Using Automatic Satellite Images and Monitoring of Water Objects

Thamer Rayes Thiyab

Department of Environmental Engineering, University of Babylon, Babylon, Iraq

tdiyab@ymail.com

Submission date:- 14/5/2018	Acceptance date:-3/6/2018	Publication date:-3/9/2018

Abstract

The satellite radar survey and monitoring system for the mapping of water bodies in Slovenia and its border states was carried out by satellite radars (Sentinel-1). Algorithms automatically detect new archived data, retrieve and analyze data, and publish and transmit results to a website. New surveys were available every six days, but this time the time will be halved, when Sentinel-1 starts sending data.

Keywords: Water bodies, Sentinel, Satellite-1, Rainwater and floods.

Journal of University of Babylon for Engineering Sciences by ***University of Babylon*** is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

إستعمال صور القمر الصناعي الرادارية والرصد الأوتوماتيكية للأجسام المائية

ثامر رئيس ذياب

قسم هندسة البيئة، كلية الهندسة، جامعة بابل

tdiyab@ymail.com

الخلاصة

تم تنفيذ نظام المسح والرصد الراداري للأقمار الصناعية لرسم خرائط الأجسام المياه في سلوفينيا والدول الحدوديه لها بوساطة رادارات القمر الصناعي (Sentinel-1). تقوم الخوارزميات تلقائيًا باكتشاف وجود بيانات جديدة في الأرشيف واسترداد البيانات وتحليلها ونشر النتائج ونقلها إلى موقع الويب. تتوفر عمليات المسح الجديدة كل ستة أيام، ولكن هذه المرة سيتم خفض الوقت إلى النصف، عندما يبدأ Sentinel-1 الثاني في ارسال البيانات.

الكلمات المفتاحية: – الأجسام المائية، سنتينل–1، القمر الصناعي، مياة الأمطار والفياضانات.

1-المقدمة:

أطلقت وكالة الفضاء الاوربية ESA اول قمر صناعي من سلسلة الاقمار الصناعية (سنتينل Sentinel) في عام 2014، Sentinel-1، التي تتألف من Sentinel-1A، Sentinel-1B، Sentinel-1C وSentinel-1D. هذه هي أقمار صناعية لرصد الأرض بوساطة برنامج كوبرنيكوس التابع لوكالة. وهي ستة أنواع مختلفة من الأقمار الصناعية المخصصة لمراقبة الارض تم اطلاقها ضمن هذا البرنامج لترصد كوكبنا في مناطق متنوعة من الطيف المغناطيسي[1] ، القمر الصناعي الاول في هذه السلسلة هو (Sentinel-1) والذي تستعمل بياناته في دراستنا هذه. إن البيانات المحصلة من قبل هذا القمر الصناعي متوفرة مجانا وعلى المركز الرئيس (Hub) لهذا القمر [2]. حاليا جميع البيانات الماضية متوفرة في هذا المركز الرئيس للقمر، ولكن مستقبلا سيدعم هذا المركز الرئيس ارشيفا مدورا قصير الامد، ويحتفظ بالبيانات لمدة عام من تاريخ الحصول عليها. بقية البيانات ستكون مجانية ولكنها متاحة فقط عند الطلب.

البيانات الرادارية للأقمار الصناعية تحمل الكثير من المميزات مقارنة مع الطائرات بدون طيار لرصد التغيرات على سطح الأرض [3]. ولكن في الوقت نفسه لها بعض العيوب مقارنة مع البيانات البصرية للقمر الصناعي. يوجد مزيج من موجات الإشارة الرادارية والمتحسس النشط للقمر الصناعي (لا يتطلب وجود اضاءة الشمس المنبعثة من التضاريس. وذلك بسبب انها ترسل الاشارة الخاصة بها). يسمح هذا التركيب باكتساب البيانات، بغض النظر عن الوقت والظروف الجوية. ينفع هذا في مراقبة حدوث الفيضانات والأمطار. استجابة للإشارات المنعكسة من الأجسام المائية تبدو تلك الاجسام بشكل بقع معتمة. قيمتها تعتمد على خشونة سطح الماء وليس على الخواص اللونية لها كما هو الحال في الصور البصرية. لذا فإن قوة الاشارة المنعكسة تعتمد على قوة الامواج والرياح وشدة سقوط الامطار التي تسبب اضطراب وتغير سطح الماء. مياه الفيضانات في الحقول والمناطق الريفية ومياه الفيضانات تحت الغطاء النباتي يصعب رصدها بالإشارات الراديوية. هناك العديد من البحوث في هذا المجال،[4][5] ،[6]وبالتالي المزج بين رصد الماء ونماذج الماء المتوفرة اعتماداً على نظام التضاريس.

قمنا بتعريف اجراء يقوم برصد الاجسام المائية بوساطة الرسم البياني ونهج مماثل يستعمل لتصنيف المياه من الصور الرادارية من قبل الباحثين الآخرين[6] ،[7] ،[8] ،[9] . إنّ هذا النظام يعمل تلقائيا بالكامل ومن دون تدخل أي مشغل أو عامل فبمجرد وصول المسح الراداري للمنطقة المنكوبة يتم جمع البيانات وارسالها الى المركز الرئيس (Hub). يتم ارسال استفسار عن البيانات الجديدة كل (90 دقيقة) للتأكد من الحصول على معلومات جديدة التحديث. بهذه الطريقة من التتابع في استحصال البيانات يمكننا اعطاء حالة الاجسام المائية كل ستة أيام. وسوف تزداد الى ثلاثة ايام في حال اشتغال القمر الصناعي الأخر (Sentinel-1B). يتم تحميل البيانات المستحصلة إلى السرفرالرئيس ويتم دمجها في نظام GIS المخصصة على شبكة الإنترنت.

