**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي**

**جامعة بابل**

**كلية التربية للعلوم الصرفة**

**قسم الرياضيات**

# نمذجة المعادلات البنائية

بحث تقدم به الطالب

**محمد فاروق نعيم**

الى قسم الرياضيات / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة بابل

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الرياضيات

الإشراف

**أ.م.د. كوثر فوزي**

١٤٤٤هـ ٢٠٢٣م

﴿ خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعاً ﴾

صدق الله العلي العظيم
(البقرة :29)

# الاهداء

اتفضل بالشكر الجزيل لأصحاب الفضل الذين لم يبخلوا عليّ بتقديم العون والمساعدة سواء كان بالمصادر أم الملاحظة القيمة التي ترتقي بالموضوع وترفع من شانه•

فأتقدم بالشكر الجزيل إلى قسم الرياضيات برئيسة وأساتذته المحترمين لرعايتهم الأبوية واحتضانهم هذه التجارب العلمية حتى نضجها ، ونامل ان اكون قد اعطيت هذا الموضوع حقة من البحث .

واقدم شكري وامتناني الى الدكتورة المشرفة على بحثي د . كوثر فوزي •

واقدم شكري الى ابي وامي وزوجتي واصدقائي الذين كانوا خير داعم وسند لإتمام هذا البحث•

# شكر وتقدير

**لله الشكر كله أن وفقني لهذه اللحظة**

**فالحمد لله رب العالمين والصلاة على صاحب الشفاعة النبي الكريم :**

**بعد الجهد والصبر وطول السهر قد وصلت لنهايات حلمي وكلي فخر وفرح بإنجازي وأسأل الله أن يجعله خير لي وينفعني به**

**ا هدي انجازي هذا إلى كل من ساندني وقدر مجهودي إلى امي وأبي من اعطوني الدافع بالاستمرار وكانوا عونا لي شجعوني دائما**

# المحتويات


| الموضوع | الصفحة |
|---|---|
| الآية القرآنية | أ |
| الاهداء | ب |
| الشكر والتقدير | ت |
| المحتويات | ث |
| المقدمة | 1 |
| الملخص | 2 |
| **الفصل الاول (النمذجة )** | 20-2 |
| (1.1) النمذجة | 3 |
| (2.1) مفهوم الانموذج | 3 |
| (3.1) خطوات بناء الانموذج | 4 |
| (4.1) أنواع النماذج | 6 |
| **الفصل الثاني (نظم المعلومات الجغرافية)** | 30-21 |
| (2-1) نظم المعلومات الجغرافية | 21 - |
| (2.2) موكونات نظم المعلومات الجغرافية | 22 |
| ( 3.2) استخدامات نظم المعلومات الجغرافية | 24 |
| ( 4.2) مزايا نظم المعلومات الجغرافية | 25 |
| ( 5.2) فوائد نظم المعلومات الجغرافية | 26 |
| ( 6.2) النمذجة في نظم المعلومات الجغرافية | 26 |
| ( 7.2) نماذج البيانات الجغرافية المكانية | 28 |
| ( 8.2) التحليل العاملي التوكيدي | 29 |
| ( 9.2) تحديد وتخدير النماذج العاملية التوكيدية | 30 |
| **الفصل الثالث (النمذجة والاشتقاق المكاني)** | 32 |
| (1.3) النمذجة والاشتقاق المكاني | 32 |
| (2.3) طرق التمثيل الثلاثي الابعاد في نظم المعلومات الجغرافية | 33 |
| (3.3) انشاء السطوح في بيئة نظم المعلومات الجغرافية | 35 |
| **المصادر** | 41 |

# (مقدمة عامة)

النمذجة هي نشاط علمي، يهدف إلى جعل جزء محدد أو خاصية سهلة الفهم، والتعريف، والقياس، والتصور، والمحاكاة عن طريق إرجاعها إلى المعرفة الموجودة والمقبولة عادةً. تتطلب النمذجة تحديد وتعريف جوانب متعلقة بحالة في العالم الواقعي ثم استخدام أنماط مختلفة من النماذج لأهداف مختلفة، مثل النماذج المجردة لتحسين الفهم، والنماذج الإجرائية للتشغيل، والنماذج الرياضية للقياس، والنماذج الرسومية لتصوير المسألة .

حيث يستعمل تعبير الأنموذج بشكل تقليدي في عدد من الأساليب المختلفة، وفي شكل الأنموذج المبسط تمثيل للحقيقة في شكل مثالي، إذ أن عملية بناء الأنموذج في الحقيقة عملية تمثيل، فالأنموذج مزج من الحقيقة لأنها دعامة هامة من دعائم المفاهيم التي تمكننا من فهم ما نقوم به من أبحاث، والأنموذج في حد ذاته لا يعبر عن الصدق الكامل ولكن يمثل التعبير العام عنه. ويستعمل الأنموذج من اجل مساعدة الباحث في الاستنتاج بشرط افتراض علاقة تمثيل أو ارتباط بين بعض المظاهر أو الظواهر في الواقع الفعلي وبين الأنموذج الذي نطلق عليه في هذه الحالة بالشبيه أو النظير.

ويجب توظيف الأنموذج لتحقيق الهدف الرئيس للبحث، أي ان اختيار الأنموذج يعتمد في الدرجة الأولى على القضايا الرئيسة التي تناقشها الدراسة والأهداف المراد تحقيقها، ومن ثم جودة فعالية الأنموذج أو درجته أنما تقاس بدرجة تمثيله للمشكلة محل الدراسة وليس على أساس جودة صيغته الرياضية ودرجة تعقيدها. في هذا البحث تناولنا النموذج الرياضي وخطوات بنائها بالاضافة الى مكونات نظم المعلومات الجغرافية وبعض المزايا و الفوائد واستخداماتها. ثم نتناول التحليل العاملي التوكيدي وبعض الامثلة التوضيحية للنمذجة.

**الملخص:**

يستخدم مصطلح النمذجة بطرائق عدة ولة العديد من المعاني المختلفة ويمكن ان يعد تمثيل جزء من العالم الحقيقي عملية نمذجة ولذالك لان الأنموذج الناتج سيكون له خصائي مشتركة مع العالم الحقيقي . حيث ان في بيئة نظم المعلومات الجغرافية تعد الخريطة تمثيلاً مصغراً

لجزء من العالم الحقيقي وهي الانموذج الأكثر شيوعاً وتعد قواعد البيانات فئة مهمة من النماذج اذ تمثل البيانات المخزنة بعض ظواهر العالم الحقيقي فتعد نماذج ايضاً يمكن لقاعدة البيانات ما تخزين قدر كبير من البيانات وتوفير إمكانية الكثير اجراء من العمليات على البيانات المخزنة.حيث ان افضل مثال لشرح النمذجة هوا الخرائط فالخرائط أدوات معقدة تظم الكثير من المعلومات وتظهر بعض تلك المعلومات بوضوح في الرموز التي تشرح الخريطة

لأنشاء نظام معلومات جغرافي يضم معلومات معقدة ومفيدة على شكل خريطة يجب ادخال جميع المعلومات المراد تضمينها الى الحاسوب تظهر الخريطة التقليدية المعلومات عن طريق الصورة ونستطيع التعرف الى هذهِ المعلومات عن معرفة معنى الرموز على الخريطة

على سبيل المثال ان اردنا استخدام النمذجة في (GIS) لتحسين إنتاجية متجر ما يجب الاعتماد على البيانات الجغرافية في المنطقة .

## الفصل الأول

في هذا الفصل سوف نتناول مفهوم النمذجة وانواعها والتعرف على مفهوم الأنموذج وخطوات بناء الأنموذج وتحديد بعض المراحل التي تمر بها عملية بناء الانموذج والتعرف على بعض خصائص النمذجة.

## (1-1) النمذجة :

تعرف النمذجة بأنها جزء من المحاكاة_للواقع، وقد تم تطوير عمليات المحاكاة بشكل رئيسي للحصول على إجابات بتجارب لا يمكن أو يصعب القيام بها

فمثلاً نجد صعوبة بإيجاد بعض الحلول بدقة عند التفكير في بعض المشاكل والمسائل العلمية التي نرغب بإيجاد حل لها. حيث من الضروري غناء التوجه العلمي المستند إلى الجانب الأكاديمي والتطبيقي وتخطي الجانب الوصفي في الدراسات الجغرافية سواء أكان ذلك في الدراسات الجغرافية الجامعية الأولية أو في الدراسات العليا، إذ يتم التركيز على النمذجة المتقدمة وتطبيقاتها.

## (1-2) مفهوم الأنموذج:

الأنموذج ليس من السهل وضع تعريف بسيط له، لذا لم يتفق العلماء على تعريف واحد، يحددون به مفهوم الأنموذج، ولعل هذا يرجع احياناً الى تنوع اغراض النماذج ووظائفها،

لقد قام **(تشاو)عام 1962**، بجمع عدة تعاريف أهمها:(إن الأنموذج عبارة عن اطار مرجعي، أو وصف لشيء ما، أو نظير أو شبيه، أو منهج مقترح للبحث، أو تمثيل دقيق للشيء المطلوب دراسته، أو عرض موجز للحالة قيد الدراسة، أو صورة تبين كيف يعمل نظام ما، أو نظرية تفسر تركيب أو بنية شيء ما)

**وكذالك يعرف الانموذج:** بأنه إطار شكلي لتمثيل السمات الأساسية للنظام المعقد بعلاقات رئيسة قليلة. وهذا الأنموذج يمكن ان يأخذ صيغة (أشكال، أو معادلات رياضية، أو برامج حاسوب)

**ايضاً يعرف الأنموذج:** بأنه (تجميع معلومات حول نظام ما لغرض دراسته ولوصف هذا النظام ولدراسته يجب أن نبني أنموذج الغرض إجراء تجارب وللاجابة على اسئلة وافتراضات لا يمكن اجراؤها على النظام مباشرة وذلك حتى لا يضطرب النظام الاصلي ويحدث ارتباك في عمله يؤدي الى تغيير النظام وفقدانه لخواصه الأصلية) وان الأنموذج يستعمل للوصول إلى الفرضية، ويساعد الباحث على الاستنتاج،

في ضوء الارتباط بين الظاهرة في الواقع والأنموذج الذي يمثله بشكل عرض مبسط وبصياغة سهلة، يسهل استعمالها لرصد الظاهرة وضبطها والسيطرة عليها، وعمل الاستنتاجات فيها.

