الفصل الرابع

الموارد المتجددة

Renewable Resources

- مقدمة.
- مخزون الموارد المتجددة ومعدل النمو.
- المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد.
- مصائد الأسماك.
- المراعي.
- موارد الغابات.
- الموارد المائية.
- تمارين الفصل الرابع.
- مراجع الفصل الرابع.

obeikandl.com

4–1 مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى التعريف بأنواع الموارد المتجددة وتوضيح الإطار الاقتصادي لتحليل الموارد المتجددة؛ ويقدم الفصل تعريفات للعناصر ذات العلاقة بمكونات التحليل الاقتصادي للموارد المتجددة، كما يحاول الإجابة على الأسئلة الاقتصادية الخاصة باستغلال الموارد المتجددة، ومنها:

1. أنقوم باستغلال المورد أم لا؟
2. ما هي الكمية المثلى التي يجب ألا يتعداها الاستغلال الأمثل للمورد؟
3. متى يجب أن يتم الاستغلال الأمثل للمورد؟
4. ما هي تكلفة الفرص البديلة لاستغلال المورد المتجدد بمعدل أعلى من المعدل الأمثل للاستغلال؟

كما يقدم الفصل منهجيات نمذجة استغلال الموارد المتجددة رياضياً وطرق حلها وحسابها كمياً خلال مدتين زمنيتين أو أكثر، كما يستعرض الفصل تحليلاً اقتصادياً لعدد من الموارد المتجددة مثل الغابات والمراعي والأسماك.

4–2 مخزون المورد المتجدد ومعدل النمو

سبق لنا تعريف المخزون للمورد القابل للنضوب وتمثيله بمعادلة المخزون:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

ولكن مخزون المورد موضوع الدراسة الآن متجدد، وقد يكون هذا التجدد أو النمو مستقلاً Independent أي: لا يعتمد على مستوى المخزون، وقد يكون النمو تابعاً Dependent لمستوى المخزون المتبقي. فمثلاً الثروة السمكية وقطعان الحيوانات والطيور النادرة والحياة الفطرية بشكل عام يعتمد نموها على مستوى المخزون المتبقي، حيث إن نمو المورد يعتمد على التوالد أو التكاثر الطبيعي الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون المتبقي. بمعنى أن معادلة المخزون السابقة تصبح كما يأتي:

obeikandi.com

$$S_t = S_{t-1} - R_t + G(S_t)$$

حيث؛ $G(S_t)$ هو معدل النمو للمورد الذي يعتمد بدوره على مستوى المخزون S_t.

فيمكن نمذجة نمو مورد مثل الأسماك التي معدل نموها G حيث تكون G هي الفرق بين معدل التوالد ومعدل الوفيات في أعداد الأسماك؛ وإذا كان مخزون الأسماك S_t ينمو بمعدل G عبر الزمن t فإن معدل التغير في مخزون الأسماك هو:

$$\frac{dS_t}{dt} = G(S_t)$$

ويمكن أيضاً اعتبار موردي الغابات والمراعي على النمط السلوكي نفسه للأسماك؛ نظراً لأن حجم البذور للزراعة الموجودة أصلاً في هذه المراعي أو الغابات يعتمد على حجم الغطاء الشجري والنباتي الموجود.

بأخذ التكامل لمعادلة النمو السابقة نستطيع الحصول على معادلة المخزون S_t في أي مدة زمنية كما يأتي: $S_t = S_O e^{Gt}$ ، حيث ينمو المخزون حسب معادلة أسية عبر الزمن دون أي محددات. ولكن، لا يمكن لمخزون أي مورد في أي بيئة أن ينمو بشكل لا نهائي، فنمو الأسماك في منطقة معينة ودون وجود أي صيد يعتمد في نهاية المطاف على الطاقة القصوى (القدرة الحمولية القصوى) Maximum Carrying Capacity (CMC) لهذه المنطقة؛ مما يضع محدداً على المستوى الأعلى الممكن لمخزون الأسماك في تلك المنطقة، كذلك نمو قطعان من أنواع الحياة الفطرية في منطقة معينة ودون وجود أي استغلال يؤدي إلى مشكلة تكاثرها إلى أعداد تفوق القدرة الحمولية للمنطقة؛ مما يضع بدوره محدداً على نمو مخزون المورد مهما كان. وبذلك يمكن نمذجة نمو مخزون المورد المتجدد على أنه يعتمد على مستوى المخزون المتبقي كما يأتي:

$$\frac{dS_t}{dt} = \dot{S}_t = G(S_t)S_t$$

والآن، لنفترض أن هناك طاقة حمولية قصوى (CMC) لا يمكن لمخزون المورد أن يتعداها هي S_m وباستخدام الصيغة اللوجستية لمعادلة النمو:

obeikandl.com

$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)$$

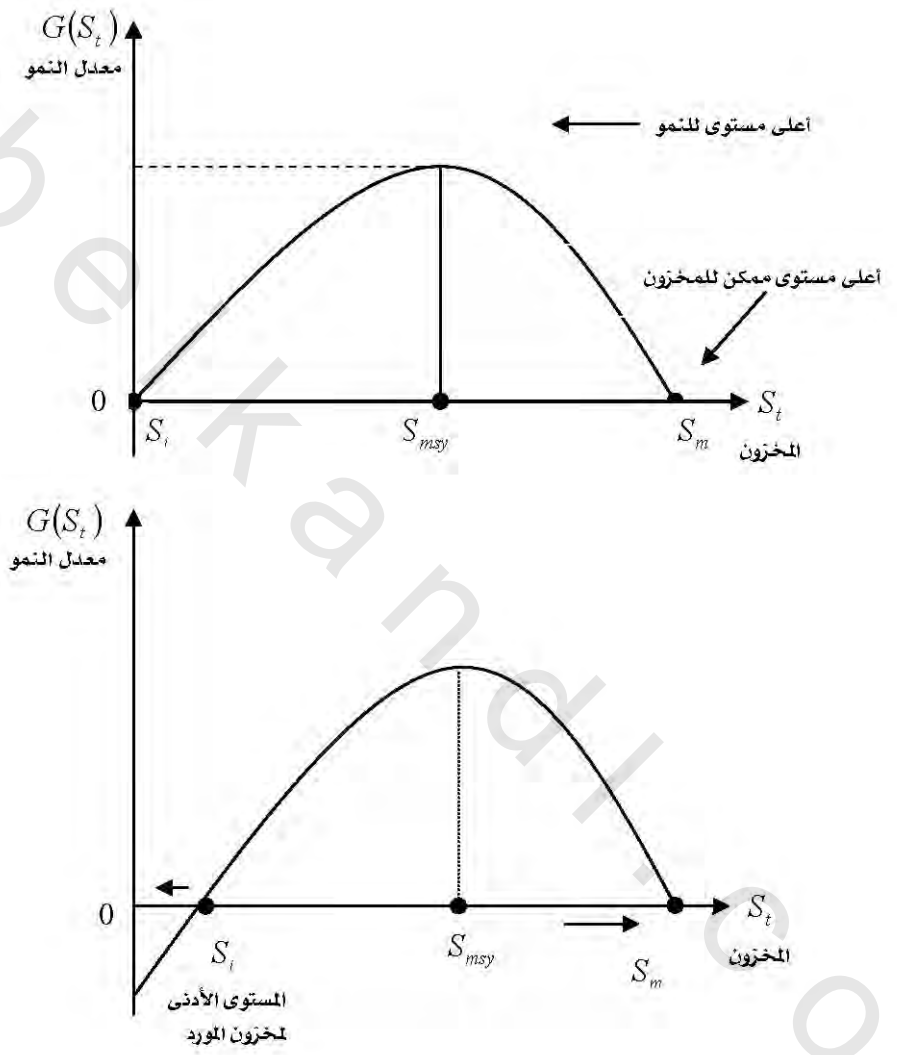
حيث $\sigma > 0$ المعامل الثابت، وحيث تقيس هذه المعادلة معدل النمو لمخزون المورد. $\dot{S}_t = \frac{dS_t}{dt} = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$ وبذلك تقيس $\dot{S}_t$ نمو المورد الإحيائي الذاتي خلال أي مدة زمنية، وللتبسيط نستخدم G للتعبير عن معادلة النمو اللوجستية أو بتعبير آخر $G(S_t)$، حيث تصبح $G(S_t)$ كما يأتي:

$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

ويوضح الشكل (4–1) أن القدرة الحمولية S_m هي أعلى مستوى مخزون يمكن دعمه أو تحمله في بيئة المخزون، حيث يصل المخزون إلى الطاقة الحمولية (الاستيعابية) للمكان، بينما يوضح الشكل (4–1) أن S_{msy} هو مستوى المخزون الأمثل الذي يحقق أعلى معدل من النمو $G(S)$ للمورد. كما يوضح الشكل (4–1) حالة الدالة التربيعية لمعادلة المخزون السابقة، وعليه يكون هناك أيضاً مستوى أدنى من المخزون. S_i يكون نمو المورد عنده $G(S)$ يساوي صفراً، وفي حالة انخفاض رصيد المورد عن S_i فإن نمو المورد يصبح سالباً؛ بعبارة أخرى، فإن مستوى المخزون إذا انخفض عن مستوى معين، فإن المخزون يتناقص (أي إن نموه بالسالب). فعلى سبيل المثال، لو كان هناك 20 غزالاً فقط في دولة من الدول، أي إن $S_i = 20$ غزالاً، فمعنى هذا أن عدد الغزلان أصبح قليلاً جداً لدرجة استحالة تلاقي الأنثى مع الذكر وبقائهم بالتالي على قيد الحياة؛ وبالتالي لا يكون هناك توالد أو نمو لهذا المورد، أي إن $G(S) \prec 0$ بعد النقطة S_i وهو ما يمكن ملاحظته من الشكل (4–1).

obeikandl.com

الشكل (4–1) سلوك المورد المتجدد عبر الزمن



مما سبق نلاحظ أن النمو في المخزون $\dot{S}$ هو:

$$\dot{S}_t = \frac{dS_t}{dt} = \frac{\Delta S_t}{\Delta t}$$

obeikandl.com

وفي هذه الحالة يكون معدل النمو أو التكاثر أو التوالد G معتمداً على مستوى المخزون من المورد في المدة السابقة S_{t-1} بحيث تكون معادلة المخزون بعد إضافة عامل النمو كما يأتي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

وقد يكون نمو أو إمداد المورد الطبيعي مستقلاً، ولا يعتمد على مستوى المخزون المتبقي من المورد. فمثلاً بعض تكوينات المياه السطحية يعتمد إمدادها على مستوى الأمطار في المنطقة، وبذلك تكون معادلة المخزون لمثل هذا النوع من الموارد كما يأتي: $S_t = S_{t-1} - R_t + G$ حيث معدل النمو للمورد G يعد مستقلاً عن مستوى المخزون المتبقي من المورد.

سبق الحديث عن أن الموارد المتجددة يمكن استغلالها إلى الأبد إذا أحسنت إدارتها، كما يمكن أن تتحول الموارد المتجددة إلى موارد قابلة للنضوب، ويتم استنزافها بالكامل إذا لم تتم إدارتها بشكل صحيح. فالمياه الجوفية المتجددة، يمكن أن تستغل بأعلى من معدل تجددها، مما يخفض من مستوى المخزون الابتدائي، ويؤدي ذلك إلى انخفاض مستوى سطح الماء. وكذلك الحال بالنسبة لمصائد الأسماك والغابات والمراعي.

وسبق الإشارة إلى أن الموارد المتجددة تنمو أو تتجدد بآليات مختلفة، فمنها ما يكون معدل نموها G مستقلاً عن حجم المخزون الحالي S_t مثل المياه الجوفية، ومنها ما يكون معدل نموها يعتمد على حجم المخزون المتبقي $G(S_{t-1})$ مثل الأسماك والغابات والمراعي. وبشكل عام فإن معدل النمو يؤثر في معادلة المخزون المتبقي التي تم استخدامها في حالة المورد القابل للنضوب لتصبح في حالة التجدد أو النمو المستقل عن المخزون المتبقي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

بينما تكون معادلة المخزون المتبقي في حالة التجدد أو النمو المعتمد على حجم المخزون المتبقي:

$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

obeikandl.com

ويمكن تلخيص المقارنة بين معادلات ديناميكية مخزون الموارد الناضبة ومعادلات ديناميكية الموارد المتجددة في التوصيف الرياضي لها. حيث توضح معادلة المخزون أو ديناميكية المخزون للمورد القابل للنضوب أن مجموع ما يتم استخراجه خلال الحقب الزمنية المختلفة لا يتجاوز كمية المخزون الابتدائي S_0 المتوافر للاستخراج، أي إن:

$$\sum_{t-1}^{T} R_t \leq S_{\circ}$$

ونلاحظ من المعادلة السابقة أن كمية المخزون المتبقي تعتمد على كمية المخزون الابتدائي ومجموع الكميات المستخرجة، وبعبارة أخرى فإن:

$$S_t = S_{t-1} - R_t$$

كذلك فإن معدل الاستخراج أو الإنتاج من المورد لا يمكن أن يكون سالباً، وبمعنى آخر لا يمكن أن تتم إعادة حقن أو إمداد مخزون المورد بالكميات التي تم استخراجها سابقاً، حيث:

$$R_t \geq 0$$

أي إن مستوى أو معدل الاستخراج لأي مدة موجب أو صفر لكل الحقب الزمنية في المدى التخطيطي.

بينما توضح معادلة ديناميكية المخزون للموارد المتجددة أن المخزون لا يعتمد مستواه فقط على حجم الاستخراج، ولكن أيضاً على معدل نمو المورد $G(S_t)$، الذي قد يكون نمواً داخلياً أو مستقلاً. ففي حالة النمو المستقل تكون دالة ديناميكية المخزون:

$$S_t = S_{t-1} - R_t + G$$

بينما في حالة النمو الداخلي تكون دالة ديناميكية المخزون:

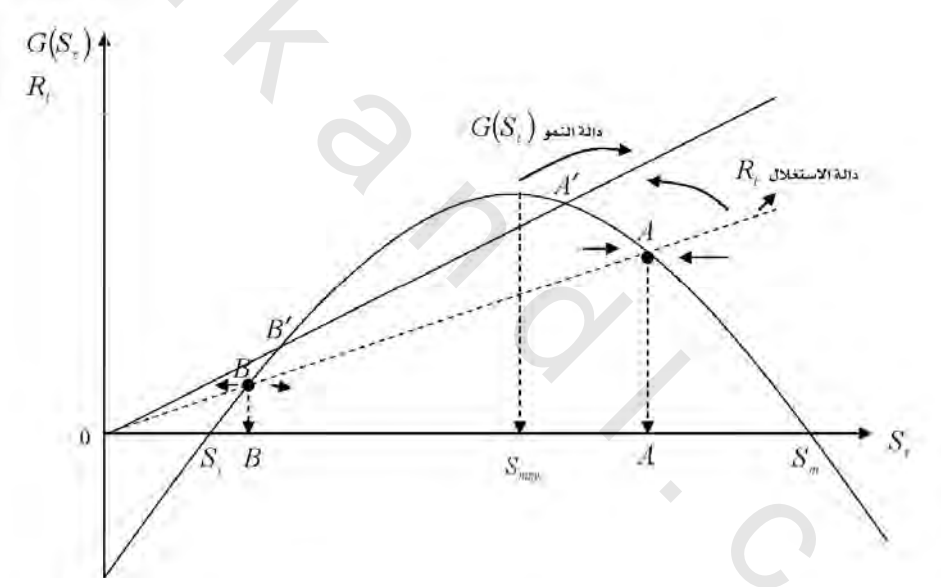
$$S_t = S_{t-1} + G(S_{t-1}) - R_t$$

وبافتراض أن هناك مستوى مخزون CMC لا يمكن لمخزون المورد أن يتعداه هو S_m وباستخدام الصيغة اللوجستية لمعادلة النمو فإن معادلة نمو المخزون:

$$G(S_t) = \sigma\left(1 - \frac{S_t}{S_m}\right)S_t$$

حيث؛ $G(S_t)$ نمو مخزون المورد الإحيائي، S_m الطاقة الاستعابية للمنطقة (الطاقة الحمولية)، $\sigma \succ 0$ ، ويوضح الشكل (4–2) دالة الاستغلال ودالة النمو للمورد المتجدد.

الشكل (4–2) دالة الاستغلال ودالة النمو للمورد المتجدد



لاحظ نقاط التوازن A، B لاستغلال الموارد؛ حيث B تمثل نقطة توازن غير مستقرة Not Stable، نظراً لأنها تؤدي إلى استنزاف المورد في أحد اتجاهيها، كما أن القوي تنطلق منها إلى اتجاهين مختلفين؛ بينما نقطة التوازن A، فهي نقطة توازن مستقر Stable، حيث إن القوى من الجهتين (على يمينها وعلى يسارها) تتجه إليها.

لاحظ أنه عندما كان $G(S_t) \prec R_t$ أي إن معدل الاستغلال أو الاستخراج أو الاستهلاك للمورد R_t كان أعلى من معدل النمو للمورد $G(S_t)$ فإن المخزون S_t انخفض؛ بينما إذا كان $G(S_t) \succ R_t$ ، أي إن معدل الاستغلال أو الاستهلاك للمورد

R_t أقل من معدل النمو $G(S_t)$ ، فإن المخزون للمورد S_t ينمو ليصل نظام المورد إلى نقطة توازن مستقر Stable.

لاحظ أن زيادة معدل الاستغلال R_t تؤدي إلى زحف دالة الاستغلال إلى أعلى، وإلى زحف نقطة التوازن المستقرة إلى اليسار إلى A' ، أي عند مستوى مخزون أقل؛ وإلى زحف نقطة مستوى المخزون غير المستقر إلى اليمين إلى B' أي إلى مستوى مخزون أعلى. وقد يكون زحف هذا المنحنى هو نتيجة للتقدم العلمي والفني أو زيادة عدد السكان في انجراف معدل استغلال المورد إلى معدل أعلى من المعدل القابل للاستدامة (Maximum Sustainable Yield (msy، الذي تقرر أنه عند المعدل المقابل لنقطة التوازن المستقرة A .

3–4 المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد

للحصول على المعدل الأمثل لاستغلال أو استهلاك المورد المتجدد نفترض أن لدينا معادلة الطلب نفسها التي استخدمناها في حالة الموارد القابلة للنضوب التي معكوسها:

$$P_t = \alpha - bR_t$$

والتي إيرادها الإجمالي:

$$TB_t = \int_O^{R_t} \alpha - bR_t dR$$

$$TB_t = \alpha R - \frac{b}{2} R_t^2$$

عندما تكون تكلفة الاستخراج للمورد المتجدد هي:

$$TC = C_1 R_t^2 + C_2 R_t \left(\frac{S_O - S_t}{S_t} \right)$$

ويوضح الجزء الثاني من التكاليف الكلية أن تكاليف استخدام المورد ترتفع كلما انخفض مستوى مخزون المورد المتبقي. وبذلك تكون مشكلة (التعظيم)

openkandi.com

التحكم الأمثل للمورد التي سبق تقديمها في الفصل السابق للمورد الناضب في حالة المورد المتجدد كما يأتي:

$$\underset{R_t}{Max}\sum_{t=1}^{T}\frac{aR_t-\frac{b}{2}R_t^2-\left[C_1R_t^2+C_2R_t\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)\right]}{(1+r)^{t-1}}$$

وهنا نلاحظ أنه لا يوجد في دالة الهدف ما يدل على أن المورد متجدد.

تحت القيود S.t:

$$S_O \geq \sum_{t=1}^{T} R_t - G_t(S_{t-1})$$

والقيد السابق يوضح أن المورد يتجدد بمعدل نمو $G(S_{t-1})$.

وأن:

$$R_t \geq 0$$

وبذلك تكون دالة لاجرانج للمسألة التعظيمية لأنموذج التحكم الأمثل كما يأتي:

$$L(R_t,\lambda)=\sum_{t=1}^{T}\frac{aR_t-\frac{b}{2}R_t^2-\left[C_1R_t^2+C_2R_t\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)\right]}{(1+r)^{t-1}}+\lambda\left(S_O-\sum_{t=1}^{T}R_t+G_t\right) \quad (1)$$

تلك التي نحصل منها على شرط معدل الاستخدام الأمثل للمورد المتجدد:

$$\frac{\partial L}{\partial R_t}=\frac{\alpha-bR_t-2C_1R_t-C_2\left(\frac{S_O-S_t}{S_t}\right)}{(1+r)^{t-1}}-\lambda=0 \quad (2)$$

وهي تمثل الشرط الضروري (الأول) لتوازن استغلال المورد المتجدد.

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda}=\sum_{t=1}^{T}R_t-G_t+S_O=0 \quad (3)$$

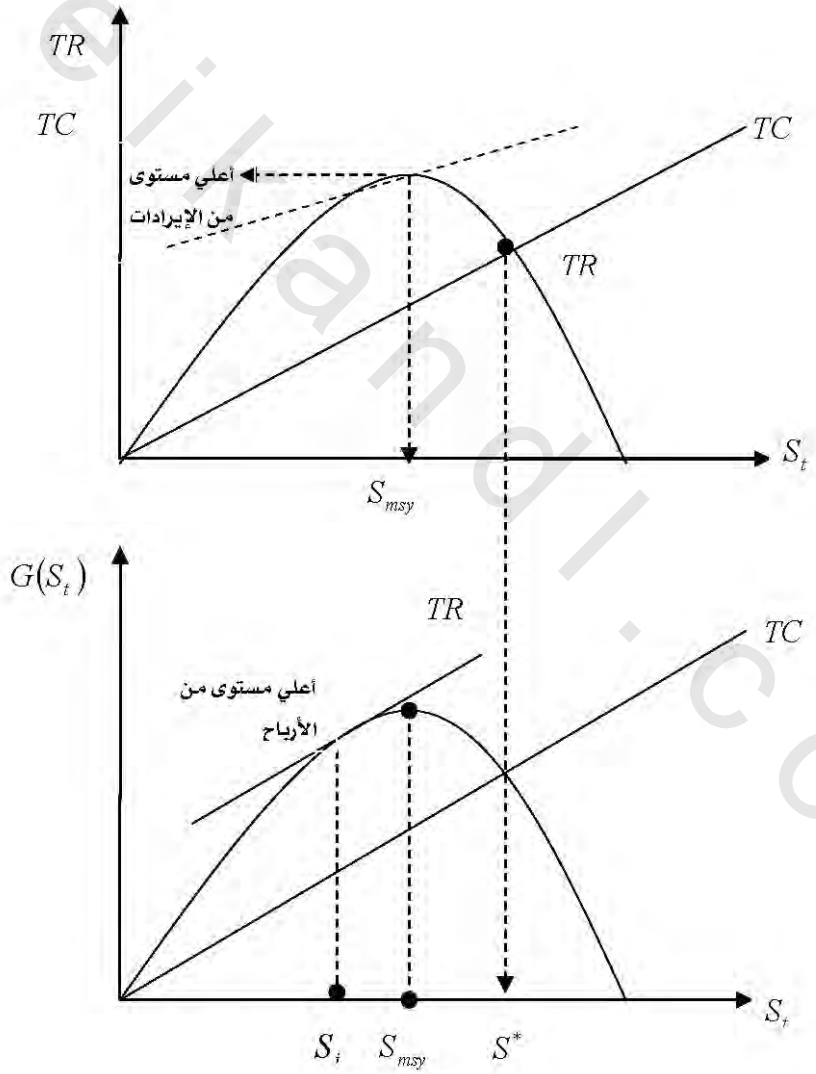
وهي تمثل الشرط الضروري (الثاني) لتوازن استغلال المورد المتجدد.

obeikandl.com

ونلاحظ هنا أن الشرط أو المعادلة السابقة يمكن أيضاً إعادة ترتيبها كما يأتي:

$$S_O + G_t - \sum_{t=1}^{T} R_t = 0$$

الشكل (4–3) المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد



ويوضح الشكل (4–3) المعدل الأمثل لاستغلال المورد المتجدد بالعلاقة مع التكاليف الكلية للاستخراج TC والإيرادات الكلية للاستخراج TR؛ حيث يوضح الشكل الأول نقطة أعلى مستوى ممكن من الإيرادات TR تتوافق مع مستوى المخزون S_{msy}، بينما يوضح الشكل الثاني نقطة أعلى مستوى من الأرباح تتوقف مع مستوى المخزون S_i.

