



Avril 2015

- **The relationship between changes in the irrigated agriculture and the groundwater changes using remote sensing techniques in the north-west Libya**
- **Evaluation and Improvement of Center-Pivot Irrigation Systems**
- **Lutte contre la désertification des écosystèmes steppiques : Effet de la mise en défens et de l'introduction de l'Atriplex canescens sur le sol et l'état de sa surface dans la steppe Algérienne.**
- **Exploitation de l'eau pour l'abreuvement du cheptel des petits ruminants dans les régions arides Tunisiennes**

• **تأثير مجتمعات المانجروف في جزيرة السودان غرب المملكة العربية السعودية دراسة حالة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد**

• **دراسة تأثير الرضحي ومراقبة التمدد في منطقة الرطوبة الساحلية الأبنجار باستخدام RS & GIS**



summary

- **The relationship between changes in the irrigated agriculture and the groundwater changes using remote sensing techniques in the north-west Libya p:1**
Dr. Tarek Elawed
- **Evaluation and Improvement of Center-Pivot Irrigation Systems p:8**
Dr. Khalid Adel Abdelrazaq
Saif Hameed Alkatb
- **Lutte contre la désertification des écosystèmes steppiques : Effet de la mise en défens et de l'introduction de l'Atriplex canescens sur le sol et l'état de sa surface dans la steppe Algérienne. p:14**
AMGHAR Fateh° et KADI-HANIFI Halima°°
- **Exploitation de l'eau pour l'abreuvement du cheptel des petits ruminants dans les régions arides Tunisiennes p:19**
Amor GADDOUR,
Mouldi ABDENNEBI
Sghaier NAJARI



- **تدهور مجتمع المانجروف في جزيرة السودة غرب المملكة العربية السعودية دراسة حالة باستخدام تقنية الإستشعار عن بعد p:23**
إبتسام حسن عبد الرحمن عواري

- **دراسة تدهور الأراضي ومراقبة التصحر في منطقة الرطبة محافظة الأنبار باستخدام RS & GIS p:43**
أ.م.د. عبد صالح فياض الدليمي *
أ.د. وديد فوزي عريان *
م.د. مشتاق احمد غربي *

مجلة منشورات علوم جغرافية : مجلة علمية دولية محكمة تصدر بصفة دورية عن الاتحاد الاوروعربي للجيوماتيک تهتم بنشر العلوم والبحوث والدراسات المتخصصة في مجال الجغرافيا و نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد و العلوم ذات العلاقة. تقبل المجلة النشر في مختلف المجالات و الميادين العلمية ذات البعد الجغرافي و البيئي و مختلف العلوم و التطبيقات ذات العلاقة، بلغات مختلفة.

-رقم الايداع : تضمين عدد 58556 بتاريخ 13/11/2012 وزارة العدل رئاسة المحكمة الابتدائية بتونس 1 وفقا لاحكام 18 من المرسوم عدد 115 لسنة 2011 المؤرخ في 2/11/2011
-الرقم الدولي عددISSN2286-5454

مجالات النشر بالمجلة: تقبل جميع البحوث و الدراسات و اوراق العمل و المقالات للنشر بالمجلة ضمن التخصصات العلمية التالية:
1- تكنولوجيا الجيوماتيک و تطبيقاتها المختلفة /- نظم المعلومات الجغرافية/الخرائطية / الصور الجوية/الصور الفضائية/أنظمة التموقع عبر الأقمار
2-العلوم الجغرافية / الجغرافية الزراعية،الجغرافيا السكانية/المدن/ التنمية/الجغرافيا الصناعية،البشرية،الحيوية.....
3-علوم المياه و التربة
4-دراسات علم المناخ و التغيرات المناخية و التصحر و الصحراء و الكوارث الطبيعية

5-الجيولوجيا و الجيومورفولوجيا
6-علوم البحار و المحيطات و المسطحات المائية
7-التحطيط الحضري و العمراني
8-النقل و التنقل
9-الدراسات البيئية
10-الدراسات السياحية و الاركولوجية
11-الدراسات و المقالات المجتمعية و الدراسات السكانية و البشرية. بالإضافة إلى مختلف الدراسات و المقالات العلمية ذات العلاقة بمجالنا الترابي إقتصاديا و إجتماعيا و بشريا و ثقافيا و مختلف المجالات ذات العلاقة بالعلوم الجغرافية و الجيوماتيک و تطبيقاتهما المختلفة

قواعد النشر في المجلة

التحكيم:

• تخضع جميع البحوث و الدراسات و كل ما يراد نشره في المجلة للتحكيم العلمي من قبل لجنة علمية تتكون من الأكاديميين و الكفاءات العلمية المتخصصة عربيا و دوليا .
• تنظر هيئة التحرير في البحوث الواردة إليها لإبداء رأيها الأولي بإحالتها إلى التحكيم من عدمه.
• يتم إخبار الباحث بتسلم البحث الذي قدمه للمجلة.
• يرسل البحث المرشح للنشر إلى ثلاثة محكمين دون ذكر اسم الباحث أو الباحثين.
• تنشر البحوث الموافق عليها من قبل محكمين اثنين وفقا لتاريخ قبولها النهائي.
• عند قبول البحث للنشر من دون ملاحظات تستكمل إجراءات النشر.
• عند ورود ملاحظات على البحث يعاد إلى مؤلفه برفقة الملاحظات لغرض التعديل قبل النشر.
• لا يتم القبول النهائي بالنشر إلا بعد إجراء التعديلات التي يقترحها المحكمان.
• يتحمل المؤلفون و حدهم مسؤولية محتوى بحوثهم و ما يرد فيها من آراء قد لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر فريق العاملين بالمجلة.

شروط النشر:

- يجب ان يتسم البحث بالأصالة و الابتكار و الجدية وفقا للمناهج العلمية و الموضوعية للتأليف.
- أن لا يكون البحث قد سبق نشره في دورية أخرى.
- أن يستوفي شروط التحكيم الأكاديمي و الأمانة العلمية.

تعليمات النشر:

- يقدم الباحث ملخصا لبحثه باللغتين: اللغة الأصلية للبحث و لغة أجنبية ثانية من لغات النشر بالمجلة في حدود صفحة للملخصين.
- تقدم البحوث و الدراسات عبر البريد الإلكتروني أو نسخة مسجلة على حامل رقمي أو قرص مضغوط.
- تُرقيم الهوامش و الحواشي التوضيحية بالتسلسل حسب ورودها في البحث و في أسفل الصفحة .
- يُشار إلى المراجع في المتن باسم المؤلف و سنة النشر و ورقم الصفحة بين قوسين.
- إذا زاد عدد المؤلفين على اثنين يكتب اسم الأول في النص في حين تكتب الأسماء كاملة مهما بلغ عددها في قائمة المراجع النهائية.
- توثق المراجع و المصادر في قائمة واحدة في نهاية البحث و ترتب ترتيباً هجائياً حسب الألقاب.
- يتبع في قائمة المصادر الترتيب التالي : لقب المؤلف ثم الاسم الاول للمؤلف / سنة النشر/ عنوان المصدر /جهة النشر/ بلد النشر .
- يشار إلى الوثائق و الجداول و الأشكال و الخرائط المعتمدة بأرقام متسلسلة حسب ورودها في متن البحث.
- يتم تثبيت عنوان البحث و اسم الباحث و لقبه العلمي و المؤسسة التي ينتمي إليها في صدارة البحث.
- يقع ترتيب نشر البحوث وفق الاعتبارات الفنية للمجلة لا غيرو يتم النشر الإلكتروني في غضون الشهر من اتمام الاجراءات و قبول البحث او ورقة العمل.
- لا يعاد البحث إلى صاحبه سواً نشر أم لم ينشر.
- كل بحث تم نشره بالمجلة يصبح من حقوقها المحفوظة ولا يجوز لصاحبه إعادة نشره لدى جهة أخرى.

الادارة و ادارة التحرير

- ادارة المجلة

- المدير المسؤول : د.محمد العياري
 - رئيس التحرير : الاستاذ المهندس زهير الجيد
 - مدير التصميم : الاستاذ المهندس حلمي اللموشي
- سياسة المراجعة و التحكيم :
- تعتمد المجلة على شبكة من الاكاديميين المحكمين عبر العالم و بعد مراجعة البحوث المستلمة يتم احوالها و حسب التخصص الى ثلاث محكمين دوليين لتقييمها و تحكيمها قبل اتخاذ القرار بنشرها

الاتصال:

العنوان البريدي : 112 نهج راضية الحداد 1001 تونس / الجمهورية التونسية

العنوان الإلكتروني المشترك : atigeo_num@yahoo.fr

موقع الواب : www.geosp.net

الهاتف الفاكس : 0021671245692

The relationship between changes in the irrigated agriculture and the groundwater changes using remote sensing techniques in the north-west Libya

Dr. Tarek Elawed

Az Zawia University, Geography department

Az Zawia-Libya

Email: tmelawed@Yahoo.co.uk

1. Introduction :

In the Mediterranean region, groundwater resources are either the main sources of freshwater or are needed to supplement surface water sources. Groundwater constitutes more than 50% of the available water resources in the Mediterranean islands and it is practically the only water resource in the Sahara region extending from Egypt to Morocco. Groundwater exploitation in the region has increased dramatically during the last decade, mainly due to an increase in irrigated agriculture, tourism and industry (EMWIS, 2005).

Libya is a mostly arid and semi-arid, sparsely populated, large North African country. Annual precipitation rates average 200 mm with more than 95% of the country receiving less than 100 mm/year. Evaporation rates are among the highest in the world because of the dry climate, with temperatures exceeding 40°C in some parts of the country (Pallas, 1980). Due to these harsh environmental conditions, over 80% of Libya's population reside along a mild, thin strip on its 1900 km long Mediterranean coast which also contains the country's most fertile lands and its major industrial projects. Significant improvements in the standard of living, because of Libya's vast oil wealth, have resulted in a rapid growth in both population and water consumption rates for domestic, industrial and agricultural purposes. This growth has had a marked impact on the country's water resources, which have suffered serious depletion and deterioration in quality. These impacts, along with recurrent droughts and uneven population distribution, have prompted the search for non-conventional sources, including large water transfer, water desalination, and wastewater recycling and re-use (Abufayed and El-Ghuel, 2001). There are good economic reasons for widespread dependence on groundwater. For rural residents relying on individual wells, groundwater is often the only available water supply, and for many communities it is by far the least expensive option for public water supply systems (Trautmann et al., 1998).

Changes in groundwater availability and/or quality are manifest in changing vegetation patterns, for example, Wadi al-Ajal in the Fazzan region of southern Libya (Brooks et al., 2001).

Remotely sensed images might be used to predict a wide range of Earth surface properties, including both categorical (e.g. land cover) and continuous (e.g. biophysical) properties (Atkinson, 2004). Remote sensing is an attractive source of thematic maps, such as those showing land cover, as it offers a map-like representation of the Earth's surface that is spatially continuous, as well as available at a range of spatial and temporal scales (Foody, 2002).

In this study remote sensing was used to distinguish the change in land cover, and to observe the relationship between a lowering of the groundwater level (groundwater quantity) and the change in irrigated agriculture in an area of NW Libya (southwest Tripoli) which depends on groundwater for irrigation. Satellite data from Landsat Thematic Mapper TM-5 from 1988, 1992, 1996 and 2000 have been used; all the images have been collected at the same time of the year, in the final 10 days of August. Supervised classification techniques have been applied to detect the land cover change (agricultural areas) from 1988 to 2000. Additionally, high spatial resolution remotely sensed data from QuickBird (2002) and Spot 5 (2000) were used to assist selection of the training sets and to test the accuracy of the classified images.

2. Study area

The Jeffara Plain is located in NW Libya, where most of the population of Libya live, near to the coastal zone of the Mediterranean Sea, at a latitude of approximately 32°35'N. Rainfall in the region is approximately 100-200 mm per year on average (Pallas, 1980). Ground water data have been collected by the Libyan General Water Authorities (LGWA) from the piezometric wells which are situated in the region. These show that the level of groundwater is becoming lower every year. However, this progressive change in the level could be related to many causes such as less precipitation and excessive pumping of the groundwater which is used for irrigation and/or drinking water. The research area is the northern part of the Jeffara Plain, located near the coastal zone (Figure 1) and covering an area of about 1000 km². The study area is an important region in Libya because it lies between two of the most important cities (Tripoli and El-Zawia), where most of Libya's population reside.

The area contains large tracts of arable land, with many types of trees also grown, such as orange, olive, palm and other fruit trees. All the agricultural activities depend on groundwater supply for irrigation as there is no other source of water. Five areas of interest were selected to identify changes, particularly in the vegetation cover (Figure 2).

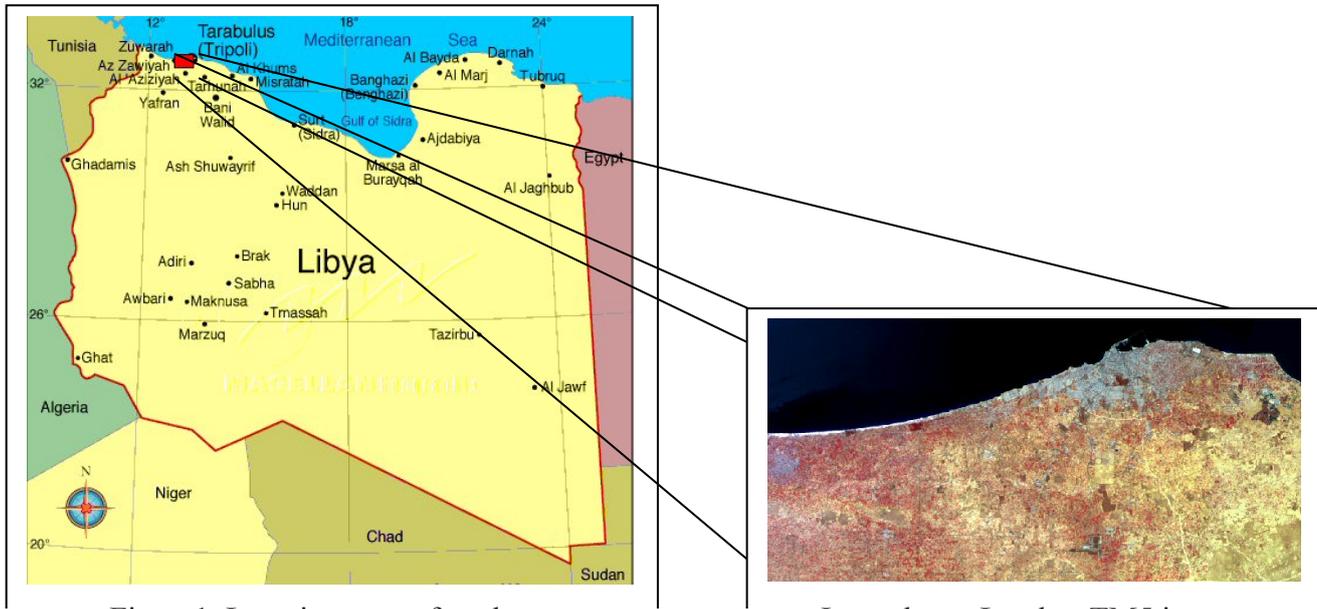


Figure1. Location map of study area.

Inset shows Landsat TM5 image of the study area.

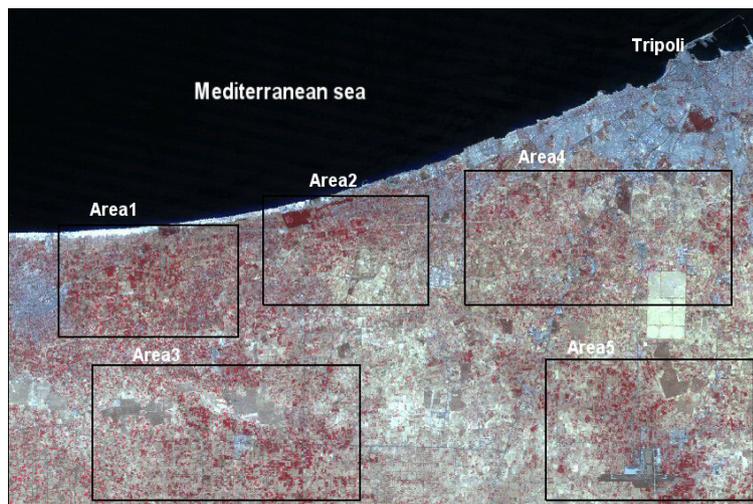


Figure2. Location of the five field study sites within the study area.

3. Data and methodology

The four Landsat TM 5 images acquired in 1988, 1992, 1996 and 2000 were atmospherically corrected and then georectified using a topographic map (scale 1:50000). A supervised classification was then used to classify the images using a land use map as reference for the classes. The classification procedure was used to identify the changes in the land cover which might be related to groundwater level changes during the 12 year period of time.

To assess the accuracy of classified images, high spatial resolution data from QuickBird (2002), Spot 5 (2000) and Spot XS (1987) were used. Finally, a questionnaire survey was used to collect information on individuals' experiences and perceptions of land cover change and groundwater. These, plus results of classified images were linked with groundwater level changes during the same period of time.

4. Pre-processing

4.1. Radiometric and atmospheric correction: Atmospheric correction is a required step for any applications, particularly those that try to extract information from temporal remotely sensed data (Mausel et al., 2002 and Chen et al., 2005). Images used for this project were supplied by the United States Geological Survey (USGS) at a single level of processing known as systematic correction. Two steps have been followed to achieve the radiometric and atmospheric correction in this study. Firstly, apparent at-satellite radiance (LSAT W m⁻² sr⁻¹ μm⁻¹) was calculated by using the following equation:

$$L_{SAT} = Gains \times DNs + Biases \quad (1)$$

Where:

LSAT Apparent at-satellite radiance (W m⁻² sr⁻¹ μm⁻¹)

Gains The gradient of transfer function of DN on LSAT

DNs Digital numbers of the image

The second step taken was to atmospherically correct each image using equation (2) developed by Chavez (1996). This estimates the surface radiance on sloping terrain corrected for scattering and atmospheric absorption (W m⁻² sr⁻¹ μm⁻¹):

$$L_T = (L_{SAT} - L_{HAZE}) / \cos(Z) \quad (2)$$

Where:

L_T Surface radiance

L_{HAZE} Path radiance, i.e. DN of dark pixel

Z Solar zenith angle

4.2. Geometric correction and registration

Topographic maps (scale 1:50000) with UTM33 projection (WGS84 datum) were used to georeference the Landsat TM 5 image from 1988 to ensure the same coordinate system. A first order polynomial model was selected as the most appropriate geometric correction model and 20 ground control points (GCPs) were found using clear image features such as roads or cross-sections. The overall root mean square (RMS) error for the correction was less than one pixel and the nearest neighbour technique was used to resample the image. Finally, the other images (1992, 1996, and 2000) were registered individually to the first image (1988) using the same steps, with the (RMS) for each image also being less than 0.5.

5. Supervised classification

Supervised classification was used to classify the Landsat TM data of the study area to identify the change in the land cover during the period from 1988 to 2000. However, the purpose of the classification was to identify those land cover classes that were relevant and likely to be affected by groundwater lowering, rather than to produce a map of all land cover classes present in the area. The Maximum Likelihood (ML) algorithm was used to classify the images into nine selected land cover classes (Table 1) referenced to (CEDEX, Land use map 1981).

Table 1. Classes used to classify the remotely sensed images.

Class	Class explanation
Class1	Olive, Palm, Almond trees (DT)
Class2	Citrus fruits (Orange and Lemon) (CFOF)
Class3	Annual Crops (Cereal, alfalfa, market-gardening, etc) (AC)
Class4	Urban areas (UA)
Class5	Pasture land with natural vegetation (PLNV)
Class6	Sand dunes, sand covered areas and drifted sand

A total of 100-110 training sets were chosen for each image as samples of features on the surface, each training set containing 15-40 pixels. Principal Components analysis was used to help identify some of the vegetation classes that were spectrally similar, to allow training sites to be selected. All the training samples were distributed across the whole study area to capture as much within class variance as possible and to avoid the effects of spatial autocorrelation.

6. Results and discussion

6.1. Accuracy assessment:

Foody, (2002) states that a vital component in land cover classification is accuracy testing, as the range of uses for remotely sensed images increases. To assess and verify the accuracy of the classification results for all remotely sensed images of different dates, 250 points (pixels) were selected randomly for comparison with the same pixels in the high spatial resolution imagery – Quick Bird with 0.60 m spatial resolution, Spot 5 with 5 m spatial resolution and Spot XS 20 m spatial resolution.

Firstly, to assess the classification of the 2000 Landsat TM-5 image, the points were compared with the same points in a Spot 5 image from 2000 and double-checked against the Quick Bird image from 2002. Secondly, the 1996 Landsat TM-5 image classification was compared with the Spot 5 image from 2000 which was the closest date available. Thirdly, the 1992 Landsat TM-5 image classification was compared with the classified 1996 Landsat TM-5 image and 2000 Spot 5 image to measure accuracy. Finally, the 1987 Spot XS image, with a spatial resolution of 20 m, was used to assess the accuracy of the classified 1988 Landsat TM-5 image. Clearly it would have been preferable to have had independent land cover data for each date with which to assess the accuracy of the classified images but such information was not available and the above method was deemed appropriate on this occasion. Overall accuracy and the Kappa statistic were then derived from the error matrices, as shown in Table 2.

Table2 Summary of Landsat classification accuracy (%) for 1988, 1992, 1996 and 2000.

	1988	1992	1996	2000
Overall accuracy	92.32	88.33	94.38	86.29

6.2. Questionnaire survey:

The questionnaire technique was used to acquire information on the change in the groundwater level (quantity) and any link with changing agricultural activities or land cover. Personally administered questionnaires were chosen as the method to collect information from residents (mostly farmers) living in the region of the Jeffara Plain. All the questions asked were related to groundwater and agricultural activities in the area, and designed to identify the state of groundwater and agricultural change and the relationship between them. This information was then used to interpret and explain the results of land cover changes observed from the remotely sensed data in the period from 1988-2000.

6.3. Questionnaire results:

A sample of one hundred questionnaires was supplied randomly to the farmers and other people working for the agriculture ministry and agriculture research centre. With each questionnaire containing fourteen questions, the response rate was 85%. The results of the questionnaire survey highlight many issues regarding groundwater level change and agricultural activities. According to the respondents’ answers, most changes in the agricultural areas related to groundwater level changes, especially in changing health and distribution of trees (orange trees) (Figure 3). Additionally, other indirect impacts linked the groundwater level changes with changes to types of trees and crops grown in the area.



Figure3. Field of orange trees affected by depletion of groundwater.

6.4. Data analysis of land cover change:

After the classification process was complete (Table 3), the change in the extent of classes was visible. This occurred in two ways; either an increase or a decrease between successive dates. Consequently, in some classes (Figure 4), such as Class1, which contains different kinds of trees, the change was an overall increase between 1988 and 1992, then a decrease between 1996 and 2000.

Table3. The results of supervised classification of the images for different dates (area in ha).

	1988	1992	1996	2000
DT	39618	42413	40929	34771
CF-OF	13741	11123	9546	4865
AC	7460	5651	3864	14908
U	10155	14789	14010	18699
PLNV	23503	17118	19186	12946

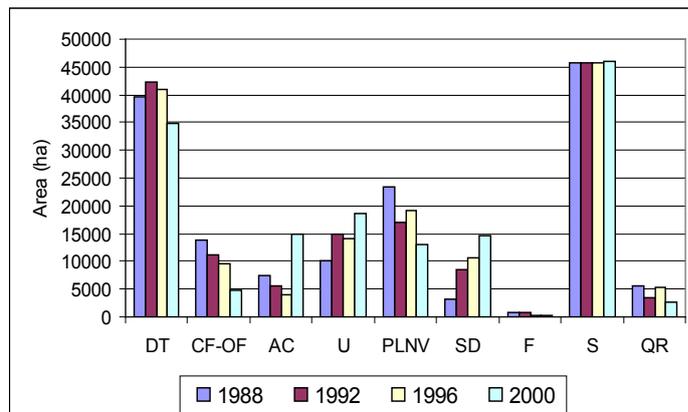


Figure4.

Change of classes 1988, 1992, 1996 and 2000.

The same kind of change was observed with Class2 which contains different kinds of fruits trees, such as citrus fruits, which are the main kind of fruits grown in the area. The study area is quite famous for growing citrus fruits (orange trees) (Library of Congress, 1988). These need a lot of water and therefore most farmers have stopped growing them (questionnaire results). As a result, that the change could be related to the lowering of the groundwater level as shown in the data collected by the LGWA (Figure 5).

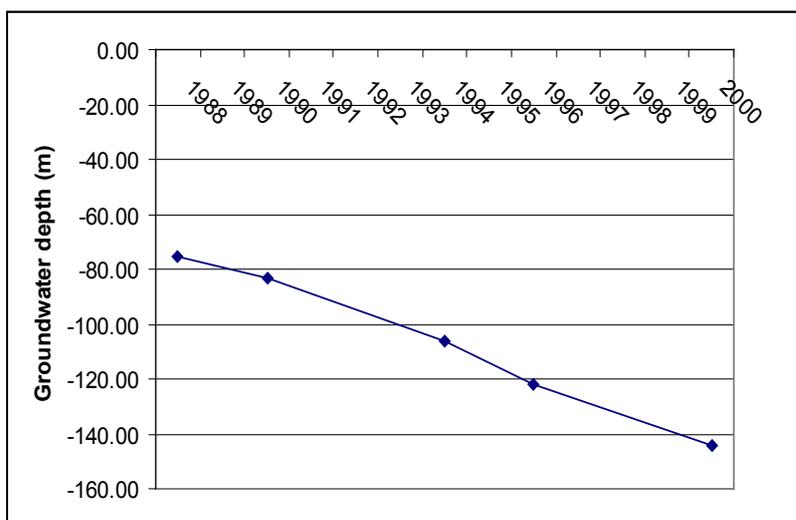


Figure5. Falling groundwater level from 1988 to 2000 for well 1172 Gasr Bin Ghashir (X: 32845, Y: 361385).

Accordingly, from the data presented in Table 4, all the Classes show a decrease in their areal extent. For example, for Classes 1, 2, 5 and 7 the percentage decrease is as follows; 12%, 64%, 44% and 60% respectively from 1988 to 2000. In contrast, Class 3 and Class 4 increased in areas. In relation to Class 3, the increase is likely to have occurred because farmers were using the areas between the trees to grow annual crops or, alternatively, when the orange trees died, those areas were used to grow different kinds of seasonal crops, which need less water to grow (questionnaire results). Also, Class 4 illustrates that the urban areas are expanding every year, reducing the area available for agriculture. In fact, many studies over this area have shown that the urban areas are growing and affecting the agricultural areas, which is another concern (Vaughan and Oune, 1998 and Elased, 1998). One of the major reasons for these changes in vegetation classes is likely to be water availability; as there should be enough water to irrigate the trees and maintain their growth. As the data show, (for example in Figure 5), for one of the wells in the study area, the groundwater level began to decrease significantly in 1994.

Class	% 2000-1988
DT	12.235
CF-OF	64.592
AC	-99.844
U	-84.133
PLNV	44.918

Table4. Percentage of change in areas from .1988 to 2000

Therefore, since the main aim of this project is to find out what changes (if any) have occurred in the agricultural output resulting from groundwater depletion, the study sites uninfluenced by urbanisation have been selected in order to examine this in isolation. Table 5 shows the results, which refer to land cover change in each of the five areas of interest shown in Figure 2, during the period from 1998 till 2000. The similarity of .(change within each of the five areas can be seen clearly (Figure 6

Table5. Changes in the five areas of interest from 1988 to 2000 (units ha).

	Area1	Area2	Area3	Area4	Area5
DT	-230	-209	678	-1228	-382.77
CF-OF	-1231	-768	-1420	-936.81	-1280.3
AC	1341	758	1015	980.91	847.17
U	654	616	650	1200	542
PLNV	-539	-543	-2064	-1490.7	-1040
SD	182	416	1334	1754	1439
F	60	77	11	56	10

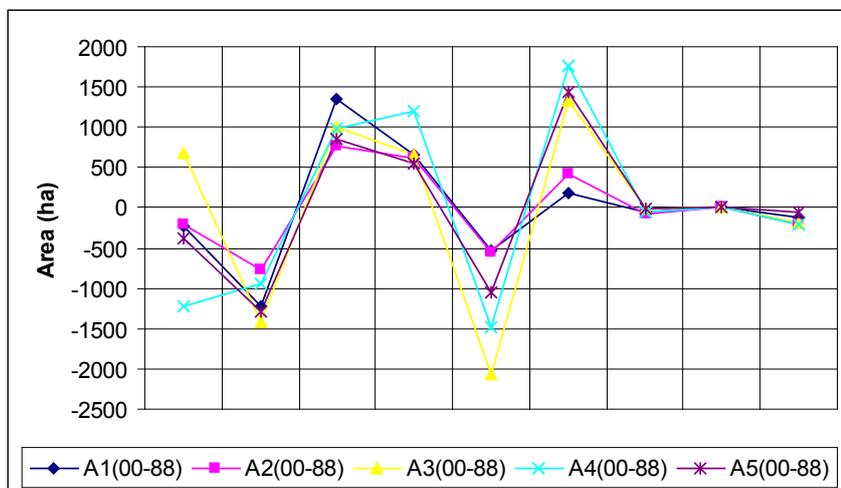


Figure6. The similarity of changes in the five areas of Figure 2.

6.5. Summary of possible surface effects identified from the questionnaire survey:

- Most of the orange tree fields have decreased and this is related to groundwater availability. The decrease in orange trees fields is backed up by the supervised classification.
- The types of crops and trees grown in the region have changed due to the groundwater circumstances (e.g. palm trees) illustrated by changing classes in the classification analysis.
- The trees and the crops grown in a coastal area are deteriorating affected by groundwater quality (saline intrusion).
- Many areas are no longer being used for agricultural activities because of groundwater availability.

All of the above perceptions and experiences illustrated by the questionnaire survey are confirmed by the classification analysis suggesting a clear link between land cover / agricultural change and the depletion of groundwater in NW Libya.

7. Conclusions

The results demonstrate that classification of Landsat TM-5 imagery can be used to produce maps with accuracy over 80% and statistics relating to land cover change.

Generally, from the results of the classification, all classes of vegetation type have decreased in areas between 1988 and 2000. When the data from the piezometric wells was evaluated, changes in groundwater level appear to be coincident with these changes of, therefore, a potential cause.

The questionnaire technique makes an attempt to investigate possible information related to groundwater changes during the last 20 years and also the impact on agricultural activities linked to those change and the relationship between them.

8. Future work

The changes in the land cover classes which related to groundwater changes were backed up by classification analysis and hydrological data (wells data). These data will be integrated using Geographical Information System modelling to predict any changes in these classes in the future. The supervised classification will again be used to classify Landsat TM 2006, 2010 and to compare the results with those from the GIS model.

REFERENCE:

- Abufayed, A. A and El-Ghuel. (2001). Desalination process applications in Libya. *Desalination*, 138, 47-53.
- Atkinson, M. (2004). Spatially weighted supervised classification for remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5, 277-291.
- Chazez, S., 1996, Image-based atmospheric corrections – revised and revisited. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62, 1025-1036.
- Chen, X. Vierling, L. Deering, D. (2005). A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. *Remote Sensing of Environment*, 98, 63-79.
- Elawed, M T. (1998). Urban change detection based on a supervised classification approach using Spot XS and Landsat TM images. MSc Thesis, Dundee University.
- Euro-Mediterranean Information System on the know-how in the Water sector (EMWIS). (2005). Development of partnership on groundwater issues between the EU And non EU countries of the Mediterranean region. http://www.emwis.org/documents/pdf/20050127_JointMedProcess-on-Groundwater-Issues.pdf (03/15/2007).
- Foody, M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185-201.
- Le Maitre, D. C. D.F and Colvin, C. (1998). A review of information on interactions between vegetation and groundwater. *Water South Africa*. 25, 137-151.
- Library of Congress, 1988. Libya land use and irrigation. <http://lcweb2.loc.gov/frd/cs/lytoc.html> (06/11/2007).
- Mather, M. (2004), *Computer processing of remotely-sensed images*, Wiley, Chichester. 3rd Edition.
- Mausel, D. LU, P. Brondizio, E and Moran, E. (2002). Assessment of atmospheric methods for Landsat TM data application to Amazon basin LBA research. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 2651-2671.
- Pallas, P. (1980). Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. In: *The Geology of Libya*. Proceedings of the Second Symposium on the Geology of Libya. Academic Press, London.