## (3-1) خطوات بناء الأنموذج:

بناء الأنموذج يعد فنا فضلا عن كونه علما لأنه ليس من الممكن إعطاء مجموعة من التعليمات التي ستقود بالضرورة الى بناء أنموذج في كل حالة ولكن هناك خطوط رئيسة يمكن الاهتداء بها.وينصح ان يكون المستفيد من الأنموذج مشاركاً في جميع هذه المراحل لأخذ وجهة نظره في الحسبان ومساعدته في النتائج واستعمالها وأن بناء أي انموذج يمر بداية بمراحل من التحليل عن طريق تقييم المسألة الرئيسة الى مسائل ثانوية اكثر بساطة نقوم بنمذجتها، ثم بعد ذلك تأتي مرحلة اكثر تقدماً يمكن ان تشمل عناصر اضافية وتفاصيل اكثر مما يؤدي الى تطوير الانموذج ويسمح له بالاقتراب من الحقيقة ومن مبادئ تصميم النماذج وبناءها أن تكون العناصر أو المتغيرات الداخلة في الانموذج مرتبطة بعضها ببعض أي ان يوجد بينها علاقة ارتباط

**ويمكن ان نحدد المراحل التي تمر بها عملية بناء الانموذج وهي:**

### أولاً: تعريف المشكلة:

أي تمييز المشكلة المحددة أي الظاهرة التي يراد دراستها وايجاد حل لها، ثم البدء باجراء مسح للدراسات السابقة والملاحظات الميدانية المتعلقة بالمشكلة، ومحاورة العلماء المختصين بموضوع المشكلة.

### ثانياً: جمع البيانات:

هناك تفاعل حقيقي بين بناء الانموذج وجمع البيانات الضرورية للمدخلات، فيقدر دقة البيانات المدخلة وصحتها فيتقرر صحة الانموذج، ودقته وبالتالي المخرجات والنتائج، ويجب جمع البيانات للمدخلات اثناء وضع الخطوط الرئيسة للانموذج وزيادتها حسب تطور تعقيد الانموذج وأن الاهداف الموضوعة تحدد نوع البيانات المطلوب جمعها

### ثالثاً: دراسة عناصر المشكلة الظاهرة:

وتحديد العلاقة بين هذه العناصر وتحديد العوامل المؤثرة في العناصر والعلاقة.

**رابعاً: انضاج أنموذج مفهومي (صورة ذهنية):**

عن العمليات والردود وحدود الشروط التي تصف المشكلة، من خلال بيانات وصفية ورسوم بيانية ومخططات انسيابية وغيرها مما يظهر في هذه المرحلة على نحو منماز.

**خامساً: عملية التجريد:**

وهي العمليات التي تجرد الانموذج من التفصيل من خلال اهمال اشياء كثيرة من واقع الظاهرة المدروسة والابقاء على المتغيرات الاساسية والعلاقات الهامة. وهنا يبدو تأثير واضح لأنموذج الذي يضع بصماته على ما يعتقد مهماً. فالباحث هو الذي يقرر العناصر المهمة في الموضوع.

**سادساً: صياغة الأنموذج:**

بداية يتطلب الامر اعتماد الطريقة الرئيسة التي تقوم على تحديد اطار الانموذج وكيفية بناءه ابتداء من البيانات المتوافرة عند الباحث والأخذ بالحسبان التصورات المتاحة عند الباحث في كيفية البرهنة على صحة هذا الانموذج عن طريق مقارنة نتائجه بالملاحظات أو القياسات الناتجة عن الاعمال الحقلية

**ان صياغة الأنموذج تتضمن مراحل**:

**- اختيار المتغيرات التي يتضمنها الأنموذج:** وهي واحدة من اكبر الصعوبات في بناء الأنموذج، وفيها يتم اقرار ما هي المتغيرات المهمة وعلاقتها. ويجب ان تكون هناك متغيرات اضافية على الرغم من انها غير مطلوبة كونها مخرجات في الانموذج، ولكنهامهمة بسبب تأثيرها على المتغيرات المخرجة.
فاذا كانت هناك علاقة سببية قوية بين متغير واحد أو اكثر في المتغيرات المخرجة فيجب تضمينها في صياغة الأنموذج. وبالتالي يجب على باني الأنموذج ان يملك الخيال والسعة في اختيار

**.التجميع الكلي وطريقة التصنيف:** اولاً: يجب العوامل التي يعتقد وأنها مهمة اساس معرفته بالحال اخذ القرار ما هو القرار المتضمن، القرارات التي تصنع كيفية تصنيف المتغير، وما هو مستوى التجميع الكلي الملائم. على سبيل المثال، السكان ممكن ان يتم تصنيفهم حسب العمر، والجنس، والاعمال، ومكان السكن، والدخل.. وغيرها، ان اختيار طريقة معينة للتجميع سوف تحدد من خلال تحديد الغرض من الأنموذج

**سابعاً: الاستنتاج:**

وهو الاستنتاج بوساطة هذا الأنموذج لبعض الحقائق عن عالم الواقع، من خلال حل المعادلة المشتقة التي تمثل الأنموذج الرياضي، باستعمال مثل هكذا شروط محددة وقيم نظرية وتجريبية للثوابت والعوامل التي قد تتوافر أو تخمن. وان هذه الحقائق يمكن ان تكون بصورة انطباعات معينة أو افتراضات خاصة بحاجة إلى مزيد من البحث للتحقق من صحتها، أو بعض النتائج الصحيحة المؤكدة.

**ثامناً: التحقق من صحة النتائج:**

في هذه المرحلة يتم التحقق من صحة النتائج، بمقارنة النتائج التي حصلنا عليها من خلال الأنموذج بما هو واقعي وموجود في عالم الواقع. وفي الغالب تتم هذه الخطوة بالمقارنة المباشرة بين عالم الواقع وهذه النتائج المستقاة من الأنموذج.

توجد كثير من الطرق الإحصائية لاختبار صحة مثل هذه النتائج بحيث يمكننا من معرفة الدرجة الاحتمالية التي تقيس قرب وبعد هذه النتائج من عالم الواقع وقياسها، والشيء الجيد في هذه الاختبارات الإحصائية هي انها تمكن الباحثين المختلفين من الوصول إلى نتائج واحدة ودقيقة فيما لو استعملوا مقاييس إحصائية موحدة.

## (1-4) أنواع النماذج Types Of Models :

هناك تصانيف عديدة للنماذج، اذ تصنف حسب الاسلوب الرياضي، أو حسب الهدف من استعمالها، وهناك تصنيف عام للنماذج أو تصنف من وجهة نظر الجغرافيين، وسوف نتناول التصانيف هذه هي:

### أولاً: التصنيف العام للنماذج:

تقسم النماذج إلى أربعة أنواع وهي

### 1-النماذج الرياضية Mathematical Models:

هذه النماذج تؤدي الى استبعاد العلاقات اللفظية أو الوصفية والاستعاضة عنها بما يعرف بالنماذج الرياضية التي تستخدم في المعالجة الأحصائية أو في غيرها من المشكلات التي تتعلق بقياس المتغيرات وتحليلها،

وقد تبدو هذه النماذج معقدة بعض الشيء خصوصا لأولئك الذين ليست لهم خلفية رياضية جيدة، ضمن هذا النوع

م / ث 2 - تسريع الخريف الحرة. هذه 10 \u003d حيث تي تايم، ز من X الصيغ تعطي نموذجا رياضيا للمهمة. التعبير عن ر من خلال المعادلة الأولى والاستعاد الثانوي، نحصل على معادلة مسار الإسقاط:

$$y = x\mathrm{tg}\ \alpha - \frac{x^2 g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

عند نقطتين x المحور (Parabola) يعبر هذا المنحنى: x 1 \u003d

$$x_2 = S = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

و (مشهد (بداية المسار) 0

في الصيغ الناتجة، A و V0 سقوط القذيفة). استبدال القيم المحددة من نحصل

الإجابة: Y \u003d X - 90X 2، S \u003d 90 م.

يمكن تمييز نوعين من النماذج الرياضية وهما:

**1- <u>النماذج الحتمية Deterministic Models</u>**:إذ تعتمد هذه النماذج على النظريات الرياضية التقليدية القائلة بان هناك سببا ينتج عنه نتيجة (Cause and effect) وهذه النماذج تتألف في الغالب من علاقات رياضية تشتق منها معادلات خاصة بطريقة المنطق الرياضي وهي تعطي اجابة واحدة محددة في المعادلة المستعملة.

**2- النماذج الاحتمالية Stochastic Models**:هذه النماذج مبنية على نظرية الاحتمالات، لهذا فان ما تعطيه من نتائج اقل تحديدا من سابقتها اذ انها تعطي مجموعة من الاجابات الممكنة أو المحتملة وهذه النماذج تتلائم وطبيعة علم الجغرافية.

على سبيل المثال، يمكن أن يوضح أنه خلال خمس سنوات سيكون الطريق في حالة سيئة مع وجود احتمال بنسبة ٪75، وهناك احتمال بنسبة ٪25 في أن يبقى في حالة جيدة. هذه الاحتمالات حيوية لتطوير نماذج تقييم المخاطر.

**2-النماذج التجريبية Experimental Models**:

هذه النماذج تقليد لجزء من الواقع، واهم مميزاتها هي امكانية السيطرة على المتغيرات الداخلة في الدراسة، فنميز نوعين من النماذج هما:-

1- **الأنموذج القياسي Scale Model**: يستعملهذا الانموذج في الميادين الطبيعية بشكل خاص، وهو تقليد للظاهرة المدروسة ولكن بمقياس مختلف، فمثلا عند دراسة اكثرالامواج على الشواطئ فان هذه الدراسة تتطلب وقتاً طويلاً جداً يزيد على عمر الباحث لمعرفة آثارها، لذلك يلجأ الباحث لدراسة هذا الاثر بطريقة اصطناعية ويمكن التحكم بها من خلال إيجاد خزان ماء ويزود بحركة تشابه الأمواج لمعرفة قوة الأمواج وأثرها واتجاهها وطولها وعلى ميل خط الشاطئ.

2-**الانموذج النظيري Analogue Model**:يستعمل هذا الانموذج في تحليل بعض العلاقات المتشابكة الموجودة في الظاهرة المدروسة عن طريق استعمال بعض الظواهر المصممة تجريبيا من تلك التي يمكن الاستعانة بها لتوضيح بعض الفروق المطروحة، ومن هذه النماذج الفكرة التي تحاول الاستفادة من الدوائر الكهربائية في دراسة حركة المرور في المدينة.

**3- النماذج الطبيعية (Natural Models):**

هي تقليد ظروف طبيعية معروفة لدى الباحث ويحولها الى ظروف متشابهة يسهل معرفة ابعادها وتفسيرها على ضوء الظروف الطبيعية المعروفة وتصنف الى نوعين هما:

1- **الأنموذج الطبيعي التاريخي (NaturalHistorical Model)**: وهو نقل تجربة حدثت في زمان معين والنظر في امكانية استعمالها في زمن آخر، مثال ذلك: التنبؤات التي يقوم بها علماء الارصاد الجوية لمنطقة من المناطق، بناء على المعلومات المتوافرة لديهم لسنوات طويلة عن المنطقة المدروسة.

2-**الانموذج الطبيعي النظيري Natural Analogue Model**: وهو عملية الاستفادة من نقل بعض الظواهر الطبيعية عن طريق معرفة ابعادها وكيفية عملها وارتباط بعضها بالبعض الاخر، في تصميم خطة عمل يمكن تطبيقها على ظاهرات اخرى مشابهة.