وتتميز كثير من الموارد المتجددة بأنها موارد مفتوحة أي: ذات ملكية مشاعة open access؛ أي إنها موارد ذات ملكية مشاعة Common Property، حيث توجد حرية كاملة لدى جميع الراغبين باستخدام المورد في استغلال المورد عند أي كمية يستطيعون الحصول عليها، وهذا يؤدي إلى وفورات (متعديات) سالبة لجميع المهتمين باستغلال المورد. ومثل هذا النوع من الملكية للمورد يحتاج إلى إدارة من قبل الحكومة أو إلى إدارة جماعية، وإلا ستؤدي الملكية المفتوحة والتنافس على استغلاله إلى تدهور المورد وربما إلى نضوبه، بل إن عدم إدارته بشكل صحيح يؤدي إلى ما سمي في أدبيات اقتصاديات الموارد بمأساة المورد المشاع Common Property Tragedy. ويدخل في مفهوم الملكية المفتوحة الكثير من الموارد المتجددة مثل المياه السطحية والمراعي والغابات. ويمكن إدارة مثل هذه الموارد من خلال تنظيم عملية استغلالها باستخدام التراخيص.

ويمكن حل المسائل السابقة رقمياً عن طريق عدد من البرمجيات كما ذكرنا في الفصل الخاص بالموارد القابلة للنضوب، ونقدم هنا حلاً لمثل هذه المسائل باستخدام جداول أكسل، بالمنهجية التي سبق عرضها في الفصل الثالث نفسها مع اختلاف في الشروط الضرورية والكافية المطبقة ونافذة المدخلات المستخدمة.

obeikandl.com

تطبيق على مسائل الموارد المتجددة

تكلفة الفرصة البديلة	5	الضريبة الإضافية	المخزون النهائي 0		0.05
سعر الفائدة	5.00%	معدل النمو	تباين الإنتاج 1.00%		176.77
المخزون الابتدائي	500	السعر الابتدائي	تكلفة الفرصة البديلة النهائية 30		-189.80
المدى الزمني	70	معدل النمو	القيمة الحالية للربح 3.00%		16,660
نسبة تكلفة الفرصة	1.00				

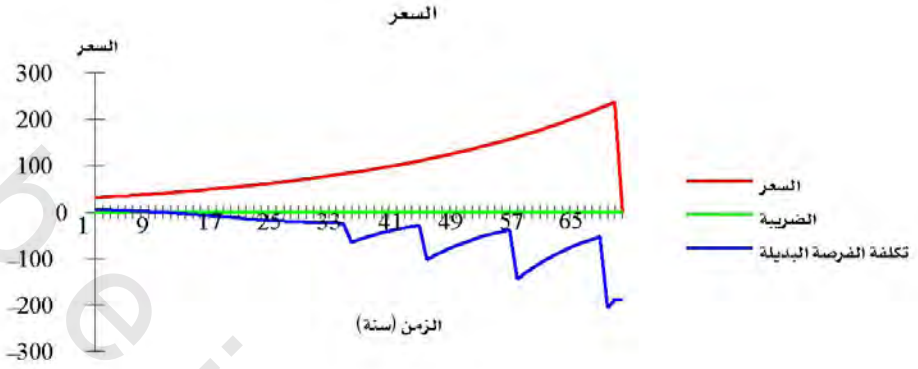
دالة التكاليف: aR + bR^2 + cR^3 + e(MSS-S) + fR(MSS-S) + gR(MSS-S)/S

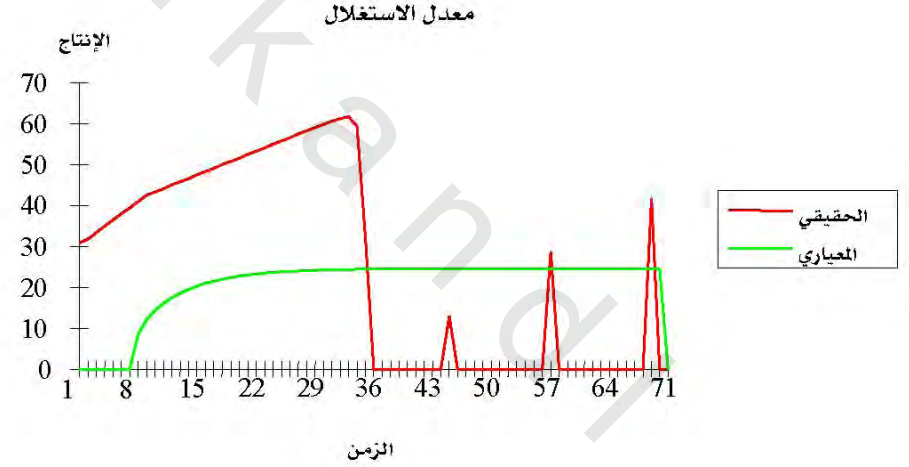
معادلات دالة التكاليف	a:	2	b:	0.003	c:	0.005
	e:	0.05	f:	0.02	g:	0.05

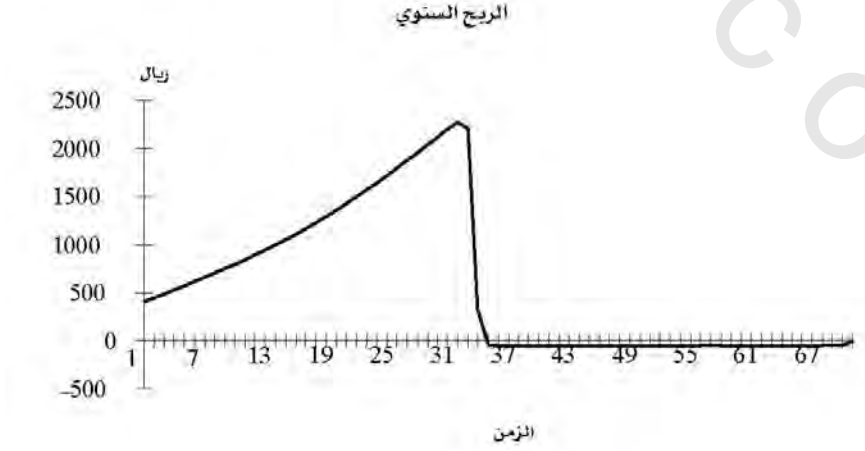
دالة النمو للمورد: S(t+1) = S(t) + u +vS(t)[1 - S(t)/K]-R(t)

u:	0	v:	0	K:	1000	MSS:	1000.00

الزمن	سعر السوق	الضريبة			لاستغلال المعياري	الاستغلال الحقيقي	المخزون المتبقي	تكلفة الفرصة البديلة	الربح السنوي
1	31	0	31	35.3	30.92	30.92	506.58	5	407
2	32	0	32	36.2	31.79	31.79	512.28	5	445
3	33	0	33	37.2	33.37	33.37	516.39	4	487
4	34	0	35	38.1	34.93	34.93	518.92	4	529
5	35	0	36	39.1	36.47	36.47	519.90	3	572
6	36	0	38	39.9	37.99	37.99	519.34	2	616
7	37	0	40	40.8	39.52	39.52	517.27	2	660
8	38	0	41	41.7	41.05	41.05	513.68	1	705
9	39	0	43	42.5	42.52	42.52	508.63	(0)	750
10	40	0	44	43.3	43.34	43.34	502.78	(1)	795
11	42	0	46	44.2	44.17	44.17	496.10	(2)	843
12	43	0	47	45.0	45.00	45.00	488.60	(3)	892
13	44	0	49	45.8	45.83	45.83	480.26	(4)	943
14	45	0	50	46.7	46.65	46.65	471.04	(5)	996
15	47	0	52	47.5	47.48	47.48	460.94	(7)	1,051
16	48	0	54	48.3	48.31	48.31	449.89	(8)	1,108
17	50	0	55	49.1	49.14	49.14	437.87	(9)	1,167
18	51	0	57	50.0	49.98	49.98	424.82	(10)	1,228
19	53	0	58	50.8	50.81	50.81	410.66	(12)	1,291
20	54	0	60	51.6	51.65	51.65	395.31	(13)	1,356
21	56	0	61	52.5	52.49	52.49	378.68	(14)	1,424
22	57	0	63	53.3	53.33	53.33	360.65	(16)	1,494
23	59	0	64	54.2	54.16	54.16	341.07	(17)	1,566
24	61	0	66	55.0	55.00	55.00	319.78	(18)	1,640
25	63	0	67	55.8	55.84	55.84	296.57	(19)	1,716
26	65	0	68	56.7	56.67	56.67	271.19	(20)	1,794
27	67	0	69	57.5	57.49	57.49	243.34	(21)	1,874
28	69	0	70	58.3	58.31	58.31	212.65	(22)	1,955
29	71	0	71	59.1	59.11	59.11	178.66	(22)	2,036
30	73	0	72	59.9	59.89	59.89	140.78	(22)	2,118
31	75	0	73	60.6	60.63	60.63	98.29	(22)	2,197
32	77	0	74	61.3	61.31	61.31	50.27	(22)	2,271
33	80	0	75	61.8	61.78	50.27	7.16	(23)	2,207
34	82	0	112	59.3	59.34	7.16	1.07	(27)	329







opeikanal.com

4–4 مصائد الأسماك:

تمثل مصائد الأسماك Fisheries أنموذجاً للمورد المتجدد الأحيائي أي: الذي يعتمد في نموه على التكاثر أو النمو الداخلي. وكما هو معروف فإن حقوق الملكية لأكثر الموارد المتجددة تعد مفتوحة (ذات ملكية مشاعة)، أي: لا توجد ملكية خاصة لهذه الموارد قبل حيازتها في غياب السياسات الحكومية.

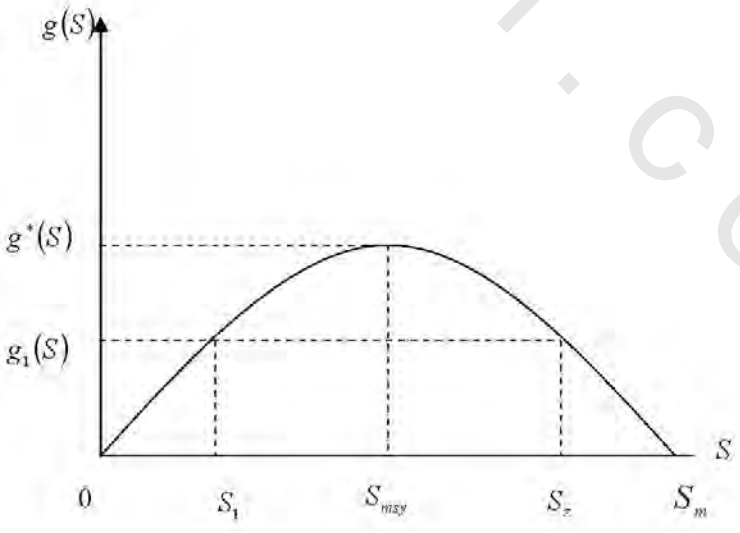
حيث تمثل S_t المخزون من السمك في الحقبة t ، وحيث $\frac{dS_t}{dt}$ توضح تغير المخزون من الأسماك عبر الزمن، وبعبارة أخرى فإن معدل أو مستوى نمو الرُبيان أو السمك في هذا المصيد هو $\frac{dS}{dt} = G(S)$

حيث يعبر عن النمو $G(S)$ بدالة لوجستية Logistic Function هي:

$$G(S) = r.S\left(1 - S/S_m\right)$$

حيث r تعبر عن النمو اللحظي لمخزون الأسماك S ، حتى يصل المصيد أو المنطقة إلى قدرتها الحمولية القصوىMaximum Carrying Capacity التي نرمز لها هنا بـ S_m .

الشكل (4–4) دالة تغير المخزون من الأسماك عبر الزمن



openkanal.com

وتمثل مصائد الأسماك الدولية مثالاً على ارتفاع مستوى استغلال الموارد ذات الملكية المشاعة المتجددة، إذ يؤدي استغلالها المفتوح عادة إلى تدهور أو انخفاض المخزون من هذا الموارد. من خلال زيادة الصيادين وزيادة حجم الصيد، الذي يبدأ عادة بصيد الأسماك الكبيرة ثم المتوسطة ثم الصغيرة؛ مما يؤدي بمنحنى الاستغلال إلى الانخفاض في المدى الطويل.

4–5 المراعي:

للمراعي Range Lands أهمية اقتصادية كبيرة من حيث تكلفتها كمصدر للأعلاف مقارنة بتكلفة الأعلاف الزراعية اللازمة للإنتاج الحيواني، كما أنها توفر الغذاء والملجأ للحياة الفطرية بأنواعها المختلفة. وتلعب المراعي Rangelands دوراً اقتصادياً مهماً ورئيساً في حماية التربة ومساقط المياه من عوامل التعرية وفى زيادة نفاذ المياه إلى باطن الأرض وحفظ الرطوبة الأرضية وتجديد المياه الجوفية والحد من حركة الرمال ومقاومة الزحف الصحراوي والمحافظة على التوازن البيئي بالإضافة إلى توفير الفوائد الترويحية الأخرى للمواطنين كالصيد والتنزه والترفيه وغيرها؛ وكل هذه الفوائد لها منافع اقتصادية واجتماعية وبيئية كبيرة للمجتمع.

ومن ثم تعد المراعي كنزاً طبيعياً لا ينضب (إذا تمت حمايتها وإدارة استغلالها بوعي)، إضافة إلى أنها لا تحتاج إلى الكثير من الجهد والمال والأراضي الخصبة ومياه الري؛ إذا ما قورنت بما تحتاجه المنتجات والنباتات الزراعية الأخرى، مما يجعلها ذات مردود اقتصادي واجتماعي وبيئي عالٍ لأي مجتمع.

4–5–1 الحمولة الرعوية:

تعرف الحمولة الرعوية Grazing Capacity بأنها أكبر عدد ممكن من حيوانات الرعي يمكنها أن ترعى في وحدة المساحة من المراعي خلال مدة زمنية محددة وتعطي أكبر إنتاج مستمر من المنتجات الحيوانية على المدى الطويل، دون أن تتدهور المصادر الأساسية في مساحة المرعى؛ وتحدد الحمولة الرعوية أساساً بكمية العلف المتاح الذي ينتجه المرعى وبمعامل الاستغلال السليم المسموح به خلال موسم الرعي والاحتياجات الغذائية للحيوان نفسه. نظراً لأن فصائل الحيوانات المختلفة

(إبل , ماعز , أغنام، ....) تختلف في احتياجاتها الغذائية؛ فقد وجد العلماء أنه من الأفضل عند تقدير الحمولة الحيوانية أن نعبر عن عدد الحيوانات بما يسمى وحدة حيوانية Per Animal والوحدة الحيوانية القياسية المستخدمة عادة هي بقرة كبيرة ناضجة تزن حوالي 450 كجم، والوحدة الحيوانية المدارية هي بقرة كبيرة ناضجة يقدر وزنها في المتوسط بحوالي 300 كجم، وتستخدم الوحدة الحيوانية المدارية في المناطق الجافة وشبه الجافة ذات المراعي الفقيرة مثل المملكة العربية السعودية، ويدخل في حساب الحمولة الرعوية ما يأتي:

1) معامل الاستغلال:

يعرف معامل الاستغلالUtilization Coefficient بأنه عبارة عن مقياس نسبي لما تستهلكة الماشية، ويمدنا بمعلومات عن الكثافة الرعويةGrazing Intensity ومدى ملاءمة معدل التحميل Stocking Rate ونمط توزيع الماشية في المرعى، وعن التغطية والغذاء المتاح للأحياء الفطرية، وعن تغطية التربة، وعن القيم الجمالية للمرعى خلال موسم الرعي Range Time، ولكل نوع نباتي معامل استغلال سليم يضمن استمرار النبات في البناء والإنتاج.

ويعد معامل الاستغلال للمرعى متوسط معامل الاستغلال السليم للأنواع المهمة في المرعى، وهو يضمن عدم تدهور المرعى وبقاءه قوياً ومنتجاً، وفي الوقت نفسه يحافظ على المصادر الأخرى بالمرعى كالتربة والمياه, ويتراوح معامل الاستغلال الأمثل لأي مرعى في المناطق الجافة وشبه الجافة من 50٪ إلى 60٪ وتقل النسبة إذا كان المرعى متدهور أو كان الموسم جافاً.

2) الاحتياجات الغذائية للحيوانات:

الاحتياجات الغذائية للحيوانات (الكلأ) Forages، حيث تختلف الاحتياجات الغذائية للحيوانات حسب وزن الحيوان وطريق التغذية، وبشكل عام تحتاج الوحدة الحيوانية يومياً من 2.7٪ إلى 3٪ من وزنها أعلافاً محسوبة على أساس الوزن الجاف، أما إذا كانت الحيوانات منتجة فإنه يضاف إلى العليقة الحافظة كمية أخرى من المواد العلفية تختلف باختلاف كمية الإنتاج المراد تحقيقه ونوعيته، ويفضل حساب

الإنتاج العلفي على أساس سنة متوسطة الأمطار نظراً لتذبذب الأمطار من سنة لأخرى.

إن التعبير عن الحمولة الرعوية لا بد أن يشمل ثلاثة مكونات وهي عدد رؤوس الماشية، ومساحة المرعى، ومدة الرعي، ويمكن التعبير عن الحمولة الرعوية كمياً بطريقتين هما:

1. عدد الحيوانات الممكنة في الهكتار لمدة معينة.
2. عدد الهكتارات اللازمة لكل وحدة حيوانية في مدة زمنية معينة.

4-5-2 القيمة الاقتصادية للمراعي:

تعتمد القيمة الاقتصادية للمراعي Range Economic Value على ثلاثة عناصر متمثلة في: (1) ما تقدمه المراعي للمواشي من مادة جافة كعلف. (2) ما تقدمه المراعي من منافع ترفيهية وتنفيسية للمواطنين. (3) ما تقدمه المراعي من منافع لحماية الحياة الفطرية والتنوع البيولوجي للنظام البيئي؛ غير أن العنصرين الآخرين من الصعب تقديرها، نظراً لأنهما يعتمدان على طرق تقدير غير مباشرة في حسابهما (كطريقة تكلفة السفر Travel Cost، وطريقة رسوم الدخول Entrance Fee ومع أهمية هذين العنصرين للقيمة الاقتصادية للمراعي للمجتمع، إلا أنهما لا يعدان القيمة الوظيفية الأساسية للمراعي مقارنة بالعنصر الأول الذي يقدر بطريقة مباشرة، الممثل في قيمة المراعي كمراعٍ للماشية. ولذلك ستركز منهجية حساب القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي على هذا العنصر ذي الفائدة المباشرة.

وترتكز فكرة القيمة الاقتصادية للمراعي على حساب القيمة السوقية للمادة النباتية الجافة الصالحة كعلف للماشية التي يتم إنتاجها خلال السنة، فإذا تم حساب كمية الناتج من المادة النباتية الجافة خلال السنة لمنطقة ما، يتم ضرب هذه الكمية بالطن في سعر الطن الواحد من العلف البديل كالبرسيم أو الرودس أو الذرة أو غيرها من أنواع الأعلاف، وبذلك سيكون الناتج قيمة القدرة الإنتاجية للمراعي بالوحدة النقدية.

القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية الحالية لمرعى ما = متوسط كمية المادة النباتية الجافة المنتجة خلال سنة × سعر العلف البديل.

ويلاحظ هنا أن هذه الطريقة تحسب القدرة الإنتاجية الحالية للمرعى في وضعه الراهن Status Qou، أي: في حالة الوضع الذي قد يكون متدهوراً للمراعي. وعليه فيجب حساب القيمة الاقتصادية لإنتاج المرعى في حال تمت إدارته بشكل كفؤ وتم إعادة تأهيله ليصبح في وضع جيد. وهذه القيمة يتم حسابها على أساس القدرة الإنتاجية في حالة المراعي الجيدة الإدارة وتحت ظروف الإدارة الصحيحة للمرعى؛ تلك التي يمكن حسابها من واقع إنتاجية المناطق المحمية القريبة من هذه المراعي كالمطارات والمحميات والمناطق العسكرية التي لم تتدهور مراعيها كمناطق محمية وفي الوقت نفسه تعتبر مناطق قياسية مشابهة، وهو ما يقدم لنا إنتاجية المرعى المثلي Potential في حال تمت إدارته بشكل جيد.

القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية المثلى لمرعى ما = متوسط كمية المادة النباتية الجافة التي ستنتج خلال سنة في حالة الإدارة المثلى × سعر العلف البديل للوحدة من الكمية.

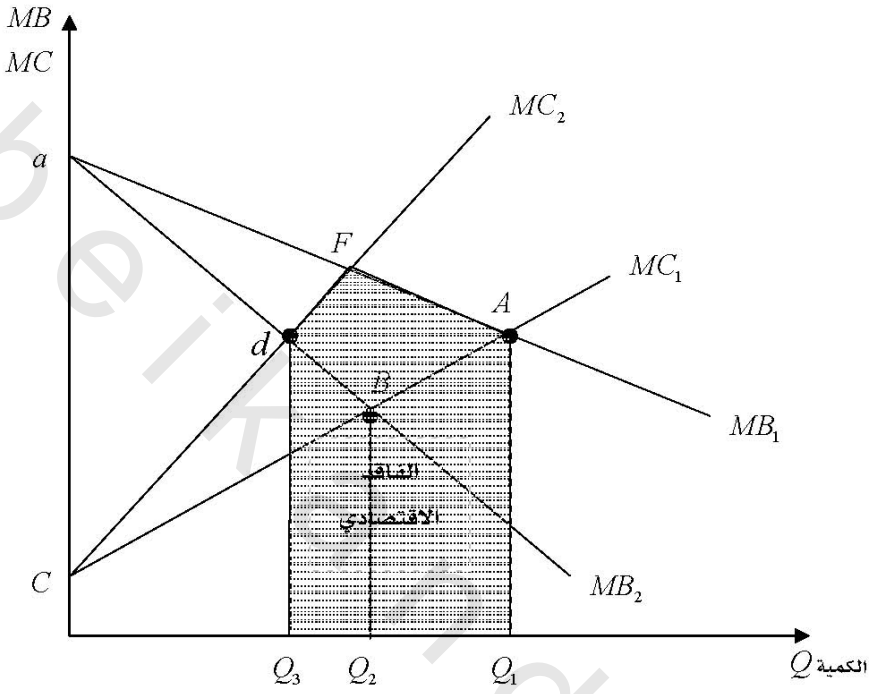
كما يمكن حساب قيمة الفاقد أو الهدر الاقتصادي Economic Loss الناتج من تدهور المراعي وعدم إدارتها بشكل متكامل، من خلال حساب الفرق في القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي في وضعها الحالي مع القيمة الاقتصادية المباشرة للمراعي في حالة الإنتاجية المثلى أي: تحت إدارة مثلى (كفؤة).

