PN-AAQ-539

279 0042

Resource Information Laboratory
Cornell University

003807

INVENTORY OF AGRICULTURAL LAND USE FOR THE YEMEN ARAB REPUBLIC

A PROJECT USING EARTH RESOURCE SATELLITE TECHNOLOGY AND COST-EFFECTIVE METHODS

Final Report

Land Use Summary and Arabic Translation

by

Ronald S. Senykoff

and

Douglas J. Norton

(Contract No. AID/NE-C-1665)

Ernest E. Hardy
Co-principal Investigator
(Land Use Inventory)

Near East Bureau
U.S. Agency for International Development
Department of State
Washington, D.C.

000218

May 1983

Resource Information Laboratory at Cornell University

Principal Investigator	Ernest E. Hardy, Ph.D.
Project Director	Ronald S. Senykoff, Ph.D.

Technical Staff

Douglas J. Norton — Technical Services Supervisor

Provided substantial contributions toward land use classification, image interpretations and in the editing, writing and coordinating of the Final Report.

Abdurhman M. Bamatraf — Geographic Regions and Soils Advisor and Translator

Responsible for technical advising and translation of project report and display materials. Provided substantial assistance in land use classification in relation to Yemen soils and agricultural practices.

Jane Bent — Cartographic Aide

Developed background data, land use and geographic descriptions

Arlynn Ingram — Senior Air Photo Analyst

Conducted training tutorials in air photos and resource inventories

Donald Kretchmer — Cartographic Aide

Prepared graphics and cartographic materials for final report/display.

Laurel Lucas — Cartographic Aide

Prepared population maps and background information for land use classification.

James Skaley, Ph.D. — Specialist-Satellite Image Processing

Prepared Landsat imagery for preliminary land use interpretation.

Stephen Smith — Cartographer

Prepared display and map materials, coordinated reproduction, and assisted in training.

John Walko — Geographer

Interpreted satellite images, prepared data base, drafted final maps and assisted in land use descriptions.

John Whitney — Image Processing Aide

Assisted in satellite image processing, preparation of land use descriptions and area statistics.

Administrative Staff

Eugenia Barnaba — Service and Education Program Manager

Provided fiscal, personnel and laboratory operations support and design for resource inventory/aerial photographic training tutorials

Mary Ellen Jones — Administrative Assistant

Coordinated logistics, scheduling and travel.

INTRODUCTION TO LAND USE SUMMARY

The purpose of the land use summary is to give the reader a broad overview of the Yemen land use project, its objectives, and its findings. Presented herein are abstracted and summarized materials from the several volumes of the final report. Included are discussions on project background, land use classification methods, descriptions, mapping, and statistical compilation of the land use data derived from Landsat satellite image interpretations. The Base Data Use Flow Diagram, discussed in Appendix 2 of Volume II, has been included here. The summary table, which presents land use area estimates for the various agricultural land use elements by geographic region, has been included for comparison with a set of photographically reduced land use maps. The area summary table and maps will help clarify the land use element descriptions and their spatial distribution throughout Yemen west of 45 degrees 30 minutes East Longitude.

Briefly described in the last part of the land use summary is the technology transfer training program. The training program was developed to provide the basis for institutionalization of the remote sensing technology in Yemen.

In reviewing these final report documents, the reader

is advised to pay particular attention to the philosophical implications related to the fundamental approach to technology transfer and adaption. Consideration is given to a new resource information collection system and the development of the ability of a host country, such as Yemen, to be able to make a rational choice about the potential of new technologies. All has not been accomplished in this project. The shortcomings to institutionalization are recognized and a continuing exchange of ideas is considered most important.

ABSTRACT

To meet national planning needs of the Yemen Arab Republic, an agricultural land use and soil inventory was initiated in 1980 through a bi-lateral agreement between USAID and the Yemen Ministry of Agriculture. Cornell's Resource Information Laboratory has served as the contractor for the land use portion of the project.

Multispectral imagery from the Landsat III Satellite has been spectrally enhanced using masking techniques, chromatic Diazo film materials and standardized photographic and optical processes. By incorporating the Universal Transverse Mercator grid system for geographic referencing of land use/cover the country of North Yemen west of 45 degrees 30 minutes East Longitude has been mapped from satellite imagery at a scale of 1:250,000 and statistically summarized. For data retrieval and analysis the UTM has been cell indexed, with a standard cell size of 100 square kilometers. A minimum map unit of 25 hectares was used.

In defining and classifying the land use/cover for Yemen a regional geographical analysis approach was identified as being appropriate. Yemen was divided into four major regional units and eighteen specific elements of land use. The land use elements, viewed as subsets of a region, reflect thematically the physical and cultural

features and localized land use practices that can be systematically identified as a particular spectral, tonal or textural signature on the satellite imagery. Within the four regional units of the Tihamah Coastal Plain, Western Highlands, Central Highlands and Eastern Plateau the major agricultural land use elements or categories identified are intensive agriculture, rainfed cropland, terrace and wadi cultivation, cultivated highland plains, and plateau wadi agriculture.

Mapping efforts were planned, coordinated and carried out at the national level to facilitate integration into other base data sets now existing or those that might be developed in the future. Hierarchical integration of selected levels of data detail has been an operational objective in relation to the development of retrievable spatial information which can be used for a range of agricultural or natural resource development applications.

Statistical compilation for each 100 km UTM referenced cell has included the total cultivated land within each land use/cover category, mean percentage of cultivated land, and variance among land class samples. To add depth to the interpretative processes data have also been developed and geo-referenced on the agricultural land use as derived from topographic maps and on population density/distribution. The land use statistical summary indicates for Yemen a total estimated cultivated land area of 2.06 million hectares.

This estimate includes active plus fallow and represents 17.2% of Yemen's total land area west of 45 degrees 30 minutes E. Longitude.

Accuracies for the satellite image interpretations, as derived through sampling with aerial photographs, indicates an overall national land use accuracy of 83%. Regional accuracies range from 73% in the Western Highlands to 93% in the Tihamah Coastal Plain.

Institutionalization through technology transfer and adaptation is one of the major objectives of the Yemen Land Use Inventory project. To facilitate this objective a specially designed training program was developed and delivered along with and integral to the originally contracted project work. Two Yemen Ministry of Agriculture staff members were sponsored by USAID. These participants attended Cornell University for one academic year and were not only exposed to academic subject matter in soils, remote sensing, land use and natural resources, but also to instruction in the identification of appropriate technologies applicable to their country -- specifically in respect to how a particular technological development package integrates into the recipient LDC's social, economic, technical and/or physical environment.

Acknowledgements

The task of carrying out the Yemen land use project with its technical, geographical and other important contributions would not have been possible without the benefit of work previously done by various scientists, scholars, agencies and organizations, some of which are cited in the Selected Bibliography, and whose assistance is gratefully acknowledged. Cornell and the Resource Information Laboratory have been most fortunate to have the interest, cooperation, and assistance from the Yemen Ministry of Agriculture -- especially Mr. Mohamed Sharaf Aldin, General Co-Manager for U.S. Agricultural Development Projects/Yemen Ministry of Agriculture in Sana'a, Y.A.R. Also at the Ministry of Agriculture special thanks and appreciation go to Mr. Abdurhman M. Bamatraf and Mr. Ahmed A. Galleb. Without their valuable support, inputs and in-country recognition of the potentials for the agricultural resource information, the value of the project maps and land use statistics would be diminished especially with regard to actual transfer of a new program and its technology. We are grateful to Mr. Werner Dubach, Director, Mr. Erwin Egli and Mr. Anter A. Said at the Swiss Center of Aerial Photography in the Ministry of Public Works for providing the project with aerial photographs and maps.

Special acknowledgements must also go to the following

for their substantial assistance in portions of the project activities. At the Near East Bureau of USAID in Washington, Mr. Jeffrey R. Lee, formerly of the N.E. Bureau, for his efforts and support of the project's philosophical concepts and approaches to technology transfer; and to Mr. Richard Cobb, Chief, Agricultural Division, N.E. Bureau, and Mr. Archie Hogan, Program Office, N.E. Bureau, for their program administration and technical support at times when timing and funding became critical. At the USAID Mission in Sana'a Dr. Patrick Peterson, Director, Agricultural Development Programs, and Mr. Duane Hammer, Agricultural Programs Office, for their long-term efforts in providing necessary logistical and contract support and for maintaining linkages between USAID/Sana'a, the RIL project team, and the Yemen Ministry of Agriculture.

At the New York State College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, acknowledgements of the first order must go to the Office of International Agriculture and in particular to Dr. Joseph F. Metz, former Director, Dr. Edwin Oyer, current Director, and to Mr. Lawrence W. Zuidema, Associate Director. Their combined program recognition and monitoring between RIL, the Department of Agronomy and USAID have been invaluable. In New York State Cooperative Extension special appreciation is given to Mr. David T. Smith, Associate Director, for his continued support and to Mr. Raymond E. Blanchard, Fiscal Office, for funding arrangements and liaison with the contract office.

To Dr. Theodore L. Hullar, Director of Research in the College of Agriculture, goes recognition for the interest expressed in this project and his program development efforts in conjunction with USAID. In the Office of Sponsored Programs appreciation for contract administration goes to Mr. Donald K. Enichen, Assistant Director.

The Yemen project at Cornell, while under one contract, operated as two separate entities. Acknowledgement of appreciation for inter-project cooperation for general project activities and coordination for field logistics goes to Dr. Armand Van Wambeke, Co-principal Investigator/Soils, Dr. Jack King, Yemen Project Director/Soils, and to Dr. Terrance R. Forbes, Yemen Project Coordinator/Soils. In the Department of Agronomy appreciation is expressed to Dr. Robert F. Lucey, Chairman, and to Dr. Matthew Drosdoff, Acting Principal Investigator in Dr. Van Wambeke's absence, and to Mr. James E. Bobnick and Dr Raymond B. Bryant for their collective administrative support at the departmental level.

Credit also must go to all of the Resource Information Laboratory's Yemen project staff for their work of high quality and consistent contribution to the project. A key to the overall success of the Yemen Land Use project can be attributed to the fact that all of the staff members performed as a unified multidisciplinary team on project work which required professional input from a variety of

academic backgrounds.

Ronald S. Senykoff
Project Director
May 1983

TABLE OF CONTENTS (ALL VOLUMES)

LAND USE SUMMARY VOLUME AND ARABIC TRANSLATION

Section		Page
PRELIMINARY PAGES		
	Cover Letter	
	Title Page	
	Staff Directory	i
	Introduction to Land Use Summary	iii
	Abstract	v
	Acknowledgements	viii
	Table of Contents	xii
SECTION 1:	LAND USE SUMMARY OVERVIEW OF THE YEMEN LAND USE INVENTORY, USAID CONTRACT NO. AID/NE-C-1665	
1.1	Introduction and Overview	2
1.2	Classifying, Mapping and Statistical Compilation of Yemen's Land Use	7
1.3	Calculating the Agricultural Composition of Land Use Classes	9
1.4	Summary Description and Statistics	13
1.5	Yemen Land Use Inventory - Comparison with Other Land Use Statistics	28
1.6	Technology Transfer Training Program	29
1.7	Summary	29
SECTION 2:	SUMMARY AND FINDINGS	
2.1	Evaluation of Project Objectives	32
2.2	Major Project Findings and Observations	33
2.3	Contributions to Remote Sensing, International Development and Geography	35
2.4	Landsat Satellite Systems: A Concluding Comment about Future Use	36

VOLUME I: FINAL CONTRACT REPORT

Section | Page

PRELIMINARY PAGES

Cover Letter
Title Page
Staff Directory i
Abstract iii
Acknowledgements vi
Table of Contents x
List of Illustrations xvii
List of Tables xxi

SECTION 1: LAND USE SUMMARY OVERVIEW OF THE YEMEN LAND USE INVENTORY, USAID CONTRACT NO. AID/NE-C-1665

1.1 Introduction and Overview 2
1.2 Classifying, Mapping and Statistical Compilation of Yemen's Land Use 5
1.3 Calculating the Agricultural Composition of Yemen's Land Use Classes 7
1.4 Summary Description and Statistics 17
1.5 Yemen Land Use Inventory - Comparison with Other Land Use Statistics 26
1.6 Technology Transfer Training Program 27
1.7 Summary 27

SECTION 2: INTRODUCTION: PROJECT OBJECTIVES AND RATIONALE

2.1 The Nature of the Yemen Land Use Project 30
2.2 Design Considerations for Resource Inventories 39
2.3 Classification and Geographic Referencing for the Resource Inventory 41
2.4 Maintenance of the Inventory System for User Applications 44
2.5 Yemen Project Background, Objectives and Rationale 45
2.6 Summary 51

SECTION 3: SATELLITE REMOTE SENSING, APPROPRIATE TECHNOLOGY, AND THE LESS DEVELOPED COUNTRY

3.1 Introduction 55
3.2 Resource Information as an Initiator of Remote Sensing Technology Transfer 58
3.3 Criteria for Evaluating Resource Potential in Developing Countries 59

Page

3.4 Benefits from Satellite Remote Sensing 62
3.5 Appropriate Technology and Remote Sensing 67
3.6 Appropriate Technoogy and the Rational Choice 69
3.7 Levels of Technological Sophistication 70
3.8 Characteristics of and Steps Toward Selecting Appropriate Technology 76
3.9 Factors Contributing to the Failure of Technology Transfer 78

SECTION 4: OVERVIEW OF REMOTE SENSING AND THE LANDSAT SYSTEM

4.1 Introduction 86
4.2 Basic Properties of Remote Sensing 86
4.3 Multispectral Identification of Earth Phenomena 94
4.4 Analyzing Multispectral Data 98
4.5 Atmospheric Effects on Sensor Performance 101
4.6 Sensor Data and Platforms 105
4.7 The Landsat Series of Satellites 106
4.8 Landsat as Part of the Earth Resource Observation Program 108
4.9 Multispectral Scanners Aboard the Landsats 110
4.10 Ground Data Handling 114
4.11 Special Characteristics of Satellite Imagery 117

SECTION 5: GEOGRAPHIC REGIONS OF THE YEMEN ARAB REPUBLIC

5.1 Introduction: A Geographic Perspective 122
5.2 The Geographic Region 124
5.3 Geographic Regions in Yemen 127

SECTION 6: PRIMARY AND SECONDARY SOURCE MATERIALS USED IN THE LAND USE INVENTORY

6.1 Introduction 131
6.2 Satellite Imagery 135
6.3 Aerial Photography 136
6.4 Field Investigation 141
6.5 Ground Photography 147
6.6 British Topographic Series 148
6.7 Geology 151
6.8 Soils Information 152
6.9 Population Distribution Maps 153
6.10 Literature 154
6.11 Personal Communication 155
6.12 Land Use Classification Theory 156

SECTION 7: METHODOLOGY: INTERPRETATION, MAPPING, AND CLASSIFICATION DEVELOPMENT

		Page
7.1	Introduction	164
7.2	The Base Map/Overlay Method	166
7.3	Preparation of Working Maps	169
7.4	Processing of Satellite Images	171
7.5	Image Projection	175
7.6	Classification Development	177
7.7	Preliminary Field Investigations	181
7.8	Geographic Region Identification	186
7.9	A Synopsis of Land Use Classification Drafts	190
7.10	Image Analysis and Mapping Methodology, Landform-Based Region/Element Classification	198
7.11	Spectral and Spatial Cues for Identification	211

SECTION 8: LAND USE CLASSIFICATION ELEMENT DESCRIPTIONS

8.0	Preface	233
8.1	Tihamah Coastal Plain Region	235
8.2	Western Highlands Region	274
8.3	Central Highlands Region	319
8.4	Eastern Plateau Region	364

SECTION 9: FINAL MAP PRODUCTION, AREA STATISTICS, AND CONTRACT PRODUCTS

9.1	Introduction	384
9.2	Final Map Drafting	384
9.3	Procedure for Data Takeoff	392
9.4	Aggregation of Regional and National Totals	396
9.5	Calculation of Percent Cultivated Land	396
9.6	Area Statistics and Comparison with Similar Studies	403
9.7	Contract Products List	407

SECTION 10: SEQUENTIAL ANALYSIS: A LAND USE CHANGE DEMONSTRATION STUDY

10.1	Introduction	411
10.2	Demonstration Study Background	414
10.3	Procedural Summary	416
10.4	Sample Site 1: Tihamah Region	419
10.5	Sample Site 2: Western Highlands Region	421
10.6	Sample Site 3: Central Highlands Region	429
10.7	Summary	436

SECTION 11: YEMEN TECHNOLOGY TRANSFER TRAINING PROGRAM

11.1	Introduction and Background	445

Page

11.2 Objectives for Participant Training..... 446
11.3 Participant Training Program Elements..... 447
11.4 Projected Training Schedule 448
11.5 Guidelines for the Soils Training Program..... 450
11.6 Participant Background and Capability..... 450
11.7 Formal Academic Coursework..... 452
11.8 Tutorial Training Outlines and Activities..... 453
11.9 Field Trips and Exercises..... 470
11.10 Summary of Yemeni Training..... 472

SECTION 12: SUMMARY AND FINDINGS

12.1 Evaluation of Project Objectives..... 475
12.2 Major Project Findings and Observations..... 476
12.3 Contributions to Remote Sensing, International Development and Geography..... 478
12.4 Landsat Satellite Systems: A Concluding Comment about Future Use..... 479

VOLUME II: APPENDICES AND BIBLIOGRAPHY

Section		Page
Title page		
Table of Contents		iii
Introduction and Summary		iv
APPENDIX 1:	Operations Schedule	1
APPENDIX 2:	Project Production Flow	4
APPENDIX 3:	USGS Professional Paper 964	8
APPENDIX 4:	Communications Regarding Land Use Change Analysis	40
APPENDIX 5:	Inventory of Landsat Imagery Used in Project 279-0042	53
APPENDIX 6:	Inventory of Aerial Photography Used in Project 279-0042	57
APPENDIX 7:	Methodology for Percent Cropland Calculation	61
APPENDIX 8:	Map Accuracy Sampling	80
APPENDIX 9:	Summary of Base Map/Overlay Method	116
APPENDIX 10:	Technical Map Specifications Regarding Materials Used in Land Use Maps	122
APPENDIX 11:	Photographic Presentation of Project Display	125
BIBLIOGRAPHY		139

VOLUME III: MAP FOLIOS

Section

Title Page
Table of Contents
Introduction and Summary

MAP FOLIO I: Land Use of the Yemen Arab Republic (LANDSAT)

Sa'dah section
Al Hazm section
Hudaydah section
Sana'a section
Ta'izz section
Qa'tabah section

MAP FOLIO II: Land Use of the Yemen Arab Republic (from British Topographic Series, 1974)

Sa'dah section
Al Hazm section
Hudaydah section
Sana'a section
Ta'izz section
Qa'tabah section

MAP FOLIO III: Population Density and Distribution in the Yemen Arab Republic (from Swiss Technical Cooperative Service, 1977)

Sa'dah section
Al Hazm section
Hudaydah section
Sana'a section
Ta'izz section
Qa'tabah section

SECTION 1

LAND USE SUMMARY
OVERVIEW OF THE YEMEN LAND USE INVENTORY, USAID CONTRACT NO. AID/NE-C-1665

1.1 Introduction and Overview

1.2 Classifying, Mapping, and Statistical Compilation of Yemen's Land Use

1.3 Calculating the Agricultural Composition of Land Use Classes

1.4 Summary Description and Statistics

1.5 Yemen Land Use Inventory - Comparison with Other Land Use Statistics

1.6 Technology Transfer Training Program

1.7 Summary

1.1 Introduction and Overview

National agricultural planning requires resource information. To support such planning efforts in the Yemen Arab Republic the Resource Information Laboratory at Cornell inventoried the agricultural land use in Yemen. This inventory was initiated in 1980 through a bi-lateral agreement between USAID and the Yemen Ministry of Agriculture.

In the Yemen Land Use Inventory, land use and vegetative cover in Yemen were mapped from satellite imagery, geographically referenced, and statistically summarized. Multispectral imagery from the earth resources satellite Landsat III was spectrally enhanced using masking techniques, chromatic Diazo materials and standardized photographic and optical processes. The Yemen Arab Republic west of 45 degrees 30 minutes East Longitude was mapped from these images at a scale of 1:250,000, using a regional geographic analysis approach in defining and classifying land use. The minimum map unit was 25 hectares. The Universal Transverse Mercator (UTM) grid system was incorporated for geographic referencing, statistical summary of land use measurements, and data storage and retrieval, using a standard cell size of 100 square kilometers.

To help illustrate the process of regional geographic analysis and how this relates to the remote sensing of Yemen

agricultural land use and the technology transfer program, the Base Data Use Flow Diagram, from Appendix 2, is included here. This diagram is different from the Operations Schedule presented in Appendix 1. The flow diagram outlines the information flow processes for the selected subject matter as it is used, and indicates how the various sources of background data such as topography, population, vegetation, geology, soils, aerial and ground photographs have been integrated with the satellite materials through the land use classification process. The feedback loops illustrate the continuing refinement required for the interpretation of land use from satellite data as new information becomes available.

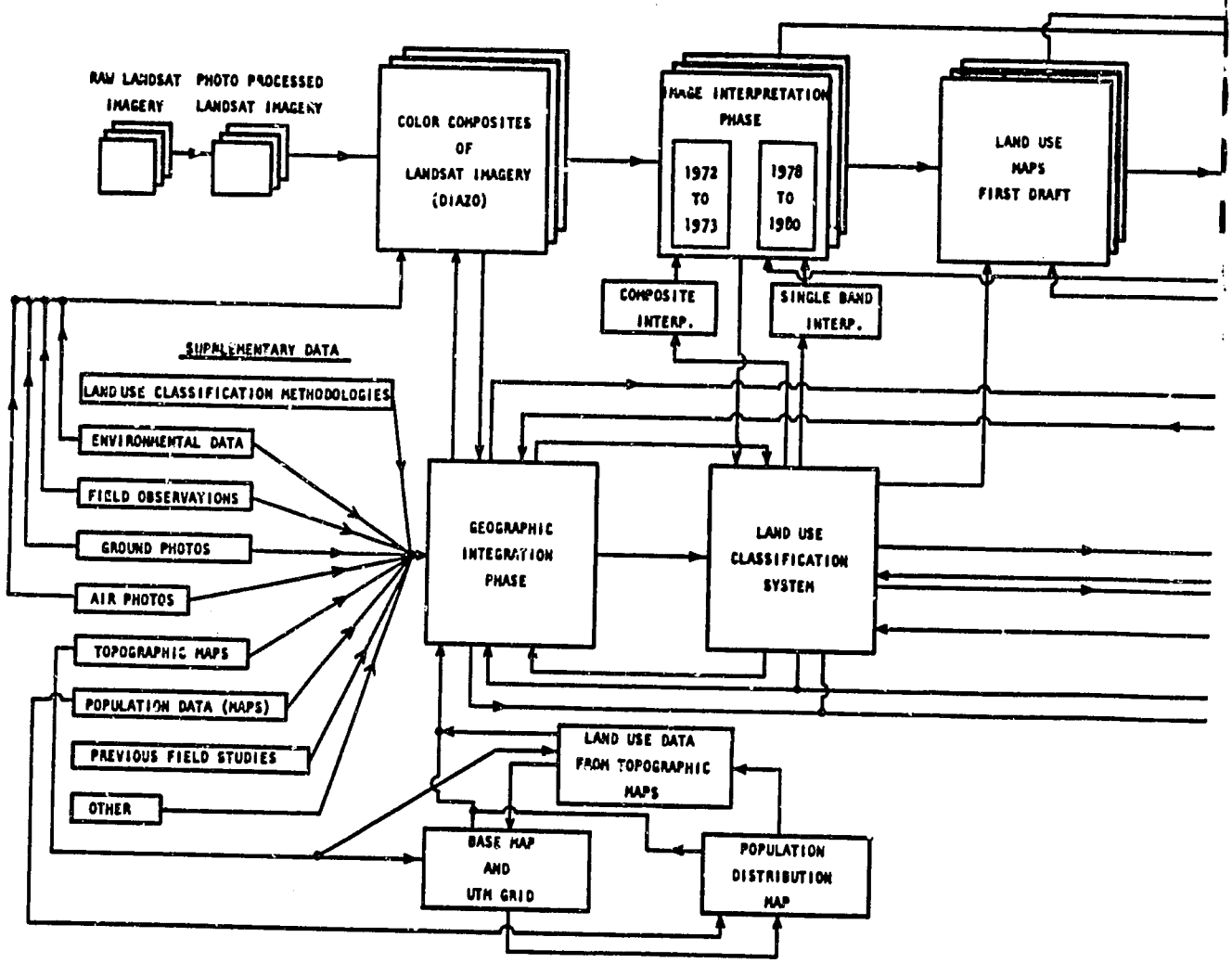
Also demonstrated in the Base Data Use Flow Diagram is the need for systematic and timely collection and storage of basic environmental, population, and economic data. The processes used for the Yemen land use project show how a fundamentally operational resource information system might be developed in Yemen to support agricultural and other developmental needs.

