مفاهيم النمذجة : Concepts of Modelling

في الصيغة الرياضية لصياغة النموذج البيئي نحتاج الى خمس مكونات هي :

١- العوامل الخارجية :External variables

هي عوامل ذات طبيعة خارجية تؤثر على حالة النظام البيئي وتسبب المشكلة . ينظر الى هذه العوامل الخارجية فاذا كانت متغيرة مع مرور الزمن ، فما هو تأثيرها على حالة النظام البيئي ؟ النموذج البيئي سوف يستخدم للتنبؤ بما سيحصل للنظام البيئي من تغيير عندما تكون العوامل الخارجية متغيرة مع الزمن .

العوامل المؤثرة التي تكون تحت سيطرتنا تسمى بالعوامل المسيطر عليها control functions، فمثلا العوامل المسيطر عليها في نماذج السمية البيئية هي المواد السامة الداخلة الى النظام البيئي ، اما في نماذج الاثراء الغذائي فتكون المغذيات الداخلة للنظام البيئي .

هناك عوامل خارجية اخرى تتضمن التغيرات الحاصلة في عوامل الطقس والتي تؤثر على المكونات الحية والمكونات غير الحية ومعدلات سرعة العمليات ، هذه العوامل تكون غير مسيطر عليها وتسمى Not controllable .

٢- متغيرات الحالة : State variables

تعني حالة النظام البيئي ، وان اختيار متغيرات الحالة يعتبر الشيء الحاسم لتركيبة النموذج البيئي ، وعادة يكون الاختيار واضح . فاذا اردنا نمذجة التراكم الحيوي لمادة سامة ، فان متغيرات الحالة ستكون الكائنات الحية في معظم السلاسل الغذائية وتراكيز المادة السامة في تلك الاحياء . اما في نماذج الاثراء الغذائي فان متغيرات الحالة ستكون تراكيز الأوكسجين و الهائمات النباتية .

عندما يستخدم النموذج في سياق الادارة البيئية فان قيم متغيرات الحالة يمكن التنبؤ بها من خلال التغيرات في العوامل الخارجية وبذلك تكون متغيرات الحالة هي نتائج النموذج لان النموذج يحتوي العلاقة بين العوامل الخارجية ومتغيرات الحالة.

٣- المعادلات الرياضية : Mathematical equations

تستخدم المعادلات الرياضية لتمثل العمليات الحياتية والفيزيائية والكيمياوية ، فهي تصف العلاقة بين العوامل الخارجية ومتغيرات الحالة . نفس انواع العمليات قد تتواجد في العديد من البيئات المختلفة ، مما يضمن امكانية استخدام نفس

المعادلات في نماذج مختلفة . ولكن هذا لا يضمن ان العمليات المتشابهة دائما تصاغ بنفس المعادلات الرياضية وذلك بسبب :

ا- ان العملية الموجودة يمكن ان توصف بشكل افضل عند استخدام معادلة اخرى وذلك نتيجة تأثير عوامل اخرى .

ب- ان عدد التفاصيل المطلوبة لبناء النموذج قد تختلف من حالة لأخرى اعتمادا على الاختلاف في تعقيدات النظام البيئي او تعقيدات المشكلة قيد الدراسة .

احيانا يعطى االمنمذج وصف اضافة الى المعادلة الرياضية للعملية كنماذج ثانوية .

٤- المعايير : Parameters

المعايير تمثل معاملات في التمثيل الرياضي للعمليات ، وهذه المعاملات قد تعتبر ثابتة لنظام بيئي معين او لجزء من نظام بيئي اخر .

في النماذج السببية (Causal models) فان المعايير تكون ذات تعريف علمي ، فعلى سبيل المثال معدل افراز الكادميوم من جسم سمكة ، معظم المعايير المتضمنة في البحوث لا تعطى لها قيمة ثابتة بل تعطى بشكل مديات (ranges) .ان قلة المعرفة بقيم هذه المعايير يمثل نقطة ضعف في النمذجة البيئية . كما ان اعطاء قيم ثابتة لهذه المعايير قد لا يجدي نفعا بسبب التغيرات الكبيرة التي تحدث في الواقع داخل النظام البيئي نتيجة مرونة وتكيف النظام ، لذا فان الحل الامثل لهذه المشكلة هو استخدام جيل جديد من النماذج البيئية تستخدم معايير تتغير اعتمادا على بعض المبادئ البيئية ، ومن الضروري اجراء تحسين بهذا الاتجاه قبل حصولنا على نموذج محسن يطبق على الانظمة الواقعية .

