



**دراسة الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك باستخدام
مؤشر (NDSI) بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي
لاندسات ٨ لعام ٢٠٢١م**

**Study of the snow cover in the northwest of Tabuk region
using the NDSI indicator based on Landsat 8 satellite visuals
for the year 2021**

إعداد

**حميدة بنت فاضل المسعود
Hamida Fadel Al-Masoud**

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود

Doi: 10.21608/ajahs.2023.278594

٢٠٢٢ / ١١ / ٨ استلام البحث

٢٠٢٢ / ١١ / ١٧ قبول البحث

المسعود ، حميدة بنت فاضل (٢٠٢٣). دراسة الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك باستخدام مؤشر (NDSI) بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨ لعام ٢٠٢١م. *المجلة العربية للآداب والدراسات الإنسانية*، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٧(٢٥) يناير، ١٢٣ – ١٣٦.

<http://ajahs.journals.ekb.eg>

دراسة الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك باستخدام مؤشر (NDSI)
بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨ لعام ٢٠٢١م

المستخلص:

تتناول هذه الدراسة الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك الادارية واعتمدت الدراسة على بيانات من صور القمر الصناعي (Landsat8)، من خلال مؤشر (Normalize deference Snow index) ، (NDSI)، وذلك من خلال الاستشعار عن بعد. وهدفت الدراسة إلى الكشف عن نوع الطبقة الثلجية من حيث السمك (العمق) (depth) من خلال مؤشر الغطاء الثلجي (NDSI) والكشف عن مقدار مساحة الثلج، وتوزيع الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك بتاريخ (٢٠٢١/١/٣١)، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي. ونتج عن الدراسة وجود نوعين من الطبقات الثلجية، طبقة كثيفة بعمق (٥٠،٥٠) في البكسيل في علقان وحالة عمار المحاذية للحدود الأردنية، وجبل اللوز، وغيرها من المواقع المتناثرة بنسبة (٦٪) من مساحة منطقة الدراسة و (١٢٪) من الطبقات الثلجية الرقيقة بعمق يقدر بـ (٣٠،٥٠) في البكسيل وعند الرجوع إلى درجات الحرارة من خلال موقع (AccuWeather) في منطقة تبوك في يوم (٣١) يناير من عام (٢٠٢١) تبين أن درجة الحرارة الكبرى بلغت (٢١) مئوية بينما بلغت الصغرى (٥٠٣) مئوية، وهذا ما يفسر وجود طبقة الثلج، حيث ساعدت درجات الحرارة المنخفضة على عدم ذوبان الثلج.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، الغطاء الثلجي، صورة فضائية، البيانات، الطبقات الثلجية.

Abstract:

This study deals with the snow cover in the northwest of Tabuk Administrative Region. The study relied on data from the Landsat8 satellite images, through the (Normalize deference Snow index), NDSI, through remote sensing. The study aimed to reveal the type of layer Snow in terms of thickness (depth) through the snow cover index (NDSI) and the detection of the amount of snow area, and the distribution of snow cover in the northwest of Tabuk region on (1/1/2021), and the study relied on the descriptive approach. The presence of two types of snow layers, a dense layer with a depth of (0,50) per pixel in Alqan and Haleet Ammar, adjacent to the Jordanian borders, Jabal Al-Lawz, and other scattered sites with a percentage of (6%) of the area of the study area and (12%) of the thin layers of snow in

depth It is estimated at (0.30) in pixels. When referring to the temperatures through the (AccuWeather) website in the Tabuk region on January 31 of the year (2021), it was found that the highest temperature reached (21°) Celsius, while the lowest reached (03°). Celsius, and this explains the presence of the snow layer, as the low temperatures helped prevent the snow from melting..

key words: remote sensing, snow cover, satellite images, data, snow layers.

المقدمة والخلفية العلمية:

