رصد وتقييم الآثار الاقتصادية والبيئية للزراعة المروية في منطقة شمال–غرب ليبيا

ملخص البحث

يعتبر سوء إدارة التوسع والتكثيف في أنشطة الزراعة المروية في منطقة شمال غرب ليبيا العامل الرئيسي المساهم في إحداث التدهور البيئي الحالي لقاعدة الموارد الطبيعية وتدني العائد الإنتاجي للمحاصيل الزراعية داخل هذه المنطقة . ويحتوي هذا الملخص على نتائج مشروع بحثي متعدد الأوجه يهدف أساساً إلى الرصد والتقييم بصورة شمولية ، قدر ما أمكن ذلك ، للآثار الاقتصادية والبيئية للزراعة المروية في هذه المنطقة . وتم إنجاز هذا الهدف من خلال ثلاث وجهات نظر للمشروع نفذت عبر أربعة مراحل .

المرحلة الأولى وتشمل الوضع القائم بناءً على ما توفر من معلومات وبيانات منشورة ، وما تم تجميعه منها من خلال إجراء استبيانات ميدانية واتصالات مباشرة بالمزارعين والمراكز والمؤسسات البحثية والإدارية ذات العلاقة بموضوع البحث . وكشفت نتائج تحليل هذه المعلومات والبيانات عن مستويات غير مقبولة وغير قابلة للاستدامة لإهدار مصادر المياه الجوفية في ري محاصيل متدنية الإنتاجية ومنخفضة العوائد الاقتصادية متل الصفصفة والشوفان وبقية محاصيل الأعلاف .

أما المرحلة الثانية من المشروع فتناولت تغطية الآثار البيئية السلبية التي برزت في الظواهر التالية :

1 – الهبوط المستمر للضغوط البيزومترية ومستويات المياه الجوفية نتيجة الضخ المكثف بوتيرة متزايدة من الآبار لأغراض الري الزراعي .
2 – تدهور نوعية المياه الجوفية قرب المناطق الساحلية نتيجة تداخلها بمياه البحر.
3 – تلوث المياه الجوفية بمركب النترات بمعدلات متزايدة نتيجة تكثيف استعمال الأسمدة النيتروجينية .
4 – ارتفاع ملوحة الترب الزراعية .

وأوضحت نتائج هذا البحث أن كميات المياه الجوفية الخارجة من منطقة الدراسة خلال الفترة من سنة 1949 إلى سنة 2010 قد بلغت ما يقرب من 18 مليار متر^3 ، مما تسبب في انخفاض حاد في مناسيب المياه الجوفية أدى إلى دخول ما لا يقل عن 6.2 مليار متر^3 من مياه البحر إلى خزانات المياه الجوفية وتعرضها للتلوث بالقرب من المناطق الساحلية . ولتقييم تأثير انخفاض مناسيب المياه الجوفية وتداخلها بمياه البحر على نوعية مياه الري ، تم جمع وتحليل عينات مياه من عدد 91 بئراً تمثل كافة منطقة الدراسة حيث بلغ متوسط تركيز الأملاح الكلية ما لا يقل عن 1500 جزء في المليون . وبمعدل استهلاك مائي في حدود 723 مليون متر^3 لأغراض الري ، فإن هذا التركيز الملحي إذا أستمر على حاله سيؤدي على المدى الطويل إلى تراكم ما لا يقل عن 1.085 مليون طن سنوياً من الأملاح التي قد تقود إلى المزيد من تملح الترب الزراعية

