بسم الله الرحمن الرحيم

حصاد مياه الأمطار في محافظة ذمار

وأثره في التـنمية المستدامة - **دراسة في الجغرافيا الطبيعية**

رسالة تقدمت بها

**اسيل محمود حسن البحراني**

الى مجلس كلية الآداب في جامعة ذمار وهي جزء من

متطلبات نيل درجة الماجستير في الجغرافيا الطبيعية

اشراف

أ.م.د/ محمد حزام صالح العماري

 2011 م 1432 هـ

**الجمهورية اليمنية**

**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**جامعة ذمار**

**كلية الآداب**

**الدراسات العليا**

 **قسم الجغرافيا**

RAIN WATER HARVESTING IN

DHAMAR GOVERNORATE

AND ITS IMPACT ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT-

A STUDY IN NATURAL GEOGRAPHY

A Thesis Submitted

To

the Board of Arts Faculty, University of Dhamar

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

 Natural Geography

By

ASEEL MAHMOOD HASAN AL-BAHRANI

Supervisor

Dr /Mohammed Huzam Saleh Alammari

2011 G 1432 H

REPUBLIC OF YEMEN

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

UNIVERSITY OF DHAMAR

ARTS FACULTY

POSTGRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY



**المستخلص**

 **تناول هذا البحث دراسة موضوع حصاد مياه الأمطار في محافظة ذمار وذلك لأهميته البالغة في تحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية المتاحة والمحدودة في ظل ارتفاع وتيرة التنمية والزيادة في النمو السكاني والزراعي والعمراني الذي تشهده المحافظة، حيث باتت الموارد المائية المتاحة لا تكفي لسد الاحتياجات المختلفة للسكان وعلى وجه الخصوص الاحتياجات الزراعية. ومما زاد الأمر سوءاً طبيعة البنية التضاريسية للمحافظة ووقوعها على خط تقسيم المياه الذي ساهم في ضياع القسم الأكبر من الموارد المائية المتاحة (مياه الأمطار والسيول) عبر الشقوق الأرضية والسطحية نحو الوديان وصولاً إلى البحار دون الاستفادة منها في تغذية الخزانات الجوفية إلا الجزء اليسير.**

**وبناء على ذلك جاءت أهداف هذا البحث في السعي لتحقيق اكبر استفادة ممكنة من مياه الأمطار وجريانها السيلي من خلال إبراز دور الحصاد المائي كوسيلة لتعويض النقص الحاصل في المياه وتوفير مصدر إضافي لها يتم استخدامه في الري التكميلي أثناء تراجع كميات الأمطار أو الجفاف. هذا بالإضافة إلى استخدامه في زيادة منسوب المخزون الجوفي من خلال احتجاز مياه الأمطار والسيول المارة عبر المنخفضات الأرضية على شكل بحيرات وحواجز تتصف بشروط الخزن المثالية والاحتفاظ بالمياه قبل دخولها مناطق الشقوق والفوالق.**

**ولتحقيق هذه الأهداف تم اعتماد مجموعة من المناهج البحثية، منها (المنهج الإقليمي، المنهج التحليلي الوصفي، المنهج التاريخي، المنهج الاستقرائي، والمنهج التحليلي الكمي). وفي إطار تلك المناهج المذكورة تم تقسيم البحث إلى خمسة فصول، جاء الفصل الأول بعنوان الإطار النظري للحصاد المائي والذي تضمن تعريف مفهوم الحصاد المائي وأهميته ومفهوم نظم المعلومات الجغرافية وأهميتها في الحصاد المائي، وكذلك استعراض النظم المتبعة عبر التاريخ والتعرف على أنواعها وأصنافها ، فضلا ًعن تناول الشروط والتحريات اللازمة لاختيار مواقع نظم وتقنيات الحصاد المائي. اما الفصل الثاني فكان بعنوان الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة والذي شمل كِلا جانبيها الطبيعي والبشري بهدف اعطاء صورة واضحة عن منطقة الدراسة والذي يمكن من خلالها تحديد افضل المناطق المناسبة واكثرها احتياجاً لاقامة نظم الحصاد المائي. وجاء الفصل الثالث بعنوان واقع مصادر الموارد المائية في منطقة الدراسة والذي هدف الى ابراز اهم الخصائص الهيدرولوجية من خلال تحليل الواقع المائي لمعرفة مدى الأحتياج لنظم مائية جديدة تعمل على تحقيق التوازن المائي في المنطقة ، واما الفصل الرابع فجاء تحت عنوان التحليل المكاني للمناطق المختارة لحصاد مياه الامطار من منطقة الدراسة وكان الهدف من هذا الفصل هو التعرف على الاسس التي تم اعتمادها في اختيار مواقع نظم وتقنيات الحصاد المائي في منطقة الدراسة وكيفية التوصل الى اختيار افضل تلك المناطق واكثرها احتياجا لتقنيات ونظم الحصاد المائي.والفصل الخامس والاخير جاء بعنوان أثرحصاد مياه الامطار في التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة (وادي المواهب انموذجاً) والذي تناول دراسة الابعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للحصاد المائي في المنطقة المختارة مع تقديم وصف شامل للتقنية المقترحة فضلا عن تناوله مقترحات للحفاظ على المياه داخل جسم السد المقترح لأطول فترة زمنية ممكنة واختتم البحث بأهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة.**

**ومن خلال اعداد وتحليل الجداول والخرائط والأشكال والرسوم البيانية والصور الفوتوغرافية والصور الفضائية التي تم الحصول عليها بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية GIS والبرامج الملحقة به تمكنا من الحصول على قاعدة بيانية معلوماتية واسعة اظهرت نتائج تحليلها ان منطقة الدراسة تضم العديد من المناطق المناسبة لحصاد مياه الامطار والسيول والغير مشمولة سابقاً بنظم وتقنيات الحصاد المائي تمثلت بالمناطق الواقعة ضمن نطاق سهول المرتفعات الوسطى تحديداً والتابعة الى مديرية ذمار.وبحسب النتائج وجد انها تفتقر الى أي شكل من اشكال نظم الحصاد المائي على الرغم من امتلاكها خصائص ومميزات تؤهلها من تطبيق نظم الحصاد المائي. حيث حددت الدراسة ثلاث مناطق ضمن الحدود الجغرافية للمديرية بالاعتماد على عدة ثوابت، اهمها جريان اكبر كمية من مياه السيول المطرية عبر اراضيها وهي كل من منطقة (وادي المواهب وادي ذي ماجد ووادي هجرة منقذة). وبعد اجراء الدراسات الاولية والتحريات الموقعية لتلك المناطق واستخدام الخرائط المتوفرة والخرائط التي تم انتاجها بنظام GIS ومن خلال الزيارات الميدانية المتكررة تبين ان منطقة وادي المواهب هي اكثر المناطق المختارة مناسبةً لتطبيق تقنية الحصاد المائي وذلك لامتلاكها اهم شروط نجاح الاختيارات الموقعية لتقنيات الحصاد المائي. حيث تتمتع اراضيها في مواسم الامطار بتدفق مائي غزير للسيول المطرية قادما اليها من الجنوب والجنوب الشرقي لمدينة ذمار. وهنا تجدر الاشارة الى ان غزارة مياه السيول لهذه المنطقة تمكنها من الجريان لمسافات بعيدة وصولاً الى سد مأرب شرقا مارة بالعديد من القرى والاودية الواقعة على طول مجرى السيل الرئيس للسهل الفيضي لقاع السواد. علاوةً على ذلك خلو ارضها من الصدوع والشقوق الامر الذي ساهم في اختيارها كأفضل المناطق المناسبة للحصاد المائي، كما وتعد منطقة وادي المواهب في الوقت ذاته من اكثر المناطق احتياجا لنظم وتقنيات الحصاد المائي نظراً لتأثرها بموقع محطة معالجة الصرف الصحي الامر الذي جعل من اختيارها امراً ضروريا, وسيتم تناول كافة التفاصيل في سياق هذا البحث.**

