الكشف عن تأثير المُناخ في الغطاء الارضي في مدينة الحلة باستعمال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

المدرس الدكتور
عبد الكريم عباس كريم كهار
kareem.abbas@uoqasim.edu.iq

المدرس المساعد
أية عقيل احمد
aya_aqeel@uoqasim.edu.iq

المدرس الدكتور
ناطق جابر حسين
natiqjaber@uoqasim.edu.iq

جامعة القاسم الخضراء

المستخلص : تهدف الدراسة الى الكشف عن التأثير المناخي في الغطاء الارضي باستعمال المؤشرات الطيفية(NDVI, NDWI, NDSI) من خلال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد(GIS, RS)، وقامت الدراسة بتحليل المرئيات الفضائية المأخوذة من المسح الجيولوجي الامريكي(USGS)، لشهر كانون الثاني لسنوات(2014 ، 2019 ، 2024)، وتبين ان مساحه فئات المؤشرات المعتمدة تأخذ اعتمادا كبيرا فيما تفرضه طبيعة درجات الحرارة والامطار والرطوبة النسبية، الذي من شانه ان يؤثر في القيمة الفعلية للأمطار الذي غالبا ما تكون ذا قيمه منخفضه في محطه الدراسة المناخية، أذ سجل اوسع مساحه لمؤشر(NDVI) لفئه الغطاء النباتي القليل بـ(721.22 كم) خلال عام 2014، فيما سجل ادناها لفئه الغطاء النباتي الكثيف بـ(2.57 كم) للسنه ذاتها، بينما على مستوى مؤشر(NDWI) فقد سجل اقصاها خلال المدة المعتمدة لفئه اراضي الرطبة بـ(449.65 كم) خلال سنه 2014، وادناها لفئه المياه بـ(10.52 كم) خلال سنه 2024، في حين مؤشر(NDSI) سجلت فئه الاراضي قليله الملوحة اقصاها بـ(487.14 كم) خلال سنه 2024، في حين سجل ادناها في فئه اراضي عالية الملوحة بـ(11.21 كم) في سنة 2024. وبدورها اوصت الدراسة بضرورة القيام بقياسات دوريه للمؤشرات الطيفية لمعرفه درجه تدهور الغطاءات الأرضية ذات العلاقة الغطاء النباتي والمائي والملحي بقيه الحفاظ على هذه الأنظمة البيئية من التدهور.

الكلمات المفتاحية: المُناخ، الغطاء الأرضي، مدينة الحلة، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد.

Detecting the impact of climate on land cover in the city of Hilla using Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing (RS)

Abstract: This study aims to reveal the climatic effects on land cover using spectral indices (NDVI, NDWI, NDSI) through Geographic Information Systems and Remote Sensing (GIS, RS) software. The study analyzed satellite imagery obtained from the United States Geological Survey (USGS) for January of the years 2014, 2019, and 2024. It was found that the area of the adopted indices is highly dependent on the nature of temperature, rainfall, and relative humidity, which can

affect the actual rainfall value, which is often low at the climatic study station. The widest area of the NDVI index was recorded for the sparse vegetation category at (721.22 km²) during 2014, while the lowest was recorded for the dense vegetation category at (2.57 km²) in the same year. As for the NDWI index, its highest value during the adopted period was recorded for the wetlands category at (The maximum area of land cover (449.65 km) was recorded in 2014, and the lowest for the water category was (10.52 km) in 2024. The NDSI index recorded the highest area of low-salinity land (487.14 km) in 2024, while the lowest was recorded in the high-salinity land category (11.21 km) in 2024. The study recommended the necessity of conducting periodic measurements of spectral indices to determine the degree of degradation of land covers related to vegetation, water, and salinity, in order to preserve these ecosystems from further deterioration.

Keywords: Climate, Land cover, Hilla city, Geographic Information Systems, Remote Sensing.

_ المقدمة: يُعد المناخ من العوامل الطبيعية الرئيسة التي تؤدي دورًا محوريًا في تشكيل النظم البيئية وتحديد أنماط توزيع الغطاء النباتي والمائي على سطح الأرض. إذ تؤثر عناصره المختلفة، ولا سيما درجات الحرارة، والتساقط المطري، والرطوبة النسبية، في العمليات الحيوية للنباتات وفي توافر الموارد المائية السطحية. ويظهر هذا التأثير من خلال انعكاس التباين المكاني والزماني للعناصر المناخية في كثافة الغطاء النباتي وامتداده، وكذلك على ديناميكية المسطحات المائية واتساعها أو انكماشها.

_ مشكلة الدراسة: إن الخطوة الأولى من خطوات البحث العلمي هي مشكلة الدراسة التي من الممكن صياغتها بشكل سؤال رئيس يتمحور حول مشكلة، يكون بحاجة إلى إجابة، وهي كما يأتي : هل للمناخ تأثيراً في الغطاء النباتي والمائي في منطقة الدراسة؟

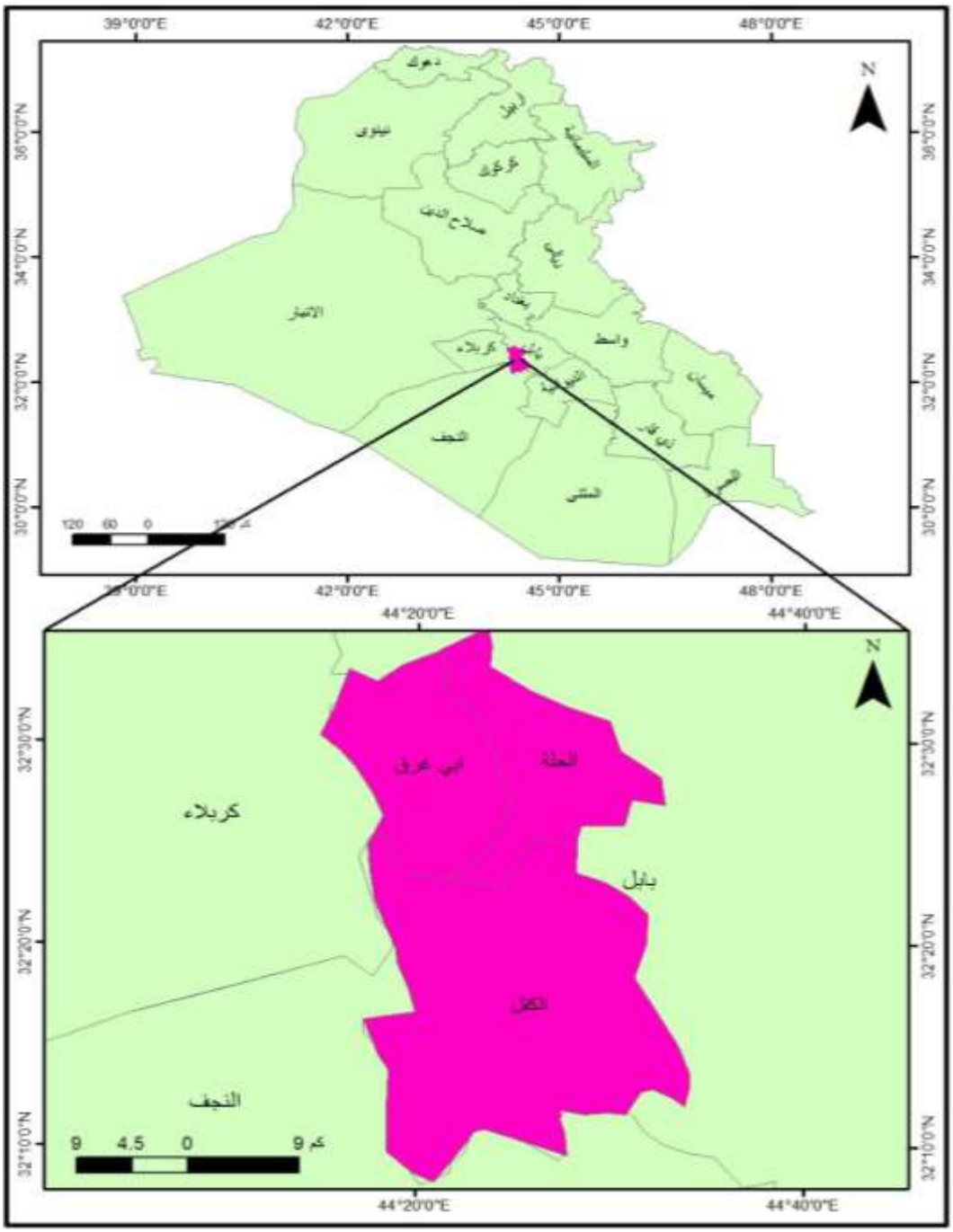
_ فرضية الدراسة : تعرف فرضية الدراسة بكونها حل للمشكلة أولي غير مبرهن عليه، وتمثل الفرضية ما يأتي: للمناخ تأثيراً واضحاً في الغطاء النباتي والمائي، وهذا ما يتضح من خلال التباين المكاني لأصناف المؤشرات النباتية والمائية.

