

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Babylon / College of Science
Department of Physics



Study the Urban Expansion of Al-Mahaweel City in Babel Governorate for the Period from 2003 - 2020 Using Remote Sensing Techniques and Geographic Information System (GIS)

A Thesis

Submitted to the Council of College of Science / University of Babylon
in Partial Fulfillment of the Requirements for Degree of Master of
Science in Physics

By

Ali Oudah Abed Juwaid Al-Gburi

B.Sc.in Physics/2015

Supervised by

Asist. Prof. Dr. Musa K. Mohsin Khalil Al-Ujani

2023 A.D.

1444 A.H



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بابل / كلية العلوم

قسم الفيزياء

دراسة التوسع العمراني لمدينة المحاويل في محافظة بابل للفترة من
2003 - 2020 باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات
الجغرافية (GIS)

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية العلوم – جامعة بابل

و هي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الفيزياء

من قبل

علي عودة عبد جويعد الجبوري

بكالوريوس علوم الفيزياء / 2015

بإشراف

أ.م.د. موسى كاظم محسن خليل العوجاني

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

[يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ
أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ ۗ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ

[خَيْرٌ]

صدق' الله العلي العظيم

المجادلة / ١١

الإهداء

- إلى أهل بيت النبوة, ومعدن العلم والرسالة فاطمة وأبيها وبعلمها وبنيتها (عليهم السلام).
- إلى والديّ الكريمين عنوان الخير المتدفق أبقاهما الله..... ذخراً وملاذاً.
- إلى من نال الشهادة بكلّ فخر أخي نائلرحمةً ووفاءً.
- إلى شريكتي ورفيقة عمري زوجتي..... اعتزازاً وفخراً.
- إلى أملي وقرّة عيني في الدنيا أبنتي تقي.
- إلى أخوتي سندي في الحياةحفظكم الله.

علي

الشكر والتقدير

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد و
على آل بيته الطيبين الطاهرين.

قال الله تعالى : (وَمَنْ يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ ۗ) , لقمان/12

أحمد الله تعالى حمداً كثيراً طيباً مباركاً ملئ السموات والأرض على ما أكرمني به من
إتمام هذه الرسالة التي أرجو أن تنال رضاها.
ثم أتوجه بجزيل الشكر، وعظيم الامتنان إلى كل من :

- الدكتور الفاضل الاستاذ (موسى كاظم محسن خليل العوجاني) حفظه الله
وأطال في عمره، لتفضله الكريم بالأشراف على هذه الدراسة، وتكرمه
بنصحي، وتوجيهي، فكان خير من قدم يد العون لإنجاز هذه الرسالة.
- وأتقدم بالشكر، والعرفان إلى عمادة كلية العلوم، ورئاسة قسم الفيزياء
وجميع أساتذتي الأعزاء لدعمهم لي، وإعطاء النصائح طيلة مدة الدراسة.
- وأتقدم بخالص الشكر والعرفان الى الدكتور (ايلاف عامر الياسري)
والصديق الأستاذ (سيف ظاهر الشمري) لمساعدتهم، ودعمهم وإبداء
النصح، جزاهم الله عني خير الجزاء.
- وأتقدم بالشكر المفعم بالحب والامتنان إلى افراد اسرتي واحبائي لما عانو
معي طيلة اعداد هذه الرسالة ووقفهم معي وشدهم من أزري فجزاهم الله
خير الجزاء وابقاهم لي خير سنداً.
- وأستميح العذر كل من فاتني ذكره وشكره، ممّن قدم لي يد العون
والمساعدة، فأسال الله العلي القدير أن يُجزئهم عني كل خير.

الخلاصة :

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة وتحليل التوسع العمراني لمدينة المحاويل للفترة من 2003 الى 2020 باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية. ايضا تسليط الضوء على الأهمية التطبيقية للتحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التوسع العمراني لمدينة المحاويل و إبراز مدى فاعلية هذه التقنيات في تصميم خرائط رقمية يسهل التعامل معها. كذلك لغرض إنتاج خرائط موضوعية لإظهار مراحل التوسع العمراني الذي شهدته مدينة المحاويل عن طريق استخدام المؤشرات الطيفية (NDVI, NDBI and NDWI) وإنتاج خرائط غطاء الأرض لكل صنف. زد على ذلك معرفة اتجاهات التوسع العمراني لمدينة المحاويل، وحساب التغيير الكمي لكل صنف من اصناف الاراضي خلال الفترة من 2003-2020 باستخدام صور القمر الصناعي لاندسات 7 ولاندسات 8 مما يعطي تصورات كافية عن التغييرات التي من المتوقع حدوثها في المستقبل. وضحت نتائج تصنيف الصور نتائج الانتشار المكاني للاصناف الأربعة (الغطاء النباتي، العمران، الأراضي الصالحة للزراعة، الأراضي القاحلة) في مدينة المحاويل مايلي:

بالنسبة لمساحة الغطاء النباتي في عام 2003 بلغت حوالي 299.6 كم²، وفي عام 2013 تناقصت الى 294.7 كم²، ثم انحسرت عام 2020 الى حوالي 261.9 كم²، وكان الفرق خلال هذه الفترة -37.7 كم². كما بلغت مساحة العمران عام 2003 حوالي 8.7 كم²، ثم اتسعت عام 2013 تدريجيا الى 10.2 كم²، لتصل عام 2020 الى 20 كم² بفارق 11.3 كم². اما مساحات الأراضي الصالحة فقد كانت عام 2003 بحدود 569.9 كم²، وازدادت قليلا في عام 2013 لتصل الى 574.96 كم²، ثم انحسرت قليلا عام 2020 لتصل الى 568.2 كم². وبلغت الأراضي القاحلة حوالي 907.1 كم² عام 2003، ثم تناقصت قليلا عام 2013 الى 905.4 كم²، ثم ازدادت بشكل ملحوظ عام 2020 لتصل الى 935.1 كم² وبفارق 28 كم² خلال الفترة

المدرسة. ويعزى انخفاض مساحة الغطاء النباتي الى توجه السكان خلال هذه الفترة نحو النشاط التجاري. اما أعلى توسع فقد سجلته الاراضي الحضرية حيث سجلت نسبة انتشار مرتفعة، وكانت الزيادة بنسبة 49.09%. وبالمقابل انخفضت مساحة الغطاء النباتي، حيث اتسعت رقعة الزيادة السكانية في الأراضي الحضرية على حساب الأراضي الزراعية في هذه الفترة، وانخفضت مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بمقدار 2.56% ويعود السبب إلى التوسع العمراني في المدينة، بينما زادت الأراضي القاحلة بنسبة 3.17%. كما أظهر توزيع مؤشر NDVI للفترة 2003-2020 ان المنطقة شهدت تغيرات واضحة في الحقبة المحصورة بين عامي 2003 و2020 حيث كشفت الدراسة بأن التغيرات الرئيسية حدثت في المناطق الزراعية والاراضي الجرداء والمبينة وهذا يدل على ان منطقة الدراسة تأثرت بالتوسع العمراني غير المدرس وغير المخطط له. سلطت الدراسة الضوء على الحاجة إلى تطوير الخطط على المدى القصير والمدى البعيد من أجل معالجة تغيرات الغطاء الأرضي غير المدرسة. وأخيرا يمكن الاستنتاج بأن صور القمر الصناعي لها قابلية متميزة لكشف التغيرات في غطاء الارض بسرعة وبدقة عالية.

Summary:

This study aims to study and analyze the urban expansion of Mahaweel/Iraq for the period from 2003 to 2020 using remote sensing techniques and geographic information systems (GIS). To shed light on the applied importance of remote sensing and GIS in the study of the urban expansion of Mahaweel and to highlight the effectiveness of these techniques in designing digital maps that facilitate dealing with it. As well as to produce accurate maps to show the stages of urban expansion witnessed by the urban expansion of Mahaweel using spectral indicators (NDVI, NDBI, and NDWI) and then producing land cover maps for each category. In addition to knowing the trends of urban expansion in Mahaweel, Then, calculating the quantitative change for each land type from 2003-2020 using Landsat 7 and Landsat 8 satellite images in order to give good perceptions of the expected changes in the future. The results of image classification showed the results of the spatial spread of the four types (vegetation cover, urban area, suitable lands and arid lands) in Mahaweel as follows: As for the vegetation cover area, in 2003, it amounted to about 299.6 km², and it decreased to 294.7 km² in 2013, then it decreased to about 261.9 km² in 2020, and the difference in the decreasing area during this period was -37.7 km². In 2003, the built-up area reached 8.7 km², then gradually expanded to 10.2 km² in 2013, to reach 19.99 km² in 2020, with an area increase of 11.3 km². As for the suitable land areas, they were about 569.9 km² in 2003, and increased slightly to reach 574.96 km² in 2013, then decreased slightly to reach 568.2 km² in 2020. The arid lands amounted to about 907.1 km² in 2003, then decreased slightly to 905.4 km² in 2013, then increased significantly in 2020 to reach 935.1 with a difference of 28 km² during the studied period.

On the other hand, the decrease in the area of vegetation cover is attributed to the tendency of the population during this period towards commercial activity. As for the highest expansion, it was recorded in urban lands, where it recorded a high penetration rate, and the increase was 49.09%. On the other hand, the area of vegetation decreased, as the area of population increase expanded in urban lands at the expense of agricultural lands in this period, and the area of suitable lands decreased by 2.56% due to the urban expansion in the city, while the arid lands increased by 3.17%. Also, the distribution of the NDVI index for the period 2003-2020 showed that the region witnessed apparent changes in the period between 2003 and 2020, where the study revealed that the main changes occurred in agricultural areas and barren and built-up lands, and this indicates that the study area was affected by unplanned and unplanned urban expansion. The urban cover area for 2003 was about 8 km², and for 2013, about 10 km², while in 2020, the highest value was about 19 km². The study highlighted the need to develop short- and long-term plans to address unstudied land cover changes. Finally, it can be concluded that satellite images have a distinct ability to detect changes in land cover quickly and with high accuracy.

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد الرسالة الموسومة بـ (دراسة التوسع العمراني لمدينة المحاويل في محافظة بابل للفترة من 2003 - 2020 باستخدام تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)) قد جرت بأشرافي من قبل الطالب (علي عوده عبد جويعد) في قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الفيزياء .

التوقيع :

المشرف : د. موسى كاظم محسن

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

التاريخ : 2023 / 4 /

توصية رئيس القسم

إستنادا إلى التوصيات المتوافرة أشرح هذه الرسالة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع :

رئيس القسم : د. سميرة عدنان مهدي

المرتبة العلمية : أستاذ مساعد

العنوان : قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة بابل

التاريخ : 2023 / 4 /

LIST OF CONTENTS

قائمة المحتويات

الصفحة	اسم الموضوع	التسلسل
الفصل الأول / المقدمة		
1	المقدمة	1-1
3	مفهوم التحسس النائي	1-2
5	اجيال الأقمار الصناعية لرصد الأرض	1-3
6	منطقة الدراسة	1-4
9	الخصائص السكانية لمنطقة الدراسة	1-5
12	الدراسات السابقة	1-6
18	مشكلة الدراسة	1-7
19	أهداف الدراسة	1-8
الفصل الثاني / الجانب النظري		
20	مقدمة	2-1
20	لمحة عامة عن التحسس النائي	2-2
22	تطبيقات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في المواقع الحضرية	2-3

24	المتحسسات الفضائية متوسطة الدقة	2-4
26	انواع الحزم للقمر الصناعي لاندسات 8	2-4-1
28	تحليل الصور الفضائية وتفسيرها	2-5
28	تحليل الصور الفضائية	2-5-1
28	التحليل البصري	2-5-1-1
29	التحليل الآلي (الرقمي)	2-5-1-2
29	تقنية التحسس النائي ومعالجة الصور الفضائية	2-6
30	تصنيف الصورة	2-7
31	اختيار بيانات التحسس النائي	2-7-1
31	نظام التصنيف (عدد الفئات)	2-7-2
32	اخذ عينات التدريب والتحقق من دقتها	2-7-3
33	المعالجة المسبقة والتصحيحات على الصور	2-7-4
33	استخدام البيانات المساعدة واختيار الأصناف	2-7-5
34	طرق وتقنيات التصنيف	2-7-6
35	تقييم دقة التصنيف	2-7-7
38	التصنيف بواسطة طريقة الاحتمالية القصوى (MLC)	2-8

39	استخراج الغطاء الحضري بأستخدام المؤشرات الطيفية	2-9
40	مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي	2-9-1
42	مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي	2-9-2
44	مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي	2-9-3
الفصل الثالث / الجزء العملي و النتائج		
45	مقدمة	3-1
45	منهجية الدراسة	3-2
45	تنزيل الصور الفضائية	3-2-1
47	اقتطاع منطقة الدراسة	3-2-2
47	عملية دمج الحزم	3-2-3
48	تصنيف الصور بالاحتمالية القصوى	3-2-4
52	تقييم الدقة	3-2-5
54	حساب مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي	3-2-6
58	حساب مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي	3-2-7
61	حساب مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي	3-2-8
64	توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة واثاره للمدة من 2050-2020	3-3

الفصل الرابع / الاستنتاجات والتوصيات

70	الاستنتاجات	4-1
72	التوصيات	4-2

المصادر

List of Symbols

قائمة الرموز

الرمز	المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الانكليزية
GIS	نظم المعلومات الجغرافية	Geographical Information Systems
RS	التحسس النائي	Remote sensing
LULC	استخدامات الأرض / الغطاء الأرضي	Land Use / Land Cover
USGS	هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية	United States Geological Survey
GWR	الانحدار الجغرافي الموزون	Geographical Weighted Regression
NDWI	مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي	Normalized Difference Water Index
SAVI	مؤشر الغطاء النباتي المعدلة بالتربة	Soil Adjusted Vegetation Index
NDVI	مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي	Normalized Difference Vegetation Index
MNDWI	مؤشر فرق الغطاء المائي المعدل	Modified Normalized Difference Water Index
NDBI	مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي	Normalized Difference Built-up Index
CCD	الأجهزة المزدوجة المشحونة	Charge Coupled Devices
LiDAR	كاشف الضوء والمدى	Light Detection and Ranging
MSS	الماسح الضوئي متعدد الأطياف	Multispectral Scanner System

+ETM	مخطط المواضيع المحسن بلاس	Enhanced Thematic Mapper Plus
TM	رسام الخرائط الموضوعي	Thematic Mapper
OLI	جهاز تصوير الأرض التشغيلي	Operational Land Imager
TIRS	مستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Thermal Infrared Sensor
ASTER	أنظمة مقياس إشعاع الانعكاس والانبعث الحراري المتقدم المحمول في الفضاء	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
NIR	الأشعة تحت الحمراء القريبة	Near Infrared
SWIR	الأشعة تحت الحمراء ذات الطول الموجي القصير	Short-wave Infrared
TIR	الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Thermal Infrared
DEM	نموذج الارتفاع الرقمي	Digital Elevation Model
PCA	تحليل المكونات الرئيسية	Principal Component Analysis
SVM	آلة متجه الدعم	Support Vector Machine
MLC	التصنيف بطريقة الاحتمالية القصوى	Maximum Likelihood Classification
STD	الانحراف المعياري	Standard Deviation
ASPRS	الجمعية الأمريكية للمسح التصويري والاستشعار عن بعد	American Society for Photogrammetry and Remote Sensing

List of tables

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	التسلسل
6	مواصفات الحزم الطيفية لأقمار Landsat 7 و 8	1-1
10	النمو السكاني في مدينة المحاويل من 1997 الى 2020	1-2
46	مواصفات الصور المستخدمة	3-1
50	النتائج الرقمية لمساحات فئات الارض للتصنيف الموجه	3-2
52	تقييم الدقة لسنة 2003 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix	3-3
53	تقييم الدقة لسنة 2013 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix	3-4
53	تقييم الدقة لسنة 2020 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix	3-5
55	البيانات الاحصائية باستخدام مؤشر NDVI	3-6
58	البيانات الاحصائية باستخدام مؤشر NDWI	3-7
62	البيانات الاحصائية باستخدام مؤشر NDBI	3-8
66	توقعات نمو السكان لمنطقة الدراسة للفترة من 2020-2050	3-9
67	توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة للمدة 2020 - 2050	3-10

List of Figures

قائمة الأشكال

الصفحة	اسم الموضوع	التسلسل
الفصل الأول		
4	عناصر عملية التحسس النائي	1-1
8	خارطة ادارية توضح موقع مدينة المحاويل بالنسبة لمحافظة بابل	1-2
9	خارطة توضح توزيع الموارد المائية (السطحية) بمنطقة الدراسة	1-3
10	تطور النمو السكاني في قضاء المحاويل من 1997 الى 2020	1-4
11	خارطة توضح التوزيع الجغرافي للكثافة السكانية لمدينة المحاويل	1-5
الفصل الثاني		
22	المستشعرات السلبية والايجابية	2-1
25	مكونات المتحسس OLI للقمر لاندسات	2-2
37	نموذج لمصفوفة الخطأ	2-3
39	تصنيف الاحتمالية القصى	2-4
40	منحنى الانعكاس الطيفي للماء والنبات والتربة	2-5
42	يمثل عمل مؤشر NDVI	2-6

43	حساب NDWI بأستخدام البرمجيات	2-7
الفصل الثالث		
46	منهجية العمل	3-1
47	الحزمة الاولى من الصورة الفضائية (Landsat 8 and 7 Row 37 Path 168) أ- حزمة لاندسات 8 بتاريخ 27/8/2013، ب- حزمة لاندسات 7 بتاريخ 2003/8/31.	3-2
50	التصنيف الموجه للعام 2003	3-3
51	التصنيف الموجه للعام 2013	3-4
51	التصنيف الموجه للعام 2020	3-5
55	مخطط يوضح تغير قيم الغطاء النباتي خلال سنوات الدراسة	3-6
56	قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2003	3-7
57	قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2013	3-8
57	قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2020	3-9
59	مخطط يوضح تغير قيم الغطاء المائي خلال سنوات الدراسة	3-10
59	قيم المؤشر NDWI للعام 2003	3-11
60	قيم المؤشر NDWI للعام 2013	3-12
60	قيم المؤشر NDWI للعام 2020	3-13

62	مخطط يوضح تغيير قيم الغطاء الحضري خلال سنوات الدراسة	3-14
63	قيم المؤشر NDBI للعام 2003	3-15
63	قيم المؤشر NDBI للعام 2013	3-16
64	قيم المؤشر NDBI للعام 2020	3-17
66	توقعات نمو السكان لمدينة المحاويل للمدة 2020 – 2050	3-18
68	توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة للمدة 2020-2050	3-19
69	اتجاهات التوسع الافقي المتوقع حتى عام 2050	3-20

Introduction

1.1 المقدمة

التحسس النائي هو تقنية جمع البيانات من منطقة واحدة بواسطة أجهزة متطورة، حيث تقوم هذه الأجهزة بإرسال البيانات إلى الباحثين لغرض الدراسة دون الحاجة إلى زيارة المنطقة لجمع البيانات المطلوبة. مثال على هذه التقنية هو التصوير الفضائي عندما يلتقط القمر الصناعي صوراً إلى سطح الأرض، ثم يرسل هذه الصور إلى محطات الاستقبال الأرضية لمعالجتها وتحليلها وتفسيرها، مثل شكل الأرض ودرجة حرارة الأرض ودرجة حرارة المحيط . ويوفر التحسس النائي طرقاً لرسم خرائط معالم الأرض وبالتالي يمكن استخدامه لرسم خرائط الغطاء الأرضي [1]. تكمن قوة التحسس النائي في استخدام الأساليب الحاسوبية لتصنيف الصور الرقمية، حيث يتم تصنيف الصور الرقمية بتعيين بكسلات الصورة إلى فئات مختلفة من خلال توزيعها الطيفي. ثم يتم استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتخزين واستعادة البيانات المكانية ومعالجتها وتحليلها وعرضها باستخدام GIS، إذ يمكن جمع البيانات المكانية وتخزينها، كما يمكن استخدام هذه البيانات لإنشاء خرائط وجداول ورسوم بيانية تساعد في اتخاذ القرار المكاني لتحسين التطورات الحضرية [2]. يستخدم التحسس النائي لدراسة الغطاء الأرضي وتفاصيل الأنماط المكانية والزمانية، حيث يمثل استخدام نظام المعلومات الجغرافية والتحسس النائي أدوات إدارة الموارد البيئية لجمع البيانات وتحليلها كونها أدوات فعالة من حيث التكلفة لتقييم التوزيع المكاني وديناميكيات تراكب الأرض. يمكن أن يكون استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وأنظمة إدارة قواعد البيانات فعالاً في تحديد الأبعاد المكانية والزمانية الحضرية وحسابها للمساهمة في وضع الحلول المستقبلية. توفر تقنيات التحسس النائي العديد من المزايا مقارنة بالطرق الأرضية التقليدية المستخدمة لرسم خرائط النمو الحضري ومراقبته، حيث قامت العديد من الدراسات بتحليل الزحف العمراني على المستويات الإقليمية والمحلية والزمنية [3]. ميزة عملية أخرى لاستخدام بيانات RS للدراسات

الحضرية هي توافر أرشيف للبيانات والصور القديمة التي يمكن أن تساعد في رسم الخرائط وفهم الامتداد العمراني بمرور الوقت [4].

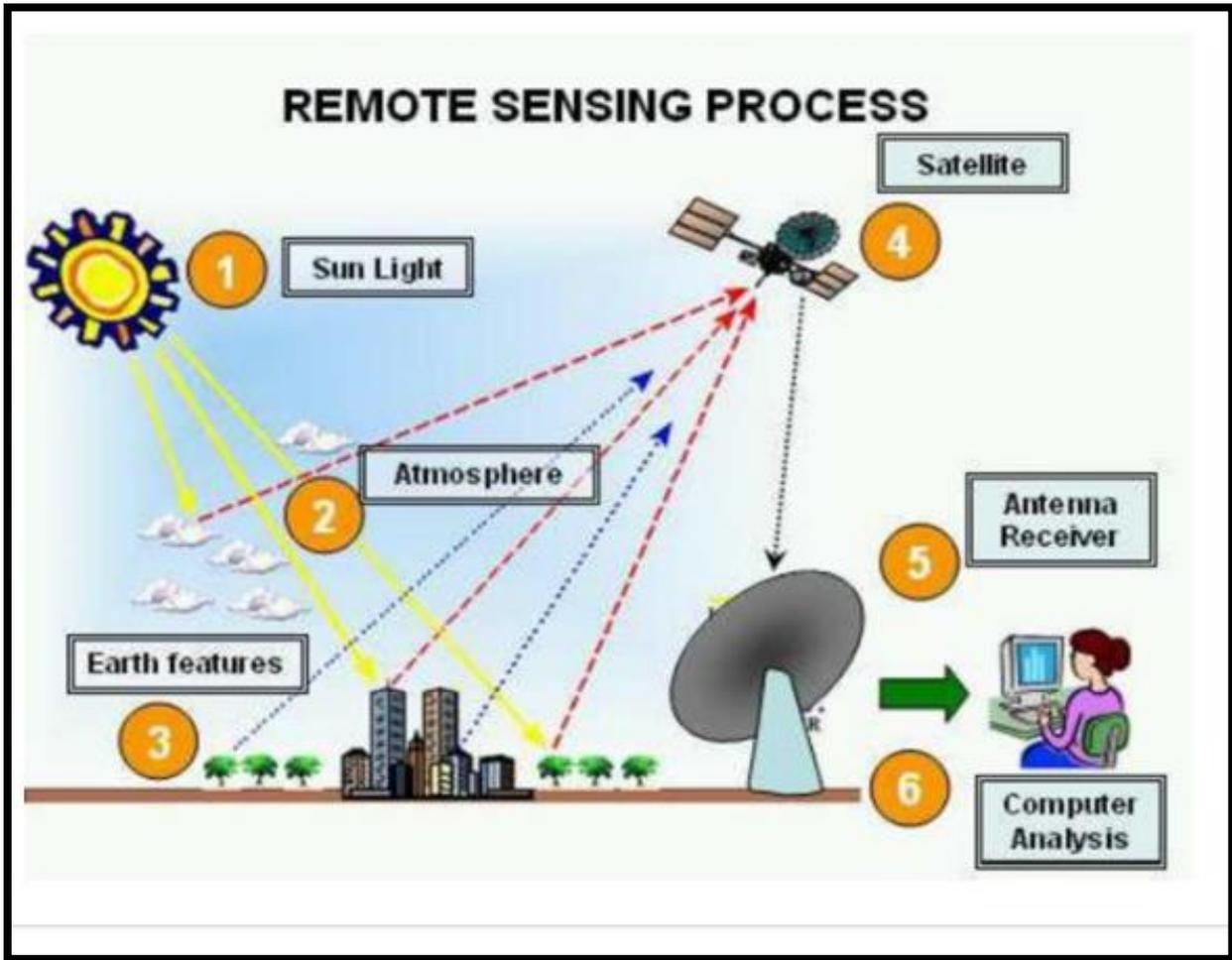
أدى التزايد المستمر في عدد السكان إلى زيادة النمو الحضري غير المخطط له في ضواحي المدينة الذي يُطلق عليه عادةً الزحف العمراني [5]. اقترن التوسع العمراني للمدن بالزيادة السكانية واتساع الرقعة التي تشغلها المدينة على حساب الأراضي الزراعية في الأرياف القريبة من المدن، والذي يعتبر الرئة التي تتنفس منها المدينة، وتحصل منه على أكبر نسبة من المنتجات الزراعية (الخضروات، المنتجات الحيوانية، الخ). ويعد التوسع العمراني الكبير للمدن المشكلة الأصعب لأن القاعدة الاقتصادية في أكثر المدن العراقية غير قادرة على التعامل مع المشاكل الاجتماعية الناجمة عنه، التي تتمثل في ارتفاع معدل الجريمة، والبطالة، وكافة المشاكل الاجتماعية وكثرة الأحياء العشوائية. تعتبر مشكلة الزحف العمراني على الأراضي الزراعية من أهم المشاكل البيئية التي تهدد مستقبل البشرية لتأثيراتها المباشرة على مصادر غذاء الإنسان، ومن ثم على صحة وأسلوب معيشته [6]، وتواجه محافظة بابل إشكالية الزحف العمراني على الأراضي الزراعية خاصة مدينة المحاويل. وتشهد المدن العراقية اليوم توسعا عمرانيا ملحوظا وقد أثار اهتمام المختصين والدارسين والباحثين، وما يهمننا في هذه الدراسة هو محافظة بابل خاصة مدينة المحاويل، التي أرتبط نموها العمراني بالنشاطات الإقتصادية، وارتفاع معدلات النمو السكاني والتحويلات السياسية، بالإضافة إلى الهجرة الريفية التي كانت سببا في توسع الرقعة العمرانية، وزيادة الطلب على استخدام الأرض لمواجهة التوسع العمراني. ويؤثر النمو السكاني في حجم السكان وتوزيعهم ونمو المدن والمراكز العمرانية وفي التوسع العمراني وتطوير الخدمات والبنية التحتية وبرامج التخطيط وادارة الموارد الطبيعية والبشرية.

1.2 مفهوم التحسس النائي The concept of remote sensing

تتطلب أبحاث التوسع العمراني معلومات نوعية، وكمية حول فئات الغطاء الأرضي. فهناك العديد من الطرق المتاحة للحصول على هذه المعلومات منها: المسوحات والمخططات التاريخية والصور الجوية، والصور الفضائية. ويمكن الحصول على معلومات دقيقة عن الأرض من خلال المسح الميداني ومع ذلك، عادة ما تستغرق عملية المسح وقتاً طويلاً. فتقدم المخططات التاريخية بيانات أرشيفية، لكنها أقل دقة فيما يتعلق بالتغيير بمرور الوقت بسبب طبيعة الملفات الأرشيفية. تتميز الصور الجوية بدقة عالية في عكس حالة الغطاء الأرضي، لكن تغطية الصور الجوية صغيرة نسبياً، خاصة عندما تكون منطقة الدراسة كبيرة، لا تستطيع صورة جوية واحدة تغطية المنطقة بأكملها، وبالتالي تتطلب المزيد من الصور مما يؤدي الى زيادة الكلفة. ومن ثم، بالنظر إلى توازن الوقت والدقة والتكلفة، فإن الصور الفضائية هي الطريقة الأكثر فعالية للحصول على المعلومات اللازمة لدراسة التوسع الحضري.

