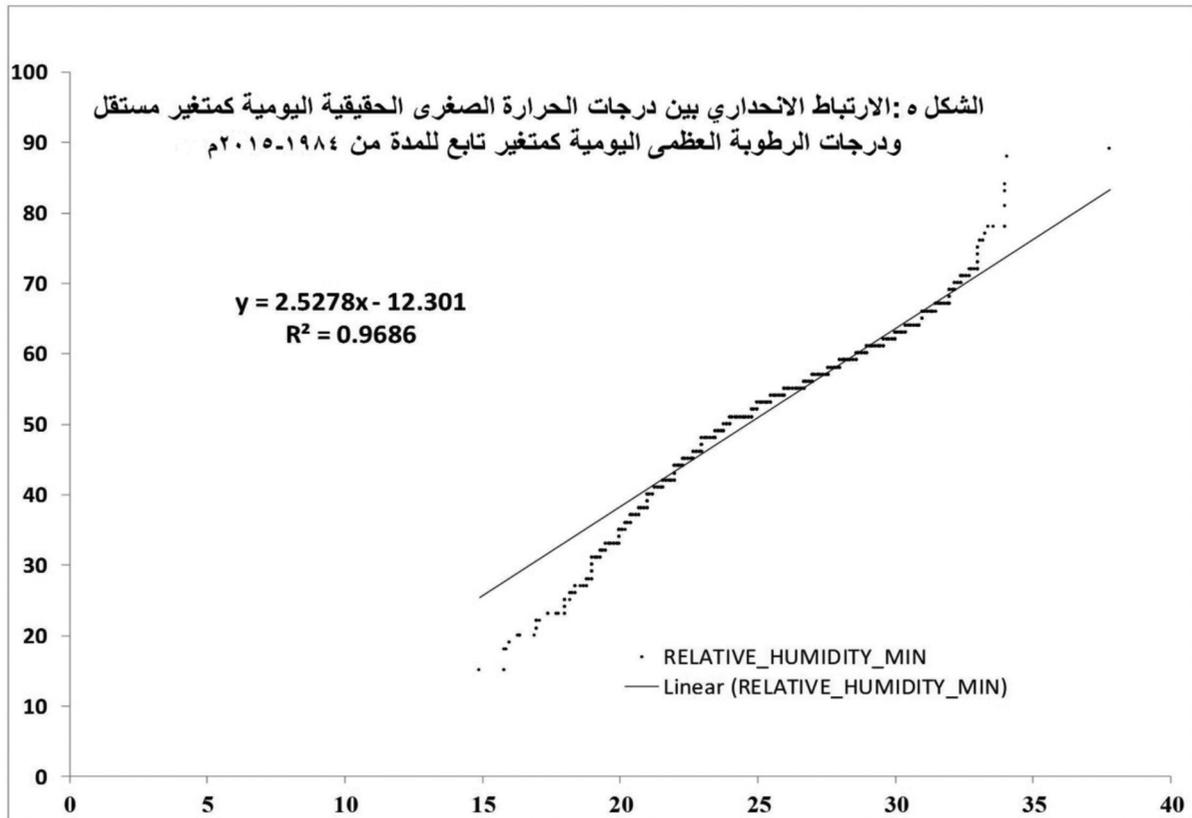
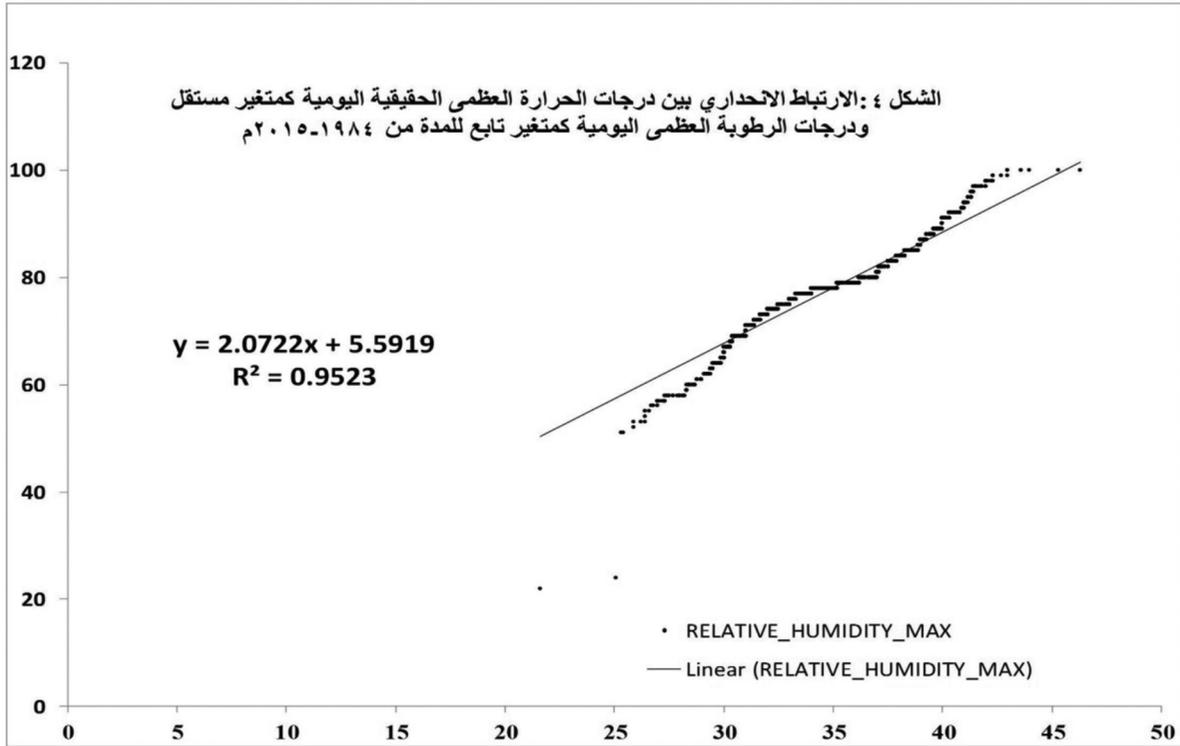
ويبدو جلياً أهمية القيام بتحليل العلاقات الارتباطية بين الحرارة والرطوبة الجوية في أجواء جنوب البحر الأحمر التي تتسم عادة بالهدوء والرتابة في ظل غياب الحركة الجوية العشوائية التي تتحقق عادة في حالات عدم الاستقرار الأمر الذي يحد من تبلور هذه العلاقة بشكل جيد، ومن ناحية أخرى يجب البرهنة واختبار الترابط القائم بين العناصر المستخدمة لنمذجة التآكل الجوي وهي الحرارة والرطوبة الجوية. لقد تم حساب المعدلات اليومية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والوسطية اليومية وكذلك الأمر بالنسب للرطوبة النسبية قبل ايجاد العلاقة الارتباطية الانحدارية البيانية بينها. الأشكال ١، ٢، ٣، تحدد علاقة خطية واضحة ليس فقط بين القيم الوسطية بل وكذلك بين القيم الحدية العظمى والدنيا مع اعتبار قيم الرطوبة النسبية كمتغير تابع لدرجات الحرارة التي هي في الواقع المؤثر الأكبر في الاستطاعة الهيجرومترية للهواء أو في رطوبة اشباعه. ومعادلة الانحدار بين معدلات القيم الوسطية هي: $Y=1.4677X+22.712$ مع معامل التحديد أو التفسير R^2 يساوي ٠,٩٢٥٩ أي أن ما يزيد عن ٩٢٪ من تباين معدلات القيم الوسطية للرطوبة النسبية يفسر بمعدلات القيم الوسطية لدرجات الحرارة، ومن الجدير بالذكر أن القيمة المرتفعة جداً لمعامل التحديد تؤكد حسن العلاقة الارتباطية وعدم الحاجة للجوء الى اختبارها إحصائياً. ومعادلة الانحدار بين معدلات القيم العظمى هي: $Y=1.2464X+34.767$ مع معامل التحديد أو التفسير R^2 يساوي ٠,٩٢٦ أي أن ما يزيد عن ٩٢٪ من تباين معدلات القيم العظمى للرطوبة النسبية يفسر بمعدلات

الجوية للتآكل وهي $Y=2.5278X-12.301$ مع معامل التحديد أو التفسير R^2 يساوي ٠,٩٦٨٦ أي أن ما يزيد عن ٩٥٪ من تباين معدلات القيم العظمى للرطوبة النسبية اليومية الحقيقية المقاسة يفسر بمعدلات القيم الصغرى لدرجات الحرارة اليومية الحقيقية المقاسة، كما أن القيمة المرتفعة جداً لمعامل التحديد تؤكد حسن العلاقة الارتباطية وعدم اختبارها احصائياً.

القيم المركزية:

ويتفق معظم الباحثين بأن العوامل المحددة لنشاط التآكل هي درجات الحرارة والرطوبة والتلوث الجوي، ولعدم توفر البيانات الخاصة بالتلوث الجوي وطالما أن هذا البحث يركز على المفاهيم المناخية فقط للتآكل وهي الأكثر تأثيراً به فسنعمد على بيان الصفات المركزية الرئيسة لعنصري الحرارة والرطوبة المحسوبة من البيانات اليومية للمدة من ١٩٨٤-٢٠١٥م وقد تم عرض النتيجة الجدول ٢، A لدرجات الحرارة العظمى والصغرى و B للرطوبة النسبية الصغرى والعظمى. ويظهر الجدول A بأن وسطيات درجات الحرارة لا تقل عن ٢٦م° للصغرى ولا تقل عن ٣٦م° لمدة الدراسة وهذا مؤشر حراري هام على ارتفاع نشاط التآكل وبشكل دائم. وتفصيلاً وباللجوء الى حساب النسبة المئوية Percentiles نجد بأن ١٠٪ فقط من درجات الحرارة العظمى تقل عن ٣١م° وأن ١٠٪ منها تزيد قيمته عن ٣٩م° بشكل لم تتجاوز به درجة الحرارة العظمى لمدة الدراسة قيمة ٤٦,٣م° وهي أعلى قيمة حدية خلال مدة ٣٠عام. ويجعلنا هذا الأمر ندرك بأن درجات العظمى اليومية تتراوح بين ٣١م° و٣٩م° في ٨٠٪ من أيام السنة وهذه القيم هي جميعاً من القيم التي تسمح بنشاط فائق للتآكل، وفي الواقع فإن درجات الحرارة العظمى اليومية لم تهبط الى المستوى الذي ينخفض به التآكل اليومي إطلاقاً وهو ٢٠م°، ونلاحظ بأن أقل قيمة تم قياسها خلال مدة الدراسة هي ٢٢,٥م°، أي أنها أعلى من درجة الحرارة اللازمة لنشاط التآكل وهي ٢٠م°.





