

## تقييم مخاطر الفيضانات المفاجئة بمدينة مكة المكرمة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية<sup>1</sup>

جمعة محمد داود<sup>1</sup>، معراج بن نواب مرز<sup>2</sup>، خالد بن عبد الرحمن الغامدي<sup>3</sup>

<sup>1</sup>معهد بحوث المساحة، الجيزة، مصر وحاليا بجامعة أم القرى بمكة المكرمة، <sup>2</sup>مركز التميز في أبحاث الحج و العمرة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، <sup>3</sup>قسم الجغرافيا بجامعة أم القرى بمكة المكرمة

للتواصل: [dawod\\_gomaa@yahoo.com](mailto:dawod_gomaa@yahoo.com)

### المخلص:

تحدث الفيضانات بصورة متكررة بمدينة مكة المكرمة بالسلكة العربية السعودية نتيجة عدة عوامل و خصائص التكوين الطبوغرافي والجيولوجي للمدينة المقدسة، لذا فقد أصبح ضروريا للتخطيط التنموي للمدينة الحصول على تقديرات دقيقة للفيضانات و تأثيراتها المكانية. تم في الدراسة الحالية تطوير نظام معلومات جغرافي GIS لتحديد حجم و توزيع خصائص الفيضانات مكانيا. يعتمد هذا النظام على دمج عدة قواعد معلومات - طبوغرافية و مناخية و جيولوجية و استخدامات الأراضي - في إطار متكامل يستخدم طريقة منحني الأرقام CN لنسجة الفيضانات في الأودية القاحلة التي لا تتوفر عندها قياسات حقيقية للفيضان. كذلك تم إجراء الحسابات الكمية للفيضان، مثل عمق و حجم الجريان السطحي، داخل طبقة GIS للحصول على جميع النتائج الخرائطية و الكمية في نفس بيئة نظام المعلومات الجغرافية. أشارت نتائج الدراسة إلى أن عمق الجريان السطحي في مكة المكرمة (باستخدام فترة رجوع تبلغ 50 عاما) يتراوح بين 128.1 ملليمتر إلى 193.9 ملليمتر، بينما تتراوح قيم تصرف الذروة بين 1063 و 4489 متر مكعب/ثانية و بإجمالي حجم فيضان يصل إلى 172.97 مليون متر مكعب في النطاق الحضري لمدينة مكة المكرمة. تعدد مميزات هذا الأسلوب الحديث لتشمل الدقة و التكلفة المنخفضة و الحصول على نتائج رقمية بالإضافة لإمكانية تطبيق هذه الأسلوب التقني الحديث في أي ظروف أخرى.

### 1- مقدمة:

تتعدد مخاطر الفيضانات المفاجئة سواء في فقد الأرواح البشرية أو الخسائر الاقتصادية و البيئية. تتميز مدينة مكة المكرمة بعاملين يزيدان من مخاطر الفيضانات بها: أولا الطبيعة الطبوغرافية المعقدة، ثانيا وجود ما يقارب الثلاثة ملايين حاج سنويا بالمشاعر المقدسة لأداء فريضة الحج في فصل الشتاء وهو أكثر الفصول مطرا في المملكة العربية السعودية. تزايد الاهتمام العلمي في العقدين الأخيرين بقضية مخاطر الفيضانات و أجريت العديد من الدراسات الحديثة على المستوى العالمي للوصول لطرق جديدة و دقيقة لتقييم هذه المخاطر، ومن أمثلة هذه الدراسات ما تم في كلا من الولايات المتحدة الأمريكية [1] و جمهورية مصر العربية [2, 3] و نيجيريا [4] و كوريا الجنوبية [5] و الصين [6] و المملكة العربية السعودية [7]. [8] تهدف هذه الورقة العلمية لتطوير نظام معلومات جغرافي لتقدير مخاطر الفيضانات في مدينة مكة المكرمة اعتمادا على أحدث وأدق البيانات المتاحة.

<sup>1</sup> ترجمة إلى اللغة العربية للبحث المنشور بعنوان:

GIS-Based Spatial Mapping of Flash Flood Hazard in Makkah city, Saudi Arabia  
 مجلة نظم المعلومات الجغرافية Journal of Geographic Information System (مجلة علمية أمريكية) بالمجلد رقم 3 العدد رقم 3 (يونيه) 2011 ص 217-223 والذ ي بمك الح صول عليه من الرابط:  
<http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?paperID=6545>

## 2- تقدير الفيضان:

تهدف طرق تقدير الفيضان إلى نمذجة العلاقة بين المطر المتساقط و الجريان السطحي الناتج عنه ، ويمكن بصفة عامة تقسيم هذه الطرق إلى ثلاثة مجموعات. المجموعة الأولى تسمى الطرق البسيطة - مثل الطريقة المنطقية و المعادلات الضمنية - ومنها يمكن تقدير قيمة تصرف الذروة بسرعة و بالاعتماد علي عدد بسيط من المعلومات. تعد طريقة منحنى الأرقام (Curve Number أو اختصارا CN) أحد طرق المجموعة الثانية أو المجموعة متوسطة التعقيد. أما المجموعة الثالثة فتشمل الطرق التفصيلية أو الطرق الأكثر تعقيدا والتي تعتمد علي دراسة كل عنصر يدخل في ظاهرة تحول المطر إلى جريان سطحي دراسة تفصيلية متعمقة. تعد طريقة منحنى الأرقام الطريقة الأكثر انتشارا في الدراسات الهندسية ومشروعات إدارة الموارد الطبيعية وخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية [10, 11, 12, 13].

تم تطبيق تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد كأدوات تقنية عالية الكفاءة في تحديد مخاطر الفيضانات [15, 14]. علي سبيل المثال قام شانج وآخرون [16] بالاعتماد علي نظم المعلومات الجغرافية في دراسة العلاقة بين مخاطر الفيضانات و التغير في أنماط استخدامات الأراضي. أيضا قام جاسروتيا و سنج [17] باستخدام طريقة منحنى الأرقام في دراسة الجريان السطحي وتأكل التربة في إطار نظام معلومات جغرافية. كذلك قام شين و آخرون [18] بتقدير مخاطر الفيضان من خلال GIS لتطوير نموذج رياضي للعلاقة بين العاصفة المطرية والجريان السطحي. كما قام دونجكوان وآخرون [19] بتطوير نظام معلومات جغرافي لحساب المعاملات المورفولوجية للأودية بطريقة آلية. أما جويتا و بانيجراهايا [20] فقد قاما بتطبيق عدة أنواع من المعلومات والبيانات المكانية لدراسة خصائص الفيضانات في إطار نظام معلومات جغرافية. أيضا قام جيوجاس و آخرون [21] بتطبيق GIS لإنشاء خرائط مخاطر الفيضانات القوية. أما كارماكر و آخرون [22] فقد طوروا نظام معلومات جغرافية لتقدير الفيضانات في كندا يسمح بتقدير احتمالية الفيضان و تقييم المخاطر المكانية المتوقعة علي خرائط.