أصبح الاستشعار عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية من الوسائل التي تؤدي إلى المزيد من التقدم في قياس الغطاء الثلجي الموسمي منذ ظهور الاستشعار عن بعد في منتصف الستينيات. ولقد أثبتت البيانات المأخوذة من الأجزاء المرئية من الأشعة تحت الحمراء القريبة والأشعة تحت الحمراء والميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسي أنها مفيدة لقياس الخصائص المختلفة للثلج. (DOROTHY K HALL, et al, 2004) فمن خلال الاستشعار عن بعد يمكن الحصول على البيانات اللازمة لدراسة الظواهر المختلفة، خاصة تلك المتعلقة بالظواهر الطبيعية ويؤكد على ذلك A. Gafurov and A. B´ardossy (2009) حيث يذكر أن الاستشعار عن بعد يعد بديلاً قوياً للحصول على البيانات البيئية في جميع أنحاء العالم. في الوقت الحاضر، توفر العديد من الأدوات المختلفة الموجودة على الأقمار الصناعية معلومات مستمرة حول الحالة الفعلية للأرض، وتوفر العديد من المنتجات العالمية الحديثة المستشعرة عن بعد معلومات بدقة زمنية ومكانية وطيفية غير مسبوقه وذلك بحسب ما أكد (Allan Frei a, et. al 2011). ومن هذه البيانات بيانات الغطاء الثلجي، ولعل ما يميز هذه الظاهرة هو وجودها في المملكة العربية السعودية ذات المناخ القاري، إذ يعرف هذا المناخ بأنه حار صيفاً بارداً شتاءً، معتدل على المرتفعات الغربية والجنوبية الغربية، أما المناطق الوسطى فصيفها حار وشتائها بارد جاف، أما السواحل فترتفع درجة رطوبتها، وبالنسبة لمنطقة تبوك فتمتاز بمناخها الصحراوي الجاف، ومع ذلك يغطي جزء من مساحتها الثلوج في أوقات محددة، تتمثل في شهر يناير من بعض الأعوام. (أمانة منطقة تبوك، ٢٠١٨) ويعرف الثلج بأنه عبارة عن أمطار متجمدة، تتشكل عندما يتجمد بخار الماء، ويتكون الثلج عندما تصل درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي، ويعتبر الثلج أكثر المواد من ناحية الانعكاس، ويلعب دوراً مهماً في تنظيم المناخ: فهو يعكس أشعة الشمس، ويساهم في تبريد الكوكب ويدعم الحياة؛ إذ يوفر ذوبان المياه للشرب وري المحاصيل في أجزاء كثيرة من العالم، ويرطب التربة ويقلل مخاطر الحرائق. (الغطاء الثلجي، 2018 م) ويذكر (Kongoli, Romanov and Ferraro, 2012) أن الغطاء الثلجي يعتبر خاصية

مهمة لسطح الأرض لأنه يؤثر على تقسيم الإشعاع السطحي وميزانيات الطاقة والهيدرولوجيا.

ويعد الثلج أيضاً مصدراً مهماً للرطوبة للمحاصيل الزراعية وإمدادات المياه في كثير من المناطق الجبلية. فعلى سبيل المثال، يوفر ذوبان الثلج تقريباً (٥٠٪) من الجريان السطحي السنوي في غرب الولايات المتحدة. ويعد مكوناً مهماً في الدورة الهيدرولوجية، وذلك بحسب (Scherer. Et al, 2021) ويعد الغطاء الثلجي جزءاً من الغلاف (الثلجي) الجليدي، والذي يرجع أصله إلى الكلمة اليونانية (kryos) وتعني الصقيع. ويحدث الثلج بشكل طبيعي، إذا كانت درجة الحرارة أقل من ٠ درجة مئوية (٣٢ درجة فهرنهايت). فهو متجانس (من مادة واحدة)، ويتكون بشكل غير عضوي، وله بنية ذرية منظمة. وتركيبه كيميائية محددة (H2O)، حيث ترتبط ذرات الهيدروجين والأكسجين بطريقة معينة. وهو هطول على شكل بلورات من الجليد. ينشأ في السحب عندما تكون درجات الحرارة أقل من نقطة التجمد (٠ درجة مئوية، أو ٣٢ درجة فهرنهايت)، عندما يتكثف بخار الماء في الغلاف الجوي مباشرة دون المرور بمرحلة السائل.

وبمجرد تكوين بلورة جليدية، تمتص وتجمد بخار الماء الإضافي من الهواء المحيط، وتتحوّل إلى بلورة ثلجية أو حبيبة ثلجية تسقط بعد ذلك على الأرض. وهناك عدة أشكال لتساقط الثلج: النوع الأول هو رقاقات الثلج: وهي مجموعات من بلورات الجليد التي تسقط من سحابة، والنوع الثاني حبيبات الثلج وهي جزئيات ثلجية غير شفافة في الغلاف الجوي، تتشكل عندما تسقط بلورات الجليد من خلال قطرات السحب فائقة البرودة، والتي تكون أقل من درجة التجمد ولكنها تظل سائلة، ويميل هذا النوع إلى أن يكون طرياً ومتقنناً. والنوع الثالث الصقيع يتكون الصقيع من قطرات المطر أو الرذاذ الذي يتجمد أثناء سقوطه، عادة ما يكون قطر كرات الثلج الصغيرة الشفافة هذه أصغر من ٠.٧٦ سم (٠.٣٠ بوصة)، النوع الرابع وهو البرد. يميل البرد إلى أن يكون أكبر من المطر المتجمد، وعادة ما يتشكل أثناء العواصف الرعدية، والتي تحدث غالباً في الربيع والصيف أكثر من الشتاء. تتشكل كرات البرد عندما يتحرك الهواء لأعلى، أو الهواء الصاعد، في عاصفة رعدية تمنع الجروبيل (graupel) من السقوط، وعندما تصبح الكرات الجليد ثقيلة جداً فإنها تسقط كحجارة بَرَد. (10 January 2020).