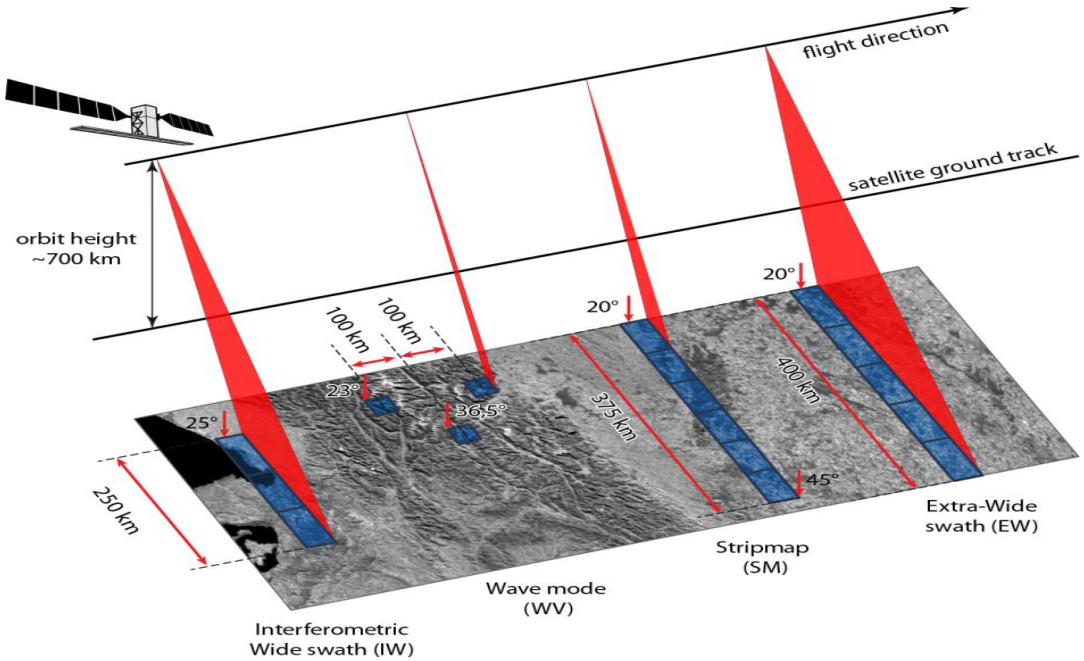
الشكل 1: إجراءات الحصول على المسطحات المائية.

1-1: سنتينل Sentinel-1:

هو أول قمر صناعي من برنامج (كوبرنيوكس) أطلق من قبل وكالة الفضاء الاوربية. تتكون هذه المهمة من قمرين صناعيين، Sentinel-1 A وSentinel-1 B يحملان رادار من نوع الفتحة المركبة لحزمة C والتي تدعم مجموعة من البيانات في الاحوال الجوية سواء أكان ليلاً أو نهاراً. في 12 /اذار/2010، وقعت كل من وكالة الفضاء الاوربية وثاليز الينيا للفضاء عقدا بقيمة (270) مليون يورو لبناء القمر الصناعي الثاني من المشروع Sentinel-1.

وكانت مهمته هي إطلاق قمرين صناعيين [10]، الاول هو (Sentinel -1 A) وقد تم اطلاقه في الثالث من نيسان عام 2014. وهو يعمل بالكامل ويزود بالمعلومات بشكل منتظم. والثاني وهو

(Sentinel- 1B) وقد تم اطلاقه في (الخامس والعشرين من نيسان 2016) ولايزال هو في طور المعايرة والفحص والأختبار. ويبلغ متوسط العمر المتوقع لهما هو (12) سنة، ومن المتوقع استبدالهم بأقمار جديدة من الجيل الجديد Sentinel-1C و Sentinel D 1 تشترك الأقمار الصناعية في نفس المدار القريب من القطب، وتبلغ المسافة بينهما 180 درجة. يمكن للقمر الصناعي الواحد الحصول على بيانات لكل الأرض في كل 12 يومًا، بينما في حال المسح والرصد الزوجي (قمرين صناعيين) يمكن القيام بهذه المهمة في 6 أيام. بالنظر إلى البيانات من كلا القمرين (تصاعديًا وتنازليًا)، يمكنهم فحص أي نقطة على الأرض كل ثلاثة أيام أو حتى يوميًا في خطوط العرض العلوية.



الشكل 2: أنماط مختلفة لالتقاط الصور من القمر الصناعي Sentinel-1 [11].