## 3- الفيضانات الفجائية في مدينة مكة المكرمة:

تقع مدينة مكة المكرمة في الجزء الجنوبي الغربي للمملكة العربية السعودية وعلي بعد 80 كيلومترا من البحر الأحمر (شكل رقم 1). تمتد مكة المكرمة بين خطي طول 35° 39' شرقا و 40° 02' شرقا وبين دائرتي عرض 09° 21' شمالا و 37° 21' شمالا ، وتبلغ مساحة النطاق العمراني للمدينة المقدسة (منطقة الدراسة) حوالي 1593 كيلومترا مربعا. تتميز طبوغرافية مكة المكرمة بالوعورة حيث توجد عدة مناطق جبلية داخل النطاق العمراني للمدينة. يعد فصل الشتاء هو الفصل الأكثر مطرا في المملكة العربية السعودية ويتراوح المتوسط السنوي للمطر في مدينة مكة المكرمة - للفترة 1966-2009م - بين 3.8 و 318.5 ملليمتر بمتوسط يبلغ 101.2 ملليمتر (شكل رقم 2). نتيجة الطبوغرافية الوعرة لمكة المكرمة فتحدث الفيضانات المفاجئة بصورة متكررة مع اختلاف ملحوظ في قوتها. أشار مرزا و أحمد [23] أن الفيضانات العرمة تتكرر كل 46 سنة (فترة الرجوع) تقريبا بينما تتكرر الفيضانات من الدرجة الثانية كل 33 عاما بينما تتكرر الفيضانات قليلة الخطورة كل 13 عاما تقريبا. لا يعد المتوسط السنوي للمطر كعامل جيد لقوة العاصفة المطرية في عملية تقدير خطورة الفيضان ، حيث من الممكن أن تتجاوز قوة احدي العواصف

المطرية هذا المتوسط السنوي. علي سبيل المثال فإن العاصفة المطرية التي حدثت في عام 1969م (شكل رقم 3) قد بلغت قوتها 107.5 ملليمتر/ساعة في الدقائق العشرة الأولى منها. و بناءا علي قياسات محطة مناخية واحدة فقط فإن هذه العاصفة القوية قد نتج عنها حجم جريان سطحي بلغ أكثر من 41 مليون متر مكعب في المنطقة المركزية لمدينة مكة المكرمة مما نتج عنه خسائر بشرية و اقتصادية بالغة [23].

يمكن تحديد فترة الرجوع من خلال تحليل بيانات و قياسات الفيضان و الأمطار في فترة زمنية. تعرف فترة الرجوع علي أنها العدد المتوسط للسنوات التي من الممكن أن تتكرر عندها العاصفة المطرية بنفس قوتها أو أكبر. يمكن حساب قيمة فترة الرجوع باستخدام طريقة Weibull (كأحدي الطرق المختلفة لذلك) كالآتي [24]:

$$T = (n + 1) / m \quad (1)$$

حيث  $T$  = فترة الرجوع بالسنوات ،  $n$  = عدد السنوات التي يتوافر لها بيانات ،  $m$  = ترتيب البيان (أو العام) الذي حدث عنده قيمة الفيضان الأكبر بعد إعادة ترتيب جميع البيانات المتاحة ترتيبا تنازليا.

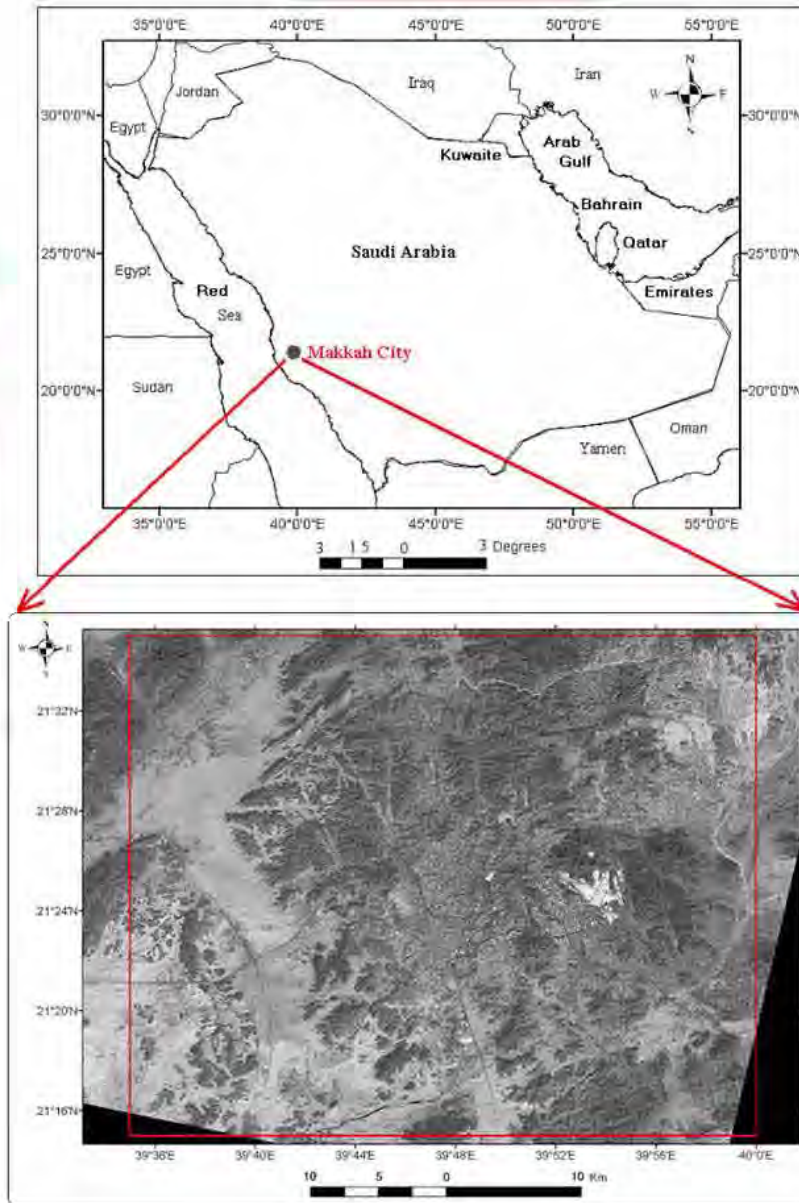
تم حساب فترة الرجوع لعاصفة عام 1969م ووجد أنها تبلغ 44 عاما ، وهذه النتيجة هامة جدا في دراسات تقدير الفيضان لسببين: (1) أن هذه العاصفة المطرية أو هذا الفيضان العرم من الممكن أن تتكرر بحلول عام 2013م لا قدر الله ، (2) أن قيمة فترة الرجوع المناسبة التي تعتمد عليها حسابات تقدير الفيضان في مكة المكرمة يجب ألا تقل عن 44 عاما والأفضل أن تؤخذ بقيمة 50 عاما. بذلك أمكن حساب قيمة قوة العاصفة المطرية المناسبة لفترة رجوع تبلغ 50 عاما (باستخدام طريقة التحليل الإحصائي Log Pearson III ) ووجد أنها تساوي 200 ملليمتر/ساعة وهذه هي القيمة التي تم الاعتماد عليها في حسابات تقدير الفيضان المتوقع في مدينة مكة المكرمة [25].

