

النمذجة المكانية Spatial Modelling

النمذجة هو الأسلوب الذي يساعد الباحثين والمخططين والسياسيين، وكثير من الخبراء على حد سواء لتمكينهم من اجراء التنبؤات المستقبلية في الوقت أو التقديرات المكانية في منطقة ما، وهو إجراء تفاعلي مع سجلات الأحداث الطبيعية (البيانات)، ووجهة نظر الخبراء كنموذج، والتنبؤ بمراحل العمل بطريقة موازية وتسلسلية في زمانيا ومكانيا للحصول على أفضل النتائج. خلال إجراء النمذجة يتم استخدام ثلاثة مفاهيم مختلفة بطريقة متتابعة، وهي التعامل مع الظواهر الواقعية، والتفسير في العالم المفاهيمي، ومرحلة استخدام الصيغ الرياضية في العالم الرمزي. العالم الواقعي يمكن استيعابه بالملاحظات البصرية، والتجارب، وأخذ العينات العديدة.

معالجة الموديل modelling process

ان تطوير اي موديل يتطلب سلسلة من الخطوات :
اولا. **الخطوة الاولى** تحديد اهداف الموديل ، وماهي الظاهرة المراد نمذجتها. الذي يقوم ببناء الموديل بامكانه تنظيم الهيكل الاساسي للموديل باستخدام مخططات مفاهيمية .

الخطوة الثانية ، هو تجزأت الموديل الى مجموعة عناصر ولتعريف خصائص كل عنصر والتفاعل بين العناصر ، وخير وسيلة لذلك هو بناء مخطط بياني flowchart ومصمم الموديل عليه جمع المعادلات الرياضية والايعارات الخاصة ببرنامج GIS او برنامج المعالجات الصورية التي تستخدم لتنفيذ العمليات الحاسوبية .

الخطوة الثالثة ، تبني ومعايرة الموديل، اذ يحتاج المصمم ان تتوفر بيانات لتنفيذ الموديل ومعايرته، معايرة الموديل هي محاولة تكرارية، تقوم بمقارنة مخرجات الموديل اعتمادا على البيانات المدخلة واجراء تعديل لقيم المعاملات واعادة تنفيذ الموديل .

الموديل المعايير calibrated model، هو وسيلة جاهزة للتنبأ ، لكن الموديل يحتاج الى مصادقة واثبات validate قبل ان يقبل بصورة نهائية، اثبات الموديل تخمن قابلية الموديل على التنبأ تحت ظروف تختلف عن تلك التي استخدمت في المعايرة. لذلك مصادقة واثبات الموديل يتطلب مجموعة بيانات تختلف عن تلك التي استخدمت في تطوير الموديل. فمصمم الموديل بامكانه تقسيم البيانات الى مجموعتين احدهما لتطوير الموديل والاخرى لاثباته .

1. الموديلات الثنائية Binary models

تستخدم الصيغ المنطقية لاختيار الظواهر المكانية من الطبقة المعقدة الظواهر او الطبقة الشبكية المتعددة. مخرجات الموديل الثنائي بصيغة ثنائية ايضا. 1 (صحيح) اذا تطابقت الظاهرة مع ادلة الاختيار و 0 (خطا) اذا خالفت ذلك.

الموديل الثنائي المتجهي vector-based binary model ، يتطلب اجراء عمليات المطابقة المكانية overlay كي يتمكن دمج البيانات المستخدمة في الاستفسار query خصائصيا وهندسيا في طبقة ذات ظواهر مركبة.

بالمقابل الموديل الثنائي الشبكي raster based b.m. بإمكانه اجراء الاستفسار مباشرة من الطبقة الشبكية multiple rasters والتي فيها كل شبكة تمثل فكرة او دليل معين criterion.

التحليل الموضعي sitting analysis هو التطبيق الشائع للموديل الثنائي، وفيه يتم تنفيذ الموديل للاستفسار الموضعي بطريقتين، الاولى بتخمين مناطق مسماة او مناطق مختارة ومحددة او بالاعتماد على كل المواقع المهمة،

مثال ذلك اختيار موقع صناعي يحمل المواصفات المكانية الآتية :-

- حجم المكان على الاقل 5 ايكرا ،
- نطاق تجاري ،
- شاغراو للبيع ،
- غير معرض للفيضان ،
- لايبعد عن الطريق الرئيسي باكثر من 1 ميل ،
- ميله لايزيد عن 10%

2. موديل الفهرسة Index model :

وفيه يتم حساب قيمة الفهرسة لكل وحدة مساحية وينتج خارطة رتبية قيمية ranked map بالاعتماد على قيم الفهرس، وهو مشابه للموديل الثنائي اذ ان كلاهما يعتمدان على التقدير المتعدد الافكار او الادلة multicriteria وكلاهما يعتمدان على عملية التطابق overlay لمعالجة البيانات ، الا ان موديل الفهرسة لكل وحدة مساحة يكون لها قيمة دليل index value بدلا عن كلمة نعم او لا كما في حالة الموديل الثنائي.

