التحسينات المطبقة على الصور الفضائية Image Enhancement

يتضمن تحسين الصور الفضائية تقانات تهدف إلى زيادة الفوارق البصرية بين المعالم في الصورة، من أجل الحصول على صورة جديدة من معطيات الصورة الأصلية لزيادة كمية المعلومات التي يمكن تفسيرها بصرياً من الصور الفضائية وبالتالي الوصول لتصنيف وتفسير أفضل.

وإن اختيار طرائق التحسين المناسبة لأي تطبيق يعتبر أمراً هاماً وسنبحث فيما يلي في بعض عمليات التحسين المطبقة على الصور الفضائية:

عمليات التحسين المكاني Spatial Enhancement:

يعدل التحسين المكاني قيم العنصر Pixel اعتماداً على قيم العناصر المحيطة، ويتعامل التحسين المكاني بشكل كبير مع التردد المكاني Spatial Frequency الذي يعني الفرق بين أعلى قيمة وأقل قيمة لمجموعة عناصر متصلة Contiguous [1]، ومن التحسينات المكانية يمكن ذكر ما يلي:

أ- دمج الدقة التمييزية Resolution Merging:

دمج الدقة التمييزية Resolution Merging أو ما يدعى بدمج المعطيات Data Merging بشكل عام، فيتم تحسين الكثير من التطبيقات لمعالجة الصور الرقمية من خلال دمج المجموعات المتعددة للمعطيات التي تغطي المنطقة الجغرافية نفسها، وهنا نقدم بعض الأمثلة:

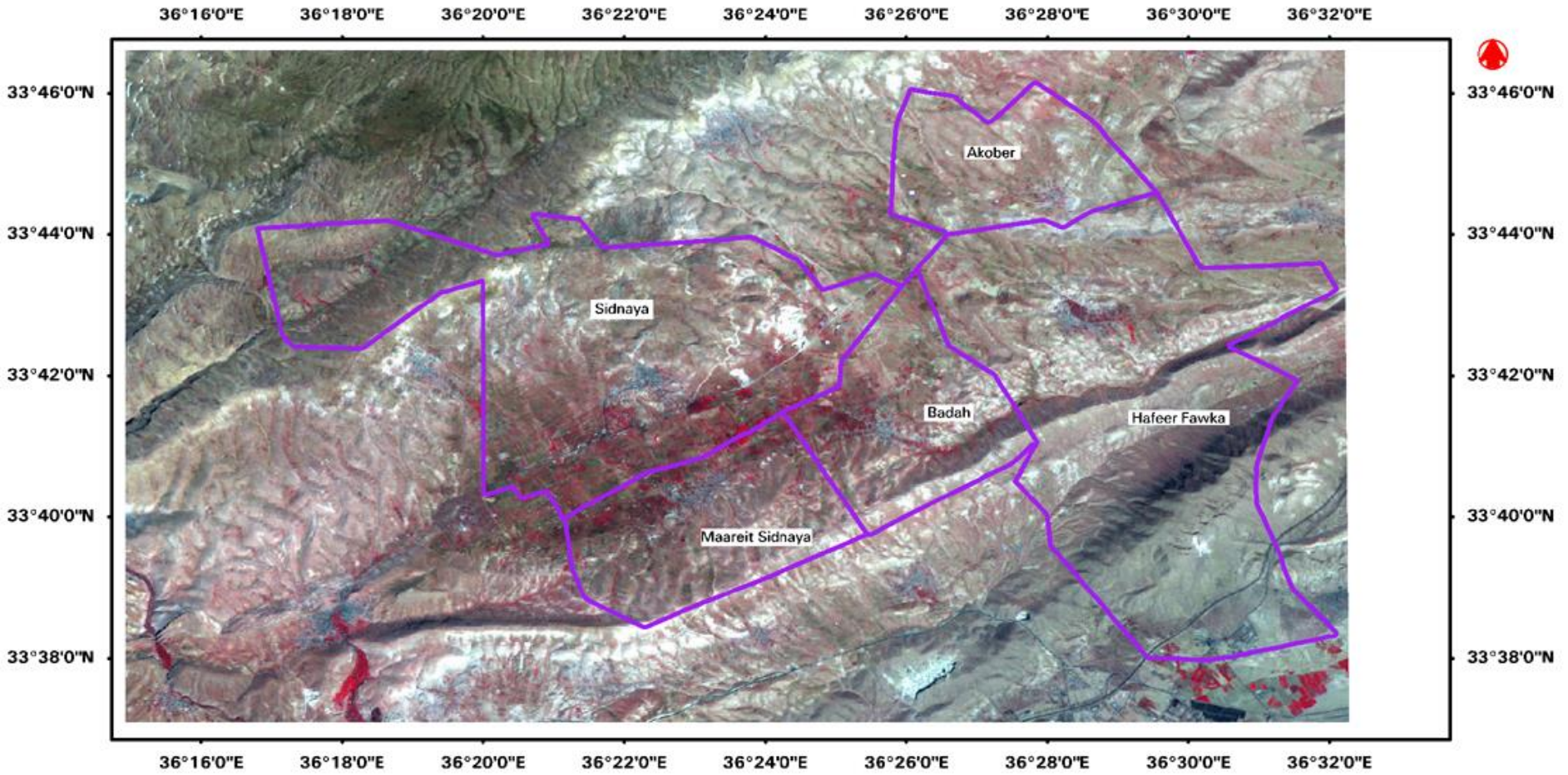
مثال ١:

*** إدماج معطيات متعددة الأطياف لنفس التابع الصنعي للحصول على قدرة تمييز مكانية أفضل مع الحفاظ على قدرة التمييز الطيفي للصور المدمجة:**

مثل دمج صورة التابع Landsat-TM الذي يسجل الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة والمنبعثة في المجال المرئي، وتحت الأحمر القريب، وتحت الأحمر المتوسط، من الطيف، ذات قدرة تمييز /٣٠م/، مع النطاق (band) الثامن (القناة البانكروماتية Panchromatic) (٠,٢٥-٠,٩٠ ميكرومتر) ذات قدرة تمييز /١٥م/ لنحصل على صورة Landsat-ETM ذات قدرة تمييز أعلى /١٥م/ ومتعددة الأطياف Multispectral، والصورة التالية تبين تحسين Landsat-TM (قدرة تمييز ٣٠م) لتعطي Landsat-ETM (قدرة تمييز ١٥م).

[1] الدليل العربي لإيرداس إيماجين، ص: ١٦٥.

Enhanced landsat TM image , Res =15 m



Spatial Enhancement , Enhanced landsat TM image , RGB= 4,3,2 ,Res = 15 m

Scale

5 0 Kilometers

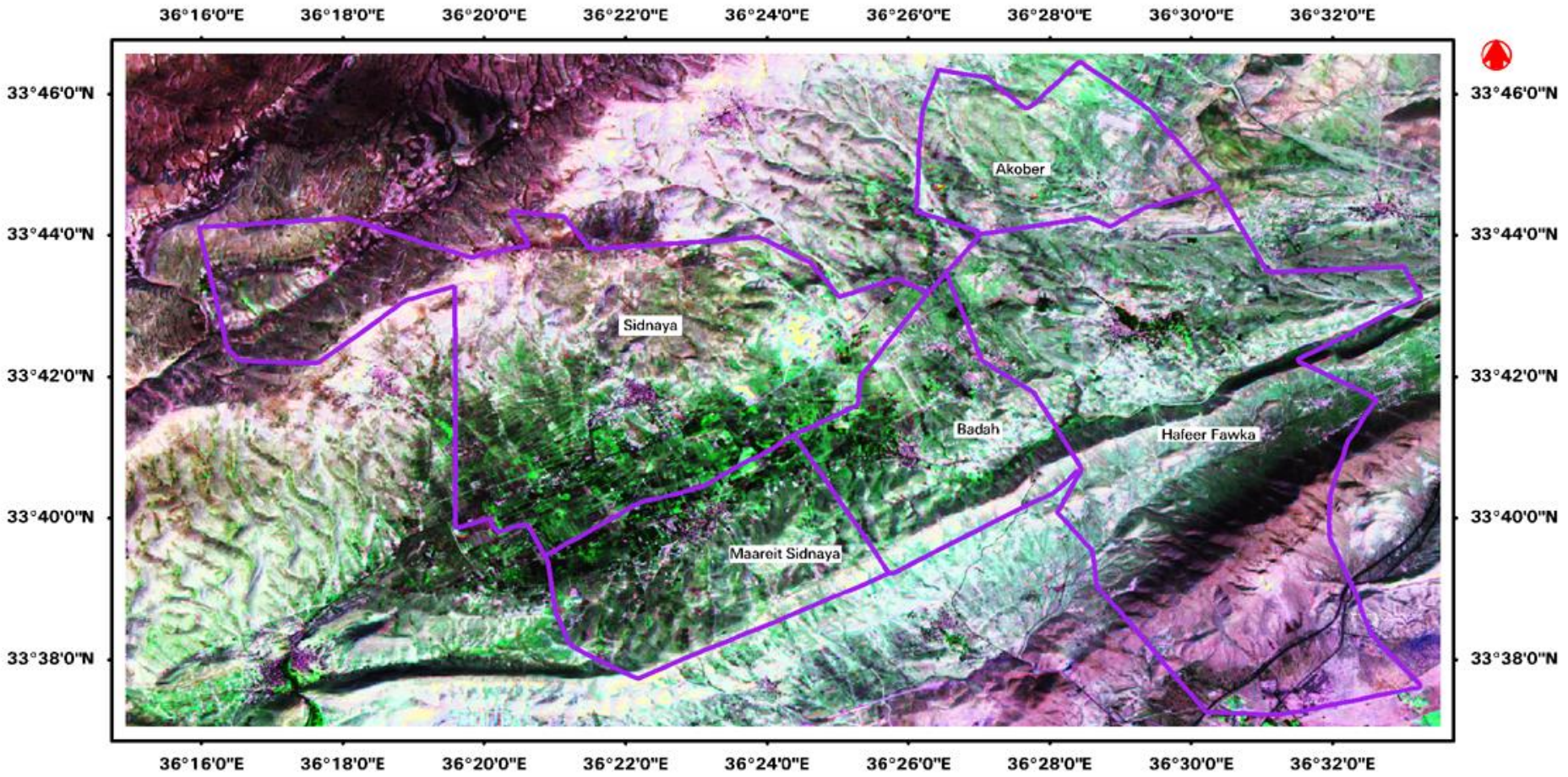
مثال ٢ :

*** إدماج معطيات توابع مختلفة للحصول على قدرة تمييز مكانية أفضل مع الحفاظ على قدرة التمييز الطيفي للصور المدمجة:**

لزيادة دقة الصورة المتعددة الأطياف السابقة ذات قدرة تمييز /١٥م/ تم دمجها مع صورة أحادية الطيف (بانكروماتيك) من التابع الهندي IRS للوصول إلى قدرة تمييز مكانية /٥م/ مع الاحتفاظ بقدرة التمييز الطيفي للصورة الأولى، والصورة التالية تبين الدمج بين صورة التابع الهندي IRS (قدرة تمييز ٥م) وصورة Landsat-ETM لتعطي صورة Landsat-ETM ذات قدرة تمييز /٥م/.