يتم كشف الأهداف وتمييزها أو الأسطح عن طريق تسجيل الطاقة المشعة المنعكسة أو المنبعثة من الأجسام أو المواد السطحية، حيث ترجع كمية مختلفة من الطاقة في نطاقات مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي. يعتمد هذا على خصائص المادة (التركيب الكيميائي والفيزيائي)، زاوية السقوط، والشدة، والطول الموجي لطاقة الإشعاع، الشكل (1-1) يوضح عناصر عملية التحسس النائي. فالتحسس النائي هو في الأساس علم متعدد التخصصات يتضمن مجموعة من المجالات المختلفة مثل البصريات، والتحليل الطيفي، والتصوير، والكمبيوتر، والإلكترونيات والاتصالات، وإطلاق الأقمار الصناعية ... إلخ [7]. مكنت صور الأقمار الصناعية المتسلسلة الزمنية الباحثين من الحصول على معلومات واقعية فيما يتعلق بالأنواع المختلفة للأنماط الزمانية و المكانية لأصناف الغطاء الأرضي [8]. ويمكن استخدام المؤشرات الطيفية لحساب التغيير في

الغطاء الأرضي ويمكن تعريف المؤشرات الطيفية على أنها تحويلات طيفية لعدد أو أكثر من النطاقات، التي تم تصميمها بطريقة يمكن من خلالها تمييز الغطاء الأرضي بطريقة أسهل. تتمتع مؤشرات الغطاء الأرضي بسجل طويل من الجدارة في مجال التحسس النائي، الذي أظهره العديد من المؤلفين لتقديم تقديرات دقيقة إلى حد ما لكمية الغطاء الأرضي وتوزيعه في المناطق الحضرية [9].



شكل (1-1): عناصر عملية التحسس النائي [7].

1.3 اجيال الأقمار الصناعية لرصد الأرض Earth observation by satellite generations

تم إطلاق العديد من بعثات الأقمار الصناعية لرصد الأرض من قبل المنظمات الحكومية والخاصة لأغراض مختلفة تتراوح من مراقبة درجات الحرارة العالمية، والتيارات المحيطية، ومستوى البحر، وغطاء الغابات، ورسم خرائط LULC، وما إلى ذلك، ويشمل ذلك بعثات مثل Landsat، IKONOS و SPOT و WorldView و GeoEye و Hyperion، ERS2-SAR، Sentinel، Radarsat، إلخ.

يوفر القمر Landsat مجموعة من منصات، ومنتجات الاستشعار عن بُعد التي تتم إدارتها بشكل مشترك من قبل هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) والإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا). بدأ هذا البرنامج في عام 1972 ويعد واحدا من أطول برامج التسجيلات الفضائية [10]، التقط القمر Landsat صورا فضائية حول العالم لأكثر من 40 عامًا والتي قدمت معلومات لا تقدر بثمن للباحثين في علوم الأرض [11]. لاندسات هي مهمة تشمل سلسلة من الأقمار الصناعية لرصد الأرض. أول قمر صناعي مدني لرصد الأرض في هذه السلسلة هو 1 Landsat، الذي كان يُعرف سابقًا باسم قمر تكنولوجيا موارد الأرض (ERTS-1). تم إطلاق Landsat 8 في عام 2013 ولا يزال يعمل حتى الآن. في هذه الدراسة، تم استخدام Landsat-8، ويلخص الجدول (1-1) مواصفات الحزم الطيفية.

جدول (1-1): مواصفات الحزم الطيفية لاقمار Landsat 7 و 8 [10].

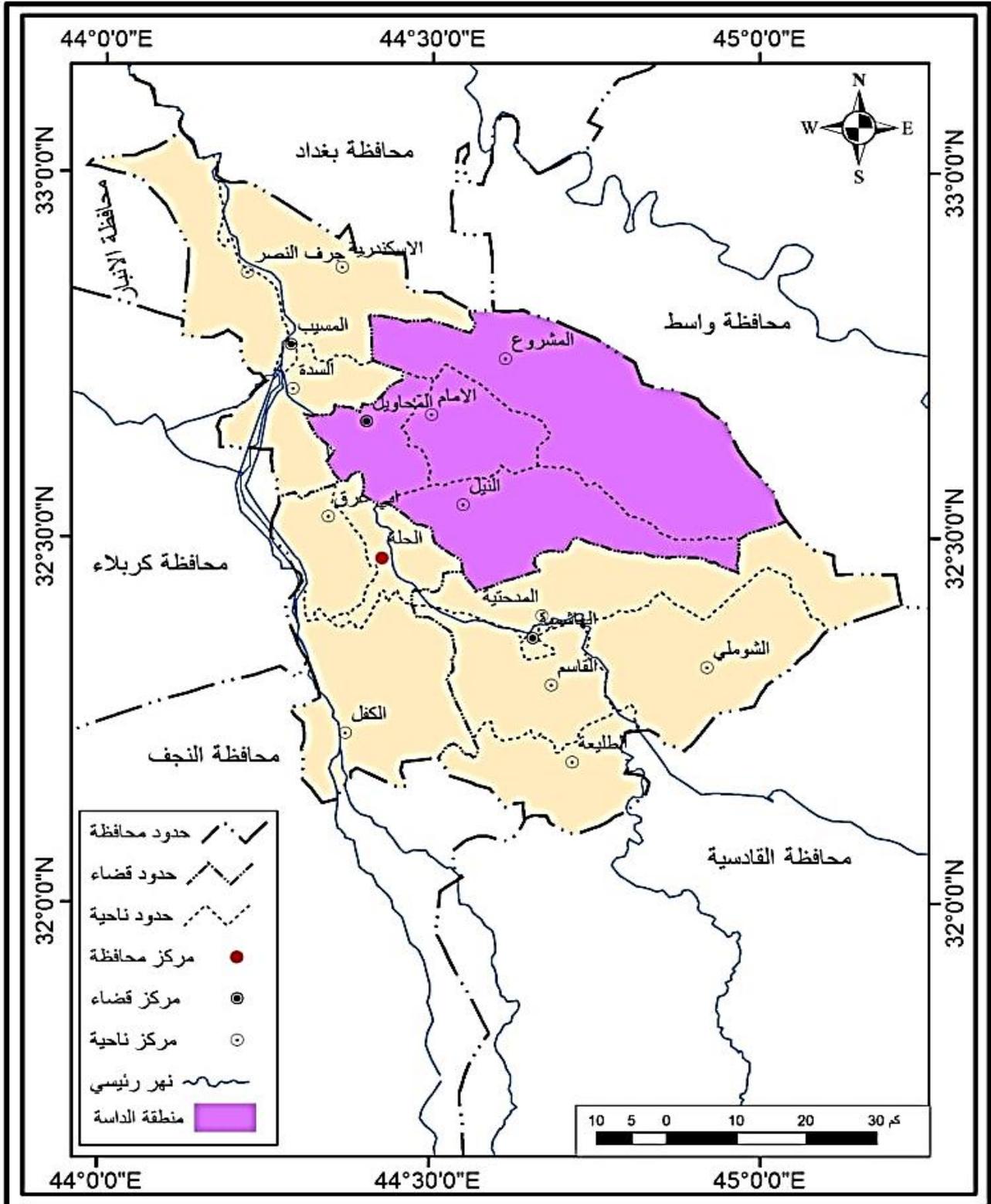
القمر الصناعي	النطاق. الحزمة الطيفية.	الطول الموجي (micrometers)	الدقة المكانية بالمتر
Landsat 7	Band 1: Blue	0.45-0.52	30
	Band 2: Green	0.52-0.60	30
	Band 3: Red	0.63-0.69	30
	Band 4: Near Infrared (NIR)	0.77-0.90	30
	Band 5: SWIR 1	1.55-1.75	30
	Band 6: Thermal (TIR)	10.40-12.50	60* (30)
	Band 7: SWIR 2	2.09-2.35	30
	Band 8: Panchromatic	0.52-0.90	15
Landsat 8	Band1: coastal/aerosol	0.435 - 0.451	30
	Band 2: Blue	0.452 - 0.512	30
	Band 3: Green	0.533 - 0.590	30
	Band 4: Red	0.636 - 0.673	30
	Band 5: Near Infrared (NIR)	0.851 - 0.879	30
	Band6: SWIR 1	1.566 - 1.651	30
	Band7: SWIR 2	2.107 - 2.294	30
	Band 8: Panchromatic	0.503 - 0.676	30
	Band 9: Cirrus	1.363 - 1.384	15
	Band 10:TIRS 1	10.60 - 11.19	100* 30
	Band 11: TIRS 2		100* 30

The Region of study

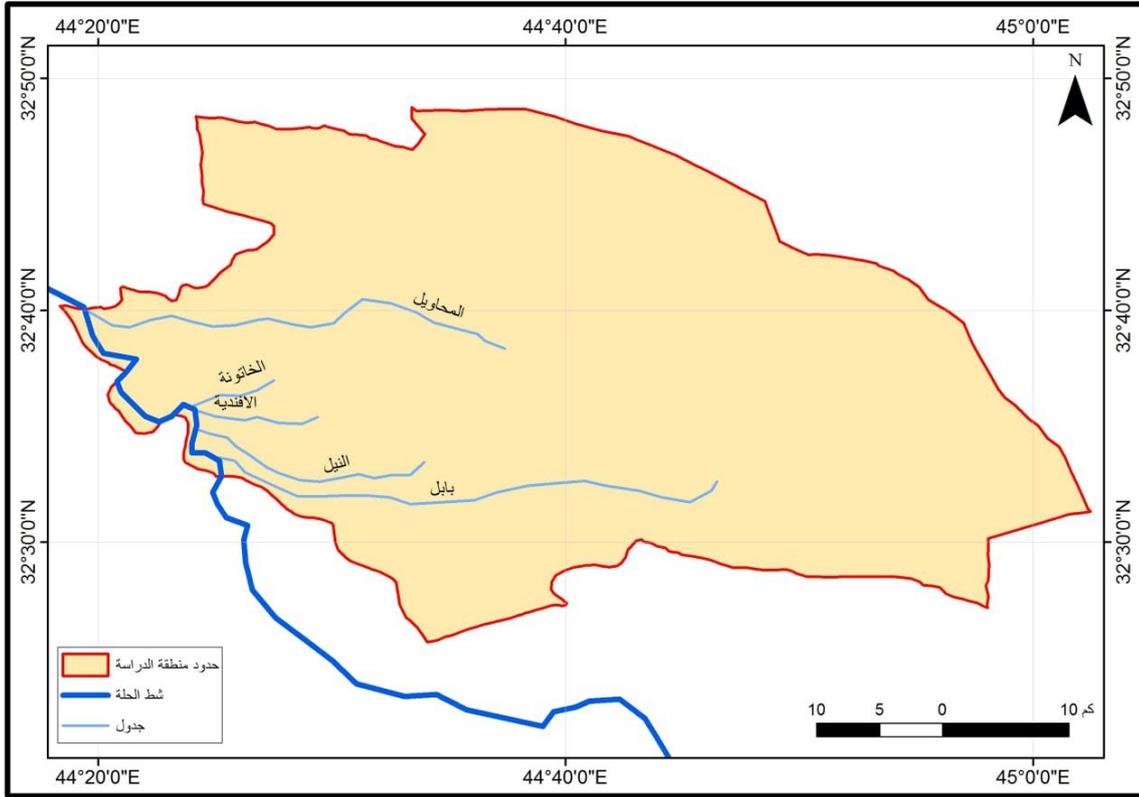
1.4 منطقة الدراسة

تتمثل الحدود المكانية لمدينة المحاويل التي تمثل المركز الإداري لقضاء المحاويل و التي تقع في الجزء الشرقي والشمال الشرقي من محافظة بابل الواقعة في وسط العراق، وتقع فلكيا على دائرتي عرض (32° 40') شمالا، وبين خطي طول (44° 24') شرقا شكل (2-1) يوضح منطقة الدراسة). تقع منطقة الدراسة على الطريق بين بغداد والحلة، وتبعد عن الأولى 80 كم جنوبا والثانية 10 كم شمالا، وتحده مجموعة من الأفضية والنواحي، فمن جهة الشمال ناحية الإسكندرية والقرية العصرية (الحصوة) ومن الجنوب الغربي قضاء الحلة، ومن الشرق قضاء الصويرة ومن الجنوب ناحية المدحتية، ومن الغرب والشمال الغربي ناحية سدة الهندية التابعة لقضاء المسيب [12]. تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة السهل الرسوبي الذي يتصف بانبساط سطحه، وقلّة

انحداراته من الشمال إلى الجنوب، ويغطيها خطوط من الارتفاعات المتساوية، وتبعاً لذلك فإن درجة الإنحدار من الشمال إلى الجنوب ضعيفة جداً، على الرغم من إنبساط سطح منطقة الدراسة فإن المنطقة لا تخلو من بعض التضاريس المحلية التي لا يزيد معدل الارتفاع بين بعضها حوالي المترين في كل 100 متر امتداد، كما هو عليه الحال في المناطق الشمالية لمنطقة الدراسة، وكذلك المناطق القريبة من المجاري المائية التي تتميز بطابع الإنبساط. وتتمثل الموارد المائية في منطقة الدراسة في ثلاثة مصادر رئيسية (أمطار، مياه سطحية ومياه جوفية) وتتسم مياه الأمطار بأنها قليلة وموسمية ومتذبذبة لذلك قلت أهميتها وفائدتها. وتعد المياه السطحية المصدر الرئيسي إذ توجد جداول تتفرع من الضفة اليسرى لنهر الفرات ويكون جريانها من جهة الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي [13]، شكل (3-1) يوضح موقع مدينة المحاويل بالنسبة لمحافظة بابل.



شكل (1-2): خارطة إدارية توضح موقع مدينة المحاويل بالنسبة لمحافظة بابل [14].



شكل (1-3): خارطة توضح توزيع الموارد المائية (السطحية) بمنطقة الدراسة [15].

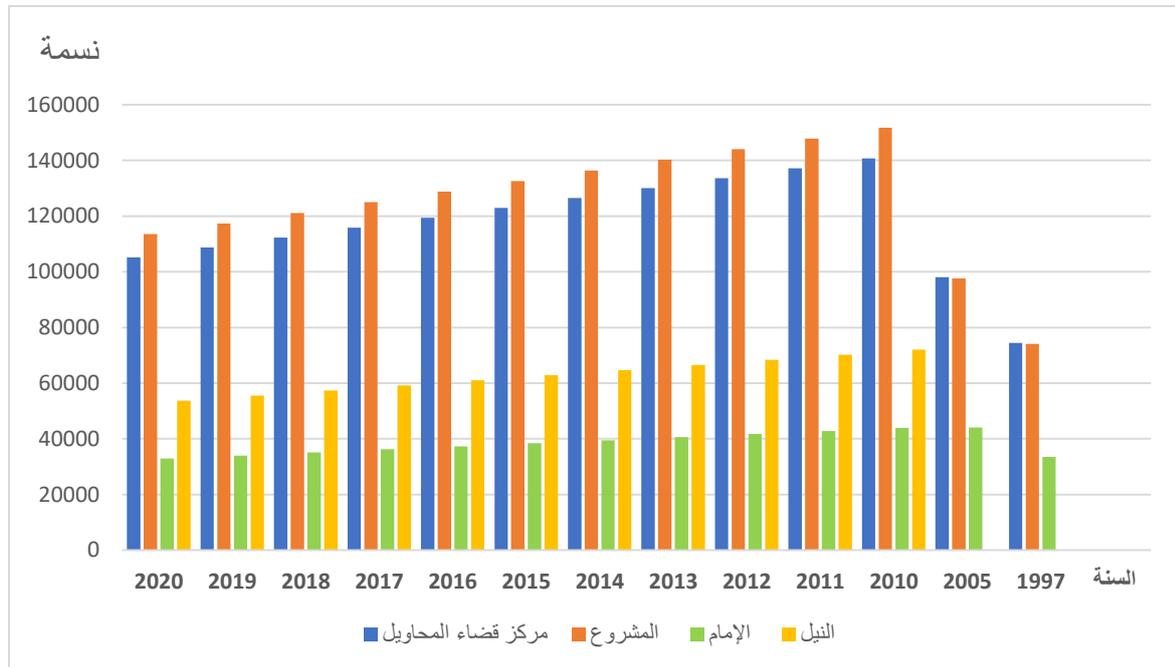
1.5 الخصائص السكانية لمنطقة الدراسة Population characteristics of the study region

مع تنامي دور مدينة المحاويل الاقتصادي، وجاذبيتها من حيث الإمكانيات الطبيعية، عرفت المدينة نموا ديموغرافيا كان أساسه في البداية الهجرة والتزايد الطبيعي. من خلال الجدول (1-2) يتضح النسق التصاعدي للسكان الذي عرفه قضاء المحاويل، حيث تزايد عدد السكان من 209,385 نسمة سنة 1997 إلى 305,202 نسمة سنة 2020. أيّ بزيادة تقدر ب 2.09% في سنة 23 ويمكن القول بأنها تبقى نسبة نمو متوسطة، حيث عرفت المدينة زيادة سكانية بنحو 123,138 نسمة أيّ ما يعادل 5353 نسمة سنويا. ويمكن القول بأن وتيرة النمو السكاني هذه يمكن تفسيرها بعوامل طبيعية وإدارية، تتعلق أساسا في الشق الطبيعي بالزيادة الطبيعية للسكان وكذلك فمعدلات النمو السكاني بالمدينة في مختلف عمليات الإحصاء تأثرت بالعامل الإداري الذي

يتعلق بالتغيرات التي تطرأ على حدود القضاء، والمناطق التابعة له بضم بعض القرى التابعة له تارة وعزلها عنه تارة أخرى. و أيضا هناك أختلاف وتباين أيضا في عدد السكان بين مختلف الوحدات الإدارية لمدينة المحاويل كما يوضح الشكل (1-4).

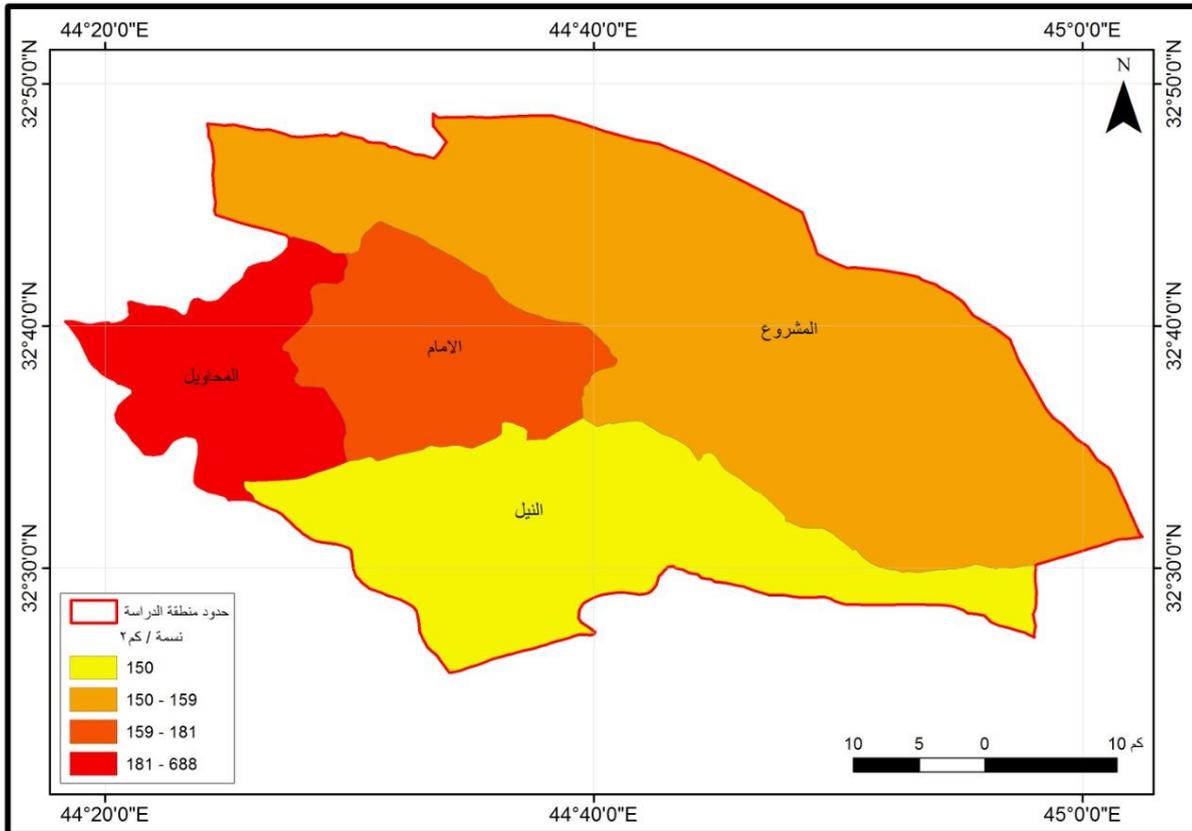
جدول (1-2): النمو السكاني في مدينة المحاويل من 1997 إلى 2020 [16].

السنة	1997	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
مركز قضاء المحاويل	74480	98072	140688	137132	133576	130020	126464	122908	119352	115796	112240	108684	105128
المشروع	74140	97569	151700	147883	144066	140249	136432	132615	128798	124981	121164	117347	113530
الإمام	33444	44047	43903	42802	41701	40600	39499	38398	37297	36196	35095	33994	32893
النيل	27321	---	72081	70238	68395	66552	64709	62866	61023	59180	57337	55494	53651
المجموع	209385	239688	408372	398055	387738	377421	367104	356787	346470	336153	325836	315519	305202



شكل (1-4): تطور النمو السكاني في مدينة المحاويل من 1997 إلى 2020 [16].

إنّ الكثافة السكانية في مدينة المحاويل لا تتوزع بصورة متساوية بين مختلف الوحدات الإدارية المكونة للقضاء كما موضح في الشكل (1-5)، حيث نلاحظ أن مركز قضاء المحاويل يعرف أكبر نسبة كثافة سكانية بالقضاء ككل حيث تتراوح بين (181-688) نسمة/كم²، يليها ناحية الإمام بكثافة سكانية تتراوح بين (159-181) نسمة/كم² ويمكن إرجاع هذا الأمر بالأساس إلى صغر حجم القضاء قياسا بحجم مكانه مما أدى إلى إرتفاع الكثافة السكانية به. وعلى العكس من ذلك نجد أن منطقة المشروع التي أحتلت المركز الأول من حيث تعداد السكان، تعرف كثافة سكانية متوسطة إلى ضعيفة نظرا لكونها تتميز بمساحة كبيرة بالمقارنة مع باقي الوحدات الإدارية للقضاء، وبالتالي فمن الطبيعي أن ينعكس هذا الأمر على الكثافة السكانية. أما منطقة النيل فنجدها في المركز الأخير بأقل كثافة سكانية تقدر ب 150 نسمة/كم².



شكل (1-5): خارطة توضح التوزيع الجغرافي للكثافة السكانية لمدينة المحاويل.

The previous studies

1.6 الدراسات السابقة

- في عام 2007 قام الباحث Al-Awadhi [17] بقياس ونمذجة التوسع العمراني في مسقط/ عمان باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي بالأقمار الصناعية. استنادًا إلى مجموعات البيانات التفصيلية و خرائط استخدام الأراضي التاريخية، جرت محاولات لمحاكاة أنماط النمو المستقبلية للمدينة. تم تقييم مجموعة بيانات مفصلة بشكل كبير لاستخدام الأراضي في مسقط الكبرى، مستمدة من مجموعة من الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية عالية الدقة. نتج عن هذه الدراسة تصميم ست خرائط لاستخدامات الأراضي تغطي الأعوام 1960 و 1970 و 1980 و 1990 و 2000 و 2003. وأظهرت النتائج أن منطقة مسقط الكبرى قد توسعت بنسبة 650% في الفترة 1970-2003 مع زيادة معدل نمو سنوي يقارب 20%. كان النموذج أيضًا قادرًا على تحديد تسلسل التوسع الحضري في المستقبل. وفي العام نفسه قام الباحث Jiang وجماعته [18] بإجراء دراسة تم فيها التركيز على ثلاثة مؤشرات لقياس التوسع الحضري في بكين، الصين: مؤشر الشكل، ومؤشر المنطقة، ومؤشر التنمية. أظهرت دراستهم أن استخدام هذه المؤشرات يمكن أن يقلل بشكل فعال من صعوبة التفسير في التوسع الحضري. ومع ذلك، فهي تعتمد أيضًا بشكل كبير على البيانات المساعدة مثل البيانات الإحصائية، التي يصعب الحصول عليها في بعض البلدان النامية أو الأقل تقدمًا. وبالتالي، فإن الطلبات الكبيرة على البيانات من مصادر مختلفة تجعل من المستحيل تطبيق هذه الطريقة في مثل هذه البلدان.
- في عام 2008 أجرى الباحث LUO وجماعته [19] نمذجة الاختلافات المكانية لأنماط النمو الحضري باستخدام تقنية الإنحدار الجغرافي الموزون (GWR). من خلال دراسة حالة في ولاية

ميسوري/ امريكا، يستخدم البحث كلاً من الانحدار اللوجستي العالمي والمحلي لنمذجة احتمالية توسع الأراضي الحضرية مقابل مجموعة من المتغيرات المكانية والاجتماعية والاقتصادية. يكشف التحليل المحلي الموزون جغرافياً بشكل صحيح أن النمو الحضري في منطقة الدراسة هو نتيجة لبناء البنية التحتية، ويلاحظ وجود اتجاه للتوسع العمراني من عام 1992 إلى عام 2005.

- في عام 2012 قام الباحث حسين درويش محمد [20] بدراسة تطبيقية لمراحل التوسع العمراني وتأثير العوامل البشرية والطبيعية لمدينة جم جمال في محافظة السليمانية شمال العراق، إضافة الى تحديد الاتجاهات المستقبلية للتوسع العمراني للمدينة من خلال متابعة النمو العمراني خلال الفترة من (1987-2011) لتحقيق التنمية العمرانية المتواصلة. واجريت الدراسة من خلال تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية وبيانات التحسس النائي المتمثلة بصور الأقمار الصناعية ذات الدقة العالية، وقد مكنته تطبيق تقنية نظم المعلومات الجغرافية من التعرف على محاور التوسع العمراني لمدينة جم جمال بالاضافة إلى معرفة المحددات الطبيعية والقيود الهندسية و التنظيمية.

- في عام 2013 قدم الباحث مرتضى مظفر سهر الكعبي [21] دراسة تهدف الى الكشف عن التغييرات التي طرأت على تقليص الأراضي الزراعية لمدينة شط العرب في محافظة البصرة جنوب العراق على أثر الزحف العمراني عليها. حيث تمت مراقبة توسع المدينة على أراضيها الزراعية من أجل استنتاج الدوافع والمؤثرات التي أدت الى توسع المدينة باتجاهات مختلفة وعبر مراحل تطورها العمراني، مستفيدين من التسهيلات التي توفرها برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وتوصلت الدراسة إلى إتساع المدينة خلال مراحل التطور العمراني حيث سجلت مساحة (0.145) كم² منذ نشوء المدينة (1600-1913)، إزدادت رقعة المدينة عمرانياً

للمرحلة الثانية (1914-1957) لتصل (0.451) كم²، في حين تمثلت المرحلة الثالثة (1958-2002) الدور الكبير في إتساع رقعة المدينة مساحيا لتبلغ (1.937) كم²، أما المرحلة الأخيرة (2003-2013) ومع التحسن الاقتصادي والاجتماعي بعد عام 2003، مما ساهم في توسع المدينة مساحيا إلى (7.613 كم²).

- في عام 2014 درس الباحث محمد محسن عبد الله [22] التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية وتغيير مساحتها في مركز قضاء الحويجة في محافظة كركوك شمال العراق لغرض تسليط الضوء على مراحل التوسع العمراني في مركز قضاء الحويجة ومعرفة أثر الخصائص الجغرافية في تحديد اتجاهات التوسع العمراني في منطقة الدراسة. وأوضحت النتائج أنّ الزيادة السكانية في منطقة الدراسة لها أثر في زيادة الطلب ببناء الوحدات السكنية إذ بلغ عدد السكان خلال العام 1977 تقريبا (20242) نسمة وبمعدل نمو (3,5%) ثم ارتفع بعد ذلك ليصل إلى (34360) نسمة خلال العام 1987 ثم وصل بعد ذلك الى (63078) نسمة خلال العام 1997 ثم ارتفع خلال العام 2011 ليصل الى (90115) نسمة، وبمعدل نمو (2,4%) مما انعكس ذلك سلبا على الأراضي الزراعية يقابله في ذلك زيادة في الدخل أدى الى إرتفاع عدد الوحدات السكنية. وكشفت الدراسة أيضاً أنّ للتوسع العمراني أثرا سلبيا على الأراضي الزراعية، والسبب يعود في ذلك إلى تراجع مساحات الأراضي الزراعية أمام الزحف العمراني ، إذ بلغت مساحة التوسع العمراني خلال العام 1977 الى (2752) دونما، وأرتفع بعد ذلك ليصل إلى (13752) دونما في عام 2011 مما أدى إلى تناقص مساحة الأراضي الزراعية وتدهورها وبالتالي تصحرها.

