



جامعة دمشق

كلية الزراعة

قسم علوم التربة

استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد
في تحديد استعمالات الأراضي بالضفة اليمنى
لنهر السنغال (موريتانيا)

*The Use of GIS and Remote Sensing for Potential
Land Use Studies of some Areas
In Right Bank of Senegal River - Mauritania*

إعداد

المهندس باباه ولد بدي

المشرف المشارك

المشرف العلمي

الأستاذ الدكتور وديد عريان

الأستاذ الدكتور فلاح أبو نقطة

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في علوم التربة

2009

المحتويات

الصفحة	العنوان
7	مقدمة
8	1. ملامح عامة عن منطقة الدراسة.....
8	1.1 الموقع والمساحة
9	2.1 التضاريس.....
11	3.1 المناخ.....
16	4.1 التركيب الجيولوجي.....
19	5.1 الموارد المائية.....
19	1.5.1 المياه السطحية.....
20	2.5.1 المياه الجوفية.....
21	6.1 الغطاء البيدولوجي (التربة).....
23	7.1 التصحر.....
26	8.1 الغطاء الأرضي.....
28	9.1 الغطاء النباتي.....
36	10.1 لمحة مختصرة عن نهر السنغال.....
36	1.10.1 حوض نهر السنغال.....
37	2.10.1 الجريان المائي لنهر السنغال.....
40	3.10.1 الخصائص الاجتماعية الاقتصادية لسكان حوض نهر السنغال.....
40	4.10.1 النشاطات الاقتصادية في حوض نهر السنغال.....
40	1.4.10.1 الزراعة.....
41	2.4.10.1 تربية الماشية.....
41	3.4.10.1 صيد الأسماك.....
41	4.4.10.1 النشاطات المعدنية.....
42	5.4.10.1 النشاطات الصناعية.....

43	2. منهجية الدراسة.....
45	1.2 المراحل الزمنية لتنفيذ الأعمال.....
45	2.2 منهجية إعداد المعلومات المكانية.....
45	1.2.2 إنشاء قواعد المعلومات الجغرافية (GIS).....
46	2.2.2 تحليل وتفسير الصور الفضائية.....
46	1.2.2.2 البيانات الفضائية المستخدمة في البحث.....
49	2.2.2.2 البرامج المستخدمة في البحث.....
50	3.2.2.2 إعداد البيانات الفضائية.....
51	3.2 منهجية دراسة التربة وإعداد خريطتها.....
52	1.3.2 العمل المكتبي التحضيري.....
53	2.3.2 العمل الحقل.....
53	3.3.2 وضع الوحدات الخرائطية.....
53	4.3.2 حساب النظم الرطوبة والحرارية للتربة.....
53	5.3.2 مواد وطرائق الدراسة.....
53	1.5.3.2 مواد الدراسة.....
54	2.5.3.2 طرائق الدراسة أو نظم التحليل المخبرية لعينات التربة.....
55	6.3.2 العمل المكتبي النهائي.....
55	4.2 استعمالات الأراضي.....
55	1.4.2 نظم تصنيف استعمالات الأراضي.....
57	2.4.2 منهجية إعداد خارطة الاستعمالات الحالية.....
57	5.2 منهجية تقويم كفاية الأراضي وقدرتها.....
61	5.2 منهجية إعداد خارطة تدهور الأراضي.....

63	3. نتائج الدراسة.....
63	1.3 تطبيقات الاستشعار عن بعد في تصنيف التربة.....
65	2.3 تفسير الصور الفضائية لمنطقة الدراسة.....
65	1.2.3 الوحدات الفيزيوجرافية.....
66	3.3 مناخ التربة.....
66	1.3.3 نظام رطوبة التربة.....
67	2.3.3 نظام حرارة التربة.....
67	4.3 نتائج المسوحات الحقلية والتحليل المخبرية.....
67	1.4.3 توزيع المقاطع.....
68	2.4.3 وصف المقاطع ونتائج التحليل المخبرية.....
68	1.2.4.3 المقطع 1.....
70	2.2.4.3 المقطع 2.....
72	3.2.4.3 المقطع 3.....
74	4.2.4.3 المقطع 4.....
76	5.2.4.3 المقطع 5.....
78	6.2.4.3 المقطع 6.....
80	7.2.4.3 المقطع 7.....
82	8.2.4.3 المقطع 8.....
84	9.2.4.3 المقطع 9.....
86	10.2.4.3 المقطع 10.....
88	11.2.4.3 المقطع 11.....
90	12.2.4.3 المقطع 12.....
92	13.2.4.3 المقطع 13.....

94	14.2.4.3 المقطع 14
96	15.2.4.3 نقطة ملاحظة 1
97	16.2.4.3 نقطة ملاحظة 2
98	17.2.4.3 المقطع 15
100	18.2.4.3 المقطع 16
102	3.4.3 تفسير النتائج
102	1.3.4.3 المجموعة الأولى (المقطعين 1، و14)
103	2.3.4.3 المجموعة الثانية (المقاطع 2، 6، 7، و9)
104	3.3.4.3 المجموعة الثالثة (المقطعين 10، و11)
106	4.3.4.3 المجموعة الرابعة (المقاطع 3، 4، 5، 8، 12، و13)
108	4.4.3 خارطة التربة
110	4. خارطة استعمالات الأراضي الحالية
114	1.4 الكتبان الرملية
115	2.4 التجمعات والمسطحات المائية
116	3.4 الزراعات
116	1.3.4 الزراعة المطرية والفيضية
116	2.3.4 الزراعة المروية
118	4.4 الغابات
118	5.4 التجمعات السكانية
118	6.4 السبخات
119	5. خارطة تدهور الأراضي
136	6. الاستنتاجات والتوصيات
136	المراجع

مقدمة

أدت الحاجة المتزايدة للغذاء في دول العالم إلى البحث عن طرائق ووسائل حديثة وفعالة لدراسة الموارد الطبيعية، بغية الاستثمار الأمثل لهذه الموارد لدعم الاقتصاد. وتعدّ تقنيات الاستشعار عن بعد من أهم هذه الوسائل المعتمدة في دراسة الموارد الطبيعية ووضع خرائطها الغرضية، خاصة فيما يتعلق بالتربة والأرض لما تتميز به هذه التقنية من شمولية وتكرارية زمنية وتعددية طيفية. وقد ثبتت فعالية تطبيق هذه التقنية في مسح التربة وتصنيفها خاصة بالمقاييس العامة والاستكشافية، وتأتي أهمية هذه الخرائط في التخطيط الإقليمي والوطني من حيث معرفة مجموعات التربة الرئيسة، ومعرفة عمليات تشكلها ونشؤها عن طريق دراسة المميزات الطيفية لها لتحديد مواصفاتها العامة ومقدرتها الإنتاجية لوضعها ضمن الإطار الاقتصادي والإنتاجي الصحيح، وهي كذلك تشكل قاعدة معلوماتية تساعد على وضع خطط التنمية والتخطيط، وتؤمن معطيات فنية تستعمل كمؤشر لاختيار التربة التي يمكن أن تجرى عليها الدراسات التفصيلية.

ولهذه الأسباب مجتمعة تسهم هذه الدراسة في حصر وتصنيف تربة الضفة اليمنى لنهر السنغال التي تسمى محليا «شمامه» واستعمالاتها، وذلك من أجل رصد الموارد الطبيعية المتجددة في هذه المنطقة باستخدام أحدث التقنيات والطرائق العلمية بما فيها تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى رصد مخاطر تدهور هذه الموارد الطبيعية والسبل الكفيلة بمكافحة هذا التدهور والحد من أثره. وقد كان للتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، أهمية كبيرة في تذليل الكثير من الصعاب التي واجهت هذه الدراسة، باعتباره مركزا عربيا إقليميا يعنى بالتنمية الزراعية المستدامة في المنطقة العربية، علما بأن هذه المنطقة لم تحظ بالكثير من الدراسات الأكاديمية في مجال التربة مقارنة بمثيلاتها في السنغال ومالي، على الرغم من أن موريتانيا تشغل جزءا كبيرا من مساحة حوض نهر السنغال البالغة 0.3 مليون كم²، (2003) OMVS.

تقدر مساحة الأراضي الصالحة للزراعة في موريتانيا بنحو 20 مليون هكتار (MDRE, 1997)، تقع غالبيتها في منطقة «شمامه»، ولا يزرع منها سوى 0.2 مليون هكتار (FAO, 2000)، على الرغم من توفر المياه، وتهدف هذه الدراسة إلى تحديد مواصفات تربة هذه المنطقة والاستعمال الحالي لأراضيها، عل ذلك يساعد على تحسين الوضعية الاقتصادية لسكان هذه المنطقة الذين يعيشون في ظروف مزرية، بالرغم من توفر هذه الموارد الطبيعية الضخمة، التي يمكنها إمداد ملايين البشر بالغذاء دون تكاليف تذكر.

أما المخرجات النهائية للدراسة، فتتجلى في النقاط الثلاث التالية:

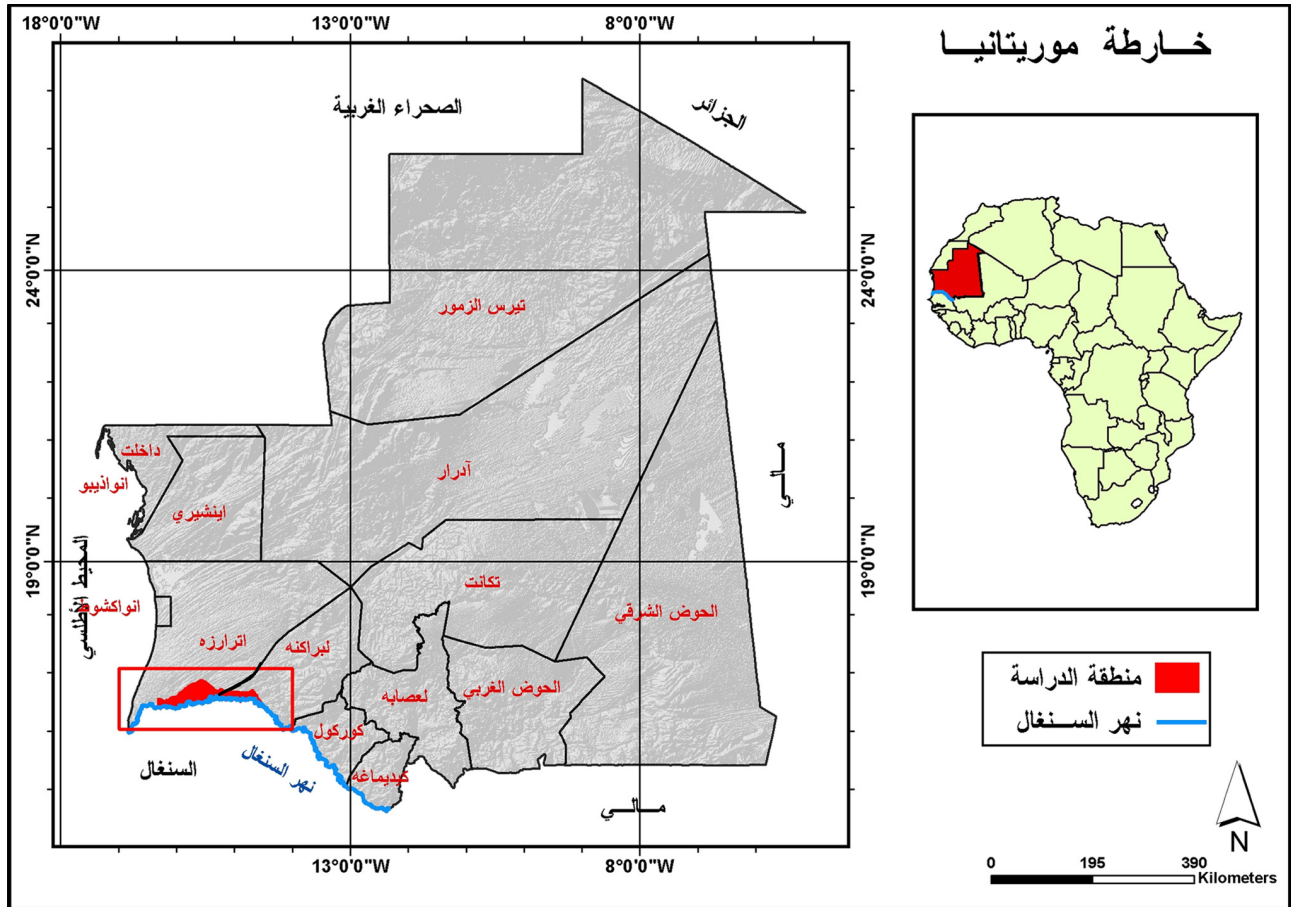
1. إعداد خارطة تربة لمنطقة الدراسة بمنهجية علمية سليمة، تعتمد على استخدام التقنيات الحديثة من استشعار عن بعد ونظم معلومات جغرافية وقواعد بيانات للتربة ودراسة حقلية بمستوى حصر مناسب.
2. إعداد خارطة الاستعمالات الحالية للأراضي.
3. تحديد المواقع المعرضة لتدهور الأراضي في هذه المنطقة وأسبابها.

1. ملامح عامة عن منطقة الدراسة

1.1 الموقع والمساحة

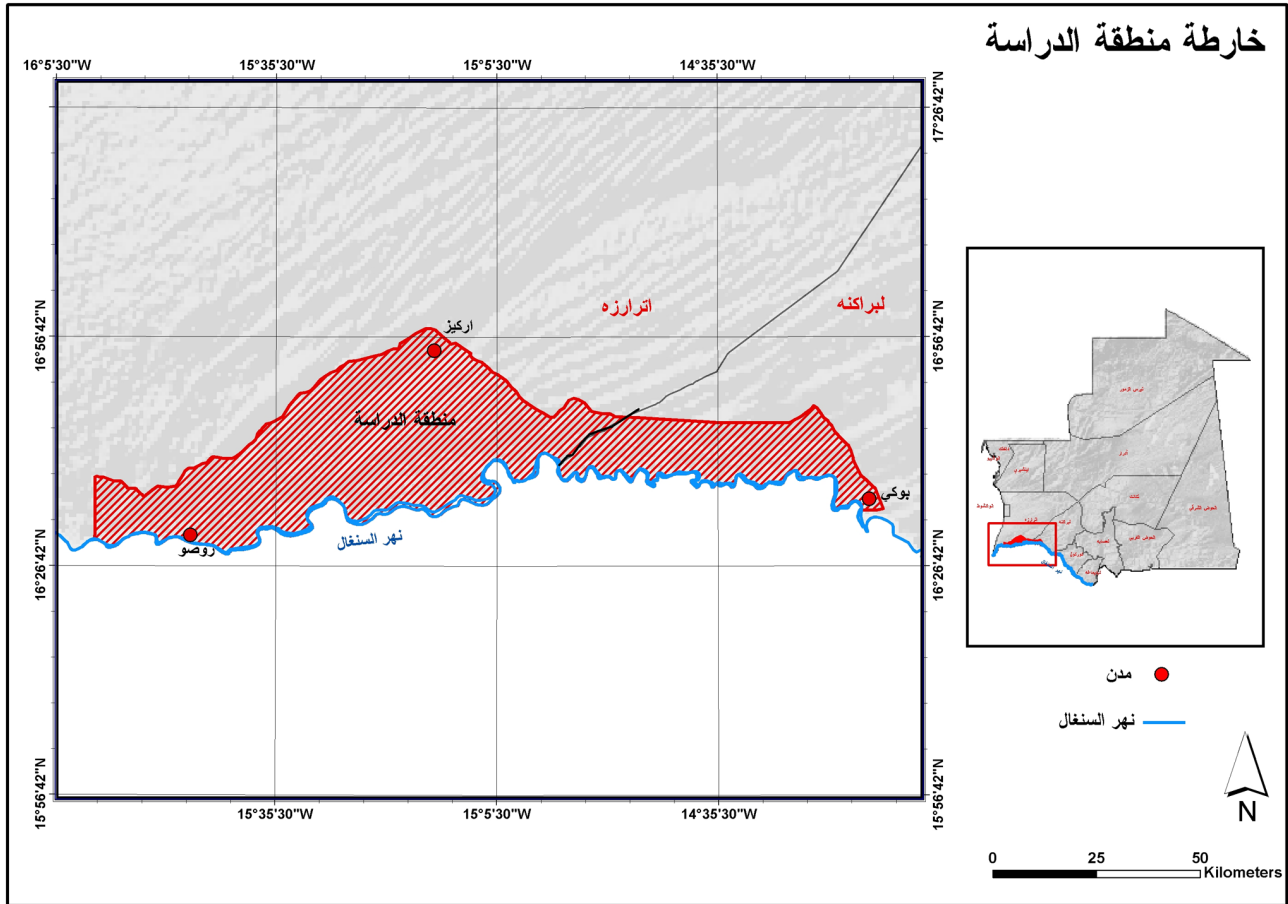
تقع موريتانيا في الطرف الغربي للصحراء الكبرى، وهي تمتد من جنوبي المغرب شمالا وحتى نهر السنغال جنوبا، بين درجتي طول (5° - 17°) غربا، ودرجتي عرض (15° - 27°) شمالا، يحدها من الغرب المحيط الأطلسي بساحل طوله 800 كم، ويحدها من الشمال الغربي والشمال الصحراء الغربية والجزائر، وشرقا مالي، وجنوبا جمهوريتي مالي والسنغال، (الشكل 1).

تبلغ مساحة موريتانيا نحو 1.03 مليون كم²، وتعتبر من أكثر الأقطار العربية تعرضا للتصحّر، وتأثرا بالجفاف، بسبب موقعها الجغرافي.



الشكل 1: خارطة موريتانيا، موضحة عليها منطقة الدراسة

أما منطقة الدراسة فتقع في جنوب غرب موريتانيا على الضفة اليمنى لنهر السنغال، الذي يوجد في غرب إفريقيا ويشغل مساحة كبيرة تشكل 1.6 % من القارة الإفريقية، يبلغ طوله 1700 كم بالإضافة إلى روافده ، حيث ينبع من جبال "فوتا جبالو" في غينيا بعد ذلك يعبر الجزء الغربي من جمهورية مالي، ليشكل فيما تبقى من مجراه الحدود بين الأراضي الموريتانية والسنغالية حتى يصب في المحيط الأطلسي عند مدينة "سينلوي" في السنغال، (Reizer, C. (1997) ، ويمر في أربع ولايات من موريتانيا هي «اترارزه ولبراكنه وكوركول وكيدماغه»، وهي جزء من منطقة تبلغ مساحته نحو 4060 كم² وتقع بين درجتي طول 14.2186° و 16° غربا ودرجتي عرض 16.9643° و 16.4712° شمالا، (الشكل 2).

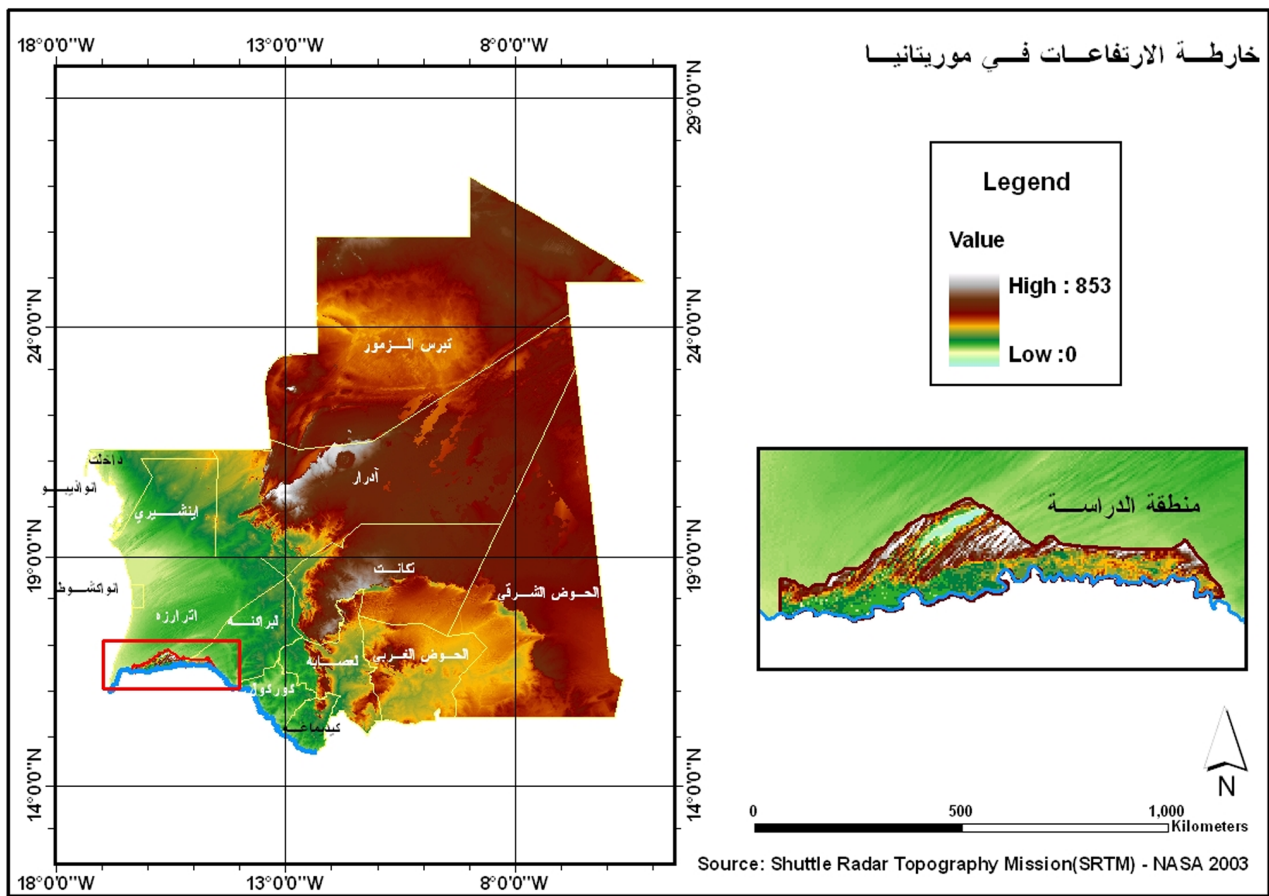


الشكل 2: خارطة موقع منطقة الدراسة

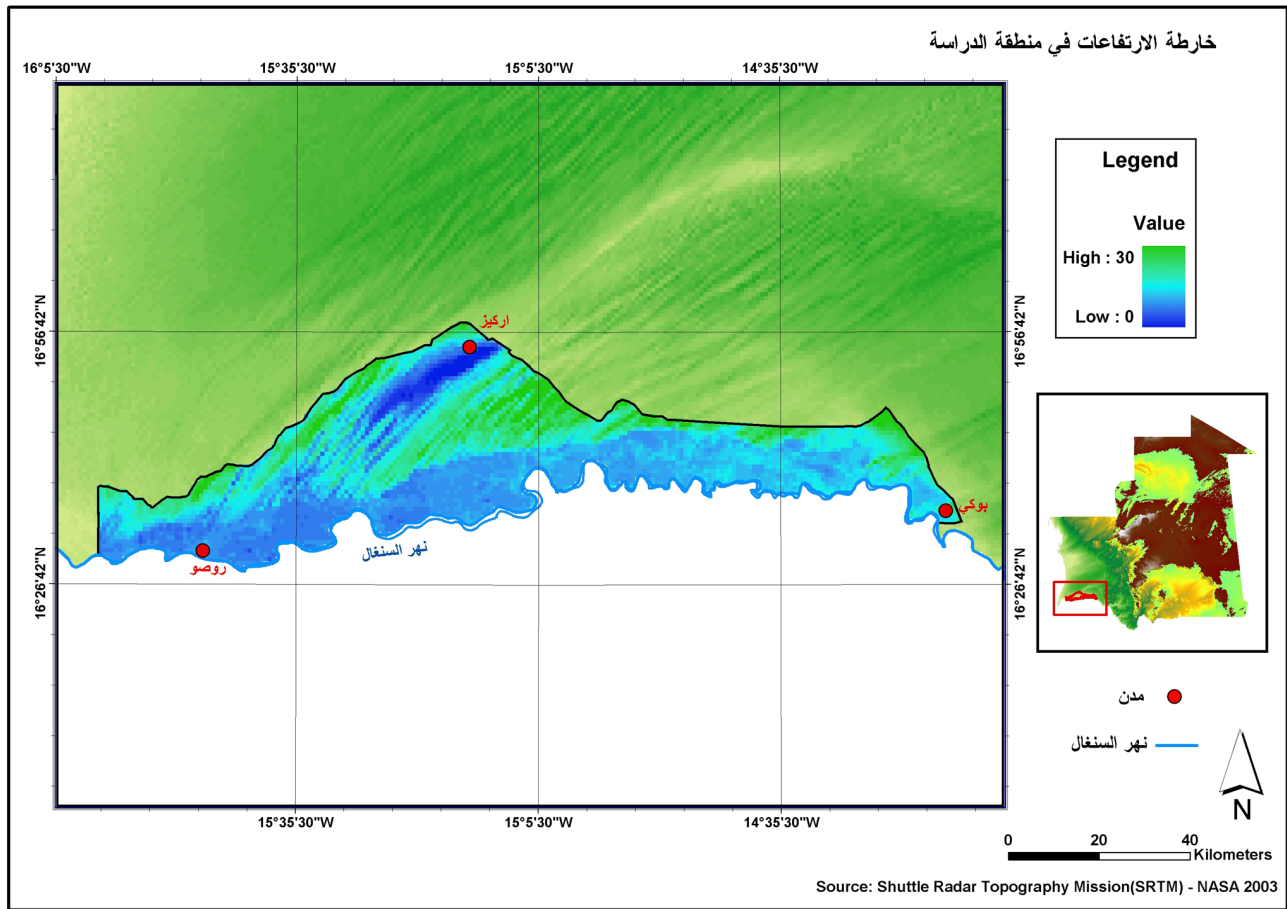
2.1 التضاريس

تتميز موريتانيا بتضاريس متنوعة تختلف من منطقة لأخرى وتراوح بين السهول الفيضية والهضاب، والكثبان الرملية، والسهول والسبخات على الرغم من سيطرة الطابع الصحراوي عليها، ففي الشمال والوسط توجد المرتفعات وهي مناطق هضبية تعلوها بعض الكتل الجبلية المنعزلة، وتسمى هذه المنطقة بأدرار وتكانت، ويراوح ارتفاعها بين 300 - 500م فوق مستوى سطح البحر، ويبلغ أعلى ارتفاع في موريتانيا 915م عند «كدية الجبل» في «تيرس»، (FAO. (1996) ، ويبين الشكل 3 خارطة الارتفاعات في موريتانيا.

يوجد بين «آدرار» والهضبة الداخلية الواقعة إلى الشرق سبخات وكثبان رملية شقت السيول فيها أودية عميقة، ويوجد الماء فيها قريبا من سطح الأرض، أما الجهة الغربية من موريتانيا، فتتميز بقلة ارتفاعها الذي يراوح بين 100-200 م فوق مستوى سطح البحر، وتكثر الأودية في جهتها الشمالية خاصة، كما تكثر فيها السبخات والكثبان الرملية أيضا، التي تتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، حيث تتصل بالكثبان التي تحيط بـ «آدرار»، ويبلغ أخفض ارتفاع في موريتانيا 5م تحت سطح البحر عند سبخة «تندغماشه» (FAO, 1998)، الساحل مستقيم بشكل عام، وهو رملي منخفض، ومع ذلك فإنه لا يخلو من بعض النتوءات الساحلية التي ساعدت على قيام بعض المرافئ؛ أما ضفة نهر السنغال فهي منطقة سهلية يراوح ارتفاعها بين 0 - 100م فوق مستوى سطح البحر، Baba, M, L. and Hamerlynck, O. (1997)، ويرواح ارتفاع منطقة الدراسة بين 0 - 30 مترا فوق مستوى سطح البحر، (الشكل 4).



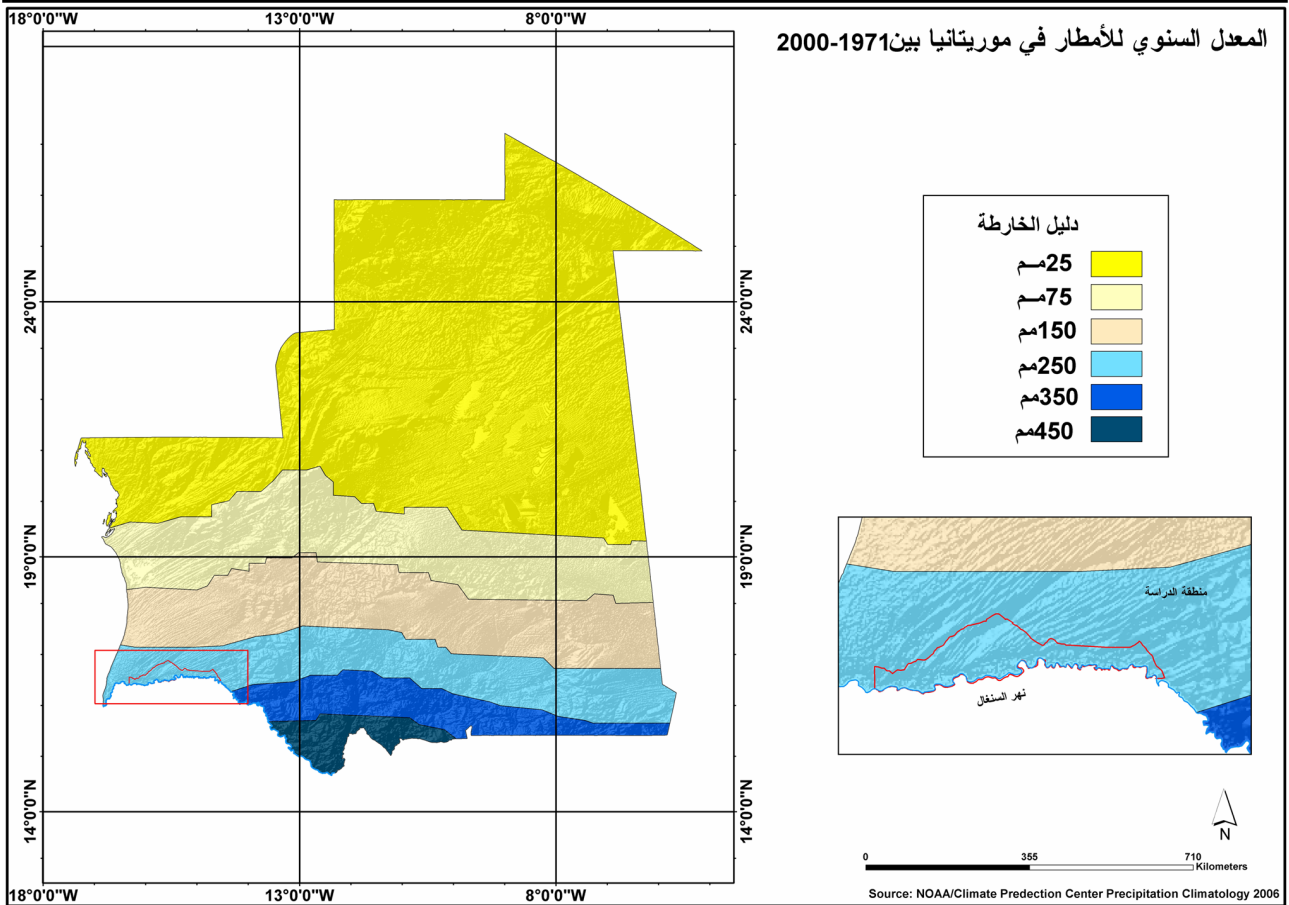
الشكل 3: خارطة الارتفاعات في موريتانيا



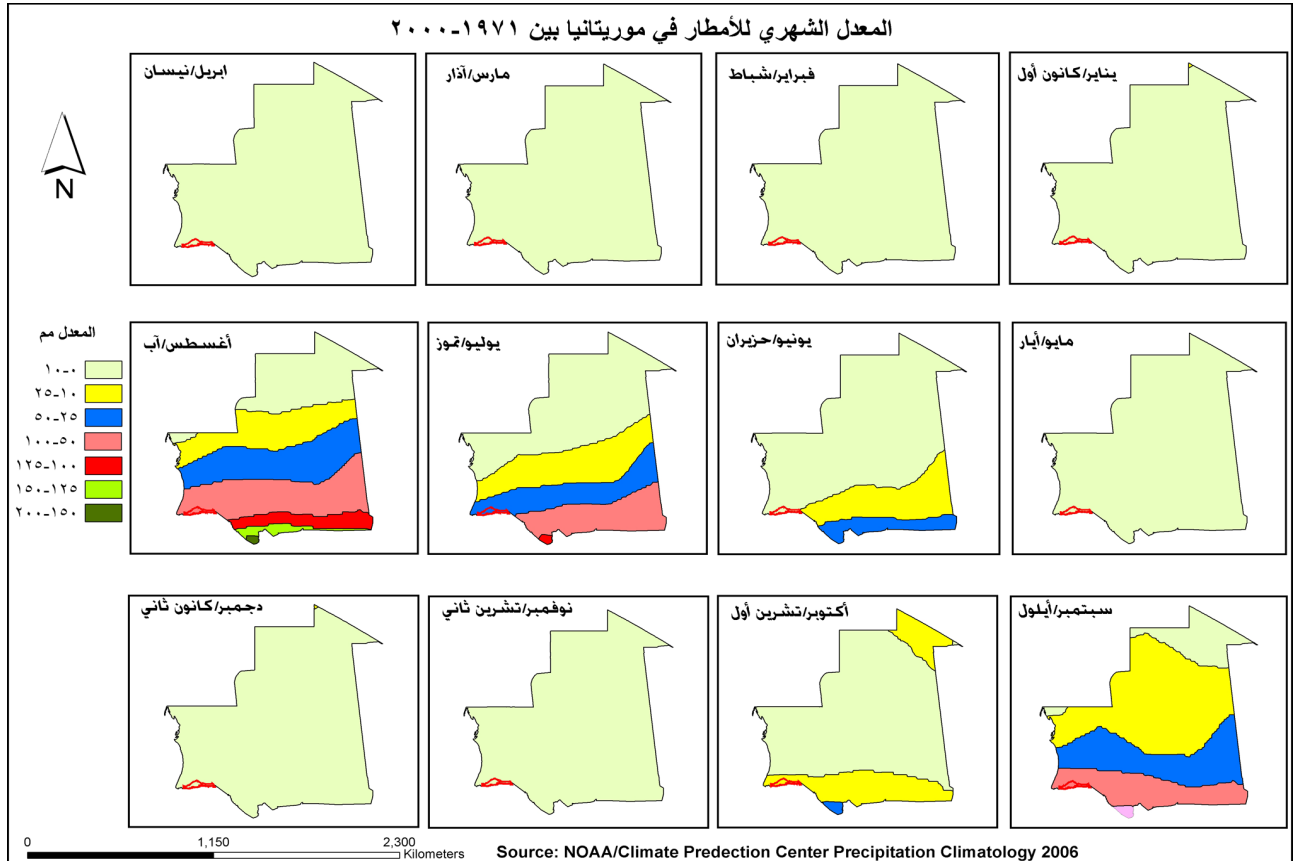
الشكل 4: خارطة الارتفاعات في منطقة الدراسة

3.1 المناخ

يتأثر مناخ موريتانيا بعوامل عديدة منها، تأثير البحر، وأوضاع المنطقة الصحراوية والساحلية منها خاصةً ، تبلغ المساحة التي تتلقى أمطاراً أقل من 55 مم في السنة، نحو 79.67 مليون هكتار، تمثل 77 % من المساحة الإجمالية لموريتانيا، أما المساحة التي تتلقى أمطاراً تراوح بين 100-200 مم/سنة، فتبلغ نحو 12.67 مليون هكتار، تمثل 12.3 % من مساحة موريتانيا، وتبلغ مساحة الأراضي التي تراوح أمطارها بين 200-300 مم/سنة نحو 8.4 مليون هكتار، تمثل 8.2 % من المساحة الكلية لموريتانيا، ولا تزيد مساحة الأراضي التي تتلقى أمطاراً بين 300-400 مم/سنة على 2.11 مليون هكتار ، تمثل 2.1 % من مساحة موريتانيا، أما مساحة الأراضي التي تتلقى أمطاراً أكثر من 400 مم/سنة، فهي قليلة ولا تتجاوز 0.4 مليون هكتار، تمثل 0.4 % من الأراضي الموريتانية، أكساد. (2004)، وتقع منطقة الدراسة في المنطقة التي تتلقى أمطاراً سنوية بمعدل 200-300 مم، ويبين (الشكل 5) المعدل السنوي لهطول الأمطار بين 1971 - 2000، ويبين (الشكل 6) المعدل الشهري لهطول الأمطار بين 1971-2000.



الشكل 5: المعدل السنوي لهطول الأمطار في موريتانيا بين 1971 - 2000



الشكل 6: المعدل الشهري لهطول الأمطار في موريتانيا بين 1971 - 2000

تقسم موريتانيا بشكل عام إلى أربع مناطق مناخية، تختلف فيما بينها اختلافا ملحوظا، لكنه لا توجد ملامح طبيعية واضحة جدا تفصل بينها، حيث يغطي الرمل متغير اللون والنسيج 40 % من مساحة موريتانيا، مشكلا كثباناً تظهر في كل المناطق باستثناء وادي نهر السنغال، فالكثبان الرملية الثابتة تكون بنيتها خشنة ولون رمالها مسمرا، أما المتحركة، فنسيجها ناعماً، وهي مغبرة، رمالها حمرة اللون تحملها الرياح؛ وبشكل عام يكون سطح الهضاب مغطى بقشرة مفككة من الرمال الزرقاء والرمادية والسوداء.

وهذه المناطق هي: الصحراوية، الساحلية، الشاطئية، وادي نهر السنغال، (Vanwatten, J. et al. (1990)، و(الشكل 7) يوضح هذه المناطق.

أ- المنطقة الصحراوية: تغطي المنطقة الصحراوية ثلثي مساحة موريتانيا وتتركز في الجهة الشمالية منها، حدها الجنوبي يماشي خط تساوي المطر Isohyet، ومعدل الأمطار السنوي فيها يقل عن 150 مم، وتهطل الأمطار فيها عادة ما بين تموز وأيلول بشكل غزير وفي مدة زمنية قصيرة، ويمكن أن تمر سنوات دون أن يهطل المطر على مواقع عديدة من هذه المنطقة.

إن التغيرات اليومية لدرجة الحرارة في المنطقة الصحراوية متفاوتة إلى حد كبير، على الرغم من أن التغيرات السنوية تكون في حدها الأدنى، حيث يراوح المدى الحراري خلال شهري كانون الأول وكانون الثاني، بين أقل من 0 درجة مئوية في الصباح الباكر وأكثر من 38 درجة مئوية في منتصف النهار، وخلال أشهر أيار وحزيران وتموز، يراوح هذا المدى بين 16 درجة مئوية في الصباح وأكثر من 49 درجة مئوية في الزوال.

في هذه المنطقة غالبا ما تسبب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية الحارة جدا التي تهب من الصحراء والمسماة The Harmattan (الحرور)، ضعفا في مستوى الرؤية طوال السنة بسبب العواصف الرملية المرافقة لها.

تشكل المناطق الإدارية "لتيرس الزمور" في الشمال، و"آدرار" في الوسط، وشمال "الحوض الشرقي" في الشرق، الجزء الكبير من المنطقة الصحراوية، حيث يتناوب الامتداد الواسع للكثبان الرملية مع تكشفات صخرية من الغرانيت. بعد هطول الأمطار يمكن لبعض النباتات أن تنمو على شقوق هذه التكشفات، كما أنه في الجزء الغربي من المنطقة الصحراوية الممتدة إلى انواكشوط، تتراص الكثبان الرملية على شكل صفوف من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي في تلال عرضها من 2-20 كم، بين هذه التلال يظهر الحجر الجيري Limestone والرمل الطيني الذي يمكن للنباتات أن تنمو عليه بعد سقوط الأمطار.

الغطاء النباتي في المنطقة الصحراوية ضئيل جدا، لكن في بعض المناطق الجبلية ومع توفر الماء يمكن أن تنمو نباتات شوكية صغيرة الأوراق وبعض الأعشاب الرعوية الملائمة لتغذية الإبل، حيث أن بذور النباتات الصحراوية يمكن أن تبقى في مرحلة سكون لسنوات عديدة، أما الكثبان الرملية فغالبا ما تنمو عليها نباتات غير كثيفة بعد الهطول المطري، كما أن المنخفضات التي تفصل بين الكثبان الرملية وحيثما توفرت المياه، فإن الفلورا فيها تتضمن أشجار السنط Acacia و Soapberry و Capers، كما يمكن لبقلة السنونو swallow wort *Chelidonium majus* أن توجد فيها أيضا، وفي المناطق المالحة تعيش نباتات خاصة منها *Chenopods*، (رجل الإوز أو السرمق)، الذي يمكنه تحمل تراكيز عالية من الأملاح في التربة؛ أما الزراعة في هذه المنطقة فهي محدودة بواحات نخيل البلح التي تستخدم أيضا لتظليل المحاصيل المزروعة تحت أشجارها.

ب- المنطقة الساحلية: تمتد من جنوب المنطقة الصحراوية حتى 30 كم تقريبا من نهر السنغال، تشكل من الغرب إلى الشرق نطاقا على شكل محور متواصل من "بتلميت" إلى "النعمة" مروراً بـ "عيون العتروس" مكونة سهلا واسعا، وسافانا من الأعشاب الرعوية، حيث تنتقل الماشية في هذه المنطقة بحثا عن الكلاً، Cheikh, A, W, et al. (1997).

يبدأ موسم الأمطار في هذه المنطقة وفي وقت مبكر مقارنة بالمنطقة الصحراوية، وغالبا ما يدوم من حزيران حتى تشرين الأول، وعلى الرغم من أن المجال الحراري أضيق في المنطقة الساحلية من الصحراوية، إلا أن التغيرات اليومية لدرجة الحرارة تراوح بين 16 إلى 21 درجة مئوية، كما أن رياح الحَرور تكون سائدة فيها أيضا.

تُغطى الكثبان الرملية الموجودة في شمال هذه المنطقة بأعشاب غير كثيفة وأشجار السنط الشوكية، أما في أقصى الجنوب فتزداد كثافة الغطاء النباتي بسبب زيادة الأمطار، ونسبة الطين، كما تستخدم واحات نخيل البلح الواسعة والموجودة على هضبة «تكانت» و السفانا العشبية، و الأجمات (Brushwood)، وأشجار البلسم Balsam والفربيون Spurge، لتثبيت الكثبان الرملية؛ أحيانا تظهر أشجار البأوباب (*Adansonia digitala*) على سطح السفانا العشبية في الجزء الجنوبي من هذه المنطقة، كما تحوي المناطق الحراجية على أشجار النخيل و البأوباب بالإضافة إلى غابات السنط، الموجودة في ولايتي «اترارزة» و «لبراكه» (Cheikhna, O, M. (1995).

في أقصى الجنوب، وبشكل خاص ولاية «لعصابة» والجزء الشمالي من ولاية «كيدماغه»، تصبح كمية الأمطار كافية لإقامة الزراعات المختلفة.

ج- المنطقة الشاطئية: وتسمى أيضاً تحت المنطقة الكنارية، تمتد مسافة 754 كم تقريبا على طول شاطئ الأطلسي، تسيطر فيها بشكل واسع الرياح التجارية القادمة من جزر الكناري المخففة بتأثير رياح الحَرور -وهي رياح شمالية شرقية حارة جدا تهب من الصحراء- لتشكل مناخا معتدلا، Diawera, y. (1997).

إن الأمطار في هذه المنطقة قليلة جدا ونادرة، ، ففي «انواذيبو» المعدل السنوي للأمطار أقل من 3مم، لكن الحرارة في هذه المنطقة معتدلة، حيث أن متوسط الحرارة العظمى يبلغ 28 درجة مئوية في «انواذيبو» و 32 درجة مئوية في «انواكشوط» ومتوسط الحرارة الدنيا 16 و 19 في «انواذيبو» و «انواكشوط» على التوالي Hamerlynck, O et al. (1997).

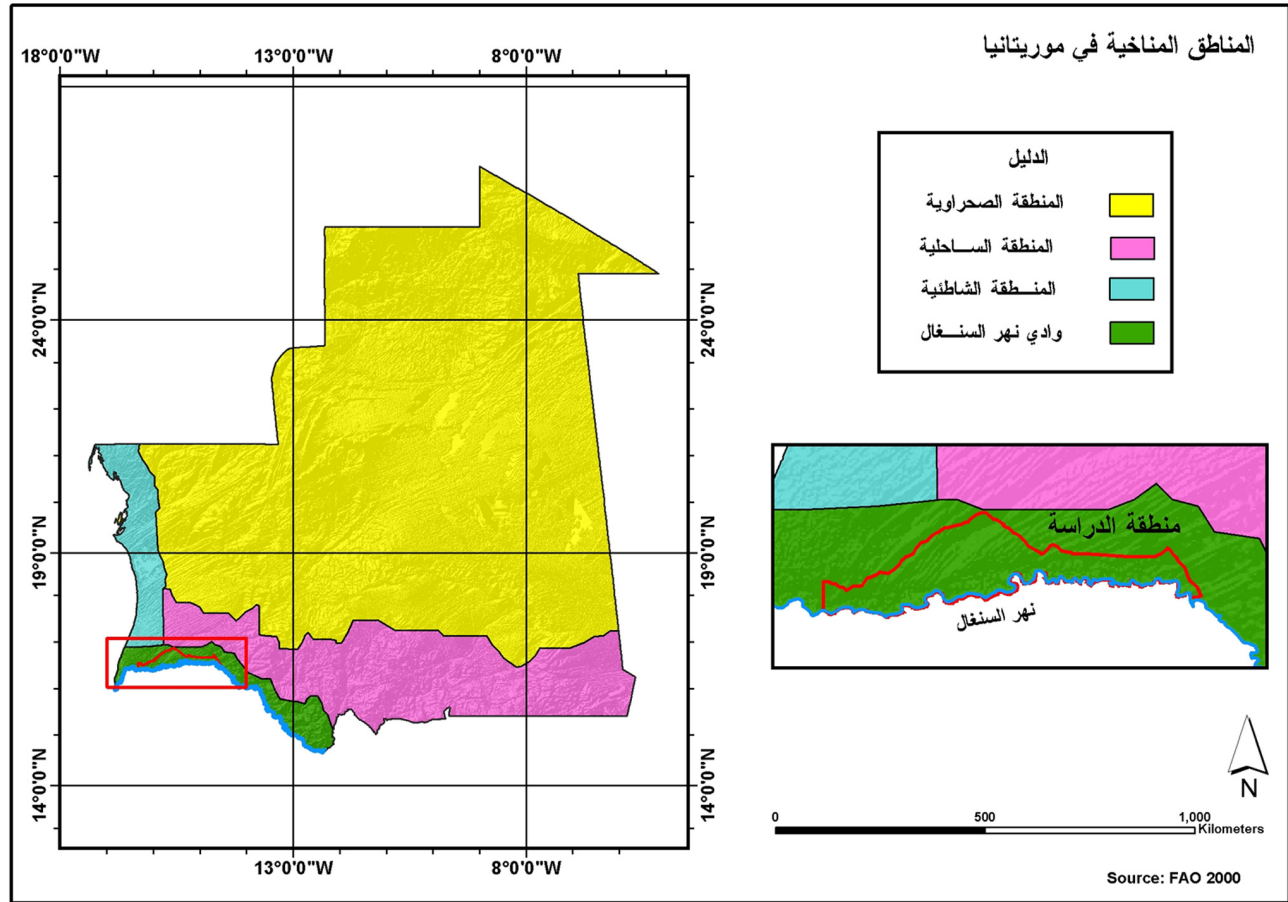
وجود الغطاء النباتي على الكثبان الشاطئية نادرا، إلا أنه في أسفل هذه التلال توجد الطرفاء Tamarix على نحو كثيف وكذلك أشجار السنط Acacia القزمية، كما يمكن أن تتواجد أيضا بقلة السنونو، أما في الوسط فتتموا بعض الأعشاب الممتزجة مع أشجار البلسم Balsam و Spurge (الفربيون)، والشجيرات الشوكية، بينما يكون الغطاء النباتي ضئيلا جدا في الجزء الشمالي من هذه المنطقة Thiaw, I. and Hadya, K. (1991).

د- منطقة وادي نهر السنغال: وتشمل منطقة الدراسة و تعرف أحيانا باسم «شمامه»، وهي ضيقة حيث تشكل الشريط الشمالي لنهر السنغال، فقبل جفاف الذي حدث عام 1960، و 1970 و 1980 ميلادية، كانت تمتد من 30 إلى 60 كم شمال النهر (PNUD/FEM. (1997)، وبعد 1980، امتد التصحر ليشمل الضفة الشمالية للنهر في بعض أجزاء الوادي؛ يتسع الوادي حتى ولاية «كيدماغه» ويسيطر عليها تماما في دورة

النهر الموسمية، (Diagana, C, H. (1997)، يعتمد سكان الوادي غالبا على الزراعة وصيد الأسماك من النهر وروافده ، حيث تمت هذه المنطقة الدولة بالمنتجات الزراعية المختلفة.

المناخ في وادي نهر السنغال يختلف عما هو الحال عليه في المناطق السابقة، فمعدل الأمطار أعلى في هذه المنطقة حيث يصل متوسط الأمطار بين 400 – 600 مم سنويا في الجزء الجنوبي الشرقي منه (ولاية «كيدماغه»)، وتهطل عادة بين أيار وأيلول، تجتمع هذه الأمطار، مع الفيضان السنوي للنهر، مشكلة منسوباً مائياً مرتفعاً يمكن استخدامه في الزراعة، ويبلغ متوسط الأمطار في منطقة الدراسة 200-300 مم سنوياً؛ أما المعدل السنوي للحرارة والتغيرات الحرارية فهي أقل مما هو الحال عليه في المنطقتين الساحلية والصحراوية.

إن وادي نهر السنغال غني بالترب الطينية و الطمي (Alluvium)، وله فلورا غزيرة نسبياً، فضلاً عن ذلك، فإن معدل الأمطار الكبير نسبياً، بالإضافة إلى الري، والأودية الجانبية الوافرة، والمستنقعات، تتجه نحو إنتاج النباتات المدارية المورقة (Gac, J.Y et al. (1982)، مثل أشجار البأوباب و gonakie، وهذه المنطقة غنية بالأعشاب والنخيل مثل النوعين *Dounm* و *barussus* palms.