Abstract

   This research addresses the study of rainwater harvesting issue in the governorate of dhamar, due to the great importance of this harvesting in achieving sustainable development of available and scarce water resources, on the light of the high pace of development and the increase in population growth and agricultural/urban development witnessed in the governorate. These available water resources are not sufficient to meet the different needs of the population and in particular agricultural demands. This matter has been worsened by the characteristics of the physiological relief structure of the governorate, and its location on the watershed that contributed to the loss of most of the available water resources (rainwater and floods), by seeping through the ground cracks and surface going to the valleys and down to the sea; with a limited recovery benefit in feeding ground water aquifers.

 Accordingly, the goals of this research were set in the quest to achieve the greatest possible use of rainwater and flash flows by highlighting the role of water harvesting as a method to compensate the shortfall in water, and to provide an additional source for supplementary irrigation during the decline in rainfall or drought; in addition to its use to increase the ground water level by reserving rain and flood-water passing through the lowland areas and store it in the form of lakes and barriers having ideal storage characteristics and water preservation before entering the ground crack and fault areas.

In order to achieve these goals, a range of research approaches were adopted, such as; the (regional approach, descriptive analytical approach, historical approach, inductive approach, and quantitative analytical approach). Respectively, and in the context of these mentioned approaches, the research was divided into five chapters. The first chapter entitled "The Theoretical Framework for Water Harvesting" have included the concept definition of water harvesting and its importance, the concept of geographic information systems and their importance in water harvesting, as well as a review for the systems used throughout history to identify its types and classes, as well as highlighting terms and investigations necessary for the selection of sites and systems of water harvesting methods. The second chapter entitled "Geographical Characteristics of the Study Area", which covered both physiographic and demographic aspects to give a clear picture of the study area in order to determine the best and most appropriate localities in need of the establishment of water harvesting systems. The third chapter entitled "The Reality of the Sources of Water Resources in the Study Area", which aims to highlight the most important hydrological characteristics by analyzing the actual status of water resources to determine the extent of need for new water systems that achieve the water balance in the region. The fourth chapter presented under the title of "The Spatial Analysis of Selected Areas to Harvest Rain Water in the Study Area", having the goal of identifying the basics, which were adopted in the selection of system sites and water harvesting techniques in the study area, and how to choose the best and the most in need of water harvesting techniques and systems out of these areas. Chapter five is the last, and is entitled "Rain Water Harvesting Impact on Sustainabl Development of the Study Area Wadi AL- Mawahib as aSample". It dealt the study of economic, social and environmental Aspects and Impacts of harvesting water in the selected area, with providing a comprehensive description of the proposed technique, as well as The research was ended by the most important conclusions, findings and recommendations achieved by this study.

 Through the preparation and analysis of tables, maps, graphs, charts, photographs and satellite images that were obtained using Geographic Information Systems (GIS) techniques and related software, a detailed graphic information data base were constructed and analyzed. This analysis showed that the study area includes many unattained new suitable localities to harvest rainwater and floods. These localities are exclusively within the range of the Central Highlands Plains of the Directorate of dhamar. According to the results, it was found that these localities lack any form of water harvesting systems in spite of possessing the suitable characteristics and features that qualify the application of water harvesting systems in it.

 This study identified three localities within the geographical boundaries of directorate according to various parameters. The most important of these parameters is the runoff of the largest volumes of rain-fed flood water across the territory. These identified localities are Wadi Al-Mawahib, Wadi Thee Majid and Wadi Hijrat Monqithah.

 After initial studies and field investigations on the mentioned localities using available maps, GIS produced maps and by frequent field visits; it swas evident that the locality of ​​ Wadi Al-Mawahib is the most suitable among the selected localities for the application of water harvesting technique, because it possess the most important boundary conditions for a successful in situ water harvesting technique choice. The lands of this locality are characterized by its torrential water flow floods during the rain seasons, coming forth from the south and southeast of dhamar city. It should be noted that the abundance of flood water of this locality enable the flow for long distances to Ma'rib dam to the east, passing many villages and valleys along the major flood plane of Qaa' Al-Sawad valley. Moreover, its cracks and crevices free lands have contributed to selecting it as the best suitable locality to harvest water. Also, Wadi Al-Mawahib locality is considered as one of the most demanded areas for water harvesting systems and techniques because it is affected by the wastewater treatment plant, which made choosing it be necessary.

All the details will be addressed in the context of this research.

