الأخطار المناخية على المناطق الأثرية فى منخفضى الداخلة والخارجة فى الفترة ١٩٨٠-٢٠١٩

"دراسة جغرافية"

حسن المرسى بهجت المرسى*

الملخص :

تناولت هذه الدراسة الأخطار المناخية والأضرار المؤثرة على المبانى الأثرية فى منخفضى الداخلة والخارجة، حيث إهمال هذه المنشأت دون التدخل وإيجاد الحلول لحمايتها من الأخطار التى تتعرض لها من قبل الطبيعة سوف يعرضها للدمار التام والإندثار.

وقد تناولت هذه الدراسة تأثير درجة الحرارة على المناطق الأثرية حيث تتعرض هذه المناطق للجفاف والإرتفاع الشديد فى درجة الحرارة مما يعرض هذه المبانى الأثرية للتمدد والإنكماش نتيجة للتباين الكبير فى درجة الحرارة مما ينتج عنه إنفصال الجزء الخارجى لكتل الأحجار والطوب وتتساقط تدريجياً. وتناولت أيضاً تأثير الرطوبة على المناطق الأثرية حيث تضعف مقاومة مواد البناء كما لها القدرة على إذابتها وتأكل الصلب منها مما يؤدى إلى حدوث إنهيارات صخرية لأعمدة المعابد والمناطق الأثرية وحدوث شقوق وفواصل فى جدران هذه المعابد الأثرية.

وتم دراسة تأثير الرياح على المناطق الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة، حيث تلعب سرعة الرياح دوراً كبيراً فى تدمير المناطق الأثرية وذلك لشدة إحتكاكها وإصطدامها بأسطح المبانى التاريخية ودرجة ضغطها على حوائطها القائمة مما يؤدى إلى تأكلها وتلفها وإنهيارها.

وتناولت هذه الدراسة أيضاً الكثبان الرملية ومخاطرها على المناطق الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة، حيث تمثل هذه الكثبان خطراً كبيراً على المعابد والمناطق الأثرية، حيث يؤدى سفى الرمال إلى تغطية وردم العديد من المبانى والمعابد الأثرية. ثم الوصول إلى أنسب الحلول العلمية لصيانة المبانى الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة من خلال بعض التوصيات المقترحة من قبل الباحث لحماية هذه المنشأت الأثرية.

الكلمات المفتاحية: منخفضى الداخلة والخارجة، أخطار مناخية، أخطار بيئية، زحف الكثبان الرملية، درجة الحرارة، الرطوبة، الإشعاع الشمسى، الرياح، التجوية، التجوية الملحية.

---

* باحث دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة القاهرة.

المقدمة :

تتميز المنشأت الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة بتعدد مواد بناءها، كما تعبر هذه المنشأت عن السمات المعمارية التى سادت فى الواحات الخارجة والداخلة فى العصور التاريخية المختلفة، حيث تتميز هذه المنشأت الأثرية بطبيعتها البيئية التى تتلائم مع الظروف البيئية والمناخية للإقليم الصحراوى الجاف الذى يتميز به منخفضى الداخلة والخارجة. ونظراً لوقوع هذه المنشأت الأثرية متعددة مواد البناء فى الإجواء المكشوفة بمنطقة الدراسة والتى تتميز بمناخها الصحراوى، فقد تعرضت بشكل كبير للتلف والدمار مما جعل ترميمها وصيانتها أمراً فى غاية الصعوبة والتعقيد، حيث إهمال هذه المنشأت دون التدخل سوف يعرضها للدمار التام والإندثار كما حدث فى العديد من المنشأت الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة، لذلك كان لابد من إلقاء الضوء على هذه المشكلة البيئية التى تعانى منها منطقة الدراسة والتى فرضت نفسها على الدراسة.

منطقة الدراسة :

يعتبر منخفضي الداخلة والخارجة من أهم منخفضات الصحراء الغربية، ويعتبر منخفض الخارجة من أكبر منخفضات الصحراء الغربية. فينحصر منخفض الخارجة بين خطى عرض ٣١ َ ٢٢° و٣٤ َ ٢٥° شمالاً، وبين خطى طول ٣٣ َ ٢٩° و ٢٠ َ ٣١° شرقاَ. ويقع هذا المنخفض على عمق يتراوح بين ٣٥٠–٤٠٠ متر دون مستوى سطح الهضبة العام (شكل ١)، ويحده من ناحية الشمال والشرق حواف شديدة الانحدار، بينما يصعب تحديد المنخفض من الناحية الغربية لعدم وجود حواف واضحة المعالم. أما من ناحية الجنوب فالمنخفض مفتوح تماماً، ولا توجد حدود فاصلة وإن كانت منطقة جبال أبو بيان تعتبر أحياناً حد جنوبي للمنخفض. وعلى أساس هذا التحديد فإن طول المنخفض يبلغ ١٨٥ كم^{٢} ويتراوح عرضه بين ١٥–٣٥ كم ولكنه يتسع كثيراً في أقصى الشمال الغربي، حيث يصل إلى ٨٠ كم ولهذا تتفاوت تقديرات المساحة الإجمالية للمنخفض بين ٣٠٠٠ كم^{٢} على اعتبار خط كنتور ١٠٠ م حداً له إلى ٥٥٠٠ كم^{٢} على أساس متوسط العرض ٣٠ كم^{٢}.

أما منخفض الداخلة فيمتد إلى الغرب من منخفض الخارجة بنحو ١٢٠ كم ويصنع معه شكل زاوية قائمة، ويمتد بين خطى عرض ٥٠ َ ٢٤° و ٣٤ َ ٢٥° شمالاً، وبين خطى طول ٦ َ ٢٨° و٥٤ َ ٢٩° شرقاً. ويمتد منخفض الداخلة من الشرق إلى الغرب حوالي ١٥٠ كم ويتراوح بين ١٨–٥٤ كم ومتوسطه ٢٨ كم، ويشغل منخفض الداخلة الأراضي الواقعة عند أقدام الحافة الشمالية، وفيما عدا هذا فالمنخفض مفتوح من بقية الجهات وترتفع أرضه تدريجياً حتى ترتقي إلى سطح الهضبة دون حواف أو حدود ومن ثم يصعب تحديد المنخفض أو تقدير مساحته.

أهداف الدراسة :

١- التعرف على الخصائص المناخية لمنخفضي الداخلة والخارجة بأسلوب كمي لإعطاء نتائج كمية محددة تختلف عن الطريقة الوصفية.
٢- دراسة عناصر البيئة الطبيعية لمنطقة الدراسة مع التركيز على الظروف المناخية.
٣- إبراز دور مناخ منطقة الدراسة في ظهور المشكلات البيئية بها سواء الطبيعية أو البشرية.
٤- الخروج بنموذج بيئي يبرز العلاقات المتبادلة بين عناصر البيئة الطبيعية وعلاقة ذلك بنشأة المشكلات البيئية وعلاقة المشكلات البيئية بعضها ببعض، واقتراح الحلول المناسبة للتقليل من الأخطار المناخية والبيئية التي تتعرض لها منطقة الدراسة.

تساؤلات (فروض) الدراسة :

من أجل تحقيق الأهداف السابقة جاءت هذه الدراسة التي تعرض عدة تساؤلات نحاول من خلال دراستها الإجابة عليها، من أهمها :

١- هل للعوامل الطبيعية (المناخ) تأثير مباشر أوغير مباشر على بيئة منخفضي الداخلة والخارجة ؟
٢- ما العلاقة بين عناصر المناخ وبعض المشكلات البيئية ؟
٣- هل يوجد بمنخفضي الداخلة والخارجة بعض الأخطار المناخية والبيئية ؟
٤- كيف يمكن مواجهة الأخطار المناخية والبيئية بمنخفضي الداخلة والخارجة ؟
٥- هل للعنصر البشرى دور في حدوث بعض المشكلات البيئية بمنطقة الدراسة ؟

مصادر الدراسة :

يمكن تقسيم مصادر الدراسة كالتالي:

١- الدراسات السابقة :

يوجد العديد من الدراسات السابقة ويمكن تقسيمها إلى دراسات جغرافية ودراسات غير جغرافية:

* **الدراسات الجغرافية :**

- **دراسة طه محمد جاد (١٩٧٤): منخفض الداخلة "دراسة جيمورفولوجية" رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة عين شمس،** تناولت جيولوجية المنخفض والخصائص المورفولوجية لصخوره، كما تضمنت دراسة الخصائص المورفومترية الرئيسية للمنخفض ودراسة عوامل التعرية ومدى إسهامها في تشكيل السطح.

- **دراسة ياسين أحمد عبد الله القحطانى (٢٠١٠): المشكلات البيئية المرتبطة بالمناخ في الجزء الأوسط من سهل تهامة بالجمهورية اليمنية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة القاهرة**، وتناولت الظروف المناخية لمنطقة الدراسة وأهم العوامل المؤثرة فيها وعناصر البيئة الطبيعية للمنطقة، كما تناولت المشكلات البيئية للمنطقة مثل مشكلات الجفاف ومشكلات العواصف الرملية والظواهر الغبارية، ومشكلات السيول والعوامل المؤثرة في حدوثها.
- **دراسة أماني حسين محمد حسن (٢٠٠٣): المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة "دراسة جغرافية" رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط**، وتناولت بعض المشكلات البيئية لمنخفض الخارجة مثل الجفاف ومشكلات العواصف الترابية والانهيارات الأرضية وأثر ذلك على التخطيط البيئي لمنخفض الخارجة.
- **دراسة شربات بشندى عطية عوض (٢٠١٣): التربة فى منخفض الداخلة، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة**، وتناولت أنواع التربة وتوزيعها الجغرافى بمنخفض الداخلة ، ومشكلات التربة وطرق مواجهاتها.
- **دراسة شربات بشندى عطية عوض (٢٠١٨): مشكلات التربة فى منخفض الخارجة "دراسة جغرافية" رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة**، وتناولت التمييز الطيفى والتحليل المكانى لديناميكية مشكلة التربة، والعلاقة بين التربة والنبات الطبيعى فى منخفض الخارجة، وتصميم نموذج لتقييم القدرة الإنتاجية لتربة منخفض الخارجة.
- **دراسة مصطفى خضير على خضير (٢٠١٧): التنمية الزراعية فى محافظة الوادى الجديد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة سوهاج**، وتناولت المقومات الطبيعية والبشرية للتنمية الزراعية، ومشكلات التنمية الزراعية ومستقبلها.

* **الدراسات غير الجغرافية :**

- **دراسة محمد إبراهيم سالم (١٩٦٤): العلاقة بين الضغط المحلى والضغط الإقليمي وتطبيقها على الواحات الخارجة بالوادي الجديد، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة عين شمس**، وتناولت الخصائص الهيدرولوجية للمياه الجوفية في الوادي الجديد في حفظ التوازن والضغط الإقليمي حتى يمكن معه استخدام المياه من الخزان الجوفي لأطول مدة ممكنة دون التأثير على منسوب الضغط الإقليمي، وتوصل إلى معادلة تربط العلاقة بين الضغوط المحلية والإقليمية للمناطق الإقليمية المستطيلة الشكل مثل الواحات الخارجة والتي توزع فيها مراكز السحب توزيعاً يمتد بطول المنطقة.

