

عملية تصحيح الغلاف الجوي في صور الأقمار الصناعية لاندسات لمنطقة الجبل الأخضر

<https://doi.org/10.37375/jlgs.v5i1.3119>

د. غادة محمد علي هويدي

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة درنة

Ghadah_ahweedi@yahoo.com

الملخص:

تُعَدُّ البيانات المستشعرة عن بُعد مصدرًا فعالاً للمعلومات؛ لمراقبة التغيرات في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، ومع ذلك، غالبًا ما تتدهور صور الاستشعار عن بُعد، بسبب التأثيرات الجوية، فيعمل التصحيح الجوي على تقليل أو إزالة التأثيرات الجوية المضافة إلى الانعكاس النقي للهدف، واستخراج معلومات أكثر دقة، وغالبًا ما يُعتبر التصحيح الجوي خطوة معالجة أولية حاسمة لتحقيق معلومات طيفية كاملة من كل بكسل خاصة مع البيانات الطيفية الفائقة والمتعددة الأطياف. ويهدف البحث إلى تقديم طرق التصحيح الجوي متعددة الأطياف، التي لا تتطلب بيانات مساعدة في المجال المكاني ومجال التحويل لصور القمر الصناعي لاندسات لمنطقة الجبل الأخضر، نقترح التصحيح الجوي باستخدام نموذج الانحدار الخطي واختبارها على صورة Landsat المكونة من 7 نطاقات متعددة الأطياف، ويتم تقييم أدائها باستخدام مقاييس بصرية وإحصائية، كما يتم تقديم تطبيق طريقة التصحيح الجوي لتحليل الغطاء النباتي، وهي طرح الأجسام المظلمة. ومن أهم نتائج هذا البحث، أن للغلاف الجوي تأثيرًا واضحًا على الصور المستشعرة عن بُعد للغطاء النباتي لمنطقة الجبل الأخضر، وهو ما يسبب أخطاء في قيم الانعكاسات، ولذلك فإنه لإزالة هذا تأثير من الصور تُستخدم بعض الطرق، بعضها تُستخدم على نطاق واسع لتقليل الضباب داخل الصورة، فتنطلب فقط المعلومات الموجودة في بيانات الصورة الرقمية (DN) المصححة دون أي معلومات خارجية، مثل: طريقة طرح الأجسام المظلمة، وبعضها يحتاج إلى معاملات إحصائية ونماذج مصححة، مثل: طريقة الانحدار الخطي، وكلا الطريقتين كفيلتين بتصحيح الصورة الفضائية من أي تأثير للغلاف الجوي. **الكلمات المفتاحية:** تصحيح الغلاف الجوي، لاندسات، الاستشعار عن بُعد.

Atmosphere Correction In Satellite Images of Landsat TM of the aljabal al'akhdar region

Dr. Ghada Mohammed Ali Ahweedi

Assistant Professor, Department of Geography and Geographic Information Systems

College of Arts, University of Derna

Ghadah_ahweedi@yahoo.com

Abstract:

Remotely sensed data is an effective source of information for monitoring changes in land use and land cover. However remotely sensed images are often degraded due to atmospheric effects. Atmospheric correction minimizes removes the atmospheric influences that are added to the pure signal of target and to extract more accurate information. The atmospheric correction is often considered critical pre-processing step to achieve full spectral information from every pixel especially with hyper spectral and multispectral data.

The research aims to provide multispectral atmospheric correction methods that do not require auxiliary data in the spatial domain and the transformation domain, and is proposed atmospheric correction using a linear regression model and test it on a Landsat image consisting of 7 multispectral bands and its performance is evaluated using visual and statistical measures. The application of the atmospheric correction method for vegetation analysis is also presented, which is the subtraction of dark objects.

One of the most important results of this research is that the atmosphere has an effect on remotely sensed images, which causes errors in the reflectance values. Therefore, removing this effect from images using some methods, some of which are widely used to reduce fog within the image, requiring only the information in the corrected digital image data (DN) without any external information such as the dark object subtraction method, and some of them require statistical coefficients and corrected models such as the linear regression method, and both methods are sufficient to correct the satellite image from any atmospheric effect.