الشكل 7: المناطق المناخية في موريتانيا

يمكن تمييز ثلاثة فصول مناخية في منطقة وادي نهر السنغال: الفصل الماطر من منتصف حزيران إلى منتصف تشرين الأول، الفصل البارد الجاف من منتصف تشرين أول إلى منتصف شباط، الفصل الحار الجاف من منتصف شباط إلى منتصف حزيران (Chouaib, A. et Ould Merzoug. (1995)؛ متوسط الحرارة في المنطقة نحو 26 درجة مئوية؛ خلال الفصل الماطر تسيطر الرياح الغربية مع الرياح الجنوبية الغربية، أما في الفصل الجاف فتسيطر الرياح الشمالية والشمالية الغربية، مصحوبة برياح الحَرور التي تهب من الصحراء، معدل سرعة الرياح ستة أمتار في الثانية، ولقد ازداد تواتر الرياح وسرعتها منذ 1980، ربما بسبب إزالة الغابات، بالإضافة إلى جفاف السهل الفيضي (Michel, P. et al. (1993، رطوبة الهواء النسبية مرتفعة قليلا وتزداد كلما اقتربنا من المحيط، حيث تصبح ظاهرة الندى الصباحي مألوفة جدا في هذه المنطقة، (Elhacen, M, et al. (1997).

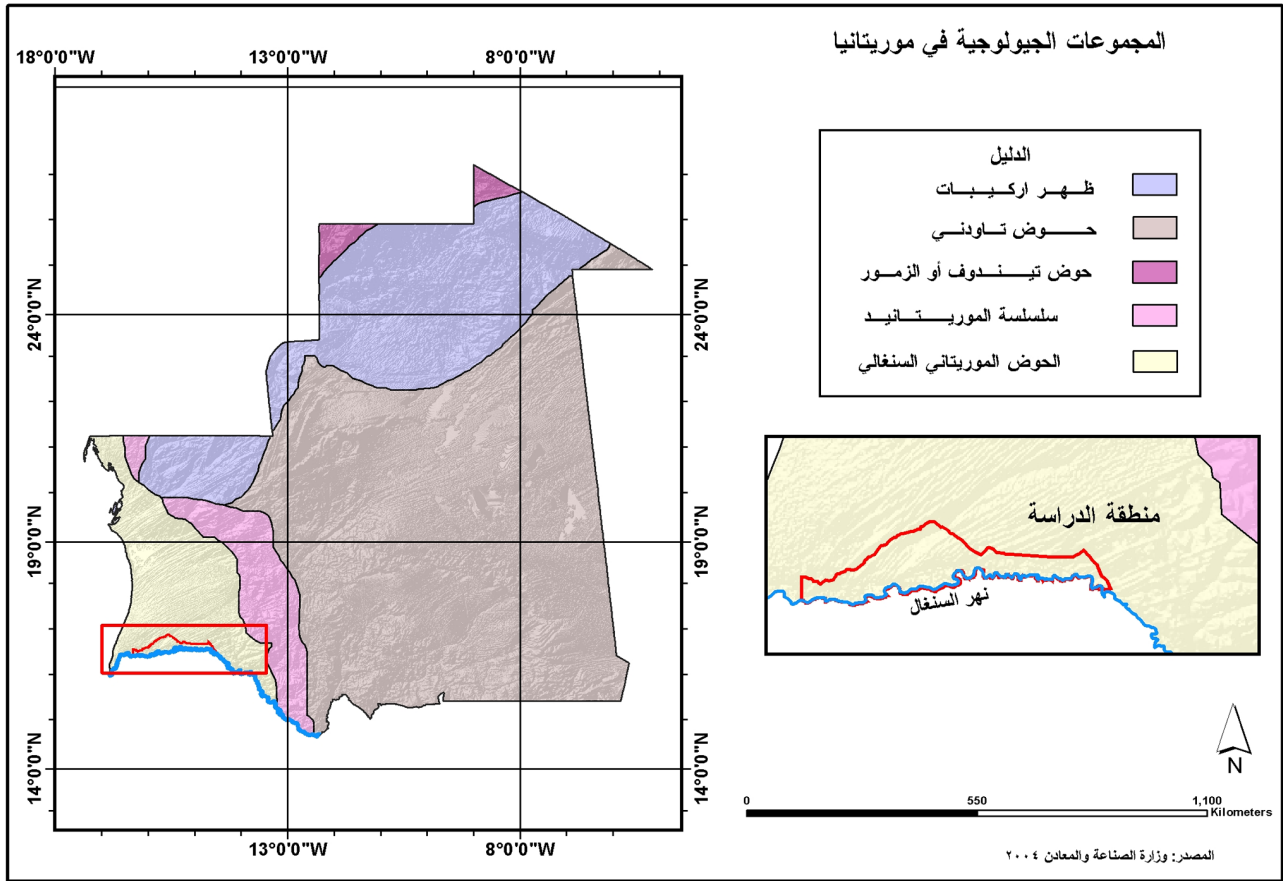
هذا ويمكن تقسيم موريتانيا من الناحية المناخية الزراعية إلى الأقاليم التالية :

- **إقليم الأعشاب الصحراوية والشجيرات المبعثرة:** وهو أكبر الأقاليم، ويخلو من الزراعة عدا وجود بعض الواحات.
- **الإقليم الهامشي:** وهو شريط يجاور الصحراء ولا يصلح للزراعة، وتتخلله بعض الواحات.
- **الإقليم شديد الجفاف:** يقل فيه الهطول عن 55 مم/سنة، وهو إقليم غير زراعي، وقد تعرض للتصحّر بشكل كبير مما أدى إلى زوال القسم الأعظم من غطاءه النباتي.
- **إقليم السافانا الجافة:** تراوح معدلات أمطاره بين 100 - 200 مم/سنة، وهو أيضا غير زراعي باستثناء بعض الواحات، وقد تعرض للتصحّر الشديد.
- **إقليم الزراعة الممكنة:** تراوح أمطاره بين 200 - 300 مم/سنة، ويمكن أن تمارس فيه بعض الزراعات الحراجية و الرعوية، والمطرية، خاصة في القسم الأكثر رطوبة من هذا الإقليم، وتقع منطقة الدراسة ضمن هذا الإقليم.
- **إقليم الزراعات الكثيفة والمضمونة:** يحتل شريطين مطريين متتاليين في أقصى الجنوب الموريتاني.

4.1 التركيب الجيولوجي

إن جيولوجية منطقة الدراسة لا يمكن معرفتها إلا من خلال تتبع جيولوجية موريتانيا، حيث تقسم موريتانيا جيولوجيا إلى خمس مجموعات جيولوجية (Ould Mouhamedou, A. (1998 مرتبة حسب الأقدمية:

- ظهر "اركيبات" في الشمال،- حوض "تاودن" في الوسط والشرق، - حوض "تيندوف" في الطرف الشمالي والشمال الغربي (الزمور)،- سلسلة الموريتانيد غرب حوض "تاودن"، - الحوض السنغالي الموريتاني أو الحوض المحاذي للمحيط، كما هو واضح في (الشكل 8).



الشكل 8 المجموعات الجيولوجية في موريتانيا

أ- **ظهر «اركيبات»:** (قرابة 3 مليار سنة) يمتد من «امساك» (منطقة غرب آدرار) و« تيرس» (منطقة «بير أم قرين»)، حتى منطقة «الكلاب» في الجزائر، وهو يمثل انتشارا واسعا للهضاب الكريستالية والمتحولة التي حولتها عوامل التعرية إلى سهل تحاتي Peneplain، و توجد فيها صخور رسوبية وبركانية ومتحولة، والصخور المغماتية نادرة فيها؛ يعود مجموع هذه الأشكال إلى ما قبل الكامبري الأسفل والأوسط (Bellion, Y. (1987).

ب- **حوض «تاودن»:** (600 مليون سنة)، يغطي نصف أراضي موريتانيا ويعود تاريخه إلى ما قبل الكامبري الأعلى والأولي، تعاقب تطبيق الصخور المحدد من طرف (Tromplet, R. (1973)، شمل في «آدرار» أربع مجموعات رسوبية، ومجموعات كبرى مقسمة، هذه الأشكال مكونة في أغلبها، من أحجار رملية خشنة حديدية و كربونانية والشل.

ج- **حوض «تيندوف» (350-600 مليون سنة):** تتكون من تراكم رسوبي، يشمل تقعرات واسعة من الشرق إلى الغرب، السلسلة الرسوبية، كانت بدايتها مع العصر الديفوني القديم (Devonien)، وهناك دلائل على وجود تراكيز مهمة من الحديد في «غار اجبيلات» قرب الحدود الموريتانية الجزائرية.

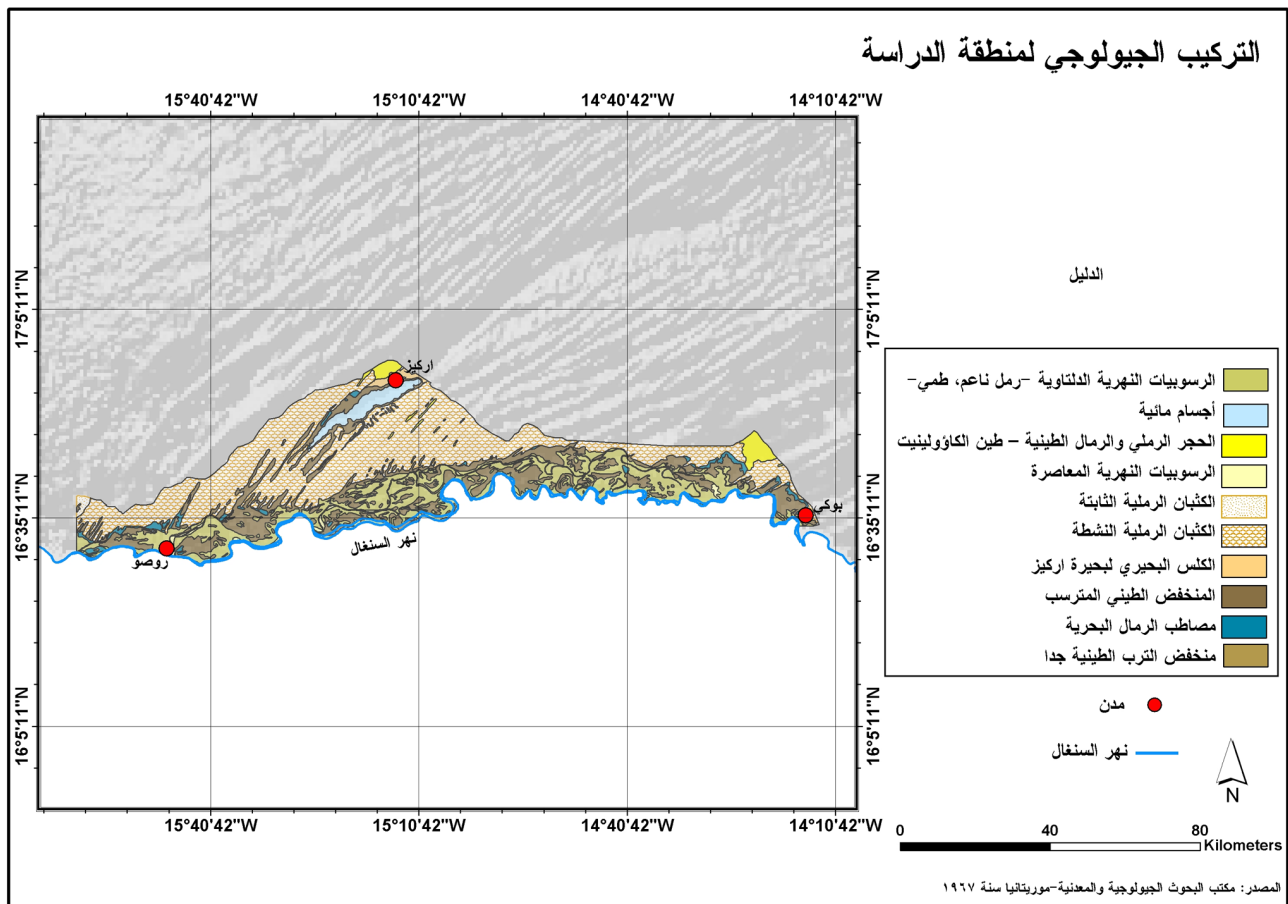
د- **سلسلة الموريتانييد (250-800 مليون سنة)** تم تعريفها من طرف (Sougy, J. (1960)، وهي تمتد من

«الزمر» في الشمال حتى غينيا في الجنوب، تفصل بين حوض «كوتيه»، وحوض «تاودن»، وتتكون من صخور متحولة ورسوبية، تختلف حسب القطاع ويراوح عمرها بين ما قبل الكامبري الأعلى والأولي ويتصل بالحوض الموريتاني السنغالي.

هـ- الحوض الموريتاني السنغالي : (أقل من 2 مليون سنة) ، يقع في غرب موريتانيا بمحاذاة الأطلسي، ويتكون من أراضي رسوبية تتناثر على هضاب متهدمة، وهو حوض مغمر بالسوبيات التي أنت من الحقب الثاني والرابع، (Wolff, F. et al. (1996).

التكوينات الرسوبية لهذا الحوض تشمل ثلاث مجموعات جيولوجية (Monteillet, J. (1988):

- الحوض الرسوبي الثانوي والثالثي السنغالي الموريتاني حيث ينحصر المد باتجاه الشمال.
- القاعدة القارية القوية في العصر الثالث العلوي الذي فصل الحوضين الرسوبيين البحريين.
- الحوض الرسوبي الرباعي الموريتاني الذي يشمل جزئيا الحوض الموريتاني السنغالي، وتختفي تحت طبقات الرباعي خصائص الرسوبيات القارية النهائية، التي تمتاز بترب رملية طينية ملونة بأكاسيد الحديد، الجزء الطيني يتكون من الكاولينيت ونسبة منخفضة من الإليت، يلاحظ تكوين أصفر طيني في هذه الرسوبيات، يسمى تكوين L. Baud، وتغطي الترسبات القارية النهائية بدرع حديدي (Michel, P. 1973)، وتتبع منطقة الدراسة جيولوجيا لهذا الحوض، (الشكل 9)، ويبين (الجدول 1)، تركيبها الجيولوجي.



الشكل 9: التركيب الصخري لمنطقة الدراسة

الجدول 1: التركيب الصخري لمنطقة الدراسة

الرمز	التركيب	العصر	المساحة، ألف هـ	النسبة المئوية
CT	الحجر الرملي والرمال الطينية – طين الكاؤولينيت	الثلاثي	8.78	2.16
CA	المنخفض الطيني المترسب	الرباعي	92.01	22.66
SA	منخفض الترب الطينية جدا	الرباعي	0.29	0.07
L	الرسوبيات النهرية المعاصرة	الرباعي	6.99	1.72
R	الكتبان الرملية الثابتة	الرباعي	1.25	0.31
HL	الرسوبيات النهرية الدالية (رمل ناعم، طمي)	الرباعي	88.89	21.89
MS	مصاطب الرمال البحرية	الرباعي	8.36	2.06
DR	الكتبان الرملية النشطة	الرباعي	182.95	45.06
CR	الكلس البحيري لبحيرة اركيز	الثلاثي	2.11	0.52
W	أجسام مائية		14.41	3.55
المجموع			406.04	100

5.1 الموارد المائية

1.5.1 المياه السطحية

تتميز موريتانيا بشبكة مياه سطحية ضعيفة إلى حد ما، باستثناء نهر السنغال وروافده، ففي الأجزاء الوسطى والشمالية تغذي مجاري متشعبة من الأودية الطبقات المائية السطحية.

يعدّ نهر السنغال المجرى المائي الوحيد في موريتانيا وله منسوب متغير حسب الأمطار، إذ يكون تدفقه في موسم الفيضان خلال الفصل الممطر كبيراً، حيث تتلقى الطبقات المسامية المجاورة كمية كبيرة من الماء، وقد يمتد ماؤه على سطح الأرض إلى مسافة كبيرة يبلغ عرضها 20 كم في بعض الأماكن، مما يؤدي إلى ملء بحيرتين في منخفضي «اركيذ» و «ألاك»، هذا وينبع نهر السنغال من مرتفعات «فوتاجيالو» في جمهورية غينيا، بعد ذلك يعبر الجزء الغربي من جمهورية مالي، ليشكل فيما تبقى من مجراه الحدود بين الأراضي الموريتانية والسنغالية، ويوجد على هذا النهر سدان، هما سد «مانانتالي» في جمهورية مالي و سد «دياما» بين جمهوريتي موريتانيا والسنغال، وله رافدان أساسيان في موريتانيا هما: نهر كاركورو الذي يرفد النهر على الحدود المشتركة المالية، السنغالية، الموريتانية؛ أما الرافد الثاني فيسمى نهر كوركول و يفصله عن السنغال 200 كم باتجاه مجرى النهر Acreman, M.C and Hollis, G.E. (1996)، وعلى هذا الرافد يوجد سد «فم لقليته»، الذي يسمح بتخزين 500 مليون متر مكعب سنوياً، ويواصل نهر السنغال تدفقه حتى دلتا السهل الفيضي في أقصى الجنوب الغربي من موريتانيا حيث يصب في المحيط الأطلسي، (Baillargeat, J.(1964).

2.5.1 المياه الجوفية

يمكن أن يميز في موريتانيا نمطان كبيران من الطبقات الحاملة للماء (Aquifères): تقع الأولى في مناطق السلاسل الجبلية القديمة، التي تعرضت إلى الحت، حيث تتكشف صخور الركييزة؛ وتقع الثانية في الأحواض الرسوبية الأحدث أي في صخور الغطاء الرسوبي، ديدبيه كارتبييه، (1990).

1.2.5.1 مناطق السلاسل الجبلية القديمة التي تعرضت للحت: وهي الطبقات المائية الصغيرة في نطاق

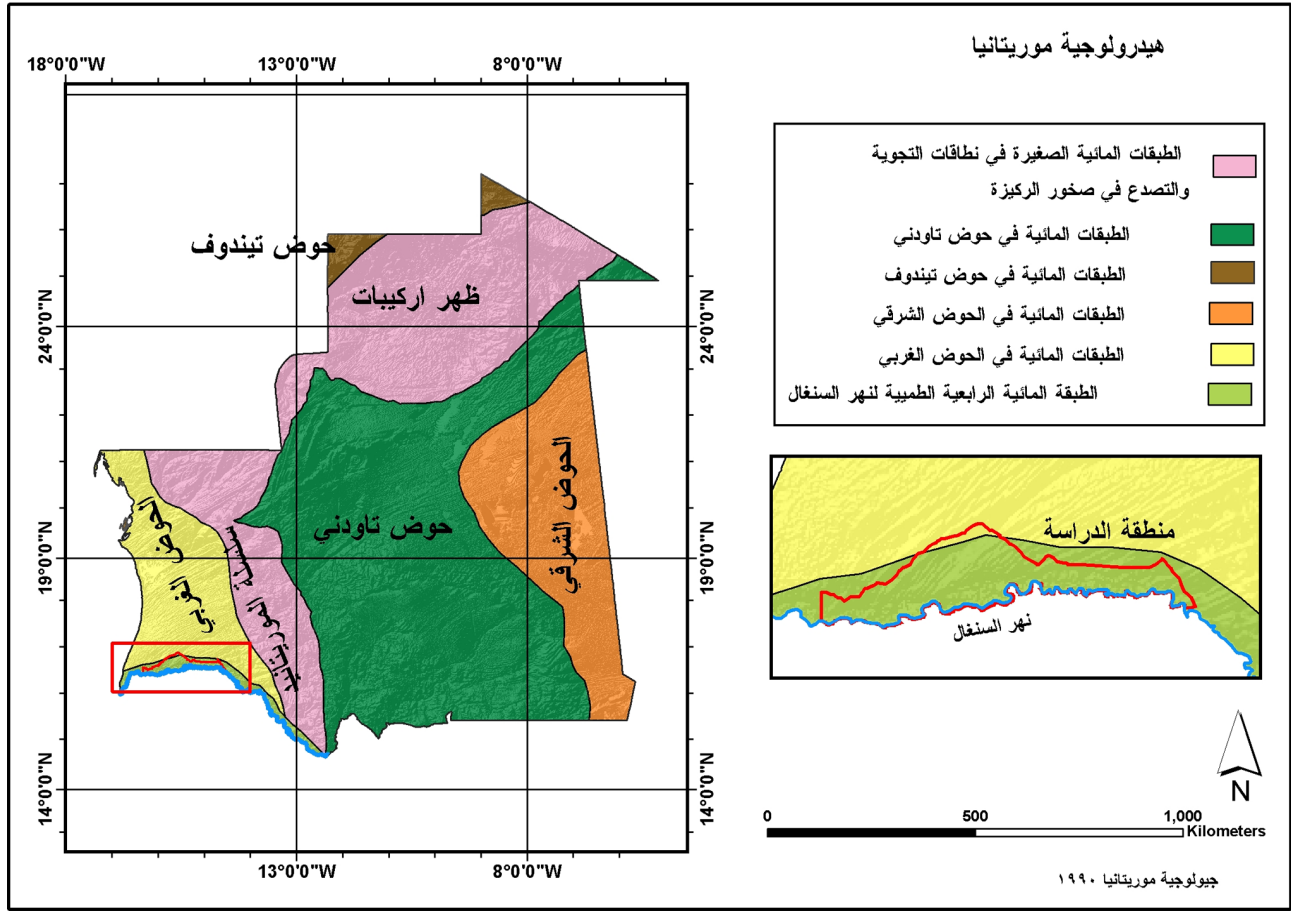
التجوية والتصدع في صخور الركييزة، (الشكل 10)، حيث تتمثل هذه المناطق بالركيزة القديمة لظهر «اركييات و سلسلة الجبال الموريتانية»، والصخور التي تميز هذه المناطق هي صخور مصمتة عندما تكون سليمة، وهي داخلية المنشأ في الغالب (صخور مهلية ومتحولة)، ورغم ذلك فقد تحتوي على كميات قليلة من المياه في المناطق التي تكسرت صخورها أو التي تعرضت للتجوية، ويمكن أن يعثر في هذه الصخور بالتحريات الجيولوجية، على كميات من الماء تكفي لسد الحاجات المحلية.

2.2.5.1 مناطق الأحواض الرسوبية (حوضي تاودني وتيندوف والحوضين الشرقي والغربي والطبقة

المائية الطميية لنهر السنغال): توجد عدة أنماط من الطبقات الحاملة للماء، في حوضي تاودني، الذي يعود عمر طبقاته الرسوبية إلى ما قبل الكامبري الأعلى أو إلى الحقب الأول (من الكامبري حتى الديفوني)، وتزود هذه الطبقات المائية «الكلتات» Gueltas، وهي مستويات مائية صغيرة دائمة، وحوض تاودني الواسع الذي يأخذ شكل المنخفض هو مقعر ركييزي Syneclise، يترك مجالا لتصور وجود طبقات مائية حبيسة عميقة مياهها عذبة أو مالحة، ولإثبات وجود هذه الطبقات المائية يجب إجراء سبور عميقة في مناطق شديدة التصحر مثل منطقة «المرية» حيث يحتمل وجود المياه بكميات كبيرة.

أما في الأحواض الأحدث (الطبقات المائية في الحوض الشرقي الحديث و الحوض الغربي الحديث)، فإن المياه في الطبقات الحاملة لها تشكل مخزونا ارتشحت وتجمعت مياهه، خلال الأزمان الممطرة من الحقب الرابع الحديث، وتُستثمر الطبقات المائية العائدة إلى التشكيلة القارية البيئية Continental intercalaire (الحقب الثاني)، أو العائدة إلى التشكيلة القارية الانتهائية (الحقب الثالث)، من آبار للرعي في كل من «باسكنو»، و«ظهرولاتة-النعمة»؛ وتوجد المياه في الطبقات المائية في الحوض الموريتاني-السنغالي، في طبقات مسامية منفذة تعود إلى الحقب الثاني والثالث أيضا.

هذا وتوجد في الوديان الطميية الرئيسة (الطبقة المائية الطميية لنهر السنغال)، طبقات مائية على أعماق تختلف باختلاف فصول السنة، وهي توجد عادة في الرسوبيات العائدة للحقب الرابع، وقد توجد في رواسب أقدم (Tricat, J (1961).



الشكل 10: الخارطة الهيدرولوجية لموريتانيا

6.1 الغطاء البيدولوجي (التربة)

يشير أكساد. (2004) إلى أن تصنيف ترب موريتانيا ينحصر في خمس مجموعات:

أ- **المجموعة الأولى:** تشمل التربة الملحية والصودية، وتوجد في النطاق الصحراوي (Sahara Zone)، وتغطي معظم أراضي موريتانيا، حيث تبلغ مساحتها نحو 86.28 مليون هكتار.

ب- **المجموعة الثانية:** تشمل التربة الجافة، وتوجد في المنطقة الساحلية، وتتلقى هذه التربة أقل كمية من الأمطار، ولا يمكن استثمارها في الزراعة إلا بوجود مياه للري.

ج- **المجموعة الثالثة:** هي عبارة عن ترب مختلطة، ترب متغدقة في المناطق المنخفضة، وتربة حديدية Ferruginous في النطاق الساحلي (Sahelian)، وهذه التربة جيدة للزراعات البعلية، وتقدر مساحتها مع ترب المجموعة الثانية بنحو 1.4 مليون هكتار.

د- **المجموعة الرابعة:** تشمل التربة المتغدقة، والتربة الطينية المتشققة ذات اللون الأسود، وتوجد هذه الترب في «شمامة» أو حوض السنغال، وهي عبارة عن ترب فيضية غنية، وتقدر مساحتها بنحو 0.7 مليون هكتار.

هـ. المجموعة الخامسة: هي تربة التعرية، وتصلح للري، وتوجد في الصحراء الجافة من منطقة الصحراء (Sahara)، وتغطي هذه التربة نحو 0.1 مليون هكتار.

لقد صنف مشروع تسيير الموارد الطبيعية في موريتانيا وجامعة دكوتا الجنوبية الأمريكية منطقة الدراسة إلى ثلاث رتب حسب التصنيف الأمريكي، (الشكل 11)، و(الجدول 2)، وهي:

1. **الترب الحديثة Entisols:** تشغل هذه الرتبة نحو 51 % من منطقة الدراسة، وتوجد منها في منطقة الدراسة تحت رتبتين هما:

- **الترب الحديثة الفيضية Fleuvents:** وهي ترب حديثة تكونها الرواسب المائية في السهول الفيضية ودلتا الأنهار والقنوات المائية، وهي ذات مقطع بسيط نسيجه ناعم، ويوجد منها في هذه المنطقة المجموعة الكبرى Torrifluvents، ذات نظام التربة الرطوبي الحار والجاف (Aridic(Torric)، ونظام التربة الحراري Hyperthermic، متمثلة بتحت المجموعتين Typic Torrifluvents، و Vertic Torrifluvents؛ وتبلغ مساحتها 205502 هكتاراً، بنسبة 50.61 % من منطقة الدراسة.

- **الترب الحديثة النموذجية Orthents:** وهي ترب حديثة ذات نسيج طمي، وتتميز بالانخفاض المنتظم لمحتواها من المادة العضوية مع العمق، وتوجد منها في هذه المنطقة المجموعة الكبرى Torriorthents، متمثلة في تحت المجموعة Typic Torriorthents ذات نظام التربة الرطوبي الحار والجاف (Aridic(Torric)، وتشغل مساحة صغيرة، حيث تكون مترافقة مع تحت الرتبة Salids.

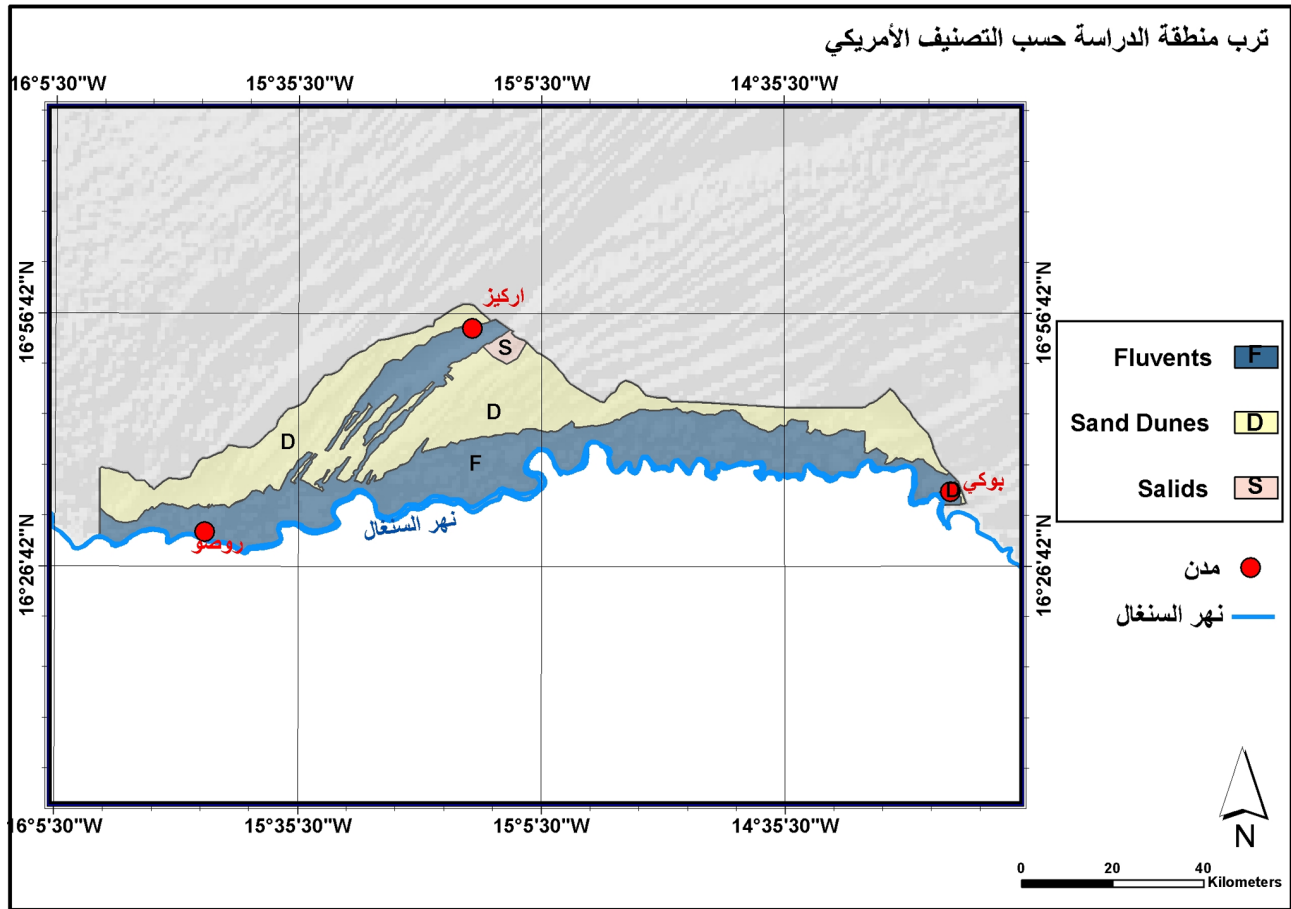
2. **الترب الجافة Aridisols:** وتوجد منها في منطقة الدراسة تحت رتبتين:

- **تحت الرتبة الجافة المالحة Salids:** تشغل مساحة صغيرة تبلغ نحو 5340 هكتاراً حيث تشكل نحو 1.32 % من منطقة الدراسة، وتوجد منها في هذه المنطقة المجموعة الكبرى Aquisalids، متمثلة في تحت المجموعة Typic Aquisalids.

3. **الكثبان الرملية:** تبلغ مساحتها نحو 195156.34 هكتاراً، بنسبة 48.07 % من منطقة الدراسة، وهي مناطق وعرة غير صالحة للإنتاج الزراعي وبعض هذه المناطق هي من نوع Torripsamments خاصة مع الكثبان الرملية الثابتة والمغطاة بنباتات طبيعية.

الجدول 2: ترب منطقة الدراسة حسب التصنيف الأمريكي

الرتبة	المجموعة الكبرى	الرمز	المساحة، ألف هـ	النسبة المئوية
Entisols	Torrifluvents	F	205.50	50.61
Aridisols	Aquisalids	S	5.34	1.32
كثبان رملية		D	195.20	48.07
المجموع			406.04	100



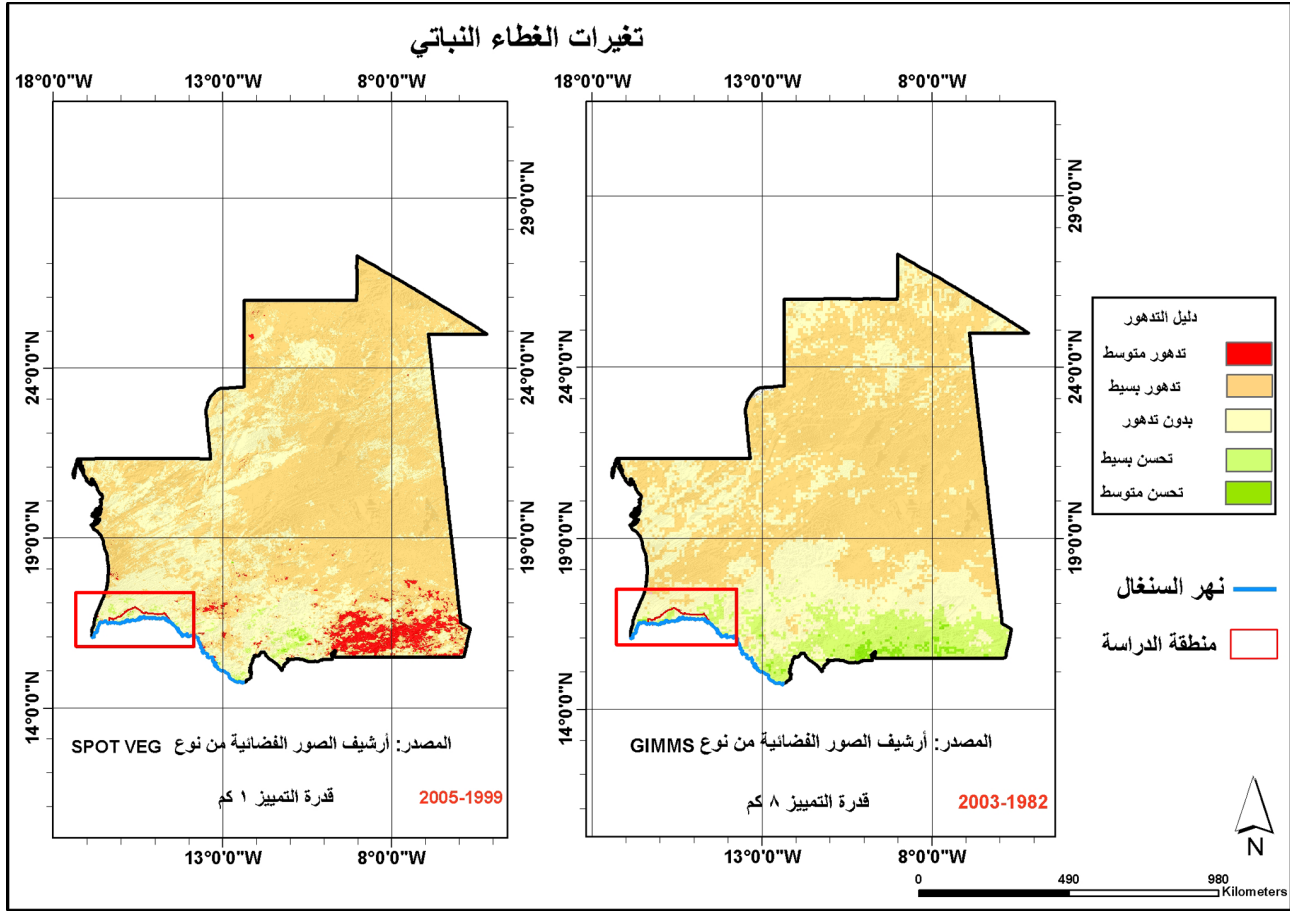
الشكل 11: ترب منطقة الدراسة حسب التصنيف الأمريكي

7.1 التصحر

تفاقمت ظاهرة التصحر في موريتانيا، وخاصة بعد الجفاف الكبير الذي أصاب مناطق الساحل بين موريتانيا والسودان، جنوب الصحراء الكبرى، وتشكل المساحة الصحراوية والمتصحرة في موريتانيا نحو 60 % من المساحة الكلية، كما تبلغ مساحة الأراضي المهدة بالتصحّر نحو 33.30 % من المساحة الكلية، نستنتج من ذلك أن نحو 93 % من مساحة موريتانيا متصحرة أو أنها مهدة بالتصحّر، وحسب أكساد. (2004) فإنه يمكن توزيع المساحات المتأثرة بالتصحّر في موريتانيا حسب درجة تأثرها كما يلي :

تصحّر خفيف	تصحّر متوسط	تصحّر شديد	تصحّر شديد جدا
5.7 %	17.0 %	23.0 %	54.3 %

كما أظهر تحليل NDVI، لأرشفيف الصور (NOAA-AVHRR)، لمدة 22 سنة (1982-2003)، تغيرا سلبيا في الغطاء النباتي بلغت مساحته 610590 كم²، أي قرابة 59.24 %، (2007)، ACSAD، كما في (الشكل 12).



الشكل 12: تغيرات الغطاء النباتي في موريتانيا

هذا وتمتلك موريتانيا العوامل الطبيعية، وخاصة مصادر الرمال الكثيرة، القارية والبحرية، والعوامل الأساسية المشجعة للتصحّر، وخاصة عند زيادة الاستثمار إلى الحد الذي يتجاوز قدرة البيئات الطبيعية المحلية على العطاء، ومن أهم عوامل التصحر في موريتانيا أكساد. (1995):

- استمرار الجفاف وزيادة شدته إلى درجة انزياح خطوط تساوي الأمطار إلى الجنوب بشكل كبير، وقد وصلت زحزحة خطوط الأمطار نحو الجنوب إلى المرحلة الكارثية في عام 1972، حيث انتقل خط الأمطار 150 مم قرابة 400 كم جنوباً، وقد أثر هذا الانزياح على أكثر من ربع مليون كيلومتر مربع من الأراضي الزراعية والرعوية، وقد قُدر النقص المطري خلال المدة 1968-1983 بأكثر من 20 % عبر البر الموريتاني، في حين وصل إلى أكثر من 80 %، شمال خط عرض 18°، وزارة التنمية الريفية، (1986)، كما وصل معدل التبخر السنوي العام فوق موريتانيا إلى نحو 4500 مم/سنة، نتيجة الرطوبة النسبية المنخفضة، (33 %)، ودرجات الحرارة العالية والرياح الشديدة.

- تصاعد مشاكل الاحتطاب والرعي الجائر، وقطع الأشجار لصناعة الفحم، وقد ازداد استهلاك الفحم خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين، حيث وصل 8-10 مرات أكثر من الطاقة الإنتاجية السنوية للغابات الموريتانية، وهذا التصاعد يتناسب طردياً مع الزيادة السكانية والهجرة.

- تصاعد مشاكل الحرائق الموسمية: تظهر الحرائق الموسمية في المناطق الجنوبية من إقليم ساحل الرمال في موريتانيا، وذلك عند تراكم الغطاء النباتي النجيلي السافاني Gramineae.

• زحف الكثبان الرملية: لقد تزايد نشاط حركة الكثبان الرملية بشكل كبير إثر الجفاف الذي ضرب مناطق ساحل الرمال، فقد أظهرت الصور الجوية المأخوذة لمنطقة «انواكشوط» عام 1964، عندما كانت الكثافة السكانية قليلة، عدم وجود حركة رمال في مساحة قدرها 29000 هكتاراً، وخلال فترة السبعينيات من القرن الماضي تدهور الغطاء النباتي على مسافة عشرات الكيلومترات وفي كل الاتجاهات، وزحفت الرمال على العاصمة حيث تراكمت في الأحواض وحدائق المباني العامة، وفي عامي، 1980 و 1981، أظهرت الصور الجوية مساحة 2030 هكتاراً من الكثبان الرملية المتحركة في منطقة انواكشوط، بالإضافة إلى 24085 هكتاراً من الكثبان الرملية المتحركة قليلاً، وتفاقم الوضع خلال عام 1986، حيث لوحظ 13 كثيباً طويلاً ممتداً يقطع المناطق المحيطة بانواكشوط من الشرق والغرب، وقد وصلت مشاكل الكثبان الرملية إلى الولايات الجنوبية، وفي كل هذه الولايات، وفي الغالبية العظمى من الحالات، تتحرك الأتربة الرملية بعد إزالة الأشجار، ففي ولاية «لغصابة» مثلاً غطت الرمال الآبار والمنشآت المائية، أما في ولاية الحوض الشرقي فقد غزت الكثبان الرملية مدينة «ولاته»، بالإضافة إلى بعض المدن والأرياف والتجمعات السكانية الأخرى، ولم يقتصر تأثير الرمال على المدن وغيرها، بل أخذت تتراكم على الطرق الرئيسية المهمة، مثل طريق «انواكشوط واكجوجت»، وكذلك طريق الأمل الذي يربط «انواكشوط» بالمنطقة الشرقية.

- تزايد عمليات الحراثة: فقد امتدت عمليات الحراثة على مساحات شاسعة في الجنوب، إلا أن نقص الأمطار وانزياح الخطوط المطرية نحو الجنوب أدّى إلى ترك مساحات واسعة عرضة للانجراف الريحي والمائي، كما أدّى إلى تصاعد مشكلة النقص في الإنتاج الزراعي من الحبوب، حيث أضى الإنتاج المحلي لا يغطي سوى 20 % من الاحتياجات السكانية المتزايدة.
- الزيادة السكانية في المدن والأرياف، بالإضافة إلى الهجرة من السنغال.
- النقص الكبير في إنتاج الأعلاف، واقتقاد الأصناف العلفية المتفوقة.
- انعدام مجتمعات الأصول الوراثية النباتية للنباتات المقاومة للتصحّر.
- عدم فعالية برنامج استزراع أراضي القرى أو محدوديتها.
- انخفاض منسوب الماء الأرضي للآبار، وجفاف آبار بعض الواحات.

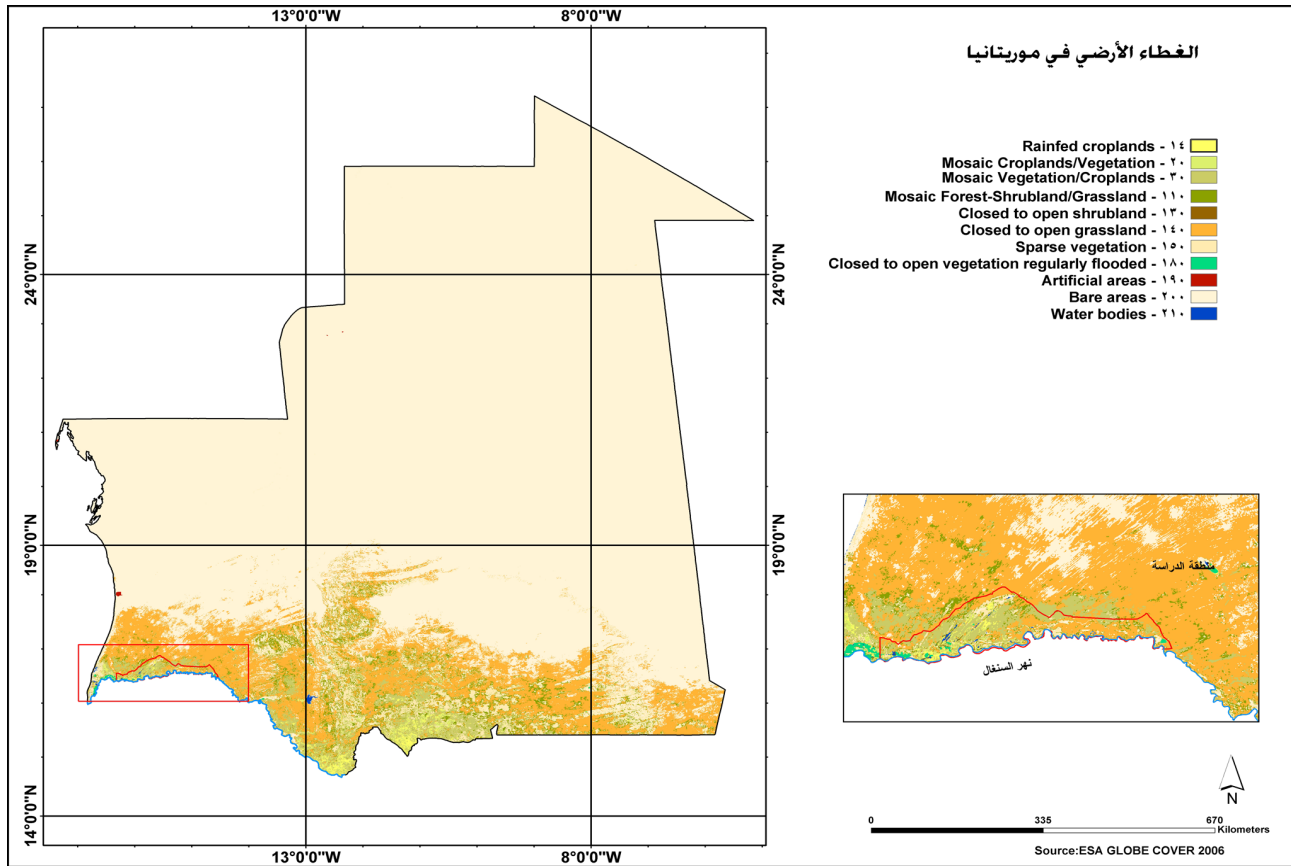
وقد أدت هذه العوامل في النصف الثاني من القرن لعشرين إلى تقليص مساحة السافانا الشوكية، من 9 مليون هكتار إلى 3.5 مليون هكتار، يقع أغلبها في حوض نهر السنغال، في حين كانت تغطي مساحات شاسعة، يراوح عرضها في الجنوب بين 40 كم عند «باسكنو»، وقرابة 100 كم في منطقة «أمرج» جنوب «النعمة»، واللّتين ظهر فيهما التصحر، وكذلك من شمال «تمبدغه»، وإلى السنغال، و نحو 150 كم مابين «كيفة» إلى «سيليبابي» على الحدود الموريتانية السنغالية، عبر «كنكوصه».

كما أدت أيضاً إلى إزالة الغطاء العشبي وخاصة الغطاء النجيلي المعمر من كثير من المناطق حتى الجنوبية منها، مثل «بوكي»، و «اركيذ»، و «تامشكط»، و «كيفة»، و «امبود» وغيرها... وقد تسارعت عمليات الانجراف الأرضي نتيجة تحطم النبت كما تسارعت عمليات زحف الرمال وغطت المنشآت والمواقع الزراعية وغيرها.

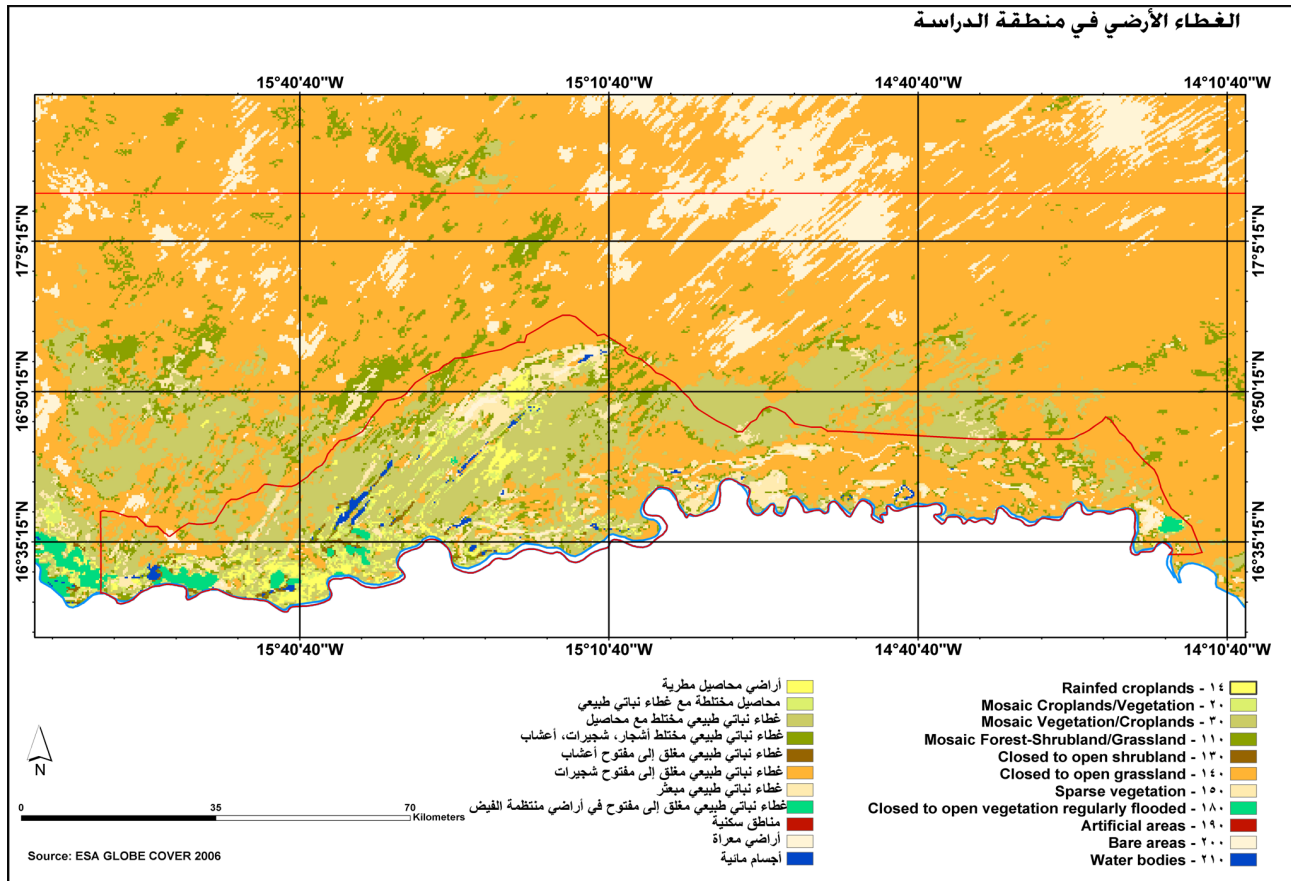
8.1 الغطاء الأرضي

حسب ESA GLOBE COVER 2006، فإن الغطاء الأرضي في موريتانيا ومنطقة الدراسة (الشكلين 13، 14) يتوزع كما يلي:

- أراضي معراة: تشكل نحو 82.22 % من مساحة موريتانيا ونحو 2.07 % من مساحة منطقة الدراسة.
- غطاء نباتي عشبي مغلق إلى مفتوح (أكبر من 15 %): وهو عبارة عن سافانا عشبية أو أشنيات وطحالب ويشكل نحو 10.28 % من مساحة موريتانيا ونحو 34.22 % من مساحة منطقة الدراسة.
- غطاء نباتي مبعثر (أقل من 15 %): تشكل مساحته نحو 2.69 % من مساحة موريتانيا ونحو 10.31 % من مساحة منطقة الدراسة.
- غطاء نباتي مختلط أشجار أو شجيرات 50-70 % وأعشاب 20-50 %: تشكل مساحته نحو 2.17 % من مساحة موريتانيا ونحو 8.55 % من مساحة منطقة الدراسة.
- غطاء نباتي مختلط أعشاب و أشجار و شجيرات 50-70 % ومحاصيل 20-50 %: يشكل نحو 2.02 % من مساحة موريتانيا ونحو 34.80 % من مساحة منطقة الدراسة.
- أراضي محاصيل مطرية: تشكل 0.31 % من مساحة موريتانيا ونحو 4.33 % من مساحة منطقة الدراسة.
- محاصيل 50-70 % مختلطة مع غطاء نباتي (أعشاب، شجيرات، أشجار) 20-50 %: تشكل نحو 0.18 % من مساحة موريتانيا ونحو 2.53 % من مساحة منطقة الدراسة.
- أجسام مائية: تشكل نحو 0.08 % من مساحة موريتانيا ونحو 1.04 % من مساحة منطقة الدراسة.
- غطاء نباتي عشبي أو شجري مغلق إلى مفتوح (أكبر من 15 %) في أراضي منتظمة الفيض أو في تربة مالحة قليلا مشبعة بالماء: يشكل نحو 0.03 % من مساحة موريتانيا ونحو 1.52 % من مساحة منطقة الدراسة.
- مناطق سكنية: تشكل مساحتها نحو 0.01 % من مساحة موريتانيا.
- غطاء نباتي مغلق إلى مفتوح (أكبر من 15 %): عبارة عن شجيرات (ارتفاعها أقل من 5م) عريضة أو إبرية الأوراق دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق يشكل نحو 0.01 % من مساحة موريتانيا ونحو 0.63 % من مساحة منطقة الدراسة.