- في عام 2015 قام الباحثان Masakorala and Dayawansa [23] بدراسة لتحديد التوسع الحضري واتجاه التوسع الحضري لغرض التخطيط الحضري ولقياس مستوى التحضر. تم

استخدام التحليل المكاني والزمني لفهم التوسع الحضري، حيث إن كل من تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية توفر فرصة لا مثيل لها لتحليل التوسع الحضري. تم تحليل التوسع الحضري (في منطقة كاندي/ سيريلانكا الحضرية على حد سواء) الزمني والمكاني منذ عام 1976، باستخدام RS و GIS. كانت نتائج الدراسة مفيدة للغاية لإعادة تعريف الحدود الحضرية لمنطقة كاندي الحضرية، وصياغة سياسات واستراتيجيات للتنمية الحضرية المستقبلية في منطقة الدراسة. وفي العام نفسه قام الباحث Alsharif وجماعته [24] بدراسة هدفت إلى دراسة التوسع العمراني وفحصه وتقييمه في طرابلس/ ليبيا مكانياً وزمانياً باستخدام بيانات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية ونموذج إحصائي. حيث تم استخدام أربع صور أقمار صناعية من 1984، 1996، 2002، 2010 في خمسة اتجاهات مختلفة. أظهرت النتائج أن منطقة طرابلس الحضرية لديها مستوى عالٍ من الامتداد على طول تاريخ التوسع الحضري.

يمكن استخدام هذه النتائج من قبل صانعي القرار والمخططين الحضريين لتحديد اتجاهات

التوسعات العمرانية الماضية والحالية للتحضير للمطالب الحضرية المستقبلية.

- في عام 2018 تمكن الباحث Hidayati وجماعته [25] من الحصول على أقصى دقة في استخراج المناطق الحضرية في مدينة يوجياكرتا / اندونيسيا من خلال دمج العديد من المؤشرات بما في ذلك NDBI و NDVI و MNDWI و NDWI و SAVI. تم تجريب عدة عمليات لدمج المؤشرات إما عن طريق الجمع أو الطرح أو الضرب. تظهر النتائج أن دمج NDBI و MNDWI ينتج أعلى دقة حوالي (90.3%). يعطي تطبيق SAVI و NDBI و NDWI أيضًا نتائج جيدة لاستخراج المناطق الحضرية بدقة تبلغ (85.72%).

- في عام 2019 أجرى الباحث Al-Bilbisi [26] دراسة تم فيها تقييم ورصد ورسم خرائط الغطاء الأرضي الحضري في عمان/ الاردن باستخدام صور الأقمار الصناعية لاندسات. تم

إنتاج أربع خرائط مختلفة لاستخدامات الأراضي؛ تم استخدام فترات تزيد عن عشر سنوات بين عامي 1987 و 2017 (أي في 1987 و 1997 و 2007 و 2017) لتقييم وتحليل التوسع الحضري بصرياً وكمياً. تم استخدام أسلوب التصنيف الخاضع للإشراف متبوعاً بنهج الكشف عن التغيير لتحليل الصور. بينت النتائج زيادة بمقدار (90.78) كم²، من (149.08) كم² في عام 1987 إلى (237.86) كم² في عام 2017، بمتوسط معدل سنوي للزيادة قدره (2.03%). كانت الزيادات في المناطق الحضرية أعلى بشكل ملحوظ في السنوات العشر الأولى من فترة الدراسة (أي من 1987 إلى 1997)، حيث بلغ متوسط معدل الزيادة السنوي (3.33%)، بينما كان (2.04%) في العقدين الأخيرين من فترة الدراسة. (أي من 1997 إلى 2017). حدث النمو الحضري في عمان بشكل عام على طول طرق النقل بعيداً عن قلب عمان. ونتيجة لذلك، أدى هذا النمو إلى التوسع في المناطق الحضرية إلى أنواع أخرى من فئات استخدام/ تغطية الأراضي، وخاصة الغطاء النباتي.

- في عام 2021 قام الباحثون Hammadi and Ahmed [27] بتقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني لقضاء بلد في العراق للفترة المقبلة (2017-2035) مع الحفاظ على الموارد الطبيعية المتمثلة في الأراضي الزراعية وعدم التوسع على حسابها وكيفية تقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني، حيث تم تحويل العديد من الأراضي الزراعية للاستخدام السكني بعد عام 2003 بسبب ضعف التشريعات وغياب تطبيق القوانين، وبناءً على هذه البيانات تم تقييم الملائمة المكانية للتوسع العمراني من أجل توجيه التوسع العمراني للفترة المقبلة في أنسب المناطق من خلال دراسة العوامل المؤثرة على التوسع العمراني لمدينة بلد، حيث ظهرت النتائج التي تتناسب مع التوسع العمراني الأول باتجاه جنوب المدينة. باتجاه الطرق الرئيسية بغداد - الموصل التي ترتبط بالمدينة والتوسعة الأخرى غرب المدينة حيث تعتبر الأرض غير صالحة للاستعمال

الزراعي. في العام نفسه قام الباحث Goswami [28] بتحديد المناطق الحضرية ودراسة التغييرات LULC في إحدى المناطق الحضرية الأسرع نموًا في الهند، بين عامي 2015 و 2020 باستخدام صور الأقمار الصناعية للقمرة Sentinel. تم استخدام تصنيف الصور وتقنيات الكشف عن التغيير لدراسة المنطقة. تم استخدام صور Multispectral Sentinel-2 للمنطقة، من 2015 و 2020، لإنتاج خرائط تصنيف LULC ثم تم استخدام خرائط التصنيف التي تم إنتاجها لحساب التغييرات في المنطقة تحت فئات غطاء الأرض المختلفة بما في ذلك المنطقة الحضرية بين عامي 2015 و 2020. تم إجراء تقييم الدقة لخرائط تصنيف وخرائط التغيير باستخدام مصفوفات الدقة وقيم معامل كابتا. أظهرت نتائج تصنيف الصور لعامي 2015 و 2020 دقة جيدة مع قيم كابتا (0.88 و 0.87) على التوالي. في العام نفسه قدم الباحث مكرم جمال عباس البدراني [29] دراسة وتناولت الدراسة التوسع العمراني لمدينة (المدينة) في محافظة البصرة / العراق على الأراضي الزراعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والهدف منها دراسة التوسع العمراني باتجاه الأراضي الزراعية منذ نشوء المدينة وحتى عام 2020 والكشف عن الأسباب والعوامل التي أدت الى التوسع العمراني المتمثلة بالزيادة السكانية للمدينة، وأوضحت نتائج الدراسة تناقص في مساحة الأراضي الزراعية بشكل كبير في منطقة الدراسة، إذ بلغت نسبة التغيير العام لهذا الصنف (54,56%).

- في عام 2022 قام الباحثون Alharthi and El-Damaty [30] بدراسة لغرض تصوير التوسع العمراني في الطائف/ السعودية مكانياً وتحديده على مدار الثلاثين عامًا الماضية، من 1990 إلى 2020 بالاعتماد على التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية. تم استخدام بيانات لاندسات متعددة الأوقات للأعوام 1990 و 2002 و 2020، بالإضافة إلى بيانات التعداد من 1990 إلى 2020. أظهرت النتائج أنه على مدار الثلاثين عامًا الماضية، زاد

الغطاء الأرضي في المناطق الحضرية بمقدار (0.20448) كم² بينما انخفضت أغطية الأراضي الأخرى، مثل المساحات الخضراء، بشكل ملحوظ بمقدار (145.54) كم². كما تشير النتائج إلى أن الزيادة في المناطق العمرانية بلغت 114.8٪ خلال الفترة من 1990 إلى 2020. أظهرت الدراسة أن الطائف معرضة لخطر فقدان النظام البيئي نتيجة التوسع العمراني المستمر. لضمان الاستدامة البيئية، يتطلب الجهد الحالي اتخاذ إجراءات من شأنها تقييد الزحف العمراني وإعداد المدينة للنمو المستقبلي. وفي العام نفسه أجرى الباحثان Kumar and Agrawal [31] نمذجة الغطاء الأرضي باستخدام نموذج مبني على العوامل المتغيرة لاستخدام الأراضي في المناطق الحضرية للتنبؤ بغطاء استخدام الأراضي (LULC) لمدينة ذكية مكتظة بالسكان ومتطورة في الهند. تمت محاكاة النمو الحضري المستقبلي بمساعدة بيانات LULC التاريخية (1990-2020) وشبكة الطرق وبيانات الارتفاع. وضحت النتائج زيادة المساحة المبنية في المنطقة من (40.22) كم² (5.10٪) من المساحة الإجمالية في عام 1990 إلى (85.89) كم² (10.89٪) في عام 2020. ووفقاً لنتائج التنبؤ، سيكون معدل النمو التراكمي في العشرين عاماً القادمة (1.9٪) ومساحة البناء التقريبية ستبلغ (118.66) كم² (14.98٪) في عام 2040.

The study problem

1.7 مشكلة الدراسة

تتجلى مشكلة الدراسة في كون مدينة المحاويل قد عرفت توسعاً عمرانياً مهماً في السنوات الأخيرة، بفعل عدة عوامل من أبرزها التزايد السكاني الطبيعي بالإضافة إلى عامل الهجرة، والتخطيط والسياسات الحكومية. لكن هذا التوسع العمراني الذي شهدته مدينة المحاويل لم يكن بمحض الصدفة بل ساهمت فيه مجموعة من العوامل والأسباب ومن هنا يمكننا أن نصيغ أهم المشاكل في التساؤلات التالية:

- كيف تطورت الرقعة العمرانية في مدينة المحاويل بين سنتي 2003 و2020؟

- ما آفاق التوسع العمراني بمدينة المحاويل؟
- أي أهمية لنظم المعلومات الجغرافية والإشستعار عن بعد في دراسة التوسع العمراني بمدينة المحاويل؟

The Aims of Study

1.8 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة التوسع العمراني وتحليله لمدينة المحاويل بين سنتي 2003 و 2020، باستخدام تقنيات التحسس النائي، ونظم المعلومات الجغرافية، لتسليط الضوء على الأهمية التطبيقية للتحسس النائي، ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التوسع العمراني لمدينة المحاويل، و إبراز مدى فاعلية هذه التقنيات في تصميم خرائط رقمية يسهل التعامل معها، يمكن تلخيص أهداف الدراسة في النقاط التالية:

1. إنتاج خرائط موضوعية من أجل إظهار مراحل التوسع العمراني الذي شهدته مدينة المحاويل عن طريق استخدام المؤشرات الطيفية (NDVI, NDBI and NDWI) وإنتاج خرائط غطاء الأرض لكل صنف.
2. معرفة إتجاهات التوسع العمراني بمدينة المحاويل.
3. حساب التغيير الكمي لكل صنف من أصناف الأراضي (الغطاء النباتي، الأراضي الصالحة للزراعة، الأراضي الجرداء و المناطق العمرانية) خلال الفترة من (2003-2020).

2.1 مقدمة

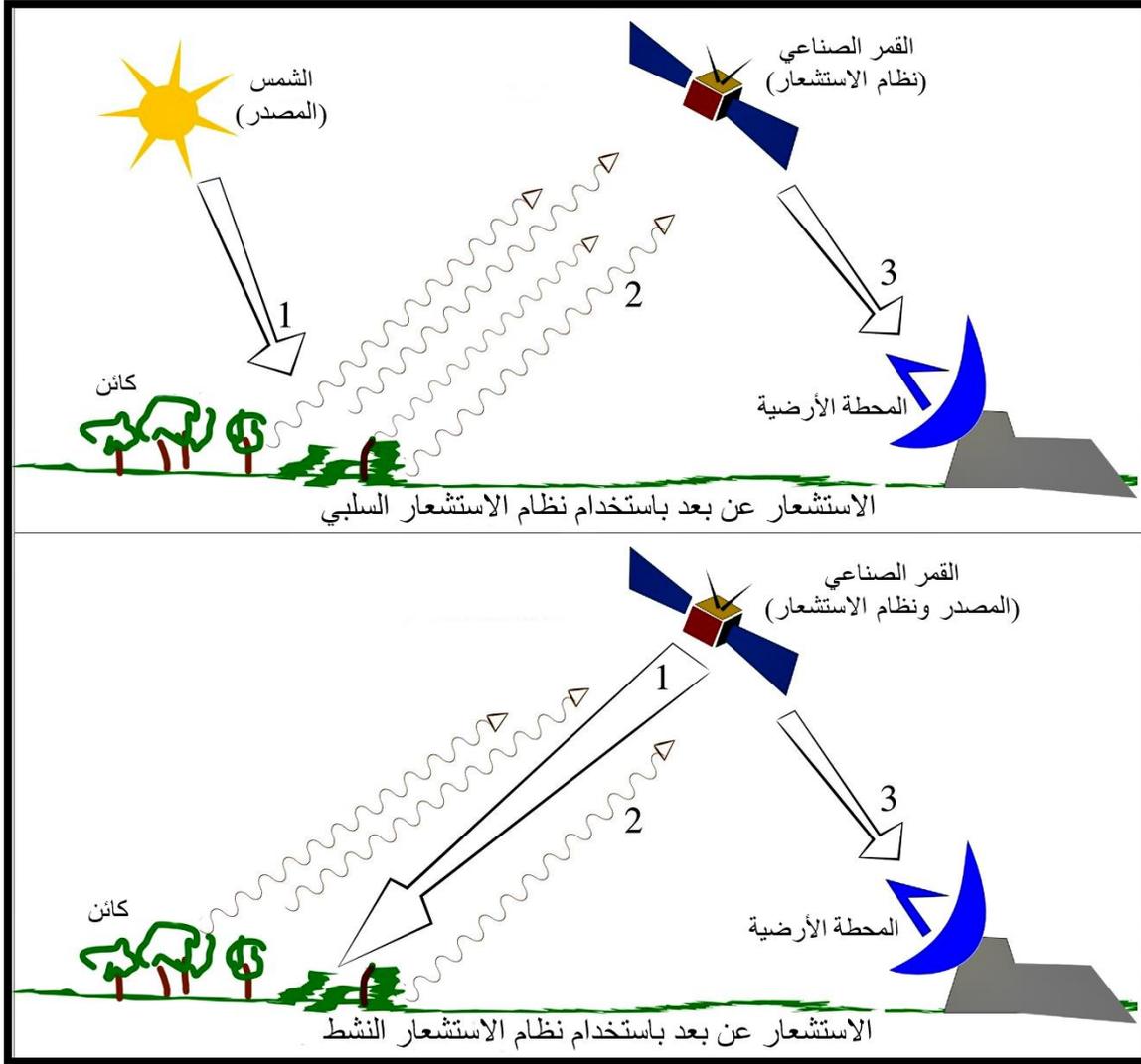
Introduction

يحتوي هذا الفصل على نبذة عامة عن التحسس النائي مع المفاهيم النظرية الرئيسية المتعلقة بالمواضيع الرئيسية لهذه الدراسة، والتي تشمل: تصنيف الصور الفضائية، والمؤشرات الطيفية مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI)، مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي (NDWI)، ومؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي (NDBI). يمكن استخدام الخرائط الموضوعية لتحليل الوضع التخطيطي للغطاء الأرضي الحضري في منطقة الدراسة.

2.2 لمحة عامة عن التحسس النائي An overview of remote sensing

يعمل التحسس النائي على تحليل التغيرات البيئية وتفسيرها ومراقبتها والتحكم فيها باستخدام التصوير البصري والميكروويف من مجموعة من أجهزة الاستشعار. يستخدم التحسس النائي للحصول على معلومات حول الأرض والكواكب الأخرى. كما يمكن استخدامه في مجالات مختلفة، بما في ذلك مسح الأراضي، والجغرافيا، ومعظم المجالات ذات الصلة بعلوم الأرض (على سبيل المثال، علم المحيطات، الجيولوجيا، الأرصاد الجوية، البيئة، الهيدرولوجيا، والتطبيقات المدنية والعسكرية والاقتصادية، التخطيط، التطبيقات التجارية) [32]. تعتمد المستشعرات السلبية على الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي ينعكس أو يمكن أن ينبعث من الجسم الذي يتم فحصه أو المناطق المحيطة به. يمثل الجزء المنعكس من ضوء الشمس المصدر الأكثر شيوعًا للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتم اكتشافه وقياسه بواسطة أجهزة التحسس النائي السلبية (مثل الكاميرات القديمة بالأبيض والأسود، وكاميرات الأفلام الملونة والأشعة تحت الحمراء، والأجهزة المزودة المشحونة (CCD)، ومقاييس الإشعاع). من ناحية أخرى، تصدر المتحسسات الإيجابية (أو النشطة) إشعاعًا كهرومغناطيسيًا لمسح المناطق والأشياء المراد دراستها. بعد ذلك، ستقيس

المستشعرات الإشعاع المنبعث أو المنعكس أو المنتشر من الأجسام الأرضية ومثال على هذه المتحسسات هو الرادار (LiDAR) أو (RADAR) أو السونار أو الليزر. شكل (1-2) يوضح المستشعرات السلبية والإيجابية. في هذه الحالة، سيتم قياس التأخير الزمني بين الإشعاع المنبعث والمنعكس، وإنشاء معلمات مختلفة تتعلق بالهدف الذي تم فحصه، مثل السرعة والاتجاه والموقع [32]، في تقنيات التحسس النائي، هناك إمكانية لجمع البيانات من مناطق يتعذر الوصول إليها أو مناطق خطيرة، لذلك، تحل تقنيات التحسس النائي محل أساليب جمع البيانات التقليدية البطيئة والمكلفة بتقنيات أكثر تقدمًا وأسرع وأكثر دقة [33]. حيث تقوم المنصات المدارية بجمع ونقل بيانات صور الأقمار الصناعية من أجزاء مختلفة من الطيف الكهرومغناطيسي على نطاق واسع، مثل البيانات الضخمة التي توفر للباحثين العلميين الكمية المطلوبة من المعلومات للرصد القصير - الظواهر الطبيعية القائمة أو طويلة المدى. يعتبر التحسس النائي أداة فعالة للحصول على معلومات حول الهدف من خلال تحليل البيانات المكتسبة من الهدف عن بعد. إنَّ هذه البيانات مفيدة كمكمل للبيانات الميدانية والتفسير اليدوي الأكثر تقليدية للصور الجوية، مما يسمح بزيادة الكفاءة العملية عن طريق أتمتة مهام محددة جزئيًا، وخفض تكاليف جمع البيانات الميدانية، وزيادة تكرار التحديث بسبب انتظام بيانات الصور عالية الجودة [34].



شكل (1-2): المستشعرات السلبية والايجابية [35].

2.3 تطبيقات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية في المواقع الحضرية

Remote sensing and GIS applications in urban sites

يستخدم التحسس النائي في دراسة الكثير من مظاهر غطاء الأرض وذلك لما يوفره من وقت وجهد وكلفة أقل، وكانت الدراسات الحضرية واحدة من ضمن الدراسات المستفيدة من تقنيات التحسس النائي لما توفره من مزايا، خصوصاً بعد تطور البيانات الفضائية وزيادة دقتها المكانية والطيفية. تتميز الطرق التقليدية المستخدمة في دراسة المواقع الحضرية والمدن

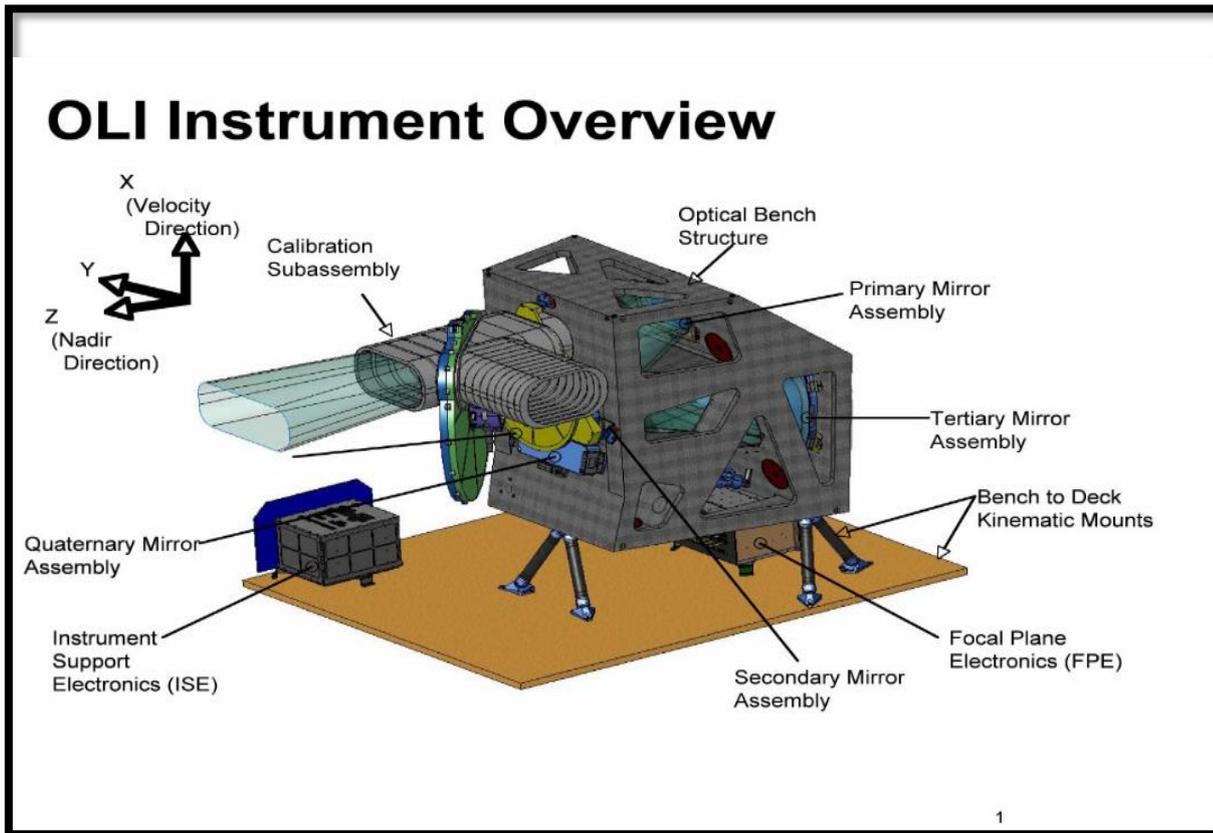
القديمة بمحدودية قدرتها في عملية المعالجة والتحليل، فهي تعتمد على تركيب الخرائط الورقية بصورة يدوية، وتستغرق الكثير من الجهد والوقت، ولا تمكن المخطط من أخذ جميع المحددات الطبيعية والبشرية في الاعتبار، ولا تعطي العدد الكافي من الخيارات والبدائل التخطيطية التي يمكن تنفيذها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بسهولة، ومن خلال دراسة الحالات التطبيقية التي استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في دراسة المواقع الحضرية والاثرية والسياحية التي عالجت الكثير من السلبيات والعيوب الناجمة عن العمل التقليدي، فهي تعمل على توفير الوقت والجهد، وتعطي إمكانية تغيير الخصائص والأهداف بصورة أكثر مرونة، وتتيح الكثير من البدائل والخيارات بصورة سريعة مع توفر نتائج دقيقة، ولكنها تحتاج في الوقت نفسه إلى الجمع بين الفكر التخطيطي والخبرة في استخدام الحاسوب، والقدرة على استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، إضافة إلى توفر الامكانيات المادية لشراء البرمجيات والمعدات. وفقا لذلك، هناك حاجة إلى ترسيخ مفهوم نظم المعلومات والاستفادة منها في عملية التنمية المستدامة للمدينة. وينبغي على البلديات والمؤسسات المحلية، ومستخدمي الموارد أن يستفيدوا من تكنولوجيا المعلومات الجديدة التي توفر لهم المعرفة الفنية اللازمة لإدارة البيئة والموارد على نحو مستدام. وتوفر لهم بيئة تساعدهم في اتخاذ قراراتهم على أساس البعد المكاني من خلال نظم المعلومات الجغرافية والتي تؤسس الفكر الإنساني في عملية اتخاذ القرار حيث تطرح أسئلة مثل؛ أين نذهب، وماذا يجب أن يكون عليه الحال؟ وماذا نفعل عندما نصل إليه؟ وهي تطبق في المناطق الحضرية لضمان استدامتها. ولذلك، نجد أن في القرن الحادي والعشرين معظم المؤسسات العامة قد بدأت في استخدام تكنولوجيا المعلومات، وكذلك المجالس البلدية واستخدمت التطورات التكنولوجية بوصفها أداة لخدماتهم، حيث تساهم في إدارة واستخدام الموارد الطبيعية للمدينة بكفاءة

وسيكون أسهل من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية القائم على نظام المعلومات الحضرية [20, 21].

2.4 المتحسسات الفضائية متوسطة الدقة Medium resolution satellite sensors

تُستخدم بيانات لاندسات ذات الدقة المكانية المتوسطة والبالغة 30 مترًا بشكل شائع لرسم الخرائط الحضرية الإقليمية والمحلية ورصد التحضر. خلال ما يقارب خمسة عقود، كان برنامج Landsat مزودًا بأجهزة استشعار بصرية متعددة الأطياف تتراوح من الماسح الضوئي متعدد الأطياف (MSS)، ورسم الخرائط الموضوعي / راسم الخرائط الموضوعي المحسن بلاس (TM / +ETM) إلى جهاز تصوير الأرض التشغيلي لاندسات 8 (OLI) الموضح في شكل (2-2)، ومستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIRS)، فأصبح المصدر الرئيسي للبيانات لرصد تغير الغطاء الأرضي الحضري المكاني والزمني. يحتوي برنامج Landsat على أطول سجل أرشيفي مفيد لتحليل الزماني المكاني لديناميكيات المناظر الطبيعية بدرجات دقة مكانية تتراوح من 15 مترًا إلى 60 مترًا إلى 120 مترًا اعتمادًا على الحزمة الطيفية [36]. أدى الوصول المجاني والمفتوح إلى جميع صور Landsat المؤرشفة منذ عام 2008 إلى فتح المزيد من الفرص لتطوير خوارزميات جديدة للكشف عن التغيير ومعايرة البيانات وتحسين المعالجة المسبقة بناءً على البيانات الأرشفية الزمنية المتسلسلة [37]. أجريت العديد من الدراسات حول رسم خرائط المناطق الحضرية. تُستخدم حزم لاندسات المرئية والأشعة تحت الحمراء والعمومية على نطاق واسع للتطبيقات الحضرية بما في ذلك رسم خرائط غطاء واستخدامات الأرض، وتحليل الكشف عن التغيير واستخراج مدى الاستيطان البشري العالمي واشتقاق المؤشرات الفيزيائية الحيوية لسطح الأرض مثل الغطاء النباتي والتربة والمياه والمباني المبنية - المؤشرات الطيفية للمنطقة العلوية

والعديد من التطبيقات الأخرى. تسجل نطاقات لاندسات الحرارية الإشعاع الحراري المنبعث من سطح الأرض والذي يتم تحويله بعد ذلك إلى درجة حرارة مشعة تستخدم غالبًا لاشتقاق معلومات عن الجزر الحرارية الحضرية وتحليل درجات حرارة سطح الأرض [38]. بالإضافة إلى بيانات Landsat، توفر أنظمة مقياس إشعاع الإنعكاس والإنبعاث الحراري المتقدم المحمول في الفضاء (ASTER) أيضًا بيانات بدقة مكانية تتراوح من 15 إلى 30 مترًا. علاوة على ذلك، فإن الأجيال الثلاثة الأولى من بعثة سبوت (SPOT 1, 2, 3)، مع ثلاثة حزم طيفية (أخضر، أحمر، تحت الحمراء) بدقة مكانية 20 مترًا تعتبر أيضًا بيانات متوسطة الدقة لرسم الخرائط وقياس الديناميكيات الحضرية.