The Yemen Land Use Inventory has been an applied research investigation demonstrating the cost-effective utility of using Landsat III-derived data. This project has used what is referred to as "appropriate" methodology for technology transfer -- low cost methods compatible with the economic and social environment of Yemen. This approach is

PROJECT PRODUCT

YEMEN AGRICULTURAL

CONTRACT NO.
PROJECT



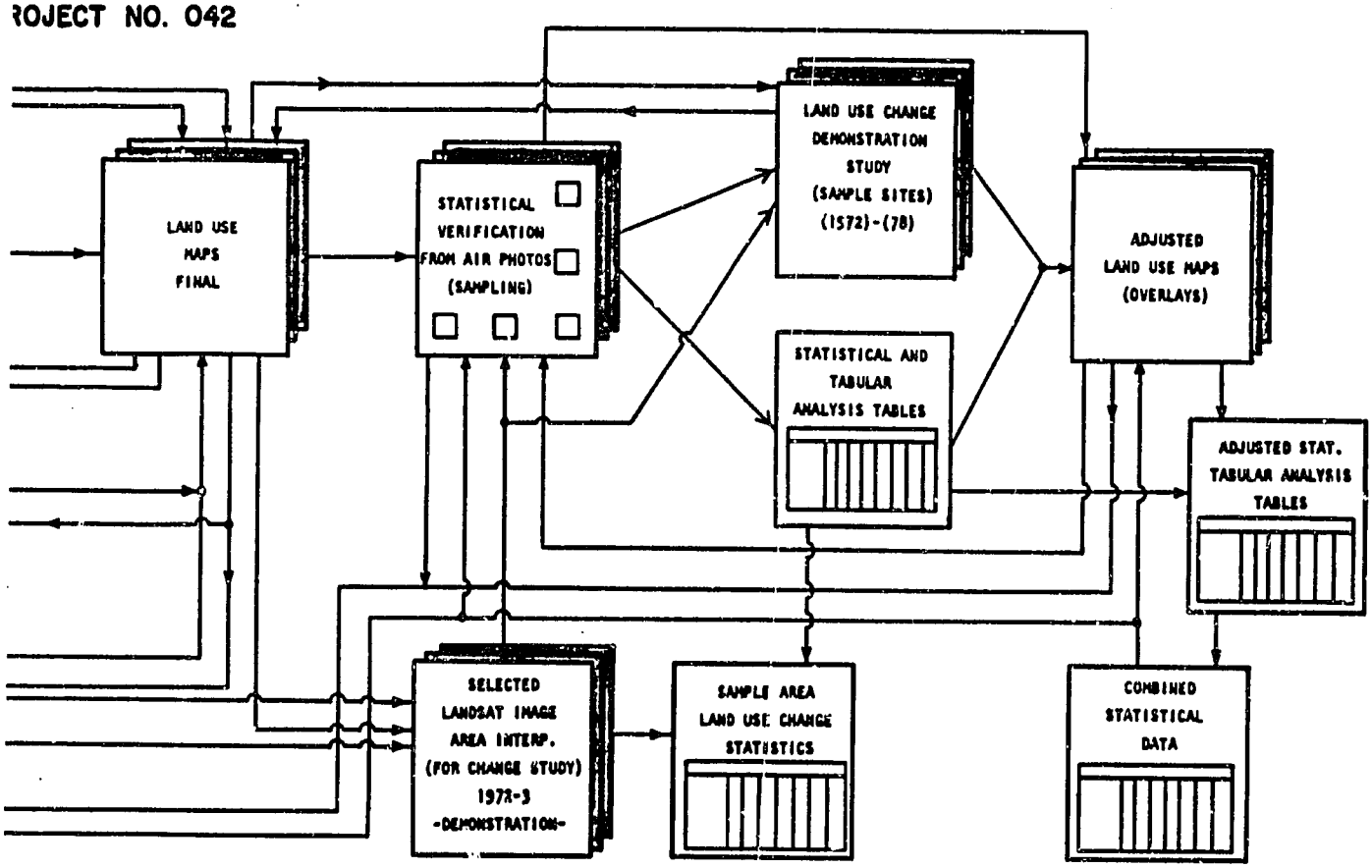
[redacted]

4

DUCTION FLOW DIAGRAM

JRAL LAND USE INVENTORY

:T NO. AID/NE-C-1665
ROJECT NO. 042



DEVELOPED BY
RONALD S. SEMYKOFF, Ph.D.
PROJECT DIRECTOR
1981

ifa

in contrast to many widely used capital intensive methods of multispectral image analysis. The building of a base of technology that can easily be integrated into the Yemen Ministry of Agriculture with minimal costs is the institutionalization goal of the inventory.

The two-part Cornell project has been controlled by one overall contract. Cornell's Resource Information Laboratory and Department of Agronomy have been actively working with USAID's Near East Bureau since project work commenced in May 1980. The agronomy portion of the project has focused on soil survey at the reconnaisance level with mapping at the scale of 1:500,000. This effort is discussed in a separate report.

There are two phases outlined in the 1978 Project Paper that was prepared by Dr. Ernest E. Hardy (land use) and Dr. Armand Van Wambeke (soils). The land use inventory covered in this project report represents Phase I. Phase II with appropriate modifications is oriented toward establishment of an operational resource information unit in Yemen. This unit would be the next logical step in building the resource information base of which the current inventory is a part.

<u>The general Phase I objectives for the land use project are</u>:

1) To provide information about land use and soils resources for better decision-making processes.
2) To aid in developing the best use of scarce natural

resources in the country.

3) To provide training necessary to make use of modern techniques of natural resource data acquisition and dissemination.

4) To provide information suitable to allow transfer of technical knowledge from other parts of the world to the Yemen situation.

The specific operational objectives of the land use project are:

1) Production of a land use map of Yemen at a scale of 1:250,000 showing a limited number of land utilization types (such as irrigated areas, range areas, urban areas, etc.) which can be recognized on Landsat imagery. This map would be equivalent to the Level I classification described in the U.S. Geological Survey Professional Paper 964. The map includes the classification of land use in Yemen west of Longitude 45 degrees 30 minutes, but does not include the islands in the Red Sea.

2) Analysis of time-lapse satellite imagery to measure recognizable changes in land use, cropping patterns, etc. Imagery dating back to 1972 were to be studied to form a base period to compare with the most recently available coverage.

3) The academic/special training of one or two Yemeni soil scientists in satellite interpretation and soil analysis.

In view of the objectives discussed above, general and specific, the rationale for the Yemen project was fourfold:

1) The host country was interested in establishing resource management practices.
2) The host country wished to acquire and use information on land resources for decision making purposes.
3) Because of rapid population growth and migration and the impact on the land and water resources, rigorously defined systematic and repetitive measurement techniques and systems for monitoring land use changes and resulting impacts were needed.
4) Because of the potential capabilities for timely resource data acquisition from sensors in orbiting spacecraft, monitoring could be accomplished if low-cost methods, which provide a base for positive technology transfer to LDC's, were refined, made applicable and institutionalized.

1.2 Classifying, Mapping and Statistical Compilation of Yemen's Land Use

In defining and classifying the land use/cover for Yemen a regional geographical analysis approach was identified as being appropriate. Yemen was divided into four major regional units and eighteen specific elements of land use. The land use elements, viewed as subsets of a region, reflect thematically the physical and cultural characteristics and localized land use practices that can be

systematically identified as a particular spectral, tonal, or textural signature on the satellite imagery. The four regional units are the Tihamah Coastal Plain, Western Highlands, Central Highlands and Eastern Plateau. Major agricultural land use elements or categories identified are intensive, rainfed, terrace and wadi, cultivated highland plains, and plateau wadi agriculture.

Mapping efforts were planned, coordinated and carried out at the national level to facilitate integration into other base data sets now existing or those that might be developed in the future. Integration of selected levels of data detail has been an operational objective in relation to the development of retrievable spatial information, which can be used for a range of agricultural or natural resource development applications.

Statistical compilation for each 100 km UTM referenced cell has included the total cultivated land within each land use/cover category, mean percentage of cultivated land, and variance among land class samples. To add depth to the interpretative processes data have also been developed and geo-referenced on the agricultural land use map as derived from topographic maps and on the basis of population density/distribution. The land use statistical summary shown below indicates for the Yemen Arab Republic a total estimated cultivated land area of 2.06 million hectares. This estimate includes all active and fallow agricultural

land and represents 17.2% of Yemen's total land area within the project study area (west of 45 degrees 30 minutes East Longitude, not including Red Sea islands).

Accuracies for the satellite image intepretations, as derived through sampling with aerial photographs, indicates an overall Level I national land use accuracy of 83%.[1] Regional accuracies range from 73% in the Western Highlands to 93% in the Tihamah Coastal Plain.

1.3 Calculating the Agricultural Composition of Land Use Classes

Categories of land use are not 100 percent pure units. A land use class called "Urban Land," for example, contains small portions of non-urban land (such as rock outcrops, natural vegetation, and bare soil) among the houses and other buildings. These minor impurities in the land use class are called inclusions.

Agricultural land use classes as well include bare rock and soil, rangeland, natural vegetation, and scattered dwellings in addition to cropland. It is therefore important to realize that 5,000 hectares of an agricultural land use class are not equivalent to 5,000 hectares of

---

[1] The Level I concept referred to here is best illustrated in Appendix 3, which contains USGS Professional Paper 964. As an example, agriculture is a Level I category whereas different types of agriculture represent the more specific Level II subcategories.

cropland. If the land use class contains 80 percent cropland, the actual area in agricultural usage would be 4,000 hectares. The percent of cropland in each land use class must be known in order to calculate total area of agriculture on a regional or national basis, and to detect the geographic setting in which Yemen's most productive agricultural resources lie.

The Yemen land use classification, developed and used in Project 279-0042, contains several categories of agricultural land. Some of these include nearly 100 percent cultivation, while others contain as little as fifty percent cropland. Each agricultural land use category contains a relatively consistent percentage of actual cropland, as listed in the attached table under the column entitled, "Percent Agriculture in Category." These figures are the results of a sampling procedure involving airphoto analysis of the agricultural composition of each land use category.

Several sample sites representing each land use category were compiled through a stratified random selection process. A percentage of cropland was calculated for each site, and these were averaged to yield a mean. The standard error of the mean was also calculated and represents the range within which 95 percent of the land use class will be contained.

The Rainfed Plains Agriculture class (P1), for example, contains 78 percent cropland, plus or minus 10 percent.

According to the statistical formulas used, 95 percent of occurrences of the P1 category will fall within the range of 68 to 88 percent cropland. It is known that 589,800 hectares of P1 were mapped in the Yemen Land Use Inventory; the mean actual cropland figure, then, would be 78 percent of 589,800, or 460,000 hectares. The possible high and low figures are 519,000 and 401,100 hectares, respectively.

Nine of the eighteen land use classes in the Yemen Land Use Inventory are agricultural (see Table 1-1). Together, these add up to 34,623 square kilometers or about 28.9 percent of the Yemen Arab Republic west of 45 degrees 30 minutes East Longitude. The mean total cropland contained within these classes is 20,559 square kilometers or 17.2 percent. Considering the standard error of the mean for each land use class, the high and low estimates are 23,285 square kilometers and 17,833 square kilometers of actual cropland. A detailed explanation of the sampling procedure is contained in Appendix 7.

A set of the land use maps generated from this project have been included, for review and explanation of the land use elements and statistics. These six maps are photographic reductions of the 1:250,000 maps presented in Volume III of the final report. Careful examination of the maps will give the reader a better appreciation of the complexity of Yemen's agricultural lands and in particular to the relationships between the agricultural lands, population distribution, and the physical environment.

Land Use Category	Map Symbol	Total Area (km^2)	% of Region	% of Country	% Agriculture in Category	km^2 of Agriculture (maximum)	km^2 of Agriculture (minimum)	km^2 of Agriculture (mean)	hectares of Agriculture (mean)	acres of Agriculture (mean)
Intensive Agriculture	A1	2502	13.2	2.09	85% ± 9%	2352	1902	2127	212700	532309
Rainfed Plains Agriculture	P1	5898	31.0	4.92	78% ± 10%	5190	4011	4600	460000	1136660
Bare/Range Land	R1	10587	55.6	8.84	---------	------	----	----	------	-------
Urban Land	U1	37	0.2	0.03	---------	------	----	----	------	-------
Tihamah Region Subtotal	----	19026	100	15.88	---------	7542	5913	6727	672700	1662242
Terrace and Wadi Agriculture	T2	15905	44.6	13.28	50% ± 8%	9225	6680	7952	795200	1964939
Cultivated Highland Plain	H2	325	0.9	0.27	74% ± 7%	263	218	240	24000	59304
Cultivated Volcanics	V2	346	1.0	0.29	54%	187	187	187	18700	46208
Bare/Range Land	R2	18836	52.9	15.72	---------	------	------	------	--------	--------
Urban Land	U2	19	0.1	0.02	---------	------	------	------	--------	--------
Western Highlands Subtotal	----	35631	100	29.75	---------	9675	7085	8379	837900	2070451
Terrace and Wadi Agriculture	T3	3130	6.5	2.61	55% ± 4%	1847	1596	1722	172200	425506
Cultivated Highland Plain	H3	3170	6.6	2.64	68% ± 12%	2536	1775	2156	215600	532748
Cultivated Volcanics	V3	3101	6.4	2.59	45% ± 3%	1488	1302	1395	139500	344704
Bare/Range Land	R3	38919	80.5	32.49	---------	------	------	------	---------	--------
Urban Land	U3	19	<0.1	0.02	---------	------	------	------	---------	--------
Central Highlands Subtotal	----	48339	100	40.36	---------	5871	4673	5273	527300	1302958
Plateau Wadi Agriculture	A4	246	1.5	0.21	73% ± 7%	197	162	180	18000	44478
Scrub Vegetation	S4	236	1.4	0.20	---------	------	------	------	---------	--------
Bare/Range Land	R4	16298	97.1	13.61	---------	------	------	------	---------	--------
Urban Land	U4	2	<0.1	<0.01	---------	------	------	------	---------	--------
Eastern Plateau Subtotal	----	16782	100	14.02	---------	197	162	180	18000	44478
Total	----	119778	----	100 %	---------	23285	17833	20559	2055900	5080129

Table 1-1: Land Use Area Statistics, Yemen Arab Republic west of 45°30' E. Longitude.

1.4 Summary Descriptions and Statistics by Region and Land Use Units

The following pages contain summary descriptions and area statistics for each of the four geographic regions and eighteen land use categories. An emphasis on classifying basic types of agriculture is evident. It should be noted that the urban land area measurement is minimal. The project did not focus attention on this category, primarily due to the fact that the mapping scale is very small for adequate representation of the thousands of small villages throughout Yemen, and furthermore, satellite imagery was not the most appropriate source for systematic mapping of urbanized or built-up areas.

Region 1: Tihamah Coastal Plain

The Tihamah represents 19,025 square kilometers of land, or about 16 percent of the project area in Yemen. This region has a hot and dry tropical climate. The coastal plain of the Red Sea consists of silt, sand, gravel, and rock. In areas with finer textured soils, agriculture is abundant. Wadis, or seasonally flowing rivers, leave the mountainous areas and flow partly across the Tihamah Plains, supplying water to the croplands through irrigation.

Within the region four land use classes have been identified: A1--Intensive Agriculture; P1--Rainfed Plains Agriculture; R1--Bare/Range Land; and U1--Urban Land.

A1--Intensive Agriculture

About 2500 square kilometers, or 13 percent of the Tihamah Region, has been identified in this form of land use. Nearly all of the A1 class is near the major wadis of the Tihamah, using these for irrigation water. Pumped well irrigation in other areas also accounts for agriculture in the intensive category. Sorghum, millet, and maize are common crops.

P1--Rainfed Plains Agriculture

This land use class covers 5,898 square kilometers in the Tihamah, or about 31 percent of the region. This class represents a low intensity form of agriculture; a common example of this category is the planting of widely spaced millet and beans, on land with a marginal water supply from rainfall. Most of the P1 category is restricted to the eastern half of the coastal plain, in the central and northern parts of the region.

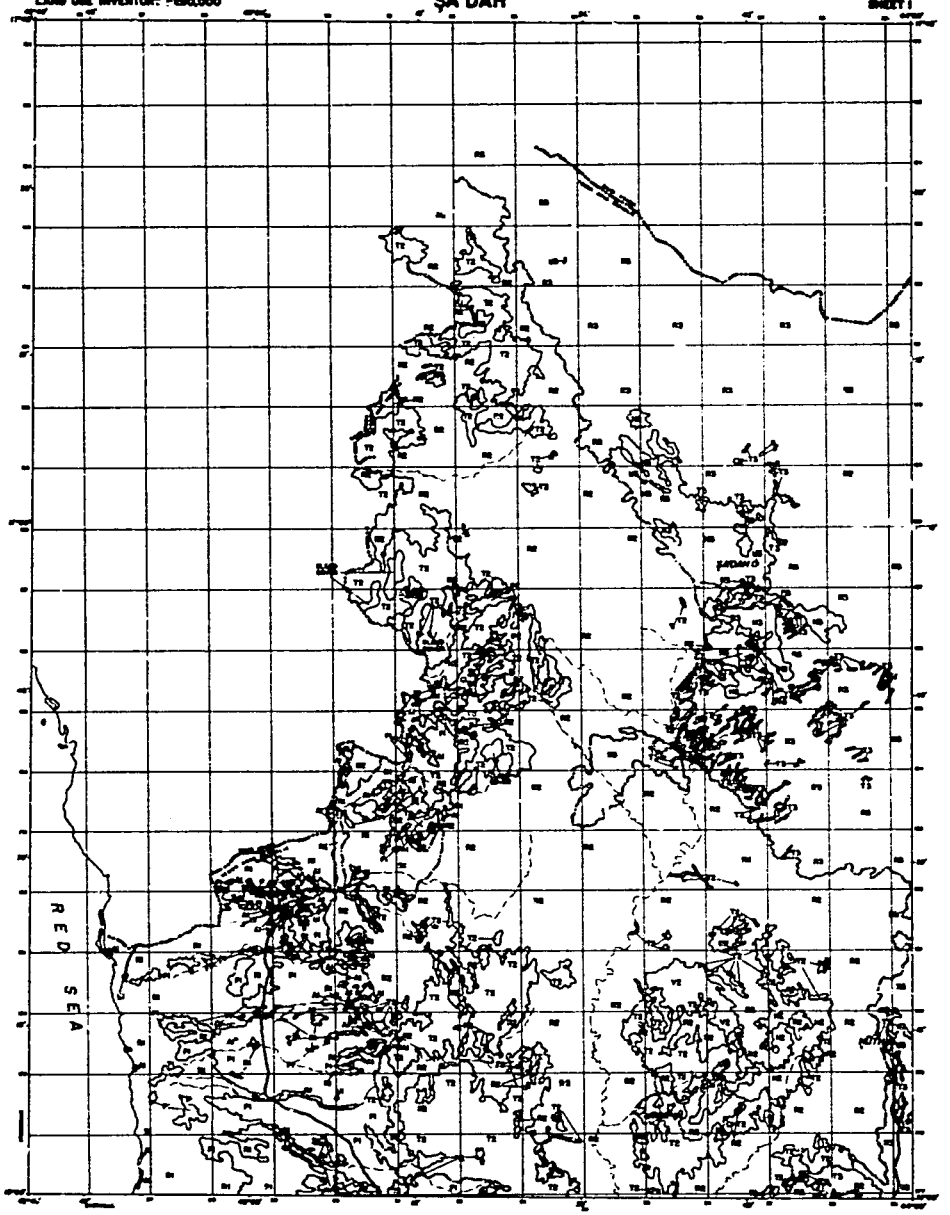
R1--Bare/Range Land

Bare and range lands have been combined because in Yemen these categories are so often inseparable. A large amount of land in the western half of the plain falls under this

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

SA'DAH

SHEET I



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

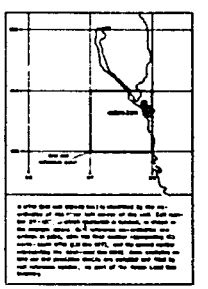
Region III – Central Highlands

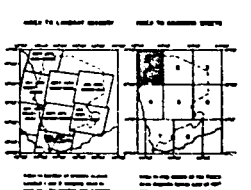
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary
Geographic Regional Boundary
Major Wadis
Principal Highways
Land Use Boundary
UTM Grid Co-ordinates
Latitude and Longitude





SHEET I — SA'DAH

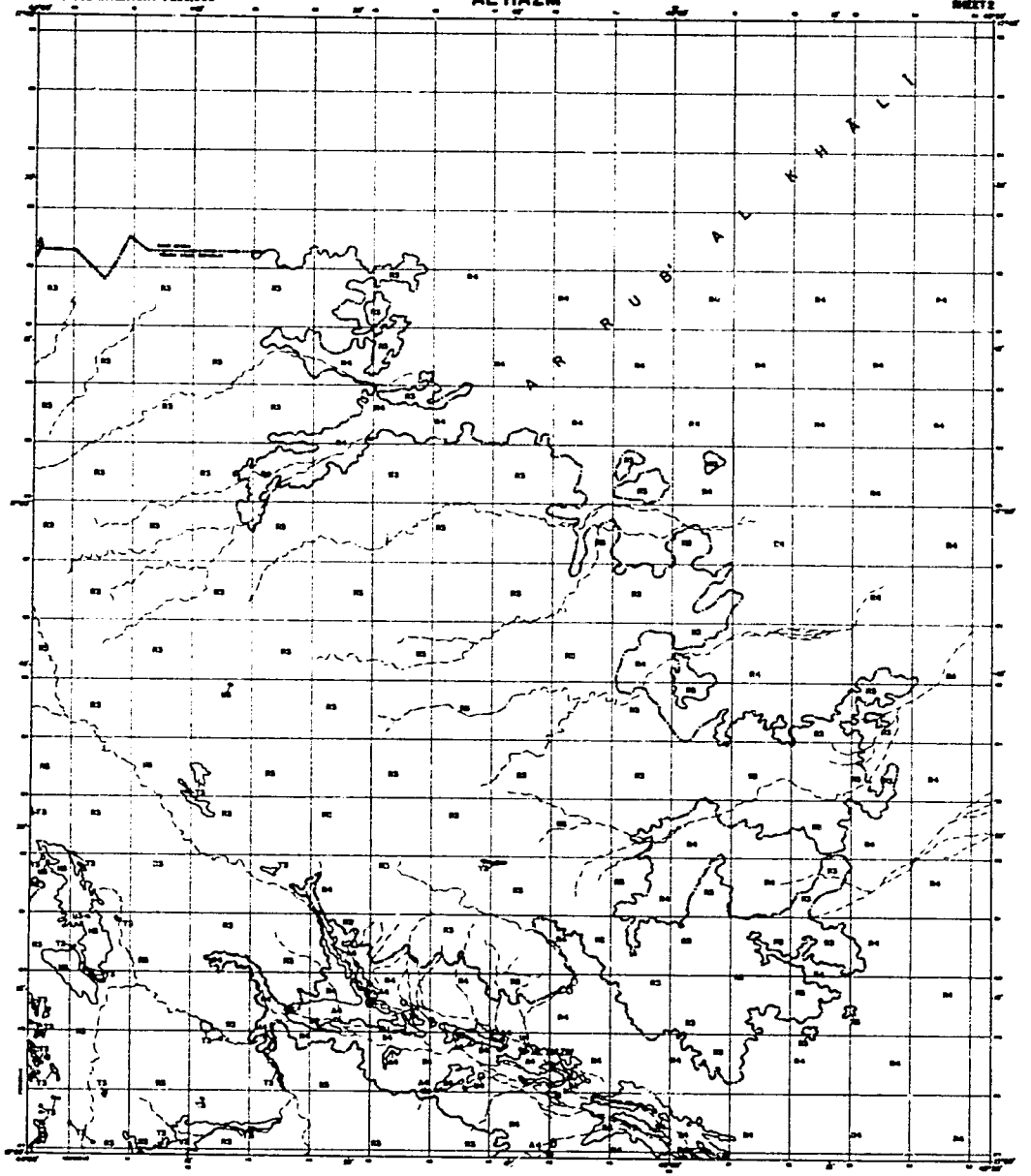
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