ومن الامثلة على ذلك محاولة بعضهمدراسة مجاري الانهار ونقاط التقائها وروافدها، ومميزات مجاريها من حيث الاتساع والضيق، وغير ذلك من صفات النظام النهري ووضع ذلك في هيئة انموذج يمكن الاستفادة منه في دراسة نظام المواصلات البرية والطرق الرئيسة والفرعية، وغير ذلك من خصائص شبكات المواصلات المختلفة.

## 4-النماذج البيانية Graphical Model:

وهي ابسط انواع النماذج وتستعمل على نطاق واسع في الدراسات الجغرافية منذ زمن طويل، وتأخذ عدة اشكال ومنها الخرائط والاشكال والرسوم البيانية وهذه النماذج هي وصفية في الغالب، وتتكون من تمثيل بعض مظاهر الظاهرة المدروسة، وان ابسط مثال على ذلك هو أنموذج النطاقات الدائرية في المدن الذي وضعه برجس لتفسير نشوء المدن الامريكية وتطورها، الذي طبقه على مدينة شيكاغو.

جدول (١): مصفوفة بيانات.

| متغير → / مشاهدة ↓ | 1 | 2 | ... | j | ... | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $X_{11}$ | $X_{12}$ | ... | $X_{1j}$ | ... | $X_{1p}$ |
| 2 | $X_{21}$ | $X_{22}$ | ... | $X_{2j}$ | ... | $X_{2p}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| i | $X_{i1}$ | $X_{i2}$ | ... | $X_{ij}$ | ... | $X_{ip}$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | | ⋮ |
| n | $X_{n1}$ | $X_{n2}$ | ... | $X_{nj}$ | ... | $X_{np}$ |

## ثانياً: تصنيف النماذج حسب الاسلوب الرياضي:

**1.نماذج الجاذبية GravityModels**: وهي تستعمل اسلوب Gravity analogy، وتستعمل في نماذج التسوق shopping model أو في تخطيط النقل عند حساب عدد الرحلات بين المناطق المرورية (Traffic Zones) التي تكون المنطقة الحضرية، وتعد نماذج الجاذبية من الاساليب الكمية المتطورة التي استعملت على نطاق واسع في البحث الجغرافي، مثل دراسة العلاقة بين المدينة واقليمها أو دراسة افضل المواقع لتوسع المدينة، ان دراسة حركة الهجرة بين المدن أو الدول، أو دراسة اثر الانشطة الاقتصادية، وغير ذلك من المجالات، وقد شمل الأنموذج العديد من التعديلات بمرور الزمن حسب تطور الحاجة،

من الصيغ المعمول بها حالياً مايأتي:

إذ أن: **Iij=F(Ri,Aj)/F(Dij)**

**Iij**= قوة التفاعل بين النقطتين i و j

**R**= دالة قوة التنافر الى i

**A**= دالة قوة الجذب الى j

**Ri**= قياس يمثل عوامل تنافر مرافقة أو مرتبطة بالهجرة، مثل الهجرة الخارجية.

**Aj** = قياس يمثل عوامل جذب تعود إلى الذهاب، مثل الهجرة الداخلية.

**Dij** =المسافة بين i وj

**2-النماذج الخطية Linear Models**:

وهي نماذج شائعة الاستعمال في التخطيط والبحوث الجغرافية، والنماذج الرياضية بشكل عام تبنى على قاعدة العلاقة بين العناصر المتغيرة في النظام. والعلاقات بين المتغيرات عادة تكون معقدة وصعبة التعريف. والنماذج التي تبنى على قاعدة العلاقات الخطية تسمى بالنماذج الخطية.

ويمكن ان تصنف إلى أنواع

**1-العلاقة الخطية البسيطة/Simple Mode:**

وهي النماذج التي تكون العلاقة بين متغيرات الأنموذج توضع بمعادلة خطية. سميت بالمعادلات الخطية لان المتغيرات تتغير باتجاه النسبة لكل واحد. وفي هذا النوع يكون متغير مستقل واحد، ويمكن ان نعبر عنها بالمعادلة الخطية الآتية:

$$Y = a + b\,x$$

إذ أن:-

a, b = ثوابت عددية

Y= عدد الرحلات الخارجة من منطقة سكنية معينة

X= معدل حجم الاسرة في المنطقة

وتشير المعادلة بوجود علاقة خطية بين المتغير المعتمد (Y) والمتغير المستقل (X) والثوابت العددية ( a, b) تشير الى العلاقة العددية بين المتغير التابع والمستقل، واذا علمت قيم هذه الثوابت (a, b) نستطيع ان نحصل على قيمة (Y) لكون قيمة (X) معطاة.

**2-نماذج متعددة المتغيرات Multiple –Variable Models:**

نستطيع استعمال صفة القيمة الخاصة للنماذج الخطية في وصف العلاقات ليس فقط بين متغيرين ولكن بين عدة متغيرات.

إذا كان هناك اثنين أو أكثر من العوامل المؤثرة على المتغير المعتمد، فالأنموذج البسيط لمتغيرين يجب أن يمتد لقياس تأثير كل عامل يعمل ضمن تأثيره مع الآخر.

وهذا يحتم على إيجاد العدد الكلي لعدد الرحلات للأسرة فعدد الرحلات لا يعتمد على حجم الأسرة فقط ولكن حتما تعتمد على عددالعاملين في الأسرة وعدد السيارات التي تمتلكها الأسرة.هذه العلاقة يجب أن توصف بمعادلة متغير خطي متعدد

$$Y=a+ b1\ X1+ cX2 + dX3$$

إذ أن:-

Y= عدد الرحلات للأسرة

$X1$ = عدد الأشخاص في الأسرة

$X2$= عدد العاملين في الأسرة

$X3$= عدد السيارات الممتلكة في كل أسرة

بحسب ما موضح فان الاحرف الصغيرة في المعادلة d, c, b, a هي ثوابت عددية توصف بكمية التغيرات بالمتغير المعتمد (Y) المرتبطةبتغيرات المتغيرات المستقلة.

## 3 –نماذج الامثلية Optimization Models:

إن هذا النوع من النماذج الامثلية يهدف إلى التنبؤ بمواقع الأنشطة والتفاعلات فيما بينها، ولكن بالوقت نفسه يحاول الوصول إلى الحل الأمثل، فعلى سبيل المثال عندما تكون هناك عدة مواقع بديلة لتوسع المدينة خلال السنوات العشر القادمة فان نماذج الامثلية يمكن أن تحدد النمط الأمثل للتوسع ضمن قيود ومحددات معينة.

## 4- النماذج الهجينة Hybrid Models:

وهي النماذج التي تستعمل اكثر من اسلوب من الاساليب الثلاثة السابقة. وهي تستعمل النماذج الشاملة الكبيرة التي تضم عدداً كبيراً من الانشطة الحضرية والمجزئة *Dissagregated* بصورة واسعة، وتحاكي عدة قطاعات من النظام الحضري، مثلاً يقسم السكان حسب الفئات العمرية، والسكن، وهيكل الأسرة، وموقع العمل، وموقع الخدمات، وموقع الصناعات. وضمن هذه النماذج تكون هناك نماذج فرعية مثل نماذج التسوق والنماذج الخاصة بالخدمات العامة وشبكة النقل واسعار الأراضي وغيرها.

## ثالثاً: تصنيف النماذج حسب الهدف من استعمالها:

وهو التصنيف الأكثر شيوعا ويقسم النماذج إلى ما يأتي:

1-**النماذج الوصفية Descriptive Models**: وهي نماذج تحاول وصف الحالة الراهنة وتحليلها لنظام حضري معين باستعمالالعلاقات التي تربط بين المتغيرات الرئيسة في النظام الحضري.

ان النماذج الوصفية الجيدة لها قيمة علمية بسبب اعلانها اكثر حول هيكل البيئة الحضرية وتقليل التعقيد الظاهر للعالم المرئي الى اللغة الملاصقة القريبة للعلاقات الرياضية، وانها تعطي اثباتاً مستنداً للطرق التي يؤثر من خلالها كل شيء في المدينة على الآخر.ان غرض الباحث الذي يحاول وضع نموذج وصفي هو محاولة تكرار الخصائص الهامة الموجودة في ظاهرة ما وحصرها وتبيانها، بغرض التقليل من تعقيد الظواهر الحقيقية وتحويلها الى لغة خاصة وعلاقات رياضية سهلة التناول. ان مثل هذا النوع من النماذج يعطي طريقا مختصرا للعمل الميداني، وذلك عن طريق إيجاد قيم أكيدة موثوقة لمتغيرات يصعب قياسها فيمااستعملت بدون النماذج. إن مقياس انجاز الباحث في هذا المجال يعتمد على الأمور الآتية عند بناء الأنموذج:

1. نسبة البيانات المدخلة الى الأنموذج .
2. دقة عملية بناء الأنموذج وتكالفها، ومقارنتها بدقة وتكاليف دراسة المتغيرات المطروحة للبحث من غير استعمال الأنموذج.

3. مدى انطباق هذا الأنموذج في أمكنة أخرى، وفي أزمنة أخرى خلاف الوقت والمكان الذي صمم الأنموذج لهما.

## 2-النماذج التنبؤية Predictive Models:

وهذه النماذج تحاول ان تتوقع أو تصف الوضع المستقبلي للظاهرة قيد الدراسة، بمحاكاة سلوك تلك الظاهرة أو باستعمال علاقات تحليلية وديناميكية من اجل استنتاج Extrapolate السلوك الذي سيحصل في المستقبل.

إن التنبؤ بالمستقبل لظاهرة ما يقتضي فهم العلاقة بين اشكال الظاهرة والعمليات المسببة لها. ففي الانموذج الوصفي يمكن ان نكتفي بذكر الظاهرة (Y) مرتبطة بالظاهرة (X) ولكن حينما يكون الهدف هو

التنبؤ بقيمة (Y) في المستقبل، فالانموذج لابد ان يحاول ايجاد علاقة سببية، كأن نقول: إذا تغيرت (X) قيمة واحدة، فان ذلك سينجم عنه تغير في قيمة (Y) بنسبة معينة.

وإذا استطاع الانسان ان يخمن أو يتوقع اتجاه خط سير المسبب فان معرفة القيمة المستقبلية لهذا المسبب ستمكننا من التنبؤ بالقيمة المستقبلية للظاهرة الناجمة عن هذا المسبب.

وهناك ما يسمى بالتنبؤ الشرطي (Conditional Prediction)، وهو محاولةمعرفة الظاهرة في المستقبل حينما نتوقع حدوث وقائع غير معلومة لدى المخطط الآن. وهذه الوقائع تكون في الغالب خارجة عن ارادة الباحث. وفي هذه الحالة فان الانموذج سيتخذ الصورة الآتية: اذا حدث (X) فان (Y) سوف يتبعه في الحدوث، من دون التأكيد صراحة من احتمال حدوث(Y). وهنا لابد من وضع العديد من الاحتمالات لمحاولة التغلب على العوامل الخارجية ان وجدت، وهذا ينقلنا الى الانموذج الذي يصمم للاستفادة منه في التخطيط. **(الصالح والسرياني، المصدر السابق،ص 572).**

## 3-النماذج التشخيصية Prescriptive models:

وهي من نماذج الامثلية ضمن نماذج التخطيط التي تحاول أن تحدد الوضع المستقبلي لظاهرة معينة كالنظام الحضري في ضوء أهداف محددة مسبقاً.