شكل (2-2): مكونات المتحسس OLI للقمر لاندسات [39].

2.4.1 أنواع الحزم للقمر الصناعي لاندسات 8 Landsat Types of bands

• الحزمة الأولى (Band 1) :

يستخدم النطاق الأزرق (الحزمة الأولى Band1) لإكتشاف لون المحيط بالقرب من المناطق الساحلية. سيساعد هذا النطاق الجديد العلماء على قياس تركيز الكلوروفيل (أي لون المحيط) في المناطق الساحلية. يأتي معظم الكلوروفيل من العوالق النباتية، وهي كائنات دقيقة تشبه النباتات تعيش في المياه السطحية. هذا التحليل مهم في التحسس النائي للتحقق من جودة المياه. هذا النطاق يسمى (Coastal / Aerosol)، ويبلغ طوله الموجي (0.433 - 0.453) ميكرومتر، والدقة المكانية 30 مترًا [40].

• الحزم (2، 3، 4) (Bands 2,3,4)

الحزم (2، 3، 4) هم الأزرق والأخضر والأحمر. تسمى هذه الحزم (مرئية). هذه النطاقات ذات أطوال موجية (0.45 - 0.515 ، 0.525 - 0.600 و 0.630 - 0.680) ميكرومتر على التوالي، دقة هذه النطاقات 30 مترًا [41].

• الحزمة الخامسة (Band 5) :

الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)، هذا الجزء من الطيف خاص ومهم لدراسة البيئة لأن مياه النباتات الصحية في أوراقها تنثر الأطوال الموجية إلى السماء. من خلال مقارنة NIR مع حزم أخرى، تعكس قيم NDVI صحة النباتات بشكل أكثر دقة من الخضرة المرئية للنباتات. يتراوح الطول الموجي للحزمة الخامسة بين (0.845 - 0.885) ميكرومتر، والدقة 30 مترًا [41].

• الحزم (6، 7) (Bands 7، 6)

تغطي الحزم 6 و 7 شرائح مختلفة من الأشعة تحت الحمراء ذات الطول الموجي القصير (SWIR). وهي مفيدة بشكل خاص لتمييز ودراسة التربة الجافة، وللجيولوجيا (الصخور والترربة) التي تبدو متشابهة في الحزم الأخرى غالبًا ما يكون لها تباينات قوية في (SWIR). تمتد هذه النطاقات بأطوال موجية (1.560 - 1.660 ، 2.100 - 2.300) ميكرومتر على التوالي، ودقة هذه الحزم المكانية هي 30 متر [41].

• الحزمة الثامنة (Band 8)

النطاق Panchromatic هو شريط أبيض وأسود يجمع الطاقة من الطيف المرئي. نظرًا لأن التجميع يساعد في جمع المزيد من الضوء، فإن الصور حادة دقتها المكانية 15 متر. هذه تستخدم في زيادة دقة الصور ذات الدقة المنخفضة العادية، ومدى الطول الموجي لهذا النطاق هو (0.500 - 0.680) ميكرومتر [42].

• الحزمة التاسعة (Band 9)

يصعب اكتشاف السحب العالية الرقيقة في صور الأقمار الصناعية. ويمكن أن تتداخل كل من السحب وظلالها مع القياسات. سيكون النطاق الجديد للأشعة تحت الحمراء قصير الموجة OLI قادرًا على اكتشاف هذه الغيوم بشكل أفضل من مستشعرات لاندسات السابقة، لأنه يقيس الضوء في نطاق الأشعة تحت الحمراء قصير الموجة خاصةً حساسًا لوجود السحب الرقيقة، وطول الموجة لهذا النطاق هو (1.360 - 1.390) ميكرومتر، والدقة المكانية 30 متر [40].

• الحزمة (10، 11) (Bands 10 ، 11)

تقيس نطاقات الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIR) درجة الحرارة على الأرض نفسها، هذه النطاقات ذات أطوال موجية (10.30 - 11.30 ، 11.50 - 12.50) ميكرومتر على التوالي، والدقة المكانية 100 متر لكلا النطاقين [42].

2.5 تحليل الصور الفضائية وتفسيرها Satellite image analysis and interpretaon

تمر عملية استخراج المعلومات من الصور الفضائية بمرحلتين رئيسيتين هما التحليل والتفسير:

2.5.1 تحليل الصور الفضائية Satellite image analysis

وهي عملية التعرف على الأهداف الأرضية المدروسة وتمييزها وفصلها عن غيرها وفهم العوامل الطبيعية المرتبطة بها وكذلك الصفات الدالة عليها، أو أنها دراسة منطقة ما بهدف اكتشاف ورصد جميع محتوياتها ومكوناتها الطبيعية على أساس تحليل دلائل التحميل وفهم خصائص كل دليل منها، ويفهم مصطلح التحليل الغرضي للصور على أنه طريقة لدراسة موضوع ما عن طريق تحليل الصور الفضائية والجوية بهدف التعرف وتمييز وفصل الأهداف المرتبطة به وإظهار خصائصه المختلفة. تركز عملية تحليل الصور الفضائية على محورين أساسيين هما:

2.5.1.1 التحليل البصري Visual analysis

تعتمد عملية التعرف على الأهداف المدروسة في التحليل البصري على خبرة المحلل وقدرته

على استخدام دلائل التحليل. والتحليل البصري يعتمد على الطريقة الوصفية وتكرر فيه العمليات والمراحل في كل مرة دون القدرة على تداول الخبرة والأفكار بشكل متكامل بين المحللين.

2.5.1.2 التحليل الآلي (الرقمي) Digital analysis

وتعني تنفيذ المعالجة الإحصائية للصور الفضائية والجوية للتعرف آلياً على الأهداف المدروسة، وقد ظهرت في العالم طرقاتاً حديثة مثل التحليل الإحصائي الآلي لبنية الأهداف [43].

2.6 تقنية التحسس النائي ومعالجة الصور الرقمية Remote sensing

technique and digital image processing

تعرف الجمعية الأمريكية للمسح التصويري والاستشعار عن بعد (ASPRS) تقنية التحسس النائي بأنها قياس هدف أو ظاهرة، بدون اتصال مادي مع الهدف أو الظاهرة قيد الدراسة [44]. و يعد استخدام الأقمار الصناعية جزءاً مهماً من تقنية التحسس النائي التي تتضمن أجهزة استشعار على متن الأقمار الصناعية لأغراض مختلفة لقياس ورصد الأرض. نظراً لأن الأقمار الصناعية لها مدارات ثابتة حول الأرض، فمن الممكن الحصول على صور لمناطق معينة من الأرض على فترات زمنية منتظمة. يعد التحسس النائي طريقة فعالة من حيث التكلفة للحصول على الصور المطلوبة لرصد الأرض [45]. اعتماداً على الدقة المكانية والطيفية لأجهزة الاستشعار المستخدمة، يمكن بعد ذلك معالجة الصور رقمياً باستخدام تقنيات تصنيف الصور لإنتاج خرائط غطاء واستخدامات الأرض (LULC) للمنطقة قيد الدراسة. تصنيف الصورة هو عملية تصنيف بكسلات الصورة إلى فئات غطاء أرضي مختلفة بناءً على الأنماط الطيفية للصورة [46]. تم تطوير العديد من المصنفات على مر السنين لتصنيف الصور، على سبيل المثال، البارامترية (parametric)، اللابارامترية (non-parametric)، المصنفات القائمة على التحكم الآلي

(machine learning- based classifiers)، المصنفات الرقمية (Digital classifiers). وبالمثل، يمكن أيضًا استخدام الصور لأغراض الكشف عن التغيير لدراسة تغييرات غطاء واستخدامات الأرض بمرور الوقت، حيث يتم تحديد التغييرات التي تحدث في منطقة معينة من خلال مقارنة القيم الطيفية لصور المنطقة الملتقطة في أوقات مختلفة. يمكن إجراء اكتشاف التغيير باستخدام الصور البصرية أو صور الرادار أو كليهما. إن استخدام تقنية التحسس النائي مع تقنيات تصنيف الصور واكتشاف التغيير باستخدام معالجة الصور الرقمية توفر طريقة موثوقة لاكتساب ومعالجة البيانات لرصد تغييرات غطاء واستخدامات الأرض في المنطقة، مما يساعد المسؤولين والمخططين المحليين في التخطيط لغرض التنمية الحضرية المستدامة [46].

Image classification

2.7 تصنيف الصورة

يعد التحسس النائي مصدرًا قيمًا للمعلومات لدراسة المناطق الحضرية. يمكن الحصول على بيانات للمناطق الكبيرة وفترات زمنية مختلفة [46]. يمكن الحصول على المعلومات الموضوعية (مثل الغطاء الأرضي / تغير استخدام الأراضي) من التحسس النائي بمجرد تصنيفها. يعتبر تصنيف غطاء واستخدامات الأرض للصور الفضائية متعددة الأطياف بناءً على تقنيات التعرف على الأنماط الإحصائية أحد أكثر الطرق شيوعًا لاستخراج المعلومات [47]. يلعب تصنيف الصور دورًا مهمًا في تعيين فئات غطاء واستخدامات الأرض وفي مراقبة التغييرات الزمنية التي تحدث في المنطقة. يتضمن تصنيف الصور عدة خطوات والتي تؤثر على دقة النتائج المصنفة. يصف Lu and Weng الخطوات الرئيسية لتصنيف الصور على النحو التالي [48]:

1. اختيار نظام تصنيف الصور.

2. أخذ عينات من نقاط بيانات التدريب والتحقق من دقتها.

3. المعالجة المسبقة للصور لتحسين الجودة.

4. اختيار فئات التصنيف.

5. اختيار طريقة التصنيف.

6. المعالجة المتقدمة لنتائج التصنيف.

7. تقييم دقة نتائج التصنيف.

2.7.1 اختيار بيانات التحسس النائي Selecting remote sensing data

هناك عدة عوامل يجب أخذها في الاعتبار قبل اختيار البيانات لأستخدامها. من ذلك تأثير خصائص الصور المستشعرة عن بعد مثل الدقة المكانية والدقة الزمنية والدقة الطيفية على نتائج تصنيف الصورة. لذلك يجب اختيار مجموعة البيانات التي سيتم أستخدمها اعتماداً على حاجة المستخدم ومنطقة الدراسة والقيود الزمنية وتوافر الصور [49]. إنَّ الدقة المكانية للصورة تؤثر على نتائج التصنيف [50]. لذلك، يجب أن تكون الدقة المكانية للصور عالية بالنسبة لتصنيف المستوى المحلي ومتوسطة بالنسبة لتصنيف المستوى الإقليمي. لتصنيف المستوى العالمي، يمكن استخدام الصور ذات الدقة المكانية المنخفضة. وتعرّف الصور ذات الدقة المكانية العالية على أنها صور ذات دقة مكانية تبلغ 4 أمتار أو أفضل، و الصور ذات الدقة المكانية المتوسطة أو القليلة على أنها صور ذات دقة مكانية في نطاق من 4 إلى 60 متراً. وأخيراً تم تعريف الصور ذات الدقة المكانية التي تزيد عن 60 متراً على أنها صور ذات دقة مكانية منخفضة [46].

2.7.2 نظام التصنيف (عدد الفئات) Classification system

للحصول على تصنيف دقيق للصور ، يجب تحديد فئات استخدام الأراضي ذات الأهمية بعناية

[51]. لهذا السبب ، يتم استخدام مخططات التصنيف. تحتوي مخططات التصنيف على تعريفات لفئات المعلومات، وفقاً لمعايير منطقية [52]. اعتماداً على الدقة المكانية لبيانات الاستشعار عن بُعد ونظام التصنيف المستخدم ، يمكن إجراء التصنيف على مستويات مختلفة. مع زيادة مستوى التصنيف، تزداد أيضاً متطلبات الصور ذات الدقة المكانية الأعلى. فيجب أن يتيح نظام / مخطط التصنيف التمييز بين فئات الاهتمام وبالتالي يتأثر بشكل مباشر بالدقة المكانية للصور المستخدمة.

2.7.3 أخذ عينات التدريب والتحقق من دقتها Taking of training samples and checking their accuracy

خطوة حاسمة أخرى في عملية التصنيف هي جمع عينات التدريب والتحقق من صحة العينات. يتم جمع عينات التدريب إما من المسوحات الميدانية أو باستخدام صور الطائرات بدون طيار أو الأقمار الصناعية ذات الدقة المكانية العالية. وبالمثل، يتم جمع عينات التحقق من بيانات المسح الميداني المرجعية أو باستخدام صور عالية الدقة للمنطقة [40]. فكلما زادت عينات التدريب التي تم جمعها لكل فئة من فئات الغطاء الأرضي، زادت دقة نتائج التصنيف المكانية. فيجب أن تمثل عينات التدريب كل فئة من فئات غطاء واستخدامات الأرض وخصائصها الطيفية المتنوعة للحصول على نتائج تصنيف أفضل. إنّ عينات التدريب التي تم جمعها تخدم غرض تجميع إحصاءات البيانات الطيفية للغطاء الأرضي قيد التحقيق. وهذا بدوره يساعد المصنف على التعرف بشكل أفضل والتمييز بين فئات الغطاء الأرضي [53]. تم تطوير العديد من تصميمات أخذ العينات واستخدامها لجمع عينات التدريب والتحقق من الصحة. وتشمل هذه اخذ - العينات العشوائية، وأخذ العينات العنقودية، وأخذ العينات الطباقية، وما إلى ذلك.

2.7.4 المعالجة المسبقة والتصحيحات على الصور Pre-processing and corrections to images

بسبب التشوهات الهندسية، وتأثيرات الغلاف الجوي، يجب أن تكون الصور معالجة طيفياً قبل استخدامها للحصول على نتائج دقيقة. يتم التصحيح الهندسي باستخدام طرق رياضية بمساعدة نقاط الضبط الأرضية (GCPs). إنَّ التصحيح الإشعاعي يجب أن يتم اعتماداً على ما إذا كانت الصور المصنفة لنفس التاريخ، أو يتم دمج عدة صور (موزاييك) بتاريخ مختلفة [54]. في حالة الصورة المفردة، لا يلزم تصحيح الغلاف الجوي. ومع ذلك، في حالة تصنيفات الصور متعددة التاريخ (عمل موزاييك من صور بتاريخ مختلفة) يكون للتصحيح الطيفي دورٌ حاسم [55].

2.7.5 استخدام البيانات المساعدة واختيار الاصناف Use of auxiliary data and selection of classes

أحياناً تكون أصناف (فئات) غطاء الأرض وأستخداماتها في منطقة ما متداخلة أو معقدة ويكون من الصعب عزل أو تصنيف الفئات، فيكون من المفيد توفير معلومات أخرى بالاضافة إلى البيانات الطيفية لغرض تحسين إمكانية عزل أصناف غطاء الأرض. و من المعروف أن مجموعات البيانات الإضافية مثل المؤشرات المشتقة من النطاقات الطيفية للصور، والسمات الطبوغرافية مثل نماذج الارتفاعات الرقمية (DEMs)، وما إلى ذلك، تعمل على تحسين نتائج تصنيف الغطاء الأرضي اعتماداً على التضاريس وفئات الغطاء الأرضي المحلية [56]. وقد تم تطوير طرق مثل تحليل المكونات الرئيسية (PCA) لتقليل تكرار المعلومات المتاحة في النطاقات الطيفية للصور المستشعرة عن بُعد [57]. وقد أظهرت الدراسات السابقة أنه في حالات معينة، يمكن أن يساعد تحليل المكونات الأساسية PCA للصور على تحسين نتائج التصنيف [55].

اعتمادًا على منطقة الدراسة وفئات الغطاء الأرضي المستهدفة، وقد تكون بعض المؤشرات الطيفية مفيدة في تحسين دقة التصنيف، بينما قد لا تكون مؤشرات أخرى فعالة. يعتبر فهرس الغطاء النباتي لفرق الطبيعي (NDVI)، المشتق باستخدام الأشعة تحت الحمراء (NIR) والنطاقات الطيفية الحمراء للصورة متعددة الأطياف، فعالاً في تصنيف مناطق الغطاء النباتي لأنها حساسة للنباتات [58]. وبالمثل، فإن مؤشر الماء لفرق الطبيعي (NDWI) ومؤشر الجسم المائي لفرق الطبيعي (NDWBI) حساسان في عزل المياه، ومن المعروف أن مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي (NDBI) حساس للمناطق الحضرية. يمكن أيضًا استخدام تحويلات الصور لتحسين نتائج التصنيف.

2.7.6 طرق وتقنيات التصنيف Classification methods and techniques

تم تطوير العديد من المصنفات وطرق التصنيف واستخدامها على مر السنين لدراسات تصنيف غطاء واستخدامات الأرض. تشمل المصنفات المختلفة المستخدمة الأنظمة المتخصصة، والمصنفات القائمة على المنطق الرقمي (Digital logic)، والمصنفات القائمة على التعلم الآلي مثل (RF) وآلة متجه الدعم (SVM)، والمصنفات الإحصائية مثل أقرب جوار (nearest neighbour)، والحد الأدنى للمسافة إلى المتوسط، ومصنفات الاحتمالية القصوى (maximum likelihood classifiers)، والشبكة العصبية (neural network) [52]. تفترض المصنفات البارامترية مثل مصنف الاحتمالية القصوى أن البيانات الخاصة بفئات الغطاء الأرضي يتم توزيعها بشكل طبيعي، في حين أن المصنفات غير البارامترية التي تشمل (nearest neighbor) و (neural network) لا تضع مثل هذه الافتراضات على البيانات [48]. يمكن وصف طريقة تصنيف الاحتمالية القصوى (MLC) بأنه أحد المصنفات الأكثر استخدامًا، والتي توفر دقة تصنيف أفضل من المصنفات غير البارامترية في المناطق ذات فئات الغطاء الأرضي المعقدة

المتنوعة [52]. يتم أيضًا تقسيم طرق التصنيف الى فئتين: مصنفات خاضعة للإشراف أو غير خاضعة للإشراف. تأخذ المصنفات الخاضعة للإشراف بيانات التدريب كمدخلات للتصنيف. في حين أن المصنفات غير الخاضعة للإشراف لا تتطلب أي مدخلات وتصنف الصورة في عدد محدد من الفئات بناءً على الخصائص الطيفية. يجب بعد ذلك تخصيص فئات المخرجات للفئات المطلوبة [59].

2.7.7 تقييم دقة التصنيف Assessment of Classification Accuracy

الهدف من تقييم الدقة هو فهم مدى تطابق نتيجة تصنيف الصورة مع البيانات الأرضية. يوفر تقييم الدقة أيضًا فهمًا لمدى فائدة نتائج التصنيف. تُعزى الاختلافات بين نتيجة التصنيف والبيانات المرجعية بشكل عام إلى الخطأ في تصنيف الصور بواسطة المصنف (طريقة التصنيف). ومع ذلك، يمكن أن تكون الأخطاء أيضًا ناتجة عن أخطاء التفسير من قبل المحلل، وسوء جودة عينات التدريب وعينات التحقق والتصحيحات الهندسية أو الطيفية غير المناسبة، وما إلى ذلك. يجب أن تراعي تقنية تقييم الدقة المثالية جميع مصادر الخطأ هذه [48]. هناك عامل آخر يمكن أن يؤثر على تقييم الدقة، وهو ظاهرة "الأرتباط التلقائي". هذه الظاهرة تحدث بسبب الطريقة التي يلتقط بها المستشعر الصورة على متن القمر الصناعي. تتأثر المعلومات الطيفية من وحدة بكسل فردية بأطياف وحدات البكسل المحيطة، وبالتالي ترتبط بجميع وحدات البكسل الموجودة في الجوار. لذلك، لكي يعكس تقييم الدقة، الدقة الفعلية للتصنيف، لا ينبغي جمع عينات التحقق والتدريب من مناطق قريبة جدًا من بعضها البعض [50]. من الأساليب الشائعة الاستخدام لتقييم الدقة إنشاء مصفوفة الخطأ الموضحة في شكل (3-2). باستخدام مصفوفة الخطأ، يتم اشتقاق معلمات مهمة أخرى مثل الدقة الشاملة ودقة المصنف ودقة المستخدم ومعامل كابتا لتقييم الدقة. تشير مصفوفة الخطأ إلى العلاقة بين بيانات التحقق التي تم أخذ عينات منها في مواقع

معينة من المنطقة ونتائج التصنيف للمواقع نفسها في المنطقة. يتم حساب دقة المنتج للفئة بقسمة العدد الإجمالي لوحدات البكسل المصنفة بشكل صحيح للفئة على العدد الإجمالي لوحدات البكسل في تلك الفئة كما هو موضح في بيانات التحقق من الصحة. وبالمثل، يتم تحديد دقة المستخدم للفئة عن طريق قسمة عدد وحدات البكسل المصنفة بشكل صحيح للفئة على إجمالي عدد وحدات البكسل المصنفة في تلك الفئة. معامل كابا هو معامل قياس الدقة بين نتيجة التصنيف المشتقة والبيانات المرجعية (التحقق من الصحة). ويعتبر تحليل كابا خطوة مهمة في تقييم دقة نتائج تصنيف الصور [60]. وفقاً لدراسة مقارنة أجراها الباحث Smits وجماعته فيما يتعلق بالطرق المختلفة لتقييم الدقة، تم الأستنتاج أنّ الأساليب القائمة على مصفوفة الخطأ، وتحليل كابا لتكون الأفضل [61]. يمكن تقسيم قيم معامل كابا كالاتي: إذا كانت قيمة كابا أكبر من 0.80 تعتبر ذات توافق قوي بين بيانات التحقق والبيانات المصنفة، وتشير القيمة بين 0.40 و 0.80 إلى اتفاق معتدل، بينما تشير القيمة الأقل من 0.40 إلى اتفاق ضعيف [51]. ويتم حساب الدقة الشاملة (Overall Accuracy) ومعامل كابا (Kappa Coefficient) من المعادلات التالية [62]:

$$OA = \frac{\sum x_{ij}}{N} \quad (2-1)$$

حيث:

OA: الدقة الشاملة

X_{ij} : البكسلات المصنفة بشكل صحيح

N: عدد العينات

أما معامل كايا فيمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$\widehat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+j})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+j})} \quad (2-2)$$

\widehat{K} : معامل كايا

r : عدد الصفوف (او الأعمدة) الكلية

N : عدد العينات

X_{ii} : مجموع القيم القطرية للمصفوفة

X_{i+} : مجموع الصفوف الكلية

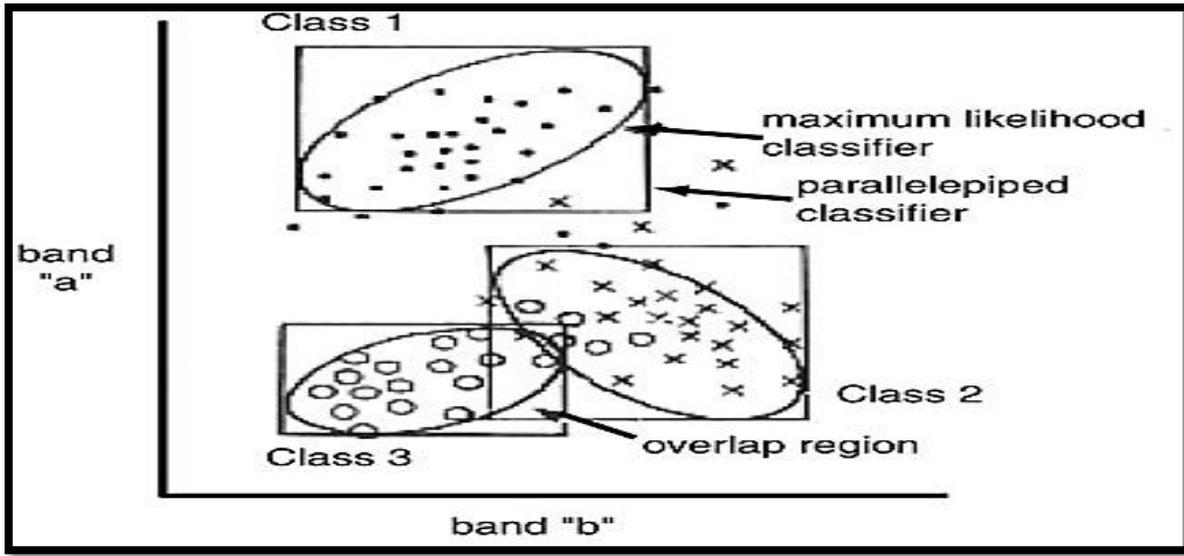
X_{+j} : مجموع الأعمدة الكلية

CLASS TYPES DETERMINED FROM CLASSIFIED MAP	CLASS TYPES DETERMINED FROM REFERENCE SOURCE						
		Class-1	Class-2	Class-3	Class-4	Class-5	TOTAL
	Class-1						
	Class-2						
	Class-3						
	Class-4						
	Class-5						
TOTAL							

شكل (2-3): نموذج لمصفوفة الخطأ.

2.8 التصنيف بواسطة طريقة الاحتمالية القصوى (MLC) Classification by (MLC) the maximum likelihood method

تعتبر طريقة الاحتمالية القصوى هي خوارزمية تصنيف الصور الأكثر استخداماً في تصنيف الصور الفضائية؛ وتعتمد على افتراض أن إحصاءات بيانات التدريب في كل نطاق يتم توزيعها بشكل نموذجي. تأخذ في الاعتبار المسافات نحو وسائل الفئة وتحسب مصفوفة التباين - التغاير لكل فئة شكل (4-2). من المفترض أن القيمة الإحصائية لكل فئة في كل نطاق توزع ثم يتم حساب قيمة الاحتمالية التي ينتمي إليها البكسل لفئة معينة [63]. تقوم بإنشاء وظائف كثافة الاحتمال لكل فئة طيفية، التي تُستخدم لتصنيف بكسل غير معروف عن طريق حساب احتمال أن ينتمي هذا البكسل إلى كل فئة. يتم تخصيص كل بكسل للفئة ذات أعلى احتمالية [64]. تتطلب المصنفات ذات الاحتمالية القصوى معرفة مسبقة وتعلماً عن سمات الغلاف فيما يتعلق بالتوزيع الإحصائي للمعلومات التي يجب توصيفها للفئات المميزة المستخدمة، وهي المعلومات التي يصعب الحصول عليها في كثير من الأحيان [65]. يعتمد تصنيف استخدامات الأراضي على نهج التصنيف متعدد الأطياف باستخدام المصنف. تتمثل الخطوة الأولى في عملية التصنيف الخاضع للإشراف في تحديد مواقع التدريب التمثيلية لكل نوع من أنواع الغطاء الأرضي التي يمكن تحديدها في الصورة. هناك العديد من فئات استخدام الأراضي، أهمها: الزراعة، والنباتات المائية، والأراضي القاحلة / المفتوحة، والمناطق الحضرية عالية الكثافة، والمناطق الحضرية منخفضة الكثافة، والنباتات الأخرى (الغابات، والمتنزهات، وما إلى ذلك) والمياه [66].