**المقدمة ومنهجية البحث**

**Introduction and Research Methodology**

**تمهيد:**

يعد موضوع الحصاد المائي من المواضيع البالغة الاهمية والتي منحها المختصون في دراساتهم اهتماما كبيرا قديما وحديثا . وتبرزاهمية الحصاد المائي بشكل واضح في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم والوطن العربي على وجه الخصوص وذلك نظراً لأهمية واقع قطرة ماء المطر في ظل قلة ومحدودية الموارد المائية او عدم اتاحتها، بالاضافة الى طبيعة الهطول المطري الذي يتسم بكونه هطول مفاجئ واعصاري غزير خلال مدة قصيرة من الزمن وبكميات كبيرة وسرعة ضياع للقيمة الفعلية لهذه الامطار خلال مدة قصيرة من هطولها وهذا ما ينطبق على منطقة الدراسة (محافظة ذمار) بأعتبارها واقعة ضمن البيئات المناخية الجافة وشبه الجافة، ومما زاد من اهمية الحصاد المائي في منطقة الدراسة هو طبيعة البنية التضاريسية المتحكمة في تصريف الجريان السطحي والتي تساهم في ضياع النسبة الاعظم من مياه امطارها وسيولها عبر الشقوق الارضية الى الوديان والبحار دون الاستفادة منها خاصة في ظل الحاجة الملحة والمتزايدة على طلب المياه لما تشهده منطقة الدراسة من توسع في عدد السكان وفي الاعمار والصناعة ولا سيما التوسع في النشاط الزراعي الناجم عن كون محافظة ذمار تعد من المجتمعات الريفية التي تعتمد في نشاطها بالدرجة الاولى على الزراعة التي تستهلك بدورها كميات كبيرة من المياه الامر الذي ادى الى الضغط المتزايد على مناسيب المياه الجوفية وجعلها لا تكفي لسد الحاجة المتزايدة للمياه وخلق حالة من عدم التوازن بين ما هو متاح وما هو مطلوب من المياه. ونظرا لاستمرار ازمات المياه وحدوث التذبذبات المطرية بشكل مستمر في منطقة الدراسة اصبح العمل على ايجاد وسائل وتقنيات جديدة لحصاد المياه من الامور الضرورية والملحة بأعتبار ان الحصاد المائي هو الحل الامثل لتعويض النقص الحاصل في المياه مقابل الزيادة في الطلب عليها خاصةً في فترات الجفاف وأنقطاع الامطار الامر الذي يساهم فــي تغطية احتياجات السكان المائية مـــــن خلال ما يوفره من مصادر اضافية للري التكميلي([[1]](#footnote-1)•) فضلا عن مساهمته في زيادة منسوب المياه الجوفية عن طريق اعطاء الفرصة الكافية لمياه الامطار بالتغلغل ببطئ عبرمسامات التربة وبالنتيجة تغذية الخزانات الجوفية. مما يساهم في تحقيق التوازن بين كمية المياه المسحوبة وكمية التغذية السنوية من مياه الامطار اضافة الى مساهمته في الحفاظ على التربة.

**مشكلة البحث: Research problem**

 تتمحورمشكلة البحث حول فقدان وضياع كميات هائلة من مياه امطار وسيول محافظة ذمار دون الاستفادة منها وذلك نظرا للتكوين الطبيعي للمحافظة الذي هو جزء من التكوين العام للجمهورية اليمنية والتي تساهم فيه كافة الخصائص الطبيعية فضلاً عن الخصائص البشرية في ضياع النسبة الاكبر من المياه والوقوف عائقا امام تحقيق التنمية المائية في المنطقة .وفي ظل غياب نظم وتقنيات الحصاد المائي في العديد من مناطق السيول المطرية لمنطقة الدراسة تفاقمت المشكلة المائية حيث سرعان ما تذهب تلك المياه هدرا عبر الشقوق الارضية نحو الوديان والبحار دون الاستفادة منها .

وسيتم في هذا البحث الاجابة على التساؤلات الآتية وصولا لايجاد الحلول المناسبة لمشكلة الدراسة:

**س**1: هل فعلا لا يستفاد من كمية الامطار الساقطة على المحافظة سوى الجزء اليسير منها ؟

**س**2: هل تتوفر مناطق ذات نسبة هطول مطري عالي ومناطق تجمع سيلي في محافظة ذماريمكن استثمارها في تحقيق التنمية المائية ؟

**س**3: هل تشكل الظروف الجيومورفولوجية والتركيبية والصخارية في المحافظة عائقا امام الاستفادة من مياه الامطار والسيول في محافظة ذمار ؟

**س**4: هل للخصائص البشرية دورا في تفاقم المشكلة المائية في المحافظة ؟

**س**5: هل لحصاد مياه الامطاردورا في تحقيق التنمية المستدامة للمياه في المحافظة ؟

**اهمية البحث: Iportance Research**

تكمن اهمية البحث في النقاط الموضوعية الاتية:

1. سيوفر مصادر جديدة للمياه في منطقة الدراسة تعمل على تحقيق التكافؤ في طرفي المعادلة القائمة على الزيادة السكانية والزراعية والعمرانية السريعة مقابل محدودية الموارد المائية وذلك من خلال اختيارمناطق جديدة لحصاد مياه الامطار في المحافظة.
2. ندرة الدراسات السابقة عن موضوع حصاد مياه الامطار في المناطق المختارة.
3. ما تحققه هذه الدراسة من اهمية اقتصادية تعود بمردود اقتصادي كبير اذا ما تم استغلال المياه بالشكل المطلوب.
4. ما توفره التقنيات الحديثة المتمثلة بتقنية ونظم الحصاد المائي GIS والبرامج الملحقة به من معلومات دقيقة وقاعدة بيانية واسعة واختصار واختزال للوقت والجهد الذي تتطلبه مثل هذه الدراسة في حالة اعتماد الطرق التقليدية.

**اهداف البحث: Research Objectives**

يهدف البحث الى ما يلي:

1. تحقيق الاستفادة القصوى من مياه الامطار والسيول وأستثمارها الاستثمار الامثل من خلال اقتراح تقنيات ونظم حصاد مائي جديدة في المحافظة تعمل على احتجاز ومنع مياه الامطار والسيول من الوصول الى مناطق الشقوق الارضية والضياع عبرها نحو الوديان ثم الى البحار وذلك وصولا الى مرحلة الانتقال من الوضع الحالي المتمثل بالاستنزاف الجائر للمياه الجوفية الى مرحلة الاستخدام المستدام للمياه.
2. معرفة مدى توفر مناطق ذات نسبة هطول مطري وتجمع سيلي عالي نسبيا ًضمن محافظة ذمار ومدى توفر ظروف جيومورفولوجية وتركيبية وصخارية مناسبة للحصاد المائي.
3. أستخدام احدث التقنيات والوسائل العلمية والمتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية GIS في تحديد المناطق المناسبة لحصاد مياه الامطار والسيول.
4. التوصل الى حلول ومقترحات للمشاكل والمعوقات الطبيعية والبشرية التي وقفت امام التنمية المائية.

**فرضيات البحث:Research Hypotheses**

تنطلق مشكلة البحث من مجموعة فرضيات والتي هي عبارة عن مجموعة مدخلات ومخرجات تتضمن اجابات مبدئية لمشكلة البحث والمتمثلة بما يلي:

**الفرضية الاولى:** تعاني محافظة ذمار من قلة الاستفادة من مياه الامطار الموسمية وسيولها.

**الفرضية الثانية:** توجد في محافظة ذمار مناطق ذات هطول مطري عالي ومناطق تجمع سيلي يمكن الاستفادة منها من خلال احتجازها وحصدها في خزانات واحواض مائية مما يضمن تحقيق التنمية المائية المستدامة للمياه في المحافظة.

