# الذكاء الإصطناعي الجغرافي ( Geo AI) في رصد وتقييم التغيرات الجيومورفولوجية لمنطقة قناة السويس الجديدة

" دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية"

د. منصور عبد العاطي سعد

مدرس الجغرافيا الطبيعية والاستشعار من البعد

المعهد العالي للدراسات الأدبية – كنج مريوط – الإسكندرية

الملخص:

حظى الذكاء الإصطناعي (AI) بإهتمام كبير في الآونة الأخيرة داخل العديد من الأوساط الأكاديمية، وبخاصة داخل الحقل الجغرافي وإرتباطه بنظم المعلومات الجغرافية والإستشعار من البعد، وذلك علي أساس ان تكامل الجغرافيا والذكاء الإصطناعي (AI) يوفر طرق عديدة وجديدة لمعالجة مجموعة متنوعة من المشكلات، وذلك من خلال تصور منهجي يعتمد علي إنشاء نمذجة متطورة لرصد وقراءة الواقع الجغرافي، وفي ضوء ذلك نتناول في هذه الدراسة عرض الجوانب التطبيقية للذكاء الإصطناعي داخل منظومة نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار من البعد من خلال إلقاء الضوء علي دور الذكاء الإصطناعي الجغرافي لرصد وتقييم التغيرات الجيومورفولوجية لمنطقة قناة السويس الجديدة، والتي شهدت خلال الأعوام الأخيرة نقلة تنموية كبيرة، بدأت بشق شريان ملاحي جديد أختصر ساعات مرور السفن من ٢٢ ساعة إلي ١١ ساعة فقط، وهو ما تبعة ايضاً حفر مجموعة من الأنفاق أسفل قناة السويس عملت علي تغيير جيومورفولوجية منطقة شرق القناة من خلال المشروعات الزراعية والسكنية والصناعية، حيث أن هدف اي مشروعات كبري وأساسها وجود شبكة نقل برية وبحرية وجوية متقدمة، وهو ما وفرته التنمية في منطقة شرق القناه، حيث زيادة أطول شبكات الطرق وحفر الأنفاق وتوسيع الممر الملاحي في بعض أجزاءه مما سهل ورفع كفاءة الوصول إلي المقاصد المختلفه، وعمل علي جذب العديد من الإستثمارت سواءاً في الإستزراع السمكي أو التوسع الأفقي في الأراضي الزراعية وغيرها، من المشروعات التي أدت إلي تغيير وجه الحياه بمنطقة شرق القناة، وبالتالي حدوث تغير جيومورفولوجي مطرد بالمنطقة، من كونها مناطق صحراوية تتقطعها السبخات والكثبان الرمليه في عدة أجزاء منها إلي مناطق عمرانية تعج بالحياه، ولم تكن الدراسة الجغرافية بعيده عن هذا التحول والتطور الحادث في تلك البقعة

الهامه من أرض الوطن، والتي كان لزاماً التحول إلى دراستها بالطرق والتقنيات الحديثة، من خلال إلقاء الضوء علي التغيرات الجيومورفولوجية التي حدثت بالمنطقة، من خلال معالجتها بتقنيات الذكاء الإصطناعي الجغرافي، لما له من قدرة علي إعطاء نتائج دقيقه بناءاً علي مدخلات عده، والتي من أهمها (المرئيات الفضائية)، والتي يتم معالجتها من خلال نظم المعلومات الجغرافية، لقياس ورصد مدي التطور الحاصل بالمنطقة من خلال تلك التقنيات، ومقارنتها بالواقع لمعرفة قدرة التقنيات في إعطاء نتائج أكثر قرباً من الواقع خلافاً للأساليب التقليدية.

الكلمات المفتاحية (قناة السويس الجديدة، الذكاء الإصطناعي، التصنيف الموجه ،الدعم الآلي للبيانات الإتجاهية – رصد التغير – الجيوماتكس)

Summary

Artificial intelligence (AI) has recently received great attention within many academic circles, especially within the geographical field and its connection to geographic information systems and remote sensing, on the grounds that the integration of geography and artificial intelligence (AI) provides many new ways to address a variety of problems. Through a systematic visualization based on the creation of advanced modeling to monitor and read the geographical reality.

In light of this, we address in this study the presentation of the applied aspects of artificial intelligence within the system of geographic information systems and remote sensing by shedding light on the role of geographical artificial intelligence in monitoring and evaluating the

geomorphological changes of the new Suez Canal area, which witnessed during recent years a major developmental shift that began with the construction of a navigational artery New shortened the hours of ships passing from 22 hours to 11 hours, Only, which was also followed by the digging of a group of tunnels under the Suez Canal, worked to change the geomorphology of the eastern region of the canal through agricultural, residential and industrial projects, as the goal and basis of any major projects is the presence of an advanced land, sea and air transportation network, which is provided by development in the eastern region of the canal, where there is an increase The longest road networks, digging tunnels, and expanding the navigational corridor in some parts of it, which facilitated and raised the efficiency of access to different destinations, And he worked to attract many investments, whether in fish farming or the horizontal expansion of agricultural lands and other projects that led to a change in the face of life in the east of the canal region, and thus a steady geomorphological change in the region from being desert areas intersected by marshes and sand dunes in parts of them to urban areas teeming with life, The geographical study was not far from this transformation and

development taking place in that important part of the homeland, which had to be studied using modern methods and techniques by shedding light on the geomorphological changes that occurred in the region through processing it with geographical artificial intelligence techniques because of its ability to give results. Accurate based on several inputs, the most important of which are (satellite imges) which are processed through geographic information systems, To measure and monitor the extent of development taking place in the region through these technologies and compare them with reality in order to know the ability of the technologies to give results that are closer to reality, unlike traditional methods.

Keywords (new Suez Canal, artificial intelligence, directed classification, automatic support for vector data - monitoring change – geomatics)

منطقة الدراسة

يتمثل النطاق الجغرافي لمنطقة الدراسة فى قناة السويس الجديدة والمناطق المحيطة بها، والتي تمتد جغرافياً من منطقة شرق بورسعيد وحتي شمال خليج السويس، وتمتد فلكياً بين دائرتى عرض (١٦' ٣١ °، ١٠' ٣٠ °) شمالاً، وبين خطي طول( ١٨' ٣٢ °، ٤٠' ٣٢ °) شرقاً، لتشغل مساحة

تقدر بنحو (٣٣٠٠ كم٢)[١]، وتتوسط قناة السويس الجديدة محافظة الإسماعيلية تقريباً على بعد (٦ كم) من المدينة، حيث تقع قناة السويس الجديدة داخل حدود قسم القنطرة شرق بالكامل، إلا أن تداعيات إنشاء وحفر قناة السويس الجديدة لم يقتصر علي تغيير جيومورفولوجية الأرض المحيطة فقط، وانما شمل هذا التغيير الخطط المستقبلية والإتجاهات التنموية لإقليم القناه علي وجه الخصوص، وجميع المحافظات المرتبطة بالإقليم علي وجه العموم.

أهمية الدراسة:

لا يقتصر مشروع قناة السويس الجديدة علي عملية حفر المجري المائي فقط فمشروع قناة السويس الجديدة يشمل ثلاث مراحل، حيث تتمثل المرحلة الأولى في تطوير موانئ بورسعيد والسويس، لتصبح بمثابة مستودعات عالمية فيما يتعلق بمحطات تموين السفن، وإقامة عدد من المشروعات الصناعية، لتحيط بتلك المناطق، اما المرحلة الثانية فهي تتضمن إنشاء منطقة صناعية لإستضافة صناعات عديدة، مثل إنتاج الآلآت وصناعة المنسوجات ومواد البناء ومصانع التعبئة ومراكز صيانة السفن، وينتهي هذا المشروع بالمرحلة الثالثة وهي مايعرف بوادي التكنولوجيا بالإسماعيلية الجديدة، والذي يهدف الى خلق منطقة صناعات تكنولوجية عالية التقنية، وما يتبعها من صناعات مكملة ومعامل أبحاث ومراكز تدريب.

كما يرتبط بمشروع قناة السويس الجديدة العديد من مشروعات الإستزراع السمكي، والتي تضمن نقل منتجاتها عبر المجري المائي سواء إلي داخل الدولة باسواقها المحلية أو إلي الأسواق العالمية، وأخيراً وليس أخر فمشروع قناة السويس الجديدة جعل المنطقة المحيطة بها جاهزه لمشروعات الإسكان، والتي تستقطب الملايين من أبناء المحافظات المحيطة والراغبين في العمل داخل المشروعات المتعددة، والمرتبطة بمشروع قناة السويس، وهو ما يتماشي مع إستراتيجية الدولة المصرية في الخروج من الوادي الضيق وتعمير سيناء.

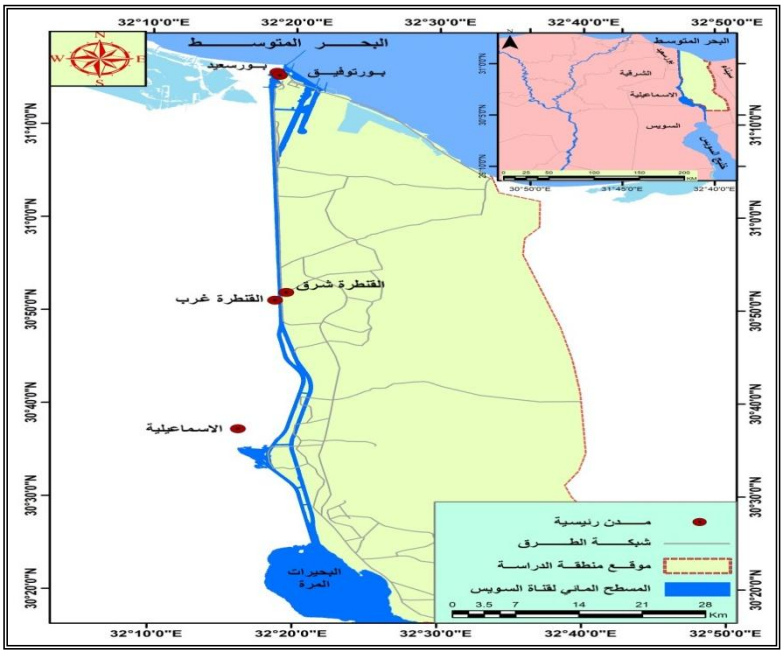
وتعد تقنيات الذكاء الإصطناعى بما يعتمد عليه من خوارزميات معالجة المرئيات الفضائية وتصنيف بصماتها الطيفية، من تقنيات التصنيف الحديثة التى تعطى نتائج أكثر دقة عن ملامح سطح الأرض، حيث تقوم بعمل نمذجة بهدف محاكاة للواقع الجغرافي والجيومورفولوجى، تساعد

١- المساحة من حساب الباحثان اعتماداً على المرئية الفضائية Landsat 8 OLI باستخدم برنامج ArcGIS 10.8 .

فى عملية رصد وتقييم التغيرات الطارئة على الغطاء الأرضي، وتعد الية (SVM) ( Support Vector Machine) الدعم الآلي الخطى (الإتجاهى)، باعتبارها إحدي طرق التصنيف الموجه للبيانات المكانية المستشعرة، وهى إحدي تطبيقات الذكاء الإصطناعى فى الدراسات الجيومورفولوجية، لاسيما فى مجال رصد وتقييم تغير الغطاء الأرضى، وهى ما تم الإعتماد عليها فى إجراء عملية رصد وتقييم التغيرات الجيومورفولوجية لمنطقة قناة السويس الجديدة.

مصادر البيانات :

إعتمدت الدراسة على عدة مصادر للبيانات شملت المرئيات الفضائية للمنطقة ( Landsat 8 OLI)، (Sential_S2B)، وغيرها من المرئيات يوضحها جدول (١)، كما إعتمدت




المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً علي قواعد البيانات الجغرافية الرقمية لحدود لمصر ٢٠٢٢

**شكل (١) الموقع العام لمنطقة الدراسة**

الدراسة علي نموذج الإرتفاع الرقمى (ASTER) بدقة مكانية ٣٠ متراً، بالإضافة الى الخرائط الجيولوجية ( ١: ٥٠٠٠٠٠) والطبوغرافية التى تغطى منطقة الدراسة بمقياس (١: ٥٠٠٠٠).

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

برنامج Erdas Imagine 9.3: وقد تم الإعتماد عليه فى معالجة المرئيات الفضائية التى إعتمد عليها البحث، من خلال عمليات دمج المجالات الطيفية Layer stacking، مع إجراء التصحيحات الطيفية Add wavelength، وعمل Mosaic Image بغرض تجميع منطقة الدراسة، حيث انها تقع فى لوحتين من من المرئيات الفضائية، وتحديد منطقة الدراسة من المرئيات، Apply mask، وإجراء عملية التصنيف الموجه للبصمات الطيفية Supervised classification وتحويلها الى طبقات اتجاهية.

**جدول (١) المرئيات الفضائية ونماذج الإرتفاع والخرائط التى 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 | /١١/١١ ١٩٨٤ | Landsat 5 TM | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |
| ٢ | /٠٩/١٢ ٢٠٠٠ | Landsat 5 TM | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | UTM |
| ٣ | /٠١/١٠ ٢٠١٤ | Landsat 8 OLI | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |
| ٤ | /٠٤/٠٩ ٢٠١٥ | Landsat 8 OLI | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |
| ٥ | /١٠/٣١ ٢٠٢٢ | Landsat 8 OLI | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |
| ٦ | /١٢/١٩ ٢٠٢٢ | Sential_S2B | (N0) ٥٠٩ | ٠١٢ | ١٠ | WGS84 UTM |
| ثانياً : نماذج الإرتفاع الرقمي (DEMs) | | | | | | |
| م | تاريخ النشر Publication Date | المنصة الفضائية Space Craft | المسار Path | الصف Row | الدقة المكانية Resolution (M) | المرجع Datum |
| ١ | /٠٩/٢٣ ٢٠١٤ | SRTM | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |
| ٢ | /٠٩/٢٣ ٢٠١٤ | SRTM | ١٧٦ | ٣٩ | ٣٠ | WGS84 UTM |

| ثالثاً : الخرائط الطبوغرافية | | | |
|---|---|---|---|
| م | اللوحة | مقياس الرسم | جهة الإصدار | سنة الطبع |
| ١ | البحيرات المرة | ١ : ٥٠٠٠٠ | هيئة المساحة المصرية | ٢٠٠٨ |
| ٢ | السويس | | | |
| ٣ | الاسماعيلية | | | |
| ٤ | القنطرة | | | |
| ٥ | بورسعيد | | | |
| ٦ | رمانة | | | |

**المصدر: من عمل الباحثان**

برنامج ArcGIS 10.8:

تم الإعتماد علي البرنامج فى عمل قاعدة البيانات الخاصة بملامح السطح الموجودة فى منطقة الدراسة، بالإضافة الى إنشاء الخرائط الرقمية للبيانات الجيومورفولوجية الموجودة بمنطقة الدراسة شرق قناة السويس الجديدة، مع إجراء عملية التصنيف المكانى للبيانات المستخلصة من المرئيات المختلفة من خلال أداة الدعم الآلي الخطى، Support Vector machines (SVM) مع تقييم مساحات إستخدامات الأرض الموجودة بالمنطقة، وحساب مساحات التغير المكانى لها .

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة الى رصد وتقييم دور أثر قناة السويس الجديدة علي تغيير جيومورفولوجية المنطقة المحيطة بها بين عامى (١٩٨٤ – ٢٠٢٢)، بإستخدام الذكاء الإصطناعى المكانى Geo Artificial Intelligence(Goe AI) من خلال تطبيق إلية الدعم الآلي للبيانات الإتجاهية Support Vector Machines (SVM) ، من خلال المحاور الرئيسية الآتية:

١- الأثر الطبيعي والبشري لحفر وإنشاء قناة السويس الجديدة فى تغير الملامح الجيومورفولوجية بالمنطقة المحيطة بها.

٢- إستخدام الذكاء الإصطناعى المكانى ( Geo AI) فى تصنيف الغطاء الأرضي بالمنطقة المحيطة بقناة السويس الجديدة.

٣- تقييم ورصد التغير فى تأثير قناة السويس الجديدة علي المناطق المحيطة بها.

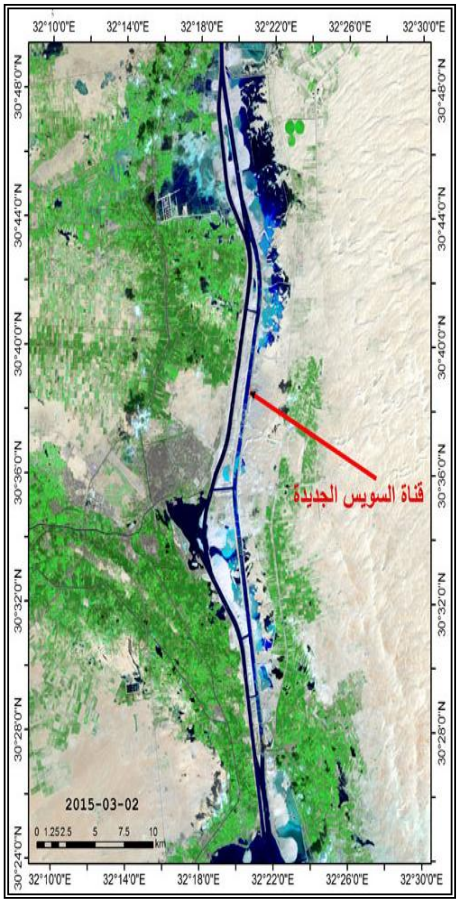
اولاً:الأثر الطبيعي والبشري لحفر وإنشاء قناة السويس الجديدة فى تغير الملامح الجيومورفولوجية بالمنطقة المحيطة بها.

