جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرسة هندسة المساحة

إستشعار عن بعد

بحث مقدم للاستيفاء الجزئي لنيل درجة بكالريوس الشرف في هندسة المساحة بعنوان:

استخدام تقنية الإستشعار عن بعد في دراسة التغير في مساحة الغطاء النباتي لمدينة الخرطوم وضواحيها

اعداد الطلاب:

محمد الخاتم إسماعيل أحمد حسن

محمد الفاتح حسن احمد

اشراف:

الاستاذة/ نفيسة خضر محمد الكجم

أكتوبر 2017م

الآية

قال تعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ ﴾

صدق الله العظيم

سورة التوبة الاية (105)

الإهـــداء

إلى ...

التي حملتني وهناً على وهن وسقتني حباً وألهمتني فكراً

أمي الحبيبة

إلى ... ذلك الشامخ بقامة النخيل الذي أفنى شبابه ليرى في ذاتي إمتداداً لذاته

أبي العزيز

إلى ... أعزائي وأحبائي

أخواني وأخواتي

إلى ... تلك الزهور النرجسية والسوسنية

زملائي

وإلى ...

كل طالب علم ومعرفة

الشكر والتقدير

الشكر من قبل ومن بعد لله سبحانه وتعالى

دائماً يكون الوفاء للأوفياء أهل العطاء ....

دائماً لا نستطيع أن نوفي بحق اوفياء ....

أو نعطي من كلمات أهل العطاء ....

فيكون تقديراً وإحتراماً لأساتذتنا الأجلاء صناع جيل الغد وحملة مشاعل العالم الذين اضاءوا لنا معالم طري العلم وسقونا من سبيل معارفهم الفياضة علماً يتألق نوراً.

والشكر الخاص جداً إلى ...

الاستاذة/ نفيسة خضر محمد الكجم

كما نتوجه بالشكر إلى هيئة التدريس بالكلية وبالأخص كلية الهندسة قسم هندسة المساحة

كما نشكر أيضاً كل من ساهم في انجاح هذا المشروع سائلين المولى عزوجل أن يجزل الثواب لكل من أسدى لنا نصحاً وقدم لنا عوناً وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

لكم منا كل الشكر والتقدير

التـــجريـــــدة

يهدف هذا البحث إلى استخدام تكنولوجيا الاستشعار عن بعد في حساب التغير في مساحة الغطاءالنباتي لمدينة الخرطوم عن طريق تحليل صور الأقمار الصناعية الملتقطة لمنطقة الدراسة في عامي2007 و 2017 .

بعد الحصول علي المعلومات تم معالجة الصور وعمل التحسينات اللازمة لها ثم تم عمل التصنيف الموجه للصور بواسطة برنامج الايرداس.erdas imagine 8.5.

تم استخراج المساحات من الصورتين للغطاء النباتي والحضري والمسطحات المائية وتمت مقارنتها لمعرفة التغيرات من زيادة او نقصان كذلك تمت ملاحظة اماكن تركز الغطاء النباتي والاماكن التي حصلت فيها زيادات ملحوظة .

فهرس المحتويات

الآية..... i

الإهدء ..... **Error! Bookmark not defined.**

الشكر والعرفان..... iii

التـــجريـــــدة..... iv

فهرس المحتويات v

فهرس ا لأشكال ix

فهرس الجداول xi

البـــاب الاول

مقـــدمـــة

1.1 مـــدخـــل : 1

2.1 مشـكلة البحث : 2

3.1 الهدف من البحث : 2

4.1 منطقة الدراسة : 2

5.1 ترتيب البحث : 3

الباب الثاني

الاستشعار عن بعد

1.2 مدخل : 4

2.2 تعريف الاستشعار عن بعد : 4

3-2 عناصر الاستشعار عن بعد 5

1.3.2 مصدر الطاقة (A) : 6

2.3.2 الاشعاع والغلاف الجوي (B) : 6

3.3.2 التفاعل مع الهدف (C) :.....6

4.3.2 تسجيل الطاقة بواسطة المتحسس (D) : 7

5.3.2 الارسال ، الاستقبال ، والمعالجة (E):.....7

6.3.2 التفسير والتحليل (F):.....7

7.3.2 التطبيقات (G):.....7

4.2 اجهزة الاستشعار عن بعد : 7

1.4.2 الاستشعار عن بعد السلبي : 8

2.4.2 نظام الإستشعار عن بُعد الفاعل :.....8

5.2 طبقات الاستشعار عن بعد :..... 11

6-2 تطبيقات الاستشعار عن بعد :..... 12

1-6-2 دراسة انواع الزراعة والمحاصيل : 12

2-6-2 دراسة النباتات الطبيعية : 14

7.2 التصنيف classification 15

1.7.2 التصنيف المراقب (الموجه) Supervised classification 16

2.7.2 التصنيف غير المراقب (غير الموجه) Unsupervised classification :..... 19

الـبـاب الـثـالـث

الاطـــار العملي

1.3 مدخـل : 20

2.3 الحصول علي المعلومات المستخدمة : 20

3.3 تكوين الصور :Layer stack 21

4.3 تحسين الصور بالطبقة البانكروماتية :Panchromatic band 23

5.3 تحسين صورة العام 2007 :..... 24

6.3 استخراج منطقة العمل area of interest : 25

7.3 عملية التصنيف المراقب:..... 26

8.3 استخراج المساحات من الصور المصنفة :..... 29

الـبـاب الرابـع

النـتـائـج والتحـلـيـل

1.4 مدخل :..... 30

2.4 نتائج عملية تكوين الصور :..... 30

3.4 نتائج عملية التحسين بالصورة البانكروماتية : 31

4.4 نتائج عملية تحسين صورة العام 2007 :..... 31

5.4 نتائج عملية استخراج منطقة العمل : 32

6.4 نتائج عملية التصنيف المراقب :..... 33

7.4 نتائج عملية استخراج المساحات :..... 33

8.4 الحسابات : 34

الباب الخامس

الخلاصة والتوصيات

1.5 الخلاصة :..... 37

2.5 التوصيات : 38

المراجع.....39

فهرس الأشكال

شكل (1- 1) يوضح منطقة الدراسة مدينة الخرطوم وضواحيها 2

شكل (2- 1) عناصر الاستشعار عن بعد 6

شكل (2- 2) الاستشعار عن بعد السالب 8

شكل (2-3) الاستشعار عن بعد الفاعل.....9

شكل (2-4) منصات مختلفة الإرتفاع تحمل جهاز الإستشعار 10

شكل (2-5) مفهوم عملية التصنيف..... 16

شكل (2- 6) مناطق تدريب مختارة في الصورة لدراستها وتحديد خصائصها 18

شكل (3- 1) خطوات تكوين الصورة 22

شكل (3- 2) خطوات عمل التحسين ب resolution merge..... 23

شكل (3- 3) خطوات عملية التحسين ب focal analysis..... 24

شكل (3- 4) خطوات عملية استخراج منطقة العمل..... 26

شكل (3- 5) خطوات عمل عملية التصنيف المراقب..... 28

شكل (3-6) خطوات استخراج المساحات 29

شكل (4- 1) نتائج عملية تكوين الصور 30

شكل (4- 2) : نتائج عملية التحسين بالصورة البانكروماتية 31

شكل (4- 3) عملية التحسين بال focal analysis لصورة العام 2007..... 32

شكل (4-4) منطقة الدراسة 32

شكل (4- 5) نتائج عملية التصنيف المراقب 33

شكل (4- 6) المساحات المستخرجة من الصورتين المصنفتين..... 34

شكل (4-7) اماكن تركز الغطاء النباتي..... 36

فهرس الجداول

جدول (3-1) بياناتطبقاتالصورةالفضائيةللقمرينلاندسات 7 ولاندسات 8 20

جدول (3-2) تاريخالتقاطالصورالفضائية..... 21

جدول (4- 1) يوضحالنسبةالمئويةلمساحةالغطاءالنباتيوبقيةالاغطيةفيالعام 2007 34

جدول (4- 2) يوضحالنسبةالمئويةللغطاءالنباتيوبقيةالاغطيةفيالعام 2017 35

البـــاب الاول

مقـــــدمـــــة

1.1 مـــدخـــل :

عند النظر الي اي صورة فضائية سيرعي انتباهك وجود ثلاثة عناصر اساسية هي المسطحات المائية ، سطح الارض (من ابنية واراضي) وكذلك النباتات والاشجار (الغطاء النباتي) .

وعندما نقول كلمة غطاء نباتي فاننا نعني بذلك المشاريع الزراعية ، الغابات ، اشجار الظل والزينة في شوارع المدن .

ونجد ان الغطاء النباتي يتغير بصورة مطردة وفقا للنشاطات البشرية فهناك تغييرات سلبية قدتنتج من القطع الجائر لاشجار الغابات وكذلك مشاكل التلوث وهناك ايضا التمدد الحضري الذي قديكون علي حساب اراضي زراعية كانت مزروعة مسبقا وهناك ايضا التغيرات الايجابية مثل زيادة المشاريع الزراعية وكذلك ايضا الاشجار العشوائية التي تنمو في الاراضي غير المزروعة بسبب الامطار .

ومع تقدم العلم وتطور وسائل الاستشعار عن بعد اصبح من الممكن دراسة هذه التغيرات ومعرفة اماكن تركز وكثافة الغطاء النباتي ، وكذلك دراسة النباتات الطبيعية وانواعها ويمكن عمل تصنيفات لها ويمكن كذلك التنبؤ بكمية المحاصيل الزراعية قبل حصادها بفترة وكذلك دراسة الامراض التي تصيب المزروعات ومعرفة اماكنها وعلي ضوءها يمكن ايجاد الحلول لها.

2.1 مشـكـلة البحث :

الغطـاء النبـاتي يتـاثر بـالكثير مـن العوامـل مثـل التصـحر والقطـع الجـائر للاشـجار كـذلك التلـوث والتوغلالحضري نحو الاراضي الزراعية لذلك تم عمل هذه الدراسة لمعرفة مدي تاثر الغطاء النباتي بهذه العوامل في اخر عشر سنوات وهل اثرت هذه العوامل فعلا عليه ام انه لم يتاثر .

3.1 الهدف من البحث :

دراسة التغير في مساحة الغطاء النباتي ومعرفة اماكن تركزه ومدي تاثره بالعوامل التي تؤثر عليه.

4.1 منطقة الدراسة :

مدينة الخرطوم وضواحيها حتي حدود المدينة (حدود ولاية الخرطوم) مع ولاية الجزيرة. تقع الخرطوم في احداثيات خط 15.63333°N 32.55°E .

شكل (1- 1) : منطقة الدراسة مدينة الخرطوم وضواحيها (موقع ويكيبيديا 2017)

5.1 ترتيب البحث :

الباب الاول يوضح مقدمة عن البحث ومنطقة الدراسة .

الباب الثاني الاطار النظري تم عمل مقدمةعن الاستشعار عن بعد وتطبيقاته ونبذة عن التصنيف الموجه الذي تم عن طريقة تحليل البيانات.

الباب الثالث الاطار العملي يوضح طريقة العمل والادوات المستخدمة وكيفية تكوين وتحسين الصورالفضائية المتحصل عليها وكيفية عمل التصنيف الموجه واستخراج المساحات منه . الباب الرابع النتائج والتحليل موضحة فيه جميع الصور الناتجة من عمليات المعالجة وكذلك جداول المقارنة بينالمساحات بالنسب المئوية . الباب الخامس يوضح خلاصة البحث والتوصيات .