وسوء الصرف وتدني الإنتاجية المحصولية والتدهور البيئي . وأوضحت نتائج تحليل عينات المياه أيضاً وجود تركيزات عالية لمركب النترات في مياه الآبار الضحلة التي تتغذى من الخزان الرباعي العلوي وتمد منطقة الدراسة بمعظم احتياجاتها المائية الزراعية والمنزلية . فإذا ما تم الأخذ في الاعتبار كميات مياه النهر الصناعي المضافة من منظومة الحساونة–الجفارة التي تحتوي على تركيزات عالية لمركب النترات ، فقد يصل متوسط تركيز هذا المركب في المصدرين إلى ما يقرب من 70 جزء في المليون . ويبدو من المؤكد أن الاستعمال المفرط للأسمدة النيتروجينية يمثل المصدر الرئيسي لتلوث مياه هذه الآبار الضحلة بمركب النترات ، إضافة إلى إمكانية تعرضها أيضاً للتلوث بالنترات من مصادر مياه الصرف الصحي المنتشرة في المنطقة . وبدون اتخاذ إجراءات تحوطية ووقائية فإن استعمال هذه المياه في الأغراض المنزلية سيؤدي إلى بروز مشاكل صحية خطيرة . وللتقليل من زيادة تعرض الخزان الرباعي العلوي للتلوث بهذا المركب يجب الأخذ في الاعتبار كميات النترات المضافة مع مياه الري أثناء تحديد معدلات وأوقات تسميد المحاصيل الزراعية المروية بالأسمدة النيتروجينية .

وتمثل المرحلتان الثالثة والرابعة الجانب الأهم الذي يتمحور حوله ويرتكز عليه هذا المشروع البحثي الموسع . وتهدف هاتان المرحلتان إلى إقرار خصائص تقييمية تعتمد على اختيار وتطبيق مؤشرات أساسية يمكن استعمالها بدرجة عالية من الثقة للتمييز والمفاضلة بين المحاصيل الزراعية المروية حسب كفاءتها الاستهلاكية لمياه الري وعائداتها الاقتصادية على الموارد الطبيعية المستثمرة في إنتاجها . وتشمل هذه المؤشرات كل من مؤشر " الدوال الإنتاجية " التي تعبر عن طبيعة العلاقة الترابطية بين الإنتاجية المحصولية ومعدلات استهلاك مياه الري ، ومؤشر " الإنتاجية المائية المحصولية " الذي يعبر عن الإنتاج العيني أو النقدي للمحصول (بالكيلوجرام أو الدينار) العائد على وحدة الحجم (بالمتر المكعب) من مياه الري المستهلكة في العملية الإنتاجية . ولتحقيق هذا الغرض تم خلال الفترة الممتدة من سنة 2015 إلى 2018 تخطيط وإجراء سبع تجارب حقلية على أهم سبع محاصيل زراعية داخل محطة أبحاث كلية الزراعة في جامعة طرابلس . وشملت هذه المحاصيل الشعير والشوفان والصفصفة والدرة السكرية كمحاصيل علفية ، والبطاطا والبصل الأخضر والجاف والطماطم كمحاصيل خضرية . وصممت هذه التجارب بطريقة استعمال مصدر الخط الواحد للرش الذي يوزع المعاملات المائية المختلفة على كل محصول طيلة موسم نموه . وتم استعمال النتائج النهائية للمعاملات المائية وما يقابلها من معدلات استهلاك مائي للحصول على دوال إنتاجية متعددة الحدود من الدرجة الثانية لكل محصول على حدة . وأوضحت نتائج التحليل الرياضي لهذه الدوال أن أقصى قيم الإنتاجية المائية لجميع المحاصيل تحدث عند معدلات استهلاك مائي وإنتاج محصولي أقل من تلك التي تحقق أكبر إنتاجية محصولية ممكنة . وتمنح هذه النتيجة الفرصة لتوفير كميات كبيرة من مياه الري يمكن استعمالها للتوسع في ري مساحات إضافية جديدة والرفع من قيمة الإنتاج الكلي للزراعة المروية داخل منطقة الدراسة . وبذلك يصبح في الإمكان تحقيق شعار" المزيد من الإنتاج بالتقليل من استهلاك المياه " . ومن أهم النتائج التي تكشفت خلال هذا البحث الفروق الكبيرة في قيم الإنتاجية المائية والعائدات الاقتصادية بين محاصيل الأعلاف ومحاصيل الخضروات . فقد بلغت قيمة الإنتاجية المائية

