

جامعة النجاح الوطنية
كلية الدراسات العليا

الامن العمراني والانزلاقات الارضية في منطقة سيلة الظهر
(دراسه في الجيومورفولوجيا التطبيقية)

إعداد
بشرى أحمد سليم سلاطنه

إشراف
أ. د. محمد عبد الرحمن أبو صفط

قدمت هذه الأطروحة استكمالاً لمتطلبات درجة الماجستير في الجغرافيا بكلية
الدراسات العليا في جامعة النجاح الوطنية في نابلس. فلسطين

2017

الامن العمراني والانزلاقات الارضيه في منطقة سيله الظهر (دراسه في الجيومورفولوجيا التطبيقيه)

إعداد

بشرى أحمد سليم سلاطنه

نوقشت هذه الأطروحة بتاريخ 2017/3/15م، وأجيزت.

أعضاء لجنة المناقشة

التوقيع

أ. د. محمد أبو صفط / مشرفاً رئيساً

.....

د. أيمن محسن / ممتحناً خارجياً

.....

أ. د. جلال الديبك / ممتحناً داخلياً

.....

الإهداء

الى أصحاب القلوب البيضاء

شكر وتقدير

خير ما أبدء به هو الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير البريه
أجمعين.

أتقدم بجزيل الشكر وخالص امتناني الى معلمي الفاضل الاستاذ الدكتور محمد
أبو صفت لتفضله بالاشراف على هذا البحث، والذي منحني الكثير من وقته وجهده
حتى خرجت هذه الاطروحه المتواضعه بهذه الصوره.

كما أتقدم بالشكر لاعضاء لجنة المناقشه الدكتور جلال الديبك، والدكتور أيمن
محسن.

كما اشكر كل من ساعدني ووقف بجانبني لانجاز هذه الرساله.

الإقرار

أنا الموقعة أدناه مقدمة الرسالة التي تحمل عنوان:

الامن العمراني والانزلاقات الارضية في منطقة سيلة الظهر (دراسه في الجيومورفولوجيا التطبيقية)

Urban Safety and Landslides in Silat Al-daher Area (A study in Applied Geomorphology)

أقر بأن ما اشتملت عليه هذه الرسالة، إنما هي نتاج جهدي الخاص، باستثناء ما تمت الإشارة إليه حيثما ورد، وأن هذه الرسالة ككل، أو أي جزء منها لم يقدم من قبل لنيل أي درجة علمية أو بحث علمي أو بحثي لدى أي مؤسسة تعليمية أو بحثية أخرى.

Declaration

The work provided in this thesis unless otherwise referenced, is the researcher's own work, and has not been submitted elsewhere for any other degree or qualification.

اسم الطالب: **بشرى أحمد سليم سلاطنه** Student's Name:

التوقيع: Signature:

التاريخ: **15/3/2017** Date:

فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
ج	الاهداء
د	الشكر والتقدير
هـ	الإقرار
و	فهرس المحتويات
ح	فهرس الجداول
ط	فهرس الاشكال
ي	فهرس الخرائط
ك	فهرس الصور
ل	الملخص
الفصل الاول: الاطار النظري والمنهجي للدراسه	
2	1.1 المقدمه
3	2.1 منطقة الدراسه
4	3.1 أهمية الدراسه
5	4.1 مشكلة الدراسه
5	5.1 أسئلة الدراسه
6	6.1 فرضيات الدراسه
6	7.1 الاهداف
6	8.1 المنهجيّه
9	9.1 الدراسات السابقه
الفصل الثاني: الخصائص الطبيعيه لمنطقة الدراسه	
17	1.2 التربه
19	2.2 المناخ
29	3.2 البنيه الجيولوجيه
33	4.2 طبوغرافية وشبكة التصريف النهري
34	5.2 الانحدار
38	6.2 اتجاه المنحدرات

الصفحة	الموضوع
الفصل الثالث: أسباب الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة	
42	1.3 الخصائص العامة للانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة
45	2.3 أسباب الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة
46	1.2.3 التربة
50	2.2.3 المياه
59	3.2.3 الانحدار
64	4.2.3 التركيب الجيولوجي
68	5.2.3 استعمالات الأرض
73	6.2.3 الزلازل
الفصل الرابع: قابلية السفوح الأرضية للانزلاقات الأرضية	
76	1.4 القيم الوزنية للعوامل المؤثرة في انزلاقات منطقة الدراسة
86	2.4 خارطة نطاقات قابلية الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة
88	3.4 التأثير المحتمل للانزلاقات على أنماط استعمالات الأرض وشبكة الطرق
92	4.4 نظام الابنية في منطقة الدراسة
الفصل الخامس: النتائج والتوصيات	
96	1.5 النتائج
98	2.5 التوصيات
100	قائمة المصادر والمراجع
b	Abstract

فهرس الجداول

الصفحة	الموضوع	جدول رقم
21	كمية المطر في منطقة الدراسة بـ(ملم) من (91/1992 - 2014)	جدول (1)
36	المساحة ونسبتها حسب فئات الانحدار في منطقة الدراسة	جدول (2)
38	اتجاهات المنحدرات ومساحتها في منطقة الدراسة	جدول (3)
42	الخصائص العامة للانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة	جدول (4)
47	نوع ووصف تربة انزلاقات منطقة الدراسة	جدول (5)
51	كمية المطر على انزلاقات منطقة الدراسة للمواسم الشتويه 91/1992 - 2014/2013 - 2016/2015	جدول (6)
54	غزارة المطر الشهريه في منطقة الدراسة (1992 - 2014)	جدول (7)
58	كثافة شبكة التصريف النهري في مناطق حدوث الانزلاقات في منطقة الدراسة	جدول (8)
60	درجة انحدار كل انزلاق ونوع حركته	جدول (9)
65	التكوين الجيولوجي لانزلاقات منطقة الدراسة وبعدها عن الصدوع	جدول (10)
67	اتجاه الشقوق في انزلاقات منطقة الدراسة	جدول (11)
67	كثافة وطول شقوق منطقة الدراسة	جدول (12)
69	استعمالات الارض لكل انزلاق	جدول (13)
82	القيم الوزنيه لاهم اصناف العوامل المؤثره في انزلاقات منطقة الدراسة	جدول (14)
86	اصناف القابليه للانزلاقات في منطقة الدراسة	جدول (15)
87	مساحة الانزلاقات الفعلية في كل نطاق من نطاقات القابليه للانزلاقات	جدول (16)
90	نسب ومساحة التداخل بين أطوال الطرق واصناف استعمالات الارض ونطاقات القابليه للانزلاقات الارضية	جدول (17)
92	مشروع نظام الابنيه والتنظيم للاراضي خارج حدود المخططات الهيكليه لسنة 2016	جدول (18)

فهرس الاشكال

الصفحة	العنوان	رقم الشكل
24	سمك الثلج /سم في منطقة نابلس خلال الفترة الممتدة من 1992-2015	الشكل (1)
25	المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في محطة نابلس (2003-2015)	الشكل (2)
26	المتوسطات الشهرية لكل درجات الحرارة وخط انحدارها لمحطة نابلس (2003-2015)	الشكل (3)
28	المدى الحراري ودرجة الحرارة العليا والدنيا المطلقة	الشكل (4)
29	العلاقة بين المتوسط الشهري للأمطار ودرجة الحرارة (2005-2014)	الشكل (5)
46	العوامل الرئيسية والمحفز لحدوث الانزلاقات	الشكل (6)
52	كمية المطر الشهري في منطقة الدراسة للعامين 2003، 2013	الشكل (7)
53	عدد ايام المطر في أشهر المطر للعامين 2003، 2013	الشكل (8)
64	نماذج الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة	الشكل (9)
74	عناصر تسريع الانزلاقات الارضية	الشكل (10)
77	جدول طبقة التكوينات الجيولوجية داخل برنامج gis	الشكل (11)
79	جدول طبقة الانزلاقات الارضية داخل برنامج gis	الشكل (12)
80	استعمال اداة combine داخل برنامج gis	الشكل (13)
80	عدد الخلايا لكل تكوين في ظل وجود انزلاق او اعدم وجوده	الشكل (14)
81	استعمال اداة select by Attributes داخل برنامج gis	الشكل (15)
81	ايجاد حل المعادله الوزنيه داخل برنامج Excel	الشكل (16)
88	نسبة الانزلاقات الفعلية من مساحة صنف نطاق القابلية للانزلاقات	الشكل (17)
91	نسبة التداخل بين اصناف استعمالات الارض ونطاقات القابلية للانزلاقات الارضية	الشكل (18)

فهرس الخرائط

الصفحة	الموضوع	رقم الخريطة
4	موقع منطقة الدراسة	خريطة (1)
19	ترب منطقة الدراسة	خريطة (2)
22	معدل الامطار في الضفه الغربيه	خريطة (3)
32	جيولوجية منطقة الدراسة	خريطة (4)
34	طبوغرافية وشبكة التصريف النهري في منطقة الدراسة	خريطة (5)
36	درجات انحدارات في منطقة الدراسة	خريطة (6)
37	العلاقه بين درجات الانحدار والتكوينات الجيولوجيه وشبكة المجاري المائيه	خريطة (7)
40	اتجاهات المنحدرات في منطقة الدراسة	خريطة (8)
43	مواقع انزلاقات منطقة الدراسة	خريطة (9)
49	توزيع انزلاقات حسب نوع التربه ومكوناتها	خريطة (10)
56	كمية الامطار على كل انزلاق لمواسم مطريه مختلفه	خريطة (11)
59	شبكة التصريف المائي لمنطقة الدراسة	خريطة (12)
63	توزيع انزلاقات منطقة الدراسة على درجات الانحدار	خريطة (13)
68	توزيع انزلاقات منطقة الدراسة على التكوينات الجيولوجيه وصدوعها	خريطة (14)
71	استعمالات الارض وانزلاقات منطقة الدراسة	خريطة (15)
78	تحويل التكوينات الجيولوجيه من فيكتور الى راستر	خريطة (16)
79	تحويل انزلاقات منطقة الدراسة من فيكتور الى راستر	خريطة (17)
87	نطاقات القابليه للانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسة	خريطة (18)
91	التداخل بين نطاقات القابليه للانزلاقات والمناطق العمرانيه وشبكة الطرق	خريطة (19)
94	قيمة الاراضي الزراعيه في منطقة الدراسة وموقع الانزلاقات الارضيه	خريطه (20)

فهرس الصور

الصفحة	الموضوع	رقم الصورة
44	انزلاق الفندقومية، 1992	صورة (1)
44	انزلاق سيلة الظهر، 1992	صورة (2)
45	انزلاق الناقورة، 1992	صورة (3)
71	شقوق في موقع انزلاق برقه	صورة (4)
71	شق في جدار استنادي على شارع نابلس - جنين في منطقة انزلاق سيلة الظهر	صورة (5)
72	شقوق في مدرسة بنات جبع الاساسيه	صورة (6)
72	شقوق في مدرسة بنات جبع الاساسيه	صورة (7)
72	شقوق في سور مدرسة بنات جبع الاساسيه	صورة (8)
72	شقوق داخل غرفة الصف في مدرسة بنات جبع	صورة (9)
73	شقوق في شارع نابلس - جنين في موقع انزلاق سيلة الظهر	صورة (10)
73	قياس طول وسعة واتجاه الشقوق في مواقع الانزلاقات	صورة (11)

الامن العمراني والانزلاقات الارضيه في منطقة سيلة الظهر

(دراسه في الجيومورفولوجيا التطبيقيه)

إعداد

بشرى أحمد سليم سلاطنه

إشراف

أ. د. محمد عبد الرحمن أبو صفط

الملخص

تناولت هذه الدراسه موضوع الامن العمراني والانزلاقات الارضيه في منطقة سيلة الظهر، فقد تم دراسة العوامل الطبيعيه في منطقة الدراسه؛ لتحديد مدى تأثيرها في عملية الانزلاق الارضي. وتم الاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافيه GIS واستخدم اسلوب التحليل الاحصائي الذي يعتمد على استخراج القيم الوزنيه للعوامل المسببه والمحفزه للانزلاقات الارضيه ليتم انتاج خارطة قابليه للانزلاقات.

وتوصلت الدراسه ان تكوين الايوسين وتربة الرندزينا ودرجات الانحدار ضمن فئة انحدار (15-20°) و (أكثر من 25°) واتجاهات الانحدار الجنوبيه واستعمالات الارض الرعويه، ومعدل الامطار ضمن فئة (600-700) ملم من أكثر العوامل المحفزه لحدوث الانزلاقات الارضيه في المنطقه.

واوصت الدراسه بضرورة الاخذ بعين الاعتبار العوامل الجيولوجيه والجيومورفولوجيه والهيدرولوجيه عند تخطيط وتنفيذ المشاريع والطرق.

الفصل الاول

الإطار النظري والمنهجي للدراسة

- 1.1 المقدمة
- 2.1 منطقة الدراسة
- 3.1 أهمية الدراسة
- 4.1 مشكلة الدراسة
- 5.1 أسئلة الدراسة
- 6.1 فرضيات الدراسة
- 7.1 أهداف الدراسة
- 8.1 منهجية الدراسة
- 9.1 الدراسات السابقة

الفصل الاول

الإطار النظري والمنهجي للدراسة

1.1 المقدمة:

يعتبر تنظيم استعمال الارض وتحديد صفات الأبنية والفضاءات الحضرية من أبنية وطرق وساحات بشكل يضمن أعلى درجة من الاقتصاد والراحة والجمال هدف من اهداف التخطيط العمراني. الا أن الاخطار البيئية قد تحول دون تحقيق ذلك الهدف، ومن هذه الاخطار البيئية الانزلاقات الارضية (Landslides) وعدم استقرار المنحدرات وحركات المواد على السفوح.

تمثل الانزلاقات الارضية أحد العمليات الجيومورفولوجية التي تحاول التضاريس من خلالها ان تتخذ وضعا جيومورفولوجيا متوازنا. وبما انها انعكاس للظروف البيئية التي تمر بها منطقة ما، فانها لا تمثل حالات فردية، لذلك نجدها تحدث عندما تبلغ المنحدرات وضعا غير مستقر¹، كما يتزامن حدوثها مع المطر الغزير، وتكرر في مناطق الانحدارات الشديدة والهزات الارضية وفي مناطق انتشار التربة والصخور ذات الخواص المتغيرة.

وتسبب الانزلاقات الارضية باعتبارها من اهم الاخطار البيئية خسائر في الارواح والممتلكات. ففي الولايات المتحدة الامريكية تسببت الانزلاقات الارضية بخسائر اقتصادية تقدر بحوالي 1-2 بليون دولار امريكي، وحوالي 25-50 حالة وفاة سنوياً، وهذا تفوق عن معدل الخسائر الناتجة عن الزلازل². وتتطلب المناطق المعرضة لحدوث الانزلاقات الارضية اجراءات وقائية تحد من تأثير العوامل المسببة لها عند تنفيذ المشاريع المختلفة.

¹ ابو صفط، محمد: جيومورفولوجية الانزلاقات الارضية التي حدثت في موسم شتاء 1992/91 في شمال الضفة الغربية، مجلة اليرموك، سلسلة العلوم الاساسية والهندسية، المجلد التاسع، العدد الاول، جامعة اليرموك، الاردن. 2000. ص10.

² Dai, F.C & Others: **Landslide risk assessment and management: an overview**, Department of Civil and Structural Engineering, The University of Hong Kong, Pokfulam Roadm Hong Kong, China, 2001, P66.

وتجدر الاشارة الى أن مناطق مختلفة في فلسطين قد حدثت فيها انزلاقات ارضيه وأدت الى تشويش حركة المواصلات بالاضافه الى اضرار ماديه كبيره. كما أن هناك مؤشرات وقرائن على حدوث انزلاقات قديمه بالاضافه الى امكانية حدوث انزلاقات في المستقبل.

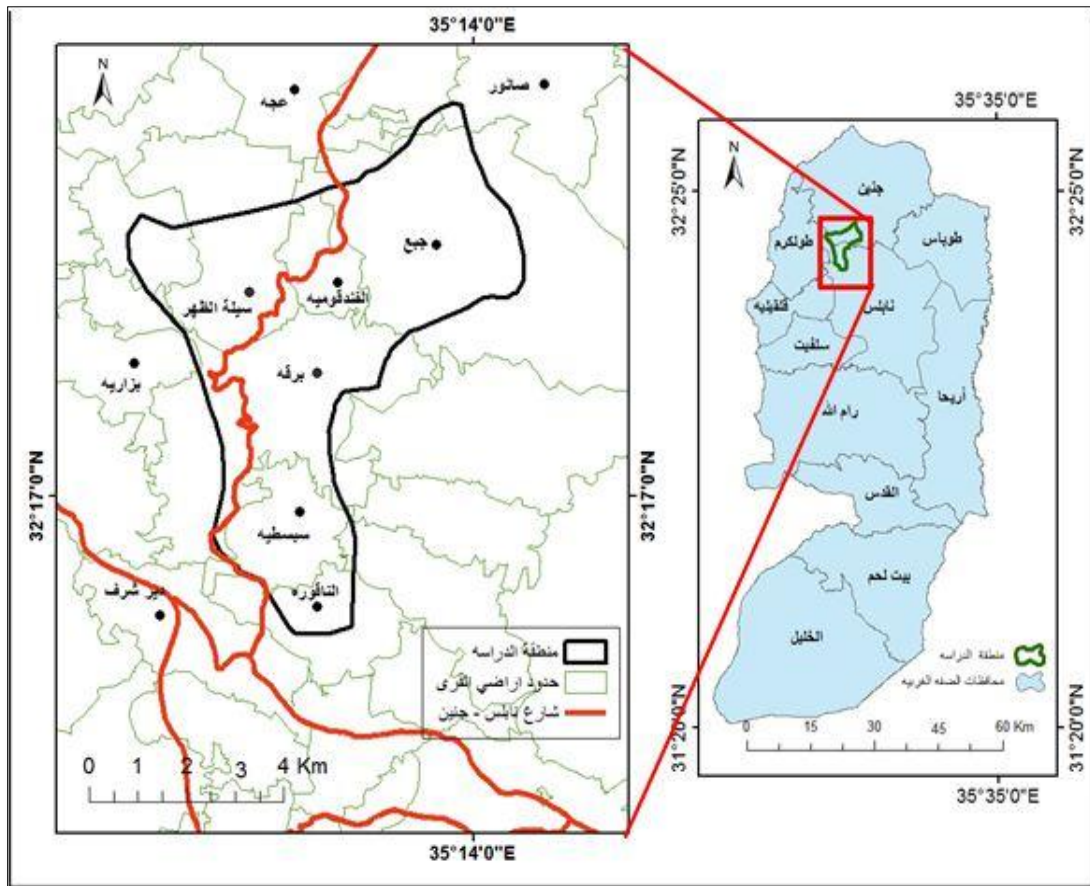
2.1 منطقة الدراسة:

سوف تتناول الدراسة منطقة سيلة الظهر وجوارها. حيث أنها قد تعرضت لحدوث انزلاقات ارضيه في مطلع التسعينات من القرن الماضي، كما أن قرائن تكرار حدوث تلك الانزلاقات موجود. وتتناول الدراسة مناطق سيلة الظهر وجبع والفندقوميه وبرقه وسبسطيه والناقوره.

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي من الضفه الغربيه بين دائرتي عرض 05 " 18' و 32° و 30" 19' 32° شمالاً، وبين خطي طول 34 " 11' 35° و 12' 13' 35° شرقاً.

ان موقعا كهذا يضع المنطقه ضمن الاقاليم المناخيه شبه المداريه ذات الامطار الشتويه، ونظرا لكونها منطقه جبليه فان حقيقة موقعها اصبح ضمن المنطقه شبه المعتدله.

وتتبع جبع والفندقوميه وسيلة الظهر ادارياً لمحافظة جنين، في حين تتبع برقه وسبسطيه والناقوره محافظة نابلس، وتقع منطقة الدراسة على الطريق الرئيسي الذي يصل مدينة جنين بنابلس. (خريطه رقم 1).



خريطة (1): موقع منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية.

3.1 أهمية الدراسة:

- تكمن أهمية الدراسة بانها تتناول موضوعا يهم كافة شرائح المجتمع والقطاعات الحكومية والخاصة، وتعتبر جزءاً لا يتجزء من المنظومه البيئيه التي نعيش فيها ونمارس نشاطنا اليومي عليها. فالانزلاقات الارضيه لا تقل خطراً على حياة الانسان وممتلكاته عن الاخطار البيئيه الاخرى التي تحيط به.
- كما تاتي اهمية هذه الدراسه كونها من أوائل الدراسات الجيومورفولوجيه التطبيقيه في فلسطين التي تُعنى باستخدام نتائج البحث الجيومورفولوجي في ادارة وتخطيط وتقييم اخطار الانزلاقات الارضيه لغايات الاستخدام البشري باستخدام تقنيه نظم المعلومات الجغرافيه.

- تسليط الضوء على مشكلة الانزلاقات الارضية ومخاطرها البيئية والتخطيط في منطقة الدراسة على أهمية اخذها بعين الاعتبار في مناطق مشابهة بفلسطين.
- تشكل قاعده أساسيه للتخطيط العمراني في المنطقه.
- فتح آفاق جديده لعدة دراسات في منطقة الدراسة او في مناطق اخرى.

4.1 مشكلة الدراسة:

منطقة الدراسة هي من أكثر المناطق المهددة بحدوث انزلاقات ارضيه في الضفه الغربيه، بسبب تكشف صخور الايوسين المارليه في معظم اجزاءها وتعتبر تركيبه هذا العصر الجيولوجي بيئه مساعده لحدوث انزلاقات ارضيه اذا ما تصافرت معها محفزات لحدوثها سواء طبيعيه او بشريه او كلاهما.

اضف الى ذلك ان زيادة الضغط السكاني وما يرافقه من توسع في البنيه التحتيه، ادى الى شق منشآت هذه البنيه فوق سفوح غير مسقره من الناحيه الجيومورفولوجيه، مما زاد من الاخطار البيئيه وبالتالي زياده في الانفاق المالي وهذا يزيد من العبء الاقتصادي في بلد محدود الموارد مثل الضفه الغربيه.

كما ان دراسة اثر الانزلاقات الارضيه على الامن العمراني لم تحظى بالاهتمام المطلوب من الدارسين في منطقة الدراسة، لذي رأى الباحث ضرورة القيام بهذه الدراسه لمعرفة مدى خطورة الانزلاقات الارضيه على الامن العمراني، بحيث تكون دراسه جيومورفولوجيه رياديه تساعد الجهات المختصه على استخدام أمثل للارض بما يتوافق مع خصائصها الطبيعيه.

5.1 أسئلة الدراسة:

- ما هي الخصائص الطبيعيه العامه لمنطقه الدراسه.
- ماهي العوامل المحفزه لحدوث انزلاقات ارضيه، وما هي امكانيه اجراء تحليل باستعمال نظم المعلومات الجغرافيه لمنطقه الدراسه للافاده منه في تحديد مناطق الانزلاقات لايجاد الحلول المناسبه وتجنب المواضع الخطره.
- ماهي النتائج المترتبه عن الانزلاقات الارضيه على انماط استعمالات الارض.

6.1 فرضيات الدراسة:

- ان الانزلاقات الارضية تحدث دائماً في نفس الظروف المناخية والجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية كما حدثت في السابق.
- سوف تحدث الانزلاقات في حال وصول كميات المطر الى حدود تفوق 1000 ملم /سنوياً.
- سوف تحدث الانزلاقات في حال حدوث غزارة مطر تزيد عن 20ملم / اليوم.
- سوف تحدث الانزلاقات في حال سقوط كميات من الثلج تتجاوز 25 سم.
- ترتبط الانزلاقات الارضية بقوة الزلزال ودرجة الزلزال ورطوبة المنطقة بعلاقه طرديه.

7.1 الاهداف:

- 1- الدراسة الجيومورفولوجية البحتة لتحديد العمليات الجيومورفولوجية، ومدى التطور الجيومورفولوجي للمنطقة.
- 2- التعرف على أهم العوامل الطبيعية والبشرية المحفزة للانزلاقات الارضية في المنطقة.
- 3- التنبأ المكاني للمناطق المحتمل تعرضها للانزلاقات الارضية، من اجل تجنب او التقليل من مخاطرها.
- 4- وضع التوصيات المناسبة والمتعلقة بالاستخدام الامثل للارض في مناطق الانزلاقات الارضية.

8.1 المنهجية:

ولتحقيق الاهداف المرجوه من الدراسة اعتمد الباحث على أكثر من أسلوب في البحث وكلها تبدأ من الدراسة الميدانية المسحية لاماكن الانزلاقات القديمه والمستقبلية. ونظراً لقلة البيانات

المتوفرة، فإنه تم اتباع الأسلوب المورفومتري والاحصائي التحليلي لمعالجة البيانات وتحليل الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية.

وتم التركيز على استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS في التحليل، وتم الاعتماد على عدة أنواع من المصادر في هذه الدراسة وهي:

1- **المصادر الرسمية:** وتتمثل في الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وبيانات المركز الجغرافي الفلسطيني ووزارة الزراعة والارصاد الجوية.

2- **المصادر شبه الرسمية:** وتتمثل في بعض البيانات الصادرة عن بلديات منطقة الدراسة.

وقد مرت الدراسة بالمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: جمع البيانات والمعلومات:

وهي المرحلة التحضيرية، وقد شملت تحديد منطقة الدراسة المتمثلة بجبع وسيلة الظهر والفندقوميه وبرقه وسبسطيه والناقوره، وجمع التقارير ذات العلاقة، وتحضير الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية، ثم تجميع البيانات المناخية من دائرة الارصاد الجوية ثم قام الباحث بتدقيقها ومعالجتها حسب ما تطلبه الدراسة من معلومات مناخية.

المرحلة الثانية: اعداد الخرائط:

وهي مرحلة اعداد خرائط الاساس، فقد قام الباحث بتجميع خرائط طبوغرافية بمقياس 1:50000 تمثل منطقة الدراسة ومن ثم تحويلها الى صورته وادخالها الى برنامج جوجل ايرث لرسم حدود منطقة الدراسة وتحويلها الى shapefile ليتم التعامل معها داخل برنامج GIS. وكما تم الحصول على نموذج الارتفاعات الرقمي dem من نوع ASTER وتم تصدير نموذج الارتفاعات بصيغة TIF حتى يسهل التعامل معها داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية ومنه تم استخراج خريطة الانحدار واتجاهات الانحدار ونسبة اشغال كل اتجاه من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

المرحلة الثالثة: الدراسة الميدانية وجمع المعلومات وتسجيلها:

قام الباحث بزيارة المنطقة والتعرف على مواقع الانزلاقات الفعلية واهم مظاهرها وتحديد احداثيات مواقعها باستعمال GPS وكذلك التعرف على استعمالات الاراضي والنشاطات التنموية المختلفة. وكما قام ايضا باجراء العديد من القياسات المورفومترية وشملت قياس كثافة الشقوق واطوالها واتجاهاتها وخصائصها المورفومترية وتحديد علاقتها بالانزلاقات الارضية.

المرحلة الرابعة: العمل المكتبي:

- أ- اشتملت على اعداد خرائط العوامل المحفزة للانزلاقات بشكلها النهائي وهي: درجة الانحدار واتجاهاته، والطبوغرافيه، والجيولوجيه، والتربة، وكثافة التصريف المائي، والامطار.
- ب- مرحلة التقييم النهائي لتحديد القابليه للانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسة، فقد استخدم نموذج التحليل الاحصائي (Statistical Analysis) والمطبق من قبل ويستن (Wastwn 2005) والذي يعد من احدث النماذج المستخدمه في تحديد وتقييم اخطار وقابلية الاراضي للانزلاقات الارضيه لاعتماده على تقييم كثير من العوامل الفعاله والمحفزه لحدوث الانزلاقات الارضيه التي يمكن التعامل معها في انظمة المعلومات الجغرافيه وبصوره رقميه. بحيث شملت الوحده البنائيه خليه (pixel/م³) لحساب القيم الوزنيه المرجحه لكل عامل من العوامل المحفزه والمؤثره على فعالية الانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسة.

وتأخذ المعادله الصيغه التاليه:

$$w_i = \log (cp/pp)$$

$$W_i = \log ((N_{spixl}/N_{cpixl}) / \text{prior probability})$$

$$\text{prior probability} = N_{map}/N_{slid}$$

- cp : conditional probability احتمالية صنف العامل للانزلاق الارضي. ويتم ايجادها من خلال تقسيم عدد خلايا الانزلاقات الارضيه في صنف العامل (Nspixl) على عدد الخلايا في صنف العامل في ظل غياب الانزلاقات الارضيه (Ncpixl).

- PP : prior probability كم سيكون مرجح للانزلاق من اجمالي مساحة المنطقه، ويتم ايجادها بقسمة مجموع عدد الخلايا في الانزلاقات الارضيه في ظل غياب صنف العامل (Nslid) على مجموع عدد الخلايا في خارطة العامل في ظل غياب الانزلاقات الارضيه (Nmap).

ولاستخراج النتيجة النهائي وتحديد نطاقات القابليه للانزلاقات الارضيه عن طريق ربط نتائج جميع العوامل المحفزه مع بعضها البعض خرائطياً وجدولياً، ويتميز الاسلوب بدقته ومرونته وسهولة تحديثه.

9.1 الدراسات السابقة:

تعتبر دراسة الامن العمراني والانزلاقات الارضيه من الموضوعات التي لم تطرح من قبل، فليس هناك مايشير الى أن أحد الباحثين قد تناول الامن العمراني والانزلاقات الارضيه في دراسته مستقلة وهذا ما شجع الباحث القيام بمثل هذه الدراسة. ومن أهم الدراسات التي لها علاقه بالموضوع:

• دراسات فلسطينيه:

✓ الدراسة التي قام بها محمد ابو صفط، (2000) حول الانزلاقات الارضيه التي حدثت في موسم شتاء 1992/91 في شمال الضفة الغربيه، حيث صنف الانزلاقات الارضيه في هذه الدراسة الى ثلاثة اصناف، وهي: المعقده ويمثلها انزلاق سيلة الظهر، ودائريه ويمثلها انزلاق دوما وتل والفندقوميه، والنوع الثالث هو الانهيارات الارضيه، كما توصلت الدراسة الى ان الانزلاقات الارضيه تختلف في خصائصها المورفومتريه حسب درجات الانحدار والخصائص الطبوغرافيه¹.

¹ أبو صفط، محمد: جيومورفولوجية الانزلاقات الارضيه التي حدثت في موسم شتاء 1992/91 في شمال الضفة الغربيه، مجلة أبحاث اليرموك، سلسلة العلوم الاساسيه والهندسيه، المجلد التاسع، العدد الاول، جامعة اليرموك، الاردن، 2000، ص9-47.

✓ التقرير الذي قامت باعداده بلدية نابلس مع مركز الزلازل في جامعة النجاح والذي تضمن تقرير أبو صفط الجيومورفولوجي، (1997) حول الانزلاقات الارضية في منطقة الجبل الابيض، بحيث تم عمل رفع مساحي للمنطقة التي تعرضت للانزلاق، وفي نفس الوقت تم اجراء دراسات جيوتقنيه والتي شملت حفر خمس حفر سبريه في منطقة الانزلاق، وتم اجراء تجارب مخبريه لعينات اخذت من الطبقات المختلفه، وكذلك تم اجراء تحليل لاستقرار الانحدار بواسطة برنامج (PCTANI)، وقد تبين ان هناك عوامل اخرى ادت الى الانزلاق وخاصة اعمال قطع التربه غير المدروس في اسفل المنحدر والهزات الارضيه التي حصلت في اواخر شباط لعام 1997¹.

الدراسه التي قام بها لطفي الحمدان، (1998)، بعنوان **جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى والاوسط من وادي زومر**، وكان من اهداف دراسته ابراز العلاقه بين العمليات الجيومورفولوجيه وانماط السطح المائله ضمن منطقة الدراسه، وذلك بهدف تحديد اتجاهات تطور المنطقه جيومورفولوجيا وأخذ النتائج بعين الاعتبار عند تخطيط الارض لاغراض الاستخدام المختلفه. ومن نتائج دراسته، ان منطقة الدراسه تحتوي على مساحات واسعه غير مستقره جيومورفولوجيا، وهي ذات قابليه عاليه للانزلاقات الارضيه، وان الانشطه البشريه تساهم بدور فعال في زعزعة الاستقرار. وتضمنت دراسته اقتراحاً لاجراء دراسات جيومورفولوجيه تطبيقيه تسهم في اداره وتخطيط استخدام الارض الزراعي والعمراني لمنطقه الدراسه، ومنها:

- 1- دراسه لتقييم الاخطار البيئيه.
- 2- دراسات لتقييم الاراضي لاغراض الزراعه.
- 3- دراسات لتقييم الاراضي لاغراض الهندسه العمرانيه².