الباب الثاني

الاستشعار عن بعد

1.2 مدخل :

من المعروف لدينا أن تطور أي بلد يعتمد على جمع و حصر المعلومات الخاصة بالموارد الطبيعية و الصناعية و الاقتصادية وغيرها، و ذلك لاستخدامها في التخطيط المستقبلي أو لإيجاد الحلول للمشكلات المختلفة وقد تعددت وسائل جمع المعلومات،ومن هذه الوسائل الطرق التقليدية مثل الاعمال الميدانية والاحصاءات و غيرها، إلا أن الحاجة الى معلومات اكثر دقة وتفصيلاً بات امر لا بديل عنه للوصول الى اساس متين لاتخاذ اي قرار، فقد اصبحت المصادر التقليدية غير كافية أو غير عملية من ناحية سرعة الحصول على المعلومة أو دقتها . فدعت الحاجة لإبتكار طرق جديدة لجمع المعلومات ، و من هذه الطرق جمع المعلومات أو البيانات عن هدف دون الوصول إليه أو ملامسته و ذلك ما يعرف اليوم بعلم الإستشعار عن بُعد .

تطور علم الاستشعار عن بعد بتطور الوسائل التي تستخدم في الحصول علي المعلومات، فالصور الماخوذة بالاقمار الاصطناعية والمركبات الفضائية اضافت بعدا جديدا لعلم الاستشعار عن بعد واصبح يستخدم في جميع التطبيقات العلمية ، العسكرية والزراعية وخلافه.

2.2 تعريف الاستشعار عن بعد :

الإستشعار عن بُعد هو علم وفن ، يهدف إلى الحصول على معلومات عن جسم أو منطقة أو ظاهرة من خلال تحليل معطيات يتم إكتسابها بجهاز لا يلمس ذلك الجسم أو الظاهرة المدروسة .

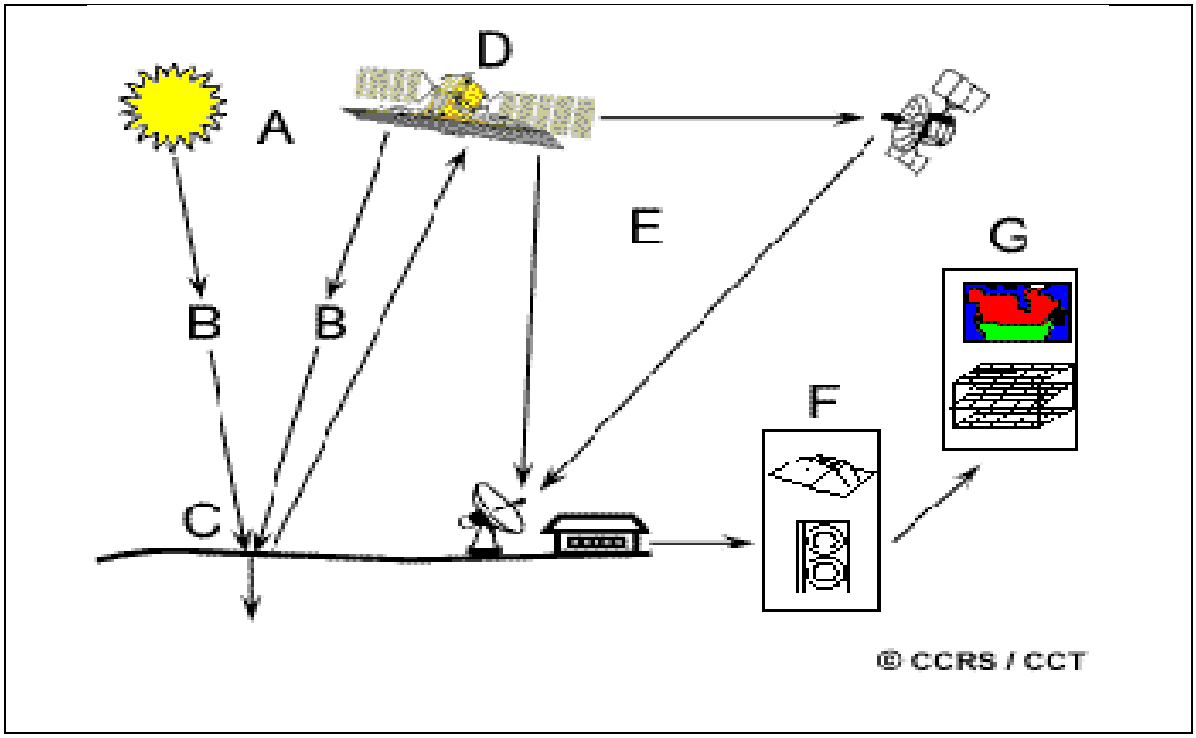
فقراءتك لهذه الكلمات هي في الواقع إستشعار عن بُعد،إذ ان عيونك تقوم بدورمستشعراتتحسس بالضوء المنعكس من هذه الصفحة ، و المعطيات التي تحصل عليها إنما هي نبضات تتناسب مع كمية الضوء المنعكسة من الصفحة ، و يقوم حاسوبك العقلي بتحليل هذه المعطيات وتفسيرها لتعرف أنها مجموعة حروف و كلمات ، و بعد ذلك تستطيع التعرفعلى الجمل و من ثم المعلومات و من ثم المعلومات التى تضمنها الجمل .

والاستشعار عن بعد يشبه عملية القراءة ففي عملية القراءة العين البشرية تتحسس الضوءالمرئي المنعكس من الاجسام اما في عملية الاستشعار فهناك اجهزة تستشعر الطاقة المنعكسة من الاجسام ، ولكن ليست هذه الطاقة فقط في المجال المرئي فهناك مستشعرات مختلفة تتحسس انواعا كثيرة من هذه الاشعة المنعكسة من الاجسام . فالضوء المنعكس من الاجسام هو عبارة عن طاقة كهرومغناطيسية .

وبذلك يمكن تعريف الاستشعار عن بعد بانه مصطلح يصف تقنية ومراقبة ودراسة والتعرفعلي الاشياء عن بعد ، باستخدام الموجات الكهرومغناطيسية ويتم بهذه التقنية اقتناءالمعلومات من جهاز ليس في احتكاك مباشر مع الاجسام المدروسة . بواسطة تسجيل الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة من هذه الاجسام .

2-3عناصر الاستشعار عن بعد

توجد سبعة عناصر للاستشعار عن بعد كما هو موضح بالشكل (1.2) ادناه .



شكل (2- 1) عناصرالاستشعارعن بعد (مقرر الاستشعار عن بعد جامعة السودان 2017)

1.3.2 مصدر الطاقة (A) :

الاستشعار عن بعد يحتاج الى مصدر يبعث بالطاقة عن طريق الاشعاع فيكون بمثابة مركز لارسالالموجات والاشعة الحرارية للهدف موضع الدراسة .

2.3.2 الاشعاع والغلاف الجوي (B) :

الغلاف الجوي يمتص جزء كبير من الموجات المار من خلاله بواسطة اغلفة الغاز حول الأرضوهي الغالبية ويمرر بعضها وهي الاشعة المرئية وجزء من الاشعة الحمراء IR.

3.3.2 التفاعل مع الهدف (C) :

الهدف target هو الأرض وما عليها من معالم (ماء - تربة- نبات - مباني) فبمجرد أن تأخذالموجات طريقها الى الهدف خلال الغلاف الجوي فانها تتفاعل معه بثلاث طرق اما امتصاص أو انعكاس أو

تشتيت وهذا يتوقف على طبيعة الجسم الذي تصطدم به الموجات وخصائصه وطريقة تفاعله مع هذه الموجات.

4.3.2 تسجيل الطاقة بواسطة المتحسس (D) :

يقوم المتحسس "sensor" باستقبال الأشعة المنعكسة من تفاعل الموجات بالهدف وتسجيلها لذلك لابد من اختيار الجهاز المناسب للصفة المراد قياسها والطول الموجي للاشعة المنعكسة.

5.3.2 الارسال ، الاستقبال ، والمعالجة (E):

الأشعة المنعكسة الملتقطة بواسطة الأجهزة الحساسة "Sensor" يتم ارسالها الى محطات الاستقبال ويتحول شدة كل شعاع منعكس الى شدة مغناطيسية ثم كهربية فتحدد الكثافة الضوئية لكل بيكسل "pixel" وبالتالي تتكون الصور التي يمكن تحويلها بعد ذلك الى صور رقمية أو صور مطبوعة.

6.3.2 التفسير والتحليل (F):

الصورة المتحصل عليها يمكن ادخالها الكمبيوتر والتعامل معها بكافة الوسائل لاستخلاص المعلومات عن الهدف موضع الدراسة.

7.3.2 التطبيقات (G):

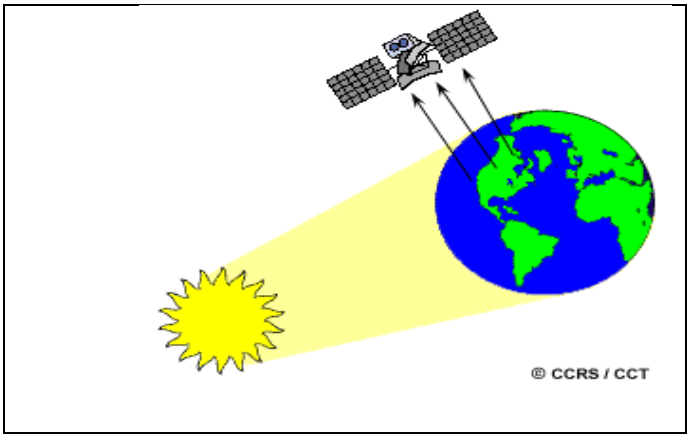
يمكن التحكم في البيانات وتحليلها واستخلاص كثير من المعلومات الاضافية والمساعدة في حل مشاكل معينة.

4.2 اجهزة الاستشعار عن بعد :

يمكن تقسيمها من حيث نوع الطاقة المستخدمة الي قسمين :

1.4.2 نظام الاستشعار عن بعد السلبي :

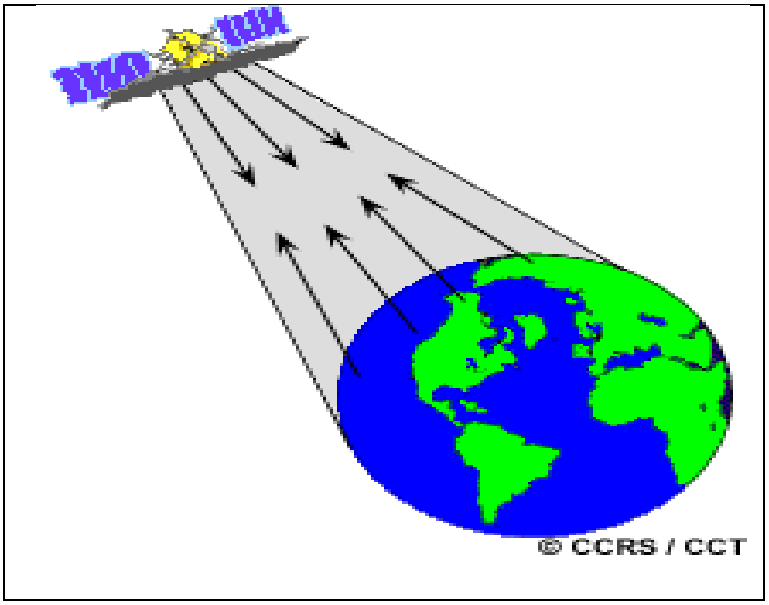
وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الطبيعي للطاقة الكهرومغناطيسية و هو الشمس ، ثم التصوير المرئي والحراري، بحيث تنطلق الاشعة الكهرومغناطيسية من الشمة فتنعكس من الأجسام فيستقبلها جهاز الاستشعار .