AL HAZM

SHEET 2



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plain Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

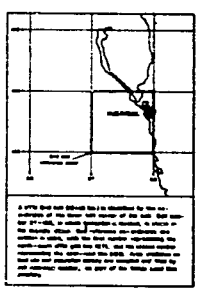
Region III – Central Highlands

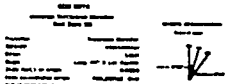
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

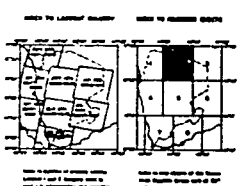
Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

Sub National Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	







SHEET 2 — AL HAZM

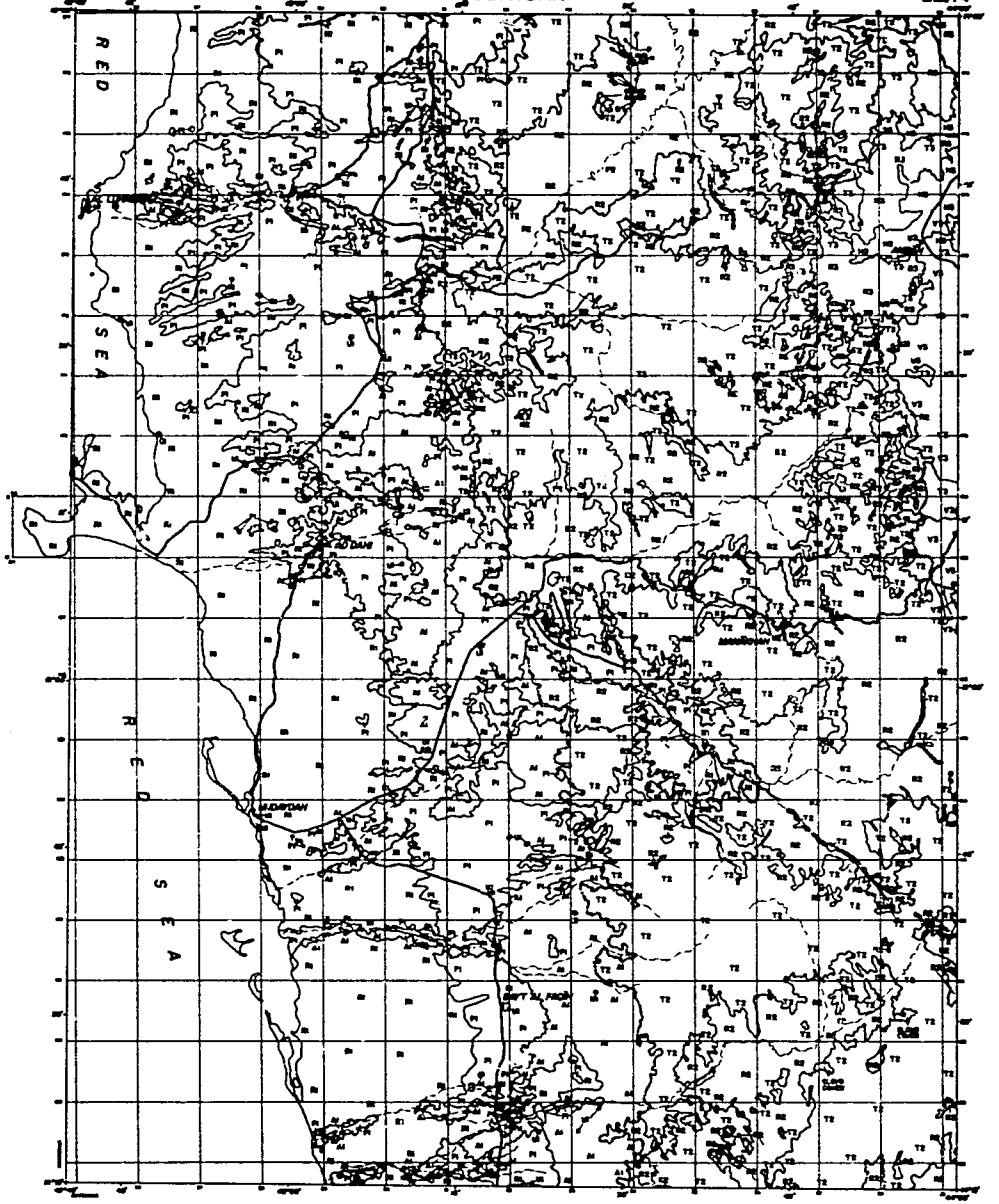
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

HUDAYDAH

SHEET 4



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I - Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II - Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

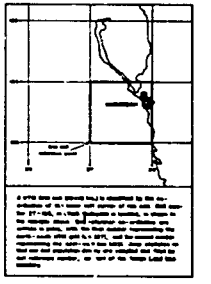
Region III - Central Highlands

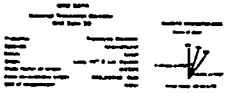
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

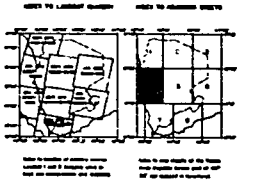
Region IV - Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	







SHEET 4 - HUDAYDAH

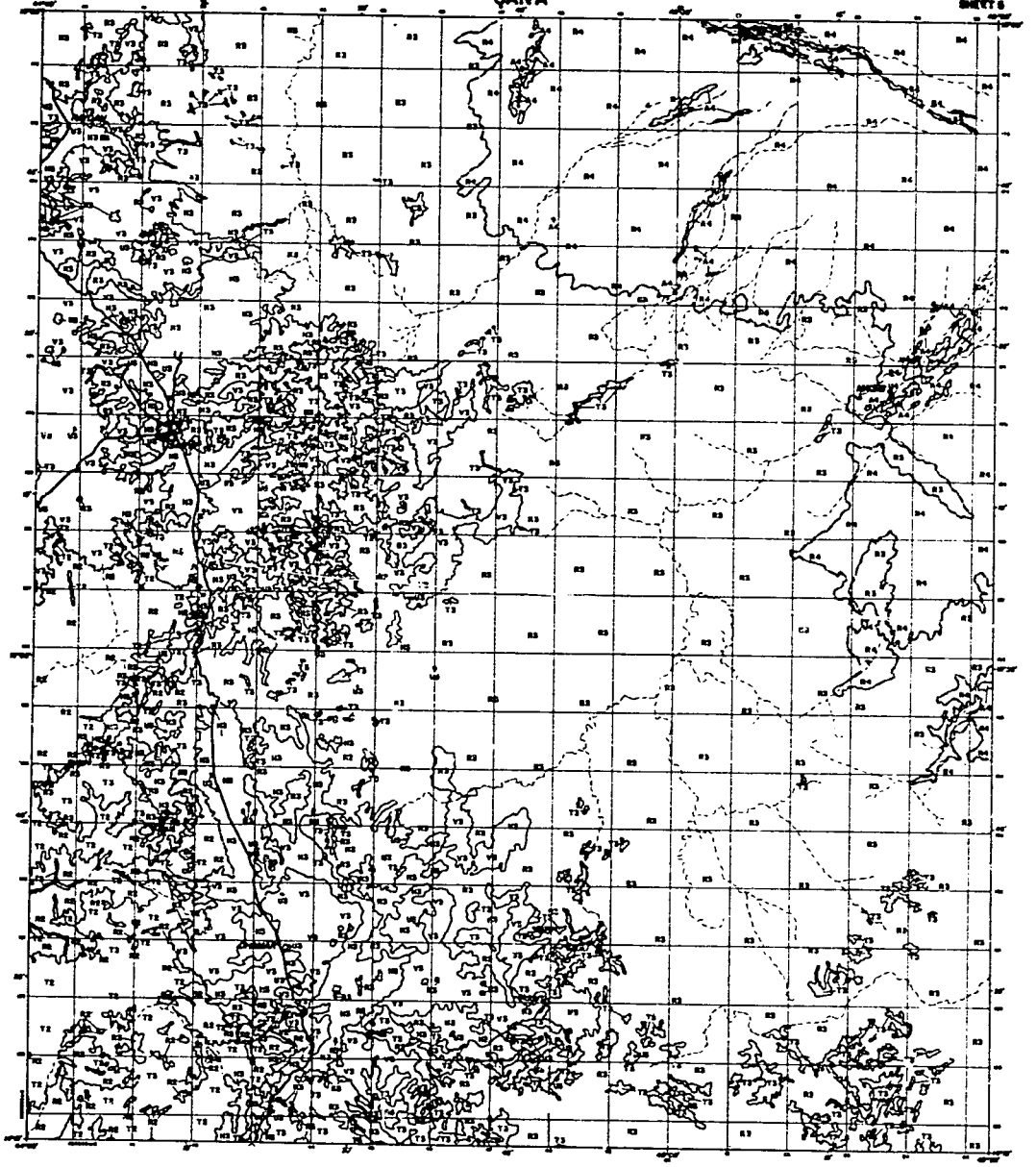
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

SANA

SHEET 5



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

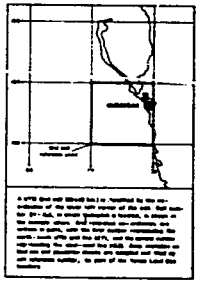
Region III – Central Highlands

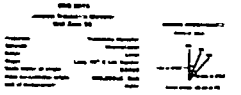
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

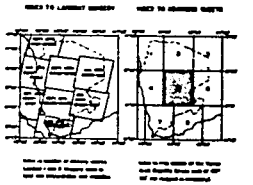
Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	







SHEET 5 — SANA

LAND USE

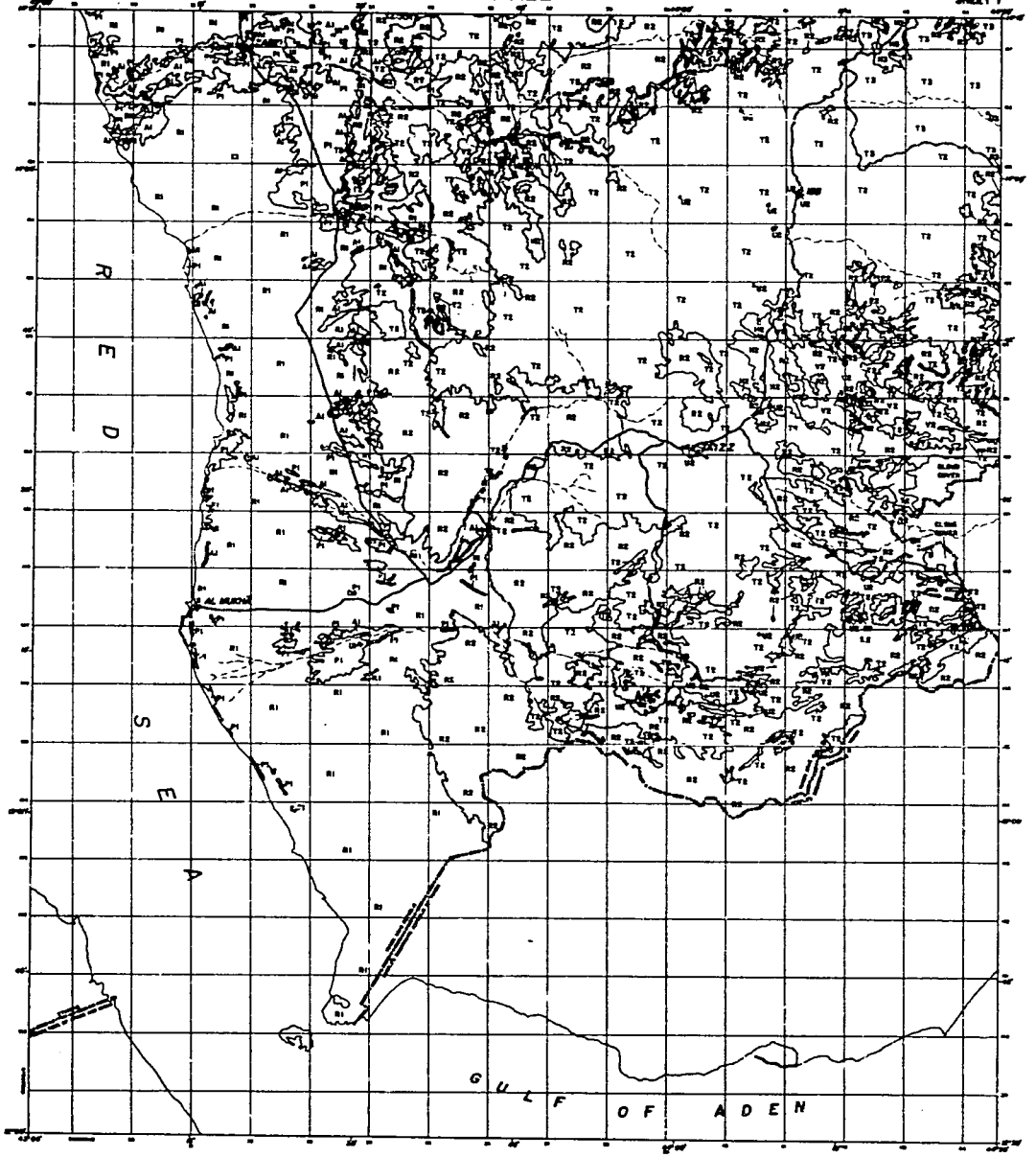
THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

-81-

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

TA'IZZ

SHEET 7



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I - Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II - Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

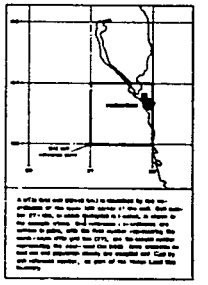
Region III - Central Highlands

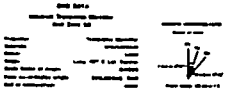
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV - Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary
Geographic Regional Boundary
Major Wadis
Principal Highways
Land Use Boundary
UTM Grid Co-ordinates
Latitude and Longitude





SHEET 7 — TA'IZZ

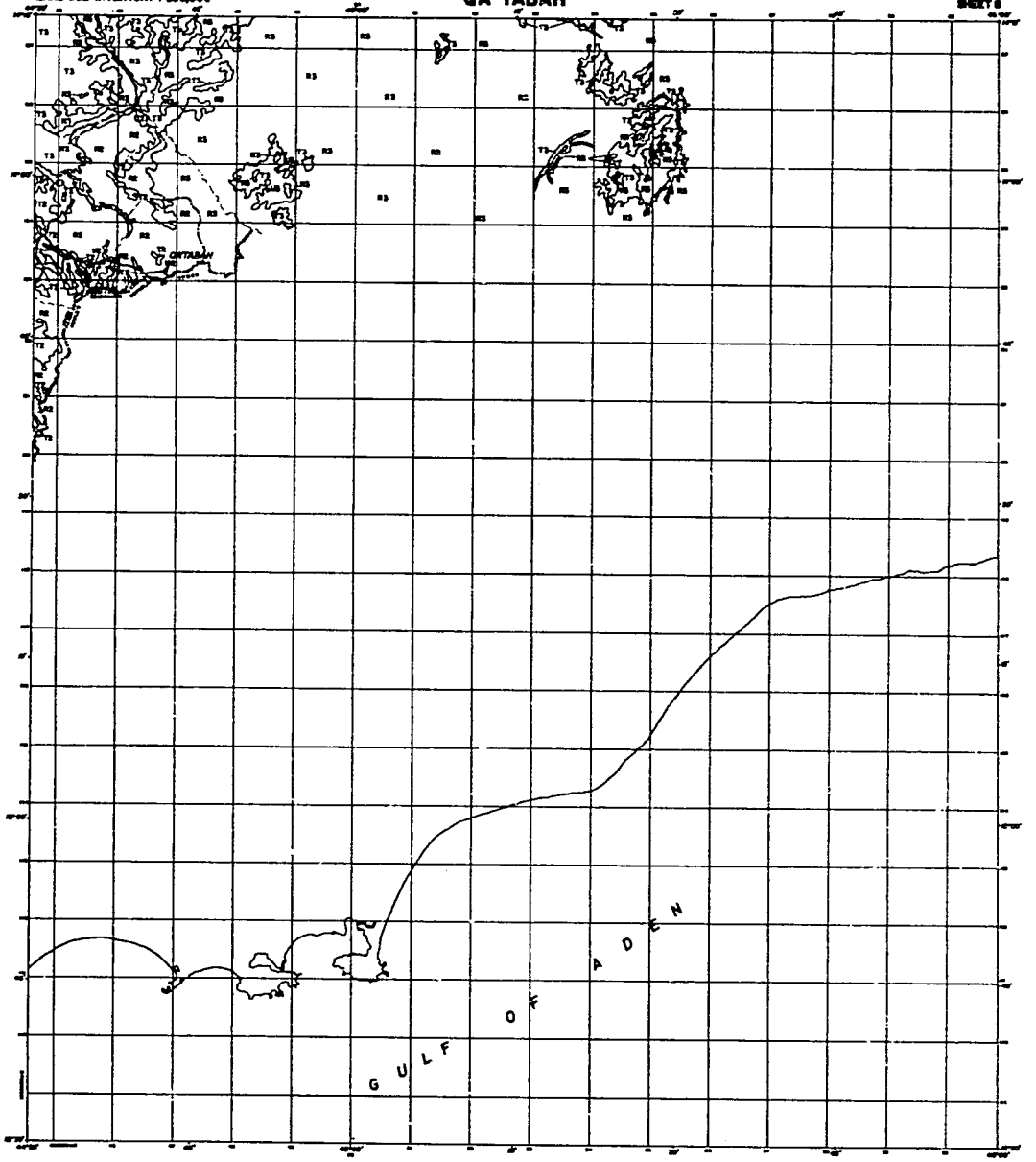
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

QA'TABAH

SHEET 8



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I - Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Prairie Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II - Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

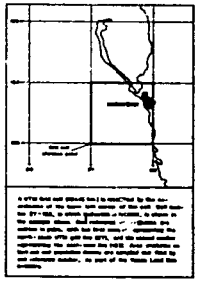
Region III - Central Highlands

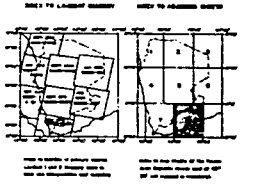
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV - Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary
Geographic Regional Boundary
Major Wadis
Principal Highways
Land Use Boundary
UTM Grid Co-ordinates
Latitude and Longitude





SHEET 8 — QA'TABAH

LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

-20-

category; 10,587 square kilometers, or about 55 percent of the region. Natural vegetation occurs in many different forms, including tufted grassy growth, acacia and other trees, dwarf shrubs, and drought-tolerant plant species. Uses of the bare/range category include grazing of livestock, rainwater harvesting (the collection, temporary storage, and rerouting of rainwater and runoff to increase water available for cropland irrigation), and firewood harvest.

U1--Urban Land

Several large towns (greater than 1,000 inhabitants) and a few cities occur in the Tihamah region. Thirty-seven square kilometers, or 0.2 percent of the region, has been classified as U1. These urban areas represent major centers of local trade, new commercial enterprises, and development. The pattern of small villages is predominant and the few cities represent only a small proportion of the regional population.

Region 2: Western Highlands

The Western Highlands Region is a mountainous, rugged section of Yemen, encompassing over 35,000 square kilometers, or about 30 percent of the country. Mountains exceeding 3000 meters are present; volcanic extrusions and

precambrian shield are the most common geological features. Rainfall reaches its highest levels in the south and central parts of the region; the north is drier. Terrace agriculture is most highly developed in the Western Highlands.

Within the region, five land uses have been identified: T2--Terrace and Wadi Agriculture; H2--Highland Plains Cultivation; V2--Cultivated Volcanics; R2--Bare/Range Land; and U2--Urban Land.

T2--Terrace and Wadi Agriculture

This classification unit represents 15,905 square kilometers, or about 44 percent of the region. Terracing on mountain slopes and cropland on valley floors are combined in this category as the most intensive agricultural uses of the Western Highlands. Sorghum is the most common terrace crop, followed by several other grains. Qat and coffee are grown at higher elevations.

H2--Cultivated Highland Plains

The Highland Plains unit is not common in the Western Highlands, representing 325 square kilometers, or about 0.9 percent of the region. A few scattered plains occur where alluvial or aeolian fine-grained sediments have accumulated. These are heavily cultivated with sorghum, wheat,

and barley.

V2--Cultivated Volcanics

"Cultivated Volcanics" does not include all the volcanic areas in the region. It is restricted to the more shallow sloped landscapes in which arable pockets of soil are located. Because these field systems are small and complex, they cannot be mapped directly as land use. V2 then has been mapped as a particular landform type with a distinct pattern of land use within it. Agriculture generally accounts for slightly less than half of the total area of V2. In the Western Highlands Region, V2 is about one percent of the total land, covering 346 square kilometers.

R2--Bare/Range land

Bare/Range areas cover 18,836 square kilometers in the Western Highlands, which is about 53 percent of the region. Many areas of several hundred square kilometers each occur. The primary uses of the category are grazing, water harvest for nearby agriculture, and firewood harvest.

U2--Urban Land

Urban Lands in the Western Highlands are

uncommon, because the typical highlands population pattern occurs in very small villages. Several large towns and a few major cities have been identified, and these account for 0.1 percent of the region.

Region 3: Central Highlands

This region is the largest in Yemen, with 48,339 square kilometers, or about 40 percent of the project study area. It has a temperate but fairly dry climate. Agriculture is most abundant in the large Highland Plains areas and the Cultivated Volcanics. Five classification units occur: T3--Terrace and Wadi Agriculture; H3--Highland Plains Cultivation; V3--Cultivated Volcanics; R3--Bare/Range Land; and U3--Urban Land.

T3--Terrace and Wadi Agriculture

This category resembles the Western Highland Terrace category. In the Central Highlands, however, it is less abundant and accounts for only 3,130 square kilometers, or about 6.5 percent of the region. Sorghum, oats, qat, and other crops are grown on Central Highland terraces.

H3--Cultivated Highland Plains

The Highland Plains is representative of a common form of agriculture in the Central

Highlands. These plains, consisting of rather large aeolian or alluvial deposits, are cultivated intensively. Major areas occur near Dhamar, Ma'bar, Sa'dah, and Sana'a, with a total area of 3,170 square kilometers, or about seven percent of the region.

