



الهبوط الأرضي: مظهره ، أسبابه ، و مخاطره

في المنطقة الممتدة بين الكوفية و قاريونس في سهل بنغازي
"دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية"

إعداد

سمية على سالم مامي

إشراف

أ . د / محمد علي العرفي

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في

الجغرافيا

جامعة بنغازي

كلية الآداب

ديسمبر 2017 م .

Copyright © 2018.All rights reserved, no part of this thesis may be reproduced in any form, electronic or mechanical, including photocopy , recording scanning , or any information , without the permission in writhing from the author or the directorate of graduate studies and training university of Benghazi

حقوق الطبع 2018 محفوظة . لا يسمح أخذ أي معلومة من أي جزء من هذه الرسالة على هيئة نسخة الكترونية أو ميكانيكية بطريقة التصوير أو التسجيل أو المسح من دون الحصول على إذن كتابي من المؤلف أو إدارة الدراسات العليا و التدريب جامعة بنغازي .



الهبوط الأرضي : مظهره ، أسبابه ، و مخاطره

في المنطقة الممتدة بين الكوفية و قاريونس في سهل بنغازي
"دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية"

إعداد / سمية على سالم مامي

كلية الآداب / قسم الجغرافيا

الموافق: 31 ديسمبر 2017

التوقيع

.....
.....
.....

أعضاء لجنة المناقشة

(المشرف) رئيساً

أ. د/ محمد علي العرفي

(أستاذ الجيومورفولوجيا)

عضواً

د/ هويدي عبدالسلام الرشي

(أستاذ الجغرافية الطبيعية المساعد)

عضواً

أ. د/ زهران عبدالله الرواشدة

(أستاذ الجيولوجيا)

مدير إدارة الدراسات العليا والتدريب بالجامعة



أَمْ حَسِبْتَ بِاللَّهِ السَّمِيعِ الْعَلِيمِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ

**{فَخَسَفْنَا بِهِ وَبِدَارِهِ الْأَرْضَ فَمَا كَانَ لَهُ مِنْ فِئَةٍ
يَنْصُرُونَهُ مِنْ دُونِ اللَّهِ وَمَا كَانَ مِنَ الْمُنْتَصِرِينَ (81)
وَأَصْبَحَ الَّذِينَ تَمَنَّوْا مَكَانَهُ بِالْأَمْسِ يَقُولُونَ وَيُكَانِّ
اللَّهُ بِبَسْطِ الرِّزْقِ لِمَنْ يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ وَيَقْدِرُ لَوْ لَا أَنْ مِّنَّ
اللَّهُ عَلَيْنَا لَخَسَفَ بِنَا وَيُكَانِّهِ لَا يَفْلِحُ الْكَافِرُونَ (82)}**

سورة القصص

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إلى روح أبي و أمي رحمهما الله

إلى كل من شجعني و ساعدني على إتمام هذا العمل

الشكر والتقدير حازة سلام

الحمد لله حمدًا كثيرًا طيبًا مباركًا فيه لعظيم فضله وجزيل توفيقه في إنجاز هذا البحث.

بوافر الامتتان و عظيم الشكر و العرفان يطيب لي أن أتقدم بخالص الشكر و التقدير
للأستاذ الدكتور/ محمد على العرفي أستاذ الجغرافيا الطبيعية - جامعة بنغازي الذي تفضل
مشكورًا بالإشراف على هذه الرسالة ، كما أدين له بملاحظاته و توجيهاته لإثراء هذا العمل .

يطيب لي أن أتقدم بجزيل الشكر و العرفان للدكتور/اهويدي الريشي الذي جاد بوقته و
فكره من خلال آرائه القيمة و عطائه العلمي، و اعبر عن شكري و تقديري و امتناني
للأساتذتي أعضاء هيئة التدريس بقسم الجغرافيا على ما قدّموه لي من نصح و إرشادات علمية
و دعم طوال فترة الدراسة فجزاهم الله عني خير الجزاء و أمدهم الله بالصحة و العافية .

كما أتقدم بخالص الشكر و التقدير للأساتذة أعضاء لجنة المناقشة على تكريمهم لقبول
مناقشة هذه الرسالة و إبداء ملاحظاتهم التي سيكون لها الفضل في إخراج هذا العمل بصورة
جيدة

كما أتقدم بخالص شكري للدكتور / عبدالسلام أبو حجر قسم اللغة العربية - جامعة
بنغازي لقيامه بالمراجعة اللغوية للرسالة ، وأقدم شكري و امتناني لكل من تعاون معي
لاستكمال العمل الميداني و أخص بالشكر م/ محمد الصغير - معمل كلية الهندسة - جامعة
بنغازي و الأخ / أشرف مفتاح بعيو و الأخ / عزدين مفتاح الورفلي .

واتوجه بالشكر الموفور للمؤسسات العلمية و الحكومية التي قدمت لي المساعدة و
الحصول على معلومات أفادت الرسالة ، كما أتقدم شكري إلى أفراد عائلتي على دعمهم و
تشجيعهم لي .

الباحثة

الفهرس

أولاً : فهرس المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
ب	صفحة الحقوق
ج	صفحة التوقعات
د	الآية القرآنية
هـ	الإهداء
و	الشكر و التقدير
ح	فهرس المحتويات
ل	فهرس الأشكال و الخرائط
م	فهرس الجداول
س	فهرس الصور
ف	فهرس الملاحق
ص	الملخص
2	الإطار النظري
	الفصل الأول
	الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة
17	1.1)الموقع الجغرافي
19	2.1)جيولوجية المنطقة
26	3.1) جيومورفولوجية المنطقة
29	4.1)المناخ
41	5.1)التربة
45	6.1)موارد المياه
	الفصل الثاني
	مظاهر الهبوط الأرضي
51	مظاهر الهبوط الأرضي
52	1.2) مظاهر الهبوط الأرضي في المباني والمنشآت
53	1.1.2) التشققات

53	2.1.2 التجويفات
53	3.1.2 تكسر البلاطات
53	4.1.2 هبوط البلاط
54	5.1.2 هبوط الرصيف الخارجي
54	6.1.2 هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف الخارجي
54	7.1.2 ميلان المبنى
54	8.1.2 هبوط المبنى بكامله
54	2.2 مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت منطقة الدراسة
55	1.2.2 الصابري
56	2.2.2 أرض شبنة
57	3.2.2 حي بوهديمة
61	4.2.2 حي الكيش
62	5.2.2 الحقل الكارستي الكوفية-بودزيرة
63	6.2.2 جامعة بنغازي
66	7.2.2 الحميضة
68	3.2 تشوهات في الطرق
68	1.3.2 حفر الإذابة و الإنهيارية
69	2.3.2 هبوط ضحل و تموج الطرق
69	3.3.2 تشقق الطرق
71	4.3.2 تجويفات
71	4.2 المظاهر الطبيعية للهبوط الأرضي (الظواهر الطبيعية)
71	1.4.2 البالوعات (الهوات) والحفر الإنهيارية
73	1.1.4.2 دولينا (هوى) المريسي
73	2.1.4.2 دولينا (هوى) شق الغراب
73	3.1.4.2 دولينا الريدي
75	4.1.4.2 دولينا الحبيبي (هوى)
75	5.1.4.2 حفرة اذابة جامعة بنغازي
75	2.4.2 الكهوف والدهاليز
77	3.4.2 البحيرات الكارستية

	الفصل الثالث
	أسباب الهبوط الأرضي
83	1.3 العوامل المؤثرة في الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة
83	1.1.3 التكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية للصخور
85	2.1.3 التكوينات المعدنية للصخور والتربة (التراكيب الكيميائية)
86	أ- الحجر الرملي
86	ب-الصخور الطينية (غرين)
87	ج- الجبس
87	د- الدولومايت
87	هـ- الحجر الجيري
87	و- الطباشير
88	3.1.3-المسامية والنفاذية
91	4.1.3-المناخ
92	2.3 أسباب الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة
92	1.2.3 الإذابة
93	1.1.2.3 الإذابة في الصخور الجيرية (الكارستية)
97	2.1.2.3 الإذابة في السبخات
100	2.2.3 سحب المياه الجوفية
100	1.2.2.3 المياه الجوفية
102	2.2.2.3 الاستهلاك العشوائي للمياه الجوفية
106	3.2.2.3 الطفو
107	3.2.3 المحاجر (الكاوى)
	الفصل الرابع
	مخاطر الهبوط الأرضي
111	1.4 تعريف المخاطر
113	2.4 تصنيف الهبوط الأرضي
115	3.4 نمط حدوث الأخطار و ترددها
116	4.4 أنواع مخاطر الهبوط الأرضي
116	1.4.4 مخاطر على السكان

119	2.4.4 مخاطر في مناطق التوسع الحضري و استعمالات الأرض
120	-التوسع الحضري في منطقة الدراسة
122	1.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق الكارست
125	2.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق السبخات
125	3.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق المحاجر القديمة
128	5.4 درجات خطورة الهبوط الأرضي
130	6.4 تصنيف درجات خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة
130	1.6.4 مواقع شديدة التأثر بالهبوط الأرضي
131	2.6.4 مواقع متوسطة التأثر بالهبوط الأرضي
131	3.6.4 مواقع قليلة التأثر بالهبوط الأرضي
135	الخاتمة
139	قائمة المراجع و المصادر
148	الملاحق
163	ABSTRACT

فهرس الأشكال و الخرائط

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الشكل
18	موقع منطقة الدراسة	1.1
20	جبلوجية منطقة الدراسة	2.1
22	قطاع نموذجي لتكوين الرجمة	3.1
27	خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة	4.1
30	جيومورفولوجية منطقة الدراسة	5.1
38	المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية في محطة بنينا للفترة (1971 - 2005)	6.1
39	المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار بالمليمتر لمحطة بنينا للفترة (1960 - 1990)	7.1
42	أصناف التربة في منطقة الدراسة	8.1
72	أهم الظواهر الكارستية في منطقة الدراسة	9.2
101	رسم توضيحي للطبقة الحاملة للمياه و مصادر تغذيتها	10.3
112	حالات الهبوط الأرضي	11.4
127	توزيع المحاجر القديمة في منطقة الدراسة	12.4
132	توزيع تصنيفات درجة خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة	13.4
133	توزيع تصنيفات درجة خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة (صورة بالقمر الصناعي)	14.4

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
8	المناطق التي وزعت بها استثمارات الاستبانة	1
33	المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في محطة بنينا للفترة (1971 - 2005)	2.1
36	المتوسطات الشهرية للضغط الجوي في محطة بنينا للفترة (1960 - 1990)	3.1
37	المتوسطات الفصلية لاتجاهات الرياح وسرعتها في محطة بنينا للفترة (1960 - 1990)	4.1
56	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي الصابري	5.2
57	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بأرض شبنة	6.2
59	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي بوهديمة	7.2
61	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي الكيش	8.2
62	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بالحقل الكارستي الكوفية-بودزيرة	9.2
64	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بجامعة بنغازي(قاريونس سابقاً)	10.2
66	مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بالحميضة	11.2
74	عينات من مظاهر الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة	12.2
84	التكوينات السطحية ودرجة تحملها حسب طبيعية تكوينها	13.3
85	قيم و قدرة تحمل التكوينات السطحية لمنطقة الدراسة	14.3
90	قيم النفاذية لبعض الصخور بالمتري / اليوم	15.3
90	قيم نفاذية بعض الصخور لمنطقة الدراسة	16.3

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
94	ذوبان الصخور الجيرية عند درجات حرارة مختلفة في مياه بتراكيز مختلفة من غاز CO ₂	17.3
104	كمية السحب من الخزان الجوفي بالمتر المكعب/سنة	18.3
105	الحقول المائية المنتجة لمياه الشرب في منطقة سهل بنغازي	19.3
114	تصنيف بيرتون Burton للأخطار الطبيعية	20.4
116	الأخطار و نمط حدوثها و ترددها	21.4
118	التعداد السكاني في منطقة الدراسة خلال الفترة (1973 - 2006)	22.4

فهرس الصور

رقم الصفحة	عنوان الصورة	رقم الصورة
6	أدوات لجمع عينات التربة و تسجيل الملاحظات	1
28	انتشار الصخور على شاطئ الشابي	2.1
28	انتشار الأعشاب البحرية على أجزاء متفرقة من الشاطئ خلال فصل الشتاء	3.1
58	صورة تبين ميل عمارة بالصابري	4.2
58	هبوط البلاطات بمنطقة أرض شبنة	5.2
60	هبوط مبنى بوهديمة بكامله باستثناء السقف "جهة اليسار"	6.2
60	هبوط مبنى بوهديمة بكامله باستثناء السقف "جهة اليمين"	7.2
60	هدم سقف المبنى بعد التصوير مع تضرر في أحد حوائط المبنى المجاور	8.2
63	ميلان غرفة في قاع هوى شق الغراب بعد البدء في بنائها	9.2
64	تكسر البلاط حول أعمدة المكتبة المركزية - جامعة بنغازي	10.2
65	تكسر و هبوط رصيف المشاة (كلية الاقتصاد ، المكتبة المركزية)	11.2
65	تكوّن برك مائية خلال موسم الأمطار بجامعة بنغازي	12.2
67	تجاويف عند الباب الخارجي لأحد المنازل في الحميضة	13.2
67	تكسر و هبوط في الرصيف الخارجي المصاحب لعملية الهبوط	14.2
68	تكوّن حفرة عند حديقة مستشفى 7 أكتوبر	15.2
70	هبوط ضحل في إحدى الطرق قبل رصفه	16.2
70	تكوّن شقوق طولية في موقف سيارات جامعة بنغازي	17.2
71	تجويف مصاحب لعملية هبوط الطريق الإسفلتي بجامعة بنغازي	18.2
79	مدخل كهف ، هوى الريبيدي	19.2
79	إحدى حفرة الإذابة في جامعة بنغازي أسفل جسر كلية القانون	20.2
80	بداية تكوّن حفرة عند مدرجات القانون	21.2

رقم الصفحة	عنوان الصورة	رقم الصورة
80	مدخل كهف الحبيبي	22.2
81	مدخل كهف المريسي	23.2
81	صورة لبحيرات رومل	24.2
96	حفر أسطوانية الشكل منتشرة في منطقة الكوفية	25.3
124	انتشار حفر صغيرة بمنطقة الكوفية	26.4
124	أحد المباني المقامة على سطح كهف، هوى الريدي ، الكوفية	27.4
128	مبنى مكتوب عليه عبارة عقار آيل للسقوط تم إخلاؤه ومازالت تسكنه عائلة	28.4
129	ميل أحد أعمدة الإنارة	29.4

فهرس الملاحق

رقم الصفحة	عنوان الملحق	رقم الملحق
149	استمارة بيانات حول الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت	1
151	استمارة بيانات حول مظاهر الهبوط الأرضي في الطرق	2
152	القيم المقترحة لدي مارتن للأقاليم المدارية حسب مؤشر الجفاف	3.1
153	المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية % في محطة بنينا للفترة (1971 - 2005)	4.1
153	المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار بالمليمترا لمحطة بنينا للفترة (1960 - 1990)	5.1
154	توزيع السكان في محلات منطقة الدراسة حسب تعداد (1973)	6.4
156	توزيع السكان في محلات منطقة الدراسة حسب تعداد(2006)	7.4
157	تطور استعمالات الأراضي بمدينة بنغازي (1966- (1984	8.4
158	المساحة التي تشغلها كل فئة من فئات استعمال الأراضي في الكوفية بالمترا المربع ونسبة التوزيع لذلك (1968)	9.4

ملخص الدراسة

جاءت الدراسة في إطار نظري و أربعة فصول تليها خاتمة من نتائج و توصيات ثم الملاحق و قائمة المصادر و المراجع على النحو الآتي:

اشتمل الإطار النظري التعريف بمشكلة الدراسة و تساؤلات الدراسة، الهدف من الدراسة وأهميتها، الإجراءات المنهجية المتبعة، الدراسات السابقة، و مشكلات الدراسة و صعوباتها .

الفصل الأول: يتناول الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة و يتضمن التعريف بموقع الدراسة، الجيولوجيا، أهم المظاهر الجيومورفولوجية، الظروف المناخية، نوعية التربة، وموارد المياه.

الفصل الثاني: يدرس مظاهر الهبوط الأرضي ويتضمن مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت، ومظاهر الهبوط في الطرق بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية للهبوط الأرضي .

الفصل الثالث: يتناول أسباب حدوث الهبوط الأرضي و يشمل العوامل المؤثرة في الهبوط الأرضي، الإذابة في الصخور الجيرية و في السبخات، السحب الجائر للمياه الجوفية و الطفو، و المحاجر (الكاوى).

الفصل الرابع: يتناول مخاطر الهبوط الأرضي ويتضمن تعريف المخاطر، تصنيف الهبوط الأرضي، نمط حدوث الأخطار وترددتها، أنواع مخاطر الهبوط الأرضي، ودرجات خطورة الهبوط الأرضي.

وعليه توصلت الدراسة إلى نتائج عدّة أبرزها تتوع مظاهر الهبوط الأرضي في كل من المباني و المنشآت و الطرق بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية كالبحيرات و الكهوف و الدولينات، و بيّنت الدراسة ما يحدثه الاستهلاك العشوائي الجائر للمياه الجوفية، كما أظهرت وجود ارتباط بين نوع التربة و عملية الهبوط الأرضي، وأظهرت الدراسة مدى تأثر المناطق المختارة للدراسة بمخاطر الهبوط حيث تختلف درجة تأثر بالضرر الحاصل من منطقة إلى أخرى.

وبناءً على هذه النتائج قدّمت الدراسة توصيات مساهمة في تقليل حدوث الهبوط الأرضي و الحد من مخاطره .

الإطار النظري

المقدمة

يعدّ الهبوط الأرضي subsidence ظاهرة طبيعية للطبقات الأرضية تتعرض لها بعض المناطق من سطح الأرض ، وهي حركة رأسية لسطح الأرض إلي أسفل بشكل تدريجي أو بصورة فجائية قد ترجع لأسباب طبيعية كانهيار الكهوف الكارستية أو تكوّن حفر الإذابة ، أو نتيجة لأنشطة بشرية كانهيار المناجم والمحاجر ، أو سحب كميات كبيرة من النفط أو الماء من الخزانات الجوفية ، ويسبب الهبوط الأرضي حركة المنشآت العمرانية والصناعية والطرق إلي أسفل نتيجة للأعمال الزائدة الساكنة والمتحركة الواقعة عليها ، ما يؤدي إلي تشويه سطح الأرض أو حدوث كثير من الأضرار المادية خاصة في المناطق الحضرية أو التي تشهد توسعاً عمرانياً كبيراً ، أو المناطق ذات الوظيفة الاقتصادية ، والواقع أن ظاهرة الهبوط الأرضي تعد من المشكلات الخطيرة في كثير من مدن العالم، مثلما حدث لمنطقة وينتر بارك فلوريدا عام 1981 حيث نتج عن الهبوط حفرة كبيرة بلعت حوضاً للسباحة ومنزلاً وعدد من السيارات بالإضافة إلي متجرين⁽¹⁾ ، وهذه الظاهرة موجودة في ليبيا بشكل واضح كظاهرة طبيعية يقام حولها المنتزهات كمنتزه بودزيرة في مدينة بنغازي ، كما تعدّ ظاهرة الهبوط الأرضي من المشكلات المتشعبة التخصصات التي يدخل في دراستها اختصاصات عديدة كالهندسة والجيولوجيا والجغرافيا وعلم البيئة وغيرها، حيث يدخل في أسباب حدوثها عوامل طبيعية وبشرية تتحتم على الباحثين في المجالات العلمية المختلفة دراستها ، ومازلت هذه الظاهرة من أهم المخاطر الطبيعية التي تشكل تهديداً كبيراً للإنسان وأنشطته ، مالم يتم استدراكها لتقادي مخاطرها ووضع الحلول لها.

1-أحمد عياد مقلبي ، المخاطر الهيدروجيولوجيةومورفولوجية ، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية ، دار شموع الثقافة ، الزاوية، 2003 ، ص 91 .

1) مشكلة الدراسة

تتمثل منطقة الدراسة في مساحة واسعة ذات تنوع جيومورفولوجي، تنتشر بها بعض مظاهر الهبوط الأرضي بشكل ملحوظ، وهذا الأمر الذي يؤدي إلى حدوث مخاطر مع زيادة المساحة المخصصة للتوسع الحضري، ويمكن صياغة مشكلة الدراسة وفق السؤال التالي :-

ماهي أهم مظاهر الهبوط الأرضي، وما هي الأسباب الكامنة وراءها، وما مدى خطورتها؟ في المنطقة الممتدة من الكوفية شمالاً حتى قاريونس جنوباً بسهل بنغازي.

2) تساؤلات الدراسة

تتمثل تساؤلات الدراسة في الآتي:

- 1- هل للبيئة الطبيعية في منطقة الدراسة علاقة بظاهرة الهبوط الأرضي؟
- 2- هل هناك مظاهر متنوعة لظاهرة الهبوط الأرضي؟
- 3- هل تنتوع أسباب حدوث الهبوط في منطقة الدراسة؟
- 4- هل التوسع الحضري في المناطق المتعرضة لهذه الظاهرة يسبب مخاطر؟
- 5- هل للهبوط الأرضي أية أضرار ملموسة في المنطقة؟

3) أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف الآتية :-

- أ- دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة لتحديد العوامل المسؤولة عن حدوث الهبوط الأرضي.
- ب- تحديد مظاهر الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة .
- ت- الوقوف على أسباب الهبوط و مخاطره في المنطقة .

- ث- لفت أنظار القائمين على التخطيط و أصحاب القرار لمخاطر الهبوط الأرضي بالمنطقة.
- ج- وضع خريطة للتوزيع الجغرافي لمواقع متأثرة بالهبوط و مدى تأثرها .
- ح- اقتراح الحلول و التوصيات لتفادي حدوث ظاهرة الهبوط الأرضي و تجنب الأخطار الناجمة عنها.

(4) أهمية الدراسة

تتجلى أهمية الدراسة في تسليط الضوء علي التوزيع الجغرافي لظاهرة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة ، كما تكمن الأهمية التطبيقية للدراسة في الكشف عن أسباب هذه الظاهرة ومخاطرها من أجل الوصول إلي حلول وتوصيات يمكن الاستفادة منها أثناء عملية التخطيط ، التي تساهم في منع حدوث كوارث في المستقبل .

(5) الإجراءات المنهجية

لتحقيق أهداف الدراسة تمّ تقسيم العمل إلى عدة مراحل سبقتها زيارة ميدانية لكل مناطق مدينة بنغازي والكوفية عام 2007 و كانت دافعاً للباحثة في اختيار موضوع الدراسة الحالية و تحديد منطقة الدراسة ، تعتمد هذه الدراسة على المراحل التالية :

- مرحلة جمع البيانات .
- مرحلة تحليل البيانات .
- مرحلة كتابة المتن و مراجعته .

1.5) مرحلة جمع البيانات :

1- العمل المكتبي: يوفر العمل المكتبي المصادر الثانوية للبيانات المتعلقة بالدراسة الحالية، و يتم فيها التعرف على الدراسات السابقة من الكتب والدوريات والتقارير والرسائل العلمية التي تعرضت للموضوع على المستوى المحلي والعربي بصفة عمومية ، لمعرفة القواسم المشتركة والتعرف على إسهامات الباحثين لكي تكون حافزاً على إضافات جديدة ، ومعرفة الطرق التي اتبعوها خلال دراستهم والصعوبات التي واجهتهم ، كما يتضمن العمل المكتبي الاستعانة بالخرائط الطبوغرافية والجيولوجية، الصور الجوية من برنامج Google Earth Pro لمنطقة الدراسة، والشبكة المعلوماتية (الانترنت) .

2- الدراسات الميدانية: تمثل هذه المرحلة المصادر الأولية و الرئيسة للحصول على البيانات ، قامت الباحثة بجمع البيانات من الميدان مباشرة و ذلك بهدف الحصول على بيانات جديدة لتغطية النقص في المصادر الثانوية الأخرى حول الظاهرة في إطارها المكاني ، و تم إجراء ثلاث دراسات ميدانية رئيسة، كانت الأولى في الفترة من سبتمبر 2010 إلى اغسطس 2013 م وكان الهدف منها معاينة منطقة الدراسة على أرض الواقع والتعرف على ظاهرة الهبوط الأرضي وأسباب حدوثها و التقاط الصور لها، و الثانية في شهر يناير 2014م حيث استمرت لمدة خمسة أشهر وكان الهدف الرئيس منها توزيع استبانات معدة لجمع معلومات حول مظاهر الهبوط الأرضي مع التقاط صور لبعض المظاهر، أما الدراسة الثالثة في نهاية شهر مايو 2014م والهدف منها جمع عينات التربة، كما كانت هناك زيارات ثانوية متتالية لبعض المناطق لملاحظة أي تطور في مظاهر الهبوط وخاصة الحفر والتشققات في بعض المباني أو الطرق و استمرت هذه الزيارات منذ 2010 حتى أغسطس 2014 م، كما تم استخدام بعض الأدوات خلال العمل الميداني وهي :

- أجهزة و أدوات القياس و تتمثل في الأجهزة التالية: شريط القياس،البوصلة ، جهاز GPS .

- أدوات للملاحظة والتسجيل والمساعدة في القياس: وهي كراسة الملاحظة مع أقلام بأنواع مختلفة لتسجيل جميع الملاحظات ونتائج القياسات الميدانية، آلة تصوير رقمية وعادية لتصوير بعض المشاهد الحقلية.
- أدوات لجمع عينات التربة: تشمل أكياس لحفظ رطوبة التربة ، مسحاة وفأس ولاصق يوضع على الكيس وتسجيل اسم المنطقة المأخوذ منه العينة عليه، الصورة (1) .
- خريطة طبوغرافية .



الصورة (1) أدوات لجمع عينات التربة و تسجيل الملاحظات

3- ورقة الاستبانة: جُهزت ورقتا استبانة لجمع بيانات بعض المواقع المختارة للدراسة التي حدث بها هبوط أرضي وذلك لمعرفة أكثر مظاهر الهبوط انتشارًا و مدى تنوعها فيها الجدول (1) ، الاستمارة الأولى لجمع البيانات حول ظاهرة الهبوط الموجودة في المباني و المنشآت والأماكن العامة والملكيات الخاصة المتضررة الملحق (1) ، و الثانية أعدت لجمع بيانات مظاهر الهبوط الموجودة في الطرق الملحق (2) ، وفي كل الأحوال قامت الباحثة بملء الاستبيان إما من خلال جولة استطلاع داخل بعض المنازل المتضررة أو بطرح الأسئلة على المواطنين و حصولها على الجواب منهم .

4- التحليل المعمل: جمعت عينات التربة من المواقع التي وزعت عليها الاستبانة ، و قسمت العينة إلى قسمين ، القسم الأول عينة متماسكة لحساب قدرة تحملها للأوزان ، و القسم الثاني عينة مفتتة وزنها 5 كيلوجرام للتعرف على مكوناتها و بعض خصائصها الفيزيائية ، حيث تم تحليل العينات في مختبر كلية الهندسة في جامعة بنغازي ، وذلك للوقوف على النتائج المرجوة من الدراسة .

واتبعت هذه الدراسة اختيار عدد من المواقع الجدول (1) روعي في اختيارها أن تكون متباعدة لضمان أن تكون النتائج ممثلة لمنطقة الدراسة، وأن تكون ذات كثافة سكانية متوسطة وعالية ، و أن تتباين تربتها وتتنوع الأنشطة البشرية بها، وكذلك روعي قريبا من مظاهر السطح الموجودة بالمنطقة كالسبخات و الكارست ، حيث شملت بودزيرة - الكوفية - بوهديمة - الصابري - قاريونس - بوعطني - الكيش - بنغازي المركز - أرض شبنة .

الجدول (1) المناطق التي وزعت بها اوراق الاستبانة

رقم الموقع	اسم الموقع	درجة العرض	خط الطول
1	الصابري	32° 7' 48" شمالاً	20° 4' شرقاً
2	أرض شبنة	32° 7' 379" شرقاً	20° 7' 345" شرقاً
3	بوهديمة	32° 4' 21" شمالاً	20° 7' 30" شرقاً
4	الكيش	32° 5' 42" شمالاً	20° 4' 379" شرقاً
5	الكوفية - بودزيرة	32° 13' 12" شمالاً	20° 11' 326' شرقاً
		32° 10' 12" شمالاً	20° 8' 6" شرقاً
6	جامعة بنغازي	32° 3' 288" شمالاً	20° 3' 201" شرقاً
7	الحميضة	32° 5' 42" شمالاً	20° 5' 384" شرقاً
8	بنغازي المركز	32° 7' شمالاً	20° 3' 201" شرقاً

المصدر: الدراسة الميدانية 2014 م .

2.5) مرحلة تحليل البيانات :

في هذه المرحلة تم تبويب المادة العلمية وفق المنهج الوصفي و التحليلي ، فالمنهج الوصفي يستخدم لوصف الظاهرة ودراسة الحقائق الراهنة المتعلقة بطبيعتها والتعرف على آثارها، والمنهج التحليلي يستخدم في تحليل البيانات التي جمعت من التقارير والدراسات السابقة والدراسة الميدانية إلى جانب الأسلوب الكمي (الرسم البياني).

3.5) مرحلة كتابة المتن و مراجعته :

وفي النهاية تم كتابة متن الرسالة على شكل فصول و تضمينه الصور و الخرائط و الأشكال التوضيحية ، لتخرج الرسالة في مقدمة عامة و أربع فصول تلتها الخاتمة و النتائج و التوصيات على النحو التالي :

الإطار النظري: يشمل (المقدمة - مشكلة البحث - تساؤلات الدراسة - أهداف الدراسة - أهمية الدراسة - الإجراءات المنهجية - الدراسات السابقة التي تناولت الموضوع من جوانب مختلفة - فضلاً عن المشكلات و الصعوبات التي واجهت الدراسة).

الفصل الأول: يتضمن دراسة الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة المتمثلة في (الموقع - الجيولوجيا - جيومورفولوجيا - المناخ - التربة و موارد المياه).

الفصل الثاني: يتضمن أنواع و مظاهر الهبوط الأرضي في المناطق الحضرية و الطرق بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية للهبوط الأرضي التي نشأت دون تدخل للإنسان).

الفصل الثالث: تضمن دراسة سحب المياه الجوفية و التربة و انعكاساتها على ظاهرة الهبوط .

الفصل الرابع: شمل دراسة مخاطر الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة .

النتائج و التوصيات: وهي حويلة ماتوصلت إليه الباحثة من الدراسة .

(6) الدراسات السابقة :-

تعد الدراسات السابقة من الأمور المهمة التي تعطي الباحث فكرة عن موضوع دراسته التي يمكن الاستعانة بها خلال الدراسة ، وليس هناك تقصير في الدراسات التي كتبت فيما يتعلق بالجيومورفولوجية ، إلا أن المكتبة الجغرافية في ليبيا تفتقر إلى مصادر البحث العلمي المختصة بدراسة ظاهرة الهبوط الأرضي ، لذا استعانت الباحثة ببعض الدراسات والبحوث والتقارير والكتب التي تناولت مواضيع لها صلة بموضوع الدراسة كدراسة تربة المنطقة والمياه الجوفية التي كانت خير عون في تسهيل مهمة الدراسة والتوصل إلى الغاية المرجوة من البحث ومن الطبيعي أن لا يكون بالمقدور الإلمام

بمعظم الدراسات التي أُعدت في هذا الشأن بيد أنه أمكن الحصول على بعض منها
ونذكر منها ما يلي :-

- دراسة حجلة ، 2006 .

تناولت هذه الدراسة الأخطار الطبيعية وسياسة التهيئة العمرانية في الجزائر ،
حيث يرى الباحث أن هناك إشكالية في التهيئة العمرانية بسبب الأخطار الطبيعية
التي تتعرض لها الجزائر ، كما يذكر عملية التدخل في ميدان التهيئة الحضرية منها
الآتي :

1- اختيار الموضع الملائم لإنشاء المدن والتوسعات العمرانية الجديدة .

2- ضرورة الالتزام بتوجيهات أدوات التهيئة والتعمير .

3- اعتماد سياسة تعميم تقضي بمنع البناء في المناطق المعرضة لأخطار بعد
تحديدها .

4- وضع مخطط جاهز للتدخلات والإسعافات يُنفذ حال حصول الكارثة .

5- وضع شبكة إعلام جغرافي تشمل خرائط الأخطار المحدقة والمخاطر الكبرى التي
يمكن أن تصيب جهات الوطن المختلفة مع توضيح أساليب مواجهة الخطر قبل
وأثناء وبعد وقوع الكارثة يكون في متناول جميع المواطنين .

- دراسة عزة ، 2004

أما عن دراسة الهبوط بسبب التعرية الكارستية فلقد بينت دراسة (عزة ، 2004)
الأخطار الطبيعية الناتجة عن تكوين الكهوف الكارستية التي تتمثل في حالتين
أساسيتين :

الأولى : في حالة تكوين الكهوف والبالوعات أسفل الطبقة الحاملة للمنازل والمنشآت
العمرانية يؤدي إلى تشقق المنازل ثم سقوطها وانهارها .

ثانياً : في حالة وجود الكهوف على جانبي طريق المقطم الصاعد الشمالي فعند تعرضها للهبوط - تهبط الكتلة الصخرية من أعلى السفح على الطريق الرئيس ما يسبب كوارث خطيرة للسائقين .

-دراسة Moursi , and Others ، 2004 .

أشارت دراسة (Moursi , and Others,2004) التأثير البيئي للظواهر الكارستية لعين زيانة والكوفية ، إلى أن قطاع النظام الكارستي لعين زيانة - الكوفية لا يزال نشط تكتونياً ومنطقة محفوفة بالمخاطر لاستخدام الأراضي والتنمية.

- دراسة خنروش ، 1992 .

تناولت هذه الدراسة الهبوط في التربة السبخية في مدينة بنغازي ، حيث تطرق باختصار لأنواع الهبوط الأرضي الرئيسة (الفوري ،التصلبي ، والثانوي) ، و الصور التي تكون عليها المباني بعد تعرضها للهبوط (كالهبوط المنتظم ، النسبي ، و التفارقي)، و يرى خنروش أن عملية الهبوط سببها ضعف التربة و انخفاض منسوب المياه الجوفية تحت المباني ، كما تطرق إلى درجة التضرر المترتبة على عملية هبوط المباني و المنشآت ، ويرى ايضاً أنه يجب أن يؤخذ كل من المظهر المرئي و الوظيفة الخدمية و موقع المبنى و الأضرار الإنشائية بعين الاعتبار عند قياس الضرر في المباني .

-دراسة الشيباني ، 1987.

تدور دراسة الشيباني حول انهيارات الطرق الإسفلتية التي قسمها إلى مجموعتين هما : انهيارات إنشائية و انهيارات وظيفية ، كما تطرق إلى أسباب تكوّن الانهيارات و يرجع الشيباني ذلك إلى التحميل المفرط أو المؤثرات البيئية أو عيوب التصميم و الإنشاء ، بالإضافة إلى تناوله لأنواع الانهيار و مظهره في الطرق الإسفلتية و أمثلة لميكانيكية و مسببات الانهيار ، كما قدم حلول لمعالجة الانهيار بالمواد المستخدمة في صيانة الطرق .

-دراسة الشحومي ، 2003 .

قدم الشحومي دراسة بعنوان مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلى سوسة بالجبل الأخضر، و تناولت دراسته الخصائص الجيولوجية للمنطقة و قدم دراسة واسعة للصخور الكارستية و الظاهرات الكارستية و أشكالها و توزيعها الجغرافي ، بالإضافة إلى التركيب الكيميائي للصخور الجيرية ، وقد خصص الشحومي جزءاً من دراسته للإذابة و مدى ارتباطها بالنفذية و المسامية حيث يرى أن استجابة الصخور الجيرية للعمليات الكارستية تعتمد بدرجة كبيرة على نفذية الصخور .

-دراسة أبوفيلة ، 1993 .

تناولت هذه الدراسة أنظمة الكارست في ليبيا و جيولوجية مناطق وجودها، و من أهم هذه الأنظمة النظام الكارستي الكوفية _ عين زيانة ، اعتمدت الدراسة على التحليل الكيميائي لعينات المياه و قياس سرعة و كمية التدفق للمياه التي قام بها جيفلي للمواقع (بوكومة - المريسي - عين زيانة - الهور الأزرق) ، و قام أبوفيلة بعرض بعض الاقتراحات لفصل المياه العذبة عن المالحة للنظام الكارستي الكوفية- عين زيانة كما استعان بالأشكال التوضيحية لإعطاء صورة واضحة للنظام ودراسته .

-الهيئة العامة للمياه فرع المنطقة الشرقية ، 2006 .

يقسم التقرير المنطقة الشرقية إلى أربع وحدات هيدروجيولوجية لعام 2005، و قد اشتملت كل وحدة على عدد من الوحدات الرئيسية و قدم دراسة على كل وحدة منها و عرض الحقول المائية التي تستمد كل وحدة مياه الشرب منها و كميات السحب لكل خزان جوفي رئيس و ثانوي سواء كان لغرض الشرب أو الزراعة أو الصناعة ، بالإضافة إلى مقدار الهبوط في منسوب الماء الجوفي الذي سببه السحب الجائر في بعض المناطق و تدهور نوعية المياه بسبب كمية الأملاح الذائبة في الماء، كما قدم التقرير عرضاً للميزان المائي لكل وحدة هيدروجيولوجية بالإضافة إلى توصيات و خرائط للوضع المائي للخرانات الجوفية للمنطقة الشرقية و المناطق المقترحة لحظر الحفر الإنتاجي بها .

