

استخدام الذكاء الاصطناعي في رصد وتقييم دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي على
سواحل بحيرة اذكو دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية

د. عبدالرازق بسيوني الكومي

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة طنطا

الملخص العربي:

تقوم فكرة البحث على استخدام اداة الدعم الآلى الخطى (الإتجاهى) Support Vector machines (SVM) في رصد التغيرات المكانية المرتبطة بالانسان كعامل جيومورفولوجي على سواحل بحيرة اذكو ، بالاعتماد على المرئيات الفضائية من نوعى Spot ، و LandSat خلال الفترة من (١٩٨٦ - ٢٠٢١).

وتهدف الدراسة فى ضوء ذلك الى رصد التغيرات الجيومورفولوجية المرتبطة بالنشاط البشري فى المنطقة معتمدة على تحديد مقدار التغير فى البصمات الطيفية للمرئيات الفضائية المستخدمة ، مع مقارنة دقة التمييز للبيانات المكانية فى ضوء اختلاف طرق وادوات التصنيف الذكية ومنها (SVM) ، والتقليدية المستخدمة فى برمجيات معالجة المرئيات الفضائية (Envi & ArcGIS) ، وتحقيق هذا الهدف من خلال دراسة المحاور الآتية :

- رصد دورالانسان كعامل جيومورفولوجى بمنطقة بحيرة اذكو .
 - استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعى فى تصنيف الغطاء الأرضى بالمنطقة .
 - تقييم التغير فى تأثير دور الانسان كعامل جيومورفولوجى ببخيرة اذكو .
- الكلمات المفتاحية: بحيرة اذكو - الذكاء الاصطناعى - التصنيف الموجه - الدعم الآلى للبيانات الإتجاهية - رصد التغير - الجيوماتكس .

Abstract

**use the artificial intelligence in monitoring and
evaluating the role of man as a geomorphological**

factor in Edko Lake, a study in applied geomorphology

The idea of the research is based on using linear support vector machines (SVM) to monitor human-related spatial changes as a geomorphological factor on the Idku Lake, based on satellite visuals of Spot and LandSat types during the period from (1986 – 2021).

The main study aims to monitor the geomorphological changes associated with human activity in the region, based on determining the amount of change in the spectral fingerprints of the used satellite visuals, while comparing the accuracy of discrimination of spatial data in light of the different methods and smart classification tools, including (SVM), and the traditional ones used in visual processing software. Satellite TV (Envi & ArcGIS), and achieving this goal by studying the following axes:

- Monitoring the role of humans as a geomorphological factor in the Edko Lake area.
- The use of artificial intelligence techniques in the classification of land cover in the region.
- Evaluation of the change in the impact of the human role as a geomorphological factor in Edko Lake.

Keywords:

Idku Lake – Geo Artificial Intelligence – Supervised classification – Support Vector Machine – change monitoring – geomatics.

منطقة الدراسة

تمثل منطقة الدراسة في بحيرة اذكو شمال الدلتا والمناطق المجاورة لها ، والتي تمتد فلكياً بين دائرتي عرض (" ١٠ ' ٣١ ° ، ١٨ ' ٣١ °) شمالاً، وبين خطي طول (٠٨ ' ٣٠ ° ، ٢٣ ' ٣٠ °) شرقاً، شاغلة مساحة تقدر بنحو (١٥٣.٦ كم^٢)^١، وتقع البحيرة شرق مدينة الاسكندرية على ساحل البحر المتوسط على بعد (٤٠ كم) من المدينة، وتمتد البحيرة داخل حدود مراكز اذكو وابو حمص وكفر الدوار بمحافظة البحيرة.

أهمية الدراسة :

تعد بحيرة اذكو من أكثر البحيرات التي تأثرت بالنشاط البشري في المناطق المتاخمة لها، وتتعدد صور التداخلات البشرية في اقليم البحيرة وظهيرها الجغرافي متمثلاً في التوسع الملحوظ في المزارع السمكية لا سيما في المناطق الجنوبية والغربية من البحيرة اضافة الى تعرض أجزاء كبيرة منها الى عملية الردم والاستصلاح بهدف الاستخدام الزراعي والعمرائي في الجهة الشرقية ، وما يستتبع ذلك من مد شبكات الطرق الخادمة لكل استخدام بشري، الأمر الذي يتطلب رصد وتقييم هذا الدور البشري في تغيير ملامح البحيرة الطبيعة كون الإنسان عاملاً جيومورفولوجياً مؤثراً.

وتعد تقنيات الذكاء الاصطناعي بما يعتمد عليه من خوارزميات معالجة المرئيات الفضائية وتصنيف بصماتها الطيفية من تقنيات التصنيف الحديثة التي تعطي نتائج أكثر دقة عن ملامح سطح الأرض الطبيعية والبشرية، حيث تقوم بعمل نمذجة بهدف محاكاة للواقع الجغرافي والجيومورفولوجي، تساعد في عملية رصد وتقييم التغيرات الطارئة على الغطاء الأرضي عامة،

والبشري منه على وجه الخصوص، وتعد الية (Support Vector (SVM Machine الدعم الآلي الخطي (الإتجاهي) ، باعتبارها احدى طرق التصنيف الموجه للبيانات المكانية المستشعرة وهي احدى تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الدراسات

^١ المساحة من حساب الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية ١ : ٢٥٠٠٠ باستخدام برنامج ArcGIS .

الجيومورفولوجية التطبيقية، لاسيما في مجال رصد وتقييم تغير الغطاء الأرضي، وهي ما اعتمد عليه الباحث في اجراء عملية الرصد والتقييم لدور الانسان كعامل جيومورفولوجي بمنطقة بحيرة ادكو.



المصدر: هيئة المساحة المصرية ، سنة ١٩٣٩ الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠ .

شكل (١): موقع موقع منطقة الدراسة

أدوات الدراسة ومصادر البيانات :

اعتمدت الدراسة على مصادر متنوعة للبيانات شملت كل من كل من المرئيات الفضائية للمنطقة (Landsat ATM) ونموذج الارتفاع الرقمي (ASTER) بدقة مكانية ٣٠ متر، بالإضافة الى الخرائط الجيولوجية (١ : ٥٠٠٠٠٠) والطبوغرافية التي تغطي منطقة الدراسة (١ : ٢٥٠٠٠٠).

وقد اعتمد الباحث في معالجة وتحليل تلك البيانات المتوفرة لديه على مجموعة من البرمجيات الخاصة بتحليل المرئيات الفضائية ومعالجة البيانات المكانية واجراء التحليلات المكانية عليها ، ومن أهم هذه البرمجيات ما يلي :

برنامج **Envi 5.1** : وقد تم الاعتماد عليه في معالجة المرئيات الفضائية التي اعتمد عليها البحث، من خلال عمليات دمج المجالات الطيفية **Layer stacking**، مع اجراء التصحيحات الطيفية **Addwavelength** والمناخية **Atmospheric correction**، وتحديد منطقة الدراسة من المرئيات، و**Apply mask**، و**اجراء عملية التصنيف الموجه** للبيانات الطيفية **Supervised classification** وتحويلها الى طبقات اتجاهية.

جدول (١) المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع والخرائط التي اعتمدت عليها الدراسة

اولاً: المرئيات الفضائية						
م	تاريخ المرئية Acquisition Date	المنصة Space Craft	المسار Path	الصف Row	الدقة المكانية Resolution (M)	المرجع Datum
١	10/04/1986	Landsat 5 TM	177	38	30	WG S84 UTM
٢	17/05/2011	Landsat 5 TM	177	38	30	WG S84 UTM
٣	٢٨/٥/٢٠٢١	Landsat 8 OLI	177	38	30	WG S84 UTM

WG S84 UT M	10	(ID) 110-287	Spot 1	09/08/198 6	٣	
WG S84 UT M	10	(ID) 109-287	Spot 4	06/06/201 1	٤	
ثانياً : نماذج الارتفاع الرقمي (DEMs)						
المرجع Datum	الدقة المكانية Resolution (M)	الصف Row	المسار Path	المنصة الفضائية Space Craft	تاريخ النشر Publication Date	م
WG S84 UT M	30	38	177	SRTM	2014-09- 23	١
WG S84 UT M	30	38	177	SRTM	2014-09- 23	2
ثالثاً : الخرائط الطبوغرافية						
سنة الطبع	جهة الاصدار	مقياس الرسم	اللوحه	م		

١٩٣٩	هيئة المساحة المصرية	1: 25000	بحيرة ادكو	١
			ادكو	٢
			ادفينا	٣
			ابوقير	٤
			ابوحمص	٥
			منشاه بولين	٦

المصدر: من عمل الباحث

برنامج **ArcGIS 10.5** : وقد تم الإعتماد علي في عمل قاعدة البيانات الخاصة بملامح السطح الموجودة واستخداماته في منطقة الدراسة بالاضافة الى انشاء الخرائط الرقمية للبيانات الجيولوجية، مع اجراء عملية التصنيف المكاني للبيانات المرئيات المختلفة من خلال الأداة الدعم الآلي الخطي (الإتحامي) Support Vector machines (SVM) مع تقييم مساحات الاستخدامات الأرض الموجودة بالمنطقة وحساب مساحات التغير المكاني لها .

أهداف الدراسة:

وتهدف الدراسة الى رصد وتقييم دور الانسان كعامل جيومورفولوجي بمنطقة بحيرة ادكو بين عامي (١٩٨٦ - ٢٠١٥) باستخدام الذكاء الاصطناعي المكاني Geo Artificial Intelligence (GAI) من خلال تطبيق آلية الدعم الآلي للبيانات الإتحامية (SVM) Support Vector Machines ، من خلال المحاور الرئيسية الآتية :

- ١- دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في تغير المسطح المائي لبحيرة ادكو
- ٢- استخدام الذكاء الاصطناعي المكاني (GeoAI) في تصنيف الغطاء الأرضي ببحيرة ادكو.
- ٣- رصد التغير في دور الانسان كعامل جيومورفولوجي ببحيرة ادكو.

اولاً: دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في تغير المسطح المائي لبحيرة ادكو

أدى تركيز الإستخدام البشري لمسطح مياة بحيرة ادكو والهوامش اليابسة المجاورة له الى نقصان مطرد في مساحة المسطح المائي للبحيرة خلال القرن الواحد والعشرين واستمر هذا التقلص في الكتلة المائية للبحيرة حتى الوقت الراهن ، وتمثل الفترة بين عامي (١٩٣٩ - ١٩٨٦) أكثر الفترات التي يتضح فيها مقدار النقص الحاصل في مساحة المسطح المائي للبحيرة الذي تم رصده من خلال تقنيات كشف التغير Chang Detection التي اجريت على المنطقة بالإعتماد على الخرائط الطبوغرافية للمنطقة مقياس (١ : ٢٥٠٠٠) والمرئيات الفضائية Landsat 5 TM عام ١٩٨٦ .

وللوقوف على مقدار التقلص الذي أصاب المسطح المائي للبحيرة تم استخدام المؤشر الرقمي المعدل لتغير كتلة المياة Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) وهو احدى المعادلات الرياضية التي يتم تطبيقها من خلال تقنية Band Math (Yun Du & Yihang Zhang, 2016 , pp23) المستخدمة في معالجة المرئيات الفضائية وقد تم تطبيقها على مرئية Landsat 5 TM ، وتستهدف المعادلة تقدير المساحة الإجمالية للمسطح المائي للبحيرة عام ١٩٨٦ ، ومقارنة ذلك بالمسطح المائي للبحيرة من خلال مطابقته مع المسطح المائي للبحيرة في الخريطة الطبوغرافية (١:٢٥٠٠٠) عام ١٩٣٩ . ويتم حساب مؤشر تغير كتلة المياة من خلال المعادلة التالية :

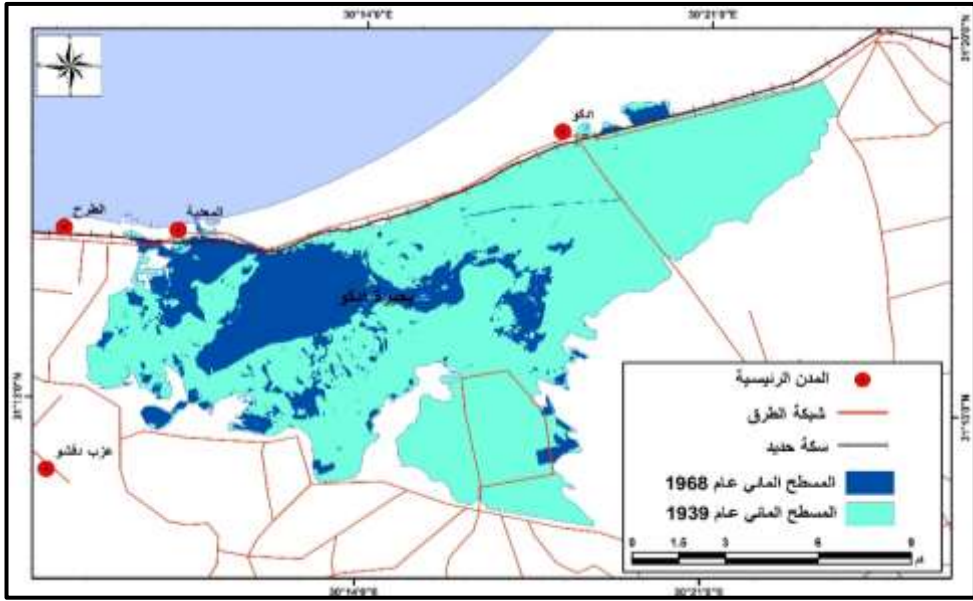
$$MNDWI = \frac{\rho_{Green} - \rho_{SWIR}}{\rho_{Green} + \rho_{SWIR}}$$

(Yun Du & Yihang Zhang, 2016, p.3)

حيث : MNDWI = المؤشر الرقمي لتغير كتلة المياة.

Band 5 = PSWIR & Band 2. = PGreen

ويوضح الشكل (٢) والجدول (٢) مساحات المسطح المائي والاستخدام البشري للبحيرة عامي (١٩٣٩ ، ١٩٨٦) ومن خلال الشكل والجدول يتضح ما يلي :

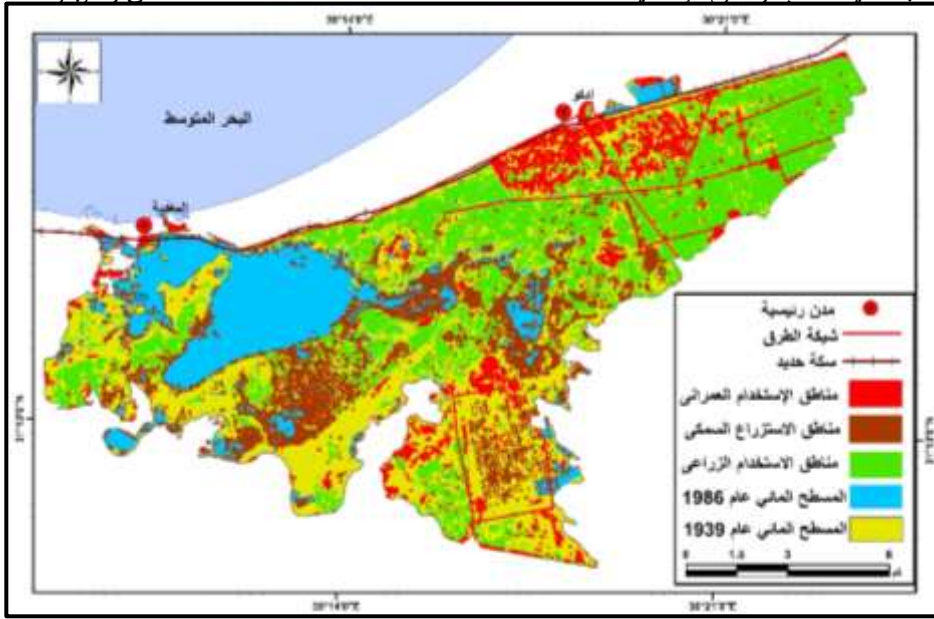


المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

Landsat5TM

شكل (٢) مساحة المسطح المائي لبحيرة أدكو عامي (١٩٣٩ - ١٩٨٦)

- تعرض المسطح المائي للبحيرة عام (١٩٨٦) الى تقلص مساحته بشكل كبير الى ما دون ربع مساحة المسطح المائي للبحيرة عام (١٩٣٩)، حيث بلغت مساحته (٢٣.٩٧ كم^٢) وهو ما يمثل (١٥.٥%) فقط من جملة المساحة الكلية البالغة (١٥٤.٧١ كم^٢).
- ويتركز المسطح المائي المتبقي عام ١٩٨٦ في الجزء الشمالي الغربي والأوسط من البحيرة ، مع بعض الكتل المائية المتناثرة في الجنوب والجنوب الغربي حيث المناطق الأكثر عمقاً منها.
- تتصل البحيرة في مسطحها المائي عام ١٩٨٦ اتصالاً مباشراً مع البحر المتوسط عبر البوغاز الوحيد لها عند مدينة المعديية بين الاسكندرية وأدكو.
- خلال الفترة الممتدة بين عامي (١٩٣٩ - ١٩٨٦) البالغة ٤٧ سنة، فقدت بحيرة أدكو من مسطحها المائي عام ١٩٣٩ مساحة تقدر بنحو (١٣٠.٧٥ كم^٢) تمثل (٨٤.٥%) من جملة



مساحة البحيرة .