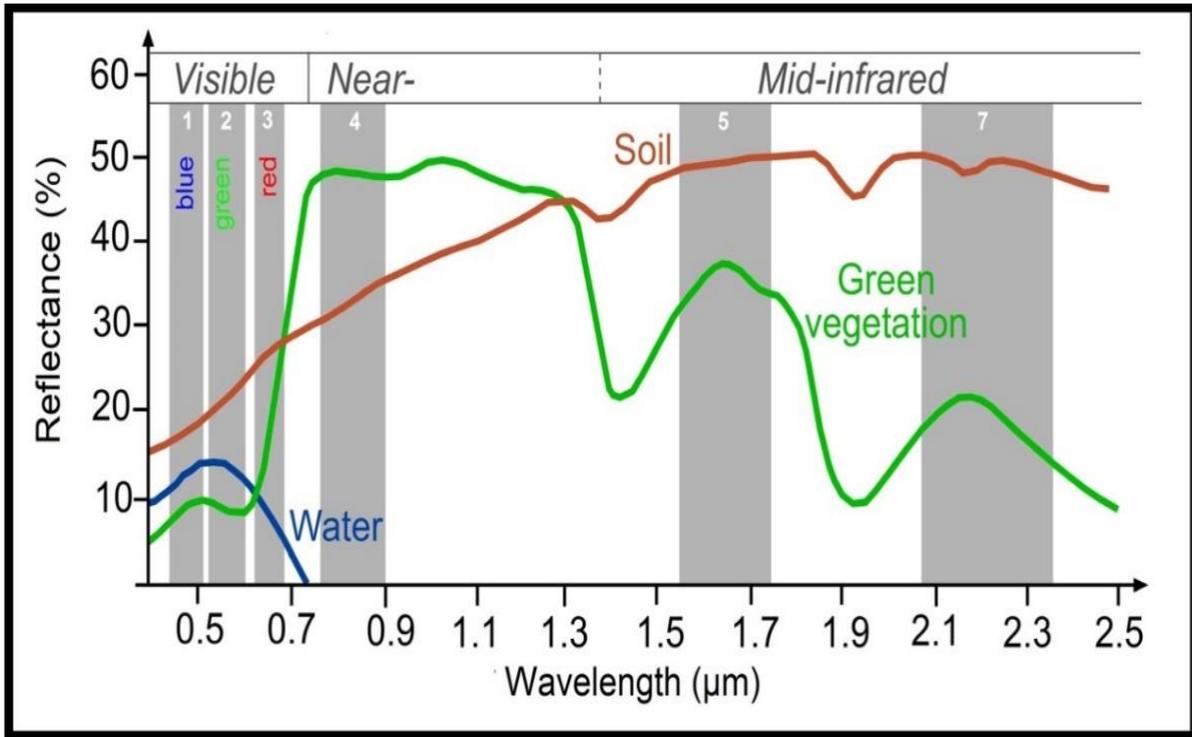


الشكل (2-4): تصنيف الاحتمالية القصوى [67].

2.9 استخراج الغطاء الحضري باستخدام المؤشرات الطيفية Extracting urban cover using sbectral indices

يمكن تعريف مؤشرات الغطاء الحضري على أنها تحويلات طيفية لعدد النطاقات، والتي تم تصميمها بطريقة يمكن من خلالها تمييز الغطاء الحضري بطريقة أسهل. بشكل عام، يقارن المؤشر النباتي الاختلافات بين أنعكاس الأشعة الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة، حيث يكون الإنعكاس الأحمر حساساً لمحتوى الكلوروفيل، ويكون أنعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة حساساً لبنية الأوراق المتوسطة. في مشهد أو بكسل في صورة معينة، كلما زاد الفرق بين أنعكاس اللون الأحمر (أو المرئي) والأشعة تحت الحمراء القريبة، زادت كمية النباتات الخضراء الموجودة. من الممكن أن يساعد رسم خرائط هذه المؤشرات في فهم التباين المكاني والزمني في ظروف المحاصيل، يوضح الشكل (2-5) منحنى الانعكاس الطيفي. تشير الاختلافات الصغيرة بين انعكاس الأشعة الحمراء (أو المرئية) والأشعة تحت الحمراء القريبة إلى مشهد أو بكسل يحتوي في الغالب على تربة عارية أو مواد أخرى غير خضراء. مكنت صور الأقمار الصناعية المتسلسلة الزمنية الباحثين من الحصول على معلومات واقعية للأنماط الزمنية المكانية للغطاء الحضري.

تتمتع مؤشرات الغطاء الحضري بسجل طويل من الجدارة في التحسس النائي، الذي أظهره العديد من المؤلفين لتقديم تقديرات دقيقة إلى حد ما لكمية وتوزيع الغطاء الأرضي في المناطق الحضرية [68]. في هذه الدراسة تم استخدام ثلاثة مؤشرات مع NDVI و NDWI و NDBI.



شكل (2-5): منحني الانعكاس الطيفي للماء والنبات والتربة [69].

2.9.1 مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI) Normalized difference vegetation index

يعد هذا المؤشر واحدا من أشهر المؤشرات الطيفية والنباتية المستخدمة في دراسة الغطاء النباتي. تم استخدامه على نطاق واسع في الدراسات الزمنية والمكانية للغطاء النباتي. يعتمد مؤشر NDVI على الخصائص الطيفية للنباتات. عند سقوط الأشعة الكهرومغناطيسية على النبات، يتم امتصاص اللون الأحمر وانعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة عن طريق الكلوروفيل الموجود في الأوراق الخضراء شكل (2-6). لذلك، فإن المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف تغطي خصائصها

الطيفية في نطاقات الأشعة تحت الحمراء والأحمر المرئي، والمناطق ذات الغطاء النباتي الأقل كثافة أو الخالية من النباتات. تتراوح قيمة مؤشر NDVI بين (-1 و +1)، حيث أنّ القيم التي تتراوح بين (0.3-0.8) تشير الى وجود وجود نباتات كثيفة ، القيم التي تساوي 0.1 تشير الى التربة القاحلة والمناطق الحضرية، و القيم (0.2 - 0.3) تشير إلى الشجيرات والأعشاب، وتسجل القيم السالبة للدليل في حالة وجود الغيوم والمناطق المغطاة بالثلوج. يتم حساب هذا المؤشر بتطبيق المعادلة [70] :

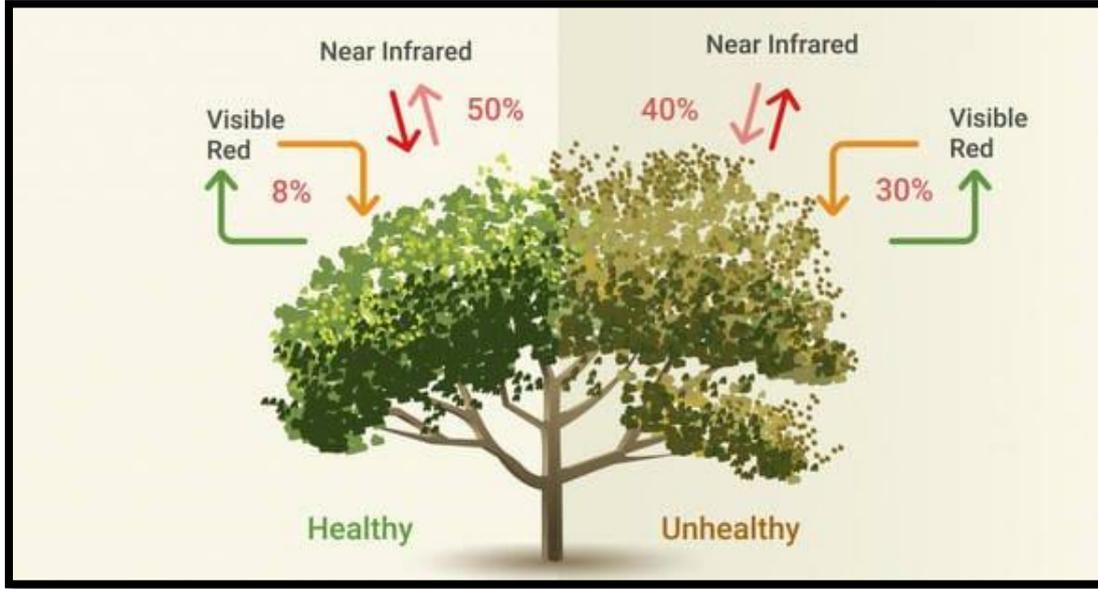
$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (2-3)$$

حيث أنّ: NIR يمثل الحزمة تحت الحمراء القريبة.

Red يمثل الحزمة الحمراء.

$$\text{In Landsat 7,} \quad NDVI = \frac{(Band 4 - Band 3)}{(Band 4 + Band 3)}$$

$$\text{In Landsat 8,} \quad NDVI = \frac{(Band 5 - Band 4)}{(Band 5 + Band 4)}$$



شكل (2-6): يمثل عمل مؤشر NDVI.

2.9.2 مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي (NDWI) Normalized Difference Water Index

Index

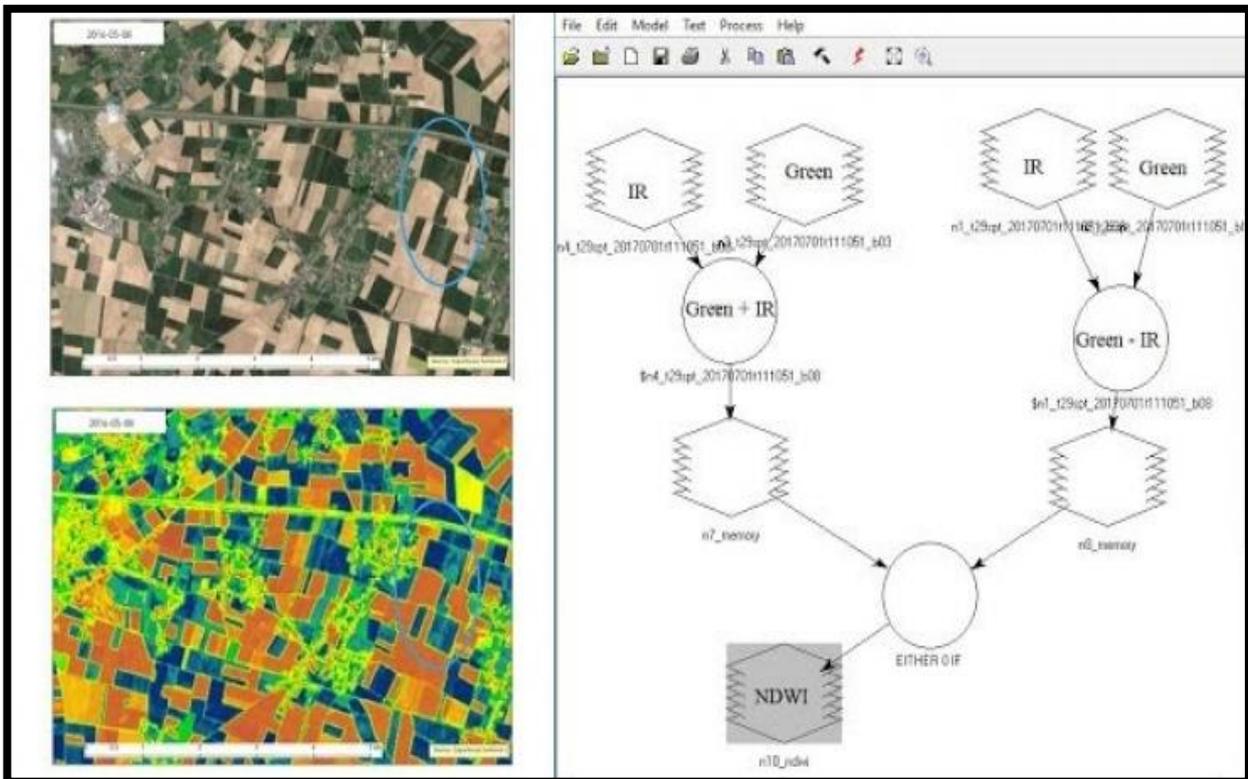
يعد مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي (NDWI) طريقة جديدة تم تطويرها لتحديد مناطق المياه وتعزيز أمكانية عزلها من الصور الرقمية الفضائية. يستخدم NDWI الإشعاع المنعكس بالقرب من الأشعة تحت الحمراء والضوء الأخضر المرئي شكل (2-7). تعرف الدقة الطيفية بأنها تقنية للتحسين يتم فيها تقسيم بكسل الى العديد من النطاقات الطيفية، فإذا كنت ترغب في مراقبة الغطاء النباتي في المناطق المتأثرة بالجفاف، فمن المستحسن استخدام النطاق الطيفي NIR و SWIR. حيث يعكس انعكاس SWIR التغيرات في كل من محتوى الرطوبة في الغطاء النباتي. يتأثر انعكاس (NIR) بالهيكل الداخلي للورقة ومحتوى المادة الجافة للورقة، ولكن ليس بمحتوى الرطوبة. مزيج من (NIR) و (SWIR) يلغي الاختلافات الناجمة عن الهيكل الداخلي للأوراق ومحتواها من المواد الجافة، وبالتالي تحسين دقة وجود المحتوى المائي للنباتات. إذا كنت تبحث عن مستوى ماء أو تغيير مستوى (على سبيل المثال، فيضان)، فمن المستحسن استخدام النطاقات الطيفية الخضراء و (NIR). ويتشابه الأخراج المرئي أو الرقمي مع مؤشر التغير

الطبيعي للنباتات الخضراء (NDVI) حيث ان القيم من (-1 الى 0) تعبر عن سطح بدون نباتات أو محتوى مائي القيم من 0 الى 1 يمثل محتوى الماء. تم اقتراح NDWI بواسطة McFeeters في عام 1996 [70] لتحسين تمييز وعزل المسطحات المائية للمناظر الطبيعية. يستخدم هذا المؤشر نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والنطاقات الخضراء (Green) كما في المعادلة [71]

$$NDWI = \frac{NIR - G}{NIR + G} \quad : \quad (2-4)$$

$$\text{In Landsat 7,} \quad NDWI = \frac{(Band 4 - Band 2)}{(Band 4 + Band 2)}$$

$$\text{In Landsat 8,} \quad NDWI = \frac{(Band 5 - Band 3)}{(Band 5 + Band 3)}$$



شكل (2-7): حساب NDWI باستخدام البرمجيات.

2.9.3 مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي (NDBI) Normalized Difference

Built-up Index

يعتمد تطوير دليل NDBI على الاستجابة الطيفية المتميزة للمناطق المبنية التي لها أنعكاسية عالية عند الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء وأنعكاسية أقل عند الأطوال الموجية القصيرة تحت الحمراء (SWIR). لذلك، عند تطبيق NDBI على صورة القمر الصناعي، تظهر المناطق الحضرية أو المباني وكأنها بيضاء ساطعة وقيم رقمية موجبة، بينما تظهر المناطق الأخرى مظلمة بقيم رقمية سالبة أو صفرية. تم استخدام NDBI أول مرة لبيانات Landsat TM بواسطة الباحث Zha وجماعته في عام 2003 [71] لتحديد المناطق المبنية. يستخدم هذا الفهرس نطاقي الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) والأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة (SWIR)، كما في المعادلة [72]:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad (2-5)$$

$$\text{In Landsat 7, } NDBI = \frac{(Band 5 - Band 4)}{(Band 5 + Band 4)}$$

$$\text{In Landsat 8, } NDBI = \frac{(Band 6 - Band 5)}{(Band 6 + Band 5)}$$

في الصورة الناتجة من تطبيق NDBI، تكون البيكسلات المبنية والقاحلة ذات قيم موجبة، في حين أن الأغطية الأخرى لها قيمة سالبة أو صفرية، مما يسمح بتحديد المناطق المبنية تلقائيًا.

Introduction

3.1 مقدمة

يوضح هذا الفصل المنهجية التي تم استخدامها لتحديد الكشف عن التغيير في الغطاء الحضري لمدينة المحاويل في محافظة بابل. بالإضافة إلى ذلك، تم دراسة الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة باستخدام تقنية التصنيف الموجه بالاحتمالية القصوى بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام المؤشرات الطيفية لتقييم وضع الغطاء الأرضي وتأثير الزحف العمراني على الغطاء الأرضي وبشكل خاص الماء والنبات. تم استخدام الصور الفضائية متوسطة الدقة من القمر الصناعي لاندسات، وتمت معالجة البيانات باستخدام البرنامج المتخصص Arc GIS الإصدار 10.8

Study methodology

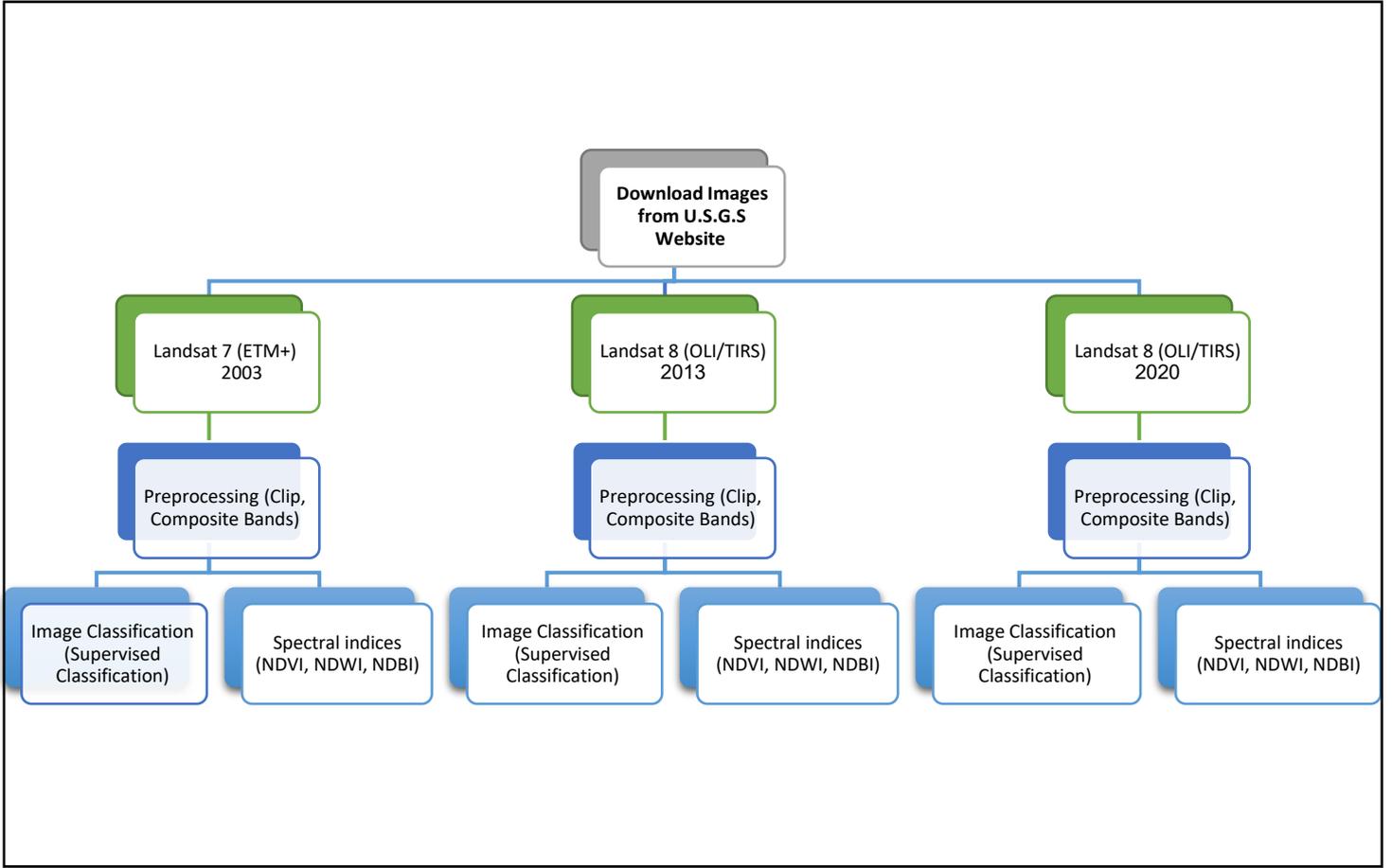
3.2 منهجية الدراسة

المخطط الانسيابي التالي كما في الشكل (1-3) يوضح منهجية العمل لدراسة التوسع العمراني لمدينة المحاويل في محافظة بابل للفترة من 2003 إلى 2020 باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

Download satellite images

3.2.1 تنزيل الصور الفضائية

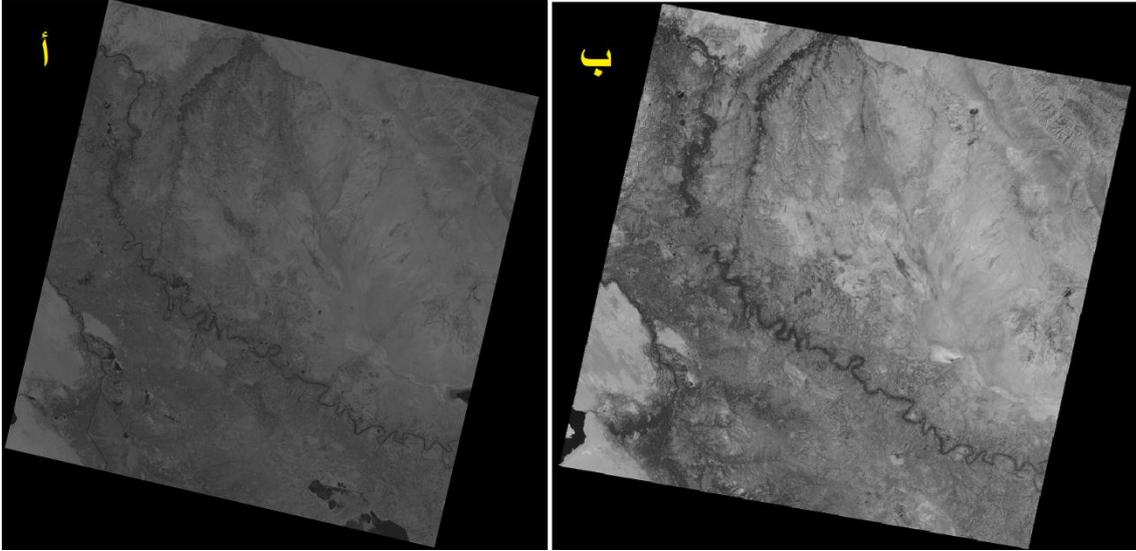
تم تنزيل الصور باستخدام سلسلة الأقمار الصناعية لاندسات، للتاريخ 2003/8/31 من القمر 7 Landsat و للتواريخ 2013/8/27 و 2020/8/17 من القمر 8 Landsat. يوضح شكل (2-3) نموذج للحزم الأولى من البيانات الخام. من المهم اختيار الظروف التي تقل فيها كميات السحب والجزئيات المتربة لتنزيل الصور بجودة جيدة. تم تنزيل صور 8 Landsat و 7 Landsat من موقع الويب للمسح الجيولوجي الأمريكي (USGS). جدول (1-3) يوضح مواصفات الصور المستخدمة.



شكل (3-1): منهجية العمل.

جدول (3-1): مواصفات الصور المستخدمة.

Path	Row	Date	Sensor
168	37	2003/8/31	Landsat 7
168	37	2013/8/27	Landsat 8
168	37	2020/8/17	Landsat 8



شكل (2-3): الحزمة الأولى من الصور الفضائية (Landsat 8 and 7 Row 37 Path)
 168) أ- حزمة لاندسات 8 بتاريخ 27/8/2013، ب- حزمة لاندسات 7 بتاريخ 2003/8/31.

Clip the study area

3.2.2 اقتطاع منطقة الدراسة

بعد تنزيل الصور الفضائية لكل سنة من سنوات الدراسة (2003، 2013، 2020)، تم تطبيق عملية القمع لكل الصور المستخدمة ولكل نطاق. تعتبر هذه العملية إحدى عمليات المعالجة الأولية.

Composite bands

3.2.3 عملية دمج الحزم

تتكون المرئية الفضائية من مجموعة حزم (Bands) حيث يتم دمج هذه Bands مع بعضها من أجل تحسين قدرة التمييز البصرية عن طريق الحصول على صور ملونة. تم إجراء هذه العملية من خلال برنامج (Arc GIS) باستخدام الايعازات التي يتضمنها البرنامج.

3.2.4 تصنيف الصور بتقنية الاحتمالية القصوى maximum likelihood technique

تم تصنيف منطقة الدراسة بالاعتماد على صور القمر لاندسات ولسنوات الدراسة 2003 و2013 و 2020 بأستخدام برنامج ArcGIS. تم تحديد أربعة أصناف لغطاء الأرض وهي: الغطاء النباتي، أراضٍ صالحة للزراعة، أراضٍ قاحلة، والعمران حيث يوضح جدول (2-3) النتائج الرقمية لمساحات فئات الأرض للتصنيف الموجه لسنوات الدراسة. توضح الأشكال من (3-3) الى (3-5) نتائج التصنيف بالأحتمالية القصوى لسنوات الدراسة.

• نتائج التصنيف لسنة 2003

من أجل معرفة استخدامات الأراضي في مدينة المحاويل لعام 2003، تم تصنيف صور الأقمار الصناعية التي تم التقاطها لمنطقة الدراسة لعام 2003 باستخدام برنامج ArcGIS 10.8. شكل (3-3) يوضح نتائج تصنيف المرئيات الفضائية لعام 2003، كما يوضح الجدول رقم (2-3) مساحات استخدامات الأراضي ونسبها. من خلال الشكل والجدول السابقين يتضح أن المناطق الحضرية (العمران) تمثل أقل مساحة حيث تبلغ مساحتها حوالي 8.7 كم² بنسبة (0.5%) من مساحة منطقة الدراسة، يليها الغطاء النباتي بمساحة حوالي 299.6 كم² بنسبة (16.78%). ثم تليها المناطق الصالحة للزراعة بمساحة حوالي 569.9 كم² بنسبة (31.92%) من مساحة منطقة الدراسة، بينما احتلت المناطق القاحلة النسبة الأعلى بمساحة حوالي 907.1 كم² بنسبة (50.80%). وذلك لأن مدينة المحاويل لم تشهد بعد مشاريع تنموية، إضافة إلى ضعف الاستثمار في القطاع الزراعي خلال تلك الفترة.

• نتائج التصنيف لسنة 2013

من خلال دراسة أنماط الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي في مدينة المحاويل لعام 2013 كما هو مبين في شكل (3-4) وجدول (2-3)، تم ملاحظة ما يلي:

بلغت مساحة الغطاء النباتي 294.6 كم²، وبلغت مساحة الأراضي العمرانية 10.2 كم²، ومساحة الأراضي الصالحة 575 كم²، ومساحة الأراضي القاحلة حوالي 905.4 كم². حيث انخفض الاستخدام الزراعي بنسبة (1.64%) عن عام 2003 وكانت نسبته (16.50%) من مساحة منطقة الدراسة. وسجلت المناطق الحضرية زيادة قدرها (17.3%) وشكلت (0.6%) من مساحة منطقة الدراسة، وزادت مساحة الأراضي الصالحة بنسبة (0.88%) وشكلت نسبة (32.20%) من مساحة منطقة الدراسة. بينما انخفضت الأراضي القاحلة بنسبة (0.18%) وشكلت (50.71%). نلاحظ مما سبق أن الأراضي الحضرية والأراضي القاحلة ازدادت بنسبة مساحتها على حساب الغطاء النباتي، والذي من الممكن ان يكون بسبب إنشاء الطرق والتوسع العمراني الذي حدث نتيجة أعمال التطوير الصناعي للمنشآت بالإضافة إلى زيادة أعداد السكان في مدينة المحاويل.

