

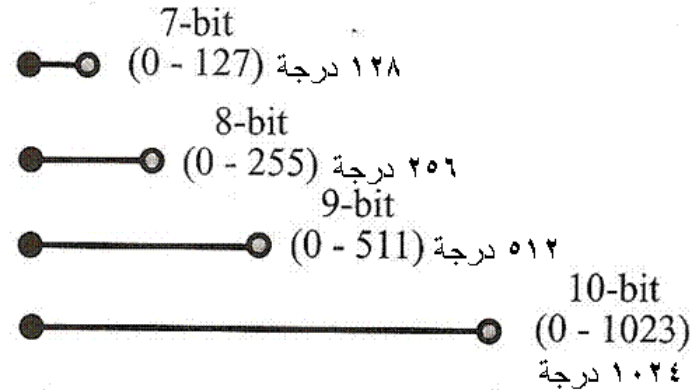
تحسين الصورة

- يصعب على عين الإنسان أن تميز على الصورة الأصلية (الأولية) الظواهر الجغرافية الصغيرة والظواهر التي تكون الفروق الطيفية أو الراديومترية فيها بسيطة.
- ويمكن الحاسب الآلي من التغلب على هذه المشكلة بتطبيق طرق تحسين enhancement تعمل على تكبير وتضخيم الفروق الراديومترية البسيطة للظواهر لترى بسهولة على الصورة.
- وعليه فالهدف من تحسين الصورة الرقمية image enhancement هو إعداد صورة "جديدة" من الصورة الأصلية تظهر قدرا أكبر من تفاصيل الظواهر الجغرافية ليسهل تمييزها والتعرف عليها بصريا.
- ويوجد العديد من طرق التحسين التي يمكن تطبيقها على كامل الصورة أو على جزء منها Extract.
- وفي ما يلي بعض طرق تحسين الصور الرقمية:
- (1) زيادة التباين في الصورة Contrast Stretching.
- (2) إنتاج الصور الملونة Production of Color Composite Images.
- (3) الترشيح المكاني Spatial Filtering.
- (4) نسب النطاقات Band Ratioing.
- (5) تحليل المركبات الرئيسية Principal Components Analysis (PCA).
- (6) دمج الصور Image merging (fusion).

نشر بيانات الصور الرقمية لزيادة التباين

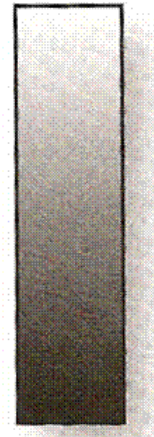
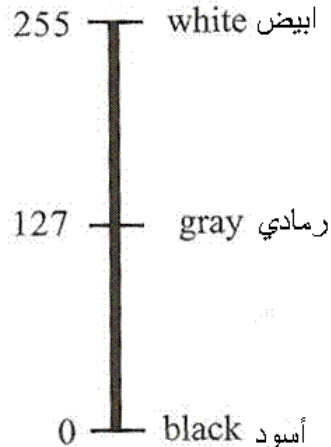
- يحدد الوضوح الراديومتري لجهاز الاستشعار عن بُعد عدد درجات المقياس الرمادي التي صمم ليسجل فيها الأشعة التي تصل إليه من الأجسام الأرضية حسب كثافتها (شدتها).
- أغلب أجهزة الاستشعار عن بُعد يكون الوضوح الراديومتري فيها 8-bit وفقا لما يسمى بالأرقام الثنائية binary digits (bits)، أي أن المقياس الرمادي في صورها يتكون من 256 درجة ($2^8=256$) تكون قيمة الأسود فيه صفر والأبيض 255 وما بينهما درجات مختلفة من اللون الرمادي تزداد دكاة باتجاه الصفر.

Radiometric Resolution



Brightness value range (often 8-bit)

Associated grayscale

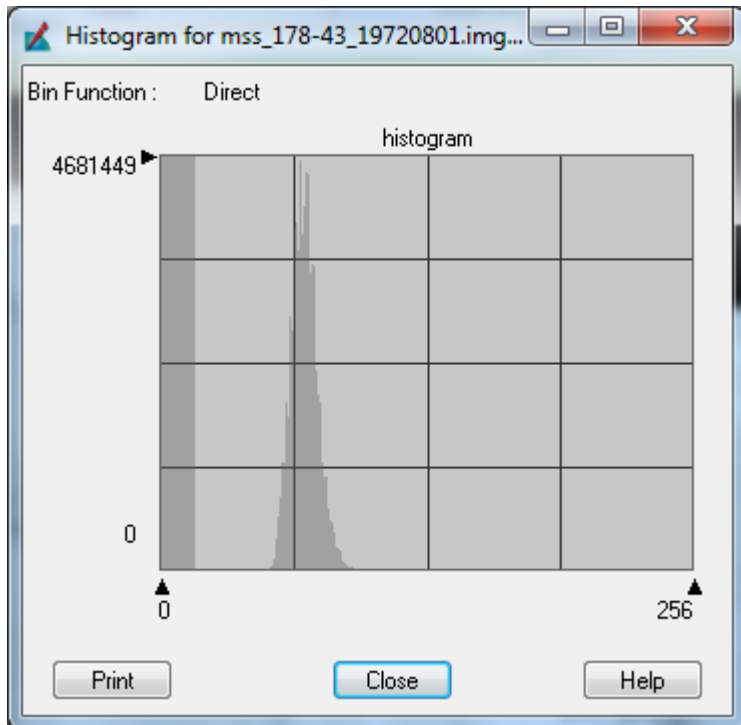


■ أجهز الاستشعار عن بُعد مصممة لتسجل الأشعة التي تصل إليها في كامل درجات المقياس الرمادي ولكن الظواهر الأرضية التي تكون كمية الأشعة القادمة منها تقع في طرفي المقياس الرمادي قليلة جدا إذا وجدت.

■ ولهذا السبب فإن القيم الرقمية في المدرج التكراري histogram للصور الأصلية (الخام) raw data تتركز في مدى ضيق narrow range من المقياس الرمادي، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة التمييز بين الظواهر بصريا.

■ للتغلب على هذه المشكلة تطبق طريقة نشر البيانات لزيادة التباين contrast stretching وذلك بنشر القيم الرقمية في الصورة على كامل المقياس الرمادي.