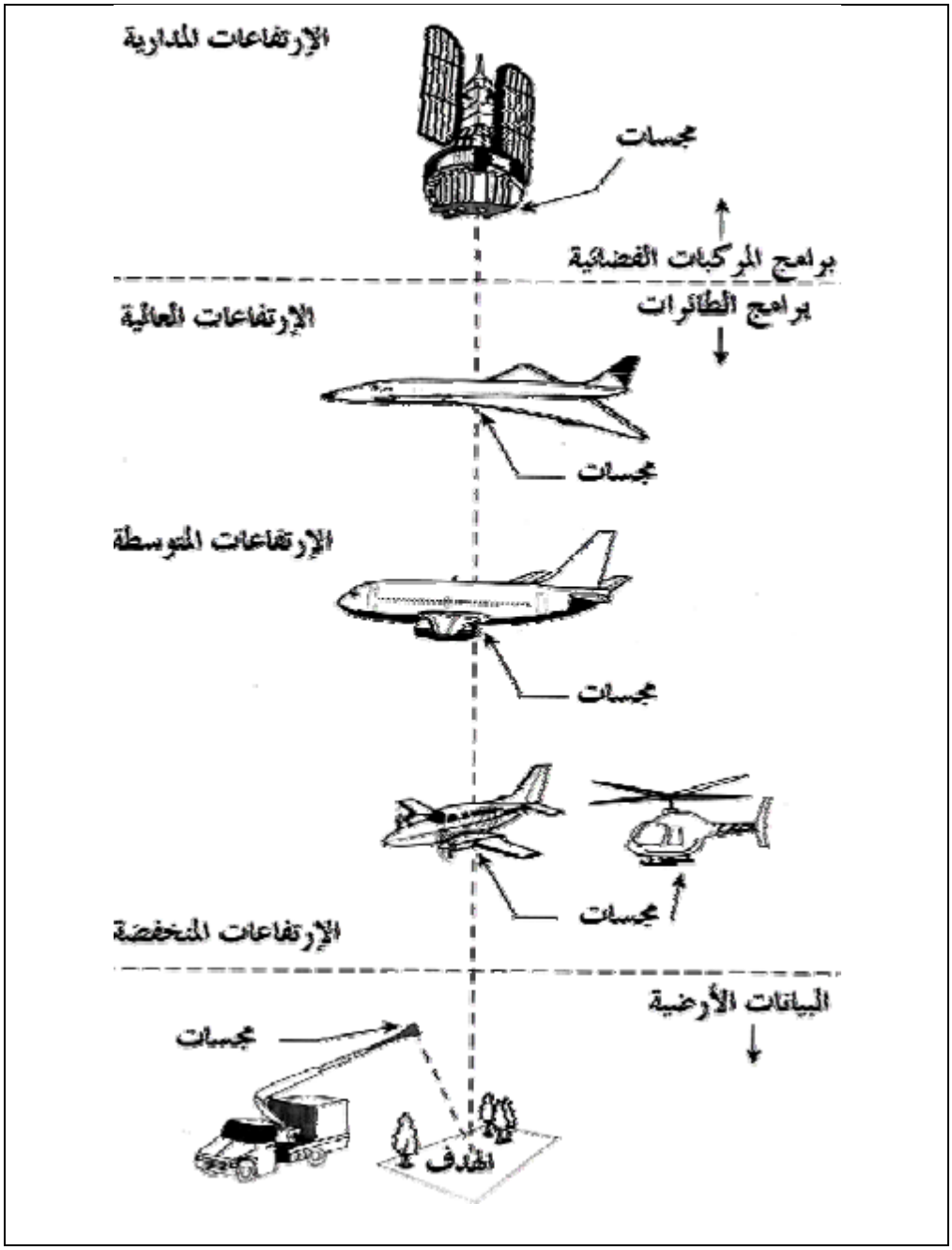
شكل (2- 2):الاستشعارعن بعدالسالب (مقرر الاستشعار عن بعد جامعة السودان 2017)

2.4.2 نظام الإستشعار عن بُعد الايجابي :

وهو النظام الذي يعتمد على المصدر الصناعي للطاقة الكهرومغناطيسية ، بحيث ان جهاز الإستشعار يصدر أشعة كهرومغناطيسية فتنعكس من الأجسام و يستقبلها جهاز الإستشعار مرة أخرى.



شكل (2-3):الاستشعارعن بعد الفاعل (مقرر الاستشعار عن بعد جامعة السودان 2017)



شكل (2-4) منصات مختلفة الإرتفاع تحمل جهازالإستشعار (كتاب الاستشعار عن بعد ، الادارة العامة للتعليم الفني والتطوير المهني)

5.2 طبقات الاستشعار عن بعد :

تاخذ اجهزة الاستشعار الصور الطيفية علي سبع طبقات (حزم) وذلك بناء علي اختلاف اطوالها الموجية وهذه الحزم هي :

1-الحزمة الأولى - الزرقاء (Band 1= Blue):

بطول موجي ضوئييتراوح بين0.45 - 0.52 ميكروميتر وتستخدم لتحديد حدود المياه الشاطئية، والتفريق بين التربة والغطاء النباتي ولتبيين حدود الغابات ومعرفة النشاطات الإنسانية (المناطق العمرانية والطرق) .

2- الحزمة الثانية - الخضراء (Band 2= Green):

بطول موجي ضوئي يتراوح بين 0.52 - 0.6 ميكروميتر ، هذاالجزء من الطيف يتخصص بالانعكاسات الخضراء الصادرة عن الأغطية النباتية ذات اللون الأخضر الصافي ولتعريف النشاطات الإنسانية .

3- الحزمة الثالثة - الحمراء (Band 3 = Red):

بطول موجي ضوئية يتراوح بين 0.63 - 0.69 ميكروميتر ، يلزم للتفريق والتمييز بين أنواع مختلفة من النباتات ويساعد في معرفة حدود التربة وجيولوجيا الأرض بالإضافة إلى النشاطات الإنسانية .

4- الحزمة الرابعة تحت الحمراء الانعكاسية (Band 4 = Reflective Infrared):

بطول موجي ضوئييتراوح بين 0.76 - 0.90 ميكروميتر ،تحدد كثافة التواجد النباتي وتوزيعه في المنطقة المدروسة وذلك يساعد في التفريق بين المحاصيل كما توضح أماكن تواجد التربة والمحاصيل والأرض والتجمعات المائية.

5- الحزمة الخامسة – تحت الحمراء الوسطى (Band 5 = Mid-Infrared):

بطول موجي ضوئييتراوح بين 1.55- 1.74 ميكروميتر هذه الحزمة الطيفية حساسة إلى كمياتالمياه المتواجدة في النباتات وهي تساعد في دراسة جفاف المحاصيل وصحتها . كما تساعد علىالتمييز بين الغيوم ، الثلج والجليد.

6-الحزمة السادسة – تحت الحمراء الحرارية (Band 6 = Thermal- Infrared):

بطول موجي ضوئييتراوح بين 10.40 - 12.50 ميكروميتر ،يمكن الاستفادة من هذه الحزمة الطيفية لإيجاد المحددات المناخية الحرارية التي تحدد التركيز في درجات الحرارة، كذلك تطبيقات المبيدات الحشرية ومعرفة أماكن تواجد التلويث الحراري.

7-الحزمة السابعة – تحت الحمراء الوسطى (Band 7 = Mid-Infrared):

بطول موجي ضوئييتراوح بين 2.08 - 2.35 ميكروميتر ،تستخدم للتفريق بين أنواع الصخور والتربة وكذلك محتوى الرطوبة للتربة والمزروعات.

6-2 تطبيقات الاستشعار عن بعد :

1-6-2 دراسة انواع الزراعة والمحاصيل :

يمكن استخدام صور ومناظر الاستشعار عن بعد لاعداد خرائط تصنيف الزراعة السائدة في منطقة ما، وفي الصور ذات التحليل المكاني العالي نستطيع ان نحدد نوع الزراعة اما مباشرة من الصور اوالاستعانة ببعض العناصر الظاهرة في الصور مثل المباني وطرق الري. وقد استخدمت صور بمقاييس صغيرة في مثل هذا النوع من الدراسات .ووجد انه بالامكان تحديد الانماط الزراعية باستخدام صور الرادار ثم ربطها بظواهر طبيعية وبشرية معروفة يمكن مشاهدتها في الصور .

وبالتاكيد لايساعد المقياس الصغير والتحليل المكاني الضعيف لصور الرادار علي استكشاف وتحديدالتفاصيل الدقيقة . واذا اردنا الحصول علي تفاصيل اكثر يجب الرجوع الي الصور بمقاييس اكبر .

وقد نحتاج احيانا الي اجراء تقديرات اولية عن كمية المحصول المتوقع للمزروعات فنلجأ الي استخدام وسائل الاستشعار عن بعد لما توفره من معلومات شاملة وسريعة . وذلك بالاعتماد علي حجم الاشعة التي يعكسها كل محصول . ان اهم العناصر التي تساعدنا في اكتشاف نوعية المحاصيل الزراعية هي: درجة اللون ، النسيج والادوات المرتبطة بكل نوع من انواع الزراعة . وكذلك يجب ان نتذكر ان النسيج واللون يتغيران من فتري الي فترة اخري من فترات نمو المحصول الواحد ، وانوسائل وطرق الزراعة والادوات والمباني المرتبطة بالزراعة تختلف بين الدول المتقدمة والدولالنامية .

وبصورة عامة اصبحت وسائل الاستشعار الفضائية من الوسائل التي تستخدم بشكل واسع في الولايات المتحدة الامريكية في تقدير كميات الانتاج الزراعيللمحاصيل الرئيسية مثل القطن والقمح والذرة.ومن مقارنة هذه التقديرات مع تقديرات الهيئات الحكومية التي تعتمد علي الطرق التقليدية .

وجد ان الاختلاف بينهما لا يزيد عن 2%_3% في حين ان تقديرات الشركات التي تستخدم وسائل الاستشعار عن بعد يتم الحصول عليها قبل عدة اسابيع من التقديرات الحكومية .

2-6-2 دراسة النباتات الطبيعية :

يعتبر النبات الطبيعي في كثير من الدول احد اهم الموارد الطبيعية الهامة. ويمكن معرفة اماكن تكثيف النباتات الطبيعية ويمكن التفريق بين ثلاث طرق في دراسة النباتات الطبيعية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد :

1- **التصنيف السابق:** حيث نضع تصنيفا يشمل جميع الاقسام التي نتوقع وجودها في منطقة الدراسة ثم نقوم باستخدام هذا التصنيف في دراسة الصور.
2- **التصنيف اللاحق** : حيث نقوم بدراسة التكوين النباتي في الصور ، واعتمادا علي ما نجده فيها نضع التصنيف المناسب . وعادة تؤخذ عينات من الصور تضم اشكالا نباتية مختلفة ثم نقوم بتحديد نوعيتها علي الطبيعة ، ونعمم ذلك علي بقية الاجزاء المشابهة لها .
3- **التصنيف الخاص**: وهو يعتمد علي وضع خاص يلائم طبيعة طبيعة صور اومنطقة الدراسة.

ويختلف هذا التصنيف عن التصنيفين السابقين في ان التصنيف الخاص يراعي خصائص ومشاكلالصور التي هي المصدر الاساسي المعلومات , بينما التصنيف المسبق والتصنيف اللاحق ياخذان بعين الاعتبار الارضية فقط.

وقد وجدت ان وسائل الاستشعار عن بعد مناسبة في عمليات مسح واعداد خرائط النباتات الطبيعية ، وخصوصا في المناطق ذات الوعورة الشديدة التي يصعب الوصول اليها . وتعتمد صحة تفسير صور النباتات الطبيعية علي علي مهارة وخبرة مفسر الصور خصوصا عند تحديد انواع واصناف الاشجار . وبصورة عامة يمكن الاعتماد علي عدد من العناصر المساعدة مثل النسيج واللون والشكل العام للنباتات وقمم الاشجار، ويلعب الظل دورا هاما في حالة توفره للتعرف علي انواع الاشجارحيث نستطيع الحصول علي نظرة جانبية تشبه النظرة التي نقوم بها في المسح الارضي وكذلك يمكن

استخدام الظل في حساب ارتفاع الاشجار بعد معرفة زاوية ارتفاع الشمس ومقياس الصورة . او يمكن قياس ارتفاع الاشجار من الصور المجسمة كذلك .