على متن هذه الأقمار الصناعية أجهزة الرادار C-SAR التي تعمل في موجة طولها 5.55 سم. ويمكن الحصول على البيانات في توليفات مختلفة من الاستقطابات الرأسية والأفقية، عند درجات استبانة مكانية تتراوح بين 5 الى 100 متر، ومساحات تتراوح بين 20 الى 400 كيلومتر. يعتمد اختيار طريقة اكتساب البيانات على الهدف من التصوير، وسعة التنزيل، والوقت الإجمالي المتاح لعمليات المسح والرصد في كل مسار الدوران. الهدف الرئيس هو أوروبا، حيث يتم الحصول على البيانات عند

كل دورة، بينما في مناطق أخر من العالم، بدأ التصوير فقط، وعادةً ما يتم الحصول على البيانات في كل مسار ثاني، بسبب قدرة الإرسال المقيدة. يمكن استغلال بيانات الرادار المكتسبة في نطاق واسع من التطبيقات، على سبيل المثال، لتحديد انسكاب النفط وتقدير اتجاه الرياح وسرعتها، تكشف عن التأثيرات السطحية التي تنتجها التيارات البحرية عندما تلبي التكوينات المغمورة بالمياة، وتتبع حركة الصفائح الجليدية، ومراقبة حركة المرور البحري. تُستعمل بيانات الرادار على اليابسة لتعريف التشوهات السطحية ثلاثية الأبعاد وهبوطها ورفعها ومدى الأنهار الجليدية والغطاء الأرضي وحجم الكتلة الحيوية ورطوبة التربة. كما ستعمل سلسلة زمنية طويلة ومتواترة من البيانات الخاصة بمجموعة الكوكب الحارس على تسهيل مراقبة تغير المناخ العالمي والبحث عن ديناميكيات العمليات خلال السنة وفيما بينها.

1.2 مميزات صور الرادار

تتسم رصدات الأقمار الصناعية البصرية بخصائص مماثلة لوجهة النظر البشرية؛ وعادةً ما تغطي ثلاثة نطاقات من أجهزة الاستشعار للطيف الكهرومغناطيسي المرئي، بينما تغطي النطاقات الإضافية نطاقًا قريبًا من الأشعة تحت الحمراء وبصورة أقل كثيرًا. نظم الرادار مراقبة العمليات الفيزيائية المختلفة، بسبب الطول الموجي الأطول للإشارة المرسلة، ما يصل إلى 100000 مرة أطول من الأنظمة البصرية. تفاعل الموجات الكهرومغناطيسية في هذا الطول الموجي (عادة في المدى ما بين 1 سم الى 1 متر) بشكل مختلف مع الجسم المرصود والوسط بين الجسم والرادار. ولعل أكثر الخصائص إثارة للاهتمام لدى المستعملين الذين يتعاملون مع الكشف عن الماء هي قدرة الرادار على اختراق الغيوم من دون عائق تقريباً (على الرغم من أن سرعتها تنخفض وتضعف القوة). وهذا يمكن الملاحظة في الظروف الجوية جميعها [12]. يتأثر التفاعل بين الإشارة المرسلة والجسم المرصود بالخصائص الفيزيائية الآتية:

– الطول الموجي للإشارة المرسلة.

– حجم وخشونة الجسم المرصود.

– اتجاه الجسم بالنسبة لاستقطاب الإشارة.

– الخصائص الكهربائية (عازل أو موصل) للجسم المرصود.

هذه الخصائص تؤثر على كمية الانتشار من الجسم، وعمق الاختراق فيه. ويمكن للأنظمة ذات الأطوال الموجية الأطول أن تخترق مظلة الغابات أو المحاصيل الزراعية من دون عوائق تقريباً، وبالتالي يمكن أن تعطي معلومات عن حالة جذوع الأشجار السميكة والتربة. يعتمد عمق الإشارة التي تخترقها الإشارة اللاسلكية على رطوبة التربة – فكلما ارتفعت الرطوبة، كلما كان الاختراق أعلى. اختراق الماء أو الأشياء المعدنية ليست سوى طفيفة أو لا شيء. تعتمد قوة الإشارة المرتدة على اتجاه الجسم المرصود بالنسبة إلى استقطاب الإشارة وخشونة الجسم.

قوة الإشارة تزداد مع خشونة الجسم – وهي الأقل بالنسبة للمناطق المسطحة تمامًا مثل الماء أو الصفائح المعدنية العمودية في المباني إذ تنعكس الإشارة تمامًا وتستمر في الانتقال إلى اتجاه آخر. ينتج عن ذلك مناطق مظلمة جدًا من المسطحات المائية على الصورة، بينما تظهر المباني مشرقة بسبب ارتداد مزدوج (من المبنى والأرض أمامه). لأن معظم الإشارة تعاد إلى هوائي الاستقبال في القمر الصناعي. يجب توخي الحذر الشديد لاختيار الطول الموجي والاستقطاب الأمثل حيث يظهر كل منهما خصائص مميزة للجسم.

2- التجهيز

تشرح الفصول التالية تنفيذ خوارزميتنا للكشف التلقائي عن المسطحات المائية من رادار Sentinel-1. الخطوة الأولى في الخوارزمية هي المعالجة المسبقة للبيانات التي تم الحصول عليها وتحويلها إلى تنسيق مناسب لإجراء مزيد من التحليل. مقارنة متعددة السنوات مع صور الرادار الأخرى من النوع نفسه والتغطية لنفس منطقة المسح والرصد.

الصور التي تم تنزيلها من مركز التوزيع لم يتم تحديدها جغرافيًا وتحتوي على تشوهات في التضاريس الوعرة، بسبب خصوصيات التملك للأراضي. تم إجراء التصحيحات باستعمال مربع أدوات النظام الأساس للتطبيق المجاني والمفتوح [13] في أربع خطوات:

- إزالة الضوضاء على حواف الصورة.
- المعايرة الإشعاعية.
- إزالة ازدحام البقع.
- تحديد الموقع الجغرافي(X,Y) والتصحيح المساحي الطبوغرافي.