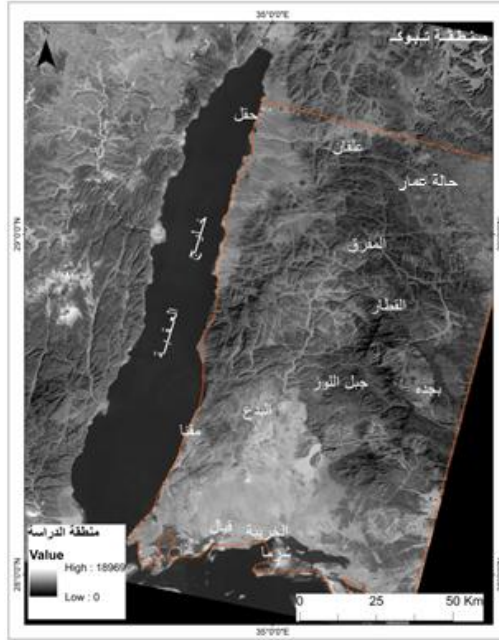
دواعي الدراسة وأهميتها:

تقع منطقة تبوك شمال المملكة والتي بدورها تقع على مدار السرطان وتتميز المملكة بتنوع المناخ، خاصة وأنها تضم مساحة شاسعة تصل إلى أكثر من ٢ مليون كم^٢ وهو ما جعلها ذات مناخ متنوع يختلف من شمالها إلى جنوبها ومن شرقها إلى غربها. وتتمثل أهمية الموضوع في كونه يتطرق للغطاء الثلجي الذي يكسو منطقة تبوك في فترات معينة من العام، حيث تكتسي المنطقة بالغطاء الثلجي، ويعود تاريخ الثلج في منطقة تبوك إلى عام ١٩٤٣م وذلك في خبر نشرته صحيفة أم القرى يفيد

بأن الثلوج تراكمت في علقان وأبي الحنشان بارتفاع ما يقارب المتر، وذلك بحسب وثيقة نشرتها. ونظراً لأهمية دراسة الغطاء الثلجي فقد تناولت هذه الدراسة هذا النوع من المواضيع، وذلك في محاولة لاكتشاف عمق الثلج وتوزيعه ومساحته. وقد تم التركيز على تاريخ (2021/01/31) كونه يعتبر محصلة لشهر يناير بأكمله، حيث بدأ الثلج بالتساقط في بداية شهر يناير، ونظراً لعدم وجود محطات رصد توفر بيانات عن الغطاء الثلجي للمنطقة فقد تم الاستعانة بموقع التواصل الاجتماعي تويتر في الحصول على بيانات توثق لحظات هطول الثلج وهذه البيانات تتمثل بالصور التي يتشاركها المستخدمون فيما بينهم لنقل حدث الثلج بالإضافة إلى البيانات المشتقة من صور القمر الصناعي لاندسات^٨.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة تبوك في الجزء الشمالي الغربي من المملكة العربية السعودية، ما بين جبلي حسمى في الغرب وشرورى في الشرق، على تقاطع خط طول (٣٥،٢٦ شرقاً و٢٨،٣٢ شمالاً)، وهي من المناطق ذات المناخ الصحراوي الجاف، وتبلغ مساحتها ما يقارب (١٧٠٠٠ كم^٢) وتضم ما لا يقل عن (٥٧١٧١٧) نسمة وتضم عدداً من المحافظات وهي محافظة تيماء، ومحافظة أملج، ومحافظة الوجه، ومحافظة ضبا، ومحافظة حقل، ومحافظة البدع. وتعتبر جزء حيوي واقتصادي هام، إذ تلعب هذه المنطقة بالإضافة إلى مناطق المملكة العربية السعودية الأخرى دوراً بارزاً في عملية التطور الذي تشهده المملكة، فهي تضم مشروعاً يعد من المشاريع العملاقة على مستوى المملكة ومستوى دول المنطقة، والمعروف باسم (نيوم)، وتقع هذه المنطقة على ساحل البحر الأحمر، وتحتوي على العديد من المواقع التاريخية والأثرية الهامة مثل عين سكر ومسجد التوبة وقلعة تبوك، وتضم تبوك أيضاً المواقع الجغرافية الطبيعية التي تميزها عن غيرها من المواقع كجبل اللوز وغيره. وقد تم اختيار الجزء المحاذي للحدود الأردنية وخليج العقبة في شمال غرب منطقة تبوك، والذي تقدر مساحته ب (11437.77 كم^٢) ويضم كل من (حقل، علقان، المفرق والقطار وبجدة، وجبل اللوز، والبدع ومقتا، والقيال والخريبة وشرما ويوضح الشكل التالي شكل رقم(١) منطقة تبوك من خلال مرئية فضائية من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية.