-A.Guerre ، 1980 م .

كانت دراسة A.Guerre على غرار الدراسات التي أجريت على عين زيانة دراسة هيدروجيولوجية ، استخدم فيها المسح الجيوفيزيائي و أخذ عينات صخرية للدراسة ، كما تناولت الدراسة كهوف الكوفية و دراسة الدهاليز و الممرات الموجودة في الشبكة الكارستية في المنطقة ، و قسمت الدراسة الشبكة الكارستية حسب العمق الكارستي إلى شبكة ضحلة حددت على عمق يتراوح بين 10-50 متراً تحت مستوى سطح البحر ، و الشبكة العميقة توجد على عمق يتراوح بين 80-100 متراً تحت مستوى سطح البحر، و هذه الدراسة مرفقة برسومات و خرائط توضيحية لمواقع الأشكال والمظاهر الكارستية لمنطقة الكوفية-عين زيانة .

-عودة ، 1985 .

تطرقت الدراسة حول أهمية عملية الإذابة في تكوّن المنخفضات في بعض مناطق شمال الأردن ، استعان عودة في دراسته ببعض أدوات القياس كالبوصلة و الشريط و أخذ عينات للصخور ، كما تطرق في دراسته إلى عوامل تكوين الهوات و ضوابط توزيعها ، و ربط تكوّنهما بعملية الإذابة .

-دراسة المهيدب 1423هجري-2002م .

قدم عبدالله بن إبراهيم المهيدب دراسة شملت التربة السبخية من حيث صفاتها و أنواعها و العوامل المؤثرة في تكوينها ، كما تطرق الباحث إلى مناطق وجود التربة السبخية في المملكة العربية السعودية من حيث أماكن وجودها و المساحة التي تغطيها و خواص التربة السبخية بها و تصنيفها ، وفي نهاية البحث استعرض الباحث المشكلات الهندسية المصاحبة لوجود هذا النوع من التربة و ذكر منها ست مشكلات رئيسة للمشاريع الهندسية المنشأة عليها و يتبعها ست طرق وضعها الباحث لمعالجة هذه المشكلات .

-محمد عبدالله الحماد ، 1424 هجري .

قدم الحماد دراسة بعنوان تصدعات المباني - أسبابها و كيفية معالجتها و الحد منها مع نماذج تطبيقية من المدن العربية ، حيث تناول التصدعات و التشققات في المباني من حيث أنواعها و الأماكن و المواقع التي تظهر فيها في المبنى و أسبابها ، كما تناول الحماد في بحثه الأضرار الناتجة عن ارتفاع منسوب المياه الجوفية الذي يسببه الإسراف في استخدام المياه و الأمطار و السيول و ما تحدثه تآكل شبكة الصرف الصحي من تسريب للمياه ، و قدم خمس طرق و أساليب معالجة لهذه المشكلة ، و يرى الحماد أن الأضرار الواقعة على المباني و المنشآت العامة بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفية تستحق الدراسة و البحث خاصة في دول الخليج لذا أرفق دراسته نماذج من مدن الخليج و مدينة القاهرة ، و اختتم الحماد دراسته بتوصيات و مقترحات للتقليل للحد من هذه الأضرار .

(7) المشكلات و الصعوبات :

واجهت هذه الدراسة كأى دراسة علمية مجموعة من الصعوبات التي عرقلت الدراسة من تحقيق هدفها كاملاً يمكن تلخيصها فيما يلي :-

1-قلة الدراسات التي ترتبط بموضوع البحث بشكل مباشر وغير مباشر ، و أيضاً الرسائل العلمية التي تناولت منطقة الدراسة و الأبحاث المنشورة في الندوات ، و التقارير المنشورة و غير المنشورة في الهيئات و الوزارات المختلفة و أيضاً الكتب و المراجع العربية التي تناولت منطقة الدراسة .

2-من أبرز المشكلات التي واجهت الباحثة مرحلة جمع البيانات تكرار المعلومات في معظم المصادر و لا تتوفر معلومات جديدة خاصةً فيما يتعلق بأساليب و طرق البحث الجغرافي المتعلقة بالهبوط الأرضي .

- 3- عدم وجود تعاون في بعض مناطق الدراسة لجمع البيانات الأولية أثناء ملأ أوراق الاستبانة ، و عدم تفهم مسؤولي مراكز المعلومات لأهداف البحث العلمي بدعوى أمن الدولة على الرغم من تقديم رسائل رسمية تخاطب المرافق المعنية بالدراسة .
- 4- منع الباحثة من التصوير من قبل سكان بعض مواقع الدراسة و عدم التمكن من زيارة بعض الظاهرات ، و تجاوزت الباحثة ذلك بتحديد بعض الظاهرات بالاستعانة بـ Google Earth لتوقيعها على الخريطة .
- 5- كانت احداث ثورة 17 فبراير و ماتبعها من أحداث لاحقة أحد الأسباب الرئيسة في تأخير إتمام و تقديم البحث ، أما باقي الصعوبات فكانت موجودة من قبل عام 2011 واستمر وجودها بعد ذلك .

الفصل الأول

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

الموقع

الجيولوجيا

جيومورفولوجيا

المناخ

التربة

موارد المياه

تمهيد

يهدف هذا الفصل إلى استعراض الخصائص الطبيعية للمنطقة ، لتحديد شخصية المنطقة و تشمل هذه الخصائص الطبيعية : الموقع الجغرافي ، الخصائص الجيولوجية ، المظاهر الجيومورفولوجية ، الظروف المناخية المتمثلة في (درجات الحرارة ، الأمطار، الضغط الجوي والرياح ، والرطوبة النسبية) ، بالإضافة إلى التعرف على نوعية التربة و مصادر المياه للمنطقة ، إلى جانب ذلك استخدم المنهج التاريخي الوصفي مستعيناً بالخرائط للتوضيح .

1.1)الموقع:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي لليبيا ، وتمتد لنحو '12 طولية ، ما بين '20,15° و '20,3° شرقاً ، كما تمتد لنحو '9 عرضية ، ما بين '32,13° و '3,32° شمالاً ، الشكل (1.1)، ويحدّها من الشمال النظام الكارستي عين زيانة_الكوفية ، ويحدّها من الجنوب منطقة قاريونس بينما يشرف حدّها الغربيّ على البحر المتوسط المتمثل في خط الساحل الممتد من عين الزيانة حتى وادي القطارة و الأخير يمثل أقصى امتداد للمنطقة من ناحية الجنوب ويعتبر أهم الأودية الجافة في سهل بنغازي وأطولها حيث يتصل بالبحر، و تربط المنطقة شبكة من الطرق الرئيسية والفرعية ، كما تتمثل بها إمكانيات هامة ؛ كوجود الميناء البحري عند رأس جليانة ما زاد من أهميتها الاقتصادية و وجود جامعة بنغازي التي أقيمت عام 1955 م ، بالإضافة إلى تاريخ مدينة بنغازي ومناخها المعتدل الذي أعطاه أهمية بارزة وجعلها مركزاً للاستقرار البشري وثاني اكبر المدن الليبية .

وعلى الرغم من أن منطقة الكوفية خارج مخطط مدينة بنغازي ؛ إلا أن قريبا من منتزه بودزيرة والمناطق الطبيعية وقربها من البحر و وجود مستشفى الصدرية بها

الشكل (1.1)

موقع منطقة الدراسة



المصدر: نقلت بتصريف من برنامج Google Earth Pro ، بتاريخ 2017/8/10 ، عند الساعة 11:20 ص .

كل ذلك أعطى لزايري منطقة الكوفية فرصة للتعرف عليها ؛ فجذبت إليها الباحثين عن الهدوء والأراضي رخيصة الثمن في السنوات الأخيرة ، وانتشرت بها المباني السكنية والبناء العشوائي ما لفت الانتباه لضمها داخل مخطط مدينة بنغازي في المستقبل* .

2.1 جيولوجية المنطقة

1.2.1 البناء الجيولوجي:

تشغل منطقة الدراسة الجزء الأوسط من سهل بنغازي فهي تأثرت بالأحداث الجيولوجية التي حدثت للسهل والجبل الأخضر و بالرغم من أن أقدم التكوينات بها ترجع إلى الزمن الثاني إلا أن تكوينات عصر الميوسين الأوسط هي الأكثر انتشارًا في المنطقة كما يتضح من الخريطة ، الشكل (2.1) .

و يتركب سهل بنغازي من صخور رسوبية وهذه الصخور عبارة عن صخور كربونات بحرية النشأة تنتمي لعصر الميوسين ، و أحدث الطبقات الصخرية ما ينتمي منها للفترة الهلثينية التابعة للميوسين الأوسط و هي تتركب من صخور جيرية دولوميتية ومارلية⁽¹⁾ ، كما يغطي رواسب الزمن الرابع المختلفة سطح سهل بنغازي .

2.2.1 التتابع الطبقي والتكوينات الجيولوجية:

تتألف منطقة الدراسة من تكوينات تتبع الزمنين الثالث والرابع وينقسم التتابع

الطبقي فيه إلى :-

1.2.2.1 تكوينات الزمن الثالث :

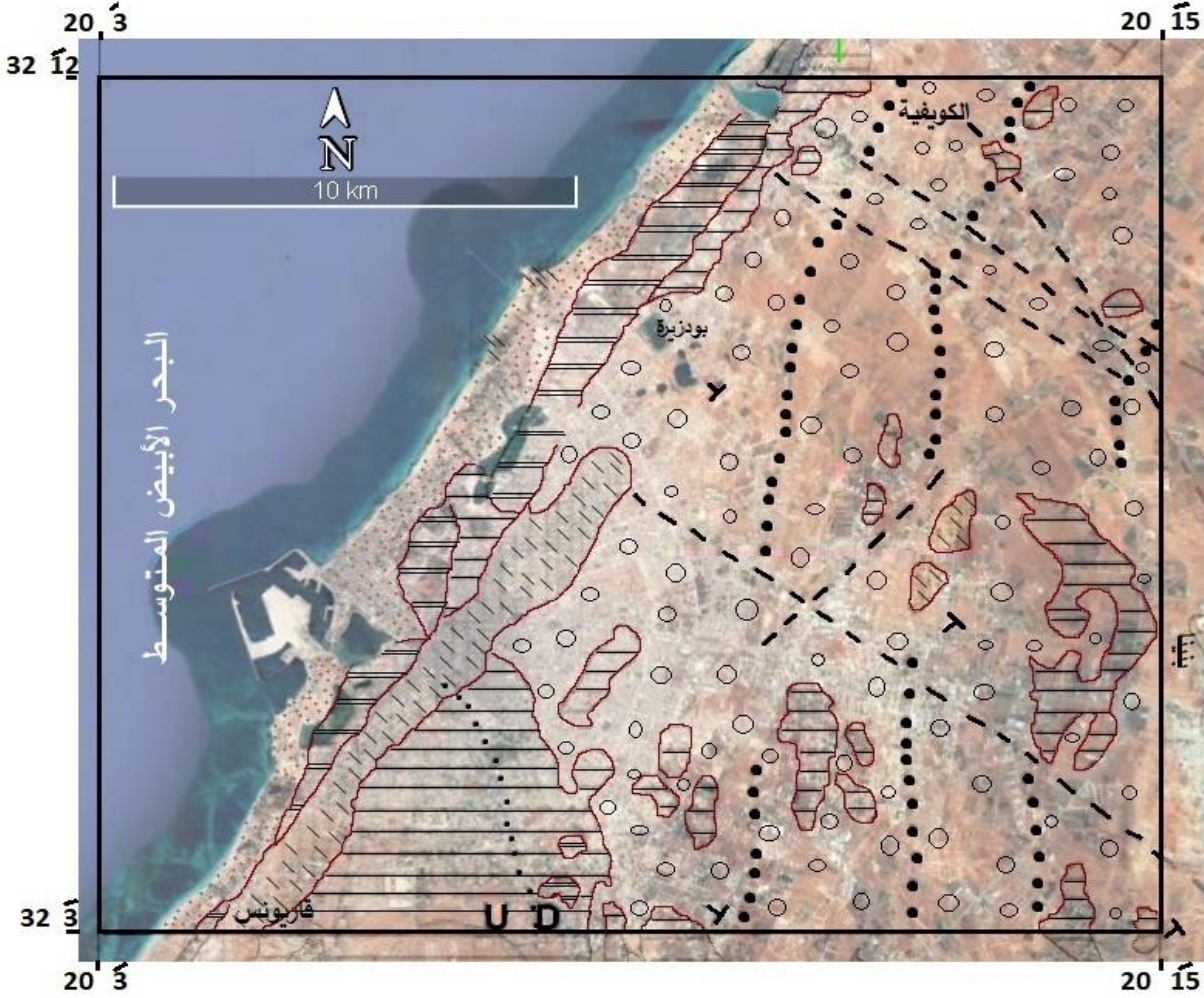
تنتمي رواسب هذا الزمن إلى عصر الميوسين الأوسط ، ” وترتكز تكوينات الميوسين الأوسط على تراكيب صخرية تتألف من المارل الأخضر الضارب للزرقة

1-جودة حسنين جودة، دراسات في الجغرافية للصحاري العربية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 1995، ص325.

*الزيارة الميدانية لمكتب التخطيط العمراني، أمانة اللجنة الشعبية العامة للإسكان و المرافق، بنغازي، أكتوبر 2010.

الشكل (2.1)

جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: أعد بناءً على:

1- نقلت بتصريف مركز البحوث الصناعية ، خريطة لبيبا الجيولوجية ، مقياس 1: 250,000، لوحة بنغازي، 1964.

2-برنامج Google Earth Pro ، بتاريخ 2017/8/11 ، عند الساعة 4:35 م .

ومن الحجر الجيري الطباقى المارلى الرملى وهى كلها تنتمى لفترة بوردجال التابعة للميوسين الأسفل وتوجد لها مظاهر قرب حوش الهوارى فى قاع وادى القطارة⁽¹⁾، وقد سمّيت من قبل مركز البحوث الصناعىة بتكوين الرجمه وقسمت إلى عضوين : عضو بنغازى وعضو القطارة ، الشكل (3.1) .

1-عضو بنغازى:

تتكون صخوره بصفة عامة من الأحجار الجيرية و الأحجار الدولوماتية ، وطبقات من الطفلة ، وفى الجزء العلوى من التتابع الطبقي لهذا العضو تعدّ جيدة التتابع وغنية بحفريات الرخويات من ذات المصراعين ومعدّيات الأرجل .

2- عضو القطارة:

هذا العضو يمثّل الجزء الأعلى من تكوينات الرجمة⁽²⁾، وتتكون صخورها من الحجر الجيرى والحجر الجيرى البطروخى والكالكارنايت والطين والجبس ”ويشتمل على درنات الصوان وعدسات من الجبس فى قسمه العلوى ومساحات شاسعة أخرى من تكوين الرجمة عضو بنغازى“⁽³⁾

2.2.2.1 تكوينات الزمن الرابع :

يعدّ الزمن الرابع أحدث الأزمنة الجيولوجية ” وتنتشر رواسب هذا الزمن على امتداد الشريط الساحلى للمنطقة وتتمثّل فى الداخل فى غطاء رقيق من التربة الحمراء يكسو الصخور الجيرية “⁽⁴⁾ وتمتدّ تكوينات هذا الزمن على طول السهل الساحلى للمنطقة حيث توجد الترسبات النهريّة والترسبات الشاطئية والترسبات السبخية والكالكارنايت .

1-المرجع السابق نفسه ، ص 326 .

2-Industrial Research Centre Geological Map of Libiya, 1:250.000 Explanatory Booklet : Sheet of Benghazi , NI34 – 14 Tripoli , 1974,P.38

3- محمد عبدالله لاهه ، سهل بنغازى دراسة فى الجغرافية الطبيعية ، منشورات جامعة قاريونس ، بنغازى ، 2003 ، ص 39 .

4- حسنين جودة ،مرجع سابق ، ص 326 .

الشكل (3.1)
قطاع نمذجي لتكوين الرجمة

العصر	التكوين	سجل الحفر	الوصف
70 متر	الميوسين الأوسط	وادي القطارة	حجر جيري كلسي أبيض مائل للرمادي ، لين ومسامي في الجزء العلوي ، به درنات من الصوان الرمادي .
60 متر			التحول التدريجي
50 متر			حجر جيري رمادي مبيض ذو حبيبات متوسطة و فتات عضوي في القاعدة ، هشه .
40 متر			حجر جيري رمادي مبيض ، به حفريات حيوانية ، يتراوح سمكها 2-1 متر
30 متر			حجر جيري دولوميتي أصفر و طبقات محدودة من المارل (طفلة) عند قاعدته ، سمكها 0.7 متر
20 متر			حجر جيري رمادي صغير الحبيبات، به حفريات و معاد تبلوره و غني بحفريات حيوانية كبيرة، مسامي جزئياً، وطبقاته سميكة
10 متر	عضو	عضو	حجر جيري رمادي فاتح، صغير الحبيبات، به حفريات الرخويات من ذات المصراعين و معديّات الأرجل ، معاد تبلوره ، جيد التطابق ، يتراوح سمكها بين 1.5 - 3.5 متر .
			حجر جيري رمادي مصفر صغير الحبيبات، صلب، معاد تبلوره ، غني بالحفريات ، يتراوح سمكها بين 4-2 متر

Industrial Research Centre Geological Map of Libya , Op. Cit., p. 35 .

المصدر:

1 - الرواسب النهرية (طفل رملي ، غرين ، حصي ، حصي متماسك):

تنتشر هذه الرواسب في الجزء الجنوبي لسهل بنغازي حيث يغطي السهل خاصة في الجزء الجنوبي تربة طينية حمراء حملتها أودية الجبل الأخضر⁽¹⁾ ، ويصل سمك التربة الحمراء ما بين 6 - 7 متر بوادي القطارة في الهواري على طريق سلوق جنوبي بنغازي بنحو 9 كم⁽²⁾ ، وتمتد أبعد إلى الجنوب ممثلة المروحة الفيضية لوادي القطارة⁽³⁾ .

2 - ترسبات شاطئية (رمل كلسي - حصي رملي) :

تتألف رواسبه من رمل كلسي وحصي رملي ، ويتكون قسم كبير منه من الرمال والكثبان الرملية التي تمتد على طول خط الشاطئ وتضيق عند الميناء نتيجة لوجود المظهر الصخري على شاطئه .

3 - رواسب سبخية (طين ملحي - غرين - رمل طيني):

تمتد خلف الشواطئ مجموعة من السبخات الطولية يفسر تكوينها نتيجة لتراجع البحر ، و تُوجد على شكل شريط متقطع تفصل بينها كثبان رملية ، ويتعرض بعض منها للجفاف خلال موسم الصيف ، وأهم تكويناتها طين ملحي وغرين و رمل طيني، وأهم هذه السبخات سبخة قاريونس ، وسبخة السلماي ، وسبخة اللثامة .

3.2.1 التراكيب الجيولوجية :

في بداية الزمن الثالث تعرضت ليبيا ومنطقة البحر المتوسط لحركات تكتونية نتج عنها تغيرات في مستوى سطح البحر ونشوء الكثير من الإلتواءات و الإنكسارات

1- عبد العزيز طريح شرف ، جغرافية ليبيا ، مركز الإسكندرية للكتاب ، الإسكندرية ، ط3 ، 1996 ، ص 42 .

2- جودة حسنين جودة ، مرجع سابق ، ص 334 .

3- محمد عبد الله لامة ، مرجع سابق ، ص 44 .

من أن الثورة التكتونية التي تميز بها هذا الزمن حدثت بصورة عنيفة فمن المرجح أنها لم تؤد إلى حدوث انثناءات لها قيمة تذكر في ليبيا⁽²⁾، إلا أنه تمخض عن هذه الحركات نظم صدعيه ثلاثية كان قد ذكرها جودة 1995 وهي الآتي :-

1 - نطاق صدعي يمتد من سيدي منصور في الشرق عبر الكوفية إلى عين زيانة في الغرب .

2 - النطاق الثاني يمتد من بنينا شرقاً إلى منطقة بوعطني - الليثي " الغدير " .

3 - النطاق الثالث وهو أقل حجماً ويوازي وادي القطارة الأدنى وينتهي إلى جنوب بنغازي⁽³⁾ .

4.2.1 المناخ القديم :

اتسم عصر البلايوسين بتغيرات مناخية ميزته عن العصور التي سبقها والتي تلاها ، ويطلق عليه العصر الجليدي حيث كان يغطي الغطاء الجليد مناطق العروض العليا .

” إذ ترتب على البرودة القاسية في هذا العصر زحف الجليد على مناطق واسعة في شمال كل من أوروبا وآسيا وأمريكا الشمالية وفي جنوب أمريكا الجنوبية وقد أصبح الثلج مستقرًا طول العام فوق الأرض ، فلا ينقش صيفاً ولا شتاءً“⁽⁴⁾ .

1 - أمين المسلاتي ، التطوير الجيولوجي والتكوين في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري ، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ، ط1، 1995 ، ص 65 .

2 - عبد العزيز طريح شرف ، مرجع سابق ، ص 13 .

3 - جودة حسنين جودة ، مرجع سابق ، ص 335.

4 - محمد فتحي بكير محمد ، الجغرافيا التاريخية ، دراسة أصولية تطبيقية ، دار المعرفة الجامعة ، الإسكندرية ، 2003 ، ص 21 .

ومن الخطأ أن نعتقد أن البلايوستوسين كان مستقرًا في درجات الحرارة باستمرار ففي بعض الفترات كانت تتخفض ويتراكم الجليد ، واتصفت هذه الفترات بوجود أدوار الجليد ، وبين كل دور جليدي وآخر فترات ترتفع فيها درجات الحرارة تعرف بأدوار الدفاء (1) .

ولعبت مرتفعات الألب الدور الهام في تصنيف العصر الجليدي منذ بداية الدراسات الجليدية الخاصة بعصر البلايوستوسين ، حيث اكتشفت فيه أولى ثلجات العصر الجليدي خارج نطاق الركامات النهائية للثلجات الحالية ، وفيها أيضاً أجريت أولى الأبحاث والدراسات التي أدت إلى تصنيف العصر الجليدي (2) ، وقسم ذلك العصر إلى أربع فترات أطلق عليها أسماء نهيرات تجري في مقدمات مرتفعات الألب الشمالية وهي على التوالي من الأقدم إلى الأحدث ، جونز ، مندل ، ريس و فورم (3) .

” لم تقتصر التغيرات المناخية البلايوستوسينية على مناطق العروض العليا بل شملت مناطق العروض الوسطى والمدارية وأطلق عليها العصر المطير وإذ كان قد أمكن التعرف على أدوار الجليد وفترات الدفاء التي تخللتها في مناطق العروض العليا فمن الصعوبة التعرف على أدوار محددة للعصر المطير في مناطق العروض الوسطى والمدارية لعدة أسباب أهمها اتساع المساحة التي تشغلها هذه المناطق ، ومن الناحية النظرية يمكن إيجاد علاقة بين أدوار الجليد و أدوار المطر فكل دور جليدي في مناطق العروض العليا يقابله دور مطير في مناطق العروض الوسطى والمدارية ، وفترة الدفاء يقابلها فترة جفاف على الترتيب “ (4) .

1 - المرجع نفسه ، ص 23 .

2- جودة حسنين جودة ، الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع والعصر المطير في الصحاري الإسلامية ، دار المعرفة الجامعية الاسكندرية ، 2005 ، ص 51 .

3- محمد فتحي بكير محمد ، مرجع سابق ، ص 24 .

4 - المرجع نفسه ، ص 32 .

يرى جودة (1995) إن كنيثش Knetsch استطاع أن يحقق حدوث سلسلة متتابعة بشمال ليبيا تتكون من خمس فترات مطيرة فصلت بينها فترات جافة ، وأن هذه الفترات المطيرة تعاصر خمس فترات باردة أو جليدية في وسط أوروبا⁽¹⁾ .

3.1 الجيومورفولوجيا :

تشكل منطقة الدراسة جزءاً من سهل بنغازي ، وبعد الأخر أرضاً سهلية تمتد من الزويتينة في الجنوب حتى توكره في الشمال⁽²⁾ .

ويتضح من الخريطة الكنتورية الشكل (4.1) انبساط المنطقة في مجملها إلا أن خطوط الكنتور تتقارب كلما اتجهنا نحو حافة الجبل الأخضر لشدة الانحدار وتبدأ المنطقة في الارتفاع عند خط كنتور 10 متر الذي يمر على عين زيانة وبحيرات رومل (بودزيرة) ، ويزداد الارتفاع تدريجياً كلما اتجهنا نحو الشرق ليصل أقصى ارتفاع له عند خط كنتور 90 متر فيما بين بنينا وسيدي منصور .

كما يتميز خط الساحل الممتد من الكوفية شمالاً حتى قاريونس جنوباً بالاستقامة تقريباً فيما عدا المنطقة المتعرجة عند ميناء بنغازي ، وتنتشر الصخور البارزة على شاطئ الشابي القريب من الميناء، الصورة (2.1) ، التي تغطي أجزاء منها الأعشاب البحرية التي ترسبها الأمواج خلال فصل الشتاء ، الصورة (3.1) ، وكثيراً ما تتراكم مكونة كثيب من الأعشاب ، حيث يستغلها بعض الصيادين في الوقوف عليها أثناء صيد الأسماك ، و يمر بجنوب المنطقة وادي قطارة أحد الأودية الجافة التي تعدّ سهل بنغازي و هو الوادي الوحيد الذي يتصل بالبحر ، ويمتد الوادي من رقبة الناقة حتى مصبه في البحر غرب مدينة بنغازي⁽³⁾ .

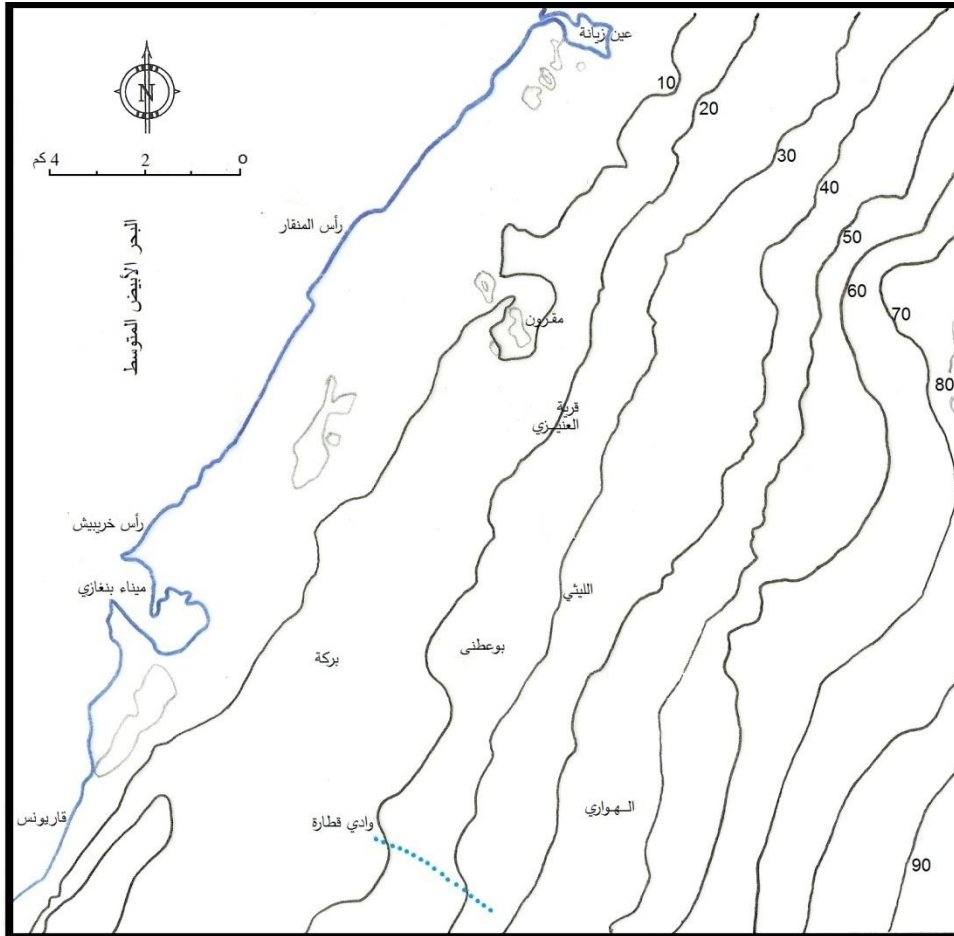
1 - جودة حسنين جودة ، مرجع سابق ، ص 132 .

2 - عبد العزيز طريح شرف ، مرجع سابق ، ص 41 .

3 - جودة حسنين جودة ، دراسات في الجغرافيا الطبيعية للصحاري العربية ، مرجع سابق ، ص 304 .

الشكل (4.1)

خريطة كنتورية لمنطقة الدراسة



المصدر : U.S.Army Corps of Engineers, Topographic Map of Libya (Benghazi) , Scale : 1:1000,000, Sheet 12, Washington D.C, 1962.



الصورة (2.1) انتشار الصخور على شاطئ الشابي



الصورة رقم (3.1) انتشار الأعشاب البحرية على أجزاء متفرقة من الشاطئ خلال فصل

الشتاء

المعروف عن سهل بنغازي امتداد سلسلة من السبخات خلف الشاطئ ، بعضها تشكلت نتيجة تراجع البحر كاللاجونات أو سبخات طويلة ، وتكون رمال بينها وبين الشاطئ والبعض الآخر تكون في مناطق منخفضة مفتوحة على البحر وتتغذى من طبقة المياه السطحية المالحة (1) ، ومن هذه السبخات سبخة اللثامة التي في طور الاستصلاح ، وسبخة قاريونس التي تمتلئ بالمياه في فصل الشتاء لوصول مياه البحر إليها أو نتيجة لسقوط الأمطار ، وهناك السبخات التي تم ردمها واستغلالها في عمليات البناء كسبخة السلماني و الكيش .

ونظراً لانتشار الصخور الجيرية القابلة للذوبان والتي يرتبط بها تكوّن الظاهرات الكارستية ، فإنه تنتشر عدد كبير من الحفر الكارستية العميقة المتفاوتة الأحجام تشرف جدرانها على قيعانها وتتميز جوانبها الشرقية بأنها شديدة الانحدار (2) ، وقد تمتلئ هذه الحفر بالمياه لتكون بحيرات كارستية كبحيرة عين زيانة التي تتصل بالبحر وبحيرة بودزيرة ، كما تنتشر حول منطقة الكوفية العديد من الكهوف الكارستية مثل (كهف المريسي ، سطيحة) ويجدر الإشارة هنا إلى أن كهف الليثي (الغدير) كان يزود مدينة بنغازي بالمياه منذ القدم . الشكل (5.1) .

4.1 المناخ :

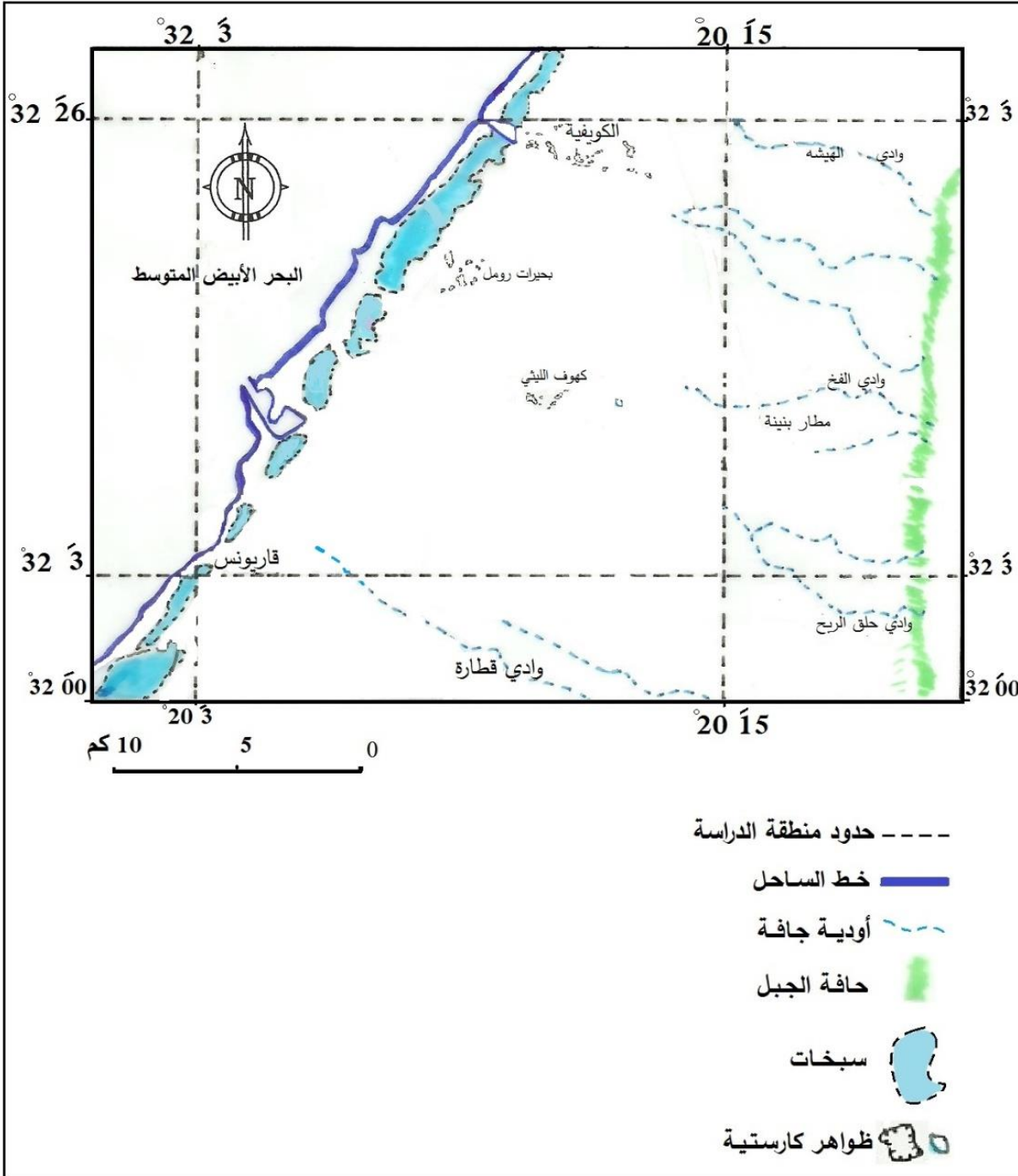
تمثل دراسة عناصر المناخ وأثر ذلك على طبيعة حدوث الهبوط الأرضي أمراً ضروري ، فالمظهر الجيومورفولوجي يعدّ انعكاساً للظروف المناخية السائدة في منطقة الدراسة ، خاصة في المناطق التي تنتشر بها المعادن والأملاح القابلة للإذابة و يتضح ذلك في المناطق الرطبة ، حيث تزداد عمليات التآكل و التجوية ، و يمكن

1 - سعد خليل القزيري ، تنمية الساحل في كتاب الساحل الليبي ، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري ، منشورات مركز البحوث والاستشارات ، بنغازي ، 1997 ، ص 394 .

2 - جودة حسنين جودة ، دراسات في الجغرافيا الطبيعية للصحاري العربية ، مرجع سابق ، ص 336 .

الشكل (5.1)

جيومورفولوجية منطقة الدراسة

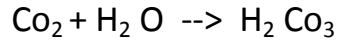


1-نقلت بتصريف من الأطلس الوطني ، مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

2-A.Guerre,Hydrogeological study of the coastal Karstic spring of Ayn Zayanah [eastern Libya],rogeologist of the food and Agriculture Organisation of the United ions, attached to the Secretariat of Dams and water Resources,Benghazi, 1980 .

تصنيف مناخ المنطقة من خلال تطبيق معادلة مارتن* ، حيث يتبين لنا حسب الملحق (3.1) أن مناخ منطقة الدراسة شبه رطب ، وهي تعدّ من المناطق التي تزداد بها عمليات التآكل والتجوية ، ونظرًا للموقع الجغرافي للمنطقة فإن للبحر المتوسط تأثيرًا واضحًا على مناخها ، حيث تتعامد الشمس على مدار السرطان ما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة التي تبلغ أعلاها في شهر أغسطس وتؤثر على الضغط الجوي لينخفض قيمته في الشهر نفسه .

وتكمن صلة عناصر المناخ بالهبوط الأرضي في العلاقة الواضحة بين الأمطار والتربة ، فعند تساقط الأمطار تعمل مياهها على إذابة ثاني أكسيد الكربون CO₂ وبالتالي ينتج عنه حامض الكربونيك H₂CO₃ ويتضح ذلك في المعادلة التالية :



ويتفاعل حامض الكربونيك مع الصخور الجيرية فتترسب المواد الذائبة في الشقوق وينتج عنه بعض مظاهر الهبوط من كهوف وعيون⁽¹⁾ ، بينما تعمل الرياح على تمزيق قطرات المطر ونقلها إلى مسافات بعيدة⁽²⁾ ، ما يقلل تأثير مياهها خلال عملية الإذابة .

* معادلة مارتن :

$$Q = \frac{M}{C + 10}$$

ق = مؤشر الجفاف ، م = كمية المطر السنوي (ملم) ، ح = متوسط درجة الحرارة السنوي م° ، 10 = معدل ثابت .