٥- **الثوابت العامة** : ومن امثلتها ثابت الغاز والاوزان الذرية للعناصر وهذه الثوابت تستخدم في بناء النموذج البيئي .

اذا يمكن تعريف النموذج البيئي على انه **معادلة (صيغة رياضية) توضح العناصر الاساسية للمشكلة بمصطلحات وتعابير رياضية .** ففي البدء يتم التعرف على المشكلة لفظيا وهذه هي الخطوة الاولى والاساسية في بناء النموذج . بعدها تترجم الالفاظ الى رسم تخيلي يحتوي على العوامل الخارجية ومتغيرات الحالة ، ثم تربط هذه المكونات مع بعضها بصيغة رياضية .

هناك ثلاث خطوات في عملية النمذجة تحتاج الى توضيح هي :

- **التحقق Verification : هو اختبار للمنطق الداخلي للنموذج .** والاسئلة النموذجية للتحقق هي :

١- هل يعمل النموذج كما هو متوقع منه ؟
٢- هل النموذج مستقر على المدى الطويل ؟
٣- هل النموذج يخضع لقانون حفظ الكتلة ؟
٤- هل الوحدات المستخدمة متناسقة ؟

وهذا يعني ان التحقق هو تقدير موضوعي لسلوك النموذج وكيف سيعمل خلال استخدامه قبل اجراء المعايرة .

- **المعايرة Calibration :** هي محاولة لإيجاد افضل مطابقة بين النتائج الحسابية والقيم المشاهدة بتغيير بعض المعايير المختارة . ويمكن اجراء المعايرة بطريقة التجربة والخطأ ، او بتطوير برامجيات لإيجاد المتغيرات التي تعطي افضل تطابق بين القيم المحسوبة والقيم المشاهدة .

قد لا نحتاج الى المعايرة في بعض النماذج الاحصائية وفي بعض النماذج البسيطة ، والتي تحتوي على معايير قليلة ومعروفة او تحتوي معايير يمكن ان تقاس بشكل مباشر .

- **الشرعية Validation:** ويجب تمييزها عن التحقق فالشرعية تعني اختبار موضوعي نهائي لكيفية مطابقة مخرجات النموذج مع البيانات المشاهدة . ويجب التفريق بين الشرعية التركيبية (النوعية) والشرعية التنبؤية (الكمية) ، فيقال ان النموذج له شرعية تركيبية عندما تكون تركيبة النموذج تعكس على نحو دقيق علاقة التأثير بالمسبب في النظام البيئي الواقعي . ويكتسب النموذج شرعية تنبؤيه اذا كانت تنبؤات الموديل بسلوك النظام البيئي منسجمة ومتطابقة مع المشاهدات في النظام البيئي الواقعي .