الجدول ٢: القيم المركزية الأساسية للبنية الحرارية في الجدول A وللبنية الرطوبية B في جنوب البحر الأحمر باعتماد البيانات اليومية لمحطة جيزان للمدة من ١٩٨٤-٢٠١٥م

A	درجة الحرارة العظمى اليومية	درجة الحرارة الصغرى اليومية	
Mean		٣٥,٣١٤٧٥	٢٦,٢٧٠٩٩
Median		٣٦,٠٠٠٠٠	٢٦,٣٠٠٠٠
Mode		٣٨,٠٠٠	٣٠,٠٠٠
Std. Deviation		٣,١٣٦٢٩١	٣,٣٦٣٣٦٦
Minimum		٢٣,٥٠٠	١٤,٩٠٠
Maximum		٤٦,٣٠٠	٣٧,٨٠٠
Percentiles	١٠	٣١,٠٠٠٠٠	٢٢,٠٠٠٠٠
	٢٠	٣٢,٠٠٠٠٠	٢٣,٠٠٠٠٠
	٣٠	٣٣,٠٠٠٠٠	٢٤,٠٠٠٠٠
	٤٠	٣٤,٤٠٠٠٠	٢٥,٠٠٠٠٠
	٥٠	٣٦,٠٠٠٠٠	٢٦,٣٠٠٠٠
	٦٠	٣٧,٠٠٠٠٠	٢٧,٤٠٠٠٠
	٧٠	٣٧,٦٠٠٠٠	٢٨,٥٠٠٠٠
	٨٠	٣٨,٢٠٠٠٠	٢٩,٧٠٠٠٠
	٩٠	٣٩,٠٠٠٠٠	٣٠,٩٠٠٠٠

B	الرطوبة النسبية العظمى	الرطوبة النسبية الصغرى اليومية	
Mean		٧٨,٧٦٧٥	٥٤,١٥٤١
Median		٧٩,٠٠٠٠	٥٥,٠٠٠٠
Mode		٨٤,٠٠	٥٥,٠٠
Std. Deviation		٦,٦٨٢٨٧	١٠,٠٩٩٠٨
Minimum		٢١,٠٠	١٤,٠٠
Maximum		١٠٠,٠٠	٦٠١,٠٠
Percentiles	١٠	٧٠,٠٠٠٠	٤٣,٠٠٠٠
	٢٠	٧٣,٠٠٠٠	٤٧,٠٠٠٠
	٣٠	٧٦,٠٠٠٠	٥٠,٠٠٠٠
	٤٠	٧٨,٠٠٠٠	٥٣,٠٠٠٠
	٥٠	٧٩,٠٠٠٠	٥٥,٠٠٠٠
	٦٠	٨١,٠٠٠٠	٥٧,٠٠٠٠
	٧٠	٨٣,٠٠٠٠	٥٩,٠٠٠٠
	٨٠	٨٤,٠٠٠٠	٦٢,٠٠٠٠
	٩٠	٨٦,٠٠٠٠	٦٤,٠٠٠٠

اختبار النموذج:

عليه في حالة الارتباط الخطي، ويعني عامل التحديد بأن أكثر من ٩٠٪ من تباين قيم المؤشر تفسر بتباين العناصر الجوية المقاسة وهذا يعني وجود ارتباط عضوي شديد بين قيم المؤشر التي تم حسابها لتقييم التآكل الجوي والعناصر الجوية وجودة المؤشر المستخدم. ويمكن باستخدام النتائج اليومية لقيم مؤشر التآكل الجوي تحديد درجات التآكل كما يلي:

PCA_Mean أقل أو يساوي ٣٠ قدرة جوية عادية للتآكل
PCA_Mean أقل أو يساوي ٣٥ قدرة جوية متوسطة الشدة للتآكل
PCA_Mean أقل أو يساوي ٤٠ قدرة جوية شديدة للتآكل
PCA_Mean أكبر من ٤٠ قدرة جوية شديدة جدا للتآكل
وبالتالي فان حساب تردد قيم التآكل بالنسبة المئوية

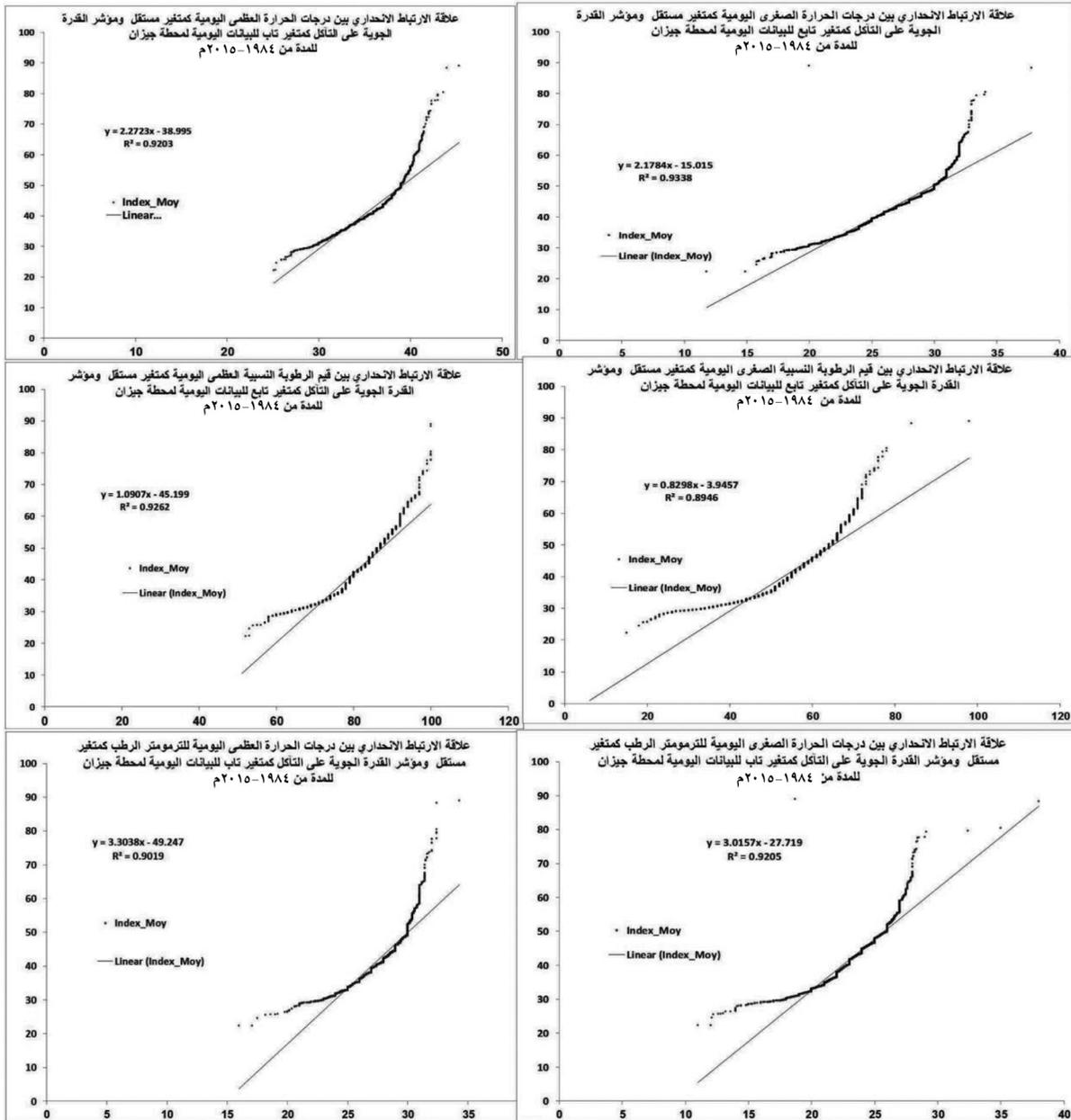
لأيام مدة الدراسة ١٩٨٤-٢٠١٥م هو كما يلي:

التردد بالنسبة المئوية لأيام القدرة الجوية الضعيفة للتآكل هو ٨,١٪
التردد النسبي لأيام القدرة الجوية المتوسطة للتآكل هو ١,٢٢٪
التردد النسبي لأيام القدرة الجوية الشديدة للتآكل هو ٥,٢١٪
التردد النسبي لأيام القدرة الجوية الشديدة جدا للتآكل هو ٥٥,٠٪
طبيعة الأجواء الحارة والعالية الرطوبة تفسر هذه النتائج التي تدل على أن أكثر من نصف أيام السنة ٥٥٪ تتميز بتحقق قدرات جوية شديدة جدا للتآكل الذي يصيب مختلف أنواع المنشآت بضرر كبير نتيجة لاستمراريتها،

انشاء نموذج باستخدام عناصر طبيعية مقاسة لتقدير أو تقويم أحد المفاهيم الطبيعية التي يصعب قياسها مثل القدرة الجوية على التآكل يتطلب استخدام العناصر الأكثر تأثيراً وتحديداً له والتي يشترط في نفس الوقت أن تكون بينها علاقة ارتباط قوية منطقية وحسابية، ولا يشترط بالنموذج أن يكون معد لكي يشتمل بالضرورة على كافة العناصر الطبيعية المؤثرة والمتحكمة بالتآكل من الواقع المتاح أو المقاس، كما أن دقة النتائج لا ترتبط بالضرورة بعدد العناصر المستخدمة في النموذج ٦. وبما أن النموذج هو تصميم حسابي للعناصر المحددة للتآكل والتي يصح استخدامها في العمل الرياضي بما يمكن من اختبار النتائج فان التصور الخاص في اعتماد النموذج المذكور أعلاه يعني التعرف على نسبة درجة الحرارة المضافة الى درجة حرارة الهواء المشبع بالرطوبة من الرطوبة النسبية، فكلما كانت هذه القيمة كبيرة كلما كانت القدرة الجوية على التآكل أكثر فاعلية وخطر. وقبل المضي في عرض النتائج يتوجب القيام بالاختبار المناسب عن طريق التعرف على مقدار العلاقة الارتباطية بين قيم هذا المؤشر والعناصر الجوية المحددة للتآكل بعد أن تم التأكد من العلاقات الارتباطية الانحدارية القوية بين العناصر الجوية المكونة له وهي درجات الحرارة ونسب الرطوبة، فالعلاقة الارتباطية الخطية تعبر عن اتساق قوي وارتباط مؤكد وشديد، وأن العناصر الجوية المعتمدة تفسر بشكل واضح وجيد تغيرات وتباين قيم المؤشر التي تم حسابها لأيام السنة، خاصة اذا كانت قيم عامل التحديد تزيد أو تساوي ٩,٠ الأمر الذي يعني عن اختبار الارتباط ويؤكد جودة المؤشر المستخدم. والشكل رقم ٦، بين الارتباط الانحداري Simple regression مع ستة عناصر جوية قابلة للقياس للتأكد من صحة هذا النموذج وحسن معانيته لسواحل البحر الأحمر، ويمكن عرض النتائج بصورة عامة باعتبار أنه في كافة اشكال الارتباط الواردة في الشكل ٦ ولكافة العناصر الجوية كمتغيرات مستقلة تحقق الاتساق بشكل خطي مع نتائج مؤشر القدرة الجوية للتآكل كمتغير تابع وذلك عند أعلى قيمة لعامل التحديد R2 المتحصل

٦ قرية، جهاد محمد، (٢٠١٤)، المفاهيم الأساسية للنظريات والنماذج في العلوم الجغرافية، نشر ألكتروني، على موقع جوجل:

<https://sites.google.com/site/kerbegeographe>



الشكل ٦: إختبار قيم مؤشر القدرة الجوية الكامنة للتآكل مع العناصر الجوية لسواحل جنوب البحر الأحمر باستخدام بيانات محطة جيزان الرائدة من ١٩٨٤ - ٢٠١٥ م

وأن النصف الآخر من العام يتميز بنشاط متوسط الى شديد للتآكل لنجد تقاسم أيام السنة بينهما بنسب متقاربة وهي على الترتيب ١, ٢٢٪ و ٥, ٢١٪، وهذا الأمر يحتم دراسة تغيرات قيم التآكل حسب نماذج الطقس الخاصة بأشهر السنة الأمر الذي يمثل الهدف الرئيس من البحث.

مركبات بنية المناخ وقدرتها التآكلية:

ومن أجل ادراك الخصائص الحرارية والرطوبة لنماذج الطقس وقدرتها التآكلية التي تم تشخيصها بواسطة مركبتها الحركية المعبر عنها بالرياح السائدة تم تنظيم الجدول رقم (٢)، الذي يبين تردد نماذج الطقس المحددة جغرافياً على منطقة جيزان الممتدة لأجواء سواحل جنوب البحر الأحمر للمدة المعتمدة وخصائصها الحرارية الرطوبة والتآكلية الخاصة بها. وتطلب الوصول الى هذه النتائج الهامة تحديد الصفات الجوية الوسطية، أي تحديد "مناخية" كل نموذج من نماذج الطقس هذه بشكل يضمن التعبير عن التغيرات في هذه الصفات حسب أشهر وفصول السنة وذلك باعتماد سنوات فترة الدراسة ١٩٨٤-٢٠١٥ م. ونقدر حجم العمل المبذول للوصول الى هذا الهدف العلمي بحيث يجب بعد حساب تكرار كل نموذج من نماذج الطقس هذه ولكل شهر على حدة من أشهر السنة عزل خصائصه الحرارية ثم الرطوبة، وبعد ذلك حساب معدلاتها. ولم نتوقف في هذا العمل على بيان الصفات المناخية الحرارية باعتماد درجات الحرارة الوسطية اليومية بل تم استخدام قيم الحرارة الحقيقية المقاسة أي درجات العظمى والصغرى اليوميين وكذلك الأمر بالنسبة للرطوبة النسبية. لقد تم حساب القدرات الوسطية للتآكل الجوي لكل نموذج من هذه النماذج بنفس الطريقة ثم عرض النتائج في الجدول رقم ٢ الذي يختصر نتائج العمل ويوردها بشكل رقمي قابل للتمثيل البياني الذي سيستخدم لتوضيح الطبيعة المناخية للساحل الجنوبي البحر الأحمر وكذلك القدرة التآكلية الحقيقية لأجواء المنطقة حسب نماذج الطقس البيئية المحددة والمعبرة عن جغرافيتها الاقليمية.

