

تتبع تغيرات استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية في ولاية البويرة باستعمال صور القمر الاصطناعي لاند سات

The Monitoring Changes in land use and land cover in Bouira, by using satellite images of Landsat

محمد مزراق

المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة - الجزائر

mezreg.mohamed@ensb.dz

تاريخ النشر: 2022/10/01

تاريخ القبول: 2022/06/14

تاريخ الإرسال: 2022/04/27

الملخص:

في هذه الدراسة تم تتبع التغيرات التي طرأت على استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية في ولاية البويرة من سنة 1995 حتى 2017م، عن طريق تحليل و تصنيف كل من الصور الفضائية للقمرين الاصطناعيين لاندسات 8 و 5 (OLI و TM)، وباعتماد كذلك على العينات الأرضية المرفوعة من الميدان ومن الصور الجوية ومن صور القمر الاصطناعي (QuickBird). تمت معالجة بعض البيانات عن طريق برامج نظم المعلومات الجغرافية (MapInfo, ArcView)، والبعض الآخر عن طريق برامج تحليل الصور (RDAS, ENVI)، و لتأكيد نتائج مختلف تصنيفات الصور استعنا بمصفوفات الخطأ. كشفت الصور أن نمط المناطق العمرانية كان أكثر الأنماط تغيرا من حيث الزيادة بـ 80,09%، يليه نمط الزراعات الأخرى بـ: 41,02%، في حين شهدت باقي الأنماط انخفاضات محسوسة ومتباينة بدا بالمسطحات المائية بحوالي 128,44% يليه نمط المحاصيل الكبرى بـ 34,54%، ثم الأراضي الجرداء بحوالي 33,81%، ثم المناطق الرعوية بحوالي 9,38% و أقلها كانت في نمط الغابات و الأحرش بـ 7,36%.

الكلمات المفتاحية:

الصور الفضائية؛ شغل الأراضي؛ الغطاءات الأرضية؛ نظم المعلومات الجغرافية؛ الاستشعار عن بعد.

Abstract:

In this study, the changes in land use and land cover in Bouira province from 1995 to 2017, were studied through the analysis and classification of the satellite images from Landsat 8 and 5 (OLI and TM). The analysis was enhanced using data collected from field samples, aerial photographs and satellite images (QuickBird). Selected data were processed by GIS (MapInfo, ArcView) and satellite images analysis software (RDAS, ENVI). The results obtained were validated using an error matrix.

The resulting maps revealed that urban areas class witnessed the highest changes with an increasing rate of 80.09%, followed by agricultural areas with 41.02%. Whereas the remaining areas experienced different and significant declines; starting with water bodies with a decreasing rate reaching 128.44%, field crops with 34.54%, bare soils with about 33.81%, pastoral areas with about 9.38% and forest areas with 7.36%.

Keywords: satellite images; land cover; land use; geographic information systems; remote sensing.

1- المقدمة:

في الكثير من الأحيان ما تتم دراسة الغطاءات الأرضية واستخدام الأراضي جنباً إلى جنب، خاصة في الدراسات التي يستعمل فيها الاستشعار عن بعد، وذلك لأن صور الأقمار الاصطناعية والجوية تمكن من تحديد الغطاءات الأرضية الى حد كبير في حين ان استنتاج الاستخدامات الأرضية غالباً ما يتطلب معرفة أكبر بمنطقة الدراسة. ومن اجل فهم أكثر للتغيرات الارضية فانه غالباً ما يتم تحديد متغير استخدام الأرض والوكيل المرتبط به أي الغطاء الأرضي. حيث يصف الغطاء الأرضي السمات الطبيعية والبشرية التي يمكن ملاحظتها على سطح الأرض، مثل الغابات، المناطق المبنية، الأراضي العشبية، المياه، وما إلى ذلك، في حين ان استخدام الأراضي يصف الأنشطة التي تتم على الأرض مثل الأنشطة الإنسانية الحالية.

تمثل إدارة تحولات سطح الأرض بسبب تغيرات استخدامات الأراضي وتغيرات الغطاءات الارضية أحد التحديات البيئية العالمية الملحة التي يجب معالجتها في هذا القرن⁽¹⁾. وغالباً ما يكون لها عواقب سلبية مثل فقدان التنوع البيولوجي، والتصحر، وتغير المناخ. حيث، يعد فهم أنماط استخدام الأراضي وتغير الغطاء الأرضي أمراً ضرورياً لإدارة وتنمية الموارد الطبيعية⁽²⁾. ومن ثم فإن الإدراك الأعمق للروابط المتعددة بين استخدام الأراضي وتغير الغطاء الأرضي وسبل عيش السكان سواء في شكل تجمعات سكانية (رئيسية أو ثانوية) أو في تجمعات سكانية مبعثرة أمر حيوي لتخطيط استخدام الأراضي وإدارتها، والذي يمكن تسييره باستخدام الاستشعار عن بعد الذي يعد من بين الطرق الحديثة لرصد واكتشاف تغير الغطاءات الأرضية عبر فترات زمنية، كما له القدرة على تغطية نطاقات جغرافية كبيرة من خلال تحليل صور الأقمار الاصطناعية ذات درجات وضوح مكانية وطيفية عالية الدقة، كما يوفر بيانات حقيقية عن مناطق يتعذر الوصول إليها، الشيء الذي يجعلها غير مكلفة لا من ناحية الوقت ولا من الناحية المادية مقارنة بالطرق السابقة. وعليه يعد الاستشعار عن بعد عبر صور الأقمار الاصطناعية أداة ممتازة لدراسة تتبع تغيرات

استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية. وعلى الرغم من وجود بعض العيوب في الاستشعار عن بعد، فقد تم استخدام بيانات الأقمار الاصطناعية المستشعرة عن بعد لتحديد التغيرات في مجموعات متنوعة من البيئات المائية و البرية بما في ذلك المناطق الساحلية و الزراعية و الغابات و المناطق الحضرية⁽³⁾.

تم استخدام الاستشعار عن بعد لتصنيف استخدام الأراضي وتغير الغطاء الأرضي وتخطيطها باستخدام تقنيات ومجموعات بيانات رقمية مختلفة. ساعدت صور لاند سات على وجه الخصوص في تصنيف الأنماط الطبيعية المتباينة على نطاق أوسع⁽⁴⁾. من بين هذه التقنيات نجد التصنيف الغير موجه و التصنيف الموجه الأكثر استخدامًا لتصنيف الصور بمساعدة برامج الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية⁽⁵⁾.

من المقبول بأن دقة عملية تصنيف الغطاء الأرضي تعتمد على عدة عوامل: مخطط التصنيف، بيانات الصور المستخدمة، اختيار عينات التدريب، إجراءات المعالجات الأولية، خوارزمية التصنيف، تقنيات المعالجات الرئيسية، جمع بيانات التحقق من الصحة وطرق التحقق⁽⁶⁾. و قد وجد أن معظم الخوارزميات الموجهة يمكن أن تؤدي أداءً جيدًا بشكل معقول ويمكن أن تنتج خرائط غطاءات أرضية ذات دقة تصنيف عالية عند تحديد المعايير بدقة وعند استخدام عينات تدريب تمثيلية بشكل كافٍ⁽⁷⁾. تعد الخوارزميات الموجهة مثل احتمالية غوس الأعظمية (Maximum Likelihood Classification) أكثر ملائمة للمستخدمين ويمكن تشغيلها بسهولة⁽⁷⁾.

