الفصل الثانى والعشرون

أشجار غابات الحمايه البيئيه Agroforestry system

إن كلمه Agroforestry تعنى أشجار الحمايه البيئيه أو الـ farm forestry أى أشجار الغابات المختلطه بالمحاصيل المختلفه وهى تعنى تكنيك إنتاجى جديد أو طريقه للتوافق بين الزراعات الحقليه وأشجار الغابات فى نفس المنطقه من الأرض وذلك لأمكانيه استغلال أرض تلك المنطقة الاستغلال الأمثل بالإضافة إلى استغلال الطاقات الطبيعية من ضوء الشمس والمياه والعناصر الغذائية باتباع تلك الطريقة . وبالتالى نجد أن المزارع أو صاحب المزرعه يحصل على دخول إضافيه من الزراعات الحقليه بالإضافة إلى دخله من أشجار الغابات ومنتجاتها .

ولقد اتبعت تلك الطريقة فى العديد من البلاد وذلك لملاحقه التطور العلمى فى استخدام تلك الطرق بالإضافه إلى ذلك فإنها توفر كميات كبيرة من المواد الغذائية اللازمه لسد احتياجات الانسان أو البشرية التى تتزايد باستمرار وذلك حتى يحدث توازن بين كميه الغذاء اللازم للاستهلاك ومساحات الأراضى المحدوده والزيادة المطردة فى اعداد السكان .

إن أشجار الحمايه البيئية لها باع طويل فى أماكن مختلفة من العالم فعلى سبيل المثال نجد أن chen Yung سنه ١٩٤٣ ذكر أن أشجار الحمايه البيئية قد استخدم بطريقة عمليه منذ ١٧٠٠ سنه فى الصين ولقد اكتسب الفلاحون الصينيون خبره كبيره فى هذا المضمار فعلى سبيل المثال تم زراعه أشجار الـ elm فى صورة سياج لحمايه مناطق الانتاج الحيوانى لتكوين ما يسمى بالـ Living fence وبعد نمو تلك الاشجار ووصولها إلى الحجم المناسب أصبحت مصدر لإنتاج الأخشاب ثم أكتشف بعد ذلك أنها توفر حمايه جيدة للمحاصيل الحقليه المجاورة لها أيضا . كذلك يوجد ملاحظات أخرى قد سجلت منذ ٣٠٠ سنه باستعمال تلك الطريقة أى المتخللات الزراعيه أو المحصوليه بين أشجار الغابات وهذه الطريقة يطلق عليها الـ inter-

cropped agricultural تحت أشجار الـ chinese fir الصغيرة ثم انتقل استعمال تلك الطريقة إلى العديد من بلدان قارة آسيا وأخيراً تنبهت العديد من الدول إلى أهميه تلك الطريقة لمواجهة الاحتياجات السكانية خاصه فى البلاد الصحراوية والشبه صحراوية وقد أخذت فى تطبيقها وتطويرها وأخيراً أصبح علم الـ Agroforestry أحد العلوم الهامه والذى يلعب دور مهم فى التطبيق العلمى والانتاجى الحديث والتقدم التكنولوجى إلى الانتاج الأساسى من المحاصيل المختلفه ومنتجات الغابات والتى يطلق عليها بالـPrimary production نجد أن هذا النظام يساعد على تكوين بيئة جديدة ينتج عنها العديد من المنتجات الأخرى والتى يطلق عليها بالـ secondary production مثل الحيوانات المختلفة سواء كانت مستأنسه أو مفترسه بالإضافه إلى الأسماك وغيرها من المنتجات الأخرى . وتحت هذا النظام نجد أنه لابد من وجود إدارة سليمه فى ظل نظام اقتصادى جيد بالإضافه إلى استغلال العوامل البيئه والعلاقات الانسانية التى تنشأ نتيجه تطبيق تلك الطريقة .

بالإضافة إلى ما سبق فإننا نجد أن الـ Agroforestry نظام انتاجى عن طريق تكوين مجتمعات نباتيه مزروعه بالإضافة إلى منتجات الأسماك والانتاج الحيوانى والهدف الأساسى فى هذه الحاله هو إظهار العلاقة بين النبات والحيوان والعوامل البيئيه المختلفه التى تؤثر على العلاقات المختلفة فى هذا المجتمع الانتاجى . لذلك يجب الأخذ فى الاعتبار علوم فسيولوجيا النبات ، علوم البيئه الزراعية ، الأراضى وغيرها من العلوم الأساسية بالإضافة إلى الخبرة الجيدة فى زراعه المحاصيل الحقلية وعمليات التربيه والتنميه الخاصة بالأشجار الخشبية وذلك لاختيار أنسب المحاصيل التى تتوافق زراعتها مع أشجار الغابات المختلفة والتى تتناسب أيضا مع طبيعة نموها لهذا فإنه يجب أن تتوافر معلومات جيدة عن علوم الوراثه وتربية النباتات لأنها مهمه فى اختيار سلاسلات المحاصيل المطلوبة . أيضا الحماية البيئه بواسطة الأشجار من العوامل المهمه كذلك فإن استخدام الآلات الزراعيه له دور مهم وكل هذه العوامل مجتمعة تعتبر من الأشياء المهمه لانجاح هذه الطريقة والتى تسمى بأشجار الحمايه البيئيه أو الـAgroforestry system ولقد طبقت تلك الطريقة بنجاح فى جمهورية مصر العربية فى العديد من

المناطق المستصلحة حديثا فى منطقة غرب النوبارية والساحل الشمالى الغربى بمطروح حيث تتوافر مياه الرى السطحى ومياه الأمطار وذلك لمقارنه تلك المناطق ببعضها وقد أظهرت النتائج امكانية استخدام تلك الطريقة سواء فى المناطق التى تتوافر فيها مياه الرى السطحى أو التى يطبق فيها الزراعات المطريه انظر الشكل رقم (٦٣) .

شكل رقم (٦٣)

أهميه استخدام طريقة الـ Agroforestry فى عمليات الادارة لمناطق

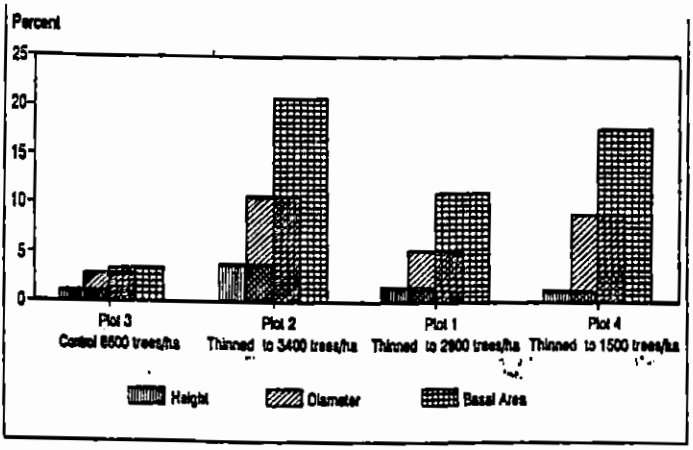
الغابات خصوصا فى المناطق الجافه فى بوتسوانا Botswana

إن شجرة الـ Mophane أو الـ Colophospermum mopane J. من الأنواع الشجرية التى توجد فى صورة أشجار مطموسه تحت مجموعات الأشجار فى المناطق الاستوائية الجنوبية من قارة أفريقيا حيث توجد فى الطبقات السفلى لتيجان الأشجار فى المناطق الحاره ذات الأراضى الـ alluvial soils (Coates - Palgrave 1977) وفى العاده فإن أخشاب هذا النوع من الأشجار Mophane يستخدم كأخشاب حريق وفى الأعمال الإنشائيه وأيضا فى أخشاب النشر . أيضا تستخدم الثمار والبذور والأوراق والفروع الغضة كعلف للحيوانات .

وفى إحدى التجارب لإظهار تأثير عمليات الخف والتقليم على نمو تلك الأشجار سواء كان النمو الطولى أو القطرى . ولقد أظهرت تلك الدراسات أنه يجب أن يكون هناك درايه كافيه بعمليات الخف والتقليم التى تجرى على تلك الأشجار وذلك للحصول على أكبر نمو طولى كما هو موضح بالجدول رقم (٢٢) والشكل رقم (٦٤) .

	Plot 1	Plot 2	Plot 3 (control)	Plot 4
Original density (trees/ha)	7900	8300	8600	8000
Density after thinning (trees/ha)	2800	3400	8600	1500
Diameter (cm) 10 cm above ground				
Before thinning	2.71	2.36	2.89	2.73
After thinning	4.42	3.26	—	3.99
After one year	4.65	3.61	3.09	4.35
Height (m)				
Before thinning	1.09	1.02	1.31	1.19
After thinning	1.82	1.54	—	1.71
After one year	1.85	1.60	1.37	1.73
Basal area (cm^2)				
Before thinning	616.16	454.46	731.29	563.73
After thinning	472.43	315.10	—	205.53
After one year	525.46	381.27	756.85	241.80

جدول رقم (٢٢) يوضح متوسط النمو الطولى والقطرى والمساحه القاعدية لشجرة Colophospermum Mopane والمنزرعه على أبعاد ١٠ × ١٠ متر قبل وبعد ١١ شهر من إجراء عمليات الخف فى ثلاثة مواقع مختلفه .



شكل رقم (٦٤) يوضح التغيرات فى النمو القطرى والطولى والمساحة القاعدية لشجرة الـ Colophospermum mophane تحت نظم خف مختلفة فى منطقة Boteti فى Botswana

بعض التصميمات المتبعه فى نظم أشجار الحمايه البيئيه عن طريق ما يسمى بأسوار الحمايه أى الـ Hedgerow

إن كميه النتائج المتحصل عليها أو التى تؤخذ قياساتها بخصوص المناخ والأرض والأشجار والمحاصيل المنزرعه تحت حمايه الأشجار تعتمد أساسا على نوع وطريقة تصميم التجربة أو المنطقة تحت الدراسة والهدف منها والأمكانيات المتاحه . أيضا يجب أن تكون تلك القياسات فى النطاق المطلوب وأيضا يجب عدم التوسع فى عملية جمع البيانات أو تقليلها حتى يمكن الحصول على النتائج المرجوة وعموما هناك هدفين رئيسين أو أساسيين من عمليه جمع البيانات فى هذا النوع من التجارب الخاصه بالحماية البيئيه هما :ـ

أولا : النتائج المباشرة

ثانيا : تقديم تقرير مفصل وكامل عن تلك التأثيرات .

وعموما هناك حد أدنى للمعلومات التى يجب أن تتوافر فى أى بحث من بحوث

أشجار الحمايه البيئيه والتى يجب عدم أغفالها أو التغاضى عنها وهذه تشمل المعلومات الآتية :ـ

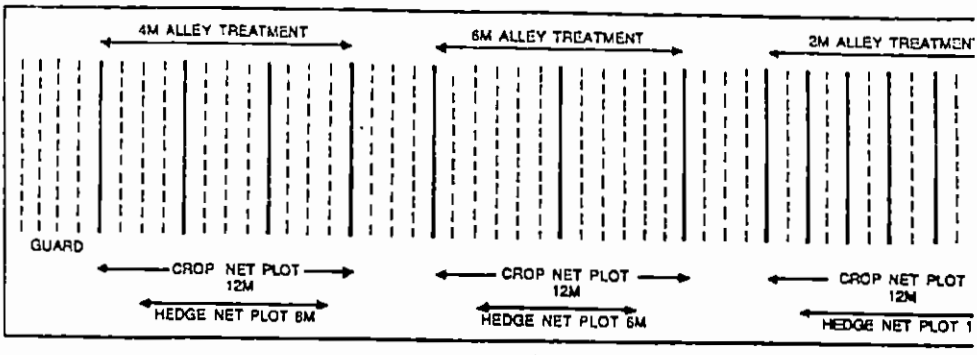
ـ معلومات عن المناخ : وهذه تشمل كمية المطر ، درجات الحرارة والبخر .

ـ معلومات عن الأشجار : إجراء انتخاب للأشجار وعددها ومنشأها ودرجه أقلمتها تحت الظروف البيئيه الجديدة سنويا ـ قياس معدل النمو وهذا يشمل قياس كل من النمو فى الطول والقطر ، قياس الكتله الحيويه للشجرة ـ تقدير معدل النمو السنوى الاقتصادى ـ درجة المقاومة للاصابه بالآفات الفطرية والحشرية .

