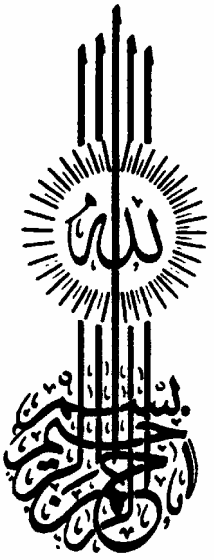
بسم الله الرحمن الرحيم

# معالجة الصور الرقمية
## في الاستشعار عن بعد

تأليف

أ. د. عصمت محمد الحسن

قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة

جامعة الملك سعود – الرياض

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ح جامعة الملك سعود، ١٤٣٢هـ (٢٠١١م).

*فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر*

الحسن، عصمت محمد

معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد./ عصمت محمد الحسن. -

الرياض، ١٤٣١هـ

١٨٢ ص؛ ١٧سم × ٢٤ سم ٢مج

ردمك: ٥-٧٤٦- ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

١- التصوير الجوي ٢- الاستشعار عن بعد ٣- الصور الجوية

أ - العنوان

ديوي ٥٢٦,٩٨٢٣ ١٤٣١/١٠٠٣٠

رقم الإيداع: ١٤٣١/١٠٠٣٠

ردمك: ٥-٧٤٦- ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره، بعد اطلاعه على تقارير المحكمين في اجتماعه الثاني عشر للعام الدراسي ١٤٣٠/١٤٣١هـ المعقود بتاريخ ١٤٣١/٢/٢٣هـ الموافق ٢٠١٠/٢/٧م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٢هـ

## شكر وتقدير

يتقدم الباحث بوافر الشكر والتقدير لمركز البحوث بكلية الهندسة جامعة الملك سعود بالرياض لتقديمه كامل الدعم لإنجاز هذا الكتاب، وللأستاذ الدكتور ظافر بن علي القرني الذي ساهمت ملاحظاته واقتراحاته كثيراً في هذا الإنجاز. ولقد تمت الاستفادة من بعض الصور على الإنترنت أشير إلى مراجعها داخل الكتاب. ويمتد الشكر لكل من ساهم في إخراج الكتاب بصورته الحالية.

# المقدمة

الحمد لله الواحد الأحد الفرد الصمد، الذي علم بالقلم، علم الإنسان ما لم يعلم، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا ونبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

يخضع سطح الكرة الأرضية إلى تصوير مستمر بنظم تحسس واستشعار تختلف عن آلة التصوير الضوئية التقليدية في أنها تعمل في أجزاء كبيرة من مجالات الطيف الكهرومغناطيسي وتأتي هذه الصور في شكل مصفوفات من الأرقام يستطيع الباحث معالجة هذه الأرقام بتقنيات متقدمة تؤدي إلى تحسين الصورة وإلى استخلاص معلومات منها تستخدم في مجالات عدة من علوم الأرض مثل متابعة نمو النباتات وأنواع الحبوب و تحديد مواقع الموارد الطبيعية المختلفة على سطح الأرض وتخطيط المناطق الحضرية والريفية وتقييم التلوث ومتابعة الكوارث الطبيعية المختلفة للتخفيف من آثارها.

إن الاستخدام الأمثل لهذه الصور الرقمية في التطبيقات المذكورة يتطلب فهما لعملية الاستشعار و لتقنيات معالجة البيانات الرقمية لهذه الصور التي تحتوي على معلومات هائلة. إن هذا الكتاب يعتبر مدخلاً لفهم تقنيات معالجة الصور الرقمية ابتداءً من التعرف على الصور الرقمية ومصادرها وإعداد بياناتها للتعامل معها والتقنيات المختلفة التي تؤدي إلى تحسين الصورة وجعلها في هيئة يسهل استنباط المعلومات منها، ويركز الكتاب بصورة أكبر على بيانات صور الأقمار الصناعية.

ويستجيب الكتاب لنسبة كبيرة من محتويات مواد الاستشعار عن بعد وبخاصة معالجة الصور الرقمية والمساحة التصويرية الرقمية التي تدرس على مستوى الجامعات والمعاهد العليا لطلبة هندسة المساحة، وأرجو أن يكون الكتاب مفيداً للمتخصصين والباحثين في مجالات المساحة و العلوم الجغرافية والجيولوجية والزراعية وتخطيط المدن وغيرها من علوم الأرض. هذا وقد خلت المكتبة العربية من كتاب يعالج هذا الموضوع و لذلك فإنني أسأل الله تعالى أن يجعل هذا الكتاب نافعاً ومفيداً لكل دارس وباحث في وطننا العربي إنه نعم المولى ونعم النصير.