¹ التقرير الجيومورفولوجي لانزلاق الجبل الابيض، تقرير غير منشور، جامعة النجاح الوطنيه، قسم الجغرافيا، 1997.

² الحمدان، لطفي: حول جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى والاوسط من وادي زومر، رساله ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، نابلس، فلسطين، 1998.

• دراسات من الوطن العربي:

✓ الدراسة التي قام بها عبدالله الأحمري، (2007) حول دراسات جيوفيزيائية للانزلاقات الأرضية على طول شارع الاردن، وقد استخدم طرق المسح الجيوفيزيائي لدراسة أهم وأكبر الانزلاقات الأرضية على طول شارع الاردن، وقد ساعدته هذه الدراسة على تحديد التتابعات الطبقيه وانواع صخورها وخصائصها الفيزيائية وتراكيبها الجيولوجيه، وساعده ذلك في تقييم اخطار هذه الانزلاقات ووضع حلول لازمه لتحقيقها، ومن هذه الحلول التي خلصت اليها الدراسة، تحسين نظام تصريف المياه السطحيه وتحت السطحيه واستبدال القنوات الترابيه القائميه بقنوات تصريف خرسانيه، ومعالجة الطبقات الطينية والمارليه المفككه والضعيفه التي لايمكن ازلتها وذلك باستخدام الطرق الكيميائيه وحقنها بخليط من الجير أو الاسمنت لرفع قوة تماسكها¹.

الدراسة التي قام بها Mohammad Al-Hyari (2009) بعنوان **Natural and MAN- Enhanced Landslides within the catchment area of wadi Shu`eib**، وهدف الباحث من هذه الدراسة الى اجراء مقارنة بين اثنتين من الانهيارات الأرضية المعدله من قبل الانسان، وهما انهيار في منطقة السلط، وانهيار في منطقة وادي شعيب، وتمت المقارنه من خلال درجة الانحدار، وجيولوجية المنطقة، ومن اجل تحقيق ذلك الهدف عمل على: رسم خرائط جيوتقنيه للانهارات الأرضيه، ودراسة العوامل المتحكمه والتي تؤدي الى انزلاق ارضي، وتحليل المواد في الصخور على طول الانزلاق، وحساب استقرارية المنحدر، وغيرها من الحسابات الهندسيه.

وتبين ان الاساس الصخري عامل مهم لحدوث الانزلاقات الأرضيه، وانه يوجد مياه جاريه طول العام في وادي شعيب تعمل على ازالة المواد الناعمه وهذا بدوره يساعد في عملية الانزلاقات الأرضيه².

¹ الأحمري، عبد الله: دراسات جيوفيزيائية للانزلاقات الأرضية على طول شارع الاردن، رساله ماجستير غير منشوره، الجامعه الاردنيه، عمان، 2007.

² AL-Hyari, Mohammad: **Natural and MAN- Enhanced Landslides within the cathment area of wadi Shu`eib**, University of Jordan, Amman, 2009.

الدراسة التي قام بها سامر النوايسة، (2010) حول تقييم القابلية للانزلاقات الارضية باستخدام المعلومات الجيومورفولوجيه وانظمة المعلومات الجغرافيه في حوض وادي عسال، جنوبي الاردن، هدفت هذه الدراسة الى تصنيف اراضي الحوض لنطاقات قابليه حدوث الانزلاقات الارضيه من خلال الربط المكاني بين الانزلاقات الارضيه الفعليه وجمله العوامل المحفزه لها باستخدام قاعدة البيانات المدخله في بيئة انظمة المعلومات الجغرافيه بالاضافه الى التعرف على العوامل المحفزه لحدوث الانزلاقات الارضيه. وقد خلصت دراسته انه يوجد اكثر من 33% من مساحة المناطق المبنيه والفضاء المتصل بها، و 43.3% من الطرق الرئيسيه والفرعيه للحوض داخل نطاقات قابليه عاليه وعاليه جدا للانزلاق¹.

• دراسات أجنبية:

✓ الدراسة التي قام بها F.C.Dai, C.F.lee, Y.Y.Ngai، (2001) بعنوان

Landslide risk assessment and management: an overview

وقد تناولت الاطار الاساسي لتقييم وادارة خطر الانهيارات الارضيه، والعوامل الاساسيه التي يعتمد عليها في ترسيم حدود المناطق المعرضه لخطر الانزلاقات الارضيه. ولتحرك نحو الهدف ويكون التقييم بسرعه وادارة خطر الانهيار بفاعليه لابد من وجود قاعدة بيانات جغرافيه ترتبط مع تكنولوجيا الاستشعار عن بعد ونظام اتصالات حديث².

✓ الدراسة التي قام بها P.Gorog & A.torok، (2007) بعنوان:

Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest

¹ النوايسة، سامر: تقييم القابلية للانزلاقات الارضيه باستخدام المعلومات الجيومورفولوجيه وانظمة المعلومات الجغرافيه في حوض وادي عسال، جنوبي الاردن، مجلة أبحاث اليرموك، سلسلة العلوم الانسانيه والاجتماعيه، جامعة اليرموك، الاردن، 2010.

² Dai, F.C & Others: **Landslide risk assessment and management: an overview**, China, 2001.

تناولت هذه الدراسة اثر التنمية الحضريه في الانزلاقات الارضيه،التي سببها زيادها لطلب على المواد الطينيه لصناعة الطوب والبلاط، وهذا يعني زياده في الحفر وعدا عن استخدام هذه الحفر كمكبات نفايات ويعني ذلك تغير في خواص الليثولوجيه للصخر. وقد تم استخدام نموذجين لدراسة عامل الاستقرار للمنحدرات Plaxis، Geo4 وكانت عوامل السلامة 1.6، 1.7 على التوالي¹.

✓ الدراسة التي قام بها Ulrich Kamp & Others (2008) بعنوان:

GIS- based landslide susceptibility mapping for 2005 Kashmir earthquake region

وكان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد المناطق المعرضه لخطر الانزلاقات الارضيه وخاصه بالقرب من جبال الهملايا، وتم استخدام نظم المعلومات الجغرافيه (GIS) وصور الاقمار الصناعيه "RSTER"، وبينت الدراسة ان 90% من الانزلاقات الارضيه تحدث على ارتفاعات تزيد عن 2000 متر فوق سطح البحر، وعلى منحدرات تتراوح بين 25-35°، وتبين ايضا ان المناطق التي تغطيها الغابات اقل عرضه لخطر الانزلاقات من المناطق التي ازيلت منها الغابات².

✓ الدراسة التي قام بها M.Cardinali & Others (2002) بعنوان:

Ageomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria, Central Italy

تم الاعتماد في اعداد هذا البحث على طريقة الجيومورفولوجي في تقييم خطر الانزلاقات الارضيه، وتستند هذه الطريقه على تعيين الانزلاقات الحاليه والسابقه والتعرف على الوضع

¹ Gorog.P & Torok. A: **Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest**, Budapest University of Technology and Economic, Department of constructi on Materials and Engineering Geology, Stoczek u.2, H-1111 Budapest, Hungary, 2007.

² Kamp.U & Others: **based landslide susceptibility mapping for 2005 Kashmir earthquake region**, Montana & Cincinnati University, USA, 2008.

الجيولوجي والصرف المائي المحلي للمنطقة، وتم اعداد خريطة الانزلاقات من خلال تفسير مجموعه مختلفه من الصور الجوية المجسمه للفترة (1941-1999) وقد تم رسم الخرائط الميدانيه في سنوات (2000-2001) التي توضح توزيع الانهيارات الارضيه الماضيه والتغيرات الملحوظه عليها خلال 60 عام. وتتطلب هذه المنهجيه جيومورفولوجي ذي خبره، وتم اختبار هذه المنهجيه في 79 بلده في أومبريا وسط ايطاليا¹.

✓ الدراسه التي قام بها S.Sarkar & Others، (2006) بعنوان:

GISBased Landslide Susceptibility Mapping- A Case Study in Indian Himalaya

تم الاعتماد في هذا البحث على نظم المعلومات الجغرافيه واستخدام نموذج التحليل الاحصائي في اعطاء القيم الوزنيه للعوامل المحفزه للانزلاقات لرسم خرائط القابليه للانزلاقات الارضيه في اجزاء من Sikkim Himalaya وذلك بالاعتماد على معادلة اللوغرتم $\log[(Si/Ni)/(S/N)]$

وتم اختيار ستة عوامل هامه مسببه لانهيارات في المنطقه وتم جمع البيانات المدخله من الخرائط الطبوغرافيه والصورالفضائيه. وقد تم تصنيف خريطة القابليه للانزلاقات الى خمس فئات (عاليه جداً، عاليه، متوسطه، منخفضه، منخفضه جداً) وتم التحقق من الخارطة مع الانهيارات الفعلية الموجوده في المنطقه².

✓ الدراسه التي قام بها Jordi Marturia & Others لعام 2003 بعنوان:

A GIS-Based Multivariate Statistical Analysis for Shallow Landslide Susceptibility Mapping in La Pobla de Lillet Area (Eastern Pyrenees, Spain)

¹ M. Cardinali & Others: **Ageomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria-Central Italy**, Natural Hazards and Earth System Scinces, 2002.

² S. Sarkar & Others: **GISBased Landslide Susceptibility Mapping - A Case Study in Indian Himalaya**, Universal Academy Press, Inc/ Tokyo, Japan, 2006.

يقدم هذا البحث اجراءات بمساعدة نظم المعلومات الجغرافيه لرسم خرائط القابليه للانزلاقات الارضيه الضحله في نطاق اقليمي وتم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) لاستخراج معلومات عن المنحدرات، في حين تم الحصول على سمك التكوينات السطحيه والغطاء النباتي من العمل الميداني. ويستند تقييم القابليه للانزلاقات على تقنيات متعدد المتغيرات الاحصائي (تحليل التمايز) والتي تم اختبارها في منطقه نموذجيه في لابويلادي (شرق اسبانيا)¹.

✓ الدراسه التي قام بها Petevilie Khatsu (2005) بعنوان:

Urban multi-hazard risk analysis using GIS and Remote Sensing: A case study of landslide, Earthquake and fire hazard in a part of Kohima Town, India

حاولت هذه الدراسه النظر في مخاطر الانزلاقات الارضيه والزلازل والحرائق في اجزاء من بلدة كوهوميا، واعداد خرائط متعددة المخاطر. مع الاخذ بعين الاعتبار عدم توافر البيانات اللازمه للدراسه بسبب الامن واسباب اخرى. واعتمدت هذه الدراسه على الاستشعار عن بعد والخرائط الميدانيه والبيانات التاريخيه للحصول على البيانات اللازمه. وتم الحصول على تفاصيل البنايات السكنيه مثل الاساسات، والمواد المستخدمه، وحالة المبنى، والحاله الاجتماعيه والاقتصاديه للسكان من خلال المسح الميداني ومساعدة الخرائط الرقمية التي تم استخراجها من الصور الجويه، وتم حساب عدد افراد الاسره في كل مبنى لاستخلاص عدد السكان المعرضين للخطر، وتم ايضاً تحديد الابنيه المعرضه لخطر واحد والابنيه المعرضه لاكثر من خطر².

¹ Jordi Marturia & Others: **A GIS-Based Multivariate Statistical Analysis for Shallow Landslide Susceptibility Mapping in La Pobla de Lillet Area (Eastern Pyrenees, Spain)**, Natural Hazards, Kluwer Academic Publishers, 2003.

² Petevilie Khatsu: **Urban multi-hazard risk analysis using GIS and Remote Sensing: A case study of landslide, Earthquake and fire hazard in a part of Kohima Town, India** CJ van Westen-Proceedings of the 26th Asian Conference on remote, 2005.

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

1.2 التربة

2.2 المناخ

3.2 البنية الجيولوجية

4.2 طبوغرافية وشبكة التصريف النهري

5.2 الانحدار

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

تمهيد:

يتضمن هذا الفصل الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة. ويهدف الى توفير قاعدة بيانات عن بيئة منطقة الدراسة؛ ليتم منها الاستفادة في التعرف على أهم العوامل الطبيعية المحفزة للانزلاقات الارضية. وبالتالي قدره على التنبأ المكاني والزمني للمناطق المحتمل تعرضها للانزلاقات من أجل تجنب أو تقليل مخاطرها.

1.2 التربة:

تشكلت في منطقة الدراسة مجموعه من اصناف الترب التي تختلف في خصائصها العامة، (خريطه 2). وهي:

• تربة البحر المتوسط الحمراء Terra Rosa:

وهي تربه ذات لون احمر بني¹. يتباين سمكها حسب درجة الانحدار التي تتواجد عليها حيث يتراوح سمكها بين عدة سنتيمترات على المنحدرات الى 1م تقريباً على درجات المنحدرات وفي المناطق المنبسطة من قمم الجبال². وتتكون التيراروسا في الدرجة الاولى نتيجة تحلل الصخور الكلسيه بالعمليات الكارستيه، ثم نتيجة تحلل بقايا الصخور الكلسيه والدولوميتيه في التربه نفسها فيما بعد³. وتنتشر بشكل كبير في منطقة الدراسة حيث تشغل 57% تقريباً من مساحتها.

¹ الموسوعة الفلسطينية، القسم العام، المجلد الاول، الطبعة الاولى، دمشق، 1987، ص527.

² أبو صفط، محمد (2002): التصنيف الجيوكيميائي لترب شمال الضفة، مجلة جامعة النجاح للابحاث (للعلوم الطبيعيه)، مجلد17، نابلس، ص132.

³ الموسوعة الفلسطينية، (1984)، مرجع سابق، ص527.

- **تربة الرند زينا (البنيه والشاحبه) Brown Rendzinas And Pale Rendzinas:**

تغطي هذه التربة 24% تقريباً من منطقة الدراسة. ويغلب عليها اللون البني الى البني الفاتح. وتنشأ من تفكك الصخور المارليه. لذلك تتميز عن التربة الحمراء باحتوائها على نسبة عالية من الطين والجير¹. وتمتاز بسمكها الكبير نسبياً والذي يعود الى كون التكوينات التي اشتقت منها غير متماسكة وطبائقيه وسريعة التحلل بفعل ابتلالها بالماء وارتفاع محتواها الطيني الذي ينعكس على خاصية احتفاظ هذه التربة بالرطوبة. وجدير بالذكر ان هذا النوع من الترب يتميز بحدوث الانزلاقات الارضيه فيها². ويكثر انتشارها في سيلة الظهر وسبسطيه والجزء الجنوب الشرقي من جبع.

- **تربة الكرموسول Grumasole:**

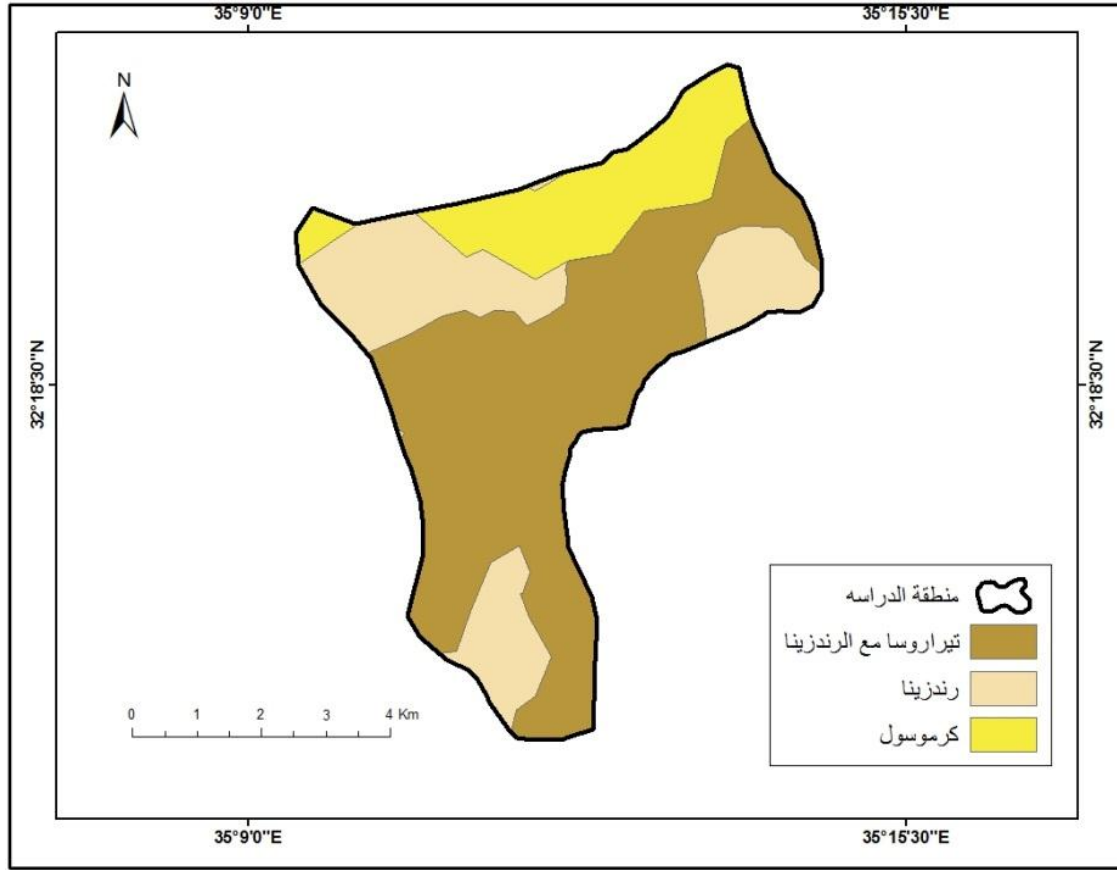
وهي عباره عن تربهغرينيه³. وتتميزبانها تتوزع في ظروف تضاريسيه تكون الارض فيها مستويه أو قليلة الانحدار. وتعتبر هذه التربة لينه في الشتاء وصلبه في الصيف. وتتشكل فيها كتل ترابيه خشنه عند حرائتها في فصل الصيف الجاف⁴. وينتشر هذا النوع من التربة في الاطراف الشماليه من منطقة الدراسة، وتغطي 19% تقريباً من مساحتها.

¹ القدس المفتوحه (1999): جغرافية فلسطين، ص104.

² ابو صفط، محمد (2002)، مرجع سابق، ص134.

³ ابو ذيب، هشام: تقييم الاثر البيئي لصناعة الفحم في منطقة يعبد، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، 2007، ص46.

⁴ زكارنه، ناهد: الزراعة المرويه والبعليه في سهول محافظة جنين (دراسة مقارنة)، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، 2012، ص27.



خريطة (2): أنواع التربة في منطقة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على بيانات جمعية الدراسات العربية.

2.2 المناخ:

يعد المناخ وعناصره من العوامل الطبيعية التي تؤثر في بناء الاشكال الارضية أو هدمها. اذ تعمل عناصر المناخ المتمثلة بالامطار والثلوج ودرجة الحرارة والرياح والتبخر والرطوبة على تطوير الاشكال الارضية وذلك حسب طبيعة الصخور ومدى استجابتها لهذه العوامل.

ومن أهم عناصر المناخ التي تؤثر في الانزلاقات الارضية الامطار والثلوج ودرجة الحرارة، لهذا لا بد من دراستها بشيء من التركيز.

تم الاستناد في هذه الدراسة الى بيانات محطة نابلس التي تبعد عن منطقة الدراسة 5 كم تقريباً، ولكنها متماثلة معها الى درجة كبيرة من حيث الظروف المناخية والطبوغرافية. مع العلم انه يوجد في منطقة الدراسة ثلاثة محطات فرعية لقياس كميات المطر (سيلة الظهر، برقه،

وسبسطيه)، ولكن لم يعتمد عليها لعدم دقة بياناتها بسبب طريقة القياس المتبعه فيها للكميات المطريه وخاصه في ايام العطل التي تتراكم فيها كميات المطر، والتي يصعب مع بياناتها اظهار معاملات التأثير على الانزلاقات الارضيه بشكل دقيق، لذلك تم الاعتماد على محطة قياس رئيسيه بياناتها دقيقه وكامله وموثوقه.

• الامطار:

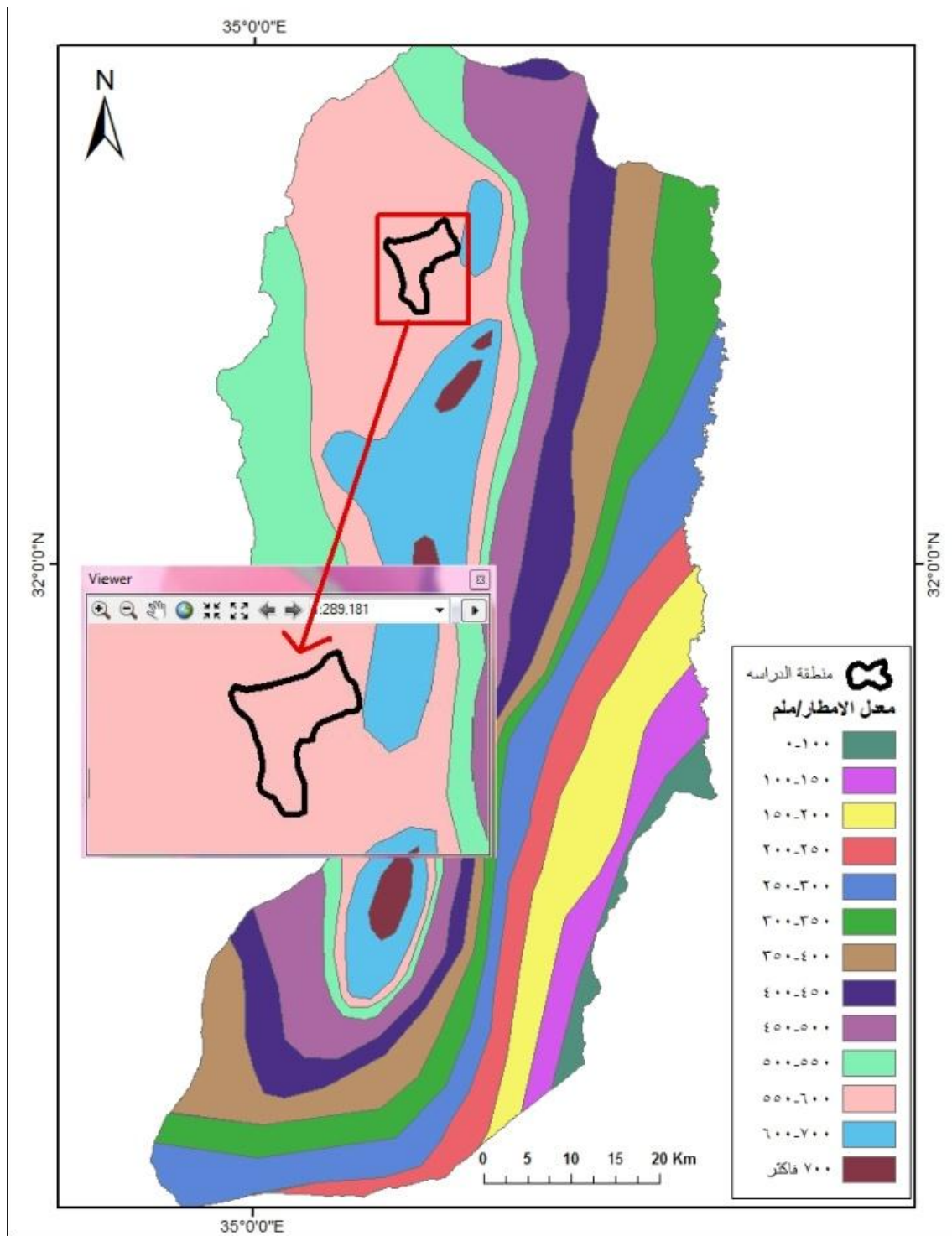
تعتبر الامطار أحد الاسباب الرئيسيه التي تؤدي الى الانزلاقات الارضيه بسبب تسربها على نطاقات الضعف الصخري الى طبقات واسطح صخريه تتحول فيزيائيا الى حاله لا تستطيع معها المنحدرات الحفاظ على استقرارها، مما يؤدي الى حدوث انزلاقات أرضيه فيها. فعندما تنتشعب هذه الصخور بمياه الامطار خلال اشهر الفصل الماطر، وتعجز العيون والينابيع عن تصريف تلك الكميات، فانا للطبقات تحتقن بتلك المياه مما يعمل على اضعاف وتقليل قوى التماسك والشد والاحتكاك بين أسطح التلامس للكتل الصخريه. وتعمل ايضا على غسيل واذابة المواد اللاصقه في الصخور وتكوين ماده غرويه تسهل عملية انزلاق الصخور أو التربه التي تعلوها. كما أنها تشكل حمل وثقل اضافي على الطبقات الصخريه مما يؤدي الى زيادة الوزن وتشقق الصخور نتيجة الثقل الواقع عليها مما يسهل عملية الانزلاق. وتجدر الاشاره الى ان الانزلاقات الارضيه التي حدثت في الموسم الشتوي 1992/91م في منطقة الدراسه، كانت مصاحبه كميات مطر استثنائيه جعلها احد الاسباب الرئيسيه لحدوثها.

يتراوح المعدل العام لكمية هطول المطر في منطقة الدراسه 600 ملم، الا ان كمياتها تتباين من موسم لآخر ومن شهر لآخر؛ فقد تتجاوز المعدل العام كما حدث في المواسم 1992/91، الذي بلغت فيه 230% وموسم 04/2003 الذي بلغت خلاله 157% وموسم 14/2013 الذي بلغت فيه 134%. وقد تنخفض كميتها عن المعدل كما حدث في الموسم المطري 2015/2014 الذي لم تتجاوز خلاله 60% من معدل هطولها السنوي، (جدول 1).

جدول (1): كمية المطر في منطقة الدراسة بـ(مم) من (91/1992 - 2014)

السنة/الشهر	اعلى هطول مطري يومي/مم	كمية المطر/مم
1992/91	86.2	1391
1998	76.2	556.8
2003	...	942.7
2004	...	638.1
2005	...	790.5
2006	...	
2007	43.3	574
2008	76.8	460.2
2009	67.9	576.9
2010	83.4	508.6
2011	46	608.3
2012	74.8	763.5
2013	123	805.9
2014	...	360.8

المصدر: وزارة الارصاد، رام الله.بتصرف الباحث.



خريطة (3): معدل الامطار في الضفة الغربية.

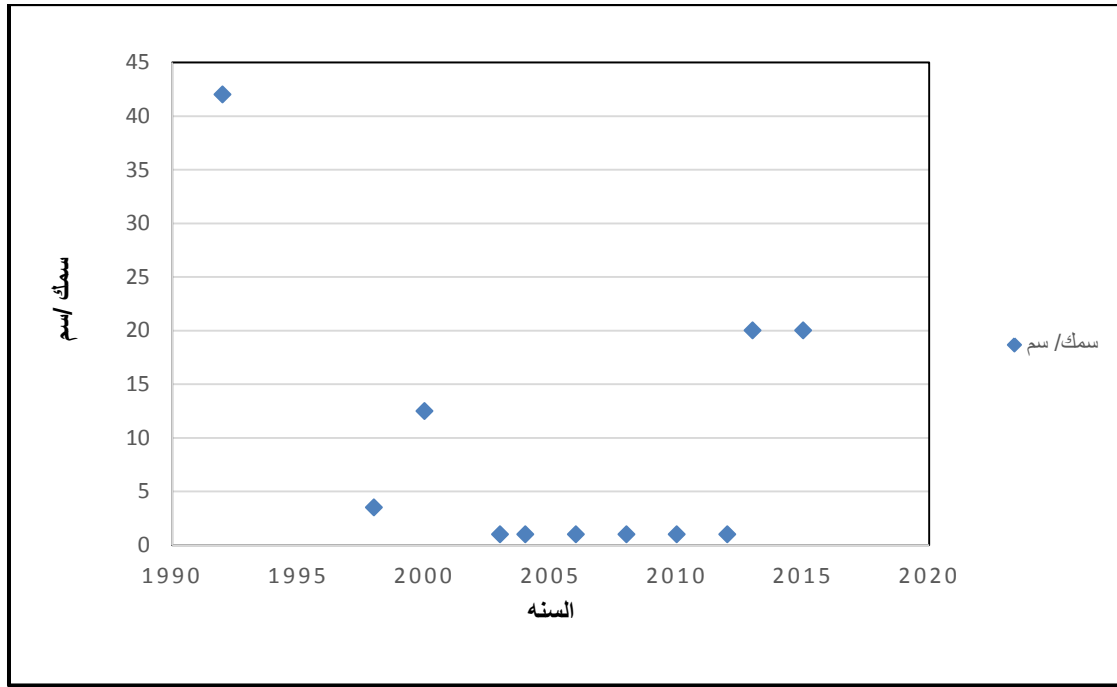
المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله.

• الثلوج:

يلعب الثلج دور فعال في عملية الانزلاقات الارضية في حال توفره. ويمكن ربط دور الثلج بحدوث الانزلاقات من خلال تكرار حوادث الانزلاقات مع هطول الثلوج وتراكمها في المنطقة كما حدث في الموسم الشتوي 91/1992. حيث ان الامطار ليست وحدها المسؤولة عن حدوثها بل كان للثلج دور كبير في ذلك من خلال الضغط الذي نتج عن تراكم الثلج على المنحدرات، وكذلك دوره في تجمد مياه التربة وما يترتب عليه من زياده في الحجم تصل الى 9% في ظل درجة حراره صفر وتحت الظروف الجوية العاديه. ويعمل ذوبان الثلج البطيء على تسرب أكبر قدر من المياه داخل التربه، مما يعمل الى زيادة محتواها المائي ووصول المياه الى اعماق أكبر واحتباسها فيها نتيجة لعجز فتحات الينابيع عن تصريف المياه المتسربه الى هذه الطبقات، مما يساعد على زيادة المحتوى المائي في التربه والذي يؤدي في النهايه الى زعزعة استقرارها وتحرك كتلتها في تلك المواضع¹.

يعتبر هطول الثلوج وتراكمها في المنطقة أمراً مألوفاً في فصل الشتاء؛ وان كان تكراره السنوي غير منتظم، فقد هطل خلال الفتره 1995-2015 عشر مرات، وبسماكات تجاوزت 10سم ثلاث مرات (شكل 1). وهذا يعني ان هناك احتماليه لعواصف ثلجيه تصل خلالها سماكة الثلج الى حد تسريع الانزلاقات على المنحدرات من خلال تحميل المنحدرات اثقالاً تزعزع استقرارها من ناحيه، و ايجاد ظروف للتسرب البطيء ودرجات حراره تساعد على أحداث تغيرات في بنية الصخر تؤدي الى حدوث الانزلاقات من ناحية أخرى.

¹ أبو صفت، محمد (2000)، مرجع سابق، ص18.



شكل (1): سمك الثلج / سم في منطقة نابلس خلال الفترة الممتدة من 1992-2015.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله ويحث ابو صفت.

• درجة الحرارة:

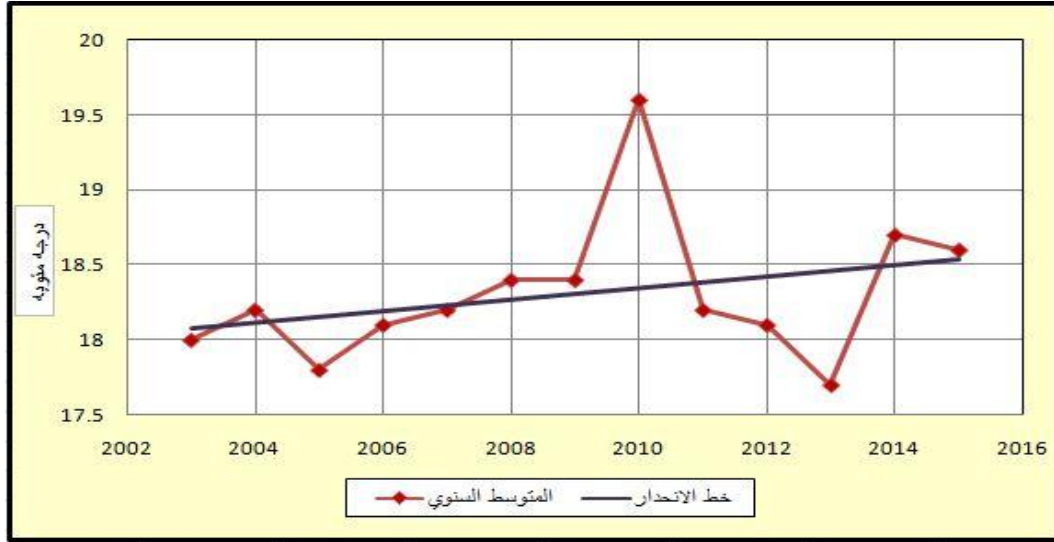
تعد الحرارة من أهم عناصر المناخ لما لها من تأثير مباشر على عناصر المناخ الاخرى، وتتميز منطقة الدراسة بدرجات حراره مرتفعه صيفاً منخفضه شتاءً.

