



مراقبة محصول البصل باستخدام منصة المسبار. شعبان عبد الصمد منصور، جميلة محمد الرابطي، سميرة سلطان ظافر، عبد الرحمن بن جامع المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء – طرابلس - ليبيا.

المستخلص

تهدف هذه الورقة إلى مراقبة محصول زراعي موسمي باستخدام منصة المسبار (MISBAR Platform) وهي منصة جيوميكانية تم تطويرها في إطار برنامج (OSS/NORTH AFRICA of GEMS & AFRICA). والتي تعتبر أداة فعالة في معرفة حالة المحصول، احتياجاته وتحديد المشاكل التي يتعرض لها من بداية مراحل نموه حتى حصاه، وذلك من خلال المؤشرات النباتية الطيفية التي يتم حسابها من الصور التي يلتقطها القمر الصناعي Sentinel-2 كل خمسة أيام لنفس الموقع والذي تصل الدقة المكانية لبعض نطاقاته 10 متر والتي يمكن من خلالها تتبع الديناميكية الإيجابية أو السلبية لنمو المحصول. والذي يكفي للحصول على معلومات حول الحقل كتقدير الحالة العامة للنباتات أو سطح التربة. وفي هذه الدراسة تم استخدام منصة المسبار لمراقبة محصول بصل شتوي بأحد مزارع منطقة الجليدة جنوب غرب مدينة طرابلس. وبناء على المعلومات المتحصل عليها من الحقل وبعد تحليل قيم المؤشرات النباتية الطيفية المتاحة في هذه المنصة تم الاكتفاء باستخدام المؤشرات التالية لمراقبة المحصول (MSAVI, NDVI, NDRE, NMDI)، وقد أظهرت نتائج الدراسة أن هذه المنصة تعد أداة فعالة لرصد نمو النباتات وصحتها، وتقييم تأثير العوامل البيئية، ودعم عمليات صنع القرار في الزراعة.

الكلمات الدالة: محصول موسمي، MISBAR Platform, MSAVI, NDRE, NMDI, Sentinel-2

المقدمة

ومع ذلك تعتبر الطريقة الأخيرة هي الأقل دقة ولكنها تتمتع بالعديد من المزايا على الطرق الأخرى. فمثلاً يعد القمر الصناعي Sentinel-2 أحد المصادر المهمة للبيانات والتي من خلالها يتم التقاط صور لسطح الأرض بدقة مكانية تصل إلى 10 أمتار لبعض نطاقاته. وهذا يكفي للحصول على معلومات تفصيلية ودقيقة حول حالة الحقول (Kayad *et al.*, 2019; Phung *et al.*, 2020). بالطبع ليس من الممكن تحديد نوع الآفات أو الأمراض مباشرة ولكنه من الممكن تقدير الحالة العامة للنباتات أو سطح التربة، وبناء الاستنتاجات على أساس تحليل هذه البيانات (Karaiev *et al.*, 2021).

تعتبر مراقبة المحاصيل الزراعية الموسمية مهمة جدا في معرفة حالة المحصول احتياجاته كنقص العناصر الغذائية، كمية الري، وبالإضافة إلى تحديد المشاكل التي يتعرض لها المحصول كزيادة كمية الري، الآفات أو الأمراض وغيرها. وقد أتاحت لنا التطورات في التكنولوجيا الحديثة متابعة نمو المحاصيل من خلال التحليل الطيفي للمؤشرات النباتية الطيفية والتي يمكن من خلالها تتبع الديناميكية الإيجابية أو السلبية للمحاصيل. التنبؤ بحصاد المحاصيل المستقبلي هو جزء مهم من الإنتاج الزراعي المستدام والمريح. والذي يمكن تنفيذه من خلال العمل الحقل، أو باستخدام نظم مراقبة الأقمار الصناعية (Sagan *et al.*, 2020).

للاتصال: شعبان عبد الصمد منصور - المركز الليبي للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء - ليبيا

البريد الإلكتروني: anesshaban@yahoo.com

هاتف: +218 915299020

أجيزت بتاريخ: 2025/1/15

استلمت بتاريخ: 2024/6/27

هذه الدراسة؛ حيث تم إطلاقه في سنة 2015 وتجهيزه بمستشعر متعدد الأطياف بدقة تتراوح من 10 إلى 60 متراً في المناطق الطيفية المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة بما في ذلك 12 قناة طيفية، مما يضمن التقاط الاختلافات في حالة الغطاء النباتي بما في ذلك التغيرات الزمنية. كما تستخدم المنصة المؤشرات النباتية الطيفية لإنتاج رسومات بيانية يثم من خلال تحليلها تتبع حالة المحصول، ومن المؤشرات التي اعتمدنا عليها في هذه الدراسة:

• مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي NDVI

هو أكثر المؤشرات النباتية الطيفية شيوعاً وملائمة لتتبع ديناميكية الغطاء النباتي؛ لأنه يقيس الكتلة الحيوية النشطة في النبات. وهو يمثل الفرق في الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي الأحمر والطول الموجي للأشعة تحت الحمراء القريبة.