1 - خلف حسين علي الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، 2005 ، ص 247 .

2 - المرجع السابق نفسه ، ص 391 .

بالإضافة إلى ذلك تزيد درجات الحرارة العالية من عملية التبخر مياه الأمطار أثناء سقوطها وعند جريانها على سطح الأرض فتزيد نسبة المفقود من مياه الأمطار (1) .

تعتمد دراسة وحساب المتوسطات الشهر لعناصر المناخ (درجة الحرارة - الرطوبة - الضغط - الرياح - التبخر) في منطقة الدراسة على بيانات مناخية من محطة الرصد الجوي الشامل (بنينا) التي تقع إلى الشرق من المنطقة ، وذلك لمدة تتراوح ما بين 30 و 35 سنة وهي الفترة التي تعطي صورة عامة لحالة المناخ في المنطقة .

1.4.1 الحرارة :

يبين الجدول (1.1) معدلات متوسطات الشهرية لدرجات الحرارة الكبرى والصغرى لمنطقة الدراسة ، للفترة الممتدة ما بين (1971 - 2005) .

بالنظر إلى الجدول أدناه يتضح أن أقل شهور السنة حرارة في فصل الشتاء هو شهر فبراير والتي بلغت متوسط درجات الحرارة به 12,9° م ، ثم يأخذ المعدل في الارتفاع التدريجي ببطئ إلى أن يصل أعلى معدلاته في فصل الصيف في شهر أغسطس والتي بلغت متوسطها 27° م ، علمًا بأن متوسط درجات الحرارة العظمى يرتفع في الشهر نفسه إلى 32° م .

2.4.1 الضغط الجوي والرياح :

تخضع منطقة الدراسة بسبب موقعها الجغرافي لتأثير توزيع الضغط الجوي على البحر المتوسط من ناحية وعلى الصحراء الكبرى من ناحية ثانية وعلى المحيط الأطلسي من ناحية ثالثة .

ففي فصل الشتاء ” يمتد تأثير الضغط المرتفع الأزوري على المحيط الأطلسي الشمالي إلى الضغط المرتفع الأوراسي من ناحية و الضغط المرتفع على الصحراء

1 - مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

جدول (2)

المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في محطة بنينه للفترة (1971 - 2005)

الشهور	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يوليو	يونيو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
النهاية العظمى	16,733	17	20,3	24	28,5	30,7	31,7	32	31	28	22,7	18
النهاية الصغرى	9,3	8,9	11	13,5	17	19,9	21,8	22	21	18	14	10,8
المجموع	13	12,9	15,7	18,8	22,8	25,3	26,8	27	26	23	18,4	14,4

المصدر: مصلحة الأرصاد الجوية ، طرابلس ، النسب من حساب الباحثة

الكبرى من ناحية أخرى بينما يشكل البحر المتوسط نطاقاً للضغط المنخفض فضلاً عن الضغط المنخفض الإستوائي على أواسط أفريقيا والمحيط الهندي” (1) .

” و من هذا النطاق العظيم للضغط المرتفع تنتشر الرياح الشمالية و الشمالية الشرقية الجافة باتجاه المنخفض الاستوائي الواقع إلى الجنوب من الدائرة الإستوائية”(2) بالإضافة إلى ذلك تظهر فترات سكون قصيرة للرياح التي تصاحب ارتفاع الضغط الجوي في الأوقات الخالية من الانخفاضات الجوية (3) .

” ويتميز فصلا الربيع والخريف بطول فترات السكون نسبياً وتغير اتجاهات الرياح كما يدل عليها تقارب النسب بين الاتجاهات المختلفة وتنخفض في الفصلين أيضاً نسب الرياح الغربية لكي تزداد نسب الاتجاهات الشرقية والجنوبية الشرقية ولا ينتظم هبوب الرياح أو تستقر اتجاهاتها إلا في فصل الصيف حينما تندر الانخفاضات الجوية” (4) .

ويمتد في فصل الصيف نطاق من الضغط المنخفض على الشمال الأفريقي وينكمش الضغط المرتفع الأزوري على شمال المحيط الأطلسي ويمتد لسان منه على البحر المتوسط (5) ، ومن هذا المرتفع تندفع الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الجافة نحو الجنوب جهة المنخفض الاستوائي الواقع شمال الدائرة الاستوائية (6) .

1 - محمد إبراهيم حسن ، حوض البحر المتوسط دراسة تحليلية لتنوع مصادر المياه وارتباطها بمظاهر التنمية الاقتصادية ، منشورات جامعة قار يونس ، بنغازي ، 1997 ، ص 14 .

2 - محمد عياد مقيلي، المناخ في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافية ، مرجع سابق ، ص 158 .

3 - مرجع سابق ، ص 168 .

4 - مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

5- محمد إبراهيم حسن ، مرجع سابق ، نفس الصفحة .

6- محمد عياد مقيلي ، مرجع سابق ، ص 183 .

يوضح الجدول رقم (2.1) أن الضغط الجوي يبلغ نهايته العظمى في شهر نوفمبر (1019,0 ملليبار) ثم يأخذ في سلسلة انخفاضات تدريجية شبه منتظمة إلى أن يصل إلى نهايته الصغرى في الشهور التالية (أبريل - مايو - يونيو - يوليو - أغسطس) التي تبلغ 1014 ملليبار ليعاود الارتفاع في شهر سبتمبر حيث يصل إلى 1016,2 ملليبار .

يلاحظ من خلال إحصائيات الجدول رقم (3.1) أن الاتجاه السائد للرياح في منطقة الدراسة هي الرياح الشمالية والشمالية الشرقية التي يبلغ مجموع نسب المتوسط السنوي لهما 36,7 % من مجموع السنوي للرياح ، ومع ذلك فإن الرياح الأكثر ظهوراً هي الرياح الجنوبية الشرقية والشمالية الغربية اللتان تبلغ قيمتهما على التوالي 25,9 % ، 15,9 % وأقل الرياح ظهوراً هي الشرقية التي تصل إلى 6,3 % ، بينما تسيطر الرياح التي تهب من الاتجاهات الشمالية في فصل الصيف ، وبالنسبة للسكون فيلاحظ أن نسبتها تصل إلى (6,5 % / السنة) ، كما يلاحظ أن المتوسط السنوي لسرعة الرياح يصل إلى 10 عقدة / ساعة ، وتصل أقصى سرعة لها في فصلي الربيع والصيف .

3.4.1 الرطوبة النسبية :

”تعتمد الرطوبة النسبية في الجو على كمية ما يحتويه الهواء من بخار الماء وعلى درجة حرارته فهي تزداد مع زيادة معدل التبخر أو انخفاض درجة الحرارة ، وتقل مع تناقص كمية البخار في الجو أو مع زيادة درجة حرارته وعليه فإن إختلاف طبيعة توزيع الرطوبة النسبية بين مختلف مناطق ليبيا يجب أن يفسر على هذا الأساس“⁽¹⁾.

يتضح من الملحق رقم (4.1) و الشكل (6.1) إن أعلى معدلات الرطوبة النسبية

1 - محمد عياد مقيلي ، مرجع سابق ، ص 197 .

جدول (3)

المتوسطات الشهرية للضغط الجوي في محطة بنينه للفترة (1960 - 1990)

المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يونيو	يوليو	مايو	ابريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر
1016,2	1018,8	1019,0	1017,3	1016,2	1014,0	1014,0	1014,6	1014,6	1014,1	1016,1	1017,8	1018,8	متوسط الضغط الجوي

المصدر : محمد عبد الله لامة ، سهل بنغازي ، دراسة في الجغرافية الطبيعية ، منشورات جامعة قاروينس ، بنغازي ، 2003 ، ص 121

جدول (4) المتوسطات الفصلية لاتجاهات الرياح وسرعتها في محطة بنينه للفترة (1960 – 1990)

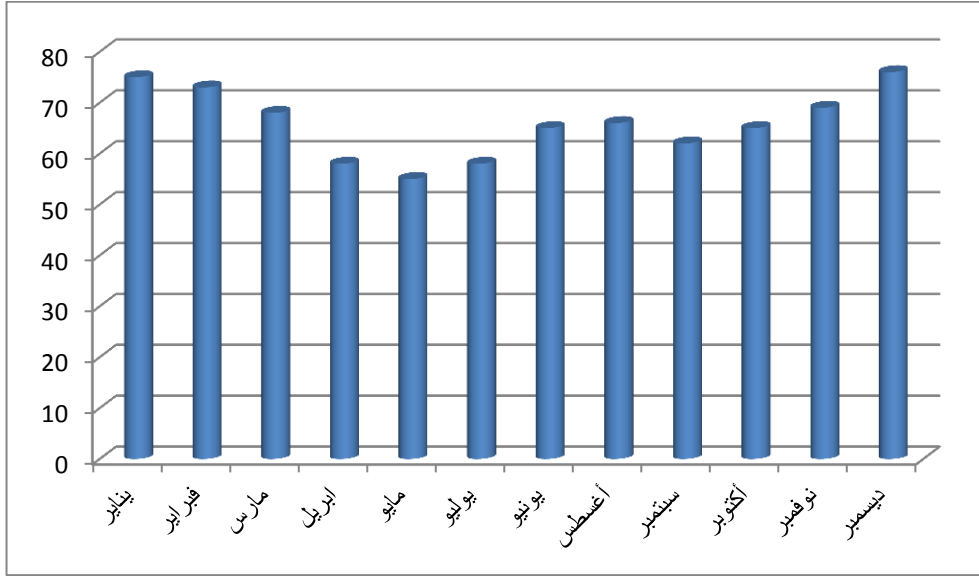
سرعة الرياح بالعقدة	النسبة المئوية لاتجاهات الرياح الساعة (2-23)									الفصل
	شمالية	شمالية شرقية	شرقية	جنوبية شرقية	جنوبية	جنوبية غربية	غربية	شمالية غربية	سكون	
9,5	8	7,3	6,3	25,9	13,5	6,7	8	15,9	8,4	الشتاء
11,1	18,7	15,1	8	17,6	5,8	4,3	5,2	19,5	5,8	الربيع
10,4	39	23,5	3,8	4,3	1,7	1,7	1,7	20	4,3	الصيف
8,5	16,7	18,8	9,5	16,3	7,7	5,3	4	13,9	7,8	الخريف
10,0	20,5	16,2	6,8	15,8	7,1	5,1	4,7	17,3	6,5	المتوسط السنوي

المصدر: فاطمة مفتاح محمد الوداني ، " الاعتبارات البيئية في النشاط الصناعي بمدينة بنغازي وضواحيها دراسة في التخطيط البيئي " ، (رسالة ماجستير غير منشورة) ، جامعة قار يونس ، كلية الآداب، قسم جغرافيا، بنغازي، 2006، ص 26 .

في منطقة الدراسة سجلت في شهر ديسمبر حيث وصلت 76 % ثم تأخذ في الانخفاض ببطء حتى تصل أدناها في شهر مايو التي بلغت 55 % .

شكل (6.1)

المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية % في محطة بنينا للفترة (2005 – 1971)



المصدر : أعد بناءً على بيانات الملحق رقم (4.1) .

4.4.1 الأمطار:

تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية التي لها تأثير على تشكيل سطح الأرض حيث تساعد على عملية التعرية والإذابة .

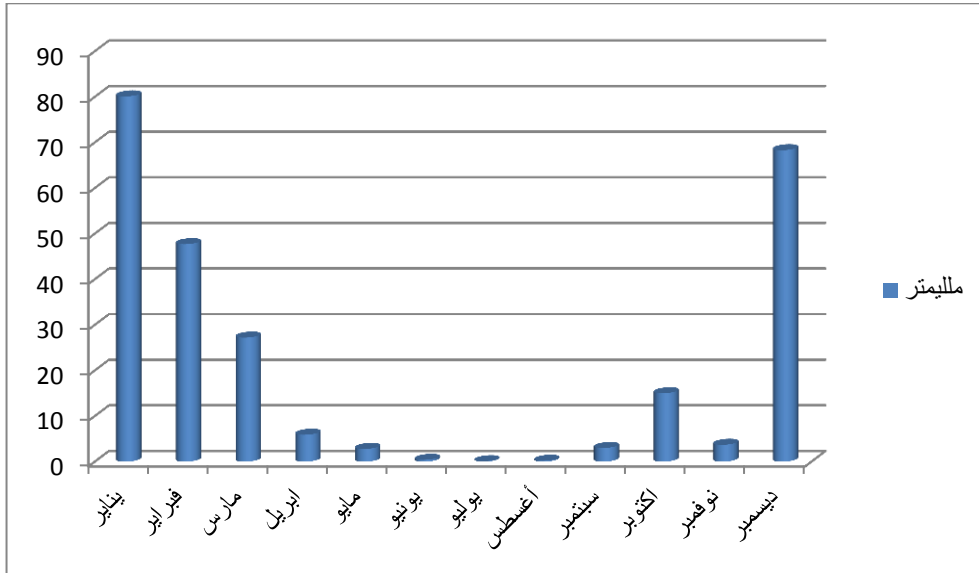
ومعظم الأمطار الساقطة على سواحل ليبيا والمناطق التي تقع في ظهيرها هي من أصل إعصاري⁽¹⁾ ، ” ويتركز سقوط الأمطار على فترات قصيرة جداً ، فالمطر لا يسقط بانتظام على أيام الفصل المطير بل يسقط في رخات عشوائية وبأطوال

1 - مرجع سابق ، ص 168 .

مختلفة تصل إلى بضع ساعات أو أيام متواصلة " (2) ، والشكل التالي يبين المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار بالمليمترات لمحطة بنينا للفترة (1971 - 2005) .

شكل (7.1)

المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار بالمليمترا لمحطة بنينا للفترة (1960 - 1990)



المصدر : أعد بناءً على بيانات الملحق رقم (5.1) .

يتبين لنا من خلال الشكل السابق أن التوزيع الفصلي للأمطار يختلف من فصل إلى آخر ، حيث يتركز سقوط الأمطار خلال أشهر الشتاء في منطقة الدراسة في حين أن أشهر الصيف بها تكون جافة ، وتساهم أشهر الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير) بحوالي (69 %) تقريباً من مجموع كمية الأمطار السنوية ، بينما تسهم

أشهر الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر) بنسبة (18,9%) من مجموع المطر السنوي ، بينما تصل أشهر الربيع إلى (12 %) فقط ، تسجل أعلى معدل لهطول

الأمطار في شهر يناير الذي يبلغ (80,1 مللم) ثم يليه شهر ديسمبر في معدل الهطول ليصل (68,3 مللم) ، بينما يصل أدنى معدل لها خلال شهر يوليو الذي يصل إلى (0,1 مللم) .

6.1) التربة :

تعدّ التربة من العوامل التي تساعد في عمليات الهبوط الأرضي وتعدّ أحد الضوابط البيئية وهي ” الطبقة الهشة التي تغطي معظم سطح اليابس وبسبب متباين من مكان لآخر ويتراوح ما بين بضع سنتيمترات وعدة أمتار ويتكون من عناصر معدنية مختلفة ناتجة عن تفتيت الصخور وعناصر عضوية ناتجة عن تحلل البقايا النباتية والحيوانية “ (1) ، وهي تتنوع في منطقة الدراسة رغم سيادة التربة الحمراء المنقولة كما هو موضح في الشكل (8.1) وتنقسم إلى التالي :

1.6.1) تربة الشريط الساحلي :

يسود نوعان من التربة على طول الشريط الساحلي لمنطقة الدراسة وهما الرملية (القارية والشاطئية) والتربة السبخية الملحية .

1 - التربة الرملية :

يمتد هذا النوع من التربة في غرب منطقة الدراسة على شكل شريط ضيق نسبياً متاخماً للبحر من عين زيانة شمالاً إلى قاريونس جنوباً ، وتعدّ من التربات الحديثة التي تطورت فوق رمال خشنة ، وهي حبيبات رملية مستديرة مفككة صفراء وبيضاء اكتسبت لونها من المواد الأصلية ، كما جلبت للساحل بفعل الأمواج والرياح (2) ، وللكثبان الرملية البيضاء التي تجمعت عن تراكم الحبيبات الجيرية، أهمية في الحصول على المياه الجوفية، لذا يوجد بها كثير من الآبار خاصة في شرق بنغازي، حيث تستخدم مياهها في ري بعض المحاصيل الزراعية(3) .

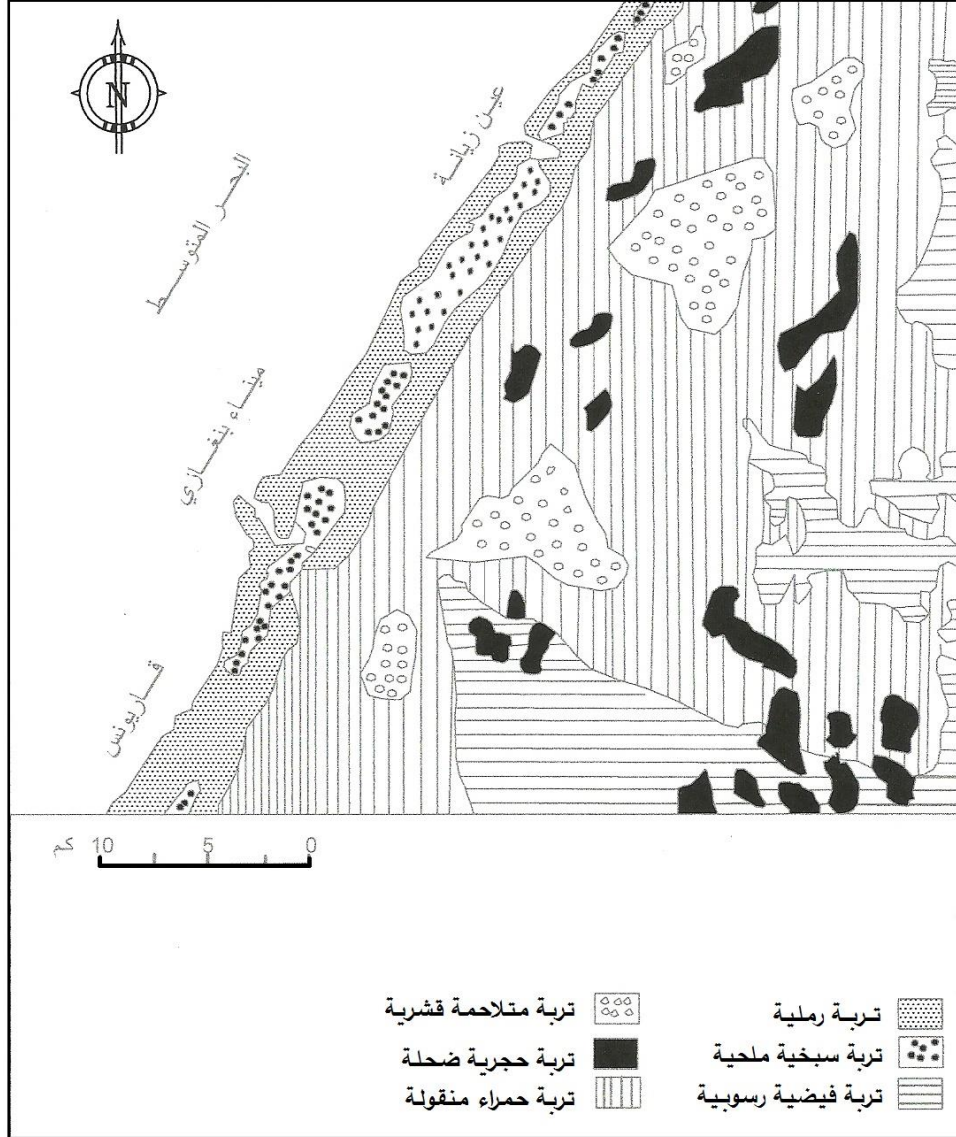
1 - خلف حسين الدليمي ، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم شكل الأراضي التطبيقي ، الأهلية للنشر والتوزيع ، عمان ، 2001 ، ص 84 .

2 - محمد عبد الله لامة ، مرجع سابق ، ص 221 .

3 - محمد المبروك المهدي ، جغرافية ليبيا البشرية ، منشورات جامعة قاريونس ، بنغازي 1998 ، ص 32 .

الشكل (8.1)

أصناف التربة في منطقة الدراسة



المصدر: فاطمة مفتاح محمد الوداني ، مرجع سابق ، ص 32 .

” وكثيراً ما تكون هذه التربة مختلطة بالتربة الطينية الحمراء ” (1) ، وتعدّ نوعاً ضعيفاً لنمو النباتات إلا إذا تم استصلاحها .

2- التربة السبخية :

” في هذا النوع من الترب تحدث عملية التملح وتكوّن نوعية معينة من الترب تُعرف بعدة تسميات ، مثل التربة الجافة الشائعة الملحية أو ترب السبخات أو ترب القيعان الملحية أو ترب السولانشاك وتمتاز هذه التربة باحتوائها على نسب غير عادية من الأملاح الذائبة أكثر من 0,2 % ” (2) .

وهي تتداخل مع الكتبان الرملية المتاخمة للساحل ، وقد تم تجفيف البعض منها وردمها لاستغلالها في التطوير العمراني كسبخة الكيش والسلماني ، ومن أهم هذه السبخات ، سبخة اللثامة وتغطي مساحة قدرها 119 هكتار متصلة ببحيرة فرعية مساحتها 19 هكتار عمق المياه بها حوالي 3 أمتار وتتصل بالبحر عبر قناتين طول الواحدة منها حوالي 1 كيلومتر (3) .

1.6.2) ترب السهل الساحلي :

بالنظر إلى طبيعة التربة في السهل الساحلي كما هو موضح بالشكل (8.1) ، نجد إن هناك انتشار لأربعة أنواع من الترب هي كالأتي :-

1 - تربة حمراء منقولة :

تفترش التربة الحمراء معظم منطقة الدراسة ، و هي تعد من ترب إقليم البحر المتوسط ، و تعرف أيضا باسم التيراروسا ، و مصدرها الحجر الجيري الغني بأكسيد الحديد .

1 - عبد العزيز طريح شرف ، مرجع سابق ، ص 45 .

2 - خالد رمضان بن محمود، الترب اللببية ، الهيئة القومية للبحث العلمي، ط1، طرابلس، 1997 ، ص 163 .

3 - زينب محمد المكي ، " المصايف والمنزهات في منطقة بنغازي " ، (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة قاريونس، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، 1998 ، ص 145 .

”وهي تفتقر إلى المعادن المهمة مثل النيتروجين ، وتتميز بأنها سهلة الإعداد للزراعة نظراً لاختلاطها بالرمل الذي جُلب إليها من الصحراء وهو ما يجعلها تربة جيدة الصرف والتربة الحمراء المنقولة تعد مناسبة جداً للزراعة إلا أنها ليست أفضل الترات” (1) .

2 - تربة متلاحمة قشرية :

يسود هذا النوع من التربة في بوعظني و الليثي شرق المنطقة و الكوفية في الشمال ، وهذه التربة تكوّنت نتيجة لتلاحم الكثبان الرملية ، وهي مغطاة بطبقة كلسية ، كما تتصف بأنها ضحلة القطاع و وجود صخور صلبة على عمق 30 سم معرضة لمشكلات التعرية والانجراف ، بالإضافة إلى أنها تحتوي على نسبة أملاح ذات خصوبة منخفضة نتيجة لقلّة العناصر الغذائية (2) .

3- تربة حجرية ضحلة :

التربة الحجرية الضحلة بالإضافة إلى كونها قليلة الانتشار في منطقة الدراسة فهي تتوزع بشكل متفرق ، ” ويوجد أكبر إمتداد لها في شمال الكوفية إلى الشرق من بنغازي ، وأجزاء من جنوبها الشرقي ، حيث الحجر الجيري عارٍ ، ويخلو السطح عامة من التربة والنباتات وتقطعه الشقوق والمنخفضات الصغيرة والحفر الكارستية “ (3) ، ” علماً بأن قوامها طمي خفيف فهي تربة ضحلة لا يزيد قطاع تربتها في معظم الأحيان عن 30 سم إضافة إلى فقرها في العناصر الغذائية ، كما أنها معرضة للانجراف المائي والتعرية الهوائية نتيجة لانخفاض كثافة الغطاء النباتي “ (4) .

1 - محمد عبد الله لامة ، مرجع سابق ، ص 313 .

2 - ابريك عبد العزيز بوخشيم ، الغلاف الحيوي في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، مرجع سابق ، ص 255 .

3 - محمد عبد الله لامة ، مرجع سابق ، ص 222 .

4 - ابريك عبد العزيز بوخشيم ، مرجع سابق ، ص 254 .

7.1 موارد المياه :

للمياه دور كبير في عملية الهبوط الأرضي ، حيث تساعد في عملية الإذابة الصخرية ، بالإضافة إلى أنه عند سحب كميات كبيرة من المياه الجوفية يترك خلفه فراغات تسبب هبوطاً في الطبقة التي تعلوها ، وخاصة إذا أقيمت عليها أبنية فإنها تتعرض للضغط على منطقة الضعف (1) .

وتتعدد مصادر المياه في منطقة الدراسة إلى :-

1.7.1 المياه الجوفية :

تعد المصدر الرئيس للمياه في منطقة الدراسة ، ” وتتكون المياه الجوفية في منطقة بنغازي من طبقة من المياه العذبة تعلو سطح المياه الجوفية المالحة المتسربة من مياه البحر ، ويتم شحن هذه الطبقة باستمرار بواسطة مياه الأمطار المتساقطة على السفوح والسهول القريبة والبعيدة التي تتسرب خلال الشقوق والفوالق الموجودة في طبقات الأحجار الجيرية إلى المياه الجوفية ، و يتساوى منسوب المياه الجوفية مع منسوب البحر بالقرب من الشواطئ ، ويزيد إلى منسوب 5.0 متراً أو أكثر فوق سطح البحر في الاتجاه الشرقي عند منطقة بنينا وما بعدها من مناطق ، ويعني ذلك أن طبقة المياه العذبة الموجودة على سطح المياه الجوفية ذات منسوب هيدروليكي ينحدر بميل تجاه البحر ما يسبب تدفق المياه الجوفية في إتجاه عام من الشرق إلى الغرب ، ويؤكد ذلك وجود ينابيع من المياه تحت سطح عند عين الزيانة وتدفق المياه الجوفية عند كهف الكوفية ” (2) .

” ويتم إنتاج المياه من الآبار من الطبقات الحاملة للمياه والمكونة من الأحجار الجيرية الميوسينية ، ومن صخور الكربونات الحبيبية و توجد بجوار الشاطئ تكوينات

1 - خلف حسين علي الدليمي ، مرجع سابق ، ص 249 .

2 - مؤسسة دو كسيادس العالمية ، إقليم بنغازي ، التقرير النهائي للمخطط العام المرقق مياه مدينة بنغازي حتى عام 1979 ، 2014 ، ص 12 .

كارستية وتبدو أقل تطويراً في داخل الوادي بعيداً عن البحر ، ويوجد المخرج الرئيس للمياه من الحوض الجوفي عند عين زيانة على بعد 13 كيلومتر شمال مدينة بنغازي حيث تتدفق المياه الجوفية في البحر ” (1) .

في الماضي اعتمدت مدينة بنغازي على مياه منطقة الفويهات ، إلا أن مشروع مياه سيدي منصور الذي يقع على طريق سيدي خليفة ، ويبعد حوالي 8.5 كم عن منطقة الإنتاج المياه بينينا يعد أحد المصادر الرئيسة للمياه ، وتعتمد فكرة المشروع على تجميع المياه الجوفية في مجارٍ موجودة بنفق محفور على عمق حوالي 8 أمتار تحت سطح الأرض وبطول حوالي 500 متر ، تتجمع فيه داخل بئر في منتصف النفق ومن ثم تضخ بواسطة مضخات إلى خزانات المياه بينينا (2) .

2.7.1 مشروع النهر الصناعي :

يعدّ هذا المشروع أحد المصادر الأساسية لمياه الشرب بالمنطقة ، و يعد أحد المشاريع المستثمرة للمياه الجوفية في الصحراء الليبية ، وتستفيد منها منطقة الدراسة من خلال المرحلة الأولى للمشروع، الذي ينقل فيه مليوناً متر مكعب من المياه يومياً إلى الشريط الساحلي⁽³⁾ الشرقي ، والغرض منه تخفيف الضغط على الخزان الجوفي في المنطقة وللاستخدام اليومي في الأغراض الزراعية والاستخدام المنزلي .

3.7.1 الأمطار :

يلعب المطر دوراً بارزاً في امتلاء البحيرات الكارستية وهو المغذي الرئيس للمياه الجوفية رغم اختلاف معدلات سقوطها من شهر لآخر ، ويتركز سقوط الأمطار

1 - المرجع السابق ، ص 60 .

2 - بلدية بنغازي ، مسيرة المنجزات عن أعوام 76-77-1978 ، أمانة البلديات، مطابع دار الحقيقة، بنغازي ، 1978 ، ص197 .

3- عبدالحميد صالح بن خيال، الزراعة والثروة الحيوانية في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، مرجع سابق، ص601 .

بصفة عامة في فصل الشتاء حيث يبلغ المتوسط الحالي في يناير حوالي 80,1 ملليمتر ، وفي شهر ديسمبر تصل إلى حوالي 68,3 ملليمتر في محطة بنينا ، ونظرًا إلى أن زيادة الجريان السطحي قد يؤدي إلى حدوث فيضانات في منطقة الدراسة ، لذا أقيم سدان على وادي قطارة عام 1972 ، لتجميع مياه الجريان السطحي والاستفادة منه ومنع انجراف التربة ، ولحماية مدينة بنغازي وما حولها من التعرض لخطورة الفيضانات التي تعرضت لها على فترات زمنية ” وآخر الفيضانات حدوثاً كان عام (1980 - 1981) حيث بلغ عددها 7 فيضانات بمعدل جريان سطحي بلغ 33,4 مليون م³ ، وقد وصل أقصى جريان سطحي للوادي خلال فبراير من عام 1981 م حوالي 13,92 م³ ” (1) .

1 - محمد عبد الله لامة ، مرجع سابق ، ص 169 .

الفصل الثاني

مظاهر الهبوط الأرضي

مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت

مظاهر الهبوط الأرضي في الطرق

مظاهر الهبوط الأرضي الطبيعية

تمهيد

الهبوط الأرضي المعني في هذه الدراسة هو انخفاض مساحة من طبقة سطحية للأرض في حركة رأسية ، نتيجة لإزالة الكتلة الواقعة أسفلها ، الأمر الذي يؤدي إلى إعادة تشكيل طبوغرافية الأرض .

ويعرف الهبوط الأرضي بوجه عام عند المهندسين بالترسيخ ، وهو حدوث حركة رأسية وأفقية لسطح الأرض ناجم عن اختلال التوازن الإستاتيكي للطبقات الأرضية بصورة تدريجية أو مفاجئة (1) ، ولما كانت القوانين الطبيعية تقضي بأن جميع الأجسام تميل إلى الوصول إلى حالة اتزان آخر تتناسب التوزيع الجديد للضغوط ، وقد يصل تأثير حركة الصخور حول منطقة التعدين أو الإنشاء إلى سطح الأرض (2) ، وتختلف عملية الهبوط عن بقية عمليات تحرك المواد وذلك في أنها لا تحدث على السفوح شديدة الانحدار ولا ترتبط بوقوع الحافات الصخرية العالية بجوارها (3) ، وهي "ظاهرة طبيعية تتعرض لها بعض المناطق من سطح الأرض ولم تأخذ حقها من الملاحظة أو الدراسة الكافية ، على الرغم مما يتسبب عنها من أخطار لا يشعر بها أو يعاني من آثارها إلا تلك المناطق التي تتعرض لها سواء كانت مراكز عمرانية أو مناطق زراعية أو مناطق للتعدين " (4) وهي أيضاً غير ملحوظة بشكل كبير في كثير من المناطق خاصة في الدول غير المتقدمة التي لا تتوافر بها عمليات مسح قياسات دقيقة و مع ذلك نتائجها لها أثر كبير على عديد من جوانب الاستعمالات

1-محمد صبري محسوب ومحمد إبراهيم أرباب ، الأخطار والكوارث الطبيعية ، الحدث والمواجهة معالجة جغرافية ، دار الفكر العربي القاهرة ، 2000 ، ص 152.

2-حسن سيدي أحمد ابو العينين ، أصول الجيومورفولوجيا ، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية ، ط11، 1995، ص 338.

3-محمد صبري محسوب ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، دار الفكر القاهرة ، 2003، ص 468 ، ص 469.

4-فخري موسى وآخرون ، الجيولوجيا الهندسية ، دار المعارف بمصر القاهرة ، 1968 ، ص 281.

البشرية المختلفة فالهبوط يرتبط مثلاً بحدوث اضطراب في نظم الري والصرف
وانهيار السدود والخزانات السطحية وترييح المباني والتعدين.⁽¹⁾

وتعدّ مشكلة الهبوط الأرضي الآن من المشكلات الخطيرة في كثير من المدن
مثل اليابان حيث يجد هناك أكثر من عشر مناطق تتعرض للهبوط بسبب السحب
الزائد للمياه الجوفية ، كذلك الهبوط الذي حدث في لندن عام 1931م بسبب سحب
مياه الآبار الارتوازية من حوض لندن الجوفي ، و تعد مدينة مكسيكو عاصمة
المكسيك من أكثر مدن العالم التي تتعرض لهذه الظاهرة للسبب نفسه ، فقد هبطت
أجزاء كبيرة من المدينة إلى نحو أربعة أمتار تقريباً خلال المدة من 1948 حتى
1980.⁽²⁾ ، كما أن سحب البترول يعد إحدى العمليات المسؤولة في جانب كبير
منها عن حدوث الهبوط ، ومن المناطق المتضررة ، حقل ولمنجتون بالولايات
المتحدة ، وقد بلغ الفارق الرأسي للهبوط الأرضي الذي تعرضت له المنطقة خلال
الفترة من 1928م حتى 1971م تسعة أمتار ونصف تقريباً.⁽³⁾

كما يحدث الهبوط عند تكوّن البالوعات والحفر ، وتسبب هذه الانخفاضات
كارثة عند حدوثها في الأماكن المأهولة بالسكان كالتي تكونت في حديقة ونتر بفلوريدا
بتاريخ 8 مايو 1981م ، ما سببت في هدم منزل وحوض سباحة ومجموعة من
السيارات موجودة في الموقف المخصص للسيارات إلى جانب الطريق⁽⁴⁾ .

و لقد و ضع بعض الباحثين تصنيفاً لأنواع الهبوط الأرضي معتمداً على
طريقة

1- محمد صبري محسوب، البيئة الطبيعية خصائصها وتفاعل الإنسان معها ، دار الفكر العربي بها ، 1995 ص
382.

2- محمد صبري محسوب ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، مرجع سابق ، ص 470.

3- المرجع السابق نفسه ، ص 471.

4- إدوارد جي تاريوك ، فريدريك ك لوتجنز ، الأرض - مقدمة للجيولوجيا الطبيعية ، ترجمة عمر سليمان حمودة
وآخرون ، فاليتا 1984م ، ص 285.

حدوثه وأسبابه ومدى خطورته ومن أهم هذه التصنيفات هي :-

-**الهبوط المفاجئ:** يحدث بسبب انهيار طبقة لينة من سطح التربة نتيجة لعدم إمكانية مقاومة هذه الطبقة للجهد الواقع عليها وهذا الهبوط عادة ما يكون هبوطاً عميقاً، ويعدّ من أخطر أنواع الهبوط حيث يحدث بشكل مفاجئ وفي فترة قصيرة⁽¹⁾، "ويرتبط الهبوط المفاجئ بعمليات تعدين المواد الصلبة ، الفحم والنحاس والحديد وغيرها من مناجمها العميقة حيث هبوط وضعي في مداخل المناجم وفي المناطق الملاصقة لها"⁽²⁾.

-**الهبوط التدريجي :** يستمر حدوثه لمدة طويلة قد تستغرق عدة سنوات ويرتبط عادة بالاستهلاك العشوائي للمياه الجوفية ، ويعدّ أقل خطورة من الهبوط المفاجئ.

-**هبوط عميق:** سببه إزالة المياه الجوفية، النفط ، أو الغاز من جوف الأرض⁽³⁾، فيكون الهبوط لأعماق كبيرة و أضراره جسيمة .

-**هبوط ضحل:** يحدث نتيجة التعدين وإزالة المواد الصلبة تحت الأرض كالمناجم والمحاجر فينتج عنه هبوط بأعماق ضحلة⁽⁴⁾ وأضراره بسيطة مقارنة بالهبوط العميق.

مظاهر الهبوط الأرضي:

تختلف مظاهر الهبوط الأرضي في المناطق المقام عليها المباني و المنشآت عنها في الطرق المعبدة و الترابية بالإضافة إلى مظاهرها في المناطق الخالية من المباني ، فهي إن حدثت في المباني أو المنشآت أو الطرق تسبب تشوهات بها.

1-محمود توفيق سالم ، أساسيات الجولوجيا الهندسية، دار الراتب الجامعية ، بيروت 1985م ، ص 225.

2-محمد صبري محسوب، البيئة وخصائصها وتفاعل الإنسان معها، مرجع سابق ، ص 377 .

3- Bernard w.bibkin,Geology and the Environment, west publishing company, Minneapolis,1994,p 207 .

4-Ibid , p. 202 .

وفيما يلي أهم المظاهر التي تم ملاحظتها و تسجيلها في منطقة الدراسة :

- مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت .
- مظاهر الهبوط على الطرق .
- مظاهر الهبوط الأرضي الطبيعية (الظواهر الطبيعية) .