V3--Cultivated Volcanics

The cultivated volcanics class is more common and significant in the Central than the Western Highlands. It is a complex of volcanic rock and ash, pockets of cultivated land, and rangeland, too intermixed to map its component parts separately. The category includes 3,101 square kilometers, or about 6 percent of the total area.

R3--Bare/Range Land

The Bare/Range category is the most abundant in the region, with 38,919 square kilometers, or about 80 percent of the Central Highlands. Uses include grazing, water harvest for agricultural use, and firewood harvest.

U3--Urban Land

Several urban areas are located in the Central Highlands, including the capital city of Sana'a. Most large towns, cities and villages are

located among the highly productive Cultivated Highland Plains, which can produce enough surplus food to help sustain a non-farming urban population. The 19 square kilometers of urban land are less than 0.1 percent of the region's total area.

Region 4: Eastern Plateau

The Eastern Plateau Region is the least developed, least inhabited, and smallest of the four geographic regions. Its climate is hot and dry, and the influence of the large Rub Al Khali Desert is pronounced. Land use of two types occurs--nomadic herding (the Bedouin lifestyle) and the agriculture-based existence of tribes along major wadis. Four classification units have been mapped: A4--Intensive Agriculture; S4--Scrub Vegetation; R4--Bare/Range Land; and U4--Urban Land.

A4--Intensive Agriculture

The A4 category is the intensive, wadi-irrigated cropland, totaling 246 square kilometers, or about 1.5 percent of the region. Seasonal floods make agricultural use possible in this otherwise very dry region. Sorghum, barley, and other crops are grown.

S4--Scrub Vegetation

The S4 category covers 236 square kilometers, or about 1.4 percent of the region. It is most common in Wadi Jawf, east of the cropped areas. Common uses are as a fuel source, and as a fodder source when other livestock feed is less abundant.

R4-Bare/Range Land

Almost the entire Eastern Plateau Region is in this class. 16,298 square kilometers representing 97.1 percent of the region occur here. The majority of this class is sand desert, though some exposed rock and scattered grassy vegetation occur among these lands. Bedouins and their livestock inhabit and range throughout the area.

U4--Urban Land

Urban land is uncommon in the region, though a few small cities occur. Ma'rib is the largest of these. All urban areas of this region are located amidst the agricultural areas near wadis.

1.5 Yemen Land Use Inventory: Comparison with Other Land Use Statistics

The amount of cultivated land in the Yemen Arab Republic has been estimated by several different sources during the past decade. The total arable land estimates range widely from slightly over one million hectares to 3.5 million hectares. Some of these estimates are compared with the USAID/YAR-MOA Project No. 279-0042 results in the following table:

Source and Date	*Total Agricultural Land (hectares)
USAID/YAR-MOA Project No. 279-0042, 1982	2,055,900b
H. Kopp, 1981	1,983,100b 1,652,800c
British Topographic Series Maps, 1974	2,667,000b
YAR-CPO Five Year Plan, circa 1978	3,500,000a 1,000,000c
Statistical Yearbook YAR-MOA 1976-77	1,515,000c
Statistical Yearbook 1975-76	1,474,000c
Statistical Yearbook 1974-75	1,552,000c
Statistical Yearbook 1973-74	1,297,000c

* "Agricultural land" means, as specified:
(a) all arable land, whether cultivated, fallow, abandoned, or never used;
(b) all cultivated land, whether presently active or inactive; or
(c) all annually active cropland only.

1.6 Technology Transfer Training Program

Institutionalization through technology transfer and adaptation is one of the major objectives of the Yemen Land Use inventory project. To facilitate this objective a specially designed training program was integrated with the originally contracted project work. Two Yemen Ministry of Agriculture staff members were sponsored for one year of study in the United States by USAID. These participants attended Cornell University for one academic year. They were exposed to academic subject matter in soils, remote sensing, land use and natural resources. In addition they received instruction in the identification of appropriate technologies applicable to their country--specifically in respect to how a particular technological development package integrates into the recipient LDC's social, economic, technical and/or physical environment.

1.7 Summary

The Yemen Land Use Inventory project has demonstated that it is possible to map at least eighteen units of land use with acceptable levels of accuracy from the Landsat data sources. These eighteen categories have been formulated into the individual classes that comprise the final form of the Yemen Land Use Classification. A geographic referencing system has been established in a format that can be integrated with mini-computers. The land use information is

systematic for the whole country west of 45 degrees 30 minutes East Longitude. Because of variations in climatic conditions and lack of previous land use data it has been demonstrated that a land use study could not be done from which accurate estimates of change could be made. Urban land use mapping has not been a major focus of the project due to the small scale and low resolution of the Landsat system.

Two Yemeni students have been trained in resource information analysis, remote sensing, land use and soils. With all this a substantial base of knowledge now exists for Yemen. It is on this base that agricultural planning can begin to depend--providing this type of information is maintained, disseminated to users and kept updated through a resource information office.

SECTION 2:
SUMMARY AND FINDINGS

2.1 Evaluation of Project Objectives

2.2 Major Project Findings and Observations

2.3 Contributions to International Development, Remote Sensing, and Geography

2.4 Landsat Satellite Systems: A Concluding Comment about Future Use

2.1 Evaluation of Project Objectives

The Yemen Land Use project represents a project of an applied research nature directed toward the development of needed agricultural resource information and the transfer of related remote sensing technology. With the aid of specially processed Landsat imagery land use patterns were identified, classified, systematically mapped and inventoried using a geographic referencing system based on the UTM map projection grid. New techniques of preparing low-cost satellite image enhancements were tested. The project has provided the following:

1) A 1:250,000 national land use map with eighteen units of land use identified in four geographic regions of Yemen Arab Republic.
2) A set of land use area measurements and percentage calculations (1978-80) that are geographically referenced and summarized for over 1200 10x10 km UTM grid cells.
3) A set of geographically referenced land use (1973) data derived from topographic maps based on interpretation of aerial photography.
4) A set of geographically referenced and mapped population density and distribution data which corresponds in scale to the land use information at 1:250,000.
5) A classification of Yemen's agricultural land use as developed from remote sensor sources--primarily Landsat

with aerial photographic considerations included.

6) The training of two Yemen specialists in soils, land use, remote sensing resource inventories and technology transfer.

2.2 Major Project Findings and Observations

While the Yemen Land Use project was not designed as an investigative project in the research sense, certain conclusions can be drawn about the work. They are:

1) Landsat data with the present technical specifications and ground resolution can effectively be used to produce accurate land use maps which are focused on the geographic region and landform-based agricultural system rather than individual fields.
2) The satellite data with present resolution of 90 meters cannot be used for village locations. This is especially the case in Yemen when the people often use natural materials to build houses and the roads and surrounding areas have similar spectral responses to those of the built-up environment.
3) Land use interpretation and mapping were most difficult in the Western Highlands Region. This was due to the complexity of land use and natural vegetation cover in relation to the mountainous terrain. Accuracy levels for the regions range from 93% in the Tihamah Coastal Plains to 73% in the Western Highlands. The Central Highlands map accuracy is 87%

and the Eastern Plateau is 93%. The high accuracies reflect areas where the agriculture is predominantly associated with the wadis and therefore have a high degree of intensive land use in contrast to background reflectance signature. The mean national accuracy of 83% is good for an inventory--even when aerial photography, which has a much higher ground resolution, is used.

4) Project statistical data reduction and summarization indicate that the total cultivated land (active plus fallow) is estimated on a national basis at 2.06 million hectares or 20,600 km^2, which is about 17.2% of Yemen west of 45 degrees 30 minutes East Longitude. As presented in the Summary Table the cultivated area in square kilometers for each region is: Tihamah--6,727; Western Highlands--8,379; Central Highlands--5,273; and Eastern Plateau--180.

5) The project has also shown that land use mapping using Landsat data and manual techniques is cost-effective. The cost of the Yemen inventory was $251,587 (US-1983). Yemen's land area is 82,400 square miles or 135,200 square kilometers (figures from Steffen and Geiser 1978). The study area (all of Yemen west of 45 degrees 30 minutes East Longitude) was 119,778 square kilometers which represents 88.6% of the country. In view of the project cost and area the per unit area cost for eighteen categories of land use was .021

dollars (US-1983) per hectare. This cost includes the expenditures for all field activities, interpretations, image processing, classification, mapping and data summarization. Based on comparisons with other projects which have been carried out overseas the Yemen project costs are about 1/3 to 1/2 of the costs of those projects, which have used other methods. Some of these methods have used machine processing of image data and still have not achieved accuracies higher than those recorded in this project nor have they always mapped more land use categories.

2.3 Contributions to International Development, Remote Sensing and Geography

The Yemen project technically is an inventory of land use; academically the inventory could be viewed as applied geography. The project results have immediate and future potential in geographic problem solving and international development.

> "To the geographer the ability to analyze complexly distributed phenomena by objectively measuring the nature of its distribution represents a step forward in the understanding of distribution, and the description of that distribution by readily comparable and absolute quantitative terms." (Latham, 1959)

The Yemen project has certainly added to such an understanding. Specific contributions include:

1) It has been shown that a national land use project can be accomplished using satellite technology and cost-

effective methods.

2) The project has added some new cost-effective techniques for image processing that are readily transferrable to any LDC.

3) The project has developed a base of land use knowledge, systematically collected, which establishes a bench mark at a particular point in time that will contrast with future changes in land use pattern and distribution.

4) Because of the high accuracy of the land use maps as derived with the Landsat III resolution it is evident that by using the same methodologies on the higher resolution Landsat IV image data much higher data accuracies can be achieved without additional technical labor costs for processing per unit area. This is not yet the case with machine processing systems.

5) Agricultural development activities in Yemen can now be further refined through the information from the project and the basic framework for a resource information unit has been developed through the training of Yemen personnel.

2.4 Landsat Satellite Systems: A Concluding Comment About Future Use

The Yemen Land Use Inventory used Landsat III image data as a primary source of information. As the project has demonstrated, it is possible to map at least eighteen

categories of land use with an overall map accuracy of about 83 %. It has further been shown that the cost has been 0.021 dollars per hectare (US/1983), a relatively low figure when compared to other programs -- some of which are five times the cost of this project. From such findings it could be stated that Landsat remote sensing for land use inventories is cost-effective and certainly should be considered for future work. In operational terms this is not the case and would lead to inaccurate program or project decisions. Along these lines it is appropriate to address some issues that have a direct effect on the future use of Landsat data.

Even though there have been Earth Resources Satellites in operation since 1972 (Landsats I, II, III, and IV), these satellites and the associated ground processing facilities have not been what is considered a widely accepted operational system. The collective technology is still not fully developed and accepted. In moving closer to the operational remote sensing system, there is a need for additional research, analysis, comparative evaluation and applications testing. This transitional situation is a fact that must not be overlooked by potential users and especially those in the LDC setting.

There are several important factors to be considered in the use of future operational land satellite systems. Costs for data is a major consideration. Other factors include

data availability, ground resolution and number of spectral bands. Subsidies from government agencies will be diminished or fully withdrawn as the Landsat satellite program is taken over by quasi-governmental or corporate structures. This is already happening with LandsatIV and in fact, the costs for the imagery used in the Yemen project have increased 66 % since October 1981 and repetitive coverage also has not been maintained.

In working with the LDC, one of the problems has been related to technology oversell, a subject discussed in an earlier section of this document. Decisions on long range use of the satellite data for resource inventories must be made in consideration of how the land satellite system is to be made operational with regard to costs and benefits. Project decisions and agreements should not be made just on the useful applications since, with most environmental problems or informational needs, there are alternative ways to collect needed data. One such example is the use of aerial photography versus satellite imagery. As the satellite systems move toward full user support, the gap between data set costs will become smaller. This situation can thus make the use of high altitude (small scale) aerial photography more competitive for certain applications, usually those of a regional nature. At present a cost-effective civilian satellite or land remote sensing system

does not exist.[1]

Based on the experiences gained in remote sensing development to date, there are seven major requirements for operational remote sensing systems. These requirements need to be satisfied before long range resource data collection is focused on any one sensor system.

Requirements for Operational Systems

1. It must be driven by user needs and tailored to the operational needs of those users. Users must perceive that the system is designed and functions to meet their needs.

2. It must provide continuity of data. Users must know that the data they require will be available for an extended period so that they can plan to amortize their capital investment on the prospect of having those data available.

3. It must be reliable. To service a high priority activity that relies heavily on satellite data, there must be provisions for obtaining those data through back-up systems if the prime system fails. Adequate redundancy and reliability must be balanced by the cost to the user.

4. It must provide timely data. If operational decisions must be made on the basis of the data, the data must arrive in time to influence these decisions.

5. It must be consistent. Data must have the same meaning all the time and meet rigid quality control and consistency checks, according to announced specifications.

6. It must be stable over time. Changes must be clearly agreed to by users, and changes must occur

---

[1]Allen H. Watkins, Current and Future Systems for Satisfying User Needs in Remote Sensing in Remote Sensing for Resource Management Ed. by Chris J. Johannsen and James L. Sanders, Soil Conservation Society of America, 1982. p.571.

only when there are valid reasons. Users must be involved in the decision to make changes and be allowed ample lead time to prepare for such changes.

7. It must be amenable to change. As users' needs develop and as new capabilities emerge, those improvements that further balance benefits against costs must be implemented with the concurrence and involvement of users.[2]

In reading the requirements for an operational system as noted above, it is evident that the Yemen Land Use Inventory faced operational problems with the Landsat system. This was especially true in view of points 2, 3 and 4 above. The time-lapse analysis was not possible because satellite data were not available for specifically necessary time periods. This included the 1972-73 drought period as well as coverage during peak cropping periods.

In view of the present land satellite systems, the results of application studies (Yemen project) and the plans being made for the future systems, some important conclusions can be made:

1. That users are going to pay for whatever system is operationalized in the future. The availability of low-cost imagery and digital tapes is over or nearly so.

2. That the benefits from future systems are going to

---

[2]George S. Benton, Future Operational Remote Sensing Programs in Remote Sensing for Resource Management Ed. by Chris J. Johannsen and James L. Sanders, Soil Conservation Society of America, 1982. p.590.

> be measured against real costs. Government agencies will have to be more technically responsible when designing advanced systems. As has already been proven, the use of satellites benefits the public good. With this the costs will not be fully recoverable in all applications.

The issue of relating satellite uses to the public good is synonymous with what has been stated earlier in reference to resource information becoming part of a nation's capital assets. In assessing the benefits of a satellite system it is helpful to consider the system as part of the capital assets for economic growth of a country. The satellite systems, whether for earth resources analysis, meteorology, or other applications, are essentially tools for systematic resource information collection. There is no question that there is a need for more resource information in all countries.

Recognizing that satellite sensing systems are going to be expensive, the best and most cost-effective alternatives will be better defined as the technology moves from the research and development stages into a fully user-supported program. It is in this context that decisions on applications in the LDC must be made. The key is the development of a resource information collection strategy which does not rely heavily on any one source or system.

حيث استخدم المدخل الجغرافي لفهم الموضوع، وبذا فان له نتائج مباشره التطبيق وأخرى مستقبلية لحل المشاكل الجغرافية والتنمية الدولية. وهنا يمكن الاستشهاد بقول عالم الجغرافيا لاتام (١٩٥٩) حيث قال :-

" بالنسبة للمهتم بالجغرافيا فإن المقدرة على تحليل الظاهرة المعقدة التوزيع بواسطة القياس الموضوعي لطبيعة توزيعها، يمثل خطوة الى الأمام لفهم التوزيع ووصفه بطرق كمية مطلقة وقابلة للمقارنه." أهـ.

بالتأكيد فان مشروع اليمن قد أضاف لهذا المفهوم. وبالتحديد فالإسهامات هي :

١. يتضح بانه من الممكن إنجاز مشروع عن استعمال الارض على مستوى قطري بواسطة تكنولوجيا الأقمار الصناعية والطرق القليلة التكاليف.

٢. لقد أظهر المشروع عن طرق معاملة الصور ذات التكلفة المنخفضة والتي يمكن نقلها الى بلدان نامية أخرى.

٣. لقد كوّن المشروع قاعدة من المعرفة حول استعمال الأرض، والتي جمعت بطريقة متناسقة، وهي تعتبر نقطة انطلاق أساسية لأي مجهود مستقبلي لفهم تغيرات أنماط وتوزيع استعمال الارض.

٤. لان الدقة التي انجزت بها خرائط استعمال الارض تعتبر عالية، بالرغم من استخدام صور اللاندسات ٣ (الصور أقل وضوحاً) فمن المؤكد بأن دقة بيانات أي عمل آخر ستكون أعلى إذا ما إرتكزت على صور اللاندسات ٤ (الصور أكثر وضوحاً) وبدون زيادة في التكاليف. هذا الاستنتاج لا ينطبق على أنظمة معاملة الصور آليا.

٥. يمكن القول الآن بان أنشطة التنمية الزراعية في اليمن ستصحح مسارها معتمدة على ما تستمده من معلومات نتائج المشروع، كما أن إطار عمل "وحدة معلومات الموارد" قد تكوّن في أذهان المتدربين اليمنيين.

الصور الجوية وهي ذات وضوح أفضل من الصور الملتقطة من الفضاء بالقمر الصناعي .

٤. تدل الاحصائيات على أن المساحة الزراعية (فعالة و بور) تبلغ ٣٫٠٦ مليون هكتار (٣٠,٦٠٠ كيلومتر مربع) أي بنسبة ١٧,٣٪ من مساحة اليمن غرب خط الطول ٤٥ درجة و ٣٠ دقيقة شرق . هذا المساحة موزعة على الاقاليم - كما مبين في جدول الاحصائيات المختصر - كالتالي: تهامة ٦,٧٢٦ كم٢ ، المرتفعات الغربية ٨,٣٧٩ كم٢ ، وفي المرتفعات الوسطى ٥,٢٧٣ كم٢ ، و الهضبة الشرقية ١٨٠ كم٢ .

٥. لقد أظهر المشروع بان طريقة إستخدام بيانات اللاندسات لعمل خرائط إستعمال الارض تعتبر اقتصادية ، حيث بلغت التكلفة الكلية للمشروع ٣٥١,٥٨٧ دولار أمريكي (بأسعار عام ١٩٨٢) ، وان المساحة الكلية المشمولة بالدراسة هي ١١٩,٧٧٨ كم٢ (أي بنسبة ٦١,٤٪ من مساحة اليمن البالغة حوالي ١٩٥,٠٠٠ كيلومتر مربع = ٧٥,٠٠٠ ميل مربع) . وعليه فان تكاليف المسح لوحدة المساحة هي ٠٫٠٢١ دولار أمريكي للهكتار الواحد . هذه التكلفة تشمل كل مصروفات الأنشطة الميدانية ، التفسيرات و معاملة الصور ، التصنيف ، تكوين الخرائط و الاحصائيات . هذة التكاليف تبلغ حوالي ½ الى ½ تكاليف مشاريع أخرى أستخدمت طرق أخرى و أجرية خارج اليمن ، في مثل هذة المشاريع عوملت الصور آلياً ، و بالرغم من هذا لم يصل مستوى الدقة الى أعلى مما هو في مشروع اليمن ، و لا الى وحدات تصنيفية أخرى أكثر .

٢-٣ إسهام المشروع في مجالات الاستشعار عن بعد ، التنمية الدولية ، و الجغرافيا

يعتبر المشروع من الناحية الأكاديمية بحث جغرافي تطبيقي ،

الأرض ، ومسح الموارد الطبيعية بالإستشعار عن بعد ، و نقل التكنولوجيا .

٢-٢ نتائج وملاحظات المشروع الرئيسية

بالرغم من أن مشروع إستعمال الارض في اليمن ليس مشروع تحريات من وجهة النظر البحثية ، إلا انه بالامكان ذكر الاستنتاجات التي تم التوصل إليها ، وهي :-

١. إمكانية إستخدام بيانات اللاندسات بصفاتها الفنية ووضوح صورها الأرضية بحيث يمكن رسم خرائط عامة عن الأنماط الزراعية حسب إشكال الارض و الاقاليم الجغرافية .

٢. إن بيانات الأقمار الصناعية لا يمكن إستخدامها لتحديد مواقع القرى والمناطق السكنية و الطرق وذلك بسبب ضعف وضوح الصور (٩٠متر × ٩٠متر مساحة عنصر الصوره) ، و لأن المساكن في اليمن عادة ما تبنى من مواد طبيعية لا تختلف إنعكاساتها الطيفية عن البيئة المحيطة بها .

٣. إن تفسيرات ورسم خرائط إستعمال الأرض في إقليم المرتفعات الغربية كان الأكثر صعوبة وذلك بسبب تعقيد إستعمال الأرض و الغطاء النباتي الطبيعي في التضاريس الجبلية الوعرة. لقد وجد بأن مستوى دقة التفسيرات هي ٧٣٪ في هذا الاقليم في حين إن مستوى الدقة بلغ ٨٧٪ في المرتفعات الوسطى و ٩٣٪ في كل من سهل تهامة الساحلي و الهضبة الشرقية. إن إزدياد مستوى الدقة يدل على أن الزراعة موجودة على ضفاف الوديان مما يجعلها متباينة مع بقية المناطق البعيدة عن الوديان والتي تشكل الخلفية في الصورة. لقد بلغ مستوى الدقة على مستوى البلاد بأكملها ٨٣٪ وهو مستوى جيد - حتى ولو إستخدمت

٢-١ تقييم أهداف المشـــروع

يعتبر مشـــروع إســـتعمال الارض في اليمن بحث تطبيقي حول نقل التكنولوجيا وتكوين ذخيرة من المعلومات المطلوبة عن الموارد الزراعية في اليمن. ومن خلال تفســير صور اللاندســات المعاملة بطريقة خاصة تم التعرف على أنماط إســـتعمال الارض وتصنيفها ووضعها في خرائط ثم تحليلها إحصائياً باستخدام نظام مربعات الـ UTM ذات المرجع الجغرافي ، ومن خلال المشـــروع تم إختبار طرق جديدة في تحضير وتزيين صور اللاندســات ، هذه الطرق منخفضة التكاليف. ولقد أسفر المشـــروع عن الآتي :-

١. تحضير خريطة إســـتعمال الارض بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ ، تم التعرف من خلالها على ١٨ وحدة تصنيفية في الأقاليم الجغرافية الاربع في الجمهورية العربية اليمنية.

٢. تكوين مجموعة من القياسات عن مساحة إســـتعمال الارض (٧٨-١٩٨٠) ونسبتها المئوية ، هذه الإســـتعمالات ذات مرجع جغرافي وتحتل ما يزيد عن ١٢٠٠ خلية UTM مربعة ، بمســـاحة ١٠ X ١٠ كيلومتر مربع للخلية الواحدة.

٣. إشـــتقاق مجموعة من البيانات عن إســـتعمال الأرض (١٩٧٣) ذات المرجع الجغرافي من الخرائط الطوبوغرافية التي أنتجت من الصور الجوية.

٤. إعداد مجموعة من البيانات حول توزيع وكثافة السكان ذات المرجع الجغرافي ، بحيث تتقابل مع معلومات إســـتعمال الارض بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ .

٥. تصنيف إســـتعمال الارض في اليمن من خلال تفســـير المعلومات المســـتشعرة عن بعد - بواسطة الأقمار الصناعية - آخذين بنظر الاعتبار تفســـير الصور الجوية.

٦. تدريب إثنين من الاخصائيين اليمنيين في مجال التربة ، إستعمال

الفصل الثاني

الملخص والنتائج

٢-١ تقييم أهداف المشروع

٢-٢ نتائج وملاحظات المشروع الرئيسية

٢-٣ إسهام المشروع في مجالات الاستشعار عن بعد ، التنمية الدولية ، و الجغرافيا

الزراعي ، شـــريطة أن تتم المحافظة على المعلومات ونشرها و تحديثها من خلال وحدة خاصة بمعلومات الموارد .