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)$$

• مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة MSAVI

هو عبارة عن مؤشر غطاء نباتي يحاول التقليل من تأثيرات سطوع التربة إلى أدنى حد باستخدام معامل تصحيح سطوع التربة. يستخدم هذا أغلب الأحيان في المناطق التي بها غطاء نباتي قليل الكمية مما ينتج عنه قيم غير ذات جدوى لمؤشر NDVI.

$$MSAVI=2 \times NIR+1-\sqrt{(2 \times NIR-1)^2-8(NIR-R)} / 2$$

• مؤشر الاختلاف الطبيعي للحافة الحمراء NDRE

هو مؤشر الغطاء النباتي للحافة الحمراء، حيث يستخدم مع مؤشر NDVI ويوفر حل أكثر دقة وفاعلية مع بداية مرحلة النضج والمراحل اللاحقة.

$$NDRE=(NIR-RE)/(NIR+RE)$$

تجربة مراقبة محصول البصل شكل (1) كانت مراقبة تم فيها مقارنة النتائج المتحصل عليها من المنصة مع بيانات الحقل من خلال الزيارات الميدانية أو بالاتصال المباشر بصاحب الحقل من بداية زراعة البذور 01.09.2022 وحتى جني المحصول في 21.04.2023.

تعتبر مؤشرات الغطاء النباتي (Vegetation Indices (Vis). أداة مهمة لرصد نمو النباتات وصحتها. حيث يعتمد مفهومها على الطرق المميزة التي يتفاعل بها النبات مع الضوء. عندما يسقط ضوء الشمس على النبات يتم امتصاص أطوال موجية معينة لعملية التمثيل الضوئي، بينما تنعكس أطوال موجية أخرى. ومن ثم يتم التقاط هذه الاستجابة الطيفية المميزة في شكل (VIS) (Velez *et al.*, 2023; Fensholt *et al.*, 2023) كمؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي (Normalization Difference Vegetation Index (NDVI) ، ومؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). تم استخدام هذه المؤشرات المختلفة في مراقبة المحصول؛ حيث بين كل منها غرضاً معيناً وقدم مزايا مختلفة (Radocaj *et al.*, 2023).

المواد وطرائق البحث

تم استخدام هذه المنصة في تجربة مراقبة محصول البصل لإحدى المزارع الواقعة في منطقة الجليلة غرب مدينة طرابلس والتي تم زراعة نصف هكتار منها محصول بصل، وذلك عن طريق استخدام مؤشرات نباتية طيفية كمدخلات لمراقبة المحصول حسب مراحل النمو. وهي أداة فعالة توفر مجموعة من المزايا مقارنة بطرق الزراعة التقليدية والتي من أهمها قدرتها على مراقبة وتتبع صحة المحصول في جميع مراحل النمو في فترات زمنية مختلفة. وبالتالي تحديد المشاكل التي قد يعاني منها المحصول في وقت مبكر والتي من أهمها نقص العناصر الغذائية ونقص أو زيادة كمية الري وغيرها من المشاكل. وبذلك يتمكن المزارع من اتخاذ الإجراءات اللازمة في الوقت المناسب، مما يساهم في زيادة إنتاجية المحصول ويجعل المراقبة بسيطة ومعقولة التكلفة، وذلك من خلال تحليل الرسومات البيانية التي تنتجها المنصة. تستخدم هذه المنصة مجموعة من الأقمار الصناعية والتي من أهمها Sentinel-2 الذي اعتمد عليه في

أولاً- استخدام المؤشر النباتي الطيفي المعدل للتربة (MSAVI) والذي يتم استخدامه في المراحل المبكرة من ظهور النبات للتقليل من تأثيرات التربة المكشوفة من الفترة الزمنية 01.09.2022 إلى 08.12.2022 (شكل 2) حيث وصلت قيمة المؤشر إلى 0.212 جدول (1) وهذه القيمة تدل على بداية ظهور ونمو النبات. (Andrii Voitik *et al.*, 2023)



