

الاستفادة من المعلومات المكانية لإنتاج خرائط طبوغرافية تستخدم لبناء نموذج هيدرولوجي لانهيار سد الفرات (الطبقة) في
سوريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS

سعاد جاسم السعدي⁽¹⁾، سيف علي الجحيشي⁽²⁾، وسام عبد الكاظم الحسني⁽³⁾

(1) رئيس مهندسين أقدم /رئيس قسم إنتاج الخرائط/الهيئة العامة للمساحة /وزارة الموارد المائية العراقية

(2) (ماجستير علوم في علوم الجو/التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية GIS)

(3) (معاون رئيس مهندسين/رئيس قسم المسموحات الدقيقة /الهيئة العامة للمساحة /وزارة الموارد المائية العراقية)

المستخلص:

خلال الحرب الدائرة في سوريا والعراق برز تحدي جديد وهو احتمال انهيار السدود الكبيرة المقامة على نهري دجلة والفرات
لذا ظهرت الحاجة لبناء نموذج هيدروليكي للسيناريوهات المحتملة بعد حدوث الانهيار وذلك يحتاج إلى خرائط طبوغرافية
بعضها غير متوفر لذا تهدف الدراسة إلى بيان مدى إمكانية الاستفادة من المعلومات المكانية المتوفرة على شبكة الانترنت
لإنتاج الخرائط الطبوغرافية خارج العراق.

إذ تم اختبار مجرى نهر الفرات من سد الفرات (الطبقة) في شمال سوريا إلى سد حديثة غرب العراق في هذه الدراسة لتوفير
معلومات طبوغرافية ومقاطع عرضية للاستفادة منها في بناء المخطط الهيدرولوجي لسيناريو انهيار السد.

تم استخدام برنامج Arc GIS مع ما يلي:

1. نماذج الارتفاعات الرقمية SRTM DEM من USGS.
 2. وصور فضائية بدقة (0.6) لسنة 2014 من موقع Universal download map، وموقع Open Streak Map.
 3. وخرائط كتورية أنتجت في سنة 1960م بمقياس 1:25000 داخل الحدود العراقية.
 4. ومقاطع قديمة لمناسيب نهر الفرات، وارى لسنة 2010 داخل العراق.
- تم رسم المقاطع العرضية لنهر الفرات من الصور الفضائية بطول (10) كم يتطابق مركزها مع مركز النهر، وتقسيم هذا المقطع
على شكل نقاط بمسافة (250) م بين كل نقطة وأخرى، ومقاطعة هذه النقاط مع نموذج الارتفاعات الرقمي للحصول على
المنسوب لكل نقطة ومن ثم تحويل هذه النقاط التي تحتوي على المناسيب والإحداثيات إلى صيغة مسافة ومنسوب station and
elevation لغرض ترسيمها عن طريق برنامج Excel وبرامجيات GIS.
- وكانت النتائج عبارة عن خرائط طبوغرافية بفترة كتورية (5) م، وخرائط موضوعية توضح العوارض الرئيسية من سد الفرات
(الطبقة) إلى سد حديثة.

الكلمات الدالة: سد الطبقة، سد الفرات، انهيار سد، إنتاج خرائط.

المقدمة:

أكثر من 60٪ من أحواض الأنهار في العالم مشتركة بين أكثر من دولة ذات سيادة [1]. يتم توزيع هذه الأحواض على النحو التالي: 57 في أفريقيا، 35 في أمريكا الشمالية والجنوبية، 40 في آسيا و 48 في أوروبا [2]. الشرق الأوسط مشهور بمشاكل نقص المياه، إذ لا يتجاوز متوسط هطول الأمطار السنوي 166 mm/y ، في ضوء هذه الحقائق، تعتبر الموارد المائية ضرورية للغاية للحياة والتنمية الاجتماعية والاقتصادية والاستقرار السياسي في هذه المنطقة.

نهر الفرات يمثل أطول نهر في غرب آسيا يليه نهر دجلة، كلا النهرين ينبعان من جنوب شرق تركيا وبعض روافد دجلة تنبع من إيران الشكل (3). يبلغ طول نهر الفرات حوالي 1,178 كيلومتراً في تركيا ثم يدخل سوريا ويمر حوالي 604 كلم للوصول إلى الحدود العراقية حيث يسير 1160 كيلومتراً باتجاه الجنوب. في تركيا، يلتقي رافدان إلى 45 كم شمال غرب مدينة ألامو لتشكل نهر الفرات. الأول هو Karasu والثاني هو Muratsu. يتدفق نهر الفرات عبر جبال طوروس ثم يصل إلى الحدود السورية في كركاميس. داخل سوريا ثلاثة روافد تنضم إلى النهر (سابرو، بلعايخ وخابور). وفي العراق لا ينضم أي رافد إلى النهر، وفي مدينة القرنة تلتقي القناة ليسرى لنهر الفرات مع نهر دجلة الذي يشكل شط العرب، وينضم الآخر إلى شط العرب في اتجاه مجرى النهر، يمتد شط العرب حوالي 132 كم حتى يصل إلى الخليج [3].