2.2 مظاهر الهبوط الأرضي في المباني والمنشآت :

تتنوع مظاهر الهبوط في المنشآت و المباني التي تم رصدها في منطقة الدراسة التي تختلف كثافتها من منطقة إلى أخرى ، وتعدّ جميعها تشوّهات ناجمة عن هبوط المبنى المصاحب لهبوط الأرض، و ويمكن حصر هذه المظاهر في ثمانية تشوّهات (التشققات - التجويفات - تكسر البلاط - هبوط البلاط - هبوط الرصيف الخارجي - هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف الخارجي - ميلان المبنى - هبوط المبنى بكامله)

” ويقصد بهبوط المنشآت حركتها إلى أسفل أثناء وبعد إتمام عمليات الإنشاء التي تسببها الإجهادات الناشئة عن الأعمال ، الساكنة والمتحركة“⁽¹⁾.

عندما يهبط جزء من المبنى بمقدار أكبر من الجزء المجاور له أو حدوث تفاوت في الهبوط بين مجموعة أجزاء اساسات المبنى فإن العناصر الإنشائية سوف تتعرض إلى تغيرات في الاجهادات خلالها ما يسبب تشققات خطيرة أو انهيار في المبنى أو بعض أجزائه خصوصًا إذا كانت الفروق النسبية في حركة الأساسات مفرطة والإجهادات المتولدة لا قدرة للعناصر الإنشائية على تحملها⁽²⁾.

1-محمود توفيق سالم، مرجع سابق ، ص 245 .

2-سليمان علي ختروش، مشاكل الأساسات وأثرها على مظاهر المباني في مدينة بنغازي، مجلة الهندسي، النقابة العامة للمهندسين، عدد 18 ، طرابلس، 1992م ، ص 55 .

وفيما يلي المظاهر والتشوهات التي تحدث للمبنى الناجمة عن الهبوط الأرضي:-

1.1.2) التشققات: يقصد بها التشققات غير الإنشائية ، وهي التشققات التي تحدث نتيجة عوامل وأسباب غير إنشائية (يقصد بالإنشائية أخطاء تحدث عند إعداد التصاميم أو خلال مرحلة التنفيذ أو بعده) و تحدث التشققات الإنشائية نتيجة لتفاعلات فيزيائية أو حرارية أو كيميائية (1) ، وتتركز هذه الدراسة على التشققات المصاحبة لهبوط الأرض ، كما تقتصر معظم الدراسة على واجهات المباني لصعوبة إجراء الدراسة من الداخل، ويكون إتجاه هذه الشقوق في الغالب عمودياً أو أفقياً، فهناك الشق العمودي بين أخدود الباب والحائط ، وهناك شق أفقي يحدث نتيجة لهبوط الجزء السفلي للمبنى و انفصاله عن الجزء الذي يعلو الشق، و هذا النوع من المظاهر هو الأكثر انتشاراً خاصة عند السقف و شرفات المباني (البالكونة) التي تعرضت للهبوط .

2.1.2) التجويفات: تتكون هذه التجويفات بين الحائط و أرضية المبنى أو عند جانب الرصيف الخارجي المحاذي للمبنى الذي تعرض للهبوط ، فأثناء حركة المبنى حدث إنفصال بين الواجهة الخارجية للمبنى والرصيف الخارجي ، تلاه تكسر جزء من الرصيف الملاصق للمبنى .

3.1.2) تكسر البلاط: يتكسر بلاط الأرضيات في المباني نتيجة لقوة الشد إلى أسفل أثناء عملية الهبوط الأرضي و مايصاحبه من هبوط أرضية المبنى .

4.1.2) هبوط البلاط: قد يصاحب عملية الهبوط الأرضي هبوطاً لبلاطات المباني، وقد يأخذ شكلاً متدرجاً، أو هبوطاً بسيطاً ، أو يأخذ شكل المقعر وتتجمع فيه الأمطار أثناء هطولها إذا كان حدوثه في الشتاء أو بالمياه أثناء تنظيف المنزل.

1-محمد عبدالله الحماد، تصدعات المباني، أسبابها وكيفية معالجتها والحد منها مع نماذج تطبيقية من المدن العربية، مجلة الهندسي، النقابة العامة للمهن الهندسية، طرابلس، عدد 30، 1424هجري، ص 22 .

5.1.2) هبوط الرصيف الخارجي: ينخفض جزء من الرصيف الخارجي الملتصق بالمبنى نتيجة لهبوط يحدث للرصيف الخارجي بعد تعرضه للأحمال الثقيلة والمتحركة .

6.1.2) هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف الخارجي : في دراسة أجراها الختروش 1992م للمباني التي تعرضت للهبوط في مدينة بنغازي وجد أن جملة من المباني المقامة في التربة السبخية تعرضت للهبوط بإفراط وبشكل منتظم يتجاوز بعضها 20 سم ما جعلها أدنى من مستوى الرصيف وقد سبب ذلك في بعض الإعاقة بالمداخل الرئيسة للمباني وكذلك أبواب المحلات التجارية الملحقة.

7.1.2) ميلان المبنى: يميل المبنى للجهة التي حدث بها خلل عند إزالة المكونات تحت الأساسات بسبب الإذابة أو الترييح و لا يلاحظ هذا الميلان إلا عند النظر إليه بتمعن .

8.1.2) هبوط المبنى بكامله: هبوط المبنى بالكامل إلى أسفل وبشكل تدريجي نتيجة لإقامته على أرض ذات تربة هشة (كاوى).

ومن خلال الدراسة الميدانية لوحظت جميع هذه المظاهر و تم رصدها إلا أن كثافتها تختلف من منطقة لأخرى و تم اختيار بعض المواقع لدراسة مظاهر الهبوط الأرضي وفقاً لبعض المعايير مثل قربها و بعدها عن السبخات و المحاجر القديمة أو وجودها في المناطق الكارستية .

2.2) مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت منطقة الدراسة

فيما يلي عرض لمظاهر الهبوط الأرضي في بعض المواقع بمنطقة الدراسة، طبقاً للمعايير السابقة:

1.2.2)الصابري:

يقع حي الصابري في شمال شرق مركز مدينة بنغازي ، و يعدّ من الأحياء القديمة و المكتظة بالسكان، يحدها من الشرق السلماني و سيدي يونس حيث يفصلها عن سيدي يونس البحيرات الشمالية ، و في جنوبها يوجد سيدي خريبيش ، و يحدها البحر من الغرب ، وينقسم هذا الحي إلى الصابري الغربي، الزريرية، العلوة، اللثامة و دكاكين حميد ، و يغلب على مباني الحي نمط المنزل الحديث يتكون بعضها من عدة طوابق، كما يوجد بها مشاريع كبرى قيد الإنشاء كمشروع البحيرات الشمالية ، و مشاريع استثمارية و فندقية، إلا أنها توقفت منذ عام 2011، و يتميز الصابري بالارتفاع عن سطح الأرض مقارنة بباقي الأحياء، حيث يوجد به ثاني أعلى ارتفاع بالمدينة وتعرف لدى سكان الحي بـ(العلوة) التي تتحدر جهة البحر، و تم اختيار هذا الحي للدراسة لقربه من السبخات الملحية، و استثنى من الدراسة المباني التي تطل على البحر و المباني القريبة منه لتجنب مظاهر التجوية الموجودة على واجهة المباني .

يتضح من الجدول (5.2) مظاهر الهبوط الأرضي السائدة في حي الصابري حيث تم رصدها فبلغت خمس مظاهر متمثلة في التشققات التي بلغت نسبتها من المباني المدروسة 58,2% و هي أكثر المظاهر السائدة في المباني من الداخل و على الواجهة، بينما تتمثل أقل نسبة لمظاهر الهبوط الأرضي في ميلان المبنى التي بلغت 3,6% فقط من إجمالي المباني، والصورة (4.2) تبين ميلان مبنى مقابل عيادة الصابري، حيث حدث ميلان للعمارة رقم 1 بشكل واضح جهة الطريق ثم عادت مكانها و لكن لا يزال هناك ميلان بسيط متقدمة عن العمارة رقم 2 المجاورة لها على المستوى العمودي، أم بالنسبة لهبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف فيحتل الترتيب الثاني ليمثل 16,4% ، ووصل نسبة التجويفات إلى 14,5% ، بينما خلت منطقة الصابري من وجود هبوط المبنى بكامله .

جدول (5.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي الصابري

مظاهر الهبوط الأرضي	عدد المباني المتأثرة	من إجمالي أعداد المباني المتأثرة %
التشققات	32	58,2
التجويفات	8	14,5
تكسر البلاطات	0	0,0
هبوط البلاط	4	7,3
هبوط الرصيف الخارجي	0	0,0
هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف	9	16,4
ميلان المبنى	2	3,6
هبوط المبنى بكامله	0	0,0
الإجمالي	55	%100

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية 2014.

2.2.2) أرض شبينه :

تقع منطقة أرض شبينه شمال شرق مركز المدينة ما بين حي السلام و الوحيشي و بوعظني ، وهي من المناطق الحديثة بمنطقة الدراسة حيث أقيمت عليها كثير من المباني أثناء التوسع العمراني في نهاية القرن الماضي و بداية الألفية الثانية، بالإضافة إلى بعض المباني التي أقيمت خلال مطلع سبعينات القرن الماضي، تنقسم إلى : شبينه أ، شبينه ب، شبينه ج ، شبينه د ، وهي كبيرة المساحة غير مستوية السطح كانت تعرف بالكاوي و هي من المحاجر القديمة التي كانت موجودة في المدينة و لا يزال ينتشر بها عديد من المصانع التي تعتمد على التحجير، وهذا السبب الرئيس لاختيار المنطقة للدراسة .

الجدول (6.1) يوضح أن نسبة هبوط الرصيف الخارجي المحاذي للمبنى

وصلت إلى حوالي 48% من إجمالي أعداد المباني التي أمكن دراستها ، و يرجع

ذلك إلى إقامة المنطقة على محجر قديم و كثافة الحركة المرورية عليها، بينما وصلت نسبة التجويفات إلى حوالي 20% داخل بعض منازل المنطقة ، و جاء تكسر البلاطات و هبوط البلاط بنسب متشابهة وصلت إلى حوالي 4% لكل مظهر، الصّورة (5.2)، كما يوضح الجدول نسبة التشققات الأفقية و المائلة التي بلغت حوالي 24% ويتضح مما سبق أن المباني المدروسة تعرضت لأغلب مظاهر الهبوط الأرضي باستثناء ميلان المبنى و هبوط المبنى بكامله .

الجدول (6.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بأرض شبنة

مظاهر الهبوط الأرضي	عدد المباني المتأثرة	من إجمالي أعداد المباني المتأثرة %
التشققات	6	24
التجويفات	5	20
تكسر البلاطات	1	4
هبوط البلاط	1	4
هبوط الرصيف الخارجي	12	48
هبوط المبنى إلى أدنى من مستوى الرصيف	0	0,0
ميلان المبنى	0	0,0
هبوط المبنى بكامله	0	0,0
الإجمالي	25	%100

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية 2014 .

3.2.2 حي بوهديمة :

يعدّ حي بوهديمة من الأحياء القديمة و تقع جنوب شرق مركز المدينة ، يحدها من الجنوب حي الفويحات و يحدها من الشمال الليثي و من الغرب توجد منطقة الحدائق، وتتقسم مباني الحي إلى الملاك، و شعبيات أرضية ، و شعبيات العمارات، و تشتهر بوجود مديرية الأمن بها و الكلية العسكرية ، وبالرغم من أنه كانت هناك صعوبات خلال الدراسة في هذا الحي ، إلا أنه تم تسجيل حالة هبوط مبنى بكامله



الصورة (4.2) تبين ميل عمارة بالصابري، حيث تميل العمارة 1 إلى الأمام متقدمة عن العمارة 2 كما هو موضح عند الحد الفاصل بين العمارتين الذي يشير إليه السهمان .



صورة (5.2) هبوط البلاط بمنطقة أرض شبنة

بالقرب من مدرسة تبوك الابتدائية و لا يظهر منه شيء إلا السقف ، ويلاحظ سقوط جزء من حائط المبنى المجاور له على يمينه نتيجة لعملية الهبوط التي حدثت ، الصورة (6.2)،(7.2)، حيث كانت هناك زيارات ميدانية متكررة لمدة سنتين لرصد أي تطور و زيادة في هبوط المبنى إلى أن هُدم سقفه بالكامل و حدث تشويه و أصبح هناك صعوبة في ملاحظة أي تطور في هبوط المبنى ، الصورة (8.2) ، و اختير هذا الحي للدراسة لوجود محجر قديم به .

يتبين من الجدول (7.2) تسجيل أهم مظهر من مظاهر الهبوط الأرضي، المتمثل في هبوط المبنى بكامله، حيث أُقيم المبنى على محجر قديم دون مراعاة الأسس الهندسية لإقامة أي مبنى على المحاجر* ، وكان المبنى الوحيد الذي تمّ رصده ، بينما تتماثل قيمة نسب التجويفات ، و تكسر البلاطات و هبوط البلاط إلى 7,2% ، و كانت التشققات أكثر مظاهر الهبوط السائدة في الحي التي بلغت نسبتها من المباني المدروسة 17,4%.

الجدول (7.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي بوهديمة

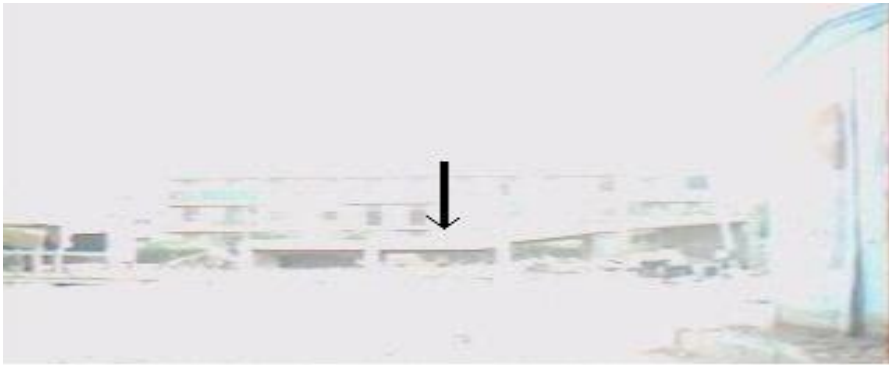
مظاهر الهبوط الأرضي	عدد المباني المتأثرة	من إجمالي أعداد المباني المتأثرة%
التشققات	20	71,4
التجويفات	2	7,2
تكسر البلاطات	2	7,2
هبوط البلاط	2	7,2
هبوط الرصيف الخارجي	0	0,0
هبوط المبنى إلى أدنى من مستوى الرصيف	1	3,5
ميلان المبنى	0	0,0
هبوط المبنى بكامله	1	3,5
الإجمالي	28	100%

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادًا على الدراسة الميدانية 2014 .

*حسب شهادات أهالي الحي .



الصورة (6.2) هبوط مبنى في بوهديمة بكامله باستثناء السقف "جهة اليسار"



الصورة (7.2) هبوط مبنى في بوهديمة بكامله باستثناء السقف "جهة اليمين"



صورة (8.2) هدم سقف المبنى في الصورة السابقة مع تضرر في أحد حوائط المبنى المجاور

4.2.2 (4.2.2) حي الكيش :

يعد هذا الحي من أكبر الأحياء مساحة و ذو كثافة سكانية عالية ، يقع جنوب و جنوب غرب المدينة ، ترجع تسميتها لعائلة الكيش، و بها شركة الخليج العربي للنفط و ساحة الكيش المقام عليها القصر التركي ووزارة التعليم ، ينقسم الحي إلى: الكيش القديم ، شعبية 1 ، شعبية 2 ، الزيتون ، و السبالة ، يقع الحي بين الفويهات و البركة ويرجع اختياره للدراسة لوجود السبخة التي استصلحت واستغلت للبناء عليها.

الجدول (8.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بحي الكيش

مظاهر الهبوط الأرضي	عدد المباني المتأثرة	من إجمالي أعداد المباني المتأثرة %
التشققات	20	40,8
التجويفات	16	32,6
تكسر البلاطات	8	16,3
هبوط البلاط	0	0,0
هبوط الرصيف الخارجي	0	0,0
هبوط المبنى إلى أدنى من مستوى الرصيف	4	8,2
ميلان المبنى	1	2,1
هبوط المبنى بكامله	0	0,0
الإجمالي	49	%100

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادًا على الدراسة الميدانية 2014 .

يظهر الجدول (8.2) التباين بين نسب مظاهر الهبوط الأرضي بحي الكيش حيث اتضح أن نسبة التشققات في المباني وصلت حوالي 40% بينما رصد هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف في 4 منازل و كانت نسبتها 8,2% من إجمالي أعداد المباني المتأثرة بينما ميلان المبنى تمثل في عمارة رقم 46 المقابلة لبريد الكيش التي تتكون من ثمانية طوابق ، حدث ميلان العمارة بعد حدوث تسرب المياه لمدة ثلاث سنوات نتيجة لتكسر أنبوب المياه أسفل العمارة حسب شهادات سكان العمارة و رجال الأمن المشرفين على أمن العمارة .

5.2.2) الحقل الكارستي الكوفية-بودزيرة :

يقع الحقل الكارستي إلى الشمال من مدينة بنغازي و سميت الكوفية بهذا الاسم نسبة لوجود الكهوف بها و هي أقدم قرية تركية موجودة حاليًا في ليبيا ، كما اشتهرت منطقة بودزيرة بوجود بحيرة بودزيرة المقام عليها المتنزه المسمى باسم البحيرة، و تعدّ منطقتا الكوفية و بودزيرة مناطق كارستية تنتشر بهما مظاهر الهبوط الأرضي بكثافة باستثناء هبوط المبني بكامله ، و يكاد لا يخلو موضع فيهما من مظاهر الهبوط ، و يشكو كثيرٌ من السكان الجدد من ظهور تشققات بعد ثلاث سنوات من إقامة منازلهم، ناهيك عن مظاهر الهبوط في المباني القديمة كالتجويفات هبوط البلاط خاصة في المباني القريبة من مستشفى الصدرية ، بالإضافة إلى هبوط المبني إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف الخارجي والذي يعيق الحركة عند مدخل المنزل ، وتبين الصورة (9.2) تعرض غرفة لم يكتمل بنائها في قاع دولينا في منطقة الكوفية إلى الميلان بسبب هبوط القاع، و اختيرت المنطقتان للدراسة لأنهما من المناطق الكارستية .

الجدول (9.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بالحقل الكارستي

الكوفية-بودزيرة

المنطقة	التشققات	التجويفات	تكسر البلاط	هبوط البلاط	هبوط الرصيف الخارجي	هبوط المبني إلى أدنى من مستوى الرصيف	ميلان المبني بكامله	هبوط المبني بكامله
الكوفية	√	√	√	√	√	√	√	
بودزيرة	√	√		√	√	√		

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادًا على الدراسة الميدانية 2014 .



الصورة (9.2) ميلان غرفة في قاع هوى شق الغراب بعد بنائها بقليل

6.2.2 جامعة بنغازي :

تقع جامعة بنغازي (قاريونس سابقاً) في حي قاريونس الذي يقع عند مدخل جنوب منطقة الدراسة وهي من الأحياء الحديثة ، وتعدّ الجامعة من أعرق الجامعات الليبية وتقع ما بين قرية قنفودة و القوارشة في الجنوب و طابليينو في الشمال و الفويهات في الشرق

يوضح الجدول (10.2) مدى تأثر مباني الجامعة بمظاهر الهبوط الأرضي حيث إختفت بعض المظاهر منها كهبوط المبنى بكامله أو ميلانه، وتم رصد انتشار التشققات في مباني كلية الآداب و كلية القانون وكلية الإقتصاد بينما تختفي في كلية العلوم و كلية الهندسة ، و رصد تكسر البلاط و هبوطه في المكتبة المركزية الصورة (10.2)، كما سجلت من خلال الدراسة الميدانية و جود هبوط في الرصيف الخارجي في كل كليات الجامعة و المكتبة المركزية، و يلاحظ تكسر في ممر المشاة الموجود بين الكليات و هبوط في بعض أجزائه التي تمتلئ بمياه الأمطار خلال الشتاء لتكون برگا مائية متجاورة ، الصورتان (11.2) و (12.2) .

الجدول (10.2) مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت المختلفة بجامعة

بنغازي

هبوط المبنى بكامله	ميلان المبنى	هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف	هبوط الرصيف الخارجي	هبوط البلاط	تكسر البلاط	التجويفات	التشققات	المبنى
			√			√	√	كلية الآداب
			√			√	√	مدرجات الآداب
			√	√	√		√	المكتبة المركزية
			√			√	√	كلية الإقتصاد
			√					كلية العلوم
			√					كلية الهندسة
			√			√	√	كلية القانون

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادًا على الدراسة الميدانية 2014 .



الصورة (10.2) تكسر البلاط حول أعمدة المكتبة المركزية-جامعة بنغازي



صورة (11.2) تكسر و هبوط رصيف المشاة (كلية الاقتصاد ، المكتبة المركزية)



صورة (12.2) تشكّل بركًا مائية خلال موسم الأمطار بجامعة بنغازي

7.2.2 (الحميضة):

تتبع البركة وتوجد في أحد الأماكن الحيوية بمدينة بنغازي، و يتضح من الدراسة الميدانية اختفاء معظم المظاهر منها، حيث لم يسجل سوى ثلاثة كما يتضح من الجدول (11.2)، و كانت النسبة الكبرى للتشققات حوالي 60 % من إجمالي المباني المدروسة بينما تحصلت التجويفات و هبوط الرصيف الخارجي على القيمة نفسها 20 %.

الجدول (11.2) مظاهر الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بالحميضة

مظاهر الهبوط الأرضي	عدد المباني المتأثرة	من إجمالي أعداد المباني المتأثرة %
التشققات	3	60
التجويفات	1	20
تكسر البلاطات	0	0,0
هبوط البلاط	0	0,0
هبوط الرصيف الخارجي	1	20
هبوط المبنى إلى أدنى من مستوى الرصيف	0	0,0
ميلان المبنى	0	0,0
هبوط المبنى بكامله	0	0,0
إجمالي عدد المباني	5	%100

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على الدراسة الميدانية 2014 .



الصورة (13.2) تجاوبف عند الباب الخارجي لأحد المنازل في الحميضة



صورة (14.2) تكسر و هبوط في الرصيف الخارجي المصاحب لعملية الهبوط

3.2 تشوهات في الطرق:

تتنوع مظاهر الهبوط الأرضي الموجودة على الطرق في منطقة الدراسة مسبباً تشوهات تحدث إعاقة في حركة المرور ومن أهم ما تم رصده مايلي :-

1.3.2 حفر الإذابة و الانهيارية:

تتكون حفر الإذابة في التكوينات التي لديها قابلية على الذوبان الموجودة تحت الطريق الإسفلتي وخاصة بعد توقف موسم الأمطار فينهار السطح الإسفلتي للحفرة مكوناً منخفضاً وتختلف هذه الحفر في أحجامها وأبعادها حسب نشاط عملية الهبوط ومن خلال الدراسة الميدانية تم رصد عدد من حفر الإذابة أهمها تلك التي تكونت عند حديقة مستشفى 7 أكتوبر وهي منخفض ببيضاوي الشكل شديد الإنحدار به تعاريج غير منتظمة عند الفوهة يبلغ اتساعها ما بين 120 سم إلى 150 سم و عمقها حوالي 175 سم ، واتساع القاع أكبر من اتساع الفوهة حيث يقدر ما بين 200 سم إلى 250 سم الصورة (15.2) .



صورة (15.2) تكوّن حفرة عند حديقة مستشفى 7 أكتوبر

2.3.2 هبوط ضحل و تموج الطرق:

تنشط عملية الإذابة في التكوينات الموجودة تحت سطح الطرق الإسفلتية أو الطرق الترابية فتعمل على هبوط الطرق وتموجها، محدثة بذلك مطبات طبيعية على سطح الطرق وكثيراً ما تتحول التموجات مع زيادة عملية الهبوط إلى منخفض ضحل وتصبح مكاناً لتجمع المياه عند تساقط الأمطار، وقد يكون سبب حدوث ذلك عدم الأخذ بعين الاعتبار نوع التربة عند تعبيد الطرق بالإسفلت، وهذه الظاهرة واضحة في بوهديمة والكوفية وشارع جمال عبد الناصر و بعض مفترق الطرق الرئيسية في مدينة بنغازي، بالإضافة إلى بعض الأحياء التي لم يتم اختيارها للدراسة و لكنها تقع ضمن منطقة الدراسة كالماجوري و سبخة السلماني، و الصورة (16.2) لمنخفض في شارع سوريا قبل رصفه بالإسفلت فعند وضع طبقة من التراب لتسوية الأرضية ظهرت تموجات قريبة من مفترق الطرق سرعان ماتحولت إلى حفر ضحلة بعد هطول الأمطار مباشرة .

3.3.2 تشقق الطرق :

هي خطوط ترسم لتأخذ أشكالاً مختلفة على سطح الطريق مع الوقت تتشقق وتأخذ أشكالاً متعددة وقد أطلق عليها المهندسون أسماء عديدة منها تشقق التماسح ، تشقق الموضعي ، تشقق الانزلاق ، وتشقق الانكماش، وبسبب مرور المركبات الآلية باستمرار عليها فإنها تهبط في بعض الأماكن خاصة إذا كانت مجاورة للصرف الصحي و تعدّ أكثر مظاهر الهبوط انتشاراً في منطقة الدراسة ، كما توضح الصورة (17.2) تشققات طولية متعرجة في موقف للسيارات.



الصورة (16.2) هبوط ضحل في إحدى الطرق قبل رصفها



الصورة (17.2) تكوّن شقوق طولية في موقف سيارات جامعة بنغازي

4.3.2 تجويفات:

عند هبوط أرضية الطرق تنفصل الكتلة الإسفلتية عن رصيف المشاة الملاصق له مسبقاً تجويف مكان الإنفصال ، حيث تتدفق داخلها مياه الأمطار عند التساقط وهي منتشرة في جامعة بنغازي، الصّورة (18.2).



الصّورة (18.2) تجويف مصاحب لعملية هبوط الطريق الإسفلتي بجامعة بنغازي

4.2 المظاهر الطبيعية للهبوط الأرضي (الظواهر الطبيعية)

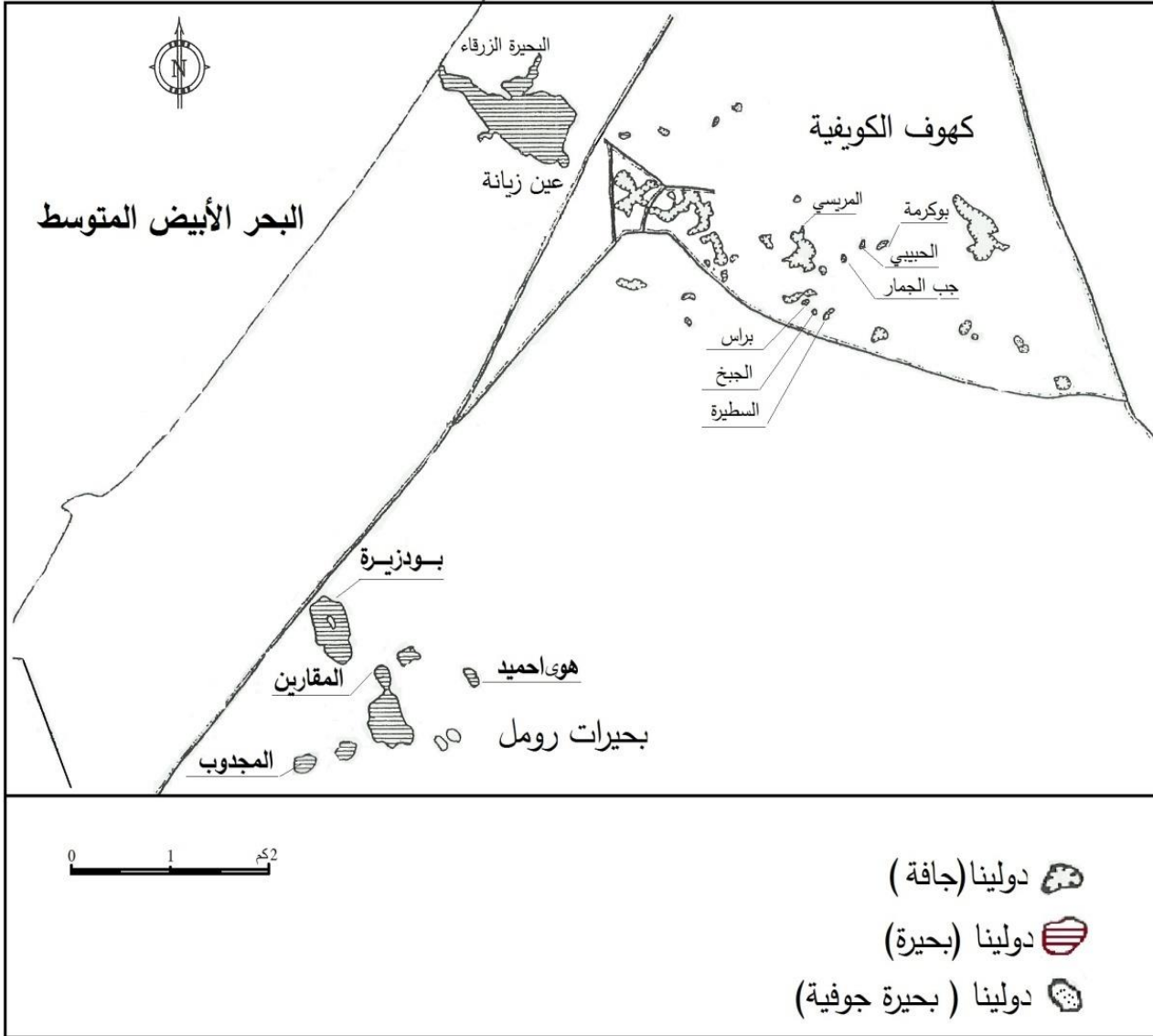
ينتج عن حركة هبوط مساحة من سطح الأرض وخسفها مجموعة من الأشكال تتنوع في خصائصها من مكان لآخر وفقاً لنوعية التربة والصخور ، فيما يلي أهم المظاهر والأشكال التي يتخذها الهبوط الأرضي وتمّ رصدها خلال فترة الدراسة. الشكل (9.2) .

1.4.2 البالوعات (الهوات) والحفر الانهيارية:

يطلق مصطلح البالوعات على منخفضات مختلفة الأحجام و الأشكال والأبعاد ، التي تكونت بفعل الإذابة ، كما أنها تتكون في المناطق الجيرية ، وتسمى الدولينات وهي ناتجة عن عملية الإذابة للصخور بشكل تدريجي ، وقد تتكون البالوعات نتيجة انهيار الطبقة السطحية للصخور فتعرف بالحفر الانهيارية ، كما أنها تنتشر أيضاً في

الشكل (9.2)

أهم الظواهر الكارستية في منطقة الدراسة



المصدر : A.Guerre, Op. Cit.

الأرض السبخية ، فعند تسرب المياه عبر الشقوق لأسفل ، تعمل على إذابة الأملاح بها فتتسع الشقوق مكونة البالوعات، ويتباين عمق البالوعات من بعض أمتار إلى عشرات الأمتار أو يزيد و الشكل العادي له قد يكون قمعيًا أو مخروطيًا قاعدته متسعة إلى أعلى ورأسه إلى أسفل ، بالإضافة إلى أشكال أخرى⁽¹⁾، وتطلق كلمة الهوات في منطقة الدراسة بشكل واسع على جميع المنخفضات الطبيعية سواء تلك التي نتجت عن عملية الإذابة التدريجية أو التي تكونت بفعل انهيار السطح. وفيما يلي بعض مظاهر الهبوط المتمثلة في حفر الإذابة في منطقة الدراسة:

1.1.4.2 دولينا المريسي(هوى) : يقع في الكوفية ، وهي منخفض يحتوي على كثير من الشقوق في الصخور الموجودة بها ، كما ينتشر بها عدد من العيون الصغيرة، ويبدو هوى المريسي للوهلة الأولى كمجرى وادٍ جاف متموج ، وخلال سقوط الأمطار تتجمع المياه المتدفقة كمياه النهر، كل المياه المتجمعة تتركز في الرواق الواسع الرئيس للمريسي الموجود تحت سطح الأرض و يبلغ طوله أكثر من 800 متر وقد يكون هذا الرواق هو الوحيد المتصل اتصالاً مباشرًا بعين زيانة⁽²⁾ .

2.1.4.2 دولينا شق الغراب(هوى): منخفض شديد الانحدار بيضوي الشكل عند فوهته ، قاعه متموج نتيجة لكثرة الانخفاضات به ، يصل عمقها إلى أكثر من 10 أمتار ، يحيط به الماء من كل مكان من الداخل وذلك في تجويف مفلطح من الداخل، وتنتشر به الحفر الصغيرة، بالإضافة لوجود بعض النباتات مثل النخيل.

3.1.4.2 دولينا الريبيدي: يرتفع سطح الهوى في جزء منه و ينخفض في آخر، يحيط بها مجموعة من الكهوف المتصلة ببعضها، ويوجد بالقرب منها مجموعة من المنازل، الصورة (19.2) .

1-أحمد أحمد مصطفى ، سطح الأرض دراسة في جغرافية التضاريس دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية 2003 م ، ص 373.

2-A.Guerre, Op. Cit., p. 4 .

جدول (12)

عينات من مظاهر الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة

الارتفاع عن سطح البحر	الموقع	المكان	الاسم	النوع	عمق الهبوط
26 مترًا	"20° 11' 264" شرقًا "32° 12' 270" شمالًا	الكوفية	هوى المريسي	دولينا و كهف	متوسط
11 مترًا	"20° 10' 410" شرقًا "32° 12' 522" شمالًا	الكوفية	هوى الربيدي	دولينا و كهف	متوسط
15 مترًا	"20° 10' 504" شرقًا "32° 12' 578" شمالًا	الكوفية	هوى شق الغراب	دولينا	عميق
14 مترًا	"20° 11' 426" شرقًا "32° 12' 111" شمالًا	الكوفية	هوى الحبيبي	دولينا و كهف	متوسط
	"20° 3' 201" شرقًا "32° 3' 288" شمالًا	جامعة قاريونس		حفر إذابة	ضحل
10 مترًا	"20° 7' 67" شرقًا "32° 10' 236" شمالًا	المقارين	بودزيرة	بحيرة كارستية	عميق
	"20° 9' 00" شرقًا "32° 13' 12" شمالًا		عين زيانة	بحيرة كارستية	عميق
46 مترًا	"20° 10' 238" شرقًا "32° 16' 037" شمالًا	بوعطني		دولينا	ضحل

المصدر: الدراسة الميدانية 2014 .

4.1.4.2 دولينا الحبيبي(هوى) : يقع في منطقة الكوفية و تأخذ الدولينا عند فوهتها الشكل البيضوي ، يصل عمقها إلى أكثر من 10 أمتار في الجانب الغربي حيث يكون شديد الانحدار ، ويحتوي على تجويفات أشبه بالكهوف بينما تكون الهوى قليلة العمق وهينة الانحدار في الجانب المقابل ، ويأخذ القاع شكل القمع والذي يمثل استمراراً لعملية الهبوط داخل المنخفض ، وقد صاحب الهبوط عملية شد في إتجاهات مختلفة ناجمة عنه فواصل وشقوق طويلة أسهمت في إضعاف تماسك الصخور داخله.

5.1.4.2 حفرة هبوط جامعة بنغازي: حفرة صغيرة تكونت نتيجة الهبوط التدريجي ، شديدة الانحدار في أحد الجوانب ، و يكون هين الانحدار عند بقية الحواف للحفرة ، تأخذ شكل المستطيل ، اتساع الفوهة تتراوح ما بين 52 سم إلى 75 سم بينما عند القاع تكون حوالي ما بين 56 سم إلى 92سم ، أما العمق فنظراً لانحدار القاع فإنه يتراوح من 2 سم إلى 23 سم ، يوجد أسفل الحفرة تجويف صغير بداية لتكون حفرة جانبية صغيرة داخل الحفرة نفسها الصّورة (20.2) ، بالإضافة إلى بداية تكون حفرة بالقرب من مدرجات كلية القانون، الصّورة (21.2) .

2.4.2 الكهوف والدهاليز:

عبارة عن تجاويف باتجاهات مختلفة تحت سطح الأرض، وهي في الغالب تحتوي على مياه ، ”والكهف في المناطق الكارستية هو طريق مائي مهجور تحت سطح الأرض يمتد امتداداً أفقياً أو رأسياً أو مائلاً، وقد يكون بسيطاً أو مركباً يشغل عدّة مناسيب (طوابق) تتصل ببعضها عن طريق مسالك رأسية أو مائلة، وقد يشغل عدة كهوف متجاورة (غرف) تتصل ببعضها عن طريق مسالك أو ممرات أفقية، وقد تكون الكهوف جافة أو بها مياه ، وعند تكوّن (الكهوف الطابقية) فإن الكهوف السفلى تكون بها مياه بل إن التي تقع تحت مستوى المياه الباطني تكون مملوءة بكاملها (غارقة) بالمياه، وقد يتسع الكهف لعدّة أمتار مربعة أو قد يشغل عشرات الآلاف من الأمتار المربعة“⁽¹⁾.

1- أحمد أحمد مصطفى المرجع السابق ، ص 376.

