ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/365385333

تأثير العمليات المورفومناخية على مدينة نيبور (نفر) الحضارية

Article · November 2022

DOI: 10.25130/jtuh.29.11.1.2022.11

CITATIONS
0

READS
5

3 authors, including:

Marwah Hasan

9 PUBLICATIONS **0** CITATIONS

SEE PROFILE

Falah Abed

Technical College Baghdad

15 PUBLICATIONS **23** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

photogrammetry View project

Integrated Approach and GIS Application for Planning and Management Toward Poverty Alleviation: A Case Study on Iraq View project

All content following this page was uploaded by Marwah Hasan on 06 March 2023.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

The Effect of Morphological and Climatic Processes on the Cultural City of Nippur (Nuffar)

Marwah A. Hasan

Technical Institute Samawah, Al-Furat Al-Awsat Technical University

Dr. Falah H. Abed*

Directorate of Scholarships and Cultural Relations, Ministry of Higher Education and Scientific Research

Dr. Prof. Sarhan N. Al-Khafaji
College of Education for Human Sciences, Al-Muthanna University

* *Corresponding author: E-mail* :
falah2020@yahoo.com

***Keywords*:**
Morphoclimatic
Civilization
Nippur
Erosion
Weathering.

A R T I C L E I N F O

Article history:
Received 9 June. 2021
Accepted 16 June 2022
Available online 10 Nov 2022
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©2022 COLLEGE OF Education for Human Sciences, TIKRIT UNIVERSITY. THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The analysis of the impact of morphological and climatic processes on the cultural city of Nippur (Nuffar) dealt with watching the most important archaeological cities in southern Iraq. A geographical study, is a study of natural geographical areas and their role in geographical study activities, geographical morphology, mechanics and influences in divergent study. Mechanical weathering is considered one of the most active types of weathering in the region, in addition to the processes of wind and rain erosion and its prominent impact on archaeological monuments. The activity of morphoclimatic processes has been measured. Represented by the processes of rain and wind erosion and the rates of annual climatic susceptibility to wind erosion, the evidence of erosion in the Al-Diwaniyah climatic station was very high. It became clear that the processes of rain erosion have a clear and significant impact on the archaeological sites represented by collision and plate erosion and the erosion of water bodies and grooves, and the sedimentary morphoclimatic processes represented by rain and wind deposition have a clear and significant effect represented by the burial of many archaeological sites in the archaeological area. Also, various environmental disturbances, such as fluctuation, climatic change and geological disturbances, contribute to a very large extent to the instability of these morphological processes and their effects on the study area.

© 2022 JTUH, College of Education for Human Sciences, Tikrit University

DOI: http://dx.doi.org/10.25130/jtuh.29.11.1.2022.11

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

تأثير العمليات المورفومناخية على مدينة نيبور (نفر) الحضارية

م.م مروة عبد الهادي حسن / معهد السماوة التقني/ جامعة الفرات الاوسط التقنية
م.د. فلاح حسن عبد/ دائرة البعثات والعلاقات الثقافية/ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
أ . د سرحان نعيم الخفاجي / كلية التربية للعلوم الانسانية/ جامعة المثنى

الخلاصة:

تناول البحث تحليل أثر العمليات المورفومناخية على مدينة نيبور (نفر) الحضارية , والتي تمثل أهم

المدن الأثرية في جنوب العراق . وتهدف الدراسة الى تحليل أبرز خصائص الجغرافية الطبيعية ودورها في نشاط أو ضعف العمليات المورفومناخية المؤثرة على المواقع الأثرية , وقد اظهرت الدراسة أن فعل العمليات المورفورمناخية على مدينة نيبور (نفر) الحضارية هي الأكثر تأثيراً على المعالم الأثرية في المنطقة , والمتمثلة بعمليات التجوية الكيميائية والميكانيكية والبيولوجية وتأثيراتها المتباينة , وقد عدت التجوية الميكانيكية من أنشط أنواع التجوية في المنطقة , فضلاً عن عمليات التعرية الريحية والمطرية واثرها البارز التي تمارسه على المعالم الأثرية , وقد تم قياس نشاط العمليات المورفومناخية . متمثلة بعمليات التعرية المطرية والريحية ومعدلات القابلية المُناخية السنوية للتعرية الريحية فكانت قرينة التعرية في محطة الديوانية المُناخية عالية جداً . واتضح إن عمليات التعرية المطرية ذات تأثير واضح وكبير على المواقع الاثرية تتمثل بالتعرية التصادمية والصفائحية وتعرية المسيلات والأخاديد المائية , و للعمليات المورفومناخية الارسابية المتمثلة بالترسيب المطري والريحي اثر واضح وكبير متمثل بطمر الكثير من المواقع الاثرية في المنطقة الاثرية ، كما تساهم الاضطرابات البئية المختلفة، كالتذبذب والتغيير المناخي والاضطرابات الجيولوجية إلى حد كبير جداً في عدم استقرار تلك العمليات المورفومناخية وتأثيراتها على منطقة الدراسة .

الكلمات المفتاحية :المورفومناخية، الحضارية ، نيبور(نفر) ، التعرية ، التجوية .

المقدمة :

تعد العمليات المورفومناخية جزءاً من الانظمة الطبيعية للأرض , الا ان تزايد وتيرة حدوثها في انحاء العالم , ولاسيما في العروض الوسطى والدنيا من الاراضي الجافة وشبه الجافة من سطح الارض والتي تعاني من مشاكل الاحتباس الحراري(تغلب،١٩٩٥،ص١٤٥), اذ يشكل سطح الارض مجالا للتفاعل مع كل من الظواهر الطبيعية والبشرية المتأثرة بعدة قوى خارجية تعمل على تغير أو تعديل شكل هذه الظواهر, وتعرف هذه القوى بالعمليات المورفومناخية , من خلال عمليات التجوية والتعرية والترسيب , أذ ترتبط العمليات المورفومناخية بصورة ظاهرية مع العوامل المناخية ,ولا يمكن الفصل بينهما فهنالك تأثيراً كبيراً للعوامل المناخية على العمليات الجيومورفولوجية , ضمن دراسة علم الاشكال الارضية أتضحت حقيقة مفادها أن سطح الارض ليس ثابت بل هو متغير بشكل غير ملحوظ في كثير من المناطق وذلك لبطيء العمليات المؤثرة لحدوثه , فجميع هذه التغيرات هي محصلة لثلاث متغيرات مشتركة بتأثير كل متغير منها بمقدار معين في السرعة ونوعية الشكل لنشوء الظاهرة ,وبحسب ظروف طبيعة المنطقة السائدة وهذه المتغيرات تمثل ب(العامل , العملية , الزمن)(العبودي،٢٠١٦،ص٩٨). ولغرض معرفة ما مدى التأثير لتلك العمليات بالمتغيرات المناخية , لذا تناولت الدراسة العمليات المورفومناخية المهمة التي تساهم في تغير معالم مدينة نيبور (نفر) الحضارية .

مشكلة البحث :

١-هل أثرت العمليات المورفومناخية عبر الزمن على المعالم الأثرية في مدينة نيبور (نفر) الحضارية بصورة واضحة ؟

٢-كيف أثرت العوامل والعمليات المورفومناخية على معالم مدينة نيبور (نفر) الحضارية ؟

فرضية البحث :

١-هنالك تأثيرات لمختلف العمليات المورفومناخية في تغيير ملامح مدينة نيبور (نفر) الحضارية بشكل واضح .

٢-ان العمليات المورفومناخية ذات تأثير كبير , ولاسيما عمليات التجوية والتعرية الريحية والمطرية التي تؤثر في أبنية المعالم الأثرية في منطقة الدراسة وتساهم في تأكلها واندراسها .

أهداف البحث :

يهدف موضوع البحث إلى ما يأتي:

١-تحليل دور الخصائص الجغرافية الطبيعية في التأثير على المدينة الحضارية.

٢- أبراز اثر العمليات المورفومناخية التجوية والتعرية على المواقع الأثرية .

٣-تأكيد دور العمليات المورفومناخية في تغيير معالم المدينة الاثرية عبر مراحل نشأتها والى الان.

منهجية البحث :

اعتمدت الدراسة في تناولها لهذا الموضوع المنهج التحليلي باعتماد أسلوب تحليل البيانات الإحصائية واستخدام المعادلات الرياضية , كما استخدمت المنهج الوصفي في وصفه المعالم الحضارية للمواقع الاثارية في مدينة نيبور (نفر) الحضارية وإظهار العلاقات والترابط بين العوامل المُناخية والعمليات الجيومورفولوجية وتفاعلها معاً ومدى تأثيرها المباشر على المعالم الأثرية .

الحدود المكانية والزمانية:

تقع مدينة نيبور (نفر) الحضارية في محافظة القادسية وسط العراق (خريطة ١) , وعلى خط طول (٠٢. ١٥ ،٤٥ْ) شرقاً , و دائرة عرض (٠٨. ١٠ ،٣٢ْ) شمالاً . وتقع جغرافياً الى الشرق من قضاء عفك شمال شرق محافظة القادسية وعلى بعد ٣٧كم من مركز المحافظة و٧ كم من مركز قضاء عفك, وتبلغ مساحتها تقريباً (٥كم٢), يحدها من الشمال اراضي زراعية تابعة لعشيرة ال مرجان وال ورش ,

ومن الشرق منطقة الصخرة وأراضي زراعية , ومن جهة الجنوب والجنوب الغربي أراضي زراعية تابعة لعشيرة ال حمود ، وتقع على ارتفاع ٢٠م عن مستوى الاراضي المجاورة خريطة (١) و(٢).

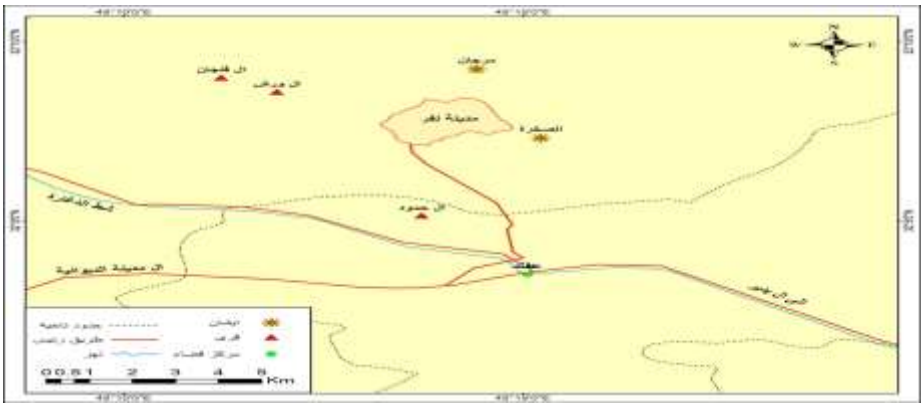
خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من محافظة القادسية .

المصدر:

١-خريطة العراق : وزارة الموارد المائية ، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ،/ بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠١٨ .

٢-خريطة الديوانية : وزارة الموارد المائية ، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ،/ بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠١٨ .

خريطة (٢) موقع مدينة نيبور (نفر)



المصدر:

١-خريطة العراق : وزارة الموارد المائية ، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ،/ بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠١٨ .

٢-خريطة الديوانية : وزارة الموارد المائية ، الهياة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ،/ بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، بغداد ، ٢٠١٨ .

الحدود الزمانية :

تعتمد الحدود الزمانية للدراسة على ما تم الحصول عليه من البيانات للعناصر والظواهر المُناخية , اذ تمتد المدة الزمنية للعناصر المُناخية لدورة مناخية (٣٠) عاماً للمدة من (١٩٩٠-٢٠١٩ م) .