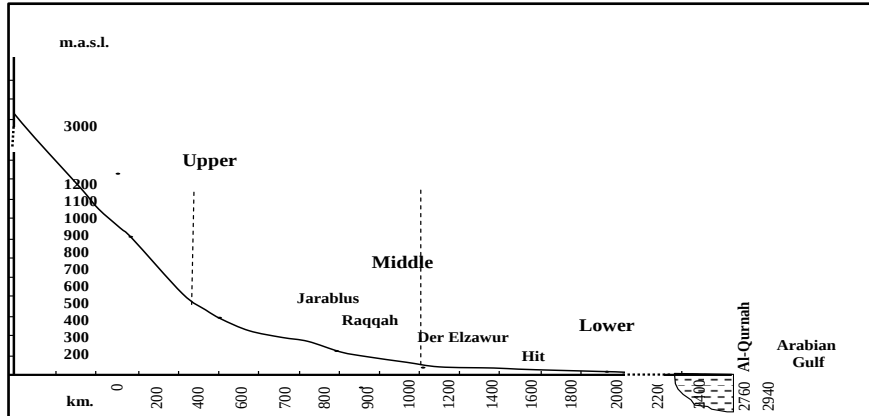
تبلغ مساحة مستجمعات مياه نهر الفرات في تركيا حوالي 125000 كم² (28.2٪)، في حين تبلغ مساحتها 7600 كم² (17.1٪) فقط في سوريا والباقي 177000 كيلومتر مربع (39.9٪) في العراق [3].

تجري عمليات تصريف عالية لنهر الفرات عادة خلال الفترة من مارس إلى يونيو حيث يمر حوالي 63٪ من التدفق السنوي خلال تلك الفترة، الحد الأدنى لفترة التدفق هي شهري يوليو وأغسطس، خلال فترة الفيضان يحمل النهر كمية هائلة من الرواسب [2]. وقد ذكر (Elhance) [4] أن كمية الرواسب التي ينقلها الفرات في يوم واحد يمكن أن تغطي مساحة 2.4281 كم² بمسافة 0.25 سم، هكذا في الواقع تم تشكيل سهل بلاد ما بين النهرين.

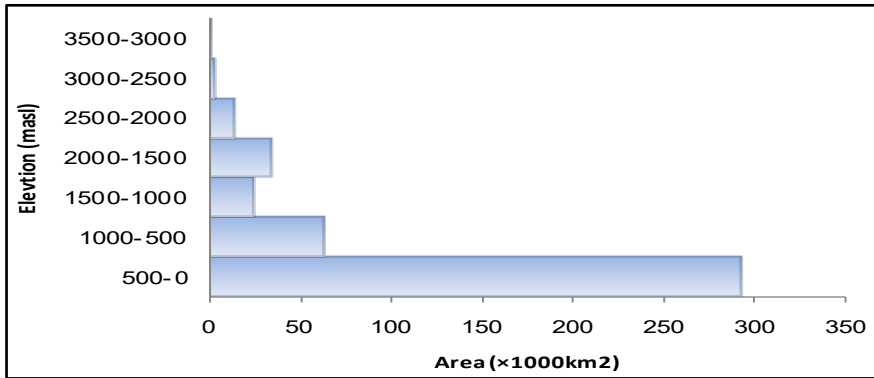
وفي سنة 1973 تم بناء سد الطبقة في سورية، وامتلاً بالكامل في عام 1975، على أن ملء هذا السد و سد كيان التركي أدى إلى انخفاض حاد في تدفق المياه نحو الجنوب وهبطت كمية المياه التي تدخل العراق بنسبة 25% [5]، ويعد سد الطبقة أكبر السدود المقامة على نهر الفرات في سوريا على مقربة من مدينة الرقة، ويشكل بحيرة تبلغ سعتها التخزينية 14.1 كم³ ومساحتها 674 كم² [6].

وبعد نشوب الحرب في سوريا في عام 2012 برز تحدي جديد وهو احتمالية انهيار سد الفرات (الطبقة) أكبر سدود سوريا وما يمكن أن يحدثه هذا الانهيار من كوارث إنسانية وبيئية فكانت الحاجة لبناء نموذج هيدرولوجي لتقدير حجم المشكلة واتجاه الخطر وبالتالي اتخاذ مجموعة من الإجراءات الوقائية الكفيلة بتقليل حجم هذه الكارثة وتغيير اتجاهها بعيداً عن التجمعات السكانية الكبيرة والبنية التحتية، وإن هذا النموذج الهيدرولوجي يكون مبني على الخرائط الطبوغرافية، ومع عدم توفر الخرائط الطبوغرافية تبرز أهمية هذه الدراسة في توفيرها من البيانات المكانية والصور الفضائية.

ويمكن تقسيم مجرى النهر إلى ثلاثة أقسام: الأعلى والأوسط والأدنى، ويبين الشكل (1) مقطعاً طويلاً لمجرى نهر الفرات من منبعه إلى مصبه، كما يبين الشكل (2) توزيع مناطق الحوض تبعاً للارتفاع الطبوغرافي.



