سلطان

تقييم حالة الغطاء النباتي في منطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا باستخدام مؤشرات نباتية طيفية مختارة

عادل محمود عبدالقادر

قسم الغابات والمراعي، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا

يوسف فرج بوبكر

قسم الموارد الطبيعية، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا

مروان صالح أبوبكر

المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات، ليبيا

adelborabha@gmail.com

مجلة السلفيوم للعلوم والتقنية
SILPHIUM Journal of Science and Technology (SJST)
Vol.01 No 01 2022 (22-34)
www.istc.edu.ly
Received 23/12/2021 Revised 2/2/2022 Published online 23/2/2022

تقييم حالة الغطاء النباتي في منطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا باستخدام مؤشرات نباتية طيفية مختارة

عادل محمود عبدالقادر [1] * ويوسف فرج بوبكر [2] ومروان صالح أبوبكر [3]
[1]قسم الغابات والمراعي، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا
[2]قسم الموارد الطبيعية، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة عمر المختار، ليبيا
[3]المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات، ليبيا
*adelborabha@gmail.com

الملخص

تعد منطقة الجبل الأخضر من أهم المناطق الليبية من الناحية البيئية على الرغم من صغر مساحتها (1% من مساحة ليبيا) لما تتميز به من تنوع نباتي كبير، حيث تحتوي المنطقة على نصف الأنواع النباتية المسجلة في ليبيا. أشارت معظم الدراسات إلى أن الغطاء النباتي في المنطقة يتعرض لتدهور شديد بفعل النشاطات البشرية غير الرشيدة والتغيرات المناخية. أجريت هذه الدراسة لتقييم وتخريط التغير الحاصل للغطاء النباتي بمنطقة الجبل الأخضر بين عامي 2002 - 2016 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. استخدمت صورتين للقمر الصناعي Landsat7 ETM+ و Landsat8 -TIRS تم توظيف مؤشر التباين الخضري Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) لتحقيق الهدف من الدراسة، كما تم اختبار مدى ملاءمة مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI) للظروف المحلية. تم تصنيف منطقة الدراسة إلى أربع مستويات من تدهور الغطاء النباتي (طفيف – متوسط – شديد – شديد جداً). أظهرت النتائج تغيرا واضحا في حجم وكثافته وانتشار وتوزيع الغطاء النباتي في المدة ما بين عامي 2002 و 2016 بالرغم من تقارب مدى قيم NDVI الذي تراوح بين -0.250 – 0.571 في سنة 2002 وبين -0.251 – 0.495 في سنة 2016. بلغت نسبة التغير السلبي في الغطاء النباتي بين عامي 2002 و 2016 29.13٪ (حوالي 2000 كم2)، بينما بلغت نسبة التغيرات الإيجابية 01.33٪ (حوالي 100 كم2) وتبقى حوالي 70% من المساحة الكلية بدون تغيير. بينت النتائج تأثيرا واضحا لزيادة مستوى تدهور الغطاء النباتي على قيم NDVI حيث تزيد المساحات العارية التي تسبب سطوعا ناجما عن الانعكاسات بسبب لون التربة. وهذا ما لم يؤثر على قيم مؤشر MSAVI الذي ربما يكون الخيار الأفضل في حالة الغطاء النباتي المتفرق كما هو الحال في منطقة الدراسة. يمكن استخدام مؤشري NDVI و MSAVI لدراسة الاتجاهات المستقبلية لتغيرات الغطاء الأرضي ولتحديد العوامل الفعالة على الغطاء النباتي من أجل فهم أفضل للمخططين وصناع القرار بشأن هذه القضية على المستوى المحلي.

الكلمات المفتاحية: الجبل الأخضر، العرعر الفنيقي، مؤشر التباين الخضري، مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة.

Vegetation cover Assessment in Al-Jabal Al-Akhdar Region, Libya Using Selected Spectral Vegetation Indices

*Adel M A Mahmoud[a], Yousef F. Abdalrahman[b] and Maruwan Salih Abu Bakr[c]
[a]Department of Forest and Rangeland, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Almukhtar University, Libya
[b]Department of Natural Resources, Faculty of Natural Resources and Environmental Sciences, Omar Almukhtar University, Libya
[c]Higher Institute of Sciences and Technology, Shahat, Libya
* adelborabha@gmail.com

Abstract

(The region of Al-Jabal Al-Akhdar is considered one of the most important Libyan regions in terms of environment, despite its small area (1% of the country area) due to its great plant diversity, as the region contains half of the plant species recorded in Libya. Most of the previous studies indicated that the vegetation cover in the region is being severely degraded by rational human activities and climate changes. This study was conducted to assess and map the change in Al-Jabal Al-Akhdar region between 2002 and 2016 using remote sensing technology. Two Landsat satellite images (ETM+ and TIRS) were used. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was employed to achieve the objective of the study, and the Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI) was also tested for local conditions. The study area was classified into four levels of vegetation degradation (slight - medium - severe - very severe). The results showed a clear change in the size, density, spread and distribution of vegetation cover in the period between 2002 and 2016 despite the convergence of the range of NDVI values, which ranged between -0.250 -

0.571 in 2002 and -0.251 - 0.495 in 2016. The negative change rate in the vegetation cover between 2002 and 2016 was 29.13% (about 2000 km2), while the percentage of positive changes was 01.33% (about 100 km2) and about 70% of the total area remains unchanged. The results showed a clear effect of increasing the level of vegetation degradation on the values of NDVI, where the bare areas that cause brightness. This did not affect the MSAVI index, which may be the best choice in the case of sporadic vegetation as is the case in the study area. The NDVI and MSAVI indicators can be used to study future trends of land cover changes and to identify effective factors on vegetation cover in order to get better understanding planners and decision-makers on this issue at the local level.

