جامعة الموصل
كلية العلوم البيئية/قسم تقانات البيئة

مادة التحسس النائي
المرحلة الرابعة
المحاضرة الخامسة عشر

التحسين الرقمي للمرئيات الفضائيه
Digital Image Enhancement

ا.م.د. عبدالرحمن رمزي قبع
مركز التحسس النائي/جامعة الموصل

طرق التحسين الرقمي للمرئيات الفضائية Digital Image Enhancement

تحسين الصور الرقمية Digital Image Enhancement: هو امكانية الوصول الى استعراض واظهار المعالم والاهداف الارضية بافضل صورة، اي هو تحسين قابلية التفسير البصري للمرئيات، وذلك عن طريق زيادة التمييز والفروقات اللونية بين المعالم.

تتضمن عمليات تحسين الصور الرقمية عدة معالجات. اهمها الطرق الثلاثة الاتية:

١/ تحسين الالوان Color Enhancement

٢/تحسين التباين Contrast Enhancement

٣/ تحسين التمييز المكاني (استخدام الفلاتر) Spatial Enhancement

اولا: التحسين بالألوان Color Enhancement

إن استخدام الألوان في عرض و تحسين الصور الرقمية مهم في معالجة الصور الرقمية خصوصا ذات نطاقات الاطياف المتعددة حتى يستطيع محلل الصور أن يستنبط منها معلومات أكثر عند النظر إليها لتفسيرها وتصنيفها. إن العين البشرية محدودة القدرة في تمييز درجات الرمادية حيث تستطيع العين البشرية أن تميز حوالي مائتين درجة فقط من درجات اللون الرمادي و لكنها تستطيع أن تميز ما يزيد على الألفين من درجات الألوان الطبيعية. إن كل النظم المستخدمة لعرض الصور الرقمية تستخدم نظام اضافة الالوان باستخدام الثلاث ألوان الرئيسة (الأحمر R والأخضر G والأزرقB) .

و في مجال التحسس النائي تستطيع المستشعرات أن تتحسس أجزاء من الطيف لا يمكن للعين المجردة أن تتحسسها مثل (الأشعة تحت الحمراء Infra Red). ولكي تستطيع العين البشرية ان تدرك ما تمثله هذه الحزم الطيفية لا بد من مزج الالوان الرئيسة (اوتركيب الالوان Color Combination) مع الحزم الطيفية حتى تتكون نتيجة ذلك صور ملونة. ان الصورة الملونة بالألوان الطبيعية هي تلك التي تكون الألوان فيها ممثلة للأعداد الرقمية في مجال الطيف المرئي الذي يعطي هذه الألوان بحقيقتها بحيث تظهر الأجسام الزرقاء باللون الأزرق و الأجسام الخضراء باللون الأخضر و الأجسام الحمراء باللون الاحمر.

أما تقنية الألوان غير الحقيقية (الالوان الزائفة False Color) فتعتمد على وضع ألوان للأعداد الرقمية تختلف عما تمثله من انعكاس طيفي من سطح الأرض. من مميزات هذه التقنية أنها تساعد في التركيز على ظواهر أرضية معينة أثناء عملية تفسير الصورة، و ذلك بإبراز هذه الظواهر في الصورة بألوان أكثر ظهورًا. وعلى سبيل المثال فإن صورة القمر الصناعي لاندسات يتم تحسينها بحيث يكون اللون الأحمر ممثلا للأشعة تحت الحمراء المنعكسة من الغطاء النباتي ولذلك تظهر النباتات الأكثر حيوية فاقعة الحمرة فيسهل تصنيفها بالعين المجردة

ثانيا: التحسين بالتباين Contrast

يعرف التباين: بأنه الفرق بين قيم وحدات الصورة الرقمية (البكسلات) التي تتوزع او تتدرج من ٠ الى ٢٥٥ وباستخدام الحاسوب، و بمعنى أوضح هو التدرج من المناطق المظلمة في الصورة (٠) إلى المناطق المضيئة (٢٥٥).