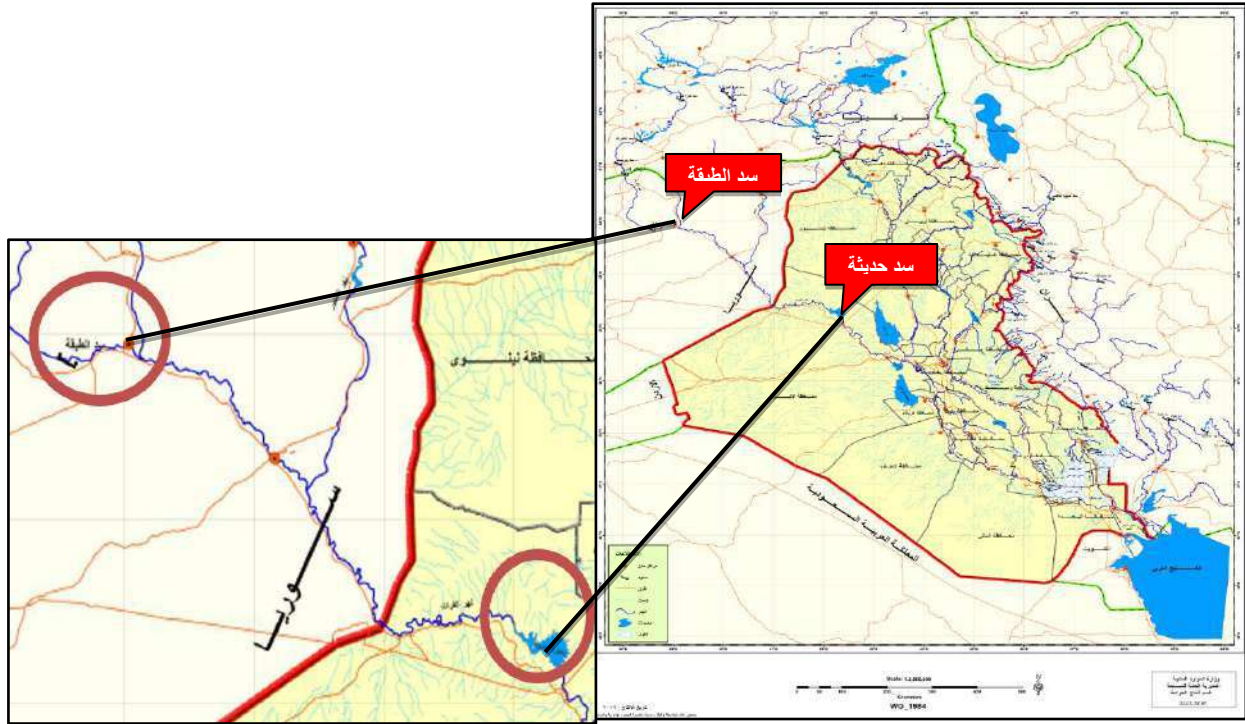
الشكل (1) مقطع طولي لنهر الفرات من منبعه إلى مصبه مع بيان الارتفاعات الطبوغرافية عن سطح البحر [7]



الشكل (2) توزيع مناطق حوض الفرات تبعا لارتفاعها الطبوغرافيا عن سطح البحر [8]

منطقة الدراسة:

منطقة الدراسة هي مسار نهر الفرات من سد الفرات إلى سد حديثة الشكل (3)، إذ يقع سد الفرات في شمال سوريا $32.47^{\circ}78'N$ و $26.78^{\circ}35'E$ ويقع سد حديثة في غرب العراق $25.03^{\circ}34'N$ و $17.96^{\circ}42'E$ على بعد 7 كم من مدينة حديثة إلى الجنوب من مدينة عنة في حوالي منتصف المسافة بين عنة وهيت.



الشكل (3) خارطة السدود الخارجية المقامة على نهري دجلة والفرات [9]

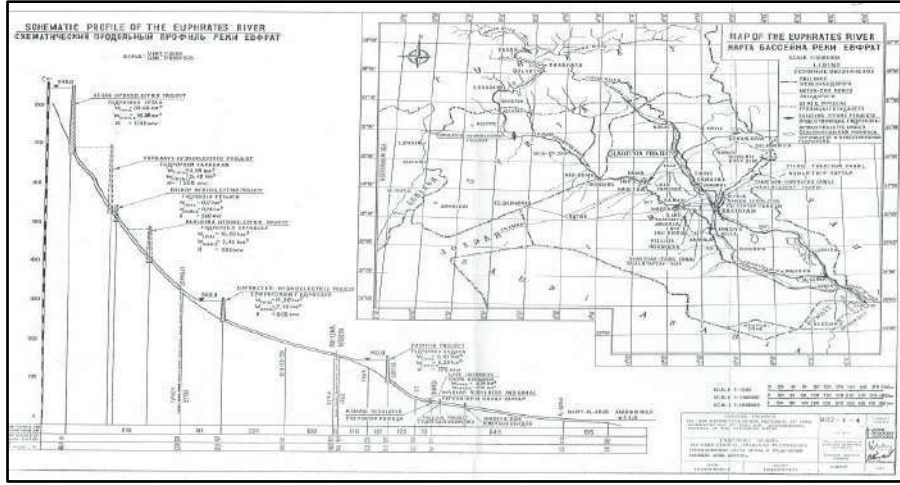
مشكلة البحث : عدم توفر خرائط وبيانات خارج حدود العراق لتقديم أي دراسة وخاصة تلك التي تستخدم لبناء نموذج هيدرولوجي لاحتمالية انهيار السد في خضم الحرب الدائرة في سوريا.