Keywords: Maquis, MSAVI, Normalized Difference Vegetation Index,

المقدمة

يعد حوض البحر الأبيض المتوسط من أكثر المناطق عرضة لتغير المناخ حيث تشير معظم الدراسات السابقة إلى أن المناخ في المنطقة قد تغير منذ بداية القرن العشرين مع زيادة متوسط درجة الحرارة السنوية بمقدار 0.75 درجة مئوية من منتصف القرن العشرين وانخفاض وتذبذب المعدل السنوي لهطول الأمطار .(Ahwaidi, 2017) شهدت منطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا تغيرات في الغطاء النباتي خلال النصف الثاني من القرن العشرين استجابة لتغير المناخ وتغير استخدام الأراضي، حيث أن الغطاء النباتي مؤشر هام لتقييم أي تغير في النظام البيئي لذلك من المهم جداً الاستمرار في مراقبة التغيرات (السلبية والإيجابية) التي تحدث للغطاء النباتي ولها تأثير على إدارة واستعمال الأراضي بصفة عامة. في العقود الأخيرة وعلى نطاق واسع انتشر استعمال تقنيات الاستشعار عن بعد (RS)ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تقدير وتقييم وتخريط تغيرات الغطاء الخضري لتوفرها ولما تتميز به من سرعة إنجاز ودقة وتغطية مساحة كبيرة وتوفير الجهد والمال، لذلك من الناحية النظرية فهي الطريقة المفضلة لتقييم التغير في الغطاء الأرضي على المستوى المحلي والعالمي. يعتبر استخدام الأدلة النباتية الطيفية Vegetation Indices (VIs) من أهم تطبيقات تقنيات الاستشعار عن بعد لرصد وتقييم تغيرات الغطاء الخضري الطبيعي لتحسين طرق إدارة الموارد الطبيعية. يعد مؤشر الاختلاف الخضري Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)أحد أهم المؤشرات الطيفية التي تم توظيفها لرصد التغيرات في الغطاء النباتي لفترات زمنيه مختلفة وفي مناطق محددة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. يستخدم هذا المؤشر على نطاق واسع في اكتشاف تغير الغطاء الخضري الناجم عن الأنشطة البشرية المختلفة، وكذلك لتحليل التغيرات المكانية والزمانية في الغطاء النباتي. يتم تعريف NDVI على أنه مؤشر قياس التوازن بين الأشعة المستقبلة والمنبعثة من الأجسام الأرضية .(Meneses 2011) يمكن حساب NDVIبواسطة الجمع بين نطاقي الأشعة الحمراء Red وتحت الحمراء القريبة .NIR يعتمد مفهوم NDVI على كون الغطاء النباتي الصحي له معدلات انعكاس منخفضة للجانب المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي بسبب الكلوروفيل ,Bonnett and Campbell) .(2002 تتراوح قيم المؤشر بين 1- الى 1+، كلما زادت القيمة الموجبة زادت كثافة الغطاء النباتي بينما تدل قيمة صفر على المسطحات المائية أما القيم السالبة فتدل على الأرض الجرداء .(Rouse, 1973) تهدف هذه الدراسة إلى تقييم وتخريط التغيرات السلبية والإيجابية في الغطاء النباتي بين عامي 2002-2016 في منطقة الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا باستخدام مؤشر التباين الخضريNDVI ، كذلك تهدف هذه الدراسة البحثية الى اختبار ملاءمة مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة (MSAVI) للمستوى المحلي.

أهمية الدراسة

حوالي 90٪ من مساحة ليبيا تعتبر أراض صحراوية باستثناء منطقة الجبل الأخضر والشريط الساحلي. بالرغم من أن المنطقة تمثل ما يقرب من 1 ٪ من المساحة الكلية للبلاد، إلا أنها لا تزال تشكل الجزء الأغنى في ليبيا فيما يتعلق بالتنوع البيولوجي، حيث يوجد بها أكثر من نصف الأنواع النباتية الموجودة في ليبيا التي تضم أكثر من 1100 نوعًا من النباتات المختلفة، 75 منها مستوطنة-El) Darier and El-Mogaspi، .(2009كما يجب التنويه إلى أن هذه المنطقة هي موطن لمجموعة متنوعة من النباتات الطبية والعطرية (جامعة عمر المختار، 2005). بناءً على ما ذكر أعلاه فإنه من المهم مراقبة التغير في الغطاء النباتي بالمنطقة وعلى فترات مستمرة ومتعاقبة لتقييمه والتكهن باتجاهه مستقبلاً لاتخاذ القرارات الصائبة بالخصوص.

مشكلة الدراسة

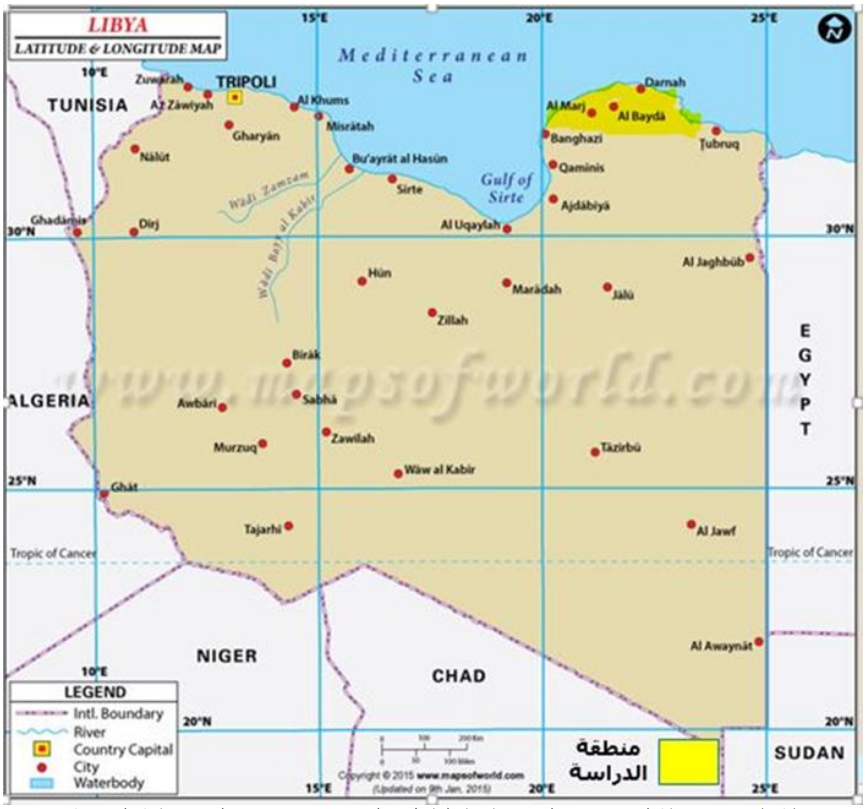
تسببت العديد من العوامل والأنشطة البشرية في تدهور الغطاء النباتي وأدت إلى تغييرات كبيرة في المناظر الطبيعية والفلورا الأصلية في بلدان جنوب البحر الأبيض المتوسط على مدى المائة عام الماضية (Le Houerou, 2000; Zatout, 2014). وتشمل هذه الأنشطة الرعي الجائر وإزالة الغابات والممارسات الزراعية غير الملائمة والحرائق والتوسع العمراني والأنشطة الصناعية. جميع الأنشطة المذكورة أعلاه تؤدي إلى تدمير الأنواع النباتية المحلية وتسبب زيادة التعرية وانجراف التربة. تنتشر آثار التدهور من خلال عمليات تبدأ بممارسات استخدام غير مناسبة للأراضي تؤدي في النهاية إلى تدهور كبير وشبه دائم في النظام البيئي. قدرت وزارة الزراعة الليبية مساحة الغابات الطبيعية في منطقة الجبل الأخضر بحوالي 320.000 هكتار في بداية السبعينيات، التي انخفضت بحلول عام 2004 إلى حوالي 299.000 هكتارا. هذا التدهور واضح بشكل خاص لشجرة العرعر المعمرة Juniper phoenicia L. أحد أهم مكونات غطاء الماكاي النباتي Maquis المميز لمنطقة الدراسة (وزارة الزراعة الليبية، 2004).