**المؤلف**

# المحتويات

**شكر وتقدير** ..... هـ

**المقدمة** ..... ز

**فهرس الأشكال** ..... س

**فهرس الجداول** ..... ش

**الفصل الأول: المقدمة**

**الفصل الثاني: الصور الرقمية**

(٢,١) مقدمة ..... ٧

(٢,٢) مرحلة جمع البيانات ..... ٧

(٢,٣) أجهزة الاستشعار ..... ٩

(٢,٣,١) نظام الماسح متعدد الأطياف ذو المرآة الدوارة ..... ١٠

(٢,٣,٢) نظام الماسح التمشيطي ..... ١١

(٢,٤) بنية الصورة الرقمية ..... ١٢

(٢,٥) الأعداد الرقمية ..... ١٤

(٢,٦) الدقة التمييزية المكانية ..... ١٥

(٢,٧) الدقة التمييزية الطيفية ..... ٢٠

(٢,٨) الدقة التمييزية الإشعاعية ..... ٢٠

(٢,٩) الدقة التمييزية الزمانية ..... ٢١
(٢,١٠) تمارين ..... ٢٢

**الفصل الثالث: إعداد بيانات الصور الرقمية**

(٣,١) مقدمة ..... ٢٣
(٣,٢) وسائل حفظ بيانات الصور الرقمية ..... ٢٤
(٣,٣) محتويات الشريط أو القرص ..... ٢٥
(٣,٤) سعة الشريط أو القرص المطلوبة لحفظ البيانات ..... ٢٦
(٣,٥) نظم ترتيب بيانات الصورة الرقمية ..... ٢٧
(٣,٥,١) ترتيب تداخل الحزم خطيا ..... ٢٧
(٣,٥,٢) الترتيب التسلسلي للحزمة ..... ٢٧
(٣,٥,٣) ترتيب الحزمة بتداخل عناصر الصورة ..... ٢٨
(٣,٦) إعداد بيانات الصور الرقمية للدراسات الإحصائية ..... ٢٩
(٣,٧) تمارين ..... ٣٢

**الفصل الرابع: ترميم (تصحيح) الصور الرقمية**

(٤,١) مقدمة ..... ٣٥
(٤,٢) التصحيح الهندسي ..... ٣٦
(٤,٢,١) الأخطاء الهندسية المنتظمة ..... ٣٧
(٤,٢,٢) الأخطاء الهندسية العشوائية ..... ٤٠
(٤,٣) إعادة الأعداد الرقمية لعناصر الصورة المصححة ..... ٤٢
(٤,٣,١) طريقة الجار الأقرب ..... ٤٢
(٤,٣,٢) طريقة استنباط الخط المزدوج ..... ٤٢

(٤,٣,٣) طريقة الطي التكعيبي ..... ٤٣
(٤,٤) التصحيح الإشعاعي ..... ٤٣
(٤,٤,١) تصحيح تأثير الغلاف الجوي ..... ٤٣
(٤,٤,٢) تصحيح تأثير تغير زاوية سقوط الأشعة الشمسية ..... ٤٦
(٤,٤,٣) تصحيح تأثير بعد الشمس من الهدف الأرضي على كمية الأشعة الواردة .. ٤٧
(٤,٤,٤) تأثير تضاريس الأرض على كمية الأشعة الواردة للهدف ..... ٤٨
(٤,٥) إزالة التشويش ..... ٤٩
(٤,٥,١) إزالة تشويش البنية الشريطية المفقودة ..... ٥٠
(٤,٥,٢) إعادة تصحيح الصفوف التالفة ..... ٥١
(٤,٥,٢,١) حساب الخصائص الإحصائية للصفوف وللصورة ..... ٥٢
(٤,٥,٢,٢) ترميم تشويش الصفوف التالفة بطريقة متوسط الصفين المتجاورين . ٥٤
(٤,٥,٢,٣) ترميم الصفوف التالفة بنموذج العلاقة الخطية ..... ٥٥
(٤,٥,٣) التشويش العشوائي ..... ٥٧
(٤,٦) تمارين ..... ٥٩