ـ معلومات عن الأرض : وهذه تشتمل على منشأ الأرض للموقع وخواصه الطبيعيه والكيميائية .

ـ معلومات عن المحاصيل : مثل ميعاد الزراعه والنضج ـ أيضا أنواع المحاصيل المختلفة ودرجة مقاومتها للإصابة بالأمراض .

والشكل رقم (٦٥) يوضح تصميم لتجربة بالطريقة العشوائية لدراسة تأثير اسوار الحماية الشجرية فى وجود محاصيل حقلية منزرعه حيث أن مساحة القطعة ٤ ـ ٦ متر بعرض قدرة ٢ متر .



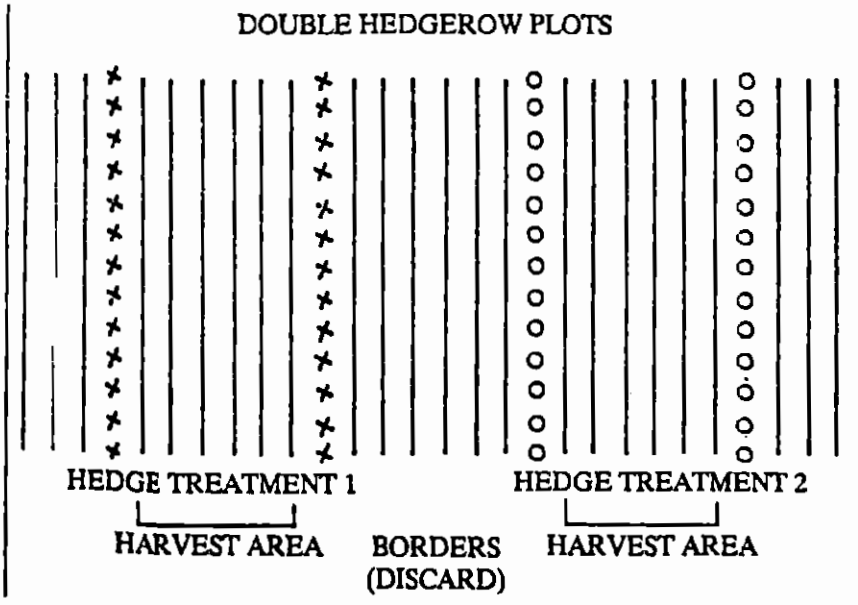
شكل رقم (٦٥)

تصميم آخر من تصميمات أشجار الحمايه البيئيه عن طريق زراعة صفين من الأشجار Double hedgerow

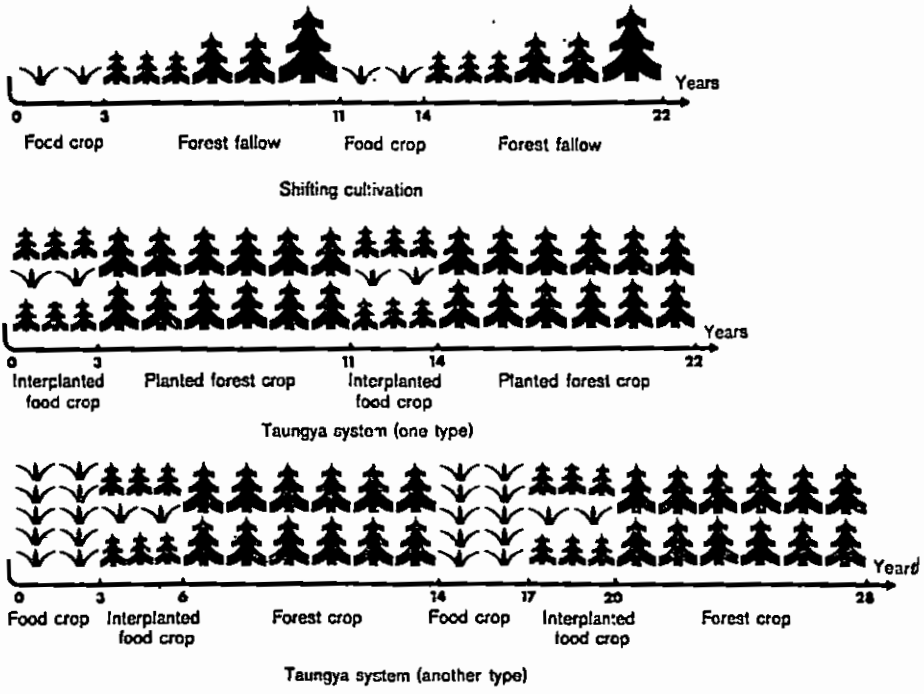
فى هذه الحالة تصمم قطع التجربة أى الـ plots بين صفين من أشجار الحمايه البيئيه على أن لا تقل مساحة الـ plot عن ٣٠٠ ـ ٥٠٠ متر مربع حتى يمكن

ملاحظة الفوائد المرجوه من نظام الحماية البيئيه . ويجب ترك منطقة خاليه بين كل نوع من الأشجار (أشجار الحمايه البيئيه) أو يمكن زراعتها بأنواع أخرى من الأشجار وهذه تكون بمثابه منطقة فاصله بين التجارب أو المعاملات المختلفة داخل التجربة الواحدة . كذلك يجب الأخذ فى الاعتبار إجراء عمليات التقليم الدورى للأشجار الملاصقه للزراعات داخل قطع التجربه حتى لا تؤثر فروعها بواسطة التظليل على نمو الزراعات فى التجربة أيضا يجب إجراء عمليات التقليم الجذرى وذلك لتقليل التنافس بين المحاصيل وأشجار الحماية البيئيه سواء كان هذا التنافس على الماء الأرضى أو العناصر الغذائية الموجودة بالتربه .

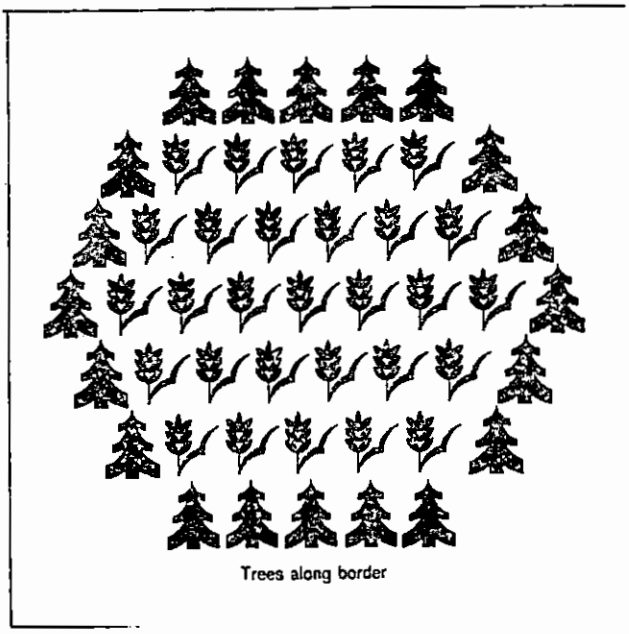
والشكل رقم (٦٦) يوضح طريقة تصميم وزراعة صفين من أشجار الحماية البيئيه بينما توضح الأشكال أرقام (٦٧) ، (٦٨) ، (٦٩) طرق الاحلال بين نظم أشجار الحمايه البيئيه والمحاصيل المختلفة انظر أيضا أشكال (٧٠) ، (٧١) .



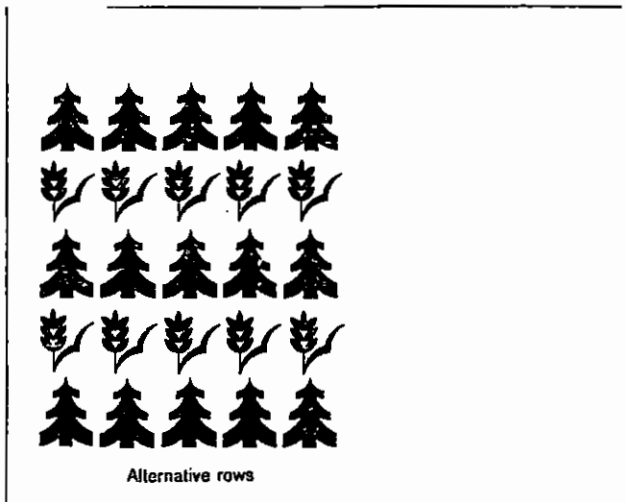
شكل رقم (٦٦)



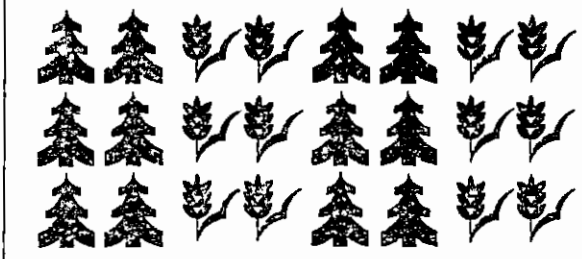
شكل رقم (٦٧) يوضح طريقة الأحلال بين نظم أشجار الحمايه البيئيه والمحاصيل المختلفة



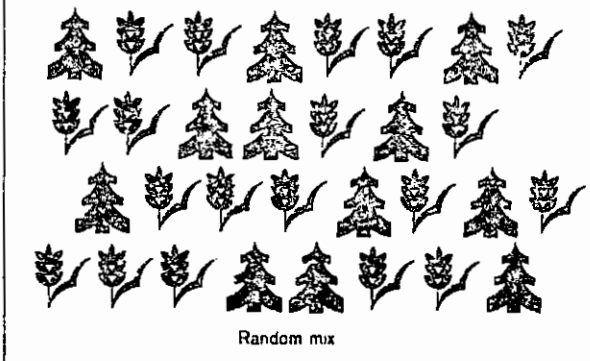
شكل رقم (٦٨) يوضح إحدى طرق زراعة أشجار
الحمايه البيئيه مع المحاصيل



شكل رقم (٦٩) يوضح طريقة زراعة أشجار الحمايه البيئيه فى
صفوف بالتبادل مع المحاصيل

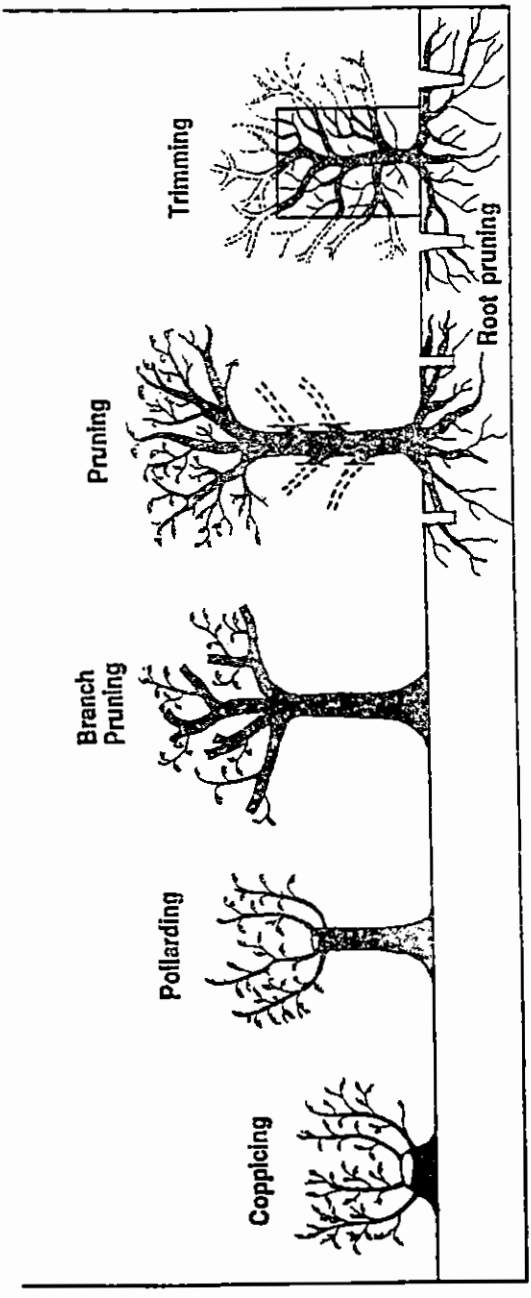


شكل رقم (٧٠) يوضح زراعة أشجار الحمايه البيئيه
بالتبادل مع المحاصيل



شكل رقم (٧١) يوضح زراعة أشجار الحمايه البيئيه مع المحاصيل
بطريقة عشوائية

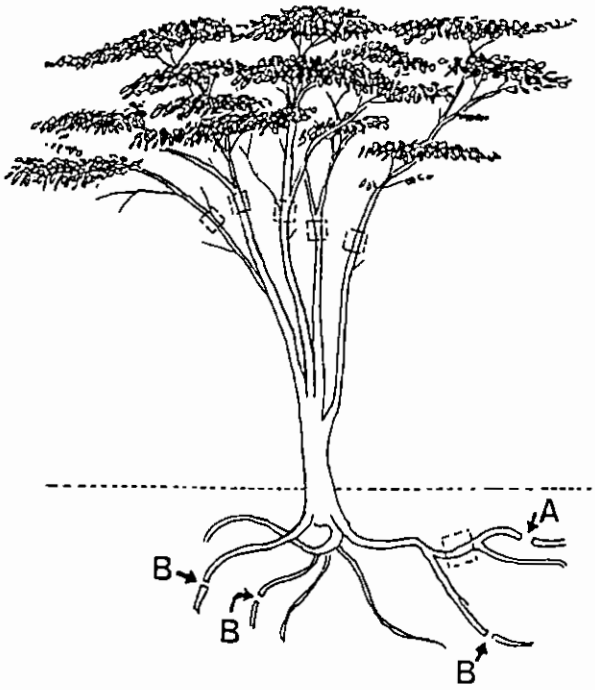
شكل رقم (٧٢) يوضح طريقة إجراء تقليم الأفرع الخضرية للأشجار وكذلك طريقة تقليم جذور الأشجار لتقليل عمليه التنافس



