نظرة ايكولوجية على متغيرات النمو السكانى

للدكتور محمد عبدالرحمن الشرنوبى *

تمهيد :

جرت معظم الدراسات الديموجرافية حول النمو السكانى فى إطار هذا النمو – بمعدلاته الحالية – على مستقبل الضغط على الموارد الاقتصادية . والحقيقة أن أهمية مثل هذه الدراسات ربما ترداد عندما نحاول دراسة هذا النمو فى إطار النظم الايكولوجية التى تحكم علاقات وعناصر البيئة تحت مظلة التعايش الممكن بينها . ويكفى أن نقول إن معدل النمو الحالى لسكان العالم لو ظل على ما هو عليه فسوف يقترب باعداد السكان إلى ٢٠٠٠ بليون نسمة عام ٣٠٠٠ ، أى أن السكان سوف يتكدسون فوق كل متر مربع من سطح هذا الكوكب سواء كان يابسا أو مياه أو جليدا . وسوف تتحول الأرض إلى كرة من البشر . وإذا كانت الألف سنة القادمة تبدو فترة طويلة بالنسبة لأعمارنا ، فانها بالنسبة لتاريخ البشرية عامة لا تبدو كذلك (١) .

إن العدد الكلى لسكان أى منطقة يمثل توازنا بين مجموعتين معروفتين من القوى ، الأولى طبيعية وتمثل المواليد والوفيات . والثانية خاصة بالهجرة من أو إلى أى منطقة . لهذا فان صافى التغيرات فى إجمالى عدد السكان ما هو إلا إنعكاس للتأثير المتبادل بين هاتين المجموعتين ، إلا أن المجموعة الثانية تسقط تماما من حسابنا خلال دراسة ديناميكا النمو السكانى العالمى بطبيعة الحال .

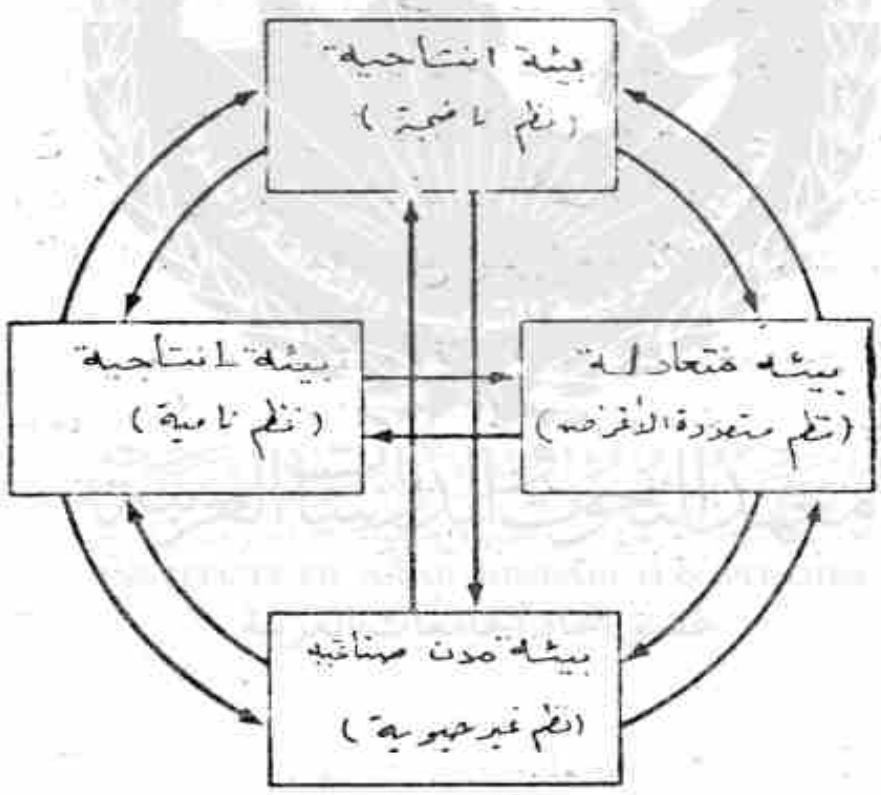
إن الإطار الايكولوجى العام الذى يحكم متغيرات النمو السكانى يمكن تقسيمه إلى أربعة أقسام رئيسية هى البيئة الإنتاجية والتى تتضمن فى داخلها

---

* الأستاذ بقسم الجغرافيا (جامعة الكويت) .

عدداً من النظم الإنتاجية الناضجة ، وبيئة إنتاجية ولكن نظمها لاتزال فى طور النمو لكى تصل إلى حد النضج ، وبيئة متبادلة وتضم عددا من النظم التى تخدم عدداً من الأهداف وليس هدفاً واحداً ، ثم بيئة المدن الصناعية ، وهى تضم نظماً غير حيوية على خلاف الثلاثة السابقة (٢) .

وهذه الأنواع الأربعة الأساسية للبيئة التى يحتاج إليها الإنسان ويتعامل معها تحكمها دورة من العلاقات وسيطها الموارد على اختلافها وكل المواد اللازمة للاستقرار فى الإطار الايكولوجى العام ، ولا شك أن انعكاسات النمو السكانى الذى يشهده العالم اليوم على هذه الأقسام الرئيسية تجعل العلاقة بينها غير ثابتة ، بل نستطيع القول إنه يعمل — أى النمو السكانى — على عدم انتظام أداء كل مجموعة من مجموعات النظم التى تضمنها هذه الأقسام .



شكل رقم (١) : الانوع الاربعة الاساسية للبيئة والتى تمثل احتياجات الانسان . (الاسهم توضح اتجاهات دورة المواد اللازمة للاستقرار في النظام الايكولوجى العام . (عن اودوم : ١٩٦٩)

إننا سنحاول دراسة هذا النمو فى الإطار الايكولوجى العام حيث تتعرض هذه النظم لمعاناة من هذا الضغط المتزايد بصورة لم يسبق لها مثيل من قبل ، ليس ضغطا أساسه الكثرة العددية ، أو زيادة متغير على حساب متغير آخر من متغيرات النمو أو الظروف الطبيعية ، بل أساسه عدم فهم كامل لطبيعة عمل هذه النظم ، إننا نحاول هنا دراسة مستويات التشبع التى عندها يزداد العبء على هذه النظم ، إن مستوى التشبع هذا هو أقرب ما يكون بما عرف بأنسب السكان ولكننا فى الإطار الايكولوجى نقول بأنسب المعطيات البيئية الموردية ، ولترتفع أعداد السكان بأى قدر ، إن نماذج الاستجابة للمتغيرات الايكولوية يختلف فيها الديموجرافيون ، وسواء كانت هذه النماذج لوغاريتمية أو لوجستية فان هناك حدا لابد من حسابه والعمل على جعله حدا متغيرا وليس ثابتا حتى نستطيع أن نتصور كيف ستكون عليه طاقة التحمل الخاصة بهذه النظم البيئية فى مواجهة النمو السكانى .

إن المناداة الراديكالية بضرورة الحد من الإنجاب وتقليص حجم الأسرة لا يمكن نبذها ، ولكن لأن هذه المناداة لا تعطى مردودها إلا على مدى طويل يستغرق أجيالا وأجيالا ، فان النظرة العصرية لهذه المسألة ينبغى أن تعتمد فى الدرجة الأولى وعلى محاولة الإنسان أن يرفع من حد التشبع البيئى ليقلل من طاقة الحمل الموردى لهذه الأرض . وذلك لا يمكن دراسته إلا على ضوء كيفية استيعابنا للموارد أو استيعاب الموارد لمتطلباتنا المتزايدة . إن سكان العالم اليوم ليسوا فى حاجة إلى أكثر من ترشيد بيئى عن طريقه يعرفون أى منحدر شديد يتجهون بسرعة نحو أقدامه ، وأى أمل — فى نفس الوقت — ينتظرهم لتشييد حياة رغدة .

النمو السكانى فى إطار النظام الايكولوجى البشرى :

إن النظام الايكولوجى والذى يعرف باصطلاح (Ecosystem) يخضع لنوع من التوازن الديناميكى إذا كان هذا النظام لأى كائن حى

بحيث يبقى هذا النظام متوازنا أو ثابتا إزاء الموت المتعادل مع الميلاد لأفراد هذا النظام . وهذا فى حد ذاته يعتبر نوعا من التوازن الحركى فى أداء وظائف أفراد هذه الجماعة الحية ، ويمكن مقارنة ذلك بالتوازن الذى يحتفظ به جسم الإنسان ، فخلايا هذا الجسم تموت ويحل محلها خلايا جديدة ، وتعمل النظم العضوية المختلفة معاً فى هذا الجسم (النظام) فى توافق تام بواسطة نظام متقن من الضوابط العصبية والغدد الصماء . وهذا الميل للاحتفاظ بحالة ثابتة رغم التغيرات البيئية والإجهادات والصدمات ينعكس على الضوابط المختلفة للسكان وتوازنهم مع الطبيعة . لهذا كان النظام الايكولوجى يأخذ فى اعتباره كلا من الكائنات الحية بما فيها الإنسان ، والبيئة الفيزيائية لهذه الأحياء ويكونان معاً نظاما متفاعلا هو النظام الايكولوجى

ويتأثر السكان بظروف العالم الذى يحيونه اليوم بشكل متباين . وفى نفس الوقت يؤثر هؤلاء السكان على المظاهر الطبيعية ، ورغم تفاهة هذا التأثير إلا أن مردوده على المدى المستقبلى البعيد — وربما القريب أو الآنى — يعتبر تأثيرا سلبيا للغاية . فالتفاعلات المتبادلة بين الكائنات الحية والبيئة تظهر بوجه خاص فى حالة الجنس البشرى ، فنشاط الإنسان يتأثر بطرق شتى بواسطة البيئة التى يعيش فيها : ساحلية ، جبلية ، صحراوية ، غابية ... إلخ ولكن الإنسان فى نفس الوقت قادر على تغيير البيئة ، وكانت بداية هذه القدرة محدودة فى المراحل الأولى لتطور الجنس البشرى ، ولكنها زادت حتى أصبحت اليوم ذات تأثير لم يسبق له مثيل من قبل .