تم إجراء محاولة في هذه الدراسة بتحليل تغيرات استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية التي يسببها التوسع العمراني في ولاية البويرة جراء السياسة التعميرية الجديدة نحو المدن الداخلية التي انتهجتها الجزائر، كما جاء في قانون التهيئة والتنمية العمرانية المستدامة المؤرخ في 12 ديسمبر 2001 م، من خلال المخطط الوطني للتهيئة العمرانية (SNAT) الذي من بين أهدافه تركيز التعمير، الهياكل القاعدية والمرافق العمومية بالمناطق التلية⁽⁸⁾، مما جعلها منطقة جذب للسكان وما زاد من وتيرة هذا الجذب توفر ولاية البويرة على خصائص طبيعية ممتازة مثل المناخات والبيئات المتعددة، الترب العالية الجودة، الزراعات

والغطاءات النباتية المتنوعة، إضافة إلى موقعها الجغرافي الاستراتيجي الذي يتوسط عديد الولايات، كل هذا رافقه تحولات في شغل الاراضي والغطاءات الارضية.

باستخدام عدد من تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تم رسم ثلاثة خرائط لتتبع تغيرات استخدامات الاراضي وتغيرات الغطاءات الارضية في ولاية البويرة خلال الفترة الممتدة ما بين 1995 الى 2017 م، حيث تم استعمال صور الأقمار الاصطناعية لاند سات متعددة الأطياف لتمييز مدى التغيرات في منطقة الدراسة على مدار 25 سنة. ليكون هدف الدراسة تحديد معدل و حجم التحول في أنماط استخدام الاراضي المختلفة و تغير الغطاء الأرضي في ولاية البويرة من خلال مقارنة البيانات المكانية من خرائط استخدام الأراضي التي أصبحت تحتل مكانة مهمة في صنع سياسات إدارة الموارد الطبيعية و رصد التغيرات البيئية.

2- الوسائل والطرق (Materials and Methods)

1-2- منطقة الدراسة (Study Area)

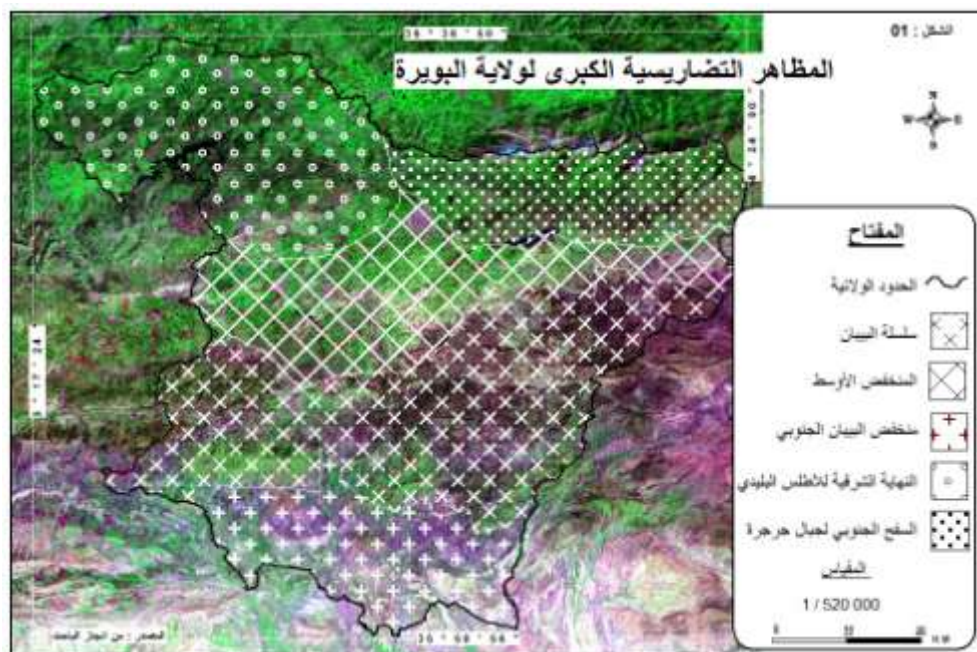
منطقة البويرة ولاية داخلية تقع وسط شمال الجزائر، تقريباً بين خطي : عرض : $35^{\circ} 50' 56''$ و $36^{\circ} 36' 50''$ شمالاً، و ما بين خطي طول : $03^{\circ} 17' 24''$ و $04^{\circ} 24' 24''$ شرقاً، تشغل مساحة 4467 كلم² أي ما يعادل 446700 هكتار.

طبوغرافيا منطقة البويرة تنقسم إلى خمسة مظاهر تضاريسية كبرى ذات مناخات متعددة و غطاءات أرضية مختلفة، الشكل (01)، حيث يمتاز كل قسم بخصائص طبيعية معينة، فنجند النهاية الشرقية للأطلس البلدي تتميز بسطح متضرس و تضم نطاقا جبلياً شاسعاً يقع في الجهة الشمالية الغربية من المنطقة⁽⁹⁾، يميز هذه المنطقة مناخ شبه رطب (Sub-Humide)، بتساقط معتبر يتراوح من 600 إلى 900 ملم في السنة بحسب الارتفاع، كما يمتاز ببرودة في الشتاء وحرارة في الصيف، الغطاء الغابي في هذه المنطقة يتكون من غابات تغطي مساحة 16192 هكتار، تتكون أساساً من الصنوبر الحلبي، السنديان الفليني والأحراش⁽¹⁰⁾، السفح الجنوبي لجرجرة الذي تقع أراضيها في السفح الجنوبي لجال جرجرة

في الشمال الشرقي من المنطقة⁽⁹⁾، يميز هذه المنطقة مناخ رطب بارد (Humide-Froid)، حيث تشهد تساقط قوي بمتوسط سنوي يصل إلى 1200 ملم على أعالي جبال جرجرة، كما يمتاز ببرودة في الشتاء و حرارة في الصيف، يكسو هذه المنطقة غطاء ثلجي تزداد أهميته كلما زاد الارتفاع، الغطاء الغابي في هذه المنطقة يغطي مساحة 22786 هكتار ويتكون أساس من، الصنوبر الحلبي، السنديان الأخضر والأحراش⁽¹⁰⁾، المنخفض الأوسط الذي تمتد أراضيها من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي متوسطة منطقة الدراسة⁽⁹⁾، يميز هذه المنطقة مناخ نصف جاف (Semi-Aride)، بتساقط متوسط يتراوح من 400 إلى 600 ملم في السنة بحسب الارتفاع، كما يمتاز ببرودة في الشتاء وحرارة شديدة في الصيف، الغطاء الغابي في هذه المنطقة يتكون من غابات تغطي مساحة 8757 هكتار، تتكون أساسا من الصنوبر الحلبي، السنديان الأخضر والأحراش⁽¹⁰⁾، سلاسل اليبان حيث أراضيها والمرتفعات الجنوبية معظمها جبلية ماعدا منخفض سور الغزلان⁽⁹⁾، يميز هذه المنطقة مناخ نصف جاف (Semi-Aride)، بتساقط عام ما بين خطوط المطر المتساوي التي تتراوح ما بين 400 إلى 500 ملم و 500 إلى 600 ملم في التضاريس المرتفعة جدا، الغطاء الغابي في هذه المنطقة يتكون من غابات تغطي مساحة 58540 هكتار، يتكون أساسا من، الصنوبر الحلبي والأحراش⁽¹⁰⁾، وفي الأخير نجد المنخفض الجنوبي لليبان الذي مجموع أراضيها واقعة في النهاية الشمالية لسهل الحضنة والتلال الطينية المارنية المنخفضة الواقعة بين مدينة المعمورة و الأطراف الجنوبية الشرقية لمنطقة البويرة⁽⁹⁾، يميز هذه المنطقة مناخ نصف جاف (Semi-Aride)، بتساقط متوسط أقل من 400 ملم و 200 ملم في أقصى القسم الجنوبي منه، في هذه المنطقة نلاحظ وجود غطاء من النباتات السهبية في الجنوب من جبل ديرا⁽¹⁰⁾.