عمل شق قناة السويس الجديدة علي حدوث العديد من التغييرات في جميع الجوانب سواء الطبيعية او البشرية، حيث ان وجود ممر مائي موازي للقناة القديمة عمل علي تنشيط حركة التجارة نظراً لتقليل زمن المرور للسفن التجارية الماره، وهو ما ترتب عليه محاولة الدوله للإستفادة من هذا النشاط في تحويل المنطقة المحيطة بالقناة الجديدة إلي العديد من المشروعات الاستثمارية، كما ان أعمال التكريك والحفر نتج عنها بعض المشكلات الطبيعية، مثل تغدق التربة والتي تم التغلب عليها لاحقاً، والتي سوف يتم الاشاره إليها من خلال تناول الأثر الطبيعي والبشري لقناة السويس الجديدة كالتإلي:

١- تطور المسطح المائي للقناة:-

ان حفر وإنشاء قناة السويس الجديدة عمل علي زيادة وإضافة مساحة إلي المسطح المائي لقناة السويس، حيث ان التغير الحاصل في المسطح المائي يتضح من خلال المقارنة فيما بعد تاريخ ٢٠١٥، وهو تاريخ إفتتاح القناة الجديدة وما قبلها، وهو التغير الذي تم رصده وقياسه من خلال تقنيات كشف التغير Chang Detection التى أجريت على المسطح المائي للقناه من خلال المرئية الفضائية (Landsat 8 OLI) عام ٢٠١٤ ، والمرئية الفضائية ( Landsat 8 OLI) عام ٢٠١٥، فقد بلغ إجمالي طول القناة في عام ٢٠١٤ حوالي ١٩٣.٣ كم شكل (٢)، بينما بلغ التغير الحاصل من خلال المرئية الفضائية لعام ٢٠١٥ من خلال مشروع قناة

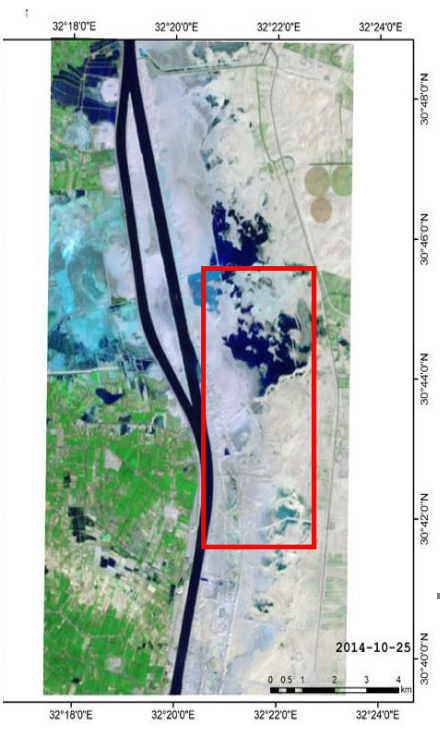
السويس الجديدة (من علامة كم٦١ إلي علامة كم ٩٥ ترقيم قناة) بطول ٣٥ كم، بالإضافة إلي توسيع وتعميق تفريعات البحيرات المرة والبلاح بطول ٣٧ كم، ليصبح الطول الإجمالي للمشروع كممر ملاحي مزدوج ٧٢ كم (من علامة كم ٥٠ إلي علامة كم ١٢٢ ترقيم قناة) شكل (٣) وهو ما تم رصده كتغير في المسطح المائي لقناة السويس.



١- مشكلات تغدق التربة شرق القناة.

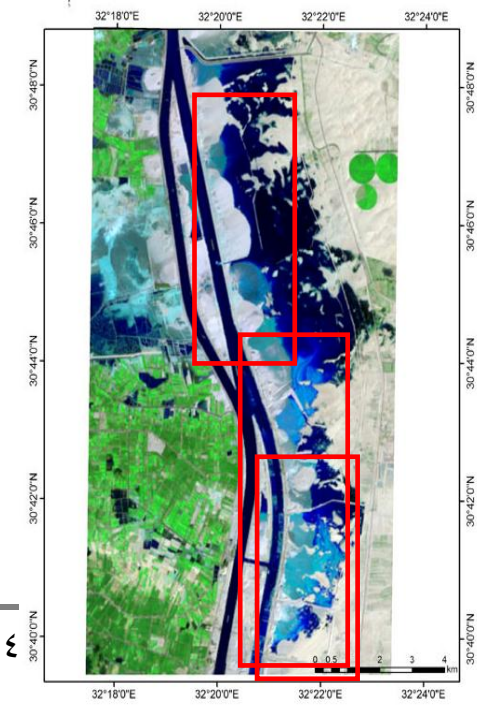
تسببت أعمال الحفر والتكريك لقناة السويس الجديدة في إرتفاع وزيادة منسوب المياه (التغدق) شرق قناة السويس، وهو الامر الذي هدد أعمال الإنشاء والتشيد للمشروعات ضمن خطة تنمية محور قناة السويس، والتي من أهمها انفاق قناة السويس التى تربط مناطق شرق القناة ومحافظتي شمال وجنوب سيناء بباقي ربوع الجمهورية، وحسب التقرير المقدم من هيئة الإستشعار عن بعد إلي الهيئة الهندسة عند بدء الحفر أُكتشفت مشكلة تقنية، وهي إن مساحة الأراضى المتأثرة بالتغدق قبل الحفر كانت ٧.٤ كم$^{2}$ شكل(٤)، وإن مساحة الأراضى المتأثرة بالتغدق بعد الحفر بلغت ٣١.١٥ كم$^{2}$ شكل (٥) فالتغدق زاد بنسبة ٢٣.٧٥ كم$^{2}$.

جاء ذلك بناءاً على صور رصدها القمر الصناعي الأمريكي لاند سات ٨ الامر الذي أدي إلي اقتراح مجموعة من الحلول لتفادي تلك المشكلة والقضاء عليها، حيث كان أفضل الحلول هو عمل مجموعة من المصارف لتلك المياه واعادتها إلي المجري الرئيسي للقناة مره اخري، وهو ما ظهر من خلال تحليل المرئية الفضائية حيث تظهر المرئية الفضائية نجاح التجربة في معالجة مشكلة تغدق التربة شرق مشروع قناة السويس الجديدة شكل(٦).



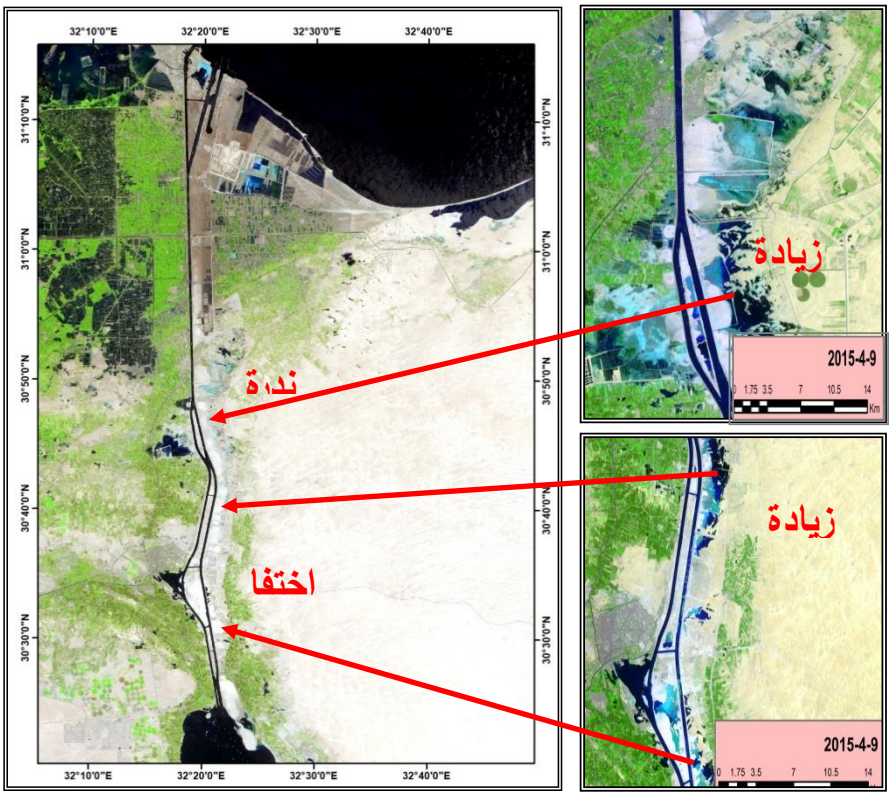

عمل الباحثان: اعتمادا علي Landsat 8 OLI عام ٢٠١٤

**شكل (٤) تغدق التربة قبل حفر قناة**




عمل الباحثان: اعتمادا علي Landsat 8 OLI عام ٢٠١٤

**شكل (٥) تغدق التربة بعد حفر قناة**



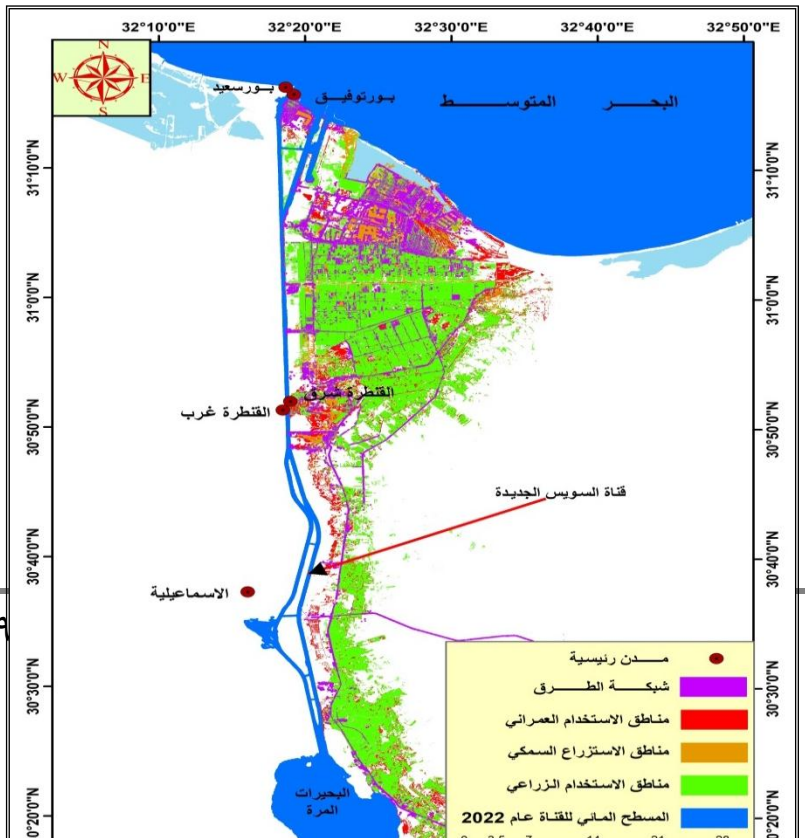

أما من ناحية الأنشطة البشرية التى ساهمت فى إحداث التغير الجيومورفولوجي في منطقة شرق قناة السويس الجديدة فقد تمثلت في: الإستخدام الزراعى، والإستزراع السمكى، بالإضافة الى الإستخدام العمرانى وشبكة الطرق، ويوضح الجدول (٢) والشكل (٧) توزيع أنماط النشاط

البشري الأكثر تأثيراً على منطقة شرق قناة السويس، ومنهما يمكن إستعراض خصائص المساحة والتوزيع لأنماط الإستخدام كل على حدة على النحو التالى:

**جدول (٢) مساحات الاستخدام البشري لمنطقة شرق القناة (كم٢) ٢٠٢٢**

| م | الإستخدام البشري | المساحة كم٢ | % من الإستخدام البشري | % من إجمالي المنطقة |
|---|---|---|---|---|
| ١ | الإستخدام الزراعى | ٢١٥.١٨ | ٣٥.٦٥ | ٦.٥٢ |
| ٢ | الإستزراع السمكى | ١٩٨.١٣ | ٣٢.٨٢ | ٦.٠٠ |
| ٣ | عمران | ١٤٥.١٨ | ٢٤.٠٥ | ٤.٤٠ |
| ٤ | طرق | ٤٥.١٢ | ٧.٤٨ | ١.٣٧ |
| ٥ | ج. الإستخدام البشري | ٦٠٣.٦١ | ١٠٠ | ١٨.٢٩ |
| ٦ | إجمالي منطقة الدراسة | ٣٣٠٠ | | |

من عمل الباحثان: اعتمادا على المرئية الفضائية Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحثان اعتمادا المرئية الفضائية : Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢

**شكل (٧) توزيع مناطق الإستخدامات البشرية التي أثرت علي مساحة منطقة شرق القناة عام ٢٠٢٢**

١- النشاط الزراعي

يعتبر النشاط النشاط الزراعي واحد من أهم الأنشطة البشرية التي يظهر تأثيرها في تغير المعالم الجيومورفولوجية لمنطقة شرق قناة السويس، ولعل اتجاه الدولة وسياستها نحو تعمير سيناء من خلال مد ترعة السلام لنقل مياه النيل، وتطوير الترع والمساقي لري واستصلاح الأراضي شرق قناة السويس، بالإضافة إلي الاستفادة من المياه الجوفية عمل علي زيادة الرقعة الزراعية، كما جاء مشروع قناة السويس الجديدة بما يشمله من إنشاء مجموعة من الأنفاق اسفل القناه، مما ساهم في نقل وسهولة الحركة وجذب المستثمرين في النشاط الزراعي، كل تلك العوامل ساهمت في زيادة الرقعه الزراعية.

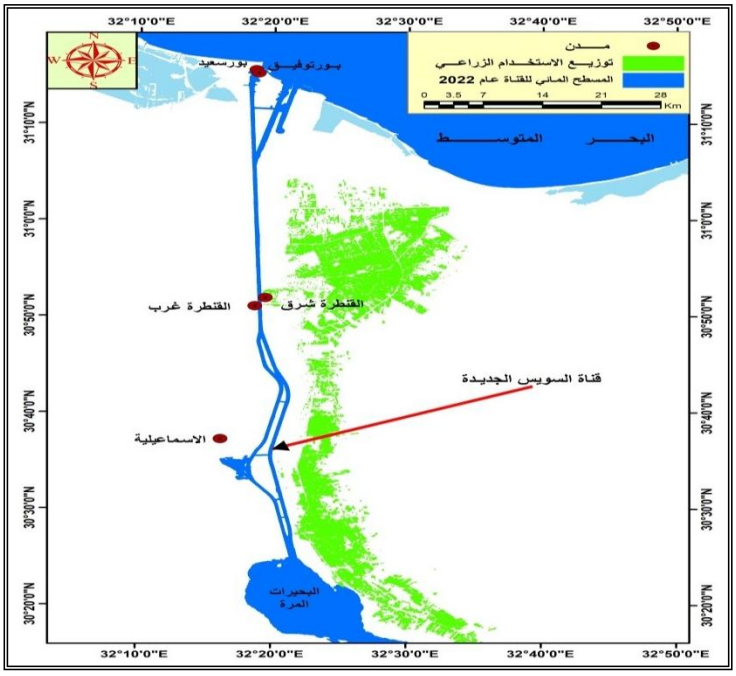
ومن خلال الجدول رقم (٢) يتضح أن النشاط الزراعي ياتي في المرتبة الاولي بين الأنشطة البشرية المؤثرة في تغير جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس بنسبة (٣٥.٦٥%)، من جملة هذه الإستخدامات مجتمعة لاسيما المنطقة الواقعة إلي الجنوب من سهل الطينة، والتي تحولت من نشاط المزارع السمكية إلي النشاط الزراعي، والمنطقة الواقعة إلي شرق البحيرات المرة والامتداد الموازي لمحور القناة الجديدة.

ومن دراسة الشكل (٨) يتضح توزيع مناطق الإستخدام الزراعي التي طرأت علي المنطقة منذ عام ٢٠١٥ وحتي عام ٢٠٢٢، ومن الشكل يتضح ما يلي:

- تتركز مناطق الإستخدام الزراعي بصفة عامة إلي الجنوب الشرقي من البحيرات المره، علي هيئة

قوس يمتد موازيا لقناة السويس الجديدة ماراً بمدينة الإسماعيلية الجديدة، وتبدأ في التناقص إلي ان تصل إلي جنوب القنطرة شرق.

– تبدأ المساحات الزراعية في التوسع مره اخري إلي الشمال من مركز القنطرة شرق، لتصل إلي منطقة سهل الطينة معتمده في ذلك علي المساحات التي تحولت من نشاط الإستزراع السمكي إلي النشاط الزراعي، وكذلك مناطق الاستصلاح الجديدة شرقاً والتي تعتمد في مواردها المائية علي مياه ترعة السلام.