مع العلم أنه يُستعان بالصور المدمجة في عملية التفسير البصري فقط ولا تستخدم عند إجراء عملية التصنيف الآلي بالاستعانة ببرامج المعالجة الرقمية مثل برنامج ERDAS Imagine .

Merged Between IRS Image and Enhanced ETM image



Enhanced Image , Spatial Enhancement (Merged Between IRS Image and Enhanced ETM image), Res.= 5m.

Scale

5 0 Kilometers

ب- تحسين الحواف Edge Enhancement :

تستخدم هذه الطريقة من التحسين لتغيير أو إلغاء التغيير الفُجائي في درجة السطوع لعناصر المشهد، حيث تُعّرف الحافة بأنها عدم استمرارية المستوى الرمادي للمشهد الفضائي، إذ يحصل تغير فُجائي في درجة السطوع، مما يدل على انتهاء هدف وبداية هدف آخر لذلك تتم عملية تحسين كافة الحواف الموجودة في المشهد لتصبح الحدود الفاصلة بين الأهداف أوضح [1]، ففي حال كان لدينا قيمة للعنصر (Pixel) منخفضة محاط بعناصر ذات قيم عالية، بالتالي تصبح قيمة العنصر أقل انخفاضاً، والعكس إذا كانت قيمة العنصر عالية محاطاً بعناصر (Pixels) منخفضة فإن القيمة العالية تصبح أعلى، وفي كلا الحالتين يزداد التردد المكاني.

وتطبق عمليات تحسين الحواف في الغالب في إنتاج خرائط الصور.

مثال:

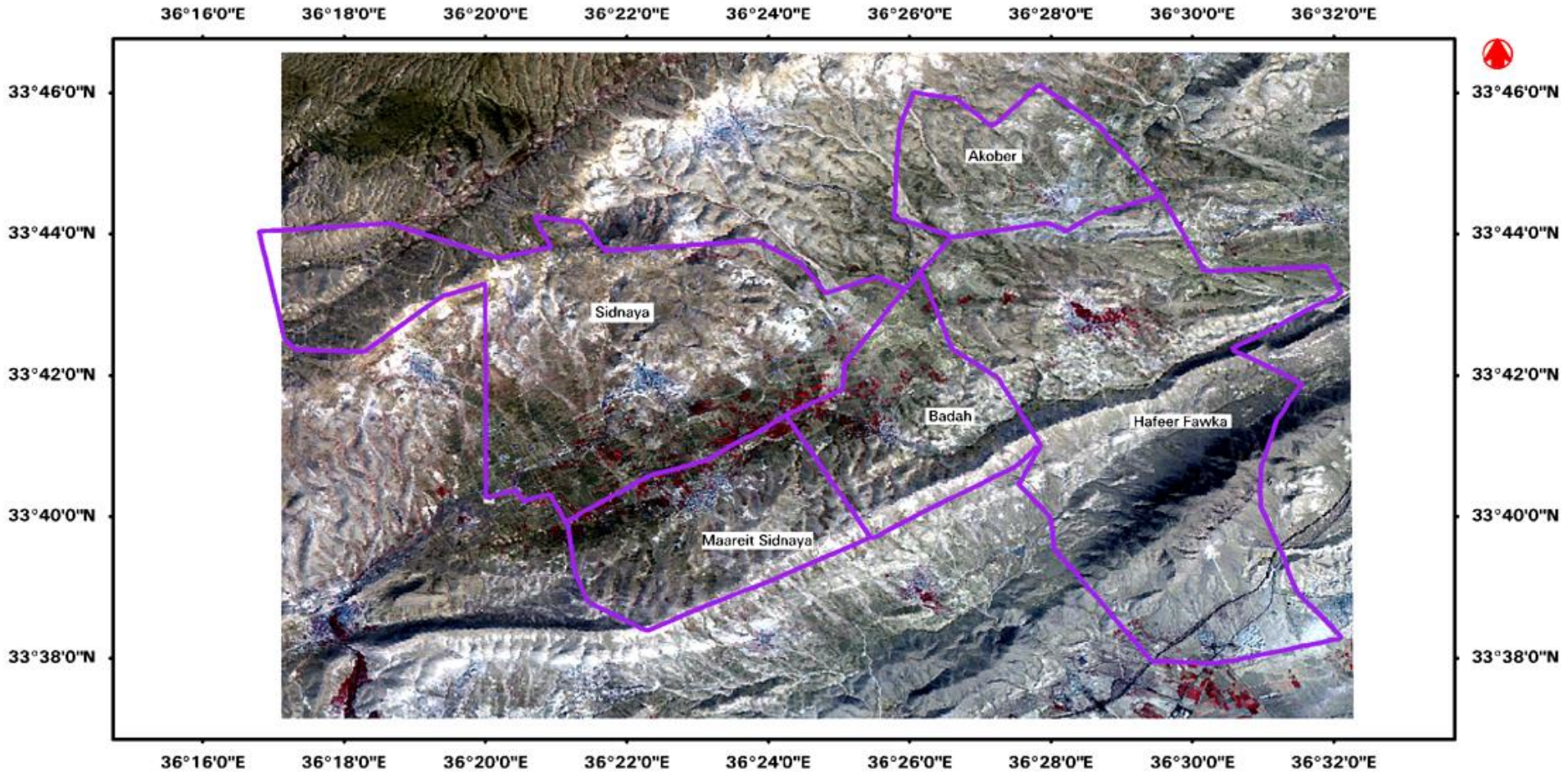
تحسين الحواف لصورتي Landsat-TM ، حيث تبين الأولى تحسين الحواف لصورة ناحية صيدنايا الفضائية لعام ١٩٩٠ وتبين الثانية تحسين الحواف لصورة ناحية صيدنايا الفضائية لعام ٢٠٠١.

وقد تم ترتيب النطاقات RGB = 4,3,2 لتشكل تركيباً لونياً كاذباً False Color Composite، فتظهر تركيبات الألوان الكاذبة مشابهة للصور تحت الحمراء، حيث لا يكون للأهداف نفس الألوان أو التباينات التي تظهر بشكل طبيعي، فيظهر مثلاً الغطاء النباتي باللون الأحمر وهذا الترتيب للنطاقات يعكس بشكل جيد درجة وحالة الغطاء النباتي ويظهر أيضاً بوضوح المنشآت العمرانية والطرقات والتكشفات الصخرية والمقالع الحجرية ... .

وتم هنا إنتاج صورة ذات مركبات مرتفعة التكرار تحوي معلومات عن الحافة، وتم اختيار مقياس الكرنل (Kernel) وهو عبارة عن إقامة نافذة متحركة تحتوي على صفيف من المعاملات Coefficients أو عوامل الترجيح Weighting Factors، وتسمى مثل هذه الصفيفات "الدالات العلمية Operators " أو "كرنلات Kernels" وهي عادة عناصر مقاسها ذات أعداد مفردة (أي7x7 , 5x5 , 3x3)، وعلى اعتبار أن منطقة الدراسة صغيرة المساحة نسبياً (صورة خشنة) تم استخدام مرشحات صغيرة المقاس (3x3 عنصر).

[1] محمد رقية، صبا حسن، الاستشعار عن بعد (مبادئه – تطبيقاته)، تقارير الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، بدون تاريخ، ص: (١٥- ١٦).

Edge Enhanced Image of Sidnaya sub-district in 1990

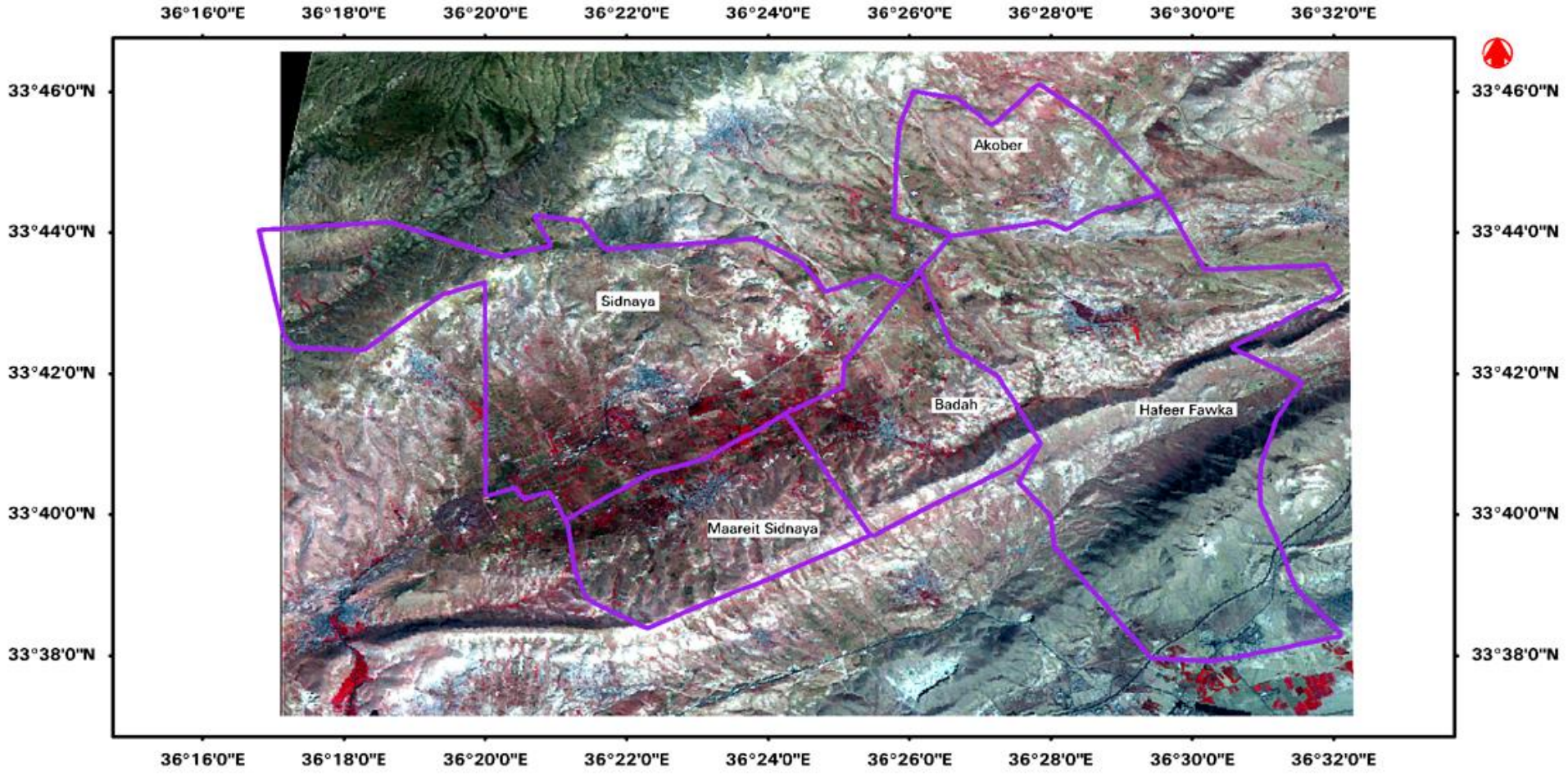


Spatial Enhancement , Edge Enhanced (3*3) Image of Study Area, 1990, RGB= 4,3,2.