والنماذج التشخيصية تجد الدعم الأكبر في الدول ذات الاقتصاد الاشتراكي اذ تمتلك هذه الدول وسائل مباشرة وفعالة للتدخل إذ يكون التركيز على رفاهية المجتمع كله وتوزيعها المتجانس، والسلطة التخطيطية في هذه الحالة تأخذ دورا فعالا أكثر ليس فقط بالقرارات التي تخص الخدمات العامة بل كذلك في وضع قيود ومحفزات على القطاع الخاص (إن وجد) من اجل منفعة المجتمع كله أو قطاع معين من المجتمع

1- ان النماذج المسماة تنبؤية تفترض نوع من السلوك الامثل سواء أكان ذلك عن وعي أو دون وعي في دور الاشخاص والمؤسسات أو السلطة التخطيطية.

2- ان العديد من النماذج التشخيصية Prescriptive تتضمن التفاعلات السلوكية مثل الجاذبية أو علاقات المستخدم- المنتج أو السلوك الاكثر احتمالا لمتخذي القرار عند وضع الاهداف والقيود. فضلا عن ذلك فان النماذج التنبؤية دائما تعير Calibrated على بيانات سابقة بما في ذلك سلوك اتخاذ القرارات السابقة

لمختلف السلطات التخطيطية. أي ان الأنموذج سوف يعطي نتائج مبنية عن القرارات التخطيطية التي اتخذت سابقا وهي قرارات سلوكية قد لايمكن تفسيرها رياضياً.

## رابعاً: التصنيف الجغرافي للنماذج:

ان النماذج الجغرافية بشكل عام تنبثق من قاعدة أو اطار نظري وبالتالي فان النظرية هي البيئة الفلسفية أو الوسط العلمي المنطقي للنماذج القائم على مختلف المشاهدات والملاحظات المتحققة وعلى مجموعة القياسات أو التجارب التي تستند على فرضيات علمية اولية سبق ان قدم تعريفها ومفهومها وشروطها.

## 1- النماذج الرقمية البسيطة:

هي النماذج التي تستعمل البيانات الرقمية وتعتمدها لتصميمها باستعمالمجموعة الاساليب الكمية والرياضية القابلة للاستعمال من الجغرافي أي باستعمالالاساليب التي طوعت جغرافياً.

## 2-النماذج البنائية:

وهي النماذج التي تستعمل البيانات الرقمية التفصيلية لخصائص اصغر المكونات الجغرافية العلمية لسطح الارض القابلة للدراسة، لتشخيص وحداتها الداخلية والتعرف على طبيعة توزيع هذه الوحدات وتكرارها داخل المكون الجغرافي المدروس وتعتمد على حساب الفئات والجدولة المتقاطعة Cross tabulationدون عمليات حسابية.

والانموذج البنائي يستعمل في عملية التصنيف من اجل عزل وحدات المكون
الجغرافي وتشخيصها أو للمتغير قيد الدراسة ان لم تكن وحداته أو مكوناته معروفة وكذلك من اجل تكوين المجموعات المتشابهة بين الوحدات أو عناصر المتغير للتعرف على خصائصها المختلفة، ونعتقد ان نماذج التصنيف مثل تصنيف كوبن للمناخات وكافة التصنيفات الاخرى المشابهة لها تعد من النماذج البنائية الهامة جدا في الجغرافية وخاصة في العلوم المناخية المختلفة ومنها الهيدرومناخ، والمناخ الزراعي والمناخ الطبي والمناخ الحيوي وغيرها.

## 3-النماذج الإحصائية:

هي النماذج القائمة على استعمالتصميم أو بنية الطرق الاحصائية والمعبر عنها بواسطة المعادلات الاحصائية الوصفية المتقدمة، أو التي تنتج عن تقنية جديدة في اسلوب استعمال الطرق المتقدمة جغرافياً أو نتائجها التي نحصل عليها على شكل معادلة أو متراجحة رياضية.

وتعد النماذج الاحصائية من اهم النماذج الرقمية الجغرافية؛ لانها تقوم على استعمالروح العلاقة الاحصائية عند تصميم الانموذج الرقمي الحسابي الجغرافي، وخير الامثلة على ذلك نماذج التغير ونماذج تحديد الانحراف ونماذج التقييم والتنبؤ، وتنحدر نماذج التقييم والتنبؤ من عمليات حساب الانحدار البسيط والمتعدد.

## .4-لنماذج الكيفية:

وهي النماذج الكيفية أو الوصفية عالية الاستعمال في العلوم الجغرافية التي تتركز في محورين رئيسين:

.1-النماذج المستعملة لمحاكاة التغيرات المجالية: لمختلف العناصر والمكونات الجغرافية لسطح الارض، والمقصود هنا النماذج الكارتوكرافية، وتعد مختلف الطرق الكارتوكرافية وعمليات الترميز وقواعدها المستندة على طرق رياضية للتحليل المكاني كطرق الـ (Krining) وغيرها من الطرق الآلية التي توفرها النظم الحديثة مثالاً عنها.

.2-النماذج المستعملة لمحاكاة التغيرات الزمنية: وهي النماذج المتأتية من مختلف الطرق والاساليب البيانية اليدوية منها أو الآلية.

## .5-النماذج الحاسوبية:

هي النماذج التي توفرها الأدواتالجغرافية المتقدمة والمستعملة على نطاق واسع من الجغرافية العربية في الوقت الراهن. والمقصود بذلك برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS وبرامج تقنيات الاستشعار عن بعد المختلفة والكثيرة التي تعد حزم الـ ERDASأكثرها استعمالاً. ومن الجدير بالذكر احتواء هذه البرامج على لغات خاصة للبرمجة تسمح بوضع أو تصميم نماذج حاسوبية تدعى بالـ VBA تمكن الباحث من اداء عمليات كثيرة فضلاً عن ما هو متاح داخل النظم نفسها.

وتسمى هذه النماذج في بعض المراجع العلمية بالنماذج الالية، وهي من اعقد انواع النماذج الرقمية وتتطلب السيطرة على لغات النمذجة الخاصة في بعض الميادين التي غالباً ما تستعمل لغات على غرار لغة الـ (Visual Basic) أو (C++) وغيرها.

**خامساً: يمكن تصنيف النماذج إلى أنواع أساسية حسب ما يرى الباحثان وحسب**

**1-النماذج السببية:** وهي النماذج الكثيرة الاستعمال والتطبيق في البحوث الجغرافية، والاستفادة من وسائلها عن طريق صياغة المشكلة على هيئة أنموذج، والنماذج متعددة ومختلفة الاستعمال وفي هذا المجال يتم التمييز بين ثلاثة أنواع من النماذج والأساليبالكمية وهي:

**أ- تحليل الانحدار Regression Analysis:**

وهي النماذج التي يكون فيها المتغيرالرئيس معتمداً على متغيرات تفسره وتشرح سلوكه، كما في نماذج تحليل الانحدار التي تسمح بالحصول على نتائج كمية هامة متمثلة في (معادلة الانحدار)، التي تعد هي بحد ذاتها صيغة كمية أي أنموذجاً كمياً متكاملاًوصحيحاً علمياً لمحاكاة العلاقة بين عنصرين أو عدد من العناصر تتبادل التأثير فيما بينها(سبب ونتيجة، وفعل ورد فعل) وهي بحد ذاتها أنموذج رقمي يصلح في التنبؤ والتقدير. وعمليات تحليل الانحدار تشكل 60% من العمليات الجغرافية المستعملة في بناء النماذج الكمية الرقمية الجغرافية، لان هذا التحليل يقدم المعالجة الامثل للعلاقة بين متغيرين أو العلاقة بين متغير وعدد من المتغيرات الاخرى.

**ب- تحليل المدخلات والمخرجات Input – Output Analysis:** تعد من احد الأساليب الهامة في التخطيط الإقليمي الاقتصادي لما تقدمه من توضيح للسلوك الإنتاجي والتوزيعي لقطاعات الإنتاجالمختلفة، وطبيعة العلاقات القائمة بينها، وبين القطاعات الاقتصادية الاخرى. ويقوم هذا الاسلوب على جدولة مبسطة للعلاقات المتبادلة (بين أنشطة الاقاليم أو المقاطعات أو القطاعات الاقتصادية المختلفة داخل الاقليم الواحد أو فيما بين الأقاليم

**ج- البرمجة الخطية Linear Programming:** هي من النماذج الخاصة بتحديد الامثلية،أي النماذج التي تسعى الى تحديد الحد الامثل عن طريق تصغير أو تعظيم دالة الهدف، وتعادل اهمية البرمجة الخطية اهمية تحليل الانحدار في انشاء نماذج خطية في مجالات جغرافية طبيعية وبشرية عديدة وليس فقط في الجغرافية الاقتصادية.

وتعد من النماذج الرياضية الهامة، التي تهدف الى حل المشكلات المرتبطة بمتغيرات كثيرة، في ظل قيود أو محددات معينة، تكون على الاغلب في شكل متراجحات أو معادلات خطية. وهي اداة من ادوات التخطيط، تساعد على تخفيض كل زيادة في التكاليف، وتحقيق اقصى ما يمكن من عوائد الانتاج بأقل فاقد.

## 2-نماذج الجاذبية Gravity Models:

إن نماذج الجاذبية والتفاعل المكاني المستعملة كثيرا في التخطيط الحضري والاقليمي والدراسات الجغرافية في السنوات الاخيرة، وقد بدأت اعتمادا على قانون الجاذبية لعالم الفيزياء اسحاق نيوتن الذي ينص على ان( أي كتلتين في الكون تجذب احدهما الاخرى بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما). وقد حدث العديد من التطوير والتغيرات لهذا الأنموذج (نماذج الامكانيات- نماذج الفرص الوسطية) . **(ن. كلايسون، 1978، ص39)**. ومؤخراً وبدعم من ولسن فان طريقة جديدة ظهرت في نموذج الجاذبية في مجال التخطيط الحضري والاقليمي هي تحديد التفاعل بين مدينتين أو اكثر من خلال متغيرات – تدفق السكان- أو – تجارة المفرد، وقد استعمل رايلي Raily هذا الأنموذج في التوصل الى قانون الجاذبية لتجارة المفرد الذي مفاده ((أنه في حالة وجود مدينتين تقومانبتزويد مدينة ثالثة اصغر حجماً منهما. فان كل واحدة منهما تزود المدينة الصغيرة بما يتناسب طرديا مع سكانها وعكسياً مع مربع المساحة)).