هدف البحث : يهدف البحث إلى استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS مع ما متوفر من بيانات قديمة لمناسيب الأنهار ودمجها مع البيانات المتاحة على شبكة الانترنت مثل SRTM DEM 2016 وصور فضائية، لغرض توفير بيانات متكاملة وخرائط طبوغرافية لبناء نموذج هيدرولوجي لدراسة تأثير انهيار السد خارج الحدود الدولية وحساب تأثيراته على الأراضي العراقية ولأول مرة توفير البيانات خارج حدود العراق.

البيانات المستخدمة: في هذه الدراسة تم استخدام البيانات التالية:

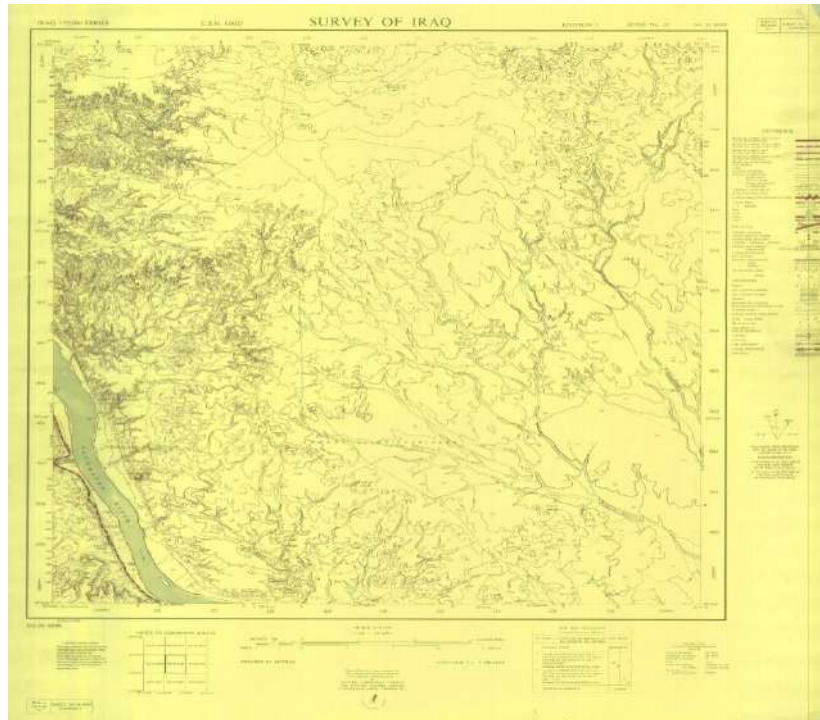
- 1 - صور الفضائية SRTM DEM من موقع USGS (U.S. Geological Survey) هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية.
- 2 - صور فضائية (0.5) محدثة 2014 متاحة من موقع Universal download map .
- 3 - صور فضائية من موقع Open Street map .
- 4 - بيانات قديمة لمقطع النهر مستحصلة من وزارة الموارد المائية العراقية [9] كما موضح في الشكل (4).

الاستفادة من المعلومات المكانية لإنتاج خرائط طبوغرافية تستخدم لبناء نموذج هيدرولوجي
لانتهيار سد الفرات (الطبقة) في سوريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS



الشكل (4) خارطة توضح مسار نهر الفرات [9]

5 - خرائط كتنورية رسمت بسنة 1960 بمقياس 1:25000 داخل الحدود العراقية لغرض تدقيق الطبوغراف كما في الشكل (5)، استج صلت من وزارة الموارد المائية العراقية.



الشكل (5) خارطة كتنورية رسمت بسنة 1960م

خطوات العمل:

الجزء الأول: الخرائط الطبوغرافية والموضوعية:

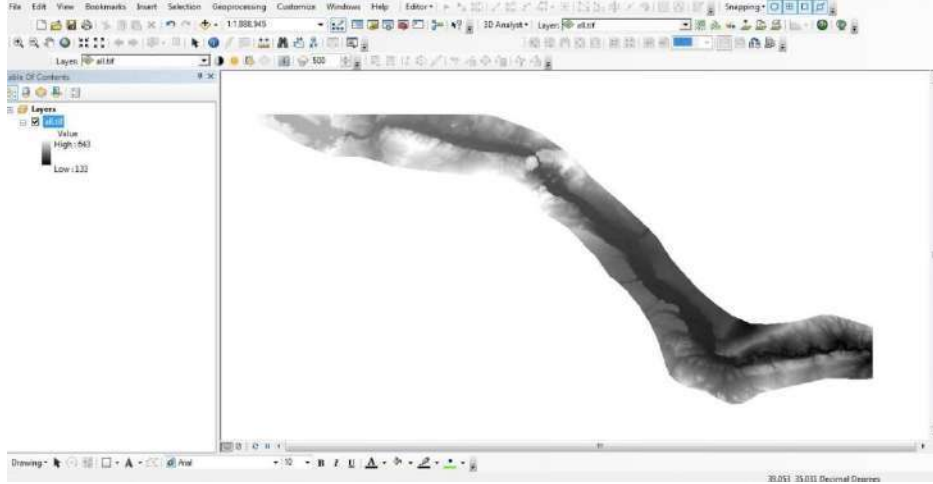
1 - تم دمج لقطات نماذج الارتفاعات الرقمية على شكل موزائيك ومن ثم عمل قطع (clip) بمقدار (15) كم أي بمقدار 7.5 كم من جانبي النهر من منتصف النهر باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS كما موضح في الشكل (6).