**الفرضية الثالثة:** تشكل التراكيب الجيومورفولوجية والتركيبية والصخارية في المجافظة عائقا امام الاستفادة من مياه الامطار والجريان السطحي السيلي.

**الفرضية الرابعة :** تساهم الخصائص البشرية للمحافظة في تفاقم المشكلة المائية وخلق حالة عدم التوازن بين ماهو متاح ومطلوب من المياه .

**الفرضية الخامسة:** ان الحصاد المائي يعد الحل الامثل للوصول الى مرحلة التنمية المستدامة للمياه بما يوفره من مصدراً اخراً للمياه في فترات الجفاف وانقطاع الامطار يساهم في تغطية احتياجات السكان المائية ويضمن استمرار الزراعة على مدار السنة بدلا من اقتصارها على مواسم معينة تحقيقاً للتنمية الاقتصادية المستدامة. اضافة الى ما يوفره من زيادة في منسوب الخزانات الجوفية مما يضمن تغذيتها بشكل مستمر وعدم وصولها الى مراحل النضوب.

**مناهج البحث:Research Methodology**

ان البحث الحالي سيسير على عدد من المناهج البحثية المتعلقة بموضوع البحث والتي من خلالها سيتم بحث كل جانب من جوانب الموضوع بصيغة التكامل والتداخل فيما بينها وهي كما يلي:

**1- المنهج الاقليمي:Regional Approach**

تم اعتماد هذا المنهج في تحديد الاطر المكانية لمنطقة الدراسة والمناطق المختارة منها للحصاد المائي.

**2- المنهج التحليلي الوصفي: Descriptive Analytical Approach**

استخدم هذا المنهج في وصف الظواهر والخصائص الجغرافية الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة بصورة عامة وللمناطق المختارة بصورة خاصة.

**3- المنهج التاريخي : Historical approach**

لقد جرى اتباع المنهج التاريخي في هذا البحث وذلك بهدف الرجوع الى الماضي والتعرف على اهم انظمة الحصاد المائي التي كانت تستخدم في الدول العربية ومنها الجمهورية اليمنية، والتعرف على المسميات المحلية التي اطلقت عليها. كما تم اتباع هذا المنهج في استعراض تاريخ الزلازل في منطقة الدراسة للتعرف على اهم المناطق الزلزالية.

**4- المنهج الاستقرائي: Inductive Approach**

 تم من خلال هذا المنهج تشخيص واقع مصادر المياه في منطقة الدراسة التي شملت واقع مياه الامطار وواقع منسوب المياه الجوفية فضلاً عن واقع نظم وتقنيات الحصاد المائي.

**5- المنهج التحليلي الكمي: Quantitative Analytical Method**

يعتمد هذا المنهج على الطرق التجريبية الكمية في معالجة الاشكال الارضية بطرق الية بهدف الوصول الى ادق النتائج من خلال لغة الارقام. وقد تم من خلاله تحليل البيانات في البحث الحالي للوصول الى العلاقات بين المتغيرات ثم اسقاط هذه المعلومات في جداول وخرائط.

**اجراءات وخطوات البحث:Procedures and Research Steps**

تم تطبيق الاجراءات والخطوات التالية في انجاز هذا البحث:

**1- العمل المكتبي:Office Work**

وهي مرحلة الاطلاع على الادب الجغرافي في مجال الجغرافيا الطبيعية والبشرية وشملت الدراسات والتقارير والابحاث الجغرافية المناخية والجيولوجية والطبوغرافية والهيدرولوجية والبيئية المتعلقة بموضوع الدراسة حيث تم جمع المعلومات والاحصاءات المتعلقة بمحافظة ذمار من المصادر والمراجع والجهات ذات العلاقة والاعتماد على المعلومات المتوفرة في جامعتي صنعاء وذمار.

واشتملت هذه المرحلة على اعداد الخرائط والجداول والاشكال البيانية والمرئيات الفضائية التي تضمنت الخرائط الفلكية والمكانية والطبوغرافية والكنتورية لمحافظة ذمار اضافة الى الجداول والاشكال البيانية التي تم الحصول عليها من الهيئات والدوائر المختلفة ومنها الهيئة العامة للبحوث والارشاد الزراعي، الهيئة العامة للموارد المائية، ومركزالرصد الزلزالي التابعة لمحافظة ذمار وبعد الحصول على البيانات تم اجراء تحليل لها واسقاطها في جداول واشكال وقد جرى هذا بالاعتماد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS([[2]](#footnote-2)•) التي قمنا بموجبها عمل مجموعة كبيرة من الخرائط المختلفة لمنطقة الدراسة والمواقع المختارة وبالاعتماد على المركز اليمني للاستشعارعن بعد – صنعاء تم توفير بيانات تمكنت الدراسة من خلالها وضع مخطط شامل للتقنية المقترحة للحصاد المائي في منطقة الدراسة.

**2- العمل الحقلي (الميداني):Field Work**

في الجانب الحقلي تم اتباع الخطوات التالية:

**الخطوة الاولى:** عمل مسح شامل للمناطق المختارة لحصاد مياه الامطار والسيول في منطقة الدراسة مع التوسع في الدراسات الميدانية في المنطقة المختارة لتطبيق تقنية الحصاد المائي (وادي المواهب) بأستخدام جهازGPS ([[3]](#footnote-3)••)ومن خلال الاعتماد على قراءات هذ الجهاز جرى تحديد ارتفاع اكتاف السد المقترح وتحديد وحساب انخفاض وسط البحيرة كما وجرى عن طريقه تحديد حدود البحيرة واقصى المناطق التي يصل اليها الماء كما تم حساب مساحة الارض التي تشغلها البحيرة وحساب القدرة الاستيعابية للمياه اضافة الى تحديد ارتفاع موقع خزان الصرف الصحي وقراءة المسافات بين الخزان وموقع البحيرة وحاجز السد المقترح.

**الخطوة الثانية:** الزيارات المتكررة ولعشرات المرات للمواقع المختارة التي من خلالها تم الحصول على معلومات وفيرة من قبل الاهالي والمزارعين عن تلك المناطق .

**الخطوة الثالثة:** اشتملت على اخذ ما يقارب 250 صورة فوتوغرافية للموقع المختار للحصاد المائي وتم دمج البعض منها في الرسالة الحالية ضمن الفصل الرابع والخامس.