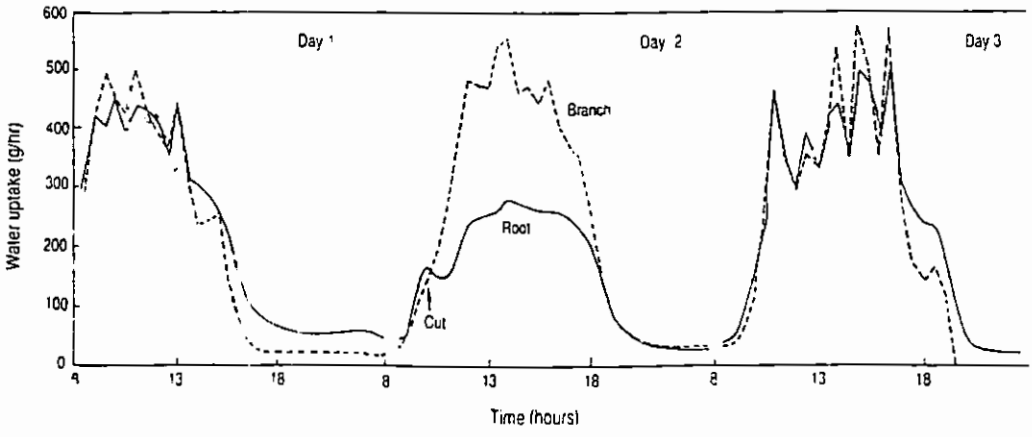
إحدى طرق تقليم الجذور لتقليل التنافس بين أشجار الحمايه البيئيه والمحاصيل المنزرعه على المحتوى الرطوبى للتربة والمواد الغذائية الموجودة بها

طريقة من طرق تقليم الجذور خاصه الجذور الثانوية المتوسطة فى القطر وهذه تشمل أو تمثل حوالى ٥ر١ ٪ من إجمالى المجموع الجذرى للأشجار وتجرى هذه العملية وذلك للحد من امتصاص الماء بواسطة الجذور خاصة فى المناطق التى قد تتعرض للجفاف أو لنقص الماء الأرضى حتى يمكن عمل توازن بين المتاح من المياه فى الأرض والمجموع الخضرى للأشجار خوفاً من تعرض الأشجار للجفاف . والشكل رقم (٧٣) يوضح كيفيه إجراء هذا التقليم الجذرى فى المنطقة (A) ويتم قياس كمية الماء الممتصة بواسطة الجذور عن طريق قياس سرعة حركة الماء فى الأجزاء الخضرية وقد يستخدم فى هذه الطريقة العناصر المشعة مثل كربون ١٤ أو نيتروجين ١٥ لتتبع قياس تدفق العصارة فى الساعة . كذلك تستخدم هذه الطريقة للحد من التنافس على الماء الأرضى بين جذور الأشجار الموجودة فى نظام أشجار الحماية البيئة والمحاصيل الزراعية التى يتم زراعتها تحت حماية تلك الأشجار لذلك فإنه ينصح بإجراء عمليات التقليم هذه على فترات حيث يتم فى المرحلة الأولى تقليم الجذور الثانوية الصغيرة (A) ثم يليها تقليم الجذور الأكبر (B) بعد اسبوع على الأكثر كما هو موضح بالشكل السابق حيث أن جذور هذه المنطقة تمثل حوالى ٣٠ ٪ من إجمالى المجموع الجذرى للشجرة .

أما الشكل رقم (٧٤) فيوضح تأثير تلك المعاملات على معدل امتصاص الماء خلال ثلاثة أيام من إجراء عمليات التقليم .



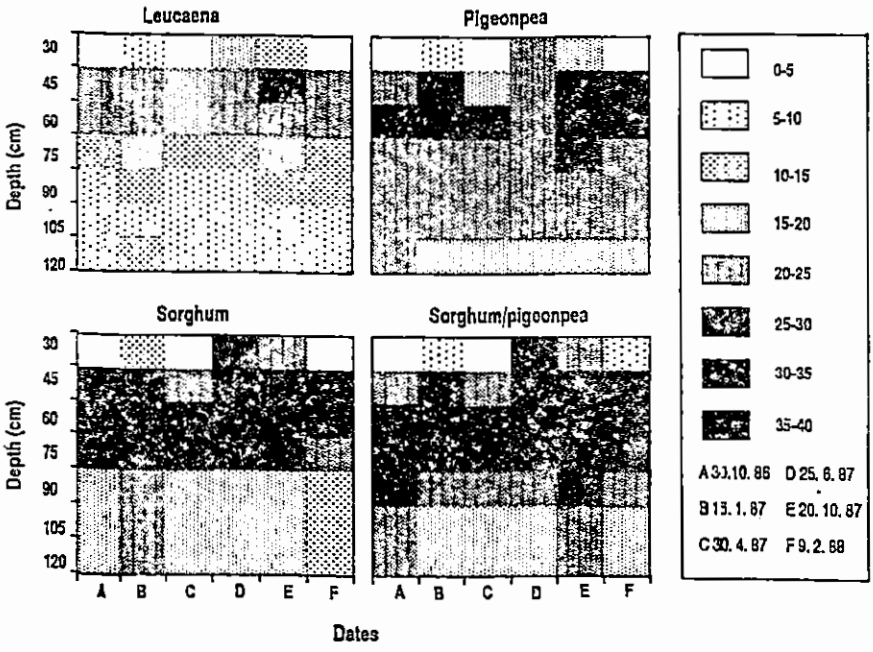
شكلِ رقم (٧٣)



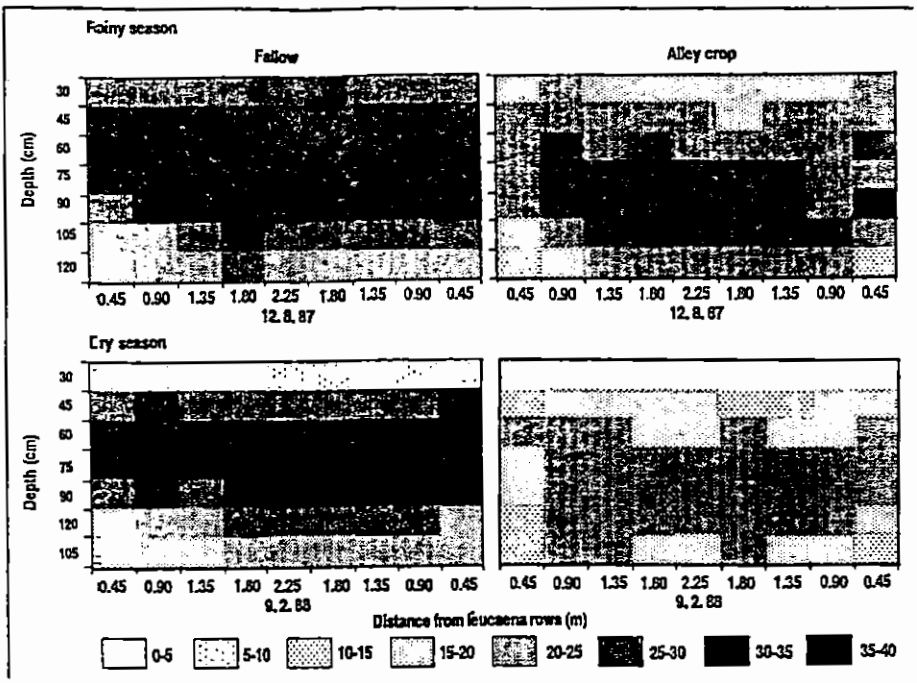
شكل رقم (٧٤)

من المعروف أن هناك تنافس شديد بين الأشجار والمحاصيل المنزرعه تحت نظام الحمايه البيئيه على المحتوى الرطوبى للأرض وكذلك على العناصر الغذائيه ولكن وجد أن نظام الحمايه البيئيه يساعد على احتفاظ الأرض بكمية رطوبه أرضية عالية وهذا ناتج عن الحمايه وعن طريق التظليل وكسر أو تقليل سرعة الرياح التى تتعرض لها المنطقة المنزرعه وبالتالى يقل البخر من سطح التربة وهذا يؤدى إلى زيادة المحتوى الرطوبى للأرض بالإضافة إلى أن زيادة نسبه الرطوبة النسبية فى جو المنطقة المحمية يساعد أيضا على تقليل البخر سواء من المحاصيل أو الأرض . ولكن نظراً لصعوبه تقدير المحتوى الرطوبى للأرض تحت هذا النظام نظرا لتشابك أو امتداد جذور الأشجار والمحصيل الحقليه فقد استخدمت طريقة قياس عصارة الأشجار وهو تكنيك بسيط وغير مكلف وذلك لأن طريقة قياس البخر من التربة تعتبر طريقة معقدة ومكلفة أيضا لأنها تتطلب قياس كل من البخر والنتح من النبات [Ong, et al 1990] كذلك هناك طريقة أخرى لتقليل هذا التنافس على المحتوى الرطوبى للأرض وهو عملية تقليم الجذور الصغيرة لتقليل كمية الماء الممتصه بواسطة تلك الجذور الخاصة بالأشجار (Singh et al 1989) وقد أتبعت هذه الطريقة بنجاح فى الهند . كذلك وجد أن عمليات التقليم للأشجار خصوصا فى المناطق الجافه وشبه الجافه وإضافه مخلفات هذا التقليم للأرض ساعد على زيادة قدرة الأرض على الاحتفاظ بكميات أكبر من الرطوبة الأرضية . كذلك استخدام الأوراق كعلف بواسطة الحيوانات أيضا ساعد على زيادة كمية المادة العضوية المضافة للأرض بواسطة تلك الحيوانات . وكل هذه العوامل ترفع من المحتوى الرطوبى للأرض لمدة طويلة والشكل رقم (٧٥) ، (٧٦) يوضحان المحتوى الرطوبى لموقعان مختلفان فالشكل رقم (٧٥) يوضح المحتوى الرطوبى لقطاع طولى من التربة فى وجود محصول حولى تحت حمايه أشجار الـ Leucaena خلال موسم جفاف طويل من أكتوبر ١٩٨٦ إلى يونيو ١٩٨٧ وأيضا خلال الفترة من أكتوبر ١٩٨٧ إلى يناير ١٩٨٨ . علما بأن المحصول المنزرع قد حصد خلال شهر أكتوبر ١٩٨٦ وأن هناك كميات رطوبة أرضية كانت متبقية على عمق ٤٥ ـ ٩٠ سم . أيضا كانت هناك رطوبة كافية تحت المحصول المتبقى والذى لم يحصد حتى يناير ١٩٨٧ بالمقارنة بوجود كميات قليلة من الرطوبة الأرضية تحت أشجار الـ Leucaena أما الشكل رقم (٧٦)

فيوضح المحتوى الرطوبى لقطاع أرضى بعرض ٤ر٤ متر بين أشجار الـ Leucaena وأن القياسات أخذت خلال موسم ممطر أغسطس ١٦٨٧ وأيضا خلال موسم الجفاف خلال شهر فبراير ١٩٨٨ وقد أظهرت النتائج وجود رطوبة أرضية كافية لاستخدامها بواسطة المحاصيل المنزرعة مما عمل على زيادة انتاجيتها كذلك وجد أن جذور أشجار الـ Leucaena لم تحصل على كميات كبيرة من تلك الرطوبة الأرضية المتحه للمحاصيل المنزرعه . ومن هذا يتضح أن نظام الحمايه البيئية بواسطة الأشجار يعتبر أفضل الأنظمة حيث أن استخدام أشجار الـ Leucaena كشجرة حمايه hedgerows أدت إلى نقص بسيط فى كمية المحصول كما هو موضح بالجدول رقم (٢٣) نظرا لعدم إجراء تقليم لجذور أشجارها لتقليل التنافس على الماء الأرضى والعناصر الغذائية أما إذا أجريت عمليات التقليم الجذرى فمن المتوقع أن يكون هناك زيادة فى كمية المحصول تتراوح بين ٥٠ ـ ٨٠٪ حسب توقعات (Rao et al 1990) .



