

Using Digital Image Processing for Studying Hydrological Behavior of Tigirs River at Mosul City

Muhammad F. Omar

Khatab Faten A. Mustafa

Remote Sensing Center
University of Mosul, Iraq

Received on: 10/09/2006

Accepted on: 23/01/2007

ABSTRACT

Recently, the applications of the remote sensing increased in hydrology studies and waters management especially that concerned with rivers basins. This research includes using digital image processing applications on Mosul images for studying hydrological behavior of Tigirs river at mosul city. By the application of a set of operations that belong to digital image process, which include preprocessing and enhancement images.

The result of these applications showed a perfect image covering all river in the study area, with high contrast ratio equal (2.455) and with a small error equals (0.099). as well as getting four segments for Tigers river which represent the changes in the state and capacity of the river.

Keywords: remote sensing, hydrology, digital image processing, hydrological behavior, Tigirs river.

استخدام المعالجة الرقمية في دراسة السلوك الهيدرولوجي

لمجرى نهر دجلة في مدينة الموصل

فاتن عزيز مصطفى

محمد فوزي عمر خطاب

مركز التحسس النائي، جامعة الموصل

تاريخ قبول البحث: 2007/1/23

تاريخ استلام البحث: 2006/9/10

الملخص

تزايدت في الآونة الأخيرة تطبيقات التحسس النائي في مجال الدراسات الهيدرولوجية وإدارة المياه وخاصة المتعلقة بدراسة الأحواض النهرية . تضمن البحث الحالي استخدام تطبيقات المعالجة الرقمية على صور مدينة الموصل لدراسة السلوك الهيدرولوجي للنهر فيها، عن طريق تطبيق آلية معالجة رقمية متضمنة مجموعة من عمليات التهيئة والتحسين للصور المستخدمة، نتج عنها صورة دقيقة تغطي مجرى النهر في منطقة الدراسة. استخدمت الصورة الناتجة في عملية التقطيع الصوري لتمثيل مناطق التغيرات في هيدرولوجية النهر .

أظهرت نتائج المعالجة الرقمية للصورة الناتجة من مراحل التنفيذ نسبة تباين عالية للصورة مقدارها (2.455) ونسبة خطأ مقدارها (0.099). كما تم الحصول على أربعة مقاطع لمجرى نهر دجلة مثلت تغيرات في حالة النهر وطاقته.

الكلمات المفتاحية: التحسس النائي، الدراسات الهيدرولوجية، المعالجة الرقمية للصور، السلوك الهيدرولوجي، نهر دجلة.

المقدمة

إن من المتطلبات الضرورية التي من الواجب توفرها لأغراض تخطيط وإدارة المياه بصورة صحيحة في الأقاليم الجافة وشبه الجافة تهيئة البيانات النظامية (Sharma et al., 1989). ويمثل التحسس النائي الأداة الأكثر فعالية والأنسب للحصول على البيانات التي تشغل مساحات كبيرة مقارنة بالطرائق الهيدرولوجية التقليدية. إذ تعتبر الصور الجوية واحدة من أهم مصادر التحسس النائي فعالية في إجراء القياسات الهيدرولوجية الكمية (Jordan et al., 2005). كما تمثل تقنيات المعالجة الرقمية المطبقة على الصور الجوية أحد أفضل أساليب التحليل والتفسير لاستخلاص المعلومات المطلوبة في تطبيقات التحسس النائي المختلفة (Mather, 1987).

تم في هذا البحث استخدام الصور الجوية لمدينة الموصل المنطقة شتاءً في عام 1988 في دراسة السلوك الهيدرولوجي لنهر دجلة عن طريق إجراء آلية معالجة رقمية (Digital image processing) تضمنت تهيئة وتجميع الصور اللازمة للتنفيذ وتطبيق كل من تقنيتي تحسين الصور (Image enhancement) والتقطيع (Segmentation) لتمييز مناطق التغير في هيدرولوجية نهر دجلة .

تهيئة المعطيات

إن أساس أي تطبيق عملي في المجالات كافة يعتمد على ضرورة توفير المستلزمات الضرورية اللازمة للتنفيذ. ففي مجالات تطبيقات التحسس النائي تعد كل من الصور الجوية والمرئيات الفضائية من أهم مصادر المعلومات الواجب توافرها عند إجراء أية دراسة أو تحليل للبيانات (Wikipedia, 2006)، إذ أن لكل نوع من هذه المصادر له خصائص وميزات تستخدم في تطبيقات معينة. فالصور الجوية من أهم مصادر التحسس النائي التي تعطي دقة عالية وقدرة تمييز ارضي مختلفة للمشاهد الواحد وبمقاييس مختلفة على طول خط الطيران، مما يساعد على سهولة

تحليل البيانات الصورية وتفسيرها والحصول على المعلومات اللازمة لإجراء الدراسات في مختلف مجالات تطبيقات التحسس النائي .