#### 4- البيانات و طريقة العمل:

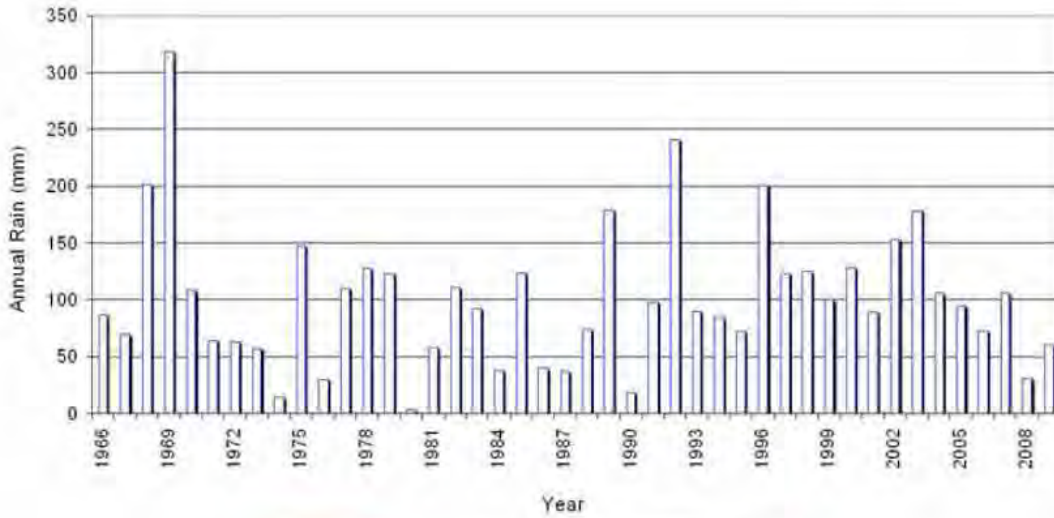
تم تجميع عدة أنواع من قواعد البيانات لمدينة مكة المكرمة ، وتعد أهم قواعد البيانات تلك المتمثلة في نموذج الارتفاعات الرقمية DEM. أمكن لمركز التميز في أبحاث الحج والمعرة بجامعة أم القرى توفير نموذج ارتفاعات رقمية يغطي مدينة مكة المكرمة - يتصف بقدرة تمييز مكاني تبلغ 5 أمتار فقط - من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم و التقنية (شكل رقم 4). أوضح مرزا و آخرون [26] أن دقة هذا النموذج تبلغ ثلاثة أضعاف دقة نماذج الارتفاعات الرقمية العالمية (مثل نموذج ASTER ونموذج SRTM3) في مكة المكرمة. يوضح الشكل رقم 5 أن مناسيب الأرض في مدينة مكة المكرمة تتراوح بين 80 و 982 مترا. وفي إطار الدراسة الحالية تم أيضا جمع قواعد بيانات جيولوجية ومناخية و بيانات التربة و استخدامات الأراضي لمدينة مكة المكرمة.

ويتكون نظام المعلومات الجغرافي - الذي تم تطويره في الدراسة الحالية - من ثلاثة مراحل (شكل رقم 5). في المرحلة الأولى تم استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS وملحق Arc Hydro لاستنباط عدة طبقات تصف جيومورفولوجية منطقة الدراسة. تشمل هذه الطبقات طبقة الأودية الرئيسية ، طبقة

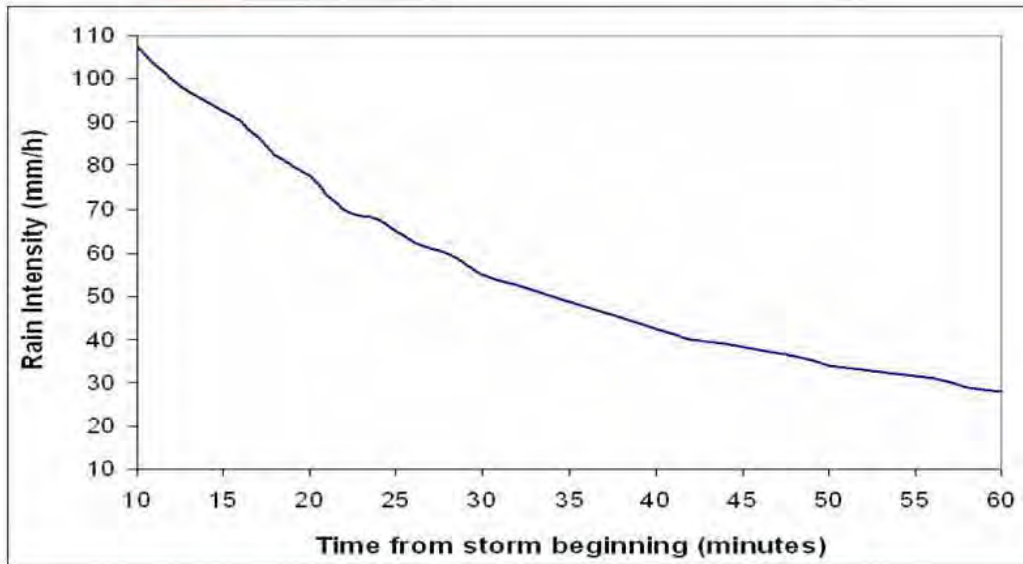
الأحواض الفرعية لكل وادي رئيسي ، طبقة شبكات التصريف لكل وادي باستخدام طريقة سترالر Strahler ، بالإضافة لطبقة المسار الرئيس لكل وادي. أما المرحلة الثانية فشملت تطبيق طريقة تقدير الفيضان التي طورها الهيئة الأمريكية للحفاظ علي الموارد الطبيعية NRCS (المعروفة سابقا باسم إدارة الحفاظ علي التربة أو SCS). تعرف هذه الطريقة أيضا باسم طريقة منحني الأرقام CN والتي تعتمد علي استخدام البيانات الجيولوجية وبيانات التربة واستخدامات الأراضي في تحديد رقم محدد لكل منطقة يستخدم لاحقا في حساب أو تقدير خصائص الفيضان المتوقع مثل عمق و حجم الجريان السطحي وقيمة تصريف الذروة. أمكن - في الدراسة الحالية - كتابة برامج بلغة VBA لتطبيقها داخل طبقات نظم المعلومات الجغرافية لحساب معاملات خصائص الفيضان التالية [27]:



شكل رقم 1: منطقة الدراسة



شكل رقم 2: الأمطار في مكة المكرمة للفترة 1966-2009م



شكل رقم 3: العاصفة المطرية لعام 1966م في مدينة مكة المكرمة

$$Q = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S) \quad (2)$$

$$S = 25.4 \left( (1000 / CN) - 10 \right) \quad (3)$$

$$QT = Q A \quad (4)$$

$$qp = qu A Q \quad (5)$$

حيث:  $Q$  = عمق الجريان السطحي بالمليمتري ،  $P$  = عمق التساقط بالمليمتري المقابل لفترة الرجوع المطلوبة  
 $S$  = معامل الجهد الأقصى بالمليمتري ،  $CN$  = منحنى الأرقام ،  $QT$  = حجم الجريان بالمتري المكعب ،  $A$  ،  
 = مساحة المنطقة بالكيلومتر المربع ،  $Q$  عمق الجريان السطحي بالمليمتري ،  $qp$  = تصريف الذروة بالمتري

المكعب/ثانية ،  $qu =$  وحدة تصرف الذروة بالمتر المكعب/الكيلومتر المربع/المليمتر (ويمكن الحصول عليها من رسومات بيانية خاصة [28] كما يمكن حسابها باستخدام معادلات خاصة [13]).

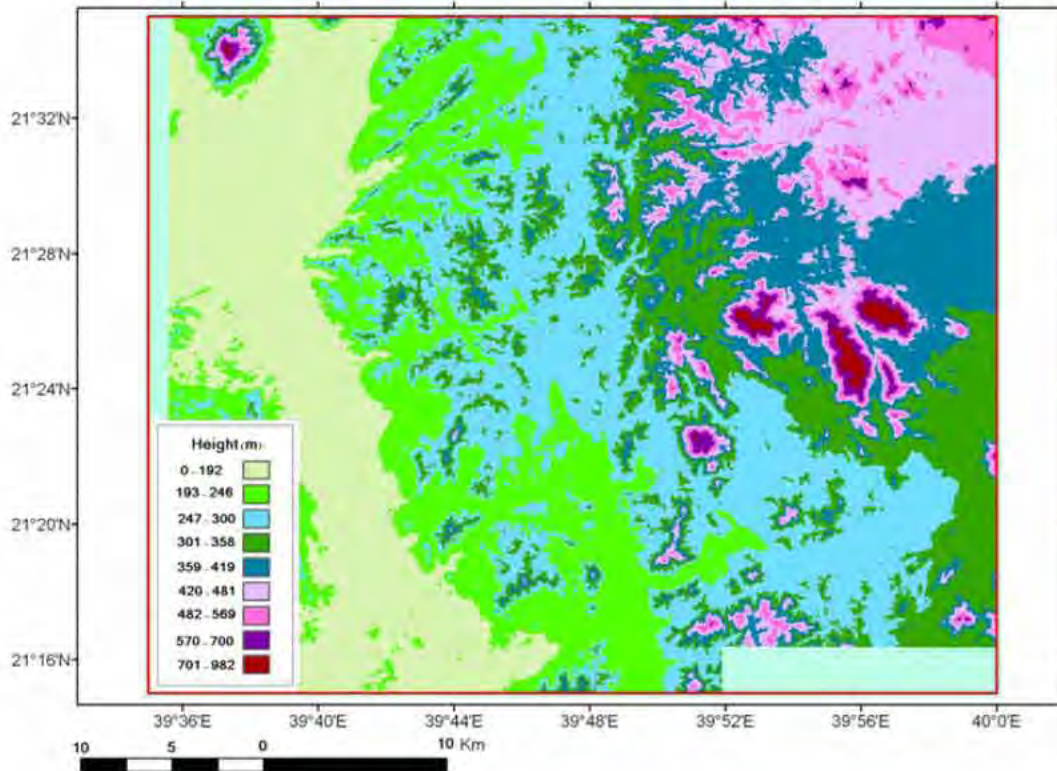
كما يمكن حساب المعاملات الأخرى من المعادلات التالية:

$$v = 0.2279 L / tc \quad (6)$$

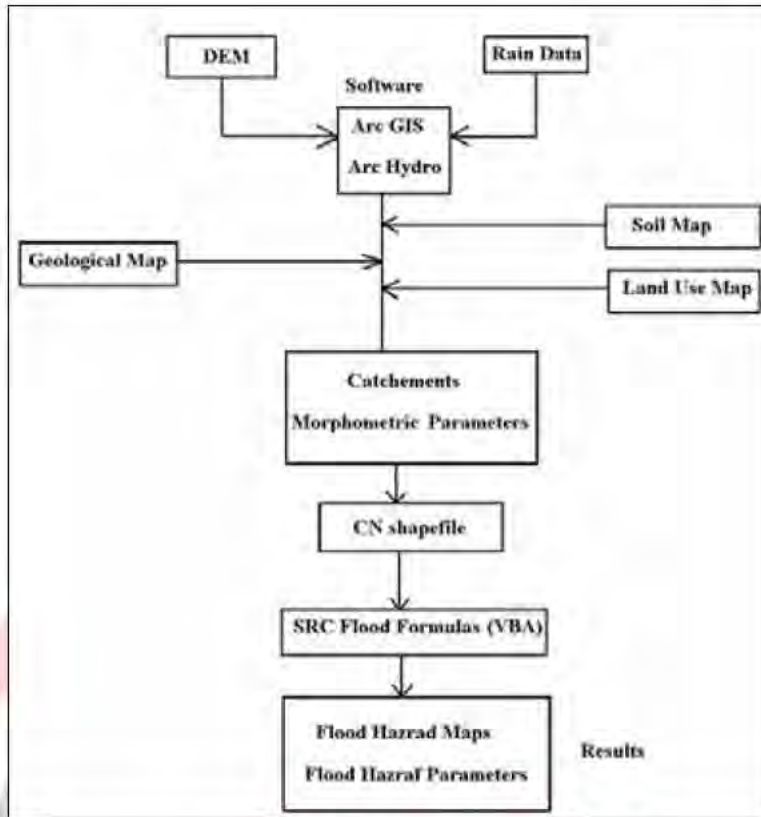
$$tc = 1.67 [ L^{0.8} (S+1)^{0.7} ] / [ 1900 * SL^{0.5} ] \quad (7)$$

$$Sd = 0.133 Tc \quad (8)$$

حيث:  $v =$  سرعة الجريان السطحي بالمتر/ثانية ،  $L =$  طول مجري الحوض بالمتر ،  $tc =$  زمن التركيز بالدقائق (يمكن حسابه بعدة معادلات منهم المعادلة المذكورة أعلاه والمسماة بمعادلة NRCS) ،  $SL =$  الميل المتوسط للحوض بالنسبة المئوية ،  $Sd =$  زمن العاصفة بالساعة.



