الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية- الحراش- الجزائر-
Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach- Alger

أطروحة

لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الفلاحية

الموضوع

منهجية الهولستيك (Holistic Approach) للتنمية المستدامة في المناطق شبه الجافة. تحليل تدهور المدرجات الزراعية في المسقط المائي لمنطقة القمة كحلان عفار- اليمن

مقدمة من الطالب: عمر أسعد جازم غانم

لجنة المناقشة:

الرئيس:	**داود يوسف**	**أستاذ**	ENSA (الحراش)
المشرف:	**جيلي قدور**	**أستاذ**	ENSA (الحراش)
المشرف المساعد:	**جازم عبد النور**	**أستاذ محاضر**	DU (اليمن)
الممتحنون:	**بلطرش عبد القادر**	**أستاذ**	USTHB (باب الزوار)
	تومي محمد	**أستاذ محاضر**	ENS (القبة)

2011-2012

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي وفقني لإتمام هذا العمل وأمدني بالعون والقوة لانجازه .

جزيل الشكر لأستاذي القدير بروفيسور جيلي قدور على ما بذله معي من جهود حتى انجاز الدراسة. الشكر موصول للأخ المشرف المساعد الدكتور عبد النور علي جازم من قسم الهندسة في جامعة ذمار.

جزيل الشكر والعرفان للأخ الدكتور محمد حزام المشرقي على مساعدته في تنفيذ البحث الميداني وإمداده لي بالمراجع والوثائق الوطنية و الإرشادات اللازمة طوال فترة البحث.

الشكر متواصل للأخوين المهندس محمد حسن مقبل مدير إدارة الغابات الطبيعية والمهندس عادل سلام رئيس قسم التصحر في الإدارة العامة للغابات والمراعي ومكافحة التصحر والى الأخ المهندس وليد ألعلفي

الشكر الجزيل للمدرسة الوطنية للعلوم الفلاحية و لقسم علوم التربة بأساتذته وفنييه وموظفيه على تعاونهم معي أثناء قيامي بالتحاليل المختبرية لعينات التربة .

وأخيرا الشكر الجزيل لوالدتي التي ساندتني بالدعاء طوال فترة البحث والى والدي رحمه الله الذي رباني وعلمني والى زوجتي التي تحملت عني أعباء البيت وأولادي الذين تحملوا غيابي عنهم والي آخي و نسبي باسم الذي رعى ذوي رحمي خلال فترة البحث اسأل الله إن يتغمده بواسع الرحمة.

الملخص

إن المدرجات الزراعية في المناطق شبه الجافة من المرتفعات الشمالية الغربية من اليمن لعبت دورا هاما في الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي للسكان المحليين على مر العصور. ومع ذلك منذ منتصف القرن العشرين تتعرض هذه المدرجات للتدهور المستمر والذي بدوره يهدد التنمية الهشة في تلك المناطق. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تدهور المدرجات الزراعية في المسقط المائي لمنطقة القمة كحلان عفار وتحديد أسباب هذا التدهور سوءا كانت أسباب طبيعية أو بشرية. لتحقيق هذا الهدف تم دراسة الجوانب الاجتماعية الاقتصادية، العوامل البيئية وخواص التربة. تم تقسيم المدرجات الزراعية في المسقط المائي موضع الدراسة إلى مدرجات سليمة (D1)، مدرجات خفيفة التدهور(D2)، مدرجات نصف متدهورة (D3) و مدرجات شديدة التدهور(D4) وذلك اعتمادا على نسبة تهدم الجدار. تم تنفيذ الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي لعدد 40 مزارعا شملت جميع أجزاء المسقط المائي وجميع فئات التدهور. تم تنفيذ المسح الحقلي للعوامل البيئية وخواص التربة في 98 نقطة شاملة جميع أجزاء المسقط المائي وفئات التدهور الأربع . وصف التربة تم عن طريق عمل أربعة مقاطع تربة, قياس نفاذية التربة في الحقل في سبعة مواقع ممثلة و تحليل مختبري لأربعة وعشرون عينة تربة أخذت من الطبقة السطحية (0–30 سم) ممثلة لجميع فئات التدهور. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن 18 عاملا من العوامل الاجتماعية الاقتصادية و 11 عاملا من العوامل البيئية أبدت ارتباطا معنويا بفئات تدهور المدرجات (P< 0.05). أظهرت النتائج أن تدهور المدرجات لم يكن بسبب قيم الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وذلك لان بعض تلك القيم كانت أفضل في المدرجات الأكثر تهورا كما هو في D3 أفضل من D1 فيما يخص ثباتية الحبيبات على سبيل المثال. من تصنيف التربة تبين أن ترب المنطقة تنتمي إلى رتبة الأراضي حديثة التكون غير المتطورة (Entisols) ورتبة الأراضي الجافة (Aridisols). العوامل الأكثر تأثيرا في تدهور المدرجات هي الهجرة الريفية, قلة الإنتاجية, عدم وجود المردود الاقتصادي، الانحدار الشديد والطبوغرافيا الوعرة.

الكلمات المفتاحية: المدرجات الزراعية، اليمن، التدهور، التعرية، المسقط المائي.

RESUME

Les terrasses agricoles des zones montagneuses du nord ouest du Yémen ont toujours joué un rôle important dans la stabilité sociale et économique de la population rurale. Seulement, depuis la deuxième moitié du vingtième siècle, ces terrasses subissent une dégradation continue qui risque de mettre en péril le fragile équilibre socio-économique dans ces zones. Cette étude a pour objectif la recherche des causes de dégradation des terrasses agricoles d'un bassin versant de la région de Hajjah représentatif ont été subdivisées en terrasses saines (groupeD1), peu dégradées (groupe D2), moyennement dégradées (groupe D3) et très dégradées (groupe D4) en fonction du taux de destruction des murettes. L'étude des facteurs socio-économiques a été réalisée par une enquête effectuée sur un échantillon de 40 agriculteurs répartis sur l'ensemble du bassin versant et couvrant les quatre groupes de terrasses. L'étude des facteurs de l'environnement a été réalisée par des observations et mesures de terrain sur 98 sites représentant toutes les situations de dégradation. La caractérisation des sols a été réalisée par la description de 4 profils pédologiques, la mesures in-situ de la perméabilité hydraulique sur 7 sites représentatifs et par l'analyse au laboratoire de 24 échantillons prélevés de la couche de surface (0 – 30 cm) et représentants les quatre types de terrasses. Les résultats ont mis en évidence 18 facteurs socio-économiques et 11 facteurs de l'environnement liés statistiquement ($p<0,05$) à la dégradation des terrasses agricoles. Les résultats ont montré aussi que la dégradation des terrasses agricoles dans la zone d'étude n'est pas causée par la qualité des propriétés physiques et chimiques des sols. En effet, certaines caractéristiques pédologiques sont meilleures en D3 qu'en D1 comme c'est le cas, par exemple, de la stabilité structurale. La classification des sols montre que les sols dans la zone d'étude appartiennent aux ordres des Entisols et Aridisols. Au total, les causes de la dégradation des terrasses agricoles sont d'ordre social, économique et environnemental dont les plus influentes sont l'exode de la main d'œuvre locale, la faible productivité agricole, l'absence de rentabilité économique et les fortes pentes.

Mots clés : Terrasses agricoles, Yemen, dégradation, érosion, bassin-versant

Abstract

The agricultural terraces in north western Semi-arid highland in Yemen have always played an important role in social stability of rural population. However, since the second half of the twentieth century, these terraces have been subjected to continuous degradation that could endanger the fragile socio-economic development in these areas. This study aims at understanding and investigating the causes of the agricultural terraces degradation in Alkimmah Kuhlan Affar Hajjah region. The agricultural terraces of the representative watershed were divided into four groups mainly; salubrious (non degraded) terraces (group D1), slightly degraded (group D2), moderately degraded (group D3) and highly degraded (Group D4) based on the rate of destruction and collapse of stone walls. The study of socio-economic factors has been conducted on a sample of 40 farmers spreading across the watershed and covering the four groups of terraces. The study of environmental factors was conducted through observations and field measurements from 98 sites representing all forms of degradation. Soil characterization was performed by the description of four soil profiles, the in-situ measurements of hydraulic permeability of seven representative sites and laboratory analysis of 24 samples taken from the surface layer (0-30 cm) representatives the four types of terraces. Statistical analysis of data revealed that 18 socio-economic and 11 environmental factors are statistically ($p < 0.05$) linked to the agricultural terraces degradation. The results also showed that the degradation of agricultural terraces in the study area is not caused by the quality of physical and chemical properties of soils. Indeed, certain soil characteristics are better in D3 than in D1 as the case, for example, aggregate stability. Soil classification show that the soils in the study area belongs to Entisols and Aridisols orders. In total, the causes of the agricultural terraces degradation are social, economic and environmental in their nature. The most influential factors are the exodus of the local workforce, the low agricultural productivity, the lack of profitability and steep slopes.

Keywords: agricultural terraces, Yemen, degradation, erosion, watershed.

فهرس المحتويات

شكر وتقدير

ملخص

RESUME

Abstract

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

مقدمة..... 1

1. مراجعة الدراسات السابقة..... 4

1.1 التنمية المستدامة 4

1.1.1 تعريف التنمية المستدامة 4

2.1.1 أهداف التنمية المستدامة 5

3.1.1 أبعاد التنمية المستدامة 5

4.1.1 عناصر التنمية المستدامة 6

5.1.1 مؤشرات التنمية المستدامة 7

6.1.1 واقع التنمية المستدامة في اليمن 9

2.1 المناطق شبه الجافة..... 11

1.2.1 سمات المناطق شبه الجافة..... 12

3.1 تدهور الأراضي 13

1.3.1 التعرية..... 15

2.3.1 التعرية المائية..... 15

3.3.1 أنواع التعرية المائية..... 16

4.3.1 العوامل المؤثرة على التعرية المائية..... 18

4.1 المدرجات الزراعية في اليمن 28

5.1 إدارة مساقط المياه..... 29

2. مواد وطرق البحث..... 31

1.2 منطقة الدراسة..... 31
1.1.2 الموقع والمساحة والسكان..... 31
2.1.2 التضاريس..... 33
3.1.2 الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية..... 35
4.1.2 المناخ..... 36
5.1.2 الغطاء النباتي..... 38
6.1.2 الأنشطة السكانية واستخدامات الأرض..... 43
7.1.2 الموارد المائية..... 45
8.1.2 حالة المدرجات..... 47
2.2 طرق البحث..... 48
1.2.2 الأعمال الميدانية..... 49
2.2.2 تحليل البيانات..... 54
3. النتائج والمناقشة..... 57
1.3 الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي..... 57
1.1.3 العوامل التقنية..... 57
2.1.3 العوامل الاقتصادية..... 59
3.1.3 العوامل الخاصة بإدارة الغطاء النباتي والمراعي..... 63
4.1.3 العوامل الخاصة بأسباب تدهور المدرجات..... 65
5.1.3 العوامل الخاصة بمتطلبات إعادة تأهيل المدرجات..... 72
2.3 تحليل العوامل البيئية..... 74
1.2.3 العوامل البيئية..... 75
2.2.3 العوامل الخاصة بالمدرجات الزراعية..... 77
3.3 خواص التربة..... 79
1.3.3 خواص التربة الخاصة بالمسح الحقلي..... 79
2.3.3 الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة..... 84

4.3 حساب الجرعة القصوى (max D)..... 98
5.3 تصنيف التربة.....,..... 100
6.3 خارطة تدهور الأراضي.....,..... 102
7.3 مناقشة عامة..... 105
الخلاصة والتوصيات.....,,,..... 108
المراجع العربية.....,,..... 112
المراجع الأجنبية..... 115
الملاحق

قائمة الأشكال

شكل1: مخطط يوضح طريقة إنشاء مدرجات الكتف..... 28

شكل2: بيان موقع منطقة الدراسة بالنسبة لليمن..... 32

شكل3: الخارطة الفزيوغرافية..... 34

شكل4: معدل الأمطار الشهرية للفترة 1985–2007..... 36

شكل5: معدل درجات الحرارة الشهرية..... 37

شكل6: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الأول..... 39

شكل7: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الثاني..... 40

شكل8: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الثالث..... 41

شكل9: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الرابع..... 42

شكل10: خزان أرضي لتجميع مياه الجريان السطحي..... 46

شكل11: غيل عبر جحر..... 47

شكل12: وادي عبر جحر..... 47

شكل13: صورة خزان إسمنتي يتم تجميع فيه مياه الغيل (غيل عبر جحر)..... 47

شكل14: صور توضح فئات تدهور المدرجات..... 49

شكل15: يبين مواقع نقاط تنفيذ الاستبيان الإجتماعي الاقتصادي..... 50

شكل16: يبين مواقع نقاط تنفيذ مسح العوامل البيئية..... 51

شكل17: صورة جهاز قياس النفاذية (infiltrometer Ring)..... 53

شكل18: يوضح اقتران عدد الحراثات في الموسم بفئات تدهور المدرجات..... 58

شكل19: يوضح اقتران نوع السماد بفئات تدهور المدرجات..... 58

شكل20: اقتران العوامل الاقتصادية بفئات التدهور..... 61

شكل21: يوضح شكل المراهق(مناطق مخصصة لحصاد المياه بالقرب من المدرجات)..... 64

شكل22: يوضح اقتران أسباب تدهور المدرجات مع فئات التدهور..... 66

شكل23: يوضح عملية تحويل مجاري المياه إلى المدرجات بسبب شق الطرقات..... 67

شكل24: قناة تجميع المياه من الطريق العام لتصب في المدرجات..... 67

شكل25: يوضح عملية جرف التربة وردم المدرجات بسبب شق الطرقات..... 68
شكل26: يوضح أشكال لقنوات صرف تحت سطحية تقليدية لتصريف المياه الزائدة..... 69
شكل27: قناة صرف تتوسط المدرج لصرف مياه الأمطار الزائدة عن الحاجة..... 69
شكل 28: يوضح شكل قناة تصريف غير مصانة جيدا تهدد المدرجات والمساكن بالانجراف..... 70
شكل29: يوضح المرحلة الأولى من مراحل انجراف المدرجات..... 70
شكل30: يوضح مرحلة تطور الانجراف إلى ما يشبه الأخدود..... 71
شكل31: يوضح المرحلة الأخيرة من مراحل الانجراف وهي انهيار الجدار..... 71
شكل32: يوضح اقتران فئات التدهور بنسب الانحدار المختلفة 76
شكل33: يوضح اقتران نسبة الغطاء النباتي من الحشائش بفئات تدهور المدرجات..... 77
شكل34: يوضح اقتران المحاصيل المزروعة بفئات التدهور..... 79
شكل35: يوضح اقتران عامل مادة الأصل بفئات التدهور..... 80
شكل36: صورة لحاجز من الحجارة والتراب لمنع استمرار الانجراف..... 81
شكل37: يوضح توسع مساحة الانجراف عند التأخر في إعادة بناء الجدار..... 81
شكل38: يوضح اقتران نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية بفئات التدهور..... 83
شكل39: يبين متوسط نسبة الطين في فئات تدهور المدرجات..... 88
شكل40: يبين متوسط نسبة الرمل بالنسبة لفئات تدهور المدرجات..... 89
شكل41: يوضح موقع المدرجات المتدهورة علي المنحدرات أعلى المدرجات المزروعة..... 90
شكل42: يبين متوسط قيم ثباتية الحبيبات الثانوية بالنسبة لفئات التدهور..... 91
شكل43: يبين متوسط قيم الكثافة الحقيقية لفئات التدهور الأربع..... 92
شكل44: يبين متوسط قيم المغنسيوم المتبادل في فئات التدهور الأربع..... 93
شكل45: يبين متوسط قيم السعة التبادلية الكتيونية في فئات التدهور الأربع..... 95
شكل46: يبين متوسط نسبة كربونات الكالسيوم في فئات التدهور الأربع..... 96
شكل47: خارطة تدهور الأراضي..... 102
شكل48: مخطط يوضح التداخل بين العوامل الاقتصادية الاجتماعية..... 106

قائمة الجداول

جدول1: مؤشرات التنمية المستدامة..... 8

جدول2: التوزيع النسبي لدرجات الجفاف محسوبة على أساس المعدل التساقط/عزم البخر..... 12

جدول3: حجم تدهور التربة على مستوى عالمي بسبب التعرية..... 16

جدول4: العلاقة بين غزارة الأمطار وحجم قطرات المطر..... 19

جدول5: عدد السكان والأسر في قرى منطقة الدراسة..... 32

جدول6: نتائج تحليل التكرار (frequency) لحيازات الثروة الحيوانية..... 59

جدول7: نتائج تحليل التكرار (frequency) لحجم حيازة الأرض..... 62

جدول8: نتائج تكرار (frequency) عوامل الغطاء النباتي والمراعي..... 63

جدول9: نتائج التكرار (frequency) لعوامل متطلبات إعادة تأهيل المدرجات..... 72

جدول10: العوامل الاجتماعية الاقتصادية التي أبدت علاقة معنوية مع حالة تدهور المدرجات..... 74

جدول11: العوامل البيئية التي أبدت علاقة معنوية مع فئات تدهور المدرجات..... 75

جدول12: اقتران فئات التدهور بأطوال المدرجات..... 78

جدول13: اقتران فئات التدهور بعرض المدرجات..... 78

جدول14: اقتران فئات التدهور بارتفاع المدرجات..... 78

جدول15: إحصاء وصفي للخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة دون الأخذ بالاعتبار فئات التدهور.... 84

جدول16: نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة المتوسطات(اختبار بوست هوك)..... 86

جدول17: إحصاء وصفي للمتغيرات التي أظهرت فروقا معنوية بين متوسطاتها..... 87

جدول18: درجات ثباتية الحبيبات..... 91

جدول19: نتائج اختبار نفاذية التربة في الحقل..... 97

جدول20: درجات نفاذية التربة بحسب..... 98

جدول21: نتائج حساب الجرعة القصوى (D_{max}) في مناطق مختلفة من المسقط المائي..... 99

جدول22: الحوادث التي تم تسجيلها لكمية الأمطار التي سقطت خلال عدة أيام متتالية..... 99

جدول23: دليل مصطلحات خارطة تدهور الأراضي..... 103

مقدمة

تعد ظاهرة تدهور الأراضي من القضايا الكبرى في اليمن, حيث ظلت العوامل المحفزة لها نشطة لعدة عقود من الزمان حتى وصلت إلى أبعاد خطيرة في الوقت الراهن. تعتبر هذه الظاهرة من المسببات الرئيسية لتدهور النظام البيئي، انخفاض إنتاجية ألأراضي معانات الإنسان وإبطاء التنمية الاقتصادية (المشرقي، 2006).

تمتلك اليمن مساحة محدودة قابلة للزراعة تقدر بحولي 1.66 مليون هكتار يتم زراعة حوالي 64% منها. تشكل المدرجات الزراعية التي شيدها الإنسان في المرتفعات الجبلية حوالي 25%من الأراضي المزروعة (AW-Hassan et al, 2000). لا توجد إحصائيات دقيقة حول المساحة الحقيقية للمدرجات والدراسات المتوفرة تعتمد على تقدير المساحة، إذ يقدر FAO (1997) مساحة المدرجات الزراعية بحوالي 450 ألف هكتار، أما ACSAD (2002) فقد صنفت المدرجات الزراعية على أنها أراضي ثابتة بفعل الإنسان وتشغل مساحة 662 ألف هكتار. إن 70% من الأراضي الزراعية في اليمن أينما ينتج حوالي 80% من الحبوب وتربى الثروة الحيوانية هي أراضي مطرية تسود فيها المدرجات (AL-Mashriki, 2002)

تشير المراجع (Wilkinson, 2008;Gibson and Wilkinson, 2008) أن الإنسان اليمني بدا بتشييد المدرجات الزراعية منذ أكثر من ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد. وهو حلا مناسبا لاستغلال المنحدرات الجبلية من خلال بذل الكثير من الجهد والمال لتشييد الملايين منها (Vogel, 1987). إن المدرجات الزراعية في اليمن تم بناؤها بواسطة الأسرة وتعاون الأفراد ومشاركة المجتمع ككل(AL-Hebshi, 2005). قدم المزارع اليمني حلا للمشكلة الأساسية التي تواجه الدورة الزراعية في المناطق الجافة والمتمثلة في طول موسم الجفاف و تذبذب سقوط الأمطار خلال العام منذ قرون عدة وذلك باستغلال كل بقعة أرض في المنحدرات الجبلية وبنى فيها المدرجات ليتم بواسطتها حصاد مياه الجريان السطحي من المساحات المجاورة وتخزينه (Al-Ghulaibi, 2009). يذكر Rappold (2004) أن شبكة الري التقليدي بواسطة الجريان السطحي في أراضي المدرجات الجافة تتلقى الماء من المنحدرات العليا بواسطة قنوات عملت لهذا الغرض ثم تدفعه إلى المدرجات حيث يتوزع بهدوء من مدرج إلى آخر حتى يصل إلى الوادي. أما Varisco (1991)، فيذكر أن بعثة منظمة الأغذية والزراعة التي زارت اليمن في منتصف الخمسينات صنفت نظام المدرجات

الزراعية في اليمن على انه أحد أفضل أنظمة المدرجات على مستوى العالم في ذلك الوقت. يضيف الباحث أن اليمن في فترة القرون الوسطى، بفضل المدرجات، كان من أكثر الدول إنتاجا للمحاصيل الزراعية في المنطقة. تعد المدرجات الزراعية في اليمن منذ آلاف السنين أساسا للاستقرار الاجتماعي والاقتصادي لسكان المرتفعات الجبلية التي تشكل حوالي 60% من مساحة البلاد (FAO, 2000).

على الرغم من ذلك كله، فان هذه المدرجات تتعرض في الوقت الراهن لخطر التدهور والانجراف وبصورة متسارعة وبشكل ينذر بفنائها. بدون صيانة المدرجات الجبلية وتحسين نظام الزراعة وإدارة نظام المياه فان هذه الأراضي المنتجة ستصبح عما قريب صخورا عارية (NAPCD, 2000).

إن الدراسات التي تعرضت لتدهور المدرجات الزراعية نادرة ، ومن أهم الدراسات التي عملت في هذا المجال دراسة تدهور الأراضي اليمنية (ACSAD, 2002)، بعض التقارير الفنية للمشاريع مثل التقرير الاستشاري لتوصيف مناطق الزراعة المطرية في اليمن (AL-Mashriki,2002) و تقارير مشروع المدرجات الجبلية في مناطق رائدة.

إن تدهور المدرجات الزراعية لا يعد خطرا كبيرا على استقرار سكان الريف في المرتفعات الجبلية فحسب بل وعلى الاقتصاد الوطني بشكل عام ، إذ يؤكد Noaman (2005) أن تدهور موارد التربة في المدرجات الجبلية بدا واضحا بسبب الضغط المتواصل من قبل الإنسان على هذا النظام البيئي الهش ، وانه إذا استمر الحال على هذه الوتيرة فان اليمن ستفقد جزءا كبيرا وهاما من تربتها الصالحة للزراعة بسبب التعرية .

إذا هذه الدراسة تتناول تدهور المدرجات الزراعية في منطقة القمة كحلان عفار كمنطقة ممثلة لسلسلة المرتفعات الشمالية الغربية وتبحث في أسباب تدهور المدرجات الزراعية عن طريق تصميم منهجية عمل ميدانية تأخذ في الاعتبار الأسباب البيئية والاجتماعية الاقتصادية واستخدامات الأراضي بطريقة تكاملية للخروج بنتائج لمساعدة أصحاب القرار في وضع الحلول المناسبة لصيانتها وإعادة تأهيلها واستغلالها بطريقة مستدامة. هذه الدراسة تتواكب مع توجهات وسياسات وأهداف خطط التنمية الاقتصادية الاجتماعية للتنمية والتخفيف من الفقر وكذلك أهداف التنمية الألفية ، كما تتواكب مع التوجه نحو اللامركزية ومنظمات المجتمع المدني في الحفاظ على الموارد الطبيعية المتاحة وحسن إدارتها وصيانتها واستخدامها بشكل مستدام .

إن الهدف الرئيسي لهذا البحث هو تقييم تدهور المدرجات الزراعية في المسقط المائي لمنطقة القمة كحلان عفار وتحديد أسباب هذا التدهور سوءا كانت أسباب طبيعية أو بشرية. لتحقيق هذا الهدف تم دراسة الجوانب الاجتماعية الاقتصادية، العوامل البيئية وخواص التربة.

تتكون الأطروحة من ثلاثة أبواب (chapters) يتناول الباب الأول استعراض للدراسات والأبحاث السابقة في موضوع البحث حيث بدا بتناول قضية تدهور الأراضي على مستوى عالمي ثم وصف للتعرية المائية والعوامل المؤثرة عليها وتم التفصيل في قابلية التربة للانجراف ، ثم مدرجات الكتف(bench terraces) والمدرجات الزراعية في اليمن وأخيرا إدارة مساقط المياه. يتناول الباب الثاني مواد وطرق البحث بدءاً بوصف تفصيلي لمنطقة الدراسة من حيث العوامل الاجتماعية الاقتصادية، وانتهاءً بطرق البحث المتمثلة في كيفية تصميم وتنفيذ الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي واستمارة العوامل البيئية ومنهجية اخذ وتحليل عينات التربة. أما في الباب الثالث فيتم عرض جميع النتائج المتحصل عليها من الميدان والمتمثلة في نتائج الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي، العوامل البيئية المؤثرة في تدهور المدرجات ثم نتائج التحليل ألمختبري للتربة ومناقشتها، ثم عمل مناقشة عامة، وأخيرا الخاتمة والتوصيات.

1. مراجعة الدراسات السابقة

1.1 التنمية المستدامة

1.1.1 تعريف التنمية المستدامة

يقول Donato (2003) يجب أن نبدأ بملاحظة أن واحدة من أكبر مشكلات التواصل بين الفلاسفة وعلماء البيئة وعلماء الاقتصاد هي أنهم جميعًا لديهم فهم ضعيف نسبيًا لمفاهيم بعضهم البعض . وبشكل عام:

- ✓ النظرية الاقتصادية تساهم من خلال التركيز على الكفاءة الاقتصادية وحقوق الموارد.
- ✓ النظرية البيئية تساهم من خلال التركيز على تشغيل النظم البيئية و المحافظة على التكامل البيئي.
- ✓ نظرية العدالة والمواقف الأخلاقية التي تحيط بها تساهم من خلال التركيز على العواقب التوزيعية لبدائل السياسات.

الاستدامة : هي القدرة على المحافظة على الإنتاجية سوءا كانت كحقل أو مزرعة أو امة في وجه الأزمات أو الصدمات (Conway and Barbier , 1990).

كانت اللجنة العالمية للبيئة و التنمية التي تشكلت برئاسة السيدة "بروند تلاند" رئيسة وزارة النرويج السابقة أول من عرّف مصطلح التنمية المستدامة الذي ورد في تقريرها (UN, 1987) و ذلك كاستجابة لمجموعة من الكوارث البيئية التي شهدها العالم منذ أن عقدت أول اجتماع لها في أكتوبر 1982 و المتمثل في سوء الإدارة البيئية و التنموية، و عرف التقرير التنمية المستدامة بأنها (استجابة التنمية لحاجات الحاضر من دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة في الوفاء بحاجياتها)، منذ ذلك التاريخ بدأ مصطلح التنمية المستدامة يشيع في أروقة الفكر التنموي (طلبة، 2006)، و قد ترسخ مفهوم التنمية المستدامة عند الجميع سنة 1992 في قمة "ريو" أو كما تسمى بقمة الأرض بالبرازيل.

أما منظمة الأغذية والزراعة (FAO, 1995) فتعرف التتمة المستدامة على أنها إدارة قاعدة الموارد الطبيعية وصيانتها تقنيا ومؤسسيا على نحو يضمن تواصل تلبية احتياجات أجيال الحاضر والمستقبل ويحول دون تدهورها أو انحسارها. إن مفهوم الاستدامة هذا ينطوي بالضرورة على النمو الاقتصادي الذي يصون رصيد الأصول من الموارد الطبيعية ويحفظه ويجهد من أجل تنميته (فارس، 1999) .

2.1.1 أهداف التنمية المستدامة:

تسعى التنمية المستدامة من خلال آلياتها و محتواها إلى تحقيق جملة من الأهداف و هي بحسب أبو الحسن و إبراهيم (2006):

- **أهداف اجتماعية**

1) تحقيق نوعية حياة أفضل للسكان من خلال التركيز على العلاقات بين نشاطات السكان و البيئة.
2) التعامل مع النظم الطبيعية و محتواها على أساس حياة الإنسان و ذلك عن طريق مقاييس الحفاظ على نوعية البيئة و الإصلاح و التهيئة.
3) إحداث تغيير مستمر و مناسب في حاجات و أولويات المجتمع و ذلك بإتباع طريقة تلائم إمكانياته و تسمح بتحقيق التوازن الذي بواسطته يمكن تفعيل التنمية الاقتصادية و السيطرة على جميع مشكلات البيئة كتدعيم و تحفيز التعليم و التدريب المهني و العام على جميع المستويات و توفير تسهيلات في التعليم و الثقافة لجميع القطاعات.
4) تثبيت النمو الديموغرافي و الذي أصبح يكتسب أهمية بالغة ليس لأن النمو السريع يحدث ضغوطا حادة على الموارد الطبيعية بل و على قدرة الحكومات على توفير الخدمات.

- **أهداف اقتصادية**

1) تحقيق استغلال و استخدام عقلاني للموارد و هنا تتعامل التنمية مع الموارد على أنها موارد محدودة لذلك تحول دون استنزافها.
2) تحقيق نمو تقني اقتصادي يحافظ على رأس المال الطبيعي.
3) ربط التكنولوجيا الحديثة بأهداف المجتمع و ذلك من خلال توعية السكان بأهمية التقنيات المختلفة في المجال التنموي.

3.1.1 أبعاد التنمية المستدامة

تعد التنمية المستدامة تنمية ثلاثية الأبعاد مترابطة ومتداخلة في إطار تفاعل يتسم بالضبط والترشيد للموارد، وهي الأبعاد البيئية والاقتصادية والاجتماعية فضلا عن بعد رابع مهم وهو البعد المتعلق بالسياسات البلدية والمحلية أي جهة اتخاذ القرار (ديب ومهنا، 2009)، وبحسبهم يمكن تفصيلها إلى:

• الأبعاد البيئية للاستدامة

البعد البيئي هو الاهتمام بإدارة المصادر الطبيعية وهو العمود الفقري للتنمية المستدامة، وعامل الاستنزاف البيئي هو أحد العوامل التي تتعارض مع التنمية المستدامة، لذلك نحن بحاجة إلى معرفة علمية لإدارة المصادر الطبيعية لسنوات قادمة عديدة من أجل الحصول على طرائق منهجية تشجيعية لإدارة نظام البيئة للحيلولة دون زيادة الضغوطات عليه.

• البعد الاجتماعي

وهو حق الإنسان الطبيعي في العيش في بيئة نظيفة وسليمة يمارس من خلالها جميع الأنشطة مع كفالة حقه في نصيب عادل من الثروات الطبيعية والخدمات البيئية والاجتماعية ودون تقليل فرص الأجيال القادمة.

• البعد الاقتصادي

ينبع هذا البعد من أن البيئة هي كيان اقتصادي متكامل باعتبارها قاعدة للتنمية وأي تلويث لها أو استنزاف لمواردها يؤدي في النهاية إلى إضعاف فرص التنمية المستقبلية لها.

• البعد المؤسسي

تمّثل الإدارات والمؤسسات العامة الذراع التنفيذية للدولة التي بواسطتها وعبرها ترسم وتطبق سياساتها التنموية الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. توفر الدولة الخدمات والمنافع لرعاياها ومواطنيها؛ ومن ثَم فإن تحقيق التنمية المستدامة، والترقي المطرد للمجتمعات، ورفع مستوى ونوعية حياة الأفراد وتأمين حقوقهم الإنسانية، وتوفير الإطار الصالح لالتزامهم بواجباتهم تجاه المجتمع والدولة، تتوقف جميعها على مدى نجاح مؤسساتها وإداراتها في أداء وظائفها ومهماتها.

4.1.1 عناصر التنمية المستدامة

العناصر الأساسية والتي تعتبر مبادئ التنمية المستدامة في إطار تعريفها الأساسي والتقليدي الوارد في تقرير بورتلاند عبارة عن أربعة عناصر وبحسب (Clini et al, 2008) هذه العناصر هي:

1- الاستخدام العقلاني والرشيد للموارد الطبيعية، ويعتبر هذا العنصر دلي ل ونقطة تواصل بين الدول والمجتمعات عندما يصيغون أو ينفذون سياستهم المتعلقة بالتنمية الاقتصادية والبيئية ويجب أن يؤخذ هذا

العنصر في الاعتبار عند التعاون في صياغة الاتفاقيات الدولية.

2- تحقيق الإنصاف والعدالة بين الأجيال. وهو ما يعني أن الجيل الحاضر يجب أن يأخذ في الحسبان عند تلبية حاجاته حقوق الأجيال القادمة، أي أننا كأعضاء في الجيل الحاضر عند صياغة السياسات والقوانين الخاصة بالتنمية يجب أن نتذكر دوما الحفاظ على حق الأجيال القادمة.

3- تحقيق العدالة والإنصاف فيما بين أبناء الجيل الحاضر، وهذا يعني انه عند تجديد السياسات التنموية والبيئية يجب أن نأخذ في الاعتبار مصالح الدول والمجتمعات حول العالم. إن مبدأ تحقيق العدالة داخل الجيل الواحد يتوافق تماما مع عنصر تحقيق الإنصاف والعدالة بين الأجيال إذ أن كلا المبدآن يمتلكان قاعدة عامة وهي البعد الاجتماعي.

4- مبدأ التكاملية، طبقا لهذا المبدأ الاعتبارات البيئية يجب أن تكون متكاملة في مشاريع التنمية الاقتصادية، الخطط والبرامج وتتبنى مناهج تنموية صديقة للبيئة.

5.1.1 مؤشرات التنمية المستدامة:

أصدرت لجنة الأمم المتحدة لائحة بمؤشرات التنمية المستدامة هي بمثابة مقياس لمدى التقدم الذي تحرزه دولة ما في مجال التنمية المستدامة (جدول 1).

جدول1: مؤشرات التنمية المستدامة (ديب و مهنا، 2009)

المحور	المؤشر	تعريف المؤشر
المحور الاجتماعي	1-المساواة الاجتماعية	المساواة في توزيع الموارد وإتاحة الفرص واتخاذ القرارات، وتتضمن فرص الحصول على العمل والخدمات العامة كالصحية والتعليمية..
	2-الصحة	الحصول على مياه شرب نظيفة وغذاء صحي ورعاية صحية دقيقة
	٣ -التعليم	الحصول على التعليم وزيادة فرص التدريب والتوعية العامة
	٤ -السكن	توفر السكن المناسب
	٥ -الأمن	الأمن الاجتماعي و حماية الناس من الجرائم
	٦ -السكان	هناك علاقة عكسية بين النمو السكاني و التنمية المستدامة؛ فكلما زاد معدل النمو السكاني زادت نسبة استهلاك الموارد الطبيعية ونسبة التصنيع العشوائي والنمو الاقتصادي غير المستدام
المحور البيئي	١-الغلاف الجوي	هناك العديد من القضايا البيئية المهمة التي تندرج ضمن إطار الغلاف الجوي وتغيراته، ومنها التغير المناخي وثقب الأوزون ونوعية الهواء.
	٢-الأراضي	فالأرض تتكون من البنية الفيزيائية وطبوغرافية السطح؛ وأيضا من الموارد الطبيعية الموجودة فيها، وحتى المياه التي تحتويها والكائنات الحية التي تعيش عليها.
	٣-المياه العذبة	من أكثر الموارد الطبيعية تعرضًا للاستنزاف والتلوث، وتعد أنظمة المياه العذبة من أنهار وبحيرات وجداول من أكثرا لأنظمة البيئية هشاشة وتعرضًا للتأثيرات السلبية
	٤-التنوع الحيوي	حماية الحيوانات والنباتات البرية وإنشاء المحميات. إن حماية التنوع الحيوي والاستخدام المستدام لعناصره وكذلك الموارد المتجددة الأخرى يعد شرطًا لاستدامة التنمية.
المحور الاقتصادي	١-البنية الاقتصادية	و هي تعبر عن: الأداء الاقتصادي و التجارة و الحالة المادية
	٢-أنماط الإنتاج والاستهلاك	إن أنماط الإنتاج غير المستدامة تستنزف الموارد الطبيعية؛ لذا لا بد من حدوث تغيير جذري في سياسات الإنتاج والاستهلاك للحفاظ على الموارد وجعلها متاحة أمام سكان العالم الحاليين بشكل متساو.

6.1.1 واقع التنمية المستدامة في اليمن

تغطي اليمن مساحة 45.5 مليون هكتار. 3.5% من هذه الأرض أو حوالي 1.6 مليون هكتار أراضي صالحة للزراعة. تغطي المراعي والغابات والأحراش حوالي 64% من المساحة الكلية أو (29 مليون هكتار) ، بقية المساحة تغطيها الصحراء والكثبان الرملية وتمثل حوالي 28% (12.5 مليون هكتار) من المساحة الكلية (ACSAD, 2002). منذ 3000 سنة بدا الإنسان اليمني بإزالة الغطاء النباتي في التلال والمنحدرات الجبلية لزيادة المساحة القابلة للزراعة. شيدت المدرجات الزراعية لغرض صيانة التربة والمياه، تحسين كفاءة استخدام الماء وزيادة إنتاجية المحاصيل، إضافة إلى أنها تعد إرثا تاريخيا و شاهدا حياً للاستدامة البيئية والأمن الغذائي على مدى العصور السابقة (Al-Mashriki, 2009).

إن التغير الاجتماعي والاقتصادي الهائل الذي حدث في العقود الأخيرة نتج عنه تغير في الممارسات الزراعية والرعوية وترافق مع زحف المدن الحضرية على حساب الأراضي الزراعية فنتج عن ذلك انتشار واسع لظاهرة التعرية، زحف للرمال، تدهور أراضي الغابات والمراعي وضياع وفقدان الأراضي الخصبة (NEAP, 1995). لذلك اتخذت الحكومة اليمنية العديد من الإجراءات التي تهدف إلى الحد من تدهور الأراضي ، استغلال وإدارة الموارد الأرضية المتاحة بطريقة مستدامة وذلك عن طريق إصدار العديد من الوثائق الوطنية والقوانين والخطط والاستراتيجيات, إضافة إلى تبني العديد من المشاريع التنفيذية ذات العلاقة بإدارة وتنمية الموارد الأرضية. كمثال لذلك احتوت أهداف الألفية لليمن الهدف العام (7) نص على تأكيد ضمان الحفاظ على البيئة والهدف المحدد (9) ينص على دمج مبادئ التنمية المستدامة بالسياسات والبرامج الحكومية لتقليل فاقد الموارد البيئية(العباسي وآخرون، 2003). إضافة إلى تضمين بنود الحفاظ على الموارد الأرضية المتاحة واستغلالها بطريقة مستدامة جميع القوانين والوثائق الرسمية ذات العلاقة والتي منها ما يلي:

- **الوثائق الوطنية والقوانين والسياسات:**

1) خطة العمل الوطنية للبيئية (1995) (مجلس حماية البيئة،1995) .
2) قانون حماية البيئة رقم (26) لعام 1996م (وزارة الشؤون القانونية، 1996).
6) إستراتيجية وخطة عمل التنوع الحيوي (الهيئة العامة لحماية البيئة، 2004)م.
7) خطة العمل الوطنية لمكافحة التصحر (NAPCD, 2000).

8) الخطة الخماسية للتنمية (1996-2000)(وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 1996).

9) الخطة الخماسية الثانية (2001-2005)(وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 2000).

10) خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية الثالثة للتخفيف من الفقر2006–2010 (وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 2006)

11) الإستراتيجية الوطنية للاستدامة البيئية.2005. (EPA,2005)

12) إستراتيجية التخفيف من الفقر(2003-2005)(وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 2002)

تجدر الإشارة إلى انه رغم أن تلك الخطط والاستراتيجيات التي تحتوي على السياسات اللازمة لتنفيذ ها, إلا أن خطط العمل البيئية والقوانين تعاني من أوجه قصور عدة مثل ضعف آليات التقييم البيئي لمشاريع التنمية، عدم وجود أهداف واضحة ومحددة لحماية البيئة، ضعف أنظمة التخطيط الحضري فيما يتعلق بالتوسع العمراني واستخدامات الأراضي في المدن والريف، عدم إشراك منظمات المجتمع المدني في اتخاذ القرارات الخاصة بإدارة وصيانة الموارد الأرضية.

إضافة إلى السياسات المستقلة التي تم التصديق عليها (سياسة مساقط المياه والسياسة العامة للري) فهناك حاجة ماسة لصياغة سياسات جديدة لدعم أنشطة مكافحة التصحر مثل سياسة الموارد المائية، سياسة الغابات وسياسات متعلقة بإحياء المعارف التقليدية الخاصة بإدارة الموارد البيئية.

ان القوانين الحالية غير كافية وهناك حاجة إلى المزيد من القوانين النوعية مثل قانون المياه ، قانون مياه الري ، قانون الغابات وغيرها، بحيث تأخذ هذه القوانين في الاعتبار التكاملية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية و التوجه نحوا للامركزية.

- المشاريع المنفذة في مجال إدارة وصيانة الموارد الأرضية بحسب وزارة الزراعة و الري(2006):

1) مشروع التشجير وتثبيت الكثبان الرملية نفذ في الفترة من 1991- 1993.

2) تطوير موارد الغابات من اجل حماية البيئة وتحقيق الأمن الغذائي 1991-1994.

3) تعزيز القدرات في مجال التخطيط والإدارة البيئية 1992-1997.

4) مشروع تطوير الغابات 1987-1997.

5) مشروع الحفاظ على الأراضي والمياه 1993–2000 (تم تجديده)

8) تقييم الموارد البيئية من اجل تخطيط استخدامات الأراضي في الريف 1994-1999

9) الغابات الحضرية وشبه الحضرية في اليمن 1995-1997.

10) مشروع حماية البيئة في تهامة 1996-2002.

11) برنامج الإدارة البيئية المستدامة 1997-2001.

12) مشروع إدارة مساقط المياه وإعادة استخدام المياه العادمة في المناطق الشبه حضرية 1998-2002.

– الاتفاقيات الدولية التي تم المصادقة عليها وذات علاقة بالموارد الأرضية بحسب (الهيئة العامة لحماية البيئة، 2007):

1) الاتفاقية الإطارية لتغير المناخ تمت المصادقة عليها في 1995.

2) الاتفاقية الدولية للتنوع البيولوجي و بروتوكول قرطاجنة التابع للاتفاقية تمت المصادقة عليها في 1992.

3) الاتفاقية الدولية لمكافحة التصحر تمت المصادقة عليها في 1996.

4) الاتفاقية الدولية حول الأنواع المهددة بالانقراض من مجموعة الحيوانات والنباتات البرية تمت المصادقة عليها في 1997.

2.1 المناطق شبه الجافة

البيئات الجافة نطاقات كبيرة من الكرة الأرضية تقدر بحوالي ثلث يا بستها (الغريري و الصالحي ،2000). يضيف الباحثان أن تزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بهذه المناطق كونها مخزنا لكثير من الموارد الطبيعية فضلا عن إمكانية استثمار أراضيها في معالجة نقص الغذاء الذي تعاني منه أعداد كبيرة من سكان الكرة الأرضية وبخاصة سكان الدول النامية. تقع أغلب المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم بين خطي عرض 25–35°، حيث يتسبب الضغط العالي في هبوط الهواء الدافئ مما ينتج عنه كتل هوائية مستقرة وجافة (William and Dick-Peddie,1991). الأراضي التي تصنف كأراضي جافة، شبه جافة وأراضي جافة شبه رطبة جميعها توصف بأنها أراضي جافة (LADA,2007).

الجفاف صفة جغرافية لمناطق من العالم تكون فيها موارد الماء من التساقط أقل من كمية ا لماء التي يمكن أن تذهب بها قوى البخر والنتح (القصاص،1999). تُعبِّر النسبة بين التساقط وعزم البخر والنتح عن معدل الجفاف (Vavilov,1949) .اعتمد برنامج الأمم ا لمتحدة للبيئة على قدر هذا المعدل في تصنيف أقاليم العالم جدول(2).

جدول 2: التوزيع النسبي لدرجات الجفاف محسوبة على أساس المعدل التساقط/عزم البخر (UNEP,1992)

النطاق المناخي	معدل الجفاف	%من أراضي العالم
بالغ الجفاف	اقل من 0.05	7.5
جاف	0.05-0.2	12.5
شبه جاف	0.21-0.50	17.5
شبه رطب جاف	0.51-0.65	9.9
رطب	أكثر من 0.65	39.2
بارد	أكثر من 0.65	13.6

1.2.1 سمات النظم البيئية للمناطق الجافة وشبه الجافة

النظام البيئي في الأراضي غير الجافة أقدر على استرجاع عافيته وتضميد قروحه، أما الأراضي في النطاقات الجافة وشبه الجافة نظم بيئية هشة ، ذات قدرة محدودة على استرجاع العافية إذا تعرضت للتدهور (القصاص، 1999). وبحسبه كذلك فان سمات النظم البيئية الجافة وشبه الجافة تتميز بالاتي:

1 - شح الموارد المائية (قلة الأمطار) يجعل النمو النباتي المعمر مبعثرا لا يهيئ غطاء دائما يقي التربة من عوامل التعرية والانجراف. وقدرة هذا النمو النباتي المتواضع على الحمل أي إتاحة الكلأ لرعي الحيوان أو الحطب لوقود الإنسان محدودة.

2 - موارد الماء (المطر) فصلية أي تتاح في جزء من السنة دون بقية السنة ، ومن ثم يكون نمو النباتات الحولية فصليا لا يلبث أن يجف وتذروه الرياح مع ما تذروه من التربة.

3 - تزداد موارد الماء (المطر) شحا في بعض السنوات (نوبات الجفاف)، ويكون نمو النبات دون مستواه المعتاد على تواضعه وتتعرض الأرض للمزيد من التعرية وخاصة في مناطق الزراعة ا لمطرية التي تحرث فيها الأرض ويتعرض الناس وقطعانهم لضنك بالغ ويزداد ضغطهم البيئي على حيز عيشهم . وإذا امتدت نوبات الجفاف لعدد من السنين فقد النظام البيئي قدرته على العطاء وفقد الناس مورد حياتهم فيهجرون مواقع المواطن ا لموروثة إلى مواطن الاغتراب.

4– التربة في الأراضي الجافة هيكلية أي تتكون من فتات الصخر أو ما تجمعه الرياح من رمال أو ما تحمله مياه السيول من رواسب لأن الغطاء النباتي قليل ومتناثر يجف ويتأكسد سريعا و لا يترك في التربة إلا القليل من المادة العضوية ، وتظل التربة أقرب إلى« الرواسب السطحية» منها إلى « التربة » با لمفهوم التصنيفي.

5- كثير من أنواع النبات والحيوان التي تعيش في الأراضي الجافة تكون عند أقصى حدود احتمالها الحراري ، ومن ثم تتضرر من نوبات الحرارة البالغة ، أو الصقيع الطارئ.

3.1 تدهور الأراضي

عرفت اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر وتخفيف آثار الجفاف (UNCCD, 1994) تدهور الأراضي بأنه ما يحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة من انخفاض أو فقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي لأراضي المحاصيل البعلية، والمروية، وأراضي المراعي والغابات نتيجة لاستخدامات الأراضي ونتيجة لعملية ما أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية.

ظل تدهور الأراضي في الأقاليم الجافة بفعل الإنسان مستمرا لآلاف السنين (Dregne and Meyer, 1989). التعرية بواسطة المياه في الأماكن المرتفعة ، وتملح الأراضي المروية كان لهما تأثير مدمر على التربة وفي بعض الحالات على مراكز الثقافة في العالم القديم (Harold and Dregne, 1991). تبعت إزالة الغابات حول البحر الأبيض المتوسط تعرية مائية متسارعة بدأت قبل مالا يق ل عن 2000عام وآثارها مازالت باقية حتى الآن (Mikesell, 1960, 1969) .هذا وقد شارك تدهور الأراضي المروية نتيجة الملوحة في منطقة الهلال الخصيب (العراق حاليا) في إضعاف وفي النهاية تدمير النظام المائي الذي كان يعتمد كلية على تدفق نهري دجلة والفرات (Jacobson and Adams, 1958).

تكاد تكون المعلومات الجيدة حول مدى وشدة أي من أنواع تدهور الأراضي محدودة أو معدومة (Harold and Dregne, 1991). ليس هناك نهاية للصيحات التي أحدثتها التعرية في الماضي والتهديد الذي تشكله في المستقبل (Dregne, 1982; Brown, 1984).

أكد المجتمع الدولي ومنظماته المتخصصة بان تدهور الأراضي مشكلة اقتصادية و اجتماعية وبيئية كبيرة تثير قلق بلدان كثيرة في جميع أقاليم العالم، ومنها الدول العربية التي تقع معظم أراضيها في المنطقتين الجافة وشبه الجافة من العالم (ACSAD, 2002). كشفت دراسة لمنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (منظمة الأغذية والزراعة،2008) والتي استخدمت بيانات مجمعة على مدى عشرين عاما إن تدهور الأراضي يشهد ازديادا مكثفا في إنحاء عديدة من العالم مع تدهور أكثر من 20% من مجموع الأراضي المزروعة و30% من الغابات و10% من الأراضي العشبية. تضيف هذه الدراسة انه مقارنة بدراسات التقييم

السابقة فان تدهور الأراضي منذ عام 1991 قد اثر على مناطق أخرى. أشارت منظمة الأغذية والزراعة (2008) إلى أن تدهور الأراضي يعد أزمة لا يمكن حلها عن طريق الجهود المبذولة من جانب بلد واحد فقط نظرا لتزايد القلق إزاء تغير المناخ. يرى الكثير من الخبراء (Brown and walf,1985 ; Pompa and Burley,1991) أن التدهور الذي أصاب البيئة وأدى إلى انخفاض معدلات الإنتاج والدخل للفرد ترتبط جذوره بارتفاع معدلات الزيادة السكانية الناتج عنها ازدياد الضغط على النظم الطبيعية كالغابات والمراعي والتربة.

تشير بعض الأدبيات (Brown and Walf, 1985 ; نحال، 1987) أن تزايد احتياجات السكان للغذاء والطاقة تتسبب في تدهور النظم الطبيعية التي تعتمد عليها حياتهم. اعتقد Newcomb (1984) أن استمرار الاستغلال غير الرشيد للنظم البيولوجية (الغابات والمراعي والتربة) تتراكم آثاره السلبية وتقود الى التدهور المتواصل لتلك النظم.

