

الباب الأول

التاريخ الحديث لجزيرة توتي

1.1: خلفية :-

تقع جزيرة توتي في السودان عندما يلتقى النيلين الأزرق , والأبيض مكونين نهر النيل . (الإحداثيات :خط عرض 15.616667 , وخط طول 32.516667) , وهي محاطة بالمدن الثلاث : الخرطوم " عاصمة السودان " , وأم درمان , والخرطوم بحري .

المساحة: 8كلم² . وأراضيها منبسطة مع وجود ميلان يتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي من الجزيرة .

الإرتفاع : يتراوح إرتفاعها بين 75.6 ft الي 78.7 ft . أخذت الجزيرة شكلها نتيجة للتعرية الناتجة من سرعة جريان النيل الأزرق . -

قامت بلدية الخرطوم بمد الجزيرة بالخدمات . تضمنت هذه الخدمات آبار مياه نظيفة , والكهرباء , والإتصالات , والطريق المسفلت الممتد من الجهة المقابلة للخرطوم إلى مركز الجزيرة . يعد موقع الجزيرة موقعاً جانباً لأنشطة المتنزهين , والسياح . الشكل (1.1) يوضح موقع الجزيرة . -

تتعرض الجزيرة لأخطار الفيضانات , وبشكل رئيسي من النيل الأزرق في الجهة الجنوبية , والغربية ضفة هاتين الجهتين -

تتعرضان- للتعرية بتردسات- عالية- ، مما- أسي- الي- فقدان- في- الأرضي- -
وكذلك- تتعرض- الجهتين- الأخرتين- لأخطار- الفيضان- ، ولكن- بتردسات- أقل- -
يقوم- الأهالي- بعمل- تحوطات- ضد الفيضانات- كل- عام- وذلك- بالسهر- على-
طول- الضفاف- ، مع عناية خاصة للضفة- الغربية- والجنوبية- كما- توجد
أعداد كبيرة- من- الآليات- مثل- " اللوسر- " محملة- بكميات- كبيرة- من- الرمل- ،
وتكون- مستعدة- لمواجهة- الفيضان- -

تعد معظم- أرضي- توتي- أرضي- صالحة- للزراعة- ، حيث- كانت-
تمثل- مصدراً- للإمداد- الغنائي- لمدينة- الخرطوم- ، فكانت- تمدها بالخضار- ،
والفواكه- إلا أن- معظم- الأرضي- بدلت- الي- أرضي- سكنية- بسبب- النمو-
السكاني- -



الشكل رقم (1.1) موقع جزيرة توتي

تواجه الجزيرة مشاكل تقيد المواصلات ؛ وذلك بسبب

عزلها عن المدن الثلاث وهي: "الخرطوم ، وأم درمان،

والخرطوم بحري " ، حيث كانت العبارات هي التي تشكل الرابط

الوحيد بين- الخرطوم- وتوتي-، ثم- استبدلت- بالراكب- السريعة-
التي- تعمل- بالمحركات- والشكل- (2.1) يوضح معدية توتي- .-



الشكل (2.1) معدية توتي

وأخيراً تم تشييد الكبري الذي ربط الجزيرة بمدينة الخرطوم مباشرة , ويعتبر هذا الكبري المكون الرئيسي لإستراتيجية مخطط شبكة الطرق للمدينة الكبيرة . يقع الكبري في مجرى النيل الأزرق , حيث كان عرض المجرى 200 متر. تم التخطيط لإستراتيجية ربط الجزيرة بالمدن الثلاث , وذلك بإنشاء كبري يربطها غرباً مع أم درمان , والآخر لربطها شرقاً مع الخرطوم بحري . وبذلك ستصير توتي الأكثر جذباً للسياح.

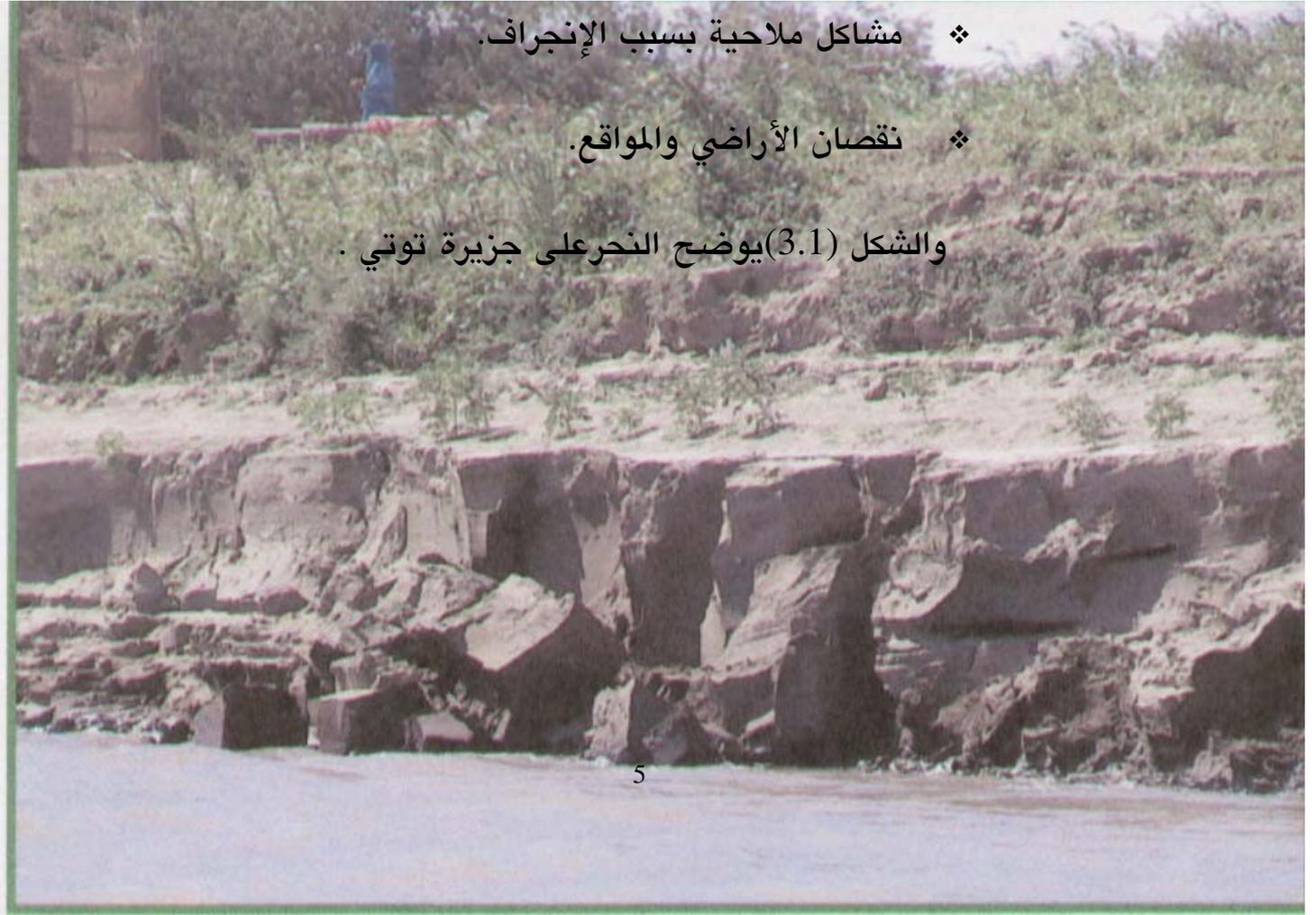
2.1: المشاكل :-

❖ النحر الناتج من سرعة جريان النيل الأزرق خاصة في الجهة الشرقية.

❖ مشاكل ملاحية بسبب الإنجراف.

❖ نقصان الأراضي والمواقع.

والشكل (3.1) يوضح النحر على جزيرة توتي .



الشكل (3.1) النحر في الضفة الشرقية لجزيرة توتي

الشكل (4.1) يوضح منظر الجزيرة من الجهة الشرقية .



الشكل (4.1) منظر الجزيرة من الناحية الشرقية

3.1: أهداف البحث:-

1.3.1: الهدف الرئيسي:-

- حماية الجزيرة من مخاطر الفيضانات المتكررة .

2.3.1: الأهداف الخاصة:-

- دراسة أسباب تعرية الضفاف المطلة على النيلين الأزرق, والأبيض .
- دراسة هيدروليكية النهرين , والسلوك الهيدرولوجي ,
والمورفولوجي .
- دراسة سرعة توزيع النهر, والتصريف, وسعة النقل.

4.1: منهج البحث:-

فحص إنشاءات الحوز السفلي والعلوي الهيدروليكية ؛لتقييم أثرها على الجزيرة, كما يجب جمع البيانات الهيدرولوجية والمورفولوجية , هذا يتطلب مقطعاً عرضياً جديداً في كل من الحوز العلوي والسفلي.

استخدام الصور الجوية السابقة, مع الصور الجوية الجديدة المتاحة , ودراستها لمعرفة المواقع التي تعرضت للتعرية بصورة أكبر, وتحليلها وذلك باستخدام معدات ال GIS .

يجب أخذ عينات من التربة في مواقع مختلفة من ضفاف الجزيرة وأيضاً عينات الرسوبيات من النهر وتحليلها معملياً لمعرفة سلوك الأنهار.

5.1: خطة البحث:-

في الباب الأول : تم عمل خلفية عن جزيرة توتي تضمنت ذكر جزء من تأريخها، ثم عرضت مشكلة الفيضان، ثم عرضت أهداف البحث الرئيسية والخاصة، وبعدها تم عرض منهجية البحث، وختم الباب بكيفية الدراسة.

في الباب الثاني: تم عرض دراسات عن الجزر، وتعريفها بسبب الأنهار، والترسيب، كما أعطيت المراجعات الهندسية وزناً أكبر، كما تم ذكر الدراسات النظرية وكذلك تمت دراسة أنواع الحماية، وتحليلاتها.

في الباب الثالث: تم ذكر الأعمال الحقلية قرب الجزيرة، كما تم جمع البيانات الهيدروليكية، والهيدرولوجية، والمورفولوجية لكل من النهرين الأبيض، والأزرق، وكذلك نهر النيل بالقرب من الجزيرة وقد تم ذلك بدقة وعناية فائقتين.

في الباب الرابع: تم عمل التقديرات اعتماداً على تحليل البيانات التي جُمعت، كما تضمن الباب استخدام معدات الـ GIS في تحليل الصور.

في الباب الخامس: تم تغطية تصميم العمل لحل مشاكل الجزيرة، كما تم تصميم الحماية بطريقة الـ gabion.

في الباب السادس: وضعت فيه التوصيات, والخاتمة مع إقتراح عمل مزيد من الأبحاث عن جزيرة توتي في المستقبل.

الباب الثاني

2. الإطار النظري والعلمي

1.2: المقدمة :-

يغطي الإطار النظري العلمي لهذا البحث سلوك الأنهار, وحمائتها, وسرعتها, والهدام ويغطي أيضاً عملية الترسيب وفقاً لتحليل أنواع التربة. الهدام حول جزيره توتي مشكلة كانت ولا زالت مستمرة تمت تغطيتها عبر عدد من الأبحاث السابقة وسيتم تناولها بمزيد من التوسع في هذا البحث.

2.2: سلوك الأنهار:-

ينبع النيل الأزرق من بحيرة تانا في الهضبة الأثيوبية, ويبلغ منسوبه عند المنبع 2900 م من سطح البحر وتبعد عن بحيره تانا 100 كلم جنوب البحيرة كما هو موضح بالرسم (1.2).

هناك الكثير من الروافد تنضم الي النهر أثناء جريانه, وبعض من تصريف المياه القادم من الهضبات الوسطي والجنوبية الغربية المحيطة بالمجري, ليصبح نهراً عظيماً قبل أن يبلغ الأراضي المنخفضة, ويعبر الحدود السودانية.

يمتد النهر قرابة 850 كلم بين بحيره تانا والحدود الاثيوبية السودانية, ويشتد الانحدار ويصبح أكثر حدةً عند منطقة الهضاب, ويمتد علي أرض مستوية في المناطق المنخفضة, ومتوسط الميلان للنيل الأزرق بين بحيرة تانا والحدود السودانية هو 1.6 م/كلم تقريباً. فيما يعبر النهر أراضي صخرية, وضعت أجهزة قليلة لقياس التيار داخل الحدود الأثيوبية والأجهزة الموجودة لديها سجلات محدودة, وهي غير متاحة للعامة, وبعد مغادرة بحيرة تانا هناك محطة أخري في منطقة الديرم وتقع علي الحدود الاثيوبية السودانية وإن يبلغ منسوب المياه فيها 490 م, ويتدفق الماء فيها في خزان مصنوع بواسطة سد المسابع المنشأ في منطقة الدمازين في منحدر ليمد المنطقة بالمياه للري .