- **دراسة محمد عباس محمد شادي (١٩٧٠): دراسة المجاميع الميكروبية الهامة بالنسبة لخصوبة التربة في أراضى الواحات الخارجة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة،** وقد تناولت هذه الدراسة مجموعة من العوامل التي تتحكم في خصوبة التربة حيث تحتل كائنات التربة الدقيقة الدور الكبير منها ومن أهم ما تقوم به هو تحليل المواد العضوية المعقدة التركيب وكذلك المركبات غير العضوية سواء كانت ناتجة أصلاً من مخلفات نباتية أو حيوانية أو خلايا ميكروبية ميتة وقد أثبتت هذه الدراسة أن أراضى الواحات الخارجة فقيرة جداً في محتواها من المادة العضوية والتي نادراً ما تصل إلى ١% وذلك بسبب سرعة انحلال المواد العضوية في تلك الأراضي نظراً لظروف المناخ الصحراوي الجاف وسيادة القوام الرملي وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم.
- **دراسة محمد نصر الدين إبراهيم الجمل (١٩٧٠): جيولوجية المياه الجوفية في منطقة الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة،** تناول هذا البحث معالجة النواحي الجيولوجية لما تحت السطح في منطقة الواحات الداخلة، كما يتناول التعرف على العلاقة بين تلك النواحي ووجود المياه الجوفية، وقام بدراسة الظاهرات الجيومورفولوجية للهضبة التركيبية المرتفعة والسهل الرملي المرتفع والمنطقة المنخفضة، وتناول الظاهرات الجيولوجية لمنطقة الداخلة، كما تناول الظاهرات الهيدروجيولوجية لطبقات الخزان الجوفي في منطقة الواحات الداخلة في قطاع طبقات الحجر الرملي النوبي.
- **دراسة سناء حسين عطية (١٩٧٠): جيولوجية ما تحت السطح في الواحات الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة،** وقد تناولت دراسة جيمورفولوجية وجيولوجية ما تحت السطح في الواحات الداخلة وتأثيرها على مصادر المياه الجوفية في الواحات الداخلة، كما تناولت أيضاً الظواهر الهيدرولوجية من ظواهر مناخية والظواهر الطبوغرافية والظواهر الاستراتجرافية والدراسة الهيدرولوجية والدراسة الهيدروكيمائية للواحات الداخلة.
- **دراسة مصطفى حسن الدسوقي (١٩٧٠): دراسة العلاقات المائية بين الأرض والنبات في الواحات الخارجة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة،** وكان هدف هذا البحث هو دراسة العلاقات المائية بين الأرض والنبات وخصوصاً كيفية تحسين الخواص الطبيعية التي تؤثر على نمو النبات.
- **دراسة حلمي محمود شحاتة (١٩٧٢): تفاعل الجبس مع امتصاص العناصر الغذائية بأراضي واحة الخارجة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة عين شمس،** تناولت هذه الدراسة مدى تأثير استعمال مستويات مختلفة من الجبس والفوسفور وكذلك التأثير المتبادل

بينهما على كل من المادة الجافة وامتصاص العناصر الغذائية لنبات البرسيم الحجازي، كما تم تقدير الأملاح الذائبة ومكوناتها في عجينة التربة المشبعة، وقد أقيمت تجربة باختبار أربع عينات من الأراضي بالواحة الخارجة.

- **دراسة سعد يونس غباشى عطية (٢٠٠١): الخصائص الهيدروجيولوجية لنظام خزان الحجر الرملي النوبي في منخفض الواحات الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة عين شمس،** تناولت الدراسة الصفات الجيومورفولوجية والوضع الجيولوجي للهضبة العليا للمنخفض بمساحة ٢٩٨٥ كم^{٢}، كما تناولت الوضع الجيولوجي للمنخفض والظروف الهيدروجيولوجية تبعاً لقدرتها على تخزين المياه الجوفية، كما تناولت الخصائص الهيدروجيوكيميائية وتقييم المياه الجوفية للاستخدامات المختلفة لمياه الخزانات الموجودة شاملة الملوحة الكلية والأيونات والأملاح السائدة.

٢- الدراسات المثلية أو المشابهة :

- **دراسة جودة فتحي التركماني (١٩٧٩): منخفض واحة الفرافرة "دراسة جغرافية"، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة،** تناولت المنخفض كأحد الأقاليم الجغرافية المتميزة، وقد تم دراسة جيولوجية المنطقة وتضاريسها، كذلك عرض لأهم عناصر المناخ في المنطقة، بالإضافة إلى الجوانب البشرية المختلفة التي يتميز بها المنخفض.
- **دراسة محمد صبري محسوب (١٩٧٥): منخفض الواحات البحرية "دراسة في الجغرافيا الإقليمية"، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة،** تناولت المنخفض كأحد الأقاليم الجغرافية المتميزة، وقد تم دراسة جيولوجية المنطقة وتضاريسها، كذلك عرض لأهم عناصر المناخ في المنطقة، بالإضافة إلى الجوانب البشرية المختلفة التي يتميز بها المنخفض.
- **دراسة محمود إبراهيم دسوقي بغدادي (٢٠٠٥): الأشكال الأرضية الناتجة عن فعل الرياح بمنخفض الواحات البحرية "دراسة جيومورفولوجية"، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة المنوفية،** اشتملت على دراسة تحليلية للعمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بالرياح، وعرض لنماذج نشأة وتطور بعض الأشكال الأرضية المتأثرة بنحت وإرساب الرياح من حيث أنواعها وتوزيعها داخل المنخفض، وأبعادها المورفومترية، والتحليل الحجمى والمعدني والمكروسكوبى لبعض رواسبها، ومع توضيح المصادر المحتملة لرمال منخفض الواحات البحرية، واختتمت الدراسة بإبراز شكل التفاعل المتبادل بين الإنسان والأشكال الأرضية الرياحية.

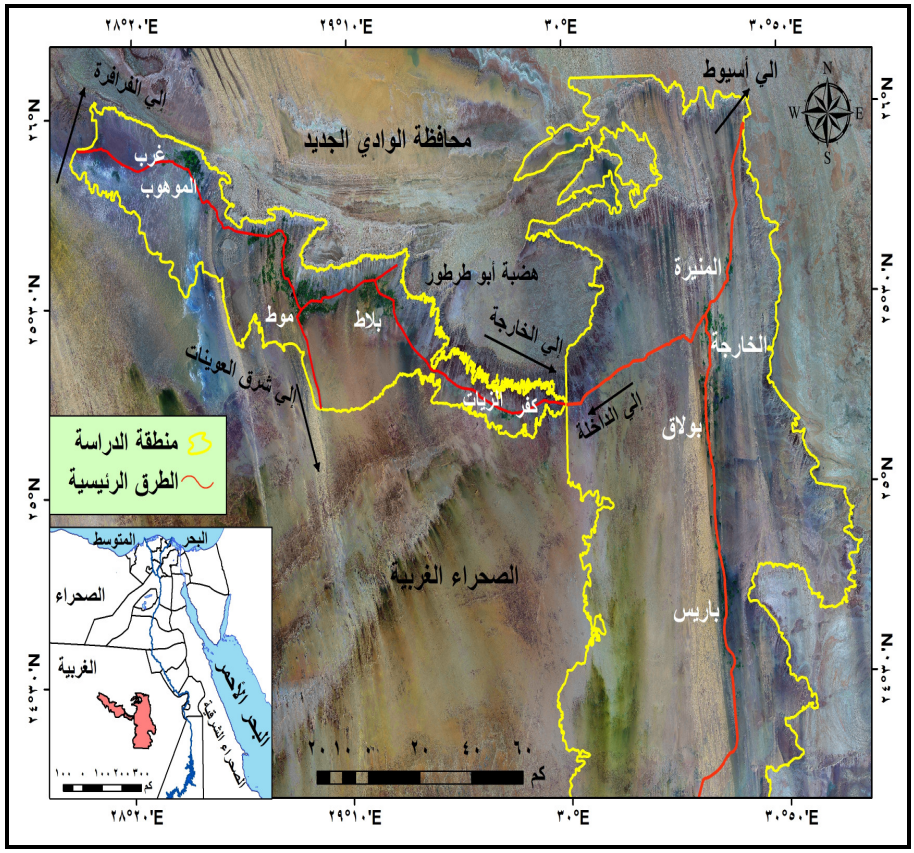
- **دراسة مسعد سلامة مندور (٢٠٠٥): المشكلات المناخية في الواحات البحرية "دراسة في المناخ التطبيقي"، ورقة بحثية، كلية الآداب، جامعة المنصورة،** تناولت المشكلات البيئية الناتجة عن عناصر المناخ بشكل مباشر وغير مباشر، والتي تتسبب في إهدار الموارد الطبيعية وتقف عائقاً أمام محاولات التنمية بالمنخفض. مثل المشكلات المرتبطة بالإشعاع الشمسي وبدرجة الحرارة، والمشكلات المرتبطة بالرياح، وندرة الأمطار والجفاف الهيدرولوجي بالمنخفض، وأخيراً المشكلات المرتبطة بالتبخر، حيث جفاف برك الصرف وانتشار السبخات والملاحات بالمنخفض.
- **دراسة صبري محمد حمد (٢٠٠٩): التنمية الإقليمية للواحات البحرية حتى عام ٢٠٢٠، ورقة بحثية، كلية الآداب، جامعة القاهرة،** طرح الباحث خلال تصور لبرنامج تنموي لتنمية الواحات البحرية حتى عام ٢٠٢٠، يقوم على مسح مقومات الواحات البحرية من الناحية الطبيعية والبشرية والاقتصادية، وذلك من أجل زيادة رقعة العمران وأعداد السكان بالمنخفض بما يتفق مع أهداف وخطط الدولة، لزيادة رقعة العمران الصحراوي بعيداً عن الوادي والدلتا الذي ضاق بسكانه.
- **دراسة محمود عبد الفتاح محمود عبد اللطيف (٢٠١٥): الأخطار المناخية والبيئية لمنخفض الواحات البحرية، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة القاهرة،** وتناولت خصائص البيئة الطبيعية والبشرية لمنخفض الواحات البحرية، والأخطار الطبيعية لمنخفض الواحات البحرية.

ومن عرض الدراسات السابقة نجد أن هناك العديد من الدراسات تناولت منطقة الدراسة بشكل مباشر أو بشكل غير مباشر، لكن كل هذه الدراسات لم تتناول المشكلات المناخية والبيئية وهذا ما تضيفه دراسة الطالب مع محاولة إيجاد بعض الحلول للحد من هذه الأخطار، لكن مما لاشك فيه أن هذه الدراسات سوف تساعد الطالب في إتمام دراسته وانجاز هذا العمل.

مناهج الدراسة وأساليبها :

تعد المناهج والأساليب هي أحد الأسس الرئيسية للبحث العلمي، وقد اعتمدت معالجة موضوع الدراسة على أكثر من منهج أهمها المنهج الأصولي وبه يتم التعرف على العوامل الجغرافية والمناخية المؤثرة في منطقة الدراسة، وذلك بدراسة الآثار المناخية على بيئة منطقة الدراسة في إطار منهج شمولية الواقع الجغرافي بأبعاده الثلاثة (التوزيع، الربط، السببية). **المنهج الإقليمي** حيث يقوم الطالب بدراسة منطقة محددة جغرافياً، محاولاً إبراز شخصيتها بدراسة الخصائص المناخية لها وأثرها على

البيئة. **المنهج التطبيقي** وذلك لإبراز الجوانب النفعية Utilitarian لعلم الجغرافيا أي توظيفه لخدمة الإنسان وذلك من خلال التركيز على دراسة الأخطار المناخية والبيئية وإيجاد الحلول المناسبة لها. أما عن الأساليب فقد اعتمد الطالب على عدد من الأساليب متمثلة في: **الأسلوب الكمي** ويستخدمه الطالب في معالجة البيانات وتحليلها إحصائياً وكمياً، وذلك من خلال المعادلات الرياضية وعلاقات الارتباط والانحدار. **الأسلوب الكارتوجرافى** ويستخدمه الطالب في تمثيل البيانات على هيئة خرائط وأشكال بيانية، لما له من قدرة على إبراز المعلومات وسهولة فهمها واستقرائها. **الأسلوب الوصفي التحليلي** ويستخدمه الطالب في وصف العديد من الظاهرات وتوزيعها المكاني، وتحليلها وتفسيرها.