معظم البيانات المستحصلة لها حزمة انتقالية ضعيفةً جدًا على طول حواف الحافة اليسرى واليمنى.مما يسبب حدوث العديد من الاخطاء اثناء عملية الرصد، من شأن هذه القيم إدخال أخطاء إضافية في إجراء الكشف ، وبالتالي يتم إزالتها من التحليل الإضافي.

الخطوة التالية هي المعايرة الراديومترية للقيم المتبقية، التي يكتشفها المستشعر. ويتم إعداد مجموعة متنوعة من الموأثرات، مثل زوايا الوقوع في الحيازة ونمط الإشعاع للهوائي، وتحويل القيم إلى كميات مادية تعبر عن شدة الانتشار الخلفي لإشارة الرادار المرسلة.

لقد تم الأخذ بعين الاعتبار عدة عوامل عده منها: زوايا سقوط كسب البيانات ونموذج المعايرة للهوائي، وتحويل البيانات إلى كميات فيزيائية والتي تعكس شدة التقطيع لاشارة الرادار المنتقلة. بسبب المدى الديناميكي لتلك القيم وهو عادة بضعة ترتيبات من المقادير، تم تحويلها لوغاريتميا الى ديسيبل، وهذا من شأنه ان يزيد شدة التباين بين الماء والارض.

تمت إزالة ازدحام وكثرة البقع الرقائقي في الصور من خلال التصفية التكيفية بمرشح (فلتر)، [14]. هذه الخطوة ضرورية في أي تحليلات تقريبًا لصور الرادار، لأن كثرة أو ازدحام البقع يفاقم معالجة التفسير. مصطلح الضوضاء نفسها ليست صحيحة تماماً، لأن التأثير يبدو بسبب تماسك الذبذبة المنقولة (كل الموجات المنبعثة في الوقت نفسه لها نفس التردد والطور) وهذا لا يقلل من جودة الصورة. الصورة بعد ذلك يتم تحويلها إلى نظام الإحداثيات الوطنية للدولة وإعادة تشكيلها لتصبح ذات دقة مكانية مقدارها 10 أمتار. لتبسيط المقارنة المتبادلة بين الصور، ونضمن أن تكون مراكز البكسل هي دائما على محور الاحداثيات نفسه.

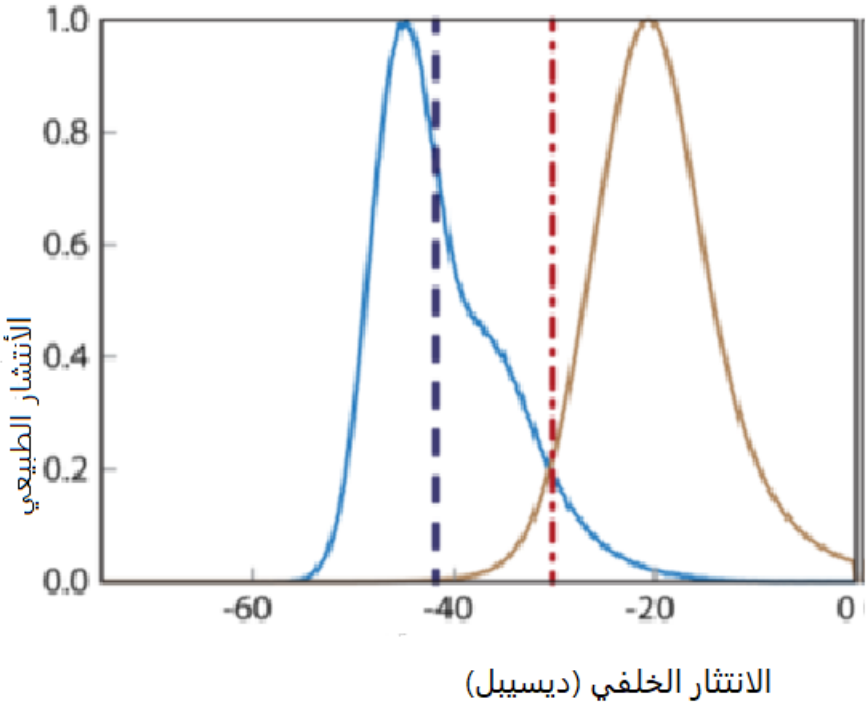
وأخيراً تم إجراء عملية تصحيح المسح والرصد الطوبوغرافي بوساطة استعمال نموذج الارتفاعات الرقمية (منسوب النقاط) في المركبة الفضائية (DEM) (SRTM).

تم القيام بتصحيح الآثار الأمامية والتوقف عن العمل وكذلك الإضاءة المختلفة للمنحدرات.

(SRTM) المركبة الفضائية للرصد والمسح الطوبوغرافي، ونظام الصعود الرقمي (DEM). قمنا بتصحيح تاثيرات التقصير والتوقف وكذلك الضوء المختلف للميل. يحدث التقصير عندما تصل نبظة الرادار الى قاعدة شاخص طويل (جبل طويل مثلا) قبل أنْ تصل إلى القمة، ان ميل الجبل يبدو مضغوطا. أم التوقف فهو يحدث عندما تصل ذبذبة الرادار الى قمة الجبل قبل ان تصل الى قاعدته. وكنتيجة لذلك تزاح قمة الجبل عن موقعها الحقيقي في الأرض باتجاه الرادار. مناطق التوقف تلك والمناطق المحسوبة لظلال الرادار تحفظ كقناع، وذلك لان نوعية البيانات التي فيها منخفضة جداً. القيم الرمادية لظلال الرادار متشابهة أو أقل من تلك الموجودة في المسطحات المائية، مما يعقد اكتشافها بالقرب من الجبال العالية والمنحدرة.