المناخ متغير في حوض النيل الأزرق منذ بداياته في الهضبة الاثيوبية وحتى التقائه بالنيل الأبيض في مقرن الخرطوم, وعندما يعبر النيل الأزرق المناطق المنخفضة جنوبي السودان يقل تساقط الأمطار ويزيد التبخر, وتزيد

درجات الحرارة بصورة متغيرة ودرجات الحرارة هنا أعلى بكثير من درجات الحرارة في الهضبة الاثيوبية.



شكل (1.2) يوضح النيل الأزرق وبحيرة تانا

3.2: قياسات التصرف والمخططات :-

اقليم سنار الواقع في الجزء الجنوبي الغربي من السودان تبلغ معدلات التبخر فيه 2500 ملم في السنة مقارنة بمعدلات التساقط التي تبلغ 500 ملم في السنة ,وتبلغ درجات الحرارة في المتوسط 30 درجة مئوية ,وتشير سجلات التساقط الشهرية إلي ربح صيفية موسمية وتزداد معدلاتها بين يونيو إلي سبتمبر ,خلال هذه الفترة يتساقط بالقرب من سنار أكثر من 90 % من معدل التساقط السنوي ,أما في الهضبة الاثيوبية فيتساقط أكثر من 75% سنوياً خلال الفصل الصيفي وتزداد في شهر أغسطس وساعات السطوع اليومي للشمس تتراوح بين ساعتين الي ثلاث يوماً فيما ترتفع معدلات الرطوبة الي 85% في المرتفعات الاثيوبية .

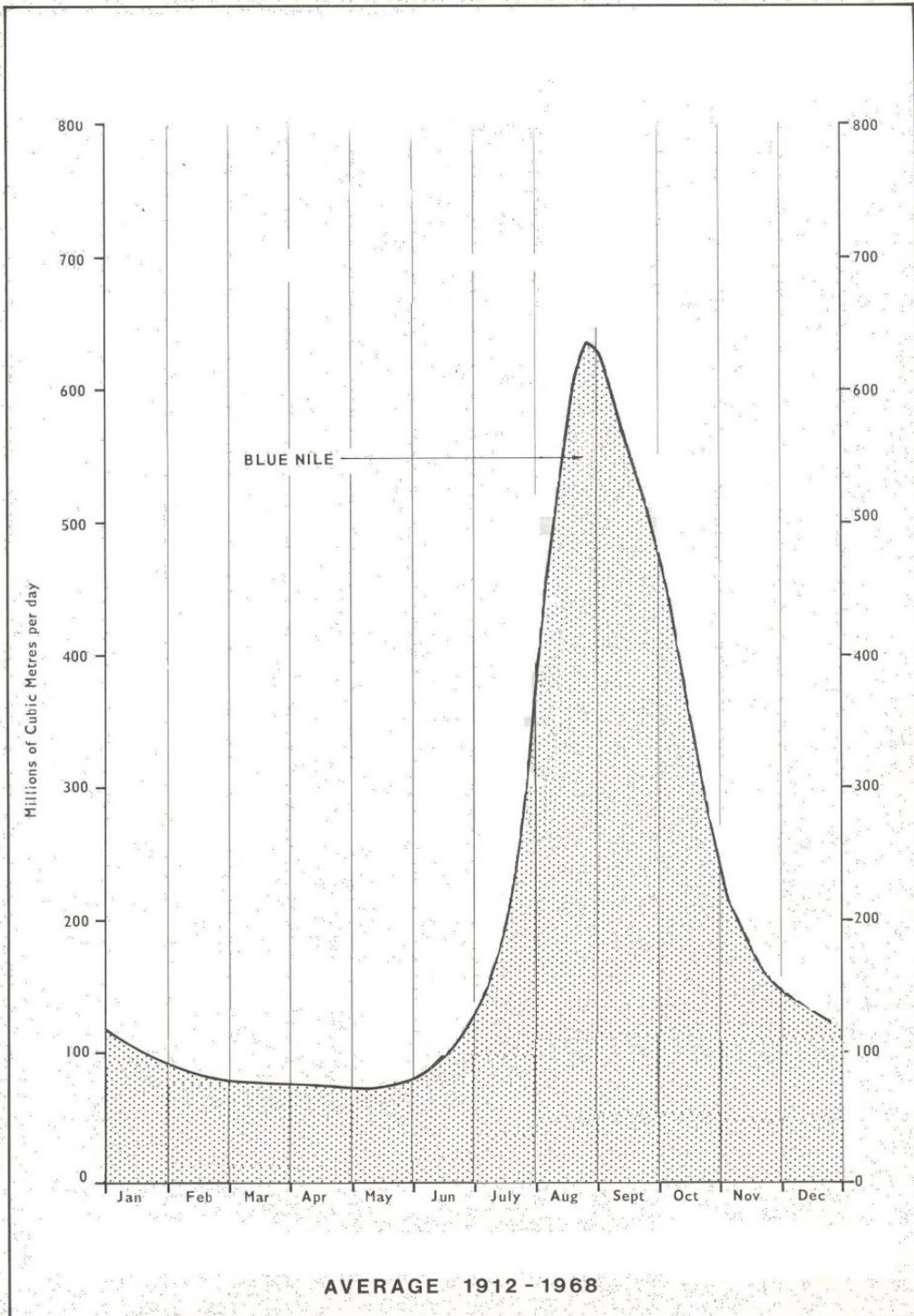
في الأسفل من خزان سنار يلتقي النيل الأزرق برفادين مهمين هما نهر الدندر,ونهر الرهد وهما ينبعان من الهضبة الاثيوبية غرب بحيرة تانا ,ومساحة حوضيهما تبلغ 6000 كلم² و 8200 كلم² علي التوالي ,ومجموع مياههما تشكل حوالي 15% من اجمالي مياه النيل الازرق .

بعد نهر الرهد يستمر النيل الأزرق في الجريان حتي يصل الخرطوم بمسافة تصل إلي 160 كلم حيث يلتقي هنالك بالنيل الأبيض . يتغير تدفق المياه في النيل الأزرق موسمياً تبع الهضبة الاثيوبية وهنالك فترتان مميزتان الأولى الفترة الرطبة أو فترة الفيضان ,وتتمد من مايو حتي أكتوبر وتبلغ ذروتها في الفترة مابين يوليو حتي سبتمبر .والفترة الثانية هي فترة الجفاف حيث يقل تدفق المياه في النهر وهي تمتد من نوفمبر وحتى أبريل ,ولذلك يظهر نمط شكل الجرس في المخطط المائي للنيل الأزرق الموضح

بالشكل (2.2), ويوضح التغير في دفق المياه في النيل الأزرق سنوياً. متوسط الدفق السنوي لمياه النيل الأزرق وروافده يبلغ 51 مليار متر مكعب, والدفق اليومي يتراوح بين 10 مليون متر مكعب في أبريل الي 500 مليون متر مكعب في أغسطس ومعدل التغير في هذه الفترة يبلغ نسبه (1:50) .

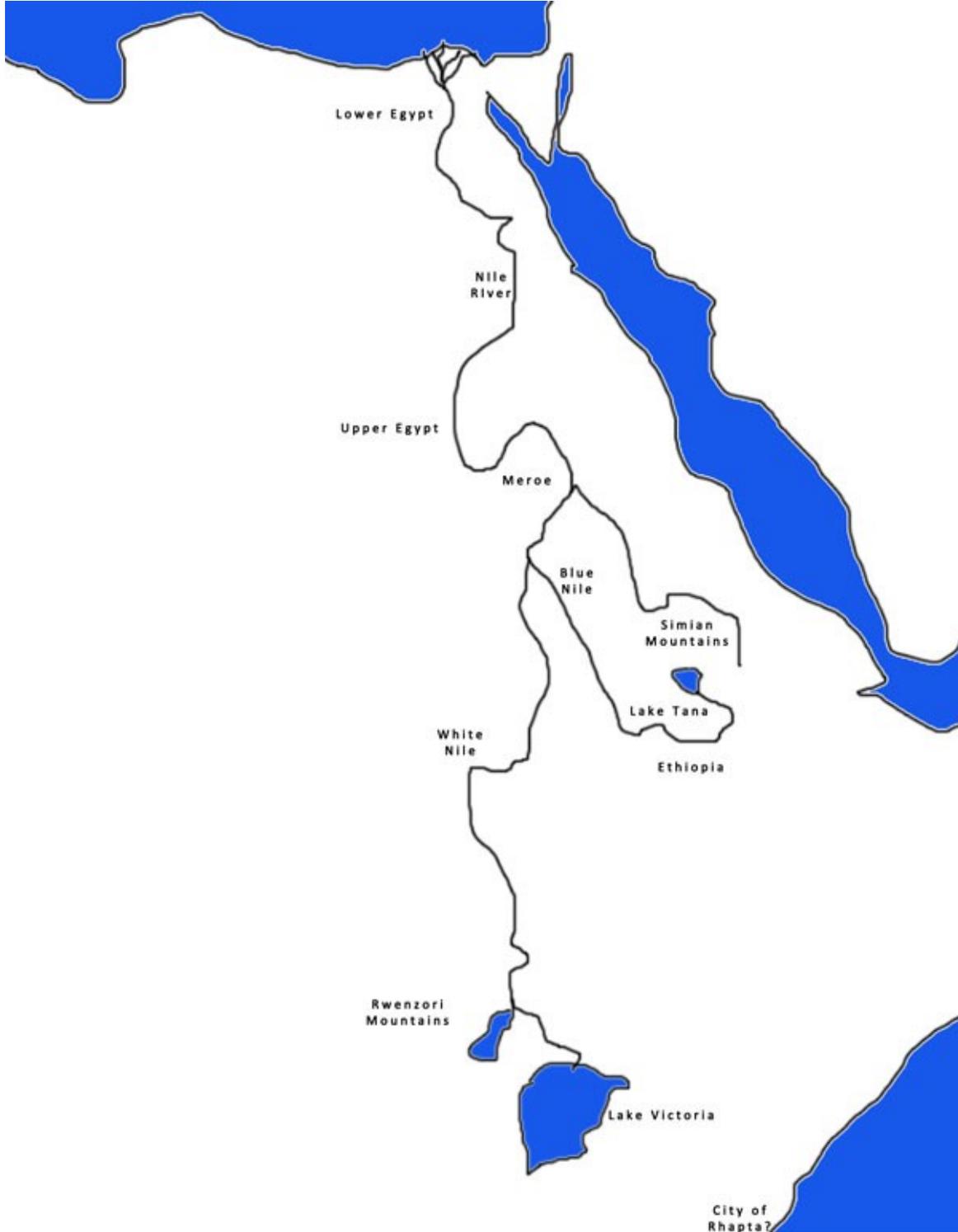
يشكل النيل الأزرق نسبة تتراوح ما بين (80-90)% من إجمالي مياه نهر النيل, ويختلف تدفق مياه النيل الأزرق تبعاً للدورة الهيدرولوجية السنوية للمياه, ويؤثر هذا الاختلاف كثيراً علي تدفق مياه نهر النيل, خلال الموسم الرطب يحقق نهر النيل أقصى دفق ويتجاوز 50663 م³/ث في نهايات أغسطس .

الرافد الأساسي لنهر اللنيل ينبع من بحيرة فكتوريا وطوله حوالي 3700 كلم من شمالي فكتوريا, والدفق من بحيرة فكتوريا يكاد يكون ثابت خلال السنه بمتوسط دفق 1048 م³/ث في منطقة مونقلا. بعد مونقلا يعرف النهر باسم بحر الجبل والذي يدخل منطقة البحيرات الكبيرة في السودان, ومعظم مياه النهر تضيع في هذه المنطقه - أكثر من النصف- بواسطة التبخر والنضح. والشكل (2.2) يوضح المخطط المائي للنيل الأزرق .



الشكل (2.2) يوضح المخطط المائي للنيل الأزرق

متوسط التدفق في بحر الجبل في ذيل المستنقعات هو 510 م³/ث. حيث يقابل نهر السوبات ليشكلا معاً نهر النيل الأبيض، الشكل (3.2) يوضح النيل الأبيض منذ منبعه وحتى التقائه بالنيل الأزرق.



الشكل (3.2) مخطط يوضح النيل الأبيض والأزرق

نهري بحر الغزال والسوبات هما رافدا النيل الأبيض الأساسيان حيث أن بحر الغزال يعتبر من أكبر روافد نهر النيل الأبيض حيث تبلغ مساحته 520,000 كلم مربع لكنه يساهم بنسبة مياه بسيطة تبلغ 2 م³ سنوياً نسبة لحجم المياه الهائل الذي يفقد في الأراضي الرطبة. نهر السوبات والذي ينضم للنهر بعد مسافه قصيرة من منطقة البحيرات يساهم بحوالي 412 م³ سنوياً للنيل. وفي موسم الفيضان يحمل نهر السوبات قدراً كبيراً من الرواسب مما يغير لون مياه النيل الأبيض.