١-اصل المدينة وأنشائها:

تعد مدينة نيبور(نفر) من المدن السومرية المهمة ، ويرجع تاريخ أنشائها الى الالف الثالث قبل الميلاد، وقد كانت مركزاً دينياً خطيراً في العهد السومري اذ كانت مقر الهيكل المشهور(اين ليل)اله الارضين وزقورته (اي كور)، وقد تعاقب على بنائه وتجديدة ملوك عديدين(احمد سوسة).

٢- عمليات التجوية (Weathering operations) .

التجوية هي عملية يحدث من خلالها تفكيك الصخور ميكانيكياً أو تحللها كيميائياُ بفعل عوامل جوية متعددة دون ان ينتقل من مكانه(السيد،٢٠١٥،ص٦١) , بعدة طرق فيزيائية أو كيميائية أو بايلوجية (حياتية) فتعمل على تحويل الصخور الى مفتتات قابلة للحت ومتهيئة للنقل والترسيب , كما انها تساهم في عملية تكوين الترب وتطورها بواسطة عامل الرياح والمياه والجليد(Richard,,2007,p154), وتعد عمليات التجوية المرحلة الاولى المؤثرة على سطح الارض من العمليات المورفومناخية , التي تتميز ببطيء حدوثها والتي لا يمكن ملاحظتها مباشرة , وذلك من خلال ملاحظة المعلومات الاثرية والتاريخية عن طبيعة المباني المشيدة في الحضارات القديمة والمواد المستخدمة فيها , اذ تختلف انواع التجوية وصورها التي تتعرض لها المواقع الاثرية تبعاً للمدة الزمنية والاختلافات في العوامل المؤثرة في نوع التجوية التي تساهم في نشاطها وأهمها العوامل المناخية والتراكيب المعدنية لصخور المباني في منطقة الدراسة , وبسبب اختلاف الطرق التي يتأكل بها الأجر , عند تعرضها للتجوية فقد تم تقسيم التجوية التي تتعرض لها المنطقة الى الأنواع التالية:

٢-١- التجوية الفيزيائية (Physical Weathering)

هي عملية تفكك الصخور الاصلية الكبيرة الحجم الى قطعاً صغيرة مختلفة في الحجم محتفظة بخصائص الماد الاصلية , فهي العملية التي من خلالها لا يطرأ أي تغير في نوعية التركيب المعدني(الشمري،٢٠١٠،ص١٠٨), وتعد التجوية الميكانيكية هي السائدة في الاقاليم الجافة , وتتم بفعل عمليات التفتت الحبيبي والتقشر والتشقق وتشير جميعها الى طرق يتم من خلالها تفتت وتشظي الأجر بأشكال واحجام متباينة فتكتسب خصائص طبيعية جديدة(كربل،٢٠١١،ص٦٢) . قد تؤدي التجوية الى أحداث نوع من الازاحة المحددة لتلك المفتتات المجواة , وذلك من خلال ما تتعرض له

من تغيرات في أحجام الأجر أو الطابوق المستخدم في البناء , في مثل النمو البلوري والانبعاج والغسل والانتفاخ (الانتفاش) وغيرها , فتحدث عمليات منفردة لكل مكون من الطابوق(كربل،٢٠١١،ص٦٢) . بسبب الاختلاف في درجات الحرارة أُو الصقيع او بفعل الاحياء الارضية التي تعمل على تقشر وتفتت اسطح الطابوق والبنايات(المختار،مسعود،٢٠١١،ص٧٦) , فتصبح متهيئة لتحملها الرياح بسرعة (٧ م/ ثا) فأكثر فضلاً عما تقوم به الامطار من عمليات التحطيم والتفتيت لذرات الطابوق بفعل قوة تصادم قطرات المطر مع الطابوق , وبتزامن ارتفاع مستوى المياه الجوفية مع قيم التبخر المرتفعة المؤدي الى نمو البلورات الملحية الذي يزيد من عملها الجيومورفولوجي المؤثر على المواقع الاثرية في المنطقة وبالتالي تتدهور وتتأثر المباني التاريخية والتلال الاثرية ,فتظهر الشقوق التي تؤدي الى التفكك في جدران واسطح المباني ، صورة (١) , نتيجة للاختلاف في الحرارة بين الليل والنهار وبين فصول وأُشهر السنة , ذا تتأثر بهذا التباين مواد البناء المستخدمة لبناء الاثار في منطقة نيبور الحضارية فتنشأ أُهم أُنواع التجوية الفيزيائية المؤثرة على منطقة الدراسة وهي ما يلي :-

٢-١- ١- التجوية الفيزيائية الحرارية (بفعل التمدد والتقلص)

تمثل التجوية الحرارية أُكثر انواع التجوية الفيزيائية أُهمية تأثيراً على الصخور ومواد البناء , وغالباً ما تحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة , بسبب تباين درجات الحرارة الشديد في هذه المناطق والمديات المرتفعة اليومية والفصلية(محسوب,١٩٨٥،ص٢٠) .

صورة (١) توضح تأثير التجوية الفيزيائية على بعض جدران المباني الاثرية

المصدر: الدراسة الميدانية ١٥/١٠/ ٢٠٢١

يعد تباين درجات الحرارة واختلاف كميات الاشعاع الشمسي الوارد الى سطح الارض والاختلاف في المدى الحراري اليومي والسنوي من أُكثر العوامل تأثيراً في تمدد جدران الأبنية الاثرية والمواد اللاحمة لها وأُنكماشها بصورة متكررة والذي يودي بدوره لخلخلة هياكل الابنية والتفتيت لأجزائها نتيجة الاجهاد

على صخور المباني الاثرية ومواد بنائها , بفعل عناصر المناخ من خلال عمليات التبريد والتسخين وما ينتج عنها من تمدد وتقلص بتعرض المعدن المكون لمواد البناء للتباين الحراري , فيؤدي الى التفكك والتكسر لهذه المواد وبتنشيط عمليات التجوية الفيزيائية الحرارية وبسبب تباين معدلات درجات الحرارة اليومية والفصلية , آذ ترتفع الحرارة خلال ساعات النهار نتيجة الاختلاف في زاوية السقوط للإشعاع الشمسي وطول النهار خلال اشهر (تموز وآب وأيلول), أذ سجلت محطة الديوانية اعلى درجات للحرارة العظمى فمن خلال الجدول (١), أذ بلغ لهذه الاشهر (44.5، 44.2، 40.8) °م على التوالي, فترتب عن هذا التباين الحراري تمدد معادن الصخور ومواد البناء لهذه المباني خلال النهار , بينما تنكمش هذه المعادن بأنخفاض درجات الحرارة في أثناء الليل مما يؤدي الى أضعاف المواد اللاصقة للمعادن , ولا تتوغل درجات الحرارة في الكتل الصخرية ومواد البناء الا بضعة سنتمترات , فينعكس ذلك على حدوث التشققات والتقشرات والتصدعات الطولية والعرضية في كل من جدران وسطوح المباني الاثرية التي تكون مواجهة للأشعة الشمسية المشيدة من الطين الاحمر الذي له قدرة كبيرة على اكتساب الحرارة , اذ يتضح ذلك في جدران مدينة نيبور الاثرية وفي بعض تربها , اذ تتراوح أبعاد التشققات والتصدعات في جدران الأبنية من الطين أو (الأجر) الطابوق ما بين بضع سنتمترات اوالامتار أي ما بين (١٠– ٩٠) سم و(١– ٢) م.

جدول (١) يوضح البيانات المناخية لمحطات (الديوانية) للفترة (١٩٩١-٢٠٢٠)

محطة الديوانية للمدة من ١٩٩٠- ٢٠١٩						
الاشهر	سطوع فعلي ساعة /يوم	سطوع نظري ساعة/يوم	درجة الحرارة العظمى (°م)	درجة الحرارة الصغرى(م°م)	الرياح (م/ثا)	الامطار (ملم)
كانون الثاني	6.4	10.11	17	6.2	2.5	22.1
شباط	7.3	10.59	20	8.1	2.8	14
اذار	8	11.70	25.1	12.3	3.1	11.8
نيسان	8.3	12.58	31.5	17.9	3.2	13.7
مايس	9.4	13.57	37.9	23.5	2.9	4.2
حزيران	11.6	14.10	42.4	26.5	3.5	0
تموز	11.5	13.60	44.5	28.3	3.2	0
اب	11.2	13.22	44.2	27.5	2.8	0
ايلول	10.٣	12.03	40.8	24.2	2.2	0.6
تشرين اول	8.4	11.22	34.5	19.5	2.1	3.8
تشرين الثاني	7.3	10.35	24.9	12.5	2.8	19
كانون الاول	6.5	9.60	18.9	7.7	2.2	14.4
المعدل	8.85	11.88	31.80	18.22	2.7	103.6

المصدر : جمهورية العراق, وزارة النقل , الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي , قسم المناخ ,بغداد, بيانات غير منشورة , ٢٠٢٠ .

كما ان سقوط الامطار في فصل الشتاء وسقوطها بزخات قوية في بعض الاحيان خلال هذا الفصل سيما خلال اشهر (تشرين الثاني ،كانون الاول،كانون الثاني،شباط) وبمعدلات امطار تصل الى (19، 14.4، 14،22.1) ملم ادى الى تعرض اجزاء واسعة من المدينة الاثرية الى تعرية مائية مطرية سيما تعرية المسيلات المائية اذ تتراوح اطوال هذه المسيلات ما بين (٣٠-٧٠) متر وعرضها ما بين (٥٠-٨٠سم) في حين يتراوح عمقها ما بين (٢٠-٨٥سم) وقد اثرت هذه المسيلات سلباً على الكثير من التلال الاثرية في المدينة من خلال نقلها لكميات كبيرة من مخلفات مواد البناء والفخاريات الى مسافات بعيدة تتراوح ما بين (٢٠٠-٧٠٠م) عن موقع التل.

٢-١-٢- التجوية الفيزيائية بفعل الصقيع :

تحدث عملية التجوية هذه في فصل الشتاء عند ما تتساقط الامطار حيث تدخل المياه في مسام وفواصل وشقوق الطابوق ومواد البناء الأخرى وذلك عندما تهبط درجة الحرارة الى الصفر المئوي فيتجمد الماء داخل تلك الشقوق والفواصل فيزداد حجمه بنسبة (٩%) من مقدار الحجم الاصلي له , فعندما يتجمد يتولد بتمدده ضغطاً شديداً يقدر حوالي (١٥٠طن /قدم٢) مما يساهم في عملية تفتيت الصخور والأجر والطين الى قطع صغيرة ذات حواف وزوايا حادة , وتهيئها لعملية التعرية(جميل واخرون،١٩٨١،ص١٤٦) . اذ يعد نمو بلورات الصقيع من اسباب تحطيم الصخور الطبيعية او تلك الصخور الصناعية المستخدمة في البناء(جرجيس،٢٠٠٢،ص٧٨), وان حدوث هذه الحالة في منطقة الدراسة قليل قياساً لبقية الظواهر ، ماعدا بعض ليال من السنة عندما تتساقط الامطار او ترتفع الرطوبة النسبية فيعقبها الانخفاض في درجات الحرارة الى درجة الصفر المئوي , ويعد عمل هذا النوع من التجوية الفيزيائية قليل التأثير على المنطقة الاثرية اذ يتطلب تساقط مطري يتبعه انخفاض كبير في درجات الحرارة التي تؤدي الى ان تتجمد مياه الامطار الداخلة في الشقوق والمسامات او فجوات موجودة في داخل المبنى الاثري , ودوره على مواد البناء المتراصة من المعادن المكونة للقار والاجر وبعض المواد الاخرى السائدة في المنطقة التي تتأثر بالظروف المناخية من أنخفاض درجات الحرارة أثناء الليل فتؤدي الى تقلص معادن تلك المواد كلاً حسب معامل التمدد الطولي الخاص به , وذلك بفعل المدى الحراري اليومي الكبير الذي يودي الى تفكيك بنية مواد اساسات المعالم الأثرية, الدالة على تأثير هذا النوع من التجوية على المواقع الاثرية مع مرور الزمن وتكرار هذه العمليات الجيومورفولوجية .