3- التحديد الثابت للأجسام المائية

تعتمد خوارزمية الكشف عن المسطحات المائية على بيانات مساعدة حول المسطحات المائية الدائمة. لقد تم إنشاء هذه الطبقة من البيانات على المياه السطحية على نطاق أكبر من 10أمتار من قبل وزارة الزراعة والغابات والمواد الغذائية، وتحسنت في وقت لاحق مع المناطق التي يتم الكشف عنها في كثير من الأحيان كأجسام مائية.



الشكل 3: الرسم البياني للقيم الرمادية للمياه (الأزرق) والأرض (البني). يشير الخط المتقطع البنفسجي إلى الحد الأدنى والخط الأحمر المنقط والمتقطع الحد الأعلى.

يعتمد إجراء فصل المسطحات المائية عن الأرض على حساب قيم البداية. تمثل البكسل ذات القيم الرمادية الأعلى الأرض، بينما تمثل القيم الأقل المياه. تم تحديد البداية بوساطة حساب ومقارنة متبادلة بين الرسوم البيانية للقيم الرمادية المقاسة من خلال الحساب والمقارنة المتبادلة بين اللون الرمادي العادي وقيم الرسوم البيانية (الشكل 3).

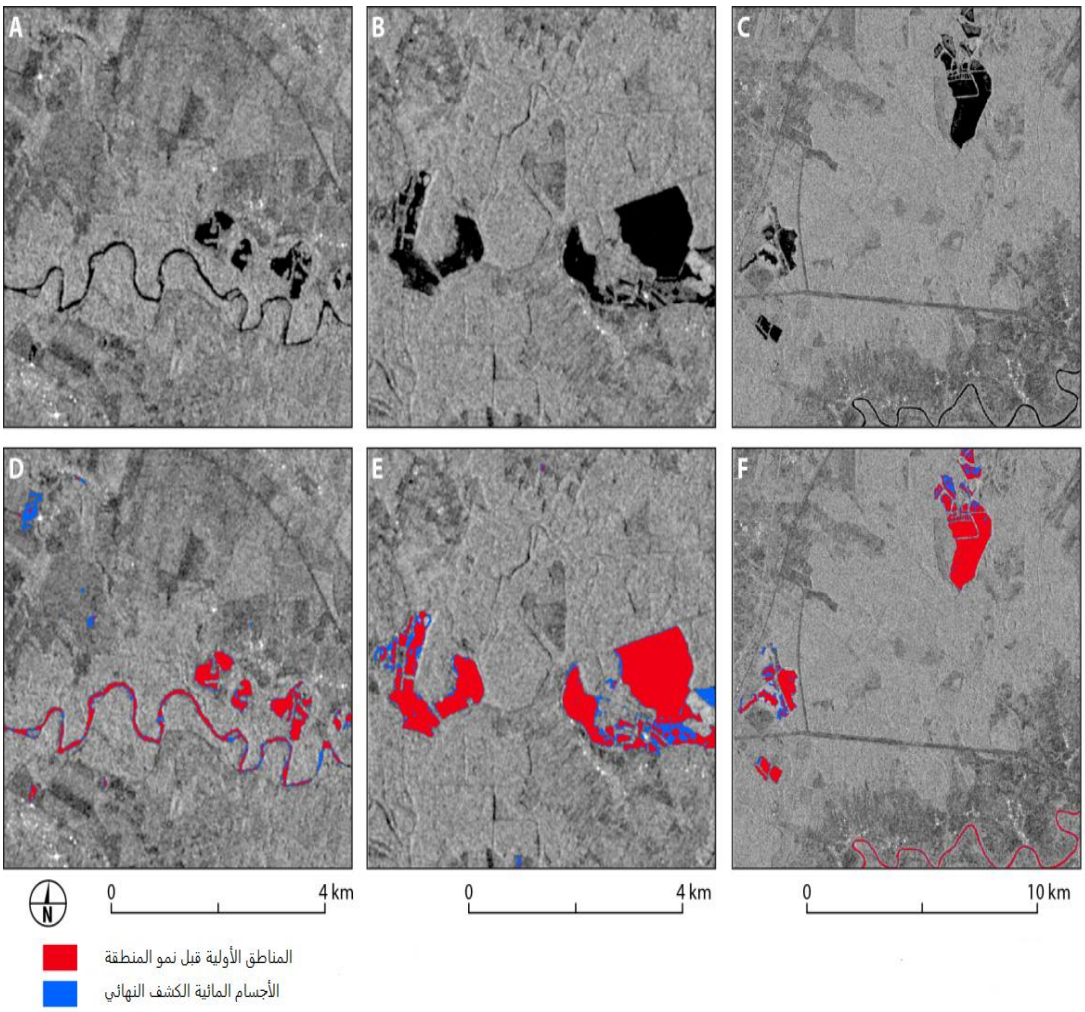
يوضح الرسم البياني الأول (الأزرق) توزيع القيم التي يتم تعريفها على أنها مياه في طبقة المياه الدائمة، بينما يوضح الثاني توزيع القيم التي تنتمي إلى المناطق الأخرى جميعها باستثناء ظلال الرادار (البني). مع تحليل كل من الرسوم البيانية، نؤسس لحدين للمياه. يعرّف الحد الأعلى (الخط الأحمر المنقط والمنقط الأزرق في الشكل 3) على أنها القيمة الرمادية عند تقاطع المدرج التكراري، في حين تم حساب الحد الأدنى (الخط المتقطع البنفسجي في الشكل 3) من الرسم البياني للقيم المرجعية بالنسبة للمياه. يتم تحديدها كقيمة يبدأ فيها المدرج التكراري في الانخفاض ببطء، أي النقطة التي يكون فيها المشتق الأول من المدرج التكراري ذو أقل قيمة. يتم التحكم والتحكم في الحد الأعلى مع حد فصل بين الفئتين كلتيهماعلى أساس طريقة Otsu [15].