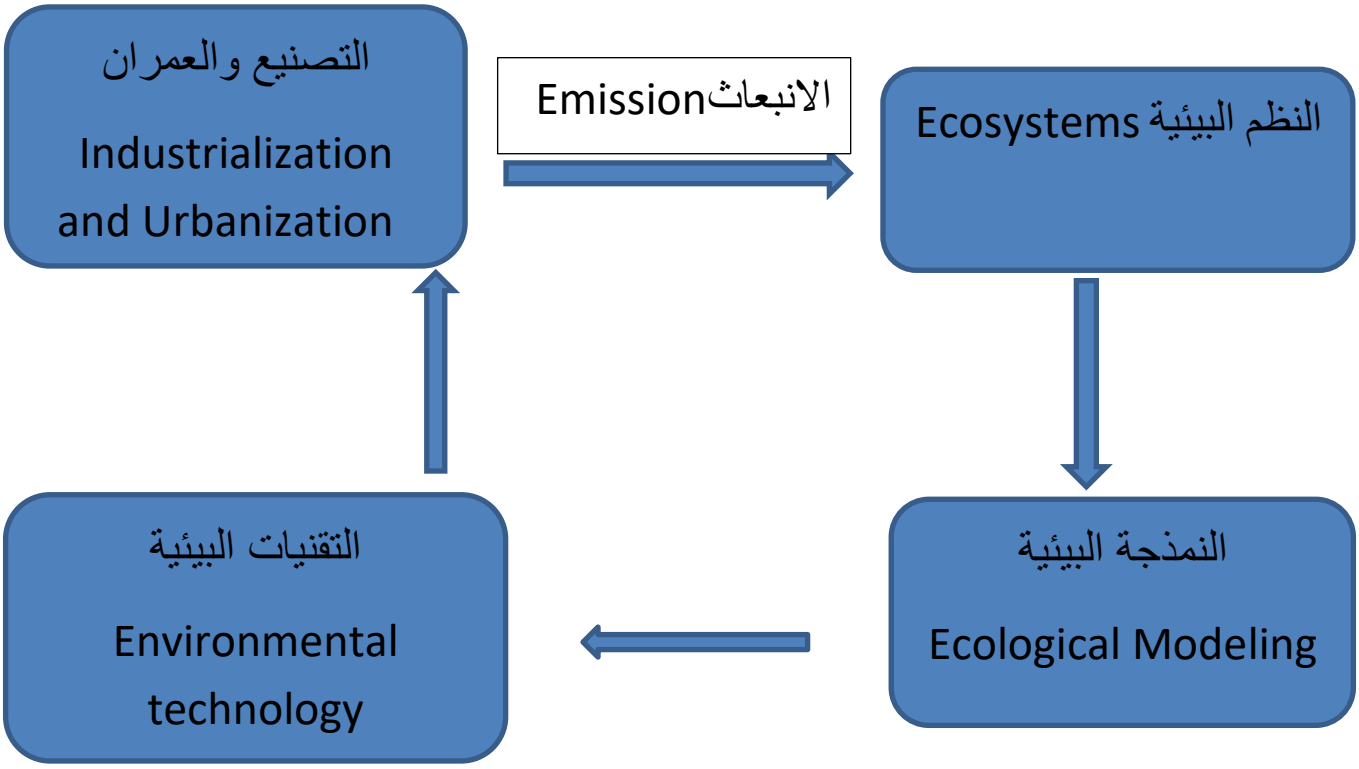
الاختبارات المختارة لأثبات شرعية النموذج تعتمد على الهدف من النموذج ولكن يستخدم الانحراف المعياري بين القيم المتوقعة نتيجة تنبؤات الموديل وبين القيم المشاهدة ،او اجراء مقارنة بين اعلى وادنى قيم مشاهدة ومتوقعة لبعض المعايير المهمة في النموذج . وعند استخدام عدة معايير لأثبات الشرعية فإنها تعطى اوزان مختلفة .

الاستخدام الواسع للنماذج في الادارة البيئية Models are applied widely in Management

ازداد التأثير والضغط في الآونة الاخيرة على البيئة نتيجة التطور العمراني والتكنولوجي ، فالطاقة والملوثات تنطلق الى الانظمة البيئية وهناك قد تسبب نموا سريعا للطحالب او البكتيريا او قد تحدث دمارا لبعض انواع الاحياء ، وقد تحدث تغييرا في تركيبة النظام البيئي بأكمله .

ان النظام البيئي معقد جدا ويصعب التنبؤ بالتأثيرات التي قد تحدثها الانبعاثات . وهنا تظهر الحاجة ملحة الى النموذج البيئي ، ومن الممكن بوجود المعرفة البيئية ان نستخلص صفات النظام البيئي المتعلقة بمشكلة التلوث التي نحن بصدد دراستها لبناء اسس النموذج البيئي . ومن نتائج النموذج يمكننا اختيار افضل التقنيات البيئية المناسبة لحل مشكلة التلوث البيئي ، او لوضع التشريعات وسن القوانين لتقليل او منع هذه الانبعاثات .