شكل رقم (٧٥)



(

شكل رقم (٧٦)

Crop yields from a series of agroforestry trials with Leucaena leucocephala *(K8) at the Indian Grassland and Fodder Research Institute, Jhansi, India. Most trials were under irrigation.*

Crop	Yield Under Trees (t/ha)	Yield as Sole Crop (t/ha)	Relative Yield (%)
Wheat (UP 115)	3.9	3.7	105.6
Sorghum (green fodder)	82.5	97.2	84.0
Maize	2.0	2.6	76.9
Sugarcane	44.4	59.8	74.2
Groundnut	1.1	1.5	71.9
Pigeonpea (rainfed)	0.6	0.8	68.4
Sesame (rainfed)	0.4	0.7	61.4
Sunflower	0.4	0.7	52.7

جدول رقم (٢٣)

دراسة تأثير نمو الأشجار على محتوى رطوبة التربة
فى أراضى المحاصيل الحقلية

هناك العديد من الدراسات على تأثير الأشجار فى نظام الحماية البيئية الـ Agroforestry خصوصا فى المناطق شبه الصحراوية والتى أظهرت أن الأشجار تتنافس بشده مع المحاصيل المنزرعه معها على الماء . وفى بعض الحالات كان معدل النقص فى تلك المحاصيل نتيجة لنقص الماء أو التنافس الشديد بين الأشجار وتلك المحاصيل على المحتوى الرطوبى كبير وأكبر من المتوقع . (Ong et al 1990) وقد كانت تلك الملحوظة لها تأثير سلبى ولكن يجب أن لا نغفل التأثير الإيجابى للأشجار على تحسين الظروف البيئية للمناخ الدقيق فى المنطقة الموجودة فوق سطح الأرض (Monteith, 1989) ولكن باتباع الطرق الحديثة والسليمة فى تطبيق نظام الحماية البيئية من شأنه تقليل هذا التأثير السلبى مع العلم بأن دراسة أو قياس كميات الماء الممتصه من التربة بواسطة الأشجار من الصعب تقديرها أو قياسها نظرا لأمتداد جذور الأشجار لمسافات كبيرة داخل التربة . مع العلم بأن كميات المياه الممتصه بواسطة جذورها من الأرض تفقد معظمها عن طريق النتح من الثغور وعن طريق طبقة البشرة فى الأوراق . أما بقية الكمية والتى تستغل فى عمليات النمو الفعلية أو الحقيقية والتى يطلق عليها بالكتلة الحيوية بالمقارنة بالكمية المفقودة بالنتح يمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية :ـ

$$W = E \times K$$

W = biomass الكتلة الحيوية

E = amount of water transpired كمية الماء المفقودة بالنتح

K = dry matter = water ratio كمية الماء الجافه المتكونة بالنسبه للماء

وقد يعتقد أن أفضل الطرق هو قياس كميه الماء المفقود بالنتح وهذا يمكن أن يتم بواسطة ثلاث طرق مختلفة :ـ

الطريقة الأولى : وهى الطريقة المباشرة عن طريق استخدام جهاز الـ Porometer وهو جهاز يقيس كمية النتح المفقود بواسطة ورقة واحدة ثم تترجم الكمية بالنسبه للنبات كله .

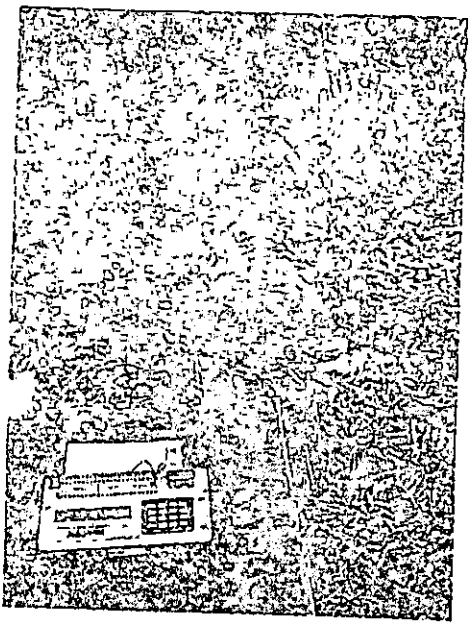
الطريقة الثانية : وهى قياس كمية التغير فى الرطوبة الأرضية بواسطة جهاز الـ neutron moisture probe .

الطريقة الثالثة : وهى الطريقة الغير مباشرة عن طريق قياس كمية الماء فى الساق بواسطة استخدام مصدر حرارى Sap - flow - technique ولقد تم خلال السنتين الأخيرتين تطوير هذا الجهاز لاستخدامه بسهولة فى نظم الحمايه البيئيه وأطلق على هذا الجهاز الجهاز المحور Custom heat - pulse system والذى طور لإمكان استخدامه فى حالة الأشجار الكبيرة بواسطة Dr. Ross Edwards فى نيوزلندا أما الجهاز الآخر فيسمى heat - balance technique كما يظهر فى شكل رقم (٧٧) .

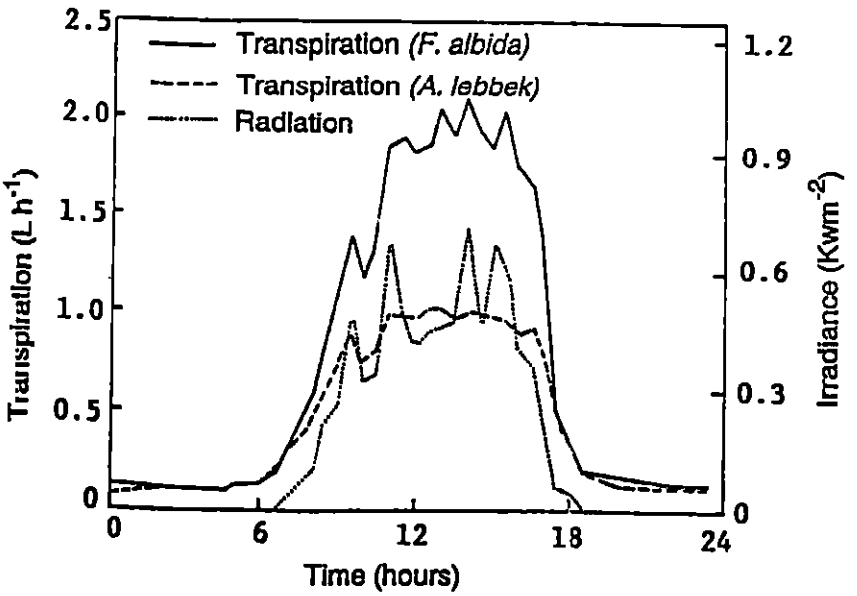
وهذا الجهاز طور بواسطة International Crops Research Institute for Semi - arid Tropic فى الهند (ICRISAT) .

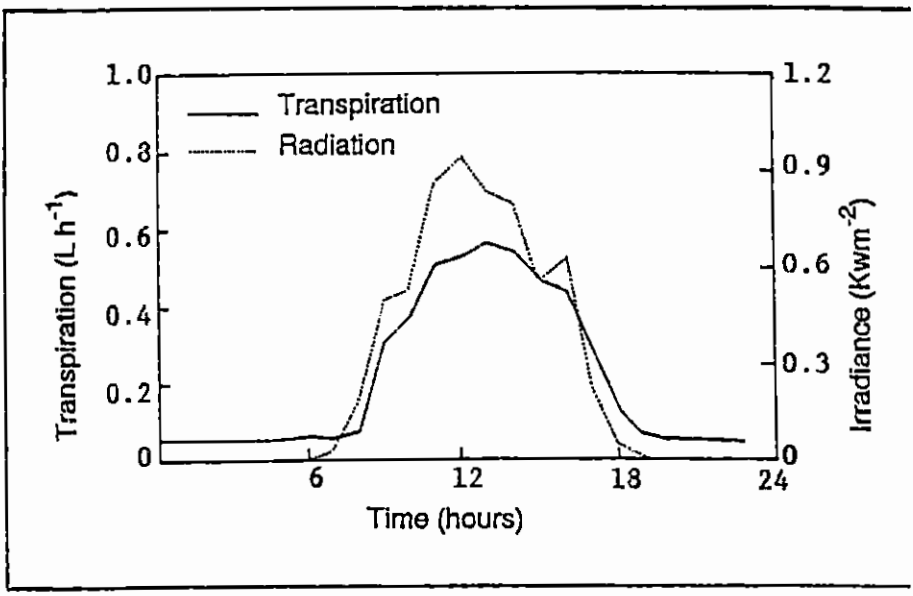
أما الأشكال الآتية أرقام (٧٨) ، (٧٩) ، (٨٠) فتوضح الفروق فى استخدام تلك الأجهزة لقياس كميات النتح فى العديد من الأشجار الخشبية والتى يجود زراعتها تحت نظام أشجار الحمايه البيئيه . وباستخدام تلك الأجهزة يمكن معرفه تأثير النظم المختلفة لأشجار الحمايه البيئيه حتى يسهل استخدام الأنواع المناسبة وأيضا لتحديد أهميه إجراء التقليم من عدمه وكذلك معرفه درجات التنافس بين الأشجار والمحاصيل المنزرعه معها على كميات الماء الأرضى أو الرطوبة الأرضية بالمقارنة بالتأثيرات البيئيه المختلفة على المناخ الدقيق للمنطقة وأيضا عمل هذه القياسات الأرضية يساعد على التنبؤ بالانتاجية المحصولية وبالتالى إظهار مدى أهمية أو ملائمة نظم الحماية البيئية فى التطبيق .