ويرجع الاتجاه المركب للزيادة السكانية فقط إلى الإمكانية الحيوية للسكان ، أى المعدل النظرى للنمو عندما يسمح به فى بيئة مثلى ذات مدى غير محدود . وينبغى أن تعتبر الإمكانية الحيوية هذه من الأحوال الطبيعية إما بالحدود الطبيعية أو — كما يحتمل فى السكان من البشر عادة - بالقيود الحضارية . ولقد تنبأ للنتائج المزعجة للزيادة غير المقيدة للسكان توماس روبرت

مالتوس فى كتابه الشهير «مبادىء السكان» فى عام ١٧٩٨ .

إن النظام البيئى العالمى له سعة حمل أومستوى من التشبع ،وهذا المستوى يرتبط بالزمان أيضاً ، ويمثل هذا المستوى قيداً بيئياً على سكان العالم بلا جدال بل إن مالتوس بلور هذا المستوى ولكنه كان قاصرا فى التعريف به تعريفا دقيقاً . إن مستوى التشبع هذا يضعنا أمام ثلاثة مواقف لو أن عدد سكان العالم اقترب منه . هذه المواقف هى .

الموقف الأول : التعديل اللحظى (٥)

ويتلخص هذا التعديل فى عدم تغير معدل الزيادة السكانية لحين الوصول إلى الحد الأقصى للنمو ثم ينخفض فجأة إلى الصفر . ويبدو أن هذا الموقف غير ممكن على الأقل لأن الآلية التى يتم بها هذا التغيير المفاجىء غير واضحة ، كما أن هذا الموقف لا يؤيده البرهان التجريبى للأعداد السكانية من البشر أو من الأحياء الأخرى .

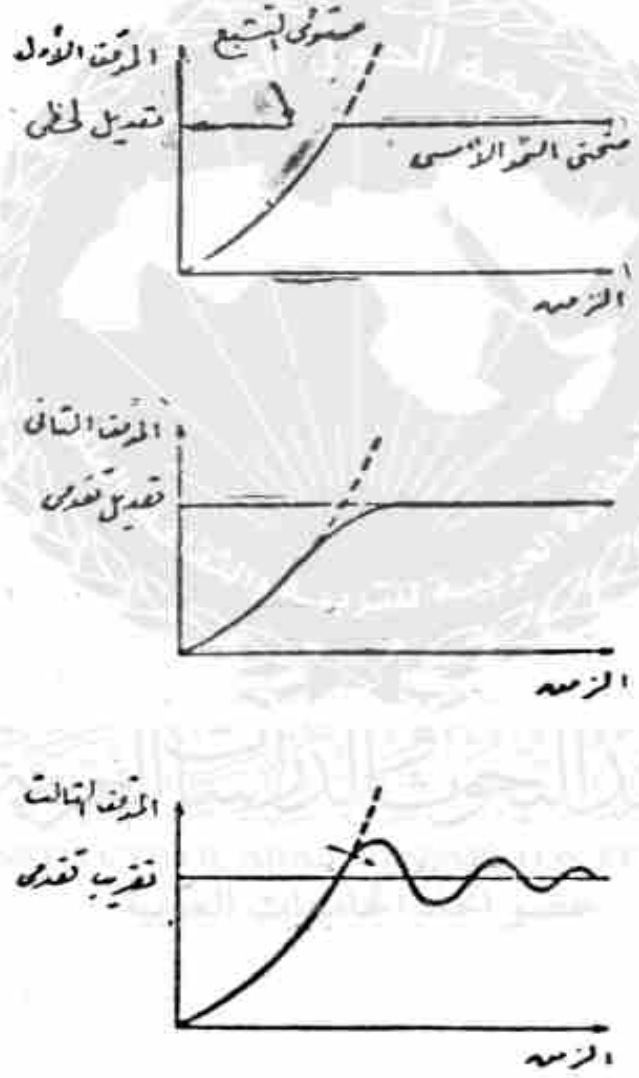
الموقف الثانى : التعديل التقدمى (٦)

وفيه يميل معدل الزيادة الطبيعية إلى الانخفاض عند الوصول إلى الحد الأقصى ثم يهبط فى النهاية إلى الصفر . وهذا الموقف يمثل حلا معقولا لأن فيه معدل الزيادة موضح بأرقام تقترب من المستوى الحرج ، أو هكذا لابد أن يكون . ومثل هذا الحل يعتمد على المنحنى اللوجستى للنمو ، ومثل هذا الموقف يتضمن بالفعل معرفة أكثر عن الحدود البيئية والقيود الاجتماعية للمواليد عما هو موجود حاليا لدى السكان .

الموقف الثالث : التقريب التقدمى (٧)

وقد يتجاوز هنا إجمالى السكان أقصى حد له ولكنه ينخفض بتأثير

نقص الموارد الغذائية فيتأرجح بين أعلى وأسفل مستوى التشبع . وقد يحدث هذا وعدد السكان قريب من مستوى التشبع ، ونفترض تبعا لهذا أن العلاقة بين أعداد السكان وسعة الحمل (أو مستوى التشبع) (٨) تعمل من خلال تغيرات فى معدلات المواليد والوفيات ، فالعدد الذى يبلغ به السكان مستوى أعلى من مستوى التشبع يؤدى إلى الوفاة بسبب الجوع ،



شكل رقم (٢) : القيود البيئية على نمو السكان : ثلاثة مواقف افتراضية للعلاقة بين النمو الاسي للسكان وسعة الحمل المحدودة (مستوى التشبع)
(عن : هاجيت ١٩٧٢)

وإلى قلة فى أعداد المواليد،ومثل هذه المتغيرات تجعل عدد السكان دون مستوى التشبع . وتتأرجح الزيادة أو النقص حول مستوى التشبع صعوداً وهبوطاً ، وغالباً ما يحدث هذا لدى الكائنات الحية الأخرى .

والحقيقة أنه من الصعب تحديد أى موقف أو نموذج من هذه النماذج الثلاثة أكثر ملاءمة ، فالاتجاهات التاريخية تكشف عن أن النموذج القائم حاليا لنمو السكان وهو النموذج الأسى نموذج حديث نسبيا ، ولقد شهدت الفترات المبكرة لظهور الإنسان على سطح الأرض حالات كان للجوع فيها دور هام .

نماذج الاستجابة للمتغيرات الايكولوجية :

عندما يسمح لعدد من السكان بالنمو فى بيئة أفضل وفى مدى غير محدد ، فان هذا النمو يتبع المنحنى الأسى بطبيعة الحال . وفى ضوء سعة الحمل أو مستوى التشبع ستلاحظ أن جهد النمو البيولوجى (الإمكانية الحيوية) ستتعدل بواسطة المقاومات البيئية (٩) لهذا يمكن إدخال عامل هذه المقاومات فى نموذج المنحنى الأسى ، فاذا كانت (ك) تمثل سعة الحمل (وهى شكل من أشكال كثافة السكان) إلا أنها هنا تمثل أكبر عدد من الأفراد مسموح به عن طريق سعة الحمل) فان إدخال هذه المقاومات البيئية فى النموذج الأسى يجعلنا نصور هذا النموذج تبعا لذلك على النحو التالى :

$$1 - \left(\frac{ك - ن}{ن}\right)$$

واذا افترضنا ائتلاف هذا النموذج مع نموذج النمو الأسى ذاته لأمكن الحصول على المعادلة التالية :

$$\frac{د\,ن}{د\,ن} = د\,ن - \left(\frac{ك - ن}{ك}\right)$$

حيث :

ن = عدد الأفراد فى تعداد السكان .

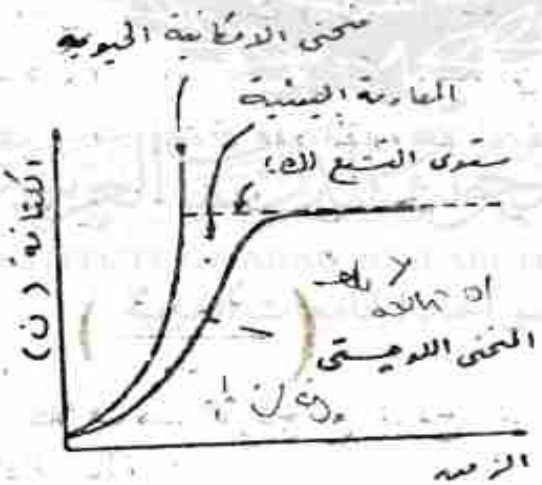
ك = أكبر عدد من الأفراد تبلغهم سعة الحمل .

د = معدل نمو الفرد .

$\frac{د}{د\ ن}$ = الطريقة الحسابية لإيجاد معدل التغير فى وحدة الزمن .

ويمكن التعبير عن ذلك بعدة صور فكل من (ن) و (ك) يمكن إعتبارها كثافات سكانية ، كما أن منحنى النمو المعدل هو المنحنى اللوجستى المعروف(١٠)

وهناك بعض الدلائل التى تؤكد عمل مستوى التشبع هذا أو سعة الحمل البيئى ، وسجلات التاريخ حافلة بالانهيارات المحلية للتوازن بين السكان والمحصلة الأساسية لمواردهم وهى الغذاء . ورغم أن النتيجة تكون عادة مجاعة ، إلا أنها تمثل فى النهاية ايكولوجية معقدة ، لأن مثل هذه الظاهرة لا تحدث تحت وطأة زيادة السكان بقدر حدوث اضطرابات بيئية كعدم



شكل رقم (٣) : العلاقة بين الامكانية الحيوية ومستوى التشبع
(عن : بوجيه : ١٩٦٨)

سقوط الأمطار مثلا ، وربما بسبب استمرار سقوطها ، وربما لا هذا ولا شبيه له فالحرب العالمية الثانية مثلا دفعت بآلاف اللاجئين فى وسط وشرق أوربا للهجرة تحت وطأة نتائج هذه الحرب وفى أعقابها تماما .