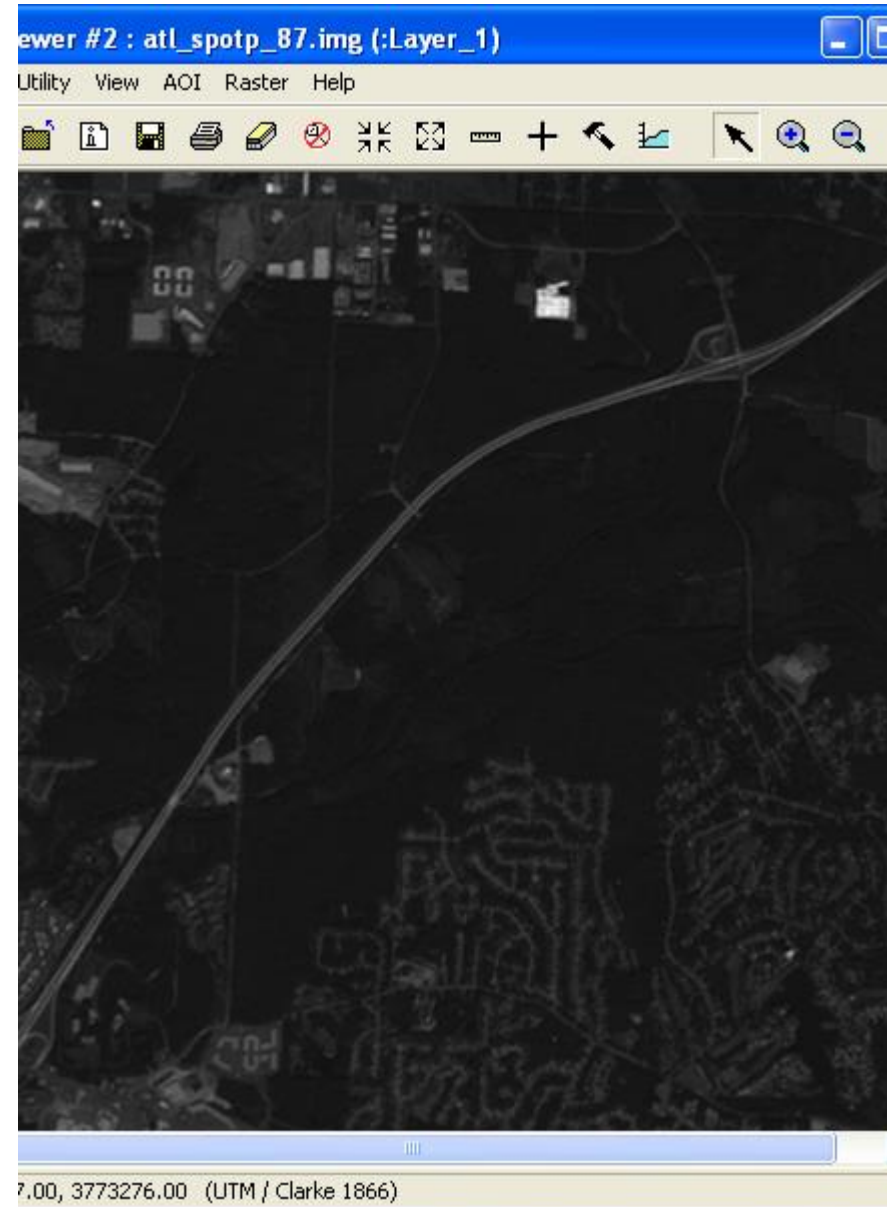
■ ويجب التذكير بأن تطبيق هذه الطريقة يعد مطلب أساسي مع جميع طرق تحسين صور الاستشعار عن بُعد.



الصورة بعد تطبيق زيادة التباين



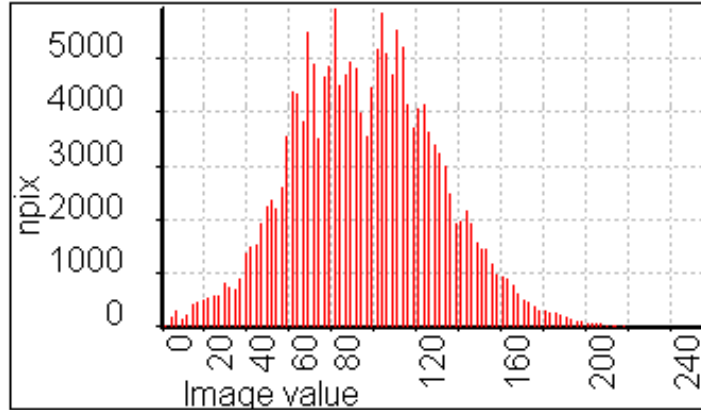
الصورة قبل تطبيق زيادة التباين



طرق زيادة التباين

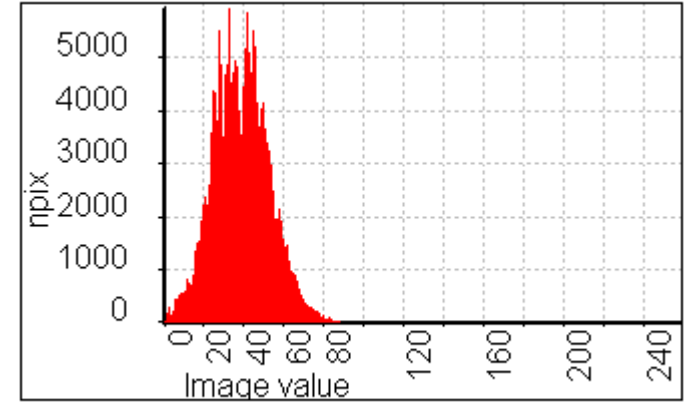
- توجد العديد من الطرق لنشر القيم الرقمية على كامل المقياس الرمادي منها:
(1) طريقة زيادة التباين الخطي linear stretch (min/max) وبتطبيق هذه الطريقة ينشر الحاسب الآلي تلقائيا القيم الرقمية بالتساوي على كامل المقياس وذلك بوضع أدنى قيمة في المدرج التكراري للصورة الأصلية عند الصفر وأعلى قيمة فيه عند 255.

Fig. 2: Result after linear stretching:



After linear stretching, the values of the image range from 0 - 255.

Fig. 1: Original histogram of TMB4:



The values in the original image range from 0 to 103.

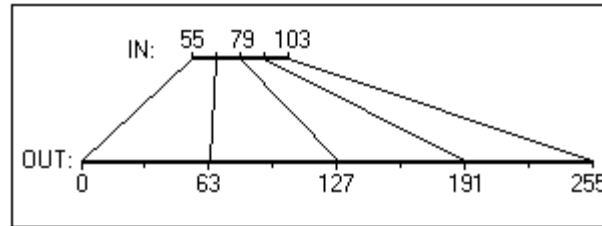
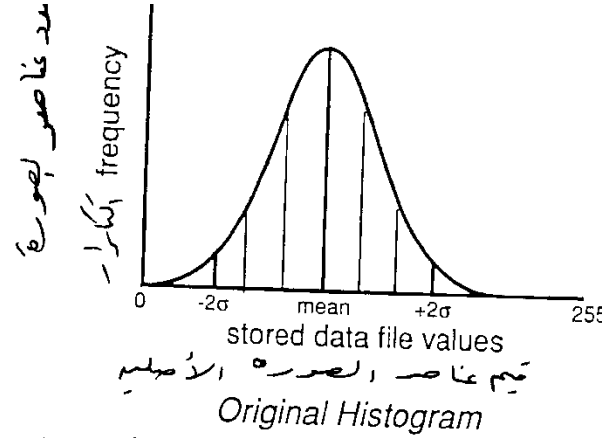
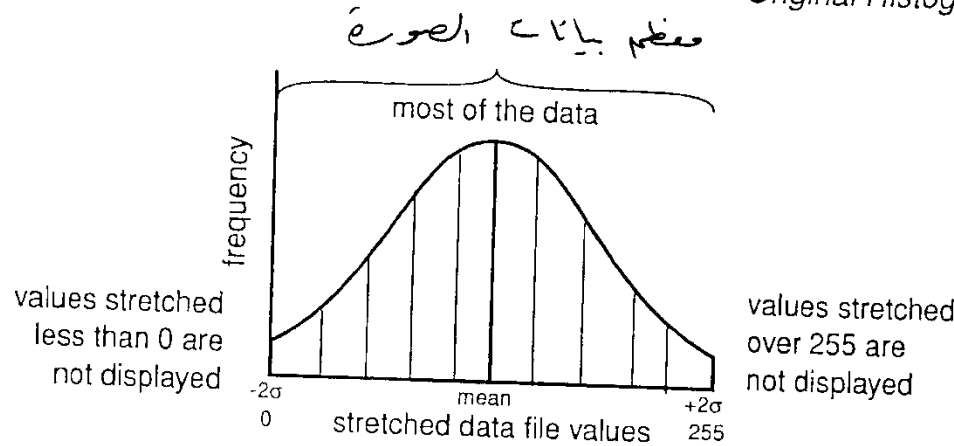


Fig. 1: Schematic explanation of a linear stretch. Input values range from 55 to 103; output values range from 0 to 255.