تم في هذه الدراسة استخدام (13) صورة جوية ملتقطة لمدينة الموصل مختلفة المواصفات، الجدول (1) في شتاء 1988 والمحفوظة في مكتبة التحسس النائي. إذ يوضح الجدول (1) خط الطيران (Run time) لإحداثيات المسار الذي اتبعته الطائرة أثناء عملية التقاط الصور لمنطقة الدراسة (يوخنا، 1988).

أدخلت صور مدينة الموصل رقمياً بالاستعانة بجهاز الماسح الضوئي نوع (scanner scan mustek) وذي قدرة تمييز (9600 dpi) لإجراء عمليات المعالجة الرقمية عليها باستخدام برنامجي الفوتوشوب (Photoshop Cs8) والماتلاب (Matlab 7.0). إذ استخدم برنامج الفوتوشوب لإجراء المعالجة الأولية على الصور الرقمية وبرنامج الماتلاب في تنفيذ برامج الخوارزمية المقترحة لاحتوائه على دوال مكتبية ووسائل معالجة رقمية (image processing tool box) تسهل تنفيذ البرامجيات المقترحة. فضلاً عن الاستعانة بخارطة مدينة الموصل ذات مقياس (1:100000) لغرض إكمال عمليات المعالجة وتصحيح المواقع المكانية للصورة الناتجة.

الجدول (1): مواصفات الصور الجوية المستخدمة

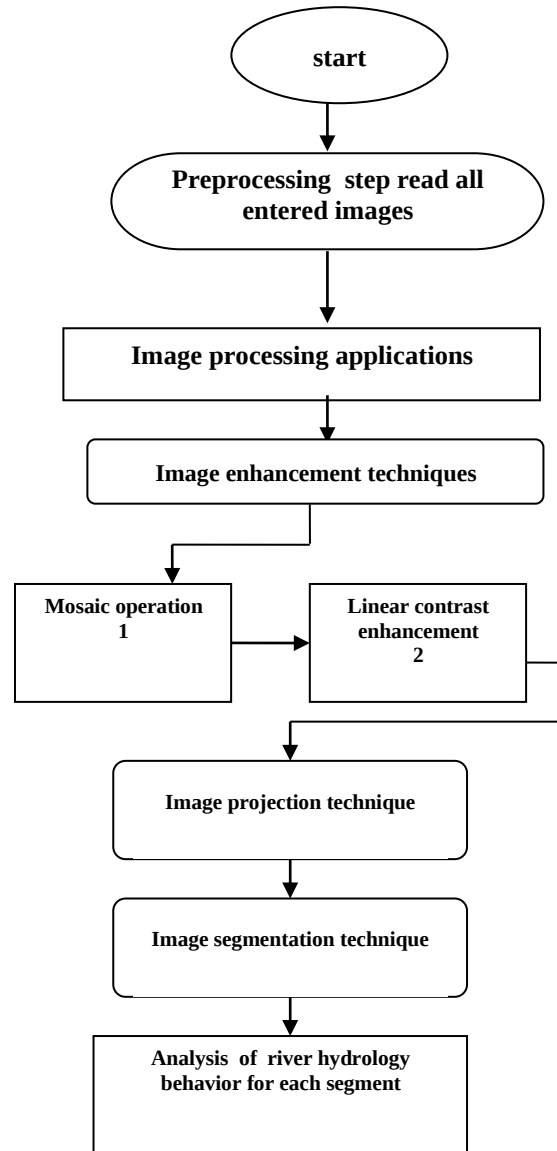
Image number	Image quality	Image scale	RUN time
1	good	1:20000	311-115
2	good	1:20000	334-145
3	bad	1:20000	314-120
4	good	1:20000	312-199
5	good	1:20000	321-189
6	bad	1:20000	325-145
7	good	1:20000	325-155
8	bad	1:20000	360-042
9	good	1:20000	300-078
10	good	1:20000	328-137
11	good	1:20000	315-155
12	good	1:20000	319-131
13	good	1:20000	326-178

المعالجة الرقمية المطبقة

تعتبر المعالجة الرقمية إحدى الوسائل المهمة في تفسير الصور الرقمية واستخلاص المعلومات اللازمة للدراسات الغرضية. فهي تتضمن عدة خطوات تتم على الصورة الرقمية وفق آليات أو خوارزميات مدروسة تؤدي الغرض المطلوب من الدراسة، إذ أن تتابع خطوات المعالجة غير المدروسة يؤدي إلى تشويه معالم الصورة الحقيقية، الأمر الذي يؤدي إلى صعوبة التحليل والتطبيق وضياع الهدف المقصود من الدراسة .