## 3-نماذج التخصيص Allocatiuon Models:

تختلف نماذج التخصيص عن نماذج أو نظرية الموقع العادية، من حيث انها تناسب الواقع المكاني المعقد والمتشابك، وحيثما تكون المشكلة الموقعية كبيرة الحجم وهناك العديد من المتغيرات أو المعايير التي يجب اخذها في الحسبان، مما يتطلب صياغة رياضية اكثر تعقيدا لمعالجة مثل هذه النوعية من المشاكل، لاسيما في حالة السطوح المكانية غير المتساوية أو المتجانسة. وللاجابة على تساؤلات مثل: الى أي حد يقترب نمط معين من الخدمات الى الموقعية المثلى؟ لذا تحاول هذه النماذج الا تكون بالضرورة معيارية Normative بل، تشخيصية Perscriptive،تأخذ الوضع الراهن في حسبانها. ولعل هذا التوجه النموذجي الحديث طرأ في بداية الستينيات، وهي تفترض ان هناك مجموعةمن النقاط الموزعة على السطح الجغرافي المعين، ومن ثم يمكن اعطاء وزن الى كل منها ثم هناك مجموعة اخرى من المراكز المتمركزة

والمفترضة وغير المحددة الموقع تماماً. فتكون مشكلة الموقع والتخصيص التي تعبر عن العلاقة بين هاتين المجموعتين المذكورتين اعلاه،

## 4-النماذج الرقمية المحوسبة Digital Models By Computer:

وهي النماذج التي يتم إعدادها بواسطة التقنيات الحديثة المتقدمة، التي أضافت سهولةفهم وتواصل كبيرين، بسبب خصائصها الإبداعية والخلاقة وديناميكيتها المتزايدة القادرة على محاكاة البيئة الحقيقية بعدة درجات من الواقعية التي أضافت تصويرا مرئيا ومحاكاة كرافيكية تظهر البيانات بشكل سلس، فضلاً عن إمكانية الملاحة في وقت حقيقي إن الامكانات التصويرية في التخطيط والتصميم للبيئة الجغرافية المراد بناؤها عن طريق استعمال تلك التقنيات تعطينا الإمكانات على التسريع بعملية النمذجة المكانية والتحليل المكاني، وتساعد في تشكيل الأفكاروالتطورات للباحثين على نحو واسع.

إن الثورةالمعلوماتيةوالمعرفية تتطلب القيام بمحاكاة عمليات الأنظمة البيئية الطبيعية والحضرية ووظائفها على افتراض انه يتم القيام بتجهيزها من حقول جديدة من العلوم المختلفة.

## الفصل الثاني

في هذا الفصل سوف نتناول مفهوم نظم المعلومات الجغرافية وأين تستخدم نظم المعلومات الجغرافية ومعرفة بعض مزايا نظم المعلومات الجغرافية وماهية فائدة نظم المعلومات وماذا تحتوي من مكونات وعند وجود النمذجة في نظم المعلومات ماذا يحدث ومعرفة مفهوم العاملي التوكيدي .

### (2-1) نظم المعلومات الجغرافية:

نظم المعلومات الجغرافية (بالإنجليزية: Geographic Information Systems) المعروفة باختصار (GIS) هي عبارة عن استخدام الحاسوب للقيام بتحليل، وتخزين، ومعالجة المعلومات الجغرافيّة، وكلّ ما يخص الخرائط، وقد احتاج البشر كثيراً لهذا المنظور المتطوّر للكواكب والأرض والجغرافيا بشكل عام لدراسة التعقيدات الكثيرة التي تخصّها، ويمكن تلخيص عمل نظم المعلومات الجغرافية بأربعة أمور أساسيّة هي:

**أ**–إنشاء قاعدة بيانات جغرافيّة.

**ب**–إدارة المعلومات التي تمّ إنشاؤها في قاعدة البيانات.

**ج**–تحليل البيانات.

**د**–عرض البيانات على الخرائط الجغرافيّة

وايضاً هوا العلم الذي يهتمّ بجمع ومعالجة ودراسة المعلومات الجغرافية، ويعتمد على التعرف على الخرائط، والصور الجوية، واستخدام الجداول، والعمل على معالجتها، والتأكّد من أنّها صحيحة بشكل كامل، وخالية من أيّ أخطاء، حتى يتمّ التمكّن من حفظها، واستخدامها عند الحاجة لها، وخصوصاً في الحالات التي تستدعي دراستها، أو تحليلها عن طريق الحاسوب، أو ورق الخرائط، أو الرّسومات البيانية. ظهرت نُظم المعلومات الجغرافيّة لأول مرة في عام 1964م في كندا، من خلال روجر توملنسون، وفي فترة السبعينيات من القرن العشرين، انتشرت العديد من الشركات التي تهتمّ بالعمل على البرامج المتخصّصة بنظم المعلومات،

ممّا أدّى إلى زيادة التكاليف الخاصة بالعمل على هذه النظم، وساهم ذلك في زيادة عدد الأشخاص الذين اهتمّوا بدراستها، فظهرت العديد من البرمجيّات، والأجهزة الجديدة التي تَهتمّ بمتابعة دراسة نُظُم المعلومات، ومع ظهور شبكة الإنترنت تطوّرت كافة الطرق المستخدمة في متابعة الخرائط الجغرافية و يقوم نظام المعلومات الجغرافية بدمج كلّ من الأجهزة، والبيانات، والبرمجيات، مع نظام تحديد المواقع للمساعدة في تحليل الأماكن الجغرافية، كما تُعتبر نظم المعلومات الحاسوبية نظاماً حاسوبياً في الغالب، لكنّ المصطلح يشير أيضاً إلى أيّ جهدٍ علمي يتمّ بذله لدمج البيانات، والتي تساعد الباحثين في تصوّر، وتحليل، واكتشاف المعلومات المُشار إليها جغرافيّاً، بالإضافة إلى المساعدة في فهم العلاقات والاتجاهات والأنماط، فمثلاً تساعد نُظم المعلومات الجغرافية الباحثين على قياس سرعة ذوبان الأنهار الجليدية في غرينلاند وأنتاركتيكا، كما يمكن أن تساعد في تحليل البيانات المركزيّة، والتي تكون على مستوياتٍ أقل، مثل اتجاهات التنمية، أو تحليل مستجمعات المياه لمنطقةٍ معينة

**(1)صورة لموقع جغرافي لمنطقة معينة**

## (2-2 )مكونات نظم المعلومات الجغرافية:

تعتمد نظم المعلومات الجغرافية، في مكوناتها على مجموعة عناصر، ومنها:

### 1-المعلومات المكانية

هي المعلومات المبدئية التي تتوفّر حول الأماكن الموجودة على الخريطة، والتي تجمع عن طريق قياس مساحة الأراضي، أو التصوير، أو استخدام أسلوب المسح الضوئي للتضاريس الجغرافية، لجمع المعلومات حول الأماكن، ولكنّها تحتاج إلى مبلغٍ ماليّ كبير مقارنةً بالعناصر الأخرى، وذلك بسبب حاجتها إلى العديد من المعدات التي تساعد على دراسة وتحليل المعلومات للتأكّد من دقتها.

### 2-جهاز الحاسوب

ساهم وجود جهاز الحاسوب في تسهيل القيام بالعديد من العمليات المتخصّصة في إنجاز الخرائط، عن طريق استخدام الأجهزة الإضافيّة التي تعتمد على التقنية الحاسوبيّة في معالجة البيانات المتعلّقة بالخرائط، والحصول على نُسخٍ مطبوعة منها، مع وجود تأثيرات صوتية، أو باستخدام تقنية الفيديو في عرض بعض الصور، أو اللقطات المصوّرة حول الخرائط الجغرافية.

**(2) صورة لجوية لخريطة مدينة معينة**

**3-البرامج والتطبيقات**

هي كافة التطبيقات التي تعمل على تصميم الخرائط، وجعلها أكثر تفاعليّة، وخصوصاً مع وجود الخصائص ثنائية وثلاثية الأبعاد، والتي تُعرف باسم (D2، وD3)، والتي ساهمت في جعل الخريطة المصمّمة تُحاكي الواقع، وتنقل صوراً أكثر وضوحاً، ممّا ساهم في تطوير العديد من التطبيقات التي ساعدت المستخدمين العاديين الذين يستخدمون الأجهزة الرقمية الذكية، مثل: الهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية على تصفح مجموعة من الخرائط التي تُبيّن للمستخدم المكان الذي يريده.

## (3-2) استخدامات نظم المعلومات الجغرافية:

يتم استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في العديد من المجالات لأهداف علميّة، أو لإدارة الموارد أو للتخطيط، والتنمية، مثل:

التجارة: تستخدم العديد من الشركات التجارية نظم المعلومات الجغرافيّة لتحديد أماكن مناسبة لتسويق منتجاتها.

العلماء: يستخدم العلماء تقنية (GIS) لإجراء الدراسات والإحصائيات المختلفة.

الكوارث الطبيعية: يستخدم المسؤولون في مدينة أو دولة ما نظم المعلومات الجغرافيّة للتخطيط في حالة حدوث كوارث طبيعيّة؛ حيث تُعرض الخرائط على المسؤولين لتوضيح الأماكن المعرضة للخطر، وأماكن الملاجئ في حالات الطوارئ لاتخاذ الإجراءات اللازمة. المهندسون: يستخدم المهندسون تقنية (GIS) لتصميم شبكات الإتصالات وتطبيقها على أرض الواقع وإدارتها؛ بالإضافة إلى استخدامها لتصميم وبناء البنية التحتية اللازمة للاتصال بالإنترنت أو النقل.و يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية في العديد من الاستخدامات، ومنها ما يأتي:

تحديد مواقع الأماكن، حيث يستطيع هذا النظام تعيين الموقع المكاني باستخدام معالم أو صفات واقعية، ثمّ تحديد العلاقات المكانية بينها.

رسم خرائط الكثافة، ففي بعض الأحيان يكون تعيين التركيز، أو الكمية الطبيعية، أو العدد الكلي في مناطق معينة هو أكثر أهميةً لمعرفته، لذا يتمّ استخدام هذا النظام.

رسم الخرائط الجغرافية التي تبين التغيير الذي حصل في منطقةٍ جغرافيةٍ معينة، وذلك لتوقع الظروف المستقبلية، أو تقييم نتائج إجراء أو سياسةٍ معينة، أو تحديد مسار العمل.

تحديد ماذا يحدث داخل المناطق، فيمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافية لتحديد ما الذي يحدث أو ما هي الميزات الموجودة داخل منطقةٍ معينة، ويكون ذلك من خلال إنشاء معايير محددة لتحديد مجال الاهتمام أو البحث.