A. Arc toolbox — Mosaic To New Raster

الاستفادة من المعلومات المكانية لإنتاج خرائط طبوغرافية تستخدم لبناء نموذج هيدرولوجي
لانتهيار سد الفرات (الطبقة) في سوريا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS

B. Arc tool box ———> Buffer

C. Arc tool box ———> Clip

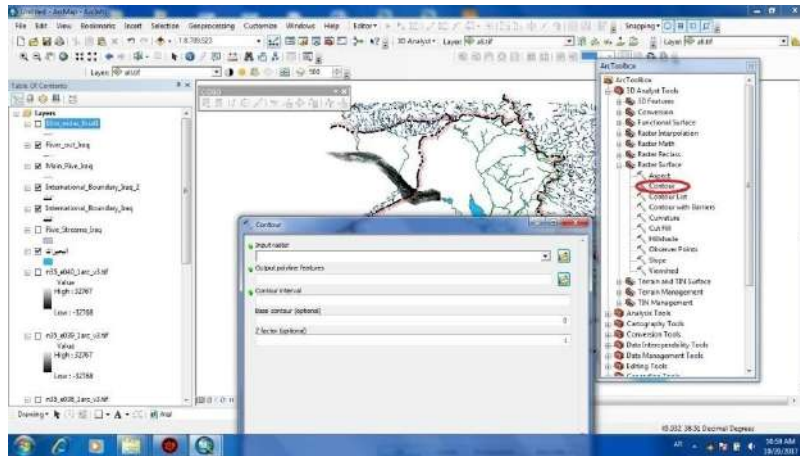


الشكل (6) عمل موزانيك وقطع لنماذج الارتفاعات الرقمية

2 - تم ترسيم الخطوط الكنتورية والعوارض من الصور والـ DEM باستخدام برنامج Arc Map للطبقات المطلوبة Layers (طرق، مباني، أنهار ... الخ).

3 - تم استخدام تقنية إـ ARC toolbox والتي تنتج من خلالها بناء surface واستخراج الكنتور كالتالي:

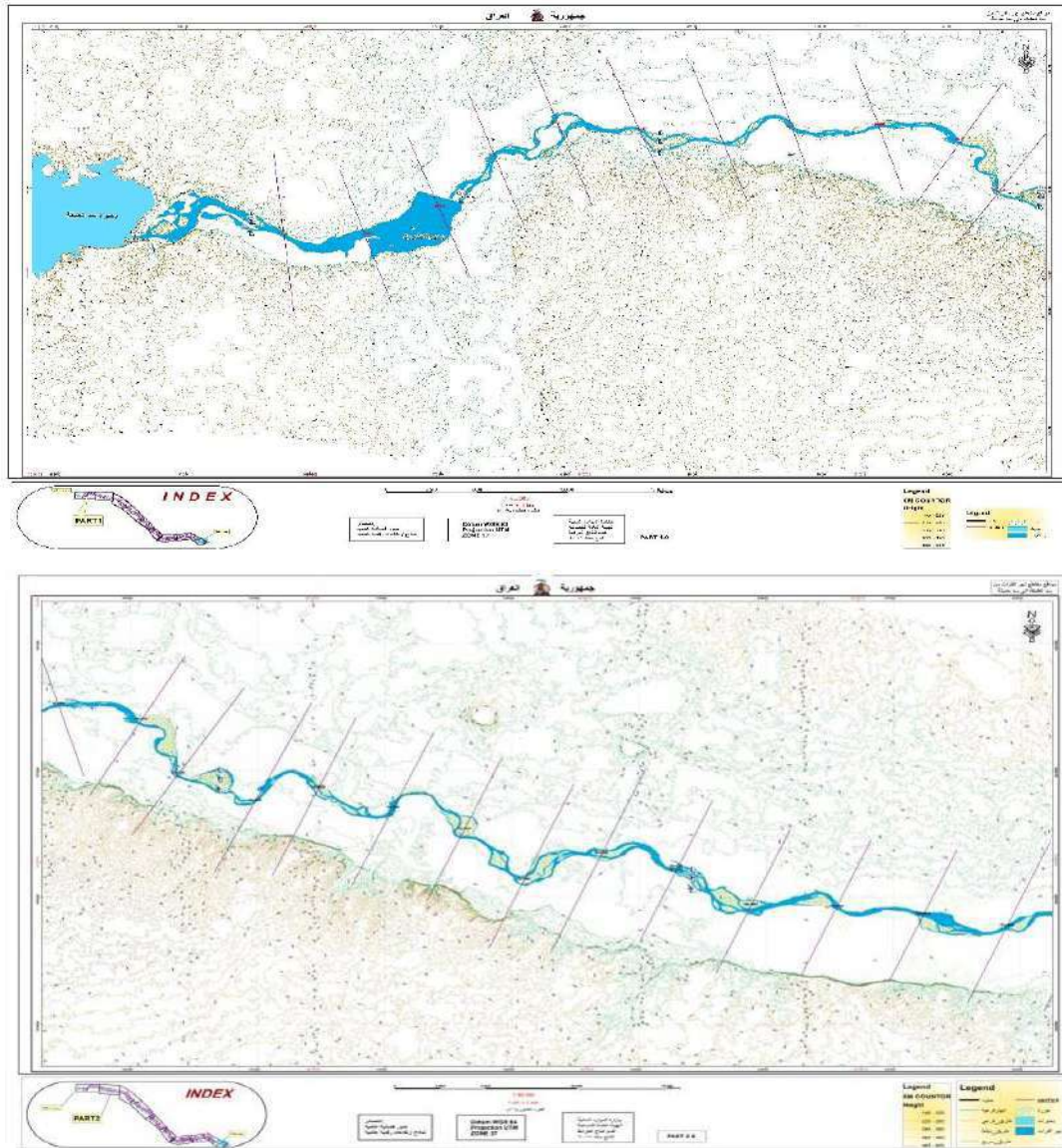
Arc tool box ———> 3D analyst ———> raster surface ———> counter