لمحاصيل البطاطا والبصل والطماطم 5.6 و 4.9 و 4.8 كيلوجرام \ متر^3 ، وعائداتها الاقتصادية المالية في حدود 1.71 و4.47 و6.5 دينار ليبي \ متر^3 على التوالي . بينما كانت القيم المناظرة لمحاصيل الشوفان والصفصفة والشعير 1.9 و1.6 و0.6 كيلوجرام \ متر^3 ، وعائداتها الاقتصادية المالية في حدود 0.41 و 0.35 و 0.52 دينار ليبي \ متر^3 . ويجب على المؤسسات الوطنية المسؤولة عن قطاعات الزراعة والمياه والبيئة الاستدلال بهذه النتائج للتخطيط العقلاني والإدارة الرشيدة للزراعة المروية تحت ظروف الندرة المائية المتزايدة والإجهاد البيئي السائد في المنطقة . وتدل النتائج الواردة في هذا البحث على أن الزراعة المروية في منطقة شمال– غرب ليبيا تواجه تهديدا جدياً وخطيراً لوجودها واستدامتها . ولمعالجة ، أو على الأقل التقليل من ، آثارها الاقتصادية والبيئية السلبية ، يجب توجيه الانتباه إلى ضرورة الإسراع في القيام بالتدخلات التالية :

1 – منع ، أو على الأقل الحد من ، زراعة محاصيل الحبوب والأعلاف المتدنية الإنتاجية المائية والقيمة الاقتصادية كالشعير والصفصفة والشوفان والدرة السكرية .

2 – اللجوء إلى استعمال مفاهيم الإنتاجية المائية المحصولية والعائد الاقتصادي على وحدة الحجم من المياه المستهلكة في الري كمؤشرات استرشاديه لخفض المساحات المخصصة لزراعة المحاصيل ذات القيم المنخفضة للإنتاجية المائية والعائد الاقتصادي ، مثل محاصيل الحبوب والأعلاف ، وإعادة توزيع احتياجاتها المائية ، إما على محاصيل ذات عوائد اقتصادية عالية كالبصل والطماطم والبطاطا ، أو استثمارها في أنشطة نفعية أخرى .

3 – الرفع من الإنتاجية المائية للمحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية مثل الطماطم والبطاطا والبصل باستهداف تحقيق إنتاجيتها القصوى المحددة وراثيا وزراعتها في المواسم الباردة بدل المواسم الدافئة (المواسم الخريفية والشتوية بدل الربيعية والصيفية) .

4 – الإسراع في سد الفجوة المائية الآخذة في الاتساع ، إما بتقليص المساحات المروية والاعتماد على المزيد من المياه المحملة مع السلع الزراعية المستوردة (Virtual Water) خصوصاً بالنسبة للحبوب والأعلاف ، وإما بالتوسع في إعادة استعمال المياه العادمة وإزالة ملوحة مياه البحر .

5 – الحد من تلوث المياه الجوفية بمركب النترات من خلال صياغة برامج تسميد نيتروجيني يأخذ في الاعتبار التركيزات العالية للنترات الذائبة في مياه الري وأهمية توعية المزارعين ومستعملي المياه لهذه المشكلة وكيفية التعامل معها .

7 – هناك حاجة ماسة للقيام بإرساء ترتيبات مؤسسية ، خاصة وعامة ، قادرة على تمكين متخذي القرار ومستعملي المياه من تطبيق هذه التوصيات .