Evaluation and Improvement of Center-Pivot Irrigation Systems

Assist. Prof. Dr. Khalid Adel Abdelrazaq
.Dept. of Water Resources
College of Engineering
Baghdad University
Ministry of Water Resources

Saif Hameed Alkatb
M.Sc
Center of Studies
and Engineering Designs

Introduction

Iraq is a county known historically to be the cradle of ancient civilization, which has risen in the area based upon a well-planned agriculture and ample production. Ruins of these civilizations remaining up to this day reveal the understanding and implementation of irrigation for agricultural production.

Center-pivot system is one of the most important systems newly enter to our country. Thus, proper evaluation and improvement of this system in Iraq is very important to identify major problems and to suggest possible measures to insure better performance. Center-pivot system has been quite well perfected, which it is mechanically reliable, simple to operate and economically water distribution.

Most of farmers as a result of experiment lack and avoid using the system manual, reduces the efficiency of the system and decrease the uniformity. In this study an alternatives ways will be discuss to improve the uniformity coefficient, and one of these alternatives is by changing the layout, and because of the difficulty to change the layout system in the filed due to the cost issue, a physical model and EPANET2 software program have been adopted and used to exam the improving by changing the water supply from the pivot point to the middle main pipe, to improve the hydraulic pressure in the system.

Review of literature

Surface irrigation of agricultural crops has been practiced for many decades ago. However, irrigation using pressurized systems has only been around since the early 1900s and the very first center-pivot machine was developed only in the late 1940s. By the mid-1970s, center-pivot and lateral move machines were rapidly starting to dominate the new and expanding irrigation areas in the USA and Middle East. Center-pivot was first introduced into Australia in the 1960s. However, center-pivot irrigation of cotton has been undertaken in the USA since the late 1960's and Australia since the early 1970s(JP Foley 2001).

A sprinkler water distribution pattern in the center-pivot depends on the system design parameters such as: the operating pressure, nozzle diameter, and environmental variables such as: wind speed and direction(Keller 1990).

Christiansen (1972) conducted a pioneer research to define the uniformity of water application from sprinklers. He defined the uniformity coefficient, CU, later called by his name, as a numerical index of uniformity secured with a system of overlapping rotating sprinklers.

Christiansen's Uniformity Coefficient is defined as follows:-

$$CU = 100\% * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - M|}{\sum_{i=1}^n X_i} \right) \quad (1)$$

Where CU= Christiansen's Uniformity Coefficient; X_i = deviation of individual observations from the mean depth caught, mm; M = mean value of catch observation, mm; n = number of observations.

The most important parameter is the center pivot coefficient of uniformity, CU. This coefficient defines how uniform water is being distributed over the area being irrigated and can be calculated by using the modified formula of Heermann and Hein (2007):

$$CU_H = 100 * \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i |V_i - V_p|}{\sum_{i=1}^n V_i S_i} \right] \quad (2) \quad \text{and} \quad V_p = \frac{\sum_{i=1}^n V_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (3)$$

Where CUH = Heermann and Hein uniformity coefficient; n = number of collectors used in the data analysis; i= is a number assigned to identify a particular collector beginning with i=1 for the collector located nearest the pivot point and ending with i = n for the most remote collector from the pivot point; Vi = the volume (or depth) of water collected in the ith collector; Si = the distance of the ith collector from the pivot point; Vp = the weighted average of the volume (or depth) of water caught.

Franklin Gaudi (2007) designed center pivot for effluent irrigation of agricultural forage crops. The results of his study that the distribution uniformity evaluations for center pivot show that a single machine, with the proper hardware and adjustments, can achieve a high DU. However, standardization for all pivots was needed to operate the whole system easily and uniformly.

Aarsalan Ffarryabi (2010) used the same method used by Christiansen (1942), except that he used squares of the deviations from the mean instead of the deviations themselves. Their proposed equation is as follows:-

$$CU = 100\% * \left(1 - \frac{\sigma}{M} \right) \quad (4)$$

Where σ = standard deviation of total depths of water in the catch containers, mm, M = mean value of catch observation, mm.

M.L. Valin, (2012) developed simulation model DEPIVOT with the objective of design new system or changes in systems in operation. The user verifies if performance is within target values set at start and may develop and compare alternative sprinkler packages until appropriate conditions are obtained. When the model is used for evaluation of systems under operation using data collected in farmer's fields performance indicators are computed and, responding to farmer's needs, the model may be used to design changes in the existing systems and to improve management. This paper describes the model and shows examples of applications to select a sprinkler package and assess the respective runoff potential.

Arega Mulu* (2012) evaluated the coefficient of uniformity for center pivot sprinkler irrigation in order to address the potential of uniform irrigation application using center pivot sprinkler irrigation. The results from the field evaluation and calculated using Christiansen Coefficient of Uniformity (CU), was 91.3% according to Allen (1993), the distribution uniformity ranked very good. This very good distribution uniformity might have been observed. Regardless of the irrigation method, some parts of a field infiltrate more water than other areas. More drainage below the root zone implies higher non uniformity and differences in infiltrated water throughout the field.

Experimental Work

The uniformity of water application under the physical model is determined by setting out 10 catch containers, which the top diameter of the container is 7cm and the height is 10cm located along two lines extending radially from the 2 m away from the pivot point and the catch containers is 20cm in spacing. (Fig. 1&2) show the dimension of the physical model and the catch containers setting.

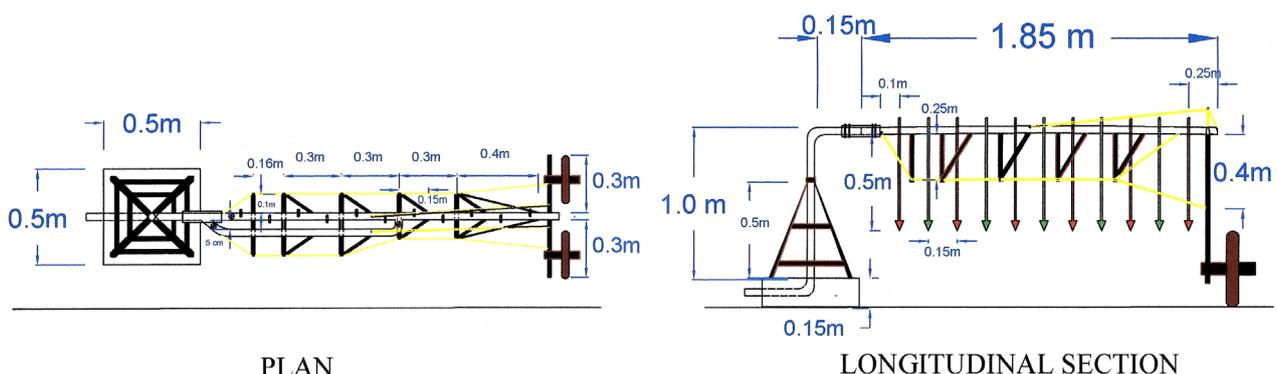


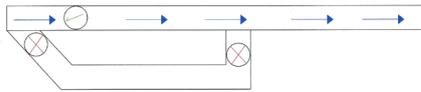
Fig. (1). Physical model of the center-pivot system.



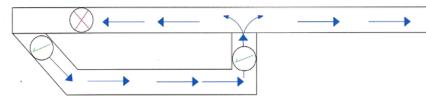
Fig. (2). The catch containers setting with the physical model of center pivot system

The Theoretical Approach

The EPANET2 software program was used as a tool to predict and evaluate the sprinkler behavior, then to use this tool to improve the uniformity coefficient by changing the water supply connection from the center to the middle of the main pipe line. This connection will lead to decrease the pressure losses through the main pipe system since it decrease the distance to the end point of the main pipe. (Fig. 3) shows the water direction for both cases.



(a) Traditional center water supply



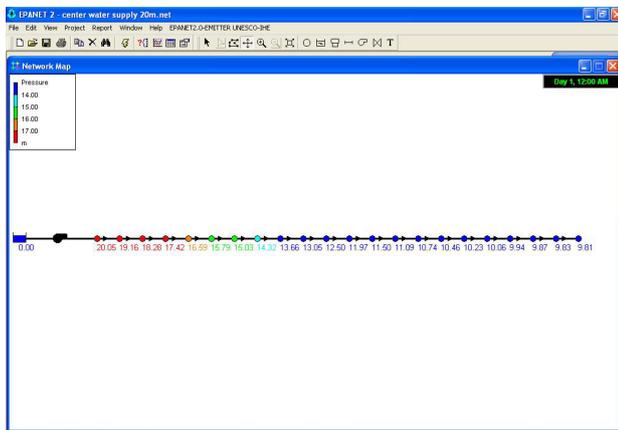
(b) Proposed middle water supply

Fig. (3). system layouts.

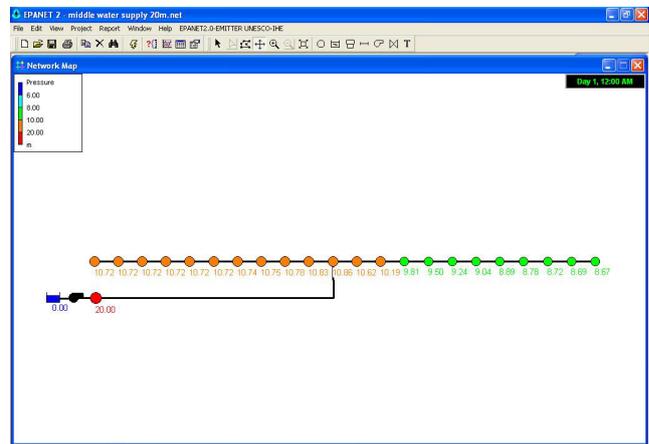
This program was calculated two types of designed systems, the first system consists of a line of sprinklers, about 312m length and the distance between the sprinklers is 3m. Table (1) shows all other dimensions that are used in program. The second system consists the proposed system (closed pipe parallel to the main pipe (converter)). (Fig.4) shows the two system types.

Table (1). All dimensions that are used in EPANET2 software program.

Property	Value	Unit
Pipe length	3	m
Total pipes length	312	m
Pipe diameter	150	mm
Pipe roughness	100	
Flow unit		LPS
Elevation	50	m
Base demand in sprinklers	variable	LPS
Number of sprinklers	109	
Number of pipes	108	
Number of pumps	1	



(a) Traditional center water supply



(b) Proposed middle water supply

Fig. (4). EPANET2 system layouts

Results and Discussion

Referred to the measured and gathered data from the physical model, it was found that the average values of uniformity coefficient were increased about 5.0 % by changing the water direction from the pivot point to the middle pipe point, which the improving start from 6.9 % at the lowest pressure and begin to decrease with raising the pressure. (Fig. 5) shows the comparative between the two cases at different water pressure conditions.

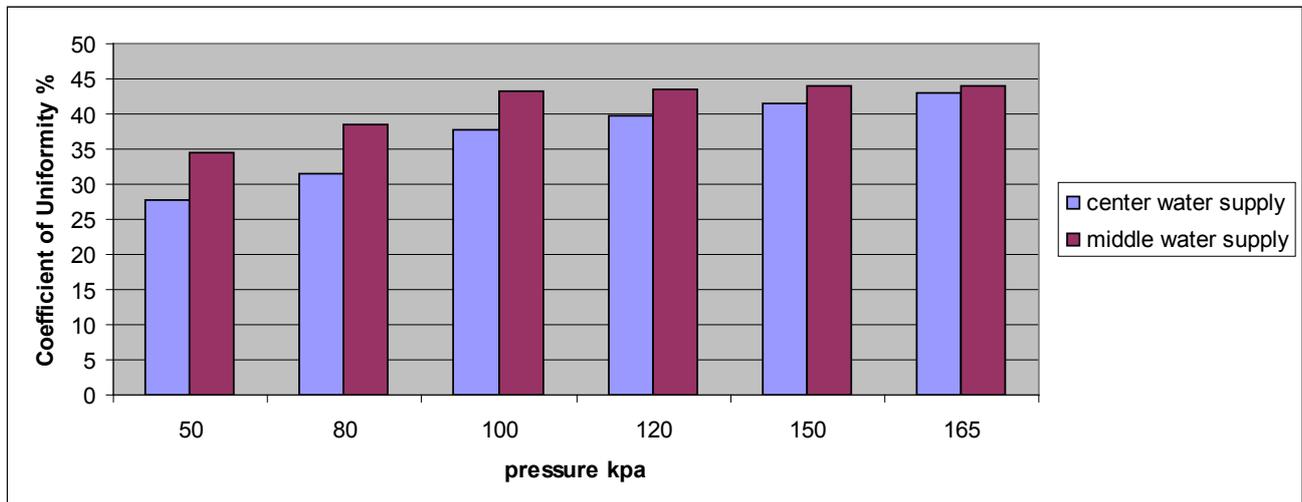


Fig. (5). Uniformity coefficient values between traditional & proposed system under different pressures

When assumed the proposed new system that changing the water supply from the center to the middle of main pipe for the field system by using EPANET2 software program, show that the average percentage of improving uniformity coefficient is about 5.5%, which starting from 6.1% at the lowest pressure and show a gradually decreasing when increase the pressure, which almost match with physical model results. Table.(2) listed below confirm such improving between the traditional & proposed system .

Table (2). the variation of uniformity coefficient in the EPANET2 software program at different pressure conditions

Pressure (kpa)	Coefficient of Uniformity (%)		The Improving (%)
	Center Water Supply	Middle Water Supply	
100	90.2	96.3	6.1
120	90.33	96.35	6.02
150	90.47	96.32	5.85
170	90.71	96.25	5.54
200	92.41	97.7	5.29
220	93.44	98	4.56
The average improvement = 5.5%			

The comparison between the physical model results and EPANET2 software outputs indicates a good agreement. Therefore, the EPANET2 software program is used as a tool to predict the behavior of the sprinkler field system under different system layouts.

The center-pivot field system (C.P.) data that located at Hilla City, Alneel part which about 90 km south-east of Baghdad will be used to confirm the behavior of the sprinklers pressure by using the software program. Table (3) list part of data sheet from the field evaluation.

Table(3). Part of data from evaluation center-pivot field system (C.P.).

Location / Data / Time / Run NO.	Hilla City / 2013-2-28 / 9.10am / 5
Wind speed (m/s) / Direction	6.9 / North-east
Irrigation area (ha)	30
End drive unit radius (m)	305
Span length (m)	61
Number of spans	5
Pressure at pivot (kpa)	200
Pressure at 1/4 distance (kpa)	150
Pressure at 1/2 distance (kpa)	138
Pressure at 3/4 distance (kpa)	130
Pressure at end (k pa)	120
Time of revolution (hr)	13.95
Discharge of system (m3/hr)	241.74

Figure (6) shows the comparative between the field system (C.P.) and the EPANET2 software outputs , which the error that calculated between the theoretical result using (EPANET2 software) with the C.P. field system was about 5%, and also shows the improving of performance when changing the layout to the proposed system.

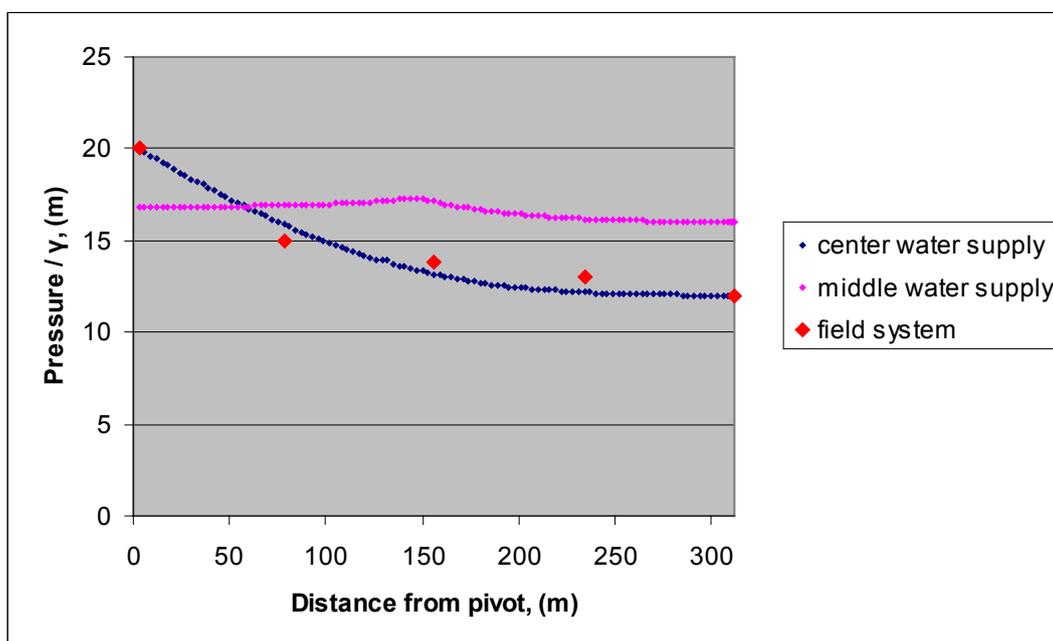


Fig. (6). The comparing between the theoretical Approaches and the field system (C.P.)

Summary and Conclusions

The traditional procedure as outlined by Merriam and Jack Keller (1978) supported by research from American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) (2007) was used to evaluate the physical model of center-pivot irrigation systems and show the improving performance for the uniformity coefficient. The physical model was designed to test the possibility of increasing the uniformity coefficient by changing the layout of C.P. system from the center to the middle of the main pipe, (i.e. changing the pressure operating system). Software program named (EPANET2) used as a theoretical approach to confirm the physical model improving through the comparing between the results of model and the software program output.

The coefficient of uniformity could be increased by changing the water feed point, which the average improvement percentage in CU values at the physical model was about 5.0 %, and when assumed the proposed new system that changing the water supply from the center to the middle of the main pipe for the field system (C.P.) by using EPANET2 software program, shows that the average percentage of improving uniformity coefficient is about 5.5%, which is almost match with the physical model results. The EPANET2 software program could be used as a tool to predict the behavior of the sprinkler field system under different system layouts and different operating pressures.

Acknowledgments

The authors wish to express their deep gratitude to Prof. Dr. Safa N. Hamad for his valuable advice and his assistance throughout this study.

Notations

The following symbols are used in this paper:

CU = Christiansen's Uniformity Coefficient.

CUH = Heermann and Hein uniformity coefficient.

C.P. = Center-Pivot field system.

i = is a number assigned to identify a particular collector beginning with $i=1$ for the collector located nearest the pivot point and ending with $i = n$ for the most remote collector from the pivot point.

M = mean value of catch observation, mm.

n = number of collectors used in the data analysis.

S_i = the distance of the i th collector from the pivot point.

V = the volume (or depth) of water collected in the i th collector.

V_p = the weighted average of the volume (or depth) of water caught.

X_i = deviation of individual observations from the mean depth caught, mm.

X_{max} = maximum depth measured in catch container, mm.

σ = standard deviation of total depths of water in the catch contenders, mm

References

- Aarsalan F.R./ (2010)/ «Evaluation of Uniformity Coefficient for Sprinkler Irrigation Systems Under Different Field conditions in Kurdistan Province (Northwest of Iran)»/ Vol.5/ PP.139-145/ Soil & Water Res.
- Arega M. & Tena A./ (2012)/ «Evaluation Coefficient of University for Center-Picot Sprinkler Irrigation»/ Vol.1 (1)/ PP.17-20/ Trans. Water Resources and Environmental Engineering Department/ Debre Markos University/ Ethiopia.
- ASABE/ « Test Procedure for Determining the Uniformity of Water Distribution of Center Pivot and Lateral Move Irrigation Machines Equipped with Spray or Sprinkler Nozzles «/ Trans. ANIS/ASAE S436.1 revision approved October 1997; reaffirmed January 2007 as an American National Standard.
- Christiansen J.E/ (1972)/ “Irrigation by sprinkling”/ p124/ Utah State University/ Logan/ Utah.
- Foley J.P/ (2001)/ «Center Pivot and Lateral Move Machines In The Australian Cotton Industry «/ Vol. (1)/ Trans. National Centre for Engineering in Agriculture (NCEA)/ University of Southern Queensland/ Toowoomba.
- Franklin Gaudi/ (2007)/ “Center Pivot Design for Effluent Irrigation of Agricultural Forage Crops”/ ITRC Paper No. 07-002/ Trans. Irrigation Training and Research Center/ California Polytechnic State University/ San Luis Obispo.
- Heermann, D, and Hein P/ (2007)/ «Performance Characteristics and Self-propelled Center-Pivot Sprinkler Irrigation Systems»/ Vol.13/ No.6/ PP.790-794/ Trans. of the ASAE.
- Keller J. & Bliesner/ (1990)/ «Sprinkle and trickle irrigation «/ PP.307-388/ An AVI Book. Published by Van Nostrand Reinhold/ New York.
- Mahmood A.R./ (1980)/ «Performance Evaluation of Sprinkler Irrigation System in Iraq «/ M.Sc. Thesis submitted to the College of Engineering\ University of Mosul.
- Valin M.I./ (2012)/ «A model for center – pivot design and evaluation «/ Vol. 87/ PP.159-170/ Trans. Computers and Electronics in Agriculture.

**Union Euro Arab
of Geomatics**



2 **EDITION**
**OF International Symposium for Water
Management and Desertification**

Turkey /Istanbul

26 - 28th November 2015

Web : www.unioneag.org

Lutte contre la désertification des écosystèmes steppiques : Effet de la mise en défens et de l'introduction de l'*Atriplex canescens* sur le sol et l'état de sa surface dans la steppe Algérienne.

AMGHAR Fateh^o et KADI-HANIFI Halima^{oo}

^oUniversité M'Hamed Bougara Boumerdes Algérie

^{oo}Université des Sciences et Technologie Houari Boumediène Alger

Introduction

La sécheresse du Sahel de 1968 à 1986 et celle de 1980 à 1987 en Afrique du nord ont été le prélude à une prise de conscience des impacts humains sur la biodiversité des systèmes arides et semi-arides. Elle a suscité un regain d'intérêt pour le processus de désertification. Ce phénomène se traduit par une dégradation rapide allant parfois jusqu'à l'irréversibilité des milieux arides et semi-arides sous l'effet des sécheresses récurrentes et d'une exploitation excessive de leurs ressources naturelles, favorisant l'installation de conditions de plus en plus défavorables aux êtres vivants (Le Floch, 1995). La désertification menace les régions arides et semi-arides (Mainguet, 1991; Kassar, 1995) et couvre plus de 35 % des terres émergées (Lal, 2004). De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la désertification dans le monde (Dean et al., 1995 ; Le Houerou, 1996 ; Puigdefabregas et Mendizabal, 1998 ; Zhao et al, 2005) et en Algérie (Aidoud et Touffet, 1996 ; Aidoud et al., 2006 ; Slimani et al., 2010). Ces auteurs s'accordent sur une hiérarchie causale impliquant en premier lieu la surexploitation anthropique par le pâturage et en second lieu la sécheresse considérée comme une circonstance aggravante.

En Algérie, ces trois dernières décennies ont été marquées par la lutte contre la désertification et le développement des écosystèmes steppiques est devenu une priorité nationale. Dans ce cadre, plusieurs techniques d'aménagement ont été retenues pour faire face à la désertification. L'étude menée vise à mettre en évidence l'effet de deux techniques d'aménagement (mise en défens, plantation fourragère) sur le sol et l'état de sa surface au niveau de la steppe

1. Cadre d'étude

La steppe algérienne, s'étend sur une superficie de 27 millions d'hectares entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, elle regroupe 19 Wilayates. C'est une formation végétale généralement basse et ouverte dont le tapis végétal est toujours discontinu.

La région steppique se caractérise par un climat de type méditerranéen dans sa forme la plus xérique. Les précipitations annuelles sont comprises entre 100 et 400 mm et se caractérisent par une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle. Les bioclimats sont : l'Aride supérieur correspondant approximativement à 300-400 mm de pluie C'est une steppe défrichée,

largement utilisée par l'agriculture. Il est possible d'y trouver quelques vestiges d'armoïse blanche et d'alfa. L'aride moyen correspondant à une pluviométrie moyenne de 200-300 mm. Terra typica de l'alfa (*Stipa tenacissima*), de l'armoïse blanche (*Artemisia herba alba*) et du sparte *Lygeum Spartum*), elle est la plus étendue en termes de superficie.

L'aride inférieur correspondant au domaine présaharien avec 100-200 mm de pluies. Le remt (*Hamada scoparia*) y règne sans partage et imprime sa monotonie aux paysages.

Les variations latitudinales associées aux deux Atlas, aboutissent à une continentalité d'autant plus prononcée que l'on s'achemine vers le sud. Le caractère orageux des pluies et leurs concentrations en période froide, induit un ruissellement important et une faible efficacité dans la recharge hydrique du sol. La période sèche s'étale ainsi sur plus de 5 mois. Les contrastes thermiques sont importants, avec des hivers généralement frais à froids et des étés secs et chauds.

2. Méthodologie

Le choix des stations était conditionné par le faciès et l'âge du type d'aménagement. En effet, nous n'avons échantillonné que les stations dominées par l'alfa, l'armoïse ou le lygeum et dont l'âge d'aménagement est de 4 ans. Selon Zucca et al. (2011) les plantations d'*Atriplex* connaissent leur maximum de production végétale entre 4 et 7 ans, mais nous avons constaté qu'au-delà des 4 ans la contribution de la pellicule de glaçage à la surface du sol est importante. Sachant que cette dernière présente une barrière contre l'augmentation de la biodiversité, ceci nous a contraint à travailler sur des stations âgées de 4 ans. Pour la réalisation des relevés phytoécologiques et pédologiques, nous avons opté pour l'échantillonnage systématique (Frontier, 1983). Cet échantillonnage est réalisé le long d'un transect de 500 m pour les milieux pâturés et allant de 1000 à 1500 m pour les milieux non pâturés. Quatre cent douze relevés phytoécologiques et pédologiques ont été effectués.

Pour évaluer les changements physiologiques, floristiques, pastoraux, écologiques et pédologiques, une matrice de données (412 relevés x 339 espèces) a été traitée par une Analyse Factorielle des Correspondances (Hill, 1973) en utilisant le Logiciel R version 2.13.1 package ADE4 (Thioulouse et al., 1997).

En vue de montrer un éventuel changement du milieu édaphique, des analyses chimiques de l'horizon superficiel de 412 profils ont été traités par une Analyse en Composantes Principales.

Nous avons testé les différences, de toutes les variables étudiées pour les différents aménagements, par le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (Zar, 1984), en utilisant le kruskal multiple comparaisons (kruskal mc) sous R version 2.13.1 package pgirmess (R Development Core Team, 2007),

3. Résultats et Discussions

a. Taux de Variation des éléments de la surface du sol

En zones arides, caractérisées par un faible recouvrement de végétation, l'état de la surface du sol constitue un élément privilégié pour le diagnostic des conditions du milieu qui reflète l'état de la santé de l'écosystème et peut être considéré comme un indicateur de dégradation (Jauffret, 2001). L'étude menée révèle d'importants changements pour les éléments de la surface du sol. En effet, les aménagements réalisés, ont contribué de manière significative à l'augmentation du pourcentage du recouvrement global de la végétation et de la litière et une diminution du voile éolien, du sol nu et des éléments grossiers. En revanche, la pellicule de glaçage connaît un taux d'accroissement important dans les milieux protégés faute de piétinement. Les travaux consultés s'accordent sur l'effet négatif de cet élément qui est étroitement lié à l'âge de l'aménagement

L'augmentation de la couverture végétale totale à l'intérieur des aires protégées est en accord avec les études montrant les effets positifs de la protection sur ce paramètre (Belsky, 1992; Brown et Al Mazrooei, 2003 ; Jeddi et chaieb, 2010). Cette augmentation s'expliquerait par l'amélioration des conditions du sol (température, humidité, cycle des éléments nutritifs qui favorisent la régénération et le développement des espèces herbacées (Yates et al., 2000).

Tableau 1. Effet des modes de gestion sur l'état de la surface du sol des stations échantillonnées. Les valeurs représentent les Moyennes \pm SD. Les différences entre les différents traitements sont testés par le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (X^2 et p-value). Les astérisques indiquent le degré de signifiante (***) = $p < 0.001$, ns: non signifiante). Les différentes lettres indiquent les différences entre les traitements (Kruskal-Wallis rank sum test, $p < 0.05$).

Elément de la surface du sol (%)	Mise en Défens		Plantation		X^2	P-Value
	MD	HMD	PL	OPL		
R G Végétation (RGV)	67.67 ^b \pm 7.37	29.22 ^o \pm 6.24	75.25 ^a \pm 5.87	26.60 ^o \pm 5.98	214.97	<0.001***
Litière (LT)	7.98 ^a \pm 2.29	5.02 ^o \pm 2.37	6.62 ^b \pm 2.47	5.00 ^o \pm 2.76	62.43	<0.001***
Pellicule de glaçage (PG)	10.09 ^a \pm 3.90	3.20 ^o \pm 2.63	6.12 ^b \pm 3.89	1.75 ^o \pm 1.92	147.95	<0.001***
Voile Eolien (VE)	8.81 ^a \pm 4.17	9.89 ^a \pm 3.39	8.52 ^a \pm 4.01	8.60 ^a \pm 4.00	3.37	> 0.05 ns
Sol nu (SN)	3.26 ^b \pm 2.58	44.27 ^a \pm 10.30	1.60 ^b \pm 2.22	50.38 ^a \pm 8.19	204.17	<0.001***
Éléments Grossiers (EG)	2.19 ^o \pm 2.99	8.40 ^a \pm 6.01	1.98 ^o \pm 3.60	9.05 ^a \pm 4.22	120.85	<0.001***

L'augmentation de la couverture végétale entraîne une augmentation de la quantité de litière entrant dans le sol (Hai et al, 2007 ; Mikola et al, 2001). La présence de la litière dans les milieux protégés, peut constituer des «îlots» de la fertilité où les sédiments et les nutriments sont piégés Tongway et al. (1989), ce qui contribue à l'augmentation de la diversité floristique de ces milieux. En effet, des études ont montré l'effet positif de la litière sur l'humidité des sols, la litière offre généralement une protection contre l'évaporation de l'eau (Suding et Goldberg, 1999 ; Geddes et Dunkerle, 1999 ; Violle et al., 2006).

En revanche, le surpâturage conduit à moins de couverture végétale et de biomasse (Yong-Zhong et al., 2005), avec des espèces présentant une forte concentration de tissus secondaires et une croissance faible (Bisigato et Bertiller, 1997 ; Bertiller et Bisigato, 1998 ; Carrera et al., 2005), altérant les propriétés chimiques, microbiologiques, biochimiques et physiques des sols ; des effets qui vont affecter négativement la structure et la composition des communautés végétales (Schlesinger, 1990 ; Bardgett et Wardle, 2003).

Dans les milieux pâturés où les conditions sont défavorables, certaines plantes sont capables de libérer dans le milieu par les racines ou à travers leur litière des composés chimiques allélopathiques qui affectent directement la performance des plantes voisines (Williamson 1990 ; Wardle et al., 1998a ; Aerts et Chapin, 2000 ; Carrera et al., 2005), ce qui diminue la richesse floristique de ces milieux.

Par ailleurs, le surpâturage affecte négativement les graminées pérennes, induisant une réduction de la litière qui se traduit par une diminution du carbone organique dans le sol suite à la diminution de la β -glucosidase responsable de la décomposition de la cellulose (Gonzalez-Polo et Austin, 2009 ; Prieto et al., 2011).

Les mises en défens présentent un taux moyen de pellicule de glaçage de 10.09 % contre 3.20 % hors mise en défens ; alors que sa contribution au niveau des plantations est de 6.12 % contre 1.75 % hors plantations. La formation de la pellicule de glaçage, à la surface du sol, réduit l'infiltration et favorise le ruissellement (Le Houérou, 1992), empêchant l'émergence de jeunes plantes (Wallace et Wallace, 1986a ; Borselli et al., 1996a, b). Pour cela, nous suggérons à ce que cette pellicule soit retenue comme indicateur pour une ouverture contrôlée de ces espaces.

Les milieux pâturés montrent des taux plus importants de sol nu, ces résultats sont en accord avec ceux de Schlecht et al. (2009). Le sol nu trouve son origine selon Yong-Zhong et al., (2005) dans le piétinement fréquent du cheptel, rendant la surface au sol nue et exposée à l'érosion de vent ayant pour conséquence l'apparition des éléments grossiers et la perte de la fertilité du sol, induisant par la suite un effet négatif sur la végétation (Yates et al., 2000 ; Yong-Zhong et al., 2005). En outre, le piétinement lié au surpâturage mène au tassement de sol, empêchant l'infiltration de l'eau et donc la germination de graine, réduisant ainsi la couverture végétale et la diversité floristique (Fleischner, 1994 ; Schlesinger et al., 1990 ; Van de Koppel et Rietkerk, 2000).

b. Analyses chimiques des Horizons de surfaces

La modification des conditions physico-chimiques du sol entraîne un changement dans la structure et la composition de la végétation (Janssens et al., 1998). Selon les propriétés initiales du sol, le pâturage peut même avoir un effet irréversible sur la végétation par la modification des conditions édaphiques (Rietkerk et al., 1997). Pour l'intérieur et l'extérieur de nos stations, les éléments chimiques du sol testés montrent une haute significativité pour le pH eau, conductivité, calcaire actif, matière organique et azote total, une significativité faible pour le calcaire total et une non significativité pour le C/N, Argiles, limons et sables (Tab. 6).