Scale

5 0 Kilometers

Edge Enhanced Image of Sidnaya sub-district in 2001



Spatial Enhancement , Edge Enhanced (3*3) Image of Study Area, 2001, RGB= 4,3,2.

Scale

5 0 Kilometers

نلاحظ من الصور المطبق عليها تحسين الحواف وترتيب النطاقات ٤،٣،٢ = RGB ما يلي:

* يمثل اللون الأحمر انتشار الغطاء النباتي بمختلف أنواعه من أشجار أو محاصيل وذلك بسبب زيادة انعكاس TM4 الذي يرتبط طرداً مع الكم الخضري الموجود وخاصة المحتوى الرطوبي في النبات والتركيب الخلوي للأوراق النباتية والحالة الفيزيولوجية له.

بينما ينخفض الانعكاس في TM2-TM3 وذلك لزيادة الامتصاص لهذه الأحزمة (خاصة TM3) من قبل الصبغات الخضراء (الكلوروفيل) في النبات، مما يؤدي إلى ظهورها في الصورة بلون أحمر دالاً على انتشار وحيوية هذا الغطاء النباتي المتمركز في منطقة السهل.

* يمثل اللون الأزرق الفاتح المنشآت العمرانية من مبانٍ وطرقات ... ، وذلك بسبب ارتفاع الانعكاس نسبياً في القنوات TM2-TM3 حيث تظهر صورة تحسين الحواف الانتشار العمراني والطرقات التي تُخدم المنطقة بشكل واضح جداً.

* يمثل اللون الأبيض الظاهر في الصورة التكشفات الصخرية سواء مقالع الأحجار أو صخور متكشفة دون أي غطاء نباتي أو عمراني، وذلك بسبب انعكاس معظم الإشعاع الشمسي القادم إليها مما يعطيها اللون الأبيض في الصورة.

* يعبر اللون القاتم الذي يصل أحياناً إلى درجة السواد، عن الانحدارات الجبلية بمختلف ارتفاعاتها وخاصة السفح الشمالي الذي لا يعكس الأشعة الساقطة عليه باتجاه المستشعر مباشرة، بل يبددها حسب زاوية ميل السقوط مع ميل المنحدر بينما يبدو السفح الجنوبي أكثر انعكاساً بسبب زاوية ميله المقابلة للمستشعر وبالتالي يعطي لوناً أكثر إضاءة (أقل قتامة) في الصورة الملتقطة.

وعند مقارنة صورتي المنطقة في العامين ١٩٩٠–٢٠٠١ اللتين طبقنا عليهما تحسين الحواف نجد (وبنفس الأسس) انتشار لون على حساب آخر، وهذا يعني توسع بعض المظاهر مع ثبات بعضها و تراجع الأخرى، وحالة ذلك توسع المساحات العمرانية التي تظهر بشكل واضح عند مقارنة الصورتين (اللون الأزرق الفاتح) مع زيادة انتشار المقالع وحجم العمل الذي حصل فيها (اللون الأبيض) ، مع ثبات اللون القاتم وتدرجاته الذي يعبر عن السفوح الجبلية.

ويلاحظ أيضاً من مقارنة صورتي العامين وبوضوح زيادة مساحة الغطاء النباتي لعام ٢٠٠١ عنه في عام ١٩٩٠، مع العلم أن المساحات المزروعة تراجعت في عام ٢٠٠١ عنه في عام ١٩٩٠، ويعود السبب في ظهور زيادة مساحة الغطاء النباتي لعام ٢٠٠١ عنه في عام ١٩٩٠ في الصور الفضائية إلى كون صورة عام ١٩٩٠ التقطت في فصل الخريف، بينما صورة عام ٢٠٠١ التقطت في فصل الربيع، فيعود ذلك أساساً إلى حالة هذا الغطاء النباتي وانتقاله (في معظمه وخاصة المحاصيل والأشجار المتساقطة الأوراق من حالة الخريف "صورة ١٩٩٠" إلى حالة الربيع وحيويته "صورة ٢٠٠١")، فتغير هذا اللون وزيادته في الصورة ناتج عن اختلاف الفصول وليس نتيجة التوسع في المساحات الزراعية.

عمليات التحسين الإشعاعي Radiometric Enhancement :

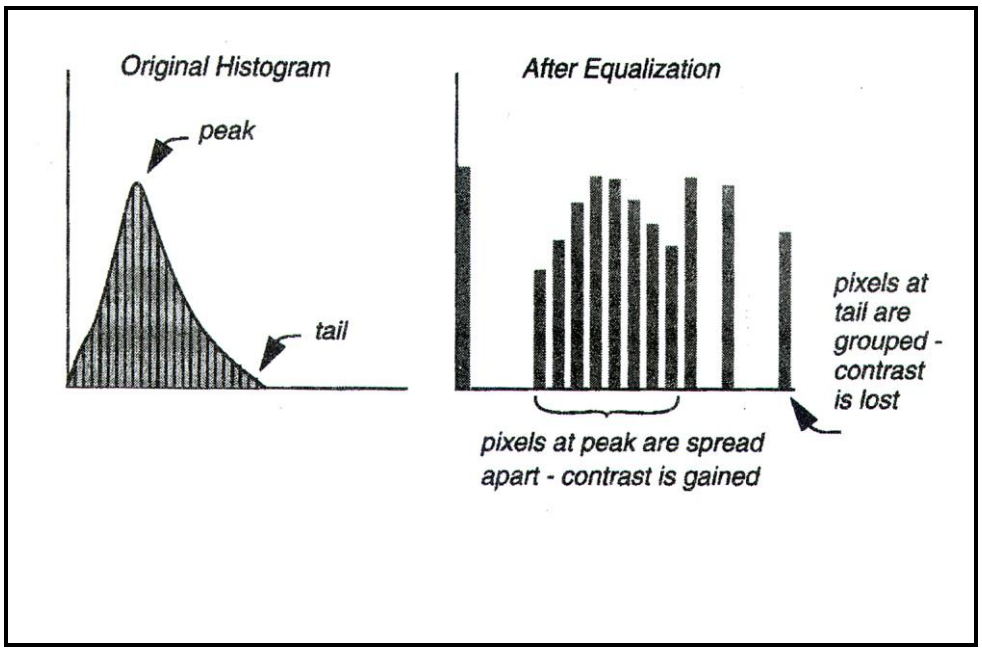
التحسين الإشعاعي أو ما يدعى التحسين الراديومتري، يتعامل مع القيم الفردية لعناصر الصورة فهو يختلف عن التحسين المكاني، والذي يأخذ بعين الاعتبار قيم العناصر المجاورة.

اعتماداً على النقاط والنطاقات التي تظهر فيها، فإن التحسينات الراديوية المطبقة على نطاق واحد قد لا تكون مناسبة للنطاقات الأخرى، لذلك فإن التحسين الراديومتري لصورة متعددة النطاقات يعتبر كسلسلة من التحسينات المستقلة على نطاقات فردية، وإن التحسين الراديومتري لا يظهر تباين كل عنصر في الصورة، ويمكن أن يضيع التباين بين بعض النقاط، وأن يظهر مع نقاط أخرى.

وتتعدد عمليات التحسين الإشعاعي المطبقة على الصور الفضائية، نذكر منها:

تحسين مخططات الأعمدة (تحسين الهيستوغرام):

يتم هنا تطبيق عملية مساواة مخططات الأعمدة Histogram Equalization، والتي تعرف بأنها امتطاط غير خطي يعيد توزيع قيم العناصر بحيث يكون هناك نصف عدد العناصر تقريباً مع كل قيمة ضمن مجال ما، والنتيجة التي نحصل عليها تقارب مخطط أعمدة مسطح، لذلك يزداد التباين عند قيم ذروة Peaks مخطط الأعمدة وينقص عند الذيول Tails [1] ، والشكل التالي يوضح عملية مساواة مخططات الأعمدة.



مساواة مخططات الأعمدة [2]