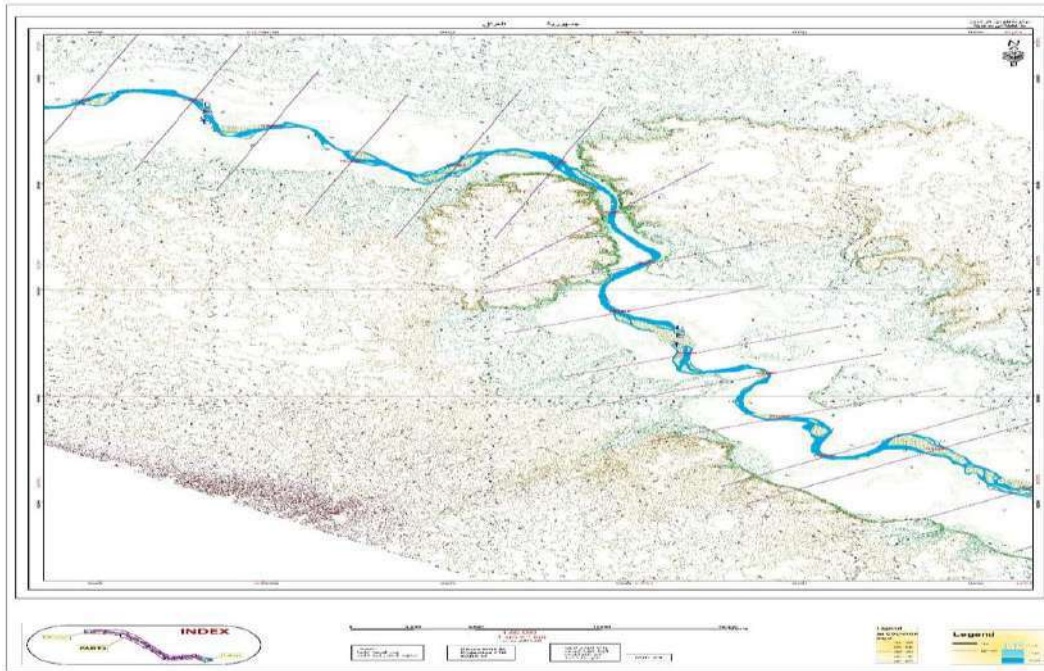


الشكل (7) عملية استخراج الكنتور من الصور الفضائية

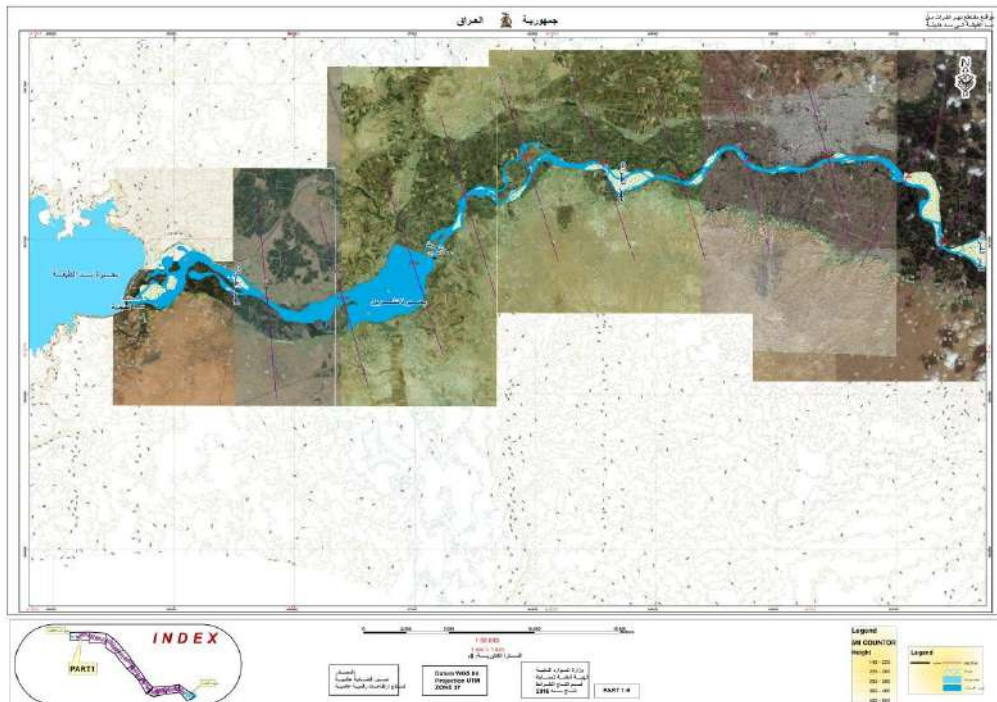
4 - تم بعد ذلك إضافة صيغة الكنتور إلى الخرائط لإكمال عملية الإنتاج مع عمل index خاص بالخرائط.