Keywords: Atmospheric correction, Landsat, remote sensing

مقدمة:

تُعدُّ بيانات الاستشعار عن بُعد مصدرًا فعالاً للمعلومات، لمراقبة التغيرات في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، ومع ذلك، غالبًا ما تتدهور الصور المستشعرة عن بُعد بسبب التأثيرات الجوية، فالغلاف الجوي له تأثيرًا كبيرًا على الإشعاع الشمسي الذي ينعكس عن سطح الأرض وتسجله أجهزة استشعار الأقمار الصناعية (Nazeer et al, 2014, pp 6274)، وتعتمد هذه التأثيرات على الطول الموجي للإشعاع (Chuvieco and Huete, 2009, pp 110)، فعندما تنتقل الإشعاعات الكهرومغناطيسية عبر الغلاف الجوي، قد يتم امتصاصها أو تشتتها بواسطة الجسيمات المكونة للغلاف الجوي من غازات وبخار الماء والهباء الجوي والغبار والملوثات (Chuvieco and Huete, 2009, pp 112)، وتؤثر هذه المكونات على صور الأقمار الصناعية في الاستشعار عن بعد بطريقة مهمة ومعقدة، خاصة وبشكل أساسي على النطاقات المرئية والأشعة تحت الحمراء، فتغير بشكل كبير الطبيعة الطيفية للإشعاع الذي يصل إلى جهاز الاستشعار عن بُعد، فيمتصه الغلاف الجوي ويشتمت الأطوال الموجية المختلفة من الطيف المرئي، الذي يجب أن يمر عبر الغلاف الجوي مرتين، مرة من الشمس إلى الجسم ثم مرة أخرى أثناء عودته إلى مستشعر الصورة، فيتسبب تشتت الإشعاع بواسطة الغازات المكونة والهباء الجوي في الغلاف الجوي في تدهور الصور المستشعرة عن بُعد، خاصة الإشعاع الشمسي المشتت بواسطة الغلاف الجوي والمنتجه نحو المستشعر دون أن يصل إلى الأرض أولاً، فينتج عنه مظهر ضبابي للصورة (Lillesand and Kiefer, 1987)؛ لذلك فإن عملية التصحيح الجوي ضرورية لبيانات صور الأقمار الصناعية، لتحديد قيم "الانعكاس السطحي الحقيقي". فعلمية تصحيح الغلاف الجوي هي عملية إزالة تأثيرات التشتت والامتصاص للغلاف الجوي على قيم الانعكاس للصور التي تلتقطها الأقمار الصناعية أو أجهزة الاستشعار المحمولة جواً (Tuominen & Lippinga, 2011)، وعلى الرغم من أن تقنيات الاستشعار عن بُعد قد تم تنفيذها على نطاق واسع لمجموعة متنوعة من التطبيقات، باستخدام إما صور مفردة أو متسلسلة زمنية ووجود عدد كبير من خوارزميات التصحيح الجوي المتاحة إلا أن القليل من الدراسات تحدثت عن أهمية هذه المشكلة ونظرت صراحة للتأثيرات الجوية، وكيف يمكن تقليلها إلى الحد الأدنى على نحو أكثر فعالية، فالتأثيرات الجوية تشكل غالبية الإشعاع المقاس

بالأقمار الصناعية في النطاقات المرئية.

قد تتأثر صور القمر الصناعي لاند سات المستخدمة لمراقبة التغيرات في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي لمنطقة الجبل الأخضر بهذه المؤثرات، وبالتالي يطرح البحث التساؤل الآتي:

- هل تتأثر قيم انعكاسات الغطاء النباتي بمؤثرات الغلاف الجوي؟.

ولذا سيقدم هذا البحث بعض الطرق المستخدمة لتقليل التأثيرات الجوية وتصحيحها في صور القمر الصناعي (TM) Landsat Thematic Mapper لمنطقة الجبل الأخضر، من خلال تطبيق الأساليب المتاحة حول تصحيح الغلاف الجوي على صور الأقمار الصناعية للمنطقة، ومقارنة النتائج بالانعكاسات التي سيتم الحصول عليها باستخدام مقياس الطيف الميداني.

أهمية البحث:

يقدم البحث دراسة بعض طرق تصحيح الغلاف الجوي لصور الأقمار الصناعية، بإزالة التأثيرات الجوية التي تعطي معلومات وصور غير دقيقة للغلاف الأرضي.