الدراسات السابقة

عدد قليل من الدراسات التي قيمت تغير الغطاء النباتي في منطقة الجبل الأخضر باستخدام طرق تقنية الاستشعار عن بعد المختلفة، وكانت في معظمها محدودة من حيث التغطية المكانية. اعتمد بعض الباحثين على العمل الميداني لدراسة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، ولكن بسبب التضاريس الوعرة في المنطقة مع منحدراتها الجبلية ووديانها العميقة كان الوصول إلى بعض المواقع صعبًا. قام Abdussalam and Ali (2015)بدراسة تغير الغطاء النباتي في منطقة الدراسة، حيث تم توظيف بيانات الاستشعار عن بعد لتقييم ظروف التصحر في منطقة الجبل الأخضر باستخدام مؤشر .NDVI استخدمت هذه الدراسة متوسط الإحصائيات السنوية لهطول الأمطار لكشف تأثير معدل سقوط الأمطار على تغير الغطاء النباتي وخلصت إلى أن تفاوت هطول الأمطار السنوي بين جنوب المنطقة وشمالها يتوافق مع أنماط التوزيع المكاني لـ NDVI التي تراوحت من -0.3 إلى 0.00 في الجزء الجنوبي من المنطقة، من 0.10 إلى 0.62 في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة الذي تلقى أكبر كمية من الأمطار. وذكر الباحث أن السبب الرئيس المؤثر على التغيرات المكانية والزمانية هو عامل هطول الأمطار (التوزيع والكثافة) مع أسباب أخرى مثل الزيادة السكانية وتربية الماشية والتخطيط الحكومي .تم تقييم تدهور الغطاء النباتي في سهوب جنوب الجبل الأخضر بين عامي 2006، 2014 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد من خلال تطبيق دليلي التباين الخضري الطبيعي (NDVI) ودليل الغطاء النباتي المعدل للتربة (Mahmoud et al, 2016) . (MSAVI)وفقاً لنتائج هذه الدراسة يمكن استخدام NDVI و MSAVI في إدارة وتقييم عمليات التصحر في مراعي المناخ المتوسطي. بينت الدراسة أن MSAVIأكثردقة من NDVI عندما تقل كثافة الغطاء النباتي، أكدت نتائج هذه الدراسة أن 80 ٪ من مساحة المنطقة المدروسة لا تزال تحت ظروف شديدة التدهور. درس Ahwaidi (2017) تغير الغطاء النباتي والعوامل المسببة له لمدة أربع عقود باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد باستخدام مؤشرات طيفية مختارة. أظهرت نتائج جميع المؤشرات انخفاضًا في الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة وكانت أكبر نسبة انخفاض في عام 2001، استنتج الباحث أن زيادة عدد السكان والأنشطة البشرية غير الرشيدة من العوامل الرئيسية التي أدت إلى تغير الغطاء النباتي في منطقة الدراسة. قارن Alawamy et al (2020) حالة الغطاء النباتي واستعمال الأراضي بين عامي 1985 و2017 باستخدام أربع صور لاندسات (1985 - 2000 - 2010 - 2017). أشارت نتائج الدراسة إلى فقدان 9018 هكتارًا من غابات الجبل الأخضر على مدار الثلاث عقود الماضية، أي 39٪ من مساحتها الإجمالية، مع تسجيل أعلى معدل لإزالة الغابات بين عامي 2010 و2017. كما خلصت نتائج الدراسة إلى أن مساحة الأراضي الحضرية والمبنية في عام 2017 زادت أكثر من الضعف عن عام 1985 وحققت أعلى معدل زيادة بين عامي 2010 و2017 عند 203 هكتار. أوصى الباحث بضرورة اتخاذ إجراءات عاجلة للحفاظ على الغابات الطبيعية وتحقيق الاستخدام الرشيد للأراضي الزراعية في منطقة الجبل الأخضر. كذلك استخدم مؤشر NDVI لرسم خريطة العوامل التي ربما تكون وراء انتشار الأمراض على أشجار غابات العرعر الفنيقي .Juniper phoenicia L وموت أعداد كبيرة منها .(Suleiman et al, 2014) خلصت الدراسة إلى عدم تحكم عامل واحد في انتشار الأمراض وإنما عدة عوامل ربما تكون عوامل تتعلق بجيولوجيا وطبوغرافيا وهيدرولوجيا المنطقة وكذلك عامل التربة، كما نوهت الدراسة إلى أن أمراض العرعر أقل حدة في مواقع جوانب الأودية الرئيسية مقارنةً بتلك الموجودة في المواقع القريبة من المناطق الحضرية. في السنوات الأخيرة أجريت العديد من البحوث المحلية لدراسة الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة الجبل الأخضر، اعتمدت هذه الدراسات على العمل الميداني والقياسات الأرضية للغطاء النباتي ودليل مساحة الأوراق لتقييم الغطاء النباتي في بعض أجزاء المنطقة. أكدت نتائج جميع هذه الدراسات على تناقص الغطاء النباتي الطبيعي في المنطقة وأشارت إلى حدوث انخفاض في متوسط نمو الأشجار والشجيرات، وموت بعض أجزاء الأشجار وأن التصحر في ازدياد في جنوب منطقة الجبل الأخضر.