_ حدود الدراسة:

1_ الحدود المكانية : تمثلت الحدود المكانية للدراسة في مدينة الحلة، ويقع موقعها الفلكي عند تقاطع خط العرض 32°29′ شمالًا وخط الطول 44°26′ شرقًا (انظر خارطة 1). وتعد الحلة المركز الإداري لمحافظة بابل، وتبلغ مساحتها الكلية نحو (878) كم². وتتألف منطقة الدراسة من (3) نواحي.

1_ الحدود الزمانية : اعتمدت الدراسة على بيانات مناخية لمحطة الحلة في منطقة الدراسة، وهذه المدة تمتد بين(2014– 2024)، في حين تم اخذ ثلاث مرئيات خلال شهر كانون الثاني لكل من سنوات (2014–2019–2024) لتغطية مدة الدراسة المعتمدة.

الخريطة(1) موقع مدينة الحلة من العراق ومحافظة بابل



المصدر: وزارة الموارد المائية ، المديرية العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط ، 2007.

_ خصائص مناخ في منطقة الدراسة :

تلعب الخصائص المناخية دوراً كبيراً وهاماً في طبيعة الغطاء النباتي والمائي في منطقة الدراسة خلال سنواتها، وهذا بدوره يعتمد على الخصائص الحرارية والمطرية التي من شأنها أن تؤثر بطريقة او أخرى في القيمة الفعلية للأمطار التي يبرز تأثيرها في الغطاء النباتي والمائي، وأن زيادة احدهما على الاخر من شأنه ان يترك الكثير من الاثار في الغطاء الارضي كجفاف التربة او ملوحتها في المنطقة، فاتجاه التغير المناخي من شأنه ان يلحق التربة والغطاء الارضي بالكثير من المخاطر البيئية التي يترتب عليها مظاهر التدهور. ومن ابرز العناصر التي تم تسليط الضوء عليها هي كل من:

_ درجة الحرارة: تُظهر البيانات الرقمية الواردة في الجدول (1)، وجود تباين شهري واضح في معدلات درجات الحرارة عبر محطات الدراسة كافة. إذ تسجل أدنى قيمها خلال شهر كانون الثاني، ويُعزى ذلك إلى انحسار تأثير التيار النفاث شبه المداري وبروز تأثير التيار النفاث القطبي فوق العراق **(السامرائي، 2000: 125)**. فقد بلغت درجات الحرارة في هذا الشهر نحو (12.1°م) في محطة الحلة المناخية. في المقابل، ترتفع المعدلات الحرارية تدريجيًا لتسجل أعلى قيمها خلال شهر آب، نتيجة تعامد أشعة الشمس، إذ بلغت نحو (35.5°م) في المحطة نفسها. وعلى المستوى السنوي، يتضح وجود تباين زمني في المعدلات السنوية لدرجات الحرارة خلال مدة الدراسة (2014–2024). إذ سجل عام 2023 أدنى معدل سنوي بلغ (22.9°م)، في حين سجل عامَا 2015 و2018 أعلى معدل سنوي لدرجة الحرارة، إذ بلغ نحو (25.0°م) في محطة الحلة المناخية.

ويُستنتج مما تقدم أن درجات الحرارة في منطقة الدراسة تتسم بتباين موسمي واضح، إذ تسجل ارتفاعًا ملحوظًا خلال فصل الصيف وانخفاضًا ملموسًا خلال فصل الشتاء، الأمر الذي ينعكس بصورة مباشرة على الغطاءين النباتي والمائي. فخلال شهر كانون الثاني، يسهم الانخفاض الحراري في تقليل معدلات التبخر وزيادة الفعالية الهيدرولوجية للأمطار، مما يؤدي إلى تحسن الظروف الرطوبية وارتفاع القيم الفعلية للتغذية المائية. ونتيجة لذلك، يزداد وضوح وانتشار الغطاءين النباتي والمائي على مساحات واسعة من أجزاء منطقة الدراسة، بما يعكس الاستجابة البيئية للتغيرات الحرارية الموسمية.

الجدول (1)

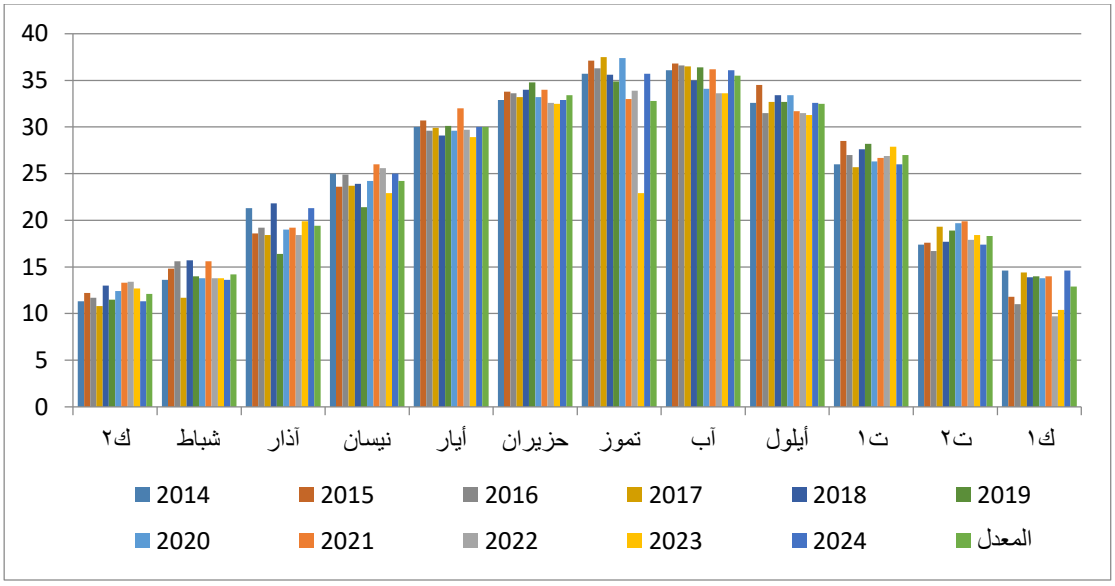
المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (م°) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
2014	11.3	13.6	21.3	25.0	30.0	32.9	35.7	36.1	32.6	26.0	17.4	14.6	24.7
2015	12.2	14.8	18.6	23.6	30.7	33.8	37.1	36.8	34.5	28.5	17.6	11.8	25.0
2016	11.7	15.6	19.2	24.9	29.6	33.6	36.3	36.6	31.5	27.0	16.7	11.0	24.5
2017	10.8	11.7	18.4	23.7	29.9	33.2	37.5	36.5	32.7	25.7	19.3	14.4	24.5
2018	13.0	15.7	21.8	23.9	29.1	34.0	35.6	35.0	33.4	27.6	17.7	13.9	25.0
2019	11.5	14.0	16.4	21.4	30.1	34.8	34.9	36.4	32.7	28.2	18.9	14.0	24.4
2020	12.4	13.8	19.0	24.2	29.6	33.2	37.4	34.1	33.4	26.3	19.7	13.8	24.7
2021	13.3	15.6	19.2	26.0	32.0	34.0	14.0	36.2	31.7	26.7	19.9	14.0	23.5
2022	13.4	13.8	18.4	25.6	29.7	32.6	33.9	33.6	31.5	26.9	17.9	9.7	23.9
2023	12.7	13.8	19.9	22.9	28.9	32.5	22.9	33.6	31.3	27.9	18.4	10.4	22.9
2024	11.3	13.6	21.3	25.0	30.0	32.9	35.7	36.1	32.6	26.0	17.4	14.6	24.7
المعدل	12.1	14.2	19.4	24.2	30.0	33.4	32.8	35.5	32.5	27.0	18.3	12.9	24.3

المصدر: وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

الشكل (1)

المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة (م°) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)



المصدر: الباحثين بالاعتماد على الجدول (1)

_ الرطوبة النسبية:

تُعرَّف الرطوبة النسبية بأنها مقدار بخار الماء الموجود فعليًا في الهواء عند درجة حرارة معينة، مقارنةً بالكمية العظمى التي يمكن للهواء الاحتفاظ بها عند الدرجة الحرارية نفسها، ويُعبَّر عنها عادةً بالنسبة المئوية. وتتأثر الرطوبة النسبية بصورة مباشرة بدرجة الحرارة، إذ إن تغيرها يؤدي إلى تغير قدرة الهواء على حمل بخار الماء، وبالتالي تتباين قيم الرطوبة النسبية تبعًا للارتفاع أو الانخفاض في درجات الحرارة. **(السامرائي: 2008)**.