ويكون الناتج خارطة لمواقع مقاطع نهر الفرات من سد الطبقة إلى سد حديثة كما في الشكل (8)، وخارطة موضوعية توضح العوارض الرئيسية من سد الفرات (الطبقة) إلى سد حديثة الشكل (9).





الشكل (8) خارطة طبوغرافية توضح مواقع مقاطع نهر الفرات من سد الطبقة الى سد حديثة

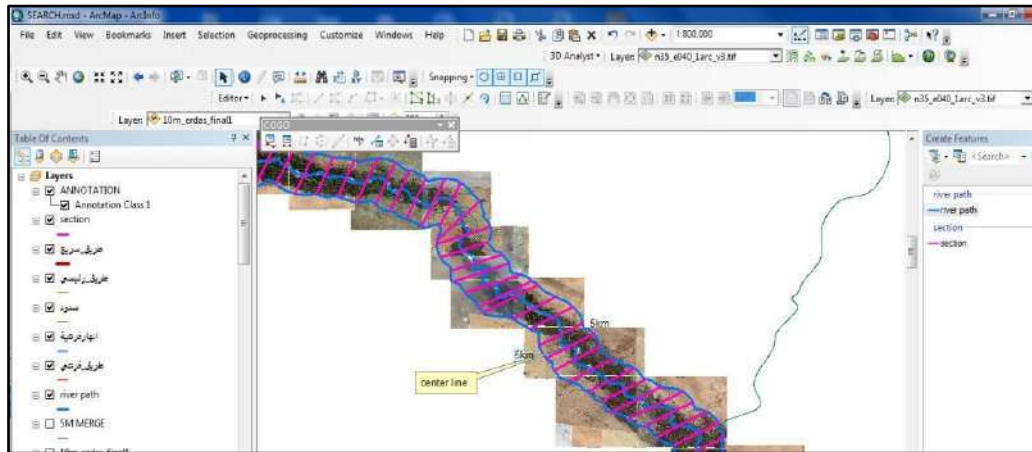


الشكل (9) خارطة موضوعية توضح العوارض الرئيسية من سد الفرات (الطبقة) الى سد حديثة

الجزء الثاني: استخراج بيانات عن طريق المقاطع مع الـ Digital elevation model:

- تم اولا ترسيم منتصف النهر (Center Line) ثم الأكتاف بعرض (10) كم وترسيم المقاطع على شكل Layer باستخدام برنامج Arc Map ، اذ تم استخدام خاصية copy parallel للمقاطع وبمسافة (5) كم بين مقطع ومقطع وبعرض (10) كم حيث تكون من الـ C.L للنهر (5) كم لكل جانب ابتداءً من المقطع الصفري في بداية سد الطبقة وانتهاءً بالمقطع 560+00 قرب بحيرة حديثة.
- ولتحويل خطوط المقاطع إلى نقاط بإحداثيات (X,Y,Z) مع الارتفاع اتبعنا الخطوات التالية :-
طريقة العمل

- 1 - خلق الـ shape file للنقاط نسميه مثلا construction نعمل start Editing للمقاطع ومن خلال الـ Editor نختار construction point بفتح dialog نكتب المسافة المراد تقطيع الخط وهنا اخترنا 250m يظهر اتجاه التقطيع، ويكون الناتج لدينا كما في الشكل (10).
- 2 - نعمل قاعدة بيانات تتضمن أرقام المقاطع يبدأ من المقطع الصفري كل (5) كم ابتداءً من سد الطبقة وانتهاءً بالمقطع (560) عند المحطة (560+00) ببداية بحيرة حديثة داخل الحدود العراقية.



الشكل (10) مواقع مقاطع نهر الفرات من سد الفرات الى سد حديثة مقسمة الى (560) مقطع تفصل بينها مسافة 250م

- 3 - ولحساب إحداثيات النقاط added field attribute table

نضيف حقل X وحقل Y وحقل Z

نعمل X Calculate و Y او عن طريق tool box حسب المسار الاتي

Data management tools → Feature → Add X.Y Coordinates

- 4 - ولحساب المنسوب نفتح الـ Digital elevation model ومن خلال المسار التالي نستخرج المناسيب

Arc tool box → 3D analyst → functional surface → surface information

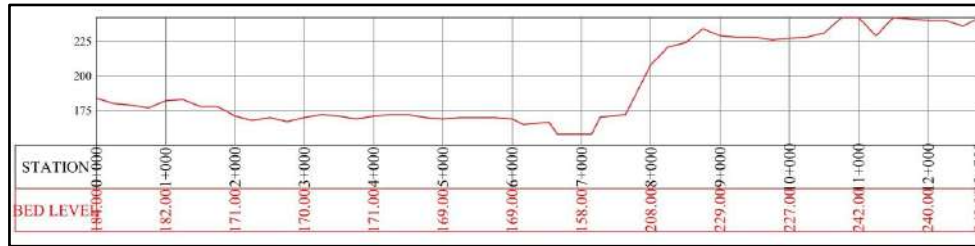
ندخل النقاط Input shapefile ونختار الـ Input surface Dem ونؤشر output properties لإضافة Lable لنقاط النهر Center line نعمل نسخ لها من الـ Attribute إلى الأكل.