- جدول (٢) مساحات المسطح المائي والاستخدام البشري لبحيرة أذكو (٢ كم) ١٩٨٦

م	الإستخدام البشري	المساحة ٢ كم	% من مساحة الاستخدام البشري	% من مسطح ١٩٣٩
١	الإستخدام الزراعي	٤٣.٧٥	٦٧.٧١	٢٨.٧٨
٢	مزارع سمكية	١١.١٠	١٧.٢٠	٧.٤٧
٣	عمران	٧.٤٦	١١.٥٤	٤.٩٠
٤	طرق	٢.٣٠	٣.٥٥	١.٥٩
٥	جملة الاستخدام البشري	٦٤.٦١	١٠٠	٤١.٧٦
٦	مسطح عام ١٩٨٦	٢٣.٩٦	-	١٥.٥٠
٧	مسطح عام ١٩٣٩	١٥٤.٧١	-	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

Landsat5™

- استحوذ الإنسان كعامل جيومورفولوجي من المساحة المقطعة من المسطح المائي على مساحة اجمالية تقدر بنحو (٦٤.٦١ كم^٢) تمثل نحو (٤١.٧٦%) من مساحة البحيرة عام ١٩٣٩ .
- تمثلت الأنشطة البشرية التي ساهمت في احداث هذا التغير في كل من : الإستخدامات الاستخدام الزراعي ، والاستزراع السمكي بالاضافة الى الاستخدام العمراني والطرق ويوضح الشكل (٦) توزيع انماط النشاط البشري الأكثر تأثيراً على المسطح المائي لبحيرة أدكو منذ عام ١٩٣٩ ، ومنه يمكن استعراض خصائص المساحة والتوزيع لانماط الاستخدام كل على حدة على النحو التالي :

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

Landsat5™

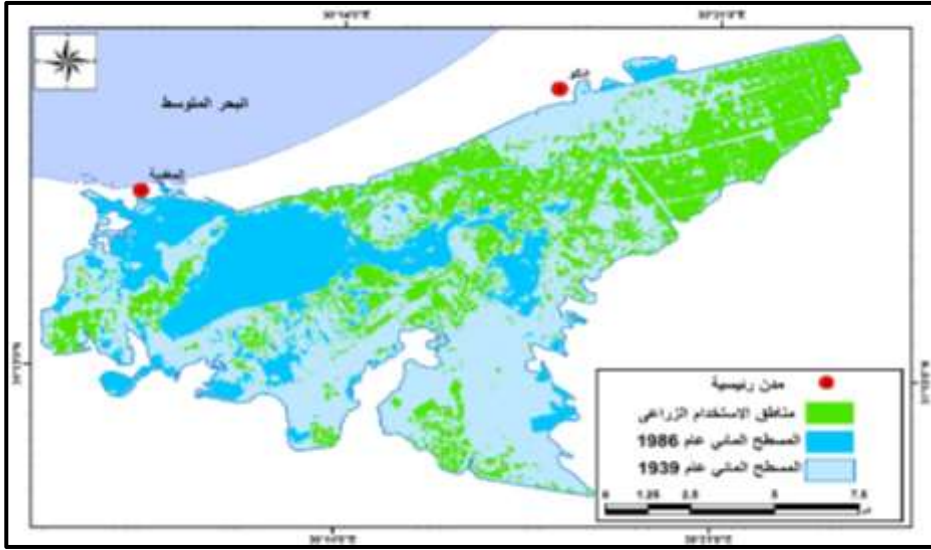
شكل (٣) توزيع مناطق الاستخدامات البشرية التي اثرت على مساحة المسطح المائي

للبحيرة

١. النشاط الزراعي

هو أكثر انواع النشاط الذي يبرز دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي في تغيير الخصائص الجيومورفولوجية للبحيرة من خلال عمليات التجفيف والاستصلاح ، حيث ساهم هذا النشاط في فقدان بحيرة ادكو لمساحة تقدر بنحو (٤٣.٧٥ كم^٢) تمثل ما يقارب ثلث مساحة المسطح المائي للبحيرة عام ١٩٣٩ ، حيث بلغت نسبة مساحة الإستخدام الزراعي داخل حدود البحيرة حوالي (٢٨.٧٨%) من جملة مساحتها.

و يأتي النشاط الزراعي في المرتبة الأولى بين الانشطة البشرية المؤثرة في البحيرة بنسبة (٦٧.٧١%) من جملة مساحات هذه الاستخدامات مجتمعة ، وقد ساعد على زيادة معدلات الاستصلاح ما قامت به الدولة في خمسينيات القرن العشرين من تشجيع السكان على التوسع في عملية الردم لمساحات من البحيرة واستغلالها زراعياً، لا سيما في المناطق الواقعة الى الجنوب مباشرة



من الكتلة العمرانية لمدينة ادكو، ومنطقة حلق الجمل في اقصى الجنوب ، ويوضح الشكل (٤) توزيع مناطق الاستخدام الزراعي التي طرأت على المنطقة منذ عام ١٩٣٩ ، ومن الشكل يتضح ما يلي :

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

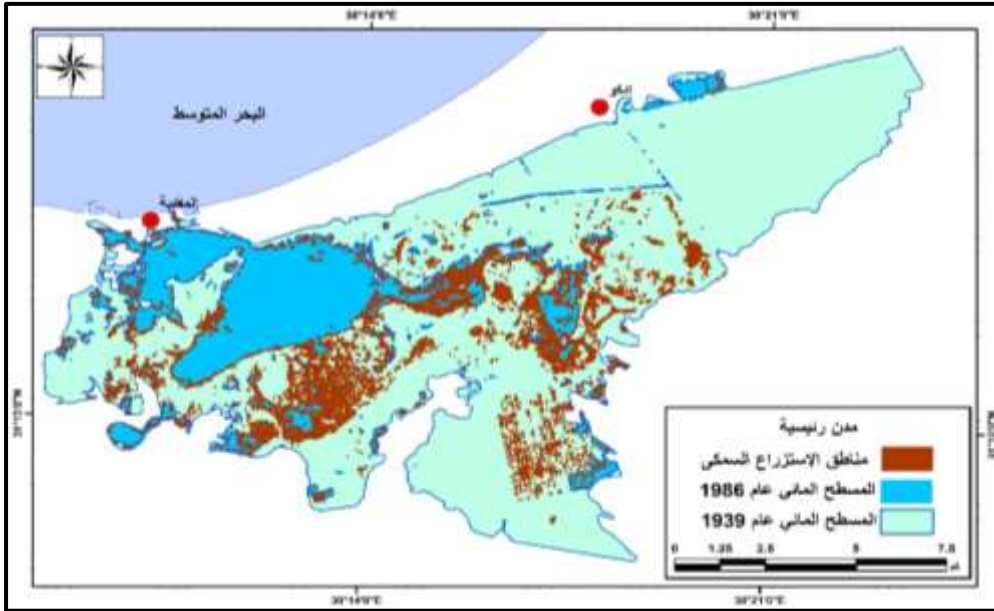
Landsat5™

- شكل (٤) توزيع مناطق الإستخدام الزراعي المؤثرة على المسطح المائي لبحيرة ادكو
- تتركز مناطق الاستخدام الزراعي في بصفة عامة في القسم الشرقي من البحيرة على هيئة قوس يشغل الاراضي الممتدة بمحاذاة الحدود الادارية لمركزى رشيد ابو حمص في الشرق والجنوب الشرقي مع الجزء الأوسط من البحيرة الى الجنوب مباشرة من الكتلة العمرانية لمدينة ادكو وضواحيها، لتواصل هذه الاراضي امتدادها الى الغرب من مدينة ادكو باتجاه بلدة المعدية حيث تتوقف عند ظهور المسطح المائي الحالي .
 - يضاف الى هذه المساحة المتصلة من مناطق الاستخدام الزراعي بعض المساحات الزراعية المنتشرة الى الجنوب من كتلة المسطح المائي لعام ١٩٨٦ شمال مركز ابو حمص والى الشرق من مركز كفر الدوار .

٢. الإستزراع السمكى

يأتي هذا النشاط في المرتبة الثانية بين الاستخدامات البشرية المؤثرة على الخصائص الجيومورفولوجية لبحيرة أدكو، حيث استحوذ على مساحة تقدر بنحو (١١٠.١ كم^٢) تمثل (١٧.٢%) من جملة مساحة المناطق التي تطورت بشرياً داخل مسطح البحيرة تمثل هذه المساحة (٧٠.٤٧٥%) من اجمالي مساحة المسطح المائي للبحيرة عام ١٩٣٩.

وتعد بحيرة أدكو واحدة من أكثر بحيرات مصر الساحلية التي اقيم على هوامشها المائية العديد من المزارع السمكية والتي هي في معظمها من النوع المعروف بالمزارع الترابية Earthe Ponds التي تحدد بحدود طينية تحجز داخلها المسطحات المائية الضحلة، ويتم التحكم فيها بطريقة آلية في عملية امدادها بالمياه وصرفها عنها بتدخل بشري، بل يقوم اصحاب هذه المزارع بعمليات تعديل مستمر تتمثل في زيادة ارتفاع هذه الحواجز الفاصلة، مع العمل المستمر على تعميق قيعان هذه المسطحات وتطهيرها بتكريك قيعانها بصفة دورية حفاظاً على الاشتراطات البيئية والفنية التي تتطلبها عملية الزراعة السمكية.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والهرمية الفضائية

Landsat5TM

شكل (٥) توزيع مناطق الإستزراع السمكي المؤثرة على المسطح المائي لبحيرة ادكو

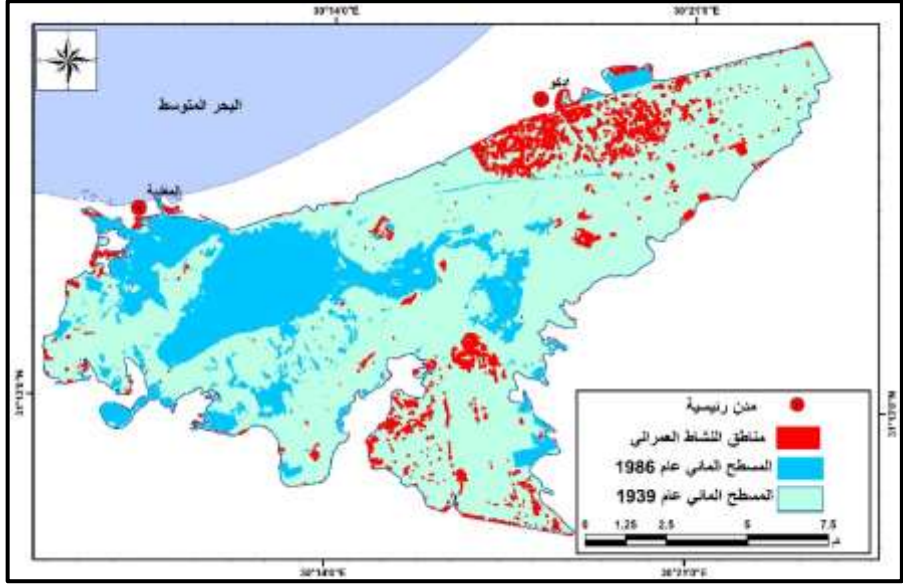
وقد ارتبط توزيع مناطق الإستزراع السمكى بالبحيرة قريباً من المسطح المائي المفتوح لضرورة تجديد مياه هذه المزارع بصفة دورية، الأمر الذي جعل توزيعها الجغرافي على عكس توزيع مناطق الاستخدام الزراعى، حيث يتركز وجودها فى القسم الغربى والنصف الجنوبي الغربى من البحيرة، مع شبه انعدام لوجودها شرقى البحيرة، حيث تكاد تمتد بشكل شبه متصل على طول خط الشاطئ البحرى المحدد للمسطح المائي لعام (١٩٨٦) مع تركيز واضح الى الجنوب من الكتل المائية المفتوحة فى الجزء الوسط من البحيرة. شكل (٥)

٣. الاستخدام العمرانى

من أكثر انماط النشاط البشرى التى تبرز دور الأنسان وتأثيره كعامل جيومورفولوجى على البيئة الطبيعية التى يوجد بها ، حيث يتم وفق مراحل متعددة ومختلفة، لكل منها تأثيره الجيومورفولوجى الخاص به، فمنها على سبيل المثال فى مناطق المسطحات المائية: مرحلة الردم ، ثم التسوية مع الحفر والتأسيس، واستخدام المواد من شأنها مقاومة عمليات التآكل، لذلك فإن ممارسة الإنسان للنشاط العمرانى تمثل أعمق أنشطته تأثيراً فى البيئات الجيومورفولوجية ومنها بحيرة أدكو.

وقد ساهم النمو العمرانى بتقليص مساحة المسطح المائي لبحيرة ادكو بمساحة (٧.٤٦ كم^٢) بنسبة بلغت (١١.٥٤%) من جملة مساحة الاستخدامات البشرية ، المؤثرة على مساحة البحيرة ، ونسبة (٤.٩%) من اجمالى مساحتها الكلية. ويوضح الشكل (٦) توزيع مناطق النمو العمرانى التى نشأت وتطورت داخل بحيرة ادكو ، ومن خلال الشكل يتضح أن العمران فى المنطقة يشمل ثلاث نويات رئيسية الأولى تقع فى الشمال الشرقى من المنطقة ومركزها مدينة ادكو ، وهى أكبر النويات العمرانية بالبحيرة مساحة، ويليهما من حيث المساحة النواة العمرانية الثانية وتقع على الأطراف الجنوبية فى القسم الوسط من البحيرة، والنواة العمرانية الثالثة بالقرب من بوغاز المعديّة ويمثل مركزها الرئيسي بلدة المعديّة وما يجاورها من محلات صغيرة.

وبخلاف هذه المراكز الرئيسية للعمران ببحيرة ادكو تنتشر بعض المنشآت والمباني المرتبطة بخدمة



الانشطة المختلفة وفي مقدمتها النشاط الزراعي في الجزء الشرقي من البحيرة ، وخدمة الإستزراع السمكي في الجزء الجنوبي، وخدمة مراكب الصيد حول مدينة المعديّة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

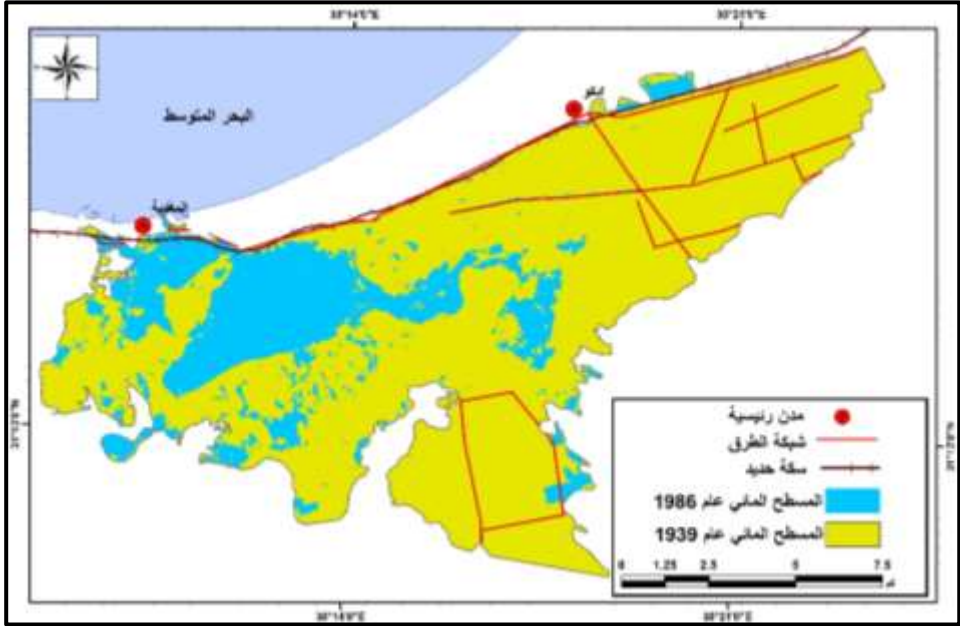
Landsat5™

شكل (٦) توزيع مناطق النمو العمراني المؤثرة على المسطح المائي لبحيرة ادكو

٤. شبكة الطرق

يأتى امتداد شبكة الطرق، ببحيرة ادكو انعكاساً طبيعياً للنمو المطرد للكنتل العمرانية التي جاءت استجابة طبيعية لمشروعات التجفيف والتوسع الزراعي والإستزراع السمكي، ويبلغ مجموع اطوال شبكة الطرق داخل بحيرة ادكو القديمة نحو (61.6 كم) تشغل مساحة (٢.٣ كم^٢) تمثل نحو ٣.٥٥% من جملة مساحة الاستخدامات البشرية في البحيرة الى ساعدت على احداث التغيير الجيومورفولوجي بها، وحوالى (١.٥٥%) فقط من جملة مساحة البحيرة.