الشكل 13: الغطاء الأرضي في موريتانيا



الشكل 14: الغطاء الأرضي في موريتانيا

9.1 الغطاء النباتي

تمتاز موريتانيا بانخفاض كثافة الغطاء النباتي التي تتناقص تدريجيا من الجنوب إلى الشمال، حيث يغطي وادي نهر السنغال في الجنوب بسافانا غزيرة من الأشجار (Baumer, M. et Sene, E.H.M. (1995)، تتناقص كثافتها باتجاه الشمال، فالفلورا نادرة وقليلة الأنواع كلما اتجهنا نحو المنطقة الصحراوية، هذه الكثافة الضعيفة للغطاء النباتي يفسرها المناخ، فتناقص كمية الأمطار من الجنوب إلى الشمال، إضافة إلى مدتها وديمومتها، يبين هذا التباين (Van Maydell, H, J. (1982).

ففي المنطقة الصحراوية توجد بقايا قليلة من الطلح الملتف *Acacia tortillis*، والعُشْر *Calotropis procera*، وتشاهد في بعض البيئات المناسبة شجيرات التنضب العاري *Capparis decidua*، وفي أحيان قليلة جدا، تشاهد أشجار السرح *Maerua crassifolia*، والأرطي الجميل *Calligonum comosum*، والأسمط الصحراوي *Crotalaria saharae*، والضمران العاري *Traganum moquini*، الذي يعاني من الانقراض، كما تشاهد أيضا، العلندی *Ephedra rollandii*، والحنظل *Citrullus colocynthus*، كما يوجد بشكل مبعثر جدا أنواع نجيلية مهمة رعويا ومثبتة للرمال مثل الثمام الصلب *Panicum trugidum Forsk*، والسبب *Stipagrostis pungens*، وبعض أنواع الثيموم *Pennisetum spp*، كما توجد بعض الأجناس التابعة للفصيلة المركبة *Compositae*، مثل *Atractylis*، *Artistata*، وبعض الأنواع التابعة للفصيلة الصليبية *Cruciferae*، مثل الحمي المصري *Farsetia aegyptiaca*، والأنواع القريبة منه، و *Anastatica hierochuntica*، والمالكومية المصرية *Eremobium aegyptiacum* (*Malcolmia aegyptiaca*)، أكساد. (1995).

أما في المنطقة الساحلية (ساحل الرمال) فتوجد المجتمعات النباتية التالية:

- مجتمعات السلم *Acacia ehrenbergiana*، والتنضب *Capparis decidua*: وهي مجتمعات شجرية مبعثرة النبت، وتوجد أساسا في الوديان الرملية غير المالحة، و يترافق معها الطلح والثمام الصلب *Panicum trugidum Forsk*، وهي ممتازة في تثبيت الكثبان الرملية، وعند تدهورها، تحل محلها نباتات متفرقة أقل كفاية في تثبيت الرمال مثل مجتمع المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، والعُشْر، أو الطلح الملتف والمرخ.

- مجتمع السرح *Maerua crassifolia*، والطلح الملتف *Acacia tortillis*: وهي عشيرة قليلة الوجود لكثرة معاناة السرح من الاحتطاب ثم قطع الأغصان لعمل المساويك، ويسود هذه المجتمع، أشجار السرح والطلح الملتف والأراك *Salvadora persica*، وعند تدهورها تظهر المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، والعُشْر *Calotropis procera*.

- مجتمع الأراك *Salvadora persica*، و *Grewia tenax*: ويتألف من الأراك *Salvadora persica*، و *Grewia tenax*، والطلح السنغالي *Acacia senegal*، والطلح الملتف، ويظهر هذا المجتمع في حواف الوديان الجبلية والوديان المحجرة، في المناطق ذات المتوسط السنوي للأمطار 200-300مم، وعند تدهورها يظهر النبات السام *Pergularia daemia*.

• مجتمع الطلح السنغالي *Acacia senegal* والمر الإفريقي *Commiphora africana*: كانت تغطي نحو 35 % من موريتانيا، وتوجد في البيئات الرملية لجنوب الوسط الموريتاني، ومعظم الجنوب الموريتاني ماعدا أقصى الجنوب، وهي هامة اقتصاديا لإنتاج الصمغ والأخشاب والأعلاف، وقد حل بدلا منها وحيثما سيطر التصحر، المرخ *Leptadenia pyrotechnica*، والعُشْر *Calotropis procera*، أو اللبان البلسمي *Euphorbia balsamifera*.

• مجتمع الطلح السنغالي *Acacia senegal*، والسدر الموريتاني *Ziziphus mauritiana*: وتمتد أساسا ما بين خطي عرض 16° و 18° درجة شمالا، في منطقة يراوح متوسط أمطارها السنوي ما بين 300 - 400 مم.

أما في المناطق التي يزيد معدل الأمطار فيها على 400 مم (FAO, 2000b)، فيلاحظ وجود مجتمعات من أشجار *Acacia nilotica* مختلطة بأنواع مثل:

«*Balanites aegyptiaca*, *Acacia albida*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens*»

كما قد تقتصر أحيانا على بعض الأنواع التابعة للأجناس

«*Bauhinia*, *Combretum*, *Ziziphus*, *Tamarindus*, *Anogeissus*»

كما أنه في بعض مناطق الكثبان الرملية توجد مجتمعات من الأنواع:

Geerling, C. (1982), «*Acacia senegal*, *Acacia tortilis*, *A. raddiana*, *Balanites aegyptiaca*»

أما في جنوب غرب موريتانيا حيث توجد منطقة الدراسة، فقد حدد مشروع تسيير الموارد الطبيعية في موريتانيا سنة 1981، 47 وحدة مسحية للغطاء النباتي في هذه المنطقة ومن أهم هذه المجتمعات :

• تجمعات أنواع الطلح *Acacia ssp.*: وتشمل تجمعات السلم، تجمعات الطلح النيلي *Acacia nilotica*، تجمعات الطلح السنغالي *Acacia senegal*، تجمعات طلع سيال *Acacia seyal*، تجمعات الطلح الملتف *Acacia tortillis*.

• تجمعات *Adansonia digitata*.

• تجمعات أنواع *Combretum ssp.*

• تجمعات *Hyphaena thebaica*.

• تجمعات *Guiera senegalensis*.

• تجمعات *Boscia senegalensis*.

• تجمعات السدر الموريتاني *Ziziphus mauritiana*.

• تجمعات المر الإفريقي *Commiphora africana*.

• تجمعات *Sclerocarya birrea*.

• تجمعات الهجليج أو بلح الصحراء *Balanites aegyptiaca*.

- تجمعات التنضب *Capparis decidua*.
- تجمعات الأراك *Salvadora persica*.
- تجمعات اللبان البلسمي *Euphorbia balsamifera*.

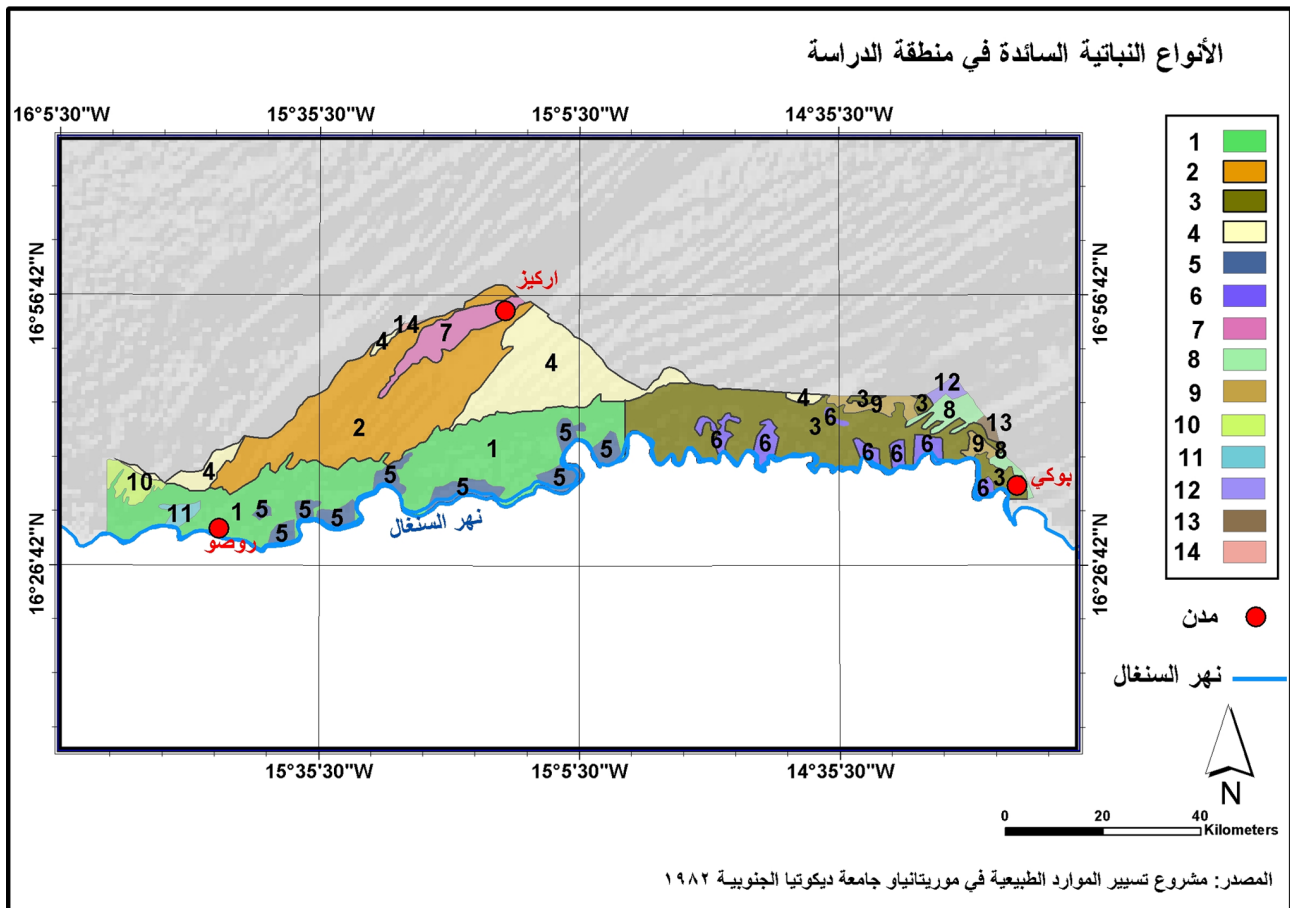
كما قدرَ Fontes, J. (1985) مساحات أنواع الأشجار الخشبية في المنطقة الجنوبية الغربية من موريتانيا كما يلي :

2.67 مليون هكتار من الشجيرات الطبيعية (الجنبات).

46 ألف هكتار من الأشجار الطبيعية المختلطة.

24 ألف هكتار من الأشجار الكثيفة منها ألفا هكتار تقريبا واحات نخيل.

أما منطقة الدراسة فقد قسم مشروع تسيير الموارد الطبيعية في موريتانيا سنة 1982، الأنواع النباتية السائدة فيها إلى مجموعات يبينها الشكل 15.



الشكل 15: الأنواع النباتية السائدة في منطقة الدراسة

وهذه المجموعات هي:

1 - طمي المنخفض السهلي ودلتا نهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية :

(*Indigofera oblongifolia*, *Balanites aegyptiaca*, *Enchinochloa schoenfeldia gracilis*)

ويشغل مساحة قدرها 105181 هكتاراً، تشكل نحو 25.9 %، من منطقة الدراسة، ويبين الشكل 16 بعض هذه الأنواع.



الشكل 16: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

2 - الكثبان الرملية ومنخفض الترسيب من بحيرة اركيز مع الأنواع النباتية التالية:

(*Acacia senegal*, *Euphorbia balsamifera*, *Aristida mutabilis* , *Eragrostis pilosa*)

ويشغل مساحة قدرها 87850 هكتاراً، تشكل نحو 21.64 %، من منطقة الدراسة، ويبين الشكل 17 بعض هذه الأنواع.



الشكل 17: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

3 - طمي السهل الفيضي لنهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية:

(*Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia ssp.*, *Schoenfeldia gracilis*, *Dactyloctenium aegyptium*)

ويشغل مساحة قدرها 79146 هكتاراً، تشكل نحو 19.49 %، من منطقة الدراسة، ويبين (الشكل 18) بعض هذه الأنواع.



الشكل 18: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

4 - الكثبان الرملية مع الأنواع النباتية التالية:

(*Combretum glutinosum, Acacia Senegal, Cenchrus biflorus, Indigofera aspera*)

ويشغل مساحة قدرها 54291 هكتاراً، تشكل نحو 13.37 %، من منطقة الدراسة، ويبين (الشكل 19) بعض هذه الأنواع.



الشكل 19: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

5 - المنخفض السهلي ودلتا نهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية:

(*Acacia nilotica, Mimosa pigra, Echinochloa colona , Aeschynomene ssp*)

ويشغل مساحة قدرها 25289 هكتاراً، تشكل نحو 6.23 %، من منطقة الدراسة.

6 - طمي السهل الفيضي لنهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية

(*Acacia nilotica, Zizophus mucronata, Cassia tora , Sphenoclea zeylanica*)

ويشغل مساحة قدرها 14459 هكتاراً، تشكل نحو 3.56 %، من منطقة الدراسة، ويبين (الشكل 20) بعض هذه الأنواع.



الشكل 20: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

7 - الطمي البحيري مع الأنواع النباتية التالية

(*Mimosa Pigra*, *Indigofera oblongifolia*, *Echinochloa pyramidales*, *Aeschynomene ssp*)
ويشغل مساحة قدرها 13514 هكتاراً، تشكل نحو 3.33 %، من منطقة الدراسة، ويبين (الشكل 21) بعض هذه الأنواع.



الشكل 21: بعض الأنواع النباتية الممثلة لهذا الجزء من منطقة الدراسة

8 - الكثبان الرملية مع الأنواع النباتية التالية

(*Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Cenchrus biflorus* , *Alysicarpus ovalifolius*)

ويشغل مساحة قدرها 8256 هكتاراً، تشكل نحو 2.03 %، من منطقة الدراسة.

9 - طمي السهل الفيضي لنهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية

(*Acacia nilotica*, *Mitragyna inermis*, *Echinochloa colona* , *Panicum anabaptistum*)

ويشغل مساحة قدرها 6131 هكتاراً، تشكل نحو 1.51 %، من منطقة الدراسة.

10 - الكثبان الرملية مع الأنواع النباتية التالية

(*Acacia albida*, *Euphorbia balsamifera*, *Brachiaria xantholeuca* , *Cenchrus biflorus*)

ويشغل مساحة قدرها 5561 هكتاراً، تشكل نحو 1.37 %، من منطقة الدراسة.

11 - المنخفض السهلي ودلتا نهر السنغال مع الأنواع النباتية التالية

(*Acacia nilotica*, *Mimosa pigra*, *Echinochloa colona* et *Aeschynomene ssp*)

ويشغل مساحة قدرها 2570 هكتاراً، تشكل نحو 0.63 %، من منطقة الدراسة.

12 - الطمي مع الأنواع النباتية التالية

(*Boscia senegalensis*, *Acacia senegal*, *Schoenfeldia gracilis* , *Cenchrus biflorus*)

ويشغل مساحة قدرها 2136 هكتاراً، تشكل نحو 0.53 %، من منطقة الدراسة.

13 - الرمال مع الأنواع النباتية التالية

(*Guiera senegalensis*, *Eragrostis pilosa* , *Brachiaria xantholeuca*)

ويشغل مساحة قدرها 1195 هكتاراً، تشكل نحو 0.30 %، من منطقة الدراسة.

14 - كثبان رملية وطينية مع الأنواع النباتية التالية:

(*Maerua crassifolia*, *Balanites aegyptiaca*, *Aristida mutabilis*, *Enneapogon desvauxii*)

ويشغل مساحة قدرها 435 هكتاراً، تشكل نحو 0.11 %، من منطقة الدراسة.

10.1 لمحة مختصرة عن نهر السنغال

يتشكل نهر السنغال من اجتماع مجريين مائين هما: «بافينغ Bafing» و«باكوي Bakoy»، -يسمى محلياً «بافينغ» بالنهر الأسود، و«باكوي» بالنهر الأبيض-، حيث يلتقيان عند «بافولابي، Bafoulabé»، في جمهورية مالي، على بعد 1083 كم تقريباً من المحيط الأطلسي، بعد ذلك يعبر الجزء الغربي من جمهورية مالي، ليشكل فيما تبقى من مجراه الحدود بين الأراضي الموريتانية والسنغالية.

• **بافينغ Bafing:** يبلغ طوله 760 كم، ينبع من هضاب «فوتا جبالو Fouta-Djalon» على ارتفاع 800 م في جمهورية غينيا، ويتجه شمالاً عبر هضاب الإقليم السوداني قبل وصوله إلى بافولابي، ويشكل تدفقه أكثر من نصف التدفق الكلي لنهر السنغال، وذلك بمعدل تدفق سنوي قدره 430 م³/ثا، ويمتاز مجراه بخاصيتي الانحدار، وسرعة جريان السيول فيه.

• **باكوي Bakoy:** يبلغ طوله 560 كم، ينبع من هضبة «ماندينغ mandingue»، على ارتفاع 706 م، في جمهورية غينيا، ويبلغ تدفقه 170 م³/ثا، عند نقطة التقائه مع «بافينغ»، ويمتاز هو الآخر بانحدار مجراه وسرعة جريان المياه فيه.

بعد سافلة النهر في «بافلابي»، وعلى الضفة اليمنى لنهر السنغال، هناك ثلاث روافد أساسية للنهر هي: «كولومبيني Kolombiné»، و«كاراكورو Karakoro»، و«كوركول Gorgol»، أما على الضفة اليسرى فإن الرافد الأكثر أهمية هو «فاليمي Falémé»، الذي يبلغ طوله 650 كم، وينبع من الجزء الشمالي لهضبة «فوتا جبالو» على ارتفاع 800 م، في جمهورية غينيا، ويصب في نهر السنغال عند عالية النهر في «باكول Bakel»، ويبلغ تدفقه 200 م³/ثا، عند مصبه في النهر.

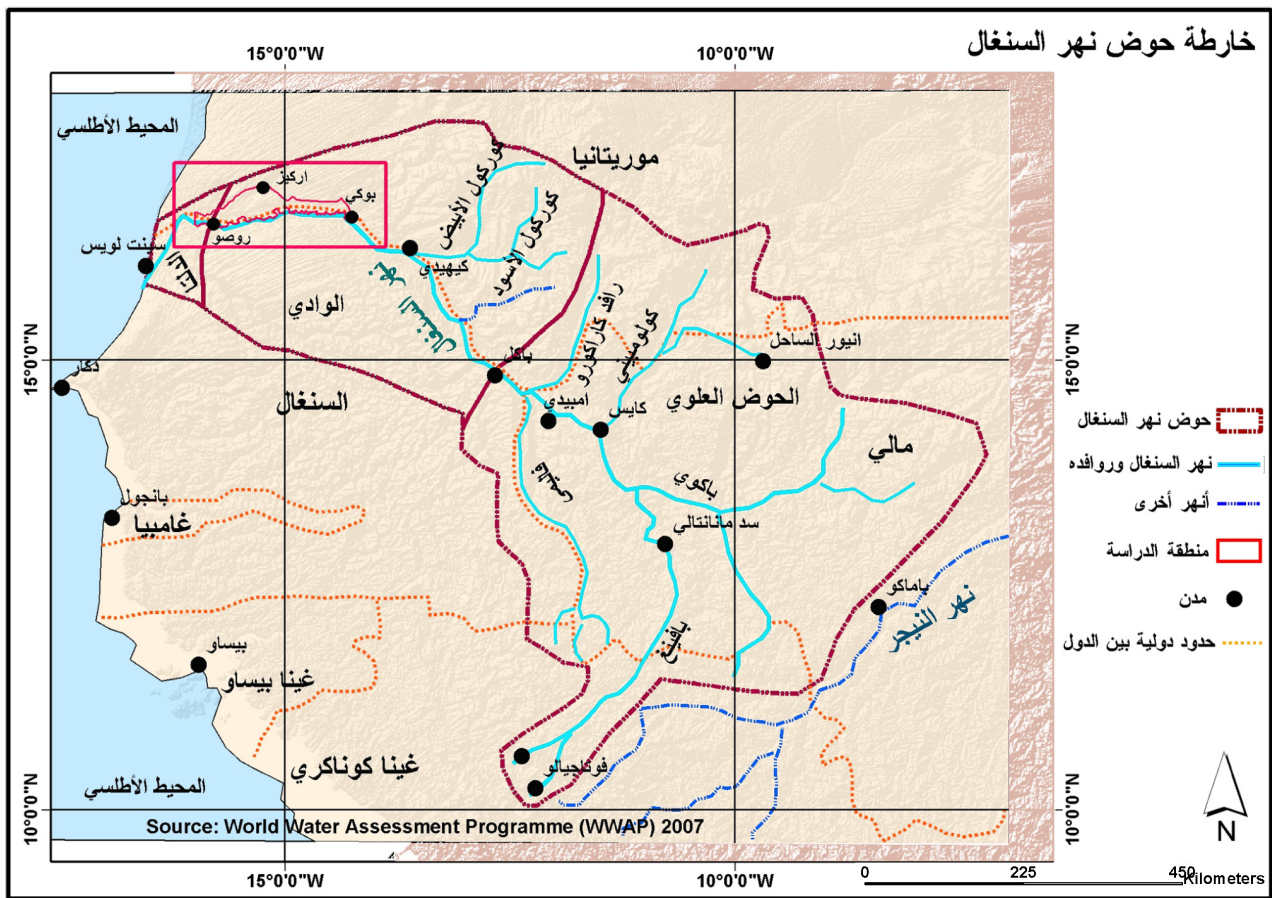
1.10.1 حوض نهر السنغال

يشغل حوض نهر السنغال حوالي 0.3 مليون كم²، ويشمل ثلاث مناطق أساسية هي: الحوض العلوي، الوادي، الدلتا، ويبين (الشكل 22) هذا الحوض.

1.1.10.1 **الحوض العلوي:** يمتد من مرتفعات «فوتا جبالو» حتى «باكول»، وهي منطقة رطبة نسبياً، حيث أن المعدل السنوي للأمطار يتراوح بين 700 إلى 2000 مم، وتسقط الأمطار عادة ما بين إبريل و أكتوبر على الجزء الجبلي في أقصى جنوب الحوض، ويتسبب ذلك في الفيض السنوي للنهر الذي يحدث عادة في شهري يوليو وأكتوبر.

2.1.10.1 الوادي: يمتد من «باكَل» حتى «داكانا Dagana»، وهو سهل طمي محاط بالمناطق نصف الصحراوية، حيث يشكل منطقة فيضية عرضها يتغير بين 10 و 20 كم، وقد يصل 25 كم، ويُعد وادي نهر السنغال منطقة زراعية خصبة، يفيض فيها النهر سنوياً، تحت ميل ضعيف جداً، بوجود العديد من التفرجات في مجراه، وعندما يمتلئ النهر بالماء، فإن هذا الماء يمتد خارج مجرى النهر بعرض 200 - 400 م، مشكلاً العديد من الأحواض الطينية تسمى «والو Oualos».

3.1.10.1 الدلتا: يشكل الجزء النهائي من النهر، يبدأ من «داكانا»، وللدلتا عدة أذرع لكن ليس لها مصب واحد، وهي منطقة واسعة مستوية تماماً، تكتسحها المياه المالحة القادمة من المحيط الأطلسي في الفصل الجاف، يبلغ عرض النهر في هذه المنطقة 400-500 م، ومياهه عميقة نسبياً، ويجب التنويه إلى أن وقوع الدلتا تحت تأثير المد والجزر جعل منها منطقة حساسة جداً.



الشكل 22: حوض نهر السنغال

2.10.1 الجريان المائي لنهر السنغال

يعتمد الجريان المائي لنهر السنغال بشكل أساسي على الأمطار في الحوض العلوي، الذي يتميز بفصل يكون فيه منسوب المياه عالياً ما بين تموز (يوليو) و تشرين أول (أكتوبر)، وفصل يتناقص فيه منسوب المياه بانتظام، ما بين تشرين ثاني (نوفمبر) وأيار (مايو) أو حزيران (يونيو).

هذا ويبلغ منسوب الماء في النهر ذروته في نهاية آب (أغشت) وبداية أيلول (سبتمبر)، ويكتمل بسرعة عند حلول تشرين أول (أكتوبر)، أما في نهاية الفصل الجاف في أيار (مايو) أو حزيران (يونيو)، فيبلغ منسوب مياه النهر أدنى مستوياته في مجاري النهر الكبيرة وفي روافده.

كما يبلغ معدل التدفق السنوي لنهر السنغال في «باكّل» -التي تفصل بين الحوض العلوي والوادي، كما أنها محطة مرجعية لنهر السنغال لتوضعها عند نهاية الرافد الأخير الهام المسمى «فالمى»-، 676 م³/ثا تقريبا، أي حوالي 24 مليار م³ سنويا، أما متوسط التدفق الشهري، فيتباين بين أعلى قيمة 3320 م³/ثا في أيلول (سبتمبر)، و9 م³/ثا في أيار (مايو).

ويمتاز نهر السنغال أيضا بتفاوت كبير لجريانه المائي من سنة لأخرى، ففي المجال مابين (1903 - 1904) و(1995 - 1996)، كان الفارق بين التدفق السنوي في السنة الأكثر رطوبة والسنة الأكثر جفافا، بنسبة 6 إلى 1، فمثلا في سنة 1923 / 1924، بلغ متوسط السنوي للنهر 1265 م³/ثا، بحجم سنوي قدره 39.5 مليار م³، بينما بلغ متوسط التدفق 216 م³/ثا في سنة 1987 / 1988، بحجم سنوي قدره 6.8 مليار م³، ويوضح (الجدول 3) بعض التغيرات الفصلية للتدفق المائي لنهر السنغال منذ 1951.

الجدول 3: التغيرات الفصلية للتدفق المائي لنهر السنغال منذ 1951.

الأعوام	الفصل الماطر م ³ /ثا	الفصل الجاف م ³ /ثا
1999-1951	1.538	138
1971-1951	2.247	172
1999-1972	1.007	112
1990-1972	993	71
1999-1991	1.036	201

المصدر: OMVS 2003 (بعد بناء سد ماننتالي لم يعد تدفق النهر ينخفض عن 200 م³/ثا)

إن تفاوت جريان نهر السنغال وفيضه من سنة إلى أخرى، ومع مرور الزمن نتجت عنه مشاكل كثيرة في وادي النهر، أهمها تناقص إمكانية الإنتاج الزراعي المضمون في هذه المنطقة الضيقة المحصورة بين المناطق الصحراوية، وذلك بسبب التباين الكبير في المساحة القابلة للزراعة بعد الفيض والتي تتراوح بين 15000 و 150000 هكتار، تبعا لمدة و تاريخ الفيض.

ففي بعض السنوات كان منسوب مياه النهر فيها عاليا على الحد الذي سبب خسائر كبيرة، وذلك في الأعوام 1890 و 1906 و 1950، وبالمقابل فقد انخفض الإنتاج الزراعي في وادي النهر بشكل فاجع في السنوات التي كان فيض النهر فيها ضعيفا جدا، حيث سبب جفاف 1972 / 1973 مثلا، كارثة كبيرة على سكان واقتصاد دول منطقة استثمار نهر السنغال.

ومن المشاكل الخطيرة التي يسببها انخفاض مستوى ماء النهر، مشكلة تملح مياه النهر، ففي الفترة مابين تشرين ثاني (نوفمبر) و أيار (مايو)، يتناقص تدفق مياه النهر وروافده بشكل كبير، وعند وصول التدفق إلى حده الأدنى، ينتج عن ذلك ترسب عميق لأملح مياه المحيط الأطلسي في مجرى النهر، ففي سنة 1970، تجاوز ترسب مياه المحيط «داكانا»، حيث وصل إلى أكثر من 200 كم من مدينة سينت لوي (عند تلاقي النهر مع المحيط)، على القرب من خليج «فاناي Fanaye».

وتبين (الجدول 4، 5، و6) بعض خواص مياه نهر السنغال.

الجدول 4: تغيرات تركيز بعض الشوارد في مياه نهر السنغال ($0.01\text{mg.L}^{-1} \pm$) في بعض المواقع القريبة من مدينة روصو وفي مارس 2003 ومارس 2004.

					آذار (مارس) 2003					الموقع
Ca^{+2}	Mg^{+2}	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{-2}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	NH_4^+	NO_3^-	SO_4^{-2}	
3.78	2.24	0.12	0.19	1.02	4.11	2.19	0.2	0.18	0.7	ر1
5.98	2.98	0.12	0.16	33.18	10.63	1.16	0.05	0	9	ر2
4.44	2.60	0.25	0	1.08	4.47	1.44	0.12	0	0.3	ر3
5.73	2.91	0.14	0.2	1.80	1.98	1.52	0.08	0	0.7	ر4
6.36	2.64	0.39	0.22	6.36	2	1.52	0.08	0	0.73	ر5

المصدر: (Ould Kankou, M, S. 2004)

الجدول 5: قياس بعض الخصائص الفيزيائية لثلاثة مواقع من نهر السنغال (القياسات حقلية).

الموقع	درجة الحرارة م	pH	الناقلية $\mu\text{S.cm}^{-1}$	القساوة (NTU)
كرمسين	24.2	7.1	238	80
روصو	23.6	7.0	117	20
اركيذ	23.2	7.6	844	39

المصدر: (Ould Kankou, M, S. 2004)

الجدول 6: تغير تركيز بعض الشوارد في منطقة دياما على نهر السنغال قبل بناء سد دياما.

الشوارد مغ/لتر				الشهر
K^+	Mg^{+2}	Ca^{+2}	SO_4^{-2}	
1.80	3.63	6.89	1.12	الخامس
1.80	4.02	7.26	0.53	السادس
1.95	4.10	6.80	0.47	السابع
1.90	1.51	2.85	0.15	الثامن
1.70	1.41	2.92	0	التاسع
1.89	1.81	3.58	0.43	العاشر
1.95	2.12	4.32	0	الحادي عشر
1.46	2.47	4.25	0	الثاني عشر
1.26	2.65	4.55	0	الأول
1.43	3.18	4.90	0	الثاني
1.43	3.25	5.40	0	الثالث
1.36	3.50	6.40	0	الرابع

المصدر: (Ould Kankou, M, S. 2004)

3.10.1 الخصائص الاجتماعية الاقتصادية لسكان حوض نهر السنغال

يبلغ عدد سكان الدول الثلاث الأعضاء في منظمة استثمار نهر السنغال (مالي، السنغال، موريتانيا)، حوالي 24 مليون نسمة، ومعدل النمو السكاني في حوض النهر 3 %، ويوضح (الجدول 7) بعض هذه الخصائص.

الجدول 7: بعض الخصائص الاجتماعية الاقتصادية لدول منظمة استثمار نهر السنغال.

حوض النهر	مالي	موريتانيا	السنغال
المساحة كم ²	الدولة 1.248.574 الحوض 155.000	الدولة 1.030.700 الحوض 75.500	الدولة 197.000 الحوض 27.500
	% 53	% 26	% 10
السكان، مليون نسمة	11	3	10
معدل النمو السنوي %	2.97	2.9	2.8
المساحة المروية، هـ	الكلية 78.630 الحوض 4.000	الكلية 49.200 الحوض 4.4494	الكلية 71.400 الحوض 67.830
الأبقار، ألف رأس	6.427	1.394	2.927
الأغنام والماعز، ألف رأس	15.986	10.850	8.330
صيد السمك، طن/سنة	47.000-26.000	620.000	395.000

المصدر: OMVS 2003

4.10.1 النشاطات الاقتصادية في حوض نهر السنغال

من أهم النشاطات الاقتصادية التي تمارس في حوض نهر السنغال: الزراعة، تربية الماشية، صيد الأسماك، استثمار المعادن، والصناعة.

1.4.10.1 الزراعة: يمارس سكان حوض نهر السنغال ثلاثة أنواع من الزراعة: الزراعة المطرية، الزراعة المروية، الزراعة الفيضية.

- **الزراعة المطرية:** على مستوى الحوض العلوي حيث يبلغ المتوسط السنوي للأمطار 700-2000 مم، وغالبية الأراضي خصبة، يمارس السكان بشكل عام الزراعة المتنقلة (وهي زراعة تنتشر في المناطق الاستوائية حيث تفقد الأرض خصوبتها بسرعة)، وعلى العكس من ذلك في منطقتي الوادي والدلتا حيث يكون النشاط الزراعي أقل أهمية، ويعطي إنتاجية أخفض بسبب فقر التربة نسبيا بالمغذيات، وعدم تجاوز معدل الأمطار السنوي 500 مم، ومن أهم المحاصيل التي يزرعها سكان حوض نهر السنغال بعليا: الدخن، الذرة البيضاء، الذرة الصفراء، وبعض الخضر مثل البطيخ والبادنجان...

• **الزراعة المروية:** مع تنظيم مستوي جريان المياه في النهر، بإقامة سدي «مانانتالي و جاما»، أصبح أقل تدفق لمياه النهر 300 م³/ثا عند «باكل»، بالإضافة إلى مخزون بحيرتي «اركيز Rkiz» و «كوير Gouiers»، مما زاد من إمكانية ري مساحات جديدة، حيث بلغت المساحة الممكن زراعتها بالري 375000 هكتار، وهي أكبر ثلاث مرات من المساحة المستثمرة حالياً.

• **الزراعة الفيضية:** وهي زراعة تقليدية في منطقتي الوادي والدلتا حيث تقع منطقة الدراسة، ففي نهاية فصل الأمطار (أغسطس\آب- سبتمبر\أيلول)، يغمر فيض النهر أغلب السهل الفيضي المنخفض، الذي تتم زراعته أولاً بأول مع انحسار الفيض، خلال الفترة بين 1946 و 1971 (قبل إنشاء منظمة استثمار نهر السنغال OMVS)، كان متوسط المساحة المغمورة بالفيض نحو 312000 هكتار، تم زراعة 108000 هكتار من هذه المساحة، منها 65000 هكتار على الضفة السنغالية، ومن أهم المحاصيل التي تزرع فيضياً: الدخن، الذرة البيضاء والصفراء، وأحياناً الأرز، بالإضافة إلى بعض الخضر مثل: الباذنجان، والطماطم، والقرع، والبطيخ، و البامياء، وغير ذلك من الخضر المحلية.

2.4.10.1 تربية الماشية: شكل حوض نهر السنغال دائماً منطقة مهمة لتربية الحيوانات في مالي وموريتانيا والسنغال، فعلى سبيل المثال بلغ عدد الماشية في هذه المنطقة 240000 إلى 700000 رأس، خلال الأعوام 1955-1972، وبعد إنشاء السدود وتنظيم تدفق مياه النهر، والاهتمام بالزراعة وتربية الماشية، من خلال نشاط منظمة استثمار نهر السنغال، فقد بلغ عدد الماشية في منطقة حوض النهر 7.5 مليون رأس، منها 2.7 مليون من الأبقار و4.8 مليون من الأغنام والماعز.

3.4.10.1 صيد الأسماك: يعتبر صيد الأسماك التقليدي نشاطاً اقتصادياً مهماً في حوض نهر السنغال، خاصة في منطقتي الوادي والدلتا، حيث يمارس في مجاري النهر الرئيسية، و في روافده، وحتى في المناطق الفيضية الموسمية، كما اتجه العديد من السكان إلى الصيد في الخزانات المائية للبحيرات والسدود وبشكل خاص سد مانانتالي (11.5 مليار م³ في مساحة 500 كم²)، لغناها بالأسماك، حيث استوطن فيها حالياً عد كبير من تعاونيات الصيد القادمة من المناطق المحيطة بها، هذا ويراوح إنتاج الأسماك في منطقة حوض نهر السنغال بين 26000 إلى 47000 طن.

4.4.10.1 النشاطات المعدنية: على مستوى التخطيط المنجمي ليست هناك نشاطات كبيرة في هذه المنطقة، مع ذلك يمكن الإشارة إلى استثمار رُكاز الذهب في منطقة «فالمى» وعدة روافد صغيرة في منطقة الحوض العلوي لنهر السنغال من طرف السكان، إلا أن هذا النشاط يبقى هامشياً على مستوى التخطيط الاقتصادي، كما يعتبر مصدراً للتلوث بسبب طبيعة المواد المستخدمة فيه، وقد وضعت منظمة استثمار نهر السنغال في خطتها الإستراتيجية، السبل الكفيلة بالحفاظ على البيئة عند استثمار هذه المعادن؛ ويمكن القول بأن حوض نهر السنغال يحوي عدة مناجم سهلة الاستثمار، يمكن تقسيمها كما يلي:

• **على الضفة «المالية»:** حيث يوجد الحوض الحديدي الممتد من «كايس Kayes» إلى «كوليكورو Koulikoro»، والذي يقدر احتياطه بـ 2 مليار طن من رُكاز الحديد، وتشير الدراسات إلى أنه يحوي 500 مليون طن من رُكاز الحديد جيد النوعية وسهل الاستثمار.

- على الضفة الموريتانية: أظهرت التنقيبات وجود منجم للفوسفات في بلدتي «سيفي Civé» و«بوفال Boufal»، قدر مخزونه ب 4 مليون طن، ويحوي 50 إلى 70 % من الفوسفات ثلاثية الكالسيوم، كما أظهرت كذلك وجود منجم هام من النحاس في منطقة «سيليبابي Sélibaby».

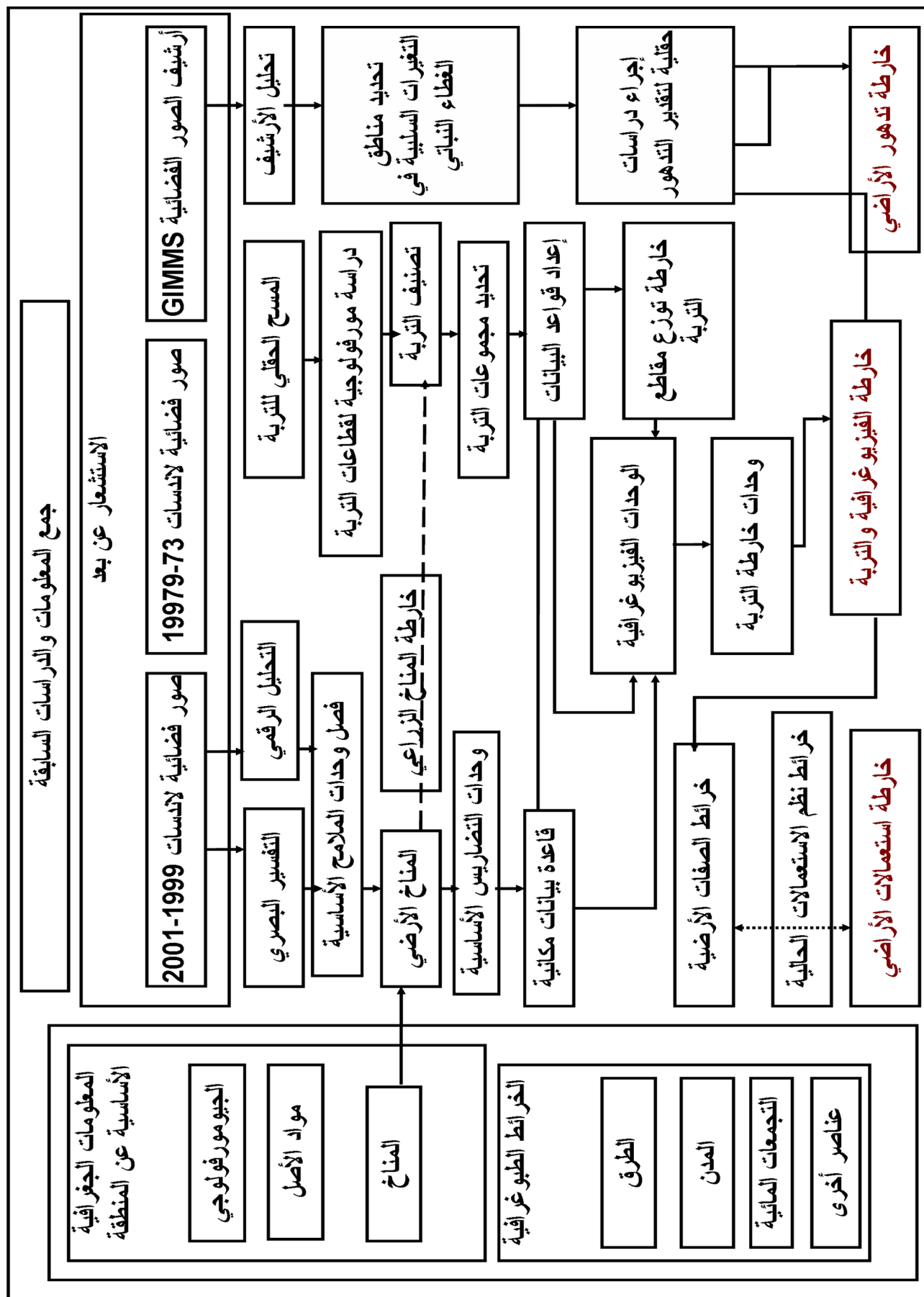
- على الضفة السنغالية: قُدر مخزون الحديد في المنطقة الواقعة من «فالمى» إلى «كَنِيَا Kéniéba»، بـ 600 مليون طن تحوي 60 إلى 68 % من أكاسيد الحديد، كما تم إيجاد مناجم من الفوسفات في بلدة «ماتام Matam».

5.4.10.1 النشاطات الصناعية: تعتبر مؤسسة السكر السنغالية (CSS)، أكبر منشأة صناعية في حوض نهر السنغال، حيث تستثمر أكثر من 8000 هكتار من قصب السكر في «ريشارد تول Richard Toll»، كما توجد أيضا عدة وحدات لتقشير الأرز والميكنة الزراعية، ويلاحظ حاليا وجود بعض مصانع النسيج في حوض النهر لكن إنتاجيتها ضعيفة ولم ترق بعد إلى المستوى التجاري.

2. منهجية الدراسة

يتطلب إعداد خرائط التربة واستعمالات الأراضي الارتكاز على المحاور الرئيسة التالية :

- إنشاء قواعد المعلومات الجغرافية (GIS).
 - تحضير الصور الفضائية وتحليلها.
 - إجراء المسوحات الحقلية للتربة والاستعمالات الحالية.
 - إنشاء قواعد البيانات.
 - إعداد خرائط التربة، واستعمالات الأراضي، وتدهور الأراضي.
 - تقييم الموارد الطبيعية موضع الدراسة.
- ويبين (الشكل 23) مخطط منهجية الدراسة



الشكل 23 : مخطط منهجية الدراسة

1.2 المراحل الزمنية لتنفيذ الأعمال

تم تنفيذ الأعمال الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في مخبر الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في المركز العربي "أكساد" وتشمل المراحل التالية :

- **المرحلة الأولى (التحضيرية):** تم تأمين الصور الفضائية لموريتانيا من المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، لتغطي احتياجات الدراسة مع تنزيلها على الأجهزة، وتخصيص الأجهزة والبرمجيات اللازمة.

- **المرحلة الثانية:** وتتمثل في:

- إعداد الصور الفضائية وإجراء التحليلات الرقمية للتعرف على الاختلافات الطيفية.

- تحضير خرائط الأساس الطبوغرافية وترقيمها وتحليلها.

- **المرحلة الثالثة:** إجراء تحليل القرينة النباتية (NDVI) The Normalized Difference Vegetation Index.

- **المرحلة الرابعة:** تتعلق هذه المرحلة بأعمال GIS وإنشاء نظام المعلومات الجغرافية لهذه الدراسة، حيث تم:

- إنشاء قواعد بيانات بالتعاون مع وحدة تكنولوجيا المعلومات-أكساد.

- ربط القواعد مع الشرائح المختلفة بنظام المعلومات الجغرافية.

- إدخال وتجهيز البيانات الوصفية لاستكمال بناء نظام GIS لهذه الدراسة وإعداد الخارطة النهائية.

- **المرحلة الخامسة:** إخراج الخارطة النهائية وكتابة نتائج الدراسة النهائية.

2.2 منهجية إعداد المعلومات المكانية

تشمل عدة أنشطة منها :

1.2.2 إنشاء قواعد المعلومات الجغرافية (GIS)

1.1.2.2 تم ترقيم وتحويل البيانات التالية من الخرائط الطبوغرافية إلى بيانات رقمية

- شريحة خطوط الارتفاعات (كنتورات) بالمقاييس المتوفرة.

- شريحة المسيلات المائية المتوفرة.
- شريحة الطرق المتوفرة.
- شريحة التجمعات السكانية المتوفرة.
- شريحة الأسماء المتوفرة.

2.1.2.2 إدخال الطبقات التي تم إعدادها والخاصة بالتربة واستعمالات الأراضي والتدهور في نظام GIS والتي يمكن حصرها في الآتي:

- شريحة تحليل الصور الفضائية لإعداد الوحدات الفيزيوجرافية لإعداد وحدات التربة.
- شريحة مقاطع التربة.
- شريحة تدهور التربة.
- شريحة توزيع الاستعمالات الحالية.

3.1.2.2 يضاف لما سبق أنه تم إدخال وتجهيز المعلومات المكانية والمناخية والوصفية التي تم ربطها مع نتائج المسوحات، مثل :

- الخرائط الجيولوجية.
- الخرائط الجيومورفولوجية.
- البيانات المناخية.

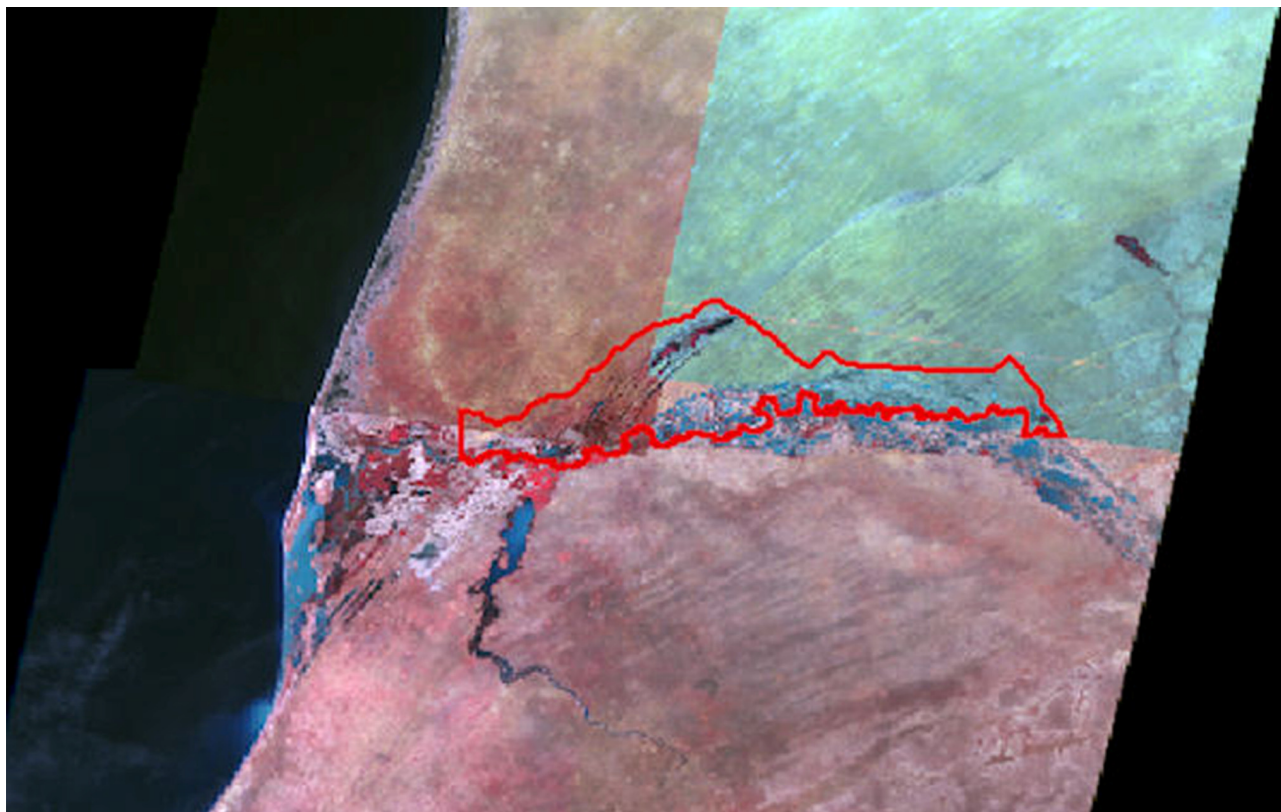
2.2.2 تحليل وتفسير الصور الفضائية

تم تحليل وتفسير الصور الفضائية متعددة الطيف والتواريخ لإظهار ملامح الغطاء الأرضي والمساعدة على تحديد مجموعات التربة في الحقل، حيث تم توفير أحدث الصور الفضائية للتابع الصناعي Landsat.