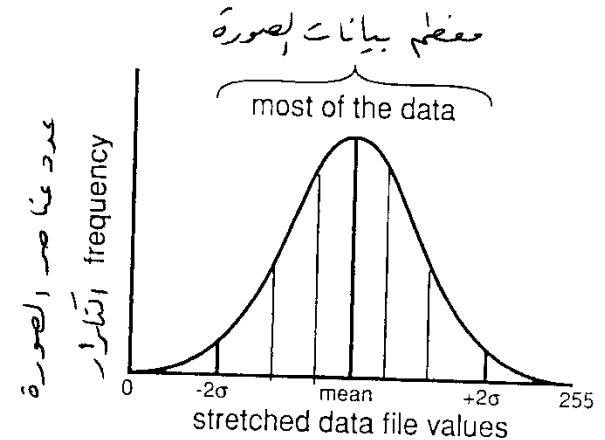
(2) طريقة زيادة التباين بالانحراف المعياري standard deviation stretch وبتطبيق هذه الطريقة ينشر الحاسب الآلي تلقائياً غالبية القيم الرقمية بالتساوي على كامل المقياس مستخدماً الانحراف المعياري لتحديد القيم الدنيا التي توضع عند الصفر والقيم العليا التي توضع عند 255.



المقياس الرمادي



زيادة التباين بالانحراف المعياري



زيادة التباين الخطي

(3) طريقة زيادة التباين وفقا للمدرج التكراري histogram equalization stretch، وبتطبيق هذه الطريقة ينشر الحاسب الآلي تلقائيا القيم الرقمية على كامل المقياس وذلك بوضع أدنى قيمة في المدرج التكراري للصورة الأصلية عند الصفر وأعلى قيمة فيه عند 255، ولكن حيز المقياس الذي يعطى لكل فئة يعتمد على التكرار فيها. حيث يعطى حيزا أكبر من المقياس للفئات التي يكون التكرار فيها عالي والعكس صحيح.

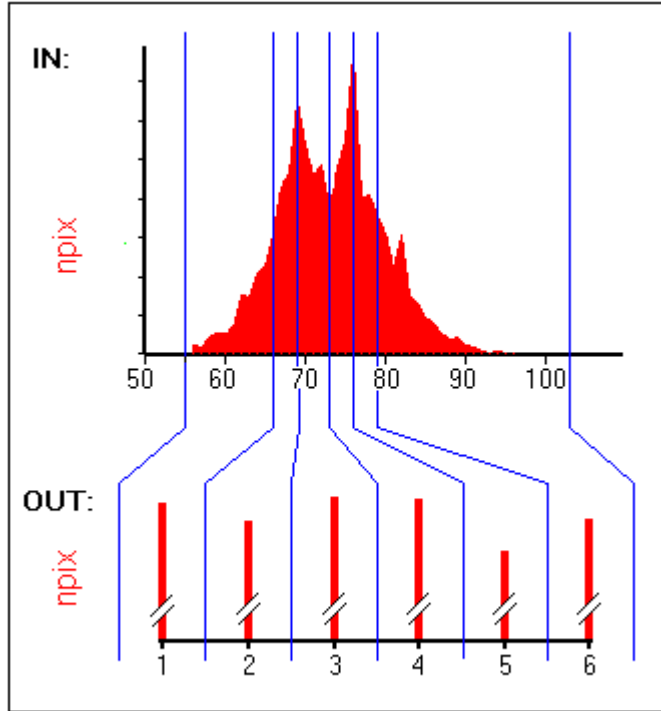
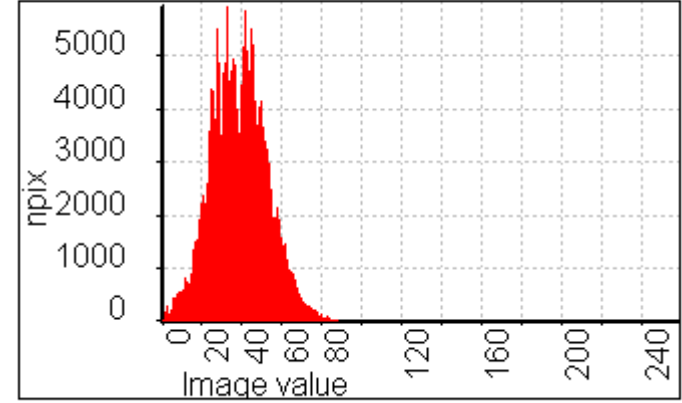


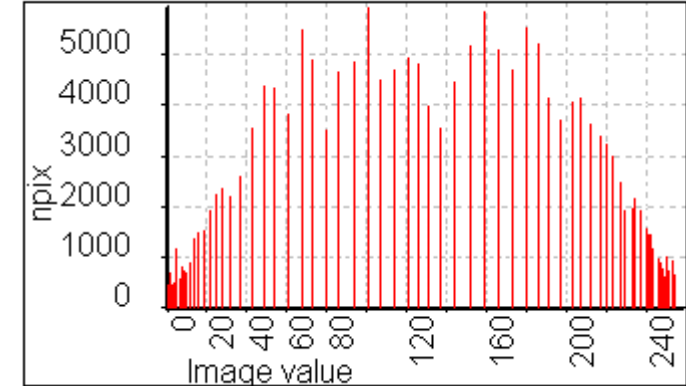
Fig. 2: Schematic explanation of a histogram equalization. Input values range from 55 - 103. Number of output intervals 6.

Fig. 1: Original histogram of TMB4:



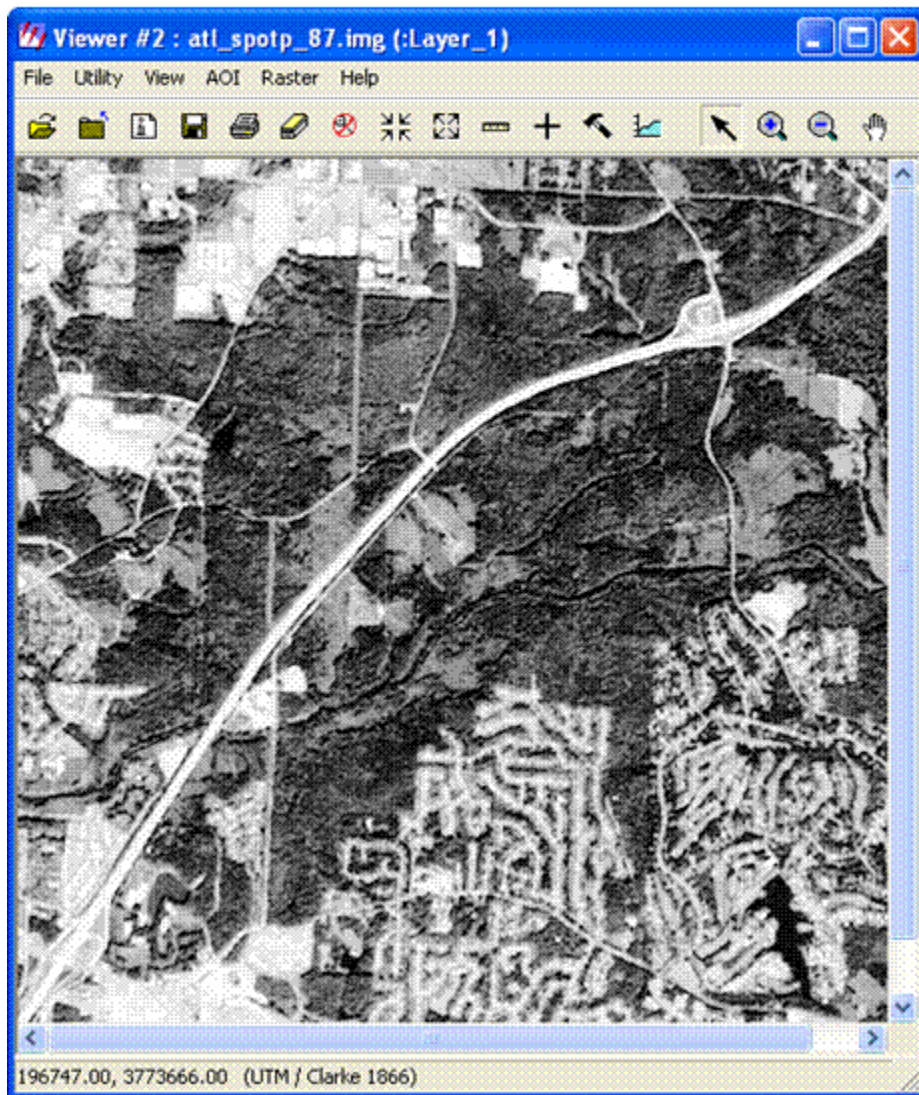
The values in the original image range from 0 to 103.