وتتركز شبكة الطرق في منطقة الدراسة داخل النطاق الشرقي من البحيرة ، خدمة للنشاط الزراعي وارتباطاً مكانياً بامتداد شبكات الترع ، في الشمال الشرقي من البحيرة بالإضافة الى الجزء الجنوبي حيث تركز استخدام المزارع السمكية وربطها بين جسورها الفاصلة فيما بينها، يضاف الى ذلك كل من الطريق الساحلى الرابط بين الاسكندرية ورشيد، مع خط السكة الحديد الموازى له على الأطراف الشمالية من البحيرة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخريطة الطبوغرافية والمرئية الفضائية

Landsat5TM

شكل (٧) توزيع مناطق النمو العمراني المؤثرة على المسطح المائي لبحيرة اذكو
ثانياً :استخدام الذكاء الإصطناعي المكاني (GeoAI) في تصنيف الغطاء الأرضي
ببحيرة اذكو

أ. تقنيات تصنيف البيانات المستشعرة. RS Classification Techniqu.

تهدف عملية التصنيف Classification للمرتبات الفضائية في بيئة الجيوماتكس الى تقسيم المعالم المكانية Spatial Features في منطقة الدراسة الى مجموعات تتشابه في

Supervised بعض خصائصها (الطيفية) المميزة، وهو يعد أحد أنواع التعليم الآلي الموجه Machine Learning الذي يقع بدوره تحت مظلة أكبر تعرف بتعليم الآلة (Donald I.M. Enderle, 2017, p.20) وتعدد التقنيات والأدوات التي يعتمد عليها في بيئة البرمجيات المتخصصة في معالجة المرئيات الفضائية ويمكن ان نجعلها في ثلاثة أنواع رئيسية على النحو التالي:

١. التصنيف (غير الموجه) غير الإشرافي **Unsupervised Classification**:

ويتم فيه تشكيل فئات التصنيف من خلال تجميع الخلايا التي تتفق أو تتشابه في قيمها الرقمية Dijit Number، ويتم ذلك اليأ Automated من خلال برنامج المعالجة المستخدم، بمعنى انه لا يحتاج الى تحديد عينات مكانية Spatial Data Sample وهي من أسهل الطرق وأسرعها فهماً لمكونات المرئية، حيث يقتصر استخدامها على تحديد عدد المجموعات المراد تصنيف الصورة اليها، وانشاء فئات البيانات المستنتجة، و يمكن زيادة عدد فئات الاستخدام الواحد من خلال التحكم في عدد المجموعات Clusters التي ينفذ التصنيف على اساسها.

٢. التصنيف (الموجه) الإشرافي **Supervised Classification**: وهو أكثر أنواع

تصنيف المرئيات الفضائية ارتباطاً وتمثيلاً للذكاء الاصطناعي الجغرافي (المكاني) GeoAI حيث يتمكن البرنامج المستخدم من تصنيف المرئية الى فئات، اعتماداً على ما يحدده المستخدم من عينات تمثيلية Representative samples) (TreaningSamples) مؤكدة، لفئات مكونات الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة.

وتطلب هذه الطريقة تنفيذ ثلاث مراحل اساسية تتمثل في :

- تحديد العينات المكانية التمثيلية لكل فئة تصنيف للغطاء الأرضي بالمنطقة .
- انشاء ملف البصمات الطيفية لكل مجموعة عينات تم تحديدها .
- انتاج فئات التصنيف Classes الخاصة بكل مكون من مكونات الغطاء الأرضي بمنطقة البحث (Region Of interest (ROI).

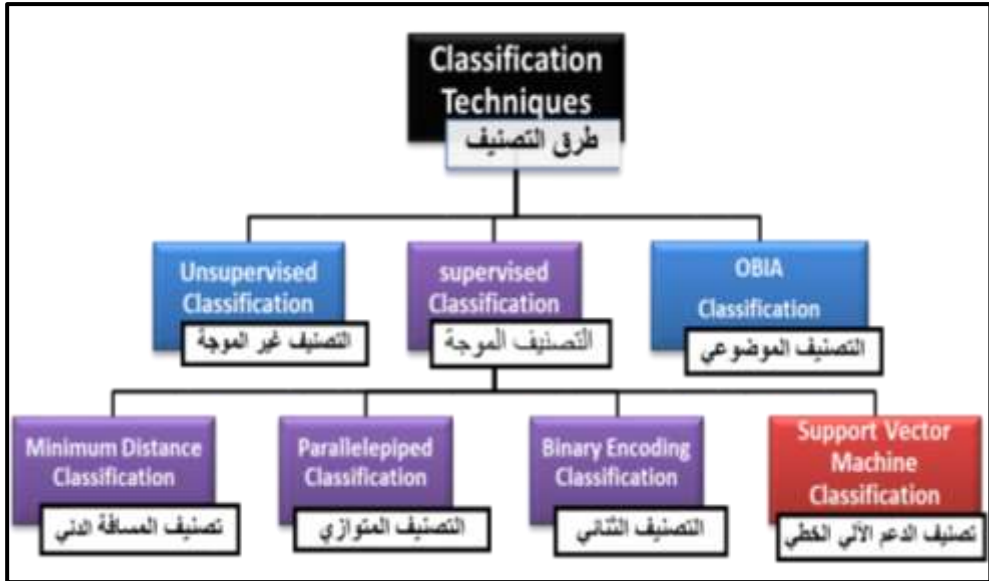
(Donald I.M. Enderle, 2017, p.23)

ويندرج تحت التصنيف الإشرافي مجموعة من الطرق والتقنيات تنفذ من خلال خوارزميات رياضية، ويعتمد على أي منها في تنفيذ عملية التصنيف ومن أهمها ما يلي :

طريقة المسافة الدنيا **Minimum Distance Technique**:

وتتأثر فيها عملية التصنيف باقصر مسافة بين الخلية غير المصنفة وأقرب نقطة لعينة مكانية ممثلة لفئة الغطاء الأرضي (Treaning Samples) ويستلزم استخدام هذه الطريقة تحديد مسافة معيارية مؤثرة (distance threshold) يصنف على أساسها خلايا المرئية، وفي حالة عدم تحققها لا تصنف الخلية.

(V.Abinaya&, &.S. Poonkuntran,2019, pp.16-17)



المصدر: من عمل الباحث

شكل (٨) طرق وآليات تصنيف المرئيات الفضائية

طريقة التصنيف المتوازي **Parallelepiped classification**: تستخدم هذه الطريقة في تصنيف المرئيات متعددة الأطياف ، بحيث يتم حساب الانحراف المعياري لكل فئة داخل كل طيف، وتحدد عتبة لقيمة متوسط الانحراف المعياري في كل الأطياف، يحدد على

اساسها تصنيف الخلايا، بحث تضم الخلية الى تصنيف الفئة في حالة تفوقها لقيمة العتبة، ولا تصف اليها في حالة وقوعها اسفل هذه العتبة.

(Sayali Jog, Mrudul Dixit, 2016, pp.93-98)

طريقة تصنيف الترميز الثنائي Binary Encoding Classification: وتعتمد

هذه الطريقة على مدى تحقق شرط التصنيف وفقاً لعينات البيانات المكانية الممثلة لفئات التصنيف الخاصة بالغطاء الأرضي، بحث تعطى القيمة (١) في حال تحقق شرط التصنيف والقيمة (٠) في حالة عدم تحقق هذا الشرط، وعليه تعطى نتيجة التصنيف على هيئة ملف شبكي تحمل خلاياه احدى القيمتين (١ ، ٠) فقط.

(J. Furnkranz. 2016, p.146)

طريقة نظام الدعم الآلي الإتهامي (SVM) Support Vector Machine:

تمثل أكثر طرق التصنيف انتماءً الى الذكاء الاصطناعي المكاني، وتعد الخوارزمية الرياضية التي تعتمد عليها هذه التقنية أحدث تطوير في برمجيات المعالجة الإحصائية للمرئيات الفضائية فيما يخص عملية التصنيف، وهي ككل تقنيات التصنيف الموجة تعتمد على مجموعة من عينات البيانات المعرفة Lable data، ويتم من خلالها انشاء مستوى فاصل بين فئات قيم عناصر الغطاء الأرضي من خلال القيم الرقمية داخل كل خلية من خلايا المرئية، يتوسط هذه المستوى نطاق حاجز بين الخلايا المتباينة في القيمة والمدلول المكاني، معتمدة على اقرب عينة اتهامية (Point) في كل فئتين متجاورتين ، ويحتوى هذا النظام من عدة عناصر ومكونات يوضحها الشكل (٩) وهي كما يلي :

مجموعة التصنيف Clusters Classification: هي أى من فئات التصنيف الخاصة

بالغطاء الأرضي الذي تشمله المرئية الفضائية، وتتكون هذه المجموعة من عدة خلايا تشابة في خصائصها الطيفية وتمتلك تعريف مكاني لها (X & y Coordinates).

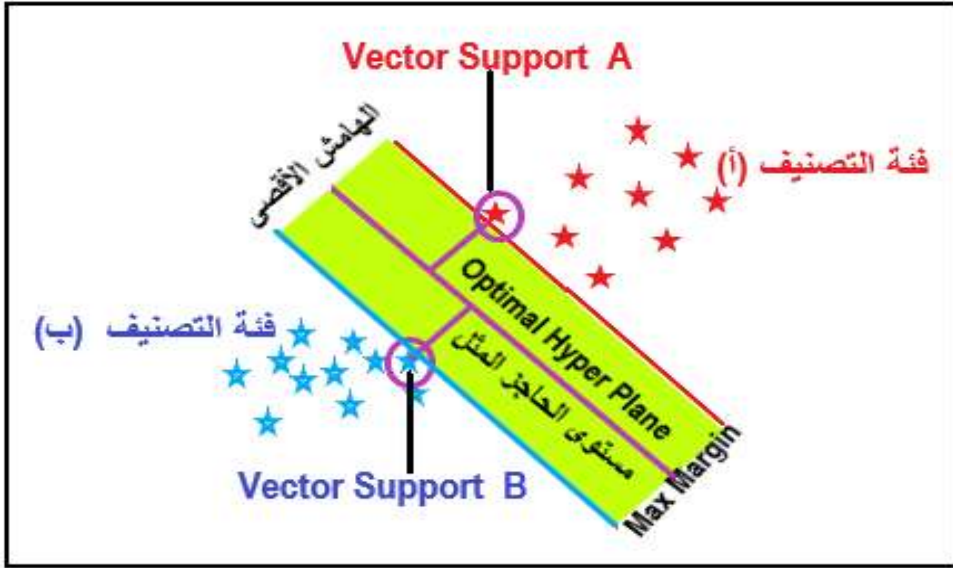
الإتهام الداعم Support Vector: هو الخط الذي يمثل نهاية كل تجمع للبيانات من

نوع واحد (فئة التصنيف ١ ، ب) ويحدده أقرب نقطة (Vector) منتمية الى احدى الفئات على جانبي المستوى الحاجز، ويعتمد على هذا الخط في تدعيم الفصل بين كل فئتين متجاورتين من فئات التصنيف.

مستوى الحجز الأمثل **Optimal Hyperplane**: وهو الخط الذي يمثل المستوى الفاصل بين أقرب نقطتين من نقاط أي فئتين متجاورتين، وينصف هذا المستوى المسافة الممتدة بين هاتين النقطتين.

الهامش الأقصى **Max Margin**: هو النطاق المساحي الفاصل بين كل فئتين متجاورتين من الخلايا، وهو نطاق يمتنع فيه ألياً وجود أي تداخل بين الخلايا المنتمية للفئات المتجاورة، وهو نقطة تميز هذا النظام في التصنيف، حيث يقوم رياضياً بحسم انتماء أي خلية موجودة إلى أي من الفئات المتجاورة دون وجود أي خطأ محتمل في عملية التصنيف.

(Vikramaditya Jakkula,2020, pp.6-13)



المصدر: من عمل الباحث بتصريف عن Vikramaditya Jakkula,2020

شكل (٩) عناصر نظام الدعم الآلي في التصنيف (SVM)

٣. التصنيف المعتمد على المعالم Object-Based Image Analysis

(OBIA): وهو يختلف عن نوعي التصنيف الموجه وغير الموجه في أنهما يعتمدان في عملية التصنيف على قيم الخلايا مباشرة كل خلية على حدة ، بينما يعتمد التصنيف في هذا النظام على الخصائص الهندسية لمعالم الغطاء الأرضي، حيث يتم تجميع عدد من الخلايا التي تكون

معلماً ارضياً واحداً يتشابه في الحجم والخصائص الهندسية، ويستخدم كمعيار في استنتاج نفس المعلم من باقي اجزاء المرئية .



المصدر: Blaschke T, 2010, p14

شكل (١٠) التصنيف اعتماداً على نظام (OBIA)

ب. تصنيف الغطاء الأرضي باستخدام تقني (Parallelepiped & SVM)

تم التعرف على عناصر الغطاء الأرضي لبحيرة ادكو والمناطق المجاورة لها بالاعتماد على تصنيف المرئيات الفضائية للمنطقة من نوع Landsat 5TM والمرئية spot 1، وقد تم الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي الجغرافي Geo AI في عملية التصنيف باستخدام تقني (Parallelepiped & SVM) بهدف المقارنة بين نتائج ومعطيات كل طريقة، ومدى دقة استخدامها مع كل نوع من انواع المرئيات (Lansat & Spot)، وفيما يلي نتائج تطبيق هاتان التقنيتان مع المرئيات الفضائية كل على حدة:

١. تصنيف المرئية LandsatTM باستخدام تقني (Parallelepiped & SVM)

يوضح الشكل (١١) والجدول (تصنيف المرئية الفضائية LandsatTM شاملاً فئات الغطاء الارضي ممثلاً للاستخدامات البشرية المؤثرة على المسطح المائي لبحيرة ادكو، ومن الشكل والجدول يتضح ما يلي :

— بلغت مساحة الاستخدامات البشرية بمنطقة الدراسة في حالة تصنيف المرئية LandsatTM باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي (Support Vector Machin (SVM)، ضعف نظيرتها في حالة استخدام الطريقة التقليدية المعروفة بطريقة التصنيف المتوازي

Parallelepiped Classification Technique ، حيث بلغت (١٢٥ كم٢) بما

يوازي (٨٠.٨ ٥) من جملة مساحة البحيرة عام ١٩٣٩. في مقابل (٦٤.٦١ كم٢) فقط

في حالة الطريقة التقليدية توازي ما نسبته (٤١.٧%) فقط من جملة مساحة البحيرة.