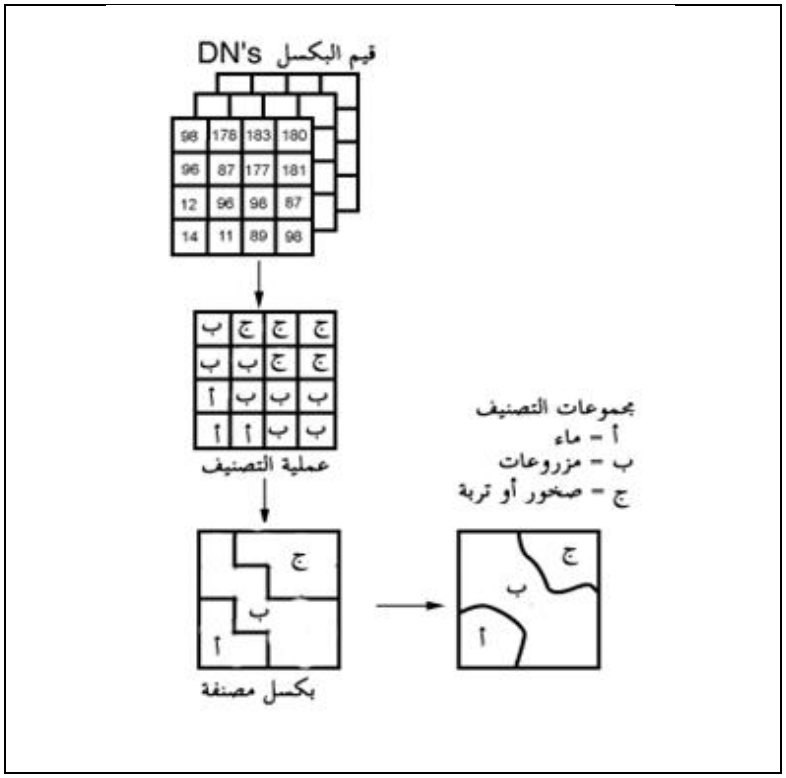
وتستخدم الصور الحساسة للاشعة دون الحمراء في استكشاف النباتات نظرا للون الاحمر المميز الذي تظهر به في الصور الذي يعتبر ذا اهمية في تحديد النباتات المزروعة والمناطق التي تم حصادها وتعتبر وسائل الاستشعار عن بعد من انسب الطرق للتحديد العام للنباتات الطبيعية في المناطق الكبيرةويمكن تلخيص اهم مجالات تطبيق وسائل الاستشعار عن بعد في دراسة النباتات الطبيعية فيما يلي:

1- تحديد انواع الاشجار والنباتات واعداد الخرائط لذلك .
2- تحديد كمية الاخشاب وانواعها .
3- معرفة اطوال الاشجار .

7.2 التصنيفclassification

يعرف تصنيف الصورة في الاستشعار عن بعد بانه عملية الية لتحويل صور الاستشعار عن بعد الرقمية الي خرايط موضوعية تبين استخدامات وغطاءات الارض وذلك بناء علي تجانس اطياف الظواهر الجغرافية في الصورة .

ومفهوم التصنيف هو جعل كل المناطق التي لها نفس الانعكاس في مجموعة واحدة ، بمعني ادق جعل كل بكسل لها نفس العدد الرقمي او تقع في فترة معينة في مجموعة واحدة او ما يسمي بالـ Themes ومن هذا نلخص ان التصنيف الالي يعتمد في عملية التصنيف علي القيمة الضوئية (العدد الرقمي) للبكسل فقط كاساس للتصنيف .



شكل (2-5) مفهوم عملية التصنيف (كتاب الاستشعار عن بعد ، الادارة العامة للتعليم الفني والتطوير المهني)

تنقسم طرق التصنيف الي قسمين :

1.7.2 التصنيف المراقب (الموجه)Supervised classification

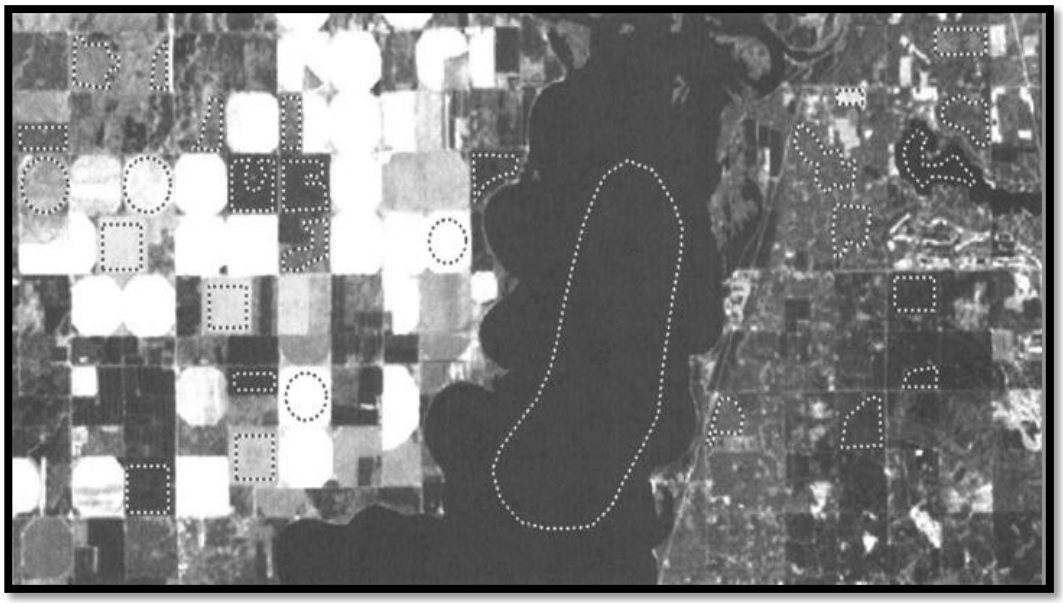
يقوم محلل المرئية بمراقبة عملية تصنيف البكسل وذلك بان يحدد من خلال خوارزميات حاسوبية الاوصاف العددية للانماط المختلفة لغطاء الارض في الصورة ومن اجل ذلك تستخدم مواقع عينات ممثلة لنمط معروف من غطاء الاراضي تسمي مناطق تدريب وذلك لوضع دليل تصنيف عددي يصف الخصائص الطيفية لكل نمط من انماط المعالم المدروسة. ثم تجري المقارنة بين كل بكسل في مجموعة المعطيات عدديا وبين كل فئة في دليل التفسير ويطلق عليه اسم الفئة التي تشبهه اكثر ما يمكن.

والتصنيف المراقب يمر بثلاث مراحل :

1-مرحلة التدريب:

يتم تحديد مناطق التدريب او عينات التدريب وتحديد الفئات المشابهة او المتقاربة في النمط ، فتجميع معطيات التدريب اللازمة للتصنيف المراقب لا تتم بصورة الية علي الاطلاق . فعملية التدريب اللازمة للتصنيف المراقب هي علم وفن في ان واحد ، وهي تتطلب تفاعلا كاملا بين المحلل والصورة ، كما انها تتطلب معطيات مرجعية او مساعدة غزيرة ومعرفة جيدة بجغرافية المنطقة التي تنطبق عليها المعطيات . واهم من ذلك ان طبيعة التدريب تحدد نجاح التصنيف ، فتحدد بالتالي قيمةالمعلومات الناتجة عن عملية التصنيف باكملها .

والهدف الشامل للعملية هو تجميع مجموعة من الاحصائيات التي تصنف الاستجابة الطيفية لكل نمط من انماط اغطية الارض المطلوب تصنيفها في اي صورة .



شكل (2- 6) مناطق تدريب مختارة في الصورة لدراستها وتحديد خصائصها (كتاب الاستشعار عن بعد ، الادارة العامة للتعليم الفني والتطوير المهني)

2-مرحلة التصنيف :

تتم فيها مقارنة كل بكسل من الصورة المراد تصنيفها مع الفئات او المجموعات التي تنتمي اليهاعدديا ثم تم تسميتها باسم الفئة .

3-مرحلة المخرجات:

يتم في هذه المرحلة استخراج منتج نهائي لعملية التصنيف، وتتوقف عملية التصنيف علي انتاجمخرجات نهائية تنقل المعلومة المفسرة الي المستفيد بشكل ملائم . وهناك عدة مخرجات يمكن انتنتج من عملية التصنيف حسب امكانيات الحاسب الالي والبرامج المتوفرة . ومن الامثلة الشائعة :

جداول احصائية ، رسومات بيانية وصور ملونة .

2.7.2 التصنيف غير المراقب (غير الموجه) Unsupervised classification :

الفرق بين قسمي التصنيف هو ان التصنيف المراقب يتضمن مرحلة تدريب تتبعها مرحلة تصنيف. اما في التصنيف غير المراقب فتصنف معطيات الصورة اولا وذلك بتجميعها في المجموعات الطيفية الطبيعية الموجودة في الصورة . ثم يحدد محلل الصورة هوية غطاء الارض لهذه المجموعاتالطيفية وذلك بمقارنة معطيات الصورة المصنفة بمعطيات الصورة الاساسية .

وعملية التصنيف غير المراقب لا تستخدم معطيات تدريب اساسا للتصنيف ، وانما تتضمن خوارزميات تفحص قيم البكسل الغير معروفة في الصورة وتجمعها في عدد من الاصناف اعتمادا علي التجمعات الطبيعية في قيم الصور .

والمبدا الاساسي في عملية التصنيف غير المراقب هو ان القيم الموجودة في نمط غطاء معين (ماء ، غابات ، رمال .... الخ) يجب ان تكون متقاربة في فراغ القياس، علي حين يجب ان تكون المعطيات في الاصناف المختلفة متباعدة نسبيا من بعضها البعض .

والاصناف الناتجة من التصنيف الغير المراقب هي اصناف طيفية . وبما ان هذه الاصناف الطيفية قد وضعت علي اساس التجمعات الطبيعية وحدها في قيم الصورة فان هويتها لن تعرف في البداية، وسيكون علي المحلل ، لكي يحدد هوية الاصناف الطيفية وقيمة معلوماتها ، ان يقارن المعطيات المصنفة ببعض المعطيات المرجعية البسيطة (كالصور او الخرائط ذات المقياس الاكبر).

وهكذا فاننا في التصنيف المراقب نحدد فئات المعلومات المفيدة ، وبعد ذلك نفحص قابلية تفريقها من الناحية الطيفية . اما طريقة التصنيف غير المراقب فاننا نحدد الاصناف التي يمكن التفريق بينها منالناحية الطيفية ، وبعد ذلك نحدد فائدة معلوماتها .

الـبـاب الـثـالـث

الاطــار العـملي

1.3 مدخـل :

تم استخدام برنامج الايرداس Erdas imagine 8.5 لعمليات معالجة الصور من (تكوين، تحسين ،استخراج منطقة العمل وعملية التصنيف المراقب) .

2.3 الحصول علي المعلومات المستخدمة :

تم الحصـول علي الصورالفضائية من الموقع Earthexplorer.usgs.gov الامريكي للعـامـيـن 2007 و2017 من القمر الصناعي لاندسات 7 ولاندسات 8 بدقة مكانية (30*30 م) والتي تحتوي علي سبع قنوات بالاضافة للقناة الثامنة بانكروماتيك بدقة (15*15) .