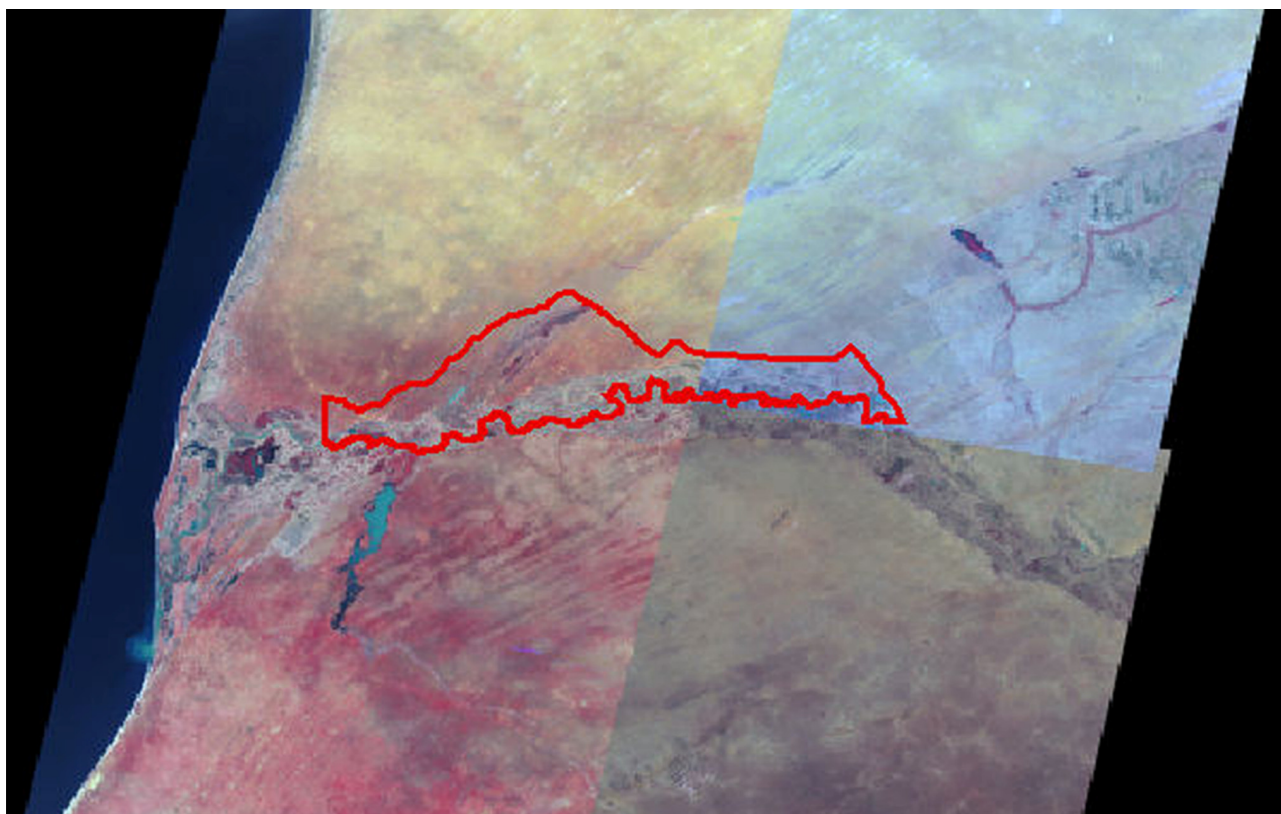
1.2.2.2 البيانات الفضائية المستخدمة في البحث

جمعت البيانات الفضائية العائدة للمستشعرات STRM, MSS, TM, ETM⁺، أُجريت بعدها المعالجات الرقمية للصور الفضائية باستخدام برنامج (ERDAS 9)، واستخدمت تقنية نظم المعلومات الجغرافية لمكاملة البيانات وموازنة وربط البيانات السابقة التي تم الحصول عليها من الدراسات والبحوث السابقة في منطقة الدراسة مع ما تم الحصول عليها من المرئيات الفضائية باستخدام برنامج (Arc GIS9.2).

1.1.2.2.2 مواصفات البيانات الفضائية: غطت منطقة الدراسة أربعة مشاهد فضائية لكل من بيانات المتحسسين ETM⁺, TM (الشكل 24)، وثلاثة مشاهد للمتحمس MSS (الشكل 25)، العائدة للقمر Landsat، ومرئية DEM من وكالة ناسا عائدة لمكوك الفضاء SRTM (الشكل 26).



الشكل 24: موزاييك لمشاهد ETM⁺ المغطية لمنطقة الدراسة 2002



الشكل 25: موزاييك لمشاهد MSS المغطية لمنطقة الدراسة 1978



1.1.1.2.2.2 بيانات القمر

Landsat: استخدمت في

البحث بيانات المستشعرات

Landsat-5 و Landsat-3 MSS

و Landsat-7 ETM⁺ و TM التي

تكون متباينة من ناحية الدقة

الطيفية والمكانية (الجدول 8)،

.Ouattara, T. et al. (2004).

الشكل 26: مرئية DEM من وكالة ناسا عائدة لمكوك الفضاء SRTM

الجدول 8: مواصفات حزم المستشعرات ETM⁺ و TM و MSS للقمر الصناعي Landsat

رقم الحزمة	لاندسات ETM ⁺ (ميكرومتر)	الدقة المكانية (متر)	لاندسات TM (ميكرومتر)	الدقة المكانية (متر)	لاندسات MSS (ميكرومتر)	الدقة المكانية (متر)
1	0.515-0.45	28.5	0.52-0.45	28.5		
2	0.605-0.52	28.5	0.605-0.52	28.5		
3	0.69-0.63	28.5	0.69-0.63	28.5		
4	0.90-0.75	28.5	0.90-0.75	28.5	0.6-0.5	57
5	1.75-1.55	28.5	1.75-1.55	28.5	0.7-0.6	57
6	12.5-10.4	60	12.5-10.4	120	0.8-0.7	57
7	2.35-2.09	28.5	2.35-2.08	28.5	1.1-0.8	57
بانكرومتر	0.69-0.52	14.25	0.69-0.52	14.25		

2.1.1.2.2.2 بيانات الرادار Shuttle Radar Topography Mission (SRTM): اعتمد على

بيانات الرادار SRTM وهو أحد مسوحات الفضاء للأرض التي قامت بها كل من وكالة NASA

National Geospatial ووكالة National Aeronautics and Space Administration،

ووكالة (German Aerospace Center (DLR)، ووكالة (NGIA) Intelligence Agency

ووكالة (Italian Space Agency) (ISA)، لإنتاج بيانات رادارية (Radio Detection Ranging)، ذات الطول الموجي 56م، حيث انطلقت هذه البعثة في 11-02-2000 واستمرت أكثر من 11 يوماً، جمعت خلالها بيانات كافية لإنتاج قاعدة بيانات ثلاثية الأبعاد لأكثر من 80 % من الكرة الأرضية ونحو 99.97 % من المناطق الواقعة بين دائرتي عرض 60 ° شمالاً و 56 ° جنوباً (Fatale, L. (2004)، حمل هذا القمر على متن مكوك الفضاء Endeavour وهو يحمل أنظمة الالتقاط (Spaceborne Imaging Radar-C (SIR-C)، وكذلك (X-Band Synthetic Aperture Radar (X-sar)، إن البيانات الناتجة من هذا الرادار هي من نوع بيانات الارتفاعات الرقمية (Digital Elevation Model (DEM) التي تكون بدقة 90م، (Labrecque, et.al. (2003) وهي عبارة عن مجموعة من النقاط في منطقة من سطح الأرض تم تعيين موقعها المستوي (X, Y) وارتفاعها (Z) وتكون كل نقطة معرفة في الفراغ الفضائي على ثلاثة محاور (X.Y.Z) وهذه القيم تمثل تضاريس الأرض على نحو مستمر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، (2005).

2.2.2.2 البرامج المستخدمة في البحث

1.2.2.2.2 برنامج الأيرداس الإصدار التاسع (9) ERDAS: وهو برنامج يتعامل مع البيانات الفضائية ويقوم بعمليات التصحيح الهندسي والإشعاعي وأنواع التحسينات المكانية والطيفية وتحليل فورير والتعامل مع مرئيات الرادار وتحليل نظم المعلوماتية، والتحويل بين مختلف المساقط، وعمل التصانيف للصور الفضائية، والتحليلات ثلاثية الأبعاد، ويتميز هذا الإصدار بتوسعه من حيث تحسينات الدمج المكانية (Fusion) الذي يشمل زيادة في طرائق التحسين بإضافة النوع High Pass Filtering، وبتطوير تقنية الـ Anaglyph التي يمكن عن طريقها تكوين مرئيات ثلاثية الأبعاد باستعمال مناظر من نوع Anaglyph class، فضلاً عن إمكانية التحويل بين صيغة المتجهات (Vector)، والصيغة الخلوية (Raster) وبالعكس.

2.2.2.2.2 برنامج الارك جي أي أس 9.2 (Arc GIS9.2): هو نظام متقدم متكامل في نظم المعلومات الجغرافية (2006) ESRI، وهو من إنتاج شركة ESRI Environmental System Research Institute (معهد النظم البيئية للأبحاث)، يعمل هذا البرنامج ضمن بيئة WIN2000 PRO و WINXP PRO، ويتكون من ثلاثة أقسام مفتاحية:

- **برنامج Arc GIS Desktop:** وهو جناح متكامل من التطبيقات المتقدمة في نظم المعلومات الجغرافية.
- **برنامج Arc IMS:** وهو إطار GIS في شبكة الإنترنت من أجل نشر البيانات والخدمات.
- **برنامج Arc SDE:** وهو إطار إدارة قواعد البيانات الجغرافية (2002) ESRI، في نظام إدارة قواعد المعطيات DBMS.

تم التعامل في إطار العمل مع برنامج Arc GIS Desktop الذي يتضمن ثلاثة مستويات:

- **برنامج Arc View 9.2:** هذا المستوى له إمكانية تحرير وإضافة: Arc IMS Services, Geodatabase, Shape file؛ فضلا عن الرسم المتقدم والاستعلام وتكوين الخرائط وعرضها ويحوي على الكثير من الرموز (Symbols) والأنماط (Styles)، وإنجاز العمليات البسيطة بواسطة VBA objects، أما الخرائط فله إمكانية تصنيفها وإخراجها وطباعتها، كما يمكنه تحليل الخرائط وعرض البيانات المؤشرة حيث يقوم بالربط بين المؤشر من الجدول والمكان، والقطع والدمج وإجراء التقاطع والاتحاد والربط المكاني (ESRI, 2002).

- **برنامج Arc Editing 9.2:** وهو المستوى الثاني الذي يشمل Arc view فضلا عن إمكانية دعم البيانات وإنشاء وقراءة أنواع الملفات الخاصة ببرنامج Arc GIS جميعها مع إمكانية إدارة علاقات التجاور (Topology) والشبكات.

- **برنامج Arc Info 9.2:** وهو المستوى الذي يشمل Arc Editor فضلا عن إمكانية متقدمة جدا في الرسم، ويتميز باحتوائه على Arc Toolbox متكامل والذي يدعم العمليات الجيوإحصائية المتقدمة ومعالجة المضلعات (ESRI, 2002)، والبرنامج له ثلاث واجهات تطبيقية:

- **تطبيق Arc Catalog:** يساعد على إدخال وتنظيم وإدارة البيانات على اختلاف أنواعها حيث يحتوي على أدوات للتصفح والبحث عن المعلومات كما يقوم بعرض البيانات الخاصة بملفات نظم المعلومات الجغرافية، ويعد التطبيق الأول الذي يجب التعامل معه في حالة القيام بانجاز مشروع معين.

- **تطبيق Arc Map:** وهو التطبيق المركزي في Arc GIS وثاني مستوى في برنامج Arc Info، حيث يقوم بوظائف عديدة ومهمة متعلقة بالخرائط أهمها: (العمل على الخرائط؛ وتحليل الخرائط؛ وعرض بيانات الخرائط الرقمية، والتعامل مع الطبقات، ...).

- **تطبيق Arc Toolbox:** وهو عبارة عن مجموعة من الأدوات الخاصة بالتحليلات والتطبيقات الجغرافية، حيث يمكنه التعامل مع البيانات مختلفة المصادر فيعمل على تنظيمها كي تستخدم في عمليات التحليل الجغرافي المختلفة.

3.2.2.2 إعداد البيانات الفضائية

بعد أن جمعت المعلومات من الدراسات السابقة عن منطقة الدراسة، والخرائط الطوبوغرافية وبيانات المرئيات الفضائية والبالغة 12 مشهد فضائي، جمعت الحزم المتعددة الأطياف الستة (بدون الحراري) العائدة لكل من مرئيات الـ TM, ETM⁺ بملف واحد ذي استطالة (Img) ثم تم إجراء موزاييك للحزم البانوكرماتية على حدة وللحزم المتعددة الاطياف كل على حدة، ثم كدست (stack) حزم المتحسس MSS الأربعة جميعها باستطالة (Img) وتم دمجها (موزاييك).

1.3.2.2.2 المعالجات الرقمية للمرئيات الفضائية Digital processing for Satellite Image

1.1.3.2.2.2 التحسين المكاني للمرئيات Spatial Enhancement for Image: هي تقنية واسعة

الاستعمال تستخدم لدمج مرئيات عالية الدقة المكانية مع مرئيات عالية الدقة الطيفية لإنتاج مرئية حاوية على دقة مكانية عالية ودقة طيفية عالية، (Liu, J, G. (2000) فالدقة المكانية هي أصغر مسافة على الأرض يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد أن يميز بها جسمين متجاورين (Lillisand& kiefer, (2000)، وزيادة الدقة المكانية تؤدي إلى زيادة قدرة تمييز الأشكال بعضها عن بعض، أما الدقة الطيفية فهي مدى وعدد أطوال الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي التي يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد أن يتحسسها المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، (2005)، استخدمت عدة تقنيات للدمج في هذه الدراسة منها:

- **تقنية Intensity Hue Saturation (IHS):** وهي أحد التقنيات القياسية التي تستخدم ثلاثة حزم متعددة الأطياف منخفضة الدقة المكانية مع الحزمة البانوكروماتية عالية الدقة المكانية في عملية الدمج لتنتج ثلاث حزم متعددة الأطياف عالية الدقة المكانية، (Carter, D, B (1998).

- **تقنية High- Pass Filtering (HPF):** تعتمد هذه التقنية على استخلاص الدقة المكانية العالية من الحزمة البانوكروماتية باستخدام مرشح عالي التردد (Meenakshisundaram, V. (2005) وتقديمها إلى المرئية متعددة الأطياف لإنتاج مرئية عالية الدقة المكانية متعددة الأطياف (Wang, Z. et al. (2005).

2.1.3.2.2.2 إجراء تحليل القرينة النباتية The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

للتعرف على توزيع الغطاء النباتي (Rouse, (1973)

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

NIR = المجال الطيفي للأشعة تحت الحمراء القريبة وطوله 0.76 - 0.9 ميكرومتر (النطاق TM4).

RED = المجال الطيفي للأشعة الحمراء المرئية ومجاله 0.63 - 0.69 ميكرومتر (النطاق TM3).

وتراوح قيمة هذه القرينة بين -1 و +1.

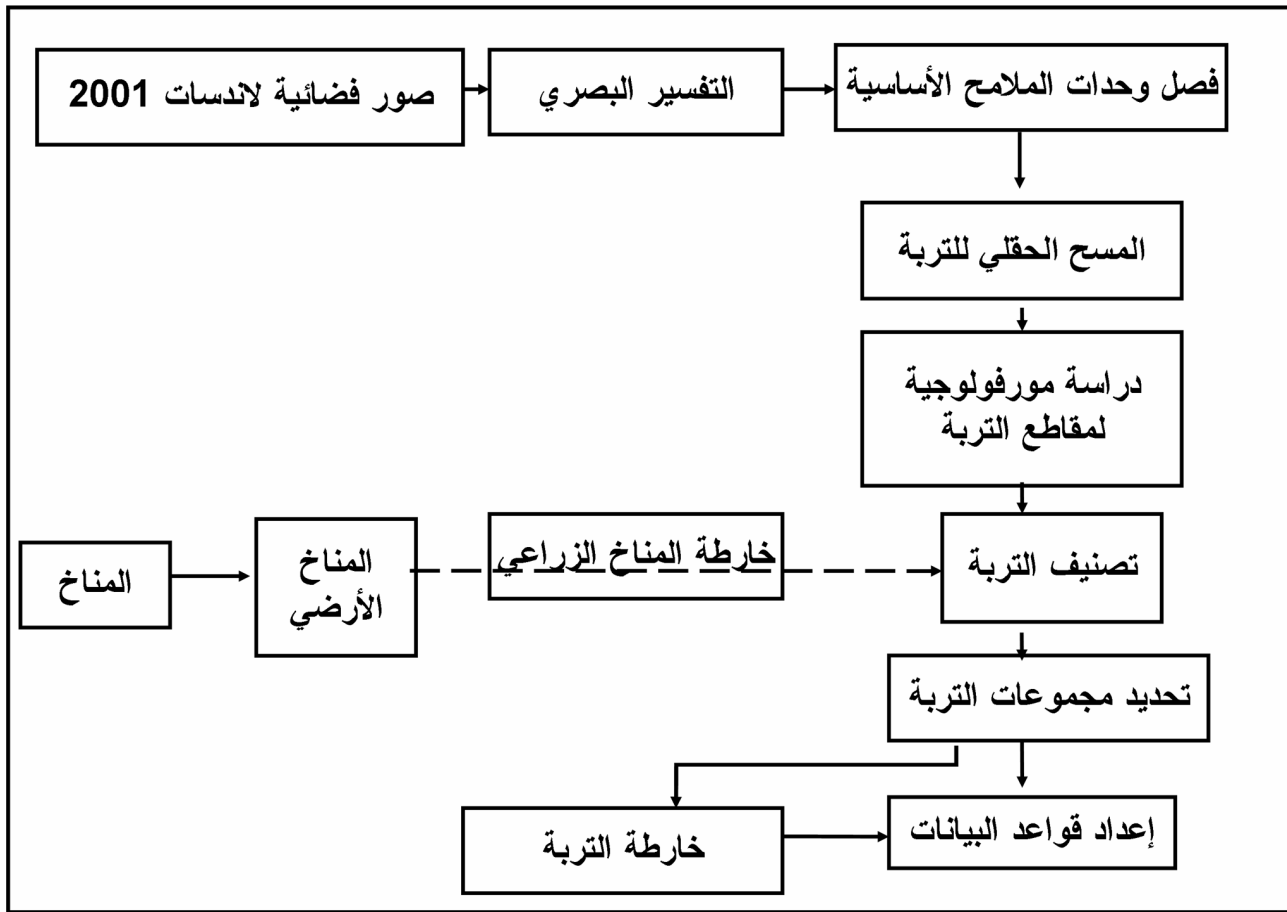
3.1.3.2.2.2 استخدام التفسير البصري للصور الفضائية Landsat 7 ETM⁺ وذلك على شاشة الحاسب

لفصل الوحدات الخرائطية، وللتعرف على استعمالات الأراضي الحالية وذلك بالاستعانة بالدراسات السابقة.

3.2 منهجية دراسة التربة وإعداد خريطتها

تم تحضير خارطة التربة اعتماداً على الصور الفضائية المحضرة من البيانات المسجلة بواسطة الماسح الغرضي ETM⁺ المحمول على متن التابع الصناعي Landsat تم تمييز مكاني (30 متر × 30 متر)، والمأخوذة حديثاً 2001 أو 2002، وبمقياس طباعة نهائي 1:100000، إضافة إلى الدراسات الحقلية المكثفة وأعمال الرصد

والتحقق خلال العمل الحقلية وبعده، وكذلك بالاعتماد على الاختلافات الجيومورفولوجية، ويوضح (الشكل 27)، هذه المنهجية.



الشكل 27: منهجية إعداد خارطة التربة

ويمكن تقسيم منهجية العمل الخاص بخارطة التربة إلى المراحل التالية:

1.3.2 العمل المكتبي التحضيري

يتضمن العمل المكتبي في بداية الأمر

1.1.3.2 تم إعداد استمارة لتسجيل الوصف الحقلية للتربة (موقع المقطع وآفاقه)، بحيث تستوعب هذه الاستمارة معظم نقاط الوصف المورفولوجي المطلوبة من أجل تصنيف وتقييم التربة ويعتمد إعداد الاستمارة على ما هو وارد في كتاب دليل الإرشادات لوصف التربة (FAO, 1990)، ودليل مسح التربة (Soil Survey Manual, 1993) واستمارات المسح الحقلية لوصف مقاطع التربة والاختصارات المستخدمة.

2.1.3.2 استخدام التفسير البصري للصور الفضائية Landsat 7 ETM⁺ وذلك على شاشة الحاسب لفصل الوحدات الخرائطية طبقاً للاختلافات الجيومورفولوجية مع الأخذ بعين الاعتبار إمكان تعديل حدود الوحدات في أثناء العمل الحقلّي؛ ويستخدم نظام (Zinck, 1988)، لإعداد الخرائط حيث تصنف الخارطة من خلال نظام تصنيفي للأشكال الجيومورفولوجية (Geomorphic Classification)، إذ يتيح هذا النظام ربطاً بين الاختلافات في التضاريس وأنواع التربة المتكونة عليها.

2.3.2 العمل الحقلّي

يهدف العمل الحقلّي إلى تحضير ووصف مقاطع تربة (Soil Profiles)، ونقاط ملاحظة بواسطة المسبار (Auger) أو حفر صغيرة (Mini Pits) لجميع الوحدات المعزولة، وبالتالي تمثل جميع مجموعات أو أنماط الترب الممكن وجودها في منطقة الدراسة؛ ويعتمد اختيار مواقع المقاطع ونقاط الدراسة على الوحدات الناشئة من تفسير الصور الفضائية من جهة والملاحظات الحقلية من جهة ثانية، أما تحديد عدد نقاط الملاحظة فيعتمد على المعايير العالمية القياسية.

3.3.2 وضع الوحدات الخرائطية Mapping Units

يتم وضعها لتعبر عن الاختلافات البيئية المختلفة بمنطقة الدراسة، وبما يتناسب مع الاختلافات في شكل المناظر الأرضية (Landscape)، ومواد الأصل (Lithology)، والتضاريس (Relief) معبراً عنها بالمصطلحات الجيومورفولوجية بالاعتماد على الوحدات الأساسية للخارطة الجيومورفولوجية لموريتانيا، والمصطلحات التي حددها (Zinck, 1988).

4.3.2 حساب النظم الرطوبة والحرارية للتربة

نظراً لأهمية التعرف على النطاقات الرطوبة والحرارية للتربة عند إجراء تصنيفها، فمن الأهمية إعداد حسابات للتعرف على المناخ الأرضي لمنطقة الدراسة.

5.3.2 مواد وطرائق الدراسة

1.5.3.2 مواد الدراسة

تم أخذ عينات من أعماق محددة وروعي في المقاطع المختارة لأخذ العينات أن تكون ممثلة لمنطقة الدراسة إلى أكبر حد ممكن، وقد تم الاختيار للتعبير عن الوحدات الخرائطية المختلفة من جهة، ومعطيات الصور الفضائية والتغيرات الطبيعية التي شوهدت في الحقل من جهة أخرى، وتم أخذ العينات من كل 25 سم بدءاً من السطح حتى عمق 150 سم لكل مقطع لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وتصوير كل هذه المقاطع والمواقع المحيطة بها بما يسودها من ظواهر مختلفة.

حيث تم تحضير ووصف 14 مقطع تربة، بحيث أخذت 5 عينات من كل مقطع وحتى عمق 150 سم، بالإضافة إلى بعض نقاط الملاحظة عن طريق حفر صغيرة (Mini Pits)، وذلك لكي تمثل قدر المستطاع جميع مجموعات وأنماط الترب الممكن وجودها في منطقة الدراسة؛ واعتمد اختيار مواقع المقاطع ونقاط الملاحظة على الوحدات الناشئة من تفسير الصور الفضائية و الدراسات السابقة من جهة والمشاهدات الحقلية من جهة ثانية؛ وتم تصوير جميع هذه المقاطع مع مناظرها الطبيعية.

2.5.3.2 طرائق الدراسة أو نظم التحليل المخبرية لعينات الترب (Methodology)

بعد أخذ العينات من مقاطع التربة جرى تجفيفها في المخبر على درجة حرارة الغرفة ثم تم فصل الأجزاء الخشنة منها يدويا مثل الحصى الكبيرة والأجزاء النباتية، وبعد ذلك تم تنعيمها ونخلها بمنخل 2مم وأخذ الجزء الناعم للتحاليل التالية:

- التحليل الميكانيكي لحبيبات التربة (Particle size distribution) تبعا لطريقة Klimer and Mullins, (1954).
- المادة العضوية Organic Matter جري تعينها بطريقة Nelson, (1982).
- تفاعل التربة (Soil Reaction – pH): تم قراءة pH التربة باستخدام جهاز Beckman pH meter، على معلق من التربة والماء المقطر بنسبة 2.5: 1، Nelson, (1982).
- الجبس (Gypsum) قدر بطريقة Nelson, (1982).
- الأملاح والأيونات الذائبة: جرى تعيين الأملاح الذائبة بواسطة جهاز Electrical- Conductivity على درجة حرارة 25 درجة مئوية في مستخلص 1: 5، Rhoades, (1982)، وتعطى النتائج على أساس dSm^{-1} .
- أما بالنسبة للأيونات الذائبة فتم تعينها في المستخلص نفسه، فالكربونات والبيكربونات تم تعينها بالمعايرة بحمض الكبريت بوجود دليل فينولفتالين (Phenolphthalein)، أو دليل البروموكريزول الأخضر (Bromocresol green)، أما الكلور فتم تقديره بطريقة Mohr's method، Jackson, (1967).
- وقدر البوتاسيوم والصوديوم بواسطة جهاز قياس اللهب Perkin Elmer Flame Photometer، Jackson, (1967)، والكالسيوم والمغنيزيوم تم تقديرهما بطريقة المعايرة بـ EDTA، Lindsay and Norvell, (1978).
- الكاتيونات المتبادلة (Exchangeable cations): بواسطة Ammonium acetate، Jackson, (1967).
- الفوسفور المتاح: جرى استخلاصه بطريقة أولسن Olsen, (1954).

6.3.2 العمل المكتبي النهائي

عند تنفيذ العمل الحقلّي وتوقيع نقاط الملاحظة على اللوحات الفضائية المستخدمة، جرى تصنيف مقاطع التربة حسب نظام التصنيف الأمريكي (USDA Soil Taxonomy, 1999)، وربطها بالوحدات الخرائطية ووضع مفتاح المصطلحات (Legend)، والإخراج النهائي للخريطة.

4.2 استعمالات الأراضي Land uses

استعمالات الأراضي هي العمليات التي يطبقها الإنسان على الأرض والنظام البيئي للحصول على فوائد حياتية بغض النظر عما تسببه هذه العمليات من تغيير أو إخلال في توازن هذا النظام، ولا يقتصر هذا المفهوم على الاستعمالات الزراعية، وإنما يتعداها ليشمل جميع الوسائل والأساليب والطرق التي تضع الأرض قيد الاستعمال الخاص أو العام.

وتدعو الحاجة للحصول على بيانات ومعلومات استعمالات الأراضي لتحليل ودراسة العمليات الزراعية والعمرانية والمشاكل البيئية، بغية تحسين الظروف المعيشية للإنسان، لذلك فإن معلومات استعمالات الأراضي ضرورية للمخططين والمشرعين ومتخذي القرار لوضع سياسات استعمال أفضل وخطط استثمارية تخدم الاقتصاد والتنمية.

ولا بد من الإشارة إلى أن استعمالات الأراضي تتبدل وتتغير مع مرور الوقت، نتيجة عوامل كثيرة مثل انتقال الملكية والتطور الاجتماعي والرغبات الخاصة والحاجة العامة والضغط السكاني؛ لذلك لا بد من تحديث دراسات وخرائط استعمالات الأراضي بين الحين والآخر مما يحتم مع هبوب رياح ثورة المعلوماتية إنشاء بنك معلومات لاستعمال الأراضي، وهذا يساعد على عرض ومقارنة ومراقبة وتحديد مختلف التبدلات والتغيرات التي تطرأ على استعمالات الأراضي، واختيار الحلول المثلى لمشاكل الأراضي، بوضع خرائط ودراسات استعمالات الأراضي المقترحة التي تؤمن حاجة الإنسان وتحافظ على البيئة.

1.4.2 نظم تصنيف استعمالات الأراضي

تعدّ نظم تصنيف الأراضي قواعد أساسية لجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالأرض واستعمالاتها، وتعرف بأنها عملية تحديد وتجميع معلومات الأراضي وفق نظام ذي معنى، لولو، عبد الرحيم (2003)، وضمن هذا السياق يمكن أن يشمل تصنيف الأراضي ثلاثة مفاهيم رئيسية هي:

- مفهوم يتعامل مع الخصائص المباشرة للأرض، ولا يتعلق باستعمالات معينة، وهذا يغطي جسم الأرض من الأسفل إلى الأعلى، من الصخرة أو المادة الأم أو الجيولوجيا إلى الجو المحيط مثل التصنيف الجيولوجي و الجيومورفولوجي.
- مفهوم يتعلق بطريقة أو أخرى باستعمالات الأراضي لأغراض معينة مثل الاستعمالات العمرانية أو الزراعية وغيرها، وذلك بما يتناسب مع صلاحية الأرض لهذه الاستعمالات.

- مفهوم تركيب وتوافق بين المفهومين الأول والثاني، وبما يشمل الخصائص المباشرة للأرض واستعمالاتها بطرق مختلفة لأغراض معينة، ويتضمن هذا المفهوم تصنيف الصلاحية و الملاءمة والاستعمالات المقترحة.

المفهوم الأول: يعتمد على مواصفات الأرض دون النظر إلى استعمالاتها، وهو تجميع وحدات الأراضي وفق وحدات متشابهة تتضمن العوامل التي تعطي الأرض مواصفاتها المعيارية، وعادة لا يكون للإنسان دور أساسي في هذا التصنيف، ويمكن أن يطبق مثل هذا المفهوم على جميع الأراضي.

المفهوم الثاني: يعتمد بشكل أساسي على التصنيف وفق العمليات التي يطبقها الإنسان على الأرض، وعند إتباع هذا المفهوم وتصنيف الأراضي حسب استعمالاتها يجب أن يكون شاملا لجمع البيانات التي تعكس أوجه استثمار الأرض وتساعد على وضع سياسات تخطيطية وتنفيذية لإدارة وتنمية موارد الأراضي.

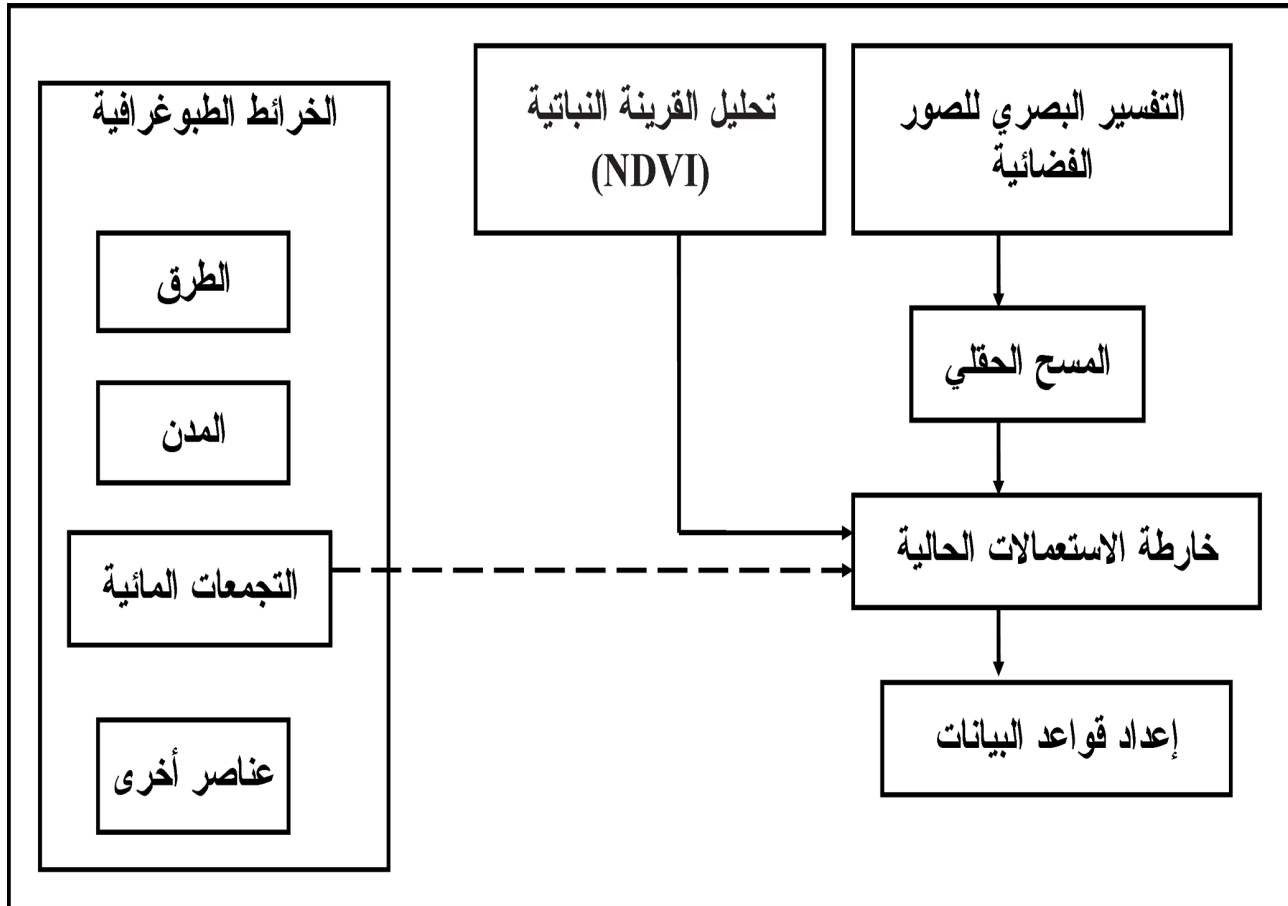
المفهوم الثالث: يعتمد على التركيب والتوافق بين المفهومين، فيجب أن يوجه بشكل أساسي إلى التخطيط والاستثمار الأمثل لموارد الأرض، بحيث يكون أداة فعالة بين يدي الفنيين والمخططين ومتخذي القرار وواضعي قواعد المعلومات.

وعند دراسة استعمالات الأراضي وإعداد خرائطها لمنطقة ما، فإنه يؤخذ بالحسبان التفاصيل المطلوبة من هذه الدراسة، هل هي دراسة تفصيلية أو نصف تفصيلية أو استكشافية... الخ، ولهذا السبب يوجد لاستعمالات الأراضي أربعة مستويات مختلفة يزداد تفصيل الدراسة فيها من المستوى الأول إلى المستوى الرابع حسبما يلي:

- **المستوى الأول:** يشمل هذا المستوى الدراسات الاستكشافية لاستعمالات الأراضي مثل استعمالات عمرانية، استعمالات زراعية... الخ.
- **المستوى الثاني:** يشمل هذا المستوى الدراسات العامة، فالاستعمالات الزراعية مثلا يمكن أن تقسم إلى عدة فئات مثل زراعات تكثيفة، زراعات غير تكثيفة، بساتين... الخ.
- **المستوى الثالث:** يشمل هذا المستوى الدراسات نصف التفصيلية، حيث تقسم الاستعمالات المحددة في المستوى الثاني إلى استعمالات أكثر تفصيلا، فالغابات مثلا يمكن أن تقسم إلى غابات دائمة الخضرة أو غابات متساقطة الأوراق أو غابات مختلطة.
- **المستوى الرابع:** وهو المستوى الأكثر تفصيلا، حيث يتم تصنيف الاستعمالات المحددة في المستوى الثالث إلى عدة استعمالات أخرى، فالغابات دائمة الخضرة مثلا تقسم إلى غابات صنوبر أو غابات شوح أو غابات عذر الخ.

2.4.2 منهجية إعداد خارطة الاستعمالات الحالية

تم إعداد خارطة استعمالات الأراضي وفق المنهجية المبينة في (الشكل 28)، حيث شمل إعداد خارطة استعمالات الأراضي الحالية الربط بين عدة شرائح منها المدن والطرق والتجمعات المائية والأودية وغيرها...، بالإضافة إلى التفسير البصري للصور الفضائية والعمل الحقل.



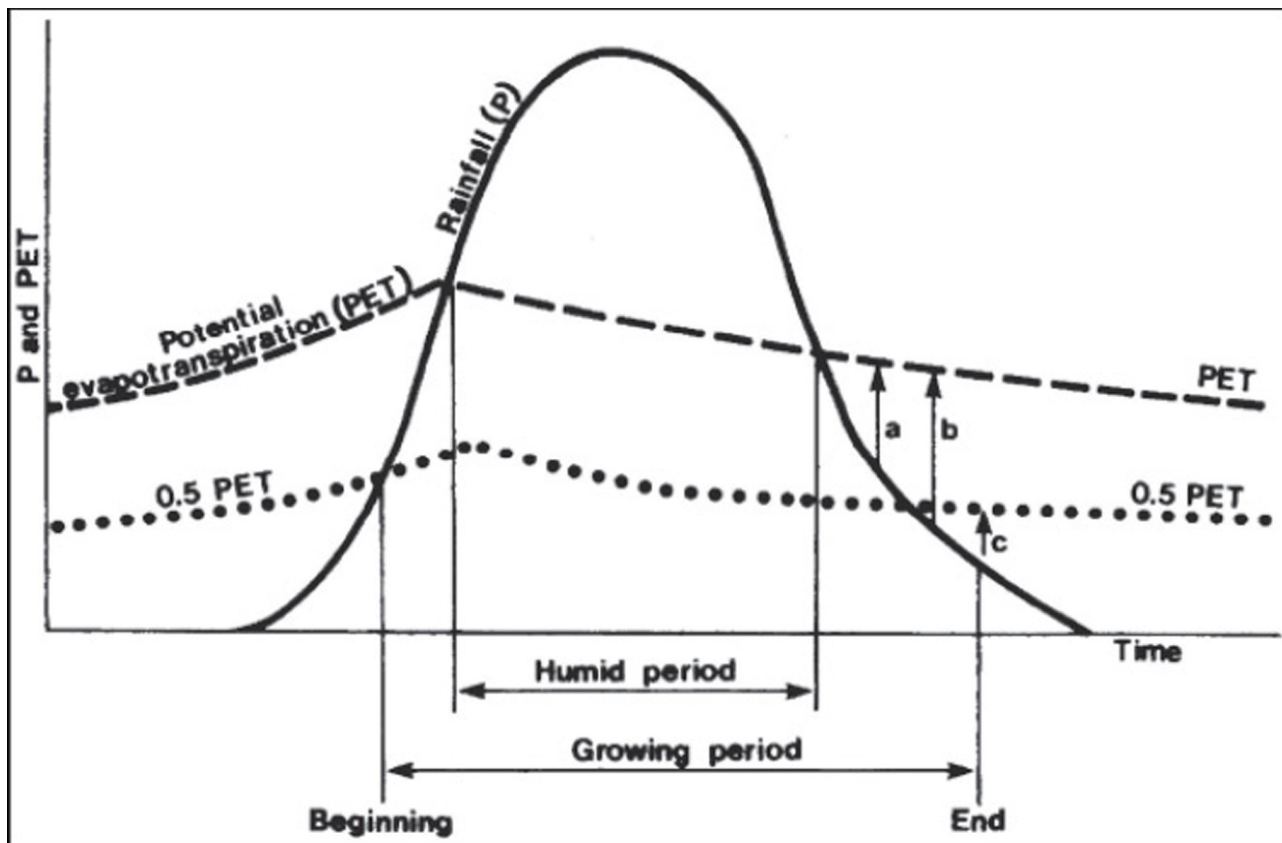
الشكل 28: منهجية إعداد خارطة استعمالات الأراضي الحالية

5.2 منهجية تقويم كفاية الأراضي وقدرتها

المقصود بتقويم الأراضي هو تخمين مدى كفاية الأراضي عند استعمالها لغرض معين، ويهدف تقويم الأراضي إلى اختيار أنسب أو أفضل نوع من استعمالات الأراضي لوحدة أو لقطعة من الأرض، مع الأخذ بالاعتبار الظروف الطبيعية والاجتماعية في المنطقة وضرورة الحفاظ على المصادر الطبيعية للاستعمالات المستقبلية.

يشمل تقويم الأراضي رؤية متكاملة للمعوقات الأساسية المرتبطة بالنطاقات الحرارية والرطوبة ومدلولاتها، والصفات الأرضية لكل وحدة خرائطية من خلال إجراء دراسة تصنيفية لمحددات قدرة الأرض على الإنتاجية (Land Capability Limitations).

1.5.2 يتم تقويم مدة الرطوبة الأرضية على أساس النظام الموضوع من قبل (FAO, 1983)، والذي يحدد موسم نمو النباتات بالمدة التي تزيد فيها كمية الأمطار الهائلة على نصف كمية الفقد عن طريق جهد التبخر-نتح، (الشكل 29).



الشكل 29: تقدير فترة النمو (Growing Period)

2.5.2 تم تقويم الصفات الأرضية تبعا لـ Siderius 1987 and Erian 1991، وتشمل:

m	Available Soil Moisture Storage Capacity	القدرة التخزينية لرطوبة التربة المتاحة
d	Effective Soil Depth	العمق الفعال للتربة
z	Soil Salinity	ملوحة التربة
f	Soil fertility	خصوبة التربة وتشمل:
F1	(%) Organic Carbon	نسبة الكربون العضوي
F2	Available Phosphorous (ppm)	الفوسفور المتاح
F3	Cations Exchange Capacity (Cmolc/Kg)	سعة التبادل الكاتيوني
e	(%)Susceptibility to Erosion – slope	الحساسية للانجراف معبرا عنها بنسبة الانحدار

ملاحظة: لقد تم استخدام المعايير الخاصة بخصوبة التربة F و ملوحتها Z، فقط في هذه الدراسة.

وتفصيل طرق الحساب طبقاً للمراجع المحددة كالتالي (أكساد، 2004):

1.2.5.2 القدرة التخزينية للرطوبة المتاحة في التربة Available Soil Moisture Storage Capacity (m)
تحتسب لكل طبقة أو أفق حتى عمق 80 سم، ونظراً لأن الرطوبة بين نقطة الذبول والسعة الحقلية (Witting Point-Field Capacity)، هي المعبر عن المحتوى الرطوبي الحجمي المتاح بالتربة، ولصعوبة حسابها نتيجة عدم توافر تحليل الرطوبة المختلفة، فقد تم حساب القدرة التخزينية هذه من خلال بيانات النسيج الموضحة في الجدول التالي:

النسيج	المتوسط %	مدى الصفة %
S-Ls	8	10-6
Sl	12	15-9
L	17	20-14
Cl	19	22-6
Scl	18	22-16
Sic	21	23-18
C	23	25-20

طريقة الحساب: مجموع حاصل ضرب القيمة المقابلة للنسيج % $\times$ سمك الطبقة أو الأفق بالمليمتر حتى عمق 80 سم، ثم تقارن مع مدى الصفة بالجدول التالي وتمنح درجة الترتيب المقابلة له.

الترتيب	التوصيف	مدى الصفة، مم
1	عالي جداً	160-250
2	عالي	120-160
3	متوسط	80-120
4	منخفض	40-80
5	منخفض جداً	40>

2.2.5.2 العمق الفعال Effective Soil Depth (d)

الترتيب	التوصيف	مدى الصفة، سم
1	عميق جداً	120<
2	عميق	120-80
3	متوسط العمق	80-50
4	سطحي	50-25
5	سطحي جداً	25>

3.2.5.2 ملوحة التربة (z) Soil Salinity

طريقة الحساب: مجموع حاصل ضرب القيمة المقابلة (dS/m) بسمك الطبقة أو الأفق (سم)/60 سم.

الترتيب	التوصيف	مدى الصفة (dS/m) Ec
1	غير مالحة	2 >
2	ملوحة بسيطة	2-4
3	ملوحة متوسطة	4-8
4	ملوحة عالية	8-16
5	ملوحة عالية جدا	16 <

4.2.5.2 خصوبة التربة (f) Soil Fertility

في الطبقة السطحية وتشمل:

الترتيب	النسبة المئوية للكربون العضوي	الفوسفور المناخ ppm	سعة التبادل الكاتيوني $\text{Cm} \cdot \text{kg}^{-1}$
1	3.5 <	20	24 <
2	3.5 - 2.5	20 - 15	24 - 16
3	2.5 - 1.25	15 - 10	16 - 12
4	1.25 - 0.6	0 - 15	12 - 6
5	0.6 >	5 >	6 >

5.2.5.2 الحساسية للانجراف معبرا عنها بنسبة الانحدار (e)(%) Slope – Susceptibility to Erosion

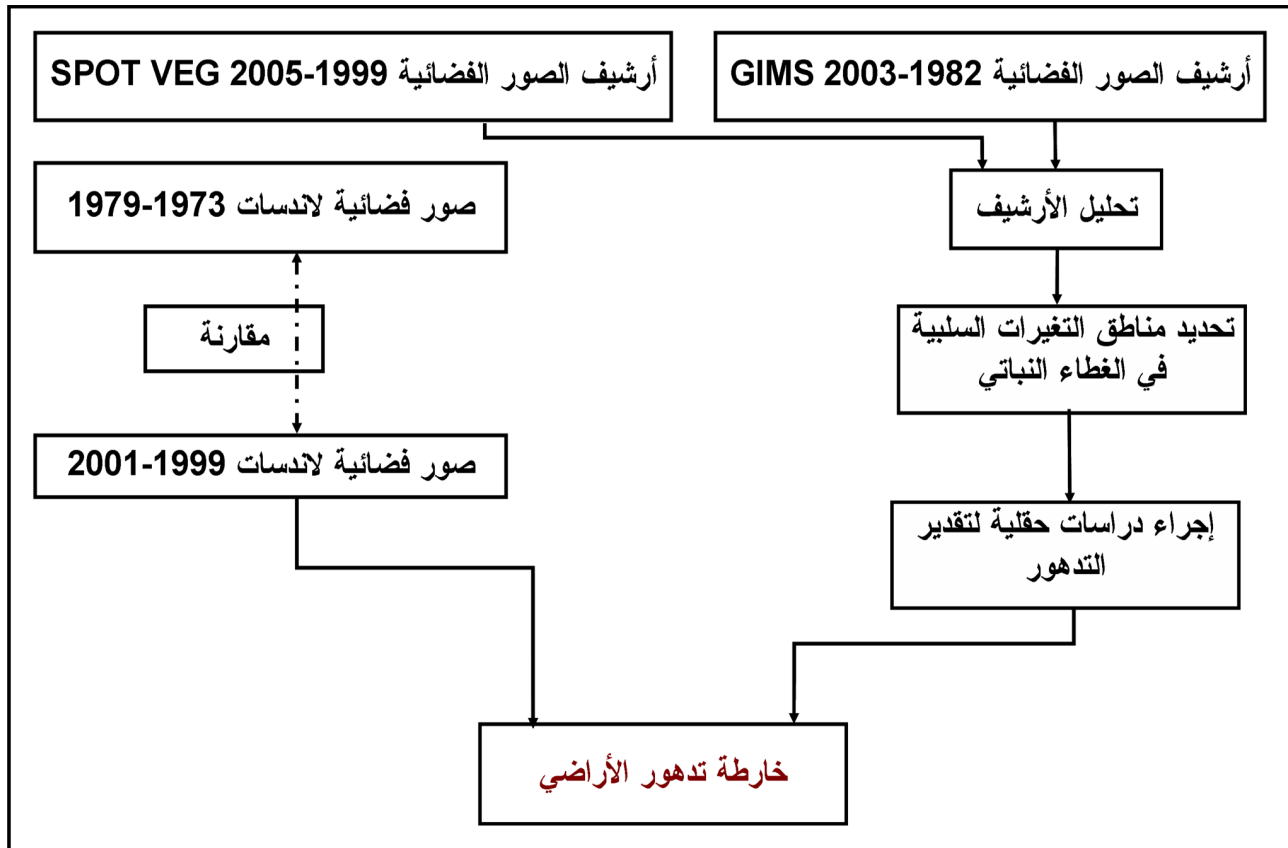
الترتيب	الحساسية للانجراف	درجة الانحدار %	التوصيف
1	لا توجد	2 - 0	مستوية إلى مستوى تقريبا
2	ضعيفة	4 - 2	انحدار بسيط
3	متوسطة	10 - 4	منحدرة
4	عالية	16 - 10	منحدرة إلى متوسطة الانحدار
5	عالية جدا	16 <	متوسطة إلى شديدة الانحدار

6.2 منهجية إعداد خارطة تدهور الأراضي

يعني تدهور الأراضي الاستنفاد التدريجي لطاقتها المادية والاقتصادية وانخفاض إنتاجيتها بصورة عامة، أي ما يحدث من انخفاض وفقدان للإنتاجية والتنوع الحيوي أو الاقتصادي لأراضي المحاصيل البعلية والمروية والمراعي والغابات نتيجة لاستعمالات الأراضي أو لعملية أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناجمة عن الأنشطة البشرية وأنماط السكن مثل:

- إنجراف التربة بفعل الرياح أو المياه.
- تدهور الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية أو الاقتصادية للتربة.
- فقدان الطويل الأجل للغطاء النباتي الطبيعي.

تم إعداد خارطة تدهور الأراضي وفق المنهجية المبينة في (الشكل 30).



الشكل 30: منهجية إعداد خارطة تدهور الأراضي

حيث تم تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع GIMMS VHRR/NDVI 8Km (1982-2003) وأرشيف الصور الفضائية من نوع SPOT Vegetation 1Km (1999-2007)، لموريتانيا، وذلك لمعرفة التغيرات في الكتلة الحيوية للغطاء النباتي خلال 22 عاما بالنسبة للأرشيف الأول، وتسع سنوات بالنسبة للأرشيف الثاني، كما تم مقارنة صور فضائية لاندسات (1973-1979) مع صور فضائية لاندسات (1999-2001)، لدراسة التغيرات التي طرأت على منطقة الدراسة من حيث حركة الكثبان الرملية، بالإضافة إلى التغيرات التي حدثت على بعض الغابات في منطقة الدراسة.

وقد استُخدمت في تحليل الأرشيف برمجية Time Stats Software والنموذج الرياضي الذي أعده المركز العربي (أكساد) مع جامعة تريور الألمانية.