أن التدرج الرمادي للصورة الرقمية والذي تمثله الأعداد الرقمية يبدأ من الرقم ٠ والذي يمثل ضعفاً شديدًا في الشعاع الواصل للمستكشف (المتحسس) وبالتالي فانه سيمثل اللون الأسود في الصورة المرئية، ويستمر التدرج بزيادة الأشعة و بالتالي زيادة العدد الرقمي حتى نصل إلى أقصى أشعة تصل إلى المتحسس وتمثل بالرقم ٢٥٥معبرا عن اللون الأبيض الناصع في الصورة المرئية.

أما من الناحية العملية الواقعية فإن الأعداد الرقمية التي تمثل وحدات الصورة تنحصر في نطاق معين داخل هذا التدرج. و كلما انحصرت الأعداد الرقمية في نطاق ضيق من هذا التدرج كلما ظهرت المعالم في الصورة المرئية الناتجة بألوان متقاربة جداً مما يجعل تمييزها من بعضها البعض أكثر صعوبة. فإذا انحصرت هذه الأعداد الرقمية في جزء من التدرج قريباً من الصفر كانت الصورة قاتمة بوجه عام وصار التباين (الفرق) بينها ضعيفا، و إذا انحصرت في الأعداد الكبيرة قريبة من الرقم 255 ظهرت معالم الصورة بيضاء بوجه عام وصار التباين (الفرق) بينها ضعيفا ايضا.

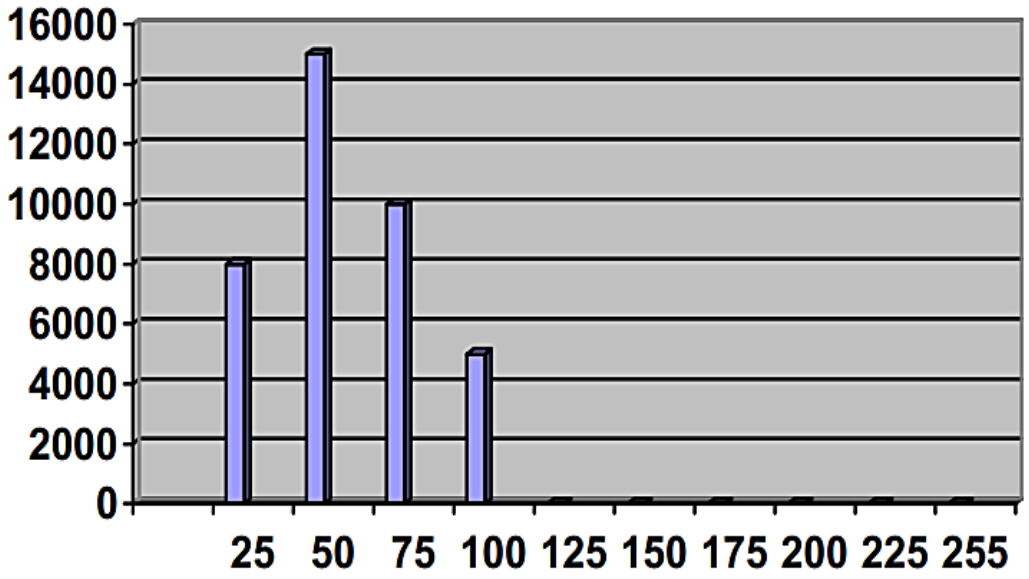
التباين Contrast

ويوضح الجدول (١) بيانات لجزء من صورة رقمية تتكون من 38000 وحدة صورة (بكسل) تمثلها أعداد رقمية تتدرج من25 إلى 100 فقط.

القيم الرقمية –قيم البكسلات (الانعكاسية بين (٠-٢٥٥))	25	50	75	100
تكرار وحدات الصورة (عدد مرات تكرار قيم البكسلات)	8000	15000	10000	5000

جدول (١): الاعداد الرقمية ل 38000 وحدة صورية.