أورد Mortlock (2005) أن 15% من سطح الكرة الأرضية من غير القطبين متأثرة بتدهور الأراضي ، تمثل التعرية المائية المتسارعة منها 56% (11 مليون كم""مربع) والريحية 28% (5.5 مليون كم مربع).

لعل أوسع المنهجيات في مجال دراسة تدهور الأراضي تلك التي وضعها المركز الدولي لمعلومات ومراجع الأراضي ISRIC من خلال الاتفاقية الموقعة مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة حيث صدرت هذه المنهجية تحت اسم التقييم العالمي لتدهور الأراضي Global Assessment of Soil Degradation (أكساد،2002) وبحسبه أيضا بموجب هذه المنهجية تم تقسيم تدهور الأراضي إلى الأنواع الآتية:

- الانجراف بفعل الماء– في الموقع– خارج الموقع (التعرية المائية)
- الانجراف بفعل الرياح – في الموقع– خارج الموقع (التعرية الريحية)
- التدهور الداخلي للتربة
- التدهور الفيزيائي
- التدهور الحيوي

1.3.1 التعرية

كلمة تعرية (erosion) هي من أصل لاتيني مشتقة من الفعل "eroder" يتآكل ، يحفر (Zachar, 1982). فالمصطلح تعرية استخدم أولا في الجيولوجي في وصف التجاويف المتكونة بواسطة المياه ، تآكل المواد الصلدة بواسطة ماء النهر بينما الغسل السطحي والتعرية المطرية تسمى انجراف oblation اللاتينية (ablation) (Zachar, 1982).

أما Roose (1996) فيذكر أن كلمة تعرية أتت من الفعل اللاتيني eroder والذي يعني يقضم وهي تعني أن التعرية تقضم جزء الأرض و تحمله بعيدا.

وتحدث التعرية على مرحلتين: المرحلة الأولى الانفصال (detachment) أي انفصال الحبيبات أو المجاميع الصغيرة عند سطح التربة، أما المرحلة الثانية فهي النقل (transportation) التي تؤدي إلى الفقد الفعلي لمادة التربة (Hausenbuiller, 1985) يضيف Roose (1996) مرحلة ثالثة وهي مرحلة ترسيب المواد المنقولة.

إن إزالة الغابات في المناطق الجبلية والمنحدرات والسهول، إزالة الحشائش ، حرق أراضي المراعي الطبيعية ، حراثة التربة و زراعة المحاصيل (خاصة تلك التي تحتاج إلى أكثر من حراثة) في معظم الأراضي المنحدرة تعتبر الأسباب الرئيسية لزيادة كمية الجريان السطحي وعملية التعرية (Kovda, 1980).

2.3.1 التعرية المائية:

يعتبر الماء أهم عامل في عملية التعرية. فالأمطار والجداول والأنهار كلها تنحت أو تحمل الترب بعيدا، وأينما كان الماء في حركة فانه يقوم بنحت حدود جريانه (Hudson, 1995). التعرية عامة والمائية خاصة التي تحدث للتربة تؤدي إلى فقدان الحبيبات الدقيقة(الناعمة) الغنية بالمادة العضوية والمغذيات الأساسية للنبات، مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم التي تضاف إلى بقية الرواسب المنقولة والتي تعتبر أساسية في إنتاج المحاصيل (Hellin, 2006) .

تتفاوت درجة تعرية التربة كثيرا ، إذ يتراوح متوسط الفاقد السنوي من التربة في الأرض الزراعية من جزء من الطن إلى "300 طن أو أكثر للهكتار إذ تعادل القيمة الأكبر وهي 300 طن تقريبا وزن طبقة تربة بعمق 2–5 سم وتغطي هكتار واحد (Hausenbuiller, 1985).

اعتبر Hudson (1995) أن ألحد المقبول للتعرية يعتمد على ظروف التربة فإذا كان القطاع يتكون من تربة عميقة خصوبتها لا تتغير عند جميع الأعماق فان فقد 25 مم من التربة في 30 سنة يقل

خطورة بدرجة كبيرة عما إذا كان القطاع تكون من بضعة سنتيمترات من التربة فوق صخر صلب. الجدول3 يوضح حجم تدهور التربة بالتعرية على مستوى عالمي.

جدول3: حجم تدهور التربة على مستوى عالمي بسبب التعرية (بالمليون هكتار).(Hudson, 1995)

المساحة المتدهور بفعل التعرية المائية				المساحة المتدهورة بفعل التعرية الريحية				
المنطقة	خفيفة	متوسطة	قوية وحادة	المجموع	خفيفة	متوسطة	قوية وحادة	الجموع	المساحة الكلية
إفريقيا	58	67	102	227	88	89	9	186	413
أسيا	124	242	73	441	132	75	15	222	663
أمريكا الجنوبية	46	65	12	123	26	16	X	42	165
أمريكا الوسطى	1	22	23	46	246	4	1	5	51
أمريكا الشمالية	14	46	x	60	3	31	1	35	95
أوروبا	21	81	12	114	3	38	1	42	156
اوقيانوسيا	79	3	222	83	16	X	27	16	99
العالم	343	526	444	1,094	514	253	54	548	1,642

3.3.1 أنواع التعرية المائية

توجد ثلاثة أنواع رئيسية للتعرية المائية تتميز فيما بينها بحجم وسرعة حركة الماء فوق سطح التربة (FitzPatric, 1986).هذه الأنواع هي التعرية الصفائحية (الشريطية) ، التعرية الجدولية (الغيلية) والتعرية الأخدودية إضافة إلى أنواع أخرى تندرج تحت هذه الثلاثة الأنواع. لأهمية التعرية سوف نتناول كل نوع منها بشيء من التفصيل.

- **التعرية الصفائحية** Sheet erosion

يحدث هذا النوع من التعرية على هيئة شريط ضحل من المياه المنسابة على سطح التربة ويكون مسؤلا عن فقد حاد للتربة في الأراضي المزروعة والأراضي البور على حد سواء، إذ تحدث عادة نتيجة إزالة الغطاء النباتي (Brooks, 2007). تتكون التعرية الصفائحية عندما يتحرك الماء بشكل متساوي وبسرعة هادئة ومتوازنة وتكمن خطورة هذا النوع من التعرية في انه لا يمكن ملاحظتها إلا بعد مرور سنوات على بداية حدوثها (FitzPatrick, 1986). أما Hausenbuiller (1985) فقد عرف التعرية الصفائحية بأنها عبارة

عن انفصال وإزالة التربة السطحية بشكل متماثل. ويحدث ذلك عند تعرض التربة للتأثير المباشر للأمطار الشديدة وخاصة إذا كان سطح التربة قد سحق سلفا بالحرث.

- **التعرية الجدولية (الغيلية)** Rill erosin

التعرية الجدولية عبارة عن إزالة التربة بواسطة الجريان السطحي المركز خلال جداول أو قنوات صغيرة ويحدث انفصال حبيبات التربة عندما يكون الجريان السطحي أقوى من مقاومة التربة للانفصال. باستمرار فصل التربة وتزايد الجريان يصبح الجدول أوسع وأكثر عمقا (NSERL, 2008.).

يتركز الماء داخل قنوات صغيرة لا حصر لها تتكون طبيعيا بمسافات بينية مختلفة ومتراصة مسببة ما يسمى بالتعرية الجد وليۃ . هذا الجدول يمكن أن يقطع سطح التربة عموديا وأفقيا حتى يصل إلى مرحلة تكون الأخدود (Ritter, 2006) . أثبتت دراسة لقياس درجة التعرية الجدولية في بيئة الغابات قام بها Robichaud et al (1991) حيث تم اختيار ثلاث مناطق مختلفة من حيث كمية الجداول ونسبة الغطاء ودرجة الميل فوجد أن درجة التعرية الجد ولي ة كانت أعظم في قطع الأرض التي فيها سطح التربة متهتك بالمقارنة مع التي فيها سطح التربة اقل تهتكا.

أما في دراسة أخرى (Whiting et al., 2001) لقياس نتائج التعرية الصفائحية والجدولة من الرواسب باستخدام الغبار النووي(radio nuclide's) بينت النتائج أن التعرية الجدولية تنتج راسبا اعل من الصفائحية بـ 29 مرة وذلك في حقل زراعي مساحته 6,03 هكتار.

- **التعرية الأخدودية** Gully erosion

التعرية الأخدودية هي إزالة التربة على طول خطوط تصريف المياه بواسطة الجريان السطحي. ما إن تبدأ الأخاديد بالتكون حتى تستمر بالتوسع بواسطة التعرية المتفاقمة أو تساقط جدرانه الجانبية ما لم تتخذ إجراءات سريعة لمعالجة الخلل (Ziebell and Reshards, 1999).

تشير الدراسات الميدانية والحقلية في ولاية ايوا الأمريكية أن حوالي 202 الى505 هكتار من الأراضي

الزراعية المنتجة تفقد سنويا بسبب التعرية الأخدودية، بالرغم من أن الأخاديد في المناطق المتضررة تطورت حديثا ويتراوح حجم الأخدود من 1.5 الى 24 في العمق ومن 0.9 إلى 30 متر في العرض ويصل طول بعضها إلى عدة أميال وأخرى لا تتعدى 30 متر (Bettis, 1993).

في حالة وصول التعرية إلى مرحلة الأخدود فان قدرة قطرات المطر في فصل حبيبات التربة لا معنى لها ويتمثل دورها في منع تسرب المياه إلى الأسفل على سطح التربة في المسقط المائي فيزداد الجريان السطحي ويتركز في الأخدود ويصبح أكثر اتساعا (NSERL , 2008).

4.3.1 العوامل المؤثرة على التعرية المائية

هناك عدة عوامل تؤثر في التعرية المائية. بحسب Hudson (1995) هذه العوامل هي قدرة المطر على إحداث التعرية, قابلية التربة للانجراف , طول ونسبة الميل ، إدارة المحصول وصيانة التربة. وفيما يلي دراسة لكل عامل على حدة.

- **إعرائية الأمطار أو الجارفية** (erosivity)

الجارفية هي القدرة الممكنة للمطر على إحداث التعرية ، وتعتمد هذه القدرة على الخصائص الطبيعية للمطر (Hudson, 1995). يحدث جريان سطحي كلما تساقطت الأمطار على ارض منحدرة بمعدل يفوق معدل الرشح. وبزيادة أي من الشدة أو تكرار الأمطار تزيد كذلك إمكانية جريان سطحي وتعرية . يعتبر عدد مرات هطول المطر الشديدة ذات أهمية بشكل خاص ، لأنها تسبب معظم التعرية على الرغم من انها قد تمثل جزءا صغيرا من إجمالي الهطول(Hausenbuiller, 1985).

توصل الباحثون بإدارة صيانة الأراضي في لافاييت بولاية إنديانا الأمريكية إلى ما يسمى دليل المطر وذلك باستخدام أرصاد المناخ وبيانات الانجراف (بلبع ونسيم، 1998). يضيف الباحثان أن دليل الانجراف بالمطر يعبر عن الانجراف النسبي بالمطر في أي موقع في الولايات المتحدة وقد بنيت هذه القيم بالاعتماد على خاصيتين لكل عاصفة من العواصف الممطرة ترتبطان جيدا بقدرة المطر على جرف التربة وهي:1) الطاقة الكلية للعاصفة ، والتي تعتمد على حجم قطرات المطر وعددها والكمية الكلية للمطر الذي يسقط.2) أعلى مستوى لمعدل سقوط المطر خلال فترة 30 دقيقة.

التساقط المطري احد المسببات الرئيسة للانجراف وتأثيره المباشر على التربة وحدوث الجريان السطحي

يساهمان فيما يسمى باعرائية المطر والتي هي دالة الطاقة الحركية للعاصفة والتوزيع ألحجمي لحبات المطر(Angulo-Martínez et al., 2009).

توصل Abo-Ghobar (1992) إلى وجود علاقة واضحة بين مؤشر الجارفية والمتوسط السنوي للإمطار من جهة وعدد الأيام الممطرة خلال السنة من جهة أخرى.

القدرة على التعرية بالنسبة للأمطار هي دالة حجم المطر وشدته . فالحجم هو مجموع الأمطار التي تسقط بشكل فردي وتقاس بالمليمتر أما الشدة فهي مقياس لكيفية التساقط وتقاس دائما بالمليمتر في الساعة (Plaster, 2009). كلما كانت قوة المطر كبيرة كلما استطاع أن يفك أجزاء التربة المترابطة بفعالية اكبر وبذلك فان نسبة التعرية تكون على علاقة مباشرة بغزارة المطر وبحجم القطرات أو كمية التساقط وطول المدة التي يتساقط خلالها . كما أن لتلك النسبة علاقة بالموسم الذي تتساقط فيه الأمطار (حسين، 2003). أشار Konke and Bartrand (1959) إلى أن حجم أغلبية نقاط المطر تتراوح بين 1–4 ملم وان تزايد حجم القطرات يترافق مع تزايد الأمطار (جدول 4).

جدول4: العلاقة بين غزارة الأمطار وحجم قطرات المطر (Konke and Bertrand, 1959)

غزارة الأمطار (ملم/ساعة)	متوسط قطر القطرات. (ملم)	غزارة الأمطار (ملم/ساعة)	متوسط قطر القطرات (ملم)
0.25	1.00 - 0.75	25.4	2.25 -2
1.27	1.25 -1.0	50.8	2.5 -2.25
2.54	1.5 -1.25	101.6	3.0 -2.75
12.70	2.00 -1.75	152.4	3.25 -3

تعتبر الطاقة الحركية العامل الرئيسي المسبب لفصل الترب من موقعها. يمكن حساب الطاقة الحركية للمطر بقياس توزيع حجوم قطرات المطر و افتراض سرعة منتهى ملائم لحجم معين للقطرة وليكن هذا الحجم هو D50 (وسيط قطر القطرات المطرية الساقطة) (الطيف وآخرون ، 1991) . في هذا السياق قام Wischmeier et al (1958) بتطوير علاقة بين فقدان التربة وعامل المطر، فالأخير يمثل حاصل ضرب الطاقة الحركية للمطر(E) وأقصى شدة خلال العاصفة لفترة 30 دقيقة متتالية خلال العاصفة واستنبط الباحثان المعادلة التالية:

$$KE = 13.32 + 9.78 \log I$$

حيث أن:

KE– الطاقة الحركية (جول/م² . ملم)، I– شدة المطر (ملم / ساعة).

في دراسة حول التباين في جارفيه الأمطار يشير Hastings et al (2005) إلى أن التباين في التساقط المطري يمكن أن يكون مفيدا في تقييم التعرية وكمية الراسب الذي يمكن قياسهما بفعالية اكبر من قياس الجريان السطحي. كما يشير الباحثون إلى أن التباين في سلوك الأمطار يحدث بشكل خاص في المناطق شبه الجافة التي تسود فيها دائما العواصف الرعدية التي تصاحب مناخ الجبال (Orographic) وقد تظهر تباين زمني كبير في حدوث العاصفة على مستوى الموسم والسنة . خلصت الدراسة أيضا إلى أن التباين في شدة الأمطار قد يحدث على مستوى منطقة لا تتعدى مساحتها عدة مئات من الأمتار.

• **انجرافية التربة** Erodibility

يعرف Lal (1988) الانجرافية أنها حساسية التربة للقوى الاعرائية لتأثير قوة المطر والجريان السطحي وهي خاصية متأصلة لدى الترب. وبعبارة أخرى هي تقدير إمكانية التربة لمقاومة الانجراف ، وتعتمد أساسا على الخواص الفيزيائية لكل تربة على حدة . بصفة عامة التربة التي تمتلك مدى ترشيح أو تسرب واسع ومحتوى كبير من المادة العضوية وبنية جيدة تمتلك قوة اكبر لمقاومة الانجراف (Wall et al.,1987).

أثبت الباحثون الأوائل أمثال (Bennet,1926 ; Baver,1933 ; Cook, 1936) ارتباط قابلية التربة للانجراف بالخواص الفيزيائية للتربة . منذ 1929 حوالي 68 بحثا متعلقا بدراسة مسؤولية خواص التربة كعامل مهم في عملية التعرية وخاصة الخواص الفيزيائية (Sheridan et al.,2000). على سبيل المثال Beasly and Laflan (1960) و Barfield et al (1988) توصلوا إلى وجود علاقة للكثافة الظاهرية للتربة بقابليتها للانجراف أما Barnett and Rodgers(1966) فقد توصلا إلى أن الترب تتفاوت من حيث مقاومتها للانجراف بواسطة الجريان السطحي وذلك باختلاف خواصها الفيزيائية .

Wischmeier et al (1971) اثبتوا أن محتوى السلت والرمل والمادة العضوية والنفاذية جميعها تؤثر في قابلية التربة للانجراف Romken et al (1977) درسوا تأثير القوام وايونات الحديد والألمونيوم المتبادلة وخلصوا إلى أنها تؤثر على حساسية التربة للانجراف، Loch and Rosewell (1992) قاما بقياس الانجرافية عن طريق التحاليل المختبرية للخواص الفيزيائية للتربة ، Ekwue et al (1993) أشاروا إلى التأثير الايجابي لمركب من نوعين من المادة العضوية على قوة ارتطام قطرات المطر في فصل حبيبات التربة.

المادة العضوية مهمة جدا للتربة لأنها تلعب دورا مهما في ثباتية الحبيبات الثانوية والترب التي تحتوي على اقل من 2% مادة عضوية تعتبر متدهورة (Idah et al., 2008). قابلية التربة للانجراف تقل بازدياد محتوى المادة العضوية في نطاق 0-10% (Morgan, 2001).

من خلال إجراء دراسات واسعة قام بها (Ogeen et al., 2006) لاختبار أربع خواص فيزيائية للتربة تحدد انجرافيتها وهي القوام (توزيع حجم الحبيبات)، البنية، محتوى المادة العضوية والنفاذية أظهرت النتائج أن قوام التربة من أهم الخواص الفيزيائية التي تحدد قابلية التربة للانجراف فالترب ذات المحتوى العالي من السلت والرمل الناعم جدا (0.05-0.1 ملم) تميل إلى قابلية كبيرة للانجراف. يضيف الباحثون أن القابلية للانجراف متدنية بالنسبة للترب الغنية بالطين ذات القدرة المتدنية على التمدد والانكماش لان حبيبات الطين تتجمع مع بعضها وتكون الحبيبات الثانوية (aggregate) والتي بدورها تقاوم الانفصال والانتقال عن جسم التربة. مما خلصت إليه الدراسة (Ogeen et al., 2006) أن حبيبات الرمل لا تميل إلى تكوين الحبيبات الثانوية ومع ذلك فهي اقل عرضة للتعرية وذلك لأنها تتمتع بنفاذية عالية إضافة إلى أن حبات الرمل كبيرة الحجم بحاجة إلى طاقة اكبر من الترب ذات القوام الناعم لنقلها. أما بالنسبة للمادة العضوية فيقول الباحثون أن المكونات العضوية للترب عامل أساسي ومهم في ربط وتضميد الحبيبات المعدنية مع بعضها لتشكل بناء التربة لذلك فان الترب ذات المحتوى العالي من المادة العضوية تعتبر أكثر مقاومة للتعرية. بخصوص النفاذية، أشار الباحثون Ogeen et al (2006) إلى إن النفاذية تعتمد على قوام التربة وبنائها والكثافة الظاهرية ففي الترب التي يتغلغل الماء فيها بسرعة تعتبر ذات نفاذية جيدة حيث يتقلص فيها الجريان السطحي وبالتالي التعرية.

أن الترب ذات القوام الخشن في كامل قطاعها تميل إلى الجفاف بسرعة بسب تسرب الماء بسهولة إلى الخارج وعلى العكس الترب ذات القوام الناعم تميل إلى الاحتفاظ بالماء في الطبقة السطحية (Miller and Tidman, 2001).

الترب ذات القوام الرملي والرملي أللومي تعتبر ذات انجرافية اقل من الترب ذات القوام ألسلتي والرمل الناعم جدا وأحيانا ذات القوام الطيني، إضافة إلى أن الحراثة وزراعة المحاصيل في الترب الفقيرة بالمادة العضوية تتسبب في وجود بناء تربة ضعيف ونتيجة للانضغاط تزداد قابليتها للانجراف (Wall et al.,1987). يضيف نفس الباحثون انه في بعض الأماكن تشقق السطح يمكن أن يقلل من كمية فقدان

التربة بواسطة التعرية الصفائحية وتعرية طرطشة قطرات المطر. أما Barry et al (2007) أكدوا أن الترب تختلف من حيث حساسيتها للانجراف نسبة إلى القوام، فالترب التي تحتوي على نسبة عالية من السلت وحبيبات الطين تمتلك حساسية كبيرة للانجراف مقارنة مع الترب الرملية تحت نفس الظروف. اختلاف الترب من حيث القوام يؤثر أيضا على مستوى المادة العضوية ، حيث أن المواد العضوية تندفع إلى أسفل أسرع في الترب الرملية بالمقارنة مع الترب ذات القوام الناعم. البنية و الثباتية مرتبطة مع بعضها بقوة وكذلك مع قوام التربة ومحتوى المادة العضوية والمواد الكيميائية الموجودة، إذ أن الخصائص القلويدية للمادة العضوية تعمل على دعم ثباتية الحبيبات الثانوية وهكذا تتناقص الانجرافية بازديا د المادة العضوية في نطاق 0-12% (Soutter and Mermound, 2007).

في دراسة قام به ا ,.Rodriguez et al ا (2004) لاختبار ثباتية الحبيبات الثانوية (soil aggregates stability) لثلاثة أنواع من الترب في جزر الكنار ي الاسبانية تبين أن الترب الجافة (Aridisols) أعطت قيم صغيرة للثباتية لأنها توجد في مناطق أكثر جفافا أما الترب المتطورة نوعا ما(Enceptisols) والترب الغير متطورة حديثة التكوين (Entisols) أظهرت ثباتية عالية لتأثير قطرة المطر وفي كل الحالات وجد أن تدهور الغطاء النباتي يتوافق مع التدهور التدريجي لبناء التربة. أما في دراسة أخرى قام بها Atawoo and Heerrasing (1997) والتي أُعتُمد فيها على التحليل ألمخبري لعينات التربة لتقييم الخواص الفيزيائية للتربة أظهرت النتائج أن ترب المنطقة مقاومة للتعرية وأرجعوا ذلك إلى النسبة العالية لمحتوى المادة العضوية (5-10 %) والنسبة العالية من الطين(35-50 %).

إذا محتوى المادة العضوية إحدى الخواص الفيزيائية المتعددة للتربة تؤثر بشكل خاص على عملية التعرية وهي مهمة ليس فقط في تخصيب التربة وتحسين نفاذيتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء ومنع تصدع السطح، ولكن أيضا مهمة في تمكين التربة من مقاومة الانجراف. في هذا السياق أورد

Roger (1989) نتيجة لدراسة أجراها لاختبار الخواص الفيزيائية للتربة على تل منحدر تم تقسيمه إلى أربع مناطق طبوغرافيةٍ وأربعة مستويات من الميل (منطقة القمة 17% ، منطقة الكتف 15% ، قدم المنحدر 11%، المنطقة السفلى 6 %) وخلصت النتائج إلى أن خواص التربة تغيرت مع تغير المنحدر حيث أن الكربون العضوي والمحتوى المائي كانا متدنيين في منطقتي القمة والكتف (المنطقتان الأكثر تدهورا) وهذه القيم كانت الأعلى عند منطقة القدم والمنطقة السفلى أينما التربة أكثر عمقا . بالمقابل وجد أن ثباتية

الحبيبات الثانوية كانت الأقل في القمة والكتف والأعلى في الأسفل. كما خلصت هذه الدراسة أيضا إلى أن ثباتية الحبيبات الثانوية تراجعت بازدياد محتوى الطين ولوحظ هذا في قمة المنحدر أينما حدث فقدان حاد للطبقة السطحية.

- التباين المكاني والموسمي للانجرافية اعتمادا على الخواص الفيزيائية للتربة

التباين الموسمي والمكاني في خصائص التربة مثل محتوى الكربون العضوي ، ثباتية الحبيبات الثانوية ومقاومة التربة للإجهاد (soil strength) قد تعرض لها كلا من Young and Mutchler (1977) ، Coote et al (2008) و Koke and McCool (1990) وقد خلصوا جميعهم إلى انه بما أ ن انجرافية التربة مرتبطة بهذه الخواص الديناميكية فانه من المنطقي أن تتباين من موسم لأخر ومن مكان إلى آخر. أشار Agassi and Bradford (1999) إلى إن الانجرافية تتباين طبقا لقوام التربة، ثباتية الحبيبات الثانوية ، مقاومة الإجهاد، بناء التربة، القدرة على الترشيح، عمق التربة، الكثافة الظاهرية، محتوى المادة العضوية والخواص الكيميائية للتربة. إنجرافية التربة قابلة للتغيير مع الوقت خاصة بمعدنة مادتها العضوية أو بإضافات خارجية لمواد مختلفة أو التأثيرات الميكانيكية والتي أكثرها أهمية تلك المتعلقة بخدمة التربة خاصة الحرث والدك بفعل مرور الآلات والحيوانات(Soutter and Mermoud, 2007). يضيف الباحثان أن الإختلالات للترب قد تحدث بسبب بعض الكائنات الحية التي تعيش في التربة (ديدان الأرض ، النمل ، النمل الأبيض ، الفئران ، والأرانب إلى أخره) والتي يمكنها جلب كميات معتبرة من الرواسب إلى سطح التربة والتي عادة ما تكون ضعيفة التماسك وسهلة التفكك. تجدر الإشارة إلى أن وجود ديدان الأرض له اثر ايجابي في تحسين بناء التربة.

أثبتت دراسات أخرى (حسين ، 2003) أن بنية التربة تتفكك بتأثير عدة عوامل ، منها العوامل الفيزيائية و الفيزيوكيميائية والحيوية ، فعندما تتحرك المعدات الزراعية والحيوانات على التربة تتسبب بتفكيكها ، كما أن الأمطار الغزيرة والري الغير مدروس تتسبب بدورها بتفكك التربة . يضيف الكاتب انه خلال تحرك الكاتيونات الوحيدة التكافؤ مع مياه الأمطار أو مع مياه الري والمركبات الموجودة في الأسمدة تعمل على تحريك الغرويات وتفكيك التربة . كما أن الحراثة الزائدة و الغير ضرورية مضرة بالتربة وتسبب تفتتها.

في دراسة قام بها Bajracharya and Lal (1992) لاختبار التباين الموسمي في فقد التربة والانجرافية

على الترب اللومية السلتية لمنطقة ميامي في أمريكا، وجد أن معدل فقدان التربة وانجرافيتها متفاوت بشكل كبير على مستوى الفصل الواحد ومن سنة إلى أخرى . إذ أن الانجرافية كانت كبيرة في فترة الشتاء والربيع بسبب الظروف الرطبة ، ضعف مقاومة التربة للإجهاد وحساسية كبيرة للانفصال بعد ذوبان الثلج ، وبالرغم من قيم الانجرافية المتدنية في فصل الصيف فان فقدان التربة كان كبيرا نتيجة حدوث عواصف حادة وتكون القشرة والقنوات على سطح التربة .

في دراسة حالة للتباين المكاني في خصائص التربة والمحاصيل المزروعة والتعرية في المناطق شبة الجافة من الكمرون (Mainam et al., 2002) تبين انه في الترب متوسطة التدهور الخالية من أي إدارة للسطح أظهرت مقاومة للتعرية. يضيف الكاتب بالرغم من أن حجم الشقوق (cracks) أُخذت كمؤشر لحالة التعرية إلا أن المساحة المحتوية على الشقوق الأوسع والأعمق كانت الأقل تعرضا للتعرية وذلك لان الشقوق امتصت الجريان السطحي وهذا يتفق مع ما توصل إليه Wall et al (1987).

- **عامل الانحدار** (Slope lenth and Slope steepness)

تزداد قدرة الأمطار على تعرية التربة بزيادة إما طول الميل أو شدة انحداره. والسبب الرئيسي في ذلك هو أن التغيرات في خواص الميل تحور كل من حجم الجريان السطحي وسرعته في اتجاه نهاية الميل، إذ يعتبر طول الميل عاملا لأنه يحدد المساحة السطحية الكلية التي يتجمع منها الجريان Hausenbuiller (1985). تعتبر الأرض شديدة الانحدار أكثر عرضة للتعرية المائية مقارنة بالأرض المنبسطة وذلك بسبب أن القوى القادرة على إحداث التعرية مثل الطرطشة والنحت والنقل يكون لها جميعا تأثير أعظم في الميول شديدة الانحدار (Hudson, 1995). أشار Wall et al (1987) إلى انه من الطبيعي أن الحقل ذي الميل الأكثر انحدارا ينتج عنة فقدان اكبر للتربة بواسطة التعرية وان التعرية بالماء تزداد أيضا بازدياد طول الميل بسبب تعاظم تراكم الجريان السطحي .

في دراسة قام بها Huang (1998) لمعرفة أنظمة الترسيب (sediment regimes) تحت مستويات مختلفة من الميل خلص إلى انه عندما يكون الميل ضحلا تتماسك أسطح التربة وتتكون الرواسب ومع زيادة الانحدار يحصل العكس. أما Vincent and Bissonnais (2003) فقد درسوا تقييم تأثير التفاعل بين نسبة الميل وطول الميل وشدة المطر على التباين في الجريان السطحي وفقدان التربة وكشفت

النتائج عن تزايد الجريان السطحي بزيادة شدة المطر وزيادة نسبة و طول الميل ، وبشكل عام شدة المطر ونسبة الميل وطوله أثرا أيضا في تركيز كمية الراسب.

فيما يخص تأثير شكل أو هيئة الميل على التعرية فقد درس Rieke-Zapp and Nearing (2005) على مستوى المختبر عدة أشكال من الميل وكيفية تأثيرها على التعرية فوجد أن الميل ذي السطح المستوي وذي الشكل المحدب أنتجا راسبا أكثر من الميل ذي الشكل المقعر والراسي.

- **عامل الغطاء النباتي** (vegetation cover)

يعرف هذا العامل على انه نسبة فقد التربة من ارض مزروعة تحت ظروف معينة إلى الفقد المناظر لأرض بور محروثة و يعكس هذا العامل التأثير الواقي للغطاء النباتي وغطاء سطح الأرض (الطيف وآخرون ، 1991). الغطاء النباتي عامل مؤثر في مكافحة التعرية بامتصاصه للطاقة الحركية لقطرات المطر ، ويغطي نسبة كبيره من سطح التربة في فترات معينة من السنة عندما تكون الأمطار أكثر إعرائية ويسمح بتسرب المياه ببطء إلى باطن التربة (Roose,1996).

أشار Finkel (1987) إلى أن سقوط قطرة المطر من ارتفاع 7 متر يكون فعالا لجميع قطرات المطر لتصل إلى المعدل النهائي للسرعة، أما إذا كانت المنطقة مغطاة بكثافة بالأشجار قليلة الارتفاع أو الشجيرات والتي تعترض سقوطها فان مقدار هذ ا الارتفاع سوف يتقلص ولن تستطيع قطرة المطر أن تبلغ سرعتها النهائية وبالتالي يقل تأثيرها. في هذا السياق أثبتت دراسة قام بها De Luna et al (2000) أن أشجار الزيتون تغير من الطاقة الحركية لقطرات المطر مما يؤدي إلى تقليص سرعتها النهائية.

مهما يكن الانحدار، تقنيات الزراعة، هشاشة التربة وإعرائية الأمطار فان الغطاء النباتي بغض النظر عن شكله ونوعه ، إذا كان يغطي 80% من سطح التربة فانه يضمن مستوى كبير من صيانة التربة والمياه (Roose,1996). كما أشار Elwell (1981) إلى أن تغطية 40% من السطح بالمزروعات يؤدي إلى تقليص التعرية إلى 80% في الترب التي تملك مقاومة طبيعية للانجراف.

اثبت Cerda (1999) أن للغطاء النباتي تأثير ايجابي على نفاذية التربة عن طريق حماية التربة من اثر اصطدام حبات المطر، وهذا يتفق مع ما توصل إليه كلا من و Hofman and Ries (1991) و Seyfried (1991).

• عامل صيانة التربة

إن عملية الحرث والاستزراع وإعداد الأرض على خطوط الكنتور واسعة الانتشار ، لكن فعالية كل منها تختلف بحسب الميل. فالمشاهدة و التجربة تشير إلى أن الزراعة الكنتورية هي أكثر فعالية على الميول متوسطة المدى التي تتراوح من 2 إلى 7% و اقل فعالية للميول الأكثر استواء و الميول الأكثر انحدار (Hudson, 1995). إنشاء المدرجات يمكن أن يكون الطريقة الوحيدة لإيقاف أو للتقليل من التأثير المدمر للتعرية (Monnier, 1955; Hanway and Laflen, 1974; Sutikto and Chikamori, 1993;Mountjoy and Gliessman,1955). يعتبر إنشاء المدرجات أحد أقدم الحلول للحفاظ على التربة والمياه، إضافة إلى كونها الطريقة الأكثر استخداما في صيانة التربة عبر مناطق عدة من العالم (Sutikto and Shikamori,1993;Skinner and Porter,1995 ;Karim et al.,1996; Pipkin and Trent,1997; Poultney et al.,1997; Ruecker et al.,1998; Franti et al.,1998; Quine et al.,1999; Drechsler and Settele, 2001; Bokhtiar et al., 2001; Kasai et al.,2001)

- المدرجات أو المصاطب (terraces)

المدرجات هي عبارة ارض متطاولة مستوية ومنبسطة شيدت لكسر الانحدار في الأراضي المنحدرة (Doolittle and William, 2000). يضيف الكاتب أن المدرجات تكونت طبيعيا على خط سير الماء وأيضا شيدت من قبل الإنسان بغرض تهيئة سطح الأرض للزراعة في المناطق الجبلية، مكافحة التعرية، زيادة عمق التربة و إدارة المياه السطحية . المدرجات تخفف من شدة الانحدار وتقسم الميل إلى أجزاء أقل انحدار (Morgan, 1986) . تُصمم المدرجات لكي تعترض الجريان السطحي فإما أن تدفعه إلى الترشح عبر هيكل التربة، التبخر أو تنقص من سرعته تدريجيا إلى مستوى آمن وقابل للسيطرة(FAO,2000b).

لقد وجد أن إنشاء المصاطب هي من أكفأ عمليات الصيانة التي يمكن ان تنفذ في الحقل كونها تعمل على تقليل طول المنحدر حيث أدى استعمالها في نبرا سكا بالولايات المتحدة إلى تقليل التعرية بمقدار 95% (Schwab, 1966).

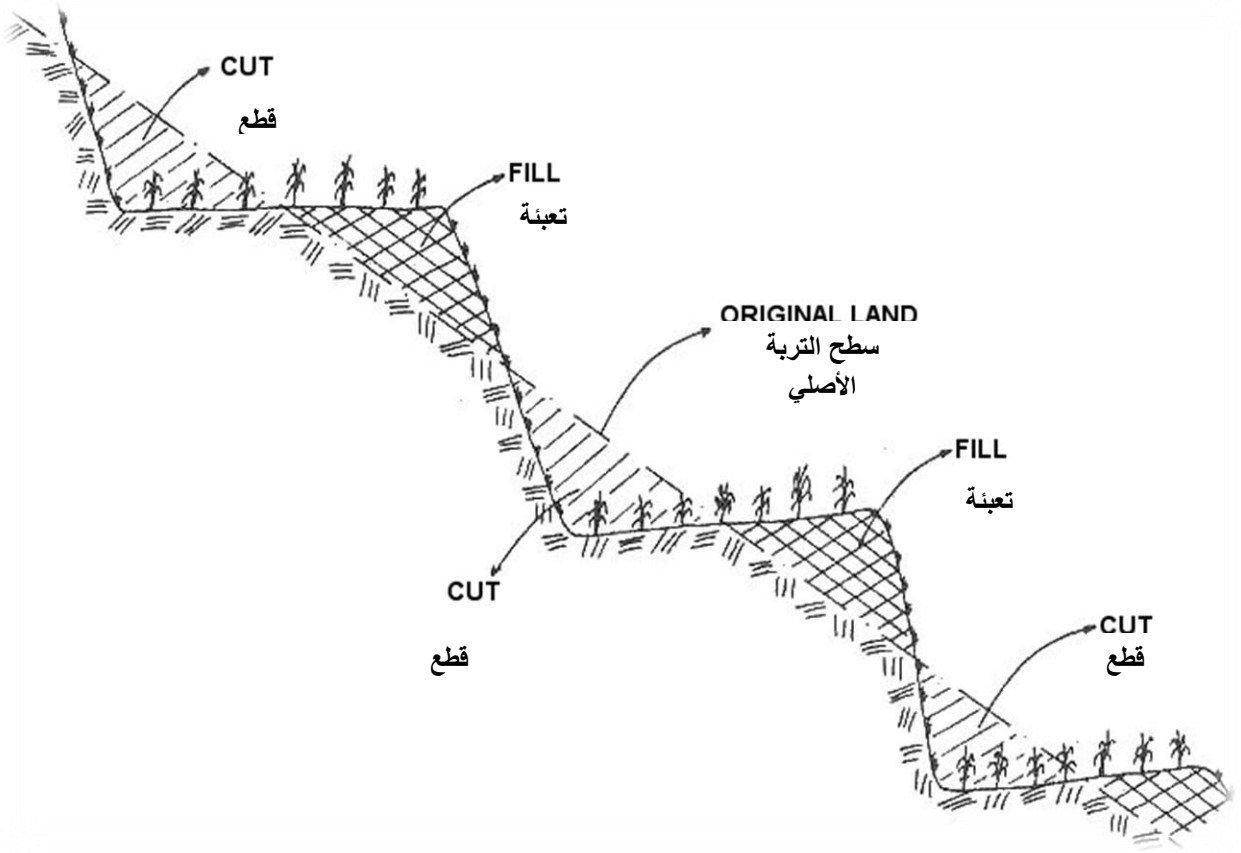
تنتشر المدرجات الزراعية في بيئات متعددة في القارات الخمس واوقيانيا منذ آلاف السنين بأشكال وأغراض متعددة (Spencer and Hale, 1961; Donkin, 1979). إن أقدم المدرجات في العالم شيدت في منطقة جنوب غرب وجنوب شرق أسيا وأمريكا الوسطى واستنادا إلى بيانات جمعيات الآثار فان أعمار

المدرجات في المناطق المذكورة تتراوح مابين 4000-5000 سنة قبل الميلاد و في الشرق الأدنى ما بين 5-9 آلاف سنة (Spencer and Hale,1961).

تتوزع النماذج المختلفة من المدرجات الزراعية في نطاقات جغرافية تشمل حقول المدرجات الرطبة في جنوب شرق آسيا، المساطب أو المدرجات الجبلية في منطقة البحر المتوسط، الهملايا، جبال الانديز، مساطب مكافحة الجريان السطحي في المناطق الجافة وحقول الليشنت والريدوكس (Lynchet and Rideuax) في شمال غرب أوروبا (Spencer and Hale, 1961; Wang Xing-guang and Wang Lin, 1991) ، و بحسبهم يبقي الهدف من إنشاء المدرجات الزراعية تهيئة قاعدة مستقرة الطبوغرافيا لزراعة المحاصيل، مكافحة الانجراف، احتواء التربة المتكونة من رواسب الانجراف، التحكم في المياه وإدارة الجريان السطحي. يشير Beach and Dunning (1995) إلى أن المدرجات تعمل على تحسين عملية تجوية الصخور وفي النهاية تؤدي إلى زيادة نمو المحاصيل. أما (Schottman and White,1993) فيؤكدان من خلال تجربة حقلية أن هناك زيادة معنوية في إنتاجية المحاصيل خلال السنوات الخمس التالية لإنشاء المدرجات. المدرجات تغير من شكل الأرض وبشكل مباشر تؤثر في هيدرولوجيا الأرض وبالتالي تؤثر في خواص الجريان السطحي وبشكل غير مباشر تؤثر في المحتوى الرطوبي وخصائص التربة (Chow et al.,1999). تجدر الإشارة إلى أن جميع أنواع المدرجات الزراعية تشترك بوجود الجدار الساند وتتباين الجدران من حيث الارتفاع من جدران منخفضة إلى عدة أمتار ومن حيث مواد البناء فقد تبنى الجدران من الصخور المحلية والأحجار، جدران ترابية، جدران من النباتات الحية أو مواد عضوية أخرى

- **مصاطب الكتف أو مصاطب الدكة** Bench terrces

إن عملية إنشاء مساطب الكتف (شكل1) هي عبارة عن تحويل الانحدار الشديد إلى سلسلة من المساطب على هيئة رفوف عرضية وجدران عمودية بين الرفوف وتتباين مساطب الكتف (Bench terraces) تبعا لطريقة الزراعة، فيمكن أن تكون مستوية أو ذات ميل خفيف نحو الخارج أو إلى الداخل في اتجاه عكسي نحو التل ولعل أفضل مثال لهذا النوع من المدرجات هو المدرجات العتيقة في اليمن (Hudson,1995).



شكل1: مخطط يوضح طريقة إنشاء مدرجات الكتف (FAO,2000)

عند إنشاء المدرجات يتم أولاَ بناء الجدار من الأحجار ثم قطع التربة من المنحدر وتسوية المدرج برصف التربة خلف الجدار، وتتحكم درجة الانحدار بارتفاع وعرض المدرج (Treacy,1987).

4.1 المدرجات الزراعية في اليمن

يعد اليمن من أكثر بلدان العالم انتشارا للمدرجات الزراعية ، حيث ضرب المزارع اليمني مثلا رائعا في العمل والإبداع بنحته ملايين المدرجات الزراعية في المناطق المنحدرة والأكثر عزلة والتي لم تكن يوما صالحة للزراعة (Varisco,1991). المدرجات الجبلية في اليمن تشكل نظام حصاد مياه فريد والذي تم تطويره منذ قرون عدة في ظل تقاليد مجتمعية صارمة (Bruggeman et al, 2005). إن المدرجات الجبلية صممت ليس فقط للحفاظ على التربة وحصاد المياه لكن أيضا لمقاومة الانجراف (Varisco,1991). الزراعة التقليدية في المدرجات الجبلية في اليمن ذات نظام طو ّر بطريقة عالية الدقة في مناطق الزراعة الجافة, حيث يمكن من الاستخدام الأمثل للموارد الأرضية المحدودة, إذ إنه يُقنن الموارد المائية المتاحة ويجعل التعرية في حدها الأدنى (Vogel,1987).

أقام المزارع اليمني المدرجات الزراعية على سفوح الجبال العالية وبطون الأودية بهدف زيادة المساحة الزراعية للحفاظ على التربة من الانجراف، واستخدام نظام الحمى في المراعي، وعمل على تنظيم استخدام المياه وعدم الإفراط في الري عن طريق بناء السدود وشق قنوات الري التي مازالت أثارها قائمة حتى وقتنا الحاضر (الهيئة العامة لحماية البيئة, ٢٠٠١ م). تشير ICARDA (2002) إلى أن الزراعة في المرتفعات اليمنية مدعومة بالطرق التقليدية لحصاد المياه في المدرجات منذ آلاف السنين بواسطة المزارعين الذين مهدوا التربة، أزالوا الأحجار، حرثوا ثم أضافوا السماد العضوي وقاموا ببناء الجدران التي تساعد على تجميع التربة المنقولة بواسطة السيول. أما أسود (2006) فيقول أن مدرجات اليمن حولت السفوح الجبلية الشديدة الانحدار إلي أراضي مستوية تحافظ على التربة من الانجراف، و توفر الغذاء والاستقرار إضافة إلى أنها هيأت بيئة لنمو النبات الذي حافظ بدوره على التربة وساهم في تغذية المياه الجوفية.

5.1 إدارة مساقط المياه

رغم أن الجبال و مساقط المياه الخاصة بالمرتفعات تشكل حوالي 25% من مساحة سطح الأرض إلا أن عدم فهم خصوصية هذه البيئة من قبل المخططين وصانعي السياسات، إضافة إلى القصور في تسخير الجهود المحلية لتنميتها قد أدى إلى تفاقم المشاكل الاقتصادية والاجتماعية بل ويهدد مستقبل التنمية في تلك المناطق (Tripathi, 2005). إدارة مساقط المياه هي إستراتيجية صممت لتلائم ظروف المرتفعات المأهولة وتهدف في مجملها إلى تحسين إدارة الموارد الأرضية الطبيعية و تحسين المستوى المعيشي للسكان (Shiferaw et al., 2008). إن تقنيات صيانة الموارد الأرضية في مساقط المياه يجب أن تتكامل مع التغيرات السياسية والاجتماعية الاقتصادية واسعة النطاق ، إذ أن الإدارة المتكاملة يجب أن تتضمن إستراتيجية قائمة على التعدد في المحاصيل والإنتاج الحيواني الذي يدعم و ينوع من فرص تحسين الدخل للفقراء، ويوجد نوع من التآزر بين تقنيات الصيانة و السياسات والمؤسسات من اجل تحسين الإنتاجية و الاستخدام المستدام وسهولة الوصول إلى السوق (Kerri, 2001; Reddy et al., 2004).

الإدارة المتكاملة وسيلة فعالة للحفاظ على الأراضي والمياه وتنميتها وهي أيضا إتباع نهج متعدد التخصصات, فهي تأخذ في الاعتبار الجوانب الاجتماعية الاقتصادية و الثقافية فضلا عن الجوانب الفيزيائية والتقنية (Zoebisch et al., 2005). الإدارة المتكاملة أيضا عملية شاملة أينما يعتبر السكان العامل الأكثر فاعلية في عملية التخطيط والتنفيذ والمتابعة والتقييم في المشاريع الخاصة بمساقط المياه وعند

استخدام هذه المنهجية يجب أن تؤخذ العوامل التالية في الاعتبار: العامل الفني أي أن التقنيات ومعايير الصيانة يجب أن تكون كافية وفعالة: العامل الاجتماعي وهي أن الأنشطة والأنماط السلوكية للسكان يجب أن تؤخذ بالاعتبار وأخيرا العامل الاقتصادي الذي يعني تقييم الاستثمارات والفوائد (Achouri, 1999).

إن إدارة مساقط المياه باستخدام منهجية المشاركة هدفها الأساسي هو رفع مستوى دخل الأسرة الريفية عن طريق المساهمة في تحسين الظروف البيئية للمسقط المائي (Zoebisch etal., 2005). فالمنهجيات السابقة لإدارة مساقط المياه كانت تعتمد على نظام التخطيط من القمة إلى القاعدة ، حيث فشلت تلك المنهجيات لأنها لم تأخذ بالاعتبار مشاركة السكان في التخطيط والتنفيذ في المشاريع الخاصة بمساقط المياه (Achouri,1999; Zoebisch et al., 2005). مؤخرا بدأت المؤسسات الحكومية بالتدريج تعي أهمية مشاركة السكان في إدارة مساقط المياه كمكون أساسي وفعال في المرتفعات المأهولة من العالم وأن صيانة الموارد الأرضية في مساقط المياه لن تكون مستدامة ومضمونة النتائج وذات جدوى إلا بمشاركة فعالة من قبل السكان, وذلك بعد أن كانت في السنين الماضية تتخذ إجراءات الإدارة دون اخذ السكان المحليين بالاعتبار (Michaelsen, 1993).

إن جمعيات تنمية المجتمع (Community Development Groups) التي يتم تأسيسها في مساقط المياه في مناطق عديدة من العالم تلعب دورا مهما في التنسيق و الإدارة الأفضل لمساقط المياه وتحسين الوضع الاجتماعي والاقتصادي (Thapa, 2005). لذ لك أصبحت المشاركة الشعبية والعمل الجماعي مقومات هامة في إدارة مساقط المياه و تعتبر الاستدامة، المساواة والمشاركة ثلاثة عناصر أساسية لإدارة مساقط المياه، فالاستدامة تساهم في صيانة وتعزيز إنتاجية النظم البيئية والتي تعد التربة والمياه والغطاء النباتي مكوناتها الأساسية، وتعني المساواة التمكين العادل والمتساوي لإفراد المجتمع في استغلال الموارد المتاحة ، أما الإدارة بالمشاركة فهي محاولة لضمان استدامة المتغيرات البيئية والاجتماعية الاقتصادية فين طاق المسقط المائي (Jain, 2004).

2. مواد وطرق البحث

سيتم في هذا الباب وصف لمواد وطرق البحث والمتمثلة في تقديم تفصيلي لمنطقة الدراسة مع بيان مبررات اختيارها ثم وصف تفصيلي لطرق البحث بجميع مراحله.

1.2 منطقة الدراسة

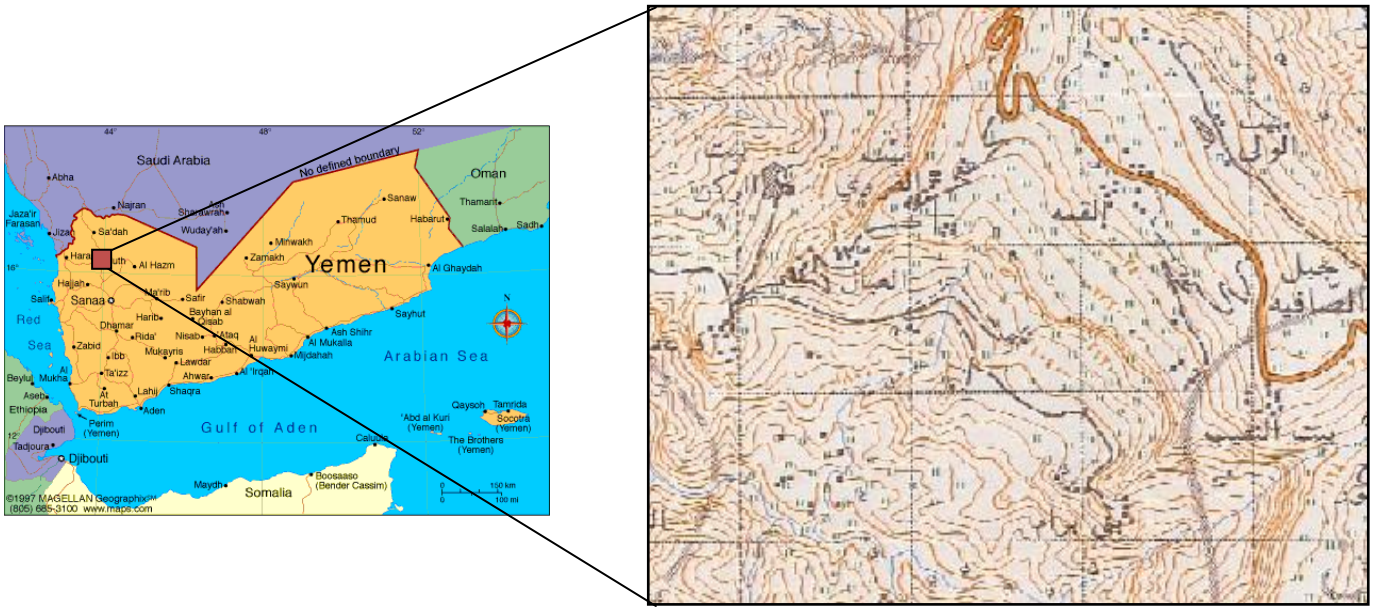
تقع مديرية كحلان عفار ضمن سلسلة الجبال الشمالية الغربية على الطريق الرئيسي الذي يربط محافظة حجة بمدينة عمران والعاصمة صنعاء, و تعتبر من المناطق التي مازالت تمثل الزراعة فيها النشاط الرئيسي للسكان وذلك لأن الأراضي الزراعية فيها والتي هي عبارة عن مدرجات عتيقة تتميز بخصوبة عالية نوعا ما مقارنة ببقية مناطق البلاد. إضافة إلى أن سكان المنطقة يتميزون بتمسكهم بالزراعة كنشاط رئيسي والمحافظة إلى حد ما على المدرجات الزراعية رغم وعورة طبيعة المنطقة وشدة انحدارها.