Le pH élevé dans les milieux protégés (8.10 ± 0.31 pour les mises en défens et 8.12 ± 0.28 dans les plantations), s'expliquerait par l'abondance de la nature de la litière qui augmente le pH du sol surtout l'horizon de surface (Cornelissen et Thompson 1997 ; Finzi et al., 1998 ; Fterich et al., 2012). Dans des plantations d'Atriplex, Sharma et Tongway (1973) et Zucca et al. (2011) ont notés un pH plus élevé dans l'horizon de surface sous la canopée d'Atriplex qu'ils ont nommé horizon de l'accumulation de sel. Dans les milieux pâturés le pH est de 8.05 ± 0.20 hors mises en défens et 7.89 ± 0.32 Hors plantations, ces variations de valeurs a s'expliqueraient par les urines du cheptel qui libèrent des OH⁻ lors de l'hydrolyse de l'urée en méthane (Shand et al., 2002 ; Ma et al., 2007).

La conductivité est plus importante dans l'horizon de surface des milieux protégés avec 0.26 ± 0.30 pour les plantations et 0.18 ± 0.24 dans les mises en défens. Cette augmentation s'expliquerait par la nature de la litière décomposée. Sharma (1973), a démontré que l'augmentation de la conductivité est liée aux cations de sodium, potassium, magnésium et calcium libérés par la décomposition des feuilles d'Atriplex. En effet, les feuilles d'Atriplex canescens renferment par kilogramme de matière sèche 3% de sodium, 2.08 % de potassium et 1.43% de calcium (El Hamrouni et Sarson, 1976 in Akrimi et Zaafouri, 1990).

Dans une étude consacrée aux plantations à base d'Atriplex nummularia au Maroc Zucca et al., (2011), ont obtenu, pour l'horizon de surface, une augmentation de 47% de sodium sous la touffe d'Atriplex. En Iran Sameni et Soleimani (2007), ont relevé une augmentation de la conductivité et du sodium, sous les touffes d'Atriplex.

Table 2. Effet des modes d'aménagements sur les éléments chimiques du sol des stations échantillonnées (MD : Mises en Défens, HMD : Hors Mises en Défens, PL : Plantations, OPL : Hors Plantations). Les valeurs représentent les Moyennes \pm SD. Les différences entre les différents traitements sont testés par le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (χ^2 et p-value). Les astérisques indiquent le degré de signifiante (***) = $p < 0.001$, * = $p < 0.01$, ns = non signifiante). Les différentes lettres indiquent les différences entre les traitements (Kruskal-Wallis rank sum test, $p < 0.05$).

	Mises en Défens		Plantations		X ²	P-Value
	MD	HMD	FL	OPL		
Eléments chimiques du sol						
pH eau	8.10 ^a ± 0.31	8.05 ^{ab} ± 0.20	8.12 ^a ± 0.28	7.89 ^b ± 0.32	17.10	< 0.001***
Conductivité	0.18 ^b ± 0.24	0.16 ^c ± 0.39	0.26 ^a ± 0.30	0.16 ^c ± 0.28	52.88	< 0.001***
Calcaire Total	9.02 ^{ab} ± 12.9	9.39 ^a ± 9.71	5.67 ^b ± 6.52	8.14 ^{ab} ± 8.13	10.42	< 0.01*
Calcaire Actif	14.15 ^a ± 12.88	5.49 ^b ± 4.78	9.78 ^{ab} ± 8.81	5.34 ^b ± 3.97	25.24	< 0.001***
% Matière Organique	7.23 ^a ± 2.32	4.82 ^b ± 2.23	6.82 ^a ± 2.05	3.82 ^b ± 1.90	77.71	< 0.001***
% Azote Total	0.44 ^a ± 0.25	0.28 ^b ± 0.28	0.43 ^a ± 0.23	0.20 ^b ± 0.18	52.98	< 0.001***
C/N	12.43 ^a ± 7.96	20.6 ^a ± 18.8	11.83 ^a ± 6.97	21.08 ^a ± 19.10	5.20	>0.05 ns
Argiles	9.34 ^a ± 8.84	10.02 ^a ± 5.93	7.32 ^a ± 4.75	8.71 ^a ± 7.61	6.70	>0.05 ns
Limons Fins	6.74 ^a ± 7.32	6.2 ^a ± 6.97	7.06 ^a ± 5.94	6.44 ^a ± 8.31	4.53	>0.05 ns
Sables	83.93 ^a ± 11.43	83.56 ^a ± 9.16	85.71 ^a ± 7.79	84.85 ^a ± 13.08	2.77	>0.05 ns

Au niveau des milieux protégés nous enregistrons un taux de matière organique plus important, 7.23 ± 2.32 pour les mises en défens et 6.82 ± 2.05 au niveau des plantations, lié à la présence de *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Atriplex canescens* qui d'une part fixent les particules fines du sol chargés en matière organique et d'autre part elles maintiennent l'humidité pédologique favorisant l'activité microbienne, induisant une dégradation de la litière (Aciego et Brookes, 2008 ; Prieto et al., 2011). Le recouvrement de la végétation présente un effet positif sur les propriétés du sol (Traoré et al., 2007 ; Fetrich et al., 2012). Avec l'âge des aménagements nous assistons à une augmentation du carbone organique et de la biomasse microbienne avec l'augmentation des résidus organiques des plantes ainsi que celle des racines qui retournent et se décomposent dans le sol (Cao et al., 2008; Jia et al., 2010). Avec l'âge des aménagements nous assistons à l'augmentation de l'activité microbiologique du sol qui entrainerait une augmentation de l'activité enzymatique des sols (déshydrogénase, phosphatase et la β glucosidase), améliorant ainsi la fertilité des sols (Garcia et al., 1994 ; Cao et al., 2008 ; An et al., 2009). Badiane et al., (2001), ont rapporté que les milieux protégés riches en espèces herbacées présentent une meilleure activité enzymatique surtout la β glucosidase que les milieux pâturés avec une prépondérance de chamephytes.

Les milieux pâturés présentent un taux de matière organique deux fois moins importants que les milieux protégés, ce taux varie entre 4.82 ± 2.23 hors mises en défens et 3.82 ± 1.90 hors plantations. Cette diminution est liée à la faiblesse du recouvrement végétale et au piétinement. En effet, le surpâturage a un effet négatif sur la structure de la végétation, sa composition diminue la flore tellurique (Fetrich et al., 2012), d'une part et d'autre part il diminue l'activité biochimique du sol par la dégradation de la structure du sol suite au piétinement (Nannipieri et al., 2002 ; Raiesi et Asadi, 2006 ; Acosta-Martinez, 2010). Selon Fetrich et al. (2012), la réduction de l'activité microbienne dans le sol est une réponse aux conditions défavorables résultants du surpâturage. De nombreuses études ont démontré l'effet négatif du surpâturage qui altère les propriétés chimiques, microbiologiques et biochimiques des sols (Raiesi et Asadi, 2006 ; Liao et Boutton, 2008 ; Shrestha et Stahl, 2008 ; Craine et al., 2009) et physiques par le piétinement (Manzano et Nívar, 2000 ; Steffens et al., 2008). Concernant l'azote, sa teneur est significativement élevée dans les mises en défens et les plantations et plus faible hors mises en défens et hors plantations [$X^2 = 52.96$; p-value < 0,001]. Cette teneur en azote total dans les milieux protégés est liée à leurs soustractions au cheptel permettant le développement des Fabaceae connues pour leurs rôles dans la fixation de l'azote atmosphérique affectant positivement les propriétés du sol (Traoré et al., 2007). En effet, dans ces milieux nous avons recensé 27 Fabaceae, neuf vivaces dont la contribution au tapis végétal n'est pas négligeable (*Argyrobolium uniflorum*, *Astragalus caprinus*, *Astragalus gombo*, *Astragalus tenuifoliosus*, *Hippocrepis unisiliquosa*, *Onobrychis alba*, *Onobrychis argentea* et *Ononis natrix*) et 18 annuelles parmi lesquelles *Astragalus cruciatus*, *Hippocrepis multisiliquosa*, *Medicago laciniata*, *Ononis serrata* et *Trigonella polycerata*. Nos résultats rejoignent ceux de Sameni et Soleimani (2007) qui ont rapporté, dans leur étude sur des plantations fourragères d'une région aride de l'Iran, que la teneur en azote augmente significativement dans l'horizon de surface (0-10 cm).

En revanche, dans les milieux surpâturés la faible teneur d'azote s'expliquerait par la défoliation qui affecte le stock d'azote dans le sol, stimulant les rhizobiums qui vont affecter significativement la réserve d'azote dans le sol (Ledgard et Steele, 1992) d'une part et d'autre part par la diminution de l'activité de la protéase qui réduit sensiblement le potentiel de la minéralisation de l'azote. Dawson et al. (2000) ont démontré l'effet négatif de la défoliation et des urines sur les racines entraînant la diminution de la flore tellurique, qui combinée à l'aridité du climat entrainerait une minéralisation très lente de la litière.

Conclusion:

Notre objectif est d'évaluer l'effet de deux modes de gestion pastorale sur le sol et l'état de sa surface. Il ressort qu'après quatre ans de protection, une amélioration qualitative du sol s'est produite avec un impact positif sur la biodiversité.

Références bibliographiques:

Abdallah, F., Noumi, Z., Touzard, B., Ouled Belgacem, A., Neffati, (Forssk.) subsp. *Raddiana* (Savi) and livestock grazing on grass species composition, yield and soil nutrients in arid environments of South Tunisia. *Flora* 203, 116–125.

Aciego Pietri, J.C. et Brookes P.C. 2008.- Relationships between soil pH and microbial properties in a UK arable soil. *Soil Biology & Biochemistry* 40, 1856–1861

Acosta-Martínez, V., Bell, C.W., Morrisc, B.E.L., . Zak, J., Allen, V.G. 2010.- Long-term soil microbial community and enzyme activity responses to an integrated cropping-livestock system in a semi-arid region, *Agric. Ecosyst. Environ.* 137, 231-240.

Aerts, R. et Chapin, F.S., 2000.- The mineral nutrition of wild plants revisited: a reevaluation of processes and patterns. *Adv. Ecol. Res.* 30, 1–67.

Aidoud, A. et Touffet, J. 1996.- La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Sécheresse*, 7(3) : 187-193.

Amghar, F. et Kadi-Hanifi, H. 2008.- Diagnostic de la diversité floristique de cinq stations steppiques du sud Algérois. *Les cahiers d'orphée*, 1, 385-395.

Amghar, F., Kadi-Hanifi, H. et Sadji, A. 2005.- Effect of the fence setting on the pastoral value of five stations of the south Algiers ». *Option Méditerranéenne Series A. N° 67*, 105 -109.

Amghar, F., Forey, E., Langlois, E., Margerie, P., Brouri, L. et Kadi-Hanifi, H. 2012.- Grazing enclosure and plantation: a synchronic study of two restoration techniques improving plant community and soil properties in arid degraded steppes (Algeria). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 67, 1-13..

An, S.S., Huang, Y.M. et Zheng, F.L. 2009.- Evaluation of soil microbial indices along a revegetation chronosequence in grassland soils on the Loess plateau, Northwest China. *Appl. Soil Ecol.* 4, 286-292

Badiane, N.N.Y., Chotte, J.L., Patea, E., Masse, D. et Rouland, C., 2001.- Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. *Appl. Soil Ecol.* 18, 229–238

Bardgett, R.D., Wardle, D.A. et Yeates, G.W., 1998.- Linking above-ground and belowground interactions: how plant responses to foliar herbivory influence soil organisms. *Soil Biol. Biochem.* 30, 1867–1878.

Borselli, L., Biancalani, R., Giordani, C., Carnicelli, S. et Ferrari, G. A. 1996a.- Effect of gypsum on seedling emergence in a kaolinitic crusting soil, *Soil Technol.* 9, 71–81.

Borselli, L., Carnicelli, S., Ferrari, G. A., Pagliai, M. et Lucamante, G. 1996b.- Effects of gypsum on hydrological, mechanical and porosity properties of a kaolinitic crusting soil. *Soil Technol.* 9, 39–54.

Brown, G. et Al Mazrooei, S., 2003. Rapid vegetation regeneration in a seriously degraded *Rhanterium epapposum* community in northern Kuwait after 4 years of protection. *J. Environ. Manage.* 68, 387–395.

Cao, C.Y., Jiang, D.M., Teng, X.H., Jiang, Y., Liang, W.J. et Cui, Z.B. 2008.- Soil chemical and microbiological properties along a chronosequence of *Caragana microphylla* Lam. plantations in the Horqin sandy land of Northeast China, *Appl. Soil Ecol.* 40, 78-85.

Craine, J.M., Ballantyne, F., Peel, M., Zambatis, N., Morrow, C. et Stock, W., 2009.- Grazing and landscape controls on nitrogen availability across 330 South African sites. *Aust. Ecol.* 34, 731–740.

Finzi A., van Breeman N. et Canham C. 1998.- Canopy tree – soil interactions within temperate forests: species effects on soil carbon and nitrogen. *Ecol Appl* 8:440–446.

Frontier, S., 1983.- L'échantillonnage de la diversité spécifique. In *Stratégie d'échantillonnage en écologie*, Frontier et Masson édit., Paris (Coll. D'Ecologie), XVIII + 494 p.

Exploitation de l'eau pour l'abreuvement du cheptel des petits ruminants dans les régions arides Tunisiennes

Amor GADDOUR, Mouldi ABDENNEBI et Sghaier NAJARI
Laboratoire d'élevage et de la Faune sauvage,
Institut des Régions Arides de Médenine Tunisie 4119
gaddour.omar@yahoo.fr

I. Introduction:

Sur le plan physiologique, l'eau joue un important rôle au niveau des différents stades d'évolution et de production des animaux. Selon Niamir (1996), l'eau est sans doute l'élément de conduite le plus important dans un lieu aride. L'eau est indispensable pour la croissance des animaux et l'entretien de leurs tissus corporels, la reproduction et la lactation (Nasr et al., 2000). Les animaux perdent de l'eau corporelle par l'expiration d'air, dans le lait, dans l'urine et dans les matières fécales ainsi que par évaporation cutanée (Aganga et al., 2002). Les animaux, dont l'ingestion d'eau est restreinte à cause de sources limitées d'approvisionnement ou de la mauvaise qualité de l'eau auront tendance à manger moins, à croître moins rapidement et à être moins productifs (Morand-Fehr et Doreau, 2001). La quantité d'eau ingérée par un animal varie selon :

- l'espèce, la race ou la population,
- les conditions physiologiques (notamment le poids, l'âge, la lactation, la gestation...),
- des facteurs d'ordre environnemental comme la température, l'humidité, le niveau d'activité et la teneur en eau des aliments.

II. Abreuvement

1. Stress hydrique:

En vertu de la présence importante des caprins dans les zones chaudes, la déprivation des caprins d'eau a été sujette de plusieurs études en zones chaudes (Najari, 2005). L'impact de cette pratique sur les performances des chèvres et leur résistance à la chaleur ont été vérifiés. Les hautes températures viennent accroître les besoins naturels des animaux en eau, nécessaires pour leurs différents processus physiologiques (Le Gal et Planchenault, 1993 ; Morand-Fehr et Doreau, 2001). Les résultats de Adogla-Bessa et Aganga (2000) corroborent avec celles de Aganga (1992) qui montrent une chute du gain moyen du poids lorsque l'abreuvement est peu fréquent. Quant à la digestibilité, Adogla-Bessa et Aganga (2000) n'ont pas identifié une relation significative entre la déprivation en eau et l'ingestion des chèvres. Toutefois, ils ont observé une réduction du volume des urines pour garder un taux presque fixe (qté urine/ qté d'eau bue) en accord avec les résultats d'Aganga et al., (2002). L'eau perdue dans les fèces a également diminué. La déprivation hydrique a provoqué une concentration

des composants biochimiques du sang.

Au niveau de la conduite traditionnelle, les animaux ne sont pas abreuvés toute la période hivernale de la verdure, soit durant 3 à quatre mois (Nasr et al., 2000). La diminution des quantités d'eau bues en hiver tend à augmenter l'ingestion des chèvres en matières sèches et gagnent, ainsi, plus de poids qu'en été sont envisageables par les animaux (Adolga-Bessa, 2000). Les risques de déprivation sont évidemment plus graves en été. La tolérance des races et populations locales s'explique par leurs capacités à diminuer les pertes hydriques dans les urines et les fèces. Selon Aganga (1992), la première réponse de l'animal envers une restriction hydrique est la diminution de l'ingestion. Sous les conditions d'aridité, les chèvres affichent des besoins hydriques inférieures à celles des ovins (Aganga, 1992). En outre, les pertes des eaux sous formes d'urines et de fèces sont supérieures chez les brebis. D'où s'explique la capacité des caprins à tolérer le stress hydrique par le biais d'un mécanisme de conservation des eaux ingérés.

Certaines études ont montré la capacité des caprins de résister à une déprivation hydrique pendant une période limitée. Les populations caprines rustiques pourraient adapter leur physiologie à un stress hydrique (Adolga-Bessa et Aganga, 2000). Les risques d'une sévère déshydratation n'ont pas été observés même à un rythme d'abreuvement de 72 heures. Les effets sont plus marqués durant l'été. La tolérance des races locales au stress hydrique pourrait être expliquée par une capacité de réduction des excréments hydriques dans les urines et les fèces.

Pour la chèvre de la race Maradi, Aganaga Bessa (2000) a trouvé que l'ingestion journalière de l'eau est de 16,95 ml/kg (0,75), l'eau métabolique est de 9,34% de l'eau totale ingérée. Et 69,95% de cette eau ingérée est utilisée pour l'évapotranspiration lorsque la température n'excède pas 40°C. L'eau représente entre 66% et 78% du poids vif des caprins adultes.

Les besoins en eau varient avec la qualité de la ration et la quantité ingérée en matière sèche, et avec le rapport concentré/fourrage selon une relation linéaire, et c'est surtout la concentration en azote qui est à l'origine de l'augmentation de l'eau ingérée.

Les chèvres ingèrent plus d'eau que les boucs (différence non significative) et ce surtout pour leurs besoins dues à la lactation. La gestation augmente, également les besoins hydriques des chèvres (Le Gal et Planchenault, 1993).

Etant donné que les chèvres manifestent constamment leurs besoins en eau, le rythme discontinu de l'ingestion de l'eau devrait coïncider le plus possible avec les besoins. Plus la date entre les prises successives d'eau est longue, plus le stress hydrique est marqué. C'est ainsi qu'Adogla-Bessa et Aganga (2000), ont trouvé des croissances supérieures pour les chevreaux abreuvés journalièrement par rapport à ceux soumis à d'autres rythmes d'abreuvement durant la saison sèche. Un rythme assez lent, pourrait engendrer des pertes des poids adultes (Najari, 2005), surtout lorsque ce rythme est prolongé. Le stress hydrique aboutit à une concentration des constituants du sang et augmente le rythme respiratoire et celui de la rumination (Morand-Fehr et Doreau, 2001). Lorsque le rythme d'abreuvement été porté à 72 heures, la croissance et la production laitière ont été, sérieusement, réduits à environ la moitié des performances normalement enregistrées. Toutefois, le lait est plus concentré et sa composition chimique est plus importante.

Quant aux performances de la reproduction, le stress hydrique tend à augmenter le taux d'avortement et les mortalités embryonnaires ; les poids à la naissance sont également affectés (Najari, 2005).

Selon (Le Gal et Planchenault, 1993), en Inde, la teneur en eau de l'organisme des caprins varie de 60 à 80 % suivant leur âge et leur état d'engraissement ; mais il semble que les animaux à fort potentiel laitier vivant en milieu tempéré aient une teneur en eau plus faible 71-73 % que certaines races comme les chèvres Bédouine vivant en milieu aride (77-85%).

Généralement, le niveau d'ingestion et les besoins des caprins en eau sont sensiblement plus faibles (de l'ordre de 10 à 25 %) que ceux des ovins. Il semble que cette caractéristique des caprins soit liée à un taux de renouvellement d'eau plus lent que chez les ovins comme l'ont montré au Nigeria Aganga et al. (2002) ; cela tend à économiser l'eau corporelle. En réalité, les chèvres, bien adaptées au milieu aride, ont une fonction rénale qui permet une réabsorption d'eau maximale lorsque l'animal est en déficit. L'économie d'eau chez les caprins est aussi liée à une émission de fèces relativement pauvres en eau, à une faible proportion de l'eau évaporée par perspiration ou transpiration (Najari, 2005), et enfin au rôle du rumen en tant que réservoir d'eau (Najari, 2005).

Toutes les races locales ont, selon Le Gal et Planchenault (1993), des caractères d'adaptation intéressants en ce qui concerne le comportement alimentaire et le recyclage de l'urée pour utiliser la végétation de parcours qui ont été mis en évidence en Europe ou en Amérique du Nord.

La manque d'eau, et aussi des bergers capables d'assurer l'opération d'abreuvement qui nécessite un effort spécial et des connaissances nécessaires pour la séparation des ovins et des caprins ainsi que la subdivision des animaux soifs en groupes pour l'abreuvement, représentent les principaux handicaps de l'élevage pastoral (Najari, 2005).

En Tunisie aride, les paysans utilisent de systèmes divers de récupération de l'eau pour l'abreuvement, irrigation, reconstitution des nappes souterraines et pour créer des réservoirs (Najari, 2005). Le stockage de l'eau dans des citernes souterraines et le transport de l'eau par tracteur permettent aux éleveurs de s'éloigner davantage des puits, ce qui a pour résultat de distribuer la pression sur les pâturages et de permettre l'utilisation de zones plus éloignées. Dans les régions les plus arides, la disponibilité en eau pose de graves problèmes pendant la saison estivale sèche. Durant cette saison, les troupeaux ont tendance à augmenter leurs effectifs par l'association des femelles reproductrice envie de la lutte. Les besoins des animaux durant cette période de lutte, sont considérables (Gaddour, 2010).

2. Rythme d'abreuvement

Le rythme d'abreuvement varie considérablement avec la saison et l'état des parcours. En fonction de l'intensité de ce rythme, on pourrait aisément distinguer deux périodes. Une première lorsque le climat est froid à modéré et les parcours sont en bonne état ; et une deuxième durant la période estivale et les saisons sèches. Durant la deuxième période, lorsque la végétation est rare et sèche, les animaux affichent les besoins hydriques les plus importantes. Dans ce cas, l'abreuvement des troupeaux s'impose périodiquement et l'espace pâturable est réduite aux alentours des points d'eaux ; c'est la période restrictive de la production et au pâturage libre.

Si la première période est centrée par l'hiver, la deuxième est observée en été ; toutefois, la durée de chaque période dépend de l'année et de la nature des ressources pastorales et des conditions thermiques. Ainsi, l'automne et le printemps, et parfois l'hiver, peuvent se classer dans la période d'abreuvement.

En été, les troupeaux se dirigent autour des points d'eau et sont abreuvés selon un rythme de 1 jour sur 2 (soit dans 80% des cas pour les élevages désertiques, et 73% pour les élevages des Dhahars et d'El Ouara).

Durant cette période, les déplacements des troupeaux sont réduits et les petits ruminants ne s'éloignent que d'environ 4 à 5 Km des points d'eau, et de 10 km au plus (Najari, 2005).

Les résultats de l'enquête montrent que seulement 11% des troupeaux s'éloignent d'une distance supérieure à 10 Km des points d'eau. Ceci implique un surpâturage des espaces limités tout en laissant d'autres ressources pastorales non exploitées. La charge animale, et les risques de dégradation, sur les parcours autour des points d'eau deviennent ainsi considérables. « Des troupeaux nombreux sont amenés à converger, pendant la saison sèche, vers un petit nombre de points d'eau, ce qui provoque une dégradation "en auréole" autour des sites d'abreuvement (Najari, 2005). »

Le rythme d'abreuvement dépend également de la composition du troupeau ; les caprins résistent plus à la soif et peuvent augmenter le rayon de pâturage. Il s'agit d'une caractéristique qui met en cause le rôle de la chèvre au niveau de la dégradation (Gaddour n 2010).

En automne, en hiver et au printemps, et aussi pour les éleveurs possédant des tracteurs et des citernes, les troupeaux sont conduits sur les parcours les plus éloignés d'El-Ouara et du Dahar pour exploiter les pâturages lointains des points d'eau. L'abreuvement devient moins fréquent.

Les animaux utilisent pour l'abreuvement les puits publics et les citernes souterraines. Certains éleveurs confectionnent des abreuvoirs au sol et transportent l'eau par des citernes tractées. Les problèmes majeurs évoqués par les éleveurs sont le coût et la disponibilité de l'eau. Même pour les périodes de chaleur les animaux ne sont pas abreuvés à un rythme journalier. Généralement, l'abreuvement se fait une journée sur deux ou sur trois en fonction du dessèchement du couvert végétal (Tableau 1).

Le jour de l'abreuvement, les animaux, mal nourris et fatigués par la longue marche sur les pâturages de plus en plus éloignés du point d'eau, ne peuvent s'abreuver en une seule prise. Ils doivent fractionner leur prise d'eau. Le premier abreuvement doit être suivi par un repos de quelques heures, avant un retour au puits. Certains animaux peuvent ainsi revenir deux ou trois fois, ce qui provoque un encombrement des abords des points d'eau. Les troupeaux ne libèrent jamais immédiatement les lieux, après avoir bu, mais vont à l'écart trouver un endroit pour se reposer.

Lors de cette saison, la tâche des bergers est écrasante en vertu de la lourdeur des tâches, sous la chaleur estivale des régions arides alors qu'ils ne disposent que de peu de lait pour se nourrir.

C'est l'époque où la fatigue et l'énervement provoquent bien des disputes autour des points d'eau : les conflits éclatent entre bergers lorsqu'un troupeau refuse d'attendre son tour, ou que l'on néglige les préséances et les égards (Najari, 2005).

Lorsque le troupeau se rapproche de quelques dizaines de mètres du puit, les éleveurs opèrent à une séparation soigneuse et spectaculaire des ovins et des caprins, tous soifs. C'est l'une des scènes qui illustrent bien la technicité des bergers ; on effectue, on ne servant uniquement que des cris et des gestes avec le bâton, le berger sépare les centaines des brebis et des chèvres sans aucune erreur. Les brebis sont toujours abreuvées les premières et les chèvres, reconnues patientes, doivent attendre. Durant l'été, période normale de la lutte, le stationnement des troupeaux autour des puits le jour d'abreuvement permet aux boucs des différents troupeaux de se déplacer pour chercher les femelles en chaleur sans se restreindre à celles du troupeau. Ceci revient à une sorte d'échange des reproducteurs mâles et la diminution des effets néfastes de la consanguinité.

L'eau est rare et certains en font commerce, vendant l'eau de leurs citernes de ruissellement enterrées ou faisant venir des citernes tractées. L'achat de l'eau représente alors une dépense énorme pour l'éleveur qui souvent est amené à vendre une partie de son cheptel pour couvrir ces charges.

	DISTANCE			RYTHME				
	0 à 1Km	<5Km	5Km et +	Chaque jour	1 jour /2	Après 2 jours	Après 3 jours	Après 4 jours
KEBELI	29	6	6	0	1	32	6	2
MEDENINE	33	6	0	1	29	8	1	0
TATAOUINE	21	0	1	4	10	6	2	0
GABES	41	7	4	0	3	35	14	0
TOTAL	124	19	11	5	43	81	23	2

Tableau 1. Distances du point d'eau par rapport au pâturage, et rythme d'abreuvement

3. Points d'eau, aménagement et dégradation des parcours

L'élevage des régions arides comporte de multiples risques qui obligent les pasteurs à recourir à des stratégies complexes. Parmi ces stratégies, la gestion de l'eau constitue l'une des pièces maîtresses de l'économie pastorale. Selon Najari (2005), la gestion des ressources hydriques repose sur certains principes de base.

La première porte sur le lien indissociable qui existe entre l'eau et les pâturages. Sans pâturages alentour, un point d'eau n'est pas utilisé. A l'inverse, sans point d'eau à proximité, un pâturage est difficilement accessible aux animaux. C'est en saison sèche que ce lien est le plus contraignant, car les besoins en eau des animaux y sont élevés. En général, mais surtout pendant la saison sèche, l'espace pastoral s'organise donc autour de points d'abreuvement dont l'existence même conditionne l'exploitation des pâturages (Gaddour, 2010).

La relation directe entre la capacité d'abreuvement d'un puits et le rythme de consommation du pâturage environnant, représente le second principe : ce pâturage disparaît d'autant plus vite que le point d'eau permet d'abreuver un plus grand nombre d'animaux. En effet, la concentration des troupeaux autour des puits, limite le territoire de pâturages auquel ils ont accès. Là encore, la saison sèche est la plus critique, car la qualité du pâturage y est moins bonne. En conséquence, le débit du puits détermine directement le nombre d'animaux (la «charge animale») pouvant être abreuvés chaque jour, et donc le rythme de consommation du pâturage environnant (Najari, 2005).

Le troisième principe fait intervenir l'homme et son travail car, en définitive, « la seule eau qui est importante, ce n'est pas celle qui est au fond du puits, mais bien celle qui arrive à la bouche de l'animal »

Les stratégies modernes pour lutter contre les pénuries d'eau dans les zones sèches reposent sur deux principes :

* Augmenter la densité spatiale des points d'eau, afin de réduire les dépenses d'énergie liées à la marche, et utiliser les espèces, races et types d'animaux, choisis sur la base de leur productivité et non en fonction de leur résistance à la soif.

* S'appuyer sur la densité des points d'eau, sur leur localisation et sur leurs périodes d'ouverture et de fermeture, pour contrôler l'intensité, l'uniformité spatiale, et le moment du pâturage, en vue d'optimiser la production des parcours.

Conclusion

La création de points d'eau moins abondants, mais plus nombreux, aurait assuré une couverture plus satisfaisante de la zone aride ; un réseau hydraulique dense permet en saison sèche une meilleure répartition spatiale de la charge pastorale et une utilisation plus longue et plus complète de tous les pâturages.

L'un des plus importants rôles des ouvrages hydrauliques est d'assurer la communication entre les bergers et les éleveurs; le jour d'abreuvement, les bergers discutent sur les différents aspects de l'élevage et s'échangent les informations sur l'état des parcours. Egalement, la complémentation des animaux est généralement faite au niveau des puits.

Références bibliographiques

- Adolga-Bessa T. and A.A.Aganga 2000. Responses of Tswana goats to various lengths of water deprivation. South African Journal of Animal Science. 2000, 30 (1): 87-91.
- Aganga A.A. 1992. Water utilization by sheep and goats in Northern Nigeria. World Animal Review. FAO (73): 9-14.
- Aganga A.A. 1998. Browse in the nutrition of goats in Botswana. An Overview. In: Enhancing sheep and goat production in Botswana. (Eds) Aganga, A.A., R.G. Chabo, M. Kgosimore, M. Letso and U.J. Omphile. Proceeding of the sheep and Goat Workshop. Botswana. 321-330.
- Aganga A.A. 2002. Indigenous browses as feed resource for grazing herbivores in Botswana. African Journal of Science and Technology. Science and Engineering Series. Vol.(3), 14-19.
- Gaddour A., 2010. Diversité et amélioration génétique des la chèvre locale dans les régions arides du sud tunisiennes. Thèse de doctorat Faculté des Sciences de Tunisie, 180p.
- Le Gal O. et D. Planchenault 1993. Utilisation des races caprines dans les zones chaudes. Contraintes et intérêts. UCARDEC CTA. Editions CIRAD. 260p
- Morand-Fehr P. et M. Doreau, 2001. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. Productions Animales (INRA). Prod. Anim., (14), 15-27.
- Najari S., 2005. Caractérisation morphologique et génétique de la population caprine locale, INATunisie, 250p
- Nasr N., M. Ben Salem, Y. Lalaoui Rachidi, J. Benisad, et Y. Medouni, 2000. Mutation des systèmes d'élevage et de gestion des parcours collectifs en zones arides. El-Ouara de Tataouine (Tunisie). Science et changements planétaires/Sécheresse, 11, (2). 93-100.