و قد تم تمثيل هذه البيانات في مخطط تكراري يمثل فيه المحور الأفقي الأعداد الرقمية (قيم الانعكاسية الطيفية) والمحور العمودي عدد تكرار هذه الأعداد الرقمية، أو عدد وحدات الصورة (عدد البكسلات) التي لها هذا العدد الرقمي. و هذا المخطط التكراري يعطي فكرة مباشرة عن تباين الصورة. حيث انحصرت كل القيم بين ٢٥ و ١٠٠ فقط وباقي التدرجات من ٠ الى ٢٥ وكذلك من ١٠١ الى ٢٥٥ لم تمثل باي عدد رقمي (اي لا توجد انعكاسية في هذه المديات). كما في الشكل (١).



شكل (١): المخطط التكراري للبيانات في الجدول (١).

معادلة التباين

و يعبر عنها رياضيا بالمعادلة التالية:

$$C = (max - min) / (max + min)$$

حيث أن C تمثل التباين و max و min تمثلان شدة الإضاءة القصوى والدنيا على التوالي.

التباين= (اعلى رقم للانعكاسية – اقل رقم للانعكاسية) / (اعلى رقم للانعكاسية + اقل رقم للانعكاسية)

في المثال السابق / التباين = (١٠٠-٢٥) /(١٠٠+٢٥)= ٧٥ / ١٢٥ = ٠,٦

الحالة المثالية / التباين = (٢٥٥-٠) / (٢٥٥ + ٠) = ٢٥٥ / ٢٥٥ = ١

تحسين التباين Contrast Enhancement

١/ تحسين التباين: هو زيادة التباين (زيادة الفروق) بين التدرجات اللونية لعناصر الصورة، وذلك عن طريق نشر قيم الانعكاسية (درجات الاضاءة للمشهد) بحيث تغطي كامل التدرجات الرمادية من الاسود (٠) والى الابيض (٢٥٥)، و حتى يسهل تفسير الصورة يتم تحسينها إما بتغيير التباين ليشمل كل التدرج الرمادي أو تحويل التدرج الرمادي إلى تدرج لوني.

و لإجراء تحسين التباين أو للوضوح الإشعاعي للصورة هنالك تقنيات متعددة ومعظم هذه التقنيات تنطلق من مبدأ تمديد التدرج الرمادي أو توزيع الأعداد الرقمية لوحدات الصورة بحيث تغطي كل المدى الممكن أي من السواد الداكن إلى البياض الناصع أو من العدد الرقمي 0 إلى العدد الرقمي 255 وذلك لغرض زيادة الفروقات وتسهيل عملية تفسير الصورة واستنباط المعلومات منها.

من انواع تحسين التباين Contrast Enhancement :

١. **تحسين او بسط التباين الخطي Linear Contrast Stretch**
٢. **تحسين او بسط التباين غير الخطي Nonlinear Contrast Stretch او مايسمى (Histogram Equalization)**

١/ بسط التباين الخطي Linear Contrast Stretch

إن الفكرة الأساسية كما ذكرنا هي زيادة مدى الأعداد الرقمية في الصورة (زيادة الفروقات)، فبدل أن تكون الأعداد الرقمية لوحدات الصورة كلها محصورة في نطاق ضيق مثل البيانات في الجدول (1) وقد تمركزت الأعداد الرقمية بين (25 و 100) و تكون الصورة المرئية قاتمة كلها فإن الهدف هو توزيع الأعداد الرقمية للصورة لتشمل جميع المدى المتاح و هو من 0 إلى 255.

إن المعادلة المستخدمة في هذه الطريقة هي معادلة خطية يمثلها النموذج التالي:

$$DNo = 255 [(DNi - DNmin) / (DNmax - DNmin)]$$

العدد الرقمي الجديد= ٢٥٥ ((العدد الرقمي المراد تغييره – أصغرعدد) / (اكبر عدد – اصغرعدد))