ومع هذا نستطيع القول إن المناطق قليلة الموارد والتى يعيش سكانها فوق مستوى الكفاف بقليل ، ومناخها متغير بدرجة عالية ، من المحتمل أن ينتاب نظمها البيئية الكثير من المشاكل . ومن ثم يتعرض سكانها لنقص فى مواردهم الغذائية ، وقد يترتب عليه ارتفاع فى معدلات الوفاة ونقص فى معدلات المواليد ، وهجرة إلى خارج هذه المناطق . ومردودات هذه المتغيرات أمر معروف بالنسبة لأى نظام ايكولوجى بشرى أو طبيعى خصوصا إذا استمرت هذه الحالة لتلك الجماعة لفترة طويلة من الزمن(١١).

إن سعة الحمل أو مستوى التشبع يمثل فى الواقع حداً ثابتاً ، ولا شك أن العوامل والمتغيرات المحورية لهذا المستوى تعتبر تقلبات مؤثرة فى سعة الحمل ذاتها ، لذلك فمن الممكن أن نتجاهل فكرة الحد أو المستوى الثابت هذا ونحل محلها الحدالمتغير (٩٢) حيث يمكن تصور حدوث سلسلة من المتغيرات التى تطرأ على سعة الحمل أو مستوى التشبع فى فترة معينة نتيجة لظروف بشرية أو طبيعية . وهذا أمر أقرب إلى المنطقية خاصة فيما يتعلق بالاستغلال الحديث لموارد البيئة الطبيعية والضغط على هذه الموارد بالإضافة إلى العمل على إبتكار بدائل بيئة موردية أو استحداث استخدامات جديدة لموارد لم تكن من قبل فى قائمة ما يستغله الإنسان . وربما محاولات كمحاولات الولايات المتحدة — رغم أنها لاتزال محاولات مختبرية بعد — فى سبيل رفع إنتاج العجول من البقرة الواحدة ، أو رفع ومضاعفة إنتاج الحليب من الماشية أو رفع إنتاجية الغلات الزراعية بالطرق العلمية الحديثة وغيرها ، نقول إنه ربما تكون دليلا لمستقبل واضح للدراسة النمو السكانى فى ضوء الحد المتغير الذى نشير إليه هنا .

الحد المتغير وإختلال النظم الايكولوجية :

إن حد المتغيرات الايكولوجية الناجمة عن زيادة سعة الحمل والتى يطرأ عليها تغير لعامل ما فى مكان وزمان محدد ، قد تتعدل ظروفها فى ذات المكان ولكن فى فترة زمنية أخرى . وقد تتكرر مثل هذه الظاهرة ومن ثم يمكن ملاحظة ثلاثة أنواع من المتغيرات الايكولوجية المصاحبة لهذا الحد المتغير :

أولا : تغيرات فريدة أى لا تتكرر دوريا ويمكن أن تحدث فجأة كالتغيرات التى تعقب اجتياح الحقول الخصبة بفيضان من اللافا ، أو التغيرات التدريجية التى تتسبب فى تدهور المناخ وتدرية التربة كما هو حادث اليوم فى إطار تلوث البيئة والضغط الشديد على الأرض الزراعية .

ثانياً : تغيرات منتظمة ودورية وتشمل الاختلافات السنوية فى الإنتاج تبعا للاختلافات الموسمية فى ظروف النمو ، ومن أمثلة ذلك انخفاض درجة حرارة الشتاء فى منطقة ما ، أو جفاف الصيف فى أقليم كالبحر المتوسط مثلا .

ثالثاً : تغيرات دورية غير منتظمة ، إذ قد ينتاب البيئات المختلفة فترات من الإنتاجية المنخفضة بسبب الظروف الطبيعية غير المنتظمة مثل فيضانات سهول الأنهار (١٣) .

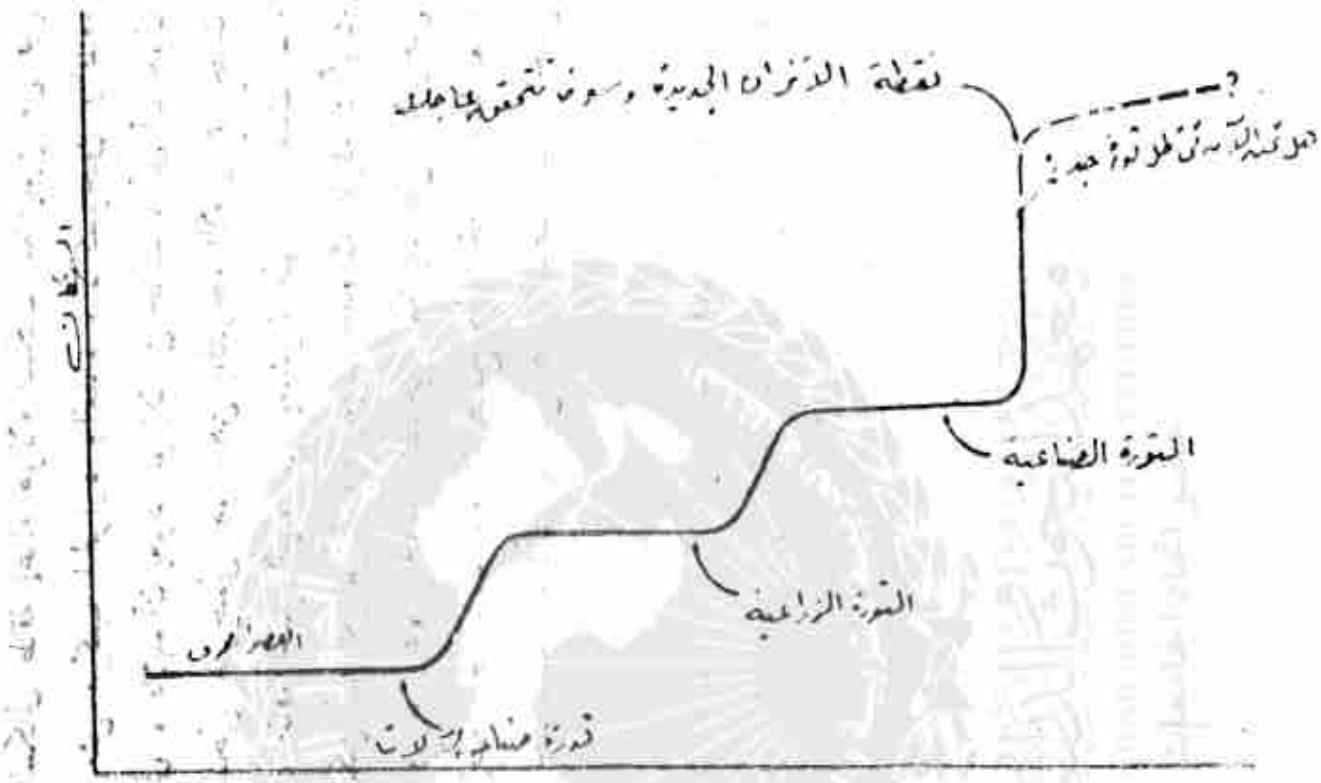
والنمو السكانى يتأثر عادة بالاختلافات الايكولوجية بطرق مختلفة ، فقد تواجه التغيرات الموسمية المنتظمة بتخزين الطعام مثلا لاستعماله فى موسم الإنتاج المنخفض ، وهذه الاستجابة تاريخية ومعروفة (استراتيجية التخزين فى عهد سيدنا يوسف) أو بهجرة منتظمة إلى أجزاء أكبر قابلية للتشبع

شكل رقم (٤) : التغيرات البيئية واعداد السكان والاستجابات الافتراضية لاعداد السكان (استجابات السكان للتغيرات في سعة الحمل وهى مفترضة)

كتحركات الرعاة إلى المراعى الغنية فى جبال الألب الأوربية وكرحلة الشتاء والصيف فى الجزيرة العربية ، أما التغيرات الدورية غير المنتظمة فتؤدى إلى حدوث مشكلات معقدة ، فاذا كان التغير قصير نسبيا كفيضان نهر مثلا فان الهجر المؤقت للسكان قد يحل المشكلة ، أما التدهور الشديد فى الظروف المناخية فقد يمتد لفترة طويلة ويشمل منطقة واسعة بحيث يسمح باخلائها تماما وهو ما يعرف باستراتيجية الجلاء (Evacuation Strategy) وهذه تؤدى إلى استهلاك محصول السنة القادمة ومن ثم يحدث هدر فى الطاقة الانتاجية للموسم القادم . وعادة ما تؤدى الفترة الطويلة من التدهور إلى هجرة ثابتة وهبوط فى معدلات النمو .

أن هذه الاستجابات للمتغيرات البيئية تشمل بالإضافة إلى النمو ، تحركات مكانية قد تكون موسمية أو دورية أو دائمة إلى خارج مناطق العجز . أو تحركات داخلية للموارد من مناطق الفائض .

لاشك أن الإنسان القدرة على امتداد طاقة التحمل الايكولوجى عن طريق الاختراعات التكنولوجية ، وهذا يؤدى إلى انتقال دورى من المنحنى الأسى إلى المنحنى اللوجستى . ولقد شهد تاريخ البشرية مثل هذا الانتقال من نموذج إلى آخر ، والشاهد على هذا ثورة صنع الأدوات خلال العصر الحجرى منذ مليون سنة إذا ما لبثت أعداد السكان أن ارتفعت فى شكل نموذج النمو الأسى ولكن عندما جاءت الثورة الصناعية كان قد سبقها استقرار سكانى حول هذا النموذج إلى نموذج لوجستى . إلا أن الثورة الزراعية منذ مائة ألف سنة كررت نفس صورة الانتقال هذا ، ثم تكر مرة ثانية خلال الثورة الصناعية ،والآن هل نحن فى مواجهة ثورة جديدة (١٤)؟ إن الاتزان الذى يتحقق عادة مع النموذج اللوجستى للنمو سيتحقق عاجلا كما يقول ديفى (أنظر الشكل رقم ٥) .