**البرامج والاجهزة التي تم اعتمادها في البحث الحالي:**

**Programs and Instruments Used in the Current Research**

استعانت الدراسة الحالية بالعديد من البرامج والاجهزة ذات العلاقة منها برنامج نظم المعلومات الجغرافيةGIS الاصدار 9.1 حيث استخدم في عمل Geroefarence أي اعادة تحديد احداثيات الخرائط والصور الجوية وفي معالجة نماذج الارتفاعات الرقمية Dem وفي عملية الاخراج النهائي للخرائط وكذلك في تحويل نظام الاحداثيات من نظام الدرجات Degree الى نظام UTM. اما برنامج Corel Draw فقد اعتمد في معالجة الصور الفوتوغرافية والخرائط وفي رسم البانوراما([[4]](#footnote-4)•) للمنطقة المختارة كموقع للحصاد المائي. كما وأستخدم برنامج Surfer 9.1 في رسم الخرائط الكنتورية، وبرنامج Erdos 8.9 في معالجة الصور الفضائي بينما تم الاعتماد على برنامج Google Earth في استخراج الصور الجوية وبدقة عالية وكذلك في استقطاع الصور الجوية المطلوبة للمنطقة المختارة لتطبيق تقنية الحصاد المائي سواء من مناظر عمودية او افقية، اما جهاز GPS فأستعين به في قراءة ارتفاعات نقاط ومحطات المنطقة المختارة عن مستوى سطح البحر Sea Level بوحدات المتر.

**الدراسات السابقة: Previous Studies**

هناك العديد من الدراسات التي تدور حول موضوع الحصاد المائي داخل اطار الجمهورية اليمنية نظرا للحاجة المتزايدة والملحة للمياه في ظل محدودية الموارد المائية. وفي الاونة الاخيرة توجهت الكثيرمن الدراسات نحو موضوع الحصاد المائي نظرا لجدية الوضع الراهن للمياه الآ انه لا توجد دراسات على منطقة الدراسة المختارة في البحث الحالي سواءاً من قبل باحثين او جهات مختصة، لذا تعد الدراسة الحالية الاولى من نوعها من وجهة نظر جغرافية عمدت الى استخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS في تحديد افضل المناطق المناسبة للحصاد المائي في منطقة الدراسة بالاعتماد على عدة ثوابت واسس علمية اهما جريان السيول المطرية عبراراضيها. وفيما يلي استعراض لبعض الدراسات عن موضوع الحصاد المائي.

**الرسائل العلمية:Theses** .

* **تهاني عباس احمد عقلان**: الامكانات الجغرافية لحصاد مياه الامطار في جبل صبر محافظة تعز بأستخدام نظم المعلومات الجغرافية 2010م. وهي رسالة ماجستير في الجغرافيا الطبيعية تناولت تقييم لنظم وتقنيات حصاد مياه الامطارالموجودة في جبل صبرمحافظة تعز . وتوصلت الى وضع خارطة لتقنيات ونظم حصاد مائي جديدة في المنطقة.

**- فهمي سعيد نعمان**: الامـطـار في اليــمن 1996م. وهــي رسالـة ماجـستيـر تنــاولت ظاهرة الامطار في اليمن وتوصلت الدراسة الى ان هناك علاقة طردية بين الامطار والكثافة السكانية وان البلاد تعتمد اعتماداً كبيراً على الامطار في الزراعة .

**الابحاث والدراسات العلمية:Research and c Studiesscientifi**

1. حسين ابراهيم قطريب: نحو منظومة متكاملة في وسائل وتقنيات الاستفادة من مياه الامطار في اشكال سطح الاراضي الجافة 2007م تناولت الدراسة ابراز اهمية مياه الامطار في المناطق الجافة حيث جرت دراسة لأهم وسائل وتقنيات حصاد مياه الامطار التي تم استخدامها في المناطق الجافة بهدف نقدها والوقوف على اخطاءها وتحسين شروط استعمالها وتوصلت الدراسة الى بعض الافكار الجديدة عن وسائل وتقنيات الاستفادة من مياه الامطار واستعمالها في تعزيز رطوبة التربة او الري التكميلي في اشكال مختلفة من سطح المناطق الجافة ولكن ضمن منظومة متكاملة تشمل جميع الوسائل والتقنيات الممكنة هذا ماتلخصت به الدراسة وأستفادت منه الباحثة في خطوات البحث.
2. عصام سالم وهناء دعقان: سد الصقيع واثاره في تنمية الاستثمار الزراعي والسياحي للمناطق المحيطة به 2007م .تناولت الدراسة سد الصقيع في محافظة تعز وكيفية امكانية استثمار مياهه لاحداث تنمية زراعية وسياحية في المنطقة المحيطة به. وتوصلت الدراسة الى اقتراح بعض التقنيات الحديثة للحصاد المائي التي تتناسب مع جغرافية محافظة تعز كما توصلت الدراسة الى تقديم بعض الطرق والافكار التي تساهم في المحافظة على مياه السد بأعتبارها اساسا يستخدم في التغير التنموي لمنطقة الدراسة هذا ما جاءت به الدراسة وتم ايضاً الاستفادة منه في خطوات البحث الحالي.

**حدود منطقة البحث: Research Area Limeted**

تشمل منطقة البحث محافظة ذمار الواقعة بين دائرتي عرض "5 .14ْ- "5. 15ْ شمالا وخطي طول "30. 43ْ -"48. 44ْ شرقا بمساحة تقدر بـ 7686 كم2 داخل الموقع الجغرافي للجمهورية اليمنية الواقعة بين دائرتي عرض 12ْ- 19ْ شمالا وخطي طول ْ41 - ْ54 شرقاً .وتقسم المحافظة الى 12مديرية فيها 314 عزلة ومركز كما تحتوي على 3262 قرية. ويحدها من جهة الشمال محافظة صنعاء التي تنفصل عنها بكتلة جبلية تنتهي عند جبل يسلح ومن الشرق تحدها محافظة البيضاء وجزء من محافظة صنعاء حيث تنحدر مرتفعات ذمار الشرقية ويتجه بقيعانها وسهولها نحو مدينة رداع في محافظة البيضاء ومن الجنوب تحدها محافظة اب وتشكل كتلة جبال يريم فاصل جغرافي بين المحافظتين، اما من جهة الغرب فتحدها محافظتي ريمة والحديدة ويفصلها عن محافظة الحديدة المرتفعات الغربية المتمثلة بعدد من المديريات التابعة لمحافظة ذمار. وتعد مديرية وصابين الحد الفاصل بين المحافظتين**([[5]](#footnote-5))** خارطة (i). وان محافظة ذمار بموقعها الجغرافي هذا تدخل ضمن مناطق المرتفعات الوسطى للجمهورية اليمنية في الجانب الغربي منها وهذا ما كان له الاثر الواضح على مناخها وذلك من حيث موسمية الامطار التي تركزت في فصلي الصيف والربيع حيث تعد منطقة جذب للرياح الجنوبية الغربية (الرياح الموسمية الصيفية القادمة من المحيط الهندي وخليج عدن) التي تتسبب في سقوط الامطار في هذين الفصلين وتجعل منها احدى المستقبلات المائية الكبيرة التي تكون مناسبة لجريان السيول التي يمكن الاستفادة منها بأقامة نظم وتقنيات الحصاد المائي من خلال جمعها ومنعها من ان تذهب هدرا الى البحار والوديان مما يساهم في تعويض النقص الحاصل في المياه في فترات الجفاف وانقطاع الامطار المتمثلة في فصلي الشتاء والخريف حيث تكون منطقة الدراسة مصدرا للرياح الشمالية والشماية الشرقية مما يجعلها جافة **([[6]](#footnote-6)).** كما ان وقوعها على خط تقسيم المياه ساهم في تقسيم مياه الجريان السطحي للامطار الموسمية على الاحواض المائية الرئيسية وعدم الاستفادة منها في تحقيق التنمية المستدامة للمياه وهو الامرالثاني الذي يؤكد على اهمية الحصاد المائي في تحقيق اكبر استفادة ممكنة من مياه السيول المطرية وعدم السماح لها بالضياع عبر الشقوق الارضية والاحواض المائية .