حيث أن

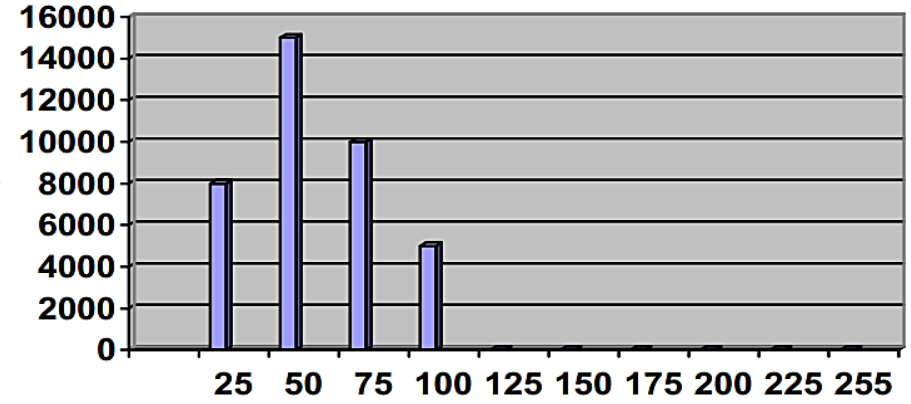
DNo = العدد الرقمي الجديد لوحدة الصورة

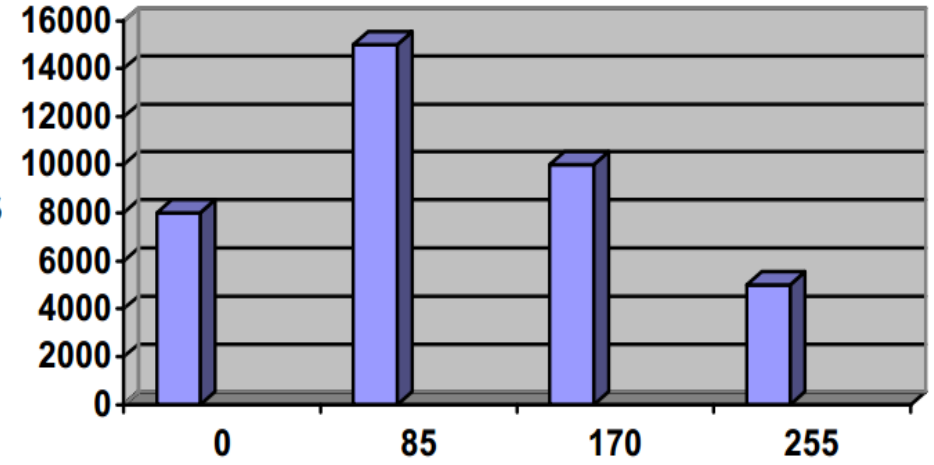
DNi = العدد الرقمي الأصلي المراد تغييره (المدخل القديم) لوحدة الصورة

Dnmin = أصغرعدد رقمي في البيانات المدخلة

DNmax =أكبر عدد رقمي في البيانات المدخلة

١/ بسط التباين الخطي Linear Contrast Stretch





الشكل (٢) المخطط التكراري بعد مد التباين

يوضح الشكل (٢) المخطط التكراري للصورة الرقمية بعد إجراء تمديد التباين الخطي.

$$DNo = 255 [(DNi - DNmin) / (DNmax - DNmin)]$$

في بيانات الصورة في الجدول (١) كانت أدنى قيمة لعدد رقمي (DNmin) هي 25 وأقصى قيمة (DNmax) هي 100 فإذا أردنا مد التباين لهذه البيانات نستخدم المعادلة اعلاه. وعلى سبيل المثال فأن العدد الرقمي 25 سيصبح 0 في البيانات الجديدة لنفس الصورة، والعدد الرقمي 100سيصبح 255.