- انعكس هذا الاختلاف في اجمالي المساحة الخاصة بالإستخدامات البشرية داخل المسطح

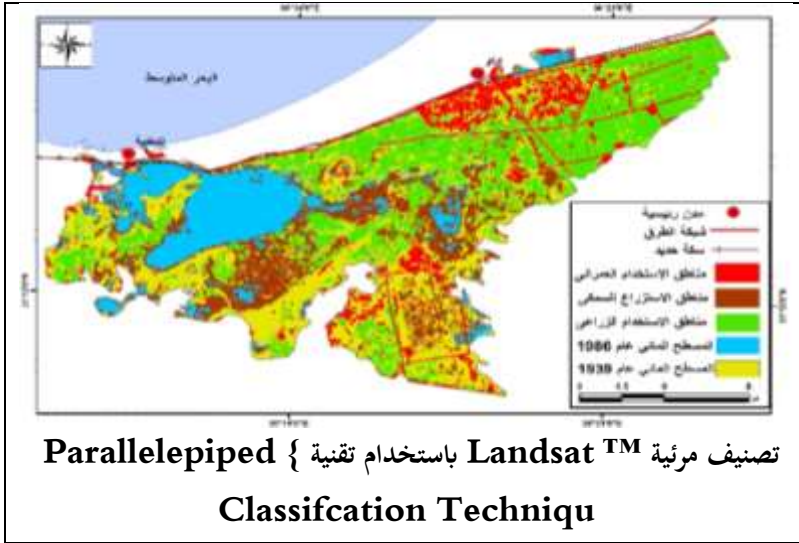
المائي للبحيرة على تباين المساحات الخاصة بكل استخدام من الاستخدامات الرئيسية

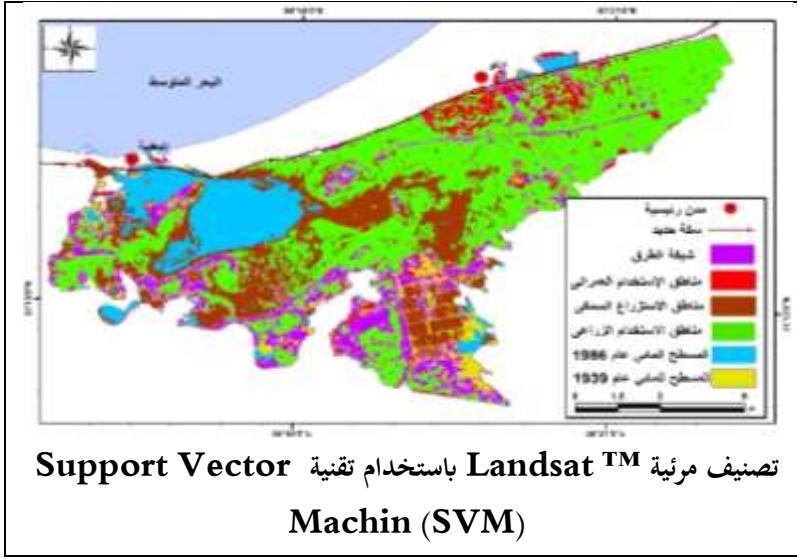
المتتمثلة في كل من : الاستخدام الزراعي ، الاستخدام العمراني ، والاستزراع السمكي ،

بالاضافة الى نمو شبكة الطرق الخادمة لكل نوع من هذه الانشطة البشرية. وفيما يلي عرض

للأهمية النسبية لكل استخدام في ضوء التباين الناتج عن تطبيق اى من التقنيتين المستخدمتان

في عملية التصنيف على النحو التالي :





المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية Landsat TM باستخدام برنامج

ArcGIS

شكل (١١) تصنيف الغطاء الأرضي لبحيرة ادكو باستخدام طريقتي التصنيف (SVM & Parallelepiped)

الاستخدام الزراعي:

تباينت المساحة المصنفة في هذا الاستخدام بمرئية Landsat TM بحسب طريقة التصنيف المستخدمة، حيث بلغت مساحة الاستخدام الصناعي ما يقرب من الضعف لصالح تقنية الدعم الآلي الإتجاهي (SVM) مقارنة بمساحة الاستخدام المقدر من خلال التصنيف المعتمد على طريقة Parallelepiped، فقد بلغت مساحة الاستخدام الزراعي في حالة التصنيف المدعم الآلي (٢٧٤,٤ كم^٢) مقابل (٤٣٠,٧٥ كم^٢) فقط في حالة التصنيف التقليدي، بفارق مساحي قدره (٣٠٠,٧ كم^٢).

جدول (٣) مساحات فئات التصنيف للمرئية LansatTM باستخدام تقنيتي
(Parallelepiped & SVM) لبحيرة ادكو (كم٢)

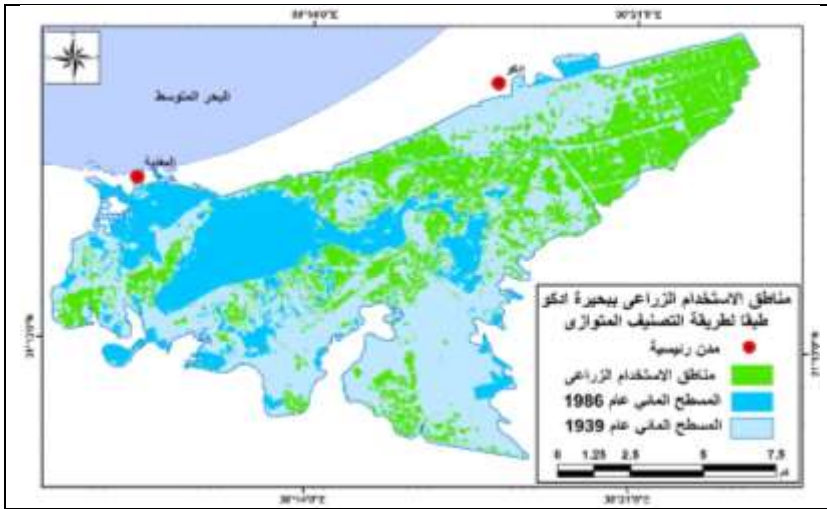
SVM Techniqu			Parallelepiped Techniqu			الاستخدام البشري	م
% من اجمالي البحيرة	% من الإستخدام البشري	المساحة كم٢	% من اجمالي البحيرة	% من الإستخدام البشري	المساحة كم٢		
47.8	59.5	74.4	٢٨.٧٨	٦٧.٧١	٤٣.٧٥	الإستخدام الزراعي	١
15.0	19.8	24.7	٧.٤٧	١٧.٢٠	١١.١٠	الإستزراع السمكي	٢
3.7	4.6	5.8	٤.٩٠	١١.٥٤	٧.٤٦	عمران	٣
18.0	16.1	20.1	١.٥٩	٣.٥٥	٢.٣٠	طرق	٤
-	100	125	٤١.٧٦	١٠٠	٦٤.٦١	ج. الاستخدام البشري	٥
١٥.٥٠	-	٢٣.٩٦	15.5	-	٢٣.٩٦	مسطح عام ١٩٨٦	٦
100	-	١٥٤.٧١	100	-	١٥٤.٧١	مسطح عام ١٩٣٩	٧

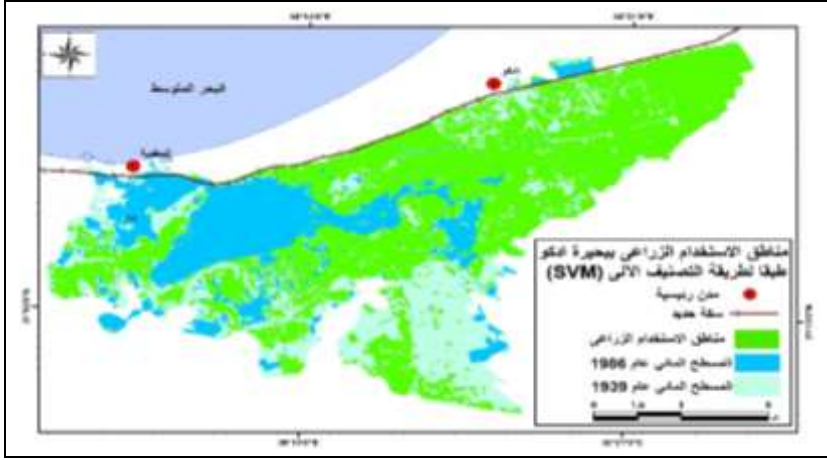
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على كل مرئية LandsatTM والخريطة الطبوغرافية

٢٥٠٠٠: ١

- بلغت نسبة ما يمثلها الاستخدام الزراعي في المنطقة من اجمالي الاستخدام البشري وفقاً لطريقة التصنيف الآلي الاتجاهي (٥٩.٥%) أى أقل من نسبة نفس الاستخدام المستنتج من

- التصنيف المتوازي (التقليدي) التي بلغت (٦٧.٧١%) .
- على مستوى المساحة الكلية من البحيرة بلغت نسبة الاستخدام الزراعي المصنف بالطريقة الآلية الذكية (٤٧.٨%) من اجمالي المساحة، أى ما يقرب من ضعف النسبة التي مثلتها مساحة الاستخدام الزراعي المصنف بالطريقة التقليدية (٢٨.٧٨%) فقط.
 - يشير التحقيق المكاني Spatial Validation للاستخدام الزراعي الذي صنفته الطريقة الآلية الى انها قد أضافت المساحات من البحيرة التي يكتنفها النبات الطبيعي ونباتات المياه في المسطحات المائية المفتوحة ضمن هذه الفئة من الاستخدام، وهذا هو سبب هذه الزيادة الواضحة في مساحته مقارنة بمساحته في الطريقة التقليدية، التي من عيوبها انها قد غفلت مساحات كثيرة من الاراضي الزراعية وضممتها الى الاستخدام العمراني والطرق، ويوضح الشكل التالي (١٢) توزيع مناطق الاستخدام الزراعي في البحيرة طبقاً لطريقتي التصنيف.





المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية **LansatTM** باستخدام برنامج

ArcGIS

شكل (١٢) مناطق الاستخدام الزراعي ببحيرة ادكو وفقاً لتصنيف المرئية **Lansat**

TM

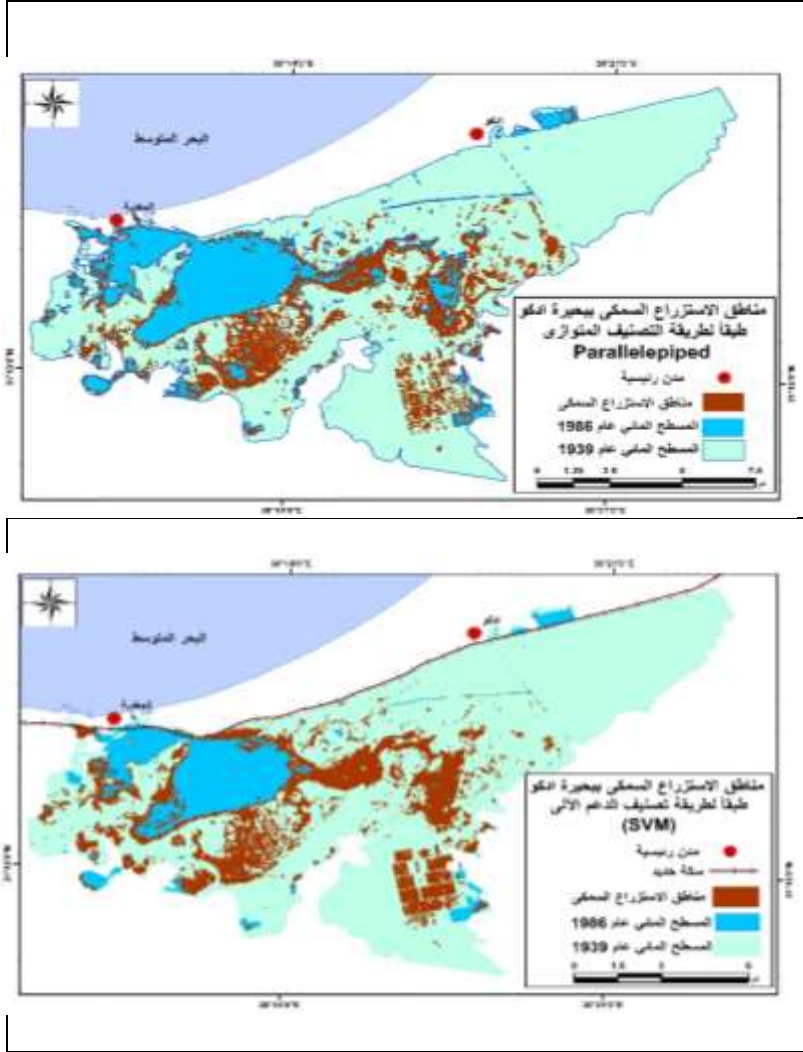
الإستزراع السمكي :

يوضح الشكل (١٣) توزيع مناطق استخدام الأستزراع السمكي ببحيرة ادكو طبقاً لطرق التصنيف المستخدمة، ومن خلال الشكل والجدول (٣) يتضح ما يلي :

- تشير المساحات المصنفة لاستخدام المزارع السمكية في بحيرة ادكو من المرئية **LansatTM** الى تفوق المساحة المصنفة بطريقة الدعم الآلي الأتجاهي (SVM) ايضاً عن مثيلاتها المصنفة بالطريقة المتوازية (التقليدية)، حيث بلغت مساحة التصنيف المعتمد على الدعم الآلي (٢٤٠٧ كم^٢) تمثل نحو (١٩.٨%) من جملة مساحات الاستخدامات البشرية بالبحيرة، في مقابل (١١٠.١ كم^٢) فقط لذات الاستخدام مصنفاً بالطريقة الأخرى، بما يوازي نسبة (١٧.٢٥%) من اجمالي مساحات الاستخدامات البشرية المؤثرة على جيومورفولوجية بحيرة ادكو.

- تمثل مساحات مناطق المزارع السمكية المصنفة بطريقة الدعم الآلي الاتجاهي (SVM) للمرئية **LandsatTM** من مساحة البحيرة بمحدودها عام ١٩٣٩، نسبة تقدر بنحو (١٥%) من جملة المساحة الكلية للبحيرة، في حين بلغت نسبة المزارع السمكية المصنفة تقليدياً (

٧.٤٧% فقط من جملة مساحة البحيرة.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية **LansatTM** باستخدام برنامج

ArcGIS

شكل (١٣) مناطق الإستزراع السمكي ببخيرة اذكو وفقاً لتصنيف المرئية **Lansat**

TM

وجدير بالذكر ايضاً أن التحقق المكاني من صدق التصنيف يشير الى ان طريقة الدعم الآلى فى التصنيف قد اضافة الى فئة المزارع السمكية فى البحيرة المساحات المائية الضحلة على هوامش المسطحات المائية المفتوحة فى البحيرة على حدود المسطح المائي لعام ١٩٨٦ .

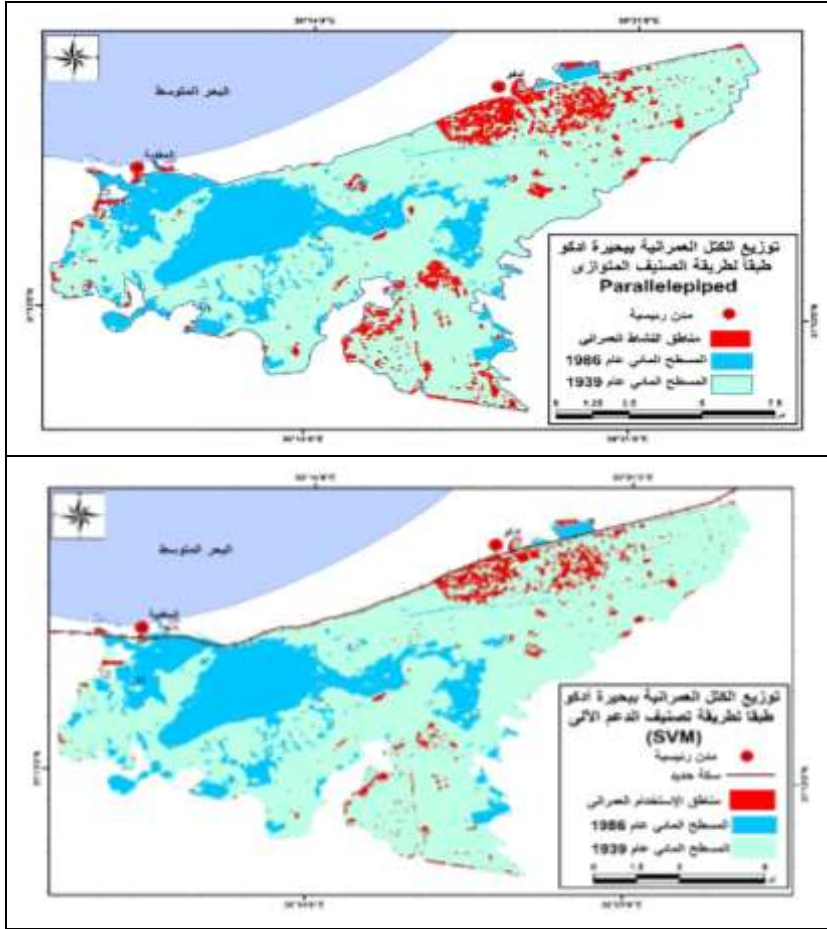
ال عمران

يعد العمران النشاط البشري الوحيد من بين الانشطة الأخرى التى تقلصت مساحته المصنفة باستخدام طريقة الدعم الآلى للمريئة LandsatTM حيث بلغت مساحته (٥.٨ كم^٢) فقط مقارنة بفئة العمران المصنفة بالطريقة المتوازية حيث بلغت مساحة العمران عند استخدامها (٧.٤٦ كم^٢).

وقد انعكس ذلك على نسبة ما تمثل مساحة العمران من جملة الاستخدامات البشرية المصنفة بطريقة الدعم الآلى حيث لم تتجاوز نسبتها (٤.٦%) فقط من جملة مساحة الاستخدامات البشرية المؤثرة على المسطح المائي للبحيرة، بينما تمثل الكتلة العمرانية المصنفة بالطريقة المتوازية نحو (١١.٥٤%) من جملة الاستخدامات البشرية .

وعلى مستوى المساحة الكلية للبحيرة تمثل مساحة الكتلة العمرانية المصنفة بالدعم الآلى الإيجابي (SVM) نسبة لا تتجاوز (٣.٧%) فقط من اجمالى المساحة عام ١٩٣٩، وهى أقل نسبة للإستخدامات البشرية وفقاً لهذه الطريقة من طرق التصنيف، بينما تمثل مساحة العمران المصنفة تقليدياً حوالى (٤.٩%) من اجمالى مساحة البحيرة.