وتتطور الكهوف في المناطق الرطبة بسرعة أكبر مما في المناطق الجافة وعليها أن ما تتضمنه المناطق الجافة من الكهوف، يعزي وجودها إلى العصور المطيرة والجليدية⁽¹⁾، ومعظم الكهوف العالمية الكبيرة تنشأ في الطبقات قليلة الانحدار التي تتكوّن من الكلس واقع تحت المستوى المائي وخصوصاً تلك الطبقات التي تكون فيها حركة المياه بطيئة وتكون ناتجة عن مرور المياه خلال الشقوق والفواصل الموجودة في هذه الصخور الكلسية أو عادة ما تتقاطع هذه الفواصل بصورة متعامدة على وجه التقريب وهنا تكون أشكالاً تشبه المدن القديمة داخل الكهوف⁽²⁾.

وتشتهر منطقة الدراسة بوجود عديد من الكهوف الكارستية يقع معظمها في منطقة الكوفية، كما أن معظم هذه الكهوف أعطيت أسماء هوات و الدولينات التي تكونت بها، كما قامت مجموعة من الشركات الفرنسية بدراسة متخصصة باكتشاف وتخطيط شبكات الكهوف والدهاليز وقنوات بنظام الكارستي بمنطقة عين زيانة - الكوفية تحت إشراف الهيئة العامة للمياه وبمساعدة خبراء من منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة خلال السنتين 1974 و 1975 بغرض دراسة وتقييم مصادر المائية بهذا النظام ومعرفة مصادر تلوثها من أجل وضع الحلول لاستغلال الأمثل حيث تم خلال الدراسة إستكشاف ومسح شبكة من الكهوف والدهاليز و القنوات بلغ مجموع أطوالها خمسة كيلومترات تقع على أعماق متفاوتة، بلغ أقصى عمق لها 80 مترًا تحت مستوى سطح الماء الجوفي⁽³⁾.

1- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية ، مرجع سابق ، ص 246.

2- جون ساندرس وآخرون ، الجيولوجيا الفزيائية ، ج 1 ، ترجمة مجيد عبود جاسم، جامعة البصرة ، البصرة ، 1983م ، ص 464.

3- الطاهر ميلود أبو فيلة ، الأنظمة الكارستية في ليبيا ، مجلة العلوم الجغرافية وحماية البيئة ، المنقفة الجغرافي الأول ج2 تحرير الهادي مصطفى أبو لقمة ، منشورات جامعة السابع من ابريل ، الزاوية ، 1993م ، ص 118.

هذا النظام المعقد من الكهوف الكارستية متصلة تحت الأرض بحوالي 33 دولينا أو بالوعات مختلفة الأحجام بعضها يحتوي على بحيرات تحت الأرض وقد قدر أن الأجزاء من النظام تقع تحت متوسط سطح البحر بحوالي 100 متر⁽¹⁾ وأهم الكهوف في منطقة الدراسة هي: كهف الغدير في الليثي، وكهف الحبيبي الصّورة (22.2)، وكهف المريسي الصّورة (23.2) وكهف سطيرة ، وكهف جب الجمار، وكهف الريدي .

3.4.2 البحيرات الكارستية :

”يرتبط تكوّن هذه البحيرات بالحفر الكارستية (الإذابة - الانهيار) وكذلك الأحواض الطويلة في المناطق البحرية ، فعندما تحتقر مياه الأمطار في إحدى هذه الحفر قد يظهر جزء منها فوق السطح مرة أخرى عندما يكون مجرى النهر الجوفي مع مستوى سطح الأرض، ويؤدي ذلك إلى تكون البحيرات الكارستية على سطح“⁽²⁾، ويفسر أ. دومارتون 1969م تكون البحيرات، بتوقف الدولينات عن الهبوط وتعمقها، بسبب بلوغها مستوى الطبقة الصماء التي تتركز عليها الكتلة الكلسية وحينها يغلق قاع الدولين بمياه دائمة تنبع من الأسفل في فصل الربيع تتغذى من المياه الجوفية وإثر ذلك تتحوّل الدولين في أسفلها إلى بحيرة ، كما أن هناك عيون كارستية صغيرة تمتلئ بالمياه عند سقوط المطر وتجف عند توقف موسم الأمطار ، وتعدّ بحيرات رومل أهم البحيرات الكارستية في منطقة الدراسة وهي بحيرة بودزيرة وبحيرة مقرن وبحيرة مجدوب وبحيرة هوى حمد الصّورة (24.2)، واكبر هذه البحيرات بحيرة بودزيرة الواقعة شمال شرق مدينة بنغازي بمحاذاة الطريق الساحلي الواصل بين بنغازي و الكويفية و لقد ذكرت المكي (1998) في دراستها مساحة هذه الأحواض ، فبحيرة بودزيرة تبلغ حوالي 75 ، 71 هكتار و بحيرة مقارين حوالي 65، 23 هكتار ، ثم

1- عوض يوسف الحداد ، تلوث إمدادات المياه الجوفية عن طريق ينابيع البحرية كما هو ممثل ببئر عين زيانة - بنغازي ، في كتاب ليبيا دراسات الحيز الجغرافي تحرير عوض يوسف الحداد ، 2004 - الكتاب تحت الطبع ص 12 .

2- محمد عبدالله لامة ، المرجع السابق ص 85.

بحيرة مجدوب حوالي 52,3 هكتار وبحيرة هوى احميد التي تبلغ حوالي 2,93 هكتار ، وهي تبعد عن البحر بحوالي 52 كيلومتر ولقد استغلت بحيرة بودزيرة للأغراض الترفيهية حيث أقيم حولها منتزه عائلي برسوم زهيدة ويحتوي المنتزه على ألعاب مائية وكفتيريا ومطعم و مسرح بالإضافة إلى مقصورات سكنية ، وسمي هذا المنتزه باسم البحيرة "منتزه بودزيرة" .



الصورة (20.2) مدخل كهف ، هوى الربيدي



الصورة(20.2) إحدى حفر الإذابة في جامعة بنغازي أسفل جسر كلية القانون



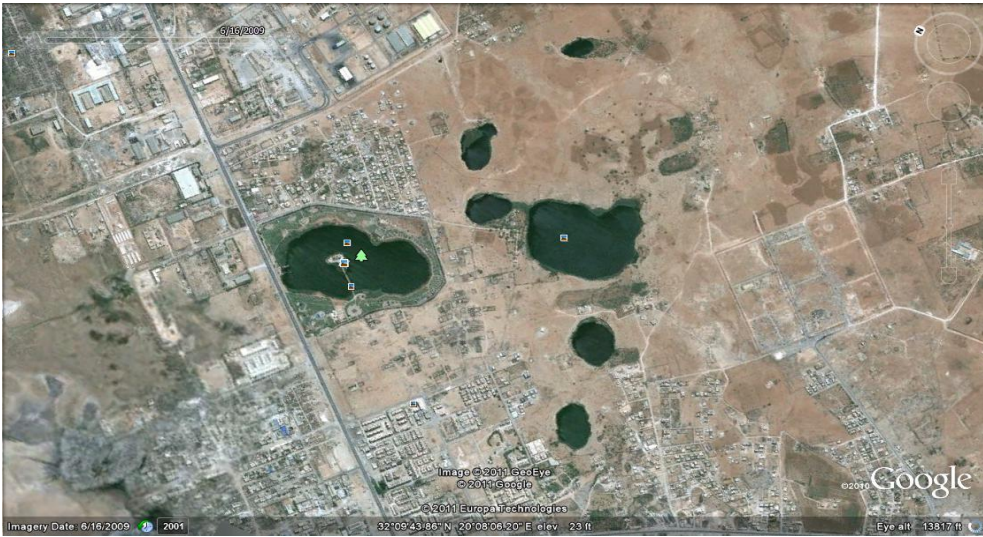
الصورة (21.2) بداية تكون حفرة عند مدرجات القانون



الصورة (22.2) مدخل كهف الحبيبي



الصورة (23.2) مدخل كهف المريسي



الصورة(24.2)صورة جوية لبحيرات رومل

الفصل الثالث

أسباب الهبوط الأرضي

الإذابة

المياه الجوفية

السيخات

المحاجر

تمهيد

أرجع الباحثون حدوث الهبوط الأرضي إلى عدة أسباب منها التعدين ، سحب السوائل من باطن الأرض ، تمدد و انكماش التربة ، الإذابة و انهيار الجليد ، إلا أن هذه الأسباب تختلف من مكان لآخر طبقاً للخصائص الجيولوجية والجغرافية لكل منطقة وطريقة استغلالها وأنشطة الإنسان بها ، ففي منطقة الدراسة مثلاً لا يمكن إرجاع سبب هبوط الأرض إلى إنشاء المناجم أو انهيار الجليد، حيث لا يوجد كلاهما بها ، ومنطقة الدراسة التي تمتد من الحقل الكارستي الكوفية إلى المنطقة السبخية قاريونس ، لها مميزات وخصائص تتعدد أسباب الهبوط بها ، و منه سيتناول هذا الفصل العوامل المؤثرة في عملية الهبوط و الأسباب الرئيسة في المنطقة على ضوء ماتوصلت إليه هذه الدراسة .

1.3 العوامل المؤثرة في الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة:

يعدّ الهبوط الأرضي إحدى العمليات التي تحدث لسطح الأرض ، والتي تتكون عند توفر عدة عوامل تساعد على حدوثه ومن أهم هذه العوامل:

1.1.3 التكوينات الصخرية والتراكيب الجيولوجية للصخور :

قد تكون التكوينات الصخرية عبارة عن طبقات صخرية صماء تمتد إلى أعماق

تصل عدة أمتار أو طبقة قليلة السمك تتركز فوق طبقة طينية ضعيفة ، وقد تكون الطبقة السطحية عبارة عن تربة متكونة من ترسبات منقولة أو مشتقة ، أي تتركز على طبقة صخرية ، أو تربة عضوية ناتجة عن عمليات طمر النفايات إذ تختلف

1-محمد صبري محسوب ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية ، مرجع سابق ص 470 .

2-المرجع السابق نفسه ، ص 471 .

3 -إدوارد جي تاروك ، فريدريك ك لوتجنز ، ص 285 .

تلك التكوينات في خصائصها عن بعضها البعض ، و تنعكس آثارها على تماسكها وقدرة تحملها (1).

الجدول (13.3) التكوينات السطحية ودرجة تحملها حسب طبيعة تكوينها

نوع التكوين	التحمل كغم/ سم ³
طبقات صخرية صلبة	40 – 30
طبقات صخرية متوسطة الصلابة	12 – 10
طبقات صخرية ضعيفة الصلابة	10 – 8
تربة حصوية أو حصوية رملية	8- 6
تربة رملية خشنة متماسكة	4-2,5
تربة طينية جافة وصلبة	3-2
تربة طينية رملية	2-1,5
تربة رملية ناعمة	2-1
تربة طينية هشة	0,75- 0,5
تربة طمر أو دفن النفايات	0,5- 0,25

المصدر: .: خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، مرجع سابق ص 3 .

من الجدول (13.3) يمكن ملاحظة تباين الطبقات الصخرية في قدرتها على تحمل الإجهادات التي تقع عليها، فالطبقات الصخرية التي تكويناتها صلبة ، تكون قدرة تحملها 40- 30 كغم /سم³، أما الأقل صلابة فإنها تتحمل ما بين 10 – 8 كغم ، وتنخفض قدرة التحمل لدى الطبقات الصخرية والتربة لتصل حوالي 0,25- 0,5 كغم /سم³ في التربة العضوية حيث تكون أقل صلابة وأقل قدرة على تحمل إقامة الأبنية فوقها مباشرة ، و تتعرض التربة بصفة عامة إلى الانضغاط ، لذا يجب

1- خلف حسين الدليمي ، مرجع سابق ، ص 329 .

إدخال بعض التحسينات عليها ، كما يبيّن الجدول (14.3) اختلاف قيم متانة الصخور و تحملها للإجهاد الواقع عليها في منطقة الدراسة .

الجدول (14.3) قيم و قدرة تحمل التكوينات السطحية لمنطقة الدراسة

المنطقة	نوع التكوين	مئاة الصخور كغم/سم ²
بودزيرة	طين سلتى+صخور ضعيفة	35,5
قاريونس	طين سلتى و صخور	45,2
السلماي	طين سلتى وصخور	42,5
الكيش	طين سلتى وصخور	75,2
بنغازي المركز	طين سلتى وصخور	25,2
الصابري	Sand صخر رملي	21,2
بوهديمة	طين سلتى وصخور	129,5

المصدر: تم تحليل عينات التربة في جامعة بنغازي، مختبر كلية الهندسة ، 2014 .

تعدّ التراكيب الجيولوجية كالصدوع والفواصل الصخرية نقاط ضعف في الصخر، فعندما تتعرض للتجوية الملحية أو فعل المياه الجوفية وعمليات الإذابة ، تتسع مكونة حفراً وممراتٍ تحت السطح تتسبب في انهيار سقف الحفر التي حلت محلها، ففتحات الشقوق والصدوع والمفاصل والفوالق والحدود الفاصلة بين الطبقات تساعد على تسهيل فعل التجوية الكيميائية وتحلل معادن الصخر على طول هذه المناطق الضعيفة جيولوجياً ، كما تسهم الشقوق والفتحات الواسعة الموجودة بها في سرعة تسرب المياه وتغلغلها في جوف الصخور، أما إذا تسربت المياه في صخور عالية المسامية ، خالية من الشقوق فإن المياه تتحرك في كل أجزاء الكتلة الصخرية من دون أن تتجمع أو تتركز على طول أسطح الصدوع أو المفاصل، من ثم يضعف فعل التجوية الكيميائية بها (1).

2.1.3 التكوينات المعدنية للصخور والتربة (التراكيب الكيميائية) :

تحتوي التكوينات الصخرية على معادن تتباين في خصائصها ، فبعضها له

1-حسين سيد أحمد أبو العينين ، مرجع سابق ص 508 .

قابلية على التشبع بالمياه و التمدد و التقلص و النفاذية ، و الإذابة و التفاعل مع معادن أخرى و يؤدي إلى اختلال التوازن و ينعكس آثاره على شكل السطح و مناطق استعمالات الأرض، و بعضها صخور معادنها غير قابلة للتفاعل الكيميائي، و أهم التكوينات الصخرية التي تحتوي معادن مختلفة في منطقة الدراسة هي :

أ- الحجر الرملي :

يصنف عادة إلى رمل خشن ورمل متوسط و آخر دقيق ، فإذا تماسكت حبيبات الرمل تكوّن ما يعرف بالحجر الرملي، و المادة التي تسبب تماسكها قد تكون السيليكا أو كربونات الكالسيوم أو أكسيد الحديد أو مواد معدنية طينية دقيقة⁽¹⁾، و تظهر الصخور الرملية بألوان مختلفة فمثلاً أكسيد الحديد مائل إلى الاحمرار ، و كربونات الكالسيوم مائل للبياض⁽²⁾.

ب-الصخور الطينية (غرين) :

هو فتات الصخور و المعادن المختلفة و المعادن المكونة لهذه الصخور إضافة إلى المعادن الطينية هي الكوارتز و الميكا و الفلسبار ، و قد ترتفع نسبة كربونات الكالسيوم في الطين فتعرف بالمارل (طينية جيرية) و الطين عادة يحتوي على نسبة قليلة من الماء لا تتجاوز 15% فإذا فقد معظمه فإنه يتصلب إلى كتل صخرية تسمى بالصخر الطيني، أما إذا تصلب على هيئة صفائح رقيقة فإنه يعرف عندئذ بالطفل⁽³⁾، و يكون الطين ذو ألوان تتفاوت حسب نوع الأكاسيد التي تتضمنها مثل أكسيد الحديد و الماغنسيوم ، فتكون إما مائلة إلى الأحمر أو الأصفر أو الأخضر أو يكون لونها مائلاً للسواد عند ارتفاع نسبة الجير بها (كربونات الكالسيوم)⁽⁴⁾.

1- فاروق صنع الله العمري ، مبادئ علم الجيولوجيا ، دار الكتاب الجديد المتحدة ، بيروت ، 2001م ، ص 441 .

2- خلف حسين الدليمي الجيومورفولوجية التطبيقية ، مرجع سابق ص 58 .

3- فاروق صنع الله العمري ، المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

4- خلف حسين الدليمي ، المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

ج- الجبس :

هو مركب من كبريتات الكالسيوم والماء، و يوجد إما في صورة كتل بلورية أو بشكل كتلة غير متبلورة ، وهو في كثير من الصخور الرسوبية خصوصاً المناطق الساحلية.(1)

د- الدولومايت:

وهو معدن يتركب من كربونات الكالسيوم بنسبة 54% تقريباً وكربونات الماغنيسيوم بنسبة 46% تقريباً (2) ، وهو يشبه الحجر الجيري إلا أنه أثقل وأكثر صلابة منه قليلاً ولا يتفاعل مع حامض الهيدروكلوريك البارد المخفف(3).

هـ- الحجر الجيري:

”يشيع وجود الحجر الجيري الذي يتركب من الكالسيت ، ولهذا فإن كل المميزات التي يتصف بها الكالسيت يمكن استخدامها لتعيين الحجر الجيري واللون الرمادي هو اللون السائد في الصخور الجيرية ، ولكن من الممكن أن تتخذ لها ألواناً أخرى بحسب ما يوجد فيها من شوائب ملونة وتبدو الصخور الجيرية التي تحتوي على مواد كربونية من بقايا الحيوانات والنباتات داكنة اللون أو سوداء“(4).

و- الطباشير :

هو حجر جيري عضوي ، قليل الصلابة ، مكون من أصداف البحر وبتريك لوناً أبيض على اليدين عند لمسها.

1- عبدالعزيز طريح شرف ، الجغرافيا الطبيعية - أشكال سطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، التاريخ غير مذكور ، ص 88.

2-جودة حسنين جودة ، معالم سطح الأرض ، منشأة المعارف الإسكندرية ، 2003 ، ص 80 .

3-فاروق صنع الله العمري ، المرجع السابق نفسه ص 148 .

4-جودة حسين جودة ، المرجع السابق نفسه ص 11 .

3.1.3 المسامية والنفاذية :

يقصد بالمسامية حجم الفراغات الموجود بالكتلة الصخرية إلى الحجم الكلي للكتلة ، ”كما أن درجة المسامية تعتمد على شكل الحبيبات ودرجة تجانسها ودرجة تقاربها أو تصنيفها ودرجة تماسكها“⁽¹⁾ ، فعندما تكون الكتلة الصخرية مختلطة من مواد مختلفة فإن المسامية تقل ، حيث تعمل الحبيبات الصغيرة على سد الفجوات بين الحبيبات الأكبر ، أما الكتلة ذات الحبيبات متجانسة الأحجام تكون أكثر مسامية ، و أما الحبيبات ذات الزوايا الحادة فإنها تتجمع وتعمل على غلق الفراغات عند التقاء الزوايا وبالتالي تقلل المسامية بالكتلة الصخرية، والمسامية تختلف باختلاف الصخور، فهي ”أقل من 1% في الجرانيت الخالي من الشقوق، وأكثر من 40% في الحجر الرملي الضعيف في تماسكه وإلى 50% في كل من الطين والصخر الطباشيري ، و تتراوح في الحجر الجيري ما بين 5% إلى 20% وفي الصخر الجيري الدولوميتي إلى أقل من 5%“⁽²⁾ وتحسب المسامية من خلال المعادلة التالية:

$$\text{مسامية الصخر} = \frac{\text{حجم الفراغات البينية بالكتلة الصخرية}}{\text{الحجم الكلي للكتلة}}$$

المصدر: محمد صبري محسوب ، مرجع سابق ص 231 .

وفي الصخور النارية والمتحولة التي تتميز بشدة تماسك أجزائها فلا تسمح بتسرب المياه بين ثناياها ، اللهم إلا إذا كانت شديدة التأثير بفعل الشقوق والفوالق التي تساعد على تسرب المياه الجوفية خلال فتحاتها.⁽³⁾

1-فاروق صنع الله العمري ، مرجع سابق ص 172 .

2- محمد صبري محسوب ومحمود دياب راضي ، العلميات الجيومورفولوجية ، دار الفكر العربي القاهرة ، 2003 ، ص 143 .

3- حسن سيد أحمد أبو العينين ، مرجع سابق ص 478 .

المسامية ليست المقياس الوحيد الدقيق الذي يعتمد عليه في الحصول على المياه الجوفية ، فقد يكون الصخر أو الرسوبيات ذات مسامية عالية ، غير أنها لا تسمح للماء بالمرور خلالها ، وعليه فإن النفاذية وهي قدرة الصخر على تمرير السوائل تعدّ ذات أهمية في هذا الشأن ⁽¹⁾ ، ويمكن قياس النفاذية من خلال المعادلة⁽²⁾ التالية :

$$\frac{\text{س ص}}{\text{ل ط}} = \text{ك}$$

حيث ك = المياه في الصخر المراد قياس نفاذيته في الثانية

س = مساحة المقطع العمودي على اتجاه حركة المياه (سم²)

ط = طول العينة بالسنتيمتر (سم)

ل = لزوجة السائل المار خلال العينة وتقاس بوحدة اللزوجة centipose

ص = فرق الضغط بين موقعي دخول السائل في العينة وخروجه منها.

م = ثابت لكل عينة وهو مقدار نفاذية الصخر الممثل في العينة .

وفيما يلي جدول يبين القيم النفاذية لبعض الصخور :

1- إدوارد جي تاريوك ، وفريدريك ك لوتجنز ، مرجع سابق ص 268 .

2- محمد صبري محسوب ، مرجع سابق الصفحة نفسها .

الجدول (15.3) قيم النفاذية لبعض الصخور بالمتر / اليوم

اسم الصخر	النفاذية (متر / يوم)
صخر سلتي أو طيني	0,2 – 0,01
رمل دقيق الحبيبات	5 – 1
رمل متوسط الحبيبات	20 – 5
رمل كبير الحبيبات	100 – 20
الحصى	1000 – 100
حجر رملي	1 – 0,1
حجر جيرى	1 – 0,01

المصدر : محمد إبراهيم حسن ، حوض البحر المتوسط ،دراسة تحليلية لتنوع مصادر المياه وارتباطها بمظاهر التنمية الاقتصادية ، مراجعة الهادي بولقمة ، منشورات جامعة قارونس ، 1997 ، ص 164 .

يتضح من الجدول السابق أن قيمة نفاذية الرمل متوسط الحبيبات تتراوح بين 5 – 20 متر /يوم ، لذا يمكن للماء أن يمر من خلاله وبالتالي فإن قيمته النفاذية تكون كبيرة وهي تختلف حسب حجم حبيباته، أما الحصى فيحتل أكبر قيمة للنفاذية لكبر حجم حبيباته التي وصلت قيمته إلى 1000 متر / يوم .

الجدول (16.3) قيم نفاذية بعض الصخور لمنطقة الدراسة

المنطقة	النفاذية سم/ ث
الكوفية	$6,5 \times 10^{-6}$
بودزيرة	$5,5 \times 10^{-7}$
قاريونس	$5,3 \times 10^{-6}$
الكيش	$7,2 \times 10^{-5}$
بنغازي المركز	$6,1 \times 10^{-5}$
الصابري	$4,5 \times 10^{-3}$
بوعطني	$5,6 \times 10^{-6}$
بوهديمة	$6,7 \times 10^{-5}$

المصدر: تم القياس بمعمل كلية الهندسة ، جامعة قارونس ، بنغازي ، 2014 .

يبين الجدول السابق نفاذية بعض صخور المنطقة التي يلاحظ فيها تقارب القيم، و يلاحظ أن منطقة الكيش و بوهديمة و الكوفية تتميز بنفاذية عالية مقارنة بالمناطق الأخرى و تصل على التوالي $7,2 \times 10^{-5}$ ، $6,7 \times 10^{-5}$ ، $6,5 \times 10^{-6}$ ، في حين سجل الصابري أقل معدل لتصل إلى $4,5 \times 10^{-3}$ ، مع ذلك يوجد بها معظم مظاهر الهبوط الأرضي ، في حين تتوسط معدل النفاذية في بنغازي المركز $6,1 \times 10^{-5}$ وذلك مقارنة بالقيم الأخرى .

4.1.3 المناخ:

يلعب الغلاف الجوي دورًا كبيرًا بارزًا في التفاعلات الميكانيكية والكيميائية التي تحدث لصخور الأرض ، ومدى تأثر الصخور بها ، وتشكيل سطح الأرض من خلال عناصر المناخ وخاصة درجة الحرارة والأمطار، اللذان يختلفان من إقليم لآخر، ويختلف المناخ على سطح الأرض من مكان لآخر تبعًا لعدة عوامل منها، الموقع بالنسبة لخطوط العرض والارتفاع عن مستوى سطح البحر ، ونوع التربة والحياة النباتية السائدة فيه ، فهذه العوامل وغيرها هي التي تجعل لكل مكان على سطح الأرض صفات مناخية خاصة تميزه عن غيره من الأماكن (1) .

”قدم العالم الفرنسي إيمانويل دي مارتن E.De Martonne عام 1925م اقتراحًا لتقسيم المناخ إلى عدة أنواع حسب تصنيف استند فيه على المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجة الحرارة والمطر، وذلك من خلال تطبيق المعادلة التي وضعها والتي عرفت باسمه“ (2) .

م *

$$\text{معادلة مارتن ق} = \frac{\text{م}}{\text{ح} + 10}$$

1- فهمي هلاي هلاي أبو العطا ، الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، 1996م ، ص 309.

2- فتحي عبد العزيز أبو راضي الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، 2003م ، ص 352.

* حيث ق = مؤشر الجفاف / م = كمية المطر السنوي / ح = متوسط درجة الحرارة السنوية م / 10 = معدل ثابت

يرى مارتن أن قيمة المناخ الجاف تكون أقل من 5 ، والمناخ شبه الجاف تتراوح قيمتها ما بين 5 إلى 10 ، وترتفع هذه القيمة في المناخ شبه الرطب لتبلغ ما بين 10 إلى 20 ، وما بين 20 إلى 30 في المناخ الرطب ، وإذا زادت القيمة أكثر من 30 فإن نوع المناخ يكون رطب جداً ، وتكون عمليات الإذابة كبيرة في الأقاليم المدارية الرطبة ، ” والإقليم المناخي هو عبارة عن مساحة من سطح الأرض تتشابه فيها العناصر والمميزات المناخية العامة“⁽¹⁾ ، والملحق (3.1) يبين القيم المقترحة لدمارتن للأقاليم المدارية .

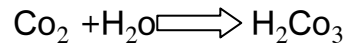
2.3 أسباب الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة:

فيما يلي أسباب الهبوط الأرضي التي رُصدت من خلال هذه الدراسة:

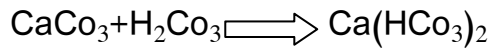
1.2.3 الإذابة

الإذابة هي عملية كيميائية تحدث لصخور قابلة للإذابة في وجود مياه تحتوي على ثاني أكسيد الكربون المتوفر في الجو والهواء والتربة ، وتعمل هذه العملية على هدم وتغيير ملامح سطح الأرض ، ويفسر ذلك بالمعادلة التالية:

ثاني أكسيد الكربون + ماء ← حامض الكربونيك



حمض الكربونيك + كربونات الكالسيوم ← بيكربونات الكالسيوم



حيث يتحد غاز ثاني أكسيد الكربون مع الماء مكوناً حامض الكربونيك H_2CO_3 الذي له دور هام في التفاعلات الكيميائية التي تحدث للمعادن في الصخور ، فيتفاعل مع أكاسيد الكالسيوم والماغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم مكونة الكربونات والبيكربونات .

1- فهمي هلاي هلاي أبو العطا ، المرجع السابق ص 310 .

تتباين عملية الإذابة من صخر لآخر، حسب نوعية المعادن والأملاح وقابليتها على الذوبان في الماء، فهناك ما هي سريعة الذوبان مثل كلوريد المغنيسيوم وكلوريد الصوديوم ، ومنها ما هو بطيء الذوبان مثل كربونات الكالسيوم الذي يمثل جزءاً كبيراً من تركيب الصخور الجيرية.

كما تتفاوت شدة الذوبان من منطقة إلى أخرى، فهي تختلف في المنطقة نفسها أيضاً لعدم نقاء الصخور التي تحتوي على معادن غير قابلة للذوبان ، فتذوب كربونات الكالسيوم وتبقى المواد الأخرى ما يؤدي إلى تعرض السطح المعرض للذوبان وظهور المنخفضات والمرتفعات وتتزامن خطوط الذوبان في كثير من الأحيان ما يدل على الكمية الكبيرة الذائبة.⁽¹⁾، ”وخطوط الذوبان هي خطوط متعرجة تظهر في داخل صخور الكربونات خصوصاً في المناطق الغزيرة الأمطار“⁽²⁾، وفيما يلي عمليات الإذابة في صخور منطقة الدراسة:

1.1.2.3 الإذابة في الصخور الجيرية (الكارستية):

إن عمليات الإذابة في الصخور الجيرية في المناطق الرطبة تؤدي إلى تكون مجاري وشبكات كارستية في الطبقة تحت السطحية ، و تزيد في التعمق والتوسع مع زيادة عملية الإذابة ، وبمرور الوقت تصبح الطبقة السطحية لهذه الشبكة ضعيفة التماسك ، فتهدب بشكل تدريجي أو تنهار إلى أسفل ، وعلى الرغم من أن الإذابة مسؤولة بشكل كبير عن حدوث الهبوط الأرضي إلا أنها تتضافر مع المياه الجوفية في ما تحدثه في الصخر الجيري ، حيث تعدّ المياه التي تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون في محاليل الإذابة للصخور الجيرية.

وثاني أكسيد الكربون في مياه الأمطار، وفي ثنايا التربة على وجه الخصوص ، وعندما يتحوّل إلى حامض مخفف يحوّل كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم

1-نعمان كاظم خضر ، جيولوجية المياه الأرضية ، المكتب المصري للمطبوعات ، السكان غير مذكور، 2002 ، ص

2-المرجع السابق ، الصفحة نفسها.

قابلية للذوبان تُنقل في المياه الجوفية ، ونظرًا لكونه غير ثابت فإنه عادة ما يعاد ترسيبه على شكل طوفا جبيرية (1) ، وذوبان غاز CO_2 في الماء البارد يكون أسرع من ذوبانه في الماء الدافئ، كما أن سرعة ذوبانه في درجة حرارة 20° تكون حوالي نصف سرعة ذوبانه في درجة قريبة من درجة التجمد (2) ، والجدول التالي يبين مقدار ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء عند درجات حرارة مختلفة وتركيزات مختلفة من غاز CO_2 .

الجدول (17.3) ذوبان الصخور الجيرية عند درجات حرارة مختلفة في مياه بتراكيز مختلفة من غاز CO_2 .

درجة الحرارة المئوية	نسبة تركيز غاز CO_2	
	0,33 %	0,44 %
0	96	106
10	75	83
20	59	65
29	49	54

المصدر : خليفة أحمد الشحومي "مورفولوجية" الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلى سوسة بالجيل الأخضر شمال شرق ليبيا ، دراسة الآثار والتراكيب الصخري ، والتراكيب الجولوجية على تشكيل وتوزيع ظاهرات الكارست ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا - كلية الآداب ، جامعة بنغازي 2003 م ، ص 99 .

يتضح من الجدول (17.3) أن كمية ($CaCO_3$) المذابة في وجود غاز CO_2 المذاب في الماء بتراكيز متفاوتة ، تقل كلما زادت درجة حرارة الماء ، فمقدار إذابة $CaCO_3$ عند تركيز غاز CO_2 بنسبة 33% عند درجة الحرارة 10م° يكون 57ملجرام/لتر، بينما تزيد هذه القيمة بزيادة نسبة غاز CO_2 بنسبة 0,44 % لتصبح 83 ملجرام/ لتر، وعند درجة الحرارة 20 م° تكون مقدار هذه الإذابة 59 ملجرام/لتر عند نسبة تركيز غاز CO_2 0,33% وتبلغ 65 ملجرام/لتر عند نسبة تركيز 44% .

1-عبدالعزیز طریح شرف ، مرجع سابق ، ص 262 .

2-ب . و سياركس ، الجومورفولوجيا ، ترجمة لیلی عثمان ، مكتبة الانجلو المصرية القاهرة، 1983م ص 46 .

والفعل الحمضي لغاز CO₂ المذاب يعززه فعل أحماض أخرى ، خصوصاً المجموعة الغامضة المشتقة من تحلل المواد النباتية والمعروفة بالأحماض العضوية ، فالنباتات الحية والدبال الناتج عن تحللها قادرة على انتزاع الأيونات المعدنية من مختلف المعادن غير القابلة للذوبان عن طريق عملية تعرف بعملية الانتزاع ، والنباتات الحية تقوم بهذه العملية للحصول على الغذاء من المعادن ، والدبال الذي يعمل بهذه الطريقة يمكنه أن يتسبب في ترشيح سريع وخطير أي أنه يتسبب في التفكك.... أما تأثيرها على بعض الصخور فيمكن للأحماض الدبالية أن تكون في الغالب أقوى بكثير من حامض الكربونيك وبالتالي لا بد أن يكون لها تأثير كبير على سير التفكك⁽¹⁾.

ويرى حسن (1998) أن أهمية تحلل الصخور الجيرية تتزايد مع فترات التهطال الهامة ، وفي أوقات ذوبان الثلوج ، كما يتعاضد هذا الدور مع توغل المياه إلى الأعماق حيث يزداد تركزها ضمن شقوق وكسور ، والكربون المحصور في هواء التربة وضمن شقوق الصخور الباطنية من جهة ثانية ، وهذا يفسر تزايد أهمية المجاري الباطنية وأبعادها، ويتركز في منطقة الدراسة حقل كارستي يعرف بنظام عين زيانة - الكوفية (الجزء الشمالي لمنطقة الدراسة) ، ويمثل هذا النظام النشاط الاتصالي الوحيد حالياً بين كهوف الكوفية وعين زيانة وهو ممتلئ بالحفر ، إما بتساقط جزء من الكهوف أو بالرواسب الطفلية⁽²⁾، تكون هذا النظام بفعل العمليات الكيميائية و بالأخص عامل التكرين* في الصخور الجيرية الضعيفة التماسك نسبياً و التابعة للزمن الثالث -الهفيتي- نتيجة تغلغل مياه الأمطار خلال الشقوق والفواصل والصدوع والفوالق ذات الاتجاه الأفقي والعمودي وقد أخذت الدهاليز والقنوات اتجاه الفوالق والصدوع في الاتجاهين شمال غرب - جنوب شرق وشمال شرق - جنوب غرب مع ملاحظة أن هذين الاتجاهين متعامدان أحدهما على الآخر⁽³⁾ .

1- ب. و. سياركس ، مرجع سابق، ص 47 .

2- A Guerre , op. cit, p.4

* التكرين ،يعرف أحياناً بالذوبان ، وهي عملية مهمة تحدث للصخور الجيرية ، وتحدث عندما تحول مياه الأمطار أثناء تساقطها غاز CO₂ إلى حامض كربوني مخفف .

3- الطاهر مليود أبو فيله ، مرجع سابق ، ص 118 .

نشاط عملية الإذابة في النظام الكارستي في منطقة الدراسة يمكن ملاحظته من خلال انتشار بالوعات اسطوانية الشكل ، وحفر صغيرة في تربتها بشكل واسع ، الصورة (25.3)، إلا أن هذا النشاط يعدّ بطيئاً لقلّة كمية الأمطار المتساقطة سنويًا، وعندما يغطي سطح الحفر الغائرة رواسب غير متماسكة أو طبقات هشة لا تتحمل الإجهاد الواقع عليها ، فإنها تتعرض للهبوط بمجرد مرور الأحمال الثقيلة عليها ، و إن كانت هذه الأحمال خفيفة فإن استمرار وتكرار مرورها يؤدي إلى حدوث خسف وهبوط .



الصورة (25.3) حفر أسطوانية الشكل منتشرة في منطقة الكوفية.

ويضع المهندسون المدنيون في الاعتبار عند شق الطرق البرية في المناطق الكارستية الجيرية بأن تقام فوق أراضي صلبة تتحمل النقل والضغط الواقع عليها من جهة ، وألا تتعرض الصخور التي أنشئت فوقها للتآكل والتحلل بفعل عمليات الإذابة من جهة أخرى⁽¹⁾ ، فالطرق التي تنشأ فوق الأراضي الكارستية ذات تربة الجيرية

1- حسن سيد أحمد أبو العنين ، مرجع سابق ، ص 720 .

تحتاج إلى تحسين نوعيتها بذك الأرض وحقنها وردمها بمواد غير مسامية حتى لا تتعرض المواد التي تحت السطح لعمليات الإذابة.⁽¹⁾

2.1.2.3) الإذابة في السبخات :

هناك بعض الصخور كالمح الصخري يذوب في الماء النقي ، ويعد ذلك النتيجة الطبيعية لتأثير وفعل المياه الجوفية في صخور القشرة الأرضية (والمياه السطحية التي تتغلغل في التربة) ، وهو قدرتها على الإذابة ونقل الأملاح الذائبة أثناء حركتها وربما ترسيبها في أماكن تبعد سنتمترات أو مئات الأمتار عن صخر المصدر⁽²⁾، ويعد الملح من الصخور ذات الأصل الرسوبي البحري ، وهو الأسرع ذوباناً في الماء من أي صخر آخر، وصخر الملح من الصخور التي لا تسمح بنشوء الظواهر الكارستية أو بقائها لفترة طويلة بها ، كما أن الذوبان الكيميائي الناجم عن تسرب المياه خلال التربة يعمل على إذابة التكوينات والأملاح وتترسب الرواسب خلال الشقوق لتترك فراغ تحملها الإجهاد الواقع عليها.