3. نتائج الدراسة

1.3 تطبيقات الاستشعار عن بعد في تصنيف التربة

1.1.3 تقنيات الاستشعار عن بعد المستعملة في تصنيف التربة

بناء على أهداف الدراسة والغرض منها، تجري عمليات مسح التربة وتصنيفها ووضع خرائطها وفق مقاييس مختلفة تراوح بين المسح العام والاستكشافي إلى المسح التفصيلي والتفصيلي جدا، وللوصول إلى هذه الغاية تتبع عدة تقنيات في الاستشعار عن بعد هي:

- الصور الجوية المحضرة باللونين الأبيض والأسود أو بالألوان الأخرى.
- الصور الفضائية المحضرة من بيانات المستشعرات المحمولة على التوابع الصناعية والمركبات أو المحطات الفضائية.
- البيانات الفضائية الرقمية المسجلة على أشرطة ممغنطة.

2.1.3 دور الاستشعار عن بعد من التوابع الصناعية في مسح التربة وتصنيفها

تسجل المستشعرات المحمولة على متن التوابع الصناعية الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة عن سطح التربة ضمن نطاقات طيفية متعددة، وتتوقف كمية هذه الأشعة ونوعيتها على الخصائص الفيزيائية للتربة ومن أهم هذه الخصائص:

- **لون التربة Soil color:** يتأثر لون التربة بعدة عوامل أهمها؛ نوعية معادن الطين وأكاسيد الحديد والمادة العضوية. وعند وصف مقطع التربة يحدد اللون اعتمادا على لوحات منسل لألوان التربة Munsell soil color charts، الذي يحدد تدرج اللون Hue وإضاءة اللون Value، و نقاء اللون أو شدته Chroma، وبصورة عامة فإن التربة القاتمة تمتص قسما كبيرا من الأشعة الساقطة عليها وتعكس قسما قليلا منها، بينما تسلك التربة فاتحة اللون سلوكا معاكسا لذلك، ولا بد من التنويه أن التربة متشابهة اللون قد تختلف في عكس الأشعة تحت الحمراء وغالبا ما يعود ذلك إلى اختلاف محتواها من أكسيد الحديد كما بين كل من، Stoner, and Baumgardner, 1980.
- **خشونة السطح Surface roughness:** تعكس التربة المفلوحة حديثا كمية أقل من الأشعة بسبب ازدياد تبعثر الأشعة واحتواء كتل التربة على كمية أكبر من الرطوبة، وبالتالي فإن ازدياد خشونة السطح يؤدي إلى انخفاض نسبة الأشعة المنعكسة، أما ازدياد نعومة السطح أو وجود قشرة سطحية فإنه يساعد على ازدياد نسبة الانعكاس ضمن مختلف النطاقات الطيفية.

- **وجود بقايا المحاصيل على السطح Surface crops residues:** يؤدي وجود بقايا المحاصيل التي تترك على سطح التربة بعد الحصاد إلى ازدياد نسبة الأشعة المنعكسة نظراً لأن لون هذه البقايا فاتح غالباً.
- **المحتوى الرطوبي للتربة Soil moisture content:** تؤدي زيادة المحتوى الرطوبي إلى الإقلال من نسبة الأشعة المنعكسة عنها خاصة ضمن نطاق الأشعة تحت الحمراء، كما تؤدي إلى قتامة لون التربة مما يقلل من نسبة الأشعة المنعكسة عنها ضمن النطاق المرئي من الطيف الكهروطيفي.
- **حالة الصرف Soil drainage condition:** بصورة عامة تعكس التربة سيئة الصرف نسبة أقل من الأشعة الساقطة عليه مقارنة بالتربة جيدة الصرف، ولكن في فصول الجفاف ربما ينعكس هذا المفهوم، خاصة في المناطق المتملحة، حيث تتزهر الأملاح على السطح ويؤدي هذا إلى ازدياد الأشعة المنعكسة ضمن مختلف النطاقات الطيفية، لولو، عبد الرحيم (1999).
- **المادة العضوية Organic mater:** إن وجود المادة العضوية في التربة يزيد من قتامة لونها، وبالتالي فإن زيادة نسبتها في التربة يؤدي إلى إنقاص نسبة الأشعة المنعكسة عنها، ويتوقف ذلك على درجة تحلل المادة العضوية نفسها، فقد بين كل من Stoner, and Baumgardner, 1980، أن عاكسية المادة العضوية تتناسب عكساً مع درجة تدبيلها.
- **توزع حجم الدقائق Particle size distribution:** بينت الأبحاث أنه كلما صغر حجم الحبيبات في التربة ازدادت نسبة الأشعة المنعكسة عندما تكون التربة خفيفة النسيج (رملية)، والعكس صحيح في الترب متوسطة أو ثقيلة النسيج.
- **محتوى أكاسيد الحديد Iron oxides content:** عندما يتعرض الحديد الموجود في التربة إلى الهواء فإنه يتأكسد مما يؤدي إلى احمرار لون التربة، وهذا يساعد على انعكاس نسبة أكبر من الأشعة الحمراء، ولكن بالنسبة للأشعة تحت الحمراء المتوسطة (2 - 2.22) ميكرومتر، فإن امتصاصها يزداد وبالتالي تتناقص الأشعة المنعكسة ضمن هذا النطاق الطيفي.
- **صف ميناerالوجية التربة Soil mineralogy class:** يدخل في تركيب التربة العديد من المعادن، ولكن الترب التي تحتوي على الكلس والجبس وكلور الصوديوم إذا كانت جافة تعكس نسبة أكبر من الأشعة الساقطة عليها ضمن النطاقات الطيفية كافة.
- **معادن الطين Clay minerals:** إن وجود معادن الطين التي تتصف بقدرتها على الاحتفاظ بالماء في التربة يؤدي إلى الإقلال من الأشعة المنعكسة عنها.
- **مادة الأصل Parent material:** من الصعب التعرف على المادة الأصل عند تحليل الصور الفضائية، خاصة إذا كانت المنطقة مغطاة بالنبات، ولكن يمكن القول بأن اختلاف مادة الأصل؛ حجر كلسي، حجر رملي، طفال، مواد رسوبية أو تجمعية، سوف يؤدي إلى اختلاف نسبة الأشعة المنعكسة مما يشكل مؤشراً على اختلاف نوع التربة ويساعد على تصنيفها ورسم خرائطها.

3.1.3 تفسير البيانات الفضائية

• **التفسير البصري Visual interpretation:** تعتمد هذه الطريقة على تفسير الصور الفضائية المحضرة باللونين الأبيض والأسود أو الألوان التركيبية F.C.C أو الطبيعية N.C.C، التي يتم الحصول عليها من دمج ثلاثة نطاقات طيفية هي: الأخضر والأحمر وتحت الأحمر القريب. ولتصنيف التربة يجري تحليل وتفسير هذه الصور اعتماداً على مجموعة من العناصر التحليلية أهمها: نمط الصرف السطحي والغطاء النباتي والموقع واللون والشدة اللونية، ويفضل ربط ذلك بالفيزيوجرافية لعلاقتها الوثيقة بالتربة.

• **التحليل الرقمي Digital analysis:** تعتمد هذه الطريقة على التصنيف الطيفي Spectral classification، للبيانات الرقمية المسجلة بواسطة المواسح الإلكترونية المحمولة على متن التوابع الصناعية المخصصة لدراسة الموارد الطبيعية والتي تفرغ على أشرطة ممغنطة، ويتم هذا التصنيف بواسطة الحاسب الآلي وبطريقتين:

الطريقة الأولى هي التصنيف المراقب Supervised classification، وهو المفضل وذلك بتدخل من المحلل اعتماداً على المعلومات المسجلة من مناطق الاختبار.

الطريقة الثانية هي التصنيف غير المراقب Unsupervised classification، حيث تتم عملية التصنيف الطيفي للمعطيات دون تدخل المحلل.

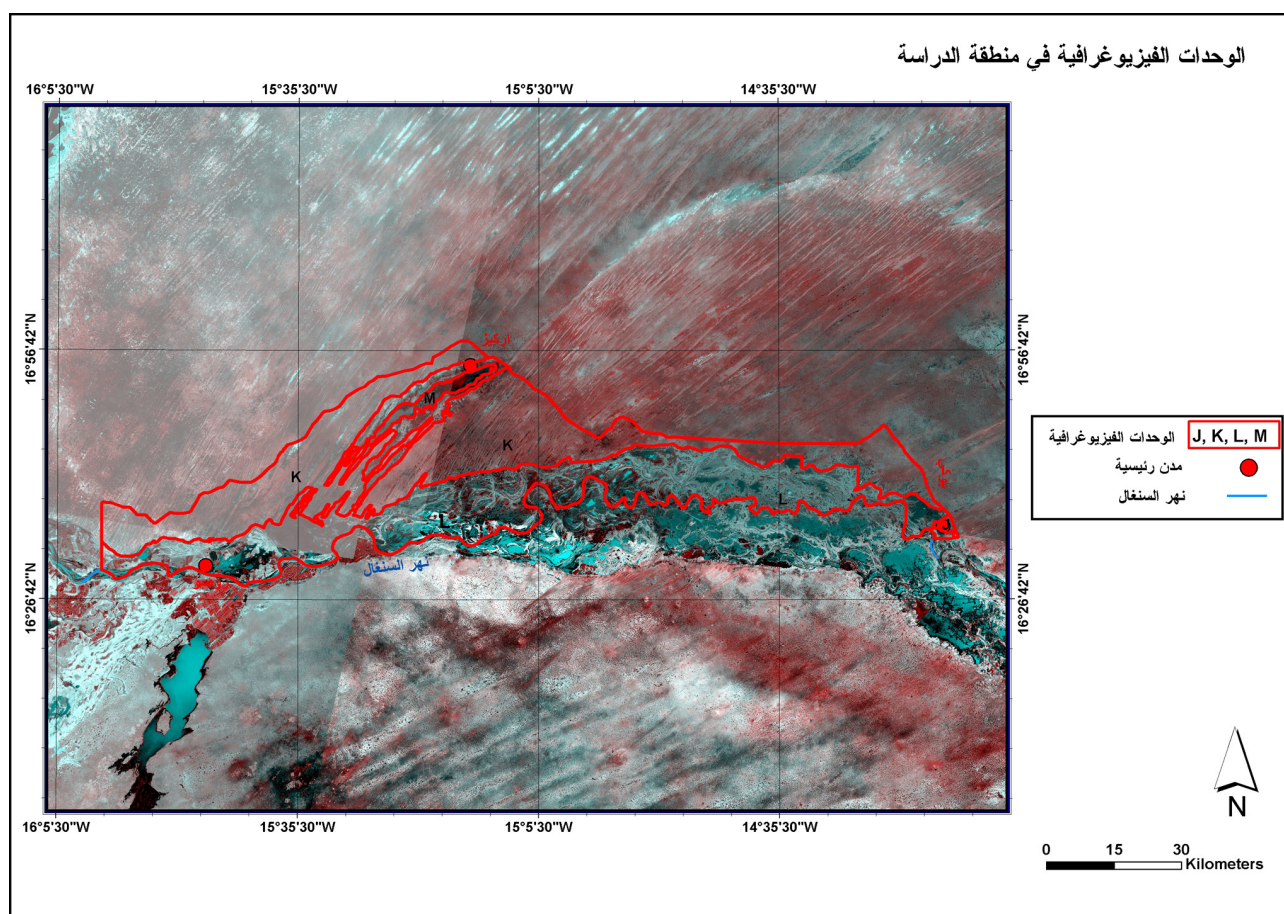
2.3 تفسير الصور الفضائية لمنطقة الدراسة

1.2.3 الوحدات الفيزيوجرافية

قُسمت منطقة الدراسة إلى أربع وحدات فيزيوجرافية، (الشكل 31)، اعتماداً على التفسير البصري للصور الفضائية، والعمل الحقل، والدراسات السابقة (مشروع تسيير الموارد الطبيعية في موريتانيا وجامعة داكوتا الجنوبية، 1982)، وهي موضحة في (الجدول 9).

الجدول 9: الوحدات الفيزيوجرافية ومساحتها

الوحدة	الرمز	الارتفاع عن سطح البحر متر	المساحة ألف هـ	%
سهل مستوي تقريبا، طمي بني وعميق، طمي رملي	J	25 - 10	20.64	5.08
سهل رملي مستوي تقريبا (كثبان رملية)	K	30 - 10	179.79	44.28
سهل فيضي مستوي تقريبا، مع طمي بني وعميق وطيني رملي	L	10 - 0	197.96	48.75
بحيرة اركيز	M	3-0	7.68	1.89
المجموع			406.04	100



الشكل 31: الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة الدراسة على صورة لاندسات ETM⁺
(النطاقات الطيفية 2.3.4)

3.3 مناخ التربة

تم تحديد مناخ التربة لمنطقة الدراسة من قبل مشروع تسيير الموارد الطبيعية وجامعة داكوتا الجنوبية 1982 وكان على النحو التالي:

1.3.3 نظام رطوبة التربة S.M.R: هو من نوع (Aridic, Torric)، الذي يتميز فيه مقطع التربة بالخصائص التالية:

- جاف في كل الأجزاء لأكثر من نصف أيام السنة عندما تكون درجة حرارة التربة على عمق 50 سم فوق خمس درجات مئوية.
- رطب في بعض الأجزاء أو كلها لأقل من 90 يوم متتالية عندما تكون درجة حرارة التربة على عمق 50 سم فوق ثماني درجات مئوية.

والمتوسط السنوي للأمطار في منطقة الدراسة 250 مم.

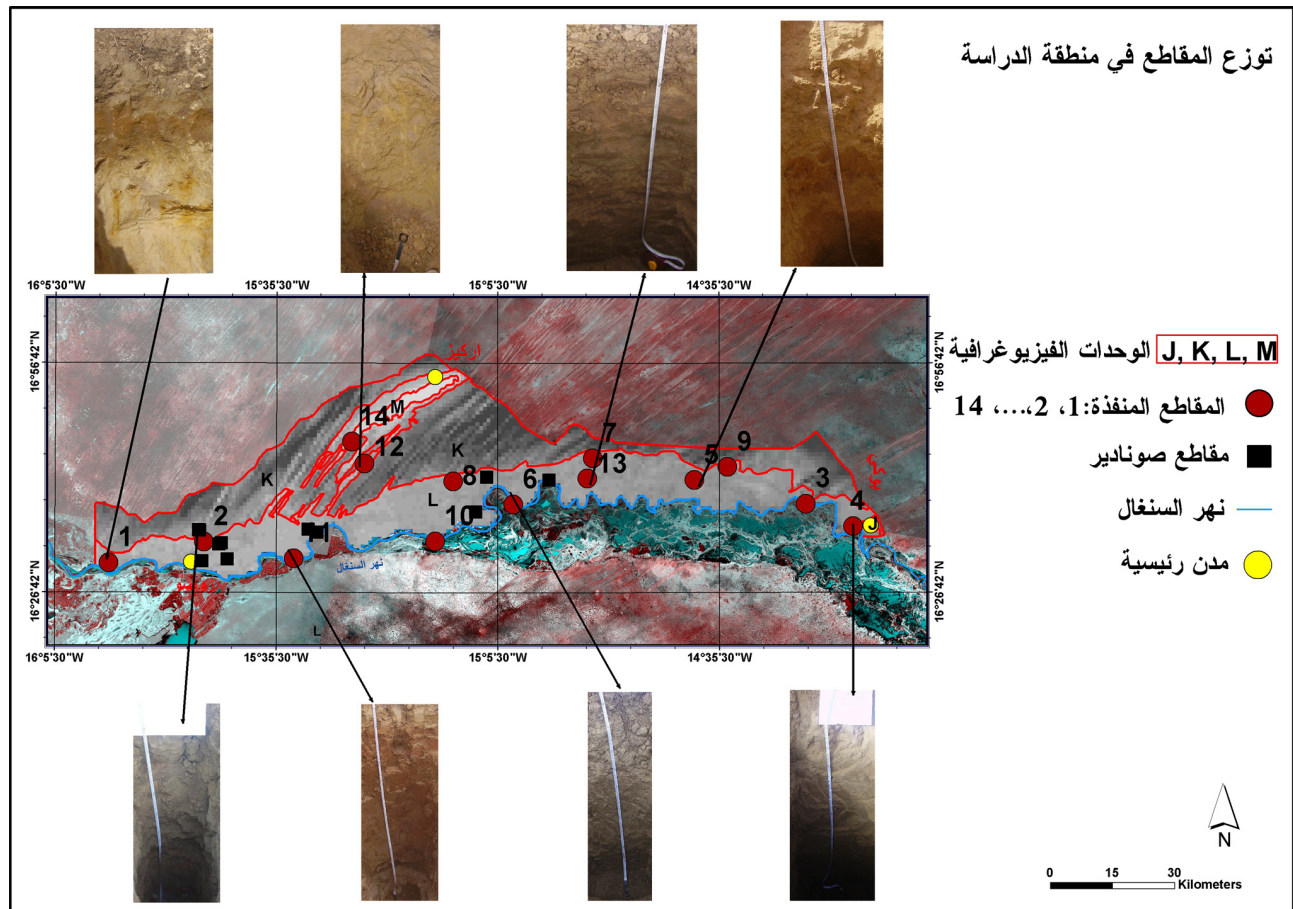
2.3.3 نظام حرارة التربة S.T.R: هو من نوع Isohyperthermic إذ يكون فيه المتوسط السنوي لحرارة التربة أعلى من 22 درجة مئوية، والفرق بين متوسط درجة حرارة التربة في فصلي الصيف والشتاء أقل من ست درجات مئوية، إذ يبلغ المتوسط السنوي لدرجة حرارة التربة في منطقة الدراسة أعلى من 24 درجة مئوية.

4.3 نتائج المسوحات الحقلية والتحليل المخبرية

1.4.3 توزع المقاطع

وُصف 14 مقطع تربة، و أخذت خمس عينات من كل منها حتى عمق 150سم، بالإضافة إلى بعض نقاط الملاحظة عن طريق حفر صغيرة (Mini Pits)، وذلك لكي تُمثل قدر المستطاع جميع مجموعات أو أنماط الترب الممكن وجودها في منطقة الدراسة؛ واعتمد اختيار مواقع المقاطع ونقاط الملاحظة على الوحدات الناشئة من تفسير الصور الفضائية و الدراسات السابقة من جهة والمشاهدات الحقلية من جهة ثانية؛ وتم تصوير جميع هذه المقاطع مع مناظرها الطبيعية، ويبين (الشكل 32) توزع هذه المقاطع ضمن منطقة الدراسة.

هذا بالإضافة إلى نحو 30 مقطعا تم وصفها وتحليلها من قبل مخبر التربة والمياه في المؤسسة الوطنية للتنمية الريفية (SONADER).



الشكل 32: توزع المقاطع في منطقة الدراسة

2.4.3 وصف المقاطع ونتائج التحاليل المخبرية

1.2.4.3 المقطع 1

رمز المقطع: B1

الموقع: جنوب «كوير guere» بالقرب من ضفة النهر ($X = -15.96957^\circ$ ، $Y = 16.50958^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع خمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0.021 %)

استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/15

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ اللون رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ النسيج طيني؛ والبنية حبيبة ناعمة؛ لاصق لزج؛ الجذور ناعمة وكثيفة.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ النسيج لومي طيني رملي؛ البنية حبيبة ناعمة؛ لاصق لزج؛ الجذور ناعمة متوسطة الكثافة.

العمق 50 - 75 سم: رطب؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ النسيج لومي رملي؛ البنية حبيبة ناعمة؛ لاصق قليلا، الجذور غير موجودة.

العمق 75 - 100 سم: رطب؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ وهو عديم البنية؛ غير لاصق؛ الجذور غير موجودة.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ النسيج رملي؛ وهو عديم البنية؛ غير لاصق؛ الجذور غير موجودة.

• نتائج تحاليل المقطع 1

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	40.80	14.20	45.00	طيني	1.82	11.23
50-25	33.40	4.10	62.50	لومي طيني رملي	1.42	14.34
75-50	13.40	4.10	82.50	لومي رملي	0.62	4.19
100-75	3.40	5.30	91.30	رملي	0.10	0.87
150-100	3.40	5.20	91.40	رملي	0.10	0.51

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
25-0	0.200	6.74	6.18	0.026	0.075	0.42	0.28	0.33	0.30	0.50
50-25	0.190	7.28	6.96	0.043	0.059	0.24	0.24	0.20	0.28	0.65
75-50	0.095	7.05	6.66	0.035	0.034	0.22	0.16	0.10	0.20	0.40
100-75	0.065	7.23	7.05	0.02	0.014	0.13	0.11	0.07	0.11	0.12
150-100	0.065	7.22	7.02	0.02	0.013	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12

العمق، سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
25-0	8.23	10.59	2.21	0.77	23.14
50-25	7.68	6.56	1.89	1.38	19.25
75-50	3.56	4.19	0.76	0.78	10.21
100-75	0.71	0.88	0.26	0.37	2.43
150-100	0.72	0.86	0.24	0.34	2.37

2.2.4.3 المقطع 2

رمز المقطع: B2

الموقع: على ضفة «كاراك» الشمالية وجنوب شرق مدينة «روصو» ($X = -15.75494^\circ$ ، $Y = 16.55574^\circ$)
الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع ثمانية أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0.021%)
استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/15

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛
حبيبة متوسطة الخشونة؛ لاصق لزج؛ الجذور ناعمة كثيفة.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛
كتلية ناعمة؛ لاصق لزج؛ ناعمة قليلة.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛
كتلية متوسطة الخشونة؛ لاصق لزج؛ غير موجودة.

العمق 75-100 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)، مع بقع
حمراء مصفرة 5YR4/6؛ لومي طيني؛ كتلية ناعمة؛ لاصق لزج؛ غير موجودة.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ بني شاحب جدا 10YR 8/2 (جاف)، رمادي فاتح 10YR 7/2 (رطب)، مع
بقع حمراء مصفرة 5YR4/6؛ لومي رملي؛ كتلية ناعمة؛ قليل الالتصاق؛ غير موجودة.

• نتائج تحاليل المقطع 2

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	60.90	11.60	27.50	طيني	1.82	22.08
50-25	58.30	14.20	27.50	طيني	1.42	6.04
75-50	55.90	14.10	30.00	طيني	0.62	11.7
100-75	33.40	29.00	37.60	لومي طيني	0.10	5.1
150-100	15.90	24.10	60.00	لومي رملي	0.10	5.1

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ-1 تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.225	7.12	6.77	0.35	0.24	0.23	0.32	0.28	0.057	0.073
50-25	0.575	6.71	6.27	0.45	0.51	0.20	0.44	0.34	0.165	0.033
75-50	1.250	6.48	6.08	0.50	1.15	0.40	0.62	0.68	0.313	0.059
100-75	0.650	6.46	6.07	0.30	0.92	0.35	0.52	0.64	0.241	0.067
150-100	0.575	6.11	5.73	0.20	0.70	0.38	0.48	0.43	0.154	0.04

العمق سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ-1 تربة				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
25-0	13.42	11.75	1.96	2.51	31.56
50-25	11.27	11.62	4.23	1.85	30.73
75-50	8.04	10.78	4.06	0.77	25.98
100-75	4.96	5.09	2.31	0.64	15.37
150-100	2.67	2.29	1.18	0.31	9.28

3.2.4.3 المقطع 3

رمز المقطع: B3

الموقع: «انديورو Ndioro» على ضفة النهر ($X = -14.39584^\circ$ ، $Y = 16.63886^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع عشرة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0.021 %)

استعمال الأرض: زراعة بعلية لبعض محاصيل الحبوب (الدخن، الذرة البيضاء والصفراء)

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/16

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ طيني رملي؛ حبيبة ناعمة؛ الجذور متوسطة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ النسيج لومي طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة وقليلة؛ لاصق لزج.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ لاصق لزج

• نتائج تحاليل المقطع 3

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	40.90	11.60	47.50	طيني رملي	0.88	9.341
50-25	25.90	11.60	62.50	لومي طيني رملي	0.89	10.28
75-50	46.80	8.20	45.00	طيني رملي	0.65	18.68
100-75	41.80	8.20	50.00	طيني رملي	0.33	12.17
150-100	44.3	5.70	50.00	طيني رملي	0.33	10.76

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.130	7.08	6.84	0.30	0.20	0.36	0.16	0.38	0.043	0.029
50-25	0.800	7.66	7.05	0.35	0.36	0.51	0.32	0.40	0.149	0.019
75-50	1.350	7.05	6.50	0.40	0.90	1.33	0.96	0.98	0.273	0.006
100-75	1.075	7.22	6.61	0.35	0.64	0.72	0.64	0.76	0.273	0.004
150-100	0.575	7.18	6.45	0.23	0.38	0.61	0.50	0.46	0.172	0.002

العمق سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة				
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC
25-0	5.77	13.70	1.55	1.05	24.25
50-25	6.94	7.423	2.77	0.35	18.11
75-50	10.10	10.30	2.87	0.10	25.66
100-75	7.92	9.41	3.00	0.08	22.43
150-100	8.99	8.28	3.09	0.06	22.44

4.2.4.3 المقطع 4

رمز المقطع: B4

الموقع: «لوبل lopel» غرب مدينة بكى على ضفة النهر ($X=-14.28984^\circ$ ، $Y= 16.58933^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع تسعة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.064 - 0.112 %،

(%0.067)

استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/16

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (جاف)، بني رمادي 10YR 5/2 (رطب)؛ لومي طيني؛ حبيبة خشنة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (جاف)، بني رمادي 10YR 5/2 (رطب)؛ لومي طيني؛ حبيبة خشنة؛ ناعمة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج؛ تدريجي.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ بني رمادي 10YR 5/2 (جاف)، بني رمادي داكن 10YR 4/2 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج؛ تدريجي.

العمق 75 - 100 سم: رطب؛ بني رمادي 10YR 5/2 (جاف)، بني رمادي داكن 10YR 4/2 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ بني رمادي 10YR 5/2 (جاف)، بني رمادي داكن 10YR 4/2 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 4

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	41.80	23.20	35.00	لومي طيني	2.08	13.59
50-25	39.30	23.20	37.50	لومي طيني	1.98	6.039
75-50	44.30	18.20	37.50	طيني	1.40	15.47
100-75	45.20	17.30	37.50	طيني	1.11	9.812
150-100	55.20	14.80	30.00	طيني	1.12	6.51

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.115	6.92	6.23	0.28	0.36	0.33	0.42	0.41	0.034	0.059
50-25	0.375	7.34	6.59	0.35	0.41	0.42	0.49	0.43	0.142	0.006
75-50	0.650	7.24	6.44	0.37	0.54	0.49	0.52	0.42	0.214	0.02
100-75	0.700	7.08	6.42	0.37	0.83	0.38	0.61	0.49	0.239	0.016
150-100	0.800	7.11	6.30	0.4	0.92	0.4	0.71	0.52	0.246	0.033

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
3.36	28.29	1.65	0.95	11.44	11.71	25-0
12.09	28.12	0.14	3.40	10.30	11.74	50-25
13.37	30.97	0.48	4.14	10.08	12.48	75-50
12.78	30.67	0.33	4.92	10.09	12.56	100-75
14.82	33.66	0.67	4.99	10.56	14.41	150-100

5.2.4.3 المقطع 5

رمز المقطع: B5

الموقع: «Joundy» بين النهر وفرع كوندي ($X = -14.64747^\circ$ ، $Y = 16.69133^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع 11م فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.152 - 0.180 %، (0.171%)

استعمال الأرض: بعض الزراعات الفيضية والمطرية

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/17

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ الجذور متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة قليلة؛ لاصق لزج.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: جاف؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي طيني؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 5

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	21.80	20.70	57.50	لومي طيني رملي	1.93	10.76
50-25	21.90	20.60	57.50	لومي طيني رملي	2.10	18.94
75-50	26.80	33.20	40.00	لومي	1.87	21.79
100-75	27.00	32.90	40.10	لومي	1.23	23.13
150-100	31.80	30.70	37.50	لومي طيني	0.54	29.25

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
25-0	0.080	6.44	5.93	0.01	0.034	0.21	0.24	0.13	0.20	0.30
50-25	0.225	6.68	6.34	0.063	0.091	0.32	0.38	0.20	0.40	0.40
75-50	0.500	7.05	6.66	0.007	0.145	0.36	0.44	0.18	0.70	0.45
100-75	0.850	7.28	6.82	0.007	0.214	0.38	0.46	0.20	1.22	0.45
150-100	1.200	7.84	7.38	0.012	0.372	0.41	0.52	0.43	1.40	0.50

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
6.41	11.55	0.22	0.74	4.57	5.22	25-0
9.93	12.28	0.84	1.22	4.28	5.08	50-25
10.24	14.35	0.10	1.47	5.40	6.60	75-50
14.23	13.91	0.10	1.98	5.30	6.41	100-75
13.92	15.66	0.17	2.18	5.97	7.24	150-100

6.2.4.3 المقطع 6

رمز المقطع: B6

الموقع: «كوصه» على ضفة النهر مباشرة ($X = -15.05634^\circ$ ، $Y = 16.63793^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع خمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0%)

استعمال الأرض: كان مزروعا بالأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/17

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ ناعمة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

• نتائج تحاليل المقطع 6

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	61.80	27.50	10.70	طيني	2.23	9.341
50-25	64.20	22.70	13.10	طيني	2.14	12.38
75-50	59.30	17.50	23.20	طيني	1.85	14.06
100-75	59.30	12.10	28.60	طيني	1.20	15.47
150-100	64.30	12.50	23.20	طيني	0.90	15.87

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.225	7.06	6.64	0.35	0.50	0.14	0.48	0.32	0.068	0.071
50-25	0.250	6.90	6.41	0.40	0.85	0.02	0.48	0.38	0.091	0.04
75-50	0.525	7.09	6.70	0.45	0.92	0.10	0.52	0.46	0.174	0.064
100-75	1.350	7.36	6.92	0.75	1.15	0.15	0.92	0.68	0.336	0.033
150-100	1.650	7.28	6.84	0.80	2.05	0.21	1.44	0.88	0.381	0.029

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
6.73	34.45	2.42	2.32	11.92	16.38	25-0
8.55	35.56	1.33	3.04	13.68	16.02	50-25
10.59	37.29	1.82	3.95	14.10	15.81	75-50
13.04	37.12	0.89	4.84	14.81	15.98	100-75
10.35	39.31	0.60	4.07	14.72	19.17	150-100

7.2.4.3 المقطع 7

رمز المقطع: B7

الموقع: «جاوله» شمال كوندي ($X = -14.87724^\circ$ ، $Y = 16.73791^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع سبعة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.028 - 0.064 %، (0.047 %)

استعمال الأرض: زراعة مطرية فيضية لبعض الحبوب

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/17

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ الجذور متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة، متوسطة قليلة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 75 - 100 سم: رطب؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

• نتائج تحاليل المقطع 7

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	58.80	24.00	17.20	طيني	1.74	11.7
50-25	51.60	18.30	30.10	طيني	1.45	12.17
75-50	57.40	29.20	13.40	طيني	1.33	14.53
100-75	58.30	24.50	17.20	طيني	1.10	18.00
150-100	51.10	30.80	18.10	طيني	0.70	20.57

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ-1 تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.125	7.21	6.96	0.40	0.22	0.28	0.44	0.28	0.032	0.06
50-25	0.130	7.19	6.95	0.45	0.24	0.21	0.44	0.24	0.03	0.053
75-50	0.250	7.11	6.80	0.40	0.24	0.08	0.41	0.32	0.025	0.037
100-75	0.300	7.14	6.88	0.35	0.24	0.05	0.41	0.32	0.023	0.03
150-100	0.300	7.14	6.87	0.35	0.24	0.05	0.4	0.32	0.023	0.027

العمق سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني ملليمكافئ/100 غرام تربة					%ESP
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC	
25-0	16.50	9.86	1.13	2.11	30.75	3.67
50-25	16.16	8.43	1.05	1.86	28.83	3.64
75-50	14.19	10.69	0.83	1.24	28.44	2.92
100-75	16.16	11.91	0.86	1.12	31.34	2.74
150-100	14.07	10.70	0.77	0.90	27.68	2.78

8.2.4.3 المقطع 8

رمز المقطع: B8

الموقع: «هبيرة» على الضفة الجنوبية لكوندي ($X = -15.19276^\circ$ ، $Y = 16.68758^\circ$)

الفيزيوغرافيا: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع خمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0.021%)

استعمال الأرض: بور

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/17

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ أصفر شاحب 2.5Y 8/4 (جاف)، أصفر شاحب 2.5Y 7/4 (رطب)؛ طيني لومي؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ الجذور غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ أصفر شاحب 2.5Y 8/4 (جاف)، أصفر شاحب 2.5Y 7/4 (رطب)؛ طيني لومي؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ أصفر شاحب 2.5Y 8/4 (جاف)، أصفر شاحب 2.5Y 7/4 (رطب)؛ طيني لومي؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ أصفر شاحب 2.5Y 8/4 (جاف)، أصفر شاحب 2.5Y 7/4 (رطب)؛ طيني لومي؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: جاف؛ أصفر شاحب 2.5Y 8/4 (جاف)، أصفر شاحب 2.5Y 7/4 (رطب)؛ طيني لومي؛ حبيبة متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 8

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	38.80	28.60	32.60	طيني لومي	0.62	9.81
50-25	39.60	24.80	35.60	طيني لومي	0.53	6.51
75-50	32.80	28.70	38.50	طيني لومي	0.35	6.4
100-75	31.30	29.20	39.50	طيني لومي	0.28	5.57
150-100	31.10	29.40	39.50	طيني لومي	0.19	5.57

الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ-1 تربة							pH KCl 2.5:1	pH H ₂ O 2.5:1	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	العمق سم
K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻				
0.216	0.091	1.52	1.98	0.48	2.95	0.50	6.55	7.13	1.200	25-0
0.096	0.201	0.80	1.16	0.80	1.50	0.40	6.69	7.00	0.900	50-25
0.077	0.176	0.51	0.84	0.10	1.25	0.35	7.01	7.45	0.550	75-50
0.067	0.16	0.43	0.74	0.06	1.14	0.35	7.09	7.52	0.300	100-75
0.057	0.131	0.41	0.68	0.06	1.14	0.30	7.12	7.52	0.275	150-100

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ-1 تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
2.78	22.31	1.48	0.62	7.19	11.45	25-0
7.32	18.87	0.66	1.38	6.33	9.18	50-25
9.08	13.22	0.52	1.20	4.00	7.48	75-50
9.40	12.98	0.51	1.22	3.80	7.44	100-75
8.42	12.94	0.47	1.09	3.94	7.43	150-100

9.2.4.3 المقطع 9

رمز المقطع: B9

الموقع: على الضفة الشمالية لكوندي قرب «موا موا» ($X = -14.57279^\circ$ ، $Y = 16.7196^\circ$)

الفيزيوغرافيا: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع ستة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.028 - 0.064 %، (0.063 %)

استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/01/18

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية ناعمة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية ناعمة؛ والجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ متوسطة الخشونة؛ ناعمة قليلة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 75 - 100 سم: رطب؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ رمادي داكن 10YR 4/1 (جاف)، رمادي داكن جدا 10YR 3/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة الخشونة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

• نتائج تحاليل المقطع 9

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	45.90	9.00	45.00	طيني رملي	1.75	11.87
50-25	45.90	9.20	44.90	طيني رملي	1.83	12.81
75-50	55.80	19.20	25.00	طيني	1.47	16.51
100-75	55.90	21.60	22.50	طيني	1.11	17.45
150-100	55.90	21.70	22.40	طيني	0.82	18.87

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.350	6.95	6.58	0.50	0.75	0.11	0.74	0.56	0.151	0.02
50-25	0.450	6.77	6.42	0.45	1.10	0.20	0.88	0.55	0.149	0.091
75-50	0.525	7.37	7.06	0.50	1.30	0.44	1.23	0.71	0.199	0.124
100-75	0.550	7.42	7.08	0.55	1.72	0.55	1.35	0.86	0.205	0.122
150-100	0.800	7.57	7.13	0.60	1.90	0.25	1.55	0.91	0.293	0.018

العمق سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					%ESP
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC	
25-0	9.07	7.87	2.84	0.51	21.81	13.02
50-25	9.40	6.88	2.30	2.02	22.15	10.38
75-50	15.70	8.90	3.60	2.87	31.25	11.52
100-75	15.56	9.64	3.27	2.54	31.19	10.48
150-100	16.59	9.56	4.72	0.35	31.42	15.02

10.2.4.3 المقطع 10

رمز المقطع: B10

الموقع: على ضفة النهر جنوب شرق «المليكة» ($X = -15.23318^\circ$ ، $Y = 16.55668^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع سبعة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.028 - 0.064 % ،

(0.047%)

استعمال الأرض: يزرع أحيانا بالأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Gleyic Solonchaks) Typic Aquisalids

تاريخ المسح: 2006/01/18

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ الجذور ناعمة متوسطة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ ناعمة متوسطة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ ناعمة قليلة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ رمادي 10YR 6/1 (جاف)، رمادي 10YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

• نتائج تحاليل المقطع 10

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	53.40	26.60	20.00	طيني	1.51	29.34
50-25	58.40	21.60	20.00	طيني	1.33	16.51
75-50	60.90	19.10	20.00	طيني	0.77	16.04
100-75	63.40	15.70	20.90	طيني	0.56	15.57
150-100	65.90	13.20	20.90	طيني	0.45	15.1

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
25-0	3.600	6.92	6.68	0.092	0.273	6.02	5.11	0.33	11.01	0.35
50-25	2.250	7.04	6.52	0.05	0.271	4.64	3.23	0.23	7.85	0.30
75-50	1.800	6.96	6.43	0.044	0.296	3.30	2.60	0.16	6.01	0.25
100-75	1.400	6.90	6.40	0.035	0.289	2.65	2.15	0.05	5.08	0.20
150-100	1.250	6.90	6.37	0.027	0.286	2.28	1.69	0.05	4.15	0.20

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
13.91	34.23	0.93	4.76	13.61	12.86	25-0
11.15	34.71	0.48	3.87	14.52	13.80	50-25
10.31	33.84	0.69	3.49	13.17	13.76	75-50
10.44	33.22	0.63	3.47	13.56	13.22	100-75
8.49	34.39	0.55	2.92	15.06	13.37	150-100

11.2.4.3 المقطع 11

رمز المقطع: B11

الموقع: غرب «جدر المحكن» على ضفة النهر ($X = -15.55167^\circ$ ، $Y = 16.51991^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: مستوية على ارتفاع ستة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.064 - 0.112 %، (0.085%)

استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Gleyic Solonchaks) Typic Aquisalids

تاريخ المسح: 2006/01/19

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي فاتح 10YR 7/1 (جاف)، رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (رطب)؛ طيني؛ كتلية كبيرة؛ ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي فاتح 10YR 7/1 (جاف)، رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (رطب)، مع بقع حمراء مصفرة 5YR4/6؛ طيني؛ كتلية كبيرة؛ ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي فاتح 10YR 7/1 (جاف)، رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (رطب)، مع بقع حمراء مصفرة 5YR4/6؛ طيني؛ كتلية كبيرة؛ ناعمة قليلة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ رمادي فاتح 10YR 7/1 (جاف)، رمادي مسمر فاتح 10YR 6/2 (رطب)، مع بقع حمراء مصفرة 5YR4/6؛ طيني؛ كتلية كبيرة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج جدا.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ بني شاحب جدا 10YR 8/2 (جاف)، رمادي فاتح 10YR 7/2 (رطب)، مع بقع حمراء مصفرة 5YR4/6؛ لومي طيني؛ كتلية كبيرة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 11

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	53.40	15.70	30.90	طيني	1.44	17.45
50-25	48.40	20.80	30.80	طيني	1.45	18.87
75-50	48.20	25.30	26.50	طيني	0.67	22.64
100-75	58.60	20.60	20.80	طيني	0.64	27.45
150-100	33.40	30.30	36.30	لومي طيني	0.33	17.45

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	1.425	6.87	6.34	0.41	1.40	1.33	0.86	1.93	0.286	0.061
50-25	1.500	6.94	6.36	0.42	1.65	1.23	0.88	2.01	0.336	0.041
75-50	1.700	6.87	6.35	0.39	1.95	1.52	1.05	2.62	0.368	0.044
100-75	3.000	6.96	6.38	0.45	4.37	2.21	3.18	3.34	0.413	0.072
150-100	1.000	6.89	6.34	0.31	0.63	0.54	0.44	0.86	0.255	0.053

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC	
9.73	11.42	12.26	2.99	1.77	30.73	25-0
10.64	11.74	12.56	3.28	1.08	30.82	50-25
11.07	11.85	12.63	3.46	1.11	31.24	75-50
10.64	14.27	14.47	3.89	1.77	36.55	100-75
13.71	5.34	5.58	2.24	1.83	16.34	150-100

12.2.4.3 المقطع 12

رمز المقطع: B12

الموقع: ضمن مسيل «لعويجه» ($X = -15.39272^\circ$ ، $Y = 16.7264^\circ$)

الفيزيوغرافية: مسيل مائي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع ستة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.348 - 0.368 %، (0.366%)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2007/07/6

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ قرنfli 7/3 7.5YR (جاف)، بني فاتح 6/3 7.5YR (رطب)؛ طيني رملي؛ حبية ناعمة؛ الجذور كبيرة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ قرنfli 7/3 7.5YR (جاف)، بني فاتح 6/3 7.5YR (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ قرنfli 7/3 7.5YR (جاف)، بني فاتح 6/3 7.5YR (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ قرنfli 7/3 7.5YR (جاف)، بني فاتح 6/3 7.5YR (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ والجذور متوسطة قليلة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ قرنfli 7/3 7.5YR (جاف)، بني فاتح 6/3 7.5YR (رطب)؛ طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 12

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	37.20	13.90	48.90	طيني رملي	0.91	9.55
50-25	36.60	14.10	49.30	طيني رملي	0.83	9.88
75-50	37.10	14.20	48.70	طيني رملي	0.77	10.71
100-75	38.40	14.40	47.20	طيني رملي	0.41	11.32
150-100	38.30	13.90	47.80	طيني رملي	0.39	14.76

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.190	7.21	7.01	0.40	0.28	0.48	0.51	0.43	0.091	0.057
50-25	0.625	7.61	7.32	0.42	0.44	0.62	0.56	0.51	0.201	0.064
75-50	0.950	7.25	6.99	0.49	0.73	1.45	1.10	0.93	0.381	0.081
100-75	1.200	7.27	7.04	0.41	0.79	1.51	1.22	0.93	0.393	0.084
150-100	1.300	7.30	7.05	0.44	0.91	1.49	1.24	0.95	0.479	0.112

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
5.23	19.11	1.80	1.00	6.85	9.12	25-0
9.10	18.89	1.67	1.72	6.71	8.36	50-25
10.91	18.24	1.52	1.99	5.93	8.01	75-50
11.25	18.76	1.54	2.11	5.79	8.60	100-75
12.03	18.54	1.89	2.23	5.44	8.10	150-100

13.2.4.3 المقطع 13

رمز المقطع: B13

الموقع: جنوب كوندي شمال غرب «تسم» ($X = -14.88946^\circ$ ، $Y = 16.69481^\circ$)

الفيزيوغرافية: سهل فيضي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع ثمانية أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.112 - 0.152 %، (0.129 %)

استعمال الأرض: الأرز

المادة الأصل: طمي نهري

التصنيف: (Eutric Fluvisols) Typic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2007/07/07

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني رملي؛ كتلية متوسطة، الجذور ناعمة متوسطة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ بني شاحب جدا 10YR 7/3 (جاف)، بني شاحب 10YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني رملي؛ كتلية متوسطة؛ ناعمة متوسطة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي؛ كتلية متوسطة؛ ناعمة قليلة؛ لاصق لزج.

العمق 75 - 100 سم: جاف؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ أصفر مسمر 10YR 6/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 6/5 (رطب)؛ لومي طيني؛ كتلية متوسطة؛ غير موجودة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع 13

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	28.40	23.20	48.40	لومي طيني رملي	1.16	12.44
50-25	26.90	24.30	48.80	لومي طيني رملي	0.95	19.92
75-50	25.40	34.30	40.30	لومي	0.87	20.91
100-75	25.30	33.90	40.80	لومي	0.73	23.32
150-100	30.80	35.50	33.70	لومي طيني	0.54	24.16

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.090	6.96	6.63	0.41	0.35	0.25	0.44	0.32	0.115	0.09
50-25	0.250	6.98	6.67	0.49	0.42	0.69	0.47	0.33	0.193	0.063
75-50	0.550	7.12	6.76	0.55	0.72	0.74	0.57	0.46	0.384	0.127
100-75	0.900	7.31	6.95	0.59	1.22	0.63	0.78	0.52	0.614	0.341
150-100	1.250	7.75	7.44	0.61	1.41	0.59	0.89	0.42	0.772	0.432

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CEC	
25-0	6.37	4.12	1.20	1.95	14.55	8.25
50-25	6.35	4.75	1.27	1.68	15.16	8.38
75-50	6.01	5.49	1.35	1.68	14.88	9.07
100-75	5.94	5.79	1.34	3.04	16.13	8.31
150-100	6.11	4.79	1.50	3.93	16.34	9.18

14.2.4.3 المقطع 14

رمز المقطع: B14

الموقع: في الجزء الجنوبي الغربي لبحيرة اركيز ($X = -15.42136^\circ$ ، $Y = 16.77458^\circ$)

الفيزيوغرافية: بحيرة اركيز

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.620 - 0.640 %، (0.636 %)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: طمي بحيري

التصنيف: (Vertic Fluvisols) Vertic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2007/07/09

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ حبيبة ناعمة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25 - 50 سم: جاف؛ رمادي 7.5YR 6/1 (جاف)، رمادي 7.5YR 5/1 (رطب)؛ طيني؛ حبيبة ناعمة؛ كتلية متوسطة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي قرنفل 7.5YR 7/2 (جاف)، رمادي قرنفل 7.5YR 6/2 (رطب)؛ لومي رملي؛ حبيبة ناعمة؛ ناعمة قليلة؛ قليل الالتصاق.

العمق 75 - 100 سم: رطب؛ بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ رملي؛ عديم البنية؛ غير موجودة، غير لاصق.

العمق 100 - 150 سم: رطب؛ بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 4/6 (رطب)؛ رملي؛ عديم البنية؛ غير موجودة، غير لاصق.

• نتائج تحاليل المقطع 14

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	78.60	7.20	14.20	طيني	2.29	18.12
50-25	63.30	12.70	24.00	طيني	1.82	16.55
75-50	18.20	5.40	76.40	لومي رملي	0.44	14.35
100-75	6.50	2.80	90.70	رملي	0.08	4.23
150-100	5.20	2.00	92.80	رملي	0.08	4.11

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
25-0	0.700	7.14	6.64	0.163	0.501	0.41	0.53	0.37	0.70	0.61
50-25	0.625	7.53	7.12	0.105	0.333	0.24	0.34	0.29	0.41	0.55
75-50	0.450	7.42	7.08	0.095	0.265	0.22	0.27	0.23	0.24	0.42
100-75	0.195	7.11	6.97	0.051	0.061	0.07	0.11	0.07	0.09	0.12
150-100	0.195	7.15	6.98	0.01	0.011	0.06	0.09	0.07	0.09	0.11

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
9.66	35.73	3.36	3.45	12.76	16.14	25-0
11.66	27.45	2.40	3.20	9.77	12.01	50-25
11.31	12.11	1.36	1.37	4.56	4.80	75-50
8.76	1.94	0.25	0.17	0.56	0.93	100-75
8.02	1.62	0.22	0.13	0.40	0.85	150-100

15.2.4.3 نقطة ملاحظة 1

الرمز: R1

الموقع: شرق «جوخة» بنحو 3 كم ($X = -15.2711^\circ$ ، $Y = 16.7962^\circ$)

الفيزيوغرافيا: كثبان رملية

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع 15 م فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.1120 - 0.152 %، (0.134%)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: رمال منقولة

التصنيف: (Haplic Arenosols) Typic Torripsamments

تاريخ المسح: 2007/07/9

• الوصف المورفولوجي

العمق 0 - 25 سم: جاف؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 5/6 (رطب)؛ النسيج رملي؛ وهو عديم البنية؛ غير لاصق؛ الجذور ناعمة متوسطة.

• نتائج تحليل R1

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P_2O_5 (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	1.42	1.13	97.45	رمل	0.32	0.25

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm^{-1}	pH H_2O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
25-0	0.075	7.69	7.50	0.07	0.06	0.04	0.08	0.06	0.015	0.017

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	
10.48	1.24	0.24	0.11	0.33	0.37	25-0

16.2.4.3 نقطة ملاحظة 2

الرمز: R2

الموقع: شمال غرب «التيشطيات» بنحو 2 كم ($X = -15.3954^\circ$ ، $Y = 16.8683^\circ$)

الفيزيوغرافيا: كثبان رملية

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع 15م فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.064 - 0.112 %، (0.106%)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: رمال منقولة

التصنيف: (Haplic Arenosols) Typic Torripsamments

تاريخ المسح: 2007/07/9

• الوصف المورفولوجي

العمق 0-25 سم: جاف؛ اللون بني مصفر 10YR 5/6 (جاف)، بني مصفر 10YR 5/6 (رطب)؛ النسيج رملي؛ وهو عديم البنية؛ غير لاصق؛ الجذور ناعمة متوسطة.

• نتائج تحليل R2

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P_2O_5 (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	2.15	2.63	95.22	رمل	0.41	0.28

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm^{-1}	pH H_2O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
25-0	0.090	7.82	7.61	0.09	0.06	0.05	0.11	0.08	0.011	0.018

العمق سم	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					%ESP
	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	CEC	
25-0	0.35	0.33	0.13	0.28	1.22	11.92

17.2.4.3 المقطع 15

رمز المقطع: S1

الموقع: ($X = -15.2687^\circ$ ، $Y = 16.8806^\circ$)

الفيزيوغرافيا: بحيرة اركيز

التضاريس: مستوية على ارتفاع 1م فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0 - 0.028 %، (0.020%)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: طمي بحيري

التصنيف: (Vertic Fluvisols) Vertic Torrifluvents

تاريخ المسح: 2006/05/28 (من قبل SONADER)

• الوصف المورفولوجي

العمق 0-25 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية ناعمة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25-50 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 50 - 75 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 75-100 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 100-150 سم: جاف؛ رمادي داكن جدا 7.5YR 3/1 (جاف)، أسود 7.5YR 2.5/1 (رطب)؛ طيني؛ كتلية متوسطة؛ الجذور ناعمة كثيفة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع S1

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	69.74	18.33	11.93	طيني	1.62	34.25
50-25	71.34	15.54	13.12	طيني	1.38	36.04
75-50	77.05	11.20	11.75	طيني	0.84	35.75
100-75	73.71	13.39	12.90	طيني	0.30	32.30
150-100	73.67	13.58	12.75	طيني	0.30	32.30

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
25-0	0.675	7.84	7.66	0.60	0.80	0.30	1.09	0.40	0.11	0.13
50-25	0.590	7.66	7.41	0.80	1.11	0.29	1.14	0.44	0.333	0.115
75-50	0.625	7.60	7.43	0.80	1.12	0.30	1.17	0.47	0.312	0.115
100-75	0.675	7.88	7.77	0.81	1.19	0.35	1.21	0.52	0.340	0.111
150-100	0.625	7.85	7.81	0.81	1.19	0.36	1.25	0.56	0.335	0.111

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
5.76	39.04	2.48	2.25	12.92	21.31	25-0
5.73	39.62	2.49	2.27	12.07	22.05	50-25
5.71	41.01	2.58	2.34	11.46	23.88	75-50
5.73	39.12	2.51	2.24	11.16	23.15	100-75
5.86	39.41	2.45	2.31	11.33	23.16	150-100

18.2.4.3 المقطع 16

رمز المقطع: S2

الموقع: شمال شرق "لكريع" بنحو 1 كم ($X = -15.1615^\circ$ ، $Y = 16.8992^\circ$)

الفيزيوغرافيا: سهل مستوي

التضاريس: شبه مستوية على ارتفاع 10م فوق مستوى سطح البحر، بانحدار 0.1120 - 0.152 %، (0.134%)

استعمال الأرض: مراعي

المادة الأصل: طمي بحيري

التصنيف: Typic Aquisalids (Gleyic Solonchaks)

تاريخ المسح: 2003/05/28 (من قبل SONADER)

• الوصف المورفولوجي

العمق 0-25 سم: جاف؛ بني رمادي 7.5YR 6/2 (جاف)، بني فاتح 7.5YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني؛ كتلية ناعمة؛ متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 25-50 سم: رطب؛ بني رمادي 7.5YR 6/2 (جاف)، بني فاتح 7.5YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة كثيفة؛ لاصق لزج.