ويشير التحقق المكاني لتصنيفات المريئة أن طريقة الدعم الآلى قد تعاملت بحسم أكثر مع قيم البصمة الطيفية للإستخدام العمرانى حسب مادة البناء، بينما اضافت الطريقة التقليدية جزءاً كبيراً من مساحات الطرق والأراضي الفضاء الى مساحات الكتلة العمرانية وهو ما أكسبها تفوقاً نسبياً فى المساحة عن طريقة الدعم الآلى ، ويبدو ذلك جلياً فى الجزء الجنوبي من البحيرة حيث تتركز المزارع السمكية، والتي يرتبط بها بعض المنازل والمتناثرة التى يتخللها بعض الاراضي الفضاء والمكشوفة، والت صنفها الطريقة التقليدية ككتل عمرانية متصلة على عكس طريقة الدعم الآلى الذكى.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية **LansatTM** باستخدام

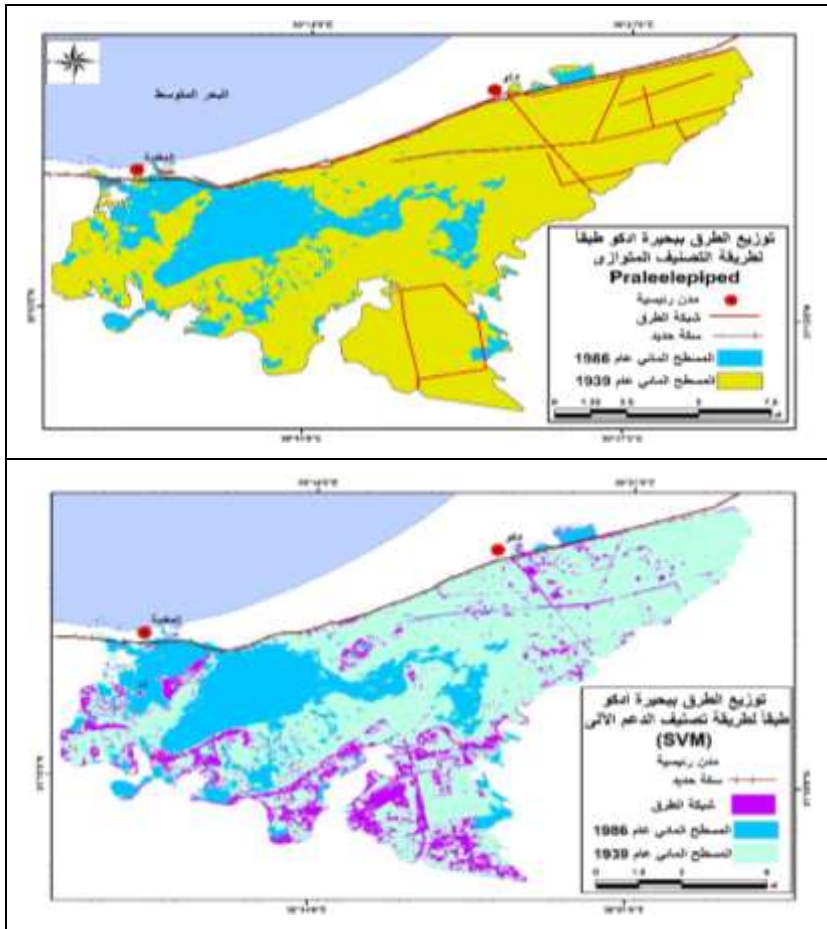
برنامج **ArcGIS**

شكل (١٣) مناطق الإستزراع السمكي ببحيرة ادكو وفقاً لتصنيف المرئية **Lansat**

TM

الطرق

أكثر فئات التصنيف في منطقة الدراسة تبايناً في نتائج مساحاتها بين طريقتي التصنيف (المتوازي والدعم الآلي) حيث بلغت مساحة الطرق المصنفة بالطريقة الآلية عشرة اضعاف مثلتها تقريباً المصنفة بالطريقة التقليدية، حيث بلغت (٢٠١ كم²) تمثل ما نسبته (١٦.١%) من جملة مساحات الاستخدامات البشرية المؤثرة على مساحة المسطح المائي للبحيرة، و (١٨%) من جملة مساحة بحيرة أدكو عام ١٩٣٩، في حين لم تتجاوز هذه المساحة أكثر من (٢.٣ كم²) فقط في حال التصنيف المتوازي (التقليدي) ونسبة لا تتجاوز (٣.٥٥%) فقط من مساحة الاستخدامات



البشرية، و (١.٥٩%) فقط من اجمالي مساحة البحيرة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية **Lansat™** باستخدام برنامج

ArcGIS

شكل (١٤) توزيع مناطق الطرق ببحيرة ادكو وفقاً لتصنيف المرئية LandsatTM

وبالعودة الى الى التحقق المكاني لنتائج التصنيف اتضح ان جزءاً من الطرق الترابية قد ضمتها طريقة التصنيف التقليدية (التصنيف المتوازي) الى فئة العمران، بينما ضمت طريقة الدعم الآلي (SVM) كل المساحات الفضاء والترابية الى فئة الطرق متأثرة بالبصمة الطيفية للطرق الترابية على جوانب الترع وبين جسور المزارع السمكية وهو ما اظهر هذا الفارق الكبير في مساحة استخدام الطرق بالمرئية الفضائية المصنفة LandsatTM.

٢. تصنيف المرئية Spot 1 باستخدام تقني (Parallelepiped & SVM)

يوضح الشكل (١٥) والجدول (٤) مساحات فئات التصنيف الخصة للمرئية SPOT1، باستخدام طريقتي التصنيف (المتوازي ، الدعم الآلي) ومن خلال الشكل والجدول يتضح الآتي :

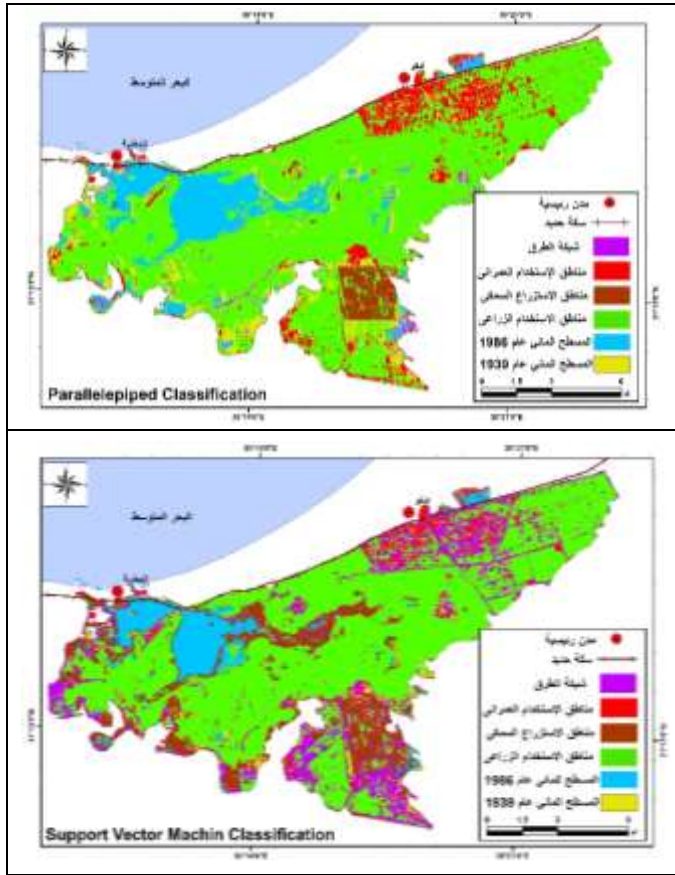
- تتقارب قيم المساحات الخاصة بالاستخدامات البشرية التي تم تصنيفها من خلال المرئية SPOT 1 لكل من طرق التصنيف المعتمد عليها في الدراسة، على خلاف القيم التي تم استنتاجها اثناء تصنيف المرئية LandsatTM ، ويعود السبب في ذلك الى زيادة الدقة المكانية التي تميز المرئية SPOT 1 المستخدمة حيث تبلغ دقتها المكانية Spatial Resolution (١٠ متر) على خلاف الدقة المكانية للمرئية LandsatTM التي تبلغ (٣٠متر)، الأمر الذي ساعد في زيادة جودة التصنيف اى كانت التنقية المستخدمة .

- بلغت جملة مساحة الإستخدامات البشرية المؤثرة في جيومورفولوجية البحيرة المصنفة بطريقة الدعم الآلي الإيجابي حوالى (١٢٨.٣ كم^٢) بنسبة ٨٢.٩% من اجمالى مساحة البحيرة، في مقابل (١١٢.٨ كم^٢) فقط عند استخدام طريقة التصنيف المتوازي، بنسبة ٧٢.٩ % من اجمالى مساحة البحيرة عام ١٩٣٩ .

- تقاربت أيضاً المساحات المصنفة لكل استخدام من الاستخدامات البشرية على حدة ، عند قارنة النتائج المستنتجة من عمليتي التصنيف المستخدمتان وفيما يلي عرض للمقارنة بين المساحات الخاصة بكب استخدام كنتيجة من نتائج عمليتي التصنيف (المتوازي ، الدعم الآلي) على النحو التالي:

الاستخدام الزراعى

يبقى هو الاستخدام الأكثر شيوعاً وانتشاراً وتأثيراً على جيومورفولوجية البحيرة، في المرئية SPOT1 في حالة اي من طريقتي التصنيف، مع تفوق طفيف في مساحة فئة الاستخدام الزراعي المصنف بالطريقة التقليدية، حيث بلغت مساحته (٩٨.٢ كم^٢) بنسبة بلغت ٨٧.١% من اجمالي الاستخدامات البشرية في المنطقة، و ٦٣.٥% من جملة مساحة بحيرة ادكو عام ٢٠١٣، في مقابل (٩٤.٦ كم^٢) عند استخدام طريقة التصنيف المدعم آلياً (SVM) بنسبة بلغت ٧٣.٦% من جملة مساحة الاستخدامات البشرية، و ٤٧.٨% فقط من جملة مساحة البحيرة ككل .



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية SPOT 1 باستخدام تقنيق التصنيف ،
برنامج ArcGIS

شكل (١٥) تصنيف فئات الاستخدام البشري ببخيرة اذكو بالاعتماد على المرئية

SPOT 1

- يعود هذا الاختلاف الطفيف في مساحة الاستخدام الزراعي في دمج الية التصنيف التقليدية الى مساحات المناطق المائية الضحلة والتي يغطيها تواجد نباتي كثيف الى فئة الاستخدام الزراعي، بينما ساعدت الدقة المكانية المرتفعة في المرئية طريقة الدعم الآلى في فصل هذه الأجزاء المائية عن مساحات المناطق الزراعية.

المزارع السمكية

تميز تحديدها المكاني في منطقة الدراسة بالدقة العالية في كل طريقتي التصنيف للمرئية SPOT1 ، ولعل الدقة المكانية التي تميز المرئية هي العامل الحاسم في هذا الأمر حيث زادت القدرة على الفصل الحاسم بين فئات التصنيف المختلفة، فبلغت مساحة المزارع السمكية (٢ كم^٣.٤) بما يوازي ٣% فقط من مساحة الإستخدامات البشرية في المنطقة، و ٢.٢% فقط من جملة مساحة بخيرة اذكو ١٩٣٩، في مقابل زيادة ملحوظة في المزارع السمكية المصنفة من خلال الدعم الآلى الأتجاهى لذات المرئية، حيث بلغت (٢ كم^٣.١٥.٣) تمثل ١١.٩% من جملة مساحة الاستخدام البشري.

جدول (٤) مساحات فئات التصنيف للمربئية SPOT1 باستخدام تقنيي
(Parallelepiped & SVM) لبحيرة ادكو (كم٢)

SVM Techniqu			Parallelepiped Techniqu			الاستخدام البشري	م
% من اجمالي البحيرة	% من الإستخدام البشري	المساحة كم٢	% من اجمالي البحيرة	% من الإستخدام البشري	المساحة كم٢		
47.8	٧٣.٦	٩٤.٦	٦٣.٥	٨٧.١	٩٨.٢	الإستخدام الزراعي	١
15.0	١١.٩	١٥.٣	٢.٢	٣.٠	٣.٤	الإستزراع السمكي	٢
3.7	٤.١	٥.١	٦.٣	٨.٧	٩.٨	عمران	٣
18.0	١٠.٤	١٣.٣	٠.٩	١.٢	١.٤	طرق	٤
٨٢.٩	100	١٢٨.٣	٧٢.٩	١٠٠	١١٢.٨	ج. الاستخدام البشري	٥
١٥.٥٠	-	٢٣.٩٦	15.5	-	٢٣.٩٦	مسطح عام ١٩٨٦	٦
100	-	١٥٤.٧١	100	-	١٥٤.٧١	مسطح عام ١٩٣٩	٧

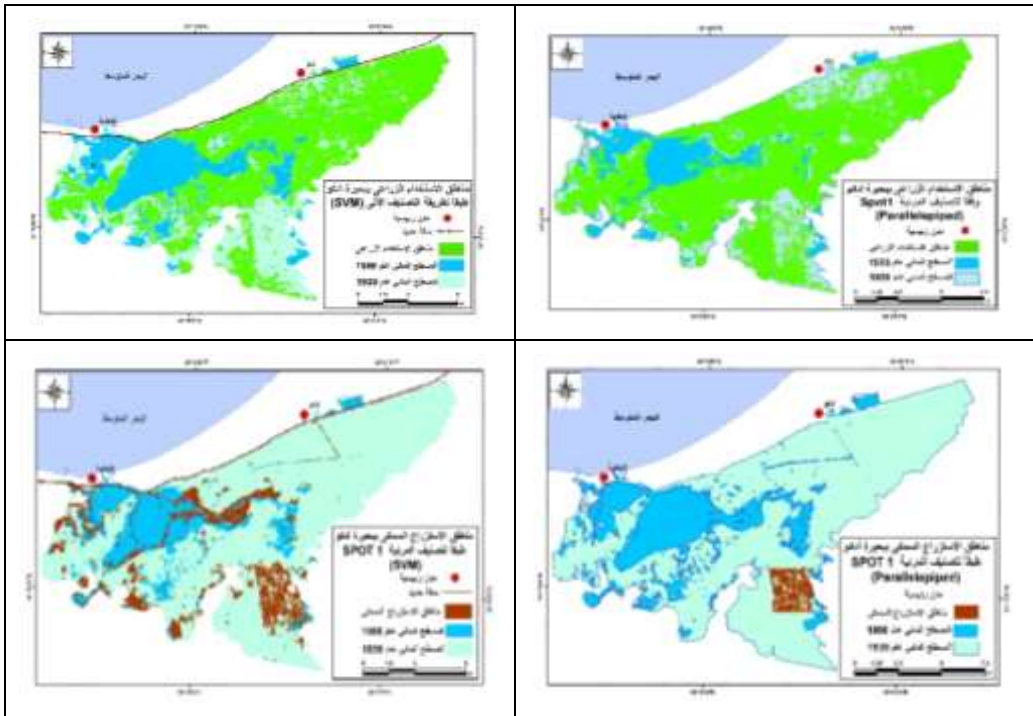
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على كل مرئية LandsatTM والخريطة الطبوغرافية

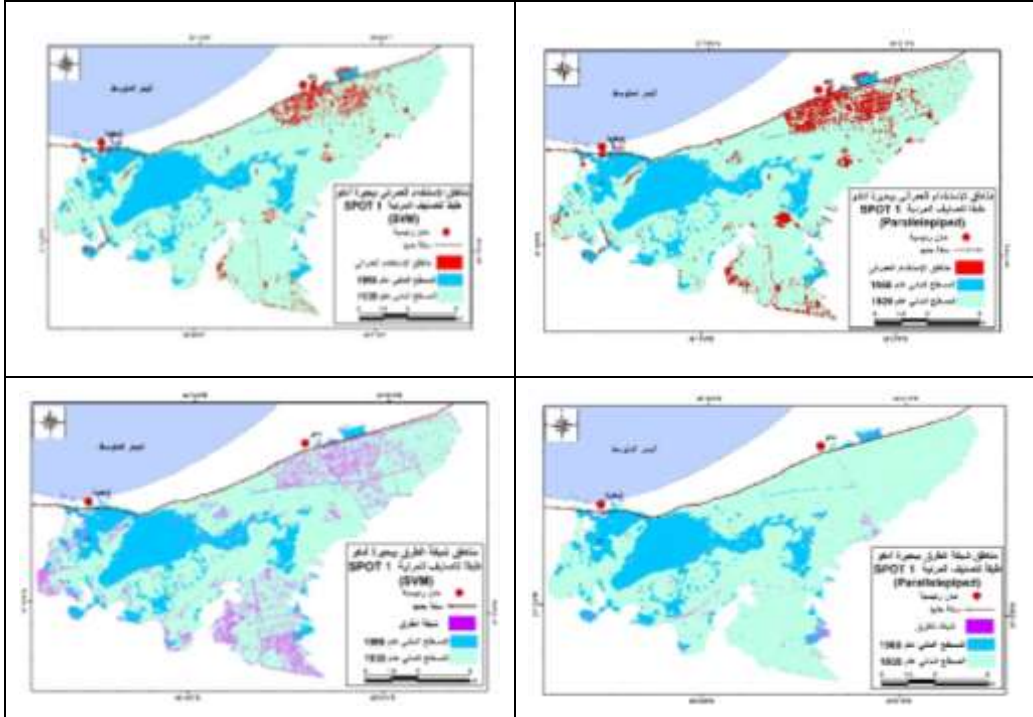
٢٥٠٠٠: ١

ويشير التحقق المكاني لفئات التصنيف ان فئة المزارع السمكية المصنفة بواسطة الطريقة التقليدية قد اقتطع منها بعض المساحات وضيفت الى المناطق الزراعية المجاورة وبعض الماكن الى فئة الطرق والحواجز الترابية.