لجعل البيانات الصورية أكثر ملاءمة وسهولة في التحليل تستخدم تقنية معالجة الصور الرقمية التي بدورها تتضمن عدة أساليب للمعالجة للوصول إلى صورة واضحة المعالم ومتجانسة مفيدة لأغراض الدراسات المختلفة (Dibiase, 2004).

تضمنت الدراسة الحالية تطبيق تقنية المعالجة الرقمية للصور التي اشتملت على عمليتي تحسين الصور والتقطيع باعتبارهما أفضل وسائل المعالجة الرقمية في تطبيقات التحسس النائي المختلفة (Dibiase, 2004)، تمت خوارزمية العمل المقترحة للدراسة على مراحل وكالاتي (المخطط 1).



الشكل (1): مخطط لخوارزمية العمل المقترحة

المرحلة الأولى:

التهيئة: preprocessing

تضمنت هذه المرحلة قراءة وإدخال صور مدينة الموصل وعددها (13) صورة جوية، ومن ثم توحيد أبعادها ونوعها بما يجعلها ملائمة لتنفيذ المراحل الأخرى في الخوارزمية، الجدول (2).

الجدول (2): مواصفات الصور الجوية الناتجة من عملية الإدخال

Image number	dimensions	format	Resolution
1	3957×3397	jpg	300dpi
2	3957×3397	jpg	300dpi
3	3390×4012	tiff	150dpi
4	3397×3957	jpg	200dpi
5	3957×3397	jpg	300dpi
6	1024×1024	tiff	125dpi
7	3397×3957	jpg	300dpi
8	1024×1024	tiff	150dpi
9	3957×3397	jpg	300dpi
10	3957×3397	Jpg	300dpi
11	3957×3397	jpg	300dpi
12	3957×3397	jpg	300dpi
13	3957×3397	jpg	300dpi

المرحلة الثانية:

تحسين الصور: images enhancement

عند إجراء أي تطبيق على الصورة الرقمية في مختلف المجالات من الضروري أن تكون معالمها واضحة ليتم استخلاص المعلومات اللازمة بدقة مقبولة. تضمنت هذه المرحلة تطبيق آلية تحسين الصور الرقمية التي تعرف على أنها معالجة تتعامل مع الخلايا الصورية المكونة للصورة من خلال تطبيق عدة أساليب، بحيث تؤدي إلى إظهار المعلومات للصورة بشكل يجعلها ملائمة ومفيدة للتطبيقات المختلفة (Doron,2005)، وتم تطبيق نوعين من الأساليب لهذه التقنية وكالاتي :

أ- الموزائيك : Mosaic

تضمنت هذه الخطوة تجميع سلسلة الصور الجوية لمدينة الموصل وعددها (13)، التي تمت تهيئتها وتوحيد أبعادها في المرحلة الأولى، وباعتماد أسلوب الطريقة المباشرة (direct method) لهذه التقنية. إذ يعتمد هذا الأسلوب على اعتبار الصورة (1) هي الأساس في تسلسل تجميع بقية الصور (Octec,2005)، وبتطبيق هذا الأسلوب تم الحصول على المشهد الكامل لمنطقة الدراسة. نتج عن هذه العملية صورة موحدة أتضح فيها مجرى نهر دجلة كاملاً، الشكل (2).