منهجية البحث:

تم تطوير العديد من تقنيات التشتت الجوي أو إزالة الضباب من البيانات الرقمية المستشعرة عن بُعد، وتستخدم معظم الطرق نماذج مختلفة لانتقال الغلاف الجوي، أو بيانات الحقل في الموقع، أو تتطلب وجود أهداف محددة في الصورة. وقد استخدم الباحث طريقة طرح الأجسام المظلمة البسيطة Simple Dark Object Subtraction Method، لإزالة المؤثرات حيث يتم تحويل قيمة الإشعاع الشمسي إلى بيانات انعكاس في الصور المستشعرة عن بُعد، وهي طريقة يتم الاعتماد فيها على الاسطح التي يكون انعكاسها ضعيف أو (0) على سطح الأرض (Song et al., 2011)، الطريقة الثانية: وهي طريقة الانحدار الخطي Regression Line Method، وهي طريقة أخرى لتصحيح الغلاف الجوي تستخدم المعلومات المضمنة في الصورة (Tuominen & Lipping, 2011)، حيث توفر طريقة تقاطع الانحدار، لتقليل تأثير الغلاف الجوي نتائج مطلقة من بيانات الصورة دون استخدام بيانات مساعدة، فلا تتطلب الطريقة أي معلومات أو افتراضات حول المشهد أو الظروف الجوية أو معايرة المستشعر تتضمن الطريقة عمومًا حساب خطوط

الأحذار لعدد من مواد السطح ذات الخصائص الطيفية المتباينة (Tuominen & Lipping, 2001).

أولاً: الاستجابة الطيفية للغطاء الأرضي في تقنية الاستشعار عن بُعد:

Spectral response of land cover in remote sensing technique

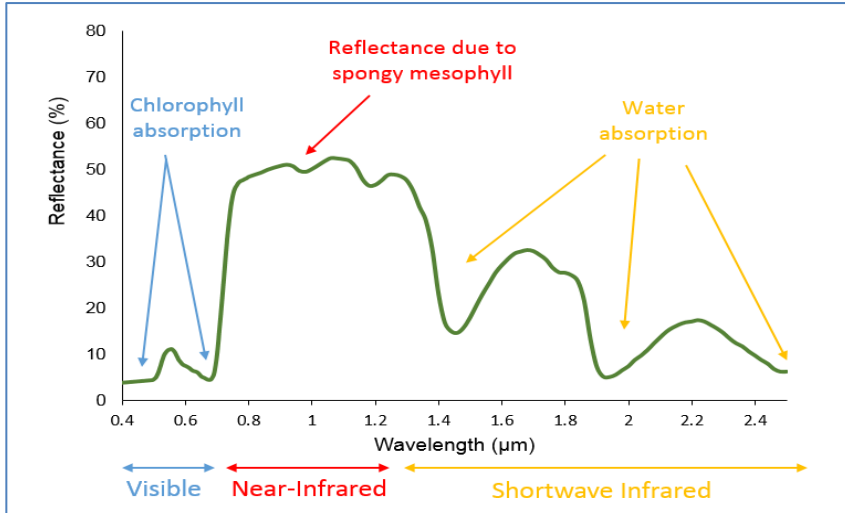
يستخدم الاستشعار عن بُعد في العديد من التطبيقات، بما في ذلك تصنيف الغطاء الأرضي، وقياس رطوبة التربة، وتصنيف الغابات، ورسم خرائط الثلوج وغيرها (Gandhi et al., 2015). فالاستشعار عن بُعد هو مراقبة وقياس الأجسام على الأرض والغلاف الجوي والمحيطات من مسافة بعيدة (Suwanprasit & Srichai, 2012, pp 36) فيكتشف الإشعاع المنعكس من سطح الأرض أو الطاقة المنبعثة من الأرض (Chuvieco & Huete, 2009, pp 116)، فتنتقل إشارة الطاقة المشعة من الجسم إلى المستشعر في شكل إشعاع كهرومغناطيسي، مما يتيح قياس المعلومات حول الجسم من بعيد (Solaimani et al., 2001, pp 96)، وتنعكس الطاقة الكهرومغناطيسية التي تصل إلى سطح الأرض من الشمس أو تنتقل أو تمتص.

وتتكون من مجموعة كاملة من الأطوال الموجية أو الترددات، فيتراوح طيف الأشعة الكهرومغناطيسية من أقصر الأطوال الموجية (أشعة جاما، الأشعة السينية) إلى الأطوال الموجية الطويلة (الأشعة المرئية، الأشعة تحت الحمراء) المستخدمة في الاتصالات السلكية واللاسلكية (Chuvieco & Huete, 2009, pp 122). التوقيعات الطيفية هي قيم الانعكاس، عند أطوال موجية مختلفة، للأجسام الموجودة على الأرض مثل الماء والرمال والطرق والغابات وما إلى ذلك، والتي يتم قياسها بواسطة تقنيات الاستشعار عن بُعد (Shaw & Burke, 2003). فُتستخدم الاختلافات في التوقيعات الطيفية للمساعدة في تصنيف صور الأقمار الصناعية إلى فئات متشابهة طيفياً (Aggarwal, 2004, pp 43).