5 - في جدول الأكسل نؤشر بداية كل Selection والنهائية ونعطيه اسم في الجدول نعمل معادلة Function لغرض تحويل الإحداثيات والمناسيب إلى صيغة Distance elevation للمقاطع كما موضح في الشكل (11).

E4		=SQRT(((B3-B4)*(B3-B4))+((C3-C4)*(C3-C4)))						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1		STATION5+000					station5+000	
2	FID	easting	northing	Z			station	elevation
3	0	468941.549	3962798.47	307.014853	0	0	0	307
4	1	468918.131	3963047.37	303.000803	250	250	250	303
5	2	468894.714	3963296.27	305.321043	250	500	500	305
6	3	468871.296	3963545.17	300.063993	250	750	750	300
7	4	468847.878	3963794.07	305	250	1000	1000	305
8	5	468824.46	3964042.97	306.463908	250	1250	1250	306
9	6	468801.042	3964291.87	307.189525	250	1500	1500	307
10	7	468777.625	3964540.77	309.275882	250	1750	1750	309
11	8	468754.207	3964789.67	312.623608	250	2000	2000	313
12	9	468730.789	3965038.57	311.753814	250	2250	2250	312
13	10	468707.371	3965287.47	312.376243	250	2500	2500	312
14	11	468683.953	3965536.37	309.856462	250	2750	2750	310
15	12	468660.535	3965785.28	293.111674	250	3000	3000	293
16	13	468637.117	3966034.18	270.412948	250	3250	3250	270
17	14	468613.7	3966283.08	258.530606	250	3500	3500	259
18	15	468590.282	3966531.98	257	250	3750	3750	257
19	16	468566.864	3966780.88	257.516839	250	4000	4000	258
20	17	468543.446	3967029.78	257.487218	250	4250	4250	257
21	18	468520.029	3967278.68	256.898296	250	4500	4500	257
22	19	468496.61	3967527.58	257.107568	250	4750	4750	257
23	20	468473.193	3967776.48	256.89126	250	5000	5000	257
24	21	468449.775	3968025.38	256.387916	250	5250	5250	256
25	22	468439.493	3968134.67	256	110	5360	5360	256

الشكل (11) تطبيق المعادلة الخاصة بحساب المسافة بين كل مقطعين متتابعين

وبذلك تنتج بيانات متكاملة لغرض ترسيم المقاطع العرضية وبعرض 10 كم للنهر بعد إضافة المناسيب الحقيقية للنهر من قياسات متوفرة وخرائط طبوغرافية مقياس 1/25000 الشكل (12) والتي من الممكن تقديمها للمعنيين لغرض بناء النموذج الرقمي لدراسة التأثير المحتمل في حالة انهيار السد على الأراضي العراقية.



الشكل (12) الارتفاعات الرقمية لكل مقطع من المقاطع

الاستنتاجات:

1. يمكننا إنتاج خرائط طبوغرافية وخرائط كنتورية لأي مكان خارج حدود الدولة باستخدام البيانات المكانية وبيانات الأقمار الصناعية ونماذج الارتفاعات الرقمية وأدوات نظم المعلومات الجغرافية GIS.
2. يجب إن تتوفر بيانات مكانية أو خرائط قديمة لجزء من الخارطة المراد رسمها ليتم تصحيح الصور الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية بالاعتماد عليها.
3. كلما كانت الصور الفضائية أو نماذج الارتفاعات الرقمية بدقة أكبر تكون الخارطة الناتجة بدقة أكبر.
4. كلما كانت عدد مقاطع المناسيب أكثر زادت دقة الخارطة الناتجة.

المصادر:

- [1] Biswas, A.K., 1993, Management of International Waters: Problems and Perspectives, international Journal of Water Resources Development, 9, 2, 167-188.

- [2] Al- Ansari , N., 1998, Water Resources in the Arab countries: problems and possible solutions, UNESCO International Conference on World Water Resources at the Beginning of the 21st Century 3-6 June, Paris, 1998, 367-376.
- [3] Al-Ansari Nadhir , Nasrat Adamo, Sven Knutsson and Jan Laue, 2018, Geopolitics of the Tigris and Euphrates Basins, Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, vol. 8, 187-222.
- [4] NASA, 2009, Drought in Iraq, NASA Earth Observatory. Available at: <https://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=38914> Last accessed March13, 2018.
- [5] Al Fadel, M., El Sayegh, Y., Abou Ibrahim, A. , Jamali , D. and El Fadl , K. 2002. The Euphrates-Tigris Basin: A Case Study in Surface Water Conflict Resolution.
- [6] MLAE (Ministry of Local Administration and Environment). 2007. Water demand management in Syria. Prepared by Abed Rabbah , R. Submitted to Blue Plan ,UNEP/MAP. Third regional workshop on: Water and sustainable development in the Mediterranean - Water demand management, progress and policies. Zaragoza, Spain, March 2007.
- [7] عبد السلام، عادل، 1970، الأقاليم الجغرافية لسوريا، جامعة دمشق، سوريا.
- [8] ACSAD (Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry lands), UNEP, 2001, Water Resources of Euphrates and Tigris, 166pp. ACSAD Publication.
- [9] الهيئة العامة للمساحة، وزارة الموارد المائية العراقية، الباب الشرقي، ساحة الطيران، بغداد، العراق.