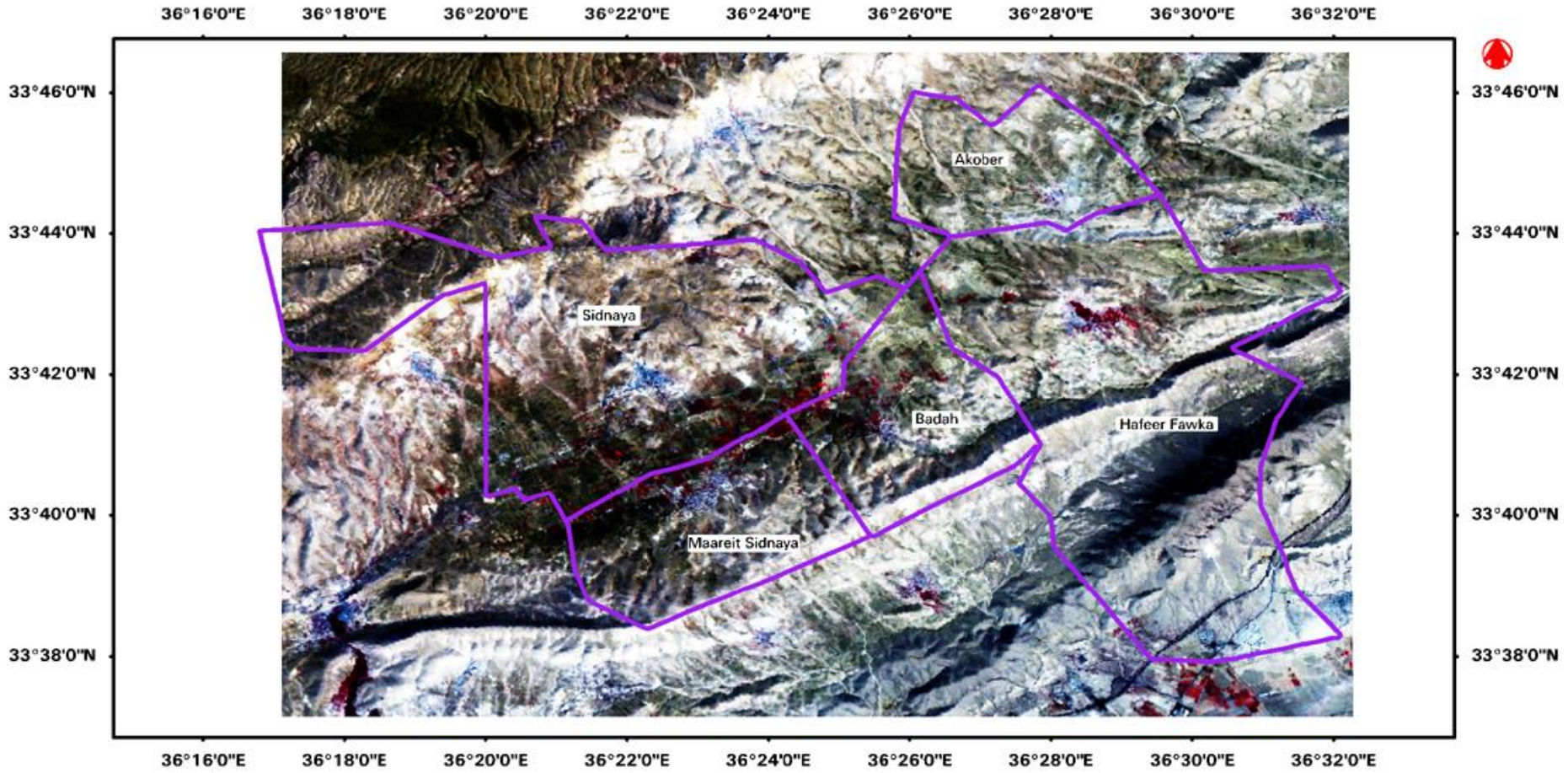
وقد تم تطبيق عملية مساواة مخططات الأعمدة على صور Landsat لعام ١٩٩٠ ولعام ٢٠٠١، كما في الصورتين التاليتين، وقد تم ترتيب النطاقات RGB = 4,3,2 و لاحظنا أنه تتماثل بيانات الصورة المطبق عليها مساواة مخططات الأعمدة Histogram Equalization مع بيانات الصورة الناتجة عن عملية تحسين الحواف Edge Enhancement ، لكن بزيادة التباين في درجة الألوان في بيانات الهيستوغرام عنه في الصورة الناتجة عن عملية تحسين الحواف مع عدم وضوح حدود المعالم لكل ظاهرة كما هي في الصورة الناتجة عن عملية تحسين الحواف بسبب

(1) الدليل العربي لايردس ايماجين، ص: (١٥٢ – –١٥٣–١٥٩).

(2) المرجع السابق، ص: ١٥٩.

انضغاط معلومات الشدة اللونية في الصورة في مدى صغير من قيم العرض مما يقلل قدرة التمييز التفصيلية، ومما يؤدي إلى ظهور المساحات ذات الشدة اللونية الفاتحة أفتح والمناطق ذات الشدة اللونية القاتمة أكثر قتامة، وبالتالي لم تتجل الفائدة في تحديد الظاهرة المنتشرة بشكل واسع في الصورة بصورة سريعة، مع العلم أنه أفادت هذه الصور في ظهور التضاريس بشكل أوضح.

Histogramed Image of Sidnaya sub - district in 1990

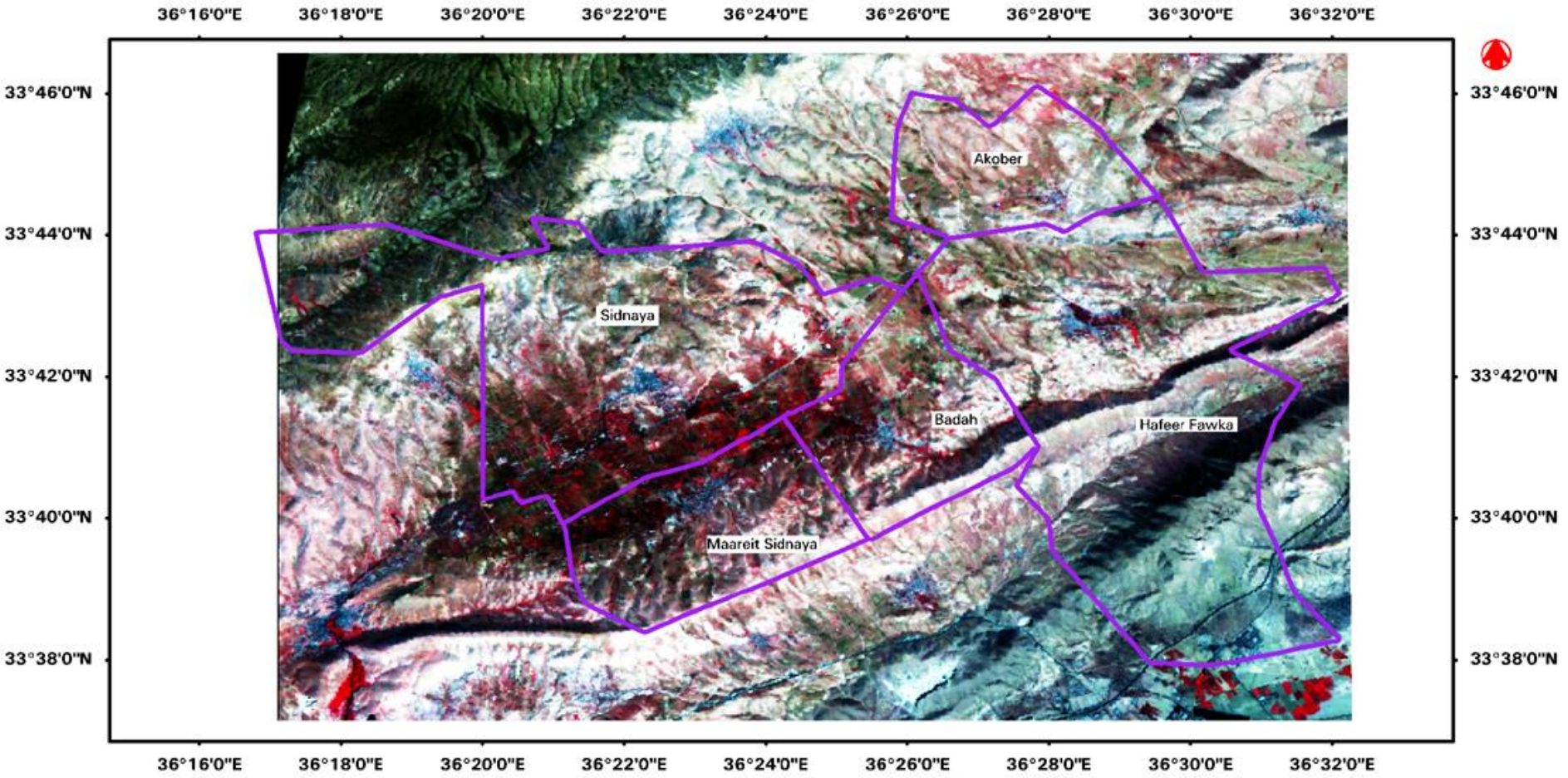


Radiometric Enhancement , Histogramed Image of Study Area, 1990, RGB= 4,3,2.

Scale

5 0 Kilometers

Histogramed Image of Sidnaya sub - district in 2001



Radiometric Enhancement , Histogramed Image of Study Area, 2001, RGB= 4,3,2.

Scale

5 0 Kilometers

عمليات التحسين الطيفي Spectral Enhancement :

عمليات التحسين الطيفي تحسن الصورة عن طريق تحويل قيم كل عنصر إلى قاعدة متعددة النطاقات، وتتطلب تقانات التحسين هذه أكثر من نطاق واحد من البيانات، ويمكن استعمالها من أجل:

- ضغط Compress نطاقات البيانات المتشابهة.
- استخراج Extract نطاقات جديدة من البيانات تكون أكثر قابلية للتفسير للعين المجردة.
- تطبيق تحويلات وخوارزميات رياضية.
- عرض تنوع أوسع من المعلومات في مدافع الألوان الثلاثة المتوفرة (R,G,B).

وتسمح برامج المعالجة الرقمية (برنامج ERDAS Imaging) باستعمال عدد غير محدد من النطاقات، ويمكن استعمال بعض من هذه التحسينات لتحضير البيانات لغاية التصنيف، ولكن هذا عمل غير مرغوب فيه إلا إذا كان المستخدم يعرف بياناته بشكل جيد، و يعرف التغيرات التي سيقوم بها على البيانات، فإن أي تغيير للقيم هو مخاطرة بضياع بعض المعلومات[1]، ومن عمليات التحسين الطيفي نذكر:

أ- تحليل المكونات الأساسية Principal Components :

تقوم هذه العملية بضغط قيم البيانات المتكررة إلى نطاقات أقل، تكون غالباً قابلة للتفسير أكثر من البيانات الأصلية، فالمشكلة التي تعترضنا كثيراً في تحليل معطيات الصور المتعددة الأطياف هي الترابط الكبير بين المجالات، وهذا يعني أن الصور التي تنشأ عن المعطيات الرقمية من مجالات موجية مختلفة، تظهر غالباً متشابهة وتنقل بصورة أساسية المعلومة نفسها، وقد تم تصميم عملية تحويل المكونات الأساسية لإزالة أو إنقاص مثل هذه الوفرة في المعطيات المتعددة الأطياف، ويمكن تطبيق عمليات التحويل هذه باعتبارها عملية تحسين تسبق تفسير المعطيات (التفسير البصري) [2]، كما أن هذه العمليات تزيد الكفاءة الحسابية لعملية التصنيف لأن تحليل كل من المكونات الأساسية قد يفضي إلى إنقاص حجم مجموعة المعطيات الأصلية.

نستطيع القول باختصار: إن قيم معطيات المركب الرئيسي هي بكل بساطة المجموع الخطي لقيم المعطيات الأصلية.

ويمكن تحليل صور المكونات الأساسية كصور منفصلة غير ملونة، أو يمكن دمج أية ثلاثة من صور المكونات لتكوين صورة مركبة ملونة، وتعد تقانات تحسين المكونات الأساسية مناسبة خاصة عندما لا يتوفر مسبقاً الكثير من المعلومات عن المنطقة المدروسة، فيمكن جمع معلومات مفيدة من نطاقات المكونات الأساسية، ويمكن لهذه النطاقات أن تظهر تفاصيل دقيقة Subtle في الصورة كانت مخفية بسبب التباين الأعلى في الصورة الأصل، مع العلم أن الضجيج في هذه الصور يصبح أعلى فتظهر هذه النطاقات ضجيجاً منتظماً Regular Noise في البيانات.