شكل 2: قيم مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة
جدول 1: بعض قيم MSAVI حتى وصوله 0.212

ر. م	التاريخ	قيمة المؤشر
1	2022/9/4	0.13
2	2022/9/29	0.154
3	2022/10/4	0.149
4	2022/10/24	0.155
5	2022/11/3	0.161
6	2022/11/28	0.167
7	2022/12/3	0.188
8	2022/12/8	0.212

ثانياً- استخدام مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) بالتوافق مع مؤشر الاختلاف الطبيعي للحافة الحمراء (NDRE) وبيانات الحقل (Andrii Voitik *et al.*, 2023; Fensholt *et al.*, 2023) المرحلة كانا أكثر فاعلية؛ حيث كانت قيم المؤشر NDVI في تزايد تدريجي، مما يدل على أن المحصول بحالة جيدة. وصلت أعلى قيمة له 0.497 يوم 18.03.2023 جدول (2) قبل مرحلة الجني، وهذه القيمة تدل على عدم النضج الكامل للمحصول، فقد تم جنيه مبكراً (بصل أخضر) نظراً للقيمة الاقتصادية في السوق بتلك

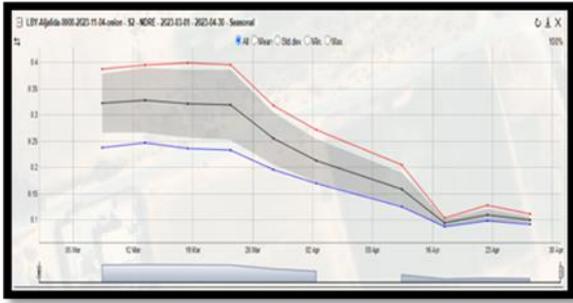


شكل 1: موقع الحقل من منصة المسبار

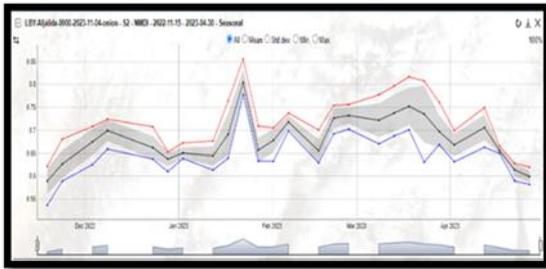
النتائج والمناقشة

تم استنباط النماذج التحويلية للسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم لمنطقة الدراسة باستخدام كل من تحليل الانحدار الخطي المتعدد MLR وطريقة الغابة العشوائية وتحليل الانحدار RFR كل على حدا وبمدخلات مختلفة، تم الحصول على أربع نماذج تحويلية من كل طريقة حسب عدد المدخلات في هذه النماذج (جدول 1) لتقدير السعة الحقلية. حيث تم اشتقاق النماذج أولاً باستخدام النسب المئوية للرمل (sand) والصلت (silt) والطين (clay)، ثم نموذج النسب المئوية للرمل والصلت وإضافة الكثافة الظاهرية (ρb)، ثم نموذج النسب المختلقة للرمل والصلت والطين والكثافة الظاهرية والكثافة الفعلية (ρs)، ثم نموذج النسب المئوية للرمل والصلت والطين والكثافة الظاهرية والكثافة الفعلية والكربون العضوي (C). كما تم اشتقاق نماذج نقطة الذبول الدائم (pwp) بنفس المدخلات للسعة الحقلية مع إضافة نموذج خامس يتضمن مدخلات النسب المئوية للرمل والصلت والطين والكثافة الظاهرية والكثافة الفعلية والكربون العضوي، بالإضافة إلى السعة الحقلية (fc).

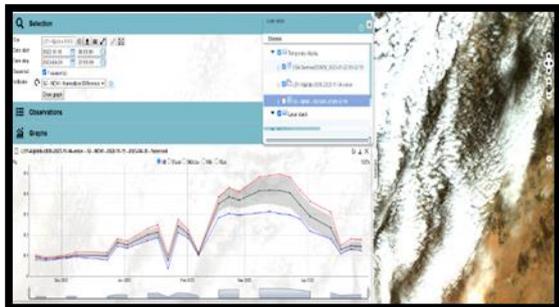
في هذه التجربة تمت المراقبة باستخدام ثلاث مؤشرات نباتية طيفية شائعة في مراقبة المحاصيل الزراعية، ولكل منها فاعلية في مرحلة معينة من مراحل نمو النبات. فمن خلال تحليل الرسومات البيانية للمؤشرات النباتية الطيفية المتحصل عليها من المنصة وبالتوافق مع ما هو موجود في الحقل تمت المراقبة على النحو التالي:



شكل4: قيم مؤشر الاختلاف الطبيعي للحافة الحمراء ولمراقبة رطوبة التربة والمحصول تم استخدام مؤشر الجفاف (Normalized Multi-band Drought Index) من بداية ظهور النبات حتى جني المحصول، وكانت القيم المتحصل عليها في تزايد، مما دل على عدم تعرض النبات لأي إجهاد مائي شكل(5) (Zhour (NAJOUIL.,2020).