كما يتوزع على الأقسام التضاريسية المكونة لمنطقة الدراسة فئات سكانية ذات خصائص معينة، جعلت من استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية تختلف من قسم إلى آخر، حيث يصنف القرار الوزاري المشترك المؤرخ في 1993/05/16 ولاية البويرة إلى خمسة بلديات ذات طابع فلاحي رعوي (سهبية) والسهلية إلى إحدى عشرة بلدية والبلديات الواقعة في أقدام الجبال إلى ستة بلديات والباقي أي 23 بلدية ضمن الطابع الجبلي⁽¹¹⁾، شهد

كل صنف من هذه الأصناف نموا سكانيا عبر السنوات (1987، 1997، 2007، 2018) بينه من جهة الديوان الوطني للإحصاء⁽¹²⁾ اعتمادا على إحصائيات التعدادات العامة للسكان والسكن (RGPH) ومن جهة أخرى بينته إسقاطات مديرية البرمجة والمتابعة المالية لولاية البويرة⁽¹³⁾ لسنة 2018م.



2-2- البيانات (Data):

تم استخدام صور الأقمار الاصطناعية و البيانات المساعدة للتحقيق في التغييرات الزمنية لاستخدامات الاراضي و الغطاءات الأرضية في منطقة الدراسة على مدار 22 عامًا من 1995 إلى 2017. تم تنزيل ثلاثة مرئيات فضائية من القمر الاصطناعي لاندسات (المسار/الصف : 3352/2801) من نوعين من أجهزة الاستشعار من هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية موقع (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). يوضح الجدول (01) خصائص صور لاندسات المستخدمة في هذه الدراسة.

الجدول 01 : مصدر وخصائص صور الأقمار الاصطناعية المستخدمة في هذه الدراسة

بيانات الأقمار الاصطناعية	المسار/الصف	تاريخ الصورة	عدد البندات	درجة الوضوح المكانية
Satellite Data	Path/Row	Image Date	Number of bands	Spatial Resolution
لاندسات 8 (Landsat8)	2801/3352	13/04/2017	11	30م
لاندسات 5 (Landsat5)	2801/3352	01/03/2007	7	30م
لاندسات 5 (Landsat5)	2801/3352	01/04/1995	7	30م

ملاحظات : لاندسات 5 هو L5 TM مصمم الخرائط (Thematic Mapper)، لاندسات 8 (Landsat8) هو L8 OLI/TIRS، جهاز تصوير الأراضي التشغيلي ومستشعر الأشعة operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor تحت الحمراء الحرارية

ولضمان إمكانية أفضل للمقارنة، اخترنا الصور التي تم التقاطها في فصل الربيع بسبب أن الغطاء النباتي في هذا الفصل يكون في قمة نموه، يعكسه نشاطه اليخضوري العالي الذي تترجمه الاستجابات الطيفية العالية التي تلتقطها المجسات المحمولة على الأقمار الاصطناعية، كما نحظى في هذا الفصل بوجود النباتات الحولية و الدائمة معا، أيضا اجتهدنا في اختيار صور فضائية خالية من السحب و هذا من أجل ضمان انعكاسية عالية للعناصر المكونة لسطح الأرض. كما أن تحديد التواريخ كان بناءً على الأحداث البارزة التي كان لها تأثيرات كبيرة في تغيرات استخدامات الأراضي و الغطاءات الأرضية، حيث تم في دراستنا استخدام صورة لاندسات 5 (Landsat5) المأخوذة بتاريخ 1 أفريل 1995 م، و هي الفترة التي شهدت أوج الهجرات الكبيرة لسكان الأرياف نحو المدن بسبب الأوضاع الأمنية السائدة في ذلك الوقت، و بعد مضي أكثر من عشرة سنوات شهدت البلاد بأكملها تغييرات جذرية في العديد من الجوانب السياسية والاقتصادية والاجتماعية التي ساهمت بشكل كبير في تغيير استخدامات الأراضي و الغطاءات الأرضية، و تم اعتبارها الفترة الثانية حيث استخدمنا في ذلك صورة لاندسات 5 (Landsat5) المأخوذة بتاريخ 1 مارس 2007م، لننتهي في دراستنا بالاعتماد على صورة لاندسات 8 (Landsat8) الملتقطة بتاريخ 13 أفريل 2017م.

تتألف البيانات المساعدة من صورتين للقمر الاصطناعي كويك برد (QuickBird) مأخوذتين من موقع (Google Earth)، الأولى مأخوذة في فصل الربيع من سنة 2017 م، والثانية في نفس الفصل من سنة 2007 م، بدرجة وضوح مكانية تصل إلى 1 م، حيث قمنا من خلال الصورة الأولى برفع بعض العينات من أجل تأكيد بعض أنماط استخدامات الاراضي و الغطاءات الأرضية التي رفعناها ميدانيا باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) و هذا بغية الرفع من درجة دقة تصنيف صورة القمر الاصطناعي لاندسات 8. أما الصورة الثانية فتم الاستعانة بها في أخذ عينات عن أنماط استخدامات الاراضي و الغطاءات الأرضية من اجل استعمالها في عملية تصنيف صورة القمر الاصطناعي لاندسات 5 (2007/03/01 م)، كما ساعدنا تحليل الصورة الفضائية لاندسات 5 لسنة 2007 م لتأكيد بعضها منها.

استعنا ببعض الصور الجوية بعد تصحيحها هندسيا (Orthorectifier)، المتاحة عن بعض المناطق من التجمعات السكانية الموجودة داخل منطقة الدراسة المأخوذة بتواريخ مختلفة تخص سنوات التسعينات من قبل المعهد الوطني للخرائط و الإستشعار عن بعد⁽¹⁴⁾ و هذا من أجل أخذ بعض العينات على استخدامات الاراضي و الغطاءات الأرضية الثابتة التي لا تتأثر بالفصول و المرئية للعيان بغية تصنيف صورة القمر الاصطناعي لاندسات 5 (1995/04/01 م)، كما ساعدنا كذلك تحليل الصورة الفضائية لاند سات 5 لسنة 1995 م لتأكيد بعضها منها.