توضح بيانات الجدول (2) وجود تباين شهري واضح في معدلات الرطوبة النسبية خلال أشهر السنة في محطات الدراسة كافة. إذ تسجل أعلى قيمها خلال شهر كانون الثاني، نتيجة لتقدم المنخفضات الجوية الرطبة، ولا سيما المنخفضات المتوسطة المصحوبة بتساقط الأمطار، حيث بلغت نحو (71%). في المقابل، يسجل شهر حزيران أدنى معدلات الرطوبة النسبية في عموم محطات الدراسة، ويُعزى ذلك إلى سيادة الكتل الهوائية المدارية القارية الجافة خلال هذا الشهر، إذ بلغت الرطوبة النسبية نحو (31%) في محطة الحلة المناخية. بينما على المستوى السنوي، تُظهر المعدلات السنوية للرطوبة النسبية تباينًا زمانيًا واضحًا في منطقة الدراسة، ويعود هذا التباين إلى تأثير مجموعة من العوامل المناخية والبيئية، في مقدمتها درجات الحرارة، ووجود المسطحات المائية، وكميات التساقط المطري. فقد سُجل أعلى معدل سنوي للرطوبة النسبية في محطة الحلة المناخية بنسبة بلغت (52.8%) خلال عام 2004، في حين سُجل أدنى معدل بلغ نحو (42.8%) خلال عام 2010، ويُعزى ذلك إلى محدودية المسطحات المائية التي تسهم في إمداد الهواء ببخار الماء.

ويتضح من خلال مما سبق، أن مقدار الرطوبة النسبية واتجاه تغير مقاديرها خلال سنوات الدراسة، تشهد تناقصاً تدريجياً كنتيجة حتمية لارتفاع درجات الحرارة الذي بدورها ان يقلل من رطوبة الجو، فيمكن ان تعد رطوبة الجو المحرك الرئيس لتزايد مساحات الغطاء النباتي والمائي او تناقصها، الذي بدورهما ان يعتمد بصورة كلية على مقدار الرطوبة المتوافرة في الجو.

الجدول (2)

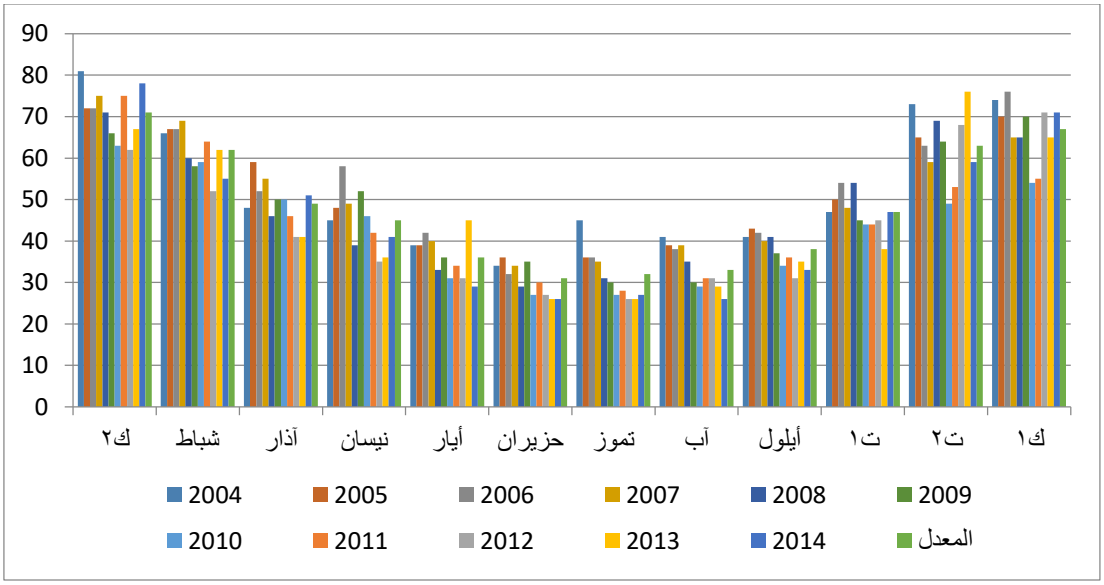
المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المعدل
2004	81	66	48	45	39	34	45	41	41	47	73	74	52.8
2005	72	67	59	48	39	36	36	39	43	50	65	70	52.0
2006	72	67	52	58	42	32	36	38	42	54	63	76	52.7
2007	75	69	55	49	40	34	35	39	40	48	59	65	50.7
2008	71	60	46	39	33	29	31	35	41	54	69	65	47.8
2009	66	58	50	52	36	35	30	30	37	45	64	70	47.8
2010	63	59	50	46	31	27	27	29	34	44	49	54	42.8
2011	75	64	46	42	34	30	28	31	36	44	53	55	44.8
2012	62	52	41	35	31	27	26	31	31	45	68	71	43.3
2013	67	62	41	36	45	26	26	26	35	38	76	65	45.5
2014	78	55	51	41	29	26	27	26	33	47	59	71	45.3
المعدل	71	62	49	45	36	31	32	33	38	47	63	67	48

المصدر: وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

الشكل (2)

المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)



المصدر: الباحثين بالاعتماد على الجدول (1)

_ الامطار :

يُعرَّف المطر بأنه شكل من أشكال الهطول السائل، إذ يزيد قطر قطيرات مائه على (500 ميكرون)، وتتباين شدته تبعًا لكمية الهطول خلال وحدة الزمن، وكذلك وفقًا لحجم القطيرات وسرعة سقوطها. ويُصنَّف الهطول المطري إلى خفيف عندما يقل معدل التساقط عن (0.5 ملم ساعة)، ويُعد متوسط الشدة عندما تتراوح كمية الهطول بين (0.5–4 ملم ساعة)، في حين يُصنَّف على أنه شديد إذا تجاوز معدل التساقط (4 ملم ساعة).**(موسى، 1994)**.

تُظهر البيانات الرقمية الواردة في الجدول (3) وجود تباين واضح في كميات الأمطار الشهرية بين محطات الدراسة، إذ تختلف قيم أعلى وأدنى معدلات التساقط من شهر إلى آخر ومن سنة إلى أخرى داخل المحطة الواحدة. ويُعد هذا النمط من التباين سمةً من سمات الأمطار في الأقاليم ذات المناخ الجاف وشبه الجاف، التي تندرج منطقة الدراسة ضمن نطاقها **(كهار، 2023، 43)**. فقد سُجلت أدنى كميات التساقط المطري خلال أشهر الصيف، ولا سيما حزيران وتموز وآب، حيث لم تُسجل محطات بغداد والعزيزية والكوت أي كميات مطرية خلال هذه الأشهر. في المقابل، سُجلت أعلى كمية شهرية للأمطار خلال شهر كانون الثاني، إذ بلغت نحو (24.3 ملم). أما على المستوى السنوي، فيسهم استعراض المجاميع السنوية للأمطار في توضيح الاتجاه الزمني للتساقط المطري في منطقة الدراسة، فضلًا عن إبراز التباين الزماني له، والكشف عن طبيعة علاقته بالغطاء الأرضي السائد. وتشير البيانات إلى أن أعلى مجموع سنوي للأمطار سُجل خلال عام 2015، إذ بلغ نحو (141.7 ملم)، في حين سُجل أدنى مجموع سنوي خلال عام 2021، وبلغ (56.8 ملم).

ويتضح من خلال مما سبق، بأن التساقط المطري في منطقة الدراسة ذو طبيعة فصلية اذ ينعدم التساقط المطري بصورة واضحة خلال فصل الصيف، في حين يكون ذو كثافة عالية خلال اشهر الشتاء وبدرجةً اقل خلال الربيع والخريف، الامر الذي ينعكس في الغطاء النباتي والمائي في منطقة الدراسة، فخلال الاشهر المطيرة تكثر النباتات والمسطحات المائية، بينما على العكس عند قلتها تزداد المساحات المعرضة الى التملح وزيادة مؤشراتها.