International symposium

Geo Tunis

Tunis / hammamet
1-5 April 2015

*Gis and remote
sensing applications
in archaeology and
in the management
of heritage and
tourism resources*

إنظم المصاحفات
الجغرافية و
الاستشعار عن بعد
والتطبيقات في
علم الآثار وإدارة
الموارد التراثية
والتسيارية

www.geotunis.org

تدهور مجتمع المانجروف في جزيرة السودة غرب المملكة العربية السعودية
دراسة حالة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد
إبتسام حسن عبد الرحمن عواري
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة الملك عبد العزيز/ جدة
المملكة العربية السعودية

المقدمة

(Benjamin, 2011)، ذات التربة اللاهوائية المتحملة للحرارة والملوحة العالية والرياح القوية (Kathiersan, 2006)، وأحد الموارد الطبيعية عالية الإنتاجية (Nagelkerken, et al., 2008) متعددة الاستخدامات سواء الخدمات الصحية أو تثبيت التربة والحماية من العواصف البحرية (Bradley, 2008)).

زاد الإهتمام بدراسة المانجروف كنظام بيئي عقب موجات التسونامي عام 2004م، خاصة بعد ملاحظة دورها في المحافظة على التنوع البيئي المعروف في مجتمع المانجروف (Aaron, 2008) حيث توفر هذه النظم الإيكولوجية مظلة لعدد واسع من الأنواع سواء الطيور أو الحشرات أو الزواحف، إضافة أشكال مختلفة من الطحالب وسرطانات البحر والجمبري والأسماك، وعلى الرغم من أهميتها البيئية فإن عدد من الدراسات السابقة أثبتت الإهمال الذي تعرضت له غابات المانجروف في السنوات الأخيرة، حيث تركت لعبث البشر دون رقيب أو حسيب (Pons and Fiselier, 1991)، ويظهر ذلك بوضوح من خلال الإنخفاض العالمي لمساحات غابات المانجروف التي تعد أحد أخطر مشاكل البيئة الساحلية في العالم (Chaichoke, et al., 2006)، وذكر (Kirui, et al., 2011) أن إنخفاض مساحة غابات المانجروف في كينيا، ماهي إلا نتيجة سوء الإستخدام البشري، وهو ما يتوافق مع الإتجاه العام العالمي لإنخفاض مساحة هذا النوع من الغابات في الـ 25 عام الأخيرة.

إن إهمال دراسة مجتمعات المانجروف كمورد ارضي ثمين حول مساحات شاسعة منها الى أراضي مستعملة للزراعة أو احواض تربية الأحياء المائية أو أزيلت واستخدمت من قبل السكان المحليين، كل ذلك من خلال تنمية غير مستدامة من قبل البشر أدت إلى أضرار غير قابلة للتعديل (Pons and Fiselier, 1991) و(الفريدان، 2006)، كما أكد (Kathiresan and Bingham, 2001) حساسية مجتمعات المانجروف للتدخلات البشرية، على الرغم من قدرتها على التعامل مع الإجهاد نتيجة الظروف البيئية الطبيعية في حدودها القصوى.

قامت كثير من الدراسات في السنوات الأخيرة بتقدير معدلات التغير والفق في غابات المانجروف على مستوى العالم، منها دراسة Su- (long & Ismail, 1990) الذي أكد أهمية إستخدام صور الأقمار الصناعية في تقدير التغيرات البيئية وهو ما لا يظهر بإستخدام الصور الجوية، كما أشار (Hai-Hoa, et al., 2013) إلى أن فقدان الكثير لأشجار المانجروف يرتبط بشكل كبير بزيادة مزارع الروبيان والأراضي الجرداء الرطبة، خلال الفترة 2003-2009، كما أكد دقة إستخدام القمر الصناعي Spot5 في التقييم، والرصد أعلى من استخدام TM في القمر الصناعي LAND SAT، وذلك عند عرض التغيرات المكانية والزمانية للمانجروف، كما قام (Karen and Michail, 2007) بإستخدام نهج تحليل السلاسل الزمنية لتقييم نمط الغطاء النباتي للمانجروف كنموذج للأراضي الرطبة من خلال إستخدام تقنية الإستشعار عن بعد، وتابع (Tsai-Ming & Hui-Chung, 2009) تغيرات المانجروف المزروع على مدى عشر سنوات بإستخدام نفس الطريقة، وفي دراسة (عواري و ملا، 2010) تم تحليل التغيرات المكانية للبيئات الساحلية لمنطقة الشعبية التي تشغل جزيرة السودة الجزء الجنوبي منها، من خلال رصد تراجع كبير في التغطية النباتية للمانجروف في عام 2008م

الكربون الأزرق أو مايعرف بـ Blue Carbon أحد التوجهات الفكرية الحديثة للتقليل من إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO2 في الغلاف الجوي، التي تؤكد ضرورة المحافظة على خزانات الكربون العضوي المخزنة في رواسب بيئات الأراضي الرطبة ومنها غابات المانجروف، وعلى الرغم من أهمية غابات المانجروف كأكثر من بقية الأراضي كربون في العالم حيث تخزن الكربون 15 مرة أكثر من بقية الأراضي الرطبة وتستوعبه لآلاف السنين (Margareth, 2011)، نجد أن كثير من الدراسات الحديثة أثبتت تراجع مساحات غابات المانجروف بنسب مختلفة تتراوح بين 15- 50 % من إجمالي مساحات المانجروف في العالم (Rezende, 2006) و (Margareth, 2011) و (Daniel, 2012) خلال العقود الأخيرة، منطقة جزيرة السودة غرب المملكة العربية السعودية شهدت معدل تراجع حاد لمجتمع المانجروف خلال السنوات الأخيرة تنذر بإضمحلال هذا المجتمع النباتي الهام، في الوقت الذي تسعى فيه أغلب دول العالم لإستعادة نمو هذا المجتمع النباتي لفاعليته في إختزال وتخزين الكربون من خلال عملية قليلة التكلفة عظيمة الفائدة نتيجة أثارها البيئية الفاعلة، من هنا صممت هذه الدراسة استكمالاً لدراسة سابقة، هدفت إلى إلقاء الضوء على خصائص الرواسب العضوية في مجتمع المانجروف في جزيرة السودة، لذا تسعى الدراسة الحالية إلى خلال رصد التغيرات في التغطية النباتية لمجتمع المانجروف على مدى الثلاث والعشرين سنة الماضية، وعلاقتها بالتغير في مستوى المياه السطحية، والتغير في معدل ملوحة التربة، ورصد التدخل البشري كعوامل بيئية مؤثرة في مجتمع المانجروف، بهدف تحديد نمط العلاقات المكانية بين المتغيرات السابقة والتوزيع الحالي لمجتمع المانجروف في منطقة الدراسة.

تحاول هذه الدراسة تحديد أهم التحديات البيئية التي تواجه مجتمع المانجروف في جزيرة السودة، كدراسة حالة لكثير من المواقع المشابهة على طول ساحل البحر الأحمر من خلال:

1. الكشف عن التغيرات المكانية لمجتمع المانجروف خلال الثلاثين عام الماضية.
 2. تحديد علاقة مجتمع المانجروف بالمتغيرات المكانية لمستوى سطح البحر.
 3. تحديد علاقة مجتمع المانجروف بالمتغيرات المكانية لملوحة التربة.
 4. تحديد نمط توزيع مجتمع المانجروف الحالي من خلال علاقته بالمتغيرات السابقة.
- لتحقيق الأهداف السابقة تم الإعتماد على النهج الإستقرائي، ونهج تحليل النظم البيئية من خلال معالجة، وتحليل صور الأقمار الصناعية بإستخدام تقنية الإستشعار عن بعد، وربطها بالبيانات الحقلية المتاحة للوصول إلي نمط العلاقات المكانية بين متغيرات الدراسة المختلفة في منطقة الدراسة.
- الدراسات السابقة:**

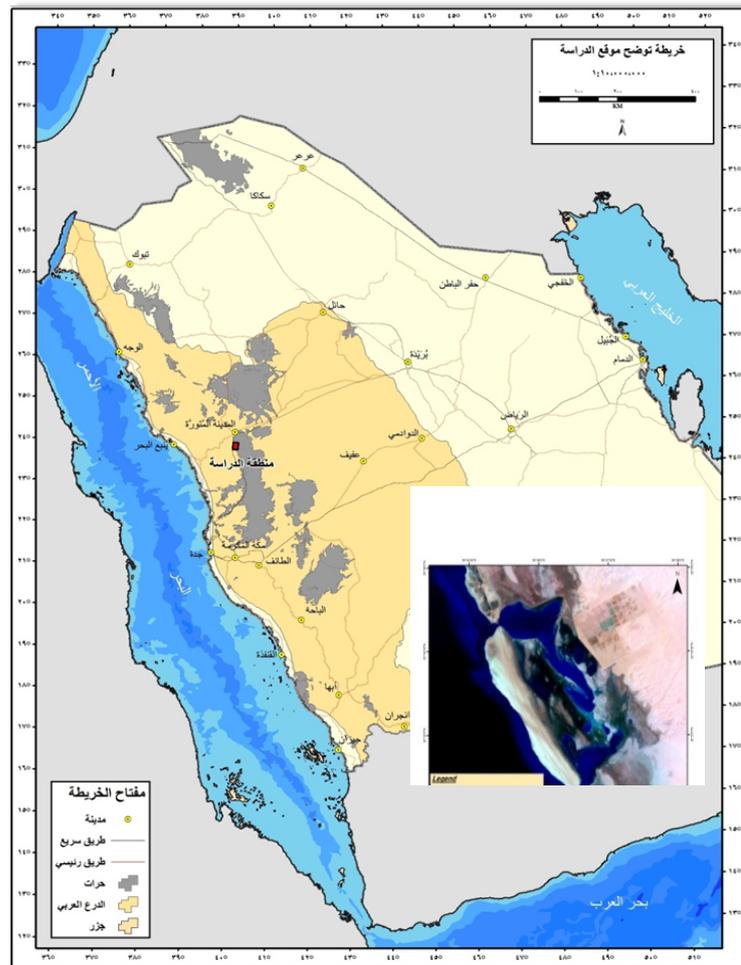
حاولت كثير من الدراسات محاولة فهم دينامية مجتمع المانجروف كأحد النظم البيئية المفتوحة (Stefano, et al., 2008) الواقعة في نطاق المد والجزر البحري في العروض الإستوائية والشبه إستوائية

مقارنة بمعدلات تغطية المانجروف في عام 2003م، كما أشار (Benjamin, 2011) إلى دور الإستشعار عن بعد في تحديد المتغيرات المكانية للنظم الساحلية عالية الإنتاجية باستخدام الأقمار الصناعية على مدى 15 سنة، كما يرى (Bradley, 2008) الإستشعار عن بعد أفضل أسلوب لمتابعة إدارة الأراضي الرطبة خاصة مجتمعات المانجروف الفريدة من نوعها.

تؤثر العوامل الحيوية على وظائف النظام الإيكولوجي للمانجروف من أسفل إلى أعلى، بالإعتماد على عمليتي المد والجزر في تحديد علاقة شبكته الغذائية بالنظم البيئية المجاورة (Daniel, 2008)، كما يرتبط نمو وتراكم الكربون العضوي في رواسب المانجروف عادة بشكل مباشر بتواتر عمليتي المد والجزر. حيث أكد (Blasco, et al., 1996)، أن التغيير الطفيف لطبيعة عمليتي المد والجزر قد يسبب وفيات ملحوظة في مجتمع المانجروف. و أشار (McIvor, et al., 2013) إلى أن العلاقة بين مستويات سطح البحر المختلفة، وعلاقتها بإضافة الرواسب الطينية أو تآكلها وما لها من تأثيرات هامة على مجتمع المانجروف، خاصة علاقتها بمحتوى الرواسب من الكربون العضوي، أشارت دراسة (Furu- et al., 1997) إلى وجود اختلاف كبير في توزيع الكربون العضوي المذاب ما بين مياه الخور ومياه المانجروف. كما أشار (Massel et al., 1999) للإرتباط الكبير بين غابات المانجروف وحركة المياه بسبب المد والجزر، إضافة إلى ضعف أثر حركة الموجات السطحية الناجمة عن الرياح في غابات المانجروف، تظهر دراسة (Kristensen, et al., 2008) أهمية عمليات التنفس الهوائي واللاهوائي التي تحدث في رواسب المانجروف، و دورها في تبادل المنفعة مع ما يجاورها من نظم من خلال تحريرها أثناء الغمر والإنحسار المائي، شاركت دراسة (Margareth, 2011) الدراسات السابقة في إنه يجب إدارة هذه البيئات بشكل يحافظ على الكربون العضوي المخزن في رواسبها، وفي دراسة (عواري و ملا، 2013) تم دراسة خصائص الرواسب العضوية في بيئة المانجروف في جزيرة السودة من خلال تقدير كمية الرواسب العضوية أو ما يعرف بالكربون الأزرق والخصائص الحيوية والكميائية للمياه والعلاقتها المكانية بمجتمع المانجروف.

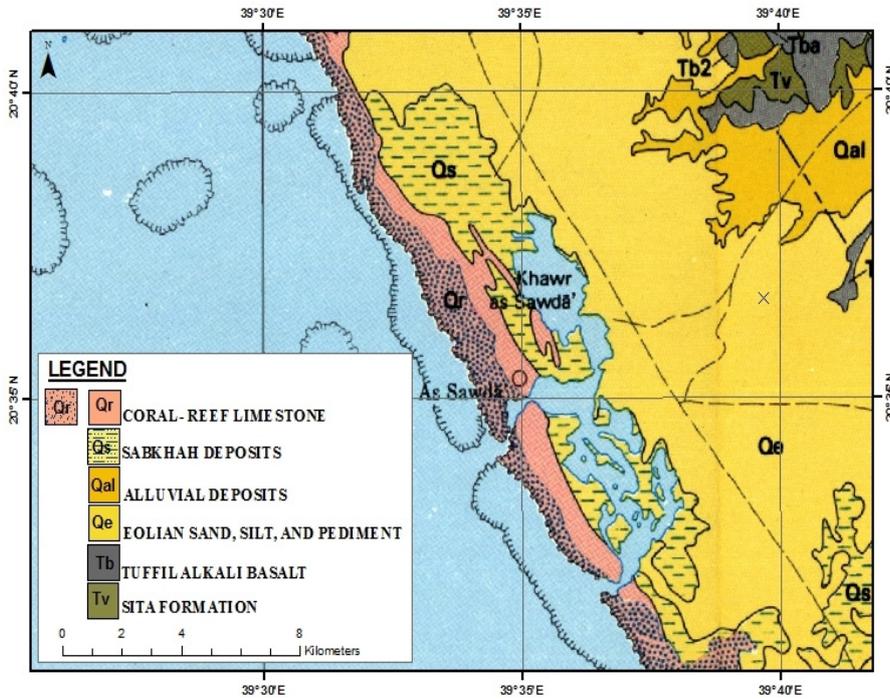
منطقة الدراسة:

تقع جزيرة السودة غرب المملكة العربية السعودية على ساحل البحر الأحمر (جنوب مدينة جدة) بين دائرتي عرض 20° $34'$ $48''$ - 20° $35'$ $24''$ شمالاً، وخطي طول 39° $37'$ $48''$ - 39° $34'$ $12''$ شرقاً، (شكل 1) حيث تتكون سواحل منطقة السودة من خليجين محميين تحيط بشبة الجزيرة من الشمال والجنوب، مكونة لاقون محمي من الأمواج الأمر الذي عمل على نمو أشجار المانجروف فيه، وتتكون شبة جزيرة السودة المعروفة محلياً (بجزيرة السودة) من شواطئ رملية يتخللها عدد من السبخ الملحية المستوية السطح، والمعرضة للغمر بمياه المد مما يجعلها متصلة بالبحر في حالة المد العالي.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

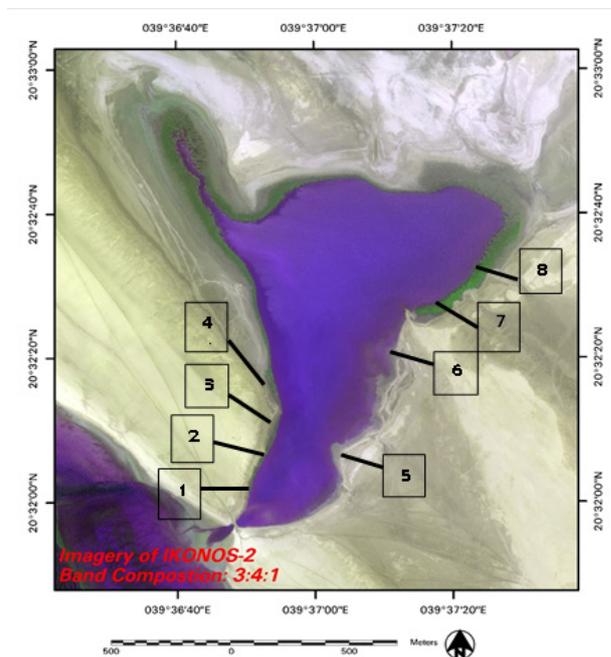
ويغلب على جيولوجية منطقة الدراسة رواسب الثلاثي والرابعي خاصة رواسب الشعاب المرجانية الثلاثية (Mineral and leum, 1980) التي تحيط بحواف اللاقون القريبة من المسطح المائي المفتوح شمال وجنوب مدخل اللاقون، إضافة إلى الرواسب السبخية الرباعية المحيطة بالجهات الجنوبية الغربية والشمالية الغربية للبحيرة، في حين تغطي الرواسب الريفية الطينية، والرملية الأجزاء الأبعد عن مدخل اللاقون باتجاه الشرق، تغطي رمال السهل الساحلي جزيرة السودة مختلطة في بعض المواقع بالحصى والحجر الجيري والمرجاني، مما يجعل مظهر السهل الساحلي رملي حصوي، ماعدا المناطق التي يصب فيها الأودية القادمة من جبل سيتا، ووادي الدام شرق منطقة الدراسة، تكون خليط من الترب الفجة الرملية الصحراوية التي تشكل الرمال الشاطئية السمة الغالبة لها، والترب الفجة الرملية الرطبة باتجاه الغرب، والترب الجافة العادية الملحية (وزارة الزراعة والمياه، 1986م) خاصة في مناطق السباح، كما أظهر المسح أن قوام التربة يتراوح من الطمي السليتي إلى الطمي الرملي حسب القرب والبعد عن نطاق أشجار المانجروف (شكل 2).



شكل (2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

أدوات وطرق الدراسة 1. الدراسة الحقلية:

اعتمدت الدراسة على المسح الحقلية لمنطقة الدراسة، تم ذلك مدى عامين (10/2/2012م - 14/2/2013م - 25-26/4/2013م - 7/23/2013م) حيث قسمت خلالها منطقة الدراسة إلى ثمان (8) قطاعات معاينة (شكل 3)، تبعاً لمواقع وإمتداد وحالة مجتمع المانجروف، تم رصدها وتحديدتها بجهاز GPS تمهيداً لربطها بصور الأقمار الصناعية التي تغطي منطقة الدراسة لاحقاً.



شكل (3) مواقع قطاعات المعاينة في منطقة الدراسة

2. استخدام تقنية الاستشعار

اعتمدت الدراسة على معالجة صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف و الأقمار الصناعية فائقة الدقة الطيفية الموضحة في جدول (1) باستخدام نهج تحليل السلاسل الزمنية على مدى 23 عام من 1990م حتى 2013م، للكشف عن التغيرات المكانية change detection ، وتقييم حالة الغطاء النباتي لمجتمع المانجروف، من خلال تطبيق بعض المؤشرات الطيفية كما يلي:-

• مؤشر القرينة النباتية (Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)

يستخدم مؤشر القرينة النباتية (NDVI) لرصد حالة و توزيع أشجار المانجروف في منطقة الدراسة، وقد طور هذا المؤشر حديثاً ليستبعد تأثير انعكاسات التربة من مجموع انعكاسات النبات، بالتالي أمكن التمييز بسهولة بين مناطق النمو النباتي، و المناطق الخالية من النمو النباتي، وذلك من خلال تطبيق المعادلة التالية:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

حيث:-

(IR) = المجال الطيفي تحت الأحمر القريب Near Infrared Band.

(R) = المجال الطيفي الأحمر المرئي Visible Infrared.

جدول (1) بيانات صور الأقمار الصناعية المستخدمة في الدراسة

النطاقات الطيفية	الدقة المكانية (متر)	تاريخ الالتقاط	القمر الصناعي
8	30	27 اغسطس 1990	لانديسات 4
9	15	3 يونيو 2000	لانديسات 7
9	15	9 يناير 2003	لانديسات 7
11	15	28 ابريل 2013	لانديسات 8
11	15	14 مايو 2013	لانديسات 8
11	15	30 مايو 2013	لانديسات 8
11	15	8 اكتوبر 2013	لانديسات 8
11	15	8 ديسمبر 2013	لانديسات 8
3	0.80	27 يوليو 2011	ايكنوس
4	2.5	02 مايو 2012	سيوت

• مؤشر الغطاء النباتي المطور باستخدام (Enhanced Vegetation Index (EVI)

يعد مؤشر الغطاء النباتي المحسن (EVI) مؤشر "مكثف" لإستخدام بيانات الاستشعار عن بعد شأنه في ذلك شأن مؤشر القرينة النباتية (NDVI) ، وهو مصمم بحيث يحسن استشعار الإشارة المرتدة من الغطاء النباتي، وينتج حساسية استشعار معززة في المناطق ذات الكتلة الحيوية العالية الكثافة (الأمم المتحدة، 2011م)، ويطبق من خلال المعادلة التالية:

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + C_1 \rho_{RED} - C_2 \rho_{BLUE} + L}$$

حيث:

(NIR, RED, BLUE)=Near Infrared, RED, BLUE Bands)

Near Infrared = المجال الطيفي تحت الأحمر القريب

Red Bands = المجال الطيفي الأحمر

Blue Bands = المجال الطيفي الأزرق

G (gain factor) = 2.5 = عامل تحسين-

(C1, C2 are the coefficients of the aerosol resistance (C1= 6), (C2 = 7.5

(C1=6) و (C2=7.5) معاملات رياضية ثابتة لتحسين الظروف الجوية حيث (C1, C2

L is the canopy background adjustment that addresses non-linear, differential NIR and red radiant transfer through a canopy. L=1

معاملات رياضية ثابتة اضيفت لزيادة دقة المؤشر حيث يعمل على تعديل انعكاسات الغطاء النباتي من خلال تحسين الفروقات بين انعكاسات الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة $L=1$.

• مؤشر القرينة المائية (NDWI) (Normalized Difference of Water Index)

يستخدم مؤشر القرينة المائية (NDWI) لدراسة المتغيرات المكانية في مستوى سطح البحر من خلال حساب المواقع المغمورة بالمياه . حيث:

P GREEN : Green Band = المجال الطيفي الأخضر

PSWIR: Short Wave Infrared Band = الموجات الإشعاعية القصيرة للمجال الطيفي تحت الأحمر القريب

• مؤشر ملوحة التربة (SI) Salinity Soil Index

يستخدم مؤشر ملوحة التربة (SI) لتحديد مواقع التربة المعرضة للملوحة العالية، والأراضي الملحية كالسباح، و لتطبيقه تستخدم المعادلة التالية:

$$SI = \sqrt{B2 \times B4}$$

حيث:

مؤشر ملوحة التربة (SI Salinity index)

B2 = Blue band= المجال الطيفي الأزرق

B4 = Red band= المجال الطيفي الأحمر

تمت معالجة صور الأقمار الفضائية وتحسينها وتطبيق المؤشرات الطيفية فيها من خلال برنامج ERDAS وتحليل المرئيات - Image Ana-

lyst المرفق ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية. ARC/GIS.

3. مرحلة تنفيذ العمليات الإحصائية:

نفذت العمليات الإحصائية الخاصة بالتصنيف ودراسة العلاقة بين المتغيرات المختلفة في منطقة الدراسة.

النتائج والمناقشة:

أولاً: التغطية المكانية لمجتمع المانجروف في جزيرة السودة

تمت دراسة خصائص التغطية المكانية لمجتمع المانجروف في منطقة الدراسة من خلال التالي:

1- رصد الوضع الراهن لمجتمع المانجروف في منطقة الدراسة خلال سنوات العمل الحقلية الممتدة من 2011-2013م:

أظهر رصد الوضع الراهن التراجع الحاد للغطاء النباتي في منطقة الدراسة مقارنة بما كان عليه في عام 2008م، أثناء قيام الباحثة بدراسة حقلية للمنطقة كأحد نطاقات معاينة الغطاء النباتي لمنطقة الشعيبية (العواري، ملا، 2013م)، ذلك دعى الباحثة لعمل دراسة حقلية حديثة لمنطقة السودة استمرت لسنتين تقريباً من بداية 2011 حتى 2013م، إضافة إلى الإعتماد على بيانات القمر الصناعي الأمريكي اكينوس IKONOS عالي الدقة المكانية للنطاقات الطيفية (1 Band) و (2 Band) و (3 Band) ، لإظهار مدى التشابه والإختلاف مع نتائج الدراسة الحقلية وجاءت النتائج كالتالي:

• الدقة المكانية العالية للقمر الصناعي اكينوس أعطت فرصة جيدة لتحليل واقع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة خاصة في النطاق الشمالي الشرقي منها، الذي يشكل نطاق سبخي معرض للغمر في الماء صعب الوصول إليه أثناء العمل الحقلية، حيث يظهر تحليل الصورة امتداد نطاق مجتمع المانجروف على شكل نصف حلقة تحيط بحواف بحيرة السودة، تزداد فيها كثافة الغطاء النباتي بالإبتعاد عن مدخل البحيرة المحمية من الأمواج البحرية والتي يصلها مياه المد البحري على شكل تدفقات مائية هادئة.

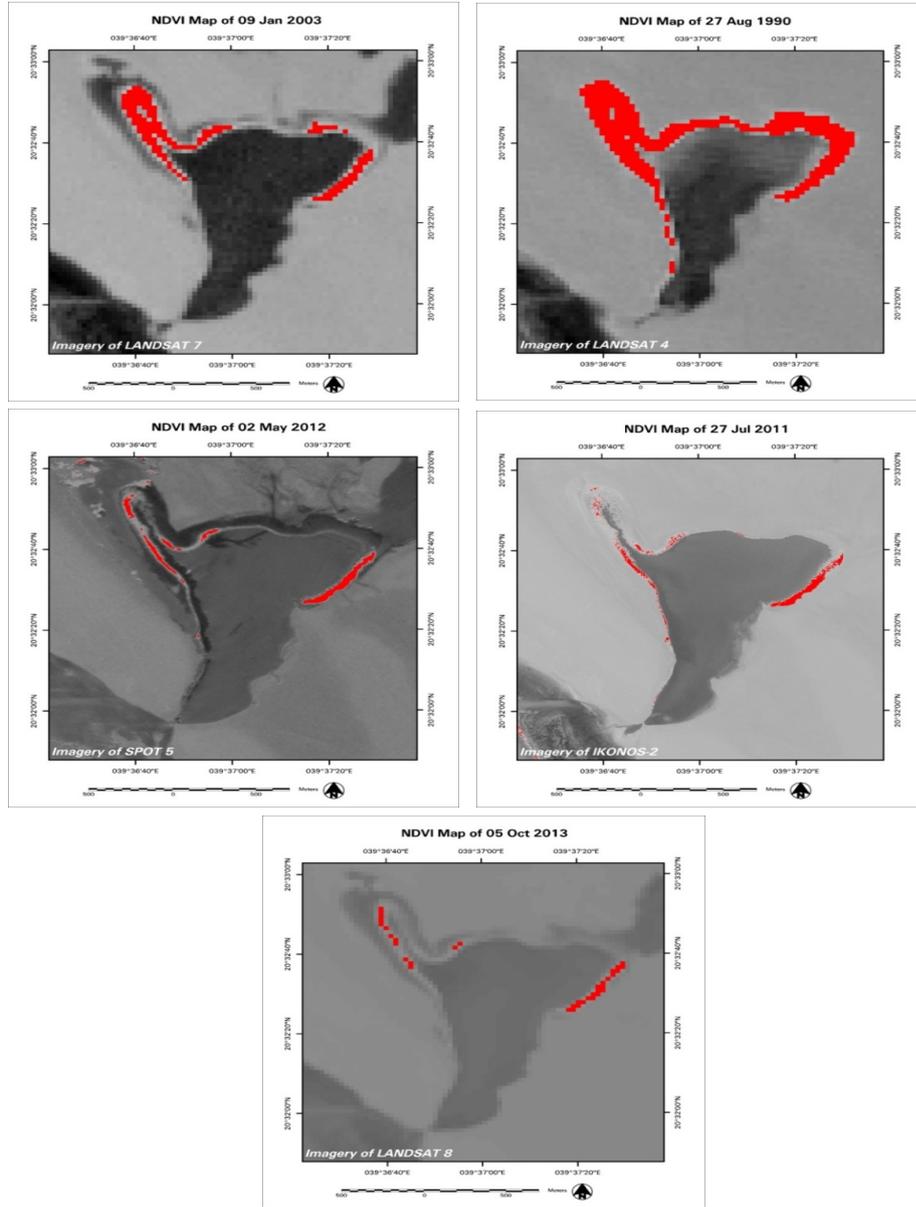
• أظهرت الدراسة الحقلية كثافة مجتمع المانجروف في النطاقات الواقعة جنوب منطقة الدراسة، نطاق المعاينة الثامن والسابع، وإنخفاض الكثافة النباتية في نطاق المعاينة الثالث والرابع، وموت وإختفاء مجتمع المانجروف تماماً في نطاق المعاينة السادس، ظهرت الإنعكاسات الطيفية للنطاق النباتي المترجع باللون البني الرمادي، وهو انعكاس لنطاق من الرواسب السبخية الطينية الناعمة التي تغطيها طبقة من الأملاح، تحيط بالأجزاء الجنوبية الشرقية، والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة (شكل 3).

مما سبق يتبين جدوى الإعتماد على تحليل النطاق الطيفي (1 Band) لرصد التدهور البيئي في نطاقات المانجروف، وهذا يتوافق مع دراسة (Tripathi, et al., 1996).

2- تحليل التغيرات المكانية لمجتمع المانجروف change detection من خلال قياس الذروة الانعكاسية للون الأخضر وتقدير نشاطه خلال سنوات الدراسة -1990 2013م:

أستخدم التصنيف غير الموجه classification unsupervised للتمييز بين النطاقات النباتية للمانجروف والتربة والمياه، وذلك للخروج بخرائط موضوعية Thematic map لمنطقة الدراسة يتم فيها تحديد الغطاء النباتي السليم والمتراجع، والميت، والأراضي الخالية من أي نمو نباتي (الجرداء)، وذلك بتحليل التغيرات المكانية change detection على مدى الثلاث والعشرين سنة الأخيرة، حيث تشير المعالجة الإحصائية لمؤشر القرينة النباتية (NDVI) التي يظهر فيها الغطاء النباتي باللون الأحمر، وبقية الظواهر الطبيعية بتدرجات اللون الرمادي جدول (2) والأشكال (4) و (5) الى الملاحظات التالية:

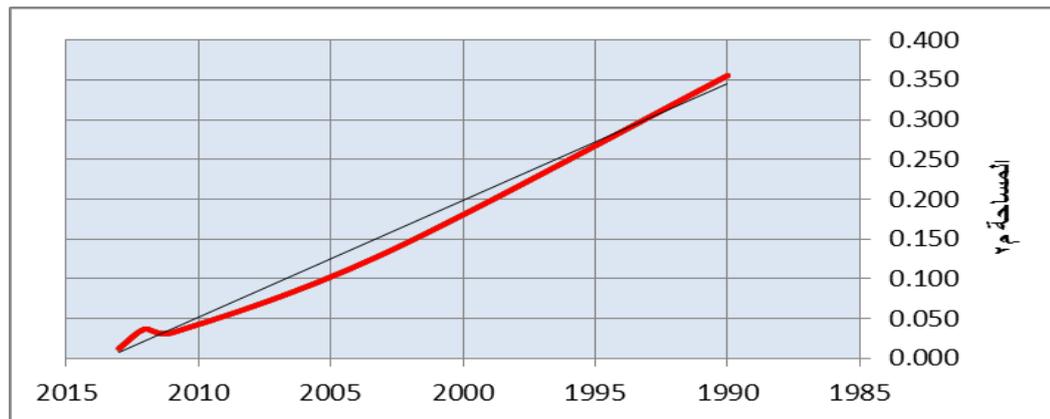
• تقدر المساحة الإجمالية لمنطقة السودة بحوالي 2.08 كم² شغلت منطقة الدراسة الحقلية حوالي 1.02 كم²، يغطي فيها مجتمع المانجروف السليم مساحة تقدر 1.23% من إجمالي منطقة الدراسة الحقلية في عام 2013م تظهر الدراسة حدوث حالة من التراجع الكبير في إمتداد نطاق المانجروف، حيث قدرت مساحة التغطية النباتية للمانجروف في عام 1990م بحوالي 0.356 كم² بإجمالي مساحة تقدر 35% من إجمالي منطقة الدراسة الحقلية ، مقارنة بـ 0.013 كم² المسجلة في عام 2013م، بذلك يبلغ مقدار تراجع المانجروف 96% من إجمالي التغطية النباتية للمانجروف في عام 1990م.