٢-١-٣- التجوية الفيزيائية بفعل نمو بلورات الملح :

هي شكل من اشكال التجوية الميكانيكية (الفيزيائية)تحدث بسب تسرب المياه المالحة (سواء الناتجة من التساقط المطري أو من المياه الجوفية) بين الفواصل والمسامات الصخرية فعندما تتبخر هذه المياه مكونة بلورات ملحية تنمو هذه البلورات لأكبر من حجمها داخل الفواصل والشقوق فتؤدي الى حدوث ضغط شديد كبير يعمل على تكسر وتفتت هذه الصخور(تاربوك واخرون،٢٠١٧،ص١٧٦) . يعد تزايد البلورات الملحية عاملا مهماً في تفكك الصخور والأجر المستخدم في البناء في المناطق الجافة وشبه الجافة ، أذ تتميز هذه المناخات بفترات طويلة جافة تحدث في خلالها عملية تبخر المياه ولاسيما صعود المياه الجوفية الى السطح بواسطة الخاصية الشعرية التي تعمل بشكل مستمر على تبخر المياه فتؤدي بذلك الى ترسبات ملحية في الشقوق والفتحات المتواجدة بين الصخور , فتحدث زيادة في حجم الذرات الملحية فيتولد بذلك ضغط شديد مسلط على المواد اللاحمة المتواجدة بين ذرات صخور واحجار البناء مما ينتج عنه تضاءل حجمها ويضعف تماسكها المؤدي من بعد ذلك الى تكسر وتفتت الصخور(ستريلر،١٩٦٤،ص٢٩٧) .ويؤدي تكرار تلك الظاهرة بتزايد البلورات الملحية عاملاً مهماً في

تفكيك الاجر ومواد البناء في المعالم الأثرية التي تقع ضمن منطقة الدراسة وذلك بوجود مدة طويلة من الجفاف يحدث فيها تبخر مياه الامطار المتساقطة , او المياه الجوفية بواسطة الخاصية الشعرية من خلال حركة المياه الجوفية وقربها من سطح الأرض , فتترسب الاملاح على واجهات الاسس والجدران فتؤدي الى تقشرها وتفككها وتأكلها تدريجياً. فضلا عن وجود عدة مشاريع قرب منطقة الدراسة منها مشاريع إروائية كمشروع شط عفك الأروائي الذي أثر سلباً على المدينة التاريخية .

٢-١-٤- التجوية الفيزيائية بفعل الترطيب والتجفيف :

تمثل هذه الظاهرة بعملية التعاقب بتشبع طابوق الاجر بماء المطر ومن ثم جفافها بفعل اشعة الشمس المؤثرة بإحداث التفكك في أجزائها مما يؤدي الى انهيارها على شكل فتات صخري او على هياة تراب , وتحدث هذه التجوية بوضوح على نوعية الصخور التي لها القابلية على امتصاص كميات كبيرة من المياه(النقاش،الصحاف،١٩٨٩،ص١٠١). وتعد القيعان الصحراوية والمسطحات الطينية بيئة مناسبة لحدوث هذا النوع من التجوية نتيجة لتجمع مياه الامطار فيها ولاحتواء الترب الطينية التي تعد اكثر قابلية للتجفيف , فضلا عن ان زيادة النسبة من الأملاح والتشقق في الطين ستعمل على تحدب سطح الكتل الطينية القائمة بين تللك التشققات بفعل الترطيب , بينما تصبح مقعرة السطح من خلال تزايد حدة التجفيف، وتتخذ التشققات انماطاً متعامدة تختلف في درجة انتظامها(سلامة،١٩٨٧،ص١٣٣). اذ تتعرض المواقع الاثرية في منطقة الدراسة لهذا النوع من التجوية عندما تتخلل مياه الامطار في داخل مفاصل ومسامات التربة والمواد المستخدمة للبناء في فصل الشتاء , فيؤدي الى زيادة حجمها وتمددها بفعل الرطوبة المرتفعة وهي ما تعرف بعملية الانتفاخ , أما في حال ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وقيم التبخر المتزايدة فيؤدي ذلك الى حدوث التقلص والانكماش في صخور وتربة هذه المواقع , وبتكرار عمليتي الترطيب والجفاف تتعرض تلك المواقع للتصدع والتفلق والتشقق ومن ثم الانهيار، وهذا ما حدث لبعض المباني في المدينة الاثرية، صورة (٢).

٢-٢- التجوية الكيميائية (Chemical Weathering) .

تمثل هذه التجوية عملية تحلل معادن الصخور نتيجة العديد من التفاعلات الكيميائية مع الغلاف الجوي والغلاف المائي (الماء والهواء) من خلال تحول مكوناتها المعدنية الى مركبات معدنية جديدة متلائمة مع عناصر البيئة الحديثة التي ينتج عنها تغير التركيبة الكيميائية ومظهر الصخر الخارجي ,الذي يتكون عادة من معادن جديدة اقل صلابة ومقاومة من المعادن الاصلية(Cliff Ollier,1984,p42). فيتم من خلال هذه العملية تحطم وتفتت مواد البناء ومنها (اللبن والاجر) في مواقعها الاصلية بحدوث العمليات الكيميائية المختلفة من تحلل وتأكسد وتكربن وأذابة وتموء , تتسبب في حدوث حالات التشقق والتصدع والتكسر في مواد البناء ومن ثم يتم تحويلها من خلال ذلك الى مفتتات صغيرة قابلة للنقل والإرساب (ابو العينين،ص٣٠١).

صورة (٢) توضح تأثير التجوية الفيزيائية على جانب من المدينة الاثرية

المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ ١٥ /١٠ / ٢٠٢١

وتتعرض المواقع الاثرية ضمن منطقة الدراسة الى التجوية الكيميائية التي تعد ضعيفة النشاط بسب سيادة ظروف المناخ الجافة حالياً من خلال ارتفاع المعدلات السنوية لدرجات الحرارة وقلة المتساقط السنوي للأمطار خلال الدورة المناخية المدروسة , لكن الزمن هو العامل المؤثر الذي يعد أحد المقومات الاساسية للعملية كان ولايزال كفيلا بإظهار أثر تلك العمليات على معالم مدينة نيبور الاثرية التي يزيد عمر معالمها عن (٣٥٠٠ سنة) . وبذلك تشكل نشاطاً كيميائياً بعيد المدى مؤثر على الابنية القديمة والمواد البنائية والاساسات بمرور الزمن , بالرغم من كون التفاعل الكيميائي أكثر كفاءة في المناطق الدافئة الرطبة عما تكون علية المناطق الباردة الجافة , وبالرغم من هذا فقد لوحظ من خلال الزيارات الميدانية تعرض بعض المواقع الأثرية الى التحطم والكسر والتفكك بطرقاً كيميائية مختلفة , لذا سيتم تناول أهم انواع التجوية الكيميائية المؤثرة على مدينة نيبور (نفر) على النحو الاتي :

٢-٢-١ عملية الاكسدة (Oxidation) :

تحدث من خلال تفاعل غاز الأوكسجين الموجود في الغلاف الجوي بنسبة (٢١ %) مع المعادن المكونة للأجر ولصخور التلال والمباني الأثرية , ويزداد تأثير عملية التأكسد في الصخور المحتوية على مركبات الحديد من خلال جانبين هما كمية الاوكسجين الموجود في الهواء و طبيعة الصخور والمواد البنائية المستخدمة ومدى مساميتها , فعندما تتعرض الصخور المحتوية على مركبات الحديد لغاز الاوكسجين يتحول اللون في مركبات الحديد من الازرق والرمادي الى الاحمر أو اللون البني المحمر(سباركس،١٩٧٨،ص٤٥) . وتكون المعادن سريعة التأكسد في المناطق الرطبة التي قد تتم بنطاق واسع من خلال عملية التأكسد لمركبات الحديد فوق مستوى المياه الجوفية , فعملية التأكسد الطبيعية تتوقف على توفر جو رطب مع درجات حرارة مرتفعة , وان لعملية التأكسد تأثيرات على معالم

مدينة الوركاء الاثرية ومن الامثلة على تحلل معدن البيريت التي تتم وفق المعادلة التالية(كنانة واخرون،١٩٧٩،ص٥٩) .

$$FeS_2 + 2O_2 \xrightarrow[\Delta]{} FeSO_4 + 4SO_4 + S$$

أذ يذوب الكبريت في الماء بشكل سريع مكوناً حامض الكبريتيك محدثاً بذلك عملية تفاعل مع أُغلب المواد البنائية التي لها قابلية للذوبان فيه مما يساعد على تحللها بعد أكسدتها.

٢-٢-٢- عملية الكربنة والاذابة (Carbonation):

تحدث هذه العملية من خلال اتحاد غاز ثاني أوكسيد الكربون الموجود في الغلاف الجوي مع الماء مكوناً بذلك حامض الكبريتيك المخفف ,ويعد هذا الحامض ذو قابلية عالية على الاذابة للكربونات ولكربونات الكالسيوم والمادة التي تتكون منها الصخور والمركبات الجيرية المستخدمة في البناء, كما ويساهم حامض الكاربونيك بالتأثير على المعادن في الصخور الكلسية ويحولها الى بيكربونات الكالسيوم قابلة للذوبان في الماء كما في المعادلة الاتية(عبد الحسين،٢٠١١،ص٩٠) .

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{} H_2CO_3 + CaCo_4 +$$

ان المكونات المعدنية لمواد البناء والفخاريات وكل مفاصل المعالم الأثرية مثل الرقم الطينية هي من تتحكم في عملية الاذابة والتحلل في المياه , فنشاطها متوقف على كمية المياه كعامل اساسي وعلى استجابة المكونات المعدنية ذاتها للذوبان , كما تؤدي هذه العملية الى زيادة المسامات والفراغات في جزيئات مواد البناء والملاط القيري والآجر وقوام التربة , فيؤدي ذلك الى عملية الأذابة للمادة اللاحمة لها حيث تقوم بالتحول من حالة التماسك الى حالة التفكك , مما يساهم في جعل المعالم الأثرية عرضة لعمليات النحت والازالة , التي يمكن أن ينتج عنها عدة مظاهر جيومورفولوجية منها الندب الصغيرة في الحجم (ندب الاذابة) التي تكون بفعل الأذابة الناتجة عن تحلل المعادن المكونة للآجر فضلا عن عملية التعرية ودورها في تلك المظاهر .

٢-٢-٣- عملية التميؤ (Hydrolysis) .

تحدث عند اتحاد الماء مع بعض المعادن مكونة بذلك ما يسمى بالمعادن المائية فتودي هذه العملية الى زيادة حجم الصخور , مما يؤدي الى أضافة المزيد من الضغط داخل الصخور التي غالباً ما تضاف مع عملية التحلل لتلك المعادن , فينشأ عنصراً أو معدناُ اضعف تماسكاً من المعدن الاصلي , فيعمل على تحليل صلابة الصخور(ابو راضي،١٩٩٨،ص٢٧٣), مما يؤدي الى تكون أجهادات فيزيائية مؤدية بذلك الى تفكك ميكانيكي للصخور . ومن الامثلة الواضحة حصول عملية التميؤ في تحول معدن كبريتات

الكالسيوم (الانهيدرايت) الى كبريتات كالسيوم متموء كما يظهر في المعادلة التالية(محسوب،١٩٩٧،ص٦٤):

$$2FeO_2 + 3H_2O \xrightarrow[\Delta]{} Fe_2O^3 + H_2O\cdot$$

قد تؤدي تلك العملية الى تبدل في الشكل البلوري وزيادة في حجم مواد البناء سيما الطين , فعندما تتحد مع الماء يزداد حجمها وبالتالي يؤدي الى انفصال الاجزاء الخارجية من الاجر او الطين عن الاجزاء الداخلية.