الجدول (3)

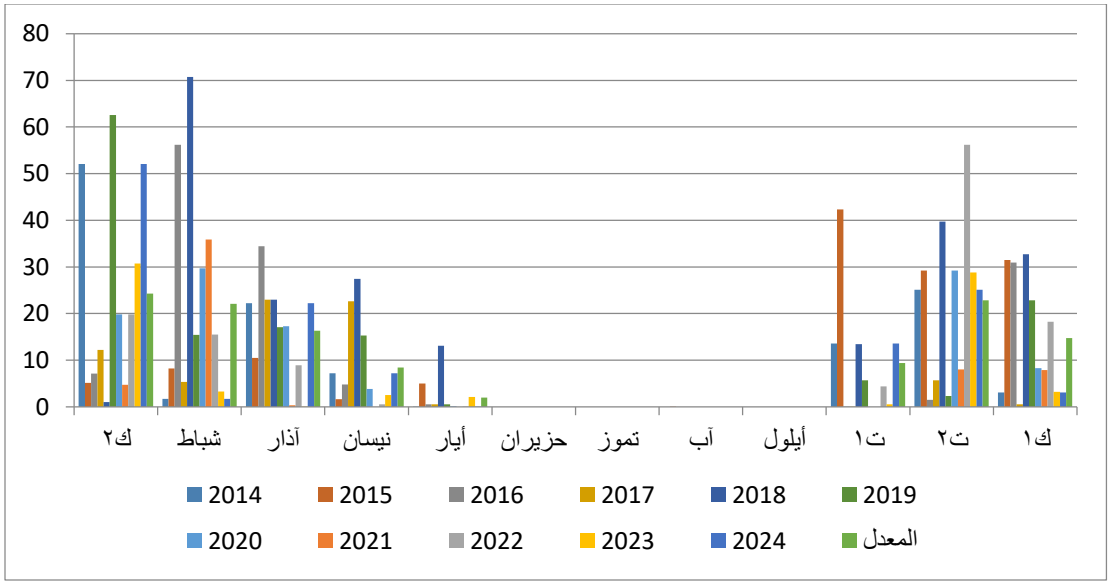
المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية السنوية للامطار(ملم) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)

السنة	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ا لأول	تشرين الثاني	كانون الأول	المجموع
2014	52.1	1.7	22.2	7.2	0.001	0	0	0	0	13.6	25.1	3.1	125
2015	5.1	8.2	10.5	1.6	5	0	0	0.001	0	42.3	29.2	31.5	133.4
2016	7.1	56.2	34.4	4.8	0.5	0	0	0	0	0.001	1.5	30.9	135.4
2017	12.2	5.3	23	22.6	0.5	0	0	0	0	0.001	5.7	0.5	69.8
2018	1	70.7	23	27.4	13.1	0	0	0	0	13.4	39.7	32.7	198
2019	62.6	15.4	17.1	15.3	0.5	0	0	0	0	5.7	2.3	22.8	141.7
2020	19.8	29.7	17.3	3.8	0.1	0	0	0	0	0	29.2	8.3	108.2
2021	4.7	35.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	8	7.9	56.8
2022	19.8	15.5	8.9	0.5	0.001	0	0	0	0	4.4	56.2	18.2	123.5
2023	30.7	3.3	0.001	2.5	2.1	0	0	0	0	0.5	28.8	3.2	71.1
2024	52.1	1.7	22.2	7.2	0.001	0	0	0	0	13.6	25.1	3.1	125
المعدل	24.3	22.1	16.3	8.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	22.8	14.7	117.1

المصدر: وزارة النقل ، الهيئة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2025.

الجدول (3)

المعدلات الشهرية والمجاميع السنوية السنوية للامطار (ملم) في محطة الحلة للمدة(2014-2024)



المصدر: الباحثين بالاعتماد على الجدول (1)

1_ مؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDVI) :

يُعد مؤشر اختلاف الغطاء النباتي أداة بسيطة وفعّالة لتحليل بيانات الاستشعار عن بعد، حيث يتيح تقييم وجود النباتات الخضراء الحية وكثافة نموها في المنطقة المرصودة. تعتمد خرائط الأقمار الصناعية على هذا المؤشر لتمثيل توزيع النبات وكثافته، ويُعرف القياس الأكثر شيوعًا باسم مؤشر الغطاء النباتي للاختلاف المعياري (NDVI) تشير القيم المنخفضة جدًا لمؤشر (NDVI (≤0.1 إلى المناطق القاحلة مثل الرمال، الثلوج أو الصخور، بينما تمثل القيم المتوسطة (0.2–0.3) الأراضي العشبية والشجيرات، أما القيم العالية (0.6–0.8) فتدل على الغابات المعتدلة أو الاستوائية الكثيفة(**العاني واخرون، 2025**). ويمكن استخراجه وفقاً للمعادلة الاتية:

$$NDVI = NIR - RED/NIR + RED$$

حيث أن:

NIR = نطاق الاشعة التحت الحمراء القريبة (Band 5) في Landsat 8

RED = نطاق الاشعة الحمراء (Band 4) في Landsat 8

تكشف المعطيات الرقمية في الجدول (4) طبيعة التباين المكاني والزماني لمؤشر اختلاف الغطاء الخضري في منطقة الدراسة، وهذا يرجع الى مجموعة العوامل المناخية التي تشهد تغيراً في اتجاهها من مدة مناخية لأخرى، أذ أن ذلك يساهم في تغير القيمة الفعلية للأمطار نحو الانخفاض. ولتحليل هذا المؤشر من حيث المساحات الخضراء ولكشف حقائق التباين المكاني والزماني في منطقة الدراسة فأنه يمكن من خلال الاتي:

_ أراضي خالية الغطاء النباتي: يكشف الجدول (4) بأن عام (2024) جاءت كأقل الاعوام مساحةً لهذه الفئة بـ(9.05 كم) وبنسبة (1.03%) من اجمالي مساحة المنطقة، يليها بعد ذلك عام (2014) بمساحة (9.69 كم) وبنسبة (1.10%)، في حين سجلت اوسع مساحة لهذه الفئة بـ(11.34 كم) وبنسبة(1.29%) من المجموع الكلي لأراضي منطقة الدراسة. وفيما يتعلق بمقدار التغير لهذا الصنف من اصناف المؤشر فقد جاءت الزيادة بمقدار (1.65 كم) للمدة من (2014–2019)، في حين شهدت تناقصاً بمساحات هذا الصنف بنحو(2.29 كم) للمدة من (2019–2024).

_ أراضي قليلة الغطاء النباتي: يتبين من خلال الجدول (4) بأن هناك تباين لطبيعة انتشار مساحات هذا الصنف، فبلغ اوسع مساحة لهذا الصنف نحو(721.22 كم) وبنسبة (82.14%) من اجمالي المساحة البالغة (878 كم) خلال عام (2014)، يليها بعد ذلك عام (2024) بنحو(714.94 كم) وبنسبة(81.42%)، ويأتي عام (2019) كأقل الاعوام تسجيلاً لمساحة هذا الصنف بنحو(586.08 كم) وبنسبة(66.75%)، وفيما يتعلق

بمقدار التغير لهذا الصنف فأنها جاءت متناقصة للمدة(2014–2019) بـ(135.14 كم)، ومتزايدة بـ(128.86 كم) للمدة (2019–2024).

_ **أراضي متوسطة الكثافة للغطاء النباتي:** أذ يتضح من خلال الجدول(4) بأن أقل مساحات هذا الصنف جاءت بـ(144.50 كم) في عام (2014) بنسبة بلغت(16.45%)، يأتي بعد ذلك عام (2024) بـ(151.05 كم) وبنسبة تصل الى(17.20%)، في حين اقصاها سجلت خلال عام (2019) بـ(267.57 كم) وبنسبة(66.75%)، بينما شهدت مساحة التغير تزايد بـ(123.07كم) خلال (2014–2019)، وتناقصاً بـ(116.52 كم) خلال المدة (2019–2024).

_ **اراضي كثيفة الغطاء النباتي:** تكشف النتائج المتضمنة في الجدول (4) بأن ادنى مساحات الاراضي ذات الغطاء النباتي الكثيف كانت خلال عام (2014) بـ(2.57 كم) وبنسبة(0.29%) من اجمالي فئات المؤشر، يليها بعد ذلك عام (2024) بـ(2.94 كم) وبنسبة(0.33%)، فيما اوسع مساحة لهذا المؤشر كانت خلال عام (2019) بنحو(12.98 كم) وبنسبة(1.47%)، بينما على مستوى مقدار التغير لمساحة هذا الصنف فقد جاءت متزايدة ومتناقصة بـ(10.41، 10.40) كم للمدتين(2014–2019، 2019–2024) على التوالي.