معدل دفق النيل الأبيض في منطقة ملكال التي تقع علي مسافة قصيرة من نهر السوبات هو 924 م³ , وأقصى دفق يقدر ب 1218 م³ في بدايات مارس , وأقل دفق حوالي 609 م³ في أواخر أغسطس .التقلب يرجع الي تركيبة نهر السوبات المتغيرة الذي يبلغ أقل دفق لديه حوالي 99 م³ في أغسطس وأقصى دفق لديه 680 م³ في مارس ,ومن هنا يتدفق نهر النيل الأبيض باتجاه الخرطوم ليندمج مع النيل الأزرق مشكلاً بذلك نهر النيل .

خلال موسم الجفاف - يناير إلي يونيو- يساهم النيل الأبيض ب (70-90)% من مياه نهر النيل في هذه الفترة يكون تصريف النيل الأزرق منخفضاً ليلبغ 113 م³ , وعلي الرغم من تنظيم السدود المقامة على النهر , والشكل (4.2) يوضح متوسط تصريف النيل الأبيض في منطقة ملكال ليلاقي نهر السوبات .

التدفق في نهر النيل يتأثر بصورة أساسية بالتدفق في النيل الأزرق ,ومن الملاحظ أن الهدام يزداد عند زيادة منسوب النهر وتحديدأ في فترة ركود الفيضان ,إن نادراً ما يحدث عندما يكون الفيضان في أوجه.علي كل حال الحماية من الهدام غالباً ما تتم في فترة الفيضان عندما يكون الفيضان في أوجه ,وبعد فتره الركود عندما تكون ضفاف النهر قد تشبعت

بالمياه ,الشكلان (3.2)و(4.2) يوضحان مخطط التدفق الاسمي لنهر النيل وروافده ,حيث توضح المخططات متوسط التدفق لما يزيد عن 80 عام . من الواضح خلال هذه الفترة أن معدل تدفق النيل الأبيض ثابت ومعتدل خلال السنين ولهذا لم تعرف عليه تدفقات الفيضانات,وتبلغ سرعته 4 م/ث خلال الاسبوع الرابع من شهر أغسطس وبداية سبتمبر وتقلص الي 0.7 م/ث في حالات الدفق المنخفض (يناير- مارس).خلال فترة الفيضان يكون ميلان سطح الماء من (9-10)سم /كلم .بينما ميلان أقل دفق يتراوح بين (7-7.5)سم/كلم .

من خلال دراسة سلوك الأنهار هذه يتضح أن مشاكل إنجراف ضفاف الأنهار والهدام تعمل بصورة معقدة حيث تتطلب دراستها دراسة الماء ,والترربة معاً.

العلاقات الدالية بين المتغيرات تم تطويرها من المراقبات الميدانية والتحقيقات التي تمت في مواقع الهدام والإنجراف. عملية إنجراف ضفاف الأنهار تتغير أماكنها تبعاً للوقت ,ونتائج المراقبة اللصيقة لهذه الظاهرة ينبغي أن تخضع للمزيد من التحليل وفقاً لصور الأقمار الصناعية والصور الجوية وخرائط المساحة التي تمثل أداة ضرورية لمواصلة البحوث التي تجري في منطقة الظاهرة .وفي الحقيقة تحليل الوقائع التاريخية يقود إلي فهم أفضل للظاهرة ,اتجاهها وسلوكها إلي جانب تقدير معدل الإنجراف علي اعتبار المعلومات المفيدة التي يمكن تحليلها من مراكز السودان وكينيا لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

4.2: جزيرة ماجولي:-

تمت مقارنة جزيرة توتي مع جزيرة ماجولي والتي تعتبر من أكبر الجزر في العالم وهي معرضة الي مياه الفيضانات وهي تنكمش (تتقلص) بسبب النحر الناتج من نهر "براهمبوترا".

وقد أخذت الجزيرة شكلها نتيجة لمسار نهر براهيمبوترا. واعتبرت هذه الجزيرة تاريخياً من أهم مراكز الثقافة الهندية. ونظراً لأهميتها التاريخية والثقافية بذلت جهود عظيمة وأموال طائلة لحمايتها من النحر. تم تهجير بعض سكان الجزيرة لأماكن أكثر أماناً.

تمتاز هذه الجزيرة بسرعة اختفاءها. في عام 1950 كانت مساحتها 1.256 كلم مربع، وفي عام 1990 م تقلصت الي نصف حجمها. الشكل (4.2) يوضح موقع جزيرة ماجولي على نهر البراهمبوترا.

إذا لم تتم حماية الجزيرة فإنها ستختفي، وأهالي الجزيرة يعانون من مشاكل الإنجراف والاسوأ من ذلك سيعانون من تدهور المعيشة. ونتيجة لذلك قامت الحكومة المركزية بعمل عازل في نهاية الجزيرة بإمتداد 10 م. هذا الحاجز يتضمن عائق خرساني وذلك لحماية ضفاف الجزيرة وأيضاً يقومون بدوريات لمراقبة جريان المياه. والشكل (5.2) يوضح تعرية الجزيرة بواسطة الفيضان.



الشكل (4.2) يوضح موقع جزيرة ماجولي في نهر براهيمبوترا



الشكل (5.2) يوضح تعرية الجزيرة بواسطة الفيضان

الشكل (6.2) يوضح حماية الأشجار للضفة من التعرية



الشكل (6.2) يوضح حماية الأشجار للضفة من التعرية

الشكل (7.2) يوضح انجراف جزيرة ماجولي



الشكل (7.2) يوضح إنجراف جزيرة ماجولي

5.2: جزيرة توتي :-

جزيرة توتي تقسم النيل الأزرق إلى فرعين الفرع الأول يقع في الشمال الشرقي ويشكل تقعر داخلي، والآخر في الجنوب الغربي يشكل تقعر

خارجي. النيل الأبيض يحد الجزيرة من الجهه الغربية بطول 10.375 كلم
وقد أخذت الجزيرة الشكل الهلالي من تأثير الهدام الناتج من جريان النيل .
أراضي جزيرة توتي منبسطة وذلك نتيجة لترسب للطي علي الصخور
الرسوبية للحجر النوبي الرملي . خصائص التصريف لتربة النيل الأزرق
ونهر النيل لها نفس المقاومة للفيضان .

يمكن تصنيف أراضي الجزيرة لأربعة فئات وهي: سكنية, وزراعية,
وأيضاً أراضي حرة وأراضي مغمورة. المساحة الكلية للجزيرة 1000 فدان ,
200 فدان منها أستعملت كزراعية وسكنية نتيجة للزيادة السكانية
استخدمت بعض الأراضي سكنية وتبعاً للتعداد السكاني لعام 2000 م
كانت 15,165 نسمة .

قدر الخطر السنوي الذي يأتي من الأنهار المحيطة بالجزيرة بحوالي
16% وهي مرتبطة بالتهدم الذي يحصل للجزيرة وفقدان السنوي لبعض
المناطق المزروعة بحوالي 25% . الفيضان يغمر سنوياً المناطق الجنوبية
الشرقية كما أنه يغمر أجزاء كبيرة من الشرق كنتيجة لتأثيرات الفيضانات
المتتابة علي الأراضي السكنية . تم تحديد معدل الأنهار حوالي 3-8 متر
في الضفة الشرقية .

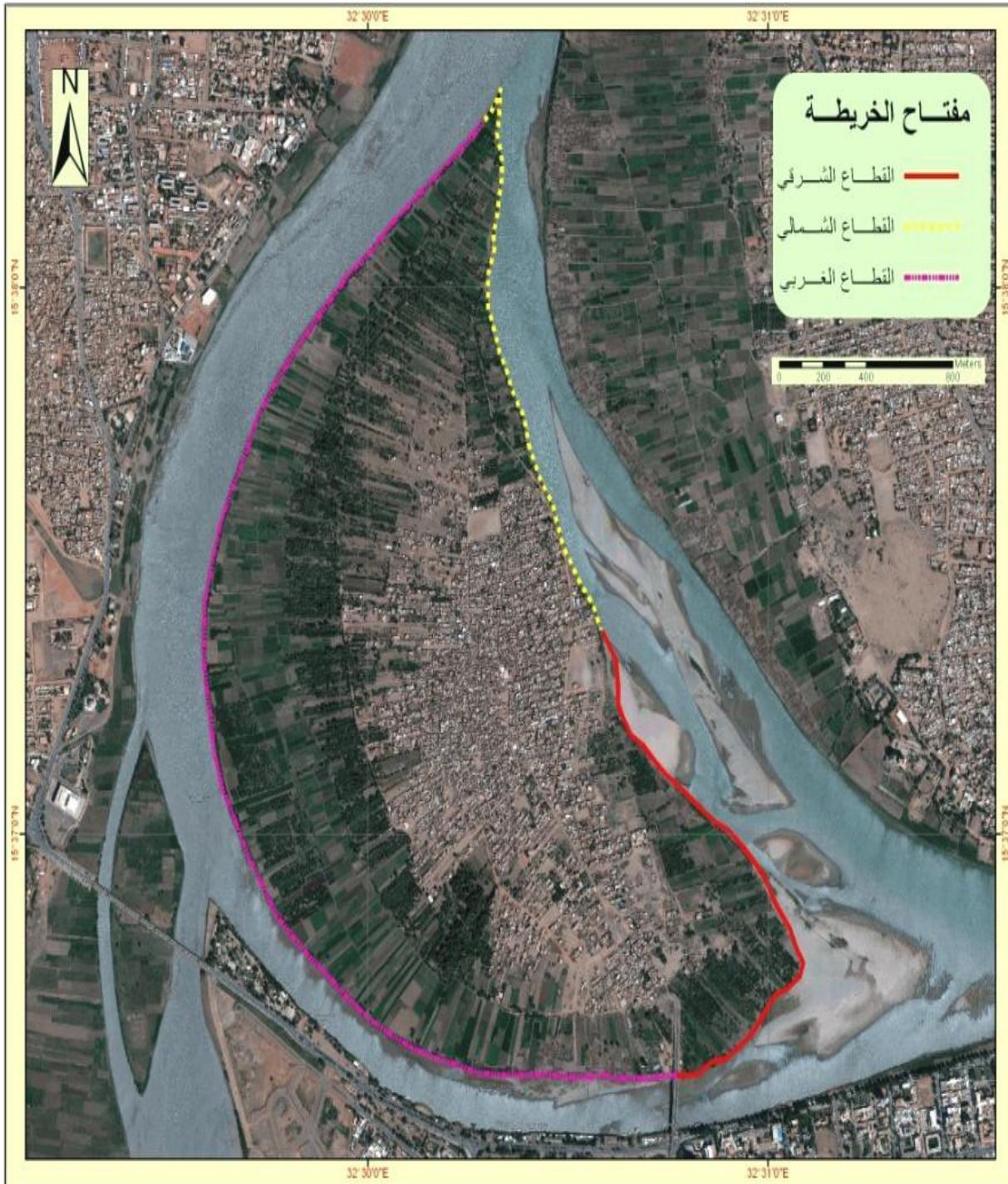
1.5.2: الترسيب والحمايه:-

من نتائج أعمال المساحة الأرضية والمساحة المائية ودراسة التربة
والغطاء النباتي والحالة الراهنة للشواطئ تم تصنيف سواحل الجزيرة إلي
ثلاثة قطاعات يميز أشكالها الطبيعية الديناميكية للنهرين الأزرق والأبيض
ما يحدث بينهما . سواحل الجزيرة معرضة لتيارات مائية بصورة شبة
دورية وهذه القطاعات هي :

1 . **القطاع الشرقي** : ويبدأ من جسر الخرطوم- توتي ممتد شرقاً حول رأس
الفالق إلي محطة المياه . ويتميز هذا القطاع بميول شواطئ تتغير من معتدل
عند رأس الفالق إلي شبه رأسي عند جسر توتي - الخرطوم ومحطة المياه
الشكل(8.2) يوضح تقسيم شواطئ الجزيرة الي قطاعات.

2 . **القطاع الشمالي:** ويبدأ من محطة المياه وينتهي إلى رأس جزيرة توتي (الرويس) مقابل جسر شمبات . يمتاز هذا القطاع بميول متدرجة ويعتبر من أعمق مناطق النهر وأكثر المناطق تعرضاً للنحر والهدام حيث تكون المياه العميقة ملاسمة للشاطئ الخارجي عند المنحنى كما يتميز أيضاً بوجود أضيق مقطع لرافد النيل الشرقي كما بالشكل(8.2).