**الفصل الخامس: تحسين الصور الرقمية**

(٥,١) مقدمة ..... ٦١
(٥,٢) مد التباين الخطي ..... ٦٣
(٥,٣) مد التباين غير خطي ..... ٦٨
(٥,٣,١) التمديد المتساوي لمدرجات التكرار ..... ٦٩
(٥,٣,٢) مد التباين باستخدام دوال غير خطية ..... ٧٤
(٥,٣,٣) مد التباين باستخدام التوزيع المنتظم ..... ٧٦

(٥,٤) التحسين بالألوان ..... ٧٨
(٥,٤,١) نموذج الألوان أحمر-أخضر-أزرق ..... ٨٢
(٥,٤,٢) نموذج تدرج اللون والتشبع وشدة الإشعاع ..... ٨٤
(٥,٤,٣) التحويل بين النظامين ..... ٨٦
(٥,٥) تجزئة الكثافة ..... ٨٩
(٥,٦) تمارين ..... ٩٢

**الفصل السادس: ترشيح الصور الرقمية**

(٦,١) مقدمة ..... ٩٥
(٦,٢) مرشح الصورة الرقمية ..... ٩٦
(٦,٣) مرشحات الانتقال العالي ..... ٩٨
(٦,٤) مرشحات الانتقال المنخفض ..... ١٠٢
(٦,٥) تمارين ..... ١٠٦

**الفصل السابع: تحويل الصور الرقمية**

(٧,١) المقدمة ..... ١٠٩
(٧,٢) التحويل بالعمليات الحسابية ..... ١١٠
(٧,٢,١) التحويل بعملية الجمع ..... ١١٠
(٧,٢,٢) التحويل بعملية الطرح ..... ١١١
(٧,٢,٣) التحويل بعملية الضرب ..... ١١٣
(٧,٢,٤) التحويل بعملية القسمة أو النسبة ..... ١١٤
(٧,٢,٥) التحويل باستخدام النسب المركبة ..... ١١٩
(٧,٣) التحويل باستخدام تحليل المركبات الأساسية ..... ١٢٠

(٧,٤) تمارين ..... ١٣٤

**الفصل الثامن: تصنيف الصور الرقمية**

(٨,١) مقدمة ..... ١٣٧
(٨,٢) البصمة الطيفية ..... ١٣٨
(٨,٣) التصنيف المراقب ..... ١٤١
(٨,٣,١) التصنيف بطريقة المسافة الأقصر من الوسط ..... ١٤٢
(٨,٣,٢) التصنيف بطريقة متوازيات السطوح ..... ١٤٥
(٨,٣,٣) التصنيف الاحتمالية العظمى ..... ١٤٨
(٨,٤) التصنيف غير المراقب ..... ١٥١
(٨,٥) تقييم دقة التصنيف ..... ١٥٣
(٨,٦) تمارين ..... ١٥٩
**المراجع** ..... ١٦١
**ثبت المصطلحات** ..... ١٦٥
أولاً: عربي – إنجليزي ..... ١٦٥
ثانياً: إنجليزي – عربي ..... ١٧٢
**كشاف الموضوعات** ..... ١٧٩

# فهرس الأشكال

(٢,١) تفاعلات الطاقة الشمسية قبل وصولها إلى المستشعر ..... ٩
(٢,٢) نمط مسح الأرض بنظام الماسح متعدد الأطياف ..... ١٠
(٢,٣) نمط مسح الأرض بنظام الماسح المشطي ..... ١٢
(٢,٤) هيئة الصورة الرقمية ..... ١٣
(٢,٥) صورة من القمر الصناعي الهندي IRS – الدقة التميزية 5 متر ..... ١٦
(٢,٦) صورة من القمر الصناعي الطائر السريع QB – الدقة التميزية 2.4 متر .. ١٧
(٢,٧) صورة من القمر الصناعي الطائر السريع QB– الدقة التميزية 0.6 متر .. ١٧
(٢,٨) صورة من القمر الصناعي الطائر السريع QB – الدقة التميزية 0.6 متر .. ١٨
(٢,٩) صورة من القمر الصناعي سبوت SPOT – الدقة التميزية 10 أمتار ..... ١٨
(٢,١٠) صورة بالماسح الموضوعي TM – الدقة التميزية 30 متراً ..... ١٩
(٢,١١) صورة بالماسح متعدد الطيف MSS – الدقة التميزية 79 متراً ..... ١٩
(٢,١٢) بيانات البت ٨ – توزع فيها شدة الأشعة إلى 256 قيمة ..... ٢٠
(٢,١٣) بيانات البت ٧ – توزع فيها شدة الأشعة إلى 128 قيمة ..... ٢١
(٣,١) نظام تداخل الحزم الخطي لحفظ بيانات الصورة ..... ٢٧
(٣,٢) ترتيب الحزم التسلسلي لحفظ بيانات الصورة ..... ٢٨
(٣,٣) نظام ترتيب الحزمة بتداخل وحدات الصورة لحفظ بيانات الصورة .... ٢٩