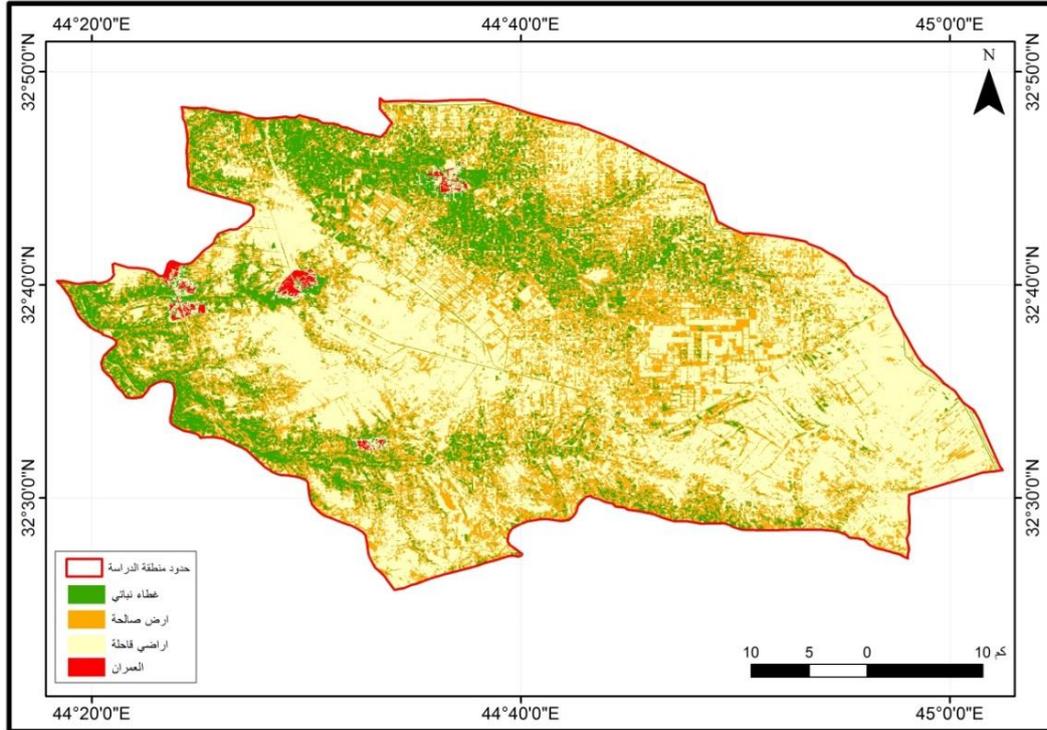
• نتائج التصنيف لسنة 2020

يظهر الانتشار المكاني للأصناف الأربعة (الغطاء النباتي، الأراضي الصالحة، الأراضي القاحلة، العمران) في مدينة المحاويل لعام 2020، حيث بلغت مساحة الغطاء النباتي حوالي 261.9 كم² بنسبة (14.67%)، وبلغت مساحة العمران 19.99 كم² بنسبة (1.2%). بينما بلغت مساحة الأراضي الصالحة 568.2 كم² بنسبة (31.82%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. وبلغت الأراضي القاحلة حوالي 935 كم²، وكانت النسبة المئوية من المساحة الكلية (52.38%). وسجل الغطاء النباتي في عام 2020 انخفاضاً ملحوظاً بنسبة (12.50%) مقارنة بعام 2013،

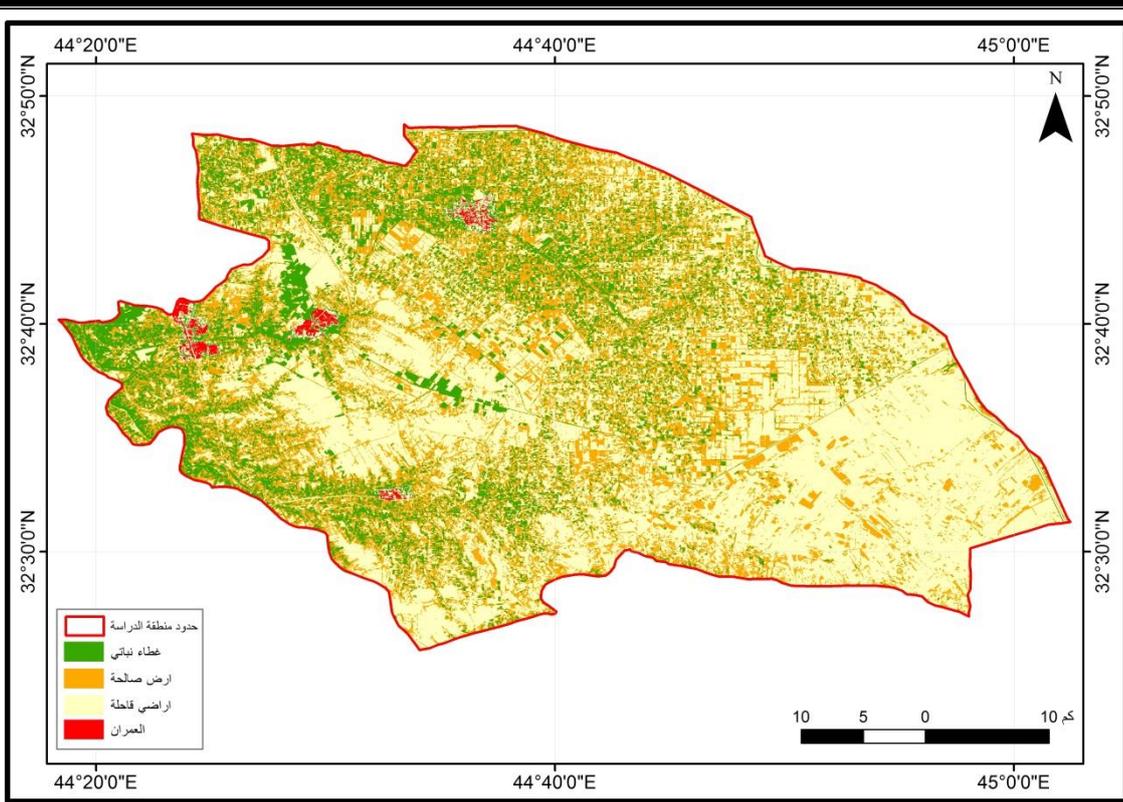
وذلك نتيجة لتوجه السكان خلال هذه الفترة نحو النشاط التجاري. أما أعلى توسع فقد سجلته الأراضي الحضرية (العمران) حيث سجلت نسبة انتشار مرتفعة، وكانت الزيادة بنسبة (49.09%). وبالمقابل انخفضت مساحة الغطاء النباتي، حيث اتسعت رقعة الزيادة السكانية في الأراضي الحضرية على حساب الأراضي الزراعية في هذه الفترة، وانخفضت مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بمقدار (2.56%) ويعود السبب إلى التوسع العمراني في المدينة، بينما زادت الأراضي القاحلة بنسبة (3.17%) مقارنة بعام 2013. كما هو مبين في شكل (3-5) وجدول (3-2).

جدول (3-2): النتائج الرقمية لمساحات فئات الأرض للتصنيف الموجه.

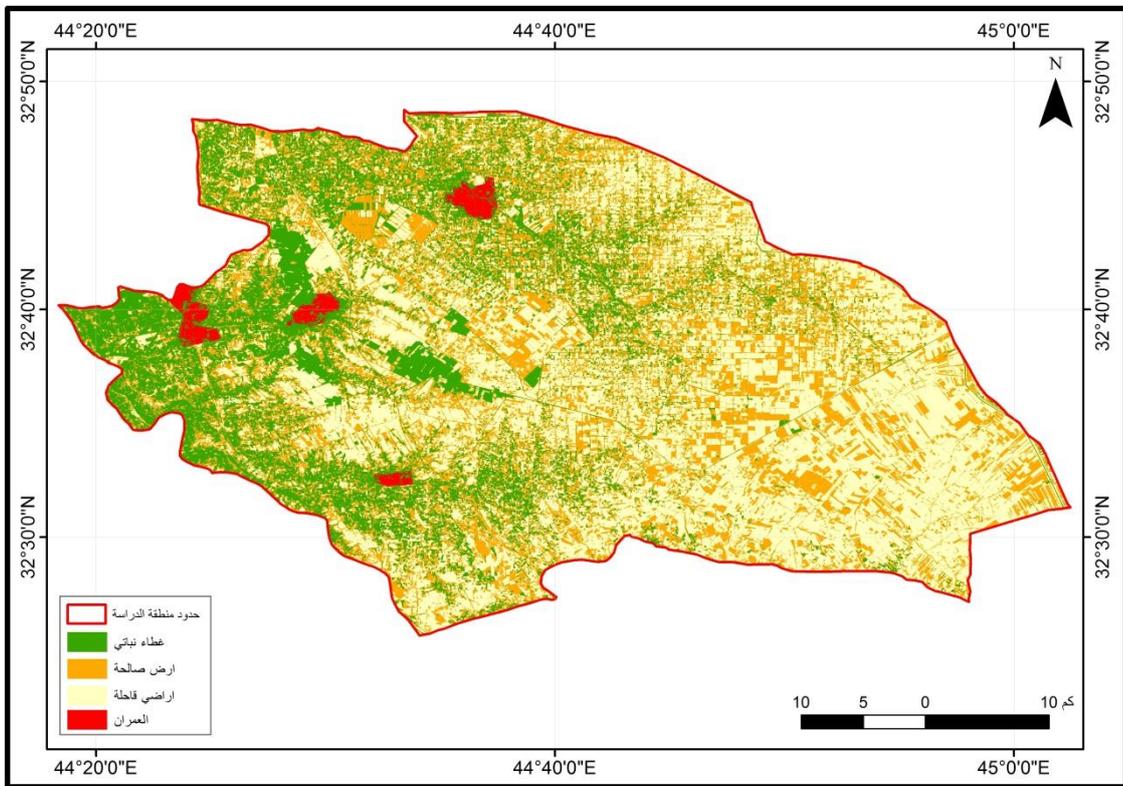
الفرق 2003 و 2020	المساحة لسنة 2020 (كم ²)	المساحة لسنة 2013 (كم ²)	المساحة لسنة 2003 (كم ²)	الصف
-37.7	261.9	294.7	299.6	غطاء نباتي
-1.7	568.2	574.96	569.9	ارض صالحة
28	935.1	905.4	907.1	اراضي قاحلة
11.3	19.99	10.2	8.7	العمران
	1785.2	1785.2	1785.2	المجموع



شكل (3-3) : التصنيف الموجه للعام 2003.



شكل (3-4): التصنيف الموجه للعام 2013.



شكل (3-5): التصنيف الموجه للعام 2020.

Accuracy assessment

3.2.5 تقييم الدقة

تم تقييم الدقة الكلية للتصنيف للسنوات الثلاثة باستخدام الدقة الكلية. وفقاً للأدبيات، يجب أن يكون عدد النقاط المرجعية عشرة أضعاف عدد فئات الغطاء الأرضي المصنفة في الصورة. وفقاً لذلك، تم تصنيع أربع أنواع من الغطاء الأرضي في الدراسة، وبالتالي اختيار نقاط مرجعية عددها 40 نقطة تقريباً لكل نوع وبمجموع نقاط 161 نقطة. تم استخدام طريقة أخذ العينات العشوائية البسيطة، وتوزيعها بشكل متجانس عبر الصور. تم عرض مصفوفة الخطأ لطرق MLC في الجداول (3-3) و (3-4) و (3-5) على التوالي. بلغت الدقة الإجمالية (88.1%)، (91.1%)، (87.5%) لسنة 2003 و 2013 و 2020 على التوالي. في حين كانت قيم معامل كابا في نفس الفترة الزمنية كالاتي (0.84، 0.89، 0.89) وهذا دليل على التوافق القوي بين بيانات التحقق والبيانات المصنفة. أظهرت هذه الدراسة طريقة التصنيف (MLC) وبيانات القمر الصناعي لاندسات هي طريقة فعالة لرسم خرائط لفئات الغطاء الأرضي بدقة تصنيف عالية.

جدول (3-3): تقييم الدقة لسنة 2003 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix.

اصناف غطاء الارض		الاصناف بالاعتماد على النقاط المرجعية				
		غطاء نباتي	ارض صالحة	ارض قاحلة	العمران	المجموع
الاصناف المحسوبة من الصور	غطاء نباتي	34	0	0	0	34
	ارض صالحة	0	39	0	0	39
	ارض قاحلة	5	1	33	4	43
	العمران	2	0	7	36	45
	المجموع	41	40	40	40	161
الدقة الكلية = 88.1						
معامل كابا = 0.84						

جدول (3-4): تقييم الدقة لسنة 2013 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix.

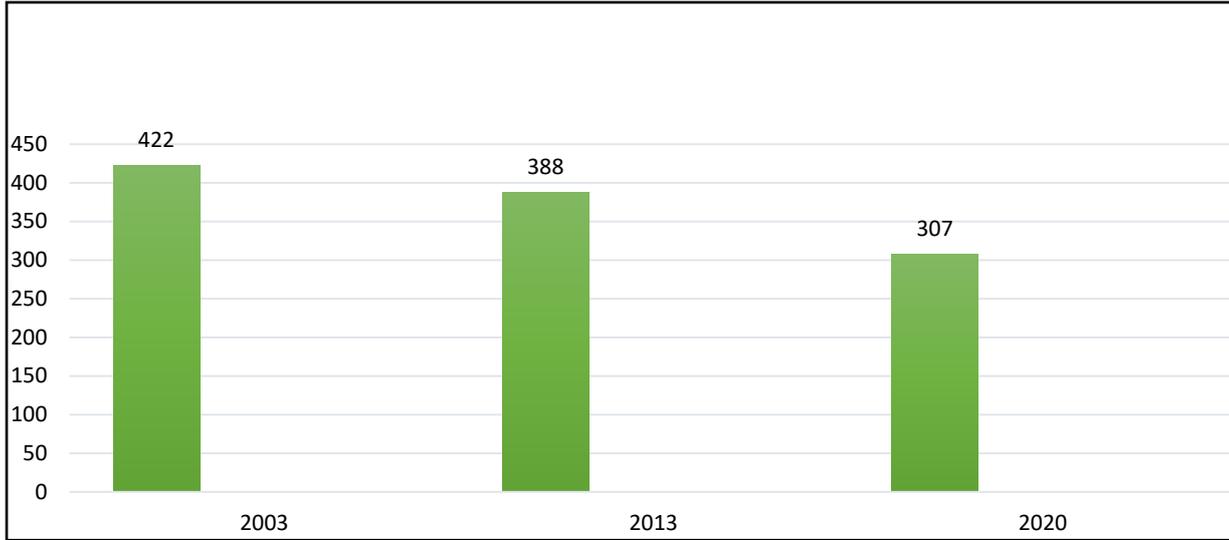
اصناف غطاء الارض		الاصناف بالاعتماد على النقاط المرجعية				
		غطاء نباتي	ارض صالحة	ارض قاحلة	العمران	المجموع
الاصناف المحسوبة من الصور	غطاء نباتي	36	0	0	0	36
	ارض صالحة	0	39	0	0	39
	ارض قاحلة	3	0	35	3	41
	العمران	2	1	5	37	45
	المجموع	41	40	40	40	161
الدقة الكلية = 91.1						
معامل كابتا = 0.89						

جدول (3-5): تقييم الدقة لسنة 2020 باستخدام مصفوفة الخطأ Error matrix.

اصناف غطاء الارض		الاصناف بالاعتماد على النقاط المرجعية				
		غطاء نباتي	ارض صالحة	ارض قاحلة	العمران	المجموع
الاصناف المحسوبة من الصور	غطاء نباتي	38	0	6	2	46
	ارض صالحة	0	39	0	1	40
	ارض قاحلة	0	1	27	0	28
	العمران	3	0	7	37	47
	المجموع	41	40	40	40	161
الدقة الكلية = 87.5						
معامل كابتا = 0.89						

3.2.6 حساب مؤشر فرق الغطاء النباتي الطبيعي (NDVI) Normalized Difference Vegetation Index

تم حساب قيم NDVI لمنطقة المحاويل باستخدام البيانات التي تم تحميلها من القمر الصناعي لاندسات. تم حساب قيم NDVI من خلال تطبيق المعادلة (3-2) المذكورة في الفصل الثاني باستخدام برنامج Arc GIS. تم قياس التغيير باستخدام مؤشر NDVI للسنوات 2003، 2020، 2013. بلغت مساحة الغطاء النباتي لعام 2003 هي حوالي 422 كم² وللعام 2013 حوالي 388 كم²، بينما سجلت سنة 2020 القيمة الأقل ما يقارب 307 كم². كما موضح في الشكل (3-6). تم أستخراج قيم NDVI لكل صورة من المعادلة الخاصة لحساب NDVI كما موضح في الأشكال (3-7) و (3-8) و (3-9) على التوالي. حيث تمثل القيم المستخرجة كثافة الغطاء النباتي، تشير المناطق الخضراء إلى المناطق المغطاة بالنباتات ذات الظروف المناسبة للزراعة، بينما تشير المناطق الحمراء إلى المناطق الخالية من الغطاء النباتي التي تعاني من ظروف زراعية سيئة. بالنسبة للقمر الصناعي Landsat 7، يتم تمثيل النطاقين الأحمر و NIR بالرقمين (3) و (4) على التوالي. يوضح الجدول (3-6) التحليل الإحصائي باستخدام مؤشر NDVI. وقد أتضح من الدراسة الحالية أنّ المنطقة شهدت تغيرات واضحة في الحقبة المحصورة بين عامي 2003 و 2020 حيث كشفت الدراسة بأن التغيرات الرئيسية حدثت في المناطق الزراعية والأراضي الجرداء والمبنية وهذا يدل على أنّ المنطقة تأثرت بالتوسع العمراني غير المدروس وغير المخطط له.



شكل (3-6): مخطط بياني يوضح تغير قيم الغطاء النباتي خلال سنوات الدراسة.

جدول (3-6): البيانات الاحصائية باستخدام مؤشر NDVI.

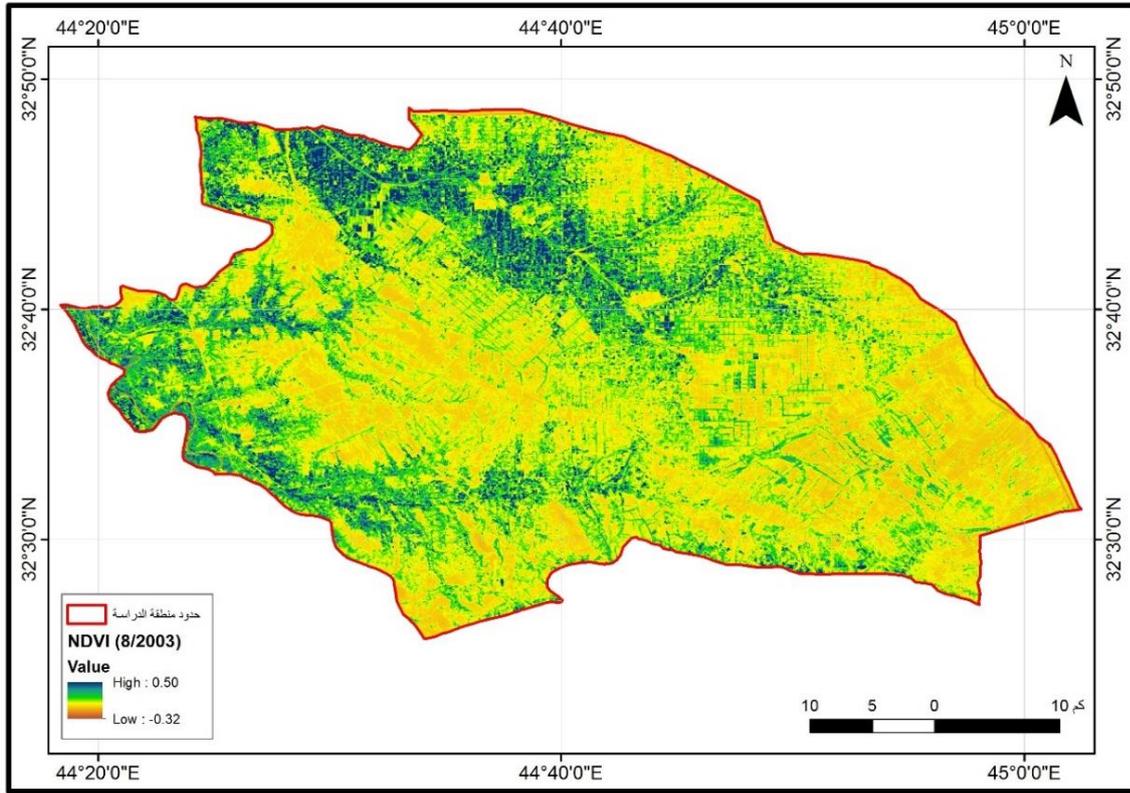
Index	Date	Count	Area (km ²)	MIN	MAX	Mean	STD
NDVI	31/8/2003	1953045	422.3295	-0.327102810	0.505376339	0.120878646	0.064726676
	27/8/2013	1953045	388.224	-0.224598184	0.501542568	0.115739031	0.064689182
	17/8/2020	1953045	307.1367	-0.171508193	0.5372383	-0.037640146	0.09429531

حيث يمثل Count عدد البكسلات في الصورة التي بالإمكان من خلالها حساب مساحة المنطقة باستخدام برنامج ArcGIS، اما Area فتمثل المساحة في وحدة الكيلومتر والتي يعطيها مؤشر الغطاء النباتي NDVI في تلك السنة. في حين يمثل MIN أقل قيمة ملاحظة في الصورة، أما MAX فيمثل أعلى قيمة ملاحظة، بينما يمثل Mean متوسط القيم والذي يمكن حسابه من المعادلة (3-1). اما STD فيمثل قيمة الانحراف المعياري (Standard Deviation) والذي

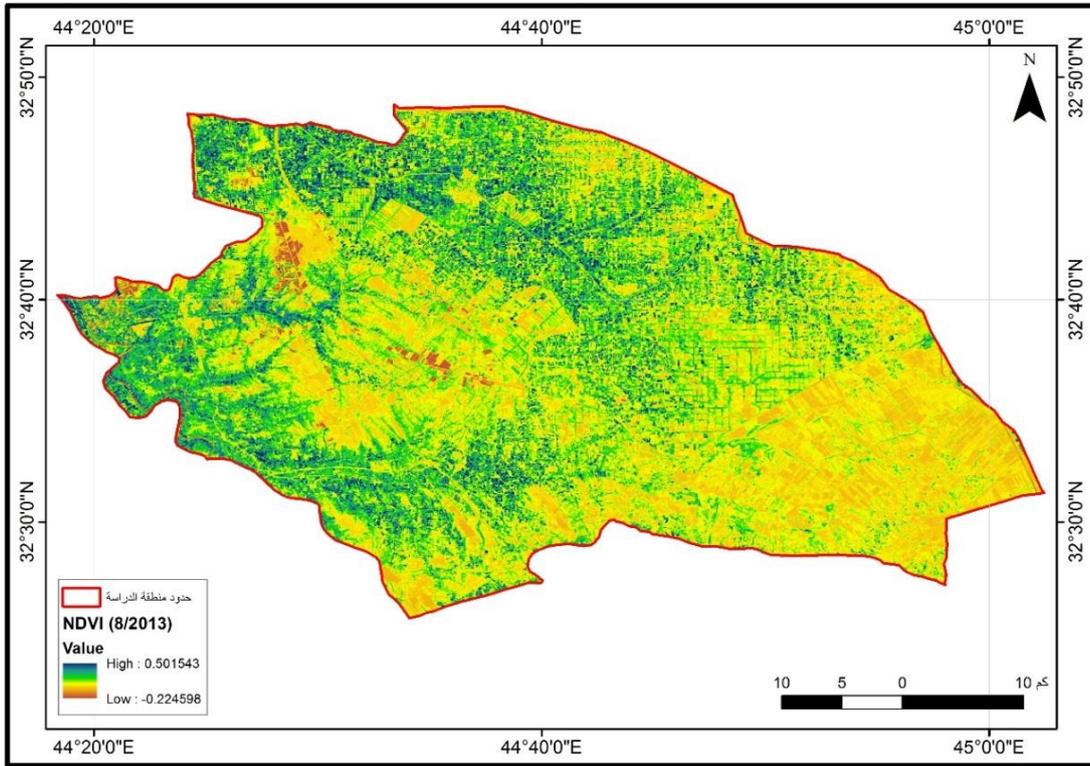
يعرف على أنه مقياس يشير إلى مدى أنحراف (انتشار) قيم مجموعة البيانات عن المتوسط. بعبارة أخرى، يوضح الإنحراف المعياري ما إذا كانت بياناتك قريبة من المتوسط أو تتقلب كثيراً ويحسب من المعادلة (3-2).

$$\text{Mean} = \frac{\text{Sum of values}}{\text{Number of values}} \quad (3-1)$$

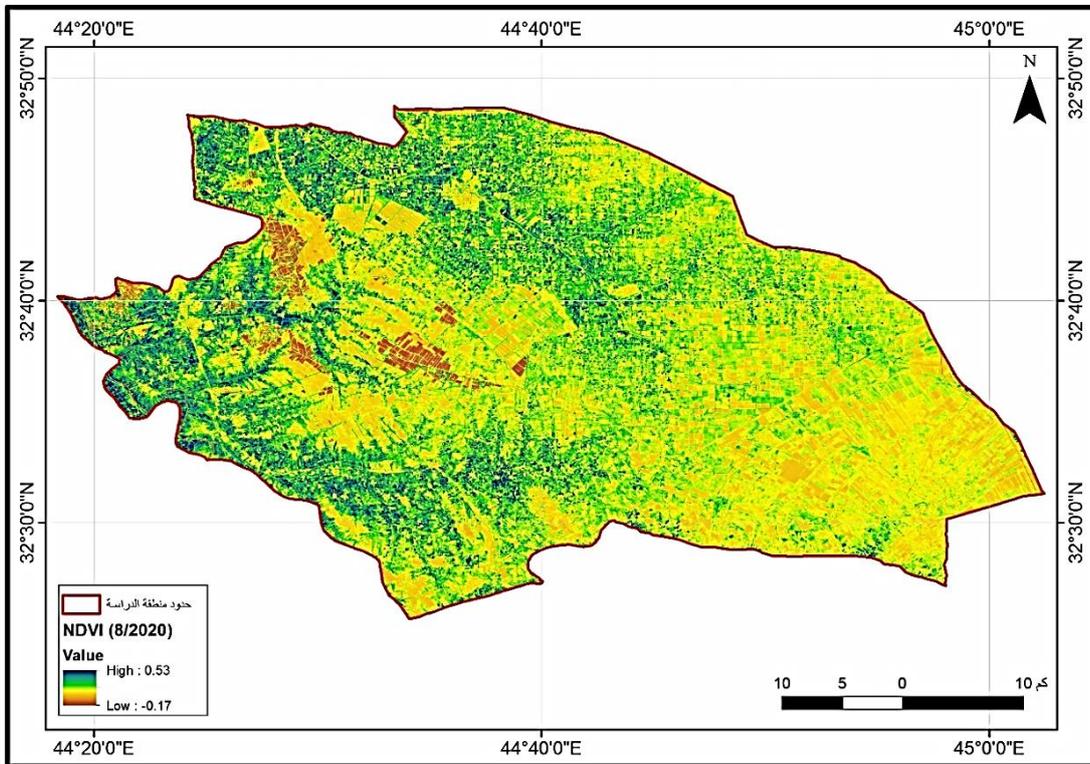
$$\text{STD} = \sqrt{\frac{\text{Sum (values-mean)}^2}{\text{Number of values}}} \quad (3-2)$$



شكل (3-7): قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2003.



شكل (3-8): قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2013.



شكل (3-9): قيم المؤشر النباتي NDVI للعام 2020.