تختلف المتوسطات الشهريه لدرجات الحرارة في منطقة الدراسة من شهر لآخر حتى ضمن الفصل الواحد، ومن أجل تحديد الاتجاه العام لدرجات الحرارة تم استخدام (خط الانحدار) لكل شهر للفترة 2003-2015 (شكل 2).

بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في منطقة الدراسة 18.3°م وذلك للفترة الزمنيه 2003-2015 مع الاتجاه نحو الارتفاع وذلك كما يتضح من خط الانحدار (شكل 3) الذي يتفق مع دراسات اظهرت انحرافا نحو زياده درجات الحرارة في الضفة الغربيه وقطاع غزه خلال الفترة (1996-2009) مع توقع استمرار هذا الارتفاع خلال السنوات القادمه¹.

¹ اللوح، منصور: تقييم الواقع المناخي في الضفة الغربيه وقطاع غزه - فلسطين خلال الفترة 1996-2009، مجلة جامعة الازهر، غزه، سلسلة العلوم الانسانيه، 2011، المجلد 13، العدد 2، ص 329.

لقد بلغت اقل المتوسطات السنويه للحراره في عام 2013 حيث بلغ 17.7م°، وسجل أكثر المتوسطات السنويه عام 2010 حيث بلغ 19.6م° ويليه عام 2014، 2015 حيث بلغ 18.7م°، 18.6م° على التوالي أما بالنسبه لباقي السنوات فقد تراوحت معدلاتها السنويه حول المعدل العام.



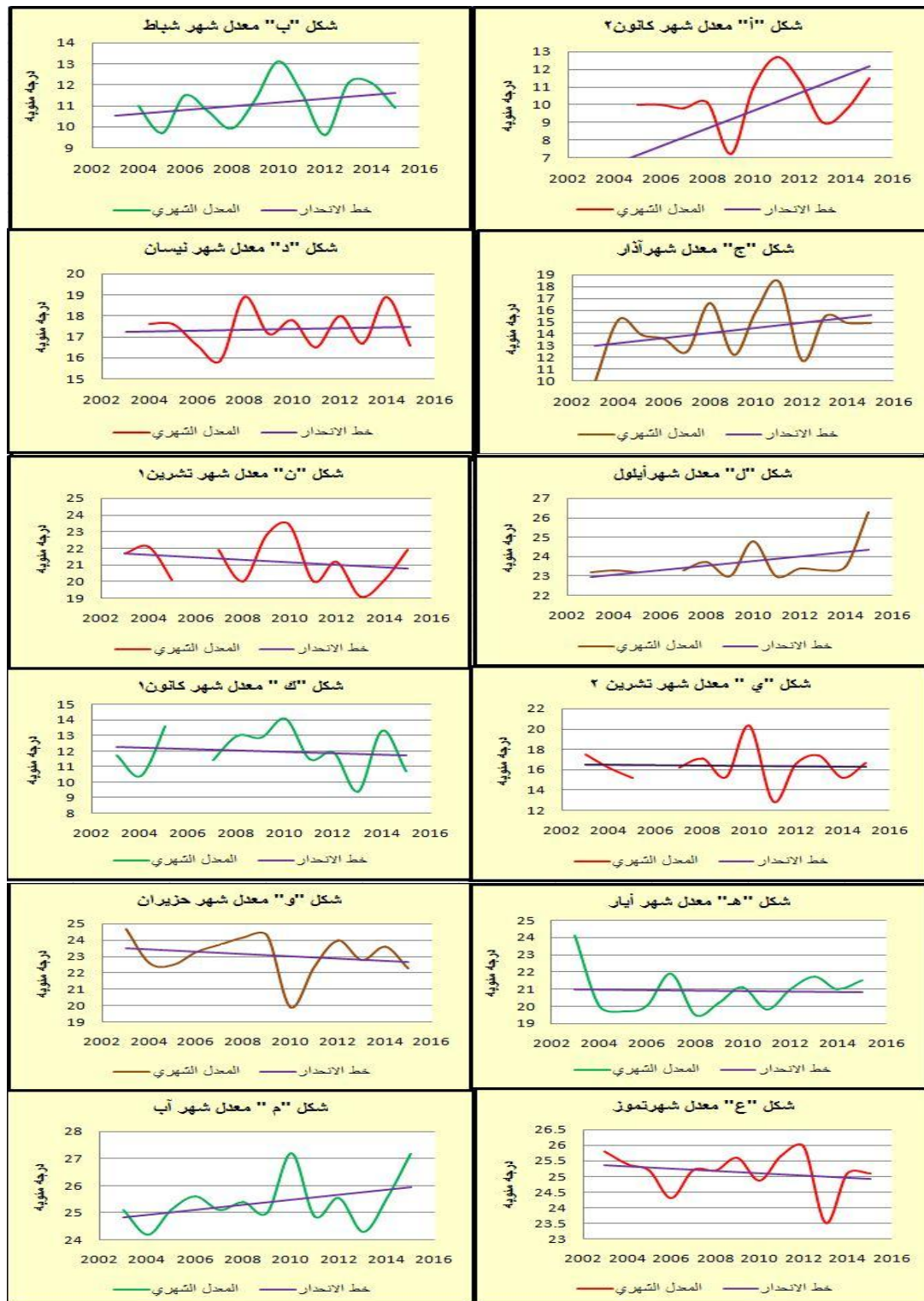
شكل (2): المتوسط السنوي لدرجات الحراره في محطة نابلس للفترة الممتده من (2003-2015).

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجويه، رام الله.

وتبين أن اربعة شهور كان يسير فيها الاتجاه العام لدرجة الحراره نحو الهبوط وهي حزيران، تموز، تشرين اول، كانون اول، وستة شهور يسير فيها الاتجاه العام لدرجة الحراره نحو الارتفاع وهي كانون ثاني، شباط، آذار، نيسان، آب، أيلول، وشهرين كان الاتجاه العام لهما نحو الاعتدال (المعدل العام) وهما تشرين ثاني، وأيار.

واتضح أيضاً أن الفارق في درجات الحراره بين أدنى وأعلى متوسط سنوي لنفس الشهر كان يتراوح بين (2-1.5م°)، عدا أشهر (كانون ثاني، آذار، وتشرين ثاني) حيث وصل الفارق الى (2.8م°، 3.3م°، 2.6م°) على التوالي. وقد سجل شهر تموز أدنى فارق عن المعدل (1.2م°).

ان ارتفاع درجات الحراره فوق معدلاتها الشهريه خلال موسم سقوط المطر في الفترات الزمنيه الفاصله بين المنخفضات واختلاف درجات الحراره اثناء الليل والنهار تؤدي الى استمرار تمدد الصخور وانكماشها وهذا بدوره يؤدي الى خلخلة اجزائها وتفتتها.



شكل (3): المتوسطات الشهرية لكل درجات الحرارة وخط اندحارها لمحطة نابلس خلال الفترة الممتدة (2003-2015)

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله.

تعتبر درجة الحرارة الدنيا المطلقة عامل مساعد بشكل غير مباشر في عملية الانزلاقات وخاصة عند وصولها لدرجة التجمد، وذلك عن طريق تجوية الصقيع والتي تعرف أحياناً باسم التمدد الصقيعي¹، وتحدث مع توالي عمليات التجمد والذوبان، وترجع هذه العملية الى أن المياه السائلة عند تجمدها تتمدد ويزيد حجمها بمقدار 9% تقريباً، فعند تجمد المياه داخل الشقوق تتمدد وتوسع الشقوق ومع توالي دورات التجمد والذوبان يتكسر الصخر الى شظايا غير منتظمة وهذا يزعزع استقرارها ويهيئها للانزلاق. ومن خلال دراسة بيانات درجات الحرارة المطلقة الدنيا لمحطة نابلس لعام 2015 وصلت الى (-2م°) في التاسع من كانون الثاني، وهذه الدرجة حسب بيانات الارصاد انها اقل درجة حراريه دنيا مطلقة سجلت على مستوى اليوم والسنة للفترة (1970-2015)² (شكل:4).

وجدير بالذكر ان التغير في درجة الحرارة يؤدي الى تولد ضغوط وجهود متباينه في الصخر وفي اتجاهات مختلفه يكون نتيجتها على مر الوقت حدوث تشققات، تساعد على تهشم الصخر وتفتته خصوصاً في الطبقات الخارجيه منه ثم يمتد التأثير الى الطبقات التي تليها من الداخل وهكذا.

بسبب طبيعته الفيزيائية للصخور فانها تكون رديئة التوصيل للحرارة حيث يكون انتقال الحرارة من السطح الى الداخل يكون قليلاً، وبالتالي لا تتمدد الاسطح الداخليه بنفس تمدد وتقلص السطوح الخارجيه. وهذا يؤثر على مدى انفرط الصخر وتكسره وتقرشه³ وبالتالي ايجاد ظروف مناسبة لتحرك المواد على المنحدرات.

¹ <http://www.arabgeographers.net/vb/threads/arab11360,4:15AM,2016>.

² بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله، 2016.

³ Adamon P. ViolanteP. (1999). **Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity**, Italy, p232



شكل (4): المدى الحراري ودرجة الحرارة العليا والدنيا المطلقة.

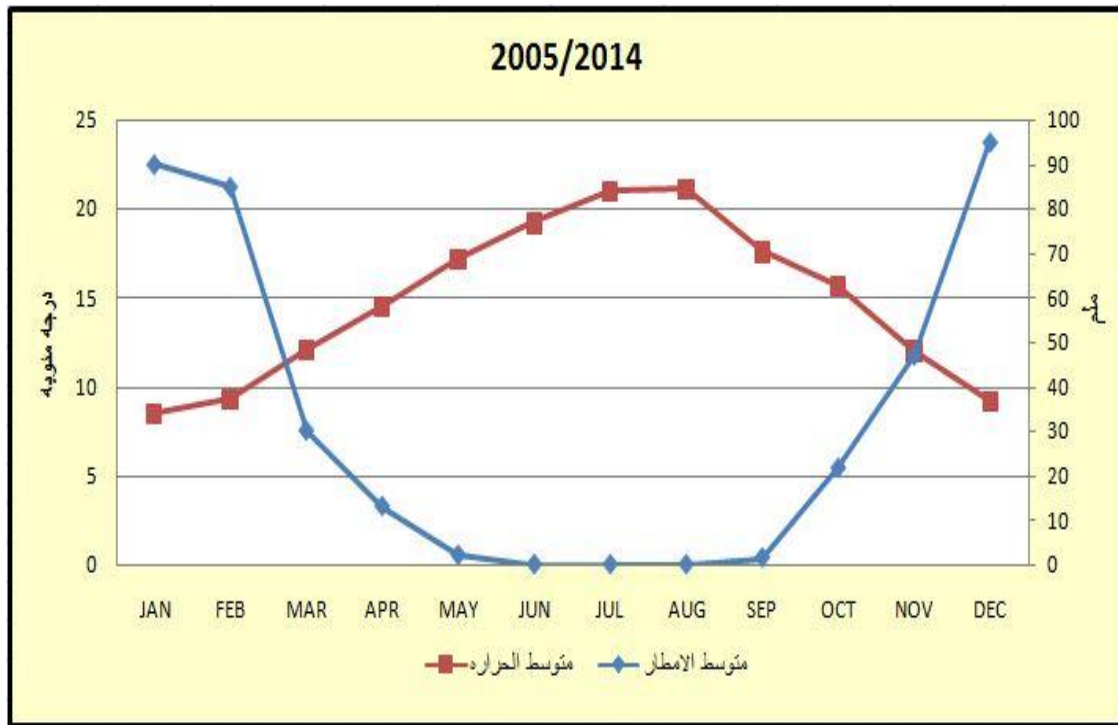
المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطة الارصاد، رام الله.

كشفت مقارنة معدلات الحرارة مع الامطار للفترة 2005-2014 عن وجود علاقه عكسيه بينهما. فقد بلغت قيمة معامل ارتباط بيرسون بين متغيري الحراه والامطار (-0.92)* وهذا يعني انه كلما انخفضت درجة الحرارة زادت كميات المطر، (شكل 5).

وان ارتفاع درجات الحرارة مع انخفاض كميات الامطار يعني جفاف التربه وزيادة الشقوق فيها. وهذا من شأنه ان يسهل من تسرب المياه في فترات المطر داخلها وبالتالي المساعدة في عملية التجويه الميكانيكيه ومن ثم زعره استقرار الصخور الهشه.

لذلك يتضح الدور الكبير الذي تحدثه خصائص المطر من غزاره وتكرار واستمراره اضافته الى عنصر الحرارة في تفعيل عملية الانزلاقات خلال فصل الشتاء.

* بالاعتماد على برنامج SPSS.



شكل (5): العلاقة بين المتوسط الشهري للأمطار ودرجة الحرارة (2014-2005).

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله.

3.2 البنية الجيولوجية:

تضم البنية الجيولوجية كلا من التكوينات والتراكيب الجيولوجية. وكلاهما ذات أهمية كبيرة من خلال دورهما كعوامل مساعده في حدوث الانزلاقات الارضية، وسيتم تناولها في منطقة البحث وذلك على النحو التالي:

1. التكوينات الجيولوجية:

تتكشف في منطقة الدراسة العديد من التكوينات الجيولوجية نتيجة تضافر مجموعه من العوامل البنائية من جهة وظروف الترسيب من جهة ثانية، وعوامل التجوية بكافة أشكالها من جهة ثالثة¹. وسيتم استعراضها حسب اعمارها وذلك من الاقدم نحو الاحداث (خريطه 3).

¹ خضر، ناجح فرحان: انجراف التربه في حوض التصريف النهري الأعلى لوادي الزومر، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، 2011، ص28.

- **تكوينات الكريتاسي الاعلى Upper Cretaceous**

- **صخور زمن السينونيان Senonian:**

تنتشر صخور هذه الفترة في المنطقة الواقعة غرب وشمال غرب نابلس. وتقابل مجموعة جرزيمن من التكوينات المحلية¹. وتتكون بشكل رئيسي من مارل وطباشير طباقية بسماكات تصل الى 120م، يحتوي على بعض الطبقات والعدسات الصوانية. وتتميز هذه التكوينات بتفكك اجزائها الخارجيه وتشكيل طبقة سميكة من التربة²، وتغطي مكاشف هذا التكوين ما يقارب 54% من مساحة منطقة الدراسة. وتعتبر صخور هذه الفترة هي الاخرى عرضه للانزلاقات بسبب موائمة الظروف الارضية والجوية لحدوثها.

- **تكوينات العصر الثلاثي Tertiary**

- **صخور زمن الايوسين Eocene:**

يغطي صخور هذه الفترة ما يقارب 43% من مساحة منطقة الدراسة. وتظهر مكاشفه في جبع والمنطقة الشماليه من الناقوره وسيلة الظهر، وتقابل صخور هذه الفترة مجموعة جنين من التكوينات المحلية³. ويتمثل بتعاقب من الطباشير والصخور المارليه السميكة مع وجود عدسات وطبقات من الصوان. وتغطي صخور هذا التكوين بتربة سميكة في المناطق المنبسطة. ونظرا لخصائص هذه الصخور من الناحية الاستراتيغرافية والمعدنية فانها الاكثر عرضه للانزلاقات الارضية حيثما تضافرت ظروف حدوثها.

- **تكوينات الزمن الرابع Quaternary:**

تنتشر في الاطراف الشماليه من منطقة الدراسة. وتغطي ما يقارب 3% من مساحتها. وتتكون هذه التكوينات من اللحيات النهريه والارسابات الفيضيه والمواد التي انتقلت بفعل

¹ عابد، عبد القادر. الوشاحي، صايل (1999): جيولوجية فلسطين والضفة الغربية وقطاع غزة، مجموعة الهيدولوجين الفلسطينيين، الطبعة الاولى، القدس، ص145.

² أبو صفط، محمد (2003)، مرجع سابق، ص131.

³ Rofe and Raffety (1965). Nablus District Water Resources Survey. Geological and Hydrological Report, London, P34.

عوامل التعرية من مكان تشكلها على المنحدرات بحيث ترسبت في المناطق المنخفضة على شكل لحقيات نهريه أو سهول فيضيه. وتمتاز تكوينات هذه الحقبه بتباين مكوناتها وذلك حسب خصائص مكاشف التكوينات الصخريه التي اشتقت منها في حوض التصريف¹.

وعلى الرغم من كونها تكوينات مفككه الا ان موضع ترسبها في المناطق المنبسطة وقيعان الاودية ليس له قيمه في حدوث الانزلاقات الارضيه.

2. التراكيب الجيولوجيه:

على الرغم من بساطة التركيب الجيولوجي لمنطقة البحث الا انها تأثرت بالتراكيب التي حدثت من الشرق والغرب من ناحيه، كما تركت الحركات البنائيه للجبال في فلسطين اثرها في الخصائص البنيويه للمنطقه من ناحيه ثانيه. وتمثلت تلك التراكيب بما يلي:

• الطيات Folds:

منطقه الدراسه هي منطقه انتقاليه مابين مقعر نابلس - بيت قاد في الشرق Nablus-Beit (Qad Syncline) ومحدب عنبتا في الغرب (Anabta Anticline)(خارطه4).يمتد مقعر نابلس - بيت قاد باتجاه شمال الشمال الشرقي - جنوب الجنوب الغربي (NNE-SSW). ويمثل الجناح الغربي من هذا المقعر طيات ثانويه. وقد مليء هذا المقعر برواسب الايوسين الطباشيري والجبريه السميكه². في حين يتخذ محدب عنبتا اتجاه شمال الشمال الغربي - جنوب الجنوب الشرقي (NNW-SSE)، والمقعر الفرعي من محدب عنبتا ذو امتداد شرقي غربي، وينطبق على وادي مصين الاعلى. اي أن ميول الطبقات تسير باتجاه الوادي وهذا يتفق مع اتجاه حركة مواد انزلاقات سيالة الظهر والفندقوميه خلال الموسم الشتوي 1992/91.

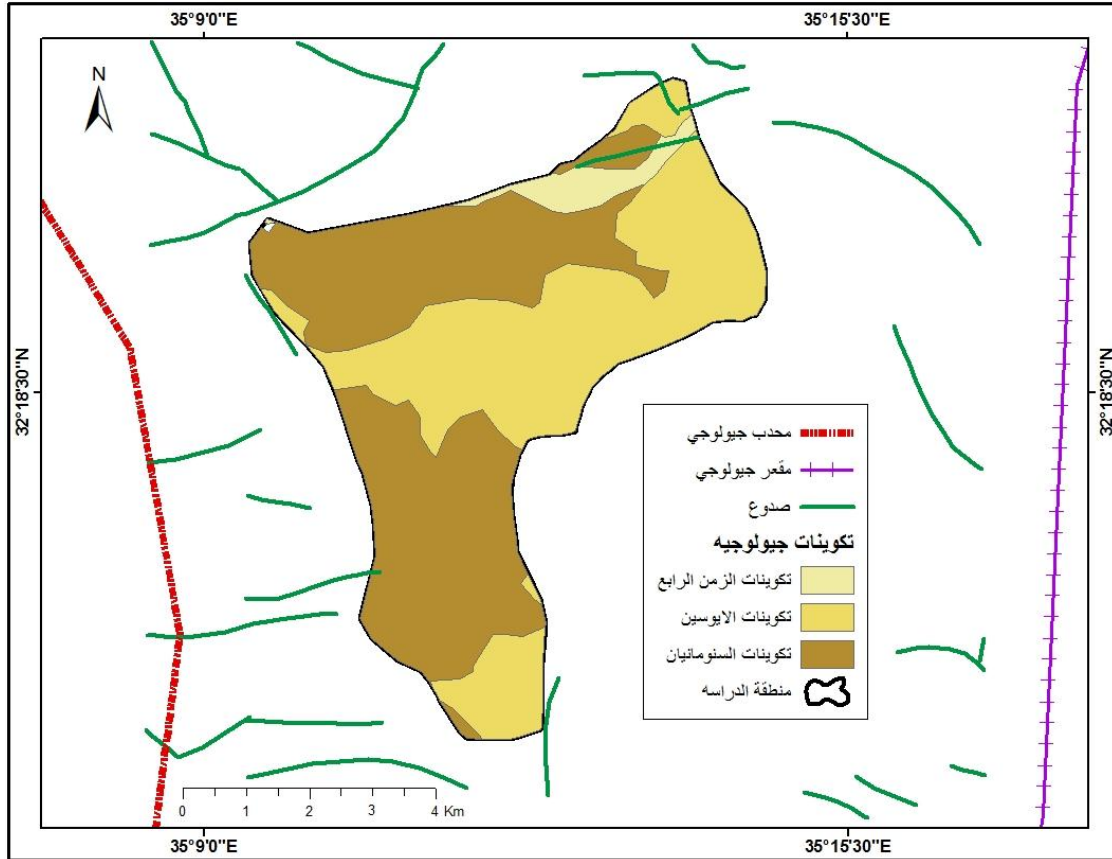
¹ خضر، ناجح فرحان، مرجع سابق، ص34.

² Rofe and Raffety (1965). Op Cit, P51.

• الصدوع Faults:

تعمل الصدوع والشقوق التكتونية الناتجة عن الحركات الصدعية على زيادة انتشار مناطق الضعف البنيوي في الصخور من ناحيه، كما انها تسهم في عملية تسريب المياه الى الطبقات الصخرية من ناحيه اخرى، الامر الذي يساعد على تشبع الطبقات السفليه بالمياه. ويؤدي الى عدم استقرار السفوح من خلال تحرك المواد والتساقط الصخري¹.

تعتبر منطقة الدراسة قليلة التصدع مقارنة مع شمال الضفة وشرقها، وغالباً ما تمتد هذه الصدوع باتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي (NW-SE). كما تتميز بقصرها اذا لا يزيد طول معظمها عن 4 كم.



خريطة (4): جيولوجية منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث، بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي.

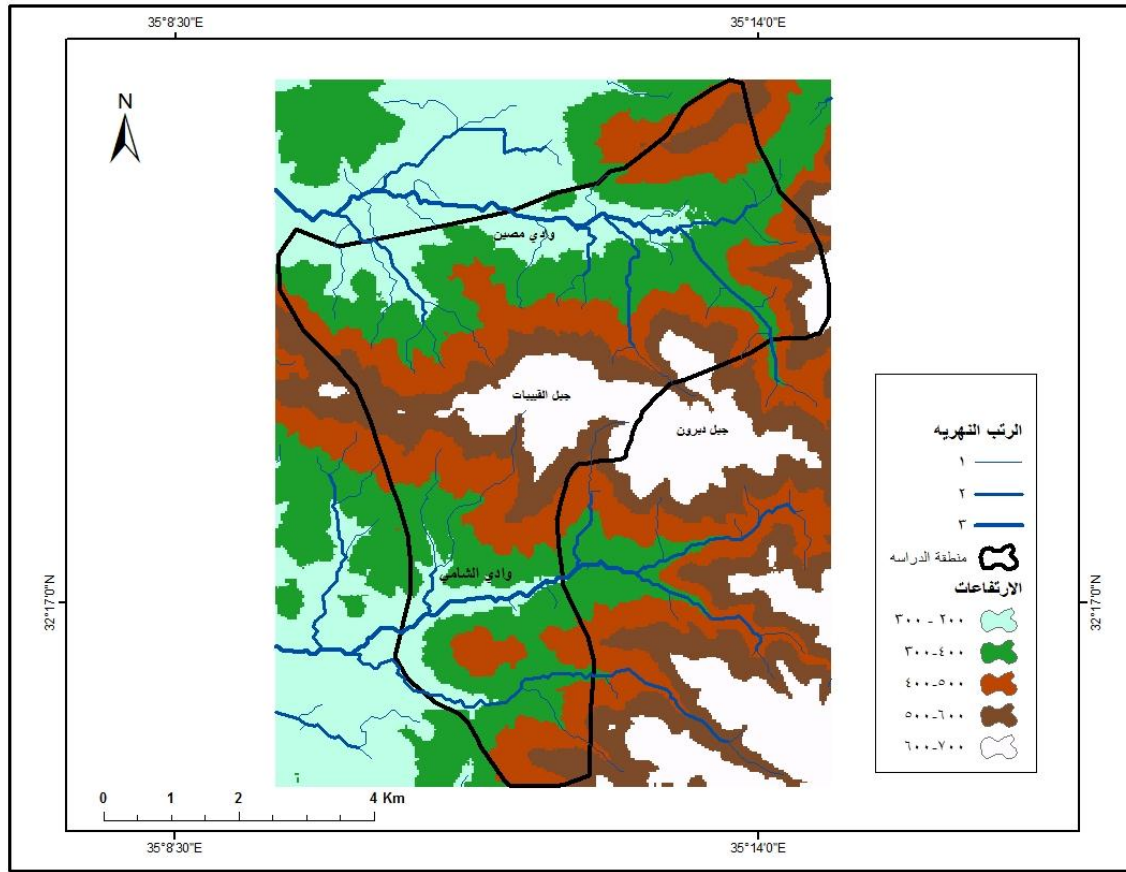
¹ العدره، نزيه: جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنية، 2007، ص79.

4.2 طبوغرافية وشبكة التصريف النهري:

تتبع منطقة الدراسة لاقليم المرتفعات الوسطى في فلسطين، المتباين في مظاهره التضاريسية. فمنطقة الدراسة يتراوح ارتفاعها ما بين 242-686م فوق سطح البحر. تحتل قمة جبل دبرون والقيبيبات أعلى ارتفاع في سط منطقة الدراسة وبعد ذلك تأخذ المنطقة بالانخفاض التدريجي باتجاه الشمال حتى مجرى وادي مصين (سهل سيلة الظهر) وباتجاه الجنوب حتى مجرى وادي الشامي (خريطه 5).

يعتبر العامل الطبوغرافي احد العوامل المؤثرة بشكل متباين في حدوث الانزلاقات الارضية؛ حيث ان زيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر تزيد من كمية الامطار التي تتلقاها السفوح. بالاضافه الى أن زيادة الارتفاع عن مستوى سطح البحر من شأنه ان يزيد درجة الانحدار للسفوح المختلفة مما يقلل من تشبع التكوينات بالرطوبة في أعقاب العواصف المطرية على حساب زيادة الجريان السطحي ويقلل من فرص زيادة الاجهاد على السفوح، وبالتالي تقليل فرصة حدوث الانزلاقات الارضية¹.

¹النوايسه، سامر، تقييم القابليه للانزلاقات الارضية باستخدام المعلومات الجيومورفولوجيه وانظمة المعلومات الجغرافيه في حوض وادي عسال جنوبي الاردن، جامعة اليرموك، اريد، الاردن، 2010، ص959.



خريطة (5): طبوغرافية وشبكة التصريف النهري لمنطقة الدراسة*.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي 30*30 ASTER م.

5.2 درجات الانحدار:

تعتبر المنحدرات نتاجاً طبيعياً لتفاعل مجموعه من العناصر البيئية المختلفه¹. ويعتبر الانحدار من أهم العوامل المؤثرة في حركة المواد على السفوح؛ مما يسهل اقتلاع المواد الصخرية وزيادة سرعة حركتها على المنحدرات مما يؤدي الى زيادة قوة التصادم بين الكتل والمواد المتحركة من اعلى المنحدر مع المواد التي تعترضها في الاجزاء الوسطى والتي يترتب عليها انتزاعها من موضعها وتحركها. وجدير بالذكر ان شكل المنحدرات يعود الى مجموعه من العوامل الاساسيه

* تم استخراج شبكة المجاري المائية بالاعتماد على اداة التحليل Arc hydro 1.0

¹ Schumm, S.A.(1966).The development and evolution of hillslopes, J. Geol. Education, 14(3), P98-109.

التي تتحكم فيها ممثله بالتضاريس، والمناخ، والوضع الجيولوجي، والتربة، والغطاء النباتي¹.
وتتمثل هذه العوامل بالاضافه الى درجة الانحدار نفس عوامل حدوث الانزلاقات الارضيه.

ولمعرفة درجات الانحدار في منطقة الدراسة تم استخدام نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) حيث تم تقسيم المنطقه الى 6 فئات انحداريه (خريطه 6) و(جدول 2)، وهي:

الفئه الاولى: وهي التي يتراوح انحدارها ما بين ($0-5^{\circ}$) وتمثل 18.9% من منطقة الدراسة. وتنتشر في المناطق السهليه والتي تمثل مجرى وادي مصين والشامي وقمم جبال قبيبات ودبرون. وتمتاز بخلوها النسبي من حركة مواد السطح.

الفئه الثانيه: وهي التي يتراوح درجة انحدارها ما بين ($5-10^{\circ}$) وتمثل 24.6% من منطقة الدراسة.

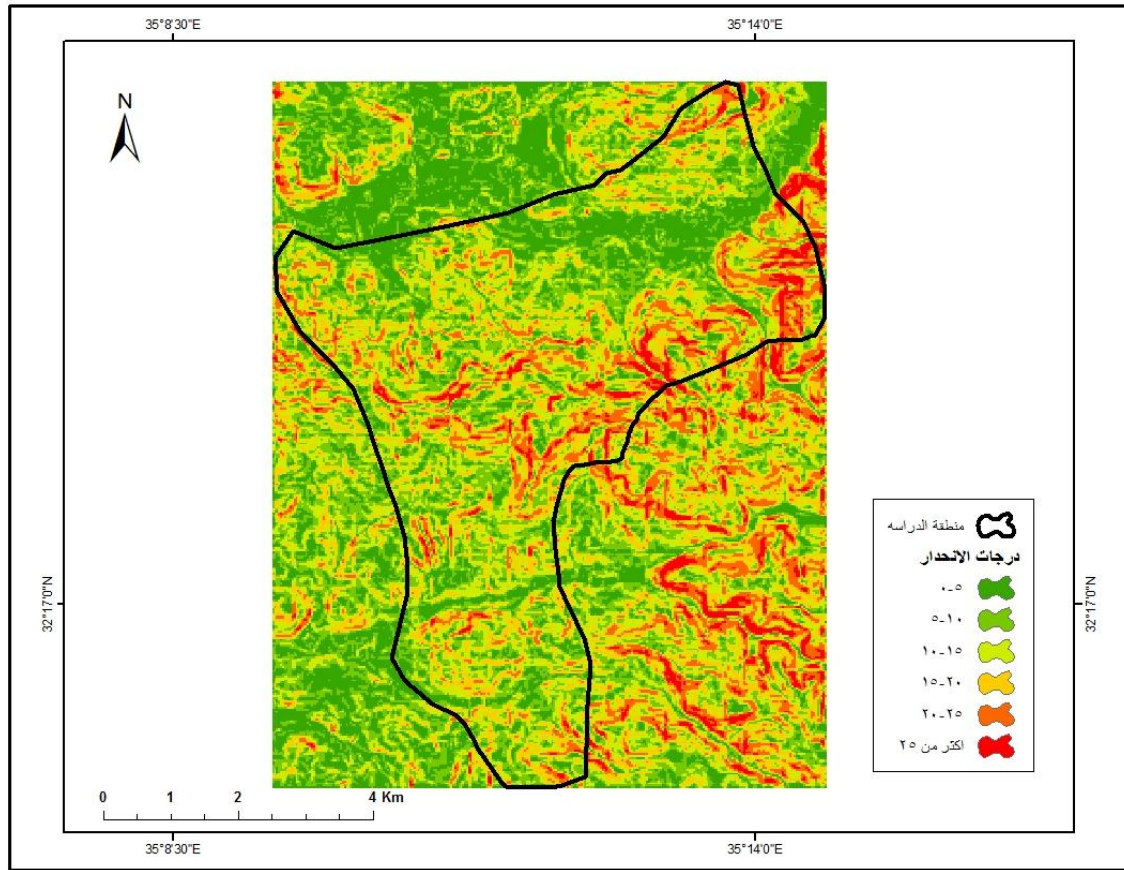
الفئه الثالثه: وهي المنحدرات التي تراوح انحدارها ما بين ($10-15^{\circ}$) وتمثل 24.3% من منطقة الدراسة، وتعتبر هذه الفئه والفئه الثانيه من أكثر الفئات الانحداريه انتشارا في المنطقه وتنشط فيها عمليات التجويه والتعريه.

الفئه الرابعه: المناطق التي تتراوح درجة انحدارها ما بين ($15-20^{\circ}$) وتمثل نسبة 17.7% من منطقة الدراسة.