٢-٣- التجوية البايولوجية (Biological Weathering) .

تمارس الكثير من الكائنات الحية نشاطاتها المختلفة في المواقع الاثرية , بصورة مباشرة او غير مباشرة من خلال العملية التي يقوم بها (الانسان والحيوان والنبات) بتحطيم وتفتيت الصخور الى احجام صغيرة لها قابلية للنقل والارساب(الخشاب واخرون ،١٩٧٨،ص٧٧). فقد تحدث التجوية الحيوية بشكل متعمد أُو غير متعمد فما يقوم به الانسان من عمليات الحفر غير المنظم ورعي الحيوانات في بعض المواقع من منطقة الدراسة فضلا عن عملية السياحة الخاطئة , أما التجوية التي تحدث بشكل غير متعمد من خلال ما تقوم به الحيوانات والقوارض ونمو النبات الطبيعي . وتشمل التجوية الحياتية النوعين السابقين من التجوية الفيزيائية والكيميائية وتتم التجوية الحياتية (البايولوجية) بفعل كل مما ياتي :

٢-٤- التجوية بفعل الًانسان (Weathering by human)

ان دور الانسان كعامل جيومورفولوجي تتأثر به المباني القديمة والمعالم الآثرية نظراً لما يقوم به من نشاطات مضطردة من خلال عمليات حفر عشوائية غير منظمة بشكل غير ممنهج أو لمحاولة السرقة لما يوجد من لقى اثرية وقطع ذهبية في بطون المواقع الاثرية في مدينة نيبور الحضارية , فضلا عن الممارسات السياحية الخاطئة.

٢-٥- التجوية بفعل الحيوانات (Weathering by animals)

يعتبر دور الحيوانات بمختلف أُنواعها والديدان والبكتريا مشتركة جميعا في تنشيط عملية التجوية بأحداث تغير في صخور وتربة المنطقة , سواء حث ذلك بطريقة ميكانيكية أُو كيميائية , فغالباً ما تتجه بدورها نحو عمليات الهدم دون البناء , حيث تتخذ الحيوانات الاشكال الارضية والمباني القديمة والتربة في تلال ومباني المنطقة مأوى لها , فتقوم بعملية الحفر في التربة بحثاً عن الغذاء أذ يتراوح عدد الاحياء في الترب ما بين البلايين في الًاوقية الواحدة الى عدد صغير جداً في كل دونم بحسب نوع التربة(المظفر،٢٠٠٤،ص٢٠٩). أذ تعمل ديدان الارض بمختلف انواعها بالتجوية الكيميائية من خلال حفر أُنفاق مختلفة (سطحية , داخلية) تتراوح أعماقها (٤٠ -٥٠) سم , وتقوم هذه الديدان التي تعيش

في مساحة هكتار واحد بابتلاع واخراج من امعاءها لحوالي أكثر من عشرة أطنان من الترب في العام الواحد(محسوب،٢٠٠١،ص٩٨). كما تعمل الحيوانات الحفارة والقارضة بتأدية دوراً فعالاً في تفكك التربة وتفتتها أثناء قيامها بحفر جحورها مثل النمل والذئاب والارانب وغيرها(عبد الله الدباغ،١٩٨٨،ص٧٧) . الحفارة والقارضة بتأدية دوراً فعالاً في تفكك التربة وتفتتها أثناء قيامها بحفر جحورها(الدباغ،١٩٨٨،ص٧٧) ، أذ تعمل على أحداث تغيرات في المعالم الاثرية وبمساعدة العوامل المناخية من خلال أحداث تشققات وفجوات في عناصر المبنى الأثري , تؤثر على الاسطح الخارجية والداخلية للمبنى وتؤدي الى اتلافه . ويؤدي حفر أنفاق لها تحت اساسات البناء , مما يؤدي ذلك الى خلخلة في تربة الموقع , وبالتالي قد يؤدي الى اختلال المبنى القديم بأكمله , في حين ان المباني الطينية يقوم النمل باختلال الطين ويعمل على تفتيته, كي يتغذى على قشور القمح المهروس مع الطين , كما ان للثعالب والارانب دوراً في القيام بتجوية المواقع الأثرية فهي تقوم من خلال مد جحورها لمسافات طويلة في الجدران , الامر الذي قد ينتهي بأنهيار تلك الجدران(الموسوي،٢٠١٦،ص١٣٠). وتترك الكثير من الحيوانات في منطقة نيبور الحضارية آثار لفعاليتها على التربة والتلال والمباني كوقع اقدامها وبقايا أجسادها النافقة فيؤدي ذلك الى تحللها وتحولها الى مواد كيميائية , فضلا عما تحتويه من أحافير تدل على قدم عمل هذه الاحياء فيها .

٢-٦- التجوية بفعل النباتات (Weathering by plants)

تعمل النباتات على حماية التربة من التعرية وزيادة تماسكها , الاَ أنها في الوقت ذاته تعمل على تدمير التربة , من خلال ما تقوم به من توغل جذورها ومن ثم مدها في باطن الارض من خلال فتحات التصدعات والشقوق فيؤدي الى أتساع تلك الشقوق و تفكيك الصخور في المواقع الاثرية الامر الذي يجعلها عرضة لعملية التعرية , فبالرغم من أهمية النبات في حماية التربة من عمليات التعرية المتعددة الا انه يؤدي هنا عملاً ميكانيكياً تدميرياً لتربة وصخور بعض المواقع الاثرية . ومن حيث التأثير الكيميائي للنباتات على المواقع الأثرية أذ يعمل على زيادة نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون في داخل مسامات الصخور البنائية , الذي ساهم في تنشيط عمل التجوية الكيميائية وتأثيرها على المواقع الأثرية بنوعيها المباني القديمة أو التلال في المنطقة الاثرية .

٣- التعرية (Erosion)

تعد التعرية من العمليات المورفومناخية المهمة , لما تتركه من آثار واضحة تعكس اثارها على المعالم الأثرية , أذ تعمل على نحت وتفتيت مواد البناء , بصورة مستمرة دون توقف , فضلا عن اختلافها من حيث النشأة(السيد،٢٠٠٨،ص٦١). فهذه العملية لم تكن وليدة الظروف الحالية , بل تعود الى أزمنة وعصور جيولوجية قديمة . عملت من خلالها مع التجوية تبعاً لطبيعة وقوة العوامل المسببة لها , أذ تتأثر التعرية بطبيعة الظروف المناخية ودرجة الانحدار ونوعية الصخور و الغطاء النباتي وكثافته , فضلاً عن

كمية وحجم المفتتات القابلة لعمليتي الحت والنقل من خلال طبيعة المياه في تحديدها لعمليات التعرية(العذاري وعبد الحسين،٢٠١٨،ص٣٧٣), فالمياه الجارية يتمثل دورها في تفتيت الصخور ومواد البناء الأخرى ونقلها للمواد المفتتة من أماكنها الى أماكن بعيدة لترسيبها وهو ما يلاحظ في منطقة الدراسة أذ عملت التعرية المائية المطرية على نقل مفتتات مواد البناء من مناطق التلال الأثرية والأبنية الى مسافات بعيدة تتراوح ما بين (١-٢) كم , فضلاً عن ذلك فأن التعرية الريحية لها دور كبير هي الأخرى من خلال نحت وتفتيت مواد البناء ونقلها الى مسافات بعيدة عن طريق الدحرجة والقفز والتعلق . وتعد الرياح والأمطار أكثر قدرة على عملية الحت والنقل في المناطق التي يسودها الجفاف , وذلك لقلة الرطوبة أو أنعدمها المؤدي لعدم تماسك التربة والرمال(J.A .Porosity, 1965, p.500 .). وتتأثر المواقع الاثرية في منطقة نيبور الحضارية بعمليتي التعرية المطرية والتعرية الريحية , نتيجة الظروف المناخية السائدة متمثلة بفصلية الامطار وتذبذب كمياتها . ومن أجل توضيح ذلك سنتناول التعرية المطرية والريحية وعمليات الارساب كما يأتي :

٣-١- التعرية المائية "المطرية " (Water erosion)

تعد قوة المياه أحد وأهم القوى المؤثرة في تشكيل مظاهر سطح الأرض وفي التأثير على تلال المواقع الأثرية . التي تعمل بشكل فعال ومؤثر في عمليات الحت المطري , ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة , أذ تعد المياه من أنشط عوامل النحت المؤثرة في الطبيعة , معتمدة في عملية النحت المائي على كمية المياه وسرعة الجريان وطبغرافية المنطقة ونوع الصخر والأجر والطين المستخدمة في البناء وقابليته لعملية النحت والتأكل , ومدى قدرة المياه على النقل والازاحة للمواد الصخرية المفتتة , ومن ثم تتم عملية ترسيبها في مناطق اخرى . فضلا عن قيام المياه الجارية بعملية الاذابة لجزء من الصخور التي تمر فوقها لتحملها بصورة محاليل كيميائية أو غروية ليتم بعد ذلك ترسيبها في ظل ظروفاً مناسبة(باسيل،ص٢٠٩) , اذ ان عمليات التعرية في منطقة نيبور(نفر) الحضارية تؤدي دوراً واضحاً في عملية التغير للمعالم الحضارية كما ساهمت بشكل كبير في اندثار معالم المباني التاريخية , لأنها تعمل على نقل المواد الفخارية والاجر والاحجار الكريمة , فضلاً عن انجراف اسس المباني وتعريتها من أماكنها الى أماكن اخرى صورة (٣) . كون الامطار تسقط بعد موسم الجفاف الذي يساهم بشكل كبير في تنشيط عملية التجوية الميكانيكية , فتصبح تربة المواقع الأثرية مفككة بفعل ارتفاع درجات الحرارة وازدياد قيم التبخر في فصل الصيف الطويل أذ سجلت في محطة الديوانية (٤٤,٥) م خلال شهر تموز، أذ يعمل ذلك على زيادة المفتتات المهيأة للنقل بفعل الأمطار, ويكون أعتماد الامطار وقدرتها على النحت والتعرية لذرات التربة على مجموعة من العوامل المتداخلة متمثلة في الكثافة المطرية وطبيعة وحجم قطرات المطر وقدراتها على عملية الحت ومدى أستجابة التربة والمواد البنائية لضربات المطر, فضلا عن وجود الغطاء النباتي وكثافته وطبيعة السطح وانحداره(الثوم،٢٠٠١،ص٤). ودور الانسان

السلبي الذي قد يؤدي الى زيادة نشاط هذه التعرية في منطقة الدراسة . ولقياس التعرية المطرية في منطقة الدراسة فقد تم تطبيق معادلة فورنية وفق الاتي :

- حجم التعرية المطرية : وتستخدم العديد من المعادلات لقياس حجم التعرية بفعل الامطار , ومن هذه المعادلات معادلة (فورنية – ارنولس . F . A . I), التي تتميز ببساطة حسابها , اذ يتم حساب وتحديد هذه المعادلة بالاعتماد على المعدلات الشهرية للأمطار ومجموعها السنوي :

$$F.A.I = \frac{(Pi)^2}{P}$$

اذ تمثل :

F. A.I = قدرة المطر على التعرية

Pi= معدل الامطار الشهري ب (ملم).

P = مجموع كمية الامطار السنوية (ملم) .