بعد مراجعة الدراسا ت والتقارير والوثائ ق الوطنية الخاصة بتدهور الأراضي والاستعانة بالخرائط الطبوغرافية والصور الجوية تم اختيار المسقط المائي لمنطقة القمة كحلان عفار نظرا لموقعه الجغرافي وسط سلسلة الجبال الشمالية الغربية واحتوائها على المشكلة البحثية والنشاط الزراعي المكثف. فهي بذلك تعتبر منطقة ممثلة.

1.1.2 الموقع والمساحة والسكان

تقع منطقة الدراسة في مديرية كحلان عفار من محافظة حجة في إقليم المرتفعات الشمالية الغربية من اليمن ، بين خطي الطول 360000– 364000 متر شرقاً وخطي العرض 1734500– 1739000 متر شمالا وتبعد المنطقة من العاصمة صنعاء بحوالي 90 كم في الاتجاه الشمالي الغربي، وحوالي 30 كم من مدينة حجة (شكل2).

تمتد هذه المنطقة على طول المسقط المائي الشديد الانحدار، إذ يتدرج من 2 حتى >50 %، وتشمل ست قرى موزعة من أعلى المسقط المائي حتى الوادي وهي على التوالي بيت الولي، القمة، بيت الفروي،



شكل2: موقع منطقة الدراسة

العبال، فرعه (تشمل أربعة محلات هي بظايا، بيت النقيل، بيت الزين، وعبر جحر)، بني برام (تشمل محلات عرشان، الزيلة، بيت رسام، العمشي، بيت الحجاجي، الصاية المعاكس، وقاع العمشي). يبلغ عدد سكان منطقة الدراسة 3624 نسمة، عدد الذكور منهم 1849 (51%) وعدد الإناث 1775 (49 %) موزعين على القرى المذكورة آنفا (جدول 5).

جدول5: عدد السكان والأسر في قرى منطقة الدراسة (الجهاز المركزي للإحصاء،2004)

القرية	عدد الاسر	عدد الذكور	عدد الاناث	الإجمالي
بيت الولي	53	230	257	487
القمة	125	469	460	929
بيت الفروي	72	298	257	555
العبال	36	129	121	250
فرعه	109	363	359	722
بني برم	102	360	321	681
إجمالي	497	1849	1775	3624

تقدر مساحة المسقط المائي بحوالي 1028 هكتار. ويتدرج الارتفاع عن مستوى سطح البحر بين 1600 متر عند قاع وادي عبر جحر إلى 2700 متر عند قرية بيت الولي في أعلى المسقط المائي.

2.1.2 التضاريس

تم تقسيم منطقة الدراسة إلى 4 وحدات فزيوغرافية والمقطع الجبلي الشاهق وفقاً للتغيرات الطبوغرافية، والانحدارات، مع الأخذ بعين الاعتبار الظروف المناخية الموقعية، أنماط استخدام الأراضي و الغطاء النباتي. من جانب آخر تم فصل هذه الوحدات من واقع عملية تفسير الصور الجوية والتأكيد الميداني وعليه تم إنتاج الخارطة التضاريسية (شكل 3). فيما يلي وصف للخصائص الرئيسية لكل وحدة فزيوغرافية على حدة.

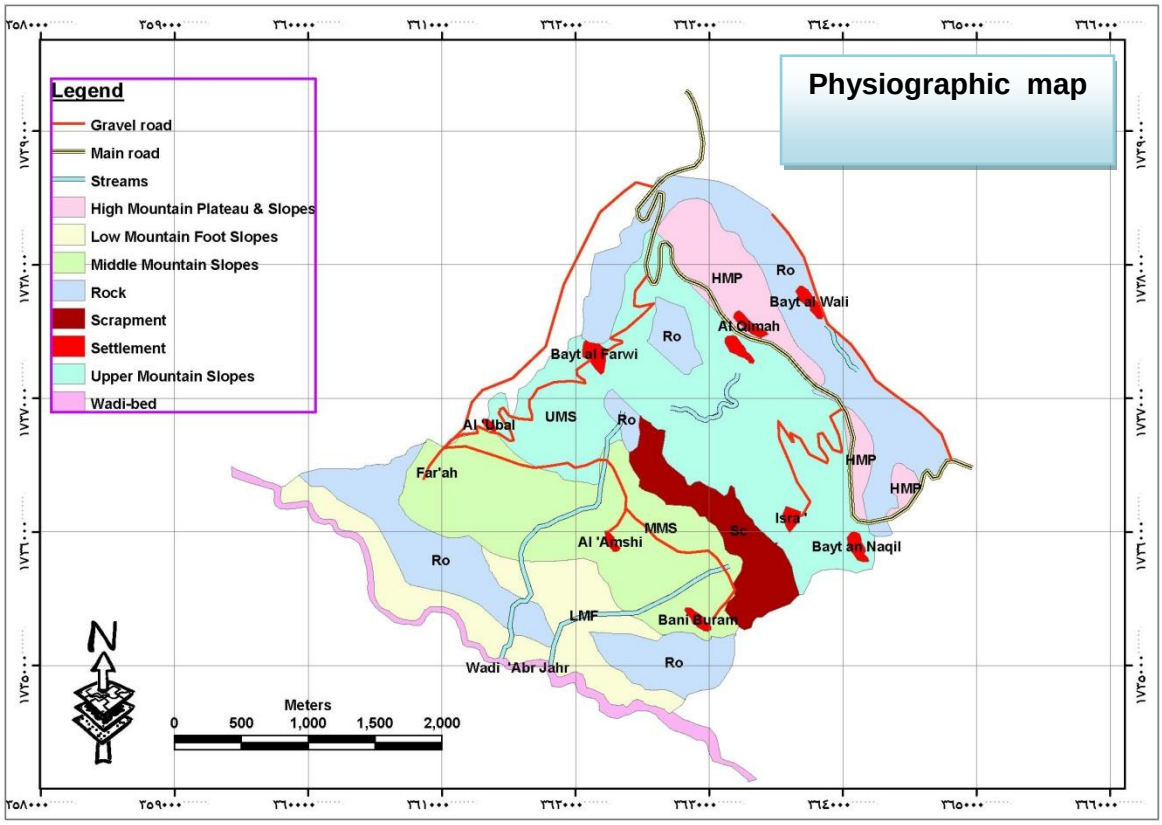
• الوحدة الفزيوغرافية العالية جداً High Mountain Plateau(HMP)

تمثل هذه الوحدة المنطقة في أعلى المسقط المائي، وتتكون من هضبة متموجة ومنحدره إلى شديدة الانحدار. تتموضع هذه الوحدة بين قريتي بيت الولي والقمة في نطاق 2538–2700 متر من مستوى سطح البحر. تشغل الهضبة المتموجة السطح الجزء الأكبر من مساحة هذه الوحدة، وهي عبارة عن مكاشف صخرية تستغل لأغراض غير زراعية كمراعي، حصاد مياه الأمطار الموسمية واستخراج أحجار البناء، بينما تتموضع المدرجات الزراعية على طول المنحدرات في الجهات الغربية والجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية. عمق التربة فيها يتراوح بين 0.5 إلى 1 متر.

• **الوحدة الفزيوغرافية العالية** Upper Mountain Slopes(UMS)

تقع هذه الوحدة أسفل الوحدة السابقة مباشرةً وتمثل المنطقة العالية من المسقط المائي، حيث تبدأ من الطريق الرئيسي حتى المقطع الجبلي الشاهق الممتد من الجهة الجنوبية الشرقية إلى الجهة الجنوبية الغربية ، وتشمل قرى كل من القمة ، بيت الفروي و العبال. يتدرج الارتفاع عن سطح البحر في هذه الوحدة من 2305 إلى 2538 متر. تتوزع المدرجات الجبلية الزراعية بين أرجائها متبادلة مع الصخور العارية، وعمق التربة السائد في هذه المدرجات يتراوح بين 1 متر إلى 1.5 متر.

تعتبر هذه الوحدة من أكثر الوحدات الفيزيوغرافية انتشارا للمدرجات وتقع على جانبي مجرى مائي وتقل فيها المكاشف الصخرية المخصصة للمراعي المنتشرة في بقية الوحدات ويمكن ملاحظة ذلك على الخريطة(شكل3).



شكل3: الخارطة الفزيوغرافية

- **المقطع الجبلي الشاهق** Escarpment(ESC)

تمثل هذه الوحدة المقطع الجبلي الشاهق، الذي تجري من خلاله السيول الموسمية المتدفقة من أعلى المسقط المائي. تقع هذه الوحدة أعلى قرية بني برام ويفصل بين الوحدة الفزيوغرافية العالية والوسطية. يتدرج الارتفاع عن سطح البحر بين 2000–2305 متر.

- **الوحدة الفزيوغرافية الوسطية** Middle Mountain Slopes (MMS)

تمثل هذه الوحدة المنطقة الوسطية للمسقط المائي، ولها انحدارات طبوغرافية شديدة إلى متوسطة نوعاً ما، وتمتد من قرية بني برام جنوباً وعلى طول الحافة السفلية للمقطع الجبلي الشاهق حتى قرية فرعه في الجهة الشمالية الغربية بارتفاعات تتدرج بين 1800–2000 متر من مستوى سطح البحر. تشغل المدرجات الزراعية معظم مساحتها، عمق التربة السائد فيها يتراوح بين 1.5 – 2 متر.

• **الوحدة الفزيوغرافية السفلية** Low Mountain Slops(LMF)

تمثل هذه الوحدة المنطقة السفلية للمسقط المائي، الواقعة بين الحدود السفلية للوحدة السابقة، ووادي عبر جحر ولها انحدارات متباينة بين شديدة إلى متوسطة وخفيفة وارتفاعاتها تتدرج بين 1800- 1600 متر من مستوى سطح البحر. عمق التربة السائد للمدرجات الزراعية يتراوح بين 2 – 3.

3.1.2 الخصائص الجيولوجية والجيومورفولوجية

طبقا للمعلومات التي تم استخراجها من الخارطة الجيولوجية لليمن (Robertson,1991) و المعلومات التي تم جمعها أثناء العمل في الميدان تبين أن التكوينا ت الجيولوجية لمنطقة كحلان عفار ترجع إلى العصر الثلاثي والعصر الرباعي الحديث وهذه التكوينات ذات أصل بركاني. أن المنطقة تتميز بوضع تضاريسي معقد يتمثل بالجبال الشاهقة، الوديان المنخفضة، و المنحدرات الشديدة الميل والهضاب المتموجة كل ذلك نتج عن الاهتزازات الكونية للأرض أو ما يسمى بالحركة التكتونية (Tectonic movement) والنشاط البركاني في البلاد عموما وفي منطقة الدراسة خصوصا(van der Gan and Abdul Aziz Ahmed, 1995).

ويمكن وصف صخور المنطقة بالتالي:

– صخور كحلان الرملية (Kuhlan sandstone) وهي عبارة عن صخور رملية مع خليط من الصخور المختلفة (conglomerate) مغطاة بمجموعة الصخور الجيرية (Limestone) والتي تنتمي إلى العصر ما بعد الجو راسي.

– صخور بيت النقيب الكلسية الرسوبية الرخوة (shales) المتداخلة مع الصخور الجيرية وصخور الرخام (Dolomite).

– صخور بيت الكولي السلتية الرسوبية الرخوة (shales) متداخلة مع رواسب الحجر الرملي والمتموضعة فوق قاعدة مكونة من مجموعة الصخور البركانية النارية والمتحولة.

– مواد مقذوفات الصخور الجبلية (colluviums) في المنحدرات الجبلية.

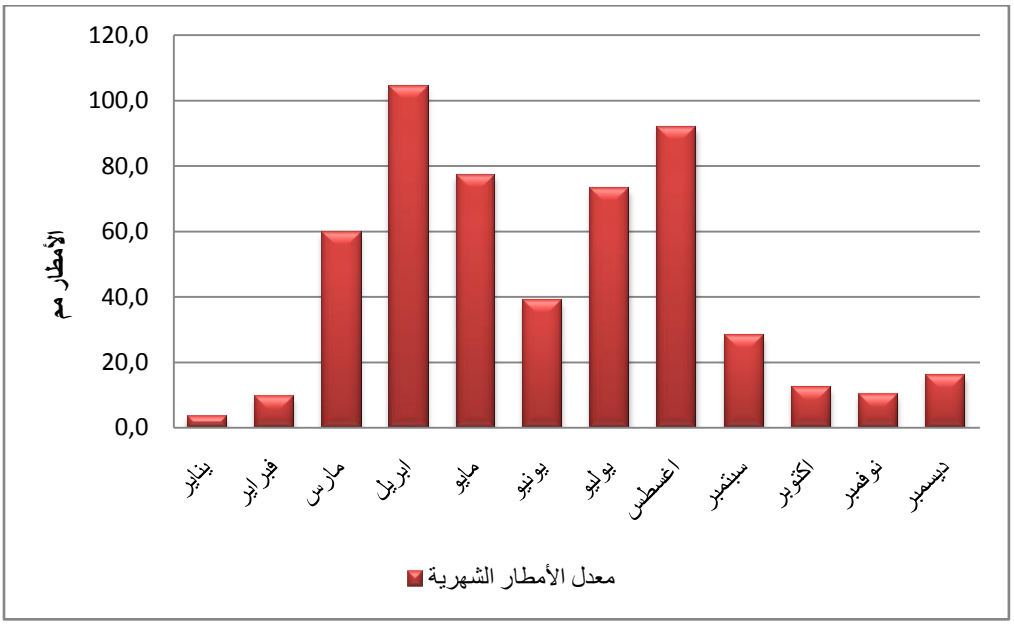
– مواد الترسبات المائية (alluvium) على ضفاف الوديان وفي المدرجات الجبلية.

بالنسبة للخصائص الجيومورفولوجية فإن الرواسب المتكونة من تعرية الصخور القاعدية (bedrock) في المسقط المائي مازالت هي العملية الرئيسية في نشوء وتطور منطقة الدراسة. مادة الأصل الرئيسية المكونة

لتربة منطقة الدراسة هي الرواسب المائية (Alluviums) ومقذوفات الصخور الجبلية (Colluviums). الرواسب المائية تنتقل إلى الأسفل بواسطة مجاري المياه في المسقط المائي وتترسب على جانبي مجاري المياه على طول المنحدرات ، أما الرواسب في المناطق شديدة الانحدار فتندفع إلى الأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية فتتراكم الحصى والأحجار عند أقدام المنحدرات. المدرجات الجبلية تحفظ مواد أصل التربة في تلك المنحدرات من الانجرافات المائية وتمنع حركتها إلى الأسفل. الأحجار المنتقلة مع مقذوفات الصخور يتم استخدامها في بناء جدران المدرجات الجبلية.

4.1.2 المناخ

طبقا لدراسة موارد المناخ الزراعي والخارطة المناخية لليمن (Bruggeman,1997) فإن منطقة الدراسة تقع في النطاق المناخي الثالث وعليه فإن المحطة المناخية لمدينة حجة هي أقرب محطة ممثلة لهذا النطاق. يتميز هذا النطاق المناخي بموسمين مطريين واضحين لمعظم السنوات مع وجود فترة جفاف نسبية محددة من منتصف مايو – منتصف يوليو، حيث يبدأ الموسم الأول في الفترة من مارس – إبريل، أما الموسم الثاني فيبدأ في شهر يوليو ويتوقف فجائياً في نهاية أغسطس. وتعتبر الفترة من سبتمبر حتى فبراير عموماً فترة جفاف تتخللهما في بعض الأحيان زوابع رعدية تسبب سقوط بعض الأمطار شكل(4).



شكل4: معدل الأمطار الشهرية للفترة 1985-2007

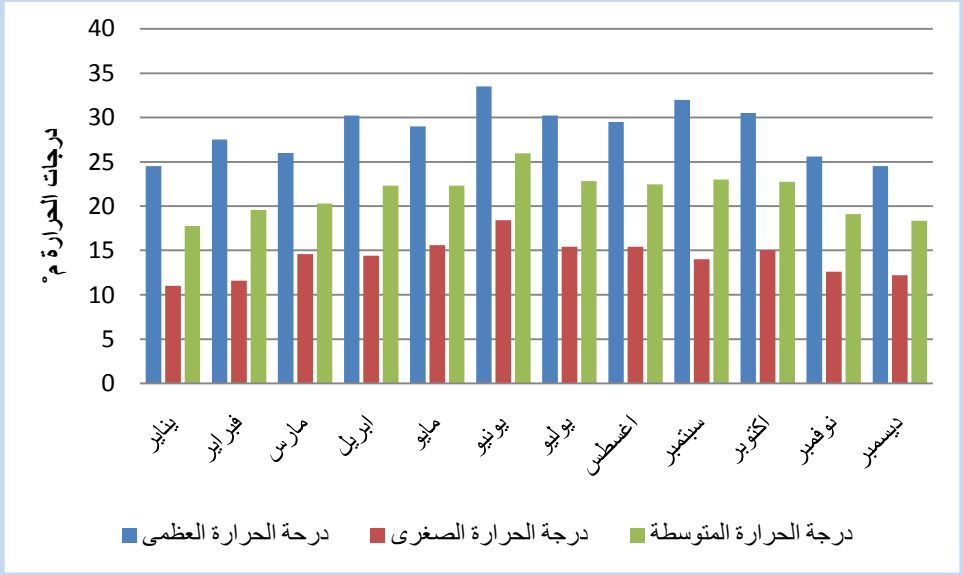
يمكن القول إجمالاً أن كمية الأمطار السنوية متباينة حيث تتراوح بين 300- 700 مم مع متوسط عام 490 مم غير انه في بعض السنوات قد تتجاوز 800 مم (ملحق1). يتباين معدل التبخر – نتح وفقاً لعوامل الارتفاع وسرعة الرياح. ويقدر معدل هذه العملية بين 2.7 – 3.3 مم/يوم خلال فترة الجفاف الباردة ، وتتراوح بين 4.5 – 4.8 مم/يوم خلال الأشهر إبريل – يونيو. أما المعدل السنوي فيصل إلى حوالي 1425 مم.

من العلاقة بين المعدل السنوي للأمطار الى المعدل السنوي للبخر نتح يمكن تصنيف مناخ منطقة الدراسة، بما أن المعدل السنوي للأمطار (490 ملم) و المعدل السنوي للبخر نتح (1425 ملم) فإن:

$$490 \ / \ 1425 = 0.3$$

طبقا لهذه القيمة وبحسب UNEP (1992) فإن المناخ في منطقة الدراسة يصنف على أنه شبه جاف.

المتوسط الشهري لدرجة الحرارة العظمى لمنطقة حجة يتباين بين 24.5 م° خلال شهري (ديسمبر – فبراير) و 33.5 م° خلال شهر يونيو. أما المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصغرى يتباين أيضاً بين 11 م° خلال يناير– فبراير و 18.5 م° خلال الفترة الرطبة من شهر يونيو، وأخيرا يتراوح المعدل الشهري لدرجة الحرارة المتوسطة مابين 17.8م˚ في شهر يناير و26 م˚ في يونيو (شكل5).



شكل5: معدل درجات الحرارة الشهرية لمحطة حجة 2005–2007

يختلف المعدل اليومي للرطوبة النسبية في هذا النطاق باختلاف المواسم ، حيث يتراوح هذا المعدل بين 62 و 77% خلال الأشهر ديسمبر– مارس ، وبين 55 و 66% خلال الأشهر ابريل– يوليو، وبين 62 و 69% خلال الأشهر أغسطس– نوفمبر(ملحق2). وقد تتغير هذه النسب تبعا لكميات وأوقات سقوط الأمطار، أما الزيادة النسبية في نسبة الرطوبة خلال الشتاء فقد يعزى إلى انتشار الضباب خلال تلك الفترة.

5.1.2 الغطاء النباتي

بما أن منطقة الدراسة تمثل نطاق ارتفاع عن سطح البحر يقع بين 1600- 2700 متر يتضمن تباين شديد في التضاريس فإن ذلك يفرض معه نطاقات بيئية متغايرة الخواص كل منها له تكوينات ومجتمعات نباتية طبيعية متنوعة.

من الصعوبة تحديد أهم التكوينات النباتية في المرتفعات الحافية الجبلية وذلك بعد آلاف السنين من إزالة واستثمار الأحراج (الحبيشي و مولر، 1984). يشير الخليدي وسخولتة (1990) إلى أن أراضي المرتفعات فوق 1800متر تتميز بأنها مناطق جبلية ذات منحدرات عارية أو تحتوي على مدرجات زراعية، وفي أماكن معينة يوجد غطاء من الأشجار خاصة الطلح الزنجي (Acacia origena) على أن المواقع الرطبة تفتقر إلى الغطاء النباتي الطبيعي بسبب استغلال هذه المواقع كمدرجات زراعية، وقد توجد بقايا نباتات طبيعية في الأماكن الجافة التي تقل فيها الأراضي الزراعية حيث تتواجد تكوينات نباتية من الحشائش والشجيرات المتقزمة.

بناءاً على عملية المسح الميداني للغطاء النباتي في منطقة الدراسة تم تقسيم المنطقة إلى نطاقات بحسب التغير في المناخ الموقعي (microclimate) الذي يفرضه التباين في التضاريس ونطاق الارتفاع عن سطح البحر الذي تقع ضمنه منطقة الدراسة بحيث تترافق مع الوحدات الفزيوغرافية التي تم ذكرها سلفا. استناداً على دراسة الغطاء النباتي لمنطقة كحلان عفار المنفذة من قبل (Al-Khulaidi, 1993) وكذلك دراسة الغطاء النباتي في اليمن (flora of Yamen) (Al-Khulaidi, 2000) لتصنيف الغطاء النباتي في المنطقة، فقد أمكن استخلاص الأنواع النباتية السائدة في كل نطاق(من أسفل إلى أعلى) على النحو التالي:

• النطاق الأول

يتميز هذا النطاق بوجود غطاء نباتي متوسط الكثافة يتكون من الأشجار والشجيرات والأعشاب والحشائش. تنتشر الأشجار على ضفاف وادي عبر جحر والوديان الفرعية التي تصب فيه وعلى حواف المدرجات الزراعية والأنواع السائدة من الأشجار هي ذراح *Breonadia salicina*، سدر *Ziziphus spina-christi*، طنب *Cordia abyssinica*، عسق *Acacia asak*، سمر *Acacia sp.*، طولق *Ficus vasta*، أثب *Ficus salicifolia*. تنتشر الشجيرات والأعشاب بشكل متناثر على جدران وحواف المدرجات الزراعية وفي الأراضي الهامشية (المناطق المتاخمة للمدرجات الزراعية) والأنواع السائدة التين الشوكي *Opuntia ficus-indica*، راء *Aerva javanica*، *قبار Capparis cartilaginea*، عثرب *Rumex nervosus*، عدن، *Adenium apisum*، دهان *Kleinia odora*، اذخر *Euphorbia shimperi*، قبب *Aloe sabaea*، عرصم *Solanum incanum*، حدق *Cenchrus ciliaris*، حل *Indigofera spinose*، يبوسة *Micromelia biflora*، غرمل *Commicarpus helenae*، شقب *Leucus glabrata*. أما الحشائش فتنتشر على حواف المدرجات الزراعية ، الأراضي الهامشية والمدرجات المتدهورة والمتروكة ومن أنواع الحشائش السائدة هشمه *Andropogon distachyus*، أيبد *Pennisetum setaceum*، وبل *Synodon dactylon* (شكل6).

شكل6: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الأول

• **النطاق الثاني**

تكثر في هذا النطاق المدرجات المتدهورة والمتروكة مما ادى الى تكون غطاء نباتي كثيف نسبيا في هذه *المدرجات وخاصة في المنطقة الواقعة أسفل المقطع الصخري الذي يوفر لها كمية اكبر من المياه ، ورغم الكثافة النسبية للأشجار إلا أن الأنواع تكاد تنحصر على السدر Ziziphus spina-christi، الطنب Cordia abyssinica* والطلح الزنجي *Acacia origena*. من الحشائش تم تسجيل حشيشة الزباد *Pennisetum villosum*، حشيش *أحمر Tetrapogon villous*، أيبد *Pennisetum setaceum*، وبل *Synodon dactylon*. أما *الشجيرات* والأعشاب فهي نادرة ويقتصر تواجدها على الرنجس البري *Tagetes minuta*، العرصم *Solanum incanum* والعبب *Withania somnifera*، غبيراء *Pulicaria sp.* و شخظ *Barleria bispinosa* على جوانب الطرقات وفي المدرجات المتروكة(شكل7).

شكل7: نموذج للغطاء النباتي في النطاق الثاني

• **النطاق الثالث**

يشمل هذا النطاق المنطقة الممتدة من أعلى المقطع الصخري وقرية العبال وفرعة إلى قرية القمة.

يعتبر هذا النطاق فقيرا بالغطاء النباتي، إذ يقتصر تواجد الأشجار المتناثرة حول القرى ويسود فيه الطلح الزنجي *Acacia origena* ترافقه بعض أشجار السدر *Ziziphus spina christi* وعمق *Euphorbia*

amak. أما الشجيرات والأعشاب فتنتشر بشكل متناثر وقليل الكثافة على جدران وحواف بعض المدرجات الزراعية وجوانب الطرقات و تمثلها الأنواع سنف *Acanthus arboreus*، عثرب *Rumex nervosus*، خوع *Pulicaria jaupertii*، لسان الحمل *Plantago sp.*، رنجس بري *Tagetes minuta*، عرصم *Solanasum incanum*، ضب *Blepharis ciliaris* ، شقر التيس *Ceterach officinarium*، عبب *Withania somnifera*، حلقة *Cissus digitata* ، عنب الذيب *Solanum nigrum*، خس البقر *Lactuca serriola*، رقراق *Heliotropium longiflorum*، *Oxali sp.* وحسك *Xanthum spinosum*. أما الحشائش فتنتشر ايضا بشكل متناثر على جدران وحواف المدرجات وفي مجاري المياه والأنواع التي تم تسجيلها أيبد *Pennisetum setaceum*، هشمه *Andropogon distachyus*، حشيش احمر *Tetrapogon villosus*، وبل *Synodon dactylon* و سعده *Syperus rotundu* (شكل8).

شكل8 : نموذج للغطاء النباتي في النطاق الثالث

- **النطاق الرابع**

يمثل هذا النطاق المنطقة الواقعة بين قرية القمة وأعلى نقطة في المسقط المائي في قرية بيت الولي ورغم ان هذه المنطقة تحتوي على مدرجات متدهورة ومكاشف صخرية إلا أن الغطاء النباتي ا لشجري يكاد ينعدم إلا من بعض أشجار الطلح الزنجي *Acacia origena* والعفار *Buddleja polystachya* حول قرية القمة ويعود ذلك إلى أن هذا النطاق يعد مرتفعا فوق 2500 متر حيث يمثل انخفاض درجة الحرارة

عاملا محددا لنمو الأشجار والشجيرات (الخليدي وسخولتة، 1990)، ويقتصر الغطاء النباتي هنا على الحشاش وبعض الأعشاب التي تنمو في المدرجات المتدهورة والمكاشف الصخرية وتعد المصدر الأساسي للرعي في المنطقة. تغطي الحشائش أكثر من 50% من تربة المدرجات المتدهورة واهم أنواعها صخبر *Desmostachia bipinata*، ذريرة . *Stipagrostis sp*، أيبد *Pennisetum setaceum* ، هشمه *Andropogon distachyus*، حشيش أحمر *Tetrapogon villosus* والوبل *Synodon dactylon*. أما الأعشاب فتنتشر بكثافة اقل واهم أنواعها رنجس بري *Tagetes minuta*، غبيراء *Pulicaria sp.*، عبب *Within somnifera*، خس البقر *Lactuca servile*، عثرب *Rumex nervosus*، شقرالتيس *Ceterach officinarium*، دخاف *Arisaema sp.*، و سنف *Acanthus arboreus*.(شكل9).

شكل9 : نموذج للغطاء النباتي في النطاق الرابع

وبصفة عامة يمكن القول أن منطقة الدراسة فقيرة بالغطاء النباتي الطبيعي، حيث أن نسبته من الأشجار والشجيرات والأعشاب والحشائش أقل من 5% ماعدا في أماكن معينة (الأشجار والشجيرات على حواف الوديان أسفل المسقط المائي والحشائش في المدرجات المتروكة والمتدهورة) قد تتجاوز هذه النسبة.

6.1.2 الأنشطة السكانية و استخدامات الأرض

تستخدم أراضى المنطقة لأغراض الزراعة والرعي، وحصاد المياه، والتجمعات السكنية. تعتبر الزراعة النشاط الرئيسي للسكان المحليين في المدرجات الجبلية. تمارس الزراعة تحت النظامين المطري ونظام الري وفيما يلي وصف مختصر للمحاصيل المزروعة تحت هذين النظامين والعمليات الزراعية:

• المحاصيل المطرية

تعتبر محاصيل الذرة الرفيعة، الدخن، القمح، والشعير هي المحاصيل الرئيسية السائدة التي يعتمد عليها السكان المحليون كغذاء رئيسي ، علاوة على استخدامها كأعلاف لتغذية الحيوانات. تبدأ زراعة الذرة الرفيعة والدخن بمجرد سقوط الأمطار في الموسم الصيفي وهي الفترة الواقعة بين شهري إبريل ومايو، أما موسم الحصاد في فترة شهري سبتمبر وأكتوبر. يزرع محصول القمح في أوائل شهر مايو ويحصد في أواخر شهر أغسطس، أما الشعير فيزرع في أواخر شهر مارس ويحصد في أوائل شهر يوليو. أصناف هذه المحاصيل محلية متوارثة، حيث تُستَبقي البذور من المحصول السابق عن طريق اختيار رؤوس الذرة والدخن الجيدة كبذور للموسم القادم.

من البقوليات يزرع العدس، الفاصوليا، العتر(البازيللاء) والحلبة. يتم زراعة الثلاثة المحاصيل الأولى منها في شهر مايو وتحصد في أوائل شهر أغسطس، أما محصول الحلبة فيزرع في مارس ويحصد في أواخر يونيو.

يعد القات من أهم المحاصيل النقدية في المنطقة حيث يزرع هذا المحصول تحت النظامين المطري والمروي و يشغل أكثرمن 30% من إجمالي مساحة المدرجات خصوصا في وسط وأسفل المسقط المائي. يزرع 80% منه تحت النظام المطري و 20% تحت النظام المروي (AL-mashriki, 2001). تتركز إنتاجيته في موسمي الربيع والصيف المطريين، وتقل في موسمي الخريف والشتاء. تبدأ إنتاجية القات بعد حوالي 3 سنوات من زراعته. يعتبر القات من الأشجار المعمرة حيث يستمر في النمو والإنتاجية لمدة 20 عاماً وأكثر. للقات مردود اقتصادي عالي مقارنة ببقية المحاصيل. تجرى لهذا المحصول عمليات زراعية متوالية كالحراثة، التعشيب، الرش بالمبيدات الكيماوية، وإضافة الأسمدة العضوية والكيماوية. ومن الملاحظ أن جدران المدرجات المزروعة بالقات مصانة بشكل دائم أكثر من غيرها.

• المحاصيل المروية

يعد البن أهم المحاصيل المروية إذ تتركز زراعته بشكل رئيسي في منطقة وادي عبر جحر أينما تتوفر مصادر مياه الري من الينابيع والعيون دائمة التدفق والبرك التي تحتجز مياه الأمطار، بالإضافة إلى مياه السيول الجارية موسمياً وتتبع طريقة الري التقليدية.

تزرع بعض أشجار الفاكهة مثل البرتقال، اليوسفي، الليمون، الباباي وغيرها ولكن بشكل متفرق داخل الحقول الزراعية لغرض الاستهلاك الذاتي. كما تزرع بعض محاصيل الخضر بين الأشجار للاستهلاك المنزلي أيضاً.

- **العمليات الزراعية**

إن العمليات الزراعية المتبعة على مستوى المنطقة هي عمليات تقليدية متوارثة. بناءاً على المعلومات التي تم الحصول عليها من قبل المزارعين ، يمكن سرد ألعمليات الزراعية على النحو التالي:

– تجرى عملية الحراثة للتربة في الغالب من 2 – 3 حرثات، حيث تجرى الحرثة الأولى قبل موسم الزراعة بحوالي 2 – 3 أسابيع وذلك أثناء إضافة السماد البلدي نثراً على مستوى الحقل. تفيد هذه الحرثة في قلب السماد وخلطه مع التربة السطحية. تجرى الحرثة الثانية أثناء زراعة المحصول وتتم إما قبل سقوط الأمطار أو بعده مباشرة، أما الحرثة الثالثة فتجرى بعد الحصاد، وعند بعض المزارعين تتم حراثة التربة أثناء نمو المحصول بعد حوالي شهرين من الزراعة (الحرثة الرابعة).

تجرى عمليات الحراثة المختلفة بواسطة الثيران، نظراً لان عاملي الطبوغرافيا، وطبيعة المدرجات الصغيرة والضيقة يحولان دون استخدام الآلات الزراعية.

– تضاف الأسمدة العضوية المتوفرة من مخلفات الحيوانات المنزلية للتربة ، أما الأسمدة الكيماوية فتقتصر على إضافة سماد اليوريا المعروف لدى المزارعين ولكن بكميات متفاوتة حسب تقديرات المزارع.

– معظم العمليات الزراعية للمحصول يتم إجراؤها يدوياً حيث تساهم النساء بتنفيذ أغلبها ومن أهمها عملية الخف للنبات (الفقيح) بعد حوالي 1 – 1.5 شهر من الزراعة، تليها عملية التعشيب حيث تُزال جميع النباتات النامية مع المحصول، ثم عملية خرش التربة على طول خط النمو وردمها حول ساق النبات. عملية الشلف للمحصول و تتمثل في نزع الأوراق الجافة من السيقان وتترك فقط الورقتين القميتيـن فقط وذلك خلال مرحلة نضج المحصول ثم تربط كحزم صغيرة يتم تخزينها واستخدامها كأعلاف للحيوانات في موسم الشتاء. هذه العمليات يتم إجراؤها في الغالب لمحاصيل الذرة الرفيعة والدخن والذرة الشامية، وأخيراً عملية الحصاد.

بالنسبة لتربية الماشية يربي المزارع الحيوانات المنزلية بهدف استهلاك منتجاتها وتحسين دخل الأسرة واستخدامها في العمليات الزراعية وكوسيلة مواصلات. تعتبر الأبقار، الأغنام، ألماعز والحمير أه م الحيوانات التي تربى في المنطقة. يتم تغذية الأبقار بمخلفات المحاصيل الزراعية والحشائش والأعشاب الموسمية التي يتم جمعها من الحقول والمناطق الجبلية الوعرة بواسطة النساء بالإضافة إلى بقايا الطعام، أما الضأن والماعز فتعتمد بشكل أساسي على المراعي إضافة إلى بعض البقوليات مثل الفصة كعلف تكميلي. هناك نشاطات أخرى يمارسها بعض سكان المنطقة إضافة إلى الزراعة وهي الوظائف الرسمية (معلمون، عسكر)، التجارة والعمل على سيارات النقل بين القرى والمدن المجاورة .

7.1.2 الموارد المائية :

- **المياه السطحية**

تعتمد المياه السطحية في المنطقة على معدل كميات الأمطار الساقطة موسمياً ، والتي يختلف معدلها من عام لآخر. عموماً فان مياه السيول الموسمية تجري عبر مجاري السيول من أعلى المسقط المائي إلى أسفله حيث ينتهي مصبها في وادي شرس الذي يصب مياهه إلى وادي مور. يتم تخزين مياه الجريان السطحي في خزانات أرضية مفتوحة مبنية بالحجر ومبطنة بالاسمنت أو القضاض أنشئت لهذا الغرض وهي منتشرة في معظم قرى المسقط المائي. تستغل هذه المياه في سقي الحيوانات والغسيل وأيضاً في الاستخدامات المنزلية (شكل 10).

يجدر القول أن هذه البرك المفتوحة تعد أسلوبا تقليديا قديما في حصاد مياه الأمطار لاستغلاله ا وقت الحاجة وعادة ما تؤمن احتياجات السكان من المياه في فترة الجفاف. في الوقت الحالي بدأ السكان ببناء خزانات صغيرة بجانب المنازل يحصدون فيها مياه الأمطار الموسمية من أسطح المنازل.

شكل10: خزان أرضي لتجميع مياه الجريان السطحي

- **المياه التحت سطحية**

المياه التحت سطحية تتمثل بالعيون المنتشرة في مناطق متفرقة من المسقط المائي غير أنها في الماضي كانت أكثر غزارة أسفل المسقط. إن التغذية للمياه التحت سطحية تتم عن طريق الانسياب الداخلي. وتتدفق هذه المياه إلى قنوات السوائل والوديان وهي ما تسمى بالغيول وأهمها غيل عرشان في بني برام، غيل ناد وغيل عبر جحر في أسفل المسقط المائي. أفاد السكان أن المياه في وادي عبر جحر وغيل عبر جحر كانت تجري على السطح أما الآن فيتم استخراجها من عمق عدة أمتار بواسطة المضخات إلى الخزانات المحملة على الشاحنات أو إلى خزانات إسمنتية يتم تجميع المياه فيها ثم يتم توزيعه بين المزارعين حسب العرف المعمول به (الأشكال11،12، 13). أما غيل ناد الذي كان يزوّد السكان بمياه الشرب ويستخدم في ري المزروعات فقد جف تماما. يعيد السكان تراجع المياه في هذه الغيول إلى عدة أسباب منها الجفاف المتعاقب خلال السنوات الأخيرة والتوسع في زراعة القات وسط وأسفل المسقط المائي وتدهور المدرجات في أعلى ووسط المسقط.

شكل11: غيل عبر جحر

شكل12: وادي عبر جحر

شكل13: خزان إسمنتي يتم تجميع فيه مياه الغيل (غيل عبر جحر)

8.1.2 حالة المدرجات

تعتبر المدرجات الزراعية أساس استقرار المجتمع في منطقة الدراسة ومازال يعتمد عليها في توفير جزء كبير من قُوته ويبذل الكثير من الجهد والمال لصيانتها ، بل ولاستحداث مدرجات جديدة كلما توفرت الإمكانيات. إن الوضع التضاريسي المتباين في منطقة الدراسة هو الذي أوجد تنوع في أشكال وأحجام المدرجات الزراعية بحسب الطوبوغرافيا ونسبة الانحدار. تتوزع المدرجات على جميع مناطق المسقط المائي وتتبادل في عدة مواقع مع الصخور العارية والمكاشف الصخرية. أثناء العم ل الميداني لوحظ أن مساحة المدرج تقل كلما زادت نسبة الانحدار أما من حيث عمق التربة فإنه بشكل عام يزداد عمق التربة كلما اتجهنا إلى أسفل.

بصفة عامة ترب المدرجات تختلف في خواصها من مكان الى آخر، فمثلا نتيجة الفحص اليدوي في الحقل تبين أن قوام التربة الطمييي الطيني(CL) الطميي السلتي(Si L) هو السائد في الم درجات أعلى المسقط، والقوام الطمييي الطيني السلتي(SiCL) والطمييي الطيني الرملي(SCL) في المدرجات الوسطية والسفلية. تنتشر المدرجات المتدهورة في معظم مناطق المسقط المائي وخصوصا في المنطقة العليا والوسطى. يختلف نوع ونسبة التدهور من مكان إلى أخر، أما حالة تلك المدرجات فتختلف بحسب نوع التدهور فمنها مازال تحت الاستخدام ومنها ماهو متروك ويستخدم كمرعى.

2.2 طرق البحث

في هذا الفصل سيتم عرض لطرق البحث المتمثلة في كيفية تصميم وتنفيذ وتحليل الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي و العوامل البيئية المؤثرة على تدهور المدرجات إضافة إلى منهجية جمع وتحليل عينات التربة وطرق تحليلها.

تم تنفيذ العمل الميداني من خلال الزيارات الميدانية المتعددة، حيث بدأت بزيارة استطلاعية تم خلالها معاينة المسقط المائي من أعلاه إلى أسفله بغرض تحديد الملامح البيئية والوضع التضاريسي في أعلى ووسط وأسفل المسقط، ثم التأكد من أنه يحتوي على المشكلة البحثية المتمثلة في تدهور المدرجات الزراعية. إضافة إلى ذلك تم التأكيد الميداني للوحدات الفزيوغرافية التي تم الحصول عليها من واقع تفسير الصور الجوية وتحديدها ميدانيا بجهاز تحديد الموقع GPS. خلا ل النزول الميداني الأول تم تقسيم المدرجات الزراعية إلى أربع وحدات بحسب درجات التدهور اعتمادا على درجة تهدم جدران المدرجات ونسبة الجدران المتهدمة في كل وحدة حيث تم تقسيم المدرجات من رأس المسقط حتى أسفله إلى مدرجات سليمة (D1) وهي المدرجات التي لا توجد فيها جدران متهدمة، مدرجات خفيفة التدهور(D2) وهي المدرجات التي بدأت جدرانها بالتهدم بنسبة اقل من 20% ، مدرجات نصف متدهورة (D3) وهي المدرجات التي تصل نسبة الجدران المتهدمة فيها من 20 إلى 50% غير أنها مازالت صالحة للزراعة ثم المدرجات شديدة التدهور(D4) وهي المدرجات المنجرفة والتي تهدمت جدرانها بنسبة >50% وأصبحت غير قابلة للزراعة في وضعها الحالي (شكل14).

D1

D2

D3

D4

شكل14: فئات تدهورالمدرجات، مدرجات سليمة (D1) مدرجات خفيفة التدهور (D2) مدرجات متوسطة التدهور(D3) مدرجات شديدة التدهور(D4)

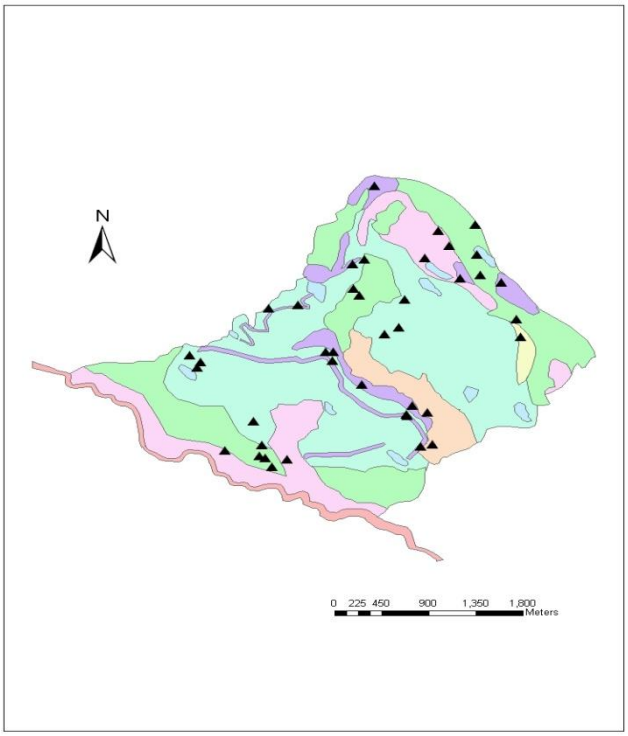
ورد تقسيم مشابه لتدهورا لمدرجات الزراعية عند Inbar وLierena (2000) و AL-Mashriki (2001).

1.2.2 الأعمال الميدانية

- **الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي**

تم تصميم الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي بهدف دراسة الجوانب الاجتماعية الاقتصادية للسكان ومعرفة مدى علاقة هذه الجوانب بتدهور المدرجات الزراعية وذلك من وجهة نظرهم. احتوى الاستبيان على ثلاثة عشر سؤالا رئيسيا تنضوي تحتها 62 سؤالا فرعيا تمثلت الأسئلة الرئيسية في المعلومات الشخصية للمزارع، حيازة الأرض، المحاصيل المنزرعة، العائد من المحصول، العمليات الزراعية، الثروة الحيوانية،

الغطاء النباتي، المراعي، المدرجات الزراعية، احتياجات تأهيل المدرجات، الأعراف السائدة، ،الدعم الرسمي، الإحداثيات والارتفاع عن سطح الأرض (ملحق3). تم تنفيذ 40 استبيانا موزعة عشوائيا على جميع قرى المسقط المائي شاملة مختلف فئات تدهور المدرجات(شكل15). اعتمد عمل الاستبيان على الأسئلة المباشرة للمزارعين واستهدف بعض من كبار السن ذوي الخبرة والمهارة للإجابة عن حالة الأعراف والتقاليد التي كانت تُتبَع عند استغلال المراعي وقطع الأشجار وصيانة المدرجات.



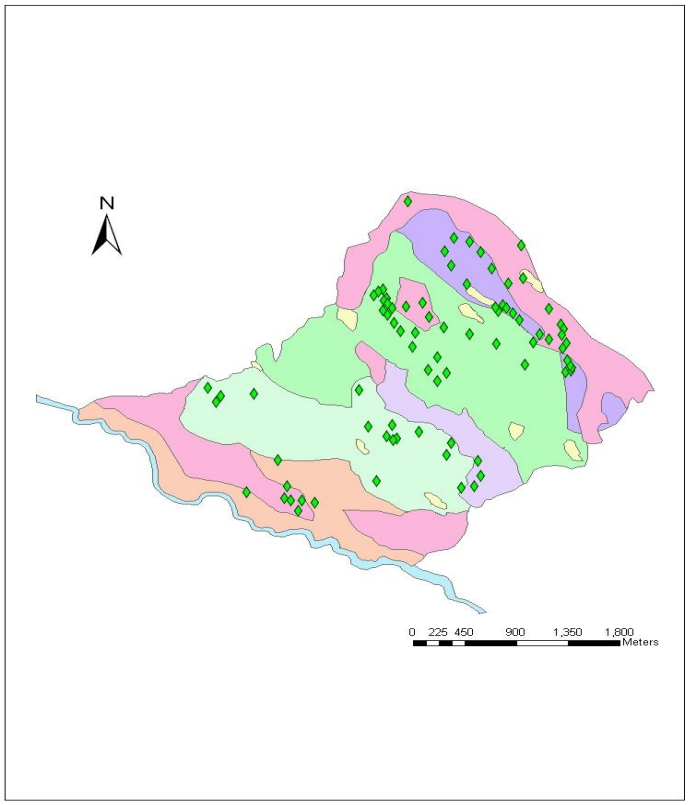
شكل15: نقاط تنفيذ الاستبيان الإجتماعي الاقتصادي

بدأ العمل بالاستبيان من قرية بيت الولي أعلى المسقط المائي ثم التوجه نحو الاسفل باتجاه قرية القمة، بيت الفروي، العبال وهكذا حتى قرى عبر جحر فى اسفل المسقط المائي.

- **وصف العوامل البيئية**

تكاملا مع الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي تم تصميم استمارة لوصف العوامل البيئية للمدرجات الزراعية لمعرفة مدى تأثيرهذه العوامل على تدهورها . اشتملت الاستمارة على 21 عاملا لوصف العوامل البيئية في محيط العينة مثل الارتفاع عن سطح البحر، الاحداثيات, الطبوغرافيا، نسبة الانحدار والغطاء النباتي . عوامل متعلقة بوصف التربة مثل مادة الأصل، وجود القشرة السطحية، نسبة وشكل الحصى

والأحجار على السطح، تفاعل التربة مع HCL، لون التربة وعوامل خاصة بالمدرجات مثل أبعاد المدرجات، حالة التدهور و نوع التعرية (الملحق 4). نفذ المسح الميداني لتوصيف العوامل البيئية في 98 نقطة موزعة عشوائيا على مساحة المسقط المائي شاملة جميع فئات التدهور (شكل16).



شكل16: نقاط تنفيذ مسح العوامل البيئية

لتغطية كامل مساحة المسقط المائي تم إتباع مسار حلزوني بدأ من الأسفل حتى أعلى نقطة فيه مرورا بمنطقة الوسط.

- **جمع عينات التربة.**

إن الهدف من جمع عينات التربة هو اختبار الفرضية الأساسية التي تنص على أن هناك علاقة بين تهدم جدران المدرجات والخواص الفيزيائية والكيميائية في منطقة الدراسة. لذلك تم جمع العينات من الميدان لتحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية ذات العلاقة بقابلية التربة للانجراف مثل قوام التربة (Soil texture)، استقرارية الحبيبات (Aggregate stability)، الكثافة الظاهرية والحقيقية (Bulk and particle density)، الشد الرطوبي (pf2.5 و pf4.2)، النفاذية (infiltration)، وفيما يخص التحاليل

الكيميائية فقد تم قياس الرقم الهيدروجيني (pH)، التوصيل الكهربائي (Electrical conductivity)، كربونات الكالسيوم الكلية (Total CaCo3)، المادة العضوية (Organic matter)، الفسفور والبوتاسيوم المتاحين (Available P and K)، السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) والقواعد الكاتيونية المتبادلة cations Exchangeable base (Na, Mg, Ca, k). ومن نتائج تحاليل الكثافة الظاهرية والحقيقة تم حساب المسامية (porosity).

تم جمع عينات التربة بالتزامن مع مسح العوامل البيئية، حيث تم أخذ 24 عينة من الطبقة السطحية للتربة في مدى عمق (0–30سم) شاملة فئات التدهور الأربع ومن أماكن مختلفة (أعلى، وسط. وأسفل المسقط المائي). يجدر القول أنه تم إحضار العينات من منطقة الدراسة لتحليلها في مختبرات قسم علوم التربة في المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية– الجزائر .