- طريقة الدمج الخطي الموزون weighted linear combination method وهو طريقة شائعة لحساب قيمة الدليل index value. تتضمن الطريقة حسابي ثلاث مستويات :-

الاولى: الاهمية النسبية لكل ظاهرة او عامل يحسب بمقابل الظواهر الاخرى

ثانيا: البيانات لكل ظاهرة تحول الى نمط قياسي، والطريقة الشائعة لذلك هو استخدام التحويل الخطي، والمعادلة التالية تستخدم لتحويل البيانات الى قيم قياسية على 0 الى 1.0:

$$S_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

عندما S_i تمثل القيمة القياسية الجديدة للقيمة الاصلية X_i ، X_{min} ، X_{max} هما القيمة الدنيا والعليا في القيم الاصلية .

والمعادلة اعلاه لايمكن استخدامها في حالة الظواهر الاسمية او الترتيبية. والتي فيها تستخدم التجربة والمعرفة لتحويلها الى قيم قياسية بين 0 الى 1 او 1 الى 5 او 0 الى 100 .

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

ثالثا - قيمة الدليل index value تحسب لكل وحدة مساحة بواسطة جمع قيم الظواهر الموزونة وتقسيم المجموع على مجموع الاوزان الكلي .

حيث ان I هي قيمة الدليل ، n عدد الظواهر ، w_i وزن الظاهرة i ، x_i القيمة القياسية للظاهرة i

تطبيقات نموذج الفهرس هو دراستك موديل **DRASTIC index model**.

وتستخدم نماذج الفهرس عادة لتحليل الملاءمة وتحليل قابلية التأثير لكل عامل على ظاهرة معينة. ومصطلح "درستك" هو اختصار لكل حرف من سبعة من العوامل الهيدروجيولوجية التي تؤثر بشكل مباشر على حركة الملوثات داخل التربة وطبقات التربة الفرعية.

يتم تعيين القياسات داخل كل عامل من عوامل درستك تعطى له تقييمات بين 1 و 10 على أساس كيفية تأثيرها على حركة الملوثات. فبعض العوامل (مثل عمق المياه الجوفية) لها تأثير أكبر بكثير من العوامل الأخرى على تآثر المياه الجوفية بالملوثات من غيرها. يتم تضمين هذا في حساب مؤشر درستك عن طريق تعيين الأوزان لكل من العوامل المؤثرة على أساس أهميتها النسبية. المناطق ذات المؤشرات المؤثرة العالية (مؤشر درستك الأعلى) من المرجح أن تعرض المياه الجوفية لدرجات تلوث أكثر من المناطق ذات مؤشر درستك الواطئ.

معادلة حساب مؤشر درستك هي:

$$\text{DRASTIC Index} = (\mathbf{D} \times 5) + (\mathbf{R} \times 4) + (\mathbf{A} \times 3) + (\mathbf{S} \times 2) + (\mathbf{T} \times 1) + (\mathbf{I} \times 5) + (\mathbf{C} \times 3)$$

حيث ان :-

D – معامل عمق المياه الجوفية

يمثل العمق تحت سطح المياه الجوفية.

وقيمة درستك تتراوح من 1 (للعمق العميق إلى المياه الجوفية) إلى 10

(عمق ضحل إلى المياه الجوفية).

الأهمية النسبية له : أعلى وزن (5).

R - صافي معامل التغذية

معدل تسرب المياه من خلال التربة إلى المياه الجوفية.

وقيمة درستك له تتراوح التقييمات من 1 (معدل إعادة شحن بطيء) إلى 9

(معدل شحن سريع).

الأهمية النسبية له: الوزن العالي (4).

A - معامل الوسط لطبقة المياه الجوفية

نوع الصخر التي تقع فيها المياه الجوفية.

مؤشر دراستيك له تتراوح قيمته من 1 (المواد التي تعيق حركة المياه) إلى 10 (المواد التي تساعد على حركة المياه الجوفية). الأهمية النسبية: الوزن المتوسط (3).