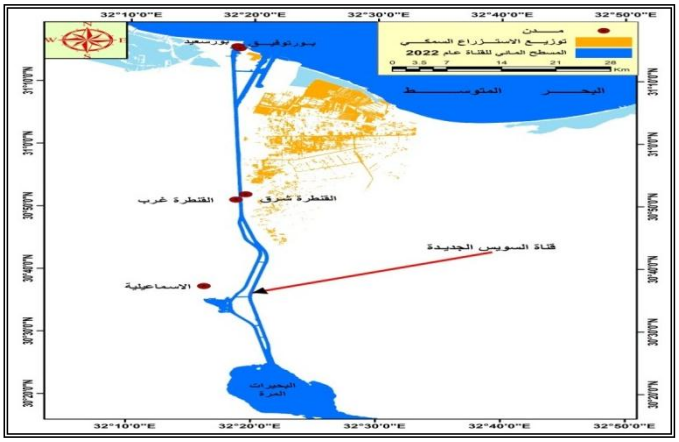



المصدر: من عمل الباحثان اعتمادا المرئية الفضائية :: Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢

**شكل (٨) توزيع النشاط الزراعي شرق القناة عام ٢٠٢٢**

٢- الإستزراع السمكي:

يأتي هذا النشاط فى المرتبة الثانية بين الإستخدامات البشرية المؤثرة على الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة شرق قناة السويس، حيث أستحوذ على مساحة تقدر بنحو (١٩٨.١٣كم٢) تمثل (٣٢.٨٢%)، من جملة مساحة المناطق التى تطورت بشرياً داخل منطقة شرق قناة السويس، تمثل هذه المساحة (٦.٥٢%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة عام ٢٠٢٢ جدول(٢)، يوفر المشروع في مرحلته الاولي مساحة لا تقل عن (٤٤٨) فداناً للاستزراع السمكي عإلي الجودة، تشمل (٤٦٠) حوضا بدأ إنتاجها فعليا مع افتتاح قناة السويس في اغسطس ٢٠١٥، كما تم القيام بإنشاء (٥٧١٤) فداناً تشمل (٣٨٢٨) حوضاً تم الانتهاء منها في اغسطس ٢٠١٦، حيث تمتد أحواض الترسيب شرق قناة السويس والتي يبلغ عددها (٢٣) حوضاً من جنوب تفريعة بورسعيد وحتي بداية خليج السويس بطول (١٢٠) كم، يتراوح عرض الحوض من ٣ : ٥ كم، ويقوم المشروع علي مرحلتان الاولي من جنوب تفريعة بورسعيد حتي شرق بورسعيد، والثانية من شرق بورسعيد وحتي بداية خليج السويس، ومن خلال النظر إلي شكل (٩) يتضح أن مشروعات الإستزراع السمكي مرتبطة بقناة السويس مباشرة، حيث أن مآخذ مياه الأحواض السمكية من مياه القناة مباشرة، لذا فقد أثرت وغيرت في جيومورفولوجية أجزاء كبيرة من أراضي منطقة شرق القناه، والتي كانت أجزاء منها عبارة عن سبخات سواء رطبة أو جافة غير مستغله، لتكون مشروعات الإستزراع السمكي واحدة من اهم النشاطات البشرية التي أثرت في تغير جيومرفولوجية ووجه الحياه في المنطقة.



المصدر: من عمل الباحثان اعتمادا المرئية الفضائية :: Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢

**شكل (٩) توزيع الإستزراع السمكي شرق القناة عام ٢٠٢٢**

الإستخدام العمراني:

يعتبر الإستخدام العمراني واحد من أهم الأنشطة البشرية ذات التاثير المباشر في تغيير جيومورفولوجية المناطق المقام عليها، نظراً لمروره بعدة مراحل من بداية أعمال الحفر وحتي مرحلة التأسيس وانتقال الافراد للاقامة في الوحدات العمرانية، وبالنسبة لمنطقة الدراسة يتضح الدور الكبير للإستخدامات العمرانية حديثة النشأة في تغيير جيومورفولوجية منطقة قناة السويس، حيث بلغت مساحة النشاط العمراني بمنطقة الدراسة (١٤٥.١٨ كم$^{٢}$) بنسبة بلغت (٢٤.٠٥%) من جملة الإستخدامات البشرية المؤثرة بمنطقة شرق القناة، وبنسبة (٤.٤٠%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة شكل (١٠) وجدول (٢)، ولقد ظهر الإمتداد العمراني بالمنطقة كالاتي:

١- مدينة الإسماعيلية الجديدة

تمثل مدينة الإسماعيلية الجديدة ظهيراً عمرانياً يستوعب النمو السكاني الطبيعي، والتوسع العمراني لمحافظة الإسماعيلية والمحافظات المجاورة لها شكل(١٠)،حيث تمتد المدينة الجديدة علي الشاطئ الشرقي لقناة السويس الجديدة بواجهه تصل إلي ١١ كيلو متر، وتتكون من ٦ أحياء سكنية علي مساحة ٢١٥٧ فداناً، وتم تخطيط المدينة لتشمل ٥٢ وحدة سكنية مدعومة بمسارات للحركة بالإضافة إلي المسطحات الخضراء، وتستوعب ٢٥٠ الف نسمة.

فضلا عن إنشاء مناطق خدمية فرعية لكل حي سكني، كما تتوسطها منطقة خدمات مركزية تخدم جميع الاحياء، وتشتمل علي مجمع طبي ومنشآت حكومية ومسجد وكنيسة ومجمع شرطي

وثلاثة اندية رياضية وترفيهية، كما تشتمل علي نادي الفيروز الرياضي والذي يتوسطها ويطل علي قناة السويس مباشرة علي مساحة ٩٠ فدانا.

٢- القنطرة شرق ووادي التكنولوجيا :

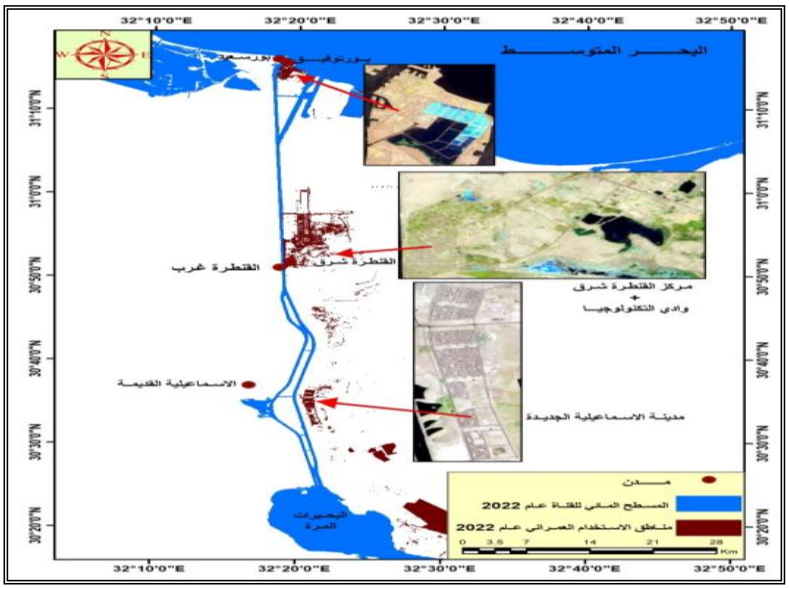
تعتبر واحدة من المدن الواعدة التي تتزايد بها الكثافة السكانية (١٦ قرية) نتيجة للتطور الحادث في منطقة قناة السويس الجديدة، والتي تتضح ملامح هذا التطور من خلال التخطيط للمنطقة الصناعية، أو ما يعرف(وادي التكنولوجيا) ويحتل موقعاً استراتيجياً علي الضفة الشرقية لقناة السويس، في وسط القنطرة شرق بمساحة إجمالية ٧٠ كم$^{٢}$ علي المحور الشرقي مباشرة، و١٠ كم من محور قناة السويس، و٣ كيلومترات من أنفاق الإسماعيلية الجديدة، كما يعتبر أحد ركائز التنمية الأساسية لمركز القنطرة شرق، حيث سيعمل هذا المشروع على جذب أعداد كبيرة من الايدي العاملة، نتيجة لوجود عدداً من المشروعات الآتية(صناعة برمجيات التصميم، صناعة الإلكترونيات والميكرو الكترونيات، صناعة التكنولوجيا الحيوية والهندسة الطبية، صناعة المواد المستحدثة والبوليمارات، صناعة الالات الدقيقة والتحكم والميكنة وتكنولوجيا الفضاء، صناعة الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، صناعات حماية البية وصناعة الاتصالات، (مراكز التنمية الرئيسية في محور قناة السويس، مصدر سابق، ص ٨-١٠) وتتضمن مراحل التنفيذ لمشروع وادي التكنولوجيا أربع مراحل كالاتي (مراكز التنمية الرئيسية في محور قناة السويس، مصدر سابق، ص ١٢-١٩).

المرحلة الأولى: تتضمن (٣٠٢١) فدان وتمثل ١٩ %من إجمالي المساحة.

المرحلة الثانية: تتضمن (٥٤٨٢) فدان وتمثل ٣٣ %من إجمالي المساحة.

المرحلة الثالثة: تتضمن (٣٨٣٧) فدان وتمثل ٢٣%من إجمالي المساحة.

المرحلة الرابعة: تتضمن (٤١٦٠) فدان وتمثل ٢٥ %من إجمالي المساحة.

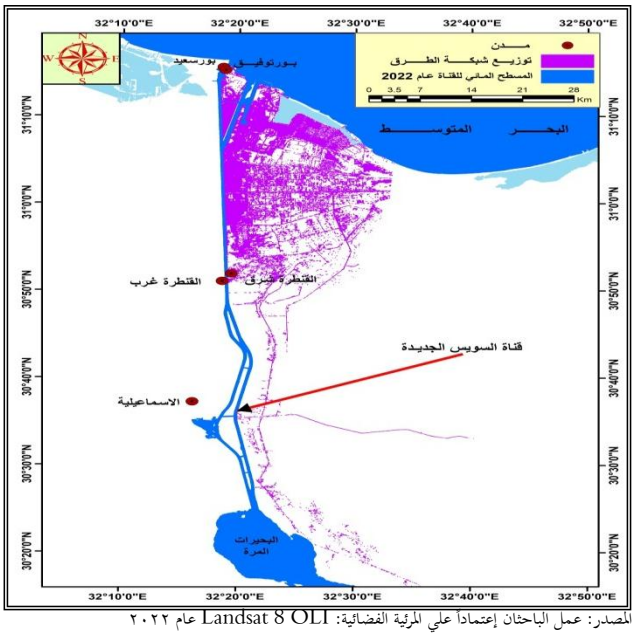



المصدر: عمل الباحثان إعتماداً علي المرئية الفضائية :: Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢

**شكل (١٠) توزيع الإستخدام العمراني شرق القناة عام ٢٠٢٢**

١- شبكة الطـرق:

يعتبر امتداد شبكة الطرق بمنطقة شرق قناة السويس انعكاساً طبيعياً للنمو المطرد للكتل العمرانية، والتى جاءت استجابة طبيعية لمشروعات التنمية والتوسع الزراعى والإستزارع السمكى، وتشغل شبكة الطرق بمنطقة شرق قناة السويس (٤٥.١٥كم$^{٢}$) تمثل نحو ٧.٤٨% من جملة مساحة الإستخدامات البشرية فى منطقة شرق قناة السويس، والتي ساعدت على إحداث التغير الجيومورفولوجى بها، وحوالى (١.٣٧%) فقط من جملة مساحة منطقة الدراسة جدول (١)، وتتركز شبكة الطرق فى منطقة الدراسة في الجزء الشمالي، حيث تركز إستخدام المزارع السمكية وربطاً بين جسورها الفاصلة فيما بينها، وأيضاً الإمتداد من الشمال إلي الجنوب والعكس، خدمة للنشاط الزراعى وارتباطاً مكانياً بامتداد شبكات الترع شكل (١١).




المصدر: عمل الباحثان إعتماداً علي المرئية الفضائية: Landsat 8 OLI عام ٢٠٢٢

**شكل (١١) توزيع شبكة الطرق شرق القناة عام ٢٠٢٢**

ثانيا: إستخدام الذكاء الإصطناعى المكانى ( Geo AI) فى تصنيف الغطاء الأرضي بالمنطقة المحيطة بقناة السويس الجديدة.

يعرف تصنيف الصورة Image Classification في الاستشعار عن بعد بأنه، عملية آلية لتحويل صورة الاستشعار عن بعد الرقمية إلى خريطة موضوعية تبين إستخدامات وغطاءات الأرض land use & land covers وذلك بناء على تجانس أطياف الظواهر الجغرافية في الصورة، وتوجد طريقتين لتصنيف الصور الرقمية متعددة الأطياف التي تتكون من نطاقين أو أكثر،هما التصنيف المراقب (الموجه) (supervised classification ) والتصنيف غير المراقب (غير الموجه) unsupervised classification، والفرق الرئيسي بين الطريقتين هي أن التصنيف المراقب يبنى على معلومات حقيقية عن الظواهر الجغرافية تعطى للحاسب الآلي، في حين أن التصنيف غير المراقب يتم وفقا لمعادلات رياضية تحدد التجمعات clusters ، وبالتالي فئات التصنيف وذلك وفقا للعلاقة بين القيم الرقمية لنطاقات الصورة.

أ- التصنيف غير المراقب (غير الموجه) Unsupervised Classification

عند تطبيق طريقة التصنيف غير المراقب يقوم الحاسب الآلي بتحديد فئات التصنيف موضوعيا Objectively، ويتم ذلك بطريقة حسابية Algorithms وفقا للعلاقة بين القيم الرقمية في نطاقات الصورة المستخدمة، وبهذه الطريقة تكون فئات التصنيف طيفية spectral classes ، لأنها حددت على أساس التجمعات الطبيعية natural groupings (clusters) للقيم في نطاقات الصورة الرقمية.

ب- التصنيف المراقب( الموجه) supervised classification

يتطلب تطبيق طريقة التصنيف المراقب (الموجه) supervised classification صورة متعددة الأطياف، تتكون من نطاقين أو أكثر، كما يتطلب تطبيق هذه الطريقة أيضا معرفة مسبقة بخصائص المنطقة الجغرافية التي تغطيها الصورة المراد تصنيفها، وذلك لتحديد عدد فئات التصنيف ولاختيار مناطق تدريب Areas Training لها ( مناطق التدريب عبارة عن مواقع على الصورة يتم اختيارها لتكون ممثلة لأطياف spectral signatures الظواهر الجغرافية المحددة في المنطقة التي تغطيها الصورة)، ويندرج تحت التصنيف الإشرافي الموجة مجموعة من الطرق والتقنيات تنفذ من خلال خوارزميات رياضية، يعتمد على أى منها فى تنفيذ عملية التصنيف ومن أهمها ما يلي :

١- التصنيف بأسلوب الإحتمالية العظمى[٢] Gaussian Maximum Likelihood Classifier:

تُحسب بهذا الأسلوب قيم الاحتمالية probabilities لكل خلية من خلايا الصورة، وعليه فإن تطبيق هذا الأسلوب يحتاج إلى عمليات حسابية طويلة نسبيا، خاصة إذا كانت النطاقات المستخدمة في التصنيف كثيرة، كما ان أسلوب الإحتمالية العظمى مبني إفتراض أن بيانات مناطق التدريب لفئات التصنيف يكون توزيعها في المدرجات التكرارية من نوع التوزيع الطبيعي normal distribution، بناءً على الإفتراض السابق تستخدم بيانات مناطق التدريب لحساب المتوسطاتmeans والتباين variances لفئات التصنيف، و تستخدم المتوسطات

[2] - http://dprg.geomatics.ucalgary.ca/system/files/435_CH6_6.pdf

meansوالتباين variances لفئات التصنيف لحساب قيم الاحتمالية probabilities لكل خلية من خلايا الصورة لتحدد فئتها.

٢- التصنيف بأسلوب (متوازي السطوح) التصنيف بأسلوب الصندوق:

يطلق على هذا الأسلوب تصنيف الصندوق Box Classifier إذا كان للبيانات المستخدمة بعدين فقط، أما إذا كانت البيانات المستخدمة متعددة الأبعاد فإنه يسمى تصنيف متوازي السطوح Parallelepiped Classifier، لقد بُني هذا الأسلوب على تحديد المدى الطيفي لفئات التصنيف في الصورة، حيث يتم في مناطق التدريب Training Areas لكل فئة من فئات التصنيف، تحديد أعلى وأدنى قيمة رقمية لكل نطاق من النطاقات المستخدمة، وبتحديد المدى الطيفي لكل نطاق في كل منطقة تدريب، يمكن رسم حدود كل فئة من فئات التصنيف حسب موقعها على الرسم البياني كصندوق box يحيط بالقيم الرقمية فيها، وعليه فإن كل خلية صورة تقع داخل صندوق فئة معينة تصنف من هذه الفئة، في المقابل كل خلية صورة تقع خارج صناديق فئات التصنيف تصنف على أنها مجهولة (غير معروفة ) unknown ولا تنتمي للظواهر الجغرافية التي تمثلها مناطق التدريب، ( Sayali Jog, Mrudul Dixit,2016, (pp.93-98.