الفئه الخامسه: وتتراوح درجة انحدارها ما بين ($20-25^{\circ}$) وتمثل 10.8% من منطقة الدراسة.

الفئه السادسه: وهي المناطق التي يزيد انحدارها عن (25°) وهي أقل الفئات الانحداريه انتشارا في المنطقه بحيث تمثل 3.7% تقريباً من منطقة الدراسة، وتنتشر على جوانب المناطق الجبلية وهي الاكثر عرضه لاحتمالية حدوث الانزلاقات الارضيه فيها.

¹ التوم، صبري: مورفولوجية المنحدرات في الجزء الاعلى من حوض الرميمين وحوض تكالا، دراسته في الجيومورفولوجيه المناخيه، مجلة الجامعه الإسلامية (سلسلة الدراسات الانسانيه)، غزه، المجلد الثاني عشر، العدد الثاني، 2004، ص60.



خريطة (6): خارطة الانحدارات في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على DEM.

جدول (2): المساحه ونسبتها حسب فئات الانحدار في منطقة الدراسة

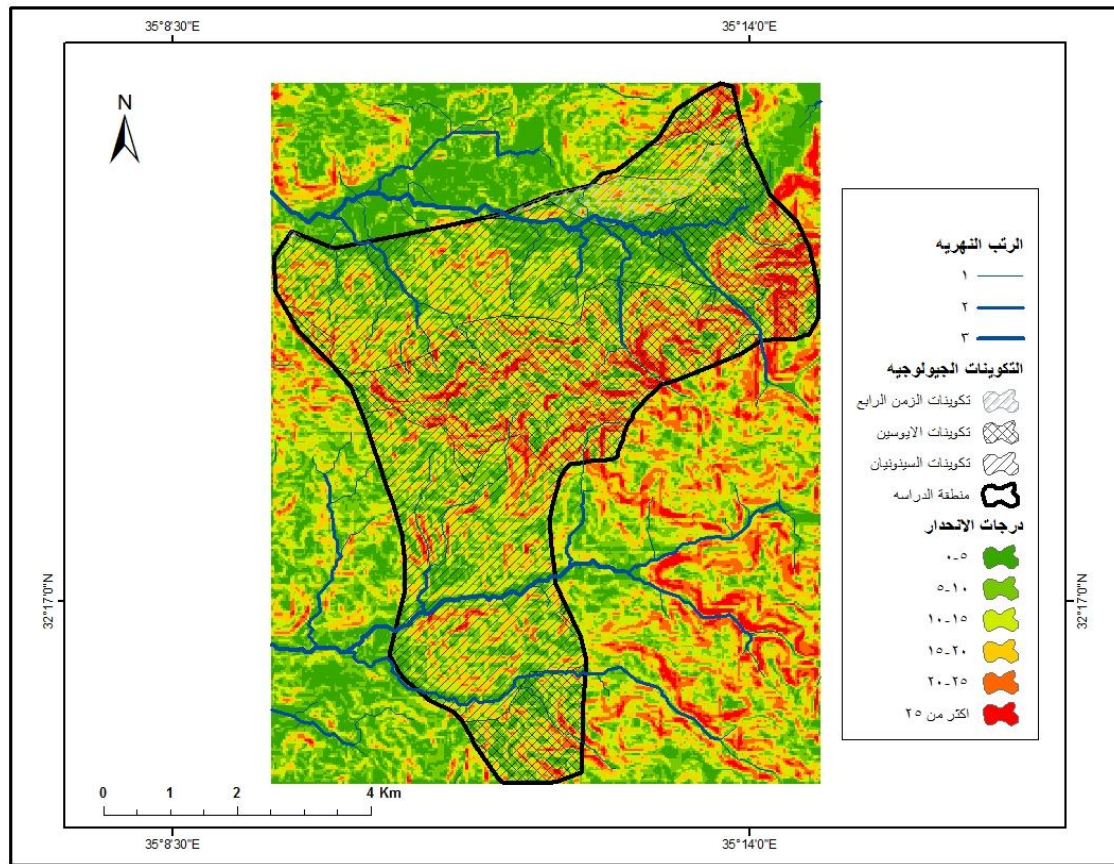
النسبة %	المساحه (كم ²)	الفئات الانحداريه (°)
18.90	6.97	0-5°
24.59	9.05	5-10°
24.29	8.94	10-15°
17.69	6.51	15-20°
10.87	4	20-25°
3.70	1.36	25-90°

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.*

* تم استخراج المساحات من Arc Tools Boxes، ثم عمل اعادة تصنيف (Reclassify) من Spatial Analyst Tools ليتم تحويلها الى victor من Conversion Tools وبعد ذلك يتم جمع الفئات من خلال Merge من Editor بعد تحديد الفئات من Select By Attributes.

تمت مطابقة خريطة الانحدار مع كل من شبكة المجاري المائية و التكوينات الجيولوجية، وذلك لمعرفة العلاقات المتبادله بينها، ومدى مساهمتها في عملية الانزلاقات الارضيه (خريطه 7).

تبين أن أكبر المجاري المائية طولا توجد في المناطق السهليه والمتموجه التي تتراوح انحداراتها بين (0-5°) و (5-10°)، اذ نلاحظ تركيز المرتبه النهريه الثالثه فيها. اما الفئه الانحداريه (10-15°) و (15-20°) تتركز فيها مجاري الرتبه الثانيه والاولى. وتنتشر على الدرجات الانحداريه التي يزيد انحدارها عن 20° مسيلات مائيه اخدوديه بالرغم من صغرها، الا انه يكون لها اثر على عملية التجويه خاصه الكيمياءيه من خلال تغلغل المياه داخل فواصل وشقوق الصخور الجبريه فتذيبها، وهذا من شأنه ان يزعزع استقرار المنحدرات وبالتالي يزيد من امكانيه حدوث الانزلاقات فيها.



خريطة (7): العلاقة بين درجات الانحدار والتكوينات الجيولوجيه وشبكة المجاري المائية.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي، ونموذج الارتفاع الرقمي.

كما أنه لدرجة الانحدار علاقه وثيقه بالتكوينات الجيولوجيه؛ اذ تزداد درجة الانحدار في التكوينات ذات الصخور المارليه غير المتماسكه. فقد تبين ان فئات الانحدار التي تزيد عن 20° تسود في تكوينات الايوسين، وهي التكوينات الاكثر عرضه للانزلاقات وسبق انه كان انزلاق 91/1992 لنفس المنطقه في مناطق تكشف صخور الايوسين، التي يتكون جزءها الاسفل من تناوبات من الطبقات الطينيه والحجر الجيري الدولوميتي¹.

6.2 اتجاه المنحدرات:

يقصد باتجاه الانحدار الجبهه التي ينحدر باتجاهها المنحدر وفق الاتجاه السائد². ونظراً لاهمية اتجاه السفوح والتي تسهم بشكل غير مباشر في عملية الانزلاقات الارضيه فقد تم تمييز ثمانية اتجاهات للسفوح مضافاً اليها المناطق المستويه، (جدول 3) (خريطه 8).

جدول (3): اتجاهات المنحدرات ومساحتها من منطقة الدراسه

الاتجاه	درجة الانحدار (°)	المساحه (كم ²)	النسبه %
مستوي	0	4.5	12.2
شمال	22.5-337.5	8.7	23.6
شمال شرق	67.5-22.5	2.2	7
شرق	112.5-67.5	2.3	6.2
جنوب شرق	157.5-112.5	3.4	9.2
جنوب	202.5-157.5	4	10.8
جنوب غرب	247.5-202.5	3.8	9.2
غرب	292.5-247.5	3.9	10.6
شمال غرب	337.5-292.5	4.1	11.1

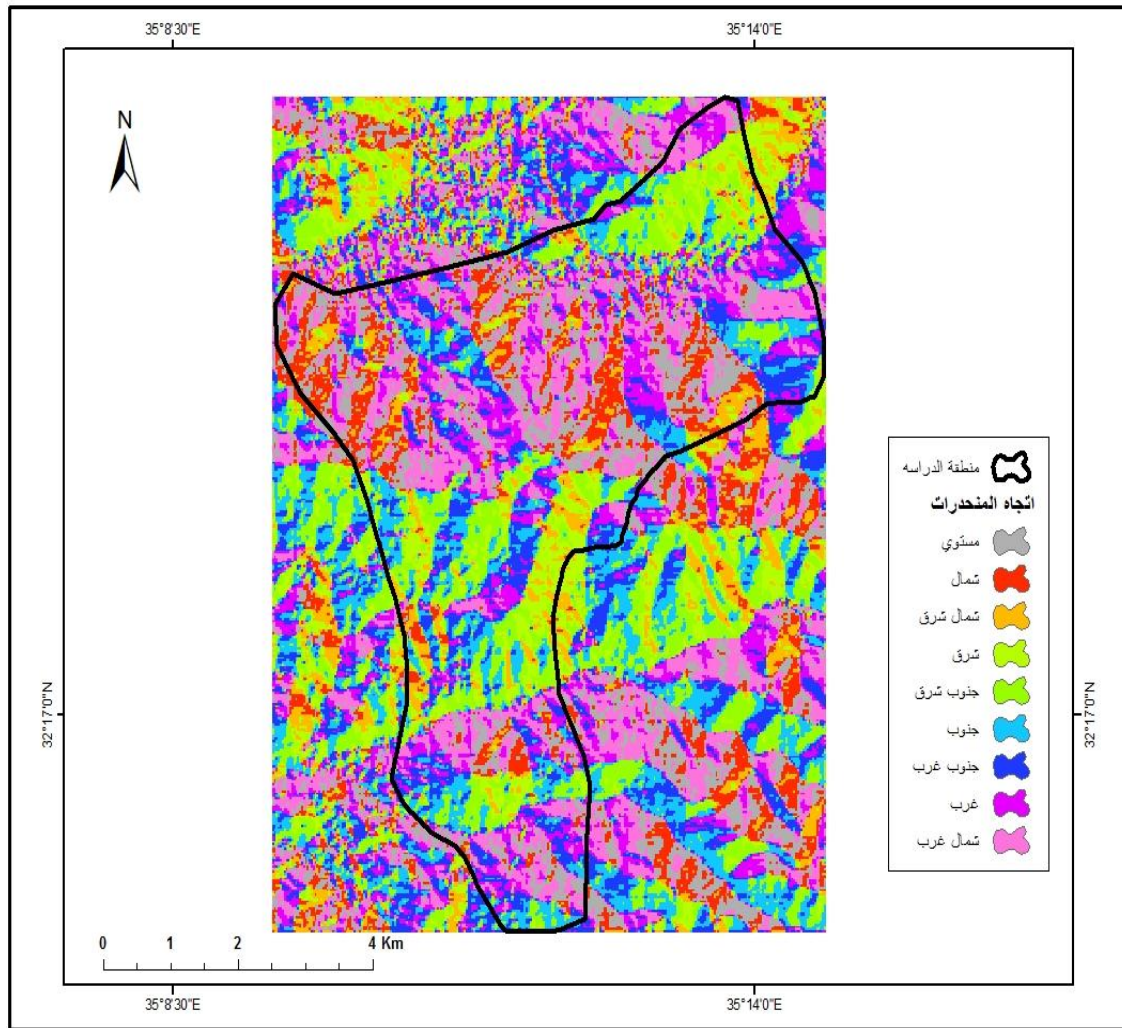
المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.

¹ أبو صفط، محمد (2002)، مرجع سابق، ص14.

² العاني، رقيه أحمد، مرجع سابق، ص10.

يتبين من الجدول أن المنحدرات المتجه الى الشمال بتقعراته تشكل 30.6%. في حين تشكل المنحدرات المواجه للجنوب 20%. اما المنحدرات المواجه للشرق فتبلغ 12.2%، بينما شكلت المنحدرات المواجه للغرب 21.7%. ويلاحظ ان المنحدرات الشماليه والشماليه الغربيه والجنوبيه حظيت بأكبر نسبة اتجاه من مجموع الاتجاهات الأخرى، ويعود ذلك الى العمليات التكتونيه وتعمق الاوديه باتجاه مستوى الاساس المتمثل بالبحر المتوسط. وهذا يتناسب مع خط تقسيم المياه للسلسله الجبلية الوسطى ذو الامتداد الشمالي الجنوبي ومع عمق مجاري اودية مصين والشامي في تلك المنطقه. اما المنحدرات الشرقيه فكانت نسبتها اقل مقارنة بالمنحدرات الغربيه وذلك لوقوعها في ظل المطر بحيث تقل عمليات التعريه والتجويه عليها، وبسبب الميل الطبوغرافي العام باتجاه الغرب.

أما عن أهمية التعرف على اتجاه المنحدرات في دراسة الانزلاقات الارضيه فان الاتجاه المواجه للجنوب لايتراكم عليه الثلج مقارنة بالشمال.فضلاً على أنها تمكنا من التنبأ باتجاه حركة مواد سطح الارض سواء بطريقه مباشره او غير مباشره. فمثلا المنحدرات التي تتلقى كميات كبيره من الاشعاع الشمسي سوف تتعرض الى الجفاف والترطيب المفاجيء في اعقاب العواصف المطريه وهذا يعني تغير في خواص صخور المنحدرات كما ذكر سابقا. وبالتالي حدوث تشققات في الصخورفي جميع الاتجاهات وهذا من شأنه ان يساعد في تهشم وتفتت الصخور وبالتالي زعزعة استقرار المنحدرات والتسريع في حدوث الانزلاقات الارضيه.



خريطة (8): اتجاهات المنحدرات في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على DEM.

الفصل الثالث

خصائص وأسباب الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة

1.3 الخصائص العامة للانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة

2.3 أسباب الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة

1.2.3 التربة

2.2.3 المياه

3.2.3 الانحدار

4.2.3 التركيب الجيولوجي

5.2.3 استعمالات الأرض

6.2.3 الزلازل

الفصل الثالث

أسباب الانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة

1.3 الخصائص العامة للانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة:

يعرف الانزلاق الأرضي بأنه تحرك لكتل من المواد الأرضية من أماكن مرتفعة إلى أماكن أكثر انخفاضاً بفعل الجاذبية الأرضية، عندما تتوفر لها محفزات طبيعية، أو بشرية، أو كليهما. وتتفاوت حركتها بين بطيء أو سريع تدمر كل ما يعترض طريقها¹. مما يسبب زياده سريعه في الاجهاد الذي تتحمله مواد المنحدرات ونقص في قوى القص المثبتة لها (Shear strength) متعدياً بذلك ما يطلق عليه عتبة التحفيز (Triggering threshold) كمؤشر لبداية زعزعة استقرارية المنحدرات و حدوث الانزلاقات الأرضية².

واستناداً إلى نتائج تحليل وتفسير الخرائط الطبوغرافية والصور الجوية والدراسة الميدانية، فقد تم تحديد 16 انزلاق أرضي، تتباين في مساحاتها وارتفاعها عن سطح البحر، وقد بلغت مساحة الانزلاقات 81056 م² ضمن منطقة الدراسة، (الجدول 4).

جدول (4): الخصائص العامة للانزلاقات الأرضية في منطقة الدراسة

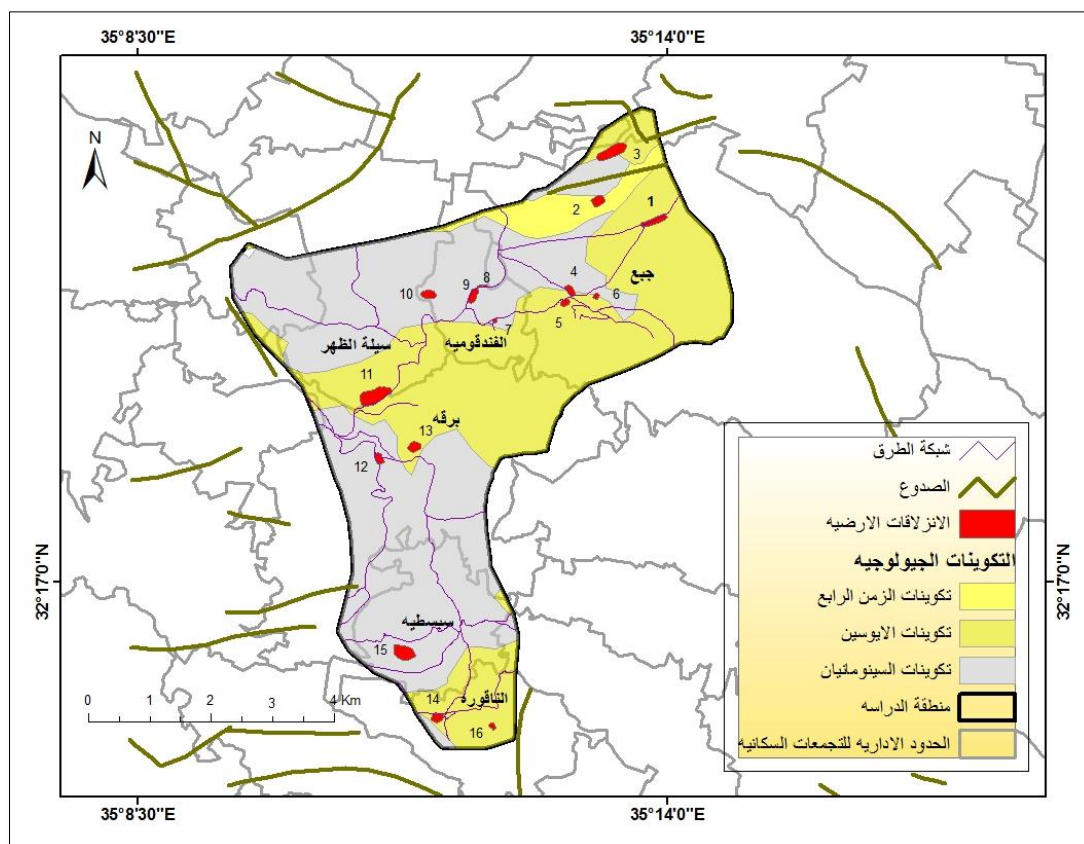
رقم الانزلاق	المساحة/م ²	الارتفاع عن سطح البحر/م	درجة الانحدار (°)	البعد عن أقرب صدع "م"
1	4000	334	5 - 0	776
2	9000	377	20 - 15	240
3	11500	467	25 - 20	292
4	12000	370	20 - 15	1532
5	2000	385	10 - 5	1751
6	1500	393	20 - 15	1786

¹ Huabin. W. & Others. **Gis-based Landslide hazard assessment: an overview**, Progress in Physical Geography, 2005, p548-567.

² Cardinali. M. & Others. **Ageomorphological Approach to the Estimation of Landslide Hazards and Risks in Umbria, Central Italy**. Natural Hazard and Earth System Sciences, (2002), 2, 57-72.

رقم الانزلاق	المساحة/م ²	الارتفاع عن سطح البحر/م	درجة الانحدار (°)	البعد عن أقرب صدع "م"
7	1015	433	15 – 10	2212
8	445	360	15 – 10	1799
9	1146	375	15 – 10	1937
10	7335	389	15 – 10	2173
11	15000	494	25 <	1416
12	1164	417	25 – 20	1759
13	2058	488	15 – 10	2293
14	3800	410	10 – 5	1045
15	8149	363	5– 0	1134
16	944	520	20 –15	385

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج التحليل والدراسة الميدانية.



خريطة (9): مواقع الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة. اعداد الباحث.

المصدر: بالاعتماد على الصور الجوية والدراسة الميدانية.



صورة (1): انزلاق الفندقومية، 1992.



صورة (2): انزلاق سيلة الظهر، 1992.



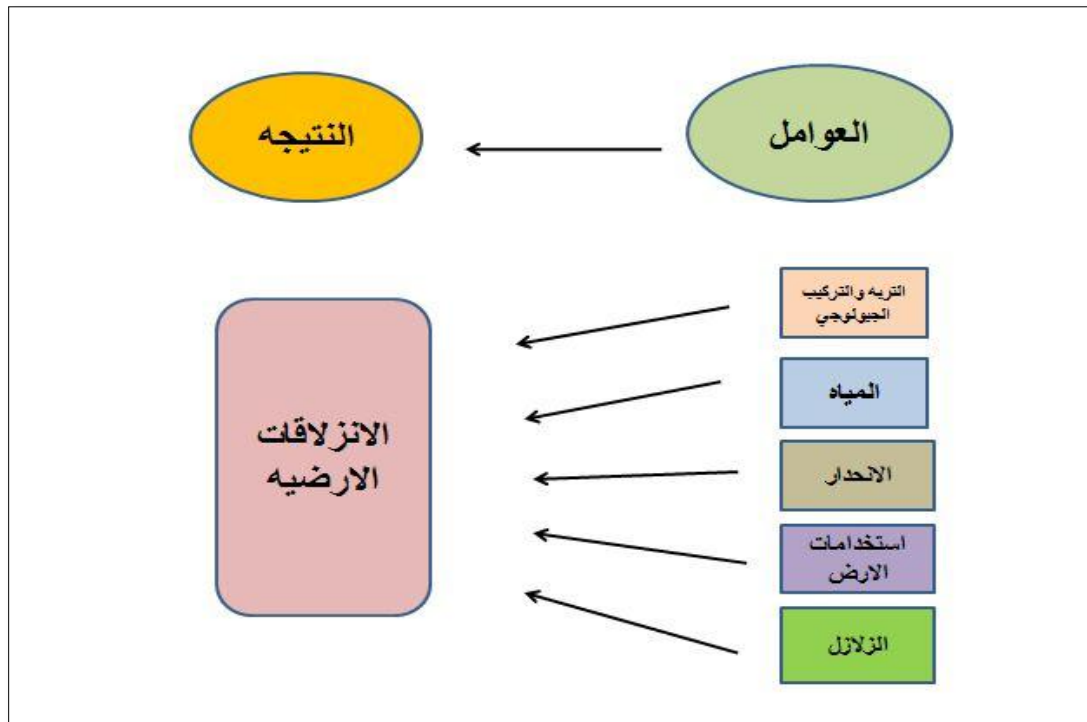
صورة (3): انزلاق النافورة، 1992.

2.3 أسباب حدوث الانزلاقات الارضية:

تعتبر طبيعة التربة ونوعيتها والتركيب الجيولوجي أهم العوامل التي قد تؤدي لحدوث انزلاقات ارضيه في المناطق المنحدرة او شديده الانحدار. ان القرينه الاوليه لحدوث الانزلاقات الارضيه هي الشقوق السطحيه في القسم العلوي للمناطق المنحدرة. وعادة ما تكون هذه الشقوق عموديه على اتجاه الحركه¹، وغالبا ما تمتلىء هذه الشقوق تدريجيا بالمياه حتى تضعف التربة وتزيد القوه الافقيه التي تحدث الانزلاقات.

وفي ما يلي عرض لاهم العوامل الرئيسيه والثانويه التي ساعدت في حدوث انزلاقات بمنطقة الدراسه:

¹ الديبك، جلال: هندسة الزلازل، مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث، وحدة علوم الارض وهندسة الزلازل، مذكرات دراسيه، جامعة النجاح الوطنيه، 2010، ص73.



شكل (6): العوامل الرئيسية والمحفز لحدوث الانزلاقات.

المصدر: اعداد الباحث.

1.2.3 التربة:

التربة هي الطبقة العليا غير المتماسكة من سطح الارض التي تنمو عليها النباتات، وتعد عامل رئيسي في حدوث الانزلاقات اذا ما توافرت محفزات زعزعة استقرارها في منطقة الدراسة.

تباين توزيع الانزلاقات في منطقة الدراسة بين ثلاثة انواع من الترب (الجدول 5) (خريطه "A" 10)، وهي:

- **تربة الكرموسول:** بحيث وجد فيها اربع انزلاقات وهي انزلاقات (2، 3، 8، 9) بلغت نسبتها 0.31% من مساحة تربة الكرموسول. تباينت هذه الانزلاقات في مساحتها وكان انزلاق رقم 3 اكبرها حيث بلغت مساحته 11500 م².

- **تربة الرندزينا (البنية الشاحبه):** حصل فيها ثلاث انزلاقات وهي (10، 14، 15) وشكلت 0.22% من مساحة تربة الرندزينا، وكان انزلاق رقم 15 اكبرها حيث بلغت مساحته 8149 م².

- **تداخلات تربة التيراروسا مع تربه الرندزينا:** تمثل هذه التربه اكبر مساحه في منطقة الدراسه بحيث غطت 57% من مساحة منطقة الدراسه، وكان الرصيد الاعلى للانزلاقات فيها بحيث بلغت 9 انزلاقات وهي (1، 4، 5، 6، 7، 11، 12، 13، 16) وشكلت الانزلاقات 0.19% من مساحة هذه التربه. وكان انزلاق رقم (11) الموجود في سيلة الظهر اكبر هذه الانزلاقات مساحة.

جدول (5): نوع ووصف تربة انزلاقات منطقة الدراسه

رقم الانزلاق	نوع التربه	مساحة الانزلاق من مكشف التربه %	مكون التربه
1	تيراروسا، الرند زينا	0.019	طين / Clay
2	الكرموسول	0.13	طين / Clay
3	الكرموسول	0.16	طين / Clay
4	تيراروسا، الرند زينا	0.06	طين / Clay
5	تيراروسا، الرند زينا	0.0095	طين / Clay
6	تيراروسا، الرند زينا	0.007	طين / Clay
7	تيراروسا، الرند زينا	0.0048	طين / Clay
8	الكرموسول	0.006	طين / Clay
9	الكرموسول	0.016	طين / Clay
10	الرند زينا	0.0815	طفال طيني / Clay loam
11	تيراروسا، الرند زينا	0.071	طين / Clay
12	تيراروسا، الرند زينا	0.0055	طين / Clay
13	تيراروسا، الرند زينا	0.0098	طين / Clay
14	الرند زينا	0.042	طفال طيني / Clay loam
15	الرند زينا	0.091	طفال طيني / Clay loam
16	تيراروسا، الرند زينا	0.0045	طين / Clay

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج التحليل.

يتضح من الجدول السابق ان مكونات تربة منطقة الدراسة تتراوح بين طيني وطفال طيني (وهو خليط من الرمل والطيني والطين بنسب متقاربة بينها)¹، وحسب نظام ادارة الزراعة الامريكيه لنسب احتواء مكونات التربه فان الطين (clay) يحتوي 30-100 % من الطين و 0-50 % من الطمي، اما الطفال الطيني فإنه يحتوي على 20-30 % من الطين، (خريطه 10"B").

وما يهم في ابراز دور عامل التربه في حدوث الانزلاقات الارضيه. هو معرفة مدى مقاومتها للقص (وهو المرحله التي تبدأ حبيبات التربه بالانزلاق الواحده فوق الاخرى)، بحيث يتم تحديد امرين رئيسيين لهذه المقاومه، وهما:

- أ. التماسك بين الحبيبات ويعبر عنه بقوة التماسك (cohesion) ويرمز له بالرمز (C).
 - ب. الاحتكاك بين الحبيبات الصلبه للتربه، ويعبر عنه بزاوية الاحتكاك الداخلي (Angle of internal friction) ويرمز لها بالحرف اللاتيني (φ).
- وكان العالم الفرنسي كولوم (Columb, 1773) اول من ربط بين زاوية الاحتكاك والتماسك بين الحبيبات في معادلته:

$$\tau = C + \sigma \tan \phi$$

حيث: τ = مقاومة القص / C = قوة التماسك بين الحبيبات (كغم/سم²)

σ = اجمالي الاجهاد العمودي عند مستوى القص / ϕ = زاوية الاحتكاك الداخلي

وقيمة (C) في التربه الطينيه ترتبط بكمية الرطوبه ؛ فكلما ارتفعت نسبة الرطوبه ضعفت قوة التماسك بين الحبيبات وقد تصل الى صفر، وقد تصل قيمة (C) 0.30 كغم/سم² اذا كانت التربه جافه فتعطي نوع من الصلابه والمقاومه².

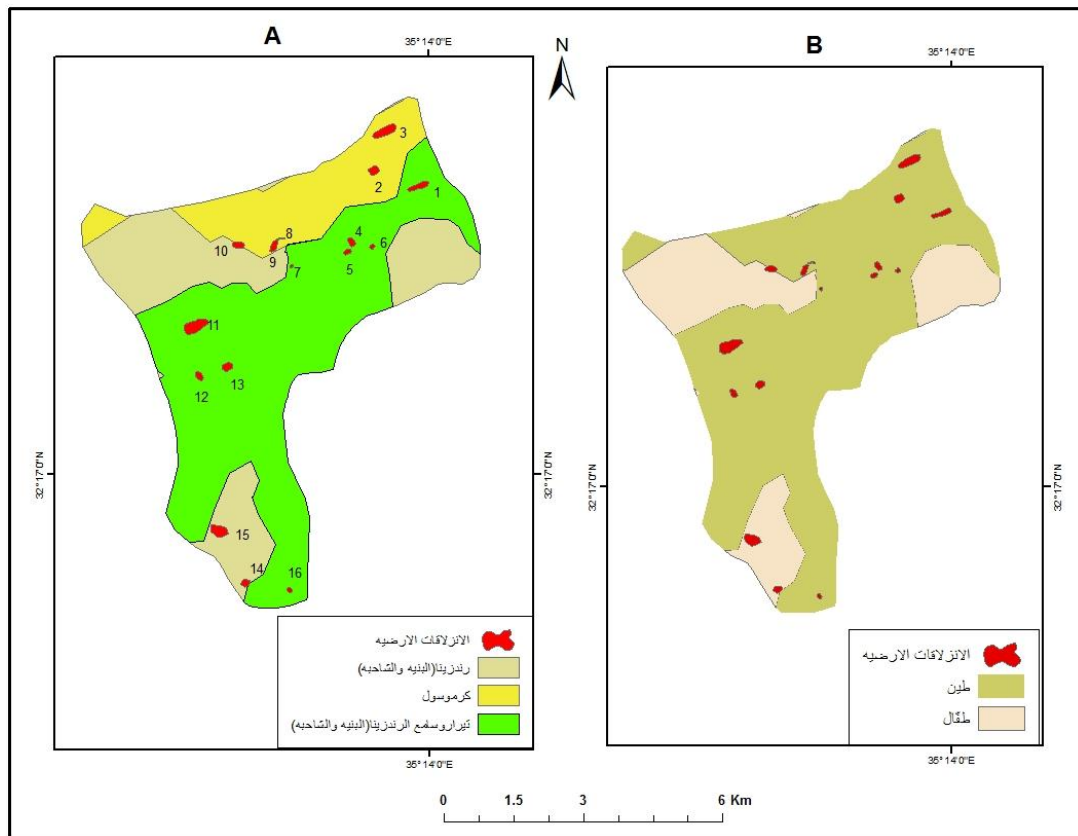
اي ليس هناك قيمه ثابتة لقيمة (C) و(φ) في التربه الطينيه. فمن التجارب العمليه في المختبرات الفلسطينيه تتراوح قيمة (C) للطين مابين 0.18-0.28 كغم/سم². وللطيني (Silt)

¹ حجاوي، سامي: فحوصات التربه للاغراض الانشائيه، المجلس الاقتصادي الفلسطيني للتنميه والاعمار بكدار، 2003، ص116.

² P. N. Khanna. **Indian Practical Civil Engineers Handbook**, p6/30.

تتراوح بين 0.05 - 0.18 كغم/سم² وقد تصل الى 0.28 كغم/سم² اذا احتوى على مواد خشنة.
اما قيمة (ϕ) للطين والطيني فتتراوح بين 28° - 34°¹.

وما يهم الجغرافي في دراسة الانزلاقات الارضية هو معرفة هل التربة ذات تماسك قوي ام ضعيف، او ذات زاوية احتكاك عالية ام قليلة. ويتضح مما سبق ان تربة منطقة الدراسة تلعب دور رئيسي في عملية الانزلاق ويعود ذلك لارتفاع خاصية الطين على الاحتفاظ بالرطوبة، اي ان موسم المطر الذي يتجاوز معدله الطبيعي سوف تكون منطقة الدراسة معرضه للانزلاقات الارضية حيث تسهم المياه في عمليات الاماهه (تميع Liquifaction) للرواسب الغنيه بالطين. فعند حدوث الاضطراب تفقد بعض المواد الطينية قوة تماسكها، وتتصرف بوصفها مادة سائلة (غرويه) مما يؤدي الى انسيابها وحدث مايسمى بجريان طيني، واذا كانت على شكل طبقة رقيقة فانها تؤدي الى حدوث انزلاق ارضي.



خريطة (10): توزيع الانزلاقات الارضية حسب نوع التربة ومكوناتها.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي.

¹ مقابله مع المهندس أيمن يوسف ظاهر، مكتب جنين للفحوصات الهندسيه، الاحد، 2016/8/7.