$$DNo= 255[(25-25) / (100-25)] =0$$

أما العدد الرقمي 50 سيصبح

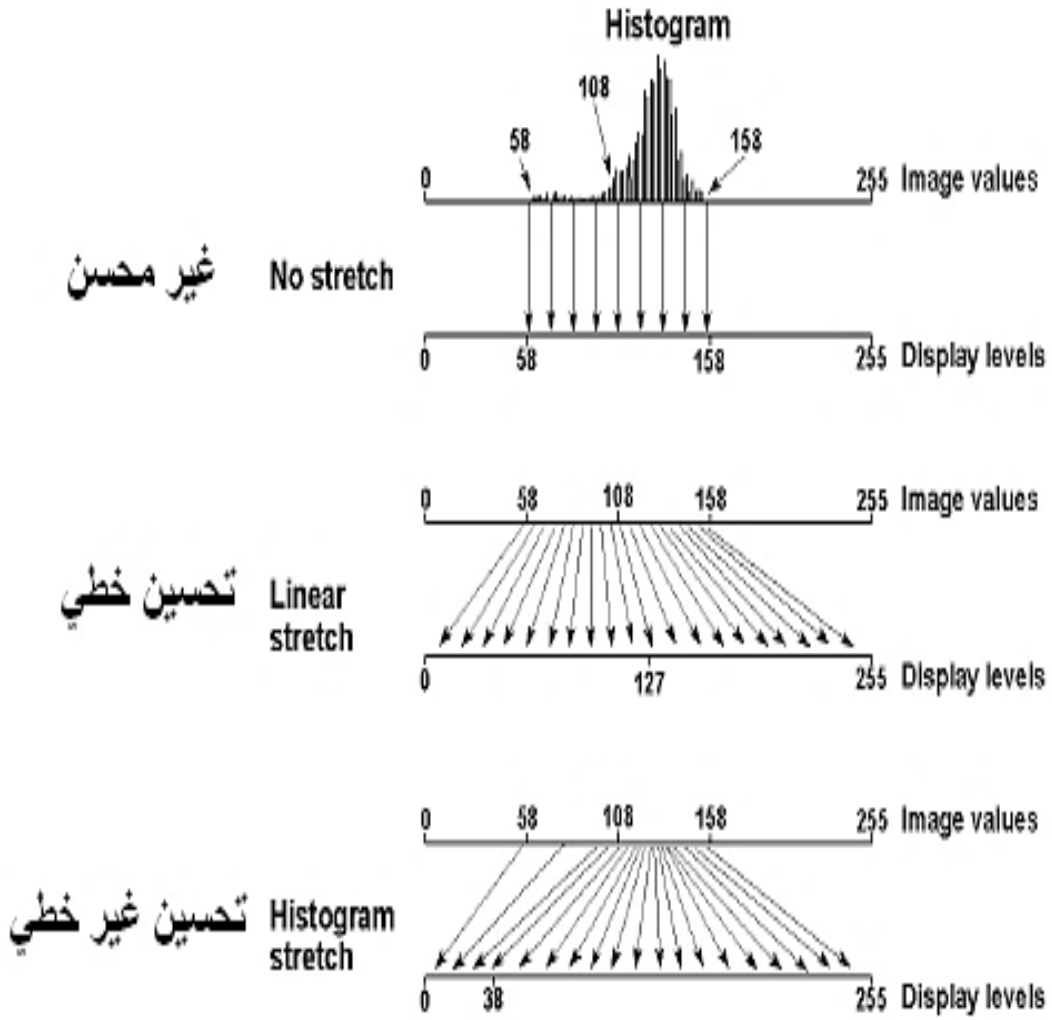
$$DNo= 255[(50-25) / (100-25)] = 85$$

و العدد الرقمي 75سيصبح :

$$DNo= 255[(75- 25)/(100- 25)] =170$$

٢/ بسط التباين اللاخطي Nonlinear contrast stretch

وفي هذا النوع من التحسين يتم اعادة توزيع قيم DN على مستوى شاشة العرض حسب درجة تكرارها حيث تخصص درجات رمادية اكثر للقيم ذات التكرار العالي. مثال لتوضيح الاساس في تحسين التباين الخطي وتحسين التباين اللاخطي: في الشكل يبين الاساس في تحسين التباين، حيث يلاحظ من الرسم البياني للبيان الفضائي ان القيم العددية DN تتراوح من 58-158، فعند عرض هذا البيان فأن قيم DN ستأخذ حيزا قليلا من مدى العرض المتكون من 0-255 حيث ان مدى العرض من 0-57 ومدى العرض من 159-255 لم يستخدم. وباستعمال التحسين الخطي فأن مدى القيم من 58-158 سوف يتم توزيعها على كامل مدى العرض 0-255 ولكن يلاحظ في التحسين الخطي ان القيم ذات التكرار العالي المحصورة بين 108-158 قد تم توزيعها على نصف مدى العرض فقط (بينما كانت تكراراتها اعلى).بينما في طريقة التحسين غير الخطي وباستخدام معادلات Histogram equalization فأن مدى قيم البيان 108-158 قد تم توزيعها على جزء اكبر من شاشة العرض وهو 39-255 وجزء صغير من 0-38 خصصت للقيم ذات التكرار القليل والتي هي من 58-108. وهذا النوع هو افضل في مثل هذه الحالات.