قيمة الفاقد الاقتصادي لسوء استغلال مرعى ما = القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية المثلى للمرعى تحت إدارة كفوءة – القيمة الاقتصادية المباشرة للإنتاجية الحالية للمرعى.

ويوضح الشكل (4–5) الهدر أو الفاقد الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة.

Openkandil.com

الشكل رقم (4–5) الفاقد الاقتصادي لوجود ملكية مشاعة للمراعي وغياب الإدارة



ويوضح الشكل (4–5) أثر الملكية المشاعة Common Property على استغلال المراعي مع غياب نظام إدارة كفؤ لها. ويوضح الرسم أن منحنى المنافع الحدية MB_2 هو المنحنى الحقيقي لاستغلال المرعى، بينما منحنى MB_1 هو المنحنى في حالة وجود إعانة غير مباشرة لاستغلال هذه المورد (كملكية مشاعة) دون إدارة كفؤة للمراعي؛ بينما التكاليف الحدية الحقيقية لاستغلال المورد هي MC_2 ؛ و MC_1 هي التكاليف الحدية السوقية (المباشرة) لاستغلال المرعى في حالة الملكية المشاعة دون إدارة كفؤة للمراعي. والفرق بينهما هو تكاليف الوفورات (الخارجيات) نتيجة استغلال المستفيدين من المورد لنظام الملكية المفتوح Open Acess للمورد.

نلاحظ أنه في حال غياب إدارة واعية من قبل السلطات المسؤولة عن المراعى فإن نقطة التوازن ستكون عن النقطة A حيث تكون الكمية المستغلة من المورد

Q_1 ، بينما لو تم اعتبار المنافع الحقيقية الحدية MB_2 بدلاً من MB_1 لأصبح التوازن عند النقطة B ، وبذلك تنخفض الكمية المستغلة من المورد Q_1 إلى Q_2 ؛ بينما إذا تم اعتبار التكاليف الاجتماعية MC_2 بالإضافة إلى المنافع الاجتماعية لاستغلال المراعي MB_2 ، فإن التوازن سيكون عند النقطة هو d، وبذلك ينخفض مستوى استغلال المورد من Q_1 إلى Q_3 .

ونلاحظ أن تأثير غياب تعريف متكامل لملكية المورد (أي: وجود ملكية مشاعة) وغياب الإدارة الكفؤة للمراعي، يؤدي إلى زيادة استغلال المورد بطريقة جائرة بكمية يمكن قياسها من Q_1 إلى Q_3 مما يؤدي إلى تدهور ونضوب مورد المراعي على المدى الطويل. كما أن حجم الخسارة أو الفاقد الاقتصادي للمجتمع من الاستغلال الجائر سيقدر بمساحة $d\ Q_3\ Q_1\ A\ F$.

وكمثال على ما سبق لنفترض أن لدينا مرعى بمساحة 100 كيلومتر مربع، وأن إنتاجية الكيلو متر المربع هي 0.5 طن من العلف في السنة، وعليه فسنقوم بحساب عدد الإبل (الحمولة الرعوية من الإبل) في هذا المرعى؛ فإذا كان سعر الطن من العلف = 10.000 ريال، فإن القيمة الاقتصادية لإنتاجية المرعى= 10.000 × (100×0.5) =500.000 ريال

والآن لنفترض أن هناك منطقة محمية مجاورة لهذا المرعى وأن إنتاجيتها المثلى هي طن من العلف للكيلو متر المربع في السنة، وهذا يعني أن منطقة المرعى في حالة الإدارة الجيدة ستكون حمولتها الرعوية ضعف الوضع الحالي أي:

القيمة الاقتصادية للمراعي في حالة الإدارة الكفؤة = 10.000 × (100×1)= 1.000.000 ريال

وهذا يعني أن القيمة الاقتصادية للإنتاجية المثلي للمرعى= 1.000.000 ريال

وهذا يعني أن الفاقد الاقتصادي للمجتمع يسبب وجود نظام ملكيه مشاع للمراعي = القيمة الاقتصادية لوجود نظام كفؤ – القيمة الاقتصادية الحالية = 1.000.000 – 500.000 = 500.000 ريال. وهذا يعني أن الفاقد الاقتصادي لإنتاجية

المرعى نتيجة الرعي الجائر وسوء الإدارة للمرعى هي = القيمة الاقتصادية للإنتاجية المثلى للمرعى – القيمة الاقتصادية الحالية.

4–5–3 عوامل وأسباب تدهور المراعي:

إن تدهور المراعي ومعوقات تنميتها رأسياً من حيث الطاقة الإنتاجية للمرعى وأفقياً من حيث المساحة الرعوية يعود لعوامل طبيعية وعوامل بشرية:

4–5–3–1 العوامل الطبيعية:

وهي عوامل ليس للعنصر البشري دخل فيها، ولكنها تعد معوقاً لتنمية المراعي أو سبباً لتدهورها ومن أهمها الأسباب الآتية:

الظروف المناخية غير الملائمة، من تذبذب كبير في درجات الحرارة وتذبذب كبير في كمية الهطول المطري وصعوبة توزيع المياه وغيرها من العوامل البيئية، وهذه من العوامل التي أدت إلى تدهور المراعي وانتشار الجفاف Aridity والجدب Drought والتصحر Desertification.

التشكيلات الجغرافية الوعرة والتضاريس الصعبة والأراضي الرطبة التي تعد معوقاً أمام التنمية الرعوية والاستصلاح الرعوي.

4–5–3–2 العوامل البشرية:

وهي عوامل بشرية من وضع الإنسان نفسه أدت لتدهور المراعي، وقد تؤدي مجتمعة أو بعضها إلى تدهور المراعي، ومنها الأسباب الآتية:

1. انتشار استخدام وسائل النقل الحديثة والسريعة وسهولة شق الطرق الترابية العشوائية من قبل الرعاة والمتنزهين وأثرها التدميري على التربة والغطاء النباتي.
2. عدم اتباع أنظمة الحماية والإدارة المتكاملة للمراعي بشكل فعّال، والصعوبات الإدارية في تطبيق الدورات الرعوية.

obeikandl.com

3. عدم توافر الكوادر الفنية المتفهمة لنمط الحياة في مناطق الرعي وانعدام الحوافز الجيدة والمشجعة للانخراط في الكوادر الفنية المدربة لإدارة المراعي.
4. إهمال مشروعات التنمية المستدامة والمتوازنة والمتكاملة للمراعي وعدم المتابعة المستمرة لها وعدم التعاون على المستوى الإقليمي.
5. زيادة أعداد المواشي في مساحات محددة دون أية قيود أو مراقبة وسهولة الاستيراد للمواشي.
6. الإفراط في تقديم الإعانة للرعاة مع وجود أخطاء في طريقة توزيع استغلالها، وسوء استخدام هذه الإعانات وما أدت إليه من زيادة في أعداد المواشي عن القدرة الحمولية للمراعي.
7. الرعي الجائر والرعي المطلق والرعي المبكر للمراعي.
8. إزالة المراعي من أجل استخدام أراضيها للزراعة أو العمران.
9. الظروف الاقتصادية للمنطقة بسبب الوفرة النفطية والاتجاه نحو حياة المدن والصناعة وانخفاض الاهتمام بالمراعي كمورد اقتصادي حيوي.
10. ظهور ما يسمى بالراعي الأجير المستورد من خارج المنطقة، الذي غالباً ما يكون غير مؤهل للمهنة.
11. دخول تجارة الاستثمار الرعوي إلى المجتمع الرعوي واستثمار المراعي بشكل تجاري جشع وكثيف جداً.
12. إهمال مهنة الرعي لكونها مهنة شاقة وانتباذها اجتماعياً من بعضهم، ووجود مصادر أخرى للدخل أفضل اقتصادياً واجتماعيا، وتحويلها لدى بعضهم إلى حيازة لأغراض تفاخرية وجمالية لنخبة اجتماعية.
13. التغير في حقوق الرعي التاريخية ونظمها جعل المراعي مناطق مفتوحة دون قيود Communal Grazing تنظمها وتضمن عدم إساءة استخدامها.

openkanal.com

14. انخفاض وانعدام التوعية الاجتماعية والإعلامية، وضعف وسائل وجهود نشر الوعي البيئي مع أهمية المحافظة على البيئة الرعوية للمجتمع الرعوي.
15. عدم تطبيق القوانين التي تسن لتنظيم المراعي وإدارتها بشكل جدي، وبالإضافة إلى أسباب أخرى كثيرة كان للإنسان دخل فيها.

4-5-4 مظاهر ومؤشرات تدهور المراعي:

تحدثت معظم التقارير والدراسات والمسوحات عن التدهور الذي أصاب المراعي وأدى إلى اتساع رقعة الصحراء، وبروز مظاهر التصحر الذي انعكس في عدد من المظاهر. أحدها تلف الغطاء النباتي للتربة مما يؤدي إلى انخفاض الاحتمالات الحالية والمستقبلية لإنتاج التربة، ومن ثم تتفكك التربة وتقشرها وتعريتها وزحف الرمال المتحركة عليها بواسطة عوامل التعرية، وارتفاع نسبة الملوحة وقلة المخزون المائي الجوفي. وهذا أشد وأخطر مراحل التصحر، وتقول الدراسات إن خطر التصحر يشمل 14٪ من سكان العالم، وتعد مناطق الوطن العربي أكثر مناطق العالم تأثراً بهذه المشكلة، فمعظم أراضيه تقع في النطاق الصحراوي أو شبه الصحراوي، وتسيطر عليها الظروف الجافة أو شبه الجافة و90 ٪ من مساحتها معرضه للتصحر ولديها أكثر من ثلث الأراضي المتصحرة في العالم. وتختلف حالة التصحر ودرجة خطورته من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف نوعية العلاقة بين البيئة من ناحية وأسلوب استخدام الإنسان لمواردها من ناحية ثانية، وقد تم الاتفاق في مؤتمر نيروبي 1977م على تحديد درجات التصحر بأربع درجات حسب شدته وخطورته:

أ) تصحر طفيف Slight Desertification، ويحدث إذا تعرضت كل من التربة والنباتات الطبيعية لفقد بسيط لا يؤثر على الطاقة البيولوجية والطبيعية للبيئة.

ب) تصحر معتدل Moderate Desertification، ويحدث إذا تعرضت النباتات الطبيعية لتلف قليل أو تكونت أراضٍ رديئة بفعل التعرية الهوائية والمائية أو تكونت كثبان رملية أو تعرضت التربة الزراعية للتملح.

ت) تصحر شديد Sever Desertification، ويحدث إذا حدث تغير واضح في نوعية نباتات وحشائش المرعى حيث تنخفض النباتات المستساغة للحيوانات، وتسود الأنواع غير المرغوبة لرعي الحيوانات، وتفقد التربة طبقتها السطحية الخصبة، وتزداد ملوحتها، وتنخفض فيها الإنتاجية لأكثر من النصف.

ث) تصحر شديد جداً Very sever Desertification، ويصبح التصحر شديداً جداً، إذا ازدادت درجة تدهور النباتات الطبيعية إضافة إلى تعرض التربة للتملح الشديد إلى الحد الذي يحرمها من الإنتاج ويحولها لتربة عقيمة.

ويبين الجدول (4–1) درجات التصحر والنسبة المئوية للأراضي المعرضة لخطر التصحر في العالم حسب تقديرات الأمم المتحدة عام 1989م:

الجدول (4–1) مساحة ودرجة التصحر في أنحاء العالم

درجة التصحر / مساحة التصحر		أوربا	أستراليا	آسيا	إفريقيا	أمريكا الشمالية	أمريكا الجنوبية
عالٍ جداً	كم^2	48957	307732	790312	1725165	163191	414195
	٪	0.5	4.0	1.8	5.7	0.7	2.3
عالٍ	كم^2	–	1722056	7253646	4910503	1312524	1261235
	٪	–	22.4	16.5	16.2	5.4	7.1
متوسط	كم^2	189612	3712213	5607563	3740966	2854293	1602388
	٪	1.8	48.3	12.8	12.3	11.8	9.0
صحراء حقيقية	كم^2	–	–	1580624	6177906	32638	200492
	٪	–	–	3.6	20.4	0.1	1.1

المصدر: قنديل، السيد عزت، "أهمية الغابات في مكافحة التصحر"، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد الحادي والخمسون رجب 1420هـ.

وقد أدى تدهور المراعي وانتشار ظاهرة التصحر إلى:

1. انخفاض في مستوى التغطية والإنتاجية النباتية من الكلأ.
2. تناقص أو انقراض الأنواع النباتية المستساغة والمفيدة للرعي في كثير من المراعي.
3. تزايد نسبة الأنواع منخفضة القيمة الغذائية والسامة التي لا ترعاها الماشية في المراعي.
4. ازدياد مظاهر التعرية كانجراف التربة واتساع رقعة الكثبان المتحركة وظهور الأخاديد العميقة، وتفتت وتصلب التربة.
5. تزايد الطرق العشوائية وتزايد المزارع والزحف العمراني والصناعي على مناطق المراعي خصوصاً في أماكن توفر المياه وتكثر فيها المراعي.
6. تزايد الخلل البيئي نتيجة لعدم التوازن في النظام البيئي كارتفاع متوسط درجات الحرارة، لما للمراعي من دور مهم في امتصاص ثاني أكسيد الكربون CO_2 وأدى تدهورها إلى حدوث اضطراب في دورتها، وكذلك اختفاء وانقراض بعض الكائنات الإحيائية المرتبطة بالمراعي، التي لها دور في إحداث التوازن البيئي، وتزايد العوالق الترابية في الهواء، وانخفاض امتصاص التربة لماء المطر، وغيرها من الملوثات.
7. تردي الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية لسكان المراعي، مما يدفعهم أكثر إلى الرعي الجائر.

4-5-5 توصيات ومقترحات لحماية وتنمية المراعي:

من أجل تنمية وحماية المراعي توضح كثير من الدراسات أهمية الأخذ بعدد من السياسات التي من أهمها:

1. تبني استراتيجية موحدة ومتوازنة ومتكاملة على مستوى المناطق والأقاليم الرعوية، ونشر الوعي الرعوي للوقاية من التدهور الرعوي باستخدام وسائل الإعلام المسموعة والمقروءة والمرئية كافة لتخفيف حدة تدهور المراعي.

openkandi.com

2. الاهتمام بالرعاة والبدو الرحّلNomadic Herders لأنهم العامل الأساس لوقف تدهور المراعي وجعله هدفاً لخطط التنمية المتوازنة والمستدامة من خلال توعيتهم وتدريبهم، مع إبراز دورهم في المجتمع وفي المحافظة على المراعي.

3. خلق نوع من التوازن بين الإنسان وبيئته عن طريق تنمية التفكير والمعرفة البيئية، وجعله مدركاً ومتفهماً لأهمية العلاقة التفاعلية بين الإنسان والبيئة، وأنه لا استمرار لأحدهما دون الآخر، ولا تنمية مستمرة دون رعاية بيئية واستثمار عقلاني للموارد البيئية. وإشراك الأفراد المحليين في برامج التوعية البيئية والتخطيط الرعوي حتى تستوعب هذه الجماعات أهمية الإدارة السليمة والعملية لضمان استمرارية نمو خطط وبرامج التنمية وحسن إدارة البيئة الرعوية، ولكي يتم توزيع الحصص الرعوية بشكل عادل ولتفهم أهمية الرعي الدوري البعيد عن الأنانية الفردية وعن الشيوع الجماعي لمنع تدهور الأراضي الرعوية.

4. تطوير مراكز البحث العلمي المهتمة بالمراعي وتوسيع قدرتها الإعلامية، وجعل الإعلام البيئي جزءاً من موازنة البحث العلمي.

5. وضع الأنظمة والتشريعات النافذة لحماية المراعي من الاستثمار اللاعقلاني، وخصوصاً الاستثمار الاقتصادي أحادي البعد من قبل الإنسان، وجعل هذه الأنظمة والتشريعات ملزمة ومصحوبة بإجراءات تنفيذية وجزائية رادعة وصارمة.

6. وضع برامج زمنية لتقييم الموارد البيئية وبخاصة الرعوية منها وحماية واستصلاح المراعي المتدهورة وإنمائها تمهيداً لإعادتها إلى سابق عهدها وزيادة مساحتها ما أمكن.

7. الاهتمام بمياه الصرف الصحي المعالج كمصدر مناسب، لزراعة الأعلاف البديلة واعتماد أنظمة ري تتلاءم مع بيئة ومناخ المنطقة أو الإقليم.

obeikandl.com

8. الاهتمام بإنشاء السدود السطحية والعقوم الكنتورية Contour Trenches الترابية لجمع وخزن مياه الأمطار بشكل لا يؤدي لتركيز الرعي بمناطق محددة حول مناطق الإرواء.
9. تقديم الدعم المالي المناسب لتنمية وإصلاح المراعي وجذب المتخصصين والخبراء بهذا المجال.
10. تطبيق نظام الحمى للمراعي أو ما يعرف بالدورات الرعوية لإدارتها بشكل مستدام.
11. حماية الأصول الوراثية (الجينات) للنباتات الرعوية من أجل عمليات إعادة تنمية المراعي، وكذلك للكائنات الحية بالإقليم أو المنطقة من أجل المحافظة على التنوع البيولوجي.
12. إقامة الأحزمة الخضراء للحماية من تحركات الكثبان الرملية وعرقلة زحف الرمال.
13. تخفيض أعداد المواشي ليصل إلى عدد يتناسب مع القدرة الحمولية لهذه المراعى عن طريق سياسات غير مباشرة.

4–6 موارد الغابات:

تعد الغابات Forests أحد الموارد الطبيعية المتجددة المهمة لإحداث التوازن البيئي، ومصدراً مهماً للأخشاب التي تدخل في كثير من الصناعات والاستخدامات المختلفة، كما أن أشجار الغابات لا يمكن أن تكون دائمة إلى الأبد، فلا بد للأشجار ككائن حي أن تكبر وتضعف بمرور الزمن ومن ثم تموت وتتحلل دون أن يستفاد منها. لذا فإن الأشجار التي تصل إلى مرحلة النضج لا بد أن تستغل بطريقة منظمة لإعادة الفرصة الجيدة للنباتات الجديدة لكي تنمو تحت ظروف أفضل مع إجراء بعض عمليات التربية مثل التقليم والخف وإعادة إصلاح الأماكن الخالية بحيث لا يؤثر ذلك على الإنتاج، وعلى وظيفة الغابات الأساسية وهي الحفاظ على البيئة. ومن المعروف أن نسبة كبيرة من غابات العالم أبيدت خلال السنين الماضية، بل تشير بعض الدراسات إلى أن 70٪ من الغابات المتبقية في الوقت الحاضر مهددة

بالفناء لأغراض تتعلق بصناعة الأخشاب، و20٪ منها مهددة بالقطع والإزالة من أجل التوسع الزراعي[1].

وتعود أهمية الغابات إلى دورها من الناحية الاقتصادية، والنواحي البيئية والجمالية والترفيهية، بل إنها تعتبر ملاذاً ملائماً لكثير من الكائنات الحية التي لم تكتشف أو تسجل بعد. وعلاوة على ذلك، فهي أحد العوامل المؤثرة في الطقس والمناخ على المستوى العالمي، وتُعد الغابات مصدراً مهماً للأوكسجين، إلى جانب دورها في تنظيف الجو من خلال امتصاص ثاني أكسيد الكربون. لذلك حرصت الدول والمنظمات الدولية على الحفاظ على الغابات، والعناية بها، والحد من قطعها وتدميرها، وخفض معدل انكماشها. وقد انعكس هذا الاهتمام في عقد العديد من الندوات العلمية والمؤتمرات التي تُعنى بهذا الموضوع، مثل المؤتمر الثالث "لدراسات الصحراء والبيئة ما بعد عام 2000م" الذي عقد في جامعة الملك سعود في عام 1999م، وغيره من المؤتمرات والندوات. لذا فلا بد من معاملة هذا المورد كمورد طبيعي متجدد للاستفادة منه الاستفادة القصوى في الإنتاج وحماية البيئة. وهناك طرق وأساليب علمية تكفل لمثل هذا الاستغلال تحقيق كل الأهداف البيئية والإنتاجية على حدٍ سواء، وذلك بالطبع يعني إرساء قواعد الإدارة المستدامة للغابات ووضع الخطط الفنية لتحقيق الأهداف المنشودة في أقصر مدة زمنية ممكنة. وهذه الإدارة المكثفة تساعد كثيراً في الحفاظ على الغابات وعلى ضمان عطائها المستمر عبر الأجيال ومع زيادة الإنتاجية.

وتعرف الغابات على أنها مجتمع نباتي مؤلف بصورة أساسية من أشجار ترافقها نباتات شبيهة ذات قياسات مختلفة ونباتات عشبية وطحالب وفطريات وغيرها من الكائنات الحية النباتية والحيوانية والفطرية. وتُعد الغابات أحد مكونات النظام البئي Ecosystems؛ وهي مكونه من مجموعة من الوحدات الإحيائية– النباتية والحيوانية، لها صلة بالأشجار الموجودة في الغابة.

[1] World Resource Institute, UN Environment Programme, UN Development Programe, The World Bank (1996) World Resources, 1996 – 1997 New York: Oxford University Press.

4-6-1 أهمية الغابات:

تكمن أهمية الغابات في مجموعة الفوائد والمنافع والوظائف والمنتجات التي يمكن الحصول عليها منها؛ حيث تعد الغابات الطبيعية من الموارد المتجددة التي وهبها الله عز وجل للإنسان، ومتى ما أحسنت إدارتها واستغلالها كانت فوائدها للإنسان وللمجتمع كثيرة ومستمرة. ومن أبرز هذه الفوائد؛ الخدمات البيئية العديدة التي تقدمها هذه الغابات التي يصعب تقديرها اقتصادياً، وكذلك الفوائد الاقتصادية المباشرة لمنتجات هذه الغابات، وبالطبع فليس هناك خط فاصل بين هاتين الفائدتين، فكلاهما يكمل الآخر وكلاهما يعتمد على الآخر، فالفوائد البيئية للغابات الطبيعية تعد في الوقت نفسه فوائد اقتصادية للسكان، ومن جهة أخرى تعد الغابات مدخرات وراثية عالية القيمة للبشرية يمكن الاستفادة منها في كل حين بتنوع المحاصيل الزراعية ورفع وتيرة أدائها عن طريق التحسين بالتقنيات الحيوية والهندسة الوراثية Genetic Engineering.