تم اخذ مجموعة من نقاط التحكم الأرضية (Ground Control Points) من خلال الزيارات الميدانية التي تم تنظيمها في عام 2017 م خلال نفس الموسم الذي تم فيه الحصول على الصورة الفضائية لاندسات 8 (2017/04/13 م)، وتم تقسيم النقاط (المعطيات الميدانية) إلى مجموعتين واحدة لعينات التدريب المستخدمة في مرحلة التصنيف والأخرى لعينات الاختبار لتقييم دقة التصنيف. بالإضافة إلى مجموعة من الخرائط الرقمية والورقية التي تغطي منطقة الدراسة بما في ذلك سلسلة من الخرائط الطبوغرافية بمقياس (1 : 50000).

الجدول رقم 02 : خصائص بعض الصور الجوية لمناطق الدراسة (التجمعات السكنية)

البلديات	عدد الصور الجوية	سنة اخذ الصور الجوية	المقياس	البعد البؤري
البويرة	13	1990	1/10000	213.20
عين بسام	6	1998	1/20000	152.678
الاخضرية	6	1999	1/20000	152.07
سور الغزلان	5	1999	1/20000	152.07
امشدالة	5	1999	1/20000	152.07

3-2- المنهجية:

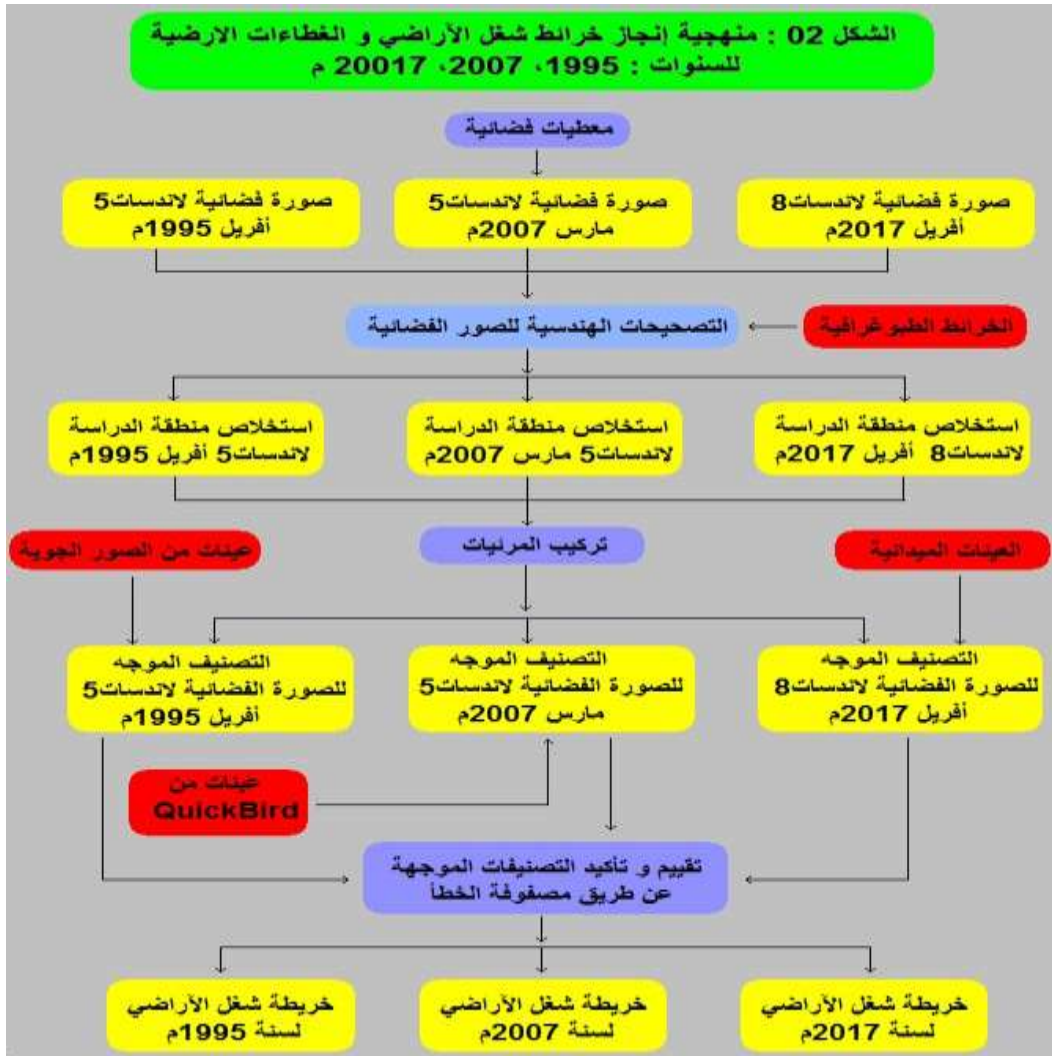
تمت معالجة وتحليل بيانات صور القمر الاصطناعي لاندسات باستخدام برامج ENVI و MapInfo، وفقا للخطوات التي يوضحها الشكل (02)، في البداية تم إجراء المعالجات الأولية لصور الأقمار الاصطناعية قبل إجراء تصنيف الصور واكتشاف التغيير الذي يعد أمراً حيوياً للغاية لتقليل الأخطاء و بناء ارتباط أكثر شمولاً بين البيانات التي يتم الحصول عليها و السمات الفيزيائية الحيوية على الأرض⁽¹⁵⁾. تمثلت أساسا هذه المعالجات في التصحيحات الهندسية حيث تم جمع قيم موزعية لعدد من نقاط التحكم الأرضية (Ground Control Points, Gcps)، أثناء العمل الميداني في ربيع 2017 م لتصحيح صورة 2017 م هندسيا. تتكون نقاط التحكم الأرضية بشكل أساسي من تقاطعات الطرق الرئيسية التي لم تتغير خلال فترة الدراسة، بناءً على صور Google Earth لعام 2017م و الخرائط الأساسية الورقية، و باستخدام التحويل متعدد الحدود (Transformation Polynomial) تم تصحيح صورة عام 2017م، هندسياً وإسقاطها على نظام إحداثيات (Universal Transverse Mercator, WG84, Zone 31 North). وصل إجمالي خطأ جذر متوسط التربيع (RMS) لصورة 2017 م حوالي 2.5 متر، و هو أمر جيد جداً لهذه الدراسة نظراً لأن خطأ RMS يجب أن يكون على الأكثر نصف حجم البيكسل (15 م)⁽¹⁶⁾.

تم بعد ذلك تصحيح الصورتين من لاندسات (TM 1995 و TM 2007) اعتمادا على الصورة المرجعية Landsat8 OLI/TIRS 2017 المصححة هندسيا بطريقة صورة بصورة. تم تطبيق طريقة متعدد الحدود من الدرجة الأولى (First-Degree Polynomial Method) عند إجراء التصحيحات الهندسية وتقنية إعادة تشكيل أقرب الجيران (Nearest Neighbor Resampling Technique) في تسجيل وحفظ الصور.

تم قص و استخراج منطقة الدراسة من جميع صور القمر الاصطناعي لاندسات باستخدام ENVI وهذا من اجل تسريع و تسهيل معالجة البيانات.