تستعمل شاشات عرض RGB كثيراً في عمليات المعالجة الرقمية لعرض الصور المركبة الملونة باللون الطبيعي وباللون تحت الأحمر الزائف وباللون العشوائي.

---

(1) الدليل العربي لايردس ايماجين ، ص: (١٧٦) .

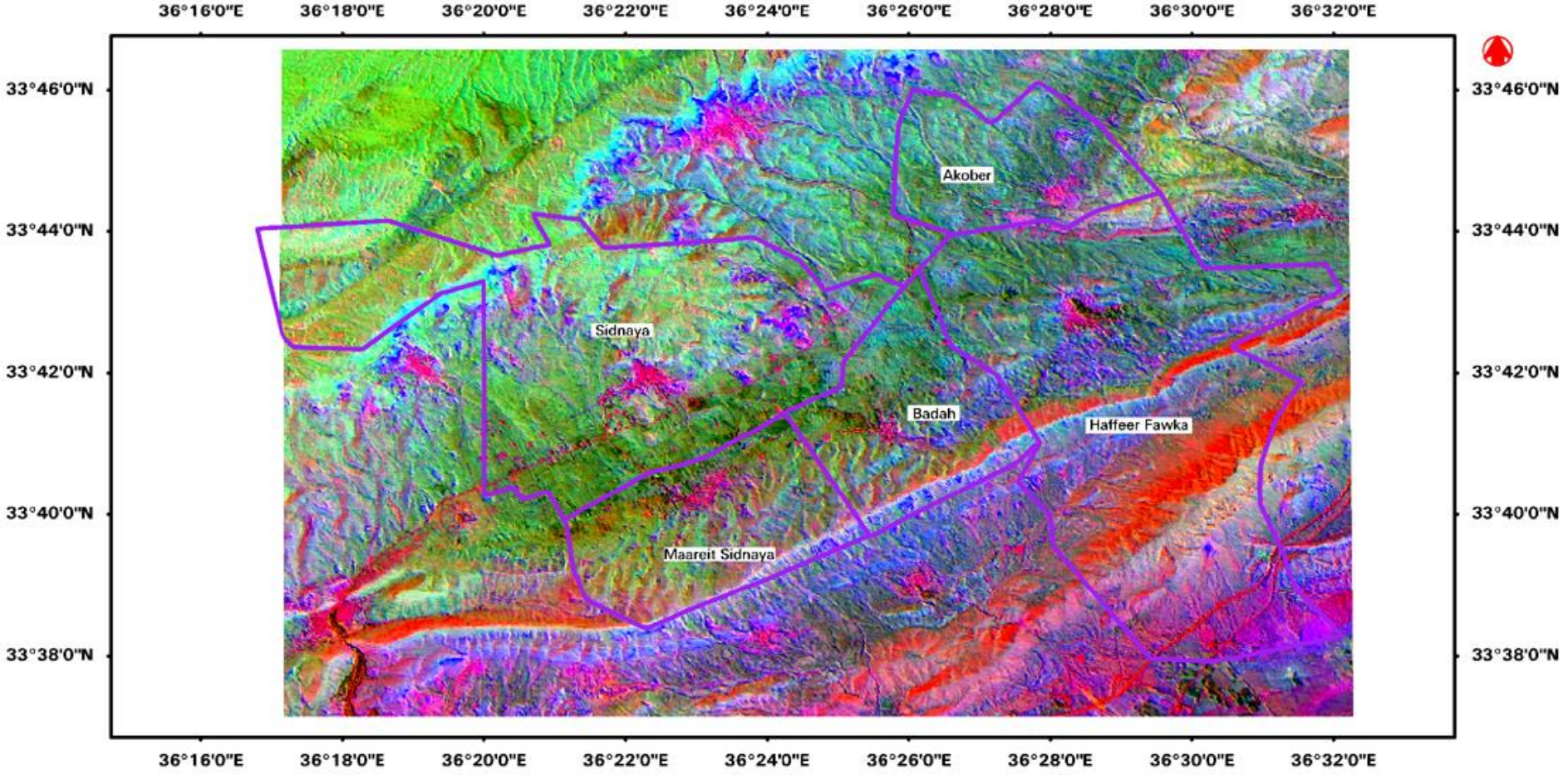
(2) توماس.م. ليلساند، رالف و. كيفر، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات، ص: (٨٦٨) .

طبقت عملية تحليل المكونات الأساسية على صور Landsat لعام ١٩٩٠-٢٠٠١ فأعطت صورة المكونات الأساسية للصورة الفضائية لناحية صيدنايا لعام ١٩٩٠وصورة المكونات الأساسية للصورة الفضائية لناحية صيدنايا لعام ٢٠٠١.

وتم إنتاج صورة مركبة ملونة بالمجالات 3,2,1 لمركبات اللون الأزرق والأخضر والأحمر بالترتيب، وتم الاستفادة منها في دراسة التغيرات بين الصور المختلفة الأعوام، وجرى ضغط معظم التباينات في البيانات المتعددة الأطياف إلى صورة ذات مركبات رئيسية مع العلم أن الضجيج أصبح أكثر في الصورة ولكن التباينات الطيفية بين المواد يمكن أن تكون أكثر وضوحاً في صورة المكونات الأساسية Principal Components منها في صور النطاقات المستقلة[1]، كما يظهر ذلك جلياً في صورتي ١٩٩٠ ،٢٠٠١ ، حيث زاد عدد الألوان في الصورة إضافة إلى زيادة تدرجات كل لون، كما هو واضح في المناطق المزروعة والتي تدرج اللون فيها بدرجات مختلفة من اللون الأخضر الذي يدل على كثافة وتوزع الغطاء النباتي، وكذلك التدرج في لون التكشفات الصخرية، وأيضاً درجة الظل للسفوح الجبلية.

(1) Floyd F . Sabins, Remote Sensing, Principles and Interpretation, University of California, Los Angeles, First Print 1996, page 281

Principal components of Sidnaya Sub-District in 1990

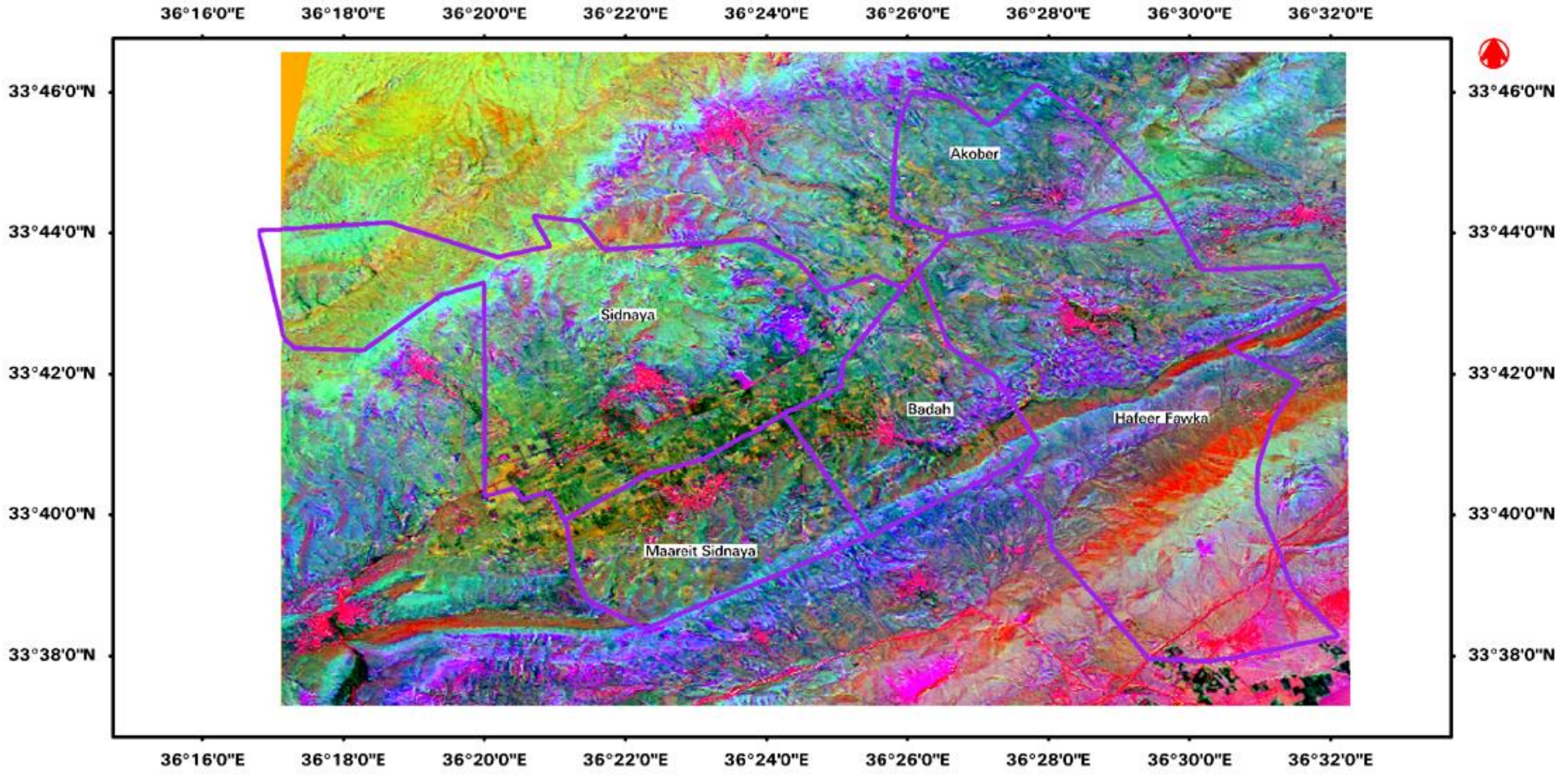


Spectral Enhancement , Principal Components of Study Area, 1990, RGB= 3, 2, 1.