طرق فى مراجع مختلفة خلال العقد الماضى من الزمن ، وتتراوح هذة التقديرات بين ما يزيد بقليل على المليون هكتار و ٣و٥ مليون هكتار . الجدول أدناة يبين مقارنة بين النتائج التى توصل اليها هذا المشروع مع نتائج وتقديرات أخرى .

المصدر وتاريخ النشر	مساحة الارض الزراعية الكلية بالهكتار (*)	
المشروع ، ١٩٨٢	٢,٠٥٥,٩٠٠	(ب)
هـ . كوب ، ١٩٨١	١,٩٨٣,١٠٠	(ب)
	١,٦٥٢,٨٠٠	(ج)
الخرائط الطوبوغرافية البريطانيه ، ١٩٧٤	٢, ٦٦٧,٠٠٠	(ب)
الجهاز المركزى للتخطيط :		
كتب الخطه الخمسيه ١٩٧٨	٣,٥٠٠,٠٠٠	(أ)
كتاب الاحصاء السنوي ٧٦-١٩٧٧	١,٥١٥,٠٠٠	(ج)
كتاب الاحصاء السنوي ٧٥-١٩٧٦	١,٤٧٤,٠٠٠	(ج)
كتاب الاحصاء السنوي ٧٤-١٩٧٥	١,٥٥٢,٠٠٠	(ج)
كتاب الاحصاء السنوي ٧٣-١٩٧٤	١,٢٩٧,٠٠٠	(ج)

(*) المقصود بالارض الزراعية ، حسب الحواشى أدناة :

(أ) كل الارض القابلة للزراعة سواء كانت مزروعة حاليا ، بور ، محجورة أو لم تستغل أبدا .

(ب) كل الارض التى تزرع سواء كانت فعّالة أو غير فعّالة .

(ج) الارض المحصولية السنوية ، الفعّالة فقط .

48

١-٦ الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا

إن نقل التكنولوجيا عبر تبادل الآراء بين المؤسسات هو أحد الاهداف الرئيسية للمشروع. ولتحقيق هذا الهدف أعدت دورة تدريبية خاصة متكاملة مع خطة عمل المشروع، حيث تم انتداب شخصين من موظفي وزارة الزراعة اليمنية الى جامعة كورنيل لمدة عام دراسي واحد تحت رعاية الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية. ولقد درس المتدربان عدداً من الكورسات المتقدمة في علوم التربة، والاستشعار عن بعد، واستعمال الأرض والمصادر الطبيعية. هذا بالإضافة الى برنامج نقل تكنولوجيا يتناسب عملياً ووضع اليمن، وكيفية تبني هذا البرنامج آخذين بنظر الاعتبار البيئة الطبيعية للبلاد.

١-٧ الخلاصة

لقد أوضحت نتائج مشروع مسح وتفنيد استعمال الأرض في اليمن عن إمكانية وضع ١٨ وحدة تصنيفية على الخريطة وبمدى دقة مقبول باستعمال صور الأقمار الصناعية. كما تم اتباع نظام المرجع الجغرافي في ترتيب البيانات والنتائج بحيث يمكن تكاملها مع استخدام الكمبيوترات الصغيرة. ووجد بان هنالك تناسق بين معلومات استعمال الارض للمنطقة المشمولة بالدراسة - غرب خط الطول ٤٥ درجة و ٣٠ دقيقة شرق. كما تبين بان تغيرات استعمال الارض ليس من السهل معرفتها أو تقديرها وذلك بسبب الاختلافات المناخية وقلة البيانات عن الاستعمالات السابقة للأرض.

من نتائج المشروع، تدريب اثنين من اليمنيين في مجالات معلومات المواد، الاستشعار عن بعد، استعمال الارض، والتربة. من هذا المنطلق يمكن القول بان هنالك قاعدة من المعرفة يمكن الارتكاز عليها للتخطيط

الزراعة الكثيفة A4

تبلغ مساحة هذه الوحدة ٢٤٦ كيلومتر مربع اى حوالى ٥و١٪ من مساحة الإقليم . وبسبب فيضان الوديان الموسمي فانه الاستعمال الزراعى ممكن فى هذه المنطقة الجافة . المحاصيل الرئيسية هى الذرة و الشعير وبعض المحاصيل الأخرى .

النباتات الصحراوية S4

تغطى هذه النباتات مساحة ٢٣٦ كيلومتر مربع أى حوالي ٤و١٪ من الإقليم ، وتتواجد بكثرة فى وادى الجوف الى الشرق من الاراضى المزروعة . تستخدم هذه النباتات كمصدر للوقود ، وكأعلاف للماشية عند شحة مصادر العلف الأخرى .

الاراضى الحراجية والمهملة R4

تعتبر معظم أراضى الهضبه الشرقية ، أراضى حراجية أو مهمله حيث تبلغ المساحه الكلية لهذة الوحدة ١٦,٢٩٨ كيلو متر مربع أى بنسبة ٩٧,١٪ من مساحة الاقليم . معظم هذه الاراضى رمال صحراويه وبها قليل من الصخور البارزه على السطح وبعض الحشائش. هذة المناطق يسكنها ويجول بها البدو الرحل ومواشيهم .

الاراضى المدنيه U4

الاراضى المدنية بالهضبه الشرقية قليلة جدًا حيث لا توجد سوى بضعة مدن صغيرة وأكبرها مدينة مأرب . وتقع كل هذه الاراضى فى المناطق الزراعية قرب الوديان .

١-٥ تفنيد إستعمال الارض فى اليمن - مقارنة مع الاحصائيات الأخرى

لقد تم تقدير المساحة الزراعية فى الجمهورية العربية اليمنية بعدة

فى المرتفعات الغربية . وهى عباره عن معقدات متداخله من الصخور و الرماد البركاني ، وجيوب من الاراضي المزروعة و أراضى حراجيه ، بحيث يصعب وضعها فى الخريطة بصورة منفصلة . و تبلغ مساحتها ٣,١٠١ كيلومتر مربع أى حوالى ٦ ٪ من مساحة الإقليم .

الاراضى الحراجية و المهمله R3

هذة الوحدة هي أكثر الوحدات التصنيفية شيوعاً فى الإقليم إذ تبلغ مساحتها ٣٨,٩١٩ كيلومتر مربع أى بنسبة ٨٠ ٪ من المرتفعات الوسطى . تستغل هذة الاراضى كمراعي ، ولتجميع المياة للزراعه بالاضافه الى جمع الأحطاب .

الاراضى المدنية U3

توجد فى إقليم المرتفعات الوسطى عدة مناطق مدنية من ضمنها العاصمة صنعاء . كما وتوجد معظم القرى الكبيرة و المدن فى المناطق الزراعية العالية الانتاجية حيث ينتج فائض من الغذاء لتغطية إحتياج السكان الغير زراعيين . و تبلغ مساحة هذه الاراضي ١٩ كيلومتر مربع أى أقل من ٠,١ ٪ من مساحة الإقليم .

الاقليم ٤ : الهضبة الشرقية

يعتبر إقليم الهضبة الشرقية أقل الاقاليم من حيث التطوير والسكان وهو كذلك أصغرهم مساحة . ويتميز بمناخ حار جاف بسبب التأثير الصحراوى من الربع الخالى . و يعتمد إستعمال الارض على نمط حياة الأنسان فهناك البدو الرحل المتنقلون بمواشيهم بحثاً عن الكلأ بالاضافة الى القبائل المستوطنه على جوانب الوديان الرئيسية وهم يمتهنون الزراعه . الوحدات التصنيفية التى تم تمييزها هى : الزراعه الكثيفة (A4) ، النباتات الصحراوية (S4) ، الاراضى الحراجية والمهملة (R4) و الاراضى المدنية (U4).

51

السكان يعيشون في قرى صغيرة جدًا . وتبلغ نسبة هذه الاراضى ١,٠٪ من مساحة الإقليم ، وهى مساحة القرى الكبيره والمدن الرئيسية .

الاقليم ٣ : المرتفعات الوسطى

يعتبر هذا الإقليم أكبر أقاليم البلاد حيث تبلغ مساحته ٤٨,٣٣٩ كيلو متر مربع أى بنسبة ٤٠٪ من المساحة المشمولة بالدراسة . ويتميز بمناخ معتدل شبه جاف . وتكثر به الزراعة فى السهول الجبلية والمناطق البركانية . الوحدات التصنيفية التى تم تمييزها هى : زراعة الوديان والمدرجات (T3) ، زراعة السهول الجبلية (H3) ، زراعة البركانيات (V3) ، الاراضي الحراجية والمهملة (R3) ، والاراضى المدنية (U3) .

زراعة الوديان والمدرجات T3

هذة الوحدة تشبه لحد كبير زراعة المدرجات في إقليم المرتفعات الغربية إلا أن مساحتها فى المرتفعات الوسطى لاتتعدى ٣,١٣٠ كيلومتر مربع أى بنسبة ٦,٥٪ ، ومحاصيلها الرئيسية هى الذرة ، الشوفان ، القات وبعض المحاصيل الأخرى .

زراعة السهول الجبلية H3

تمثل هذه الوحده التصنيفية نمط شائع من أنماط الزراعه في المرتفعات الوسطى . تتكون هذه السهول من ترسبات مائية وريحية كبيره ، وهى مزروعة زراعة كثيفة . وتقع معظم هذه السهول بقرب ذمار ومعبر رصعده وصنعاء ، بمساحة إجمالية تقدر ب ٣,١٧٠ كيلومتر مربع أى حوالى ٧٪ من مساحة الاقليم .

زراعة البركانيات V3

يعتبر هذا الصنف من الزراعات شائع ومهم فى المرتفعات الوسطى عن شبيهة

زراعة السهول الجبلية H2

هذه الوحدة التصنيفية تمثل مساحة ضئيلة من إقليم المرتفعات الغربية اذ تبلغ مساحتها ٣٢٥ كيلومتر مربع أى حوالي ٠,٩٪ من الاقليم . هذه السهول متناثرة التوزيع وتوجد حيث الترسبات المائيه و الريحية وتزرع بها الذرة ، والقمح والشعير بصورة كثيفة .

زراعة البركانيات V2

هذه التسمية لا تشمل كل المنطقة البركانية بالاقليم بل تنحصر على الاراضى الضحلة المنحدرة حيث توجد جيوب من الترب الصالحة للزراعه . ولان هذه الجيوب صغيرة ومعقدة التوزيع فانة من الصعب وضعها على الخريطة ، لذا فإن وحدة زراعة البركانيات يمثل شكل من أشكال الارض متميز الاستعمال . وعموما فان أقل من نصف هذه الوحدة مزروع . وتبلغ مساحة هذة الوحدة التصنيفية ٣٤٦ كم٢ أى بنسبة ١٪ من مساحة الاقليم .

الاراضى الحراجية والمهملة R2

تحتل الاراضى الحراجية والمهملة مساحة ١٨,٨٣٦ كيلومتر مربع من إقليم المرتفعات الغربية أى بنسبة ٥٣٪ ، وتتواجد هذة الاراضي بشكل مناطق متفرقة بمساحة عدة مئات من الكيلومترات ، وتستخدم بصوره اساسية لتجميع أرحصاد المياه للري ، كما تقطع أشجارها كأخشاب للوقود .

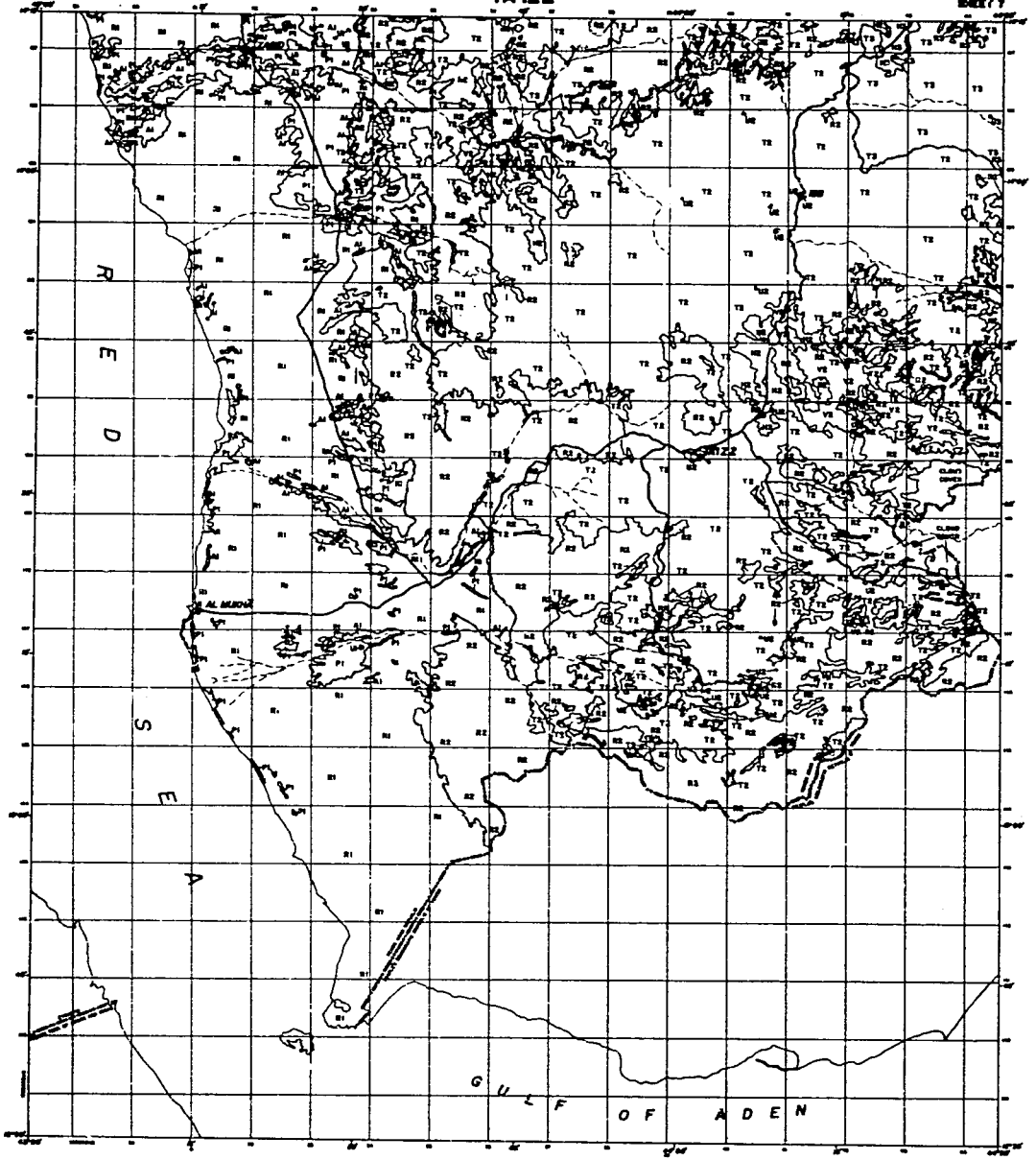
الأراضى المدنية U2

تعتبر هذة الاراضى غير شائعة فى المرتفعات الغربيه بسبب أن معظم

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

TA'IZZ

SHEET 7



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

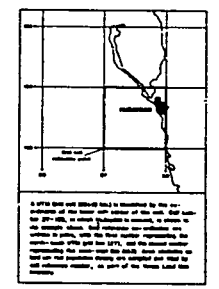
Region III – Central Highlands

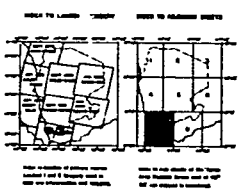
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	





SHEET 7 — TA'IZZ

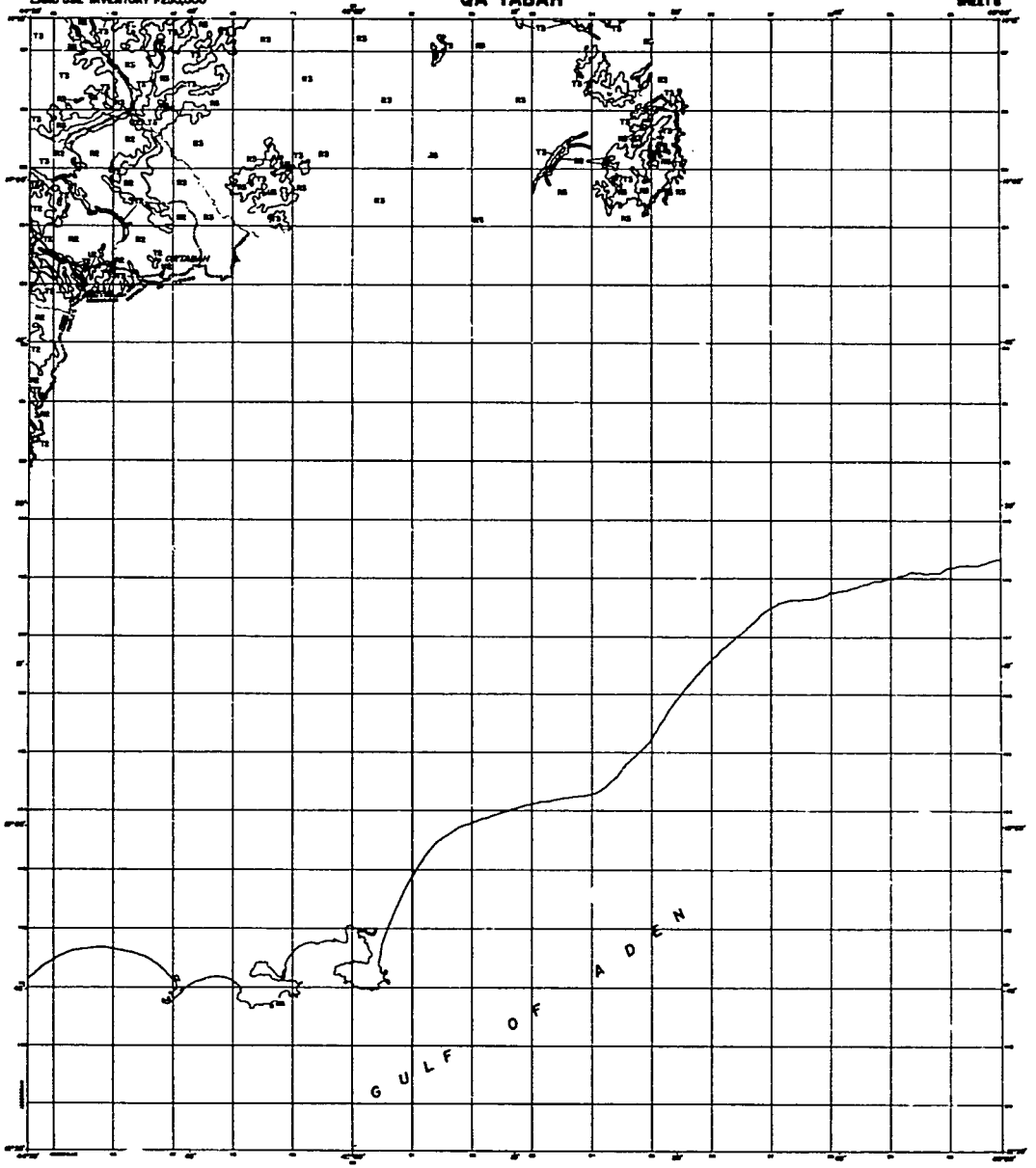
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

QA'TABAH

SHEET 8



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

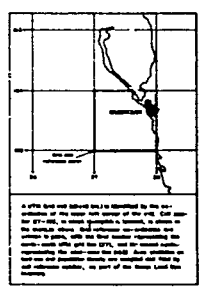
Region III – Central Highlands

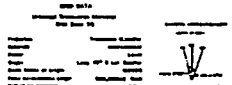
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

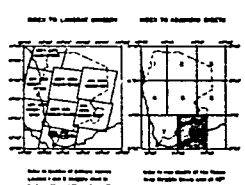
Region IV – Eastern Plateau

Terrace Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary
Geographic, Regional Boundary
Major Wadis
Principal Highways
Land Use Boundary
UTM Grid Co-ordinates
Latitude and Longitude







SHEET 8 — QA'TABAH

LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

بالاقليم أربع وحدات تصنيفية لاستعمال الارض هى :- الزراعة الكثيفه (A1) ؛ الزراعة المطريه فى السهول (P1) ؛ أراضى حراجيه أومهمله (R1) ؛ و أراضى مدنية (U1) .

الزراعة الكثيفة A1

تبلغ مساحتها ٢,٥٠٠ كيلومتر مربع أى ١٣٪ من مساحة تهامة، ويقع معظمها قرب الوديان حيث تستمد مياة الري . و تعتبر الأرض الزراعية المروية بالآبار جزءاً من هذه الوحدة . المحاصيل الرئيسية هى الذرة ، الدخن و الذرة الشامية .

الزراعة المطرية فى السهول P1

تبلغ مساحتها ٥,٨٩٨ كيلومتر مربع أي ٣١ ٪ من مساحة تهامة . الكثافة الزراعيه بهذه السهول منخفضة بسبب شحة مياة الامطار ، مثال على ذلك زراعة الدخن و البقوليات على مسافات متباعدة. معظم هذه الوحدة يقع فى النصف الشرقى من وسط وشمال تهامة .

الاراضى الحراجية أو المهملة R1

لقد تم دمج الاراضى الحراجية والاراضي المهمله فى وحدة واحدة وذلك لصعوبة التمييز بينهما . و تبلغ مساحة هذه الاراضي ١٠,٥٨٧ كيلومتر مربع ، أى ٥٥٪ من مساحة المنطقة . النبت الطبيعي الشائع هى النباتات المقاومة للجفاف كالأكاسيا ، والشجيرات القصيرة والحشائش . من إستعمالات هذه الاراضى الرعي ، تجميع مياة الامطار وحطب الوقود

الاراضى المدنية U1

توجد بمنطقة تهامة عدة قرى كبيره (أكثر من ١٠٠ نسمة) وبضعة

مدن ؛ المساحة الاجمالية للاراضى المدنية في إقليم تهامه هي ٣٧ كيلومتر مربع أى ٠,٢٪ . وتمثل هذه الاراضى مراكز التجاره المحلية ، و المشاريع التجارية الجديدة و العمران . و بسبب النمط السكاني و توزيعة المتناثر فى القرى الصغيرة ، لذا فان سكان المدن فى منطقة تهامة يمثل نسبة ضئيلة من سكان الاقليم .

الإقليم ٢ : المرتفعات الغربية

إن إقليم المرتفعات الغربيه يتميز بكونة جبال وعرة التضاريس و يمتد على مساحة تزيد عن ٣٥,٠٠٠ كيلومتر مربع أى ٣٠٪ من المساحه المدروسة. وفى هذا الإقليم توجد القمم التى يفوق إرتفاعها ٣٠٠٠ متر فوق سطح البحر، وتوجد به الصخور البركانية و الدرع البريكامبريون . ويكثر سقوط الامطار فى الاجزاء الجنوبية و الوسطى من هذا الإقليم فى حين أن المطر تقل في الجزء الشمالي . كما يتميز هذا الإقليم بنظام زراعة المدرجات .

الوحدات التصنيفية بهذا الإقليم عددها خمس وهي : زراعة الوديان و المدرجات (T2) ؛ زراعة السهول الجبلية (H2) ؛ زراعة البركانيات (V2) ؛ الاراضى الحراجية و المهملة (R2) ؛ و الاراضى المدنية (U2) .