2.2.3 المياه:

تؤثر المياه غالباً بطريقه مباشره أو غير مباشره في حدوث الانزلاقات الارضيه. ويتمثل دورها في التأثير على استقرار السفوح بالطرق التاليه:

- (1) تحدث الانزلاقات الارضيه (انزلاقات التربه الرقيقه) بعد تشبع تربه المنحدرات بمياه المطر.
 - (2) ويمكن أن تحدث الانزلاقات الارضيه مثل الهبوط أو الانزلاقات الانتقاليه بعد أشهر أو سنوات من رشح المياه في أعماق المنحدر.
 - (3) يمكن للمياه ان تتحت القاعده السفلى من المنحدر مما يؤدي الى خفض استقراره. فقرة المياه على الحت تؤثر في استقرار المنحدرات. وتعد هذه المشكله حساسه بصوره خاصه اذا كانت قاعدة المنحدر ناتجه عن انزلاق ارضي قديم خامد ومعرضه للحركه من جديد.
- تقع منطقة الدراسه في الحوض الشمالي الشرقي، وتتنوع مصادر المياه في منطقة الدراسه فبالاضافه الى المياه الجوفيه هناك مصادر اخرى وهي الامطار والينابيع، وكلها لعبت بطريقه مباشره او غير مباشره في انزلاقات الموسم الشتوي 1992/91 الذي يمكن تسميته بموسم الانزلاقات الارضيه بسبب تضافر أكبر عدد من عوامل حدوثها خلاله.

أ) الامطار:

تجاوزت كمية الامطار في منطقة الدراسه (1100) ملم للموسم المطري 1992/91، في حين لم تتجاوز (417) ملم للموسم الشتوي 2014/2013 و(434) ملم للموسم الشتوي 2016/2015؛ فكان هناك تباين طفيف لكمية الامطار على كل انزلاق في كل من المواسم الشتويه المذكوره، (جدول 6). بحيث كان اقلها انزلاق رقم 1 بحيث بلغت (1110، 396، 418) ملم على التوالي للمواسم الشتويه المذكوره، وانزلاق 16 كان اكثرها بحيث تجاوزت (1266، 417، 434) ملم، وتعود هذه الفروق الطفيفه لعامل الارتفاع بحيث تاخذ منطقة الدراسه بالانخفاض كلما اتجهنا الى الشمال الشرقي.

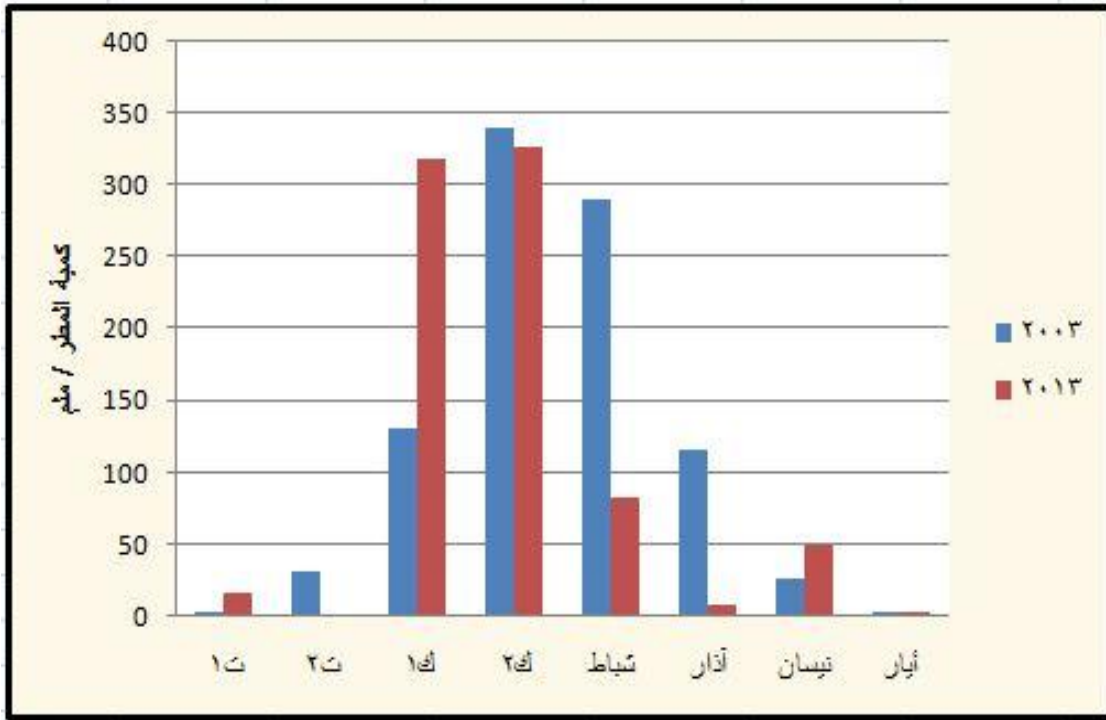
جدول (6): كمية المطر على كل انزلاق للمواسم الشتويه 1992/91-2014/2013-
2016/2015

رقم الانزلاق	الموسم الشتوي 1992/91 (ملم)	الموسم الشتوي 2014/2013 (ملم)	الموسم الشتوي 2016/2015 (ملم)
1	1110	396	418
2	1121	394	422
3	1115	400	427
4	1137	409	427
5	1141	409	428
6	1135	409	428
7	1155	410	428
8	1153	410	428
9	1156	410	428
10	1166	410	428
11	1185	411	428.5
12	1195	412	430
13	1188	412	430
14	1260	417	434
15	1235	417	434
16	1266	417	434

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الارصاد الجوية، رام الله.

تزداد فاعلية المطر في حدوث الانزلاقات الارضيه بازدياد التركيز اليومي للمطر (غزارة المطر اليوميه)*، وقد تم تناول السنوات التي زادت فيها كمية المطر السنوي عن المعدل العام بشكل كبير من فترة انزلاقات 1992/91 الى 2016/15 لمحطة نابلس، وهما سنة 2003، 2013، فقد بلغ معدل كمية المطر السنوي لهما 942.7 ملم، 805.9 ملم على التوالي، في حين تجاوزت كمية المطر سنة انزلاق 1992/91 عن 1200 ملم.

*معيار تركيز المطر اليومي = كمية المطر الشهريه (ملم)/ عدد ايام المطر في نفس الشهر



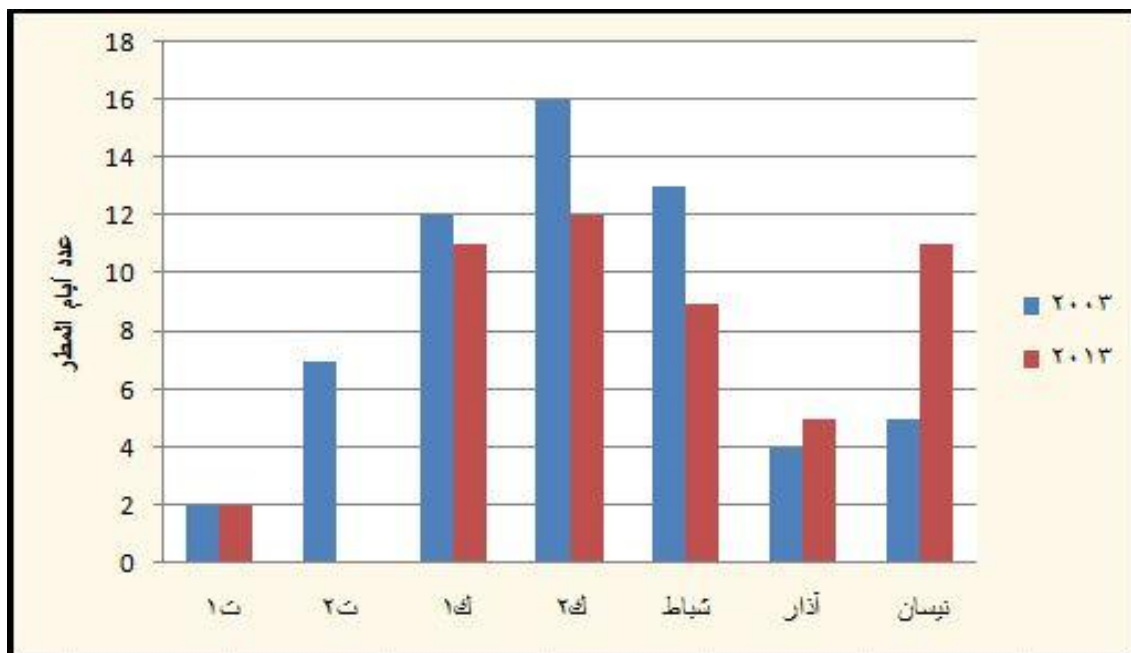
شكل (7): كمية المطر الشهريه في منطقة الدراسة للعامين 2003، 2013.

المصدر: محطة الارصاد الجوية، رام الله.بتصرف الباحث.

يتبين من (الشكل 7) ان هطول الامطار على المنطقه يقتصر على أشهر الخريف والشتاء والربيع. وشهر كانون الثاني هو أكثر الشهور مطراً حيث بلغ معدل ما سقط به من امطار (340.9) ملم في 2003، بينما في 2013 بلغت (327.8) ملم، وهو يمثل قمة الموسم المطري في منطقة الدراسة، يليه شهر كانون الاول بمعدل تساقط بلغ (130.4) ملم في 2002، (318.2) ملم في 2012.

ومن ناحيه ثانيه يشمل هذان الشهران على أعلى عدد لايام المطر في المنطقه والتي بلغت (12،16) يوم في كانون الثاني للعامين 2003، 2013 على التوالي و(12، 11) يوم في كانون الاول ويليها شباط (13، 9) يوم. وبالتالي يتبين ان هناك علاقه بين كمية المطر الهاطله وعدد الايام الماطره لهذه الاشهر من جهة وكونهما يمثلان القمه المطريه للفصل الشتوي في المنطقه من جهة أخرى¹، (شكل 8).

¹العدرة، نزيه محمد، مرجع سابق، ص35.



شكل (8): عدد ايام المطر في اشهر المطر لموسمي 2003، 2013 في منطقة الدراسة.

المصدر: محطة الارصاد الجوية، رام الله. بتصريف الباحث.

جدول (7): غزارة المطر الشهريه في منطقة الدراسة بـ(ملم) من (1992/91 - 2014)

السنة/الشهر	ك.1	ك.2	شباط	آذار	نيسان	ايار	ت1	ت2	اعلى هطول مطري يومي/ملم	كمية المطر/ملم
1992/91	23	18	18	12	2	6	4	20	86.2	1391
1998	6	8	9	18	2	8.	8.	6.	76.2	556.8
2003	11	21	22	23	5	2	1.3	5	...	942.7
2004	8	21	11	4	4	1.2	0	19	...	638.1
2005	19	13	28	12	1.2	2.3	2.1	9.4	...	790.5
2006		...	...	...	...	...	...	...	...	
2007	9	15	13	17	2.1	1	1.	14	43.3	574
2008	31	13	12	1.2	0	0	5	2.1	76.8	460.2
2009	8	6.4	26	7	7	0	2.2	15	67.9	576.9
2010	25	10	36	3.2	1.	0	3	0	83.4	508.6
2011	9	8	11	16	7	13	4	16	46	608.3
2012	9	11	18	24	0	0	6	11	74.8	763.5
2013	25	30	8	2	5	2	8	0	123	805.9
2014	2	1.2	3.1	15	0	14	16	19	...	360.8

المصدر: وزارة الارصاد، رام الله. بتصرف الباحث.

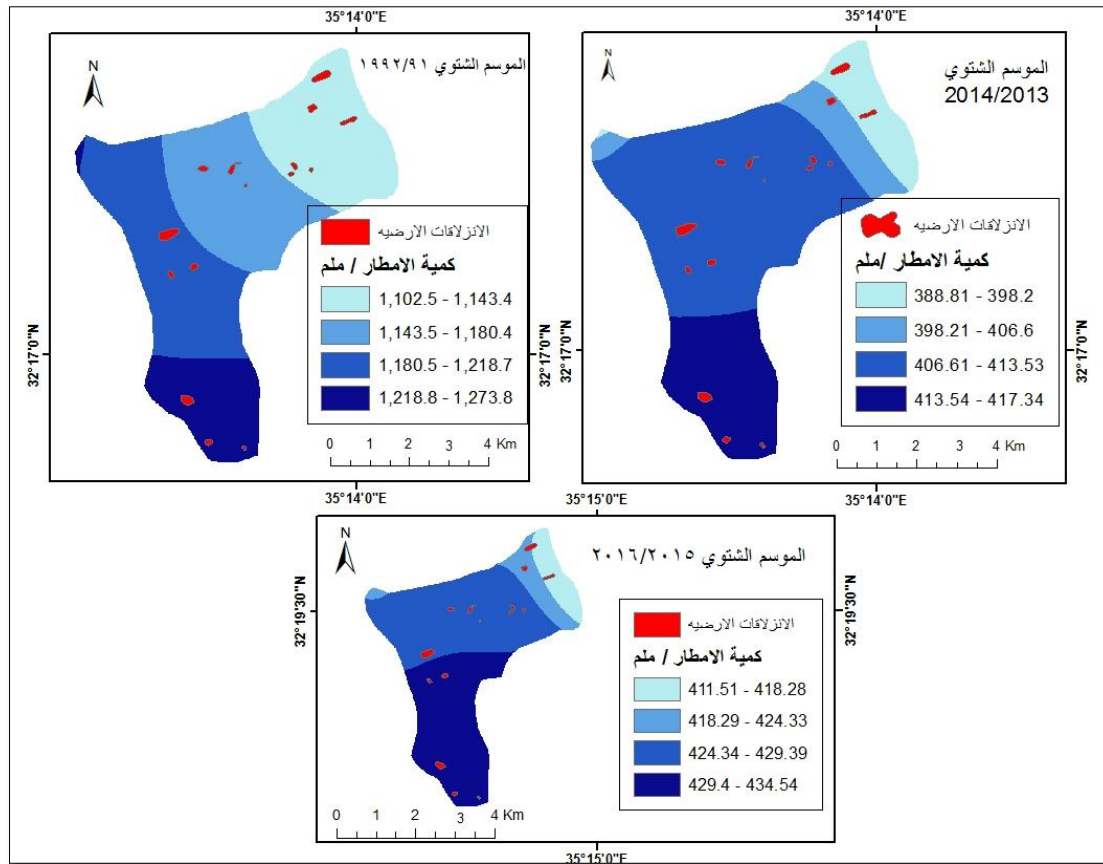
يتبين من الجدول (7) ان شهور المطر الرئيسي قد تجاوز فيها تركيز المطر اليومي 20ملم/اليوم، و انه تكرر مره كل 10 سنوات تقريبا، وهذا يطابق نتائج بحث ابو صفط للانزلاقات الارضيه في شمال الضفة الغربيه¹، بحيث تتناول تركيز المطر ملم/ اليوم في السنوات التي تجاوزت فيها كمية المطر السنوي عن 1000ملم في محطة سلفيت وهي (1967/66، 1974/73، 1983/82، 1992/91) وكانت قد تكررت مره كل 9 سنوات تقريبا.

بالرغم من تشابه تركيز المطر كل 10 سنوات تقريبا الا ان الانزلاق لم يحدث الا في 1992/91، وذلك لتضافر عامل مساعد ايضا وهو الثلج. فهذا يعني لو توفر الثلج في هذه السنوات التي زاد تركيز المطر فيها عن 20 ملم/يوم في شهور المطر الاربعه الرئيسيه فان عملية حدوث الانزلاقات وارده بشكل كبير. بالرغم انه قد تعرضت منطقة الدراسه لهطول الثلج في 2013 الا انه لم يصل لسماكات تزيد احوالها عن الحد الذي يؤدي الى زعزعة استقرار المنحدرات.

فزيادة كمية الهطول عن معدلها الطبيعي وتجاوز تركيز المطر اليومي عن 20 ملم/اليوم في اشهر المطر الرئيسيه في السنوات المقبله يعني تفجر ينابيع، واذا تفجرت في مناطق معرضه للانزلاقات سوف تسرع من حدوثها، فقد كشفت دراسات الانزلاقات الارضيه التي حدثت في موسم شتاء 1992/91 في شمال الضفة الغربيه عن دور الينابيع في عملية الانزلاق من خلال تكوين سطوح انزلاقات طينيه لزجه في مستويات ظهور هذه الينابيع واحتقان الطبقات الحامله للمياه بسبب تشبع تلك الطبقات بالمياه².

¹ أبو صفط، محمد، مرجع سابق، 2000، ص 47-9.

² المرجع السابق نفسه.



خريطة (11): كمية الامطار على كل انزلاق في منطقة الدراسة لعدة مواسم مطريه مختلفه.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات محطة الارصاد الجويه الفلسطينيه، رام الله.

ب) الينابيع:

من الواضح ان اغلب انزلاقات منطقة الدراسة حدثت في مناطق وافر بالينابيع، وهذا يدل على دور الينابيع كعامل مساعد في حدوث عملية الانزلاقات، فالنبع هو الماء المتدفق نتيجة امتلاء أحد المستودعات الارضيه الى النقطه التي تتدفق فيها المياه الى سطح الارض. وتتراوح الينابيع من ينابيع صغيره الحجم (نزازات) الي ينابيع كبيره تتدفق منها المياه لتغذية الاودية.

لقد وجد عند اقدام القطاع الاوسط من انزلاق سيلة الظهر خط ينابيع مكونه من خمس ينابيع متجاوره ولها نفس الارتفاع. كما ان انزلاق رقم واحد وجد في منطقه مليئه بالينابيع؛ اي ان منسوب المياه الجوفيه ارتفع وهذا احدث خلل في التربه. كما ان انزلاق 2 و 10 حسب ما قاله شهود عيان انه تفجرت عيون مياه فترة حدوث الانزلاق. اما انزلاق 13 والذي حرك اجزاء من منزل

سكني كان بالاساس بالقرب من المنزل عين ماء كبيره و بزيادة كمية الهطول في تلك السنه ومع توافر التربه الطينيه المشبعه والمنزل موجود على منحدر رشحت تلك المنطقه لتحظى بانزلاق ارضي.

وهذه الينابيع التي تفجرت بعد هطول الامطار الغزيره في منطقة الدراسه ساعدها انها كانت داخل صخور الدولوميت والحجر الجيري التي تتصدع بسهوله وتتحلل بمياه الامطار الحمضيه، وعندما تتحلل وتتصدع هذه الصخور يمكن ان تتشكل الفراغات التي تسمح بتدفق الماء والخروج الى السطح بسبب توضع هذه الصخور على صخور طينيه كتيمة، متغيره في خصائصها الفيزيائية حسب عامل التميؤ.

(ج) كثافة شبكة التصريف النهري *

تعد شبكة التصريف النهري من المؤشرات الهامه التي توضح مدى تعرض سطح الارض لعمليات التقطع والتعريه. ولكثافة شبكة التصريف النهري علاقه مباشره بالاحوال المناخيه، وطبيعة تركيب الطبقات الصخريه، وطبوغرافية المنطقه¹.

تقع انزلاقات منطقة الدراسه ضمن حوضين مائيين هما حوض وادي مصين الذي ضم 10 انزلاقات، وبلغت كثافة شبكة التصريف النهري 1.3 كم / كم²، وحوض وادي الزومر الذي ضم 6 انزلاقات وبلغت كثافة الشبكه المائيه 1.07 كم/كم².

ويرجع ارتفاع كثافة التصريف للحوضين في منطقة الدراسه الى طبيعة صخورها التي تحتوي على نسبة عاليه من الطين، مما يؤدي الى تقليل النفاذيه وزيادة حجم الجريان السطحي.

يترتب على ارتفاع كثافة التصريف زياده في الجريان السطحي وخاصه في فترات المطر الغزيره، وهذا يعني تحريك الرواسب المفككه باتجاه الاراضي المنخفضه ويؤدي ذلك الى تشكيل

* كثافة التصريف= مجموع اطوال المجاري (كم)/ مساحة حوض التصريف النهري (كم²)

¹ أبوريه، أحمد محمد، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسي أم غيج، دراسه جيومورفولوجيه، رساله دكتوراه غير منشوره، جامعه الاسكندريه، كلية الاداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافيه، 2007، ص88.

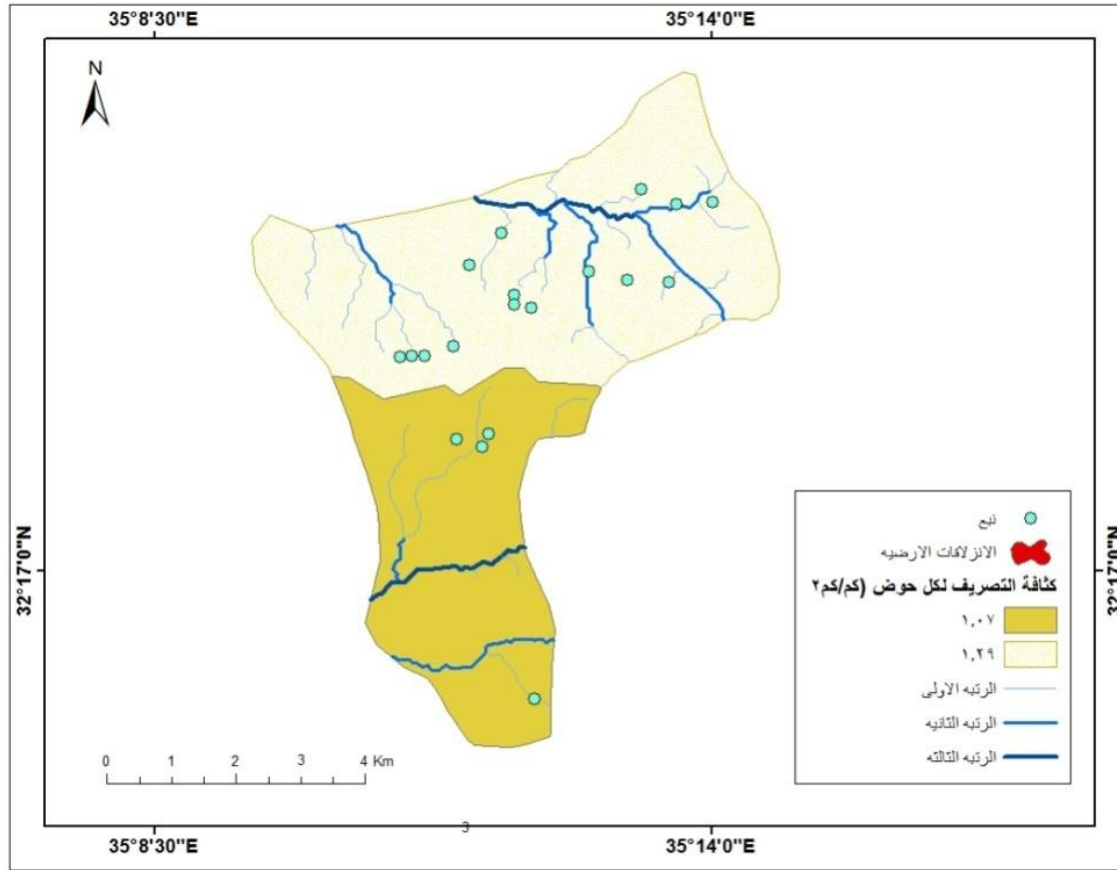
التدفقات الطينية، وتشكيل مسيلات مائية جديدة عدى عن عمليات الحت، ومع مرور الزمن يكون لها اثر واضح في حدوث الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة.

لقد شهد الموسم الشتوي 2013/2012 حدوث فيضانات وتدفقات طينية ضخمة وانهارات صخرية في منطقة البحث، بالرغم ان غزارة المطر لشهري كانون الاول والثاني كانت (9، 11) ملم/يوم على التوالي، الا ان الامطار قد جاءت على شكل زخات غزيرة في فترة قصيره بحيث كان اعلى هطول مطري يومي 50ملم/ ملم في شهر كانون الثاني.

جدول (8): كثافة شبكة التصريف النهري في مناطق حدوث الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة

رقم الانزلاق	المساحة كم/كم ²
1	1.29
2	1.29
3	1.29
4	1.29
5	1.29
6	1.29
7	1.29
8	1.29
9	1.29
10	1.29
11	1.29
12	1.07
13	1.07
14	1.07
15	1.07
16	1.07

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM).



خريطة (12): شبكة التصريف المائي لمنطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.

3.2.3 الانحدار:

يعتبر الانحدار من اهم العوامل المؤثرة في حركة المواد على السفوح، حيث يؤدي الى زيادة سرعه حركة المواد السفحيه وبالتالي زيادة قوة التصادم بين الكتل والمواد المتحركه من اعلى المنحدر مع المواد التي تعترضها في الاجزاء الوسطى مما يؤدي الى انتزاعها من موضعها وتحركها¹.

توزعت انزلاقات الموسم الشتوي 1992/91 بين 6 فئات انحداريه، واختلفت انواعها.وقد اختلف الباحثون في تصنيف الانزلاقات الارضييه طبقاً للعوامل التي بُني التصنيف عليها، كالعلاقه بين الانزلاق وسطح الانزلاق، وموقع الانزلاق، والطبيعـه المورفولوجيه للشكل الناتج، وحجم الانزلاق.

¹ العدره، نزيه محمد، مرجع سابق، ص80.

ولكن التصنيف الأكثر شيوعاً اعتمد على عامل طبيعة الحركة ونوعية المواد المتحركة¹، (جدول 9).

جدول (9): درجة انحدار الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة ونوع حركة كل منها

رقم الانزلاق	درجة الانحدار (°)	نوع الحركة
1	5 - 0	هبوط أرضي Land Subsidence
2	20 - 15	دوراني Rotational
3	25 - 20	دوراني Rotational
4	20 - 15	خسف Land Subsidence
5	10-5	تدفق طيني Mud Flow / Earth Flows
6	20 - 15	دوراني Rotaational
7	15 - 10	دوراني Rotational
8	15 - 10	انهيارات ترابييه وصخريه Rock Fall /Earth Fall
9	15 - 10	انهيارات ترابييه وصخريه Rock Fall /Earth Fall
10	15 - 10	دوراني Rotational
11	25 <	معقد Complex
12	25 - 20	دوراني Rotational
13	15 - 10	دوراني Rotational
14	10 - 5	انهيارات ترابييه Earth Fall
15	5- 0	خسف Land Subsidence
16	20 - 15	انهيارات ترابييه Rock Fall /Earth Fall

اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج التحليل والدراسة الميدانية.

- **الفئة الاولى:** وهي التي تتراوح درجتها بين (0-5°). بالرغم ان هذه الدرجة من الانحدار تمتاز بشكل عام بخلوها النسبي من حركة مواد السطح الا انها حظيت بـ 3 انزلاقات في الموسم الشتوي 1992/91 وهما انزلاق رقم (1، 4، 15) هذا النوع من الحركة في هذه

¹ Stanley M. Miller. **Slope Stability and Landslides**, Department of Civil Engineering, University of Idaho, Moscow, P4.

الدرجة الانحداريه شبه المستويه يسمى بالخشف (Land Subsidence) وهو تغير في مستوى سطح الارض عن المستوى الطبيعي الذي كانت عليه، ويعرف عند المهندسين " بالترييح او هبوط ارضي خفيف"¹.

وينتج هذا الهبوط بسبب اختلاف نتيجته لاختلاف في جهد التربه نتيجته تواجد أحمال ثقيله عليها تجعل سمك طبقة التربه يختلف من مكان الى آخر. او نتيجته للقيام باعمال انشائيه وحفر وبناء في أحد المناطق ولا يتم الردم والدمك بطريقه صحيحه، فتصبح التربه غير متجانسه. بالاضافه الى وجود كهوف في التربه تحدث خلخله وتحرك في القشره السطحيه. وقد ينتج بسبب ارتفاع منسوب المياه الجوفيه في باطن الارض وهذا يؤدي بدوره الى خلخله في التربه²، وهذا ما حصل في انزلاق رقم 1 الذي حدث في منطقه وافر بالينابيع. ومع زياده كمية المطر في تلك السنه ساعد في عمليه حدوث هذا الهبوط.

وقد تمثل هذا النوع من الانزلاقات في برقه بانتفاخات في الشارع الرئيسي نابلس - جنين، مما أدى الى حدوث بعض الاضرابات المروريه في تلك المنطقه.

- **الفئه الثانيه:** تراوحت درجتها بين (5-10°) وكان نصيبها اثنين من الانزلاقات هما انزلاق رقم 5 و 10. وكان نوع الحركه في انزلاق رقم 5 على شكل تدفقات طينيه والتي تحتوي 50% من الرمال والطمي والطين وتكون رطبه بما فيه الكفايه لحدوث التدفق. اما انزلاق 10 فكانت حركته دورانيه بحيث يكون السطح الفاصل على شكل منحني الى اعلى يشبه الملعقه حيث يكون اتجاه حركه المواد الى أسفل مع استداره للكتل الى الخارج³.⁽¹⁾ وتمثل هذا الانزلاق في الجزء الذي تحرك في انزلاق برقه، مما ترتب عليه غمر للشارع بالمواد

¹Deltares Enabling Delta Life. **Land Subsidence: causes, impacts and adaptive measures**, Po Box 177, Mor information: landsubsidence@deltares.nl

²J.F.Poland & G.H.Davis.**Land Subsidence du to withdrawal of fluids**,Geological Society of American, 1969, V.2, P187-270.

³USGS scence a changing world.**Landslide Types and Processes**, Compiled by Lynn Highland, Graphics and Layout design by Maryo Jonnson, 2004, This fact Sheet is a vailable online at:<http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>

الطينيه، وادى الى تعطيل حركة المرور على الشارع المذكور لحين ازالة الركام والمواد المنزلقه.

- **الفئه الثالثه:** تراوحت درجتها بين (10-15°) وهي الفئه الانحداريه الاكثر انتشارا في المنطقه وايضا الفئه الاكثر نصيب بالانزلاقات؛ فقد حصل فيها 5 انزلاقات. وكانت حركات بعضها دوراني كانزلاق رقم (7، 10، 13). اما انزلاق 8، 9 فكانا عباره عن انهيارات ارضيه ويتمثل هذا النمط من الانزلاقات بتهدم جوانب درجات المنحدرات (صوره 1، 2، 3). وينتشر هذا النوع من الانزلاقات على انقطاعات الانحدار في مناطق برقه وسبسطيه والناقوره وجبع والفندقوميه. ويمكن مشاهدتها من خلال اللون الرمادي في الربيع حيث ترتب على تلك الانزلاقات خلو تلك المنطقه من الغطاء النباتي الذي لا يزال مفقودا منذ عشرين عاماً على تلك الانزلاقات¹.

- **الفئه الرابعه:** تراوحت درجتها بين (15-20°) وحظيت بـ4 انزلاقات، تنوعت حركاتها بين هبوط خفيف كانزلاق رقم 4 ودوراني 2، 6، وانهيارات ارضيه كانزلاق رقم 16. وينتشر هذا الانزلاق في جبع والناقوره.

- **الفئه الخامسه:** تراوحت درجتها بين (20-25°) وحظيت بـ2 من الانزلاقات، وكانت حركة مواد السطح دائرية الحركه. وتمثل هذا الانزلاق في اراضي جبع وبرقه.