شكل رقم (٧٧)

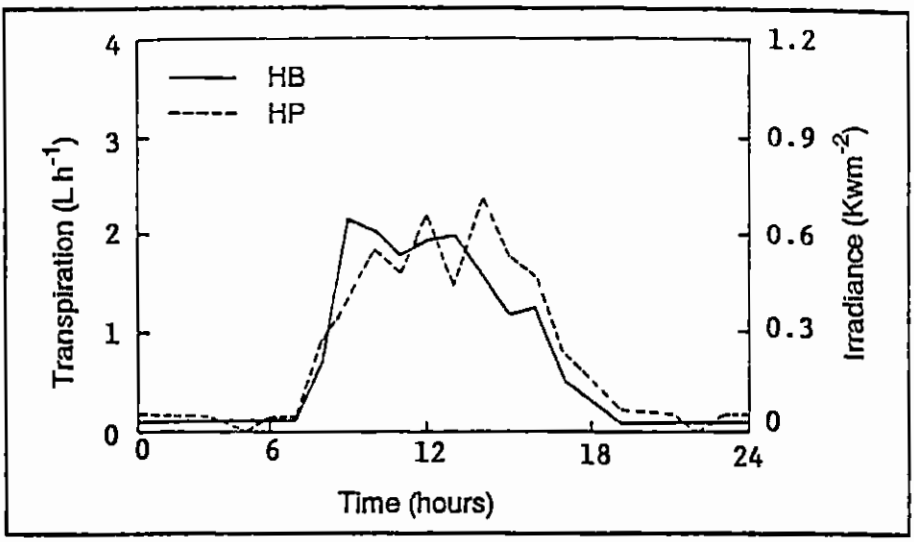


شكل رقم (٧٨)





شكل رقم (٧٩)

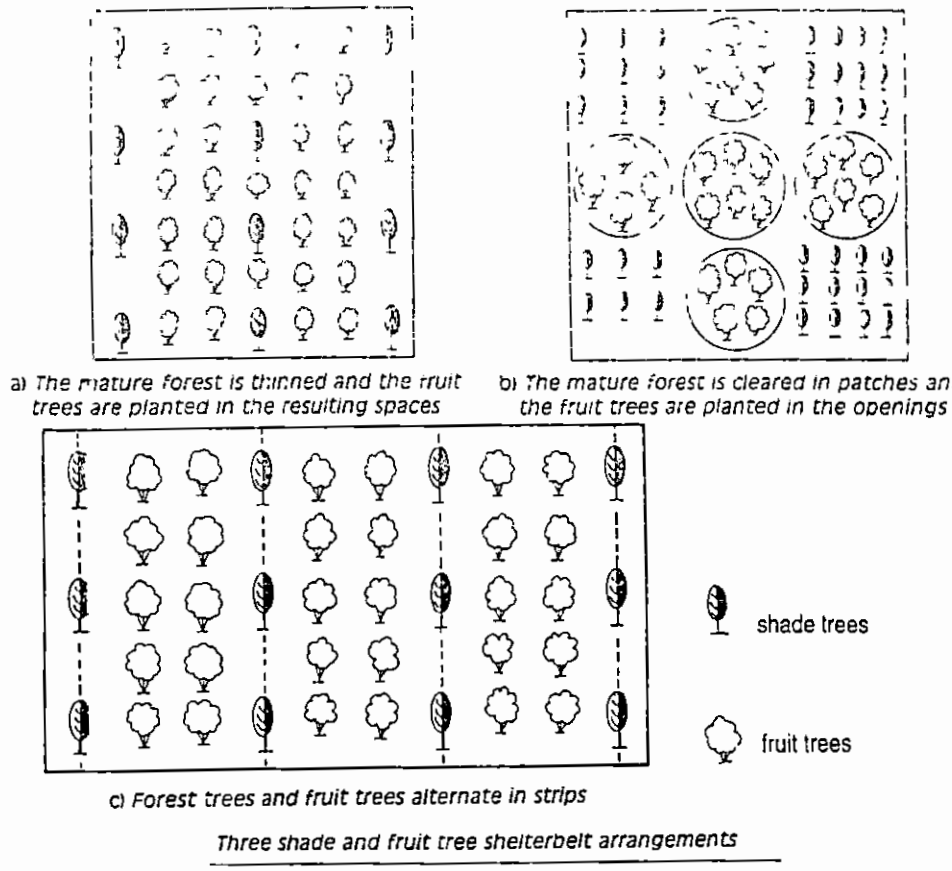


شكل رقم (٨٠)

استخدام نظام زراعة أشجار الحمايه البيئه فى زراعة أشجار الفاكهة

الفكرة الأساسية فى هذه الطريقة هو إمكانية زراعة بعض أنواع من أشجار الفاكهة تحت الظروف الجوية القاسية أو السيئة خصوصا المناطق شديدة الحرارة والرطوبة . ففى سنة ١٩٦٢ استعمل david Martyn - smith طريقة يمكن بها احلال أشجار الفاكهة محل بعض الأشجار الخشبية المقطوعة والتى تكون قد وصلت إلى السن أو الحجم المناسب للقطع والاستفادة من أثمانها نتيجة بيعها كأشخاب للحريق أو أخشاب للنشر والتى يتم فى العادة قطعها فى سلسلة من عمليات القطع الجزئية . وبتطبيق هذه الطريقة أمكن توفير حمايه بيئية جيدة لشتلات أشجار الفاكهة الصغيرة وقد طبقت هذه الطريقة بنجاح فى منطقة غابات السافانا فى شرق نيجيريا وهذه الطريقة تتيح إنشاء بساتين للفاكهة دون الاخلال بالنظام البيئى وذلك لعدم قطع الأشجار الموجودة بالمنطقة قطعاً كلياً Complet clear cutting والتى قد تؤدى إلى اختلال فى المناخ الدقيق للمنطقة Micro - climate خاصة وأن هذه المنطقة تتراوح فيها درجات الحرارة على مدار العام من ٢٥ ـ ٣٢ °م ومعدل المطر السنوى يتراوح من ٨٧٤ ـ ٣٦٥٨ مم بأن معظم كميه الأمطار تسقط خلال الأشهر من يونيو ـ سبتمبر ثم يليها فصل جفاف يستمر لحوالى ١٥٠ يوم بالإضافة إلى العواصف الترابية التى تهب على المنطقة خلال الأشهر من يونيو إلى أكتوبر . أيضا خلال منتصف موسم الجفاف تهب على المنطقة عواصف ترابية من الشمال من المنطقة الصحراوية وكل هذه الظروف البيئية السيئة السابقة تكون غير مناسبه لزراعة أشجار الفاكهة . ومع كل هذه الأسباب السابقة مجتمعة فلقد تم استخدام هذه الطريقة لإمكانية استغلالها فى توفير حمايه جيدة من الناحية البيئيه وأيضا تكون مناسبه لزراعة أشجار الفاكهة فى الأماكن التى تقطع منها الأشجار كما هو موضح فى الشكل رقم (٨١) التالى .

شكل رقم (٨١)



Three shade and fruit tree shelterbelt arrangements

ويجب ملاحظة أن عمليات القطع تتم خلال موسم الجفاف وقبل زراعة أشجار الفاكهة أى من نوفمبر إلى يناير وفى هذا يتبع نظام الزراعة فى صفوف كما هو موضح بالشكل (a) أيضا يمكن أتباع طريقة أخرى وهى قطع الأشجار فى مجموعات وحرق مكانها ثم زراعة أشجار الفاكهة فى صورة مجموعات كما هو موضح بالشكل (b) ولكن هذه الطريقة تكون غير مناسبة لأشجار الفاكهة الأكثر حساسية لدرجات الحرارة العالية لأن هذه الطريقة تعمل على زيادة درجات الحرارة بين الأشجار . أما الطريقة الثالثة وهى زراعة أشجار الفاكهة بالتبادل فى صفوف مع أشجار الغابات كما هو

موضح بالشكل (c) وفى هذه الحالة يجب أن لا يتعدى عرض المنطقة المقطوعةلزراعة أشجار الفاكهة مكانها عن طول الأشجار القائمة وتعتبر هذه الطريقة هى أفضل الطرق لتوفير الحمايه البيئية المناسبة لأشجار الفاكهة .

ولقد تم زراعة العديد من أنواع الفاكهة تحت هذا النظام مثـل , Cashew nut oil palm , Kola nut , cocoa , citrus , banana أما بالنسبة لأشجار الغابات والتى استخدمت أيضا فقد اشتملت على العديد من الأنواع الشجرية كما هو موضح بالجدول رقم (٢٤) [Keay 1965] .

Multiple uses of some plants grown primarily for fruit.

	Spice	Fodder	Fuel	Charcoal	Shade	Windbreak	Improved Soil	Timber, Poles	Medicine	Living Fences	Bee Keeping
Anacardium excelsum	—	—	—	—	—	—	—	x	—	—	—
Annona senegalensis	—	x	—	—	—	—	x	—	x	—	—
Artocarpus heterophyllus	—	x	—	—	—	—	x	x	—	x	—
Carica papaya	—	x	—	—	—	—	—	—	x	—	—
Cocos nucifera	—	x	—	—	x	x	x	x	—	—	—
Dacryodes edulis	—	—	—	—	x	—	—	x	—	—	—
Eriobotrya japonica	—	—	—	—	—	—	—	x	—	x	—
Ficus palmata	—	x	x	—	—	—	—	x	—	x	—
Inga edulis	—	—	—	—	x	—	x	—	—	—	x
Mangifera indica	—	—	x	—	x	x	—	—	x	—	x
Morus alba	—	—	—	—	—	—	—	—	x	x	—
Musa sapientum	—	x	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Parka biglobosa	x	—	x	—	x	x	—	—	x	—	—
Passiflora edulis	—	—	—	—	x	—	—	—	—	—	—
Persea americana	—	x	—	—	x	—	—	—	—	—	—
Porquebia sencea	—	—	x	x	—	x	—	x	—	—	—
Syzygium cuminii	—	—	—	—	—	—	—	x	—	—	—
Tamarindus indica	—	x	x	—	x	x	x	—	x	—	x
Terminalia amazonia	—	x	x	—	—	x	x	—	—	x	—
Vitex doniana	—	x	x	—	—	x	—	—	—	—	x
Ziziphus mauritiana	—	x	x	—	—	x	—	x	x	x	x

جدول رقم (٢٤)

ولقد أظهرت النتائج أن محصول كل من Cocoa والـ Kola وهى أشجار معروفه أنها تزرع دائما تحت أشجار الغابات لحمايتها من أشعه الشمس المباشرة والتى تتسبب فى قتل الجذور السطحية وكذلك لحمايتها من الرياح الشديدة وأن الزيادة فى محصول كل نوع كانت من ٥ ـ ١٠ ٪ فى حالة الأشجار المحمية عن الأشجار الغير محميه وأن عصير الثمار كان أكثر حلاوة عن ثمار الأشجار الغير محمية . أما بالنسبة للموالح فلقد بدأت فى الإثمار بعد ٦ سنوات من الزراعة المحمية وأن الشجرة الواحدة أنتجت حوالى

١٥٠٠ ثمرة /شجرة وأن هذا الانتاج قد تضاعف عندما وصل سن الأشجار إلى ١١ ـ ١٢ سنة من وقت الزراعة وهذا بالتأكيد راجع إلى اسلوب الحماية. أما بالنسبة للـ oil palm فلقد بدأت الأشجار فى الانتاج بعد ٥ سنوات من الزراعة وأن المحصول كان حوالى ٢٤٠٠ كجم/ هكتار . أما بالنسبة لأشجار الموز فكانت الزيادة فى المحصول تتراوح من ٦٠ ـ ٧٠ طن / هكتار .

استخدام نظام أشجار الحمايه البيئه فى الصين

لقد تم استخدام خمس طرق باستخدام طريقة أشجار الحمايه البيئية فى المضى ولمدة ٤٠ سنة فى شمال الصين وكانت تستخدم فى تلك النظم الأشجار والشجيرات وبعض الحوليات المستديمه وكانت تلك النباتات تزرع مع المحاصيل فى حقول محميه بواسطة مصدات الرياح وتقارن بمناطق أخرى غير محميه بعض الشيء أو تقل فى درجه حمايتها عن المناطق الأولى . أما أنواع الأشجار التى استخدمت فى هذا المجال فكانت poulownia spp. Diospyros Kaki , Fraxinus chinesis , Ziziphus jujuba T. distichum , Taxodium adscenens , Morus Cathyana , Populus spp. والهدف من هذه التجربة هو إيجاد نوع من التوازن البيذى وتحسين نمو كل من المحاصيل والأشجار تحت نظام الحمايه البيئيه كما هو موضح بالجدول التالى رقم (٢٥) .

. *The relationship between the environment, trees and crops*

Environment	Tree species	Objective	Spacing	Crops
Sandy soils, strong winds	*Paulownia* spp	timber	close	vegetables
Sandy soils, abandoned farms, strong winds	same	timber and crops	medium	wheat, fruits and vegetables
Heavier more fertile soils, light winds	same	crops	wide	wheat, corn and cotton
Sandy soils, light winds	*Ziziphus* spp	crops	medium	wheat and peanuts
Flood plains, windy	chinese ash	timber and crops	medium to wide	wheat, peanuts and soybeans
Rich soils, protected areas	mulberry shrubs	silkworm leaves	very close	vegetables
Same	same	tool handles	medium	vegetables
Same	persimmon	fruit and crops	wide	all
Rich soils, valley land	*Populus* spp	wood	close	wheat and soybean
Same	same	timber and crops	medium	same
Rich, 'meadow' type soils, protected areas	same	crops	wide	same

Tree spacing: close = 200+ trees/ha, medium = 160–195 trees/ha, wide = 50–60 trees/ha

جدول رقم (٢٥) يوضح العلاقة بين الأشجار والمحاصيل المختلفة

والعوامل البيئة المؤثرة عليها

ولقد أظهرت النتائج أن نظام الحمايه البيئية عمل على خفض سرعة الرياح بمقدار ٢٠٪ ـ ٤٠٪ والرطوبة النسبية زادت بمقدار تراوح من ١٠ ـ ٢٠٪ وانخفضت كميات البخر بمقدار حوالى ٢٥ر٩٪ بالمقارنة بالأماكن المفتوحه أو الغير محميه أو التى لا يتبع فيها زراعة أشجار الحماية البيئية .