المصدر: من عمل الطالب إعتماداً علي:

- الخرائط الطبوغرافية، مقياس ١:١٠٠,٠٠٠، إدارة المساحة العسكرية. باستخدام برنامج ArcGIS 10.
- المرئيات الفضائية لبرنامج Google Earth عام ٢٠١٨م.

شكل (١) : الموقع الفلكى والجغرافى لمنخفضى الداخلة والخارجة.

عناصر الدراسة :

أولاً: تأثير الإشعاع الشمسى على المناطق الأثرية.
ثانياً: تأثير درجة الحرارة على المناطق الأثرية.
ثالثاً: تأثير الرطوبة على المناطق الأثرية.
رابعاً: تأثير الرياح على المناطق الأثرية.
خامساً: الكثبان الرملية ومخاطرها على المناطق الأثرية.

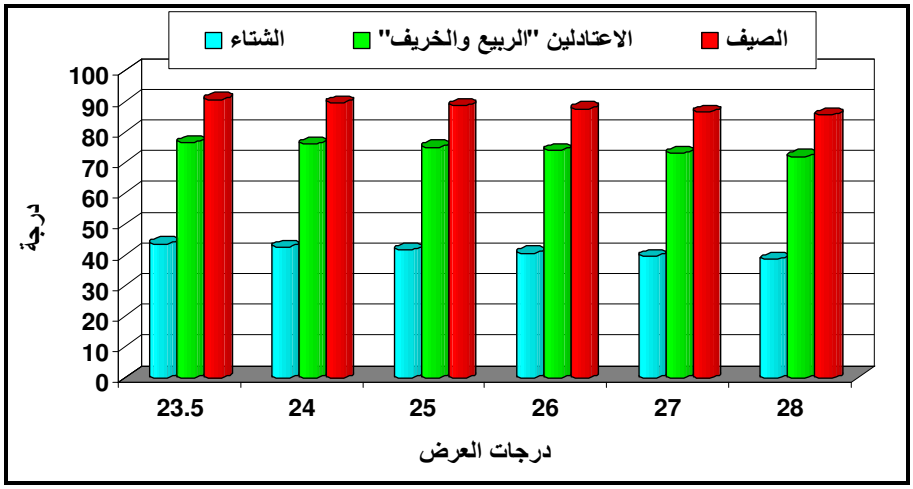
أولاً – تأثير الإشعاع الشمسى على المناطق الأثرية :

يعد الإشعاع الشمسى من أكثر عناصر المناخ التى تمثل خطراً مناخياً على المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة، فمن دراسة الجدول (١) والشكلين (٢) و (٣) اللذان يوضحان زوايا سقوط أشعة الشمس على درجات العرض بمنخفضى الداخلة والخارجة، حيث نجد أن هناك عاملان يتحكمان فى الإشعاع الشمسى، الأول زاوية سطوع الشمس على سطح الأرض بمنطقة الدراسة والثانى عدد ساعات سطوع الشمس. حيث نجد أن زوايا سقوط أشعة الشمس فى فصل الصيف تتراوح ما بين (٨٥,٥–٩٠,٥°)، وفى فصل الشتاء تتراوح زوايا سقوط أشعة الشمس ما بين (٣٨,٥–٤٣,٥°).

جدول (١) : زوايا سقوط أشعة الشمس حسب الفصول خلال الفترة (١٩٨٠–٢٠١٠م).

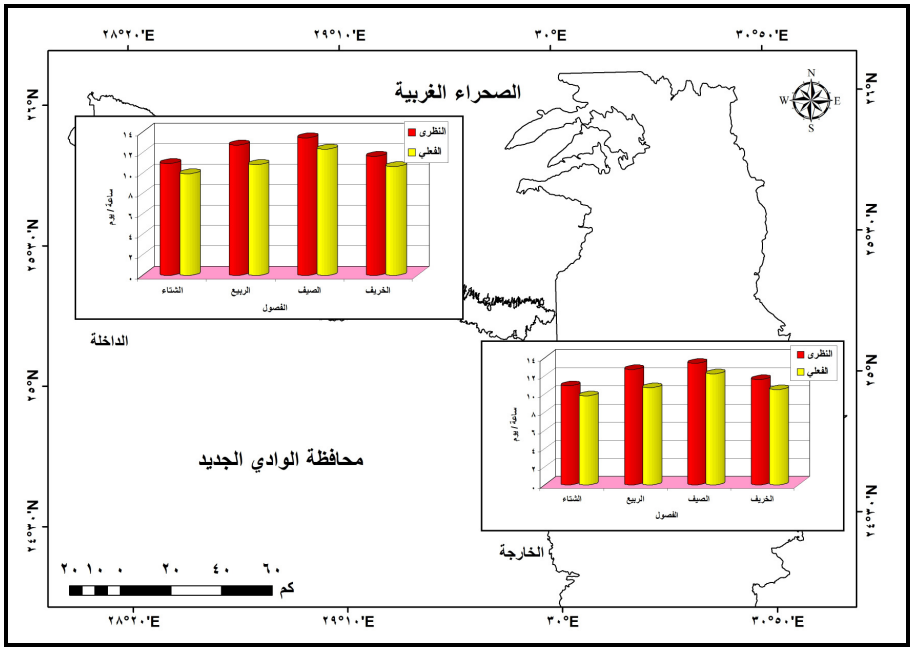
درجة العرض	زوايا سقوط أشعة الشمس حسب الفصول		
	الشتاء	الصيف	الاعتادلين "الربيع والخريف"
٢٣,٥°	٤٣,٥°	٩٠,٥°	٧٦,٥°
٢٤°	٤٢,٥°	٨٩,٥°	٧٦°
٢٥°	٤١,٥°	٨٨,٥°	٧٥°
٢٦°	٤٠,٥°	٨٧,٥°	٧٤°
٢٧°	٣٩,٥°	٨٦,٥°	٧٣°
٢٨°	٣٨,٥°	٨٥,٥°	٧٢°

المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على: (مصطفى خضير على، ٢٠١٧، ص ٢٩) نقلاً عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة من ١٩٨٠ إلى ٢٠١٠م.



المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (١).

شكل (٢) : زاوية سقوط أشعة الشمس وفقًا لدرجات العرض وفصول السنة خلال الفترة (١٩٨٠–٢٠١٠م).



المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (١).

شكل (٣) : المتوسطات الفصلية للسطوع الشمسي الفعلي والممكن (ساعة/يوم) بمحطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠–٢٠١٠م).

جدول (٢) : المتوسطات الفصلية والسنوية للسطوع الشمسي (ساعة/يوم) في محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

المنخفض	الداخلة			الخارجة		
الفصول	النظرى	الفعلي	%	النظرى	الفعلي	%
الشتاء	١٠,٩	٩,٩	٩٠,٨	١٠,٩	٩,٨	٨٩,٩
الربيع	١٢,٧	١٠,٨	٨٥,٠	١٢,٧	١٠,٧	٨٤,٣
الصيف	١٣,٤	١٢,٣	٩١,٨	١٣,٤	١٢,٢	٩١
الخريف	١١,٦	١٠,٦	٩١,٤	١١,٦	١٠,٥	٩٠

المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

وبمقارنة ذلك بعدد ساعات سطوع الشمس حيث تصل فى الخارجة والداخلة (١٣,٤ ساعة/يوم) فى فصل الصيف، وتصل فى فصل الشتاء لتصل إلى (١٠,٩ ساعة/يوم) بمنخفضى الداخلة والخارجة. وينعكس ذلك على المبانى والأثار التاريخية التى تتعرض لأخطار الأشعة الشمسية، حيث تؤدى إلى تقشر أعمدة المعابد كما هو الحال فى معبد هيبس بالخارجة (صورة ١) وإنفصال وإنهيار جدران المعابد المبنية بالمواد الطينية مثل جبانة البجوات (صورة ٢)، وتشقق وإنهيار المبانى المبنية بالطين وإنهيارها كما حدث فى مدينة القصر الإسلامى بالداخلة (صورة ٣).

صورة (١) : تقشر أعمدة معبد هيبس فى الخارجة.

صورة (٢) : إنفصال وإنهيار جدران جبانة البجوات بالخارجة.

صورة (٣) : تقشر وإنهيار مبانى مدينة القصرالأسلامى بالداخل.

ثانياً – تأثير درجة الحرارة على المناطق الأثرية :

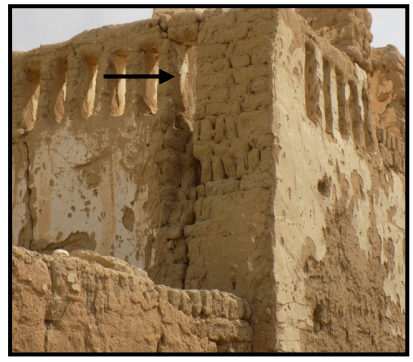
تعد درجة الحرارة من أهم عناصر المناخ المؤثرة على المبانى الأثرية والتاريخية بمنطقة الدراسة، فنتيجة وقوع منخفضى الداخلة والخارجة فى النطاق الصحراوى الجاف مما أدى إلى تباين كبير فى درجات الحرارة بين النهار والليل، مما كان له الأثر الواضح على المناطق الأثرية فإذا بلغ الجفاف الدرجة القصوى فإنه يؤدى إلى تشقق كثير من أجزاء المواد الداخلة فى تكوين المبانى الأثرية، فالتمدد والإنكماش نتيجة للتباين الكبير فى درجة الحرارة لا يكونان منتظمان داخل أحجار ومواد البناء نظراً لرداءة توصيلها للحرارة مما ينتج عنه تمدد الأسطح الخارجية وإنكماشها بإستمرار ثم إنفصال الجزء الخارجى لكتل الأحجار والطوب وتتساقط تدريجيا (صورة ٤، ٥، ٦، ٧) (محمود عبد الحافظ محمد، ٢٠١٢، ص ١٦١).

ومن دراسة الجدول (٣) الذى يوضح درجات الحرارة العظمى والصغرى ودرجة الحراة القصوى والدنيا المطلقة، نجد أن أقصى درجة حرارة مسجلة فى محطة الخارجة خلال ٣٠ سنة (فترة الدراسة) (٥٠,٢° س) وذلك فى شهر مايو، بينما وصلت درجة الحرارة أقصى درجة لها فى محطة الداخلة (٤٨,٤° س) فى شهر يونيه.

بينما سجلت أقل درجة حرارة مسجلة فى محطة الخارجة (-٢,١° س) فى شهر فبراير، بينما وصلت درجة الحراة الصغرى فى الداخلة إلى (-٤,٠° س) فى شهر يناير. ومن ثم نجد أن التغيرات الكبيرة فى درجات الحراة اليومية والموسمية فى منطقة الدراسة تلعب دوراً أساسياً فى حدوث عمليات التجوية الفيزيائية Physical Weathering لمواد البناء المستخدمة فى العمائر الطينية بمنخفضى الداخلة والخارجة، وفى حالة المبانى الأثرية متعددة مواد البناء كما هو الحال فى المبانى الأثرية بمنطقة الدراسة فإن الأمر يكون أشد خطورة حيث يختلف معامل التمدد والإنكماش الحرارى للمواد المختلفة (الأحجار – الطوب – الأخشاب) المستخدمة فى تشييد هذه المبانى مما يؤدى إلى تدهور هذه المبانى وإنهيارها (Helmi, 1990, p. 280) (صورة ٨، ٩، ١٠، ١١).