حصر وتقييم الوضع القائم لقاعدة الموارد الطبيعية للزراعة المروية

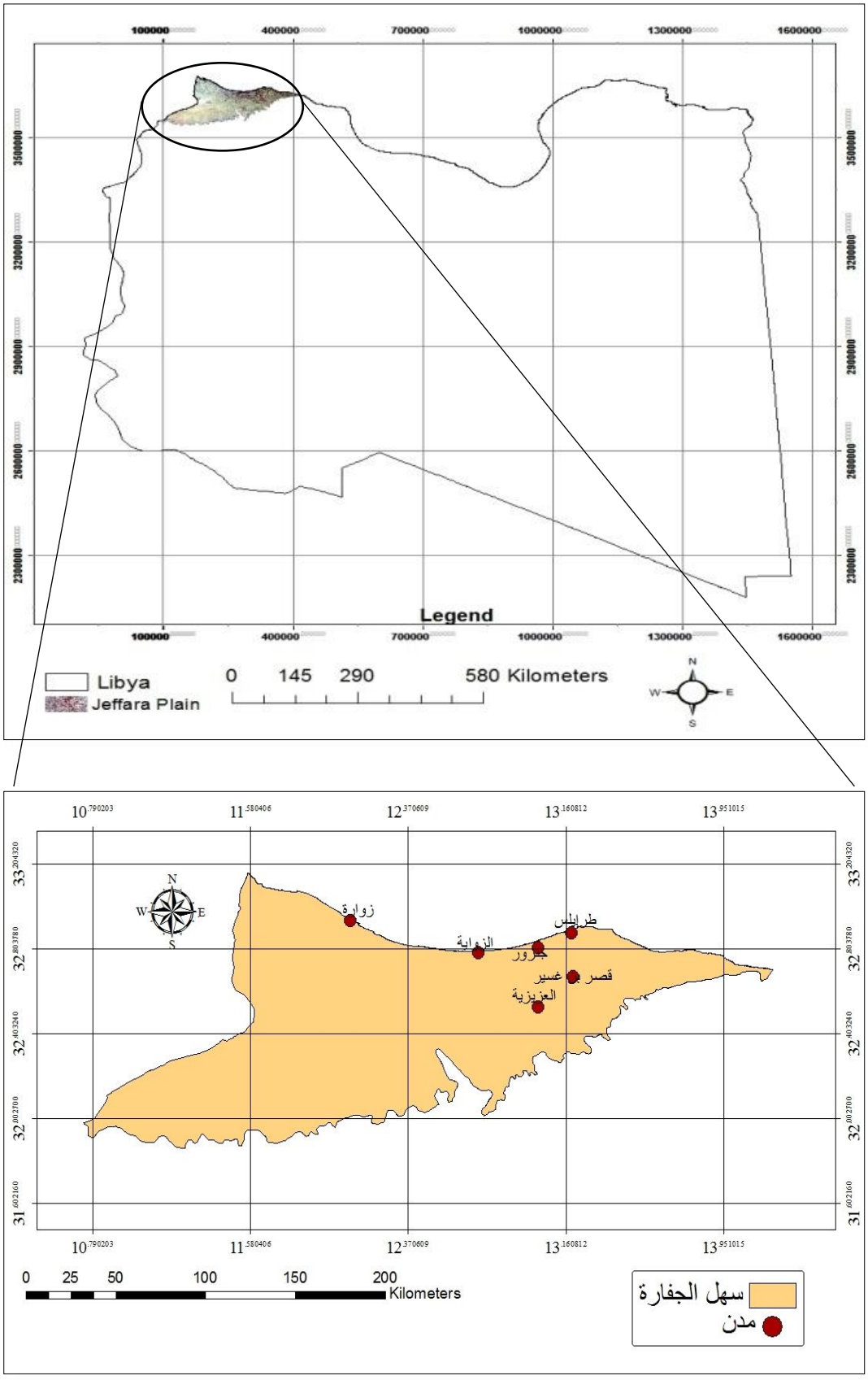
1.1. وصف منطقة الدراسة

تقع منطقة شمال غرب ليبيا الموضحة في شكل (1.1) والمتمثلة أساساً في سهل الجفارة ما بين الحدود التونسية في الغرب ومدينة الخمس شرقا . وهو أكبر سهول ليبيا وأهمها وينحصر ما بين ساحل البحر في الشمال ونطاق مرتفعات جبال نفوسة في الجنوب . وهو سهل مثلث الشكل يقع رأسه بالقرب من منطقة رأس المسن في غرب مدينة الخمس حيث تلتقي الجبال مباشرة بالساحل ، وتتماشى قاعدته مع الحدود الليبية التونسية . ويبلغ أقصى اتساع له حوالي 125 كم وطوله من الشرق إلى الغرب حوالي 250 كم . وعلى الرغم من أن هذا السهل يوصف على أنه منطقة سهلية إلا أن سطحه ليس مستوياً في الكثير من أجزائه . ويضم سهل الجفارة العديد من الكثبان والتلال الرملية التي تبرز فوق المستوى العام للمنطقة . وبصفة عامة فإن هذا السهل يتدرج في الارتفاع باتجاه الجنوب . ويقترب ارتفاع ساحله الشمالي من مستوى سطح البحر ، وقد يصل ارتفاعه إلى 50 مترا بعد مسافة 15 كم في اتجاه الجنوب وإلى 380 متر عند قاعدة نطاق جبال نفوسة .