الجدول ٣: البنية الرقمية الخاصة بمناخ جنوب البحر الأحمر المعبر عنها بالتردد النسبي لنماذج الطقس وخصائصها الحرارية والرطوبة ومؤشرات التآكل الجوية الخاصة بها للمدة من ١٩٨٤-٢٠١٥م.

الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Jan	E	١٠,٨٦	٣٠,٥٧	٢٠,٩٨	٨٤,٤٩	٦٠,٨٣	٣٣,١٦
Jan	N	١,٦١	٢٩,١٠	٢١,٥٢	٨٦,٠٧	٦٠,٤٧	٣٤,١٦
Jan	NE	٠,٣٢	٣٠,١٣	١٩,٦٣	٨٧,٣٣	٦٣,٦٧	٣٠,٢٧
Jan	NW	١,٠٨	٢٨,٩٩	٢١,٦٨	٧٨,٠٠	٥٩,٨٠	٣٣,٦٩
Jan	S	٣٣,٤٤	٣٠,٦١	٢١,٩٧	٨٣,٤٤	٦٢,٦٩	٣٢,٥٥
Jan	SE	٠,٧٥	٣٠,٣٣	٢١,٥٠	٧٩,٨٦	٥٨,٢٩	٣٣,٨٤
Jan	SW	٢٧,٣١	٣١,١١	٢١,٦٩	٨٤,٦٨	٦١,٤٧	٣٣,٦٣
Jan	VRB	٠,١١	٣١,٥٠	٢٣,٠٠	٨٦,٠٠	٥١,٠٠	٣٠
Jan	W	٢٤,٥٢	٣٠,٩٧	٢١,٨٦	٨٢,١٥	٥٨,٨٦	٣٤,٥٣
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Feb	E	٢,٩٥	٣٠,٨٢	٢٢,٠٧	٨٣,٥٦	٦٢,١٦	٣٢,٩٦
Feb	N	٢,٣٦	٣٠,٣٣	٢٢,٢١	٧٨,٠٥	٥٧,٠٥	٣٥,٥٦
Feb	NE	٠,٢٤	٢٨,١٥	١٨,٧٥	٧٥,٥٠	٤٧,٥٠	٣٠,٩٩
Feb	NW	٣,١٩	٣٠,١٠	٢٢,٧٧	٧٥,٩٣	٥٤,٦٧	٣٨,٨٢
Feb	S	٢٤,٩١	٣١,١٨	٢٢,٨٥	٨٢,٣٣	٦٢,٤٧	٣٣,٤٧
Feb	SE	٠,٢٤	٣٢,٠٠	٢٣,٢٥	٨٢,٠٠	٥٨,٥٠	٣٥,٨٧
Feb	SW	٢٥,٩٧	٣١,٦٦	٢٢,٥٨	٨٤,١٢	٦٢,٥٤	٣٣,٩٩
Feb	W	٤٠,١٤	٣١,٢٢	٢٢,٧٢	٨١,٦٩	٥٩,٥٩	٣٥,٢٦
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Mar	E	١,٧٢	٣١,٦٥	٢٢,٣١	٨١,٣١	٥٨,٥٠	٣٣,٤٨
Mar	N	٣,٩٨	٣٢,٨٧	٢٤,١٠	٨١,٨٤	٥٩,٨٦	٣٦,٩٣
Mar	NW	٢,٨٠	٣٢,٨١	٢٥,٠٢	٧٧,٦٥	٥٥,٢٣	٤٠,٥٣
Mar	S	٢٢,٢٦	٣٢,٥٧	٢٤,٢٢	٨٠,٧٧	٦٠,٥١	٣٦,٢٧
Mar	SE	٠,١١	٣٣,٢٠	٢٣,٦٠	٧٧,٠٠	٥٩,٠٠	٣٦,٦٨
Mar	SW	٢٥,٠٥	٣٣,٢٣	٢٣,٩٧	٨١,٣١	٥٩,٣١	٣٧,٨٠
Mar	W	٤٤,٠٩	٣٢,٩٦	٢٤,٢٦	٧٩,٩٠	٥٦,٩٩	٣٩,٩٧
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Apr	E	١,٧٨	٣٣,٣٨	٢٤,٨٧	٨٣,٥٠	٥٥,٥٦	٤٢,٣٠
Apr	N	٤,٣٣	٣٥,٠٧	٢٥,٧٢	٨٠,٤٩	٥٣,١٣	٤٤,٩٩
Apr	NE	٠,٤٤	٣٦,٤٠	٢٧,١٣	٧٠,٥٠	٤٢,٠٠	٥٣,٣٢
Apr	NW	٠,٥٦	٣٥,٤٨	٢٦,٧٨	٧٦,٨٠	٤٧,٨٠	٤٨,٥٣
Apr	S	١٦,٨٩	٣٤,٩٩	٢٦,٧٧	٧٥,٧٨	٥٢,٢٩	٤٦,٢٣
Apr	SE	٠,٢٢	٣٣,٢٠	٢٣,٩٠	٨٨,٠٠	٥٩,٥٠	٣١,٦٣
Apr	SW	٢٨,٨٩	٣٥,٦٢	٢٦,٠٧	٧٧,٠٠	٥٢,٧٧	٤٤,٨١
Apr	W	٤٦,٨٩	٣٥,٦٨	٢٦,٢٢	٧٨,١٦	٥١,٢٣	٤٦,٣٢

تابع الجدول ٣

الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
May	E	١,٠٨	٢٧,٦١	٢٧,٠٢	٧٧,٣٠	٥٠,٦٠	٤٦,٣٤
May	N	٢,٣٧	٢٨,٣٥	٢٧,٦٧	٧٥,٤١	٤٦,٣٢	٥٧,١٧
May	NW	١,٢٩	٢٧,٥١	٢٨,٣٧	٧٨,٦٧	٤٨,٥٠	٥٣,٢٥
May	S	٤,٨٤	٢٧,١٩	٢٨,٤٣	٧٣,٣١	٤٧,٦٤	٥٠,٠٠
May	SE	٠,١١	٤٠,٤٠	٢٨,٠٠	٥٩,٠٠	٢٣,٠٠	٤٩
May	SW	١٤,٦٢	٢٧,٦٧	٢٨,٠٢	٧٦,٤٧	٤٨,٤٩	٥٢,٥٥
May	W	٧٥,٧٠	٢٧,٥٠	٢٨,٠١	٧٦,٤٧	٤٩,٨١	٥١,٤٥
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Jun	E	١,٥٦	٢٨,٤٧	٢٨,٦٩	٧٦,٣٦	٤٩,٩٣	٥٠,٧٦
Jun	N	٣,١١	٢٨,٧٤	٣٠,٤٦	٧٢,٨٦	٤٥,٦٤	٥٥,٥٩
Jun	NE	٠,١١	٤١,٥٠	٢٨,٣٠	٦٩,٠٠	٤٤,٠٠	٥٧,١٦
Jun	NW	٢,٥٦	٢٨,٣٩	٣٠,٨٣	٧٢,٧٤	٤٥,٨٧	٥٧,١٣
Jun	S	٤,٢٢	٢٨,٣٠	٣٠,١٧	٧٥,٢١	٤٩,٧٦	٥٤,٦٠
Jun	SE	٠,١١	٣٤,١٠	٢٦,٤٠	٨٥,٠٠	٥٠,٠٠	٤٨,٦٠
Jun	SW	١١,٧٨	٢٨,٥٨	٢٩,٨٥	٧٥,٧١	٥٠,٣٦	٥٣,٢٩
Jun	W	٧٦,٥٦	٢٨,٣١	٢٩,٧١	٧٤,٨٠	٥٠,٥٤	٥٣,٠٧
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Jul	E	١,٠٨	٢٧,٧٩	٢٨,٠١	٧٩,٧٠	٥٤,١٠	٤٧,١٨
Jul	N	٠,٩٧	٢٩,٠٣	٣٠,٣٤	٧٠,٣٣	٤٢,٦٧	٦٤,٦٣
Jul	NE	٠,١١	٢٧,٧٠	٣١,٧٠	٧٨,٠٠	٤٣,٠٠	٦٢
Jul	NW	١٠,١١	٢٨,٣٤	٣٠,٦٧	٦٩,٩٩	٤٤,٦٧	٦١,٢٥
Jul	S	٨,٦٠	٢٨,٤٣	٣٠,٦١	٧٣,٢٨	٥٠,١١	٥٣,٢٨
Jul	SE	٠,٢٢	٢٦,٣٥	٢٩,٤٠	٧١,٥٠	٤٥,٥٠	٥٨,٥١
Jul	SW	٨,٣٩	٢٨,٤٥	٣٠,٣٨	٧٥,٤٥	٥٠,٣٥	٥٤,٨٣
Jul	W	٧٠,٥٤	٢٨,٣٣	٣٠,٢٤	٧١,٤٨	٤٦,٩٤	٥٦,٦٤
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Agu	E	٣,٩٨	٢٧,٥٤	٢٨,٠٥	٨٠,٨١	٥٢,٧٣	٤٨,٤٣
Agu	N	١,٥١	٢٧,٩٧	٢٨,٥٩	٧٣,٠٧	٥٠,١٤	٥٣,٠٣
Agu	NE	٠,١١	٢٩,٠٠	٢٨,٩٠	٧١,٠٠	٥٥,٠٠	٤٦,٣١
Agu	NW	٥,٢٧	٢٨,٠٨	٣٠,٢٧	٧٤,١٦	٤٨,٦٧	٥٢,٨٥
Agu	S	٩,٧٨	٢٧,٧٤	٢٩,٧٦	٧٧,٥٩	٥٢,٢٧	٤٩,١٤
Agu	SE	٠,٤٣	٢٦,٤٣	٢٦,٧٨	٨٠,٧٥	٥٤,٥٠	٥٠,٢٨
Agu	SW	١٤,١٩	٢٨,٤١	٢٩,٥٢	٧٧,٨٩	٥٢,١٤	٥١,٢٣
Agu	VRB	٠,١١	٢٧,٥٠	٣١,٠٠	٨٣,٠٠	٦١,٠٠	٥٣
Agu	W	٦٤,٦٢	٢٨,٠٦	٢٩,٨٢	٧٤,٩٣	٥٠,٢٤	٥٢,٧١