إذا كانت القيمة المحسوبة أقل من الحد الأعلى، يتم تخفيض الأخير إلى قيمة طريقة Otsu. هذا أيضا يقلل من كمية الكشف عن المياه الغير صحيحة (أخطاء النوع الثاني).

يجمع القمر الصناعي Sentinel-1 البيانات في استقطابين مختلفين (VV وVH). وهذا يشبه تقريباً نطاقين طيفيين مختلفين في التصوير البصري. يتم تنفيذ الإجراء الموضح لتحديد العتبات بشكل مستقل لكل من الاستقطابات ونتاجها الذي ينتج ستة قيم حدودية مختلفة للماء.

لا تعطي هذه الخطوة الأولى من الرصد عن الأجسام المائية المدى الدقيق للكتل المائية، ولكن فقط مناطق "البذور" الصغيرة، والتي يمكن تصنيفها على أنها مياه ذات احتمالية عالية. ويتم اختيار مناطق البذور من البيكسلات التي تكون قيمها الرمادية في الاستقطابين كليهما أقل من الحدود العلوية المحسوبة ويكون ناتج كل من الاستقطابين ذات قيمة أعلى من الحد الأعلى لمياه الاستقطابات المتعددة.

إلى جانب تحديد الحدود الدنيا والقصوى، نحسب أيضًا تقديرًا دقيقًا لمعايرة الجودة والجغرافيا. إذا كان الفاصل الزمني بين الحدود العليا للرسم البياني التكراري صغيرًا جدًا أو غير موجود، فإننا نوقف التحليل الإضافي للصورة.



شكل 4: صورة الساتال الرادار من 16 سبتمبر 2015 مع مناطق المياه الأولية قبل ارتفاع منسوب المياه اللون(الأحمر) والكتل المائية بعد الكشف الراداري النهائي (الأزرق). نهر مورا على الحدود بين سلوفينيا وهنغاريا وكرواتيا (A، D)، وبرك الأسماك شرق دوبرافا في كرواتيا (B، E) وبرك الأسماك ونهر كولبا شمال شرق كارلوفاتش في كرواتيا (C، F).

4 – إزالة الأخطاء

تتضمن عملية إزالة الخطأ الحاصل في رصد الأجسام المائية خطوات عدة، اولها أنْ نتعامل مع كل بيكسل على انفراد ومن ثم دمج البكسلات جميعا ومعاملتها على انها منطقة واحدة. نفترض أنّ الأجسام المائية لا تقع في التضاريس الوعرة والمناطق العالية مثل الجبال، إذ يغطيها الثلوج في الربيع. ولذلك فإننا نتجاهل كل البكسلات المصنفة كمياه على مناطق ذات انحدار أكثر من 8 درجات، او انها في مناطق اعلى من 1400 متر ومناطق الظل في الرادار. وهذا ما يسمى إزالة الخطأ الهندسي. ويتبع ذلك إزالة الأخطاء الإشعاعية، التي تتجاهل كل البيكسلات إذ تكون نسبة الاستقطابان (العمودي والأفقي) أقل من القيمة المحددة تجريبياً وهي (0.75). التصحيحات الخاطئة الهندسية يمكن أيضا أن تزيل بعض المناطق التي غمرتها الفيضانات بالفعل على ضفاف الأنهار الشديدة الانحدار، لكن هذه ليست مشكلة. لأنها ستتم إعادة إدماجها في عملية نمو المنطقة (الفصل 5).

الخطوة الأولى في دراسة المناطق المرصودة إزالة المناطق تلك التي تحتوي على عدد قليل جدًا من العناصر (البيكسل)، لأنها يمكن أنْ تؤثر تأثيراً عميقاً على نتيجة نمو المنطقة. ثم نقوم بإزالة المناطق التي تكون بعيدة جدا عن أقرب منطقة مائية دائمة أو ارتفاعها أعلى بكثير من أقرب تصريف مياه.

وتتناول الخطوة الأخيرة من الرصد هو إزالة الشوائب السطحية مثل المصطحات الأسفلتية الكبيرة والمستوية التي كثيرا ما يتم تحديدها على أنها أجسام مائية بسبب خصائصها السطحية. وقد لوحظ أن هذه الأسطح المستوية تنتمي إلى المطارات. ولهذا هنالك خرائط معدة يتم فيها تجنب المناطق المبلطة والمطارات جميعها في المنطقة المرصودة وإزالة الأجسام المائية جميعها التي تقع في حدود أي مطار.