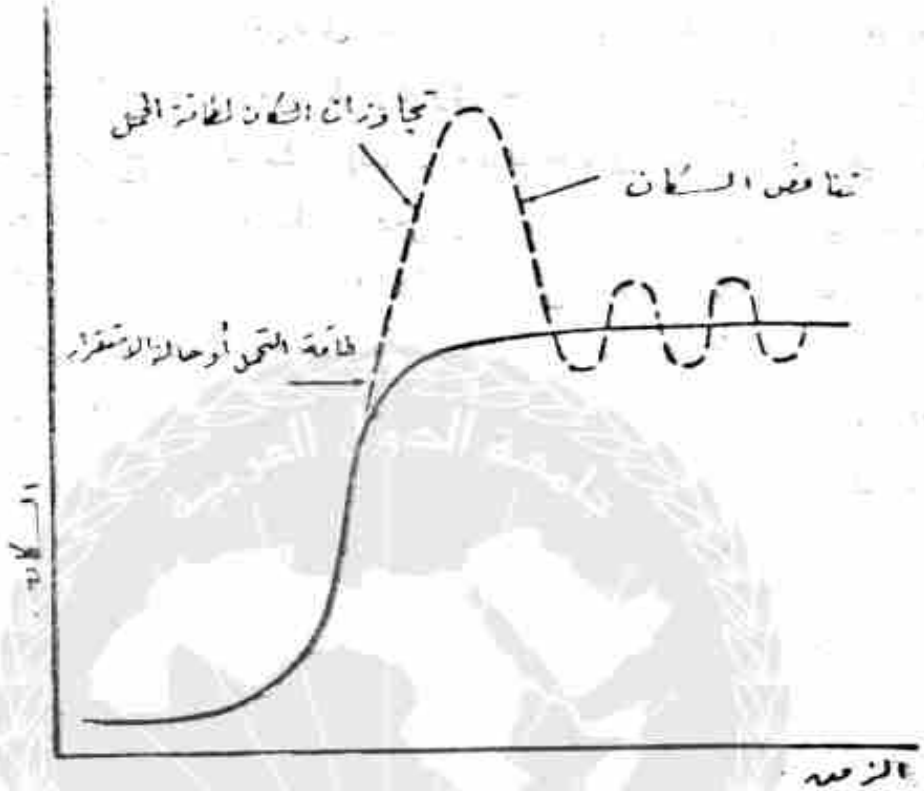


شكل رقم (٥) : منحنى اتجاهات النمو والثبات السكاني في ظل مراحل بيئية تاريخية ، يؤكد ان للانسان القدرة على امتداد طاقة التحمل بالاكتشافات التكنولوجية للانتقال من حالة النمو الاسي الى حالة النمو اللوجستي
(عن : ديفي ، ١٩٦٠)

طاقة تحمل النظم الايكولوجية للنمو السكانى :

لو تجاوز النمو السكانى طاقة إعالة هؤلاء السكان المتزايدين من قبل البيئة بنظمها المختلفة مثل مركب الحرارة والغذاء والأكسوجين والطاقة والمياه والفراغ السكانى ، فلابد أن يعود التوازن من جديد ، أى أن تحول المنحنى الأسى إلى المنحنى اللوجستى هو رهن بالدرجة الأولى بما يحدث عندما يتجاوز السكان طاقة تحمل البيئة التى يعيشون منها . وهناك نسبة كبيرة من السكان يمكن أن تتعرض للوفاة بسبب حدوث كارثة كالأوبئة الجماعية وهو أمر وارد رغم الحصار الصحى المتزايد على الأمراض الوبائية ، ولكن فى إطار الجماعات المنعزلة يصبح هذا الحصار هشا للغاية خاصة إذا تجاوزت جماعات السكان فى مثل هذه المناطق طاقة الحمل الايكولوجى هناك .

ولقد أجريت مناقشات عديدة حول التقديرات التقريبية للحدود القصوى لسكان العالم وفق عدد من المتغيرات كتلك التى سبق ذكرها (مركب الحرارة ـ الغذاء ـ الأكسوجين ... إلخ) فذكرها موند (١٩٧٢) (١٥) أن متغير مثل مركب الحرارة بالنسبة للأرض يتيح الفرصة لإعالة ما مجموعه بين ١٥ و ٢٠ بليون نسمة من السكان ، أما الأكاديمية القومية الأمريكية للعلوم (١٦) فقد حددت ٣٠ بليون نسمة لمتغير كالغذاء ، فى حين ذكر كامبل (١٩٧٠) (١٧) إن كل من متغيرات الأكسوجين والمياه والطاقة والفراغ السكانى يمكن أن تعول ١٠٠ بليون نسمة من السكان .



شكل رقم (٦) : تحول النمو السكاني من المنحنى الاسي الى المنحنى اللوجستي عندما يتجاوز السكان طاقة تحمل البيئة ، ويتناقص السكان بالاوبئة الكاسحة ويتردد السكان حول قيمة طاقة التحمل .
(عن ميللر ، ١٩٧٥)

التقديرات التقريبية (جداً) للحدود القصوى لسكان العالم

المتغير	السكان بالبليون
مركب الحرارة	١٥ — ٢٠
الغذاء	٣٠
الأكسوجين	١٠٠
الفراغ المكاني	١٠٠
الطاقة	١٠٠
المياه	١٠٠

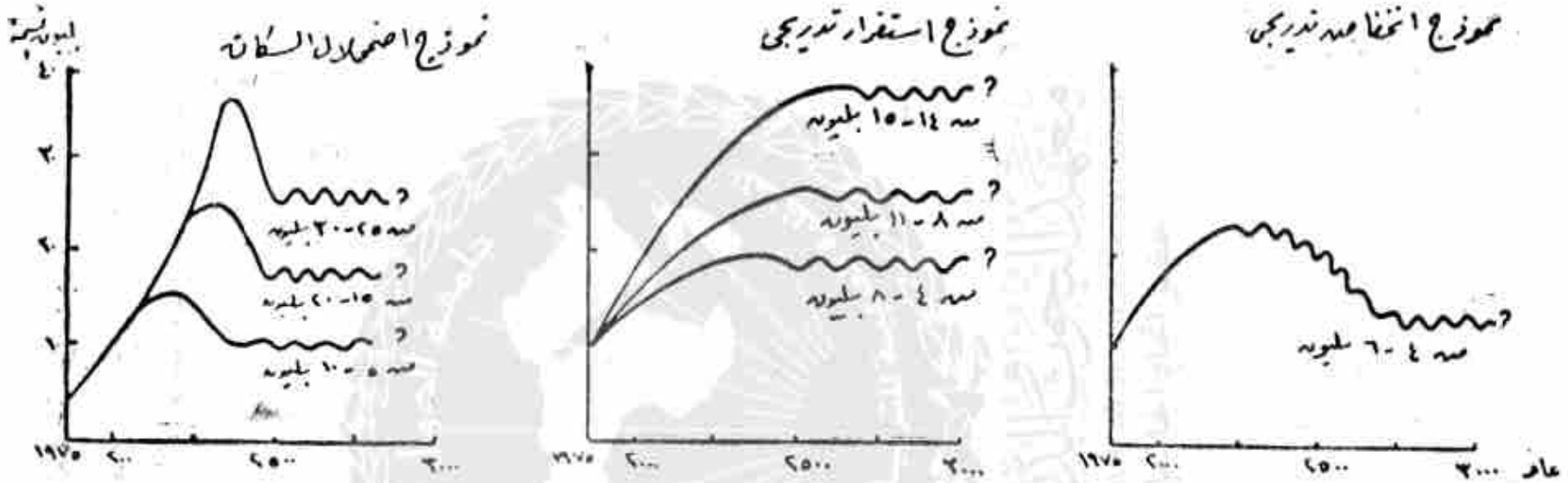
وتبعا لهذا اجتهد العلماء فى تقدير أنسب السكان Optimum Population فى حدود المتاح حاليا من الموارد وفى حدود طاقة حمل المركبة الأرضية وفى ظل النماذج البيئية المشار إليها . ولقد جاء فى تقدير الأكاديمية القومية الأمريكية للعلوم أننا وصلنا بالفعل إلى هذا الحد (وهو أنسب السكان) منذ عام ١٩٧٦ (١٨) ، وأيد هذا كل من أودوم (١٩) وقال بأن هذا الحد ينبغى أن يكون عندما يبلغ السكان أقل من ٣,٥ بليون نسمة ، أما هوليت (٢٠) فقد قالت إن الحد الأنسب لا يتجاوز بليون نسمة فقط ، وقال فيليب هاوسر (١٩٦٩) (٢١) إن هذا الحد نصف بليون فقط ، وقال كومونير بأن ٨ بليون نسمة هى أنسب السكان .

إن هذا التفاوت الغريب بين نصف بليون وثمانية بلايين يعكس النظرة المتفاوتة لسعة الحمل الايكولوجى التى نتحدث عنها هنا ، ولقد تعمدنا اختيار تقديرات جاءت فى فترة زمنية متقاربة وقصيرة جداً (الأكاديمية القومية للعلوم (١٩٦٩) — أودوم (١٩٧٠) — هوليت (١٩٧٠) فيليب هاوسر (١٩٦٩) — كومونير (١٩٧١) .

وأيا كانت هذه التصورات فهناك ثلاثة نماذج تمثل بدائل مستقبلية أمام الجنس البشرى ، النموذج الأول وهو نموذج اضمحلال السكان (Crash Model) والثانى نموذج الاستقرار التدريجى (Gradual Stabilization Model) والثالث نموذج الانخفاض التدريجى (Gradual Decline Model) .

والنموذج الأول (٢٣) يقول بأن حد التراجع فى النمو السكانى يتحقق فى الفترة التى يبلغ فيها سكان العالم ما بين ٥ و ١٠ بليون نسمة ، أو ١٥ و ٢٠ بليون أو ٢٥ و ٣٠ بليون نسمة ، ووفق هذا النموذج فان هذه الأعداد سيصل إليها العالم خلال الفترة بين عام ٢٠١٥ ، ٢٠٨٠ .

أما النموذج الثانى فيقول بأن الاستقرار التدريجى لسكان العالم يتحقق



شكل رقم (٧) : ثلاث نماذج تمثل مايمكن ان يكون عليه مستقبل النمو السكانـــــى .

عندما يتراوح عدد سكان العالم ما بين ٤ و ٨ بليون نسمة ، أو ما بين ٨ و ١١ بليون نسمة أو عندما يتراوح ما بين ١٤ و ١٥ بليون نسمة ، ووفق هذا النموذج فان هذه الأعداد سيبلغها العالم خلال الفترة ما بين عامى ١٩٧٥ ، ٢١٠٠ .