3 . **القطاع الغربي:** ويبدأ غرب جسر الخرطوم- توتي ويمتد ملتفاً حول جزيرة توتي باتجاه أمدمان حتي يتلاقى بالقطاع الشمالي عند الرويس . يمكن إعتبار هذا القطاع مستقراً نوعياً مقارنة بالمناطق الأخرى إذا إستثنينا التدخلات البشرية .



الشكل (8.2) تقسيم شواطئ جزيرة توتي إلي قطاعات

6.2 التصميم والحماية:-

من خلال الخبرة الطويلة في مجال حماية الأنهار, تم الإتفاق على أن
العوامل التالية مهمة لتصميم واختيار أنواع الحمايةه :

- طول الضفاف المتآكلة.
- المحاذاة الصحيحة (لتجنب اضطراب التيار).
- الاستخدام الصحيح للأراضي .
- أن يكون التصميم صديقاً للبيئة .
- توفر المواد الانشائية المطلوبة والمناسبة, مثل (نوع الحجر وجودته
وسمكه)
- طبقة فلتر مناسبة لتجنب انجراف مواد الأساس ولتقليل ضغط المسام .
- الردم (الرمال الجيد والطيني والطين, الدمك بصورة جيدة).
- منسوب المياه (الحماية لابد أن تكون أعلى بواحد متر من أعلى منسوب
مسجل للمياه).
- الميلان (لابد أن تكون نسبته من 2:1)

تم إتباع الطرق المستخدمة في تصميم منشآت حماية الشواطئ حيث
تمت عملية الحساب يدويا ومن ثم إستخدام برامج حاسوبية لتسهيل
الحسابات والوصول لخيارات التصميم لحماية جزيرة توتي من خطري
الهدام والفيضان . وروعي في إختيار التصاميم كل العوامل التصميمية
والتنفيذية, والاقتصادية بناء علي نتائج أعمال المساحة الأرضية والمائية
, الدراسة الهيدرولوجية , الدراسة الهيدروليكية , أعمال فحص التربة
والغطاء النباتي, وتم تصنيف الحماية إلي نوعين:

- أ . حماية الجوانب ذات الميول الرأسية .
- ب . حماية الجوانب ذات الميول الجانبية (المائلة).

1.6.2 خيارات التصميم:-

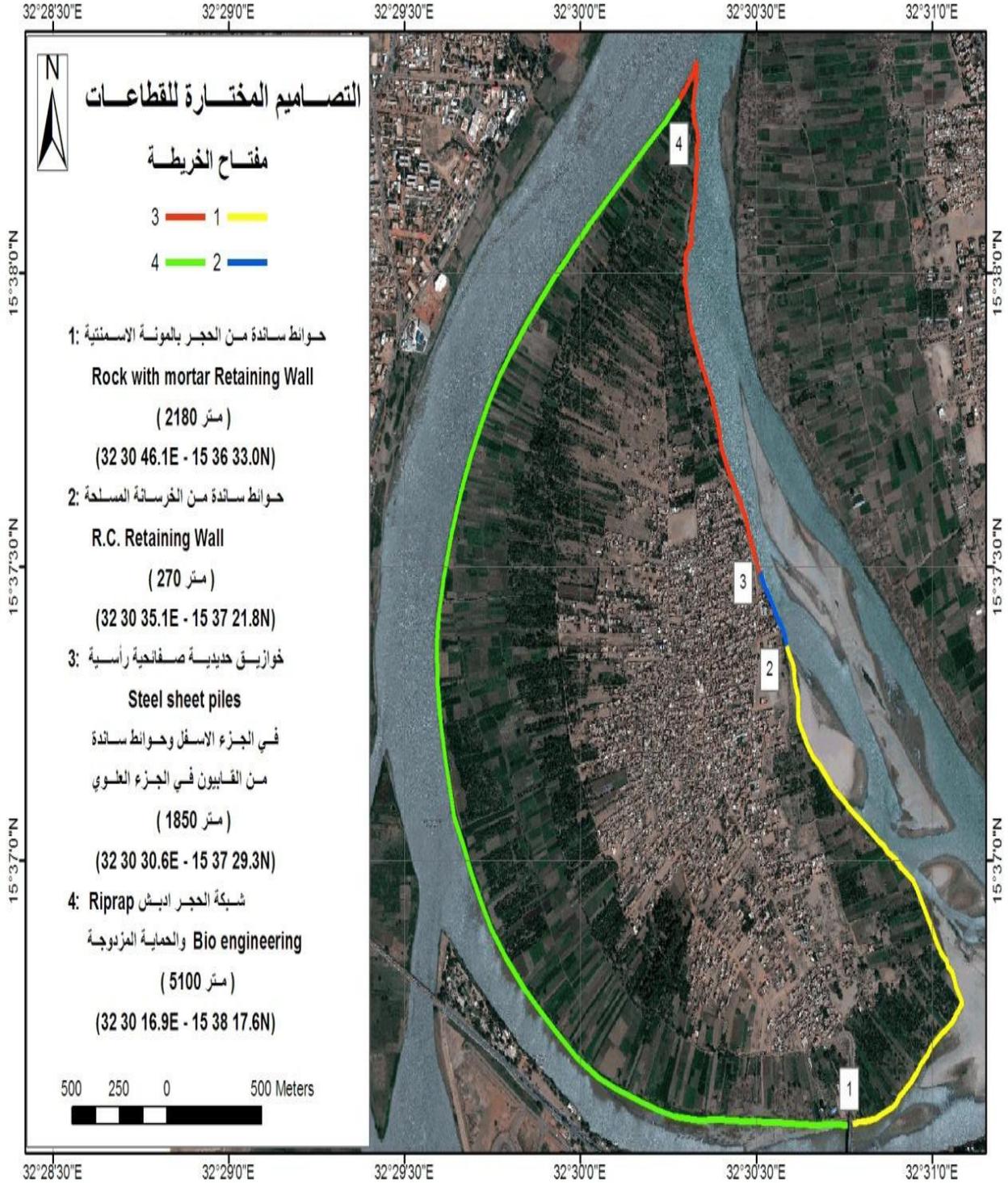
- 1 . حوائط ساندة من الخرسانة المسلحة R.C. Retaining wall .
- 2 . حوائط ساندة من الحجر Rock Gravity Retaining Wall .

3 . خوازيق صفائحية Sheet piles مع حوائط سائدة من القاييون
. Gabion Retaining Wall

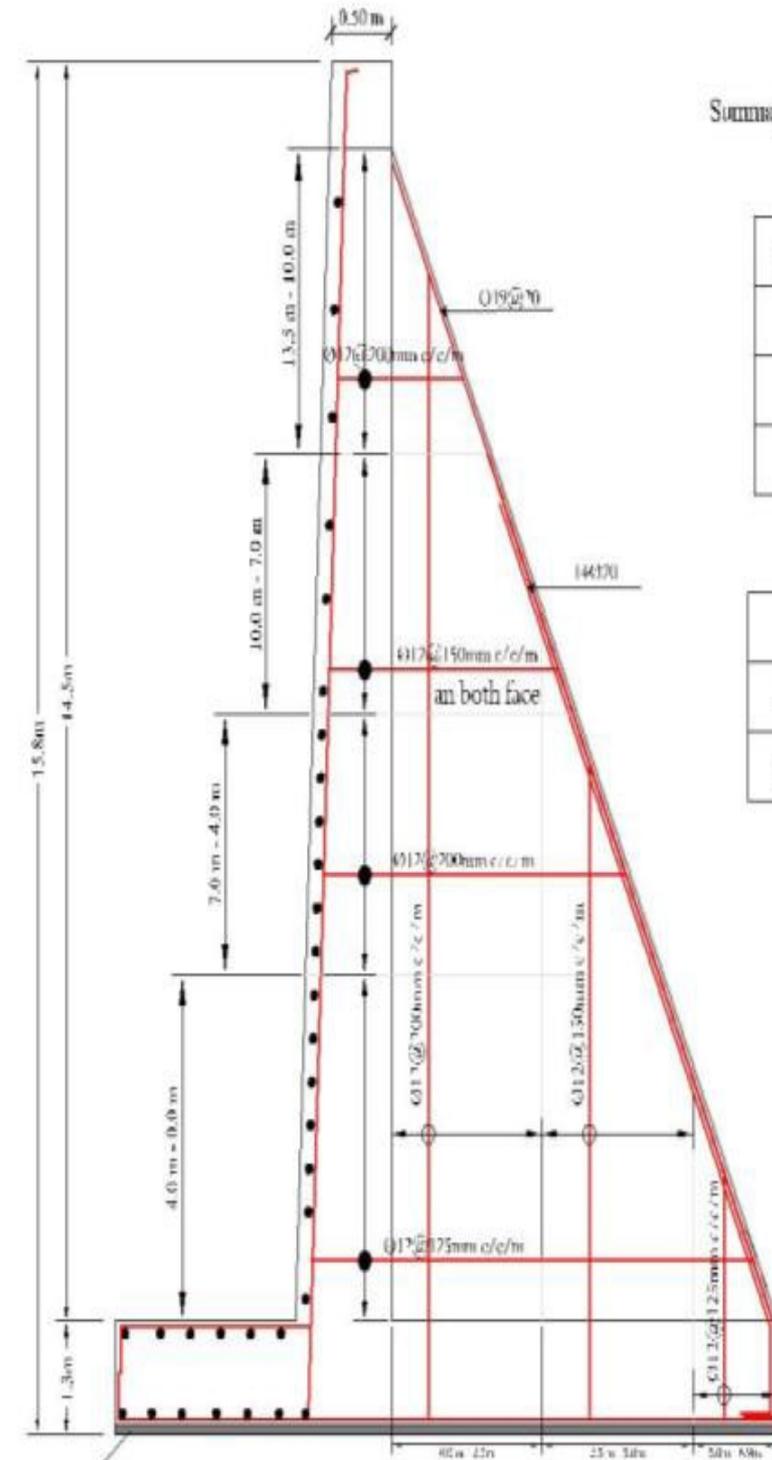
4 . الحجر الدبش مع الحماية الطبيعية Riprap & Bio
. Engineering

الشكل (9.2) يوضح أنواع الحماية المختارة ومواقعها وإحداثياتها وأطوالها. والشكل (10.2) يوضح حائط ساند من الحجر بالموونة الأسمنية. والشكل (11.2) يوضح حائط ساند من الخرسانة المسلحة. والشكل (12.2) يوضح حائط من الصفائح الخازوقية وال gabion, والشكل ()

13.2) يوضح حائط ساند من الصفائح الخازوقية والقايون .



**الشكل (9.2) توضيح أعمال الحماية المختارة أنواعها ومواقعها
وإحداثياتها وأطوالها**



Summary of Counterfort Reinforcement

Vertical

13.5 - 10	Ø16@125mm c/c
10 - 7	Ø16@150mm c/c
7 - 4	Ø16@200mm c/c
4 - 0	Ø16@250mm c/c