صورة (٣) توضح تأثير التعرية المائية على المواقع الاثرية في مدينة نيبور نفر الاثرية

المصدر: الدراسة الميدانية ١٥/١٠/ ٢٠٢١

واتضح بعد تطبيق المعادلة على الدورة المناخية لمحطة الديوانية , أن القدرة التعروية للأمطار ضعيفة اذ بلغ مجموعها السنوي (١٥.٥٣) فهي تقع ضمن الفئة الأولى (أقل من ٥٠) ضمن معيار فورنية للحت المطري الذي يتكون من أربعة درجات تبين شدة التعرية كما يوضح الجدول (٢) , ونتائج معادلة فورنية في جدول (٣) . . أن هنالك تباين في قدرة الأمطار على عملية التعرية خلال أشهر السنة , والسبب يعود الى التباين في كميات الامطار المتساقطة والاختلاف في قيمتها الفعلية , اذ بلغ الحت المطري أعلى مستوياته خلال شهر (كانون الثاني) من بين الاشهر في محطة منطقة الدراسة , حيث بلغت قيمته الحت في محطة الديوانية نحو (٤,٧١) ملم. اما شهر شباط سجل قيم بلغت (١,٨٩) ملم.

في حين سجل شهر اذار (١,٣٤) ملم وبمجموع كلي بلغ (١٥,٥٣) ملم في محطة الديوانية . ثم تأخذ معدلات التعرية بالأنخفاض التدريجي , ابتداءاً من شهر نيسان ومن ثم تتضاءل خلال أشهر الربيع ذلك بالنظر الى قياس حجم التعرية في فصل الشتاء , حيث تقل الأمطار ويلحظ الأرتفاع في درجات الحرارة , الى أن تصل في أشهر الفصل الجاف (حزيران وتموز وآب) . الى حالة انعدام الحت المطري خلال هذه الأشهر التي تكون الدرجة الحتية (صفراً) وذلك لقلة وأنعدام تساقط المطر في تلك الأشهر من السنة . وبالرغم من الضعف في نشاط عمليات التعرية المطرية في منطقة نيبور(نفر) الحضارية .لكن يجب ان لا نتجاهل عمل التعرية المطرية ودورها وما ينتج عنها من تأثيرات على معالم منطقة الدراسة , من خلال تكرار وتراكمية هذه العمليات عبر الزمن . الموغل في القدم الذي شهدته المدينة الأثرية . فضلاً عن التذبذب في سقوط الأمطار ودورها المهم في العمليات المورفومناخية , أذ أن أمكانية تساقط نصف كمية الأمطار الشهرية كانت أم السنوية وفي خلال مدة لا تتجاوز يوم أو يومين , مسببة بذلك عملية حت وتعرية مطرية شديدة تفوق قيمته وفعالية التعرية المائية لعدة شهور. مما يدل على ان هذه المعادلة لاتعكس قدرة الأمطار الحقيقية على الحت .

الجدول (٢) عامل شدة التعرية المطرية حسب مؤشر فورنية – ارنولوس

الدرجة	شدة التعرية
اقل من ٥٠	ضعيفة
٥٠ – ٥٠٠	معتدلة
٥٠٠ – ١٠٠٠	عالية
أكثر من ١٠٠٠	عالية جداً

المصدر : نبراس ياس , التعرية الإخدودية على جوانب معابر الجسور للخط السريع ما بين بابل والديوانية باستخدام GIS , مجلة الآداب , الجامعة العراقية , العدد ١٠٦, ٢٠١٣, ص ٥٢٨ .

الجدول (٣) قابلية الأمطار التعروية حسب(A .F.I) لمنطقة الدراسة للمدة (١٩٩٠-٢٠١٩)

الشهر	محطة الديوانية	
	Pi (ملم)	A. F . I
كانون الثاني	22.1	4.71
شباط	14	1.89
اذار	11.8	1.34
نيسان	13.7	1.81
مايس	4.2	0.17
حزيران	0	0
تموز	0	0
آب	0	0
أيلول	0.6	0.003
تشرين الأول	3.8	0.13
تشرين الثاني	19	3.48
كانون الأول	14.4	2
المجموع السنوي	103.6	15.53

المصدر : بالأعتماد على معادلة (A .F . I) وجدول (١) .

وتتضمن التعرية المطرية في المنطقة الاثرية أشكالاً مختلفة يمكن تصنيفها على النحو الآتي :-

٣-١-١-التعرية المتناثرة(التعرية بفعل قطرات المطر Rain Splash erosion)

تنتج عن أصطدام القطرات المطرية بقوة على التربة , وتحدث عندما تكون قطرات المطر كبيرة الحجم والتساقط بشكل زخات سريعة وقوية , أذ يؤدي تساقط الأمطار بصورة قوية على التربة الى تطاير حبيباتها المتفتتة وتحويلها الى حبيبات منفردة تتطاير مع أجزاء قطرات المطر الشديدة المتناثرة , فعندما يكون التساقط المطري على الارض بقوة وبسرعة تتراوح ما بين (١٠ - ٢٠ ميل/ ساعة) فأنه يعمل على أنفصال (detachment) حبيبات التربة أولاً , ومن بعد ذلك تنقلها الأمطار, وتعتمد التعرية المطرية هذه على عوامل عدة ابرزها نوعية التربة ومدى تلاحم وحجم ذراتها(David Pimental,2002,p777). كما يزداد تأثير الأمطار على المناطق التي تكون خالية من النباتات , , فضلا عن تأثير الانحدار , أذ يزداد تأثير الأمطار طردياً مع الانحدار(الدليمي،٢٠٠٠،ص١٣٥) .

ويزداد نشاط تعرية المنطقة الأثرية لكون تربة مواقعها غير متماسكة ومفككة وذات نسيج خشن , فقلة تماسك التربة يؤدي الى انفصالها وتناثرها لزيادة حجم جزياتها , فتزداد الانتقالية لجزيئات التربة مع قلة جسيماتها (العبدان،٢٠٠٥،ص٧٤). فضلا عن فقر منطقة الدراسة بالنبات الطبيعي اذ يزداد نشاط

التعرية المتناثرة في منطقة نيبور الحضارية التي تبدو خالية من النبات الطبيعي الا ما ندر. أما انحدار التلال الاثرية , فيكون له دوراً بارزاً في نشاط عملية هذا النوع من التعرية , ولاسيما على التلال ذات الانحدار البسيط الى المتوسط , ويكون على أشده في التلال ذات الانحدار الشديد , ويتضح ذلك من خلال المفتتات الصخرية المتجمعة عند اقدام التلال الصخرية في المنطقة , فتعمل التعرية المتناثرة (التعرية التصادمية) على فقدان التلال الأثرية لتربتها وتهيئتها لعملية النقل بالمسيلات المائية , بينما تأثيراتها على المباني الأثرية لا يقتصر على نقل المفتتات الناتجة من جراء ممارسة نشاط التجوية على المباني وجدرانها , بل تؤدي هذه التعرية المتناثرة الى نقل المفتتات لاماكن بعيدة عن مراكزها الأُصلية , وكما تعمل القوة التصادمية لقطرات المطر على اضعاف أساسات المباني الأثرية فلا تستطيع حمل ثقل تلك المباني .

٣-١-٢- التعرية الصفائحية (الغطائية Sheet Wash Erosion)

تمثل التعرية الصفائحية بأنها التعرية الناتجة بفعل الامطار التي تقوم بإزالة طبقة رقيقة متساوية من التربة بشكل انتشاري أو لجزء معين من سطح الانحدار, دون ان ينتج عنها حدوث جداول او أخاديد , فيكون أنسياب المياه على شكل غطاء رقيق يغطي سطح تربة المواقع الأثرية , فتتحرك صفائح مياه الأمطار المتجمعة نحو جهات الانحدار وبسرعة بطيئة , تؤدي لحدوث عملية الانجراف الموحد لتربة ومباني التلال الأثرية(Ruth F.Weiner,2003,p235), ويكون حدوثها عندما تفتقد التربة غطائها الأرضي الممثل بالنبات الطبيعي , أن هذا النوع من التعرية يعقب التعرية المتناثرة , وما تحدثه من مفتتات متروكة على التربة , فتجف هذه المفتتات , ثم يأتي دور التعرية الصفائحية النشطة التي تقوم بنقل هذه المفتتات التي غطت الارض بشكل غطاء واقي لسطح التربة , فتكون النسبة أو الشدة في الانسياب السطحي الصفائحي أكثر سرعة وتناسقاً على سفوح المنحدرات سيما التلال المنتشرة في المنطقة الأثرية . فاذا تجمعت مياه الامطار بصورة مستمرة وذلك بعد العاصفة المطرية ونتيجة لكميات المطر المتساقطة , التي تعمل على أمتلاء مسامات التربة الاساسية بالغرين والطين مما يقلل من غيض الماء فيها , يبدأ انسياب الماء في الشقوق الصغيرة بأبعاد (بضعة سنتمترات عرضاً وبعمق لا يتجاوز عدة سنتمترات), وتتحرك الحبيبات فى صورة معلق حيث لا تلامس الحبيبات المعلقة سطح التربة، وتمثل هذه الحالة نموذجا للتعرية على صورة غطاء Sheet erosion والتي تعنى إزالة طبقة رقيقة من سطح التربة، وذلك على مستوى الحقل كله. أذ يعطى المطر المتساقط الطاقة اللازمة لفصل الحبيبات والتي تتدفق على السطح مع الماء الجاري بشكل غطاء متماثل السمك تقريبا. وعادة فإن هذا النوع من التعرية غير ملحوظ خاصة فى المناطق المستوية من المنطقة ، إلا أن صورته تتضح فى حالات الانحدار الخفيف.

فبعد أُمتلاء هذه المناطق بالمياه تنشأُ منها المسيلات المائية خاصة مع شدة الانحدار, وتكون لها القدرة على حمل نواتج عمليات التجوية من المفتتات الناعمة, فتعمل التعرية المائية على توسيع مجاريها والتقاء مصباتها مع بعضها البعض , مما يؤدي الى توسيع المجرى الذي أُصبح موحداُ بعمق عمودي من خلال النحت المستمر فيعمل على تكوين التعرية الاخدودية (ابو سعدة،١٩٨٣،ص٨٨) , التي يساهم كل من الأُنحدار والأُمطار في تكوينها فكلما زاد الانحدار وكمية الأُمطار التي تعقب الموسم الجاف الطويل , ولاسيما وأُن المنطقة تشهد تطرف واضح في عناصر المناخ وذلك نتيجة التغيرات المناخية التي أثرت سلباً على المباني والتلال الأثرية فيها . يظهر نشاط المسيلات المائية في معظم المواقع الأثرية في منطقة نيبور الحضارية ولاسيما في التلال الأثرية , اذ تعمل المسيلات على تعرية تربة التلال وبقايا القطع الفخارية وقطع من الاحجار الكريمة وترسيبها بعيداُ عن مواقع تفتتها , وتختلف بقايا المسيلات المائية في منطقة الدراسة من حيث الطول والعرض فضلاً عن أُعماقها المختلفة , التي تعتمد على عدة عوامل أُبرزها طبيعة السطح والامطار , فضلاُ عن طبيعة التربة والغطاء النباتي , اذ تساعد قوة وغزارة الامطار على تكوين مجاري تمتد لمسافات طويلة وبعمق معين وذلك خصوصاً اذا كانت تجري فوق تربة هشة ومفككة منحدرة نسبياُ وخالية من النبات الطبيعي , مما يؤدي الى زيادة قدرتها على تعرية تربة التلال الاثرية , أذ تتروح اطوال المسيلات المائية في المنطقة ما بين (٢٠-٣٧)متر أما عرضها ما بين (١- ٢) متر.