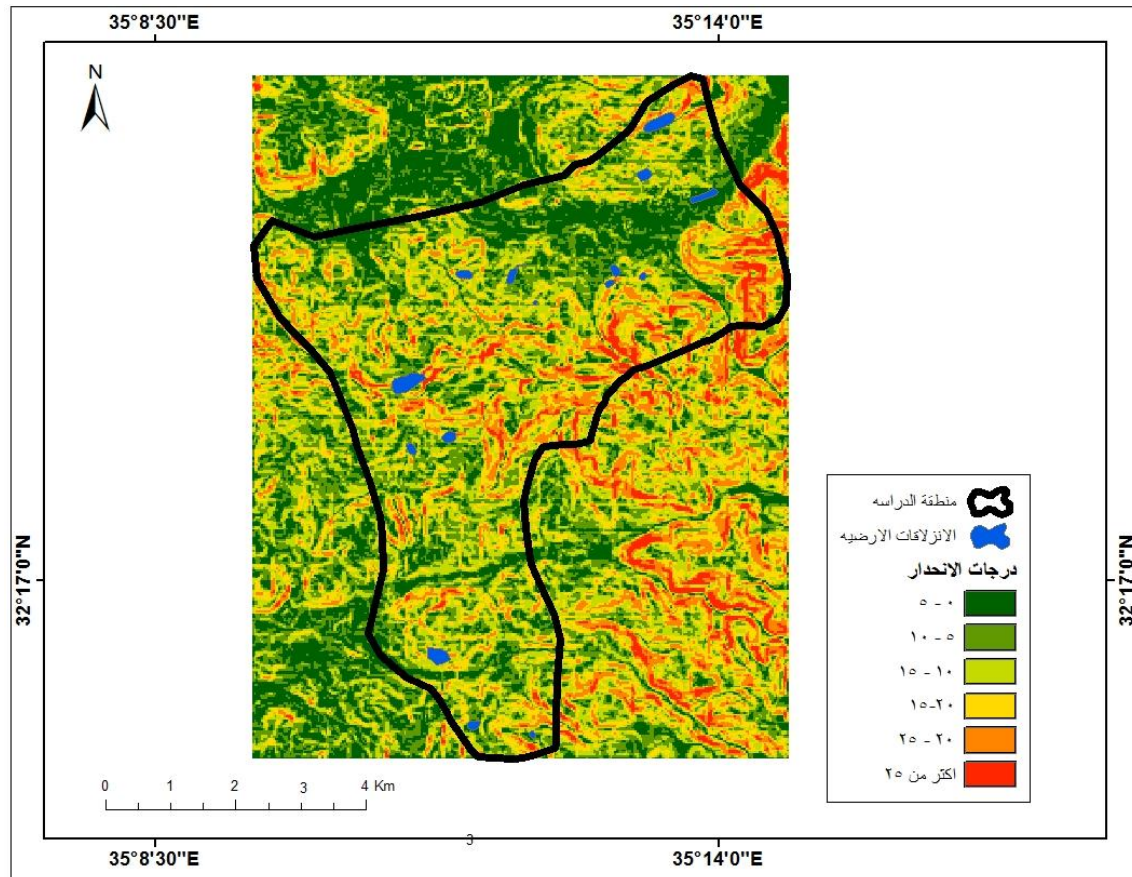
- **الفئه السادسه:** وهي التي بلغت درجة انحدارها اكثر من 25° وكان نصيبها انزلاق واحد وهو انزلاق رقم 11، الذي يمثل اكبر انزلاقات منطقة الدراسه. وكان نوع الحركه للمواد في هذا الانزلاق حركه معقده (Complex) بحيث اجتمعت اكثر من نوع من المواد في اكثر من نوع من الحركه². ويتمثل هذا الانزلاق في سيلة الظهر والذي ترتب عليه تحرك ما يقارب 626400م³، وترتب عليه قطع الشارع الرئيسي نابلس - جنين، كما أدى الى

¹أبو صفت، محمد، مرجع سابق، 2000، ص24.

²USGS scence a changing world, Op.Cit.

مشاكل بين الناس على ملكية أشجار الزيتون التي تحركت من أماكنها، بالإضافة الى حدوث جروف قائمه وتدفقات طينية في أقدام الانزلاق¹.

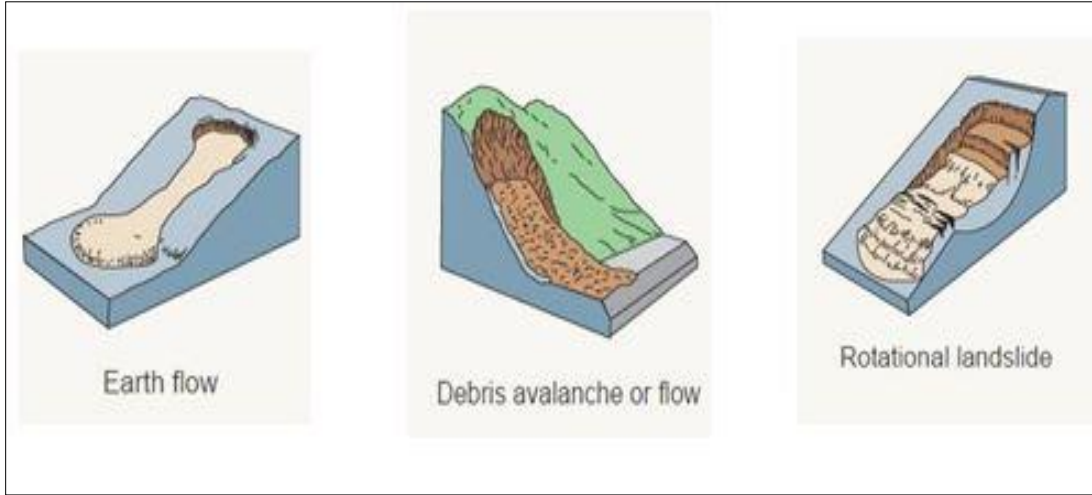
ونستنتج مما سبق ان الانزلاقات في منطقة الدراسة تنوعت حركاتها بين دوراني وانهياريات وتدفقات طينية بالإضافة الى انزلاق واحد معقد. كما حدثت على فئات انحداريه مختلفه تراوحت بين مستوي الى اكثر من 25°، حيث تكون انزلاقات التربه الضحله في منطقة الدراسة شائعه على المنحدرات الشديده المشبعه. وبمجرد حركتها الى اسفل المنحدر تتحول الى انسياب ارضي او فتاتي شديد الخطوره. وقد يحدث الجريان الارضي والانهياريات الترايبه على منحدرات متوسطه. ويلاحظ الزحف والهبوط ايضا على منحدرات معتدله جداً.



خريطة (13): توزيع انزلاقات منطقة الدراسة على درجات الانحدار.

المصدر: اعداد الباحث، بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي dem.

¹ أبو صفط، محمد، مرجع سابق، 2000، ص20.



شكل (9): نماذج الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة.

المصدر : <http://www.gerbangilmu.com/2014/07/pengertian-dan-bentuk-gerakan-pencucian.html> 8/8 /2016

4.2.3 التكوينات والتراكيب الجيولوجية:

تتأثر صخور مناطق الانزلاقات الارضية بالتكوينات والتراكيب الجيولوجية الموجودة بها، بحيث تتكشف صخور الايوسين والسينونيان في مناطق انزلاقات منطقة الدراسة. وتتشابه هذه التكوينات بمكوناتها من الطبقات الطينية والحجر الجيري والطباشير وصخور المارل بالاضافه الى عدسات وطبقات من الصوان، فوجود الطين بين طبقات الحجر الجيري والدلومايتي وطبقات طباشيره وعند تشبعها بالماء حدث لها عملية اماهه (Hydration)، اي ان الطين تحول الى الحاله الغرويه ووجود طبقه من صخر الدلومايت فوق هذه الطبقات ساعد في حدوث عملية الانزلاق بشكل سريع ومفاجئ في المنطقه.

جدول (10): التكوين الجيولوجي لانزلاقات منطقة الدراسة وبعدها عن الصدوع

رقم الانزلاق	التكوين الجيولوجي	البعد عن أقرب صدع "م"
1	الايوسين	776
2	الزمن الرابع	240
3	الايوسين	292
4	الايوسين	1532
5	الايوسين	1751
6	الايوسين	1786
7	السينونيان	2212
8	السينونيان	1799
9	السينونيان	1937
10	السينونيان	2173
11	الايوسين	1416
12	السينونيان	1759
13	الايوسين	2293
14	الايوسين	1045
15	السينونيان	1134
16	الايوسين	385

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج التحليل.

اما بالنسبة لصدوع منطقة الدراسة فمن الملاحظ ان اقرب انزلاق للصدوع كان على مسافة 240م تقريباً. فمنطقة الدراسة لا تقطعها صدوع الا في الجزء الشمالي منها وذلك في منطقة انزلاق رقم 2 و 3، اما بقية الصدوع فتتوزع حول منطقة الدراسة بمسافات مختلفة. وهذا يعني ان التركيب الجيولوجي للمنطقة من حيث الصدوع لم يلعب دور اساسي في انزلاقات 1992/91، انما لعب وسيلعب دور مساعد بطريقه غير مباشره؛ بحيث ان الظواهر الطبيعيه ترتبط ارتباط مكاني في ما بينها ولا يمكن فصلها عن بعضها البعض. فامتداد شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة تاخذ اتجاه امتداد الصدوع وشبكة التصريف المائي يرتبطها تعمل على ايجاد الشقوق في

الصخور، والتي بدورها تعمل على انفاذ المياه المتسريه في الطبقات الصخرية وایصالها الى اسطح الانفصال الطبقي، وتمارس فيها نشاطا تحليليا يعمل على انقاص سمك الطبقات الصخرية المتتابعه وتوسيع اسطح تطبيقها مما يؤدي الى عدم استقرارها. وهذا من شأنه ان يجعل المنطقه غير مستقره جيومورفولوجياً¹.

تم الحصول على البيانات المورفومترية للشقوق في مواقع الانزلاقات من خلال الدراسه الميدانيه، بحيث تم أخذ 8 مواقع متفرقه. وتبين ان الشقوق تتفاوت في خصائصها المورفومترية بحيث تتفاوت في كثافتها حسب القرب والبعد عن خط الصدوع، كما أن اتجاهاتها تختلف من مكان لآخر، وقد يرتبط اتجاهها باتجاه الصدوع الرئيسيه القريبه من منطقة الدراسه، فكان الاتجاه شمال - جنوب اكثر اتجاهات الشقوق حيث وصلت نسبتها الى 40% في المواقع المختاره، كما تراوح اتساعها بين عدة ملیمترات ومتر واحد؛ وذلك نتيجة للحركات التكتونيه ونشاط عمليات الازابه وزحف التربه على طول نطاقات هذه الشقوق (جدول 11، 12).

¹ العدره، نزيه محمد، مرجع سابق، ص52.

جدول (11): اتجاه الشقوق في انزلاقات منطقة الدراسة

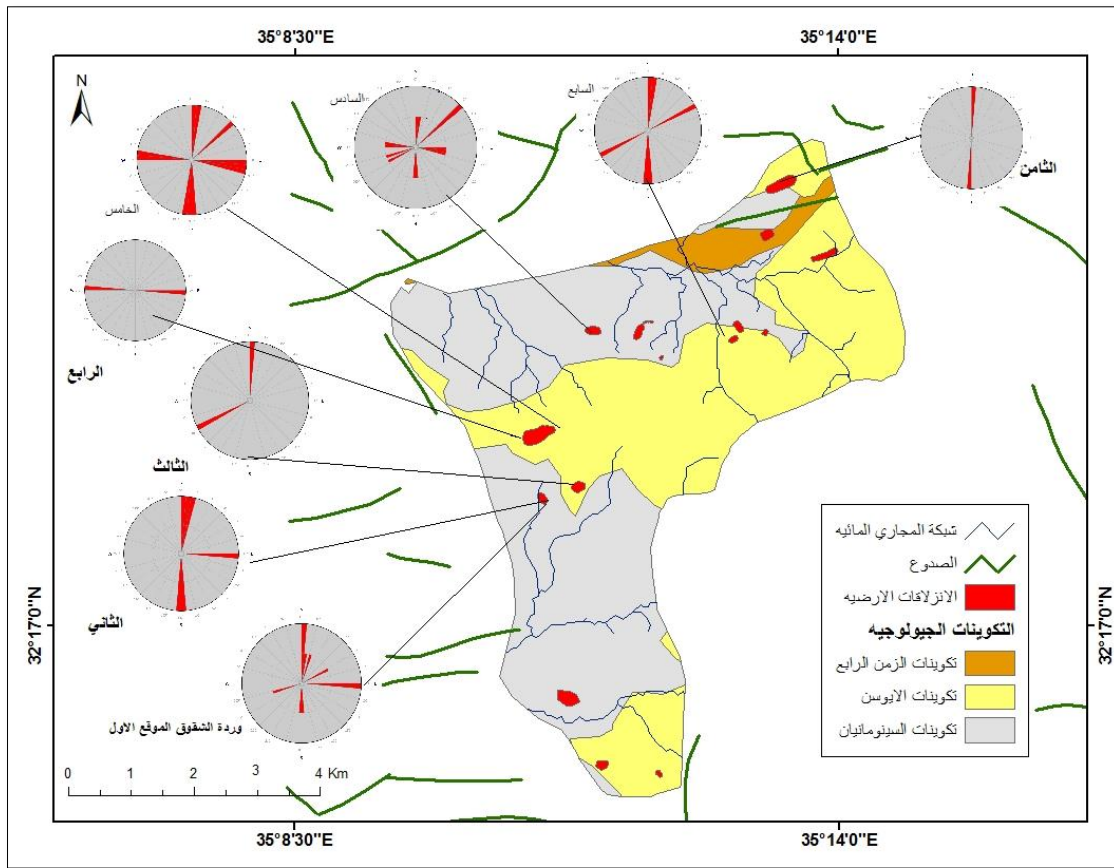
الاتجاه/الموقع	الموقع 1	الموقع 2	الموقع 3	الموقع 4	الموقع 5	الموقع 6	الموقع 7	الموقع 8	المجموع (شق)
شمال - جنوب	2	4	0	0	2	2	2	1	13
شمال شرقي - جنوب غربي	1	0	0	0	0	2	2	0	5
شمال شرقي - جنوب	1	0	0	0	1	0	0	0	2
شرق - غرب	2	1	0	1	3	3	0	0	10
جنوب غربي - شمال	1	0	1	0	0	1	0	0	3
غرب - شمال شرقي	0	0	0	0	0	1	0	0	1

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية.

جدول (12): كثافة الشقوق في انزلاقات منطقة الدراسة

	الموقع 1	الموقع 2	الموقع 3	الموقع 4	الموقع 5	الموقع 6	الموقع 7	الموقع 8
كثافة الشقوق (شق/م ²)	0.4	0.7	0	0	0.2	0.5	0.3	0
كثافة الطول (م/م ²)	0.16	0.8	0	0	0.3	0.4	0.4	0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية



خريطة (14): التكوينات الجيولوجية والصدوع و وردة اتجاه الشقوق في منطقة الدراسة والجوار .
المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي ومركز الزلازل في جامعة النجاح الوطنية.

5.2.3 استعمالات الارض:

يوجد في منطقة الدراسة اربعة اصناف من استعمالات الارض توزعت عليها الانزلاقات. فلم تنحصر الانزلاقات في صنف واحد من الاستعمالات كما ان هذه الاستعمالات لم تبقى على ما هي في الوقت الحاضر.

جدول (13): استعمالات الارض لكل انزلاق

رقم الانزلاق	استعمال الارض
1	طريق رئيسي
2	مساحات شجريه
3	مراعي
4	مساحات عمرانيه
5	مساحات شجريه
6	مساحات عمرانيه
7	مساحات عمرانيه
8	سفح منحدر على طريق رئيسي
9	سفح منحدر على طريق رئيسي
10	محاصيل دائمه
11	مراعي / طريق رئيسي
12	محاصيل دائمه
13	مساحات عمرانيه
14	مساحات شجريه
15	مراعي / زراعة كفاف
16	مساحات شجريه

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الدراسه الصور الجويه.

1) الانزلاقات التي حصلت في مناطق انتشار المساحات العمرانيه:

حصل انزلاق رقم 4 و 7 في مناطق سكنيه مأهوله بالسكان والحق اضراراً جسيمه بالمنازل. في حين ان انزلاق رقم 4 كان في مدرسه وكانت على شكل تربيح للارض وما زالت حتى الوقت الحاضر تظهر تشققات بمبنى المدرسه بعد كل عملية ترميم، (صوره 6، 7).

(2) الانزلاقات الارضية التي حصلت في مناطق انتشار المساحات الشجرية الدائمة:

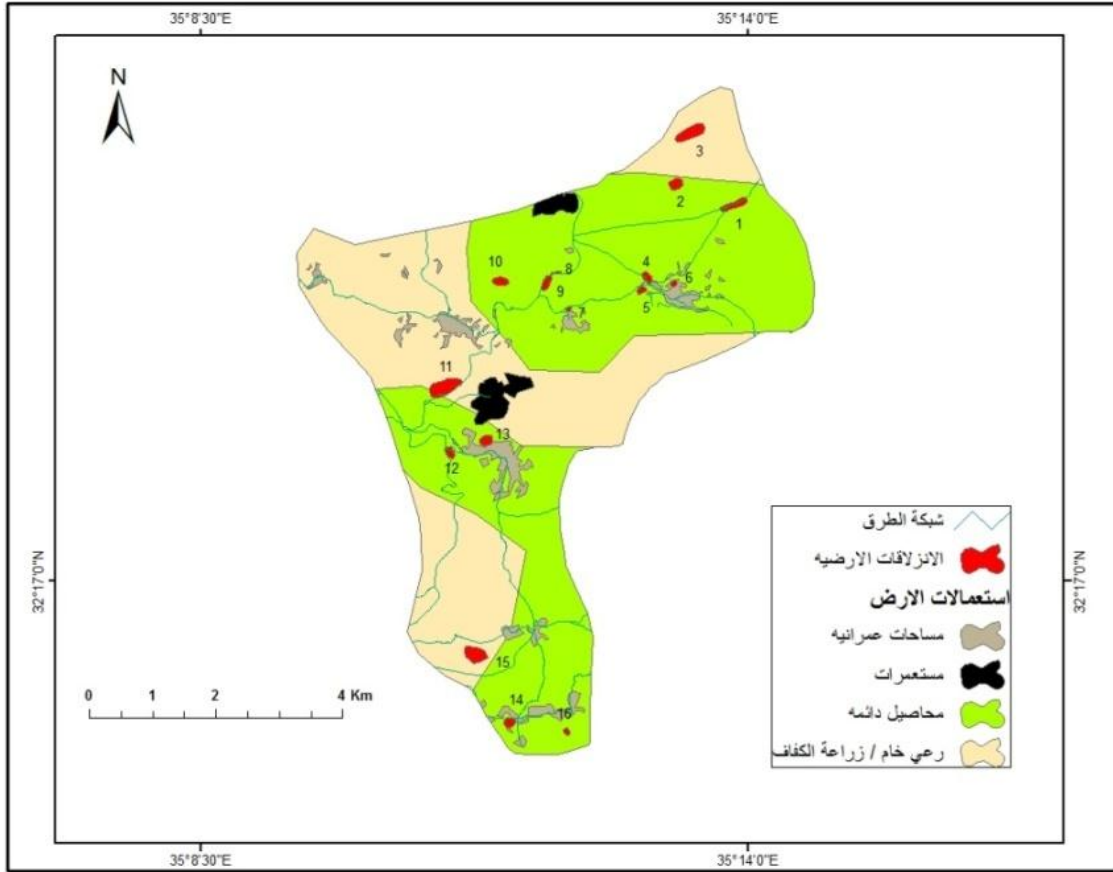
بالرغم من الفوائد التي يمنحها الغطاء الشجري للتربة من خلال تكوين شبكه من الجذور تعمل على تثبيتها، وامتصاص المياه تحت السطحيه والتخفيف من اثارها السلبيه على المنحدرات، الا ان وجود بعض النباتات التي تخترق جذورها الفتات الصخري والاثريه قد تكون سببا رئيسيا في حدوث الانزلاقات الارضية وذلك عندما تمتد جذورها داخل شقوق وفجوات الصخور وهذا يؤدي الى تكسر الصخور وتوسيع الشقوق. علاوة على ذلك تساعد على تسرب مياه الامطار داخل الشقوق التي تحدثها في الصخور. عدى عن ذلك تزيد النباتات رشح المياه على المنحدر فيقلل من قوى مقاومه، وبالتالي تضيف النباتات احمالاً اضافيا على المنحدرات مما يزيد من الاجهاد ويصبح المنحدر عرضه للانزلاق. وجدير بالذكر ان بعض اسطح الانزلاقات كانت دون منسوب جذور الاشجار مما أدى الى ترك الاشجار كما هي دون ان تموت مما خلق مشاكل اجتماعيه حول ملكية الاشجار المثمره بين أصحاب الاراضي¹.

ولا بد من الاشاره ان الانزلاقات التي حصلت في اراض زراعيه وهي انزلاق رقم (2، 5، 10، 12، 14، 16) والتي اخذت تشهد زحف عمراني وبدأت تتحول الى مساحات عمرانيه، وهذا يعني ان الخسائر سوف تكون اكبر في حال تكرار حدوث الانزلاقات في المستقبل.

(3) الانزلاقات الارضية التي حصلت على الشارع الرئيسي:

يمر من منطقة الدراسه شارع نابلس _ جنين وهو شارع رئيسي يربط شمال الضفة بجنوبها الا انه مهدد باخطار الانزلاقات الارضية على اختلاف انواعها. ويشكل الشارع الرئيسي الاطراف العليا لانزلاق رقم 11 في حين يوجد هذا الشارع أسفل انزلاقات 8، 9، 12. اما انزلاق رقم 1 فقد كان على الشارع نفسه الذي تفجرت فيه ينابيع من الماء.

¹ أبو صفت، محمد، مرجع سابق، 2000، ص23.



خريطة (15): استعمالات الارض والانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على الصور الجوية وبيانات الحكم المحلي.



صوره (5): شق في جدار استنادي على شارع نابلس - جنين في منطقة انزلاق سيلة الظهر



صور (4): شقوق في موقع انزلاق برقه



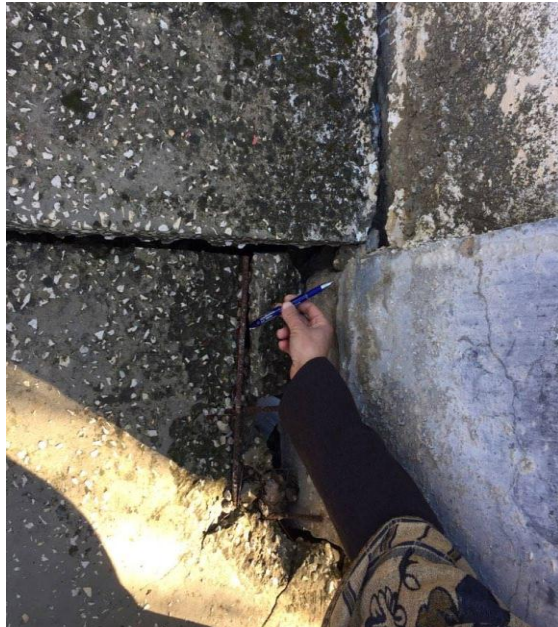
صوره (7): شقوق في مدرسة بنات جبع الاساسيه



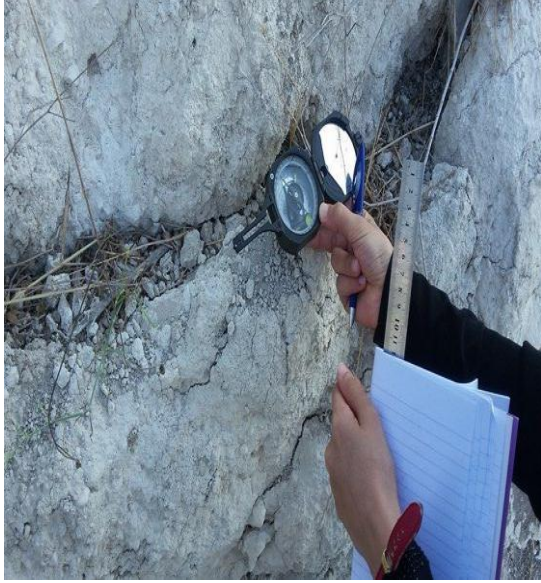
صوره (6): شقوق في مدرسة بنات جبع الاساسيه



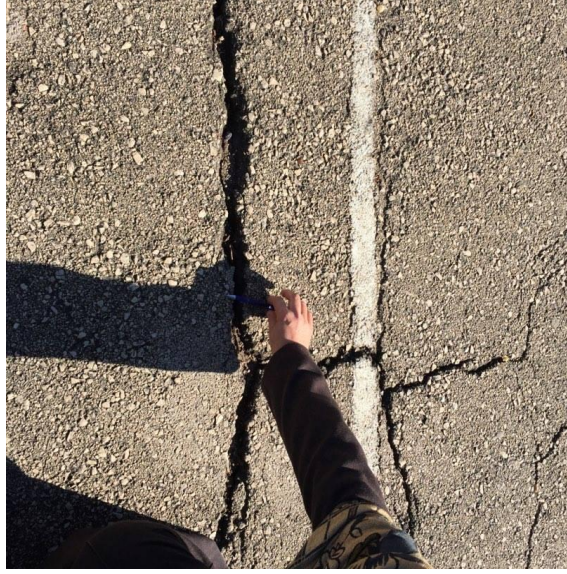
صوره (9): شقوق داخل غرفة الصف
في مدرسة بنات جبع الاساسيه



صوره (8): شقوق في سور مدرسة بنات
جبع الاساسيه



صوره (11): قياس طول الشقوق
واتساعها واتجاهها في مناطق الانزلاق



صوره (10): شقوق في شارع نابلس -
جنين، انزلاق سيلة الظهر

6.2.3 الزلازل:

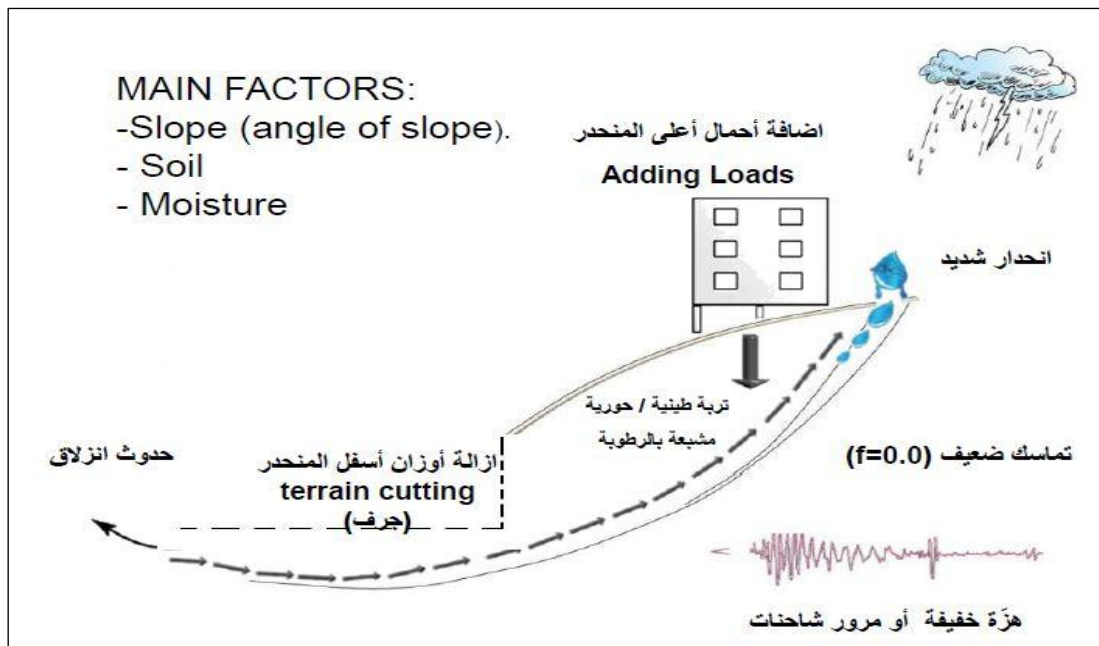
الزلازل أو الهزات الأرضية هي إحدى الظواهر الطبيعية التي تصيب بقاعاً عديدة من الأرض بصورة دورية أو غير دورية. وتصيب مواقع أخرى بصورة مفاجئة مسببة في كلا الحالتين الكوارث والدمار إذا كانت شدتها كبيرة.

والهزات الأرضية يصاحبها العديد من الشقوق، والانهيئات الأرضية، وتساقط الكتل الصخرية أو زعزعة استقرار صخور القشرة الأرضية، وتهيئتها لحدوث حركات للمواد نحو الأسفل بكتل متفاوتة الحجم والشكل والوزن. يؤدي التأثير غير المباشر للموجات الزلزالية إلى خلخلة الكتل الصخرية والتربة غير المستقرة مما يضعف مستويات الاسناد في الحواف والمنحدرات الجبلية.

إن لجيولوجية المنطقة (Local geological) وتربة الموقع (Local soil) تأثير على شدة الاهتزازات الأرضية وبالتالي على حجم الأضرار والانهيئات، ففي سنة 1824 دون ماك مورديو (Mac Murdo) في أحد مذكراته: أن المباني المقامة على أرض صخرية عندما تعرضت للهزات الأرضية لم تتأثر بشكل كبير كمثيلاتها من المباني في نفس المنطقة والمقامة على تربة

طينيه. اي ان التربه الصخريه لا تؤدي الى تضخيم القوى الزلزاليه، في حين تؤدي التربه من نوع الطيني الى أحداث تضخيم (زياده) في قيمة القوى الزلزاليه¹.

وهذا يعني ان الزلازل عامل محفز وليس اساسي لحدوث الانزلاقات الارضيه بمنطقة الدراسه؛ فتربتها الطينيه عند تشبعها بالمياه وبمجرد تعرضها لهذه خفيفه سوف يزعزع استقرار المنحدرات بحيث تتجاوز قوة القص المؤثره مقدار تحمل التربه للقص. وتجرى الاشاره الى السبب الرئيسي في حدوث انزلاقات الجبل الابيض (نابلس) سنة 1997م هو طبيعة المنطقه ؛ فهي تحتوي على تربه طينيه كلسيه تفقد الكثير من قوتها عند تسرب المياه اليها، وتعرض المنطقه لقطع قبل ثلاث سنوات من سنة الانزلاق، وحصول هزات ارضيه خفيفه في شهر آذار سنة 1997، رغم أن تأثيرها قد يكون ثانويا جدا الا ان حصولها مع وجود الاسباب التي سبق ذكرها قد أحدث قوى فجائيه نتج عنها تسريع الانزلاقات².



شكل (10): عناصر تسريع الانزلاقات الارضيه.

المصدر : مركز علوم الارض وهندسة الزلازل، جامعة النجاح الوطني.

¹ الديبكي، جلال، مرجع سابق، 2010، ص58.

² الديبكي، جلال: تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين، مركز علوم الارض وهندسة الزلازل، جامعة النجاح الوطني، اتحاد مجالس البحث العلمي العربي، الحلقة الدراسية العربية الرابعه، 1999، ص12.

الفصل الرابع

قابلية السفوح الأرضية للانزلاقات الأرضية

- 1.4 القيم الوزنية للعوامل المؤثرة في انزلاقات منطقة الدراسة
- 2.4 خارطة نطاقات القابلية للانزلاقات الأرضية
- 3.4 التأثير المحتمل للانزلاقات الأرضية على أنماط استعمالات الأرض وشبكة الطرق
- 4.4 نظام البناء في منطقة الدراسة

الفصل الرابع

قابلية السفوح الأرضية للانزلاقات الارضية

1.4 القيم الوزنية للعوامل في انزلاقات منطقة الدراسة:

لتحديد التقييم النهائي لقابلية الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة. تم استخدام نموذج التحليل الاحصائي (Statistical Analysis) والمطبق من قبل (Wastwn, 2005)، والذي يعد من احدث النماذج المستخدمه في تحديد وتقييم اخطار وقابلية الاراضي للانزلاقات الارضية (Landslide Susceptibility Assessment) لاعتماده على تقييم كثير من العوامل الفعالة والمحفزه لحدوث الانزلاقات الارضية، والتي يمكن التعامل معها في انظمة المعلومات الجغرافيه، وبصوره رقميه لصيغ النماذج البنائيه للصور والخرائط المختلفه¹. والتحليل المكاني للقيم البنائيه (شملت الوحده البنائيه خليه (pixel) / م³) لحساب القيم الوزنيه المرجحه (Wi) (Weighting Value) لكل عامل من العوامل المحفزه والمؤثره على فعاليه الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسة. وتأخذ المعادله الصيغه التاليه²:

$$w_i = \log (cp/pp)$$

$$w_i = \log ((N_{spixl}/N_{cpixl}) \text{prior probability})$$

$$\text{prior probability} = N_{map}/N_{slid}$$

حيث:

- cp : conditional probability احتمالية صنف العامل للانزلاق الارضي. ويتم ايجادها من خلال تقسيم عدد خلايا الانزلاقات الارضية في صنف العامل (N_{spixl}) على عدد الخلايا في صنف العامل في ظل غياب الانزلاقات الارضية (N_{cpixl}).

¹ Van Wastwn, C. (2005). **Landslide Hazard and Risk Assessment**, ITC, Enschede, The Netherlands, P40.

² Khatsu, P. (2005). **Previous reference**, P35.

- PP: prior probability كم سيكون مرجح للانزلاق من اجمالي مساحة المنطقة، ويتم ايجادها بقسمة مجموع عدد الخلايا في الانزلاقات الارضية في ظل غياب صنف العامل (Nslid) على مجموع عدد الخلايا في خارطة العامل في ظل غياب الانزلاقات الارضية (Nmap).