تابع الجدول ٣

الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Sep	E	٧,٧٨	٢٨,٤٢	٢٨,٢٢	٧٩,٦٣	٥٣,٤٩	٤٨,٢٢
Sep	N	١,٤٤	٢٨,٢٢	٢٨,٦٨	٧٦,٧٧	٥٠,٠٨	٤٨,٨١
Sep	NE	٠,١١	٢٩,٤٠	٢٨,٢٠	٦٦,٠٠	٢٥,٠٠	٧٢,١٧
Sep	NW	٢,٦٧	٢٧,٨٩	٢٩,٢٥	٧٨,٢٥	٥١,٢٩	٥٢,٣٦
Sep	S	٣,٥٦	٢٧,٨٣	٢٩,٥٧	٧٨,٠٠	٥٠,٩٤	٥٠,٣٢
Sep	SE	٠,١١	٢٩,٠٠	٢٥,١٠	٦٦,٠٠	٤٦,٠٠	٥٢,٨٩
Sep	SW	١٠,٦٧	٢٨,١٥	٢٨,٩٩	٧٨,٣٤	٥١,٤٣	٥١,١٧
Sep	VRB	٠,١١	٢٧,٨٠	٢٨,٦٠	٧٥,٠٠	٥٨,٠٠	٥٢
Sep	W	٧٣,٥٦	٢٨,٠٨	٢٨,٧٧	٧٨,٣٧	٥٢,٤٩	٥٠,٠٦
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Oct	E	١٥,٤٨	٣٦,٨٠	٢٦,٥٤	٧٩,٥٦	٥٢,٤٥	٤٧,٦١
Oct	N	١,١٨	٣٦,٧٧	٢٦,٠٢	٨٥,٠٠	٤٨,٦٤	٥٧,٥٩
Oct	NE	٠,٩٧	٣٧,٨٠	٢٥,٨٣	٨٠,٧٨	٤٣,١١	٦٠,٢٣
Oct	NW	٢,٥٨	٣٦,٧٨	٢٧,٢٤	٨٢,٣٨	٥٦,٢٥	٤٤,٧٦
Oct	S	٥,٢٧	٣٥,٩٥	٢٦,٦٣	٧٦,٨٤	٥٣,١٨	٤٥,٥٧
Oct	SE	٠,٣٢	٣٣,٤٣	٢٧,٠٠	٧٨,٣٣	٥٧,٦٧	٣٥,٩٧
Oct	SW	١٨,٠٦	٣٦,٥٧	٢٦,٥٢	٧٨,٣٦	٥٢,٦٥	٤٦,٢٨
Oct	VRB	٠,٤٣	٣٦,٢٥	٢٧,٧٣	٧٧,٥٠	٥٢,٥٠	٥٠
Oct	W	٥٥,٧٠	٣٦,٧٦	٢٦,٤٤	٨٠,٣٦	٥١,٤٩	٤٧,٦٦
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Nov	E	١٩,٦٧	٣٤,٠٢	٢٤,٠١	٨١,٢٠	٥٤,٢٤	٤٢,٥٥
Nov	N	١,١١	٣٣,٤٥	٢٤,٠٩	٨٢,٤٠	٥٨,٦٠	٣٧,٩٤
Nov	NE	٠,٦٧	٣٤,٣٨	٢٥,٣٠	٨٢,٠٠	٥٧,٠٠	٤٤,٤٧
Nov	NW	٠,٢٢	٣٥,٧٠	٢٥,٥٠	٧٦,٥٠	٥٥,٥٠	٤٠,٣٣
Nov	S	١٤,٨٩	٣٣,٦٨	٢٤,٧١	٨٠,٥٥	٥٦,٦٦	٤٤,٣١
Nov	SE	٠,٨٩	٣٣,٩١	٢٤,١٩	٧٨,١٣	٥٤,٠٠	٣٩,١٣
Nov	SW	٣٠,٨٩	٣٤,١٣	٢٤,٤٤	٨٠,٧٢	٥٥,٨٧	٤١,٠٦
Nov	VRB	٠,٢٢	٣٤,٢٥	٢٣,٧٠	٨٠,٠٠	٥٢,٥٠	٤٠
Nov	W	٣١,٤٤	٣٤,٦٤	٢٤,٨٤	٨٠,٩٥	٥٤,٢٠	٤٤,١٢
الشهر	الاتجاه السائد	% التردد	T_Max	T_Min	RH_Max	RH_Min	مؤشر التآكل
Dec	E	١٨,٤٩	٣١,٨١	٢٢,٢٢	٨٣,٨٤	٥٩,٥٣	٣٥,٠٢
Dec	N	١,٢٩	٣١,٦٣	٢٣,٠٨	٨٥,٩٢	٦١,٠٨	٣٦,١٤
Dec	NE	٠,١١	٣٣,٤٠	٢٢,٦٠	٨٤,٠٠	٥٩,٠٠	٣٥,٢٢
Dec	NW	٠,٣٢	٣٠,٤٧	٢٢,٢٧	٨١,٣٣	٦١,٠٠	٢٩,٧٨
Dec	S	٢٤,٦٢	٣١,٦٠	٢٢,٨١	٨٣,٣٠	٦٢,٨٩	٣٥,٠٨
Dec	SE	٠,٨٦	٣٠,٥٠	٢٢,٦٠	٨٤,١٣	٦١,٥٠	٣٢,٢٠
Dec	SW	٣٣,٧٦	٣٢,٠١	٢٢,٥٠	٨٤,٠٥	٦٠,٤٥	٣٥,٢١
Dec	W	٢٠,٥٤	٣٢,١٢	٢٣,٠٨	٨٣,٠٣	٥٩,٥٣	٣٦,٢٨

نماذج طقس الشتاء وقدرتها التأكلية :

تبين الاشكال ٧،٨،٩ التردد والتتابع الخاص بنماذج طقس شهر الشتاء وهي ديسمبر ويناير وفبراير وهي الأشهر التي تعتمد عادة لفصل الشتاء وهي في الواقع لا تعبر عن الشتاء الجغرافي الحقيقي الذي تعرفه أجواء السواحل الجنوبية للبحر الأحمر الذي ينحصر عادة في شهري ديسمبر ويناير. وشهور فصل الشتاء المستخدمة هنا تعتمد عادة في التحليلات المناخية لتعبر عن الشتاء الفلكي ونلاحظ هنا دخول كامل شهر سبتمبر في هذا الفصل وهذا ما يتفق عادة مع الواقع الجغرافي لحقيقة الشهر البارد في المنطقة. ويعتبر الشتاء في الجزيرة العربية بشكل عام وفي الاجزاء الجنوبية الغربية بشكل خاص من الفصول ذات التنوع المناخي اذا ما قورنت بباقي فصول السنة وخاصة فصلي الربيع والصيف التي تتميز بهيمنة نموذج طقس عالي التردد مما يولد نوع من التشابه الجوي بين الشهور ونوع من الرتابة في الطقس، ويصبح هذا الأمر خاصية مناخية محكمة في حالة استخدام مدة زمنية كبيرة كالمدة المناخية التي تمتد على ٣٠ عام من البيانات اليومية كما هو جاري العمل به في هذا البحث الذي سيمكن من تقديم نتائج دقيقة خاصة بنماذج الطقس في السواحل الجنوبية للبحر الاحمر المعبر عنها بمحطة جيزان. وباستثناء نماذج الطقس الشمالية والشمالية الشرقية الشرقية والشمالية الغربية التي تظهر انخفاض ملحوظ في التردد وفي درجات الحرارة وفي درجات الرطوبة فان باقي نماذج الطقس الرياح الجنوبية الغربية، والغربية وكذلك الجنوبية تقدم ارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة وكذلك في الرطوبة وخاصة في شهر فبراير.

النماذج الجنوبية هي إذا النماذج الاكثر تردداً تليها النماذج الجنوبية الغربية والغربية الجالبة للرطوبة وهي بالتالي النماذج التي تسمح بزيادة نشاط التاكل في فصل الشتاء حيث نجد بان النماذج الغربية الناتجة عن الكتل الهوائية المشحونة بالرطوبة الجوية هي ذات تردد عال يصل الى ٤٠٪ من نماذج الطقس في شهر فبراير و٢٥٪ في شهر يناير و٢٠٪ في شهر ديسمبر، كما يلاحظ بان النماذج الجنوبية الغربية لا تقل اهمية عن النماذج الغربية في قدرتها على جلب الرطوبة وبالتالي تطور التاكل في أجواء لا تقل بها درجات الحرارة العظمى عن ٣٠م° للنماذج الجنوبية الغربية و ٢٥م° لدرجات الحرارة الصغرى لنفس هذه النماذج.

ونستطيع بسهولة القول بأن البنية المناخية لأشهر الشتاء تتقاسمها النماذج التالية:

شهر ديسمبر:

النماذج الجنوبية الغربية ٣٣٪، النماذج الجنوبية ٢٥٪

شهر يناير:

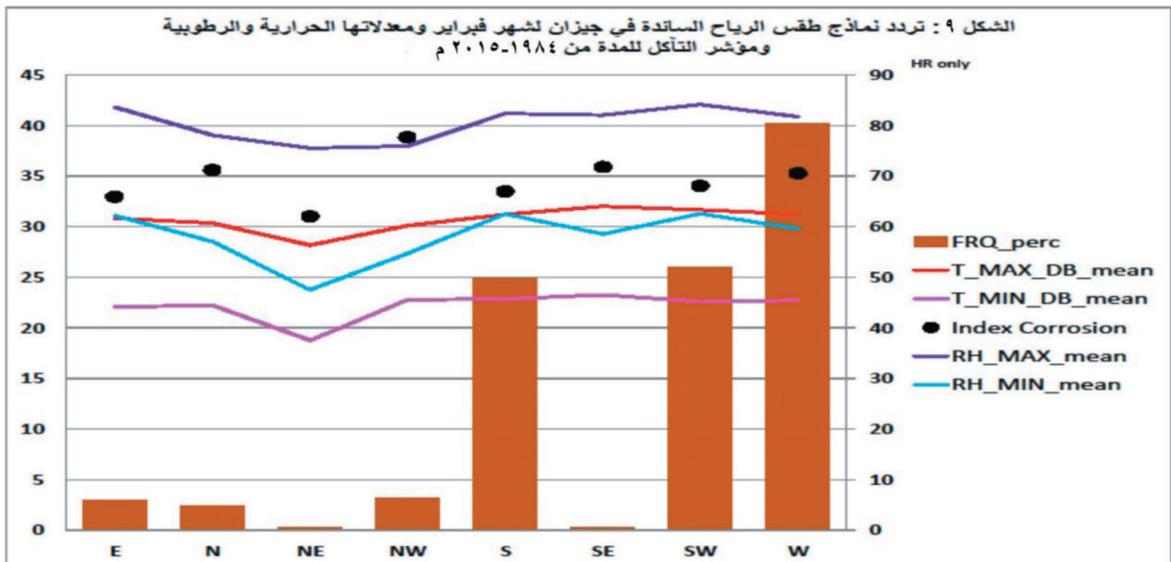
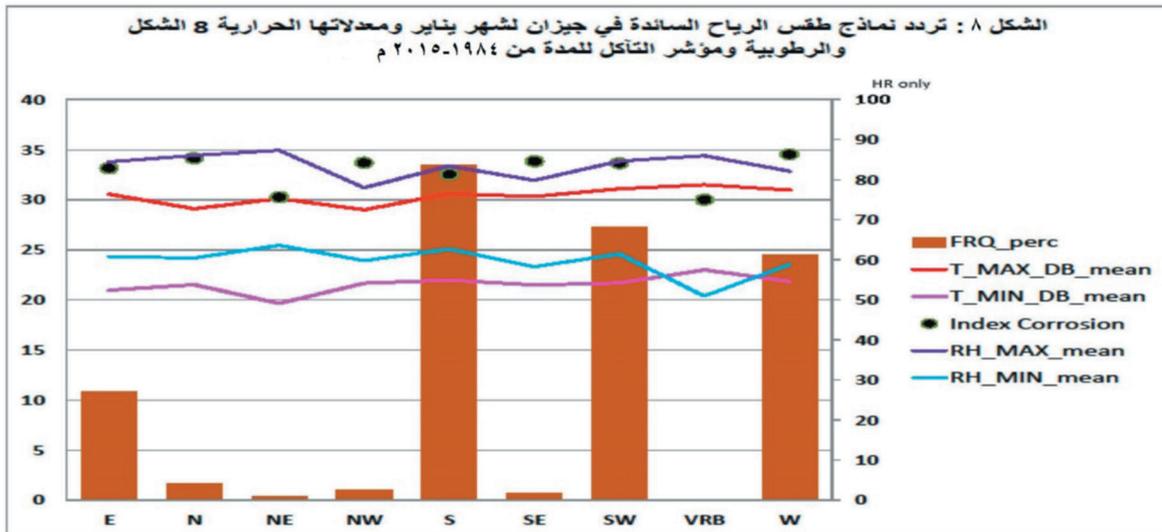
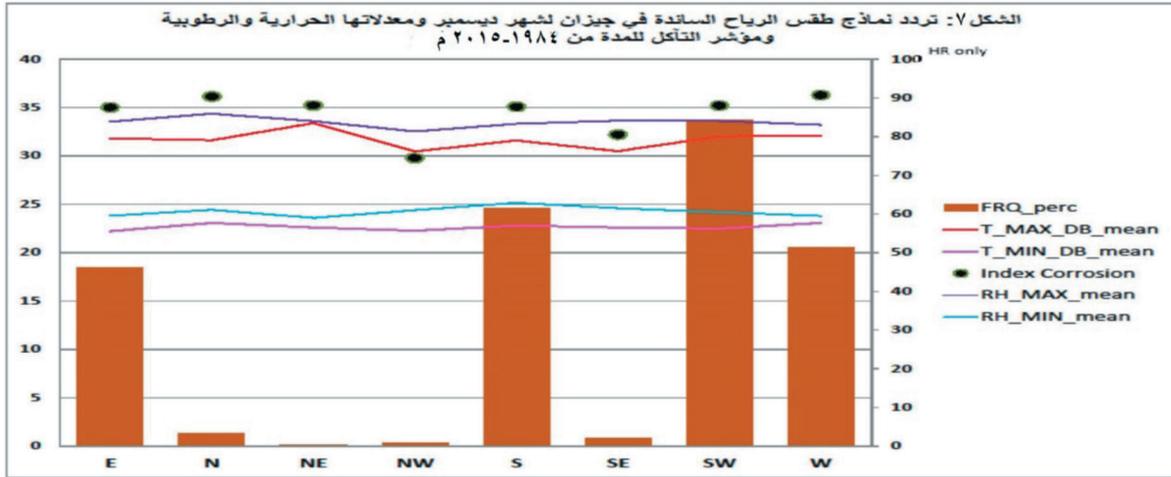
النماذج الجنوبية ٣٤٪، النماذج الجنوبية الغربية ٢٨٪