• **اختبار نفاذية التربة في الحقل** (soil infiltration)

بحسب المنهجية المتبعة في مركز أبحاث الموارد الطبيعية المتجددة بهيئة البحوث الزراعية حيث تم استخدام نموذج تسجيل النفاية واحتساب معدل الترشيح الخاص بالمركز في سبعة مواقع ممثلة (ملحق5).
تتكون أدوات التجربة من مطرقة 2 كجم، مجرفة، ساعة مؤقت، قطعة خشب، جهاز قياس النفاذية (Ring infiltrometer) و دلو لتخزين الماء.
يتكون جهاز قياس النفاذية في الحقل (Ring infiltrometer) من اسطوانتين الأولى خارجية يبلغ قطرها 60 سم والثانية داخلية قطرها 30 سم وطول كلٍ منهما 27 سم وعمود مدرج شكل(17).
خطوات العمل: نثبت الاسطوانة ذات القطر 30 سم بشكل عمودي على التربة وذلك بوضع قطعة الخشب عليها ثم نضرب على قطعة الخشب حتى تنزل في التربة إلى عمق 12 سم ثم نُكوِّم حولها التراب وذلك للتأكد من أن الماء سيترشح عموديا ولن يخرج عبر الجوانب، ثم نضع الاسطوانة الثانية بحيث تكون المسافة بين الاسطوانتينِ متساوية من كل الجهات. نضع قطعة الخشب على الاسطوانة ويتم استخدام المطرقة لدفعها عميقا في التربة إلى مستوى الاسطوانة الأولى ويمكن تثبيتها في التربة حتى 15سم و يكوم حولها التراب أيضا.

شكل17: جهاز قياس النفاذية (Ring infiltrometer)

نبدأ بصب الماء داخل الاسطوانة الصغرى وحولها بنفس الوقت و تعبئتهما حتى العلامة ثم البدء بقراءة العمود المدرج مباشرة وتؤخذ القراءات بحسب الاستمارة المرفقة. وعندما ينتهي الماء يعاد تعبئة الجهاز بالماء حتى العلامة ونبدأ القراءة من الصفر...وهكذا حتي تتشبع التربة و يثبت معدل الرشح وقد تم حساب معدل الرشح بالسنتيمتر في الساعة . تم تنفيذ سبع تجارب في سبع مدرجات تم اختيار مواقعها عشوائيا لتكون ممثلة للمناطق المختلفة(أعلى ووسط وأسفل) المسقط المائي وبنفس الوقت شاملة لمختلف فئات تدهور المدرجات(D1، D2، D3 و D4).

• وصف مقاطع التربة

تم عمل أربعة مقاطع تربة في أربع مدرجات ممثلة للوحدات الفزيوغرافية للمسقط المائي. تم وصف مقاطع التربة وفقا للاستمارة المعدّة من واقع دليل منظمة الأغذية والزراعة لوصف التربة (FAO and ISRIC, 1990) ثم اخذ العينات من كل الآفاق الممثلة للمقطع وذلك لتحليل الخصائص الفيزيائية والكيميائية. الهدف من عمل المقاطع هو إعطاء نظرة عامة عن تصنيف التربة في منطقة الدراسة.

2.2.2 تحليل البيانات

• تحليل الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي

بعد استكمال عملية تنفيذ الاستبيان ومراجعته تم تفريغ جميع البيانات إلى ملف SPSS تمهيدا لإجراء التحاليل الإحصائية اللازمة للتعرف على مدى تأثير العوامل الاجتماعية الاقتصادية على تدهور المدرجات الزراعية. تم تحليل الاستبيان بواسطة عمليتي المدرج التكراري وجداول الاقتران. عملية المدرج التكراري (Frequencies) أتاحت لنا عرض الجداول التكرارية للمشاهدات قيد الدراسة، كما تتيح لنا إظهار المعلومات بواسطة أشكال بيانية إذا لزم الأمر. العملية الثانية جداول الاقتران (Cross tabulation) أتاحت لنا هذه العملية عرض لتوزيع الإجابات ونسبها وتقاطعها مع فئات التدهور على هيئة جداول، إضافة إلى عرض جميع تلك البيانات على هيئة أعمدة بيانية. لمعرفة أي من العوامل الاجتماعية الاقتصادية إرتباطا بفئات التدهور تم معالجة البيانات إحصائيا بواسطة عملية الارتباط (correlation).

• تحليل استمارة وصف العوامل البيئية

تم تفريغ جميع البيانات من استمارة مسح العوامل الحقلية إلى ملف Excel ثم ترميزها ثم استيراد هذا الملف إلى برنامج SPSS ثم تحليل البيانات بواسطة عملية تحليل التكرار (frequency analysis) ، أتاحت لنا عرض الجداول التكرارية للمشاهدات قيد الدراسة، كما تتيح لنا إظهار المعلومات بواسطة أشكال بيانية كلما لزم الأمر. التحليل الثاني جداول الاقتران (crosstabulation)، أتاحت لنا هذه العملية عرض لتوزيع الإجابات ونسبها وتقاطعها مع فئات التدهور على هيئة جداول، إضافة إلى عرض جميع تلك البيانات على هيئة أعمدة بيانية ثم تحليل الارتباط (correlation) لمعرفة أي العوامل البيئية المدروسة أكثر ارتباطا بفئات تدهور المدرجات.

• طرق تحليل عينات التربة

تم تحليل عينات التربة على مرحلتين الأولى التحليل المختبرى للخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة والثاني تحليل نتائج الفحص ألمختبري إحصائيا.

- التحليل ألمختبري للخواص الكيميائية والفيزيائية

عند وصول العينات إلى المختبر تم نشرها على أرفف معمل التجفيف لمدة يومين ثم طحنها وتمريرها عبر منخل 2 ملم، أما العينات الخاصة بالكثافة الظاهرية فقد تم إخراجها مباشرة إلى فرن التجفيف عند درجة حرارة 105 مئوية لمدة 24 ساعة ثم وزنها.

أ) طرق تحليل الخواص الكيميائية

- ✓ الرقم الهيدروجيني (pH) بواسطة جهاز قياسpH (pH meter) في محلول تربة مكون من 1/2.5
- ✓ الأملاح الكلية الذا ئبة (EC) تم قراءتها بواسطة جهاز التوصيل الكهربائ ي للمحلول (Electric conductivity meter) من محلول تربة مكون من 1/5 بعد ضبط الجهاز بواسطة محلول 0.02 KCL (DS/cm) وتصحيح درجة الحرارة إلى 25 مئوية.
- ✓ كربونات الكالسيوم الكلية (Total CaCo3) وقد تم قراءتها بواسطة جهاز كالسيميتر برنارد (Bernard calcimètre).
- ✓ المادة العضوية (Organic matter) وقد تم تقدير الكربون العضوي (OC%) بطريقة (Anne method) للحصول على الكربون العضوي ثم ضربها بالمعامل 1.72 للحصول على نسبة المادة العضوية: OM = C%*1.72
- ✓ السعة التبادلية الكاتيونية (CEC) تم تقديرها بطريقة اسيتات الصوديوم (Sodium acetate).
- ✓ القواعد الكاتيونية المتبادلة (Exchangble base cations ,Ca ,k, Mg, Na) تم تقديرها بطريقة أسيتات الامونيوم (Ammonium acetate).
- ✓ الفسفور المتاح (Available phosphor) وقد تم تقديره بطريقة اولسن (Olsen methods).
- ✓ البوتاسيوم المتاح وقد تم تقديره بطريقة أسيتات الامونيوم (Ammonium acetate).

ب) طرق تحليل الخواص الفيزيائية

- ✓ قوام التربة (Soil texture) تم تحليله بطريقة ماصة روبنسون العالمية (Robenson pipette)
- ✓ استقرارية الحبيبات (Aggregate stability) تم تقديرها باستخدام طريقة (Henin 1956).
- ✓ الكثافة الظاهرية (Bulk density) تم تقديرها بواسطة الاسطوانة (cylinder).
- ✓ الكثافة الحقيقية (Particle density) تم تقديرها بطريقة البيكنومتر(Pycnometer method)

✓ الشد الرطوبي (pf) تم تقديره بواسطة جهاز ريشا رد (Richards apparatus).

- التحليل الإحصائي

تم تحليل نتائج الفحص ألمختبري إحصائيا بواسطة برنامج SPSS باستخدام عملية الإحصاء الوصفي لجميع العينات بدون الأخذ في الاعتبار فئات التدهور وذلك لمعرفة كيفية توزيع خواص التربة على عموم المسقط المائي، ثم عملية مقارنة المتوسطات، حيث تم إيجاد متوسطات جميع قيم خواص التربة المدروسة لعينات كل فئة تدهور على حدة، ثم مقارنة هذه المتوسطات بواسطة عملية اختبار بوست هوك لمعرفة إن كان هناك فوارق معنوية فيما بينها ومن خلال تلك الفروق سنعرف ما إذا كان هناك علاقة بين تدهور الجدران وخواص التربة.

• إنتاج خريطة تدهور المدرجات والخريطة الفزيوغرافية

1 تم تحديد الصور الجوية التي تغطي منطقة الدراسة بأرقامها من الخارطة الطبوغرافية واستخراجها من مصلحة المساحة. عدد الصور التي تغطي المنطقة ثلاث صور تحمل الارقام85 ،87،86؛

2- تم تفسيرها باستخدام جهاز الاستيروسكوب من خلال مطابقة كل صورتين على حدة. نسبة التداخل بين كل صورتين 60%، ثم رسم الوحدات الخرائطيية على ورق شفاف.

3- بعد استكمال الرسم للوحدات الأرضية (الوحدات الخرائطية) تكونت خارطة تغطي منطقة الدراسة بمقياس رسم مطابق لمقياس الصورة الجوية (1:60000).

4- تم تكبير الخارطة بتصويرها على آلة التصوير ليصبح مقياسها 1:30000، وبهذا المقياس أصبحت واضحة التفاصيل.

5- بعد ذلك تم استيرادها إلى برنامج arcGIS وعمل الرسم الرقمي (Digitizing) ومن ثم إخراجها بشكل نهائي.

3.النتائج والمناقشة

سيتم في هذا الباب عرض جميع النتائج المتحصل عليها من البحث الميداني والمتمثلة في نتائج الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي، مسح العوامل البيئية في بيئة المدرجات و نتائج تحليل خواص التربة الكيميائية والفيزيائية إضافة إلى خريطة تدهور المدرجات.

1.3 الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي

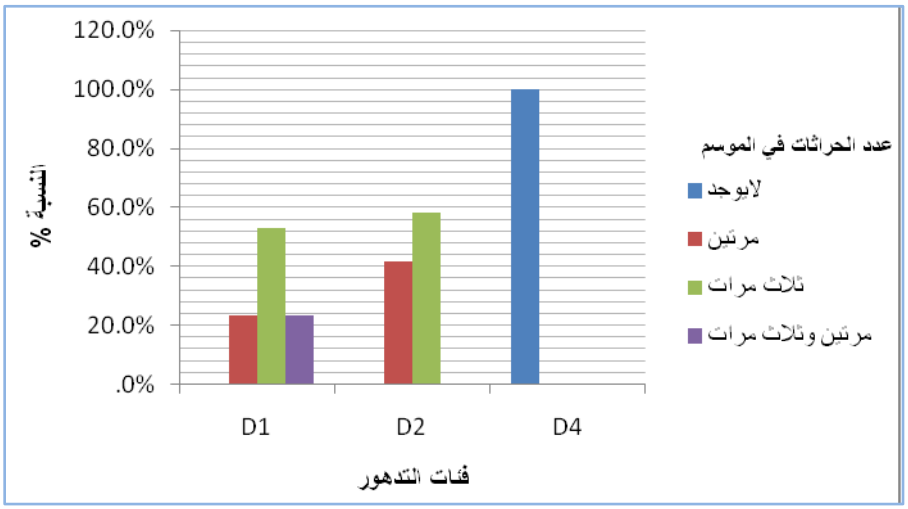
تم تحليل بيانات الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي بواسطة برنامج SPSS باستخدام جداول التقاطع (crosstabulation) ، إضافة إلى استخدام جداول التكرار (frequencies) كلما اقتضى الأمر وقد حرصنا على تحليل جميع العوامل التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة مع تدهور المدرجات الزراعية لكي يتم أخذها في الاعتبار أثناء عمل التوصيات . لتسهيل عرض النتائج والتحليل تم تقسيم النتائج إلى عوامل تقنية (عدد الحراثات في الموسم وطرق التسميد)، اقتصادية (طبيعة الملكية، حجم الحيازة، مساحة وإنتاجية المحاصيل، قلة العائد و وعدم وجود جدوى اقتصادية)، عوامل أخرى (الغطاء النباتي، التشجير، المراعي) إضافة إلى عوامل خاصة بالمدرجات الزراعية (أسباب تدهور المدرجات، متطلبات صيانة المدرجات و الأعراف الخاصة بصيانة المدرجات). ولمعرفة العوامل الأكثر تأثيرا في تدهور المدرجات تم إعطاء قيم للعوامل المدروسة وقيم لفئات التدهور وإجراء عملية الارتباط (correlation).

1.1.3 العوامل التقنية

يوضح الشكل 18 عدد الحراثات لتهيئة الأرض للزراعة في الموسم الواحد، حيث سادت في المدرجات السليمة(D1) وخفيفة التدهور(D2) ثلاث مرات في الموسم (53% و 58%) على التوالي وفي المرتبة الثانية يأتي عدد الحراثات مرتين في الموسم في كل من D1 و D2 (24% و42%) على التوالي وقد ظهرت نوعية ثالثة مرتين زائد ثلاث مرات بنسبة24% في D1.

فيما يخص عدد الحرثات في D1 و D2 فبالرغم أن الغالبية تمارس ثلاث حراثات في الموسم إلا أن هناك 24% و 42% من العينات في السليمة وخفيفة التدهور تشير إلى ممارسة حراثتين فقط في الموسم.

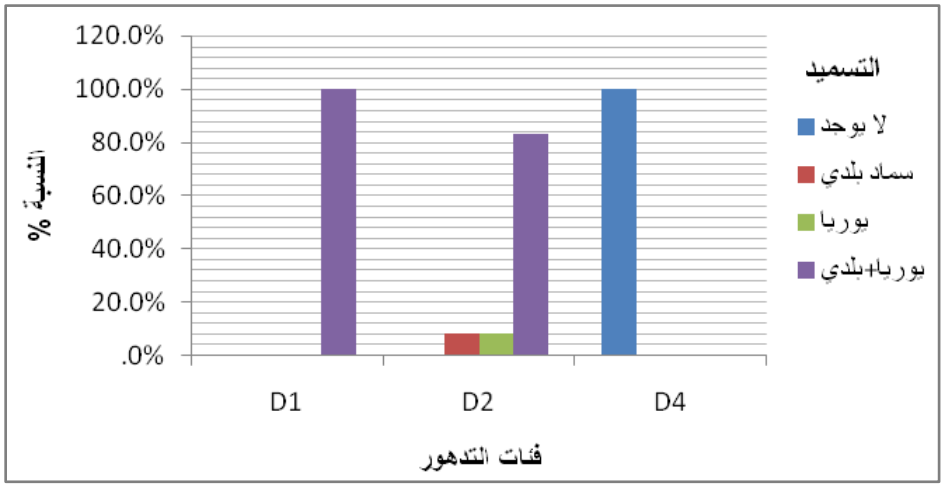
أشار المزارعون إلى أنه في الماضي كانت تمارس أربع حراثات تحت المحصول الأصلي وهو الذرة الرفيعة مثلا والذي يزرع في جميع مناطق المسقط المائي.



شكل18: اقتران عدد الحراثات في الموسم بفئات تدهور المدرجات

إن التراجع في عدد الحراثات يعود إلى ارتفاع أجرة المحراث و الأيدي العاملة مما يجعل بعض المزارعين يكتفون بالحد الأدنى منها. بحسب إفادة المزارعين أنه كان في السابق يتم حراثة الأرض بزوج من الثيران تجر محراث يفلح التربة إلى مستوى أعمق من المحراث الحالي الذي يجره ثور واحد وأحيانا حمار وهو ما يعني تراجع في هذه الخدمة.

يتضح من الشكل 19 أن نوع السماد السائد في D1 و D2 هو السماد العضوي مع اليوريا حيث شكل100% و83% على التوالي و8% لكل من يوريا وسماد عضوي كل على حدة ظهرت في D2.



شكل19: اقتران نوع السماد بفئات تدهور المدرجات

اقتصر استخدام الأسمدة على السماد العضوي والذي يضاف تحت الذرة الرفيعة بشكل أساسي وسماد اليوريا بسبب عدم معرفة المزارعين أسمدة أخرى. يفيد المزارعون أن هناك تراجع في كمية السماد العضوي الذي كان يفوق 80 كجم للهكتار قبل عشر سنوات (الثور وآخرون, 2001) وأعادوا السبب إلى قلة حيازة الحيوانات المنزلية (جدول 6).

جدول6: نتائج تحليل التكرار(frequency) لحيازات الثروة الحيوانية (الحيازة بالرأس)

الحيوان	5>	10-5.0	30.0-10	30<	لايوجد	الإجمالي
أبقار	%72.5	0	0	0	%27.5	%100
أغنام	%22.5	%12.5	%2.5	0	%62.5	%100
ماعز	17.5	%15	0	0	%67.5	%100
حمير	%82.5	0	0	0	%17.5	%100
دجاج	%45	%7.5	0	0	47.5	%100

لذلك يضطر بعض المزارعين إلى شراء السماد البلدي من خارج المنطقة. إن التراجع في خدمة الأرض من الحراثة والتسميد على حد سواء تكون نتيجته قلة في المحصول ومن ثم عدم جدوى زراعة المدرجات وهو ما يؤدي في الأخير إلى هجرها. إن اقتصار الحراثة والتسميد على المدرجات السليمة وخفيفة التدهور دون المتدهورة يشير إلى أن المدرجات المتدهورة لم تحظى بأي من العمليات التقنية نظرا لعدم صلاحيتها للإنتاج الزراعي في وضعها الحالي.

2.1.3 العوامل الاقتصادية

من الشكل 20 A نوع ملكية الأراضي في منطقة الدراسة هي في الأساس ملكية خاصة، شراكة، ووقف ويمكن للمزارع أن يحوز أراضي من عدة أنواع من الملكية كما هو موضح في الشكل. نلاحظ أن الملكية الخاصة هي الأساس في جميع فئات التدهور، حيث شكلت 47% في D1، 33% في D2 و63% في المدرجات المتدهورة (D4) وحلت في المرتبة الثانية في D1 ملكية خاصة مع شراكة 24%، في D2 خاصة مع شراكة مع وقف 25% و في D4 خاصة مع وقف 27%، وبقية الأنواع توزعت على الفئات الثلاث بصفة أقل.

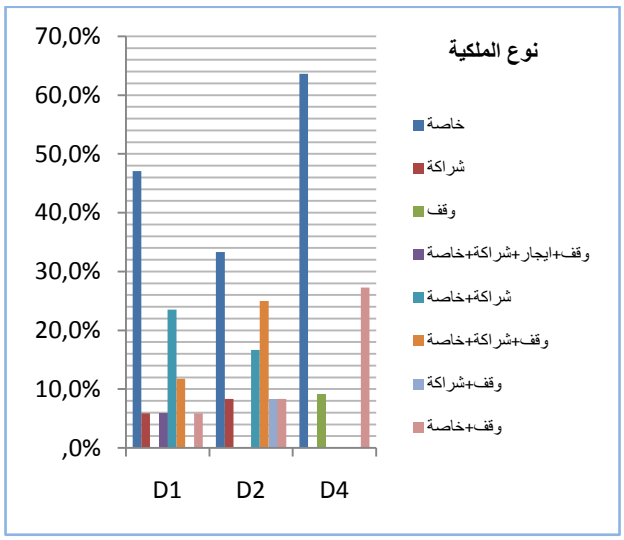
الشكل: 20 B يوضح نسب توزيع حيازة الأرض على فئات تدهور المدرجات حيث سادت في D1 0.25–0.5 هكتار 71%، 0.5-1هكتار 17% و12% < 0.25 هكتار. في D2 سادت أيضا حيازة 0.25-0.5 58% و الباقي 17% 0.5-1، 17% > 1 و 8% < 0.25 هكتار، أما في D4 فقد سادت الحيازة <0.25 73%، ثم 18% 0.25-0.5 و9% 0.5-1 هكتار.

الشكل 20 C الذي يوضح تسويق الإنتاج يتضح أن عدد العينات التي أجابت بأن الإنتاج للاستهلاك فقط كانت الأكبر فـي D1 94% و 6% فقط أجابت بان الإنتاج للتسويق أما في D2 فجميع العينات بنسبة 100% تفيد بأن الإنتاج للاستهلاك فقط.

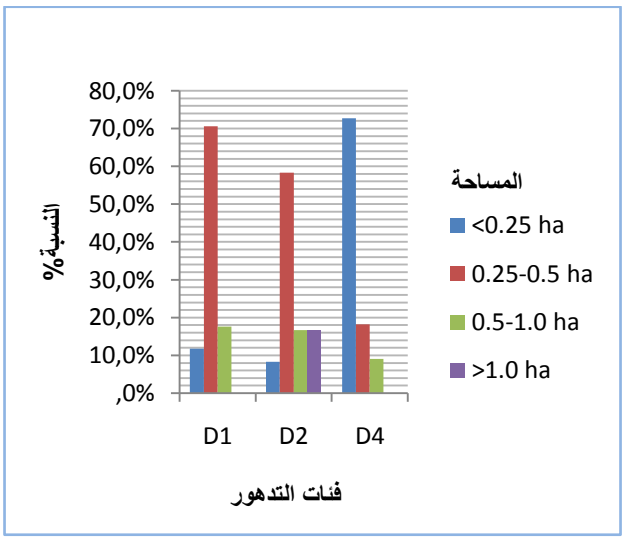
وأخيرا يتضح من الشكل20 D أن إجابات المزارعين حول ما إذا كان العائد من المحصول يغطي مصاريف الإنتاج أم لا كانت سلبية بنسبة 100% و في كلتا الفئتين D1 و D2 على التوالي.

أظهرت النتائج (شكل20 A) أن أنواع الملكية المختلفة توزعت على الفئات الثلاث بنسب مختلفة ورغم أن الملكية الخاصة سادت في جميع الفئات إلا أن D4 احتوت بشكل أساسي على الملكية الخاصة، وقف وشراكة مع وقف. يلعب نوع الملكيه دورا هاما في تدهور المدرجات إذ أن الملكية من نوع شراكه ووقف عادة ما تكون سببا في الإهمال وعدم الصيانة ولا تلقى نفس الاهتمام مقارنة بالملكية الخاصة وذلك بسبب عدم وجود تشريع واضح ينظم عملية الشراكة واستئجار أراضي الوقف وان الأعراف التقليدية المنظمة لذالك متداخلة ولا تستند إلى قواعد واضحة وتختلف من مكان إلى آخر وهذا يوافق ما أشار إليه AW- Hassan et al (2000).

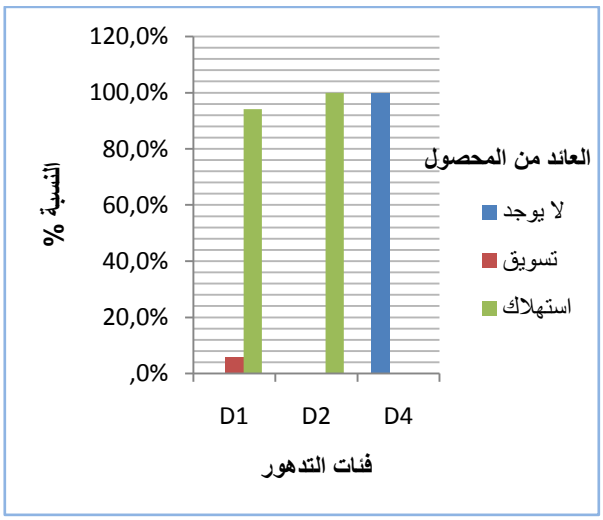
أفاد المزارعون أنه بسبب الملكية تعثر مشروع لإعادة تأهيل المدرجات المتدهورة التي تقع أسفل المقطع الجبلي وأعلى قريتي بني برم وبيت ألعمشي تقدمت به إحدى المنظمات الدولية المهتمة بالمدرجات، وذلك لان ملكية تلك المدرجات تعود إلى أناس من خارج المنطقة وقد هجروها قبل أكثر من ثلاثين عاما.



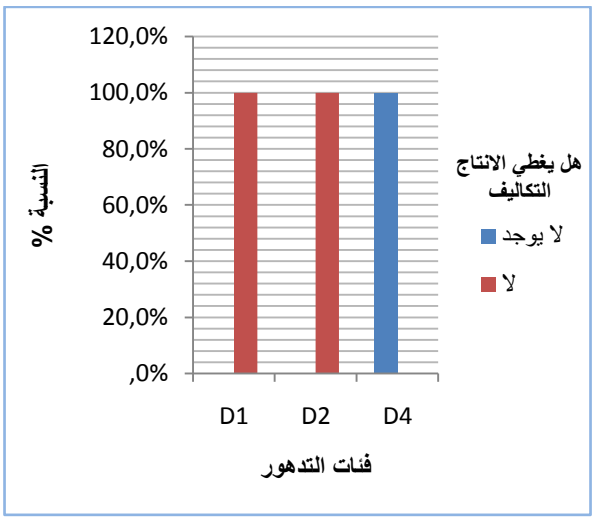
A



B



C



D

الشكل20: اقتران العوامل الاقتصادية بفئات التدهور (A) نوع الملكية (B) حجم الحيازة (C) تسويق الإنتاج (D) العائد الاقتصادي

إن الملكية الخاصة التي سادت في D4 يمكنها أن تكون قد تعرضت للشراكة من قبل ولنفس الأسباب أهملت مما أدى إلى هجرها، وكذالك الحال بالنسبة للمدرجات المتهدمة في الفئة D2 قد تكون بسبب أن هناك ملكية من نوع شراكة ووقف في إطار هذه الفئة. بالنسبة لحجم الحيازات فقد أظهرت النتائج صغر حجم الحيازة في فئات التدهور الثلاث وبالعودة إلى الشكل B 19 نجد أن الحيازة السائدة في D4 هي أقل من 0.25 هكتار مما يشير إلى أن حجم الحيازة الصغير الذي يتبعه قلة في الإنتاج سببا في هجر المدرجات وأن سيادة الحيازة بحجم 0.25–0.5 هكتار في المدرجات السليمة وخفيفة التدهور ينذر بخطر هجرها، وهناك 17% من D2 حجم الحيازة فيها أكبر من 1هكتار. إن حجم الحيازات ونسبتها إلى عدد المبحوثين موضحة في جدول7.

جدول7: نتائج تحليل التكرار (frequency) لحجم حيازة الأرض

فئات الحيازة/ هـ	1<	1-0.5	0.5-0.25	0.25>
عدد المبحوثين	2	6	21	11
النسبة المئوية	5.0	15.0	52.5	27.5

الجدول8 يوضح أن 52.5% من المبحوثين حجم حيازتهم 0.25-0.5 ، 27.5% يحوزون أقل من 0.25 هكتار و 5% فقط يحوزون أكثر من 1 هكتار وتعد هذه الحيازات عرضة أكثر للتفتت في المستقبل بسبب الزيادة في عدد السكان. بالنسبة لتسويق الإنتاج(شكل20 C) هناك شبه إجماع من المزارعين حول الإنتاج انه للاستهلاك فقط وهو ما يعني انه لا يوجد فائض إنتاج للتسويق ويرجع ذلك ليس إلى تدني حجم الحيازة فحسب بل أيضا بسبب قلة إنتاجية المحاصيل إذ تشير نتائج الاستبيان أن إنتاجية جميع محاصيل الحبوب والبقوليات تتراوح بين 0.5-1 طن للهكتار. يرجع سبب هذا التراجع في الإنتاجية إلى قلة الأمطار خلال موسم النمو، تدهور الأصناف المحلية للمحاصيل، صعوبة إدخال الميكنة الزراعية وضعف خدمات الإرشاد الزراعي وهذا قد يكون أحد أسباب هجر المدرجات. فيما يخص تكاليف الإنتاج وكمية المحصول (شكل20 D) أجاب المزارعين بان المحصول لا يغطي تكاليف الإنتاج بنسبة 100% في D1 و D2 على حد سواء ويعود ذلك إلى ارتفاع أسعار المُدخلات الزراعية ابتداء من أجرة المحراث والعمالة ، الحاجة إلى شراء الأسمدة وغيرها.

3.1.3 العوامل الخاصة بإدارة الغطاء النباتي والمراعي

يوضح جدول 8 نتائج تحليل العوامل الخاصة بإدارة الغطاء النباتي الطبيعي والمراعي. حول المحافظة على الأشجار الحراجية أجاب 97.5% من المبحوثين أنهم يحافظون عليها، في الوقت الذي أجاب 90% منهم بأن الأعراف التي كانت تنظم قطع الأشجار ل م تعد موجودة. عن زراعة الأشجار حول المدرجات الزراعيةِ أجاب 72% من المبحوثين أنهم لا يزرعون الأشجار و22.5% فقط أجابوا بالإيجاب. أما حول الحفاظ على المراعي فقد أجاب 60% بأنهم يحافظون عليها مقابل 40% أجابوا بالسلب، في نفس الوقت أجاب 62% من المبحوثين بان الأعراف التي تنظم استغلال المراعي مازالت سائدة مقابل 38% أجابوا بان هذه الأعراف لم تعد موجودة في الوقت الحالي.

جدول8: نتائج تكرار (frequency) عوامل الغطاء النباتي والمراعي

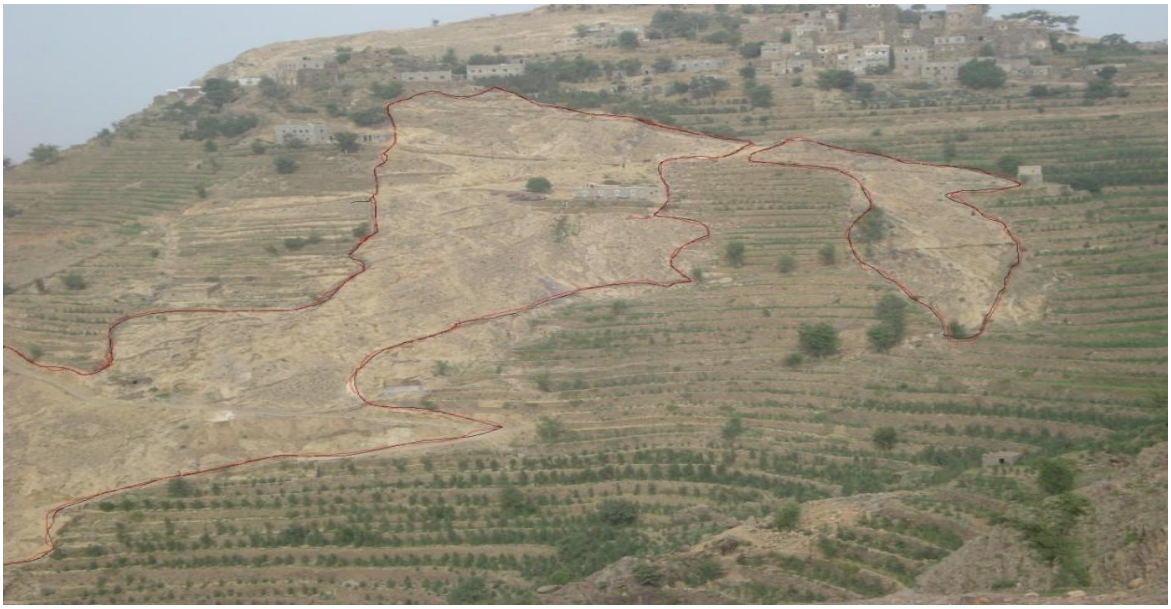
العامل	نعم	لا	المفقود	الإجمالي
المحافظة على الأشجار	% 97.5	% 2.5	% 0	% 100
وجود أعراف تنظم قطع الأشجار	% 7.5	% 90	% 2.5	% 100
زراعة الأشجار حول المدرجات	% 22.5	%72.5	% 5	% 100
المحافظة على المراعي	% 60	% 40	% 0	% 100
وجود أعراف تنظم استغلال المراعي	% 62.5	% 30	% 7.5	% 100

إن إجابة المزارعين حول المحافظة على الأشجار بالإيجاب بنسبة 97.5% (جدول9) إنما يقصدون الأشجار التي يزرعونها بالقرب من المنازل، وهذه الأشجار عادة ما تكون من الأنواع المدخلة (من خارج البيئة اليمنية) أو الأشجار المملوكة ضمن الأراضي الزراعية وليس الأشجار الطبيعية بشكل عام. للتدليل على ذلك من إجابتهم حول وجود الأعراف التي تنظم استغلال الغطاء النباتي الطبيعي فقد أجابوا بالسلب بنسبة 90%، وهذا يعني تراجع العمل بهذه الأعراف . نتج عن ذلك تدهور في الغطاء النباتي الطبيعي في عموم المسقط المائي وخاصة فيما يخص الأشجار والشجيرات. يعد تدهور الغطاء النباتي أساسا في تدهور الأراضي وتسريع عملية التعرية كما تشير المراجع (Kovda,1980) .

عن زراعة الأشجار حول المدرجات (الجدول السابق) فقد أجاب المزارعون بنسبة 72% بالسلب وهو ما يفسر عدم وعي معظم المزارعين بأهمية الأشجار الحراجية في بيئة المدرجات. سوف يشكل هذا مدخلا

لعمل توصيات بزراعة الأشجار الحرجية والرعوية من البيئة المحلية لإحياء نظام التكامل الزراعي الحرجي الرعوي الذي لازال سائدا في بيئات المدرجات الزراعية في عموم البلاد.

حول الحفاظ على المراعي، اتضح أن هناك عدة أنواع من المراعي في منطقة الدراسة مثل المراعي العامة المفتوحة عادة في الجبال المحيطة، المراعي الخاصة وهي ما يسمى بالمراهق (المناطق المخصصة لحصاد المياه بالقرب من المدرجات) جوار المدرج وقد تكون مملوكة لفرد واحد أو أكثر(شكل21). ويتم تفسير إجابة المزارعين بنسبة 60% بأنهم يحافظون على المراعي، أي الخاصة المملوكة أما المراعي العامة فهي مشاعة. للتدليل على ذلك أيضا من الجدول اتضح أن 40% من الإجابات تؤكد أنه لم تعد هناك أعراف لتنظيم الرعي كما كان في السابق ومن هنا يمكن القول أن اختلال نظام الرعي يؤدي إلى تدهور في الأراضي كما هو في الغطاء النباتي الطبيعي بشكل عام. بحسب المزارعين كان في الماضي يتبع نظام الحمى والمحاجر في الرعي وهو أن يتم السماح بالرعي في جزء من المرعى ويمنع في الجزء الآخر لمدة قد تصل إلى سنتين فأكثر ثم يبدأ الرعي في المنطقة المحمية.



شكل21: المراهق(مناطق مخصصة لحصاد المياه بالقرب من المدرجات)

إن التدهور في المراعي كما هو في الغطاء النباتي تكون نتيجته المباشرة هي تدهور الأراضي وهذا ما أشار إليه أيضا Kovda (1980).

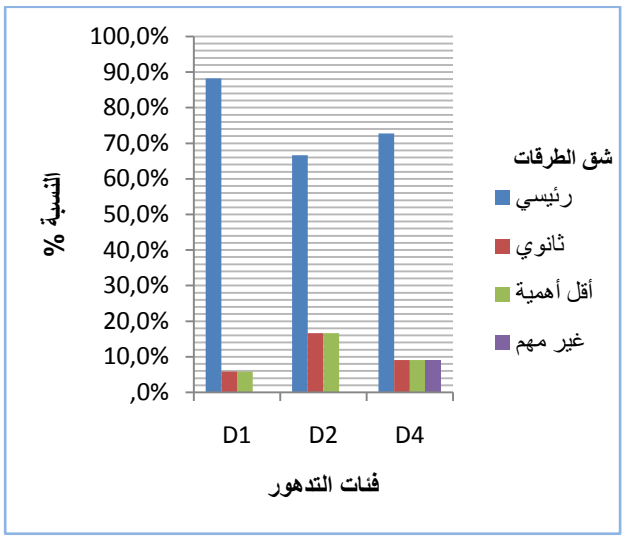
4.1.3 العوامل الخاصة بأسباب تدهور المدرجات

يوضح الشكل 22 A توزيع الإجابات حول شق الطرقات كسبب من أسباب تدهور المدرجات فقد سادت الإجابات بأن شق الطرقات سبب رئيسي في تدهور المدرجات في فئات التدهور الثلاث. في D1 أجاب 88% من المزارعين أن شق الطرقات سبب رئيسي في تدهور المدرجات، 6% أجابوا بأنه سبب ثانوي و6% ليس سببا. في D2 66% أجابوا بأنه سبب رئيسي، 17% بأنه ثانوي و17% ليس سببا، أما في D4 73% أجابوا بأنه سبب رئيسي، 9% سبب ثانوي و9% بأنه ليسس سببا.

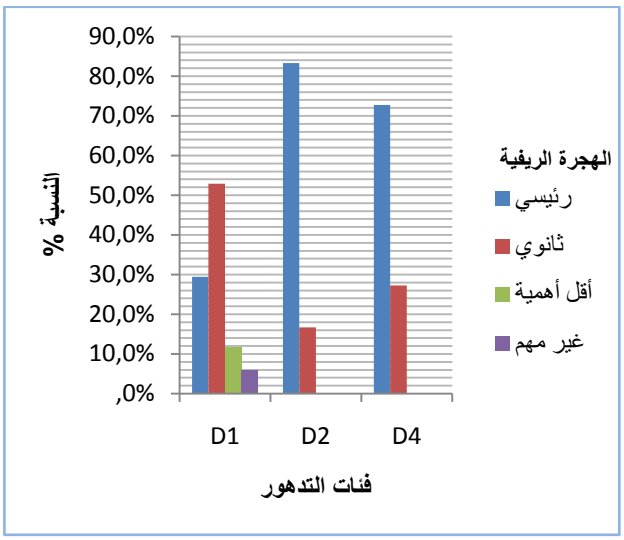
في الشكل21 B كانت الإجابات حول الهجرة الريفية كسبب رئيسي من أسباب تدهور المدرجات قد توزعت بواقع 29% في D1، 83% في D2 و73% في D4. بقية العينات في D1 53% أجابت بان الهجرة سبب ثانوي، 12% قليل الأهمية و 6% ليس سببا. وأخيرا 17% و27% أجابت أن الهجرة سبب ثانوي في D2 و D4 على التوالي .

الشكل 21 C حول قوة الفيضانات أجاب المزارعون انه سبب رئيسي بواقع 100% في فئات التدهور الثلاث على التوالي.

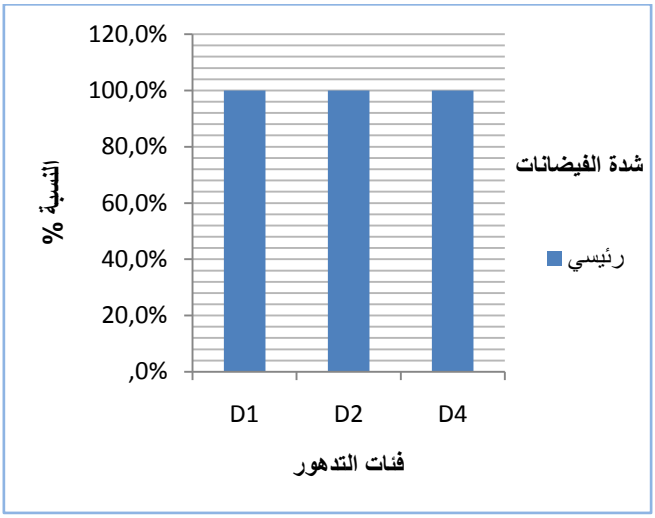
أخيرا يوضح الشكل22 D توزيع الإجابات حول ضعف الدعم الرسمي كسبب في تدهور المدرجات حيث سادت الإجابات بأنه سبب رئيسي بواقع 94% في D1، 91% في D2 و91% في D4 و6%، 9% و 9% فقط في الفئات الثلاث على التوالي أجابت بأن قلة الدعم الرسمي سبب ثانوي في تدهور المدرجات.



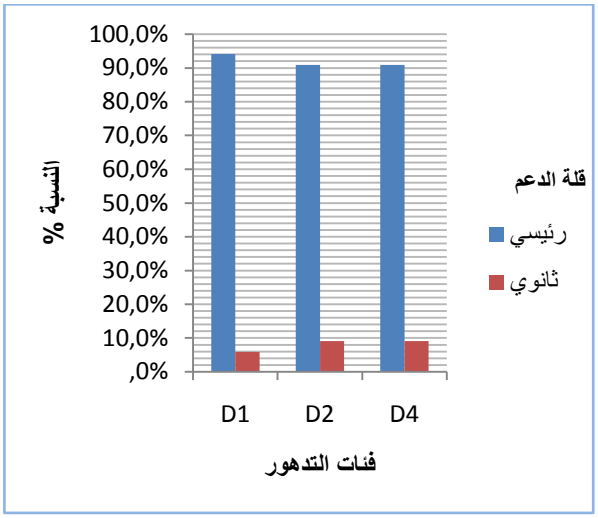
A



B



C

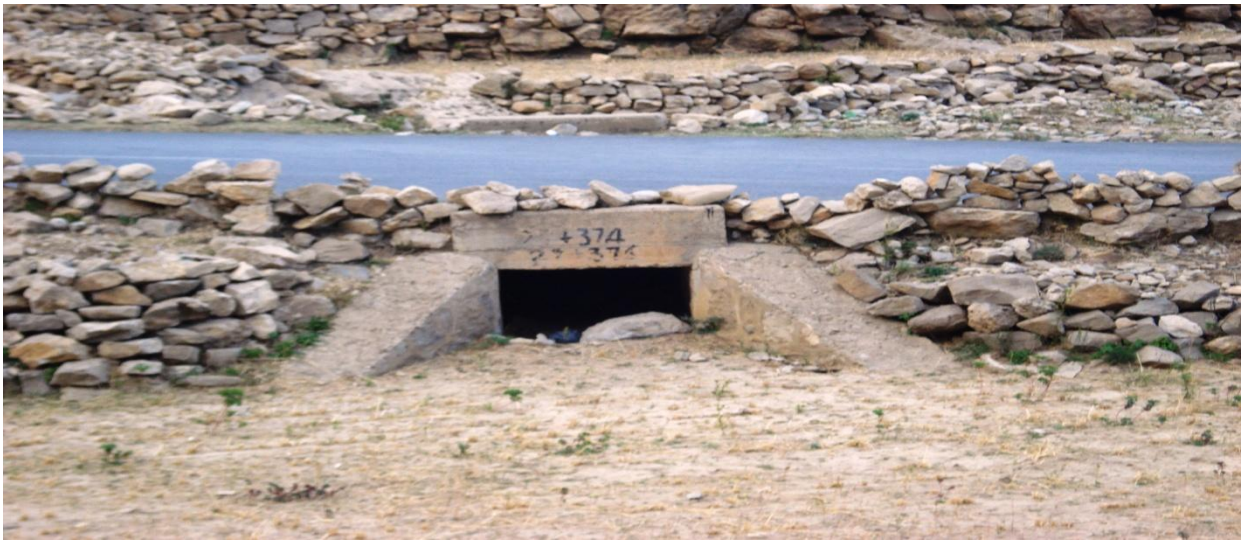


D

شكل 22: اقتران أسباب تدهور المدرجات بفئات التدهور (A) شق الطرقات (B) الهجرة (C) شدة الفيضان (D) ضعف الدعم الرسمي

أظهرت النتائج أن شق الطرقات (شكل22 A) سبب رئيسي في تدهور المدرجات الزراعية في جميع فئات التدهور(بنسبة 88% في D1، 67% في D2 و 73% في D4) وذلك لما يسببه الشق العشوائي للطرقات من تدمير لشبكة الري التقليدية وتحويل مجاري المياه عن مسارها الأصلي وتوجيهها مباشرة إلى المدرجات في أماكن كثيرة مما يجعلها أكثر عرضة للانجراف (شكل23 و 24)، إضافة الى جرف التربة من أعلى الطريق وردم المدرجات أسفله(شكل25).

شكل23: تحويل مجاري المياه إلى المدرجات بسبب شق الطرقات



شكل24: قناة تجميع المياه من الطريق العام لتصب في المدرجات

شكل25: جرف التربة وردم المدرجات بسبب شق الطرقات

أظهرت النتائج (شكل 22 B) أن الهجرة سبب رئيسي في 29% من العينات في D1، 80% في D2 و 72% في D4. تسببت الهجرة في تدهور المدرجات من وجهين، الأول رحيل غالبية الأيدي العاملة الزراعية إلى خارج البلاد بحثا عن مصدر رزق أفضل(هجرة خارجية)، ومن الريف إلى المدن الرئيسية وعواصم المحافظات(هجرة داخلية) . أما الوجه الثاني، أدى رحيل تلك الكوادر إلى ندرة الأيدي العاملة الزراعية ذات الخبرة في صيانة المدرجات وارتفاع أجرة العامل بشكل كبير، فأدى ذلك بدوره إلى تراجع في خدمة الأرض من حراثة وتسميد وإزالة الأحجار والأعشاب الضارة وغيرها من العمليات الزراعية كما كان في السابق لذلك يمكن القول أن الهجرة تسببت في تراجع في الإنتاجية من وحدة المساحة. من خلال البحث الميداني تبين أن إنتاجية جميع محاصيل الحبوب والبقوليات في منطقة الدراسة تتراوح مابين 0.5–1 طن للهكتار. أفاد السكان أن المدرجات المتدهورة هجرت منذ حوالي أربعين عاما وهي الفترة التي نشطت فيها الهجرة كما أشار إلى ذلك Vogel (1987).

أظهرت كذلك نتائج الاستبيان (شكل 22 C) أن شدة الفيضانات سبب رئيسي في تدهور المدرجات بنسبة 100% في جميع فئات التدهور وقد أتت هذه الإجابات بسبب وعي المزارعين بخطر الانجراف الناتج عن شدة الفيضان والذي يزيد من حدته إهمال شبكة الصرف الطبيعية التي شيدها المزارعون الأوائل سواء ببناء قنوات تحت المدرجات يتم تصريف مياه الأمطار الزائدة عن طريقها إلى المجرى الرئيسي (شكل 25)

أو عمل قنوات وسط المدرج يتم بناؤها ورصفها بالحجارة ويتم تصريف المياه الزائدة إليها من المدرجات على الجانبين (شكل 26)

شكل 26: قنوات صرف تحت سطحية لتصريف المياه الزائدة

شكل 27: قناة صرف تتوسط المدرج لصرف مياه الأمطار الزائدة عن الحاجة

إن إهمال قنوات الصرف التقليدية يؤدي إلي التركيز الجريان السطحي ويصبح خطرا ليس في انجراف المدرجات فقط ولكن قد تتعرض المباني السكنية للجرف أيضا (شكل27).

شكل 28: شكل قناة تصريف غير مصانة جيدا تهدد المدرجات والمساكن بالانجراف

إضافة إلى ذلك، يؤدي التهاون في إعادة بناء الجدران المتهدمة إلى تفاقم عملية الانجراف التي قد تبدأ بحفرة صغيرة أو ثقب يعد جحرا لأحد الحيوانات مثل ديدان الأرض، النمل، النمل الأبيض، الفئران والأرانب وغيرها كما أشار إلى ذلك Soutter and Mermoud (2007) ينفذ من خلاله الماء وإذا لم يصان سريعا يأتي المطر القادم ويوسع منطقة الانجراف حتى يصبح شبيه بالأخدود وهكذا حتى ينهار الجدار كاملا (الأشكال 28،29 و30).

شكل29: المرحلة الأولى من الانجراف وجود ثقب على سطح التربة

شكل 30: مرحلة تطور الانجراف إلى ما يشبه الأخدود

شكل31: مرحلة انهيار الجدار

أخيرا أظهرت نتائج الاستبيان حول قلة الدعم الرسمي (شكلD22) بان هذا العامل سبب رئيسي في تدهور المدرجات بنسبة 94، 90 و 90% في فئات التدهور الثلاث على التوالي. يمكن تفسير ذلك بأن المزارعين أصبحوا في مرحلة لا يمكن معها إعادة تأهيل المدرجات بدون مساعدة الجهات الرسمية. من جهة أخرى، أن الجهات الرسمية إن لم تتبنى مشاريع صيانة المدرجات وإعادة تأهيلها ضمن خططها العامة فإن مصير ما تبقى منها مآله التدهور والهجر وفقدان المزيد من الأراضي الصالحة للزراعة

وهو ما أشار إليه Noaman (2005).

هناك عوامل أخرى اعتبرها المزارعون أسباب في تدهور المدرجات مثل الفقر والذي جاءت الإجابات بنسبة 100% بأنه سبب رئيسي في تدهور المدرجات وذلك لان الفقر أحد الأسباب التي تدفع الأيدي العاملة إلى الهجرة إضافة إلى أن الفقر يضع أولويات أخرى أمام المزارعين قبل صيانة المدرجات.

حول الوظائف الحكومية كسبب لتدهور المدرجات سادت إجابات سلبية لأنها بحسب المزارعين نادرة وإذا كانت في إطار المنطقة فهي لا تعيق الموظف من ممارسة الزراعة وصيانة المدرجات.

5.1.3 العوامل الخاصة بمتطلبات إعادة تأهيل المدرجات

يوضح الجدول9 تكرار الإجابات ونسبها حول متطلبات إعادة تأهيل المدرجات موزعة حسب أهمية العامل المقسمة في الاستبيان إلى مهم جدا، مهم، اقل أهمية و غير مهم. أجاب المزارعون بأن عوامل توفير المواد الأساسية، الدعم المالي وبناء خزانات المياه مهمة جدا بنسبة 82.5%، 77.5% و97.5% على التوالي وتوزعت بقية النسب بين مهم واقل أهمية. أما عاملي توفير البذور المحسنة وتوفير الأسمدة فقد تراوحت الإجابات بين مهم إلى اقل أهمية (35%، 27.5% مهم) و (55%، 65% أقل أهمية) على التوالي و 2.5% لكل منهما فقط أجابت بأنه مهم جدا وبقية النسب في خانة غير مهم. في نفس الوقت تراوحت إجابتهم بين اقل أهمية وغير مهم لكل من الإرشاد والتوعية من جهة والتدريب من جهة أخرى بنسبة 45% أقل أهمية لكليهما و47% و50% غير مهم لكل منهما على التوالي إضافة الى 7.5 و5% فقط أجابت بأنه مهم.