Fig. 3: Result after histogram equalization:

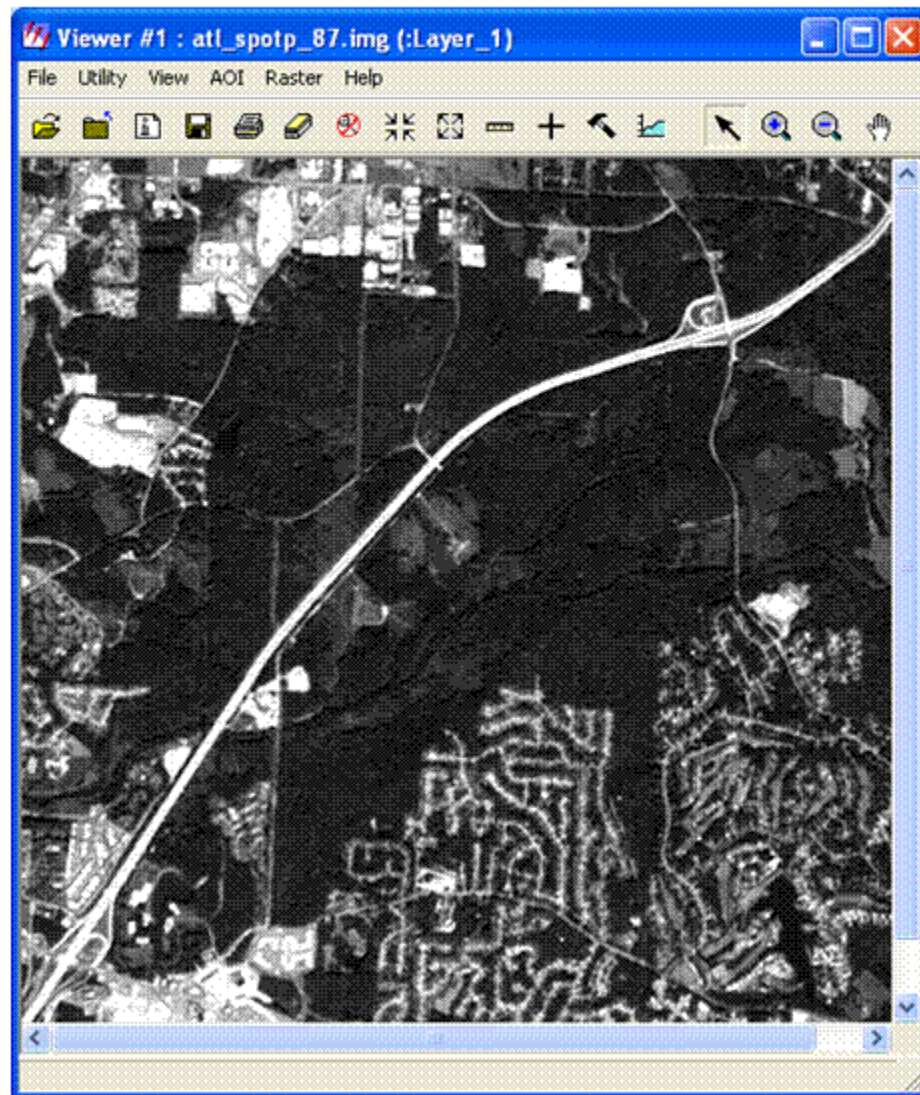


After histogram equalization, the values of the image range from 0-255.

زيادة التباين بطريقة المدرج التكراري



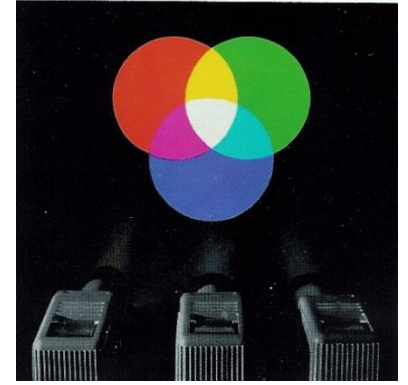
زيادة التباين بطريقة الانحراف المعياري




إعداد صورة مركب الألوان

- من طرق التحسين السريعة لتسهيل عملية التمييز بين الظواهر إنتاج صورة ملونة؛ وذلك لأن الإنسان قادر على تمييز 20000 لون و 200 فقط من درجات اللون الرمادي.
- توجد في الحاسب الآلي ثلاث قنوات للألوان الرئيسية  يمكن من خلالها الحصول على صورة مركب الألوان color composite.
- ولتفادي اللبس يجب الانتباه إلى أن قنوات الألوان الرئيسية (الأزرق والأخضر والأحمر) في الحاسب الآلي تختلف عن نطاقات (قنوات) الأشعة المرئية visible spectral bands (channels) التي تستخدم في التصوير وتأخذ الأسماء نفسها.
- تُطبق طريقة مركب الألوان على الصور متعددة الأطياف (متعددة النطاقات).
- يمكن تطبيقها أيضا على صور المركبات الرئيسية PCA images وكذلك على صور نسب النطاقات band ratio images.
- ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة ثلاث صور (صور ثلاثة نطاقات أو صور ثلاثة مركبات رئيسية أو صور ثلاث نسب أو غيرها) حيث تربط assign كل صورة منها على سبيل المثال بإحدى قنوات الألوان الرئيسية RGB في الحاسب الآلي.
- مركب (مزيج) أضواء lights الألوان الرئيسية الثلاثة الذي يعتمد على القيم الرقمية في الصور المستخدمة يحدد ألوان الظواهر على الصورة كما في الشكل التالي.
- وبهذه الطريقة يمكن إنتاج صور ملونة بألوان حقيقية (طبيعية) true (natural) color composite أو بألوان غير حقيقية false color composite.

- ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة ثلاث صور (صور ثلاثة نطاقات أو صور ثلاثة مركبات رئيسية أو صور ثلاث نسب أو غيرها) حيث تربط assign كل صورة منها على سبيل المثال بإحدى قنوات الألوان الرئيسية RGB في الحاسب الآلي.
- مركب (مزيج) أضواء lights الألوان الرئيسية الثلاثة الذي يعتمد على القيم الرقمية في الصور المستخدمة يحدد ألوان الظواهر على الصورة كما في الشكل التالي.
- وبهذه الطريقة يمكن إنتاج صور ملونة بألوان حقيقية (طبيعية) true (natural) color composite أو بألوان غير حقيقية false color composite.



مركب الألوان لخلايا الصورة وفقا لقيمتها الرقمية

255. 0. 0	147. 12. 12	255. 255. 255	 <p>قنوات الألوان الرئيسية</p> <p>R</p> <p>G</p> <p>B</p>
255. 100. 0	193. 81. 51	200. 200. 200	
255. 255. 0	242. 241. 82	150. 150. 150	
0. 255. 0	2. 88. 10	100. 100. 100	
0. 0. 255	18. 18. 133	50. 50. 50	
255. 0. 255	87. 25. 96	0. 0. 0	

مركب الألوان الحقيقية (الطبيعية)

■ يمكن الحصول على صورة ملونة بألوان حقيقية من الصور الجوية الرقمية متعددة النطاقات، وذلك باستخدام صور نطاقات الأشعة المرئية (نطاق الأشعة الزرقاء ونطاق الأشعة الخضراء ونطاق الأشعة الحمراء).