العمق 50-75 سم: رطب؛ بني رمادي 7.5YR 6/2 (جاف)، بني فاتح 7.5YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني؛ كتلية متوسطة؛ متوسطة متوسطة الكثافة؛ لاصق لزج.

العمق 75-100 سم: جاف؛ بني رمادي 7.5YR 6/2 (جاف)، بني فاتح 7.5YR 6/3 (رطب)؛ لومي طيني مع بقع بنية لامعة 10YR 5/8؛ كتلية متوسطة؛ والجذور متوسطة قليلة؛ لاصق لزج.

• نتائج تحاليل المقطع S2

العمق سم	التحليل الميكانيكي %			النسيج	O.M %	P ₂ O ₅ (المتاح) ppm
	الطين	السلت	الرمل			
25-0	37.50	39.00	23.50	لوم طيني	0.91	9.55
50-25	35.00	37.00	28.00	لوم طيني	0.83	9.88
75-50	32.00	35.00	33.00	لوم طيني	0.77	10.71
100-75	30.00	35.00	35.00	لوم طيني	0.41	11.32

العمق سم	الموصلية الكهربائية 5:1 dSm ⁻¹	pH H ₂ O 2.5:1	pH KCl 2.5:1	الأيونات الذائبة سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة						
				K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
25-0	7.9	7.89	7.45	0.51	1.19	1.11	1.22	1.38	1.31	1.42
50-25	8.0	7.81	7.52	0.54	1.22	1.14	1.26	1.42	1.33	1.43
75-50	8.2	8.05	7.91	0.61	1.29	1.14	1.28	1.45	1.51	1.48
100-75	8.2	8.00	7.90	0.64	1.31	1.16	1.30	1.51	1.49	1.48

%ESP	الكاتيونات المتبادلة و سعة التبادل الكاتيوني سنتيمول شحنة كغ ⁻¹ تربة					العمق سم
	CEC	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	
17.23	16.11	1.80	2.65	4.81	6.12	25-0
18.50	16.39	1.77	3.02	5.17	6.36	50-25
17.60	14.34	1.52	2.49	4.13	6.01	75-50
17.44	14.34	1.47	2.45	4.12	6.01	100-75

3.4.3 تفسير النتائج

سيتم مناقشة نتائج تحليل المقاطع من خلال تقسيمها إلى مجموعات: المجموعة الأولى (المقطعين 1، و14)؛ المجموعة الثانية (المقاطع 2، 6، 7، و9)؛ المجموعة الثالثة (المقاطع 10، و11)؛ المجموعة الرابعة (المقاطع 3، 4، 5، 8، 12، و13)، ومناقشة هذه المقاطع من حيث: النسيج، الملوحة، الرقم الهيدروجيني pH، المادة العضوية، الفوسفور المتاح، الأيونات الذائبة، سعة التبادل الكاتيوني.

1.3.4.3 المجموعة الأولى (المقطعين 1، و14)

يمكن تمييز طبقتين في مقطعي هذه المجموعة، الأولى لعمق 50 سم، والثانية أعمق من ذلك حتى عمق 150 سم.

• **النسيج:** طيني في الخمسين سنتمتر السطحية من مقطعي هذه المجموعة، ويصبح رمليا في الأعماق بعد عمق 75 سم، مروراً بـ 25 سم انتقالية (50 - 75 سم) نسيجها لومي رملي.

• **الملوحة:** العينات غير مالحة، وتتناقص EC العجينة المشبعة مع العمق، و (EC) تراوح في المقطع 1 بين 1 ديسيمنس/متر في الطبقة السطحية و قرابة 0.1 ديسيمنس/متر في الطبقات العميقة، أما في المقطع 14 فتراوح بين حوالي 3.5 ديسيمنس/متر في الطبقة السطحية، ونحو 0.2 ديسيمنس/متر في الطبقة السفلى من المقطع.

• **الرقم الهيدروجيني pH:** متعادل تقريبا في جميع الأعماق بالرغم من أن حموضة خفيفة تظهر في الـ 25 سم السطحية من المقطع 1.

• **المادة العضوية:** مرتفعة نسبيا في الطبقة السطحية إذ تبلغ نسبتها نحو 1.62 % (المقطع 1)، ونحو 2.05 % (المقطع 14)، وتتناقص بشدة مع العمق.

• **الفوسفور المتاح:** تركيزه جيد في الطبقة السطحية حيث يبلغ تركيزه نحو 13ppm (المقطع 1)، ونحو 17ppm (المقطع 14)، محسوبا بصورة P_2O_5 ، وبطريقة Olsen، ويتناقص تركيزه بشدة مع العمق.

• **الكاتيونات الذائبة:** تركيز الكالسيوم والمغنيزيوم متقارب في مقطعي هذه المجموعة مع زيادة طفيفة لتركيز المغنيزيوم على الكالسيوم في المقطع 1، وزيادة طفيفة لتركيز الكالسيوم على المغنيزيوم في المقطع 14، ويبلغ تركيزهما في الطبقة السطحية نحو 0.26 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للكالسيوم، ونحو 0.33 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للمغنيزيوم (المقطع 1)، ويتناقص تركيزهما مع العمق؛ أما الصوديوم والبوتاسيوم فيبلغ تركيزهما في الطبقة السطحية نحو 0.067 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للصوديوم، ونحو 0.034 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للبوتاسيوم (المقطع 1)، و نحو 0.417 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للصوديوم، ونحو 0.134 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة للبوتاسيوم (المقطع 14)، ويتناقص تركيزهما مع العمق.

- **الأنيونات الذائبة:** تراكيزها متقاربة، تنصدرها البيكربونات حيث يبلغ تركيزها في الطبقة السطحية نحو 0.58 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطعين، وهو أعلى من تركيز الكالسيوم مما يجعل جزءاً منها ساماً لارتباطه مع المغنيزيوم والصوديوم، أما الكلور فيبلغ تركيزه في الطبقة السطحية نحو 0.29 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 1)، ونحو 0.55 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 14)، وبلغ تركيز السلفات في الطبقة السطحية نحو 0.26 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 1)، ونحو 0.33 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 14)، هذا وتتناقص تراكيز هذه الأنيونات مع العمق.

- **سعة التبادل الكاتيوني:** ترتفع في الطبقة السطحية لمقطعي هذه المجموعة، حيث تبلغ نحو 21.2 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 1)، ونحو 31.5 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 14)، وتنخفض بشدة مع العمق حتى تصل نحو 2 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطعين وذلك لارتفاع نسبة الرمل كثيراً مع العمق.

2.3.4.3 المجموعة الثانية (المقاطع 2، 6، 7، و9)

- **النسيج:** طيني في أغلب طبقات مقاطع هذه المجموعة، لكن قد يكون طينياً رملياً كما في الطبقة السطحية (0 - 50سم) من المقطع 9، ولومياً طينياً ولومياً رملياً على التوالي في الطبقتين السفليتين (تحت 75سم) في المقطع رقم 2.

- **الملوحة:** ترب هذه المجموعة غير مالحة في طبقتها السطحية (50سم)، حيث كانت قيمة EC مستخلص العجينة المشبعة أقل من نحو 1.5 ديسيمنس/متر، باستثناء المقطع 2 الذي وصلت EC فيه نحو 2.9 ديسيمنس/متر على عمق (25 - 50سم)، أما في الطبقات تحت السطحية فإن EC تتزايد مع العمق - باستثناء المقطع 2 الذي تتزايد فيه EC بدءاً من السطح لتصل ذروتها على عمق (50 - 75سم) حيث تبلغ نحو 6 ديسيمنس/متر، ثم تتناقص بشدة في الطبقات الأعماق حيث تبلغ أقل 2 ديسيمنس/متر - ولكن لا تزيد على 4 ديسيمنس/متر إلا في المقطع 6 حيث تبلغ قيمتها نحو 7 ديسيمنس/متر على عمق (75 - 100سم)، ونحو 8 ديسيمنس/متر في الطبقة (100 - 150سم).

- **الرقم الهيدروجيني pH:** متعادل تقريباً في أغلب الطبقات بالرغم من حموضة خفيفة تظهر في الطبقات تحت السطحية من المقطع 2 والطبقة تحت السطحية من المقطع 9.

- **المادة العضوية:** مرتفعة نسبياً حيث تراوح في الطبقة السطحية (50سم) لمقاطع هذه المجموعة بين 1.6 و 2.2 %، وتتناقص بصورة عامة مع العمق.

- **الفوسفور المتاح:** تركيزه جيد نسبياً في الطبقة السطحية حيث يراوح بين 10ppm و 20ppm في مقاطع هذه المجموعة، ويتزايد غالباً مع العمق باستثناء المقطع 2 الذي يتناقص تركيز الفوسفور المتاح فيه مع العمق (حيث بلغ في 25سم السطحية نحو 22ppm ثم وصل نحو 5ppm في الطبقة السفلى من المقطع).

• **الكاتيونات الذائبة:** يسودها الكالسيوم والمغنيزيوم في مقاطع هذه المجموعة، ويبلغ تركيزهما على التوالي في الطبقة السطحية نحو 0.38 و 0.31 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 2)، و نحو 0.48 و 0.35 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 6)، ونحو 0.44 و 0.26 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 7)، و نحو 0.81 و 0.56 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 9) هذا ويراج تركيز الكالسيوم في مقاطع هذه المجموعة بين أدنى قيمة له نحو 0.38 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السطحية من المقطع 1، وأعلى قيمة نحو 1.45 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطع 9، ويراج تركيز المغنيزيوم بين أدنى قيمة له نحو 0.31 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السطحية من المقطع 2، وأعلى قيمة نحو 0.88 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطع 9؛ أما الصوديوم والبوتاسيوم فيبلغ تركيزها في الطبقة السطحية على التوالي، نحو 0.111 و 0.053 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 2)، و نحو 0.080 و 0.056 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 6)، ونحو 0.031 و 0.057 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 7)، و نحو 0.150 و 0.056 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 9)؛ هذا ويراج تركيز الصوديوم في مقاطع هذه المجموعة بين أدنى تركيز له 0.023 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطع 7، وأعلى تركيز له 0.38 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطع 6، أما البوتاسيوم فيراج تركيزه بين أدنى تركيز له 0.018 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من المقطع 9، وأعلى تركيز له 0.12 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة التي تعلوها (50-100سم) من المقطع نفسه.

• **الأنيونات الذائبة:** يبلغ تركيز البيكربونات في الطبقة السطحية (50سم)، لأغلب مقاطع هذه المجموعة نحو 0.4 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة وهي مرتبطة على الأغلب مع الكالسيوم مما يجعلها غير سامة، ويراج تركيز الكلور في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة بين أدنى تركيز 0.23 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 7) وأعلى تركيز 0.93 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 9)، أما السلفات فيراج تركيزها في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة بين أدنى قيمة 0.08 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة وأعلى قيمة 0.25 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة.

• **سعة التبادل الكاتيوني:** تراوحت سعة التبادل الكاتيوني في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة بين أدنى قيمة نحو 22 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 9)، وأعلى قيمة وهي نحو 35 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 6)، وقد انخفضت بشدة في الطبقة السفلى من المقطع 2 وذلك نتيجة انخفاض نسبة الطين كثيرا في هذه الطبقة (وصلت نحو 9 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة)، كما ارتفعت بشكل كبير نسبيا في الطبقتين السفليتين من المقطع 9، وذلك لارتفاع نسبة الطين في هاتين الطبقتين.

3.3.4.3 المجموعة الثالثة (المقطعين 10، و 11)

• **النسيج:** في مقطعي هذه لمجموعة طيني باستثناء الطبقة السفلى (100 - 150سم) من المقطع 11 ذات النسيج اللومي الطيني.

• **الملوحة:** عالية في الطبقة السطحية (0-50سم) من المقطع 10 حيث بلغت EC مستخلص العجينة المشبعة نحو 15 ديسيمنس/متر، ومتوسطة في الطبقة السطحية من المقطع 11 حيث بلغت EC نحو 7.5 ديسيمنس/متر، لكنها تتناقص بشدة مع العمق في المقطع 10 حيث تصل EC في طبقاته السفلى نحو

6 ديسيسيمنس/متر، أما المقطع 11 فتتزايد ملوحته مع العمق إذ بلغت EC ذروتها في الطبقة الوسطى (50 - 100سم) منه حيث وصلت نحو 12 ديسيسيمنس/متر، ثم تناقصت ملوحته بشدة في الطبقة التي تليها ووصلت EC نحو 3 ديسيسيمنس/متر، لكن نسبة الصوديوم المتبادل ESP لم تصل 15 % في مقطعي هذه المجموعة، حيث تراوحت بين نحو 12 % في الطبقة الوسطى من المقطع رقم 10 ونحو 9.5 % في طبقته السفلى، أما المقطع رقم 11 فتراوحت ESP فيه بين نحو 10 % في طبقته السطحية ونحو 13.7 % في طبقته السفلى.

- **الرقم الهيدروجيني pH:** متعادل مائل إلى الحموضة في مقطعي هذه المجموعة.
- **المادة العضوية:** تتناقص نسبة المادة العضوية مع العمق في مقطعي هذه المجموعة وتراوح بين 1.79 % في الطبقة السطحية و0.82 % في الطبقة السفلى من المقطع 10، أما المقطع 11 فتراوح نسبتهما بين 1.42 % في طبقته السطحية ونحو 0.45 % في طبقته السفلى.
- **الفوسفور المتاح:** تركيزه عالي في الطبقة السطحية من المقطعين حيث يبلغ نحو 23ppm (المقطع 10)، ونحو 18ppm (المقطع 11)، ثم يتناقص هذا التركيز مع العمق ليلبلغ نحو 15.3ppm في الطبقة السفلى من المقطع 10، أما المقطع 11 فيتزايد تركيز الفوسفور المتاح فيه مع العمق ويبلغ ذروة تركيزه وهي نحو 25ppm في الطبقة الوسطى (50 - 100سم)، ثم يتناقص ليصل نحو 17.45ppm في طبقته السفلى.
- **الكاتيونات الذائبة:** يسود المغنيزيوم والكالسيوم في مقطعي هذه المجموعة لكن تركيزهما يتناقص مع العمق في المقطع 10 ويتزايد مع العمق في المقطع 11، وقد بلغ تركيزهما في الطبقة السطحية على التوالي نحو 5.32 و4.17 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 10)، أما في المقطع 11 فقد بلغ تركيزها في الطبقة السطحية على التوالي 1.97 و0.87 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة؛ أما الصوديوم والبوتاسيوم فيبلغ تركيزها في الطبقة السطحية على التوالي نحو 0.27 و0.07 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 10)، و 0.31 و0.05 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة (المقطع 11).
- **الأنيونات الذائبة:** يسود الكلور على باقي الأنيونات في مقطعي هذه المجموعة، حيث يبلغ تركيزه في الطبقة السطحية من المقطع 10 نحو 9.42 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة، ويتناقص تركيزه مع العمق ليصل 4.6 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السفلى من هذا المقطع، أما المقطع 11 فيبلغ تركيز الكلور في طبقته السطحية نحو 1.5 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة ويتزايد تركيزه مع العمق ليصل نحو 3.16 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقته الوسطى (50-100سم)، ثم يتناقص في طبقته السفلى إلى نحو 0.63 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة، أما البيكربونات فيراوح تركيزها بين 0.33 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السطحية للمقطع 10 ونحو 0.2 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقته السفلى، وبين 0.42 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة السطحية من المقطع 11 ونحو 0.31 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقته السفلى، هذا ويراوح تركيز السلفات في المقطع 10 بين 0.28 و0.05 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقتيه السطحية والسفلى على التوالي، أما المقطع 11 فيراوح تركيز السلفات فيه بين 1.28 و0.54 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقتيه السطحية والسفلى على التوالي، مروراً بأعلى تركيز للسلفات في هذا المقطع وهو 1.85 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة وذلك في الطبقة الوسطى لهذا المقطع (50 - 100سم).

- **سعة التبادل الكاتيوني:** عالية نسبيا في مقطعي هذه المجموعة، حيث تزيد على 33 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في جميع طبقات المقطع 10، أما المقطع 11 فتبلغ سعة التبادل الكاتيوني نحو 30.78 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في طبقاته السطحية ونحو 34 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في الطبقة الموالية، ثم تتناقص لتصل في طبقاته السفلى نحو 16.34 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة.

4.3.4.3 المجموعة الرابعة (المقاطع 3، 4، 5، 8، 12، و13)

- **النسيج:** يراوح النسيج في عينات هذه المجموعة بين الطيني في الطبقتين السفليتين (50-150سم) من المقطع 4، والطيني الرمل في المقطع 3 والمقطع 2، والطيني اللومي في المقطع 8، واللومي الطيني في الطبقة السفلى من المقطعين 5 و13، واللومي في الطبقة الوسطى (50-100سم) من المقطعين 5 و13، واللومي الطيني الرمل في الطبقة السطحية (0 - 50 سم) من المقطعين 5 و13.
- **الملوحة:** عينات هذه المجموعة بصورة عامة غير مالحة مع ملاحظة ملوحة خفيفة في الطبقات العميقة لبعض مقاطعها، حيث تتزايد EC مستخلص العجينة المشبعة مع العمق في مقاطع هذه المجموعة باستثناء المقطعين: المقطع 8 الذي تتناقص فيه مع العمق؛ والمقطع 3 الذي تتزايد فيه حتى عمق 75سم ثم تتناقص في الطبقات الأعمق من ذلك. وتراوح قيم EC بين نحو 0.4 إلى 4 ديسيمنس/متر في المقطعين 3 و4، وبين نحو 0.2 إلى 3 ديسيمنس/متر في المقطعين 5 و13، وبين نحو 0.8 إلى 3.9 ديسيمنس/متر في المقطعين 8 و12.
- **الرقم الهيدروجيني pH:** متعادل في مقاطع هذه المجموعة باستثناء حموضة خفيفة في الطبقة السطحية من المقطع 5.
- **المادة العضوية:** تتناقص نسبتها مع العمق في مقاطع هذه المجموعة باستثناء المقطع 5، و تنقص عن 1 % في الطبقة السطحية للمقاطع (3، 8، و12) حيث تبلغ نحو (0.88، 0.58، و0.87 %) على التوالي، وتزيد عن 1% في الطبقة السطحية للمقاطع (4، 5، و13) حيث تبلغ نحو (2.03، 2.01، و1.05 %) على التوالي.
- **الفوسفور المتاح:** تركيزه عالي نسبيا في الطبقة السطحية للمقطعين 5 و13 حيث يبلغ فيهما على التوالي نحو (15 و 16 جزء بالمليون)، ويتزايد فيهما مع العمق حيث يبلغ في الطبقة السفلى للمقطعين نحو (24 و29 جزء بالمليون) على التوالي، ومتوسط التركيز في الطبقة السطحية للمقاطع 3 و4 و 12 حيث يبلغ نحو 10ppm، ويتزايد في هذه المقاطع مع العمق زيادة غير مستمرة حيث ينقص تركيزه في الطبقة السفلى لهذه المقاطع باستثناء المقطع 12 الذي يتزايد فيه مع العمق بشكل متواصل، ومنخفض في الطبقة السطحية للمقطع 8 حيث يبلغ نحو 8ppm، ويتناقص مع العمق في هذا المقطع حيث يبلغ في طبقاته السفلى نحو 5.57ppm.

- **الكاتيونات الذائبة:** يسود الكالسيوم والمغنيزيوم في مقاطع هذه المجموعة ويتزايد تركيزها مع العمق باستثناء المقطع 8 الذي يتناقص فيه تركيزهما مع العمق، ويبلغ تركيزهما في الطبقة السطحية على التوالي نحو (0.24، 0.39) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 3، ونحو (0.46، 0.42) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 4، ونحو (0.31، 0.27) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 5، ونحو (1.57، 1.16) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 8، ونحو (0.54، 0.47) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 12، ونحو (0.46، 0.32) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 13؛ أما الصوديوم والبوتاسيوم فتركيزهما منخفض نسبياً ويتزايد مع العمق هو الآخر باستثناء المقطع 8 الذي يتناقص فيه مع العمق، ويبلغ تركيزهما في الطبقة السطحية على التوالي نحو (0.096، 0.024) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 3، ونحو (0.088، 0.033) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 4، ونحو (0.063، 0.037) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 5، (0.146، 0.156) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 8، ونحو (0.146، 0.062) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 12، (0.154، 0.076) سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة) في المقطع 13.

- **الأنيونات الذائبة:** تراكيزها متقاربة في مقاطع هذه المجموعة باستثناء المقطع 8 الذي يرتفع تركيز الكلور فيه على 2 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة، ويبلغ تركيز البيكربونات في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة نحو 0.33 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقاطع (3، 4، 5)، ونحو 0.44 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقاطع (8، 12، 13)، أما الكلور فيبلغ تركيزه في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة نحو 0.38 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقاطع (4، 12، 13)، ونحو 0.29 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطعين (3، 5)، ويرتفع في المقطع 8 حيث يبلغ تركيزه في طبقاته السطحية نحو 2.22 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة، كما يبلغ تركيز السلفات في الطبقة السطحية لمقاطع هذه المجموعة نحو 0.6 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطعين (8، 12)، ونحو 0.46 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطعين (3، 13)، ونحو 0.38 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطع 4، ونحو 0.17 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطع 5.

- **سعة التبادل الكاتيوني:** سعة التبادل الكاتيوني متوسطة في مقاطع هذه المجموعة باستثناء المقطعين (5، 13) اللذان تبلغ في طبقاتها السطحية وسطياً نحو 12 و 15 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة على التوالي، وقيمتها متقاربة في جميع طبقات هذه المقاطع عدى المقطع 8 الذي تنخفض فيه بشدة مع العمق، وتبلغ سعة التبادل الكاتيوني في الطبقة السطحية للمقاطع (3، 8، 12) نحو 20 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة تزيد قليلاً أو تنقص، ونحو 28 سنتيمول شحنة كغ⁻¹ تربة في المقطع 4.

4.4.3 خارطة التربة

يمكن تصنيف ترب منطقة الدراسة إلى رتبتين حسب التصنيف الأمريكي، (الشكل 33)، وهي:

1.4.4.3 التربة الحديثة Entisols: تشغل هذه الرتبة نحو 51 % من منطقة الدراسة، وتوجد منها في منطقة الدراسة تحت الرتبتين Fluvents و Psamments.

- **التربة الحديثة الفيضية Fluvents:** وهي ترب حديثة تكونها الرواسب المائية في السهول الفيضية ودلتا الأنهار والقنوات المائية، وهي ذات مقطع بسيط نسيجه ناعم، ويوجد منها في هذه المنطقة المجموعة الكبرى Torrifluvents ذات نظام رطوبة التربة الحار والجاف (Aridic (Torric)، ونظام حرارة التربة Hyperthermic، متمثلة بتحت المجموعتين:

Typic Torrifluvents: وتبلغ مساحتها نحو 198 ألف هكتار، بنسبة 48.76 % من منطقة الدراسة.

Vertic Torrifluvents: وتبلغ مساحتها نحو 7.68 ألف هكتار، بنسبة 1.89 % من منطقة الدراسة.

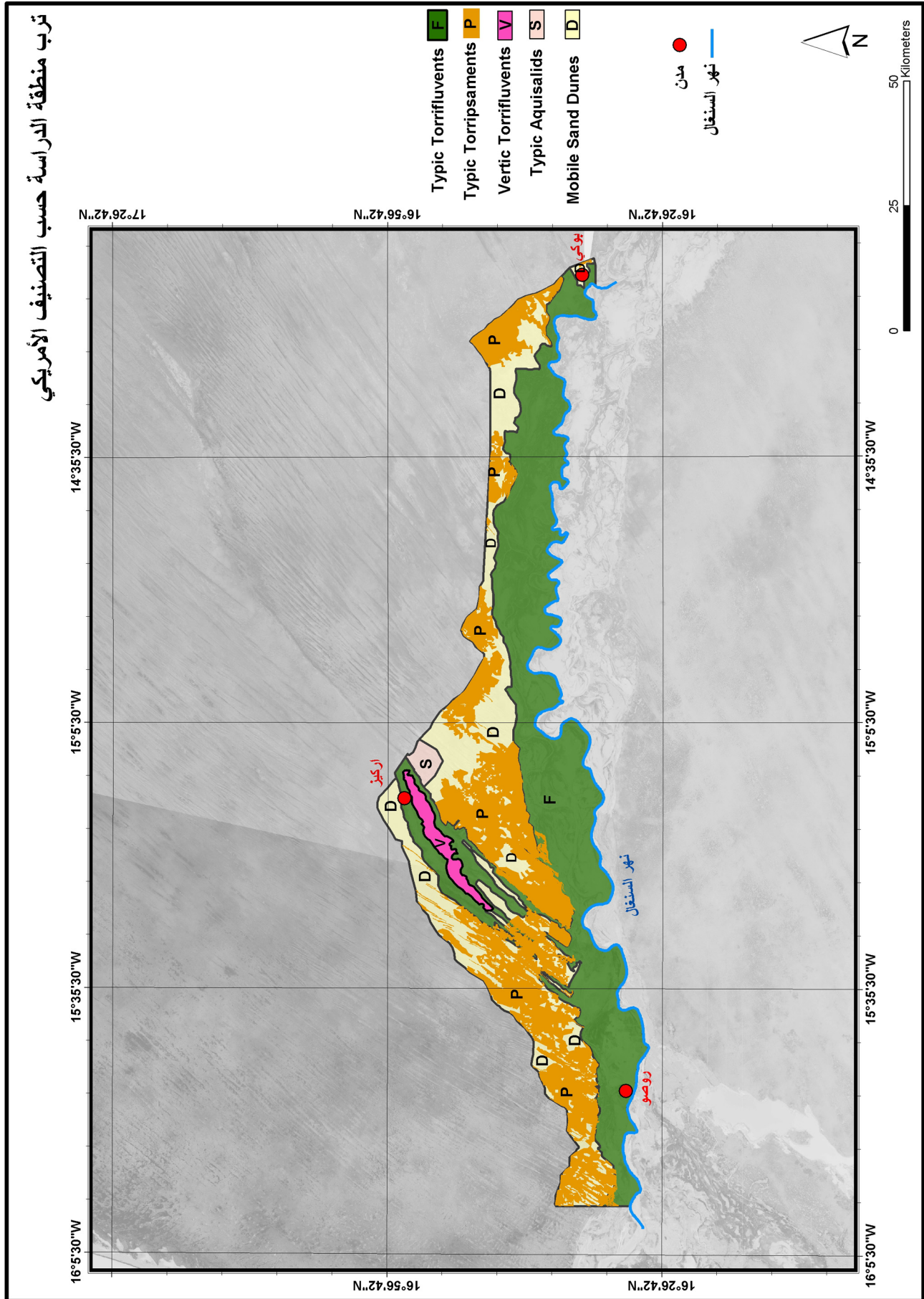
- **التربة الحديثة الرملية Psamments:** يوجد منها في منطقة الدراسة المجموعة الكبرى Torripsamments متمثلة بتحت المجموعة Typic Torripsamments، ويبلغ مساحتها نحو 131.03 ألف هكتار مشكلة 32.27 % من منطقة الدراسة.

2.4.4.3 التربة القاحلة Aridisols: توجد منها في منطقة الدراسة تحت الرتبة Salids

- **تحت الرتبة القاحلة المالحة Salids:** توجد منها في هذه المنطقة المجموعة الكبرى Aquisalids.

المجموعة الكبرى Aquisalids: تشغل مساحة صغيرة تبلغ نحو 5340 هكتار حيث تشكل قرابة 1.32 % من منطقة الدراسة، متمثلة في تحت المجموعة Typic Aquisalids، كما توجد مترافقة مع تحت المجموعة Typic Torrifluvents في السهل الفيضي في المناطق القريبة من الدلتا.

3.4.4.3 الكثبان الرملية المتحركة: تبلغ مساحتها نحو 63.99 ألف هكتار، بنسبة 15.76 % من منطقة الدراسة، وهي مناطق غير صالحة للإنتاج الزراعي لعدم توفر المياه وهي شبه خالية من السكان باستثناء بعض القرى الصغيرة المتفرقة أو البدو الرحل في فصل الأمطار، وهي مناطق وعرة ليست فيها طرق معبدة.



الشكل 33: خارطة التربة في منطقة الدراسة حسب التصنيف الأمريكي

4. خارطة استعمالات الأراضي الحالية

لقد شمل إعداد خارطة استعمالات الأراضي الحالية (مقياس 1:100000) الربط بين عدة شرائح (الشكل 34)، منها:

- شريحة المسيلات والتجمعات المائية المتوفرة.

- شريحة الطرق المتوفرة.

- شريحة التجمعات السكانية المتوفرة.

- شريحة الأسماء المتوفرة.

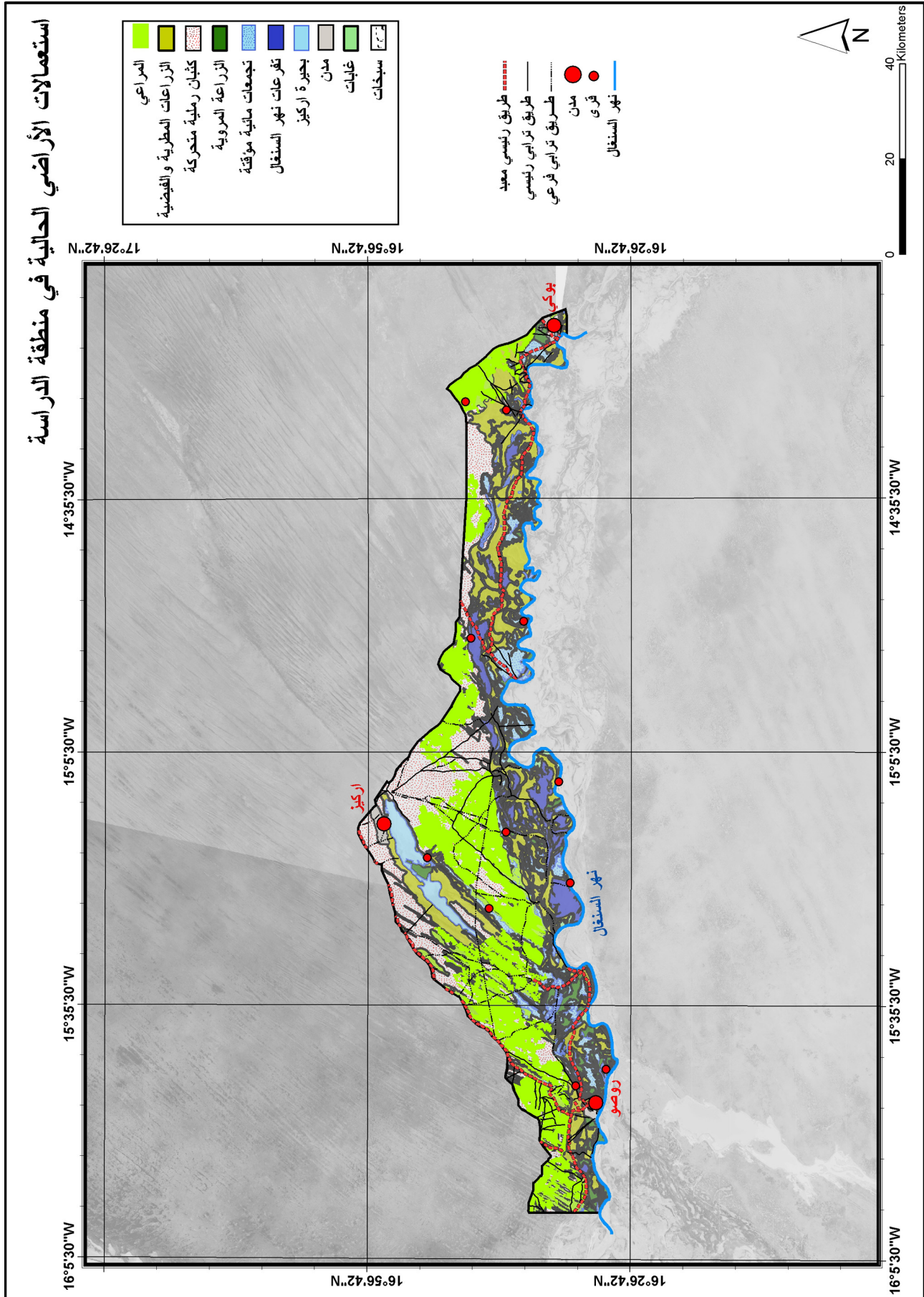
- شريحة التفسير البصري للصور الفضائية.

- شريحة تحليل القرينة النباتية (NDVI).

- شريحة توزيع الاستعمالات الحالية.

بالإضافة إلى المسح الحقلّي للتأكد من هذه الاستعمالات سواءً بالوقوف عليها أو عن طريق الإستبيان من السكان المحليين، كما تمت الاستعانة بـ Google Earth للغرض نفسه.

ويبين (الجدول 10) هذه الاستعمالات ومساحاتها، أما أطوال الطرق فيوضحها (الجدول 11).



الشكل 34: خارطة الاستعمالات الحالية للأراضي في منطقة الدراسة

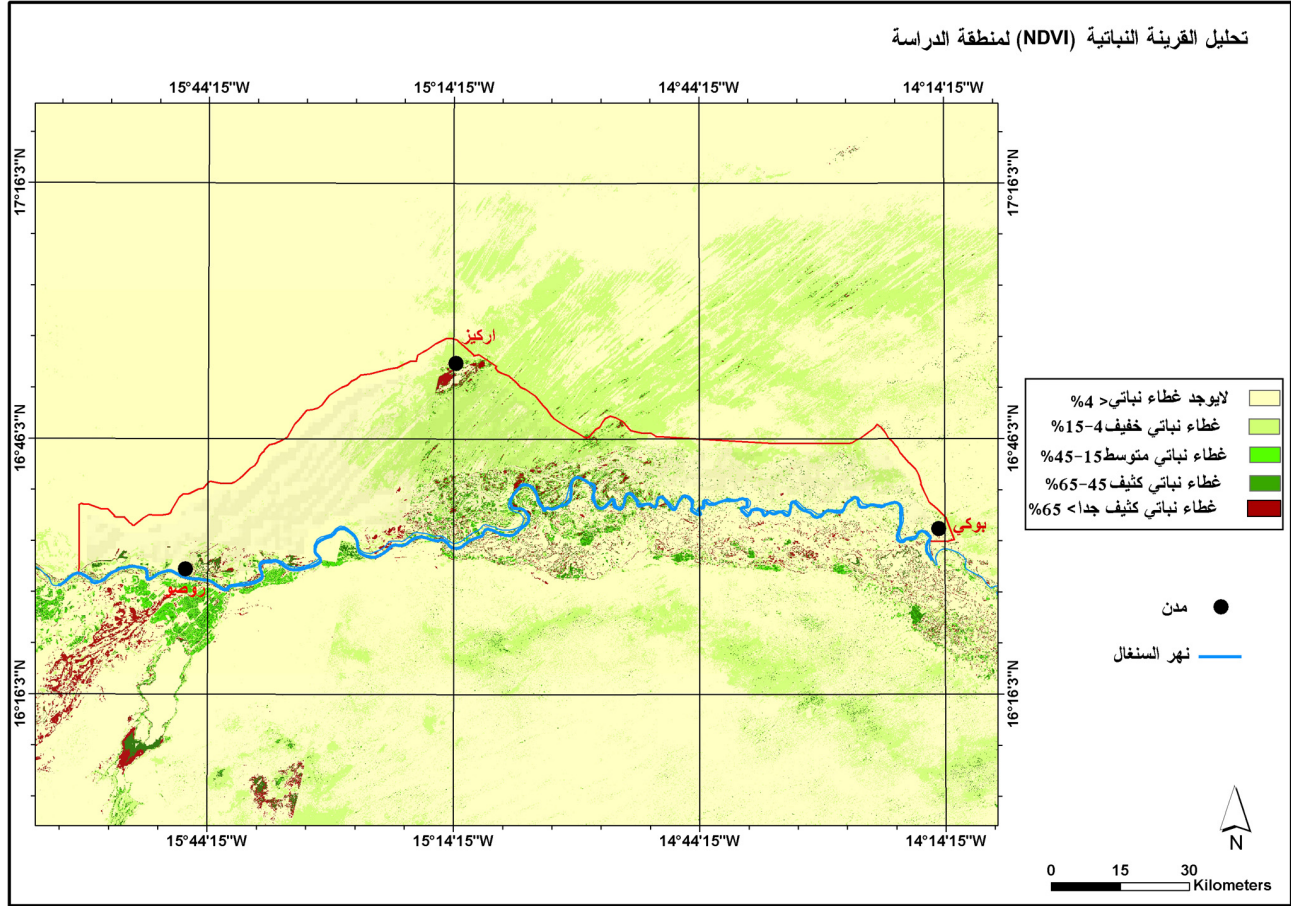
الجدول 10: استعمالات الأراضي الحالية في منطقة الدراسة

النسبة المئوية	المساهمة، ألف هكتار	الاستعمال
37.97	154.17	المراعي
31.9	129.56	الزراعات المطرية و الفيضية
15.76	63.99	الكتبان الرملية
5.64	22.90	الزراعة المروية
2.57	10.43	تجمعات مائية مؤقتة
2.26	9.16	تفرعات نهر السنغال
2.03	8.26	بحيرة اركيز
0.95	3.87	المدن
0.8	3.23	الغابات
0.12	0.47	سبخات
100	406.04	المجموع

الجدول 11: أطوال الطرق في منطقة الدراسة

النسبة المئوية	الطول، كم	النوع
20.28	398	طريق رئيسي معبد
41.44	813	طريق رئيسي ترابي
38.28	751	طريق ترابي فرعي
100	1962	المجموع

وقد أظهر تحليل القرينة النباتية (NDVI)، لموزيك الصور الفضائية لاندسات (ETM⁺)، سنة 2000، نتائج مدعومة لتوزيع استعمالات الأراضي – السابق الذكر – في منطقة الدراسة (الشكل 35)، حيث أظهر هذا التحليل توزيع الغطاء النباتي المبين في (الجدول 12).



الشكل 35: تحليل القرينة النباتية (NDVI) لمنطقة الدراسة

الجدول 12: توزيع الغطاء النباتي حسب تحليل NDVI

النسبة المئوية	المساحة، ألف هكتار	الغطاء النباتي
56.63	229.94	لا يوجد
31.81	129.16	غطاء نباتي خفيف (مراعي)
5.16	20.94	غطاء نباتي متوسط
5.02	20.39	غطاء نباتي كثيف
1.38	5.61	غطاء نباتي كثيف جدا
100	406.04	المجموع

حيث أمكن من خلال هذا التحليل تقسيم الغطاء النباتي كما يلي:

- **غطاء نباتي خفيف:** عبارة عن مراعي حولية تغطي الكثبان الرملية خلال موسم الأمطار، بالإضافة إلى بعض الشجيرات الرعوية المتوضعة على هذه الكثبان، وتبلغ مساحتها نحو 129157.9 هكتار، تشكل 31.81 % من منطقة الدراسة.
 - **غطاء نباتي متوسط:** يتكون من بعض الزراعات المطرية والفيضية، تبلغ مساحتها 20939.9 هكتار، تشكل 5.16 % من منطقة الدراسة.
 - **غطاء نباتي كثيف:** يتشكل في غالبية من المناطق المزروعة بالأرز، والتي تبلغ مساحتها نحو 20387.8 هكتار، مشكلة 5.02 % من منطقة الدراسة.
 - **غطاء نباتي كثيف جدا:** عبارة عن غابات السنط المحاذية للنهر وللمجاري المائية، وبعض حقول الأرز المغمورة في الماء، وتبلغ مساحته نحو 5607.1 هكتاراً، تشكل 1.38 % من منطقة الدراسة.
- وعند تحليل خارطة استعمالات الأراضي السابقة يمكن توزيع استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة كما يلي:
- 1.4 المراعي:** تشكل نحو 37.97 % من منطقة الدراسة، وهي في أغلبها مناطق كثبان رملية ثابتة تعلوها في فصل الأمطار بعض الأنواع العشبية الرعوية من أهمها:
- Cenchrus biflorus, Gynandropsis gynandra, Heliotropium undulatum, Latipes senegalensis*
- بالإضافة إلى بعض التجمعات الشجيرية الرعوية مثل:
- Panicum turgidum, Leptadenia pyrotechnica, Calotropis procera*
- وبعض الأنواع الشجرية قليلة الكثافة مثل:
- Acacia tortillis, Acacia Senegal, Balanites aegyptiaca*
- وعلى الوديان بينها تنمو الأنواع العشبية التالية:
- Cynodon dactylon, Dactyloctenium aegyptium, Indigofera microcarpa, Indigofera senegalensis*
- ويبين الشكل 36 بعض هذه الأنواع النباتية.



الشكل 36: بعض الأنواع النباتية الموجودة على الكثبان الرملية في منطقة الدراسة

2.4 التجمعات والمسطحات المائية: تشمل تفرعات النهر وبحيرة اركيز وبعض التجمعات المائية المؤقتة وتراوح مساحتها بين 2 إلى 20 % من منطقة الدراسة وذلك حسب فصول السنة وكمية الأمطار، ويبين الشكل 37 بعض هذه التجمعات.



الشكل 37: بعض التجمعات المائية في منطقة الدراسة

3.4 الزراعات: وتمارس في منطقة الدراسة ثلاثة أنواع من الزراعات هي: الزراعة المطرية، الزراعة الفيضية، الزراعة المروية.

1.3.4 الزراعة المطرية والفيضية: من أهم المحاصيل التي تزرع مطريا وفيضيا الذرة البيضاء والدخن والذرة الصفراء، بالإضافة إلى بعض الخضراوات، وتختلف المساحات المزروعة بهاتين الطريقتين من سنة لأخرى ومن فصل لآخر وذلك تبعا لموعد سقوط الأمطار وتوزعها، بالإضافة إلى التدفق السنوي للنهر وما يؤثر فيه من عوامل وتبلغ مساحتها نحو 31.9 %.

2.3.4 الزراعة المروية: يعد الأرز أهم المحاصيل المزروعة بهذه الطريقة، حيث يشكل أكثر من 90 % من المساحة المروية في منطقة الدراسة بل وفي الضفة الموريتانية من نهر السنغال، وتبلغ النسبة المئوية لهذه الزراعة نحو 5.64 % من منطقة الدراسة، وتجدر الإشارة إلى وجود مساحات صغيرة مروية من الموز وبعض الخضراوات في منطقة الدراسة.

ويبين الشكل 38 نوعين من الزراعات في منطقة الدراسة أحدهما مطري والآخر مروي.



الشكل 38: بعض الزراعات التي تمارس في منطقة الدراسة

4.4 الغابات: تقلصت مساحتها في العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين وذلك نتيجة الجفاف الذي ضرب منطقة الساحل بالإضافة إلى ما تعرضت له أشجارها من حرق وقطع وغير ذلك من الاستعمالات البشرية غير الرشيدة، وتشكل مساحتها أقل من 1 % من منطقة الدراسة، ومن أهم أنواعها الشجرية:

Acacia nilotica, Acacia seyal Del., Acacia Senegal, Acacia tortillis, Ziziphus mauritiana Lam

ويبين الشكل 39 بعض الأنواع النباتية الموجودة في هذه الغابات.



الشكل 39 بعض الأنواع النباتية الموجودة في غابات منطقة الدراسة

5.4 التجمعات السكانية: توجد في منطقة الدراسة ثلاث مدن رئيسة هي روصو واركيز وبوكي، بالإضافة إلى ثلاثة مراكز إدارية، وعدة تجمعات سكانية صغيرة، وتشكل مساحتها نحو 1 % من منطقة الدراسة.

6.4 السبخات: تشغل مساحة صغيرة جدا من منطقة الدراسة حيث تبلغ نسبتها نحو 0.12 %.

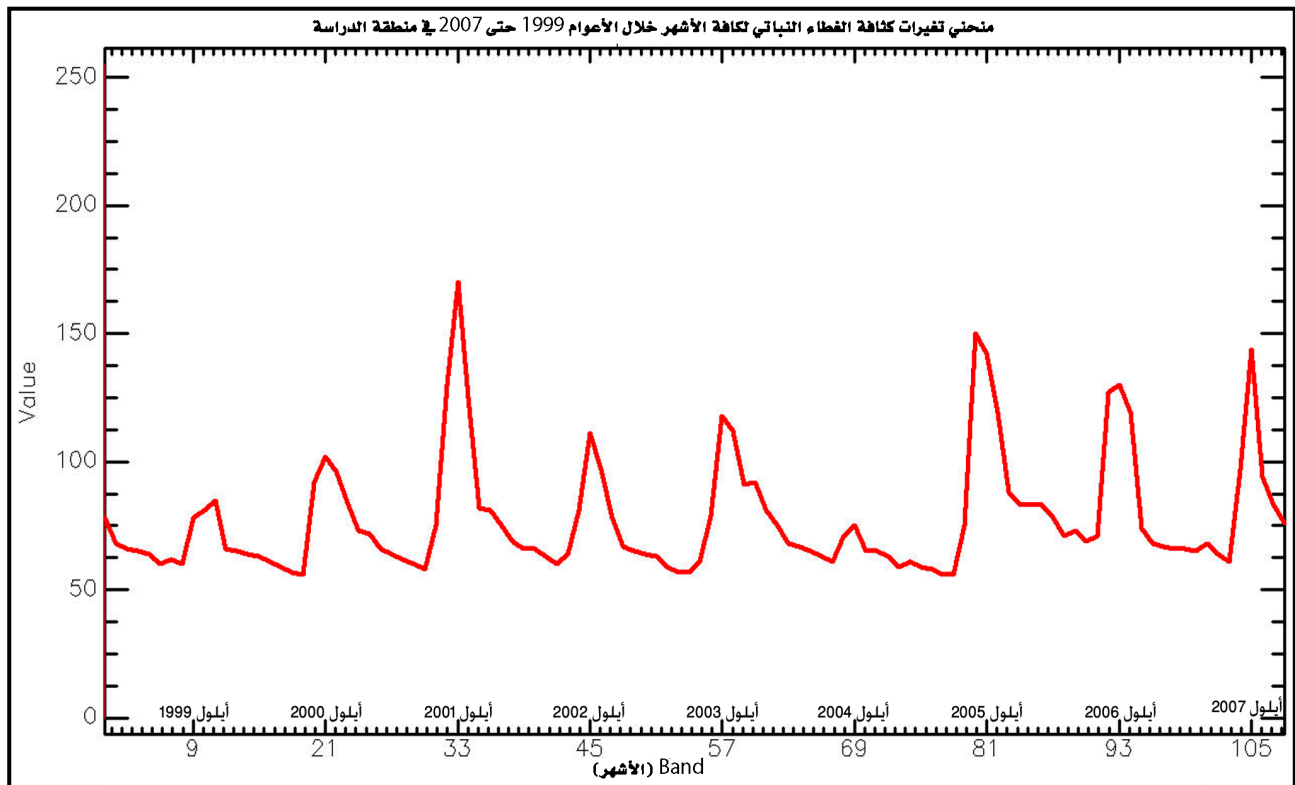
وتجب الإشارة إلى أن ما تشغله هذه الاستعمالات من مساحة ليس ثابتا وذلك للتداخل بين هذه الاستعمالات وخاصة المناطق الزراعية والرعية والتجمعات والمستطحات المائية التي تتداخل فيما بينها، بالإضافة إلى ارتباطها بالأمطار وفيض النهر، وبالتالي فإن مساحة هذه الاستعمالات تتباين من سنة لأخرى.

5. خارطة تدهور الأراضي

تم تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع (GIMMS VHRR/NDVI 8Km (1982-2003) وأرشيف الصور الفضائية من نوع (SPOT VEG 1Km (1999-2007، لموريتانيا، وذلك لمعرفة التغيرات في الكتلة الحيوية للغطاء النباتي خلال 22 عاما بالنسبة للأرشيف الأول، وتسع سنوات بالنسبة للأرشيف الثاني، كما تم مقارنة صور فضائية لاندسات (1979-1973) مع صور فضائية لاندسات (2001-1999)، لدراسة التغيرات التي طرأت على منطقة الدراسة من حيث حركة الكثبان الرملية، بالإضافة إلى التغيرات التي حدثت على بعض الغابات في منطقة الدراسة.