ويمكن تقسيم فوائد الغابات إلى نوعين؛ فوائد مباشرة يمكن تقدير قيمتها اقتصادياً وأخرى غير مباشرة، غالباً ما تكون بيئية أو إحيائية يصعب تقدير قيمتها اقتصادياً، غير أن كلا النوعين مهمان اقتصادياً للإنسان وللمجتمع. وفيما يأتي نورد أهم الفوائد البيئية والاقتصادية والإحيائية التي تقدمها الغابات الطبيعية لكل من البيئة والإنسان على سطح الكرة الأرضية.

4-6-1-1 الأهمية البيئية للغابات:

تشكل الغابات عاملاً مهماً في الحفاظ على التوازن البيئي Eco-equilibrium على سطح الأرض، بل إنها تعد أحد مكونات النظام البيئي؛ حيث تساعد على الحد من سرعة الرياح وانسياب مياه الأمطار على سطح الأرض؛ وبذلك تحد من انجراف التربة بسبب الرياح أو المياه الجارية. كذلك تعمل الغابات على زيادة تسرب المياه داخل التربة، وتتصدى للسيول والفيضانات، وتضمن تدفقاً منتظماً لمياه الينابيع والأنهار، كما أنها تزيد من خصوبة التربة بتساقط أوراقها وفروعها وتحللها مضيفة بذلك مواد عضوية للتربة. كما تلعب الغابات دوراً حيوياً في تلطيف المناخ وذلك لما لها من تأثير في درجة الحرارة، والرطوبة الجوية وفي الاحتفاظ بمياه

الأمطار والمحافظة على التوازن في نسبة الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون في الجو. كما تقوم الغابات الطبيعة بعملية تنقية الجو من ملوثاته؛ فهي تقوم بدور مرشح أو مصفاة حيوية للغبار والدخان وسواهما من ملوثات الجو. فقد ثبت أن الغابات المتسعة وكذلك البقع الغابية المحددة ومصدات الرياح تسبب حدوث دوامات هوائية تسهل التخلص من عناصر التلوث بما في ذلك الجراثيم؛ كما تفرز بعض الأشجار الخشبية الغابية (كالأرز والعرعر والبلوط) مواد كيميائية قادرة على القضاء على بعض الجراثيم؛ فعلى سبيل المثال فإن هكتاراً واحداً من غابة العرعر يكفي لتنقية هواء مدينة صغيرة بأكملها[2]. كما تعد الغابات ملاذاً للحياة الفطرية والبكتيرية التي لها أهمية قصوى في توفير البيئات المناسبة للحيوانات البرية؛ فهي مرتع أمين لها، وهي غطاؤها الواقي، وفيها غذاؤها المتنوع.

بالإضافة إلى ذلك تلعب الغابات دوراً رئيساً في بناء المادة الحية على مستوى الأرض، ويتمثل هذا الدور في تكوين المادة العضوية وتثبيت الكربون وإطلاق الأكسجين؛ فبالنسبة لتكوين المادة العضوية تقوم الغابات بتجهيز ما نسبته 45٪ من الإنتاج الكلي للمادة العضوية، و75٪ من الإنتاج العضوي في القسم اليابس من سطح الكرة الأرضية، وبالنسبة لتثبيت الكربون فتعمل الغابات من خلال عملية التمثيل الضوئي على تثبيت الكربون الموجود في الجو، حيث يتم تثبيت ما بين 20 إلى 40 مليار طن من الكمية الإجمالية للكربون الموجودة في الجو التي تبلغ 700 مليار طن المكونة لثاني أكسيد الكربون الجوي، لذلك يعد الحفاظ على الغابات الطبيعية وسيلة فعّالة في إبطاء معدل ظاهرة ارتفاع درجة حرارة الجو التي تعرف بظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming. وبالنسبة لإطلاق غاز الأكسجين فقد أوضحت العديد من الدراسات أن كيلومتراً مربعاً واحداً من غابة استوائية يطلق في اليوم الواحد 10 طن من الأكسجين، أي: ما يعادل 36 طناً لكل هيكتار سنوياً، بينما تتراوح كمية الأكسجين المطلق في غابات المناطق المعتدلة ما بين واحد إلى ثلاثة أطنان لكل كيلومتر مربع في اليوم الواحد، أي: ما يعادل أربعة إلى عشرة أطنان لكل هيكتار سنوياً. ورغم أن كميات الأكسجين التي تطلقها

2 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 51، رجب 1420هـ.

الغابات المعتدلة تبدو متواضعة إذا ما قورنت بمثيلاتها في الغابات الاستوائية إلا أنها تمثل أكثر من ضعف كمية الأكسجين المنطلق من أنظمة بيئية رعوية بالمساحة نفسها وللمدة الزمنية نفسها[3].

ومن الجدير بالذكر أن هذه الفوائد السابقة ذات مردود اقتصادي على المجتمع بشكل عام، غير أنها في العادة تعد فوائد غير مباشرة ويصعب الحصول على قيمة اقتصادية بوحدات نقدية بطريقة مباشرة. فمثلاً: ما هي القيمة الاقتصادية التي يمكن أن نقدرها لتوفير غابات كافية وجيدة لتكون ملاذاً ومكاناً للنمر العربي المعرض للانقراض؟!

4-6-1-2 الأهمية الإحيائية (البيولوجية) للغابات:

بالإضافة إلى الأهمية البيئية والاقتصادية الكبيرة للغابات فإنها تعد مورداً متجدداً ومصدراً مهماً للتنوع الإحيائي Biological Diversity على المستوى النباتي والحيواني على حد سواء، حيث تشكل الغابات عنصراً متكاملاً من المحيط الحيوي اللازم لاستقرار المناخ العالمي وإدارة المياه والأراضي، فهي مأوى لأنواع لا تعد ولا تحصى من الحيوانات والنباتات والفطريات التي تعد عناصر حيوية للمنظومات التي تدعم حياة الإنسان؛ إذ تعد المأوى لكثير من الحيوانات البرية والحياة الفطرية بكل مكوناتها من طيور ونباتات وحيوانات، إضافة إلى دورها في حماية جملة ما يضمه العالم من مصادر وراثية نباتية وأنواع حيوانية تسهم مباشرة في حماية المنظومة البيئية المتوازنة. وتعد الغابات بمختلف أشكالها ومناطق انتشارها من أهم مخزونات المورثات الحية على سطح الأرض، فالكثير من الأغذية التي نستهلكها اليوم؛ كانت ومازالت في الأصل محاصيل برية في الغابات، ومازالت عمليات التربية والتحسين الوراثية تعتمد على الأصول الوراثية البرية الموجودة بتلك الغابات، التي عادة ما تملك صفات متميزة يمكن الاعتماد عليها في تحسين أداء الأصناف المزروعة من حيث الإنتاج ومقاومة الظروف البيئية الصعبة والإصابات المرضية والحشرية.

---

3 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 51، رجب 1420هـ.

والتنوع الحيوي كمفهوم يشمل كل مستويات النظام الحيوي بدءاً بالجينات فالأنواع ثم النظم البيئية. والتنوع في الأنواع يعني عدد الأنواع في وحدة المساحة ونسبة كل نوع، أما التنوع الجيني أو الوراثي فيقدر بعدد أنواع الجينات داخل المجتمع، ويظهر التنوع الوراثي أو التباين في الصفات الوراثية على مستويات مختلفة. فهناك تباين داخل الجنس الواحد أي: بين الأنواع، وتباين بين السلالات التي تنتمي إلى نوع واحد، وتباين بين السلالات نفسها. ويستفيد الإنسان كثيراً من التنوع الحيوي إذ يستخرج نصف ما يحتاج إلية من الأدوية من النباتات، كما يعتمد على مخزون هائل من الموارد الحيوية في إنتاج كميات كبيرة من المواد الغذائية في كل عام. ففي الولايات المتحدة مثلاً تستخلص حوالي 25٪ من الوصفات الدوائية من عقاقير مستخرجة من النباتات، وهناك آمال كبيرة في اكتشاف نباتات أخرى لهذا الغرض، وبالرجوع إلى النظم الزراعية المكثفة نجد أن نصف الحقول الزراعية في كندا تزرع بنوع واحد من الحبوب وأن كل إنتاج الولايات المتحدة من فول الصويا مصدره فقط ست نباتات جاءت من مكان واحد هو آسيا، ومن الصعوبة بمكان تقدير القيمة الاقتصادية للتنوع الأحيائي في الأوساط الغابية بالمفهوم الاقتصادي المعمول به، حيث إن جزءاً يسيراً فقط من هذه الأنواع يمكن أن يبدي قابلية للتحليل من وجهة النظر الاقتصادية، نظراً لأهميته المباشرة والمعروفة للإنسانية.

4-6-1-3 الأهمية الغذائية للغابات:

تمثل الغابات مصدراً مهماً، ومعيناً لا ينضب للمنتجات الغذائية والصناعية غير الخشبية. فالغابات تسهم مباشرة في تأمين الغذاء لسكانها إضافة إلى الكثير الآخرين الذين يعيشون بعيداً عنها. فالثمار التي تجنى منها، كالجوزيات والعنبيات والأجزاء النباتية التي تستعمل كتوابل ومكسبات طعم ولون ونكهة على سبيل المثال، تلقى إقبالا ورواجاً من سكان المدن والأرياف على حد سواء. ومن الجدير بالذكر أن كل غابة تختص إلى حد ما بأنواع معينة تنفرد بها عن غيرها. فعلى سبيل المثال إذا اختفت غابات أفريقيا، نجم عن ذلك اختلاف أنواع الموز البرية، وإذا تعرضت غابات أمريكا الوسطى والجنوبية للتدهور والاندثار، اندثرت معها كل الأصول البرية النشأة للمطاط والأفكادو والكاكاو والكاجو والبندق البرازيلي.

كما تعد الغابات مصدراً رئيساً من مصادر الأغذية الحيوانية في كثير من البقاع في العالم المتقدم والنامي على حد سواء.

4-6-1-4 الأهمية الطبية للغابات:

تعد الغابات بما تحتويه من أنواع نباتات مختلفة بمثابة مخزون كبير لم يستغل كما يجب، بعد للمركبات الكيميائية الجديدة التي يستخدم الكثير منها في مجال الطب الشعبي والصناعات الدوائية. فطبقاً لإحدى الدراسات التحليلية فإن أكثر من 40٪ من الوصفات الطبية تشتمل على عقار من أصل طبيعي؛ إما من نباتات عليا (25٪) أو ميكروبات (13٪) أو من حيوانات (3٪). وتمثل المنتجات الطبيعية الوسيلة الوحيدة للتداوي لدى 75٪ إلى 90٪ من سكان البلاد النامية، وتستخلص المواد الفعالة التي تدخل في تكوين 25٪ من الأدوية الموصوفة من النباتات الطبية. وتقدر قيمة الأدوية النباتية المستمدة من النباتات على الصعيد الدولي في عام 2000م حوالي 45 مليار دولار سنوياً، تستأثر منها الولايات المتحدة الأمريكية بمفردها 14 مليار دولار. ويبلغ نصيب النباتات الراقية منها بمفرده ثلاثة مليارات دولار. ومن ثم فإن الحفاظ على هذه الأنواع وبيئاتها يمثل أحد المتطلبات الأساسية لقيام صناعة دوائية. وتعد الغابات الأكثر غنىً والموئل الأكثر تنوعاً للنباتات الطبية؛ ففي غابات مدغشقر مثلاً يوجد 7 أنواع مستوطنة من الونكة التي تحتوي على أشباه قلويدات مضادة للأورام السرطانية. فقد أمكن عزل اثنين من أشباه القلويدات من الونكة الوردية، وهما الفنيكابلاستين، والفينكريستين، واستخدما في علاج اللوكيميا (سرطان الدم) مما زاد من معدل شفاء الأطفال المصابين بهذا السرطان وإنقاذ حياتهم من 10٪ إلى 95 ٪، ومما يجدر ذكره أن العديد من هذه الأنواع مهددة بالتدمير، أو لعلة قد اختفى فعلاً من جراء تدمير الغابات[4].

إضافة لذلك يعد التاكسول من العقاقير النباتية المضادة للسرطان، ويستخلص هذا العقار من قشرة نبات الطقسوس صغير الأوراق الموجودة في غابات الغرب الأمريكي. كذلك أمكن عزل مركب الميشيلامين من النبات المتسلق المعروف باسم أنسيستروكلادوس الذي ينتشر في غابات الكاميرون، وقد ثبتت

4 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال 1420هـ.

فعالية المركب المذكور ضد فيروس الإيدز حيث يعد حالياً أول مركب مجرب للكفاح ضد الإيدز. ولشجرة النيم التي تنتشر طبيعياً في غابات الهند فوائد طبية عديدة، إذ إن بذورها تحتوى على مركبات شتى منها مبيد حشري ليس له مخاطر المبيدات الكيميائية هو الأزادراكتين، ومنها أيضاً مطهر فطري ومانع للحمل. كما تستخدم مادة ريسربين في علاج حالات ارتفاع ضغط الدم. ومنذ منتصف الخمسينيات أصبحت هذه المادة هي الأساس في صناعة عقار المهدي للأعصاب[5].

4-6-2 محددات نمو واستغلال الغابات:

هناك العديد من المحددات الطبيعية والبشرية التي قد تساعد أو تعرقل مستوى نمو أو استغلال الغابات ومنها ما يأتي:

1- التضاريس والمناخ؛ من المعروف أن التضاريس غير المنتظمة- بعبارة أخرى الجبال ومنحدراتها- تشجع على النمو الشجري، ولكن يجب أن تتوافر لهذه المنحدرات الجبلية شروط مناخية أخرى؛ فالمطر والحرارة المرتفعة ينجم عنهما غابات الجبال الحارة؛ والحرارة المنخفضة ينجم عنها غابات النطاق البارد؛ أما الحرارة المرتفعة والمطر القليل فيؤديان إلى نمو الأعشاب الحارة، والمطر القليل مع الحرارة المنخفضة يؤديان إلى الأعشاب الباردة. وعليه يمكن الوصول إلى القاعدة الآتية: "أن الغابات تميل إلى السيطرة على المظهر الجبلي الوعر إذا كانت ظروف التربة والمناخ ملائمة"، ويدل على ذلك بوضوح امتداد النطاق الغابي في أمريكا الشمالية إلى العروض الوسطى في جبال الكاسكيد والروكي والأبلاش. ولا شك في أن وعورة التضاريس تقف حجر عثرة في سبيل استغلال المورد الغابي، فالانحدار الشديد يعرقل نقل الآلات إلى الغابة ويعرقل نقل الشجر المقطوع.

2- الأنهار والمجاري المائية؛ إن وجود المجاري المائية أمر على جانب كبير من الأهمية بالنسبة لاستغلال الموارد الغابية، حيث يساعد في عمليات النقل. ففي كل من نطاقي الغابات الباردة والحارة، تكون المجاري المائية (الشرايين الرئيسة) لنقل الأشجار المقطوعة من الغابة إلى أماكن استخدامها في محطات المناشر. كذلك

5 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال 1420هـ.

اتجاه الأنهار إلى مناطق التوزيع أمر على جانب كبير من الأهمية؛ فأنهار السويد وفنلندا وجنوب كندا تتجه إلى مناطق التوزيع، وبالتالي فإن هناك اقتصاداً في تكلفة النقل، ولكن الأنهار التي تسير في اتجاه معاكس لمناطق التوزيع، كما هو الحال في شمال روسيا وسيبريا وغرب الولايات المتحدة، تزيد تكلفة النقل. وتعد أنهار المناطق الحارة أنهاراً دائمة الجريان ولا تتعرض للعقبات التي تتعرض لها أنهار المناطق الباردة، فهي أصلح لنقل الأشجار المقطوعة.

3– الماشية؛ للماشية دور مهم ذو شقين بالنسبة لاستغلال الموارد الغابية ونموها: الشق الأول هدمي والثاني نفعي؛ ويتمثل الشق الهدمي في أن هناك أنواعاً من الماشية مسؤولة عن القضاء على أجزاء من الغابات أو بطء نموها نظراً لأن تغذيتها تعتمد على أشجار الغابة في مرحلة نموها. ومن أهم أعداء بعض أنواع أشجار الغابة الماعز وفصائله العديدة والغزال الجبلي في المناطق المعتدلة والباردة، إلى جانب الأرانب وحيوانات الأشجار القارضة كالسنجاب. وعلى الرغم من الأخطار التي تسببها هذه الحيوانات إلا أن هناك قوانين تحميها من الصيد الجائر في غالبية دول الغابات الباردة. أما الشق النفعي للماشية فيتمثل أساساً في حيوانات المناطق الحارة، ففي تايلاند وبرما والهند أمكن استخدام الفيلة والجاموس في جر الأشجار الضخمة المقطوعة وخاصة أشجار التيك من الغابة إلى مجاري الأنهار.

4– العنصر البشري؛ للإنسان أثر مهم أكبر بكثير من أي أثر طبيعي آخر، فمنذ أن هبط الإنسان على سطح الأرض وهو يحاول أن يطوع الطبيعة له ويجعلها في خدمته، وقد كان لهذا بالغ الأثر، فقد كانت الغابات تحتل مساحة كبيرة من سطح الأرض، وقام الإنسان بالقضاء على جانب كبير منها رغبة منه في إيجاد الأرض اللازمة للسكن والزراعة، خاصة بعد انتقاله إلى مرحلة الزراعة. ومنذ اكتشاف الزراعة حتى وقتنا الحاضر والإنسان دائم التوسع في استغلال هذا المورد المتجدد. كما قام الإنسان باستخدام الأخشاب كمصدر للوقود، وكانت ومازالت مصدراً مهماً لنسبة كبيرة من سكان البلدان النامية. وتوضح النسب[6] المعروضة في الجدول رقم (4–2) نسب إنتاج الخشب في الاستغلالات المختلفة.

6 رياض، محمد. وآخرون. الجغرافيا الاقتصادية، الطبعة الثالثة، الدوحة، 1973م.

الجدول (4–2) نسب إنتاج الخشب في الاستغلالات المختلفة

الاستخدام	النسبة
استغلال الخشب كوقود	٪41
استغلال الخشب كمادة بناء	٪40
استغلال الخشب في قضبان السكة الحديد والمناجم	٪8
أوجه أخرى لاستغلال الخشب	٪10

4–6–3 عوامل وأسباب تدهور الغابات:

مما سبق تتضح لنا الأهمية البيئية والإحيائية والطبية والغذائية الكبيرة للغابات الطبيعية كمورد متجدد لسكان الأرض، وبالرغم من معرفة الإنسان لهذه الأهمية، إلا أن هذه الغابات تتعرض لعدد من العوامل التي تهدد استمراريتها في الإسهام في رفاهية الجنس البشري ومن أهم هذه العوامل:

1. الظروف البيئية الصعبة التي تتعرض لها الغابات، من حيث قلة كمية الأمطار وهطولها خلال مدة قصيرة، مع طول مدد الجفاف المصاحبة لدرجات الحرارة المرتفعة.
2. الاحتطاب الجائر unfair cutting للغابات دون الأخذ في الاعتبار معدلات نموها الطبيعي أو عدم الاهتمام بإعادة زراعتها، وخاصة في الدول النامية مما أدى إلى ما يسمى بالزحف الصحراوي في بعض هذه الدول؛ وغالباً ما كان هذا القطع الجائر بهدف التوسع الزراعي أو العمراني أو الحضري.
3. الرعي الجائر unfair grazing ويقصد به إطلاق عدد كبير من الحيوانات لترعى في الغابات دون النظر إلى أنواع هذه الحيوانات أو أعدادها أو أقصى مدة زمنية يمكن أن يتحمل المرعى خلالها مثل ذلك العدد، أو الوقت المناسب من عمر الغابة لتحمل مثل هذا المستوى من الرعي. فبعض الحيوانات تأكل القمم النامية للأشجار الصغيرة، وأطراف الأشجار الغضة مما يغير من شكل النمو المعتاد للشجرة، فتنمو نمواً مختلفاً، وقد تتقزم عند موت قمتها النامية، وإذا ما أصيب عدد كبير من أشجار الغابة

بمثل هذه الأضرار فإن الغابة كلها تتأثر تأثراً كبيراً ينعكس على ضعف إنتاجها وعدم مقدرتها على التجديد الطبيعي، وقد تتعرى أرض الغابة فيما بعد وتزول الغابة وتنهار التربة وتنجرف بتكرار هطول الأمطار.

4. الحرائق Fires التي تتعرض لها معظم غابات العالم بشكل متكرر، بل وتعد أكبر خطر يهدد الغطاء النباتي ككل وأشجار الغابات بصفة خاصة. وللحريق تأثير واضح في تغيير التركيب النباتي للغابات، حيث تزول بعض النباتات الحساسة للحريق (كما في الغابات الصنوبرية الغنية بالمادة الراتنجية) وتبقى الأشجار ذات الأوراق العريضة وبخاصة التي لها قلف مقاوم للحريق، وتعد الحرائق الطبيعية تاريخياً جزءاً من عملية التوازن البيئي ونادراً ما صنفت على أنها سبب رئيس لتدهور الغابات، ولكن المقصود بالحرائق هنا هو ما كان من فعل الإنسان سواء بقصد التخريب أو نتيجة الإهمال أو الخطأ.

أيضاً هناك من أسباب تدهور الغابات على سبيل المثال ما يأتي:

1. قصور الإلمام بالدور الحيوي والرئيس للغابات الطبيعية وتأثيراتها الإيجابية في مناحي الحياة المختلفة على سطح الأرض.
2. النمو السكاني السريع وانتشار الفقر وما يصاحبه من حاجة لاستغلال كبير للغابات.
3. قلة المتخصصين في مجال الإدارة المستدامة للموارد الطبيعية والغابات على وجه الخصوص.
4. تجاهل أهمية صيانة الغابات وتنميتها ورعايتها وتنميتها من أجل الحصول على أقصى فائدة منها بشكل مستمر.
5. عدم اكتمال الأسواق وإخفاقها مع السياسات السعرية في أداء دورها التصحيحي.
6. غياب تحديد واضح لملكية الغابات، ودخولها في مجال الملكية المفتوحة.

obeikandl.com

7. التحيز لاستخدام الغابات في الوقت الحالي من قبل الأجيال الحاضرة وعدم التفكير في مصالح الأجيال القادمة.
8. وجود متعديات خارجية لاستهلاك أو إنتاج الغابات لا تعكسها الأسعار السائدة في الأسواق.