(٣,٤) المدرج التكراري لبيانات صورة رقمية من 180 عنصر صورة ..... ٣٠
(٣,٥) بيانات الصورة الرقمية في المثال ٣,٢..... ٣١
(٣,٦) المدرج التكراري لبيانات الصورة في المثال ..... ٣١
(٤,١أ) دوران الأرض أثناء التقاط الصورة ..... ٣٧
(٤,١ب) تشوه الانحراف الناتج عن دوران الأرض ..... ٣٨
(٤,٢) تأثير تبعثر الأشعة على صورة الحزمة 4 ..... ٤٥
(٤,٣) المدرج التكراري للحزمة 4 و الحزمة 7 ..... ٤٥
(٤,٤) زاوية سقوط الشمس على الهدف A..... ٤٧
(٤,٥) تأثير ميل الهدف الأرضي على كمية الأشعة الواردة ..... ٤٩
(٤,٦أ) جزء من الصورة الرقمية قبل ترميم الصف المحذوف ..... ٥١
(٤,٦) بالجزء أعلاه بعد ترميم الصف المحذوف ..... ٥١
(٤,٧أ) الصف الثالث في هذه الصورة يعتبر تالفاً..... ٥٤
(٤,٧ب) الصف الثالث بعد عملية الترميم البسيط..... ٥٥
(٤,٨) الأعداد الرقمية بعد عملية الترميم..... ٥٦
(٤,٩) جزء من صورة رقمية يحتوي على تشويش عشوائي..... ٥٧
(٤,١٠) بيانات جزء الصورة بعد إزالة التشويش ..... ٥٩
(٥,١) المدرج التكراري للبيانات في الجدول رقم ٥,١ ..... ٦٢
(٥,٢) الرسم البياني لجدول البحث..... ٦٤
(٥,٣) المدرج التكراري بعد تمديد التباين ..... ٦٥
(٥,٤) صورة ذات تباين محدود..... ٦٦
(٥,٥) الصورة بعد إجراء مد التباين ..... ٦٦

(٥,٦) رسم بياني لمد التباين الخطي الجزئي ..... ٦٨
(٥,٧) الصورة بعد إجراء تمديد التباين المتساوي ..... ٧٣
(٥,٨) منحنى التوزيع الطبيعي ..... ٧٦
(٥,٩) صورة بالألوان الطبيعية من القمر لاندسات 7 ..... ٨٠
(٥,١٠) صورة الشكل رقم ٥,٩ بالألوان غير الطبيعية ..... ٨٠
(٥,١١) صورة بالألوان الطبيعية من القمر لاندسات 7 ..... ٨١
(٥,١٢) الصورة في الشكل رقم ٥,١١ بالألوان غير الطبيعية ..... ٨١
(٥,١٣) نموذج الألوان RGB ..... ٨٣
(٥,١٤) نموذج تدرج اللون والتشبع وشدة الإشعاع ..... ٨٥
(٥,١٥) صورة رقمية ٤×٤ قبل التجزئة العامة ..... ٩٠
(٥,١٦) الصورة الرقمية في الشكل رقم ٥,١٥ بعد التجزئة ..... ٩١
(٥,١٧) الصورة الرقمية في الشكل ٥,١٥ بعد إجراء التجزئة متعددة الحدود . ٩٢
(٦,١) مرشح الوزن المتساوي ..... ٩٧
(٦,٢) مصفوفة الصورة الرقمية تحت الترشيح ..... ٩٧
(٦,٣) الصورة في الشكل رقم ٥,٥ بعد ترشيح الانتقال العالي..... ٩٩
(٦,٤) مرشح انتقال عالي..... ٩٩
(٦,٥) مرشح شمال- جنوب ..... ١٠٠
(٦,٦) مرشح شمال – غرب..... ١٠٠
(٦,٧) صورة رقمية ٣×٧ ..... ١٠٠
(٦,٨) المدرج التكراري للصف الثاني للصورة في الشكل رقم ٦,٧ ..... ١٠١
(٦,٩) صف لمرشح انتقال عالي ..... ١٠١