5- تنمية المنطقة

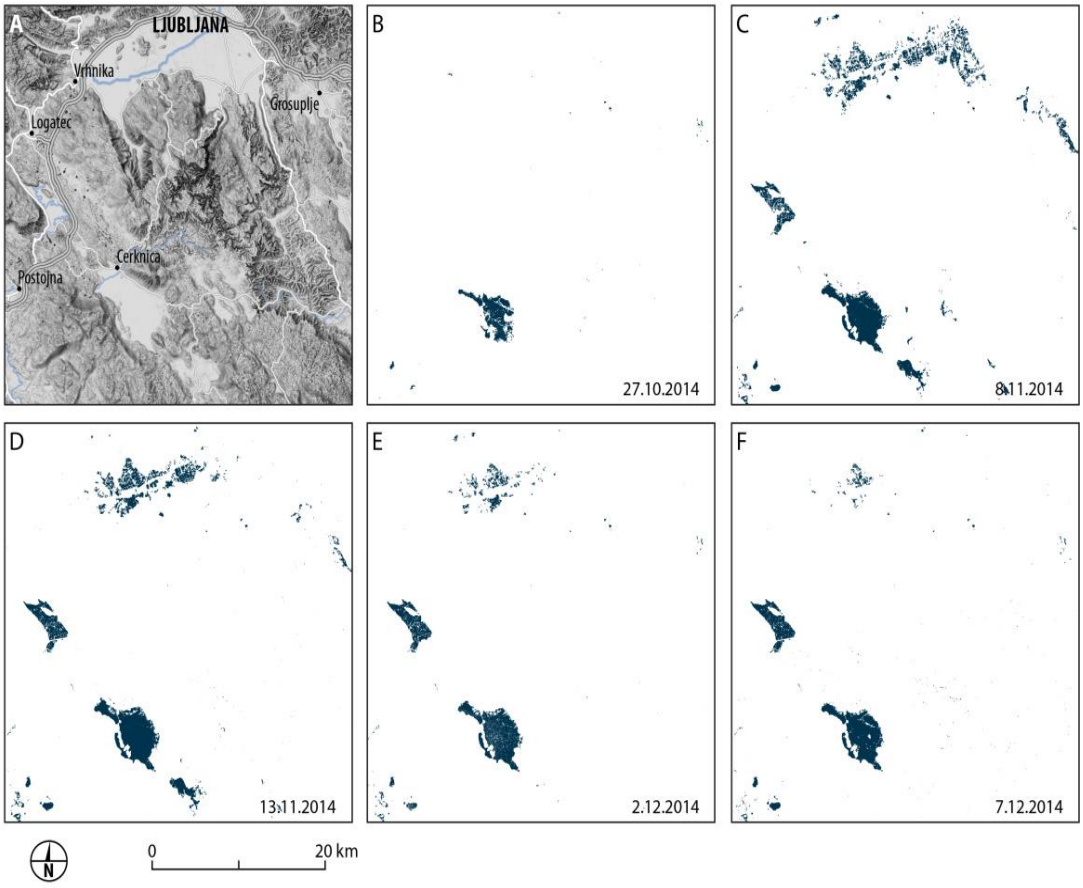
في الخطوة الأخيرة للبحث عن الأجسام المائية، تم تحديد الحدود الدقيقة بين الماء والأرض. تستعمل عملية زراعة المنطقة التي تبدأ من مناطق " البذور" الأولية (المنطقة الأكثر احتمالية على أنّها جسم مائي)، المحددة في الخطوات السابقة، وتوسع هذه المناطق إلى وحدات البكسل المجاورة ذات القيم الرمادية المماثلة.

يتم ضم وحدات البكسل المجاورة ذات القيم الأقل من حدود الماء الأعلى (الفصل 3) مع مناطق البذور. يتم تنفيذ العملية مرتين، بشكل مستقل لكل استقطاب، مع نفس مناطق البذور. لقد اكتشفنا أنّ عملية تنمية المنطقة أكثر دقة وموثوقية للأستقطاب VV، لأن التباين أعلى بين الأرض والمياه. فالمناطق، مثل الغطاء الثلجي وبعض الحقول الزراعية، التي تعيق عملية المسح والرصد عادة، لها قيم شبيه بقيم الأرض على صورة الاستقطاب VH أكثر منها على الاستقطاب VV.

وبالتالي النتيجة النهائية يتم دمج المياه المكتشفة على الاستقطاب VV مع المياة المكتشفة على الاستقطاب VH في مناطق المسطحات المائية الدائمة والمناطق المجاورة لها. هذا يملأ الفجوات التي قد تكون نتيجة لوعورة وهيجان المياه.

يتبع نمو المنطقة عملية تحقق شاملة للنتائج. تتم مقارنة مساحة المصطحات المائية المكتشفة مع بيانات تسمى (Reference area) اي مرجع مناطق المصطحات للمياه. إذا كانت نسبة الصورة الحالية أعلى من 10%، والتي تمثل أحداث الفيضان في الأساس، فإن العملية تعتبر خاطئة وتوقف. يتم تسجيل كل عملية ويتم إرسال الملخص عبر البريد الإلكتروني إلى المسؤول، مع تحديد العمليات الخاطئة التي يمكن فحصها يدويًا لاحقًا.

النتيجة النهائية للخوارزمية هي صورة نقطية للدقة المكانية نفسها، مثل صورة القمر الصناعي الأصلية، ولكن تم أخذها إلى منطقة سلوفينيا فقط. تحتوي النتيجة على ثلاث فئات: المياه المكتشفة، الأرض والمناطق الخالية من البيانات. مثل هذا الشكل مناسب لمزيد من المعالجة لاجراءات اخرى، وذلك لأنّها تمكننا من الحصول على بيانات متعددة الأزمنة، وايجاد تردد الأجسام المائية ودرء خطر الفيضانات. وتحديد تواتر المياه ومخاطر الفيضانات. يمكن للمستعملين الوصول إلى البيانات حول المسطحات المائية المكتشفة من خلال خدمات الويب المختلفة.