S - معامل وسط التربة

وهو الوسط الذي يعتمد على نوع التربة لحركة الماء للوصول إلى المياه الجوفية.

دراستيك له تتراوح من 1 (المواد يعوق حركة المياه) إلى 10 (المواد تساعد على حركة المياه الجوفية). الأهمية النسبية: الوزن المنخفض (2).

T - معامل الطوبوغرافيا (المنحدر)

وهذا يعتمد على شدة المنحدر او قلة الانحدار.

دراستيك له تتراوح قيمه من 1 (منحدر حاد - الماء يميل الى الجريان السطحي) إلى 10 (منحدر لطيف / الماء المرجح أن يتسرب الى التربة). الأهمية النسبية: أدنى وزن (1).

I - معامل نطاق الفجوات

منطقة الفجوات هي المنطقة تحت السطحية والتي لتكون غير مشبعة بالمياه الجوفية .

دراستيك تتراوح بين 1 (يعوق حركة المياه / يمنع الملوثات) إلى 10 (يشجع حركة المياه / لا يمنع الملوثات). الأهمية النسبية - أعلى وزن (5).

C - معامل التوصيل الهيدروليكي

قدرة طبقة المياه الجوفية على نقل المياه.

دراستيك له تتراوح من 1 (انخفاض قدرة نقل المياه) إلى 10 (قدرة نقل المياه عالية). الأهمية النسبية - الوزن المتوسط (3).

3. موديل الانحدار Regression model

هو موديل يربط العلاقة بين المتغير المعتمد مع عدد من المتغيرات المستقلة بمعادلة رياضية يمكن استخدامها لاحقا للتنبؤ او لتقدير قيم المتغير المعتمد بالاعتماد على معرفة قيم المتغيرات المستقلة .

في نظم المعلومات الجغرافية بالامكان اجراء عملية المطابقة overlay لجمع البيانات او المتغيرات الضرورية في طبقة واحدة تستخدم لحساب علاقة الانحدار . وله

تطبيقات عديدة

4. موديل المعالجة Process model

هو موديل يعمل على تكامل المعلومات المتوفرة حول بيئة المعالجات في العالم الحقيقي او في الطبيعة وجمعها بمجموعة من العلاقات او المعادلات لجعل المعالجة ذات مخرجات كمية. وخلال هذه العملية قد يتطلب بناء موديلات فرعية لتغطية كل متطلبات المعالجة . وقسم من وحدات القياس هذه قد تستخدم معادلات رياضية يتم اشتقاقها من بيانات تجريبية, في حين قسم اخر قد يستخدم معادلات من قوانين الفيزياء، وموديل المعالجة قد يعطي امكانية التنبؤ وكذلك وتفسيرات ملازمة للعمليات المستخدمة في الموديل .

فالموديلات البيئية هي نوع مثالي لموديل المعالجة ، كونها تتعامل مع متغيرات متعددة من ضمنها المتغيرات فيزيائية مثل المناخ والطبوغرافية ن والغطاء النباتي والتربة ، فضلا عن المتغيرات الحضرية مثل ادارة الاراضي .

- موديل تقدير تعرية التربة Soil erosion model

تعرية التربة هي عملية بيئية تتضمن كل من المناخ وصفات التربة والطبوغرافية وظروف سطح التربة والنشاطات البشرية . وان معادلة فقدان التربة المعدلة .
Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) تنتبأ عن معدل فقدان التربة عن طريق الجريان السطحي من على منحدرات حقلية ضمن انظمة زراعية وادارة معينة ومن خلال اراضي المراعي. وكما في المعادلة ادناه:-

$$A = R.K.L.S.C.P$$

حيث ان :-

A يمثل معدل فقدان التربة.

R معادل التعرية لعلاقة الجريان السطحي- بالامطار

K معامل تعرية التربة

L معامل طول الانحدار او المنحدر

S معامل شدة المنحدر

C معامل ادارة المحاصيل

P معامل تطبيق الدعم support practice factor ويقصد به التحويلات الحاصلة في الحقل لتغيير نمط الجريان في الحوض

اقترح مور وبورج 1986 طريقة لتقدير قيمة L.S في معادلة تعرية التربة بالاعتماد على موديل قاموس بلنكول :-

$$LS = \left(\frac{A_s}{2.13}\right)^m (\sin \beta / 0.0896)^n$$

حيث ان :

A_s المساحة المشاركة في التعرية اعلى المنحدر

β زاوية المنحدر

m طول المنحدر وقيمه حوالي 0.6

n شدة المنحدر