٣- طريقة تصنيف الترميز الثنائي: Binary Encoding Classification

تعتمد هذه الطريقة على مدى تحقق شرط التصنيف وفقاً لعينات البيانات المكانية الممثلة لفئات التصنيف الخاصة بالغطاء الأرضي، بحيث تعطى القيمة (١) فى حال تحقق شرط التصنيف والقيمة (٠) فى حالة عدم تحقق هذا الشرط وعليه تعطى نتيجة التصنيف على هيئة ملف شبكى تحمل خلاياه إحدي القيمتين ( ١ ، ٠ ) فقط. ( J. Furnkranz, 2016, p.146).

١- طريقة نظام الدعم الآلي الإتجاهى Support Vector Machine (SVM):

تمثل أكثر طرق التصنيف انتماءاً الى الذكاء الاصطناعى المكانى، وتعد الخوارزمية الرياضية التى تعتمد عليها هذه التقنية أحدث تطوير فى برمجيات المعالجة الإحصائية للمرئيات الفضائية،

فيما يخص عملية التصنيف، وهى ككل تقنيات التصنيف الموجة تعتمد على مجموعة من عينات البيانات المعرفة Lable data، ويتم من خلالها إنشاء 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، فى القيمة والمدلول المكانى، معتمدة على اقرب عينة إتجاهية (Point) فى كل فئتين متجاورتين ، ويحتوى هذا النظام علي عدة عناصر ومكونات وهى كما يلي:

**أ-** مجموعة التصنيف Clusters Classification: هى أى من فئات التصنيف الخاصة بالغطاء الأرضي الذي تشمله المرئية الفضائية، وتتكون هذه المجموعة من عدة خلايا تتشابة فى خصائصها الطيفية، وتمتلك تعريف مكانى لها (X & y Coordinates).

**ب-** الإتجاه الداعم Support Vector: هو الخط الذي يمثل نهاية كل تجمع للبيانات من نوع واحد (فئة التصنيف أ ، ب) ، ويحدده أقرب نقطة (Vector) منتمية الى إحدي الفئات على جانبي المستوى الحاجز، ويعتمد على هذا الخط فى تدعيم الفصل بين كل فئتين متجاورتين من فئات التصنيف.

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

د- الهامش الأقصى Max Margin: هو النطاق المساحى الفاصل بين كل فئتين متجاورتين من الخلايا، وهو نطاق يمتنع فيه آلياً وجود أى تداخل بين الخلايا المنتمية للفئات المتجاورة، وهو نقطة تميز هذا النظام فى التصنيف، حيث يقوم رياضياً بحسم إنتماء اى خلية موجودة الى أى من الفئات المتجاورة، دون وجود اى خطأ محتمل فى عملية التصنيف.

**١-** تصنيف الغطاء الأرضي بمنطقة شرق قناة السويس بإستخدام تقنيتى (SVM) & Parallelepiped:

إعتماداً على تصنيف المرئيات الفضائية للمنطقة من نوع Landsat 8 OLI والمرئية Sential_S2B ، تم دراسة وتحليل عناصر الغطاء الأرضي لمنطقة شرق قناة السويس والمناطق

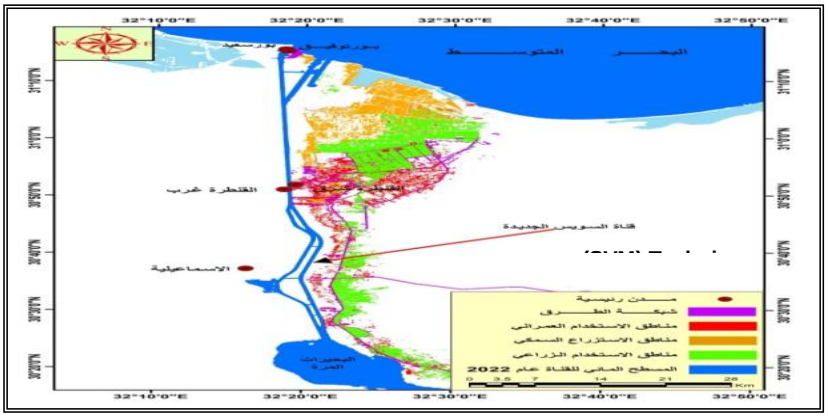
المحيطة بها، وقد تم الإعتماد على تقنيات الذكاء اللإصطناعى الجغرافي Geo AI فى عملية التصنيف بإستخدام تقنيتى ( Parallelepiped & SVM)، من اجل المقارنة بين نتائج ومعطيات كل طريقة، ومدى دقة إستخدامها مع كل نوع من انواع المرئيات ( Landsat & Sential) ويتضح مما يلي النتائج التي تم التوصل إليها من خلال تطبيق التقنيتان علي المرئيات الفضائية علي التوإلي:

أ- تصنيف المرئية Lansat ™ بإستخدام تقنيى( Parallelepiped & SVM)

يوضح الجدول (٣) تصنيف المرئية الفضائية Lansat ومبيناً للإستخدامات البشرية لمنطقة شرق قناة السويس، بينما يظهر الشكل (١٢ أ، ب) التوزيع الجغرافي للنشاطات البشرية المختلفة بمنطقة شرق قناة السويس ، ومن دراسة وتحليل الجدول والشكل يتضح ما يلي:

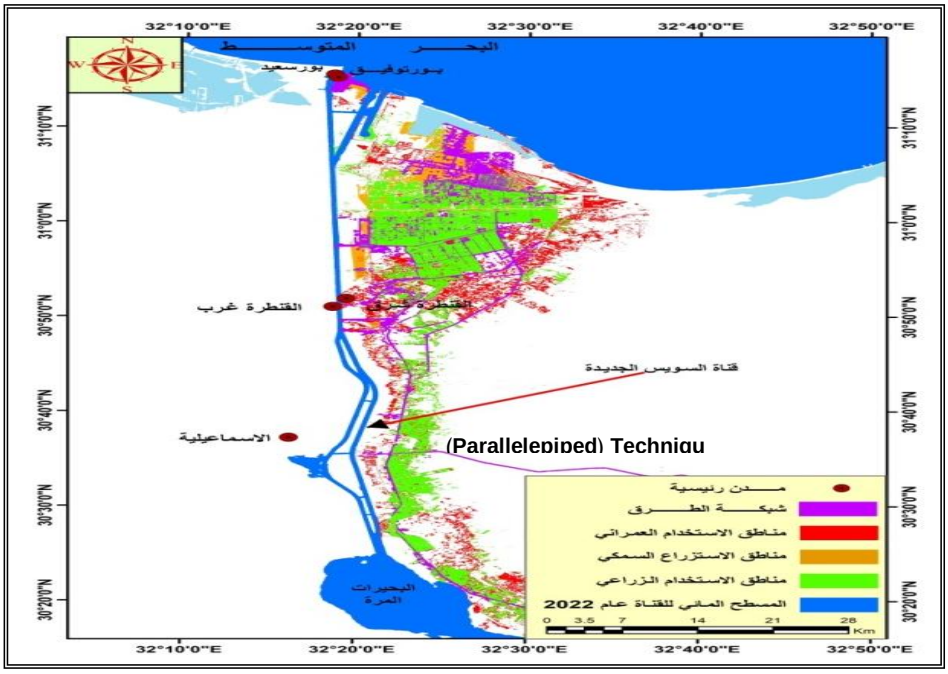
بلغت مساحة الإستخدامات البشرية بمنطقة الدراسة فى حالة تصنيف المرئية Lansat بإستخدام تقنية الذكاء الاصطناعى Support Vector Machin (SVM) (٩٣٠.٠٦كم٢) بنسبة (٢٨.١٨%) من جملة منطقة الدراسة عام ٢٠٢٢، بينما بلغت نفس الإستخدامات البشرية لمنطقة الدراسة (٦٠٣.٦١كم٢) بإستخدام طريقة التصنيف المتوازى Parallelepiped Classifcation Techniqu بنسبة بلغت (١٨.٢٩%) من جملة مساحة منطقة الدراسة.

وفيما يلي سوف يتم تناول كل نشاط من الأنشطة البشرية التي عملت علي تغيير جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس بنوع من التحليل والتفصيل كما توضحة السطور التالي






شكل (١٢-أ) تصنيف الغطاء الأرضى لمنطقة شرق قناة السويس




**شكل (١٢- ب) تصنيف الغطاء الأرضي لمنطقة شرق قناة السويس (2022) باستخدام طريقـة Parallelepiped**

**عمل الباحثان إعتماداً على المرئية Landsat 8 OLI باستخدام برنامج ArcGIS**

جدول (٣) مساحات فئات التصنيف للمرئية Lansat ™ باستخدام تقنيتى ( SVM& Parallelepiped) لمنطقة شرق قناة السويس (كم٢)

| الإستخدام البشري | (Parallelepiped) Techniqu | | | (SVM) Techniqu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة كم٢ | % من الإستخدام البشري | % من إجمالي المنطقة | المساحة كم٢ | % من الإستخدام البشري | % من إجمالي المنطقة |
| إستخدام الزراعى | ٢١٥.١٨ | ٣٥.٦٥ | ٦.٠٠ | ٣٦٨.١٤ | ٣٩.٥٨ | ١١.١٦ |
| الإستزراع السمكى | ١٩٨.١٣ | ٣٢.٨٢ | ٦.٥٢ | ٣١٠.٧٠ | ٣٣.٤١ | ٩.٤٢ |
| عمران | ١٤٥.١٨ | ٢٤.٠٥ | ٤.٤٠ | ٥٩.١٠ | ٦.٣٥ | ١.٧٩ |
| طرق | ٤٥.١٢ | ٧.٤٨ | ١.٣٧ | ١٩٢.١٢ | ٢٠.٦٦ | ٥.٨٢ |
| الإستخدام البشري | ٦٠٣.٦١ | ١٠٠ | ١٨.٢٩ | ٩٣٠.٠٦ | ١٠٠ | ٢٨.١٨ |
| إجمالي المنطقة | ٣٣٠٠ | – | – | ٣٣٠٠ | – | ١٠٠ |

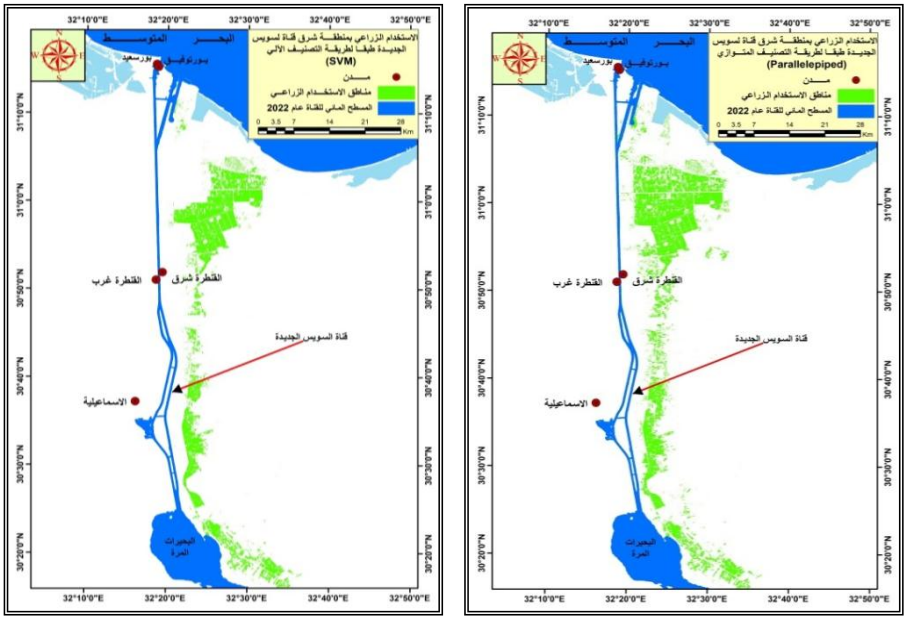
المصدر: الإستزراع اعتماداً على كل مرئية Lansat ™

الإستخدام الزراعى:

- بلغت نسبة ما يمثلة الإستخدام الزراعى فى منطقة شرق قناة السويس من إجمالي الإستخدام البشري، وفقاً لطريقة التصنيف الآلي (٣٩.٥٨%) ،وهي اعلي من نسبة الإستخدام الزراعي التي تم استخراجها بطريقة التصيف المتوازى ، والتى بلغت (٣٥.٦٥%) شكل (١٣) وجدول (٢).
- قدرت نسبة الإستخدام الزراعى التي تم استخراجها بطريقة التصنيف الآلي (١١.١٦%)، من إجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، بينما بلغت نسبة مساحة الإستخدام الزراعى المصنف

بالطريقة التقليدية (٦.٠٠%)،على مستوى المساحة الكلية لمنطقة شرق قناة السويس شكل (١٣) وجدول (٣).

- يشير التحقيق المكانى Spatial Validation للإستخدام الزراعى الذي صنفته الطريقة الآلية ، الى انها قد أضافة مساحات من السبخات الرطبه والتى تحولت إلي اللون الاخضر، نظراً لنمو الطحالب الخضراء والنباتات بها، وكذلك نباتات المياه فى المجاري المائية كالترع والمصارف، ضمن هذه الفئة من الإستخدام، وهذا هو سبب هذه الزيادة الواضحة فى مساحته مقارنة بمساحتة فى الطريقة التقليدية، التى من عيوبها انها قد غفلت مساحات كثيرة من الأراضي الزراعية وضمتها الى الإستخدام العمرانى والطرق، ويوضح شكل (١٣) توزيع مناطق الإستخدام الزراعى فى منطقة شرق قناة السويس طبقاً لطريقتى الصنيف.



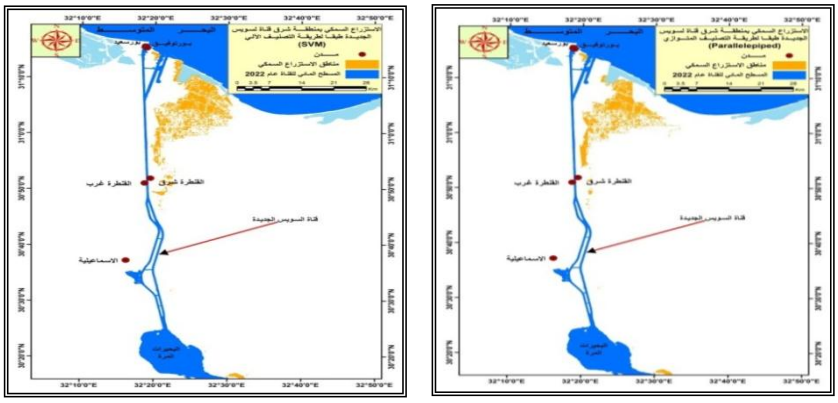
المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Landsat 8 OLI باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (١٣) مناطق الاستخدام الزراعى بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Landsat 8 OLI**

الإستزراع السمكى :

يبين الشكل(١٤) توزيع مناطق إستخدام الإستزراع السمكى بمنطقة شرق قناة السويس، طبقاً لطريقتي التصنيف المتوازي والآلي المستخدمة، ومن خلال الشكل والجدول (٣) يتضح ما يلي :

- تشير المساحات المصنفة لإستخدام المزارع السمكية فى منطقة شرق قناة السويس من المرئية Landsat 8 OLI ،الى زيادة المساحة المصنفة بطريقة الدعم الآلي الإتجاهي (SVM)، كذلك عن مثيلاتها المصنفة بالطريقة المتوازية (التقليدية)، حيث بلغت مساحة التصنيف المعتمد على الدعم الآلي (٣١٠.٧٠كم$^{٢}$) تمثل نحو (٣٣.٤١%) من جملة مساحات الإستخدامات البشرية بمنطقة الدراسة، بينما بلغت ( ١٩٨.١٣كم$^{٢}$) لنفس الإستخدام بطريقة التصنيف المتوازي، والتي تمثل نسبة (٣٢.٨٢%) من إجمالي مساحات الإستخدامات البشرية المؤثرة على جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس.
- تشغل مساحات مناطق المزارع السمكية المصنفة بطريقة الدعم الآلي الاتجاهى (SVM)، للمرئية Landsat ™ من مساحة المنطقة لعام ٢٠٢٢، نسبة تقدر بـ ( ٩.٤٢%) من جملة المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، فى حين شغلت نسبة المزارع السمكية المصنفة بطريقة التصنيف المتوازي ٦.٥٢% فقط من جملة مساحة منطقة شرق قناة السويس.



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Landsat 8 OLI باستخدام برنامج ArcGIS

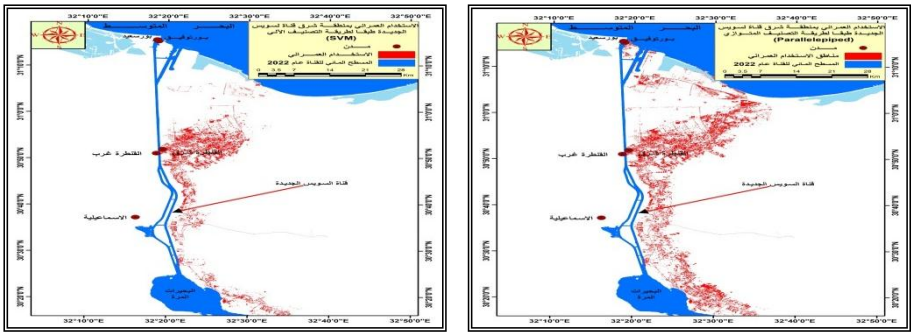
**شكل (١٤) مناطق الإستزراع السمكي بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Landsat**

العمران

- شغلت مساحة النشاط العمراني (٥٩.١٠كم$^{٢}$) من خلال إستخدام طريقة الدعم الآلي، نسبة بلغت (٦.٣٥%) من جملة الإستخدام البشري بمنطقة الدراسة، مقارنة بفئة النشاط العمراني المصنفة بالطريقة المتوازية حيث بلغت مساحة العمران عند إستخدامها، (١٤٥.١٨كم$^{٢}$) بنسبة قد بلغت (٢٤.٠٥%) من جملة الإستخدامات البشرية لهذه الطريقة بمنطقة الدراسة.