4-6-4 مظاهر تدهور الغابات على البيئة:

البيئة Environment هي الوسط الطبيعي الذي تعيش فيه كل الكائنات الحية، وتشمل عناصر عدة كالمناخ والهواء وطبيعة الأرض ومدى توافر المياه وكميتها ونوعيتها وزمن وجودها والحيوانات والنباتات وأعدادها وأنواعها، وفي قمة هذه العناصر الإنسان وفعالياته ودورة حياته اليومية والاجتماعية وما يتطلبه لمعيشته. والبيئة نظام ديناميكي معقد فيه الكثير من المكونات التفاعلية، وتختلف من منطقة لأخرى، فلكل منطقة نظامها البيئي الخاص والمتميز، وأي تدهور كلي أو جزئي يحدث لأي عنصر من عناصر النظام البيئي؛ سيؤدي إلى تدهور خصائص النظام البيئي الطبيعي، خاصة إذا كان النظام البيئي يقع جغرافياً ضمن حزام المناطق الجافة وشبه الجافة. وتعد الغابات نظاماً بيئياً قائماً بذاته ومتوازناً مع النظام البيئي الطبيعي للكرة الأرضية، واختلال عناصره سيؤدي إلى التدهور البيئي Environmental Degradation وحدوث مشكلات بيئية متعددة وخطيرة، وقد ذكرنا عوامل وأسباب تدهور الغابات كنظام بيئي جزئي Micro Ecosystem والآن سنتناول بعض المظاهر الناجمة عن تدهور الغابات على البيئة:

1- التلوث Pollution، والتلوث إجمالاً هو عبارة عن التغيرات المرفوضة في الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية للهواء والماء والأرض، التي تؤثر في نشاطات الإنسان والأحياء الأخرى الحيوانية والنباتية وتحد منها. والتلوث قد يكون مؤقتاً أو دائماً وقد يكون محلياً أو إقليمياً أو عالمياً، فمن الممكن أن يكون التلوث في الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية Atmosphere، أو في المحيط المائي Hydrosphere، أو في التربة وعلى اليابسة Lithosphere، ويؤدي التلوث بكل أشكاله إلى اختلال التوازن البيئي وانخفاض التنوع الأحيائي على جميع المستويات، وانقراض بعض الكائنات الأحيائية نتيجة لتغير ظروف معيشتها وبيئتها الطبيعية.

2– التصحر Desertification، يعرف التصحر حسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP ومنظمة الأغذية والزراعة الدولية FAO؛ بأنه كل عملية تؤدي إلى كل أشكال التقهقر الطبيعي والاصطناعي لعوامل الأرض المعرضة لتأثير الجفاف الشديد في المناخ والتربة ما يؤدي بدوره إلى خراب النظام الحيوي الكامن للأرض وانخفاض قدرتها على الدعم المعيشي وسيطرة العوامل البيئية والصحراوية عليه وتحويله إلى ما يشبه الصحراء[7].

3– الاحتباس الحراري Global Warming الذي يعد خطراً بيئياً آخر وهو الارتفاع التدريجي في متوسط درجة حرارة الأرض الذي يشمل تأثيره على العالم بأسره، وتنعكس آثاره على الأجيال القادمة، وقد سبقت الإشارة إليه وإلى آثاره في الفصل الثاني.

4– تدهور التنوع الأحيائي Degradation Biological diversity، سبق وأن ذكرنا الأهمية الإحيائية للغابات، حيث يعد التنوع الحيوي مؤشراً حقيقياً للثروة الإحيائية (البيولوجية) المتاحة للاستغلال داخل النظم البيئية، وتنمية التنوع الحيوي تعني إثراء هذه النظم البيئية بهدف تحسين إنتاجيتها. إضافة إلى ذلك فإن نصف المحاصيل الزراعية التي ينتجها الإنسان حالياً مصدرها أنواع نباتية تعيش في الغابات الاستوائية التي تواجه خطر فنائها نتيجة لعمليات قطع الأشجار الجائر[8].

وبالتالي فإن تدهور التنوع الحيوي يشكل خطراً كبيراً على المحاصيل الزراعية؛ لأن نوعاً واحداً من الآفات يمكن أن يقضي على كل المحاصيل الزراعية، ويمتد الخطر ليشمل محاولات رفع الإنتاجية عن طريق تربية النبات التي تؤدي إلى تحجيم القاعدة الجينية لمحاصيل الزراعة، ويكون ذلك في أغلب الحالات على حساب قدرة هذه النباتات على مقاومة الأوبئة والآفات، وتكمن أهمية التنوع الجيني وضرورة المحافظة عليه في قدرة جينات الأنواع البرية القوية على تقوية جهاز المناعة لدي النبات. واستعادة المقاومة المفقودة.

---

7 FAO/UNDP, 1984.

8 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ ، 1973م.

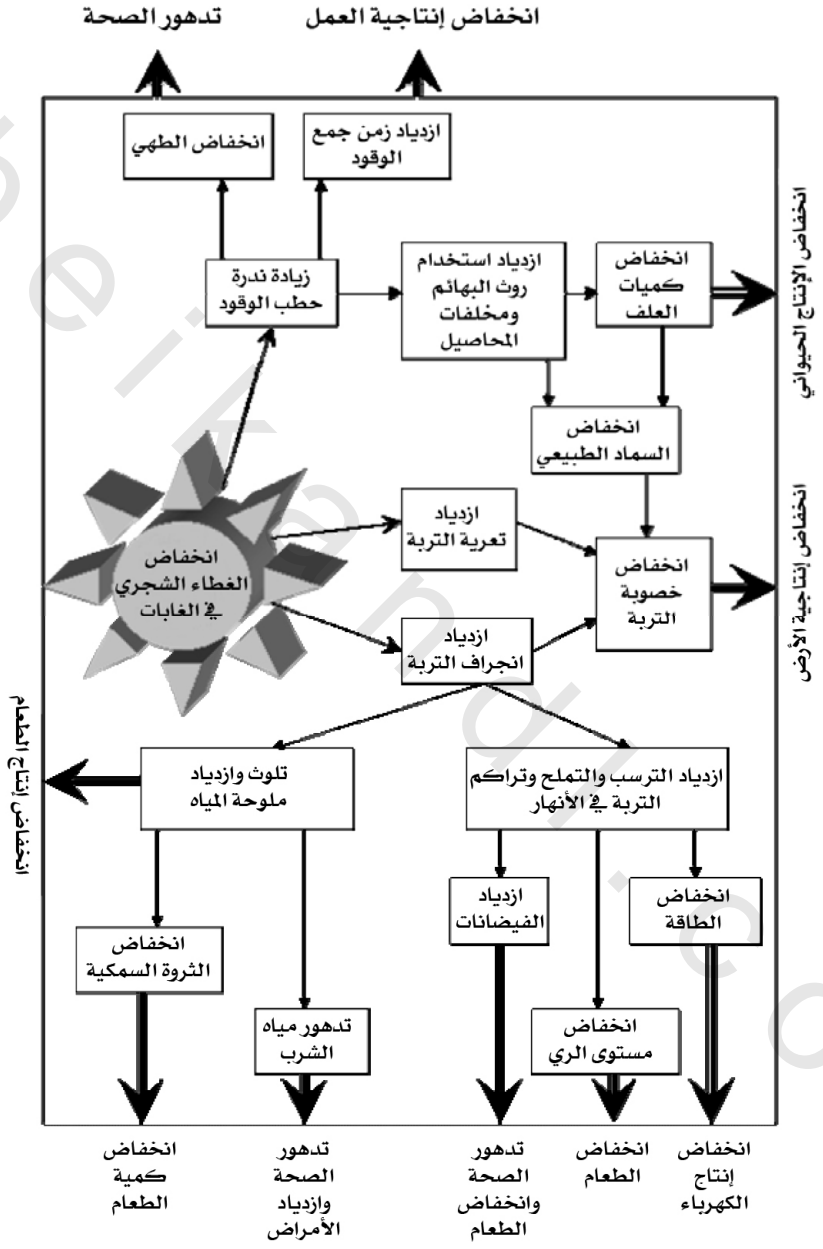
والنظم البيئية المتصحرة هي التي فقدت إنتاجيتها وحيويتها في بعض الحالات، وذلك بسبب ممارسات الإنسان الخاطئة في استغلال الموارد الطبيعية، وبسبب بعض العوامل الطبيعية، وعلى رأسها تعاقب سنوات الجفاف، وقد تسببت هذه العوامل أو تلك في هدم الطاقات الإنتاجية الكامنة في هذا النظام وفي الموارد الطبيعية المتجددة التي كانت متاحة للاستغلال وذلك لاندثار الثروة الإحيائية (البيولوجية) مع هذا التدهور، وتشير الدراسات إلى أنه يوجد من 5 إلى 10 ملايين نوع من أنواع الكائنات الحية المتواجدة على سطح الكرة الأرضية حالياً، وما لم تتخذ الاحتياطات اللازمة خلال العقدين القادمين فإن الإنسان سيبيد ما يعادل 10٪ من هذه الأنواع الحية، خاصة في البيئات الهشة التي دخلها العمران البشري[9].

كما تشير الإحصاءات إلى أن ثلثي الكائنات الحية في العالم تعيش في البلدان النامية التي ستفقد إنتاجيتها وحيويتها ما لم تتخذ الاحتياطات اللازمة للحفاظ عليها. وأخيراً فإن قطع الأشجار وإزالة الغابات والرعي الجائر هو السبب الرئيس في تدهور البيئة وتلوثها والتصحر وانحدار التنوع الحيوي ومن ثم اختلال النظام البيئي الطبيعي، ولإعادة التوازن البيئي لا بد من تبني استراتجية متوازنة ومتكاملة ومستدامة لتنمية وصيانة الموارد الطبيعية التي تشمل صيانة وتنمية الموارد المائية، وصيانة التربة، وزراعة المحاصيل والتشجير، وصيانة وتنمية المراعي، وصيانة وتنمية الغابات، وصيانة وتنمية الحياة الفطرية، وصيانة وتنمية المناطق الساحلية، ويوضح الشكل (4–6) اتجاه تدفق تأثير قطع الغابات على النظام البيئي.

9 شلبي، محمد نبيل.مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

obeikandi.com

الشكل (4–6) تأثير قطع الغابات على النظام البيئي[10]



10 معرب من كتاب:

Pearce and Turner, Economics of Natural Resources and Environment, 1990, pp348.

4-6-5 الغابات في المملكة العربية السعودية:

تعد الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية على قلتها نعمة من نعم الله التي لا تعد ولا تحصى، وهي من المصادر الطبيعية المتجددة، وقد تعرضت هذه الغابات إلى استنزاف جائر في كثير من مناطق المملكة مما أدى إلى اختلال التوازن البيئي، إضافة إلى التدهور الإحيائي وتدني القيمة الاقتصادية. فقبل اكتشاف البترول كانت المملكة تعتمد وبشكل أساسي على الموارد الطبيعية المتجددة، وكان ذلك يحدث وبشكل متوازن إلى حد كبير، وبعد اكتشاف النفط واستغلاله زاد الضغط على الموارد الطبيعية والاعتماد عليها في استخدامات كثيرة، وارتفع بذلك الضغط على الغطاء الشجري.

وتتميز المملكة العربية السعودية بمساحتها الواسعة (التي تبلغ 2.25 مليون كيلو متر مربع) وموقعها الجغرافي وتنوع مظاهر سطحها واختلاف تكويناتها الجيولوجية ومناخها من منطقه إلى أخرى؛ ووجود العديد من البيئات الطبيعية، وبالتالي بالتنوع الكبير في تركيب الغطاء النباتي الطبيعي. وتشغل الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية مساحة تقدر بحوالي 2.7 مليون هيكتار، أي بما يعادل 1.2٪ من إجمالي المساحة الكلية للمملكة. وتوجد معظم هذه المساحة في المنطقة الجنوبية الغربية والباقي ينتشر في الوديان والروضات والفياض التي تتلقى إمداداً إضافياً من مياه الجريان السطحي، ويعد العرعر أهم الأنواع التي تضمها غابات المملكة، حيث يمثل 95٪ من جملة مساحة الغابات في المنطقة الجنوبية الغربية[11]، ويعتقد بعض الباحثين أن مركز نشوء العرعر الإفريقي Juniperus Procera هو تلك المنطقة، ومنها هاجر غرباً عبر البحر الأحمر إلى مرتفعات أثيوبيا، ومنها جنوباً إلى شرق أفريقيا وحتى تنزانيا. وتوجد غابات العرعر في جنوب غرب المملكة بصورة نقية عند الارتفاعات الأعلى من 900 متراً فوق سطح البحر ومختلطاً مع الزيتون البري (العتم) والأكاسيا، وغيرها. وتعمل الغابات الطبيعية في جنوب غرب المملكة على توفير الحماية للأراضي الزراعية بالمنطقة حيث تحول دون انجراف التربة بفعل الأمطار، مما يساعد على توزيع وتنظيم جريان الماء، كما أنها

11 عطا الله، وآخرون 1984م.

تزيد من مخزون المياه الجوفية في المنطقة. بالإضافة إلى ذلك فوجود الغابات في المنطقة يساعد على هطول الأمطار. ولقد ظلت الغابات الطبيعية في المملكة مصدراً مهماً للأخشاب للبناء والطهي والتدفئة على مر الزمن إلا أنها تعرضت لسوء الاستغلال والقطع والرعي الجائرين إضافة إلى الحرائق وعدم العناية بها أو حمايتها، ومع التقدم الذي شهدته المملكة وزيادة الوعي البيئي بصفة عامة بدأت الغابات تحظى بالاهتمام على المستويات الحكومية والأهلية كافة.

4-6-5-1 تعريف الغابات في الأنظمة السعودية:

تضمن نظام الغابات والمراعي الصادر بقرار من مجلس الوزراء رقم 392 في 1398/4/18 هـ وتوج بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/ 22 في 1398/5/3هـ وعمم على المناطق الإدارية برقم 3081/11 في 1398/5/23هـ، المادة الأولى منه، في الفصل الأول، بند أحكام عامة، تقدم توصيفاً للغابات حيث ورد ما يأتي:

تعني الكلمات الآتية حيثما وردت في هذا النظام ما يأتي:

الغابة: مجموعة الأشجار والشجيرات والأعشاب والكائنات الحية المختلفة الموجودة على مساحة من الأرض لا تقل عن عشرة آلاف متر مربع تكون الأشجار فيها العنصر الغالب.

شجرة الغابة: كل شجرة نامية على أرض الغابة ولها ساق خشبي ارتفع عن سطح الأرض خمسة أمتار فأكثر سواء نباتية طبيعياً أو مغروسة في أرض الغابة.

شجيرة الغابة: كل نبته نامية على أرض الغابة ويبلغ ارتفاعها من نصف متر إلى خمسة أمتار.

أرض الغابة: كل أرض نبت عليها أي نوع من أشجار أو شجيرات أو أعشاب الغابات سواء كانت نابتة طبيعياً أو مغروسة.

الغابات القروية: كل غابة تختص بالانتفاع منها قرية أو عدة قرى.

الغابات الخاصة: هي الغابة المملوكة لشخص أو أشخاص حقيقيين أو اعتباريين.

4-6-5-2 توزيع الغابات في المملكة:

تتركز الغابات الطبيعية في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية الممتد من الطائف إلى حدود اليمن على سلسة جبال السروات التي يصل ارتفاعها إلى 3353 متراً فوق مستوى سطح البحر، ويقل ارتفاعها نحو الشمال حيث تبلغ 2139 متراً في منطقة الطائف التي تقع ضمن إقليم مناخي انتقالي تسيطر على أحواله كتل هوائية مختلفة الخصائص تتسبب في هطول معدل مطري ذو توزيعات جيدة على مدى شهور السنة، ويبلغ متوسط هطول الأمطار في المناطق الجبلية بين 300 إلى 500 ملم وأكثر من ذلك في مواقع محددة كجبال فيفا، كما توجد بعض الغابات بدرجات متفاوتة في الكثافة والجودة وتنمو في بعض الروضات والأودية في المناطق الصحراوية أو بشكل متناثر في المناطق الرعوية في جهات مختلفة من المملكة[12]. وقد قسمت مناطق الغابات[13] حسب حالاتها البيئية إلى ثلاثة أقسام:

4-6-5-2-1 غابات المناطق الجبلية الباردة:

وتتركز هذه الغابات في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة، وتقدر مساحتها بحوالي 2.150.700 هكتار تسود فيها أشجار العرعر في أعالي الجبال حتى ارتفاع 3350م، ويظهر الزيتون البري (العتم) على منحدراتها في مستوى يتراوح بين 700–1500م مختلطاً بأشجار العرعر في المناسيب الأعلى عند 1500م، كما تنمو بعض الأنواع مثل الأكاسيات في بطون الأودية الدافئة المحمية.

4-6-5-2-2 الغابات شبه الدافئة:

وتنتشر هذه الغابات في أودية ومنحدرات سلسلة جبال السروات والساحل الشرقي للبحر الأحمر المواجه لسلسلة جبال السروات، وتنمو في شكل تجمعات أو متفرقة وتقدر مساحتها بحوالي 130.050 هيكتار ومن أهم أنواع أشجارها السمر، والسلم، والسدر، ونخيل الدوم المروحي، والأراك، وتنمو هذه الغابات على ارتفاعات تصل إلى 700م من سطح البحر أو أكثر من ذلك في بعض المواقع المحمية الدافئة.

---

12 الشريف، عبده قاسم. مركز دراسات الصحراء، ربيع الآخر 1410هـ

13 عطا الله، وآخرون 1984م.

4-6-5-2-3 غابات الروضات والأودية الرعوية:

وتنمو على ضفاف الأودية أو في الروضات في مختلف أنحاء المملكة، خاصة في المنطقة الغربية الشمالية، والوسطى والجنوبية والشرقية، وبعض المواقع في المنطقة الشرقية والشمالية، وتقدر مساحتها بحوالي 900.000 هكتار حسب استقصاءات وزارة الزراعة والمياه، ومن أهم أنواع أشجار هذه الغابات الطلح، والأثل والطرفا، وشجيرات الأراك، والعوسج، والسدر، والغضا. ويوضح الجدول (4-3) مساحات الغابات في مناطق المملكة المختلفة.

الجدول (4-3) توزيع مساحات الغابات في مناطق المملكة المختلفة

مساحات الغابات وتوزيعها في مناطق المملكة		
المنطقة	إجمالي مساحات الغابات بالهيكتار	النسب
الرياض	290.000	0.11
القصيم	14.000	0.0052
مكة المكرمة	158.000	0.058
عسير	1009.000	0.373
تبوك	239.000	0.088
المدينة المنورة	123.000	0.045
الحدود الشمالية	6.100	0.0022
نجران	300	0.000111
جيزان	30.000	0.0111
الباحة	830.000	0.307
الشرقية	841	0.000311

المصدر: الشريف، عبده قاسم. الندوة الجامعية الكبرى، المحور الزراعي، الرياض 7-18 رجب 1420هـ، جدول رقم (3).

4-6-5-3 الوضع الراهن للغابات في المملكة:

مما لا شك فيه أن الغطاء النباتي في المملكة العربية السعودية بشكل عام والغطاء الشجري بشكل خاص قد تغير تغيراً كبيراً عما كان عليه في السابق. ولهذا فتعريف الغابة بأنها مساحة من الأرض تحتوي على أشجار وشجيرات ونباتات

أخرى إضافة إلى احتوائها على الحيوانات البرية الأخرى والكائنات الفطرية أصبح من غير المناسب إطلاقه اليوم على معظم أراضي الغابات التي تحتوي على أشجار لأن هناك عوامل عدة قد أخلت بالتوازن الحيوي للغابات من أهمها على سبيل المثال:

1. اختلال نظام التجديد الطبيعي للغابات نتيجة تدخل العنصر البشري مما أدى إلى موت بعض الأشجار الرئيسة في الموقع نتيجة تدهورها أو تعفنها، وبذلك فقد الموقع خصوصيته. ومن ناحية أخرى فالتشجير الصناعي للغابات وإن وجد في بعض المواقع فإنه ليس على المستوى المطلوب بسبب التركيز على الأنواع المستوردة التي ربما تكون غير متجانسة مع نباتات الموقع مما يسبب خطراً على الغطاء النباتي الأصيل للمنطقة ككل، وعلى الأنواع الشجرية بصفة خاصة.

2. عدم انتظامية توزيع المياه داخل الغابات خاصة بعد سقوط الأمطار للتغيير في الممرات المائية الطبيعية داخل الغابات نتيجة لشق الطرق والتوسع الزراعي داخل أراضيها، وبالتالي حرمان بعض الأشجار من احتياجاتها المائية.

3. فقدان التوازن البيئي في المنطقة نتيجة تحويل أفضل مواقع الغابات إلى متنزهات ودخول الناس إلى هذه المواقع بأعداد كبيرة بالسيارات، مما أدى إلى اختفاء معظم الحيوانات البرية وهروبها إلى مواقع أخرى وازدياد أعداد القرود في الوقت نفسه، بالإضافة إلى الزيادة الهائلة في كمية مخلفات الأنشطة الإنسانية مما يزيد من التلوث البيئي في المنطقة.

4. تدهور الغابات ومناطقها نتيجة القطع المفرط للأشجار والشجيرات لتلبية الاحتياجات الزراعية أو أحطاب الوقود والفحم.

5. تدمير مساحات واسعة من أراضي الغابات بما عليها من أشجار نتيجة التوسع العمراني والزراعي العشوائي داخل مناطق الغابات القريبة من التجمعات السكنية، حيث وزعت مناطق غابية كممتلكات خاصة ومخططات حكومية تزيد نسبة الأراضي المغطاة بالأشجار فيها عن 60٪ من مساحة الموقع. ونتيجة استغلال مثل هذه المواقع عمرانياً وزراعياً فقد

أزيل العديد من أشجار ونباتات ومدرجات المنطقة بسبب مرور الجرافات ومعدات البناء الثقيلة، إضافة إلى ما نتج عن تلك الأنشطة من مخلفات من شأنها الإضرار بالبيئة في تلك المناطق.

6. تلف أعداد كبيرة من الأشجار من جراء الحرائق داخل الغابات والتي زادت زيادة ملحوظة في السنوات الأخيرة في أعدادها وشدتها وتكرارها.

7. زحف الرمال والتراكم التدريجي لها في مناطق أخرى والتسبب في فقد مناطق تجمعها للقدرة الإنتاجية وتشكيل حقول الكثبان المتحركة التي تكون مظهراً من مظاهر التصحر في تلك المناطق.

8. حدوث تغييرات في الأنماط البيئية وعوامل استقرارها كالتعرية الهوائية لزيادة سرعة الرياح وبالتالي زيادة النتح نتيجة قطع الأشجار والنباتات وتعرية التربة من غطائها النباتي، ما يؤدي كذلك إلى حدوث التعرية المائية والتسبب في ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة صيفاً وشتاءً وانخفاض نسبة الرطوبة الجوية وبالتالي قلة الأمطار وحدوث تزايد وشدة في الإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى نتائج بيئية سلبية.

9. تردي الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية لسكان المناطق القريبة من الغابات تدريجياً والنزوح من هذه المناطق إلى مناطق أخرى.

10. شح المياه الجوفية وجفاف الينابيع والعيون وانخفاض مستويات إنتاجها وتدهور نوعيتها.

11. اختفاء أو انقراض بعض الكائنات الإحيائية الحيوانية والنباتية وتدهور التنوع البيولوجي.