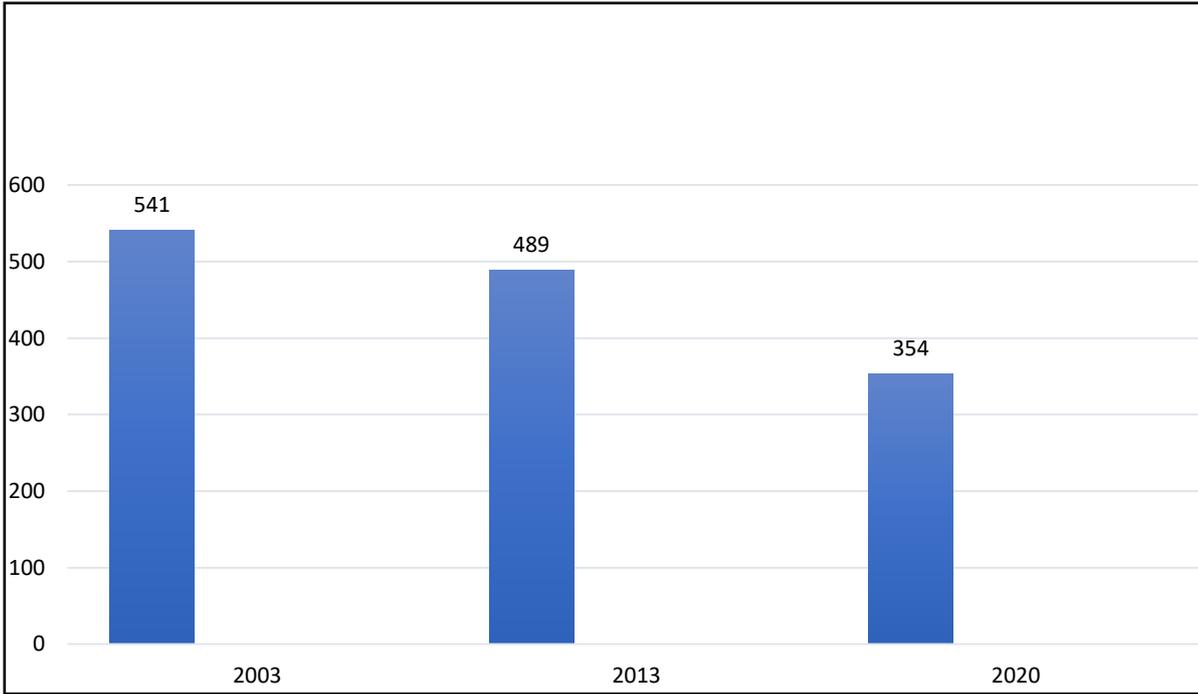
3.2.7 حساب مؤشر فرق الغطاء المائي الطبيعي (NDWI) Normalized Difference

Water Index

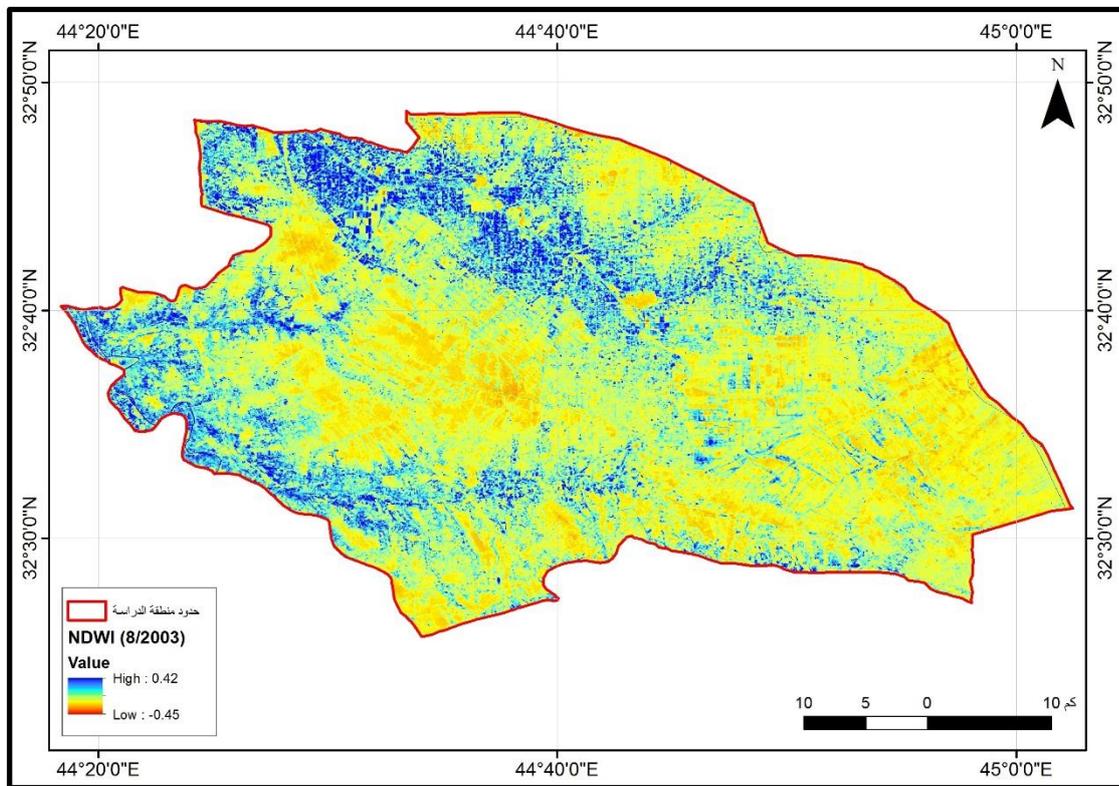
تم حساب قيم NDWI لمنطقة المحاويل باستخدام البيانات التي تم تحميلها من القمر الصناعي لاندسات. تم حساب قيم NDWI من خلال تطبيق المعادلة (2-4) المذكورة في الفصل الثاني باستخدام برنامج Arc GIS. تم قياس التغيير باستخدام المؤشر للسنوات 2003، 2013، 2020. بلغت مساحة الغطاء المائي لعام 2003 حوالي 541 كم² وللعام 2013 حوالي 489 كم²، بينما سجلت سنة 2020 القيمة الأقل ما يقارب 354 كم². كما موضح في الشكل (10-3). تم استخراج قيم NDWI لكل صورة من المعادلة (2-4) الخاصة لحساب NDWI كما موضح في الأشكال (11-3) و (12-3) و (13-3) حيث تمثل القيم المستخرجة الغطاء المائي، تشير المناطق الزرقاء إلى المناطق المغطاة بالمياه، بينما تشير المناطق الصفراء إلى المناطق الجافة. يوضح الجدول (7-3) التحليل الإحصائي باستخدام مؤشر NDWI.

جدول (7-3): البيانات الإحصائية باستخدام مؤشر NDWI.

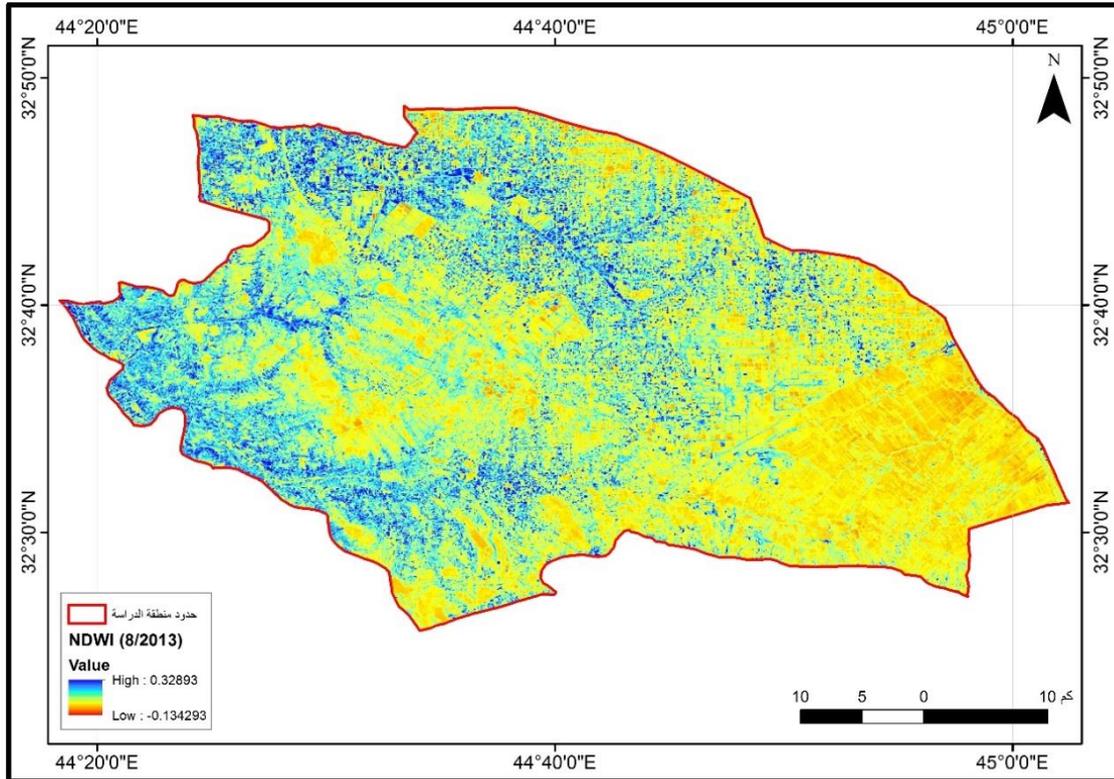
Index	Date	Count	Area(km) ²	MIN	MAX	Mean	STD
NDWI	31/8/2003	1953045	541.9251	-0.451219499	0.421052635	-0.027544553	0.054297285
	27/8/2013	1953045	489.7971	-0.134293005	0.32893014	0.00970989	0.04878013
	17/8/2020	1953045	354.5703	-0.582892418	0.353816986	0.00936245	0.073188551



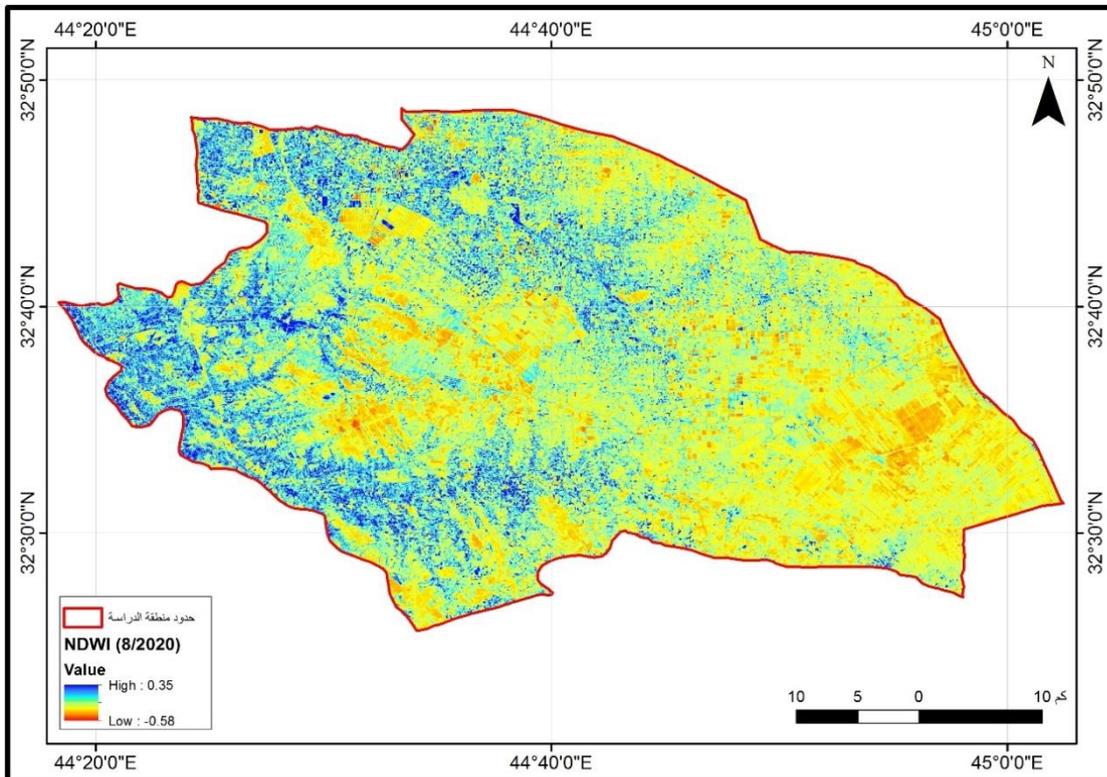
شكل (10-3): مخطط بياني يوضح تغيير قيم الغطاء المائي خلال سنوات الدراسة.



شكل (11-3): قيم المؤشر NDWI للعام 2003.



شكل (3-12): قيم المؤشر NDWI للعام 2013.



شكل (3-13): قيم المؤشر NDWI للعام 2020.

3.2.8 حساب مؤشر فرق الغطاء الحضري الطبيعي (NDBI) Normalized Difference

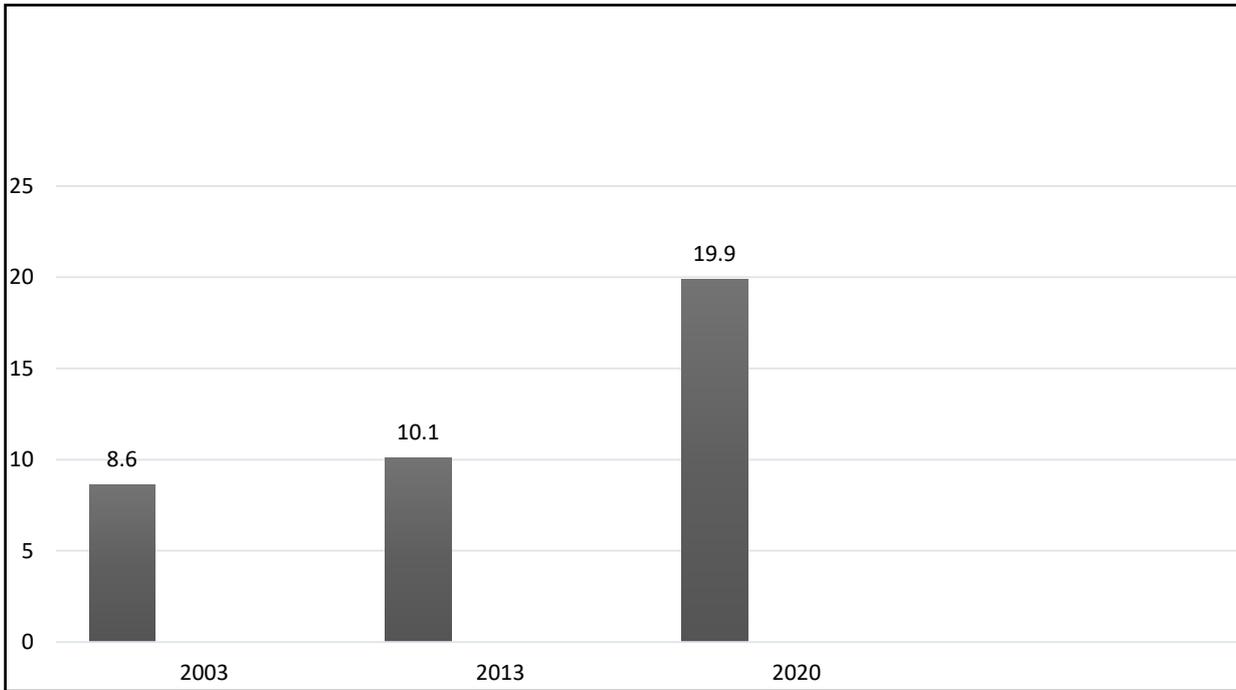
Built-up Index

تم حساب قيم NDBI لمنطقة المحاويل باستخدام البيانات التي تم تحميلها من القمر الصناعي لاندسات. تم حساب قيم NDBI من خلال تطبيق المعادلة (2-5) المذكورة في الفصل الثاني باستخدام برنامج Arc GIS. تم قياس التغيير باستخدام المؤشر للسنوات 2003، 2013، 2020. بلغت مساحة الغطاء الحضري لعام 2003 حوالي 8 كم² وللعام 2013 حوالي 10 كم²، بينما سجلت سنة 2020 القيمة الأعلى ما يقارب 19 كم². كما موضح في الشكل (3-14). تم استخراج قيم NDBI لكل صورة من المعادلة (2-5) الخاصة لحساب NDBI كما موضح في الاشكال (3-15) و (3-16) و (3-17). حيث تمثل القيم المستخرجة الغطاء الحضري لمنطقة الدراسة، تشير المناطق الحمراء الى المناطق الحضرية. يوضح الجدول (3-8) التحليل الإحصائي باستخدام مؤشر NDBI.

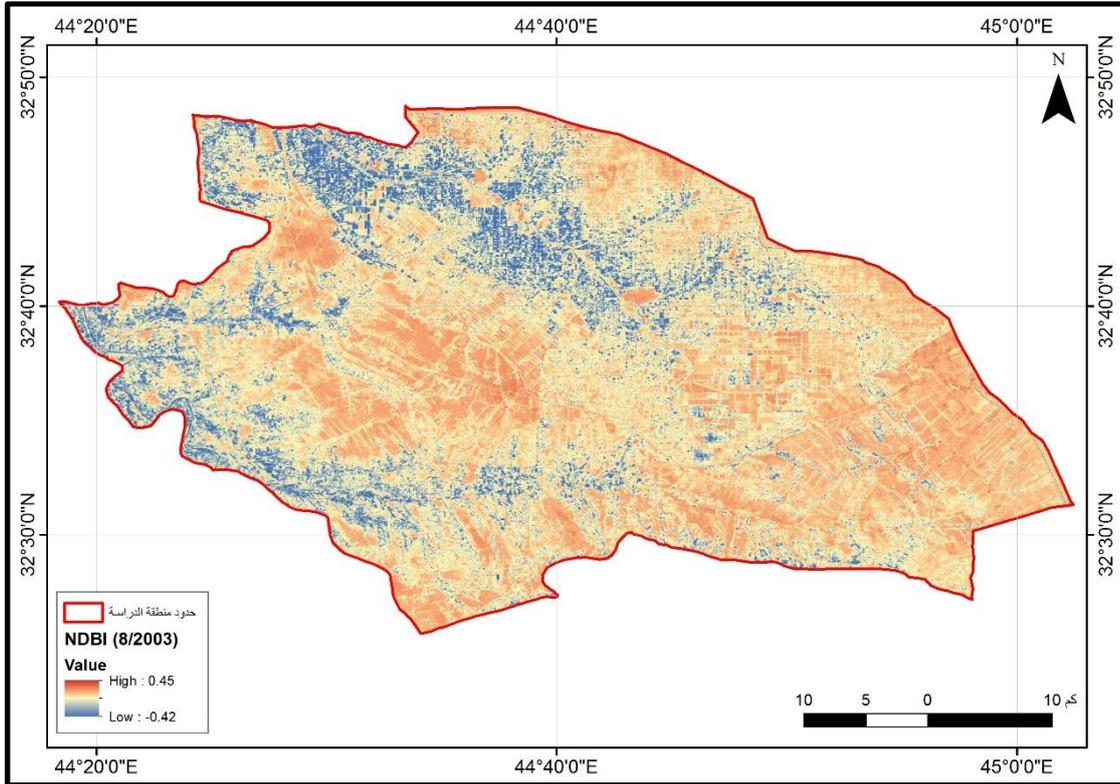
ولوحظ أيضا عند تطبيق الدليل NDBI للتواريخ 2003، 2013، 2020 وجود زيادة في مساحة المناطق المبنية للتواريخ 2013 و 2020 عنه في سنة 2003 وتناقص ملحوظ في مساحات الأراضي الجرداء والقاحلة، وهذا واضح بسبب التوسع العمراني الذي تشهده المدينة، التي أثرت في الأرضية النباتية والبساتين والأراضي الزراعية المجاورة للمدن الكبيرة إضافة لاستخدامات أراضي واسعة في مشاريع صناعية على حساب الأراضي الزراعية. وأخيرا يمكن الاستنتاج بأن الأعمار الصناعية لها القابلية الفريدة والمتميزة لكشف التغيرات في غطاء الأرض بسرعة وبدقة عالية.

جدول (3-8): البيانات الاحصائية باستخدام مؤشر NDBI.

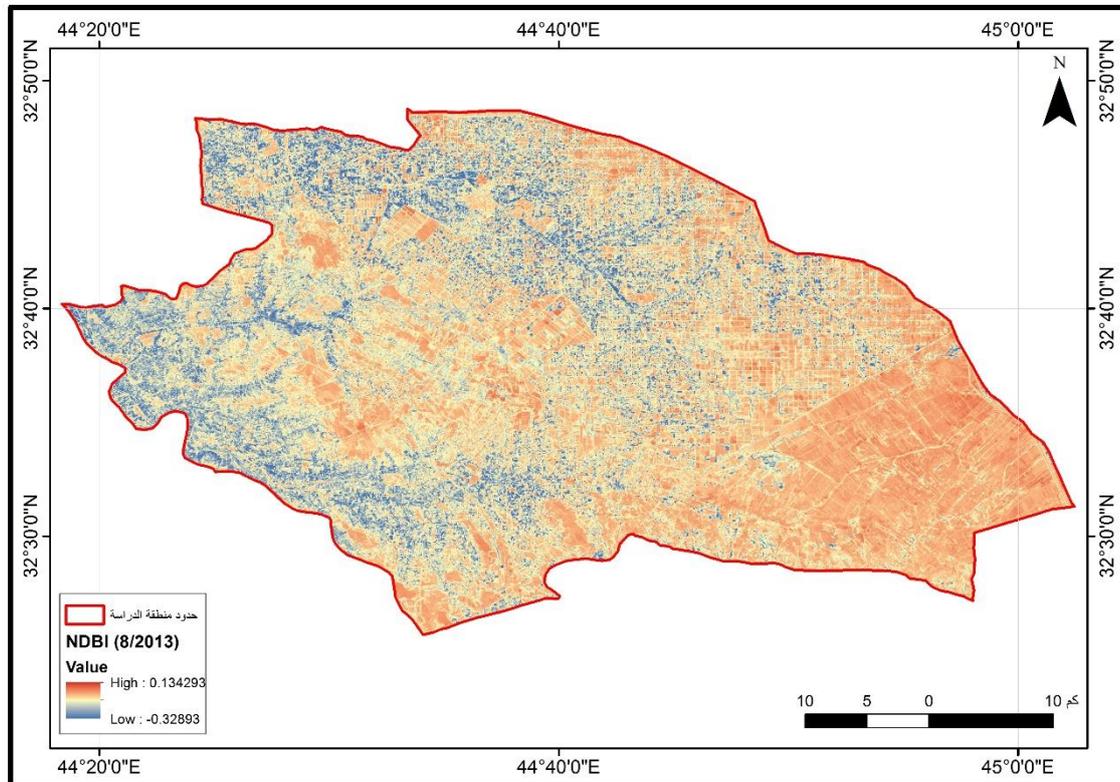
Index	Date	Count	Area(km ²)	MIN	MAX	Mean	STD
NDBI	31/8/2003	1953045	8.6715	-0.421052635	0.451219499	0.024127444	0.07318535
	27/8/2013	1953045	10.1763	-0.328930140	0.134293005	-0.011522645	0.054297233
	17/8/2020	1953045	19.9926	-0.353816986	0.582892418	-0.013028372	0.048780245



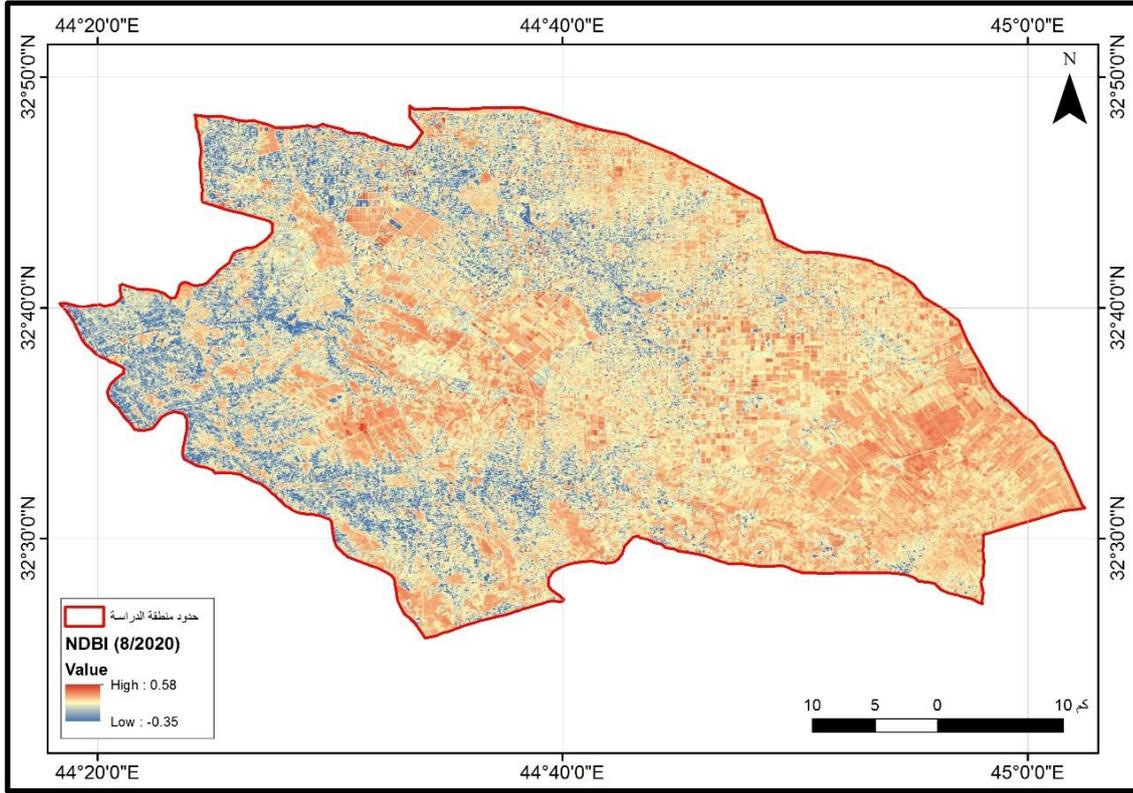
شكل (3-14): مخطط بياني يوضح تغيير قيم الغطاء الحضري خلال سنوات الدراسة.



شكل (3-15): قيم المؤشر NDBI للعام 2003.



شكل (3-16): قيم المؤشر NDBI للعام 2013.



شكل (17-3): قيم المؤشر NDBI للعام 2020.

3.3 توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة واثاره للمدة 2020-2050

يعد التنبؤ بما ستكون عليه الظاهرة في المستقبل أحد أهداف العلم الذي ينطلق من تفسيرها والإحاطة بها من جميع الجوانب، من حيث أسباب وجودها وعلاقتها مع الظواهر الأخرى. إنَّ لعملية البحث والدراسة لمستقبل الظاهرة أهمية كبيرة في الدراسات لاسيما منها الدراسات العمرانية على وجه التحديد، لإرتباط عملية أعداد المخططات والبرامج التنموية للمكان، وبما ستؤول إليه الظاهرة العمرانية بعد فترة زمنية معينة، إذ لا يتوقف دور الباحث على فهم الظاهرة فقط إنما يتعدى ذلك إلى أستشراف مستقبل الظاهرة وفقا لعدد من المتغيرات التي تؤثر فيها مما يوفر مساحة من التصور لوضع توقعات لمستقبل الظاهرة [73].

أولاً - توقعات نمو السكان للمدة 2020 - 2050

إنّ معرفة حجم السكان يمثل ركيزة أساسية ومهمة في استراتيجية تخطيط المدينة ومعرفة احتياجاتها المستقبلية من الخدمات، أذ توفر التنبؤات والتوقعات لحجم السكان الإفادة من توفير المساكن وخدمات الطرق والبنى الارتكازية والخدمات التعليمية والصحية، ومعرفة مدى صلاحية وكفاية استعمالات الأرض لهذه الزيادة. وإنّ العلاقة بين زيادة السكان والنمو العمراني علاقة طردية إذ كلما زاد عدد السكان زاد التوسع العمراني، بسبب الحاجة الى السكن والعمل والتنقل.

للتنبؤ بحجم السكان لمدينة المركز العمرانية في منطقة الدراسة اعتمدت الدراسة على معدل النمو السكاني للمدة (2010 - 2020) البالغة (3%)، حيث يتوقع أنّ عدد السكان لسنة 2030 سيبلغ (128295) نسمة لجميع المراكز العمرانية أيّ سكان المدينة سيزدادون بنسبة زيادة مقدارها (25%) عن سكان 2020 البالغ عددهم (95043) نسمة، أما السكان المتوقع عددهم سنة 2040 سيبلغ (173180) نسمة وبنسبة زيادة عن سكان 2020 (85%) مع افتراض ثبات معدل النمو البالغ (3%) أما الزيادة المتوقعة لسنة الهدف 2050 فستكون (233768) نسمة وبنسبة زيادة عن السكان تبلغ 2020 (125%) وبمعدل النمو نفسه للمدة 2010-2020 السابقة الذكر وكما موضح في الجدول (9-3) والشكل (18-3) مع التأكيد أنّ هذه الزيادة تسير بالشكل الطبيعي.

جدول (9-3): توقعات نمو السكان لمنطقة الدراسة للمدة 2020 - 2050.

المركز العمراني	سكان 2020	سكان 2030	سكان 2040	سكان 2050
النيل	7200	9719	13119	17709
المشروع	41760	56370	76092	102713
الامام	13675	18459	24917	33635
المحاويل	32408	43746	59051	79711
المجموع	95043	128295	173180	233768

هذه النتائج تم الحصول عليها بالاعتماد على معادلة التنبؤ السكاني [74]:

$$P_n = P_0 (1+r)^n$$

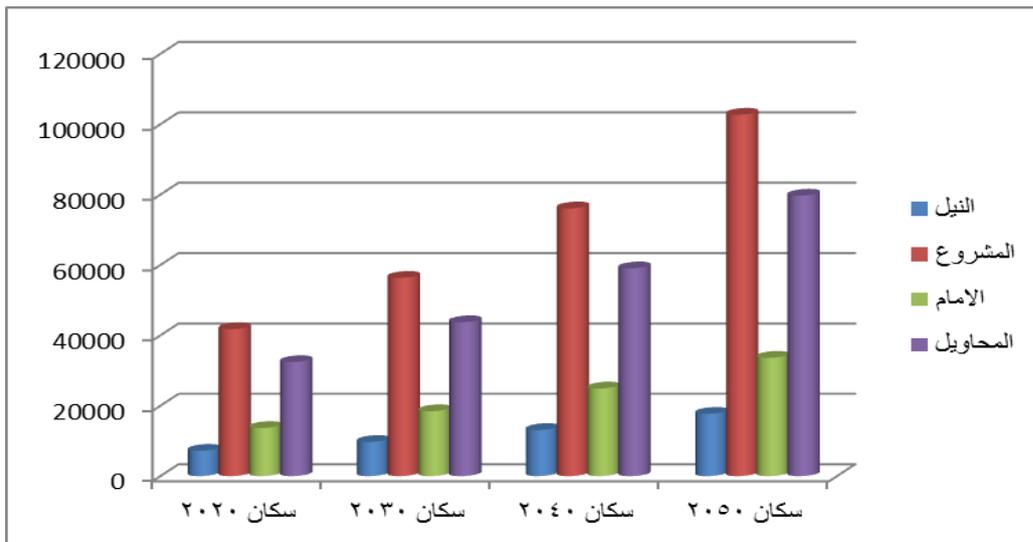
حيث ان :

P_n = عدد السكان في سنة الهدف

P_0 = عدد السكان في التعداد اللاحق

r = معدل النمو السنوي

n = المدة بين التعدادين



شكل (18-3): توقعات نمو السكان لمدينة المحاويل للمدة 2020 - 2050.