جدول9: نتائج التكرار(frequency) لعوامل متطلبات إعادة تأهيل المدرجات

العامل	مهم جدا	مهم	أقل أهمية	غير مهم	الفاقد	المجموع
توفير المواد الأساسية	% 82.5	7.5	0	0	% 10	% 100
الدعم المالي	% 77.5	% 22.5	0	0	0	% 100
بناء خزانات المياه	% 97.5	0	% 2.5	0	0	% 100
توفير بذور محسنة	% 2.5	% 35	% 55	% 2.5	5	% 100
توفير الأسمدة	% 2.5	% 27.5	% 65	% 5	0	% 100
الإرشاد والتوعية	0	% 7.5	% 45	% 47.5	0	% 100
التدريب	0	% 5	% 45	% 50	0	% 100

من جملة المتطلبات لإعادة تأهيل المدرجات الزراعية (جدول 9) وضع المزارعون ثلاثة متطلبات في خانة مهم جدا وهي توفير المواد الأساسية، الدعم المالي المباشر، وبناء خزانات المياه ما يدل على استعداد المزارعين على التعاون والعمل في إعادة تأهيل المدرجات أذا ما حصلوا على المساعدة من الجهات الرسمية سواء كانت نقدية أو عينية. لوحظ أثناء البحث الميداني اهتمام المزارعين في منطقة الدراسة من خلال محاولاتهم إعادة بناء الجدران المتهدمة بسبب الفيضانات بل و أحيانا في إنشاء مدرجات جديدة كما هو الحال في قرية فرعه مثلا . أما حول بناء خزانات المياه فإن الإجابة بنسب 97% تدل بأنه متطلب هام جدا من منطلق الحاجة الماسة لمثل هذه المنشآت التي تساعدهم على تخزين مياه الجريان السطحي لاستخدامه في الري التكميلي أثناء موسم الجفاف وللأغراض المنزلية. في موسم الجفاف يضطر الناس إلى جلب الماء من أماكن بعيدة وأحيانا يشترونه بواقع 10 ريال للتر وبالنسبة لأسرة مكونة من 10 أشخاص تستهلك 1000 لتر في الشهر وذلك بحسب متوسط الاستهلاك في المنطقة فإن قيمة الماء تصل الى10000 ريال في الشهر، في الوقت الذي متوسط الدخل للمزارع من 10000 الى15000 ريال شهريا وهذه ما يعد عاملا مشجعا للهجرة الريفية (Al-Ghulaibi 2009) .

بالنسبة لبقية العوامل التي أعتبرها المزارعون على الغالب أقل أهمية (توفير البذور المحسنة، التوعية والإرشاد و التدريب) فذلك لأنها عندهم ليست ذات أولوية في متطلبات إعادة تأهيل المدرجات وأنهم لديهم المعرفة والخبرة الكافية في صيانة المدرجات.

عامل مهم أجمع المزارعون بأن لا علاقة له بتدهور المدرجات وهو إزالة الغطاء النباتي الطبيعي ما يعكس قلة وعيهم بأهمية الغطاء النباتي في الحفاظ على التربة من الانجراف وهو ما شكل مدخلا لعمل توصيات بعمل توعية بأهمية الغطاء النباتي والحفاظ علية وتبني مشاريع تشجير على مستوى المنطقة.

لمعرفة أي العوامل المدروسة أكثر ارتباطا بتدهور المدرجات تم معاملة البيانات بواسطة عملية تحليل الارتباط (correlation) وذلك بإعطاء كلا من فئات التدهور والعوامل المدروسة قيما رقمية. تبين من نتائج هذا التحليل أن هناك عوامل أظهرت علاقة معنوية من خلال ارتباطها بتدهور المدرجات وقد تراوحت معنوية هذا الارتباط بين $P<0.01$ و $P<0.05$ (جدول10). هذه العوامل هي حجم الحيازة (area)، مساحة وإنتاجية المحاصيل الزراعية (الذرة الرفيعة، القمح, الشعير، الدخن و مساحة الفواكه) ، حراثة الأرض، التسميد،العائد من المحصول، الربحية، التوعية والإرشاد والتدريب (جدول10).

جدول10: العوامل الاجتماعية الاقتصادية التي أبدت علاقة معنوية مع حالة تدهور المدرجات

العوامل الاجتماعية الاقتصادية المدروسة		فئات التدهورTerrace status	
		Person correlation	Sign.(2-tiled)
Area	مساحة حجم الحيازة هـ	-.383*	< 0.05
crop sorghum-	مساحة محصول الذرة-	-.615**	< 0.01
crop wheat	مساحة محصول القمح -	-.333*	< 0.05
crop barley	مساحة محصول الشعير -	-.375*	< 0.05
crop millet	مساحة محصول الدخن -	-.382*	< 0.05
crop fruit	مساحة محصول الفاكهة -	-.428**	< 0.01
crop yield sorghum	إنتاجية الذرة طاهـ	-.866**	< 0.01
crop yield wheat	إنتاجية القمح -	-.333*	< 0.05
crop yield barley	إنتاجية الشعير -	-.416**	< 0.01
crop yield millet	إنتاجية الدخن -	-.388*	< 0.05
crop yield fruit	إنتاجية الفواكه -	-.445**	< 0.01
Agri practices plowing	الحراثات في الموسط	-.868**	< 0.01
Agri practices fertilizing	التسميد	-.935**	< 0.01
Yield return	العائد من المحصول	-.916**	< 0.01
Is Yield return covering the input	الربحية	-.940**	< 0.01
degradation by immigration	الهجرة	-.364*	< 0.05
rehabilitation by awareness and extension	التوعية والارشاد	-.391*	< 0.05
Agri terraces rehabilitation training	التدريب	-.423**	< 0.01

* معنوية الارتباط عند مستوى 0.05 ** معنوية الارتباط عند مستوى 0.01

جميع تلك العوامل قد تم مناقشتها بالتفصيل من بداية هذا الجزء أعلاه ما عدا مساحة وإنتاجية المحاصيل التي أبدت ارتباطا بدرجة معنوية متفاوتة، حيث أن إنتاجية ومساحة الذرة الرفيعة كان الأقوى (P<0.01). يمكن تفسير هذا الارتباط المعنوي بان المدرجات D1 و D2 تمارس فيه زراعة المحاصيل المختلفة بمساحات متفاوتة وتعتبر الذرة الرفيعة المحصول الوحيد الذي ارتبط بالمدرجات السليمة (D1) وخفيفة التدهور (D2) في جميع مناطق المسقط المائي. بنفس الطريقة يمكن تفسير ارتباط مساحة وإنتاجية بقية المحاصيل إذ أنها اقتصرت على D1 و D2 دون D4 ومنها ما يزرع في المنطقة العليا من المسقط مثل القمح والبقوليات ومنها ما يزرع أسفل المسقط مثل الدخن.

2.3 تحليل العوامل البيئية

تم تحليل العوامل البيئية بواسطة برنامج SPSS باستخدام عملية ترابط المتغيرات (correlation) وذلك لإظهار العوامل التي أبدت ارتباطا قويا مع فئات التدهور الأربع (D1، D2، D3 و D4). من مجموع

21 عاملا، 11 عاملا أظهرت ارتباط معنوي بفئات تدهور المدرجات تراوح مابين P<0.05 و P<0.01 . هذه العوامل هي الطبوغرافيا الموقعية، نسبة الانحدار، نسبة الحصى و الأحجار في الطبقة السطحية، نسبة الغطاء من الحشائش، المحاصيل المزروعة، طول، عرض و ارتفاع المدرج و مادة الأصل, القشرة السطحية ولون التربة في الحالة الرطبة (جدول11).

جدول11: العوامل البيئية التي أبدت علاقة معنوية مع فئات تدهور المدرجات

العوامل البيئية المدروسة		Terrace status	فئات التدهور
		Person correlation	Sign.(2-tiled)
Land topography	الطوبوغرافيا	.432**	< 0.01
Slope gradient	نسبة الانحدار	.468**	< 0.01
Surface stones and gravels%	نسبة الحصى والأحجار	.755**	< 0.01
Parent material	مادة الأصل	.308**	< 0.01
Crusting	تكون القشرة السطحية	.226*	< 0.5
grass cover percentage	نسبة الحشائش	.670**	< 0.01
Crops	المحاصيل المنزرعة	-.606**	< 0.01
Terrace length	طول المدرج	-.300**	< 0.01
Terrace width	عرض المدرج	-.485**	< 0.01
Terrace highness	ارتفاع المدرج	-.407**	< 0.01
Soil color moist	لون التربة في الحالة الرطبة	-.225*	< 0.5

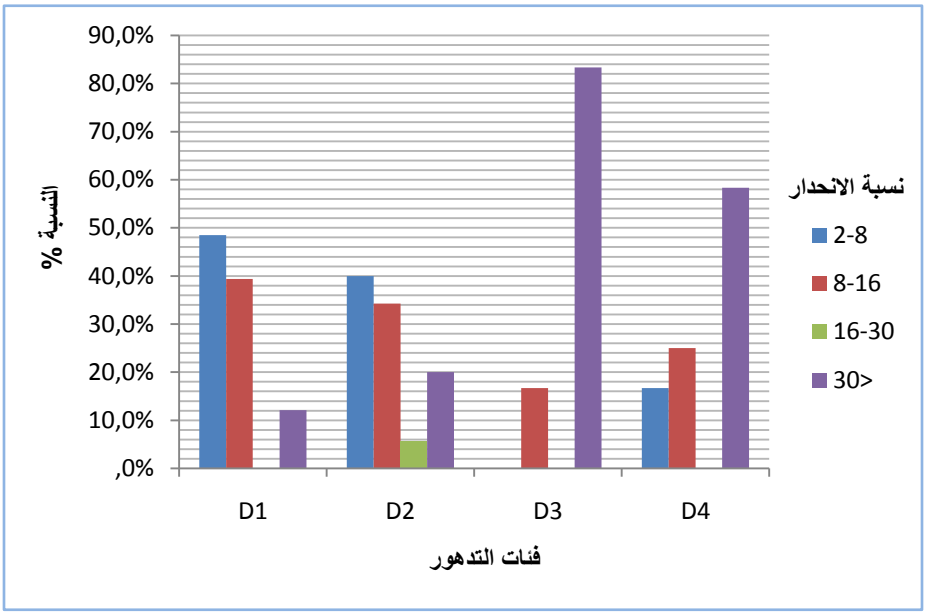
* معنوية الارتباط عند مستوى 0.05 ** معنوية الارتباط عند مستوى 0.01

أمكن تقسيم هذه العوامل إلى ثلاث مجموعات ، عوامل متعلقة بالبيئة (نسبة الانحدار، الطبوغرافيا ونسبة الغطاء النباتي من الحشائش)، عوامل خاصة بالمدرجات (أبعاد المدرجات، والمحاصيل المزروعة) وأخيرا عوامل خاصة بخواص التربة (مادة الأصل، القشرة على السطح، لون التربة في الحالة الرطبة و نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية). سيتم مناقشة المجموعتين الأولى والثانية في هذا القسم أما المجموعة الثالثة فسيتم مناقشتها في القسم الخاص بخواص التربة .

1.2.3 **العوامل البيئية**

إن الارتباط القوي بين الطبوغرافيا ونسبة الانحدار من جهة وفئات تدهور المدرجات من جهة أخرى بسبب أن المدرجات D1 و D2 تقع بشكل أساسي في طبوغرافيا مستوية نوعا ما ونسبة الانحدار مابين 2-30% في الوقت الذي D3 و D4 ضمن طبوغرافيا منحدرة ونسبة انحدار >30% وللتدليل على ذلك فأن نتائج الإحصاء (شكل 31) تفيد أن 83% من D3 و 58% من D4 تقع في طبوغرافيا منحدرة (نسبة

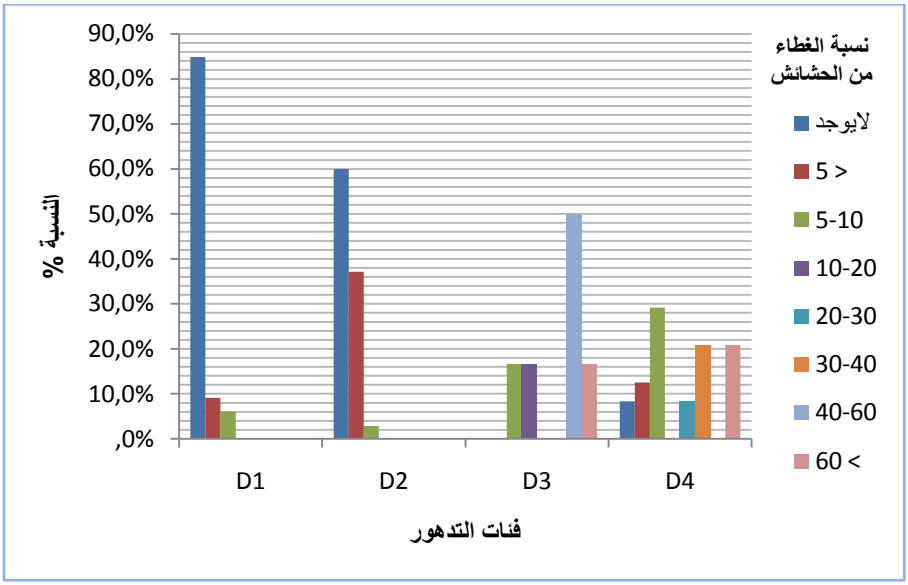
انحدار>30%) بقية النسب توزعت على نسبة انحدار من 2-8 و8-16%، بينما 49% من D1 و40% من D2 تقع في طبوغرافيا مستوية نوعا ما (نسبة انحدار 2-8%) وتوزعت بقية النسب على طبوغرافيا نسبة انحدار 8-16% و16-30%.



شكل32: اقتران فئات التدهور بنسب الانحدار المختلفة

مما سبق نستنتج أن الطبوغرافيا المنحدرة ونسبة الانحدار العالية سببان رئيسيان في تدهور المدرجات وهذا ما توصل إليه Shrestha (1997). يجدر القول أن الطبوغرافيا والانحدار بحد ذاتهما ليسا سببان في التدهور وذلك لان المدرجات اليمنية شيدت في المناطق الجبلية مختلفة الطبوغرافيا والانحدار وإنما المدرجات الواقعة في طبوغرافيا أكثر انحدارا تكون عرضة أكثر من غيرها للتهدم وبحاجة إلى جهد أكثر للصيانة وإمكانيات مادية أكبر لإعادة صيانتها، لذلك يتم إهمالها و من ثم هجرها.

إن ارتباط نسبة الحشائش بحالة تدهور المدرجات (شكل 32) يعود إلى أن D3 و D4 تكون عرضة لتكاثر الحشائش الحولية والدائمة كونها مهجورة. تشير نتائج الإحصاء إلى أن نسبة التغطية من الحشائش في D3 تتراوح بين أقل من 5 إلى أكثر من 60 % أما في D4 فتتراوح بين أقل من 5 إلى 60%. رغم هذه النسبة فإنها لا توفر الحماية الكاملة من الانجراف خصوصا وأن هذه المدرجات متروكة ولا تخضع لصيانة دورية.



شكل33: اقتران نسبة الغطاء النباتي من الحشائش مع فئات تدهور المدرجات

بالنسبة للفئات D1 و D2 فهي بشكل أساسي تكون خالية من الحشائش وإن وجدت فتبقى نسبتها من< 5 حتى10% وعادة ما تتواجد على حواف المدرجات وذلك لأن الحشائش تزال باستمرار أثناء الحراثة أو ما يسمى بعملية التهويد (التعشيب).

2.2.3 العوامل الخاصة بالمدرجات

إن العوامل الخاصة بالمدرجات والتي أظهرت علاقة إحصائية بفئات التدهور هي طول، عرض و ارتفاع المدرجات و المحاصيل المزروعة.

بالنسبة لإبعاد المدرجات فإن هذا الارتباط يفسر بأن D1 و D2 هي الأطول و الأعراض والأكبر عمقا ، بالمقابل فإن D3 و D4 هي الأقل من حيث الأبعاد الثلاثة المذكورة. للتدليل على ذلك من جداول الاقتران (جدول 12) نلاحظ أن D1 و D2 يبدأ طولها من الفئة 10-5 متر حتى أكثر من 100متر، حيث وصلت نسبة العينات التي تمثل أكثر من 100مترإلى 24% في D1 و 26% في D2. بقية العينات توزعت مابين 10-5 حتى 100-80 متر في كل منهما. بالنسبة لـ D3 فإنها تقع ضمن فئات الطول 10-5 و40-20 متر، حيث أن 50% منها تقع ضمن 10-5 متر،33% ضمن 20-10 متر، أما D4 فإن 42% منها تقع ضمن الفئة 10-5، 21% ضمن 20-10متر و29% ضمن 60-40 متر.

جدول12: اقتران فئات التدهور بأطوال المدرجات

فئات التدهور	أطوال المدرجات (متر)						
	5-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100	>100
D1	12.1%	24.2%	15.2%	15.2%	.0%	9.1%	24.2%
D2	5.7%	5.7%	11.4%	25.7%	5.7%	20.0%	25.7%
D3	50.0%	33.3%	16.7%	.0%	.0%	.0%	.0%
D4	41.7%	20.8%	29.2%	4.2%	4.2%	.0%	.0%

فيما يخص عرض المدرجات (جدول 13) نلاحظ أن D1 و D2 تقعان ضمن الفئات 3−1 حتى 15-20 متر، وتقع D3 ضمن الفئة 3−1 متر بنسبة 100%، أما D4 فتقع ضمن 1-3 بنسبة 83% و 3-6 متر بنسبة 12.5%.

جدول13: اقتران فئات التدهور بعرض المدرجات

فئات التدهور	عرض المدرجات (متر)					
	1-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-20
D1	3.0%	51.5%	18.2%	18.2%	3.0%	6.1%
D2	20.0%	34.3%	28.6%	11.4%	2.9%	2.9%
D3	100.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%
D4	83.3%	12.5%	4.2%	.0%	.0%	.0%

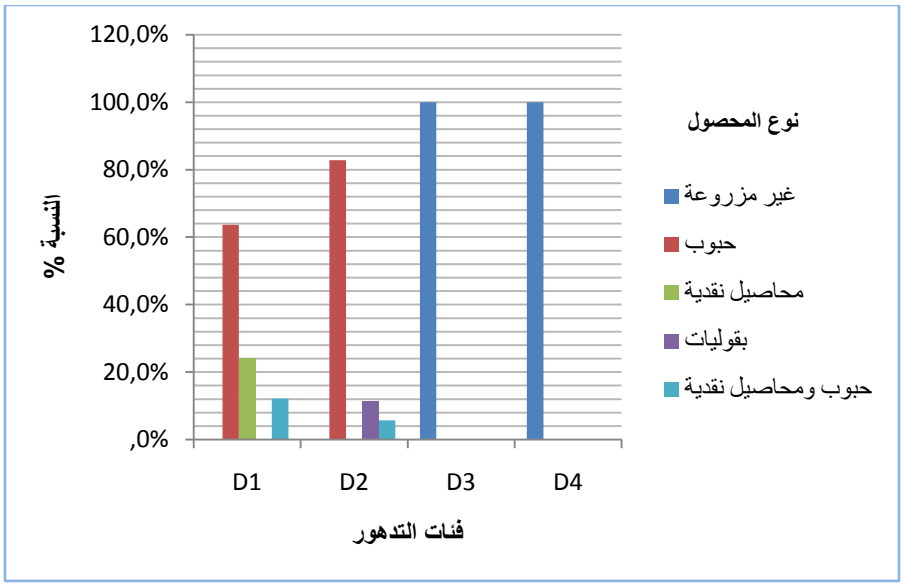
وأخيرا بالنظر إلى جدول 14 نلاحظ أن D1 و D2 تقعان ضمن الارتفاع من 1-2 حتى 3-4 متر، أما D3 و D4 فتقعان ضمن 1-2 و 2-3 متر.

جدول14: اقتران فئات التدهور بارتفاع المدرجات

فئات التدهور	ارتفاع المدرجات (متر)		
	1-2	2-3	3-4
D1	12.1%	54.5%	33.3%
D2	22.9%	65.7%	11.4%
D3	66.7%	33.3%	.0%
D4	87.5%	12.5%	.0%

نستنتج من هذا أن المدرجات D1 و D2 هي الأطول والأعراض والأعمق تربة وبهذا تكون لديها قدرة أكبر على حصاد وتخزين كمية أكبر من الماء وهو ما ينتج عنه زيادة في الإنتاجية، اهتمام أكبر وصيانة مستمرة. من جانب آخر مدرجات D3 و D4 بسبب أحجامها الصغيرة نسبيا لا تسمح لها بإنتاج محصول يرضي المزارع ويشجعه إلى الاهتمام بها مما يؤدي بالتدريج إلى هجرها.

أظهرت النتائج أيضا وجود علاقة ارتباط معنوية بين فئات التدهو ر والمحاصيل المزروعة، يمكن تفسير هذا الارتباط أنه بسبب اقتران المحاصيل المزورعة بالمدرجات D1 و D2 فقط دون D3 و D4 وهذا لا يعني إن المحاصيل سبب في تدهور المدرجات الزراعية بل يعني إن المدرجات D1 و D2 مازالت قادرة على الإنتاج وان D3 و D4 أصبحت غير صالحة للإنتاج الزراعي في وضعها الحالي. إضافة إلى أن الحبوب اقترنت بكلا الفئتين D1 و D2 ولكن المحاصيل النقدية اقترنت بالمدرجات السليمة فقط مما يدل على أنها الأكثر كفاءة للإنتاج الزراعي (شكل33).



شكل34: اقتران المحاصيل المزروعة بفئات التدهور

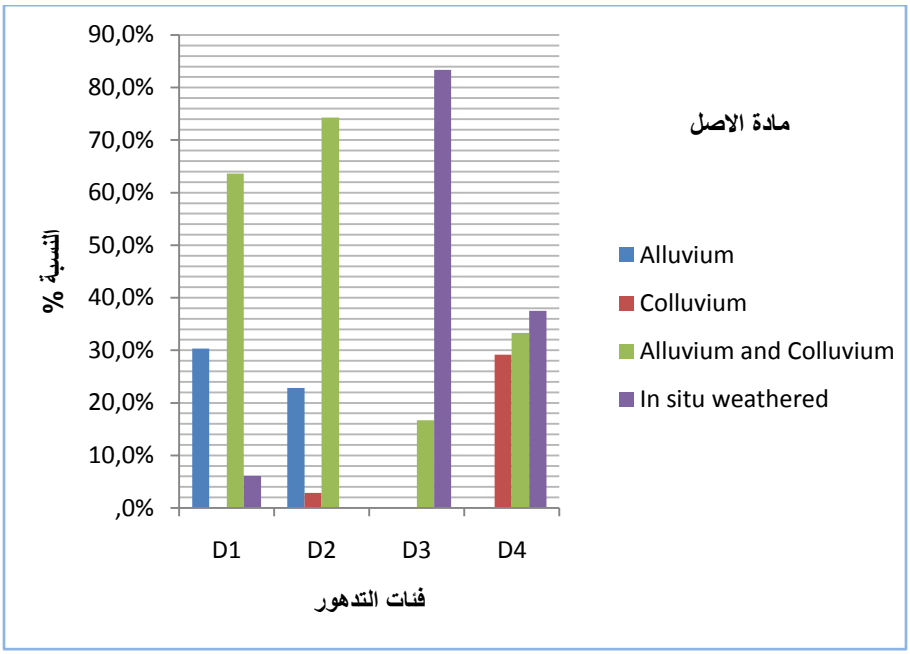
3.3 خواص التربة

1.3.3 خواص التربة الخاصة بالمسح الحقلي

سيتم في هذا القسم مناقشة جميع العوامل المدروسة الخاصة بخواص التربة وسوف نبدأ بمناقشة العوامل الخاصة بالتربة المتحصل عليها من نتائج تحليل استمارة المسح الحقلي للعوامل البيئة في 98 نقطة وقد ارتأينا ان يتم مناقشتها هنا حفاظا على نسق البيانات وهي مادة الأصل، تكون القشرة على السطح, نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية ولون التربة في الحالة الرطبة. ثم مناقشة الخواص الكيميائية والفيزيائية المتحصل عليها من التحليل المختبري.

• مادة الأصل

أظهرت النتائج (شكل34) وجود علاقة معنوية بين مادة الأصل وفئات التدهور حيث سادت مادة الأصل المكونة من الترسبات المائية ومقذوفات الصخور الجبلية (Alluvium and Colluvium) في فئات D1 و D2 حيث شكلت 63%، 74% على التوالي. بقية النسب في D1 توزعت على الترسبات المائية (Alluvium) 30% والتجوية الموقعية (in-situ weathering) 6%، و في D2 توزعت بقية النسب على ترسبات مائية (Alluvium) 23% و مقذوفات الصخور 3% فقط. أما في كل من D3 و D4 فقد شكلت التجوية الموقعية نسبة 83% و 38% على التوالي . بقية النسب في D3 17% ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور وفي D4 33% ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور الجبلية و 29% مقذوفات الصخور الجبلية.



شكل35: اقتران عامل مادة الأصل بفئات التدهور

إن سيادة التجوية الموقعية (in-situ weathering) في D3 و D4 (شكل 33) هو مؤشر على أن الطبقة السطحية من التربة والتي عادة ما تكون من الترسبات المائية أو مقذوفات الصخور أو منهما معا قد انجرفت ولم يبقى إلا الطبقة المتكونة من الصخر الأم وذلك لأنها مهجورة وجدرانها متهدمة، وفي المقابل سيادة الترسبات المائية مع مقذوفات الصخور في D1 و D2 بسبب أنها تصان باستمرار و أن الطبقة

السطحية فيها لم تنجرف. بالنسبة للمدرجات D2 الجدران التي تتهدم بفعل السيول أثناء هطول الأمطار سرعان ما يلجأ المزارعون إلى إحاطة الجدار المتهدم من أعلى بحاجز من الحجارة والتراب كحل مؤقت يمنع استمرار انجراف التربة من خلال الجدار المتهدم إلى أن يتم إصلاحه في وقت لاحق(شكل35).

وإذا تهاون المزارع في إعادة الجدار قبل سقوط المطر القادم فإن هذا الحل المؤقت سرعان ما ينهار ويؤدي إلى توسيع المساحة المنجرفة (شكل36).

شكل36: حاجز من الحجارة والتراب لمنع استمرار الانجراف

شكل37: توسع مساحة الانجراف عند التأخر في إعادة بناء الجدار

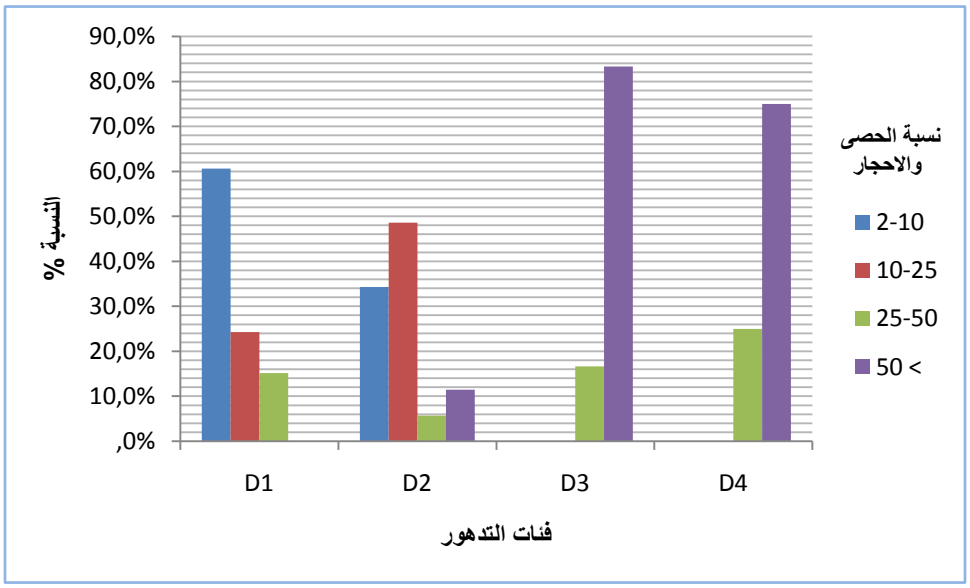
- تكون القشرة

أظهرت كذلك النتائج وجود علاقة ارتباط معنوية بين تكون القشرة على سطح التربة وفئات التدهور حيث لوحظ تكون القشرة في المدرجات D1 و D2 دون D3 و D4. أقتصر تكون القشرة على D1 و D2 لان أسطحها مستوية وجدرانها مصانة ، لذلك حبيبات السلت التي يتم فصلها بواسطة طرطشة قطرة المطر أثناء الهطول تتجمع على السطح وعندما تجف تتكون القشرة، أما في المدرجات D3 و D4 بسبب أن أسطحها منجرفة وجدرانها متهدمة فإن تلك الحبيبات إن وجدت فتذهب مع تيار الماء. من جهة أخرى في المدرجات D1 و D2 تنفصل حبيبات السلت بسهولة بسبب ضعف تماسكها الناتج عن المحتوى الأقل نسبيا من المادة العضوية ، أما D3 وبعض مدرجات D4 بما أنها مهجورة فهي عرضة لتكاثر الحشائش والأعشاب التي تغنيها بالمادة العضوية وبالتالي تحسن بنيتها فتصبح أكثر مقاومة لانفصال حبيباتها بواسطة طرطشة قطرة المطر.

• نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية

إن علاقة الارتباط القوية إحصائيا التي أظهرتها نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية بفئات التدهور كما تشير نتائج المسح بأن D3 و D4 بشكل أساسي تحتوي على نسبة الحصى والأحجار >50%، في الوقت الذي الفئات D1 و D2 تحتوي بشكل أساسي من 2 حتى 25% (شكل37). يمكن تفسير ذالك بأن المدرجات D3 و D4 مهجورة ولا تمارس فيها أي أنشطة زراعية فتتراكم الأحجار والحصى على السطح مع مرور الزمن ، بينما في المدرجات D1 و D2 فإن الأحجار تزال باستمرار من سطح التربة قبل الحراثة كإحدى العمليات الزراعية التي يمارسها المزارع خلال الموسم، يعتبر تراكم الحصى والأحجار على الطبقة السطحية مؤشرا جيدا على تدهور المدرجات الزراعية.

تجدر الإشارة إلى أن هذه الخواص الخاصة بالتربة و التي تم فحصها في الحقل مع العوامل البيئية في 98 نقطة كما لاحظنا أبدت ارتباطا بتدهور المدرجات لانها مرتبطة بالمظهر الخارجي للتربة وتتأثر بالعمليات التقنية والنشاط الزراعي لذلك اختلفت قيمها اختلافا كبيرا بين D1 و D2 التي هي تحت الاستغلال الزراعي من جهة و D3 و D4 المهجورة من جهة اخرى. على عكس الخواص الكيميائية والفيزيائية المتأصلة والموروثة في التربة كما سيأتي معنا.



شكل38: اقتران نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية بفئات التدهور

• لون التربة في الحالة الرطبة

أخيرا أظهرت النتائج وجود علاقة معنوية بين لون التربة في الحالة الرطبة وفئات تدهور المدرجات. نتج ذلك عن كون لون التربة في الحالة الرطبة بالنسبة للفئات D1 و D2 تقع ضمن الألوان الفاتحة نوعا في الجدول البياني لألوان مانسل (10YR)، أما لون التربة في المدرجات D3 وبعض مدرجات D4 تقع ضمن الألوان القاتمة نوعاً ما. إن ميول التربة إلى الألوان القاتمة في المدرجات D3 و D4 يعود إلى كونها مهجورة وعرضه لتكاثر الحشائش والأعشاب بل والأشجار والشجيرات في بعض مدرجات D4 وهذه النباتات تغني الطبقة السطحية للتربة بالمادة العضوية مما يكسبها لونا قاتما. على العكس من ذلك فإن المدرجات D1 و D2 فإنها تحت الاستخدام الزراعي المكثف مما يجعلها فقيرة نسبيا بالمادة العضوية بالمقارنة مع D3 وبعض مدرجات D4 لذلك تبدو التربة في الطبقة السطحية فاتحة اللون نوعا ما في الحالة الرطبة.

بشكل عام يجب الإشارة إلى أن من ضمن العوامل البيئية التي أبدت علاقة إحصائية معنوية مع تدهورالمدرجات هناك عوامل برزت كمؤشرات جيدة لتدهور المدرجات الزراعية في منطقة الدراسة مثل

الطبوغرافيا الوعرة، الانحدار الشديد ، الغطاء النباتي الطبيعي و لون التربة ونسبة الحصى والأحجار.

2.3.3 الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة

تم إجراء التحاليل المختبرية لعينات التربة الممثلة لمنطقة الدراسة البالغ عددها 24 عينة تم أخذها من الطبقة السطحية من فئات التدهور الأربع (D1،D2،D3 و D4)، حيث تم تحليل 20 خاصية من الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة التي لها علاقة بقابلية التربة للانجراف (ملحق 6 و 7). أُجريت التحاليل المختبرية لهذه الخواص لمعرفة ما إذا كانت هناك علاقة بينها وبين نسب تهدم جدران المدرجات، بمعنى آخر هل توجد علاقة طردية بين الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة ونسب تدهور جدران المدرجات.

لاختبار هذه الفرضية إحصائيا تم إخضاع هذه النتائج أولاً لعملية إحصاء وصفي لجميع الخواص مع عدم أخذ فئات التدهور في الاعتبار، وذلك لمعرفة كيف تتوزع الخواص الكيميائية والفيزيائية لتربة المدرجات على مستوي المسقط المائي(جدول15).

جدول15: إحصاء وصفي للخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة دون الأخذ بالاعتبار فئات التدهور

variables	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	C.V%
Silt	13	65.09	49.48	13.09	26.46
Clay	1.5	40	19.81	9.98	50.38
Sand	14.2	73	29.13	15.07	51.73
aggregate stability	0.3	2.2	1.32	0.47	35.61
particle density	2.56	2.95	2.73	0.1	3.66
bulk density	1.2	1.6	1.31	0.1	7.63
PF 2.5	12	33.3	24.61	4.56	18.53
PF4.2	3	10.9	6.61	2.25	34.04
porosity	40	59	52.08	4.34	8.33
EX Mg cmol/kg	2.15	9.63	4.53	1.94	42.83
EX Ca cmol/kg	7.3	12.27	10.06	1.99	19.78
EX K cmol/kg	0.45	0.94	0.6	0.12	20.00
EX Na cmol/kg	0.37	0.59	0.51	0.06	11.76
CEC cmol/kg	6.42	22.51	16.09	3.88	24.11
AV P mg/kg	1.26	21.58	8.87	4.47	50.39
AV K mg/kg	0.66	2.4	1.41	0.48	34.04
PH	7.54	8.5	7.88	0.22	2.79
EC ms /cm	0.11	0.4	0.17	0.06	35.29
CaCO3%	2	57	21.32	13.32	62.48
O.M%	0.11	4.01	1.7	1.13	66.47

من جدول 15 يتضح أن معظم خواص التربة المدروسة على مستوى المسقط المائي لم تبدي تباينا كبيرا بين عيناتها، وبعضها فقط أبدى تباينا كبيرا نوعا ما ويتضح ذلك جليا من قيم نسب عامل التباين (C.V%). بالنظر إلى تلك القيم نلاحظ أن خواص التربة الأكبر تباينا فيما بين عيناتها هي المادة العضوية

(66.47 C.V%)، كربونات الكالسيوم (62.48%)، نسبة الرمل(51.38%)، الفسفور المتاح (50.39%) و نسبة الطين (50.38%). هذا التباين يمكن ملاحظته أيضا من الفارق بين الحد الأدنى والحد الأقصى (minimum and maximum) لقيم تلك العينات في الجدول السابق. إن التباين في قيم عينات خواص التربة يمكن تفسيره على أنه بسبب أن العينات تم جمعها من مناطق مختلفة من المسقط المائي الذي يمتد عبر مساحة قدرها 1028 هكتار تقريبا وبين المستويين 1600 و 2700 متر فوق سطح البحر ، هذا إضافة إلى الاختلاف في الطبوغرافيا ومادة الأصل.

لمعرفة متوسطات جميع خواص التربة المدروسة على مستوى فئات التدهور الأربع تم عمل إحصاء وصفي أيضا لجميع النتائج مع الأخذ في الاعتبار فئات التدهور(ملحق8).

ثم بعد ذلك تم إخضاع النتائج لعملية مقارنة المتوسطات (اختبار بوست هوك لمقارنة المتوسطات) لمعرفة الفروق المعنوية بين المتوسطات للفئات الأربع (ملحق 9). ولتسهيل عملية عرض نتائج مقارنة المتوسطات تم اختصار النتائج في ملحق 9 إلى جدول 14 والذي يبين نتائج مقارنة المتوسطات للخواص التي أبدت فوارق معنوية على مستوى الفئات الأربع. جميع المعاملات الإحصائية تمت بواسطة SPSS

- **نتائج التحليل الإحصائي لخواص التربة**

أظهرت نتائج التحليل (جدول16) أن هناك فروق معنوية بين متوسطات بعض خواص التربة للفئات الأربع وهذه الخواص هي نسبة الطين (Clay)، نسبة الرمل (Sand)، ثباتية الحبيبات الثانوية (Aggregate stability)، الكثافة الحقيقية (Particle density)، المغنسيوم المتبادل (Exchangble Mg)، الصوديوم المتبادل (Excangble Na)، السعة التبادلية الكتيونية (CEC) و كربونات الكالسيوم (CaCO3).

جدول16: نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة المتوسطات(اختبار بوست هوك)

Dependent Variable	(I) terace status	(J) terace status	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(p)
Clay%	D3	D4	16.20000*	5.68979	0.01
Sand%	D2	D4	-17.57714*	7.99691	0.04
	D3	D4	-20.60000*	8.63765	0.027
aggregate stability	D1	D3	.69286*	0.22696	0.006
	D2	D3	.75857*	0.22696	0.003
	D3	D4	-.76000*	0.24515	0.006
particle density%	D1	D4	-.13629*	0.05559	0.024
	D3	D4	-.13800*	0.06004	0.032
EX Mg cmol/kg	D1	D2	2.08286*	0.89807	0.031
		D4	3.08143*	0.98379	0.005
EX Na cmol/kg	D2	D4	-.07429*	0.0337	0.039
CEC cmol/kg	D1	D2	5.37857*	1.76458	0.006
	D2	D3	-5.29171*	1.933	0.013
CaCO3%	D1	D2	-15.17857*	6.69551	0.035

إن القيم التي تم معاملتها هي المتوسطات الحسابية لعينات التربة التي تم جمعها من الميدان على مستوى فئات التدهور الأربع. كما نلاحظ من جدول 16 أن الفوارق المعنوية بين متوسطات الفئات تراوحت بين 0.003 و 0.01. نلاحظ أيضا أن ثمان خواص كيميائية وفيزيائية أظهرت هذه الفروق وذلك من مجموع عشرون خاصية تم تحيلها في المختبر. بقية الخواص وهي السلت(silt)، الكثافة الظاهرية (bulk density)، الشد الرطوبي (pf2.5 و pf4.2)، المسامية (porosity)، الكالسيوم المتبادل (exchangble Ca)، البوتاسيوم المتبادل (exchangble K)، الفوسفور المتاح (available P)،(available K) الرقم الهيدروجيني (ph), التوصيل الكهربائي (EC) و المادة العضوية (OM) لم تظهر فوارق معنوية بين متوسطات قيمها على مستوى الفئات الأربع. وهو ما يعني أن غالبية الخواص المدروسة تقاربت من حيث القيم.

إضافة إلى عمل إحصاء وصفي (Descriptive statistic) لجميع المتغيرات التي أظهرت فوارق معنوية بين متوسطاتها (جدول 17).

جدول17: إحصاء وصفي للمتغيرات التي أظهرت فروقا معنوية بين متوسطاتها

variables	Minimum	Maximum	Mean	Std.	CV%

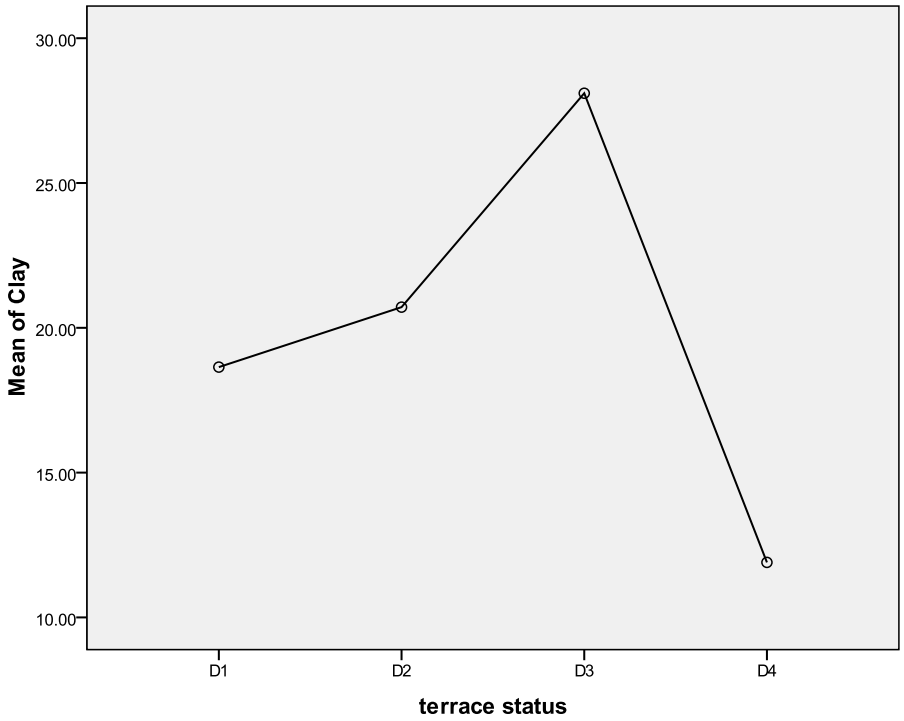
					Deviation	
Clay	D3	17.5	40	28.1	8.41	29.9288
	D4	7.5	17	11.9	3.54	29.8494
Sand	D2	16.7	37.9	22.94	7.39	32.2145
	D3	14.2	24.2	19.92	3.86	19.3775
	D4	26.7	70	40.52	17.55	43.3119
aggregate stability	D1	0.9	1.9	1.43	0.33	23.0769
	D2	1.23	1.7	1.5	0.21	14.0
	D3	0.6	0.9	0.4	0.11	14.8647
	D4	0.3	2.2	1.5	0.71	47.3333
particle density	D1	2.6	2.73	2.69	0.05	1.85874
	D3	2.56	2.78	2.68	0.1	3. 73134
	D4	2.65	2.95	2.82	0.11	3.90071
EX Mg cmol /kg	D1	3.84	9.63	6.1	2.2	36.0656
	D2	2.15	5.92	4.02	1.47	36.56716
	D4	2.27	3.93	3.02	0.7	23.1788
EX Na cmol /kg	D2	0.37	0.54	0.47	0.06	12.7659
	D4	0.49	0.59	0.54	0.04	7.40741
CEC cmol /kg	D1	15.96	21.52	18.22	1.95	10.7025
	D2	6.42	16.22	12.84	3.08	23.9875
	D3	15.46	22.51	18.14	2.98	16.4277
CaCO3%	D1	3.25	18.75	11.75	5.21	44.34043
	D2	3	57	26.93	16.7	62.01263

يبين الجدول أعلاه نتائج الإحصاء الوصفي لقيم المتوسطات للفئات الأربع التي أظهرت فوارق معنوية بين موسطاتها. بالنظر إلى معامل التباين(C.V) نجد أن العينات على مستوى فئة التدهور كانت متجانسة نوعا ما وإن أكثرها تجانس هي عينات الكثافة الحقيقية (particle density) في الفئات D1، D3 و D4 ، حيث شكلت قيم التباين 1.9، 3.7 و 3.9 على التوالي، وأقلها تجانسا قيم نسب كربونات الكالسيوم(CaCO3) في D1 و D التي شكلت 44.3 و 62 على التوالي.

فيما يلي سيتم تفسير الفوارق المعنوية التي ظهرت بين المتوسطات لكل خاصية على حدة:

- ✓ الطين

نتج فارق معنوي بين متوسطي D3 و D4 بالنسبة للطين اللذين شكلا 28.1 و 11.9 في الفئتين على التوالي(شكل 38) وقد بلغت المعنوية0.01 .

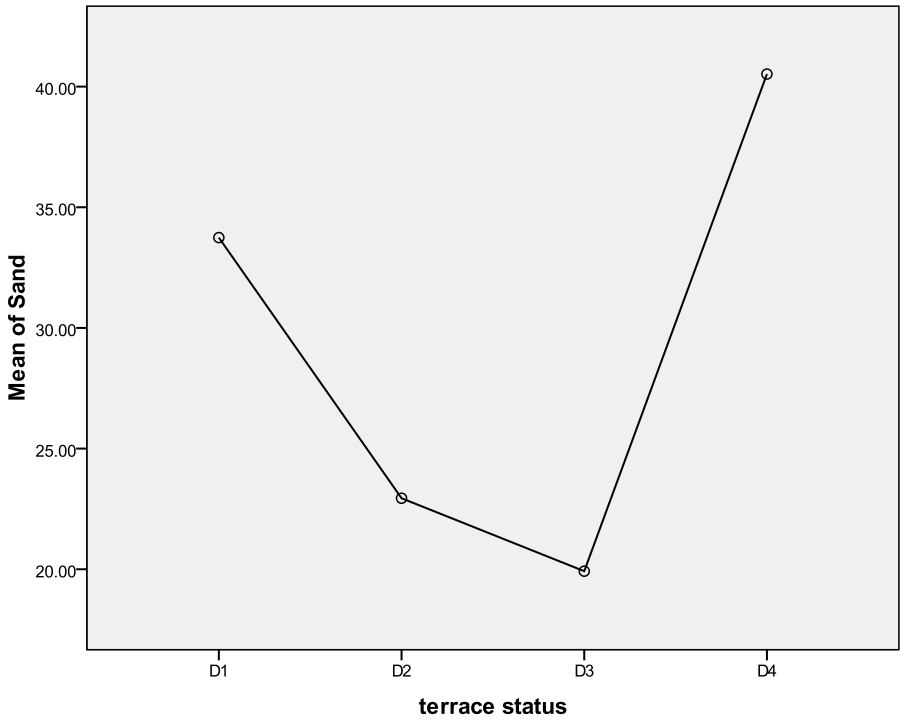


شكل39: متوسط نسبة الطين في فئات تدهور المدرجات

يمكن تفسير المحتوى العالي نسبيا من الطين في المدرجات نصف المتدهورة (D3) في أن هذه الفئة محصورة في الوحدة الفزيوغرافية العالية جدا وترب هذه الوحدة تحتوي على الأفق العضوي (mollic epipedons) السائد في الأراضي المتدهورة وهذا النوع من الترب يكون غني بالمادة العضوية والطين خصوصا أن منشأ هذهالتربة يعود إلى الصخور الجيرية والبازلت الذي عادة يولد الطين، وهذا ما أشار إليه Saif (1993) من أن الترب التي تمتلك الأفق العضوي (mollic epipedone)، وتكونت من أو فوق الصخور الرملية الكلسية، الصخور الجيرية أو الصخور البركانية اليمنية القديمة (البازلت) وجدت في المنحدرات العليا والسفلى للمسقط المائي لوادي شرس والتي تعد منطقة الدراسة جزء منه.

- ✓ الرمل

أظهرت النتائج أن هناك فوارق معنوية بين متوسطات فئات التدهور (D4،D2) و(D4،D3) بالنسبة للرمل بمستوى معنوية 0.04 و 0.02 على التوالي. شكلت متوسطات الرمل في D2 ،D3، و D4 22.94 ،19.92، و40.52 على التوالي(شكل39).



شكل40: متوسط نسبة الرمل بالنسبة لفئات تدهور المدرجات

إن النسبة العالية من الرمل في المدرجات المتدهورة يمكن تفسيرها أن المدرجات المتدهورة غالبيتها تقع في مناطق أكثر انحدارا وعادة ما تكون أعلى المدرج وطبقتها السطحية تتكون من الرواسب الخشنة الحديثة التي تتلقاها من المناطق العليا بفعل التعرية المستمرة (شكل40)، وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Treacy (1987). إضافة إلى أن هذه التربة تطورت من مواد رملية كلسية (Calcareous Sandy materials) وهي الصخور السائدة في المنطقة الوسطى من المسقط المائي التي تنتشر فيها معظم المدرجات المتدهورة كما أشار الى ذلك Saif (1993).

A

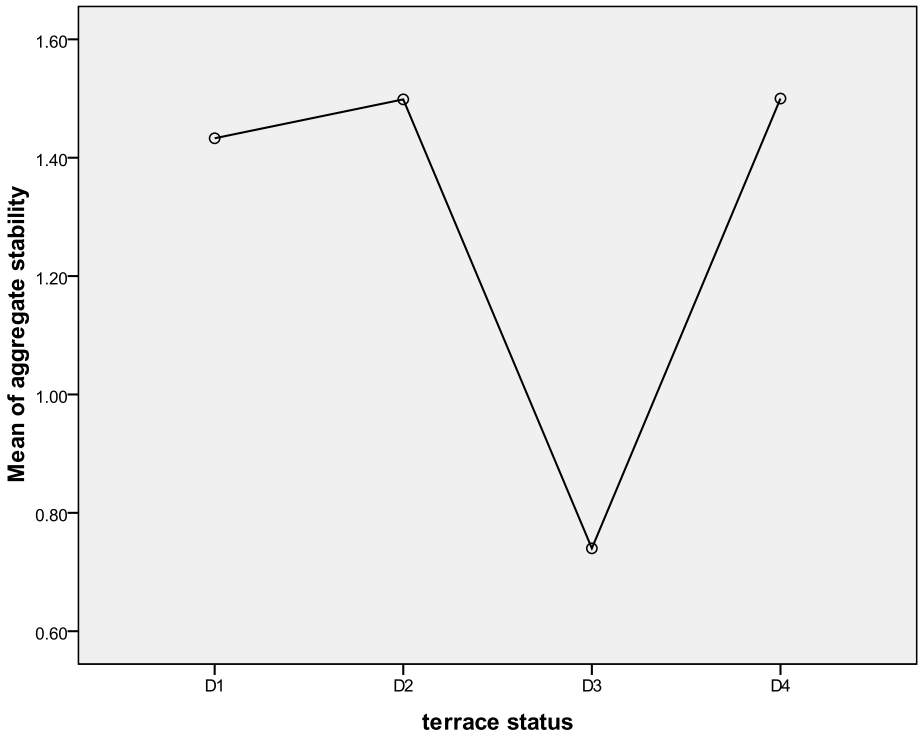
B

C

شكل41: B،A وC موقع المدرجات المتدهورة علي المنحدرات أعلى المدرجات المزروعة

✓ ثباتية الحبيبات الثانوية (Aggregate stability)

أظهرت عملية مقارنة المتوسطات وجود فوارق معنوية بين متوسط D3 و متوسطات D1، D2، و D4 بالنسبة لثباتية الحبيبات الثانوية حيث شكلت المتوسطات بالنسبة لفئات التدهور الأربع 0.74 في D3 و 1.43، 1.50، و1.50 الفئات الثلاث الأخرى على التوالي (شكل41).



شكل 42: متوسط قيم ثباتية الحبيبات الثانوية بالنسبة لفئات التدهور

نتجت المعنوية من الفرق بين متوسط قيم D3 التي أعطت قيمة هي الأصغر ومتوسط قيم الفئات الثلاث الأخرى التي كانت متقاربة فيما بينها. بحسب Clémeut (1998) فإن متوسط قيم D3 يندرج تحت الدرجة ثابت جدا (very stable) ، أما الفئات الثلاث الأخرى تندرج تحت الدرجة ضعيفة الثباتية (جدول15).