4-6-6 اقتصاديات الغابات:

تعد الغابات مثالاً بارزاً لما تقدمه الموارد الطبيعية من إسهامات بالغة الأثر في رفاهية الجنس البشري، فبالإضافة إلى ما تتولاه الغابات من حماية للمجتمعات السكانية من أنماط كثيرة من المخاطر البيئية التي تعد بمثابة منافع اقتصادية غير مباشرة، تقوم أيضاً بتقديم تنوع لا حصر له من السلع والخدمات ذات العائد

الاقتصادي المباشر، إذ يعد الدخل الذي تدره الغابات مورداً حيوياً لسكان الأرياف وللاقتصاد الوطني بوجه عام، وذلك من خلال توفير فرص العمل لكثير من السكان. وتعد الأخشاب Timbers من أهم المنتجات الاقتصادية المباشرة التي ينتفع بها الإنسان في نواحي عديدة كالبناء والوقود وكمادة خام لصناعة السفن والقطارات والورق والأثاث والحرير الصناعي وغيرها. ويمثل إنتاج الخشب مصدراً مهماً للعملات الصعبة في كثير من الدول؛ وقد أسهم ربع الإنتاج العالمي من الأخشاب والمنتجات المشتقة منها بحوالي 3٪ من تجارة البضائع العالمية، وهو أقل بقليل من مجموع حركة المنتجات الزراعية الأساسية في التجارة الدولية. وهناك ثلاثون دولة (منها 8 دول نامية) يبلغ الدخل السنوي لأقلها أكثر من 100 مليون دولار من تصدير منتجات غابية، خمسة دول منها يصل فيها هذه الدخل إلى ما يتجاوز المليار دولار، ويبلغ المتوسط السنوي لاستهلاك الفرد من الأخشاب (في مجال البناء والمفروشات) والورق في الدول المتقدمة على التوالي 0.3 متر مكعب و150كجم، أما في الدول النامية فيبلغ 0.3 متر مكعب و12 كجم على التوالي[14].

أيضاً تمثل الغابات الطبيعية – بمختلف أنواعها وطرازها ومراحل تطورها – المصدر الأساسي لحطب الوقود، وهو المصدر الرئيس لوقود الطهي والتسخين والتدفئة في معظم المجتمعات الريفية. إضافة إلى ذلك يعد الفحم النباتي المستخرج من الغابات مصدراً رئيساً للطاقة في الريف والصحارى والاستخدامات الترفيهية. ويمثل حطب الوقود حوالي 85٪ من مجمل الأخشاب التي تستهلكها البلدان النامية، كما قد يشكل نسبة عالية من الطاقة المستهلكة في البلدان الأكثر فقراً (58٪ من الطاقة المستخدمة في أفريقيا، 15٪ في أمريكا الجنوبية، و11٪ في آسيا) ويلاحظ طردية العلاقة بين مستوى الفقر والاعتماد على حطب الوقود كمصدر للطاقة[15].

كما تقوم الغابات الطبيعية بتأمين الغذاء لسكانها بالإضافة إلى الآخرين البعيدين عنها، وتقدم هذه الغابات مجموعة من المنتجات الغذائية والصناعية غير

14 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

15 شلبي، محمد نبيل. مجلة العلوم والتقنية، الرياض، العدد 52، شوال، 1420هـ.

الخشبية مثل الجوزيات والعنبيات والأجزاء النباتية التي تستعمل كتوابل ومكسبات طعم ولون ونكهة، بالإضافة إلى وجود العديد من أنواع الفطريات، وكذلك تعد الغابات مصدر رئيساً من مصادر الأغذية الحيوانية. وكذلك نبات الروطان وهو من أهم منتجات الغابات غير الخشبية في جنوب شرقي آسيا، ويستخدم هذا النبات في صناعة الأثاث والمشغولات اليدوية، بالإضافة إلى المطاط الطبيعي والفلين والصمغ والراتنجات والمواد الدابغة وغيرها من المنتجات المهمة التي تستخدم في العديد من الصناعات.

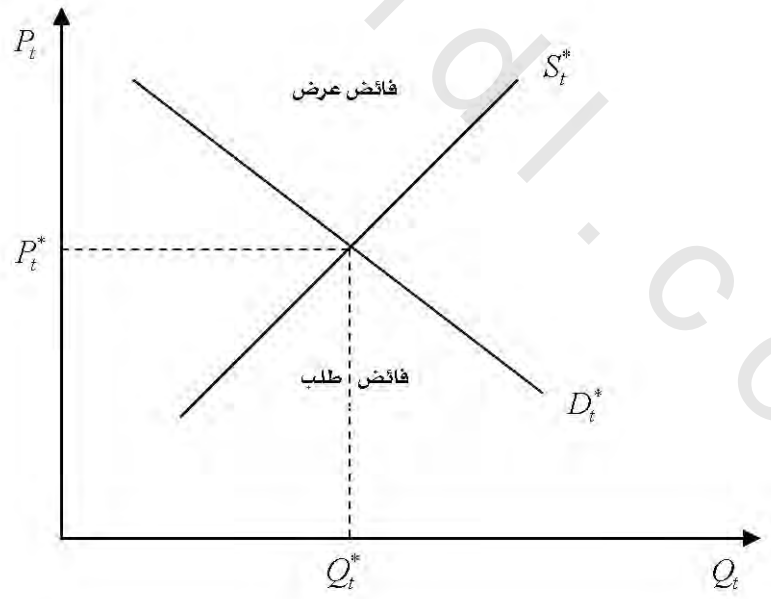
وجميع المنتجات السابقة تعد ذات فائدة مباشرة وعليه يمكن تقدير قيمة اقتصادية سوقية لها متى توفرت بيانات كافية عنها، ومن ثم معرفة العائد الاقتصادي المباشر من هذه الغابات وإنتاجيتها السنوية وغير ذلك من المؤشرات. وتعد الفوائد السابق ذكرها ذات قيمة اقتصادية حقيقية للمجتمع لا بد من أخذها في الاعتبار عند اتخاذ أي قرار يتعلق باستغلال الغابات أو تنميتها.

4-6-6-1 الطلب العرض على الغابات:

يمكن القول إن الطلب على موارد الغابات Forests Demand هو طلب مشتق من الطلب على استخداماتها النهائية، فكلما زاد الطلب على الأثاث المنزلي والأبواب الخشبية والفحم مثلاً ارتفع سعر الأخشاب الصالحة لهذا الاستخدام، كما أن الطلب على الأخشاب يتأثر أيضاً بأسعار السلع البديلة لها كالحديد والفيبر بلاستيك وغيرها، فعندما يرتفع سعر الحديد مثلاً يزداد الطلب على الأخشاب التي تستخدم كبديل للحديد في بعض الصناعات. أما بالنسبة لاستخدام أخشاب الغابات كحطب ووقود، فإن الطلب عليها ومن ثم سعرها يتأثر بأسعار البترول والفحم الحجري. ولقد أدى ارتفاع سعر البترول خلال السبعينيات من القرن العشرين إلى زيادة الطلب على حطب الغابات ليستخدم كبديل للطاقة وخصوصاً في الدول النامية غير البترولية، التي لم تتمكن من شراء كل احتياجاتها من البترول نتيجة ارتفاع سعره، العلاقة نفسها مع منتجات الغابات الأخرى كالمطاط الطبيعي والفلين والصمغ والمنتجات الطبية والعطرية والزيتية وغيرها.

أما بالنسبة للعرض الطبيعي لمنتجات الغابات Forests Supply بصفة عامة فهو يعتمد بشكل موجب على مساحتها ومدى صلاحية أشجارها لكل نوع من استخداماتها المختلفة وقابليتها للنمو، ما يعتمد بدوره على ظروف البيئة الطبيعية؛ ويعتمد بشكل سالب على التوسع العمراني والزراعي من جهة، وعلى مستوى النمو في الاستخدامات التي تتطلب قطع الأشجار وهي الاستخدامات الصناعية وإنتاج الطاقة. كما يعتمد عرض الغابات على الوسائل المستخدمة لحمايتها والمحافظة عليها من القطع الجائر، وعلى قربها من مناطق التوزيع وتكاليف قطعها ونقلها. وبشكل عام تتحدد أسعار كل نوع من أنواع منتجات الغابات بالعرض منها والطلب عليها شأنها في ذلك شأن كل أنواع السلع والخدمات. ويوضح الشكل (4–7) منحني عرض منتجات الغابات ومنحنى الطلب عليها، ما يتم عن طريقه تحديد الكميات التوازنية من منتجات الغابات والسعر التوازني خلال مدة زمنية (t) وهي المدة المثالية لإعادة نمو الغابات.

الشكل (4–7) الطلب والعرض على الغابات



ومما سبق يصعب إيجاد القيمة الاقتصادية لأي غابة لكونها تقدم أكثر من سلعة كما سبق الإشارة إلى ذلك؛ ومن هذه السلع أو الخدمات ما يسهل تقييمه اقتصادياً خصوصاً إذا كان مباشراً في استخدامه ومنها ما يصعب تقييمه متى ما كان غير مباشراً. الأمر الآخر هو أن الأشجار في الغابة تشمل حيزاً من الأراضي، هذا الحيز من الأرض له تكلفة فرصة بديلة.

4-6-6-2 القيمة الاقتصادية التقديرية لغابات جنوب غرب المملكة:

تعتمد طرق حساب القيمة الاقتصادية للغابات على خمسة عناصر أساسية هي: (1) إسهامها في المحافظة على التوازن البيئي. (2) إسهامها في المحافظة على التنوع الإحيائي، (3) ما تقدمة الغابات من مراعٍ للمواشي وأغذية للإنسان. (4) ما تقدمه الغابات من منتجات ثانوية كالعسل، والأعشاب الطبية، والتوابل، والزيوت الطبيعية، وغيرها. (5) ما تقدمه الغابات من أخشاب. غير أن العنصرين الأولين يصعب تقدير قيمتيهما اقتصادياً، نظراً لأنه لا يمكن تقدير قيمتيهما بطرق مباشرة. ويرتكز مفهوم حساب القيمة الاقتصادية التقديرية للغابات على تقدير قيمة ما توفره الغابات من منتجات مباشرة مقدرة بأسعار متوسطات الأسواق المحلية، ومن الصعوبة بمكان حساب قيمة الإنتاج السنوي للغابات بشكل دقيق نظراً لكبر مساحة الغابات وتعدد أسواق منتجاتها. كما أن هناك كثيراً من منتجات الغابات التي يتم استهلاكها مباشرة من قبل السكان قبل أن تصل إلى الأسواق، إضافة إلى أن هناك نسبة من الإنتاج أو الاستهلاك غير المشروع بواسطة الممارسات غير النظامية من قطع للأشجار ورعي غير مشروع. وتبني فكرة تقدير القيمة الاقتصادية للغابات على: (1) تقدير المساحة الإجمالية المغطاة بالغابات. (2) تقدير الحجم الشجري النامي للمساحة المغطاة بالغابات. (3) تقدير قيمة المنتجات المباشرة للحجم الشجري.

وترتكز فكرة حساب القيمة الاقتصادية للغابة على تجميع قيمة العناصر السابقة، وسبق أن عرفنا كيفية تقدير القيمة الاقتصادية للمراعي؛ بحساب المادة النباتية الجافة التي تنتجها في المساحة الواحدة. أما المنتجات الثانوية للغابات فيمكن حساب قيمتها بضرب قيمة الوحدة الواحدة في إجمالي الناتج السنوي

لوحدة المساحة، وهكذا. أما بالنسبة لما تنتجه الغابات من أخشاب في استخدامات مختلفة، وبنفس الأسلوب المستخدم في المراعي فيمكن أن نستخرج القيمة الاقتصادية المثلى لمساحة غابية معينة وكذلك نحسب قيمة الفاقد (الهدر) الاقتصادي الناتج عن سوء إدارة الغابات.

القيمة الاقتصادية للغابة = (كمية المادة الجافة للهكتار × عدد الهكتارات × سعر المادة الجافة البديلة) + (كمية الأخشاب المنتجة للهكتار × عدد الهكتارات × سعر الخشب بوحدة الوزن) + كمية المنتجات الثانوية [عسل، أعشاب طبية، .....] للهكتار × عدد الهكتارات × أسعارها).

4-6-7 الاستغلال الاقتصادي الأمثل للغابات:

غالباً ما يكون المورد المتجدد مثل الغابات والمراعي وغيرها موارد مشاعة الملكية Common Property أي ذات استخدام مفتوح Open Access، نظراً لأنه لا يوجد لها ملكية محددة؛ مما يؤدي إلى أن يكون استغلالها بدون قيود، وهو ما يؤدي بدوره إلى ما يسمى بمأساة المورد المشاع Common Property Tragedy. وذلك لأن مستغلي هذا المورد لا ينظرون إلى تأثير استغلالهم لهذا المورد على حجم المخزون وإلى مستوى الاستغلال الأمثل للمورد؛ على اعتبار أن ما لا يستغله هو سيتم استغلاله من قبل شخص أخر. مما يؤدى إلى ما يسمى اقتصادياً بالتزاحم Crowding على استغلال المورد المشاع الملكية، ويصاغ أحياناً هذا السبب، بأنه ظاهرة متعدية التزاحم Crowding Externality في استغلال المورد المشاع أو مفتوح الملكية، فإذا كان سعر الظل أو سعر النضوب أو سعر الندرة Scarcity Cost لمثل هذا المورد هو λ_t، فستؤدي الإدارة المستدامة المتكاملة للمورد إلى فرض ضريبة على استغلال المورد تتساوى مع سعر أو تكلفة النضوب لهذا المورد λ_t، وبذلك تجمع الإدارة الفائض الاقتصادي لصالح المنفعة العامة للمجتمع. وبعبارة أخرى فإن الإدارة المسؤولة عن الإشراف تقوم بدور المالك، لذلك المورد المشاع الملكية. ولنفترض أن هناك عدد N من المستغلين الذين يحتمل استغلالهم للمورد المتجدد بتكلفة ممثلة في دالة الجهد لاستغلال المورد Effort Function $C_i(E_i)$ حيث $i = 1,2,.....,N$؛ بينما دالة الإنتاج لهؤلاء المستغلين لهذا المورد المتجدد متماثلة للجميع وهي

$F_i = f(X, E_i)$ فإذا كان سعر المورد المتجدد بعد قطعه أو استغلاله هو P ، فإن كل مستغل من المجموعة N سيحاول تعظيم دالة أرباحه في المدى القصير ويمكن تمثيلها كما يأتي:

$$\underset{E_i \geq 0}{Max} \quad P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i)$$

وعليه فإن كل مستغل للغابة سيقوم بمساواة إيراده الحدي من المورد MR_t مع تكاليفه الحدية MC_t على استغلال الغابة في المدى القصير، حيث i هنا، $i = 1,2,\ldots\ldots,N$ هي عدد المستغلين لهذه الغابة.

بحيث يحقق كل مستغل i للمورد الشرط:

$$MR_i = MC_i$$

$$P \cdot \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) = \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i} \qquad (1)$$

وبسبب متعديه التزاحم بين كل عناصر المستغلين من المجموعة N فإن هذا سيؤدي إلى استغلال أو قطع جائر للغابة نظراً لأن كل فرد من المجموعة N سيتصرف بمفردة لتحقيق شرط التوازن الآني، دون النظر للآخرين. بينما لو أن المجموعة N قامت بالتعاون فيما بينها لإيجاد المستوى الأمثل لاستغلال الغابة على المدى الطويل ∞ (أي قيام جمعية أو اتحاد لإدارة الغابة بشكل مستدام)، من ثم تقاسم هذا المستوى الأمثل للإنتاج فيما بينهم، وكذلك فتح المجال للأجيال القادمة لاستغلال المورد فإن مشكلة الأمثلية السابقة تصبح:

$$Max \int_0^{\infty} \ell^{-\delta t} \sum_i [P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i)] dt$$

تحت قيود : S.T

$$\overset{*}{X} = F(X) - \sum_i f(X, E_i)$$

obeikandl.com

$$X_i \geq 0 \qquad \forall_i$$

وتكون بذلك دالة هاملتون الحالية القيمة المقابلة للأمثلية كما يأتي:

$$\overline{H} = \sum_i \left[P \cdot f(X, E_i) - C_i(E_i) - C_i(E_i) + \lambda_t \left[F(X) - \sum_i f(X, E_i) \right] \right]$$

ويكون الشرط الضروري لتعظيم دالة هاملتون كالآتي:

$$\frac{\partial \overline{H}}{\partial E_i} = (P - \lambda) \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) - \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i} = 0$$

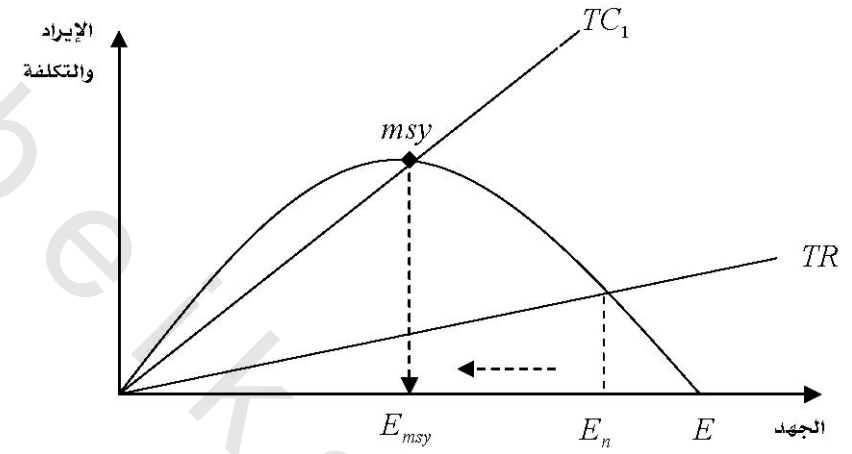
ويوضح هذا الشرط أن الإيراد الحدي بعد خصم تكلفة الفرصة البديلة λ منه يجب أن يساوي التكاليف الحدية لاستخراج المورد، وبعبارة أخرى فإن الشرط الضروري لتعظيم العائد من استغلال هذه الغابة هو:

$$(P - \lambda) \frac{\partial f}{\partial E_i}(X, E_i) = \frac{\partial C_i(E_i)}{\partial E_i}$$

$$MR_t(\lambda) = MC_t \qquad (2)$$

حيث λ هو سعر الظل أو تكلفة النضوب للمورد المتجدد، وبمقارنة المعادلة (1) مع المعادلة (2) يتضح أن الحل غير التعاوني (التنافسي) في المعادلة (1) لأمثلية استغلال المورد تفترض أن λ أو تكلفة نضوب المورد تساوي صفراً. وبعبارة أخرى فإن الحل غير التعاوني يؤدي إلى استغلال أكبر للغابة أو المورد من الحل الجماعي (التعاوني). وكذلك لو أن سعر المورد P الذي يستلمه المستغلون N للمورد قد تم تخفيضه بفرض ضريبة تحددها الإدارة المركزية المستدامة للمورد بـ λ (سعر أو تكلفة النضوب) للمورد؛ فإن المستغلين للمورد سيصلون إلى مستوى استغلال أمثل أو قابل للاستدامة Maximum–Sustainable Yield على المدى البعيد msy يؤدي إلى استدامة المورد.

الشكل (4–8) الاستخدام الاقتصادي الأمثل لمورد الغابات



نلاحظ مما سبق أن الجهد E لاستغلال المورد بالمستوى الأمثل القابل للاستدامة msy سيكون أقل من الجهد E_n في حالة المنافسة التامة ودون العمل على إدارة المورد ذي الملكية المشاعة والتعاون بين المستخدمين على إدارته. مما يؤدي إلى مستوى استغلال أعلى للمورد في حالة عدم التعاون منه في حالة الإدارة الجماعية بين المنتجين لهذا المورد.

4–6–8 استغلال الغابات ذات الملكية المحددة:

لنفترض أن لدينا غابة من الأشجار يملكها شخص واحد ويرغب هذا المالك لهذه الغابة معرفة التوقيت (الزمن) الذي – إذا قطعت فيه هذه الأشجار – سيؤدي هذا إلى تعظيم أرباحه. عملية القطع لهذه الأشجار والزمن الذي يتم فيه يعتمد على القيمة الحالية لعمر الأشجار التي يراد قطعها، الذي يعتمد بدوره على قيمة الشجرة المقطوعة مخصوماً منه تكلفة الزراعة والقطع.

لاحظ هنا أننا نفترض أن الأرض لا يوجد لها أي استخدام بديل، وعليه فإنه لا يوجد لها تكلفة فرصة بديلة وذلك لتبسيط المشكلة، وعليه فإن تكلفة فرصة استخدامها البديل تساوي صفراً. فإذا كان قطع الأشجار عند الزمن t، فإن القيمة الحالية للأرباح من قطع هذه الأشجار يساوي:

obeikandl.com

$$(P-C)S_t\ell^{-\delta t} - K = PS_t\ell^{-\delta t} - K \qquad (1)$$

حيث P هو سعر الخشب من الأشجار المقطوعة، بينما K تمثل تكلفة زراعة الأشجار، وتمثل C التكلفة الحدية لقطع الأشجار، بينا S_t توضح كمية الأخشاب المتوفرة في وقت القطع t، و δ هو سعر الخصم (الذي عادة ما يساوي تكلفة الفرصة البديلة لاستخدام رأس المال في هذا النشاط). وعليه فإن القيمة الحالية للأرباح من نشاط زراعة وقطع الأشجار في المدة الزمنية t، هي تلك التي تعطي القيمة العظمى لـ $PS_t\ell^{-\delta t} - K$. ولتعظيم هذه الكمية، نأخذ تفاضل المعادلة رقم (1) بالنسبة للزمن t ونساوي هذا التفاضل بصفر ونحل بالنسبة لـ t لإيجاد الزمن t المثالي لقطع الأشجار.

$$\frac{d}{dt}\left(PS_t\ell^{-\delta t} - K\right) = \frac{d}{dt}\left((PS_t)\ell^{-\delta t}\right)$$

بالتفاضل نجد أن:

$$P\ell^{-\delta t}\frac{dS}{dt} + PS_t\frac{d\ell^{-\delta t}}{dt} = 0$$

وهو ما يؤدى إلى النتيجة الآتية:

$$P\ell^{-\delta t}\frac{dS}{dt} - \delta PS_t\ell^{-\delta t} = 0$$

كما أن:

$$P\frac{dS}{dt} = \delta PS_t$$

التي يمكن التعبير عنها:

$$\delta = \frac{dS/dt}{S_t}$$

لأن كلاً من سعر الخشب P وتكلفة قطعه C ثابتتان، وبذلك تقرر المعادلة السابقة أن القيمة الحالية للربح من قطع الأشجار يتم تعظيمه عندما يكون معدل نمو الأشجار في الغابة يساوي معدل الخصم الخاص.

obeikandl.com

4–7 الموارد المائية:

خلق الله تعالى الماء وجعل الحياة قائمة ومستمرة به، فقال سبحانه وتعالى: ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ﴾. فالماء ضروري لكل كائن حي، فوجود الماء يعني وجود الحياة والحضارة والقوة، ولا عجب أن كثيراً من الحضارات ارتبطت بوجود الماء، كذلك يعد الماء ضرورياً لاستدامة التنمية والاستقرار الاجتماعي، فكما أن جميع أشكال الحياة مرتبطة بالماء فإن جميع أشكال التنمية مرتبط بوجود الماء أيضاً، ويغطي الماء ثلاثة أرباع الكرة الأرضية تقريباً، تمثل مياه البحار والمحيطات الجزء الأكبر منها حيث تصل نسبة مياه البحار والمحيطات إلى حوالي 95 – 97٪ بتركيز ملحي معدله 35 حم/ لتر، كما تمثل مياه المنطقة القطبية حوالي 2 –4٪ من إجمالي حجم المياه على الأرض.