صورة (٤) : تشقق وإنفصال المبانى فى جبانة البجوات بالخارجة.

صورة (٥) : إنهيار وسقوط الأحجار الأثرية فى معبد الناضورة بالخارجة.



صورة (٦) : إنفصال الجدران الأثرية فى مدينة الفصر الإسلامية بالداخلة.

صورة (٧) : إنفصال جدران معبد دير الحجر فى الداخلة.

صورة (٨) : إنفصال جدران معبد الزيات بالخارجة.

صورة (٩) : أثر التجوية الفيزيائية على الجدران الطينية لقلاع الضب بالداخلة.

جدول (٣) : المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لدرجة الحرارة °س
في محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

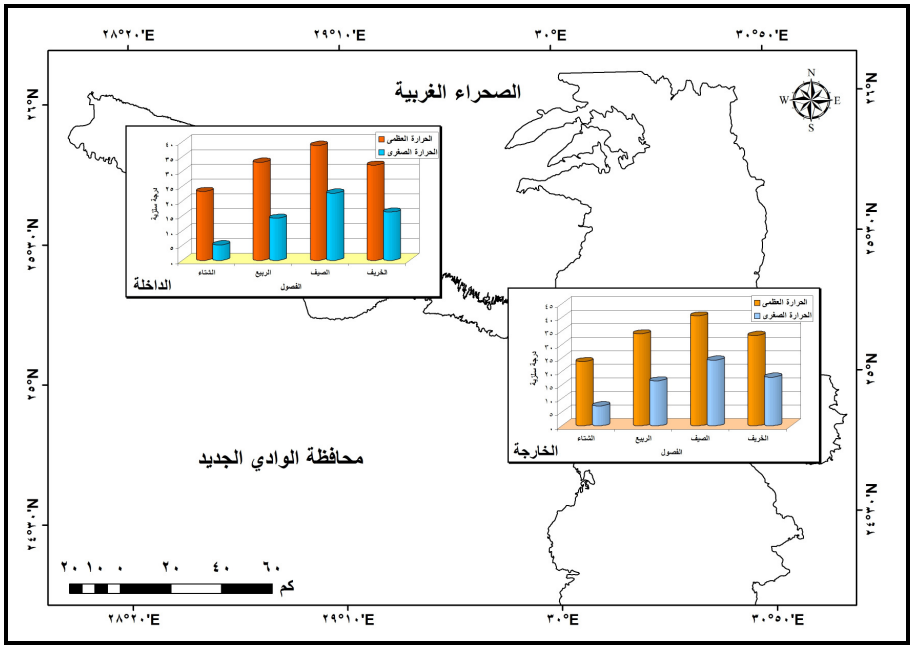
الفصول	الشهور	محطة الداخلة			محطة الخارجة		
		درجة الحرارة °س		المدى	درجة الحرارة °س		المدى
		العظمى	الصغرى		العظمى	الصغرى	
الشتاء	ديسمبر	٢٣,٢	٥,٩	١٧,٣	٢٤	٨,٢	١٥,٨
	يناير	٢٢,٤	٤,٣	١٨,١	٢٢,٦	٦,٥	١٦,١
	فبراير	٢٤,٤	٥,٦	١٨,٨	٢٤,٧	٧,٥	١٧,٢
المعدل الفصلي		**٢٣,٣**	**٥,٣**	**١٨,١**	**٢٣,٨**	**٧,٤**	**١٦,٤**
الربيع	مارس	٢٨,٤	٩,١	١٩,٣	٢٨,٩	١١,٥	١٧,٤
	ابريل	٣٣,٩	١٤,٦	١٩,٣	٣٤,٨	١٦,٩	١٧,٩
	مايو	٣٧,٣	١٩,١	١٨,٢	٣٨,٤	٢١,٥	١٦,٩
المعدل الفصلي		**٣٣,٢**	**١٤,٣**	**١٨,٩**	**٣٤,٠**	**١٦,٦**	**١٧,٤**
الصيف	يونيو	٣٨,٨	٢٢,٢	١٦,٦	٤٠,٤	٢٤,٣	١٦,١
	يوليو	٣٩	٢٣,١	١٥,٩	٤١	٢٤,٤	١٦,٦
	اغسطس	٣٨,٨	٢٣	١٥,٨	٤٠,٦	٢٤,٢	١٦,٤
المعدل الفصلي		**٣٨,٩**	**٢٢,٨**	**١٦,١**	**٤٠,٧**	**٢٤,٣**	**١٦,٤**
الخريف	سبتمبر	٣٦,٤	٢٠,٥	١٥,٩	٣٧,٢	٢١,٩	١٥,٣
	اكتوبر	٣٢,٨	١٧,٤	١٥,٤	٣٤,٥	١٩,٣	١٥,٢
	نوفمبر	٢٧,٥	١١,٢	١٦,٣	٢٨,٦	١٢,٨	١٥,٨
المعدل الفصلي		**٣٢,٢**	**١٦,٤**	**١٥,٩**	**٣٣,٤**	**١٨,٠**	**١٥,٤**
المعدل السنوى		**٣١,٩**	**١٤,٧**	**١٧,٢**	**٣٣,٠**	**١٦,٦**	**١٦,٤**

المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على:

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

صورة (١٠) : إنهيار كامل لدير أبو مته بالداخلة.

صورة (١١) : إنهيار كامل لجزؤ كبير من معبد دير الحجر.



المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (٣).

شكل (٤) : المعدلات الفصلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى بمحطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

ثالثاً – تأثير الرطوبة على المناطق الأثرية :

للرطوبة دور متعدد التأثيرات على المبانى التاريخية فى منخفضى الداخلة والخارجة، فهى تضعف مقاومة مواد البناء بطبيعتها كما لها القدرة على إذابة بعض المواد البنائية للأثار، كما تعمل على تأكل الصلب منها عندما تكون وسطاً مذيباً للمواد الكيميائية فى التربة أو الجو (مضر خليل عمر، ٢٠٠٩، ص ٦). والمصادر الرئيسية للرطوبة والتى تؤثر سلبياً على المبانى الأثرية والترابية أربعة هى الأمطار وجريان الماء وتجمعها على سطح الأرض وتسرب المياه وتجمعها تحت سطح الأرض. ويعتبر الماء العامل الأشد عدوانية للمبانى الأثرية فهو يعمل كوسيط لعمليات التجوية، فالماء يذيب وينقل الأملاح القابلة للذوب داخل أحجار ومواد البناء مسبباً تزهر الأملاح على السطح ومن ثم عمليات التقشر للسطح نتيجة هذا الفعل (صورة ١٢)، كما يؤدى إتحاد الماء بالملوثات الغازية إلى تكوين ترسيبات حامضية Acidic precipitations (Simionescu, 2009, p. 89).

صورة (١٢) : تأثير الرطوبة على معبد هبس فى الخارجة.

ومن دراسة جدول (٤، ٥) نجد أن ترتفع معدلات التبخر لتصل إلى (٤٧% فى الداخلة فى شهر ديسمبر) و (٤٩% فى الخارجة فى شهرى ديسمبر ويناير)، لذلك يعتبر الماء مسئولاً عن التلف الناتج عن التجمد فى الأجواء التى تنخفض فيها الحرارة إلى الحرارة إلى درجات التجمد، كذلك فإن الماء دائماً يعد وسيطاً مفضلاً لنمو الكائنات الحية الدقيقة، ولذا فإن المعرفة الدقيقة لعملية إنتقال الرطوبة خلال مواد البناء المسامية يكون ضرورياً فى تحديد قدرة ومتانة تلك المواد البنائية للمناطق الأثرية (Pel, et al., 1996 , p. 95).

جدول (٤) : المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

الفصول	الشهور	المحطات	
		الداخلة	الخارجة
الشتاء	ديسمبر	٤٧	٤٩
	يناير	٤٦	٤٩
	فبراير	٤٠	٤٣
المعدل الفصلي		٤٤,٣	٤٧,٠
الربيع	مارس	٣٣	٣٥
	ابريل	٢٧	٢٧
	مايو	٢٥	٢٥
المعدل الفصلي		٢٨,٣	٢٩,٠
الصيف	يونيو	٢٤	٢٥
	يوليو	٢٦	٢٩
	اغسطس	٢٧	٣٠
المعدل الفصلي		٢٥,٧	٢٨,٠
الخريف	سبتمبر	٣١	٣٤
	اكتوبر	٣٦	٣٨
	نوفمبر	٤١	٤٦
المعدل الفصلي		٣٦,٠	٣٩,٣
المعدل السنوى		٣٣,٦	٣٥,٨

المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على:

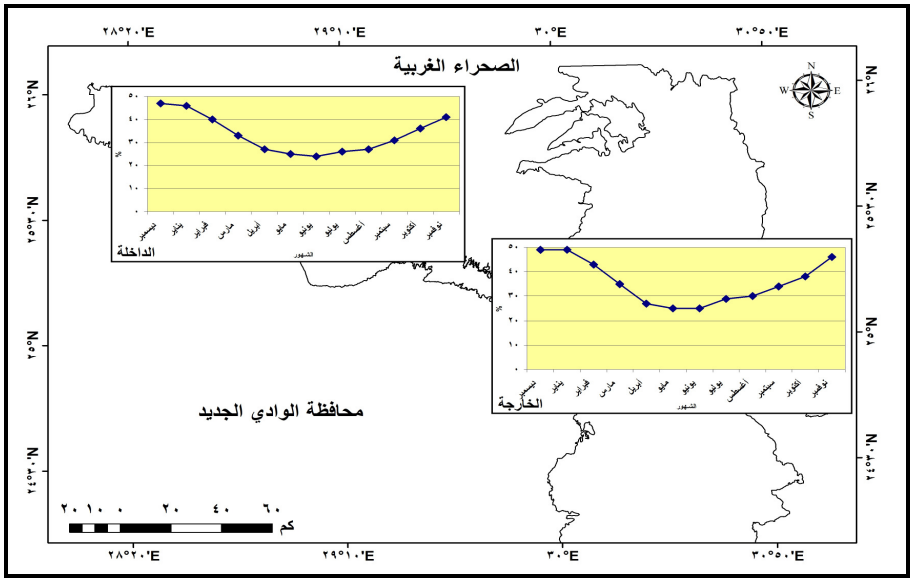
- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

جدول (٥) : المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للتبخر (مم٣/اليوم) في محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

الفصول	الشهور	المحطات	
		الداخلة	الخارجة
الشتاء	ديسمبر	٧,٧	٧,٩
	يناير	٧,٧	٧,٨
	فبراير	٩,٨	٩,٨
المعدل الفصلي		٨,٤	٨,٥
الربيع	**مارس**	١٣,٧	١٣,٥
	ابريل	١٨,٠	١٨,٣
	مايو	٢٢,٢	٢٢,٤
المعدل الفصلي		١٨,٠	١٨,١
الصيف	يونيو	٢٤,٨	٢٤,٧
	يوليو	٢٣,٢	٢٢,٨
	اغسطس	٢٣,٣	٢١,٥
المعدل الفصلي		٢٣,٨	٣٠,٠
الخريف	سبتمبر	٢٠,٢	٢٠,٠
	اكتوبر	١٦,١	١٦,١
	نوفمبر	١٠,٦	١١,١
المعدل الفصلي		**١٥,٦**	**١٥,٧**
المعدل السنوى		**١٦,٤**	**١٦,٣**