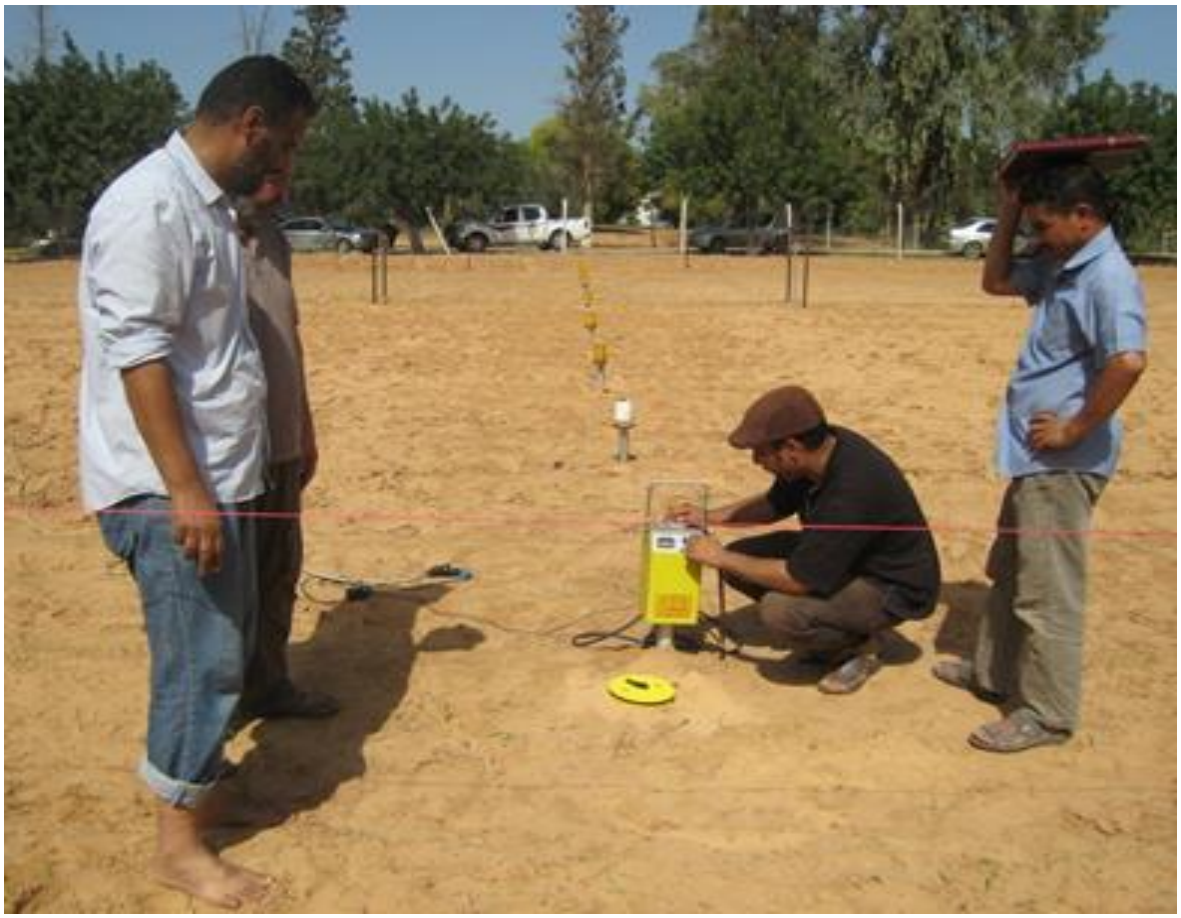
2.1. جيولوجية المنطقة

المعلومات المتوفرة من الخريطة الجيولوجية تدل على أن المنطقة واقعة فوق العديد من التكوينات الجيولوجية التي تشمل :