جدول (3-1) بيانات طبقات الصورة الفضائية للقمرين لاندسات 7 ولاندسات 8

الطبقة	الدقة المكانية
الطبقة رقم (1)	30*30
الطبقة رقم (2)	30*30
الطبقة رقم (3)	30*30
الطبقة رقم (4)	30*30
الطبقة رقم (5)	30*30
الطبقة رقم (6)	30*30
الطبقة رقم (7)	30*30
الطبقة رقم(8) البانكروماتيةPanchromatic band	15*15

جدول (3-2) تاريخ التقاط الصور الفضائية

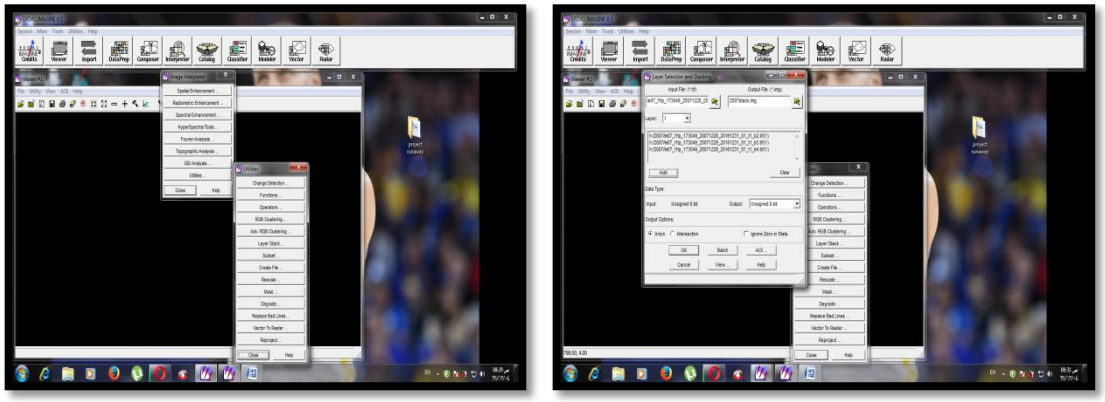
التاريخ	اسم القمر
28\12\2007	لاندسات 7
29\1\2017	لاندسات 8

3.3 تكوين الصور :Layer stack

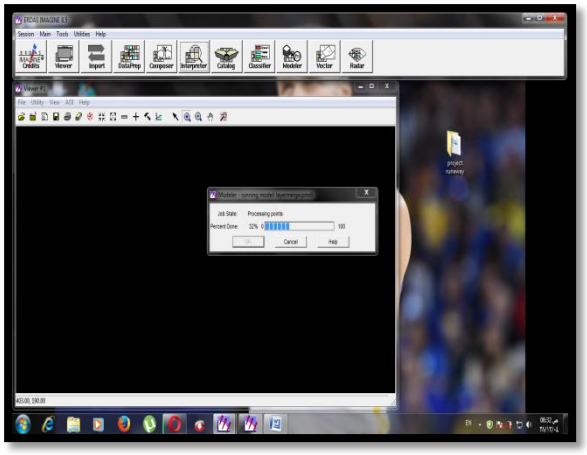
اولا قمنا بتكوين الصور وذلك بجمع ثلاث قنوات مع بعضها وهي القنوات (4،3،2) .تم اختيار الامر interpreterمن القائمة الرئيسية وبالضغط عليه تظهر قائمة منسدلة تم اختيار الامر utilitiesتظهر منها قائمة اخري تم اختيار الامرlayer stack .يظهر صندوق التعليمات الذي سنقوم فيه بادخال القنوات bands وتحديد الحافظة التي ستحفظ فيها الصورة الناتجة ثم نضغط علي الامر ok فتنتج الصورة .

هكذا يتم تكوين الصور الطيفية . وقد قمنا بتكوين صورتين تشملان منطقة الدراسة صورة للعام 2007وصورة اخري للعام 2017 .

استخدمنا لتكوين الصورة توليفة من النطاقات (4-3-2) وهي مركبة الالوان الزائفة حيث ان المعالم لاتظهر بالوانها الطبيعية على سبيل المثال : الغطاء النباتي يظهر باللون الأحمر , التجمعاتالمائية باللون الأسود أواللون البحري وغيرها .الخطوات مبينة في الشكل (1.3)



(B) **(A)**



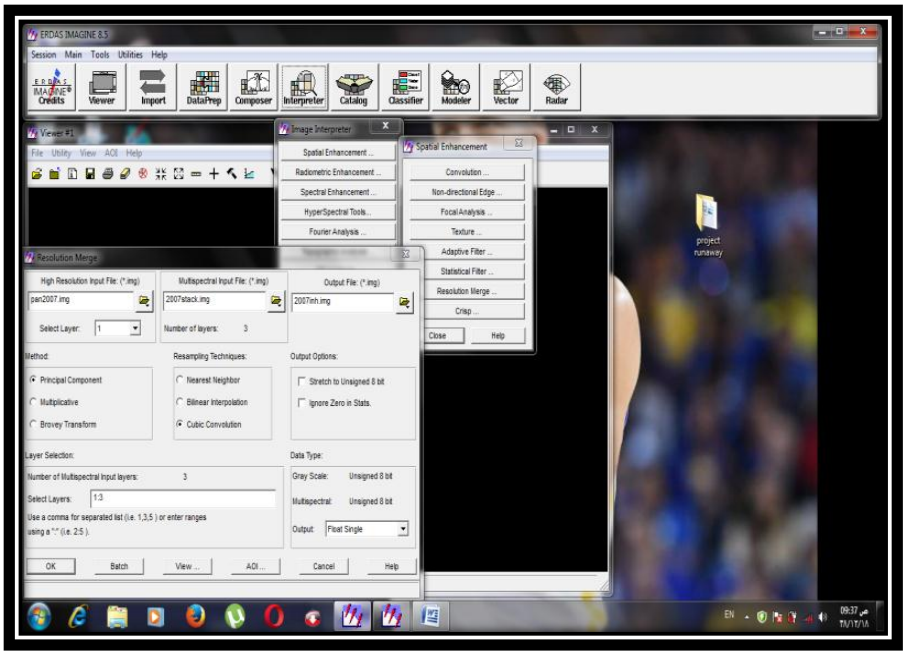
(C)

شكل (3- 1) خطوات تكوين الصورة

4.3 تحسين الصور بالطبقة البانكروماتية :Panchromatic band

لتحسين الدقة المكانية للصور استخدمنا طريقة resolution merge وذلك بمزج الصورة بصورة panchromatic وهي صورة غير ملونة (ابيض واسود) ولكنها تمتاز بدقة مكانية افضل (15*15) مقارنة بدقة الصورة الاصلية (30*30) . عند مزج الصورتين تنتج صورة محسنة ملونة بدقة الصورة البانكروماتية اي تنتج صورة بدقة (15*15) .

نضغط علي الامر interpreter تظهر قائمة منسدلة تم اختيار الامر spatial enhancement تظهر قائمة اخري يتم اختيار الامر resolution merge يظهر صندوق التعليمات الذي يتم فيه ادخال الصورة البانكروماتية وايضا يتم ادخال الصورة متعددة الاطياف المراد تحسينها وتحديد الحافظة التي ستحفظ فيها الصورة الناتجة . ثم نضغط علي الامر ok فتتم عملية الدمج ... الشكل (2.3) : خطوات اجراء عملية التحسين .

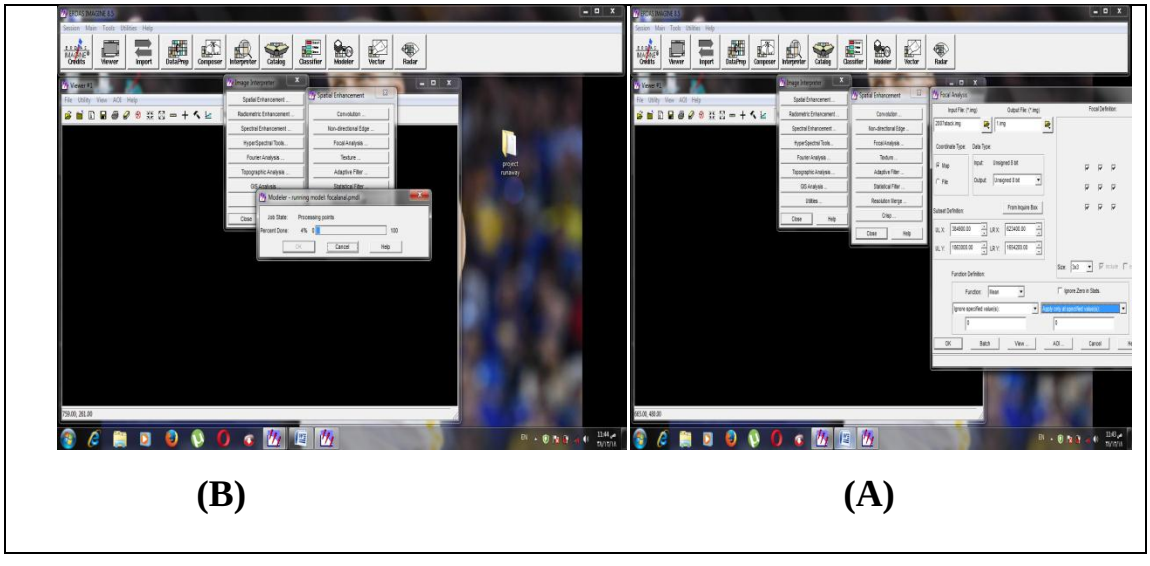


شكل (3- 2) خطوات عمل التحسين بطريقة resolution merge

5.3 تحسين صورة العام 2007 :

صورة العام 2007 بها الكثير من الخلايا السوداء التي تظهر في شكل خطوط سوداء لتحسين الصورة قمنا باستخدام طريقة focal analysis والتي تعطي الخلايا قيم مقربة من الخلايا المجاورة لها .

تم اختيار الامر interpreter من القائمة الرئيسية . يتم ظهور قائمة منسدلة تم اختيار الامر spatial enhancement تظهر قائمة اخري تم اختيار focal analysis يظهر صندوق التعليمات والذي ندخل فيه الصورة المراد تحسينها وتحديد وجهة الملف الناتج في منتصف الصندوق يوجد الامر output بجانبه خيارات نختار unsigned 8 bit في الجزء الاسفل يوجد امر function امامه خيارات تم اختيار mean تحته يوجد صندوقين في الصندوق الايمن تم اختيارالامر apply only at specified values وفي الصندوق الايسر تم اختيار الامر ignore specified values ثم يتم الضغط علي الامر ok فتتم العملية .قمنا بتكرار هذه العملية عدة مرات حتي اصبحت الصورة خالية تماما من البيكسل السوداء والخطوط واصبحت جاهزة للعمل.