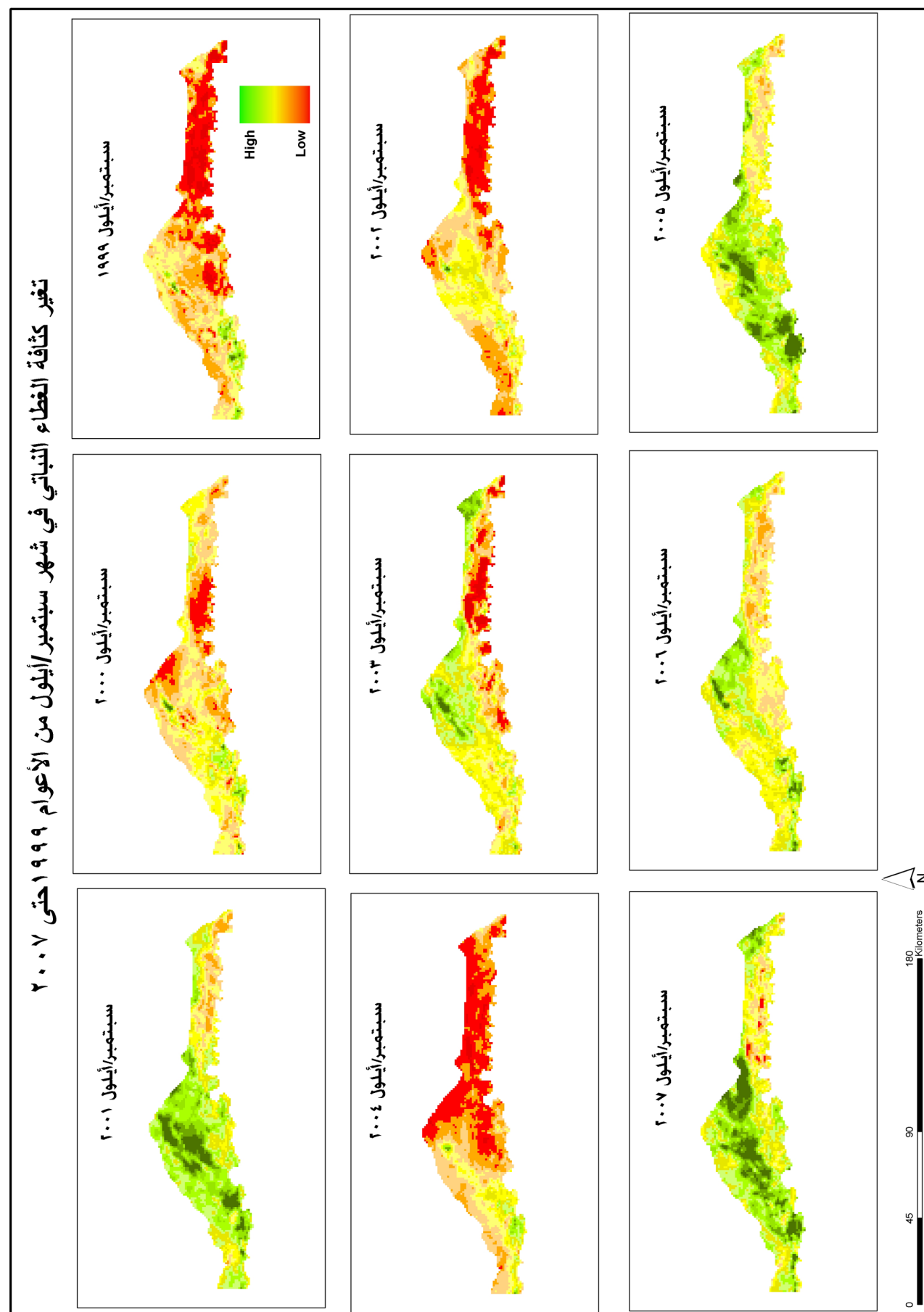
وقد استخدمت في تحليل الأرشيف برمجية Time Stats Software والنموذج الرياضي الذي أعده المركز العربي (أكساد) مع جامعة تريور الألمانية، حيث أظهر هذا التحليل تعرض مناطق صغيرة من منطقة الدراسة لتدهور بسيط إلى متوسط.

و تم بالاعتماد على منحنى الانعكاس الطيفي للغطاء النباتي لأرشيف (SPOT VEG 1Km (1999-2007) (تسع سنوات *12 شهر أي 108 أشهر) لمنطقة الدراسة، اختيار شهر أيلول (سبتمبر)، كونه الشهر الأعلى كثافة للغطاء النباتي في منطقة الدراسة (الشكل 40).



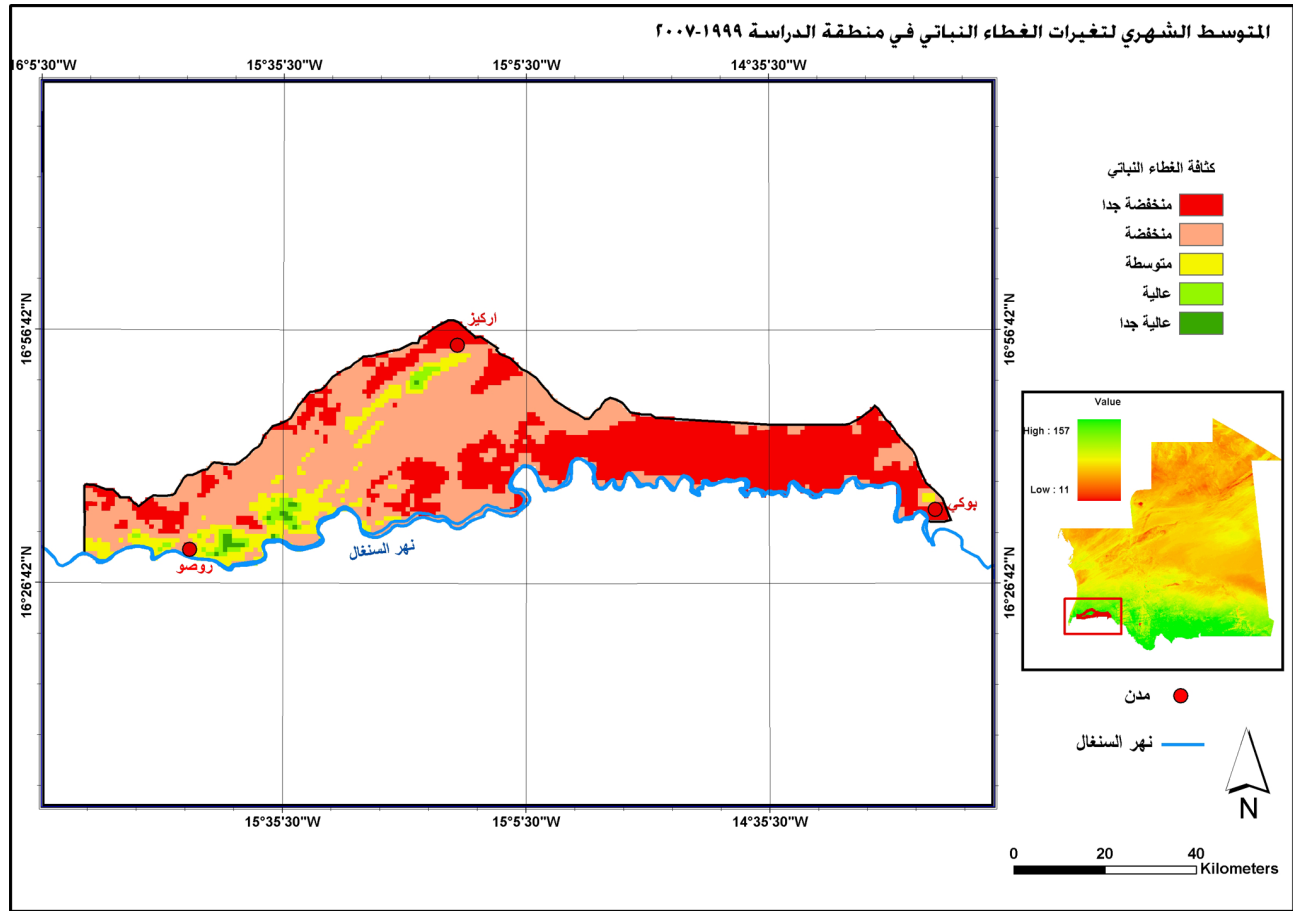
الشكل 40: منحنى تغير كثافة الغطاء النباتي للأعوام 1999 حتى 2007 في منطقة الدراسة

وفُصلت كثافة الغطاء النباتي في شهر أيلول لكل السنوات (الشكل 41)، حيث يظهر الشكل أن السنوات الأكثر غطاءً نباتياً في منطقة الدراسة هي 2001، 2005، 2006، 2007، والسنوات الأقل غطاءً نباتياً هي 1999، 2000، 2002، 2004، أما العام 2003 فكان غطاؤه النباتي متوسطاً بين الدرجتين.



الشكل 41: تغير كثافة الغطاء النباتي في شهر أيلول من الأعوام 1999 حتى 2007

وتم حساب المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي لهذا الأرشفة أي للأشهر 108 (الشكل 42)، الجدول 13.

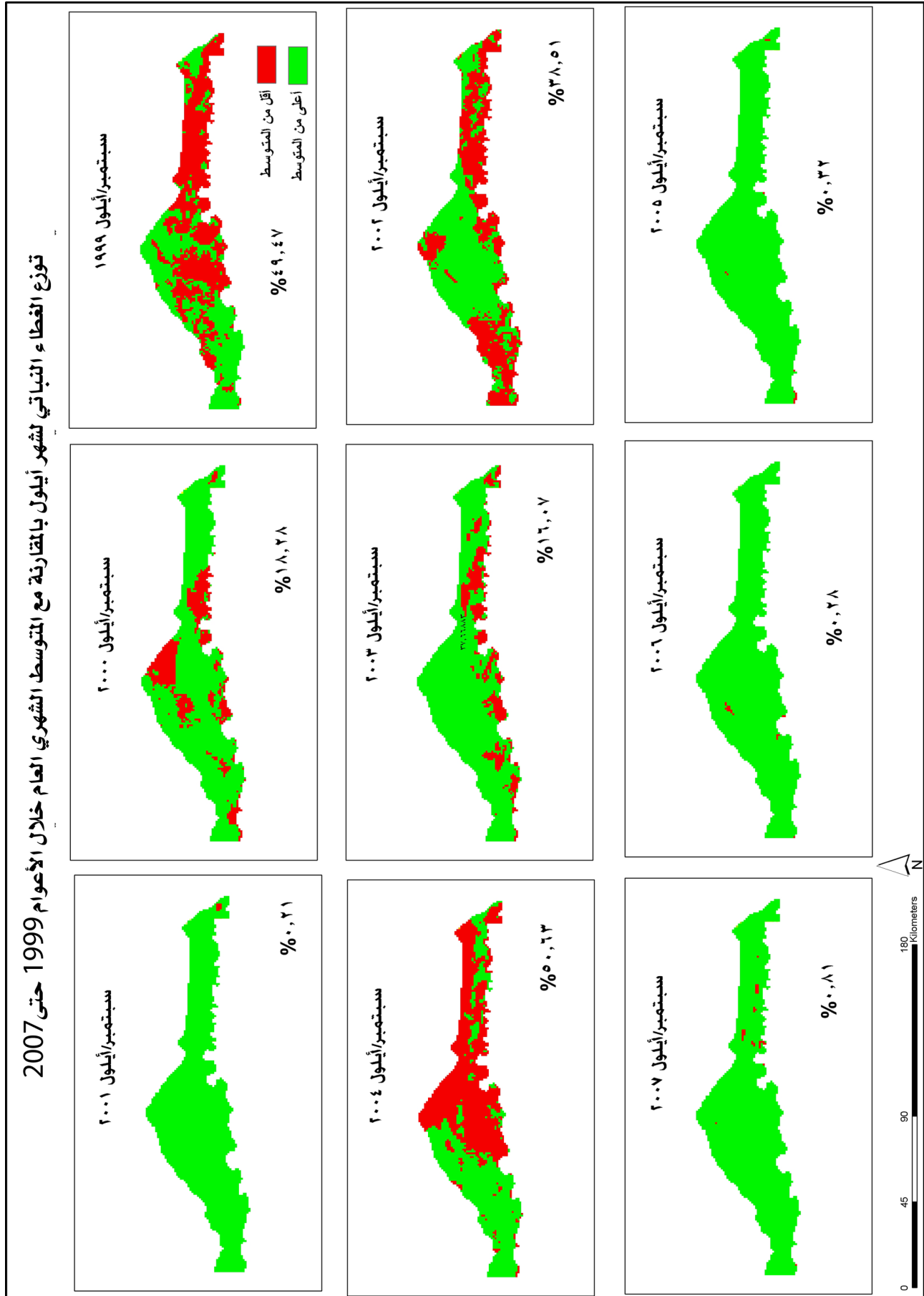


الشكل 42: المتوسط الشهري لتغير كثافة الغطاء النباتي للأعوام 1999 حتى 2007 في منطقة الدراسة

الجدول 13: المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي للأعوام 1999 حتى 2007 في منطقة الدراسة

درجات كثافة الغطاء النباتي	المساحة، هكتار	%
عالية جدا	2793.43	0.69
عالية	8657.06	2.13
متوسطة	36630.27	9.02
منخفضة	222396.56	54.77
منخفضة جدا	135562.68	33.39

وعند مقارنة كثافة الغطاء النباتي في شهر أيلول (سبتمبر) لسنوات الأرشفة مع هذا المتوسط حيث تم طرح المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي من كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول (سبتمبر) لسنوات الأرشفة، أظهرت المقارنة أن كثافة الغطاء النباتي كانت أقل من المتوسط في مساحات كبيرة من منطقة الدراسة خلال خمسة أعوام من الأعوام التسعة حيث بلغت 50.63 %، 49.47 %، 38.51 %، 18.28 %، 16.07 % (2004، 1999، 2002، 2003) على الترتيب (الشكل 43)، الجدول 14.



الشكل 43: توزيع الغطاء النباتي لشهر أيلول بالمقارنة مع المتوسط الشهري العام خلال الأعوام 1999 حتى 2007

الجدول 14: التغير في مساحة الغطاء النباتي في شهر أيلول مقارنة بالمتوسط الشهري للأعوام 1999-2007 (المساحة هـ)

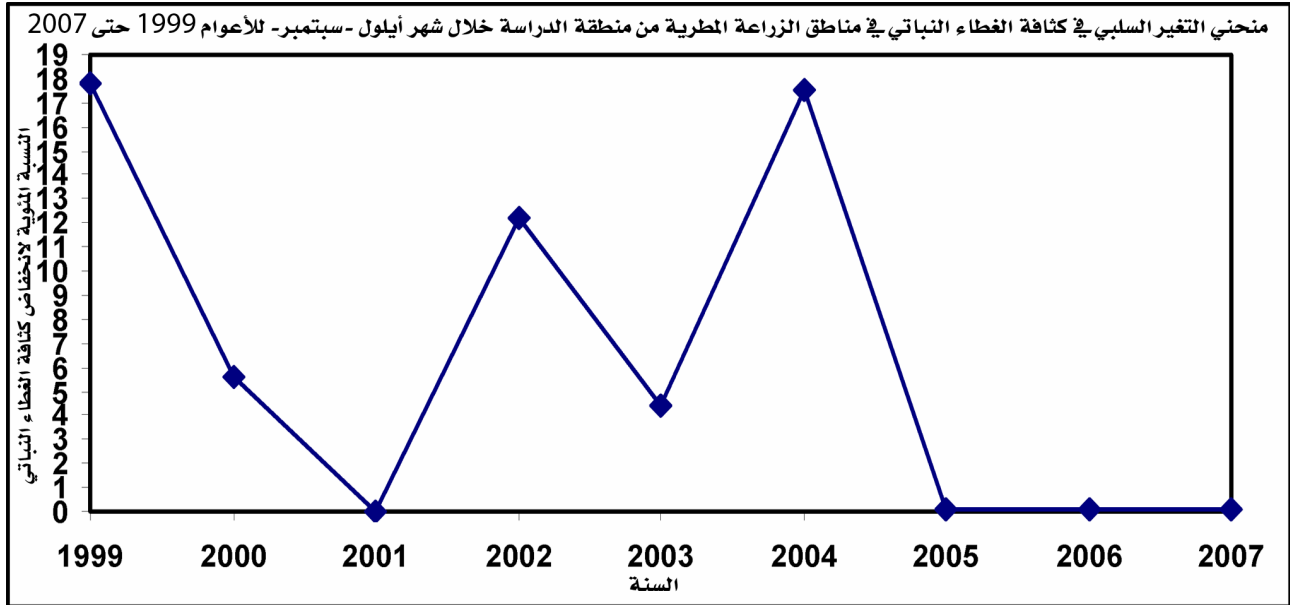
السنة	أقل من المتوسط		أعلى من المتوسط	
	المساحة هكتار	%	المساحة هكتار	%
1999	200868	49.47	205172	50.53
2000	74224	18.28	331816	81.72
2001	853	0.21	405187	99.79
2002	156367	38.51	249673	61.49
2003	65251	16.07	340789	83.93
2004	205578	50.63	200462	49.37
2005	1281	0.32	404759	99.68
2006	1126	0.28	404914	99.72
2007	3307	0.81	402733	99.19

وقد تم ربط النتائج مع خرائط استعمالات الأراضي للتعرف على أكثر الاستعمالات تعرضا للتدهور، ويظهر الجدول 15 نتائج هذا الربط.

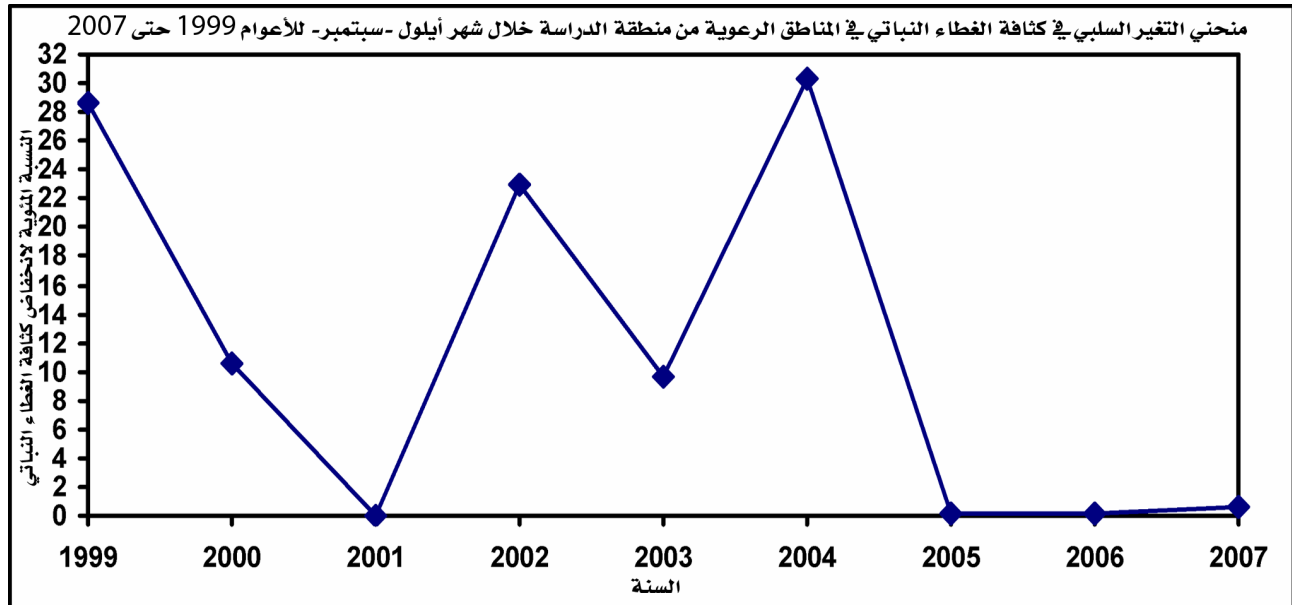
الجدول 15: مساحات استعمالات الأراضي المتدهورة خلال المدة 1999-2007

الاستعمال												السنة
المجموع		تجمعات مائية		أراضي معراة		زراعة مروية		مراعي		زراعة مطرية		
%	المساحة هـ	%	المساحة هـ	%	المساحة هـ	%	المساحة هـ	%	المساحة هـ	%	المساحة هـ	
49.47	200868	0.84	3429	1.64	6669	0.55	2227	28.64	116271	17.80	72272	1999
18.28	74224	0.44	1771	0.73	2963	0.84	3392	10.64	43216	5.64	22882	2000
0.21	853			0.02	91.04	0.14	550.19	0.04	175.03	0.01	36.42	2001
38.51	156367	0.62	2521	1.61	6529	1.14	4634	22.97	93252	12.17	49431	2002
16.07	65251	0.51	2065	0.99	4007	0.57	2326	9.64	39146	4.36	17707	2003
50.63	205578	0.52	2114	1.70	6917	0.55	2227	30.29	122970	17.57	71350	2004
0.32	1281	0.00	18.22	0.00	18.22	0.09	384.72	0.12	504.33	0.09	355.62	2005
0.28	1126			0.11	446.24			0.11	439.43	0.06	240.31	2006
0.81	3307.28			0.17	707.21			0.59	2415.28	0.05	184.79	2007

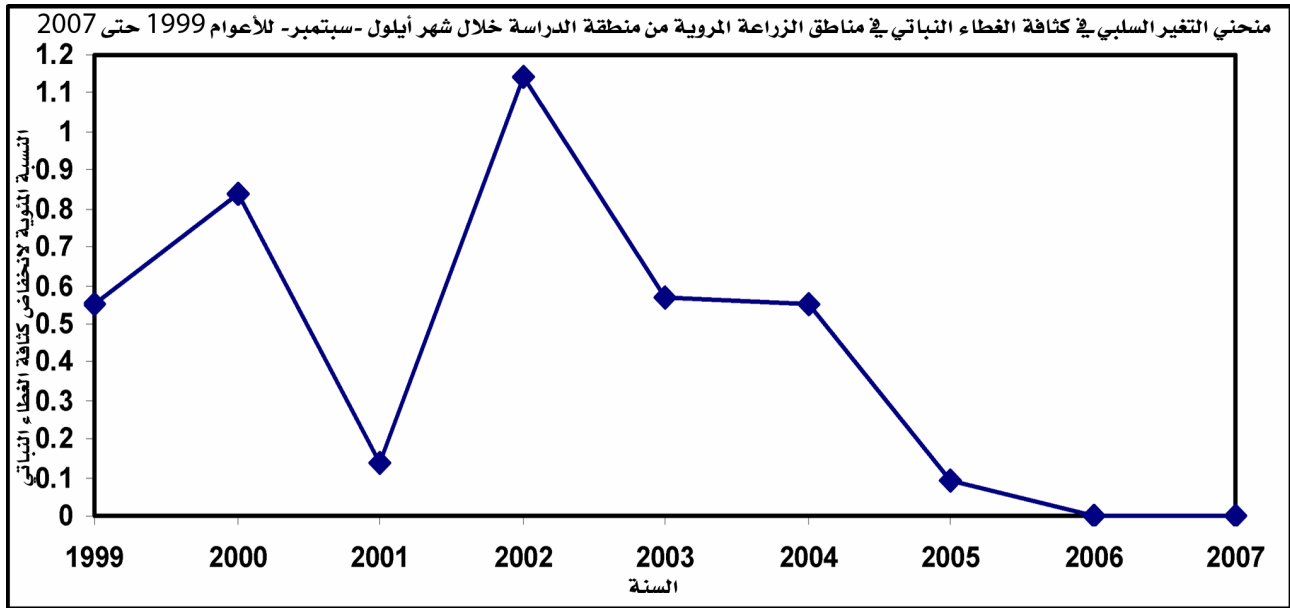
ويلاحظ من الجدول 15 أن المراعي كانت الأكثر تدهورا في كل السنوات حيث بلغت نسب تدهورها: 30.29 %، 28.64 %، 22.97 %، 10.64 %، 9.64 %، في الأعوام 2004، 1999، 2002، 2000، 2003، على التوالي، (الشكل 44)، تليها الزراعة التي توزعت نسب تدهورها كما يلي: 17.80 %، 17.57 %، 12.17 %، 5.64 %، 4.36 %، في الأعوام 1999، 2004، 2002، 2000، 2003، على التوالي، (الشكل 45)، أما الزراعة المروية فكانت نسب تدهورها صغيرة حيث لم تتجاوز 1 % إلا سنة 2002 (الشكل 46)، لكن نسب تدهورها تبقى مرتفعة مقارنة بمساحتها، حيث أنها تشغل مساحات صغيرة مقارنة بالمراعي والزراعة المطرية.



الشكل 44: التغير السلبي في كثافة الغطاء النباتي في المناطق الزراعية من منطقة الدراسة خلال شهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007



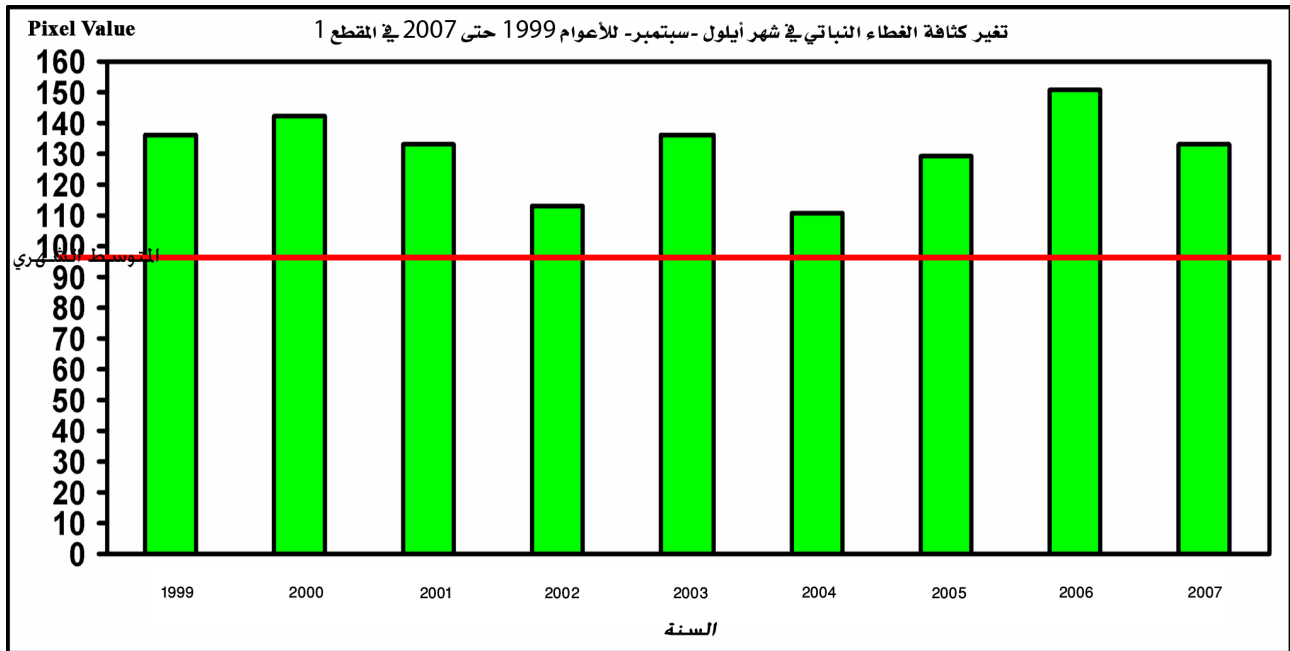
الشكل 45: التغير السلبي في كثافة الغطاء النباتي في المناطق الرعوية من منطقة الدراسة خلال شهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007



الشكل 46: التغير السلبي في كثافة الغطاء النباتي في مناطق الزراعة المروية من منطقة الدراسة خلال شهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007

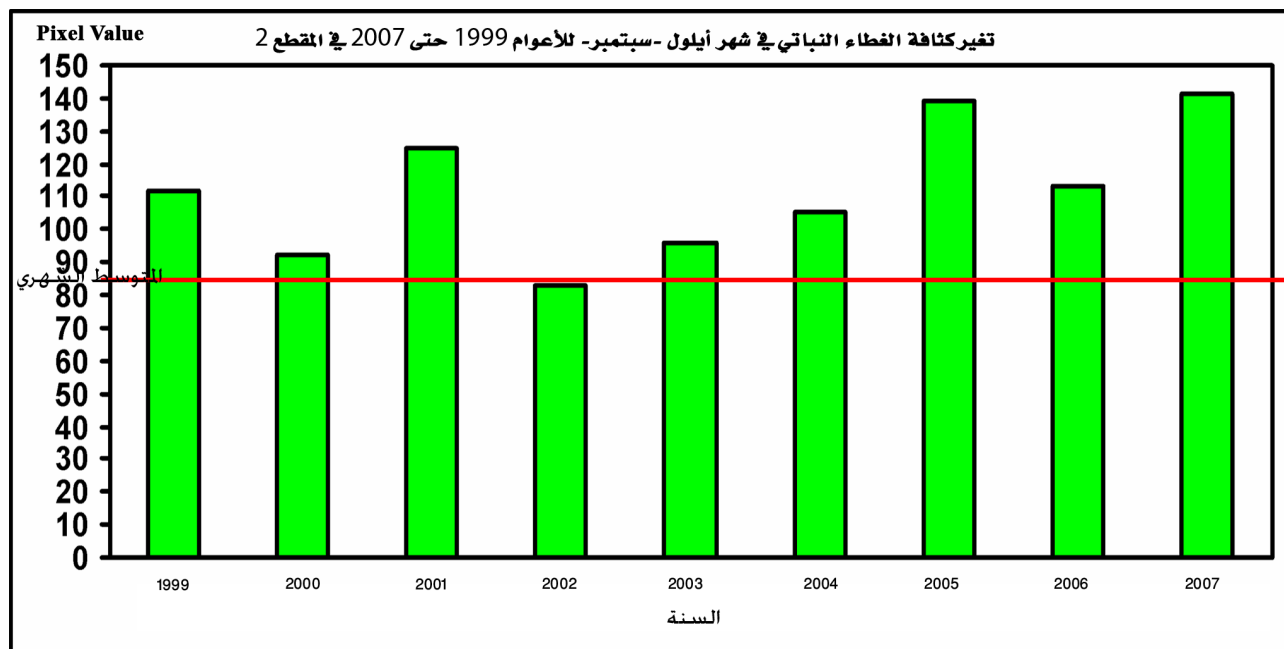
واختيرت مواقع مقاطع التربة الأربعة عشر التي تم تنفيذها لدراسة تغيرات كثافة الغطاء النباتي فيها وذلك في الشهر الأعلى كثافة (أيلول) كما يلي:

المقطع 1: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 96، وكانت كثافة الغطاء النباتي أعلى من المتوسط في كل السنوات التسعة حيث بلغت الكثافة أعلى قيمة لها في سنة 2006، وأخفض قيمة لها في العامين 2004، 2002 لكنها ظلت مرتفعة نسبيا حتى في السنوات التي كان غطاؤها النباتي قليلا لكون هذا الجزء من منطقة الدراسة تمارس فيه الزراعات التكتيفية المروية (الشكل 47)



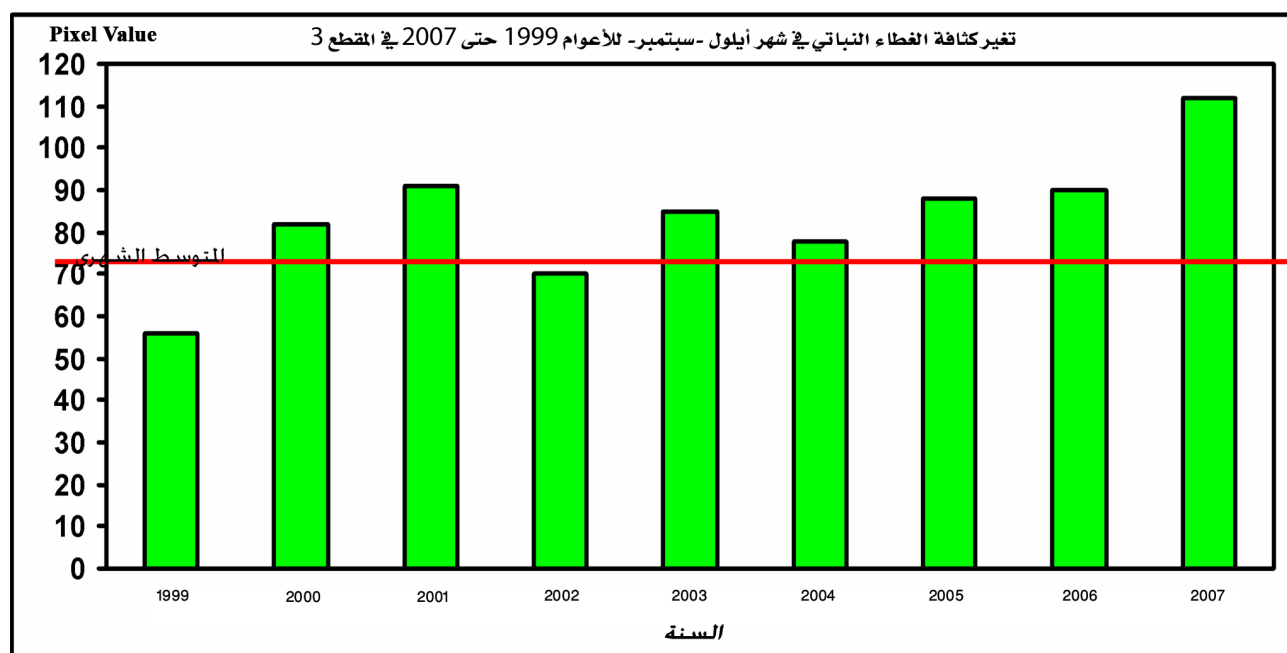
الشكل 47: تغير كثافة الغطاء النباتي في شهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 1

المقطع 2: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 86، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط بقليل سنة 2002 (الشكل 48)، وبلغت الكثافة ذروتها في عامي 2005 و 2007، وبصورة عامة فإن كثافة الغطاء النباتي كانت مرتفعة نسبيا في أغلب السنوات حتى التي كان غطاؤها النباتي قليلا لكونه يقع ضمن منطقة الزراعات التكثيفية، لكن يلاحظ تذبذب واضح لقيم كثافة الغطاء من سنة لأخرى.



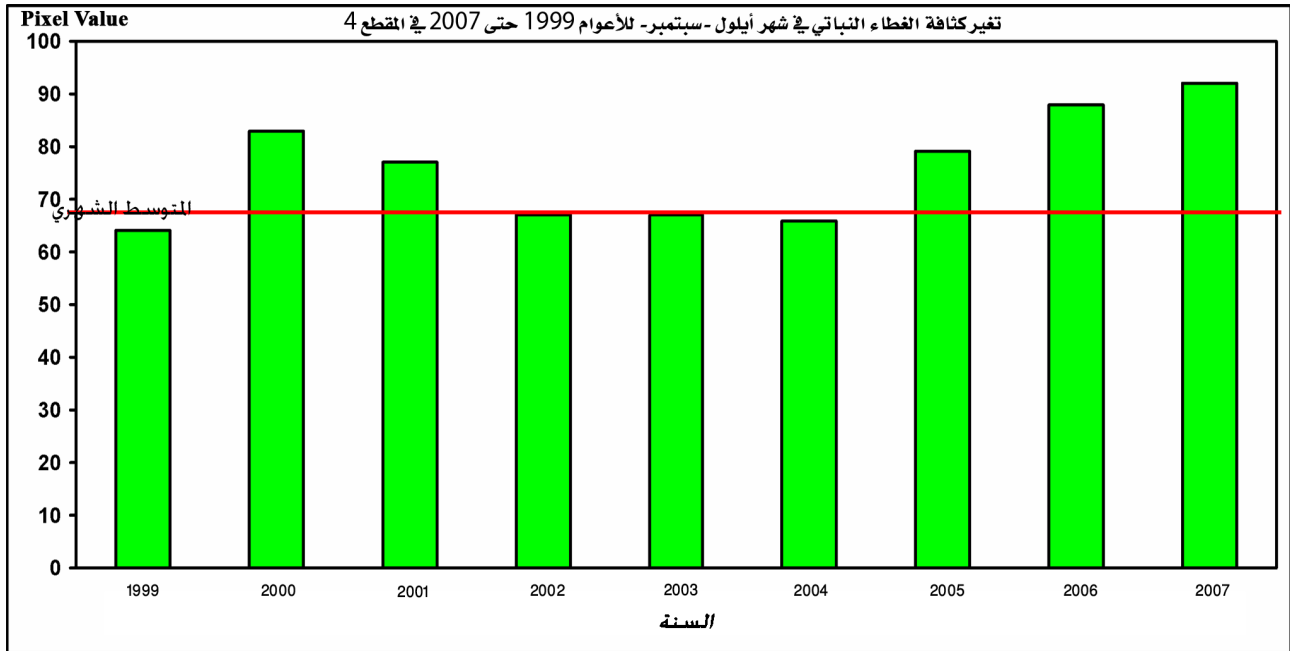
الشكل 48: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 2

المقطع 3: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 76، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في عامي 1999 و 2002 (الشكل 49)، وبلغت الكثافة ذروتها سنة 2007، وبصورة عامة فإن كثافة الغطاء النباتي متوسطة إلى منخفضة في أغلب السنوات وبصورة عامة كانت قيمها متذبذبة قريبة من المتوسط الشهري.



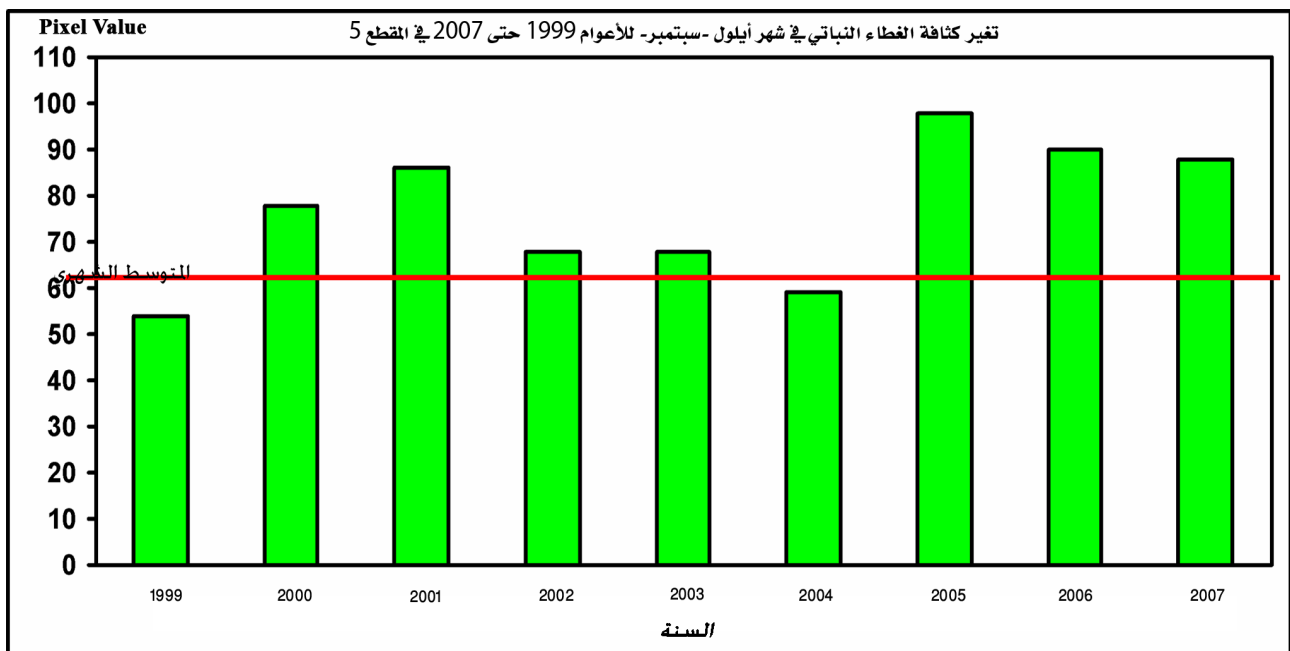
الشكل 49: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 3

المقطع 4: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 68، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري بقليل في عامي 1999 و 2004 (الشكل 50)، وبلغت الكثافة أعلى قيمة لها سنة 2007، وكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع منخفضة بصورة عامة وقريبة من المتوسط الشهري في أغلب السنوات.



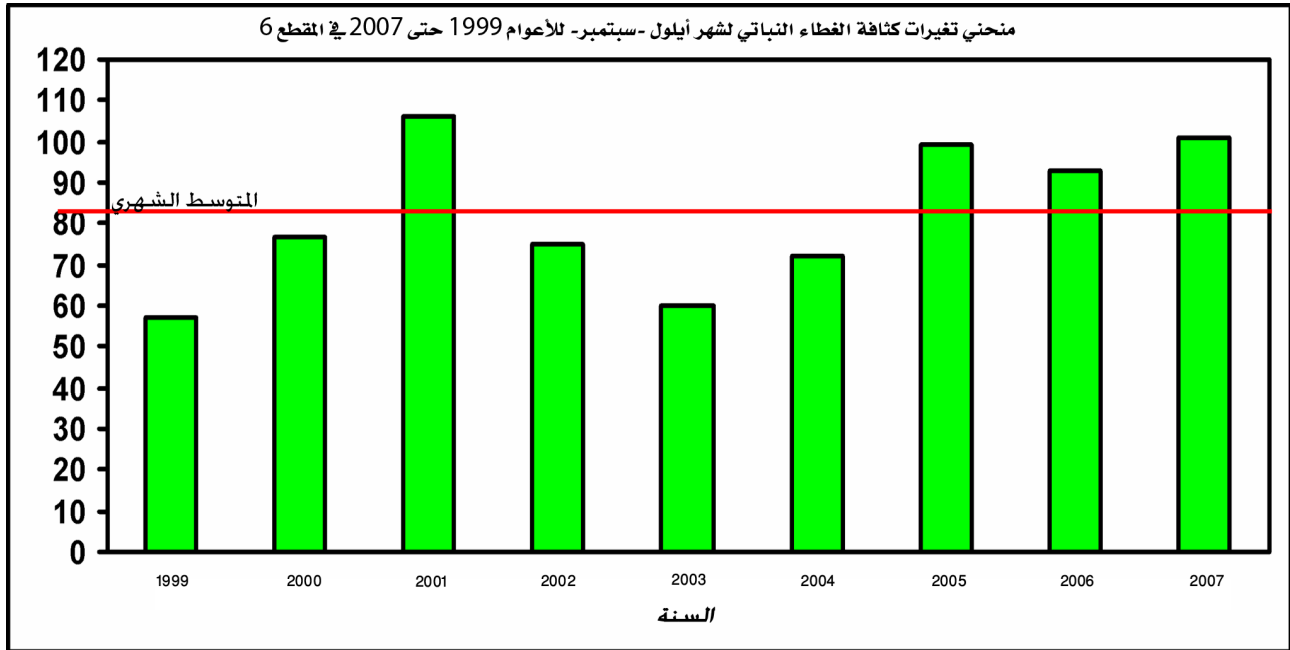
الشكل 50: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 4

المقطع 5: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 63، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري بقليل في عامي 1999 و 2004 (الشكل 51)، وبلغت الكثافة أعلى قيمة لها سنة 2005، وكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع متوسطة إلى منخفضة في أغلب السنوات ومتذبذبة من عام لآخر.



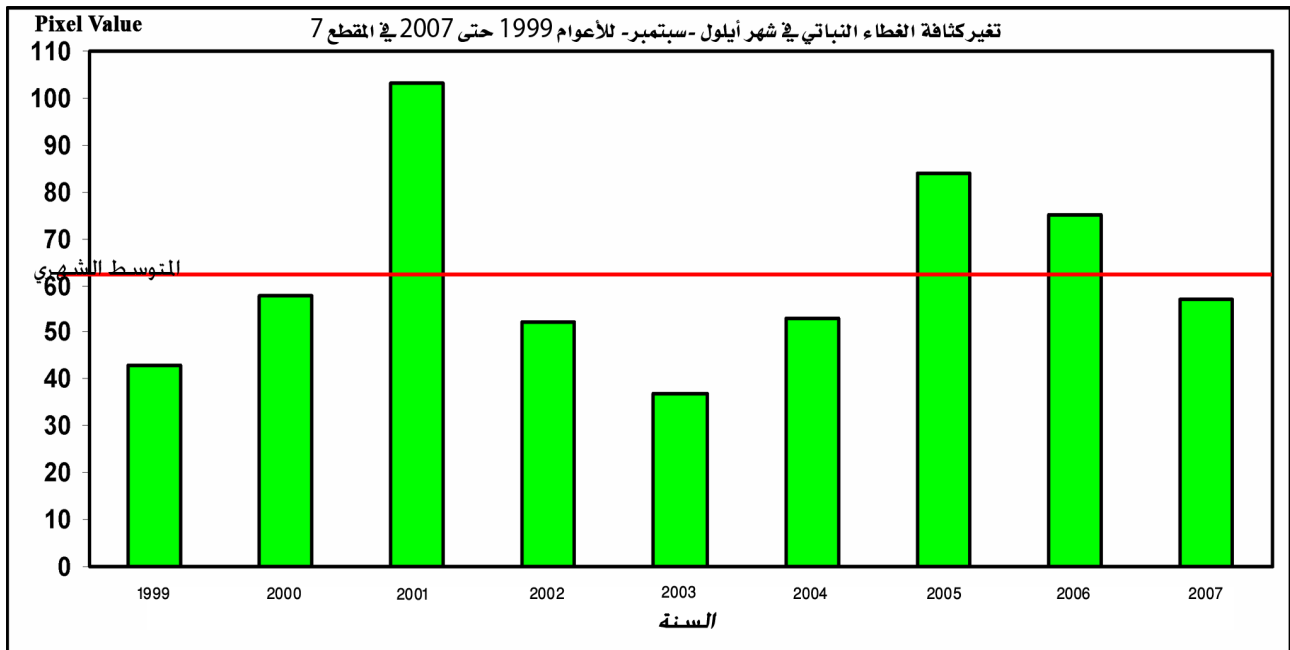
الشكل 51: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 5

المقطع 6: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 82، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في خمس سنوات 1999، 2000، 2002، 2003، 2004 (الشكل 52)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي في السنوات الأعلى من المتوسط الشهري كانت متوسطة ومتقاربة في هذه السنوات.



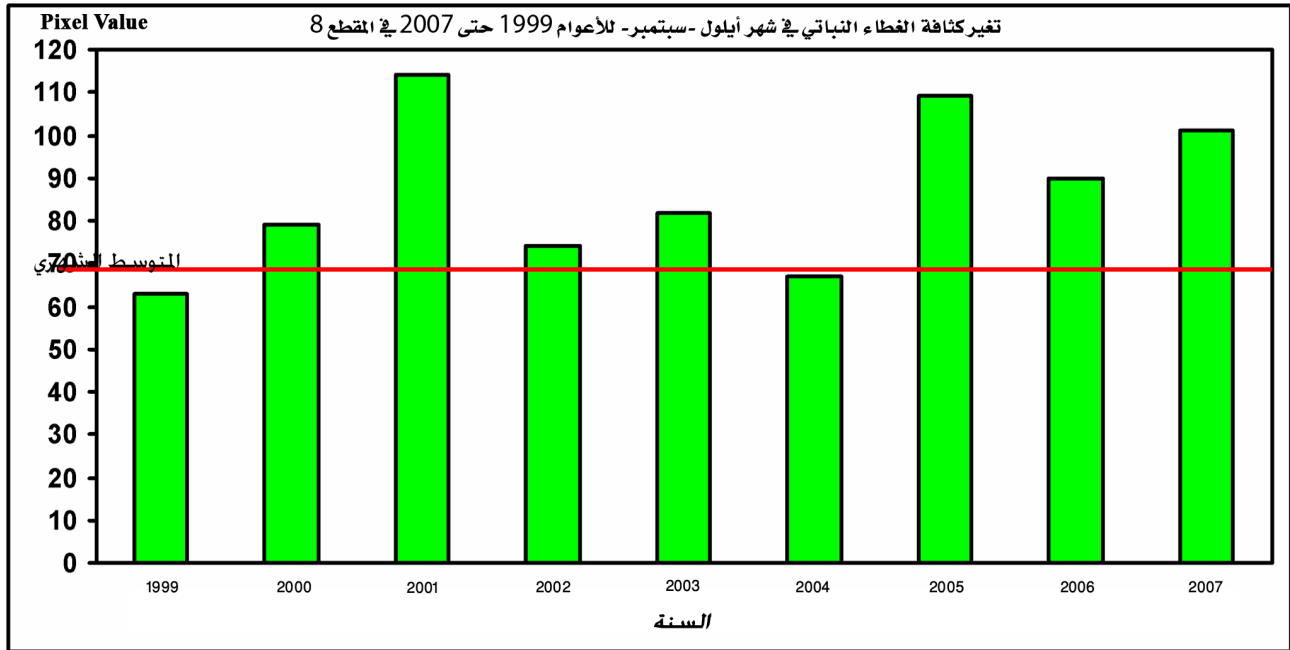
الشكل 52: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 6

المقطع 7: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 62، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في ست سنوات 1999، 2000، 2002، 2003، 2004، 2007 (الشكل 53)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي منخفضة في أغلب السنوات.

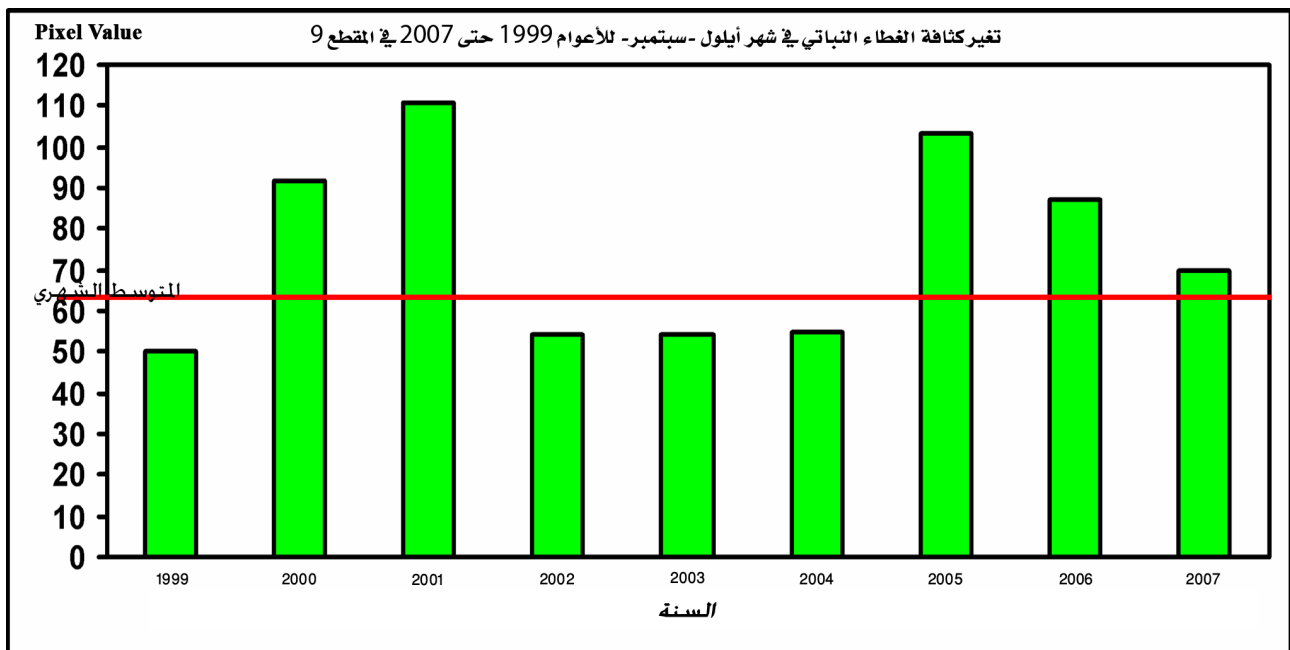


الشكل 53: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 7

المقطع 8: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 70، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري بقليل عامي 1999، 2004 (الشكل 54)، وكانت أعلى قيمة لها عامي 2001، 2005 وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة في أغلب السنوات.