أما النموذج الثالث فيعكس إستقرار السكان مع حدوث إنخفاض تدريجى يستمر بدءا من عام ٢٠٥٠ تقريبا وحتى عام ٢١٥٠ بعد أن يكون سكان العالم قد بلغوا ما بين ٩ و ١٠ بليون نسمة ما بين عامى ٢٠٢٥ و ٢٠٥٠ .

إن طاقة تحمل النظم الايكولوجية لهذا النمو غامض الاتجاهات إلى حد ما فى ضوء ما يأتى به الديموجرافيون ، إلا أن ضبط هذا النمو أمر لابد أن يتحقق مهما كانت الدوافع ، لأن الانتظام فى عمل النظم الايكلوجية المختلفة سيتأثر إن عاجلا أو آجلا بهذا النمو ، ومما يطمئن نوعا أن تحقيق التوازن السكانى ليس رهنا فقط بالسياسات السكانية التى تتخذها الدول ، ولكن هناك تدخلات تحدث من جانب النظم الايكولوجية المختلفة . وهى أشبه بالقوانين الطبيعية التى تفرض سلوكا معينا على ظواهر بشرية كالنمو السكانى .

فالنموذج العالمى لموارد الثروة الطبيعية يؤكد أن عامل التلوث (تلوث الهواء والمياه والتربة وغيرها) سوف يرتفع بشكل حاد ولابد أن ينعكس هذا الارتفاع على حياة المجتمع السكانى العالمى ، فمن العسير إقامة حوائط أو حواجز بين الدول المختلفة مصدرة هذا التلوث ، كما أنه من الصعب تماما المحافظة على نقاء مياه الأنهار فى الدول الصناعية ، كما أن دورة الرياح العامة التى تسير وفق قانون طبيعى أزلى هى ساعى البريد الذى يلزم العالم على التوقيع على صكوك التلوث صاغرة أمام سلطان الصناعة والتكنولوجية الطاغى (٢٦) .

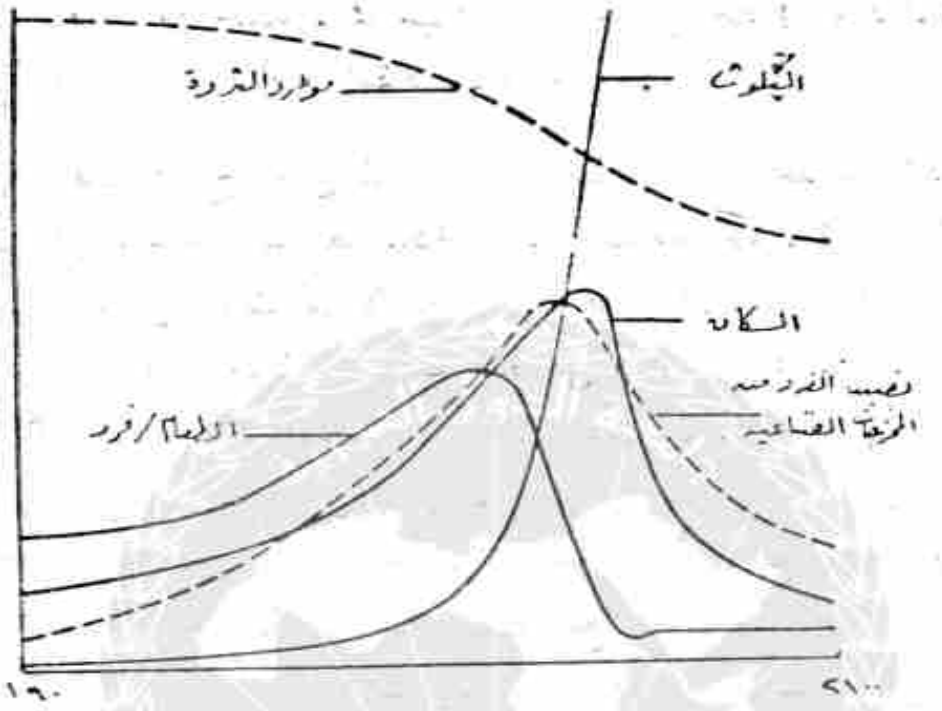
ومما لا شك فيه أن اختلال النظم الايكولوجية سيتحقق — إن لم يكن قد بدأ بالفعل — مع هذه الزيادة الكبيرة فى التلوث ، وسينعكس على ارتفاع

معدل الوفيات من جديد ، مما سيؤدى إلى انخفاض حاد فى عدد السكان وليس هذا تنبؤا ولكنه إسقاط بالضرورة .

لهذا فان النموذج العالمى لموارد الثروة الطبيعية غير المحدودة لابد أن يتعدل وفق سياسات وضوابط سكانية وتشريعات مصاحبة ، فالتلف البيئى الذى يترتب على التلوث أمر لا يمكن حسابه فورا لأن نتائجه تترى تباعا ، ولابد من تخفيض معدلات التلوث هذه على مستوى العالم بمقدار ٧٥ ٪ على الأقل تفاديا للأزمة السكانية ، إننا لا ننادى بأن يكون ميزان التوازن السكانى أساسه التلوث ولكن يمكن أن يؤدى التلوث إلى هبوط فى حدود الأراضى الصالحة للزراعة مثلا وهو طريق غير مباشر إلى رفع معدل الوفيات بطبيعة الحال ، فحد الأراضى الزراعية قد بلغ مداه . ومن ثم فإن النقص فى كمية الغذاء بالنسبة للفرد سوف تؤدى إلى زيادة فى معدلات الوفاة من جهة وإلى هبوط فى الناتج الصناعى للبشرية وهو يقابل بنصيب الفرد من المخرجات الصناعية (٢٨) .

وعلى هذا فان النموذج العالمى للعلاقة بين النمو السكانى والموارد يعتمد أساسا على النظم الايكولوجية التى تعطى مردودات متفاوتة للمخرجات الصناعية كعامل ايجابى والتلوث كعامل سلبى كما يتضح من الشكل (٨).

أما التحكم فى التلوث فلابد أن يكون مصحوبا بمضاعفة فى الإنتاج الزراعى رأسيا أو أفقيا مع ضبط النسل . فالثبات العالمى للسكان يتحقق فقط عندما يكون معدل مستوى المعيشة مساويا لما هى عليه الدول المتقدمة الغنية اليوم (الولايات المتحدة أو السويد مثلا) ، إذ تؤدى زيادة استغلال الأراضى إلى زيادة تعرضها لعمليات التعرية والتحات وإنخفاض إنتاجية الغذاء وإستنزاف موارد أخرى عن طريق المعدلات العالية لاستغلال الثروة الطبيعية ، ومازال سكان العالم فى انخفاض فى الواقع بسبب تزايد معدلات الوفيات وليس العكس . فمستوى أعداد السكان تتزايد ولكنها تستقر مع



شكل رقم (٨) : نموذج عالمي آخر لموارد الثروة غير المحدودة : ان عامل التلوث يرتفع بدرجة حادة ويرفع معه معدلات الوفاة مما يؤدى الى انخفاض حاد في اعداد السكان (عن ميللر ، ١٩٧٥)

معدلات مستوى المعيشة العالية والتى لا تتوفر اليوم إلا فى الدول المتقدمة الغنية ، ففيها تتحقق عدة مؤشرات مفيدة لعملية التوازن السكانى وهى (٢٩)

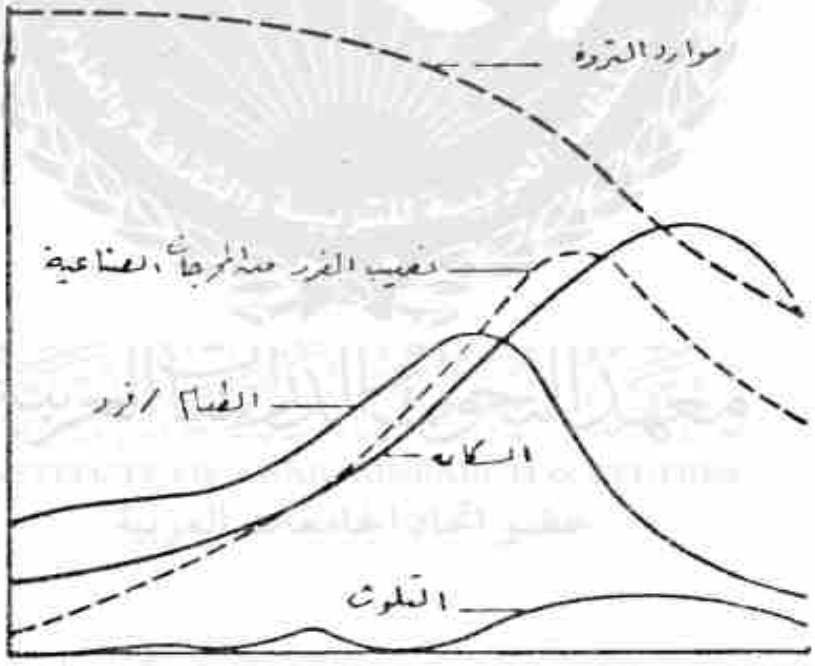
١ — ارتفاع نصيب الفرد من الغذاء تبعا لارتفاع مستوى المعيشة والدخل .

٢ — ارتفاع نصيب الفرد من المخرجات الصناعية .