يتراوح الطيف المرئي (VIS) بين (0.4-0.7 nm)، وينقسم إلى ثلاثة نطاقات، يتراوح النطاق الأزرق بين (0.4-0.5 nm)، ويُستخدم لتصوير الغلاف الجوي والمياه. يستخدم اللون الأخضر (0.5 - 0.6 nm) لتصوير النباتات أعماق المياه، ويستخدم اللون الأحمر (0.6-0.7 nm) لتصوير الأجسام من صنع الإنسان والمياه العميقة حتى

عمق 9 أمتار والتربة والنباتات، بينما يتراوح نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) بين (0.7-1.3 nm)، وتستخدم في المقام الأول لتصوير النباتات (Chuvienco & Huete, 2009, pp 124). وتستخدم الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (MIR) بين (1.3-8 nm)، لتصوير النباتات ومحتوى رطوبة التربة وبعض حرائق الغابات، وتتراوح الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIR) بين (8-14 nm)، وتستخدم لتصوير الهياكل الجيولوجية والاختلافات الحرارية في تيارات المياه والحرائق وللدراسات الليلية (2009, pp 14; Campbell, 2009, pp 130). فمثلاً يمكن التعرف على أنواع مختلفة من الغطاء النباتي، من خلال سلوكها الطيفي في شكل الإشعاع المنعكس عبر مناطق الطول الموجي المختلفة (Bannari et al, 1995, pp 98) شكل (1).

شكل (1) قياس الانعكاس الطيفي للنباتات الخضراء.



المصدر: GSP216

من خلال الشكل السابق يمكن ملاحظة انعكاسات الأطوال الموجية على الغطاء

النباتي، وهي :

أ- الأطوال الموجية المرئية (0.4-0.7 nm): انعكاس منخفض، امتصاص مرتفع، ونفاذية ضعيفة، وهنا يكون انعكاس الغطاء النباتي منخفضاً في كل من المنطقتين الزرقاء والحمراء من الطيف، بسبب امتصاص الكلوروفيل للإشعاع لعملية التمثيل الضوئي (2007, pp 56)

(Cracknell)، ولكن هناك ذروة انعكاس طفيفة في النطاق الأخضر، وهو السبب في ظهور الغطاء النباتي النامي باللون الأخضر.

ب- الأشعة تحت الحمراء القريبة (0.7-1.3 nm): انعكاس ونفاذية مرتفعان، امتصاص منخفض جداً، فالانعكاس يكون مرتفعاً بسبب بنية الأوراق الخلوية Hill (146 pp, 2009, Roder &)، وبالتالي يمكن التعرف على الغطاء النباتي من خلال الأشعة تحت الحمراء القريبة المرتفعة (Kharuk et al., 1992).

ج- MIR (1.3- 2.5 nm) ينخفض كل من الانعكاس والنفاذية بشكل عام من المتوسط إلى المنخفض، بينما يزداد الامتصاص من المنخفض إلى المرتفع (Hill & Roder, 2009, pp148). فالبنية الداخلية للأوراق بعض التأثير، لكن نسبة الماء في أنسجة الأوراق، تتحكم في الانعكاس بشكل كبير.

يمكن استخدام الانعكاس الطيفي للتمييز بين المناطق المزروعة وغير المزروعة في صور الاستشعار عن بُعد، وإظهار الاختلافات بين الأنواع، ومع ذلك فهي تتأثر بعوامل مثل حالة المغذيات في التربة، ومرحلة نمو النباتات، ولون التربة (والتي قد تتأثر بالظروف الجوية الأخيرة) (Kharuk et al., 1992, pp 3263; Hill & Roder, 2009, pp151). يمكن أيضاً استخدام قيم الانعكاس لتقدير الخصائص الفيزيائية للنباتات، مثل: مساحة الأوراق أو إنتاج الكتلة الحيوية (Jiménez & Díaz-Delgado, 2015, pp 2472).