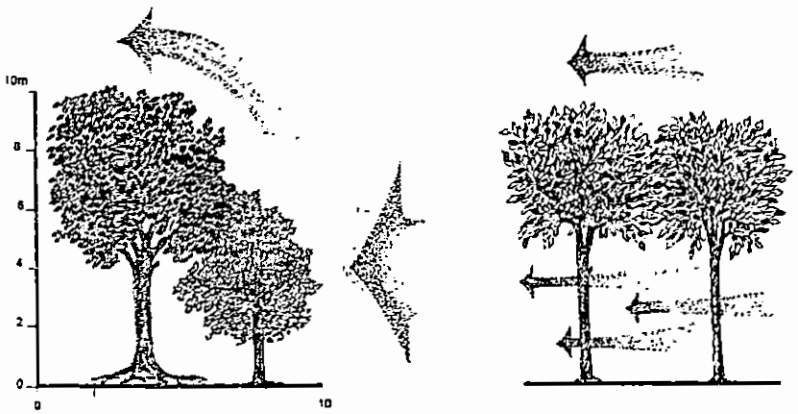
والجدول التالى يوضح سرعة الرياح متر/ثانية والنسبه المئوية للتقليل منها على أبعاد مختلفة من أشجار مصدات الرياح جدول رقم (٢٦) .

جدول رقم (٣٦)

Month	1H	5H	10H	15H	Open
Windspeed					
February	5.2	3.9	4.6	4.8	6.2
March	5.0	3.8	4.4	4.8	5.9
April	7.2	5.3	6.2	6.5	8.7
May	8.6	6.3	7.5	6.0	10,0
Average	6.5	4.8	5.7	5.6	7.8
% Reduction	15.0	36.0	25.0	27.0	0.0

Windspeeds (metres per second) and percentage reduction at different distances on the leeward side of windbreaks, averaged over two years.

كذلك يوضح الشكل رقم (٨٢) الاختلاف فى تنوع الأشجار المستخدمة كأشجار حمايه سواء فى النوع أو درجات النمو الطولى ومدى تأثير ذلك على المسافات المحميه

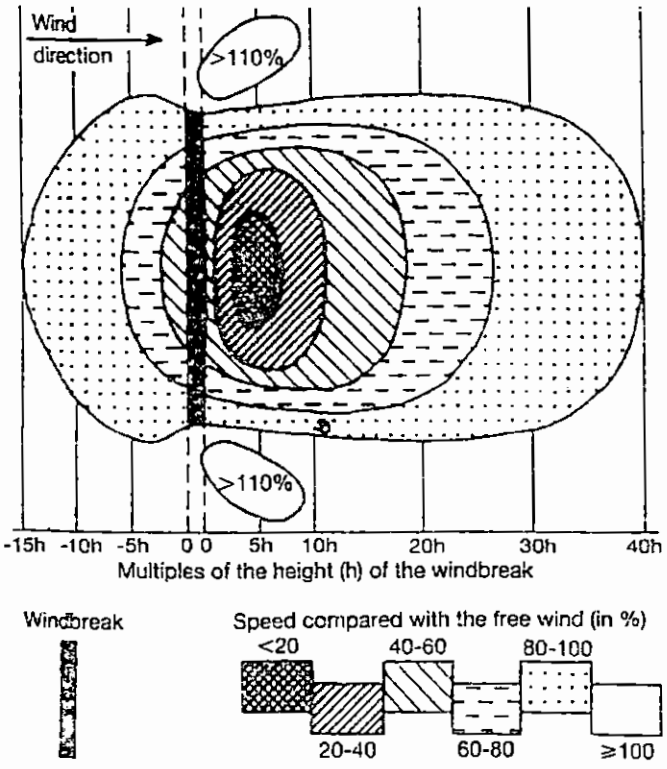


Planting trees of different heights makes a more effective windbreak, according to some researchers.

شكل رقم (٨٢)

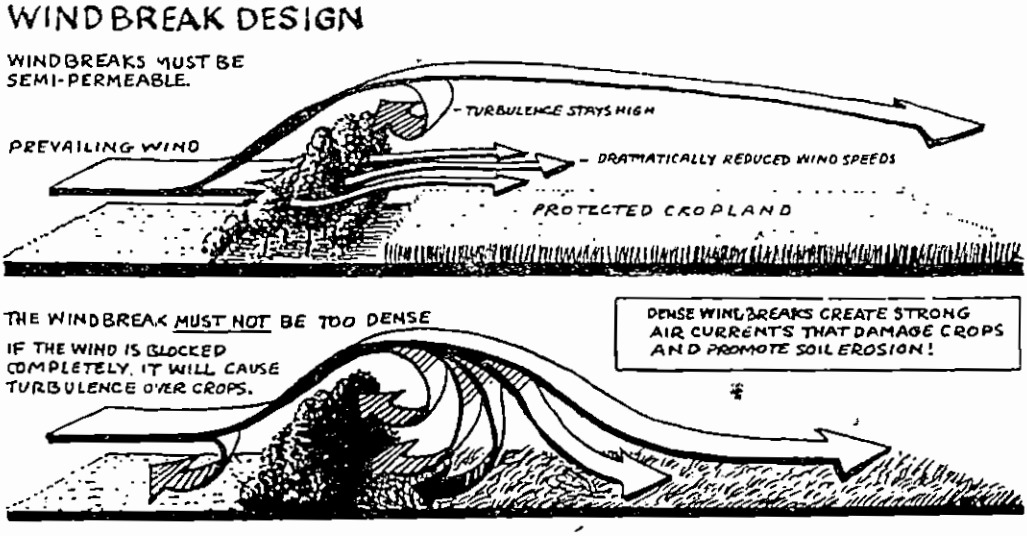
أيضا يوضح الشكل رقم (٨٣) التدرج فى المساحات المحميه خلف الأشجار تبعا لطول الأشجار المنزرعه والمستخدمه كأشجار حمايه بيئيه وأيضا تتوافر فيها درجة لنفاذية الجيدة . حيث أن المساحة المحمية خلف الأشجار تختلف باختلاف كثافة المصد ودرجة

نفاذيته للهواء حيث يفضل فى العادة المصدات شبه المنفذة حتى لا تتسبب المصدات الكثيفة أو الغير منفذة فى حدوث دوامات هوائية سواء كانت باردة أو ساخنة حسب نوع الرياح السائدة فى المنطقة مما يكون له أكبر الأثر على النباتات التى تقع خلف المصد حيث تتسبب هذه الدوامات فى أحراقها فى حاله الهواء الساخن أو موتها فى حالة الهواء البارد والشكل رقم ٨٤٠) يوضح الاختلاف بين المصدات المنفذة والأخرى غير المنفذة التى تسبب فى حدوث دوامات هوائية خلفها مباشرة .



Reduction of windspeed around a windbreak of moderate permeability (after GLOYNE, 1955)

شكل رقم (٨٣)



شكل رقم (٨٤)

ولقد أظهرت النتائج أيضا أن المحتوى الرطوبى للأرض وقدرة الاحتفاظ بالماء وكمية الماء المتاح للنبات فى الطبقة السطحية (صفر ـ ٣٠ سم) من سطح الأرض زادت بنسبه تراوحت من ٩ر٥ ٪ ، ٧ر٨ ٪ ، ٣ر٥١٣ بالتتابع . أيضا زادت كمية المادة العضوية بمقدار ١٧ر١٩ ٪ وكمية النتروجين الكلى بمقدار ٣ر٨ ٪ وكمية النتروجين الذائب بمقدار ٥ر٢١ ٪ وكمية الفوسفور المتاح فى التربة بمقدار ٢ر١٦ ٪ وكل هذه العوامل أدت إلى زيادة فى كميات المحاصيل المنزرعه مع الأشجار نتيجة تطبيق نظام الحمايه البيئيه .

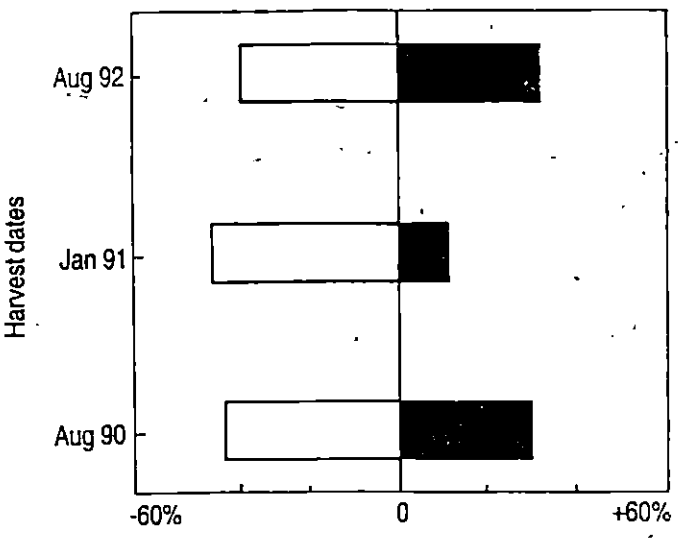
أيضا وجد أنه فى المناطق التى تطبق نظام أشجار الحمايه البيئيه والتى تدار فيها الأشجار بكفاءة أدت إلى زيادة الكتلة الحيوية للأشجار مقدار تراوح من ٦٣ر١ ـ ٦ر٢ طن/ هكتار فى حالة الحقول التى كانت الأشجار السائدة فيها من أشجار الـ Populus tomentosa عمر من ١٠ ـ ١٨ سنه وأيضا كانت الزيادة تراوحت من ٨١ر١ ـ ٥ر٢ طن / هكتار فى حالة أشجار الـ Paulownia fortunei عمر ١٠ سنوات . أيضا أظهرت التجارب أن كفاءة الطاقة الضوئية والتى تحول إلى كتله حيوية قيست عند ١ ٪ ـ ٩٨ر٢ ٪ وأن دورة العناصر الغذائية كانت نسبتها تتراوح من٥٣ر٩ ـ

٢٠ ٪ أكثر بالمقارنه بالمحاصيل المنزرعه تحت نظام الزراعه العادية أو الغير محمية open fieldes أيضا وجد من التجارب أن تطبيق نظام الحماية البيئية أدى إلى زيادة كمية المحصول فى الأنواع التالية بنسب تراوحت من ٩٫٧ ـ ٣٠ ٪ فى القمح (Triticum aestivum ، ٩٫٦ ـ ٢١٫٥ ٪ فى الذرة (Zea mays)و ٢٠ ٪ للشوفان (Setaria italica) و ١٠٫٣ ٪ للعرضه (Sorghum vulgare) ، ٩٫٥ ٪ لفول الصويا (Glycine max) و ٧٫٦٩ ـ ٨٫٣ ٪ للقطن (Gossypium spp.) و ٥٫٨ ـ ١٢٫٨ ٪ للـ Peanut (Arachis hypogaea) وأخيرا ٩٫٥ ٪ للـ rape - (Erassica spp.) seed .

استخدام أشجار الـ Alnue كشجره من أشجار الحمايه البيئيه المفضلة

أظهرت التجارب أن استخدام شجرة الـ Alnus acuminata تتسبب فى زيادة انتاجية المحاصيل المنزرعه تحتها حيث أنها لا تسبب فى نقص لمياه المحصول بالمقارنه بأنواع أخرى شجريه مثل : Cupressus Lusitanica , Cordia abyssinica وأخيرا الـ Casuarina equistifolia, Markhamia Luteac Melia azedarach.