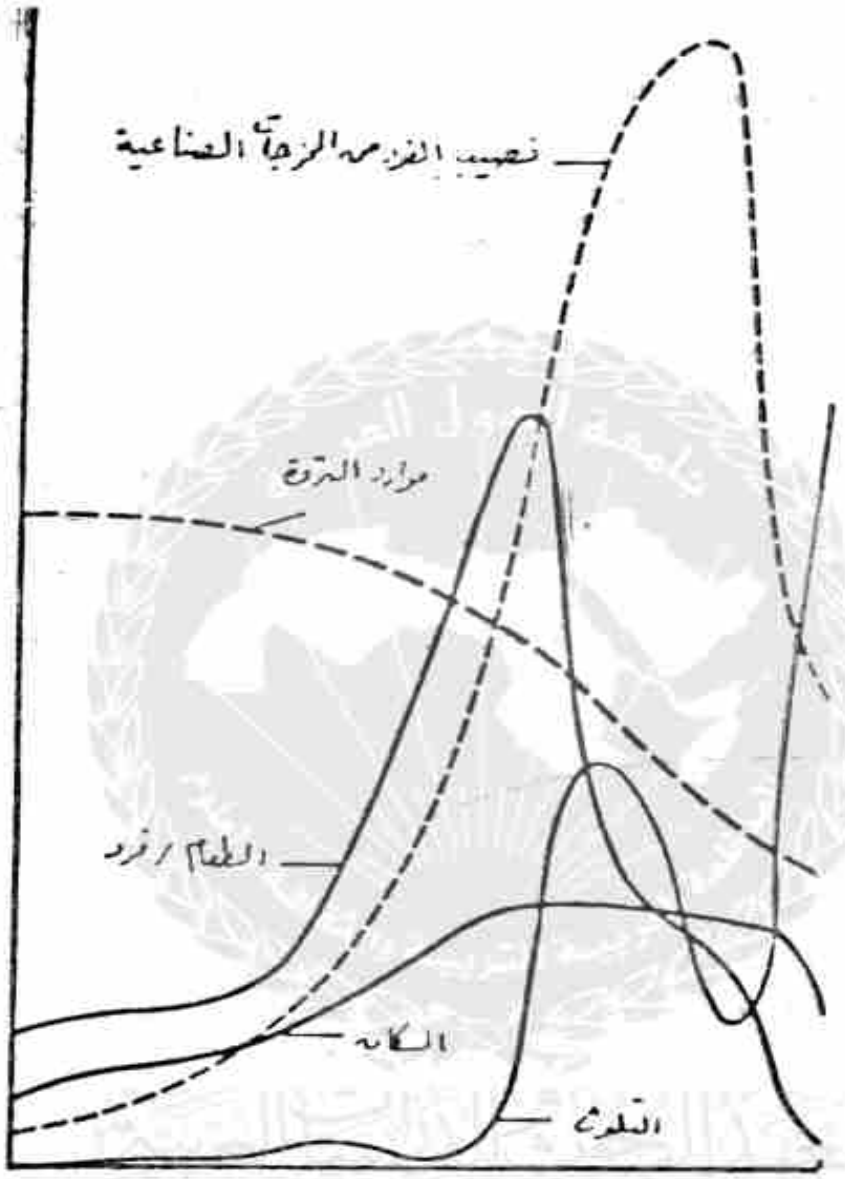
٣ — خفض — أو محاولات خفض — معدلات التلوث وهى أمور يمكن أن تحقق نموذجا عالميا ثابتا يعتبر هدفا للسياسات السكانية والاقتصادية المختلفة ، فارتفاع أعداد السكان إلى مستوى عال جداً واستنزاف موارد الثورة الطبيعية استنزافا شديداً (كما شهده العالم فى الربع قرن الأخير) سوف ينعكس على نقص الغذاء وإنهيار فى موارد الثروة خاصة الهدمية منها

مما يعمل على تخفيض أعداد السكان قبل عام ٢١٠٠ ، ولكن بأسلوب طبيعى لا تعرف البشرية عواقبه أو الصور التى يمكن أن يتم بها . والمفروض أن تزيد التكنولوجيا زيادة دليلية لكى توفر أساسا موارد للثروة بلا حدود، وتحد من التلوث بدرجة كبيرة ، وترفع من معدل إنتاجية المحاصيل الغذائية بشكل كبير ، وهنا فقط يتحقق التوازن ، وهو رهن باحتكار الغنى والعلم والتكنولوجيا ، ولابد من اللحاق بالمستويات العالية لهذه المؤشرات لتحقيق نمو سكانى هادىء ومخطط له وبعيد تماما عن عمليات الهدر البيئى والخلل فى موازين النظم الايكولوجية المعروفة ، فطاقة البشر أعظم بكثير من طاقة الأرض وعليها يتوقف بقاؤنا .

وإذا كانت الدول فى تقسيمها الافتراضى بين متقدمه وأقل تقدما



شكل رقم (٩) : نموذج عالمى لموارد الثروة غير المحدودة وعلاقتها بالضوابط السكانية : مع انخفاض التلوث بنسبة ٧٥٪ عما هو عليه ١٩٧٥ سيكون حد الاراضي الصالحة للزراعة قد بلغ مداه ، ومن ثم فان النقص في كمية الطعام بالنسبة للفرد تؤدى الى زيادة معدلات الوفاة . (عن ميللر ١٩٧٥)



شكل رقم (١٠) : نموذج عالمي يحقق الثبات أو التوازن السكاني : وذلك عندما يكون معدل مستوى المعيشة لسكان العالم يعادل مستواه في الدول المتقدمة ، وتؤدى زيادة استغلال الارض الى زيادة تعرضها للتعريه وانخفاض انتاجية الطعام واستنزاف مستوى المعيشة المرتفع لموارد الثروة . مازال السكان في العالم في انخفاض بسبب معدلات الوفيات المتزايدة .

(عن : ميدو ١٩٧٢)

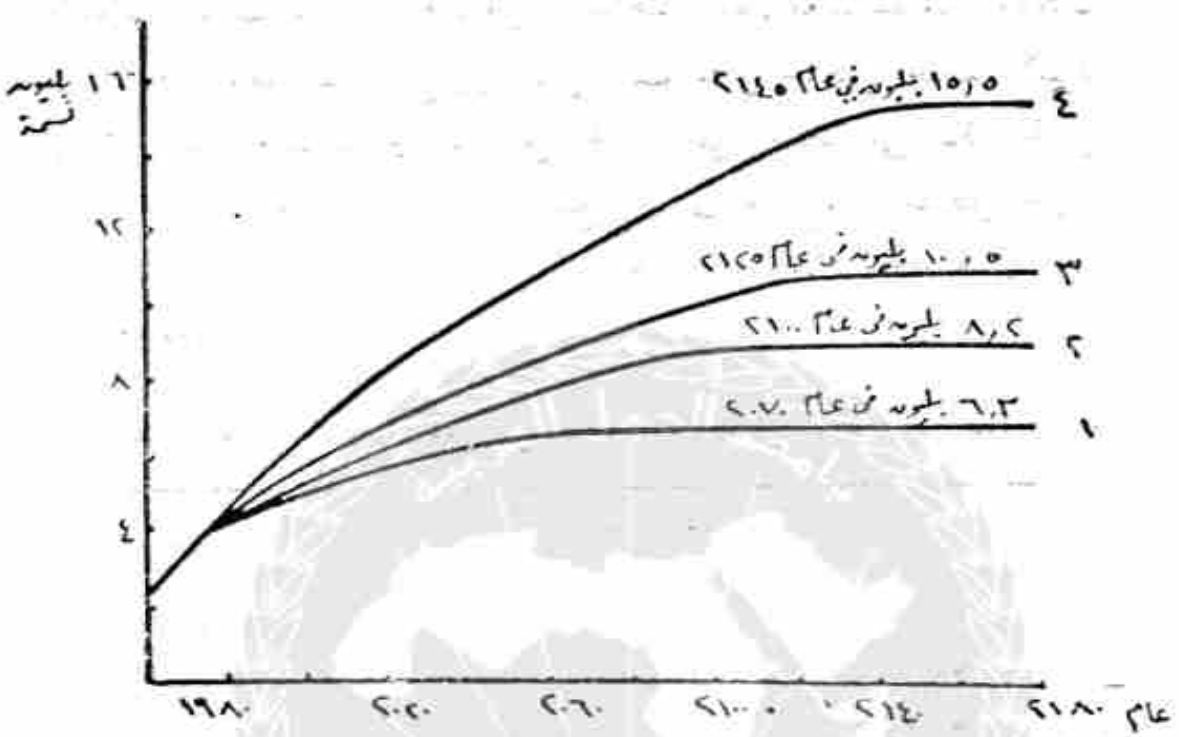
أو نامية أيا كانت التسمية ، فان من سمات هذا التقسم معدلات نمو السكان فيها ، وهذه المعدلات تحتاج إلى بديل بحيث يمكن تخفيض حجم الأسرة وإحلال هذه المعدلات الجديدة محل الحالية لكى نحافظ على طاقة الحمل البيئى الحالية . والجدول التالى يوضح إلى أى حد يمكن تخفيض حجم الأسرة والفترة الزمنية اللازمة لوصول العالم إلى معدلاته المعقولة فى النمو (أو اللامعقولة أيضاً) .

بدائل النمو السكانى المنتظر على أساس ٢,٥ طفل للأسرة الواحدة

لو أمكن هذا فى سنة	لبلغ سكان العالم	فى سنة
١٩٨٠	٦,٣ بليون	٢٠٧٠
٢٠٠٠	٨,٢ »	٢١٠٠
٢٠٢٥	١٠,٥ »	٢١٢٥
٢٠٤٥	١٥,٥ »	٢١٤٥

هذا على إفتراض أن الدول المتقدمة يمكن أن يكون عدد الأبناء فيها للأسرة الواحدة ٢,٢ وفى الدول الأقل تقدما أو النامية ٢,٨ طفل (٣٠) .