بعدها تم الشروع في تصنيف الصور، حيث يهدف إلى وضع جميع خلايا المرئية في مجموعات حسب تجانسها وتمائلها على شكل خارطة تصنيف يتم من خلالها تحديد المعالم وأصناف غطاءات الأرض التي تمثلها تلك المجموعات⁽¹⁷⁾. و بتعريف آخر، الغرض من التصنيف تقسيم المرئية الفضائية إلى عدد من الفئات أو المجموعات بناءا على البيانات الرقمية التي تظهرها معالم جغرافية محددة على سطح الأرض اعتمادا على خصائص انعكاساتها الطيفية و انبعاثاتها. من هنا تتضح أهمية دقة التصنيف في إعداد خرائط غطاءات الأرض تكون دقيقة.

في هذه الدراسة، تم تطوير مخطط تصنيف استنادًا إلى المعرفة المسبقة بمنطقة الدراسة و المسح الميداني الاستطلاعي ومعلومات من الدراسات السابقة، حيث لوحظ من خلال ذلك أن أنماط شغل الأراضي التي يظهرها الجدول (03)، هي الأكثر شيوعا و تكرارا



داخل مناطق الدراسة، حيث تم الاحتفاظ بسبعة (07) أنماط منها وهي: نمط المناطق العمرانية، نمط الأراضي الجرداء، نمط الغابات والأحراش والتشجير، نمط المسطحات المائية، نمط المناطق الرعوية، نمط المحاصيل الكبرى، كما تم دمج كل من أنماط زراعات الخضروات والكروم والزيتون وزراعة الأشجار المثمرة في فئة نمط الزراعات المتنوعة. وإعداد قائمة المصطلحات التي سيتم عكسها على الخرائط المنتجة والتي ستمثل مواقع التدريب أو طبقات استخدام الأرض المختارة في عملية التصنيف.

الجدول 03: أنماط استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية المستعملة في عملية التصنيف الموجه

الرقم	نمط الغطاء الأرضي	land cover type	المفتاح	اللون
1	المناطق العمرانية	Espace Bâti	EB	
2	الأراضي الجرداء	Sol Nu	SL	
3	الغابات والأحراش	Fôret et Maquis	FM	
4	المسطحات المائية	Plan d'Eau	PE	
5	المناطق الرعوية	Zones des Parcours	PR	
6	المحاصيل الكبرى	Grande Cultures	GC	
7	زراعات متنوعة	Diverses cultures	DC	

استخدمت هذه الدراسة التصنيفات الموجهة لكل بيكسل والتي تجمع وترتب بيكسلات صور الأقمار الاصطناعية مع نفس ميزات الانعكاس الطيفي أو ما شابهها في نفس فئات المعلومات⁽¹⁶⁾. حيث يعتمد هذا الأسلوب على اختيار عينات من الألوان التي تتألف منها المرئية الفضائية باعتبارها تعبر عن مظاهر بعينها من أشكال سطح الأرض معروفة للمستخدم، والهدف من اختيار تلك العينات تحديد القيم الطيفية الممثلة لكل نوع من أنواع المظاهر الأرضية، وتسمى هذه العينات باسم خلايا التدريب (Parcelles d'entraînements)، وتعرف القيم الطيفية الممثلة في هذه الخلايا باسم البصمات الطيفية (Signature Spectral). وبمجرد أن يتم تعيين القيم الطيفية المختارة لكل مظهر من مظاهر السطح فإن المرئية يمكن أن تصنف بأكملها (من خلال تعميم تلك العينات على باقي القيم الرقمية المشابهة). والذي

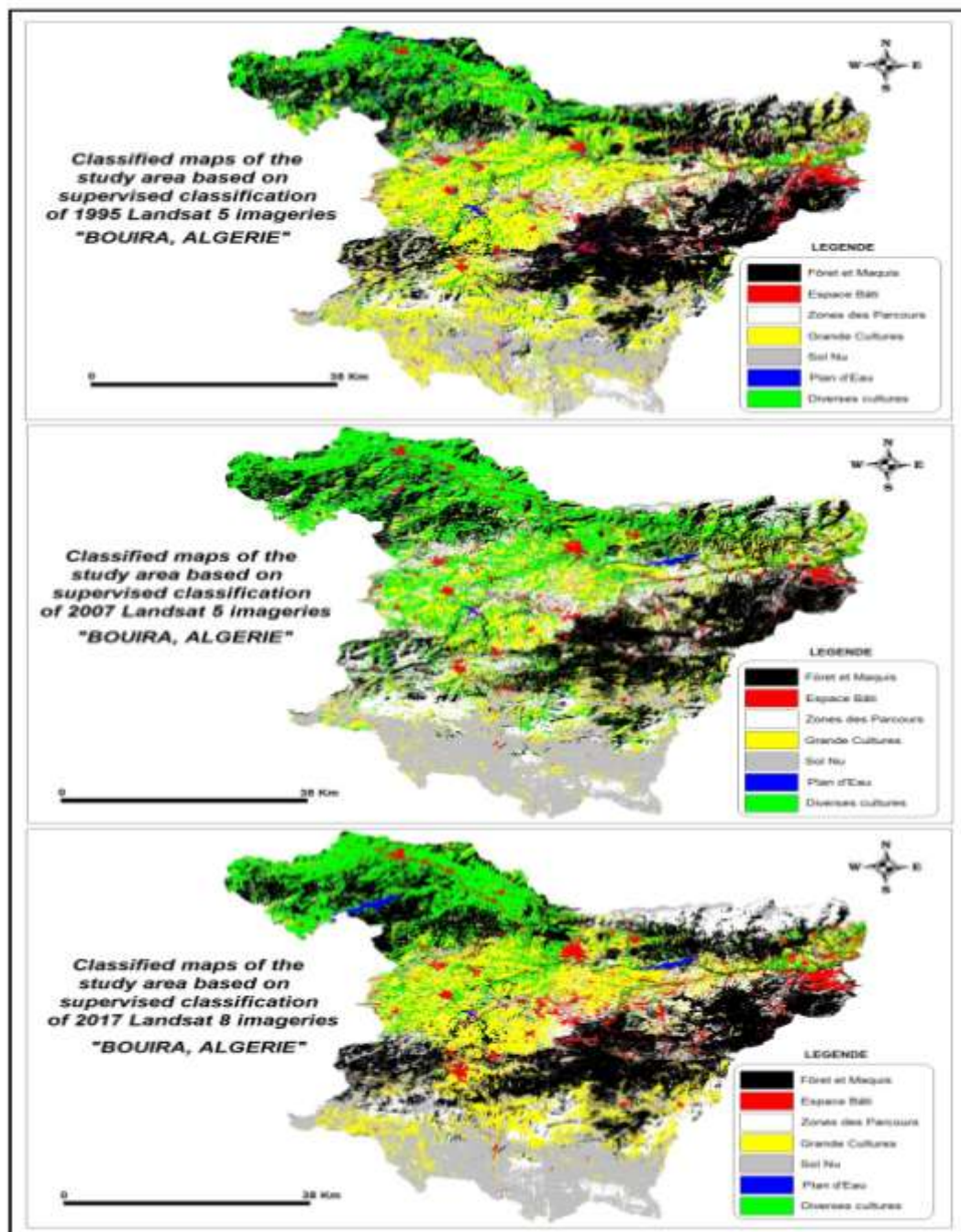
يحدث أن كل خلية من خلايا المرئية تصنف بناء على مدى تشابهها مع القيم الطيفية التي اختارها المستخدم لتمييز شكلا من أشكال السطح. يتم تحديد المناطق المتشابهة طيفيا اعتمادا على بياناتها الرقمية، ثم توضع كل خلية في مجموعة معطيات المرئية في نمط غطاء الأرض الأقرب لها من الناحية الطيفية⁽¹⁸⁾.