شهر فبراير:

النماذج الجنوبية الغربية ٢٦٪، النماذج الجنوبية ٢٥٪

ويبدو من الجدول ٢، بأن الرطوبة النسبية لكافة هذه النماذج عالية التردد لا تقل عن ٨٠٪ ودرجات الحرارة العظمى الخاصة بها لا تقل عن ٣٠م° والصغرى لا تقل عن ٢٢م°، وهذا يعني ارتفاع القدرة التأكلية لهذه النماذج لتصل الى كونها متوسطة الشدة باعتبار أن القيم التأكلية الجوية تزيد عن ٣٠ وتقل عن ٣٥ وهي تتراوح بين ٣٢ و٣٤ علما بأن أعلى قيمة لمؤشر التاكل في الشتاء حققته النماذج الغربية مع اختلاف بسيط في قيم مؤشراتهما بين شهر وآخر ففي ديسمبر وصل مؤشر التاكل للنماذج الغربية الى ٢٨، ٣٦ وفي يناير ٣٤، ٥٣، وفي فبراير ٢٦، ٢٥ الذي تبدأ عنده قيم مؤشر القدرة الجوية للتاكل على الارتفاع التدريجي.

وهذا التشابه للنماذج الجنوبية للطقس مع النماذج الجنوبية الغربية في القدرة التأكلية ناتج عن الارتفاع التدريجي للرطوبة العظمى لهذه النماذج مع نهاية الشتاء حيث لا تقل الرطوبة الدنيا عن ٥٠٪ مع تزايد القيم القصوى للرطوبة لتصل الى ٨٥٪. أما النماذج قليلة التردد التي لا يتعدى ترددها ٥٪ في اشهر الشتاء فهي النماذج التي تبين تخالفاً حقيقياً في معدلاتها الحرارية الرطوبة وخاصة منها النماذج الشمالية الشرقية الممثلة للنماذج القارية والتي تتخفف بها درجات الحرارة والرطوبة بشكل ملاحظ نسبياً، وكذلك هي النماذج الشمالية بوجه عام التي بالرغم من انخفاض ترددها في هذا الفصل فانها تحافظ على قدرات تأكلية هامة وذلك كنتيجة مباشرة لهيمنة الجغرافيا المكانية وتطور نسيم البحر كحادثة يومية بالاضافة الى طبيعة الخطوط الساحلية والتضاريس السهلية التي تسمح بتوغل الهواء الرطب وتطور الهيمنة البحرية على سهول جنوب البحر الأحمر.



ومن الجدير بالذكر أن المعدلات الحرارية والرطوبة لمختلف نماذج الطقس في اشهر الشتاء تتقارب فيما بينها لتقدم تغيرات طفيفة بين النماذج وقيم متقاربة تتراوح بين ٢٥-٢٥ م° بالنسبة للخصائص الحرارية وتتراوح بين ٢٥-٢٥ م° للرطوبة الدنيا وبين ٨٠-٨٥٪ للرطوبة العظمى، وهذا ما يؤكد التباين الطفيف في قيم مؤشر القدرة الجوية للتآكل في المنطقة لأشهر الشتاء.

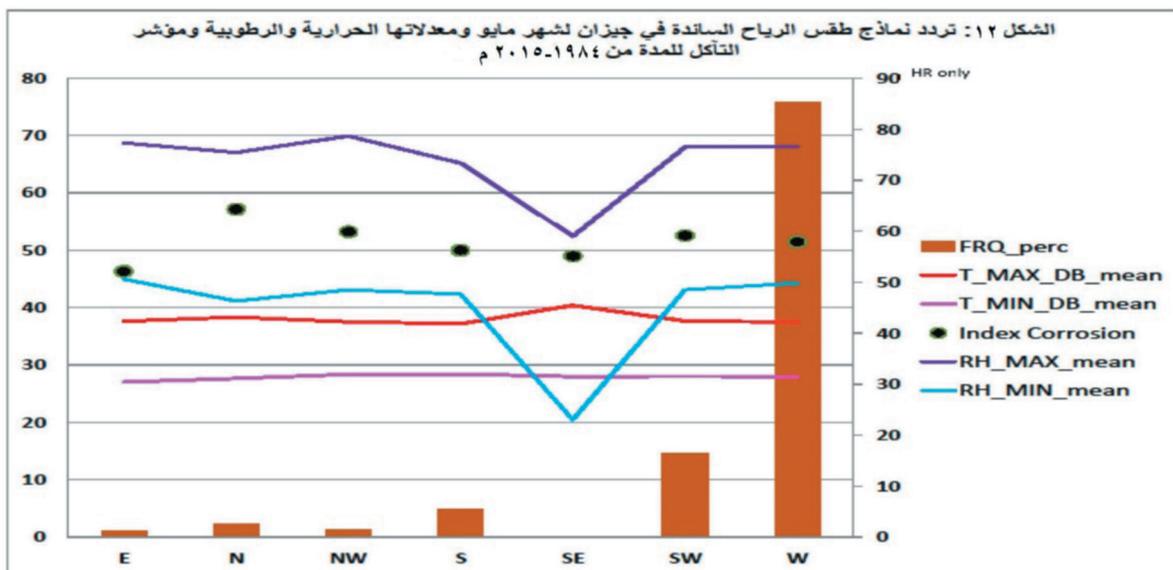
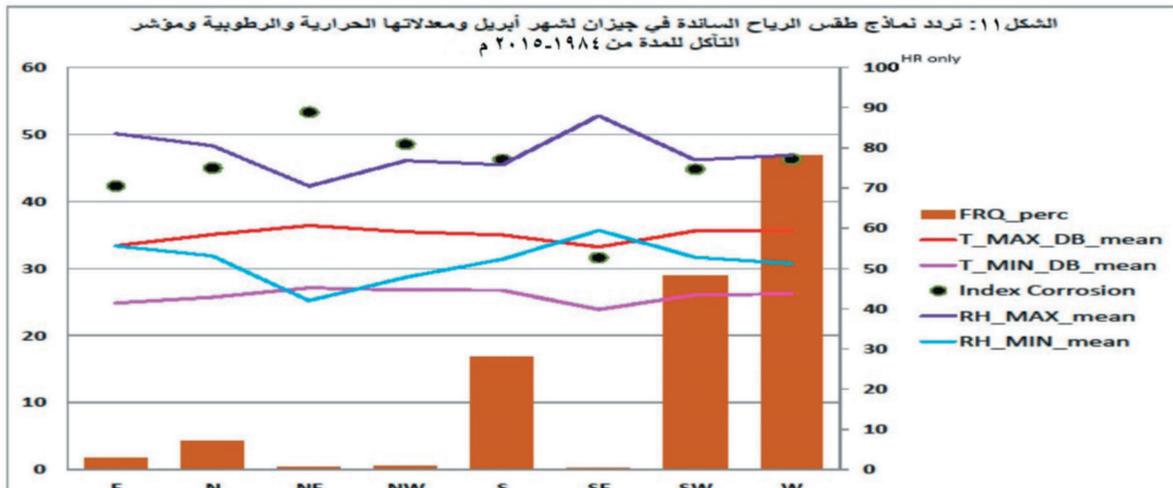
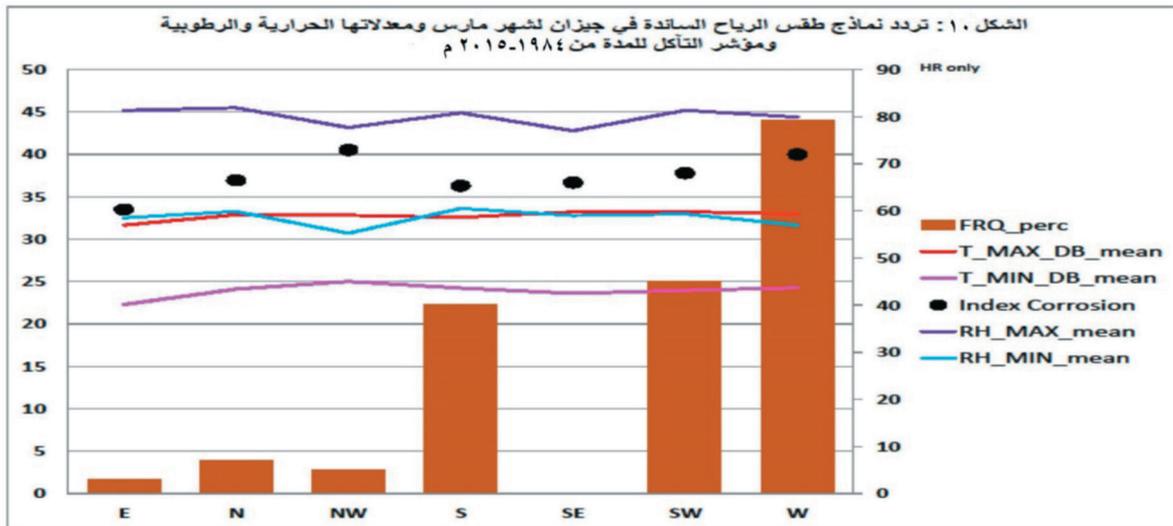
وكذلك ومن خلال الجدول ٢ نلاحظ بان التجانس بالخصائص الحرارية والرطوبة يتحقق للنماذج عالية التردد التي تهيمن على البنية المناخية للمنطقة، وان تقارب الصفات الحرارية والرطوبة لنماذج الطقس لجنوب البحر الاحمر لفصل الشتاء الذي يفترض بأنه فصل تنوع في نماذج الطقس، يؤدي الى تقارب في القدرات التآكلية للجو، فهل هذا يعني بأن الشروط الجغرافية هي التي تحدد الخصائص الجوية وأن أهم العوامل التي تحدد هذه الخصائص هي الموقع الجغرافي في المداري الحار، أي البحرية الساحلية، التي تضاف الى التجانس الطبوغرافي لأكبر امتداد سهلي ساحلي لسهول البحر الأحمر في تهامة عسير.