شكل رقم 4: نموذج الارتفاعات الرقمية لمدينة مكة المكرمة



شكل رقم 5: خطوات تطوير نظام المعلومات الجغرافية لمنطقة الدراسة

### 5- النتائج:

تم تطبيق خطوات نظام المعلومات الجغرافية المطور لمدينة مكة المكرمة باستخدام أحدث و أدق قواعد البيانات المتاحة. شملت نتائج المرحلة الأولى من هذا النظام تطوير عدة خرائط وحساب قيم المعاملات المورفومترية. تم استنباط عدد ستة أودية رئيسية لمدينة مكة المكرمة تتراوح مساحاتهم بين 74.3 و 360.6 كيلومترا مربعا بينما تتراوح أطوال المجري الرئيسي بين 16.50 و 48.55 كيلومترا (شكل رقم 6). يقدم الجدول رقم 1 قيم بعض المعاملات المورفومترية لهذه الأودية.

تم في المرحلة الثانية تقدير خصائص الفيضان المتوقع في مدينة مكة المكرمة ، حيث تمت الحسابات باعتماد قيمة عمق المطر P تساوي 200 ملليمتر لفترة رجوع تبلغ 50 عاما. وهذه القيمة لفترة الرجوع تم الحصول عليها من التحليل الإحصائي لبيانات الأمطار في مكة المكرمة للفترة 1966-2009م. يعرض الجدول رقم 2 والشكل رقم 7 قيم عناصر الفيضان المحسوبة. وجد أن قيم تدفق الذروة تتراوح بين 1063 متر مكعب/ثانية (للوادي رقم C2) و 4489 متر مكعب/ثانية (للوادي رقم C5). أما قيم عمق الجريان السطحي فتتراوح بين 151.7 و 178.8 ملليمتر. كذلك تم حساب حجم الجريان السطحي ووجد أنه يتراوح بين 13.28 مليون

متر مكعب (للوادي رقم C3) و 54.69 مليون متر مكعب (للوادي رقم C5) وبإجمالي يبلغ 172.97 مليون متر مكعب لأودية مدينة مكة المكرمة.

جدول رقم 1: إحصائيات المعاملات المورفومترية

العنصر	C1	C2	C3	C4	C5	C6
مساحة الوادي (كم <sup>2</sup> )	252.7	122.3	74.3	109.9	360.6	200.2
محيط الوادي (كم)	134.6	69.13	50.23	89.09	134.76	102.03
طول المجري (كم)	42.48	23.64	16.50	29.70	48.55	38.13

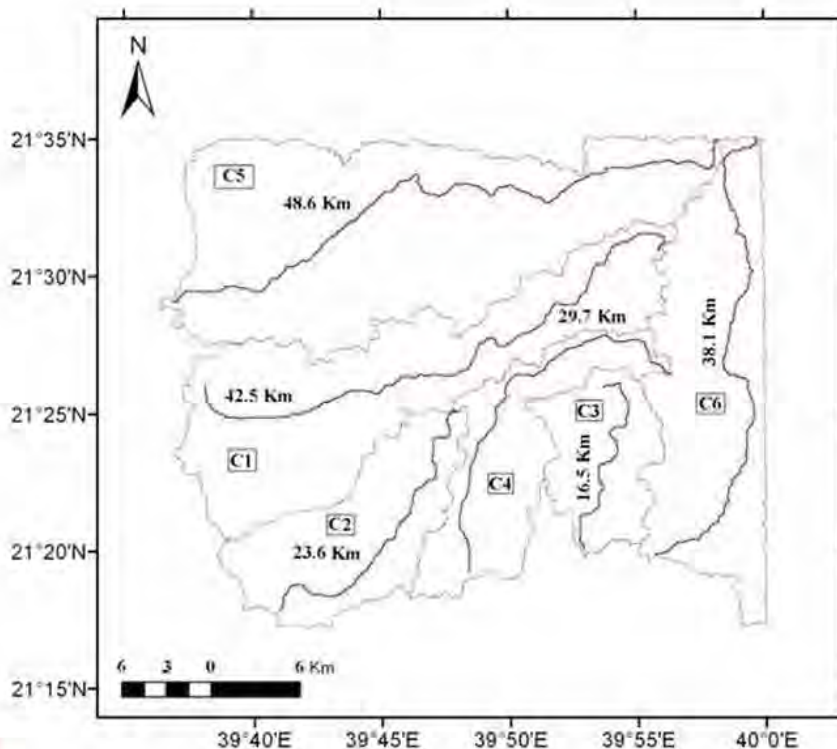
#### 6- المناقشة:

أمكن ملاحظة أن الوادي الثالث C3 له أقل زمن تركيز (1.98 ساعة) وهذا هو الوقت المستغرق لكي يصل الجريان السطحي من أقصى نقطة بالوادي إلى نقطة المصب. أيضا يمكن استنتاج أن هذا الوادي له أقل زمن عاصفة (0.26 ساعة) بينما أكبر زمن عاصفة (0.80 ساعة) كان للوادي الأول C1. أما بالنسبة لسرعة الجريان السطحي في الأودية الستة فقد تراوحت بين 22.44 متر/ساعة للوادي الثاني C2 و 73.37 متر/ساعة للوادي الخامس C5.

من المعروف أنه كلما قل زمن التركيز كلما زادت مخاطر الفيضان ، ومن هنا يمكن القول أن الوادي الثالث C3 يعد أخطر أودية مدينة مكة المكرمة. وهذه نتيجة منطقية بالنظر إلى أن هذا الوادي له أكبر قيمة لمعدل انحدار الأرض (40.43 متر/كيلومتر) حتى وإن كان هذا الوادي ليس هو الأكبر من سرعة الجريان السطحي. كما تلاحظ أيضا أن الوادي الثالث C3 - وكما هو متوقعا - له أقل زمن عاصفة (0.26 ساعة) بينما الوادي الخامس C5 له أكبر زمن عاصفة (0.8 ساعة). ومن الجدير بالذكر - كما تدل المعادلة رقم 8 - أن زمن العاصفة دالة في زمن التركيز tc.

تم إجراء تحليل الارتباط بين عناصر الفيضان الرئيسية ويعرض الجدول رقم 3 نتائج هذا التحليل. بالنظر إلى قيم سرعة الجريان السطحي في الأودية الستة لمنطقة الدراسة يمكن استنتاج أن أقل سرعة جريان موجودة في الوادي الثاني C2 بينما أكبر سرعة كانت في الوادي الخامس C5. تدل المعادلة رقم 5 أن سرعة الجريان السطحي تتناسب طرديا مع طول المجري الرئيسي للوادي وتتناسب عكسيا مع زمن التركيز. وهذه النتيجة يمكن أيضا ملاحظتها في نتائج الجدول رقم 3 حيث علاقة الارتباط قوية و موجبة بين كلا من تدفق الثروة و حجم الفيضان و مساحة الوادي وطول المجري الرئيسي وبين سرعة الجريان السطحي (ارتباط يبلغ 0.97 ، 0.76 ، 0.74 ، 0.61 علي الترتيب) بينما ترتبط سرعة الجريان ارتباطا سالبًا يبلغ -0.48 مع زمن التركيز.