ثالثا: التحسين المكاني Spatial Enhancement

يتضمن هذا النوع من التحسينات استخدام طريقة الترشيح الحيزي او المكاني (الفلاتر) Spatial Filtering بإستخدام الفلاتر المكانية المختلفة، حيث تقوم هذه الفلاتر بإبراز معطيات الصورة ذات التكرار المكاني المتنوع او تقوم بطمسها.

يمكن تعريف المرشح المكاني أو الفلتر (Filter): بأنه مصفوفة أرقام تستخدم في عمليات حسابية بسيطة للحصول على صورة رقمية جديدة يتم فيها تغيير الأعداد الرقمية لوحدات الصورة الأصل. هذه المصفوفة يمكن أن تكون مربعة و هي الأكثر استعمالا (٣صفوف x 3أعمدة أو 5صفوف x 5أعمدة)، كما يمكن أن تكون مستطيلة يختلف فيها عدد الأعمدة عن عدد الصفوف و يتم تصميم أرقام المرشح من قبل محلل وخبير البيانات على الوجه الذي يقتضيه الاستفادة من المرشح.

و لمعالجة مصفوفة الصورة الرقمية التي تحتوي على 5x5من وحدات الصورة فإننا نضع المرشح على وحدات الصورة في الركن الأعلى في يسار المصفوفة و نوجد متوسط مجموع حاصل ضرب كل رقم من المرشح في الرقم المقابل له في مصفوفة وحدات الصورة. ويستبدل الناتج بالعدد الرقمي الذي كان في مركز المصفوفة المعالجة.

ثالثا: التحسين المكاني Spatial Enhancement

و على سبيل المثال فإن الشكل ادناه يبين مرشح 3x3، كل وحدة فيه تحمل الرقم ١. و لمعالجة مصفوفة الصورة الرقمية التي تحتوي على 5x5من وحدات الصورة كمثال فإننا نضع المرشح على وحدات الصورة في الركن الأعلى في يسار المصفوفة و نوجد متوسط مجموع حاصل ضرب كل رقم من المرشح في الرقم المقابل له في مصفوفة وحدات الصورة. ويستبدل الناتج بالعدد الرقمي الذي كان في مركز المصفوفة المعالجة .

ففي هذا المثال نستبدل العدد الرقمي و هو في مركز(وسط) الجزء من الصورة تحت المعالجة بناتج العملية التالية:

[(18x1)+(20x1)+(17x1)+(20x1)+(24x1)+(19x1)+(23x1)+(32x1)+(29x1)] / 9 = 22

فنستبدل الرقم 24 بالرقم 22 . ثم نحرك المرشح في اتجاه اليمين بمقدار عمود واحد و نقوم بنفس العملية فنستبدل الرقم 19بحاصل العملية المشابهة للعملية السابقة.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

مرشح الوزن المتساوي للصورة

22

18 1	20 1	17 1	19	18
20 1	24 1	19 1	22	14
23 1	32 1	29 1	27	19
21	36	30	28	16
20	34	28	26	18