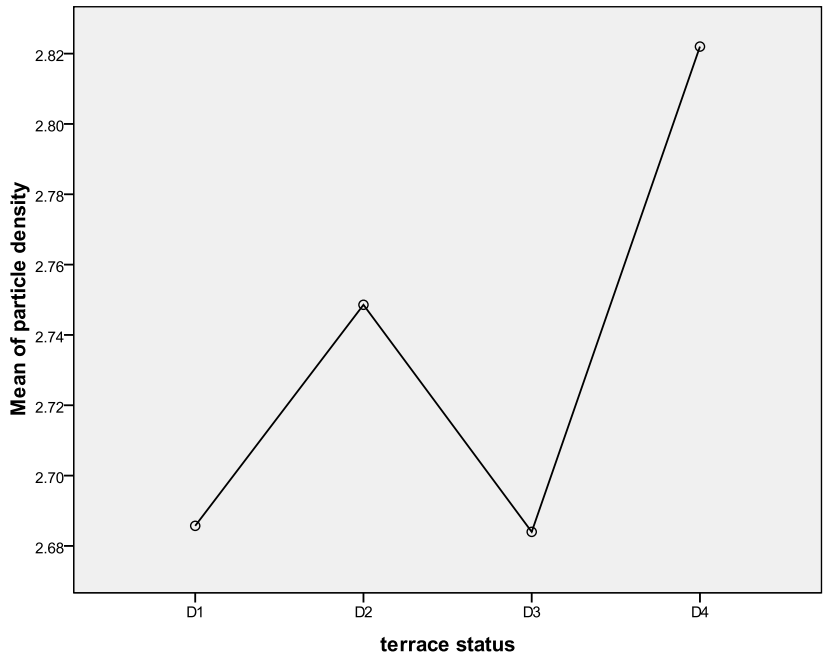
جدول18: درجات ثباتية الحبيبات Log10 LS (Clémeut,1998)

القيمة	درجة الثباتية
1>	ثابتة جدا
1.3-1	ثابتة
1.7 -1.3	ضعيفة الثباتية
2 -1.7	غير ثابتة
2<	غير ثابتة جدا

إن درجة الثباتية العالية جدا التي أظهرتها تربة مدرجات D3 (0.7) تعود إلى المحتوى العالي نسبيا من المادة العضوية (2.3%) ، حيث أن المادة العضوية تعمل على ربط وتضميد الحبيبات المعدنية مع بعضها لتشكل بناء التربة وهذا ما توصل إليه Ogeen et al (2006) و Morgan(2001) الذين أكدوا أن قابلية التربة للانجراف تقل بازدياد محتوى المادة العضوية في مدى 0-10%.الخاصية الأخرى التي ساعدت على جعل تربة D3 عالية الثباتية هو المحتوى العالي نسبيا من الطين، حيث يبلغ متوسط الطين في هذه الفئة 28% وهو أعلى متوسط بين الفئات الأربع. هذه النتيجة يؤكدها ما توصل إليه Ogeen et al (2006) و Rodriguez et al (2004) من أن الترب الغنية بالطين ذي القابلية المتدنية على التمدد والانكماش تكون قابليتها للانجراف متدنية.

✓ الكثافة الحقيقية (particle density)

أظهرت النتائج وجود فوارق معنوية بالنسبة للكثافة الحقيقية بين متوسطات فئات التدهور (D1 و D4) و(D3 و D4) حيث شكلت المتوسطات 2.69 ، 2.68 و 2.82 في D3،D1 و D4 على التوالي (شكل 42).



شكل43: متوسط قيم الكثافة الحقيقية لفئات التدهور الأربع

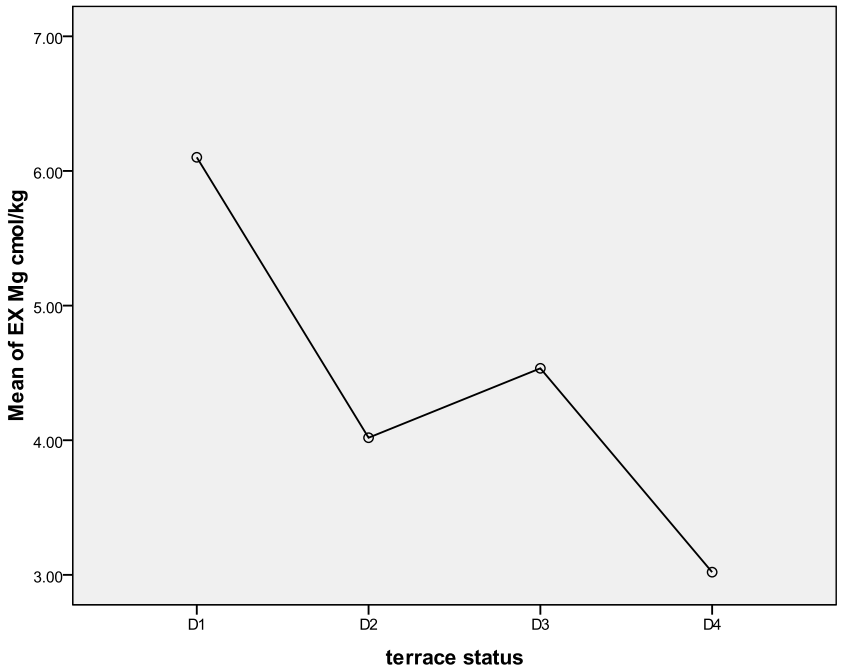
بلغ مستوى المعنوية 0.02 في الحالة الأولى و 0.03 في الحالة الثانية. الفارق المعنوي بين متوسطي D3 و D4 والذي فيه متوسط قيم D4 هي الأكبر يمكن تفسيره بالمحتوى العالي نسبيا من المادة العضوية (2.3%)

والمحتوى المنخفض نسبيا من الرمل (19.9) في D3 مقابل (1.2%) من المادة العضوية و (40.5%) من الرمل في D4 وذلك لأنه كلما زادت نسبة المادة العضوية في التربة قلت كثافتها بسبب كثافة المادة العضوية المنخفضة مقارنة بالمادة المعدنية. بالنسبة للرمل فالترب التي تحتوي على نسب أعلى من الرمل تكون كثافتها أعلى وذلك لان المعادن السائدة في الرمل هي الكوارتز والفلسبارات وهي تمتلك كثافة مرتفعة نوعا ما هذا ما أشار إليه Hausenbuiller (1985).

إن الفارق المعنوي بين متوسطي D1 و D4 الذي فيه متوسط قيم D4 هي الأكبر يمكن تفسيره أيضا بالمحتوى العالي نسبيا من الرمل في D4(40.5%) بالمقارنة مع D1(33.7%)، والمحتوى العالي نسبيا من السلت (46.5%) فيD4 بالمقارنة مع (42.9%) في D1، حيث أن المعادن السائدة في الرمل والسلت هي الكوارتز والفلسبارات التي تمتلك كثافة كبيرة نوعا ما وهذا ما أشار إليه أيضا Hausenbuiller (1985).

✓ المغنسيوم المتبادل (exchangble Mg)

من نتائج التحليل الإحصائي تبين وجود فارق معنوي بين متوسطي D1 و D2 ومتوسطي D1 و D4 وذلك فيما يخص المغنسيوم المتبادل حيث شكلت المتوسطات 6.1، 4.02 و3.02 في D1، D2 و D4 على التوالي. بلغ مستوى المعنوية 0.3 في الحالة الأولى و 0.005 في الحالة الثانية (شكل43).



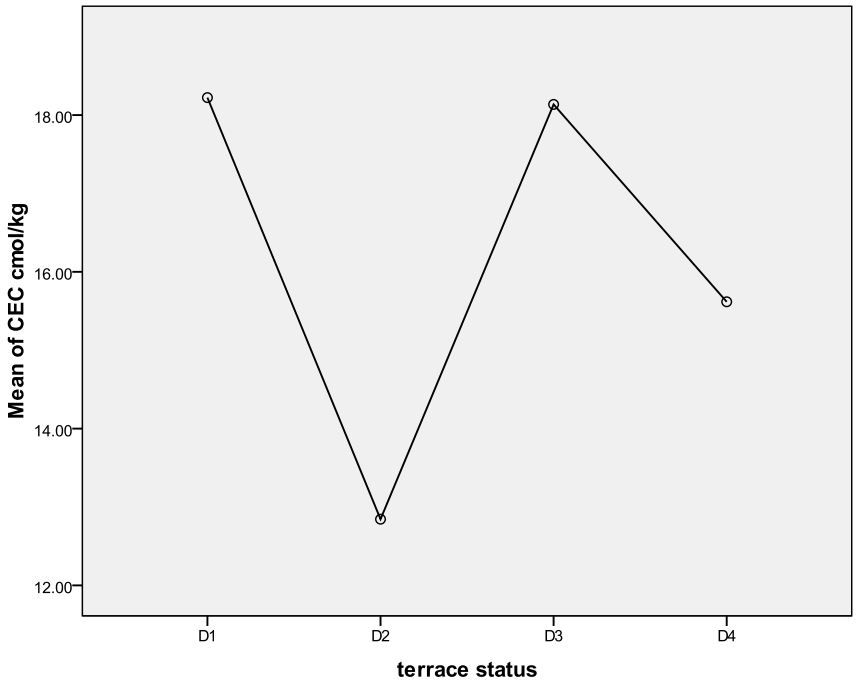
شكل44: متوسط قيم المغنسيوم المتبادل في فئات التدهور الأربع

إن احتواء الترب على المغنسيوم تعود إلى وجود الصخور الجيرية الرخامية (dolomitic limestone) الذي يدخل المغنسيوم في تركيبها (Donstova and Norton,1999)، وقد تمت الإشارة في وصف جيولوجيا المنطقة إلى وجود هذه الصخور ضمن منطقة الدراسة .

أما الفارق المعنوي بين متوسطات D1 وكل من D2 و D4 والتي فيها متوسط D1 هو الأكبر يعود الى المحتوى المتدني نسبيا من كربونات الكالسيوم في D1 (11.75%) مقابل 26.93،23.65% لكل من D2 و D4 على التوالي، ذلك لأن المحتوى العالي من كربونات الكالسيوم يقلص من محتوى المغنسيوم المتبادل، أي أنه كلما زادت نسبة كربونات الكالسيوم قل محتوى المغنسيوم المتبادل في التربة وهذا ما أشار إليهet al Farina (1980) ؛ Grove et Summer(1985) و Myers et al (1988)، إلا أنه تجدر الإشارة إلى أن ذلك ليس قاعدة بل قد يكون صحيحا في مكان وغير صحيح في مكان 鑭آخر. كما يمكن تفسير المحتوى المتدني من المغنسيوم في D4 على وجه الخصوص أنه بسبب تهدم جدرانها فإن المغنسيوم تعرض للغسيل أثناء التعرية وذلك يوافق ما أشار إليه Hausenbuiller (1985) من أن التحرر السريع نسبيا لأيونات Ca و Mg من خلال التجوية (weathering) لا يساعد فقط في المحافظة على هذين العنصرين في صورة متبادلة بل يساهم أيضا في فقدهما بكميات اكبر م ن خلال الغسيل. إن محتوى الترب من المغنسيوم قد يكون سببا في جعل الحبيبات الثانوية ضعيفة الثباتية وذلك لان المغنسيوم يعمل على تفريق قلويدات الترب ويدعم تكوين القشرة السطحية أثناء نزول الأمطار وهذا ما توصل إليه Curtin et al (1994) و Keren (1991).

- ✓ السعة التبادلية الكتيونية(CEC)

أظهرت نتائج التحليل وجود فارق معنوي فيما يخص السعة التبادلية الكتيونية بين متوسطي D1 و D2 من جهة و D2 و D3 من جهة أخرى، حيث شكل متوسطا D1 و D2 18.22 و 12.8 على التوالي أما D3 فقد شكل متوسطها 18.14(شكل44).



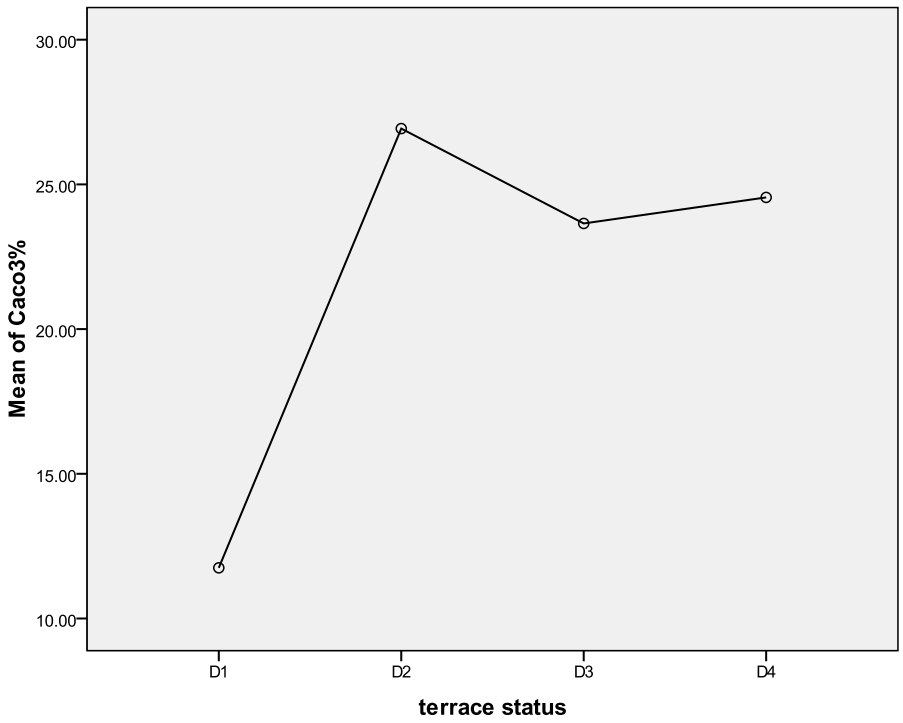
شكل45: متوسط قيم السعة التبادلية الكتيونية في فئات التدهور الأربع

إن الفارق المعنوي بمستوى 0.006 بين متوسطي D1 و D2 بالنسبة للسعة التبادلية الكاتيونية والناتج عن النسبة المتدنية منها في D2 بالمقارنة مع بقية الفئات. يرجع ذلك إلى محتوى ترب D2 العالي من كربونات الكالسيوم والذي هو الأكبر بين الفئات الأربع وذلك لان الكلس يُكوّن أغلفة حول دقائق الطين في معقد التربة وبذلك تقل فاعلية الادمصاص على أسطح الطين مما يؤدي إلى ضعف التبادل الكتيوني.

أما الفرق المعنوي بمستوى 0.01 بين متوسطي D2 و D3 فيما يخص السعة التبادلية الكتيونية والذي فيه متوسط D3 هو الأكبر يمكن تفسيره بأن D3 تحتوي على نسبة طين أعلى من D2 إذ بلغ متوسط نسبة الطين في D3 28.10 مقابل 20.7 في D2 إضافة إلى محتوى D3 من المادة العضوية الذي كان أكبر ، و بلغ 2.3 مقابل 2.0 في D2 وذلك لأنه كلما زاد محتوى الترب من الطين والمادة العضوية كلما زادة السعة التبادلية الكتيونية وهذا يوافق ما توصل إليه العديد من الباحثين أمثال Martel et al (1978) و Manrique et al (1991).

- ✓ **كربونات الكالسيوم**

أظهرت نتائج التحليل وجود فارق معنوي بين متوسطي الفئتين D1 و D2 ، حيث شكلا 11.75 و26.93 على التوالي و مستوى معنوية 0.03 (شكل45).



شكل46: متوسط نسبة كربونات الكالسيوم في فئات التدهور الأربع

إن منطقة الدراسة بشكل عام تحتوي على نسب عالية من كربونات الكالسيوم كما أظهر الفحص الحقلي باختبار تفاعل التربة مع HCL أثناء المسح الميداني للعوامل البيئية. إلا إن المحتوى الكبير من كربونات الكالسيوم في ترب الفئة D2 يعود إلى أن معظم ترب هذه الفئة تقع في منطقة تطورت من مادة أصل جيرية وهي المنطقة التي تقع بين بيت النقيب والحدود الشمالية الغربية للمسقط المائي وتسود في هذه المنطقة الصخور الجيرية(limestone) وهو ما أكده Saif (1993)، حيث أشار إلى أن محتوى الترب من كربونات الكالسيوم في هذه المنطقة عالي ويتراوح بين 30-46%، في الوقت الذي تبين نتائج هذا البحث أن متوسط كربونات الكالسيوم لهذه الفئة 27% والحد الأقصى (maximum) 57% .

بالنسبة للصوديوم فإن ترب المنطقة بشكل عام قليلة المحتوى من هذا العنصر وإن أظهرت النتائج وجود فوارق معنوية بين المتوسطات فيما يخص هذا العنصر إلا أن تلك الفوارق ضئيلة جدا وليس لها قيمة بيدولوجية.

بقية الخواص وهي السلت، الكثافة الظاهرية، الشد الرطوبي (pf2.5 و pf4.2)، المسامية، الكالسيوم المتبادل، البوتاسيوم المتبادل، الفسفور المتاح، البوتاسيوم المتاح، PH، التوصيل الكهربائي و المادة العضوية لم تظهر فوارق معنوية بين قيم متوسطاتها في فئات التدهور الأربع لأن القيم جاءت متقاربة.

• نفاذية التربة

تعتبر نفاذية التربة من أهم الخواص الفيزيائية للتربة لأنها تعتبر مؤشرا جيدا على قدرة التربة على ترشيح مياه الأمطار أو مياه الري خلال هيكلها ومن خلال هذه الخاصية إلى جانب الخواص الفيزيائية الأخرى يمكن الحكم على مقاومة التربة للانجراف والحد من جارفيه الجريان السطحي لذلك حرصنا على اختبار هذه الخاصية في مناطق متفرقة من المسقط المائي وفي فئات التدهور الأربع.

تم تنفيذ تجربة نفاذية التربة في سبعة مواقع مختلفة من المسقط المائي ممثلة للوحدات الفيزيوغرفية الأربع وشاملة جميع فئات التدهور. تم الاعتماد على المستوى الذي أصبح فيه الترشيح (infiltration) ثابتا بعد ساعتين ونصف من بداية الترشيح (ملحق 10). تراوح مستوى النفاذية بين 2.2 و 4.9 سم/ساعة (جدول 19).

جدول19: نتائج اختبار نفاذية التربة في الحقل

الرقم	الموقع		النفاذية (Cm/hr)	قوام التربة
1	شرق القمة	(D3)	4.8	CL
2	غرب القمة	(D1)	2.9	SiCL
3	بيت ألعمشي	(D1)	2.2	SiCL
4	بيت ألفروي	(D2)	3.1	SiCL
5	المنعطف	(D4)	4.9	SiC
6	عبر جحر	(D1)	2.4	SiCL
7	شعب بيت ألفروي	(D2)	2.5	SiL

لمعرفة معدل النفاذية في منطقة الدراسة تم مقارنتها مع القيم المعيارية لمعدل نفاذية التربة المعتمدة من قبل BURGHART (1970) والواردة في جدول20 .

بمقارنة نتائج اختبار النفاذية في منطقة الدراسة مع قيم الجدول 20 نجد أن جميع القيم تتدرج تحت المعدل متوسطة النفاذية (25–62 مم /ساعة) وبالتالي فان نفاذية التربة في منطقة الدراسة بشكل عام تعتبر متوسطة.

جدول20: درجات نفاذية التربة بحسب BURGHART (1970) في إسماعيل (1988)

معدل النفاذية	معدل النفاذية (ملم/ساعة)
قليل جدا	اقل من 1
قليل	5 -1
قليل إلى متوسط	25 - 5
متوسط	62 - 25
متوسط إلى عالي	127 - 62
عال	254 – 127
عال جدا	أكثر من 254

بناءا على ما سبق يمكن القول بأن الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة في منطقة الدراسة تقاربت قيمها في كثير من الحالات والخواص التي أظهرت فوارق معنوية بين المتوسطات لم تتبع التسلسل المنطقي المفترض وهو أن تدهور خواص التربة يترافق مع نسبة تدهور الجدران، أي أن هذه الخواص يجب أن تكون الأفضل في D1 والأسوأ في D4. بل أنه في أكثر م ن حالة ظهرت بعض الخواص أنها أفضل في المدرجات الأكثر تدهورا منها في المدرجات السليمة فمثلا الحبيبات الثانوية كانت ثابتة جدا في D3 وضعيفة الثباتية في D1 و D2 وكذلك محتوى الطين والمادة العضوية كان أكثر في نفس الفئة. من هنا يمكن القول بان الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب ليست السبب في تدهور المدرجات الزراعية في منطقة الدراسة وتبقى الأسباب الأساسية اجتماعية اقتصادية وأسباب بيئية.

4.3 حساب الجرعة القصوى (maximum dose)

سيتم حساب الجرعة القصوى (Dmax) لمعرفة قدرة الشد الرطوبي للتربة عند الري أو عند هطول الأمطار وما مدى بلوغ الماء في عمق التربة. يتم حساب كمية الأمطار التي تهطل خلال يومين متتاليتين أو أكثر ومقارنة المجموع بقيم D_{max} فإذا كانت كمية الأمطار المحسوبة أكبر من قيم D_{max} فإن التربة تكون

عرضة للانجراف و إذا كانت كمية الأمطار المحسوبة أقل من قيمة D_{max} فإنه لا يخشى من حدوث انجراف، ويمكن حساب D_{max} من خلال المعادلة التالية:

$$D_{max} = 10*P*da*(pf2.5 - pf4.2)$$

10− للتحويل من cm إلى mm

p - عمق التربة

da- الكثافة الظاهرية

pf− الشد الرطوبي

تم تطبيق المعادلة عند أربعة متوسطات لعمق التربة في الوحدة الفزيوغرافية العالية جدا، العالية، الوسطى و السفلية وحصلنا على النتائج الواردة في جدول21.

جدول21: نتائج حساب الجرعة القصوى (D_{max}) في مناطق مختلفة من المسقط المائي

الوحدة الفزيوغرافية	p	Da	Pf2.5-pf4.2	D_{max}
العالية جدا	1.5	1.3	26.4-8.9=17.5	341.5
العالية	2	1.5	26.3-8.4=17.9	537
الوسطى	1.5	1.3	27.4-4.2=23.3	454
السفلية	2.5	1.4	23.5-9.5=14	490

يقتضي تطبيق تلك المعادلة حساب حوادث مطرية في أيام متتالية خلال السنة ومقارنة مجموع تلك الحوادث من التساقط المطري بناتج الجرعة القصوى(جدول 22).

جدول22: الحوادث التي تم تسجيلها لكمية الأمطار التي سقطت خلال عدة أيام متتالية

التاريخ	عدد الأيام المتوالية	إجمالي الكمية (ملم)
مارس 1996	5(منها 3أيام)	138.5(98.5)
مايو 1996	4	56
سبتمبر 2005	10	43
اغسطس2007	5	74.5

بمقارنة نتائج Dmax في الجدول الأول مع الحوادث المطرية التي تم تسجيلها خلال عدة أيام متتاليات في سنوات مختلفة نجد أن قيم هذه الحوادث متدنية مما يسمح لنا القول بعدم حدوث جريان سطحي مسبب

للانجراف في ظل المعطيات الحالية. يجدر القول إن منطقة الدراسة تقع ضمن سلسلة الجبال الغربية وهي مناطق مواجهة للرياح الموسمية الغربية والجنوبية الغربية المحملة بالأمطار لذلك تعتبر هذه المناطق عرضة لحدوث عواصف رعدية مباغتة يصعب التنبؤ بها تسبب انجرافات كبيرة خاصة في المناطق شديدة الانحدار كما هي منطقة الدراسة.

5:3 تصنيف التربة

بناءً على عملية مسح ترب المدرجات الزراعية في منطقة الدراسة ووصف وتشخيص قطاعات التربة بالإضافة إلى نتائج التحليل ألمختبري لعينات التربة فقد وجدنا أن ترب المنطقة تقع تحت رتبتين اثنتين هما رتبة الأراضي الحديثة (Entisols) ورتبة الأراضي الجافة (Aridisols).

من خلال وصف وتشخيص التربة في القطاعين HAQ11 و HAQ13 (ملحق 11) تم تصنيف الترب على مستوى الرتبة بأنهما يقعان ضمن رتبة الترب الحديثة (Entisols) وذلك لأن التربة فيهما تفتقر إلى وجود آفاق تشخيصية في القطاع وقد يعزى ذلك إلى الجفاف أو أن المواد الأولية شديدة المقاومة لعمليات التجوية (weathering) وتكون التربة.

صنفت التربة في المقطع HQA11 وهو المقطع الممثل للوحدة العالية حيث تم عمله في شرق قرية بيت الفروي بأنها ترب جافة غير متطورة نموذجية (Typic Torriortent) وذلك حسب التصنيف الامريكى Soil taxonomy(2003) وذلك لان مادة الأصل لهذه الترب كما لوحظ أثناء المسح عبارة عن ترسبات سلتيه مشتقة من مواد كلسيه، إضافة إلى أن التغير المفترض في قطاع التربة بسبب عملية تكوين التربة ضعيف جدا وعملية تكوين الآفاق ضعيفة جدا. لون التربة في جميع الطبقات فاتح أي بني مصفر في الحالة الرطبة (10YR 5/4) و أصفر في الحالة الجافة (10YR7/6). تراكم المادة العضوية في الطبقة السطحية ضعيف أيضا(0.95%)، قوام التربة طميي سلتي و البناء ضعيف جدا أي أن التربة ضعيفة البناء. الأحجار شائعة متوسطة الحجم شبه مستديرة حديثة و قليلة التجوية. إن هذا النوع من الترب واسع الانتشار في الترب المتأثرة بالتعرية وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة وفي مناطق الجبال (WRB, 2006).

بالنسبة للمقطع HAQ13 وهو المقطع الممثل للوحدة السفلية من المسقط المائي تم عمله في إحدى المدرجات الواقعة على ضفاف وادي عبر جحر وقد صنفت التربة فيه على أنها ترب رسوبية جافة غير متطورة (Typic Torrifluvent)، وذلك لان مادة الأصل عبارة عن ترسبات نهرية (Alluvium) ، لون طبقة التربة كلها بني مصفر في الحالة الرطبة (10YR 5/6) وأصفر مائل للبني في الحالة الجافة (10YR 6/6). قوام التربة في جميع الطبقات رملية طميية (LS)، بناء التربة في جميع الطبقات ضعيف الى عديمة البناء، نسبة الحصى والاحجار قليلة وصغيرة الحجم وهذا ما يميزها عن الترب الجافة غير المتطورة (Typic Torriorthents).

من خلال وصف وتشخيص التربة في القطاعين HAQ10 و HAQ12 (ملحق 11) تبين أنهما يقعان تحت رتبة الترب الجافة (Aridisols)، وذلك لان كل منهما يحتوي على افاق تشخيصية ممثلة بالأفق التراكمي الكلسي (Calsic) إضافة إلى أن هذه الرتبة تتميز بنظام رطوبي جاف.

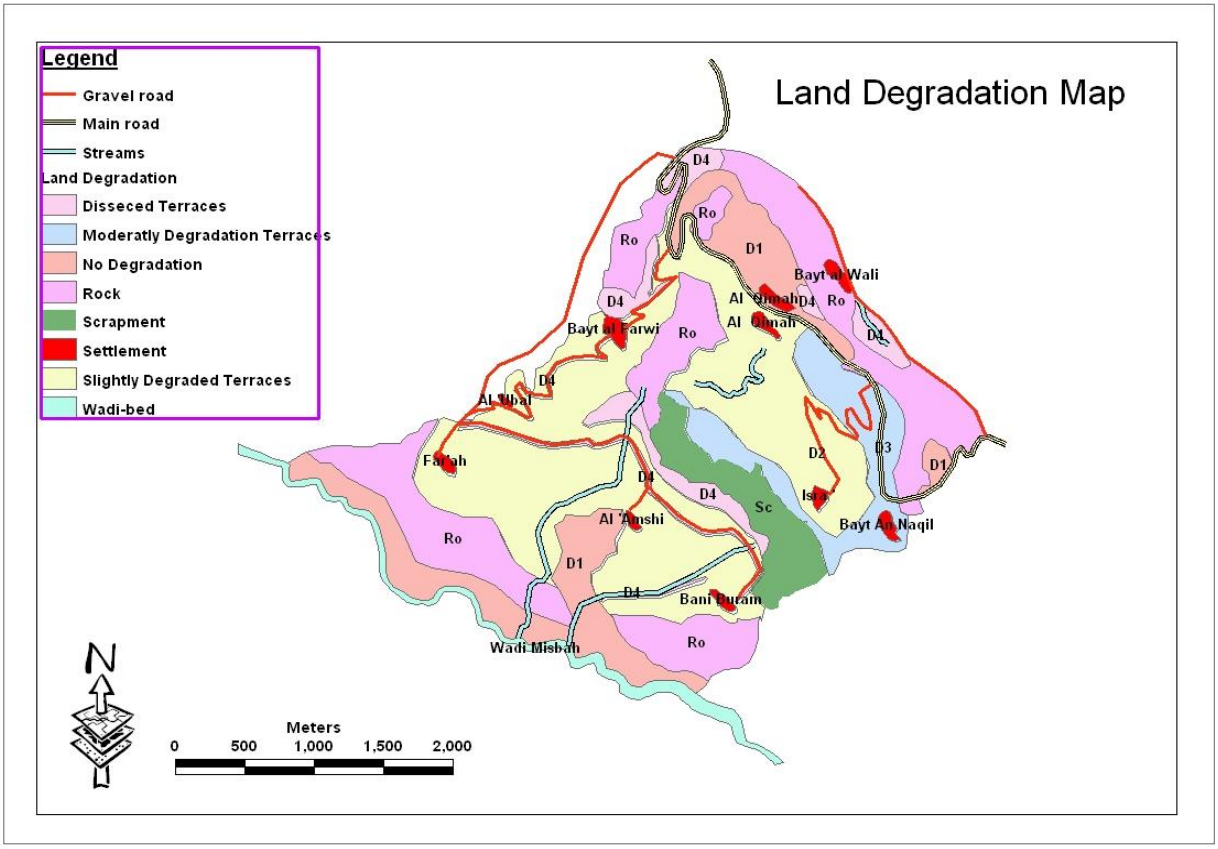
القطاع HAQ10 يمثل الوحدة الفزيوغرافية العالية جدا وتم عمله شرق قرية القمة (مابين القمة وبيت الولي). تم تصنيف التربة في هذه المنطقة على أنها ترب جافة متطورة نوعا ما (Typic cambiorthed)، وذلك لعدة أسباب منها أن المحتوى العالي نسبيا من المادة العضوية في الطبقة السطحية (2.3%)، لون التربة في الحالة الرطبة بني قاتم (10YR3/3) و بُني في الحالة الجافة، قوام التربة طميي سلتي (SiCL)، البناء متوسط إلى ضعيف في الطبقة السطحية و ومتوسط في الطبقة الثانية. كربونات الكالسيوم في هذا القطاع عبارة عن نقط بيضاء صغيرة الحجم تنشر بشكل اكبر في الطبقة التحت سطحية.

القطاع HAQ12 يمثل الوحدة الفزيوغرافية الوسطى من المسقط المائي وهو يتشابه في خواصه مع المقطع HAQ10 وقد تم تصنيف التربة فيه على أنها ترب جافة متطورة نوعا ما (Typic cambiortheds). لون التربة بني في الحالة الرطبة (10YR 4/3) وبني مصفر في الحالة الجافة (10YR5/4). لون التربة في الطبقة الثانية بني قاتم في الحالة الرطبة (10YR 3/3) و بني في الحالة الجافة (10YR 4/3). نسبة المادة العضوية في الطبقة السطحية 2.5% . القوام طميي سلتي (SiL) في كامل القطاع، البناء ضعيف في الطبقة السطحية ومتوسط في الطبقة التحت سطحية. كربونات الكالسيوم شائعة والتراكيز غير موجودة في الطبقة السطحية ولكن في الطبقة التحت سطحية فهي عالية وشائعة التركيز

على هيئة شعيرات أو خيوط. الوصف المفصل لقطاعات التربة الأربعة وتحاليل عينات التربة الخاصة بها وارد في ملحق 11 , 12 و13 ملحق.

6.3 خارطة تدهور الأراضي

بعد المسح الحقلي لمنطقة لدراسة وتحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة تم إنتاج خارطة لتدهور الأراضي توضح مواقع فئات تدهورالمدرجات الزراعية (D1،D2،D3 و D4) في المسقط المائي حيث أن الخارطة تبين التجمعات الكبرى لتلك الفئات وذلك لان هناك مدرجات متهدمة الجدران ضمن الفئة D2 وهي متفرقة ويصعب تحديدها في الخارطة (شكل47) .



شكل47: خارطة تدهور الأراضي

تم تصميم الخارطة بحيث تحوي اكبر قدر من المعلومات عن منطقة الدراسة، إذ أنها توضح إلى جانب فئات تدهور المدرجات مواقع القرى السكنية، الطرقات الرئيسية والترابية، مجاري السيول (streams) و مجرى الوادي الرئيسي. توضح الخارطة أيضا أن المدرجات السليمة تقع في أعلى وأسفل المسقط، المدرجات المتدهورة تتوزع على مناطق مختلفة من المسقط وخاصة أعلى ووسط المسقط، وتحتل المدرجات خفيفة التدهور منطقة الوسط، بينما تتوزع متوسطة التدهور بين أعلى ووسط المسقط المائي. تم عمل دليل لمصطلحات الخريطة (جدول 21) تم من خلاله توضيح مواقع جميع فئات تدهور المدرجات مع وصف للموقع ومساحته الذي تم احتسابها من الخارطة إضافة إلى نبذة مختصرة عن خواص التربة في المسقط المائي مع بيان المساحة ونبذة مختصرة لخواص التربة في كل موقع وذلك استنادا إلى نتائج المسح الحقلي ونتائج تحليل الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة للعينات الممثلة.

جدول23: دليل مصطلحات خارطة تدهور الأراضي

فئة التدهور	الموقع في المسقط	المساحة/هكتار	وصف التربة	سبب التدهور
المدرجات السليمة(D1)	مابين القمة– بيت النقبيب– بيت الولي	55	عمق التربة 0.5-1.5 القوام طميي طيني (CL) كربونات الكالسيوم عالية، 4/6 جافة و4/4 رطبة، مادة الأصل ترسبات مائية ومقذوفات الصخور الجبلية.	
	من أسفل فرعه–بني برم حتى وادي عبر جحر+ قاع العمشي	92	العمق 2-3 القوام طميي طيني سلتي(SiCL)، كربونات الكالسيوم عالية، 4/5 جافة 3/2 رطبة مادة الأصل ترسبات مائية .	
مدرجات خفيفة التدهور(D2)	تمتد في المنطقة الواسعة أسفل القمة–بيت النقيب حتى بني برم– فرعه	350	العمق 1.5-3 القوام طميي سلتي (SiL) وطميي طيني سلتي SiCL كربونات الكالسيوم عالية جدا، 5/4 جافة 4/3 رطبة مادة الأصل ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور.	
مدرجات متوسطة التدهور(D3)	مابين القمة وبيت النقيب	9	العمق1-2 القوام طميي طيني سلتي (SiCL) كربونات الكالسيوم عالية	هجرة داخلية وخارجية

			6/3 جافة 3/2 رطبة مادة الأصل تجوية موقعية	
	أسفل بيت النقيب وأعلى المقطع الجبلي الشاهق	76	العمق1.5-2.5 القوام طميي طيني سلتي(SiCL)، 5/4 جافة 3/3 رطبة مادة الأصل ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور	هجرة داخلية وخارجية
مدرجات شديدة التدهور(D4)	أعلى المسقط المائي جنوب بيت الولي	9	العمق 0.5-1 القوام طميي سلتي(SiL)، 5/4 جافة 3/3 رطبة مادة الأصل تجوية موقعية	نزاعات قبلية
D4	الى الجنوب من قرية القمة	3	العمق 0.5-1 القوام طميي سلتي(SiC) 5/4 جافة 3/3 رطبة، مادة الأصل تجوية موقعية	توسع عمراني، مقالع حجارة
	أقصى شمال المسقط المائي	9	العمق 0.5-1 القوام طميي سلتي (SiL) ، 4/3 جافة 3/3 رطبة، مادة الأصل ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور الجبلية	هجرة
	شمال و جنوب غرب من بيت الفروي الطريق بين بيت الفروي و العبال	13	العمق 1.5-2 القوام طميي سلتي(SiL)،5/3 جافة 4/3 رطبة ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور	توسع عمراني وشق طرقات
	شمال بيت العمشي جانبي الطريق بين فرعة وبني برم	13	العمق 1-2 القوام طميي طيني سلتي(SiCL)5/3 جافة 4/3 رطبة مادة الأصل ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور الجبلية	الانحدار الشديد
	أسفل المقطع الجبلي (escarpment)	19	العمق1-1.5 القوام طميي رملي(SL) 5/4 جافة 3/3 رطبة ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور الجبلية	انحدار شديد مع هجرة داخلية
	أسفل بيت ألعمشي	3	العمق1.5-2 القوام طميي طيني(SiL)5/3جافة 4/3 ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور الجبلية	هجرة

7.3 مناقشة عامة

لقد تم مناقشة العوامل الاجتماعية والاقتصادية والعوامل البيئية كل على حده وتبين أن لها تأثير متفاوت على تدهور المدرجات وقد ظهر هذا التأثير بشكل مباشر مثل قلة العائد، صغر الحيازة و شدة الانحدار ومنها ما هو غير مباشر مثل تراجع الاهتمام بالمدرجات من خلال ترك بعض العمليات الزراعية والناتج أصلا عن الهجرة وشدة الفيضانات الناتج عن شدة الانحدار وبعبارة أخرى بعض العوامل برزت كأسباب للتدهور وبعضها كنتائج لعوامل أخرى. إضافة إلى أن تلك العوامل يمكن أن يكون لها تأثير فردي على تدهور المدرجات وقد يكون لها أيضا تأثيراً جماعياً.

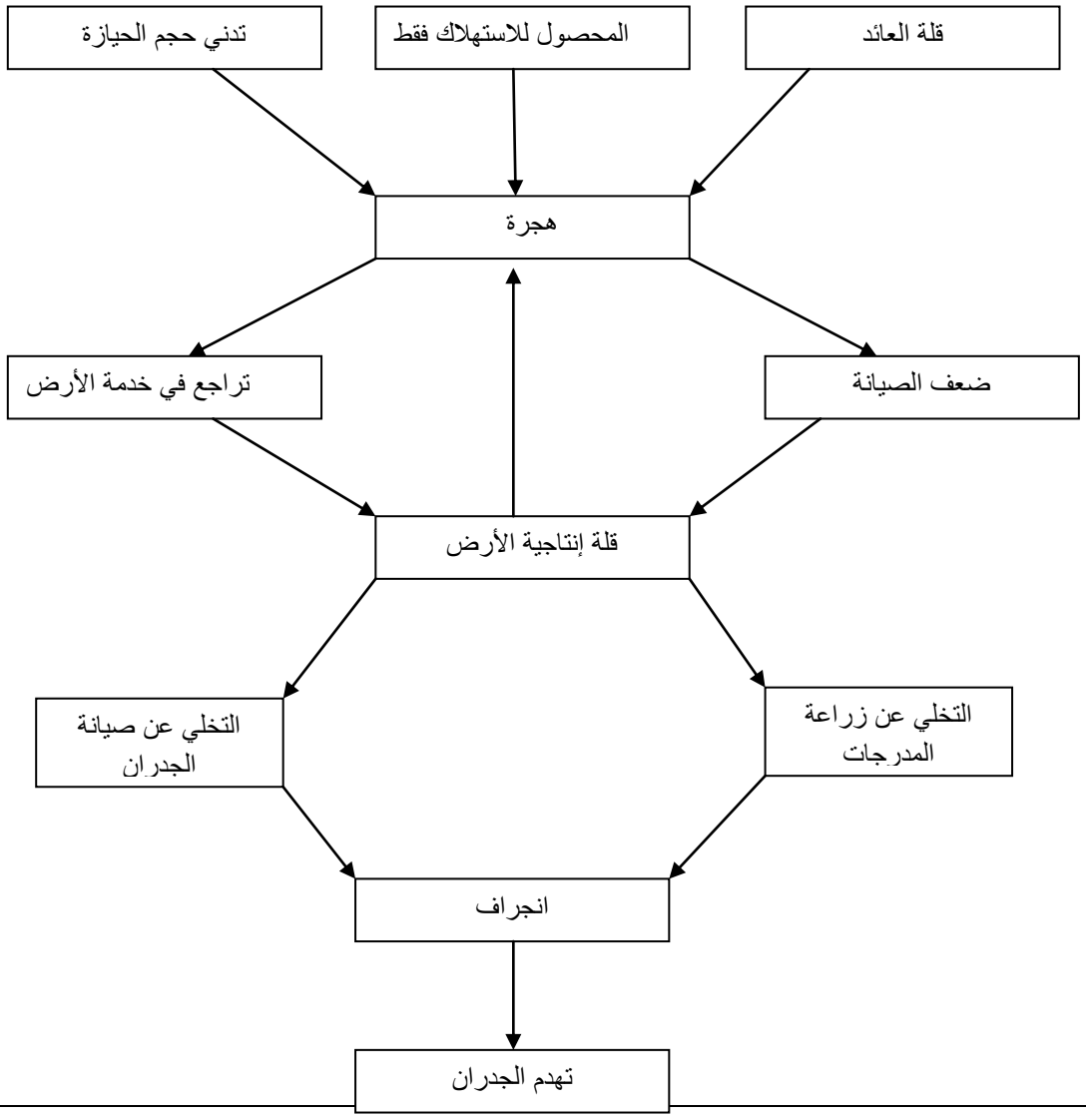
إذا أخذنا الهجرة مثلا سواءً كانت داخلية أو خارجية وإن بدا هذا العامل كسبب مباشر في تدهور المدرجات من خلال إجابات المزارعين، إلا أنه بالنظر إلى عوامل أخرى مثل قلة العائد و، تدني حجم الحيازة وعدم وجود جدوى اقتصادية من المحصول نجد أن تلك العوامل ارتبطت بقوة مع تدهور المدرجات الزراعية، بل إن نسبة من أجابوا أن المحصول للاستهلا ك فقط وانه لا توجد جدوى اقتصادي ة منه أي أن العائد لا يغطي التكاليف بلغت 100% (شكل19 D وC)، إضافة إلى سيادة حجم الحيازة من 0.25 إلى 0.5 هكتار و أقل من 0.25 هكتار (نفس الشكل السابق) نرى أن تلك العوامل الاقتصادية الهامة مجتمعة تعطينا الحق بان نجزم أن الهجرة في منطقة الدراسة بشكل أساسي نتيجة لتلك العوامل وليس سببا مباشرا في تدهور المدرجات. من جهة أخرى نتج عن الهجرة تراجع في خدمة الأرض بسبب نزوح عدد كبير من العمالة ذات الخبرة في استغلال وصيانة المدرجات الزراعية (شكل47).

إن الهجرة الكثيفة التي بدأت في سبعينيات القرن الماضي كانت بهدف البحث عن مصادر دخل إضافية لمواجهة المتطلبات المتزايدة الناتجة عن النمو السكاني المضطرد ، وأيضا لأن إنتاجية الأراضي لم

تعد تلبي هذه الاحتياجات ولو كانت الأراضي مازالت تلبي احتياجاتهم كما في السابق لما حصل ذلك النزوح من القرى إلى المدن وإلى خارج البلاد أيضا بتلك الكثافة.

بالنسبة للعوامل البيئية فإنه من خلال التحليل تبين أن المدرجات التي شيدت في مناطق وعرة وشديدة الانحدار كانت أقل حجما وبالتالي ذات إنتاجية أقل فكانت تلك العوامل مجتمعة سبب في هجرها وتركها عرضة للانجراف.

تجدر الإشارة أن النظم الزراعية في بيئة المدرجات تطورت في إطار مجتمع احتكم إلى منظومة متكاملة من القيم والأعراف والعادات مكنته من تطويع تلك البيئة الصعبة لصالحه وكانت تلك المنظومة سببا في الحفاظ على هذا المجتمع متماسكا وأساسا للاستخدام المستدام للموارد الأرضية في بيئة المدرجات على مدى آلاف السنين. إن تدهور المدرجات الزراعية بدأ مع حدوث خلل لتلك المنظومة شكلت العوامل



شكل48: مخطط يوضح التداخل بين العوامل الاقتصادية الاجتماعية

المدروسة مدخلا لدراسة أسباب تفككها، حيث كان لهذه العوامل التأثير الأكبر سواء كان هذا التأثير منفردا (كل عامل على حدة) أو تأثير تلك العوامل مجتمعة. إن التأثير الجماعي للعوامل الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتدهور المدرجات قد أثبته العديد من الباحثين في مناطق مختلفة من العالم. في البيرو على سبيل المثال أعاد Inbar and Lierena (2000) أسباب تدهور المدرجات الزراعية إلى عوامل فيزيائية، اقتصادية واجتماعية مثل استخدامات الأراضي ، نوع الملكية، بعد المدرجات الزراعية عن السكن وزيادة الهجرة من الريف إلى المدن. في النيبال ، اعتبر Gardnera and Gerrard (2003) تغيير نمط استخدام الأراضي ، إزالة الغطاء النباتي وأسلوب إدارة الأرض الأسباب الرئيسية في تسارع التعرية وتدهور المدرجات الزراعية في المرتفعات الجبلية أما Narendra and Tiji (2006) فيعتبران أن الأسباب هي انفتاح البلاد على اقتصاد السوق إضافة إلى سياسة الدولة في تنظيم الملكية وحقوق الانتفاع، الضرائب ونظام التأجير . أما في المرتفعات الجبلية من جزيرة سومطرة الاندونيسية و اسبانيا فان التغيير في استخدامات الأراضي كان سببا في تدهور المدرجات الزراعية (Sibert and Belsky,1990) و(Douglas et al 2006) على التوالي.

من خلال المسح الحقلي لبعض خواص التربة مثل القوام تبين أنها تطابقت إلى حد كبير مع نتائج التحليل المختبري للتربة. إلا أن لون التربة في الحالة الرطبة الذي ارتبط إحصائيا بفئات التدهور تم تفسيره على أن فئات التدهور D3 و D4 تميلان إلى الألوان القاتمة نوعا ما بسبب أن تلك المدرجات مهجورة، فالحشائش الحولية والدائمة تغطيها وهي المسؤولة عن إثراء الطبقة السطحية لترب تلك المدرجات بالمادة العضوية مما يكسبها اللون القاتم. أما D1 و D2 فإنها تقع ضمن الألوان الفاتحة نوعا ما وذلك لأنها تحت الاستغلال الزراعي وبالتالي تكون فقيرة بالمادة العضوية، وقد بدا ذلك واضحا خلال المسح الحقلي للون التربة في 98 نقطة شاملة فئات التدهور الأربع. عن المحتوى العالي نوعا ما في نسبة المادة العضوية الذي أظهره التحليل المختبري للفئتين D1 و D2 (1.28 و2%) على التوالي مقابل 2.28 و1.62% لكلل من D3 و D4 على التوالي وذلك لأن D1 و D2 كما تمت الإشارة سابقا تحت الاستغلا ل الزراعي أي أن

الأسمدة العضوية تضاف إليها سنويا ومن المحتمل جدا أن تكون بعض عيناتها قد احتوت على مخلفات السماد العضوي وتسببت في ارتفاع نسبة المادة العضوية في تلك العينات.

الخلاصة والتوصيات

من خلال نتائج البحث الميداني في المسقط المائي لمنطقة القمة كحلان عفار تبين أن العوام ل المدروسة سوءا الاجتماعية الاقتصادية أو البيئية لها علاقة مع تدهور المدرجات سوءً بتأثير منفرد أي كل عامل على حدة أو العوام ل مجتمعة. من جملة العوامل الاجتماعية الاقتصادية هناك عوامل أبدت ارتباطا إحصائيا مع تدهور المدرجات هذه العوام ل هي حجم الحيازة الكلية، حجم الحيازة من المحاصيل المختلفة مثل الذرة الرفيعة، القمح، الشعير، الدخن والفواكه ثم إنتاجية تلك المحاصيل. العوامل الأخرى التي أبدت ارتباطا بفئات التدهور العمليات الزراعية مثل عدد الحراثات في الموسم وطرق التسميد، ثم العوامل الاقتصادية مثل قلة العائد من المحصول وعدم وجود جدوى اقتصادية إضافة إلى الهجرة ، التوعية والإرشاد والتدريب. من خلا ل التعمق في تحليل التداخل بين العوامل الاجتماعية الاقتصادية وجد أن الهجرة وان بدت كسبب من أسباب التدهور إلا أنها في الأساس تعتبر نتيجة لعوامل اقتصادية وبيئية. أن إجابات المزارعين بان العائد من المحصول لا يغطي تكاليف الإنتاج وانه وان المحصول للاستهلاك فقط بنسبة 100% وسيادة حجم الحيازة المتدني(0.25–0.5 و أقل من 0.25) هكتار عُدت عوامل مهمة محفزة للهجرة .

هناك عوامل اجتماعية اقتصادية أخرى برزت بقوة كأسباب لتدهور المدرجات غير أنها لم تبدي ارتباطا إحصائيا بفئات التدهور هذه العوامل هي شق الطرقات، شدة الفيضانات, قلة الدعم الرسمي، تراجع العمل بالأعراف والتقاليد التي كانت سائدة في المجتمع والتي تنظم استغلال الغطاء النباتي والمراعي وبعد بعض المدرجات عن مكان السكن.

بالنسبة للعوامل البيئية فقد أبدى 11 عاملا من أصل 21 ارتباطا إحصائيا بتدهور المدرجات هذه العوامل مثل الطبوغرافيا، شدة الانحدار، نسبة الحصى والأحجار في الطبقة السطحية، مادة الأصل، تكون القشرة على السطح، نسبة الغطاء من الحشائش، المحاصيل المزروعة، طول–عرض– ارتفاع المدرجات و لون التربة في الحالة الرطبة. بعض العوامل مثل نسبة الحصى والأحجار، نسبة الغطاء النباتي من الحشائش وتكون القشرة على السطح تعد مؤشرات جيدة على تدهور المدرجات الزراعية. أظهرت نتائج تحليل الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة تقاربا في قيم متوسطات الفئات الأربع. الفروق المعنوية التي ظهرت بين متوسطات الفئات الأربع فيما يخص خواص التربة لم تتبع التسلسل المنطقي للفرضية الأساسية للبحث والتي

تنص على أن قيم خواص التربة تترافق مع نسب تدهور جدران المدرجات أي أنها يجب أن تكون الأفضل في D1 والأسوأ في D4 بل انه في أكثر من حالة ظهرت بعض الخواص أفضل في المدرجات الأكثر تدهورا وهو ما أعطانا الحق بالقول أن الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ليست السبب في تدهور المدرجات في منطقة الدراسة و تبقى الأسباب الرئيسية اجتماعية اقتصادية بيئية.