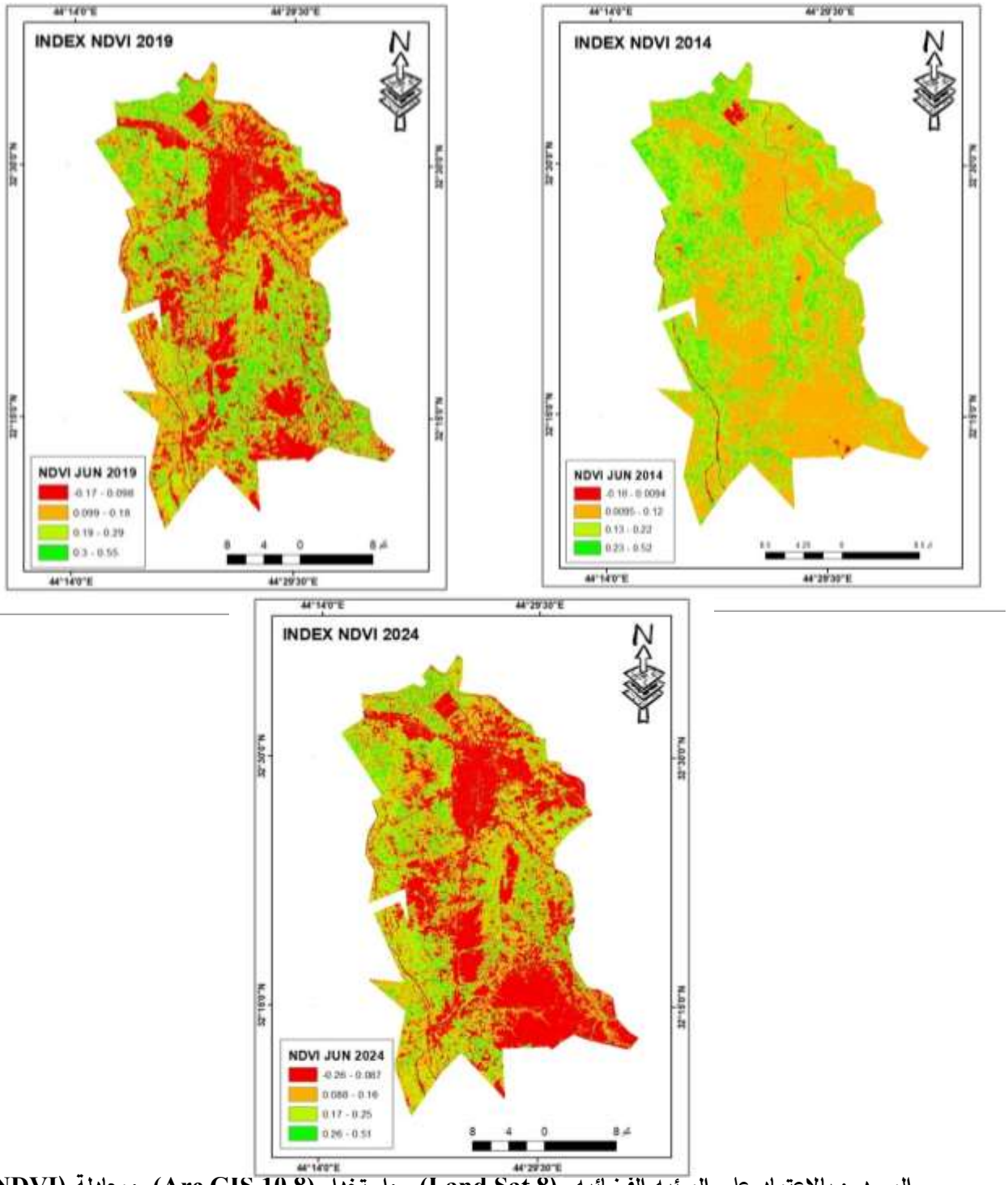
تُظهر نتائج مؤشر اختلاف الغطاء الخضري في منطقة الدراسة وجود تباين مكاني وزماني واضح بين سنوات الدراسة، وهو تباين يرتبط بشكل أساس بالتغيرات المناخية ولاسيما اتجاهات الأمطار ودرجات الحرارة. فقد عكست البيانات تحسّنًا ملحوظًا في المساحات ذات الغطاء النباتي المتوسط والكثيف خلال عام 2019، مقابل تراجع نسبي في عامي 2014 و2024، الأمر الذي يشير إلى دور الفعالية المطرية والظروف الرطوبية في تعزيز نمو الغطاء النباتي. كما لوحظ أن المساحات قليلة الغطاء النباتي تمثل الفئة السائدة في منطقة الدراسة، مع تذبذب مساحاتها تبعًا للتغيرات المناخية، في حين بقيت الأراضي معدومة الغطاء النباتي ضمن نسب محدودة نسبيًا، وشهدت تناقصًا خلال المدة الأخيرة. ويعكس هذا النمط من التغير ديناميكية الاستجابة البيئية للغطاء النباتي تجاه التقلبات المناخية.

الجدول (4) يبين مساحات مؤشر (NDVI) في منطقة الدراسة لسنة 2014

السنة	الصنف		NDVI		مقدار التغير
	الدلالة	قيمة المؤشر	المساحة	النسبة	كم
2014	خالية الغطاء النباتي	0.0094 – 0.16-	9.69	1.10	-
	قليل كثافة الغطاء النباتي	0.12 – 0.0095	721.22	82.14	-
	متوسط الغطاء النباتي	0.22 – 0.13	144.50	16.45	-
	كثيف الغطاء النباتي	0.52 – 0.23	2.57	0.29	-
المجموع			878	100	-
2019	خالية الغطاء النباتي	0.098 – 0.17-	11.34	1.29	1.65
	قليل كثافة الغطاء النباتي	0.18 – 0.099	586.08	66.75	-135.14
	متوسط الغطاء النباتي	0.29 – 0.19	267.57	30.47	123.07
	كثيف الغطاء النباتي	0.55 – 0.3	12.98	1.47	10.41
المجموع			878	100	-
2024	خالية الغطاء النباتي	0.0094 – 0.16-	9.05	1.03	-2.29
	قليل كثافة الغطاء النباتي	0.12 – 0.0095	714.94	81.42	128.86
	متوسط الغطاء النباتي	0.22 – 0.13	151.05	17.20	-116.52
	كثيف الغطاء النباتي	0.52 – 0.23	2.94	0.33	-10.04
المجموع			878	100	-

المصدر : الباحثين بالاعتماد على الخريطة(2، 3، 4)

الخرائط(2، 3، 4) التباين المكاني لمساحات مؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDVI) خلال مدد الدراسة في مدينة الحلة



المصدر: بالاعتماد على المرئيه الفضائيه (Land Sat 8) ، واستخدام (Arc GIS 10.8). ومعادلة (NDVI)

2_ مؤشر اختلاف الغطاء المائي (NDWI) :

يستعمل مؤشر الغطاء المائي للدلالة في تمييز المسطحات المائية، مستخدماً بذلك الاطوال الموجية، فأن طبيعة الاجسام المائية تقوم بامتصاص الاشعة الساقطة بفعل الاشعة تحت الحمراء والمرئية سواء كان ذلك مياهً صافية او ضحلة، فنسبة الانعكاسية تكون اقل حالاتها في المياه، بشكل يميز دكانتها عن التربة والنبات، ويستخدم مؤشر (NDWI) في قدرته على تمييز المناطق المائية عن باقي اجزاء سطح الارض، ويمكن استخراجه من خلال العلاقة الرياضية الاتية: **(فرحان وخضير، 2025)**.

$$NDWI = NIR + SWIR/NIR - SWIR$$

حيث أن:

NIR = نطاق الاشعة التحت الحمراء القريبة (Band 5) في Landsat 8

$SWIR$ = نطاق الاشعة الحمراء (Band 3) في Landsat 8

يتبين من البيانات الرقمية في الجدول(5) ان مساحات مؤشر اختلاف الغطاء المائي تتباين مساحياً فيما بين اجزاء منطقة الدراسة خلال مدد الدراسة المعتمدة، وهذا التباين أنما يعود في طبيعته الى الظروف البيئية المؤثرة على توزيع دلالات هذا المؤشر، ولتجزئة فئات هذا المؤشر لبيان طبيعة الحقائق التي تؤكد تباينه مكانياً وزمانياً:

_ اراضي جافة : توضح بيانات الجدول (5) أن عام (2014) سجل أدنى مساحة لهذه الفئة، إذ بلغت نحو (112.54 كم²) وبنسبة (12.81%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، يأتي بعدها عام (2024) بمساحة قدرها (112.93 كم²) وبنسبة (12.86%). في المقابل، بلغت هذه الفئة أعلى امتداد مساحي لها خلال عام (2019)، إذ وصلت إلى (169.13 كم²) وبنسبة (19.26%) من المساحة الكلية لأراضي منطقة الدراسة. أما فيما يتعلق بالتغير المساحي، فقد شهدت هذه الفئة زيادة مقدارها (56.59 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبها تراجع واضح بلغ (56.2 كم²) خلال المدة (2019–2024).