شكل (4) مؤشر القرينة النباتية (NDVI) لسنوات الدراسة المختلفة

جدول (2) معدلات التراجع في مؤشر القرينة النباتية (NDVI) لسنوات الدراسة المختلفة

السنوات	1990	2003	2011	2012	2013
المساحة كم ²	0.356	0.131	0.032	0.037	0.13
معدلات التغير	% 0	% 63-	% 91-	% 89-	% 96-

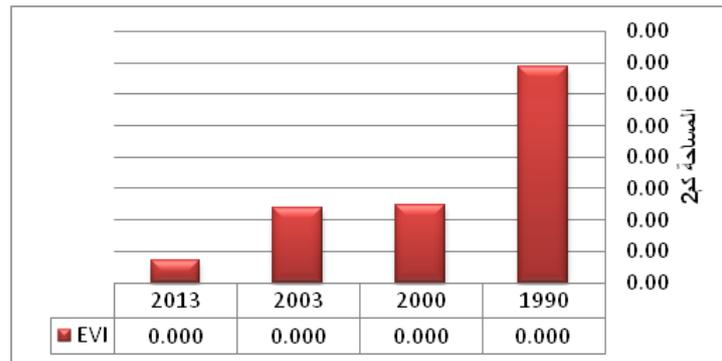
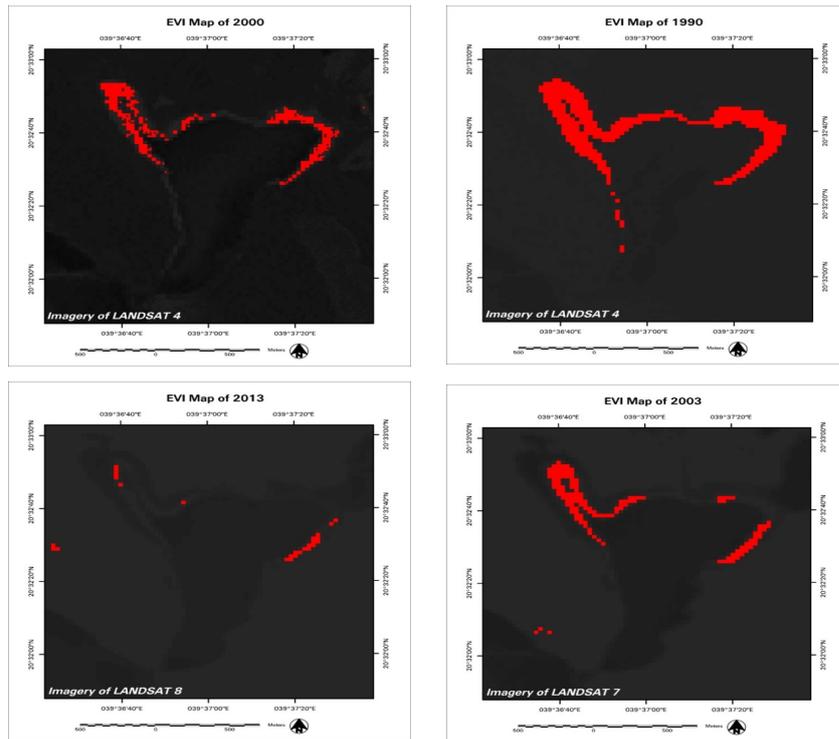


شكل (5) مؤشر القرينة النباتية (NDVI) لسنوات الدراسة المختلفة

• يظهر تتبع التغيرات المكانية لمجتمع المانجروف بدء حدوث التراجع الحاد في التغطية النباتية بعد عام 2000م، خاصة في شرق وشمال شرق منطقة الدراسة، وقد يرجع السبب وراء تقلص مساحة المانجروف وتراجع نموه في السنوات الأخيرة إلى قلة عمليات الغمر المائي القـــادم من البحر المفتوح، وحدوث المد البحري العالي المسؤل الأول عن تغذية نطاق المانجروف بالماء الطيني الغني بالمغذيات، إضافة إلى تعرض مجتمع المانجروف في الجهات الشرقية والشمالية الشرقية لهجد فسيولوجي عالي نتيجة إرتفاع معدلات الملوحة التي أدت إلى فقدان قدرة المانجروف على النمو في مثل هذه الظروف البيئية الحرجة، ويتوافق ذلك مع دراسة (Chai choke, et al., 2006) و (Kirui, et al., 2011) التي تشير إلى الإتجاه العام العالمي لإنخفاض مساحة هذا النوع من الغابات في الـ 25 سنة الأخيرة. كما اظهر تطبيق مؤشر القرينة النباتية (NDVI) لعام 2011م التي استخدمت فيه بيانات القمر الصناعي اكينوس دقة عالية، وضوح أعلى من الصور الفضائية الأخرى. كشفت المعالجة الإحصائية لمؤشر القرينة النباتية المحسن (EVI) لسنوات الدراسة المختلفة والمعتمدة على تحليل صور القمر الصناعي لاند سات للسنوات 1990م، و2000م، و2003م، و2013م، حيث تم إستبعاد صور القمر الصناعي إكينوس وسبوت لعدم ملائمتها للتطبيق المؤشر، (شكل 6) و(شكل 7) الملاحظات التالية:

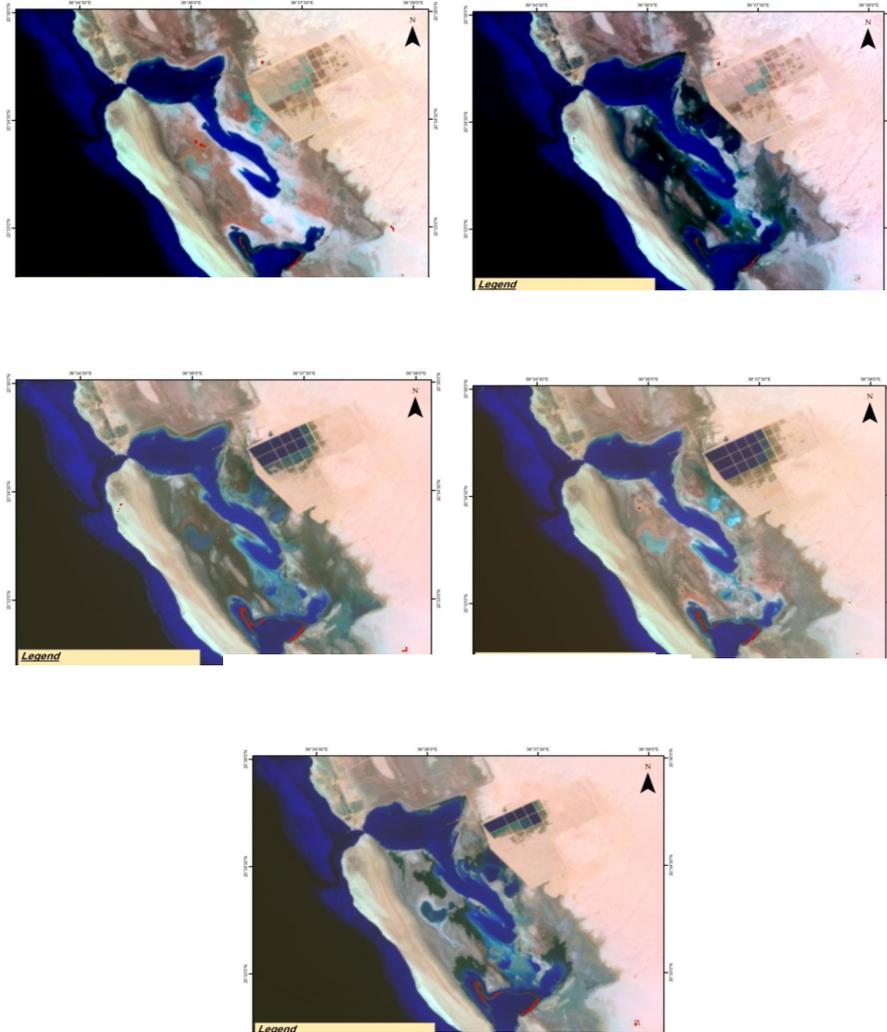
- سجلت التغطية النباتية للمانجروف مساحة بلغت 2كم² عام 2013م مقارنة 0.137 كم² عام 1990م، بمعدل تراجع بلغ 89.6 % في عام 2013م مقارنة بإجمالي مساحة المانجروف عام 1990م، وهو مايشير الى إمكانية زوال هذا الغطاء النباتي بشكل تام في المستقبل اذا لم تستدرك اسباب تراجع التغطية النباتية الحادة لمجتمع المانجروف في منطقة الدراسة، وهو مايتوافق مع دراسة (Sulong and Ismail, 1990) التي اكدت اهمية استخدام صور الأقمار الصناعية في تقدير التغيرات البيئية.
- يرجع الإنخفاض في مساحة التغطية النباتية التي أظهرتها نتائج تطبيق مؤشر القرينة النباتية المطور (EVI) بمقارنة بنتائج تحليل مؤشر القرينة النباتية (NDVI)، إلى أن خصائص هذا المؤشر تعتمد على الإستشعار المعزز للنطاقات النباتية عالية الكثافة، بالتالي لم يظهر الغطاء النباتي المتأكل أو غير الصحي أو النامي حديثاً، كالقطاع الأول والثاني والثالث والرابع في منطقة الدراسة و تتوافق هذا مع دراسة (et al., 1996 Blasco) و (Fromard, et al. 2004) ودراسة (Sulong and Ismail, 1990)، و الدراسات التي طبقت نهج تحليل السلاسل الزمنية لتقييم نمط الغطاء النباتي من خلال إستخدام تقنية الإستشعار عن بعد مثل دراسة (Karen and Michail, 2007) ودراسة (Tsay, Ming and Hui-Chung, 2009)

شكل (6) مؤشر الغطاء النباتي المحسن (EVI) لسنوات الدراسة المختلفة



شكل (7) مؤشر الغطاء النباتي المحسن باستخدام (Enhanced Vegetation Index (EVI) لسنوات الدراسة المختلفة

•دراسة (الشكل 8) تظهر عدم وجود تباين في مساحة الغطاء النباتي للمانجروف على مستوى العام الواحد كما في عام 2013م، في حين يظهر هناك إختلاف في مقدار التغطية المائية كما سيأتي ذكره لاحقاً.



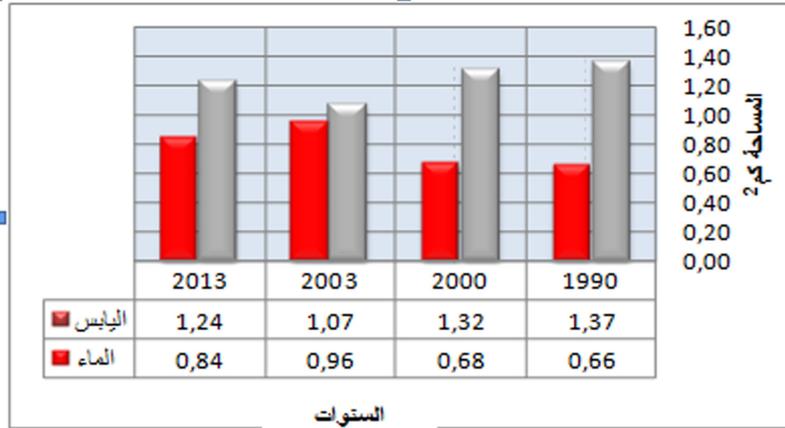
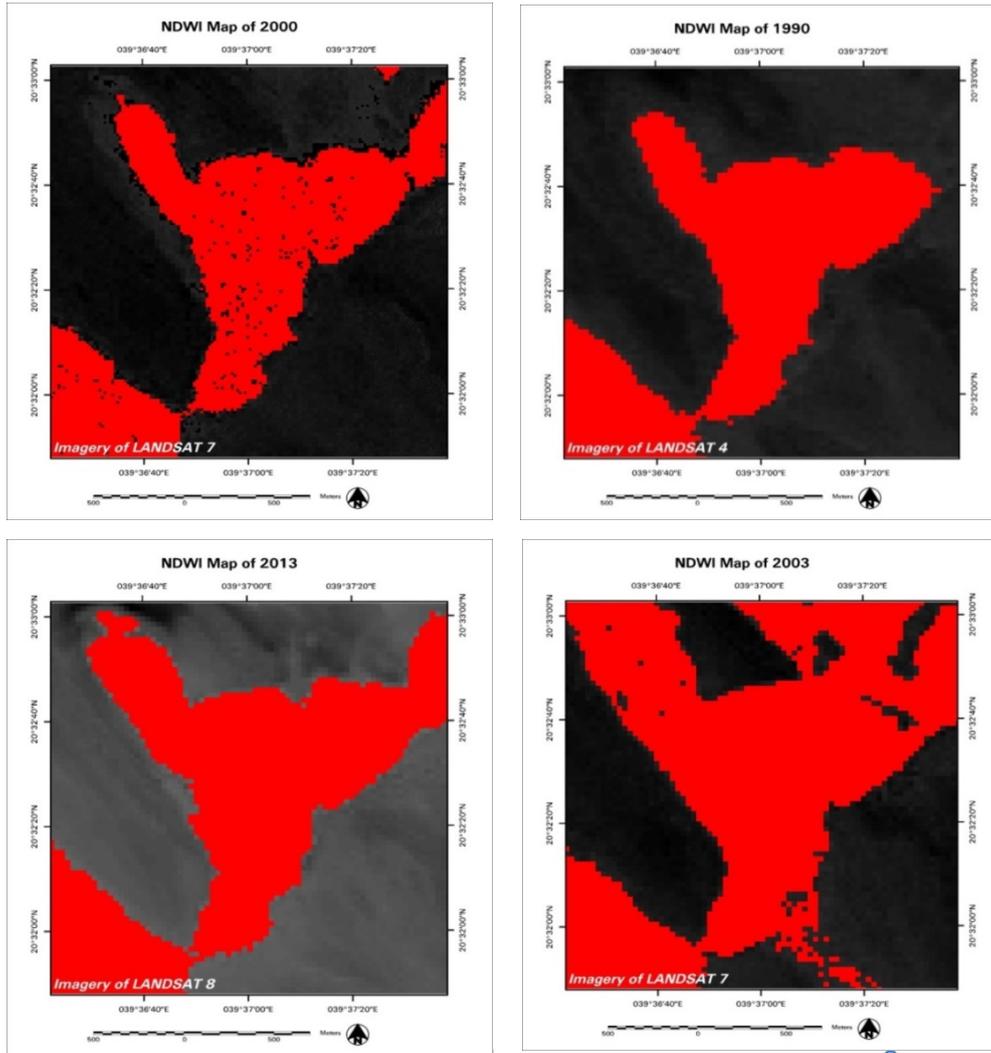
شكل (8) مؤشر القرينة النباتية(NDVI) في جزيرة السودان لعام 2013 م

ثانياً: العوامل المؤثرة في التغطية المكانية لمجتمع المانجروف في منطقة الدراسة هدفت هذه الدراسة إلى الوقوف على أسباب تراجع التغطية النباتية لمجتمع المانجروف سواء الأسباب الطبيعية أو التدخلات البشرية التي قد تكون السبب وراء هذا التراجع الحاد لمجتمع المانجروف في جزيرة السودان كما يلي:

1. التغيرات المكانية لمستوى المياه السطحية:

تقع جزيرة السودان في منتصف البحر الأحمر تقريبا، في منطقة يقل فيها مدى المد والجزر البحري مقارنة بالمناطق الواقعة في شمال وجنوب البحر الأحمر، و يبلغ أقصى مد بحري في منتصف البحر الأحمر بارتفاع المتر تقريبا، في حين تغمر منطقة الدراسة بطبقة رقيقة من المياه لا تتجاوز 40 - 50 سم مغطية مساحات شاسعة من النطاق الساحلي و السبخي أثناء المد العالي، أظهر الرصد الحقلية لمنطقة الدراسة و تتبع صور الأقمار الصناعية لمؤشر القرينة المائية (NDWI) Normalized Difference of Water Index (شكل 9) و (شكل 10) لسنوات الدراسة المختلفة الملاحظات التالية:

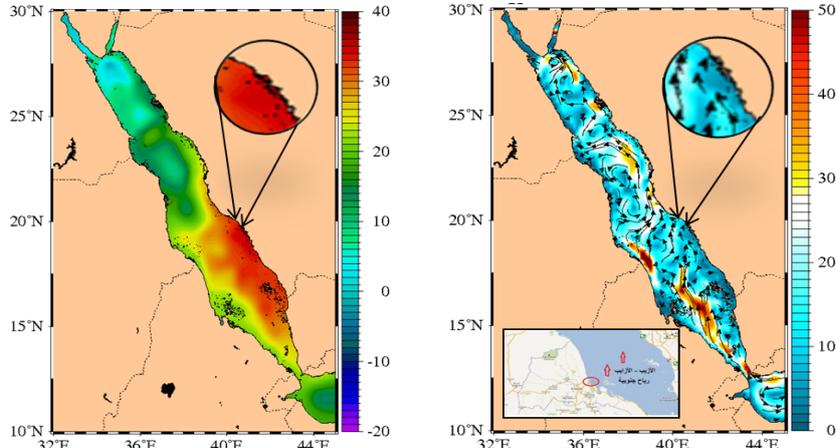
شكل (9) مؤشر القرينة المائية (NDWI) لسنوات الدراسة المختلفة



شكل (10) مؤشر القرينة المائية (NDWI) لسنوات الدراسة المختلفة

- يختلف مقدار الغمر والإنحسار البحري من سنة الي أخرى، ففي عام 1990م سجل المسطح المائي إنحسار بلغت فيه مساحة المياه حوالي 0.66 كم² من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، إزدادت لتشغل حوالي 0.95 كم² في عام 2003م، مما يؤكد ان الغمر المائي اختلف من عام لأخر.
- أظهرت الدراسة من خلال مقابلة عدد من الصيادين العاملين في منطقة الدراسة، أن صيف عام 2011م، تميز بحدوث حالة من الإنحسار المائي الكبير غير المسبوق في السنوات السابقة، وهذا يتوافق مع دراسة (Fromard, 2004) التي أشارت إلى حدوث تغيرات ساحلية متباينة على شواطئ نطاق المانجروف على مدى سنوات متعاقبة.
- يظهر تباين حدوث الغمر والإنحسار المائي خلال العام الواحد، لإرتباطة بالتغيرات المناخية الفصلية، حيث تظهر الصور حدوث حالات من الغمر المائي في شهور الشتاء والربيع، وحالات من التراجع المائي في شهور الصيف، يؤكد ذلك تحليل خمس لقطات فضائية على مدى السنة الواحدة لعام 2013م (شكل 11) و(شكل 12) و(شكل 13) التي أظهرت النتائج التالية:

•يرجع سبب إختلاف حالات الغمر المائي (المد العالي) في منطقة الدراسة إلى حدوث المدود الربيعية أو مايعرف (بالمد اليماني)، حيث يزداد معدل الغمر المائي في حالة وجود رياح جنوبية غربية أو مايعرف بإسم الأريب (وهي رياح جنوبية تسبقها تيارات مائية سفلية قادمة من الجنوب إلى الشمال)، تسمى هذه التيارات بإسم المدود اليمانية حيث تختفي أغلب الشعاب المرجانية تحت الماء بعدما كانت ظاهرة الجزر البحري هي السائدة (شكل 11) موقع شبكة البراري، <http://www.albrari.com> (تحدث هذه الظاهرة مرتين في العام في نهاية شهور الشتاء و بداية شهور الخريف، ويتفق بذلك مع حالة المد العالي التي تغمر منطقة الدراسة في شهور الشتاء و شهور الربيع ، عندها تغمر السواحل والمناطق السبخية الساحلية المحيطة باللاقون بطبقة من القنوات المائية تغطي عدة كيلومترات خاصة شمال منطقة الدراسة وتظهر القنوات المائية المغذية للبحيرة في حالات المد العالي، ومن ثم يحدث مد بحري آخر أقل حدة وتأثير في مجتمع المانجروف في منتصف شهر سبتمبر وحتى منتصف أكتوبر.



شكل (11) حركة الرياح الظاهرية واثرا على حركة المياه السطحية بتاريخ 11/12/2011م



شكل (12) مؤشر القرينة المائية (NDWI) في جزيرة السودان لعام 2013م



شكل (13) مؤشر القرينة المائية (NDWI) في جزيرة السودان لعام 2013 م

• يؤكد ما سبق أن شهور الشتاء والربيع سجلت أعلى تغطية مائية لمؤشر (NDWI)، حيث بلغت مساحة المياه في جزيرة السودة 15.2 كم² و15.1 كم² لشهر ديسمبر وإبريل على التوالي، في حين إنخفضت مساحة اليابس في نفس الشهور مسجلة 19.2 كم² و19.3 كم² لشهري ديسمبر وإبريل على التوالي، كما سجلت بداية شهور الصيف والخريف ممثلة بأواخر شهر مايو وشهر أكتوبر أقل نسبة للتغطية المائية حيث بلغت مساحة الماء في شهر مايو حوالي 13.6 كم² و14.1 كم² في شهر أكتوبر، وفي ذات الوقت إزدادت مساحة اليابس لتصل إلى 21 كم² و20.3 كم² لشهر أكتوبر ومايو على التوالي (شكل 14).



شكل (14) حالات الغمر والإنحسار البحري خلال فترات ومنية مختلفة

• ترتبط تيارات المد البحري السفلي (المدود اليمانية) بالفتحات والطرق المائية التي تقع بين الشعاب المرجانية والجزر والخلجان على طول الساحل، حيث تتخذ هذه الحركات المائية إتجاه شرقي غربي تعمل على رفع منسوب المد البحري، وحدوث حالات المد العالي المسؤولة عن صحة وتجديد مجتمع المانجروف سنوياً، في حين تكون حركة التيارات البحرية المتأثرة بالرياح السطحية ذات إتجاه جنوبي شمالي على طول إمتداد الشعاب المرجانية، كما تزداد معدلات الغمر أو حدوث المد العالي إذا توافقت حركة التيارات المائية أو ما يعرف بالمدود اليمانية مع حدوث مد قمري وهبوب الرياح الشمالية الغربية الجنوبية الغربية، خاصة إذا استمرت الرياح نشطة لعدة أيام، عندها تعمل الرياح السطحية على زيادة معدل الغمر والإندفاع البحري و رفع منسوب المد العالي، الذي يغمر نطاق المانجروف بالكامل، مما يسمح بحدوث حالة من الغمر بالمد الطيني الغني بالمغذيات، وذلك يتوافق مع ماورد عند (Massel, et al., 1999) الذي اشار إلى ضعف أثر حركة الموجات السطحية الناجمة عن الرياح في غابات المانجروف.

1. التغيرات المكانية على مستوى ملوحة التربة:

يظهر مما سبق أن معدلات الغمر والإنحسار المائي في منطقة الدراسة مختلفة من سنة إلى أخرى، ومن فصل مناخي لأخر، مما يؤثر على إختلاف معدلات ملوحة التربة، بحيث يدخل مجتمع المانجروف في نطاق من الجهد الفيزيائي الذي يحد من نموه حسب قانون شليفورد للعوامل المحددة لنمو.

تكشف دراسة مؤشر ملوحة التربة (Salinity Soil Index) (SI)، (شكل 15) و (شكل 16) الملاحظات التالية:

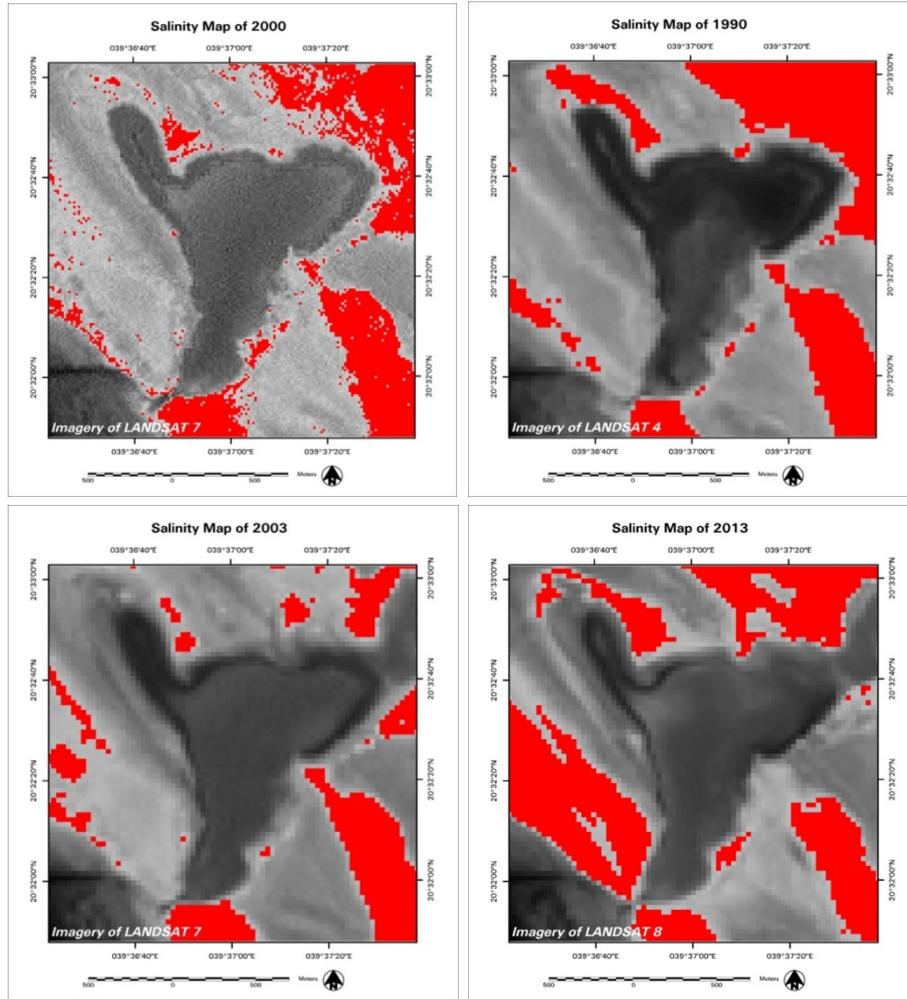
• تتبع مساحة الأراضي الملحية على مدى سنوات الدراسة المختلفة الظاهر باللون الأحمر يشير إلى إزداد نسبة الأراضي الملحية في منطقة الدراسة، حيث بلغت مساحة الأراضي الملحية في عام 2013م حوالي 0.521 كم² مقارنة بـ 0.450 كم² سجلها المؤشر في عام 1990م، وقد يرجع ذلك لإنخفاض معدلات الأمطار في السنوات السابقة إضافة إلى قلة الرواسب الفيضية الواصلة لمنطقة الدراسة والتي تعمل على تعديل وخفض معدلات الملوحة في منطقة الدراسة.

• سجل مؤشر ملوحة التربة مساحة تربات ملحية منخفضة في عام 2003م بلغت 0.279 كم² مقارنة ببقية الأعوام، ويرجع سبب إنخفاض مساحة الأراضي الملحية لكون الصورة الفضائية الخاصة بشهر يناير، الذي يتميز بزيادة طغيان المد البحري على حساب الأراضي المكشوفة من التربة مما يقلل من مساحة الأراضي الملحية التي يمكن رصدها من خلال المؤشر.

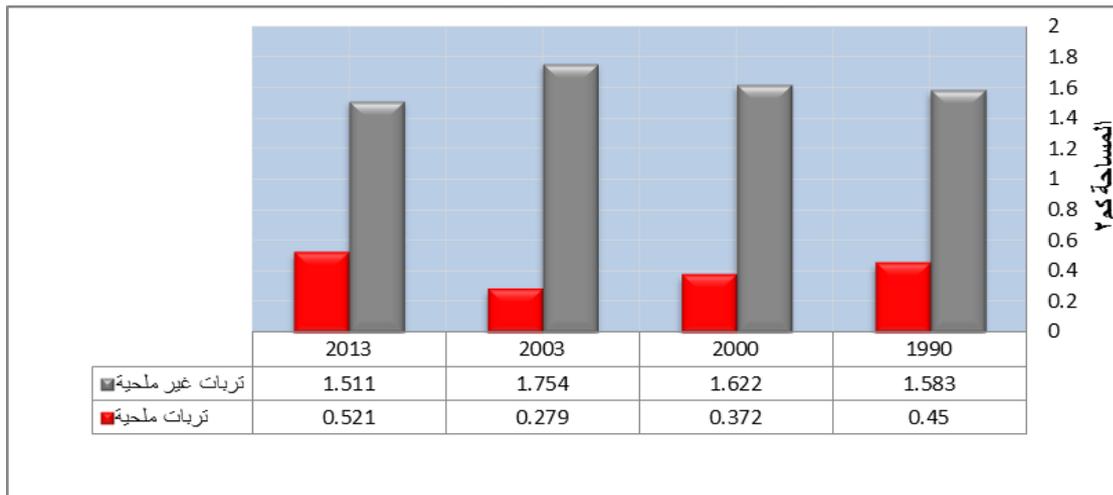
• يظهر من تتبع النطاق الملحي (الشكل 16) أن هناك نطاق من الرواسب الملحية يحيط بنطاق المانجروف خاصة في الأجزاء الجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية، التي تمثل مناطق تراجع نمو المانجروف في الوقت الحالي، وهذا يتوافق مع دراسة (Pablo and Leonor, 2006) التي ركزت على أثر ارتفاع ملوحة التربة على موت وتدهور مجتمع المانجروف.

أظهر تحليل مؤشر ملوحة التربة (SI) Salinity Soil Index، على مدى شهور عام 2013م، وجود ارتباط كبير بين معدلات الغمر المائي وبين مساحة الأراضي الملحية شكل (17) و (18) حيث يظهر إختلاف كبير في مقدار الملوحة من شهر لآخر كالتالي:

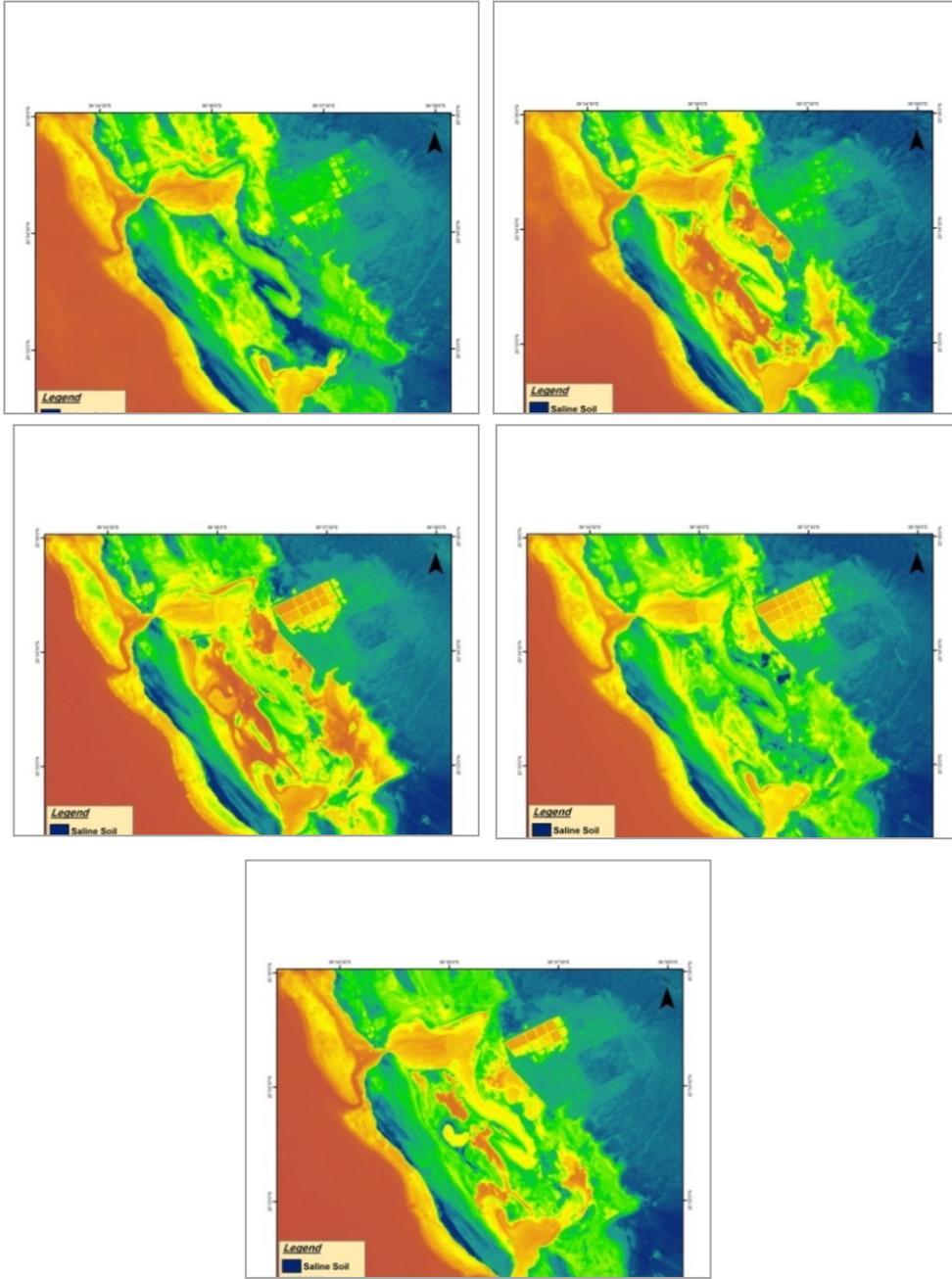
- تتكشف الأراضي الملحية الظاهرة باللون الأزرق الداكن في نهاية شهور الصيف وبداية شهور الخريف حيث بلغت مساحتها حوالي 10.56 كم² تليها في مساحة الأراضي الملحية أواخر فصل الربيع وبداية الصيف بمساحة قدرت بـ 9.02 كم²، سجلت شهور الربيع وبداية شهور الشتاء فترات إنخفاض في مساحة الأراضي الملحية حيث سجلت مساحة تبلغ 6.41 كم² ، في منتصف شهر مايو، وتليها بداية فصل الشتاء، وبداية فصل الربيع حيث بلغت المساحة 6.85 كم² و 7.06 كم² لكل منهما على التوالي.