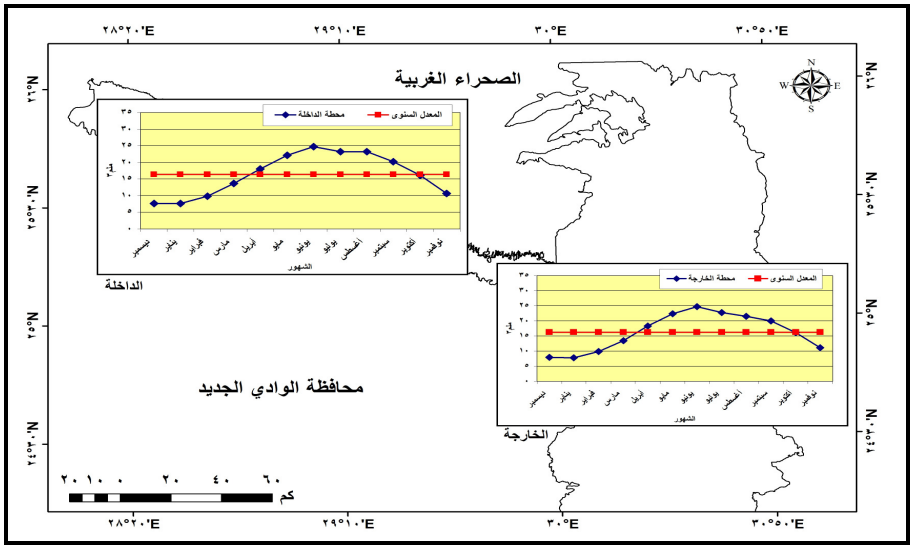
المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على:

الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).



المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (٤).

شكل (٥) : التوزيع الشهرى لمعدلات الرطوبة النسبية (%) علي محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م)



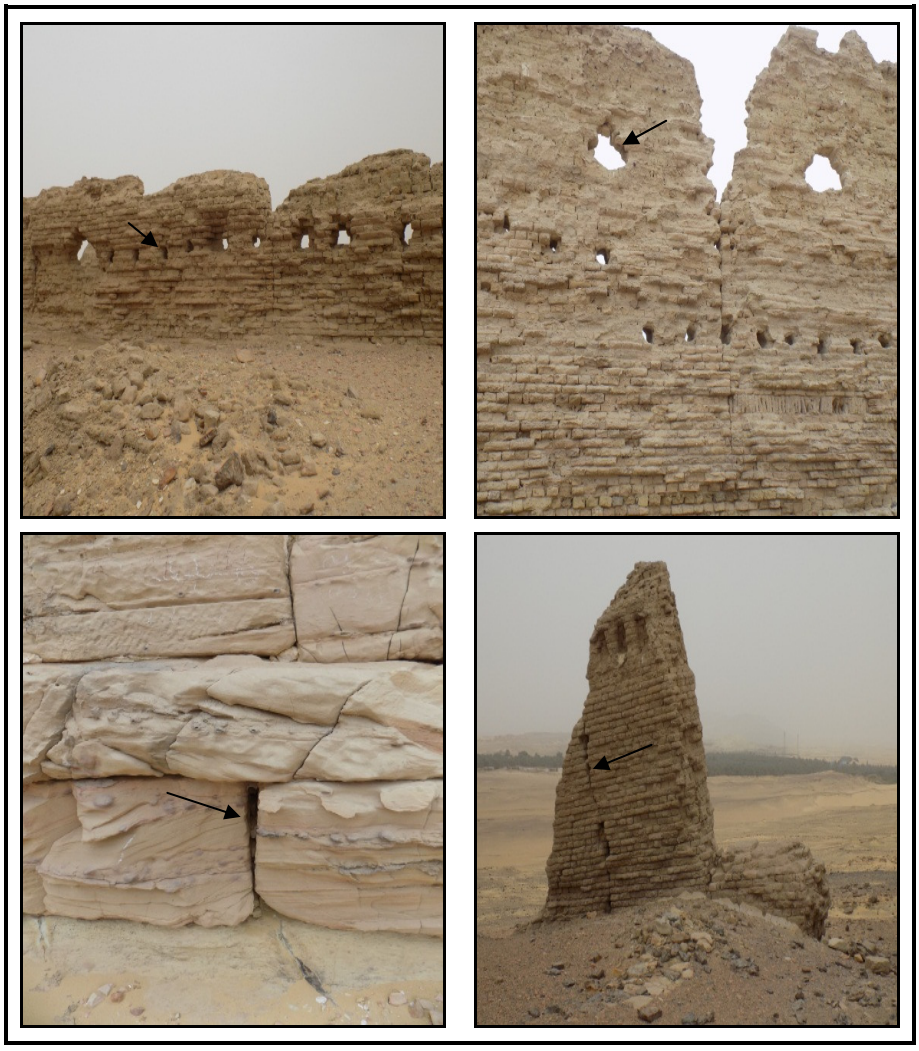
المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (٥).

شكل (٦) : التوزيع الشهرى لمعدلات التبخر (مم٣/اليوم) علي محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

هذا وتعلب المياه الأرضية دوراً خطيراً فى تدمير وتلف المنشأت الأثرية، وتتسبب المياه الأرضية ذات الملوحة العالية فى حدوث سلسلة كبيرة من التلف للتركيب المعدنى لمواد البناء من أحجار وطوب ومونات، كما تتسبب تلك المياه فى ضعف التركيب الفيزيائى لهذه المواد (صورة ١٣) (Abd El Hadi, 1994, p. 102). كما تلعب التعرية المائية (بفعل الأمطار والسيول) دوراً فاعلاً فى زيادة حدوث الإنهيارات الصخرية والإنزلاقات الأرضية، فالشقوق والفواصل الموجودة الموجودة فى الصخور والتى تكونت نتيجة عوامل التعرية المختلفة عندما تمتلأ بالمياه نتيجة نسبع الصخور بمياه الأمطار أو الضباب المكثف المشبع ببخار الماء والذى يستمر لفترات طويلة فإن ذلك يؤدى إلى إضعاف قوى التماسك فى الكتل الصخرية وإذابة المواد اللاحمة فى الصخور والتى تعمل بدورها على تكوين مادة غروية أو صابونية تسهل عملية إنزلاق الصخور (نجيب عبد الرحمن الحداد، ٢٠٠٨، ص ٦٩).

صورة (١٣) : تأثير الرطوبة على مدينة الخارجة القديمة أحد المزارات الأثر.

وهكذا فإن الرطوبة تنتقل من مصادرها المختلفة إلى أساسات وجدران المبانى الأثرية وتتحرك خلالها بفعل الخاصية الشعرية أومن خلال الشقوق الموجودة بها محدثة تلفاً لكتل الطوب والأحجار وتحللاً لمونات التشييد (صور من ١٤-٢٣)، ويزداد الأمر خطورة فى حالة المبانى والعناصر شديدة الحساسية للمياه كالمبانى الطينية بعناصرها المعمارية المختلفة ويبلغ التلف أقصى شدة له فى حالة المبانى القريبة من مصادر مائية (Ahmad, 2004, pp. 19-20).



صورة (١٤) : تأثير الرطوبة بمساعدة عوامل الجو الأخرى على معبد الناضورة بالخارجة.

صورة (١٥) : تأثير الرطوبة على أسقف وأعمدة وحوائط معبد قصر زيان فى الخارجة.

صورة (١٦) : أثر الرطوبة على مبانى القصر الإسلامى فى الداخلة.

صورة (١٧) : أثر الرطوبة على قلاع الضبع الأثرية بالداخلة.

صورة (١٨) : أثر الرطوبة على طمس وإنهيار جدران معبد دير الحجر بالداخلة.

صورة (١٩) : أثر الرطوبة على طمس ألوان ورسومات مقابر المزوقة بالداخلة

صورة (٢٠) : التأثيرات الفيزيائية للرطوبة على المبانى الطينية بموط القديمة بالداخلة.

صورة (٢١) : تأثير الرطوبة على واجهة وأعمدة معبد الغويطة بالخارجة.

صورة (٢٢) : تأثير الرطوبة على جدران المنازل والشوارع بمدينة بلاط القديمة بالداخلة.

صورة (٢٣) : تأثير الرطوبة على أسقف وجدران وسلم معبد خنتيكا أحد ملوك الأسرة السادسة بالداخلة.

رابعاً – تأثير الرياح على المناطق الأثار :

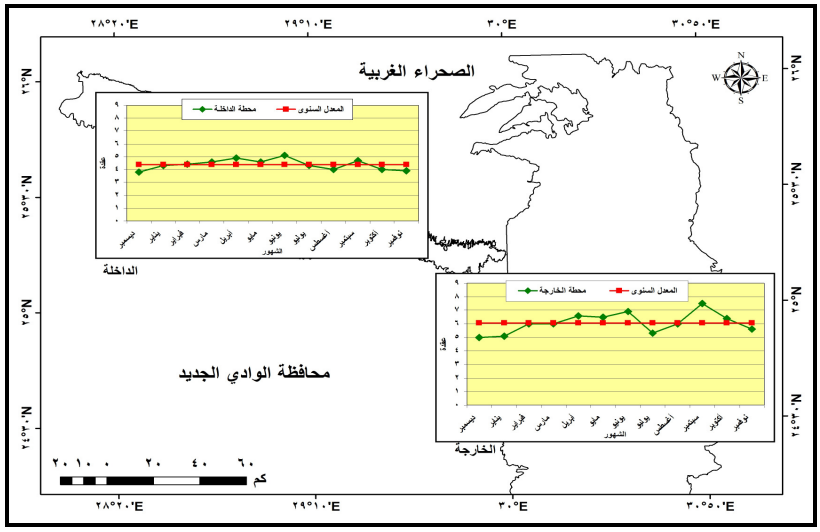
من دراسة سرعة الرياح وجد أن سرعتها فى منخفض الخارجة تصل إلى ٧,٥ عقدة (أى ١٣,٩ كم/ساعة)، وفى الداخلة تصل إلى ٥،١ عقدة (أى ٩,٤ كم/ساعة) (جدول ٦ وشكل ٧)، فهى بذلك تمثل خطراً على مناطق إتجاهات الرياح السائدة (الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية) بمنخفضى الداخلة والخارجة. وللرياح قوة فعالة فى التدمير للمناطق الأثرية فكلما إشتدت سرعة الرياح كلما إشتدت قوة إحتكاكها وإصطدامها بأسطح المبانى التاريخية ودرجة ضغطها على حوائطها القائمة، مما يؤدى إلى تأكل معظم مواد البناء والسطح الخارجى لها وتلفها (صورة ٢٤). بالإضافة إلى إتساخ الواجهات بالأتربة وحدوث خدوش بالواجهات وبأسطح الحجر والطوب، وقد تصل قوة الرياح إلى درجة تكون سبباً مباشراً لسقوط المبنى على مدى الأيام، وذلك بحدوث ظاهرة النحر التى نراها على كثير من المبانى التاريخية بفعل الرياح (صور من ٢٥–٢٨) (شوكت محمد لطفى وأخرون، ٢٠٠٨، ص ٤٢).