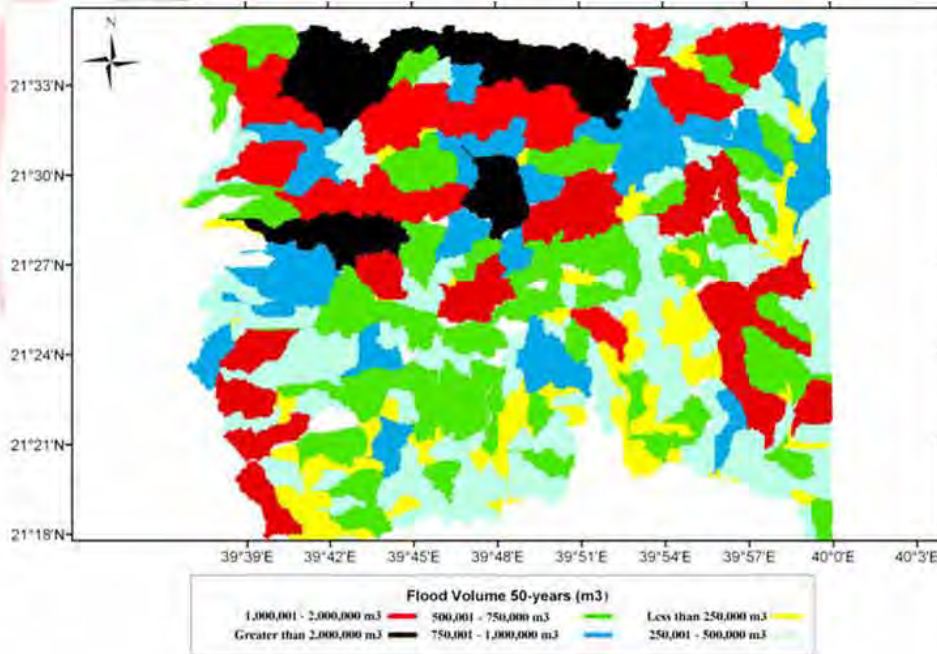
شكل رقم 6: الأودية الرئيسية و أطوال مجاريها

بالنظر إلى قيم منحنى الأرقام CN لأودية مدينة مكة المكرمة الستة أمكن استنتاج أن أعلى قيمة تبلغ 93 ، والسبب الرئيسي لهذه القيمة العالية يعود إلى عاملين: (1) جزء كبير من النطاق الحضري للمدينة المقدسة هو مناطق سكنية مسفلتة مما يقلل بصورة كبيرة جدا من تسرب مياه الأمطار إلى باطن التربة ويزيد من حجم الجريان السطحي ، (2) أن جزء كبير من الطبيعة الجيولوجية لمكة المكرمة مكون من أحجار ما قبل الكامبري النارية وهي غير منفذة للمياه بصورة كبيرة ولها معامل CN كبير في مجموعات وأنواع التربة في طريقة منحنى الأرقام ذاتها. أيضا يمكن استنتاج أن الأودية الأولى والثاني والخامس والسادس لها قيم CN متماثلة. إلا أن الوادي الثاني هو الأقل مساحة ، وبالتالي فإنه سينتج أقل تصرف ذروة بينما ينتج الوادي الخامس C5 أكبر تصرف ذروة بسبب أنه الأكبر مساحة. تؤكد نتائج الجدول رقم 3 هذا الاستنتاج بما أن مساحة حوض الوادي و طول مجراه الرئيسي لهما ارتباط طردي قوي (0.70 و 0.85) مع ذروة التدفق.

أيضا يمكن استنتاج أن أعلى قيم لعمق الجريان السطحي هي تلك الموجودة في الوادي الثالث C3 وهذا منطقيا حيث أنه الوادي ذو أعلى قيمة منحنى الأرقام CN. أما بالنسبة لحجم الفيضان فإن الوادي الخامس C5 له أكبر قيمة بسبب أنه أكبر الأودية الستة من حيث المساحة (تبلغ قيمة الارتباط بين حجم الفيضان و مساحة حوض الوادي 0.9987 كما في الجدول رقم 3) .

جدول رقم 2: خصائص الفيضان بأودية مكة المكرمة (لفترة رجوع 50 عاما)

العنصر	C1	C2	C3	C4	C5	C6
زمن التركيز (ساعة)	5.69	3.76	1.73	2.63	6.72	4.17
منحني الأرقام المتوسط CN	84	84	93	89	84	83
عمق الجريان السطحي (مليمتر)	151.7	151.7	178.8	166.7	151.7	148.8
تدفق الذروة (متر مكعب/ثانية)	1554	1063	1307	1234	4489	1514
زمن العاصفة (ساعة)	0.76	0.50	0.23	0.35	0.89	0.56
سرعة الجريان السطحي (متر/ثانية)	28.34	23.86	36.19	42.87	27.44	34.68
حجم الجريان السطحي (مليون متر <sup>3</sup> )	38.34	18.55	13.28	18.32	54.69	29.79
إجمالي = 172.97 مليون متر مكعب						



شكل رقم 7: التوزيع المكاني للفيضان بمدينة مكة المكرمة

إن لاستخدام طريقة منحني الأرقام لتقدير مخاطر الفيضان اعتمادا علي نظم المعلومات الجغرافية العديد من المميزات. أولا أنها تدمج العديد من أنواع البيانات المكانية و غير المكانية (الجيولوجية و المناخية و أنواع التربة و أنواع استخدامات الأراضي ونماذج الارتفاعات الرقمية) في إطار واحد متكامل. من المعلوم أن

بعض الطرق البسيطة (مثل الطريقة المنطقية) تتطلب أنواع قليلة من المدخلات وأيضا هناك معادلات ضمنية مطبقة في المملكة العربية السعودية تعتمد فقط على مساحة حوض الوادي. أشار داود و آخرون [29] إلى أن طريقة منحنى الأرقام تعد الأكثر دقة من أية طريقة أخرى لتقدير مخاطر الفيضانات المفاجئة في مدينة مكة المكرمة. أيضا فإن الطريقة التي تم ابتكارها في الدراسة الحالية لها ميزة أخرى ألا وهي إجراء جميع حسابات تقدير خصائص الفيضان (باستخدام برمجة VBA) داخل نظام المعلومات الجغرافي. وهذا ينتج عنه أن عملية تقدير مخاطر الفيضان أصبحت أسرع وأكثر كفاءة كما أنها أصبحت قابلة للتطبيق تحت أية ظروف أخرى أو لأية منطقة جغرافية أخرى في المملكة العربية السعودية طالما توافرت المعطيات الأساسية المطلوبة.