- الرواسب الرياحية : هذه الرواسب تتكون من رمال سلتية أو جيرية .
- تكوين الجفارة : يتكون من رواسب رملية وغرين مع طبقات من صخور الكاليش .
- تكوين العزيزية : يتكون من أحجار جيرية دولوميتية مع بعض التداخلات من المارل والطين .
- تكوين أبو شيبة : يتكون من حجر رملي وجيري .
- تكوين سيدي الصيد : يتكون من طبقات متعاقبة من الحجر الجيري .
- الترسبات المائية الرياحية : يتكون من غرين مع رمال ناعمة .
- رواسب الوديان الحديثة : يتكون من حصى وغرين ورمال ناعمة .
- تكوين بئر الغنم : وهو عبارة عن جبس مع طبقات من الحجر الجيري والدولومايت .



شكل (1.1) : خريطة ليبيا وتحديد موقع منطقة الدراسة في سهل الجفارة .



شكل (5.3) : القياس الحقلي لماء التربة بجهاز المسبار النيوتروني

. محصول الصفصفة

1.1.5. إعداد الحقل والزراعة

أجريت التجربة بكل من محطة بحوث كلية الزراعة بجامعة طرابلس والمزرعة التجريبية بمشروع وادي عين كعام الزراعي ، الشكلين (1.5) و (2.5) ، لتحديد العلاقة بين الاحتياجات المائية (W) والإنتاجية (Y) لمحصول الصفصفة الذي يعتبر من أكثر المحاصيل المعمرة استهلاكاً للمياه وأوسعها انتشاراً في مناطق الشريط الساحلي الواقعة في شمال غرب ليبيا .

شكل (1.5) : موقع التجربة داخل محطة أبحاث كلية الزراعة بجامعة طرابلس .

تجميع العينات بعد تجفيفها لتحديد وزنها وحساب الإنتاجية المحصولية لمختلف المعاملات المائية .

شكل (27.5) : نمو المعاملات المائية لمحصول الدرة السكرية .

(أ)

(ب)

شكل (24.6 أ و ب) : مراحل نضج محصول الطماطم بعد الحصاد والتخزين .

MONITORING AND EVALUATION OF THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF IRRIGATED AGRICULTURE IN THE NORTHWESTERN REGION OF LIBYA

SUMMARY

The unmanaged and/or mismanaged expansion and intensification of irrigated agriculture in the Northwestern region of Libya has been generally considered as the major factor contributing to the presently prevailing environmental deterioration of the natural resources base and the economic decline of crop production returns. The summarized extensive investigations and findings in this report are the results of a multifaceted research project specifically undertaken for the realization of, as thorough as possible, a comprehensive monitoring and evaluation of the environmental and economic impacts of irrigated agriculture in the region. This objective has been achieved through three phases of the project.

Phase one includes the assessment of the present situation based on the available information as obtained from published data and collected through questionnaires and direct contacts with farmers and concerned national research and management authorities and institutions. Analysis of this information revealed unacceptable and unsustainable levels of wasted groundwater resources as reflected in irrigating crops of depressingly low crop water productivity and marginal economic returns such as alfalfa, oats and other forage crops.

Phase two covers the major negative environmental impacts of irrigated agriculture in the region. These impacts are presently reflected in:

1- Declining piezometric heads and groundwater levels by excessive pumping.
2- Deterioration of groundwater quality by seawater intrusion.
3- Increasing groundwater pollution by nitrates as a result of excessive application of nitrogen fertilizers.
4- Increasing soil salinity.

This investigation revealed that groundwater outflows during the period 1949-2010 has been estimated at 18 billion m^3, initiating a severe groundwater level decline that resulted in the intrusion of no less than 6.2 billion m^3 of seawater. To assess the impact of groundwater level decline and seawater intrusion on irrigation water quality, the chemical analysis of water samples collected from 91 wells representing

the whole region revealed a weighted average total dissolved salt concentration of no less than 1500 ppm (parts per million). With an annual irrigation water consumption of about 723 million m^3/year, this salt concentration, if maintained, can initiate a long term process of accumulating 1.085 million tons of salt per year that will be reflected in increasing soil salinity, poor drainage, lower crop productivity and deteriorating environmental quality.