شكل رقم (١)

أهداف الدراسة:

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

١. الكشف عن نوع الطبقة الثلجية من حيث السمك (العمق) (depth) من خلال مؤشر الغطاء الثلجي (NDSI).
٢. الكشف عن مقدار المساحة المغطاة بالثلج.
٣. الكشف عن توزيع الغطاء الثلجي في منطقة تبوك بتاريخ (٢٠٢١/١/٣١).

الدراسات السابقة:

يوجد العديد من الدراسات التي تناولت الغطاء الثلجي بمختلف المناطق ومن خلال الاعتماد على صور الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد والمؤشرات الخاصة بدراسة الغطاء الثلجي، ومن هذه الدراسات دراسة قام بها كل من (KANG and CHANG, 2000) بعنوان " نمذجة تراكم الثلوج بنظام المعلومات الجغرافي"، وهدفت الدراسة إلى إنشاء سطح من نقاط البيانات الموزعة بشكل غير منتظم. ونتج عن الدراسة أن أساليب الاستيفاء المكاني التقليدية غير كافية لتقدير السطح، بينما كان أداء نماذج الانحدار المتعدد أفضل من طرق الاستيفاء في منطقتين من ثلاث مناطق في التحليل المقارن.

وقدم كل من (Meister, et al. 2005) دراسة بعنوان " رسم خرائط عمق الثلج في جبال الألب"، وكان الغرض من الدراسة هو وصف وتحليل ومراجعة خرائط عمق الثلج إلى جانب خرائط الغطاء الثلجي المولدة من صور الأقمار الصناعية. وطبقت الدراسة على منطقة سويسرا بأكملها. ومن أبرز نتائج الدراسة لاتزال بعض المناطق بها القليل من عمليات امتصاص الثلج ولذلك؛ تُستخدم خرائط الغطاء الثلجي التشغيلية من سواتل نوآ، ولوحظ زيادة في عمق الثلوج في مناطق الارتفاع العالية، في حين لوحظ انخفاض الثلوج في المناطق المنخفضة. وفي دراسة قام بها (A. Lyapustin et al, 2009) بعنوان استرجاع حجم حبيبات الثلج فوق جرينلاند من موديس (MODIS) بهدف انشاء خوارزمية آلية جديدة لاشتقاق حجم حبيبات الثلج بدقة ١ كم باستخدام قياسات مقياس الطيف التصويري ذي الدقة المتوسطة ونتج عن الدراسة أن الخوارزمية الجديدة (cloud mask algorithm) ذات قدرات عالية في اشتقاق حجم حبيبات الثلج من بيانات (MODIS) فوق جرينلاند. وأن الخوارزمية الجديدة تستخدم إطار عمل معالجة (MAIAC) لاكتشاف السحب واسترداد بخار الماء وإجراء التصحيح الجوي لمرئيات (MODIS) حيث يعد التمييز السحابي فوق الثلج الساطع والأسطح الجليدية مشكلة صعبة للغاية، ولكن الأداء القوي للخوارزمية هو مفتاح النجاح لاستعادة خصائص الثلج.

وتناول (Karl Rittger, et al, 2012) دراسة تقييم طرق رسم خرائط الغطاء الثلجي من موديس (MODIS) حيث تم في هذه الدراسة التطرق لمنتجات (MODIS) للثلج، وتم تطبيق الدراسة على جبال روكي كولورادو، وأعلى ريو غراندي، وسييرا نيفادا بكاليفورنيا، ونيبال هيمالايا. وتبين من الدراسة أن (MODSCAG) يعمل بشكل أكثر ثباتاً مع وجود اختلافات متوسط يتراوح من ٠.١٦ إلى ٠.٠٤ من (MOD10A1) بينما تتراوح الاختلافات في (MOD10A1) الكسري من ٠.٣٤ إلى ٠.٣٥. وتحافظ (MODSCAG) على أدائها في جميع فئات الغطاء الأرضي وعبر مجموعة أكبر من خصائص سطح الأرض. وأكدت الدراسة أن تمييز الغطاء الثلجي عن طريق المزج الطيفي أكثر دقة من الطرق التجريبية القائمة على مؤشر الفرق الطبيعي للثلج. ودرس (Saini. 2013) " رسم خرائط الغطاء الثلجي في سيبيريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وهدفت الدراسة إلى دراسة جدوى استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لاكتساب ومعالجة البيانات المكانية من المناطق التي لا تتوفر فيها البيانات الأرضية الفعلية بسهولة. ونتج عن الدراسة ما يلي أن نتائج الأقمار الصناعية موثوقة

وقابلة للتصديق، ويمكن تعديل المعلمات النموذجية بشكل موضوعي أو بشكل ذاتي من أجل الحصول على تطابق أفضل.