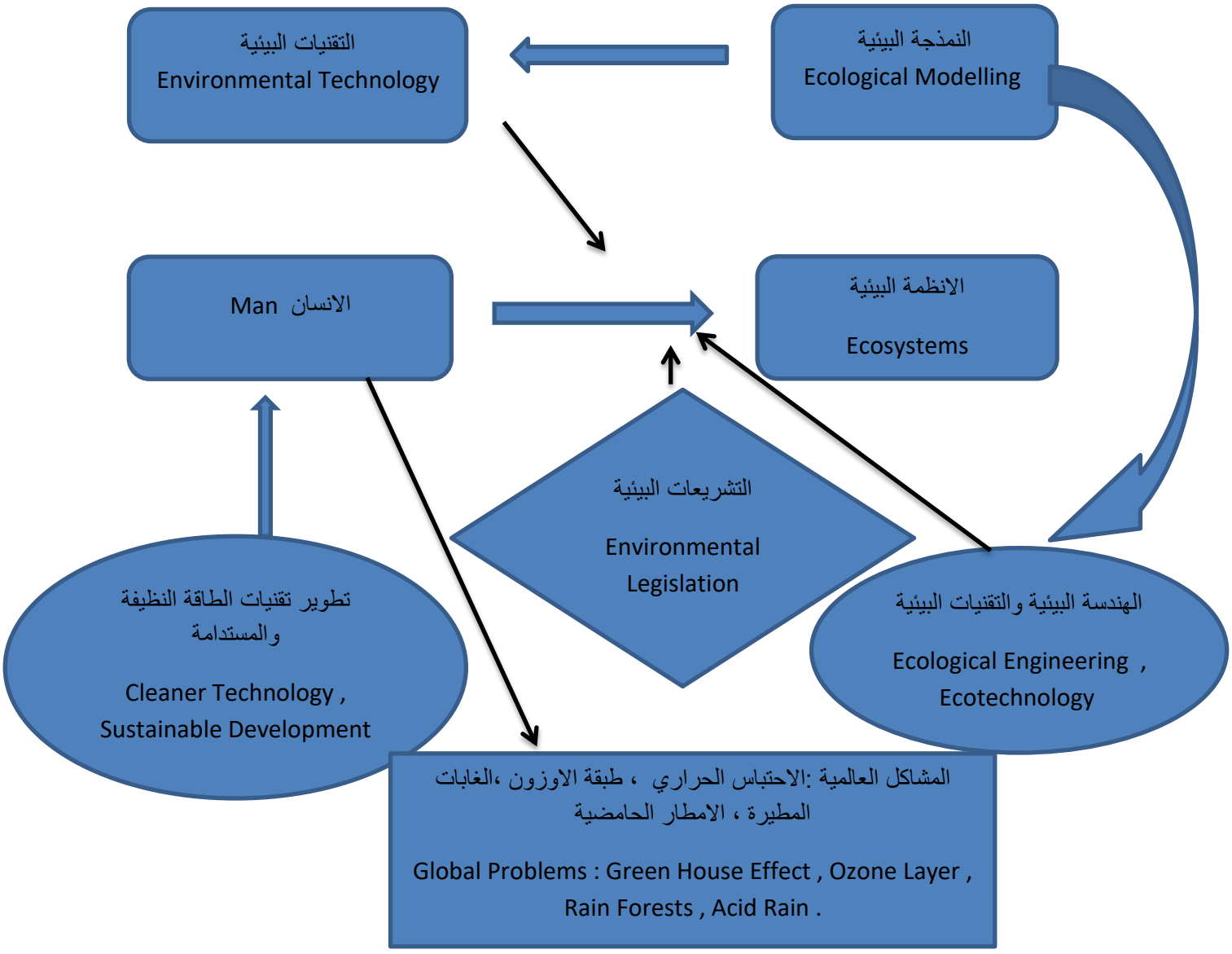
ويوضح الشكل التالي الفكرة من استخدام النمذجة البيئية كأداة في الادارة البيئية في عقد السبعينات من القرن الماضي :



شكل(١) :العلاقات بين علم البيئة ، والنمذجة البيئية ، وادارة البيئة والتكنولوجيا .

ان الادارة البيئية اليوم اصبحت اكثر تعقيدا مما كانت عليه في سبعينيات القرن الماضي ويجب تطبيق التقنيات البيئة وتقنيات الطاقة النظيفة كبدائل للتقنيات الحالية والهندسة البيئية . ان التقنيات البيئية الحديثة تستخدم لحل مشاكل التلوث غير النقطي (المنتشر) وبصورة خاصة الناشئة عن النشاط الزراعي .اليوم مشكلة الاحتباس الحراري تلعب دورا هاما اكبر مما كانت علية قبل عشرين عاما . ان انحسار ظاهرة البيوت الزجاجية وتآكل طبقة الاوزون تم مناقشتها بشكل واسع وتم عقد العديد من المؤتمرات العالمية وبدأت الحكومات تخطو الخطوة الاولى نحو اعتماد معايير دولية لحل تلك المشاكل .

والشكل التالي يوضح الصورة الاكثر تعقيدا للإدارة البيئية اليوم .



شكل (٢): اضافة الى استخدام النماذج البيئية في الادارة البيئية ، فان الادارة البيئية اليوم معقدة ويجب تطبيق التقنيات البيئية والتقنيات البديلة والهندسة البيئية اضافة الى الدور الكبير الذي تلعبه المشاكل البيئية العالمية . ان النماذج البيئية تستخدم لاختيار التقنية البيئية والتشريعات البيئية والهندسة البيئية .