- حيث يتم الحصول على صورة مركب الألوان الحقيقية عندما توضع صورة الأشعة الزرقاء في قناة اللون الأزرق وصورة الأشعة الخضراء في قناة اللون الأخضر وصورة الأشعة الحمراء في قناة اللون الأحمر.
- ولكن التشتت العالي للأشعة الزرقاء في الغلاف الجوي يحد من استخدامها في التصوير من الفضاء، وعليه فإن أغلب أجهزة الاستشعار عن بُعد في برامج التصوير الفضائي لا تعطي صوراً للأشعة الزرقاء.
- وتستخدم بعض الأجهزة للتصوير في موجات الأشعة الزرقاء من الفضاء مثل الجهاز متعدد الأطياف المحمول على القمر الصناعي GeoEye-1 والذي يصور في النطاقات التالية:

Blue: 450 - 510 nm

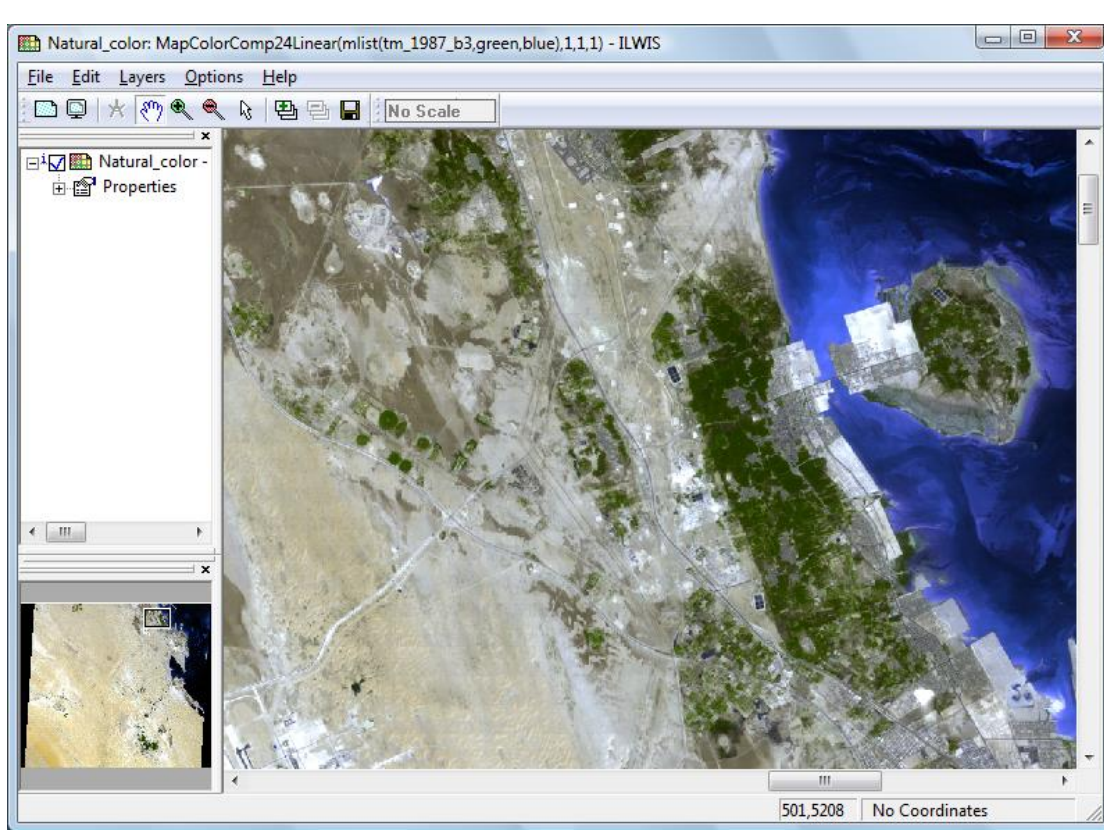
Green: 510 - 580 nm

Red: 655 - 690 nm

Near Infra Red: 780 - 920 nm

- ويمكن من نطاقات الأشعة المرئية الحصول على صورة مركب ألوان بألوان شبه حقيقية وذلك بوضع صورة الأشعة الزرقاء في قناة اللون الأزرق وصورة الأشعة الخضراء في قناة اللون الأخضر وصورة الأشعة الحمراء في قناة اللون الأحمر.





يمكن أيضا الحصول على
مركب الألوان بألوان شبه
حقيقية من الصور الفضائية
وذلك باستخدام صور يتم
إعدادها وفقا لمعادلات
رياضية. فقد ذكر Bhatta (2008,
p325) أنه يمكن الحصول على
صورة مركب الألوان
الطبيعية وذلك بوضع
الصور في قنوات الألوان
الثلاث على النحو التالي:

قناة اللون الأحمر: صورة الأشعة الحمراء

قناة اللون الأخضر: صورة يتم إعدادها وفقا للمعادلة التالية:

$$(0.75 \times \text{صورة نطاق الأشعة الخضراء}) + (0.25 \times \text{صورة نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة})$$

قناة اللون الأزرق: صورة يتم إعدادها وفقا للمعادلة التالية:

$$(0.75 \times \text{صورة نطاق الأشعة الخضراء}) - (0.25 \times \text{صورة نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة})$$

مركب الألوان الخاطئة (الزائفة)

- عندما تُطبق طريقة مركب الألوان على ثلاث صور إحداها أو جميعها ليست من صور نطاقات الأشعة المرئية فإن الألوان في الصورة المنتجة تكون ألوان غير حقيقية (خاطئة – زائفة – كاذبة false).
- ويمكن إنتاج العديد من صور مركب الألوان الخاطئة باستخدام صور ثلاثة نطاقات أو صور ثلاثة مركبات رئيسية أو صور ثلاث نسب أو غيرها.
- على سبيل المثال يمكن الحصول على 24 صورة مركب ألوان للنطاقات الأربعة في الماسح متعدد الأطياف MSS وعلى 120 صورة مركب ألوان لنطاقات الأشعة المنعكسة الستة في الماسح الموضوعي TM وذلك وفقا للمعادلة التالية (Bhatta (2008, p326):