نماذج طقس الربيع وقدرتها التآكلية :

ويفترض في أشهر الربيع التنوع في نماذج الطقس بسبب نشاط مراكز العمل في البحر المتوسط والتفاعل المشترك بين المرتفعات والمنخفضات الجوية التي تتحكم في الجريان الجوي العام في شرق المتوسط وبلاد الشام والجزيرة العربية وخاصة منها المنخفض القبرصي ومنخفض السودان، وان نشاط التفاعل المشترك بين منخفض السودان ومنخفض المتوسط الشرقي ناتج عن تردد التموجات الباردة القطبية وشبه القطبية التي تتموضع فوق المتوسط الشرقي أو المهاجرة من خلية المتوسط الغربي أو المركزي. وتنعكس هذه الآليات التفاعلية بين مراكز العمل المحددة للجريان الجوي في فصل الربيع على منطقة جيزان الساحلية بزيادة هامة في تردد نماذج الطقس الغربية التي تصل الى ٤٤٪ من نماذج شهر مارس، و ٤٧٪ من نماذج شهر ابريل و ٧٥٪ من مجموع نماذج شهر مايو. في الواقع، فان التفاعل المشترك بين المتوسط الغربي ومنخفض السودان يؤدي الى نشوء جريان سينوبيتي عام شمالي غربي فوق الأجزاء الشمالية لبحر الأحمر والجزيرة العربية ويتحول الى غربي عام

فوق الأجزاء الجنوبية للبحر الأحمر التي يعبر عنها في هذه الدراسة بزيادة ملحوظة في تكرار النماذج الغربية لمنطقة جيزان. والاشكال ١٢، ١١، ١٠ تعكس الصورة الحقيقية لنماذج الطقس المتحققة على سطح الارض نتيجة للوضعيات الجوية الديناميكية المختلفة التي يزداد نشاطها في هذا الفصل وبالتالي نشوء جريان غربي جنوبي غربي عام يجلب معه الرطوبة العالية وخاصة بالنسبة للاراضي الساحلية لسهول تهامة جنوب البحر الأحمر. وتتقارب النماذج الغربية في خصائصها الحرارية والرطوبة بين أشهر الربيع حيث لاتقل الحدود الحرارية لدرجات الحرارة العظمى عن ٢٢ م° وهي تصل الى ٣٧ م° في شهر مايو بينما لاتقل درجات الحرارة الصغرى للنماذج الغربية عن ٢٢ م° ولا تتعدى ٢٩ م° في شهر مايو، بالاضافة الى أن هذه النماذج الغربية تتصاحب مع قيم عالية للرطوبة النسبية الصغرى والعظمى مقارنة بباقي النماذج، وهذا الأمر يجعل القدرة التآكلية لنماذج الطقس الغربية تقارب ٤٠ في شهر مارس وتصل الى ٥١ في شهر مايو لتعكس الأجواء الأكثر ترددا في الربيع قدرة جوية شديدة للتآكل وقد تصل الى الشديدة جداً في أواخر هذا الشهر .

وتفسر قيم التآكل الشديدة للأجواء في هذا الفصل لكون الخصائص الحرارية العالية للنماذج الغربية تتميز بقيم عالية للرطوبة النسبية فهي تزيد عن ٧٥٪ للرطوبة العظمى و عن ٥٠٪ للرطوبة الدنيا لتؤكد مرة اخرى بأن فصل الربيع في جنوب البحر الأحمر هو بدوره فصل ينشط به التآكل وبأن كافة الخصائص الحرارية الرطوبة لنماذج الطقس عالية التردد المتحققة به هي أعلى من القيم الحدية التي ينخفض بها التآكل قليلا وهي قيم ٢٠ م° للحرارة و ٣٠٪ للرطوبة النسبية. وبالنظر الى القدرة التآكلية للجو التي تتحقق في النماذج قليلة التردد في هذا الفصل وهي النماذج الشرقية والشمالية والتي لا يتعدى ترددها مانسبته ٥٪ داخل كل شهر من اشهر الربيع، نجد أنها تقدم زيادة ملحوظة في قيمها بالنسبة لأشهر الشتاء، ذلك أن الربيع يبقى فصل عالي الرطوبة مما يعني أنه باستثناء النماذج من القطاع الغربي فان مؤشر القدرة التآكلية لنماذج طقس القطاع الشمالي والشرقي يتراوح بين ٢٤ و ٣٧ في مارس، وبين ٤٢ و ٤٧ في ابريل وبين ٤٦ و ٥٧ في مايو لتتأكد مجدداً هيمنة الجغرافيا الساحلية في هذا الفصل وأن دور الاتجاه العام للجريان



الهوائي هو العامل الأقل تحديدا للقدرة التآكلية للجو في الأراضي الساحلية.

نماذج طقس الصيف وقدرتها التآكلية :

يتفق معظم الباحثين في علم المناخ بأن تحديد أشهر الصيف يسمح بقبول شهر جون داخل هذا الفصل وبالتالي فإن أشهر الصيف المعتمدة هنا هي أشهر يونيو ويوليو وأغسطس، وهذا يعني عدم الأخذ بالفصول الجغرافية التي تمثل الفصل الحار المتحقق فعلا على سطح الأرض ليمتد من مايو الى نهاية سبتمبر واعتماد الفصول الفلكية المتفق عليها، بهدف تحليل أكثر تفصيل في دراسة نماذج الطقس. الاشكال ١٥، ١٤، ١٣ تعبر عن تردد وتتابع نماذج الطقس في أشهر الصيف ومعدلاتها الحرارية والرطوبة ومؤشراتها الخاصة بالتآكل الجوي لمدة الدراسة حيث نلاحظ ما يلي :

يعبر عن الهدوء المناخي في هذا الفصل بالتردد العالي للنماذج الغربية الذي يتعدى ٦٥٪ في كافة هذه الأشهر ٧٦٪ في يونيو، ٧١٪ في يوليو، ٦٥٪ في أغسطس وان كافة النماذج الاخرى لا يزيد ترددها عن ١٠٪ الا النماذج الجنوبية الغربية التي يصل ترددها في شهر اغسطس الى ١٥٪ وفي شهر يونيو الى ١١٪. والبحث في اسباب نشوء النماذج الغربية والجنوبية الغربية المهيمنة في هذا الفصل والتي تشكل رتبته المناخية، يؤدي الى استدعاء آلية ديناميكية واحدة تنتج عن استتباب المنخفضات الحرارية في وسط الجزيرة (المنخفض العربي) الذي هو بمثابة الخلية الغربية لمنخفض الهند الموسمي الذي يمتد ويتعمق باتجاه الغرب ليوضع خليته الغربية على وسط الجزيرة العربية كنتيجة مباشرة لزيادة تسخن سطح الارض تدريجياً بالاتجاه الى قلب الصيف. ويؤدي هذا الأمر الى ارتفاع قدرة المنخفض الجوي المتمركز في وسط الجزيرة العربية على الاستدعاء الهوائي وإنقياد الكتل الهوائية نحوه، وهذا ما يحدد الجريان الهوائي الغربي والجنوبي الغربي على سواحل جنوب البحر الأحمر التي تمثله بيانات محطة جيزان ويفسر في نفس الوقت تردد النماذج الغربية الى أكثر من ٦٥٪ من نماذج الطقس المتحققة لكل شهر من أشهر الصيف .

ومن الجدير ذكره بأن الرطوبة العظمى لمختلف النماذج الغربية لاشهر الصيف تحقق قيم لا تقل عن ٧٠٪ وتقترب من ٨٠٪ في شهر أغسطس، كما يلاحظ التشابه الكبير لقيم

الرطوبة الدنيا للنماذج الغربية التي لا تقل عن ٥٠٪ لاشهر الصيف. ويتأكد التشابه في نماذج الطقس الغربية لاشهر الصيف باعتبار أن درجات الحرارة العظمى لا تقل عن ٤٠ م° والصغرى عن ٣٠ م°. ومن خلال هذا التجانس المناخي العام وعدم التنوع الجوي في نماذج طقس الصيف المعبر عنه بهيمنة النماذج الغربية التي تجلب معها قيم عالية للرطوبة النسبية، وأجواء حارة تؤكد عوامل التجوية التي يزداد معها التآكل وخاصة فيما يتعلق بالنماذج عالية التردد التي لا يقل مؤشر التآكل الجوي المصاحب لها عن ٥٢ وهي من أعلى قيم التآكل التي تعرفها سواحل جنوب البحر الأحمر:

شهر يونيو :

أقل قيمة لمؤشر التآكل ٤٨,٦ وأعلى قيمة ٥٧,١٦

شهر يوليو :

أقل قيمة لمؤشر التآكل ٤٧,٢ وأعلى قيمة ٦٤,٦

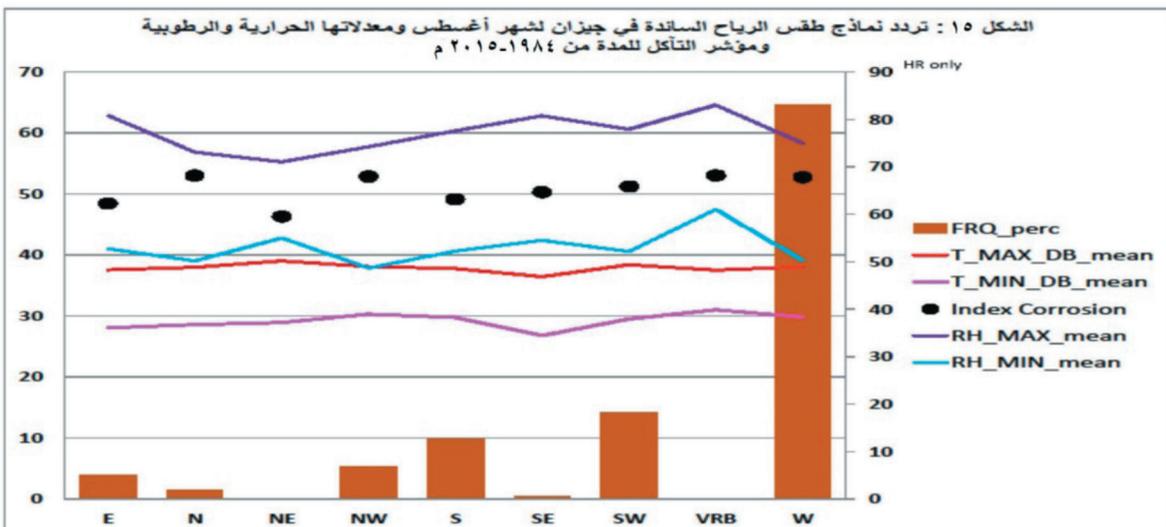
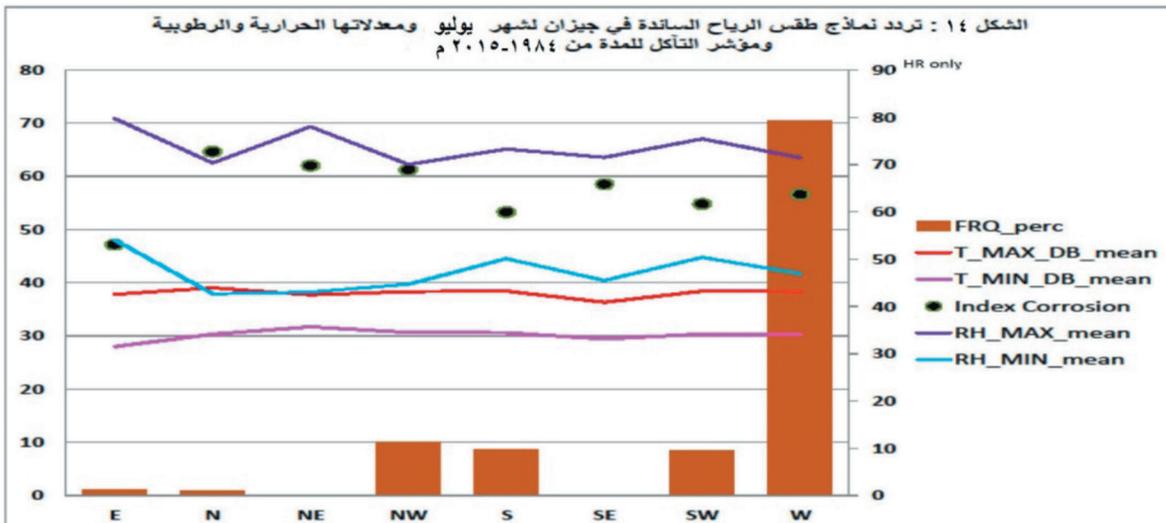
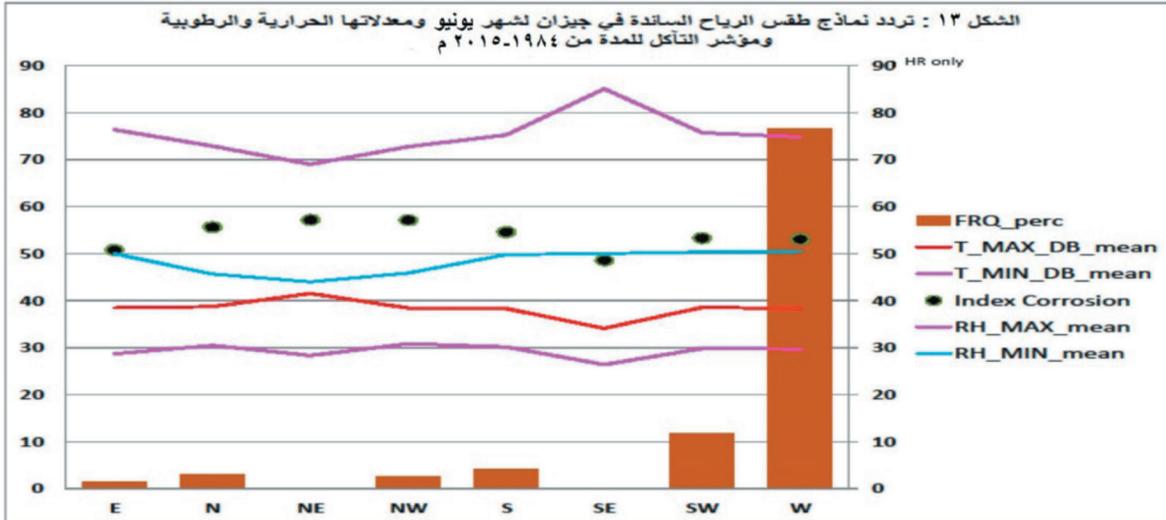
شهر أغسطس:

أقل قيمة لمؤشر التآكل ٤٦,٣ وأعلى قيمة ٥٣,٣

وهنا نجد بأن شهر يوليو الذي يعتبر أحر شهر بالسنة من خلال معدلاته الحرارية لمدة الدراسة هو في نفس الوقت الشهر الذي ينشط به التآكل خلال العام، وهذا يتفق مع حقيقة المنطقة ألا أن القيم العالية للتآكل لا تتلازم مع نماذج الطقس الغربية المهيمنة في أشهر الصيف بل تخص نماذج قليلة التردد جداً مثل النماذج الشمالية الشرقية والشمالية الغربية بمؤشر للتآكل الجوي يزيد قليلاً عن ٥٧ في شهر جون، والنماذج الشمالية التي تحقق مؤشرات للتآكل الجوي أكبر من ٦٠ في شهر يوليو، أما في شهر أغسطس فان أعلى المؤشرات تخص النماذج الغربية بقيمة تتعدى قليلاً ٥٢ وهي في هذا الشهر النماذج تتكرر بنسبة ٦٣٪ من مجموع نماذج أغسطس.

نماذج طقس الخريف وقدرتها التآكلية :

يتشابه الخريف كونه فصلاً انتقالياً مع فصل الربيع فيما يتعلق بينيته المناخية وهيمنة نماذج الطقس الغربية والجنوبية الغربية، وهذا يعني أن نماذج الطقس التي تشكل خصائص الجريان الغربي هي النماذج السائدة في معظم شهور السنة عدا فصل الشتاء الذي تظهر به نماذج أخرى ذات تكرار أعلى من تكرار النماذج الغربية.



وتظهر في هذا الفصل النماذج الشرقية وهي استثنائية بطبيعتها لتظهر تردد ملاحظ وهام نوع ما ولتشغل المرتبة الثانية بعد النماذج الغربية خاصة في شهري أكتوبر ونوفمبر (الأشكال ١٦، ١٧، ١٨). ان الاختلاف الرئيسي في تكون بعض من نماذج الطقس القادرة على الشعور بتغيرات الطقس نجده في شهر نوفمبر الذي تشط به النماذج الجنوبية الغربية، والجنوبية بالإضافة إلى النماذج الشرقية كما هو واضح من الأشكال الخاصة بأشهر الخريف والجدول ٢. وبالرغم من انخفاض ترددها فان النماذج الشمالية تتسم في كافة أشهر الخريف بقدرات تآكلية هامة ١٧، ٧٢ للنماذج الشمالية الشرقي في سبتمبر، ٢٢، ٦٠ في أكتوبر، ٥، ٤٤ في نوفمبر وهيمنة الشروط الجغرافية وقدرتها على التأثير في نماذج الطقس وخاصة منها قدرة البحر الأحمر على الترطيب تجعل هناك تشابه في الخصائص الحرارية والرطوبة بين النماذج الشمالية والجنوبية المواتية للتآكل الجوي مع الاهتمام الخاص بالنماذج الشرقية والجنوبية الشرقية التي كعادتها في باقي الفصول تتميز بأقل قيم للتآكل الجوي مقارنة مع النماذج الأخرى وخاصة في فصل الخريف وذلك أن استتباب الجريان الشرقي الجنوبي الشرقي يؤدي الى تخفيض قيم الرطوبة الجوية بينما النماذج الغربية الجنوبية الغربية لا تقل قيم الرطوبة العظمى عن ٨٠٪ والرطوبة الدنيا عن ٥٠٪ أما درجات الحرارة العظمى الخاصة بها فهي تقارب ٤٠ م° والصغرى لا تقل عن ٢٥ م°. وتتمكن بعض من نماذج الطقس الأخرى من التعبير عن وجودها بنسب تزيد بتردها عن ١٠٪ كالنماذج الشرقية والجنوبية الغربية التي تميز هذا الفصل فإن هذا لم يمنع من تطور الرتابة في الخصائص الحرارية الرطوبة التي تبقى محافظة على قيم تؤدي الى نشاط هام للتآكل في هذا الفصل. والتشابه في تباين مستويات الرطوبة الدنيا مع درجات الحرارة الصغرى والرطوبة العظمى مع درجات الحرارة العظمى يؤكد هذه البنية المناخية الرتبية في خصائصها الحرارية الرطوبة بالرغم من تبدل الجريان وخاصة في سبتمبر وأكتوبر لتتأكد هيمنة الوسط الجغرافي البحري في طمسه لمعالم الجريان الجوي وتحقق حالات جوية متشابهة كما هو الحال في فصل الربيع والصيف. وبشكل عام يمكن القول أنه مقارنة مع فصل الصيف فان التنوع في نماذج الطقس والانخفاض التدريجي في درجات الحرارة تجعل قيم مؤشرات التآكل الجوي أقل

أهمية ولتبقى محافظه على قيم تعبر عن تآكل جوي شديد. ففي سبتمبر نجد قيم المؤشر تتراوح بين ٢، ٤٨ لأقل قيمة و ٢، ٧٢ لأعلى قيمة، وفي أكتوبر ٩، ٢٥ لأقل قيمة و ٥، ٤٤ لأكبر قيمة أما في أغسطس فان قيم المؤشر تتراوح بين ٢٢ و ٣٦ ليبدو أن نوفمبر هو الشهر الانتقالي نحو الشتاء وليشابه قيم التآكل المعهودة في الشهور الباردة نسبياً.

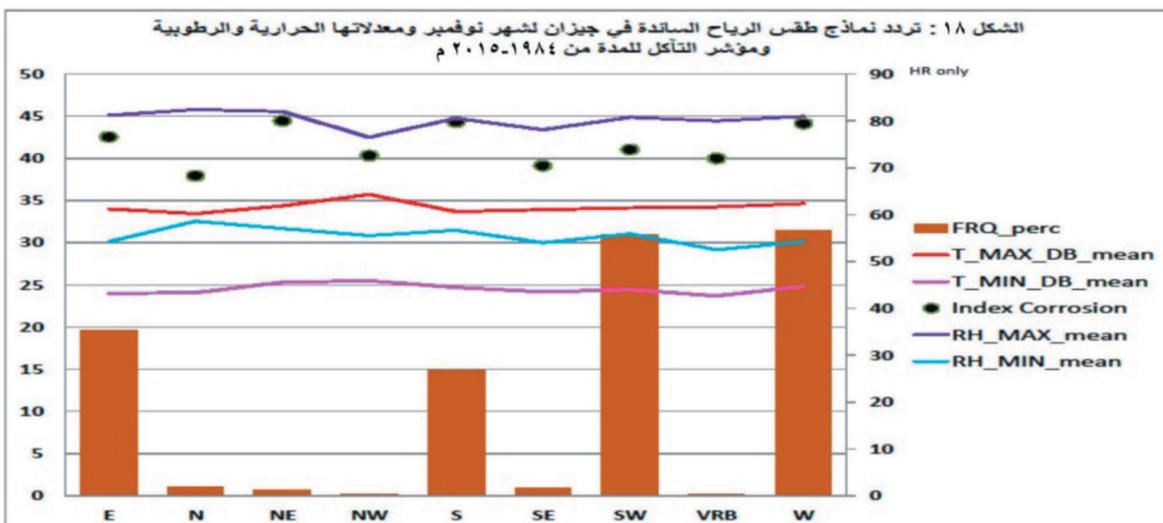
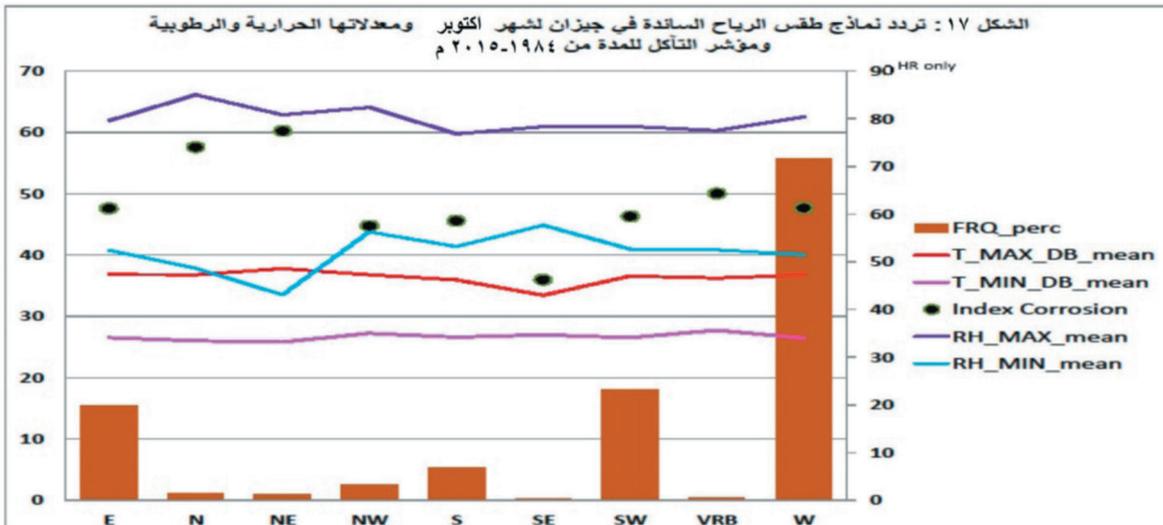
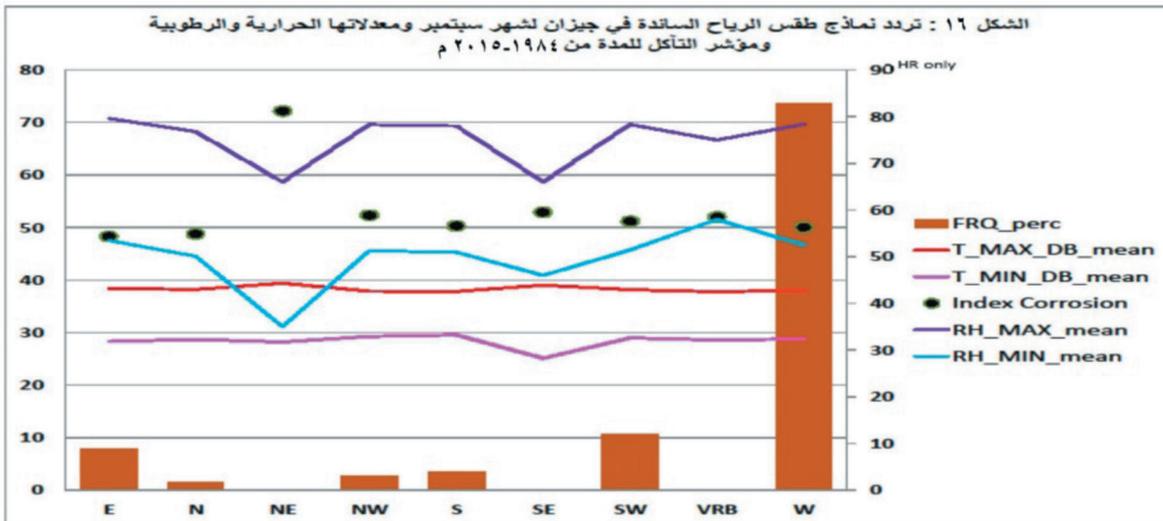
النتائج والتوصيات:

تتسم كافة نماذج الطقس في الأراضي الساحلية لجنوب البحر الأحمر والممتلة بمحطة جيزان بقدره دائمة على التآكل، كنتيجة أولية للتفاعلات الحرارية الرطوبة الدائمة والناجحة عن تشبع الهواء بالرطوبة في ظل أجواء حارة، خاصة وأن منطقة جنوب البحر الأحمر تقع في الاستواء الحراري للأرض، أي في منطقة الخط الذي يصل بين أعلى درجات الحرارة لسطح الأرض.