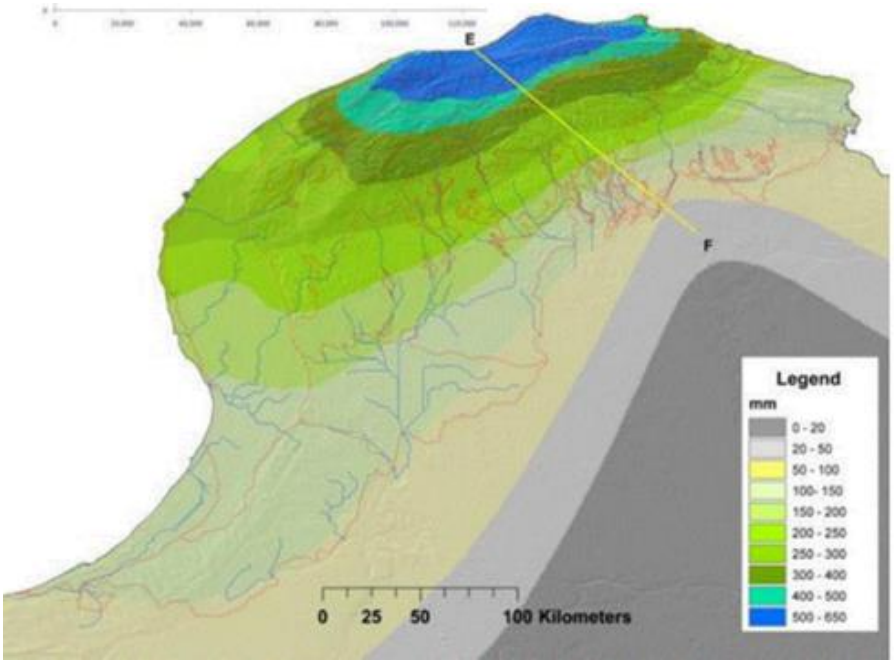
منطقة الدراسة

يقع الجبل الأخضر شمال شرق ليبيا ويشكل هضبة مرتفعة مقوسة يبلغ طولها حوالي 250 كم بعرض 100 كم مع أعلى ارتفاع (882 مترًا فوق مستوى سطح البحر) في منطقة سيدي الحمري بالقرب من قرية الفائدية عند حوالي خط طول 21.50 شرقًا وخط عرض 32.40 شمالاً جنوب مدينة البيضاء (شكل 1). التضاريس وعرة حيث ترتفع الهضبة مشكلة مسطبات من سهل ساحلي ضيق كسلسلة من الجرف المشقوق بعمق ثم السهل الذي يتقاطع مع الوديان، وفي النهاية إلى السهول الرسوبية المسطحة التي تنقل مياه الفيضانات الموسمية إلى العديد من المنخفضات المسطحة الكبيرة على ارتفاع حوالي 150 مترًا فوق مستوى سطح البحر. مصادر البيانات.



الشكل 1: خريطة ليبيا مبين عليها خطوط الطول والعرض وموضح عليها منطقة الدراسة.

مناخ البحر الأبيض المتوسط يتميز بهطول الأمطار الشتوية (من نوفمبر إلى مارس أو أبريل) الناتج عن الجبهات الباردة الجنوبية الشرقية الناشئة في وسط وغرب أوروبا وفصل الصيف الجاف الطويل (مايو إلى أكتوبر) الذي يتميز بارتفاع الحرارة وهبوب الرياح الجافة من جهة الصحراء الكبرى (رياح القبلي) وما يرتبط بها من عواصف ترابية. يتراوح معدل هطول الأمطار في المنطقة من 150 إلى 550 ملم سنويًا (شكل 2) وتصل درجات الحرارة إلى ما دون الصفر في يناير وتصل إلى 35 درجة مئوية في يوليو وأغسطس. الضباب شائع في أشهر الشتاء (SWECO, 1986).



الشكل 2: معدلات سقوط الأمطار في منطقة الدراسة (ARC-ICARDA, 2008).

المواد وطرق العمل

تم استخدام صور للقمر الصناعي Landsat7 ETM+ و Landsat8 TIRS، بدقة 30 م تم جمعها من موقع هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS). عادةً ما تتضمن صور Landsat أنواعًا عديدة من الأخطاء التي تؤثر على النتائج. تم استخدام برنامج ERDAS Imagine V.9 لتصحيح الأخطاء الإشعاعية والهندسية لصور القمر الصناعي وحساب قيم NDVI.

تصحيحات قياس الإشعاع Radiometric Corrections

يتعامل التصحيح الإشعاعي مع الرقم الرقمي (DN) الذي يعكس كثافة البكسل التي تسببها تأثيرات المستشعر والتضاريس والتأثيرات الجوية. الأخطاء الإشعاعية الأكثر شيوعًا هي وضع خطوط وانقطاع الخطوط. يحدث الشريط بسبب أخطاء في ضبط المستشعر، وينتج عنه قراءة عالية جدًا أو منخفضة جدًا مقارنة بالواقع. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأخطاء قد تم الحد منها في مستشعرات الأجهزة الحديثة. عندما يفشل المستشعر كليًا أو مؤقتًا في العمل ينتج عن ذلك خطوط فارغة في الصورة. يمكن حل هذه المشكلة عن طريق إعادة تشكيل الخط المتأثر بأقرب سطر إلى موقع البكسل الجديد في الصورة المصححة (طريقة أقرب جار).