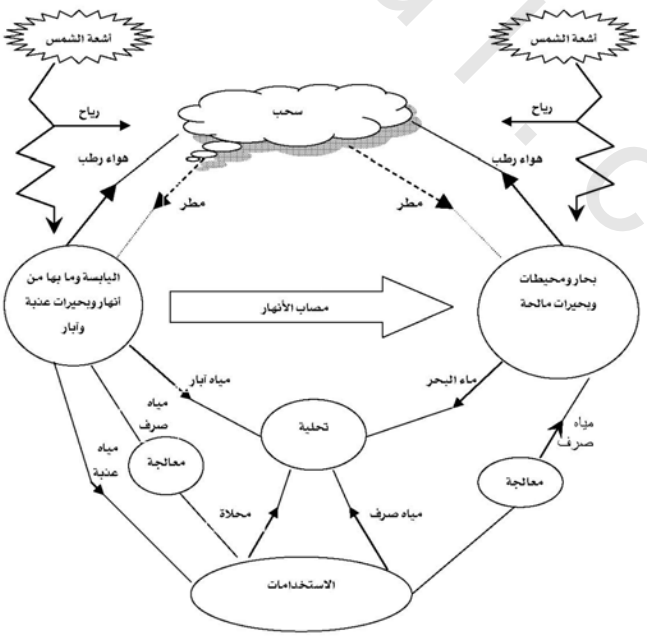
ويمكن القول إن المياه العذبة تمثل 1٪ فقط من المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية، ويتوزع هذا الجزء بين مياه سطحية في البحيرات والأنهار، ومياه جوفية في باطن الأرض ومياه جوية كرطوبة الجو، ومياه حيوية موجودة في أجسام الكائنات الحية. ويوضح الشكل (4–9) توزيع الماء في الكره الأرضية[16].

الشكل (4–9) توزيع الماء على سطح الكره الأرضية

16 عبد العزيز، محمود حسان. أساسيات الهيدرولوجيا. 1982م، الرياض.

ومن الجدير بالذكر أن هذه الكميات من المياه العذبة ليست موزعة بانتظام على سطح الأرض، ولكنها كافية للحياة على المستوى العالمي، فكمية الأمطار الساقطة سنوياً على اليابسة تبلغ حوالي 111 ألف كيلو متر مكعب، وإذا أمكن استغلال 10٪ فقط من هذه الكمية، وعلى افتراض أن حاجة الفرد من المياه تبلغ 1000 متر مكعب سنوياً (حد الفقر المائي)، فإن تلك الأمطار وحدها تكفي أكثر من 10 آلاف مليون نسمة. كما دل التقرير الصادر عن البنك الدولي على أن الموارد المائية العذبة في العالم تعد كافية لسد احتياجات شعوب الكرة الأرضية كافة، ففي كل عام يتدفق في أنهار العالم ومن الآبار الجوفية ما يكفي لتوفير سبعة آلاف متر مكعب سنوياً لكل إنسان. إلا أن هناك بعض المناطق تعاني من نقص في المياه العذبة وخصوصاً المناطق الجافة وشبه الجافة من الكرة الأرضية ومن بينها العالم العربي، حيث تشير الإحصاءات إلى أنه يعاني من ندرة في المياه العذبة؛ بل إن بعض المناطق العربية لا تقتصر مشكلة المياه فيها على الندرة بل تمتد إلى نوعية المياه التي تتدنى وتتحول إلى مياه غير صالحة للاستخدام، ويوضح الشكل (4–10) الدورة المائية Hydrologic Cycle.

الشكل (4–10) الدورة المائية



4-7-1 الطلب والعرض المياه:

ونقصد بعرض المياه Water Supply؛ تلك الموارد أو المصادر المتوافرة أو التي يمكن الحصول منها على المياه. وتتمثل تلك الموارد في:

1- المياه السطحية Surface Water: ويقصد بها مياه الأنهار والينابيع والبحيرات العذبة ومياه الأمطار التي تتجمع خلف السدود أو التي تتجمع في الطبقات الجوفية القريبة التي تطفو على سطح الأرض.

2- المياه الجوفية Ground Water: وتعرف أحواض المياه الجوفية بأنها "طبقة أو عدة طبقات حاملة للمياه الجوفية تكونت بشكل طبوغرافي أو تركيبي يسمح لها بتخزين حجم معين من المياه، كما يسمح لهذه المياه بالحركة بحكم نفاذية الطبقات المكونة للحوض"، ويمكن التمييز بين نوعين من الطبقات المائية:

- طبقات ذات موارد مائية متجددة، ويقصد بها تلك التكوينات التي يتوافر لها تغذية من المياه السطحية أو من تكوينات مرتبطة بها.

- طبقات ذات موارد أحفورية، وهي تلك التكوينات التي تكونت منذ أزمنة بعيدة المدى وهي إما تكوينات عميقة أو متوسطة العمق ينجم عن استغلالها لمدد طويلة هبوط في منسوب المياه الجوفية بها، مثل تلك الواقعة في المناطق الجافة، وتتسم هذه الموارد بتكلفة فرصة بديلة عالية نظراً لأنها تعد موارد قابلة للنضوب.

3- مياه التحلية؛ تعتبر مياه البحر المحلاة Desalinated Sea Water من الموارد المائية غير التقليدية؛ وتختلف مياه الموارد غير التقليدية في بعض الأحيان عن تلك الموارد التقليدية في كون الأولى تحتاج لمعالجة متقدمة. ورغم ذلك فهذه الموارد غير التقليدية أصبحت ضرورية في كثير من المناطق نظراً لندرة الموارد المائية التقليدية. وتعد الكميات المتاحة من الموارد غير التقليدية محدودة نتيجة لضخامة الموارد المالية المطلوبة للحصول عليها، وينبغي النظر إلى المياه المحلاة على أنها مصدر للمياه العذبة مساند للمصادر الطبيعية، فلا يصح استراتيجياً أو اقتصادياً الاعتماد عليها كثيراً في ظل تكلفتها الباهظة حالياً، حيث لا تقل في المتوسط عن دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد، ويمكن مع التطور العلمي والتقني لتحلية المياه المالحة العمل

على تخفيضها. ومما يزيد الأمر تعقيداً من الناحية الاقتصادية والمالية كون المياه المحلاة المنتجة غالباً ما تباع بسعر أقل كثيراً من سعر تكلفة إنتاجها، مما يؤدي إلى الإسراف في معدلات استهلاكها. إضافة لما سبق فإن محطات تحلية المياه المالحة لها عمر اقتصادي افتراضي محدد، ويجب تجهيز مصدر بديل لها قبل نهاية العمر الافتراضي لها.

ورغم المشكلات الضخمة التي تواجه هذا المصدر من المياه، إلا أنها أصبحت خياراً استراتيجياً لمياه الشرب في بعض البلدان محدودة الموارد المائية، مثل المملكة العربية السعودية ودول الخليج العربية، حيث يغطي هذا المورد جزءاً كبيراً من احتياجاتها للمياه البلدية حيث يصل عدد السكان الذين يعتمدون على هذا المصدر أكثر من 50٪ من السكان.

4– مياه الصرف المعالجة؛ تشكل مياه الصرف الصحي المعالجة Waste Water Treatment مصدراً مائياً غير تقليدي، وتشتمل هذه المياه على مياه الصرف الصحي البلدي والصناعي ومياه الصرف الصحي الزراعي، ومصارف السيول بعد معالجتها لتكون مناسبة للغرض المطلوب. وتعتمد كميات المياه المتوافرة من هذا المصدر على إمدادات المياه وعلى وجود شبكة تصريف ومحطات معالجة لها. إن وجود شبكة صرف صحي وزراعي وسيول يحقق هدفاً بيئياً يتمثل في سلامة البيئة من الآثار السلبية لتلك المياه المتجمعة، وهدفاً تنموياً يتمثل في تنمية المصادر المائية البديلة من المورد غير التقليدي، وتعظيم استغلال المياه المتاحة بتدويرها وإعادة استخراجها.

وتعتمد كميات المياه المتاحة من هذا المورد على وجود محطات معالجة لهذه النوعية من المياه ومدى سعتها، إلا أن هذا المورد يتميز عن سابقه (المياه المحلاة) في أنه أقل تكلفة إنتاجية حيث تصل تكلفة إنتاجه في المتوسط إلى نصف دولار أمريكي للمتر المكعب الواحد بالإضافة إلى وجوده قرب مراكز الاستهلاك لهذه المياه. ومن الجدير بالذكر أن هذا المورد لا يستعمل لأغراض الشرب بشكل واسع وإن كانت هناك محاولات في بعض البلدان لاستخدامه في أغراض الشرب، ولكن يستعمل في أغراض بلدية أخرى مثل صناديق الطرد في دورة المياه أو ري الحدائق

المنزلية كما يمكن استعمال هذا المورد لتغذية الطبقات الجوفية أو الاستخدامات الصناعية، وغيرها من الأغراض الأخرى.

عند النظر مجملاً لمصادر عرض المياه سابقة الذكر، يتضح لنا أن المياه السطحية هي أيسر هذه المصادر حصولاً وتكلفة، تليها المياه الجوفية ثم مياه الصرف الصحي المعالجة ثم مياه التحلية، ولا يعني هذا الترتيب أنه ترتيب عام لكل الحالات، بل هو على افتراض قرب المورد من المستخدمين، فربما تعتمد بعض البلدان أو المناطق على مورد واحد منها أو أكثر حسب ظروفها المائية والاقتصادية، ويجب النظر إلى مياه الصرف الصحي المعالجة كمورد مستمر لا بد من استخدامه بأكبر قدر ممكن، لما لمعالجة واستغلال هذا المورد من مردودات بيئية إيجابية شاملة إضافة إلى المردودات الاقتصادية الأخرى.

أما ما يخص الطلب على المياه Water Demand فيتمثل في مجموعة الاستخدامات والاستعمالات المختلفة للمياه، ومن الجدير بالذكر أن استعمالات المياه تتنوع وتتطور مع تنوع وتطور الحاجات المختلفة للإنسان، فقديماً كانت المياه تستخدم لأغراض الشرب والنظافة والزراعة، ولكن مع التطور الصناعي والاجتماعي والاقتصادي والعلمي وجدت استعمالات أخرى للمياه لم تكن موجودة من قبل، فمنها استعمالات المياه لغرض الإنتاج الحيواني والثروة السمكية، الإنتاج الصناعي، إنتاج الطاقة الكهربائية، إطفاء الحرائق، الملاحة، استخراج المعادن والبترول، تنمية المراعي والغابات والمسطحات الخضراء، وغيرها من الاستخدامات، ورغم تعدد صور الطلب على المياه، إلا أننا نستطيع أن نحصر مصادر الطلب على المياه في أكثر الصور شيوعاً خاصة في المنطقة العربية وهي:

1– طلب البلديات على المياه؛ ويتأثر طلب البلديات Municipal Demand على المياه بعوامل عدة، أهمها عدد السكان، متوسط درجة الحرارة ومستوى الدخل، إضافة إلى العوامل الجوية الأخرى. أما مستوى دخل الفرد فإنه يتناسب طردياً مع كمية المياه المستهلكة من قبل الأفراد والأسر، وذلك نتيجة لأن المستوى المرتفع للدخل يوفر فرصاً أكبر للاستفادة من المياه، أما بالنسبة للعوامل الجوية فإن زيادة كمية الأمطار مثلاً تتناسب عكسياً مع كمية المياه المستهلكة، وذلك لأن زيادة

هذه الكمية توفر مياهها أكثر لري الحدائق، مما يقلل استهلاك البلديات، ولا يخفى أن درجة الحرارة تتناسب طردياً مع كمية الاستهلاك المائي.

ويبقى عدد السكان أو معدل النمو السكاني العاملَ الأساسي الذي يحدد كميات المياه المطلوبة مستقبلاً، وذلك لأن كمية المياه المطلوبة عبارة عن متوسط الاستهلاك الفردي من المياه مضروباً في عدد السكان، ومن ثم فتوجد علاقة طردية بين عدد السكان وكميات المياه المستهلكة.

2– الطلب الصناعي للمياه؛ عادة ما يتم تحليل الطلب الصناعي للمياه Industrial Demand مستقلاً عن طلب البلديات حيث يكون الطلب الصناعي ذا كمية معتبرة لا يمكن إدراجها ضمن طلب البلديات، وتبلغ كمية الطلب الصناعي على المستوى العالمي حوالي ربع الكمية الكلية المستهلكة للمياه، ولكن هذه الكمية تقل في البلدان النامية، وتزداد في البلدان الصناعية. وتختلف طبيعة هذا النوع من الطلب عن سابقه في كونه لا يتطلب درجة كبيرة من المعالجة عموماً، كما أن المصانع عادة ما تعتمد على مواردها الخاصة في الحصول على المياه، ولا تستعمل شبكات المياه البلدية، إضافة إلى أن المياه المستعملة للأغراض الصناعية، لها مردود اقتصادي يتمثل في القيمة الاقتصادية المضافة من الإنتاج الصناعي، بالإضافة لإمكانية تدوير المياه المستخدمة للأغراض الصناعية وإعادة استخدامها. ومن أوجه الاستخدام الصناعي للمياه غالباً التبريد في العمليات الصناعية، كما يتم استخدامه في عمليات الحفر والتنقيب إذا كانت الصناعة استخراجية، وفي أغراض أخرى.

3– الطلب الزراعي للمياه؛ يعد الطلب الزراعي على المياه Agricultural Demand من أكثر أنواع الطلب استهلاكاً للمياه على المستوى العالمي عامة وعلى المستوى العربي خاصة، ويتأثر الطلب على الماء لأغراض الإنتاج الزراعي بعوامل عدة منها المساحة المزروعة التي تتناسب طردياً مع كمية المياه المستهلكة، والظروف المناخية من درجات الحرارة، وسرعة الرياح، وغيرها، وما يصاحب ذلك من معدلات تبخر ونتح للمياه تؤثر على كمية المياه المستهلكة. ويتأثر الطلب الزراعي للمياه بنوع

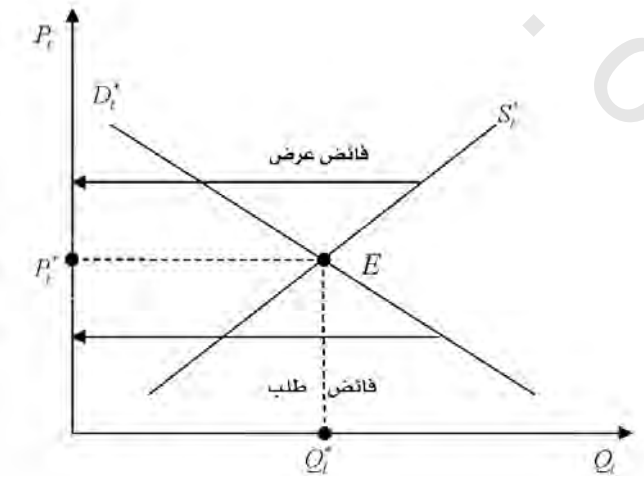
المحصول المزروع، وبطريقة الري ونوعية التربة التي تؤثر أيضاً على كميات المياه المستهلكة زراعياً، وغيرها من العوامل.

4-7-2 التوازن بين طلب وعرض المياه:

بعد معرفة كل من العرض (المياه المتاحة أو المتوفرة) والطلب (استهلاك أو استخدامات المياه) يأتي دور توزيع العرض طبقاً للطلب أو التوازن بين العرض والطلب على المياه Water Supply and Demand Equilibrium، أي إنه ينبغي على المخطط الاجتماعي تحديد كيفية تلبية الطلب للأغراض المختلفة كماً وكيفاً عن طريق ما هو متاح أو متوفر من المياه وبالطريقة المثلى. وتسمى الموازنة بين عرض الموارد المائية والطلب عليها بالميزان المائي Water Balance.

قد تكون كميات العرض كافية عموماً لتلبية الطلب، ولكن التوزيع الجغرافي لهذه الكميات لا يتوافق مع أماكن الطلب المائي، كما أنه من الممكن أن تكون كميات العرض كافية بل وفائضة في وقت من الأوقات خلال السنة لتلبية الطلب، ولكنها غير كافية في وقت آخر، أي إن الطلب زمنياً لا يتوافق مع العرض زمنياً. وهذا يعني أن البعد المكاني والبعد الزمني يلعبان دوراً مهماً في تحقيق التوازن بين العرض والطلب. ويوضح الشكل الآتي منحنى العرض والطلب للمياه.

الشكل (4-11) الطلب والعرض على المياه



ويتضح من شكل دالة الطلب على المياه أن نقص السعر يؤدي إلى زيادة الكمية المطلوبة، وذلك يفسر العلاقة العكسية بين السعر والكمية المطلوبة من المياه مع فرض ثبات العوامل الأخرى، كما توضح دالة العرض العلاقة الطردية بين السعر والكمية المعروضة من المياه حيث إن زيادة السعر تؤدي إلى زيادة العرض.

وتوضح نقطة التقاطع بين منحنى الطلب والعرض للمياه أن نقطة التوازن E ، هي النقطة التي يتم عندها تحديد الكمية التوازنية والسعر التوازني لكل موقع جغرافي في مدة زمنية محددة. وتجدر الإشارة إلى أن المياه تعتبر من السلع الضرورية في غالب حالاتها، وبالتالي فالطلب عليها غير مرن Inelastic Demand؛ لأننا نحتاجها بغض النظر عن سعرها، وبالتالي فالمرونة السعرية في هذه الحالة تقترب من الصفر، كما أنها تعد في بعض حالاتها مورداً قابلاً للنضوب (مثل المياه الأحفورية الجوفية) وبالتالي فتكلفة الفرصة البديلة مرتفعة، وهنا قد تكون المرونة السعرية عديمة المرونة Perfectly Inelastic حيث يتم تحديد الكميات التوازنية للمجتمع عن طريق المخطط الاجتماعي في هذه الحالة.

4-7-3 وسائل المحافظة على كمية ونوعية الموارد المائية:

هناك وسائل كثيرة من شأنها المحافظة على كمية المياه Quantity Water وعلى نوعية المياه Quality Water من التلوث، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر ما يأتي:

1. وجود التشريعات اللازمة لحماية مصادر المياه التي من شأنها الموائمة بين العرض والطلب على الموارد المائية للأغراض المختلفة وحماية المياه من سوء الاستغلال، وحمايتها من التلوث والاستنزاف، وغيرها من وسائل الحماية.
2. التوعية البيئية وذلك من خلال وسائل الإعلام المختلفة (مرئية، مسموعة، مقروءة، ...) لتوعية الجمهور وبناء فكرهم وتعريفهم بالتشريعات المفروضة لحماية وترشيد المياه والقيمة الاقتصادية لها، وما يتبعها من غرامات جزائية لسوء استخدامها.

3. الاهتمام بإنشاء مرافق للصرف الصحي، حيث إن إنشاء مرافق للصرف الصحي من شبكات ومحطات معالجة يخدم هدفين أساسيين: حماية البيئة، وتوفير مورد مائي إضافي للتجمعات السكانية.

4. إنشاء مراكز تدريب وتأهيل للعاملين في مجال البيئة وسلامة المياه بوجه خاص ومتابعة التطورات العلمية والتقنية والاستفادة منها في هذا المجال، وإقامة الندوات وحضور المؤتمرات المحلية والعالمية حول قضايا جودة المياه ومكافحة التلوث وإدارتها بشكل مستدام.

5. التقليل من الري السطحي والاعتماد على طرق الري الحديثة ذات الكفاءة العالية في استهلاك مياه الري مثل الري بالتنقيط أو بالرش، أو الري تحت السطحي، أو غيرها، وترشيد استعمال المبيدات والأسمدة في الأراضي الزراعية، فالري السطحي يزيد من احتمالية وصول الملوثات الزراعية إلى المياه الجوفية.

6. دعم أبحاث ترشيد استهلاك المياه.

7. جعل المياه عنصراً محدداً في تقدير الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية للمشروعات الخاصة والعامة.

8. وضع آلية للتنسيق والتعاون والتخطيط لقطاع المياه بين الجهات المسؤولة عن المياه.

4-7-4 إنتاجية المياه الجوفية:

المقصود بإنتاجية المياه الجوفية Ground Water Production هي كمية المياه المتدفقة أو التي يمكن سحبها من البئر Well خلال مدة زمنية معينة، وتتأثر إنتاجية البئر من المياه بمجموعة من العوامل منها:

1- مستوى الماء الساكن (الاستاتيكي) Static Water Level، وهو المستوى الذي يمثله سطح الماء بالبئر في حالة عدم سحب أي ماء من التكوين الجوفي سواء بالضخ أو بالجريان الحر، ويعبر عنه بالمسافة بين سطح الأرض وسطح الماء في البئر.

openkanal.com

وبالطبع فإن الآبار والينابيع التي تتدفق ذاتياً فوق سطح الأرض يكون مستوى الماء السكوني لها أعلى من مستوى سطح الأرض.

2– مستوى الضخ Pump Level، ويسمى أيضاً بمستوى الماء الحركي Dynamic Water Level وهو يعبر عن منسوب سطح الماء في البئر أثناء الضخ المستمر.

3– مستوى السحب (الهبوط) Drawdown Level، ويعبر عن المسافة بين منسوب الماء السكوني ومنسوب الماء الحركي، أي الفرق بين منسوب الماء قبل الضخ وأثناء الضخ. ويختلف مستوى السحب باختلاف معدلات ضخ الماء من البئر ومدة الضخ المستمر وكمية المياه الموجودة في التكوين.

4– السحب المتبقي (الهبوط المتبقي) Residual Drawdown، بعد توقف عملية الضخ فإن سطح الماء في البئر يعلو تدريجياً حتى يتساوى مع مستوى الماء السكوني في الخزان الجوفي أو الطبقة الحاملة Aquifer وأثناء ذلك فإن المسافة بين مستوى الماء الساكن ومنسوبه في البئر في زمن معين يسمى بمستوى السحب المتبقي أو الهبوط المتبقي.

5– إنتاجية البئر Well Yield، وهي كمية المياه القابلة للاستخراج من البئر سواء بالضخ أو بالتدفق الذاتي بالنسبة لوحدة الزمن، وتقاس عادة بالجالون /دقيقة أو الجالون /ساعة أو غيرها من الوحدات.