العمران

تزداد المساحة المصنفة بالطريقة التقليدية (التصنيف المتوازي) عن نظيرتها المصنفة بواسطة الدعم الآلي الأتجاهي (SVM)، حيث بلغت مساحتها نتيجة التصنيف (٩.٨ كم^٢) بنسبة ٨.٧% من جملة مساحة الإستخدامات البشرية، و ٦.٣% من اجمالي مساحة البحيرة.





المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئية SPOT 1 باستخدام تقنيى التصنيف ،
برنامج ArcGIS

شكل (١٦) تصنيف فئات الاستخدام البشري ببحيرة ادكو بالاعتماد على المرئية

SPOT 1

في المقابل بلغت مساحة الكتلة العمرانية المصنفة بواسطة (SVM) (٥٠١ كم^٢) تمثل ٤.١% من جملة مساحة الإستخدامات البشرية في البحيرة ، وحوالى ٣.٧% فقط من اجمالى مساحة البحيرة عام ١٩٣٩ .

تاتى هذه الزيادة في الكتلة العمرانية المصنفة تقليدياً في دمج المناطق الفضاء وبعض اجزاء من الطرق الترابية المجاورة للنواة العمرانية الكبرى في المنطقة لدى مدينة ادكو في الشمال الشرقي الى فئة العمران عامة. بخلاف طريقة الدعم الالى التى يشير التحقق المكانى ان ارتباطها بالبصمة الطيفية الخاصة بالعمران فقط دون سواه.

الطرق

أكثر الاستخدامات البشرية التي تفوقت فيها المساحة المصنفة بطريقة الدعم الآلي عن الطريقة التقليدية للمرئية الفضائية SPOT1 ، حيث بلغت مساحتها (١٣.٣ كم^٢) تمثل ١٠.٤% من جملة مساحة الاستخدامات البشرية، وهي تقريباً عشرة أضعاف نظيرتها المصنفة بالطريقة التقليدية التي بلغت (١٠.٤ كم^٢) تمثل ١.٢% تقريباً من مساحة الاستخدامات المختلفة لمساحة البحيرة.

على مستوى مساحة البحيرة بحدود ١٩٣٩ ، شكلت الطرق المصنفة بطريقة الدعم الآلي حوالي ١٨% من جملة المساحة، في حين لم تتجاوز نسبة هذه الفئة (٠.٩%) فقط من اجمالي المساحة في حالة التصنيف التقليدي ، الذي ذهب بغالبية هذه الفئة من الاستخدام الى الاستخدام العمراني والزراعي ، على النحو الذي سبق ذكره عند الحديث عن الاستخدام الزراعي سابقاً .

٣. تقييم نتائج التصنيف بالطريقة التقليدية وطريقة الدعم الآلي

يوضح الجدول (٦) والشكل (١٧) نتائج تصنيف المرئيات المستخدمة في الدراسة باستخدام تقنيتي التصنيف المتوازي (Parallelepiped) والدعم الآلي الإجهامي (SVM)، ومن الشكل والجدول يتضح ما يلي :

- تقارب قيم مساحات فئات الاستخدامات البشرية سواء على المستوى الإجمالي او التفصيلي الخاص بكل استخدام عند الاعتماد على آلية الذكاء الاصطناعي (الدعم الآلي الإجهامي) Support Vector Machine على الرغم من استخدام مرئيات فضائية مختلفة الدقة المكانية ومختلفة القمر، ويؤكد ذلك تقارب مجموع المساحات الإجمالية للاستخدامات البشرية التي بلغت (١٢٥ ، ١٢٨.٣ كم^٢) لكل من مرئية LandsatTM & SPOT على الترتيب، بفارق في المساحة لم يتجاوز (٣.٣ كم^٢) فقط.
- وعلى مستوى كل استخدام بشري بلغ متوسط الفروقات المساحية بين الاستخدامات المتناظرة لكل مرئية مصنفة بطريقة الدعم الآلي (٨.٩ كم^٢) فقط في حين تراوح الفارق في المساحة بين اقصى قيمة له للاستخدام الزراعي (٢٠.٢ كم^٢) في صالح المرئية الأفضل في القدرة التمييزية المكانية وهي المرئية SPOT، وبين أقل فارق مساحي للاستخدام العمراني الذي لم يتجاوز الفارق بين المرئيتين (٠.٧ كم^٢) في صالح المرئية LandsatTM .

جدول (٥) نتائج التصنيف باستخدام الطرق المختلفة تبعاً لنوع المرئية

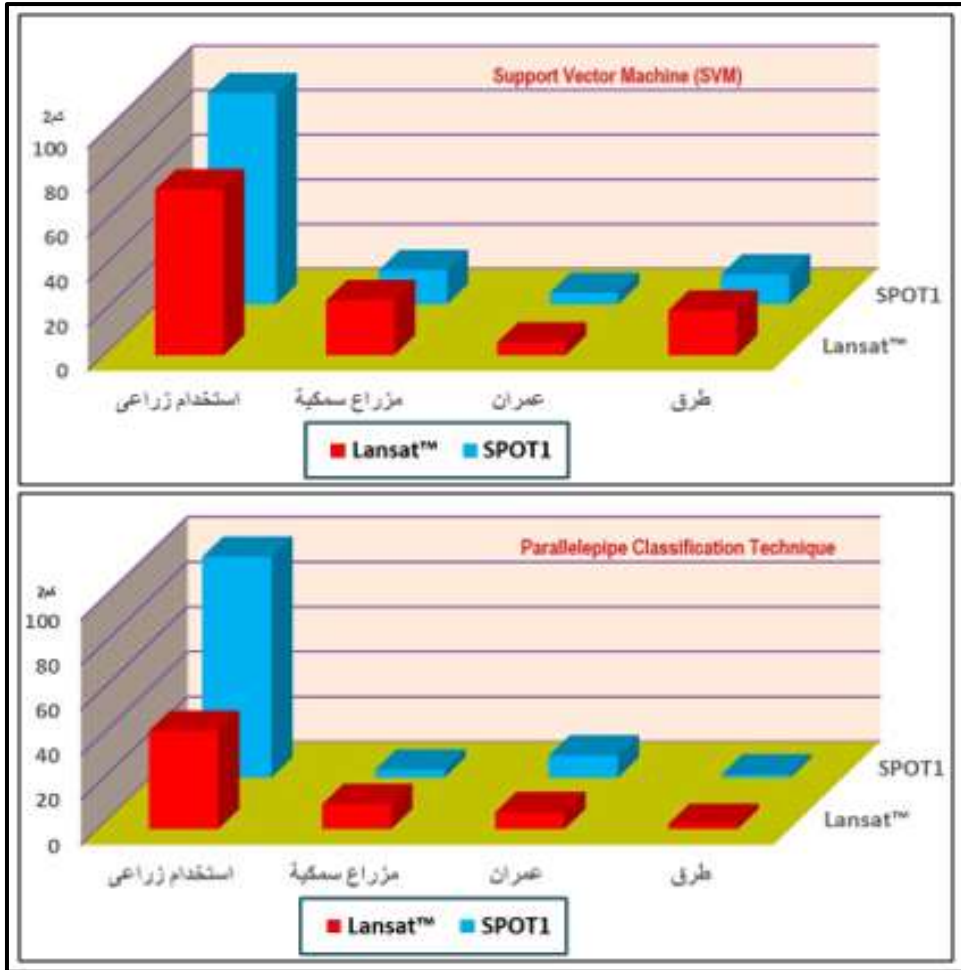
طريقة التصنيف Classificatin Technique						الإستخدام البشري
Parallelepiped			Suport Vector Machine			
الفارق كم ٢	SPOT1	Lansat™	الفارق كم ٢	SPOT1	Lansat™	
54.5	98.2	43.7	٢٠.٢	94.6	74.4	استخدام زراعي
7.6	3.5	11.1	6.4	18.3	24.7	مزرع سمكية
2.3	9.8	7.5	٠.٧	5.1	5.8	عمران
0.9	1.4	2.3	٨.٦	13.3	20.1	طرق
١٦.٣	28.2	16.2	٨.٩	32.1	31.3	المتوسط
48.2	112.8	64.6	٣.٣	128.3	125	الإجمالي

المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat

™&SPOT1

- تتميز قيم مساحات فئات التصنيف المتوازي (التقليدي) بالتباين الواضح على المستوى العام والتفصيلي المستنتجة من كل من المرئية لاندسات وسبوت ، حيث بلغ اجمالي مساحات

- فئات التصنيف الأربعة (٢كم٦٤.٦) للمرئية لاندسات ، و(٢كم١١٢.٨) لمرئية سبوت بفارق كبير بلغ أكثر من (٢كم٤٨) .
- على مستوى الاستخدامات البشرية المختلفة بلغ متوسط الفروق المساحية بين كل فئة مصنفة من مرئية ما ونظيرتها في المرئية الثانية (٢كم١٦.٣) وهو يساوى تقريباً ضعف متوسط الفروق بين المساحات بي حالة استخدام طريقة الدعم الآلى .
- تراوحت قيم الفروق في المساحة اقصاها في التصنيف المتوازي لفئة الإستخدام الزراعى (٢كم٥٤.٥) في صالح المرئية SPOT ، وبين ادنى فارق في المساحة لفئة الطرق حيث لم يتجاوز (٢كم٠.٩) فقط وهو الاستخدام الوحيد الذي يقل فيه هذا افارق بين المرئيتان بعد تصنيفهما بالطريقة التقليدية.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (٥)

شكل (١٧) نتائج تصنيف فئات الإستخدام البشري في بحيرة أدكو بطريقتي التصنيف

ويخلص من هذا التقييم أن استخدام طريقة الدعم الآلي الإتجاهي (Support Vector Machine) تعطي أفضل نتائج في تصنيف المرئيات الفضائية اي كان نوع المستشعر المستخدم أو الدقة المكانية Spatial Resolution المرئية، كما ان ادائها في التصنيف يزداد تحسناً في حالة زيادة الدقة المكانية ولا شك كما هو واضح من نتائج استخدامها في تصنيف المرئية SPOT1 ذات الدقة المكانية (١٠ متر).

ثالثاً: رصد التغير في دور الانسان كعامل جيومورفولوجي ببحيرة ادكو

مثل النشاط البشري في منطقة الدراسة ولا يزال أهم عوامل التغير الجيومورفولوجي في الخصائص العامة لبحيرة ادكو، ويبدو أثر ذلك جلياً في التقلص المطرد في مساحة المسطح المائي للبحيرة بداية من عام ١٩٣٩ وحت عام ٢٠٢١، وقد تم الاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي المكاني (Geo AI) في رصد وكشف التغير في الخصائص الهندسية للمسطح المائي بالإضافة الى تطور استخدامات الانسان في المنطقة عبر أنشطة المختلفة والتي ركز عليها الباحث متمثلة في كلاً من : النشاط الزراعي، والمزارع السمكية، والعمران ، الطرق، من خلال تقنيات BandRatio ، والتي اعتمد عليها في حساب مساحة المسطح المائي عبر تطبيق معادلة المؤشر الرقمي لتغير كتلة المياه المعدل Modified Normalized Difference (MNDWI) Water Index ، كما تم الاعتماد على طريقة الدعم الآلي الإتجاهي في تصنيف المرئيات الفضائية المتاحة (Landsat TM و Landsat ETM) على تقنية Support Vector Machine (SVM) لتقييم التغير في الإستخدامات البشرية التي تعكس دور الانسان كعامل جيومورفولوجي مؤثر على الملامح العامة لبحيرة ادكو خلال الفترات ما قبل ١٩٨٦ ، وعام ٢٠١١ ، وعام ٢٠٢١ .

ويوضح الشكل الجدول (٦) تطور قيم كل من مساحة المسطح المائي للبحيرة في أعوام (١٩٣٩، ١٩٨٦ ، ٢٠١١ ، ٢٠٢١) بالإضافة الى تطور مساحات كل من الأنشطة والاستخدامات البشرية الى ساعدت ولا تزال في تغير وتطور مسطح البحيرة ومكوناتها المختلفة، ومن الشكل والجدول يمكن الوقوف على أهم ملامح التغير الجيومورفولوجي المرتبط بدور الانسان على النحو التالي :

١. التغير في الاستخدامات البشرية

تطورت بشكل مطرد المساحة الخاصة باجمالى الأنشطة والإستخدامات البشرية التي تمثل دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي أثر بشكل كبير على جيومورفولوجية بحيرة ادكو غير من الخصائص الهندسية والشكلية لمسطح البحيرة، وقد تم حصر اجمالى مساحات النشاط البشري داخل حدود البحيرة عام ١٩٣٩ ، بداية من عام ١٩٨٦ من خلال المرئيات الفضائية، وتشير قيم المساحات الى زيادة مطردة ومستكرة في اجمالى هذه المساحات حيث بلغ اجمالى مساحة هذه

الأنشطة عام ١٩٨٦ (١٢٥.٠٦ كم^٢) بنسبة (٨٠.٨%) من جملة مساحة، ثم زادت مساحة هذه الاستخدامات الى (١٢٩.٤ كم^٢) في عام ٢٠١١ لتمثل حوالي (٨٣.٦%) وبلغت مساحة هذه الاستخدامات اقصى مساحة لها عام ٢٠٢١ حيث بلغت (١٤٧.٣ كم^٢) تمثل (٩٥.٢%) من اجمالي المساحة.