تصحيح الأخطاء الناتجة عن الغلاف الجوي Atmospheric Corrections :

تتوفر ثلاث طرق في برنامج ERDAS Imagine للتعامل مع مثل هذه المشكلة بما في ذلك حذف البكسل الداكن وتحويل الانعكاس والانحدار الخطي، لحسن الحظ هناك غطاء سحابي منخفض جدًا في كلتا الصورتين اللتين تم الحصول عليهما (في موسم الجفاف) لذلك استخدمنا الطريقة الأولى للتعامل مع الأخطاء الجوية.

تصحيح الإخطاء الجيومترية Geometric Corrections

تم استخدام نظام إسقاط ميركاتور المستعرض العالمي Universal Transverse Mercator (UTM)لتصحيح الصور هندسيًا. تم استخدام بيانات GIS لـ 28 نقطة تحكم أرضية لتصحيح الأخطاء الهندسية والتحقق من صحتها.

المؤشرات النباتية

تم حساب قيم NDVI حسب المعادلة التالية:

$$NDVI = (NIR - R)/(NIR + R) \quad \text{(معادلة1)}$$

حيث R = الأشعة الحمراء، NIR = الأشعة تحت الحمراء القريبة

ومن ثم تم إنشاء خريطة لتوزيع الغطاء النباتي لسنتي 2002 و2016 وخريطة للتغير الحاصل بين السنتين (14 عام) .

يتعامل مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة Soil Adjusted Vegetation Indices (SAVI) مع السطوع الناتج بسبب لون التربة لذا ربما يكون مفيد في منطقة الدراسة حيث التغطية النباتية المنخفضة ونسبة كربونات الكالسيوم المرتفعة في التربة (Huete and

Jackson, 1988)(معادلة 2). يتم استخدام معامل التصحيح (L) لتقليل تأثير سطوع التربة، تتراوح قيمته من 0 للغطاء النباتي الكثيف إلى 1 للغطاء النباتي ذو الكثافة القليلة جداً، والقيمة الأكثر استخدامًا هي 0.5 وهي بالنسبة للغطاء النباتي متوسط الكثافة (معادلة 2) .

$$SAVI = (NIR-R)/ (NIR+R+L) \times (1 + L)\ldots. \quad \text{(معادلة 2)}$$

وجد Qi et al. (1994) أن معامل التصحيح غير ملائم وتوجد اختلافات كبيرة مع قياسات الغطاء النباتي لذلك قام بتطوير المؤشر تحت اسم مؤشر الغطاء النباتي المعدل للتربة المحور Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI) للتقليل من تأثير المساحات البينية على المؤشر. تم اختيار هذا المؤشر كونه يتعامل مع اختلاف درجات السطوع التي تسببها الترب المختلفة حيث تحتوي منطقة الدراسة على عدة أنواع من الترب .(Gaitán et al., 2013) كما يرتبط ارتباطا إيجابيا قويا مع البيانات الحقلية للغطاء النباتي. يتم حساب MSAVI حسب المعادلة التالية:

$$MSAVI2= ([2*NIR+1-\sqrt{((2*NIR+1)\,\hat{}\,2-8*(NIR-R))}])/2\ldots..(\text{معادلة 3})$$

تصنيف شدة التدهور في الغطاء النباتي

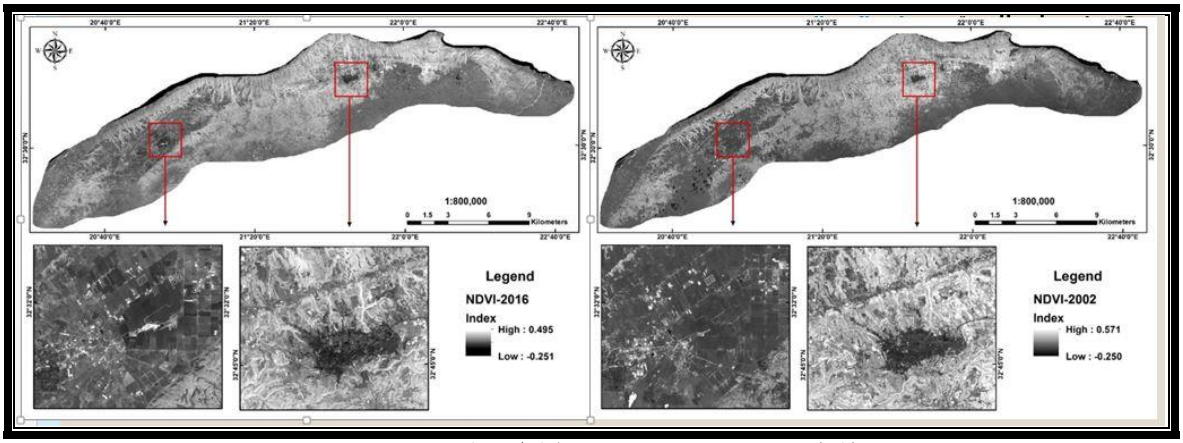
تم تصنيف شدة التدهور في الغطاء النباتي باستخدام طريقة(The Jenks optimization method (Jenks, 1967 ، باستخدام قيم المؤشرين لتسهيل عملية المقارنة. حيث تم تصنيف أربع مستويات من التدهور (طفيف – متوسط – شديد – شديد جداً).