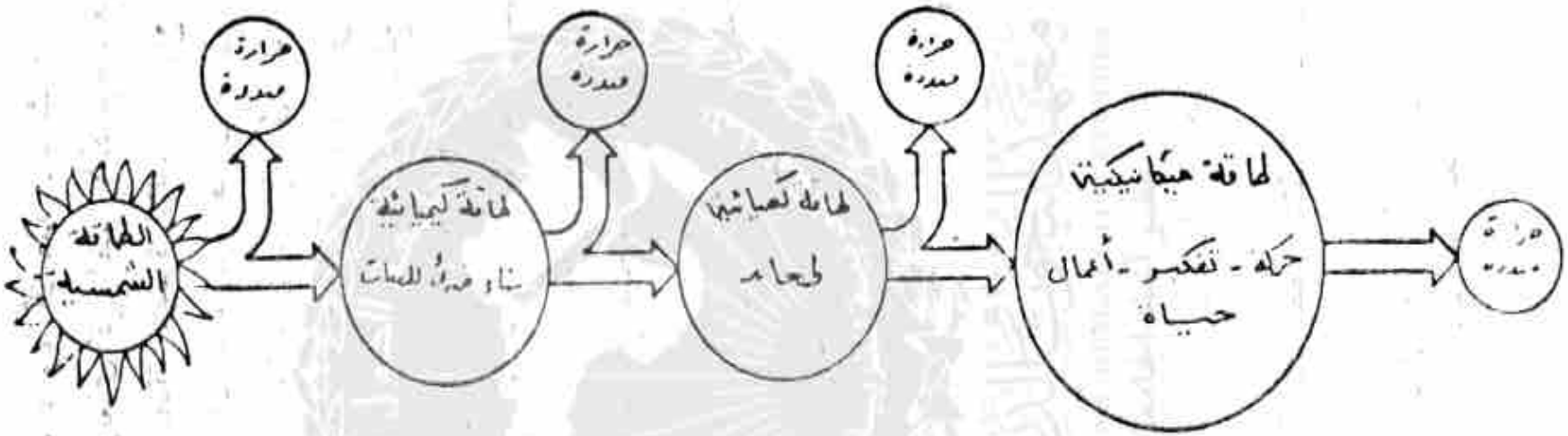
إن كل ما يمكن الوصول إليه لإجابة واضحة عن المدى الذى تستطيع عنده النظم الايكولوجية أن تتحمل مزيدا من السكان تأتى من الموقف الحالى المرتبط بكل من الأرض والإنتاجية من جهة والتنافس أو الصراع بين السكان من جهة أخرى ، ويمكننا الحصول على فكرة ولو تقريبية عن هذا الموقف عن طريق التمعن فى ضخامة المطالب الحالية ومقارنتها بتقديرات الحد الأعلى لطاقة إنتاج الغذاء . وحسب ما جاءت به منظمة الصحة العالمية فان ٩١٠ من سكان العالم يستهلكون ٧١٠ طن من الطعام سنويا . وهناك بعض الايكولوجين يقولون بأن موارد الثروة لن تظل على ما هى عليه فى



شكل رقم (١١) : لو امكن ــ تحقيق مستوى احلال لحجم الاسرة الحالى في فترات محددة الى ٢٫٥ طفل لامكن الوصول الى هذه المستويات. وهذه الفترات ممثلة في الارقام من ١ ــ ٤ ولسنوات ١٩٨٠ ، ٢٠٠٠ ، ٢٠٢٥ ، ٢١٤٥ على التوالى . (عن فرجكا ١٩٧٤)

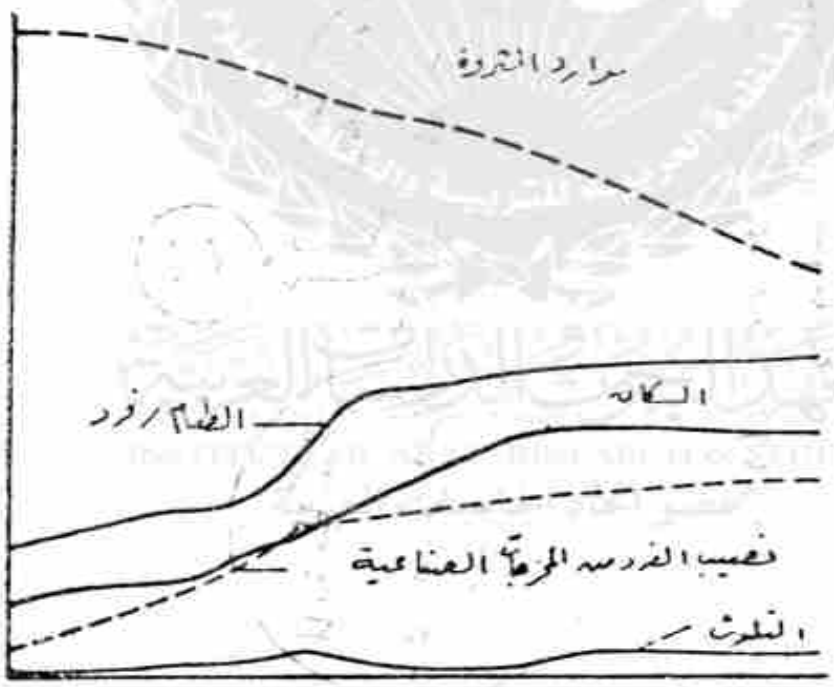
انظامها الايكولوجى القائم فى إطار التوازن البيئى العام . فالتنبؤات المرتبطة بمستقبل هذه الثروة ترى بأنه بتقديم المستويات الحالية للطاقة الشمسية ، والتوزيع الحالى لمناخ العالم ، والحد الأعلى النظرى لإنتاج المادة العضوية التى يمكن إنتاجها بالتمثيل الضوئى للنبات يقدر بـ ١٠^١١ طن سنويا . وتكشف هذه المقارنة لهذه المقادير أن هناك نسبة ضئيلة من الإمكانية القصوى للأرض هى التى تستعمل فى إنتاج الطعام (حوالى $\frac{١}{١٠٠}$ من ١ ٪ أى ٠٠٠١ وفقط)

وإذا تأملنا هذه الأرقام سنجد أن كلا من أرقام الاستهلاك الحالى ، والأرقام الخاصة بالإمكانية المستقبلية ينبغى أن تتعدل بحيث تراعى الطريقة التى نحصل بها على تقديرات مستقبل الثروة ، فمصدر هذه الثروة هو الشمس بالطبع إذ تشع الموجات الكهرومغناطيسية للطاقة ، والجسيمات



شكل رقم (١٢) : جميع تحولات الطاقة غير كافيه وترفع من الحراره المبدده في البيئه وهي اساسا طاقة لا يستفاد منها .

عالية السرعة فى الفضاء ، وبما أن هذا الانبعاث الثابت يمثل تقريبا كل الطاقة المتاحة لكوكبنا ويغذى كل النظم الايكولوجية فيها ، وأنه يمكن تقدير الكمية الإجمالية للطاقة المتيسرة للإنسان ، ومع هذا فان النبات يختزن الطاقة الشمسية خلال عملية البناء الضوئى ، فى حين أن تقديرات مستقبل موارد الثروة مستقبلا تشير إلى الإجمالى النظرى للمادة العضوية الجافة ، ولكن هذه المادة غير صالحة كغذاء ، وحتى بالنسبة للأراضى المحصولية فان أقل من نصف إجمالى المنتج هو الصالح للغذاء ، وبالنسبة لأراضى الرعى فان عامل تحول الطاقة (من ١٢ إلى ١) ينبغى تطبيقه على تحول الطاقة المستهلكة بواسطة الماشية إلى قيمة غذائية للسكان من البشر . ومن ثم فان الحد الأقصى سوف يقدر فى النهاية بـ ٩١٠ طن سنويا ، ولابد أن تأخذ فى الاعتبار أنه ليس كل المنتج من الغذاء يصبح غذاء بالفعل لسكان



شكل رقم (١٣) : يزداد النمو السكانى ولكنه يستقر مع معدلات مستوى المعيشة المرتفعة عن المعدلات الاخرى : نموذج ثابت وعالمى رغم كل السياسات التى تتخذ

العالم . فهناك فاقد محصولى قبل الانتاج مقداره ٣٠ ٪ ، وفاقد فى المحصول بعد الإنتاج يصل إلى ٣٠ ٪ ، هذا بالإضافة إلى عوامل أخرى هامشية ، حتى أن التقدير الواقعى لصناعة الزراعة يؤكد أن هذه الصناعة تعمل بمعدل أقل من ١٥ ٪ من الحد الأعلى الممكن للإنتاجية (٣١) .

ولكن الحمل الخاص بالمساحة المنتجة للطعام فى العالم غير موزعة بانتظام ، فمعظم الغذاء ينتج من منطقة محدودة على سطح هذا الكوكب ، وهذا الضغط الشديد على الأرض الزراعية يجعل ٢ ٪ من مساحة الأرض الإجمالية تحتوى تقريباً على ٧٥ ٪ من الإنتاج الصالح للغذاء . أما أراضى الأعشاب فهى الثانية فى الترتيب ، وتمثل مناطق الغابات أكبر شذوذ حيث يتوفر بها أعظم فجوة بين إنتاجيتها الكلية ومكافىء الغذاء ، وتبقى البحار والمحيطات التى رغم مساحتها الهائلة لا تقدم أى شىء سوى مساهمة هامشية لتوقعات إنتاج الطعام للأجيال القادمة .

لهذا نقول إن طاقة النظم الايكولوجية المختلفة لإنتاج احتياجات السكان طاقة هائلة حتى فى ظل التكنولوجيا القائمة الآن . ولا شك أنه بتعديل المستويات الخاصة بالإنتاج فمما لا شك فيه أن الطاقة الإنتاجية العالمية من الغذاء يمكن أن تعول عدداً من السكان يزيد عن العدد الحالى .

ولكن ما الذى يمكن أن يحدث لو أن هذا العالم ينقسم سكانه بين غنى وفقير ، ما هو الموقف إزاء صراع هذين القسمين من أجل البقاء ، ما هى انعكاسات هذا الصراع على النظم الايكولوجية المرتبطة بالغذاء ؟ هناك موارد متيسرة ومتناثرة جغرافيا على سطح الأرض ، ولا شك أن التنافس سوف يؤدى إلى صراع وحروب سوف تعمل على هبوط أعداد السكان هبوطا مباشرا ، وهبوط آخر خلال فترة ما بعد الحروب ، وهناك دلائل تؤكد أن ضخامة خسائر الحروب خلال الـ ٢٥٠ سنة الماضية قد حدت من الزيادة الأسية فى عدد السكان ولأن البيانات الحالية لا تساعد على تقدير

الخسائر لأى صراع نووى فى المستقبل ، فانه بالإمكان أن نتطلع إلى دليل عميق يعطينا نتائج هذا الصراع الذى فى ظله يكون النمو السكانى نموا تنافسا (٣٢) .

ولقد درس العالم الايكولوجى سلوبودكين (L. B. Slobodkin) النماذج النظرية للمنافسة بين قسمى سكان يعيشان فى منطقة واحدة ولهما معدلات مختلفة للنمو ولمستويات التشبع السكانى (٣٣) .