من نتائج بحث أسباب تدهور المدرجات الزراعية في منطقة القمة كحلان عفار تبين أن الأسباب بصفة أساسية اجتماعية اقتصادية وأسباب طبيعية. لمعالجة هذه الأسباب والحد من تدهور المدرجات ولكي لا يطال المدرجات الزراعية التي مازالت تحت الاستخدام فإن ذلك يتطلب تضافر للجهود من قبل المجتمع المحلي والجهات الرسمية على حد سواء، خاصة وأنا لمسنا رغبة المجتمع المحلي في أعادة تأهيل المدرجات المتدهورة والمهجورة ووعيه في أن الوضع إذا ترك بدون معالجة، فإنه يشكل خطرا على الأراضي والمناطق السكنية الواقعة في الأسفل. لذلك تم استنتاج التوصيات التالية:

- ✓ إعطاء الاهتمام الأكبر لقضية المدرجات الزراعية في تشريعات و سياسات الدولة ذات العلاقة كونها تمثل موروثا إنسانيا يمنيا وأساسا لاستقرار المجتمع الريفي في المرتفعات مما يحتم علينا المحافظة عليها من خلال مساعدة المزارعين في صيانتها وإعادة تأهيلها.
- ✓ عمل دراسات وأبحاث نوعية خاصة في المجال الهيدرولوجي بالتزامن مع إنشاء محطات مناخيه على مستوى منطقة الدراسة لكي يتم حساب الجريان السطحي بدقة ومعرفة مدى خطر الفيضانات المباغتة على درجة انجراف التربة.
- ✓ في حالة تطبيق نتائج هذا البحث في منطقة أخرى يجب عمل تحاليل مختبريه لخواص التربة لان العوامل البيئية والاجتماعية الاقتصادية قد تتشابه إلى حد كبير إلا أن خواص التربة قد تختلف وذلك باختلاف مادة الأصل والظروف المناخية.
- ✓ التنسيق مع صناديق التنمية ذات العلاقة بالتنسيق مع السلطة المحلية للمديرية لإنشاء حواجز وخزانات المياه للمساهمة في سد العجز في المياه المنزلية والأغراض الأخرى وذلك لان هذا المطلب جاء على رأس أولويات السكان أثناء البحث الميداني.

- ✓ صيانة شبكة الري والصرف التقليدية الذي أدى إهمالها إلى الإخلال في نظام توزيع المياه عبر المسقط المائي ومن ثم زيادة التدهور بالانجراف. على أن تبدأ الصيانة من أعلى المسقط المائي حتى الوادي (ملحق 17).
- ✓ العمل على إحياء الأعراف التقليدية والنظم الاجتماعية التي كان يعتمد عليها المجتمع في إدارة موارد الأرض خصوصا الأعراف الخاصة بإدارة الغطاء النباتي والمراعي و الأعراف الخاصة بتعاون أفراد المجتمع مثل نظام الجايش و الظهى وغيرها.
- ✓ تقديم الدعم اللازم للمزارعين الذين أبدو استعدادهم لاستبدال شجرة القات بأشجار مفيدة أخرى مثل البن مثلا وذلك في المنطقة السفلى والوسطى من المسقط المائي.
- ✓ تطوير نظام التكامل الزراعي الحراجي الرعوي عن طريق غرس المزيد من الأشجار والشجيرات التي تقوم بتثبيت التربة وحمايتها من الانجراف إضافة إلى الاستفادة من منتجاتها كمراعي ، أخشاب بناء، حطب وقود ومراعي للنحل إضافة إلى تحسين خصوبة التربة كما في حالة الطلح الزنجي وقد تم عمل قائمة للأشجار والشجيرات المقترحة لهذا الغرض (ملحق14).
- ✓ حماية الحشائش التي تنمو على جدران المدرجات وعلى حوافها بل وغرسها إذا لزم الأمر لما لها من دور في تثبيت جدران المدرجات، وقد تم عمل قائمة بأسماء بعض الحشائش التي تنمو على جدران وحواف المدرجات (ملحق رقم15).
- ✓ إدخال نشاط النحالة وإنتاج العسل إلى المنطقة بالتزامن مع تنمية الغطاء النباتي مما سيساهم في إيجاد فرص عمل وتحسين دخل الأفراد وهو ما سيؤدي في النهاية إلى استقرار السكان والحد من الهجرة الريفية وذلك بالتنسيق مع صناديق التنمية المذكورة آنفا و وزارة الزراعة والري.
- ✓ العمل على تطوير الثروة الحيوانية من خلال تربية الماعز والضان والدواجن وغيرها بالتزامن مع تنمية المراعي والتكامل الزراعي الحراجي الرعوي وتحسين الخدمات البيطرية مما يساهم في تحسين مستوى الدخل وتوفير السماد العضوي اللازم لتخصيب الأرض وتحسين بنيتها.
- ✓ التنسيق مع الجهات ذات العلاقة لتوفير البذور المحسنة وإدخال محاصيل جديدة ملائمة لظروف المنطقة وذات إنتاجية عالية بدلا من المحاصيل الحالية مثل البن في المنطقة السفلى والمتوسطة من

المسقط المائي وأشجار اللوز في المنطقة العليا، على أن يتم ذلك بالتدريج وبعد اختبار نجاح المحاصيل المراد إدخالها ومواءمتها مع ظروف المنطقة.

✓ البحث عن حل لإنهاء النزاع الذي تسبب في هجر المدرجات الزراعية أعلى المسقط المائي وفي المنطقة المتاخمة للمقطع الجبلي والشروع في صيانتها حفاظا على ما تبقى فيها من تربة وحماية للأراضي الواقعة أسفل منها.

✓ إن أعمال الصيانة وإعادة التأهيل المذكورة يجب البدء في تنفيذها ابتداء من أعلى المسقط المائي وحتى الوادي إذ أن تنفيذ تلك الأعمال سوف يعيد للمدرجات الزراعية دورها في تهدئة الجريان السطحي وترشح الماء من خلالها, إضافة إلى التقليل من انجراف التربة وهو ما سينعكس إيجابا على المياه الجوفية وتغذية الآبار والغيول التي كانت في طريقها إلى الجفاف أسفل المسقط المائي.

✓ في حالة توفر مصدر للري فإنا نوصي بإنشاء مشتل قروي في المنطقة لإنتاج شتلات الأشجار والنباتات الحراجية وأشجار الفاكهة المناسبة لظروف المنطقة ذلك بالتنسيق مع الجهات المختصة ذات العلاقة.

✓ صيانة ضفاف وادي عبر جحر والوديان الفرعية التي تؤدي إليه مع المحافظة على الأشجار والشجيرات التي تنمو عليه ا خصوصا وان التعرية بدأت تنحت التربة بعد أن تهدمت الجدران الجانبية في بعض الأماكن قبل أن تتفاقم المشكلة وتصبح خارجة عن السيطرة (ملحق16).

✓ إن الأنشطة السابقة يمكن برمجتها في وثيقة مشروع لإدارة متكاملة للمسقط المائي بحيث يقوم هذا المشروع على منهجية المشاركة مع السكان المحليين في جميع مراحله ومن ثم تقديم هذا المشروع إلى الجهات المعنية ليتم تمويله و تنفيذه.

المراجع العربية

أبو الحسن و إبراهيم عبد الموجود. ، 2006. التنمية و حقوق الإنسان، الإسكندرية، المكتب الجامعي، عدد الصفحات221 .

إسماعيل ليث خليل, 1988. الري والبزل. مديرية دار الكتب للنشر, جامعة الموصل, عدد الصفخات 560.

اسود فلاح شاكر, 2006. الموارد المائية في اليمن وانعكاساتها على القطاع الزراعي. ورقة عمل مقدمة إلى المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة. كلية التربية – أرحب– جامعة صنعاء. عدد الصفحات 34 صفحة.

اكساد، 2002. دليل تقييم تدهور الأراضي ومراقبته ومكافحته في الجمهورية ليمنية. المركز العربي لدراسة المناطق الخاصة والأراضي القاحلة، مركز أبحاث الموارد الطبيعية المتجددة، الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي، ذمار،اليمن.عدد الصفحات65.

التقرير الوطني لمكافحة التصحر، 2000. التقرير الوطني لمكافحة التصحر في الجمهورية اليمنية لتتبع الإجراءات التنفيذية للالتزام الحكومي تجاه الاتفاقية الدولية.وزارعة الزراعة والري، اليمن.عدد الصفحات 43.

الثور علي محمد، السروري علي عبد المجيد، المضواحي محمد علي و البكري سعيد محمد. 2001. بناء قاعدة معلوماتية للموارد الأرضية والتقييم الريفي بالمشاركة(PRA) للمسقط المائي بموقع القمة، عزلة بني عسب، كحلان عفار، حجة.الهيئة العامة للبحوث الزراعية، فرع الهيئة لبحوث المدرجات الزراعية، مشروع المدرجات الجبلية، ذمار. عدد الصفحات 48.

الجهاز المركزي للإحصاء. 2004. النتائج النهائية للتعداد العام للمساكن والسكان، التقرير رقم 1، محافظة حجه. الجهاز المركزي للإحصاء، وزارة التخطيط والتعاون الدولي، صنعاء.عدد الصفحات 525.

الحبيشي أ. و مولر ك. 1984. مقدمة الغطاء النباتي في اليمن_ أسس ومكونات الحياة النباتية و التأثير البشري. المؤسسة الألمانية للتعاون الفني(جي.تي.زد). داج هامرز كيولد ڤيج. 6226 اشبون 1. ألمانيا الغربية. عدد الصفحات 209.

الخليدي عبد الولي.أ. و سخولته ب. 1990. البيئات النباتية الطبيعية للجزء الغربي في الجمهورية اليمنية. هيئة البحوث الزراعية و المجلس الأعلى لحماية البيئة. صنعاء. عدد الصفحات 56 صفحة.

الطيف إبراهيم ؛الحريثي فليح حسن و عبد فريد مجيد ف. **1991.** صيانة التربة والمياه. كلية الزراعة، جامعة بغداد. عدد الصفحات 239.

العباسي مطهر، سيف عبده و مبيلي أمون، **2003.** أهداف التنمية الألفية، تقرير اليمن. وزارة التخطيط والتعاون الدولي ، صنعاء. عدد الصفحات 43.

الغريري عبد العباس.، ألصالحي سعديه عاكول، **2000.** البيئة الصحراوية وشبه الصحراوية (التغيرات المناخية). دار الصفاء. عمان الأردن. عدد الصفحات 192.

القصاص محمد عبد الفتاح.، **1999** . التصحر. تدهور الأراضي في المناطق الجافة. سلسلة عالم المعرفة،242، عدد الصفحات 196.

المشرقي محمد حزام.، **2006.**النتائج الرئيسية لدراسة التربة والأراضي اليمنية وإنتاج الخارطة الوطنية– الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي– مركز أبحاث الموارد الطبيعية المتجددة، ذمار، اليمن. عدد الصفحات 29.

الهيئة العامة لحماية البيئة،2001. تقرير الوضع البيئي في اليمن، الفصل الخامس, الهيئة العامة لحماية البيئة، صنعاء. الصفحات 50–59.

الهيئة العامة لحماية البيئة، 2004. الإستراتيجية الوطنية والخطة التنفيذية للتنوع الحيوي. الهيئة العامة لحماية البيئة، صنعاء، عدد الصفحات 112.

الهيئة العامة لحماية البيئة، 2007. تقرير الوضع البيئي الإطار العلمي والرؤية الموضوعية، الهيئة العامة لحماية البيئة، صنعاء. عدد الصفحات 128 صفحة.

بلبع عبد المنعم و نسيم ماهر.، **1989** . تصحر الأراضي مشكلة عربية وعالمية. منشأة المعارف بالإسكندرية. الطبعة 2، المجلد 1 ، عدد الصفحات 425.

حسين كمال الشيخ ، **2003.** علم الأتربة أنواعها، خصائصها، مشاكلها ووسائل تحسينها. دار المنهل اللبناني، عدد الصفحات 377.

ديب ريده و مهنا سليمان.، 2009. التخطيط من أجل التنمية المستدامة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية المجلد الخامس والعشرون - العدد الأول ص487–520.

طلبة مصطفى.، 2006. الموسوعة العربية للمعرفة من أجل التنمية المستدامة، المجلد 1، الطبعة الأولى، الدار العربية للعلوم ناشرون، الطبعة 1، مجلد1. عدد الصفحات 583.

فارس فاروق.،1999. التنمية المستدامة بين التنظير والتطبيق، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ، المجلد الخامس عشر13– 15.

مجلس حماية البيئة، 1995. خطة العمل الوطنية للبيئة، مجلس حماية البيئة.

منظمة الأغذية والزراعة(فاو)،2008. تدهور الأراضي يزداد حدة ونطاقا، مركز أنباء المنظمة.

/ http://www.fao.org/news/newsroom-home/ar.

نحال إبراهيم.،1987 . التصحر في الوطن العربي. معهد الإنماء العربي، بيروت. عدد الصفحات 262.

وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 1996. الخطة الخماسية للتنمية1996–2000

وزارة التخطيط والتعاون الدولي 2000. الخطة الخماسية الثانية للتنمية والتخفيف من الفقر2001–2005.

وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 2002.الإستراتيجية الوطنية للتخفيف من الفقر، وزارة التخطيط والتعاون الدولي، صنعاء. عدد الصفحات 139.

وزارة التخطيط والتعاون الدولي، 2006. خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية الثالثة للتخفيف من الفقر. وزارة التخطيط والتعاون الدولي، صنعاء. عدد الصفحات412.

وزارة الزراعة والري، 2006. التقرير الوطني الثالث لمكافحة التصحر، وزارة الزراعة والري، الادارة العامة للغابات ومكافحة التصحر،صنعاء.عدد الصفحات43 صفحة.

وزارة الشؤون القانونية ، 1996. قانون حماية البيئة رقم 26 ، الجريدة الرسمية، وزارة الشؤون القانونية، صنعاء. عدد الصفحات 43 صفحة.

المراجع الأجنبية

Abo-Ghobar M., 1992. Estimation of Rainfall Erosion Indices for the Kingdom of Saudi Arabia. J. King Saud Univer. Vol. 4, Agric. pp 189-204.

Achouri M.,1999. Participatory Integrated Watershed Management. Work paper presented to first technical workshop toward national policy for watershed management. General Directorate of forestry and desertification control, Sana'a. p 11.

ACSAD., 2002. Study of land degradation assessment and national map production. ACSAD and Center of renewable natural resources researches, AREA ,DHAMAR. YEMEN. pp 90.

Agassi M. and Bradford J., 1999. Methodologies for interril soil erosion studies. Soil and Tillage Res. 49(4):277-87.

Al-Ghulaibi N. M., 2009. Traditional Water Harvesting on the Mountain Terraces of Yemen. Case study II: In Seeing Traditional Technologies in a New Light. Using Traditional Approaches for Water Management in Dry lands, Edited by Harriet Bigas, Zafar Adeel and Brigitte Schuster. (UNU- INWEH). p. 19.

AL-Hebshi M. A., 2005. The role of terraces management on land and water conservation in Yemen, a case study in Kuhlan-Affar/Wadi Shares District. The Third International Conference on Wadi Hydrology , Sana'a, Yemen, 12-14 December**.** pp 1-16

Al-Khulaidi A., 1993. Natural vegetation Annex E: In Dry land resource management in northern highlands of Yemen .A case study of Kuhlan –Afar/Sharis District. AREA, ICARDA and FAO. Sana'a. p 251.

AL-Khulaidi A., 2000. Flora of Yemen.EPK, ARA and UNDP. Sana'a, Yemen, (draft) . p 279.

AL-Mashriki M. H., 2001. Land resources study of Wadi Yascom-Yaher- Lahg governorate, Anaqilain area Ebb governorate and alkimmah area Hajjah governorate. AREA, Dhamar, Yemen. pp 48,58, 57

AL-Mashriki M.H., 2002. Characterization Review of Rained Areas in Yemen, consultancy report. Environmental resources Assessment for land use planning project. FAO , AREA , Dhamar, Yemen. p 98.

AL-Mashriki M. H., 2009. History and Status of National Strategies, Policies and Legislative Measures for Land Degradation in Yemen. Case Study Agricultural Research and Extension Authority (AREA). Dhamar, the Republic of Yemen. p 36.

Angulo-Martínez M., López-Vicente M., Vicente-Serrano S., and Beguería S., 2009. Accurate rainfall erosivity estimation from daily precipitation records in the Ebro basin (NE Spain), Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, 3175-1.

Atawoo M. A., and Heerasing J. M , 1997. Estimation of Soil Erodibility and erosivity of Rainfall Patterns in MAURITIUS, Food and Agricultural Research Council, Réduit Mauritius, pp 219-223.

AW-Hassan A., Alsanabani., M. Bamatraf,A.2000. Impact of land tenure and other Socioeconomic factors on mountain terrace in Yemen. ICARDA, CAPRi working paper no.3 p 40.

Bajracharya R.M,. Lal R., 1992. Seasonal Soil Loss and Erodibility variation on Miamian Silt Loam Soil. Soil. Soc. Am. J. 56 : 1560-1565.

Barfield B.J, Barnhisel R. I., Hirschi M. C., Moore I.D., 1988. Compaction effects on erosion of mine spoil and reconstructed topsoil. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 31, 477-452.

Barnett A,. Rogers J., 1966. soil physical properties related to runoff and erosion from artificial rainfall. Transaction of the American Society of Agricultural Engineers 9 (1): 0123-0125.

Barry W., Ketterings Q., Antes S., Annelli R., and Degloria S., 2007. Soil texture. Agronomy factsheet series. factsheet 29. Cornell university. http://nmsp.css.cornell.edu/publications/factsheets.asp

Baver L., 1933. Some factors affecting erosion. Agricultural engineering 14, 51-52.

Beach T. and Dunning., N.P., 1995. Ancient Maya terracing and modern conservation in the Peten rainforest of Guatemala. Journal of Soil and Water Conservation 50(2): 138-145.

Beasly R., Laflen J. R., 1960. effect of compaction on critical tractive forces in cohesive soils. University of Missouri Research Bulletin No.749.

Bennet H., 1926. Some comparisons of the properties of humid-temperate American soils, with special reference to indicated relation between chemical composition and physical properties. Soil science 21, 349-375.

Bettis E.A., 1993. Gully erosion, Iowa Geology, No. 8 Iowa Department of Natural Resources. http://www.igsb.uiowa.edu/Browse/gullyero/gullyero.htm.

Bokhtiar S. M., Karim A. J. M., Khandaker M. H., Hossain T., and Egashira K., 2001. Response of radish to varying levels of irrigation water and fertilizer potassium on clay terrace soil of Bangladesh. Communications in Soil Science and Plant Analysis 32(17-18):2979-2991.

Brooks M., 2008. Sheet Erosion. Managing Natural Resources; Department of primary Industries and Water. Tasmania. Australia.
http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/WebPages/TPRY-5Z65Y4?open

Brown r., 1984. conserving soil in state of the world wach institute. Washington d.c. pp-53-73.

Brown L.R., and Walf E.C., 1985. Reversing Africa´s decline, World Watch paper, 65.p 81.

Bruggeman H.Y., 1997. Agro-climatic Resources of Yemen, Part 1. Agro-climatic Inventory. FAO project GCP/YEM/021/NET, Field Document 11. AREA, Dhamar, Yemen.

Bruggeman A., Aw-Hassan A, and Ebrahim A. 2005. Community-based Watershed Research in the Terraced Mountains of Yemen. Watershed Management in Dry Ares: Challenges and opportunities Jerba, Tunisia. Jan 4-7.p 50-62.

Cerda A. m., 1999. Parent Material and Vegetation Affect Soil Erosion in East Spain. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 362-368

Chow T. L., Rees H.W., and Daigle J.L., 1999. Effectiveness of terraces grassed waterway systems for soil and water conservation: a field evaluation. Journal of Soil and Water Conservation54(3): 577-583.

Clémeut M., et Françoise P.1998. Analyse physique des sols choisies, TEC DOC Paris. pp 275.

Clini C., Musu I., Gullino M. L., 2008. Sustainable Development and Environmental Management, Experiences and Case Studies. Springer, Netherland. 487 p.

Conway G. R., and Barbier E. B., 1990. After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development. London: Earth scan: ii+206 p.

Coote D. R., Malcolm-McGovern C. A., Wall G. J, Dickenson W.T., and Rudra R. P., 1988. Seasonal variation of erodibility indices based on shear strength and aggregate stability in some Ontario soils. Can. J. Soil Sci.68: 405 - 416.

Cook .H, 1936. The nature and controlling variables of water erosion processes. Soil science Society of American proceedings journal Vol. 1 No. C, pp 487-494.

Curtin D., H. Stepuhn and Seles F.,1994. Effect of Magnesium on Cation Selectivity and Structural Stability of Sodic Soils. soil Sci. Soc. Am. J 58: 730-737.

De Luna A., Lagouna A., and Giraldes J., 2000. The role of olive trees in rainfall erosivity and runoff and sediment yield in the soil beneath. Hydrology and Earth System Science, 4(1)141-153.

Donato R., 2003. Environmental economy and sustainable development, training materials. Ministry of agriculture and agricultural reclamation, national centre of agricultural policies, project GCP/SYR/006/ITA (Italian and FAO cooperation). Damascus. P 219.

Donkin R. A., 1979. Agricultural terracing in the aboriginal New World: Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research , 1nc. The Arizona University Press. Tucson Arizona. Pp 504-507.

Donstova K., and Norton D., 1999. Effect of exchangble Ca : Mg Ratio on soil Clay Flocculation , infiltration and erosion 10th international conservation organization meeting held may 24-29 at Purdu University and the USDA-ARS National soil Erosion Research Laboratory. P 580-585.

Doolittle William E., 2000. Cultivated Landscapes of Native North America. Oxford Geographical and Environmental Studies Series : Oxford University Press. 574 p.

Douglas, T.D. Kirkby S .J. Critchley, R.W. Park G.J. 2006. Agricultural terrace abandonment in the alpujarra, Andalucía, Spain. Land Degradation & Development 5(4) : 281-291.

Drechsler M., and Settele J., 2001. Predator-prey interactions in rice ecosystems: effects of guild composition, trophic relationships, and land use changes – a model study exemplified for Philippine rice terraces. Ecological Modeling volume 137 N0 2: 135-159.

Dregne H. E., 1982. Historical perspective of accelerated erosion and effect on world civilization. American society of Agronomy. Madison, Wisconsin. pp. 1-14.

Dregne H. E., and Meyer R. E., 1989. Erosion, productivity and sustainable agriculture in Africa. International Centre for Arid and Semiarid Land Studies. Texas Tech University. Lubbock.

Elwell H., 1981. Soil loose estimating technic for Southern Africa: in Roose E. Land husbandry component and strategy. Soil resources management on conservation Service . land and water development division, FAO. p 380.

Ekwue E. I., Ohu J. O., and I.W. Wakawa 1993. Effects of incorporating two organic materials at varying levels on splash detachment of some soils. Earth Surface Processes (UK) 18 (5): 399 - 406.

EPA,. 2005. The National Strategy for Environmental Sustainability 2005-2015, Environmental Protectio Authority. 169 p.

FAO and ISRIC, 1990 . Guidelines for soil description. FAO. Rome.

FAO., 1995. Sustainability Issues in Agricultural and Rural Development Policies. Vol. 1 Trainee's Reader. Training Material for Agricultural Planning Series No. 38/1.Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations. pp.65-74

FAO., 1997. Main desertification causes. Consultancy report. Support document for UNDP about sustainable development program, yem /97 /109/. Sana'a. Yemen, p 170.

FAO; ISSS; ISRIC, 1998. World Reference Base for Soil Resources. Wageningen. Rome. p108.

FAO., 2000a. Watershed Management Present Situation and Perspectives GCP/YEM/NET Sub-Program YEM/97/200 . FAO,UNDP, SANA'A. P 32.

FAO., 2000b. Manual on integrated soil management and conservation practices. FAO Land and Water Bulletin 8, Rome, Italy: 230 pp.

Farina M. P. W., Sumner, M. E., Plank, C. O., and Letzsch W. S., (1980). Effects of pH of soil magnesium and its absorption by corn: 1n Miyazawa, M., Pavan, M., Ziglio, C., and Franchini,J.,C.,2001.Reduction of Exchangeable Calcium and Magnesium in Soil with Increasing pH. Brazilian Archives of Biology and Technology Vol. 44, N. 2 : pp. 149 – 153.

Finkel , Herman J., 1986. Semi Arid Soil and Water Conservation. CRC, Press, inc. Boca Raton, Florida P. 129.

FitzPatric E. A, 1986. An Introduction to Soil Science. second edition Longman Scientific & Technical, New York U.S. P 255.

Franti T. G., Peter C. J., Tierney D. P., Fawcett R. S., and Myers S. A., 1998. Reducing herbicide losses from tile-outlet terraces. Journal of Soil and Water Conservation 53(1): 25-31.

Gardner R. A., Gerrard A. J, 2003. Runoff and soil erosion on cultivated rained Terraces in the Middle Hills of Nepal, Applied Geography 23 (2003) 23–45.

Gibson M., and Wilkinson T. J., 2008. Oriental Institute Investigations In Yemen, annual report 1994 - 1995.
http://oi.uchicago.edu/research/pubs/ar/94-95/yemen.html.

Grove J. H., and Sumner M. E., 1985. Lime induced magnesium stress in corn: impact of magnesium and phosphorus availability. Soil Sci. Soc. Am. J., 49, 1192-11961

Hanway J. J., and Laflen J. M., 1974. Plant nutrient losses from tile outlet terraces. Journal of Environmental Quality 3(4): 351-356.

Harold E., and Dregne E. 1991. Human Activities Degradation : in Skujiņš J. Arid and Desert Lands, Resource and Soil Reclamation. Marcel Dekker, Inc. USA.pp 667-697.

Hastings B., Breshears D. and. Smith M., 2005. Spatial Variability in Rainfall Erosivity versus Rainfall Depth: Implications for Sediment Yield Vadose Zone Journal 4:500–504.

Hausenbuiller R. L., 1985. Soil Science: Principles and Practices. William C Brown Pub; 3 Sub edition. 624 p.

Hellin J.,2006. Better Land Husbandry. from soil conservation to holistic land management . Science publishers, Enfield, NH, USA. p 315.

Hofman L., and Ries R., 1991. Relationship of soil and plant characteristics to erosion and runoff on pasture and range. J. Soil and water conserve. 46 no 2 143-147.

Huang C., 1998. Sediment Regimes under Slope and Surface Hydrologic Condition. Soil sci. Soc. Am. J. 62: 423-430.

Hudson N., 1995. Soil conservation. Fully Revised and updated Third Edition. BT BATSFORD LIMITED LONDON. P. 391.

ICARDA,2002. Review of agriculture in the dry areas. Caravan, Issue No. 16. p 44.

Idah P. A., Mustapha H. I., Musa J. J., Dike J., 2008. Determination of Erodibility Indices of Soils in Owerri West Local Government Area of Imo State, Nigeria. AU J.T. 12(2):130-133.

Inbar M., Llerena, C. A., 2000. Erosion Processes in High Mountain Agricultural Terraces in Peru Mountain Research and Development 20(1):72-79.

Jacobson T., and Adams R. M., 1958. Salt and silt in ancient Mesopotain agricultural. Science 128: 1252- 454.

Jain P. C,. 2004. Watershed Management. KERALA CALLING. pp 17-19.

Karim A. J., Rahman A.K., Egashira K., and Haider J., 1996. Yield and water requirement of boro rice grown on a clay terrace soil of Bangladesh. Tropical Agriculture 73(1): 14-18.

Kasai M., Marutani, T., Reid, L. M., and Trustrum N. A., 2001. Estimation of temporally averaged sediment delivery ratio using aggadational terraces in headwater catchments of the Waipaoa river, North Island, New Zealand. Earth Surface Processes and Landforms 26: 1-16.

Keren R., 1991. Specific Effect of Magnesium on Soil Erosion and Water Infiltration. Soil Sci. Sci. Soc. Am. J 55:783-787.

Kerri J., 2001. Watershed project performance in India: Conservation, productivity, and equity. American Journal of Agricultural Economics 83(5):1223-1230.

Koke H., CcCool. 1990. Quantifying freeze/thaw-induced variability of soil strength. Trans. ASAE 33:501- 511.

Konke H., and Bertrand., 1959. Soil conservation. Mc Graw-Hill. 298 p.

Kovda A., 1980. Iridizations and drought control. West view press, Boulder, Colorado. 277 p.

LADA., 2007. land Degradation Assessment in Dry Land. Food and Agricultural Organization of the united Nations, Caracala, Italy. p24.

Lal R., 1988. Erodibility and erosivity in Seasonal soil loss and Erodibility Variation on a Miamian Silt Loam soil..Soil Sci. Am. J. 56 : 1560-1565.

Loch R., Rossewell C., 1992. Laboratory methods for measurement of soil erodibility (K factor) for the universal Soil Loss Equation. Australian Journal of soil Research 30,233-248.

Mainam F., Zinck j. A., and Ranst E., 2002. Variation in the soil properties and crop characteristics due to soil erosion at plot scale in the semiarid zone of Cameron. Conference paper Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun . pp 2-16.

Manrique L.A., Junes C.A. and Dike, P.T.1991. Predicting cation-exchange capacity from soil physical and chemical properties. Soil Sci. Sci. Soc. Am. J 55:787-794.

Martel Y.A., Kimpe C. R., and Laverdiere M.R. 1978. Cation-exchange capacity of clay rich soils in relation to organic matter, mineral composition and surface area. Soil Sci. Sci. Soc. Am. J 42:764 - 767.

Michaelsen T., 1991. Watershed Management, Participatory approaches in watershed management planning. FAO, Journal Unasylva version 164.
http://www.fao.org/docrep/u1510e/u1510e02.htm#Top Of Page

Mikesell M. W., 1969. The deforestation of Mount Lebanon. Geographical Review, vol 59 No1 pp1-28

Mkisell M. W., 1960. Deforestation in northern Morocco. Science 132 No 3425: 441- 457.

Miller .G, and Tidman M., 2001. Impact of soil erosion on soil productivity. IOW STATE UNIVERSITY, ic- 418(1). p:3 – 4.

Monnier G., 1955. Les terrasses à lit en pente pour l'interception et l'évacuation des eaux. Fruits 10(7) : 278-283.

Morgan R. P. C., 1986. Soil erosion and conservation. Longman Group UK Ltd., 295 p.

Morgan R. P. C., 2001. A simple approach to soil loss prediction: a revised Morgan-Morgan-Finney model. Catena 44(4) : 305-22.

Mortlock 2005., Soil erosion. School of Geography at Queen's University Belfast, Northern Ireland, UK. **(http://soilerosion.net/**)

Mountjoy D. C., and S. R., Gliessman. 1988. Traditional management of a hillside agro ecosystem in Tlaxcala, Mexico: An ecologically based maintenance system. American Journal of Alternative Agriculture 3: 1-10.

Myers J. H., McLean E. D., and Bingham, J. M. 1988. Reductions in exchangeable magnesium with liming of acid Ohio soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 52,131-136.

NAPCD, 2000. National Action Plan to Combat Desertification .FAO, UNCCD, UNDP. Sana a. Yemen. 75 p.

Narendra R. K., and Tiji W., 2006. Abandonment of agricultural land and its consequences. Case study in the Sikles area, Gandaki basin, Nepal Himalaya. Mountain Research and Development Vol 26 No 1: 32–40.

NEAP,1995. National Environmental Action Plan. Environment Protection Council, Sana'a, Yemen. 85p.

Newcomb K. 1984. An Economic Justification for Rural a forestation: the case of Ethiopia.The Annals of Regional Science, Volume 21 (3): 80-99.

Noaman A.A., 2005. Ecohydrological-Erosion model for Semi-Arid catchment using GIS techniques: case stud, Wadi Surdud catchment, Yemen. The Arabian Journal for Science and Engineer,Volume 30 (2C): 99-109.

NSERL., 2008. Water erosion, The national soil erosion research laboratory.
http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/overview/intro.html

Ogeen N., ElkensR., and Lewis.D,2006. Erodibility of Agricultural soils, With examples in lake and Mendocino counties. Publication 8194. University of California
http://anrcatalog.ucdavis.edu/

Pipkin B.W., and Trent, D.D., 1997. Geology and the environment. West Publishing Company, Belmont: 522 p.

Plaster E., 2009. Soil science and management. 5th DELMAR CENGAGE Learning USA. 493 p.

Pompa C., and Burley F. W.,1998. The management of natural tropical forests: in Almualem A.C., Technical management of natural and cultivated vegetation resources for desertification control in Delta Abian, Yemen.1998. MS Thesis, forest technical management deportment, Khartoum University. 105 p.

Poultney R., Riley J., and Webster R., 1997. Optimizing plot size and shape for field experiments on terraces. Experimental Agriculture 33(1): 51-64.

Quine T. A., Walling, D. E., and Zhang, X., 1999. Tillage erosion, water erosion and soil quality on cultivated terraces near Xifeng in the Loess Plateau, China. Land Degradation and Development 10: 251-274.

Rappold G., 2004. Hydrological Analysis for Agricultural Water Availability in a Semi-Arid Terraced Catchment, A Case Study from Ta'izz Government, Yemen. Dissertationsarbeit zur Erlangung des Doktorgradesam Institut für Geographische Wissenschaftendes Fachbereiches Geowissenschaftenan der Freien Universität Berlin.

Reddy V. R., Reddy, S. Galab, J. Soussan, and Baganski O. S. 2004. Participatory watershed development in India: Can it sustain rural livelihoods? Development and Change 35(2):297-326.

Rieke-Zapp D., and Nearing M., 2005. Slope Shape Effects on Erosion A Laboratory Study. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:1463-1471.

Ritter M.E, 2006. Physical Environment: an Introduction to Physical Geography. http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/title_page.html

Robichaud P.R.; Brown, R.E. 1999. Measuring Rill Erosion Rates in a Steep Forest Environment. Moscow FSL publication no. 1999j.
http://forest.moscowfsl.wsu.edu/cgi-bin/engr/library/searchpub.pl?pub=1999jS

Robertson Group plc,. 1991. Topgraphic Map of Yemen. Two sheets 1:1.000.000 and 35 sheets 1:250.000. The Natural Resources Project, Republic of Yemen, Contract 2. AFESD and UNDP.

Rodriguez A. R,. Arbelo C. D,. Mora j. A,. and Guerra,2004. Soil Erodibility Variation in Relation to Environmental Factors in Volcanic Soils of Canary Islands(SPAIN). ISCO 13 the International Soil Conservation Conference-Bisbane, July, Paper No. 926,pp1-4.

Roger V., 1989. Erosion make soils more erodibility. conservation tillage hand book series chapter 1-Erosion Impacts, N°.10. http://pnwsteep.wsu.edu/tillagehandbook/chapter1/011089.htm

Romken M., Roth C., Nelson D., 1977. Erodibility of selected clay subsoil's in relation to physical and chemical properties. Soil Society of American Journal 41,954-960.

Roose E., 1996. Land Husbandry- component and strategy. Soil resources management on conservation service. land and water development division, FAO. 380 p.

Ruecker G., Schad P., Alcubilla, M. M., and Ferrer, C., 1998. Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in Mediterranean Spain. Land Degradation and Development 9: 179-188.

Saif A. K., 1993. Land Resources. Annex C . In Dray Land Resource Management in Northern highlands of Yemen (A case study in Kuhlan- Afar /Shareis District. volume II. Annexes. AREA, ICARDA and FAO. Sana'a. 251 p.

Schottman R. W., and White J., 1993. Choosing terrace systems. Agricultural publication G1500.Department of Agricultural Engineering, University of Missouri-Columbia. [online] URL:http://muextension.missouri.edu/explore/> agguides/agengin/g01500.htm-

Schwab G., et al. 1971. Elementary Soil and Water Engineering : in Altaif et al , 1990. Soil and Water conservation, faculty of agriculture, Baghdad University. 255p.

Schwab G., 1966. Soil and Water Conservation Engineering : in Altaif E., Al-hurairty F., and Abd F., 1990. Soil and Water conservation, faculty of agriculture, Baghdad University. 255p.

Sheridan H. B., Loch R. G,. Walker C. M., 2000. Estimation of erosion model erodibility parameters from media properties. Aust. J. Res., 2000, 38,256-84.

Shrestha, D. P., 1997. Assessment of soil erosion in the Nepalese Himalaya: case study in Likhu Khola Valley, Middle Mountain Region. Land Husbandry; 2(1): 59-80.

Shiferaw B., Tewodros K., and Reddy R., 2008. Community Watershed Management in Semi-arid India: The State of Collective Action and its Effects on Natural Resources and Rural Livelihoods CAPRi Working Paper No. 85.P 38.

Siebert S. F., Belsky J. M.,1990. Bench terracing in the Kerinci uplands of Sumatra, Indonesia, Journal of Soil and Water Conservation September 1990 vol. 45 no. 5 559-562 .

Skinner B. J., and Porter, S.C. 1995. The dynamic earth, an introduction to physical geology (3dEdition). New York, John Wiley and Sons, 567 p.

Soutter M., Mermoud A., 2007. Ingénierie des Eaux et Du Sol. Processus et a managements. Pressés Polytechniques et Universitaires, ROMANDAS. 294 p.

Soil Survey Staff, 2003. Keys to Soil Taxonomy (ninth edition). (SCS). United States Department of Agriculture (USDA). Washington. 332p.

Spencer J. E., Hale G. A., 1961. The origin, nature, and distribution of agricultural terracing. Pacific Viewpoint 2: 1-40.

Sutikto T., and Chikamori K., 1993. Evaluation of Philip's infiltration equation for cultivated upland terraces in Indonesia. Journal of Hydrology 143(3-4): 279-295.

Seyfried M., 1991. Infiltration patterns from simulated rainfall on semiarid rangeland soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 55:1726-1734.

Thapa A. K., 2005. Community Development Groups and Watershed Management Activities in Dhading District, Nepal, In Zoebisch M., Mar Cho K., Mowla R., Hein S. Integrated Watershed

Management – Studies and Experiences from Asia. Asian Institute of Technology, Thailand. pp 1-16.

Tripathi s. 2005. Institutional Analysis of Watersheds "with" and "without" External Assistance In The Hills of Nepal : In Zoebisch M., Mar Cho K., Mowla R., Hein S. Integrated Watershed Management – Studies and Experiences from Asia. Asian Institute of Technology, Thailand. pp 17-37.

Treacy J. M., 1987. Building and Rebuilding Agricultural Terraces in the Colca Valley of Peru. Yearbook, Conference of Latin Americanist Geographers 13:51-57.

UN,. 1987. Our Common Future(Brundtland Report), Oxford University Press, Oxford in: Clini C., Musu I., AND Gulino M., 2008. Sustainable Development and Environmental Management, Experiences and Case studies. Springer. Netherland pp 17-31.

UNCCD,1994. United Nation Convention for Combating Desertification. Secretariat of United Nations for Combat Desertification.

UNEP. 1992. World Atlas of Desertification. United Nations environmental program, London, Edward Arnold. p 69.

Varisco D. M., 1991. The Future of Terrace Farming in Yemen: A Development Dilemma. Agriculture and Human Values VIII/1-2:166-172.

Vavilov N. I.,1945. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Chronica Botanica, USA, xviit 264 p.

Van der Gun, Jac A. M., and Abdul Aziz A., 1995. The Water Resources of Yemen. A summary and digest of available information. Report WRAY-35. Water Resources Assessment. Ministry of oil and mineral resources. Sana'a, Yemen and institute of applied geosciences, Netherlands. 117 p.

Vincent A., and Bissonnais Y., 2003. Runoff Features for Erosion at Different Rainfall Intensities, Slope Lengths, and Gradients in an Agricultural Loessial Hills lope. Soil Sic. Soc. Am J. 67: 844-851.

Vogel H., 1987. Terrace farming in Yemen. J SOIL WATER CONSERV; 42(1) : 18-21.

Wall G., Baldwin C., and Shelton,. 1987. Soil Erosion – Causes and Effects. College of Agricultural Technology, Ontario.
http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/87 -040.htm#Soil%20Erodibility

Wang Xing-guang, and Wang Lin. 1991. On the ancient terraced fields in China. Tools and Tillage 6:191-201.

Whiting E., Bonniwell and Matisoff ., 2001. Depth and aerial extent of sheet and rill erosion based on radionuclide in soils and suspended sediment. Geology; December 2001; 29 (12), pp. 1131-1134.

William A., and Dick-Peddie, 1991. Arid and Semi arid Lands : Global and comprehensive perspective: in Skujini. J., Arid and Desert Lands, Resource and Soil Reclamation. Marcel Dekker, Inc. USA.pp 22-79.

Wilkinson T. J., 2008. Project for The Archaeology Of Yemeni Terraced Agriculture, Annual report. The Oriental Institute of the University of Chicago. U.S.
http://oi.uchicago.edu/research/pubs/ar/00-01/yemen.html

Wischmeier W., Johnson C., Cross B., 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Journal of Soil and Water conservation 26,189-193.

Wischmeier W. H., Smith D. D., and Uhland R. E., 1958. Evaluation of factors in the soil loss equation. Agric. Eng. 39: 458-62.

WRB, 2006. World Reference Base for Soil Resources first update 2007. A framework for international classification, correlation and communication. IUSS , ISRIC, FAO, Rome. 128 p.

Young R. A., Muchler C. K.,1977. Erodibility of some Minnesotan soils. Journal of soil and Water Conservation Vol 32, (3) :180-182

Zachar D., 1982. Soil erosion , Developments in Soil Science, Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. Oxford. New York. 548 p.

Ziebell D., and Richards P., 1999. Gully erosion. State of Victoria deportment of Natural Resources and Environnent.
http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/WebPages/TPRY-5Z65Y4?open

Zoebisch M., Mar Cho K., Mowla R., Hein S., 2005. Integrated Watershed Management – Studies and Experiences from Asia. Asian Institute of Technology, Thailand. 956 p.

الـــمـلاحـق

ANNEXES

ملحق1: المتوسط الشهري والسنوي للأمطار بحسب محطة أرصاد مدينة حجة 1985–2007

السنوات	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	الأمطار السنوية
1985	0.0	51.9	185.1	147.0	116.6	90.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.2	0.0	598.8
1986	11.0	23.0	129.0	234.0	94.0	50.0	159.0	111.0	49.0	2.0	8.0	19.0	889.0
1987	16.0	4.0	79.0	1.0	170.0	5.0	62.3	89.9	5.6	0.0	1.3	14.7	448.8
1988	12.8	15.0	8.5	111.7	2.1	48.2	33.1	111.5	87.8	5.1	8.0	1.8	445.6
1989	6.3	7.4	87.7	87.4	39.7	29.6	110.4	99.4	21.3	2.1	0.6	16.8	508.7
1990	X	x	28.0	117.0	123.0	x	22.0	156.0	35.0	x	28.0	x	509.0
1991	0.0	33.0	38.0	65.0	17.0	0.0	0.0	15.0	7.0	0.0	26.5	29.5	231.0
1992	0.0	0.0	0.0	71.0	101.0	64.5	70.0	222.5	29.5	13.0	35.5	100.0	707.0
1993	0.0	0.0	0.0	365.5	182.0	57.0	107.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	711.5
1994	0.0	0.0	41.5	72.0	35.5	53.5	84.2	83.5	30.5	0.0	0.0	0.0	400.7
1995	0.0	0.0	124.0	35.0	127.5	0.0	16.0	176.0	30.0	0.0	0.0	64.0	572.5
1996	0.0	0.0	178.0	115.0	78.0	151.5	30.0	118.0	38.0	0.0	0.0	0.0	708.5
1997	0.0	.0.0	43.0	51.0	102.0	39.0	135.0	108.0	55.0	152.0	29.0	0.0	714.0
2000	0.0	0.0	0.0	13.5	70.0	0.0	133.0	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	251.5
2001	0.0	0.0	50.0	55.0	55.0	20.0	155.0	81.0	14.0	15.0	0.0	0.0	445.0
2002	15.0	0.0	45.2	51.7	28.3	16.0	35.4	87.3	19.1	1.1	0.5	17.9	317.5
2003	0.0	19.3	34.9	117.5	4.4	25.4	19.6	89.5	4.3	0.0	0.0	8.0	322.9
2004	0.0	0.0	0.0	168.8	43.7	29.4	68.7	82.5	0.0	0.0	0.0	0.0	393.1
2005	X	x	x	x	x	2.oo	149.5	32.5	70.0	23.3	55.8	x	333.0
2007	X	x	x	x	x	20.8	70.0	137.8	66.0	x	x	x	294.5
المتوسط	**3.6**	**9.6**	**59.6**	**104.4**	**77.2**	**38.9**	**73.0**	**91.8**	**28.1**	**12.3**	**10.2**	**16.0**	**490.1**

ملحق2: عناصر المناخ لمحطة أرصاد مدينة حجه للفترة 2005- 2007

	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
درجة الحرارة العظمى (مئوية)	24.5	27.5	26	30.2	29	33.5	30.2	29.5	32	30.5	25.6	24.5
درجة الحرارة الصغرى (مئوية)	11	11.6	14.6	14.4	15.6	18.4	15.4	15.4	14	15	12.6	12.2
متوسط درجات الحرارة (مئوية)	17.8	19.6	20.3	22.3	22.3	26.0	22.8	22.5	23.0	22.8	19.1	18.4
الرطوبة النسبية (%)	76	71	77	56	66	54	55	62	60	46	69	62
سرعة الرياح (م / ث)	2.6	3.7	3.4	3.7	1.8	2.4	2.7	2.5	2.7	3.5	2.8	2.6
كمية الأمطار (مليمتر / الشهر)	3.0	0.0	32.2	45.6	39.5	12.1	45.7	85.6	27.4	0.4	11.6	0.0

ملحق3: الاستبيان الاجتماعي الاقتصادي

استبيان اجتماعي اقتصادي حول تقييم حالة المدرجات الزراعية في المسقط المائي

لمنطقة القمة – كحلان عفار/ محافظة حجة-اليمن

إعداد : **إشراف:**

م. عمر أسعد جازم غانم **بروفيسور/ جيلي قدور**

يوليو، 2008

1) معلومات عامة

- اسم مدلي البيانات .....
- الجنس: ذكر ☐ أنثى ☐
- العمر:. 25- 35 ☐ 36-45 ☐ < 45 ☐ √
- الحالة الاجتماعية: عزب ☐ متزوج ☐
- القرية..بيت الولي..... المديرية...كحلان عفار.....
- المهنة: .....مزارع.....
- المستوى التعليمي: أمي ☐ قرأ ويكتب ☐ ثانوي √ جامعي ☐ ☐

2) حيازة الأرض:

- ملكية: مستأجرة √ ☐ وقف ☐ √ ☐
- مساحة الأرض الزراعية: .....0, 57.....هكتار

3) المحاصيل المنزرعة:

	< 0.25 هـ	0.5-0.25 هـ	1.0-0.5 ه- >	0.ه
ذرة رفيعة	☐	☐	☐	☐
ذرة شامية	☐	☐	☐	☐
شعير	☐	☐	☐	☐
قمح	☐	☐	☐	☐
خضر	☐	☐	☐	☐
فاكهة	☐	☐	☐	☐
أخرى	☐ علبة+عدس			

4) العائد المحصولي: للبيع ☐ للاستهلاك ☐ للاثنين معا ☐

- هل عائد المحصول يغطي تكاليف الإنتاج: نعم ☐ ☐
- هل هناك مصدر آخر للدخل: نعم ☐ لا ☐

5) العمليات الزراعية:

- حراثة الأرض في الموسم مرة ☐ مرتين ☐ ثلاث ☐
- التسميد: بلدي ☐ وي ☐
- إدارة المياه السطحية: فردي ☐ ي ☐
- هل هناك نزاعات حول إدارة المياه: نعم ☐ لا ☐
- كيف يتم حل النزاعات: بالعرف ☐ ☐

6) الثروة الحيوانية: < 5 رؤوس 5-10 رؤوس 10-30 رأس > 30

- أبقار: ☐ ☐ ☐ ☐
- ماعز: ☐ ☐ ☐ ☐
- أغنام: ☐ ☐ ☐ ☐
- حمير: ☐ ☐ ☐ ☐
- دجاج: ☐ ☐ ☐ ☐

7) الغطاء النباتي:

- هل تحافظون على الأشجار؟ نعم ☐ لا ☐
- كيف يتم تقطيع الأشجار؟ قطع جائر ☐ ب ☐
- الغرض من قطع الأشجار: حطب ☐ انت ☐ م أخ ☐ ☐
- هل هناك أعراف خاصة بتنظيم تقطيع الأشجار؟ نعم ☐ لا ☐ ☐
- هل يتم زراعة الأشجار حول المدرجات الزراعية؟ نعم ☐ ☐

8) المراعي:

- هل تحافظون على المراعي؟ نعم ☐ لا ☐ ☐
- هل هناك أعراف خاصة بتنظيم المراعي نعم ☐ لا ☐ ☐
- ماهر نظام الرعي المتبع ؟ خاص ☐ مشاع ☐ محمي ☐ ☐

9) المدرجات الزراعية:

- **أسباب تدهور المدرجات الزراعية:** **رئيسي** **ثانوي** **بسيط** **غيرمهم**

1) أسباب طبيعية:

- شدة الانحدار ☐ ☐ ☐ ☐
- كوارث السيول ☐ ☐ ☐ ☐

2)أسباب بشرية:

- الفقر ☐ ☐ ☐ ☐
- الهجرة ☐ ☐ ☐ ☐
- شق الطرقات ☐ ☐ ☐ ☐
- إزالة الغطاء النباتي ☐ ☐ ☐ ☐
- قلة العائد ☐ ☐ ☐ ☐
- قلة الدعم ☐ ☐ ☐ ☐
- انتشار الأوبئة ☐ ☐ ☐ ☐
- تقدم المزارعين في السن ☐ ☐ ☐ ☐
- الوظائف الحكومية ☐ ☐ ☐ ☐

10) احتياجات تأهيل المدرجات الزراعية: مهم جدا مهم أقل أهمية غير مهم

- توفير المواد الأساسية ☐ ☐ ☐ ☐
- مساعدات مالية ☐ ☐ ☐ ☐
- أنشاء خزانات مياه ☐ ☐ ☐ ☐
- توفير بذور محسنة ☐ ☐ ☐ ☐
- توفير أسمدة ☐ ☐ ☐ ☐
- توعية وإرشاد زراعي ☐ ☐ ☐ ☐
- تدريب ☐ ☐ ☐ ☐

11) الأعراف السائدة:

- هل توجد أعراف خاصة بصيانة المدرجات؟ نعم ☐ لا ☐
- إذا كانت الإجابة نعم. اذكرها:
- ....كان في السابق نظام العون سائدا .....
- .....
- .....
- كيف يتم توزيع حصاد المياه للمدرجات وتصريفها في المناطق العلوية:
- .....
- .....
- .....
-

12) التوجهات الرسمية:

- هل هناك جهات رسمية تقوم بصيانة المدرجات؟ نعم ☐ ☐
- إذا كانت الإجابة نعم. اذكرها:
- .....
- .....
- .....
- نوع الدعم:
- .....
- .....
- .....