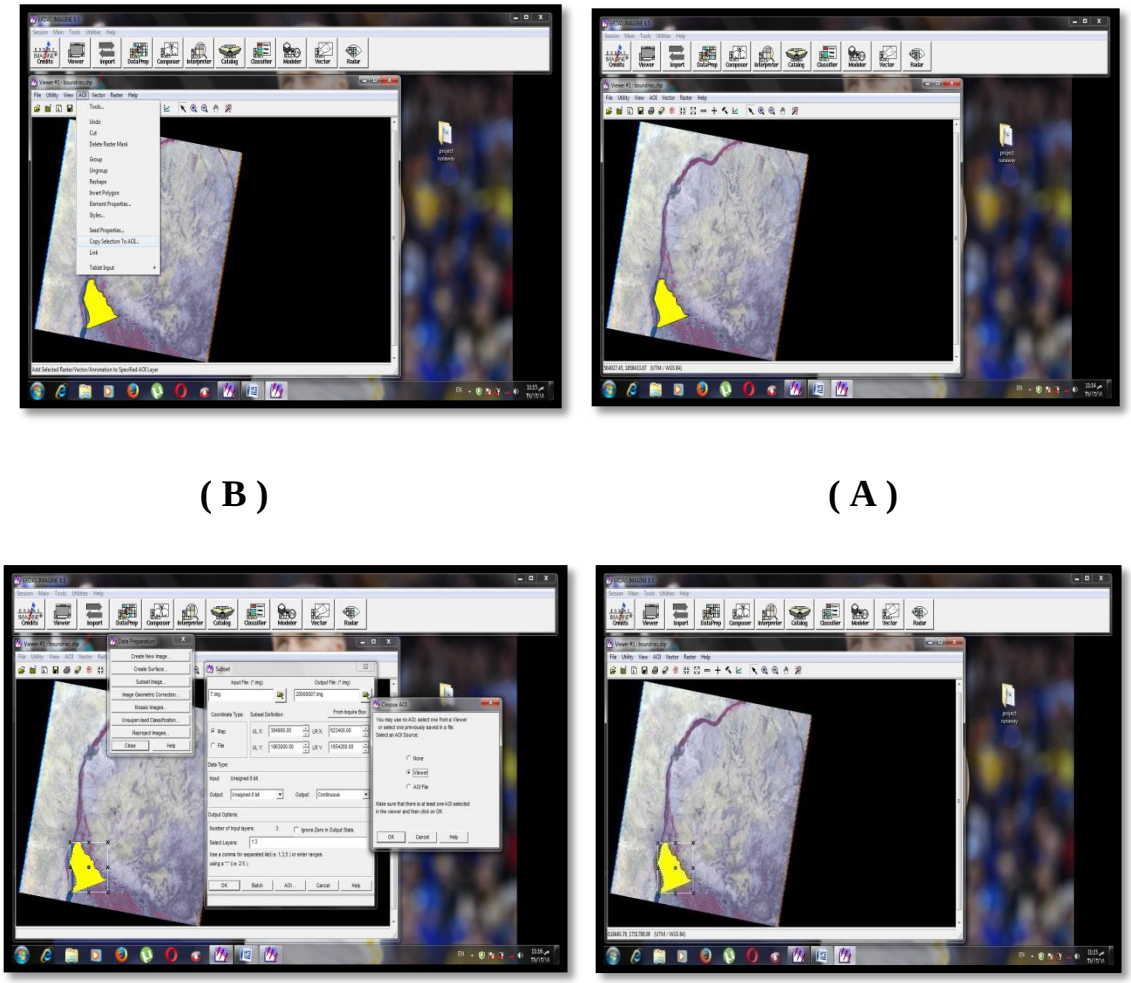


(B) **(A)**

شكل (3- 3) خطوات عملية التحسين بطريقة focal analysis

6.3 استخراج منطقة العمل area of interest :

بعد انتهاء عملية التحسين تم استخراج منطقة العمل مدينة الخرطوم من الصورة بواسطة Shape file تم تحضيره مسبقا . ندخل الصورة ثم ندخل shape file نضغط بالمؤشر علي shape file سيتحول للون الاصفر كما هو موضح في الشكل (4.3). نضغط علي الامر aoi ثم نختار copy selection to aoi نضغط بالمؤشر علي المنطقة الظاهرة باللون الاصفر هكذا تم تحديد المنطقة المراد قطعها نضغط علي الامر data prep ويتم اختيار الامر Subset image من القائمة المنسدلة . يظهر صندوق التعليمات ندخل الصورة المراد القطع منها ووجهة الملف الناتج ثم نضغط علي الامر aoi في الاسفل ونختار viewer ثم يتم الضغط علي الامر ok لتتم العملية .



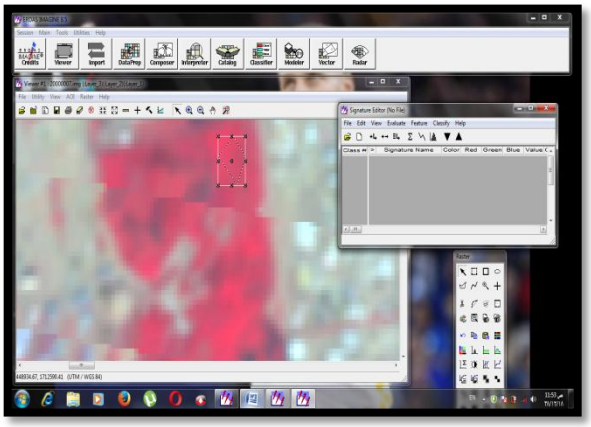
شكل (3- 4) خطوات عملية استخراج منطقة الدراسة

7.3 عملية التصنيف المراقب:

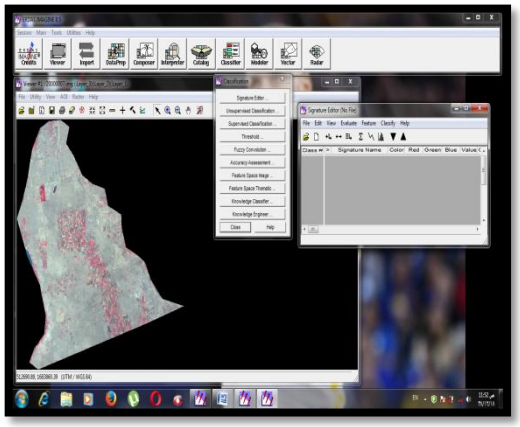
بعد ذلك تم عمل التصنيف الموجه للصورة (Supervised Classification) وهذا النوع من التصنيف يمكن المحلل من التحكم باختيار وتعريف الأنواع المناسبة دون تدخل البرنامج ،حيث يقوم باختيار وتحديد مجموعة من الوحدات الصغيرة في الصورة التي يستطيع تمييزها من بين المعالم التي

تغطي السطح (عينات التدريب) . وقد تم استعمال هذا النوع من التصنيف في تحليل منطقة الدراسة وذلك باختيارالأجزاء الصغيرة التي تحمل نفس الصفات الطيفية , وباستخدام برنامج ERDAS تم تقسيم الصورة الي ثلاث اصناف (three classes) (نباتات ، مياه واراضي).

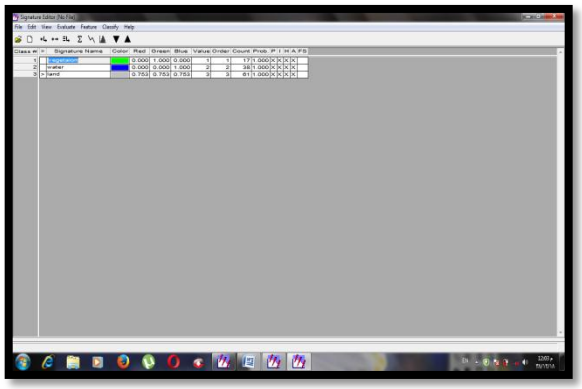
اولا نقوم بعمل signature file وهو جدول عينات التدريب . نختار الامر classifier من القائمة الرئيسية تظهر قائمة منسدلة . تم اختيار signature editor يظهر جدول العينات الذي ندخل فيه عينات التدريب . اولا نريد اختيار عينة النباتات نختار الامر raster ثم نختار tools تظهر الادوات نختار شكل polygon نقرب علي منطقة النباتات ونختار عينة صغيرة ثم نذهب الي جدول العينات لنسميها ونعطيها اللون الاخضر نختار عينتان اخريتان تمثلان الارض والمناطق الحضرية (اللون الرمادي) والمسطحات المائية (اللون الازرق) . ثم نقوم بحفظ جدول العينات نضغط file ثم Save . بعد ذلك نقوم بعملية التصنيف الموجه يتم اختيار الامر classifier من القائمة الرئيسية ثم تم اختيار supervised classification من القائمة المنسدلة . يظهر جدول التعليمات الذي سندخل فيه الصورة المراد تصنيفها وملف العينات ونحدد وجهة الملف الناتج ثم يتم الضغط علي الامر ok لتتم عملية التصنيف المراقب . يقوم البرنامج بعمل التصنيف الموجه وتحويل الصورة الي خريطة موضوعية يظهر فيها الغطاء النباتي باللون الاخضر والمسطحات المائية باللون الازرق اما المناطق الحضرية والاراضي غير المستعملة فتظهر كلها باللون الرمادي .



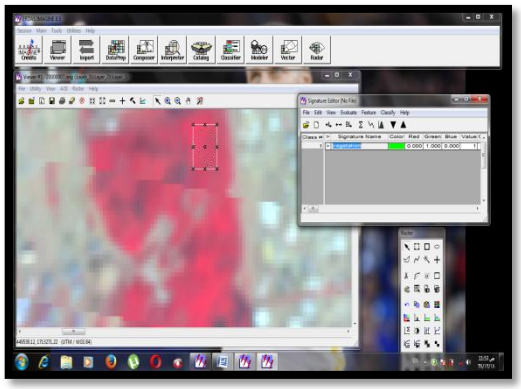
(B)



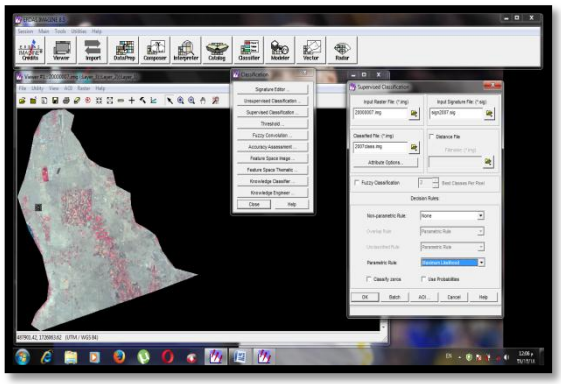
(A)



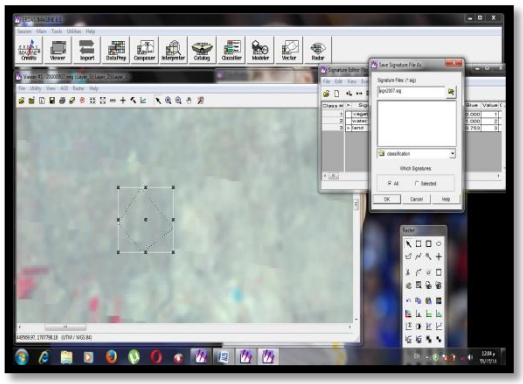
(D)



(C)



(F)

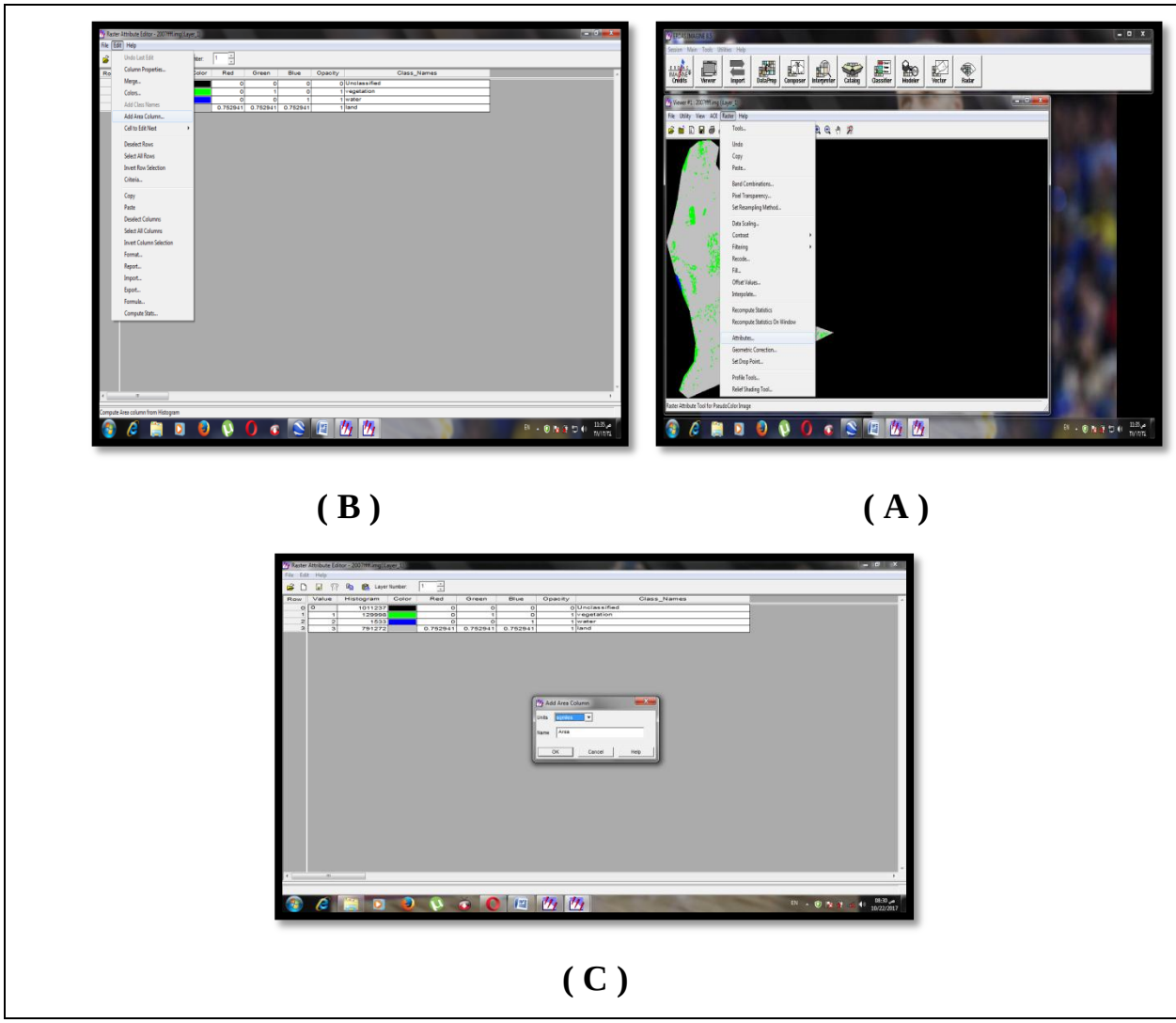


(E)