الناتجة عن عملية

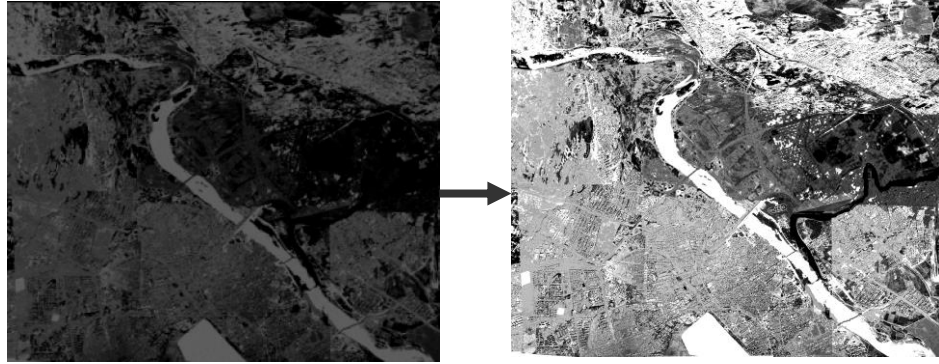
الشكل (2): الصورة

الموازيك

ب- البسط الخطي للتباين: Linear contrast stretch

إن كل خلية صورية (pixel) تتمثل بشدة إضاءة مختلفة لكل أجزاء الصورة، ويتدرج توزيع هذه الخلايا في الصورة من أقل قيمة تحمل شدة إضاءة قليلة وأعلى قيمة تحمل شدة إضاءة عالية. بقية الخلايا الصورية المكونة للصورة تتوزع ما بين هاتين القيمتين بدرجة وضوح قليلة للصورة (Dibiase,2004).

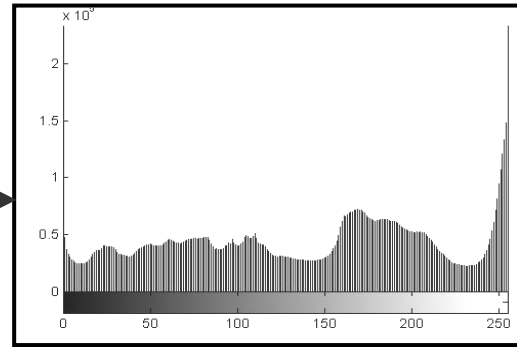
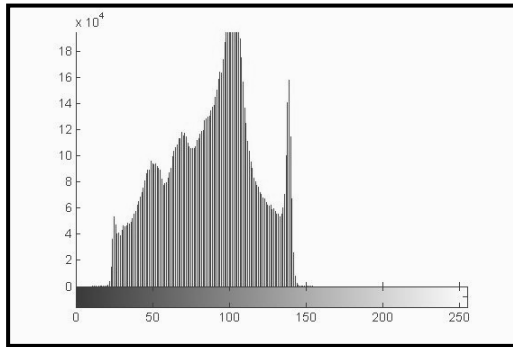
في هذا الأسلوب تم توزيع الخلايا الصورية للصورة الناتجة من الخطوة السابقة (الشكل 2) على كامل المدى للمستوى الرمادي الذي يمتد من (0-255) الشكل (3)، إذ توزعت تكرارات الخلايا الصورية (pixels) على طول المستوى الرمادي للمدرج التكراري، الشكل (4)، إذ ظهرت معالم الصورة بشدة لونية متجانسة لكل مديات المستوى الرمادي بحيث أصبح من الممكن تمييز مجرى النهر بشكل واضح وعزله عن بقية المناطق المحيطة به كأن تكون تربة رطبة أو غطاء نباتياً أو أي معلم آخر .



صورة الموزائيك قبل عملية بسط التباين الخطي

صورة الموزائيك بعد عملية بسط التباين الخطي

الشكل (3): عملية البسط الخطي للتباين



المدرج التكراري لصورة الموزائيك

المدرج التكراري لصورة الموزائيك

قبل عملية بسط التباين الخطي

بعد عملية بسط التباين الخطي

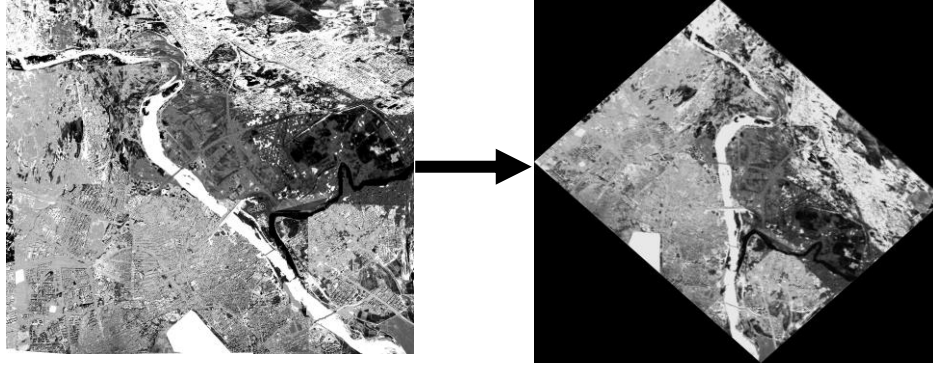
الشكل (4): المدرج التكراري قبل وبعد عملية البسط الخطي للتباين