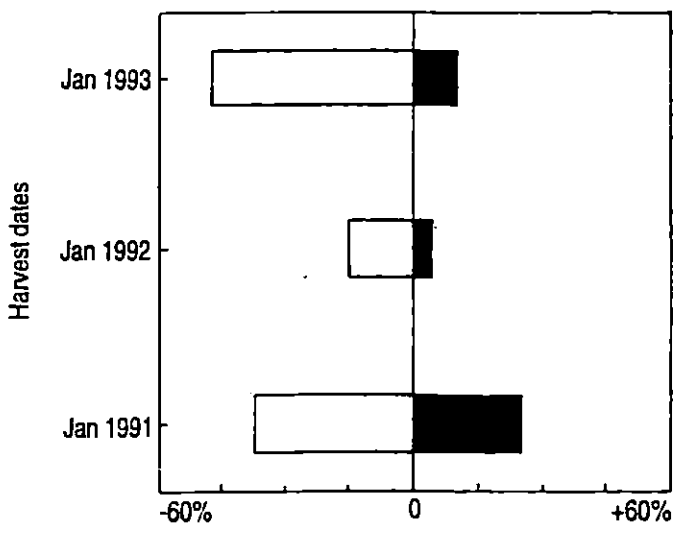
ولقد وجد أن أشجار الـ Alnus لا تؤثر تأثير كبير على المحاصيل الحقليه المنزرعه تحتها لحمايتها نظرا لقله كثافه التاج كذلك جذورها وتديه وبالتالى فإن تأثيرها التنافسى على المياه والعناصر الغذائية بينها وبين المحاصيل المنزرعه يكون أقل بالمقارنه بالأنواع الأخرى . أيضا هذا النوع من الأشجار أى الـ Alnus له خاصيه تثبيت النتروجين الجوى عن طريق العقد الجذريه وبالتالى يزيد من خصوبه التربه وبالتالى يساهم فى زيادة نمو المحاصيل المنزرعه . ومن التجارب المختلفه وجد أن الزيادة فى محصول الذرة كانت حوالى ١٩٫٣ ٪ فى القطع المحميه بأشجار الـ Alnus بالمقارنه بالـ Control كما هو واضح فى الشكل رقم (٨٥) .



. Yield of maize (g m^{-1} of row) averaged over four adjacent rows, on both sides of the tree line, for three seasons (Kabanyolo, Uganda)

شكل رقم (٨٥)

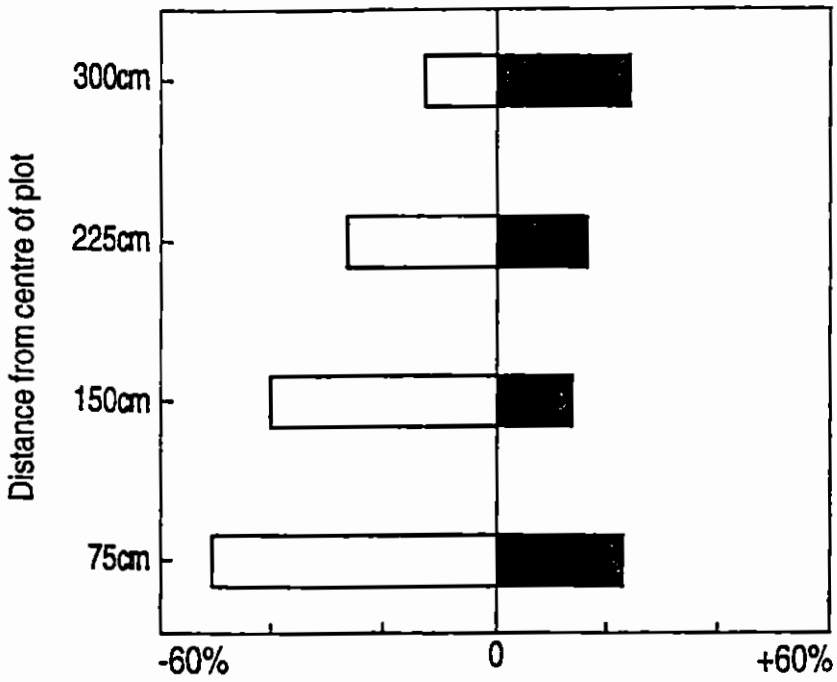
بينما كانت الزيادة فى محصول الفول ١٧٫٦ ٪ كما هو واضح من الشكل رقم (٨٦)



Yield of beans (g m^{-1} of row) averaged over five adjacent rows on both sides of the tree line over three seasons (Kabanyolo, Uganda)

شكل رقم (٨٦)

بينما كانت كميات النقص فى تلك المحاصيل (الذرة ـ الفول) المتزرعه تحت حمايه بقيه أنواع الأشجار الأخرى تتراوح من ٣٣٫٣ ـ ٣٨٫٤ ٪ على التوالى ويوضح الشكل رقم (٨٧) كمية الزيادة فى محصول الذرة تحت حمايه أشجار الـ Alnus .



. Maize yields (g m^{-1} of row) by row averaged over three seasons at Kabanyolo, Uganda

شكل رقم (٨٧)

أهمية أشجار الحماية البيئية فى انتاج محصول الشاى الجيد الجودة والعالى فى القيمة الاقتصادية

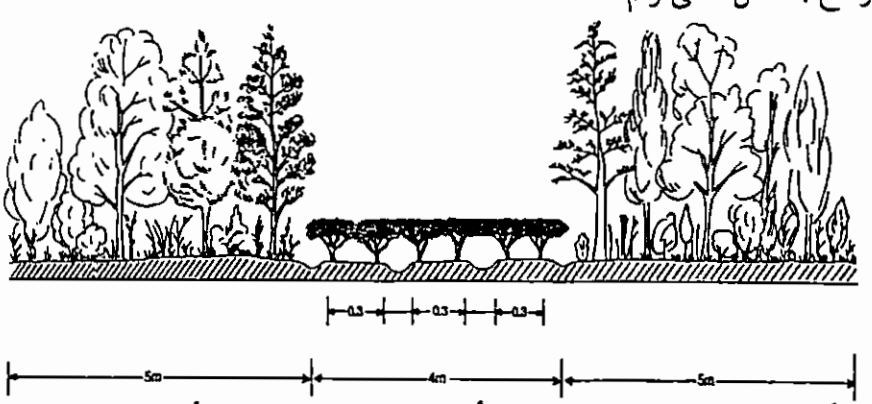
من المعروف أن الصين تعد من أكبر الدول فى انتاج الشاى لذلك فقد تنبه الصينيون إلى أهمية وإمكانية استخدام هذا التكنيك لزراعه مساحات كبيرة من نبات الشاى داخل غابات الصين ولقد بدأت هذه الفكرة منذ سنه ١٩٥٠ ثم تطورت وأصبحت بصورة واقعية وتجاريه منذ ذلك التاريخ وحتى سنة ١٩٧٠ . ومعظم الغابات الموجودة هناك هى من نوع الـchinese fir أيضا معظم هذه المناطق الغابيه تعرف بفقر

تربتها نظرا لأنها تربة صخرية كذلك فإن نمو الأشجار بالرغم من ضعف أو فقر نموها فإن عمليات التقليم السنوى تجرى بحيث يكون معدل الزيادة السنوية فى النمو الحجمى لا يتعدى ٣٠ متر مكعب / هكتار والهدف من ذلك هو عدم تدمير تلك الغابات والاحتفاظ بجمالها بالإضافة إلى توفير بيئه مناسبه لنمو نباتات الشاى والتى تتطلب درجات حرارة وشدة إضاءه معينه حتى يمكن الحصول على أكبر إنتاج بأعلى جودة بدون استخدام أى أسمدة لزيادة النمو أو مبيدات لمقاومة الآفات حفاظا على عدم تلوث الشاى وأيضا للمحافظة على نظافة البيئة من التلوث (الهواء والأرض معاً) .

وفى إحدى التجارب على نبات الشاى باستخدام هذه التكنيك الجديد وهو زراعة أشجار الشاى مع الأشجار الخشبية . استخدم نوعين من الشاى هى Fuding , Dahao وهما من الأنواع الشائعة فى الصين وهما منتجان من النوع (Zhuang 1958).

أيضا كما هو معروف أن مستخلص الشاى قد يكون أحمر ، أخضر ، أصفر ، أبيض أو اسود وقد تستخدم أحياناً هذه المستخلصات فى الصباغة وكل هذه الألوان تعتمد على التكنيك المستخدم فى عمليات تجفيف الشاى ويمكن تلخيص استخدام هذه الطريقة فى النقاط الآتية :ـ

يجب أن تقطع الأشجار قطعاً كليا Clear - cut فى شكل شريط كامل يمتد من الشرق إلى الغرب وذلك لتوفير أكبر كمية من الظل لنمو نباتات الشاى كما هو موضح بالشكل التالى رقم (٨٨) .



شكل رقم (٨٨) يوضح طريقة زراعة أشجار الشاى تحت حماية الأشجار الخشبية

بعد إجراء عمليات قطع الأشجار

حيث وجد أن نباتات الشاى تعطى نمو خضرى غزير فى حالة زراعتها بين أشجار الغابات وذلك لتوافر المناخ الدقيق Micro - climate المناسب لنموها حيث وجد أن شدة الإضاءة بين هذه الأشجار كانت أقل بمقدار ٤٢ ٪ عن الأماكن المفتوحة أو الغير منزرعه بالأشجار . ومن المعروف أن كمية الضوء اللازمه لنمو الشاى تتراوح من ٣٠ - ٥٠ Klux (1 Klux = 10 W m^{-2}) حيث أن شدة الإضاءة عن ٦٠ Klux تتسبب فى تدهور عملية التمثيل الضوئى لنباتات الشاى بصورة كبيرة بالإضافة إلى زيادة كميات الألياف والمركبات الفينوليه المتعددة Polyphenol فى الأوراق وبالتالى تنحفض أو تقل جودة الشاى المنتج (Beer 1987) ولقد أظهرت النتائج التى تحصل عليها من التجارب عكس هذه النتائج فى حالة الشاى المنتج بين صفوف الأشجار لذلك وجد أن العرض الأمثل لأماكن زراعة الشاى بين الأشجار هو ٤ متر حينما يكون إرتفاع الأشجار فى الأماكن المجاورة يتراوح من ٥ – ٦ متر وأيضا من النتائج المتحصل عليها وجد أن تلك الأشجار توفر حماية بيئيه جيدة لنباتات الشاى من الحرارة المرتفعة فى فصل الصيف خصوصا فى وسط النهار وكذلك من درجات الحرارة المنخفضة خصوصا فى منتصف الليل وفى النهار المبكر حيث وجد أنه فى ابريل ١٩٩١ تسببت درجات الحرارة المنخفضة فى إتلاف حوالى ٧٠ ٪ من النموات الحديثة لنباتات الشاى المتزرعة فى أماكن غير محمية ولم تظهر تلك الأضرار فى حالة زراعة نباتات الشاى تحت الحماية الشجرية . أيضا أظهرت النتائج أن نمو نباتات الشاى تأثر حينما انخفضت الرطوبة النسبية عن ٥٠ ٪ بينما وجد أنه فى حاله الزراعات المختلطة مع أشجار الغابات فإن الرطوبه النسبية زادت بمقدار من ٥ ـ ٧ ٪ بالمقارنه بالأماكن المفتوحه الـ open أو الغير محميه بالأشجار خصوصا فى فصل الصيف . كذلك وجد أن سرعه الرياح فى الأماكن المحميه تراوحت بين ٤ر٠ ٪ متر / ثانيه أى قلت بمقدار ٨٠٪ عن سرعة الرياح فى الأماكن المفتوحه وهذا يعنى تقليل البخر وزيادة كميه ثانى أكسيد الكربون حول نباتات الشاى والنتيجه زيادة معدل عملية التمثيل الضوئى . وتقليل خطر التعرض للرياح البارده فى المناطق المحمية نتيجة زيادة النمو الخضرى بالإضافة إلى ذلك فإن معدل الاصابة بالآفات الفطرية والحشرية قل بدرجة ملحوظة والنتيجة زيادة العائد الاقتصادى لمحصول الشاى بالإضافة إلى الفوائد السابقة فقد وجد أيضا أن معدل نجاح

شتلات نباتات الشاى المنزرعه تحت حمايه الأشجار وصلت نسبته إلى ٩٠ ٪ وهذه النسبه تعادل ٢٠ ٪ زيادة بالمقارنه بالأماكن الغير محميه والجدول التالى رقم (٢٧) يوضح الاختلافات فى نمو نباتات الشاى تحت الظروف الزراعية المختلفة .