The analyzed groundwater samples also indicated very high nitrate content in the relatively shallow wells of the upper quaternary groundwater aquifer system that supplies most of the agricultural and domestic water uses in the region. Taking into consideration the added water supply of high nitrate content from the Man-made River Project (MRP), the final weighted average of nitrate concentration of both sources will approximate 70 ppm. It is almost certain that a major source of this high nitrate concentration is groundwater pollution by excessive application of nitrogen fertilizers and potentially possible waste water contamination. Unless preventive and precautionary measures are undertaken, using this water supply for domestic purposes may lead to serious health problems. To minimize any further pollution of the upper quaternary groundwater aquifer, the nitrate content of irrigation water must be taken into account when determining the rates and application time of nitrogen fertilizers for the different irrigated crops.

Phase three represents the major aspect of the research project. It is undertaken with the intention of establishing an appropriate criteria based on the selection and application of fundamental indicators that can be confidently used to differentiate among the major irrigated crops in terms of their irrigation water use efficiency and their economic returns on invested resources . These indicators include the nature of the associative relationship between crop yield and diverted irrigation water use, as represented by crop water production function, and crop water productivity, defined as crop yield (in kilograms) per unit volume of irrigation water used in its production (in cubic meters). Seven field trials with seven major crops had been conducted for this purpose in the experimental farm of the College of Agriculture of the University of Tripoli. The selected crops include alfalfa, oats, barley and sorghum as forage crops, as well as, potato, onion and tomato as vegetable crops. A sprinkler single line source design method was used for the differential application of irrigation water treatments for each crop throughout its growing season. The final yields of the different irrigation treatments and their corresponding water consumption were used to derive a second degree polynomial water production function for each crop. In depth mathematical analysis of the derived water production functions indicated that maximum values of crop water productivities for all crops always occur at lower levels of water use and crop production than that required for their maximum yields. This result provides the opportunity of saving significant amounts of irrigation water that can be used to expand the irrigated area and achieve more crop production with

less water use. More significant, however, the very large differences in crop water productivity values and the economic returns between forage crops and vegetable crops. The crop water productivity values for potatoes, onions and tomatoes were calculated as 5.6, 4.9 and 4.8 kilograms per meter^3 and their respective economic returns were 1.71, 4.47 and 6.51 Libyan dinars per meter^3. The corresponding values for oats, alfalfa and barley were 1.9, 1.6 and 0.9 kilograms per meter^{3}and their respective economic returns were 0.41, 0.35 and 0.52 Libyan dinars per meter^3. These results should be used as guidelines for the rational planning and management of irrigated agriculture under the presently dominating water scarcity conditions and environmental stress

The results of this investigation, as presented above, clearly indicate that irrigated agriculture in Northwestern Libya is facing serious threats to its sustainability. To ameliorate, or at least minimize, its negative economic and environmental impacts , it is recommended that attention should be directed to implementing the following interventions:

1- Prevention of the cultivation of low value cereal and forage crops such as barley, oats and alfalfa.

2- Improvement of the Crop Water Productivity of the more valued crops, such as tomatoes, potatoes and onions, through targeting their potential yields and the most water efficient growth seasons.

3- Increased dependence on virtual water in the form of imported cereal, forage and other water inefficient crops instead of growing them locally in the region.

4- Improvement of Water Use Efficiency of row crops, such as citrus, olives and vegetables through replacing sprinkler irrigation systems by the more water efficient localized irrigation methods.

5- Raising the awareness of water users concerning the potential health problems associated with the excessive usage of the transferred MRP water for human consumption.

6- Since the nitrate concentration varies among the different wells in the region and ranges from less than 40 ppm up to more than 75 ppm, it is recommended that water abstraction must be stopped from the wells of exceedingly high nitrate concentrations.

7- The formulation of a sound nitrogen fertilization program based on a reasonable balance between the amounts of nitrogen added to the agricultural crops in irrigation water and their seasonal nitrogen requirements in order to minimize the exposure of the local groundwater aquifers to pollution by excess nitrates that may seep down with drainage water.

8- Raising the farmers awareness of the potential health and environmental hazards of misusing this water supply.