المرحلة الثالثة:

الإسقاط: projection

إن الصور الجوية أو الفضائية غير المصححة لا تعطي الموقع الحقيقي للمظاهر الأرضية الموجودة فيها لانعدام الإسقاط الجغرافي لها (Hewlett-Pakard, 2005). لذا تم في هذه الخطوة إجراء تصحيح الإسقاط الجغرافي لصورة بسط التباين الخطي (الشكل 3)، وإجراء العمليات الإحصائية باستخدام أيعاز (cp2tform) من مكتبة الماتلاب على نقاط السيطرة (control

(points) المختارة على كل من الصورة والخارطة، إذ استخدمت خارطة مدينة الموصل ذات مقياس (1:100000) الصادرة عن مديرية المساحة العسكرية لإتمام عملية الإسقاط الجغرافي والتوجيه، وأخذت هذه النقاط من مواقع ثابتة وواضحة المعالم ولا تتأثر بالتغيرات الموسمية كالجسور والطرق الرئيسية والمباني العالية التي تكون سهلة التمييز في كل من الصورة والخارطة (Octec, 2005) مما يسهل عملية التوجيه والمطابقة للصورة، الشكل (5).



الصورة الناتجة قبل عملية الإسقاط الجغرافي

الصورة الناتجة بعد عملية الإسقاط الجغرافي

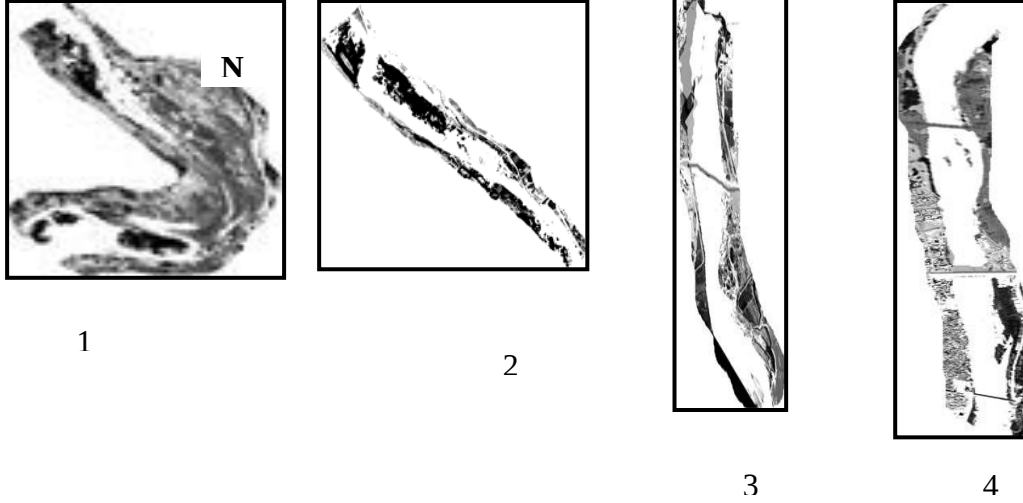
الشكل (5): الإسقاط الجغرافي

المرحلة الرابعة:

التقطيع: Segmentation

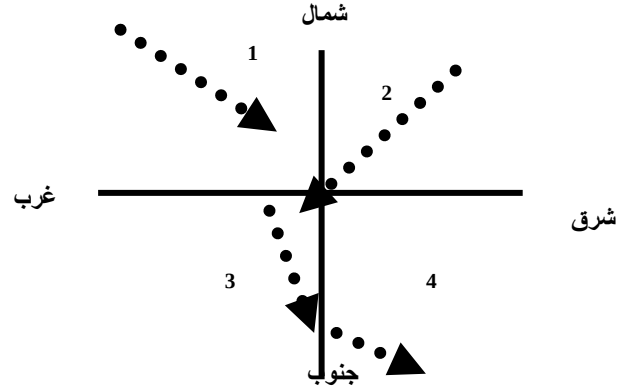
بينت الصورة الناتجة من المرحلة السابقة مجرى نهر دجلة بشكل واضح، وبما ان التغيرات التي تحصل على هيدرولوجية الأنهار تكون بتغاير اتجاه وأبعاد مجرى النهر (Parsons et al., 2002). لذلك استخدمت تقنية التقطيع التي تمثلت بتقطيع الصورة إلى مناطق متعددة وبأسلوب الازدياد والتقلص (growing and shrinking) الذي يعتبر أفضل أسلوب لهذا النوع من الدراسات وذلك بفصل الأجزاء المتجانسة من الصورة وعزلها عن بقية الأجزاء الأخرى (Umbaugh, 1998)، وبذلك تم تقطيع مجرى النهر إلى أربعة مقاطع، إذ يمثل كل مقطع منطقة تغير في اتجاه أبعاد النهر. فالمقطع الأول يمثل دخول نهر دجلة إلى مدينة الموصل من الجهة الشمالية الغربية للمدينة، بينما يمثل المقطع الثاني تغاير اتجاه مجرى النهر في منطقة الرشيدية، ويمثل المقطع الثالث اتجاه