- بلغت مساحة الكتلة العمرانية المصنفة بطريقة الدعم الآلي الإتجاهى (SVM) نسبة لا تتجاوز (١.٧٩%) فقط من إجمالي المساحة عام ٢٠٢٢، وهى أقل نسبة للإستخدامات البشرية، وفقاً لهذه الطريقة من طرق التصنيف، بينما تبلغ مساحة الإستخدام العمراني المصنفة بطريقة التصنيف المتوازي حوالى (٤.٤٠%)، من إجمالي مساحة منطقة شرق قناة السويس شكل (١٥) وجدول (٢).

- أوضح التحقق المكانى لتصنيفات المرئية أن طريقة الدعم الآلي قد تعاملت بكفاءة أكثر مع قيم البصمة الطيفية، للإستخدام العمرانى حسب مادة البناء، بينما أضافت طريقة التصنيف المتوازي جزءاً كبيراً من مساحات الطرق والأراضي الفضاء الى مساحات الكتلة العمرانية، وهو ما أكسبها زيادة فى المساحة عن طريقة الدعم الآلي



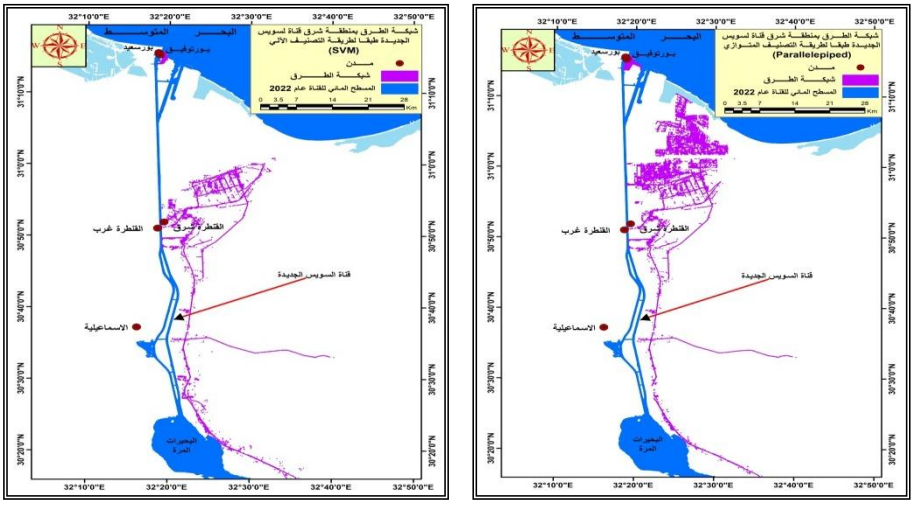
المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Landsat 8 OLI باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (١٥) توزيع الكتلة العمرانية بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Landsat 8 OLI**

الطرق

من دراسة الشكل (١٦) وجدول (٣)، يتضح أن مساحة الطرق المصنفة بالطريقة الآلية بلغت (١٩٢.١٢ كم$^{٢}$)، تمثل ما نسبته (٢٠.٦٦%) من جملة مساحات الإستخدامات البشرية المؤثرة على مساحة منطقة شرق قناة السويس، و(٥.٨٢%) من جملة مساحة منطقة الدراسة لعام ٢٠٢٢، فى حين لم تتجاوز هذه المساحة أكثر من(٤٥.١٢ كم$^{٢}$)، فقط فى حال التصنيف المتوازى (التقليدي)، وبنسبة قدرت بـ(٧.٤٨%) فقط من مساحة الإستخدامات البشرية بمنطقة الدراسة، و(١.٣٧%) فقط من إجمالي منطقة الدراسة لعام٢٠٢٢.

ومن خلال التحقق المكانى لنتائج التصنيف بالطرق المختلفة أتضح ان جزءاً من الطرق الترابية، قد ضمتها طريقة التصنيف المتوارى الى فئة النشاط العمراني، 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، مما أظهر هذا الفارق الكبير فى مساحة إستخدام الطرق بالمرئية الفضائية Landsat 8 OLI.



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Landsat 8 OLI باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (١٦) توزيع شبكة الطرق بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Landsat 8 OLI**

تصنيف المرئية Sential_S2B بإستخدام تقنيتى( Parallelepiped & SVM)

يوضح كلاً من الشكل (١٧ أ، ب) والجدول (٤) مساحات فئات التصنيف الخاصة للمرئية Sential_S2B من خلال إستخدام طريقتى التصنيف (المتوازى ، الدعم الآلي) ويتضح من خلالهما ما يلي :

- تتقارب قيم المساحات الخاصة بالإستخدامات البشرية التى تم تصنيفها من خلال المرئية Sential_S2B،على خلاف القيم التى تم إستنتاجها أثناء تصنيف المرئية Landsat 8 OLI، ويعود السبب فى ذلك الى زيادة الدقة المكانية التى تميز المرئية Sential_S2B، المستخدمة حيث تبلغ دقتها المكانية Spatial Resolution (١٠متراً) على خلاف الدقة المكانية للمرئية Landsat ™ التى تبلغ (٣٠متراً)، الأمر الذي ساعد فى زيادة جودة التصنيف حتي مع إختلاف نوع التقنية المستخدمة .

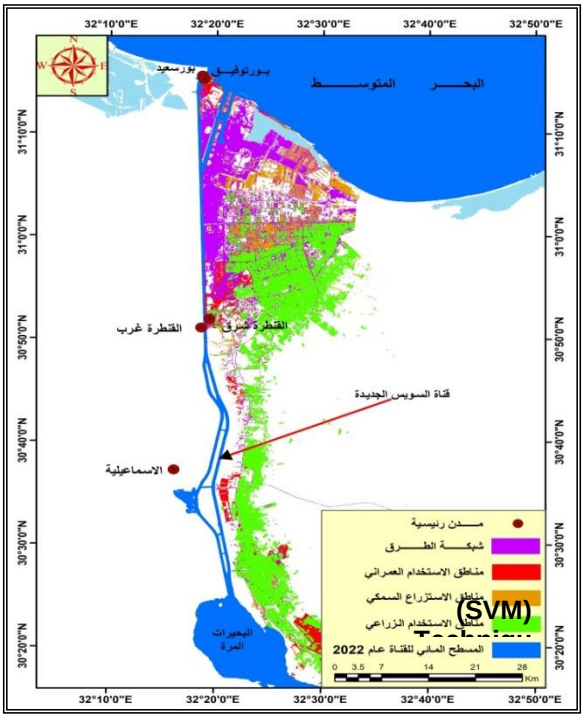
- بلغت جملة مساحة الإستخدامات البشرية المؤثرة فى جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس، المصنفة بطريقة الدعم الآلي الإتجاهى حوالى ٨٩٦ كم$^{٢}$) بنسبة (٢٧.١٥%)، من إجمالي مساحة منطقة شرق قناة السويس، بينما بلغت جملة مساحة الإستخدامات البشرية (٧٣٩.١١ كم$^{٢}$) عند إستخدام طريقة التصنيف المتوازي، بنسبة (٢٢.٤٠ %) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

- تقاربت المساحات المصنفة لكل إستخدام من الإستخدامات البشرية كلاً علي حده عند مقارنة النتائج من عمليتى التصنيف المتوازي والتصنيف الآلي.

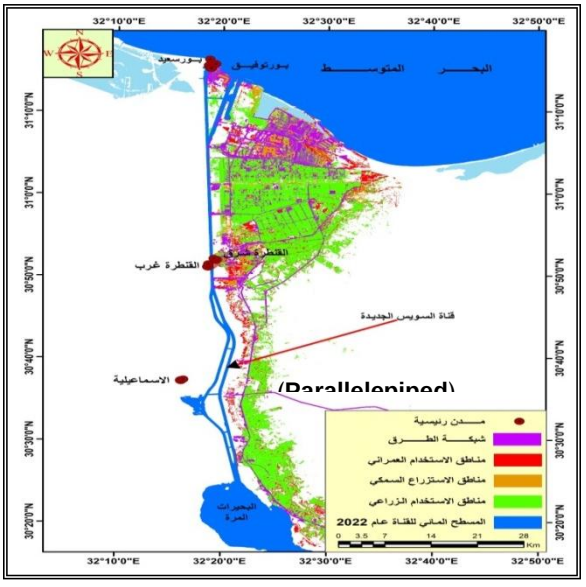
**جدول (٤) مساحات فئات التصنيف للمرئية Sential_S2B باستخدام تقنيتى ( Parallelepiped &SVM) لمنطقة شرق قناة السويس (كم٢)**

| الإستخدام البشري | Parallelepiped Techniqu | | | SVM Techniqu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | المساحة كم٢ | % من الإستخدام البشري | % من إجمالي المنطقة | المساحة كم٢ | % من الإستخدام البشري | % من إجمالي المنطقة |
| الإستخدام الزراعى | ٤٨٠.٤٥ | ٦٥.٠٠ | ١٤.٥٦ | ٤٠٨.١٥ | ٤٥.٥٦ | ١٢.٣٧ |
| الإستزراع السمكى | ٧٥.١٤ | ١٠.١٧ | ٢.٢٨ | ٢٥٠.٦٠ | ٢٧.٩٧ | ٧.٥٩ |
| عمران | ١٦٠.٤٥ | ٢١.٦٨ | ٤.٨٦ | ٦٠.٨٦ | ٦.٧٩ | ١.٨٤ |
| طرق | ٢٣.٢٧ | ٣.١٥ | ٠.٧١ | ١٧٦.٢٥ | ١٩.٨٦ | ٥.٣٤ |
| الإستخدام البشري | ٧٣٩.١١ | ١٠٠ | ٢٢.٤٠ | ٨٩٥.٨٠ | ١٠٠ | ٢٧.١٥ |
| إجمالي المنطقة | ٣٣٠٠ | – | – | ٣٣٠٠ | – | – |

من عمل الباحثان اعتماداً على كل مرئية Sential_S2B باستخدام برنامج Arcgis



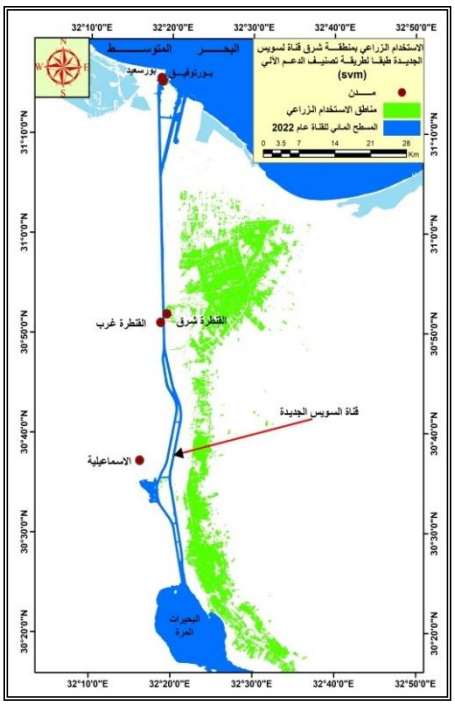

شكل (١٧-أ) تصيف الغطاء الأرضي لمنطقة شرق قناة السويس (2022) باستخدام

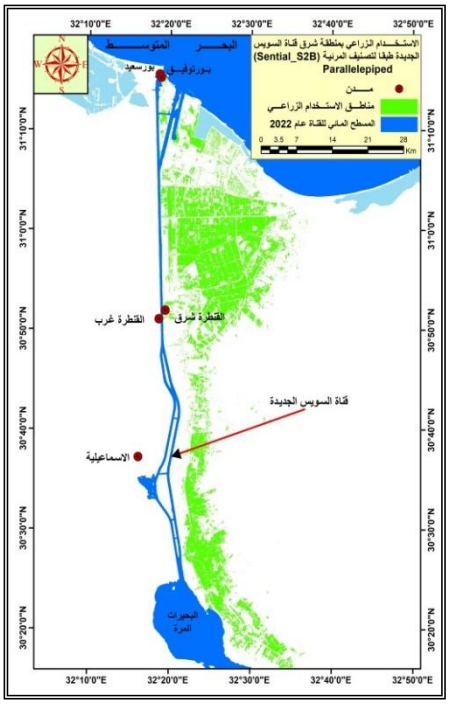



شكل (١٧- ب) تصيف الغطاء الأرضي لمنطقة شرق قناة السويس (2022)

الإستخدام الزراعى: بلغت مساحة الإستخدام الزراعي عند تحليل المرئية الفضائية Sential_S2B، بطريقة التصنيف المتوازي(٤٠٨.١٥ كم$^{٢}$) بنسبة بلغت (٤٥.٦٥%)من إجمالي الإستخدامات البشرية فى المنطقة، وبنسبة بلغت (١٢.٣٧%) من جملة مساحة منطقة شرق قناة السويس عام ٢٠٢٢، بينما بلغت مساحة نفس النشاط (٤٨٠.٤٥ كم$^{٢}$) عند إستخدام طريقة تصنيف الدعم الآلي (SVM)، بنسبة بلغت (٦٥.٠٠%) من جملة مساحة الإستخدامات البشرية، وبنسبة بلغت (١٤.٥٦%) من جملة مساحة منطقة شرق قناة السويس شكل(١٨) وجدول (٤)

وبالعودة إلي التحقق المكاني إتضح أن هذا الإختلاف ما بين المساحتين في النشاط الزراعي، يعود إلي قدرة إلية التصنيف المتوازي علي دمج مساحات المناطق المائية الضحلة، والتى يغطيها تواجد نباتي كثيف الى فئة الإستخدام الزراعى، بينما ساعدت الدقة المكانية المرتفعة فى المرئية الفضائية طريقة الدعم الآلي، فى فصل هذه الأجزاء المائية عن مساحات المناطق الزراعية.



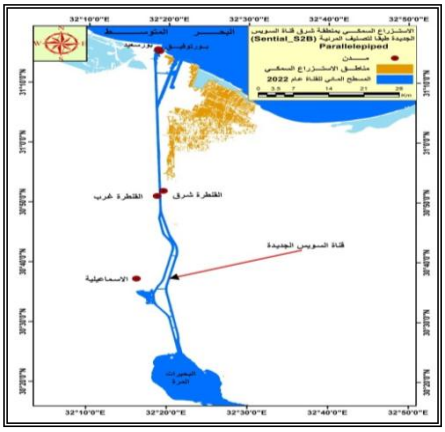



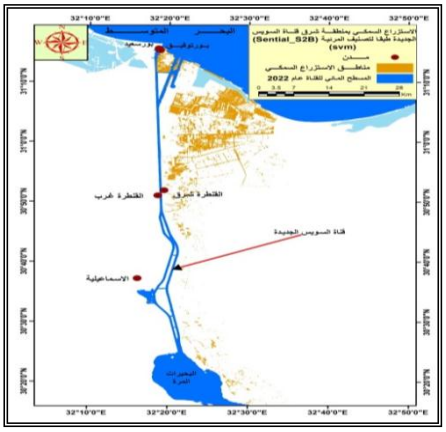
المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Sential_S2B باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (١٨) مناطق الاستخدام الزراعى بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Sential_S2B**

الإستزراع السمكى:

تعتبر الدقة المكانية التى تتميز بها المرئية الفضائية Sential_S2B، هى العامل الأهم في التحديد المكاني للإستخدامات البشرية المختلفة، حيث زادت القدرة على الفصل الحاسم بين فئات التصنيف المختلفة، ومن بينها الإستزراع السمكي، حيث بلغت مساحة المزارع السمكية بشرق منطقة قناة السويس من خلال التصنيف المتوازي (٧٥.١٤ كم$^{٢}$)، بنسبة بلغت (١٠.١٧%) من مساحة الإستخدامات البشرية بالمنطقة، كما بلغت مساحة المزارع السمكية (٢.٢٨%) من جملة مساحة منطقة شرق قناة السويس لعام ٢٠٢٢، بينما بلغت مساحة المزارع السمكية طبقاً لطريقة التصنيف الآلي (٢٥٠.٦كم$^{٢}$) بنسبة بلغت (٢٧.٩٧%)، من جملة الإستخدام البشري لمنطقة شرق قناة السويس لعام ٢٠٢٢، طبقاً لتصنيف المرئية الفضائية Sential_S2B شكل (١٩) وجدول (٤)، ويتضح من خلال التحقق المكانى لإستخدام المزارع السمكية كأحد الإستخدامات البشرية المصنفة بواسطة طريقة التصنيف المتوازي، انه قد اقتطع منها بعض المساحات، واضيفت الى المناطق الزراعية المستصلحة وبعض المساحات الى فئة الطرق والحواجز الفاصلة ما بين الأحواض.