وقُدمت دراسة من قبل (Christopher. et al, 2013) تناولت استخدام منتجات لاندسات في إنتاج خرائط الغطاء الثلجي في المناطق الجبلية من أجل تطوير بيانات المناخ، وهدفت الدراسة إلى تطوير سجل البيانات المناخية في المناطق الجبلية، لإنشاء نموذج أولي للغطاء الجليدي من لاندسات CDR من صور (MSS و TM و ETM+)، للمناطق التي تعاني من ندرة المياه العذبة في غرب الولايات المتحدة لرصد التغيرات التي يحركها المناخ في مدى التكتل الجليدي في الجبال، واعتمدت الدراسة على بيانات ٣٩ سنة ولوحظ وجود بيانات مفقودة في فترات زمنية لسببين إما عدم وجود غطاء ثلجي أو بسبب وجود ظل السحب الذي يحجب رؤية الغطاء الثلجي. وقام كل من (ANATOLY GUBARKOV. 2015) بدراسة تحت بعنوان " نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة القائمة على البيانات الميدانية لمياه الثلج في بيئة التندرا " وهدفت الدراسة إلى رسم الخرائط التفصيلية للغطاء الثلجي واعتمدت المنهجية على التحليل الإحصائي لبيانات المسح الثلجي وعلى تحليل نظم المعلومات الجغرافية الطوبوغرافيا ونتاج عن الدراسة عدة نتائج من أبرزها ، يختلف عمق الثلج المُقاس حسب نوع التضاريس، و تتسبب التندرا بالتوزيع غير المتساوي للثلج وقامت (Valentina Nikolova. 2016) بدراسة تناولت التحليل المكاني لنظام المعلومات الجغرافية: دراسة لجبل رودوبس، غرب بلغاريا، وهدفت الدراسة إلى إظهار مزايا تكنولوجيا المعلومات في التحقيق في الغطاء الثلجي واعتمدت الدراسة على طريقة تحليل الانحدار والاستيفاء وخرائط الجبر، ومن أهم نتائج الدراسة أن استخدام معادلة الانحدار هو نهج أكثر منطقية، خاصة في المناطق الجبلية المعقدة، وتسمح تقنية نظم المعلومات الجغرافية بمعالجة كمية كبيرة من البيانات المكانية والأدوات المختلفة لعرض بيانات النقاط في المعلومات المكانية المستمرة

وقام (Małgorzata, et al. 2017) بدراسة بعنوان " تغييرات الغطاء الثلجي في بولندا"، وهدفت الدراسة إلى الكشف عن تغير الغطاء الثلجي في بولندا . وأبرز ما توصلت إليه الدراسة انخفاض عمق الغطاء الثلجي في الشرق وكان أكثر انخفاضاً في الغرب. أما هذه الدراسة فتركز على دراسة عمق الغطاء الثلجي بالاعتماد على البيانات المشتقة من مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨ باستخدام مؤشر (NDSI) وهي بذلك تُشكل جزءاً من الدراسات التي تهتم بالغطاء الثلجي في العالم بشكل عام وفي المملكة بشكل خاص، وذلك لإثراء البحث العلمي في مجال

دراسة الغطاء الثلجي من خلال الاستشعار عن بعد والمتمثل في الاستفادة من صور الأقمار الصناعية.

المنهجية والبيانات:

اعتمدت الدراسة في منهجيتها على مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨ وذلك بتاريخ (2021/01/31)، من خلال المنهج الوصفي المعتمد على التجميع والتحليل والتفسير، باستخدام أدوات التحليل المتوفرة في برنامج (Arc Map)، من خلال أداة (Map Algebra) لحساب مؤشر الغطاء الثلجي (NDSI) بالإضافة إلى برنامج (Excel)، وتم الاستعانة بموقع التواصل الاجتماعي تويتر في الحصول على بيانات توثق لحظات هطول الثلج وهذه البيانات تتمثل بالصور التي يتشاركها المستخدمون فيما بينهم وتمت الدراسة على مرحلتين:

المرحلة الأولى: الحصول على مرئية لمنطقة الدراسة من القمر الصناعي لاندسات ٨ بدقة (٥٠٠) بتاريخ (٢٠٢١/٠١/٣١ م) وذلك من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. وهنا لا بد من التأكد من صفاء المرئية من السحب قبل عملية تحميلها حيث تعد السحب عاملاً مؤثراً في عملية استخلاص طبقات الثلج. حيث من الممكن أن تظهر كطبقة سحب أو كظل يؤثر على عملية المعالجة واستخلاص البيانات. المرحلة الثانية: القيام بعملية المعالجة من خلال برنامج (Arc Map) باستخدام أداة (Map Algebra) في مجموعة أدوات (Spatial Analyst Tools) ويتم حساب الغطاء الثلجي بالاعتماد على المعادلة التالية:

$$\text{Normalize deference Snow index} = \frac{\text{Green-shortwavelentgh infrared}}{\text{Green+shortwavelentgh infrared}}$$