وأبعاد النهر عن مدينة الموصل، في حين يمثل المقطع الرابع حالة خروج النهر من الجهة الجنوبية الشرقية لمدينة الموصل، الشكل (6).



^{*}(1): تشير الى رقم المقطع

الشكل (6) : المقاطع الناتجة عن عملية التقطيع لمجرى النهر



الشكل (7): المقاطع حسب اتجاه مجرى النهر

مناقشة النتائج

تضمنت خوارزمية البحث مراحل تنفيذ في المعالجة الرقمية للحصول على الهدف المطلوب من الدراسة الذي تضمن الحصول على درجة وضوح لمقطع نهر دجلة بدقة مقبولة ونسبة تباين عالية. إن عملية الموزائيك أظهرت مجرى نهر دجلة بمشهد واحد كانت قيمة الخطأ المحسوبة (MSE) (0.32553) الذي تم حسابه وفق المعادلة الآتية (Umbaugh, 1998):

$$MSE = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} [(x', y') - (x, y)]} \quad \dots\dots\dots (1)$$

حيث تمثل :

N: العدد الكلي للنقاط المختارة .

(x,y) :نقاط الصورة الأصلية

(x',y') :نقاط الصورة المهيأة للخوارزمية

ونسبة تباين (contrast ratio) مقدارها (0.9033) المحسوبة وفق المعادلة

التالية (Umbaugh, 1998):

$$\text{stretch}(I(r, c)) = \left[\frac{I(r, c) - I(r, c)_{\min}}{I(r, c)_{\max} - I(r, c)_{\min}} \right] [Max - Min] + Min \quad \dots\dots\dots (2)$$

حيث تمثل:

I (r,c)max : قيمة اكبر عنصر في الصورة .

I(r,c)min : قيمة اصغر عنصر في الصورة.

Max ,Min : تشيران إلى تدرج المستوى الرمادي (0-255) .

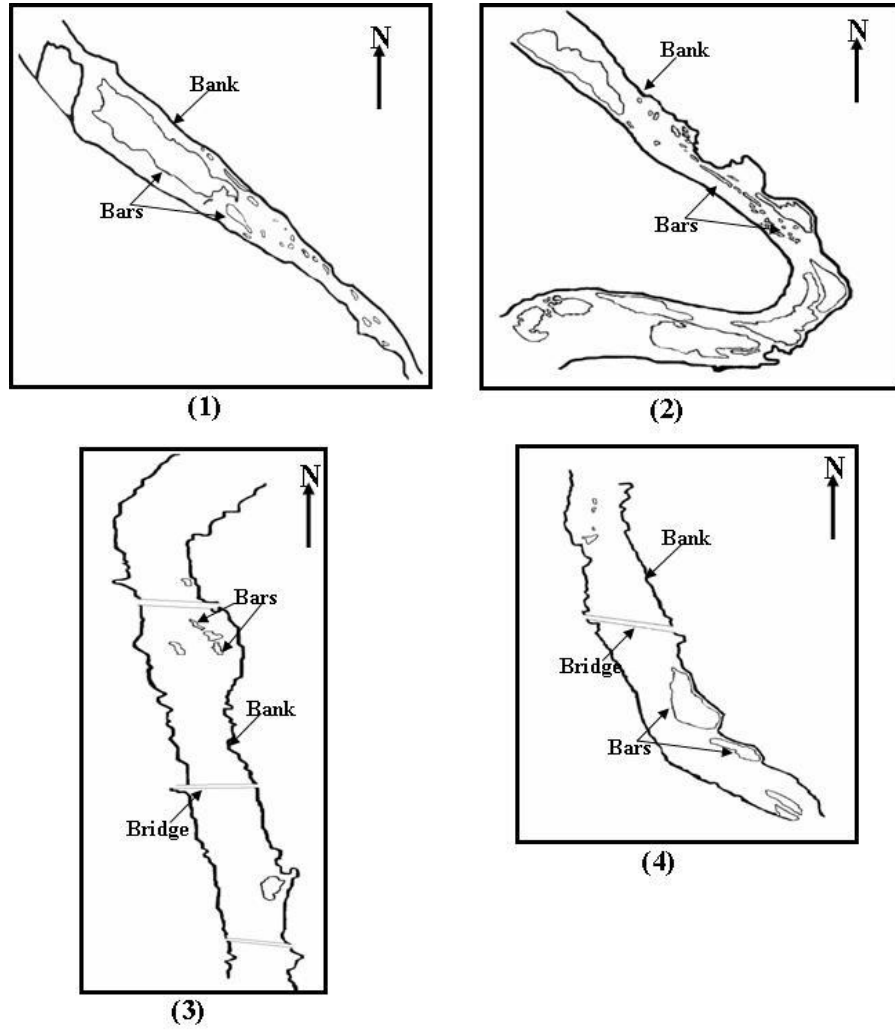
الصورة الناتجة من عملية الموزائيك كانت قيمتها الصغرى الممثلة للخلية الصورية التي تحمل اقل شدة إضاءة مساوية لـ (11) في حين أن قيمتها العليا التي تحمل أعلى شدة إضاءة تساوي (154) ، بحيث أن هذه الصورة لا يمكن تمييز مظاهرها اعتماداً على هذا المدى. تم في عملية بسط التباين الخطي توسيع المدى للصورة السابقة والحصول على صورة لها أكثر تباين، لاحظ الجدول (3).