شكل (15) مؤشر ملوحة التربة (SI) لسنوات الدراسة المختلفة



كل (16) مؤشر ملوحة التربة (SI) لسنوات الدراسة المختلفة

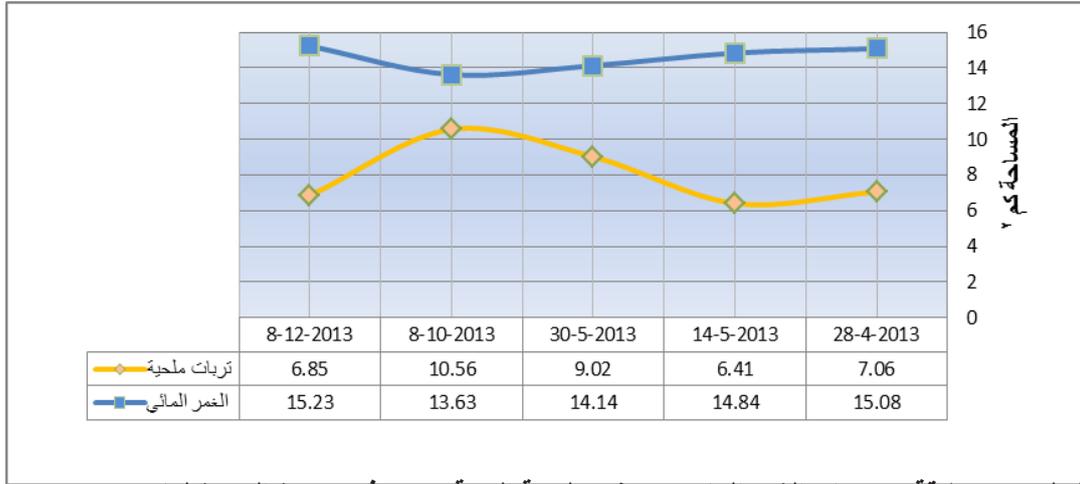


شكل (17) مؤشر ملوحة التربة (SI) في جزيرة السودان لعام 2013م



شكل (18) مؤشر ملوحة التربة (SI) في جزيرة السودان لعام 2013م

تكشف العلاقة بين مستويات الغمر المائي ومؤشر ملوحة التربة (SI) (الشكل 19)، في جزيرة السودان لعام 2013م، وجود ارتباط عكسي بين مساحة الغمر المائي ومساحة النطاقات الملحية، حيث يظهر ذلك من خلال مقارنة منحنى الغمر المائي بمنحنى الملوحة، الذي يظهر ازدياد الغمر المائي مرتبط بقلّة مساحة الأراضي الملحية دراسة، وكلما قلّ الغمر المائي ازدادت مساحة الأراضي الملحية نتيجة ارتفاع معدلات البخر المائي ونشاط الخاصية الشعرية في فصل الصيف



شكل (19) علاقة مستويات الغمر المائي بمؤشر ملوحة التربة (SI) في جزيرة السودان لعام 2013م

1. التغيرات المكانية على مستوى التدخلات البشرية:

يظهر تتبع صور الأقمار الصناعية لعام 1990م عدم وجود آثار للأنشطة البشرية المختلفة في منطقة الدراسة سواء الممر البري الذي يفصل اللاقون عن البحر المفتوح، أو مزارع الربيان في شمال شرق منطقة الدراسة، مما يسمح بحدوث حالات المد العالي المسؤول الأول عن حمل المغذيات وترسيب المد الطيني داخل نطاق المانجروف، لذا يعد انشاء المعبر الأرضي عامل هام ومحدد لمعدلات الغمر المائي واختلاف منسوبها وإحداث خلل في نظام تبادل المياه مابين نطاق المانجروف والبحر المفتوح في منطقة الدراسة، حيث قلل بشكل كبير من معدل قوة اندفاع الغمر المائي لنطاق المانجروف وحدوث عملية الإحتكاك والترسيب في البيئية القاعية للمانجروف، مما انعكس سلباً على معدلات نمو المانجروف في منطقة الدراسة (شكل 20).

حفر مزارع الربيان فيما بعد عام 2010م، يعد عامل غير مباشر أثر سلباً على مجتمع المانجروف، من خلال تأثيره على توجيه حركة مياه المد العالي القادمة من شمال منطقة الدراسة، وإختلاف مناسيب سطح الأرض القريبة من مجتمع المانجروف، مما أحدث خلل في مقدار إنسياب المياه، وحدوث المد الواسع الإنتشار قليل الإندفاع ذو القيمة المنخفضة الأثر في نمو وتجدد مجتمع المانجروف، مما سبق يظهر أثر التنمية البشرية الغير مستدامة في الإخلال بالنظام البيئي للمانجروف، وهو ما يتوافق مع ما جاء به (Pons and Fiselier, 1991) و(الفريدان، 2006) و (Kathiresan and Bingham, 2001) التي أكدت حساسية مجتمعات المانجروف للتدخلات البشرية، على الرغم من مقدرتها على التعايش مع ظروف طبيعية قاسية.



شكل (20) المعبر الأرضي الفاصل مدخل البحيرة عن البحر المفتوح يظهر فيه امتلاء انابيب المعبر بالرواسب مما يقلل من معدلات الغمر المائي لحد كبير

ثالثاً: علاقة التغيرات المكانية بالتغطية النباتية للمانجروف

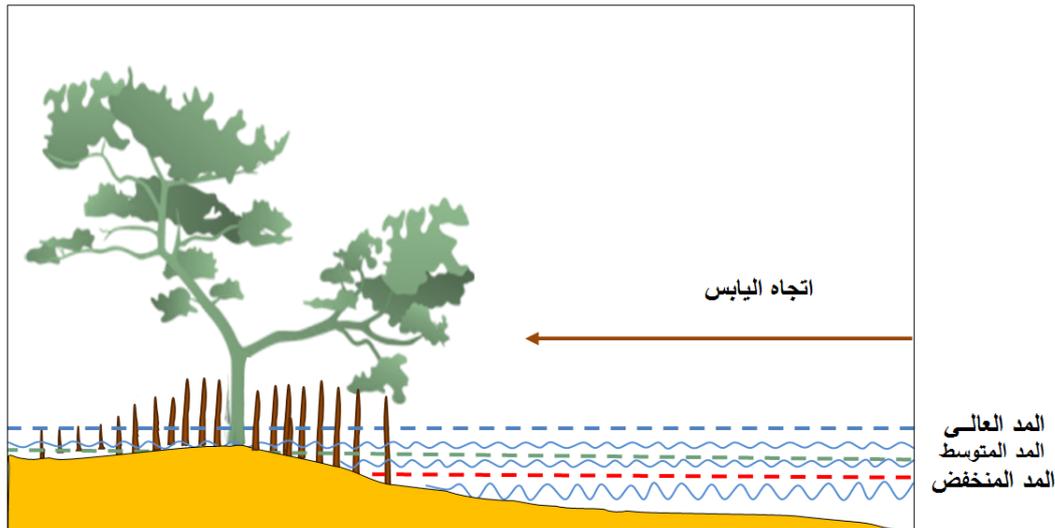
1. التغيرات المكانية والنمو النباتي للمانجروف

يظهر مما سبق ان قدرة اشجار المانجروف على النمو والبقاء يحددها حدوث عمليات الغمر والتراجع المائي، من حيث طول فترة الغمر المائي التي تتعرض لها الأشجار، وقوة واندفاع المد العالي في نشر حبوب اللقاح لمسافات بعيدة عن مجتمع المانجروف ، وبإمتداد يتوافق مع حدود الغمر الطيني الحديث المرسب بسبب عمليات الغمر المائي الحديث (شكل 21) كما تظهر الدراسة الحقلية إرتباط فترة الإزهار عند نبات المانجروف بفترة المد العالي من بداية فصل الشتاء حتى منتصف فصل الربيع، وهي فترة المدود الربيعية التي تعد أهم عوامل بقاء وتجدد مجتمع المانجروف في منطقة الدراسة، إضافة إلى ذلك أظهرت الدراسة الحقلية أن معدلات وفيات بادرات المانجروف في فترات مبكرة أعلى من وفيات الأشجار الناضجة، مما يقلل فرص تعويض المتراجع من أشجار المانجروف النامية وهجرته باتجاه اليابس، حيث يظهر أن فرص نجاة بادرات المانجروف ونموها مرتبط بوفرة المد العالي والغمر بالمد الطيني، وإعتدال نسبة ملوحة التربة إضافة الى قلة عدد سرطانات البحر التي تتغذى عادةً على البادرات الصغيرة للمانجروف، تظهر الدراسة الحقلية ايضاً، وجود علاقة بين شكل وامتداد الجذور التنفسية لنبات المانجروف وبين معدل الغمر المائي (الشكل 22)، حيث يتوافق طول الجذور التنفسية نسبياً مع إمتداد الغمر المائي من ناحية العمق ومساحة .



شكل (21) اثر الرواسب الطينية الحديثة في تنشيط نمو أشجار المانجروف حتى نهاية منطقة المد الطيني.

التغطية، هنا تؤثر التدفقات المائية على زيادة نسبة الجذور التنفسية فوق الأرض كما تؤثر على حركة المياه وحدوث الإحتكاك الذي يعمل على تحريك الرواسب ونقلها إلى جهات أخرى لها إرتباط كبير بدينامية نمو المانجروف، حيث تزداد الجذور التنفسية طوياً بالقرب من منطقة المد العالي، وتبدأ هذه الجذور التناقص التدريجي كلما ابتعدنا عن نطاق المد العالي والتغطية المائية وبالتالي يتناقص ارتفاع الجذور باتجاه





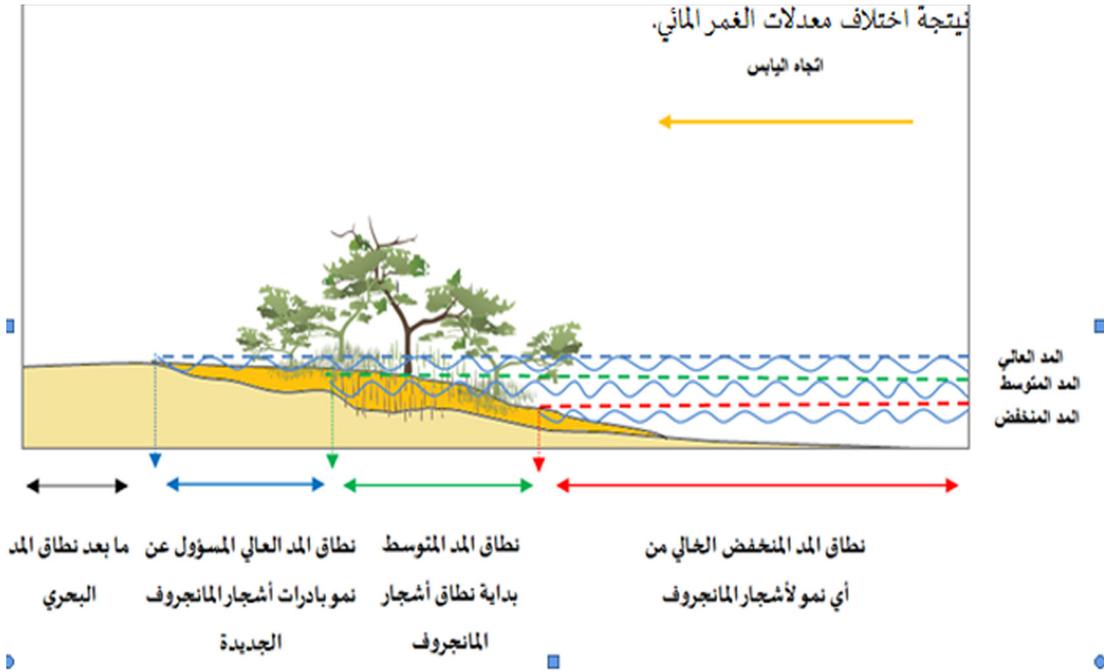
شكل (22) توضيحي يظهر تدرج أطوال الجذور التنفسية للأشجار المانجروف بالابتعاد عن خط الشاطئ باتجاه اليابس

2. أنماط نمو مجتمع المانجروف:

تظهر الدراسة وجود أكثر من نمط نباتي لتوزيع المانجروف في منطقة الدراسة تختلف حسب درجة وقوة الغمر المائي وطبيعة رواسب التربة كمايلي:

النمط الأول:

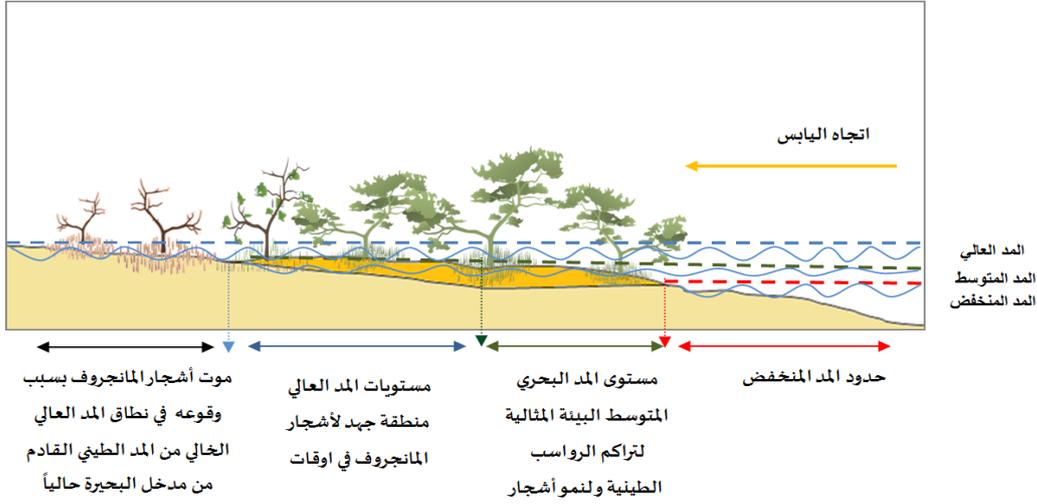
يتمثل هذا النمط لمجتمع المانجروف في نطاق المعاينة الأول والثاني قرب مدخل اللاقون شكل (23)، حيث يغمر نطاق المانجروف بمياه المد المتوسط والعالي الغنية بالمغذيات القادمة من المسطح المائي المفتوح طوال فصل الشتاء والربيع نتيجة لقرب هذا القطاع من مدخل اللاقون باتجاه الشمال، هنا يعد المد العالي المسؤول عن تجدد اشجار المانجروف ومدته بالبادرات الجديدة، يحتوي القطاع على اجزاء من المانجروف الميت داخل المانجروف السليم، وقد يرجع ذلك لعملية التجدد الطبيعية لمجتمع المانجروف، أو يشكل حالة من الضرر تعرض لها هذا القطاع خلال الفترات السابقة نتيجة اختلاف معدلات الغمر



شكل (23) نمو أشجار المانجروف في مدخل البحيرة مع مستويات مد مختلفة

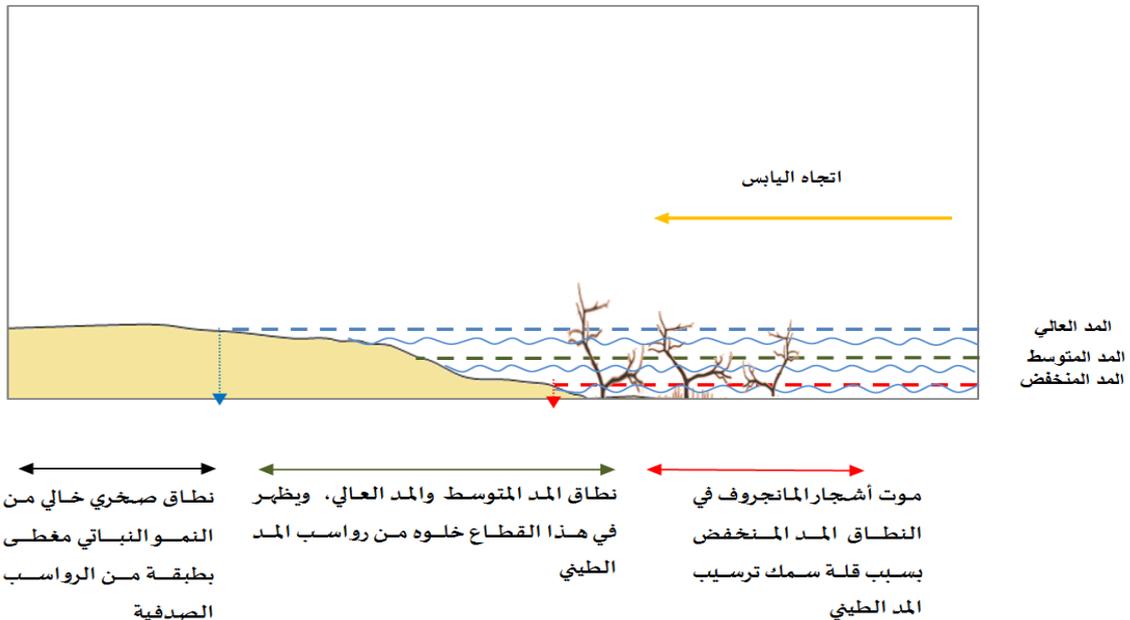
النمط الثاني:

نطاق المعاينة الثالث والرابع حيث يغمر نطاق المانجروف بمياه المد المتوسط والعالي الغنية بالمغذيات القادمة من المسطح المائي المفتوح طوال فصل الشتاء والربيع نتيجة لقرب هذا القطاع من مدخل اللاقون بإتجاه الشمال، يعد المد العالي المسؤول عن تجدد اشجار المانجروف ومدته بالبادرات الجديدة، بالتالي ضعف حدوث عمليات إحتكاك المياه برواسب القاعية لمجتمع المانجروف مما أدى إلى ضعف التدفقات المائية الحاملة للمد الطيني الحديث العامل المؤثر في استمرار تغذية مجتمع المانجروف ، إضافة إلى إرتفاع منسوب الأراضي القريبة من اللاقون، وحدث المد العالي الشاسع نتيجة وصول المد المائي الداخلي من شمال اللاقون والمحمل بالأملاح مما زاد من حدة التراجع في هذا القطاع(شكل 24) .



شكل (24) نمو أشجار المانجروف في منطقة المعاينة الرابعة والتي تعاني من تراجع حاد لأشجار المانجروف خاصة في فترات الجفاف

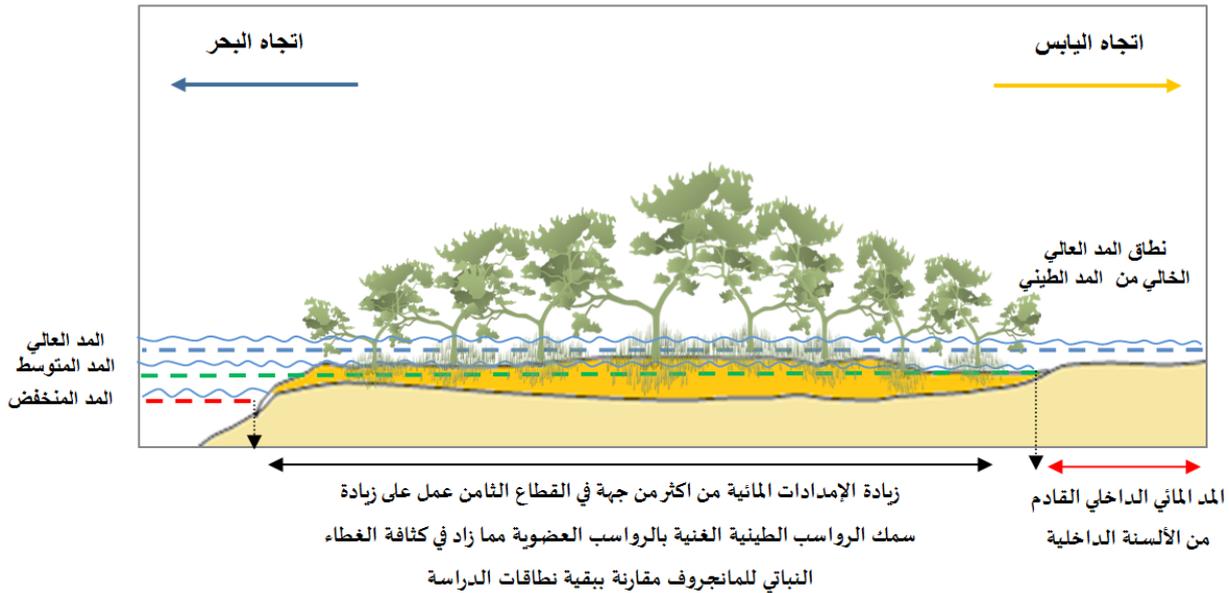
النمط الثالث: يتمثل هذا النمط لمجتمع المانجروف في نطاق المعاينة السادسة والتي تظهر قطاع من بقايا أشجار المانجروف الميتة، المغمورة في الماء داخل الحدود المائية للبحيرة، وبعيدة عن تأثير نطاق المد المائي المسؤول المباشر عن وجود مجتمع المانجروف، إضافة إلى إنعدام الترسيب الطيني مما أدى إلى موت وتلاشي مجتمع المانجروف، وقد يرجع سبب غمر المياه لقطاع المانجروف بالكامل، إلى حدوث عمليات رفع أو خفض تكتونية أثرت في تغير واختلاف مستوى الشط البحري لهذا القطاع(شكل 26) .





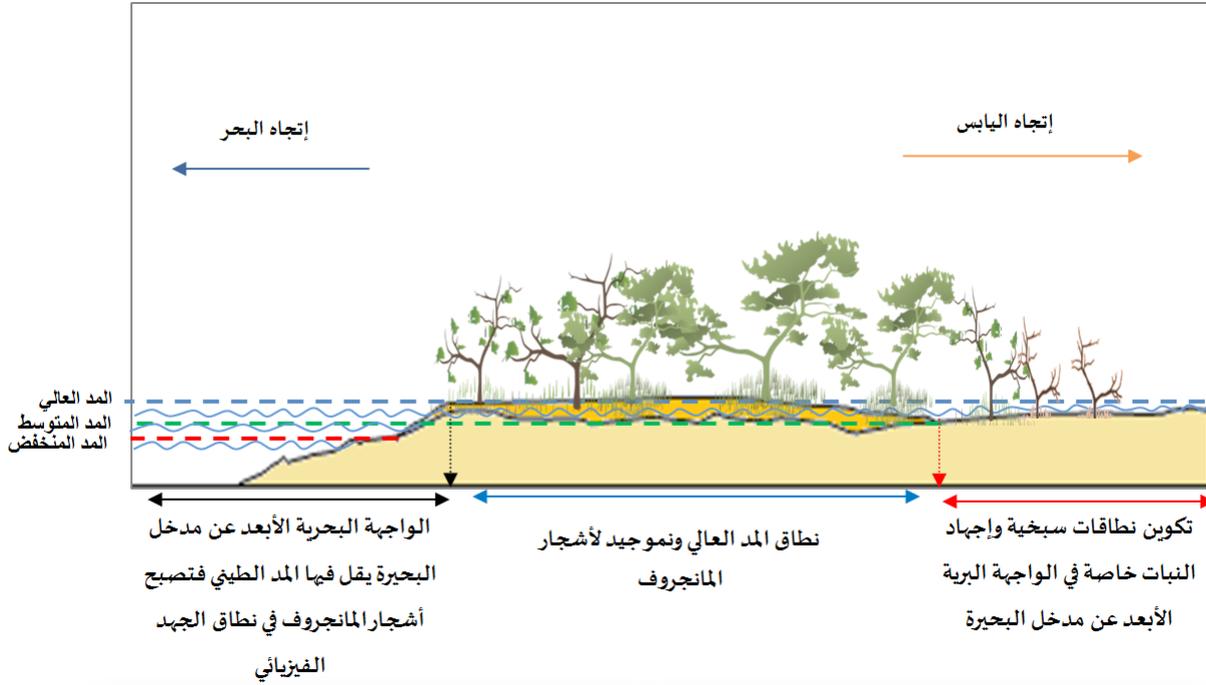
شكل (25) نمو أشجار المانجروف في منطقة المعاينة السادسة التي تعاني من موت أشجار المانجروف بشكل تام

النمط الرابع : يتمثل هذا النمط لمجتمع المانجروف في نطاق المعاينة الثامن (شكل 26) حيث تنمو أشجار المانجروف بكثافة في نطاق منخفض عن منسوب سطح الأرض المجاورة مغمور بشكل شبه دائم بمياه المد ، وغني بالرواسب الطينية المختلطة، برواسب عضوية نباتية و حيوانية، التي تمثل بيئة جيدة لوجود عدد من الحيوانات القاعية، ويرافق هذا النمط لمجتمع المانجروف انبعاث روائح كبريتيد الهيدروجين النافذة التي تدل على حالة التحلل اللاهوائي التي تتم في هذه التربة المشبعة بالمياه طوال العام، حيث تتوفر تربة ذات لون رمادي مزرق بسبب إختزال ثاني أكسيد الكربون في رواسبها أو ما يعرف بـ Blue carbon ، ويعد هذا النمط نموذج مثالي لبيئة مجتمع المانجروف السليم ذو الكتلة الحيوية العالية، يتوافق ماسبق مع نتائج (Rezende, et al., 2006)، الخاصة بدور المد و الجزر في تراكم الكربون العضوي تحت أشجار المانجروف، ودراسة (Furukawa, 1997) التي تشير إلى وجود تباين كبير في توزيع الكربون العضوي ما بين رواسب المانجروف، ورواسب مياه البحيرة الخالية من المانجروف.



شكل (26) نمو قطاع جيد من أشجار المانجروف غني بالرواسب العضوية

النمط الخامس: يتمثل هذا النمط في النطاق الشرقي من منطقة الدراسة، حيث الواجهة الأبعد عن مدخل البحيرة (شكل 27) ، و يمثل مجتمع مانجروف متآكل، نامي تحت جهد فيزيولوجي عالي، نتيجة إحاطته بنطاق ملحي سبخي، وتعرضه للغمر المائي الداخلي الخالي من المد الطيني والمغذيات البحرية نتيجة لبعده عن مدخل البحيرة، و وجود المعبر البري الذي أضعف عملية التدفق المائي من البحر المفتوح، لذا يغمر بمد مائي من اللسان الشمالي لمنطقة الدراسة، ساعد على ذلك حفر مزارع الربيان شمال شرق جزيرة السودة التي عملت على تغيير نطاق تدفق المياه الداخلية في هذا النطاق، و يتفق ذلك مع دراسة (McIvor, et al., 2013)، التي أكدت أن عمليات تآكل وتعرية وفقدان الرواسب الطينية عامل هام وحاسم في تراجع نمو مجتمع المانجروف .



شكل(27) نمو أشجار المانجروف في الواجهة الأبعد عن مدخل البحيرة

مما سبق يتضح أن أنماط مجتمع المانجروف في منطقة الدراسة، ماهي الا نتيجة نمو المانجروف في نظم بيئية مفتوحة بين اليابس والماء ، حيث ينمو المانجروف بشكل صحي وسليم في مناطق منخفضة عما يجاورها من أراضي بحوالي النصف متر، مما يجعلها معرضة لتبادل المواد الغذائية والإرسابات المد الطيني من خلال المد البحري المتوسط و المد البحري العالي المحصور في هذه المنخفضات القريبة من المانجروف وهو ما يتوافق مع دراسة (Kristensen, et al., 2008)، كما يعتمد على عملية المد والجزر في تحديد شبكته الغذائية، خاصة من النظم البيئية المجاورة وهو ما يتوافق مع دراسة (Daniel, 2008).

كما أظهرت الدراسة الحقلية وتحليل الصور الفضائية أن مناطق المانجروف المترجع تمثل نطاقات من الأراضي المستوية القريبة من منسوب سطح البحر والمعرضة للغمر بمياه المد العالي بشكل واسع يغطي مساحات شاسعة بعيدة عن نطاق المانجروف، مما يقلل من القيمة الفعلية لإرسابات المد الطيني التي تتوزع على نطاق كبير من الأراضي، إضافة الى ارتفاع معدلات الملوحة في هذه المناطق المعرضة لنشاط الخاصية الشعرية في فصل الجفاف مما يزيد من نسبة تملح التربة والتي تعد السبب الثاني في الأهمية في تراجع هذه البينات الحيوية الفريدة من نوعها.

الخاتمة والتوصيات:

يتضح مما سبق إن مجتمع الدراسة من النظم البيئية المفتوحة عالية الإنتاجية، الفريدة من نوعها والتي تعد مؤشر جيد على التغيرات المكانية الساحلية، خاصة إرتفاع منسوب سطح البحر أو إنخفاضه، إلا أن ذلك يتطلب ملاحظة طويلة المدى من قبل الباحثين، بغرض رصد العوامل البشرية والطبيعية المؤثرة في التغيرات المكانية لمجتمع المانجروف، لرسم التوقعات المستقبلية لهذه النظم البيئية الهامة من أجل إدارتها بشكل مستدام، لذا توصي هذه الدراسة بالتالي:

3. ضرورة حماية مجتمعات المانجروف كنماذج لنظم الإستدامة، من خلال عدم المساس بمدخلات ومخرجات البحيرات والخلجان المحمية لما لذلك من أثر كبير في اختلاف وتغير مناسيب المياه العامل الأساسي الحاكم لنمو نبات المانجروف.
4. إعادة صيانة الممرات البرية التي تفصل هذه الخلجان المحمية عن البحر المفتوح على طول سواحل البحر الأحمر.
5. إنشاء مرصد بيئية متخصصة لرصد التغيرات المكانية للبيئية الحيوية وعلاقتها بتغيرات منسوب سطح البحر على طول سواحل البحر الأحمر.
6. تشجيع المجموعات البحثية متنوعة التخصصات لدراسة فكرة الكربون الأزرق Blue Carbon ومنها بيئية المانجروف كمشروع بيئي داعم لإستدامة الأراضي الرطبة، بما يتماشى التوجهات العالمية الحديثة بذات الخصوص.
7. ضرورة الحد من انشاء مزارع الربيان على طول سواحل البحر الأحمر خاصة القريبة من تجمعات المانجروف، لما لها من اثر في تغير مناسيب سطح الأرض قرب الشواطئ ، وما يرافق ذلك من تغيرات بيئية هامة في النظم البيئية المجاورة لها.