عدد صور مركب الألوان الممكنة في الصور متعددة الأطياف =

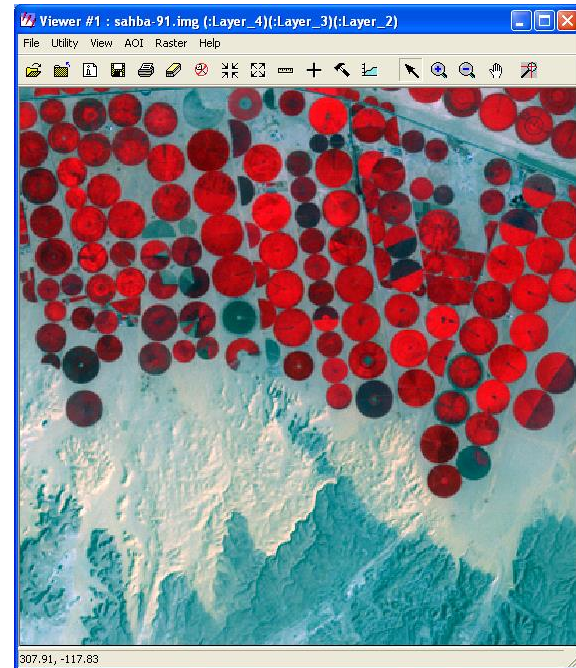
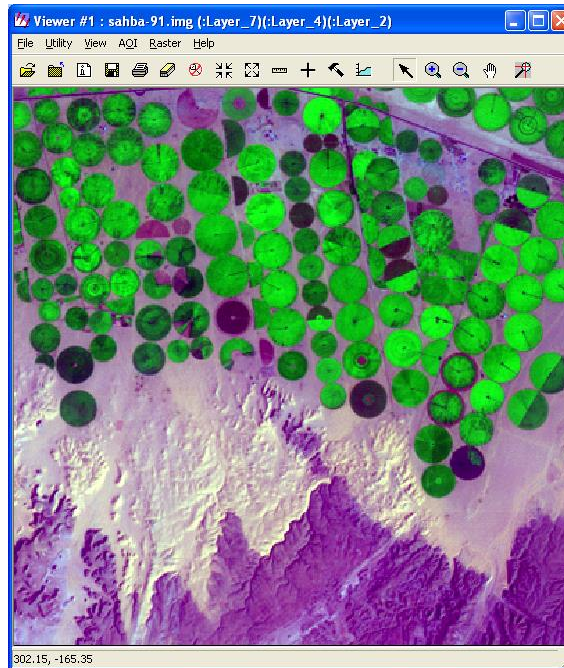
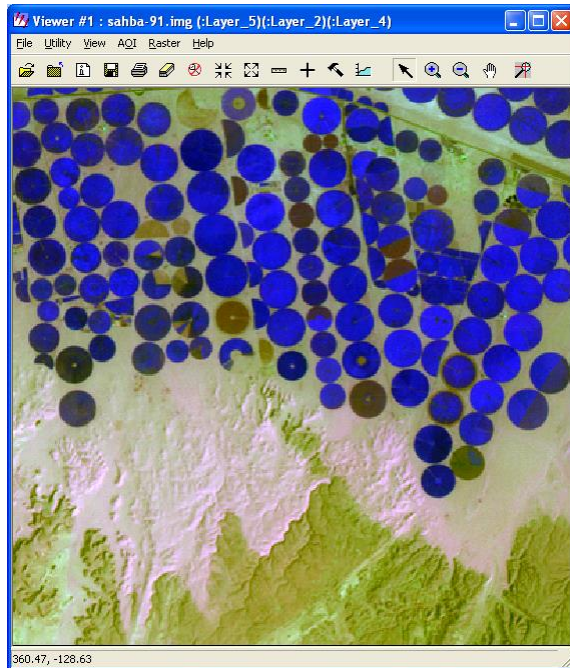
(العدد الكلي للنطاقات) ÷ (العدد الكلي للنطاقات - ٣)!

عدد صور مركب الألوان الممكنة للماسح متعدد الأطياف MSS =

$$24 = 1 \div (4 \times 3 \times 2 \times 1) = 1 \div 4! = (4 - 3) \div 4!$$

عدد صور مركب الألوان الممكنة لنطاقات الماسح الموضوعي TM المنعكسة =

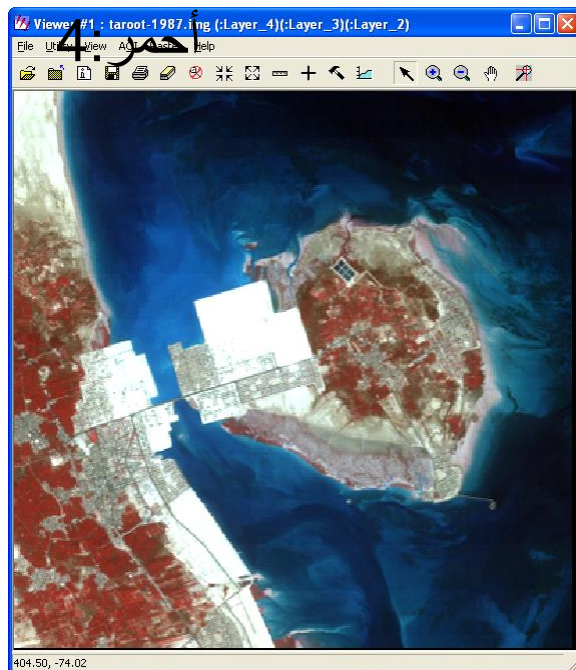
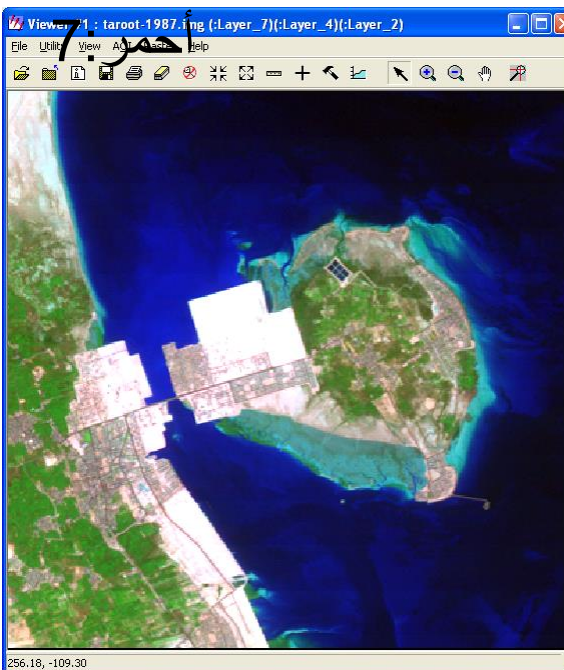
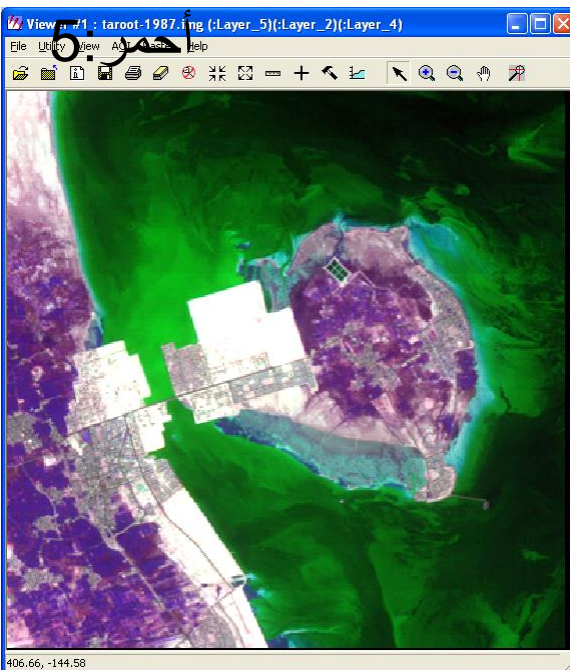
$$120 = (3 \times 2 \times 1) \div (6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1) = 3 \div 6! = (6 - 3) \div 6!$$



أزرق: 4 أخضر: 2

أزرق: 2 أخضر: 4

أزرق: 2 أخضر: 3



أخضر: 5

أخضر: 7

أخضر: 4

■ مع الانتباه إلى انه في كثير من طرق التحسين لا توجد قواعد ثابتة لإنتاج أفضل صورة لغرض معين، وأنه يعتمد في الغالب على طريقة "المحاولة والخطأ" trial and error للحصول على أفضل الصور المحسنة التي تمكن من تحقيق أهداف المستخدم مع الأخذ في الاعتبار أيضا تجارب الآخرين في الدراسات السابقة.

■ ولاختيار أفضل صورة مركب ألوان في الصور متعددة النطاقات قدم شافيز Chavez et al. (1982) طريقة معامل المؤشر الأفضل Optimum Index Factor (OIF) التالية:

$$\text{معامل المؤشر الأفضل OIF} = \text{مجم نحر (ن)} \div \text{مجم |مب(ن)|}$$

حيث أن:

مجم نحر (ن) = مجموع القيم الثلاث للانحراف المعياري في النطاقات (ن) المستخدمة في إعداد صورة مركب الألوان.

مجم |مب(ن)| = مجموع القيم الثلاث لمعامل الارتباط بين النطاقات (ن) المستخدمة في إعداد صورة مركب الألوان.