ثانياً: - طرق تصحيح الغلاف الجوي في صور الأقمار الصناعية:

غالبًا ما يُعتبر التصحيح الجوي خطوة معالجة أولية حاسمة، لتحقيق معلومات طيفية كاملة من كل بكسل، خاصة مع البيانات الطيفية الفائقة والمتعددة الأطياف، وبالتالي يتم تقديم طرق التصحيح الجوي متعددة الأطياف التي لا تتطلب بيانات مساعدة في المجال المكاني ومجال التحويل، وسيتم عرض بعض الطرق التي يمكن تطبيقها لإزالة تأثير الغلاف الجوي من صور الأقمار الصناعية، منها:

1. LEDAPS (The Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System)

تم تطوير نظام معالجة الاضطراب في النظام البيئي، (LEDAPS) في صور اللاندسات من خلال برنامج النظم البيئية الأرضية وبرنامج العلوم التطبيقية التابع لوكالة ناسا

(Maiersperger et al., 2013, pp 15)، وتستخدم طريقة LEDAPS صور Landsat TM5 و ETM+7 و OLI 8 والبيانات الوصفية والبيانات الجوية اليومية، لإزالة تأثير الغلاف الجوي وإنتاج منتجات انعكاس سطحية مصححة للغلاف الجوي (Feng et al., 2013, pp 286)، كما أنها تولد أفنعة سحابية للصور المغطاة جزئياً بالغيوم. ويعتمد LEDAPS على استنباط "السّمك البصري للهباء الجوي من كل عملية استحواذ من Landsat وتصحيح كل عملية استحواذ بشكل مستقل، بافتراض نوع ثابت للهباء الجوي القاري (Ju et al., 2012, pp 178)، وقد جمع البحث صور الانعكاس السطحي المتاحة (مع التصحيح الجوي) من موقع Earth Explorer على الويب لمنطقة الجبل الأخضر، كانت الصور المصححة بواسطة LEDAPS للأعوام 1987 و 2003 و 2013 و 2014. وتم استخدام هذه الصور لتصحيح صور أخرى لانعكاس السطح في طريقتي طرح الأجسام المظلمة، وطريقة الانحدار الخطي.

2- طريقة طرح الأجسام المظلمة البسيطة: Simple Dark Object Subtraction Method

تعمل تقنية طرح الأجسام المظلمة على إزالة تأثيرات التشتت من بيانات الصورة، فتتطلب فقط المعلومات الموجودة في بيانات الصورة الرقمية (DN) المصححة دون أي معلومات خارجية، وهي طريقة مستخدمة على نطاق واسع لتقليل الضباب داخل الصورة، ويتم ذلك لكل نطاق على حدة، حيث يُفترض في طريقة طرح الاجسام المظلمة أن هناك بيكسلات داخل كل نطاق من الصورة متعددة الأطياف ذات انعكاس منخفض جداً أو لا انعكاس لها على الأرض، والتي يجب أن تكون سوداء (انعكاس 0%)، حيث توجد بعض الظلال في الصورة فتكون وحدات البيكسل مظلمة تماماً، وأن الفرق بين قيمة سطوع هذه البيكسلات والصفير يرجع إلى الضباب.

وقد تم افتراض هذا لأن هناك عدداً كبيراً من وحدات البيكسل في النطاق الواحد (فمثلاً صور نطاق واحد من Landsat TM - أكثر من 45 مليون وحدة بكسل)، تكون مظلمة بسبب التضاريس أو السحب في الصورة.

من الناحية المثالية، يجب ألاّ يكتشف نظام التصوير أي إشعاع في مواقع الظل هذه، ويجب أن تكون قيمة (DN) تساوي صفراً لها، ومع ذلك، بسبب التشتت الجوي،

يسجل نظام التصوير قيمة (DN) غير صفرية في مواقع البيكسل ذات الظلال الداكنة المفترضة. فتمثل هذه القيمة (DN) قيمة التشتت التي يجب طرحها من جميع وحدات البيكسل الأخرى لإزالتها في النطاق الطيفي المعين (الأزرق مثلاً).

لاختبار هذا النهج، تم استخدام صورتين من نفس الشهر لسنة 1987، كانت إحداهما: صورة بدون تصحيح جوي (DN) والأخرى: صورة انعكاس سطحي تم تطبيق التصحيح الجوي عليها باستخدام LEDAPS كانت الخطوة الأولى هي اختيار 50 هدفاً في مواقع مختلفة لصورة (DN) للجبل الأخضر ونفس الأهداف في صورة الانعكاس السطحي، هذه الأهداف أختيرت لمواقع مظلمة انعكاسها يساوي (0)، لذلك جمع البحث أهدافاً من الطرق والبحر. وكانت الخطوة الثانية هي مقارنة هذه القيم (DN) في صورة الانعكاس المصححة فكانت القيم تساوي (0). الخطوة الثالثة هي طرح القيمة وجعلها تساوي (0) في الصورة الأولى وتطبيق الطريقة على كل قيم البيكسل في كل نطاق من الصورة وفي كل من المواقع الخمسين المختارة (50)، وتطبيق التصحيح في برنامج ERDAS IMAGIN وتطبيقه على الصور لإزالة تأثير الغلاف الجوي.