جدول رقم 3: الارتباط بين خصائص الفيضان الرئيسية

	CN	tc	A	L	Q	QT	v
CN	1						
tc	-0.65	1					
A	-0.66	0.21	1				
L	-0.72	0.39	0.94	1			
Q	-0.30	-0.33	0.85	0.70	1		
QT	-0.62	0.18	0.9987	0.94	0.87	1	
V	-0.14	-0.48	0.74	0.61	0.97	0.76	1

حيث: CN منحنى الأرقام ، tc زمن التركيز ، A مساحة الحوض ، L طول المجري الرئيسي للحوض ، Q عمق الجريان السطحي ، QT حجم الفيضان ، v سرعة الجريان السطحي.

### 7- الخلاصة:

تتميز مدينة مكة المكرمة بعاملين رئيسيين ألا وهما الطبوغرافية الصعبة وتجمع ما يقارب الثلاثة ملايين حاج ، مما يزيد من خطورة الفيضانات المفاجئة. طورت الدراسة الحالية أسلوب تقني يعتمد على نظم المعلومات الجغرافية لتقدير خصائص و مخاطر الفيضانات بالمدينة المقدسة. يعتمد هذا الأسلوب الحديث على دمج عدة أنواع من قواعد البيانات في إطار نظام معلومات جغرافي متكامل يستخدم طريقة منحنى الأرقام لنمذجة الفيضانات. أشارت نتائج الدراسة أن أهم العناصر المؤثرة على الحجم الكلي لفيضانات مكة المكرمة هي مساحة حوض الوادي و طول المجري الرئيسي و تصرف الذروة. أيضا وجد أن كلما زادت قيمة منحنى الأرقام (بناء على التكوين الجيولوجي و نفاذية التربة و نوع استخدامات الأراضي) كلما زادت مخاطر الجريان السطحي. يتميز الأسلوب الجديد الذي قدمته الدراسة الحالية بأنه دقيق و منخفض التكلفة ويقدم

نتائج في صورة رقمية كما أنه يمكن تطبيقه تحت أية سيناريوهات أخرى (مثل تغيير قيمة فترة الرجوع). وبناءاً عليه فتوصي الدراسة باعتماد هذه النتائج الدقيقة في التخطيط الحضري لمدينة مكة المكرمة ، كما توصي بتطبيق هذا الأسلوب التقني الحديث في إدارة الفيضانات في كافة مدن المملكة العربية السعودية.

#### 8- شكر و تقدير :

يتقدم الباحثون بالشكر و التقدير للدعم المادي المقدم من مركز التميز في أبحاث الحج و العمرة بجامعة أم القرى بمكة المكرمة.

#### المراجع :

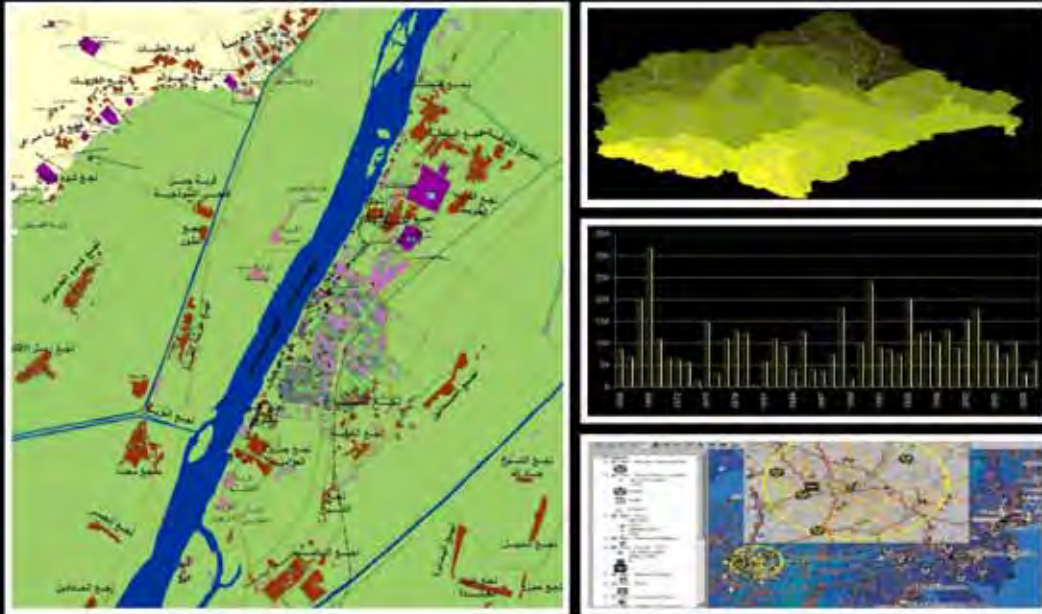
- [1] USGS (U.S. Geological Survey). "Watershed models for decision support for inflows to Potholes reservoir", Washington scientific investigations report 2009-5081, 2009.
- [2] M., Azab. "Assessment and management of natural hazards and disasters along Qena-Safaga road, central eastern desert, Egypt", Egypt. Journal of Remote Sensing and Space Science, 12, 2009, pp. 55-70.
- [3] M. El Bastawesy, K., White, and A. Nasr. "Integration of remote sensing and GIS for modelling flash floods in Wadi Hudain catchment, Egypt", Hydrological Process, 23, 2009, pp. 1359-1368.
- [4] S. Yahaya, N. Ahmad, and R. Abdalla. "Multi-criteria analysis for flood vulnerable areas in Hadejia-Jama'are river basin, Nigeria", European Journal of Scientific Research, 42(1), 2010, pp. 71-83.
- [5] N. Kim, J.W. Lee, J., Lee, and J.E. Lee., "SWAT application to estimate design runoff curve number for South Korean conditions", Hydrological Process., 24, 2010, pp. 2156-2170.
- [6] W. Liang, C. Yongli, C. Hongquan, D. Daler, Z. Jingmin, and Y. Juan. "Flood disaster in Taihu Basin, China: causal chain and policy option analyses", Environmental Earth Science, DOI 10.1007/s12665-010-0786-x, Published on line October 19, 2010.
- [7] M. Al Saud. "Assessment of flood hazard of Jeddah area 2009, Saudi Arabia", Journal of Water Resource and Protection, 2, 2010, pp. 839-847.
- [8] E. Fred, and B. Mostafa. "Flood risk modelling for holy sites in Makkah", Proc. of the symposium on National GIS application in Saudi Arabia, Al-Kober city, Saudi Arabia, 2008.
- [9] E. Mihalik. "Watershed characterization and runoff modelling of the Chapel branch creek, Orangeburg county, South Carolina", MSC thesis, College of Charleston, South Carolina State, USA, 2008.
- [10] IDoT (Iowa state Department of Transportation). "Iowa storm water management manual" , 2009.
- [11] US ACE (US Army Corps of Engineers). "Physical stream assessment", 2004.
- [12] NH DoT (New Hampshire Department of Transportation). "Drainage design manual for highways" , 1998.
- [13] US DoT (US Department of Transportation). "Highway hydrology manual", Publication No. FHWA-02-001, 2002.
- [14] A. Youssef, B. Pradhan, and A. Hassan. "Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery", Environmental Earth Science, DOI 10.1007/s12665-010-0551-1, Published on line April 27, 2010.
- [15] A. Saleh, and S. Al-Hafushi. "Torrential flood hazards assessment, management, and mitigation, in wadi Aday, Muscat area, Sultanate of Oman, a GIS & RS approach", Egypt. Journal of Remote Sensing and Space Sciences., 12, 2010, pp. 71-86.
- [16] H. Chang, J., Franczyk, and C. Kim. "What is responsible for increasing flood risks? The case of Gangwon Province, Korea", Natural Hazards, (48), 2009, pp. 339-354.
- [17] A. Jasrotia, and R. Singh. "Modeling runoff and soil erosion in a catchment area, using the GIS, in the Himalayan region, India", Environmental Geology, (51), 2006, pp 29-37.
- [18] J. Chen, A. Hill, and L. Urbano. "A GIS-based model for urban flood inundation", Journal of Hydrology, 373, 2010, pp. 184-192.