 **خارطة (i) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة (محافظة ذمار) داخل إطار الجمهورية اليمنية**

 المصدر: الباحثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS، اعتمادا على خارطة التقسيم الاداري للجمهورية اليمنية، بمقياس رسم 1:50000 .

**المملكة العربية السعودية**

**سلطنة عمان**

**البحر العربي**

**جزيرة سقطرى**

**خليج عدن**

**البحر**

**الأحمر**

**الاستنتاجــــات**

* ان قلة مصاد المياه في محافظة ذمارواعتمادها بشكل رئيسي على مياه الامطار في تغذية المياه السطحية والجوفية يجعل من تقنية حصاد مياه الامطارالحل الامثل لتعويض النقص الحاصل في المصادر المائية .
* تشكل الخصائص الطبوغرافية والجيولوجية والتركيبية لمنطقة الدراسة دورا كبيرا في ضياع القسم الاكبر من مياه الامطار والاودية دون الاستفادة منها حيث ان شدة التضرس والانحدار في اغلب جهات المحافظة وانتشار الصدوع والشقوق ساهم في ضياع النسبة الاكبر من مياه الامطار خاصة في ظل انعدام نظم وتقنيات الحصاد المائي في تلك المناطق .
* تساهم الدراسات والتحريات الاولية التي تسبق اختيارمواقع نظم وتقنيات الحصاد المائي بشكل كبيرة في اختيار الموقع الصحيح والمناسب لتلك النظم . حيث توصلت الدراسة الى ان السبب الرئيسي في فشل العديد من السدود المائية هو قلة التحريات الخاصة بالموقع المختار للحصاد المائي والتي تقتصر في اغلب الاحيان على المعلومات التي يدلي بها المزارع والمهندس المدني دون الاخذ بالاعتبار دور الاختصاصات الاخرى في انجاح عملية الاختيار وخاصة الدور الجغرافي الذي كان وما زال مغيبا الى حد يومنا هذا.
* ان الدراسة التحليلية للخصائص الطبيعية والبشرية في منطقة الدراسة ساهمت في اعطاء صورة واضحة عن اكثر المناطق المناسبة للحصاد المائي وأكثرها احتياجا لمصادر مائية اضافية .
* تعد منطقة وادي المواهب اكثرالمناطق المهيئة طبيعيا لإقامة السدود المائية من بين المناطق المختارة في المحافظة للحصاد المائي حيث اضافة الى تمتعها بتدفق مائي سيلي يمرعبر اراضيها فهي تخلو تماما من الشقوق الارضية وهما عاملان اساسيان لاقامة أي سد ناجح اضافة الى تمتعها بعدة عوامل اخرى اهمها سيادة الصخور البازلتية القوية والكتيمة التي تشكل قاعدة صلبة قوية يستند عليها السد المقترح اضافة الى سيادة التربة الطينية الكتيمة والغير نفاذة والتي هي شرط ضروري واساسي في انشاء سد محكم يحتفظ بالمياه لأطول فترة ممكنة. كما ان تمتع منطقة المواهب بوجود اكتاف طبيعية لا تزيد المسافة بينها عن 42 م سيوفر التكلفة الاقتصادية لبناء حاجز السد. وان عودة ملكية اكثر من 90% من الارض التي سيقام عليها السد المقترح الى الدولة اضافة الى صغر المساحة التي سيعمل السد على اغراقها مقارنة بالتنمية التي سيحدثها السد وخلو ارض الوادي من أي تجمع سكاني كلها عوامل ساهمت في جعل منطقة وادي المواهب من انسب المناطق لاقامة نظم الحصاد المائي .
* ان السبب الرئيسي الذي جعل من منطقة وادي المواهب اكثر المناطق احتياجا لنظم وتقنيات الحصاد المائي من بين المناطق المختارة في المحافظة يتمثل بمشكلة مياه الصرف الصحي (المياه العادمة) التي تعد من اهم المعوقات البشرية التي وقفت امام تحقيق التنمية المستدامة في المنطقة .
* اتباع نظم الري التقليدية القديمة القائمة على مبدأ اغراق التربة بالمياه في عموم محافظة ذمار نتج عنه اختناق النباتات بتلك المياه الزائدة عن حاجتها و تسبب في نقص الهواء المتبادل بين جزيئات التربة، مما ادى بالتالي الى موت تلك النباتات . ومما زاد من تفاقم المشكلة في منطقة وادي المواهب (منطقة السد المقترح ) هو تلوث مياه الري بملوثات الصرف الصحي الغير معالجة بشكل نهائي مما ساهم في تركز الملوحة في التربة و تركز العديد من العناصر الكيميائية معها مما تسبب في تبديل خصائص التربة بمرورالزمن وجعلها غير صالحة للانتاج الزراعي .
* ان السحب العشوائي من الابار الموجودة في منطقة الدراسة واستخدام النسبة الاكبر من مياه تلك الابار في الزراعة سيؤثر مستقبلا على الكمية الواصلة الى الفرد في المنطقة مما يتطلب توفير مصادر اضافية للري التكميلي وتخصيص مياه الابار للشرب والاستخدام المنزلي فقط.
* تعد الزراعة في عموم منطقة الدراسة زراعة موسمية بالدرجة الاولى ترتبط بمواسم سقوط الامطار على الرغم من توفر امكانية استمرارالانتاج الزراعي في المنطقة طيلة ايام السنة في حالة اقامة نظم الحصاد المائي التي ستوفر المياه في المنطقة حتى في مواسم الجفاف وانقطاع الامطار مما يضمن استمرار الزراعة وتنوعها بدلاً من اقتصارها على محاصيل الاعلاف والذرة التي تتحمل الجفاف لفترات طويلة .
* امكانية ايجاد حلول عملية لمشكلة اختلاط مياه محطة معالجة الصرف الصحي التي تنساب في نفس مجرى سيول الامطار لتختلط معها مشكلة خطرا حقيقيا على اهم موردين طبيعين في منطقة وادي المواهب والمتمثلة بمياه السيول والتربة.
* ان اثرحصاد مياه الامطار في التنمية المستدامة في منطقة وادي المواهب لايقتصرعلى توفيره مصدر اضافي للمياه وتغذية الخزانات الجوفية بل يتعداه الى كونه سيعمل على انقاذ المنطقة كاملة من خطر المياه العادمة ، كما ويبرز اثره من خلال التحكم بكمية مياه السيول المتدفقة عبر الوادي من خلال البوابات المشيدة على حاجز السد المقترح مما يضمن جريان المياه في مجرى وسطي دون امتدادها الى الاطراف وخاصة عند مرورها في وادي ذا البطان في قرية هجرة منقذة التي نظرا لانعدام وجود الحواجز والسدود في قرية المواهب تجري المياه بصورة غزيرة وبدون انتظام عبر الوادي الرئيسي وصولا الى هجرة منقذة لتمتد بغزارتها لتملأ الوادي من الكتف الشرقي الى الكتف الغربي ذو الشق الارضي الامر الذي يؤدي الى ضياع القسم الاكبر من مياه ذلك السيل المائي عبر ذلك الشق نحو الوديان والبحار. وهنا يبرز دورالسد المقترح في التحكم بمجرى السيول والسيطرة عليها ومنع وصولها نحو الاطراف.