نظراً لانعدام الإسقاط الجغرافي للصورة الناتجة من عملية بسط التباين الخطي فإنه لا يمكن إجراء دراسة دقيقة لمجرى نهر دجلة لأنه لا يمثل الواقع الفعلي للمجرى. لذا تم إجراء الإسقاط الجغرافي، الذي رافقه زيادة في نسبة التباين وقلة قيمة الخطأ، لاحظ الجدول (3).

الجدول (3): مقاييس لمعرفة جودة الصورة الناتجة

مقياس الخطأ (MSE)	نسبة التباين (contrast ratio)	خطوات التنفيذ
0.32553	0.9033	صورة الموزائيك
0.2114	2.455	صورة التباين الخطي
0.099	2.5500	صورة الإسقاط الجغرافي

لمراقبة التغيرات الهيدرولوجية لمجرى نهر دجلة استخدمت تقنية التقطيع التي اعتمدت على التغيرات في أبعاد المجرى واتجاهه، باعتماد متغير لقيمة العتبة المعيارية (threshold value) بقيمة مقدارها (64)، التي تم اختيارها اعتماداً على تدرجات المستوى الرمادي، ونتج عنها أربعة مقاطع نهريّة. إن الشكل والسلوك المورفولوجي للقناة النهريّة يعتبر أكثر الأدلة إشارة على حالة النهر وطاقته (Mount, 1995). وعند ملاحظة المقطع الأول الشكل (8) يلاحظ كثرة الجزر في هذا المقطع التي تدل على قوة تدفق عالية وسهولة تعرية لصفاف النهر. (Parsons, 2002) حيث يرسب النهر في منطقة الرشيديّة العديد من الجزر الحصوية التي تشير إلى طاقة النهر العالية التي تزيد على 250 W/m^2 . في حين يظهر المقطع الثاني الحالة والنطاق الانتقالي لمقطع النهر الذي نتج عن تغير في اتجاه الجريان مما أدى إلى انخفاض في قوة النهر وترسيب العديد من الجزرات مع اتساع في عرض النهر وانخفاض طاقته التي تتراوح بين 8 إلى 20 W/m^2 . في المقطع الثالث يلاحظ قلة الجزر وسلوك المجرى للاتجاه المستقيم إذ إن القناة النهريّة هنا مسيطر عليها بنطاق خطي ضعيف في الطبقات الصخرية التي تجري عليها مياه النهر كالفوالق أو الفواصل وهذا ينطبق على فالق الموصل في هذه المنطقة (الجبوري، 1988). في حين يظهر المقطع الرابع للنهر انحرافاً باتجاه الحركة مما يدل على حدوث تغيرات تركيبية أو طباقية.