٣-١-٣- التعرية الاخدودية (Gullies Erosion)

تعد التعرية الأُخدودية مرحلة متقدمة من عمليات التعرية بفعل المسيلات المائية , اذ تتكون الأًخاديد نتجة للحت والتقاء مجموعة من المسيلات المائية والجداول الصغيرة , فعندها تعمل على تعميق وتوسيع مجاريها مما يزيد من كمية مياه الأًمطار الجارية بفعل ذلك تزداد قدرتها الحتية مكونة مجاري أُوسع تعرف بمجاري الجداول (مجاري التعرية الأُخدودية)(الدليمي، مصدر سابق،ص١٣٨) .فتكون أُكثر طولاً وسعة نتيجة الحت التراجعي , فضلاُ عن الحت الرأُسي والحت الجانبي الذي يعمل على زيادة الطاقة الأُستيعابية للمياه الجارية ودورها المؤثر في زياد قدرتها على توسيع وتعميق هذه الأُخاديد(بحيري،٢٠٠١،ص٩٨). مع زيادة الأُنحدار وزيادة البعد عن خط تقسيم المياه(Thomas, David,1989,p90). فتعمل هذه الطاقة الكبيرة على الرفع والأُزاحة للمواد المفككة والفخارية , وتحريكها من أُعلى سفوح التلال الأثرية فيتم ترسيبها عند أُقدام التلال , أذ تتأثر اخاديد منطقة الدراسة بدرجة الأُنحدار وطول المنحدر وبقابلية التربة لعملية التعرية التي تتأثر بالقابلية المناخية , فضلاً عن ندرة النبات الطبيعي ودرجة التماسك للتربة التي تم أُنشاء المعالم الأثرية عليها . وطبيعة الآجر ومواد البناء التي اغلب مكوناتها من الطين المفخور المتأثر بتغدقه بالمياه . والأًوحال الطينية الناتجة عن شدة التساقط التي تعقب تعرض تربة التلال الأثرية وسفوحها ورواسبها الى الجفاف خلال مدة طويلة في فصل

الصيف ,اذ ان هذه العوامل تتحكم في نشوء وتكوين الأُخاديد . وتبعاً لهذه الأسباب يتباين معدل طولها وعرضها وعمقها في مواقع المنطقة الأثرية فبعضها ضحلة لا تتجاوز عدة سنتيمترات ويرجع ذلك لقوة وتماسك التربة وقلة الانحدار , في حين تنتشر ظاهرة الأُخاديد التي تتصف بسعتها وعمقها في معظم التلال الأُثرية الخالية من النبات الطبيعي والتربة المفككة ذات الأُنحدار الشديد , أذ تراوحت أطوال الاخاديد العميقة ما بين (٣-٩) م وبعمق ما بين (١- ٢) م , بينما يلاحظ بعض الاخاديد لا يتجاوز عمقها عدة سنتيمترات , وعرضها ما بين (٣٠- ٦٠ سم) , ويرجع ذلك الى قوة تماسك التربة والى قلة الأُنحدار فضلا عن نوعية المواد البنائية, وقد قامت التعرية الإخدودية بعملية ازالة وابعاد القطع البنائية والفخارية وترسيبها بعيداً عن مواقعها الأُصلية , مما ادى الى ضياع أكثر المعالم التاريخية لتلك المواقع . بينما يكون ما تقوم به الأُخاديد المائية في التلال الأثرية ذات فائدة كبيرة تعود لعملية التنقيب في بعض الاحيان , وذلك لان الاخاديد تساهم بحفر وأُظهار بعض الأُجزاء المدفونة تحت الموقع المراد تنقيبها بما يوفر الجهد والوقت والعناء بالحفر او غيره من العمليات التي تكون غايتها التعرف على الأُجزاء المدفونة من المباني القديمة .

٣-٢- التعرية الريحية (Wind Erosion)

تمثل التعرية الريحية عملية انتقال دقائق التربة الجافة والمفككة من الطبقة السطحية الهشة بتأثير قوة ضغط الرياح(البياتي،١٩٩٦،ص٤٧) . أذ تعمل قوة ضغط الرياح على نقل وازالة مفتتات ودقائق التربة من مكان الى آخر عندما تكون الظروف ملائمة لذلك , ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتعرض لعمليات التجوية على نطاق واسع , اذ تعاني من نقص في الغطاء النباتي والتفكك في ذرات التربة , فضلاً عن الارتفاع في درجات الحرارة وقيم التبخر وقلة الامطار وتذبذبها وسيادة الرياح الجافة السريعة(الموسوي،٢٠١٤،ص٢٧) .

ان المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتعرض لعمليات التجوية على نطاق واسع , تعاني من نقص في الغطاء النباتي والتفكك في ذرات التربة , فضلاً عن الارتفاع في درجات الحرارة وقيم التبخر وقلة الامطار وتذبذبها وسيادة الرياح الجافة السريعة(الموسوي، نفس المصدر،ص٢٧) وهذا ما ينطبق على منطقة الدراسة، فبعضها يتعرض لعملية التذرية التي تقوم بتكنيس الانقاض الهشة والناعمة بواسطة الرياح وتتم تلك العملية بصورة واضحة في ترب الأسطح التي تشكلت في خلال الفترة الرطبة قبل الصحراوية او تلك الأُنقاض التي نتجت عن التفسخ الحالي للطابوق , مما ينتج عن غربلة انقاض الطابوق والأجر فلا يبقى سوى الانقاض الخشنة(الخفاجي،الجياشي،٢٠٢٠،ص٦٨) .

وتلعب الرياح دوراً كبيراً في تشكيل سطح المنطقة كونها حرة الحركة على خلاف ما يكون عليه الماء اذ يسير في نطاق محدد , أذ ان الرياح في المنطقة تهب باتجاهات ووفق انماط مختلفة , مما يجعلها تختلف في تأثيرها على المواقع الأثرية من مبان وتلال, أذ تعمل الرياح على تعريتها بعمليات متعددة من

التفريغ اولاً ثم الصقل والبري , وتعتمد هذه العملية على سرعة وكمية وحجم المفتتات في تربة المواقع الأثرية , اذ ان العلاقة بين حجم المفتتات وقابلية الرياح على نقلها علاقة طردية حين تبدأ الدقائق والمكونات في التربة الجافة المفككة بالانفصال عن السطح , فتكون عندها قوة ضغط الرياح على هذه الدقائق تفوق قوة جاذبيتها للأرض , ومن ثم تتحرك بفعل الرياح محدثة بذلك التعرية الريحية .

ان المعالم الأثرية تتأثر بالعامل الهدمي والبنائي للرياح , فتعمل على النحت والتفتيت لمواد البناء وجدران الأبنية القديمة , أذ تصطدم الرياح المحملة بالرمال والغبار الخشن بتلك الجدران خاصة اذا كانت مبنية باللبن والطوب , مما يؤدي الى أضعاف مكوناتها وتفتيتاها . ويمكن تقدير المعدل السنوي للتعرية الريحية في منطقة الدراسة من خلال الاعتماد على معادلة او طريقة (Chepil واخرون, ١٩٦٣) التي تعتمد على عاملين هما معدل سرعة الرياح والتساقط الفعال وكما في المعادلة الاتية:

$$C = 386 \frac{V^3}{(PE)^2}$$

إذ ان :

C = قابلية الرياح للتعرية.

V = معدل سرعة الرياح (ميل / ساعة) .

PE = التساقط الفعال لثورنثويت ويتم الحصول عليه من باستخدام معادلة (Thornthwaite, 1931):

$$PE = 115[\frac{P}{t-10}]^{10/9}$$

إذ ان :

P = كمية التساقط السنوي (أنج).

T = معدل الحرارة السنوي (بالفهرنهايت).

وقد صنف (Chepil) ناتج المعادلة الى خمس اصناف كما موضح في جدول (٤) .

جدول (٤) معدل درجة التعرية الريحية وصفاتها حسب معامل (Chepil)

الدرجات	شدة التعرية
١٧ . ٠	قليلة جداً
٣٥ . ١٨	قليلة
٧١ . ٣٦	متوسطة
١٥٠ . ٧٢	عالية
١٥٠ فاكثر	عالية جداً

المصدر : عدنان هزاع البياتي ، كاظم موسى ، المناخ والقدرات الحتية للرياح في العراق ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد (٢٣) ، مطبعة العاني ، بغداد ، ١٩٨٩ ، ص٨١ .

وبعد تطبيق المعادلة على محطة منطقة الدراسة لغرض تحديد درجة القابلية المناخية للتعرية الريحية فقد اظهرت النتائج ان القدرة الحتية للرياح في الديوانية التي تقع ضمن حدودها المدينة نيبور (نفر) الاثرية قد بلغت (4906.666) وهي درجة عالية جداً وكما موضح في الجدول (٥) ، ويرجع سبب الارتفاع الكبير في التعرية الريحية الى قلة الغطاء النباتي في المنطقة ، وانعدامه بالكامل في بعض الاجزاء وقلة التساقط المطري الذي يتسم بالندرة والذي يسقط خلال اشهر محددة من السنة فضلاً عن التكوينات الهشة وانتشار الكثبان الرملية والسرعة العالية للرياح ، كل هذا ساعد على ارتفاع شدة الحت ، وتكوين اشكال ارضية مختلفة .

جدول (٥) القابلية المناخية لتعرية الرياح في منطقة نيبور (نفر) الاثرية

المحطة	معدل سرعة الرياح (ميل ساعة V)	كمية المطر السنوي (انج P)	معدل الحرارة (ف T)	معدل التساقط الفعال (PE)	القابلية المناخية لتعرية الرياح	شدة التعرية
الديوانية	٦.٢	٤.٠٤	٧٧.١٨	٤.٣٣	٤٩٠٦.٦٦٦	تعرية عالية جداً

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول رقم (١) .

يتضح ان مقدار ضغط الرياح على التربة السطحية يزداد بزيادة سرعة الرياح , أذ تبدأ سرعة الرياح بالزيادة تدريجياً بدءاً خلال أشهر (شباط , آذار , نيسان , مايس) , فقد بلغت (٢,٨، ٣,١ ،٣,٢ ، ٢,٩) م/ثا على التوالي, في حين بلغت اقصى سرعة للرياح خلال شهري (حزيران وتموز) , (٣,٥ , ٣,٢) م/ثا , ويعزى هذا الارتفاع في مقدار ضغط الرياح خلال فصل الصيف بسبب شدة التسخين الناتج عن الارتفاع في درجات الحرارة والتي كان لها الدور الكبير في زيادة سرعة الرياح خلال شهري (حزيران وتموز) مما يجعل التعرية الريحية على اشدها , من خلال تسليط قوة ضغط ريحية على الترب المفككة والمنفصلة عن السطح والمباني الأثرية . بينما يكون أدنى معدلات لسرعة الرياح خلال أشهر الشتاء (تشرين اول , تشرين ثاني , كانون الأول , كانون الثاني), فقد سجلت سرعة (٢,١ , ٢,٨ , ٢,٢ , ٢,٥) م/ثا , مما جعل مقدار ضغط الرياح في أدنى مستوياته خلال هذه الاشهر في المنطقة. ويرجع هذا الانخفاض في تدني المعدلات في سرعة الرياح لزيادة معدلات الأمطار وارتفاع الرطوبة النسبية في التربة فضلاً عن نمو بعض النباتات الطبيعية , مما يؤدي الى بعض التماسك في ذرات التربة ويجعل قوة ضغط الرياح ذات تأثير ضعيف مقارنة مع فصل الصيف , فيصبح نشاط التعرية الريحية في المواقع الأثرية أقل خلال فصل الشتاء .وبذلك يظهر التأثير الكبير على المواقع الأثرية من المباني والتلال في منطقة الدراسة من وطأة التعرية الريحية العالية جداً, أذ تمارس عملها بثلاث عمليات متتالية , مؤثرة بشكل كبير جداً على المواقع الأثرية وهي كالآتي :

٣-٢-١- التفريغ الهوائي (التذرية) :