شكر وتقدير

تعبر الباحثة عن وافر الشكر والتقدير لسعادة الأستاذ دكتور محمد شاهين، الذي تفضل مشكوراً بمراجعة البحث، ولمعهد بحوث الفضاء بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، لدعمه الباحثة من خلال توفير صور الأقمار الصناعية، ولزميلة الفاضلة الدكتورة أمال محمد جان ملا لدعمها المتواصل، ولأخي الحبيب هشام حسن عواري على دعمه الفني والحقلي الدائم اثناء الدراسة.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع الأجنبية

1. Aaron, E. (2008). Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry, *Journal of Sea Research*, 59 (1–2): 2-15
2. Benjamin, H. (2011). Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities, *Progress in Physical Geography*, 35 (1): 87-108.
3. Blasco, F., Saenger, P. and Janodet, E. (1996). Mangroves as indicators of coastal change, *F, CATE-NA*, 27(3–4): 167-178.
4. Bradley, W., Patrik, R., John, K., Beatrice, C., Syed, H., Ruchi, B., Jurgenne, P., Edward B., Farid, D. (2008). Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: *Aquatic Botany*, 89 (2): 220-236
5. Chai choke, V., Andrew, S and Willem, D. (2006). A post-classifier for mangrove mapping using ecological data *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61(1): 1-10
6. Daniel, A. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change, *Coastal and Shelf Science*, 76 (1):1 -13.
7. Daniel, A. (2011). Carbon payments for mangrove conservation: ecosystem constraints and uncertainties of sequestration potential, *Environmental Science & Policy*, 14(4):462-470.
8. Daniel, A., Brian, C., Aaron, J., Samantha, S., Christopher, C., Núria, M., Patrick, M., Emily, P., and Dorothee, H. (2012). Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems, *PLOS ONE*, www.plosone.org, 10.1371/journal.pone.0043542
9. Fromard, F., Vega, C., and Proisy, C. (2004). Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys , *Marine Geology*, 208(2–4):265-280.
10. Furukawa, K., Wolanski, E., and Mueller, H. (1997). Currents and Sediment Transport in Mangrove Forests, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44 (3): 301-310.
11. Hai-Hoa, N., Clive, M., David, P., Kasper, J., and Norman, D. (2013). The relationship of spatial–temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, *Vietnam Ocean & Coastal Management*, (76):12-22.
12. Karen, S. and Michail, F. (2007). Mangrove conversion and aquaculture development in Vietnam: A remote sensing-based approach for evaluating the Ramsar Convention on Wetlands. *Global Environmental Change*, (17) 3–4:486-500.

ثانياً: المراجع العربية

1. الأمم المتحدة (2011) (ICCD). اتفاقية مكافحة التصحر، مؤتمر الأطراف الدورة العاشرة، جمهورية كوريا، النسخة العربية.
2. عواري، ابتسام، ملا، أمال (2010 م). تحليل التغيرات المكانية للبيئات الحيوية الساحلية لمنطقة الشعبية غرب المملكة العربية السعودية باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ، الإستشعار عن بعد ، المجلد 21، العدد (2)، 171-194.
3. عواري، ابتسام، ملا، أمال (2013 م). خصائص رواسب مجتمع المانجروف في جزيرة السود غرب المملكة العربية السعودية ، بحث مدعم رقم (1433/ 377/845)، عمادة البحث العلمي، جامعة الملك عبد العزيز لعلوم،
4. الفريدان، محمد (2006) دراسة مجتمعات المانجروف بالساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، كلية العلوم جامعة الملك فيصل، المجلد 9، العدد (1).

دراسة تدهور الأراضي ومراقبة التصحر في منطقة الرطبة محافظة الأنبار باستخدام RS & GIS
 أم.د. عبد صالح فياض الدليمي * أ.د. وديد فوزي عريان* م.د. مشتاق احمد غربي*
 *جامعة الأنبار – مركز دراسات الصحراء
 **المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)

المقدمة :

يعد التصحر من أخطر المشاكل والتحديات التي تواجه البشرية في الوقت الحاضر. ومن الجدير بالملاحظة هناك فرق بين التصحر والصحراء؛ فالصحراء نظام بيئي تكون من فترة تاريخية سابقة بعد انتهاء العصر المطير وحلول عصر الجفاف. بينما مفهوم التصحر حسب ما ورد في اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD,1996)، " إنه " تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة، نتيجة عوامل مختلفة ومن بينها الاختلافات المناخية والأنشطة البشرية".

كما يتبين من التعريف أعلاه حدوث تراجع في القدرة الإنتاجية للأرض، وبما يمكن أن يؤدي إلى سيادة الظروف الصحراوية في ظل التأثير المزوج الذي يشمل حدوث تغير وتذبذب في الظروف المناخية، مع حدوث تغير كثيف الأثر كنتيجة لإصابة الأنظمة "الايكوبيدولوجية" كما ونوعاً بالتدهور وذلك من خلال حدوث عملية هدم أو تدمير لعناصر البيئة التي تشمل التربة والنبات الطبيعي والموارد المائية.

تشكل منطقة الدراسة "الرطبة" جزءاً من محافظة الأنبار الواقعة ضمن وحدة الحماد الفيزوغرافية، إذ تعد منطقة مراعي طبيعية جيدة. تعاني حالياً من تسارع عمليات التدهور والتصحر والإخلال بالنظام البيئي وهذا ما يلاحظ من خلال تدني إنتاجية الأراضي وتدهور الغطاء الأرضي والنتائج التي تم الوصول إليها عن طريق نظام "أكساد" لمراقبة تدهور الأراضي والتدقيق الحقل.

كما تبين أن طبيعة المناخ الجاف وارتفاع درجات الحرارة والرياح الشمالية الغربية الجافة، إضافة إلى الاستثمار غير الأمثل للموارد الطبيعية المتاحة والتي تشمل الرعي الجائر واستصلاح الأراضي بهدف زراعتها بالمحاصيل المطرية والصناعات الاستخراجية والطرق والمسالك العشوائية تعتبر من أهم العوامل الرئيسية المسببة لتدهور الأراضي في منطقة الدراسة.

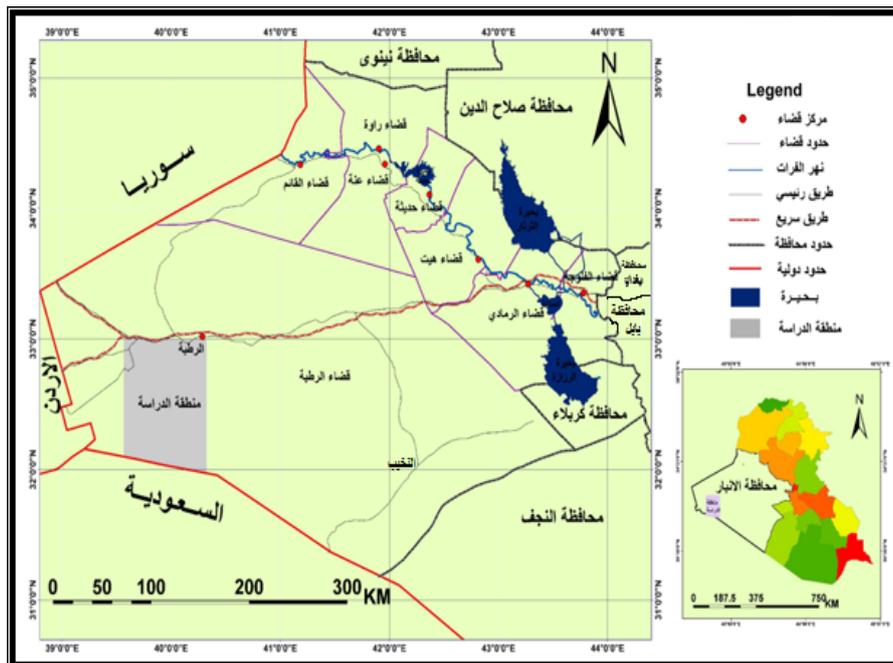
بناء على هذا تتلخص ماهية مشكلة الدراسة على التساؤلات الآتية:

- ما حقيقة حجم مشكلة التصحر في المنطقة ؟
 - وما العوامل الأكثر أهمية في بروز هذه الظاهرة ؟
- ولهذا فقد جاءت هذه الدراسة لتحقيق الأهداف الآتية:

- تحليل واقع منطقة الدراسة ورصد ظاهرة التصحر فيها وبيان أسبابها وطرق المعالجة للحد من هذه الظاهرة .
- استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وبيان إمكانيتها في توصيف وتصنيف حساسية بيئة منطقة الدراسة لهذه الظاهرة من خلال استحداث خرائط الحساسية البيئية للتصحر فيها ومتابعة تطورها.

1. الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة
1-1 الموقع العام لمنطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في قضاء الرطبة ضمن محافظة الأنبار في الجزء الغربي من العراق، وتحديداً إلى الجنوب والجنوب الغربي من مدينة الرطبة. إذ يحدها من الشمال الطريق الدولي ومن الجنوب الحدود العراقية السعودية، بين دائرتي عرض 2.7-31° - 2-54° - 33° شمالاً، وخطي طول 48° - 33° - 19-40° شرقاً. وتقدر مساحة المنطقة حوالي 8046 كيلو متر مربع. (الشكل 1).



شكل 1: خارطة موقع منطقة الدراسة بالنسبة لمحافظة الأنبار والعراق

المصدر: بالاعتماد على، الهيئة العامة للمساحة، الخارطة الإدارية لمحافظة الأنبار، مقياس 1/1,000,000، 2007.

1-2 تركيبية وجيولوجية المنطقة

تقع منطقة الدراسة من الناحية التركيبية ضمن منطقة الرصيف المستقر وتحديدا ضمن نطاق الرطبة _ جزيرة تعد تركيبية المنطقة وحسب ذلك التقسيم بسيطة والظواهر التركيبية فيها قليلة وذلك لضعف تأثير الحركة الابلية فيها، (الكبيسي، 1993، ص23). إذ تعد التكوينات الجيولوجية ذات تراكيب بسيطة موجودة على سطح الأرض، فضلاً عن العناصر التركيبية السطحية النادرة وقلة ميل الطبقات بشكل عام وبأقل من درجة واحدة ولا يمكن قياسها مباشرة، (يعقوب، 1990، ص3).

العنصر التركيبي الأساس في المنطقة هو مرتفع الرطبة، فضلاً عن العنصر التركيبي الأخر ضمن منطقة البحث والمتمثل بطيه "حوران" والتي تعتبر طيه منهضة تقع عند المنحدر الجنوبي الشرقي لمرتفع الرطبة والتي تمتد لمسافة 300 كم، (فياض، 2008، ص7)، وتتألف من عدد من الطيات المحدبة والمقعرة لذا يطلق عليها طيه حوران المحدبة المركبة (Anticlinorium) والتي تمتد من الأراضي السعودية وتستمر إلى حدود "قضاء حديثة" وعلى امتداد وادي حوران وباتجاه تقريبي شرق - شمال - غرب، جنوب غرب، ثم تنحرف نحو الرطبة باتجاه جنوب غرب.

أما النوع الثاني من التراكيب فهي التراكيب الخطية التي تتراوح أطوالها بين عدة كيلومترات إلى مئات الكيلو مترات وهي تعبير سطحي لظواهر داخلية مثل الفوالق والفواصل والكسور (Al-Amiri, 1984, P.9). وتتمثل تلك الظواهر الخطية بصورة عامة باتجاهين رئيسيين متعامدين هما شرق - شمال شرق و غرب - جنوب غرب والاتجاه الثاني غرب - شمال غرب و شرق - جنوب شرق، فضلاً عن اتجاهات أخرى ثانوية، ويمكن أن تمثل تلك الظواهر الخطية انعكاس لفوالق تحت سطحية، (العزاوي، 1988، ص10).

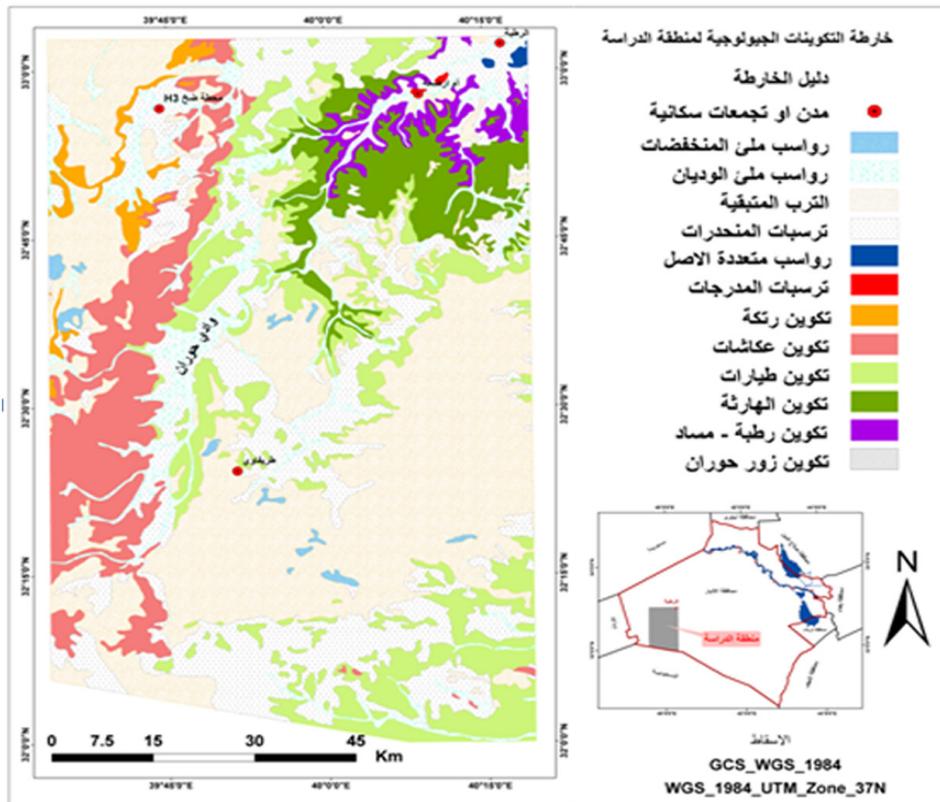
تتباين التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة تبعاً إلى تباين أعمارها الجيولوجية، فهي تندرج في أعمارها من عصر الترياسي الأعلى "الأقدم" إلى العصر الرباعي "الأحدث"، وتتكشف التكوينات الصخرية المنكشفة من الأقدم (الشكل 2)، كما يلي:

1- تكوين زور حوران Zor Horan Formation (الترياسي الأعلى):

يتكون من الطين الجيري والحجر الجيري والحجر الغريني مع حجر رملي جيري اخضر ناعم الحبيبات، والجزء الأسفل منه يكون متبادل التطبيق بين كل من الحجر الوحلي والطين الجيري الجبسي مع الحجر الدولومايتي الصفاحي الأبيض، وسماك التكوين 45 متر وينكشف بجزء صغير في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة.

2- تكوين الرطبة - المساد Rutbah-M,sad Formation (الطباشيري الأعلى):

يتألف التكوين من جزئين العلوي تكوين "المساد" يتكون من دولومايت ذي ألوان متغايرة رقيقة التطبيق ويحوي متحجرات ويعقبه حجر رملي جيري، وحصوي أحياناً، صلب ذو تطبيق متقاطع يعقبه الدولومايت وحجر الجير الدولومايتي ذو اللون الأبيض والوردي ورقيق إلى متوسط التطبيق، سماك التكوين 16- 49 متر (يعقوب، 1990، ص3).



شكل 2 : خارطة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر : بالاعتماد على الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، لوحة الرطبة، سبع بيار، وادي حوران، H4، مقياس 1/250000، 1994، باستخدام برنامج Arc GIS 10.

أما الجزء السفلي فهو تكوين "الرطوبة" إذ يتكون من طبقات الحجر الرملي بيضاء ومتعددة الألوان ناعمة إلى خشنة الحبيبات تحتوي على أكاسيد حديدية تسودها ظاهرة التطبق المتقاطع هشة إلى صلبة مع وجود طبقات رقيقة من الحجر الطيني الرملي والحجر الغريني مع أكاسيد الحديد، سمك التكوين 3 – 54 متر (Buday & Jassim, 1987, p:8) وينكشف التكوين في جنوب الرطوبة في منطقة أرضمة والى الغرب منها.

3- تكوين الهارثة Hartha Formation (الطباشيري الأعلى):

ينكشف التكوين جنوب غرب مدينة الرطوبة ، ويتألف من جزئين السفلي، ويتكون من مدملكات القاعدة وحجر رملي مدملك يحوي على كرات طينية وقطع من حجر الصوان وقطع صخرية من الطفل ويكون السمك بين-1 5 متر، يتبادل مع الحجر الصلصالي الأصفر، سمك الجزء من 20 – 32 متر. أما الجزء الآخر العلوي الكربوني فإنه يتكون من تبادل طبقات الحجر الدولومايتي مع الحجر الصلصالي، يبلغ سمك الجزء حوالي 130 متر.

4- تكوين الطيارات Tayarat Formation (الطباشيري الأعلى) :

ينقسم التكوين إلى وحدتين السفلى تتكون من صخور مارلية ولسنتية، طينية وحجر جيرى مع عقد من الجيرت والهيماتايت وسمكها يصل إلى 45 متر (الكبيسي، 1993، ص18). أما الوحدة العليا فتتكون من الدولومايت وطبقة من الفوسفرايت بالإضافة إلى عقد من الجيرت وسمك 20 - 45 متر (Budym & Hak, 1980, P:4).

ينكشف التكوين في مناطق واسعة من وسط منطقة الدراسة وفي أقصى الجنوب ضمن وادي المجنة ووادي جلب أبو منظار، (شكل 2).

5- تكوين عكاشات Akashat Formation (الباليوسين) الأسفل والأعلى :

تنقسم طبقات التكوين إلى ثلاث (Al-Bassam, 1990, P:6). وهي دويمة (الباليوسين الأعلى) والهري (الباليوسين الأوسط) والطريفاي (الباليوسين الأسفل). البيئة الترسيبية للتكوين هي ظروف بحرية دافئة والملوحة المعتدلة المتأثرة بتيارات بحرية باردة مسببة تيارات صاعدة، سمك التكوين 70 متر. ينكشف التكوين في الجزء الغربي من منطقة الدراسة.

6- تكوين رتكة Ratga Formation (الايوسين):

ينكشف التكوين في الأجزاء الشمالية الغربية من منطقة الدراسة ويمثل التتابع الطبقي للايوسين من الأسفل إلى الأعلى في الجزء الغربي من الصحراء الغربية ويضم التكوين حجر الكلس المدملك أو السليكي وحجر الكلس النيوملايتي، ويصل سمك التكوين 80-90 متر (الدباج والخشاب، 2002، ص7). وينقسم إلى طبقتين هما صواب ودملوق.

7- ترسبات العصر الرباعي Quaternary Sediment (البلايستوسين-الهولوسين):

تسود ترسبات العصر الرباعي أغلب أجزاء المنطقة والتي تعود بالأصل إلى البلايستوسين-الهولوسين، ويمكن تقسيمها على النحو الآتي:

- ترسبات المدرجات Terraces Sediment من عصر بليستوسين (Pleistocene).
- التربة المتبقية Residual Soil من عصر بليستوسين-هولوسين (Pleistocene - Holocene).
- ترسبات المنحدرات Slope Sediment من عصر بليستوسين-هولوسين (Pleistocene - Holocene).
- رواسب ملئ الوديان Valley Fill Sediment من عصر هولوسين (Holocene).
- رواسب ملئ المنخفضات Depression Fill Sediment من عصر هولوسين (Holocene).

3- جيومورفولوجية المنطقة

تتصف منطقة الدراسة بسطح منبسط وصخري مع وجود جروف تركيبية وتلال منعزلة وإن غالبية الظواهر الجيومورفولوجية تكونت تحت ظروف جافة إلا أن نظام التصريف الجيد وأثار التصريف القديم يدل على وجود فترات رطوبة قديمة، (Buday & Jassim, 1987, p: 15). صنفت الوحدات الجيومورفولوجية في المنطقة من قبل (الكبيسي، 1993) على أساس العوامل المسببة في تكوينها (أصل نشأتها) وشملت ما يلي :

1- الأشكال الأرضية التركيبية النشأة :

تشمل الأشكال الأرضية ذات الأصل التركيبي والتي تعود في نشأتها إلى الاختلاف في تكوين الطبقات الصخرية، ونظام بنائها، ودرجة ميلانها واتجاهها، وأثر التراكيب الخطية المتمثلة في الصدوع والفواصل والشقوق فضلاً عن عمليات الالتواء، ومن هذه الأشكال التي يمكن تمييزها ضمن المنطقة هي:

- الهضاب Plateaus

يرجع أصل تكوينها إلى عمليات تركيبية، وهي عبارة عن مساحة من الأرض ذات سطح يشبه المنضدة، وتكون مستوية معتدلة النمو، يحيطها من جهة واحدة على الأقل سطح أشد انحدار من السطوح الأخرى (Mabbutt, J. A. 1977, p: 24).

تمثل الهضاب مناطق صحراوية مستوية السطح واسعة الامتداد، والمعروفة باسم الصحاري الصخرية أو الحجرية، والتي تغطيها كميات كبيرة من المفتتات الصخرية الكبيرة الحجم كالجلاميد والحصى الخشن وتعرف في هذه الحالة باسم الحماد أو المفتتات الصغيرة الحجم كالحصى الناعم والرمل وتعرف في هذه الحالة باسم السريير، (شاكور 1993، ص65). وتضم منطقة الدراسة عدد من الهضاب واسعة الانتشار، خصوصاً حول وادي حوران، والتي تعكس الطبقات ذات الميل البسيط واختلاف صخور الطبقات، واختلاف شدة التعرية.

2- الأشكال الأرضية الناتجة عن التعرية: وتقسّم إلى:

- السطوح التحتانية Peneplains surfaces :

عبارة عن شكل جيومورفولوجي مستوي وذي انحدار بسيط لا يتجاوز 5 درجات ويتكون من طبقات صخرية أفقية ذات تركيب جيولوجي مختلف، (الكبيسي، 1993، ص46). تكونت هذه السطوح عند نهاية الدورة التحتانية التي مرت بها المنطقة بفعل عوامل التعرية المختلفة والتي ينجم عنها تكوين سهول واسعة الامتداد قليلة التضرس.

- الموائد الصخرية (ميزا) Meza:

تتكون تلك الأشكال الأرضية فوق طبقات الصخور الأفقية، وهي عبارة عن أشكال مستوية السطح ذات جوانب مختلفة في درجة انحدارها، وتغطيها طبقة صخرية صلبة تحميها من التعرية، وهي جزء من الهضبة إذ تم اقتطاعها نتيجة

تعرض الهضبة لعمليات التعرية فضلاً عن وجود الفواصل والانكسارات التي أسهمت في تقطيع هذه الهضاب، ومن ثم تكوين هذه الأشكال الأرضية. وتتواجد هذه الأشكال في منطقة الدراسة على شكل مجاميع.

- الشواهد الصخرية (البيوت) Butt:

تتكون هذه الأشكال عندما تتعرض الموائد الصخرية إلى عمليات التعرية وتتقطع بفعل المجاري المائية إلى هضاب وأجزاء أصغر يغلب عليها الامتداد العمودي والذي يكون أكبر من الامتداد الأفقي للهضبة المنقطعة ليكون شكلاً أرضياً مميزاً (البيوت) لذا تعد مرحلة متطورة من الميزا، (Richard. S. Palm, 1987, p:308) ويمكن ملاحظة هذه الظواهر في أغلب أجزاء منطقة الدراسة حول الوديان، وعلى امتداد طريق المرور السريع وحول مدينة الرطبة.

- الحافات الصخرية Escarpment :

ترتبط الحافات الصخرية ارتباطاً كبيراً مع الوديان الرئيسية والهضاب في المنطقة، فضلاً عن مناطق متفرقة. تتعرض هذه الجروف أو الحافات الصخرية لعمليات التجوية والتعرية (التجوية التراجعية للمنحدرات)، وتكون مستمرة العمل وتنتج مفتتات صخرية مختلفة الحجم والشكل، وتتحرك هذه المفتتات التي تشغل واجهة المنحدر نحو أسفل ببطء شديد أو تتحلل نتيجة عمليات التفكك الحثي وهي في مكانها، ويحدث بعد انفصال المواد الرملية الدقيقة وتصبح معدة للنقل والإزاحة السريعة إلى أسفل المنحدر بواسطة الجريان المائي السطحي أثناء العواصف المطرية الصحراوية المفاجئة الغزيرة أو الرياح القوية.

- رسوبيات أقدام الجبال (البيدمنت) Pediment:

تمثل البيدمنت المساحات الفاصلة بين مناطق الهضاب والكتل الصخرية المختلفة من جهة وبين سهول الإرساب الواسعة الواقعة عند أطراف الهضاب أو الكتل الصخرية المختلفة من جهة أخرى. إذ توجد هذه الظاهرة ضمن منطقة البحث بشكل سطوح مستوية بين الوديان الرئيسية والمتمثلة بشبكات تصريف قديمة.

3- الأشكال الأرضية الناتجة عن التعرية المائية: وتشمل:

- الوديان Valleys:

تعد الوديان من أهم التضاريس المتميزة في منطقة الدراسة والظاهرة بكل وضوح إذ أثرت نوعية الطبقات الصخرية في تحديد شكل مجرى الوادي من خلال تفاوت مساميتها ونفاذيتها ومقاومة صخورها لعمليات التعرية المائي (Hamza, N. M, 2007, p: 23). توجد ضمن منطقة الدراسة شبكة من الأودية والتي تنحدر من الجنوب والجنوب الغربي نحو الشمال والشمال الشرقي في الاتجاه العام لانحدار المنطقة. وتضم مجموعة أودية هي وادي حوران ووادي المساد الرطبة وإبيله ووادي شعيب الأغرّي والغدّف ووادي شعيب الطريفات.

- وديان الجداول الثانوية Valley floors of subordinate wadis :

تتضمن هذه المجموعة كل الوديان الثانوية الصغيرة والضيقة والقصيرة والقليلة الانحدار، والتي لا تتطور عندها السهول الفيضية حيث يظهر تأثير التعرية على قاع الوادي تنتشر هذه الوديان في جميع أجزاء منطقة الدراسة، ويسيطر على تكوينها العامل اللتولوجي للطبقة الصخرية (الكبيسي، 1993، ص46).

- خنادق شبيهة بالوديان Canyons-Like Valleys:

تعد الخنادق الموجودة في منطقة البحث من الأشكال الأرضية المحدودة الانتشار والتي ترجع في أصلها لعمل المياه الجارية خلال العصور المطيرة، تحتوي هذه الخنادق على تجمعات قليلة من الفتات الصخري عند قاعدة الجروف الصخرية المحيطة الناتجة عن الحث التراجعي لهذه الجروف، وتوجد هذه الخنادق ضمن وادي حوران جنوب مدينة الرطبة.

- الفيضانات والبحيرات لجافة Faydhas and Dry lakes :

من خلال تحليل الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، تم تحديد مجموعة من تلك البحيرات الجافة وهي خيرة سعيد الجافة بالقرب من وادي جلب سعيد ومجموعة خباري الطرّوك إلى الغرب من خيرة سعيد بحوالي 16 كم، وخيرة الخباب جنوب منطقة الدراسة، فضلاً عن مجموعة من الخباب ضمن المنطقة، ويتمثل الامتداد المساحي لسطح الفيضانات بصورة محدودة بالمناطق المرتفعة المحيطة بها، ويمكن أن تغطي هذه البحيرات الموسمية أراضي تتراوح مساحتها من بضعة مئات الأمتار المربعة إلى عدة كيلو مترات مربعة.

- مدرجات التعرية Erosional terraces:

يقتصر وجود هذه المدرجات في منطقة الدراسة عن وادي حوران، وإن عمرها يعود إلى العصر الرباعي حيث تمثلت بأربع مستويات تعرية هي 1م، 2م، 3م، 4م (الكبيسي، 1993، ص51) و(شاكر، 1993، ص147-137). وتحتوي هذه المدرجات على رسوبيات من أهمها حصى متكونة من حجر الكلس والصوان والمواد الإسمنتية والمادة الرابطة بها تكون رملية جسيبة.

4- الأشكال الأرضية الناتجة عن التعرية الريحية:

- الأديم الصحراوي (سطوح الحماد) Hammad Surfaces:

تطلق على المساحات الصحراوية الحجرية، وتتكون غالباً من الصخور الطبقيّة على هيئة هضاب شاسعة الانتشار وتتميز بأن سطحها من الأساس الصخري الذي لا تغطيه رواسب مفتتة إلا نادراً نتيجة التذرية الدائمة للرياح. تنتشر بصورة واسعة فوق سطوح الهضاب ضمن منطقة البحث وتتكون من الدولومايت والحجر الجيري المتبلور.

- سطوح السرير Serir Surfaces:

وهي سطوح الهضاب المغطاة بالحصى الخشن والناعم ذي الحافات المستديرة وشبه المستديرة نتيجة عصف الرياح المؤدي إلى إزالة حبيبات الرمال الخشنة والناعمة المتواجدة بين هذا الحصى. ويمكن ملاحظة هذا الشكل في مناطق متعددة منها بطون الوديان الرئيسية مثل وادي حوران ومسار الرطبة، وتظهر بصورة رسوبيات. كما تتمثل أرض السرير بالسهول الصحراوية بين الوديان، فضلاً عن قدمات السفوح التي تكونت نتيجة ترسبات الفتات الصحراوي.

4- المناخ

تقع المنطقة في القسم الجنوبي من المنطقة المعتدلة الشمالية وفي نهاية الطرف الشرقي للنظام الأرضي المتصل غرباً بصحاري العراق وبلاد الشام والجزيرة العربية ولهذا فهي تخضع لمؤثرات المناخ الصحراوي الجاف وبدرجة أقل لمؤثرات مناخ البحر المتوسط والخليج العربي وبالاعتماد على المعلومات المناخية لمنطقة البحث المثبتة في (هيئة الأنواء الجوية، 2010) نستخلص ما يلي :

1- درجة الحرارة : Temperature

تراوحت المعدلات السنوية لدرجة الحرارة الصغرى والعظمى في محطة الأنواء الجوية لمنطقة البحث (رطوبة) وللفترة (1981-2010) بين (31.6-3.6) °م بمعدل 20.1 °م.

2- الأمطار : Rain fall

بلغ المجموع السنوي للأمطار المتساقطة والمسجلة في محطة الرطوبة للفترة (1981-2010) حوالي 112.9 ملم.

3- التبخر : Evaporation

بلغ مجموع قيم المعدلات السنوية للتبخر والمسجلة في محطة الأنواء الجوية في (الرطوبة) للفترة ذاتها أعلاه حوالي : 3055.2 ملم .

4- الرطوبة النسبية : Relative Humidity

بلغت قيم المعدلات السنوية للرطوبة النسبية والمسجلة في محطة الأنواء الجوية في (الرطوبة) للفترة ذاتها أعلاه حوالي : 46.1 %

5- الرياح : Wind

إن الرياح السائدة في منطقة البحث هي رياح شمالية غربية وبلغت قيم المعدلات السنوية لسرعة الرياح المسجلة في محطة الرطوبة حوالي : 2.6 م/ثا .

وتظهر الدراسة المناخية لمنطقة الدراسة إن لدرجات الحرارة، والأمطار، وارتفاع المدى الحراري، ونسب التبخر المرتفعة، وشدة الرياح، تأثيراً كبيراً على الوسط الطبيعي، فهي تسبب تفتيت الصخور بفعل التقلص والتمدد، وتعمل على تنشيط عمليات التعرية وخاصة الريحية، وتجفيف التربة، وينعكس ذلك على الغطاء النباتي الأمر الذي يسبب تدهوراً كبيراً للأراضي الرعوية، والزراعية في المنطقة، وعلى هذا الأساس يمكن اعتبار العامل المناخي عائقاً طبيعياً لاستغلال الأرض وزيادة التدهور، مثلما يكن عاملاً إيجابياً في حالات أخرى .

2. منهجية وإجراءات البحث

تطلب دراسة تدهور الأراضي في منطقة البحث الاعتماد على المحاور الرئيسية التالية:

- تحضير المرئيات الفضائية وتحليلها.
 - إنشاء قواعد المعلومات الجغرافية (GIS).
 - فصل الوحدات الفيزيوجرافية بمسميات جيومورفولوجية.
 - دراسة تدهور الأراضي وإجراء المسوحات الحقلية.
- تمثل مراقبة تدهور الأراضي جزءاً من فعاليات وأنشطة الحد من ظاهرة التصحر، وهي تبدأ برصد المناطق المعرضة للتغيرات في غطائها النباتي، وتقدير حالة تدهور الأراضي في هذه المناطق وتحديد المناطق الساخنة وكذلك المناطق المشرفة.
- إن مراقبة تدهور الأراضي وتقديره باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في إعداد خارطة تدهور الأراضي اعتمد على تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI 1KM للفترة 1999-2010، وذلك لمعرفة التغيرات في الكتلة الحيوية للغطاء النباتي خلال إحدى عشر سنة.