تقييم الدقة Accuracy Assessment

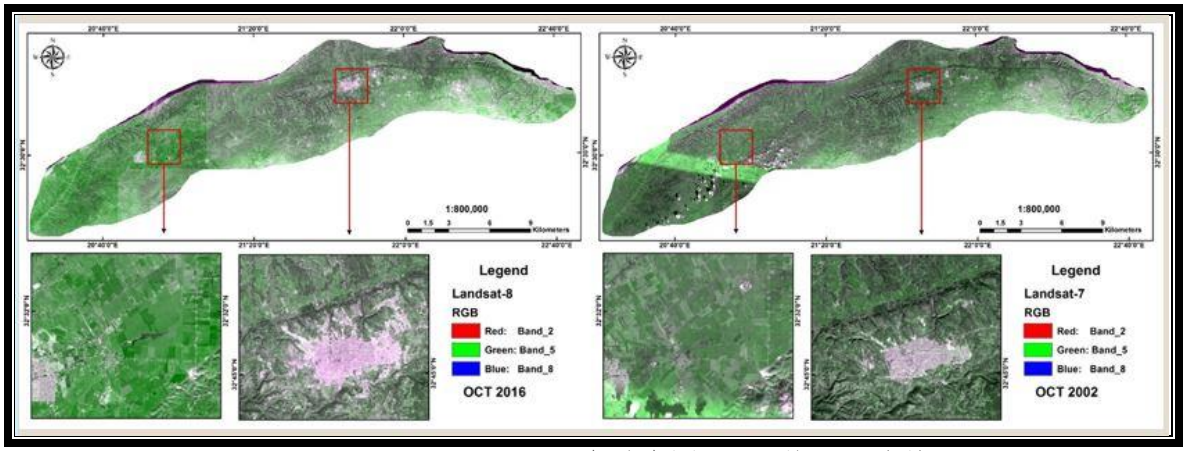
تم أخذ 30 عينة (نقاط مرجعية أرضية) لكل مستوى من التدهور باستخدام جهاز GPS لسنة 2016، أما سنة 2002 فتم استخدام برنامج Google Earth history images . بعد ذلك تم المقارنة بين تصنيف النقاط المختارة على الأرض مع ما يناظرها في تصنيف قيم المؤشرين، وأخيراً تم قياس معامل كابا Kappa Coefficient (ملحق1).

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج تغيرا واضحا في حجم وكثافة وانتشار وتوزيع الغطاء النباتي في المدة ما بين عامي 2002 و2016 بالرغم من تقارب مدى قيم NDVI والذي تراوح بين -0.250 – 0.571 في سنة 2002 وبين -0.251 – 0.495 في سنة 2016 (شكل 3). وهذه النتائج متقاربة ومتوافقة مع نتائج الدراسات السابقة في المنطقة (Abdussalam and Ali, 2015 ;Alawamy et al, 2020)، حيث كان نمط التوزيع المكاني لقيم مؤشر NDVI متماشياً مع معدلات الهطول السنوية.

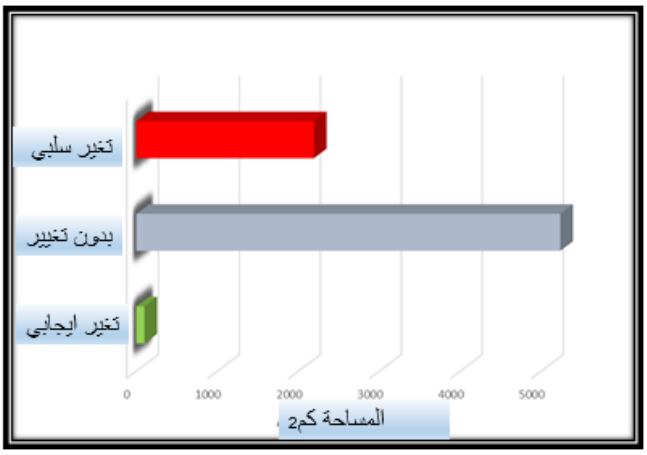


الشكل 3: توزيع قيم NDVI في منطقة الدراسة (2002، 2016)



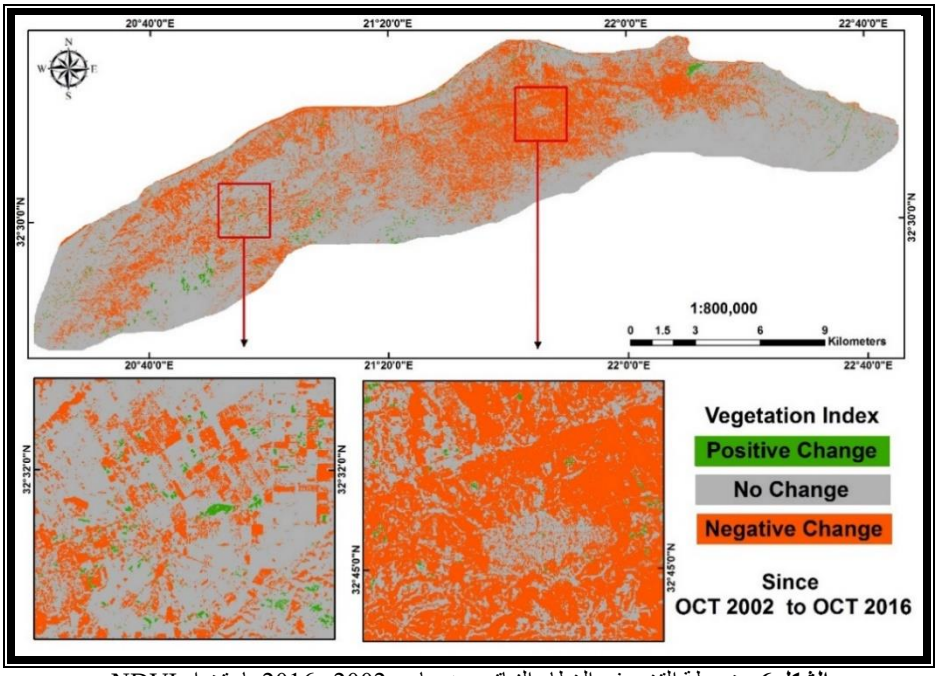
الشكل 4: خريطة توزيع وكثافة الغطاء النباتي باستخدام NDVI (2016،2002)

بلغت نسبة التغير السلبي في الغطاء النباتي بين عامي 2002 و 2016 في منطقة الدراسة 29.13٪ (حوالي 2000 كم2)، بينما بلغت نسبة التغيرات الإيجابية 01.33٪ (حوالي 100 كم2) وتبقى حوالى 70% من المساحة الكلية بدون تغيير(شكل 5، ملحق 2)