شكل5: قيم مؤشر NMDI من منصة المسبار وقد لوحظ وجود قيم متطرفة في قيم كل المؤشرات المختارة، وعند الرجوع إلى صور الأقمار الصناعية في تواريخ هذه القيم اتضح أن هذه القيم ما هي إلا نتيجة لوجود السحب الكثيفة، وفي بعض الأحيان كان السبب هو ظل السحب الذي أثر على هذه القيم شكل(6).

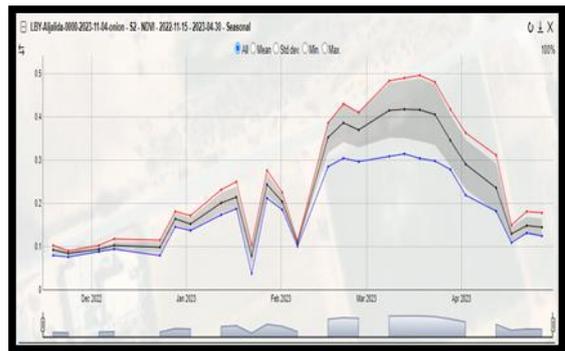


شكل6: مثال لتأثير السحب على قيم المؤشر المختار

الفترة شكل (3). وكانت قيمة مؤشر الحافة الحمراء في نفس التاريخ أعلى قيمة مسجلة لهذا المؤشر؛ حيث وصلت 0.4 شكل (4)، ومن هنا بدأت قيم المؤشرين سالمي الذكر في التناقص حتى وصلت 0.095 لمؤشر الحافة الحمراء، وهذا دلالة على مرحلة الحصاد. تم التحقق من دقة النتائج المتحصل عليها من خلال الزيارات الحقلية للموقع ومقارنتها بنتائج المؤشرات الطيفية؛ حيث تطابقت هذه النتائج مع مراحل نمو المحصول في الحقل.

جدول2: بعض قيم NDVI حتى وصوله أعلى قيمة

ر. م	التاريخ	القيمة
1	2023/1/12	0.232
2	2023/1/22	0.251
3	2023/1/27	0.277
4	2023/2/1	0.278
5	2023/2/16	0.387
6	2023/2/21	0.431
7	2023/2/26	0.441
8	2023/3/8	0.484
9	2023/3/13	0.491
10	2023/3/18	0.497



شكل3: قيم مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي

- Variability of Corn Yield using Sentinel-2 and Machine Learning Techniques. *Remote Sensing*, 11(23): 2873.
- Karaiev, O.; Bondarenko, L.; Halko, S.; Miroshnyk, O.; Vershkov, O.; Karaieva, T.; Shchur, T.; Findura, P.; Prístavka, M. 2021. Mathematical modeling of the fruit-stone culture seeds calibration process using flat sieves. *Acta Technologica Agriculturae*. 24(3):119-123.
- Knipling, E. B. 1970. Physical and Physiological Basis for the Reflectance of Visible and Near-Infrared Radiation from Vegetation. *Remote Sens. Environ.* 1: 155–159. [Google Scholar] [CrossRef].
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W.; Chipman, J. W. 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*, 7th ed.; John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, NJ, USA, ISBN 978-1-118-34328-9. [Google Scholar].
- Phung, H.; Nguyen, L.; Nguyen-Huy, T.; Le-Toan, T.; Apan, A. 2020. Monitoring rice growth status in the Mekong Delta, Vietnam using multitemporal Sentinel-1 data. *Journal of Applied Remote Sensing*, 14(1), 014518.
- Radočaj, D.; Šiljeg, A.; Marinović, R.; Jurišić, M. 2023. State of Major Vegetation Indices in Precision Agriculture Studies Indexed in Web of Science: A Review. *Agriculture* 2023, 13, 707. [Google Scholar] [CrossRef].
- Sagan, V.; Sidike, P.; Daloye, A.; Erkbol, H.; Fritschi, F.; Maimaitijiang, M. 2020. Crop Monitoring Using Satellite/UAV Data Fusion and Machine Learning. *Remote Sens*, 12(9): 1357.