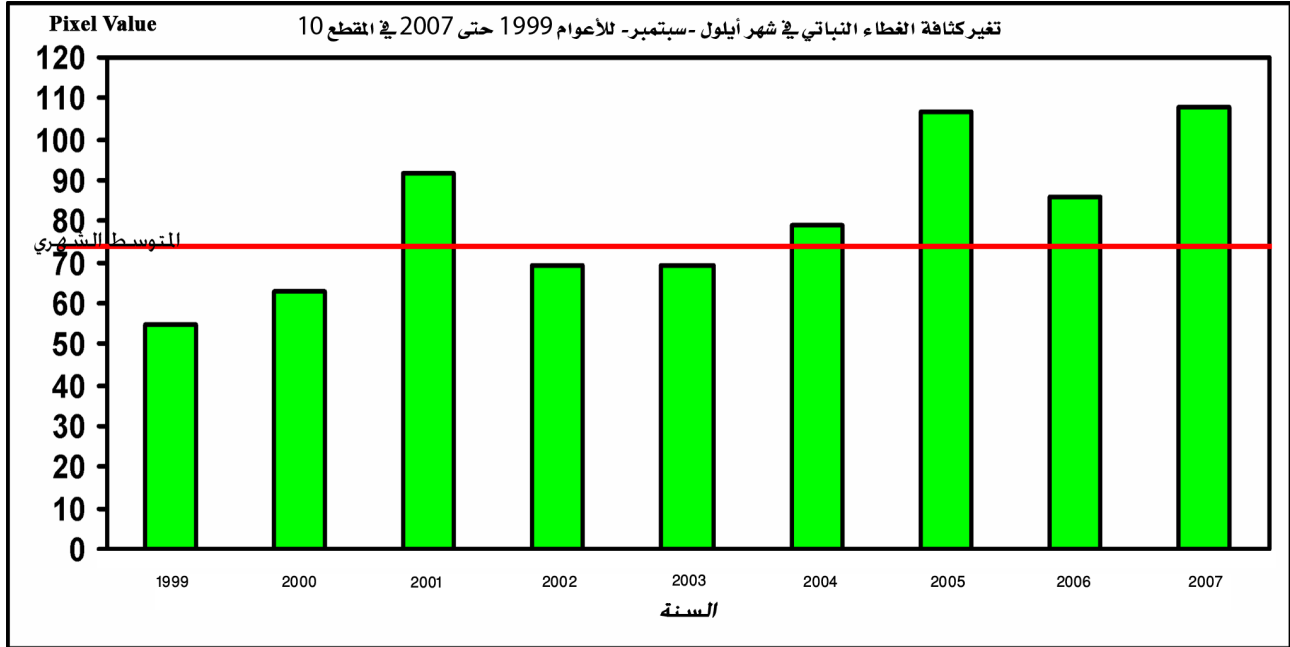


الشكل 54: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 8
المقطع 9: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 66، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في أربع سنوات 1999، 2002، 2003، 2004 (الشكل 55)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي منخفضة في أغلب السنوات.



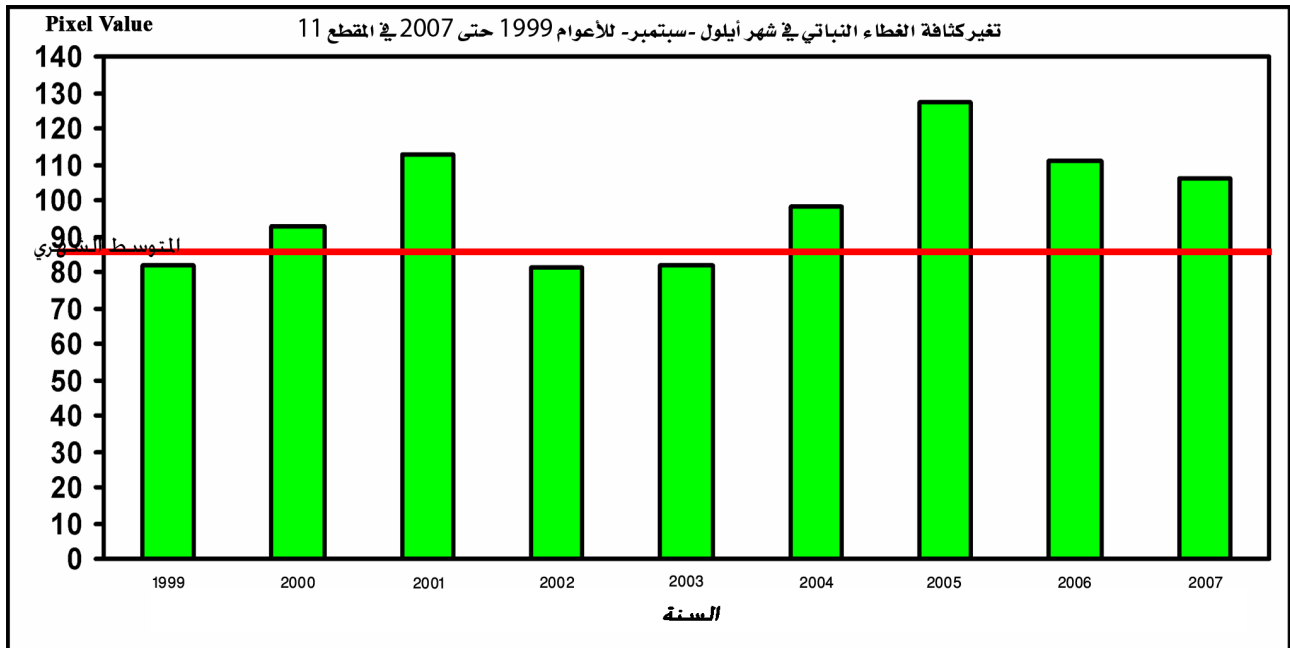
الشكل 55: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 9

المقطع 10: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 75، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في أربع سنوات 1999، 2000، 2002، 2003 (الشكل 56)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2005، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة إلى منخفضة في أغلب السنوات وقريبة من المتوسط.



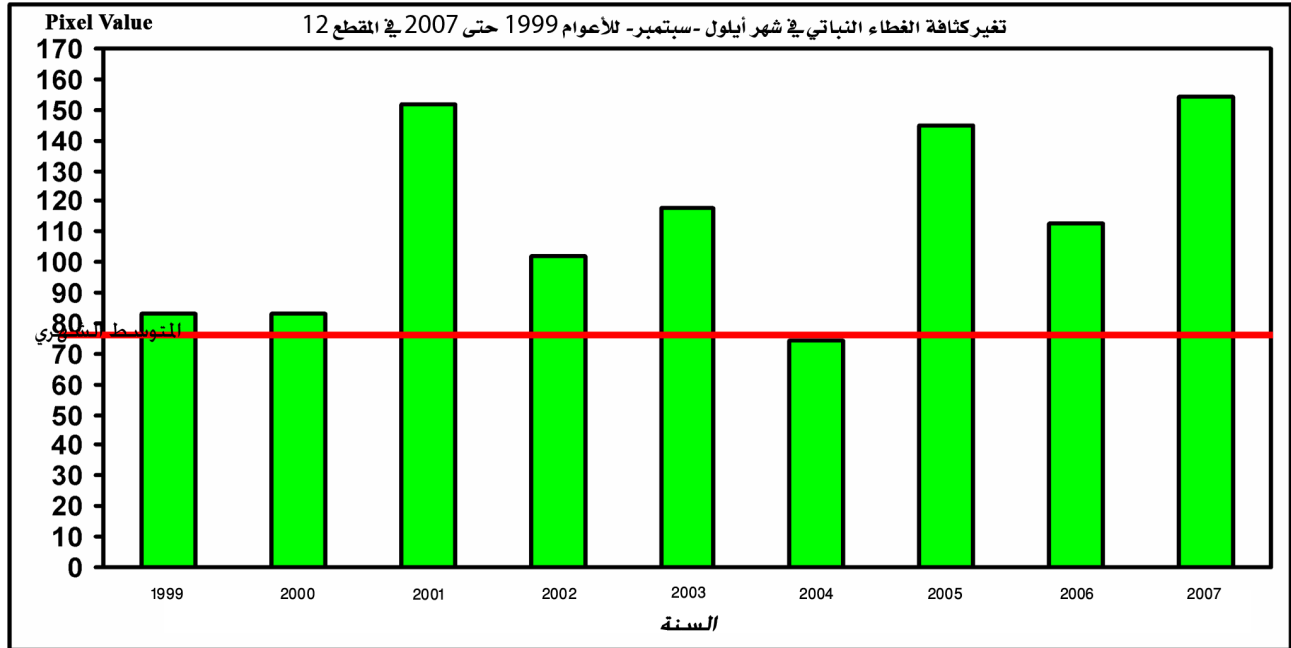
الشكل 56: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 10

المقطع 11: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 88، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في ثلاث سنوات 1999، 2002، 2003 (الشكل 57)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2005، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة في أغلب السنوات.



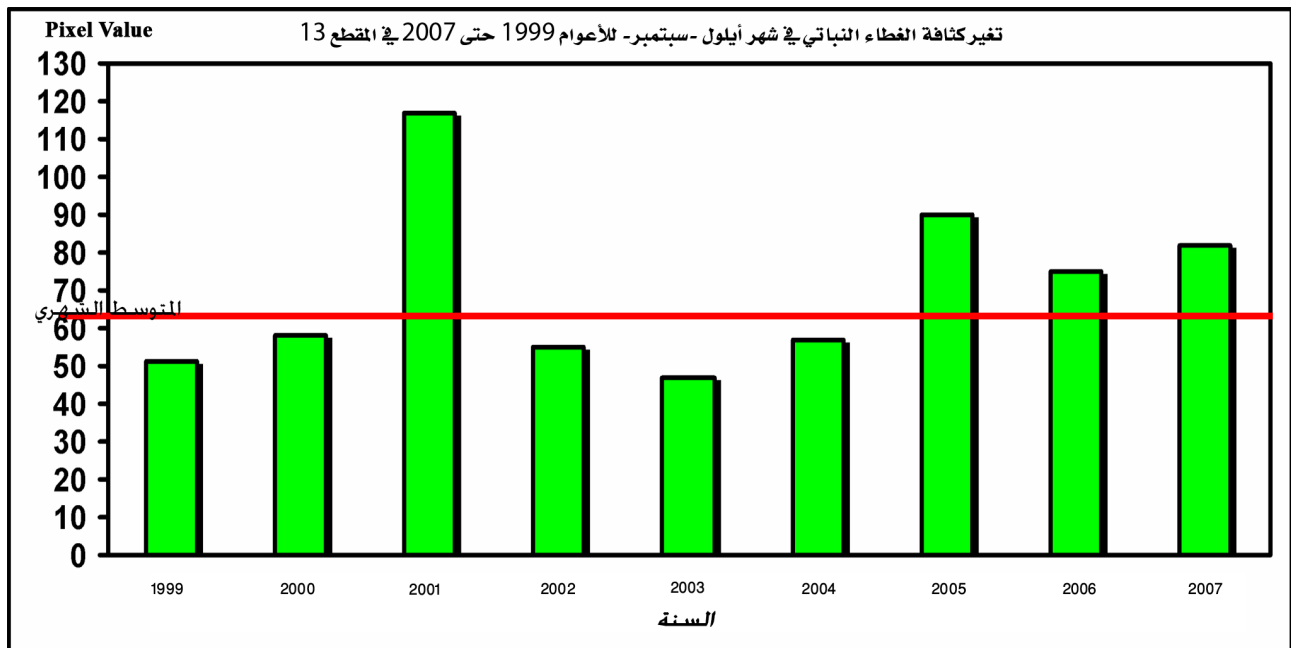
الشكل 57: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 11

المقطع 12: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 78، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري بقليل في سنة 2004 (الشكل 58)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة إلى مرتفعة في أغلب السنوات.



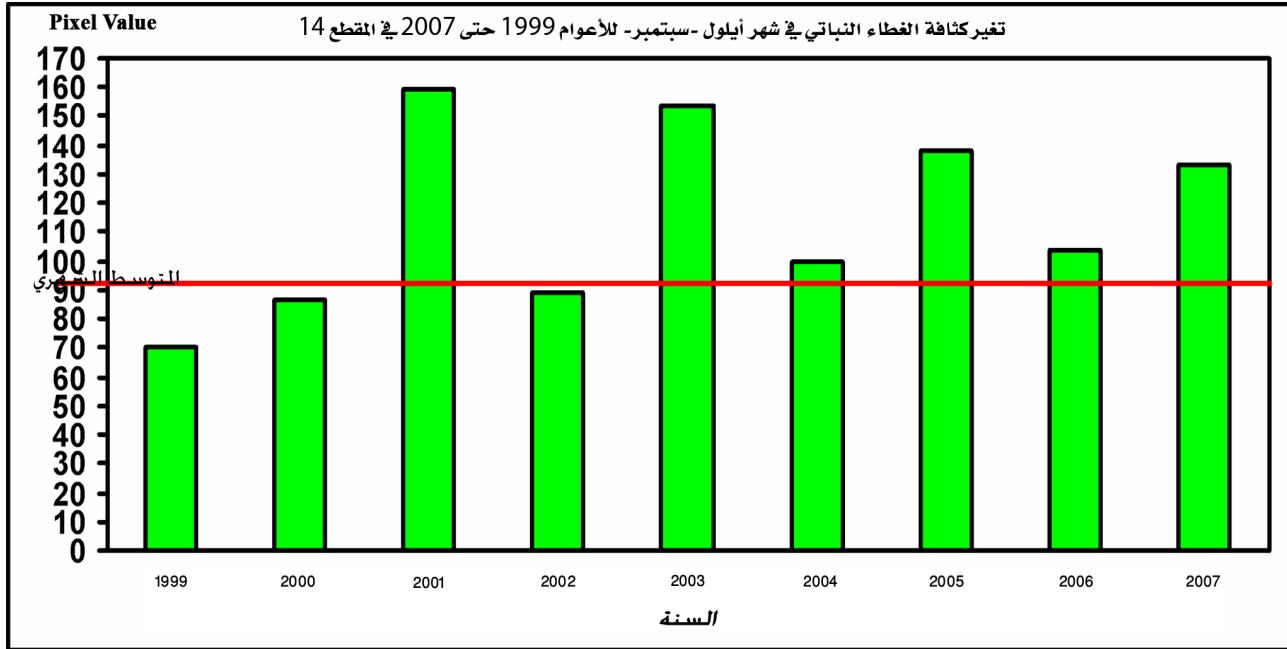
الشكل 58: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 12

المقطع 13: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 65، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في خمس سنوات 1999، 2000، 2002، 2003، 2004 (الشكل 59)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة إلى منخفضة في أغلب السنوات.



الشكل 59: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 13

المقطع 14: بلغ المتوسط الشهري لكثافة الغطاء النباتي في هذا الموقع 92، وكانت كثافة الغطاء النباتي أقل من المتوسط الشهري في عامي 1999، 2000 (الشكل 60)، وكانت أعلى قيمة لها سنة 2001، وبصورة عامة فإن قيم كثافة الغطاء النباتي متوسطة إلى مرتفعة في أغلب السنوات.



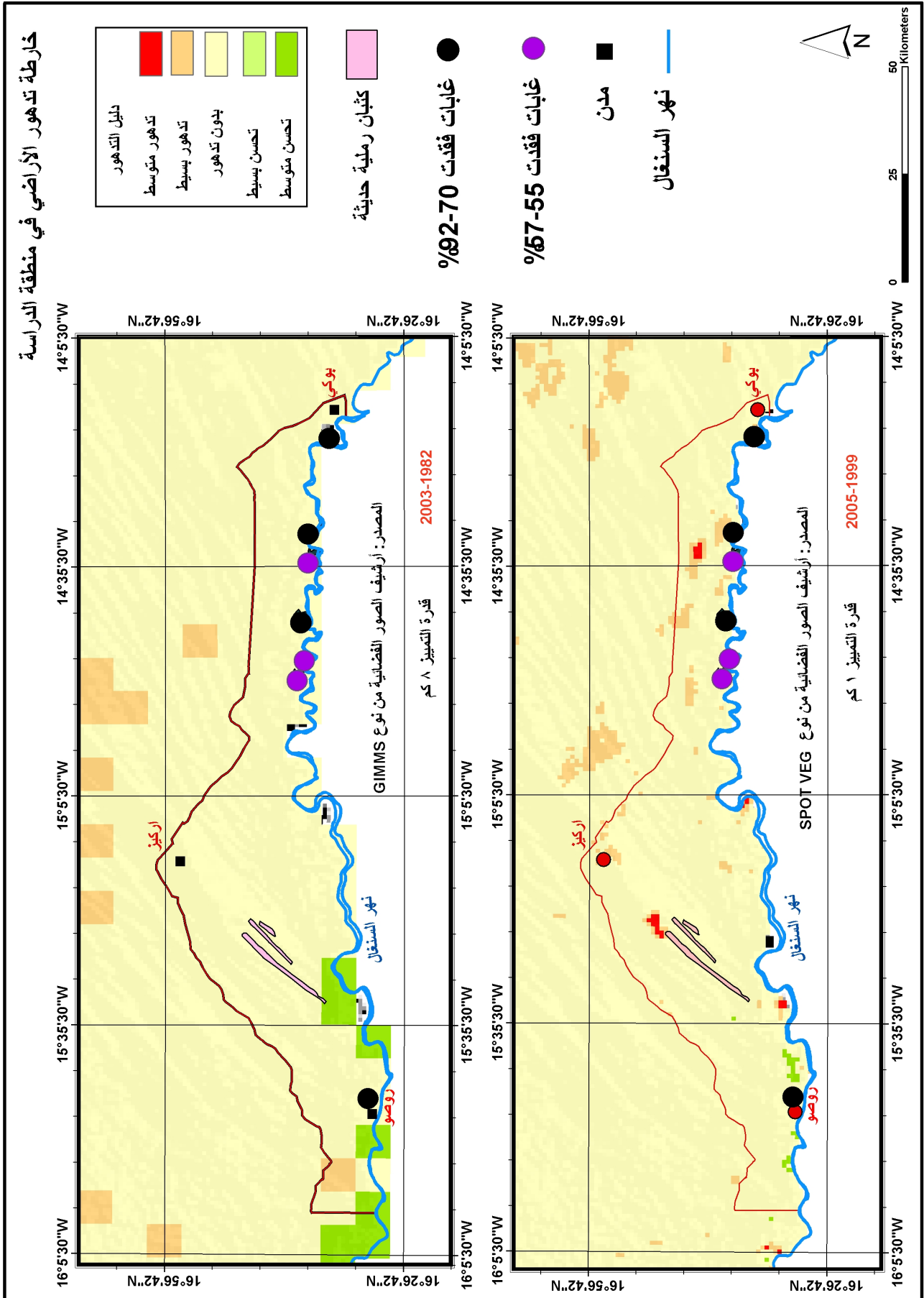
الشكل 60: تغير كثافة الغطاء النباتي لشهر أيلول للأعوام 1999 حتى 2007 في موقع المقطع 14

كما أوضحت مقارنة صور فضائية لاندسات تفصلها أكثر من عشرين سنة أن هناك ظهوراً لبعض الكثبان الرملية الجديدة في منطقة الدراسة، أو تمرداً لبعضها، بالإضافة إلى تقلص كبير لمساحة معظم الغابات في منطقة الدراسة وانخفاض كثافتها، حيث بينت هذه المقارنة زيادة مساحة الكثبان الرملية في منطقة الدراسة بنحو 3872 هكتاراً، أما بالنسبة للغابات فقد أظهرت المقارنة تقلص مساحتها بنحو 2685 هكتاراً (الجدول 16).

الجدول 16 المساحات المتدهورة من غابات منطقة الدراسة

الغابة	المساحة القديمة (هـ)	المساحة الجديدة (هـ)	المساحة المفقودة (هـ)	النسبة المئوية
دار البركة	672	54	618	91.96
سيلبي Silbe	326	45	281	86.2
تونكن Tounguen	814	214	600	73.71
لوبل Lopel	141	40	101	71.63
تسم Tessem	679	294	385	56.7
امبويو Mboyoy	407	178	229	56.26
أولوأولوكو Olo ologo	850	379	471	55.41
المجموع	3889	1204	2685	69.04

وبين (الشكل 61) خارطة تدهور الأراضي في منطقة الدراسة الناتجة عن تحليل أرشيف الصور الفضائية (GIMMS و SPOT VEG) بالإضافة إلى نتائج مقارنة صور لاندسات، كما مر سابقاً.

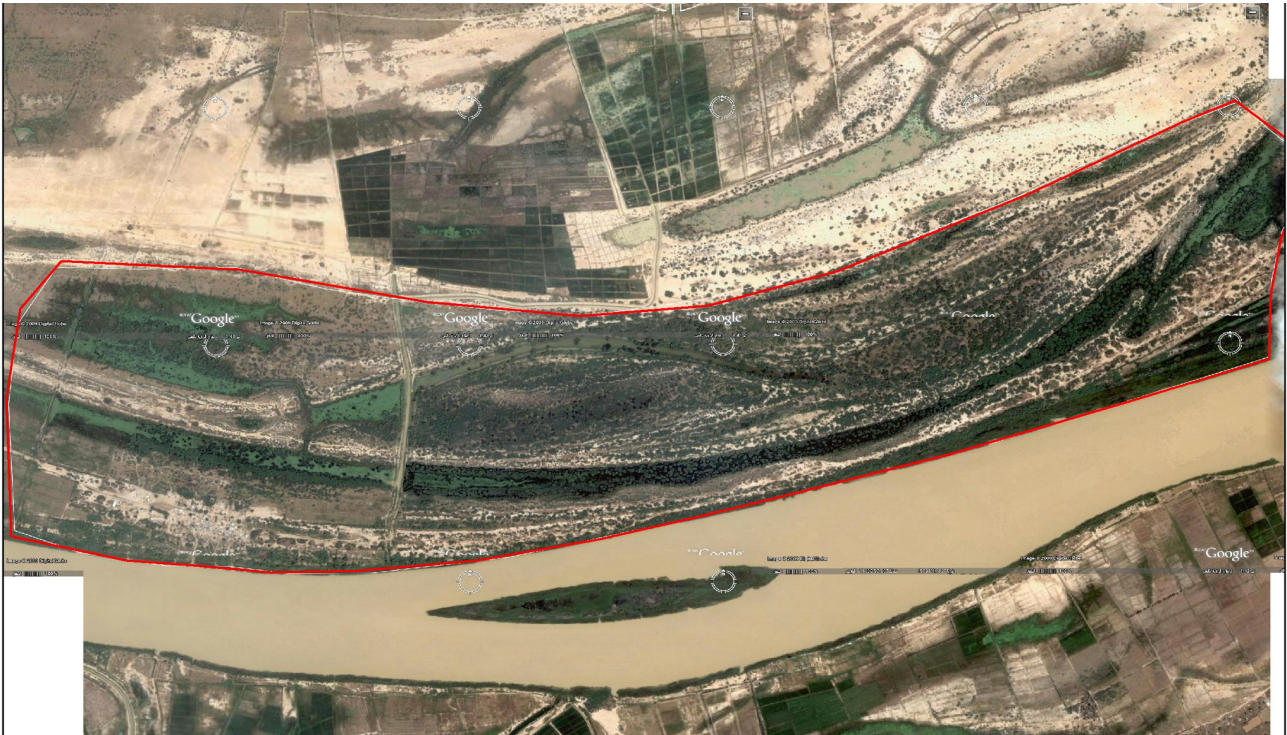


الشكل 61: خارطة تدهور الأراضي

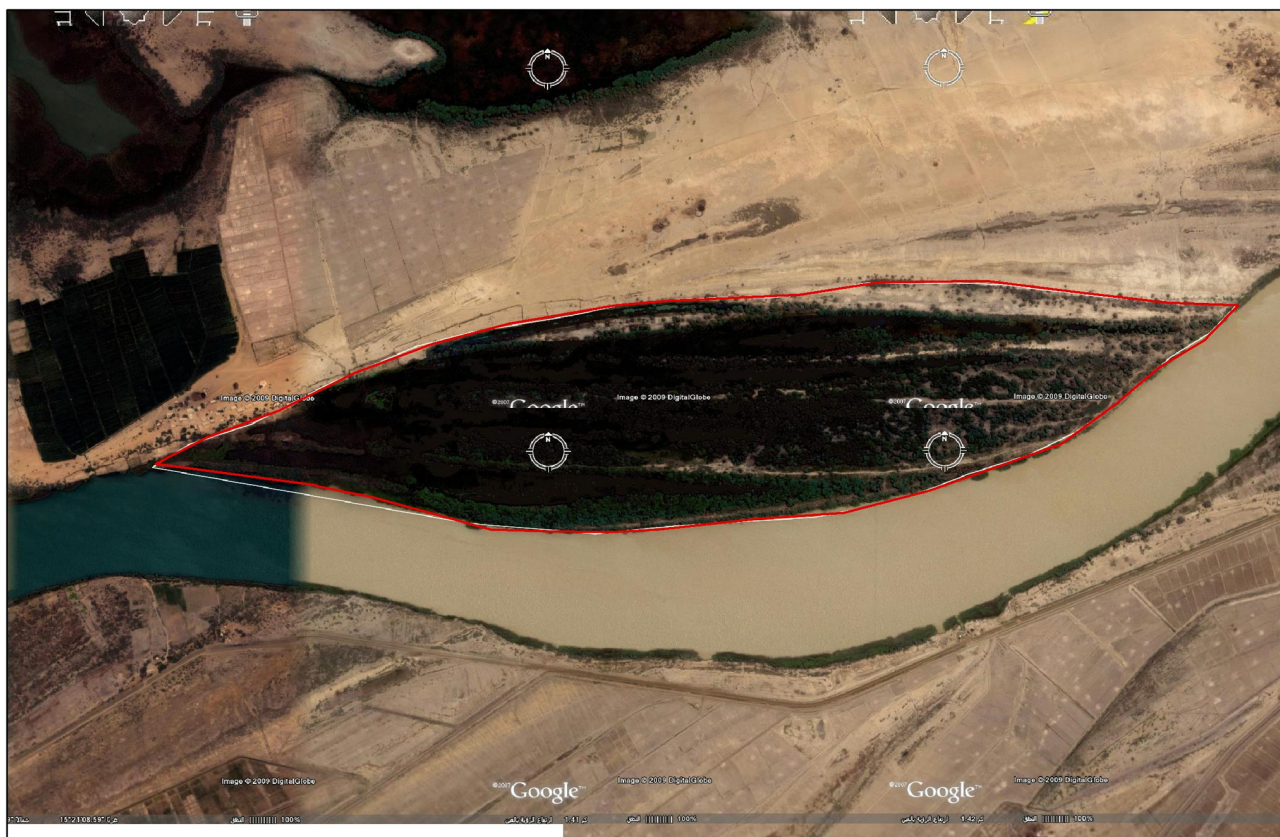
وتعود أسباب هذا التدهور الذي أصاب الغابات إلى زيادة ضغط السكان والماشية عليها خلال سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين نتيجة مدد الجفاف التي عانت منها المنطقة في هذه المدد، حيث تعرضت هذه الغابات للرعي الجائر والتقطيع والتحطيب، وتبين الأشكال (62، 63، 64، 65) الحالة الراهنة لبعض هذه الغابات مأخوذة عن Google Earth.



الشكل 62 غابة تونكن Tounguen



الشكل 63 غابة سيلبي Silbe



الشكل 64 غابة لوبل Lopel



الشكل 65 غابة امبويو Mboyo

6. الاستنتاجات والتوصيات

حيث أن الوحدات الفيزيوغرافية التي تم فصلها هي الأساس للخرائط المعدة للتربة واستعمالات الأراضي، لذلك تم مناقشة أهم الاستنتاجات والتوصيات لكل وحدة فيزيوغرافية على حده.

1.6 السهل الفيضي

أ- الوصف العام: يُشكل نحو 48.75 % من منطقة الدراسة، تتبع تربة هذه الوحدة بشكل أساسي لتحت المجموعة Typic Torrifluvents وترافقها في المناطق القريبة من الدلتا تحت المجموعة Typic Haplosalids.

وتأخذ استعمالات الأراضي في هذه الوحدة التوزيع الآتي:

- الزراعة المطرية والفيضية تُمثل نحو 65.45 % من مساحة هذه الوحدة.
- الزراعة المروية تُمثل نحو 11.57 % من مساحة هذه الوحدة.
- التجمعات المائية المؤقتة وتفرعات نهر السنغال تُمثل 9.90 % من مساحة هذه الوحدة.
- المراعي تُمثل 6.25 % من مساحة هذه الوحدة.
- الغابات تُمثل 1.63 % من مساحة هذه الوحدة.
- المدن تُمثل 1.95 % من مساحة هذه الوحدة.
- السبخات تُمثل 0.24 % من مساحة هذه الوحدة.

يتوزع المتوسط العام لكثافة الغطاء النباتي (أرشفيف 1999-2007 SPOT Vegetation) كما يلي:

- **منخفض جدا:** تبلغ نسبته نحو 45.95 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **منخفض:** تبلغ نسبته نحو 37.76 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **متوسط:** تبلغ نسبته نحو 12.92 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **عالي:** تبلغ نسبته نحو 2.62 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **عالي جدا:** تبلغ نسبته نحو 0.77 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.

ب- **المشاكل:** تُظهر نتائج توزيع كثافة الغطاء النباتي إنخفاضاً واضحاً لكثافة الغطاء النباتي في هذه الوحدة على الرغم من أنها الوحدة الأساسية للإنتاج الزراعي في منطقة الدراسة، ويعود هذا الانخفاض إلى أسباب ومشاكل عديدة يمكن أن نلخصها فيما يلي :

- انتشار الآفات الزراعية بصورة كبيرة وخاصة؛ الطيور والجراد والأعشاب الضارة وغيرها والتي تقضي على جزء كبير من الإنتاج الزراعي في هذه الوحدة.
- تعدي الحيوانات البرية والأليفة على الأراضي الزراعية.

- سوء إدارة المورد المائي حيث تعتمد هذه الوحدة على الزراعتين المطرية والفيضية على الرغم من توفر المياه الكافية للري في أغلب أراضي هذه الوحدة.
- ضعف البنية التحتية الزراعية، ونظم المعاملات والخدمة المزرعية، ولجوء المزارعين إلى زراعة أصناف ذات إنتاجية ضعيفة، والاعتماد في الغالب على بذور المحصول السابق.
- عدم إتباع دورات زراعية.
- مظاهر التملح التي ظهرت في بعض المناطق خاصة مع انحسار الفيضانات السنوية.
- تأثر مساحات كبيرة من المناطق المزروعة بزحف الرمال المحيطة بها، حيث أظهرت مقارنة صور فضائية لاندسات تفصلها أكثر من عشرين سنة أن هناك ظهوراً لبعض الكثبان الرملية الجديدة في هذه الوحدة بلغت مساحتها 3872 هكتاراً.
- تراجع مساحات الأشجار الحراجية والغابات، حيث أظهرت مقارنة صور فضائية لاندسات تفصلها أكثر من عشرين سنة تقلصاً لمساحة الغابات خلال الفترة بمساحة بلغت نحو 2685 هكتاراً.
- تعثر العلاقة بين المالك والمستأجر وعدم وجود انتظام في زراعة الأراضي.
- معظم الملاك ليس لهم علاقة بإدارة الأراضي وزراعتها مما يضعف الإستفادة من هذه الأراضي في العملية الإنتاجية ولذلك يجب الوصول لعلاقة أساسها «الأرض لمن يزرعها».
- ضعف نظم الائتمان.
- سوء نوعية مدخلات الإنتاج وعدم توافر الخدمات المزرعية والميكنة الزراعية.
- ضعف الدور الإرشادي.
- سوء خدمات تسويق المنتجات الزراعية.
- عدم استقرار العمالة الزراعية.

ج- التوصيات المقترحة:

- تأمين المستلزمات الزراعية من بذور محسنة وأسمدة وآلات زراعية حديثة .. وغيرها وذلك بأسعار معقولة وبقروض ميسرة الدفع.
- إنشاء بنية تحتية لنظم ري حديثة في مناطق إرشادية بهدف رفع كفاءة عملية الري، وتعميمها لاحقاً في معظم المناطق ليستفيد منها عدد كبير من المزارعين، وتأمين برامج دعم من الدولة لأصحاب الدخول المحدودة.
- مكافحة الآفات التي تعاني منها أراضي هذه الوحدة سواء كانت طيوراً أو جراداً أو أعشاباً ضارة، كما يجب حماية الأراضي الزراعية فيها من الحيوان البرية والأليفة.

- تفعيل دور الإرشاد الزراعي في إظهار أهمية الدورات الزراعية وحث المزارعين على إتباع دورات زراعية مناسبة.
- تبني نظم تعاونية في تسويق المنتجات الزراعية بهدف تقليل المضاربة على أسعار هذه المنتجات ووصولها للمستهلك بسعر وجودة مناسبين.
- تقويم نظم ملكية الأراضي الزراعية بما يتناسب مع طبيعة التكوين الاقتصادي والاجتماعي والإستعمال الأمثل.
- العناية بالغابات وصيانتها وحمايتها من الحرق والقطع.
- تثبيت الكثبان الرملية أو منع زحف الرمال بإتباع تقنيات التثبيت الحيوي والميكانيكي المناسبة.

2.6 الكثبان الرملية

أ- الوصف العام: تُشكل نحو 44.28 % من مساحة منطقة الدراسة، تتبع 64.41 % من تربها لتحت المجموعة Typic Torripsaments، و 35.59 % من تربها عبارة عن كثبان رملية متحركة، وتغطي الكثبان الرملية الثابتة في هذه الوحدة بالنباتات الرعوية في فصل الأمطار.

يتوزع المتوسط العام لكثافة الغطاء النباتي (أرشفيف 1999-2007 SPOT Vegetation) كما يلي:

- **منخفض جدا:** تبلغ نسبته نحو 33.84 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **منخفض:** تبلغ نسبته نحو 62.29 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **متوسط:** تبلغ نسبته نحو 3.59 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **عالي:** تبلغ نسبته نحو 0.20 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- **عالي جدا:** تبلغ نسبته نحو 0.08 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.

ب- **المشاكل:** من أهم المشاكل التي تعاني منها هذه الوحدة

- انخفاض كثافة الغطاء النباتي وتدهور المراعي.
- زحف الرمال.
- شح المياه.

ج- التوصيات المقترحة: يجب العناية بهذه الوحدة كونها محاذية للسهل الفيضي ولبحيرة اركيز، وذلك عن طريق:

- تثبيت كثبانها الرملية ومنع زحفها بإتباع تقنيات التثبيت الحيوي والميكانيكي المناسبة.
- إدارة المراعي مما يحفظ ويحمي غطاءها النباتي.
- تنمية الغطاء النباتي من خلال:
- إنشاء مشاتل لشتول وبذار أفضل الأنواع الرعوية المنتشرة في المنطقة.
- إدخال أصناف جديدة تناسب ظروف المنطقة.
- تفعيل عمليات نثر البذار ونظم حصاد المياه.

3.6 منخفض بحيرة اركيز

أ- الوصف العام: يُشكل نحو 1.89 % من مساحة منطقة الدراسة، تتبع ترب هذه الوحدة لتحت المجموعة Vertic Torrifluvents، قبل سنة 2000م كانت تزرع كلها فيضياً، إلا أنه منذ إنشاء سد «أكويليد» وإدارته، فقد تم منع المياه من الوصول إلى جزء كبير من البحيرة، علماً بأنها كانت تَغمُر كل البحيرة في موسم الفيض، أما الآن فإن نحو 13.55 % منها تزرع بالأرز، والباقي غير مستعمل في الزراعة منذ ذلك التاريخ.

يتوزع المتوسط العام لكثافة الغطاء النباتي (أرشفيف 1999-2007 SPOT Vegetation) كما يلي:

- منخفض تبلغ نسبته نحو 42.65 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- متوسط تبلغ نسبته نحو 44.76 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- عالي تبلغ نسبته نحو 11.89 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.
- عالي جداً تبلغ نسبته نحو 0.70 % من مساحة الوحدة الفيزيوغرافية.

ب- المشاكل: تعاني هذه الوحدة العديد من المشاكل منها:

- نحو 64.45 % من مساحتها خارج الإنتاج الزراعي بسبب عدم توفر المياه.
- انتشار الآفات الزراعية بصورة كبيرة وخاصة؛ الطيور والجراد والأعشاب الضارة وغيرها والتي تقضي على جزء كبير من الإنتاج الزراعي في هذه الوحدة.
- تعدي الحيوانات البرية والأليفة على الأراضي الزراعية.
- تملح بعض تربها.

- زراعة أصناف ذات إنتاجية ضعيفة، والاعتماد في الغالب على البذور التي يبقوها المزارعين من إنتاجهم.
- عدم إتباع دورات زراعية، حيث أن المحصول الوحيد الذي يزرعها فيها حالياً هو الأرز.
- ملكية الأراضي لغير الفلاحين.
- قرب هذه الوحدة من الكثبان الرملية وبالتالي فهي معرضة لزحف الرمال.

ج- التوصيات المقترحة:

- تأمين المستلزمات الزراعية من بذور محسنة وأسمدة وآلات زراعية حديثة .. وغيرها وذلك بأسعار معقولة وبقروض ميسرة الدفع.
- التعجيل باستكمال بنية نظم الري الحديثة، الذي وافق البنك الإسلامي للتنمية على تمويل إقامتها منذ أكثر من سنتين ولم يبدأ تنفيذها بعد.
- مكافحة الآفات التي تعاني منها أراضي هذه الوحدة سواء كانت طيوراً أو جراداً أو أعشاباً ضارة، كما يجب حماية الأراضي الزراعية فيها من الحيوان البرية والأليفة.
- تفعيل دور الإرشاد الزراعي في إظهار أهمية الدورات الزراعية وحث المزارعين على إتباع دورات زراعية مناسبة.
- تبني نظم تعاونية في تسويق المنتجات الزراعية بهدف تقليل المضاربة على أسعار هذه المنتجات ووصولها للمستهلك بسعر وجودة مناسبين.
- تقويم نظم ملكية الأراضي الزراعية بما يتناسب مع طبيعة التكوين الاقتصادي والاجتماعي والاستعمال الأمثل.
- تثبيت الكثبان الرملية او منع زحف الرمال بإتباع تقنيات التثبيت الحيوي والميكانيكي المناسبة.

المراجع

- أبونقطه، فلاح. 2004. أساسيات في علم التربة. مطبوعات جامعة دمشق.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 1995. تقرير عن حالة التصحر والأحزمة الخضراء في الجمهورية الإسلامية الموريتانية.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة (أكساد)، 2004. تقرير مشروع مسح الموارد الطبيعية في البادية السورية.
- المركز العربي لدراسات المناطق الجافة (أكساد)، 2004. موسوعة حالة التصحر في الوطن العربي (دراسة محدّثة).
- المؤسسة العامة للتعليم والتدريب المهني، 2005، نظم المعلومات الجغرافية، الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج، المساحة، رقم الإيداع 213 مسح، المملكة العربية السعودية. 146 صفحة.
- ديديه كارتيه، 1990. جيولوجية موريتانيا. ترجمة الدكتور فؤاد العجل، منشورات المعهد التربوي الوطني، وزارة التهييب الوطني، الجمهورية الإسلامية الموريتانية.
- لولو، عبد الرحيم 1999. البرنامج المشترك لتطوير استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في التنمية الزراعية، منشورات الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، سوريا.
- لولو، عبد الرحيم 2001. تقنيات الاستشعار عن بعد واستخدامها في رصد وتقويم الموارد الزراعية، منشورات الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، سوريا.
- لولو، عبد الرحيم 2003. نظم تصنيف استعمالات الأراضي المستخدمة في تقنيات الاستشعار عن بعد، منشورات الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، سوريا.
- Acreman, M.C. & Hollis, G.E. 1996 (Eds.). Water management and wetlands in sub-saharan Africa, IUCN, Gland and Cambridge, 249 pp.
- ACSAD/GTZ, 2007. Desertification monitoring and assessment in the arab word using satellite imageries between 1982 and 2005. ACSAD desrtification bulletin.
- Baba, M.L. ould & Hamerlynck, O. 1997. Water management in the Senegal river delta. IUCN Wetlands Newsletter 15: 8-12.

- Baillargeat, J. 1964. Hydrologie du Delta du Sénégal. Rive droite du fleuve. Rapport de synthèse des campagnes 1961, 62, 63, entre Rosso et Saint Louis. Sogréah, Grenoble pp.
- Baumer, M. et Séne, E.H.M. 1995. Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale. Dakar.
- Bellion, y. 1987. Histoire geodynamique post-paleozoique de l'afrique de l'ouest d'après l'étude de quelques bassins sédimentaires (Sénégal, taoudeni, tchad).
- Carter, D, B. 1998. Analysis of Multi resolution Data Fusion Techniques, MSc.Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State Univ., Blacksburg, Virginia, p54.
- Cheikh, A.W. Ould & Diop. Colas, F. 1997. Les populations de la zone sud du littoral mauritanien. (éd. scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 163- 168.
- Cheikhna, Ould Mbare. 1995. Rapport national sur la gomme arabique en Mauritanie. Nouakchott. FAO.
- Chouaib, Ould Abdallahi et Ould Merzoug. 1995. Etude sur la gestion et la préservation de l'environnement en Mauritanie. PNUD/MPLan/DRH. Nouakchott.
- Diagana C. H. 1997. Premières observations sur l'écologie du peuplement ichthyologique de la zone inondée et de l'estuaire du Parc National du Diawling (Mauritanie). In: Colas, F. (éd. scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 135- 142.
- Diawara, Y. 1997. Formations morphopédologiques et les unités floristiques du bas-delta mauritanien. In: Colas, F. (éd. scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 47- 52.
- El Hacen, M. Ould, Baba, M.L. Ould & Hamerlynck, O. 1997. Le Chatt Boul, site menacé. UICN réseau ouest-africain de planification côtière, Bubaque Guinea Bissau. 6 pp.

ESRI, 2002, what is Arc GIS?, Redland, USA.

ESRI, 2006, Manual of ARCGIS, version 9.2, USA.

Fatale, L., 2004, Topographic Engineering center shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) study, US Army corps of engineers, Engineer Research & Development center.

FAO, 1990. Guidelines for Soil Description, 3rd Edition (Revised), Soil Resources, Management and Water Development Division.

Fontes. J. 1985. Evaluation des ressources forestières en Mauritanie. Situation 1980-1985.

Gac, J.Y., Kane, A. & Monteillet, J. 1982. Migrations de l'embouchure du fleuve Sénégal depuis 1850. Cah. ORSTOM, sér. Géol. XII, N° 1, 1981-1982: 73-75.

Geerling, C. 1982. Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéens. GTZ.

Hamerlynck, O. 1996. Plan de Gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique 1996-2001. UICN PND, Nouakchott 63 pp.

Hamerlynck, O., Samba E.ould, Messaoud B.ould & Diagana, C.H. 1997. Valeurs ornithologiques du bas-delta mauritanien. In: Colas, F. (éd. scient.). Environnement et littoral mauritanien. Actes du colloque, 12-13 juin 1995, Nouakchott, Mauritanie. CIRAD, Montpellier: 57- 63.

Jackson, M. L., 1967, " Soil Chemical Analysis", Prentice hall of India Private ltd. New Delhi.

Kilmer, V.J. and Mullins, J.F. 1954. " Improved Stirring and Pipetting Apparatus for echanical Analysis For Soils". Soil Sci. 77:437-441

Labrecque, J.,L., Paylor, E., Balk ,D., Chan ,R., Grava, S., Miller ,R., small, C., wannebo, A., Williams, C., Yetman, G., Blom, R., Houshmand, B., kim,Y., Neuman, G., Nghiem, S., Rodriguez, E., vanzy, J., Deichman ,U., Sutton ,P., C., 2003, Global Infrastructure: the

potential of SRTM Data to break New Ground.

Lillisand, T.M. and kiefer, R.W., 2000, Remote sensing and Image Interpretation, John wiley and sons Inc., 6th Ed., Canada 721p.

Lindsay, W.L.and Norvell, W. A., 1978. “ Development of DTPA” Soil Sci. Soc. AM.J. Vol. 42.

Liu, J., G., 2000, Evaluation of Landsat-7 ETM+ Panchromatic Band for Image Fusion with Multispectral Bands, Natural Resources Research, Vol. 9, No. 4, p269-276.

MDRE/DEAR. 1997. Programme sous-régional de mise en valeur des ressources génétiques des ligneux à usages multiples - Projet pour la mise en valeur des ressources génétiques des ligneux à usages multiples en Mauritanie. Nouakchott

Meenakshisundaram, V., 2005, Quality Assessment of Ikonos and Quickbird Fused Images for Urban Mapping, Univ. of Calgary, USGE, Rep. No.20224, p 107

Michel, P. 1973. les bassines des fleuves senegal et gambie, mem, ORSTON., n 63.35.3T. 743 P

Michel, P., Barusseau, J. P., Richard, J. F. & Sall, M. (éds.) 1993. L'après barrage dans lavallée du fleuve Sénégal. Ministère de la Coopération et du Développement. Presses Universitaires de Perpignan.

Monteillet, J. 1988. Environnement sédimentaire et paléoécologie du Delta du Sénégal au quaternaire: évolution d'un écosystème fluvio-marin tropical au cours des derniers cent mille ans. Laboratoire de recherche de sédimentologie marine. Université de Perpignan- Thèse de Sciences Naturelles. 267 pp.

Nelson, R.E. 1982. “ Carbonates and Gypsum”. In Methods of Soil Analysis, Part 2, pp. 181-198. American Society of Agronomy, Inc., Medison, Wisconsin, USA.

Olsen, S.R., 1954. “ Estimation of Available Phosphorous in Soils by extraction with Sodium Bicarbonate”. USDA, Circ. 939.

- Ouattara, T., Couture, R., Bobrowsky, P.T., and Moore, A., 2004, Remote Sensing: Theory and Principles, Geological Survey of Canada, Open File 4542, p 102.
- Ould Kankou, Mohamed Ould Sid'Ahmed. 2004. Vulnérabilité Des Eaux Et Des Sols De La Rive Droite Du Fleuve Senegal En Mauritanie – Etude En Laboratoire Du Comportement De Deux Pesticides. Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de Limoges, Université De Limoges, Ecole Doctorale Science – Technologie – Santé.
- Ould Mohamedou, Abdallahi. 1998. Contribution à l'étude de l'environnement du parc national du diawling (Mauritanie). Eaux, sols, végétations. UN. Nice-Sophia Antipolis.p9-20.
- PNUD/FEM. 1997. Réhabilitation des terres dégradées de la zone transfrontalière de la Mauritanie et du Sénégal à travers l'établissement d'une Ceinture verte tout en améliorant le potentiel de piégeage du carbone. Programme de Coopération Régionale. Mauritanie/Sénégal. Dakar.
- Reizer, C. 1997. Contribution à l'étude hydrobiologique du bas-Sénégal: Premières recommandations d'aménagements halieutiques. Centre Technique Forestier Tropical. 142 pp.
- Rhoades, J. D. 1982. "Soluble salts" Methods Of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Agronomy series no. 9, ASA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Siderius, W.1987. Selected Readings in Land Evaluation , Part 1, Rating of soil derived land qualities, ITC, publications SOL 31
- Soil Survey Manual, 1993. Soil Survey Division Staff. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.
- Soil Taxonomy, 1999. "Keys to Soil Taxonomy". Soil Survey Staff, USDA, Washington, USA.
- Sougy, J. 1960. les séries précambriennes de la Mauritanie nord-orientale (A, O, F). P.59-68.

- Stoner, E.R. and Baumgardner, M.F. 1980. Physico-chemical, site and bidirectional reflectance factor characteristics of uniformly moist soil. LARS technical report No.111679, west lafayette, IN, USA, Purdue Univ.
- Thiaw, I et Hadya, K. 1991. Rapport National de la Mauritanie, Congrès Mondial des Parcs Nationaux et aires protégées. DPN.
- Tricart, J. 1961. Notice explicative de la carte géomorphologique de delta du Sénégal. Mémoires du bureau de recherches géologiques et minières. 137 pp.
- Trompette, R. 1973. le precambrienne superieur et la paleozoique infrieur de l adrar de mauritanie. Un exemple de sedimentation de craton . etude stratigraphique et sedementologique. Trav. Lab. Sci. Terre, st-jerome. Marseille, serie B. n 7, P 215-573.
- Van Maydell, H.J. 1981. Arbres et arbustes du Sahel - Caractéristiques et utilisations . GTZ,Hambourg.
- Van Wetten, J., Cheikhnaould Mbaré, Binsbergen, M. et Van Spanje, T. 1990. Zones humides du Sud de la Mauritanie. RIN
- Wang, Z., Ziou, D., Armenakis, C., Li, D., and Li, Q., 2005, A Comparative Analysis of Image Fusion Methods, IEEE Transaction on Geoscience and remote sensing, volume 43, NO. 6, PP, 1391-1402
- Wolff , F 1996. Mauritania. In: Bosse H-R, Gwosdz W, Lorenz W, Markwich, Roth W and F Wolff (eds.) Limestone and dolomite resources of Africa. Geol. Jb., D, 278-286.
- Zinck, J.A. 1997. "Physiography and Soils".ITC lecture note, K6 (SOL 41).

المواقع الإلكترونية

- FAO. SMIAR. 1996. Mauritanie: zones de cultures [html]. Retrieved from the World Wide Web, April 2005. <http://www.fao.org/giews/french/basedocs/mau/maucul1f.stm>
- FAO. 1998. Country profiles and mapping system: Mauritania: livestock bovines. Rome:FAO. <http://www.fao.org/countryprofiles/Maps/MRT/13/lb/index.html>
- FAO. 2000a. Forestry Department. Country file: Mauritania: ecological zones [html]. Retrieved from the World Wide Web, April 2005. <http://www.fao.org/forestry/foris/webview/forestry2/index.jsp?siteId=5081&sitetreeId=18307&langId=1&geoId>.
- FAO. 2000b. Forestry Department. Country Profiles: forest area statistics: Mauritania. <http://www.fao.org/forestry/foris/webview/forestry2/index.jsp?siteId=5621&sitetreeId=22027&langId=1&geoId=69>.
- NOAA/ Climate Prediction Center Precipitation Climatology 2006, (1971-2000).. <http://www.cpc.ncep.NOAA.gov>.
- Organization for the Development of the Senegal River (OMVS). 2003. "Senegal River Basin, Guinea, Mali, Mauritania, Senegal." In Water for people water for life: a joint report by the twenty-three UN agencies concerned with freshwater, pp. 450–461. New York: UNESCO Publishing. 576p. http://www.unesco.org/water/wwap/case_studies/senegal_river/sen.