رسم خرائط الكميّة، حيث يقوم الكثير من الناس برسم الكميات بشكلٍ مفصل، مثل الأماكن التي تزود بالكمية الأكثر والأقل، وذلك من أجل العثور على الأماكن التي تلبي المعايير، أو لتحديد العلاقات بين الأماكن. تحديد النشاطات التي تحدث ضمن مسافةٍ معينةٍ قريبةٍ من معلمٍ أو حدث عن طريق رسم الخرائط باستخدام أدوات المعالجة الجيولوجية، مثل بوفر (بالإنجليزية: BUFFER).

## (4-2) **مزايا نظم المعلومات الجغرافية**:

توجد عدّة مزايا لنظم المعلومات الجغرافية، منها:

عرض المعلومات بطريقة واضحة: تتيح نظم المعلومات الجغرافية عرض المعلومات بطريقة واضحة ومن أكثر من منظور في وقت واحد، وهذا يجعل المُتَلقي يفهمها بشكل أفضل.

تنظيم البنية التحتية: تسمح نظم المعلومات الجغرافيّة بمشاهدة البنية التحتية للمدينة وترتيبها بالطريقة المثالية، حيث تُوفِر مخطّطات تفصيليّة للشوارع، والحدود، والأرصفة، والمرافق الموجودة تحت الشوارع، وهذا يجعل متابعة وتحسين البنية التحتية أكثر سهولة.

إنشاء خرائط جغرافية دقيقة: يمكن إنشاء خرائط جغرافيّة دقيقة جداً باستخدام تقنية (GIS)، وهذا الأمر هامّ للمسؤولين في المدن ومالكي الأراضي لتعيين الحدود الدقيقة للأملاك باستخدام مستندات قانونيّة.

اتخاذ القرارات: الوصول الأفضل للمعلومات يجعل اتخاذ القرارات أمرٌ أكثر كفاءة، حيث تقوم نظم المعلومات الجغرافية بربط عدد كبير من البيانات مع الخرائط الخاصّة بها ضمن تسلسل زمنيّ يوضّح التغييرات التي حصلت عليها.

## (2-5) فوائد نظم المعلومات الجغرافية:

وفّرت نُظم المعلومات الجغرافية العديد من الفوائد التالية:

تقليص وقت إعداد الخرائط: قديماً كانت تحتاج الخريطة الواحدة إلى العديد من الأيام، والتي قد تصل إلى شهر أحياناً حتى يتمّ إعدادها، ورسمها، وتحديد الخطوط والتضاريس فيها، وتسمية الأماكن الموجودة داخلها، وفي الوقت الحالي مع استخدام نُظم المعلومات الجغرافية صار إعداد الخريطة يستغرق ساعات معدودة، حتى تكون جاهزة.

تخفيض عدد العاملين: كانت المراسم الخاصّة برسم الخرائط تحتوي على أعدادٍ كبيرة من العاملين، ولكن مع التطوّر التكنولوجي، واستخدام نظم المعلومات الجغرافية التي قامت بوظيفة رسم الخرائط، وتجهيزها، وإضافة الألوان لها تمّ التخفيف من عدد العاملين.

تقليل التكلفة المالية: ساهمت نظم المعلومات الجغرافية في التقليل من التكلفة المالية التي كانت تُنفق على توفير ورق لرسم الخرائط، وأقلام رسم، وألوان، وهكذا مع دفع تكاليف أساسيّة تكون مرتفعةً في الغالب لإنشاء نظم المعلومات الجغرافيّة، ولكنّها تُساهم في توفير هذه المبالغ بعد ذلك لأنّها تُدفع مرّةً واحدة فقط.

## (2-6 )النمذجة في نظم المعلومات الجغرافية:

يستخدم مصطلح النمذجة بطرائق عدة وله العديد من المعاني المختلفة ويمكن ان يعد تمثيل جزء من العالم الحقيقي عملية نمذجة ولذالك لان الانموذج الناتج سيكون له خصائص مشتركة مع العالم الحقيقي مما يسمح لنا باجراء الدراسات والعمل على الانموذج بدلاً عن العالم الحقيقي من اجل اختبار ما يمكن ان يحدث في

حال تغيرت الظروف وتعددت الاحتمالات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية تعد الخريطة تمثيلاً مصغراً لجزء من العالم الحقيقي وهي الانموذج الأكثر شيوعاً وتعد قواعد البيانات فئة مهمة من النماذج اذا تمثل البيانات المخزنة بعض ظواهرالعالم الحقيقي فتعد نماذج ايضاً يمكن لقاعدة البيانات ما تخزين قدر كبير من البيانات وتوفير إمكانية اجراء الكثير من العمليات على البيانات المخزنةاما النماذج الرقمية فتتمتع هية الأخرى بمزايا هائلة مقارنة بالنماذج الورقية وتعد اكثر مرونه ويسهل تعديلها وتسمح ب انجاز عمليات المحاكاة الحاسوبية،افضل مثال لشرح النمذجة هوا الخرائط: فالخرائط أدوات معقدة تضم الكثير من المعلومات وتظهر بعض تلك المعلومات بوضوح في الرموز التي تشرح الخريطة وعادتاً ماتكون الكثير من المعلومات التي تقدمها الخرائط متخفية بطريقة ذكية بين خطوطها ورموزها والوانها، لأنشاء نظام معلومات جغرافي يضم معلومات معقدة ومفيدة على شكل خريطة ليجب ادخال جميع المعلومات المراد تضمينها الى الحاسوب تظهر الخريطة التقليدية والمعلومات عن طريق الصورة ونستطيع التعرف الى هذه المعلومات عند معرفة معنى الرموز على الخريطة مثلاً تتقرب خطوط الكونتور من بعضها البعض عندما يكون المنحدر حاداً وتتباعد اكثر عندما يكون الانحدار بسيطاً ويمكن عن طريق ذالك معرفة الارتفاع موقع ما ولكن بالنسبة الى الكومبيوتر فأن خطوط الكونتور مجرد تمثيل رسومي للأرقام الموجودة في ملفاته وعلى الباحث ان يكون على دراية كاملة بالمنطقة الجغرافية التي يريد نمذجتها على سبيل المثال ان اردنا استخدام النمذجة في((GIS

لتحسين إنتاجية متجر ما يجب الاعتماد على بيانات جغرافية في المنطقة تتعلق فيما يأتي :

أ–الجغرافية الأقتصادية: العوامل الاقتصادية مثل متوسط دخل الفرد في المنطقة

ب–جغرافية النقل: أنظمة النقل التي يستخدمها الأشخاص للتنقل من والى المتجر

ج–الجغرافية الطبيعية:تأثير المناخ والطقس في السلع المباعة واوقات بيعها

**(3) صورة لبيان تأثير المناخ والطقس على مناطق معينة**

## (7-2 )نماذج البيانات الجغرافية المكانية:

تمكن هذهِ النماذج من تمثيل او نمذجة البيانات ذات المرجعية الجغرافية رسومياً او هندسياً اذ يمثل الشكل الرسومي موقع الظاهرة الجغرافية او توزعها المكاني في حين يصف الشكل الهندسي صفاتها او خصائصها

**ويتضمن النوع الأول من نمذجة البيانات الجغرافية المكانية:**

### أ-أنموذج البيانات النقطية او الخلوية:

هوا عبارة عن مصفوفة منتظمة من القيم واما ان ترتبط هذهِ القيم بنقتط وتمثل قيم معينة( الارتفاع ، درجة الحرارة، التراكيز الكيميائية) او ان ترتبط بخلايا وتمثل. صورة وفي هذهِ الحالة يمكن اسناد اكثر من خاصية

واستخدام قاعدة البيانات اذ تنظم هذهِ الخلايا وينظم الوصول اليها بأستخدام الصفوف والاعمدة وتحسب المساحة التي تمثلها كل خلية من حساب اطوال اضلاعها وهذا مايتحكم بدقة الصورة او الخريطة

## ب-أنموذج البيانات الأشعاعية:

هوا انموذج يستخدم لتمثيل المساحات والخطوط والنقتط على الأرض ويعتمد انموذج البيانات الاشعاعية على قاعدة نقطة–قوس، اذ يتكون من خطوط غير متقاطعة تدعى الاقواس والتي تخزن على شكل سلسلة من النقاط المرتبطة ب احداثيات ( (xy أو ((xyz

وتمثل الاقواس الطبقة الأعلى من الخريطة اذ يمكنها تمثيل المظاهر الخطية كالطرق والانهار والاشكال متعددة الاضلاع كمناطق المزارع والغابات

## (2-8 )التحليل العاملي التوكيدي:

سنبدأ من خلال د ارسة الاختلافات بين النماذج الثلاثة، التي عادة ما تأتي تحت تسمية مشتركة هي التحليل العاملي، وتحديداً هذه النماذج هي: تحليل المكونات الأساسية PCA، التحليل العاملي الاستكشافي EFA والتحليل العاملي التوكيدي CFA، وهذا الأخير في الواقع هو نموذج القياس في SEM

في تحليل المكونات الأساسية تكون المكونات دوال خطية في المتغيرات الاصلية،بينما في التحليل العاملي – سواًء الاستكشافي أو التوكيدي – يتم عكس الأدوار: حيث تعد المتغيارت دوالاً في متغيارت كامنة تسمى عوامل.ومع ذلك، هناك عدد من الفروق المهمة بين التحليل العاملي الاستكشافي وتحليل العاملي التوكيدي.

### في التحليل العاملي الاستكشافي:

1. يتصل كل متغير ظاهر مع كل متغير كامن (كما هو الحال في تحليل المكونات الأساسية).
2. حدود الخطأ غير مرتبطة ببعضها البعض.
3. يتم تقدير جميع المعلمات من البيانات.

**في التحليل العاملي التوكيدي بعض أو كل القواعد المذكورة أعلاه يتم مخالفتها:**

**1.**تتصل المتغيرات الظاهرة فقط مع بعض المتغيرات المامنة المحددة مسبقاً، والحالة المثلى هي أن كل متغير ظاهر هو مؤشر لعامل واحد وواحد فقط.

**2.** يمكن أن يسمح لبعض حدود الخطأ بالارتباط.

4.بعض المعلمات قد تكون مقيدة بقيم محددة أو أن يكون لها نفس قيم بعض المعلمات الأخرى.

لقد تم تصوير الاختلافات بين النماذج العاملية الثلاثة (والجدير بالذكر أن نموذج المكونات الأساسية والنموذج العاملي الاستكشافي معروضان قبل التدوير المحتمل الذي من الممكن أن يؤدي إلى الارتباط بين المكونات أو العوامل)

## (9-2 )تحديد وتقدير النماذج العاملية التوكيدية:

من أجل الحصول على تحديد النموذج يجب تخصيص مقياس لكل عامل، إما عن طريق تثبيت التباين، أو عن طريق تثبيت واحد من أو ازن الانحدار الخاصة به؛ والشيء نفسه ينطبق على حدود الخطأ. وعلاوة على ذلك، لا بد من تحقق قاعدة t، ولكن – كما كنت قد تعلمت – هذه القاعدة ضرورية فقط، وليست كافية.