**التوصيـــــــــات**

**توصي الدراسة بالأتي :**

* استثمار كل قطرة مطر تهطل و تجري على اراضي محافظة ذمار وعدم السماح بضياعها وتسربها بعيدا عبر الشقوق نحو الوديان والبحار وجوف الصحراء وذلك من خلال تكثيف الجهود لاقامة نظم وتقنيات حصاد مياه امطار جديدة في عموم ارجاء المحافظة .
* اجراء كافة الدراسات الاولية والتحريات الموقعية التي تسبق اختيار مواقع نظم الحصاد المائي وذلك لضمان استمرار ونجاح مشاريع نظم الحصاد المائي في المحافظة .
* توعية المزارعين بأهمية استخدام طرق الري الحديثة المتمثلة بطريقة الرش وطريقة التنقيط ذات الفاقد المائي القليل وضرورة ترك الطرق القديمة المتمثلة بطريقة الغمر وصولا لعدم ضياع أي قطرة من مياه الامطار والاودية المستخدمة في الري.
* التوقف عن استخدام مياه الابار في الري التكميلي والاستعاضة عنها بمياه السدود والخزانات المائية مما يضمن استخدام مياه تلك الابار للشرب والاستخدام المنزلي فقط اضافة الى استخدام مياه تلك السدود في تغذية المياه الجوفية وزيادة منسوب الابار وبالتالي زيادة نصيب الفرد من تلك المياه.
* عمل دراسة جيولوجية تفصيلية لمنطقة السد المقترح في وادي المواهب تشمل عمل تحريات لصخور الاساس والكشف عن مدى توفر مواد بناء في موقع السد المقترح او بالقرب منه يمكن استخدامها في بناء السد للتقليل من الكلفة الاقتصادية لمواد الانشاء التي سيتم استخدامها في بناء السد المقترح.
* أجراء كافة التحريات الهندسية المتخصصة لموقع مبنى السد بما يتعلق بأختيار الهيكل المناسب لحاجز السد المقترح في وادي المواهب بما يتناسب مع المعطيات الطبيعية للمنطقة.