■ فعلى سبيل المثال الجدول التالي يبين العلاقات بين نطاقات الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+ التي تغطي منطقة في الصين والانحراف المعياري لنطاقاته، وباستخدام هذه البيانات لحساب معامل المؤشر الأفضل OIF يتبين أن أعلى قيمة له هي 33.249 (1.975÷65.667) في صورة مركب الألوان للنطاقات 754 والتي تمثل الرتبة الأولى.

الانحراف المعياري	مصنوفة معامل الارتباط بين نطاقات الأشعة المنعكسة في صورة الماسح الموضوعي المحسن بإضافة ETM+						رقم النطاق
	ETM+7	ETM+5	ETM+4	ETM+3	ETM+2	ETM+1	
٨,٥٥٥						١,٠٠	ETM+1
١٠,٤٧٧					١,٠٠٠	٠,٩٥٤	ETM+2
١٧,٩٢٥				١,٠٠٠	٠,٩٤٦	٠,٨٧٣	ETM+3
١٢,٧٠٩			١,٠٠٠	٠,٤٤٢	٠,٥٠٩	٠,٣٧٤	ETM+4
٢٨,٢٤٤		١,٠٠٠	٠,٥٦٤	٠,٨٣٨	٠,٧٤٦	٠,٦٢٣	ETM+5
٢٤,٧١٤	١,٠٠٠	٠,٩٧٣	٠,٤٣٨	٠,٨٨٢	٠,٧٧٧	٠,٦٦٤	ETM+7

المصدر: Al-Mokredi, M. And Guangdau, H., (2007).

Table 1: Correlation matrix between ETM + bands

Band No.	ETM + 1	ETM + 2	ETM + 3	ETM + 4	ETM + 5	ETM + 7
ETM + 1	1.000	0.954	0.873	0.374	0.623	0.664
ETM + 2	0.954	1.000	0.946	0.509	0.746	0.777
ETM + 3	0.873	0.946	1.000	0.442	0.838	0.882
ETM + 4	0.374	0.509	0.442	1.000	0.564	0.438
ETM + 5	0.623	0.746	0.838	0.564	1.000	0.973
ETM + 7	0.664	0.777	0.882	0.438	0.973	1.000

Table 2: General statistics of dataset

Band No.	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
S. Deviation	8.555	10.477	17.925	12.709	28.244	24.714
Average	71.435	59.466	65.698	57.707	95.750	68.926

Table 3: Optimum Index Factor (OIF) for ETM+ image of the study area

BCC	ΣS_k	$\Sigma r_j $	OIF
754	63.667	1.975	32.236
753	70.883	2.693	26.321
752	63.435	2.496	25.415
751	61.513	2.260	27.218
743	53.348	1.762	30.276
742	54.901	1.724	26.624
741	43.978	1.476	29.795
732	53.116	2.605	20.390
731	51.149	2.419	21.163
721	43.746	2.395	18.265
543	58.878	1.844	31.930
542	49.430	1.819	27.147
541	47.805	1.561	30.434
532	56.646	2.530	22.389
531	54.724	2.334	23.446
521	47.276	2.323	20.351
432	39.111	1.897	20.617
431	37.189	1.689	20.018
421	29.741	1.837	16.189
321	36.957	2.773	13.327

ΣS_k = Sum of standard deviation of bands combinations.

$\Sigma |r_j|$ = Sum of the absolute values of the correlation coefficient.

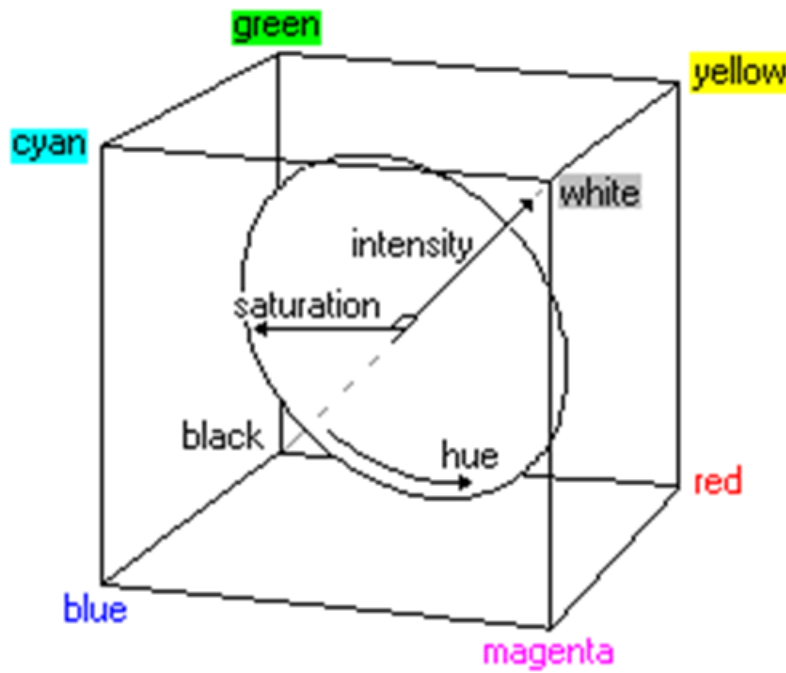
BCC = Band Color Combination.

Source: Al-Mokredi, Mansour and Hu
Guangdao, 2007, Using Remote
Sensing Data to Improve Geological
Interpretation Mapping in Heqing Area,
Northwestern Yunnan Province, Chin

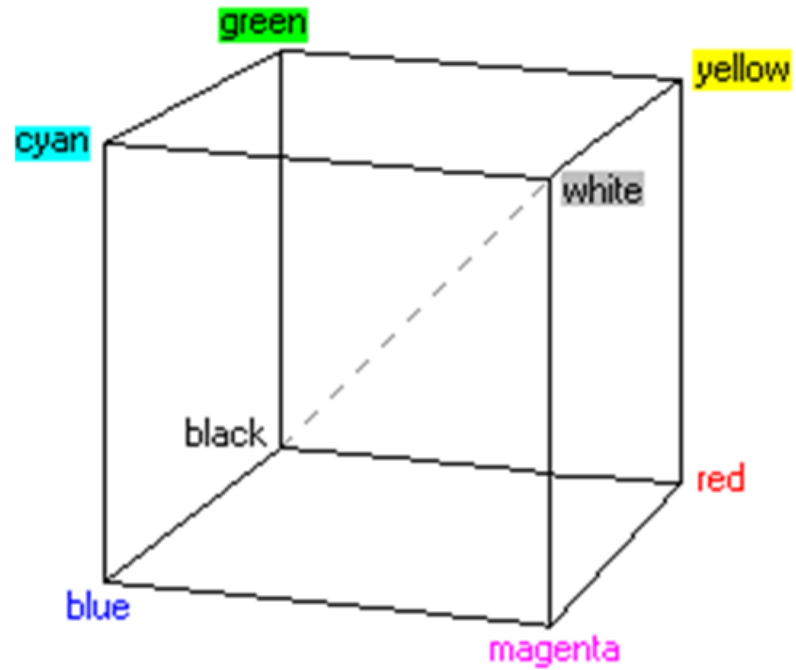
الألوان بنظام شدة وتدرج وتشبع اللون

- لا يقتصر إعداد الصور الملونة من الصور متعددة النطاقات على طريقة نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB)، بل يمكن إعداد صورة ملونة باستخدام نظام شدة وتدرج وتشبع اللون (intensity-hue-saturation (IHS).
- وتجب الإشارة إلى أن اسم هذا النظام يكتب أحيانا بصيغة مختلفة قليلا هي تدرج وتشبع وشدة اللون (hue-saturation-intensity (HSI).
- ويستخدم لتطبيق هذه الطريقة ثلاثة نطاقات من نطاقات الصور متعددة الأطياف. وعند تطبيق هذه الطريقة فإن أي خليه pixel في حيز نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) تحول إلى ما يقابلها في نظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS وذلك لإجراء عملية التحسين ومن ثم يعاد تحويلها إلى نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) لعرضها بالألوان.
- ومن أهم مزايا هذه الطريقة إمكانية تطبيقها باستخدام نطاقات لها وضوح مكاني مختلف ولكن يجب أن تكون النطاقات متطابقة (مسجلة registered) أو مصححة هندسيا.
- والحقيقة التي يجب إدراكها ومعرفتها هي أنه ليس بالضرورة أن يكون تحسين الألوان بهذه الطريقة دائما أفضل من مركب الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB).