في هذا العمل تم تحضير شرائح عينات التدريب ومطابقتها على كل صورة فضائية، ليتم بعد ذلك اختيار مناطق التدريب عن طريق رسم على الأقل عشرة من الحيزات لكل نمط من الغطاءات الأرضية على الصور الفضائية استنادا إلى الصور الجوية والتحليل البصري للمواقع على خرائط Google Earth والصور نفسها كما تم استخدام تراكيب المرئيات المختلفة لتحسين ملاحظة وتحديد فئات استخدامات الأراضي والغطاءات الأرضية بسهولة في الصور مع مراعاة، اختيار مساحات متجانسة ومتشابهة طيفيا وسهلة التحديد، واحتوائها على أهداف مختلفة من ناحية استخدامات الأراضي وأنماط الغطاءات الأرضية، وذات أعداد كافية مقارنة بطبيعة المنطقة وموزعة بشكل متجانس على كامل المنطقة، كما يجب أخذ على الأقل 30 بيكسال لكل إشارة طيفية و هو عدد كافى لكل منطقة من مناطق التدريب، و هذا من أجل تمثيل أفضل لكل نمط⁽¹⁹⁾. تم الاستعانة على أكثر من 39% حتى 41% من النقاط في عملية التصنيف الموجه من مجموع العينات التي تم جمعها و التي قدرت بأكثر من 250 عينة لكل صورة، هذا إذا ما استثنينا 23% حتى 25% من المجموع الكلي للعينات و التي احتفظنا بها من أجل تأكيد عمليات التصنيف الموجه، في حين تبقى 38% حتى 40% من العينات تم الاستغناء عنها جراء بعض الأخطاء الكتابية أثناء عملية ملأ الاستمارات الميدانية، لعدم تجانس العينة مع الصور لاعتبارات طبيعية و تضارب بعض الأرقام.

تم إجراء التصنيفات الموجهة على صور لاند سات 1995، 2007، 2017 م، اعتمادا على طريقة، احتمالية غوس الأعظمية (Maximum Likelihood Classification)، التي تعد من الخوارزميات الأكثر شيوعا⁽²⁰⁾، كما تستخدم على نطاق واسع في أبحاث الاستشعار عن بعد لأنها سريعة وسهلة التنفيذ وتسمح بتفسير واضح للنتائج وتقدم غالباً دقة مرضية⁽²¹⁾. والطريقة مبنية على أساس أن احتمال انتماء وحدة الصورة لأي من أصناف الظواهر الأرضية يكون متساويا⁽²²⁾.

تمت المقارنة بصريا وحدات البيكسل الموجودة في الصور المصنفة بالصور الأولية و خرائط (QuickBird) و الصور الجوية، لتحديد دقة التصنيف. تكررت هذه العملية حتى تم التقليل من الأخطاء في التصنيف بشكل ملحوظ.

توضح الأشكال (03)، (04)، (05)، المخرجات النهائية للتصنيف الموجه، و الذي يتكون من ثلاثة خرائط للأعوام : 1995، 2007، 2017 م.



3- تحليل النتائج والمناقشة (Results and Discussion):

3-1- تقييم الدقة (Accuracy assessment):

تم تقييم دقة التصنيف (Classification Accuracy) باستخدام المقاييس المستمدة من مصفوفات الخطأ (Error Matrix)، والتي تضمنت الدقة الشاملة (Overall Accuracy) و كفاءة كابا (kappa Coefficient). بالإضافة إلى ذلك، تم الحصول أيضاً على دقة المستخدم (User) و المنتج (Producer's) لكل فئة، و التي تقيس على التوالي أخطاء العمولة (Commission) و الإغفال (Omission).

تعتبر قيمة الدقة الكلية (Overall Accuracy) التي تزيد عن 70٪ دقة تصنيف مقبولة⁽²³⁾. بالنسبة لمعظم التطبيقات، يمكن قبول قيم إحصاء Kappa التي تزيد عن 0.75 باعتبارها اتفاقية ممتازة أو جيدة جداً (Excellent Or Very Good Agreement) بينما تشير القيم في النطاق من 0.40 إلى 0.75 إلى تطابق عادل أو جيد (Fair Or Good Correspondence) و القيم الأقل من 0.4 تمثل توافقاً ضعيفاً (Poor)⁽²⁴⁾.

تم إجراء تقييم الدقة لصورة عام 2017 م، اعتماداً على المعطيات الميدانية الجيدة المتوفرة بهذا التاريخ، في حين لم يكن بالإمكان الحصول على عينات ميدانية آنية تعكس تواريخ اخذ صورتي القمر الاصطناعي لاند سات لسنتي 2007 و 1995 م، بسبب ندرة البيانات المرجعية (Reference Data) الكافية، و لكن تم تطبيق نفس منهجية التصنيف المعتمدة في هاته الدراسة على كلتا الصورتين (1995 و 2007). حيث تم اختيار ثلاثمائة و خمسون بيكسل بشكل عشوائي من كل صورة (50 بكسل من كل فئة) و فحصها للتأكد من دقتها باستخدام البيانات الحقيقية الميدانية و الصور الجوية و خرائط (QuickBird). خلص تقييم الدقة إلى النتائج المبينة في الجدول (04).

الجدول 04 : تقييم الدقة للخرائط المصنفة سنوات (1995، 2007، 2017)

السنوات	الدقة الشاملة (%)	معامل كبا	خطأ التصنيف أو العمولة (%)	خطأ الحذف (%)
years	Overall Accuracy (%)	kappa Coefficient	Mean Commission (%)	Mean Omission (%)
1995	76	0.69	16.67 ± 23.65	15.88 ± 22.44
2007	79	0.76	14.55 ± 21.34	13.77 ± 20.64
2017	81	0.79	12.75 ± 19.05	11.23 ± 18.87

بلغت الدقة الإجمالية للخرائط المصنفة للأعوام : 1995، 2007، 2017م، على التوالي : 76%، 79% و 81%، بناءً على التصنيف الموجه و هي تعتبر مقبولة، في حين كانت قيم معاملات كبا للخرائطتين، 2017 و 2007 أكثر من 0.75، مما يشير إلى اتفاق جيد جدا ((Excellent Or Very Good Agreement). في حين بلغ معامل كبا لخريطة 1995 م، 0.69 حيث يعبر عن اتفاق جيد. كما أظهرت النتائج أن متوسط أخطاء العمولة (Commission) و الحذف (Omission) كانت أقل من 25% مما يدل على دقة تصنيف مقبولة (Acceptable Classification).