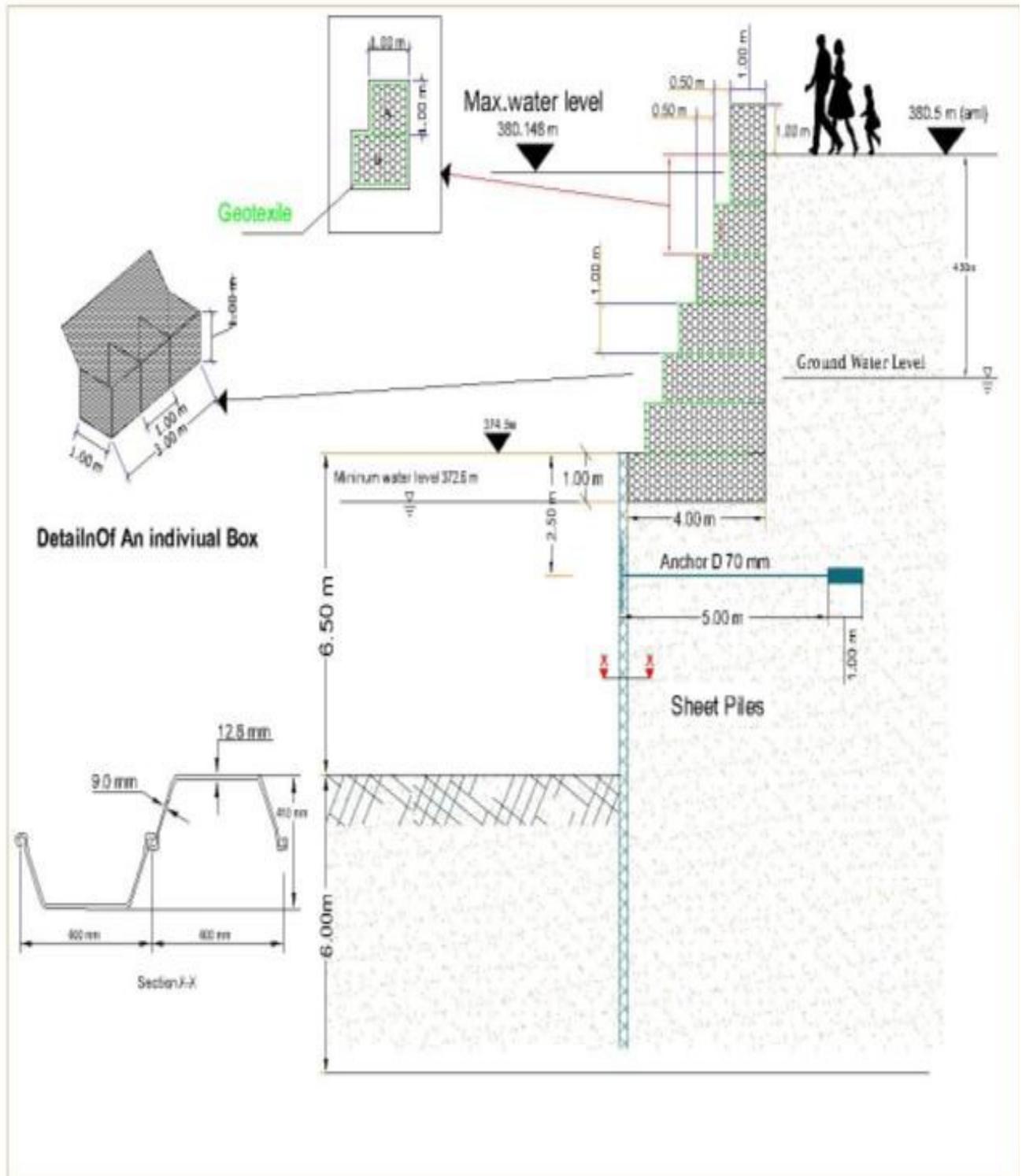
Horizontal

6.9 - 5	Ø16@125mm c/c
5 - 2.5	Ø16@150mm c/c
2.5 - 0	Ø16@200mm c/c

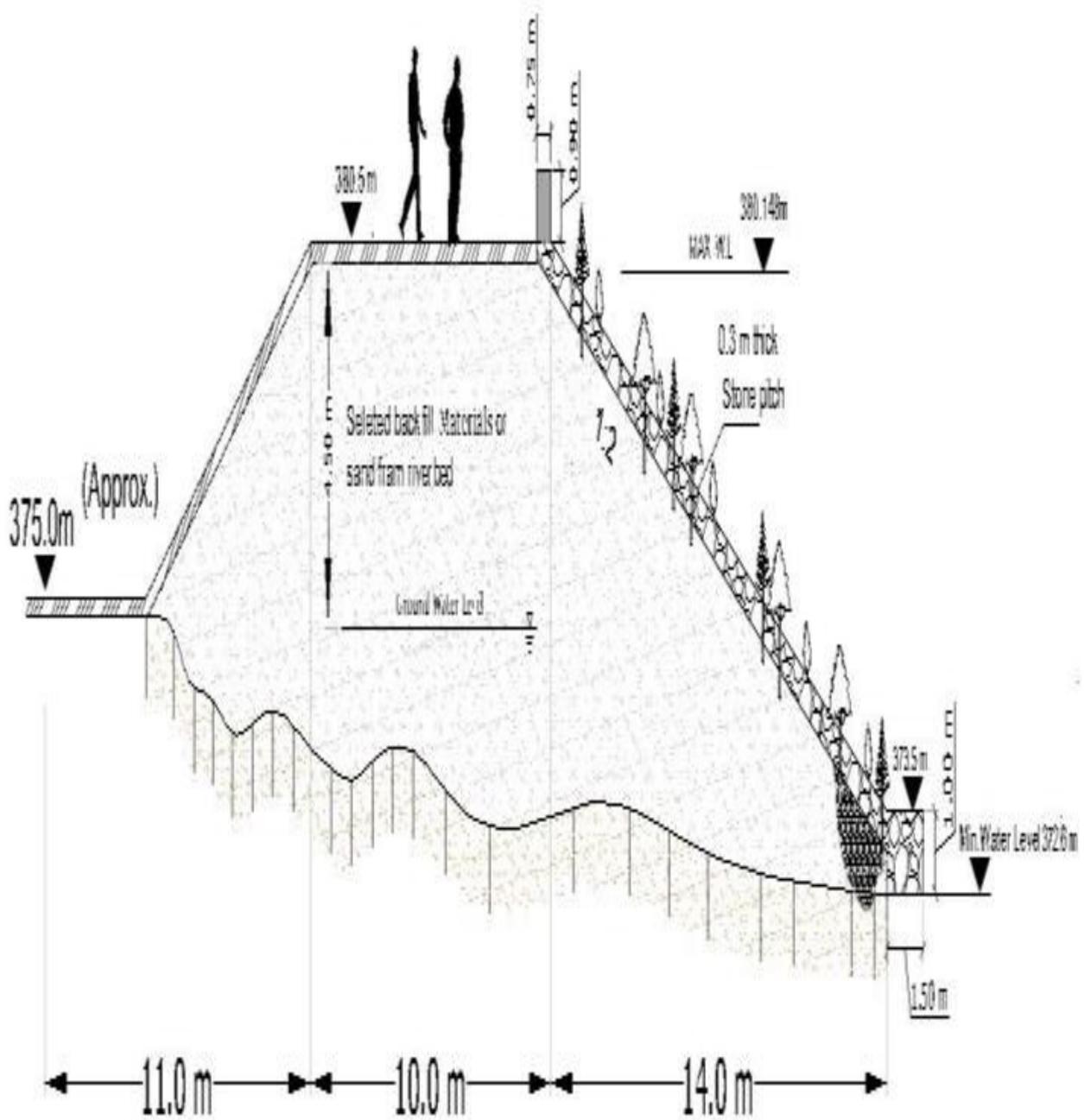
Plain concrete
1:3:6

Section B-B Details of Counterfort

الشكل (11.2) يوضح حائط ساند من الخرسانة المسلحة



الشكل (12.2) يوضح حائط ساند من الصفائح الخازوقية وال **gabion**



الشكل (13.2) يوضح حائط ساند من الصفائح الخازوقية وال
gabion

2.6.2 تحسينات الترويض المطلوبة:-

العوامل التي تؤثر على الحماية:

*** عمق الأساسات :**

لتحديد العمق المناسب للأساس يجب التحقق من نوع وشكل القاعدة التي تتحرك علي امتداد قاع النهر. ويعتبر الطول الموجي من العوامل المهمة والتي يجب حسابها .

نظرياً يمكن حساب الطول الموجي كدالة في رقم فراود تتضمن جريان القص , وخصائص الترسيب . أما إرتفاع القاعدة يمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$ZH = K d$$

حيث:-

K ≡ عامل- تصميم-

ZH ≡ إرتفاع القاعدة-

d ≡ عمق- الأساس-

ومن المنظور التصميمي يجب أن يكون عمق الأساس 1.2 متر علي الأقل أسفل مستوي الحوض بالنسبة لتكوينات القاعدة المتحركة .

علاقة فالكون وكندي التي تحكم هندسة القاعدة المرتكزة علي توزيع القص :-

$$\frac{d}{dc} \theta^3 = 1 - [1 - (r/rc)^{1/2}] [(8\theta)^{1/2} / (1-p)] [(1+f^3 \theta^2) / (1+2f^3 \theta^2)] F^2 D$$

$$[1/2(F^2 D = V / [g((Sg-1)D50$$

حيث :-

$d \equiv$ عمق الجريان (r)

$dc \equiv$ عمق الجريان المركزي (rc) .

$D50 \equiv$ متوسط قطر المواد المكونة للقاعدة.

$F \equiv$ معامل درسي للاحتكاك.

$P \equiv$ مسامية مواد القاعدة.

$V \equiv$ السرعة المتوسطة للجريان.

$\theta \equiv$ معامل الترسيب.

*ميلان القاعدة المناسب:-

للضفاف- المتماسكة- يجب- أن- تكون- زاوية الميلان- في- كاسل- بين- (-
 (1.5):1- أما الضفاف- الرملية- و الرخوة- فميلانها حوالي-: (1) .

* إعتبارات- التصميم- :-

إذا تم الإختيار الصحيح لعمق- الأساسات- و زاوية الميل- فإن- أعمال- الحماية- بالقايون- يمكن- أن- تستمر- لفترة- طويلة- شريطة- أن- يكون- تصريف- الفلتر- مناسباً - وكذلك- حجم- الصخور- و حجم- الصناديق- ونوعية- مادة- الشبكة- .

معادلة إختيار حجم- الصخور-:-

$$\tilde{I}_c / [\gamma_s \cdot D_s] = K$$

حيث:-

$$\tilde{I}_c \equiv \text{جريان- القص-}$$

وللإنحاءات- فإن- الحسابات- الناتجة- عن- جريان- القص- يمكن- أن- تتركز- علي- شكل- لوغريثم- توزيع- السرعة- - أيضاً يمكن- حساب- جريان- القص- الناتج- عن- درجة- الإنحاء للقاعدة- بإستخدام- المعادلة- :

$$\tilde{I}_b = K \cdot \tilde{I}_0$$

حيث:-

$$\tilde{I}_0 \equiv \text{جريان- القص- في- القنوات- المستقيمة-}$$

*الحماية الحيوية :

وهي أكثر الطرق فعالية وقد تم إجراء العديد من الأبحاث لإثبات فعاليتها . حيث وجدت في شمال السودان أشجار تنمو علي الضفاف تعمل علي حماية الضفاف من النحر الناتج عن جريان النيل وقد عرفت بإسم أشجار الفاس، وهي تتميز بوزنها الخفيف . وعندما تنتشر أوراق وفروع الشجرة علي الضفاف المائلة فإنها تشكل درعاً واقياً لها ، كما تعمل الجزور علي تسليح تربة الضفة .

م-

الباب الثالث

3. طريقة الدراسة المنهجية و المعدات

1.3 هيدرولوجية النيل الأزرق :-

النيل الأزرق مصدره في بحيرة تانا في إثيوبيا، حوضها على الجانب الشمالي من الهضبة الإثيوبية. يساهم النيل الأزرق ب (59-60%) من مجموع تصريف نهر النيل. خلال فترات انخفاض حسابات النيل الأزرق فقط نحو 15% من التفريغ في مصب الخرطوم. يتم إنتاج نمط موسمي عالي لتدفقات النيل الأزرق من قبل هطول الأمطار الغزيرة في مستجمعات بين بحيرة تانا والروصيرص، مع حوالي 10% فقط من التصريف السنوي النابع من بحيرة تانا .

نهر النيل الأزرق لديه العديد من محطات القياس من الدير إلى محطة الخرطوم لقياس المياه في موسم الفيضان أو موسم الركود منذ بداية هذا القرن ومستويات المياه التي يمكن الإعتماد عليها, وسجلات التصريف متوفرة الآن " في وزارة الري والموارد المائية). MOIWR"

محطات قياس النيل الأزرق الموجودة وهي تشمل المحطات التالية :

- 1 . الدير .
- 2 . ود الماحي .
- 3 . سد الرصيرص .
- 4 . سنار .
- 5 . ود مدني .
- 6 . كاملين .
- 7 . سوبا .
- 8 . الخرطوم .

مستويات مياه النيل الأزرق داخل منطقة جزيرة توتي. لها أهمية حيوية ، لأنها توفر معلومات عن تصميم المنشآت الهيدروليكية وتقييم المخاطر في الإستخدام الأمثل للفيضان.