- [19] Z. Dongquan, C. Jining, W. Haozheng, T. Qingyuan, C. Shangbing, and S. Zheng. "GIS-based urban rainfall-runoff modeling using an automatic catchment-discretization approach: a case study in Macau", *Environmental Earth Sciences*, (59), 2009, pp. 465-472.
- [20] P. Gupta, and S. Panigrahy. "Geo-spatial modeling of runoff of large land mass: Analysis, approach and results for major river basins of India", *Proceedings. Of the international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing*, 2008.
- [21] D. Gogoase, I. Armaş, and C. Ionescu. "Inundation Maps for Extreme Flood Events at the Mouth of the Danube River", *International Journal of Geosciences*, (2), 2011, pp. 68-74.
- [22] S. Kamakar, S. Simonovic, A. Peck, and J. Black. "An information system for risk-vulnerability assessment to flood", *Journal of Geographic Information System*, No. 2, 2010, pp. 129-146.
- [23] مرزا ، معراج نواب و أحمد ، بدر الدين يوسف ، أحوال الطقس و المناخ في الشتاء بمكة المكرمة ، رسائل جغرافية رقم 253 ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، الكويت ، 2001 .
- [24] H. Raghunath. "Hydrology: Principles, Analysis, and Design", New Age International Ltd., New Delhi, India, 2006.
- [25] KSA MoPWH (Saudi Ministry of Public Works and Housing). "Storm water drainage system for Muzdalifah and Arafat areas", Unpublished technical report, 2001.
- [26] M. Mirza, G. Dawod, and K. Al-Ghamdi. "Assessment of global and national digital elevation models for geodetic and geomorphologic applications in Makkah metropolitan area, Saudi Arabia", *The XXV IUGG General Assembly, Melbourne, Australia, 28 June - 7 July, 2011*.
- [27] Z. Sen. "Wadi hydrology", CRC Press, New York, 2008.
- [28] US NRCS (US National Resources Conservation Services). "Urban hydrology for small watersheds", *Technical Manual TR55*, 1986.
- [29] G. Dawod, M. Mirza, and K. Al-Ghamdi. "Assessment of several flood estimation methodologies in Makkah metropolitan area, Saudi Arabia", Under review, *Arabian Journal of Geosciences* 2011.

# إيجي ماتيكس

# EGYMATICS

إيجي ماتيكس مجلة سنوية محكمة متخصصة في علوم نظم المعلومات الجغرافية (نظم المعلومات الجغرافية - الاستشعار عن بعد - المساحة - علم الخرائط - نظام تحرير المواقع العالمي).



العدد الثالث

يناير 2012

جميع الآراء الواردة تعبر عن رأي أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن رأي أسرة التحرير.

© جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لمجموعة جيوماتيكس المصرية 2012.

EGYMATICS

العدد الثالث

# إيجي ماتيكس

إيجي ماتيكس مجلة سنوية مُحكمة متخصصة في علوم نظم المعلومات الجغرافية (نظم المعلومات الجغرافية - الاستشعار عن بعد - المساحة - علم الخرائط - نظام تحديد المواقع العالمي).

## أسرة التحرير:

- أ.د. جمعة محمد داود .  
د. معوض بدوى معوض .  
د. محمود محمد خضر .  
(معهد بحوث المساحة - القاهرة).  
(قسم الجغرافيا - جامعة عين شمس ،  
معهد ماكس بلانك - جامعة ماينز).  
(قسم الجغرافيا - جامعة عين شمس).

## سكرتارية التحرير

- الزهراء سامى عبد السلام .  
أحمد عمر عبد العزيز .  
ماركو داود .  
أحمد محمد الرومى .

## الهيئة الإستشارية العليا:

- أ.د. محمد صدقى الغماز .  
أ.د. رمزى بن أحمد الزهرانى .  
(قسم الجغرافيا - جامعة عين شمس).  
(قسم الجغرافيا - جامعة أم القرى).

جميع المراسلات باسم الدكتور: معوض بدوى معوض ، وذلك على البريد الإلكتروني التالى:  
[moawad1974@yahoo.com](mailto:moawad1974@yahoo.com) .

© جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لمجموعة جيوماتيكس المصرية 2012.



<a href="http://www.geomatics.topgoo.net">http://www.geomatics.topgoo.net</a>	موقعنا القديم:
<a href="http://geomatics.ucoz.org">http://geomatics.ucoz.org</a>	موقعنا الجديد:
مجموعة جيوماتيكس المصرية	المجموعة على الفيس بوك:

© جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لمجموعة جيوماتيكس المصرية.

ماينز - ألمانيا 2012



## فهرس الموضوعات

الصفحات	الموضوع
13-1	تقييم مخاطر الفيضانات المفاجئة بمدينة مكة المكرمة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية. (جمعة محمد داود ، معراج بن نواب مرز ، خالد بن عبد الرحمن الغامدي)
38-14	الخصائص الهيدرولوجية للأودية في البيئات الجافة: "دراسة تطبيقية على وادي الروايب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد". (محمد عبد الرحيم عبد المطلب)
52-39	تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الهندسة المدنية. (خالد عبد المنعم عبد السلام)
63-53	تطبيق تقنيات الجيوماتكس في تخطيط وتطوير المدن: دراسة تطبيقية على مدينة الفلوجة. (خلف حسين علي الدليمي ، احمد محمد جهاد الكبيسي)
90-64	الخريطة السياحية لمدينة الأقصر. (محمد محمود غنيمه ، هاجر إبراهيم محمد ، هند أحمد فؤاد ، جنات حسين رأفت ، نورين إسماعيل محمد)