تم التدقيق الحقلية للتدهور في منطقة الدراسة من خلال إتباع نظام (Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD (دليل التقييم العام لحالة تدهور التربة بفعل الإنسان)، المعد من قبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP والمركز الدولي لمراجع ومعلومات التربة ISRIC عام 1988، واعتمد على الاستمارة الخاصة بذلك بناءً على دليل التقييم العام لحالة تدهور التربة بفعل الإنسان (Oldman, 1988 (أكساد، 2004، ص46-47)، تضمنت العناصر الأساسية والضرورية لحالة التقييم بما يتناسب وظروف المنطقة، والتي تشمل نوع التدهور وشدة التدهور وأسباب التدهور.

تم اعتماد الرموز والمصطلحات الواردة في دليل التقييم العام لحالة تدهور التربة بفعل الإنسان GLASOD أثناء جمع البيانات والمعلومات الحقلية وملئ الاستمارات.

3. دراسة تدهور الأراضي

1-3 تحليل بيانات أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI of 1KM

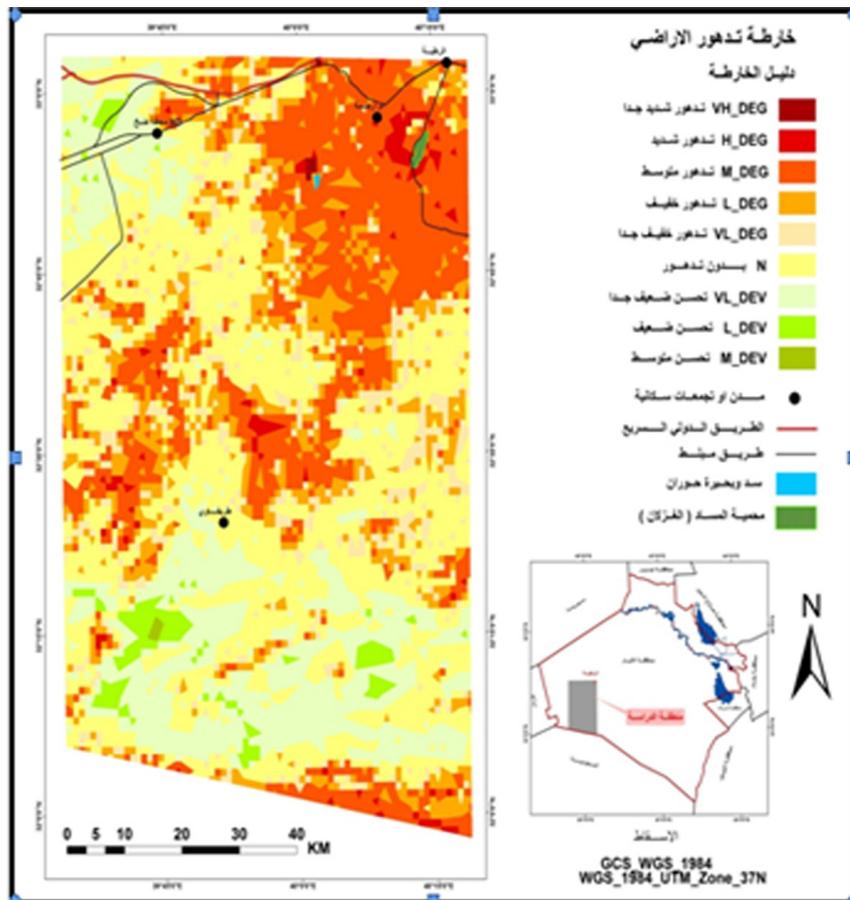
عكست مراقبة تدهور الأراضي وتقديره باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد وتحليل منحني التغير في الغطاء النباتي للأرشيف الصور للمدة 1999-2010 من نوع MODIS NDVI 1KM لمنطقة الدراسة ومعرفة حجم التغيرات الحاصل في الكتلة الحيوية للغطاء النباتي خلال احد عشر سنة وفق النتائج التالية:

- المناطق المعرضة للتدهور الشديد جداً في منطقة الدراسة تغطي مساحة حوالي 6 كم² بنسبة 0.1% من المساحة الكلية.
 - النسبة الغالبة في التدهور متوسطة وتغطي 1778 كم² بنسبة 22.1% من المساحة الكلية.
 - المناطق التي لم يحدث فيها تغير سلبي أو ايجابي في منحني التغير في الغطاء النباتي تغطي مساحة حوالي 2765 كم² بنسبة 34.4% من مساحة منطقة الدراسة.
 - أما المناطق التي حصل تطور ايجابي في الغطاء النباتي فتبلغ مساحتها 1632 كم² وبنسبة 20.4% من المساحة الكلية.
- تم تلخيص هذه التغيرات في الغطاء النباتي في (الجدول 1) و(الشكل 3).

جدول 1: تغيرات الغطاء النباتي كمدلول عن التدهور والتحسين في الأراضي لمنطقة الدراسة

النسبة %	المساحة / كد ²	وصف التغير في الغطاء النباتي
0.1	6	M_DEV تحسن متوسط
2.3	181	L_DEV تحسن ضعيف
18.0	1445	VL_DEV تحسن ضعيف جدا
34.4	2765	N بدون تدهور
8.2	664	VL_DEG تدهور خفيف جدا
13.5	1082	L_DEG تدهور خفيف
22.1	1778	M_DEG تدهور متوسط
1.5	120	H_DEG تدهور شديد
0.1	6	VH_DEG تدهور شديد جدا
100	8046	المجموع

المصدر: تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI 1KM، للمدة 1999-2010 باستخدام برنامج Arc GIS 10.

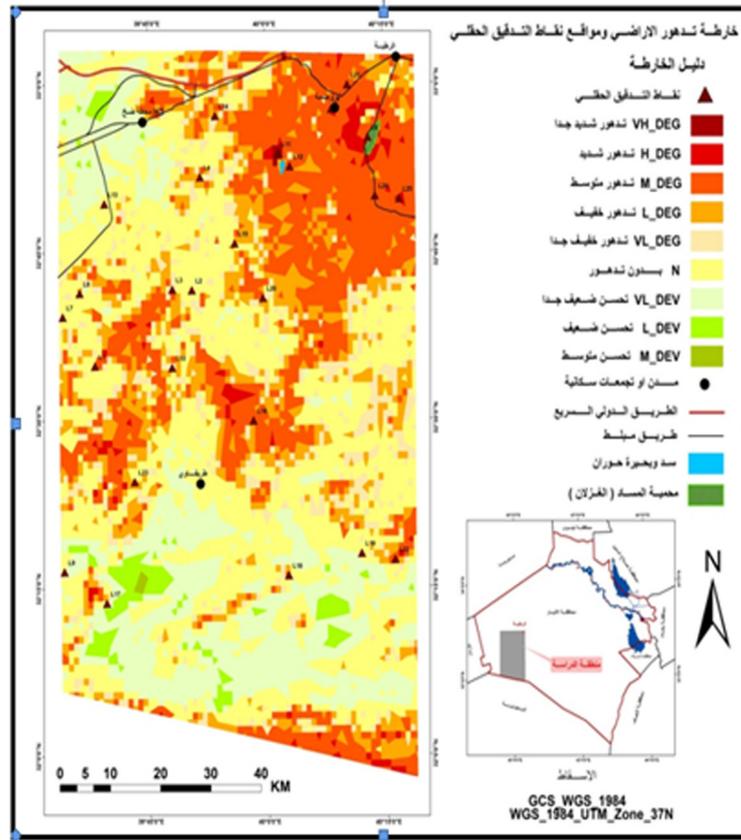


شكل 3: خارطة تغيرات الغطاء النباتي كمدلول عن التدهور والتحسين في الأراضي ضمن منطقة الدراسة

المصدر: تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI 1KM، للمدة 1999-2010 باستخدام برنامج Arc GIS 10.

2- نتائج الأعمال الحقلية لدراسة تدهور الأراضي

بينت الدراسة الحقلية لتقييم تدهور الأراضي في منطقة الدراسة حسب نظام (GLASOD) وفق الاستمارة الخاصة بتقييم التدهور، وجود عدة أنواع وأسباب لتدهور الأراضي في المنطقة، إذ نفذت 25 نقطة تدقيق حقلية بغية تحديد ومعرفة العلاقة بين نتائج العمل الحقلية و نتائج تحليل منحني الغطاء النباتي للمدة 1999-2010. ويبين (الشكل 4) أماكن توزيع نقاط التدقيق الحقلية إذ لوحظ التطابق بين هذه النتائج.



شكل 4: خارطة تدهور الأراضي ومواقع نقاط التدقيق الحقلية

المصدر: تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI 1KM، للمدة 1999-2010 وخارطة شكل 37 والدراسة الميدانية التي أجريت بتاريخ 21-25 / 9 / و 18 - 20 / 10 / 2010 و 8-10/4/2011 باستخدام برنامج Arc GIS 10.

3- أنواع تدهور الأراضي

يمكن حصر أسباب وأنواع التدهور في منطقة الدراسة بما يلي:

1- انجراف التربة بواسطة المياه

يؤدي هذا النوع من التدهور إلى فقدان الطبقة السطحية الخصبة من التربة ونقل كميات كبيرة منها إلى مواقع أخرى مخلفة ورائها تربة

ضحلة أو فقيرة أو أرض جرداء إضافة إلى ترسيب المواد المنجرفة في مواضع محددة يؤثر على المراعي والأراضي الزراعية وتسبب تدهورها

وتدني إنتاجيتها، ويأتي هذا النوع بالدرجة الأولى في التدهور، وتم تمييز ثلاثة أنواع من التدهور المائي هي مجموعة صورة (رقم 1):

-التدهور الشديد (حاد) يؤدي هذا النوع إلى ضياع التربة السطحية وتخريب الأرض وتعرض الأرض للفيضان ومعيار التدهور هو انجراف

صفيحي وأخاديد كبيرة في موسم الأمطار وإزالة التربة السطحية أكثر من 75% وحدد في المواقع (L5, L11, L12, L21, L23, L24, L4, L2).

-انجراف مائي متوسط معيار التدهور انجراف صفيحي وأخاديد قليلة وتكون قنوات عديدة وإزالة التربة السطحية لقطاع التربة بنسبة 25%

ولوحظ في المواقع (L1, L3, L10, L16, L19, L20).

- انجراف مائي خفيف (بسيط) انجراف صفيحي في موسم الأمطار ويسبب بإزالة التربة بنسبة أقل من 25% وحدد في المواقع (L20)

(L6, L7, L8, L9, L13, L14).



صورة رقم (1) أنواع الانجراف المائي ضمن منطقة الدراسة

2-انجراف التربة بواسطة الرياح

- يمثل هذا النوع من التدهور زحف الرمال وتكون الكثبان الرملية، ويؤدي هذا النوع إلى فقدان التربة السطحية الخصبة إضافة إلى المشاكل التي تسببها حركة الرمال وانتقالها وزحفها وتساقطها على المناطق السكنية أو طرق المواصلات، فضلاً عن تأثيرها على الصحة العامة. ميزت أنواع التدهور الريحي في منطقة الدراسة مجموعة صور (رقم 2) ويمكن وصفها بما يلي:
- انجراف ريحي خفيف (بسيط) يؤدي هذا النوع من التدهور إلى تراكم الرمال مع وجود كثبان رملية نشطة تؤدي إلى إزالة التربة على نطاق واسع في الأراضي غير الزراعية بين 15% - 5% ونسبته في الأراضي الزراعية بين 25-5، وحدد هذا النوع من التدهور في المواقع L11, L12, L14, L15, L20, L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7.
 - انجراف ريحي متوسط مع تراكم الرمال ووجود كثبان رملية نشطة، تجلت هذه الظاهرة بضياع الطبقة السطحية من التربة في الأراضي غير الزراعية بين 30-10% وفي الأراضي الزراعية إزالة التربة على نطاق واسع بين 10 - 5%، وتم تمييز التدهور الريحي المتوسط في المواقع L13, L16, L18, L21, L22, L25, L7, L8, L9.
 - انجراف ريحي شديد مع تراكم الرمال ووجود كثبان رملية نشطة تجلت هذه الظاهرة بضياع الطبقة السطحية من التربة في الأراضي غير الزراعية أكثر من 70% ميز التدهور الريحي الشديد في الموقع L17.



صورة رقم (2) أنواع الانجراف الريحي ضمن منطقة الدراسة

3-التدهور الفيزيائي

يؤدي هذا النوع من التدهور إلى تدني إنتاجية الأرض بسبب تدهور صفاتها الفيزيائية وينتج عن تراص التربة أو تخريب البناء أو انسداد المسامات وتشكل القشرة أو التثقيب والتجفيف، وتم تمييز عدة أنواع للتدهور الفيزيائي ومنها الانضغاط في الموقع L1، و انسداد المسامات نتيجة لترسيب المواد المنقولة بالتعرية المائية في الموقع L4 و L11، فضلاً عن تخريب الأرض وهو النوع الثالث من التدهور الفيزيائي وشوهد في المواقع L2, L5, وسبب التدهور يعود إلى الصناعات الأستخراجية المتمثلة بمنجم البنتونايت في منطقة طريفواي ومنجم الرمل الزجاجي في منطقة ام ارضمة، أما النوع الأخير للتدهور الفيزيائي هو تشقق الأرض في الموقع L8, L9 L19, وناتج عن الجفاف والرعي الجائر مجموعة صور (رقم 3).



صورة رقم (3) أنواع التدهور الفيزيائي ضمن منطقة الدراسة

4- التدهور البيولوجي

يمثل هذا النوع من التدهور الاختلال في توازن النشاط الحيوي وحدد في جميع المواقع وهو ناتج عن الرعي الجائر أو زيادة التكتيف الزراعي والجفاف .

3-4 أسباب التدهور

- من خلال مقارنة نتائج التدقيق الحقلي مع خارطة التغيرات النباتية كمدلول عن تدهور الأراضي تم التوصل الى النتائج التالية (جدول2):
- نقطة التدقيق الحقلي L11 تقع ضمن درجة التدهور الشديد جدا في خارطة تدهور الأراضي وان نوع التدهور ومن خلال التدقيق الحقلي تعود إلى الانجراف المائي الشديد أسبابه التعرية المائية فضلاً عن التعرض إلى انجراف ريحي خفيف أسبابه الرعي الجائر، والجفاف، وتدهور فيزيائي تخريب للأرض، ناتج عن ترسب المواد المنقولة نتيجة التعرية المائية .
 - نقطة التدقيق الحقلي L25 تقع ضمن التدهور الشديد وأنواع التدهور من خلال التدقيق الحقلي انجراف ريحي متوسط أسبابه الرعي الجائر والجفاف ومسالك السيارات المتعددة.
 - نقاط التدقيق الحقلي L11, L21, L22, L24, L1, L5, L6, L12, L16, L18, L20. من خلال المقارنة مع خارطة تدهور الأراضي تقع ضمن درجة التدهور المتوسط ومن خلال التدقيق الحقلي تسود أنواع التدهور الانجراف المائي شديد والمتوسط والخفيف وأسبابه التعرية المائية والأمطار في مواسمها وزيادة التكتيف الزراعي. وانجراف ريحي خفيف ومتوسط أسبابه زيادة التكتيف الزراعي والجفاف ومسالك السيارات. فضلاً عن تدهور بيولوجي سببه زيادة التكتيف الزراعي في الموقع L1, L5 والرعي الجائر في الموقع L6.
 - نقاط التدقيق الحقلي L14, L15, L23 تتمثل بتدهور خفيف ضمن خارطة تدهور الأراضي وأنواع التدهور من خلال التدقيق الحقلي انجراف مائي بدرجاته الثلاث الخفيف والمتوسط والشديد وأسبابه تعرية مائية والإمطار في مواسمها والرعي الجائر فضلاً عن انجراف ريحي خفيف أسبابه الرعي الجائر و الجفاف ومسالك السيارات للرعاة اضافة الى تأثير العمليات العسكرية التي جرت خلال اعوام 1991 و2003 وما صاحبها من تأثير على ترب المنطقة.

جدول2: نقاط التدقيق المحلي وأنواع التدهور الأرضي لمنطقة الدراسة

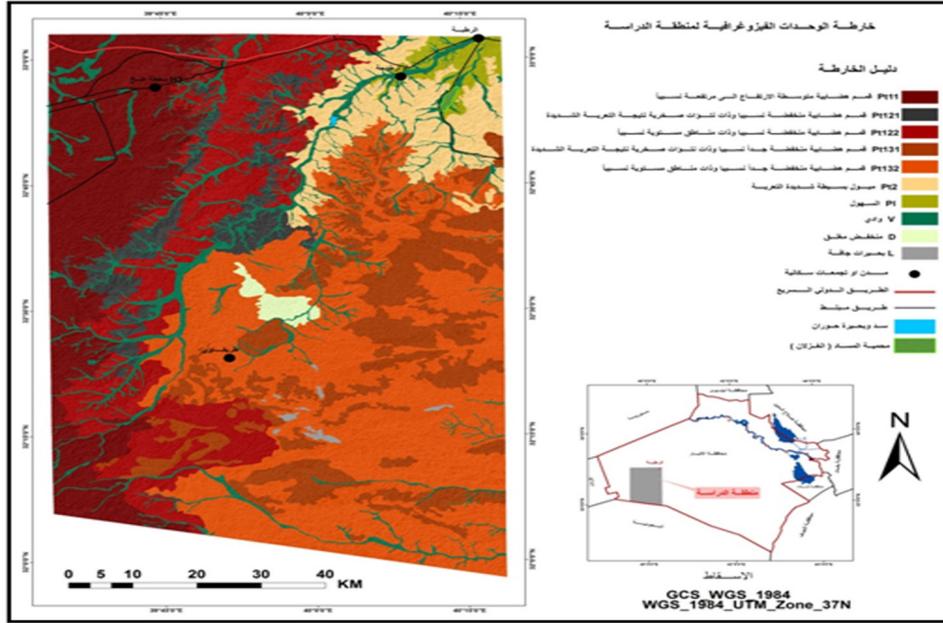
تدهور فيزيائي	تدهور بيولوجي _ أسبابه			انجراف ريحي			انجراف مائي		
	أسبابه	الجبف	زيادة التكتيف الزراعي	الرعي الجائر	شديد	متوسط	خفيف (بسيط)	شديد (حاد)	متوسط
L8 الانضغاط	L8	L1	L6	L17	L8	L1	L2	L1	L6
L4 انسداد المسامات	L9	L3	L7		L9	L2	L4	L3	L7
L10 تخريب الأرض	L10	L5	L8		L10	L3	L5	L10	L8
L2 صناعة استخراجية					L13	L4	L11	L16	L9
L9-8 تثقيب الأرض					L16	L5	L12	L19	L13
L11 تعرية مائية ترسيب المواد لثقله					L18	L6	L21	L20	L14
L19 تثقيب الأرض					L21	L7	L23		L15
					L22	L11	L24		
					L25	L12			
						L14			
						L15			
						L20			

إن أنواع التدهور المائي والريحي والفيزيائي ضمن الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة البحث (الشكل5)، والمفصلة من خلال التفسير البصري للمرئية الفضائية Landsat.7 للمتحمس ETM بقدرة تمييز 30 متر إذ تم فصل الوحدات الخرائطية طبقاً للاختلافات الجيومورفولوجية وفق نظام (Zinek,1988) ، إذ تم تليخيص نتائجها في (الجدول 3)، وكما موضحة أنواع التدهور في الأشكال (5، 6، 7) وعلى النحو الآتي:

جدول3: أنواع التدهور ضمن الوحدات الفيزيوجرافية

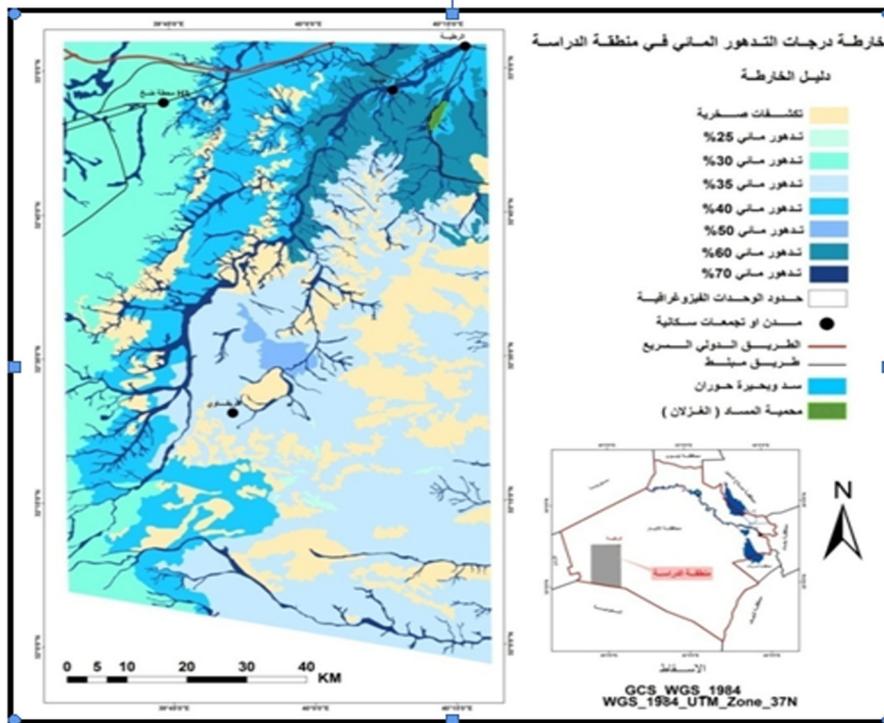
تدهور فيزيائي	انجراف ريحي	انجراف مائي	%	المساحة / كم ²	الوحدة
--	%40	%30	16.6	1338	Pt11
--	--	--	4.1	327	Pt121
--	%40	%40	15.1	1215	Pt122
--	--	--	14	1132	Pt131
--	%50	%35	32.1	2581	Pt132
--	--	%60	6.7	540	Pt2
--	--	%40	1.5	120	PI
--	--	%70	8.8	708	V
--	%20	%65	0.8	65	D
%40	--	%25	0.3	21	L

- الوحدة الخرائطية Pt11 قمم هضابية متوسطة الارتفاع إلى مرتفعة نسبياً تحتوي على 30% انجراف مائي و 40% انجراف ريحي.
- الوحدة الخرائطية Pt121 قمم هضابية منخفضة نسبياً وذات نتوءات صخرية وهي مناطق تكشفات صخرية.
- الوحدة الخرائطية Pt122 قمم هضابية منخفضة نسبياً وذات أراضي منبسطة نسبياً تحتوي على 40% انجراف مائي و 40% انجراف ريحي.
- الوحدة الخرائطية Pt131 قمم هضابية منخفضة جداً نسبياً وذات نتوءات صخرية وهي مناطق تكشفات صخرية.
- الوحدة الخرائطية Pt132 قمم هضابية منخفضة جداً نسبياً وذات أراضي منبسطة نسبياً تحتوي على انجراف مائي 25% وانجراف ريحي 50%.
- الوحدة الخرائطية Pt2 ميول بسيطة شديدة التعرية تحتوي على انجراف مائي بنسبة 60%.
- الوحدة الخرائطية V الوديان تحتوي على 70% تدهور مائي.
- الوحدة الخرائطية PI الوديان تحتوي على 40% تدهور مائي.
- الوحدة الخرائطية D المنخفضات وتحتوي على 65% انجراف مائي و 20% انجراف ريحي.
- الوحدة الخرائطية L البحيرات الجافة تحتوي على 25% انجراف مائي و 40% تدهور فيزيائي.



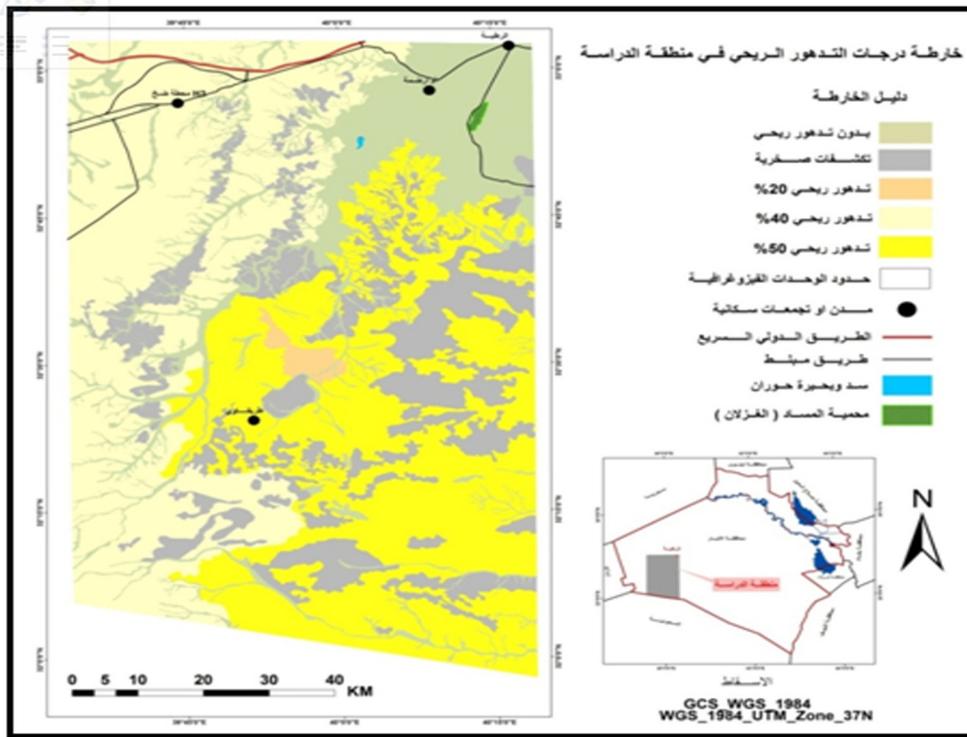
شكل 5: خارطة الوحدات الفيزيوجرافية لمنطقة الدراسة

المصدر : تحليل المرئية الفضائية نوع TM دقة تميز 30 متر، المكوك الفضائي Landsat 7 وكالة ناسا، 2002، باستخدام برنامج Arc GIS 10.

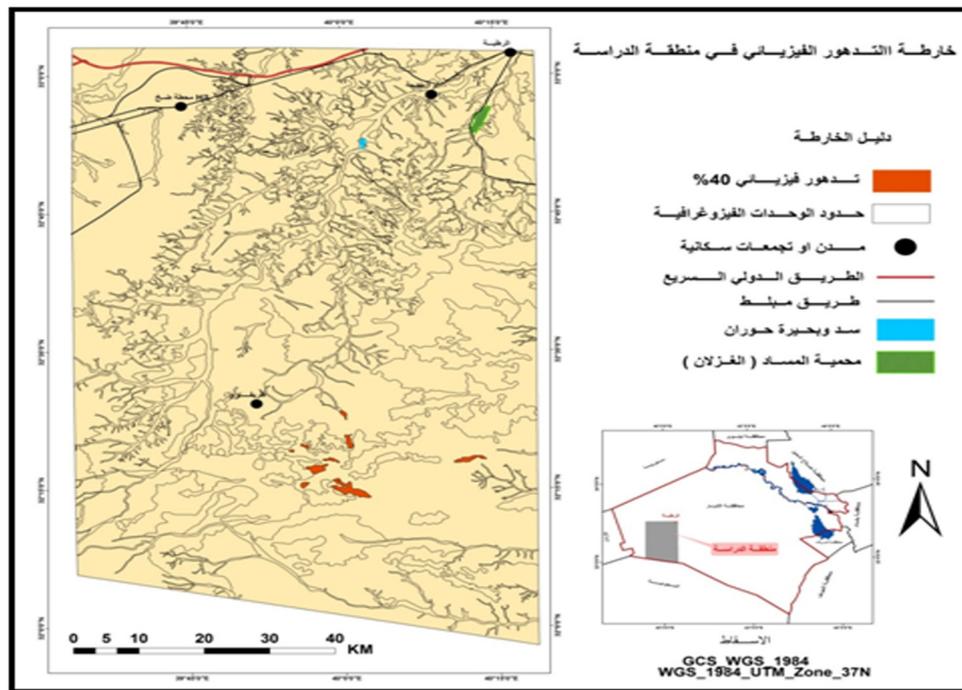


شكل 6: خارطة درجات التدهور المائي ضمن منطقة الدراسة

المصدر: بالاعتماد على خارطة شكل 5 والجدول 3 باستخدام برنامج Arc GIS 10.



شكل 7: خارطة درجات التدهور الريحي ضمن منطقة الدراسة
المصدر: بالاعتماد على خارطة شكل 5 والجدول 3 باستخدام برنامج Arc GIS 10.



الاستنتاجات

- 1- تشير نتائج تقييم حالة التدهور المعبرة عن الوضع خلال الفترة 1999-2010 ومن خلال تحليل أرشيف الصور الفضائية من نوع MODIS NDVI 1KM لمنطقة الدراسة الآتي:
 - المناطق المعرضة للتدهور الشديد جداً في منطقة الدراسة تغطي مساحة حوالي 6 كم² بنسبة 0.1% من المساحة الكلية.
 - النسبة الغالبة من التدهور تظهر في المناطق التدهور المتوسطة فتغطي مساحة 1778 كم² بنسبة 22.1% من المساحة الكلية.
 - المناطق التي لم يحدث فيها تغير سلبي أو ايجابي في منحني التغير في الغطاء النباتي تغطي مساحة حوالي 2765 كم² بنسبة 34.4% من مساحة منطقة الدراسة.
 - أما المناطق التي حصل تطور ايجابي في الغطاء النباتي فتبلغ مساحتها 1632 كم² وبنسبة 20.4% من المساحة الكلية.
- 2- أظهرت نتائج الدراسة أن أسباب التدهور وتصحر الأراضي في منطقة البحث تعود أسباب بشرية متمثلة بالرعي الجائر والزراعة الهامشية والصناعات الاستخراجية ومسالك الطرق المتعددة وتأثير العمليات العسكرية. فضلاً عن الأسباب الطبيعية والمتمثلة بالظروف المناخية الجافة لمنطقة الدراسة.

المصادر العربية

1. فياض، عبد صالح، 2008: جيولوجية محافظة الأنبار، كراسة علمية يصدرها مركز دراسات الصحراء، جامعة الأنبار، السلسلة العلمية 3.
2. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، 2004: تقرير مشروع مسح الموارد الطبيعية في البادية السورية، دمشق.
3. شاكر، سحر نافع، 1993: دراسة جيومورفولوجية البادية الشمالية العراقية، أطروحة دكتوراه، مقدمة إلى كلية العلوم/ جامعة بغداد، (غير منشورة).
4. الكبيسي، منال شاكر علي، 1993: جيومورفولوجية منطقة الرطبة، رسالة ماجستير، مقدمة إلى كلية العلوم / جامعة بغداد، (غير منشورة).
5. الدباج، عبد العالي و شهلة نجم الدين الخشاب، 2002: هيدروجيولوجية و هيدروكيميائية منطقة الرطبة وسبع بيار، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، رقم التقرير 2798.
6. يعقوب، صباح يوسف، 1990: جيولوجية منطقة وادي حوران و H4، ترجمة أدة ديكران عبد الأحد، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.
7. جمهورية العراق، وزارة النقل، هيئة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي، 2010، قسم المناخ، بيانات مناخية، جداول الحاسوب الإلكتروني، غير منشورة.
8. العزاوي، ثائر مظهر فهمي، 1988: تكتونية غرب الفرات من خلال تفسير الصور الفضائية والمعلومات الجيولوجية، رسالة ماجستير، مقدمة إلى كلية العلوم/ جامعة بغداد، (غير منشورة).
9. الصورة الفضائية، نوع TM دقة تميز 30 متر، المكوك الفضائي Land sat 7 وكالة ناسا، 2002.
10. أرشيف الصور الفضائية، من نوع 132، MODIS NDVI 1KM صورة فضائية وكالة ناسا، للفترة 1999-2010.

المصادر الاجنبية

1. Al-Amiri.H. , 1984, Structural Interpretation of the landsat, Satellite images for the republic of Iraq. unpubd, Report, S. O. M. Baghdad. Iraq.
2. Al-Bassam, K. 1990, Geological Survey of the upper cretaceous-L. Tertiary Phosphorite bearing sequence, W. Desert. (GEOSURV), Rep-No.2008.
3. Budym T. and Hak, J. 1980, Report on the geological survey of western desert, unpubd. Rep. S. O. M. Baghdad. Iraq. .
4. Buday T. and Jassim S.Z. , 1987, Tectonism, Magmatism and Metamorphism. In Kassab. I.I.and Abbas, M. J. (eds.), The Regional Geology of Iraq . Vol.2.
5. Hamza, N. M. , 2007, Geomorphology, Iraqi Bull. Geol. special Issue, Geology of Iraq western Desert, Baghdad.
6. Richard. S. Palm. 1987 , Physical Geography, Bell and Newell publishing Company London.
7. Mabbutt, J. A., 1977, Desert land- from, An Introduction to Systematic Geomorphology. Volume 2, The MIT press, Cambridge, Massachusetts.