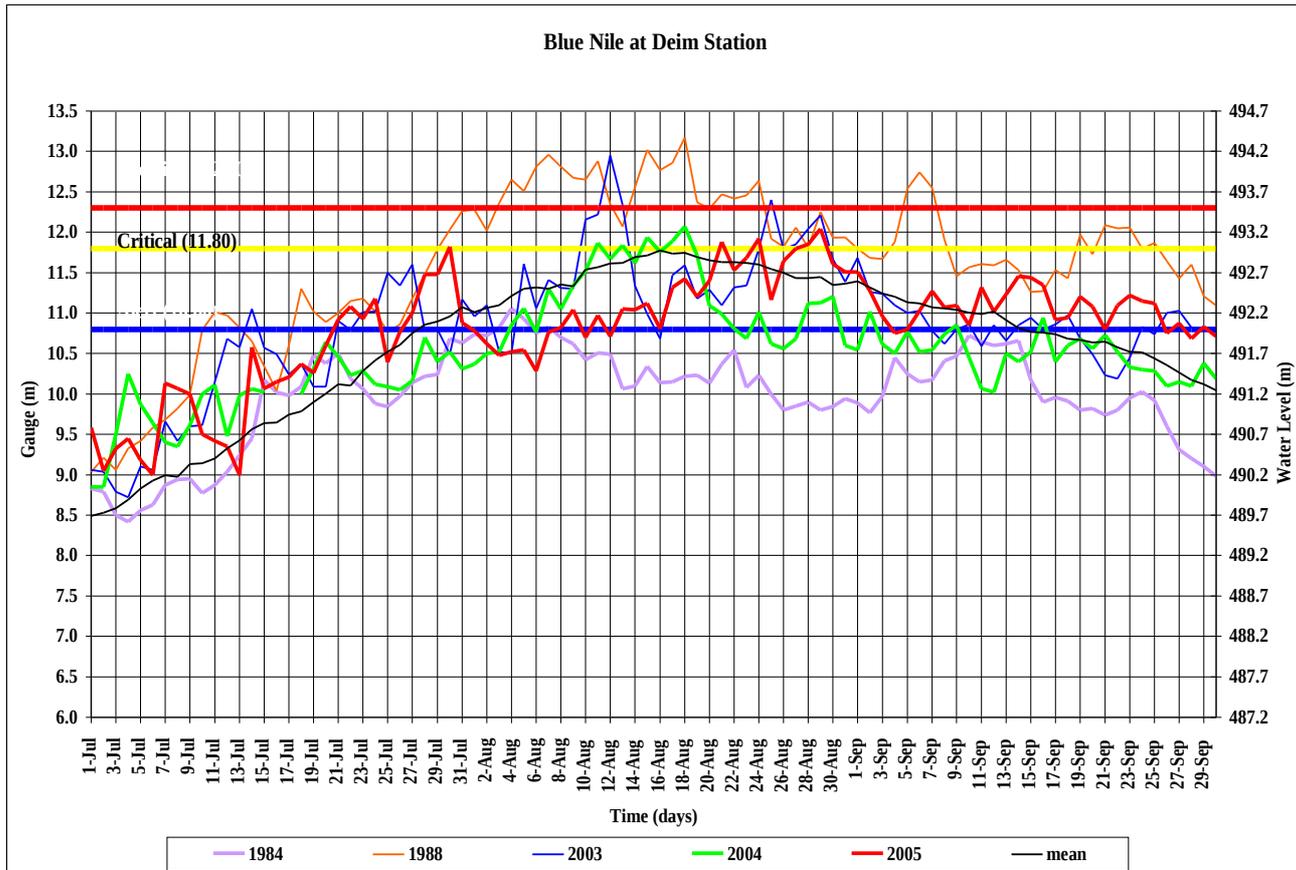
من تحليل الحماية في مركز الخرطوم من الدراسات لل 50 عاما تبين أن المناسب القصى والدنيا لنهر النيل الأزرق على التوالي هي 380.88 م , و 473.06 م فوق متوسط مستوى البحر. خلال فترة الفيضانات , و يفترض أن انحدار النيل الأزرق يكون 9.7 سم / كم.

الجدول (1.3) يوضح منسوب نهر النيل الأزرق في محطة الخرطوم في الفترة الحرجة , الفيضانات من يوليو حتى سبتمبر لسنوات عديدة .

الجدول رقم (1.3) قياسات النيل الأزرق بالخرطوم:

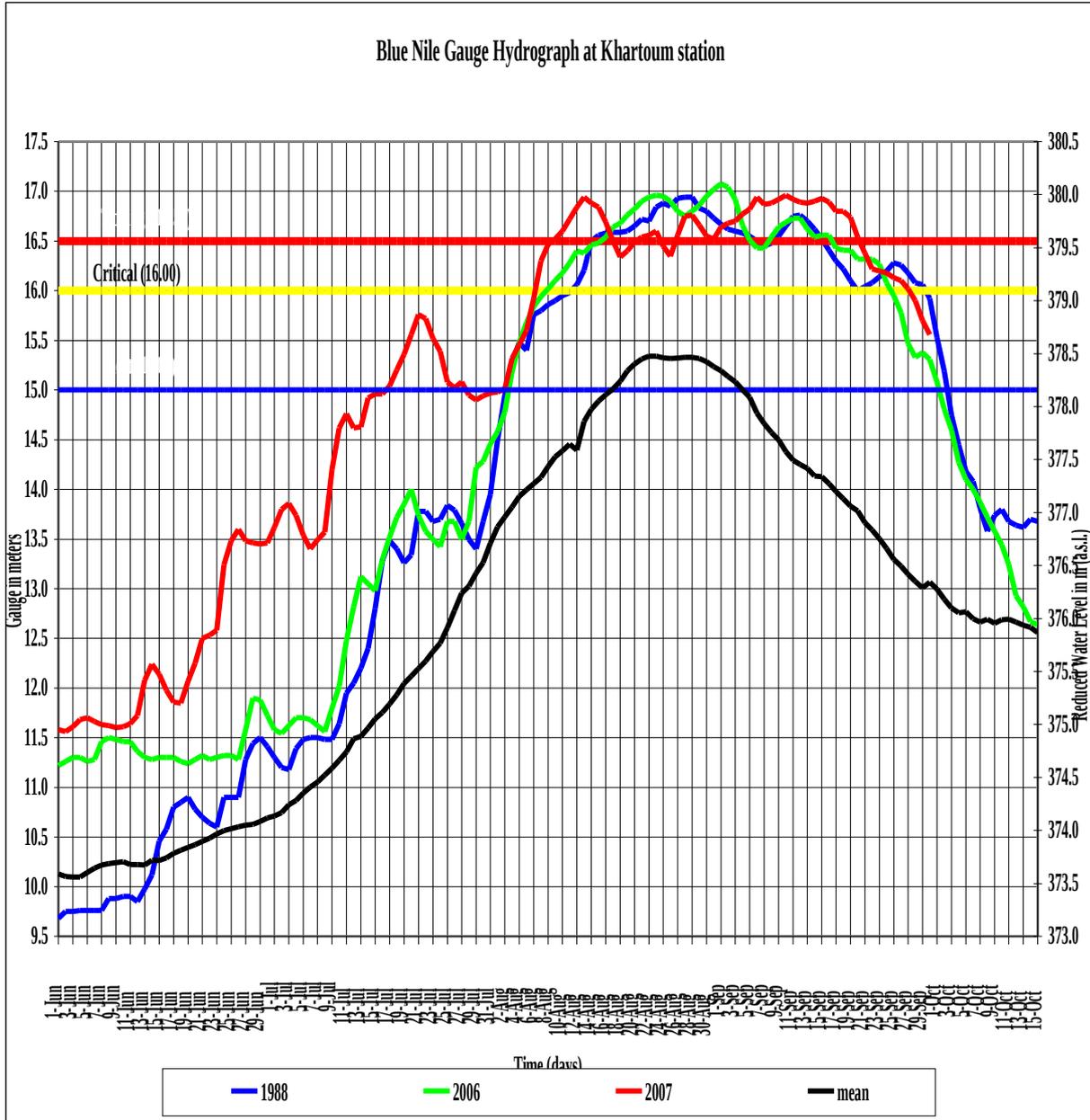
.Min. R.L (m) MSL	Min. (Gauge (m	.Max. R.L (m) MSL	Max. (Gauge (m	Year
373.60	10.60	378.52	15.52	2002
373.45	10.45	379.38	16.38	2003
373.22	10.22	378.98	15.98	2004
373.06	10.06	378.88	15.88	2005
373.24	10.24	380.08	17.08	2006
373.64	10.64	379.94	16.94	2007

والشكل (1.3) يوضح مقاسات النيل الأزرق عند محطة الدير لعدة سنين .



الشكل رقم (1.3) قياسات النيل الأزرق عند محطة الدير

والشكل رقم (2.3) عبارة عن قياسات النيل الأزرق في محطة الخرطوم .



الشكل رقم (2.3) قياسات النيل الأزرق عند محطة الخرطوم

2.3: هيدرولوجية النيل الأبيض :-

تتميز الهضبة الاستوائية بالأمطار على مدار السنة (أبريل تقريبا إلى نوفمبر)، وهو المصدر الرئيسي لبحر الجبل، التي تفقد نصف إيراداتها في منطقة المستنقعات، فترة الركود الرئيسية للنيل (نوفمبر - أبريل) ويعادل الإيراد السنوي حوالي 15-20% من داخل النيل، وحوض بحر الغزال هو

بالكامل داخل السودان ومعدل الأمطار يصل إلى حوالي 800 ملم / سنة وتشمل الأنهار نحو 15 مليار مترمكعب يتم فقدانه في منطقة المستنقعات.

تصريف النيل الأبيض لا يتبع نفس النمط الموسمي نظراً لأن النيل الأزرق يمثل حوالي نصف تصريف النيل الأبيض في ملكال , ويساهم في التدفقات الخارجة من السد في بحر الجبل, وبحرالغزال, وتأثير التناوب من السد هو أن هذا التدفق ثابت تقريباً طوال العام على الرغم من الاختلافات على المدى الطويل من الأمطار على المستجمعات العليا والبحيرات الإستوائية. ويساهم النصف الآخر من تصريف النيل الأبيض من قبل نهر السوبات الذي ينبع من الهضبة الأثيوبية. وهو يحتوي على نمط موسمي للتدفق , وعلى الرغم من أن تأثير التسرب إلى المستنقعات يميل للتخفيف من التدفق في وقت الإنخفاض ويؤخر ذروة الفيضان حتى أكتوبر.

كما هو الحال في النيل الأزرق , هناك العديد من محطات القياس المتاحة التي تديرها وزارة الري , والموارد المائية لرصد مستويات المياه وتصريف النيل الأبيض من بينها محطة ملكال والمقرن , ومن الجدير بالذكر أن نطاق النيل الأبيض داخل منطقة الخرطوم يتأثر إلى حد كبير من خلال تشغيل سد جبل أولياء فضلاً عن مستويات مياه الفيضان لنهر النيل الأزرق.

بمراجعة قراءات النيل الأبيض يتضح أن :

* الحد الأدنى مستوى المياه 373.21 متر.

* انحدار المياه خلال فترة الفيضان 5.3 سم / كم (سلي).

* انحدار المياه خلال فترة الركود 3.6 سم / كم.

3.3: هيدرولوجية النيل الرئيسي:-

يتأثر التدفق في نهر النيل الرئيسي الذي يصب عند ملتقى النيل الأزرق والنيل الأبيض بتدفق هذين النهرين. لذلك يمكن القول أن هناك اختلافات كبيرة في تصريف النيل ,ومستويات المياه على مدار السنة.

بمراجعة النيل الرئيسي إتضح أنه :

* الحد الأقصى لمستوى المياه 376.88 متر.

* الحد الأدنى لمستوى المياه 368.82 متر.

* انحدار المياه خلال فترة الفيضان 8.9 سم / كم.

* انحدار المياه خلال فترة الركود 10.2 سم / كم.

بإستخدام التحليل الهيدرولوجي وتكرار الفيضانات التي أُجريت في هذه الدراسة وجد أن متوسط المعايير الهيدرولوجية والتي يمكن استخدامها لأي تصميم من أعمال الحماية من الفيضانات. (فترة العودة 100 سنة). تتمثل في الجدول (2.3).

الجدول رقم(2.3) يوضح قياسات الأزرق والنيل الأبيض ونهر النيل:-

النهر			المتغيرات
النيل الرئيسي	النيل الأبيض	النيل الأزرق	
376.88	380.66	380.88	المنسوب الأعلى للمياه (م)
368.82	373.21	373.06	المنسوب الأدنى للمياه (م)
8.06	7.45	7.82	أعلى ارتفاع للقمة (م)
100	121	121	2التساقط السنوي(مم)
147.5	200.5	200.5	أعلى تساقط يومي(مم)
0.70-0.95	0.70-0.95	0.7-0.95	معامل الجريان
3.5	4.8	4.8	سرعة الرياح (م\ث)

4.3: مورفولوجية النيل الأبيض والنيل الأزرق:-

نهر النيل وروافده داخل السودان عادة تكون أنهار الغريني (الطمي) متوازنة الطاقة المتوافرة لديها عن طريق تبديد طاقة الدفع إلى الجانب والاحتكاك الداخلي وكذلك الطاقة اللازمة لنقل حمولة الرواسب . وبالتالي فإن خصائص النهر تعتمد على المقاومة النسبية للتآكل في مختلف المقاطع العرضية , وعلى طول المجري ينحدر النهر في أي نقطة من مجراه الخطي ، مما يؤدي الي قوة تآكل غير متوازنة تميل إلى زيادة الانحراف المحلي وتحدد نمط التعرجات التي قد تؤدي إلى تغيرات خطيرة في المجري تسبب

آثار مثل الإنحراف الرئيسي للتدفق والرمل، وإنشاء أو اختفاء جزيرة .. الخ. وهكذا فإن النهر الغريني قد يتدفق في القنوات المستقيمة والمنحنية، وفي مجتمعات ضحلة وعميقة، والقنوات الضيقة والواسعة، المسطحة والمنحدرات الحادة.