الإستنتاج

إن استخدام التقنيات الحديثة في إدارة الموارد الطبيعية وتنفيذ المشاريع الزراعية يساهم في تحسين الإنتاج وزيادة الإنتاجية ودفع مسيرة التنمية الزراعية وفي تحقيق الأمن الغذائي، ومن بين التقنيات الحديثة منصة المسبار التي تم استخدامها لدراسة مراقبة محصول البصل والتي تم فيها استخدام عدة مؤشرات نباتية طيفية لمراقبة المحصول، ولقد تم الاكتفاء بالمؤشرات سالفة الذكر للتعرف على صحة محصول البصل واحتياجاته؛ حيث تؤكد النتائج المتحصل عليها أن منصة المسبار يمكن أن تكون أداة فعالة لمراقبة منطقة الزراعة على نطاقات مكانية وزمنية والتي يمكن من خلالها تتبع الديناميكية الإيجابية أو السلبية لنمو المحاصيل، تعرض النبات لأي إجهاد مائي وحالة الأراضي الزراعية، وذلك للتنبؤ بحصاد المحاصيل المستقبلي، وهذا جزء مهم من الإنتاج الزراعي المستدام لمواقع المحاصيل المطرية أو المروية. وكذلك تبين أن منصة المسبار يمكن استخدامها لمراقبة منطقة دراسة معينة والإنذار المبكر في حالة أي تغييرات تحدث في المنطقة. الإنذار المبكر يدعم صناعات القرار في اتخاذ الإجراءات اللازمة في تلك المنطقة. وقد تكون المنصة - أيضاً- موضع اهتمام للباحثين الذين يعملون على رسم خرائط المحاصيل.

المراجع

- Fensholt, R.; Rasmussen, K.; Nielsen, T. T.; Mbow, C. 2009. Evaluation of Earth Observation Based Long Term Vegetation Trends—Intercomparing NDVI Time Series Trend Analysis Consistency of Sahel from AVHRR GIMMS, Terra MODIS and SPOT VGT Data. *Remote Sens. Environ.* 113: 1886–1898. [Google Scholar] [CrossRef].
- Kayad, A., Sozzi, M., Gatto, S., Marinello, F., Pirotti, F. 2019. Monitoring Within-Field

Unveiling Additional Insights into Agriculture and Forestry through the Application of Vegetation Indices" J 6, no. 3: 421-436. <https://doi.org/10.3390/j6030028>.

Tucker, C. J. 1979. Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8: 127–150. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version].

Vélez, Sergio, Raquel Martínez-Peña, and David Castrillo. 2023. "Beyond Vegetation: A Review



Monitoring an Onion Crop Using the MISBAR Platform

Shaban Munsur, Samira sultan dhafer, Jamila Mohamed alrabti,

Abdurhman ben gama

The Libyan Center for Remote Sensing and Space Science – Tripoli - Libya.

ABSTRACT

The study was conducted with the aim of monitoring the change in land cover of Al Jabal Al Akhdar region in the northeastern part of Libya during the period between 1994 – 2023. After collecting, pre-processing, and performing supervised classification of Landsat satellite imagery which covers 1204365 hectares, the study area was classified into four classes: Urban Areas, Barren Lands, High Density Vegetation (forest), and Low Density Vegetation. The results show that the High Density Vegetation was covering 288971 hectares in 1994 and decreased by 131017 hectares in 2023. The rate of change in this category during the study period reached 45.3%, with an annual rate of change of 5.7%. The results also showed that this decrease was accompanied by a significant increase in Urban Areas, Low Density Vegetation, and the Barren Lands by 6691, 82481, 48154 hectares, respectively. This represents an increase of 76.4%, 17.7%, and 9.5%, respectively. The change in the average annual rate for these classes was 230.7, 2844.2, and 1442.9 ha/year, respectively. The severe decline of this natural forest cover may lead to the extinction of many plant and animal species, especially endemic ones, and further degradation of the ecosystem. The observed deterioration of the forest should prompt an urgent action by activating laws related to forest protection and achieving sustainable development to meet the local population needs and working towards repairing the degraded areas through ecological restoration activities.

Keywords: Green Mountain, forests, land cover, satellite imagery

*Corresponding Author: Shaban Munsur. The Libyan Center for Remote Sensing and Space Science – Tripoli Libya

Phone: +2189915299020

E-mail: anesshaban@yahoo.com

Received: 27/6/2024

Accepted: 15/1/2025