13)الاحداثيات و الارتفاع عن سطح البحر:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

ملحق4: استمارة وصف الملاحظات الحقلية لاختبارات التربة والعوامل البيئية في المدرجات الزراعية

- رمز ورقم الأوجر: ☐☐☐☐

- التاريخ: ☐☐☐☐☐☐

- الاحداثيات:..... ..... شرقاً ..... شمال

- الارتفاع عن سطح البحر:..... مت

- طبوغرافية الارض: مستوية نوعاً ما ☐ متعرجة ☐ متوسطة الانحدار ☐ منحدر ☐

- نسبة الانحدار (%) 2-8 ☐ 8-16 ☐ 16-30 ☐ 30< ☐

- نوع الصخر : رسوبي .....

- الحصىٰ والاحجار في الطبقة السطحية (%) < 2 ☐ 2-10 ☐ 10-25 ☐ 25-0 ☐ 0< ☐

- شكل الحصىٰ والاحجار: مستديرة ☐ مستديرة م☐ة ☐يا ☐

- مادة اصل التربة : ترسيبات مائية Alluvium ☐ مقذوفات الصخور الجبلية Colluviums ☐

مختلط Alluvium & Colluvium ☐ تجوية محلية In situ weathered ☐

- وجود القشرة crusting: موجودة ☐ غير موجودة ☐

- ظاهرة التشقق: Cracks موجودة ☐ غير موجودة ☐

عمق الشق ☐ عرض الشق ☐ المسافة بين الشقوق ☐

- **الغطاء النباتي**:
- الحشائش ..... (%) النوع .....
-
- الشجيرات: ..... (%) النوع .....
-
- الاشجار : .....(%) النوع .....
-
- **المحاصيل المنزرعة** :
- محاصيل حبية :.....
-
- محاصيل علفية :.....
-
- محاصيل خضر :.....
-
- فاكهة :.....
-
- أخرى :.....

وصف حالة المدرجات الزراعي

الوحدة الأرضية	حالة التدهور	متوسط ابعاد المدرجات			خواص التربة	
		طول	عرض	ارتفاع	اللون	القوام
المدرجات العالية جداً	المتدهورة				جاف	
	متوسطة التدهور					
	خفيفة التدهور				رطب:	
	السليمة					
المدرجات العالية	المتدهورة				جاف	
	متوسطة التدهور					
	خفيفة التدهور				رجب	
	السليمة					
المدرجات الوسطية	المتدهورة				جاف	
	متوسطة					
	متوسطة التدهور				رطب	
	السليمة					
المدرجات السفلية	المتدهورة				جاف	
	متوسطة التدهور					
	خفيفة التدهور				رطب	
	السليمة					

- تفاعل كربونات الكالسيوم مع HCL

- حالة التعرية : خفيفة ☐ متوسطة ☐ شديدة ☐

- نوع التعرية : صفائحية ☐ جدولية ☐ أخدودية ☐

ملحق5: استمارة اختبار نفاذية التربة

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors: Coordinates:

Date: E

Location: N

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8					
10					
12					
14					
16					
18					
20					
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
25					
30					
35					
40					
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
50					
60					
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
75					
90					
105					
120					
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
150					
180					
210					
240					
300					
360					

ملحق6: نتائج التحليل ألمختبري للخواص الفيزيائية للتربة

No	Code	terrace status	texture				aggregate stability	particle density	bulk density	PF %		porosity
			Silt	Clay	Sand	texture	log10	gm/cm3	gm/cm3	PF 2.5	PF4.2	%
1	32(0-30)	D1	48.46	13	38.5	Si C L	1.53	2.7	1.4	23.5	9.5	48
2	40(0-30)	D2	54.59	7.5	37.9	Si L	1.63	2.73	1.3	30.8	8.2	52
3	41(0-30)	D2	57.34	26	16.7	Si L	1.69	2.94	1.5	29.9	5.1	49
4	43(0-30)	D4	18.03	12	70.0	S L	1.6	2.65	1.6	15	4.9	40
5	48(0-30)	D4	44.38	10	41.4	L	1.6	2.8	1.3	25	7	54
6	51(0-30)	D1	55.81	14.5	29.7	Si L	1.9	2.73	1.3	27.4	4.2	52
7	57(0-30)	D4	50.64	13	36.4	Si L	2.2	2.85	1.2	22.6	4.5	58
8	61(0-30)	D4	64.36	7.5	28.1	Si L	1.8	2.86	1.3	24.8	6.3	55
9	62(0-30)	D2	46.69	35.5	17.8	Si C L	1.7	2.84	1.3	23.7	10.1	54
10	67(0-30)	D2	48.68	32	19.3	Si C L	1.6	2.59	1.5	26.3	8.4	42
11	75(0-30)	D2	64.32	16	19.7	Si L	1.23	2.67	1.3	24.7	3.2	51
12	90(0-3)	D1	52.9	31	16.6	Si C L	1.2	2.72	1.3	33.3	9.5	52
13	94(0-30)	D1	49.79	29.5	20.7	C L	0.9	2.71	1.3	26.4	8.9	52
14	96(0-25)	D1	53.72	20.5	25.8	C L	1.3	2.7	1.3	29	7.5	52
15	102(0-30)	D4	55.31	17	26.7	Si L	0.3	2.95	1.2	27.5	7.6	59
16	107(0-30)	D3	53.38	24	22,62	Si L	0.7	2.78	1.2	25.2	7	57
17	108(0-30)	D3	45.79	40	14.2	Si C L/Si C	0.6	2.56	1.2	23	10.9	53
18	109(0-30)	D3	48.58	31.5	19.9	Si C L	0.8	2.75	1.2	24.6	7.1	56
19	110(0-30)	D3	58.35	17.5	24.2	Si L	0.9	2.74	1.3	24.9	5.8	53
20	113(0-30)	D1	26.87	20.5	31.9	L	1.5	2.6	1.3	24.9	5.6	50
21	HAQ10(0-15)	D3	53.83	27.5	18.7	Si C L	0.7	2.59	1.22	23.8	6.4	53
22	HAQ11(0-30)	D2	65.09	12.5	22.4	SiL	1.4	2.73	1.27	19	4	53
23	HAQ12(0-40)	D2	57.71	15.5	26.8	Si L	1.24	2.74	1.24	23.4	3.9	55
24	HAQ13(0-30)	D1	13	1.5	73.0	L S	1.7	2.64	1.33	12	3	50

ملحق 7: نتائج التحليل ألمختبري للخواص الكيميائية للتربة

No	Code	terrace status	Exchangeable base				CEC	Available	Available	PH	EC ms /cm	Caco3%	O.M%
			Mg cmol/kg	Ca cmol/kg	K cmol/kg	Na cmol/kg	cmol/kg	P mg/kg	K mg/kg				
1	32(0-30)	D1	5.45	7.53	0.54	0.49	17.15	14.25	1.18	7.7	0.172	13.25	0.7
2	40(0-30)	D2	2.71	11.88	0.56	0.44	13.61	21.58	1.97	7.54	0.189	3	3.3
3	41(0-30)	D2	5.67	11.8	0.58	0.43	16.22	6.29	1.71	7.89	0.141	20.5	0.84
4	43(0-30)	D4	2.27	7.81	0.56	0.58	9.17	11.52	0.66	8.o1	0.105	2	0.11
5	48(0-30)	D4	3.93	12.23	0.6	0.52	17.05	5.03	1.31	8.5	o.134	38.75	0.11
6	51(0-30)	D1	9.63	8.69	0.64	0.59	21.52	1.26	1.68	7.96	0.139	12.5	1.27
7	57(0-30)	D4	3.46	11.68	0.46	0.59	22.51	4.61	1.38	7.59	0.395	21.5	1.3
8	61(0-30)	D4	2.41	8.77	0.63	0.52	12.48	4.19	2.4	8.01	0.151	45	0.7
9	62(0-30)	D2	3.52	12.27	0.57	0.53	13.71	11.52	1.08	8.05	0.131	34.75	2.6
10	67(0-30)	D2	5.92	11.6	0.56	0.47	12.41	10.9	1.84	7.82	0.175	18	2.64
11	75(0-30)	D2	3.33	7.92	0.7	0.54	13.01	12.57	2.04	7.84	0.189	30.25	1.3
12	90(0-3)	D1	6.24	7.55	0.85	0.58	19.7	11.31	1.61	7.92	0.151	14.75	0.53
13	94(0-30)	D1	8.41	9.26	0.7	0.52	19.1	2.93	1.68	7.91	0.124	13.25	1.2
14	96(0-25)	D1	3.84	11.68	0.71	0.46	16.92	10.27	1.28	7.88	0.131	3.25	3.7
15	102(0-30)	D4	3.03	11.82	0.54	0.49	16.88	13.41	1.02	7.74	0.201	15.5	4.01
16	107(0-30)	D3	4.48	11.86	0.63	0.57	16.65	4.4	1.81	7.78	0.178	22.5	2.5
17	108(0-30)	D3	7.61	7.3	0.45	0.58	19.9	10.48	1.02	7.57	0.244	28	1.7
18	109(0-30)	D3	3.37	7.96	0.56	0.39	16.16	10.48	0.85	7.7	0.186	28.75	2.6
19	110(0-30)	D3	3.38	11.66	0.94	0.48	15.46	5.87	0.99	7.76	0.137	18.75	2.33
20	113(0-30)	D1	5.24	12.05	0.51	0.49	15.96	4.61	2.3	8.3	0.161	18.75	1.4
21	HAQ10(0-15)	D3	3.83	11.19	0.53	0.51	22.51	9.22	0.92	7.87	0.146	20.25	2.3
22	HAQ11(0-30)	D2	2.15	7.57	0.45	0.48	6.42	9.85	0.92	8.06	0.152	57	0,95
23	HAQ12(0-40)	D2	4.83	7.55	0.49	0.37	14.53	8.38	0.99	7.7	0.174	25	2.5
24	HAQ13(0-30)	D1	3.9	11.7	0.56	0.54	17.21	7.96	1.31	7.95	0.203	6.5	0.2

ملحق8: إحصاء وصفي للخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة على مستوى فئات التدهور الأربع

(Descriptive statistic)

vaiables	**Terrace status**	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	CV
silt	D1	13.00	55.81	42.9357	16.39659	.38189
	D2	46.69	65.09	56.3457	7.04722	.12507
	D3	45.79	58.35	51.9860	4.89478	.09416
	D4	18.03	64.36	46.5440	17.52684	.37657
clay	D1	1.50	31.00	18.6429	10.16823	.54542
	D2	7.50	35.50	20.7143	10.53113	.50840
	D3	17.50	40.00	28.1000	8.40684	.29918
	D4	7.50	17.00	11.9000	3.54260	.29770
sand	D1	16.60	73.00	33.7429	18.75534	.55583
	D2	16.70	37.90	22.9429	7.39479	.32231
	D3	14.20	24.20	19.9200	3.86355	.19395
	D4	26.70	70.00	40.5200	17.55041	.43313
aggregate stability	D1	.90	1.90	1.4329	.33150	.23135
	D2	1.23	1.70	1.4986	.20554	.13716
	D3	.60	.90	.7400	.11402	.15408
	D4	.30	2.20	1.5000	.71414	.47610
particle density	D1	2.60	2.73	2.6857	.04756	.01771
	D2	2.59	2.94	2.7486	.11335	.04124
	D3	2.56	2.78	2.6840	.10114	.03768
	D4	2.65	2.95	2.8220	.11032	.03909
bulk density	D1	1.30	1.40	1.3186	.03761	.02852
	D2	1.24	1.50	1.3443	.10861	.08079
	D3	1.20	1.30	1.2240	.04336	.03542
	D4	1.20	1.60	1.3200	.16432	.12448
pf 2.5	D1	12.00	33.30	25.2143	6.62758	.26285
	D2	19.00	30.80	25.4000	4.05298	.15957
	D3	23.00	25.20	24.3000	.89443	.03681
	D4	15.00	27.50	22.9800	4.78665	.20830
pf4.2	D1	3.00	9.50	6.8857	2.64791	.38455
	D2	3.20	10.10	6.1286	2.71889	.44364
	D3	5.80	10.90	7.4400	2.00325	.26925
	D4	4.50	7.60	6.0600	1.33154	.21973
porosity	D1	48.00	52.00	50.8571	1.57359	.03094
	D2	42.00	55.00	50.8571	4.37526	.08603
	D3	53.00	57.00	54.4000	1.94936	.03583

	D4	40.00	59.00	53.2000	7.66159	.14401
ex.Mg	D1	3.84	9.63	6.1014	2.19569	.35986
	D2	2.15	5.92	4.0186	1.46786	.36527
	D3	3.37	7.61	4.5340	1.77813	.39218
	D4	2.27	3.93	3.0200	.69936	.23158
ex.Ca	D1	7.53	12.05	9.7800	1.99763	.20426
	D2	7.55	12.27	10.0843	2.26095	.22421
	D3	7.30	11.86	9.9940	2.18419	.21855
	D4	7.81	12.23	10.4620	2.02172	.19324
ex.K	D1	.51	.85	.6443	.11956	.18557
	D2	.45	.70	.5586	.07862	.14075
	D3	.45	.94	.6220	.18913	.30407
	D4	.46	.63	.5580	.06496	.11642
EX.Na	D1	.46	.59	.5243	.04860	.09270
	D2	.37	.54	.4657	.05912	.12695
	D3	.39	.58	.5060	.07701	.15219
	D4	.49	.59	.5400	.04301	.07965
CEC	D1	15.96	21.52	18.2229	1.95010	.10701
	D2	6.42	16.22	12.8443	3.08384	.24009
	D3	15.46	22.51	18.1360	2.97982	.16430
	D4	9.17	22.51	15.6180	5.06376	.32423
avail. P	D1	1.26	14.25	7.5129	4.76334	.63403
	D2	6.29	21.58	11.5843	4.87618	.42093
	D3	4.40	10.48	8.0900	2.79489	.34547
	D4	4.19	13.41	7.7520	4.36406	.56296
avai.K	D1	1.18	2.30	1.5771	.37907	.24035
	D2	.92	2.04	1.5071	.49070	.32559
	D3	.85	1.81	1.1180	.39239	.35098
	D4	.66	2.40	1.3540	.64998	.48005
PH	D1	7.70	8.30	7.9457	.17906	.02254
	D2	7.54	8.06	7.8429	.18482	.02356
	D3	7.57	7.87	7.7360	.11104	.01435
	D4	7.59	8.50	7.9700	.34691	.04353
EC	D1	.12	.20	.1544	.02719	.17607
	D2	.13	.19	.1644	.02321	.14114
	D3	.14	.24	.1782	.04220	.23684
	D4	.11	.40	.1972	.11594	.58793
CaCO3	D1	3.25	18.75	11.7500	5.21017	.44342
	D2	3.00	57.00	26.9286	16.70249	.62025
	D3	18.75	28.75	23.6500	4.52286	.19124
	D4	2.00	45.00	24.5500	17.46103	.71124
OM	D1	.20	3.70	1.2857	1.15053	.89486

	D2	.84	3.30	2.0186	.96999	.48053
	D3	1.70	2.60	2.2860	.34997	.15309
	D4	4.01	1.2460	1.62186	1.30165	

ملحق 9: نتائج عملية مقارنة المتوسطات للخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة (اختبار بوست هوك)

Multiple Comparisons

Dependent Variable	(I) terace status	(J) terace status	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Silt	D1	D2	-13.41000	6.79881	.063	-27.5921	.7721
		D3	-9.05029	7.44772	.238	-24.5860	6.4854
		D4	-3.60829	7.44772	.633	-19.1440	11.9274
	D2	D3	4.35971	7.44772	.565	-11.1760	19.8954
		D4	9.80171	7.44772	.203	-5.7340	25.3374
	D3	D4	5.44200	8.04446	.506	-11.3384	22.2224
Clay	D1	D2	-2.07143	4.80875	.671	-12.1023	7.9594
		D3	-9.45714	5.26772	.088	-20.4454	1.5311
		D4	6.74286	5.26772	.215	-4.2454	17.7311
	D2	D3	-7.38571	5.26772	.176	-18.3740	3.6026
		D4	8.81429	5.26772	.110	-2.1740	19.8026
	D3	D4	16.20000*	5.68979	.010	4.3313	28.0687
Sand	D1	D2	10.80000	7.30015	.155	-4.4278	26.0278
		D3	13.82286	7.99691	.099	-2.8584	30.5041
		D4	-6.77714	7.99691	.407	-23.4584	9.9041
	D2	D3	3.02286	7.99691	.709	-13.6584	19.7041
		D4	-17.57714*	7.99691	.040	-34.2584	-.8959
	D3	D4	-20.60000*	8.63765	.027	-38.6178	-2.5822
aggregate stability	D1	D2	-.06571	.20719	.754	-.4979	.3665
		D3	.69286*	.22696	.006	.2194	1.1663
		D4	-.06714	.22696	.770	-.5406	.4063
	D2	D3	.75857*	.22696	.003	.2851	1.2320
		D4	-.00143	.22696	.995	-.4749	.4720
	D3	D4	-.76000*	.24515	.006	-1.2714	-.2486
particle density	D1	D2	-.06286	.05075	.230	-.1687	.0430
		D3	.00171	.05559	.976	-.1142	.1177
		D4	-.13629*	.05559	.024	-.2522	-.0203
	D2	D3	.06457	.05559	.259	-.0514	.1805
		D4	-.07343	.05559	.201	-.1894	.0425
	D3	D4	-.13800*	.06004	.032	-.2632	-.0128
bulk density	D1	D2	-.02571	.05275	.631	-.1357	.0843
		D3	.09457	.05778	.117	-.0260	.2151
		D4	-.00143	.05778	.981	-.1220	.1191
	D2	D3	.12029	.05778	.050	-.0003	.2408
		D4	.02429	.05778	.679	-.0963	.1448
	D3	D4	-.09600	.06241	.140	-.2262	.0342

PF 2.5	D1	D2	-.18571	2.55499	.943	-5.5153	5.1439
		D3	.91429	2.79885	.747	-4.9240	6.7526
		D4	2.23429	2.79885	.434	-3.6040	8.0726
	D2	D3	1.10000	2.79885	.698	-4.7383	6.9383
		D4	2.42000	2.79885	.397	-3.4183	8.2583
	D3	D4	1.32000	3.02310	.667	-4.9861	7.6261
PF4.2	D1	D2	.75714	1.25110	.552	-1.8526	3.3669
		D3	-.55429	1.37051	.690	-3.4131	2.3045
		D4	.82571	1.37051	.554	-2.0331	3.6845
	D2	D3	-1.31143	1.37051	.350	-4.1703	1.5474
		D4	.06857	1.37051	.961	-2.7903	2.9274
	D3	D4	1.38000	1.48032	.362	-1.7079	4.4679
porosity	D1	D2	.00000	2.32905	1.000	-4.8583	4.8583
		D3	-3.54286	2.55135	.180	-8.8649	1.7792
		D4	-2.34286	2.55135	.369	-7.6649	2.9792
	D2	D3	-3.54286	2.55135	.180	-8.8649	1.7792
		D4	-2.34286	2.55135	.369	-7.6649	2.9792
	D3	D4	1.20000	2.75577	.668	-4.5484	6.9484
EX Mg cmol/kg	D1	D2	2.08286*	.89807	.031	.2095	3.9562
		D3	1.56743	.98379	.127	-.4847	3.6196
		D4	3.08143*	.98379	.005	1.0293	5.1336
	D2	D3	-.51543	.98379	.606	-2.5676	1.5367
		D4	.99857	.98379	.322	-1.0536	3.0507
	D3	D4	1.51400	1.06261	.170	-.7026	3.7306
EX Ca cmol/kg	D1	D2	-.30429	1.13419	.791	-2.6702	2.0616
		D3	-.21400	1.24244	.865	-2.8057	2.3777
		D4	-.68200	1.24244	.589	-3.2737	1.9097
	D2	D3	.09029	1.24244	.943	-2.5014	2.6820
		D4	-.37771	1.24244	.764	-2.9694	2.2140
	D3	D4	-.46800	1.34199	.731	-3.2673	2.3313
EX K cmol/kg	D1	D2	.08571	.06356	.193	-.0469	.2183
		D3	.02229	.06963	.752	-.1230	.1675
		D4	.08629	.06963	.230	-.0590	.2315
	D2	D3	-.06343	.06963	.373	-.2087	.0818
		D4	.00057	.06963	.994	-.1447	.1458
	D3	D4	.06400	.07521	.405	-.0929	.2209
EX Na cmol/kg	D1	D2	.05857	.03077	.071	-.0056	.1228
		D3	.01829	.03370	.593	-.0520	.0886
		D4	-.01571	.03370	.646	-.0860	.0546
	D2	D3	-.04029	.03370	.246	-.1106	.0300
		D4	-.07429*	.03370	.039	-.1446	-.0040
	D3	D4	-.03400	.03640	.361	-.1099	.0419
CEC cmol/kg	D1	D2	5.37857*	1.76458	.006	1.6977	9.0594

		D3	.08686	1.93300	.965	-3.9453	4.1190
		D4	2.60486	1.93300	.193	-1.4273	6.6370
	D2	D3	-5.29171*	1.93300	.013	-9.3239	-1.2595
		D4	-2.77371	1.93300	.167	-6.8059	1.2585
	D3	D4	2.51800	2.08788	.242	-1.8372	6.8732
AV P mg/kg	D1	D2	-4.07143	2.34894	.098	-8.9712	.8284
		D3	-.57714	2.57313	.825	-5.9446	4.7903
		D4	-.23914	2.57313	.927	-5.6066	5.1283
	D2	D3	3.49429	2.57313	.190	-1.8732	8.8617
		D4	3.83229	2.57313	.152	-1.5352	9.1997
	D3	D4	.33800	2.77930	.904	-5.4595	6.1355
AV K mg/kg	D1	D2	.07000	.25670	.788	-.4655	.6055
		D3	.45914	.28120	.118	-.1274	1.0457
		D4	.22314	.28120	.437	-.3634	.8097
	D2	D3	.38914	.28120	.182	-.1974	.9757
		D4	.15314	.28120	.592	-.4334	.7397
	D3	D4	-.23600	.30373	.446	-.8696	.3976
PH	D1	D2	.10286	.11514	.382	-.1373	.3430
		D3	.20971	.12613	.112	-.0534	.4728
		D4	-.02429	.12613	.849	-.2874	.2388
	D2	D3	.10686	.12613	.407	-.1562	.3700
		D4	-.12714	.12613	.325	-.3902	.1360
	D3	D4	-.23400	.13624	.101	-.5182	.0502
EC ms /cm	D1	D2	-.01000	.03130	.753	-.0753	.0553
		D3	-.02377	.03428	.496	-.0953	.0477
		D4	-.04277	.03428	.227	-.1143	.0287
	D2	D3	-.01377	.03428	.692	-.0853	.0577
		D4	-.03277	.03428	.351	-.1043	.0387
	D3	D4	-.01900	.03703	.614	-.0962	.0582
Caco3%	D1	D2	-15.17857*	6.69551	.035	-29.1452	-1.2120
		D3	-11.90000	7.33456	.120	-27.1996	3.3996
		D4	-12.80000	7.33456	.096	-28.0996	2.4996
	D2	D3	3.27857	7.33456	.660	-12.0211	18.5782
		D4	2.37857	7.33456	.749	-12.9211	17.6782
	D3	D4	-.90000	7.92223	.911	-17.4255	15.6255
O.M%	D1	D2	-.73286	.59281	.231	-1.9694	.5037
		D3	-1.00029	.64939	.139	-2.3549	.3543
		D4	.03971	.64939	.952	-1.3149	1.3943
	D2	D3	-.26743	.64939	.685	-1.6220	1.0872
		D4	.77257	.64939	.248	-.5820	2.1272
	D3	D4	1.04000	.70142	.154	-.4231	2.5031

ملحق10: نتائج تسجيل اختبار نفاذية التربة

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors: Coordinates:

Date: 21/10/2009 E 364092 (43 43 901)

Location: East of Alqimmah N 1736772 (15 42 331)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.0)				
1	10.1		0.1		
2	10.2		0.1		
3	10.3		0.1		
4	10.6		0.3		
5	11.o		0.4		
6	11.4		0.4	1.4	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8	12.5		.09		
10	13.o		0.5		
12	13.6		0.6		
14	14.2		0.6		
16	15.0		0.8		
18	15.4		0.4		
20	16.0		0.6	5.8	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
25	17.2		1.2		
30	18.5		1.3		
35	19.5		1.0		
40	20.5		1.0	10.3	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
50	22.5	0.0(10.0)	2.0		
60	12.5		2.5	14.8	14.8
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx1	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
75	15.4		2.9		
90	18.3		2.9		
105	21.2	0.0(10.5)	2.9		
120	13.4		3.4	12.1	12.1
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
150	18.2		4.8		4.8 (1/2hr)
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Date: 22/10/2009

Location: W. 0f ALqimmah

Coordinates:

E 363183 (43 43 388)

N 1737681 (15 42 822)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.0)				
1	10.5		0.5		
2	11.4		0.9		
3	12.3		0.9		
4	13.0		0.7		
5	13.9		0.9		
6	14.8		0.4	3.8	
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8	15.o		0.7		
10	16.o		1.0		
12	16.9		0.9		
14	17.7		0.8		
16	18.5		0.8		
18	19.1		0.6		
20	19.7		0.6	9.2	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
25	21.3		1.6		
30	22.6	0.0(10.5)	1.3		
35	11.7		1.2		
40	13.0		1.3	14.6	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
50	14.6		1.6		
60	16.5		1.9	18.1	18.1
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
75	18.9		2.4		
90	20.8	0.0(10.0)	2.5		
105	12.5		2.5		
120	14.3		1.9	9.2	9.2
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
150	17.2		2.9	2.9	2.9 (1/2hr)
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Date:

Location: Bayt Alamshi

Coordinates:

E 362492 (43 43 006)

N 1736040 (15 41 930)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(11.5)				
1	12.0		0.5		
2	12.5		0.5		
3	13.0		0.5		
4	13.3		0.3		
5	13.5		0.2		
6	13.7		0.2	2.2	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
8	14.0		0.3		
10	14.5		0.5		
12	14.9		0.4		
14	15.2		0.3		
16	15.6		0.4		
18	16.6		0.4		
20	16.4		0.4	4.9	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
25	17.1		0.5		
30	17.9		0.8		
35	18.5		0.6		
40	19.0		0.5	7.3	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
50	20.5		1.5		
60	21.4		0.9	9.7	9.7
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx
75	12.4		1.9		
90	14.0		1.6		
105	15.6		1.6		
120	17.0		1.5	6.6	6.6
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
150	19.2		2.2	2.2	2.2 (1/2hr)
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Coordinates:

Date: 23/10/2009

E 362423 (43 42 961)

Location:E. Bayt Alferwi

N 1737521 (15 42 733)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.5)				
1	11.3		0.8		
2	12.0		0.7		
3	12.5		0.5		
4	12.9		0.4		
5	13.0		0.1		
6	13.3		0.3	2.8	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8	13.5		0.2		
10	13.8		0.3		
12	14.1		0.3		
14	14.4		0.3		
16	14.7		0.3		
18	15.1		0.4		
20	15.5		0.4	5.0	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
25	16.1		0.6		
30	17.0		0.9		
35	17.6		0.6		
40	18.2		0.6	7.7	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
50	19.3		1.1		
60	20.2		0.9	9.7	9.7
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
75	22.0	0.0(10.0)	1.8		
90	11.7		1.7		
105	13.5		1.8		
120	15.2		1.7	7.o	7.0
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
150	18.3		3.1		3.1(1/2hr)
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Date: 23/10/2009

Location: Almunataf

Coordinates:

E 362676 (43 43 101)

N 1738577 (15 43 306)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.5)				
1	10.6		0.1		
2	10.7		0.1		
3	10.9		0.1		
4	11.2		0.2		
5	11.6		0.4		
6	11.9		0.3	1.2	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8	12.5		0.6		
10	13.0		0.5		
12	13.6		0.6		
14	14.1		0.5		
16	14.8		0.7		
18	15.3		0.5		
20	15.9		0.6	5.2	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
25	16.9		1.0		
30	18.1		1.2		
35	19.2		1.2		
40	20.2		1.2	9.8	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
50	22.3	0.0(10.5)	2.1		
60	13.1		2.6	14.5	14.5
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
75	16.1		3.0		
90	19.0		2.9		
105	22.0	0.0(10.5)	3.0		
120	13.8		3;3	12.2	12.2
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx
150	18.3		4.9		4.9
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Date: 25/10/2009

Location: Abr Gahr

Coordinates:

E 361660 (43 70 90)

N 1735349 (15 69 24)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.0)				
1	10.5		0.5		
2	10.9		0.4		
3	11.4		0.5		
4	11.8		0.4		
5	12.1		0.3		
6	12.4		0.3	2.4	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
8	12.7		0.3		
10	13.0		0.3		
12	13.5		0.5		
14	13.9		0.4		
16	14.4		0.5		
18	14.8		0.4		
20	15.2		0.4	5.2	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
25	15.9		0.7		
30	16.7		0.8		
35	17.3		0.6		
40	17.8		0.5	7.8	
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
50	18.9		1.1		
60	19.8		0.9	9.8	9.8
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
75	21.3	0.0(10.5)	1.5		
90	12.1		1.6		
105	13.6		1.5		
120	15.2		1.4	6.0	6.0
xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxx
150	17.6		2.4		2.4 (1/2hr)
180					
210					
240					
300					
360					

Agricultural Researches and Extension Authority
Renewable Natural Resources Research center

Infiltration test form

Authors:

Date: 25/10/2009

Location: Alsheab

Coordinates:

E 362853 (43 43 20)

N 17376762 (15 42 323)

Time (minutes)	Float reading (cm)	Refill (cm)	Depth (cm)	Cumulative depth (cm)	Infiltration rate (cm/hr)
0	0.0(10.5)				
1	11.0		0.5		
2	11.4		0.4		
3	11.9		0.5		
4	12.4		0.5		
5	12.8		0.4		
6	13.2		0.4	2.7	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
8	13.8		0.6		
10	14.4		0.6		
12	15.1		0.7		
14	15.9		0.8		
16	16.7		0.8		
18	17.4		0.7		
20	18.1		0.7	7.6	
xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
25	18.8		0.7		
30	19.6		0.8		
35	20.3		0.7		
40	20.9		0.6	10.4	
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
50	22.3	0.0(11.0)	1.4		
60	12.3		1.3	13.3	13.3
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
75	14.2		1.9		
90	16.1		1.9		
105	17.9		1.8		
120	19.9		1.9	7.5	7.5
xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	Xxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxx
150	22.4		2.5		2.5
180					
210					
240					
300					
360					

ملحق11: وصف قطاعات التربة

قطاع التربة 10: (soil profile) المدرجات نصف المتدهورة

الوصف العام

رمز القطاع: HAQ10 التاريخ:2009/10/21

الأخصائيون: عمر غانم

تصنيف التربة: ترب جاف متطورة نوعا ما (Soil tax.1994) Typic Cambiorthids

(WRB,1998) Calcaric Cambisols

الموقع: مابين القمة وبيت النقيب

خط الطول 364098 E خط العرض N 1736772

رقم الخريطة: 1534 B3 الانحدار(Slope):> 30%

الارتفاع عن سطح البحر : 2585 متر فوق سطح البحر

شكل الأرض (Landform): جبلية

الطوبوغرافيا : منحدرة

استخدامات الأرض : مرعى النشاط البشري : مدرجات (terracing)

المحاصيل المنزرعة : متروكة

الغطاء النباتي: حشائش 10-30 %

مادة الأصل (Parent material) : ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور (Alluvium+colluviums)

العمق الفعال للتربة (Effected soil depth) : 50-100سم

التعرية (Erosion): متوسطة القشرة السطحية المتصلبة: غير موجودة

المكاشف الصخرية (Ro) : لا توجد الحصى والأحجار السطحية: وافرة (abundant)

الصرف السطحي (Drainage): لا يوجد

النفاذية (Permeability) : متوسطة

حالة الرطوبة (Moisture condition):جافة

وصف القطاع:

0-15سم : لون طبقة التربة بني قاتم ا (10YR3/3) ,في الحالة الرطبة) وبني (10YR4/3) ,في الحالة الجافة)؛ طمييه طينية القوام؛ الأحجار قليلة صغيرة الحجم(fine size) شبه مستديرة(sub rounded)حديثة وخفيفة التجوية .,كربونات الكالسيوم متوسطة(moderately calcareous) مخفية (none concentration) .البناء متوسط إلى ضعيف كتلي بشبه زوايا ؛ وتجمع حبيبي ناعم إلى ناعم جدا: قليلة الصلابة (في الحالة الجافة) تتفتت بسهولة جدا(very friable)عند ترطيبها بالماء, لزج ولدنة في الحالة الرطبة ؛ المسامات قليلة, دقيقة جدا تربط بين فرجتين (interstitial) في الشكل ، نسبة انتشار الجذور شائعة(common)؛ الحد الفاصل خطي واضح.

50-15 : لون طبقة التربة بني قاتم (10YR 3/3) في الحالة الرطبة والجافة طمييية طينية القوام ذات بناء كتلي متوسط حبيبي(crumb)؛ قليلة الصلابة في الحالة الجافة تتفتت بسهولة عند ترطيبها بالماء لزجة ومرنة في الحالة الصلبة؛ المسامات شائعة دقيقة الحجم قنواتية؛ نسبة انتشار الجذور شائعة رفيعة جدا.

قطاع التربة 11: (soil profile) المدرجات خفيفة التدهور شرق بيت ألفروي

الوصف العام

رمز القطاع: HAQ 11 **التاريخ:** 2009/10/21

الأخصائيون: عمر غانم

تصنيف التربة: ترب جافة غير متطورة Typic Torriorthent (Soil tax.1994)

Calcaric Rigosol (WRB,1998)

الموقع: شرق بيت الفروي

خط الطول 362374 E **خط العرض** N 1737483

رقم الخريطة: 1534 B3 **الانحدار(Slope):** 16-30%

الارتفاع عن سطح البحر : 2360 متر فوق سطح البحر

شكل الأرض (Landform): جبلية

الطوبوغرافيا : منحدرة

استخدامات الأرض : زراعة مطرية النشاط البشري : مدرجات (terracing)

المحاصيل المنزرعة : ذرة رفيعة

الغطاء النباتي: لايوجد

مادة الأصل (Parent material) : ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور (Alluvium + colluvium)

العمق الفعال للتربة (Effected soil depth) : 150سم

التعرية (Erosion): خفيفة القشرة السطحية المتصلبة: غير موجودة

المكاشف الصخرية (Ro) : لا توجد الحصى والأحجار السطحية: وافرة

الصرف السطحي (Drainage): لا يوجد

النفاذية (Permeability) : متوسطة

حالة الرطوبة (Moisture condition): جافة

وصف القطاع:

0-30سم : لون طبقة التربة بني مصفر (10YR5/4) ,في الحالة الرطبة، أصفر (10YR7/6) ,في الحالة الجافة؛ طمييية سلتيه القوام؛الأحجار شائعة متوسطة الحجم شبه مدورة حديثة و قليلة التجوية؛ البناء ضعيف جدا, كتلي بزوايا صغيرة وذي تجمع حبيبي ناعم إلى ناعم جدا: لينة(soft) (في الحالة الجافة) غير متماسكة عند ترطيبها بالماء, لزجة و لدنة في الحالة الرطبة ؛ المسامات شائعة, رفيعة جدا ، نسبة انتشار الجذور قليلة ورفيعة؛ كربونات الكالسيوم عالية جدا؛ الحد الفاصل مفاجئ (abrupt).

30-50 : لون طبقة التربة بني مصفر (10YR 5/4) في الحالة الرطبة وبني مصفر فاتح (10YR 7/6) في الحالة الجافة طمييية سلتية القوام؛ الاحجار كثيرة خشنة سبه مدورة كربونات الكالسيوم عالية قليلة التركيز متصلبة ناعمة الملمس الحجم البناء كتلي ضعيف جدا بزوايا ذي تجمع حبيبي ، لينة في الحالة الجافةرخوة عند ترطيبها بالماء لزجة ولدنة في الحالة الرطبة ؛ المسامات قليلة رفيعة الحجم ؛ نسبة انتشار الجذور قليلة جدا ورفيعة جدا من حيث الحجم الخط الفاصل مع الأفق التالي واضح.

75-50 : لون طبقة التربة بني مصفر قاتم (10YR 4/4) في الحالة الرطبة و بني مصفر(10YR 5/4) طمييه طينية البناء الأحجار كثيرة(many) خشنة الملمس (coarse) شبه مستديرة حديثة وخفيفة التجوية (fresh/slightly weathered) . كربونات الكالسيوم عالية جدا(extremely calcareous) تركيزها وافر(many) طبيعتها متصلبة(concretion) قوامها متوسط (fine size) نوعها(nature) كربونات. عديمة البناء(massive)، صلبة (hard) في الحالة الجافة تنهار بسهولة(friable) في الحالة الرطبة، لزجة(sticky) ولدنة(plstic) في الجالة الرطبة ؛ نسبة انتشار الجذور قليلة جدا رفيعة جدا ؛ الخط الفاصل مع الأفق التالي متموج(wavy).

150-75 لون التربة بني مصفر قاتم (10YR 4/4) في الحالة الرطبة بني مصفر (10YR 5/4) في الحالة الجافة طمييه طينية سلتية القوام؛ الحصى والأحجار(rock frogments) سائدة وكبيرة (very coarse) الحجم شبه مستديرة حديثة وبطيئة التجوية.الكربونات عالية جدا (extremely calcareous) سائدة(dominant) على هيئة عقد(nodules) متوسطة الحجم نوعها كربونات. عديمة البناء . قليلة الصلابة (slightly hard) في الحالة الجافة تنهار بسهولة عند ترطيبها بالماء(very friable)، مرنة ولزجة في الحالة الرطبة ، المسامات والجذور قليلة جدا ورفيعة جدا.

قطاع التربة 12: (soil profile) المدرجات خفيفة التدهور بيت الحجاجي

الوصف العام

رمز القطاع: HAQ12 التاريخ2009/10/22

الأخصائيون: عمر غانم

تصنيف التربة: ترب جاف متطورة نوعا ما (Soil tax.1994) Typec Cambiorthids

(WRB,1998) Calcaric Cambisols

الموقع: بيت الحجاجي

خط الطول 361909 E خط العرض N1736505

رقم الخريطة: 1534 B3 الانحدار(Slope):16-30%

الارتفاع عن سطح البحر : 2585 متر فوق سطح البحر

شكل الأرض (Landform): جبلية

الطوبوغرافيا : متموجة

استخدامات الأرض : زراعة مطرية النشاط البشري : لايوجد

المحاصيل المنزرعة : ذرة رفيعة

الغطاء النباتي: حشائش واعشاب < 5 %

مادة الأصل (Parent material) : ترسبات مائية مع مقذوفات الصخور (Alluvium+ colluviums)

العمق الفعال للتربة (Effected soil depth) : 50-100سم

التعرية (Erosion): متوسطة القشرة السطحية المتصلبة: غير موجودة

المكاشف الصخرية (Ro) : صخور شائعة الحصى والأحجار السطحية: وافرة (many)

الصرف السطحي (Drainage): متوسط

النفاذية (Permeability) : متوسطة كثيرة

حالة الرطوبة (Moisture condition): جافة

ملاحظات:

وصف القطاع:

0-40 سم : لون طبقة التربة بني (10YR4/3) ,في الحالة الرطبة وبني مصفر(10YR5/4) في الحالة الجافة ؛ طميي طينية القوام ؛ الأحجار (rock fragments) شائعة متوسطة الحجم شبه مستديرة خفيفة وحديثة التجوية. الكربونات عالية(strongly calcareous) التراكيز غير موجودة (none concentration) . ذات بناء كتلي ضعيف بزوايا وبغير زوايا ذي تجمع حبيبي متوسط إلى ناعم. قليلة الصلابة (في الحالة الجافة) تتفتت بسهولة عند ترطيبها بالماء), لزج ومرن في الحالة الرطبة ؛ المسامات قليلة, رفيعة قنواتية الشكل ، نسبة انتشار الجذور شائعة رفيعة الحجم؛ الحد الفاصل متموج واضح.

40- 70 : لون طبقة التربة بني قاتم (10YR 3/3) في الحالة الرطبة و بني (YR 4/3) في الحالة الجافة طمييية سلتية مختلطة بالحصى تحتوي على احجار قليلة قليلة صغيرة الحجم شبه مستديرة الشكل، خفيفة وحديثة التجوية، تركيزات كربونات الكالسيوم عالية جدا شائعة التركيز(common concentrations) على هيئة شعيرات اوخيوط(filaments)ناعمة القوام(fine size) غير

منتظمة (erregular shape) نوعها كربونات. ذات بناء متوسط وتجمع حبيبي ناعم الى متوسط (size:fine+medum) محبب (cromb). المسامات شائعة متوسطة الحجم قنواتية ، الجذور شائعة ورفيعة جدا. قليلة الصلابة(في الحالة الجافة) تتفتت بسهولة عند ترطيبها بالماء), لزج ومرن في الحالة الرطبة . الاسطح اللامعة باهتة (faint) طينية الطبيعة. المسامات شائعة متوسطة الحجم قنواتية. نسبة انتشار الجذور شائعة رفيعة جدا.

قطاع التربة 13: (soil profile) المدرجات السليمة

الوصف العام

رمز القطاع: HAQ13 التاريخ2009/10/22

الأخصائيون: عمر غانم

تصنيف التربة: ترب رسوبية جافة غير متطورة (Soil tax.1994) Typic Torriflofent

(WRB,1998) Calcaric Fluvisols

الموقع: حافة وادي عبرجحر

خط الطول 361579 E خط العرض N 1735470

رقم الخريطة: 1534 B3 الانحدار(Slope): 16-30%

الارتفاع عن سطح البحر : 1650 متر فوق سطح البحر

شكل الأرض (Landform): حافة وادي

الطوبوغرافيا : متموجة

استخدامات الأرض : زراعة مطرية ري تكميلي النشاط البشري : لا يوجد

المحاصيل المنزرعة : محاصيل نقدية

الغطاء النباتي: أشجار < 5 %

مادة الأصل (Parent material) : ترسبات مائية (Alluvium)

العمق الفعال للتربة (Effected soil depth) 150 سم

التعرية (Erosion): خفيفة القشرة السطحية المتصلبة: غير موجودة

المكاشف الصخرية (Ro) : صخور قليلة

الصرف السطحي (Drainage): متوسط

النفاذية (Permeability) : متوسطة

حالة الرطوبة (Moisture condition): جافة

وصف القطاع:

0-30 سم : لون طبقة التربة بني مصفر في الحالة الرطبة (10YR5/6) و اصفر مائل البني (10YR 6/6), في الحالة الجافة ؛ رملية طمييية القوام ؛ قليلة الصلابة تنهار بسرعة إذا رطبت بالماء الأحجار قليلة صغيرة الحجم مستديرة الشكل. ذات بناء كتلي ضعيف بشبه زوايا ذي تجمع حبيبي متوسط، قليلة الصلابة في الحالة الجافة تنهار بسرعة عند ترطيبها، ليست لزجة ولا مرنة والرطب المسامات قليلة دقيقة الحجم ، نسبة انتشار الجذور قليلة ورفيعة الخط الفاصل متموج واضح

30- 150سم : لون طبقة التربة مصفر في الحالة الرطبة (10YR5/6) و اصفر مائل البني (10YR 6/6), في الحالة الجافة ذات قوام طميي رملي ، عديمة البناء، الحجار قليلة صغيرة الحجم مستديرة الشكل ، غير متماسكة في الحالة الجافة والرطبة عديمة اللزوجة واللدونة.

ملحق12: نتائج التحليل المختبري للخواص الفيزيائية للتربة الخاص بعينات قطاعات التربة

No	code	texture				Aggregate stability	Particle density	Bulk density	Pf %		porosity
		silt	clay	sand	texture				Pf 2.5	Pf4.2	%
1	HAQ10(0-15)	53.83	27.5	18.7	Si C L	0.7	2.59	1.22	23.8	6.4	53
2	HAQ10(15-50)	49.27	32	18.7	Si C L	0.5	2.71	1.21	23.5	9.4	55
3	HAQ11(0-30)	65.09	12.5	22.4	Si L	1.4	2.73	1.27	19	4	53
4	HAQ11(30.50)	52.42	16	31.6	Si L	1.5	2.72	1.24	18.2	3.1	54
5	HAQ11(50-75)	56.42	14.5	29.1	Si L	1.4	2.92	1.21	20.1	4.5	59
6	HAQ12(0-40)	57.71	15.5	26.8	Si L	1.24	2.74	1.24	23.4	3.9	55
7	HAQ12(40-70)	56.33	18.5	25.2	Si L	1.3	2.89	1.25	22.9	4.9	57
8	HAQ13(0-30)	13	1.5	73.0	L S	1.7	2.64	1.33	12	3	50
9	HAQ13(30-150)	20.5	3	76.44	L S	1.7	2.726	1.35	12.2	4.8	50

ملحق13: نتائج التحليل المختبري للخواص الكيميائية للتربة الخاص بعينات قطاعات التربة

No	Code	Exchangeable base				CEC	Available	Available	PH	EC (ms /cm)	Caco3(%)	O.M (%)
		Mg (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	K (cmol/kg)	Na (cmol/kg)	(cmol/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)				
1	HAQ10(0-15)	3.83	11.19	0.53	0.51	22.51	9.22	0.92	7.87	0.146	20.25	2.3
2	HAQ10(15-50)	4.41	11.72	0.49	0.52	14.83	8.17	1.64	7.91	0.136	32.82	0.2
3	HAQ11(0-30)	2.15	7.57	0.45	0.48	6.42	9.85	0.92	8.06	0.152	57	0,95
4	HAQ11(30.50)	1.5	7.63	0.55	0.5	5.56	1.47	1.05	8.07	0.172	28.5	0,95
5	HAQ11(50-75)	1.56	7.57	5.98	0.57	5.89	13.62	0.69	8.08	0.159	27.25	0,95
6	HAQ12(0-40)	4.83	7.55	0.49	0.37	14.53	8.38	0.99	7.7	0.174	25	2.5
7	HAQ12(40-70)	6.48	11.84	0.4	0.44	13.61	5.45	1.71	7.85	0.136	20.25	0.11
8	HAQ13(0-30)	3.9	11.7	0.56	0.54	17.21	7.96	1.31	7.95	0.203	6.5	0.2
9	HAQ13(30-150)	2.97	7.41	0.84	0.53	16.22	8.8	2.1	8.08	0.114	8.25	0.1

ملحق14: قائمة بأسماء النباتات المقترحة للتكامل الزراعي الحراجي

اسم النبات	الاسم العلمي	الوحدة الفزيوغرافية	الغرض من الزراعة*
ذراح	*Breonadia salicina*	السفلية	3،1
خنس، جميز	*Ficu sucomorus*	= = =	6،2،1
طالوق	*f. vasta*	= = =	6،2،1
الاثب	*F. cordata*	السفلية،الوسطى،العالية	4،1
سدر	*Ziziphus spina-christi*	السفلية،الوسطى،العالية	6،5،4،3،2،1
طنب	*Cordia abyssinica*	السفلية،الوسطى،العالية	6،5،4،3،2،1
عسق	*Acacia asak*	السفلية	5،4،2،1
ضبة	*Acasia melifera*	السفلية	5،4،2،1
نشم	*Grewia tenax*	السفلية	3،2،1
غبير	*G. Mollosa*	السفلية	3،2،1
رهض، حمرور	*Ormocarpum yemense*	السفلية،الوسطى،	2،1
حُمر	*Tamarindus indica*	السفلية،الوسطى،	6،2،1
طلح زنجي	*Acacia origena*	العالية، العالية جدا	5،4،2،1
طلح	A. gerrardii	العالية، العالية جدا	5،4،2،1
رقاع	*Trichilia emetica*	السفلية	3،1
عفار	*Buddleia polyastachia*	العلية جدا	2،1
تين شوكي	*Apuntia ficus-indica*	السفلية،الوسطى،العالية	6،1
السنط الازرق	Acacia syanophylla	الوسطى، العالية	5،2،1
لوسينيا	Leucaena leucocephala	الوسطى، العالية	2،1
رغل استرالي	Atriplex numularia	على المنحدرات	2،1
الرغل الملحي	A. haliumus	= = = = =	2،1
رغل أمريكي	A. canescens	= = = = =	2،1

1) تثبيت التربة 2) مراعي 3) خشب بناء 4) حطب وقود 5) مراعي نحل 6) ثمار

ملحق 15: قائمة ببعض الحشائش والأعشاب التي تنمو في المدرجات المهملة وعلى جدرانها وحوافها وتساعد كثيرا في تثبيتها.

اسم النبات	الاسم العلمي	مكان تواجدها	ملاحظات
وبل	*Cynodon dactylon*	على الحافة	- هذه النباتات تتواجد بشكل طبيعي على جدران وحواف المدرجات وحتى داخل المدرج ومعظمها تتكاثر بالريزومات التي تمكنها من توفير حماية أكبر لتثبيت التربة وجدران المدرجات. - يمكن إعادة غرسها خصوصا في المدرجات التي يمارس فيها الري التكميلي.
زباد	*Pennisetum villosum*	= = = =	
ذنب الثور	*Aristida adscensionis*	وسط الجدار	
	Digitaria abyssinica	على سطح التربة	
صخبراو حمرور	*Hyparrhenia hirta*	على الحافة	
	Arthroxion prionodes	اسفل الجدار	
	Senecio hadiensis	على الحافة	
حشيش ابيض	*Cenchrus ciliaris*	== = =	
	C. setigerus	= = = =	
	Brachiaria deflexa	عند قدم المدرج	
	B. leersioides	= = = =	
	Leptochloa obtusiflora	= = = =	
	Setaria verticillata	= = = =	
	Tridax procumbens	وسط الجدار	
	Rumex nerves	على الجافة	

ملحق16: صور لجوانب مختلفة من وادي عبر جحر تعرضت للانجراف وتهدد بزوال حقول البن على ضفاف الوادي.

نماذج لجوانب أخرى لوادي عبر جحر والوديان الفرعية المؤدية إليه مصانة جيدا

ملحق 17: قنوات تقليدية لتصريف الماء غير مصانة

نماذج لقنوات تصريف تقليدية مصانة جيدا