جدول (٦) : المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية لسرعة الرياح بالعقدة في محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

الفصول	الشهور	المحطات	
		الداخلة	الخارجة
الشتاء	ديسمبر	٣,٨	٥
	يناير	٤,٣	٥,١
	فبراير	٤,٤	٦
المعدل الفصلي		**٤,٢**	**٥,٤**
الربيع	مارس	٤,٦	٦
	ابريل	٤,٩	٦,٦
	مايو	٤,٦	٦,٥
المعدل الفصلي		**٤,٧**	**٦,٤**
الصيف	يونيو	٥,١	٦,٩
	يوليو	٤,٣	٥,٣
	اغسطس	٤	٦
المعدل الفصلي		**٤,٥**	**٦,١**
الخريف	سبتمبر	٤,٧	٧,٥
	اكتوبر	٤	٦,٤
	نوفمبر	٣,٩	٥,٦
المعدل الفصلي		**٤,٢**	**٦,٥**
المعدل السنوى		**٤,٤**	**٦,١**

المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على:

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإدارة العامة للمناخ، بيانات غير منشورة للفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).



المصدر: من عمل الطالب إعتمادًا على جدول (٦).

شكل (٧) : التوزيع الشهرى لمعدلات سرعة الرياح "بالعقدة" علي محطتى الداخلة والخارجة خلال الفترة (١٩٨٠-٢٠١٠م).

صورة (٢٤) : نحت الرياح لواجهات وأعمدة معبد هبس بالخارجة.

صورة (٢٥) : نحت واجهات المبانى الأثرية بفعل الرياح بمعبد الناضورة بالخارجة.

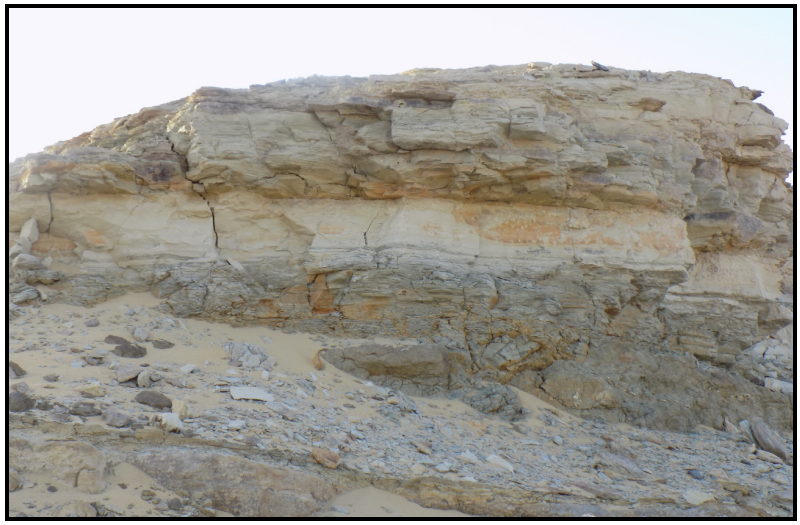
صورة (٢٦) : نحت وهدم الرياح لجبانة البجوات بالخارجة.

صورة (٢٧) : هدم وإنهيار أعمدة وجدران معبد الغويطة بالخارجة.

صورة (٢٨) : نحر وهدم أعمدة وجدران معبد دير الحجر بالداخلة.

وتتسبب الرياح فى تدمير المنشأت الأثرية متعددة مواد البناء بمنخفضى الخارجة والداخلة من عدة جوانب، فالرياح بما تحمله من أتربة ورمال وحصى تعمل على تشويه أسطح وواجهات المبانى الأثرية، كما تتسبب الأحمال والضغوط الريحية فى حدوث التصدعات والميول والإنهيارات للجدران والعناصر المعمارية المعرضة لهذه الضغوط بشكل مباشر، كما تعمل الرياح على إزالة طبقات الطينية فى المبانى المشيدة بالطوب اللبن مما يجعل كتل الطوب عرضة للتلف بواسطة عوامل التجوية المختلفة (صور من ٢٩-٣٢) (Sandrolini and Franzoni, 2007, p. 42).

ومن أكثر الرياح ضرراً على المبانى الأثرية رياح الخماسين، وهى رياح محملة حارة تهب خلال الفترة من مارس إلى يونيو وهى تهب بشكل متقطع لمدة نحو (٣٧ يوماً) وتكون فى أشد حالاتها فى شهور الربيع، حيث ترتفع حرارتها ويزداد جفافها وتزداد سرعتها وتكون أكثر تأثيراً فى نحر واجهات وجدران المبانى والمعابد الأثرية. ومن جانب أخر تعتبر الرياح عاملاً مهماً من عوامل الإرساب فى منخفضى الداخلة والخارجة، فهى تلعب دوراً رئيسياً فى تحريك الكثبان الرملية وسفى الرمال، ويبدو أثرها واضحاً من خلال إمتداد محاور الغرود والكثبان الرملية الطولية فى موازاة إتجاهها العام من الشمال الغربى نحو الجنوب الشرقى والجنوب (محمد صبرى محسوب، ١٩٩٢، ص ٣١٢).



صورة (٢٩) : برى الرياح لصخور معبد بيوريس منطقة عين اللبخة بالخارجة.

صورة (٣٠) : هدم منطقة أثار العين الحديدة بمدينة موط بالداخلة بفعل الرياح.

صورة (٣١) : إنهيار معبد دير أبو متة بالخارجة بفعل الرياح.

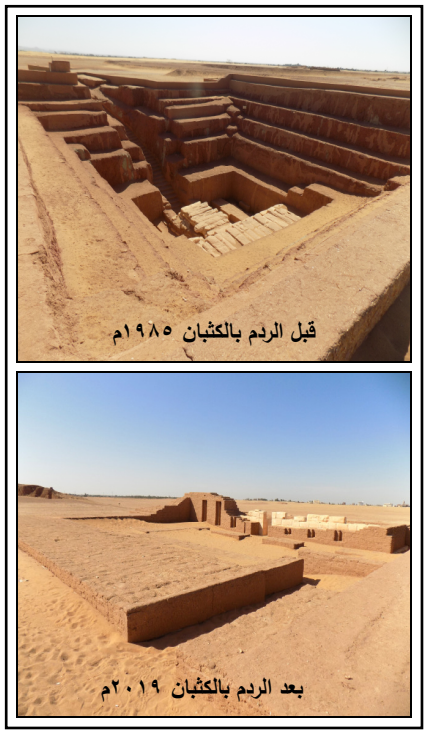
صورة (٣٢) : برى الرياح صخور منطقة تنيدة بالداخلة وتكوين شكل الجمل الرابط.

خامساً – الكثبان الرملية ومخاطرها على المناطق الأثرية :

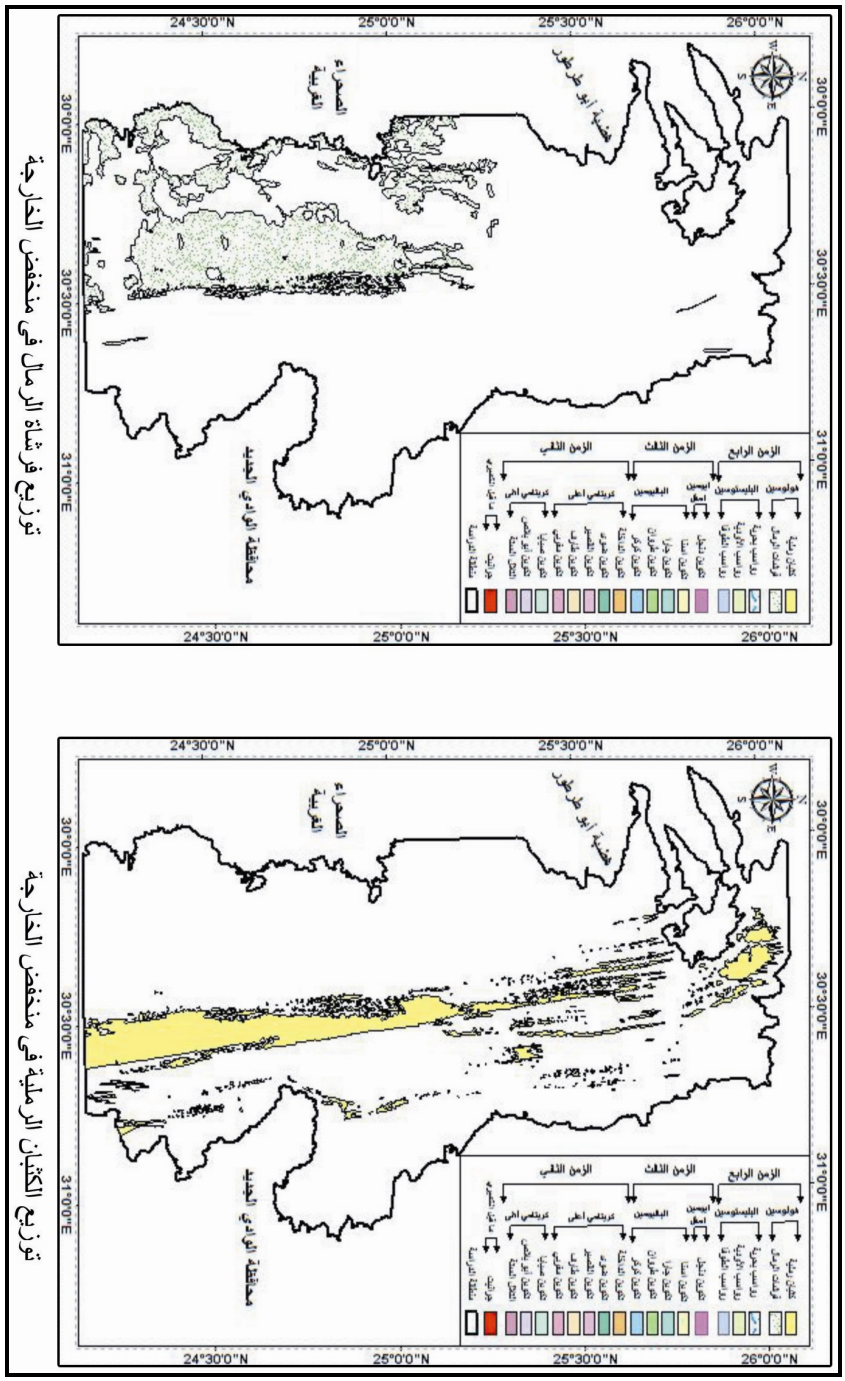
تعتبر الكثبان الرملية من أشد المخاطر التى تواجهها المنشأت الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة، ويرى (أحمد فخرى، ١٩٩٩، ص ٥٤) أن الكثبان الرملية هى اللعنة الكبرى فى الصحراء بصفة عامة وفى منخفضات الصحراء الغربية بصفة خاصة (شكل ٨ أ، ب)، وتعتبر الرياح عاملاً مهماً من عوامل الإرساب فى منطقة الدراسة، فهى تلعب دوراً رئيسياً فى تحريك الكثبان الرملية وسفى الرمال مما يؤدى إلى تغطية وردم العديد من المبانى والمعابد الأثرية (صورة ٣٣).

وتمتد الكثبان الرملية فى منخفض **الخارجة** على شكل سلاسل توازى الحافة الشرقية من الشمال إلى الجنوب، ومن أوضح هذه المناطق إلى الجنوب الشرقى من باريس شمال قرية درويش ثم شمال الحافة عند باريس، كما تمتد الكثبان فى عدد من السلاسل أكثر وضوحاً فى الجانب الغربى من المنخفض فوق السهول الرملية بمنطقة جبل طارف.