الشكل (8) المقاطع الهيدرولوجية للنهر

الاستنتاج

أظهرت نتائج التحليل المكاني للصورة على المقاطع المختارة كفاءة في تقييم السلوك الهيدرولوجي لنهر دجلة وحساب مقدار التغير في ابعاد النهر وطاقته. كما أن دراسة النهر من الصور الجوية أكثر دقة من الطرائق الاعتيادية لسهولة تحديد الوضع الهيدرولوجي للنهر اثناء النقاط الصورة.

إن مراحل تنفيذ تقنيات المعالجة الرقمية المعتمدة في خوارزمية البحث كانت واضحة التأثير في التنفيذ من خلال القياسات التي تم أجراؤها، بحيث كانت قيمة الخطأ المحسوبة تتناسب عكسياً مع تسلسل تنفيذ العمليات ، اما نسبة التباين فتناسب طردياً معها وهذا يعكس فعالية الخوارزمية المطبقة في الحصول على المقاطع. كانت عملية بسط التباين الخطي في مرحلة تحسين الصور فعالة في اظهار معالم مجرى نهر دجلة وكان مقدار نسبة التباين (2.455)، في حين ان المطابقة الارضية لمجرى نهر دجلة تمت بواسطة الإسقاط الجغرافي الضروري قبل عملية التقطيع لمراقبة تغيرات في اتجاه المجرى وأبعاده. كانت الطريقة المتبعة في اسلوب التقطيع جيدة لمتابعة التغيرات هيدرولوجية النهر، وباعتماد قيمة العتبة (64) تم الحصول على اربعة مقاطع شملت حافات النهر وجزره. إذ دلت التغيرات المورفولوجية لهذه المقاطع على قيم تقريبية لحالة النهر وطاقته التي زادت عن 250 W/m^2 للمقطع الاول الذي يمثل مرحلة دخول النهر الى مدينة الموصل في حين تراوحت طاقة النهر التقريبية للنطاق الانتقالي بين $(8-20 \text{ W/m}^2)$. اما مسار النهر عند مدينة الموصل فقد اظهر سيطرة التراكيب الخطية الممثلة بغالق الموصل .

المصادر

- (1) الجبوري ،خزعل عبدالسلام(1988) "جيولوجية منطقة الموصل شرق نهر دجلة" رسالة ماجستير غير منشورة /كلية العلوم /جامعة الموصل، ص158 .
- (2) يوخنا، شليمون خوشابا (1988) التصوير الجوي للموارد الطبيعية المتجددة ، بغداد، المكتبة الوطنية، ص417.
- [3] Danny, Dr. (2006) **Image registration,Image fusion system. research**, OH4543A,USA, copy right by Beaver creek, <http://www.imgfsr.com>
- [4] DiBiase, D. (2004) **Lesson8: Remotely sensed image data** ,copy right by Pennsylvania state university.
- [5] Doron, S.; T. Ingeborg (2005) **Sharpness measure: Towards automatic image enhancement**, image analysis, image
- [6] Hewlett-Packard (2005) **Image sharpening, feature extraction**, copy right by Hewlett-Packard development company ,L.P.
- [7] Jordan, E.; L. Ungerec hts, ; B. Caceres, ; A. penaeiel, and B. francon (2005) "Estimation by photogrammetry of the glacier recession on the eotopati volcano(Ecnador) between 1950and1997", **Henydrological science Journal**, Vol. 50, No.6, PP.949-961.
- [8] Mather, paul, M. (1987) **Computer processing of remotely sensed image**, printed by St Edmundsbwy Press Ltd., PP350 .
- [9] Mount, J.F. (1995) "California Rivers and streams, The conflict between fluvial process and land use", **The university of California press**.
- [10] Octec (2005) **Image mosaic functionalty of image processors for real time video image processing ,image enhancement, conversion handling by image processor**, copy right R,octec.Ltd.
- [11] Parsons, M. ; M. Thomas, and R. Norris, (2002) "Australian River Assessment system AusRiv As physical Assessment protocol", **Australian Governament, Department of the environment and Heritagl** .Report Number 22 10p.
- [12] Umbaugh, Scott E. (1998) **Computer vision and image processing. Apractical approach using CVIP tools**, Prentice Hall PTR, Inc., PP.504.

- [13] Sharma,K.D.; S.N. singh, and A. k. kalla (1989) “Role of satellite remote sensing for monitoring of surface water resources in an arid environment”, Hydrological sciences journal, Vol.34,No.5,PP.531-53.
- [14] Wikipedia (2006) **Aerial photography/Remote sensing** ,wikimedia foundation, Inc. <http://en.wikipedia.org/wiki/Aerial-photography>.