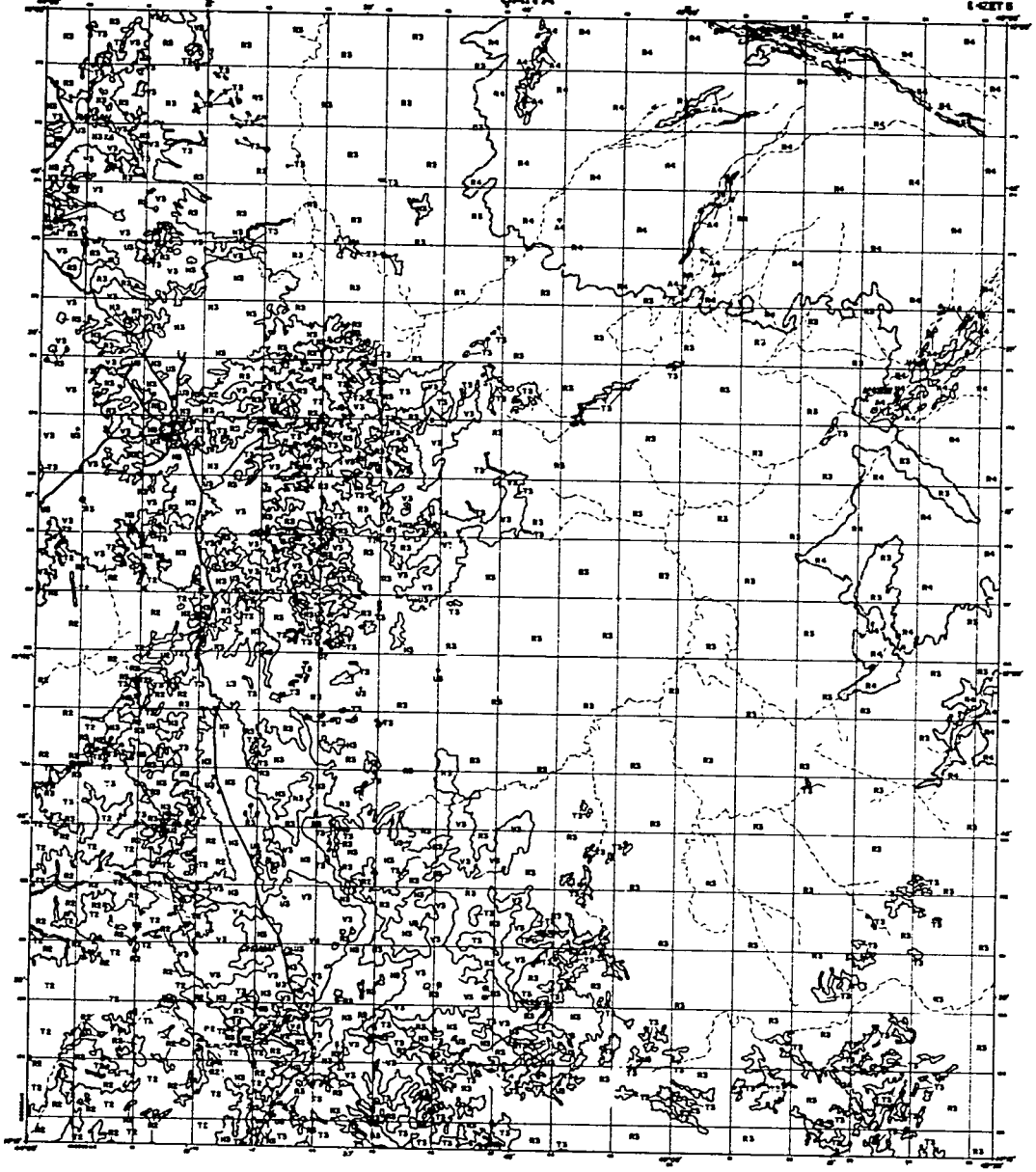
زراعة الوديان و المدرجات T2

تبلغ مساحة هذه الوحدة التصنيفية ١٥,٩٠٥ كيلومتر مربع أى حوالى ٤٤٪ من مساحة الاقليم . لقد تم ضم أراضى المدرجات الواقعة على منحدرات الجبال و الاراضي المحصولية فى قيعان الوديان ضمن هذه الوحده التصنيفية . واعتبرت الاستعمال الاكثف زراعة فى المرتفعات الغربية . المحصول الرئيسي هو الذره ، والى جانبة تزرع بعض الحبوب الأخرى ؛ كما ويزرع النبات و البن فى الاجزاء المرتفعة .

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

SANA

SHEET 5



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Raised Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

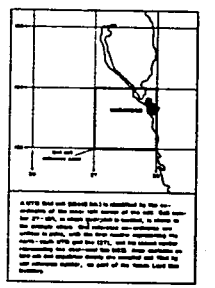
Region III – Central Highlands

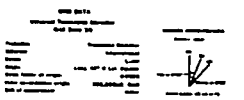
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

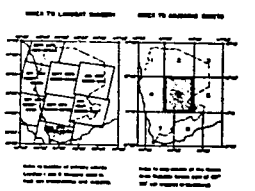
Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	







SHEET 5 — SANA

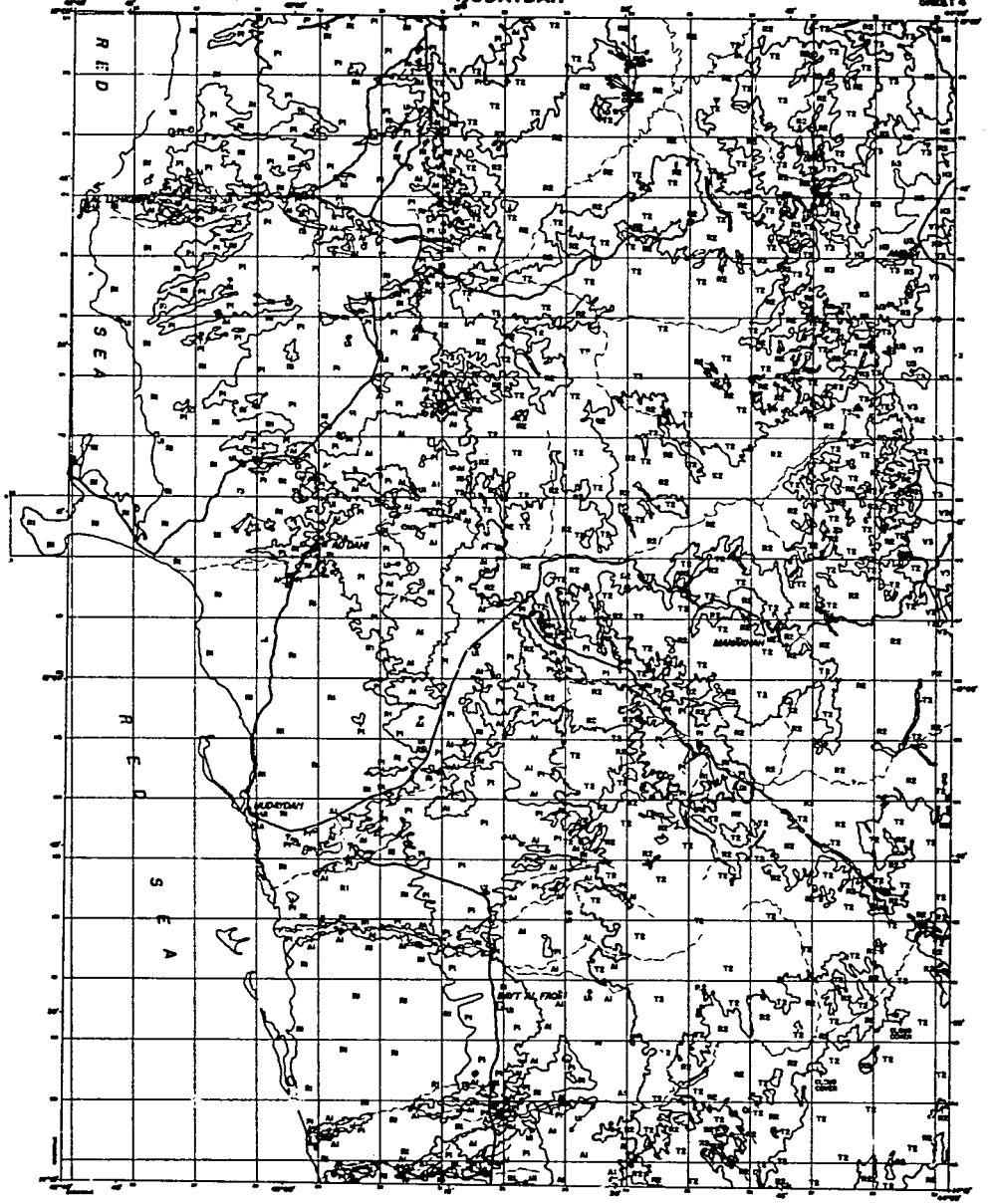
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

HUDAYDAH

SHEET 4



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

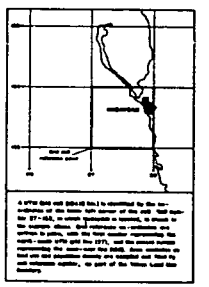
Region III – Central Highlands

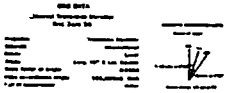
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

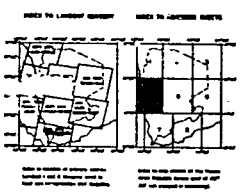
Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	







SHEET 4 – HUDAYDAH

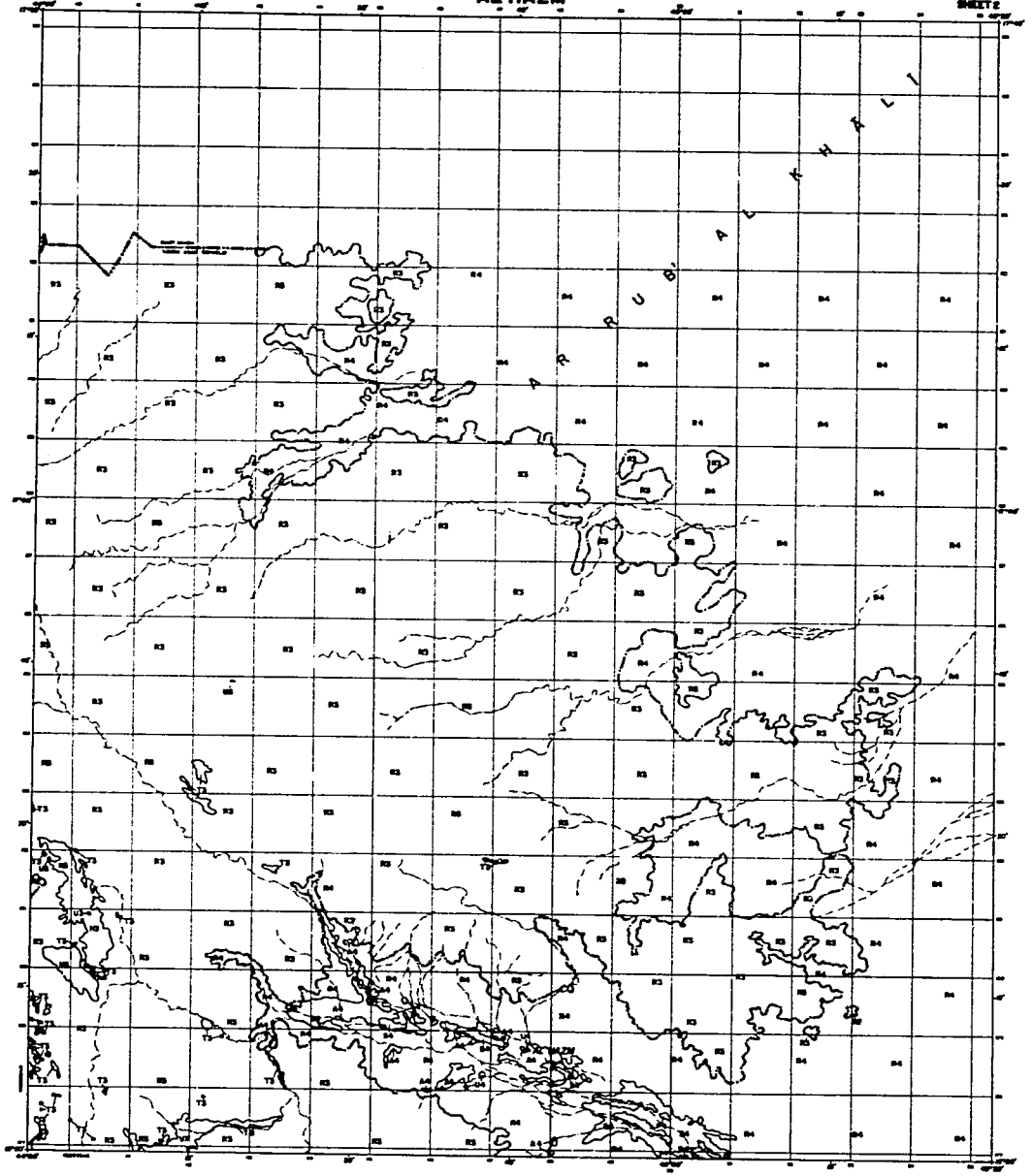
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

AL HAZM

SHEET 2



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Irrigated Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

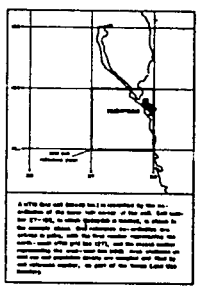
Region III – Central Highlands

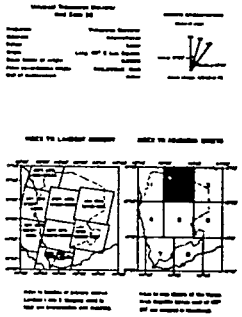
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV – Eastern Plateau

Plateau Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary
Geographic Regional Boundary
Major Wadis
Principal Highways
Land Use Boundary
UTM Grid Co-ordinates
Latitude and Longitude





SHEET 2 — AL HAZM

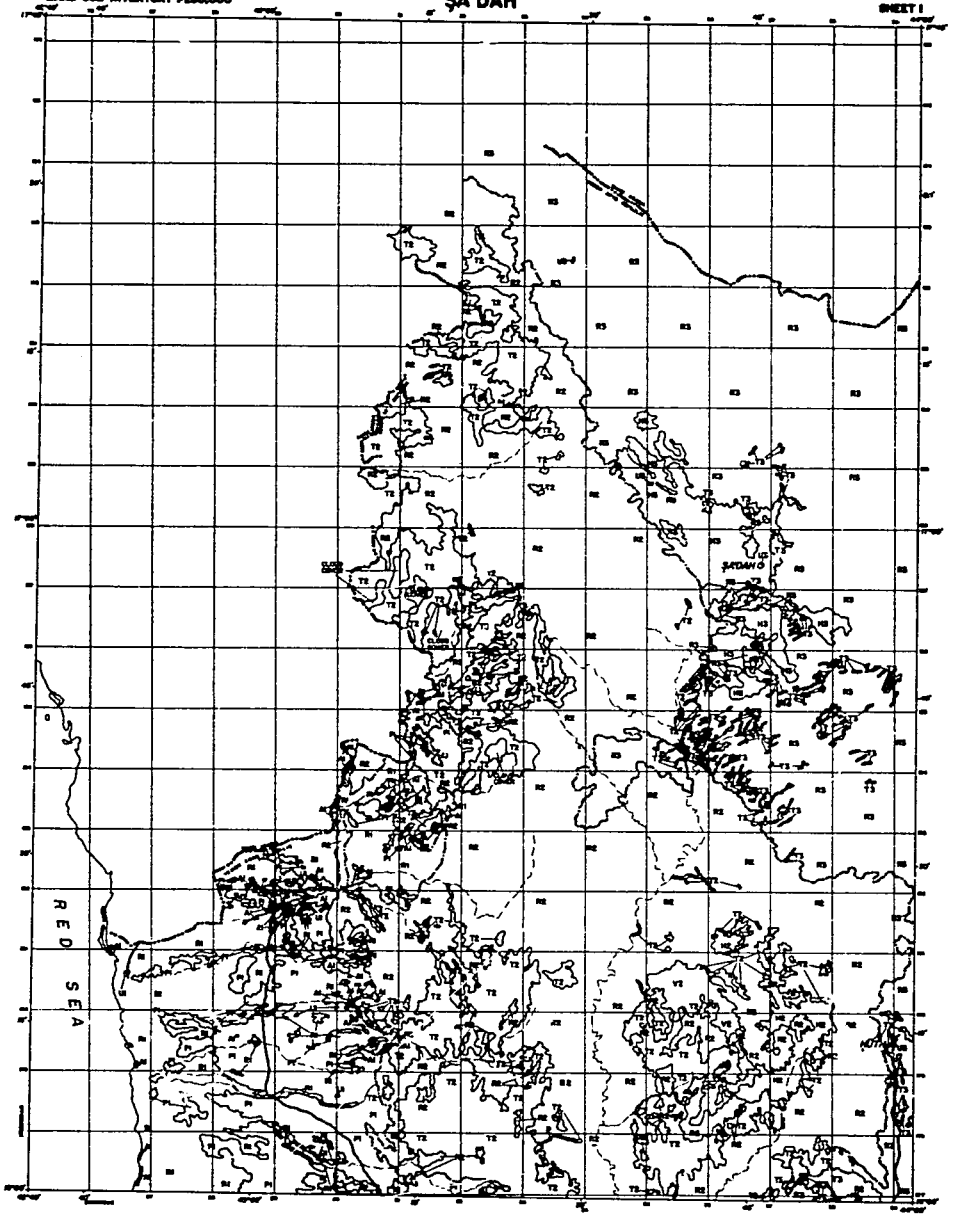
LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

ṢA'DAH

SHEET I



LEGEND

LAND USE CLASSIFICATION

Region I – Tihamah Coastal Plain

Intensive Agriculture	A1
Rainfed Plains Agriculture	P1
Bare/Range Land	R1
Urban Land	U1

Region II – Western Highlands

Terrace and Wadi Agriculture	T2
Cultivated Highland Plain	H2
Cultivated Volcanics	V2
Bare/Range Land	R2
Urban Land	U2

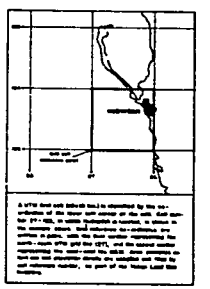
Region III – Central Highlands

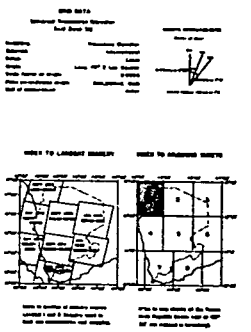
Terrace and Wadi Agriculture	T3
Cultivated Highland Plain	H3
Cultivated Volcanics	V3
Bare/Range Land	R3
Urban Land	U3

Region IV – Eastern Plateau

Pluvial Wadi Agriculture	A4
Scrub Vegetation	S4
Bare/Range Land	R4
Urban Land	U4

International Boundary	
Geographic Regional Boundary	
Major Wadis	
Principal Highways	
Land Use Boundary	
UTM Grid Co-ordinates	
Latitude and Longitude	





SHEET I – ṢA'DAH

LAND USE

THE YEMEN ARAB REPUBLIC
LAND USE INVENTORY 1:250,000

من الجدول السابق يتضح بان تسعة من الوحدات التصنيفية لاستعمال الارض الثمانية عشرة هي استعمالات زراعية. ويبلغ اجمالي مساحتها ٣٤,٦٢٣ كيلو متر مربع أي ما يعادل ٢٨,٩ ٪ من مساحة الجمهورية العربية اليمنية غرب خط الطول ٤٥°٣٠' شرق . في حين أن متوسط مساحة الارض المحصولية في هذه الوحدات التسعة هو ٢٠,٥٥٩ كيلو متر مربع أي بنسبة ١٧,٢٪ . و بتطبيق حسابات الخطاء القياسي للمتوسط ، كما في المثال السابق ، فان المساحة المحصولية للجمهورية العربية اليمنية تتراوح بين ٢٣,٢٨٥ كيلومتر مربع و ١٧,٨٣٣ كيلومتر مربع من المساحة المحصولية الفعلية. يمكن مراجعة الملحق رقم ٨ للحصول على شرح أوسع لطريقة أخذ العينات .

لغرض شرح ومراجعة وصف عناصر إستعمال الارض وإحصائياتها، فلقد ادرجت في هذا الملخص التنفيذي خرائط مصغره للخرائط الاصلية (مقياس الرسم الاصلي ١:٢٥٠,٠٠٠) الموجودة في المجلد الثالث من التقرير النهائي للمشروع . و يظهر من هذه الخرائط - عند مراجعتها بعناية - مدى تعقيد إستعمال الاراضي الزراعية في اليمن وخصوصاً علاقة هذه الاستعمالات بتوزيع السكان و بالبيئة الطبيعية .

١-٤ موجز وصف الوحدات وإحصائياتها

الاقليم ١ : سهل تهامة الساحلي

تبلغ مساحة إقليم تهامة ١٩,٠٢٥ كيلو متر مربع من الارض أي حوالي ١٦٪ من مساحة المشروع . ويتميز بمناخ إستوائي حار جاف ، و تتكون التربه من السلت و الرمل و الحصو و الصخور. وتكثر الزراعه في الاراضي ذات الترب الناعمه وحيث تتوفر المياه ، مثل الاراضي الواقعة على جوانب الوديان أو قرب الجداول الدائمة في أعالي الوديان .

بل ان هذة الوحدة تضم بالاضافة الى الارض المحصولية ، بعضاً من الصخور والترب العارية ، و أحراج ونبت طبيعي ، والمساكن المتفرقة. فاذن الوحدة التصنيفية التى تحتوى على ٨٠٪ أرض محصولية ، تحتوى على إستعمال زراعي فعلى يساوى ٤٠٠ هكتار . لذا ومن أجل حساب المساحه الزراعية الاجمالية وتوزيعها الجغرافي فى اليمن ، يجب معرفة نسبة الارض المحصولية فى كل وحدة تصنيفية .

ان تصنيف إستعمال الارض المتبع فى هذا المشروع يحتوى على بضعة وحدات تصنيفية من الارض الزراعية ، بعضها تشمل ١٠٠٪ أرض محصولية فى حين أن بعضها الآخر لا يزرع إلا نصفها . وبالرغم من هذا فانه يمكن ملاحظة التناسق النسبى للنسب المئوية للارض المحصولية فى كل وحدة تصنيفية زراعية ، كما سبين بالجدول . هذة الارقام هى نتيجة لطريقة أخذ العينات بالصور الجوية لتحليل التركيب الزراعى لكل وحدة تصنيفية .

لقد أجريت تحليلات إحصائية عشوائية لبعض مواقع أخذ عينات ممثلة لاستعمال الارض ، ثم حسبت النسبة المئوية للارض المحصولية لكل موقع واخذ معدلها الحسابى ، وحسب الخطاء القياسى وهو ممثل للمدى الذى تقع ضمنه ٩٥٪ من الوحدات التصنيفية .

وعلى سبيل المثال ، فان الوحده التصنيفية ، الزراعة المطرية فى السهول (P1) تحتوى على ٧٨٪ أرض محصولية بزيادة أو نقصان ١٠٪ . وبموجب المعادلات الاحصائية المستعملة فان ٩٥٪ من هذه الوحدة يقع ضمن المدى ٦٨ - ٨٨٪ أرض محصولية . وبما اننا نعرف بان مساحة ال(P1) هى ٥٨٩,٨٠٠ هكتار ، إذن فمعدل المساحه المحصولية الفعلية هى ٧٨٪ من ٥٨٩,٨٠٠ هكتار أى ٤٦٠,٠٠٠ هكتار ؛ أو أن المساحه القصوى والدنيا تتراوح بين ٥١٩,٠٠٠ هكتار و ٤٠١,٠٠٠ هكتار .