_ نبات: تُظهر بيانات الجدول (5) وجود تباين واضح في التوزيع المساحي لأراضي النبات خلال سنوات الدراسة. فقد سُجلت ادنى مساحة لهذا الصنف في عام (2014)، إذ بلغت (297.05 كم²) وبنسبة (33.83%) من إجمالي مساحة المنطقة البالغة (878 كم²)، جاء بعد ذلك عام (2024) بمساحة قدرها (304.87 كم²) وبنسبة (34.72%). في المقابل، جاء عام (2019) ليسجل اقصى مساحة للأراضي الجافة بلغت (323.93 كم²) وبنسبة (36.89%). أما من حيث مقدار التغير المساحي، فقد شهدت هذه الفئة ارتفاعاً بمقدار (26.88 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبه انخفاض ملحوظ بلغ (19.06 كم²) خلال المدة (2019–2024).

ـ أراضي رطبة: تبيّن معطيات الجدول (5) وجود تباين مساحي واضح في انتشار الأراضي الرطبة خلال سنوات الدراسة. فقد سُجلت أدنى مساحة لهذا الصنف في عام (2019)، إذ بلغت (371.92 كم²) وبنسبة (42.36%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة البالغة (878 كم²)، تلاه عام (2024) بمساحة قدرها (449.65 كم²) وبنسبة (51.21%). في المقابل، بلغ هذا الصنف أقصى امتداد مساحي له خلال عام 2019، حيث وصلت مساحته إلى (457.52 كم²) وبنسبة (52.10%). أما من حيث مقدار التغير المساحي، فقد شهدت الأراضي الرطبة تناقص مقداره (85.6 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبها تزايد ملحوظ بلغ (77.73 كم²) خلال المدة (2019–2024).

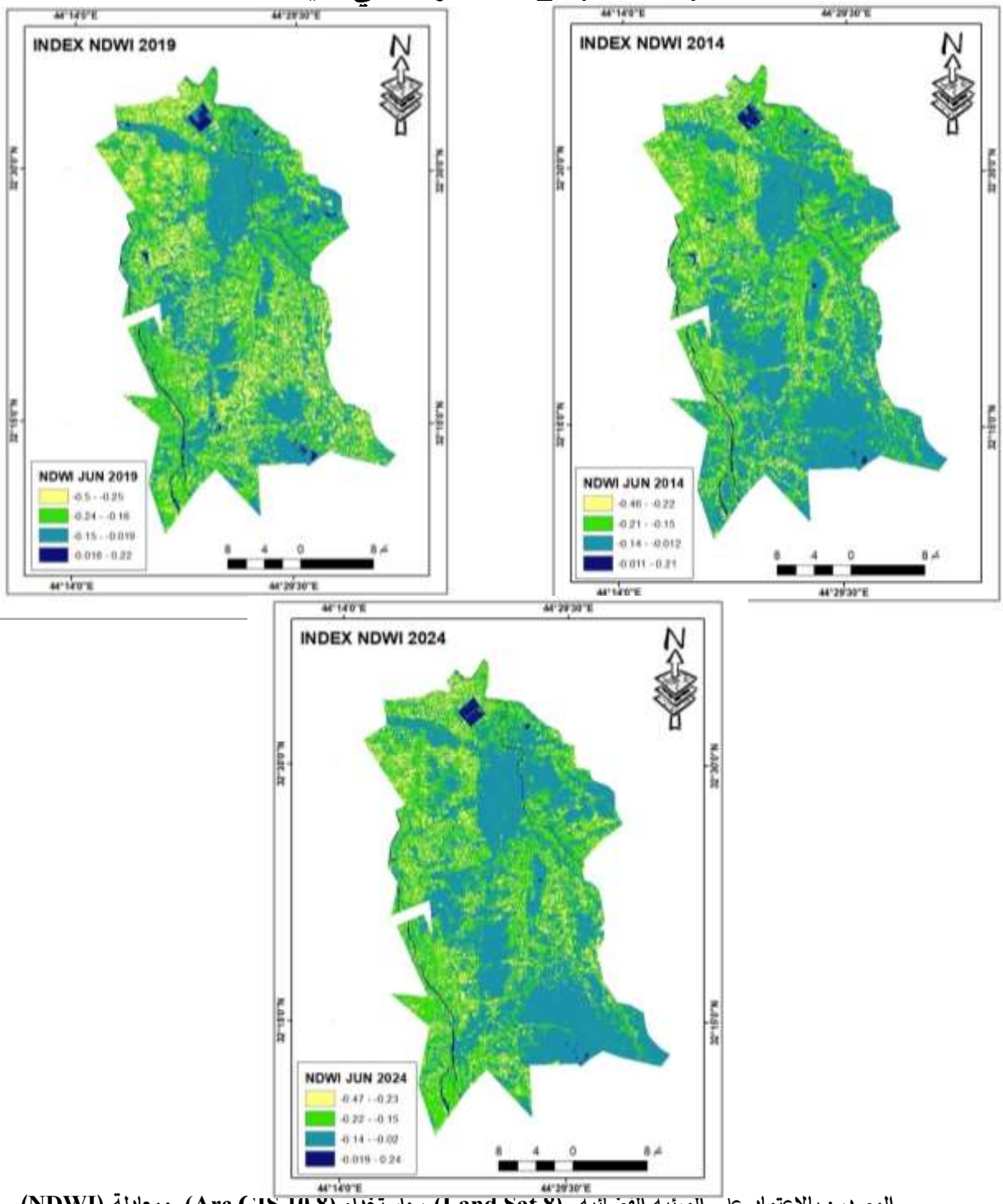
ـ مياه : تُظهر النتائج الواردة في الجدول (5) تباينًا واضحًا في المساحات التي شغلتها فئة المياه خلال سنوات الدراسة. فقد سُجلت أدنى مساحة لها في عام (2024)، إذ بلغت (10.52 كم²) وبنسبة (1.19%) من إجمالي فئات المؤشر، تلاها عام (2014) بمساحة بلغت (10.88 كم²) وبنسبة (1.23%). في المقابل، بلغت هذه الفئة أقصى امتداد مساحي لها خلال عام (2019)، حيث وصلت إلى (12.99 كم²) وبنسبة (1.48%). أما من حيث مقدار التغير المساحي، فقد شهدت مساحة المياه زيادة قدرها (2.11 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبها انخفاض طفيف بلغ (2.47 كم²) خلال المدة (2019–2024).

الجدول (5) يبين مساحات مؤشر (NDWI) في منطقة الدراسة لسنة 2014

ت	الصنف		NDWI		مقدار التغير
	الدلالة	قيمة المؤشر	المساحة	النسبة	كم
2014	اراضي جافة	0.22- - 0.46-	112.54	12.81	-
	نبات	0.15- - 0.21-	297.05	33.83	-
	اراضي رطبة	0.012- - 0.14-	457.52	52.10	-
	مياه	0.21 - 0.011-	10.88	1.23	-
المجموع			878	100	-
2019	اراضي جافة	0.25- - 0.5-	169.13	19.26	56.59
	نبات	0.16- - 0.24-	323.93	36.89	26.88
	اراضي رطبة	0.019- - 0.15-	371.92	42.36	-85.6
	مياه	0.22 - 0.018-	12.99	1.48	2.11
المجموع			878	100	-
2024	اراضي جافة	0.23- - 0.47-	112.93	12.86	-56.2
	نبات	0.15- - 0.22-	304.87	34.72	-19.06
	اراضي رطبة	0.02- - 0.14-	449.65	51.21	77.73
	مياه	0.24 - 0.019-	10.52	1.19	-2.47
المجموع			878	100	-

المصدر : الباحثين بالاعتماد على الخريطة(5، 6، 7)