**Contents قائمة المحتويات**

| **الموضــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــوع** | **الصفحة** |
| --- | --- |
| الآية القرانية  |  |
| الاهداء  |  |
| الشكر والتقدير  |  |
| المستخلص  | i |
| قائمة المحتويات  | iv |
| قائمة الجداول  | viii |
| قائمة اللوحات  | x |
| قائمة الاشكال  | xii |
| قائمة الخرائط  | xiii |
| **المقدمة ومنهجية البحث** | 1 |
| تمهيد  | 1 |
| مشكلة البحث  | 2 |
| اهمية البحث  | 3 |
| اهداف البحث  | 3 |
| فرضيات البحث  | 4 |
| مناهج البحث  | 4 |
| اجراءات وخطوات البحث  | 5 |
| البرامج والاجهزة التي تم اعتمادها في البحث الحالي  | 7 |
| الدراسات السابقة  | 7 |
| حدود منطقة البحث  | 9 |
| **الفصل الاول : الاطار النظري للحصاد المائي** | **11-39** |
| مقدمة  | 12 |
| 1.1 مفهوم الحصاد المائي واهميته  | 12 |
| 2.1 مفهوم نظم المعلومات الجغرافية(GIS) واهميته في الحصاد المائي  | 14 |
| 3.1 الحصاد المائي عبر التاريخ  | 16 |
| 4.1 سد مأرب  | 21 |
| 5.1 مكونات نظم الحصاد المائي  | 24 |
| 6.1 الاصناف العامة لنظم وتقنيات الحصاد المائي  | 25 |
| 1.6.1 نظم وتقنيات حصاد مياه الامطار  | 25 |
| 1.1.6.1 نظم الاسطح  | 25 |
| 2.1.6.1 الحفر الطينية (الكريف)  | 27 |
| 3.1.6.1 الحفائر الصحراوية (النقب)  | 28 |
| 4.1.6.1 الصهاريج  | 28 |
| 5.1.6.1 المدرجات او المصاطب  | 29 |
| 2.6.1 نظم و تقنيات حصاد مياه الاودية  | 30 |
| 1.2.6.1 البحيرات الجبلية (المحاجز)  | 30 |
| 2.2.6.1 السدود  | 31 |
| 7.1 انواع السدود واصنافها بحسب الدور الوظيفي لها  | 33 |
| 1.7.1 السدود التجميعية (التخزينية)  | 33 |
| 2.7.1 السدود التحويلية  | 33 |
| 3.7.1 سدود التغذية  | 34 |
| 4.7.1 سدود توليد الطاقة الكهربائية  | 34 |
| 5.7.1 سدود تنظيمية  | 35 |
| 8.1 اهم التحريات اللازمة لاختيار مواقع نظم وتقنيات الحصاد المائي  | 35 |
| 1.8.1 التحريات الجغرافية  | 36 |
| 2.8.1 التحريات الاقتصادية  | 37 |
| 3.8.1 التحرياتات البيئية  | 38 |
| 4.8.1 التحريات الاجتماعية  | 39 |
| **الفصل الثاني : الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة**  | **40-93** |
| مقدمة  | 41 |
| 1.2 الخصائص الجغرافية الطبيعية  | 41 |
| 1.1.2 الخصائص الجيولوجية  | 41 |
| 1.1.1.2 النشأة الجيولوجية  | 42 |
| 2.1.1.2 الوصف والتكوين الصخري | 43 |
| 3.1.1.2 الزلازل  | 51 |
| 4.1.1.2 الصدوع والفوالق  | 53 |
| 2.1.2 الخصائص الطبوغرافية  | 54 |
| 3.1.2 الخصائص المناخية  | 58 |
| 1.3.1.2 درجة الحرارة  | 59 |
| 2.3.1.2 السطوع والاشعاع الشمسي  | 63 |
| 3.3.1.2 الرطوبة النسبية  | 65 |
| 4.3.1.2 التبخر/النتح  | 67 |
| 5.3.1.2 الرياح  | 70 |
| 4.1.2 خصائص التربة  | 72 |
| 5.1.2 الغطاء النباتي  | 81 |
| 2.2 الخصائص الجغرافية البشرية  | 86 |
| 1.2.2 السكان  | 86 |
| 2.2.2 النشاط الاقتصادي  | 91 |
| **الفصل الثالث : واقع مصادر الموارد المائية في منطقة الدراسة**  | **133-94** |
| مقدمة  | 95 |
| 1.3مصادر المياه  | 95 |
| 1.1.3 المياه السطحية  | 95 |
| 1.1.1.3 الامطار  | 96 |
| 1.1.1.1.3 واقع الموازنة المائية المناخية  | 108 |
| 2.1.1.3 الجريان السطحي  | 110 |
| 1.2.1.1.3 خطوط تقسيم المياه  | 110 |
| 2.1.3 المياه الجوفية مصادر تغذيتها وحجمها واماكن تواجدها  | 116 |
| 1.2.1.3 واقع منسوب المياه الجوفية واستعمالاتها  | 117 |
| 3.1.3 العيون المائية (الينابيع)  | 124 |
| 4.1.3 الحصاد المائي  | 126 |
| **الفصل الرابع : التحليل المكاني للمناطق المختارة لحصاد مياه الامطار في منطقة الدراسة**  | **134-188** |
| مقدمة  | 135 |
| 1.4 الدراسة التطبيقية لحصاد مياه الامطار في المناطق المختارة  (وادي المواهب ، وادي ذي ماجد ،وادي هجرة منقذة) | 135 |
| 1.1.4 الخصائص الجيولوجية  | 143 |
| 1.1.1.4 التكوين الصخري للمناطق المختارة  | 143 |
| 2.1.1.4 الواقع البنائي  | 147 |
| 2.1.4 الخصائص الطبوغرافية  | 149 |
| 3.1.4 الخصائص الطبيعية في وادي المواهب  | 157 |
| 4.1.4 الخصائص البشرية في وادي المواهب  | 165 |
| 14.1.4 السكان  | 165 |
| 2.4.1.4 النشاط الاقتصادي للسكان في منطقة وادي المواهب  | 167 |
| 5.1.4 اهم المشاكل والمعوقات في منطقة وادي المواهب | 173 |
| 1.5.1.4 وصف عام لمحطة معالجة الصرف الصحي (المياه العادمة) | 174 |
| 2.5.1.4 مكونات محطة معالجة المياه العادمة | 176 |
| 3.5.1.4 تأثير المياه العادمة على مورد المياه في منطقة وادي المواهب | 177 |
| 4.5.1.4 تأثير المياه العادمة على التربة في منطقة وادي المواهب | 184 |
| 6.1.4 الحلول والمعالجات المقترحة لمشكلة المياه العادمة في منطقة وادي المواهب | 185 |
| **الفصل الخامس: اثرحصاد مياه الامطارفي التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة (وادي المواهب انموذجاً)** | **189-217** |
| مقدمة | 190 |
| 1.**5** اثرحصاد مياه الامطارعلى التنمية الاقتصادية المستدامة في وادي المواهب انموذجاً | 190 |
| 1.1.5تنمية الاراضي التي تشرف على بحيرة السد المقترح في وادي المواهبزراعياً | 192 |
| 2.1.5تنمية الاراضي التي تشرف على بحيرة السد المقترح في وادي المواهب سياحياً  | 193 |
| 2.5 اثر حصاد مياه الامطار في التنمية الاجتماعية المستدامة في وادي المواهب انموذجاً  | 194 |
| 3.5 اثر حصاد مياه الامطار في التنمية البيئية المستدامة في وادي المواهب انموذجاً | 195 |
| 4.5 وصف شامل للسد المقترح في وادي المواهب بحسب المعطيات الجغرافية للمنطقة | 196 |
| 5.5 مقترحات للحفاظ على السد المقترح وتطويره في منطقة وادي المواهب | 212 |
| **الاستنتاجــــات** | 217 |
| **التوصيـــــات** | 220 |
| **المصادر والمراجع العربية** | 222 |
| **المصادر الأجنبية** | 233 |
| **الملاحق** | 235 |

1. (•) الري التكميلي: يقصد به التدخل المؤقت في الميزان المائي للحقل الزراعي والذي يهدف الى تعديل توقيت توفر الماء في المنطقة الجذرية للمحصول بالشكل الذي يلبي متطلبات التبخر/النتح ويزيد من الانتاج الزراعي ويضمن استمراره في الفترات التي تكون فيها كميات المطر غير كافية للنمو الطبيعي للنبات. للمزيد ينظر احمد يوسف حاجم، رفع كفاءة استخدام المياه بتقانات حصاد المياه والري التكميلي، مجلة الزراعة العراقية، العدد (3)، 2000م، ص42. [↑](#footnote-ref-1)
2. (•) GIS نظم المعلومات الجغرافية هو اختصار للكلمات التالية G (Geographic) I (Information) S ( System) [↑](#footnote-ref-2)
3. (••) GPS نظام المواقع العالمي وهو جهاز قياس المواقع والارتفاعات الارضية من القمر الصناعي وهو اختصار للكلمات Global Positioning System. [↑](#footnote-ref-3)
4. (•) البانوراما: يقصد بها مجموعة صور في صورة واحدة أي يتم تجميع الصور الفوتوغرافية وترتيبها وتنسيقها لتعطي صور كاملة عن منطقة ما. [↑](#footnote-ref-4)
5. () الجمهورية اليمنية ، وزارة الزراعة والري ، خطوات على الطريق السدود والمنشأت المائية ، صنعاء ، 2004م ، ص155. [↑](#footnote-ref-5)
6. () شاهر جمال اغا، جغرافية اليمن الطبيعية، مكتبة الانوار، 1983م، ص335. [↑](#footnote-ref-6)