وهي تمثل عملية ازالة الرواسب والمواد المفككة على أسطح المباني والتلال في المواقع الأثرية , الناتجة بفعل عمليات التجوية بأنواعها , أذ تكون عملية الازالة من خلال دحرجتها أو رفعها , اذ تتمكن الرياح من رفع ودحرجة المواد الفتاتية الأثرية الدقيقة , فتخلف ورائها المواد الخشنة التي لا تستطيع الرياح حملها , وهي تمثل المفتتات الرملية والحصى(ولي،٢٠٠٠،ص٥٢). وبفعل الضغط الهيدروليكي الذي تسلطه الرياح على مواقع منطقة الدراسة فتنتج عملية التذرية على وفق ثلاثة طرق هي الزحف على السطح والقفز والتعلق , أذ تتوقف هذه العملية على عاملين مهمين هما حجم الحبيبات وسرعة الرياح التي تهب على الموقع الأثرية , فالعلاقة طردية بين الحمولة الريحية وسرعتها , فضلاً عن العلاقة الوثيقة فيما بين بداية انفصال الذرات من سطح المبنى أو التل الأثري , اذ تتمكن الرياح من تحريكها لذرات يبلغ قطرها (٠,١) ملم , وذلك عندما تصل سرعتها الى (٤,٤) م/ثا أو (١٦كم/ساعة)(عباس، مصدر سابق،ص١٦٦) . مما يعني ان عملية التفريغ الهوائي يكون على اشده خلال أشهر الصيف , نتيجة لسيادة الجفاف ولزيادة سرعة الرياح , فيبرز دور عملية التفريغ الهوائي في تنشيط التعرية الريحية على المواقع الأثرية في المنطقة لوقوعها تحت تأثير المدى الحراري الكبير خلال فصل الصيف بجعل الهواء الملامس لسطح الأرض ساخناً وذلك عن طريق التوصيل , الذي يؤدي لحركة رئيسية للهواء بتكوين تيارات صاعدة نشطة أو بما تسمى تيارات الحمل (*Currents Convection*) , وتنتج هذه التيارات من خلال الفرق بين الحرارة في الطبقة السفلى والطبقة التي تعلوها , مما يجعل التيارات الحملية تندفع بسرعة عالية نحو الأعلى فتعمل على تفريغ الرواسب والدقائق المفتتة على المواقع الأثرية وذلك على شكل عواصف غبارية (*Dust Strom*) , ذات نطاق محلي فتقوم بنقل هذه المواد لترسبها في أماكن أخرى(عطية واخرون،٢٠٠٦،ص٧٤) . ونستدل من خلال المعطيات المناخية بان عملية التذرية أو التفريغ الهوائية تصبح نشطة في فصل الصيف , نتيجة لزيادة سرعة الرياح الجافة في المنطقة ، فسيادة الجفاف يؤدي بدوره لزيادة قوة ضغط الهواء المسلط على تربة ومباني تلك المواقع , وبالتالي تتم عملية تنشيط التعرية الريحية في هذه المواقع .

٣-٢-٢- النحت (*Abrasion*) : تعمل قوة ضغط الرياح على بري جدران المباني بوصفها عامل من عوامل الحت على الجدران , من خلال اصطدام ذرات الرمال ودقائق الغبار بصخور وأسطح المباني والتلال الأثرية , فتعمل الرياح بصورة ميكانيكية اشبه ما تكون بعمل المطرقة والمعول في بري وتخريش وصقل الصخور والسطوح , لتتأكل تدريجياً , فتعرف العملية هذه بالحت أو الاحتكاك الريحي (*Wind Abrasion*) (الصائغ،العمري،٢٠٠٥،٣٨٢), اذ يشتد عمل الرياح في ارتفاع متر واحد بالتأثير المرحلي على المعالم الأثرية , ومن ثم تبدأ باقي اجزاء الجدران بالتأكل والتأثر بمختلف العماليات المورفومناخية (اوسكار رويت،١٩٨٥،ص١٢٢)، فيزداد تأثير الرياح في المستويات القريبة من سطح الأرض بصورة كبيرة , فمعظم ذرات الرمال التي تستخدم من قبل الرياح بعمليات التعرية والنحت متركزة ب(٠,٥)م من

سطح الأرض , اذ من النادران تكون للرياح قدرة على رفع الذرات لمسافة تزيد عن (٠,٩ من المتر الواحد)(Robinson ,1977,p.297). ان عملية النحت تعد المرحلة الثانية بعد التفريغ الهوائي وهي من عمليات الهدم الرئيسية التي تمارسها الرياح على المباني والتلال الأثرية , فتقوم بالنحت في صخور المباني الهشة واللينة والمبنية من اللبن والطين وتعمل على اضعاف قابليتها وسهولة هدمها فتساهم بهدم المباني الأثرية , لاسيما التي تعاني من شروخ في جدرانها ,والتي لم تشهد اية صيانة تذكر فتكون عرضة لعمليات النحت بواسطة الرياح التي تساهم بخلق مظاهر مختلفة , وفي المقابل قد تساعدت عملية النحت فرق المنقبين بالكشف عن بعض المواقع الأثرية المدفونة تحت الرواسب وبما يساهم في انجاز عملية الحفر والتنقيب بوقت وجهد اقل .

٤-الترسيب (*Deposition*)

تعد عملية الترسيب المرحلة الأخيرة من عمليات التعرية الريحية والمطرية , اذ تساهم عملية الجفاف خلال فصل الصيف بتفتيت ترب المواقع الأثرية , مما يجعلها سهلة النقل والترسيب في أماكن أخرى بفعل الرياح أو الأمطار, فالأمطار تعمل على ترسيب حمولتها من المواد والملتقطات الأثرية المنقولة من أعلى التلال عندما تنخفض سرعة جريانها عند أقدام هذه التلال , فتكون التلال والمباني الأثرية في نفس الوقت مصدات للرياح , فضلا عن كونها تمثل محطات لترسيب حمولة الرياح . وتتخذ عملية الإرساب في المنطقة نوعين من الترسيب وهي ما يأتي :

٤-١-الترسيب الريحي (*Wind deposition*)

تعد الرياح عامل مهم من عوامل النقل والترسيب البارزة في المنطقة , بفعل الخصائص الطبيعية السائدة فيها , من طبيعة التربة والمناخ وانحدار السطح, فبعد ان تفقد الرياح سرعتها بشكل تدريجي او مفاجئ مما ينتج عنه عرقلة عملية النقل او ايقافه لضعف قابلية هبوبها ام عند مواجهتها حاجزاً طبيعياً ام صناعياً فعندها تقوم بتفريغ حمولتها على الأبنية والتلال الاثرية فمنها ما يكون كثبان رملية في حين يتلاشى البعض الآخر بفعل تعرضه لهبوب رياح شديدة أخرى , فضلاً عن توقف عملية الحت , في المواقع التي غطتها الترسبات الريحية فتشكل حاجزاً دون فعل التعرية الحتية(المحمد،٢٠٠٩،ص٢٠٧), ان عمليات الترسيب الريحي مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بعمليات التذرية الريحية والنقل الريحي , فهي لا تعمل بصورة منفردة فكلما كثرت كميات المواد المنحوتة كلما زادت الكميات المترسبة على المواقع الأثرية وبالتالي يعظم دورها البنائي(شرف،١٩٧٩،ص٢٧٧). فتلعب عملية الترسيب الريحي الدور الكبير والمؤثر على مواقع منطقة الدراسة الأثرية , اذ يمكن ان ترجع بعض التلال الأثرية في منطقة الدراسة لظاهرة الترسيب الريحي , حيث تحمل الرياح اثناء هبوبها لكميات هائلة من الغبار أو الرمال من الرسوبيات خلال عاصفة غبارية واحدة , فتعمل على تغطية اي عائق طبيعي كان ام اصطناعي اذ تمثل المستقرات البشرية القديمة محطات لترسيب الحمولة الريحية , التي تؤدي الى تغطية بعض المباني

القديمة بالكامل والتي مرت عليها فترات طويلة فتتكون عندها التلال الأثرية بأرتفاعات متباينة تعتمد على حسب كمية الرواسب التي ترسبت عليه , ففي احدى الدرسات اشارت الى ان التلال الأثرية تنمو بأرتفاع يقدر بحدود (١٠- ١٥) متر في خلال الالفي سنة , اي النمو السنوي للتل بما يقارب (٧ سم) , وربما يكون نموها أُضعاف ذلك بفعل التغيرات المناخية(اوسكار رويتر، مصدر سابق،ص١٢٢). وبهذا تؤدي عملية الترسيب الريحي الى طمر التربة الأصلية للمواقع الأثرية , فضلا عن طمر الكثير من الكسر الفخارية واللقى والمواد الأثرية القديمة تحت هذه الترسبات , مما يتسبب في ضياع أو تشويه الملامح و الحقائق التاريخية لهذه المواقع . ومن مظاهر الترسيب الريحي في منطقة الدراسة هي كثبان النباك اذ تعمل الرياح على ترسيب حمولتها من الرمال حول البقايا النباتية وكذلك الكتل الصخرية والفخاريات والجدران المنهارة وغيرها وتجمعها على هيئة كثبان رملية صغيرة الحجم محاطة بالحاجز النباتي، صورة (٤).

صورة (٤) توضح تأثير التعرية الريحية والترسيب على جانب من مدينة نيبور الحضارية

المصدر: التقطت بتاريخ ١٥/ ١٠/ ٢٠٢١

٤-٢- الترسيب المائي (*Water deposition*)

تحدث عملية الترسيب المائي عندما تتناقص كمية المياه الجارية , او عندما تصل لمناطق أقل تضرساً , اذ تؤدي الزخات المطرية الساقطة الى زيادة الكميات من المواد المنقولة من أعلى التلال الأثرية فترسبها عند أقدام تلك التلال(الجوذري، مصدر سابق،ص٢١٥). فعندما تسقط الأمطار القوية تؤدي الى تكوين المسيلات والأخاديد المائية التي تساهم في عملية التعرية والحت للسطوح والتلال الأثرية فتعمل على نقل ما فوقها من قطع الطابوق وقطع الفخار, اذ تتناسب طردياً كمية المواد مع درجة الأنحدار, فتتناثر المواد المنقولة بالترسيب تدريجياً من القطع الكبيرة الحجم الى المتوسطة فالصغيرة حجماً, اذ يتضح دور الأمطار البارز في عملية نقل اللقى والقطع الأثرية من مواقعها الاصلية وترسيبها في أماكن أخرى بعيدة , وقد لوحظ أنتشار القطع الفخارية ومواد البناء فضلا عن احجار الزينة على مسافات بعيدة عن المواقع

الأثرية في مدينة نيبور (نفر) الاثرية ، صورة (٥). وتمثل خطورة الترسيب المائي على المباني القديمة من خلال ما تقوم به الأُمطار من ترسيب مياهها عند اساسات المباني . أُو أقدامها , فيؤدي ذلك الى تأكلها وعدم تحملها لثقل المباني البالغة في القدم , وبالتالي تعمل على تدميرها .

صورة (٥) توضح بقايا الفخار المتكسر نتيجة الترسيب المائي المطري

المصدر: الدراسة الميدانية في تاريخ ١٥ / ١٠ / ٢٠٢١ .

الاستنتاجات :

١- يعد اختلاف كميات الاشعاع الشمسي الوارد والاختلاف في المدى الحراري اليومي والسنوي من أكثر العوامل تأثيراً على تمدد جدران الأبنية والمواد اللاحمة لها وانكماشها بصورة متكررة يؤدي بدوره الى خلخلة هياكل المباني وتفتيت اجزائها .

٢-أن تباين درجات الحرارة الكبير بين فصول السنة , أدى الى زيادة المدى الحراري , الذي سبب عملية تقشير الطبقات السطحية للتلال الأثرية وجدران المباني بعمليات التجوية الفيزيائية .