فى ظل المنحنيات اللوجستية لنمو هذين القسمين سوف يمتد المنحنى حتى تصل الكثافة عند مستوى سعة الحمل . ويحدث الاتزان عندما يتوقف القسمان من السكان عن النمو ، ولكنهما يتنافسان على نفس موارد الثروة ، لهذا فان نمو احدهما سوف يتوقف على نمو الآخر أيضاً . وكان هدف سلوبودكين من هذا أن يبين من الواقع ما إذا كان من الممكن لقسمى السكان أن يعيشا فى سلام معا فى ظل حالة الاتزان المنشودة ، أم أن أحد الطرفين سيطر باضطراد على موارد الثروة المتاحة ويقضى على القسم الآخر .

ولنفترض أن قسمى السكان فى العالم هما ن١ ، ن٢ وانهما يتنافسان على نفس موارد الثروة فى بيئة محدودة تحديداً مكانيا(قارة مثلا أو العالم كله) ولكل قسم حد أعلى للتشبع أو سعة حمل (ك١ ، ك٢ على الترتيب) ، إننا نتوقع أن يتبع النمو فى كل قسم منحنى لوغاريتمى أى أسى ، وإن كل قسم سوف يستغل موارد الثروة التى من المفروض أن تستهلك بواسطة القسم الآخر من السكان،من هنا نستطيع أن نميز التأثير التنافسى ، فيكون التأثير السكانى لأحد الأفراد الجدد من القسم ن١ على قسمه الذى جاء منه هو

$$\frac{١}{ك_{١}}$$ وعلى القسم الآخر $$\frac{\beta}{ك_{٢}}$$

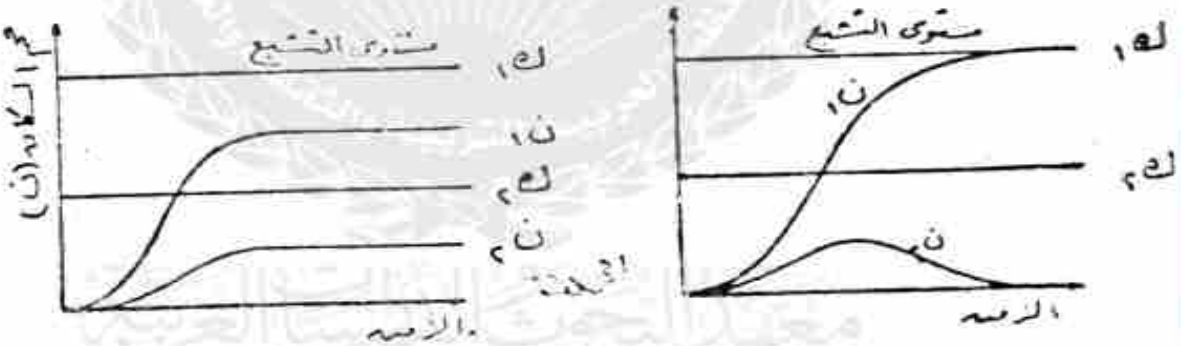
حيث : β هى معامل التنافس على القسم الثانى من السكان وبالعكس

يكون تأثير فرد من قسم السكان ن٢ على نمو قسم السكان ن١ هو : $\frac{\alpha}{ك_{١}}$

وهكذا نستطيع أن نوضح العلاقات الحرجة الموجودة بين معاملى التنافس وبين سعتى الحمل . ويمكن أن يحدث هذا (التعايش السلمى) بين قسمى السكان على مستويات أقل من الحد الأقصى لسعة الحمل فقط عندما تكون :

$$\frac{ك_{٢}}{ك_{١}} \quad \beta \quad 6 \quad \frac{ك_{١}}{ك_{٢}} > \alpha$$

وفى جميع الأحوال الأخرى ينمو أحد قسمى السكان على حساب القسم الآخر حتى يكون البقاء لواحد فقط منهما عند أقصى سعة حمل .



شكل رقم (١٤) : التفاعل بين السكان : نموذج سلوبودكين الافتراضى للنمو الاسى لقسمى السكان . (عن هاجيت ١٩٧٥)

ويمكن من خلال نموذجى سلوبودكين الحصول على نتيجتين هما : إما أن يعيش كلا القسمين تعايشا سلميا (النموذج الأول) بحيث تكون أعدادهما أقل من مستويات التشبع ، أو يعيش طرف أو قسم واحد فقط بمستوى ملائم من التشبع . ورغم أن هذين النموذجين أهتم فيهما سلوبودكين

بقسمين من السكان فى ظروف مبسطة للغاية ، فان ما ينطوى عليه من نواحي ايكولوجية للعلاقات التنافسية بين مختلف السكان وبين الأقسام الفرعية بهم أمر له أهميته ، لأن النموذج يبقى فى النهاية ليوضح كيفية محاكاة الظروف المستقبلية للصراع لكى يمكن بالتالى تجنبها .

إن البشرية لو قدر أن تعيش قرنا آخر من الزمان أو أكثر ، سوف تشهد تغيرات مذهلة فى النظم الايكولوجية ، وفى استخدامات مصادر طبيعية مستحدثة ، وضغط متزايد على المصادر الطبيعية ، وذلك بالإضافة إلى التغيرات الهائلة التى يمكن أن تحدث فى استخدام مصادر الطاقة ، ورغم هذا فمن غير الواضح أن كل هذا يمكن أن يحد من النمو السكانى . إن طاقة حمل السفينة البشرية بحدودها الحالية قابلة للتمدد وليس للانكماش ومن المهم أن نؤكد أن الجنس البشرى وجد ليبقى . أما كيف يبقى وأسلوب هذا البقاء فهو رهن بأفكارنا وعاداتنا وتقاليدنا إزاء النظم البيئية المعروفة . إننا لم نستهلك الكثير جداً بعد من موارد الغذاء التى يمكن أن تتوفر للبشرية ، ولكننا نهدر من المتوفر الكثير الكثير وتلك مشكلة أخرى ليس مجالها هذا البحث ، كما أن الحد الأقصى لاستعمال الطاقة (مع إفتراض حل مشكلات التلوث كلها بما فيها التلوث النووى وحل مشاكل الأمن الأخرى) ليس مصدره نقص الطاقة ذاتها فذلك ضد قوانين الطاقة بالطبع — بل من مشكلة تبدد الحرارة التى تعمل فى النهاية على تحلل واستخلاص الطاقة المفيدة والمستخدمة بالفعل .

حواشي البحث ومصادره :

١ ــ تشير اقدم الهياكل البشرية التى عثر عليها الآن ان الانسان الاول ظهر خلال الفترة ما بين عام ... ١٦٠٠ و ... ٦٠٠ قبل الميلاد .

2. Odum, E.P., : "The Strategy of Ecosystem Development", Science, 164, April-1969, p. 269.
3. Biotic Potential.
4. Saturation Level.
5. Instantanous adjusment.
6. Progressive adjusment.
7. progressive approximation.
8. Potential biological growth.
9. Environmental resistances.

١٠ ــ Logistic Curve وهو يصور النمو اللوجستى للسكان او يمثل اللوجستيكى او (الامدادى) فهو مجتمع يتالف من سكان يزيد عددهم وفق قانون الزيادة اللوجستيكى المفاد بدلالة الزمن وينقص معدل الزيادة اللحظى لهؤلاء السكان نقصانا خطيا بدلالة عددهم ، ويجنح هذا العدد نحو حد ثابت متقارب منه . ويقال لهذا المعدل معدل لوتكا نسبة الى الباحث الذى اوجده ، وهذا المجتمع يتميز عن المجتمع الذى يصور النمو فيه بطريقة اسية Expotential Growth عندما تحدث زيادة السكان خلال فترة النمو وفق قانون اسي فيدعى مجموع السكان الذين يزيدون على هذا النمط بالمجتمع الاسي وهذا النموذج يمثل حالة مبسطة يختبر فيها النمو (او النقص) ويكون معدل التغير ثابتا اذ ان مقدار النمو مرتبط بحجم السكان ، فكلما ازداد هذا المقدار ، كلما كان النمو أسرع ، ويحسب على النحو التالى :

$$\frac{د\ ن}{د\ ن} = ر\ ن$$

حيث : ن = عدد السكان .

ر = معدل الزيادة الطبيعية وهو مقدار ثابت .

$\frac{د}{د\ ن}$ = الطريقة الحسابية لايجاد معدل التغير في وحدة من الزمن .

11. Haggett, P., : "Geography : Amodern Synthesis", London, 1972, P. 162.
12. Varible limit.
13. Haggett, op. cit., p. 165.
14. Deevey, E.S., : The Human Population", Scientific American Jr., September. 1960.
15. Hammond, A.L., : "Conservation of energy", Science, Vol. 178 1972, P. 1079-81.
16. National Academy of Science, : Man. Materials, Enviton-ment, Cambridge, 1974.
17. Cambell, A.H., : "Three Geenrations of Parents", Family Planning Perspectives, Vol. 5. No. 2. 1973, pp. 106-110.
18. National Academy of Science, op. cit., p .5.
19. Odum, E., op. cit.
20. Hulett, H.R., : "Optimum World Population" Bioscience, Vol. 20., 1970. pp. 160-161.
21. Hauser, Philip M., : (quoted in : Miller, G.T., : "Living in the Environment", California, 1975, P.P. 108.)
22. Commoner, B. : "Survival in the Environmental -Population Crises", in : Sunger, f.s., (ed.) is There an Optimum Level of Population ?", New York, 1971.
23. Crach Model.
24. Gradual Stabilization Model.
25. Gradual Decline Model.
26. Meadows, R., : "The Limits to growth", New Yourk, 1972, P. 45.
27. Op. cit. P. 50.
29. Meadows, op. cit., 127.
30. Miller, G.T., : "Living in the Environment", Californing, 1975. pp. 105-121.
31. Op. cit., P. 37.
32. Compotative Growth.
33. Haggett, op. cit., p. 172.

٣٤ ـ شكل رقم ٣ Boughey, A.S., : "Ecology of Population" New York, 1968, pp. 20 — 25.

٣٥ ـ شكل رقم ١٢ Frejka, T., : The Future of Population Growth," New York, 1974.