3- طريقة خط الانحدار : Regression Line Method

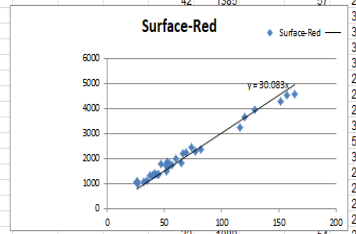
توفر طريقة خط الانحدار نتائج مطلقة من بيانات الصورة دون استخدام بيانات مساعدة لتقليل تأثير الغلاف الجوي، لا تتطلب الطريقة أي معلومات أو افتراضات حول المشهد أو الظروف الجوية أو معايرة المستشعر، تتضمن الطريقة عموماً حساب خطوط الانحدار لعدد من مواد السطح ذات الخصائص الطيفية المتباينة، وتحدد طريقة خط الانحدار (RLM) خط "أفضل ملائمة" للمخططات متعددة الأطياف للبكسلات داخل أنواع الغطاء المتجانسة، ومن الناحية المثالية يجب أن يمثل تقاطع الخطوط نقطة انعكاس أرضي صفرية؛ لأن هذه هي النقطة الوحيدة التي يمكن عندها أن تكون القيم الإشعاعية لمادتين مختلفتين طيفياً آمنة، فإذا لم يحدث أي تشتت جوي، فمن المتوقع أن يمر تقاطع الخط عبر الأصل، ويكون ميل المخطط متناسباً مع نسبة المادة العاكسة، ومع ذلك فإن الخطوط ستتقاطع في الواقع مع المحورين X و Y؛ مما ينتج عنه قيمتان للإزاحة، فتمثل قيم السطوح هذه مقدار التحيز الناجم عن التشتت الجوي، ويوصي كرين (1987) بجمع سلسلة من مناطق التدريب؛ مما يؤدي إلى تقاطع العديد من خطوط الانحدار في مساحات ثنائية الأبعاد

عند نفس النقطة باستخدام مجموعات التدريب لتمثيل أنواع الغطاء الأرضي المتجانسة، حيث تميل القيم النسبية الناتجة عن طريقة الانحدار، إلى أن تكون أكثر موثوقية، ومع ذلك توفر العديد من الأقمار الصناعية الجديدة عالية الدقة بيانات مختلفة طيفيًا ومكانيًا عن البيانات المستمدة من Landsat.

وفي هذه الطريقة، استخدم الباحث صورتين مثل الطريقة السابقة أحدها مصححة باستخدام LEDAPS، والثانية غير مصححة، ونقوم باختيار 50 هدفًا في مواقع مختلفة لصورة (DN) للجبل الأخضر ونفس الأهداف في صورة الانعكاس السطحي، هذه الأهداف تتراوح من شديدة السطوع إلى شديدة الظلام، وافترضت التطبيقات اللاحقة للطريقة، أن انعكاسها لم يتغير بين تواريخ الصور المستخدمة؛ لذلك جمع البحث أهدافًا من الطرق والمحاجر والبحر، بافتراض أنها لم تتغير بمرور الوقت. وكانت الخطوة الثانية هي تحديد قيم البيكسل في كل نطاق من الصورة في كل من المواقع الخمسين المختارة (50 بكسل)، والتي تم استخدامها كنقطة مرجعية للمقارنة مع صورة DN. تكررت نفس العملية مع جميع النطاقات في كلتا الصورتين (الشكل 2).

شكل (2) قيم البيكسل في النطاق الأحمر لمواقع مختلفة في صورة لاندسات 1987

Value	Type	X	Y	Raw DN	Surface DN	Surface-N	DN-Red	Surface-Red	DN-Near	Surface
1	vale	517281	3616684	91	91		53	1855	65	24
2	shrubland	542907	3624656	83	83		42	1385	57	24
3	bare area	534646	3588840	111	111					33
4		568866	3623713	123	123					30
6	desert	569654	3604217	85	85					31
7	Vale	566987	3620723	88	90					30
8	vale	562058	3629480	78	78					22
9	south	568024	3616743	76	74					22
10	south	569995	3613252	77	77					25
11	south	570557	3604198	100	100					34
12	desert	577794	3592921	205	205					56
13	middle	579905	3608239	92	92					31
14	North	567981	3640734	75	75					22
15	North	569049	3642374	84	83					22
16	North	566191	3640252	80	80					27
17	North	566817	3637791	84	84					25
18	middle	571944	3639721	79	97					23
19	city	571099	3627538	116	116		32	1089	54	23
20	city	570858	3623316	96	96		116	3234	112	41
21		571522	3619819	74	74		60	1989	65	30
22		571791	3616743	82	82		26	1073	49	23
23		582258	3636501	90	83		55	1789	59	26
24		606489	3643183	81	78		42	1422	54	24
25		590526	3640089	104	103		40	1329	65	23
26		595847	3627715	88	91		65	1832	74	26
27		589041	3627962	127	132		57	1740	56	25
28		591145	3622394	79	79		164	4579	153	56
29		603272	3625116	75	76		54	1712	59	25
30		588917	3628210	130	125		38	1334	56	25
31		589041	3619424	84	83		152	4288	141	51
32		589660	3594179	139	139		47	1789	51	26
							120	3660	120	47