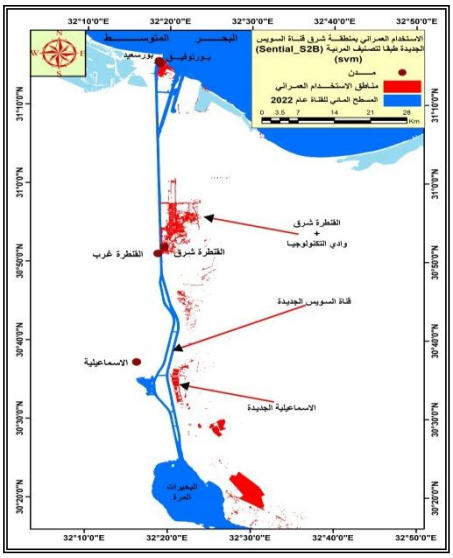



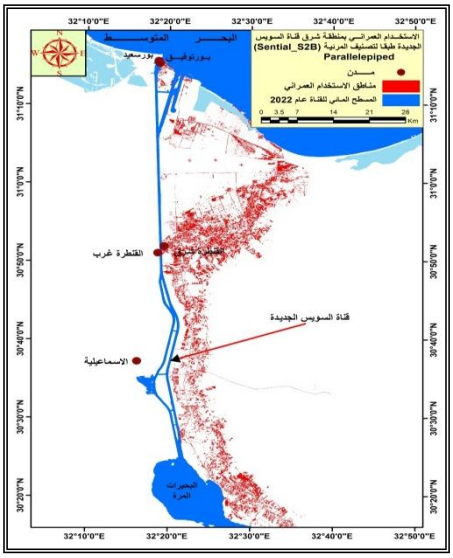
المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Sential_S2B باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (١٩) مناطق الإستزراع السمكي بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Sential_S2B**

العمران

تغلبت المساحة المصنفة بطرقة التصنيف المتوازى، عن مثيلتها المصنفة بواسطة التصنيف الآلي (SVM)، حيث بلغت مساحة الكتلة العمرانية نتيجة التصنيف المتوازي (١٦٠.٢٥كم$^{٢}$) بنسبة (٢١.٦٨%) من جملة مساحة الإستخدامات البشرية، وبنسبة (٤.٨٦%) من إجمالي مساحة منطقة شرق قناة السويس، بينما بلغت مساحة الكتلة العمرانية المصنفة بواسطة (SVM) حوالي (٦٠.٨٦كم$^{٢}$) تمثل (٦.٧٩%)من جملة مساحة الإستخدامات البشرية فى منطقة الدراسة، وحوالى (١.٨٤ %) فقط من إجمالي مساحة المنطقة شكل (٢٠) وجدول (٤)، تأتى هذه الزيادة فى الكتلة العمرانية بالتصنيف المتوازي نتيجة لدمج المناطق الفضاء، وبعض أجزاء الطرق الغير معبدة المجاورة للنواة العمرانية الكبري فى المنطقة، لدى مدينة القنطرة شرق فى منتصف منطقة الدراسة والطرق بمحازاة مجري قناة السويس الى فئة العمران عامة، بخلاف طريقة الدعم الآلي التى يشير التحقق المكانى أن إرتباطها بالبصمة الطيفية الخاصة بالعمران فقط دون سواه.



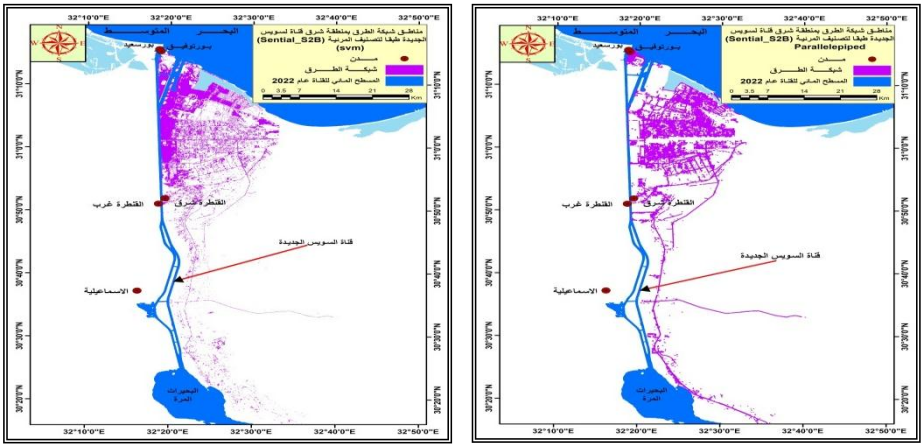
المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Sential_S2B باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (٢٠) مناطق الاستخدام العمراني بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Sential_S2B**

الطرق

تغلبت طريقة التصنيف الآلي علي نظيرتها طريقة التصنيف المتوازي عند معالجة شبكة الطرق، بمنطقة شرق قناة السويس من خلال المرئية الفضائية Sential_S2B ، حيث بلغت مساحتها (١٧٦.٢٥كم$^{٢}$)، تمثل (١٩.٦٨%) من جملة مساحة الإستخدامات البشرية، وهى تقريباً ثمانية أضعاف مثيلتها المصنفة بطريقة التصنيف المتوازي التى بلغت ٢٣.٢٧كم$^{٢}$، تمثل (٣.١٥%) تقريبا من مساحة الإستخدامات المختلفة لمساحة المنطقة.

كما شكلت نسبة شبكة الطرق المصنفة بطريقة الدعم الآلي حوالى (٥.٣٤%)، من إجمالي مساحة المنطقة، فى حين لم تتجاوز نسبة شبكة الطرق (٠.٧١%) فقط من إجمالي المساحة فى حالة التصنيف المتوازي، شكل (٢١) وجدول (٤)، الذي ذهب بغالبية هذه الفئة من شبكة الطرق الى الإستخدام العمرانى والزراعى، كما تم الاشاره إليه سابقاً عند تناول الإستخدام الزراعى.




المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئية Sential_S2B باستخدام برنامج ArcGIS

**شكل (٢١) توزيع شبكة الطرق بمنطقة شرق قناة السويس وفقاً لتصنيف المرئية Sential_S2B**

- تقييم نتائج التصنيف بطريقة التصنيف المتوازي وطريقة الدعم الآلي

يوضح الجدول (٥) والشكل (٢٢) نتائج تصنيف المرئيات المستخدمة فى الدراسة، بإستخدام تقنيتى التصنيف المتوازى (Paralellepipe) والدعم الآلي الإتجاهى (SVM)، ومن الشكل والجدول يتضح ما يلي:

- تتميز قيم مساحات فئات الإستخدامات البشرية بالتقارب المساحي، سواء على المستوى الإجمالي أو التفصيلي الخاص بكل إستخدام، عند الإعتماد على إلية الذكاء الإصطناعي (الدعم الآلي الإتجاهى) Support Vector Machine على الرغم من إستخدام مرئيات فضائية مختلفة الدقة المكانية ومختلفة نوع القمر المستخدم، ويؤكد ذلك تقارب مجموع المساحات الإجمالية للإستخدامات البشرية التى بلغت تقريباً ( ٨٩٥.٨٦ كم٢، ٩٣٠.٠٦كم٢) لكل من مرئية Sential_S2B & Landsat 8 OLI على الترتيب، بفارق فى المساحة لم يتجاوز (٣٥كم٢).

- بلغ متوسط التباينات المساحية بالنسبة للإستخدامات البشرية بين الإستخدامات المختلفة، لكل مرئية مصنفة بطريقة الدعم الآلي ( ٨.٥٥كم٢) فقط فى حين تراوح الفارق فى المساحة بين اقصي قيمة له للمزارع السمكية (٦٠.١٠ كم٢)، فى صالح المرئية الأفضل فى القدرة التمييزية المكانية وهى المرئية Sential ، وبين أقل فارق مساحى للإستخدام العمرانى حيث لم يتجاوز الاختلاف المساحي بين المرئيتين ١.٧٦كم٢، أيضاً فى صالح المرئية Sential ذات الدقة المكانية الأعلي.

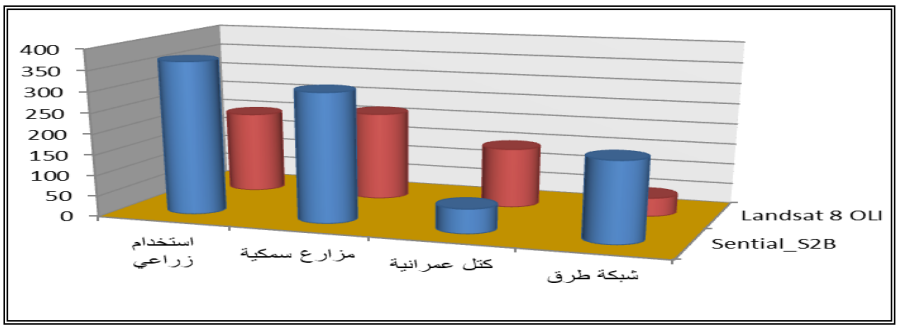
**جدول (٥) نتائج تصنيف فئات الإستخدام البشري لمنطقة شرق قناة السويس الجديدة بطريقتى التصنيف المتوازي والآلي**

| الإستخدام البشري | طريقة التصنيف Classificatin Technique | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Suport Vector Machine | | | Parallelepipe | | |
| | Landsat 8 OLI | Sential_S2B | الفارق كم٢ | Landsat 8 OLI | Sential_S2B | الفارق كم٢ |
| إستخدام | ٣٦٨.١٤ | ٤٠٨.١٥ | ٤٠.٠١ | ١٩٨.١٣ | ٤٨٠.٤٥ | ٢٨٢.٣٢ |

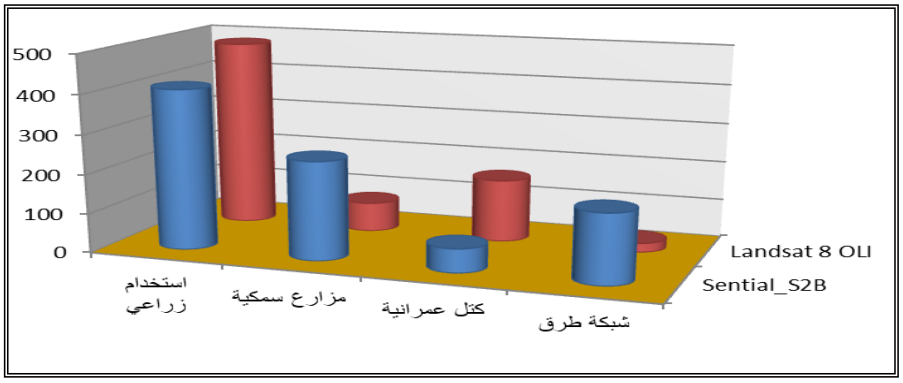
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| زراعى | | | | | | |
| مزراع سمكية | ٣١٠.٧٠ | ٢٥٠.٦٠ | ٦٠.١٠ | ٢١٥.١٨ | ٧٥.١٤ | ١٤٠.٠٤ |
| عمران | ٥٩.١٠ | ٦.٨٦ | ١.٧٦ | ١٤٥.١٨ | ١٦٠.٢٥ | ١٥.٠٧ |
| طرق | ١٩٢.١٢ | ١٧٦.٢٥ | ١٥.٨٧ | ٤٥.١٢ | ٢٣.٢٧ | ٢١.٨٥ |
| المتوسط | ٢٣٢.٥١ | ٢٢٣.٩٦ | ٨.٥٥ | ١٥٠.٩٠ | ١٨٤.٧٧ | ١٣٥.٥ |
| الإجمالي | ٩٣٠.٠٦ | ٨٩٥.٨٦ | ٣٤.٢٠ | ٦٠٣.٦١ | ٧٣٩.١١ | ٣٣.٨٧ |

**المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat 8 OLI & Sential_S2B**

- بينما نجد أن قيم مساحات فئات التصنيف المتوازى، تميزت بالإختلاف الواضح على المستوى العام والتفصيلي، المستخرجه من المرئية landsat، sential، حيث بلغ مجموع مساحات فئات التصنيف المختلفه (٦٠٣.٦١كم٢) للمرئية landsat ، (٧٣٩.١١كم٢) للمرئية sential بفارق بلغ (٣٣.٨٧كم٢) .
- بلغ متوسط الفروق المساحية على مستوى الإستخدامات البشرية الأربعه بين كل فئة مصنفة بطريقة التصنيف المتوازي من مرئية landsat، sential (١٣٥.٥٠كم٢)، وهو يساوى تقريباً ستة عشر ضعف متوسط الفروق بين المساحات في حالة إستخدام طريقة الدعم الآلي
- تبلغ قيم الفروق فى المساحة أقصاها فى التصنيف المتوازى لفئة الإستخدام الزراعى ( ٢٨٢.٣٢كم٢)، فى صالح المرئية sential ، وبين أدنى فارق فى المساحة لفئة الطرق الذي لم يتجاوز (٢٢كم٢) فقط في جانب المرئية landsat .



من العرض السابق نصل إلي ان إستخدام طريقة الدعم الآلي الإتجاهى (طريقة التصنيف الآلي) Support Vector Machine (SVM) ، تعطى أفضل نتائج فى تصنيف المرئيات الفضائية، اياً كان نوع المستشعر المستخدم أو الدقة المكانية Sparial Resolution للمرئية، كما ان اداءها فى التصنيف يزداد تحسناً فى حالة زيادة الدقة المكانية، ولا شك كما هو واضح من نتائج إستخدامها فى تصنيف المرئية Sential_S2B ذات الدقة المكانية (١٠متراً) .




**المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على بيانات الجدول(٥)**

**شكل (٢٢) نتائج تصنيف فئات الإستخدام البشري لمنطقة شرق قناة السويس بطريقتي التصنيف الموازي والآلي**

ثالثاً:رصد دور قناة السويس الجديدة في تغيير جيومورفولوجية المنطقة المحيطة

أثر مشروع قناة السويس الجديدة منذ بداية وإلي الآن في تغيير جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس الجديدة، مما أدي إلي تغير ملحوظ في تحول مساحات من السبخات الرطبة والجافة وأطراف الكثبان الرملية إلي مشروعات متنوعة، ولقد تم الإعتماد علي تقنيات الذكاء الإصطناعي المكاني (Geo AI)، في التعرض إلي تطور الإستخدامات البشرية في منطقة شرق قناة السويس الجديده، والتي تمثلت في النشاط الزراعي، والإستزراع السمكي، والتجمعات العمراني، وشبكة الطرق، من خلال العديد من التقنيات ومنها آلية كشف التغير Chang Detection، والتي تم الإعتماد عليها في الوصول إلي التغير في المسطح المائي لقناة السويس، بعد حفر المجري الملاحي

الجديد وعمليات التوسعه في المجري القديم، مما استتبعه من تغير في حجم الكتله المائية للقناة، بالإضافة إلي حساب مساحات التغدق التي تعرضت لها التربة نتيجة لعمليات الحفر، والتي لولا الحلول الناجزه لها لتعرضت أغلب المشروعات لمخاطر تهدد قيامها وبقائها، وأهمها مجموعة أنفاق قناة السويس والمشروعات العمرانية، التي تم التخطيط لانشائها مثل مدينة الإسماعيلية الجديدة وغيرها من المشروعات، كما تم الإعتماد على تقنية الدعم الآلي الإتجاهى ( Support Vector Machine (SVM) فى تصنيف المرئيات الفضائية المتاحة (Landsat TM، Landsat 8OLI & Sential_S2B) لتقييم التغير فى الإستخدامات البشرية المختلفة، والتي ادت إلي التغير الملحوظ في جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس الجديدة خلال الفترات ١٩٨٤، ٢٠٠٠، ٢٠٢٢.