بشكل عام تهدف الأعمال الهندسية للنهر إلى تعظيم الاستفادة من المجاري ومحيطها، من خلال الأنشطة التنموية ذات الصلة، مثل التحكم في التدفق أو نظام (التصريف أو المستوى)، والحماية المصرفية (ترويض النهر)، والوقاية من الفيضانات ... الخ .

الخصائص الهيدرولوجية للنهر داخل منطقة الدراسة تعتمد أساساً على سلوك النيل الأزرق. ويرجع ذلك أساساً إلى الفيضانات؛ فتصريف النيل الأزرق يسيطر على التدفق. وذلك أثناء تصريفات الذروة، وتدفق النيل الأزرق حوالي 700 م³ / يوم أو أكثر، وبالتالي تنتج الفيضانات مشاكل وصعوبات في التصريف السطحي داخل المنطقة من قبل النيل الأزرق. السرعة في النيل الأزرق خلال فترة الفيضان فوق 200 كم / يوم. وبالتالي سرعة تدفق النيل الأزرق ذات صلة بتقييم المشكلات.

تركيز الرواسب اللحظية خلال فترة الفيضانات يمكن أن تصل إلى 14000 ppm، وفي موسم الجفاف عند تدفق النيل الأزرق يكون الحد الأدنى (10 م³ / يوم) تنخفض السرعة المتوسطة إلى حوالي 0,25 كلم/يوم (20 م/ث). على الرغم من السرعة المتوسطة الصغيرة خلال موسم الجفاف .

في موسم الجفاف ومن المتوقع أن تتوقف التدفقات المقبلة من النيل الأبيض حول جزيرة توتي بسبب تأثير المياه الخلفي من النيل الأبيض الذي يمتد للمنبع، على طول الفروع اليسرى لنهر النيل الأزرق. وبالتالي من المتوقع ترسب الرواسب وارتفاع الردمية. التعادل السريع لانخفاض النيل الأزرق في جميع الأحوال يكون الإِسبوع الثالث من شهر سبتمبر، إذ تعتمد النتيجة على عملية السد، وتسريع التصريف لحل المشاكل.

5.3: مورفولوجية نهر النيل :-

النهر الغريني أو الطمي يتغير باستمرار نتيجة القوى الهيدروليكية التي تعمل على الردم والتصريف . وقد تكون هذه التغيرات بطيئة أو سريعة وقد تنجم عنها تغيرات بيئية طبيعية أو التغيرات التي وضعتها الأنشطة المختلفة.

النهر يغير الوضع والتصريف (البعد، والشكل، والنمط) بسبب التغيرات الهيدرولوجية ،

والظروف المناخية على مدى فترات طويلة من الزمن ،أو نتيجة للتقلبات المناخية العشوائية الطبيعية (الجفاف والفيضانات)أو عن طريق التعديل في النظام الهيدرولوجي . إستجابة النهر إلي التغيرات غالبا ما يحدث ذلك على الرغم من المحاولات من قبل المهندسين للقضاء على الاستجابة المتوقعة تحت السيطرة.

نهر النيل هو نهر الطمي النموذجي . في الجزء الشمالي من السودان فهو يمر عبر السهول الرسوبية التي تحيط بها الصحراء الممتدة . وعلي ضفتيه يتعرض باستمرار لسلسلة من التغيرات . حيث تتجلى تعقيدات التغيرات في شكل التعرجات ، وترسبات الطمي، والقنوات الضيقة والواسعة والبرك الضحلة والعميق، والمنحدرات المسطحة والحادة ،والغريني ،الترسبات الطمية، ...الخ، وهي دائمة .

ومن المعروف أن النهر يكون محصور في الوادي . تاريخياً لم تكن هناك تحولات أفقية كبيرة سجلت على مدى السنوات ال 100 الماضية. ولكن تم الإبلاغ عن تآكل شديد للمصرف منذ عام 1930 في مروى ،ودنقلا في الشمال ،وفي الوقت الحاضر ،وسعت هذه الظاهرة لتشمل بعض الروافد في وسط السودان (على طول النيل الأزرق).

في النيل الرئيسي يتراوح متوسط عرض المجرى بين (400 و 500)متر ،ويزيد إلى(600 و 1000 م) في موسم الفيضان. سرعة التدفق تصل إلى 3.5 م/ث خلال الفيضانات وتنخفض هذه النسبة إلى 0.7م/ث في موسم الإنخفاض . تذبذب مستوى المياه حوالي 8 إلى 10 متر بين التدفقات العالية والمنخفضة ،وتحميل الرواسب يختلف إختلافاً كبيراً على مدار السنة الهيدرولوجية.

وُجد أن تدفقات النيل الأزرق سببت مشاكل الفيضانات وصعوبة التصريف السطحي خلال موسم الأمطار ،هذه التدفقات هي أيضا مسؤولة

عن نقل الرواسب في المنطقة، وبالتالي من المعتقد أن النيل الأزرق يؤثر بشكل كبير في التغييرات التي قد تحدث فيه .

يتأثر التدفق في نهر النيل في شمال الخرطوم بتدفقات النيل الأزرق ، والنيل الأبيض ، ونهر عطبرة ، وقد لوحظ فشل التصريف أثناء حدوث فترة إرتفاع وركود الفيضان . نادراً ما يحدث فشل للتصريف حينما يكون الفيضان في ذروته. من ناحية أخرى ، فشل الحماية ، وعادة ماتحدث أثناء ذروة الفيضان وبعد فترة الركود حيث تنتشبع التربة بالتصريف بالكامل.

الباب الرابع

4- جمع البيانات

1.4: جمع البيانات:-

في هذا الفصل استخدمنا الصور الجوية قبل سنوات مختلفة (1965، 1975، 1988، 1996، 2006) لدراسة التغيير المدمر الذي حدث لجزيرة توتي، وتم استخدام بعض البرامج؛ لتحليلها، واستخراج النتائج ممثلة في الخرائط، وعرضها؛ لإستخدامها في التصميم؛ لحماية جوانب توتي من التآكل بعد نتائج ملموسة من التحليل. وقد تم جمع البيانات من المجال الجوي السوداني.

وكانت هذه الصور- من- عمليات- التخطيط- للتحويل- من- خرائط- الصور- الرقمية، من- خلال- برامج ArcView لعملية- التخطيط- ومن- ثم- تحليل- وعرض- وإضافة- بعض البيانات- المطلوبة- من- خلال- برنامج ArcView ، لتخرج- في- وضع أفضل- بإعتبارها خريطة- تحتوي-

على- معلومات- جغرافية- واضحة- يمكن- استخدامها- لتحديد- التغير-
في- جغرافية- الجزيرة- خلال- الفترة- السابقة- .

بعض البرامج المستخدمة في- تخطيط- وتحليل- وعرض-
هذه البيانات- يمكن- استخدام- برامج خاصة لمعالجة- وتحليل-
الخرائط- الجغرافية- ومن- ثم- برمجة- ArcView .

وكانت- التحاليل- التي- أجريت- على- هذه- البيانات- من- خلال-
التخطيط- لكل- صورة- علي- حده، تستخرج- وتعرض- الخريطة، وبعد-
ذلك- يتم- مقارنة- الصور- والنتيجة- ممثلة- في- معدل- التآكل- في-
جزيرة- توتي- لتحديد- طبيعة- ونوع- التغير- الذي- طرأ- على- الجزيرة-
والموقع-

2.4: نوع ومصدر بيانات جزيرة توتي :-

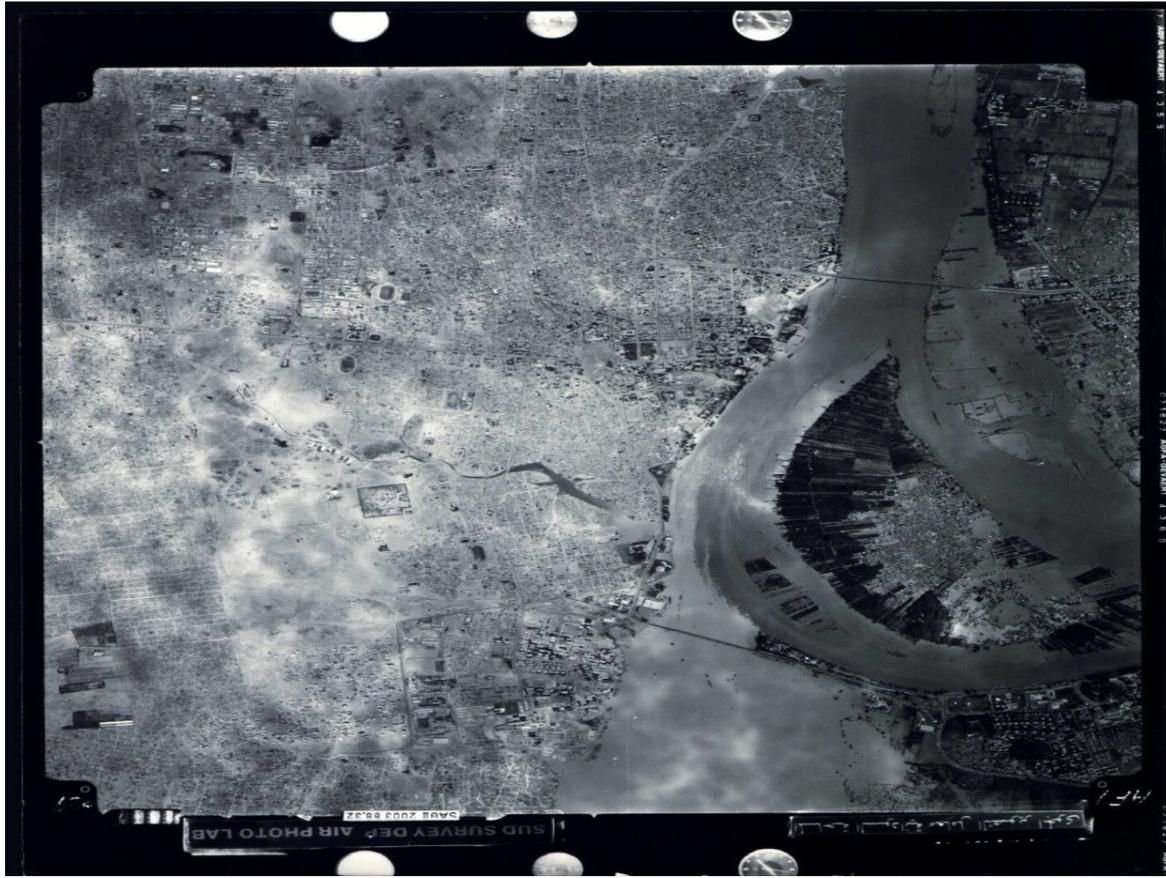
نوع البيانات التي أُستُخدمت في هذا الفصل عبارة عن الصورة
الرقمية التي أُخذت بالمسح الجوي الذي اتبعتها المنطقة السودانية بواسطة
مختبر التصوير الجوي - قسم طوبولوجيا.
الصورة التي أُخذت من السنوات [2006, 1965, 1975, 1988, 1996] والقيام
بالمسح من أجل أن يستخدم في البيانات الرقمية . الأشكال من (1.4) إلي ()
5.4) توضح الصور الرقمية للسنين المختلفة.



الشكل رقم (1.4) يوضح صورة سنة 1965م.



الشكل رقم (2.4) يوضح صورة سنة 1975م



الشكل رقم (3.4) يوضح صورة 1988م



الشكل رقم(4.4)يوضح صورة سنة 1996م



الشكل رقم (5.4) يوضح صورة 2006م

3.4. البرامج والإجراءات المستخدمة :-

تم التصميم بواسطة برنامج AGD في برنامج ARCVIEW.

برامج الرسم CAD يعمل- تماماً مثل- أي- نوع آخر- من- البرامج
المميزة- في- WARCIVIE- إستخدمت- جميع وظائف- التلاعب-
للبرنامج بما في- ذلك- رسم- الخرائط- الموضوعية- والإستفسارات-
المكانية- على- المواضيع الرسم- CAD- وتم- تحرير- و تعديل-
الميزات- برنامج الرسم- CAD أو الجدول- والسمة- المرتبطة- بها-
وتم- تحريرها برنامج الرسم- إلي- حلقات-

وتضمنت- البرامج الحاسوبية التي- استخدمها- ما- يلي:-

1- اوتوكاد 2008 لتتبع الخرائط- .