”تظهر على امتداد ساحل سهل بنغازي عديد من السبخات حيث ترتبط في نشأتها بانخفاض مستوى الساحل ، وتختلف السبخات الساحلية عن السبخات الداخلية في كون الأولى قد نتجت عن عمليات ترسيب بحري إلى جانب عمليات الترسيب الهوائي ، أما الثانية (الداخلية) فتتمثل في مناطق تتوازن عند عمليات الترسيب الهوائي والتذرية* ويتحكم فيها مستوى الماء الجوفي عندما يقترب من مجال الخاصية الشعيرية⁽³⁾ ، ” وتمتلى هذه السبخات بالمياه خلال فصل الشتاء نتيجة لسقوط الأمطار، ووصول مياه البحر إليها، وتتعرض للجفاف في فصل الصيف حيث تقل مياهها وتظهر على هيئة مسطحات ملحية⁽⁴⁾ .

1- المرجع السابق ، الصفحة نفسها .

2- فاروق صنع الله العمري ، مرجع سابق ، ص 278 .

3- محمد عبدالله لامة ، مرجع سابق ، ص 97 .

- المرجع السابق ، ص 99 .

”وقد عانت مدينة بنغازي عبر تاريخها الطويل من كونها محاطة بعدد من السبخات والتي في الأصل هي لاجونات ربطت ميناء يوسبريدس القديم بالبحر المتوسط“⁽¹⁾، وتمثل السبخات معظم مساحة منطقة الدراسة، كما أنّها من أهم الظواهر الجيومورفولوجية وتمتد من الشمال إلى الجنوب وتفصل بين الكتبان الرملية القديمة والشاطئية .

و البحيرات الغربية من أهم سبخات منطقة الدراسة ، وهي تقع بالقرب من الساحل الغربي داخل مدينة بنغازي، وتتمثل في ثلاث بحيرات ، وكانت في السابق منطقة سبخية متصلة تطل في الشمال على ميناء بنغازي البحري ومن الشرق على حي سيدي حسين ومن الجنوب على حي الكيش ، وبحيرة 23 يوليو التي تبلغ مساحتها 100 هكتار هي أكبرها ، حيث تم تعميقها وتوصيلها بالبحر عام 1983 وتزويدها بأنابيب لتصريف مياه الأمطار و تصريف مياه الصرف الصحي ، و تقع البحيرة الثانية في جنوب شرق بحيرة 23 يوليو وغرب الكيش مقابل نادي الفروسية ، أما البحيرة الثالثة فتقع في جنوبها وتوجد في منتصفها جزيرة صغيرة تستقبل الطيور المهاجرة، وقد استغلت هي الأخرى لتصريف مياه الصرف الصحي⁽²⁾، وفي شمال شرق مدينة بنغازي توجد سبخة اللثامة على بعد 5 كم منها ، وهي تغطي مساحة تقدر بحوالي 119 هكتار متصلة ببحيرة فرعية مساحتها حوالي 19 هكتار وعمق المياه بها حوالي 3 أمتار وتعرف بالبحيرات الشمالية وهي متصلة بقناتين مدينتين متصلة بالبحر طول كل منهما حوالي كيلومتر ، وتحيط بها منطقة رملية متحركة وأشجار النخيل⁽³⁾، ويتم ردم بعض السبخات في منطقة الدراسة لاستصلاحها والاستفادة منها لزيادة المساحة المستغلة للاستعمالات الحضرية، وقد تم ردم سبخة السلماني و تحويلها إلى منطقة سكنية و إقامة المباني بها ، و يتم حالياً استصلاح

1- الطاهر محمد علي سليمان ، مرجع سابق ، ص 34 .

2-سبب عبد الكريم محمد الطيرة ، ”تلوث المياه الجوفية في منطقة بنغازي/ دراسة في الجغرافية التطبيقية“ ، (رسالة ماجستير - غير منشورة)، بنغازي، جامعة قارونس، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، 2004 ، ص 90 .

3-زينب المكي ، مرجع سابق ، ص 145 .

البحيرات الشمالية واستغلالها كمنتزهات، و يتم بناء نصب تذكاري لضحايا طائرة
1972 في إحدى البحيرات الغربية .

عندما تتغلغل المياه داخل التربة السبخية فإنها تعمل على إذابة الأملاح ثم
تترسب داخل الشقوق الموجودة بالتربة فتترك تتجاويف تحت الأرض ، لا تتحمل
الإجهاد الواقع عليها سواء الساكن أو المتحرك فينهار سقف هذه التجاويف أو تهبط
الأرض بشكل تدريجي إلى أن تصل إلى حالة الاتزان ، وهذا ينعكس على المباني
والمنشآت المقامة عليها .

كذلك تحتوي بعض أنواع الترب على معادن لها قابلية على التفاعل مع معادن
أخرى مثل أكاسيد الحديد وبعض أملاح الصوديوم والكالسيوم ، ما يؤدي إلى تآكل
الأنابيب المعدنية المدفونة في الأرض فينتج عنها تسرب المياه بكميات كبيرة تصل
آثارها على أسس وأرضية الأبنية القريبة منها ، فتعمل على إذابة التكوينات التي تحت
الأسس ، فتضعف من صلابتها وقوة تحملها ، ويترتب على ذلك هبوط هذا الجزء من
المبنى (1)، أو ميلان الجهة التي حدث تحتها عملية الإذابة.

”تؤثر السبخات في عملية إنشاء الطرق حيث ترتفع تكاليف الإنشاء وذلك
بالحاجة الزائدة إلى معدات ومواد الردم لإنشاء الممرات والمعابر المرتفعة ، كما تزيد
السبخات في ملوحة التربة التي تعمل على تآكل مكونات الطرق والجسور ، خاصة
المكونات المعدنية“ (2).

” كما يؤدي مرور المركبات الثقيلة فوق أنابيب شبكات المياه والصرف الصحي
التي مدت وسط الطريق إلى تكسيها وتدمير الطريق (وتفعل المياه المتسربة فعلها
في التربة) وقد تكون الآثار غير واضحة في البداية إلا مع مرور الوقت فيتعرض
الطريق إلى الهبوط“ (3)، و ماحدث لعمارة الكيش مشابه لما سبق ذكره، و هي إحدى

1-خلف الدليمي الجيومورفولوجيا التطبيقية ، مرجع سابق ، ص 202 .

2- الطاهر محمد علي سليمان ، النقل : أهميته ، ودوره في نقل الركاب في مدينة بنغازي في الفترة(1970 - 1998) ، (رسالة ماجستير غير منشورة)، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي ، 2001، ص 34.

3- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية مرجع سابق ، ص 356 .

عمارات الكيش، عمارة رقم (46) المكونة من 9 طوابق؛ دور أرضي و ثمانية طوابق سكنية، حيث إن أنابيب المياه المدفونة تحت الرصيف المحاذي للعمارة تعرضت للكسر؛ ما أدى إلى تسرب المياه لمدة ثلاث سنوات، فعملت على إذابة بعض تكوينات التربة في المياه و تسرب الحبيبات داخل الشقوق تحت السطح، و هذا أدى إلى تكوّن فراغ ترتب عليه عملية تزييح للتربة، وبالتالي هبط الجزء الأيمن للمبنى ما صاحبه ميلان جهة الطريق و انفصاله التام عن المبنى المجاور له .

2.2.3 سحب المياه الجوفية :

إن سحب المياه الجوفية هو أهم الطرق للحصول عليها من باطن الأرض من أجل توفير احتياجات الإنسان والحيوان والنبات من الماء ، واستخدامه للأغراض الحضرية المتنوعة ، إلا أن السحب الجائر والعشوائي يُحدث نقص في كمية المياه بالخران الجوفي ، ما يؤدي إلى زيادة قوة التحمل أو الإجهاد على الطبقات التحتية سواء عن طريق ما يعرف إجهاد الجاذبية الناجم عن الحمولة الزائدة فوق الرواسب أو بواسطة الضغط الديناميكي الناجم عن تسرب السوائل خلال المسام بين الحبيبات وينتج عن ذلك نقص في نسبة المسامية ، ويرتبط بهذا تغيرات في الخصائص الميكانيكية للرواسب ، حيث يشتد تماسكها الذي يؤدي إلى حركة بطيئة إلى أسفل⁽¹⁾، لملء الفراغ وبالتالي حدوث خسف وهبوط للطبقة السطحية للأرض.

1.2.2.3 المياه الجوفية :

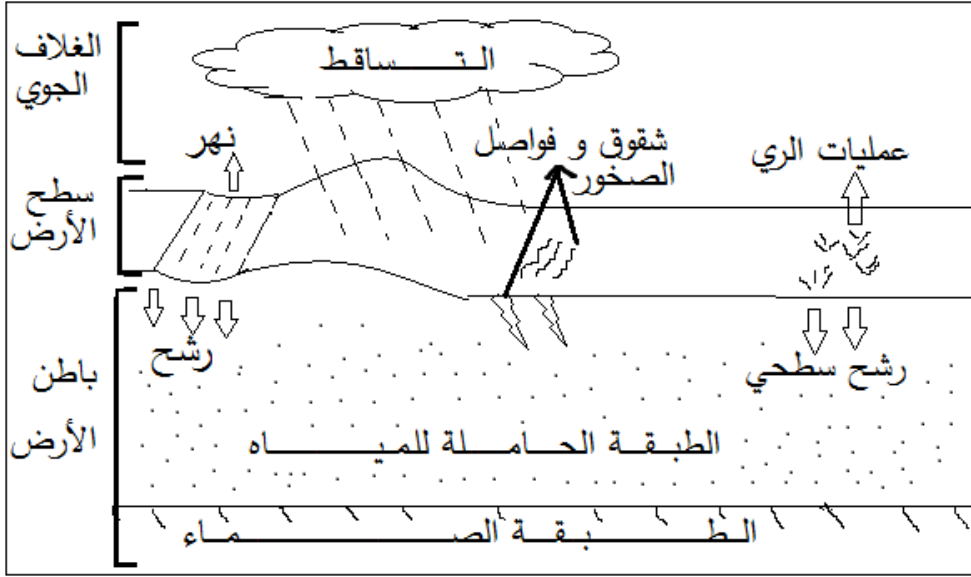
المياه الجوفية هي المياه الواقعة في الصخور الرسوبية المسامية المنفذة للمياه الواقعة فوق الطبقة الصماء في باطن الأرض، وتتعدد مصادر هذه المياه، فمنها ما هو موجود في خزان جوفي تكوّن مع تكوّن الصخور الرسوبية خلال عصور جيولوجية قديمة ، وبعضها مصدره الغلاف الجوي ، ”في حين بعض هذه المياه الجوفية تكون مالحة لذا يمكن تصنيفها جزء من المحيط أو البحار حينما ترسبت ودفنت هذه المياه مع بقية الرواسب أثناء عملية الترسيب“⁽²⁾ .

1- محمد صبري محسوب، البيئة الطبيعية خصائصها وتفاعل الإنسان معها ، مرجع سابق ، ص 380.

2-جون داي ساندرس وآخرون ، ملاحظ سابق ص 444 .

والمياه الجوفية غالبًا ما تتغذى من التساقط والمياه الجارية من أنهار وغيرها ، بالإضافة إلى قنوات الري في المناطق الزراعية ، والشكل (10.3) يوضح الطبقة الحاملة للمياه ومصادر تغذيتها .

الشكل (10.3) رسم توضيحي للطبقة الحاملة للمياه و مصادر تغذيتها



عند تساقط مياه الأمطار أو الثلوج التي تذوب لاحقًا ، تتسرب المياه عبر المسامات والشقوق الموجودة في الطبقة السطحية للأرض، من ثم تتحول إلى مياه جوفية في باطن الأرض وكذلك هو الحال مع المياه التي تترشح من الأنهار أو عمليات الري في الأرض الزراعية ، وتحتوي المناطق التي تنتشر فيها الشقوق بشكل واسع على خزان جوفي كبير نتيجة لتراكم الشديد للمياه المتسربة .

يختلف العمق الذي يتسرب إليه المياه من السطح من منطقة إلى أخرى، تبعًا لمسامية الصخور التي تختلف من صخر إلى آخر، فهناك صخور مسامية يصل الماء السطحي من خلالها إلى أعماق بعيدة تصل إلى آلاف الأمتار، وفي بعض الصخور نجد القليل جدًا من المياه تتجمع عند أعماق تتجاوز مئات الأمتار، وإذا كانت الممرات المنفذة تتجه إلى أسفل مباشرة نتيجة لميل طبقات الصخور المنفذة، ووجود شقوق تزيد من درجة النفاذية، فإن المياه قد تتجه إلى أسفل نحو أعماق بعيدة⁽¹⁾،

1- محمد صبري محسوب ، جيومورفولوجية لأشكال الأرضية ، مرجع سابق، ص 236.

و”في الصخور النارية والمتحولة نجد أن النفاذية تكون أساسًا وظيفة عدد وحجم الشقوق، فلو كانت الشقوق نادرة أو غير موجودة فإن فرصة وجود المياه في أعماق بعيدة تكون نادرة للغاية“⁽¹⁾.

وبالرغم من أن المياه الجوفية تعدّ مصدرًا مهمًا للمياه الصالحة للاستعمال في منطقة الدراسة إلا أن السحب الزائد والعشوائي للمياه من الخزان الجوفي واستهلاكها في الأغراض الحضرية المختلفة ، يسبب مشكلة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة ، حيث ينخفض سطح الأرض قبل أن تتمكن المياه من إعادة التشبع وملء الفراغ الناتج عن كميات تم سحبها من المياه الجوفية ، وتنتشر هذه الظاهرة في المناطق المتميزة بطبقات سمكية وغير متماسكة من الرواسب⁽²⁾.

2.2.2.3) الاستهلاك العشوائي للمياه الجوفية:

زادت في الآونة الأخيرة كمية المياه الجوفية المستهلكة من قبل سكان منطقة الدراسة ، حيث شهدت المنطقة زيادة كبيرة في عدد السكان الذي وصل في عام 2006 إلى حوالي 584,644 نسمة بالإضافة إلى تطور الاستعمالات الحضرية والعمرانية التي بلغت مساحتها حوالي 87340 هكتار سنة 1984م ، ما أدى إلى زيادة استهلاك المياه بشكل عام وزيادة معدل استهلاك الفرد للمياه في اليوم بوجه خاص .

حتى بداية القرن العشرين كانت درجة نمو الزراعة والصناعة بطيئًا ، فلم تكن هناك حاجة لاستعمال المياه بصورة كبيرة في حين التطور الذي حصل في النصف الأول من القرن الماضي وبعد انتشار وتطور وسائل الري ، والزيادة التي حصلت في الصناعة وخصوصًا نمو الصناعات البتروكيميائية بعد الحرب العالمية الثانية وأصبح الطلب على الماء من الحاجات الضرورية والملحة في الأمم المتقدمة، وجد أن الحاجة

1- المرجع السابق نفسه، الصفحة نفسها.

2- إدوارد جي تاروك وفريدريك لونجنز ، مرجع سابق ص 275 .

والطلب على المياه الجوفية سوف ينمو باضطراد لدرجة تفوق معدل النمو السكاني⁽¹⁾.

نتيجة لهذا التطور السريع الذي يتبعه الطلب المتزايد على المياه الجوفية ، كان لزاماً على الدولة البحث عن مصادر متنوعة لاستخراج المياه من باطن الأرض، حيث قامت أمانة السدود والموارد المائية سابقاً فرع بنغازي - بدراسات مستفيضة لحوض المياه الجوفية في المنطقة منذ عام 1974م شملت منطقة الهواري (الواقعة جنوب منطقة الدراسة) ، و تقييم أنفاق مشروع سيدي منصور و حقل آبار منطقة بنينا⁽²⁾.

وتشير هذه الدراسات إلى نقاط مهمة هي :

أ-تبين المرحلة الأولى من هذه الدراسات لحوض المياه الجوفية أن إنتاج المياه السنوي من الطبقات الجوفية الحاملة للمياه تزيد عن المعدلات السنوية لشحن هذه الطبقات بالمياه⁽³⁾.

ب-”اتضح من ميزانية حركة المياه التي تم إعدادها في سهل بنغازي أن متوسط الشحن السنوي بالمياه لهذه الطبقات الحاملة للمياه يبلغ حوالي 141,20 مليون متر مكعب من تسرب مياه الأمطار والمياه السطحية ، كما يبلغ إنتاج المياه السنوي من الآبار حوالي 81,6 مليون متر مكعب ، بينما يبلغ تدفق المياه الجوفية من عين زيانة في البحر حوالي 24,0 مليون متر مكعب سنوياً ، وذلك يعني هناك استنزافاً سنوياً من مخزون المياه الجوفية قُدِّرت بحوالي 14,4 مليون متر مكعب من المياه⁽⁴⁾.

1-جون أي ساندرس وآخرون مرجع سابق ص 455 .

2-دوكسيادس ، مرجع سابق ، ص 59 .

3-مرجع سابق، ص 60 .

4-المرجع السابق نفسه ، ص 61 .

والجدول التالي يبين كمية السحب من الخزان الجوفي بالمتر المكعب في السنة حسب دراسة للوضع المائي في سهل بنغازي لعام 2006 التي أجرتها الهيئة العامة للمياه.

الجدول (18.3) كمية السحب من الخزان الجوفي بالمتر المكعب/سنة

نوع الاستخدام	الكمية /المتر المكعب/سنة
الاستعمال الحضري	51,338,564
الزراعة والصناعة	161,464,320
الإجمالي	212,802,884

المصدر : اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة السكنية الحيوانية والمائية ، الوضع المائي بليبيا ، الهيئة العامة للمياه 2006 ، ص 62 .

إن السحب من الخزان الجوفي يتم على نطاق سهل بنغازي ، لذلك فإن معدل السحب يكون كبيراً مقارنة بالكمية المسحوبة من قبل منطقة الدراسة ، إلا أن أي تأثيرات أو مخاطر تترتب على عملية الضخ فإنه يصل إلى المنطقة ، ومن الجدول السابق يتبين أن هناك ثلاثة استعمالات رئيسة تستهلك المياه الجوفية و هي الاستعمال الحضري ، الذي وصلت فيه كمية السحب من الخزان الجوفي إلى حوالي 51,338,564 متر مكعب/ السنة ، بينما الاحتياج الفعلي للسهل يصل إلى 73 مليون م³ / سنة ويستوفي العجز من منظومة مياه النهر الصناعي⁽¹⁾ ، وتصل كمية السحب من الخزان في الاستعمالين الزراعي والصناعي إلى حوالي 161 مليون م³ / السنة، وبالتالي يصبح إجمالي ما يتم سحبه هو حوالي 212,802,884 م³ / سنة.

وتشمل منطقة سهل بنغازي مجموعة من حقول آبار المياه الجوفية ، تعتمد فيها منطقة الدراسة على جزء منها لتوافر المياه الصالحة للاستعمالات المختلفة ، والجدول (19.3) يبين الحقول المائية المنتجة للاستعمال الحضري في سهل بنغازي.

1-اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية ، مرجع سابق ، ص 26 .

الجدول (19.3) الحقول المائية المنتجة لمياه الشرب في منطقة سهل بنغازي

الحقل	معدل الإنتاج (م ³ / يوم)
حقل آبار بنينا	97848
حقل سيدي منصور	18324
حقل سيدي خليفة	5040
حقل الكوفية	3528
حقل الهواري	4284
حقل سيرة نجم	5688
حقل المقزحة	1908
الكوفية	430
حقل العقورية	885.6
حقل برسس	345.6
حقل دريانة	2088
حقل الحمدة	230.40
حقل المبني	54
الإجمالي	140653.6

المصدر: اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة الحيوانية والمائية ، مرجع سابق ص26.

ويضع الجدول المبين أعلاه معدل الإنتاج السنوي للحقول آبار المياه الجوفية في سهل بنغازي ، ففي حقل آبار بنينا وصل معدل الانتاج إلى حوالي،97848 متر مكعب / يوم ، بينما يقل المعدل في حقل سيدي منصور الذي بلغ حوالي ،18324 متر مكعب / يوم ، و تقل هذه القيمة تدريجيًا ، حتى تصل إلى حوالي 3528متر مكعب/ اليوم في حقل الكوفية، ويصل إجمالي الإنتاج في هذه الحقول حوالي 140653.6 متر مكعب/ يوم .

وبمقارنة إجمالي المعدل إنتاج الحقول المائية في سهل بنغازي الذي بلغ حوالي 140653.6 م³ / يوم مع إجمالي كمية السحب من الخزان الجوفي الذي بلغ حوالي

212م³/سنة، فإن هناك سحبًا جائرًا للمياه الجوفية، "الأمر الذي أدى إلى هبوط حاد في المياه وتدهور نوعية المياه نتيجة للسحب الجائر ومحدودية التغذية"⁽¹⁾، والسبب وراء اعتماد منطقة الدراسة على سحب المياه الجوفية في الأغراض المختلفة هو قلة مياه الأمطار ، حيث يصل معدل هطول الأمطار إلى 250مم/سنة ومعظم الكميات المتساقطة غير مستفاد منها لارتفاع نسبة الفاقد عن طريق البخر والنتح والجريان السطحي⁽²⁾، والسحب الجائر والعشوائى للمياه الجوفية بسبب التوسع الزراعي والعمرائى يلعب دوره فى أحداث الخلل فى التوازن الاستائكى⁽³⁾ ، وكما هو معروف أسوأ ما يمكن أن يحدث للطبقة الحاملة للمياه هو عندما يفوق معدل الضخ معدل الشحن بفارق كبير حينها سوف ينخفض المستوى المائى ويحدث هبوط للأرض"⁽⁴⁾.

3.2.2.3 (3.2.2.3) الطفو:

"من المعروف طبقًا لقوانين الطفو أن وزن الجزء المغمور من الأرض أو المنشآت فى المياه الأرضية تحت منسوب سطحها أقل من وزنه فوق هذا المنسوب وعندما يهبط منسوب المياه الأرضية نتيجة لعمليات الرفع أو لأسباب طبيعية أخرى ، زال تأثير الطفو على الأجزاء المغمورة ويزداد طبقًا لذلك وزنه ، هذه الزيادة فى الوزن تسبب هبوط المنشأة"⁽⁵⁾ ، فللسوائى قوة طفو تجعل وزن أى شىء بها أقل مما هو عليه بدونها ، لهذا السبب نجد أن وزن صخرة على سبيل المثال ، بقاع حوض السباحة يبدو خفيفًا ، ولهذا أيضًا نستطيع الطفو فوق الماء ، لذلك فإن وجود السوائى

1-المرجع السابق ، ص 29.

2-المرجع السابق ص 34 .

3-محمد صبرى محسوب ، البيئة الطبيعية - خصائصها وتفاعل الإنسان معها ، مرجع سابق ص 378 .

4-جون أى ساندرس وآخرون ، مرجع سابق ص 458.

5-فخرى موسى وآخرون ، الجيولوجيا الهندسية ، دار المعارف القاهرة 1968م ، ص 280 .

في الطبقات الصخرية يقويها ويجعلها قادرة على تحمل أوزان طبقات القشرة الأرضية الواقعة فوقها بكل يسر أما إذا أزيل هذا الدعم المائي عن طريق الضخ إلى الخارج ، يزداد الضغط على حبيبات الصخور ما يؤدي إلى تراصها وتناقص حجمها وتصبح غير قادرة على تحمل ائقال الأحمال الصخرية الواقعة فوقها فتتهار مكونة الهبوطات الأرضية على السطح (1).

وعمليات الهبوط التي تحدث نتيجة عمليات استخراج المياه أو البترول أو الغاز الطبيعي تحدث على مساحة واسعة من الأرض ويمكن شرح ميكانيكية الهبوط بأنه عند استخراج المياه الموجودة بطبقة الحجر الرملي المسامي يزول تأثير الطفو عن حبيبات الرمل ويزداد تبعًا لذلك مقدار الضغط الواقع على الطبقات أي أن الضغط المؤثر يزداد مقداره مما يؤدي إلى تماسك الحبيبات وتتشأ نتيجة لذلك حركة تدريجية إلى أسفل (2).

تنشط عملية الإذابة في الصخور خلال موسم الأمطار ، نتيجة لارتفاع منسوب المياه الجوفية ، فتتسع الممرات والدهاليز في الصخر الجيري ، والفجوات الناتجة عن إذابة الملح الصخري ، ومع ذلك لا يحدث هبوط لسطح الأرض بسبب عامل الطفو ، ولكن بعد توقف الأمطار ودخول موسم الجفاف فإن الذي يحدث يقل منسوب المياه الجوفية ويلغي عامل الطفو وبالتالي يحدث هبوط أو انهيار للسطح .

3.2.3 المحاجر (الكاوى) :

يحصل الإنسان على المواد اللازمة للبناء من خلال عملية التحجير والتكسير للمواد الصخرية المطابقة لمواصفات البناء، وتعرف الرقعة التي تتم فيها عملية التحجير في منطقة الدراسة بالكسّارة أو الكاوى و غالبًا ما يتم إعادة ردمها بعد استخلاص الصخور منها بالتربة الهشة أو بالنفايات.

1-امحمد عياد مقيلي ، المخاطر الهيدروجيوميورفولوجية ، دار شموع للثقافة ، 2003 ، ص 89 .

2-فخري موسى ، وآخرون ، مرجع سابق ص 281.

”ومناطق طمر النفايات تعد ضعيفة التماسك وذات مخاطر كبيرة لعدم ثباتها لتنوع مكوناتها وعدم تحولها إلى وضعها النهائي لذا تتعرض إلى الهبوط بشكل مستمر وبطيء خاصة في المناطق الرطبة“⁽¹⁾ ، وخاصة عند تعرضها لضغط يفوق قدرة تحملها، كإقامة الأبنية أو استغلالها كطرق رئيسية حيث تمر المركبات الآلية باستمرار ، وخاصة المركبات الثقيلة ، وهي التي بلغت قدرة تحمل تكويناتها حوالي 0,25- 0,5 كغم / سم³ ، وهي أقل قيمة مقارنة بقيم التكوينات السطحية الأخرى.

تكثر أماكن الكاوى في منطقة الدراسة بشكل واسع وخاصة في أرض شبنة حيث أجزاء كثيرة من مساحتها كاوات ، والتي بُنيت عليها المنازل بدون مراعاة خصائص تربتها، و كذلك منطقة بوهديمة من المناطق التي أُقيمت عليها محاجر قديمة، فعلى الرغم من نتائج تحليل عينة تربة بوهديمة التي تدل على متانة صخورها إلا أنها تتعرض للهبوط خاصة في مواقع المحاجر القديمة .

1- خلف حسن الدليمي مرجع سابق ، ص 329.

الفصل الرابع

مخاطر الهبوط الأرضي

تعريف المخاطر

تصنيف الهبوط الأرضي

نمط حدوث الأخطار و ترددها

أنواع مخاطر الهبوط الأرضي

درجات خطورة الهبوط الأرضي

تصنيف درجات خطورة الهبوط الأرضي

تمهيد

يحاول الإنسان دائماً استغلال بيئته الطبيعية والتأثير فيها من دون المراعاة للتوازن البيئي الذي وجد معها ، متجاهلاً المخاطر التي قد تتجم عنها، و تصاحب فترة استغلاله لنظام بيئته ، 'ورغم أن ظاهرة الهبوط الأرضي تبدو غير ملحوظة في كثير من المناطق و خاصة في الدول غير المتقدمة التي لا تتوافر بها عمليات مسح و قياسات دقيقة يمكن من خلالها تتبع المعدلات التدريجية البطيئة لهبوط سطح الأرض إلا أن نتائجها ذات أثر كبير على عديد من جوانب الاستعمالات البشرية للأرض بما تخلفه من مشكلات عديدة تتمثل أهمها في اضطراب نظم الري و الصرف و انهيار السدود و الخزانات السطحية ، و تريح المنشآت و المباني كما تؤدي إلي اضطراب نظم جريان الأنهار، و عادة ما تؤدي إلى حدوث فيضانات و غمر للمساحات الهابطة على جوانب الأنهار بامتداد السهول الفيضية المنخفضة ، كذلك تتسبب في تدمير أنابيب نقل البترول و المياه ، إلى جانب ما تتعرض له الطرق البرية و الخطوط الحديدية للترييح و التدمير' (1)، فلذا إن لم تعدّ ظاهرة الهبوط الأرضي في المناطق الحضرية من المخاطر الطبيعية ووضعها في الاعتبار ووضع الحلول لها ، فإنها تتحول إلى كوارث طبيعية تهدد حياة الإنسان و استقراره و أنشطته، و لذا سيتناول هذا الفصل الآتي :

- 1-تعريف المخاطر الطبيعية و تصنيف الهبوط الأرضي .
- 2-التعرف على أنواع مخاطر الهبوط بمنطقة الدراسة ، و التطرق إلى استعمالات الأرض المختلفة باختصار ، و يهدف ذلك إلى:
 - أ-إظهار أهمية منطقة الدراسة للإنسان .
 - ب-معرفة تأثير الهبوط الأرضي على التوسع الحضري.
- 3- تصنيف درجات خطورة الهبوط الأرضي على المباني و المنشآت بالمنطقة .

1-محمد صبري محسوب ، البيئة الطبيعية ، خصائصها وتفاعل الإنسان معها ، دار الفكر العربي ، أبها، 1995 ، ص 392 .

1.4 تعريف المخاطر :

تتعدد تعريفات المخاطر Risk بوجه عام ، وهي كثيراً ما تقترن بكلمة الخطر Hazard ، و المخاطر كما جاء في ويكيبيديا هو احتمالية التعرض لخطر ما في منطقة ما يؤدي إلى نتيجة سلبية فالخطر لا تسجل له أي مخاطر مالم يتم حدوثه⁽¹⁾، وحسب التسلسل الذي وضعه محسوب لمراحل التي يمر بها الخطر: ”خطر (Hazard) ← مخاطر (Risks) ← تهديد (Threat) ← كارثة (Disaster) ← صدمة (Impact) ← آثار مابعد الكارثة (After math)“⁽²⁾ ، و من المناسب التمييز بين مصطلحات مثل Hazard ، Risk ، Disaster ، فالخطر Hazard يعني التهديد الكامن للمجتمع البشري، بينما يعني Risk احتمالية وقوع أو حدوث الخطر ، أما الكارثة Disaster فهي تعني تأكد من تحقق نتائج وقوع الخطر⁽³⁾ .

ويرى حجلة أن المخاطر هي أخطار و لكن ليس كل الأخطار هي مخاطر مالم تحدث في المناطق التي يقيم بها الإنسان أنشطته الاقتصادية و البيئية⁽⁴⁾ ، فإذا حدثت ظاهرة الهبوط الأرضي في المناطق الحضرية فإنها تتعرض لكثير من الأضرار المادية ، ومن بين هذه الأضرار :

1-تدمير المنازل و الطرق و أنظمة الصرف الصحي .

2-تكوين بحيرات عميقة .

1-www.wikipedia.org .

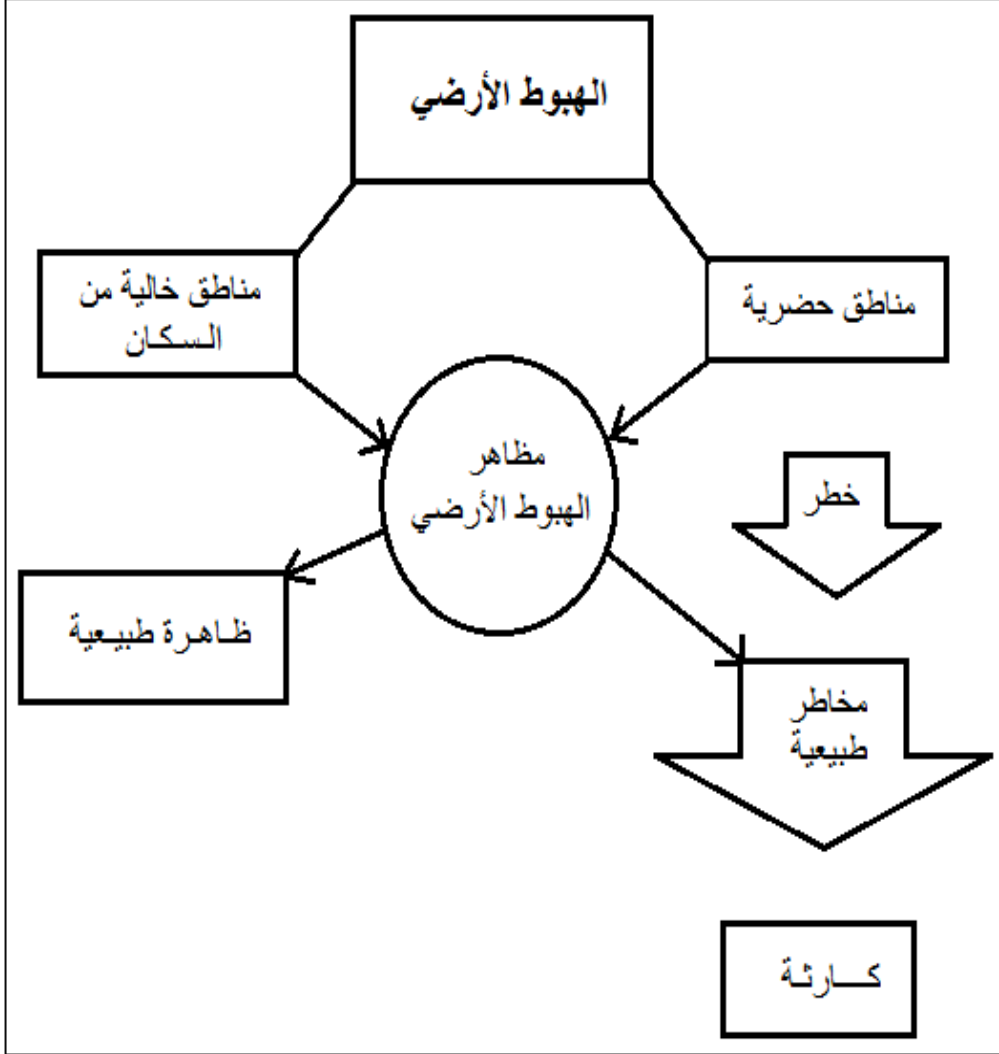
2-محمد صبري محسوب ، محمد إبراهيم أرياب ، الأخطار و الكوارث الطبيعية الحدث و المواجهة ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 2000 ، ص 38 .

3-يحيى الفرغان و آخرون ، البيئة و الموارد و السكان في الوطن العربي ، الشركة المتحدة للتسويق و التوريدات ، 2009 ، القاهرة ، ص 272 .

4-علي حجلة ، الأخطار الطبيعية و سياسة التهيئة العمرانية في الجزائر . مانوع التدخل؟، ندوة الوقاية من الكوارث الطبيعية و التخفيف من آثارها ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي و المركز الوطني للأرصاد الجوية، 2006 ، ص 3.

3- تدمير المناجم و تصدع آبار النفط (1) .

شكل (11.4) حالات الهبوط الأرضي



أعد الشكل بناءً على تعريفات المخاطر سالفة الذكر .

من العرض السابق لتعريفات المخاطر يتضح أن الهبوط الأرضي يمر بمرحلتين إحداهما في المناطق الحضرية والأخرى في المناطق الخالية، كما يوضحه الشكل (11.4) أعلاه، وهذه المرحلتان هما كما يلي :

1-محمد عياد مقيلي ، مرجع سابق، ص88 .

1-حدوث الهبوط الأرضي في المناطق الحضرية: عند حدوث الهبوط الأرضي في المناطق العمرانية ، تظهر علامات و مظاهر تدل على حدوثه ، هذه المظاهر تعترضها ممتلكات الإنسان و أنشطته فتضعهما في دائرة الخطر، إلا أنه يمكن السيطرة عليها لتفادي حدوث مشكلات في المستقبل ، ولكن عند وقوع أضرار و خسائر تتفاقم المشكلة و تتحول إلى كارثة .

2-حدوث الهبوط الأرضي في المناطق الخالية : وهذه المرحلة على عكس المرحلة السابقة ، فعند حدوث الهبوط الأرضي في المناطق الخالية من ممتلكات الإنسان و البعيدة عنه ، تعدّ مظاهره ظواهر طبيعية لا تشكل خطراً على حياة الإنسان أو أنشطته مقارنة بالأماكن المزدحمة .

2.4 تصنيف الهبوط الأرضي:

تتباين الأخطار الطبيعية من حيث العوامل المسببة والبيئة التي تنشأ بها ، تبعاً لذلك ظهرت تصنيفات عديدة للأخطار والكوارث الطبيعية من أهمها تصنيف بيرتون Burton الذي صنف الهبوط الأرضي من المخاطر الجيولوجية و الجيومورفولوجية ، ويعدّ هذا التصنيف هو الأكثر شيوعاً .

يبين الجدول (20.4) تصنيف بيرتون للأخطار الطبيعية ، حيث صنفها إلى نوعين رئيسيين هما الأخطار الجيوفيزيائية ، والأخطار البيولوجية ، ثم قسم كل واحدة منها إلى فرعين ، فالأخطار الجيوفيزيائية قسمها إلى مناخية وميتورولوجية ، وتشمل التصنيفات التالية : عواصف ثلجية ، جفاف ، فيضان ، أعاصير هريكين ، حرائق ، والترنيدو ، أما القسم الثاني فهو جيولوجية و جيومورفولوجية ، وتشمل كل المخاطر التي سببها يكون [جيولوجي أو جيومورفولوجي] مثل هبوط الأرض ، الزلازل ، تعرية الشواطئ والتربة والتسونامي ، والثورانات البركانية ، وبالنسبة للأخطار البيولوجية فقد صنفها بيرتون إلى أخطار مرتبطة بالنباتات ، كمرض الصنوبر وصدأ القمح ، وأخطار مرتبطة بالحيوانات كالمالريا والتيفود.