الخرائط(5، 6، 7) التباين المكاني لمساحات مؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDWI) فى مدد الدراسة في مدينة الحلة



المصدر: بالاعتماد على المرئيه الفضائيه (Land Sat 8) ، واستخدام (Arc GIS 10.8). ومعادلة (NDWI)

3_ مؤشر الملوحة التفاضلي الطبيعي (NDSI) :

يعطي هذا المؤشر الطيفي أمكانية كبيرة في انتاجية الخرائط التي يمكن من خلالها بيان طبيعة الخصائص الكيميائية وملوحة التربة، أذ أن هناك العديد من المؤشرات الطيفية التي تدل على الملوحة، الا ان هذه التركيبة من الـ(NDSI) تعد من افضل العلاقات التي يمكن أن تمثل ملوحة التربة وهي كالتالي:

$$NDSI = SWIR2 - RED/SWIR2 + RED$$

حيث أن:

NIR = نطاق الاشعة التحت الحمراء القصيرة (Band 7) في Landsat 8

RED= نطاق الاشعة الحمراء (Band 3) في Landsat 8

أذ تتراوح قيم (NDSI) بين (−1 ، +1)، أذ كلما كانت النتيجة اقرب الى (+1) قلت الملوحة والعكس صحيح، أي كلما اقرب الى (−1) زادت الملوحة**(شبل وأخرون، 2025)**.

تبرز من خلال البيانات الرقمية المدرجة في الجدول (6) اعتماد الدراسة على اربع فئات لهذا المؤشر التي شهدت تغير في مساحات كل مؤشر من سنة لأخرى من سنوات الدراسة، فمؤشر الملوحة التفاضلي الطبيعي هو يعطي صورة واضحة من صور الجفاف فهو يكون اكثر تواجداً في المناطق قليلة الغطاء النباتي والمائي، فالتحليل الجغرافي لفئات هذا المؤشر أخذت بشكل اكثر تفصيلاً كما هو الاتي:

_ أراضي خالية الملوحة: تُظهر معطيات الجدول (6) تباينًا مساحيًا في انتشار الأراضي الخالية من الملوحة خلال سنوات الدراسة. فقد سُجلت أدنى مساحة لهذه الفئة في عام (2024)، إذ بلغت (186.23 كم²) وبنسبة (21.21%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، تلاها عام (2019) بمساحة قدرها (210.98 كم²) وبنسبة (24.02%). في المقابل، بلغت هذه الفئة أقصى امتداد مساحي لها خلال عام (2014)، حيث وصلت مساحتها إلى (285.19 كم²) وبنسبة (32.48%) من المساحة الكلية للمنطقة. أما من حيث التغير المساحي، فقد شهدت هذه الفئة تناقص مقدارها (74.21 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبها انخفاض ملحوظ بلغ (24.75 كم²) خلال المدة (2019–2024).

_ أراضي قليلة الملوحة: تكشف بيانات الجدول (6) عن وجود تباين واضح في المساحات للأراضي قليلة الملوحة على مدار سنوات الدراسة. فقد سجلت هذه الفئة أدنى امتداد لها في عام (2014)، حيث بلغت مساحتها (399.78 كم²) بما يعادل (45.53%) من إجمالي مساحة المنطقة، يليها عام (2019) بمساحة (465.00 كم²) وبنسبة (52.96%). أما أقصى مساحة لهذه الفئة فقد سُجلت خلال عام (2024)، حيث بلغت (478.14 كم²) وبنسبة (54.45%) من المساحة الكلية للمنطقة. وبالنظر للتغيرات خلال الفترات

الزمنية، فقد شهدت هذه الأراضي اتساعاً بمقدار (65.22 كم²) خلال المدة (2014–2019)، أعقبه زيادة إضافية قدرها (13.14 كم²) في الفترة (2019–2024).

ـ أراضي متوسطة الملوحة: توضح بيانات الجدول (6) وجود تفاوت ملحوظ في مساحات الأراضي متوسطة الملوحة خلال سنوات الدراسة. فقد سجلت هذه الفئة أدنى مساحة لها في عام (2014)، حيث بلغت (180.61 كم²) بما يعادل (20.57%) من إجمالي مساحة المنطقة، تلتها عام (2019) بمساحة (184.30 كم²) وبنسبة (20.99%). في المقابل، بلغت هذه الفئة أقصى امتداد لها خلال عام (2024)، إذ وصلت مساحتها إلى (202.39 كم²) بما يمثل (23.05%) من المساحة الكلية للمنطقة. وعلى مستوى التغير الزمني، شهدت الأراضي متوسطة الملوحة زيادة قدرها (3.69 كم²) في الفترة (2014–2019)، تلتها زيادة إضافية بمقدار (18.09 كم²) خلال الفترة (2019–2024).

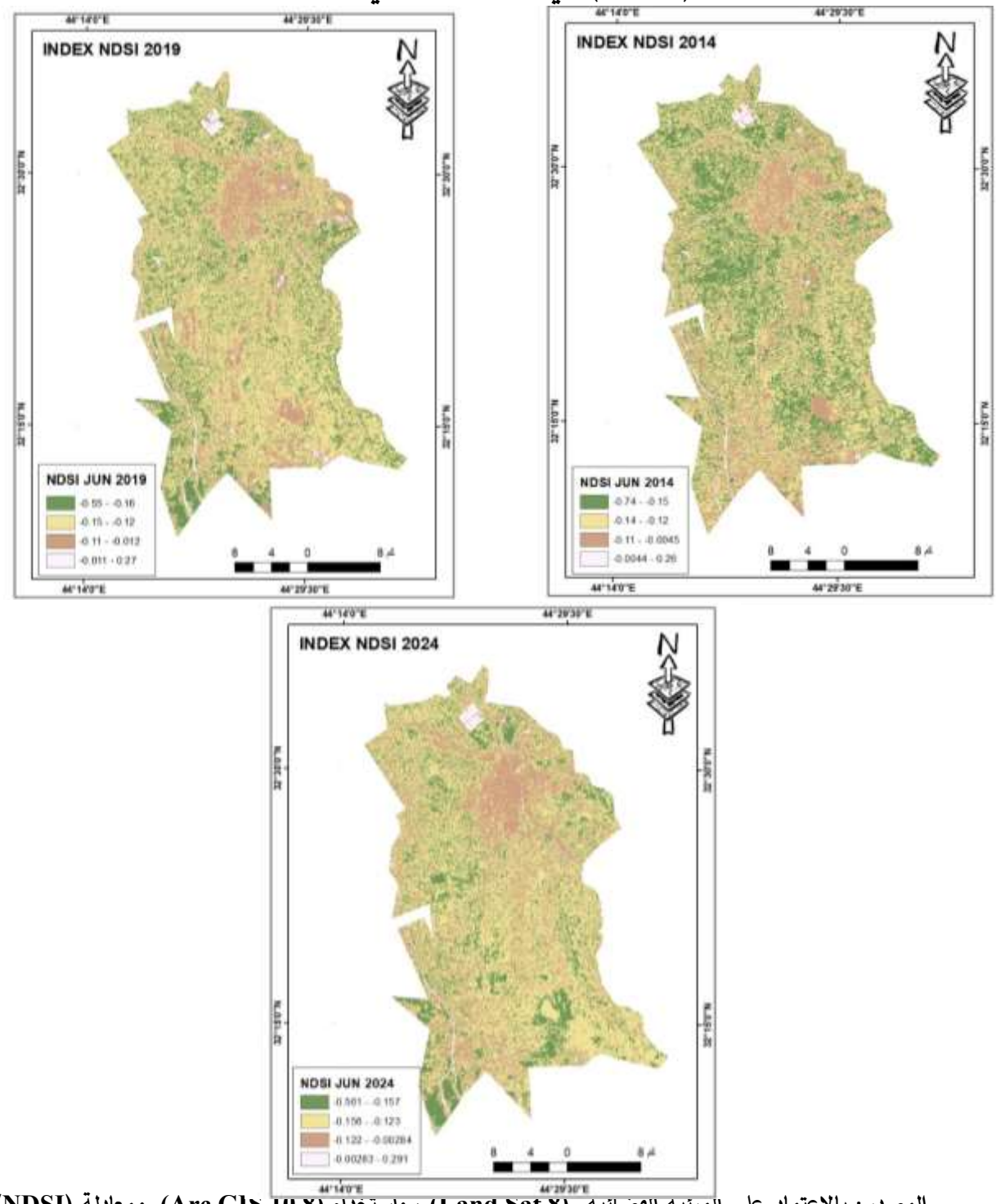
ـ أراضي عالية الملوحة: توضح بيانات الجدول (6) أن مساحات الأراضي عالية الملوحة شهدت تفاوتًا ملحوظًا خلال سنوات الدراسة. فقد سجلت هذه الفئة أدنى امتداد لها في عام (2024)، حيث بلغت مساحتها (11.21 كم²) بما يمثل (1.27%) من إجمالي مساحة المنطقة، تلتها عام (12.41) بمساحة قدرها (1.41 كم²) وبنسبة (1.41%). أما أقصى امتداد لهذه الأراضي فتم تسجيله خلال عام (2019)، إذ بلغت مساحتها (17.70 كم²) بما يعادل (2.01%) من المساحة الكلية للمنطقة. وعلى صعيد التغيرات المساحية عبر الفترات الزمنية، شهدت هذه الفئة زيادة مقدارها (5.29 كم²) خلال الفترة (2014–2019)، أعقبها انحسار بمقدار (6.49 كم²) خلال الفترة (2019–2024).