Scale

5 0 Kilometers

Principal components of Sidnaya Sub-District in 2001



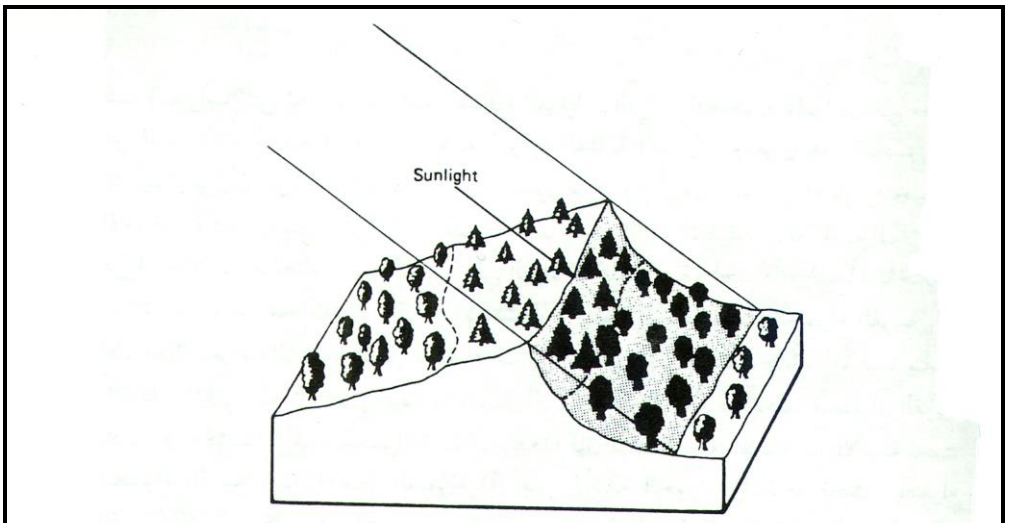
Spectral Enhancement , Principal Components of Study Area, 2001, RGB= 3, 2, 1.

Scale

5 0 Kilometers

ب- النسبة بين النطاقات الطيفية Band Ratio :

النسبة بين النطاقات الطيفية Spectral Rationing : الصور المنسوبة طيفياً Ratio Image : هي صور مُحَسّنة تنجم عن تقسيم قيم الأعداد الرقمية في أحد المجالات الطيفية على القيم التي تقابلها في مجال آخر[٢]، والميزة الرئيسية لصور النسبة الطيفية أنها تمرر الخصائص الطيفية أو اللونية لمعالم الصورة مهما تغيرت شروط إنارة المشهد، فصورة النسبة الطيفية تعوض بشكل فعال تغير اللمعان الذي تسببه التغيرات الطبوغرافية وتُبْرِز المحتوى اللوني للمعطيات (الصور الناتجة عن تعامل النسبة بين النطاقات الطيفية تقلل من تأثير التضاريس على درجة الإضاءة وتعمق بالتالي الاختلافات اللونية للصخور والترب[٣])، والشكل التالي يبين تخفيض تأثير إنارة الظاهرة من خلال إجراء النسبة الطيفية.



Land cover/illumination	Digital number Band A	Band B	Ratio (band A/band B)
Deciduous			
Sunlit	48	50	0.96
Shadow	18	19	0.95
Coniferous			
Sunlit	31	45	0.69
Shadow	11	16	0.69

تخفيض تأثير إنارة الظاهرة من خلال إجراء النسبة الطيفية[٤]

تفيد هذه الصور في تمييز التغيرات (الطيفية) الضعيفة في المشهد ، وهذه التغيرات التي تحجبها تغيرات "لمعان" الصور التي تم الحصول عليها في كل مجال من المجالات الطيفية أو في الصور المركبة الملونة ويعزى هذا التحسن في التمييز إلى أن صور النسبة الطيفية تبين بوضوح التغيرات في ميل منحنيات الانعكاسية الطيفية بين المجالين المعنيين ، مهما كانت القيم الحقيقية للانعكاسية الملاحظة في المجالات.

---

[٢] : توماس.م. ليلساند ، رالف و. كيفر ، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات ، ص: (٨٦٠) .

[٣] : أطلس الصخور (الخصائص الطيفية والمنحنيات الانعكاسية)، الجزء الأول (المنطقة الجنوبية). إعداد: محمد رقية – بسام حبيب– أمير يعقوب– وهيب قرقماز، إشراف وتدقيق: حسين إبراهيم، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، دمشق، ١٩٩٢ ، ص:(٢٣٠).

[٤] : توماس.م. ليلساند، رالف و. كيفر، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات. ص: (٨٦١) .

فعلى سبيل المثال تستخدم نسبة الأشعة تحت الحمراء القريبة إلى الأشعة الحمراء في التمييز بين المناطق ذات الغطاء النباتي السليم والمعتل (المريض)، وقد استخدم هذا النمط من النسبة كثيراً في معاملات الغطاء النباتي Vegetation Indices التي تهدف إلى التقدير الكمي للخضرة النسبية للغطاء النباتي وكتلته الحيوية Biomass .

إن فائدة أية نسبة طيفية تعتمد على الخصائص المميزة لانعكاسية المعلم والتطبيق الذي يجري تحقيقه، كما يختلف شكل وعدد تركيبات النسبة Ratio Combinations المتوفرة لدى محلل الصورة بحسب مصدر المعطيات الرقمية فمثلاً يمكن الحصول على /١٢/ تركيبة نسبة محتملة لمعطيات الماسح MSS المحمول على Landsat (ست أصلية وست متبادلة) ومن أجل المجالات اللاحرارية الستة لمعطيات الراسم الغرضي TM المحمول على Landsat هناك /٣٠/ تركيبة ممكنة[١].

ويمكن استخدام صور النسبة الطيفية أيضاً لإنتاج صور مركبة ذات ألوان زائفة، وذلك بإدماج ثلاث مجموعات من معطيات النسبة الطيفية الأحادية اللون Monochromatic Ratio Data Sets ، ولمثل هذه الصور المركبة مزيتان اثنتان: جمع معطيات من أكثر من مجالين، وعرض المعطيات بالألوان، وهذا ما يسهل تفسير الاختلافات الطفيفة في الانعكاسية الطيفية، وقد تم وضع معايير كمية مختلفة لتساعد في انتقاء أي من تركيبات النسبة لتتضمنها الصور المركبة الملونة ومن هذه المعايير "عامل الترتيب الأفضل Optimum Index Factor" ومع هذا لا بد أحياناً من الاعتماد على طريقة "الخطأ والصواب" لاختيار تركيبات النسبة.

مع العلم أن من مساوئ عملية التحسين هذه أنها لا تميز الشدة Intensity Blind ، أي أن المواد المختلفة ذات القيم الإشعاعية الحقيقية المختلفة التي تشابه ميول منحنيات انعكاسيتها الطيفية قد تبدو بالمظهر نفسه، وقد تسيء هذه المشكلة وخاصة عندما تكون هذه المواد متجاورة وتكون صورها ذات أنسجة متماثلة.

مثال: تقسيم نطاقات الصورة الفضائية لناحية صيدنايا لعام ١٩٩٠– ولعام ٢٠٠١ في ما يلي.

حيث تم استخدام النسب (5/7) و (3/1) و (4/3)

فالنسبة – 5/7 تفيد في النواحي الجيولوجية وفي دراسة طبوغرافية السطح .

_ 3/1 تفيد في إظهار المساحات المظللة والمعرضة للشمس .

_ 4/3 تفيد في دراسة الغطاء النباتي.

ومن ثم تم إنتاج صورة مركبة ذات ألوان زائفة وذلك بإدماج المجموعات الثلاث السابقة لمعطيات النسبة الطيفية أحادية اللون.

ومن أهم ميزات وفوائد الصور الناتجة لدينا أنها تتفوق في التوصيف الطبوغرافي[٢]، وغالباً ما تُستخدم في إظهار تضاريس المنطقة (خاصة النسبة ٥/٧) مع أهمية النسبة في تقليل التباينات لنفس المادة المدروسة في ظروف الإضاءة المختلفة (ظل ، شمس) كتقليل تأثير الظل الناتج عن السفوح الشديدة الانحدار (خاصة مع النسبة ٣/١) ، وبالتالي تظهر المرتفعات الجبلية والهضاب بلون أزرق بنفسجي كما يبدو جلياً في صورة عام

---

(1) توماس.م. ليلساند ، رالف و. كيفر ، الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات ، مرجع سبق ذكره ، ص (٨٦٢) .

٢: Floyd F. Sabins, Remote Sensing, Principles and Interpretation, University of California, Los Angeles, First Print 1996, page 281.

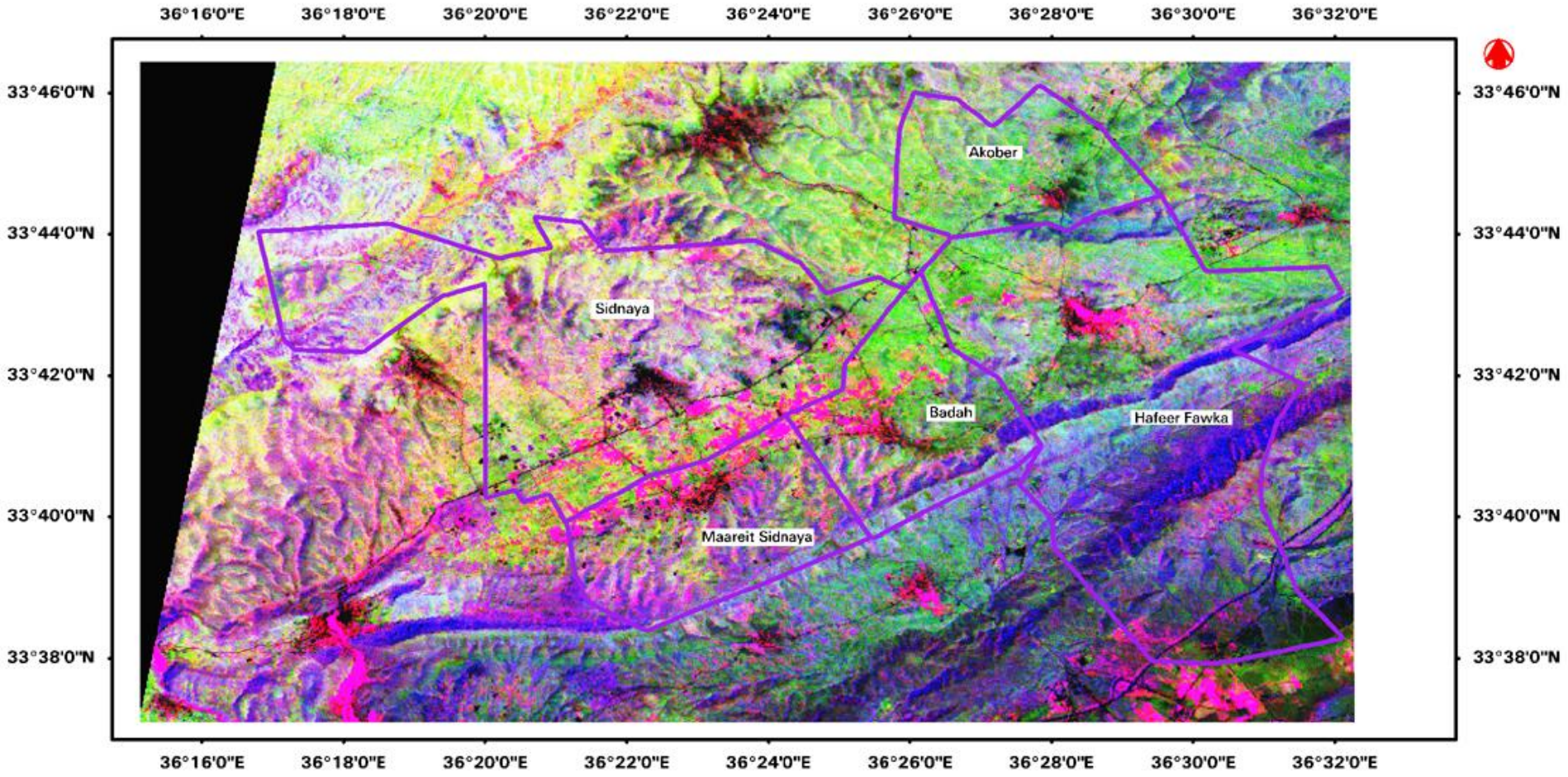
١٩٩٠ المطبق عليها عملية Band Ratio والمأخوذة خريفاً نتيجة قلة تأثير النسبة (4/3) في الصورة الدالة على قلة الغطاء النباتي في ذلك الوقت من العام بينما لم تتضح هذه التضاريس بدقة عام ٢٠٠١ الملتقطة في فصل الربيع نتيجة زيادة تأثير النسبة الطيفية Band Ratio (4/3) ذات الارتباط العالي لدرجة وجود الغطاء النباتي والذي يتوفر بكثافة كبيرة في صورة ٢٠٠١ في ذلك الوقت من العام، حيث يتداخل تأثير النبات والتضاريس (النسبتان 4/3,5/7) في الصورة .