الجدول (20.4) تصنيف بيرتون Burton للأخطار الطبيعية

الأخطار البيولوجية		الأخطار الجيوفيزيقية	
حيوانية	نباتية	جيولوجية جيومورفولوجية	مناخية وميتورولوجية
-المالريا	منها مرض	-انهيار ثلجية	-عواصف ثلجية
-التيفوس	-السنوبر	-زلازل	-الجفاف
-داء الكلب	-صدأ القمح	-تعرية (تشمل تعرية التربة ونحت البلاجات)	-الفيضانات
-القوارض مثل الأرانب و النمل الأبيض		-انزلاقات أرضية	-الضباب
-الجراد		-حركة الرمال	-الصقيع
-الجناب		-التسونامي	-عواصف برد
		-طفوح بركانية	-موجات حارة
			-هريكين
			-حرائق

المصدر: محمد صبري محسوب ، محمد إبراهيم أرياب ، مرجع سابق ، ص 44 .

ويمكن تمييز النوعين من خلال تحديد إمكانية منع حدوثها تمامًا و تحجيم مخاطرها، ' فبرغم التقدم العلمي الكبير الذي يشهده العالم خاصة في الدول المتطورة، إلا أن الأخطار الجيوفيزيقية لم يصل الإنسان بعد لأية وسيلة يمكنه من خلالها منعها أو تقليل قوتها لحظة حدوثها، و توقفت قدراته عند تحجيم آثارها فهو لم يمنع حدوث الزلازل ولكنه تكيف معها ووضع نظامًا للتحذير منها ، أما بالنسبة للأخطار البيولوجية فقد استطاع الإنسان أن يمنع كثيرًا منها بنجاح،ولا يعيقه سوى الإمكانيات المالية⁽¹⁾،

فكثير من الأوبئة اختفت تمامًا في كثير من الدول من بينها ليبيا بل إنه وجد وسيلة للقضاء عليها كلما حدثت .

' في حين أن الأخطار الطبيعية الجيوفيزيائية التي لا يمكن منع حدوثها ستستمر في الحدوث و سيستمر الإنسان في بذل الجهود للوصول إلى أفضل السبل لتخفيفها و الحد من آثارها التخريبية ' (2) .

3.4 نمط حدوث الأخطار و ترددها :

هناك أخطار تعدّ طويلة الأمد و تحدث بشكل تدريجي و يكون لها آثار تدميرية، كارتفاع مستوى سطح البحر في العالم نتيجة لذوبان الغطاء الجليدي ، و كذلك الحال مع بعض الأخطار التي تحدث بشكل فجائي عشوائي فتكون مخاطرها تخريبية أو تدميرية و تؤدي إلى حدوث كارثة ، كالفيضانات و التسونامي و الزلازل .

أما الأخطار التي تعدّ قصيرة الأمد التي تحدث بشكل تدريجي فإنها في الغالب يمكن استدراكها و التصدي لها و وضع الحلول للتقليل من آثارها أو تفاديها كالصحراء ، أما الهبوط الأرضي فيصنف على أنه يحدث بنمطين إما فجائي فيكون له آثار تخريبية أو تدميرية ، أو يحدث بشكل تدريجي حيث تظهر مخاطره شيئاً فشيئاً لذا يمكن السيطرة عليه ، الجدول (21.4) ، "ويرى كل من Wolman and Miller أن قوة (حجم) الحدث و تردده (تكراره) هي التي تحدد المدى التخريبي أو التدميري لها ، وعادة كلما كانت الأحداث ضخمة أقل تكراراً ، ففيضان مؤني يماثل في تأثيره أضعاف تأثير فيضان عقدي أو فيضان سنوي و هكذا ، و بالتالي كلما

1-محمد صبري محسوب ، محمد إبراهيم أرباب ، مرجع سابق ، ص 45 .

2-نفس المرجع السابق ، نفس الصفحة .

كانت الأحداث صغيرة و أكثر ترددًا⁽¹⁾ ، و لكن من الصعب تحديد المقدار الذي تتحول فيه المخاطر الجيوفيزيقية إلى كارثة .

الجدول (21.4) الأخطار و نمط حدوثها و ترددها

الأخطار	ترددتها و نوع حدوثها
اشتعال الحرائق	عشوائي
الانهيارات الجليدية	موسمي/يومي/عشوائي
الزلازل	لوعارتمي/عادي
انزلاق أرضي	موسمي/غير منتظم
التسونامي	عشوائي
الهبوط الأرضي	فجائي/تدريجي
هريكين	موسمي/غير منتظم
فيضان	موسمي/فجائي
النحت الساحلي	موسمي/غير منتظم/يمكن تتبعه بالقياس
الجفاف	موسمي/غير منتظم
التصحّر	تدريجي

المصدر : محمد صبري محسوب و محمد إبراهيم أرناب ، مرجع سابق ، ص 46 .

4.4 أنواع مخاطر الهبوط الأرضي :

يمكن تحديد مخاطر الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة في نوعين رئيسيين ، و

ذلك على النحو التالي :

1.4.4 مخاطر على السكان:

كثير من مناطق الأخطار المحتملة في العالم يسكنها عدد كبير من القاطنين الذين يستمرون في النمو بالرغم من معرفتهم بهذه الأخطار و يستمرون في تطوير

1-علي حجلة ، مرجع سابق ، ص 3.

الاستعمالات الأرضية المختلفة والمكلفة ، ويرجع ذلك إلى وجود كثير من المزايا الجغرافية و الاقتصادية لتلك المواضع (1) ، ومع ذلك تعدّ الخسائر في الأرواح التي يسببها الهبوط الأرضي نادرة الحدوث وإن حدثت فهي ليست بشكل هائل عادةً و لكن حدوثها في كل سنة يسبب ضرراً مالياً يقدر بعشرات الملايين من الدولارات في الولايات المتحدة الأمريكية(2)، لذا تعد الكثافة السكانية عنصراً أساسياً في تقدير درجة مدى الخطر الحاصل في مناطق الأخطار المحتملة ، فالنمو الديموغرافي يرفعها بشكل معتبر و عدد الضحايا يزداد بنسبة 6% سنوياً منذ ثلاثين سنة على مستوى العالم ككل(3) ، ولا يمكن القول هناك مخاطر على حياة الإنسان في منطقة الدراسة مالم تكن عامرة بالسكان ، صغر عددهم أو كبير ، حيث يتناسب مدى الخطورة طردياً مع التعداد السكاني .

ويتجاوز عدد السكان في ليبيا الخمسة مليون نسمة يتوزعون على مساحة قدرها 1,775,500 كم² إلا أن الكثافة تتركز في المدن الساحلية بشكل كبير فمن خلال التعدادات السكانية (1973- 1984 - 1995 - 2006) و كما يتضح من الجدول (22.4) أن منطقة الدراسة تشهد تركيزاً سكانياً كبيراً حيث تضم مدينة بنغازي و هي ثاني أكبر المدن الليبية بعد طرابلس ، و التعداد العام للسكان لسنة 1973 أول تعداد سكاني حقيقي داخل ليبيا وصل فيها عدد السكان إلى حوالي 273.387 نسمة ، ويواصل ارتفاعه ليصل إلى حوالي 584.644 نسمة عام 2006م ، إلا أن المعدل يقل في سنة 1984م فقد بلغ حوالي 452.163 نسمة .

1- محمد صبري محسوب و محمد إبراهيم أرياب ، مرجع سابق ، ص 42 .

2-Bernard w.bibkin, Op. Cit., p. 188.

3-محمد صبري محسوب و محمد إبراهيم أرياب ، مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

الجدول (22.4) التعداد السكاني في منطقة الدراسة خلال الفترة (1973 - 2006)

سنة التعداد	(1) 1973	(2) 1984	(3) 1995	(4) 2006
عدد السكان	273.387	452.163	552.027	584.644

المصادر :

- 1- ج . ع . ش . أ . ع ، أمانة اللجنة الشعبية العامة للتخطيط الاقتصادي ، مصلحة الإحصاء والتعداد ، النتائج النهائية للتعداد العام لسكان ، بلدية بنغازي ! 1973 (طرابلس 1973) جدول رقم (1) ص 29,28 .
- 2- ج . ع . ش . أ . ع ، أمانة اللجنة الشعبية العامة للتخطيط الاقتصادي ، مصلحة الإحصاء والتعداد ، النتائج العامة لسكان بلدية بنغازي 1984م (طرابلس : د.ت) ص 70,68 .
- 3- ج . ع . ش . أ . ع ، الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق ، النتائج النهائية للتعداد العام لسكان منطقة سهل بنغازي 1995م (طرابلس . مصلحة التعداد 1998) ص 101, 97, 93 .
- 4- ج . ع . ش . أ . ع ، الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق - النتائج الأولية للتعداد العام للسكان 2006م ، بلدية بنغازي ص 56.

تفاوتت زيادة المجموع العام للسكان من محلة لأخرى في منطقة الدراسة ، ففي سنة 1973 وكما يتبين من الملحق (6.4) تفوقت بعض المحلات بعدد سكان المنطقة، ففي السلماي الغربي بلغ التعداد السكاني حوالي 32638 نسمة ، يليه داود القبلي التي بلغ عدد السكان فيها حوالي 30350 نسمة ، يليه داوود البحري حيث بلغ عدد السكان حوالي 28614 نسمة ، بينما حظيت كل من بودزيرة وسيدي سالم وقاريونس والكوفية بأقل تركيز سكاني حيث وصل عدد السكان في الكوفية حوالي 2262 نسمة، يليه الشابي بحوالي 1423 نسمة ، ثم جليانة حوالي 1173 نسمة ، وبلغت في قاريونس ما يقارب 1118 نسمة ، وينخفض عدد السكان ليصل إلى 669 نسمة في سيدي سالم .

برزت في سنة 2006 محلات أخرى في الزيادة السكانية كما يوضحه الملحق (7) ويعدّ المختار أعلى معدل حيث بلغ عدد السكان حوالي 99114 نسمة يليه بنغازي الجديدة بعدد سكان حوالي 90120 نسمة ، يليها السلماني الغربي بحوالي 55374 نسمة ثم الثورة الشعبية بحوالي 50303 نسمة ويرتفع رقم التعداد السكاني أيضاً في الكوفية مقارنة بالسنوات السابقة ليصل حوالي 10626 نسمة ، ويظل هذا العدد منخفضاً في سيدي سالم مقارنة بالمعادلات الأخرى التي تبلغ 1222 نسمة .

إن منطقة الدراسة وما تحتويه من مزايا جغرافية كوجود الماء البحري بها، عملت على جذب السكان و الهجرة إليها منذ زمن بعيد ، وتعداد منطقة الدراسة في استمرار متزايد سنوياً ، ومع ذلك فإنها لم تسجل أي حالة وفاة سببها هبوط المنشآت المصاحب للهبوط الأرضي ، اللهم بعض الحالات التي حدثت نتيجة لحوادث عرضية يتناقلها سكان تلك المناطق التي حدثت بها ، كسقوط راعي غنم في بئر كارستي بعد انهيار سقف حفرة غائرة ، أو حالات غرق في العيون الكارستية في منطقة الكوفية أثناء السباحة ، وهم عادةً غرباء على المنطقة .

2.4.4 مخاطر في مناطق التوسع الحضري و استعمالات الأرض:

إن الحوادث التي يمكن أن تشكل خطراً ليست من المخاطر الكبرى التي تلحق إضراراً إلا إذا وقعت في مناطق استعمالات الأرض ، فالمخاطر هي نتيجة التصادم بين الخطر المحدق و مناطق التوسع الحضري⁽¹⁾ ، وقد أصبح حدوث الهبوط الأرضي يمثل مشكلة خطيرة و من المخاطر الكبرى في عديد من أنحاء العالم التي هي في المقام الأول في المناطق الحضرية و الساحلية في كثير من الأحيان .

$$\text{الخطر} + \text{مناطق التوسع الحضري} = \text{مخاطر كبرى}^{(2)}$$

1-علي حجلة ، مرجع سابق ، ص 1 .

2- مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

يعدّ التوسع الحضري الذي تشهده منطقة الدراسة مبرراً للقلق حول حدوث عملية الهبوط الأرضي فيها ، فحدوث هذا الخطر في بعض المناطق يشير إلى أن أسفل سطح الأرض أصبح غير قادر على تحمل النّقل [المتحرك و الساكن] الواقع عليها و فيما يلي نبذة عن التوسع الحضري في المنطقة :

التوسع الحضري في منطقة الدراسة: يرتبط التوسع الحضري ارتباطاً وثيقاً بكل من الزيادة في عدد السكان والتنوع في استعمالات الأرض، فمع تزايد عدد السكان والإزدحام في وسط المدينة وارتفاع أسعار الأراضي والشقق والمنازل بها، وتغير في استعمالات الأرض بعد ظهور التشاركيات والمحلات التجارية ومكاتب الوكالات وغيرها، ومد الأحياء الجديدة بشبكة من الطرق، كل ذلك ساعد في عملية التوسع الحضري بمنطقة الدراسة، ”ظلت مدينة بنغازي خلال تاريخها الطويل تعاني من عوائق طبيعية متمثلة في السبخات المالحة التي كانت تحتل مركزها وتشكل عبئاً هندسياً من ناحية، وعبئاً اقتصادياً من ناحية أخرى، لأن استصلاح تلك الأراضي المالحة وردمها يحتاج إلى تكاليف مادية باهظة، إضافة إلى وقوعها على ساحل البحر، فلم يكن للمدينة من بد سوى التوسع تجاه اليابسة وعلى شكل دوائر متحدة المركز“⁽¹⁾، أما خارج المدينة فقد أخذ التوسع العمراني في المراكز العمرانية الأخرى في الإقليم أبعاداً جديدة حيث بدأت تلتحم وتندمج نتيجة لنموها على طول طرق المواصلات في اتجاهات مختلفة وجذبت إليها أشكال استعمالات الأراضي الأخرى وقد كان لهذا الأثر الأكبر في ظهور منطقة بنغازي الحضرية الكبرى التي تشكل مع بنينا في الجنوب الشرقي وسيدي خليفة في الشمال والقوارشة في الجنوب وقنفودة في الغرب كتلة واحدة على شكل نصف دائرة يتماشى قطرها مع خط الساحل⁽²⁾.

1- سالم فرج سالم، التوزيع الجغرافي لخدمات العيادات المجمع في مدينة بنغازي و آفاقه المستقبلية : دراسة تطبيقية في الجغرافيا الطبية في كتاب دراسات تطبيقية في جغرافية ليبيا البشرية ، منشورات جامعة قارونس، بنغازي ، 2002، ص133 .

2- عوض يوسف الحداد ، أخطار التوسع الحضري على التنمية الزراعية في إقليم سهل بنغازي في كتاب دراسات تطبيقية في جغرافية ليبيا البشرية ، مرجع سابق ، ص91 .

قسمت استعمالات الأرض في المدن إلى ست مجموعات رئيسة هي سكنية ، صناعية ، تجارية، طرق، استخدامات عامة، و أحواض فراغ ، وعلى الرغم من أن استعمالات الأرض في المدن تنتظم على شكل ترتيبات معينة وتتأثر في ذلك بعوامل كثيرة منها قيمة الأرض وشدة المنافسة بين الوظائف المختلفة على استعمال الأرض والخصائص الطبيعية بالإضافة إلي قريبا أو بعدها عن طرق المواصلات ومركز المدينة التجاري أو مايسمى بسهولة الوصول إلا أن أنماط الاستعمالات تتغير على مرور الزمن⁽¹⁾ ، والملحق (8.4) يبين تطور استعمالات الأراضي بمدينة بنغازي خلال الفترة (1966-1984)، حيث يبدو من الملحق أن في عام 1984 حدث تحسن و ارتفاع لمعدل الزيادة في استعمال الأرض في كل فئاته ، فمساحة الأرض المخصصة للاستعمال السكني بالنسبة لمجموع مساحة القطاعات الأخرى بلغت 5045,0 هكتار عام 1984 وبمعدل زيادة بلغت 14,3% ، في حين كان مجموعها عام 1966 569,7 هكتار ، ومجموع مساحة القطاعات الأخرى في السنة نفسها بلغت 523,0 هكتار في حين ارتفعت مساحة القطاعات الأخرى عام 1973 لتصل إلى مساحة قدرها 1940,0 هكتار وبمعدل زيادة 11,5% ، وتزداد النسبة في الارتفاع مع مرور الزمن لتصل عام 1984 إلى 9,60% ومساحة قدرها 3689,0 هكتار ، و إجمالي المنطقة المبنية المستخدمة للسكن و القطاعات الأخرى حوالي 8734,0 هكتار .

بينما يوضح الملحق (9.4) المساحة التي تشغلها كل فئة من فئات استعمال الأراضي في الكوفية للعام 1968 ، و يتبين أن هناك استعمالات لأغراض متنوعة وبنسب متفاوتة ، حيث تعدّ الكوفية إحدى المناطق الموجودة كمستوطنة دائمة منذ العهد العثماني⁽²⁾ ، و يتضح من الملحق أن المساحة التي تشغلها المساكن والطرق المحلية تبلغ حوالي 98,000 متر مربع، وبنسبة بلغت حوالي 8,98% من مجموع

1-أحمد الشريعي ، الدراسة الميدانية و تطبيقات في الجغرافية البشرية ، دار الفكر ، القاهرة ، 2004 ، ص179 .

2-مؤسسة دوكتياداس العالمية، التقرير النهائي حول المخطط العام الكوفية الجزء(2) ، رقم دوكتس ليب أ: 145،

1968 ، ص8.

المساحة ، في حين تصل المساحة المخصصة لكل من الفئتين المدارس والساحات الخضراء كالمنتزهات والملاعب إلى حوالي 1,00 متر مربع ، وبنسبة أقل تقدر بحوالي 0,09% لكل من الفئتين ، في الوقت التي وصلت فيه مساحة المنطقة الزراعية إلى حوالي 588,500 متر مربع، وبنسبة بلغت حوالي 53,60% وهي تعدّ نسبة كبيرة مقارنة بالفئات الأخرى و ذلك راجع لطبوغرافية ومناخ المنطقة ، حيث ” تقع في سهل ينحدر بشكل طفيف نحو الجنوب ، وتحيط بها أرض زراعية حمراء تزرع فيها في الغالب الحبوب والخضروات وأشجار الفاكهة وعلى الأخص النخيل“⁽¹⁾ ، وهناك منخفضات عديدة موزعة في المنطقة تصلح للزراعة بسبب وجود المياه بها ، حيث تتجمع مياه الأمطار لتكوّن بها المستنقعات⁽²⁾ ، وبالنسبة للمرافق الخاصة بالإصلاحية والسبخانة ومحطة بنزين بالإضافة إلى مغسلة ، فتمثل نسبة تصل إلى حوالي 4,15% من مجموع المساحة .

تتنوع مخاطر الهبوط في منطقة الدراسة وتتمثل أهمها فيما يلي:

1.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق الكارست:

إن مظاهر الهبوط الأرضي في المناطق الكارستية العمرانية من الأماكن التي تشكل خطراً كبيراً على حياة الإنسان و ممتلكاته ، فهي تبدو من الوهلة الأولى مظاهر ساكنة نشاط تكتوني عليها ، إلا أنها عند حدوث شروخ للطبقات السطحية أو انخفاض في بعض أجزائها فإنها تشكل حفراً سطحية تقوم بتصريف مياه الأمطار إلى الأعماق، فتنشط العملية الهيدروجيوكيميائية التي تتمثل في حدوث تحلل كيميائي و عملية الإذابة للطبقة الكلسية ، و بالتالي فإن هذه المظاهر تتوسّع و تتعمق بشكل مستمر .

و في هذه الحالة يجب النظر إلى الكتلة الكلسية (الجيرية) كلها على أنها إناء معقد يحتوي على زمرة من الأواني المستطرقة و هنا يجب ملاحظة أن هذا الإناء الكارستي

1-المرجع السابق ، نفس الصفحة .

2-المرجع السابق نفسه ، الصفحة نفسها .

هو في تغير دائم في شكله وذلك بسبب استمرار الذوبان وإن قاع هذا الإناء في هبوط مستمر⁽¹⁾، فلايزال النظام الكارستي عين الزيانة - الكوفية نشطاً تكتونياً وعليه فإن المنطقة تعدّ محفوفة بالمخاطر عند استعمالات الأرض والتنمية وهي تحتاج إلى إعادة النظر إلى الاستعمال البيئي و الحذر لحفظ المواد المائية بها⁽²⁾ ، وقد تتضمن الصخور الجيرية فجوات كارستية تكون على عمق بضعة أمتار و لا يمكن التعرف عليها إلا بدراسة متعمقة للموضع ، و يحدث في بعض الأحيان كسر في الطبقات الواقعة فوق تلك الفجوة و يكون غير واضح في الطبقات السطحية، فعند إقامة أبنية فوق تلك المواضع سيؤدي ذلك إلى زيادة الضغط على منطقة الضعف فتتهبط الطبقة المكسورة نحو الأسفل و تؤدي إلى تدمير البناء المقام فوقها⁽³⁾ .

ومن خلال المشاهدة الميدانية تمّ رصد انتشار عديد من الحفر السطحية في الحقل الكارستي الكوفية-بودزيرة، الصّورة (26.4) بالإضافة إلى رصد كثير من المباني تقام حول الدولينات و البحيرات الكارستية مثل منطقة المقارين و شبنة أو تقام على أسطح الكهوف والدهاليز الكارستية في منطقة الكوفية الصّورة (27.4) وهذا يسبب وقوع خطر محتمل لتلك المباني و ساكنيه لا سمح الله .

1-دومارتون ، تضاريس الأرض ، المفصل في الجغرافيا الطبيعية ج2 الترجمة عمر الحكيم مطبعة جامعة دمشق - دمشق. 1969 ، ص 204 .

2-Mohamed E.E.EL mouris and others,the Environmental Impact of theKarst features Ayn zayan ,Kuiffia,poster,sedimen try Basins of Libya, Ehird sym posium,Jeology of Eest Lipya,Benghazi,2004, p.43 .

3- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، مرجع سابق ، ص 249 .



الصورة (26.4) انتشار حفر صغيرة بمنطقة الكوفية



الصورة (27.4) أحد المباني المقامة على سطح كهف ، هوى الريبيدي ، الكوفية

2.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق السبخات:

نمت مدينة بنغازي "على مجموعة من أشباه الجزر تحيط بها السبخات ، فمثلاً منطقة سيدي حسين كانت ممتدة كشریط مرتفع بين سبخة السلماي في شمالها وبحيرة 23 يوليو في جنوبها، وكذلك شارع أحمد رفيق أو منطقة الشابي و امتداد المدينة القديمة الذي كان محصوراً بين البحر في الغرب وسبخة السلماي في الشرق وأيضاً منطقة الصابري التي كانت ممتدة بين البحر والسبخة وهكذا نمت مدينة بنغازي على مجموعة من أشباه الجزر والجزر المرتفعة"⁽¹⁾ .

"أن قوة الطبقة العليا (القشرة) من التربة السبخية تنقص عند ملامستها للماء أياً كان مصدره سواءً أكان هطول الأمطار ، أو المد و الجزر و طوفان المياه ، أو امتصاص السبخة للرطوبة العالية الموجودة في الجو ، و يؤدي نقصان القوة إلى عدم تمكن سطح السبخة من حمل أي وزن نظراً لاكتساب السبخة قوة تماسكها من وجود المواد الكيميائية اللاحمة مثل أملاح الكبريتات و الكلوريدات و الكربونات التي تذوب بواسطة الماء"⁽²⁾ .

3.2.4.4 مخاطر الهبوط الأرضي في مناطق المحاجر القديمة:

إن إرجاع الأخطار أو الكوارث الطبيعية للنظام الطبيعي فقط كان هذا صحيحاً في المجتمعات القديمة و لكن منذ الحرب العالمية الثانية و النهضة الصناعية ، أصبح الإنسان له يد في هذه الكوارث الطبيعية و المخاطر البيئية⁽³⁾ ، فالأرض ليست مجرد عقار أو ملكية خاصة يتصرف فيها صاحبها كيف يشاء و لكن هناك

1-سعد خليل القزيري ، التحضر في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، مرجع سابق ، ص 436 .

2-عبدالله بن إبراهيم المهيدب ، التربة السبخية في المملكة السعودية:خواصها و طرق معالجتها ، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : العلوم الهندسية ، المجلد 14، العدد 2 ، 2002 ، ص 72 .

3-يحيى الفرجان و آخرون ، مرجع سابق ، ص 274 .

ضوابط تتدخل في أوجه استعمالاتها بصفقتها ملكية عامة للمجتمع تتوارثها الأجيال هذا طبعاً إلى جانب عوامل عديدة تحدد أنماط استخدام الأرض تضعها الدولة (1) ، فبناء المباني في مناطق المحاجر القديمة دون معالجتها أو وضع الأسس الهندسية المناسبة لنوع التربة ، يؤدي إلى كوارث مستقبلياً .

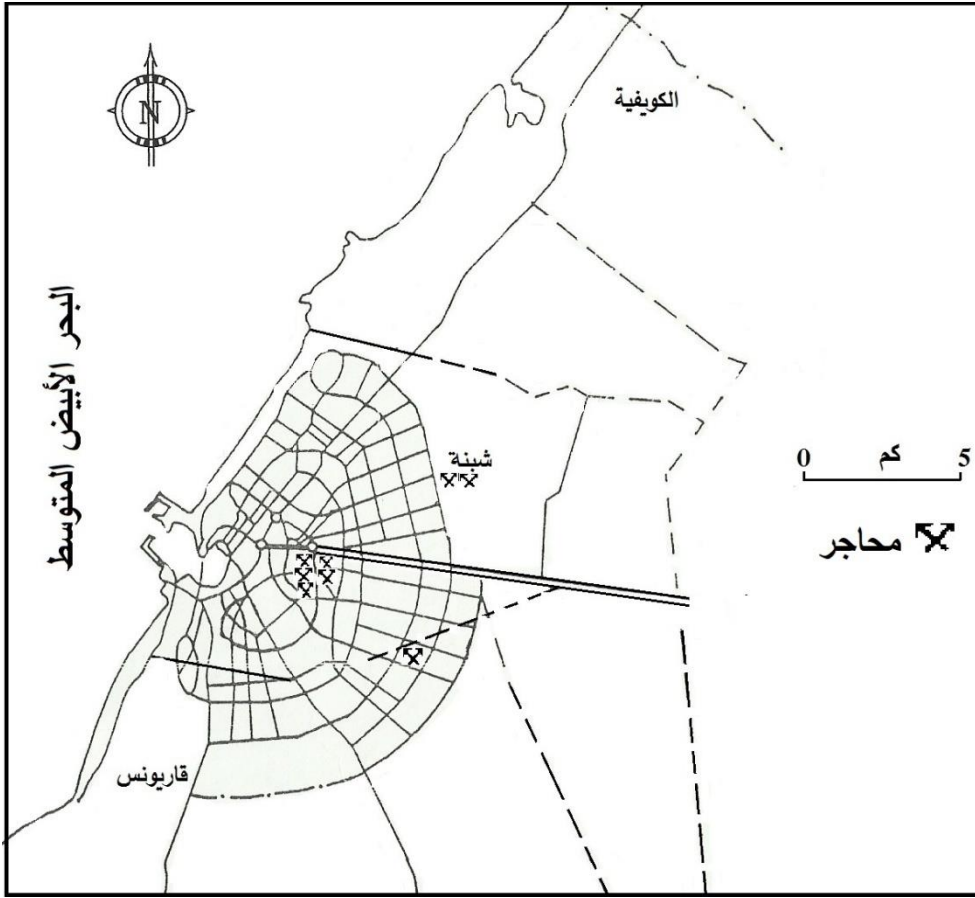
”يعدّ الغرض الرئيس من الأساسات لأي مبنى نقل الأحمال المتمثلة في وزن المبنى و محتوياته إلى التربة بحيث لا يتسبب عن ذلك أي حركة غير عادية للمبنى سواء في شكل هبوط أو عدم استقرارية و كل ما من شأنه أن يلحق ضرراً بالمبنى أو أحد أجزائه أو بالمباني المجاورة أو الأعمال الخارجية الملحقة بالمبنى ، و لقد كان لغياب الخبرة و الوعي بالأسس الهندسية و خصوصاً فيما يتعلق بالتعامل مع أرضيات التأسيس و اختيار نوع الأساس المناسب أكبر الأثر في تعرض كثير من المباني في مدينة بنغازي لهبوط مفرط، كما أن الأماكن المالية لدى بعض المواطنين الراغبين في البناء في مناطق التربة الضعيفة لا تسمح باستخدام بعض أنواع الأساسات التي يمكن أن تجنب المنشأ عناء المخاطر ما حدا بكثير منهم للمغامرة باستخدام أساسات غير مناسبة و إن كانت اقتصادية في ظاهرها لحل كل مشكلاتهم الوقتية على حساب عمر المبنى و نظارته“ (2) .

ولقد تم رصد بعض المباني تعرضت لعملية الهبوط خلال العمل الميداني في منطقة أرض شبنة التي تعرف سابقاً بالكاوي، الشكل (12.4)، كذلك هو الحال في منطقة بوهديمة، حيث يتعرض كثير من مبانيها للهبوط التدريجي بالإضافة إلى هبوط التربة حيث يوجد عدد من التموجات على الطرق الرئيسية، كما أن الصورة رقم (8.4) في الفصل الثاني لهذا البحث هي صورة لبقية منزل أقيم على محجر في أواخر

1- علي علي البنا ، الجغرافيا التطبيقية، المضمون - التطور - المنهج مع نماذج دراسية للتربة و استخدام الأراضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 2003 ، ص 155 .

2- سليمان علي ختروش ، مشاكل الأساسات و أثرها على مظاهر المباني في مدينة بنغازي ، مجلة الهندسي ، عدد 18 ، طرابلس، 1992، النقابة العامة للمهندسين، ص61 .

الشكل (12.4) توزيع المحاجر القديمة في منطقة الدراسة



المصدر:

1- نقلت بتصريف من مؤسسة دو كسيادس العالمية ، إقليم بنغازي ، التقرير النهائي للمخطط العام المرفق مياه بنغازي حتى عام 2014 ، مرجع سابق ، ص 110 .

2- الأطلس الوطني ، مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

الثمانينات هجره ساكنوه بعد تعرضه للهبوط المفاجئ بنسبة قليلة ، إلا أن الهبوط استمر بشكل بطيء إلى اختفاء المبنى في الأرض ، ماعدا السقف، وعند الزيارة الثانية لمنطقة بوهديمة في 2012 لغرض تتبع بعض مظاهر الهبوط في المنطقة ، لوحظ تدمير ماتبقى من المنزل .

5.4 درجات خطورة الهبوط الأرضي :

هناك عدة أمور تزيد من درجة خطورة الهبوط في المنطقة من أهمها:

1.5.4 سوء معالجة الضرر: إدخال بعض التعديلات على المنزل كهدم هيكل المبنى و إعادة بنائه مع زيادة عدد الطوابق دون معالجة التربة، أو ترميمه المستمر كتغيير البلاط المتضرر في المنازل.

2.5.4 إهمال المباني المتضررة: خاصة المباني السكنية، سواء كان هذا الإهمال من قبل الدولة؛ حيث يُكتب على المبنى المتضرر عبارتا (إزالة ، عقار آيل للسقوط) بعد إخلاءه من ساكنيه و دفع التعويضات لهم، ولكن و نتيجة لبقاء المبنى قائماً دون إزالة يعود السكان إليه أو يسكنه سكان جدد . الصورة (28.4)، وقد يكون الإهمال من المواطن نفسه لعدم وعيه التام لهذه المشكلة .



الصورة (28.4) مبنى مكتوب عليه عبارة عقار آيل للسقوط تم إخلاءه ومازلت تسكنه عائلة.

3.5.4 الموقع المتضرر و درجة أهميته: إن حدوث الهبوط في منطقة سكنية يعدّ من أكبر المخاطر، وتزيد خطورته كلما حدثت في الأماكن التي يوجد بها الناس بشكل يومي كالمباني الحكومية التي تعدّ ذات أهمية كبيرة لما تقدمه من خدمات أساسية للسكان بل إن قفل تلك المباني لمدة أسبوع لأي سبب كان؛ كفيل بتعطيل إحدى عجلات الحياة لأيام ، و لكن تكون الخطورة أكبر بكثير في المباني السكنية ، التي تعدّ الأكثر أهمية حيث يوجد فيها السكان طوال اليوم على خلاف بعض المباني الحكومية التي بها دوام صباحي أو مسائي، فالحركة فيها مستمرة لذا يكون الهبوط واضحاً فيه و أكبر من المباني الحكومية أو المباني الخاصة غير السكنية ، إضافة إلى ذلك حدوث الهبوط في الطرق الرئيسية أو أرصفتها و يلحقه تشوهات تسبب مخاطر على المارين أو السائقين، الصّورة (29.4) توضح ميل أحد أعمدة الإنارة في اتجاه الطريق في شارع الاستقلال (شارع جمال سابقاً) .



الصّورة (29.4) ميل أحد أعمدة الإنارة

4.5.4 التلوث البصري: بالنسبة للهبوط الأرضي كمشكلة خطيرة قلّت في كثير من مناطق العالم ، مع تزايد الوعي بأسباب حدوثه ومخاطره ولكن لسوء الحظ فإن السطح المتعرض لهذه المشكلة لا يعود إلى حالته الطبيعية ، عندما تتوقف عملية الهبوط ⁽¹⁾ ؛ حيث يحدث تشويه لمنظر المنطقة والذي تقع عليه عين الإنسان المقيم

والزائر ، فإنه يشعر بعدم الارتياح وبالتالي تختفي الصورة الجمالية للأبنية ما يسبب تلوث بصري ، هذا بالإضافة إلى أن كثيراً من حفر الهبوط تستغل لكب النفايات بها من قبل السكان ، أو لكب زيوت السيارات، وهذا يسبب تلوثاً بيئياً وغير صحّي لسكان المنطقة بجانب التلوث البصري .

” وقد تحدث تفاعلات في التكوينات المطمورة (بالنفايات) فينتج عنها غازات ربما تؤدي إلى حدوث انفجار في تلك المواضع التي تجمعت فيها و تتضمن كسوراً وشقوقاً تسمح بتسرب تلك الغازات إلى الخارج فينتج عنها مشكلات كثيرة.“⁽²⁾

6.4 تصنيف درجات خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة

من خلال دراسة مظاهر الهبوط الأرضي بمنطقة الدراسة يمكن تصنيف المناطق التي اختيرت للدراسة إلى ثلاثة تصنيفات طبقاً لدرجة و حجم الخطورة جزاء حدوث عملية الهبوط و ذلك اعتماداً على درجة الضرر الحاصل للمباني و المنشآت و الطرق و الأرصفة و مواقف السيارات وغيرها، الشكل (13.4) ، لذا يمكن تصنيف درجات خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة إلى :

1.6.4 مواقع شديدة التأثير بالهبوط الأرضي: وهي تلك المناطق التي حدث فيها ضرر شديد يؤدي إلى تأثير دائم على وظيفة المبنى فتصعب معالجة المشكلة إلا بإزالة المبنى أو الطريق و معالجة التربة ، كهبوط المباني بكامل أجزائها أو بعضها، أو تحرك المبنى مع حدوث ميلان بسيط ، ويقع في هذه الفئة حي بوهديمة ، الصابري ، الكوفية، و الكيش .