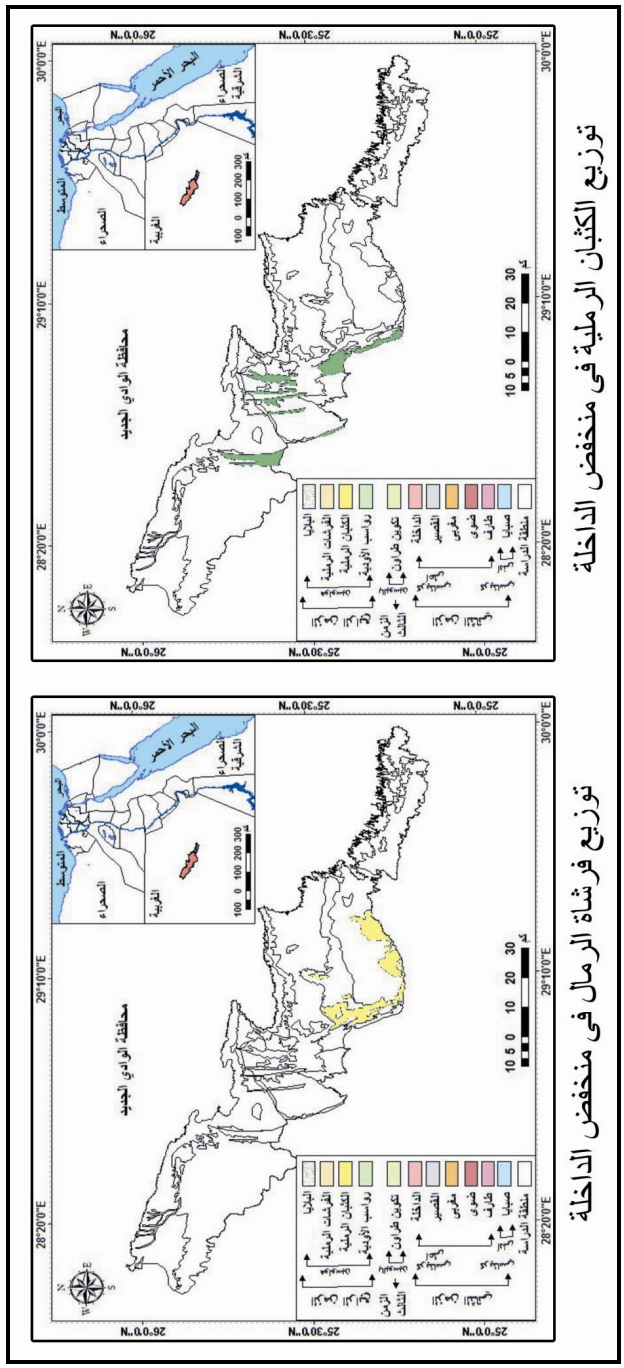
ثم توجد مجموعة ضخمة من هذه الكثبان الهلالية فيما بين بولاق وباريس فى الجانب الغربى للمنخفض، وهناك إرسابات رملية أخرى فى أشكال طولية وهى خطوط رملية متفاوتة الإرتفاع تتراكم فى ظل بعض العقبات الصحراوية (دولت أحمد صادق، ١٩٦٥، ص ١٢٣).



صورة (٣٣) : تعرض معبد ايمى بيبى وبشرو للردم الكامل من الكثبان الرملية بالداخلة.



شكل (٨) : (أ) توزيع الكثبان الرملية وفرشاة الرمال فى منخفض الخارجة.

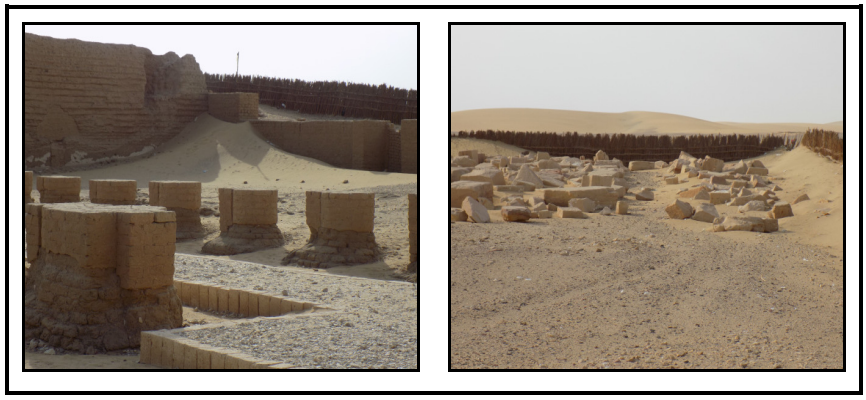


المصدر: من عمل الطالب اعتمادًا على: الخرائط الجيولوجية، كونكو كورال، مقياس ١: ٥٠٠,٠٠٠، عام ١٩٨٧م. باستخدام برنامج ArcGIS 10.

شكل (٨) : (ب) توزيع الكثبان الرملية وفرشاة الرمال فى منخفض الداخلة.

أما فى منخفض **الداخلة** فتمتد الفرشات والكثبان الرملية فى غرب المنخفض بين القصر وغرب الموهوب، وتبدو على هيئة أحزمة ضيقة ذات إتجاه شمالى غربى – جنوبى شرقى (Hermina, 1990, p. 287). ونتيجة لهذه المساحة الكبيرة للكثبان الرملية التى تغطى ٩,٥% من مساحة منخفض الخارجة و ٨,٤% من مساحة منخفض الداخلة، مما نتج عنه تعرض العديد من المناطق الأثرية فى فترات هبوب الرياح إلى الردم بفعل الكثبان أو تغطيتها بشكل كامل أو الهجوم عليها كما هو الحال فى معبد اللبخة فى الخارجة (صورة ٣٤). أما الداخلة فقد تأثرت المناطق الأثرية إلى حد كبير بحركة الرمال مما نتج عنه حدوث العديد من المخاطر والأضرار للعديد من المعابد مثل معبد ايمى بيبى وبشرو الذى تم ردمه بالكثبان الرملية (صورة ٣٥)، ومعبد العين الجديدة ومعبد دير الحجر (صورة ٣٦).

صورة (٣٤) : تعرض معبد عين اللبخة بالخارجة لخطر الكثبان الرملية.



صورة (٣٥) : تعرض أسوار معبد دير الحجر بالداخلة لخطر الكثبان الرملية.

صورة (٣٦) : ردم الكثبان لمعبد العين الجديدة بالداخلة.

التوصيات :

١- عمل خريطة أثرية للمواقع التاريخية بمنخفضى الداخلة والخارجة تحدد عليها كافة المنشأت الأثرية وحالتها من قوة وضعف.

٢- ضرورة تطبيق نظم المعلومات الجغرافية وتفعيلها فى حماية المناطق التاريخية بمنخفضى الداخلة والخارجة، وذلك من خلال عمل قاعدة بيانات يتم فيها حصر المواقع والمنشأت التاريخية وما يتعلق من بيانات حول الأضرار والأخطار المناخية التى تتعرض لها المبانى والمواقع الأثرية.

٣- تخصيص الموارد المالية اللازمة لتنفيذ مشاريع الترميم والصيانة للمبانى والمواقع الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة.

٤- دراسة وضع المياه الأرضية فى المناطق الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة ، والعمل على تخفيض مستواها عند الحد الأمنى حفاظاً على المنشأت الأثرية المشيدة على تربة يرتفع بها منسوب المياه الأرضية.

٥- دراسة حركة الرياح واتجاهاتها بمنخفضى الداخلة والخارجة ومن ثم حركة الكثبان الرملية وتأثيراتها على المنشأت الأثرية ، وإتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من مخاطر تلك الكثبان.

٦- تطبيق نظم الصيانة الدورية للمنشأت الأثرية بمنخفضى الداخلة والخارجة، وتوفير الموارد المالية التى تغطى تكاليف أعمال الترميم وإعادة الحالة إلى ما كانت عليه قبل التلف.

المصادر والمراجع

أولاً : باللغة العربية.

أ) الإحصاءات والتقارير :

١. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات عن شبكة المحطات، الإدارة العامة للمحطات، القاهرة.

٢. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة لمحطات الداخلة والخارجة والبحرية وسوهاج خلال الفترة (١٩٨٠–٢٠١٠م)، الإدارة العامة للمناخ، القاهرة.

٣. تقرير التنمية البشرية (٢٠٠٧–٢٠٠٨): محاربة تغير المناخ "التضامن الإنساني في علم منقسم"، برنامج الأمم المتحدة للتنمية (UNDF).

٤. مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء ، تقرير غير منشور عن حوادث الطرق، القاهرة.

٥. وزارة التخطيط (١٩٩٣): إستراتيجية التنمية الشاملة لإقليم القاهرة الكبرى ، القاهرة .

ب) الخرائط والأطالس والمرئيات الفضائية :

١. إدارة المساحة العسكرية (١٩٨٦): خرائط مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠، ويبلغ عدد الخرائط التي تغطى منطقة الدراسة (لوحتان: لوحة لمنخفض الداخلة، لوحة لمنخفض الخارجة)، طبعة ١٩٨٥، القاهرة.

٢. إدارة المساحة العسكرية (١٩٨٦): خرائط مقياس ١ : ٢٥٠,٠٠٠، ويبلغ عدد الخرائط التي تغطى منطقة الدراسة لوحتان (منخفض الخارجة ومنخفض الداخلة) إنتاج إدارة المساحة العسكرية، طبعة ١٩٨٥، القاهرة.

٣. الهيئة المصرية العامة للبترول، كونكو كورال (١٩٨٦): خرائط مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠، خريطة مصر الجيولوجية (لوحة منخفض الداخلة، لوحة منخفض الخارجة)، القاهرة.

٥. مرئية فضائية Land Sat MSS، دقة مكانية ٧٩ متراً، سنة ١٩٨٤.

٦. مرئية فضائية Land Sat TM، دقة مكانية ٢٩ متراً، سنة ١٩٩٠.

٧. مرئية فضائية Land Sat ETM+، دقة مكانية ١٥ متراً، سنة ٢٠٠١.

ج) الدوريات والمقالات :

١. أحمد فخرى (١٩٧٣): الموسوعة المصرية، المجلد الأول، الجزء الأول، تاريخ مصر القديمة وأثارها، وزارة الثقافة والإعلام، جمهورية مصر العربية.

٢. إبراهيم سليمان الأحيدب (١٩٩٦): بعض المخاطر الطبيعية الأرضية والجوية في المملكة العربية السعودية "دراسة جغرافية"، المجلة الجغرافية المصرية، القاهرة .
٣. إيان ج. سيمونز، ترجمة : السيد محمد عثمان (يونيو ١٩٩٧): البيئة والإنسان عبر العصور، عالم المعرفة، العدد ٢٢٢، المجلس الوطني للثقافة والفنون والأدب، الكويت.
٤. حسين محمد حسن القلاوى (١٩٩٦) : المناخ وأثره على بعض جوانب البيئة فى سلطة عمان، المجلة العربية، العدد الثامن والعشرون، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
٥. دولت أحمد صادق (١٩٦٥): الوادى الجديد، دراسة جغرافية لمنخفض الخارجة، الجمعية الجغرافية المصرية ، المحاضرة العامة ، الموسم الثقافى لسنة ١٩٦٥م، دار الطباعة الحديثة.
٦. سمير سامي محمود (٢٠٠٠) : المخاطر البيئية في مصر من منظور جيومورفولوجى، مجلة كلية الآداب، العدد الرابع، جامعة القاهرة.
٧. شحاتة سيد أحمد طلبة (٢٠٠١): الخصائص المناخية لفترات الحر والبرد التي تتعرض لها مصر في فصل الربيع، مجلة الأرصاد الجوية، العدد الثامن عشر، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.
٨. شحاتة سيد أحمد طلبة (٢٠٠٤): اثر المناخ على راحة الإنسان بمنطقة المدينة المنورة "دراسة في المناخ التطبيقي"، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والأربعو ، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
٩. شوكت محمد لطفى القاضى، أمل عبد الوارث محمد عبد الوارث، كامل عبد الناصر أحمد (٢٠٠٨)، تدهور المبانى التاريخية فى الدول العربية (الأسباب وطرق الوقاية)، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المبانى فى الدول العربية، الرياض، السعودية.
١٠. طارق زكريا إبراهيم سالم (٢٠٠٤): العواصف الرملية والترابية وأثرها على الزراعة في منطقة جيزان بالمملكة العربية السعودية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والأربعون ج٢، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
١١. عمار مصطفى أحمد (٢٠٠٩): الصحارى والواحات المصرية المشكلات والتنمية، ندوة الواحات المصرية "المشكلات والتنمية"، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، الجيزة.
١٢. فتحي محمد عشماوي (٢٠٠٩): ملامح مناخ مصر فى النصف الأول من ٢٠٠٩ (يناير – يونيو ٢٠٠٩)، مجلة الأرصاد الجوية، العدد التاسع عشر، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.
١٣. مسعد سلامة مندور (٥ إبريل ٢٠٠٥): المشكلات المناخية في الواحات البحرية "دراسة في المناخ التطبيقي"، ندوة التنمية والبيئة في الصحارى المصرية، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، الجيزة.