سجل تصنيف استخدام الأراضي وشغل الأراضي لصور الأقمار الاصطناعية لاندسات (TM) 1995 و 2007 م ولاند سات (OLI) 2017 م، أكبر خطأ عمولة وإغفال ضمن فئات الغابات، المراعي والزراعات المتنوعة، الجدول (05). تفاوتت أخطاء العمولة بين هذه الفئات بين 26% و 35%، بينما تراوحت أخطاء الحذف من 27% إلى 34%. تم الخلط بين هذه الفئات مع بعضها البعض ومع الطبقات الأخرى. قد تكون هذه الأخطاء ناتجة عن الطبيعة المكانية للغطاء النباتي الذي قد يؤدي إلى الارتباك الطيفي. على سبيل المثال، غالبًا ما تكون فئة الغابات بجانب بعض الأشجار مثل أشجار الزيتون التي تدخل في فئات الزراعات المتنوعة، كذلك هناك بعض المصادر الأخرى للأخطاء، مثل البيكسلات المختلطة وتأثيرات الانعكاس الجوي، والتي ربما أدت إلى حدوث ارتباك بين فئات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي بشكل عام. كما لا نكتفي بهذه النتائج في منطقة دراسة ذات أقسام تضاريسية متنوعة بل ندعو إلى المزيد من التحقيق.

الجدول 05 : أخطاء العمولة و الإغفال في تغييرات استخدام الاراضي و الغطاءات الارضية المصنفة

لخرائط 1995، 2007 و 2017

	صورة 2017		صورة 2007		صورة 1995	
	خطأ التصنيف (%)	خطأ الحذف (%)	خطأ التصنيف (%)	خطأ الحذف (%)	خطأ التصنيف (%)	خطأ الحذف (%)
م. العمران	8	7	11	12	13	14
آ. الجرداء	5	5	7	5	11	12
الغابات	27	27	33	31	35	33
م. المائية	11	12	9	10	7	5
المراعي	35	30	29	31	26	27
م. الكبيرة	25	23	20	21	17	15
زراعات اخرى	33	34	30	28	34	34

2-3- تحليل تغييرات استخدامات الاراضي والغطاءات الارضية:

اشرنا سابقا انه تم دمج كل من أنماط زراعات الخضروات والكروم والزيتون وزراعة الأشجار المثمرة في فئة نمط الزراعات المتنوعة (DC)، حيث تم استخلاص في النهاية سبعة فئات (07) في كل صورة فضائية من الصور الثلاثة للقمرين الاصطناعيين لاندسات 5 و 8 (Landsat 5 et 8)، واستعمالهم في عمليات التصنيف الموجهة، والفئات المقصودة هي كل من (نمط المناطق العمرانية، نمط الاراضي الجرداء، نمط الغابات والأحراش والتشجير، نمط المسطحات المائية، نمط المناطق الرعوية، نمط المحاصيل الكبرى ونمط الزراعات المتنوعة). تمت مقارنة صورة عام 1995 وصورة عام 2007 وصورة 2017م من حيث معدل وحجم التحول في فئات الاستخدامات الارضية والغطاءات الأرضية، وكذا توزيعاتها المكانية، كما هو موضح في الجدول رقم (06) والأشكال (03)، (04)، (05).

الجدول 06 : التغيرات المساحية في أنماط استخدامات الاراضي والغطاءات الارضية

عبر السنوات (1995، 2007، 2017) في ولاية البويرة

أنماط الاستخدامات	سنة 1995م	سنة 2007م	سنة 2017م	معدل التغير (هـ)	معدل التغير (%)	معدل التغير (هـ)	معدل التغير (%)	معدل التغير (هـ)	معدل التغير (%)
و الغطاءات الارضية	المساحة (هـ)	المساحة (هـ)	المساحة (هـ)	1995-2007	1995-2007	2007-2017	2007-2017	1995-2007	1995-2007
المناطق ع	4750	9670	23860	4920	50,88	14190	59,47	19110	80,09
الاراضي الجرداء	14277	12590	10670	-1687	-13,40	-1920	-17,99	-3607	-33,81
الغابات و ش	170700	163500	159000	-7200	-4,40	-4500	-2,83	-11700	-7,36
المسطحات م	4089	2255	1790	-1834	-81,33	-465	-25,98	-2299	-128,44
المناطق الرعوية	89440	85465	81770	-3975	-4,65	-3695	-4,52	-7670	-9,38
المحاصيل ك	112894	109270	83910	-3624	-3,32	-25360	-30,22	-28984	-34,54
زراعات أخرى	50550	63950	85700	13400	20,95	21750	25,38	35150	41,02

وجد أن الفئات التي ازدادت في المنطقة من فترة الى أخرى تشمل كل من المناطق العمرانية و الزراعات المتنوعة، حيث شهد :

نمط المناطق العمرانية زيادة بلغت على التوالي 50,88% و 59,47% بين السنوات 1995/2007 و 2007/2017، ويعود هذا الارتفاع في الفترة الأولى الى نزوح سكان الأرياف الى المدن جراء الأوضاع الأمنية التي سادت المنطقة آن ذاك مما رفع وتيرة التعمير خاصة البنايات الفوضوية منها ومع بداية الالفينات بدأت البلاد عامة والمنطقة خاصة في استرجاع استقرارها من جديد ومن ثم بعث مشاريع سكنية ومنشآت فنية هامة مما ساهم في ارتفاع معدلات التعمير بصورة كبيرة و هذا ما ترجمته النتائج السابقة.

اما فيما يخص نمط الزراعات الأخرى فهو الآخر شهد زيادات ملحوظة من فترة الى أخرى وتحديدا في الفترة الأخيرة (2017/2007) حيث عمد سكان المنطقة خاصة في الجهة الشمالية التي تمتاز بطابعها الريفي الى اللجوء الى زراعة الأشجار بمختلف أنواعها خاصة الزيتون منها وهذا ما يفسر انتقال معدلات نمط الزراعات الأخرى على التوالي بين السنوات 1995/2007 و 2007/2017 من 20,95% الى 25,38%. وإجمالا فبلغت الزيادات ما

بين السنوات 1995 حتى 2017 الى 80,09% بالنسبة لنمط المناطق العمرانية مستهلكة ما مساحة حوالي 4444 هكتار، و 41,02% بالنسبة لنمط الزراعات الأخرى مستهلكة ما مساحته حوالي 666 هكتار. نشير انه وقع تداخل بين بيكسلات نمط الزراعات الأخرى ونمط الغابات والأحراش، والمرجح ان العديد من بيكسلات هذا الأخير صنف على أنها زراعات أخرى، بدليل بعض العينات الميدانية التي أكدت ذلك، الأمر الذي يفسر المساحة المعتبرة الذي استحوذ عليها نمط الزراعات الأخرى.

كل الفئات المتبقية ما عدا المذكورتين سابقا (العرمان، الأشجار المتنوعة) فقد شهدت انخفاضات متفاوتة ومتباينة من نمط الى آخر جراء عوامل مختلفة، منها التوسعات العمرانية على حساب الاراضي المتواجدة بها هاته الأنماط وكذا توجه بعض سكان منطقة الدراسة الى زراعة الأشجار بمختلف أنواعها، مستغلين المساحات الجرداء والجيوب الغير مشغولة في الغابات و الأحراش لذلك.

نجد ان الاراضي الجرداء استهلك من مساحتها حوالي 1687 هكتار ما بين السنوات 1995 و 2007م بنسبة وصلت الى 13,40% و حوالي 1920 هكتار ما بين السنوات 2007 و 2017م بنسبة وصلت الى 17,99%، اما إجمالا فقد استهلك من مساحتها ما بين السنوات 1995 و 2017م ما يقارب 3607 هكتار بنسبة وصلت الى 33,81%.