ثانيا - توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة للمدة 2020-2050

تعد توقعات التوسع العمراني ضرورية وذلك لتقادي المشكلات والتنبؤ بعدم تكرارها أو الإقلال منها والتخطيط السليم لها، والاستثمار الأمثل للأراضي وتحسينها واستدامتها ورفع مستواها وكفاءتها كي تصبح أكثر ملائمة للسكان من السابق، مع تأدية وظائفها بأفضل صورة وانسيابية عالية، و كما موضح ومن خلال الجدول (3-10) والشكل (3-19).

جدول (3-10): توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة للمدة 2020-2050.

مركز العمران	مساحة 2020 كم ²	مساحة 2030 كم ²	مساحة 2040 كم ²	مساحة 2050 كم ²
النيل	1.98	2.68	3.61	4.88
المشروع	6.40	8.64	11.67	15.75
الامام	4.38	5.91	7.97	10.76
المحاويل	7.23	9.76	13.18	17.78
المجموع	19.99	26.99	36.43	49.17

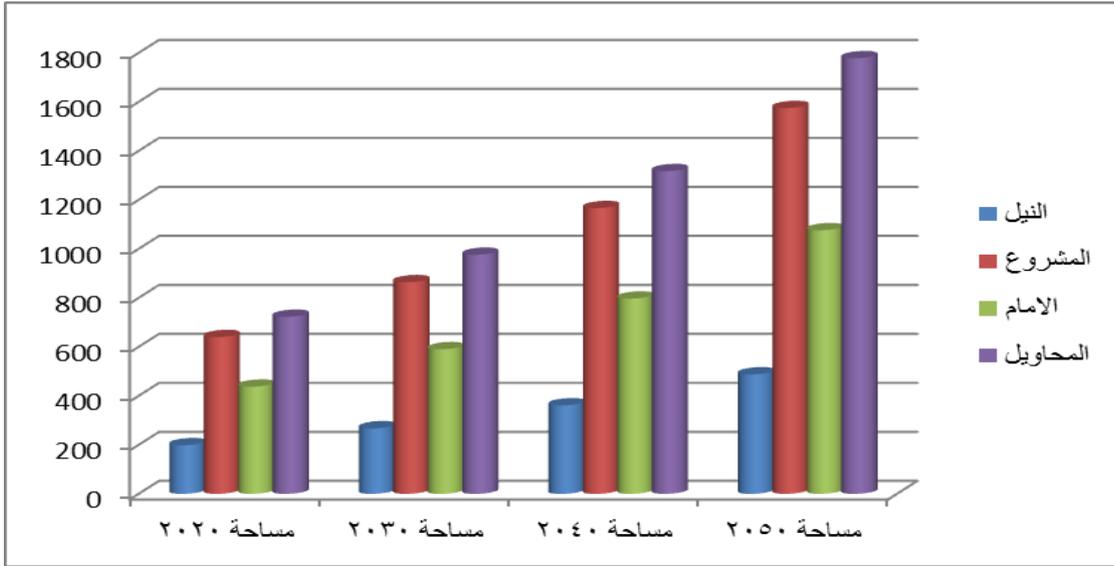
حيث تم الحصول على هذه النتائج اعتمادا على:

1 - جدول (3-9)

2 - تم استخراج المساحة المستقبلية بالاعتماد على المعادلة التالية:

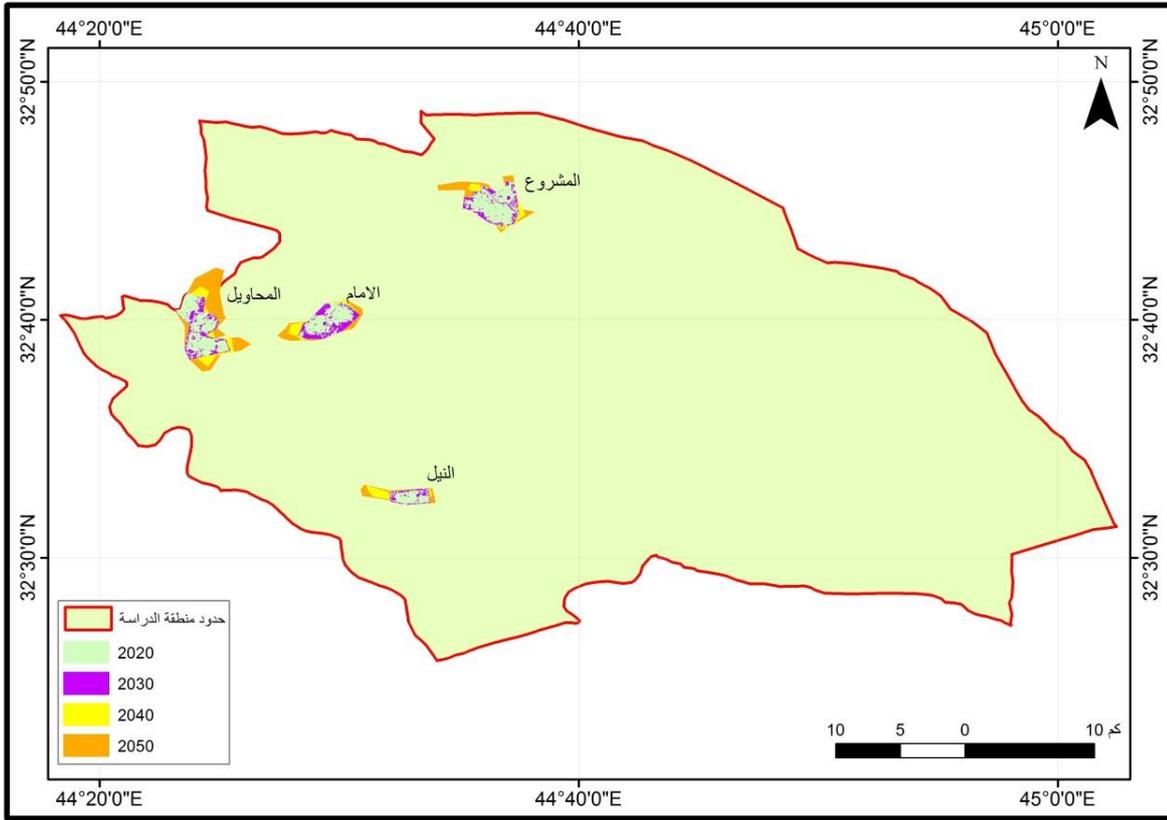
(عدد سكان سنة الهدف - عدد سكان سنة الأساس) * مساحة المعيار المخصص للفرد + مساحة

العمران في سنة الأساس [75].



شكل (19-3): توقعات التوسع العمراني لمنطقة الدراسة للمدة 2020 - 2050.

من خلال تحليل الجدول (10-3) تبين أن النمو والتوسع العمراني في اتجاه الزيادة والزيادة المفرطة، وذلك بسبب الزيادة السكانية غير المدروسة وغير المخطط لها، إذ يتوقع في سنة 2030 تجريف أراضٍ زراعية لغرض العمران (26.99) كم² أي بنسبة (25%) على مساحة سنة 2020 أما في سنة 2040 فيتوقع زيادة التوسع العمراني بحوالي (36.43) كم² وسنة 2050 سنة الهدف سوف يبلغ التوسع بمساحة تقدر (49.17) كم² ولجميع المراكز العمرانية في منطقة الدراسة واعتمد المعيار الاساس للتوسع على قسمة عدد السكان 2020 على المساحة لسنة 2020، كما نلاحظ في الشكل (20-3).



شكل (20-3): اتجاهات التوسع الافقي المتوقع حتى عام 2050.

4.1 الأستنتاجات:

يمكن أن يوفر استخدام صور القمر الصناعي لاندسات 7 ولاندسات 8 في سنوات مختلفة، تقيماً مثاليًا لتغيرات الأراضي في المناطق الحضرية، مما يعطي تصورات كافية عن التغيرات التي من المتوقع حدوثها في المستقبل. وتظهر هذه الدراسة نتائج تغييرات الأرض باستخدام التصنيف الموجه للصور، وقيم المؤشرات الطيفية NDVI و NDWI و NDBI، التي يمكن أن تكون مفيدة للغاية، نظرًا لقدرتها على توفير معلومات دقيقة حول حالة الغطاء الحضري. يمكن تلخيص أهم الاستنتاجات بالنقاط التالية:

1. وضح تصنيف الصور نتائج الانتشار المكاني للأصناف الأربعة (الغطاء النباتي، الأراضي الصالحة للزراعة، الأراضي القاحلة و العمران) في مدينة المحاويل. بالنسبة لعام 2003 أظهر التصنيف بأن المناطق الحضرية تمثل أقل مساحة حيث تبلغ مساحتها حوالي 8.7 كم² بنسبة (0.5%) من مساحة منطقة الدراسة، يليها الغطاء النباتي بمساحة حوالي 299.6 كم² بنسبة (16.78%). ثم جاءت المناطق الصالحة للزراعة بمساحة حوالي 569.89 كم² بنسبة (31.92%) من مساحة منطقة الدراسة، بينما احتلت المناطق القاحلة النسبة الأعلى بمساحة حوالي 907.1 كم² بنسبة (50.80%). بينما عام 2020 بلغت مساحة الغطاء النباتي حوالي 261.9 كم² بنسبة (14.67%)، وبلغت مساحة العمران 19.99 كم² بنسبة (1.2%). بينما بلغت مساحة الأراضي الصالحة 568.23 كم² بنسبة (31.82%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. وبلغت الأراضي القاحلة حوالي 935.1 كم²، وكانت النسبة المئوية من المساحة الكلية (52.3%). وسجل الغطاء النباتي في عام 2020 انخفاضاً ملحوظاً بنسبة (12.50%) مقارنة بعام 2013، وذلك نتيجة لتوجه السكان خلال هذه الفترة نحو النشاط التجاري. أما أعلى توسع فقد سجلته الأراضي الحضرية حيث سجلت نسبة انتشار مرتفعة، وكانت الزيادة بنسبة (49.09%). وبالمقابل أنخفضت

مساحة الغطاء النباتي، حيث اتسعت رقعة الزيادة السكانية في الأراضي الحضرية على حساب الأراضي الزراعية في هذه الفترة، وانخفضت مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بمقدار (2.56%) ويعود السبب إلى التوسع العمراني في المدينة، بينما زادت الأراضي القاحلة بنسبة (3.17%) مقارنة بعام 2013.

2. أظهر توزيع مؤشر NDVI للفترة 2003-2020 أنّ المنطقة شهدت تغيرات واضحة في الحقبة المحصورة بين عامي 2003 و 2020 حيث كشفت الدراسة بأن التغيرات الرئيسية حدثت في المناطق الزراعية والأراضي الجرداء والمبنية وهذا يدل على أنّ منطقة الدراسة تأثرت بالتوسع العمراني غير المدروس وغير المخطط له.

3. وفقاً لنتائج مؤشر NDWI بلغت مساحة الغطاء المائي لعام 2003 حوالي 541 كم² وللعام 2013 حوالي 489 كم²، بينما سجلت سنة 2020 القيمة الأقل ما يقارب 354 كم². ويمكن أنّ يكون ذلك بسبب الهدر المستمر للموارد المائية بسبب أساليب الري غير الاقتصادية، وفشل مشاريع الصرف، والدفن المستمر للأنهار والجداول، وتكرار تجاوز حصص المياه، وأرتفاع معدل الهجرة إلى المدن من ناحية، ومن ناحية أخرى التحويل من الأراضي الزراعية إلى مناطق سكنية.

4. بلغت مساحة الغطاء الحضري لعام 2003 حوالي 8.7 كم² وللعام 2013 حوالي 10.2 كم²، بينما سجلت سنة 2020 القيمة الأعلى ما يقرب 19.99 كم². ولوحظ أيضاً عند تطبيق الدليل NDBI للتاريخ 2003، 2013، 2020 وجود زياده في مساحة المناطق المبنية للسنوات 2013 و 2020 عنه في سنة 2003. من جهة أخرى هناك تناقص ملحوظ في مساحات الاراضي الجرداء والقاحلة بسبب التوسع العمراني الذي تشهده المدينة، والتي اثرت على المساحات الخضراء والأراضي الزراعية المجاورة للمدن الكبيرة إضافة لزيادة المشاريع الصناعية على حساب الأراضي الزراعية.

5. سلطت الدراسة الضوء على الحاجة إلى تطوير الخطط على المدى القصير والمدى البعيد من أجل معالجة تغييرات الغطاء الأرضي غير المدروسة. وأخيرا يمكن الأستنتاج بأن صور القمر الصناعي لها قابلية متميزة لكشف التغيرات في غطاء الأرض بسرعة وبدقة عالية.

4.2 التوصيات:

1. إجراء المزيد من الدراسات عن المنطقة ومقارنتها مع فترات مختلفة ومناطق أخرى من العراق.
2. العمل على إيصال نتائج الدراسات إلى متخذي القرار في المؤسسات الحكومية والوزارات كوزارة البيئة ووزارة الزراعة ووزارة التخطيط لاتخاذ الإجراءات اللازمة والحلول المناسبة للمشكلات المتعلقة بالبيئة حول زيادة NDBI.
3. إتاحة الفرصة للمساهمة في تحسين الإنتاج الزراعي وتوافر المياه، وتحديد المشكلات وحلها من خلال المراقبة المستمرة خلال السنوات القادمة.
4. العمل على توفير قاعدة بيانات محدثة لاستخدامها في تقنية GIS وذلك لدورها الفاعل في تخطيط المدن والتنبؤ المستقبلي.

1. J. B. Campbell and R. H. Wynne, "Introduction to remote sensing," Guilford Press, (2011).
2. R. A. Schowengerdt, "Remote sensing: models and methods for image processing," Elsevier, 3rd Edition, Academic Press, London, (2006).
3. P. Griffiths, P. Hostert, O. Gruebner, and S. van der Linden, "Mapping megacity growth with multi-sensor data," *Remote Sens. Environ.*, vol. 114, No. 2, pp. 426–439, (2010).
4. H. Xu, "A new index for delineating built-up land features in satellite imagery," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 29, No. 14, pp. 4269–4276, (2008).
5. G. Bugliarello, "Large urban concentrations: A new phenomenon," *Earth Sci. city A Read.*, vol. 56, pp. 7–19, (2003).
6. العزاوي ، ظافر أبراهيم ،"التوسع العمراني وأثره على استعمالات الأرض الزراعية في ناحية يثرب " .مجلة الفاتح ، المجلد 1 ، العدد 22 ، ص 92 – 99 ، (2005).
7. S. Aggarwal, "Principles of remote sensing," *Satell. Remote Sens. GIS Appl. Agric. Meteorol.*, vol. 23, No. 2, pp. 23–28, (2004).
8. C. J. Tucker, D. A. Slayback, J. E. Pinzon, S. O. Los, R. B. Myneni, and M. G. Taylor, "Higher northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982 to 1999," *Int. J. Biometeorol.*, vol. 45, No. 4, pp. 184–190, (2001).
9. M. E. Bauer, B. C. Loffelholz, and B. Wilson, "Estimating and mapping impervious surface area by regression analysis of Landsat imagery," in *Remote sensing of impervious surfaces*, CRC Press, pp. 31–48, (2007)
10. NASA, "Landsat Science," Retrieved from <http://landsat.gsfc.nasa.gov/> (2014).
11. USGS, "Landsat missions," Retrieved from <http://landsat.usgs.gov/> (2014)
12. زمان صاحب جواد حنون، "التباين المكاني لخصائص سكان قضاء المحاويل للمده من 1997 – 2013، دراسة في جغرافية السكان"، رسالة ماجستير، قدمت الى كلية التربية،

- جامعة بابل، ص6،9، (2015).
13. حسن حميد جاسم، "تصنيف استعمالات الارض الزراعية في قضاء المحاول باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)", رسالة ماجستير، قدمت الى كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة كربلاء، (2017).
14. هيئة المساحة العامة، قسم انتاج الخرائط، "خريطة محافظة بابل الادارية، مقياس (1:500000)" (2018).
15. مديرية الموارد المائية، "خريطة الموارد المائية لمحافظة بابل، مقياس (1:500000)" (2018).
16. وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، التقديرات الاحصائية السنوية لعام (2020).
17. T. Al-Awadhi, "Monitoring and Modeling Urban Expansion Using GIS & RS," *WORLD*, vol. 60, No. 70.0, p. 80, (2007).
18. F. Jiang, S. Liu, H. Yuan, and Q. Zhang, "Measuring urban sprawl in Beijing with geo-spatial indices," *J. Geogr. Sci.*, vol. 17, No. 4, pp. 469–478, (2007).
19. J. Luo, D. Yu, and M. Xin, "Modeling urban growth using GIS and remote sensing," *GIScience Remote Sens.*, vol. 45, No. 4, pp. 426–442, (2008).
20. حسين درويش محمد، "دراسة التوسع العمراني لمدينة جم جمال والعوامل المؤثرة عليه للفترة من 1987-2011 باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS)". مجلة ديالى للعلوم الهندسية، المجلد 6، العدد 2، ص 1-15، (2013)
21. مرتضى مظفر الكعبي، "الزحف العمراني لمدينة شط العرب على الاراضي الزراعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (دراسة في جغرافية المدن)", رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة البصرة، (2013).
22. محمد محسن عبد الله، "اثر التوسع العمراني على استعمالات الارض الزراعية في مركز قضاء الحويجة"، رسالة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة تكريت، (2013).
23. P. P. Masakorala and N. D. K. Dayawansa, "Spatio-temporal analysis of urbanization, urban growth and urban sprawl since 1976-2011 in Kandy City and surrounding area using GIS and remote sensing," *Bhúmi, Plan. Res. J.*, vol. 4, No. 2, (2015).

24. A. A. A. Alsharif, B. Pradhan, S. Mansor, and H. Z. M. Shafri, "Urban expansion assessment by using remotely sensed data and the relative Shannon entropy model in GIS: a case study of Tripoli, Libya," *Theor. Empir. Res. Urban Manag.*, vol. 10, No. 1, pp. 55–71, (2015).
25. I. N. Hidayati, R. Suharyadi, and P. Danoedoro, "Developing an extraction method of urban built-up area based on remote sensing imagery transformation index," in *Forum Geografi*, vol. 32, No. 1, pp. 96–108, (2018).
26. H. Al-Bilbisi, "Spatial monitoring of urban expansion using satellite remote sensing images: A case study of Amman City, Jordan," *Sustainability*, vol. 11, No. 8, p. 2260, (2019).
27. A. S. Hammadi and R. A. Ahmed, "Spatial Appropriateness of Urban Expansion Trends of Balad City," *J. Al-Frahedis Arts*, vol. 13, No. 45| First Part, (2021).
28. S. Goswami, "A study on the urbanization of Bengaluru, India between 2015 and 2020 based on Sentinel-1/2 data." (2021).
29. مكرم جمال البدراني، " التوسع العمراني لمدينة المدينة على الاراضي الزراعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS"، رسالة ماجستير، قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة، (2021).
30. B. Alharthi and T. A. El-Damaty, "Study the Urban Expansion of Taif City Using Remote Sensing and GIS Techniques for Decision Support System," *Adv. Remote Sens.*, vol. 11, No. 1, pp. 1–15, (2022).
31. V. Kumar and S. Agrawal, "Urban modelling and forecasting of landuse using SLEUTH model," *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, pp. 1–20, (2022).
32. W. Fu, J. Ma, P. Chen, and F. Chen, "Remote sensing satellites for digital earth," in *Manual of digital earth*, Springer, Singapore, pp. 55–123, (2020).
33. H. J. Kramer and A. P. Cracknell, "An overview of small satellites in

- remote sensing,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 29, No. 15, pp. 4285–4337, (2008).
34. S. Khanal, K. Kc, J. P. Fulton, S. Shearer, and E. Ozkan, “Remote sensing in agriculture—accomplishments, limitations, and opportunities,” *Remote Sens.*, vol. 12, No. 22, p. 3783, (2020).
35. Wikimedia, “Remote Sensing Illustration.jpg,” November 20th. Accessed on 29th July 2020, (2013).
36. J. P. Walawender, M. Szymanowski, M. J. Hajto, and A. Bokwa, “Land surface temperature patterns in the urban agglomeration of Krakow (Poland) derived from Landsat-7/ETM+ data,” *Pure Appl. Geophys.*, vol. 171, No. 6, pp. 913–940, (2014).
37. M. A. Wulder *et al.*, “Lidar sampling for large-area forest characterization: A review,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 121, pp. 196–209, (2012).
38. R. C. Estoque and Y. Murayama, “Classification and change detection of built-up lands from Landsat-7 ETM+ and Landsat-8 OLI/TIRS imageries: A comparative assessment of various spectral indices,” *Ecol. Indic.*, vol. 56, pp. 205–217, (2015).
39. E. J. Knight and G. Kvaran, “Landsat-8 operational land imager design, characterization and performance,” *Remote Sens.*, vol. 6, No. 11, pp. 10286–10305, (2014).
40. S. Laura Rocchio, “Chronicling the Landsat legacy,” *Earth Obs.*, vol. 23, No. 6, p. 4, (2011).
41. C. Loyd, “Putting Landsat 8’s Bands to Work,” Map Box, June 14, (2013).
42. T. D. Acharya and I. Yang, “Exploring landsat 8,” *Int. J. IT, Eng. Appl. Sci. Res.*, vol. 4, No. 4, pp. 4–10, (2015).
43. اسماء الفوال، “محاضرة تحليل وتفسير الصور الفضائية”، جامعة دمشق، دمشق، سوريا، (2014).

44. R. N. Colwell, "Manual of remote sensing," American Society of Photogrammetry, Falls Church, USA, PP. 1571-1666, (1985).
45. N. Kadhim, M. Mourshed, and M. Bray, "Advances in remote sensing applications for urban sustainability," *Euro-Mediterranean J. Environ. Integr.*, vol. 1, No. 1, pp. 1–22, (2016).
46. M. Herold, H. Couclelis, and K. C. Clarke, "The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change," *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 29, No. 4, pp. 369–399, (2005).
47. R. Qin and T. Liu, "A Review of Landcover Classification with Very-High Resolution Remotely Sensed Optical Images—Analysis Unit, Model Scalability and Transferability," *Remote Sens.*, vol. 14, No. 3, p. 646, (2022).
48. D. Lu and Q. Weng, "A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 28, No. 5, pp. 823–870, (2007).
49. M. A. Lefsky and W. B. Cohen, "Selection of remotely sensed data," in *Remote sensing of forest environments*, Springer, pp. 13–46, (2003).
50. D. A. Quattrochi and M. F. Goodchild, "Scale in remote sensing and GIS," CRC press, pp.320-323, (1997).
51. R. G. Congalton and K. Green, "Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices," CRC press, pp.231-234, (2019).
52. J. R. Jensen, "Introductory digital image processing: a remote sensing perspective," 4th Edition, Pearson Education, (2015).
53. D. Chen and D. Stow, "The effect of training strategies on supervised classification at different spatial resolutions," *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, vol. 68, No. 11, pp. 1155–1162, (2002).
54. C. Song, C. E. Woodcock, K. C. Seto, M. P. Lenney, and S. A. Macomber, "Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects?," *Remote Sens.*

- Environ.*, vol. 75, No. 2, pp. 230–244, (2001).
55. M. J. Canty, A. A. Nielsen, and M. Schmidt, “Automatic radiometric normalization of multitemporal satellite imagery,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 91, No. 3–4, pp. 441–451, 2004.
56. L. Qu, Z. Chen, M. Li, J. Zhi, and H. Wang, “Accuracy improvements to pixel-based and object-based lulc classification with auxiliary datasets from Google Earth engine,” *Remote Sens.*, vol. 13, No. 3, p. 453, (2021).
57. R. A. Neville, J. Levesque, K. Staenz, C. Nadeau, P. Hauff, and G. A. Borstad, “Spectral unmixing of hyperspectral imagery for mineral exploration: comparison of results from SFSI and AVIRIS,” *Can. J. Remote Sens.*, vol. 29, No. 1, pp. 99–110, (2003).
58. G. Aredehey, A. Mezgebu, and A. Girma, “Land-use land-cover classification analysis of Giba catchment using hyper temporal MODIS NDVI satellite images,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 39, No. 3, pp. 810–821, (2018).
59. M. Li, S. Zang, B. Zhang, S. Li, and C. Wu, “A review of remote sensing image classification techniques: The role of spatio-contextual information,” *Eur. J. Remote Sens.*, vol. 47, No. 1, pp. 389–411, (2014).
60. D. P. Paine and J. D. Kiser, “*Aerial photography and image interpretation*,” John Wiley & Sons, (2012).
61. P. C. Smits, S. G. Dellepiane, and R. A. Schowengerdt, “Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: A review and a proposal for a cost-based approach,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 20, No. 8, pp. 1461–1486, (1999).
62. P. Mather and B. Tso, *Classification methods for remotely sensed data*. CRC press, (2016).
63. V. F. V. V. de Miranda, L. D. F. Peres, E. P. Marques Filho, and J. R. de Almeida França, “Validation of the Surface Energy Balance Retrieved

- From Remote Sensing Data For the Metropolitan Area Of Rio De Janeiro (MARJ),” in *IGARSS 2018-2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pp. 1672–1675, (2018).
64. M.-R. Rujoiu-Mare and B.-A. Mihai, “Mapping land cover using remote sensing data and GIS techniques: A case study of Prahova Subcarpathians,” *Procedia Environ. Sci.*, vol. 32, pp. 244–255, (2016).
65. D. Guidici and M. L. Clark, “One-Dimensional convolutional neural network land-cover classification of multi-seasonal hyperspectral imagery in the San Francisco Bay Area, California,” *Remote Sens.*, vol. 9, No. 6, p. 629, (2017).
66. H. B. Wakode, K. Baier, R. Jha, and R. Azzam, “Analysis of urban growth using Landsat TM/ETM data and GIS—a case study of Hyderabad, India,” *Arab. J. Geosci.*, vol. 7, No. 1, pp. 109–121, (2014).
67. T. M. Lillesand, R. W. Kiefer, and J. Chipman, “Remote sensing and image analysis,” *John Wiley Sons, New York, NY, USA*, (2000).
68. Y. Megahed, P. Cabral, J. Silva, and M. Caetano, “Land cover mapping analysis and urban growth modelling using remote sensing techniques in Greater Cairo Region—Egypt,” *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 4, No. 3, pp. 1750–1769, (2015).
69. T. Kshetri, “Ndvi, ndbi & ndwi calculation using landsat 7, 8,” *GeoWorld. Vol. 2*, pp. 32-34, (2018).
70. M. Ozyavuz, B. C. Bilgili, and A. Salici, “Determination of vegetation changes with NDVI method,” *J. Environ. Prot. Ecol.*, vol. 16, No. 1, pp. 264–273, (2015).
71. S. K. McFeeters, “The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 17, No. 7, pp. 1425–1432, (1996).
72. Y. Zha, J. Gao, and S. Ni, “Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery,” *Int. J. Remote*

Sens., vol. 24, No. 3, pp. 583–594, (2003).

73. صفوح خير، "الجغرافية موضوعها ومناهجها واهدافها"، دار الفكر، دمشق، ص 377 – 379، (2000).
74. طه حمادي الحديثي، "جغرافية السكان"، جامعة الموصل، مطبعة جامعة الموصل، ص 291 – 292، (1988).
75. صلاح حميد الجنابي، "جغرافية الحضر اسس وتطبيقات"، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ص 213، (1987).