جدول (٦) تطور مساحات الاستخدامات البشرية في بحيرة ادكو بين عامي (١٩٣٩ - ٢٠٢١)

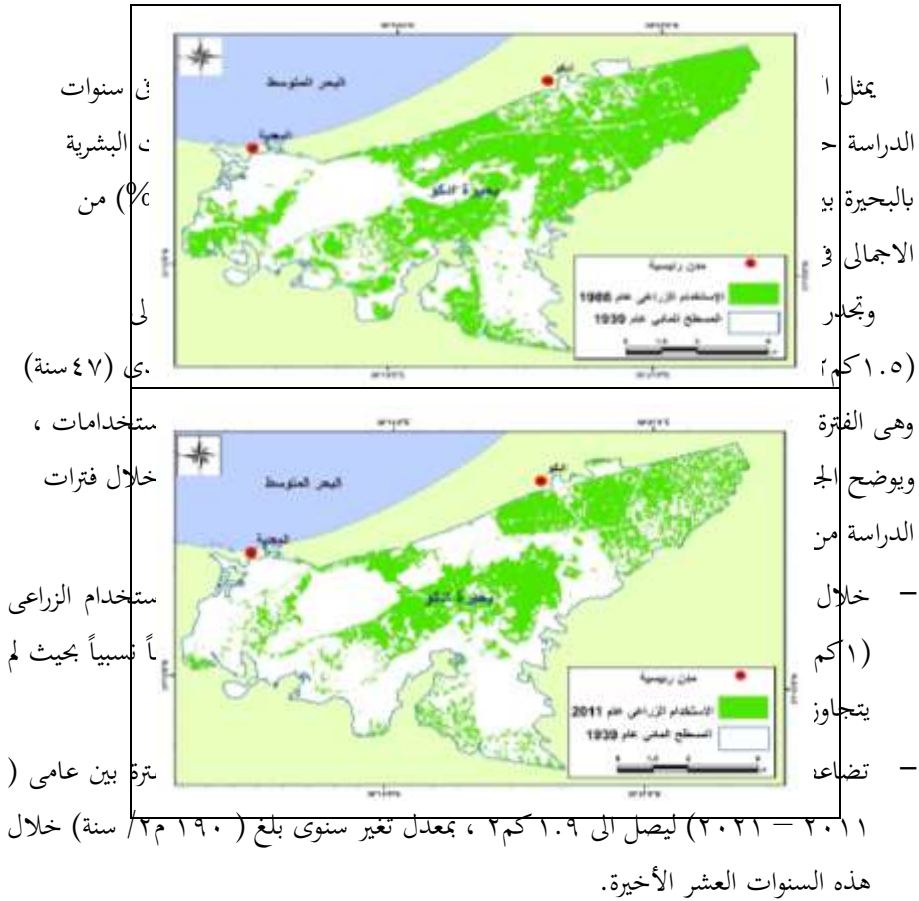
تطور المساحة / كم ^٢							عناصر التغير	
%	2021	%	2011	%	1986	١٩٣٩		
٥٢.٥	٧٧.٣	٥٨.٢	٧٥.٤	٥٩.٥	74.4	0	النشاط الزراعي	الاستخدام البشري
١.١	١.٨	١.٢	١.٥	٤.٧	5.86	0	العمران	
٣١.٣	46.1	٢٨.٤	٣٦.٦	٢٦.٩	٣٣.٧	0	المزارع السمكية	
١٥.١	٢٢.١	١٢.٢	١٥.٩	٨.٩	١١.١	0	الطرق	
١٠٠	١٤٧.٣	١٠٠	١٢٩.٤	١٠٠	125.06	0	جملة الاستخدام البشري	
%٩٥.٢		%٨٣.٦		%٨٠.٨		% من البحيرة		
	٨.٩		٦.٩		٦.٤١		اراضي فضاء	
١٠.٦	١٦.٤	١١.٩	18.41	١٥.١	23.24	154.71	المسطح المائي	

المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية & Landsat™

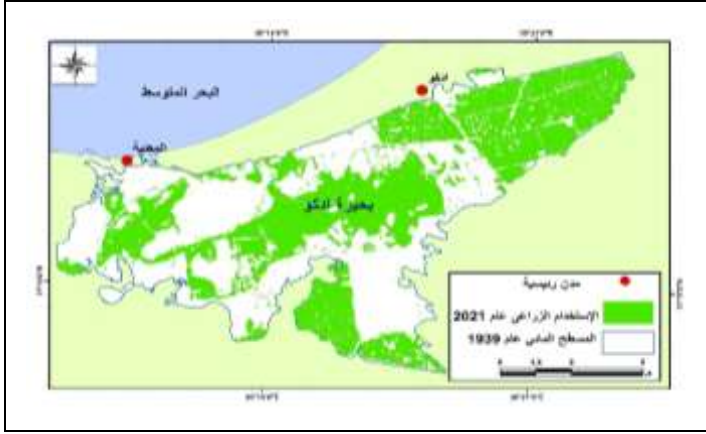
Landsat 8

وقد تباينت القيم التي تطورت بها مساحات الاستخدام البشري في الزراعة والمزارع السمكية وال عمران والطرق من فترة الى اخرى بداية من ١٩٨٦ وحتى عام ٢٠٢١ على النحو التالي:

التغير في الاستخدام الزراعي



- يلاحظ من تطور توزيع المساحات المستخدمة زراعياً ، تركز هذا الاستخدام بشكل رئيسي في القسم الشرقي من البحيرة، وتأخذ هذه المساحات بمرور الوقت في التوسع المكاني بالإتجاه نحو الغرب على حساب مساحات المسطح المائي المفتوح ، كما هو الحال في المناطق الواقعة الى الغرب من المسطح المائي الحديث غرب منطقة المعديّة وعلى الحدود الادارية مع مركز كفر الدوار. شكل (١٨)



المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية & Landsat™

Landsat 8

شكل (١٨) توزيع مناطق الإستخدام الزراعي ببحيرة ادكو

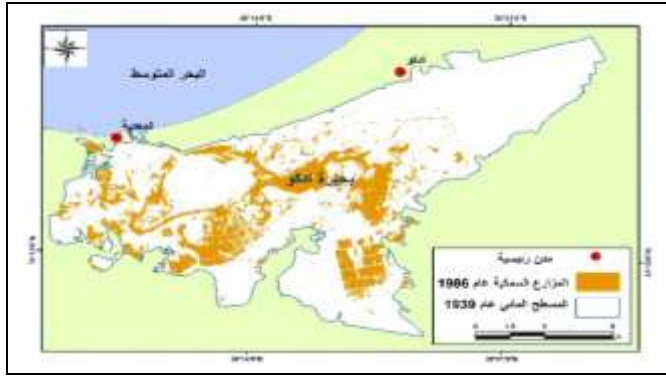
بين عامي (١٩٨٦ - ٢٠٢١)

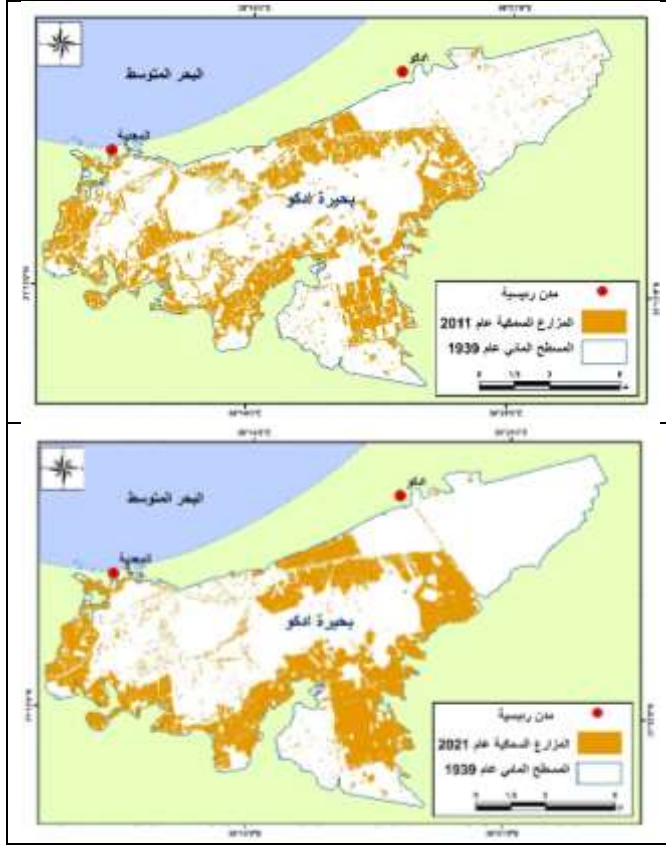
المزارع السمكية

ثاني أكثر الأنشطة البشرية مساحة وتأثيراً على المسطح المائي المفتوح للبحيرة ، اذ تتصل مناطق استخدامها تقريباً اتصالاً مباشراً مع المسطح المائي للبحيرة باعتباره المصدر الرئيسي لمياه تلك المزارع وأصل تجددها، وتبلغ مساحة المزارع السمكية خلال فترات الرصد المستخدمة في الدراسة قرابه ثلث مساحة البحيرة وفق حدودها عام ١٩٣٩، حيث تراوح مساحاتها بين (٣٣.٧ كم^٢) عام ١٩٨٦ بنسبة بلغت (٢٦.٩%) من اجمالي مساحات الاستخدامات البشرية بالبحيرة في هذا العام، وبين اقصى مساحة بلغت المزارع السمكية عام ٢٠٢١ بمساحة بلغت (٤٦.١ كم^٢) بنسبة (٣١.٣%) من جملة مساحة البحيرة كاملة.

وتتميز مساحات المزارع السمكية ببحيرة ادكو بالتغير الموجب بمرور الوقت حيث تكتسب مساحاتها ارضاً باستمرار على حساب المناطق الضحلة من المسطح المائي للبحيرة بالاضافة الى اراضي البور والمستنقعات على حدود هذه المسطحات المائية، واختلف تبعاً لذلك معدلات التغير السنوي في مساحات هذا النشاط المؤثر على جيومورفولوجية البحيرة ، على النحو التالي :

- بلغ الفارق في المساحة الاجمالية للمزارع السمكية ببجيرة ادكو بين عامى (١٩٨٦ - ٢٠١١) حوالى (٢م٢.٩) كزيادة للمزارع عام ٢٠١١ عن مثيلتها عام ١٩٨٦، فى حين بلغ هذا الفارق أكثر من (٢م٩.٥) خلال الفترة بين عامى ٢٠١١ - ٢٠٢١.
- عند الوضع فى الاعتبار سنة ١٩٣٩ كسنة اساس لرصد التغير فى الاستخدامات البشرية فانه يمكن القول بان معدل التغير فى مساحة المزارع السمكية على امتداد الفترة بين عامى (١٩٣٩ - ٢٠٢١) أى على مدار اثنين وثمانون عاماً بلغ (٢م٠.٥٦) سنوياً كمعدل عام .
- يختلف معدل التغير بين فترة واخرى ن فترات الدراسة، فقبل عام ١٩٨٦ بلغ معدل التغير فى مساحات المزارع السمكية على مدار سبعة واربعون عاماً ما يفارب (٢م٧١٧/سنة) ، بينما بلغ هذا المعدل خلال الفترة بين (١٩٨٦ - ٢٠١١) أقل معدلات التغير فى مساحة تلك المزارع حيث لم يتجاوز (٢م١١٦) سنوياً خلال خمسة وعشرون عاماً ، أما اقصى معدلات التغير فى مساحة المزارع السمكية فى بجميرة ادكو فهو خلال الفترة الخيرة الممتدة بين عامى (٢٠١١ - ٢٠٢١) حيث بلغ قرابة الكيلو متر المربع سنوياً (٢ م ٩٥٠) .





المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية LandsatTM &

Landsat 8

- شكل (١٩) توزيع مناطق المزارع السمكية ببحيرة اذكو بين عامي (١٩٣٩-٢٠٢١)
- يلاحظ من خلال الشكل (١٩) الإرتباط التوزيع المكاني للمزارع السمكية بالمسطحات المائية المفتوحة للبحيرة، حيث تمتد هذه المزارع على هيئة شبة حلقيه بالمسطح المائي للبحيرة والذي يزداد انحصاراً وتمرکزاً في الجزء الشمالي الغربي من البحيرة وتكتسب هذه المزارع ارضاً على حسابه بمرور الوقت .

جدول (٧) قيم التغير ومعدلاته السنوية في مساحات الاستخدامات البشرية ببحيرة اذكو

المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية LandsatTM &

Landsat 8

المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية LandsatTM &

Landsat 8

بين عامي ٢٠١١ - ٢٠٢١				بين عامي ١٩٨٦ - ٢٠١١				الاستخد ام	م
المعدل م/٢ نة	الفار ق ٢ كم) ٢٠٢١ (٢ كم) ٢٠١١ (٢ كم	معدل التغير م/٢ نة	الفار ق ٢ كم) ٢٠١١ (٢ كم) ١٩٨٦ (٢ كم		
١٩٠	١.٩	٧٧.٣	٧٥.٤	٤٠	١.٠	٧٥.٤	74.4	١	الاستخد ام الزراعي
٣٠	٠.٣	١.٨	١.٥	١٧٢	- ٤. ٣	١.٥	5.86	٢	العمران
٩٥٠	٩.٥	46.1	٣٦.٦	١١٦	٢.٩	٣٦.٦	٣٣.٧	٣	المزارع السمك ية
٦٢٠	٦.٢	٢٢.١	١٥.٩	١٩٢	٤.٨	١٥.٩	١١.١	٤	الطرق
١٧٩ ٠	١٧. ٩	١٤٧. ٣	١٢٩. ٤	١٧٣	٤.٣	١٢٩. ٤	125.0 6	٥	مجموع
٥٠٠	٢.٠	٨.٩	٦.٩	٢٠	٠.٥	٦.٩	٦.٤١	٦	جزر

الطرق

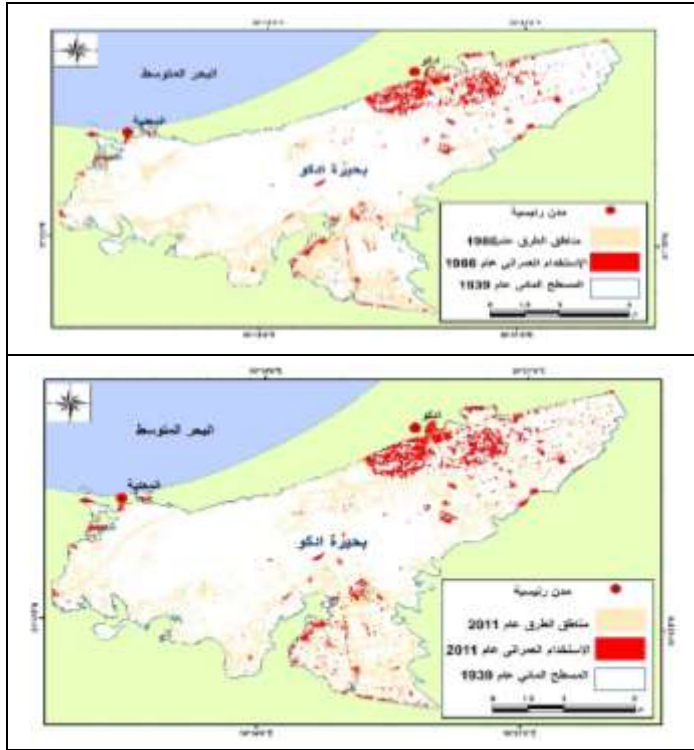
تأتي الطرق في المرتبة الثالثة بين الأنشطة البشرية الأكثر تأثيراً في أحداث التغيير الجيومورفولوجي لبحيرة ادكو، حيث بلغت مساحة الطرق بالبحيرة (١١.١ كم^٢) وزادت مساحتها الى قاصى تقدير لها عام ٢٠٢١ بحوالى (٢٢.١ كم^٢). وتبرز الأهمية النسبية للطرق كاحد انماط استخدام الارض في البحيرة، حيث مثلت مساحة هذا الاستخدام ما يتراوح بين (٨.٩%) من جملة الاستخدامات البشرية بالبحيرة عام ١٩٨٦، و بين (١٥.١%) من جملة هذه الاستخدامات عام ٢٠٢١. ويمكن عرض معدل التغيير في المساحات التي تشغلها شبكة الطرق في بحيرة ادكو خلال الفترة ما بين ١٩٣٩ - ٢٠٢١ على النحو التالى :

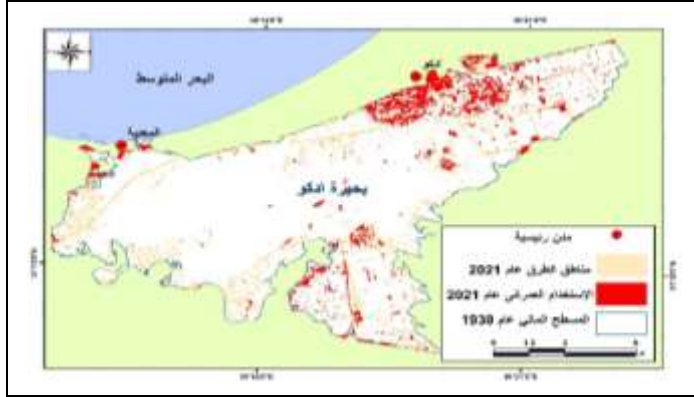
- بلغ المعدل العام للتغيير في مساحة شبكة النقل بالبحيرة على مدى اثنين وثمانون عاماً (٢٢٧٠) سنوياً، وتباين هذا المعدل على مدار فترة الدراسة حيث بلغ في الفترة ما قبل ١٩٨٦ (٢٣٦ / سنة) على مدى سبعة واربعون عاماً.
- بلغ الفارق في المساحة التي تغطيها الطرق بين عامي (١٩٨٦ - ٢٠١١) حوالى ٤.٨ كم^٢ ، ما يعنى ان هذه المساحة تتغير سنوياً بمعدل بلغ (٢١٧٣ / سنة) في حين وصل هذا الفارق بين عامي (٢٠١١ - ٢٠٢١) حوالى (٦.٢ كم^٢) بمعدل زيادة سنوية تقدر بنحو (٦٢٠ / سنة) .
- تتوزع شبكة الطرق في بحيرة ادكو بشكل اساسي مرتبطة بمناطق الاستخدام الزراعى في القسم الشرقي من البحيرة ، بالاضافة الى الجزء الشمالى والشرقى من البحيرة داخل النطاق العمرانى لمدينة ادكو وتوابعها الرئيسية، وكذلك في الجزء الجنوبي خدمة للمزارع السمكية ووسيلة الإتصال بينها وايضاً في الطراف الغربية من بحيرة ادكو الى الغرب من بلدة المعدية.