وأفادت هذه الصور في استخلاص وتأكيد تباينات الانعكاس الطيفي للظواهر المدروسة من أجل رؤية الاختلافات الطيفية بين هذه الظواهر.

مع هذا فإن لهذه الصور مساوئ لأنها تعطي تباينات ذات انعكاس مرتفع، أعلى من الحالة الطبيعية لظاهرة الألبيدو (الانعكاس)، فالظواهر التي لها ألبيدو (درجة انعكاسية) مختلف لكن خصائصها الطيفية متشابهة لا يمكن تمييزها في الصورة التي تأخذ نسب النطاقات، والعيب الآخر في هذه الصور هو تثبيت حالة الضجيج بدلاً من إزالتها.

وبشكل عام فإن عمليتا المكونات الأساسية Principal Components والنسبة بين النطاقات الطيفية Band Ratio ساعدتا في إظهار الوحدات الصخرية والليتولوجية للمنطقة، وعزلت هذه الوحدات تماماً (زراعة، عمران، تكشفات صخرية ....)، وهذا يفيد في دراسات استعمالات الأراضي.

Band Ratio Image of Sidnaya sub - district in 1990

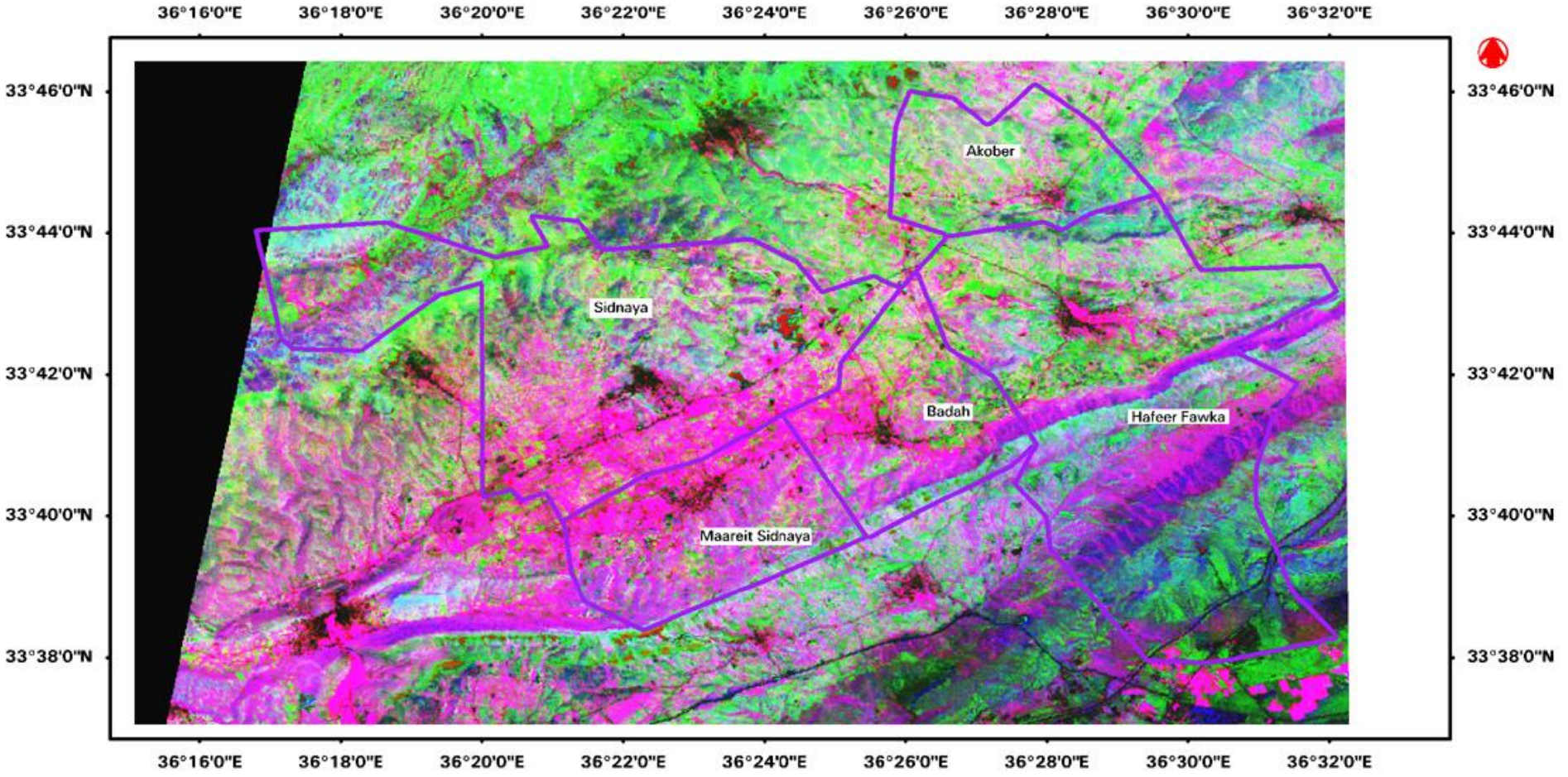


Spectral Enhancement , Band Ratio Image of Study Area, 1990, RGB= 5/7, 3/1, 4/3.

Scale

5 0 Kilometers

Band Ratio Image of Sidnaya sub-district in 2001



Spectral Enhancement , Band Ratio Image of Study Area, 2001, RGB= 5/7, 3/1, 4/3.

Scale

5 0 Kilometers

ج- القرينة النباتية (دليل التغيرات الزراعية) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) .

يمكن مراقبة الكتلة الحيوية للغطاء النباتي عن طريق قياس الأشعة الطيفية المنعكسة والناجمة عن التفاعل بين النباتات والإشعاع الطيفي الساقط عليها وهذا يتطلب استخدام نطاقين طيفيين هما نطاق الأشعة المرئية الحمراء (٠,٦-٠,٧ ميكرومتر) ونطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (٠,٧-١,٣ ميكرومتر) حيث أن نطاق الأشعة الحمراء ذو علاقة وثيقة بمنطقة الامتصاص الكلوروفيلي للنبات، هذه العملية تحتاج إلى طاقة تمتصها من الأشعة الطيفية، وهذا الامتصاص يكون أعظمياً في نطاق الأشعة الحمراء المرئية، وكلما كانت عملية التركيب الكلوروفيلي أكثر كان الامتصاص أكبر وبالتالي نسبة الأشعة المنعكسة ضمن هذا النطاق أقل أي كتلة النبات أكثف، أما نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة فيتناسب فيه الانعكاس طرداً مع كثافة النبات فمن المعروف أن النباتات الخضراء تعكس نسبة كبيرة من الأشعة تحت الحمراء القريبة الساقطة عليها من حساب النسبة من الأشعة الحمراء المرئية وتحت الحمراء القريبة المسجلة بواسطة أجهزة الاستشعار.

فتعطي الصورة الناتجة عن حساب معادلة NDVI انتشار وتوزع الغطاء النباتي، وهنالك علاقة طردية بين قيمة NDVI وكثافة الغطاء النباتي وحيويته وذلك لأن الأشعة تحت الحمراء القريبة تتناسب طرداً مع المحتوى المائي وحجم الخلايا في النبات بينما تكون العلاقة عكسية مع الأشعة الحمراء بسبب زيادة الامتصاص من قبل الكلوروفيل بعملية التمثيل الضوئي[1] .

وتحسب قيمة القرينة النباتية (NDVI) التي تعبر عن كثافة وحيوية الغطاء النباتي من المعادلة التالية:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (2)$$

حيث : NIR : الأشعة تحت الحمراء

R : الأشعة المرئية الحمراء

وكلما كانت قيمة هذه القرينة أقل كلما كانت درجة تدهور الغطاء النباتي أكثر.

عند استخدام صور التابع الصنعي Landsat -TM تصبح المعادلة كالتالي :

$$NDVI = (TM4 - TM3)/ (TM4 + TM3) \quad (3)$$

تم تطبيق هذه المعادلة على صورتي Landsat-TM لعامي ١٩٩٠-٢٠٠١، اللتين تبينان القرينة النباتية لناحية صيدنايا للعامين المذكورين.

مع ملاحظة أنه قد تتشابه بعض الظواهر في الصورة بقيمة انعكاسها مع بعضها بعضاً كحالة تشابه الظل الممتد بشكل واسع مع حالة الغطاء النباتي غير الكثيف وذلك لانخفاض انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة نسبياً مع انخفاض أكبر للأشعة المرئية الحمراء، كما هي في الغطاء

---

[1] – ناصر طراف إبراهيم ،(تقدير شواهد محصولية معينة وكمية ناتج بعض محاصيل الحقل من بيانات الانعكاس الطيفي) ، رسالة دكتوراه ، جامعة عين شمس ، كلية الزراعة ، مصر ، ٢٠٠٤ ، ص (من الصفحة ١٩٤ إلى الصفحة ١٩٧).

– ناصر طراف إبراهيم ، توقع صفات نمو وإنتاجية محصول القطن من بيانات الانعكاس الطيفي ، الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ، ٢٠٠٥ ، ص(١٨-١٩-٢٠) ،(بحث قيد النشر في مجلة الهيئة العامة للاستشعار عن بعد ، العدد الثامن عشر).