إستعمال الارض	الرمز في الخريطة	المساحة الكلية (كم٢)	النسبة المئوية من الإقليم	النسبة المئوية من مساحة الزراعة	النسبة المئوية للزراعة في الاستعمال	المساحة الزراعية العضوي (كم٢)	المساحة الزراعية الصعوي (كم٢)	متوسط المساحة الزراعية (كم٢)	متوسط المساحة الزراعية (بالهكتار)	متوسط المساحة الزراعية (بالمعاد) (٦٦×٦٦ م٢)
الزراعه الكثيفه	A1	٢,٥٠٢	١٣,٢	٢,٠٩	٨٥ ± ٩	٢,٣٥٢	١,٩٠٢	٢,١٢٧	٢١٢,٧٠٠	٤٨٨,٣٩٢
الزراعه المطرية في السهول	P1	٥,٨٩٨	٣١,٠	٤,٩٢	٧٨ ± ١٠	٥,١٩٠	٤,٠١١	٤,٦٠٠	٤٦٠,٠٠٠	١,٠٥٦,٠١٥
الاراضي الحراجيه والمهمله	R1	١٠,٥٨٧	٥٥,٦	٨,٨٤	------	----	----	----	------	------
الاراضي المدنية	U1	٣٧	٠,٢	٠,٠٣	------	----	----	----	------	------
مجموع اقليم تهامه	--	١٩,٠٢٦	١٠٠	١٥,٨٨	------	٧,٥٤٢	٥,٩١٣	٦,٧٢٧	٦٧٢,٧٠٠	١,٥٤٤,٣٠٧
زراعة المدرجات والوديان	T2	١٥,٩٠٥	٤٤,٦	١٣,٢٨	٥٠ ± ٨	٩,٢٧٥	٦,٦٨٠	٧,٩٥٢	٧٩٥,٢٠٠	١,٨٢٥,٥٢٨
زراعة السهول الجبلية	H2	٣٢٥	٠,٩	٠,٢٧	٧٤ ± ٧	٢٦٢	٢١٨	٢٤٠	٢٤,٠٠٠	٥٥,٠٩٦
زراعة البركانيات	V2	٣٤٦	١,٠	٠,٢٩	٥٤	١٨٧	١٨٧	١٨٧	١٨,٧٠٠	٤٣,٩٢٩
الاراضي الحراجية والمهمله	R2	١٨,٨٣٦	٥٢,٩	١٥,٧٢	-----	---	---	---	-----	------
الاراضي المدنية	U2	١٩	٠,١	٠,٠٢	-----	---	---	---	-----	------
مجموع إقليم المرتفعات الغربية	--	٣٥,٦٣١	١٠٠	٢٩,٧٥	-----	٩,٦٧٥	٧,٠٨٥	٨,٣٧٩	٨٣٧,٩٠٠	١,٩٢٣,٥٥٤
زراعة المدرجات والوديان	T3	٣,١٣٠	٦,٥	٢,٦١	٥٥ ± ٤	١,٨٤٧	١,٥٩٦	١,٧٢٢	١٧٢,٢٠٠	٣٩٥,٢١٧
زراعة السهول الجبلية	H3	٣,١٧٠	٦,٦	٢,٦٤	٦٨ ± ١٢	٢,٥٣٦	١,٧٧٥	٢,١٥٦	٢١٥,٦٠٠	٤٩٤,٩٤٩
زراعة البركانيات	V3	٣,١٠١	٦,٤	٢,٥٩	٤٥ ± ٣	١,٤٨٨	١,٣٠٢	١,٣٩٥	١٣٩,٥٠٠	٣٢٠,٢٤٨
الاراضي الحراجية والمهمله	R3	٣٨,٦١٩	٨٠,٥	٣٢,٤٩	-----	----	----	----	------	------
الاراضي المدنيه	U3	١٩	٠,١	٠,٠٢	-----	----	----	----	------	------
مجموع اقليم المرتفعات الوسطى	--	٤٨,٣٣٩	١٠٠	٤٠,٣٦	-----	٥,٨٧١	٤,٦٧٣	٥,٢٧٣	٥٢٧,٣٠٠	١,٢١٠,٥١٤
زراعة وديان الهضبة	A4	٢٤٦	١,٥	٠,٢١	٧٣ ± ٧	١٩٧	١٦٢	١٨٠	١٨,٠٠٠	٤١,٣٢٢
النباتات الصحراوية	S4	٢٣٦	١,٤	٠,٢٠	-----	---	---	---	-----	------
الاراضي الحراجية والمهملة	R4	١٦,٢٩٨	٩٧,١	١٣,٦١	-----	---	---	---	-----	------
الاراضي المدنية	U4	٢	٠,١	٠,٠١	-----	---	---	---	-----	------
مجموع اقليم الهضبة	--	١٦,٧٨٢	١٠٠	١٤,٠٢	-----	١٩٧	١٦٢	١٨٠	١٨,٠٠٠	٤١,٣٢٢
الإجمالي	--	١١٩,٧٧٨	---	١٠٠٪	-----	٢٣,٢٨٥	١٧,٨٣٣	٢٠,٥٥٩	٢,٠٥٥,٩٠٠	٤,٧١٩,٦٩٧

الجدول (١) (الملخص التنفيذي): إحصائيات الاستعمال الزراعي للارض بحسب الإقليم الجغرافي في الجمهورية العربية اليمنيه، أغسطس ١٩٨٢م.

المعلومات كان هو النظام المتبع فيما يتعلق بتطوير المعلومات المكانية القابلة للاسترداد والتي يمكن إستعمالها لتطبيقات متعددة في مجال تنمية الموارد الزراعية والطبيعية.

ان التحليل الاحصائي الذي أجري لكل خلية - بمساحة ١٠٠ كيلومتر مربع في شبكة مربعات ال UTM - شمل مساحة الأرض الزراعية في كل وحدة تصنيفية، متوسط النسبة المئوية للارض الزراعية، و التغاير بين عينات إستعمال الأرض. و للتحقق في العمليات التفسيرية جمعت المعلومات بطريقة يمكن مقارنتها مع المعلومات المأخوذه من الخرائط الطوبوغرافية وعلى أساس توزيع السكان وكثافته. خلاصة الاحصائيات الموضحه في الجدول قد أظهرت بان الرقعة الزراعية (الارض المزروعه فعلياً و الارض البور) في اليمن تبلغ ٢,٠٦ مليون هكتار، اى ما يمثل ١٧,٢ ٪ من مساحة اليمن المشمولة بالدراسة.

بفحص عينات من الصور الجوية الممثلة وجد بأن دقة تفسير صور الاقمار الصناعية هي ٨٣ ٪ على مستوى الجمهورية، وإن الدقة على المستوى الاقليمي تتراوح بين ٧٣ ٪ في المرتفعات الغربية و ٩٣ ٪ في سهل تهامة الساحلي.

١-٣ حساب التركيب الزراعي لوحدات إستعمال الارض

ان الوحدات التصنيفية لاستعمال الارض ليست نقية ١٠٠ ٪، حيث أن وحدة إستعمال الارض المدنية، مثلاً، تحتوى على أراضي صغيرة غير مدنية (كالصخور الغير مزروعه، النبت الطبيعي، والترب العارية) بين المنازل والمباني. هذه الشوائب تسمى "المتضمنات" في الوحده التصنيفية. على هذا الأساس، فان من الاهمية بمكان معرفة أن ٠,٠٠٥ هكتار من وحدة إستعمال الارض الزراعية لا يساوى ٠,٠٠٥ هكتار من الأرض المحصولية

على ضوء ما ذكر من الاهداف العامه والتشغيلية للمشروع يمكن عرض الأسس المنطقية للمشروع كما يلي :-

١. رغبة البلد المضيف بتأسيس طرق إدارة الموارد .

٢. البلد المضيف يرغب في الحصول على المعلومات الخاصه بالموارد وذلك لاستخدامها لاغراض صنع القرارات .

٣. الحاجة الى إيجاد نظم ووسائل لقياس ومراقبة التغيرات المنتظمة في إستعمال الأرض وآثارها على موارد المياه والاراضي ، نظراً للزيادة المطردة في نمو السكان والهجرة .

٤. إنجاز المتابعة بواسطة الطرق منخفضة التكاليف بعد تكييفها لطرق إيجابية لنقل التكنولوجيا الى البلدان الناميه وذلك لامكانية توقيت الاستشعار عن بعد بواسطة مركبات الفضاء التي تدور حول الارض .

١-٢ التصنيف والخرائط والتحليل الاحصائي لاستعمال الارض في اليمن

لقد وجد بان أنسب طريقة للتعرف على وتصنيف استعمال الارض في اليمن هي دراسة المناطق الجغرافية المختلفة ، حيث تم تقسيم البلاد الى أربع أقاليم رئيسية هي : سهل تهامة الساحلي ، المرتفعات الغربية ، المرتفعات الوسطى ، والهضبة الشرقية . هذه الاقاليم قسمت الى ثمانية عشرة وحدة تصنيفية لاستعمال الارض تعكس الاختلاف الطبيعي واللوني والنسيجي المتناسق في صور الأقمار الصناعية . العناصر الرئيسية لهذه الوحدات هي : الزراعة الكثيفة ، الزراعة المطرية ، زراعة الوديان والمدرجات ، السهول الجبلية المزروعه ، وزراعة وديان الهضبة .

ولقد خططت مجهودات عمل الخرائط ، ونسقت ونفذت على مستوى البلاد ليسهل تكاملها مع البيانات الأساسية الأخرى المتوفره حالياً وتلك التي قد تتوفر مستقبلاً . كما أن التكامل لمستويات مختارة من

الموارد فى اليمن . هذة الوحدة هى الخطوة المنطقية باتجاه إنشاء قاعدة معلومات الموارد ، والتى يشكل التفنيد الحالى لبنتها الأساسيه.

الاهداف العامة للمرحلة الأولى لمشروع إستعمال الأرض :-

١. إيجاد المعلومات الخاصة بموارد التربة وإستعمالات الارض بما يدعم عملية إتخاذ القرار .
٢. المساهمة فى إيجاد الاستعمال الافضل للموارد الطبيعية النادرة
٣. تدريب الكادر المطلوب للاستفادة من الوسائل الحديثة للحصول على بيانات الموارد الطبيعية وإستيعابها .
٤. توفير المعلومات المناسبة التى تمكّن من نقل المعرفة الفنية الى اليمن من أجزاء أخرى من العالم .

الأهداف التشغيلية لمشروع إستعمال الأرض :-

١. إنتاج خريطة لإستعمال الارض فى اليمن بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ لتبين عدد محدود من أنواع الاستفادة من الاراضى مثل المناطق المروية ، مناطق الاحراج والمراعي والمناطق المدنية ... الخ التى يمكن تمييزها من صور اللاندسات . هذه الخريطة تكافئ تصنيف المستوى الأول المنصوص عليه فى التقرير الفني رقم ٩٦٤ الصادر عن إدارة المسح الجيولوجي الاميركيه . كما إنها تشتمل على تصنيف إستعمال الارض اليمنية غرب خط الطول ٤٥ درجة و ٣٠ دقيقة شرق ، باستثناء الجزر الواقعة فى البحر الأحمر .
٢. دراسة التغيير فى إستعمال الارض مع الزمن ، حيث ستدرس صور الأقمار الصناعية الملتقطه منذ عام ١٩٧٢ وحتى الوقت الحاضر لاتاحة الفرصه للمقارنه .
٣. التدريب الأكاديمي لشخص أو لشخصين من مختصى التربه اليمنيين على طرق تفسير صور الأقمار الصناعية وتحليل التربة .

كما يتضح أيضا من مخطط الاستفادة من البيانات الاساسية الخاصة بالبيئة و السكان و الاقتصاد ، أهمية إنتظام عمليتي التجميع و الخزن. وبصوره أساسية فان العملية التي اتبعت في مشروع إستعمال الارض في اليمن تمثل كيفيه تكوين نظام تشغيلي لمعلومات الموارد لدعم الاحتياجات الزراعيه و التنمويه الاخرى في اليمن .

ان مسح و تقنين إستعمال الارض في اليمن هو بحث تطبيقي يوضح كيفية الاستفادة من طرق منخفضة التكلفة وهي إستخدام البيانات المستمده من أجهزة اللاندسات ٣ . هذا المشروع قد إستخدم ما يسمى بالطرق المناسبة لنقل التكنولوجيا - أي الطرق منخفضة التكلفة - بما يتفق مع الواقع الاجتماعي و الاقتصادي اليمني . هذا المدخل يختلف عن كثير من الطرق الموظفة لرأسمال أعلى من أجل تحليل الصور متعددة الأطياف. إن بناء القاعدة التكنولوجيه و سهولة تكاملها في وزارة الزراعة اليمنية و بأقل الأثمان ، لهو غرض أساسي من أهداف المسح و التقنين .

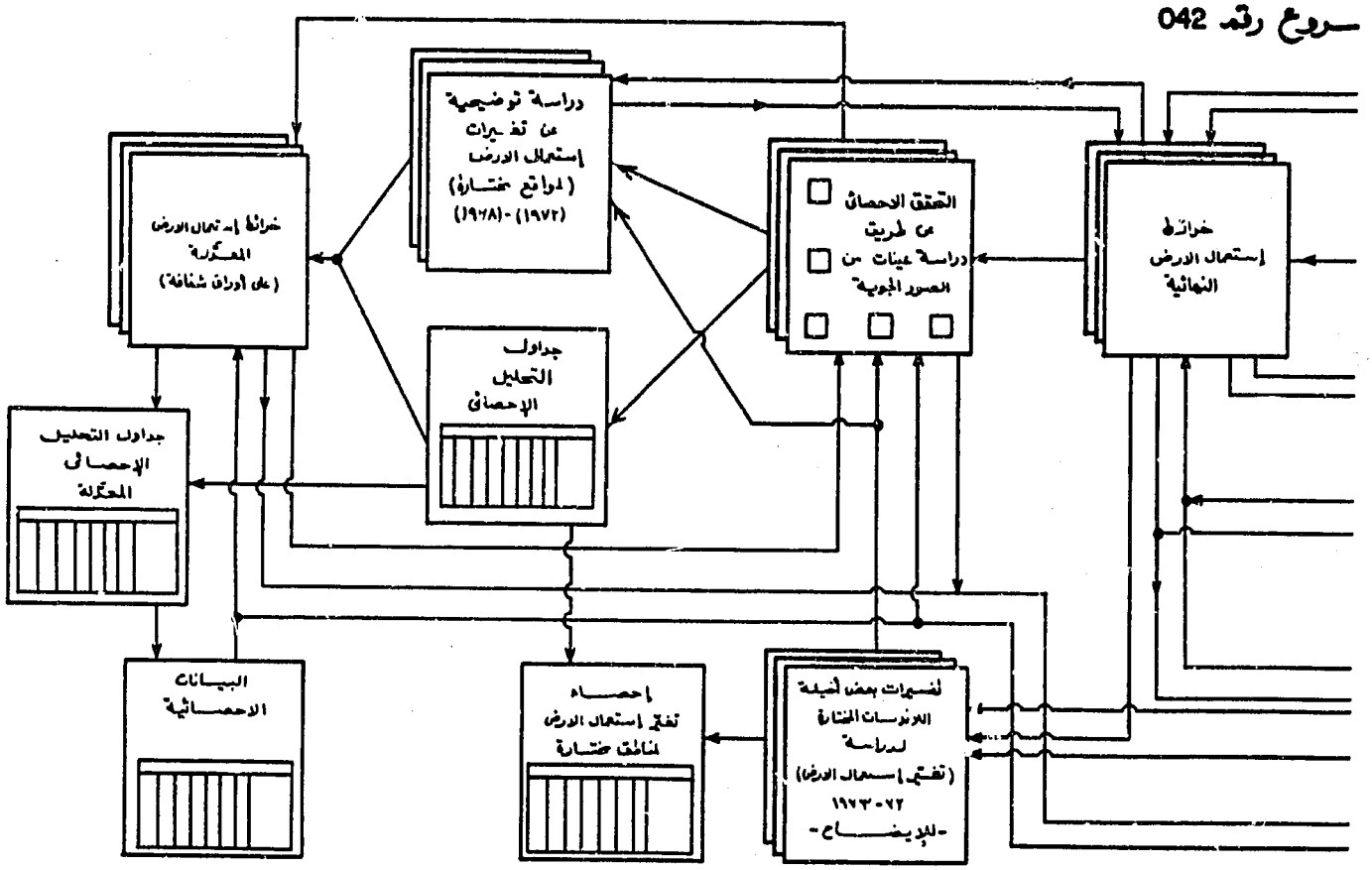
يتكون المشروع من جزئين ضمن نفس التعاقد أحدهما نفذ بواسطة مختبر معلومات الموارد بجامعة كورنيل الذي كان على إتصال دائم و إيجابي مع مكتب الشرق الأدنى بالوكاله الامريكية للتنمية الدولية منذ بدء العمل في مايو ١٩٨٠. في حين أن الجزء الآخر نفذ بواسطة قسم التربة و المحاصيل بالجامعة وركز عمله على مسح و تصنيف التربه على المستوى الاستطلاعي ووضع خارطة تربة بمقياس رسم ١ : ٥٠٠,٠٠٠ ، هذا الجزء نوقش بالتفصيل في تقرير آخر .

كما أن تنفيذ المشروع ، كما ذكر في ورقة عمل المشروع (١٩٧٨) والتي أعدها الدكتور إيرنست هاردي (إستعمال الاراضي) و الدكتور آرموند فان وامبيكي (مسح وتصنيف التربة) ، قد إقترح على مرحلتين ... المرحلة الأولى هي تقنين إستعمال الاراضي ويشرحها هذا التقرير . أما المرحلة الثانية - بعد إجراء التعديلات المناسبة - ستخصص لتأسيس وحدة تشغيلية لمعلومات

ادة من المعلومات الاساسية

؛راضى الزراعية فى اليمن

قم AID/NE-C-1665
ـروع رقم 042



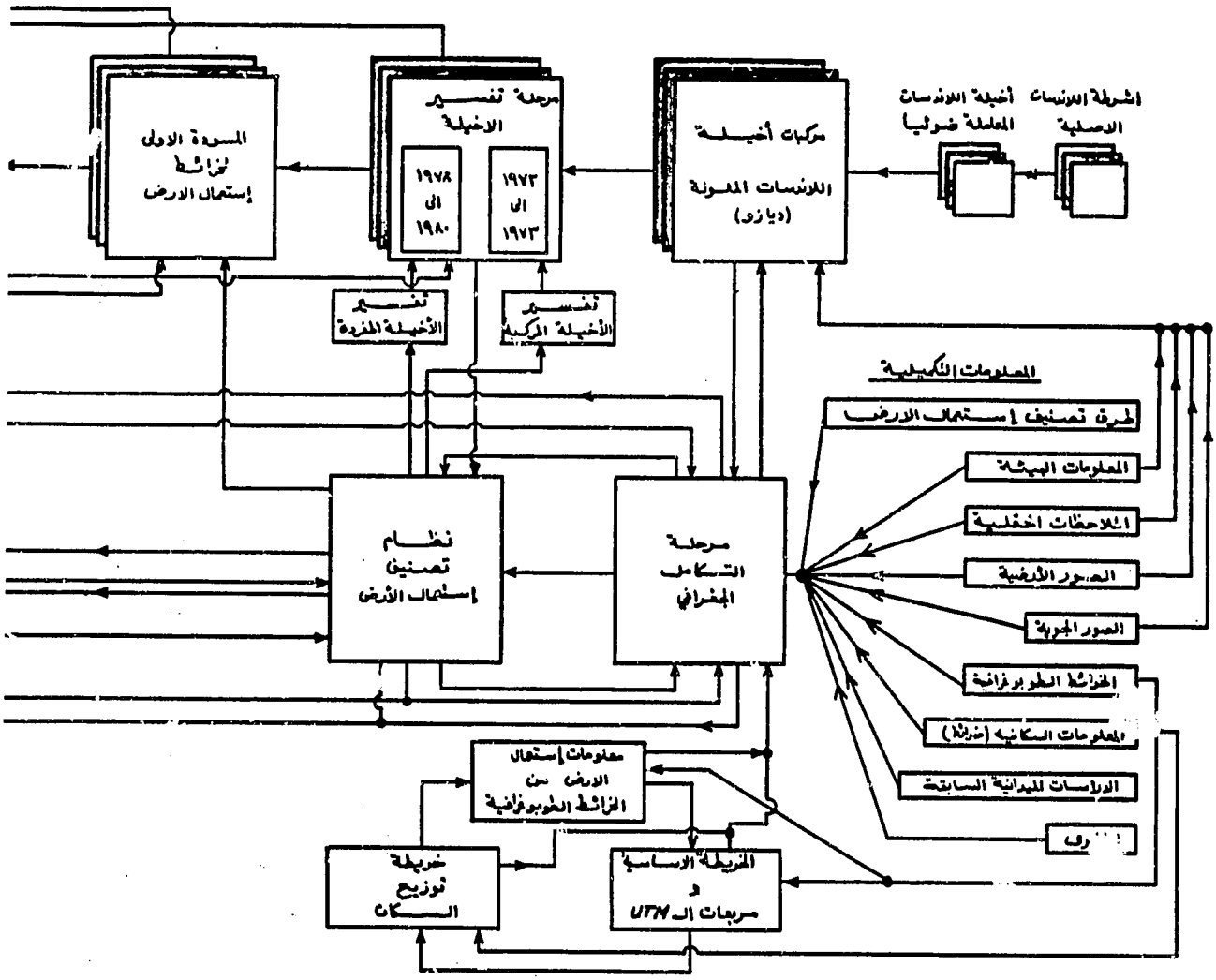
إعداد :
الدكتور / رونالد ه. سبنيكوف
مدير المشروع
١٩٨١

مخطط الاستفادة

تفنيد استعمال الأرا

لعاقد رقم

مشر



69a

١-١ المقدمـــة

إن التخطيط الزراعي الوطني يتطلب توفر المعلومات الكافية عن الموارد. ومن أجل دعم مجهودات التخطيط في الجمهورية العربية اليمنية قام مختبر معلومات الموارد بجامعة كورنيل بمسح وتقييد استعمال الاراضي الزراعية . هذا المسح قد بودر به في عام ١٩٨٠ عبر الاتفاقية الثنائية بين وزارة الزراعة اليمنية والوكالة الامريكية للتنمية الدولية .

وفي خلال عملية تقييد استعمال الأرض ، اعدت خرائط استعمال الارض والغطاء الخضري في اليمن - بمرجع جغرافي - ثم حللت احصائيا ، وذلك بالاستعانة باخيلة (صور) القمر الصناعي (لاندسات ٣) المتعددة الاطياف المعاملة بطريقة الحجب ، وطرق المعاملة القياسية الصورية والضوئية ثم انتجت على أفلام الديازو الملونه . لقد أعدت الخرائط بمقياس رسم ١:٢٥٠,٠٠٠ من هذه الصور لاراضي الجمهورية العربية اليمنية غرب خط الطول ٤٥ درجة و ٣٠ دقيقة شرق وذلك بطريقة التحليل الجغرافي في تعريف وتصنيف استعمال الارض. ولقد استعملت مربعات الـ UTM ، بمساحة كل خلية ١٠٠ كيلو متر مربع ، كمرجع جغرافي لاحصائيات وقياسات استعمال الاراضي لتسهيل عملية الخزن والاسترجاع ، وكان أدنى حد لمساحة وحدة الخريطة هو ٢٥ هكتار .

لفهم عملية التحليل الجغرافي الاقليمي وعلاقتها بالاستشعار عن بعد لاستعمال الارض الزراعيه وبرنامج نقل التكنولوجيا ، ادرج هنا الرسم التخطيطي الذي يوضح استخدام البيانات الاساسيه - راجع الملحق ٣ من المجلد الثاني - ومنه يتضح تكامل المعلومات الاساسية الطوبوغرافية ، والسكانية ، والغطاء الخضري ، والجيولوجيه ، والتربه ، والصور الجوية والارضية مع معلومات الاقمار الصناعية وذلك ضمن عملية تصنيف استعمال الارض . وتظهر إمكانية تهذيب النتائج بما يتفق مع ما استجد من بيانات الاقمار الصناعية وذلك خلال خطوط الرجعه بين المعلومات .