### التحديد في النماذج العاملية التوكيدية:

قاعدتان جديرتان بالذكر – كلاهما كافية ولكن ليست ضرورية

1. قاعدة المؤشرات – الثلاثة The three–indicator rule: يكون النموذج العاملي التوكيدي محدداً إذا كان:

أ) لكل عامل ثلاثة مؤشرات على الأقل.

ب)لايكون أي متغير ظاهري مؤشر لأكثر من عامل واحد.ً

ج) تكون حدود الخطأ غير مترابطة.

2. قاعدة المؤشرين the two-indicator rule: يكون النموذج العاملي التوكيدي المكون من عاملين على الأقل محدداً إذا تحقق ما يلي:

أ) لكل عامل مؤشرين على الأقل.

ب) لا يكون أي متغير ظاهري مؤشر لأكثر من عامل واحد.ً

ج) حدود الخطأ غير متاربطة.

د) لا تحتوي مصفوفة التغاير للمتغيارت الكامنة على أصفار.

## الفصل الثالث

في هذا الفصل سوف نتناول مفهوم النمذجة والاشتقاق المكاني ومعرفة ماهية طرق المثيل ثلاثي الابعاد في نظم المعلومات الجغرافية وبعض الأمثلة عن نظم المعلومات

### (3-1) النمذجة والاشتقاق المكاني:

تتسم الظاهرات المكانية على سطح الأرض بأنها ظاهرات ثلاثية الابعاد D3 حيث يتم تمثيل مفردات الظاهرة من خلال ثلاثة ابعاد او ثلاثة احداثيات بعكس الخريطة ثنائية الابعاد ومن ثمة فأن نظم المعلومات الجغرافية يمكنها تخزين وتحليل الظاهرات سواء كانت ثنائية او ثلاثية الابعاد محاكاة للواقع الحقيقي ومحاولة استقراء ونمذجة وتفسير الامتداد المكاني للظاهرات ف السطوح ثلاثية الابعاد هية التمثيل الرقمي للظاهرات المكانية ثلاثية الابعاد داخل نظم المعلومات الجغرافية وهناك الكثير من أنواع التحليلات المكانية المخصصة للتعامل مع هذه السطوح للحصول على معلومات جديدة وهامة من بياناتها الاصلية.

تعتمد السطوح ثلاثية الابعاد على تخزين البعد الثالث حيث لكل نقطة احداثيات افقية للحصول على سطح مستمر او متصل يمثل الظاهرة قيد الدراسة فقد يكون البعد الثالث هوا الارتفاع عن سطح البحر او درجة الحرارة او عمق المياه الجوفية.

التمثيل المكاني ثلاثي الابعاد يهدف الو وظيفتين أساسيتين:

1-تحويل مجموعة من النقاط المعلومة المتفرقة الى سطح منتظم لهذه الظاهرة يغطي منطقة مكانية محددة

2-إمكانية استنباط او تقدير قيمة الظاهرة عند نقطة او نقاط معلوم احداثياتها

## (2-3) طرق التمثيل الثلاثي الابعاد في نظام المعلومات الجغرافية:

يتم استخدام التمثيل الرقمي ثلاثي الابعاد لتمثيل الظاهرات سواء الحقيقة او الافتراضية في بيئة ثلاثية الابعاد بناءاً على قيمها الاصلية متعددة المصادر وهناك اربع طرق لمثيل السطوح في بيئة النظام المعلومات الجغرافية : التمثيل الشبكي ، شبكات المثلثات غير المنتظمة ، قواعد بيانات الأرض ،قواعد بيانات قياسات الليدار ، ( الليدار وهوا تقنية الاستشعارعن بعد القياس باستخدام الضوء سواء من خلال الأقمار الصناعية او بالطائرات او من منصات أرضية للحصول على مجموعة ضخمة من النقاط ثلاثية الاحداثيات XYZ) وتهدف هذه الطرق الى تخزين بيانات السطوح التي قد تضم عدد لانهائي من النقاط

### 1-التمثيل الشبكي :

تنقسم البيانات المكانية في نظم المعلومات الجغرافية الى نوعين بيانات متجهة(نقاط وخطوط ومضلعات ) وبيانات شبكية ويتم تمثيل البيانات الشبكية في صورة مصفوفة( أعمدة وصفوف ) من الخلايا وتمثل كل خلية مساحة مربعة محددة على سطح الأرض بينما يمثل البعد الثالث Z قيمة غير مكانية متوسطة لهذه الخلية وكلما كانت مساحة هذه الخلية اصغر كلما زادت درجة الوضوح المكاني لظاهرة فعلى سبيل المثال اذا كان لدينا سطحين ثلاثي الابعاد للتضاريس في بقعة جغرافية معينة وكان احدهما ذو خلية بكسل تبلغ 15*15 متر والأخر ذو خلية 5*5 متر فأن تمثيل التضاريس سيكون اكثر وضوحاً للنموذج الثاني وهذا يرجع الى ان النموذج الأول سيحمل قيمة متوسط الارتفاع Z لكل مربع ابعاده 15*15 متر على سطح الأرض بينما السطح الثاني سيضم معلومات اكثر عن تغيير التضاريس حيث ان كل خلية ستعبر عن قيمة متوسط الارتفاع Z لكل مربع ابعاده 5*5 متر على الأرض .

## 2-شبكات المثلثات غير المنتظمة :

تعتمد طريقة تمثيل السطوح الثلاثية الابعاد بأستخدام طريقة المثلثات غير المنتظمة TIN في الأساس على بنية السطح وذلك من خلال انشاء مجموعة من المثلثات ( غير المنتظمة في المساحة و التي لا تتداخل مع بعضها البعض ) بناء على مجموعة النقاط المعلومة وتختلف طريقة التمثيل هذه عن طريقة التمثيل الشبكي في ان لكلا منهما طوق خاصة في عملية استنباط قيم Z عند نقطة محددة وتتميز طريقة شبكات المثلثات غير المنتظمة في انها تقدم درجة وضوح عالية في المناطق التي بها عدد كبير من النقاط المعلومة بينما تكون درجة الوضوح اقل في المناطق التي تتواجد بها نقاط معلومة قليلة .ومن ثم فأن هذه الطريقة هية المفضلة في تمثيل الظاهرات في التطبيقات الهندسية للحصول على اعلى درجة وضوح ممكنة خاصة مع توافر عدد كبير من النقاط المعلومة او المقاسة في منطقة صغيرة وهذه الفكرة تمثل اهم مميزات طريقة التمثيل هذه عن طريقة التمثيل الشبكي التي لاتأخذ هذه النقطة في الاعتبار عن تمثيل سطوح ثلاثية الابعاد. ومع ذالك فأن التمثيل الشبكي اكثر انتشار في يسئة نظم المعلومات الجغرافية بصفة عامة.

## 3-قواعد بيانات الأرض :

عادة ماتكون كمية القياسات( النقاط) التي تم تجميعها من ارصاد الاستشعار عن بعد سواء بالليزر او السونار كمية كبيرة جدا وتضم عدد لا نهائي من النقتط XYZ خاصة في المناطق المكانية الكبيرة ( قد تصل الى ملايين النقاط ) ومن هنا تفوق إمكانيات عرض كل هذا الكم من النقاط إمكانيات الحاسب الالي ( من حيث حجم الذاكرة وقدرات كارت الشاشة ) او إمكانيات البرامج ذاتها وبالتالي تم اللجوء الى ابتكار سلوب قواعد الأرض لفهرسة هذا الحجم الكبير من البيانات وتمثيلة في صورة TIN حسب طلب المستخدم فهذا الأسلوب او التمثيل عالي الكفاءة يسمح بعرض وتمثيل عدد قليل نسبياً من التقاط عند عرض منطقة مكانية على الشاشة وعندما يقوم المستخدم بعمل زووم لمنطقة اصغر يقوم أسلوب قواعد بيانات الأرض بأستخدام عدد اكبر من النقاط المعلومة لأنشاء وعرض TIN. اكثر وضوحاً وهذه العملية تتم بصورة مؤقتة وليست بصورة دائمة على القرص الصلب للحاسب الالي.

## 4-قواعد بيانات قياس الليدر:

تأتي قياسات الليدر في صيغة محددة تسمى LAS file format ومن هنا فأن برامج نظم المعلومات الجغرافية تحتاج الى أسلوب محدد لتعامل مع هذه الملفات وفهرستها وعرضها وتحدد قاعدة بيانات الليدر مرجع لكل ملف من ملفات القياسات الاصلية مما يسمح التعامل مع بيانات كل ملف من حيث العرض والتحليل .

## (3-3) انشاء السطوح فى بيئة نظم المعلومات الجغرافية:

توفر برامج نظم المعلومات الجغرافية عدة نماذج /طرق رياضية واحصائية لأنشاء سطح متصل من واقع بيانات معلومة لعدد من النقاط المتفرقة حيث عند انشاء خريطة كنتورية( احد طرق تمثيل الظاهرات ثلاثية الابعاد ) من بيانات النقاط المرصود او المقاس مناسيبها وتعتمد الفكرة او المفهوم الأساسي لتنفيذ هذه الخطوة على كيفية تحويل النقاط المعلومة المتفرقة الى مربعات او خلايا يتم استنباط او حساب قيمة البعد الثالث عند رؤوس هذه المربعات وهنا بالتحديد تتوافر عدة طرق رياضية لأتمام هذا الاشتقاق او الاستنباط الشبكي بناءاً على عدة عوامل.

يمكن تقسيم هذه الطرق الى مجموعتين:

**1**-طرق الاشتقاق الرياضية: والتي تعتمد على اشتقاق القيمة مجهولة بناءاً على القيم المعلومة المجاورة لها وتضم هذه المجموعة طرق المسافة معكوسة الموزون وطريقة الجار الطبيعي وطريقة الاتجاه وطريقة المفتاح او الشريحة.

**2**-طرق الاشتقاق الاحصائي:التي تعتمد على النماذج الإحصائية التي تأخذ في الاعتبار الترابط بين النقاط المعلومة / المقاسة وتعد طريقة الكريكنج اهم طرق هذه المجموعة.

كما توجد طرق أخرى مخصصة فقط لأنتاج السطوح ثلاثية الابعاد من خطوط الكونتور في الخرائط الكنتورية وليس من النقاط المرصودة مثل طريقة سطح الى شبكية وطريقة سطح الى شبكية من ملف .

وتحدر الإشارة الى ان كل طريقة من هذه الطرق لها مميزاتها وعيوبها ولا توجد طريقة واحدة مناسبة لجميع التطبيقات فأن جودة البيانات المدخلة او المقاسة ( العينات ) تؤثر في جودة النتائج بكل تأكيد كما ان كل طريقة لها عدة متغيرات تؤثر في دقة النتائج التي يمكن الحصول عليها ومن ثم فأن الدراسات التطبيقية / البحثية يجب ان تقارن جميع هذه الطرق في مجال تطبيقي محدد ( او بيانات ظاهرة محددة ) للتوصل الى افضل طريقة لهذا النوع من البيانات ومن خلال الاطلاع على بعض الدراسات التطبيقية السابقة يمكن التوصل الى بعض الارشادات العامة مثل.