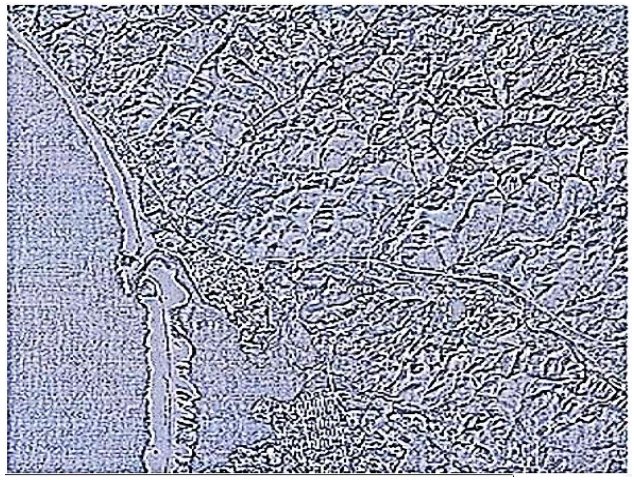
١- مرشحات الانتقال العالي High Pass Filters (HPF)

مرشحات الانتقال أو المرور العالي: هي المرشحات التي تؤدي إلى إبراز الظواهر الحدودية الطولية كالطرق و الخطوط الحديدية والأنهار و تسمى أيضا مرشحات تحسين الحواف (Ede Enhancement Filter) لنفس السبب. و يتم إبراز هذه المعالم بزيادة التباين والتغير في درجة الرمادية بين وحدات الصورة المتجاورة و يكثر تطبيقها في التعرف على الظواهر الجيولوجية مثل الصدوع والشقوق أو الكسور الصخرية و تستخدم أيضا في تحديد مواقع التراكمات المعدنية.

و قد تم تصميم مرشحات انتقال عالي مختلفة كثيرة. إن أحد أبسط هذه المرشحات هو الذي يكون فيه الرقم في مركز مصفوفة المرشح رقما موجباً كبيراً محاطاً بأرقام سالبة صغيرة كما في الشكل اعلاه :

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

مرشح انتقال عالي High Pass Filter



الصورة بعد ترشيح الانتقال العالي

٢- مرشحات الانتقال المنخفض Low Pass Filters

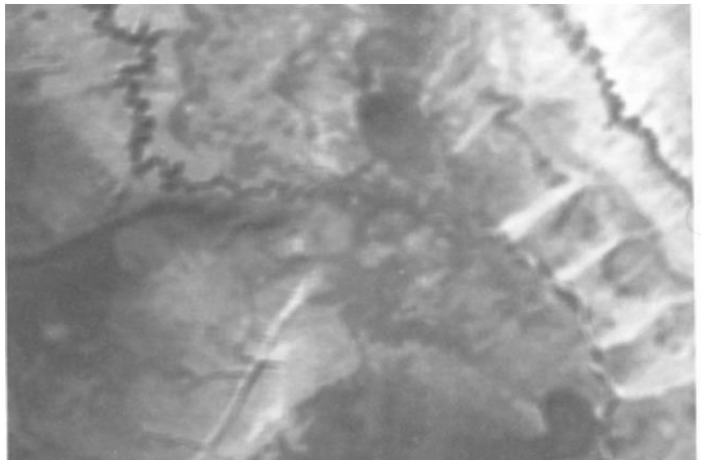
مرشحات الانتقال المنخفض Low Pass Filters : وهي المرشحات التي تستخدم في أجزاء أخرى من الصورة لتخفيض التغير(التباين) في الأعداد الرقمية لوحدات الصورة المتجاورة. وبالتالي فإن هذه المرشحات تساعد أيضا في إزالة الضجيج (التشويش) الذي ينتج من وجود عدد رقمي كبير جدًا بالمقارنة بالأعداد الرقمية المجاورة له نتيجة خطا معين. و يؤدي استخدام مثل هذا المرشح إلى إزالة التفاصيل الصغيرة من الصورة و إلى تغطية او طمس الحواف و الحدود فلا تظهر بوضوح في الصورة.

من هذه المرشحات مرشح الوزن المتساوي الذي قدمناه في الشكل المجاور والذي يكون كل عنصر فيه عبارة عن الرقم 1.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

مرشحات الانتقال المنخفض

Low Pas Filter



الصورة الناتجة بعد إجراء الترشيح الانتقالي المنخفضLPF