نمط الغابات والأحراش هو الآخر عرف تراجعات محسوسة فمن 7200 هكتار ما بين السنوات 1995 و 2007م الى 4500 هكتار ما بين السنوات 2007 و 2017م، بنسب تراوحت على التوالي: 4,40% و 2,83%، واجمالا فقد استهلك من مساحته ما بين السنوات 1995 و 2017م ما يقارب 11700 هكتار بنسبة وصلت الى 7,36%.

المسطحات المائية هي الأخرى عرفت تراجعات متباينة فمن 1834 هكتار بين السنوات 1995 و 2007م الى 465 هكتار ما بين السنوات 2007 و 2017م، بنسب تراوحت على التوالي : 81,33% و 25,98%، واجمالا فقد استهلك من مساحتها ما بين السنوات 1995 و 2017م ما يقارب 2299 هكتار بنسبة وصلت الى 128,44%.

المناطق الرعوية كذلك شهدت انخفاضات محسوسة لكن متقاربة، فمن 3975 هكتار بين السنوات 1995 و 2007 الى 3695 هكتار ما بين السنوات 2007 و 2017، بنسب بلغت على التوالي 4,65% و 4,52%، و اجمالا فقد استهلك من مساحتها ما بين السنوات 1995 و 2017 ما يقارب 7670 هكتار بنسبة وصلت الى 9,38%.

نمط المحاصيل الكبرى (القمح بنوعيه الصلب و اللين، الشعير) عرف انخفاضا قدر بحوالي 3624 هكتارا، بنسبة 3,32% بين السنوات 1995 و 2007 في حين شهد ما بين السنوات 2007 و 2017 انخفاضا محسوسا بلغ حوالي 25360 هكتارا بنسبة 30,22%، وعموما فقد استهلك من مساحة هذا النمط ما بين السنوات 1995 و 2017 ما يقارب 28984 هكتار بنسبة وصلت الى 34,54%.

4- الخاتمة:

تم مراقبة استخدامات الاراضي والغطاءات الارضية في ولاية البويرة باستخدام الكشف عن التغيير بالتصنيف المراقب اعتمادا على خوارزمية احتمالية غوس الاعضية لصور Landsat TM5 و OLI8 ونهج مقارنة ما بعد التصنيف للحصول على خرائط دقيقة إلى حد ما لتغيرات استخدامات الاراضي والغطاءات الارضية. توضح النتائج كيف يسمح استخدام الاستشعار عن بعد من تقييم ورصد وتحديد حجم التغيرات في استخدامات الاراضي والغطاءات الارضية في مناطق واسعة ومتنوعة المظاهر التضاريسية أين يصعب على الطرق التقليدية مثل المراقبة الميدانية من تحقيق ذلك. كشفت نتائج هذه الدراسة عن تغييرات في بعض أنماط الغطاءات الارضية في ولاية البويرة بين السنوات 1995 و 2017م، أين شهدت الجزائر تحولات اقتصادية واجتماعية وسياسية كبيرة.

تغير المنظر العام في أجزاء عديدة من منطقة الدراسة بشكل ملحوظ على مدار 22 عاما الماضية. حيث كان أهم تغيير في الغطاءات الأرضية بمنطقة الدراسة هو زيادة المناطق العمرانية ثم الزراعات المتنوعة، في حين شهدت باقي الانماط تراجعات متباينة بدا بالأراضي الجرداء و انتهاء بالمحاصيل الكبرى.

تسلط النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث الضوء على أهمية معالجة الصور الرقمية عبر الأقمار الاصطناعية بمساعدة تقنيات الاستشعار عن ونظم المعلومات الجغرافية في رسم الخرائط وتحليل تغييرات أنماط الغطاءات الارضية والاستخدامات الارضية الزمانية والمكانية والتقدير الكمي.

5- الهوامش:

- 1- Ayele, G.T.; Tebeje, A.K.; Demissie, S.S.; Belete, M.A.; Jemberrie, M.A.; Teshome, W.M.; Mengistu, D.T.; Teshale, E.Z. Time series land cover mapping and change detection analysis using geographic information system and remote sensing, Northern Ethiopia. Air Soil Water Res. 2018, 11, 1–18.
- 2- Myers N (1993) Tropical forests: the main deforestation fronts. Environ Conserv 20:9–16.
- 3- Berlanga CA, Ruiz LA (2002) Land use mapping and change detection in the coastal zone of Northwest Mexico using remote sensing techniques. J Coast Res 18(3):514–522
- 4- Ozesmi SL, Bauer ME (2002) Satellite remote sensing of wetlands. Wetl Ecol Manage 10:381–402
- 5- Lu D, Mausel P, Brondizio E, Moran E (2004) Change detection techniques. Int J Remote Sens 25:2365–2407.
- 6- Gong,P.; Howarth, P.J. An assessment of some factors influencing multispectral land-cover classification. Photogramm. Eng. Remote Sens. **1990**, 56, 597–603.
- 7- Li, C.; Wang, J.; Wang, L.; Hu, L.; Gong, P. Comparison of classification algorithms and training sample sizes in urban land classification with Landsat thematic mapper imagery. Remote Sens. 2014, 6, 964–983.
- 8- Plan d'aménagement de la wilaya de Bouira, phase 2, p : 18, janvier 2012
- 9- معمر زينب، التنمية الفلاحية في ولاية البويرة، ماجستير، تخصص تهيئة ريفية، جامعة هواري بومدين للعلوم و التكنولوجيا، كلية علوم الأرض و الجغرافيا و التهيئة القطرية، 2005م.
- 10- CENEAP : le Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement.

11- احمد واعمر نادية، تنمية المناطق الجبلية بالجزائر، حالة ولاية البويرة، ماجستير، تخصص جغرافيا، المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة، 2006م.

12- ONS : l'Office National des Statistiques, Algérie

13- DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires, Bouira.

14- INCT : Institut Nationale de Cartographie et de la Télédétection.

15- Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B.; Lambin, E. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. Int. J. Remote Sens. **2004**, 25, 1565–1596.

16- Campbell JB (2002) Introduction to remote sensing, 3rd edn. The Guilford Press, ISBN 1-57230-640-8.

17- www.ccrs.nrcan.gc.ca/tutor/fundam/29/6/2006.

18- S. Wilkie, David & T.Finn, John, Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring. New York. Columbia University Press, p : 164. 1996.

19- منار محمد احمد شولي، ماجستير (دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد). جامعة النجاح الوطنية في نابلس، فلسطين، ص : 65، 2008م.

20- Soni, S.K. Crop Area Estimation for Bundi Tahsil of Rajasthan using Remote Sensing and GIS Technique. In Proceedings of the Geospatial World Forum, Hyderabad, India, 18–21 January 2011.

21- Bolstad, P.; Lillesand, T.M. Rapid maximum likelihood classification. Photogramm. Eng. Remote Sens. **1991**, 571, 67–74.

22- د. عصمت محمد الحسن، معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد، كتاب عن

KING SAUD UNIVERSITY، ص : 127، سنة 2007م.

23- Lillesand, T.M.; Kiefer, R.; Chipman, J. Remote Sensing and Image Interpretation, 6th ed.; JohnWiley & Sons: New York, NJ, USA, 2008.

24- Fleiss, J.L.; Levin, B.; Paik, M.C. The Measurement of Interrater Agreement, in Statistical Methods for Rates and Proportions. In Statistical Methods for Rates and Proportions; John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA, 2003; pp. 598–626.