شكل (3- 5) خطوات عمل عملية التصنيف المراقب

8.3 استخراج المساحات من الصور المصنفة :

بعد عمل التصنيف المراقب للصورتين قمنا باستخراج مساحة الغطاء النباتي وكذلك مساحة الاغطية الاخري المسطحات المائية والغطاء الحضري . ولحساب المساحات نختار الامر raster تظهر القائمة نختار attributes . يظهر جدول التعليمات يتم اختيار الامر edit ثم يتم اختيار الامر add area column من القائمة المنسدلة . يظهر صندوق تعليمات جديد يتم فيه اختيار الوحدة التي يراد بها حساب المساحة يتم الضغط علي الامر ok فيتم حساب المساحات للاصناف الثلاث .



(B) (A)

(C)

شكل (3-6) خطوات استخراج المساحات

الـبـاب الرابـع

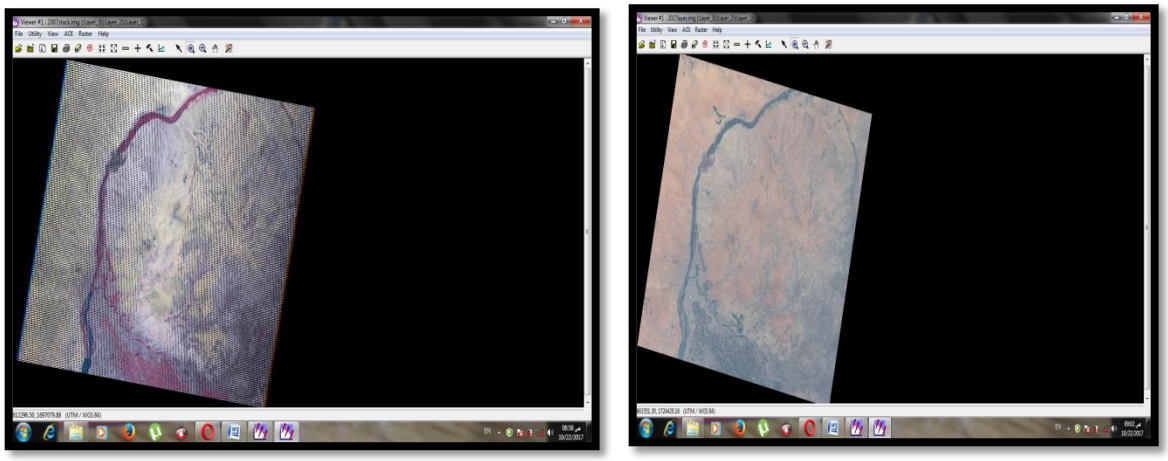
النـتـائـج والتحـلـيـل

1.4 مدخل :

في هذا الباب جمعت نتائج جميع عمليات المعالجة التي اجريت علي الصور الفضائية من تكوين ، تحسين ،استخراج منطقة العمل ، تصنيف مراقب واستخراج مساحات . وكذلك عمل جداول المقارنات بالنسب المئوية ومعرفة حجم التغير الذي طرأ علي الغطاء النباتي .

2.4 نتائج عملية تكوين الصور :

في الشكل(1.4) :الشكل (A) : صورة العام 2007 اما الشكل (B) : صورة العام 2017 .

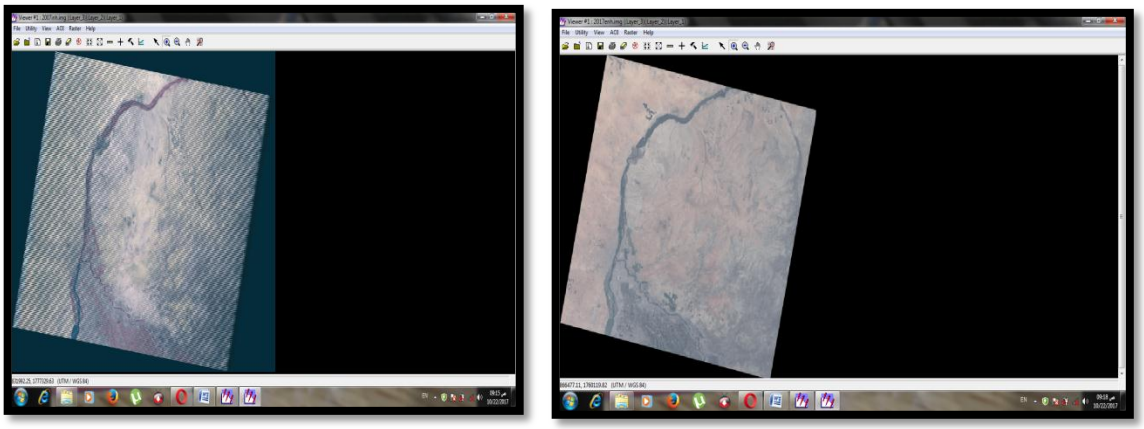


(B) (A)

شكل (4- 1) نتائج عملية تكوين الصور

3.4 نتائج عملية التحسين بالصورة البانكروماتية :

في الشكل (2.4) : الشكل (A) : الصورة المحسنة للعام 2007 بينما الشكل (B) : الصورة المحسنة للعام 2017 .

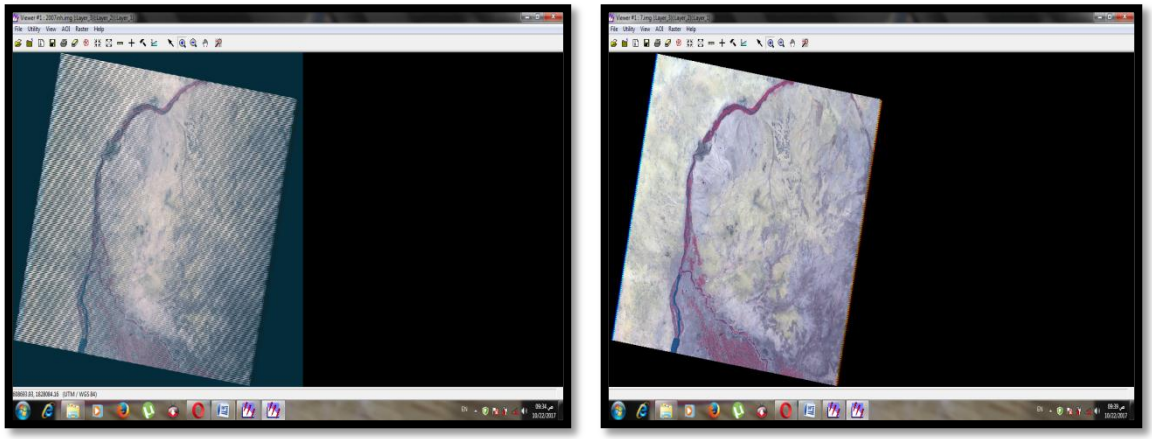


(B) **(A)**

شكل (4- 2) : نتائج عملية التحسين بالصورة البانكروماتية

4.4 نتائج عملية تحسين صورة العام 2007 :

في الشكل (3.4) : الشكل (A) : الصورة قبل التحسين بينما الشكل (B) : الصورة بعد اجراء عملية التحسين بطريقة focal analysis عليها .

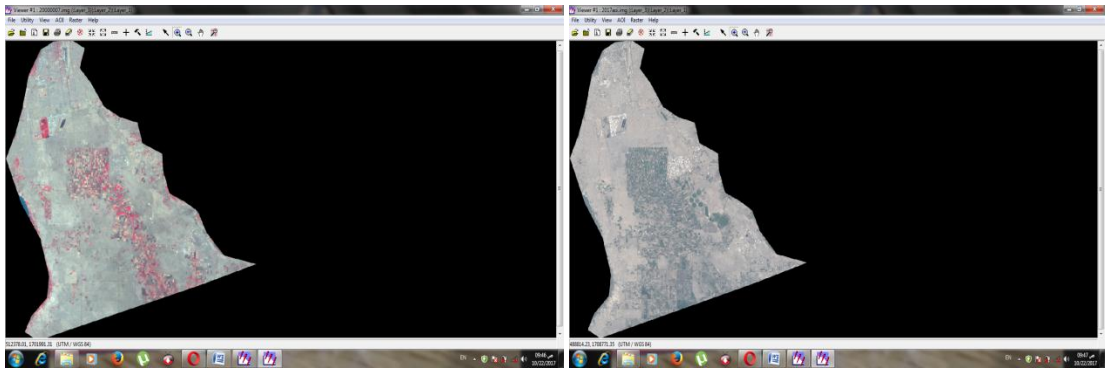


(A) (B)

شكل (4- 3) عملية التحسين بطريقة focal analysis لصورة العام 2007

5.4 نتائج عملية استخراج منطقة العمل :

في الشكل (4.4) : الشكل (A) : صورة لمنطقة العمل للعام 2007 بينما الشكل (B) : صورة لمنطقة العمل في العام 2017 .

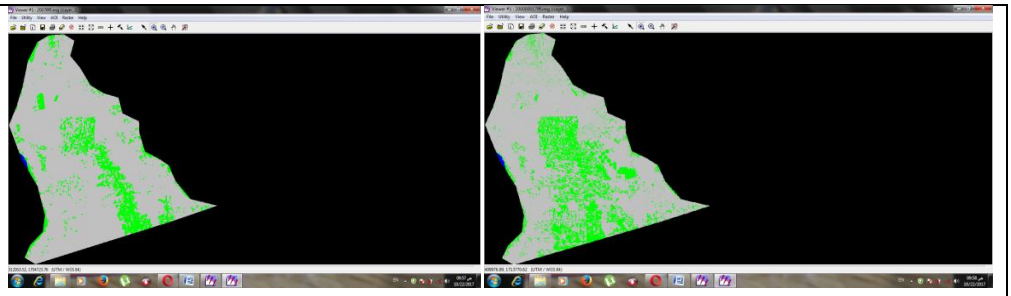


(A) (B)

شكل (4-4) : منطقة الدراسة

6.4 نتائج عملية التصنيف المراقب :

في الشكل (5.4) : الشكل (A) : صورة لمنطقة الدراسة للعام 2007 بعد اجراء عملية التصنيف المراقب عليها بينما الشكل (B) : صورة لمنطقة الدراسة للعام 2017 .