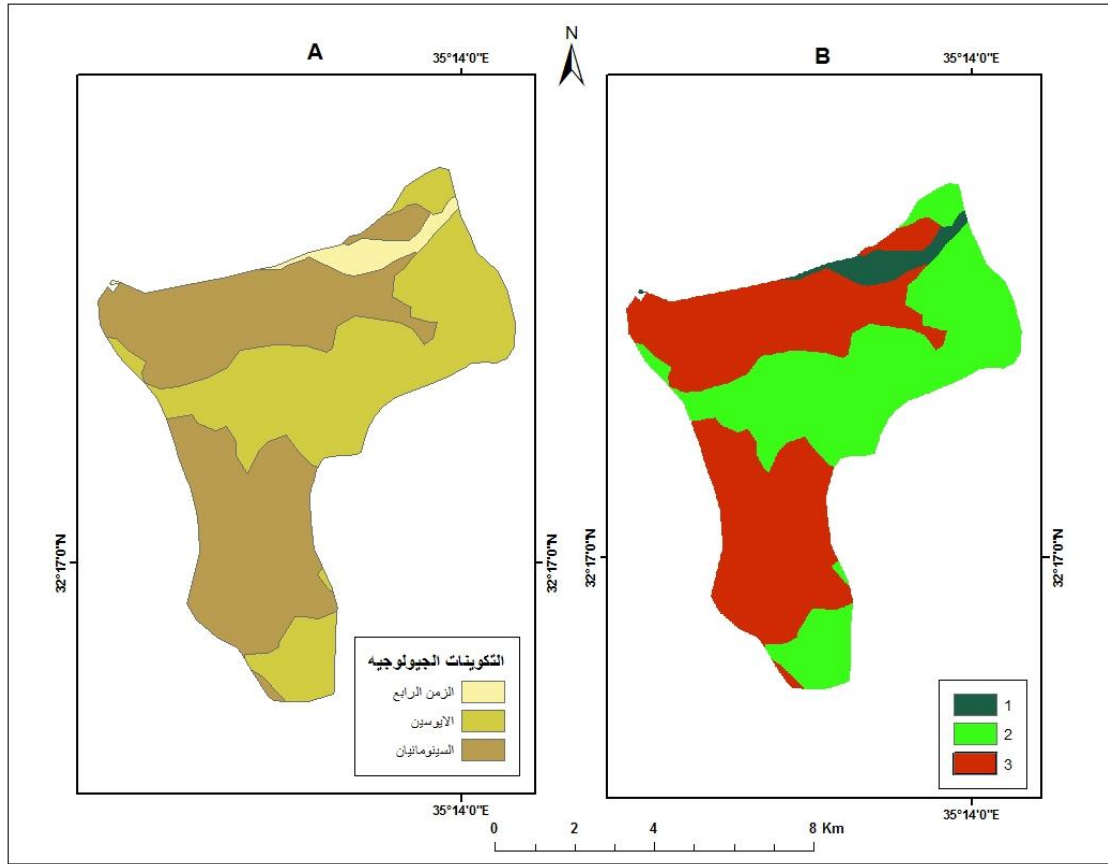
ولتوضيح أكثر لهذه المعادله سوف نعطي مثال لاحد العوامل المؤثرة في الانزلاقات الارضية، مثلا عامل التكوين الجيولوجي ويشمل ثلاث تكوينات ويسمى كل تكوين منها صنف العامل (صنف عامل الزمن الرابع، صنف عامل الايوسين، صنف عامل السينونيان).

يتم تحويل طبقات التكوينات الجيولوجيه من shapefile الى راستر (خريطه 16)، بحيث يظهر داخل جدول طبقة التكوينات الجيولوجي من نوع راستر عدد الخلايا لكل تكوين في حقل count، فمثلا تكوين الايوسين عدد الخلايا 72463، (شكل:11).

Table				
Geologe				
	OBJECTID *	Value	Count	FORMATION
▶	1	1	6160	Quaternary
	2	2	91	Turonian
	3	3	72463	Eocene
	4	4	85102	Senonian

شكل (11): جدول طبقة التكوينات الجيولوجيه داخل برنامج GIS.

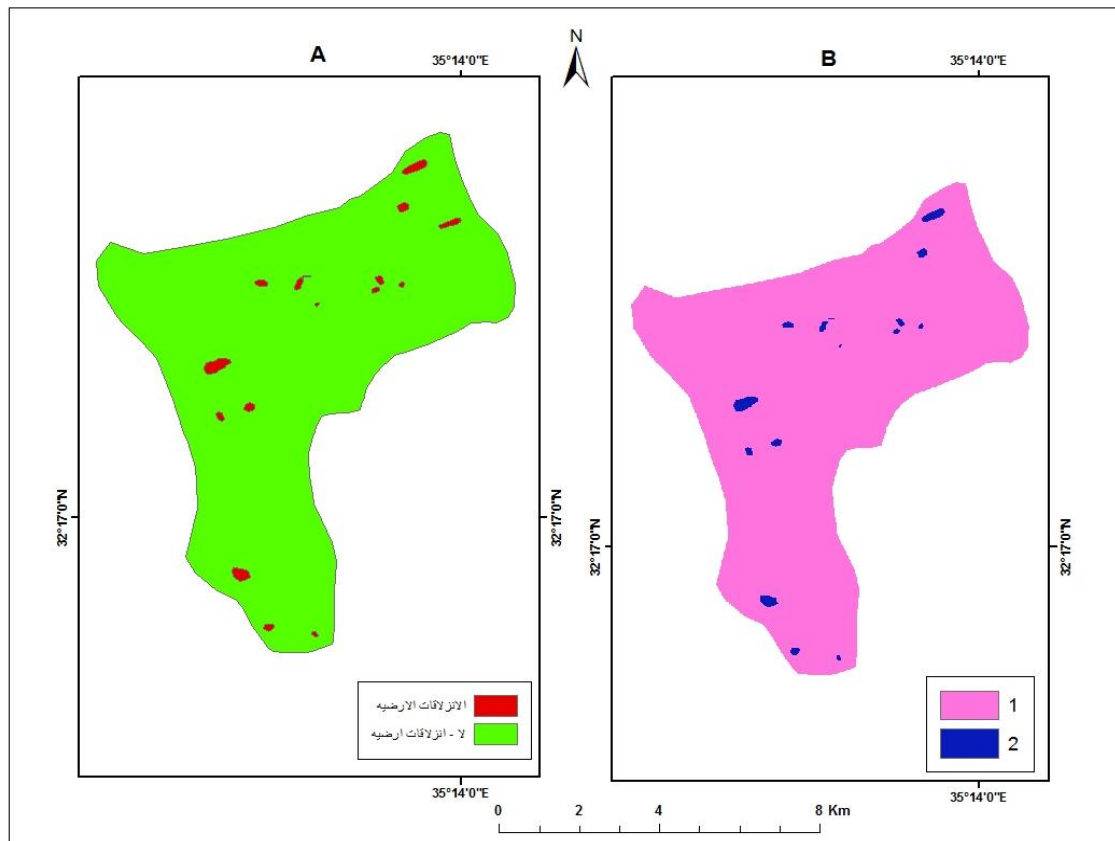
* صنف عامل تكوين التورنيان تم اهماله في مرحلة ايجاد اللوغرتم للقيم الوزنيه لقلة تأثيره فهو يوجد بمساحه بالكاد لاتذكر في الطرف الشمالي من منطقة الدراسه



خريطة (16): تحويل التكوينات الجيولوجية من Vector (A) الى Raster(B).*

وكذلك يتم تحويل طبقة الانزلاقات الارضية الى راستر، (خريطه 17). ويظهر في جدول طبقة الانزلاقات من نوع راستر عدد الخلايا للمناطق التي حدث بها انزلاق (1990) خليه والمناطق التي لم يحدث بها انزلاق (161826) خليه، (شكل 12).

*يتم تمثيل البيانات الجغرافية في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بنوعين من النماذج لتخزين قواعد البيانات الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية، وهما نموذج البيانات المتجه (vector) ونموذج البيانات متوازية الخطوط (raster). وتستخدم البيانات المتجه (vector) لتمثيل البيانات الجغرافية في صورة نقاط، خطوط، ومضلعات. اما في قواعد البيانات (rastre) يتم تمثيل البيانات في خلايا مصفوفة نقط متجاورة (pixels) لكل منها قيمه معلومه.



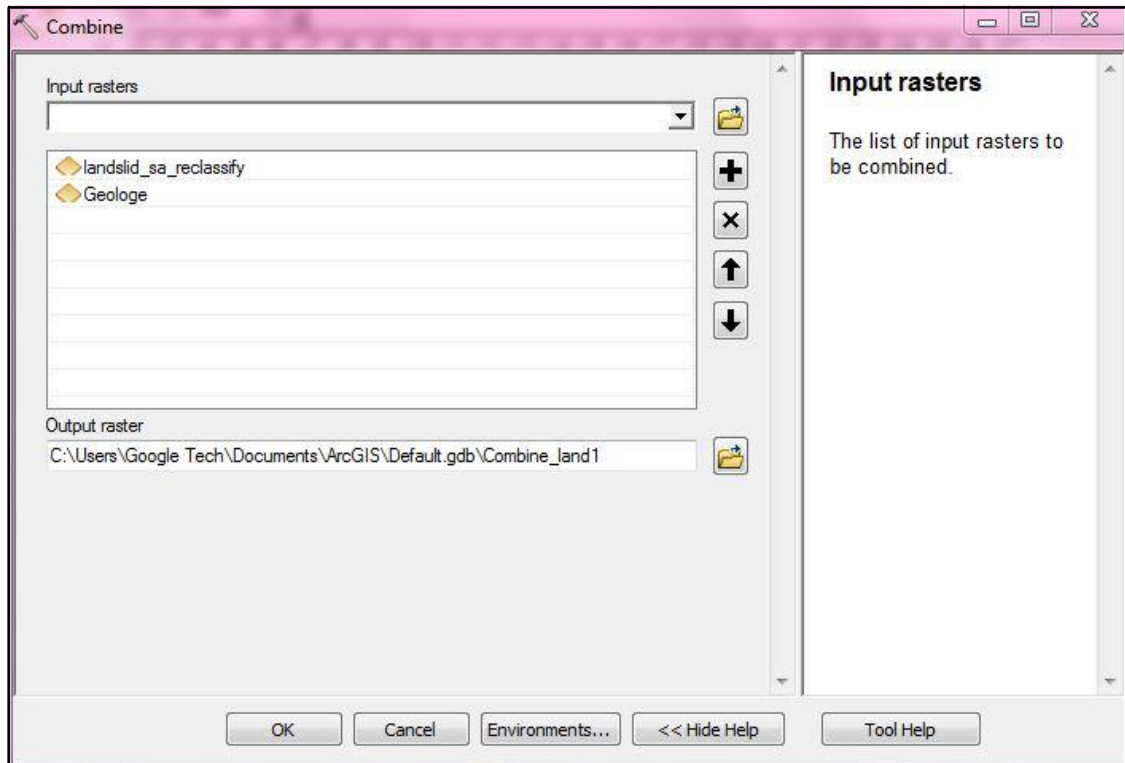
خريطة (17): تحويل الانزلاقات الارضية من vector (A) الى raster(B).

Table				
landslid_sa_reclassify				
	OBJECTID *	Value	Count	type
▶	1	1	161826	No_Landslide
	2	2	1990	Landslide

شكل (12): جدول طبقة الانزلاقات الارضية داخل برنامج GIS.

ثم يتم استعمال اداة combine من داخل صندوق التحليل Arc Toolbox، (شكل 13)، ليتم حساب عدد الخلايا في كل تكوين في ظل غياب الانزلاق وفي ظل وجود الانزلاق ايضا. فمثلا تكوين الزمن الرابع والذي يعبر عنه بقيمة 1 بلغ عدد الخلايا في ظل وجود الانزلاقات الارضية

والتي يعبر عنها بقيمة 2 (133) خليه، في حين بلغ عدد الخلايا في ظل غياب الانزلاقات الارضيه والتي يعبر عنها بقيمة 1 (6027) خليه، (شكل14).

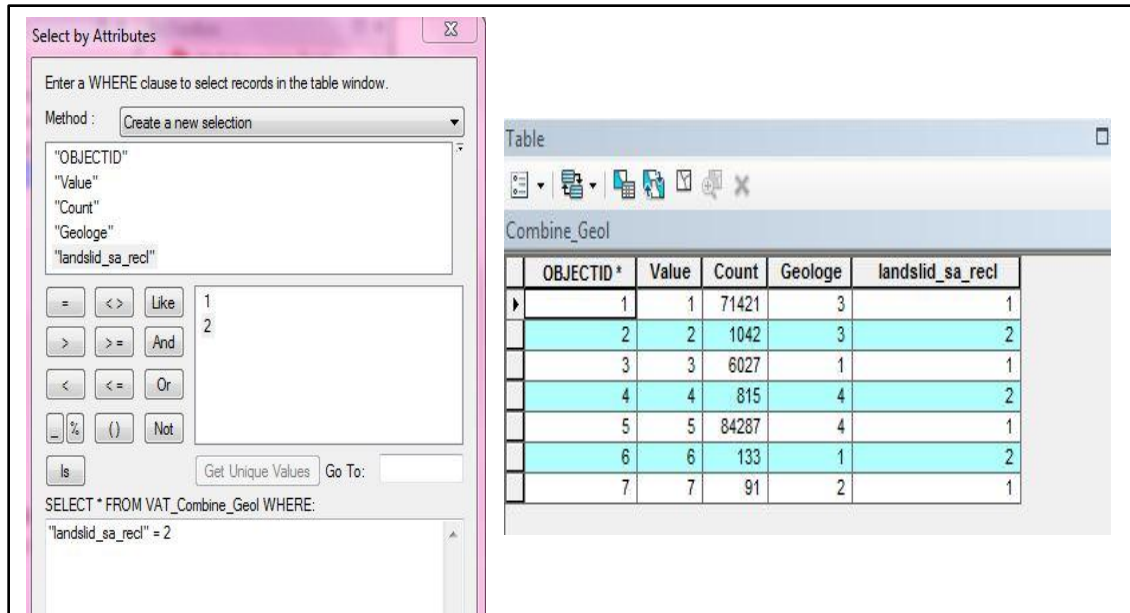


شكل (13): استعمال اداة Combine داخل برنامج gis.

Table					
Combine_Geol					
	OBJECTID *	Value	Count	Geologe	landslid_sa_recl
▶	1	1	71421	3	1
	2	2	1042	3	2
	3	3	6027	1	1
	4	4	815	4	2
	5	5	84287	4	1
	6	6	133	1	2
	7	7	91	2	1

شكل (14): عدد الخلايا لكل تكوين في ظل وجود انزلاق او عدم وجوده.

ومن خلال Select by Attributes يتم تحديد المناطق التي حدث فيها انزلاق داخل كل تكوين وتصديرها على شكل جدول. ليتم التعامل معها لاحقاً عند ايجاد الاوزان، (شكل 15).



شكل (15): استعمال اداة select by Attributes داخل برنامج gis.

وداخل برنامج Excel يتم تطبيق المعادله بعدما تم ايجاد القيم داخل برنامج gis. بحيث يتم ايجاد con-prob من خلال قسمة ncpix / nspix، فمثلا عدد خلايا الانزلاقات الارضيه في تكوين الايوسن 1042 خليه مقسومه على عدد الخلايا في ظل غياب الانزلاقات الارضيه 72463 وتساوي 0.01437975 (شكل 16).

Clipboard		Font		Alignment			
A11		fx					
ID	class	ncpix	nspix	con-prob	prior_prob	Cp/Pp	inf
1	Quaternary	6160	133	0.02159091	0.012148	1.777322	0.249766
3	Eocene	72463	1042	0.01437975	0.012148	1.183714	0.073247
4	Senonian	85102	815	0.00957674	0.012148	0.788339	-0.10329

شكل (16): ايجاد حل المعادله الوزنيه داخل برنامج Excel.

اما قيمة prior probability للايوسين وباقي التكوينات هي نفس القيمة لانها ناتجة من قسمة مجموع عدد الخلايا للانزلاقات وهي 1990 عليه على مجموع حقل count لطبقة الجيولوجي من نوع راستر والبالغه 163816 عليه وتساوي 0.012148.

والعملية الاخيره هي عملية ايجاد وزن التأثير (influence) لصنف العامل من خلال ايجاد اللوغرتم $i = \log (cp/pp)$.

وبهذه الطريقة يتم استخراج وزن التأثير لكل العوامل التي تؤثر في عملية الانزلاق الارضي في منطقة الدراسة والتي تحدد احتمال الحدوث على انه اللوغاريتم للنسبه بين كثافة الانزلاقات الارضيه في صنف العامل المسبب وكثافة الانزلاقات الارضيه في المنطقة كامله، والعوامل التي تم ايجاد القيمه الوزنيه لها هي (التربه، الامطار، درجة الانحدار، اتجاه الانحدار، كثافة اعداد شبكة التصريف النهري العديده، البعد عن الصدوع، طبوغرافية المنطقه، استعمالات الارض، التكوين الجيولوجي)، (جدول 14).

جدول (14): القيم الوزنيه لاهم اصناف العوامل المؤثره في الانزلاقات بمنطقة الدراسة

الرقم	العامل المحفز Factor	الاصناف Class	القيم الوزنيه (Wi)
1	التكوين الجيولوجي	تكوينات الزمن الرابع	-0.249766
		تكوينات الايوسين	0.073247
		تكوينات السينومانيان	- 0.10329
2	انواع الترب	الرند زينا	-0.05688
		الكروموسول	-0.259982
		تيراروسا، رندزينا	-0.09721
3	درجة الانحدار	0 - 5 °	-0.82505
		5 - 10 °	-0.75855
		10 - 15 °	-0.61498
		15 - 20 °	-0.32975
		20 - 25 °	-0.4267
		أكثر من 25 °	-0.32512

4	اتجاه الانحدار	شبه مستوي	-0.7409
		شماليه	-1.1035
		شماليه شرقيه	-1.6262
		شرقيه	-0.696
		جنوبيه شرقيه	0.4509
		جنوبيه	0.6247
		جنوبيه غريبه	-0.9347
		غريبه	-0.4312
		شماليه غريبه	-0.2219
5	الارتفاع عن سطح البحر / م	300 - 200	-1.6836
		400 - 300	-0.4625
		500 - 400	-0.6478
		600 - 500	-0.1628
		700 - 600	-0.9
6	معدل الامطار السنوي / ملم	اقل من 500	-0.21852
		600-500	-0.0475
		700 - 600	0.0530
		أكثر من 700	0.0183
7	استعمالات الارض	المناطق العمرانيه	0.28435
		المستعمرات الاسرائيليه	—
		الاراضي الزراعيه	-0.1139
		الاراضي الرعويه	1.10212
8	البعد عن الصدوع / م	3500	-0.1007
		4000	-0.2014
		4500	-0.32622
		5000	-0.7595
		5500	-0.38125
9	كثافة اعداد الشبكه المائيه في اكم ²	100 - 1	-0.42173
		699 - 100	-0.58475

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المعادله الوزنيه.

ويبين (جدول 13) القيم الوزنيه* لتلك العوامل وأصنافها. ويتضح ان تكوينات الايوسين حصلت على أعلى قيمه وزنيه بلغت (0.07) ثم تكوينات السينونيان (-0.10) بينما كانت تكوينات الزمن الرابع ادناها (-0.2). مما يدل ان التكوينات التي تحتوي على نسبة عاليه من الطين والمارل والطباشير سميك التطبيق، والمقطع بالشقوق والفواصل والتي تنتشع بالרטوبه اثناء العواصف المطريه كتكوينات الايوسين تعطي مؤشرات لقابليه عاليه للانزلاقات الارضيه على عكس باقي التكوينات والتي تبدي مقاومه عاليه لاجهاد القص.

كما يوضح (الجدول 13) القيم الوزنيه لانتواع الترب في منطقة الدراسه حيث شغلت تربة الرند زينا اعلى قيمه (-0.056) بسبب احتواءها على نسبة عاليه من الطين والجير، كلما ارتفعت نسبة الرطوبه فيها ضعفت قوة التماسك بين الحبيبات وسرع ذلك من عملية الانزلاق الارضي.

اما القيم الوزنيه والمحسوبه لفئات الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م) فقد اتضح ان ارتفاع القيمه الوزنيه تزداد مع الارتفاع عن سطح البحر ولكنها تتخفض في الفئه الاعلى (600-700م) لتبلغ (-0.9) وهذا يعني ان الارتفاع عن سطح البحر يسهم بطريقه مباشره وغير مباشره في عملية الانزلاق، فالارتفاع عن سطح البحر يعني زياده في كمية الامطار التي تتلقاها السفوح وهذا يعزز من القيم الوزنيه لفئات الامطار حيث سجلت قيم ايجابيه للفئتين (600- أكثر من 700 ملم) بقيمه بلغت (0.05) (0.01) على التوالي. كما ان الارتفاع عن سطح البحر عن القيمه 700م من شأنه ان يزيد من درجة انحدار السفوح حيث حصلت درجة الانحدار من (15 - 20 واكثر من 25°) على أعلى قيمه وزنيه؛ وهذا يعني زياده في الجريان السطحي عقب العواصف المطريه الغزيره مما يزيد من سرعة حركة المواد المنقلبه والمنزلقه، أما درجة الانحدار للفئه 20-25° فكانت قيمه شاذه بحيث قلة القيمه الوزنيه ويعزى هذا عدم توافر عوامل محفزها مثل قلة كثافة الشقوق والبعد عن الصدوع في هذه الدرجة من الانحدار.

*القيم الوزنيه للعامل الذي يحمل اشاره موجب اعلى تاثير في عملية حدوث الانزلاق من العامل الذي يحمل اشاره سالبه، بمعنى انه كلما زادت قيمة وزن العامل كلما كان تاثيره اعلى.

أما بالنسبة لاتجاهات الانحدار فقد حصلت الاتجاهات التي تميل الى الشرق والجنوب الشرقي على اعلی قيم وزنيه محسوبه بعكس الاتجاهات الشماليه الغربيه تحقيقا لفرضية زيادة كمية الاشعاع الشمسي الذي تتلقاه السفوح الجنوبيه والشرقيه في نصف الكره الشمالي، الامر الذي يؤدي الى تعرضها للتجفيف والترطيب المفاجئ اعقاب العواصف المطريه.

ويظهر توزيع القيم الوزنيه لانماط استعمالات الارض زيادتها في نمط الاراضي الرعويه والمساحات العمرانيه (1.1) (0.2) على التوالي، بينما تتخفّض في الاراضي ذات الاشجار المثمره والمحاصيل الحقلية الى (-0.1). بحيث تتسبب الانشطه البشريه في حدوث الانزلاقات الارضيه في المناطق العمرانيه حيث الكثافه السكانيه العاليه وحفريات البنيه التحتيه التي تقطع الكثير من اقدام المنحدرات وتمزق غطاء التربه. اما الاراضي المزروعه فانها تعمل على تثبيت التربه من خلال شبكة الجذور التي تكونها على العكس من الاراضي والسفوح الرعويه والجرداء التي تقلل من دور الغطاء النباتي في ذلك.

اما البعد عن الصدوع، فيظهر بقلة تاثير هذا العامل مع الابتعاد عن خطوط الصدوع في عملية حدوث الانزلاقات الارضيه؛ فقد بلغت القيمه الوزنيه بتدرجها في البعد عن الصدوع من (-0.1) للبعد 3500 م الى (-0.38) للبعد 5500م. اما كثافة اعداد الشبكه* وهي عدد المجاري في 1كم² فقد حصلت المساحه التي يجري فيها 100 مجرى بـ 1كم² على القيمه (-0.4) في حين بلغت القيمه الوزنيه للمساحه التي يجري فيها 599 مجرى مائي (-0.5) بالرغم من الارتباط الوثيق بين الصدوع وكثافة الشبكه المائيه.مع مراعاة ان منطقه الدراسه لاتظهر بها صدوع وانما تقع على امتداد صدوع في المناطق المجاوره، الا ان المجاري المائيه تفعل من دور الانزلاقات من خلال عمليات الحت، وقيام العديد من مجاري الشبكه المائيه بتخديد سطح المنطقه والذي يكون له اثر على المدى البعيد في عملية حدوث انزلاقات ارضيه في المنطقه.

* تم استخراج كثافة اعداد الشبكه من خلال اداة Focal Statistics داخل برنامج gis، ومن ثم اعاده تصنيف للقيم الناتجه، وتم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM)

2.4 خارطة نطاقات قابلية الانزلاقات الارضية:

انتجت خارطة القابلية للانزلاقات الارضية من خلال جمع خرائط الاوزان للعوامل المسببة والمحفز للانزلاقات الارضية في المنطقة من خلال اداة Raster Calculatoes. حيث تم تصنيف القيم الوزنيه (Wi) الى أصناف من القابلية للانزلاقات (منخفضه، متوسطه، مرتفعه، مرتفعه جدا)، (جدول 15) (خريطه 18).

جدول (15): أصناف قابلية الانزلاقات الارضية في منطقة الدراسه

النسبه %	المساحه / كم ²	القيم الوزنيه	الصنف
17	6.13	(6-) - (3-)	قابليه منخفضه
34	12.67	(3-) - (2-)	قابليه متوسطه
30	11.3	(2-) - (1-)	قابليه مرتفعه
16	6.72	(1-) - (0.9)	قابليه مرتفعه جدا

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على نتائج المعادله الوزنيه.

ويلاحظ من (الجدول 15) ان ما نسبته (51%) من اراضي منطقة الدراسه ذات قابليه منخفضه ومتوسطه بمساحه قدرها (18.8 كم²)، بينما بلغت نسبة الاراضي ذات القابليه المرتفعه والمرتفعه جدا (48%) بمساحه تقدر بـ (18.02 كم²) من مجمل مساحه منطقة الدراسه.

يتضح من (خريطه 18) ان السفوح الاقل عرضه للانزلاقات الارضية هي الواقعه على طول المجرى المائي لوادي مصين ووادي الشامي والمسيلات المائيه التي تصب فيهما. حيث الاراضي ذات السطح شبه المستوي وقليله الانحدار. كما انها توجد في مناطق انتشار تربة الكروموسول، في حين ترتفع نسبة الاراضي ذات القابليه العاليه والعاليه جدا في مناطق انتشار تربة الرند زينا والتيراروسا وفي مناطق تكشف تكوينات الايوسين.

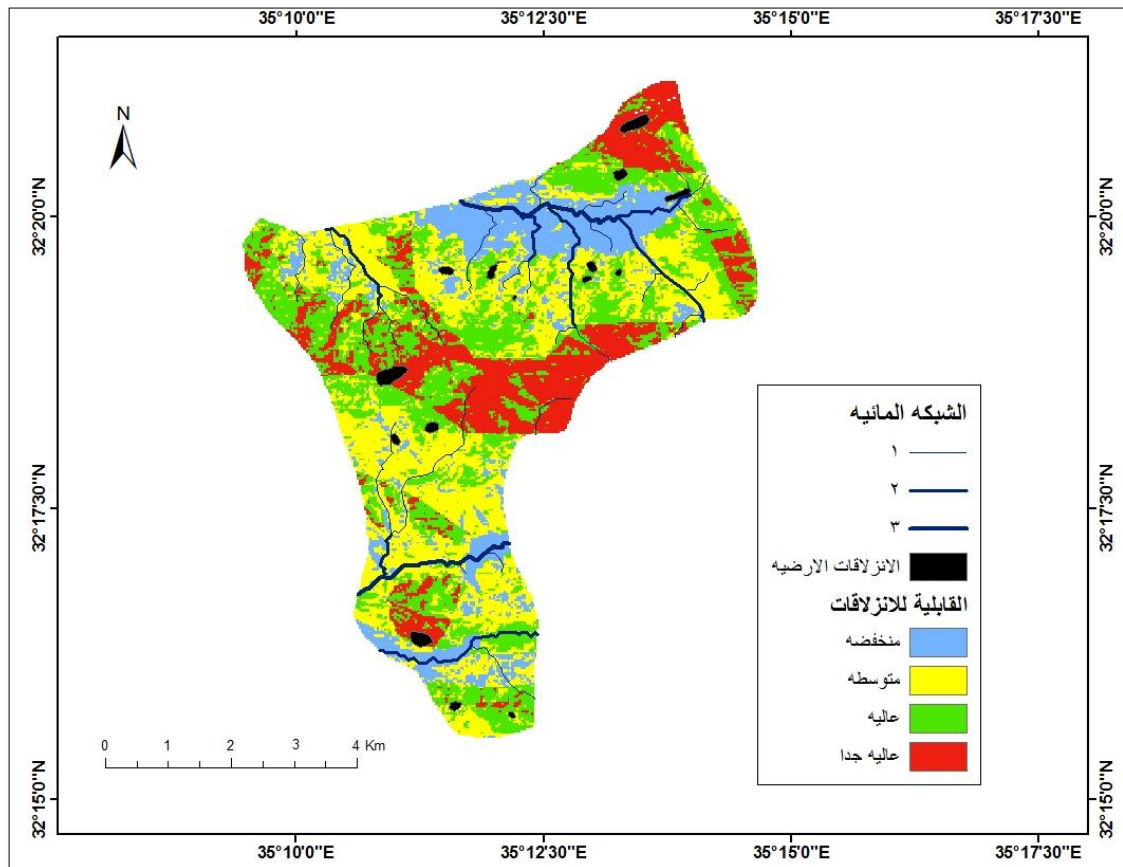
وللتحقق من صحة العمل في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافيه فقد تمت المضاهها بين خارطة قابليه الانزلاقات الارضية وخارطة المسح الفعلي للانزلاقات الارضية في المنطقة، وتبين ان

معظم الانزلاقات الفعلية حدثت في نطاقات القابليه العاليه جدا والعاليه، بينما تتخفص في النطاقات ذات القابليه المتوسطه والمنخفضه، (جدول 16).

جدول (16): مساحة الانزلاقات الفعلية في كل نطاق من نطاقات الانزلاقات الارضيه

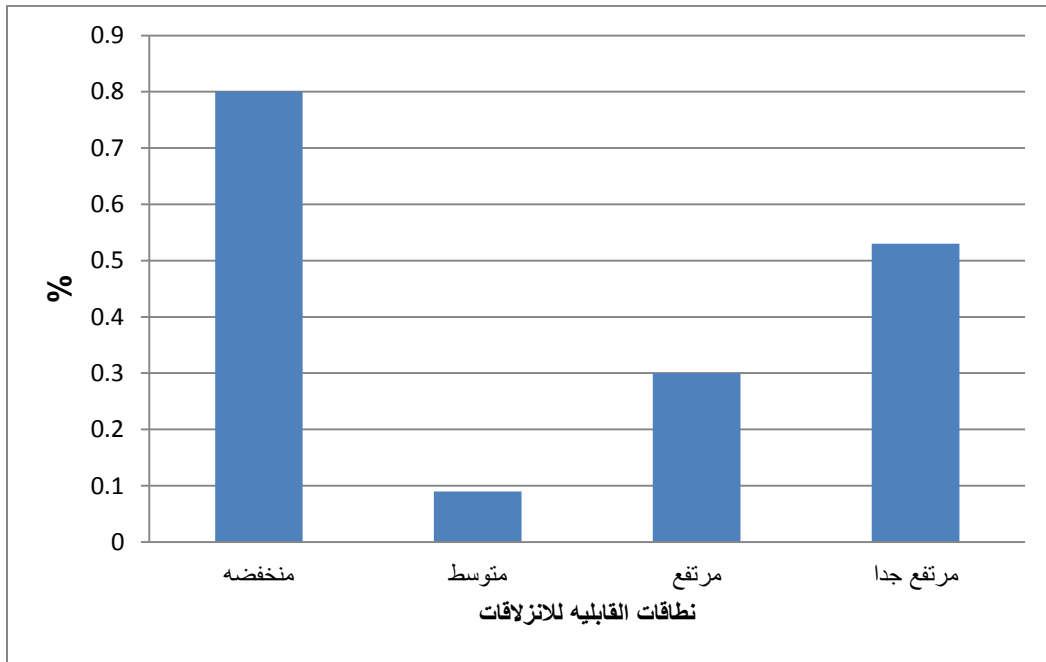
نطاق القابليه المنخفضه	نطاق القابليه المتوسطه	نطاق القابليه المرتفعه	نطاق القابليه المرتفعه جداً	
4000	11034	31373	34649	مساحة الانزلاقات الفعلية في كل نطاق (م ²)
0.8	0.09	0.30	0.53	نسبة الانزلاقات الفعلية من مساحة صنف نطاق القابليه (%)

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على خارطة القابليه للانزلاقات الارضيه.



خريطة (18): خارطة القابليه للانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسه.

المصدر: اعداد الباحث.



شكل (17): نسبة الانزلاقات الفعلية من مساحة صنف نطاق القابليه للانزلاقات

المصدر : اعداد الباحث.