ثم ادراج القيم التي تم الحصول عليها في برنامج Excel لحساب المساحات الناتجة بالكم^٢ من خلال المعادلة التالية =F6*30*30/1000/1000 وذلك من خلال قيم Count التي تظهر في الجدول الناتج من عملية التصنيف التي تمت بعد القيام باستخراج نتيجة مؤشر الغطاء الثلجي وذلك للحصول على رسوم بيانية لمساحة ونسبة الغطاء الثلجي، من مساحة منطقة الدراسة.

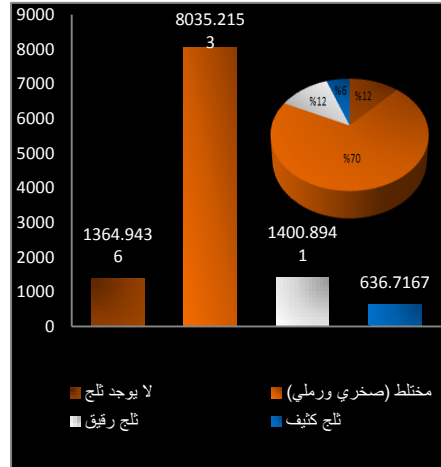
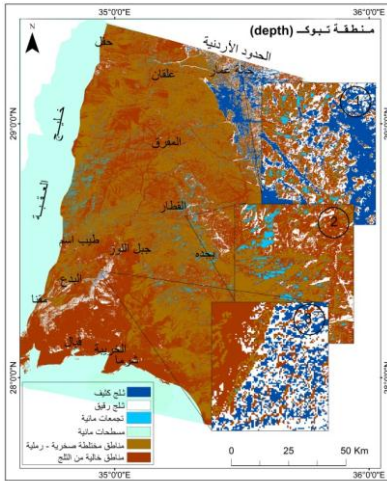
النتائج والمناقشة:

بعد المعالجة التي تمت على المرئية لاستخلاص الغطاء الثلجي ظهرت النتائج التالية: يوضح الشكلين رقم (٢ و٣) نوع الطبقة الثلجية من حيث السماكة من خلال مؤشر الغطاء الثلجي (NDSI). ويظهر نوعين من طبقة الثلج طبقة ثلج كثيفة تغطي (٦%) من مساحة الموقع، بقيمة (٠,٥٠) وأخرى رقيقة تغطي مساحة بنسبة (١٢%)، بقيمة (٠,٣٠) وهنا تستنتج الدراسة أنه كلما ظهرت طبقة الثلج بشكل

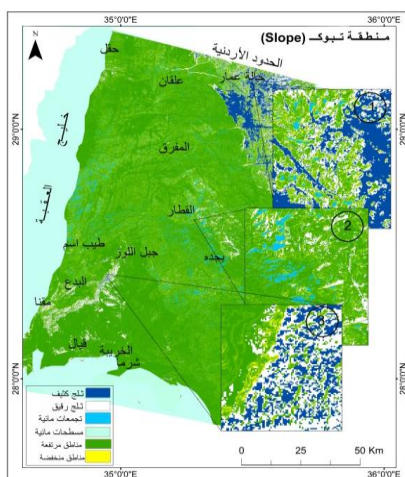
دراسة الغطاء الثلجي في شمال غرب منطقة تبوك... حميدة السعود

واضح دل ذلك على قوة الانعكاس مما يعني ارتفاع سماكة الثلج حيث تتجمع البلورات الثلجية بشكل مكثف، مما يسمح للضوء بالانعكاس، وكلما انخفضت الطبقة دل ذلك على انخفاض درجة الانعكاس حيث تتباعد البلورات الثلجية عن بعضها البعض وتتكون الشقوق والفجوات ما يعني امتصاص الضوء في الموقع.

وهنا تؤكد الدراسة أن هذا العمق (Depth) هو عمق الثلج في البكسل الخاص بمرئية لاندسات بعد تطبيق مؤشر (NDSI) وعند الرجوع إلى الصور التي تم تداولها في وسم (هاشتاق #ثلوج _ تبوك و #علقان و #حقل) من شهر يناير لعام ٢٠٢١، تبين أن الغطاء الثلجي يتراوح سمكة ما بين ٢سم إلى ما يقارب ٦سم بينما تظهر طبقة مختلطة تغطي مساحته نسبتها ٧٠% تضم مناطق صخرية ورملية تضم مساحات رطبة وهي عبارة عن تجمعات مائية صغيرة متفرقة من جراء ذوبان الثلج أو أنها مناطق طينية ناتجة عن عملية امتصاص التربة للمياه الثلجية الذائبة، أما الـ (١٢%) المتبقية فهي تشكل منطقة خالية من الثلج، فأثناء عملية المعالجة لاشتقاق طبقات الثلج ظهرت قيماً سالبة، وهذه القيم تشكل بيانات خالية من الثلج؛ لعدة أسباب إما عدم وجود غطاء ثلجي وإما أن وجود السحب المتفرقة؛ تسبب في حجب طبقات الثلج مما ساهم في عدم ظهوره أثناء القيام بعملية استكشافه عن طريق المؤشر (NDSI). والسبب الثالث هو أن الطبقات ثلجية غطتها الرمال التي تحركت بفعل هبوب الرياح، ويتضح ذلك من بعض الصور المرفقة في شكل رقم (٣) صورة رقم (٢-٣).