الشكل 5: خريطة (A) بيانات متعددة السنوات عن المسطحات المائية، (B – F) الفيضانات في خريف 2014.

6- الاستنتاجات:

من أفضل مميزات نظام الرصد الراداري عن الرصد البصري هو عدم تأثر الأول بالظروف الجوية أو اضاءة الشمس. لذا فهو نظام يصلح لرصد الأجسام المائية والاحداث الكبيرة مثل الفيضانات. البيانات المحصلة بوساطة القمر الصناعي Sentinel-1 (وهو اول قمر تابع للبرنامج كوبرينسكو الاوربي) هي متوفرة وبشكل مجاني. اعتمادا على تلك البيانات تم اعداد نظام لمراقبة الجسام المائية. لوغاريثمية رصد المياه هي طريقة بسيطة نسبيا وقوية، مستقلة ذاتيا وتعطي بيانات سريعة لحالة الاجسام المائية ولمناطق أوسع. حاليا يتم رصد اراضي دولة سلوفينيا جميعها ويطمح مستقبلا مسح مناطق دول البلقان باكملها. وطموحات حول تحسينات اخرى تشتمل على نظام تصعيد رقمي ذي تفاصيل دقيقة وسيطرة نوعية شاملة.

وتتمثل أهم مزايا أنظمة الأقمار الصناعية الرادارية على الأنظمة البصرية المعروفة في عدم التأثر بالأحوال الجوية المختلفة وإشعة الشمس. ولذلك فهي مناسبة بشكل استثنائي لمراقبة الأجسام المائية والأحداث الأخرى مثل الفيضانات. القمر الصناعي الراداري Sentinel-1A، هو أول قمر صناعي يزود بيانات وفيرة تم إطلاقه في إطار برنامج كوبرنيكوس التابع للاتحاد الأوروبي، ومجاني للأستعمال ومتوفر بسهولة. وبناءً على هذه البيانات، اتخذ اجراء بتصميم نظام مراقبة الأجسام المائية في الوقت الفعلي بشكل مستمر. تعد خوارزمية الكشف عن الماء بسيطة نسبياً وقوية ومستقلة تماماً وتعطي معلومات سريعة عن حالة المسطحات المائية أيضاً للمناطق الأكبر. وفي الوقت الحالي تزال المراقبة مستمرة لمنطقة سلوفينيا وجوارها، وكذلك هنالك مخطط في المنطقة التي تهتم بها منطقة البلقان بأسرها. وتتضمن التحسينات المخطط لها مزيدًا من دمج نموذج الارتفاع الرقمي الأكثر تفصيلاً ، ومراقبة جودة أكثر تفصيلاً وشمولية.

References

[1] Veljanovski, T., Švab Lenarčič, A., Oštir, K. (2014). Sateliti Sentinel – Vesoljska komponenta evropskega programa za opazovanje zemlje Copernicus. *Geodetski vestnik 58*(3), 583-588. Otsu, N., 1975.

[2] Copernicu, 2016. Sentinels Scientific Data Hub. Retrieved from https://scihub.copernicus.eu/

[3] Thamer Rayes Theyab, Babylon university journal, the use of unmanned airecraft in aerial photography in engineering geodesy. No 5-25, 2017.

[4] Bates, P. D., De Roo, A. P. J.,A simple raster-based model for flood inundation simulation. Journal of hydrology 236-1, 54-77, 2000.

[5] Horritt, M. S., Bates, P. D., Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation. Journal of Hydrology 268-1, 87-99, 2002.

[6] Hostache, R., Matgen, P., Schumann, G., Puech, C., Hoffmann, L., Pfister, L., Water level estimation and reduction of hydraulic model calibration uncertainties using satellite SAR images of floods. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 47-2, 431-441, 2009.

[7] Mason, D. C., Speck, R., Devereux, B., Schumann, G. J., Neal, J. C., Bates, P. D., Flood detection in urban areas using TerraSAR-X. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 48-2, 882-894, 2010.

[8] Martinis, S., Twele, A., Voigt, S., Towards operational near real-time flood detection using a split-based automatic thresholding procedure on high resolution TerraSAR-X data. Natural Hazards and Earth System Science 9-2, 303-314, 2009.

[9] Matgen, P., Hostache, R., Schumann, G., Pfister, L., Hoffmann, L., Savenije, H.H.G., Towards an automated SAR-based flood monitoring system: Lessons learned from two case studies. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C 36-7-8, 241-252, 2011.

[10] European Space Agency,Sentinel-1 User Handbook. Retrieved from, 2013.

https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1_User_Handbook

[11] European Space Agency, Image of SENTINEL-1 acquisition modes.2016. Retrieved from https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/instrument-payload

[12] Oštir, K., Mulahusić, A., Daljinska istraživanja. Sarajevo: Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2014.

[13] Snap. Sentinel Application Platform toolbox for satellite data processing, 2016. Retrieved from http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/

[14] Lee, J. S., Refined Filtering of Image Noise Using Local Statistics. Computer graphics and image processing 15-4, 380-389, 1981.

[15] Otsu, N., A threshold selection method from grey-level histograms. Automatica, 11-285- 296, 23-27, 1975.