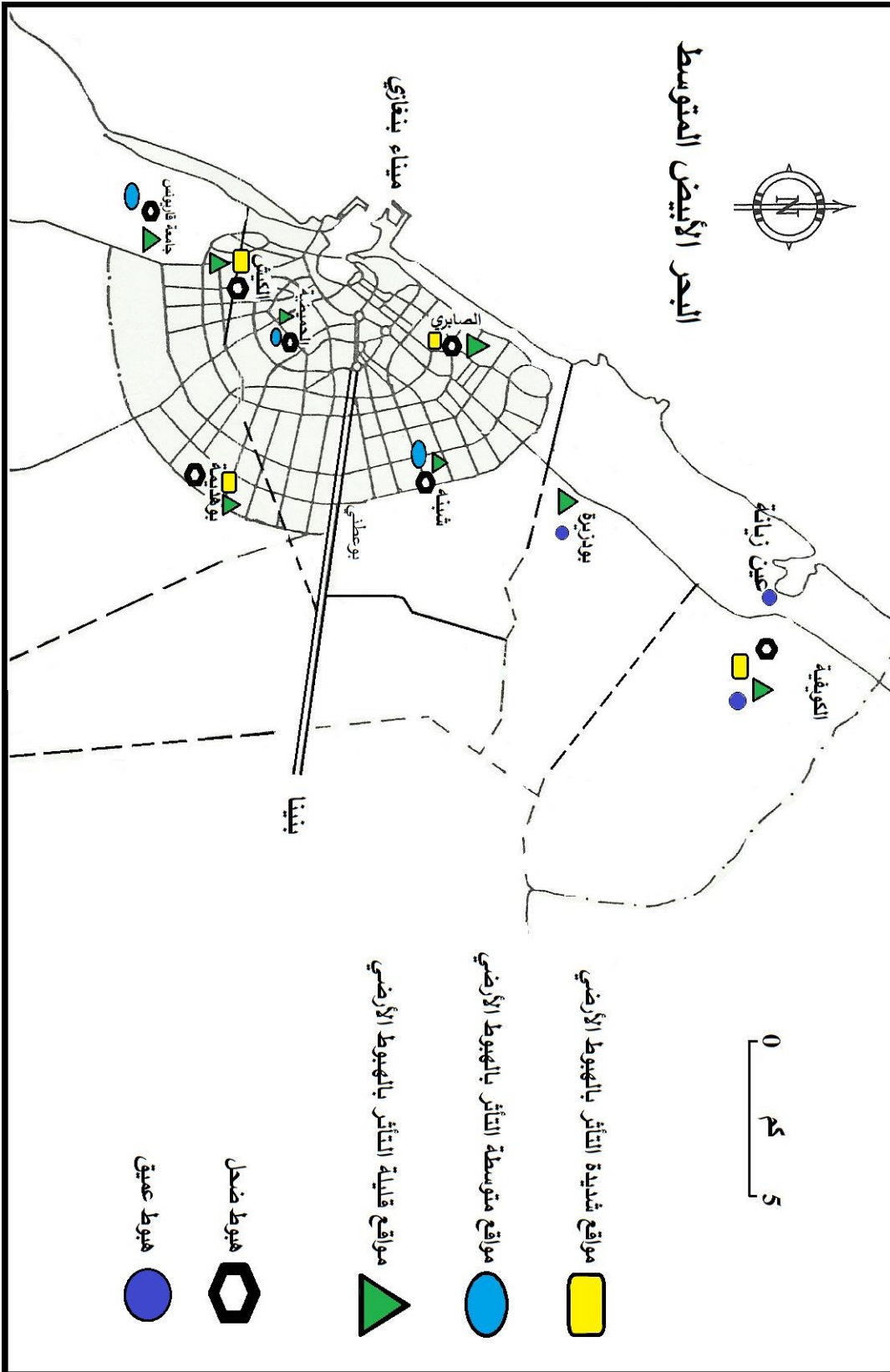
1- Bernard w.bibkin, Op. Cit., p. 205.

2- خلف حسين الدليمي ، التضاريس الأرضية مرجع سابق ، ص 330 .

2.6.4 مواقع متوسطة التأثير بالهبوط الأرضي: وهي التي حدث بها ضرر متوسط يؤثر على وظيفة المكان ولكن يمكن معالجة المشكلة ، تقع في هذه الفئة المناطق التي رصد انخفاض لأرضية المبنى من الداخل أو انخفاض الرصيف الخارجي فيها مع بقاء كامل المبنى مكانه ، مثل أرض شبنة ، الحميضة ، و جامعة قاريونس .

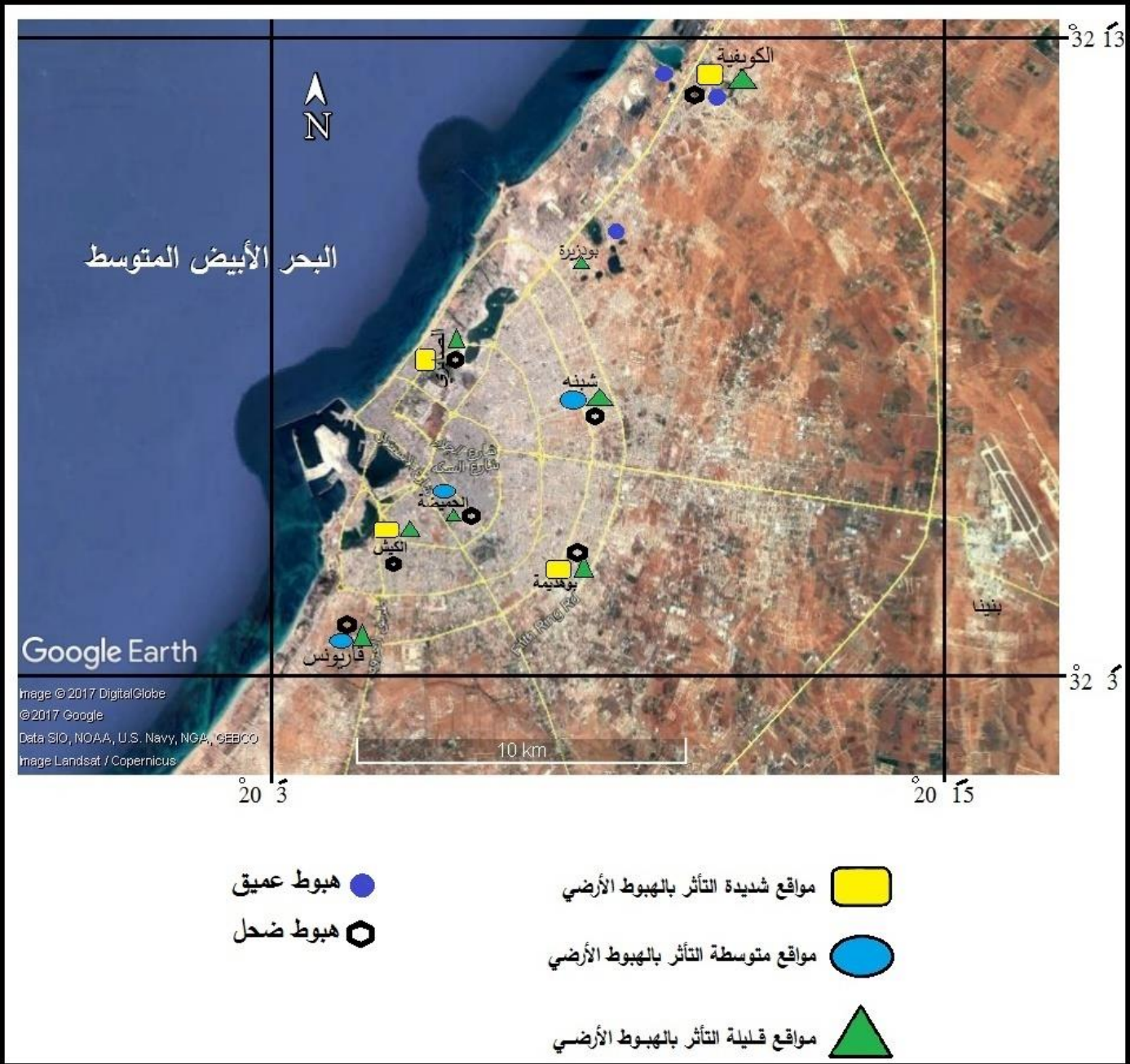
3.6.4 مواقع قليلة التأثير بالهبوط الأرضي: وهي تلك المناطق المتضررة بشكل بسيط ولا يوجد تأثير على وظيفة المبنى أو الطريق أو غيرها ، وتشمل المناطق التي رُصد فيها تشققات على واجهة المباني أو داخلها، مثل الكويفية ، بودزيرة ، أرض شبنة ، و جامعة قاريونس .

الشكل (13.4) توزيع تصنيفات درجة خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة



المصدر : نقلت بتصرف من مؤسسة دو كسيادس العالمية ، إقليم بنغازي ، التقرير النهائي للمخطط العام المرفق مياہ بنغازي حتى عام 2014 ، مرجع سابق ، الصفحة نفسها .

الشكل (14.4) توزيع تصنيفات درجة خطورة الهبوط الأرضي في منطقة الدراسة
(صورة بالقمر الصناعي)



المصدر: 1-نقلت بتصريف من برنامج Google Earth Pro ، بتاريخ 2017/8/10 ، عند الساعة 1:16 م.

2- الدراسة الميدانية 2014 .

الخاتمة

النتائج و التوصيات

الخاتمة

أولاً النتائج: انتهت الدراسة إلى العديد من النتائج أهمها الآتي :

1-أظهرت الدراسة من خلال الدراسة الميدانية تنوع مظاهر الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت حيث تبين الآتي:

أ- انتشار واضح للتشققات و التجويفات في بعض مباني و منشآت جميع المناطق التي تمت دراستها.

ب- تنتشر مظاهر تكسر بلاط المباني و المنشآت في أرض شبنة، بوهديمة، الكيش، الكوفية و جامعة بنغازي.

ت- أظهرت الدراسة انتشار هبوط البلاط في الأحياء التالية: الصابري، أرض شبنة، بوهديمة، الكوفية، بودزيرة و جامعة بنغازي.

ث- بينما تنتشر مظاهر هبوط الرصيف الخارجي في: أرض شبنة، الكوفية، بودزيرة، الجامعة و الحميضة.

ج- تنتشر مظاهر هبوط المبنى إلى مستوى أدنى من مستوى الرصيف المحاذي للمبنى نفسه في بوهديمة، الصابري، الكيش، الكوفية و بودزيرة.

ح- اقتصر ميلان المباني على ثلاث مناطق و هي الكيش، الكوفية ، الصابري.

خ- اختفت ظاهرة هبوط المبنى بأكمله كمظهر من مظاهر الهبوط الأرضي من معظم مناطق التي تمّ دراستها عدا بوهديمة.

2-إضافة إلى تنوع مظاهر الهبوط في المباني و المنشآت فقد اظهرت الدراسة أيضاً تنوع مظاهر الهبوط في الطرق، و انتشرت في أماكن متفرقة في معظم الطرق الرئيسية و الفرعية و مواقف السيارات و أهم هذه المظاهر هي حفر الإذابة و الانهيارية، هبوط ضحل و تموج الطرق، تشقق الطرق و تجويفات .

3-بيّنت الدراسة اختلاف معدل انخفاض مستوى الهبوط الأرضي من مكان إلى آخر فهي في بعض الأحياء و المناطق تكون هبوطاً ضحلاً يصل إلى سنتمترات فقط

مثل الجامعة ، أرض شبنة ، الصابري و الكيش، وقد يكون هبوطاً عميقاً يصل الانخفاض إلى عدة أمتار مثل الكوفية و شبنة.

4- دلت نتائج تحاليل عينات التربة الآتي:

أ- تعدّ التربة الجيرية و السبخية و مواد ردم (الكاوى) الموجودة في مناطق المحاجر بيئة مناسبة لحدوث عمليات الهبوط الأرضي .

ب- إن اختلاف متانة الصخور في منطقة الدراسة لا يعفيها من حدوث عملية الهبوط حيث توجد جيوب في الصخور المتينة تضعف التربة و تسمح بحدوث انخفاض السطح، و من أهم هذه الجيوب المحاجر القديمة و مناطق طمر النفايات .

ت- إن هناك ارتباطاً كبيراً بين نوع التربة وعمق الهبوط الأرضي، حيث ينتشر الهبوط العميق في المناطق ذات التربة الجيرية و تنتشر البحيرات الكارستية العميقة في الحقل الكارستي الكوفية-بودزيرة ذات التربة الجيرية .

5- اتضح من خلال استعراض قيم استهلاك المياه الجوفية في سهل بتغازي أن عملية السحب من الخزان الجوفي كبيرة إذا ما قورنت بإنتاج الحقول المائية .

6- اتضح من استعراض تصنيفات الأخطار الطبيعية أن الهبوط الأرضي من المخاطر التي يكون سببها إما جيولوجياً أو جيومورفولوجياً ، و لم يستطع الإنسان إلى الآن منع حدوثها إلا إنه تكيف معها و قام بتحجيم آثارها، كما اتضح أن تردد عمليات الهبوط و نوع حدوثها يكون مفاجئاً أو تدريجياً .

7- بيّنت الدراسة أن هناك عدداً من المباني السكنية المتضررة تمّ ترميمها من قبل ساكنيها بدون الرجوع إلى مختصين أو حتى تبليغ أي قطاع حكومي مختص، و أهم هذه المظاهر التي تمّ ترميمها هي التشققات و التجويفات و الهبوط البلاط .

8- تبين من الدراسة رجوع عدد من العائلات منازلهم المتضررة و قد تمّ إخلائها من قبل الدولة بعد إعطاء تعويضات مالية لهم، بالإضافة إلى وجود سكان جدد داخل هذه المنازل .

9- أبرزت الدراسة نوعين من مخاطر الهبوط وهما مخاطر على السكان حيث تعدّ منطقة الدراسة ثاني أكبر تجمع سكاني في ليبيا، و مخاطر في مناطق التوسع الحضري والتي تشهد استعمالات مختلفة للأرض، و على الرغم من أنّ هناك مخاطر على الإنسان و ممتلكاته و بيئته إلا أنه لم يسجل حدوث كوارث كما لا يوجد تحذيرات أو دراسات تتنبأ بحدوث كوارث .

10- تظهر الدراسة اختلاف درجة تأثر المناطق و درجة التضرر الناتج من عملية الهبوط، حيث تقدر نسبة المناطق المتضررة بشدة 50% من إجمالي مناطق الدراسة وهي تتساوى مع نسبة المناطق قليلة التأثر و التضرر، بينما وصلت نسبة المناطق متوسطة التأثر بالهبوط 37% من إجمالي المناطق .

ثانياً التوصيات:

1- يوصى باتخاذ التدابير للتخفيف من خطر الهبوط الأرضي و الاستفادة من التدابير و الاستراتيجيات المتبعة في الدول الأخرى كالدول الأوروبية التي تعاني من الهبوط الأرضي.

2- يوصى بأخذ تدابير محددة تهدف إلى مراقبة المياه الجوفية و تنظيم سحب المياه و التغذية الاصطناعية للخزانات الجوفية لمعالجة السحب الجائر للمياه في الخزانات الجوفية التي تغذي منطقة الدراسة.

3- إعداد دراسة جادة تحت إشراف و تمويل جهات حكومية مختصة، تشترك فيه التخصصات العلمية التالية: الجغرافية ، الجيولوجية و الهندسية ، بغرض وضع خريطة لطبقات التربة يتم عليها توقيع مواقع الضعف الصخري مدى تحملها للتوسع الرأسي و المناطق التي تتعرض للهبوط الأرضي و وضع معايير هندسية مناسبة لطبيعة التربة لمختلف استخدامات الأرض .

4 - تشكيل لجنة مراقبة تشرف على تطبيق المعايير الهندسية في مناطق الضعف الصخري من قبل الدولة لضمان تنفيذها.

5- ضرورة وقف بناء مباني جديدة في الدولينات أو على أسقف الكهوف أو بالقرب منها، و توعية المواطنين بمخاطر البناء في تلك المواقع .

6- قد يتغاضى المواطن عن إصلاح التربة الضعيفة كالسبخات و الكاوى و الجيرية و غيرها، لما تتطلبه عملية إصلاح هذه الترب مبالغ مالية كبيرة ؛ ما أسهم و يُسهم في عملية الهبوط الأرضي، لذا يوصى بأن تتكفل الدولة بمصاريف إصلاح هذه التربة و مساعدة المواطن في تطبيق المعايير الهندسية المناسبة.

المراجع و المصادر

قائمة المراجع

أولاً : المراجع العربية

أ-الكتب

- 1-أبو العطا، فهمي هلالي هلالي ، الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، 1996.
- 2- أبو العينين، حسن سيدي أحمد ، أصول الجيومورفولوجيا ، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض مؤسسة الثقافة الجامعية ، الإسكندرية ، ط11، 1995.
- 3- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، الأصول العامة في الجغرافية المناخية والنباتية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ، 2003.
- 4-البناء، علي علي، الجغرافيا التطبيقية، المضمون - التطور - المنهج مع نماذج دراسية للتربة و استخدام الأراضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 2003 .
- 5- الحداد، عوض يوسف ، أخطار التوسع الحضري على التنمية الزراعية في إقليم سهل بنغازي في كتاب دراسات تطبيقية في جغرافية ليبيا البشرية ، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي ، 2002 .
- 6- _____ ، تلوث امدادات المياه الجوفية عن طريق ينابيع البحرية كما هو ممثل ببئر عين زيانة - بنغازي ، في كتاب ليبيا دراسات الحيّز الجغرافي تحرير عوض يوسف الحداد ، 2004 ، الكتاب تحت الطبع .
- 7-الشريعي، أحمد ، الدراسة الميدانية و تطبيقات في الجغرافية البشرية ، دار الفكر ، القاهرة ، 2004 .
- 8-الدليمي، خلف حسين علي ، التضاريس الارضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، عمان ، 2005.

- 9- _____ ، الجيومورفولوجيا التطبيقية علم شكل الأراضي
التطبيقي ، الأهلية للنشر والتوزيع ، عمان، 2001 .
- 10- العمري، فاروق صنع الله ، مبادئ علم الجيولوجيا، دار الكتاب الجديد المتحدة ،
بيروت ، 2001.
- 11- الفرحان، يحيى و آخرون ، البيئة و الموارد و السكان في الوطن العربي ،
الشركة المتحدة للتسويق و التوريدات، القاهرة ، 2009.
- 12- القزيري، سعد خليل ، التحضر في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، تحرير
الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري ، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع
والاعلان ، ط1 ، 1995 .
- 13- _____ ، تنمية الساحل في كتاب الساحل الليبي ، تحرير
الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري، منشورات مركز البحوث والاستشارات ،
بنغازي ، 1997.
- 14- المسلاتي، أمين ، التطوير الجيولوجي والتكوين في كتاب الجماهيرية دراسة في
الجغرافيا ، تحرير الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري ، دار الجماهيرية
للنشر والتوزيع والاعلان ، ط1 ، 1995 .
- 15- المهدي، محمد المبروك ، جغرافية ليبيا البشرية ، منشورات جامعة قارونس ،
بنغازي 1998 .
- 16- بن خيال، عبدالحميد صالح، الزراعة والثروة الحيوانية في كتاب الجماهيرية
دراسة في الجغرافيا، تحرير الهادي بولقمة وسعد القزيري ، دار الجماهيرية للنشر
والتوزيع والاعلان ، 1995.
- 17- بن محمود، خالد رمضان، الترب الليبية ، الهيئة القومية للبحث العلمي، ط1،
طرابلس، 1997 .

- 18-بوخشيم، ابريك عبد العزيز ، الغلاف الحيوي في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، تحرير الهادي مصطفى بولقمه وسعد خليل القزيري ، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والاعلان ، ط1 ، 1995 .
- 19-تاريوك، إدوارد جي ، فريدريك ك لوتجنز ، الأرض - مقدمة للجيولوجيا الطبيعية ، ترجمة عمر سليمان حمودة وآخرون ، فاليتا 1984.
- 20- جودة، جودة حسنين ، الجغرافيا الطبيعية للزمن الرابع والعصر المطير في الصحاري الإسلامية ، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية ، 2005 .
- 21-_____ ، دراسات في الجغرافية للصحاري العربية ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، 1995 ، ص 325 .
- 22-_____ ، معالم سطح الأرض، منشأة المعارف الإسكندرية ، 2003.
- 23-حسن، محمد إبراهيم ، حوض البحر المتوسط ،دراسة تحليلية لتنوع مصادر المياه وارتباطها بمظاهر التنمية الاقتصادية ، مراجعة الهادي بولقمة ، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، 1997.
- 24-خضر، نعمان كاظم ، جيولوجية المياه الأرضية ، المكتب المصري للمطبوعات ، التاريخ غير مذكور، 2002 .
- 25-دو. مارتون ، تضاريس الأرض ، المفصل في الجغرافيا الطبيعية ج2 الترجمة عمر الحكيم مطبعة جامعة دمشق ، دمشق، 1969 .
- 26-سالم، سالم فرج، التوزيع الجغرافي لخدمات العيادات المجمع في مدينة بنغازي و آفاقه المستقبلية : دراسة تطبيقية في الجغرافيا الطبية في كتاب دراسات تطبيقية في جغرافية ليبيا البشرية ، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي ، 2002.
- 27-سالم، محمود توفيق ، أساسيات الجولوجيا الهندسية، دار الرتب الجامعية ، بيروت 1985 .

- 28-ساندرس، جون وآخرون ، الجيولوجيا الفزيائية ، ج 1 ، ترجمة مجيد عبود جاسم، جامعة البصرة ، البصرة ، 1983.
- 29- سياركس، ب . و ، الجيومورفولوجيا ، ترجمة ليلي عثمان ، مكتبة الانجلو المصرية القاهرة، 1983 .
- 30- شرف، عبدالعزيز طريح ، الجغرافيا الطبيعية - أشكال سطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية ، التاريخ غير مذكور.
- 31- _____ ، جغرافية ليبيا، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، ط3 ، 1996.
- 32- لامه، محمد عبدالله ، سهل بنغازي، دراسة في الجغرافية الطبيعية ، منشورات جامعة قاريونس ، بنغازي ، 2003 .
- 33- محسوب، محمد صبري ، البيئة -خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربي، أبها، 1995 .
- 34- _____ ، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر، القاهرة ، 2003.
- 35- _____ ، محمد إبراهيم أرياب ، الأخطار و الكوارث الطبيعية، الحدث و المواجهة معالجة جغرافية ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 2000.
- 36- محسوب، محمد صبري ، محمود دياب راضي ، العلميات الجيومورفولوجية ، دار الفكر العربي القاهرة ، 2003.
- 37- محمد، محمد فتحي بكير ، الجغرافيا التاريخية ، دراسة أصولية تطبيقية ، دار المعرفة الجامعة ، الإسكندرية ، 2003.
- 38- مصطفى، أحمد أحمد ، سطح الأرض دراسة في جغرافية التضاريس دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية 2003 .

39- مقيلي، إِمحمد عياد ، المخاطر الهيدروجيوميورفولوجية ، دار شموع للثقافة ،
2003.

40- _____ ، المناخ في كتاب الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، تحرير
الهادي مصطفى بولقمة وسعد خليل القزيري ، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع
والاعلان ، ط1 ، 1995 .

41- موسى، فخري وآخرون ، الجيولوجية الهندسية ، دار المعارف ، القاهرة ،
1968.

ب-الدوريات

1- أبو فيلة، الطاهر ميلود ، "الأنظمة الكارستية في ليبيا" ، مجلة العلوم الجغرافية
وحماية البيئة ، أعمال الملتقى الجغرافي الأول، تحرير الهادي مصطفى ابو لقمة،
الجزء الثاني ، منشورات جامعة السابع من ابريل ، الزاوية ، 1993.

2- الحماد، محمد عبدالله ، "تصدعات المباني، أسبابها وكيفية معالجتها والحد منها
مع نماذج تطبيقية من المدن العربية"، مجلة الهندسي، النقابة العامة للمهن الهندسية،
طرابلس، عدد 30، 1424هجري،

3- المهيدب، عبدالله بن إبراهيم ، "التربة السبخية في المملكة السعودية:خواصها و
طرق معالجتها" ، مجلة جامعة الملك عبدالعزيز : العلوم الهندسية ، المجلد 14،
العدد 2 ، 2002 .

4- ختروش، سليمان علي ، "مشاكل الأساسات و أثرها على مظاهر المباني في
مدينة بنغازي" ، مجلة الهندسي،النقابة العامة للمهندسين ، عدد 18 ، طرابلس،
1992.

ج - الرسائل العلمية و المؤتمرات

- 1- الشحومي، خليفة أحمد ، "مورفولوجية الكارست في المنطقة الممتدة من درنة إلى سوسة بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا" ، دراسة الآثار والتراكيب الصخري ، والتراكيب الجولوجية على تشكيل وتوزيع ظاهرات الكارست ، (رسالة ماجستير غير منشورة) ، جامعة قاريونس، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا، بنغازي 2003.
- 2- الطيرة، سبب عبد الكريم محمد ، "تلوث المياه الجوفية في منطقة بنغازي/ دراسة في الجغرافية التطبيقية" ، (رسالة ماجستير - غير منشورة)، جامعة قاريونس، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، بنغازي، 2004.
- 3- المكي، زينب محمد ، " المصايف والمنتزهات في منطقة بنغازي " ، (رسالة ماجستير غير منشورة) جامعة قاريونس، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، .
- 4- الوداني، فاطمة مفتاح محمد ، " الاعتبارات البيئية في النشاط الصناعي بمدينة بنغازي وضواحيها دراسة في التخطيط البيئي " ، (رسالة ماجستير غير منشورة) ، بنغازي ، جامعة قار يونس ، كلية الآداب ، قسم جغرافيا ، 2006.
- 5- حجلة، علي ، "الأخطار الطبيعية و سياسة التهيئة العمرانية في الجزائر . مانوع التدخل؟ ، ندوة الوقاية من الكوارث الطبيعية و التخفيف من آثارها ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة بنغازي و مركز الوطني للأرصاد الجوية، 2006.
- 6- سليمان، الطاهر محمد علي ، "النقل : أهميته ، ودوره في نقل الركاب في مدينة بنغازي في الفترة(1970 - 1998) ، (رسالة ماجستير غير منشورة)، جامعة بنغازي ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، 2001.

التقارير و الإحصاءات الرسمية

- 1- مصلحة المساحة، الاطلس الوطني، امانة التخطيط ، ط1 ، طرابلس، 1978 .
- 2-اللجنة الشعبية العامة للزراعة والثروة السكنية الحيوانية والمائية ، الوضع المائي بلبيبا ، الهيئة العامة للمياه، 2006 .
- 3-بلدية بنغازي ، مسيرة المنجزات عن أعوام 76 -77 -1978، امانة البلديات، مطابع دار الحقيقة، بنغازي، 1978 .
- 4- ج . ع . ش . أ . ع ، أمانة اللجنة الشعبية العامة للتخطيط الاقتصادي ، مصلحة الإحصاء والتعداد ، النتائج النهائية للتعداد العام لسكان ، بلدية بنغازي 1973 (طرابلس 1973) جدول رقم (1).
- 5- _____ ، _____ ، مصلحة الإحصاء والتعداد ، النتائج العامة لسكان بلدية بنغازي 1984م (طرابلس : د.ت) .
- 6- _____ ، الهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق ، النتائج النهائية للتعداد العام لسكان منطقة سهل بنغازي 1995م (طرابلس . مصلحة التعداد 1998).
- 7- _____ ، _____ ، النتائج الأولية للتعداد العام للسكان 2006م ، بلدية بنغازي.
- 8- مؤسسة دوكسيادس العالمية ، إقليم بنغازي ، التقرير النهائي للمخطط العام المرفق مياه مدينة بنغازي حتى عام 2014 ، 1979.
- 9- _____ ، التقرير النهائي حول المخطط العام الكوفية الجزء(2) ، رقم دوكس ليب أ: 145 ، 1968.

د - مراجع اخرى

- 1- خريطة: السلاح الجوي الامريكي ، بنغازي ، 1962.
- 2- مصلحة الأرصاد الجوي ، طرابلس، ليبيا.
- 3-أمانة اللجنة الشعبية العامة للإسكان و المرافق ، مكتب التخطيط العمراني، بنغازي .
- 4-www.wikipedia.org .
- 5-www.earth.google.com.

ثانياً: المراجع الاجنبية

- 1- Bibkin, Bernard w.,Geology and the Environment, west publishing company, Minneapous, 1994.
- 2- El mouris, Mohamed E.E, and others., the Environmental Impact of the Karst features Ayn zayan ,Kuwiffia,poster,sedimen try Basins of Libya, Ehird sym posium,Jeology of Eest Lipya,Benghazi,2004.
- 3- Guerre, A.,Hydrogeological study of the coastal Karstic spring of Ayn Zayanah [eastern Libya],geologist of the food and Agriculture Organisation of the United ions, attached to the Secretariat of Dams and water Resources, Benghazi, 1980.
- 4-Industrial Research Centre Geological Map of Libiya, 1:250.000 Explanatory Booklet : Sheet of Bengahazi , NI34 – 14 Tripoli , 1974.
- 5- U.S.Army Corps of Engineers, Topographic Map of Libya (Benghazi) , Scale 1:1000,000, Sheet 12, Washington D.C, 196.

الملاحق

الملحق (1)

استمارة لجمع بيانات حول الهبوط الأرضي في المباني و المنشآت

- المنطقة:.....

-أقرب مبنى حكومي :.....

-موقع المبنى الحكومي:.....

-إذا وجد مبنى حكومي موقعه 1.أمام 2.خلف 3.يمين 4.يسار

-هل المبنى الذي تتواجد به:

1.حكومي 2.منزل 3.عمارة 4.مزرعة

-نوع التشوهات أو الظواهر الموجودة في المبنى:

1.التشققات 2.التجويفات 3.تكسر البلاط 4.هبوط البلاط
5.هبوط الرصيف الخارجي 6.هبوط المبنى إلى مستوى من مستوى الرصيف
7.ميلان المبنى 8.هبوط المبنى بكامله

-إذا يوجد تشققات على حوائط المبنى فإن اتجاهه:

1.عمودي 2.أفقي

-هل تم صيانة المبنى بعد حدوث هذه التشوهات و الظواهر: نعم لا

-إذا كانت الإجابة نعم، هل ظهرت هذه التشوهات مرة أخرى نعم لا

تابع ملحق (1)

- هل تم تبليغ عن هذه التشوهات أو إخطار أي جهة مسؤولة؟ نعم لا
-إذا كانت الإجابة نعم فما هي هذه الجهة؟
- كيف كان ردها: 1. لم تهتم 2. زيارة فقط 3. زيارة و دراسة
4. إخلاء المبنى 5. تعويضات

-هل هناك اضرار مادية نتيجة هذه الظواهر و التشوهات؟ نعم لا

-هل تسببت بكارثة؟ نعم لا
-إذا كانت الإجابة نعم فما نوع الكارثة:.....

-هل تدركخطورة هذه الظواهر و التشوهات ؟ نعم لا

-ما هو اقتراحك لحل هذه المشكلة؟

.....
.....

-هل تود إضافة شيء آخر؟

.....
.....
.....

المصدر: الاستمارة من إعداد الباحثة

ملحق (2)

استمارة جمع بيانات حول مظاهر الهبوط الأرضي في الطرق

- المنطقة :

- اسم الشارع:

- أقرب مبنى حكومي:

- إذا وجد مبنى حكومي/ موقعه بالتحديد: يمين يسار أمام خلف

- تحديد بيانات الموقع بواسطة GPS

.....

- نوع التشوه: 1. شقوق 2. تموج 3. حفرة 4. شئ آخر وهو.....

- إذا وجدت حفرة/ أبعادها هي الطول..... العرض..... الإرتفاع.....

- هل هذه الظواهر: 1. مكشوفة 2. محمية أو مسيجة 3. مغلقة

- ملاحظات أخرى مع ذكر مصدرها:

.....

.....

المصدر: الاستمارة من إعداد الباحثة

الملحق (3.1)

القيم المقترحة لدي مارتن للأقاليم المدارية حسب مؤشر الجفاف

نوع المناخ	قيمة ق
مناخ جاف	أقل من 5
مناخ شبه جاف	10-5
مناخ شبه رطب	20-10
مناخ رطب	30-20
مناخ رطب جداً	اكتر من 30

المصدر: فتحي عبدالعزيز أبو راضي ، مرجع سابق ، ص 352 .

ملحق (4.1)

المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية % في محطة بنينا للفترة (1971 – 2005)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يوليو	يونيو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المعدلات	75	73	68	58	55	58	65	66	62	65	69	76

المصدر : مصلحة الارصاد الجوية ، طرابلس ، و النسب من حساب الباحثة .

ملحق (5.1)

المتوسطات الشهرية لكميات الأمطار بالمليمترا لمحطة بنينا للفترة (1960 –

(1990

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يوليو	يونيو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المعدلات	80.1	47,7	27.2	5,9	2,8	0,4	0,1	0,2	3	15	3,7	68,3

المصدر : مصلحة الأرصاد الجوية طرابلس ، والنسب من حساب الباحثة .

ملحق (6.4)

توزيع السكان في محلات منطقة الدراسة في التعداد (1973)

المحلة	التعداد
الصابري الغربية	17337
الصابري الشرقية	12247
الفويهاة البحرية	18644
الفويهاة الشرقية	12419
الفويهاة الغربية	5220
السلماي الشرقي	22028
السلماي الغربي	32638
سيدي حسين	11332
قاريونس	1118
سيدي سالم	669
بالخير	1127
الداروي	5196
الشابي	1423
غريبيل	7599
جليانة	1173
المحيشي	26440
داوود البحري	28614
داوود القبلي	30350
داوود الغربي	16928
اخريبيش	6797

1731	بن عيسى
2366	الشريف
2800	الوحيشي
4207	بوعطني
722	بودزيرة
2262	الكوفية
273,387	المجموع

المصدر: ج.ع.ل.ش.أ.ع ، أمانة اللجنة الشعبية العامة للتخطيط الاقتصادي ، مصلحة الإحصاء والتعداد، الناتج النهائية للتعداد العام للسكان، بلدية بنغازي:1973 (طرابلس 1973)، جدول رقم(1) ، ص 28,29 .

ملحق (7.4)

توزيع السكان في محلات منطقة الدراسة في التعداد (2006)

المحلة	التعداد	المحلة	التعداد
الشابي	1076	الصابري الشرقي	24345
اغربيل	9489	الصابري الغربي	20999
سيدي سالم	1222	داوود البحري	6367
الدرابي	4341	خالد بن الوليد	27263
بالخير	238	داوود الغربي	45656
الوحيشي	2300	الفويهات الغربية	12280
اخريبيش	5215	بنغازي الجديدة	90120
بن عيسى	1691	داوود القبلي	36131
الشريف	2838	قار يونس	13889
الجزيرة	2530	الثورة الشعبية	50303
سيدي حسين	19884	المختار	99114
السلماي الغربي	55374	بوعطني	34417
الكويبية	10626	بودزيرة	6936
المجموع	584,644		

المصدر: ج.ع.ل.ش.أ.ع الهيئة الوطنية للمعلومات والتوفيق النتائج الأولية للتعداد العام للسكان 2006 بلدية

بنغازي ص 56 .

ملحق (8.4)

تطور استعمالات الأراضي بمدينة بنغازي (1966-1984)

1984		1973		1966	فئة الاستعمال
معدل الزيادة %	المساحة بالهكتار	معدل الزيادة %	المساحة بالهكتار	المساحة بالهكتار	
14,3	5045,0	10,9	1972,0	569,7	السكن
9,60	3689,0	11,5	1940,0	523,0	القطاعات الاخري
12,0	8734,0	11,2	3912,0	1092,7	إجمالي المنطقة المبنية

المصدر: أكرم الحلاق، "النمو الحضري وأثره على استهلاك المياه بمدينة بنغازي"، (رسالة ماجستير

غير منشورة)، كلية الآداب- قسم الجغرافيا- جامعة قاريونس، بنغازي، 1989، ص 209 .

ملحق (9.4)

المساحة التي تشغلها كل فئة من فئات استعمال الأراضي في الكويتية بالمتري
المربع ونسبة التوزيع لذلك (1968)

المساحة بالمتري المربع		نوع الاستعمالات
8,98	98,000	المساكن في ذلك الطرق المحلية
0,11	1,200	المرافق المدنية والتجارية وغيرها من المرافق المركزية
0,09	1,000	المدارس
0,09	1,000	الساحات الخضراء وغيرها من المساحات الخالية (المنتزهات والملاعب وغيرها)
4,15	45,400	المرافق الخاصة (الإصلاحية والمغسلة)
53,60	588,500	المنطقة الزراعية (المزارع... إلخ)
1,10	12,000	الطرق والميادين والحدائق الزراعية
0,46	5,000	المقبرة
31,42	341,900	المنطقة الخالية
100,00	1,094,000	المجموع

المصدر: مؤسسة دو كسيادس العالمية ، التقرير النهائي حول المخطط العام الكويتية، الجزء (2)، رقم
دوكس ليب أ: 145، 1968 ، ص 138.

ملحق الصور



الملحق (1) كلية الآداب جامعة بنغازي



الملحق (2) كلية الآداب جامعة بنغازي



الملحق (3) حفرة هبوط - بو عطني



الملحق (4) رصيف للمشاة



الملحق (5) استعمال الحفرة المتكونة بجوار حديقة مستشفى 7 أكتوبر كمكب للنفايات .



الملحق (6) تكسر البلاط ، المكتبة الوطنية.

ABSTRACT

The study includes four chapters preceded by a theoretical framework followed by a preface, the theoretical framework contains identifying the area of the study, the causes for choosing the subject, aims and purposes of the study , Previous studies, Difficulties that have faced the researcher .

The first chapter : Contain "natural characteristics of the study area". It including definition of the location of the study and geology, geomorphology, climate, types of soil and water resources .

The second chapter : Presents a study of subsidence features in buildings and roads,in addition to natural features of subsidence .

The third chapter: Entitled "causes the subsidence". It deals with the factors affecting, solution, over-pumping of groundwater upstream randomly and quarries.

The last chapter : Entitled " Risks of the subsidence " It includes the definition of risks, classification of subsidence, pattern of incidence and frequency of hazards in addition to types of subsidence and it degrees of gravity .

The study has realized many results, the most remarkable of which was that, that the subsidence features in buildings and roads in addition to natural features such as lakes, caves and dolins, it was also apparent, that there are a relation between the type soil and the subsidence .

Furthermore, the study has shown, that the degrees of vulnerability of the damage is different from one area to another .

Subsequently, the study has presented some recommendations that contributor to reducing the incidence of subsidence and it risks .



The Subsidence: Its Features, Causes And Risks

**In an area between Benghazi & Kuwiffia, Benghazi
Plain**

A study in Applied Geomorphology

**By
Sumayah Ali Salim Mami**

**Supervisor
Pro.Dr. Mohamed Ali Alorfi**

**This Thesis was submitted in Partial Fulfillment of
the Requirements for the Master's Degree in
Geography**

University of Benghazi

Faculty of Arts

December 2017