الشكل 5: مساحة التغير في الغطاء النباتي

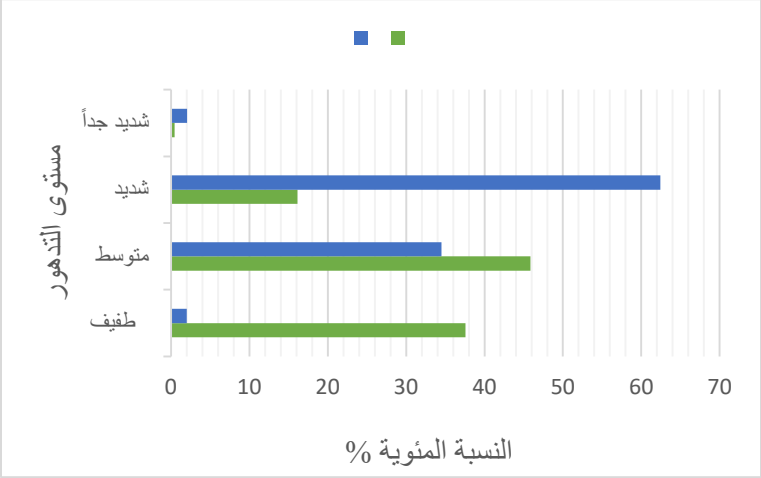
بينت النتائج أن أغلب التغيرات الإيجابية كانت محدودة وتتركز في المساحات المقام عليها المشجرات والمحميات الرعوية، ومن ناحية أخرى كانت معظم التغيرات السلبية ناتجة عن العامل البشري من خلال جرف الغابات وإزالة الغطاء النباتي الطبيعي لغرض التوسع العمراني أو لزراعة المحاصيل الموسمية وإنتاج الفحم النباتي وتركزت التغيرات السلبية قرب المناطق الحضرية (شكل 6) وهذا يؤيد نتائج بعض البحوث السابقة (Suleiman et al, 2014).



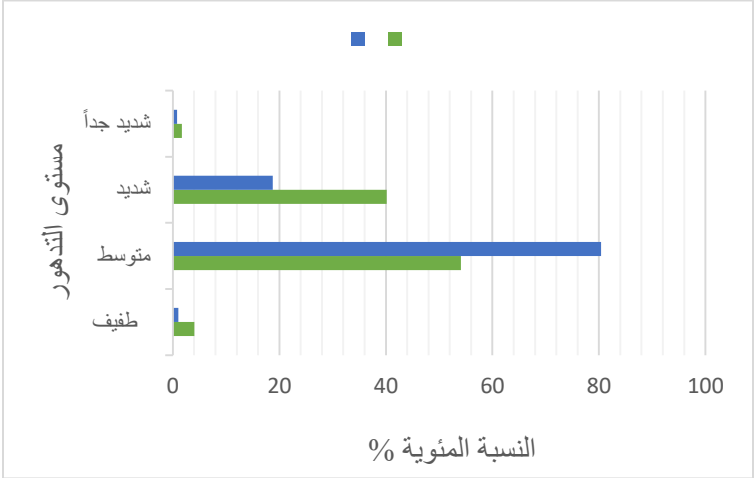
الشكل 6: خريطة التغير في الغطاء النباتي بين عامي 2002 و2016 باستخدام NDVI

أظهرت النتائج تفاوتا في قيم المؤشرين في معظم مستويات التدهور، ومن ناحية أخرى اتفقا من حيث الاتجاه في حالة الغطاء النباتي الكثيف كما يلاحظ في مستوى التدهور الطفيف حيث أظهر المؤشرين انخفاضا كبيرا في نسبة التدهور الطفيف من سنة 2002 إلى 2016 (من 37% الى 2%، من 4% الى 1%) على التوالي، وهذا يدل على أن جزءا كبيرا من المساحة التي تمثل هذا المستوى من التدهور سنة 2002 انتقل إلى مستويات أشد من مستويات تدهور الغطاء النباتي خلال العقد المنصرم (شكل 7، 8).

بينت النتائج تأثيرا واضحا لزيادة مستوى تدهور الغطاء النباتي على قيم NDVI حيث تزيد المساحات العارية التي تسبب سطوع ناجم عن الانعكاسات بسبب لون التربة وهذا ما يتوافق مع ما خلص إليه (Mróz and Sobieraj, 2004)، حيث وجدوا أن قيم NDVI تتأثر بلون وسطوع التربة ويزداد هذا التأثير كلما زادت مساحات التربة العارية، فيما بين MSAVI العكس وكانت نتائجه قريبة للواقع في المستويين الأخيرين حيث بينت الحسابات أن أغلب المساحة التي خسرها المستوى الأول انتقلت للمستوى الثاني وليس الثالث والرابع (شكل 8)، وهذا يؤيد ما أشارت إليه دراسات سابقة من أن MAVI أكثر دقة من NDVI عندما تقل كثافة الغطاء النباتي وتزيد مساحة التربة العارية والعكس صحيح (Mahmoud et al, 2016).



الشكل 7: التغير في نسبة مستوى تدهور الغطاء النباتي (مؤشر NDVI)



الشكل 8: التغير في نسبة مستوى تدهور الغطاء النباتي (مؤشرMSAVI)

استنتاج

يعد مؤشر NDVI مؤشرًا مهمًا يستخدم لتحديد التغييرات في استخدام الأراضي والغطاء النباتي بسبب العوامل الطبيعية والنشاطات البشرية المختلفة. يمكن تحديد العوامل الأكثر تأثيراً على الغطاء النباتي من خلال القيم المستخرجة من خريطة NDVI. في الوقت الحاضر أصبح مؤشر NDVI طريقة شائعة الاستخدام في البحوث العلمية لتقييم تغيرات الغطاء الأرضي ولكن ربما يكون مؤشرا MSAVI الخيار الأفضل في حالة الغطاء النباتي المتفرق كما هو الحال في منطقة الدراسة. أكدت نتائج الدراسة أن كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة قد تراجعت نتيجة عدة أسباب مثل التنمية العمرانية والاقتصادية بسبب النمو السكاني وإزالة الغابات التي تتم لزراعة أنواع متعددة من المحاصيل الزراعية التجارية مثل الشعير او لإنتاج الفحم. إن النظام البيئي في المنطقة آخذ في التدهور وسيستمر هذا التدهور إن لم يبذل جهد كبير للحفاظ على الغطاء النباتي الطبيعي. يمكن استخدام نتائج مؤشري NDVI و MSAVI باعتبارهما مؤشرات للاتجاهات المستقبلية لتغيرات الغطاء الأرضي ولتحديد العوامل الفعالة على الغطاء النباتي من أجل فهم أفضل للمخططين وصناع القرار بشأن هذه القضية.