٤- تحدث عمليات التجوية من خلال التفاعلات الكيميائية بين مكونات البناء للمواقع الاثرية والامطار والرطوبة التي تساهم في عملية هشاشة الاجر والحجر ولاسيما المناطق الرطبة في منطقة الدراسة .

٥-ان التعرية المطرية كانت هي الأكثر نشاطاً وفاعلية على المواقع الأثرية لاسيما التلال الأثرية والمواقع المنخفضة وما عليها من هياكل , وذلك لطبيعة وكميات الهطول المطري الذي يكون تأثير سقوطه ليوم او يومين او ربما لساعات أكثر من تأثير سقوطه لأشهر .

٦- تمارس الرياح دورها من خلال عمليات الهدم والبناء فتودي بذلك دورين عملية نحت وتفريغ المواقع الأثرية وعملية ترسيب وطمر معالم منطقة الدراسة وتعد سرعة الرياح ذات دور فاعل بما تحمله من غبار وعواصف تتصف مع طبيعة وجفاف التربة.

٧- لعمليات الترسيب المائي دور كبير في نقل ونشر قطع الأجر والخزف فضلاً عن الأحجار الكريمة .

التوصيات :

١-إنشاء شبكة مجاري لتصريف مياه الأمطار , وإبعادها من اسس المباني ولاسيما المواقع المنخفضة , للتقليل من حدة الرطوبة الناتجة عنها .

٢- اجراء صيانة دورية للمباني والتلال الأثرية ومحاولة معالجة الأماكن المتهرئة فضلاً عن سد الفتحات والشقوق المتواجدة من خلال استخدام مواد مناسبة ومختبرة علمياً بطريقة تحافظ على الصورة التاريخية للموقع الأثري .

٣- اتخاذ خطوات جادة للحد من تأثير الكثبان الرملية على المناطق المجاورة للمباني والتلال الأثرية ولاسيما وجودها ضمن المحرمات مسافة (١كم) .

٤ - عمل أحزمة خضراء على بعد مسافة من الكثبان الرملية , كي تكون مصدات للرياح وتعمل على التقليل من سرعة الرياح ونشاطها , فضلا عن أنها تساهم في خفض درجات الحرارة .

٥- مواكبة الطرق والاساليب العلمية لحماية المواقع الأثرية والحفاظ عليها من خلال نصب الأجهزة الحديثة مثل نصب كاميرات تطل على مدينة نيبور الأثرية وبقية المعالم الأثرية المهمة في منطقة الدراسة .

٦- تشجيع الدراسات التي تعُنى بهذا المجال والأخذ بنظر الاعتبار بها , والعمل على تخصيص مركز ابحاث في كل جامعة لحماية الآثار من العوامل الطبيعية وسبل الحفاظ عليها باتباع شتى الطرق العلمية المناسبة من مختلف الاختصاصات ذات العلاقة لصيانة هذه الثروة وتنميتها .

المصادر العربية:

1. Ahmad Abdul-Sattar Al-Adari, Hussain Kazem Abdul-Hussein, Estimating the Size of Erosion in Wadi Merka Sur in Erbil Governorate, Al-Ustad Magazine, No. 226, Volume 2, 2018.
2. Ahmed Nasser Basil, Geology (The Science of Changing Earth), the beginning of the Cairo Factory for Conditions and Printing, undated
3. Edward J. Tarbuck and others, The Earth Introduction to Physical Geology, Translated University Books Series, Al-Obaikan House, Saudi Arabia, 2017.
4. Arthur Streller, Shapes of the Earth's Surface, Arabization, and Wafiq Al-Khashab, Abdul-Wahhab Al-Dabbagh, Dar Al-Zaman Press, Baghdad, 1964.
5. Amal Ali Hussein Al-Mousawi, manifestations of desertification of archaeological sites in the province of Dhi Qar and its environmental effects using geographical techniques, Master's thesis, College of Arts, University of Dhi Qar, 2016.
6. Asbahiya Yousef Al-Mohsen, Geomorphology, Shapes of the Earth's Surface, 1st Edition, Al-Ula for Printing and Publishing, Mosul, 2013.
7. Oscar Reuter, Babylon, the Babylonian city, "the Center", translated by Tawfiq Ali Mansour, Baghdad, 1985.
8. Noura Abdel Tawab El-Sayed, Principles of Geomorphology, 1st Edition, Anglo-Egyptian Library, Cairo, 2008.
9. Jaseb Kazem Abdul-Hussein, Landforms of the Dry Valley Basins in Busayyah Using Geographic Information Systems, PhD Thesis, College of Arts, University of Basra, 2011.
10. Hassan Ramadan Salama, the Origins of Geomorphology, Dar Al-Maysara for Publishing and Distribution, Amman, 3rd Edition, 2010.
11. Khalaf Hussein Al-Dulaimi, Applied Geomorphology, 1st Edition, Narges Library, 2000.
12. Daoud Al-Mukhtar and Hussein Mujahid Masoud, Basics of Physical Geography, Zahran House for Publishing and Distribution, Amman, 2011.
13. Rahim Hamid Abd Thamer Al-Abdan, Muhammad Jaafar Al-Samarrai, rain erosion of the slopes of the 14-Hamrin Hills using (GIS), Journal of the College of Arts, No. 8, 2007.
14. Rahim Hamid Abd Thamer Al-Abdan, Landforms in the Amij Basin, Ph.D. thesis, College of Arts, University of Baghdad, 2004.
15. Sarhan Naim Al-Khafaji, Jassem and Hawah Al-Jiashi, Wind erosion and its effects on human activity in the Busayeh district, Kufa Literature Journal, University of Kufa, Volume 1, Issue 22, 2020.
16. Sparks, Geomorphology, translated by Laila Muhammad Othman, Anglo-Egyptian Library, Cairo, 1978, p. 45.
17. Salem Mahmoud Abdullah Al-Dabbagh, Principles and Methods of Geochemical Exploration of Ore Sediments, Dar Al-Kutub Directorate for Printing and Publishing, University of Mosul, 1988.
18. Saeed Muhammad Saeed Abu Saada, Hydrology of arid and semi-arid regions, Journal of the Kuwaiti Geographical Society, Kuwait University, Kuwait, 1983.
19. Saud Al-Mohammed, Shapes of the Earth's Surface, Dar Al-Kitab Press, Damascus University, 2009.
20. Salah Al-Din Al-Buhairi, Shapes of the Earth's Surface, Dar Al-Fikr Al-Mu'asir, Damascus, 2001.
21. Sabri Muhammed Al-Thum, The Erosion of Raindrops - A Case Study from Southeast Selanor - Malaysia, Journal of the Islamic University, Volume IX, Number Two, 2001.

22. Abdullah Salem Al-Maliki, The phenomenon of wind ablation of soil in the dry regions, 1st Edition, Tigris Press, Amman, 2019.
23. Abdullah Salem Al-Maliki, the seasonal and spatial relationship between wind erosion of the soil and the recurrence of dusty weather phenomena in the governorates of Basra and Dhi Qar, Dhi Qar Literature Journal, Issue 4, Volume 1, 2011.
24. Abdelilah Razuki Karbel, the Science of Terrestrial Forms, the Model House for Printing and Publishing, Saida (Lebanon), 2011.
25. Adel Kamal Jamil and others, Petrology, Ministry of Higher Education and Scientific Research Press, Baghdad, 1981.
26. Taghlab Gerges Daoud, Applied Geomorphology, 2002.
27. Adnan al-Naqash, Mahdi Muhammad al-Sahhaf, Geomorphology, University of Baghdad, Baghdad Press, 1989.
28. Adnan Hazaa Rashid Al-Bayati, Wind Erosion and Loss of the Thin Surface Layer Produced from Soil, Journal of Agriculture and Agricultural Development in the Arab World, Arab Organization for Agricultural Development, Vol. 15, No. 3, Khartoum, 1996.
29. Ali Sahib Talib Al-Moussawi, Hamzia Miri Kazem, Manifestations of Desertification in Najaf Governorate and its Environmental Effects, Journal of Geographical Research, No. 19, 2014.
30. Abd al-Rahim Hanun Attia and others, Damage factors for Aur's ziggurat and ways to maintain it, University Teacher Journal, Volume 5, Issue 10, 2006.
31. Abd al-Hadi Yahya Sayegh, Farouk Sanalla al-Omari, Physical Geology, Dar Ibn al-Atheer, Mosul, 2005.
32. Ali Hamza Abdul-Hussein Al-Jowthari, Hydrogeomorphology of Wadi Nashriyan Basin, north of Maysan Governorate, PhD thesis, College of Education for Human Sciences, Wasit University, 2019.
33. Abdul Aziz Tareeh Sharaf, The Natural Geography of the Shapes of the Earth's Surface, University Culture Foundation, Alexandria, 1979.
34. Abdel Aziz Abu Radi, Morphology of the Earth's Surface, Dar Al-Arafah University, Edition 1, 1998, p. 273.
35. Qassem Yousef Al-Shammari, Geography of Topography (Geomorphology), Osama House for Printing and Publishing, Jordan, Amman, 1st Edition, 2012.
36. Majid Al-Sayyid Wali Muhammad, Climate and the factors shaping the Earth's surface, the impact of geomorphological processes on climatic elements, Journal of the Iraqi Geographical Society, Baghdad, No. 45, 2000.
37. Mohamed Sabry Mahsoub Selim, Mahmoud Diab Rady, Geomorphological Operations, House of Culture for Publishing and Distribution, Cairo, 1985.
38. Mohamed Sabry Mahsoub, Geomorphology of Earth Forms, Cairo University, Faculty of Arts, 1st Edition, Dar Al-Fikr Al-Arabi, 1997.
39. Mohamed Sabry Mahsoub, Geomorphology of Landforms, Dar Al-Fikr for Printing and Publishing, Cairo, 2001.
40. Muhammad Thabet Kenana and others, Principles of Engineering Geology, Dar Al-Hurriya for printing, Baghdad, 1979.
41. Mohsen Abdul-Saheb Al-Mudhaffar, Geography of Neighborhoods (The Complete Basics), Edition 1, Dar Safaa for Publishing and Distribution, Amman, 2004.
42. Wafiq Hussein Al-Khashab, Ahmed Saeed Hadid, Mahdi Muhammad Ali Al-Sahaf, Geomorphology, Part One, University of Baghdad, 1978.
43. Map of Iraq: Ministry of Water Resources, General Authority for Surveying, Map Production Department, Administrative Map of Iraq, / 1000000:1 scale, Baghdad, 2018.

44. Al-Diwaniyah Map: Ministry of Water Resources, General Authority for Surveying, Map Production Department, Administrative Map of Iraq, at 1:500000 scale, Baghdad, 2018.

المصادر الانكليزية

45. Richard John tlogett, fundaments of geomorphology, Second edition, Routed Taylor and Francis group, London and New York .2007
46. Cliff Ollier, Weathering, longmam, London, 1984 .
47. Vo Mocil. J.A .Porosity. In: Black, C.A. (Ed). Methods of Soil analysis: Physical and Mineralogical Properties, including Statistics of measurement and Samplling. Madison. American society of Agronomy, 1965.
48. David Pimental, Encyclopedia of past management, CRC Press, Marcel, Dekker, Inc, New York, 2002 .
49. Ruth F.Weiner, Robin M, Environmental Engineering, 4 th edition, Elsevier science. (U.S.A) 2003 .
50. Thomas, David.S.G, Arid Zone Geomorphology, John Wiley and Sons, New York, 1989.
51. Chepil .W.S. Sdidoway .F .H .Armbrust, D.V. Climatic factor for Estimating Wind Erodibility of farm field's .I. Soil and Water conservation 7(4), 1962.
52. Thornthwait , C.W., Climates of north America According to A new Classification , Geographical Review ,21 ,1931 .
53. Robinson, H. Morphology and Landscape, Published by University Tutorial Press, London, 1977.

View publication stats