شكل رقم (٢) و (٣) نوع الغطاء الثلجي ومقدار المساحة المغطاة بالثلج



شكل رقم (٤)

يوضح الشكل رقم (٤) منطقة الدراسة لتوزيع الغطاء الثلجي في منطقة تبوك بتاريخ (٢٠٢١/١/٣١). من حيث الارتفاع والانحدار (Slope)، وتظهر فيها طبقتي الثلج، طبقة ثلج كثيفة في علقان التي تتميز بتضاريسها المتنوعة ومحاذات الحدود الأردنية وتحديد في حالة عمار وتتراكم الثلوج الكثيفة في هذا الموقع أكثر من الثلوج الرقيقة وذلك كون المنطقة تضم تضاريس مختلفة، فهناك المواقع الرملية والصخرية وبالنظر إلى اللوحة الجانبية رقم (١) في الشكل رقم (٤) يتضح أن الثلج الكثيف يتراكم في المنطقة المنخفضة من حالة عمار أكثر من الثلج الرقيق في نفس الموقع؛ وهذا يدل على أن التضاريس تؤثر على كمية الثلج. ويظهر أيضاً جبل اللوز بغطاء ثلجي كثيف وتحديداً قمة الجبل أما منحدرات الجبل فيظهر فيها طبقات ثلج رقيقة باللون الأبيض؛ نظراً لانزلاق الثلج إلى الأسفل، بينما تخلو مواقع أخرى من الثلج وذلك لطبيعتها، فهناك المناطق الرملية التي غالباً ما تختلط بالجليد فيذوب فيها أو يتسرب إلى باطن الأرض، أو أنه يبقى لفترات من الزمن على هيئة تجمعات مائية أو يتبخر بحسب تغير درجات الحرارة، وهنا عامل مهم لا بد من التطرق له، وهو وجود الحركة فوق هذه المناطق، فالمناطق التي تشهد حركات تنقل من قبل زوار المنطقة وخاصة المركبات فإن طبقات الثلج تتأثر بهذه الحركة فتتشكل بذلك مواقع خالية من الثلج ويصبح عبارة عن تجمعات طينية بفعل اختلاطه بالتربة.

الخاتمة والاستنتاجات:

تطرقت الدراسة للغطاء الثلجي في شمال منطقة تبوك وتحديدًا المنطقة المحاذية لخليج العقبة، وحرصت الدراسة على الاعتماد على مرئيات القمر الصناعي لاندسات ٨، وخرجت الدراسة بعدة نتائج، أهمها أنه يمكن الاستفادة من الصور الفضائية في انشاء خرائط الثلج وذلك باستخدام مؤشر (NDSI) والذي أظهر نتائج تطابقت مع ما عرضه مستخدم موقع التواصل الاجتماعي تويتر والمتمثلة في الصور التي توضح تراكم الثلج ومواقع هطوله، ونتج عنها أن الثلج شمال منطقة تبوك تشكل على هيئة طبقتين ثلج رقيق وأخرى كثيف، وتفاوت مساحة الغطاء الثلجي من مكان لآخر وقدرت تلك المساحة الكثيفة بحوالي (٦%) من مساحة منطقة الدراسة و(١٢%) تشكل مساحات لطبقات الثلج الرقيقة، وعند الرجوع إلى درجات الحرارة من خلال موقع (AccuWeather) في منطقة تبوك في يوم (٣١) يناير من عام (٢٠٢١) تبين أن درجة الحرارة الكبرى بلغت (٢١)° مئوية بينما بلغت الصغرى (٠٣)° مئوية، وهذا ما يفسر وجود طبقة الثلج حيث ساعدت درجات الحرارة المنخفضة على عدم الذوبان. وبشكل عام فإن درجات الحرارة الكبرى في شهر يناير في منطقة تبوك منذ اليوم الأول وحتى نهاية الشهر ٣١ يناير لم تتجاوز (٢٥)° وتراوحت ما بين (١٥ إلى ٢٥)° وكانت أقل درجة كبرى وصلت إليها درجات الحرارة هي (١٥)° بينما لم تتجاوز درجات الحرارة الصغرى (١١)° حيث تراوحت ما بين (٠ إلى ١١)° وكانت أقل درجة حرارة صغرى وصلت إليها درجات الحرارة هي (٠)°. ويُستنتج هنا أن عدم ذوبان الثلج في منطقة تبوك يرجع إلى انخفاض درجات الحرارة بشكل عام خلال شهر يناير من عام ٢٠٢١. وهذا الانخفاض بدوره ساهم في ظهور طبقة الثلج في المرئية بعد عملية استخلاصه من خلال مؤشر (NDSI) والذي يؤكد انخفاض درجات الحرارة.