ويوضح الجدول (٦) تطور مساحات الإستخدامات البشرية فى أعوام (١٩٨٤، ٢٠١١، ٢٠٢٢)، والتي ساعدت فى تغير وتطور جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس الجديدة، ومن تحليل الجدول يمكن الوقوف على أهم ملامح التغير الجيوموروفولوجى الناتج عن الأنشطة البشرية في منطقة شرق قناة السويس الجدية علي النحو التإلي:

١. التغير فى الإستخدامات البشرية

لعبت المشروعات المرتبطة بقناة السويس وخاصة تطور المجري الملاحي للقناة، سواءاً عمليات حفر المجري الجديد او نشاطات التوسعة والتعميق، دوراً كبيراً في تطور النشاطات البشرية المختلفة، سواء الأنشطة الزراعية أو النمو العمراني أو الإستزراع السمكي أو مد شبكات الطرق، والتي يكون الهدف منها الوصول بسهوله ويسر إلي تلك المشروعات، وتطويرها ومتابعة أعمالها، وقد تم حصر إجمالي مساحات النشاط البشري داخل منطقة الدراسة بداية من عام ١٩٨٤ من خلال المرئيات الفضائية، وتشير قيم المساحات الى زيادة بصورة ايجابية فى إجمالي هذه المساحات، حيث بلغ إجمالي مساحة الأنشطة البشرية المختلفة عام ١٩٨٤ ( ٦٢.٢٠ كم$^{٢}$) بنسبة (١.٨٢%) من جملة مساحة المنطقة بشكل كامل، ثم زادت مساحة هذه الإستخدامات الى (٢١٤.٠٥كم$^{٢}$) فى عام ٢٠٠٠، لتمثل حوالى (٦.٤٩%)، بينما وصلت مساحة هذه الإستخدامات اقصي مساحة لها عام ٢٠٢٢ حيث بلغت (٩٨٥.٢٥كم$^{٢}$) تمثل (٢٩.٨٦%) من إجمالي المساحة الكلية

لمنطقة الدراسة، مما يوضح الدور الكبير الذي تلعبه الدوله في الإهتمام بتنمية منطقة شرق قناة السويس، حيث من الملاحظ زيادة نسبة الإستخدامات البشرية، أكثر من خمسة عشر ضعف في عام ٢٠٢٢ عما كانت عليه خلال العام ١٩٨٤ جدول (٦)، وهو ما يؤكد أيضاً النجاح الكبير للمشروعات المرتبطة بقناة السويس الجديدة، من شق الأنفاق ومد شبكات الطرق فى الزيادة المطرده في مساحات الإستخدامات البشرية المختلفه، كما سوف يتم الاشاره إليه علي النحو التإلي:

جدول (٦) تطور مساحات الإستخدامات البشرية فى منطقة شرق قناة السويس بين عامى (١٩٨٤ – ٢٠٢٢)

| عناصر التغير | | تطور المساحة / كم٢ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ١٩٨٤ | % | ٢٠٠٠ | % | ٢٠٢٢ | % |
| الإستخدام البشرى | النشاط الزراعى | ١٣.٥٣ | ٢٢.٤٨ | ١٥.٢٦ | ٧.١٣ | ٤٦٢.٦٠ | ٤٦.٩٥ |
| | العمران | ٢٧.٢٣ | ٤٥.٢٣ | ٤٠.٧٥ | ١٩.٠٤ | ٦٠.٨٦ | ٦.١٨ |
| | المزارع السمكية | ٤.٣٤ | ٧.٢١ | ١١٨.٩٠ | ٥٥.٥٥ | ٢٥٠.٦٠ | ٢٥.٤٤ |
| | الطرق | ١٥.١٠ | ٢٥.٠٨ | ٣٩.١٤ | ١٨.٢٩ | ٢١١.١٩ | ٢١.٤٤ |
| جملة الإستخدام البشري | | ٦٢.٢٠ | ١٠٠ | ٢١٥.٠٥ | ١٠٠ | ٩٨٥.٢٥ | ١٠٠ |
| % من جملة منطقة الدراسة | | ١.٨٢ | | ٦.٤٩ | | ٢٩.٨٦ | |

**المصدر من عمل الباحثان إعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat ™ & Landsat 8**

التغير فى الإستخدام الزراعى

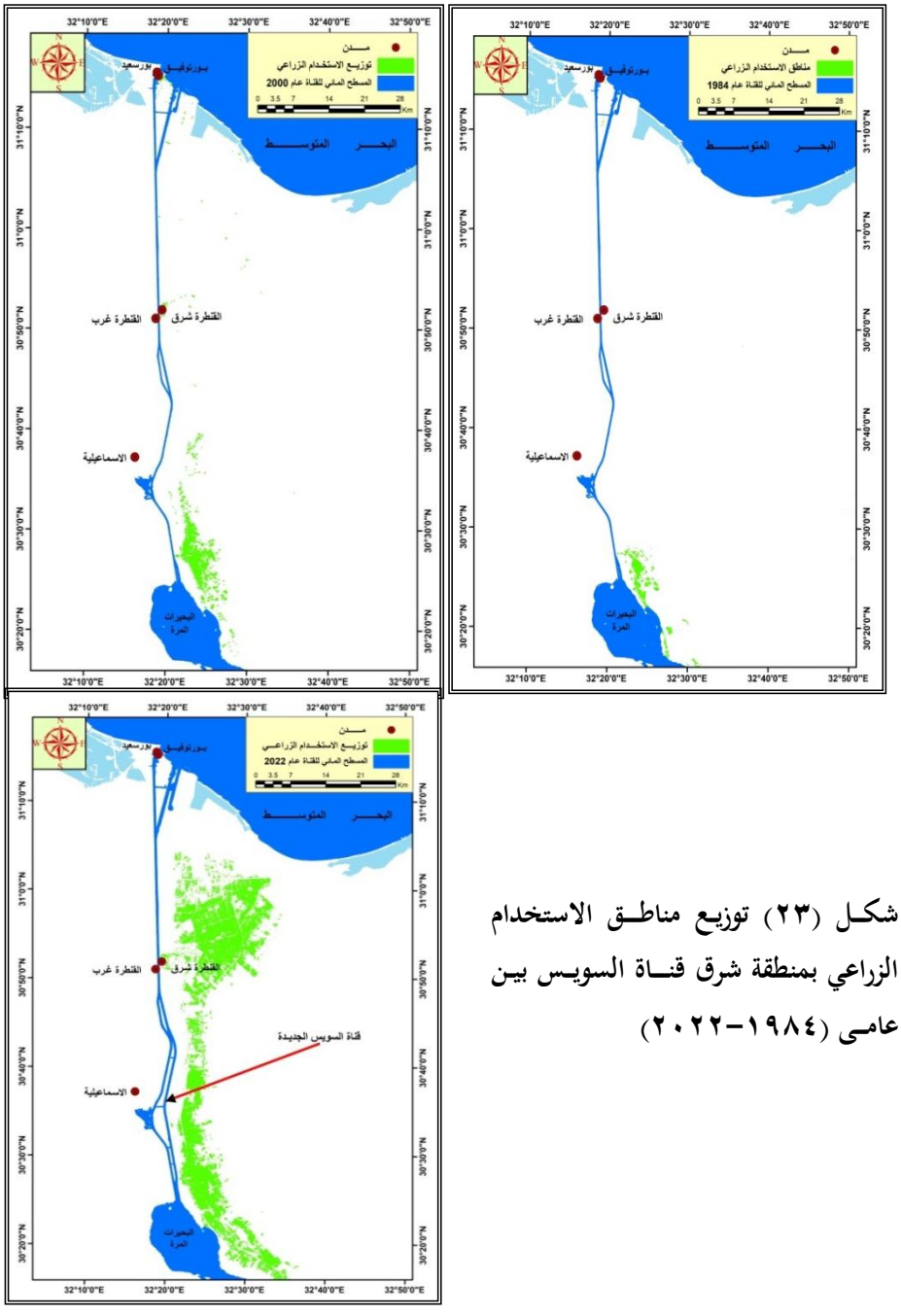
إرتبط النشاط الزراعي في منطقة شرق قناة السويس إلي فترة كبيرة بالإستزراع السمكي، حيث كانت العلاقه بينهما عكسيه، وخاصة في مناطق الإستزراع السمكي شرق التفريعه ومنطقة سهل الطينة ، فمع كل زيادة في مساحات الإستزراع السمكي، كانت تتناقص المساحات الزراعية والعكس صحيح، وربما يرجع السبب في ذلك إلي مدي توفر كميات المياه الكبيره التي تتطلبها عمليات الإستزراع السمكي، ففي حالة توافرها تزدهر وتنشط أعمال الإستزراع السمكي والعكس صحيح، ويبقي النشاط الزراعي في ازدياد علي حساب الإستزراعي السمكي وهكذا، ومن الملاحظ من دراسة جدول (٧) ان الفتره من عام ١٩٨٤ وحتي العام ٢٠٠٠، بلغت الزيادة في مساحة النشاط الزراعي (١.٧٣كم$^{٢}$)، فقط للإستخدام الزراعى فى منطقة شرق قناة السويس الجديدة

وتجدر الإشارة الى أن التغير فى المساحة المستخدمة زراعياً قد تم بمعدل وصل الى (١٠٨.١٣م$^{٢}$) سنوياً، خلال الفترة الممتدة بين عامى (١٩٨٤ –٢٠٠٠) اى على مدى (١٦سنة) ، ويوضح الجدول (٧) مساحات الإستخدامات البشرية والمعدلات السنوية لتغيرها خلال فترات الدراسة، ومن خلال الجدول يتضح ما يلي :

– خلال الفترة بين عامى (١٩٨٤ — ٢٠٠٠) بلغ الفارق فى مساحات الإستخدام الزراعى (١.٧٣كم$^{٢}$) فقط، ما يعنى ان معدل التغير السنوى خلال هذه الفترة كان بطيئاً نسبياً بحيث لم يتجاوز( ١٠٨.١٣ م$^{٢}$ / سنة) خلال (١٦ عاماً) .

– بلغ الفارق فى مساحة الإستخدام الزراعى تقريبا بمنطقة شرق قناة السويس خلال الفترة بين عامى( ٢٠٠٠ — ٢٠٢٢)، ليصل الى ٤٤٧.٣٤كم$^{٢}$ ، بمعدل تغير سنوى بلغ ( ٣٧.٢٨ كم$^{٢}$/ سنة) خلال هذه المدة والتي بلغت ٢٢ عام.

– يلاحظ من تطور توزيع المساحات المستخدمة زراعياً ، تركز هذا الإستخدام بشكل رئيسي فى منطقة سهل الطينة نظراً لتحول مساحات كبيره من مشروعات الإستزراع السمكي إلي النشاط الزراعي، كما يتركز النشاط الزراعي بمنطقة شرق بحيرة التمساح ويبدأ علي شكل قوس إلي الشمال ليقترب من مركز القنطرة شرق شكل (٢٣).




**شكل (٢٣) توزيع مناطق الاستخدام الزراعي بمنطقة شرق قناة السويس بين عامى (١٩٨٤-٢٠٢٢)**

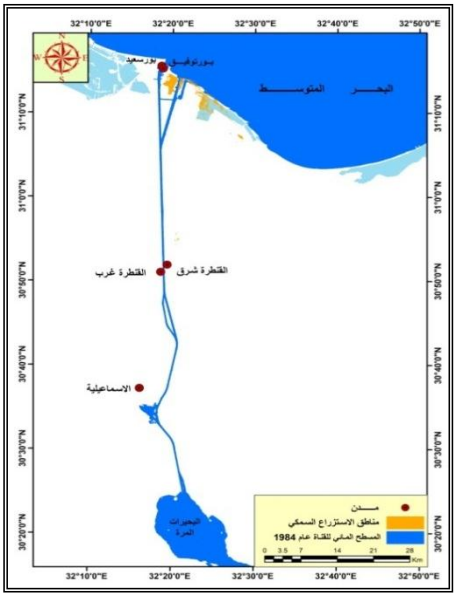
المزارع السمكية

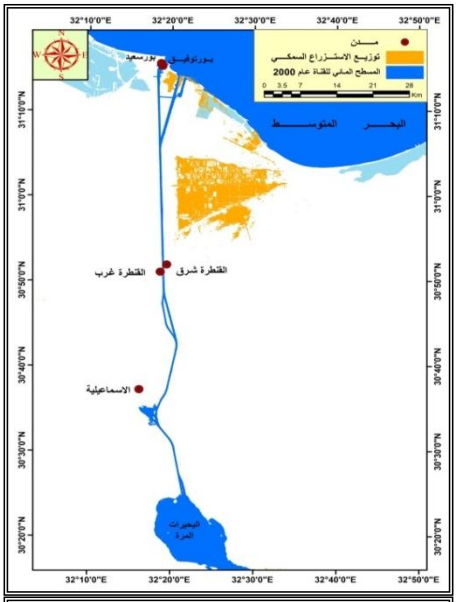
كما سبق ذكره فان نشاط الإستزراع السمكي ظل لفتره طويله مرتبط بعملية الإستخدام الزراعي بمنطقة شرق قناة السويس، كنتيجة عكسية للنشاط الزراعي، ومع اهتمام الدولة بمنطقة شرق قناة السويس وتوفير وتجهيز الامكانات اللازمة، من تعبيد وشق وتوسعة الطرق زاد الإهتمام بعمليات الإستزراع السمكي، كأحد أهم المشروعات المرتبطة بجيومورفولوجية التربة بمنطقة شرق قناة السويس، حيث التربة السبخيه الصالحة لمثل هذا النوع من المشروعات، ولقد تراوحت مساحة نشاط الإستزراع السمكي بين (٤.٣٤كم$^{٢}$) عام ١٩٨٤، بنسبة بلغت (٧.٢١%) من إجمالي مساحات الإستخدامات البشرية بالمنطقة فى هذا العام، وبين اقصي مساحة بلغتها المزارع السمكية عام ٢٠٢٢ بمساحة بلغت(٢٥٠.٦٠ كم$^{٢}$) بنسبة (٢٥.٤٤%) من جملة مساحة الإستخدامات البشرية، بمنطقة شرق قناة السويس جدول(٧).

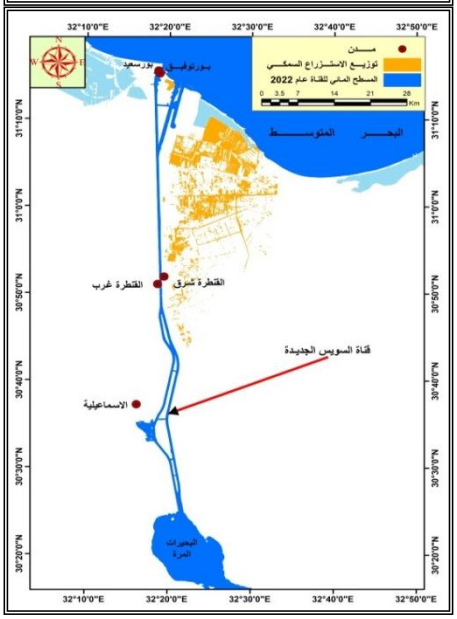
ونظراً للتطور المتسارع في تكنولوجيا عمليات الإستزراع السمكي من العمليات الآليه في تعبئة وتفريغ الأحواض السمكية من المياه، وتوفر زريعات جيده، وإهتمام الدوله بالتوسع في مثل هذه النوعية من المشروعات، مما ادي إلي التطور والزياده المستمره في المساحه الخاصة بالمزارع السمكية، سواء المملوكه للدوله أو القطاع الخاص، واختلفت تبعاً لذلك معدلات التغير السنوي فى مساحات هذا النشاط المؤثر على جيومورفولوجية منطقة شرق منطقة قناة السويس، على النحو التالى :

- بلغ الفارق فى المساحة الإجمالية للمزارع السمكية بمنطقة الدراسة بين عامى (١٩٨٤ – ٢٠٠٠)، حوالى (١١٤.٥٦كم$^{٢}$) كزيادة للمزارع عام ٢٠٠٠ عن مثيلتها عام ١٩٨٤، فى حين بلغ هذا الفارق أكثر من (١٣٠كم$^{٢}$) خلال الفترة بين عامى ٢٠٠٠ -٢٠٢٢ شكل (٢٤).
- بلغ معدل التغير فى مساحة المزارع السمكية على امتداد الفترة بين عامى (١٩٨٤ – ٢٠٢٢)، أى على مدار اثنين وثمانون عاماً بلغ ( ٦.٤٨كم$^{٢}$) سنوياً كمعدل عام شكل(٢٤) و جدول (٧)
- يختلف معدل التغير بين فترة وأخرى من فترات الدراسة، حيث بلغ هذا المعدل خلال الفترة بين (١٩٨٤ – ٢٠٠٠) أقل معدلات التغير فى مساحة تلك المزارع، حيث بلغ ( ٥٩٦.٦٧م$^{٢}$) سنوياً خلال ستة عشر عاماً ، أما معدلات التغير فى مساحة المزارع السمكية فى منطقة شرق

القناة خلال الفترة الممتدة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢)، بلغ قرابة ستة كيلو متر سنوياً ( ٥٩٨٦.٣٦ م$^{٢}$)




**شكل (٢٤) توزيع مناطق الاستزراع السمكي بمنطقة شرق قناة السويس بين عامى (٢٠٢٢–١٩٨٤)**

الطرق

تعتبر الطرق من أهم الأنشطة الأكثر تأثيراً فى إحداث التغير الجيوموروفولوجى لمنطقة شرق قناة السويس، علي وجه الخصوص وبأي منطقة علي وجه العموم حيث بلغت مساحة الطرق بمنطقة الدراسة (١٥.١٠كم$^{٢}$) عام ١٩٨٤، وزادت مساحتها الى أقصى تقدير لها عام ٢٠٢٢ حيث بلغت (٢١١.١٩كم$^{٢}$).

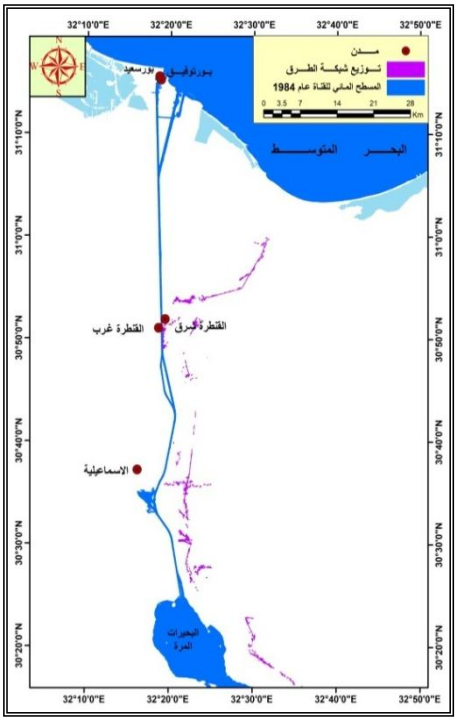
وتبرز الأهمية النسبية للطرق كاحد أنماط إستخدام الأرض فى منطقة شرق قناة السويس، حيث مثلت مساحة هذا الإستخدام ما يتراوح بين ( ٢٥.٠٨%) من جملة الإستخدامات البشرية بمنطقة الدراسة عام ١٩٨٤، بينما بلغت ٢١.٤٤% من جملة الإستخدامات البشرية عام ٢٠٢٢ جدول (٧) وشكل (٢٥).