الفصل الأول

الملخص التنفيذي

لمحة عامة عن مشروع تفنيد إستعمال الارض في اليمن

تعاقد مع الوكالة الامريكية للتنمية الدولية رقم AID/NE-C-1665

١-١ المقدمة

١-٢ التصنيف و الخرائط و التحليل الاحصائي لاستعمال الارض في اليمن

١-٣ حساب التركيب الزراعي لوحدات إستعمال الارض

١-٤ موجز وصف الوحدات و إحصائياتها

١-٥ تفنيد إستعمال الارض في اليمن – مقارنة مع الاحصائيات الأخرى

١-٦ الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا

١-٧ الخلاصة

المجلد ٣ : الخرائط

الفصل

صفحة العنوان
المحتويات
المقدمة والملخص

مجموعة الخرائط (١) إستعمال الارض في الجمهورية العربية اليمنية (لاندسات)

قطاع صعدة
قطاع الحزم
قطاع الحديدة
قطاع صنعاء
قطاع تعز
قطاع قعطبة

مجموعة الخرائط (٢) إستعمال الارض في الجمهورية العربية اليمنية (من مجموعة الخرائط الطوبوغرافية البريطانية ، ١٩٧٤)

قطاع صعدة
قطاع الحزم
قطاع الحديدة
قطاع صنعاء
قطاع تعز
قطاع قعطبة

مجموعة الخرائط (٣) كثافة وتوزيع السكان في الجمهورية العربية اليمنية (من تقارير إدارة التعاون الفني السويسرية ، ١٩٧٧)

قطاع صعدة
قطاع الحزم
قطاع الحديدة
قطاع صنعاء
قطاع تعز
قطاع قعطبة

المجلد ٢ : الملاحق والمراجع

الفصل

صفحة العنوان
المحتويات
المقدمه والملخص

الملحق ١ : الجدول الزمني
الملحق ٢ : مخطط الاستفادة من المعلومات الأساسية
الملحق ٣ : التقرير المهني رقم ٩٦٤ الصادر عن إدارة المسح الجيولوجي الامريكيه
الملحق ٤ : الاتصالات بخصوص تحليل تغير إستعمال الارض
الملحق ٥ : مصدر مواد البيانات الاولية والثانوية
الملحق ٦ : قائمة بصور اللاندسات المستعمله في المشروع
الملحق ٧ : قائمة بالصور الجوية المستعملة في المشروع
الملحق ٨ : طريقة حساب النسبة المئوية للارض المحصولية
الملحق ٩ : أخذ العينات لقياس دقة الخريطة
الملحق ١٠ : ملخص طريقة إستخدام الخريطة الاساسيه والنسخ الشفافة
الملحق ١١ : مواصفات الخرائط الفنية للمواد المستخدمه لتكوين خرائط إستعمال الأرض
الملحق ١٢ : كتيب نقل تكنولوجيا اللاندسات

المراجع

الفصل ٩ : التحليل المتعاقب : دراسة إيضاحية عن تغير استعمال الأرض

٩-١ المقدمة
٩-٢ مختصر طريقة العمل
٩-٣ موقع ١ : منطقة تهامه
٩-٤ موقع ٢ : منطقة المرتفعات الغربية
٩-٥ موقع ٣ : منطقة المرتفعات الوسطى
٩-٦ المناقشة

الفصل ١٠ : الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا الى اليمن

١٠-١ مقدمة وخلفية عامة
١٠-٢ اهداف الدورة
١٠-٣ عناصر برنامج الدورة التدريبية
١٠-٤ الجدول الزمني للدورة
١٠-٥ الخطوط الاولية لبرنامج قسم التربة والمحاصيل
١٠-٦ مقدرات المشاركين وخلفياتهم
١٠-٧ الكورسات الاكاديمية
١٠-٨ الخطوط الاولية وأنشطة التدريب التدريسي
١٠-٩ التمارين والزيارات الميدانية
١٠-١٠ ملخص تدريب اليمنيين

الفصل ١١ : تحليل التكاليف

الفصل ١٢ : النتائج والخلاصة

٣-٣ أقاليم اليمن الجغرافية

الفصل ٤ : الاستشعار عن بعد ، التكنولوجيا المناسبة والبلدان النامية

الفصل ٥ : لمحة عامة عن الاستشعار عن بعد وأنظمة اللاندسات

الفصل ٦ : طريقة العمل : التفسيرات ، رسم الخرائط وتكوين نظام التصنيف

٦-١ المقدمة
٦-٢ طريقة استخدام الخريطة الأساسية و النسخ الشفافه
٦-٣ إعداد خرائط العمل
٦-٤ صور الأقمار الصناعية - خلفية عامة
٦-٥ معاملة صور الأقمار الصناعية
٦-٦ عرض الصور
٦-٧ تكوين نظام التصنيف
٦-٨ التحريات الميدانية الأولية
٦-٩ التعرف على الاقليم الجغرافي
٦-١٠ موجز مسودات تصنيف استعمال الأرض
٦-١١ تحليل الصور و طريقة اعداد الخرائط لنظام تصنيف الاقاليم والوحدات بالاعتماد على شكل الارض
٦-١٢ التلميحات الطبيعية والمكانية

الفصل ٧ : وصف عناصر تصنيف استعمال الأرض

٧-١ توطئه
٧-٢ إقليم سهل تهامة الساحلي
٧-٣ اقليم المرتفعات الغربية
٧-٤ اقليم المرتفعات الوسطى
٧-٥ إقليم الهضبة الشرقية

الفصل ٨ : إنتاج و تحليل وإحصائيات الخريطة النهائية

٨-١ المقدمة
٨-٢ رسم الخريطة النهائية
٨-٣ طريقة نقل المعلومات
٨-٤ تجميع الاجماليات الأقليمية و القطرية
٨-٥ حساب النسبة المئوية للأرض الزراعية
٨-٦ إحصائيات المساحات ومقارنتها مع الدراسات المشابهة

المجلد ١ : التقرير النهائي للمشروع

الفصل

الصفحات الأولية

رسالة تغطية
صفحة العنوان
قائمة بالاشخاص المشاركين
الخلاصة
كلمة شكر
المحتويات
قائمة بالجداول
قائمة بالتوضيحات

الفصل ١ : الملخص التنفيذي
لمحة عامة عن مشروع تفنيد استعمال الأرض
تعاقد مع الوكالة الامريكية للتنمية الدولية
رقم AID/NE-C-1665

١-١ المقدمة
١-٢ التصنيف والخرائط والتحليل الاحصائي لاستعمال الأرض في اليمن
١-٣ حساب التركيب الزراعي لوحدات استعمال الأرض
١-٤ موجز وصف الوحدات واحصائياتها
١-٥ تفنيد استعمال الارض في اليمن - مقارنة مع الاحصائيات الأخرى
١-٦ الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا
١-٧ الخلاصة

الفصل ٢ : المقدمة : أهداف المشروع وأسسه المنطقية

٢-١ طبيعة مشروع استعمال الارض في اليمن
٢-٢ اعتبارات تصميمية عن تفنيد الموارد
٢-٣ تصنيف مسح الموارد ومرجعة الجغرافي
٢-٤ الحفاظ على نظام التفنيد وتطبيقه
٢-٥ الخلفية والاهداف والأسس المنطقية للمشروع
٢-٦ الخلاصة

الفصل ٣ : الأقاليم الجغرافية في الجمهورية العربية اليمنية

٣-١ المقدمة : المنظور الجغرافي
٣-٢ الاقليم الجغرافي

محتويات التقرير النهائي (كل المجلدات)

مجلد الملخص التنفيذي : الترجمه العربيه

الفصل	صفحة
الصفحات الاولية	—
رسالة تغطيه	—
صفحة العنوان	—
مقدمة الملخص التنفيذي	١
قائمة بالاشخاص المشاركين	٣
الخلاصـــة	٤
كلمة شـــكر	٦
المحتويات	٨
الفصل ١ : الملخص التنفيذي لمحه عامه عن مشـــروع تفنيد إستعمال الارض ، تعاقد مع الوكاله الامريكيه للتنميه الدوليه رقم AID/NE -C-1665	١٤
١-١ المقدمة	١٥
١-٢ التصنيف والخرائط والتحليل الاحصائي لاستعمال الارض في اليمن	١٩
١-٣ حساب التركيب الزراعي لوحدات إستعمال الارض	٢٠
١-٤ موجز وصف الوحدات والاحصائيات	٢٣
١-٥ تفنيد إستعمال الارض في اليمن — مقارنه مع الاحصائيات الاخرى	٣٥
١-٦ الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا	٣٧
١-٧ الخلاصـــه	٣٧
الفصل ٢ : الملخص والنتائج	٣٩
٢-١ تقييم اهداف المشـــروع	٤٠
٢-٢ نتائج وملاحظات المشـــروع الرئيسـية	٤١
٢-٣ إسهام المشـــروع في مجالات الاستشعار من بعد ، التنميـه الدوليـه والجغرافيـا	٤٣

77

الزراعة بجامعة كورنيل، وخصوصاً للدكتور جوزيف ف. متز المدير السابق للمكتب، والدكتور إدوين أوير المدير الحالي؛ والسيد لورنس و. زوبرما المدير المساعد؛ لتفهمهم ومتابعتهم للبرنامج المشترك بين مختبر معلومات الموارد، وقسم التربة والمحاصيل بالجامعة، والوكالة الامريكية للتنمية الدولية. ومن إدارة الارشاد التعاوني بولاية نيويورك، شكر وتقدير خاصين للسيد دافيد ت. سميث، المدير المساعد، لدعمه المستمر لبحوث المشروع. وللسيد رايموند اي. بلانشارد، من المكتب الحالي، لقيامه بالترتيبات المالية واتصالاته مع مكتب التعاقد بالجامعة. واعتراف للدكتور ثيودور ل. هلر، مدير البحوث بكلية الزراعة على اهتمامه ببرنامج عمل المشروع بالتنسيق مع الوكالة الامريكية للتنمية الدولية. وفي مكتب البرامج التعاقدية، شكر وتقدير للسيد رونالد ك. ابنيكن، المدير المساعد على ادارته عقد المشروع.

ان مشروع اليمن في كورنيل تم توقيعه تحت عقد واحد ضم كيانين منفصلين، لذا فاننا نشكر السادة التالية اسماءهم - على تعاونهم في تنسيق نشاطات المشروع العامة والميدانية - وهم: الدكتور آرموند فان وامبيكي، الباحث الرئيسي (مسح التربة)؛ والدكتور جاك كنج، مدير مشروع مسح التربة؛ والدكتور ترانس ر. فوربس منسق مشروع مسح التربة. وعلى مستوى إدارة قسم التربة والمحاصيل بالجامعة كل من الدكتور روبرت ف. لوسي رئيس القسم، والدكتور ماثيو دروسدوف قائم بعمل الباحث الرئيسي في غياب آرموند فان وامبيكي.

شكر وتقدير موجهة لفريق مشروع اليمن بمختبر معلومات الموارد على مساهماتهم المختلفة كل حسب اختصاصه، إذ قاموا بواجباتهم على وجه أكمل.

رونالد س. سبينيكوف
مدير المشروع
مايو ١٩٨٣

كلمة شكر

إن القيام بمهام مشروع إستعمال الارض في اليمن، من الناحية الفنية والجغرافية وغيرها لم يكن من السهل أداءه لولا إستفادتنا - مشكورين - من الاعمال السابقة التي أجراها عدد من العلماء والدارسين والوكالات والمؤسسات. بعض من هذه الأعمال مدرجة بقائمة المراجع. كما أننا - في جامعة كورنل ومختبر معلومات الموارد نعتبر محظوظين إذ لقينا كل عون وإهتمام من موظفي وزارة الزراعة اليمنية ويذكر منهم على وجه الخصوص السيد محمد شرف الدين، المدير العام المشارك للمشاريع الامريكية للتنمية الزراعية، بوزارة الزراعة اليمنية - صنعاء. كما نتوجه بالشكر الى السيدين عبدالرحمن م. بامطرف و أحمد ع. غالب، فمن غير دعمهما وتعرفهما على أهمية جمع معلومات الموارد الزراعية، وقيمة إحصائيات إستعمال الارض و خرائط المشروع لكانت هذه البيانات غير ذات قيمة خصوصاً وان المرجو من هذا المشروع هو نقل التكنولوجيا وتدريب المحليين.

إعتراف خاص بالجميل موجه الى التالية أسماءهم لما قدموه من مساعدة ملموسة على مدى مراحل نشاطات المشروع، وهم: السيد جيفري ر. لي في مكتب الشرق الأدنى بالوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، بواشنطن؛ لما قدمه من مجهود ودعم لفكرة مدير المشروع ونظرته الفلسفية حول نقل التكنولوجيا. و السيد ريتشارد كُب، رئيس القسم الزراعي و السيد آرثر هوجان من قسم البرامج؛ كلاهما من مكتب الشرق الأدنى، لدعمهما الفني والاداري لبرنامج عمل المشروع في أوقاته الحرجة. وفي بعثة الوكالة بصنعاء الدكتور باتريك بيترسون، مدير برامج التنمية الزراعية، و السيد روبن هامر من قسم البرامج الزراعية، على ما قدماه من عون ودعم خلال الزيارات الميدانية وكذلك لقيامهما بدور الوسيط بين فريق مختبر معلومات الموارد وبعثة الوكالة بصنعاء ووزارة الزراعة اليمنية.

شكر وتقدير من الدرجة الأولى موجه الى مكتب الزراعة الدولية بكلية

مستقبلاً. كما أن التكامل الهرمي لمستويات مختارة من المعلومات كان هو النظام المتبع فيما يتعلق بتطوير المعلومات المكانية القابلة للاسترداد والتي يمكن إستعمالها لتطبيقات متعددة لغرض تنمية الموارد الزراعية والطبيعية.

لقد شمل التحليل الاحصائي كل خلية - مساحة ١٠ كم٢ - في شبكة مربعات الـ UTM من حيث مساحة الأرض الزراعية في كل وحدة تصنيفية، متوسط النسبة المئوية للارض الزراعية، والتغاير ضمن عينات الوحدات التصنيفية لاستعمال الارض. وللتمعن في العمليات التفسيرية تم تجميع المعلومات بحيث يمكن مقارنتها مع المعلومات المستمدة من الخرائط الطوبوغرافية وتحديث الخاصة بتوزيع السكان وكثافتهم. أظهرت خلاصة الإحصائيات بان الرقعة الزراعية في اليمن هي ٢,٠٦ مليون هكتار، وهذا يشمل الأرض المزروعة فعلياً والارض البور، وتمثل ١٧,٢٪ من مساحة اليمن المشمولة بالدراسة.

بفحص عينات من الصور الجوية الممثلة، وجد بأن دقة تفسير صور الأثمار الصناعية هي ٨٢٪ على مستوى الجمهورية؛ وإن الدقة على المستوى الإقليمي تتراوح بين ٧٢٪ في المرتفعات الغربية و ٩٣٪ في سهل تهامة.

إن نقل التكنولوجيا عبر تبادل الآراء بين المؤسسات هو أحد الاهداف الرئيسية للمشروع. ومن اجل تحقيق هذا الهدف اعدت خصيصاً دورة تدريبية متكاملة مع خطة عمل المشروع. حيث أنتدب شخصان من موظفي وزارة الزراعة اليمنية الى جامعة كورنيل - لمدة عام دراسي واحد تحت رعاية الوكالة الامريكية للتنمية الدولية - لدراسة عدد من الكورسات المتقدمة في علوم التربة، الاستشعار عن بعد، و إستعمال الارض والموارد الطبيعية، هذا بالاضافة الى التعرف على التكنولوجيا المناسبة عمليا لبلادهما ... خصوصاً فيما يتعلق بتبني برنامج نقل تكنولوجيا يتناسب ووضع اليمن - كبلد نامي - الاجتماعي والاقتصادي والفني، آخذين بنظر الاعتبار البيئة الطبيعية للبلاد.

الخلاصة

من أجل مواجهة إحتياجات الخطط التنموية في الجمهورية العربية اليمنية، تمت المبادرة بانشاء مشروع حول إستعمال الارض الزراعية ومسح و تصنيف التربة بموجب إتفاق ثنائي موقع عام ١٩٨٠ بين وزارة الزراعة اليمنية والوكالة الامريكية للتنمية الدولية. ولقد قام مختبر معلومات الموارد التابع لجامعة كورنيل بالتعاقد لتنفيذ الجزء الخاص بإستعمال الأرض.

اعدت خريطة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ للاراضي اليمنية غرب خط الطول ٤٨ درجة و ٣٠ دقيقة شرق ، وذلك باستخدام أخيلة (صور) الأقمار الصناعية (اللاندسات ٣) المتعددة الأطياف بعد أن تم تنميقها بوسائل الحجب ، و شرائح الديازو الملونة ومعاملتها ضوئيا بموجب المعايير الفوتوغرافية . ولكي تسهل عملية الاسترداد و التحليل الاحصائي للمعلومات فلقد إستعملت مربعات الـ UTM كمرجع جغرافي و بحجم ١٠ كيلومتر مربع لكل خلية وجعلت أدنى وحدة خريطة بمساحة ٢٥ هكتار .

للتعرف على إستعمال وغطاء الارض في اليمن وتصنيفه ، وجد بأن التحليل الجغرافي الاقليمي هو الأنسب ، حيث قسمت البلاد إلى أربع وحدات إقليمية رئيسية تتضمن ثمانية عشرة وحدة تصنيفية لاستعمال الارض . الأقاليم الأربع هي : سهل تهامة الساحلي ، المرتفعات الغربية ، المرتفعات الوسطى ، و الهضبة الشرقية . أما عناصر الوحدات التصنيفية فهي : الزراعة الكثيفة ، الأرض المحصولية المطرية ، زراعة المدرجات و الوديان ، السهول الجبلية المزروعة ، زراعة وديان الهضبة . هذه العناصر - ضمن الاقليم الواحد - تعكس بصورة رئيسية الظواهر الطبيعية و الحضارية و إستعمالات الارض التي يمكن التعرف عليها من خلال التغير الطيفي ، اللون و النسيجي على الصورة الملتقطة بالقمر الصناعي .

لقد تم تخطيط و تنسيق عمل الخرائط على المستوى الوطني حتى يسهل تكاملها مع البيانات الأساسية المتوفرة حاليا و تلك التي يمكن توافرها

قام بتفسير صور الاندسات ، وتقدير المعلومات المطلوبه واعداد الخرائط وإستعمال الارض

جون وتني معاون في معاملة الأخيلة

معاملة صور الاقمار الصناعيه ، وصف إستعمال الارض ، إعداد البيانات الاحصائية .

الجهاز الإداري

يوجين بارنيا مديرة الخدمات والبرامج الثقافية

الادارة المالية ، شئون العاملين ، التسهيلات المختبرية . كما ساهمت في اعداد برنامج التدريب التدريسي في مسح الموارد الطبيعية وتفسير الصور الجوية

ماري آلن جونز مساعدة إدارية

التجهيزات والتموينات ، وترتيب السفريات وتوقيتها

مختبر معلومات الموارد
جامعة كورنيل

رئيس الباحثين — الدكتور إرنست ا. هاردي

مدير المشروع — الدكتور رونالد س. سينيكوف

الجهاز الفني

روجلاس ج. نورتن — مشرف الخدمات الفنيه

قدم مساهمه جوهرية في اعداد تصنيف إستعمال الارض وتفسير الأخيلة (الصور) وفي تحرير وكتابة وتنسيق التقرير النهائي .

عبدالرحمن م. بامطرف — اخصائي تربة ومرشد بالمنطقة الجغرافيه / مترجم

مسئول عن الاستشارة الفنية وترجمة تقرير المشروع ومواد العرض . كما قدم مساعدة جوهرية في تصنيف إستعمال الأرض فيما يتعلق بالتربه والطرق الزراعية في اليمن .

جان بنت — معاونة في رسم الخرائط

اعداد البيانات الأولية ، ووصف إستعمال الارض و الوصوفات الجغرافية

آرلين إنجرام — محللة الصور الجوية

شاركت في التدريب التدريبي حول تفسير الصور الجويه وصنع الموارد الطبيعية

رونالد كريتشمر — معاون في رسم الخرائط

ساعد في إعداد الخرائط وكتابة الخطوط بالتقرير النهائي ومواد العرض

لوريل لوكاس — معاون في رسم الخرائط

اعداد الخرائط والخلفيات السكانية لتصنيف إستعمال الارض

د. جيمس سكالي — اخصائي معاملة صور الاقمار الصناعية

اعداد صور اللاندسات و تجهيزها للتفسيرات الاولية لاستعمال الارض

ستيفن سميث — رسام خرائط

شاركه في التدريب واعداد وإنتاج الخرائط

جون والكو — جغرافي

مقدمة الملخص التنفيذي

الغرض من هذا الملخص هو إعطاء القارئ فكرة عامة عن مشروع إستعمال الارض في اليمن ، أهدافه ونتائجه. حيث سيتم إستعراض ملخص لمادة مجلدات التقرير النهائي. وسيتضمن ذلك مناقشة خلفيات المشروع ، طرق تصنيف ووصف وتكوين خرائط إستعمال الارض بالإضافة الى الاستجابة الاحصائية لبيانات إستعمال الأرض المشتقة من تفسير أخيلة (صور) الأقمار الصناعية (اللاندسات) . ولقد أدرج مخطط إستخدام البيانات الاساسية ، المشروح في المجلد ٢ من التقرير النهائي (ملحق ٢) ، ضمن مقدمة هذا الملخص . كما تم إدراج خلاصة تقديرات مساحة إستعمالات الأرض الزراعية المختلفة بحسب المنطقة الجغرافية في جدول للمقارنة مع خرائط مصغرة عن إستعمال الأرض . حتى يسهل فهم وصف عناصر إستعمال الأرض وتوزيعها المكاني في منطقة دراسة المشروع الواقعة غرب خط الطول ٣٠' ٤٥° شرق داخل الحدود اليمنية.

وفي الجزء الأخير من هذا الملخص التنفيذي نوقش برنامج الدورة التدريبية حول نقل التكنولوجيا ، حيث أعد هذا البرنامج لبناء القاعدة الاساسية لادخال إستخدام وسائل الاستشعار عن بعد في اليمن.

عند قراءة وثائق التقرير النهائي ، المرجو من القارئ ان يولي إهتمام خاص للمعاني الفلسفية المتعلقة باساسيات نقل وتبني التكنولوجيا . حيث وقد أخذ بنظر الاعتبار إنشاء نظام لجمع المعلومات عن الموارد الطبيعية وتطوير قابلية البلد المضيف ، كاليمن مثلاً ، للاقدام على الاختيار "المنطقي" بين الوسائل التكنولوجية الحديثة . وللأسف لم يتم هذا الانجاز كنتيجة للمشروع ، الا أن إستمرار تبادل الآراء بين المؤسسات حول هذا الموضوع يعتبر ذو أهمية قصوى.

مختبر معلومات الموارد
جامعة كورنيل

تقنين استعمال الأراضي الزراعية في الجمهورية العربية اليمنية

مشروع باستخدام تكنولوجيا الأقمار الصناعية الماسحة للموارد الأرضية وطرق منخفضة التكاليف

التقرير النهائي
ملخص تنفيذي

رونالد س. سينيكوف
مدير المشروع

مشرف الخدمات الفنية
روجلاس ج. نورتن

تعاقد رقم AID/NE-C-1665

إيرنست إف. هاردي
الباحث الرئيسي
(تقنين استعمال الأراضي)

لمكتب الشرق الأدنى
بالوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
وزارة الخارجية الأمريكية
واشنطن

مايو ١٩٨٣

85