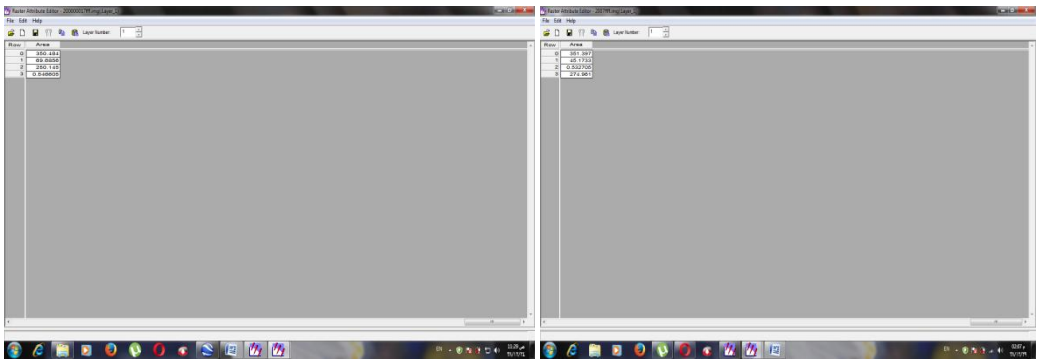


(B) **(A)**

شكل (4- 5) : نتائج عملية التصنيف المراقب

7.4 نتائج عملية استخراج المساحات :

في الشكل (6.4) : الشكل (A) : صندوق المساحات لصورة منطقة الدراسة للعام 2007 بينما الشكل (B) : صندوق المساحات لصورة منطقة العمل للعام 2017 .



(B) (A)

شكل (4- 6): المساحات المستخرجة من الصورتين المصنفتين

8.4 الحسابات :

اولا تم حساب النسب المئوية لمساحة الغطاء النباتي وبقية الاغطية بالنسبة للصورتين كل واحدة علي حدي وذلك بقسمة قيمة مساحة كل غطاء علي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وضربها في 100 .

المساحة الكلية لمنطقة الدراسة تساوي 830.527 كيلومترا مربعا .

جدول (4- 1):النسبة المئوية لمساحة الغطاء النباتي وبقية الاغطية في العام 2007 .

الفئة	المساحة بالكيلومتر المربع	النسبة المئوية %
الغطاء النباتي	116.998847	% 14.09
الغطاء الحضري	712.14899	% 85.75
المسطحات المائية	1.37970595	% 0.16

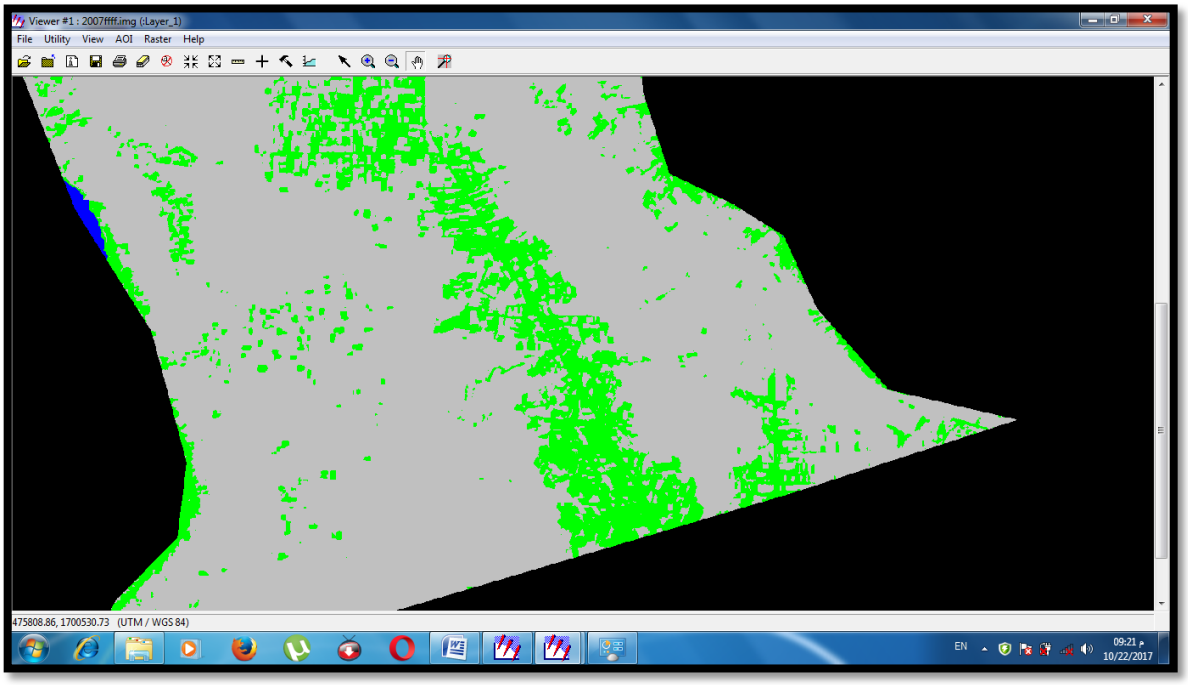
جدول (4- 2) : النسبة المئوية للغطاء النباتي وبقية الاغطية في العام 2017 .

الفئة	المساحة بالكيلومتر المربع	النسبة المئوية %
الغطاء النباتي	180.485704	% 21.75
الغطاء الحضري	647.87555	% 78.08
المسطحات المائية	1.41570695	% 0.17

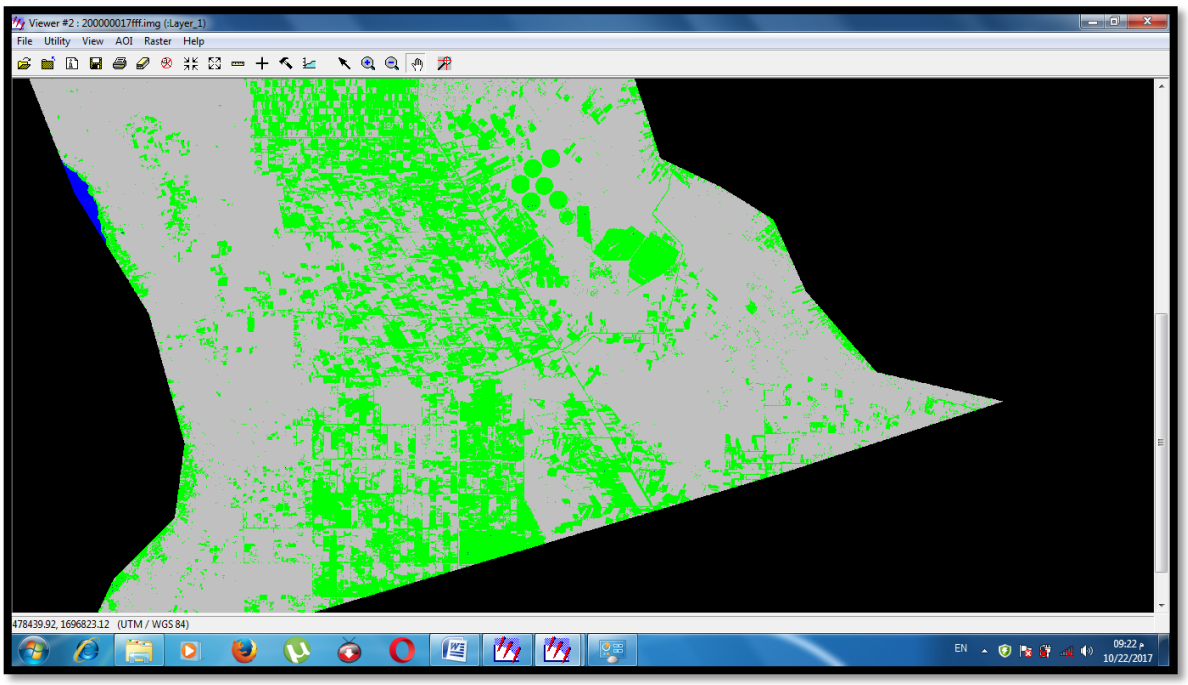
نجد ان مساحة الغطاء النباتي بعد ان كانت تغطي 14.09 % من منطقة الدراسة في العام 2007 اصبحت تغطي نسبة 21.75 % من منطقة الدراسة اي ان نسبته زادت بمقدار 7.66 % من المساحة الكلية للمنطقة .

مساحة الغطاء النباتي في العام 2007 كانت تساوي 116.998847 كيلومترا مربعا اما مساحته في العام 2017 فانها تساوي 180.485704 كيلومترا مربعا . وبقسمة مساحة الغطاء النباتي في العام 2017 علي مساحته في العام 2017 وضربها في 100 نجد انها تساوي 154.26 % اي ان مساحة الغطاء النباتي زادت بنسبة 54.26 % عند مقارنة المساحتين مع بعضهما وهي عبارة عن 63.486857 كيلومترا مربعا من المساحات الخضراء الجديدة .

ونجد ان الزيادة تتركز في مناطق جنوب الخرطوم حيث يوجد شريط زراعي تمتد مساحته من جنوب الخرطوم وحتي حدود المدينة مع ولاية الجزيرة هذه المنطقة شهدت انشاء الكثير من المشاريع الزراعية الجديدة . الشكل (7.4) : يوضح اماكن تركز الغطاء النباتي في العام 2017 حيث يوضح الشكل (A) اماكن تركز الغطاء النباتي في العام 2007 بينما الشكل (B) يوضح اماكن تركز الغطاء النباتيي في العام 2017 .



(A)



(B)

شكل (4-7) : اماكن تركز الغطاء النباتي

البـاب الخـامـس

الخـلاصـة والتوصـيـات

1.5 الخلاصة :

تم في هذا البحث دراسة التغير في مساحة الغطاء النباتي لمدينة الخرطوم وضواحيها وذلك عن طريق تحليل الصور الفضائية ببرنامج الايرداس erdas imagine 8.5 .

بعد الانتهاء من معالجة الصور واستخراج المساحات ومقارنتها وجدنا ان مساحة الغطاء النباتي قد شهدت زيادة ملحوظة في العام 2017 عنه في العام 2007 . الغطاء النباتي في العام 2007 كان يغطي ما يقارب 14.09 % من مساحة منطقة الدراسة ، هذه النسبة ارتفعت لتصل الي حوالي21.75 % في العام 2017 . اي ان هناك زيادة تساوي حوالي 7.66 % من المساحة الكلية . لاحظنا ان الزيادة تتركز في منطقة جنوب الخرطوم . حيث توجد مساحات زراعية تمتد من جنوب مدينة الخرطوم وحتي الحدود مع ولاية الجزيرة .

2.5 التوصيات :

في هذه الدراسة قمنا بدراسة التغير في مساحة الغطاء النباتي للمدة الزمنية التي تتراوح بين ديسمبر 2007 ويناير 2017 اي مدة عشر سنوات . التغيرات في مساحة الغطاء النباتي تحدث بصورة مستمرة حيث تتغير بناء علي تغير المواسم الزراعية وكذلك يتاثر الغطاء النباتي بفصل الخريف لمواكبة هذه التغيرات يجب عمل الدراسات المتخصصة في هذا المجال بصورة دورية . يمكن ايضا عمل دراسات مرتبطة بهذه الدراسة مثل دراسة التوغل الحضري وايضا دراسة التصحر سواء في هذه المنطقة او في مناطق اخري .

المراجع

1. شعوان ، د.جمال ، كتاب الاستشعار عن بعد ، المملكة العربية السعودية ،المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني .
2. الكجم ، د. نفيسة خضر محمد ، مقرر الاستشعار عن بعد ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا .
3. كتاب تصنيف الصور الفضائية ببرنامج Erdas ، مكتبة البخاري ، Makktaba.com
4. دراسة التغير في مساحة الغطاء النباتي الاخضر لمنطقة حوض الاردن باستخدام تكنولوجيا الاستشعار عن بعد ، منتديات ستار تايمز ، Startimes.com .
5. googleearth.com
6. موقع ويكيبيديا الموسوعة الحرة . Wikipedia.org