التوصيات:

توصي الدراسة بضرورة القيام بالمزيد من الدراسات المشابهة من خلال الاعتماد على الاستشعار عن بعد؛ وذلك للاستفادة من هذه التقنيات التي تساعد على دراسة الظواهر الطبيعية وذلك من خلال صور الأقمار الصناعية. وتوصي بضرورة الاهتمام بإنشاء محطات رصد أرضية لرصد التجمعات الثلجية في منطقة تبوك وأن لا يقتصر ذلك على تبوك بل يمتد إلى مناطق أخرى من شمال المملكة.

المراجع:

- Kongoli, C., Romanov, P., & Ferraro, R. (2012). Snow Cover Monitoring from Remote-Sensing Satellites: Possibilities for Drought Assessment.
<http://digitalcommons.unl.edu/usdeptcommercepub>.
- Alexei Lyapustin, M. T. (2009, May 22). Retrieval of snow grain size over Greenland from MODIS. *Remote Sensing of Environment*, p. doi:10.1016/j.rse.2009.05.008.
- Allan Frei a, M. T. (2011, December 29). A review of global satellite-derived snow products. *sciverse Science Direct*.
- B´ardossy, A. G. (2009). Cloud removal methodology from MODIS snow cover product. *Hydrology and Earth System Sciences* www.hydrol-earth-syst-sci.net/13/1361/2009/.
- Christopher J. Crawford, S. M. (2013, May 8). Multitemporal snow cover mapping in mountainous terrain for Landsat climate data record development. *Remote Sensing of Environment*, p.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2013.04.004>.
- DOROTHY K HALL, R. E. (2004, May 26). Estimation of Snow Extent and Snow Properties. *Encyclopedia of Hydrological Sciences*.
- Karl Rittger, T. H. (2012, March 15). Assessment of methods for mapping snow cover from MODIS. *Advances in Water Resources*, p.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.03.002>.
- ANATOLY GUBARKOV, M. L. (2015). GIS and field data based modelling of snow water equivalent in.
- KANG-TSUNG CHANG, Z. L. (2000, November). Modelling snow accumulation with a geographic information system. pp. 693 - 707.
- Małgorzata Szwed, I. P. (2017). Changes of snow cover in Poland.
- Roland Meister, N. F. (2005 , January). SNOW DEPTH MAPPING IN THE ALPS: MERGING OF IN SITU AND REMOTELYSENSED DATA.

(<https://www.researchgate.net/publication/>, Ed.)

Saini, A. (2013). MAPPING SNOW COVER IN SIBERIA USING GIS AND REMOTE SENSING. Master, University of Maryland, College Park.

Valentina Nikolova, A. P. (2016, January). GIS spatial analysis of the distribution of snow depth: A study of western Rhodopes, Bulgaria.

مراجع مواقع:

أمانة منطقة تبوك، ٢٠٢١ تم استرداده بتاريخ ٢٠٢١/٠٣/٢٢

<https://www.tabukm.gov.sa/ourgeography.aspx>

هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ٢٠٢١ تم استرداده بتاريخ ٢٠٢١/٠٢/١٠

[/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov)

National Snow & Ice Data Center (10 January 2020 تم استرداده

بتاريخ ٢٠٢١/٠٣/٤

<https://nsidc.org/cryosphere/snow>

صحيفة سبق الإلكترونية، تم استرداده بتاريخ ٢٠٢١/٠٣/٢٨

<https://sabq.org>

AccuWeather تم استرداده بتاريخ ٢٠٢١/٠٢/١٨

<https://www.accuweather.com>

<https://nsidc.org/cryosphere/snow>

وسم (هاشتاق) #تبوك، #الظهر، #ثلوج تبوك ، #علقان. موقع التواصل

الاجتماعي تويتر، تم استرداده بتاريخ ٢٠٢١/٠٢/٢١

<https://twitter.com/search?q=%23%D8%AB%D9%84%D9%88%D8>

[%AC_%D8%AA%D8%A8%D9%88%D9%83](https://twitter.com/search?q=%23%D8%AB%D9%84%D9%88%D8%AC_%D8%AA%D8%A8%D9%88%D9%83)