6– السعة الإنتاجية للبئر Specific Capacity، تعبر السعة الإنتاجية عن إنتاج البئر أو تصرفه بالنسبة لوحدة السحب أو قدرة التكوين الإنتاجية للماء، وهي تساوي حجم الماء الذي يتحرك بحرية تحت تأثير قوى الجاذبية الأرضية، وهي تساوي حجم الماء الممكن سحبه من البئر مقسوماً على سرعة السريان (عمق السحب) حيث $Y = \frac{W_y}{V} \times 100$، ووحدتها تكون جالون /دقيقة. قدم، أو جالون/ ساعة.قدم، ومثالاً على ذلك: إذا افترضنا أن إنتاج بئر ما هو 200 جالون/دقيقة وكان عمق السحب له 20 قدماً فتكون سعة البئر الإنتاجية 10 جالونات/ دقيقة.قدم. وتختلف إنتاجية المياه الجوفية حسب نوع التكوينات الجوفية، ويوجد نوعان رئيسان من تكوينات المياه الجوفية:

(1) التكوين الجوفي الحر Free Ground Water Aquifer وتكون فيه الطبقة الحاملة للمياه حرة من أعلى، أي تحد بمستوى الماء الأرضي وتتصل اتصالاً مباشراً بالمياه السطحية، وتكون المياه في المسام العليا من التكوين تحت الضغط الجوي، أو هي الطبقة الحاملة للماء التي يحدها من أسفل طبقة كتمية غير نفاذة أو نصف نفاذه ومن أعلى المستوى المائي المتصل مع الهواء الجوي.

(2) التكوين الجوفي المحصور Confined Ground Water Aquifer وهو الخزان الذي تكون فيه الطبقة الحاملة للمياه محصورة بين طبقتين غير منفذتين (كتمتين) من أعلى ومن أسفل واقعة تحت ضغط يفوق الضغط الجوي، وليس لها سطح حر، وتسمى هذه الخزانات، بالمياه الجوفية الارتوازية.

4-7-5 الموارد المائية في المملكة العربية السعودية:

يعد توفر الماء ضرورياً لاستدامة التنمية والاستقرار الاجتماعي في أي مكان؛ وفي البلدان الجافة التي لا يوجد بها أنهار جارية مثل المملكة العربية السعودية وكثير من البلدان الصحراوية، تصبح المياه الجوفية هي المصدر الأساسي للمياه. وهذا المصدر المحدود للمياه يجب أن يستغل بكفاءة في الاستخدامات البلدية والصناعية والزراعية لاستمرار التنمية ولضمان الاستمرار والجودة في المياه للأجيال الحالية والقادمة. وفي البلدان التي تكون مستويات الأمطار فيها منخفضة ومتذبذبة يصبح الاعتماد فيها أكبر على المياه الجوفية بالإضافة إلى المصادر البديلة كمياه التحلية ومياه الصرف الصحي.

ويعتمد عرض المياه التقليدية في المملكة على ثمانية تكوينات أساسية جوفية عميقة وعلى تسعة تكوينات ثانوية، وعلى كميات محدودة من المياه السطحية ومياه البحر المحلاة والقليل من مياه الصرف الصحي المعالجة. ويفرق بين التكوينات الأساسية (العميقة) والتكوينات الثانوية بناءً على خصائصها الهيدرولوجية وعلى انتشار أماكن انكشاف هذه التكوينات وعلى حجم المخزون الموجود بها وكمية النمو السنوي له. وعلى أي حال فإن معدل النمو لهذه التكوينات يعد منخفضاً ويصل إلى 1.270.000 متر مكعب في السنة (وزارة التخطيط، 1985م).

وتعد المعلومات الفنية والهيدرولوجية المتوافرة حالياً حول هذه التكوينات المائية قديمة، فهي تعود إلى أطلس المياه (المملكة العربية السعودية، وزارة الزراعة والمياه، 1984م)، وإلى خطة التنمية الرابعة (وزارة التخطيط، 1985م)، اللذين يعتمدان على دراسات هيدرولوجية قامت بها وزارة الزراعة والمياه في الأعوام 1966م و1969م و1980م، وهي دراسات تعطي بيانات قديمة لا تعكس مستوى الاستغلال الذي تم لهذه الموارد خلال تلك المدة وما بعدها.

الجدول (4–4) مخزون المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية مليون متر مكعب

التكوين	المخزون الثابت (MCM)	المخزون المتوقع 1996م (MCM)
الوسيع والبياض	89.000	51.620
الوجيد	69.000	40.020
أم الرضمة	65.000	37.700
المنجور وضرما	53.400	30.420
الساق	49.000	28.420
تبوك	5.600	3.248
الدمام ونيوجين	5.000	2.900
مجموع التكوينات الرئيسة	336.000	194.880
التكوينات الثانوية	164.000	94.250
مجموع التكوينات الجوفية	500.000	289.130

المصدر: خطة التنمية الرابعة، وزاره التخطيط، 1985م.

ويوضح الجدول رقم (4–4) المخزون الثابت والمخزون المتوقع عام 1996م (مليون متر مكعبMCM) في التكوينات الرئيسة في المملكة العربية السعودية، وتشمل تكويني الوسيع والبياض اللذين يعدان تكويناً واحداً، وتكوين أم رضمة وتكوينات المنجور وضرما والساق وتبوك والدمام ونيوجين. وتمتد مناطق انكشاف بعض هذه التكوينات إلى خارج حدود المملكة العربية السعودية، فمثلاً تكوين الساق يمتد إلى الأردن وسوريا، بينما تكوينات الدمام ونيوجين وأم رضمة تمتد إلى البحرين والكويت والإمارات العربية المتحدة وقطر وعمان والعراق، بينما يمتد تكوين الوجيد إلى اليمن، وحالياً تعد المملكة العربية السعودية هي المستخدم الرئيس لهذه التكوينات التي تحتوي على مياه أحفورية.

أما التكوينات الجوفية الثانوية في المملكة العربية السعودية فتوجد في مناطق مختلفة، وتشمل تكوينات مثل خف وطويل وعرمة وجوف وسكاكا وجلة ووادي حنيفة وجبيلة وغيرها. ويوضح الجدول السابق حجم مخزون المياه الجوفية التقديرية في هذه التكوينات، تلك التي تم استخدامها بشكل كبير إبان النهضة الزراعية في المملكة خلال المدة 81–1992م في زراعة محاصيل القمح والشعير والأعلاف. ومع أن تلك المدة حفلت بمرحلة استنزاف كبير لهذه التكوينات، إلا أنه لم يتم إلى الآن إعادة قياس معاملات المخزون أو التعبئة لهذه التكوينات.

المصدر الرئيس الآخر لاستخدامات المياه في الأغراض البلديات والصناعية هو مياه البحر المحلاة، وقد تم استخدام المياه المحلاة في المملكة بشكل واسع منذ عام 1970م، حيث تم إنفاق ما يزيد على 51 مليار ريال حتى عام 2000م لإنشاء ما يزيد على 26 محطة تحلية. وهناك خطة واسعة لدى وزارة المياه والكهرباء لزيادة الاعتماد على هذه المحطات لإنتاج المياه والكهرباء. وحالياً تعد المملكة العربية السعودية أكبر منتج لمياه البحر المحلاة في العالم، حيث يصل إنتاج المياه المحلاة إلى 700 مليون متر مكعب في السنة، يمثل إنتاجها حوالي 30٪ من قدرة العالم الإنتاجية للمياه المحلاة.

الجدول (4–5)

كميات المياه المحلاة حسب محطات تحلية المياه والمناطق المستفيدة منها لعام 2005م

اسم المحطة	الإنتاج		المناطق المستفيدة
	$م^3$ يومياً	$م^3$ سنوياً	
الخفجي	18.925	6.737.280	الخفجي
الجبيل	984.515	359.179.650	الغاط، بريدة، شركات متعاقدة، خفر السواحل، غنمان، الجبيل، المجمعة، القاعدة البحرية، الرياض، الهيئة الملكية، صدف، شقراء، الزلفي.
الخبر	391.673	140.435.060	الهفوف، بقيق، شركات متعاقدة، خفر السواحل، الدمام، الظهران، الخبر، القطيف، رأس تنورة، القصر الملكي، صفوي، سيهات.
جدة	373.136	132.836.400	جدة.

اسم المحطة	الإنتاج		المناطق المستفيدة
	م^3 يومياً	م^3 سنوياً	
الشعيبة	571.000	208.415.000	جدة، مكة، الطائف.
الشقيق	91.000	33.215.000	أبها، أبها: المطار، بن نعمان، خميس، خميس: المدينة العسكرية، رفيدة، رنة، سكيكو، الشقيق، عكاد.
المحطات الصغيرة	23.873	8.713.645	البرك، الوجه، العزيزية، ضبا، فرسان، حقل، رابغ، أملج.
ينبع	327.450	119.519.250	بدر، فرايش، فغرة، حمرا، خيف، المدينة، مستورة، مندسة، محميدة، ملايلة، مسيجيد، خفر السواحل، عويقل، رايس، الواسطة، يان مفرق، ينبع، خطوط ينبع.

المصدر: المؤسسة العامة لتحلية المياه المالحة، التقرير السنوي، 2005م.

المصدر الثالث من مصادر المياه هو مياه الصرف الصحي المعالجة؛ وهذا المصدر غير التقليدي ما زال في مراحله الأولى للاستخدام، إذ لم يتم تطوير القدرات الممكنة لاستغلال هذا المصدر من المياه. وذلك لارتفاع التكلفة المباشرة لمعالجة مياه الصرف الصحي، ولانخفاض مستوى القبول الاجتماعي لاستخدام هذه المياه، فمثلاً محطة الرياض للمعالجة يتم نقل مياهها إلى ثلاثة مناطق للاستفادة منها في الاستخدامات الزراعية والصناعية فقط، ويوضح الجدول (4–6) الاستخدامات والمواقع المستفيدة من مياه الصرف الصحي المعالجة بالرياض.

الجدول (4–6)

كميات المياه المعالجة، محطات معالجة المياه، والمواقع المستفيدة منها في منطقة الرياض

اسم المحطة	كمية المياه المنتجة (م^2 شهرياً)	مستوى المعالجة	المواقع المستفيدة
المحطة الجنوبية	5.305.950	ثلاثية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق
المحطة الشمالية	3.922.650	ثلاثية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق

اسم المحطة	كمية المياه المنتجة ($م^2$ شهرياً)	مستوى المعالجة	المواقع المستفيدة
المحطة الشرقية	5.109.150	ثنائية	مصفاة أرامكو السعودية بالرياض، الزراعة، وادي البطحاء، استخدامات في المرافق
حي الجزيرة	209.760	ثلاثية	ري حدائق حي الجزيرة
الإجمالي	14.547.510		

obeikandl.com

تمارين الفصل الرابع

س1) أجب عما يأتي:

1. ما هو الفرق بين سلوك المخزون للمورد الناضب وبين سلوكه للمورد المتجدد مع التوضيح الوصفي والبياني والرياضي؟
2. ما هو سلوك حجم المورد الإحيائي عبر الزمن مع التمثيل له؟
3. ما هو نوع الطلب على المعادن؟ ولماذا؟
4. وضح المعنى الاقتصادي للحمولة الرعوية مع التعريف.
5. ما هي الإنتاجية الرعوية للمراعي؟
6. أشرح الأهمية الاقتصادية للمراعي.
7. ما هي الأهمية الاقتصادية للغابات؟
8. وضح كيف يتم حساب القيمة الاقتصادية للمراعي؟
9. وضح كيف يتم حساب القيمة الاقتصادية للغابات؟
10. اذكر مع الشرح مظاهر تدهور المراعي.
11. ما هي أهم عوامل نمو واستغلال الغابات؟
12. عرف الملكية المشاعة للمورد.
13. ماذا تعني القدرة الحمولية القصوى CMC؟
14. ماذا يعني أعلى مستوى للنمو msy؟
15. ماذا تعني تكلفة السفر وتكلفة الدخول، وبماذا تفيد؟
16. ما هي أهم عوامل تدهور الغابات؟

س2) ما هو تأثير وجود الملكية المشاعة على استغلال المراعي والغابات مع التوضيح الوصفي والبياني والرياضي؟

س3) وضح سلوك النمو لموارد الأسماك.

س4) ما المقصود بكل مما يأتي:

obeikandl.com

- الدورة المائية؟
- الميزان المائي؟
- المخزون المائي الحر، والمخزون المائي المحصور؟
- المياه المتجددة والمياه الأحفورية؟

س5) وضح اقتراحاتك للمحافظة على المياه من التلوث ومن الاستنزاف.

س6) ناقش مزايا وعيوب استخدام المياه الجوفية كمصدر لإمدادات المياه البلدية؟

س7) ما مصير استخدام المياه الجوفية للري الزراعي على المدى البعيد في مناطق مختلفة من البلاد؟

س8) ما هي محددات الطلب على الموارد المائية؟

س9) اكتب بحثاً لا يزيد عن 10 صفحات عن المياه في منطقتك مدللاً عرضك بالنسب والأرقام، مع توضيح استنتاجاتك وتوصياتك في هذا الشأن.

س10) وضح أسعار مياه الشرب في المملكة لكل الشرائح، وقارنها بتكاليف مياه التحلية والنقل.

س11) وضح أنواع التجدد في الموارد المتجددة وأنماط تمثيلها رياضياً وبيانياً.

س12) ما هو الفرق بين شرط الاستغلال الأمثل لاستغلال الغابات في حالة المنافسة التامة عنه في حالة الاحتكار (بالتعاون بين المنتجين)؟

س13) ما هو شرط استغلال الغابة ذات الملكية المحددة؟

س14) وضح الفرق بين معادلات ديناميكية المخزون للمورد القابل للنضوب عن تلك التي للموارد المتجددة مع التوصيف الرياضي لذلك.

س15) وضح الفرق بين شرطي التوازن (الضروري والكافي) في حالة المورد الناضب عنه في حالة المورد المتجدد.

obeikandl.com

س16) يوجد مورد متجدد له دالة تكاليف لاستخراجه هي: $TC = CR_t$ حيث $C = 3$ ، ومعكوس دالة الطلب عليه هي $P_t = \alpha - bR_t$ حيث $b = 0.5$ ، $\alpha = 20$ ؛ علماً بأن المخزون الابتدائي في هذا الحقل هو 40 وينمو خارجياً بمعدل $G = 10$ بينما سعر الخصم $r = 10\%$ والزمن $T = 2$ ، والمطلوب:

1. كون مسألة التعظيم لعائد الإنتاج ودالة لاجرانج في هذه الحالة.
2. استنتج الشروط الضرورية والكافية لتعظيم عائد الإنتاج من هذا الحقل مع شرحها.
3. أوجد مستويات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي.
4. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر الزمن؟
5. في حالة كون التكاليف الحدية لاستخراج النفط كمورد متجدد أصبحت متزايدة كلما انخفض المخزون المتبقي، فكيف يمكن تمثيل التكاليف رياضياً في هذه الحالة؟ وكيف ستؤثر بيانياً على دالة التكاليف؟

س17) إذا كان هناك مورد متجدد يواجه دالة تكاليف استخراج كلية هي: $TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR_t^3$ حيث: $C = 0.08$ ، $b = 0.03$ ، $\alpha = 2$ ؛ وإذا كان سعر الخصم $r = 7\%$ ، وكمية المخزون الابتدائي للمورد $S_O = 400$ ، ومعدل نمو المخزون $G = 20$ ، والسعر الحالي للمورد $P = 30$ للطن ومن المتوقع زيادة السعر بنسبة 4% في كل سنة، إذا كان المنتج يستخدم مدة 50 عاماً كمدى زمني تخطيطي لتعظيم أرباحه:

1. كون وحل مسألة التعظيم السابقة موضحاً عناصر مسألة التعظيم ومعادلة لاجرانج والشروط الضرورية والكافية لمدتين زمنيتين؟
2. ما هي القيمة الحالية لربح منتج المورد عبر هذه المدة (50 عاماً) مستعيناً ببرنامج أكسل؟
3. من البرامج في 2، متى سيتم استخدام المورد بالكامل؟

obeikandi.com

4. من البرامج في 2، أوجد معدلات الاستخراج المثلى والمخزون المتبقي عبر الزمن.

س18) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال السابق في حالة كون المنتج كان محتكراً في السوق، وكون دالة الطلب على المورد هي: $P_t = \alpha_2 - b_2 R_t$ حيث: $\alpha_2 = 200$ ، $b_2 = 0.5$.

س19) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال الثامن عشر في حالة كون دالة التكاليف لاستخراج المورد:

$$TC = \alpha R_t + bR_t^2 + CR^3 + eR(S_O - S +) \Big/ S_t$$

حيث: $e = 3$.

س20) أعد إجابة الفقرات (2، 3، 4) في السؤال الثامن عشر في حالة عدم وجود نمو خارجي للمخزون وكون صيغة معادلة المخزون الحالي: $S_t = S_t - 1 + G(S_t - 1) - R_t$ حيث: $G(S)$ هي دالة نمو المورد و $G = 0.03$.

obeikandl.com

مراجع الفصل الرابع

- مقلد، رمضان محمد، وآخرون. اقتصاديات الموارد والبيئة، الدار الجامعية، الإسكندرية، 2003م.
- أبو الفتوح، حسين علي. علم البيئة (الطبعة الأولى) 1991م – مطابع جامعة الملك سعود 1411هـ.
- آل الشيخ، حمد محمد. اقتصاديات الغابات في جنوب المملكة، ورقة عمل، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، 1428هـ.
- آل الشيخ، حمد محمد. اقتصاديات المراعي في شمال المملكة، ورقة عمل، قسم الاقتصاد، جامعة الملك سعود، 1428هـ.
- آل الشيخ، عبد المحسن عبد الرحمن. تخطيط موارد المياه وتطبيقه في الوطن العربي. مطابع الفرزدق التجارية، 2003م، الرياض.
- الأشرف، محمد غياث. "حماية البيئة الرعوية من التصحر– إدارة مورد المياه والبيئة، معهد البحوث– جامعة الملك فهد للبترول والمعادن: في إطار ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية (الجزء الأول)" مطابع جامعة الملك سعود 1416هـ
- جيري ل. هولشك، ركس د. بابير، كالتون هـ. هيربل. إدارة المراعي (الأسس والتطبيقات)– ترجمة السعيد، عبد العزيز بن محمد سليمان. الرياض 2000م – النشر العلمي والمطابع 1422هـ.
- الدول، يحيى محمد علي. "أهداف ومتطلبات تنمية الغابات" وكذلك د. عبدالله أبو الحسن "تنمية الغابات الطبيعية في المملكة" وكذلك د. محمد نبيل شلبي "الأهمية الاقتصادية للغابات"، مجلة العلوم والتقنية (الرياض– مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية) العدد الحادي والخمسون رجب 1420هـ.

openkandi.com

- رياض، محمد، وآخرون. الجغرافيا الاقتصادية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، الطبعة الثالثة، الدوحة، قطر 1973م.
- الشريف، عبده قاسم. "دور وزارة الزراعة والمياه في تنمية وإعمار الصحراء في المملكة العربية السعودية"، حلقة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية، مركز دراسات الصحراء، 21–23 نوفمبر 1989م، مطابع جامعة الملك سعود.
- عارف، إبراهيم محمد وآخرون. "ماضي وحاضر الغابات الطبيعية والصناعية في المملكة العربية السعودية"، الندوة الجامعية الكبرى (المحور الزراعي) 16– 27 أكتوبر 1999م – النشر العلمي والمطابع 1421هـ.
- عبد العزيز، محمود حسان. أساسيات الهيدرولوجيا. عمادة شؤون المكتبات– جامعة الملك سعود، 1982م، الرياض.
- عبد الله، محمد حامد. اقتصاديات الموارد والبيئة، عمادة النشر العلمي والمطابع جامعة الملك سعود، الرياض، 2000م.
- العمرو، سعود فهد وآخرون. " دراسة ظاهرة التصحر في منطقة حائل بالمملكة العربية السعودية"، وكذلك الأشرف، محمد غياث، " حماية البيئة الرعوية من التصحر"، وكذلك نصرون، تاج الدين حسين "أهمية وطرق استعادة وصيانة التنوع الحيوي للنظم البيئية المتصحرة بالمملكة، الجزء الأول، ندوة الدراسات الصحراوية في المملكة العربية السعودية، مركز دراسات الصحراء، 2–4 أكتوبر 1994م، مطابع جامعة الملك سعود.
- مخيمر، سامر، وآخرون. أزمة المياه في المنطقة العربية (الحقائق والبدائل الممكنة). المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، 1995م، الكويت.
- نظام الغابات والمراعي. أنظمة المياه والزراعة والثروات الحية، مجموعة الأنظمة السعودية، المجلد السابع، فهرسة الملك فهد الوطنية، الرياض 1423هـ.
- Al–Sheikh, Hamad. M. H.(2001) Water Resources and Development in Saudi Arabia. Riyadh, Saudi Arabia, in Water in the Arabian Peninsula, edited by Kamil Mahdi, 2001, Ithaca Reading U. K.

openkandil.com

- Barnett, H.J. and C. Morse (1963) Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Burt, O.R. "Groundwater Management Under Quadratic Criterion Functions" Water Resources Research 3:673–82,1967.
- Burt, O.R. " Groundwater Storage Control Under Institutional Restrictions." Water Resources Research 6:1540–8,1970.
- Burt, O.R. "Optimal Use of Resources Over Time." Management Science 2:80–93,1964.
- Burt, O.R., and Cummings, R.G." Production and Investment in Natural Resource Industries." American Economic Review 60:576–90,1970.
- Coase, R.H."The Problem of Social Cost." Journal of Law and Economics 44.1960-3:1
- Conrad, J. and C. Clark (1987) Natural Resource Economics: Notes and Problems, Cambridge: Cambridge University Press.
- Dasgupta, P., and Heal, G. "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources." Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources 3:28,1974.
- Dasgupta, P., and Stiglitz, J.E."Uncertainty and The Rate of Extraction Under Alternative Institutional Arrangement." Unpublished manuscript, Stanford University, 1975.
- Farzin, Y. H. (1992) "The Time Path of Scarcity Rent in the Theory of Exhaustible Resources", Economic Journal, 102,813–30.
- Fisher, A. C. (1981) Resource and Environmental Economics, Cambridge University Press.
- Gray, L.C. "Rent Under the Assumption of Exhaustibility." Quarterly Journal of Economics. 89.1914-28:466
- Gray, L.C. "The Economic Possibilities of Conservation." Quarterly Journal of Economics. 519.1913-27:497.
- Hall, D. and J. Hall (1984) "Concepts and Measures of Natural Resource Scarcity With a Summery of Recent Trends", Journal of environmental Economics and Management, 11,363–79.
- Heal, G. "Economic Aspects of Natural Resource Depletion." In The Economics of Natural Resource Depletion, edited by D.W. Pearce and J. Rose, PP. 118–39. New York: John Wiley & Sons, 1975a.
- Heal, G. M. and M. M. Barrow (1980) "The Relationship Between Interest Rates and Metal Price Movements". Review of Economic Studies, 48, –161 81

Obeikandl.com

- Hotelling, H. "The Economic of Exhaustible Resources." Journal of Political Economy 39:137–75,1931.
- Kamien, M.I., and Schwartz, N.L. "Optimal Exhaustible Resource Depletion with Endogenous Technical Change." Review of Economic Studies, 45:179–96,1978.
- Koopmans, T. C. (1974) "Proof of the Case where Discounting Advances Doomsday", Review of Economic Studies Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 117–20.
- Munoro, G.R and A.D Scott, "The Economics of Fisheries Management" Chapter 14 in Handbook of Natural Resources and Energy Economics, Vol, ∏, edited by A. V. Kreese and J.L. Sweeney, Elsevier Science Pulishers, BV, Amsterdam, Netherlands, 1985.
- Tietenberg, T. (1992) Environmental and Natural Resources Economics, New York: Harper– Collins.

obeikandl.com