تتميز نماذج طقس الرياح السائدة بفرق طفيفة في القدرات التآكلية على عكس الفرضيات الأولية والمتوقعة ويستثنى من ذلك فقط نماذج الطقس الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية التي تنخفض عند تحققها مستويات الرطوبة النسبية، ويبقى التمايز في قدرة الجو التآكلية متراوح بين الشديد والشديد جداً.

تهيمن العوامل الجغرافية للوسط على العوامل الديناميكية بحيث يتضح أنه مهما كانت الوضعية الجوية المولدة لنموذج الطقس فان القدرة الجوية للتآكل تبقى في مستويات عالية، وتعتبر شروط الوسط والموقع الجغرافي على قدر كبير من الأهمية، كالأراضي الحارة، توفر السهول الساحلية العريضة في أراضي تهامة عسير وانخفاض كميات الأمطار وتباعد فترات هطولها، الأمر الذي يساعد على تعمق دخول الرطوبة ويطور المناخية البحرية التي تحافظ على مستويات عالية في التفاعلات الحرارية الرطوبة، من أجل تأمين وبشكل دائم قاعدة مناخية جيدة لتطور التآكل.

ويبدو بشكل واضح الهدوء المناخي في جنوب البحر الأحمر من خلال تتابع وتردد نماذج الطقس التي تم تشخيصها Identification بالإعتماد على عناصرها الجوية الجغرافية الأهم والأكثر صدقاً والأكثر علمية والتي هي في واقع الأمر الحالات الجوية المتحققة على سطح الأرض الأساس الحركي المتمثل بالرياح السائدة هو الأكثر فاعلية



في تحديد تغيرات نماذج الطقس، وبالرغم من ذلك فإن تأكيدات الرتبة المناخية من خلال سيطرة نموذج واحد في كل شهر من أشهر السنة وبذلك ارتفعت القدرات الكامنة للجو في التآكل بشكل كبير خاصة إذا كان هذا النموذج السائد يتميز بقدرة تآكلية كبيرة كما هو حال النماذج الغربية المحملة بالرطوبة.

بالنظر الى كافة أشهر الفصول، وباستثناء فصل الشتاء يلاحظ التردد العالي للنماذج الغربية التي تحمل قدرات تآكلية عالية، أخذاً بعين الاعتبار مؤشرات التآكل الجوي الخاصة بها: مارس ٢٩، ٩٧، أبريل ٤٦، ٣٢، مايو ٥١، ٤٥، يونيو ٥٣، ٠٧، يوليو ٥٦، ٦٤، أغسطس ٥٢، ٧١، سبتمبر ٥٠، ٠٦، نوفمبر ٤٤، ١٢، ويزداد تردد هذه النماذج ليتعدى ترددها في مايو ويونيو ويوليو ٧٥٪ من مجموع نماذج كل شهر، الأمر الذي تتأكد معه القدرة التآكلية للجو في جنوب البحر الأحمر ويحتم على القائمين استخدام المواد المقاومة للتآكل بمختلف أنواعها وضرورة اتباع طرق الصيانة الحديثة وكذلك معالجة السبخات الساحلية بالطرق والتقنيات الهندسية الحديثة خاصة للمشاريع والمنشآت الحيوية التي تعتبر من عناصر التنمية المستدامة.

المراجع العربية:

- احمد، بدر الدين يوسف محمد ، ١٩٩٣ م، مناخ المملكة العربية السعودية، رسائل جغرافية رقم ١٥٧، قسم الجغرافيا الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- احمد، بدر الدين يوسف محمد ، ١٩٩٥ م، المصطلحات المناخية في التراث العربي، رسائل جغرافية رقم ١٨٢، قسم الجغرافيا، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- أحمد، بدر الدين يوسف محمد ، ٢٠٠٦ ، تطرف المناخ في المملكة العربية السعودية ، الكتاب العلمي للندوة الثامنة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية، قسم الجغرافيات جامعة أم القرى ، مكة المكرمة .
- بخرجي، فوزية، ١٩٨٩ م، اثر الظروف المناخية على سكان المدن في المملكة العربية السعودية ، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- الجراش، محمد عبد الله ، ١٩٩٢ م، الاقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية ، تطبيق مقارنة للتحليل التجميعي

وتحليل المركبات الاساسية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد ١٣ ، الجمعية الجغرافية السعودية ، جامعة الملك سعود ، الرياض.

- حداد، عبد الله أحمد، ٢٠٠١ م، بناء الاقاليم الحرارية وسجلاتها المركبة وتحليل تغيراتها الزمنية والمكانية في المملكة العربية السعودية، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، جامعة الملك سعود ، الرياض .

- قربه جهاد محمد ، ١٩٨٢ م، العمل المشترك ونتائجه لمنخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب غرب المملكة العربية السعودية ، اصدارات المؤتمر السادس للنواحي البيولوجية ، الجمعية لعلوم الحياة، جامعة الملك سعود ، الرياض

- قربة، جهاد محمد، ٢٠٠٣ م، اثر الرياح الشمالية في تلطيف الحرارة في بعض مناطق المملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٤٢ ، القاهرة .

- قربة، جهاد محمد ، ٢٠٠٣ م، التباين المكاني لنماذج طقس الرياح الجنوبية بالمملكة العربية السعودية ، مجلة العلوم الاجتماعية، المجلد ٣١ ، العدد ١، جامعة الكويت .

- قربه، جهاد محمد ، ٢٠٠٠ م، الخصائص المناخية لنماذج طقس الجفاف في المملكة، العربية السعودية رسائل جغرافية ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، عدد ٢٣٩ - الكويت .

- قربه، جهاد محمد ، ٢٠٠٦ م، دور اتجاه الرياح السائدة في تحديد نماذج الشهور لبعض المحطات النموذجية لاراضي المملكة العربية السعودية ، جامعة ام القرى، مكة المكرمة .

- قربه، جهاد محمد ، ٢٠١١ م، المفاهيم الأساسية للنظريات والنماذج في العلوم الجغرافية، مكة المكرمة، كتاب مجاني، موقع الانترنت / <https://sites.google.com/site/kerbegeographe/home>

المراجع الأجنبية :

- Hanna, R. G., 1991. Available data for management of the Egyptian Red Sea coastal areas. In Coastal Zone'91 .ASCE. pp. 3433-3445.
- Hanna, R.G.M., 1994. *Physical effects of oil and dispersants on the different geomorphological Red Sea coastal environments*. Unpublished report.
- Johnson, .H., Kamalm, .R., Piersong, .O. and Ramsay, J. B. 1978. Sabkhas of eastern Saudi Arabia. In: Al-Sayari S. S. and Zotl J. G. (Eds.), *Quaternary Period in Saudi Arabia* Springer-Verlag, New York, pp. 84-93.
- Kinsman, D.J.J., 1969. Modes of formation, sedimentary association and diagnostic features of shallow-water and supra-tidal evaporates. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 53, 830-844.
- Landsberg, H.E. (1981), *The Urban Climate*, International Geographic Series , Vol. 28, Academic Press , NY.
- Lattemann, S., Hopner, T., 2008. Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. *Desalination*, 220, 1-15.
- Powers, R.W., Ramirez, L.F., Redmond, C.D. and Elberg, E.L., 1966. *Geology of the Arabian peninsula*. Geological survey professional paper, 560, pp.1-147.
- Schlumberger, *Oilfield Glossary*, salt dome, <http://www.glossary.oilfield.slb.com/en/Terms.aspx?LookIn=term%20name&filter=salt%20dome>. Date Accessed 17/01/2014.
- Sheppard, C., A. Price and C. Roberts, 1992. *Marine ecology of the Arabian region. Patterns and processes in extreme tropical environments"*, Academic Press, London, 359 pp.
- Spence, N.A. (1970), *Quantitative Methods in Regional taxonomy*, *Progress in Geography*, 2.1-63.
- Sutter Eliane, (2016), *Principaux paramètres impliqués dans la corrosion atmosphérique des métaux et alliages* Professeur des universités
- Al-Gahtani, A. S., & Maslehuddin, M. (2002). Characteristics of the Arabian Gulf environment and its impact on concrete durability-an overview. In *The 6th Saudi Engineering Conference*, KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia (Vol. 3, pp. 169-184).
- Alharbi, O. A., Williams, A. T., Phillips, M. R., & Thomas, T. (2016). Textural characteristics of sediments along the southern Red Sea coastal areas, Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(19), 735.
- Aljarrash, M.A.,(1984), *Climate Subdivisions in Saudi Arabia : an Application of principal components analysis*, *Journal of Climatology*, 5, pp. 307-323.
- Csfcor, 2014, *Les Différentes Formes de Corrosion Aqueuse*, 4eme partie, <http://www.cefracor.org/doc/cours-04.pdf>
- Dhowian , A.W and Erol, A.O. (1993). *Ground Conditions and Associated Structural Problems In Tabuk and Jazan Regions*. Final Report Project No. AR8-106, King Abdul Aziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia (1993).
- Diana Delgado, Rosa Vera, (2013), *Evaluation of the Atmospheric Corrosion Indices at Different Sites in Chile Using the (CLIMAT) Wire-on-Bolt Test*, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 8, 7687 – 7701.
- Fatani, M.N., Khan, A.M., 1993. "Foundations on Salt Bearing Soils of Jizan" (in) *Proceedings: Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering*, St. Louis, Missouri, June 1-4, 1993, Paper No. 1.20
- Flohn, H.(1969) , *Climate and Weather*, Weindenfield and Nicholson, London.
- Griffiths, J. F. 1976. *Applied climatology, an introduction*, second edition.Oxford University Press, Oxford, UK.

Chercheur à l'université Pierre et Marie Curie (Paris 6), laboratoire interfaces et systèmes électrochimiques, UMR 8235

الصور الموثقة للبحث والخاصة بمنطقة الدراسة:



الصورة ١: اثر الصداً على التجهيزات البحرية (المصدر، الباحث)



الصورة ٢: انهيار للرصيف الداخلي لميناء جيزان (المصدر، الباحث)



الصورة ٣: توضيح للانجراف الأرضي للطرق داخل ميناء جيزان (المصدر، الباحث)



الصورة ٤: سبخات ملحية في منطقة الدراسة (المصدر، الباحث)



الصورة ٥: سبخات طينية في منطقة الدراسة (المصدر، الباحث)



الصورة ٦: عملية التكرين على الطبقات التي تقبع عليها ارضفة ميناء جيزان (المصدر، الباحث)