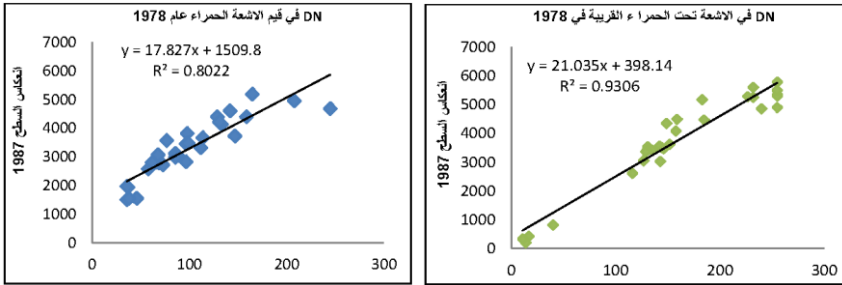


المصدر: من إعداد الباحثة

عملية تصحيح الغلاف الجوي في صور الأقمار الصناعية لاندسات لمنطقة الجبل الأخضر

كانت الخطوة الثالثة هي تحديد العلاقة بين كل نطاق في صورة DN والنطاقات الأخرى في صورة الانعكاس السطحي باستخدام المعادلة ($y = DN \times b + a$) وبناء صورة لكل نطاق مع التصحيح الجوي باستخدام Model Maker في ERDAS Imagine. وقد أدى هذا النهج إلى بناء سبعة نطاقات جديدة وإزالة تأثير الغلاف الجوي باستخدام نموذج ERDAS، أظهرت النتيجة العلاقة (R^2) بين قيم البيكسل في كل نطاق في الصور مع وبدون التصحيح الجوي (الشكل 3)، طبق البحث الطريقة على صور أخرى لم يكن بها تصحيح جوي باستخدام صور الانعكاس السطحي المتاحة، اختار البحث أزواجاً من الصور التي تم تسجيلها في نفس الشهر؛ لتجنب اختلاف الظروف الجوية التي قد تؤثر على انعكاس الأهداف وبنى صوراً جديدة بدون تأثيرات جوية، وقد أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية كبيرة بين DN الأحمر والأشعة تحت الحمراء القريبة لجميع النطاقات الموجية وانعكاس السطح. لذلك، كان تطبيق طريقة الخط التجريبي ناجحاً مع هذه الصور، وتم إزالة تأثير الغلاف الجوي من السلسلة الزمنية الكاملة لبيانات الأقمار الصناعية.

الشكل 3: العلاقة بين قيم اللون الأحمر (أ) والأشعة تحت الحمراء القريبة (ب)، في 50 موقعا صورة DN لشهر سبتمبر 1978 ، وصورة الانعكاس السطحي لشهر سبتمبر 1987.



ثالثاً: - النتائج:

توصل البحث إلى عدة نتائج مهمة، وهي:

- 1- إن الغلاف الجوي بمكوناته المختلفة، له تأثيراً كبيراً على الإشعاع الشمسي الذي ينعكس عن سطح الأرض وتسجله أجهزة استشعار الأقمار الصناعية، التي قد تسبب في إعطاء قيم خاطئة للانعكاسات، ومن هنا تظهر أهمية المعالجة المسبقة للصور، والتي تم تطبيقها على صور Landsat لجعلها قابلة للاستخدام في التحليل.

2- تُعد طريقة طرح الاجسام المظلمة طريقة سهلة، وتستخدم على نطاق واسع لتقليل الضباب داخل الصورة، فتتطلب فقط المعلومات الموجودة في بيانات الصورة الرقمية (DN) المصححة دون أي معلومات خارجية.

3- وتستخدم طريقة (LEDAPS) "السلك البصري للهباء الجوي من كل عملية استحواد Landsat، وتصحح كل عملية استحواد بشكل مستقل، بافتراض نوع ثابت للهباء الجوي القاري.