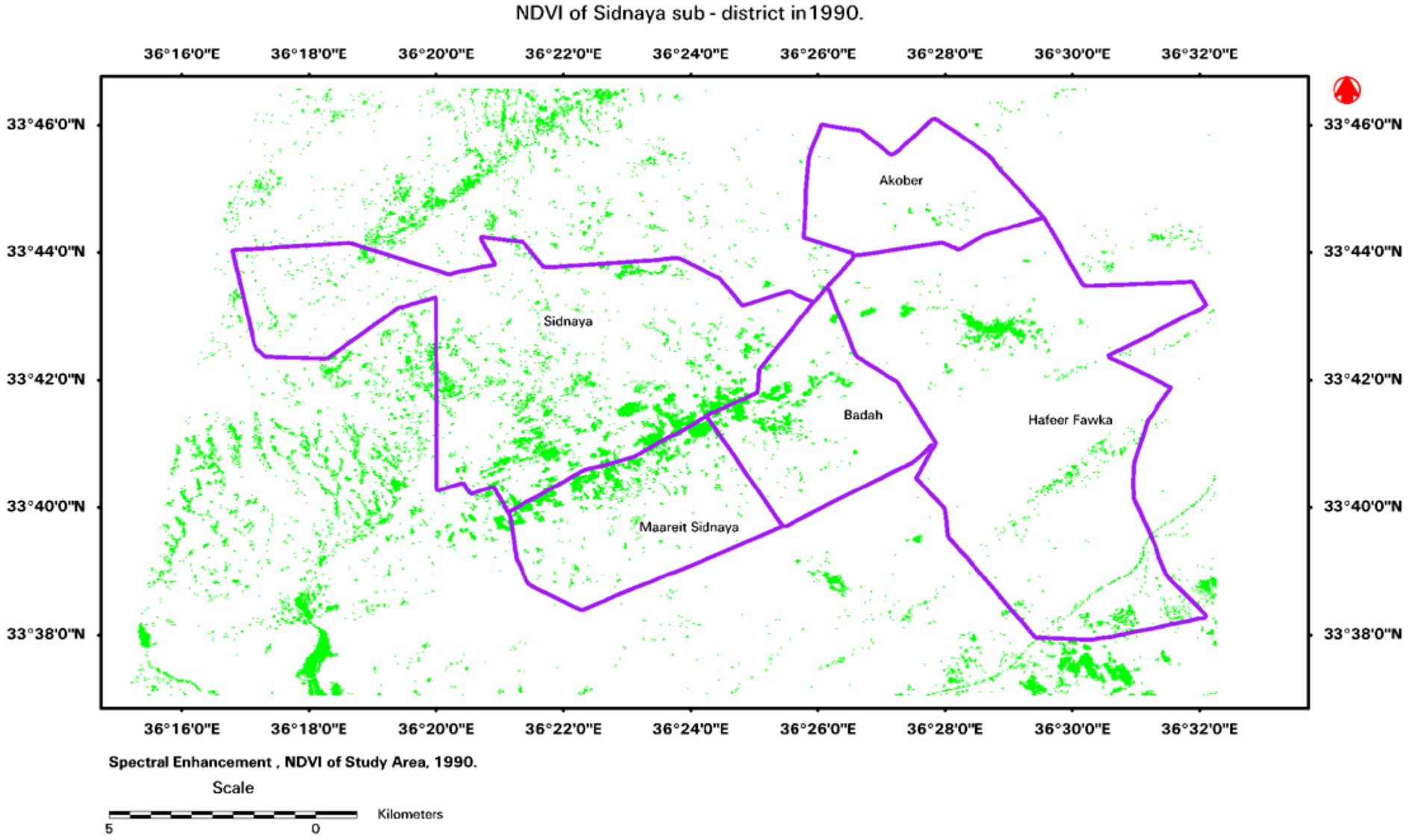
-Mary pax lenney, Curtis E. woodcock, John B. Collins, and Hassan Hamdi.(The status of Agricultural Lands in Egypt : the Use of Multitemporal NDVI Features derived from Landsat-TM) .REMOTE SENS. ENVIRON.56:8-20,(1996):New York, Page 9.

[2] Rouse, J.W.; R.H., Haas; J.A., Schell; D.W., Deeriing and J.C., Harland, (1973). Monitoring the vernal advacement of natural vegetation. NASA/GSFC Final Report, Greenbelt, MD, page 371.

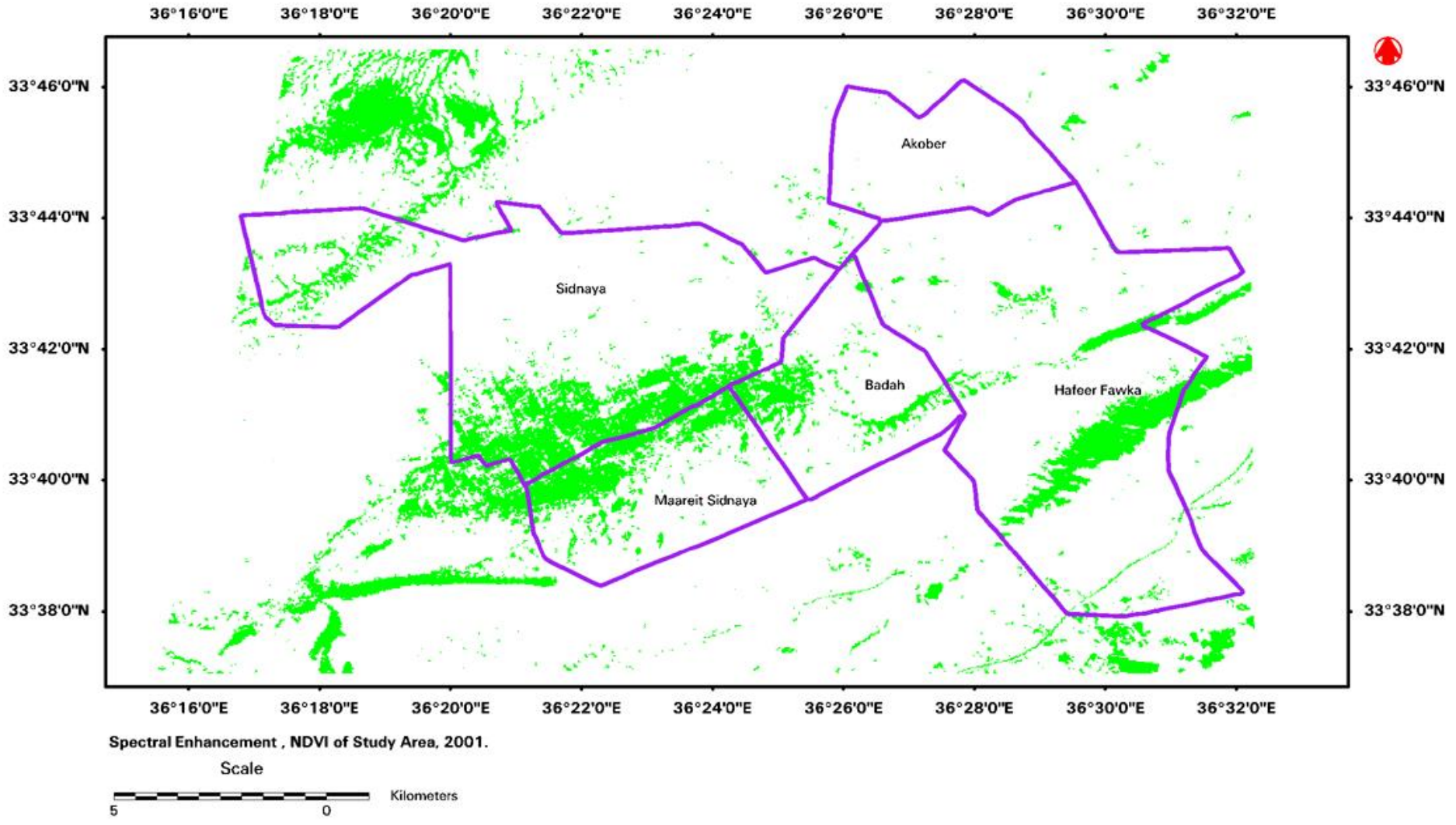
[3] Curran, P.J. (1981). Problems in the remote sensing of vegetation canopies for biomass estimation. In: Fuler R M(ed), Ecology mapping from ground, Air and space. ILRI, Wageningen.

النباتي، خاصة عندما يكون المحتوى الرطوبي للتربة مرتفعاً، ويظهر ذلك جلياً عقب مواسم الأمطار (فصل الربيع) مقارنة مع رطوبة التربة في فصل الخريف.

هذا وينتشر الغطاء النباتي وبكثافة أعلى في صورة ٢٠٠١ منه في صورة ١٩٩٠، وهذا يدل على تطور المساحة الخضراء في المنطقة وليس المساحة الزراعية بشكل حتمي، لأن ذلك مرتبط بتاريخ أخذ الصورة ، إذ تشمل المساحة الخضراء في صورة ٢٠٠١ كل النباتات الخضراء سواء المزروعة (محاصيل وأشجار مثمرة) أو النباتات الطبيعية (النباتات البرية) بعد الأمطار الشتوية، إضافة إلى ذلك تأثير رطوبة التربة خاصة في المناطق المظللة للمنحدرات الجبلية، بينما تمثل الصورة الملتقطة في نهاية الصيف وبداية الخريف في عام ١٩٩٠ المحاصيل الصيفية والأشجار المورقة، وإن ما يؤكد ذلك تدني المساحات المزروعة إحصائياً في منطقة الدراسة، مع قلة تأثير رطوبة التربة في المناطق المظللة في فصل الخريف، فهنا كانت نتيجة عملية NDVI غير متوافقة مع نتيجة التفسير البصري وعمليات التحليل في نظام المعلومات الجغرافي للصور الجوية والفضائية وللإحصائيات (المساحات) الناتجة عن عمليات التحليل، ويعود ذلك بشكل رئيسي إلى تاريخ التقاط الصور الفضائية، فصورة عام ١٩٩٠ ملتقطة في فصل الخريف، وصورة عام ٢٠٠١ ملتقطة في فصل الربيع.


NDVI of Sidnaya sub - district in1990.
36°16'0"E
36°18'0"E
36°20'0"E
36°22'0"E
36°24'0"E
36°26'0"E
36°28'0"E
36°30'0"E
36°32'0"E
33°46'0"N
33°44'0"N
33°42'0"N
33°40'0"N
33°38'0"N
Akober
Sidnaya
Badah
Hafeer Fawka
Maareit Sidnaya
Spectral Enhancement , NDVI of Study Area, 1990.
Scale
5
0
Kilometers

NDVI of Sidnaya sub - district in 2001.



Spectral Enhancement , NDVI of Study Area, 2001.

Scale

5 0 Kilometers