- ويتكون نموذج الألوان المصمم وفقا لنظام شدة وتدرج وتشبع اللون IHS من مخروط سداسي hexcone يحتوي على ثلاثة عناصر كما في الشكل التالي. وهذه العناصر هي شدة اللون (شدة الإضاءة) intensity وتدرج الألوان hue وتشبع اللون saturation.



نموذج مكعب الألوان مع نموذج
مخروط الشدة والتدرج والتشبع

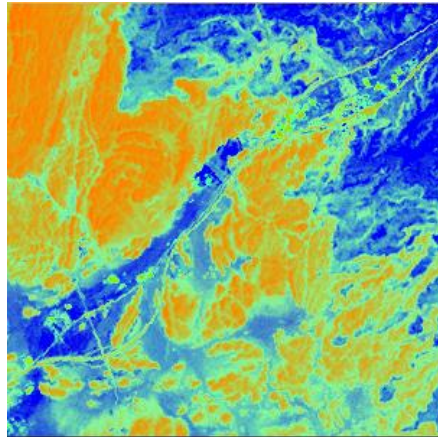
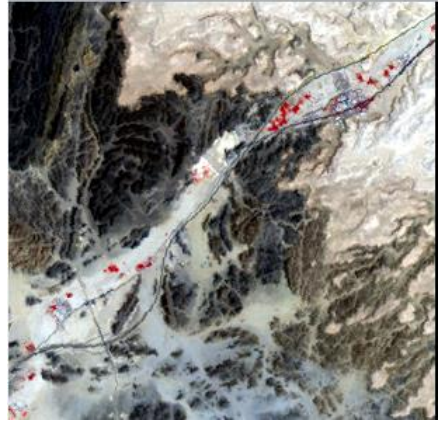


نموذج مكعب الألوان

■ شدة اللون (شدة الإضاءة) intensity: تتعلق شدة اللون بالسطوع الكلي total brightness له والتي تحددها درجة المقياس الرمادي على محور المخروط المركزي. حيث تكون أقل شدة لونية عند رأس المخروط الذي يمثل درجة اللون الأسود. وتزداد الشدة اللونية على طول محور المخروط بالابتعاد عن رأس المخروط حتى تصل آخر درجة فيه عند قاعدة المخروط والتي تمثل درجة اللون الأبيض.

■ تدرج الألوان hue: ويقصد به الضوء السائد الذي يكون اللون المدرك (الذي تبصره العين). ويعبر عن تدرج الألوان في هذا النموذج بالدرجات حيث تقسم الألوان فيه إلى 360 درجة تبدأ من صفر وتزداد عكس عقارب الساعة، ويكون اللون الأحمر عند صفر، واللون الأخضر عند 120 درجة، واللون الأزرق عند 240 درجة.

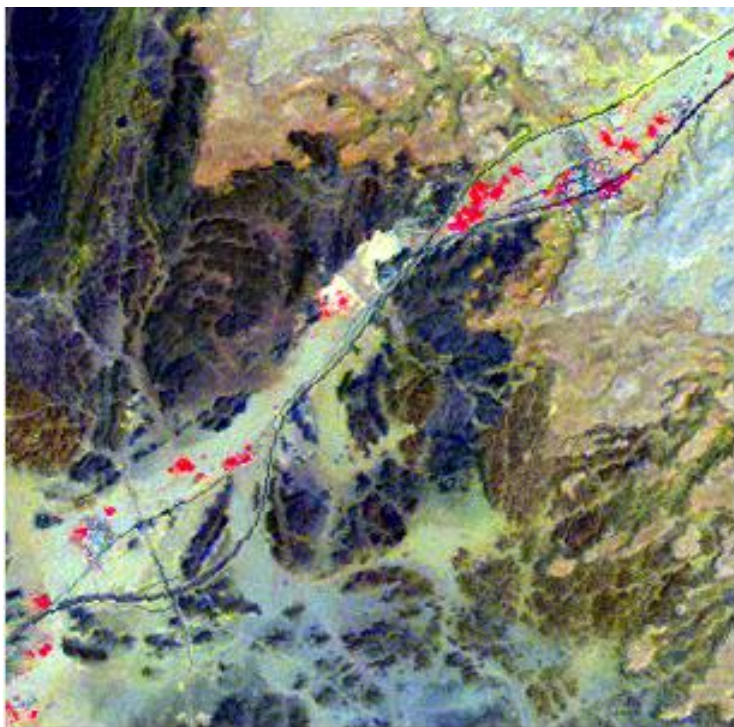
■ تشبع اللون saturation: وهذا العنصر يعبر عن صفاء اللون. وتعتمد درجة تشبع اللون على كمية الضوء (اللون) الأبيض الممزوجة والمختلطة مع اللون الأساسي. إذ يكون اللون صافي وبدرجة تشبع عالية (مثل اللون القرمزي crimson) عندما لا يختلط باللون الأبيض، ويكون اللون أقل تشبعا عندما تضاف إليه كمية كبيرة من اللون الأبيض مثل اللون الوردي pink. وتزداد درجة التشبع للألوان بالابتعاد عن محور المخروط المركزي نحو جوانبه، حيث تكون الألوان قليلة التشبع في وسط المخروط والألوان عالية التشبع في أطرافه.



تحسين الألوان في النطاقات عالية الارتباط

- إن طريقة تحسين الألوان في النطاقات عالية الارتباط (نشر البيانات بتقليل الارتباط) decorrelation stretching مبنية على عمليات تحليل المركبات الرئيسية PCA للصور متعددة الأطياف.
- تستخدم في هذه الطريقة المركبات الرئيسية في عملية التحويل، ثم يطبق نموذج قاوس لنشر البيانات Gaussian stretch على محاور axes المركبات الرئيسية كل على حدة، الأمر الذي يبرز البيانات الأقل ارتباطا في نطاقات الصورة متعددة الأطياف. وبعد إكمال العمليات في هذه الطريقة الإحصائية يعاد تحويل البيانات إلى نظام الألوان الرئيسية (أزرق-أخضر-أحمر RGB) ليتم عرضها بالألوان.
- يؤدي تطبيق هذه الطريقة إلى تحسين الألوان في الصور متعددة الأطياف التي تكون العلاقة قوية جدا بين بيانات نطاقاتها. فلا شك أن الارتباط correlation يكون عاليا بين بيانات بعض نطاقات الصور متعددة الأطياف مثل نطاقات الأشعة المرئية في صورة الماسح الموضوعي TM. وعليه فإن تطبيق طرق نشر البيانات لزيادة التباين contrast stretching التقليدية على مثل هذه الصور يؤدي إلى تحسين شدة اللون intensity ولكنه لا يحسن تشبع اللون saturation، وبذلك تكون الألوان في الصورة فاتحة pastel hues. وللتغلب على هذه المشكلة فإن تحسين الألوان في الصور عالية الارتباط يتطلب العمل على تضخيم تشبع اللون من خلال طريقة نشر البيانات بتقليل الارتباط decorrelation stretching التي تؤدي بدورها إلى تضخيم البيانات الأقل ارتباطا في نطاقات الصورة.

Decorrelation Stretching تحسين الألوان بطريقة



مركب الألوان 432