**1**–يفضل استخدام طريقة الكريكنج في حالة وجود عدد قليل من النقاط المعلومة او في حالة معرفة ان مجال الظاهرة يتغير بطريقة مستمرة وبشدة

**2**–يفضل استخدام طريقة المسافة معكوسة الوزن في حالة وجود نقاط عينات متقاربة وبها تغيرات كبيرة في القيم المعلومة(مثل الطبوغرافية)

**3**–بعض الباحثين يستخدمون طريقة الكريكنج او طريقة المسافة معكوسة الوزن في بعض التطبيقات المناخية (مثل دراسات درجات الحرارة )وايضاً بالتطبيقات المتعلقة بالمناجم

**4**–البعض ايضاً أشار الى ان طريقة الاتجاه هية الادق في تمثيل ونمذجة الامطار

–اشارت بعض الدراسات الى ان طريقة الجار الطبيعي تعطي نتائج افضل استنباط التضاريس في المناطق عالية الانحدار

**5**–في التطبيقات المتعلقة بالظاهرات التي تعتمد في تغيراتها على المسافة (مثل التلوث والضوضاء وسطح الجيويد ) فمن الأفضل استخدام طريقة المسافة معكوسة الوزن

## طريقة المسافة معكوسة الموزون:

تعتمد طريقة المسافة معكوسة الوزن او اختصاراً IDW على مبدأ ان كل نقطة معلومة تؤثر على قيمة النقطة المجهولة بحيث انه كلما صغرت المسافة بينهما زاد التأثير ( الوزن ) وكلما كبرت المسافة قل التأثير ومن هنا جاء اسم الطريقة ولتحديد مجال التأثير فأن الطريقة تتطلب ام تحديد نصف قطر دائرة سيتم سيتم اخذ النقاط داخلها في الاعتبار / في الحساب او تحديد عدد معين من النقاط المجاورة التي يتم أخذها في الاعتبار بالأضافة الى اقصى مسافة للبحث ايضاً في حالة وجود عوائق معروفة

مثل (الفوالق والصدوع) تمنع السطح من امتداده الطبيعي فيتم تحديدها

( خطوط ) لأخذها في الاعتبار بصفة عامة فأن هذه الطريقة مناسبة لأنشاء سطح من نقاط معلومة /مرصودة مكثفة لمجال يتغير بأنتظام (مثلاً ارض منبسطة ) بينما هية غير مناسبة لمحال يتغير بشدة (مثلا منطقة جبلية )

## طريقة الكريكنج:

تعتمد هذهِ الطريقة على مبدأ وجود ارتباط بين التغييرات في قيم العينات والاتجاه المكاني لتوزيع هذه النقاط ومن ثم فأنها تأخذ في الاعتبار كلا من المسافة ودرجة اتجاه التغيير بين النقاط المعلومة وتحاول طريقة الكريكنج إيجاد نموذج رياضي بين النقاط القريبة (في منطقة بحث محددة ) بعد إيجاد نموذج الارتباط الاحصائي حيث تتشابه طريقة الكريكنج مع طريقة المسافة معكوسة الوزن في النموذج الرياضي المستخدم

## طريقة الجار الطبيعي :

تعتمد هذه الطريقة أيضا على مبدأ ان النقاط القريبة يكون لها تأثير كبير عند حساب قيمة النقطة المجهولة لكنها وبخلاف طريقة المسافة معكوسة الوزن فأنها تحاول ان تحدد اقرب الجيران لأخذهم في الاعتبار /الحسابات فترسم طريقة الجار الطبيعي مضلع حول كل نقطة معلومة حيث يكون الوزن (التأثير ) بناءاً على مساحة المضلع وليس قربة او بعده عن النقطة المجهولة . ومن مميزات طريقة الجار الطبيعي انها لاتتطلب تحديد قيم (مثل نصف قطر دائرة البحث )تؤثر في الحسابات وايضاً انها تتعامل مع عدد كبير من

العينات او البيانات المقاسة بكفاءة لكل من عيوبها وانها تعتمد بدرجة كبيرة جداً على البيانات المعلومة / المقاسة حيث ان السطح الناتج يمر بهذه النقاط بالضبط ولن يستنبط أي قيم اعلى (اكبر)من القياسات المعلومة

## طريقة الاتجاه :

تعتمد طريقة الاتجاه هلى الأسلوب او النموذج الرياضي للأنحدار بأقل المربعات حيث تحاول إيجاد سطح ( معادلة انحدار ) بقدر الإمكان يكون منطبقاً مع قيم العينات مع تقليل النشوه لأقل قيمة ممكنة لكنها تتطلب تحديد نوع معادلة متعددة الحدود المطلوبة وكذالك نوع الانحدار المطلوب ( هل هوا انحدار خطي ام انحدارغير خطي ) وبصفة عامة فأن طريقة الاتجاه تعد طريقة مناسبة للظاهرات التي تتمير بتغيرات بسيطة ولها اتجاه محدد او ثابت تقريباً .

## طريقة المفتاح او الشريحة :

تعتمد هذه الطريقة على محاولات إيجاد نموذج رياضي يقلل بقدر الإمكان من تكور / انحناء السطح الذي سيمر بالنقاط المعلومة او العينات يوجد نوعين من هذه النماذج الرياضية النوع المعتاد والذي يحاول إيجاد سطح املس حتى وان كان له قيم خارج خارج نطاق البيانات المقاسة ،

النوع المشدود الذي يتحكم في هذا السطح بحيث انه يمر فقط بالقيم المقاسة وتتطلب طريقة المفتاح / الشريحة تحديد الوزن المناسب المستخدم في الحسابات وعادة مايتراوح الوزن بين 0.001 و0.5

للنموذج المعتاد وبين 0 و 10 للنموذج المشدود كما انها تتطلب تحديد عدد النقاط المستخدمة في إيجاد السطح (في كل منطقة منه وليس العدد الإجمالي ) والذي غالباً يساري 12 في الحالات العادية . وبصورة عامة فأن طريقة المفتاح / الشريحة تعد طريقة مناسبة للظاهرات التي تتغير بسلاسة وليس بها تغيرات فجائية ، وهس غير مناسبة لظاهرات التي تحدث بها تغيرات عنيفة ( فوالق او جروف) في منطقة صغيرة

## طريقة سطح الى شبكية:

ان هذه الطريقة صممت في الأساس للتعامل مع الخرائط الكنتورية لأشتقاق الارتفاعات فهي في الأساس طريقة هيدرولوجية لاشتقاش الارتفاعات من نقاط معلومة او خطوط كنتور او شبكة تصريف سطحي او مضلعات البحيرات ...الخ(ويتم ذالك من خلال معلومات إضافية موجودة في ملف المدخلات ) ومن ثم فأن هذه الطريقة تضع بعض الشروط /القيود لتصحيح نماذج الارتفاعات الرقمية DME الذي يحتوي مصارف متصلة لوصول الى افضل تمثيل ثلاثي الابعاد للتصريف الهيدرولوجي السطحي في منطقة الدراسة ولذالك فأنها تعتمد على عدد من التكررات للوصول الى افضل النتائج .

## طريقة سطح الى شبكية من ملف :

تشبه هذه الطريقة نفس الطريقة السابقة فهي طريقة هيدرولوجية لأشتقاق الارتفاعات من نقاط معلومة او خطوط كونتور او شبكة تصريف سطحي او مضلعات البحيرات ....الخ لكن بدلا من إضافة المعلومات الإضافية المطلوبة في ملف المدخلات فيتم استخدام اكثر من ملف كلا منهما يمثل خاصية محددة مثل ملف لنقاط و ملف لخطوط الكنتور وملف للمجاري المائية وملف للجروف وملف للبحيرات وملف للشراطئ....الخ

## مثال لتحديد افضل المواقع لتجميع الطاقة الشمسية :

تعد الطاقة الشمسية هي احد مصادرالطاقة المتجددة التي يمكن استغلالها في أي مكان وتشكل مصدراً مجانياً لاينضب لكافة الاحتياجات. ومن مميزات هذا النوع من الطاقة المتجددة انه طاقة نظيفة لاينتج عنها ملوثات للبيئة او أي اضرار على صحة البشر كما انها طاقة مجانية ومتجددة ومن مصدر لاينضب على الاطلاق

بخلاف أنواع الطاقة التقليدية المحدودة ويمكن استخدام الطاقة الشمسية في العديد من المجالات التي تشمل تسخين وتحلية المياه والتدفئة والانارة ومعالجة مياه الصرف الصحي بالإضافة الى توليد الكهرباء وفي العقدين الأخيرين زاد الاهتمام على المستوى العالمي بتقنيات وأساليب وطرق تجمع الطاقة الشمسية وتحويلها الى كهرباء وبلغ معدل النمو السنوي لأنتاج الطاقة الشمسية 23% خلال فترة من عام 1980 حتى عام 2001 وتتمتع المنطقة العربية والشرق الأوسط بصفة عامة بمعدلات عالية من الاشعاع الشمسي الذي يمكن تحويلة الى طاقة شمسية ومن ثم فقد اتجهت دول هذه المنطقة في الفترة الأخيرة الى تكثيف جهود التطوير والابتكار والاستثمار في المنطقة الشمسية وتشمل أنواع الطاقة المتجددة المنشودة كلاً من .

-طاقة الرياح

-طاقة المحولة من النفايات

-الطاقة الجوفية الحرارية

-الطاقة الشمسية وتشمل :كلاً من

**1**-الطاقة الكهروضوئية

**2**-الطاقة الشمسية المركزة

وعلى الجانب التقني فأن نظم المعلومات الجغرافية هية الوعاء المثالي لجمع وتخزين ومعالجة وتحليل وعرض البيانات المكانية وغير المكانية.

**<u>مثال لتحديد افضل المواقع لحصاد مياه الامطار والسيول:</u>**

تعد الامطار في المناطق الجافة كمنطقة القصيم المصدر الرئيسي للمياه السطحية والجوفية و يفقد جزء كبير منها عن طريق التبخر ولهذا يبقى موضوع حصاد المياه التي تجري على شكل مياه سطحية وهوا الحل البديل لتلبية الاحتياجات السكانية والزراعية . تهدف الدراسة الى تقديم نموذج مقترح للمواقع الملائمة للحصاد المائي بناءاً على عدة معاييرواشتراطات طبيعية وبشرية واعتماد علي تطبيق نظم المعلومات الجغرافية .

# المصادر


1. نيلز جيه -بلنتش ,كتاب نمذجة المعادلات البنائية ,معهد الأدارة العامة ، 2017.

2. غادة الحلايقة، كتاب نظم المعلومات الجغرافية 2018 .

3. حسين بسام لافي ، مميزات نظم المعلومات الجغرافية ،2018

4. جمعة محمد داوود, تحليلات إحصائية ومكانية متقدمة ,دار المعرفة الجامعية 2018

/https://www.academia.edu/38025529