2- قوس- عرض- 3.3 برنامج للتحليل- وعرض- البيانات- الانتاج -.

3-ميكرو- سفت- .

الباب الخامس

5. الحماية بطريقة ال Gabion "صناديق السلك"

1.5: الإعتبارات الإقتصادية :-

تعتبر النواحي الإقتصادية من النواحي المهمة جداً في صناعة المنشآت حيث أن الفائدة يجب أن تقارن مع التكلفة . يفضل إستخدام المواد المحلية علي المواد المستوردة إذا كانت مؤدية للغرض ومناسبة للإستخدام .

القيمة الإقتصادية للمشروع تكون ذات مسوغ أو مبرر إذا كان الدخل المكتسب الكلي من ترويض النهر وأعمال الحماية أكبر من التكلفة الإنتاجية .

2.5: إجراء التصميم :-

ليس- هناك معيار معتمد- للأعمال- التصميمية- لترويض-
الأنهار- ولأعمال- الحماية- .. تعتبر- إختبارات- النماذج الهيدروليكية-
هي- الأكثر- إفادة- لأعمال- التصميم-..

وهي- تستخدم- للتنبؤ- بالتغير- في- أنماط- وخشونة- القاع
وملاحظة- مسببات- إنهيار- الضفاف- .. كما- تساعد- في- التخطيط-
والوصول- لأفضل- طريقة- للتصاميم- المتبناه , كما- أنها تعطي-
مؤشرات- جيدة- لسرعة- الميلان- المثلي- المستخدمة- في- مناطق-
الإنحناآت-..

يجب- دراسة- سلوك- كل- من- نهر- النيل- الأزرق- والأبيض- والنيل-
الرئيسي-، ومحاور- جزيرة- توتي- بصورة- جيدة؛ وذلك- لحمايتها- هي-
وما- جاورها- من- مناطق-..

3.5: تاريخ عمليات الحماية والترويض السابقة:-

من المعلوم أن جزيرة توتي قد تعرضت لتكرار الفيضانات علي مر
السنوات الماضية. حيث لم تكن هناك تسجيل للتواريخ والأحداث التي تقع
علي الجزيرة، وفي عام 1946م تم تسجيل أكثر فيضان قوي حدث في
السودان من قبل النيل .

عرض مجري النيل الرئيسي في السودان بين (400-500)م ويزداد
ليصير بين (600-1000)م في موسم الفيضان . وسرعته بين 3.5م/ث في
موسم الفيضان وتقل الي 0.7م /ث في بقية العام . وغالباً ما يكون منسوب

الماء- بين- (8-10)م- أثناء فترة- الجفاف- والفيضان- ,وهو- يحمل-
حوالي- $10^6 * 176$ طن- من- الرواسب- سنوياً في- مجراه-

4.5:ترويض النهر وحماية جزيرة توتي :-

تعتبر جزيرة توتي واحدة من المناطق الواقعة تحت تأثير فيضان النيل الأزرق وتعتمد ضفة أي منطقة علي طول حدودها فبعض هذه الضفاف تكون من أجل حماية هذه المنطقة من الفيضانات السريعة الناتجة عن العواصف المطرية , والتي تسبب غرقاً لهذه المناطق .

يمكن تقسيم الضفاف الي ثلاثة:

1- ضفاف مجاورة للنيل:

هذه الضفاف هي ضفاف أرضية مغطاة بالحجر الجاف .في التنمية السابقة فضل أن تبني من أقفاص تملأ بالحجارة.

2- ضفاف مستعرضة متعامدة أو مائلة مع النهر :

وهي مشابهة للنوع السابق إلا أنها أعرض وأقوي .

3- الضفاف الأرضية المحيطة بالمنطقة والبعيدة من النهر:

تتكون هذه الضفة من الطين المضغوط ومن الحجارة.

يعتمد تصميم الحماية لهذه الضفاف أساساً علي التجارب العملية من

جهة وعلي التجارب الموجودة من جهة أخرى .

يعتمد تصميم طريقة الـ Gabion علي- المعادلات- التجريبية التي- تتضمن- طول- الـ Gabion الي- الطول- السائم- والعرض- والعمق- المتوقع -.

تصميم الجزيرة- يحتوي- علي- بعض النقاط- عالية- الإرتفاع ومجاورة- للنهر-الأجزاء- المتبقية- من- ضفاف- الجزيرة- والتي- لم- تتم- حمايتها يمكن- حمايتها في- المستقبل- كل- طویل- المدى- ..

الترويض- يجب- أن- يظهر- جلياًفي- النيل- الأزرق- في- الجزء- الشرقي- للجزيرة- ، والنبي- يعتبر- هو المسؤول- عن- إنهيار- الضفاف- وفقدان- الأرضي- . كما أنه من- المتوقع حدوث- إستجابة عكسية- من- قبل- النيل- الرئيسي- وذلك- بإقتلاع الجزيرة- التي- لوحظت- مؤخراً في- شمال- كبري- شمبات-.

5.5:أنواع وصلات الـ Gabion:-

تصنع الـ gabion من- شبكة- من- الأسلاك المحبوكة- مع بعضها ،فتكون- علي- شكل- سداسي- وذلك- للسماح- بتوزيع جيد- للأحمال- علي- طول- المنشأ- وهي- تختلف- حسب- شكلها- الهنسي- ، يصل- إرتفاعها- الي- 300 ملم- . كما أنها تنتج بمقاسات- (6 × 2)م- قطر- الأسلاك التي- تصنع منها- الـ Gabion 2.7 ملم- . بالمسافة- بين- السلك- والآخر- حوالي- 80 ملم- . تصنع الـ Gabion

من- الزنك الثقيل- والمطلي- والزنك الثقيل- مع البوليمر- المطلي-
والقلفنايز- والقلفنايز- المطلي- مع البوليمرالمطلي--

6.5:متانة وصلات ال Gabion :-

أثبتت وصلات الشبك كفاءتها تاريخياً وفي مدي واسع من التطبيقات .وهي مصنوعة وفق المواصفات العالمية .ويصل عمرها الافتراضي إلي حوالي 120 عاماً وذلك بشهادة المجلس البريطاني, وذلك عند طلاءها بالبوليمر وبعد التحسينات التي طرأت علي الطلاء بالقلفنايز صار عمرها الافتراضي يتراوح بين (4-5) أي أضعاف العمر الافتراضي لتلك التي تم طلاءها بالطلاء التقليدي وقد تم إستخدامها في استراليا لفترة تزيد عن 50 عاماً .

7.5:مواصفات الصخور التي تملأ بها ال Gabion :-

يجب أن تكون هذه الصخور قوية ومتينة , كما يجب أن تكون ذات كثافة وتحمل عاليين وخالية من التشققات .كما يجب أن تتوافق جودتها مع التصميم الحي للمنشأ .

يجب أن تكون الحجارة مكعبة حيث أن طول المحور الطويل لا يزيد عن ثلاثة أضعاف المحور القصير.الحجم الإسمي للحجارة المستخدمة .يجب أن يكون في الحدود بين 100-250 ملم مع وجود 5% من كتلتها أصغر من 75 ملم .

8.5: حماية الضفة والقاع باستخدام ال Gabion :-

تستخدم Gabion في حماية الضفاف والقاع من النحر. وأيضاً تستخدم لتحسين حماية الأنهار والقنوات والمجاري. .

توضع ال-mattress أسفل الميلان الجانبي في البداية وأعلى من أعلى إرتفاع تصميمي للمياه. علي أن تعبر مسافة الإطالة (L) قاعدة النهر أو القناة. يجب ألا تزيد هذه المسافة عن ضعفي العمق المتوقع للقناة أو النهر. يجب أن يوضع الفلتر تحت ال-mattress لضمان عدم تعرية التربة.

تعتمد الحماية علي سمك ال-mattress والتي يجب أن تكون لها القدرة علي مقاومة جريان المياه الجارف في النهر. هناك عدة طرق مقترحة لحساب سمك ال-mattress المطلوبة لمقاومة جريان المياه. .

علاقة ما يوزد تعتمد علي عدد من معادلات الإستقرارية وسرعة توزيع المياه وزاوية الميل الداخلي. مقدمة أسفل مستوي المياه، كثافة كتلة الحجر الموجود داخل ال-mattress والعمق المتوسط وسرعة المياه علي سطح المجرى المائي.

أما إستقرارية الصخور فإنها محكومة بالعلاقة التي تفرض أن قطر الصخرة حوالي 50% من قطر ال-mattress. حيث أن عدم الإستقرار يحدث عند حركة أحد الصخور الموجودة في ال-

mattress .السرعة. التي – تحت. الصخور. علي. الحركة. داخل. ال-
mattress تسمي. السرعة. الحرجة.-

جدول-(1.5). يوضح الأوزان- النوعية- لصخور- القابيون:-

الوزن- النوعي- (KN/M ³)	أنواع الصخور- التي- تملأ القابيون-
27	بازلت-
26	جرانيت-
26	الحجر- الكلسي-
23	الحصي- الكلسي-
23	الحجر- الرملي-
22	الحجر- الكلسي- الناعم-

الباب السادس

1.6 الإستنتاجات والتوصيات

1.6.1. الإستنتاجات :-

1.1.6. جزيرة توتي دائماً معرضة لأخطار الفيضانات من كل من النيل الأزرق, والنيل الأبيض ونهر النيل.

2.1.6. إنشاء الكبري عام 2009 م حسن سبل المواصلات إلي مدينة توتي.

3.1.6. موقع جزيرة توتي عند ملتقي النيلين- والذي جعلها منطقة جذابة وسياحية.

2.6. التوصيات :-

1.2.6. الاستعداد والتخطيط المبكر لإدارة مخاطر الفيضان, وذلك ببناء قاعدة وشبكة معلومات وتعليم وإتصال في المناطق المعرضة لخطر الفيضان, وأيضاً تفعيل قوانين وضوابط إستخدام الأراضي بما يحقق عدم السكن والإستثمار في حرم الأنهار أو مجارى السيول و المناطق المعرضة لخطر الفيضان ,وضع هيكلية محكمة تضمن التنسيق بين أجهزة إدارة الكوارث بما يضمن توحيد مصدر القرار وخلق آليات تنسيقية تتماشى مع مطلوبات هيوغو ولا تتعارض مع المؤسسية في السودان.

2.2.6. تحديد المهام والإختصاصات للمؤسسات المختلفة وإعطائها القوة الكافية لإدارة مايلها من مهام في توافق وتنسيق دون المساس بالمهنية والتخصصية ومنع التداخل بينها ,وذلك بوضع السياسات والأدوات التنفيذية اللازمة للحد من أو تقليل الأسباب الجذرية المؤدية إلى الضعف,والهشاشة في المناطق الريفية أو شبه الحضرية والتي تؤدي دائماً إلى تفاقم المخاطر الصحية في حالة الفيضانات.

3.2.6. رفع الوعي الصحي والمستويات التعليمية وسط الشرائح الفقيرة.

4.2.6. إستخدام التصاميم الهندسية والخرائط الكنتورية في بناء مصارف السيول والأمطار، وكذلك توفير مخزون استراتيجي من الخيام، المشمعات، المواد الغذائية، الأدوية، البطاطين، الناموسيات،... الخ لمقابلة احتياجات الطوارئ.

5.2.6. تنشيط الدور الإعلامي في الحد من مخاطر الكوارث في الرسائل الموجهة للمجتمعات القاعدية مع ضمان تكامل الجهود بين منظمات المجتمع المدني والأهلي والجهات الحكومية ذات الصلة لسد العجز في الموارد بوضع حلول شاملة لكوارث الفيضانات في جزيرة توتي وغيرها من المناطق المعرضة.

6.2.6. إستخدام تكنولوجيا الفضاء (الإستشعار عن بعد) في رصد السحب وتوقعات الأمطار في الهضبة الأثيوبية وذلك للحصول علي معلومات دقيقة مما يفيد في الإنذار المبكر عن بداية إحتتمالات للسيول والفيضانات .

قائمة المراجع:-

- (1) م.نادية إبراهيم أحمد محمد - Analysis of river bank- erosion around Tuti Island - جامعة أمدرمان- الإسلامية - مايو 2012م--
- (2) د.سامي محي الدين السنوسي - إنعكاسات سد النهضة على السودان - جامعة إفريقيا العالمية - أبريل 2014م.
- (3) د. مالك بشير - الممارسات الجيدة في الحد من مخاطر الكوارث (توتي نموذجاً) - جامعة إفريقيا العالمية - أبريل 2014 .

المواقع الإلكترونية:-

- (1) www.global synthetics .com; may 2015
- (2) www . Environ mesh gabion.com; may 2015