(٦,١٠) الصف الثاني من الصورة بعد إجراء ترشيح الانتقال العالي ..... ١٠١
(٦,١١) المدرج التكراري للصف الثاني بعد إجراء الانتقال العالي..... ١٠٢
(٦,١٢) الأعداد الرقمية لصف من خمس عناصر صورة..... ١٠٢
(٦,١٣) الأعداد الرقمية لصف عناصر الصورة بعد إجراء ترشيح الانتقال العالي ..١٠٣
(٦,١٤) المدرج التكراري قبل الترشيح ..... ١٠٣
(٦,١٥) المدرج التكراري بعد الترشيح ..... ١٠٣
(٦,١٦) الصورة بعد إجراء مرشح الانتقال العالي..... ١٠٤
(٦,١٧) صورة من الماسح متعدد الطيف قبل إجراء عملية الترشيح ..... ١٠٤
(٦,١٨) الصورة الناتجة بعد إجراء ترشيح الانتقال المنخفض..... ١٠٥
(٦,١٩) الصورة الناتجة بعد إجراء ترشيح الانتقال العالي..... ١٠٥
(٧,١) شكل المدرج التكراري للصورة الناتجة بعد الطرح ..... ١١٢
(٧,٢) منطقة عشبية على جانبي جبل صورت في النطاقين 1 و 2 ..... ١١٥
(٧,٣) صورة في حزمة الطيف 5 ..... ١١٨
(٧,٤) صورة لذات المنطقة في حزمة الطيف 7 ..... ١١٨
(٧,٥) الصورة الناتجة بعد إجراء القسمة بين الحزمتين 5 و 7 ..... ١١٩
(٧,٦) الارتباط العالي بين الأعداد الرقمية لصورتي الحزمة 1 و الحزمة 2..... ١٢٢
(٧,٧) رسم بياني تشتتي لبيانات الصورة رقم ١ ..... ١٢٣
(٧,٨) رسم بياني تشتتي لبيانات الصورة رقم ٢ ..... ١٢٤
(٧,٩) صورة بالألوان الطبيعية من القمر الصناعي لاندسات ٤ بالماسح TM
قبل المعالجة ..... ١٣٢
(٧,١٠) صورة المركب الرئيسي الأول ..... ١٣٢

(٧,١١) صورة المركب الرئيسي الثاني ..... ١٣٣
(٧,١٢) صورة المركب الرئيسي الثالث ..... ١٣٣
(٨,١) البصمة الطيفية لثلاثة غطاءات أرضية ..... ١٣٩
(٨,٢) تمثيل ثلاثي الأبعاد للنطاقات الطيفية الثلاثة ..... ١٤٠
(٨,٣) طريقة المسافة الأقصر ..... ١٤٢
(٨,٤) بيانات الحزمة B1 ..... ١٤٣
(٨,٥) بيانات الحزمة B2 ..... ١٤٣
(٨,٦) صورة البيانات الحقلية ..... ١٤٣
(٨,٧) طريقة التصنيف بمتوازيات السطوح ..... ١٤٥
(٨,٨) بيانات الحزمة B1 ..... ١٤٦
(٨,٩) بيانات الحزمة B2 ..... ١٤٦
(٨,١٠) بيانات حقلية للمنطقة المصورة ..... ١٤٦
(٨,١١) التصنيف بطريقة الاحتمالية العظمى ..... ١٥٠
(٨,١٢) التصنيف غير المراقب بطريقة التجميع ..... ١٥٣

# فهرس الجداول

(٢,١) الخصائص الرقمية لصور لاندسات ..... ١٤
(٢,٢) قيم بيانات الملفات الرقمية ..... ٢١
(٣,١) العد من 0 إلى 11 في النظامين العشري والثنائي ..... ٢٣
(٣,٢) العد من 98 إلى 101 ومن 254 إلى 255 في النظامين العشري والثنائي..... ٢٣
(٥,١) الأعداد الرقمية ل 38000 عنصر صورة ..... ٦٢
(٥,٢) بيانات الصورة الرقمية المدخلة ومتابعة الحل..... ٧٠
(٥,٣) تأثير دالة مربع العدد الرقمي ..... ٧٤
(٥,٤) مد التباين باستخدام الدالة اللوغريثمية..... ٧٥
(٥,٥) مثال تطبيقي لمد التباين باستخدام التوزيع الطبيعي ..... ٧٧