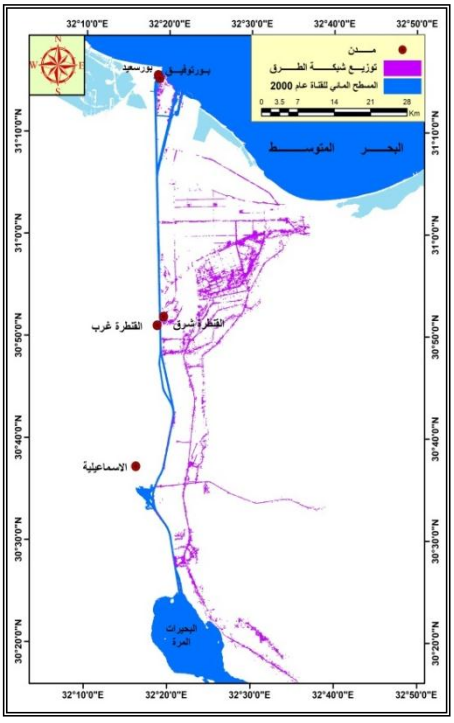
ويمكن عرض معدل التغير فى المساحات التى تشغلها شبكة الطرق فى منطقة شرق قناة السويس خلال الفترة ما بين ١٩٨٤ – ٢٠٢٢ على النحو التالى:

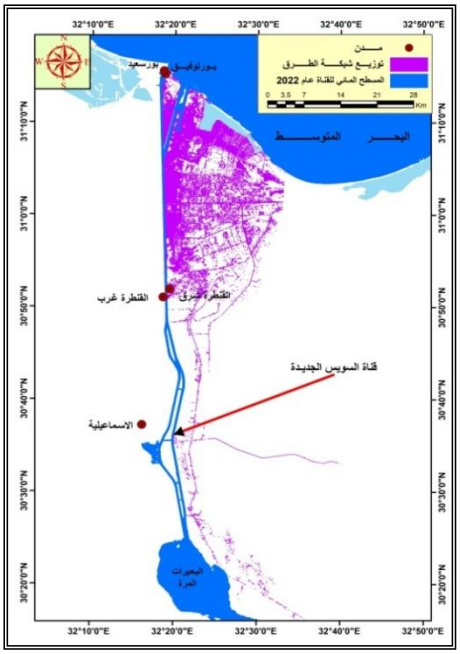
- بلغ المعدل العام للتغير فى مساحة شبكة النقل بمنطقة شرق قناة السويس على مدى ثمانية وثلاثون عاماً (٤.١٣م$^{٢}$)، خلال الفترة من (١٩٨٤ - ٢٠٢٢).

- بلغ الفارق فى المساحة التى تغطيها الطرق بين عامى (١٩٨٤ – ٢٠٠٠) حوال ٢٥كم$^{٢}$، ما يعنى ان هذه المساحة تتغير سنوياً بمعدل بلغ ١.٥٦كم$^{٢}$/سنة فى حين وصل هذا الفارق بين عامى (٢٠٠٠- ٢٠٢٢) خلال اثنين وعشرون عاماً حوالى (١٣٢.٩١كم$^{٢}$)، بمعدل زيادة سنوية تقدر بنحو (٦.٠٤ كم$^{٢}$/سنة).

- تتوزع شبكة الطرق فى منطقة شرق قناة السويس بشكل أساسي مرتبطة بمناطق الإستخدام الزراعى، فى جنوب منطقة الدراسة وإلي الشرق من بحيرة التمساح، بالإضافة الى الجزء الأوسط من منطقة الدراسة، داخل النطاق العمرانى لمركز القنطرة شرق وتوابعها الرئيسية، وكذلك فى الجزء الشمالي والشرقي خدمة للمزارع السمكية ووسيلة الإتصال بينها.




**شكـل (٢٥) توزيـع مناطـق شبكـة الطـرق بمنطقـة شرق قنـاة السويـس بيـن عامـى**

العمران

تشهد منطقة الدراسة شرق قناة السويس الجديدة نهضة تنموية علي جميع المناحي، وإن كان من أهمها النشاط العمراني علي طول محور قناة السويس سواء من ناحية إنشاء الموانى أو المدن الجديدة، مثل مدينة الإسماعيلية الجديدة ومنطقة وادي التكنولوجيا، الأمر الذي انعكس على التوزيع الجغرافي للكتل العمرانية ومراكزها الرئيسية بمنطقة الدراسة، ولقد بلغت مساحة النشاط العمراني خلال الفتره من (١٩٨٤- ٢٠٠٠ - ٢٠٢٢)، حوالي (٢٧كم$^{٢}$، ٤٠.٧٥كم$^{٢}$، ٦٠.٨٦كم$^{٢}$)،علي التوالي بنسبة بلغت (٤٥.٢٣%، ١٩.٠٤%، ٦.١٨%)، من إجمالي النشاطات البشرية بمنطقة شرق قناة السويس خلال نفس الفترة جدول (٧) وشكل (٢٦).

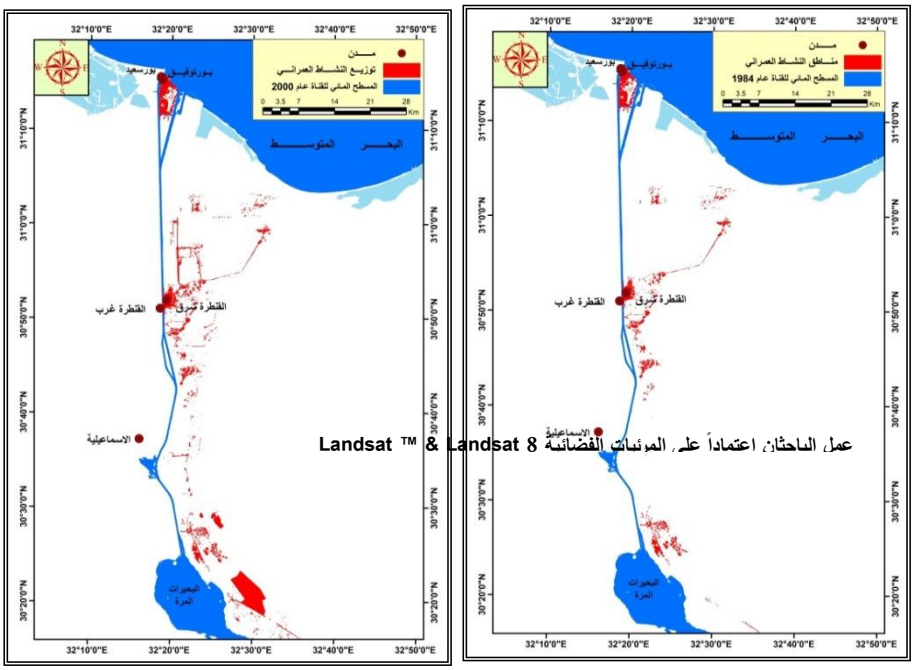
وتجدر الإشارة الى أن التغير فى مساحات الكتل العمرانية بالمنطقة يتم بمعدل أبطأ بكثير من باقى الإستخدامات البشرية، حيث إنه ومن خلال دراسة وتحليل جدول(٧) يتضح الآتي:

- بلغ معدل التغير فى الكتلة العمرانية فى المنطقة خلال الفترة من ١٩٨٤ – ٢٠٠٠ وعلى مدار (١٦) عاماً أقل من كيلو متر$^{٢}$ واحد (٨٤٥م٢) سنوياً .
- بلغ معدل التغير السنوى فى الكتلة العمرانية بالمنطقة خلال الفترة بين عامى (٢٠٠٠ – ٢٠٢٢) حوالى (٩١٤م$^{٢}$/ سنة).

جدول (٧) قيم التغير ومعدلاته السنوية فى مساحات الاستخدامات البشرية بمنطقة شرق قناة السويس

| الإستخدام | بين عامى ١٩٨٤ – ٢٠٠٠ | | | | بين عامى ٢٠٠٠ – ٢٠٢٢ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ١٩٨٤ كم٢ | ٢٠٠٠ كم٢ | الفارق كم٢ | معدل التغير م٢/سنة | ٢٠٠٠ كم٢ | ٢٠٢٢ كم٢ | الفارق كم٢ | المعدل م٢/سنة |
| إستخدام زراعى | ١٣.٥ | ١٥.٢٦ | ١.٧٣ | ١٠٨.١ | ١٥.٢٦ | ٤٦٢.٦ | ٤٤٧.٣ | ٢٠٣٣٣.٦٤ |
| عمران | ٢٧.٢ | ٤٠.٧٥ | ١٣.٥٢ | ٨٤٥.٠ | ٤٠.٧٥ | ٦٠.٨٦ | ٢٠.١١ | ٩١٤.١٠ |
| مزارع سمكية | ٤.٣ | ١١٨.٩ | ١١٤.٥٦ | ٥٩٦.٦ | ١١٨.٩ | ٢٥٠.٦ | ١٣١.٧ | ٥٩٨٦.٣٦ |
| الطرق | ١٥.١ | ٣٩.١٤ | ٢٤.٠٤ | ١٢٥.٢ | ٣٩.١٤ | ٢١١.٢ | ١٧٢.١ | ٧٨٢٠.٤٦ |
| مجموع | ٦٠.٢ | ٢١٤.١ | ١٥٣.٨٥ | ٨٠١.٣ | ٢١٤.١ | ٩٨٥.٣ | ٧٧١.٢ | ٣٥٠٥٤.٥٥ |

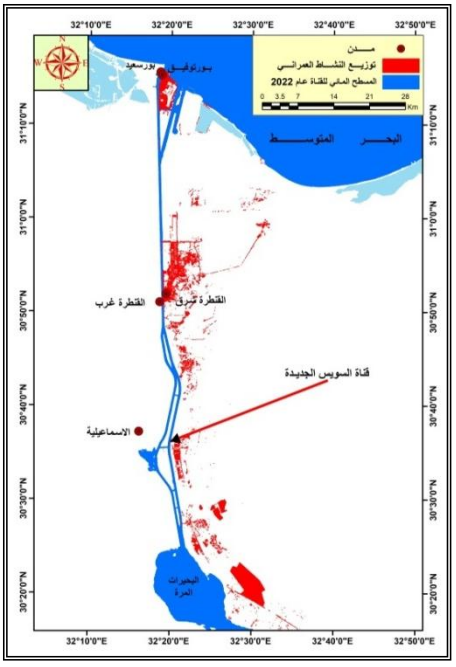
المصدر من عمل الباحثان اعتمادًا على المرئيات الفضائية Landsat 8 & Landsat ™







عمل الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat ™ & Landsat 8




شكل (٢٦) توزيع مناطق النشاط العمراني بمنطقة شرق قناة السويس بين عامى (١٩٨٤-٢٠٢٢)

رابعاً : النتائج والتوصيات

النتائج :

توصلت دراسة تقييم ورصد التغيرات الجيومورفولوجية لمنطقة شرق قناة السويس الي النتائج التالية:

١. تم تناول أربعة أنشطة بشرية كان لإنشاء وحفر مشروع قناة السويس الجديدة دورة الكبير في التأثير عليها، مما أثر علي جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس، تتمثل هذه الأنشطة الأربعة فى كل من: الإستخدام الزراعى ، الإستزراع السمكى ، النشاط العمران ، وشبكة الطرق.

٢. ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعى متمثلاً فى تقنية الدعم الآلي الإتجاهى للبيانات (Support Vector Machine (SVM)، فى إجراء عملية تصنيف للغطاء الأرضي منطقة شرق قناة السويس الجديدة ،وحساب مساحة كل إستخدام على حدة فى كل فترة من فترات الدراسة.

٣. اظهرت تقنية (SVM) دقة عالية جداً وسرعة فى عملية التصنيف فى حالة الاستعانة بالمرئيات الفاضائية، التى تمتاز بدقة تمييزية عالية Spatial Resolution كمرئيات Sential دقة ١٠ متراً.

٤. أكدت عملية التصنيف الآلي للمرئيات المعتمد على تقنية الذكاء الاصطناعى المكانى( Geo AI)، ديناميكية العلاقة المكانية والإحصائية بين الإستخدامات البشرية من ناحية، والتغير الجيومورفولوجى من ناحية اخرى، حيث توصلت الدراسة الى أن التقدم المساحى شبه المنتظم للأنشطة البشرية بطول الساحل الشرقي لقناة السويس، قابلة إنحسار مساحى لمساحات السبخات والمناطق الرملية الصحراوية.

٥. يشير معدل التغير السنوى فى المناطق الفضاء والإستخدامات البشرية الى العلاقة العسكية بينهما، حيث تقل المساحات الفضاء بصورة دائمة مع الزيادة الإيجابية المستمرة لأى إستخدام بشري فى المنطقة.

٦. يأتي النشاط الزراعى فى مقدمة الأنشطة البشرية المؤثرة علي جيومورفولوجية منطقة شرق قناة السويس، بنسبة بلغت بين (٤٦.٩٥%)، يليه نشاط الإستزراع السمكى الذي استحوز على نسبة بلغت (٢٥.٤٤%)، ثم عملية إنشاء شبكة الطرق التي حققت نسبة بلغت (٢١.٤٤%)،

وأخيراً الإستخدام العمرانى الذي بلغت نسبة استحواذة (٦.١٨%)، من جملة مساحة منطقة شرق قناة السويس الجديدة.

التوصيات

فى ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج، فإنها توصي بالآتى:

١- التأكيد علي ضرورة الإعتماد علي التقنيات الحديثة في نظم المعلومات الجغرافية، والتي من أهمها تقنيات الرصد والمتابعة الحديثة المعتمدة على الخوارزميات الداعمة للذكاء الاصطناعى الجغرافي، فى الدراسات الجغرافية التى تتطلب الحصر والتقييم والتصنيف للموارد الطبيعية فى الأقاليم والوحدات الجيومورفولوجية المميزة .

٢- التوسع في دراسة ومتابعة المشروعات القومية التي قامت الدولة بإنشائها خلال السنوات الأخيره من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي، لما يعطي من نتائج دقيقة في حدوث التغيرات الدورية، نتيجة التطور المستمر فيها وعمل قواعد بيانات توضح مدي التطور الحاصل في تلك المشروعات.

٣- العمل علي بذل الجهود المخلصة لتبني خطوات جادة نحو إنشاء وتدريس برامج للدراسات الخاصة بالذكاء الإصطناعى الجغرافي فى أقسام الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية فى مصر، تعتبر ركيزة علمية يعتمد عليها فى التخطيط الإقليمي وبناء سيناريوهات وتوقعات لمختلف الأخطار.

خامساً : المصادر والمراجع

أ. المصادر :

١- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS,2022) المرئية الفضائية Landsat 5 ™، دقة مكانية ٣٠ متراً.

٢- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS, 2022): المرئية الفضائية Landsat 8 OLI، دقة مكانية ٣٠ متراً.

٣- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS ,2022): المرئية الفضائية Sential_S2B، دقة مكانية ١٠ متراً.

٤-هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS, 2022): نموذج الإرتفاع الرقمى للمنطقة من نوع ( ASTER) دقة مكانية ٣٠ متراً.

٥- هيئة المساحة المصرية (٢٠٠٨): الخريطة الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠، لوحات: البحيرات المرة، والسويس ، الإسماعيلية ، القنطرة ، بورسعيد، رمانة.

٦- الهيئة المصرية العامة للبترول (١٩٨٦): الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠، لوحة القاهرة .

ب. المراجع :

المراجع العربية :

١- فتحى عبدالعزيز أبو راضي(١٩٩٠):ديناميات التعرية الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل، مجلة كلية الآداب جامعة طنطا ، العددالسادس.

٢- نجلاء أحمد حسين (١٩٩٩): الإنسان والتغير البيئى فى بحيرتى إدكو ومريوط دراسة فى الجغرافية البيئية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة.

٣- بان علي حسين المشهداني(٢٠١٦): تنمية وتطوير قناة السويس والمشاريع المنافسة لها، كلية الإدارة والإقتصاد، جامعة البصرة، العدد ٩١

٤- أشرف علي عجرمة، نرمين خليل(٢٠٢٢): أساليب الذكاء الإصطناعي الجغرافي في نظم المعلومات الجغر افية والأستشعار عن بعد بين النظرية والتطبيق،المجلة العربية الدولية لتكنولوجيا المعلومات والبيانات، المجلد الثاني،العدد الثاني،ابريل

٥- عبد الرازق بسيوني الكومي(٢٠٢٢): إستخدام الذكاء الإصطناعى فى رصد وتقييم دور الإنسان كعامل جيومورفولوجى على سواحل بحيرة إدكو دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الاداب والعلوم الانسانية، جامعة قناة السويس.

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 Mor 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.