3.4 التأثير المحتمل للانزلاقات الارضيه على أنماط استعمالات الارض وشبكة الطرق:

تعتمد الدول في سياسة استخدامها للأراضي على تصنيف وتقسيم أراضيها وفقاً لأسس ومعايير، أهمها: طبوغرافية وجيولوجية، وزلزالية المناطق، والامتداد العمراني والصناعي، والخطط التنمويه المستقبلية، والاراضي الزراعيه ذات الاهميه الخاصه، والعوامل البيئيه، وغيرها. واستناداً لهذه الضوابط والاسس يتم تصنيف الاراضي الى مناطق حمايه، وتطوير محدود، وتطوير تحت المراقبه. وعادة يراعى في المناطق المخصصه للتطوير العمراني والصناعي، أهمية كون هذه المناطق غير معرضه للانزلاقات والانهياريات الارضيه وبعيده عن التصدعات الارضيه¹.

يمثل التأثير المحتمل للانزلاقات الارضيه على انماط استعمالات الارض وشبكة الطرق الوسيله التي يمكن من خلالها التعرف على درجة خساره والضرر في حالة وقوع انزلاقات ارضيه. مما يعكس ماهي الاجراءات المتخذة من حيث التخفيف من تلك الاضرار، أو الحد من التوسع

¹ الديبك، جلال: تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين، مرجع سابق، ص10.

والنمو باتجاه نطاقات القابليه العاليه والعاليه جداً. وبناء على ذلك، تم استنتاج بعض التصورات من خلال اسقاط خارطة استعمالات الارض والطرق على خارطة نطاقات القابليه للانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسه.

تبين من (الجدول 17) ان 18.6 كم² من اراضي منطقة الدراسه تقع ضمن نطاق القابليه المتوسطه والمنخفضه لحدوث الانزلاقات الارضيه. ويتواجد اكثر من 54% من مساحة المناطق العمرانيه المنتشره في منطقة الدراسه ضمن نطاق القابليه العاليه والعاليه جداً وذلك بمساحته 0.75 كم من المساحه الكليه للاستعمال والبالغه 1.4 كم² وخاصه في سيلة الظهر. ومن الواضح ان الامتداد العمراني اخذ بالاتساع باتجاه هذه النطاقات.

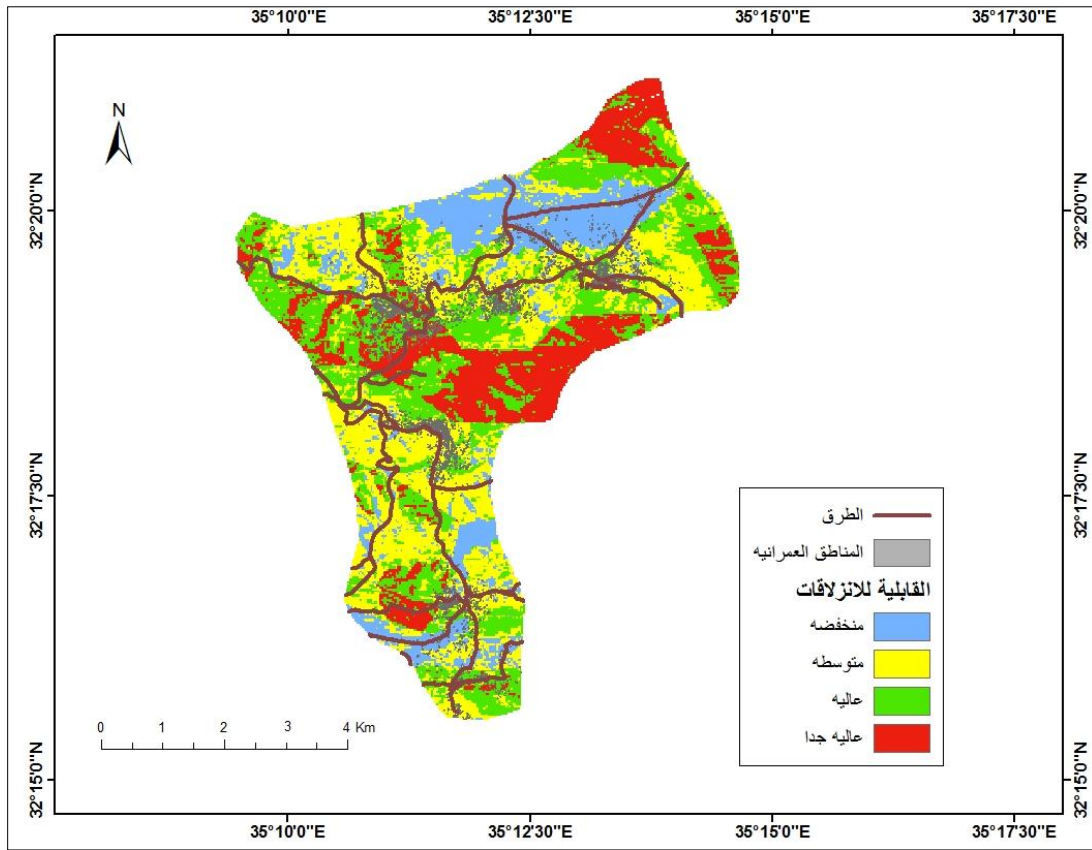
اما مساحات الاراضي الشجريه فيوجد 30% منها ضمن النطاقات العاليه والعاليه جداً بمساحة 6 كم² من جمله مساحتها الكليه والبالغه 20 كم². ومعظم الاراضي متواجده في مساحات مجاوره للاراضي المبنيه وفي اتجاه مجرى وادي مصين ووادي الشامي بالاضافه الى الاراضي التي يتم استصلاحها من قبل مزارعي منطقة الدراسه في المناطق المرتفعه. وبلغت أعلى نسبة تعرض لخطر قابليه انزلاق عاليه وعاليه جداً في الاراضي الرعويه والبالغه 71%.

وبمقارنة أطوال الطرق ونطاقات القابليه للانزلاقات الارضيه يتبين ان 32% من الطرق الرئيسييه والفرعيه في منطقة الدراسه تمر في نطاقي القابليه العاليه والعاليه جداً، بطول يبلغ 16 كم. ومن اهم هذه الطرق طريق نابلس - جنين الرئيسي الذي يربط شمال الضفه بجنوبها، ومروره من منطقة الدراسه ساعد على احداث تنميه مكانيه، والتي تبء عادة بشق الطرق لتفسح المجال أمام تطوير البنى التحتيه والانتشار العمراني خصوصاً في الاجزاء المتاخمه له. وهذا يعني زياده الاحمال وزعزعة استقرار المنحدرات والطبقات الارضيه، (خريطه 19).

جدول (17): نسب ومساحة التداخل بين اطوال الطرق واصناف استعمالات الارض ونطاقات القابليه للانزلاقات الارضيه

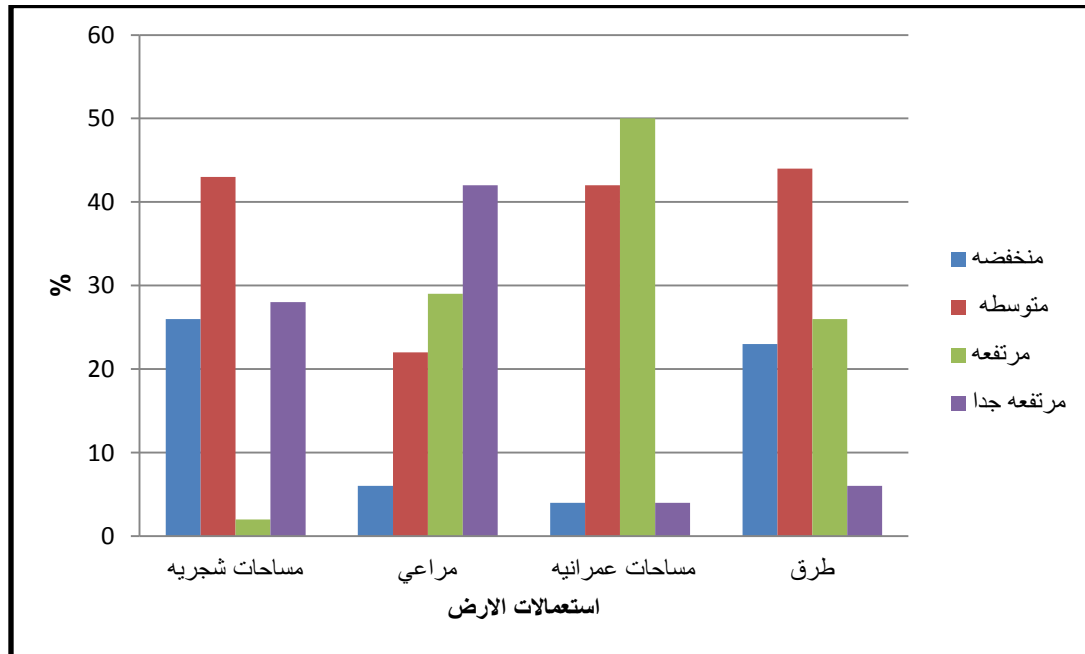
قابلية الانزلاق		منخفضه		متوسطه		مرتفعه		مرتفعه جداً
استعمالات الارض	المساحه كم ²	النسبه %	المساحه كم ²	النسبه %	المساحه كم ²	النسبه %	المساحه كم ²	النسبه %
مساحات شجريه	5.10	26	8.63	43	0.44	2	5.62	28
مراعي	0.84	6	3.4	22	4.4	29	6.2	42
مساحات عمرانيه	0.05	4	0.6	42	0.7	50	0.05	4
	الطول كم	النسبه %	الطول كم	النسبه %	الطول كم	النسبه %	الطول كم	النسبه %
طرق رئيسيه وفرعيه	11.3	23	22	44	13	26	3	6

المصدر: عمل الباحث.



خريطة (19): التداخل بين نطاقات القابلية للانزلاقات والمناطق العمرانية وشبكة الطرق.

المصدر: اعداد الباحث.



شكل (18): نسبة التداخل بين اصناف استعمالات الارض ونطاقات القابلية للانزلاقات الارضية.

المصدر: عمل الباحث.

4.4 نظام البناء في منطقة الدراسة

التوسع العمراني الذي تشهده المدن الفلسطينية، والتنوع في تشكيل الكتل الاسمنتية لم تعد كما كانت قبل ثلاثين أو أربعين عاماً، فمنذ قدوم السلطة الوطنية وتقسيم المناطق الجغرافية إلى ألف وباء وجيم وفقاً لاتفاقية أوسلو تعمل وزارة الحكم المحلي على تنظيم البناء والقضاء على البناء العشوائي. وفي الآونة الأخيرة صدر المخطط الوطني المكاني لحماية الموارد الطبيعية والمعالم التاريخية الذي قسم الأراضي حسب قيمتها الزراعية إلى أراضي عالية القيمة ومتوسطه القيمة ومنخفضة القيمة، وبموجبه كان هناك أحكام للمباني بأنواعها، وكباحث جغرافي وفي صدد موضوع الدراسة الانزلاقات الأرضية يهمننا عدد الطوابق المسموح بها، (جدول 18).

جدول(18): مشروع نظام الابنية والتنظيم للاراضي خارج حدود المخططات الهيكلية لسنة 2016

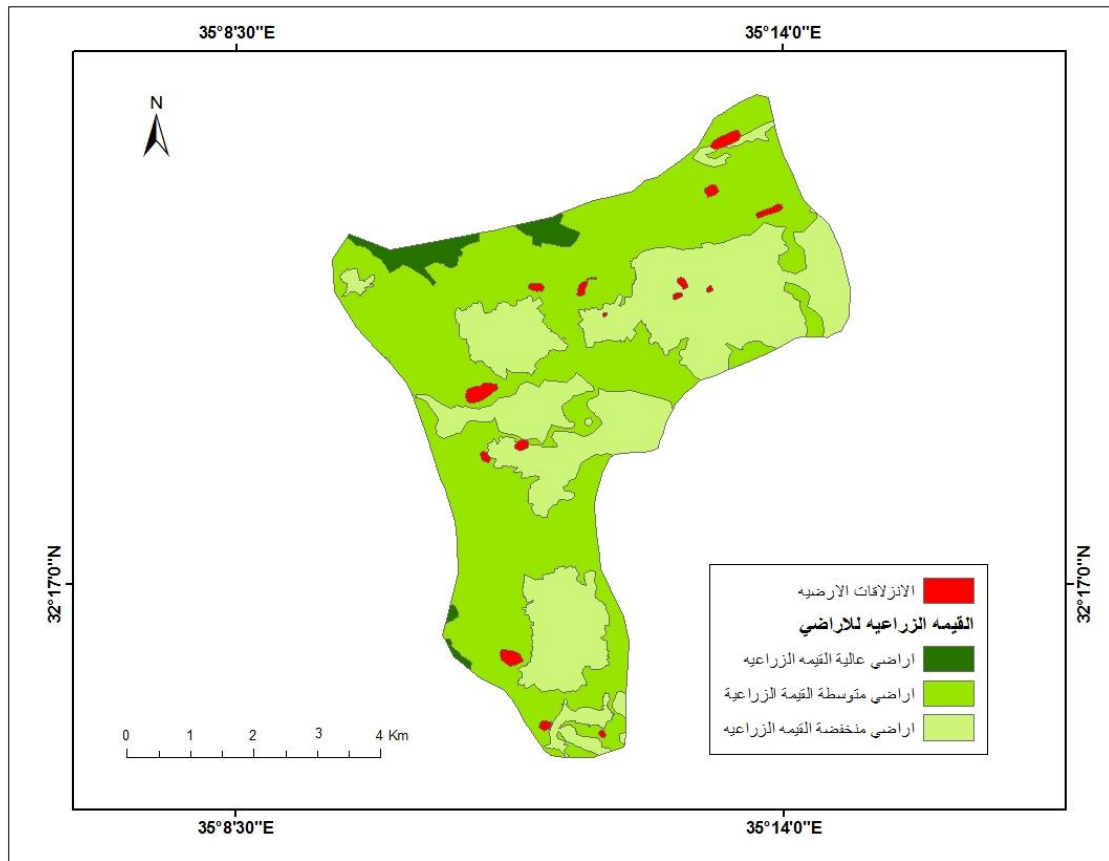
نوع البناء	قيمة الارض الزراعيه	الحد الاعلى لعدد الطوابق للبناء الواحد	الحد الاعلى لارتفاع البناء (م)
مباني سكنيه	منخفضة القيمة الزراعيه	4	15
	متوسطة القيمة الزراعيه	4	15
	عالية القيمة الزراعيه	بيوت بلاستيكية، حظائر المواشي والدواجن المؤقتة (بركسات)	–
مزارع الثروه الحيوانيه	منخفضة القيمة الزراعيه	2	9
	متوسطة القيمة الزراعيه	2	9
	عالية القيمة الزراعيه	حظائر المواشي والدواجن المؤقتة (بركسات)	–
مشاريع الاسكان الاستثماريه	منخفضة القيمة الزراعيه	4	15
	متوسطة القيمة الزراعيه	4	15
	عالية القيمة الزراعيه	لا يسمح البناء	–

22	6	منخفضة القيمة الزراعيه	المباني العامه (مدارس، الجامعات، مستشفيات، دور العباده)
22	6	متوسطة القيمة الزراعيه	
-	لا يسمح البناء	عالية القيمة الزراعيه	
22	6	منخفضة القيمة الزراعيه	المباني الاستثماريه السياحيه
22	6	متوسطة القيمة الزراعيه	
-	لا يسمح البناء	عالية القيمة الزراعيه	
22	6	منخفضة القيمة الزراعيه	المباني الصناعيه
22	6	متوسطة القيمة الزراعيه	
-	لا يسمح البناء	عالية القيمة الزراعيه	
10	2	منخفضة القيمة الزراعيه	محطات المحروقات
10	2	متوسطة القيمة الزراعيه	
-	لا يسمح البناء	عالية القيمة الزراعيه	

المصدر : اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي

بالرغم من ان عدد الطوابق المسموح بها للمبنى تعتمد على قيمة الارض الزراعيه وليس على قيمة التحمل للتربه، والانزلاقات الارضيه ترتبط ارتباط وثيق بنوع التربه اكثر من قيمة الارض الزراعيه فهذا يعني انه من الممكن ان يكون هناك مناطق يسمح بها البناء أكثر من 6 طوابق في اراضي منخفضة او متوسطة القيمة وتكون قدرة التحمل للتربه منخفضة.

ويغلب في منطقة الدراسه اراضي متوسطة القيمة الزراعيه والتي شكلت 60% من مساحة منطقة الدراسه يليها اراضي منخفضة القيمة الزراعيه 37% في حين لم تتجاوز نسبة مساحة الاراضي عاليه القيمة الزراعيه في منطقة الدراسه 0.03%. واغلب الانزلاقات الارضيه الفعليه في المنطقه واقعه في الاراضي متوسطة القيمة يليها منخفضة القيمة والتي يسمح بها البناء بانواعه بعدد طوابق قد تصل الى 6 مثل المباني العامه والمشاريع السياحيه والصناعيه بارتفاع يصل الى 22 م، وهذا يعني زيادة الاحمال والاثقال على التربه المعرضه للانزلاق وبالتالي زيادة زعزعة استقرارها وبالتالي تعرض المنشآت والافراد للخطر،(خريطه 20).



خريطه (20): قيمة الاراضي الزراعيه في منطقة الدراسه وموقع الانزلاقات الارضييه.

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على بيانات وزارة الحكم المحلي.

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1.5 النتائج

2.5 التوصيات

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

1.5 النتائج:

هدفت هذه الدراسة الى الدراسة الجيومورفولوجيه البحتة لتحديد العمليات الجيومورفولوجيه، ومدى التطور الجيومورفولوجي للمنطقه، والتعرف على أهم العوامل الطبيعيه والبشريه المحفزه للانزلاقات الارضيه في المنطقه، والتنبأ المكاني للمناطق المحتمل تعرضها للانزلاقات من أجل تجنب أو التقليل من مخاطرها.

في ضوء ذلك كانت أهم النتائج التي توصلت اليها الدراسة كما يلي:

- 1- يوجد 16 انزلاق أرضي في منطقة الدراسة، وشكلت مساحتها الاجماليه 81056 م² من مساحة منطقة الدراسة البالغه 37000000 م².
- 2- غطت تربة (التياروسا والرندينا) 57% من مساحه منطقة الدراسة وهي اكبر نسبه مقارنة بأنواع الترب الاخرى في المنطقه، وكانت الانزلاقات في هذا النوع من الترب اعلى من غيرها بحيث شكلت 0.19% من مساحة انتشار هذه الترب.
- 3- تبين ان قيمة قوة التماسك بين الحبيبات (C) في الترب الطينيه ترتبط بكمية الرطوبه فكلما ارتفعت نسبة الرطوبه ضعفت قوة التماسك بين الحبيبات وقد تصل الى صفر.
- 4- تزداد فاعلية المطر للانزلاقات الارضيه بازدياد تركزه اليومي، وفي حالة تجاوز تركز المطر اليومي 20 ملم/يوم في أشهر المطر الرئيسي. وتضافر الثلج كعامل مساعد بسماكات تتجاوز 25 سم، فان احتمالية حدوث الانزلاقات تصل الى أكثر من 90%.
- 5- تنوعت انزلاقات منطقة الدراسة في حركتها بين دوراني وانهياري وتدفقات طينيه ومعقد، كما حدثت على فئات انحداريه مختلفه تراوحت بين مستوي الى أكثر من 25°.

- 6- يمثل دور الصدوع في حدوث الانزلاقات بحزم الشقوق التكتونية المصاحبه للصدوع وليس للصدوع نفسها، حيث كان أقرب انزلاق لخط الصدوع في المنطقه 240 م.
- 7- تفاوتت الشقوق في مواقع الانزلاقات في خصائصها المورفومترية، بحيث تراوحت في اتساعاتها بين عدة ميلترات ومتر واحد، كما ان اتجاهاتها اختلفت من مكان الى آخر فكان الاتجاه شمالي - جنوبي اكثر اتجاهات الشقوق انتشاراً.
- 8- تمثل تربة الرندزينا وتكوين الايوسين، ودرجات الانحدار ضمن فئة انحدار (15- 20°) و(أكثر 25°) واتجاهات الانحدار الجنوبيه، واستعمالات الارض الرعويه ومعدل الامطار ضمن فئة (600-700 ملم) أكثر العوامل المحفزه لحدوث الانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسه.
- 9- تبين ان 51% من أراضي منطقة الدراسه ذات قابليه منخفضه ومتوسطه بمساحه مقدارها (18.8 كم²).
- 10- تمثل الزلازل عامل محفز وليس عامل اساسي لحدوث الانزلاقات الارضيه في منطقة الدراسه ودرجة تاثير الزلازل تعتمد على قوة الزلازل ودرجة الزلازل ومدى توفر الرطوبه ففي فصل الشتاء تكون الزلازل اكثر تاثير في حدوث الانزلاقات من الصيف.
- 11- بلغت نسبة أراضي ذات قابليه مرتفعه ومرتفعه جداً (48%) بمساحه تقدر (18.02 كم²) من مجمل مساحة منطقة الدراسه.
- 12- تبين بمطابقة خريطة قابلية الانزلاقات الارضيه وخارطة المسح الفعلي للانزلاقات ان معظم الانزلاقات الفعلية حدثت في نطاقات القابليه العاليه والعاليه جداً.
- 13- يوجد ضمن النطاقات العاليه والعاليه جداً 30% من مساحات الاراضي الشجريه و71% من الاراضي الرعويه، 54% من مساحة المناطق العمرانيه.

14- تمر 32% من الطرق الرئيسية والفرعية في منطقة الدراسة في نطاق القابلية العاليه والعاليه جداً بطول يبلغ 16 كم.

15- 60% من مساحة منطقة الدراسة واقعه ضمن الاراضي متوسطة القيمه الزراعيه.

16- اظهرت الدراسه فاعليه استخدام نظم المعلومات الجغرافيه في دراسة الانزلاقات، بحيث مكنت من التنبؤ المكاني للاماكن المحتمل تعرضها للانزلاقات بالمستقبل ضمن القابليه المنخفضه والمتوسطه والمرتفعه والمرتفعه جداً.

2.5 التوصيات:

في ضوء نتائج الدراسه يجب الاخذ بالتوصيات التاليه، أهمها:

1- الاخذ بعين الاعتبار العوامل الجيولوجيه والهيدرولوجيه والجيومورفولوجيه عند تخطيط وتنفيذ المشاريع والمنشآت الهندسيه.

2- تحديد وتقييد اتجاهات التوسع العمراني المستقبلي في منطقة الدراسه باتجاهات نتجنب فيها نطاق القابليه للانزلاقات.

3- تدعيم منحدرات جوانب الطرق بجدر اسمنتيه على أن يصل أساس الجدار الى ما دون سطح الانزلاق.

4- انشاء قنوات تصريف لمياه الامطار لمنعها من الوصول الى الكتل الصخريه القابله للسقوط.

5- تطوير قاعدة بيانات ضمن انظمة المعلومات الجغرافيه يعتمد عليها في مواجهه الاخطار البيئيه.

6- التعاون بين المؤسسات وجميع الجهات المختصه ذات علاقه في مواجهه الكوارث الطبيعيه.

- 7- الأخذ بعين الاعتبار نوع التربة وقدرة تحملها في مشروع نظام الابنية والتنظيم للاراضي.
- 8- توفير تقنية (Sar- radar) synthetic aperture radar وذلك لدقتها في رسم صورته طبوغرافيه للتضاريس الارضيه والمحيطات ومعرفة اي تغيرات دقيقه جدا في تضاريس الارض.
- 9- ضروره اتباع سياسة استخدام الخرائط الزلزاليه (microzonation map) في منطقة الدراسه، وغيرها من المناطق المعرضه لخطر الانزلاقات لما لها أهميه في تخطيط البنى التحتيه والتخفيف من مخاطر هذه الكوارث في المستقبل.
- 10- استعداد عناصر الدفاع المدني في المنطقه خلال العواصف المطريه المتوقع زياده تركيز المطر فيها عن 20 ملم، بحيث يتم اخلاء السكان ومنع حركة المرور على الشوارع وتعطيل المدارس.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربي:

- 1- الأحمرى، عبد الله (2007): دراسات جيوفيزيائية للانزلاقات الأرضية على طول شارع الأردن، رساله ماجستير غير منشوره، الجامعة الاردنيه، عمان.
- 2- التوم، صبري (2004): *مورفولوجية المنحدرات في الجزء الاعلى من حوض الرميمين وحوض تكالا*، دراسته في الجيومورفولوجيه المناخيه، مجلة الجامعة الاسلاميه (سلسلة الدراسات الانسانيه)، المجلد الثاني عشر، العدد الثاني.
- 3- حجاوي، سامي أحمد (2003): *فحوصات التربيه للاغراض الانشائيه*، المجلس الاقتصادي الفلسطيني للتنميه والاعمار بكدار.
- 4- الحمدان، لطفي (1998): *حول جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى والاطوسط من وادي زومر*، رساله ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، نابلس، فلسطين.
- 5- خضر، ناجح فرحان (2011): *انجراف التربيه في حوض التصريف النهري الاعلى لوادي الزومر*، رساله ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، نابلس.
- 6- الديك، جلال (1999): *تخفيف مخاطر الزلازل في فلسطين*، مركز علوم الارض وهندسة الزلازل، جامعة النجاح الوطنيه، اتحاد مجالس البحث العلمي العربيه، الحلقة الدراسيه العربيه الرابعه.
- 7- أبو ذيب، هشام محمد (2007): *تقيم الاثر البيئي لصناعة الفحم في منطقة يعبد*، رساله ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطنيه، نابلس.

- 8- أبو ريه، أحمد محمد (2007): المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسي أم غيج، دراسته جيومورفولوجيه، رسالة دكتوراه غير منشوره، جامعة الاسكندريه، كلية الاداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافيه.
- 9- زكارنه، ناهد محمود (2012): الزراعة المرويه والبعليه في سهول محافظة جنين (دراسة مقارنة)، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطني.
- 10- أبو صفط، محمد (2000): جيومورفولوجية الانزلاقات الارضيه التي حدثت في موسم شتاء 1992/91 في شمال الضفة الغربيه، مجلة اليرموك، سلسلة العلوم الاساسيه والهندسيه، المجلد التاسع، العدد الاول، جامعة اليرموك، الاردن.
- 11- أبو صفط، محمد (2002): التصنيف الجيوكيميائي لترب شمال الضفة، مجلة جامعة النجاح للابحاث (للعلوم الطبيعيه)، مجلد 17، نابلس.
- 12- عابد، عبد القادر.الشاحي، صايل (1999): جيولوجية فلسطين والضفة الغربيه وقطاع غزة، مجموعة الهيدولوجين الفلسطينيين، الطبعه الاولى، القدس.
- 13- العدره، نزيه محمد (2007): جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة النجاح الوطني.
- 14- اللوح، منصور نصر (2011): تقييم الواقع المناخي في الضفة الغربيه وقطاع غزة - فلسطين خلال الفتره 1996-2009، مجلة جامعة الازهر، غزة، سلسلة العلوم الانسانيه، المجلد 13، العدد 2.
- 15- النوايسه، سامر (2010): تقييم القابليه للانزلاقات الارضيه باستخدام المعلومات الجيومورفولوجيه وانظمة المعلومات الجغرافيه في حوض وادي عسال، جنوبي الاردن، مجلة أبحاث اليرموك، سلسلة العلوم الانسانيه والاجتماعيه، جامعة اليرموك، الاردن.

المصادر:

- 1- الجهاز المركزي للاحصاء الفلسطيني (2014): الاحوال المناخيه في الاراضي الفلسطينيه، التقرير السنوي.
- 2- دائرة الارصاد الجويه، وزارة النقل والمواصلات الفلسطينيه، رام الله، 2016/2015.
- 3- الديبك، جلال (2010): هندسة الزلازل، مركز التخطيط الحضري والحد من مخاطر الكوارث، وحدة علوم الارض وهندسة الزلازل، مذكرات دراسيه جامعه النجاح الوطنيه.
- 4- القدس المفتوحه (1999): جغرافيه فلسطين.
- 5- مقابله مع المهندس أيمن يوسف ظاهر، مكتب جنين للفحوصات الهندسيه، الاحد، 2016/8/7.
- 6- الموسوعه الفلسطينيه، القسم العام، المجلد الاول، الطبعة الاولى، دمشق، 1987.

المراجع الاجنبيه:

- 1- Adamo P., Violante P. (1999). **Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity**, Italy.
- 2- AL-Hyari, Mohammad (2009). **Natural and MAN- Enhanced Landslides within the cathment area of wadi shu`eib**, University of Jordan, Amman.
- 3- CardinaliM. & Others (2002). **Ageomorphological approach to the estimation of landslide hazards and risks in Umbria,Central Italy**, Natural Hazards and Earth System Scinces

- 4- Dai, F.C & Other (2001). **Landslide risk assessment and management: an overview**, Department of Civil and Structural Engineering, The University of Hong Kong, Pokfulam Road Hong Kong, China.
- 5- Deltares Enabling Delta Life, **Land Subsidence: causes, impacts and adaptive measures**, Po Box 177.
- 6- Gorog.P & Torok. A (2007). **Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest**. Budapest University of Technology and Economic, Department of construction Materials and Engineering Geology, Stoczek u.2, H-1111 Budapest, Hungary.
- 7- Huabin W. & others (2005). **Gis-based Landslide hazard assessment: an overview**, Progress in Physical Geography.
- 8- Jordi Marturia & Others (2003). **A GIS-Based Multivariate Statistical Analysis for Shallow Landslide Susceptibility Mapping in La Pobla de Lillet Area (Eastern Pyrenees, Spain)**, Natural Hazards, Kluwer Academic Publishers.
- 9- Kamp U. & Others (2008). **Based landslide susceptibility mapping for 2005 Kashmir earthquake region**, Montana & Cincinnati University.
- 10- Khanna P.N. **Indian Practical Civil Engineers Handbook**.

- 11- Petevilie Khatsu, (2005). **Urban multi-hazard risk analysis using GIS and Remote Sensing: A case study of landslide, Earthquake and fire hazard in a part of Kohima Town, India** CJ van Westen- Proceedings of the 26th Asian Conference on remote.
- 12- Poland J. F. & G. H. Davis (1969). **Land Subsidence du to withdrawal of fluids**, Geological Society of American.
- 13- Rofe and Raffety, (1965). **Nablus District Water Resources Survey**. Geological and Hydrological Report, London.
- 14- Sarkar S. & Others (2006). **GISBased Landslide Susceptibility Mapping - A Case Study in Indian Himalaya**, Universal Academy Press, Inc. Tokyo, Japan.
- 15- Schumm, S. A. (1966). **The development and evolution of hillslopes**, J. Geol. Education.
- 16- Stanley M. Miller. **Slope Stability and Landslides**, Department of Civil Engineering, University of Idaho, Moscow.
- 17- USGS scence a changing world (2004). **Landslide Types and Processes**, Compiled by Lynn Highland, Graphics and Layout design by Maryo Jonnson.
- 18- Van Wastwn C. (2005). **Landslide Hazard and Risk Assessment**, ITC, Ensched, The Netherlands.

مواقع الانترنت:

- http://www.pcbs.gov.ps/site/lang_ar/859/default.aspx 3/2/2016
- <http://www.pmd.ps/loadCmsContent.do?pSecId=5> 22/1-18/9/2016
- <http://www.pcbs.gov.ps/default.aspx> 25/9-2015-7/8/2016
- landsubsidence@deltares.nl **17/6/2016**
- <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/> **8/8/2016**

**An-Najah National University
Faculty of Graduate Studies**

**Urban Safety and Landslides in Silat Ad-Daher Area
(A study in Applied Geomorphology)**

**By
Bushra A. S. Salatneh**

**Supervised by
Prof. Mohammed Abu Safat**

**This Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Geography, Faculty of Graduate Studies, An-
Najah National University, Nablus, Palestine.**

2017

**Urban safety and landslides in Silat Ad-Daher Area
(A study in Applied Geomorphology)**

By

Bushra A.S. Salatneh

Supervised by

Prof. Mohammed Abu Safat

Abstract

This study tackles the structural safety and landslides issue in Silat Ad-Daher area. Natural factors in the chosen area are studied by using the Geographical Information System (GIS) in order to determine their influence on the landslide. Furthermore, the Statistical Package for Social Sciences (SPSS), which depends on weighted values retrieval for the causes of landslides, is used to produce a landslides vulnerability map.

After analysis of the available maps, it is concluded that the composition of the Eocene, Rendzina soil, the steep slopes within the category of (15-20°), the southern direction of slopes, the use of pastoral lands, and the average rainfall within the category of (600-700 mm) are among the most motivating factors behind the landslides occurrence in this region.

The study recommends taking into consideration the geological, geomorphologic and hydrological factors whenever we plan and execute projects and roads.