4- وتقدم طريقة الانحدار الخطي العلاقة الخطية بين عدد من مواد السطح ذات الخصائص الطيفية المتباينة، حيث يمثل تقاطع الخطوط نقطة انعكاس أرضي صفرية، وهي النقطة الوحيدة التي يمكن عندها أن تكون القيم الإشعاعية لمادتين مختلفتين طيفياً آمنة، ولذلك تم إزالة أثر الغلاف الجوي بتطبيق معادلة الانحدار الخطي على كل نطاق طيفي من النطاقات المكونة للصورة باستخدام Model Maker في ERDAS Imagine ، وإنشاء صورة جديدة مصححة .

رابعاً: - التوصيات:

1- التاكيد من صحة قياسات صور الاقمار الصناعية، وذلك بالرجوع إلى صور مصححة قد ازيل تأثير الغلاف الجوي منها وذلك لإعطاء قياسات حقيقية للظواهر المراد رصدها أو تتبع تغيراتها عبر الزمن.

2- هناك الكثير من طرق تصحيح الغلاف الجوي لا تحتاج إلى عمليات قياس أرضية مثل طريقة طرح الاجسام المظلمة.

3- تعد طريقة الانحدار الخطي عملية دقيقة وتستطيع من خلالها معرفة العلاقة بين الاسطح وانعكاساتها بطريقة رياضية سهلة.

المصادر والمراجع:

- **Aggarwal, S.** (2004). Principles of remote sensing. Satellite remote sensing and GIS applications in agricultural meteorology. "In Proceedings of the Training Workshop in Dehradun, India. AGM-8, WMO/TD, no.1182, 39-65
- **Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., & Huete, A. R.** (1995). A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*, 13(1-2), 95-120.
- **Campbell, J. B.** (2002). Introduction to remote sensing. CRC Press.
- **Chuvieco, Emilio, and Alfredo Huete.** (2009). Fundamentals of satellite remote sensing. CRC Press Inc., London, no.110, 130
- **Cracknell, A. P.** (2007). Introduction to Remote Sensing. CRC press. New York.
- **Feng, M., Sexton, J., Huang, C., Masek, J., Vermote, E., Gao, F & Townshend, J.** (2013). Global surface reflectance products from Landsat: Assessment using coincident MODIS observations. *Remote Sensing of Environment*, 134, 276-293
- **Hill, J., Stellmes, M., Udelhoven, T., Röder, A., & Sommer, S.** (2009). Mediterranean desertification and land degradation: mapping related land use change syndromes based on satellite observations. *Global and Planetary Change*, 64(3), 146-157.
- **Jiménez, M., & Díaz-Delgado, R.** (2015). Towards a standard plant species spectral library protocol for vegetation mapping: A case study in the shrubland of Doñana National Park. *ISPRS International Journal of Geo- information*, 4(4), 2472-2495.
- **Ju, J., Roy, D., Vermote, E., Masek, J & Kovalsky, V.** (2012). Continental-scale validation of MODIS-based and LEDAPS Landsat ETM+ atmospheric correction methods. *Remote Sensing of Environment*, (122), 175–184.
- **Kharuk, V. I., Alshansky, A. M., & Yegorov, V.** (1992). Spectral characteristics of vegetation cover: factors of variability. *International Journal of Remote Sensing*, 13(17), 3263-3272.
- **Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J.** (2014). Remote sensing and image interpretation. John Wiley & Sons. New York
- **Maiersperger, T., Scaramuzza, P., Leigh, L., Shrestha, S.,**

- Gallo, K., Jenkerson, B., & Dwyer, J.** (2013). Characterizing LEDAPS surface reflectance products by comparisons with AERONET, field spectrometer, and MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 136, 1-13.
- **Nazeer, M., Nichol, J. E., & Yung, Y. K.** (2014). Evaluation of atmospheric correction models and Landsat surface reflectance product in an urban coastal environment. *International Journal of Remote Sensing*, 35(16), 6271-6291
 - **Soleimani, K., Kordsavadkooh, T and Muosavi, S.** (2008). Effect of environmental factors on vegetation changes using GIS (Case Study: Cherat Catchment, Iran). *World Applied Sciences Journal*, 3, 95-100.
 - **Suwanpravit, C., & Srichai, N.** (2012). Impacts of spatial resolution on land cover classification. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 33, 39-47.
 - **Tuominen, J., & Lipping, T.** (2011, April). Atmospheric correction of hyperspectral data using combined empirical and model based method. In *Proceedings of the 7th European Association of Remote Sensing Laboratories SIG-Imaging Spectroscopy Workshop*, Edinburgh, Scotland, UK (Vol. 1113).