العمران

ياتى العمران في منطقة الدراسة انعكاساً للمركب الإقتصادى العام بها ، والذي يمكن ان نجمله ثلاثة أنشطة رئيسية الأول هو الصيد سواء من المياه المفتوحة من البحر شمالى المنطقة أو من البحيرة نفسها بالاضافة الى حرفة صناعة السفن ، والزراعة الامر الذي انعكس على التوزيع الجغرافى للكثلة العمرانية ومراكزها الرئيسية ببحيرة ادكو، ولان العمران كنشاط بشري هو نشاط تابع لغيره لانه جاء في المرتبة الأخيرة بين الإستخدامات البشرية من حيث المساحة حيث لم

- تتجاوز المساحة العمرانية بالبحيرة (٥.٨٦ كم^٢) بنسبة مئوية (قدرت بحوالي ٤.٧ % فقط من جملة مساحة الإستخدامات البشرية المؤثرة على جيومورفولوجية البحيرة. وتجدد الإشارة الى أن التغيير في مساحات الكتل العمرانية بالمنطقة يتم بمعدل أبطأ بكثير من باقى الاستخدامات البشرية حيث انه :
- بلغ معدل التغيير في الكتلة العمرانية في المنطقة قبل عام ١٩٨٦ وعلى مدار (٤٧) عاماً (٢٠١٢٥) سنوياً .





المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat™ & Landsat

8

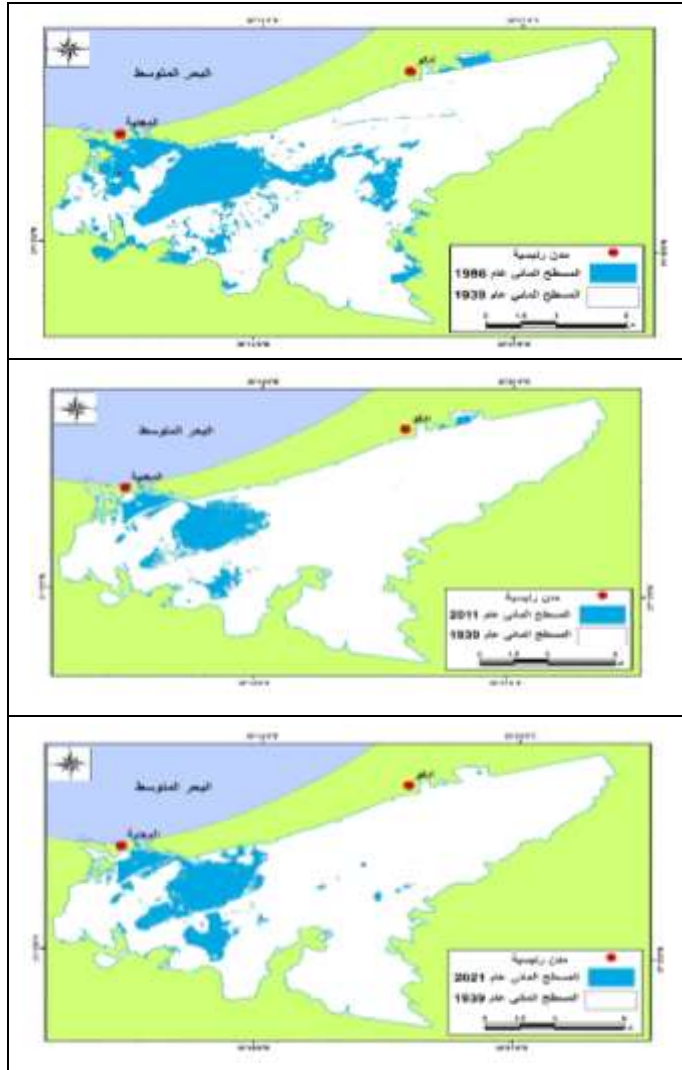
- شكل (٢٠) توزيع مناطق الطرق والعمران ببحيرة ادكو بين عامي (١٩٣٩-٢٠٢١)
- في حين لم يتجاوز معدل التغير السنوي في الكتلة العمرانية بالمنطقة خلال الفترة بين عامي (١٩٨٦ - ٢٠١١) حوالى (٢م١٧٢/ سنة) ، ويأتى معدل التغير في العمران بالمنطقة أدنى قيمة له خلال الفترة الخيرة بين عامي (٢٠١١- ٢٠٢١) حيث بلغ (٣٠متر) فقط سنوياً لاسيما بعدد ضبط عمليات البناء العشوائي وتقنيته في الآونة الأخيرة .

٢. التغير في المسطح المائي للبحيرة

- هو ابرز نتائج التغير الجيومورفولوجى في بحيرة ادكو الذي جاء نتيجة التوسع في الاستخدام البشرى للبحيرة في الانماط المختلفة التي سبق ذكرها، ونستطيع في ضوء استخدام تقنيات كشف التغير الوقوف على ثلاث مراحل رئيسية لتطور البحيرة استجابة للتغير في وتيرة تأثير الإنسان على مكوناتها الطبيعية، هذه المراحل يوضحها الجدول (٨) ومنه يتضح ما يلي :
- خلال فترة الدراسة الممتدة لاثنتين وثمانون عاماً، فقد المسطح المائي لبحيرة ادكو حوالى (١٣٨.٣١ كم٢) من اجمالى مساحته، تمثل هذه المساحة الكبيرة ما يقرب من تسعين بالمائة (٨٩.٠٤%) من مساحة البحيرة عام ١٩٣٩.
 - تمتد المرحلة الأولى خلال الفترة ما بين عامي (١٩٣٩ - ١٩٨٦) : وتبلغ زمنياً (٤٧ سنة) فقد خلالها المسطح المائي للبحيرة مساحة تقدر بنحو (١٣١.٥ كم٢) اى ما يوازي

- (٨٥%) من اجمالي مساحته وبمعدل سنوى قدره (- ٢.٨ كم^٢ / سنة) .
- تقع الفترة الزمنية الثانية بين عامى (١٩٨٦ - ٢٠١١) وتمتد الى ٢٥ سنة ، فقدت خلالها البحيرة حوالى (٤.٨٣ كم^٢) من مساحتها، تمثل حوالى (٢٠%) من جملة مساحة المسطح عام ١٩٨٦ ، وبمعدل تغير سنوى سالب بلغ (٠.١٩٣ كم^٢/سنة) .
 - المرحلة الثالثة والخيرة تشمل الفترة الممتدة بين عامى (٢٠١١ - ٢٠٢١) ولمدة عشر سنوات ، فقد المسطح المائى فيها حوالى (٢.٠١ كم^٢) تمثل نحو (١١%) من جملة مساحة المسطح المائى لعام ٢٠١١ ، وبمعدل سنوى بلغ (٠.٢٠١ كم^٢) سنوياً .
 - يلاحظ من الشكل (٢١) أن مساحة المسطح المائى للبحيرة خلال فترة الدراسة بدأت بالانحسار من الاتجاه الشرقى للبحيرة ، وتستمر باطراد نحو الجهة الغربية حتى وصلت الى ما همى عليه الان ، وربما ساعد على ذلك الميل العام لسطح الدلتا من الشرق الى الغرب المر يسها انحسار المياه عن القاع فى الشرق وسهولة اطمائه طبيعياً، والذي يسرع منه عمليات الردم البشرى وتحويله الى نشاط اقتصادى لاسيما النشاط الزراعى .





المصدر من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية LandsatTM & Landsat

8

شكل (٢١) تغير المسطح المائي لبحيرة ادكو بين عامي (١٩٣٩-٢٠٢١)

جدول (٨) مساحة المسطح المائي لبحيرة اذكو ومعدل تغيره السنوي بين عامي (١٩٣٩ - ٢٠٢١

معدل التغير العام كم ^٢ /سنة	معدل التغير	الفارق كم ^٢	المساحة كم ^٢	العام	الفترة
-1.686	-2.٨٠	-131.٥	154.71	1939	الفترة الأولى
			23.24	1986	
	-0.193	-4.83	23.24	1986	الفترة الثانية
			18.41	2011	
			-0.201	-2.01	18.41
	16.4	2021			

المصدر من عمل الباحث اعتماداً على قياسات من المرئيات الفضائية LandsatTM & Landsat 8

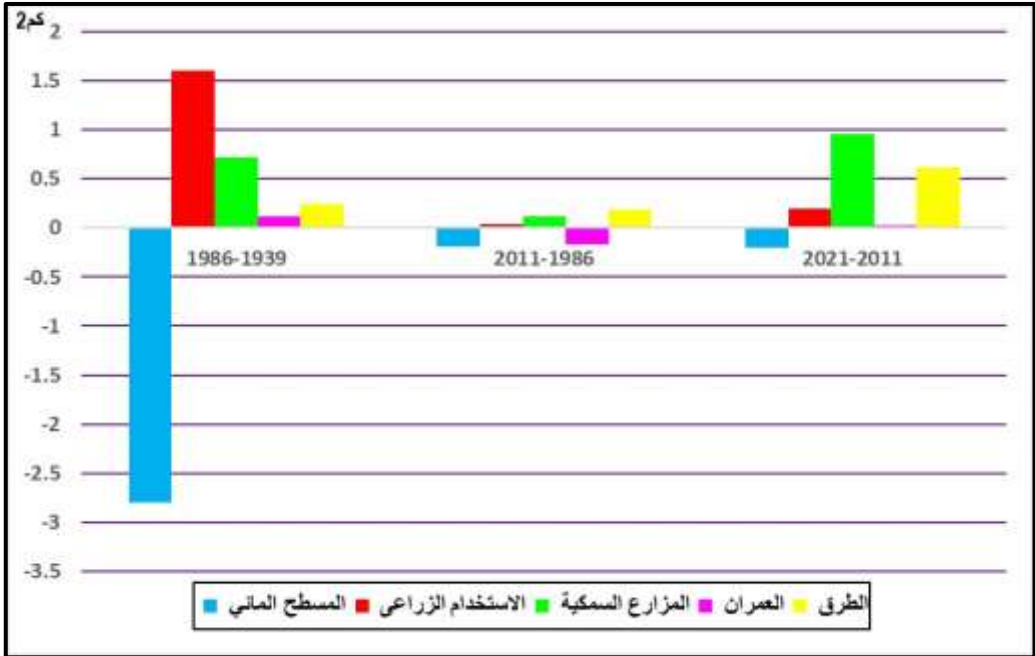
المصدر من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٦ ، ٧)
شكل (٢٢) معدلات التغير السنوي للغطاء الأرضي ببحيرة ادكو
بين عامي (١٩٣٩-٢٠٢١)

رابعاً : النتائج والتوصيات

١. النتائج :

خلصت الدراسة الى عدة نتائج أهمها :

١. تم حصر اربعة أنشطة بشرية مارس الانسان من خلالها دوره كعامل جيومورفولوجي مؤثر في



بحيرة ادكو، تتمثل هذه الأنشطة الاربعة في كل من : النشاط الزراعي ، الإستزراع السمكي ،
والعمران ، ومد الطرق .

٢. ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي متمثلاً في تقنية الدعم الالى الإتجاهى للبيانات Support Vector Machine (SVM) في اجراء عملية تصنيف للغطاء الأرضي في بحيرة ادكو وحساب مساحة كل استخدام على حدة في كس فترة من فترات الدراسة.

٣. اظهرت تقنية (SVM) دقة عالية جداً وسرعة في عملية التصنيف في حالة الاستعانة بالمرئيات الفضائية التي تمتاز بدقة تمييزية عالية Spatial Resolution كمرئيات SPOT دقة ١٠ متر.

٤. أظهرت عملية التصنيف الآلى للمرئيات المعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعي المكانية (GeoAL) ديناميكية العلاقة المكانية والإحصائية بين الإستخدامات البشرية من ناحية والتغير الجيومورفولوجي من ناحية اخرى ، حيث خلصت الدراسة الى التقدم المساحي شبه المنتظم للأنشطة البشرية من جهة الشرق ، الذي يقابله احسار مساحي للمسطح الماحي وتمركز في أكثر مناطق البحيرة عمقاً في قسما الغربي الى الجنوب من بلدة المعدة حيث تجديد مياهها عبر بوغازها الوحيد .

٥. يشير معدل التغير السنوى في المسطح المائي والاستخدامات البشرية الى العلاقة العسكية بينهما حيث يقل المسطح المائي باستمرار مع الزيادة المطردة لاي استخدام بشري في المنطقة .

٦. ياتى النشاط الزراعى في مقدمة الأنشطة البشرية المؤثرة علة جيومورفولوجية بحيرة ادكو بنسبة تراوحت بين (٥٢.٥% الى ٥٩.٥%) ، يله نشاط الاستزراع السمكى الذي استحوذ على نسبة تراوحت بين (٣٣.٧% الى ٤٦.١%) ثم عملية مد الطرق الذي استحوذ على (١٥%) وأخيرا الاستخدام العمرانى الذ مثل نسبة تراوحت بين (١.١ الى ٤.٧٥) من جملة مساحة البحيرة .

ب. التوصيات

في ضوء ما توصلت اليه الدراسة من نتائج، فإنها توصي بالآتى:

١. التوسع في استخدامة تقنيات الرصد والمتابعة الحديثة المعتمدة على الخوارزميات الداعمة للذكاء الاصطناعي الجغرافي في الدراسات الجغرافية التي تتطلب الحصر والتقييم للموارد الطبيعية في الأقاليم والوحدات الجيومورفولوجية المميزة .

٢. اقامة مركز للدراسات البيئية وادارة الموارد ومراقبة التغير يكون في احدى جامعات الدلتا لتقديم الدراسات حول التغير الطبيعي والبشري معتمداً على تقنيات الرصد الذكي ودعم تعليم الالة .Machin Learning

٣. تبنى انشاء برامج للدراسات الخاصة بالذكاء افضطناعى الجغرافي في اقسام الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية في مصر تمثل ركيزة علمية يعتمد عليها في التخطيط الإقليمي وبناء سياريوهات الأخطار المتحمل حدوثها على الأراضى المصرية .

خامساً : المصادر والمراجع

أ. المصادر :

١. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS (٢٠٢١) المرئية الفضائية Landsat 5 TM دقة مكانية ٣٠ متر.
٢. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS (٢٠٢١) المرئية الفضائية Landsat 8 OLI ، دقة مكانية ٣٠ متر.
٣. هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS (٢٠٢١) نموذج الارتفاع الرقعى للمنطقة من نوع (ASTER) دقة مكانية ٣٠ متر.
٤. هيئة المساحة المصرية (١٩٣٩) الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لوحات : بحيرة ادكو ، وادكو ، ادفيينا ، ابو قير ، ابو حمص ، منشأة بولين .
٥. الهيئة المصرية العامة للبتترول (١٩٨٦) الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ ، لوحة القاهرة .

ب. المراجع :

المراجع العربية :

١. جمال حمدان (١٩٨٠) شخصية مصر دراسة في عبقرية المكان، الجزء الأول ، عالم العرفة ، القاهرة.
٢. فتحى عبدالعزيز ابو راضي (١٩٩٠) ديناميات التعرية الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل، مجلة كلية الآداب جامعة طنطا ، العدد السادس.
٣. نجلاء احمد حسين (١٩٩٩) ، الإنسان والتغير البيئى في بحيرتى إدكو ومربوط

دراسة في الجغرافية البيئية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة.
المراجع الأجنبية:

1. J. Furnkranz, E. H. ullermeier, E. L. Menc (2016): Multilabel classification via calibrated label ranking. Machine learning, pp. 133–153.
2. V.Abinaya&, &. S. Poonkuntran (2019) Classification of Satellite Image using Minimum Distance Classification Algorithm, SSRG International Journal of Computer Science and Engineering (SSRG-IJCSE) – Special Issue ICTER.
3. Sayali Jog, Mrudul Dixit, (2016) "Supervised classification of satellite images Conference on Advances in Signal Processing (CASP), pp.93–98.
4. Donald I.M. Enderle (2017) Integrating Supervised and Unsupervised Classification Methods to Develop a More elop a More Accurate at Land Cover Classification er Classification, Journal of the Arkansas Academy of Science (JAAS), vol. 159.
5. Vikramaditya Jakkula, (2020) Tutorial on Support Vector Machine (SVM) School of EECS, Washington State University,
6. Blaschke T, (2010)Object-based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65 pp. 2–16.
7. Yun Du 1, Yihang Zhang (2016) Water Bodies' Mapping

- from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m Spatial Resolution Produced by Sharpening the SWIR Band.
8. Song Gao (2021) Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI), DOI: 10.1093/OBO/9780199874002-0228.
 9. Grant, D.M. (2020) GeoAI: Spatially Explicit Artificial Intelligence Techniques for Geographic Knowledge Discovery and Beyond, international journal of Geographical Information Science, vol.76, pp.1:13.
 10. Acheson, E., Volpi, M., and Purves, R. S.(2020) Machine learning for cross-gazetteer matching of natural features. International Journal of Geographical Information Science, PP.1-27.
 11. Adams, B., McKenzie, G., (2015) interactive thematic mapping for ad hoc exploratory search. In Proceedings of the 24th international conference on world wide web, pp., 12-22.
 12. Gebru, T., Krause, J., (2017) Using deep learning and google street view to estimate the demographic makeup of neighborhoods across the united states. Proceedings of the National Academy of Sciences, 114, pp.,13108-13113.