الجدول (6) يبين مساحات مؤشر (NDSI) في منطقة الدراسة لسنة 2014

السنة	الصنف		NDSI		مقدار التغير
	الدلالة	قيمة المؤشر	المساحة	النسبة	كم
2014	خالية الملوحة	0.15- - 0.74-	285.19	32.48	-
	قليل الملوحة	0.12- - 0.14-	399.78	45.53	-
	متوسط الملوحة	0.0045- - 0.11-	180.61	20.57	-
	عالي الملوحة	0.26 - 0.0044-	12.41	1.41	-
المجموع			878	100	-
2019	خالية الملوحة	0.16- - 0.55-	210.98	24.02	-74.21
	قليل الملوحة	0.12- - 0.15-	465.00	52.96	65.22
	متوسط الملوحة	0.012- - 0.11-	184.30	20.99	3.69
	عالي الملوحة	0.27 - 0.011-	17.70	2.01	5.29
المجموع			878	100	-
2024	خالية الملوحة	0.157- - 0.561-	186.23	21.21	-24.75
	قليل الملوحة	0.123- - 0.156-	478.14	54.45	13.14
	متوسط الملوحة	0.00284- - 0.122-	202.39	23.05	18.09
	عالي الملوحة	0.291 - 0.00283-	11.21	1.27	-6.49
المجموع			878	100	-

المصدر : الباحثين بالاعتماد على الخريطة(8، 9، 10)

الخرائط(8، 9، 10) التباين المكاني لمساحات مؤشر اختلاف الغطاء النباتي (NDSI) في مدد الدراسة في مدينة الحلة



المصدر: بالاعتماد على المرئية الفضائية (Land Sat 8) ، واستخدام (Arc GIS 10.8). ومعادلة (NDSI)

الاستنتاجات:

1_ أظهرت نتائج مؤشر اختلاف الغطاء الخضري أن الأراضي خالية الغطاء النباتي تشغل مساحات محدودة، مع تسجيل أعلى امتداد لها عام 2019 وأدناها عام 2024، بما يشير إلى تحسن نسبي في الغطاء النباتي مؤخرًا. في المقابل، هيمنت الأراضي قليلة الغطاء النباتي على معظم مساحة منطقة الدراسة خلال جميع السنوات، مما يعكس الطابع شبه الجاف للمنطقة. كما سجلت الأراضي متوسطة الكثافة توسعًا ملحوظًا عام 2019 مقابل تراجعها في عامي 2014 و2024، في حين بقيت الأراضي كثيفة الغطاء النباتي محدودة المساحة رغم تحسنها النسبي في عام 2019، الأمر الذي يؤكد محدودية البيئات الملائمة لنمو الغطاء النباتي الكثيف.

2_ تؤكد نتائج الدراسة وجود تباين مكاني وزماني واضح في مساحات فئات مؤشر اختلاف الغطاء المائي ضمن منطقة الدراسة خلال المدد الزمنية المعتمدة (2014–2019–2024)، وهو ما يعكس حساسية هذا المؤشر للتغيرات البيئية والمناخية والأنشطة البشرية المؤثرة في المنطقة.

3_ توصلت الدراسة إلى أن عام 2019 يمثل سنة تحول بارزة في ديناميكية الغطاء المائي والنباتي، إذ سجلت خلالها معظم الفئات أقصى أو أدنى قيمها المساحية، الأمر الذي يعكس تغيرًا ملحوظًا في الظروف البيئية السائدة خلال تلك المدة.

4_ تؤكد النتائج أن مؤشر اختلاف الغطاء المائي يُعد أداة فعّالة في تشخيص التغيرات البيئية ورصد التحولات المكانية والزمانية في استعمالات الأرض، بما يدعم الدراسات التخطيطية والإدارة المستدامة للموارد الطبيعية في منطقة الدراسة.

5_ أظهرت نتائج تحليل مؤشر الملوحة التفاضلي الطبيعي وجود تباين مكاني وزماني واضح في مساحات فئاته الأربع خلال سنوات الدراسة، بما يعكس ارتباطه الوثيق بظروف الجفاف وضعف الغطاءين النباتي والمائي. فقد سجلت الأراضي الخالية من الملوحة تراجعًا مستمرًا من عام 2014 حتى 2024، مقابل توسع ملحوظ في الأراضي قليلة الملوحة التي هيمنت على النسبة الأكبر من مساحة المنطقة، ولاسيما في عام 2024، مما يشير إلى اتجاه عام نحو تصاعد الملوحة بدرجاتها المنخفضة.

6_ أظهرت الأراضي متوسطة الملوحة زيادة تدريجية في مساحتها خلال فترتي الدراسة، في حين ظلت الأراضي عالية الملوحة محدودة المساحة، مع تسجيل ذروتها عام 2019 ثم تراجعها لاحقًا، الأمر الذي يؤكد ديناميكية التغير في مستويات الملوحة واستجابتها للتقلبات البيئية والمناخية في منطقة الدراسة.

التوصيات :

1_ ضرورة توظيف أدوات نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد بشكل مستمر لمتابعة التحولات المناخية وتقييم آثارها على الغطاءين النباتي والمائي في مدينة الحلة.

2_ العمل على تطوير سياسات فعّالة لإدارة الموارد المائية بما يسهم في تقليل مظاهر الشح المائي والحد من التراجع في المسطحات المائية.

3_ دعم برامج إعادة تأهيل الغطاء النباتي، ولاسيما في المناطق المتأثرة بالجفاف، مع اعتماد نباتات تتلاءم مع الخصائص المناخية السائدة.

4_ الاستفادة من مخرجات الدراسة في إعداد الخطط الحضرية والزراعية بما يحقق توازنًا بين التنمية وحماية الموارد البيئية.

5_ إنشاء منظومة بيانات مكانية–مناخية محدثة تُستخدم كمرجع علمي لرصد التغيرات البيئية ودعم البحوث المستقبلية.

6_ التوسع في الدراسات التكاملية التي تبحث في التفاعل بين التغير المناخي واستعمالات الأرض والنشاط البشري لتعزيز الإدارة المستدامة للبيئة المحلية.

المصادر والمراجع :

1. السامرائي، قصي عبد المجيد ، مبادئ الطقس والمناخ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، 2008، ص210.
2. السامرائي، قصي عبد المجيد ، مناخ العراق بين الماضي والحاضر، مجلة الاداب، العدد51، 2000، ص125.
3. العاني، رقية احمد محمد الامين واخرون، الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية: تطبيقات عملية في التحليل المكاني، دار العصماء، دمشق، 2025، ص102
4. شبل، زينب جاسم محمد واخرون، استخدام بعض المؤشرات الطيفيه للكشف عن الترسبات الملحيه في منطقه راس البيشه، مجله الجامعه العراقيه، العدد6، المجلد 73، 2025، ص449.
5. فرحان، امير فنر واحمد عياد خضير، استخدام مؤشر(vci و ndwi) في تقييم الغطاء الارضي في ناحيه اليوسفيه، مجله مداد الاداب، العدد 40، المجلد 15، 2025، ص2201–2202.
6. كهار، عبد الكريم عباس كريم ، المناخ وتاثيره في الامراض الجلديه في محافظتي بغداد وواسط، اطروحه دكتوراه، جامعه واسط، كليه التربيه للعلوم الانسانيه، 2023، ص43.
7. موسى، علي حسن ، اساسيات علم المناخ، دار الفكر المعاصر، بيروت، 1994، ص210
8. وزارة الموارد المائية ، المديرية العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط ، 2007.