قائمة المراجع

جامعة عمر المختار. (2005). دراسة وتقييم الغطاء النباتي بالجبل الأخضر. التقرير النهائي. البيضاء.ليبيا.
وزارة الزراعة الليبية (2004). غابات الجبل الاخضر. التقرير السنوي للغطاء النباتي. بنغازي. ليبيا.

Abdussalam, A. I., and Ali, A. A. J. (201)5. Monitoring Vegetation Degradation in Al.Jabal Al.Akhdar- Libya through Analysis of Spatial and Temporal NDVI Imagery. In In Природные опасности: связь науки и практики. 156-165.

Alawamy, J. S., Balasundram, S. K., Hanif, A. H. M., and Sung, C. T. B. (2020). Detecting and Analyzing Land Use and Land Cover Changes in the Region of Al-Jabal Al-Akhdar, Libya Using Time-Series Landsat Data from 1985 to 2017. Sustainability, 12(11), 4490.

Ahwaidi, G. M. (2017). Factors Affecting Recent Vegetation Change in North-east Libya (Ph.D thesis). Ecosystems and Environment Research Centre. School of Environment and Life Sciences. University of Salford. UK.

Bonnett, R., and Campbell, J. B. (2002). Introduction to remote sensing.

El-Darier, S. M., and El-Mogaspi, F. M. (2009). Ethnobotany and relative importance of some endemic plant species at El-Jabal El-Akhdar Region (Libya). World Journal of Agricultural Sciences, 5(3), 353-360.

Gaitán, J. J., Bran, D., Oliva, G., Ciari, G., Nakamatsu, V., Salomone, J., Ferrante, D., Buono, G., Massara, V. and Humano, G. (2013). Evaluating the performance of multiple remote sensing indices to predict the spatial variability of ecosystem structure and functioning in Patagonian steppes. Ecological indicators, 34: 181-191.

Huete, A. and Jackson, R. (1988). Soil and atmosphere influences on the spectra of partial canopies. Remote Sensing of Environment, 25(1): 89-105.

Jenks, George F. (1967). The Data Model Concept in Statistical Mapping, International Yearbook of Cartography 7: 186–190.

Le Houerou, H. N. (2000). Restoration and rehabilitation of arid and semiarid Mediterranean ecosystems in North Africa and west asia: A review. Arid Soil Research and Rehabilitation, 14(1): 3-14.

Liu, H. Q., and Huete, A. (1995). A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 33(2), 457-465.

Mahmoud, A., Hasmadi, I. M., Alias, M. S., and Azani, A. M. (2016). Rangeland Degradation Assessment in the South Slope of the Al-Jabal Al-Akhdar, Northeast Libya Using Remote Sensing Technology. Journal of Rangeland Science, 6(1), 73-81.

Meneses-Tovar, C. L. (2011). NDVI as indicator of degradation. Unasylva, 62(238), 39-46.

Mróz, M. and Sobieraj, A. (2004). Comparison of several vegetation indices calculated on the basis of a seasonal spot xs time series, and their suitability for land cover and agricultural crop identification. Technical Sciences, 7: 39-66.

Qi, J., Chehbouni, A., Huete, A., Kerr, Y. and Sorooshian, S. (1994). A modified soil adjusted vegetation index. Remote Sensing of Environment, 48(2): 119-126.

Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering. (1973) Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351: pp: 309-317. Silleos

Suleiman, B.M.; Elmehdy, S.I.; Mohamed, M.; Hamad, S.and Alhendaw, R. (2014). Infrared Spectral Measurements in Remotes Sensing and GIS to asses factors controlling Flora diseases in Jabal Al Akhdar, Libya. In Latest Trends in Energy, Environment and

Development; Ceron Breton, J.G., Quartieri, J., Guida, M., Guida, D., Guarnaccia, C.,Eds.; WSEAS Press: Salerno, Italy; 385–392.

SWECO. (198)6. Land Survey, Mapping and pasture Survey for 550,000 Hectares of south Jabal el Akhder Area, for Socialist people's Libyan Arab Jamahiriya Secretariat for Agricultural Reclamation and Land Development, Contract No 15/90/81.

Zatout, M. M. (2014). Effect of negative human activities on plant diversity in the jabal akhdar pastures. International Journal of Bioassays, 3(09): 3324-3328.

الملاحق

ملحق1: تقييم الدقة عن طريق قياسات مصفوفة الخطأ لحساب معامل كابا.

Levels	Ground truth GPS				Total	CE%	UA %
	Very severe	Severe	Moderate	Slight			
Very severe	17	3	0	0	20	15	85
Severe	10	34	1	0	45	24.5	75.5
Moderate	0	5	20	3	28	28.6	71.4
Slight	0	0	6	21	27	22.2	77.8
Total	27	42	27	24	120		
OE%	37	19	26	12.5		TA : 77%	
PA%	63	81	74	87.5		KC: 0.68	

CE = Commission error KC = Kappa Coefficient OE = Omission error
PA = Producer accuracy TA = Total accuracy UA = User accuracy

ملحق 2: نسب مستويات تدهور الغطاء النباتي لكلا المؤشرين المستخدمين (2002 و2016)

تـــ	المؤشر	نسبة مستوى التدهور%							
		طفيف		متوسط		شديد		شديد جداً	
		2002	2016	2002	2016	2002	2016	2002	2016
1	NDVI	37.55	2.00	45.86	34.52	16.12	62.45	0.47	2.03
3	MSAVI	4.05	1.00	54.10	80.39	40.14	18.78	1.71	0.79

ملحق3: مساحة التغير في الغطاء النباتي (2002 – 2016)

نوع التغير	المساحة كم^2	النسبة المئوية %
تغير إيجابي	100.323675	01.33
بدون تغير	5236.33455	69.54
تغير سلبي	2193.49238	29.13
المجموع	7530.15060	100