١٤. نجيب عبد الرحمن الحداد (٢٠٠٨): الإنهيارات الصخرية بالجمهورية اليمنية، ندوة إدارة الكوارث وسلامة المبانى فى الدول العربية، الرياض، السعودية.
١٥. يوسف عبد المجيد فايد (١٩٦٤): المناخ والإنسان، الجمعية الجغرافية المصرية، المحاضرات العامة للموسم الثقافي، دار الطباعة الحديثة، القاهرة.
١٦. يوسف عبد الجيد فايد (١٩٨٩): التغيرات المناخية الحديثة، المحاضرات العامة للموسمين الثقافيين (١٩٨٨-١٩٨٩)، (١٩٨٩-١٩٩٠)، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.

د) الرسائل العلمية :

١. أماني حسين محمد حسن (٢٠٠٣) : المشكلات البيئية بمنخفض الخارجة "دراسة جغرافية"، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة أسيوط.
٢. حسين محمد حسن القلاوى (١٩٨٣) : المناخ وأثره على البيئة في صحراء مصر الغربية "دراسة كارتوجرافية" رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم جغرافيا، كلية الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٣. سعد يونس غباشى عطية (٢٠٠١): الخصائص الهيدروجيولوجية لنظام خزان الحجر الرملي النوبي في منخفض الواحات الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة عين شمس.
٤. سناء حسين عطية (١٩٧٠): جيولوجية ما تحت السطح في الواحات الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة.
٥. شحاتة سيد أحمد طلبة (١٩٨٣): المطر في مصر "دراسة في الجغرافيا المناخية"، رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٦. شحاتة سيد أحمد طلبة (١٩٩٤) : موجات الحر والبرد في مصر وأثرها على الزراعة "دراسة في المناخ التطبيقي" رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٧. طارق زكريا إبراهيم سالم (١٩٩٧): دور المنخفضات الجوية في مصر "دراسة في الجغرافية المناخية"، رسالة دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الزقازيق.
٨. طه محمد جاد (١٩٧٤): منخفض الداخلة "دراسة جيمورفولوجية"، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٩. محمود عبد الحافظ محمد أدم (٢٠١٢): دراسة تحليلية مقارنة فى تلف وعلاج وصيانة المبانى الأثرية متعددة مواد البناء بواحتى الخارجة والداخلة تطبيقاً على بعض المبانى الأثرية المختارة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الترميم، كلية الأثار، جامعة القاهرة.

١٠. محمود عبد الحافظ محمد أدم (٢٠٠٧): دراسة علاج وصيانة المنشأت الطينية التاريخية تطبيقاً على المبانى الطينية بمدينة القصر الإسلامية بواحة الداخلة، رسالة ماجستير، قسم الترميم، كلية الأثار، جامعة القاهرة.
١١. محمد نصر الدين إبراهيم الجمل (١٩٧٠): جيولوجية المياه الجوفية في منطقة الداخلة، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة القاهرة.
١٢. نشوة محمد ابراهيم مغربى (٢٠٠٦): المناخ وأثره على بعض جوانب النشاط البشرى فى صحراء مصر الغربية، دراسة فى المناخ التطبيقى، دكتوراه، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية البنات، جامعة عين شمس.

هـ) المراجع العربية :

١. أمال إسماعيل حسن شاور (١٩٧٩): الجيومورفولوجيا والمناخ "دراسة تحليلية"، مكتبة الخانجى، القاهرة.
٢. أحمد على إسماعيل (١٩٩٥): البيئة المصرية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
٣. جمال حمدان (بدون تاريخ) : شخصية مصر "دراسة في عبقرية المكان"، ج١، دار الهلال، القاهرة.
٤. جمال حمدان (١٩٨٤): شخصية مصر "دراسة في عبقرية المكان"، ج٢، علم الكتب، القاهرة.
٥. جودة فتحي التركماني (٢٠٠٦أ): أسس الجغرافيا البيئية "دراسة معاصرة"، ط١، دار الثقافة العربية، القاهرة .
٦. جودة فتحي التركماني (٢٠٠٧ب): جغرافية الأخطار والكوارث الطبيعية، ط٢، دار الثقافة العربية، القاهرة.
٧. على حسن موسى (١٩٨٦): التغيرات المناخية، دار الفكر، دمشق، سوريا.
٨. على حسن موسى (١٩٨٩): مناخات العالم، ط٢، دار الفكر، دمشق، سوريا.
٩. على عبنده (١٩٨٤): المناخ والتصحر في الجزيرة العربية، دائرة الأرصاد الجوية، قسم المناخ، المملكة العربية السعودية.
١٠. على على البنا (٢٠٠٠): المشكلات البيئية وصيانة الموارد الطبيعية "نماذج دراسية في الجغرافيا التطبيقية"، ط١، دار الفكر العربي، القاهرة.
١١. محمد صبري محسوب (١٩٩٢): صحراء مصر الغربية "دراسة في الجغرافيا الطبيعية"، ب-ن.
١٢. محمد صبرى محسوب سليم (١٩٩٢): صحراء مصر الغربية، دراسة فى الجغرافية الطبيعية، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٣. مضر خليل عمر الكيلانى (٢٠٠٤): قياس تداعى الموجود العمرانى، أسس ومنهج، قسم الجغرافيا، جامعة تكريت.

١٤. نعمان شحاتة (١٩٨٨): الجغرافيا المناخية "علم المناخ"، دار القلم، دبي، الأمارات.

ثانياً: باللغة غير العربية.

أ) الإحصاءات والتقارير:

1. The Egyptian Meteorological Authority : Monthly Weather Reports For The Period (1950-1985), Cairo.
2. Ministry of Civil Aviation, Meteorological Authority (July, 1979) Climatologic Normals For The Arab Republic of Egypt, Up To 1975, Cairo.
3. World Bank (April, 1972): Industry, Sector Working Paper .

ب) الكتب والمراجع :

1. Ali, A.A. (1994): Khamsin Conditions in Egypt. Bulletin of Egyptian Geographical Society, Vol. 67, Cairo.
2. Ali A.A. (1999): Climate Change and Desertification. Bulletin of Egyptian Geographical Society, Vol. 72, Cairo.
3. Abd El-Hadi, M. (1994): The structural damage of the building stones as effects of the phisio-chemical factors, IN, Stone material in monuments; diagnosis and conservation, Second Course, Heraklion – Crete (24-30 May, 1993).
4. Ahmad, A.G. (2004): The dilapidation survey report, IN, Majalah Akitek, Vol. 16 , Issue 1, First Quarter .
5. Elfandy, M.G. (1948): The Effect of The Sudan Monsoon Low On The Development of Thunder Condition In Egypt, Palestine and Syria, Quart. J. Roy. Met. Soc., Vol. 74, London.
6. El-Hussainy, F.M. and Essa. K.S.M. (1997): The Phase Lag of Temperature Behind Global Solar Radiation Over Egypt. Theoretical and Applied Climatology, No. 58, Springer Verlag, Austria.
7. El-Sabban, A.F. (1973): A Comparative Study of Climatological Features of Global Radiation at Two Stations in Egypt. Meteorological Research Bulletin, Vol. 5, pp. 79-95.
8. Helmi, F.M. (1990): Deterioration and conservation of some mud brick in Egypt, IN, 6^{TH} international conference on the conservation of earthen architecture, Adobe 90 preprints, Iascruces, New Mexico, U.S.A., October (14-19) .
9. Hermina, M. (1990): The surroundinds of Kharga, Dakhla and farafra oases, IN, The Geology of Egypt, Edited by; Said, R., Balkema, A.A. Rotterdam/ Brookfield.
10. Nakagawa, Sh. (1984): Study on Evapotranspiration From Pasture Environmental Research Center Papers, Tsukuba Univ., Japan.
11. Omran, M.A. (2000): Analysis of Solar Radiation Over Egypt. Theoretical And Applied Climatology. No. 67, Springer Verlag, Austria.

12. Pel, L., Kopinga, K. and Brocken, H. (1996): Moisture transport in porous building materials, HERON, Vol. 41, No. 2.
13. Soliman, K.H. (1962): The Climate of United Arab Republic. World Survey of Climatology, Vol. 10, London.
14. Sandrolini, F., Franzoni, E., Cuppini, G. and Caggiati, L. (2007): Materials decay and environmental attack in the pio palace at Carpi : Aholistic approach for historical architectural surfaces conservation, Elsevier, Building and Environment 42.
15. Simionescu, A.B. (2009): Durability of monumental stones treated with Siloxane-based water repellent, PhD Thesis, Alma Mater Studiorum – Universta di Bologna.

ج) المواقع الإلكترونية :

1. http://hdr.undp.org
2. http://www.articlesbase.com
3. http://www.strac-eng.com (2009) .
4. http://www.minamar.com/kharga_oasis_map.htm (2012).
5. http://www.minamar.com/ oasis_egypt_map.htm (2012).
6. http://www.tartoos.com/Homepage/Rtable/medecinMag/Skin/Skinl15.htm.
7. http://www.wacker.com (2011).

ABSTRACT

This study deals with the climatic risks and damages upon the archeological buildings at the low regions of El-Dakhla and El-Kharga for the negligence of these establishments without the interest in solution for the protection against risks from nature will lead to total extinction and des traction.

This study deals with the effect of temperature upon the archeological regions which suffer from drought and rise of temperature that cause the expansion and shrink due to the higher difference in temperature for these rocks and bricks that falls gradually along with the effect of humidity on archeological regions the reduce the resistance of building materials, that melt along with the collapse of pillars in temples and monumental areas, with cracks in the walls of these temples.

This study deals with the effect on archeological regions at El-Dakhla and El-Kharga, as the speed of wind plays a great role in the destruction of archeological areas due to friction and collision with the surfaces of historical buildings and its pressure on its walls that would be damaged.

This study deans with the sand dunes and its risks on archeological areas in El-Dakhla and El-Kharga, for these dunes represents a huge danger on archeological temples and buildings, for the sand may cover many of the temples and buildings, along with the suitable scientific solutions in El-Dakhla and El-Kharga through the suggested recommendation from the researcher for the protection of monumental buildings.

Key Words: El-Dakhla And El-Kharga Depressions, Climatological Hazards, Environmental Hazards, Sand Encroachment (Movement, Creep), The Temperature, The Humidity, Solar Radiation, The Wind, The Weathering, Salt Weathering.