Growth data of tea seedlings

Specification	Age (yr)	H (cm)	W_c (cm)	G_d (cm)	L_{th} (cm)	L_s (cm^2)
Mixed cropping system						
plot no. 1[a]	1	33.0		0.4		
plot no. 2[b]	2	62.1	76.3	1.5	35.6	24.6
Monoculture						
plot no. 1[a]	1	20.6		0.3		
plot no. 2[b]	2	54.5	73.4	1.6	27.3	18.4

a investigation date is October 1988
b investigation date is December 1989
H height of tea plant
W_c width of the crown
G_d ground diameter
L_{th} leaf layer thickness
L_s average single leaf area

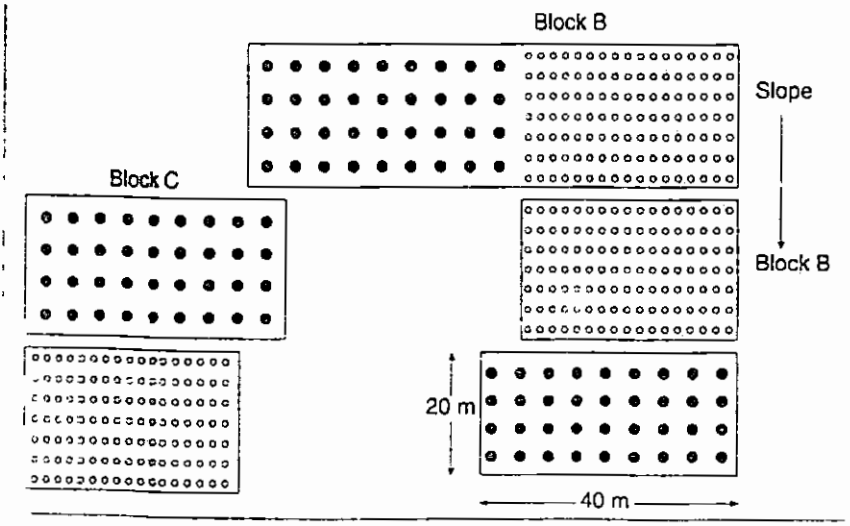
جدول رقم (٢٧) يوضح الاختلافات فى نمو نباتات الشاى

تحت ظروف زراعيه مختلفة

كذلك ينصح أن تكون المسافات بين نباتات الشاى كافيه بدرجة جيدة لذا ينصح أن تكون كثافه نباتات الشاى تتراوح بين ١٨٠٠٠ ـ ٢٧٠٠٠ نبات / هكتار وتزرع فى صفين أو ثلاثة صفوف . أيضا قد ينصح بإضافه السماد العضوى فى فصل الصيف وذلك لتقليل المنافسه بين الأشجار ونباتات الشاى خصوصا فى فترة النمو السريع وذلك لتشجيع النموات فى فصل الربيع . أيضا يجب عدم إغفال أهمية تقليم فروع الأشجار . فى الربيع فى السنة الأولى وفى الصيف فى السنة الثانية وذلك لتشجيع نمو التاج وزيادة الحمايه . أيضا قد تجرى بعض عمليات التقليم لنباتات الشاى وذلك لتشجيع النمو فى الربيع خصوصا حينما ترتفع أثمان الشاى فى هذا الفصل .

تكنيك آخر من أشجار الحمايه البيئية يستخدم فى حالة محصول الـ Alley

من المعروف أن محصول الـ Alley من المحاصيل الجذرية التى تزرع بكثرة فى نيجيريا ويستخدم فى صناعة الخبز هناك وأيضا هذا المحصول من المحاصيل التى تجود زراعتها تحت ظروف التربة الحمضية والقليلة فى المحتوى الرطوبى ومحتوى العناصر الغذائية أيضا . ولقد استخدم هذا التصميم الموضح فى الشكل رقم (٨٩) لزراعة هذا المحصول لتقليل تنافس جذور أشجار الحماية البيئية مع هذا المحصول .



An experimental layout on alley cropping at Machakos where sole-crop treatments ● are well separated from the tree treatments ○ to minimize tree root interference between plots

شكل رقم (٨٩)

وأيضا لتوفير درجة حماية جيدة وظل كافى لنمو هذا المحصول مع مراعاة إجراء عمليات التقليم الجذرى وأيضا تقليم الفروع خصوصا فى الصفوف الملاصقة للمحصول والأشجار التى استخدمت فى هذه التجربة كانت, Marlhamia Lutea Grevillea robusta وهذه الأنواع الشجرية شائعه الانتشار فى مناطق شرق أفريقيا

والجدول رقم (٢٨) التالى يوضح درجة استجابه محصول الـ Alley لعمليات التقليم التى تجرى على الأشجار بالمقارنة بأنواع أخرى من المحاصيل الحقلية فى عدة بلاد من دول العالم .

Details and crop response in the long-term trials

Site	Tree : crop species	Pruning frequency per season	Biomass of prunings (t ha^{-1} yr^{-1})	Crop response alley crop : control	Plot size (m)
Ibadar, Nigeria	leucaena : maize	2–3	4.2	1.7–2.0*	9.5 x 4
La Montana, Costa Rica	erythrina, gliricidia : maize, bean	1	6.7–8.6	0.97–1.71	
Hyderabad, India	leucaena: pearl millet, pigeonpea, groundnut	2	5.4	0.58	6 x 11 10 x 11 15.6 x 11
Yurimaguas, Peru	*Inga cajanus* : rice, cowpea	1	8–11.2	0.67	4 x 7
Machakos, Kenya	cassia : maize	2	1.8–2.2	0.52–0.91	3.6 x 7.2
Claveria, Philippines	gliricidia, senna (cassia) : rice, maize	2	2.5–3.2	1.43–3.69	5 x 50 35 x 50
Kasama, Zambia	leucaena, gliricidia, flemingia : maize, soybean	2–3	2.2	1.55–1.08	8 x 12

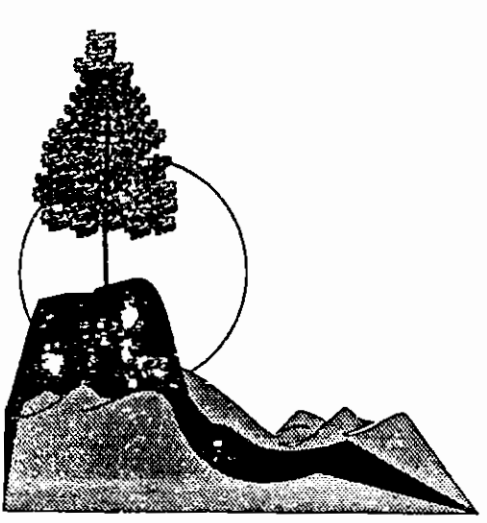
** Control is alley crop with mulch removed*

جدول رقم (٢٨)

شجرة الميموزا للمناطق المرتفعه Mimosa scabrella

تعتبر شجرة الميموزا من الأشجار ذات الاستعمالات المتعدده وهى موجودة فى الشمال الشرقى للبرازيل . وفى سنة ١٩٩٠ استجلبت مع ٦٤ نوع آخر من الأشجار اشتملت على ٢٤ سلاله وزرعت فى روندا وكان الهدف هو أقلمه تلك الأشجار فى المناطق الوعرة الجبلية من زائير نظرا لتعدد فوائد تلك الأشجار وهذه المنطقة ترتفع بمقدار ٢٥٠٠ متر فوق سطح البحر والتربة شديدة الحموضة وذلك لكثرة احتوائها على

عنصر الألومنيوم وعادة ما تتعرض تلك المناطق لرياح شديدة حارة مع انخفاض فى درجة الرطوبة الجوية . أيضا غالبا ما يكون ضوء الشمس أقل من ٦٠ ٪ خلال ساعات النهار شكل رقم (٩٠) وعادة ما تنمو شجرة الميموزا بمعدل سريع فلقد وصلت إلى ارتفاعات ٥١٦ سم بعد زراعتها بسنتين فى حين أن الأكاسيا Acacia melanoxylon وصلت إلى ارتفاع ٢٨٢ سم ولقد ثبت نجاح تلك الأشجار نتيجة أقلمتها على أجواء المناطق الجديدة واستخدمت بكثرة فى مشاريع التشجير المختلفة كذلك وجد أن النمو القطرى لتلك الشجرة كان أكبر بمقدار ثلاثة مرات عن أقطار أشجار الـ Grevillea robusta وهى من الأشجار المنتشرة بكثرة فى روندا .



شكل رقم (٩٠)

أيضا وجد أن معدلات النمو الخضرى لتيجان تلك الأشجار يزداد فى مقدار الكتله الحيويه بزيادة ارتفاع الجزء المتبقى من الجذع نتيجة عمليات القطع المختلفة حيث وجد أن معدلات انتاج الأوراق ككتله حيويه قدر بـ ١٣٫٨ كجم ، ١٧٫٨ كجم ، ٢٠٫٣ كجم عندما كان أطوال القطع كالتالى ٢٥ ، ٥٠ ، ٧٥ سم فوق سطح الأرض ولمدة سنتين وبعد إجراء القطع بمعدل ٦ مرات . حيث أن القطع الأول يتم بعد ٩ شهور بعد الزراعة .

أيضا أظهرت الأبحاث والتجارب أن الحيوانات والماشية تفضل أوراق الميموزا عند

خلطها مع حشائش العلف الأخضر وجاء ترتيب الميموزا فى الترتيب الثانى وذلك بمقارنتها مع أوراق أشجار علفية أخرى مثل الأكاسيا وغيرها (٨ أنواع) . أيضا أظهرت النتائج أن أوراق الميموزا غنيه فى البروتين حيث كانت الزيادة فى محتوى أوراقها ٢٤٫٥ ٪ بالمقارنة بالأنواع العلفيه الأخرى حيث أظهرت إحدى التجارب التى غذيت فيها حيوانات صغيرة من الماعز على عليقه أحتوت على ٤٥ ٪ من أوراق الـ S. splendida ، من أوراق الميموزا لمدة خمس أسابيع كانت الزيادة فى وزن الحيوانات تراوحت بين ٥١ ـ ٦٣ ٪ بالمقارنة بالحيوانات التى غذيت فقط على أوراق الـS splendida وعموما يمكن القول بأن هذه الشجرة تعتبر من الأشجار الجيدة التى يمكن زراعتها فى الأماكن الصعبه من الناحية الطبيعيه وذات الارتفاعات الكبيرة . أيضا تعتبر مقبوله لدى المزارعين نظرا لفوائدها العلفيه العاليه وسرعه نموها مما يشجع على زراعتها واستخدامها أما بخصوص استعمالات أخشابها فهذا الموضوع مازال تحت الدراسه .

استخدام نظام أشجار الحمايه البيئية فى الأراضى القلويه

من المعروف أن ملوحه الأرض تعمل على خفض انتاجيتها ويوجد فى العالم حوالى ٩٠٠ مليون هكتار من الأراضى التى تعانى من تلك المشكلة . ففى الهند على سبيل المثال نجد أن تلك الأراضى تحتل حوالى ٧ مليون هكتار أى حوالى ثلث المساحة المنتجة تعانى من وجود القلوية . حيث يرتفع الـ PH وكذلك كميه الصوديوم للتبادل وتنخفض خصوبة الأرض وتقل المساميه وبالتالى تعانى تلك الأراضى من سوء التهوية والصرف وبالتالى لا تصلح لنمو أى نوع من المحاصيل سوى القليل من الحشائش البريه وبعض الأشجار التى تقاوم الملوحه مثل الـ Prosopis juliflora , Suaeda maritma , Acacia nilotica وهذه الأراضى توجد عموما فى أماكن متفرقه من القرى وكذلك على حواف السكك الحديديه والطرق السريعة والمبانى الحكومية . وعموما هذه الأراضى تعتبر فقيرة لحد كبير فى انتاجيتها وعن طريق تطبيق نظام الزراعه بطريقة الحماية البيئية يمكن استغلال تلك الأراضى ببعض الأشجار الخشبية المنتجة

للأخشاب خصوصا أخشاب الحريق وأيضا يمكن استخدام أوراقها كعلف للحيوانات تبعا لظروف كل منطقة . وفى الهند أجريت العديد من الأبحاث بواسطة معهد بحوث الأراضى الملحية لمدة ١٠ سنوات لوضع التصور الأمثل لاستغلال تلك الأراضى . ولقد تمت إجراء تجربه منذ سنه ١٩٨٤ على قطعه من الأرض وصلت درجة الـ PH فيها إلى ١٠٫٤ والصوديوم المتبادل ٩٠٪ وأظهرت النتائج أن تلك الأراضى أمكن تحسين خواصها الطبيعية والكيميائية عن طريق زراعة أشجار الـ Prosopis juliflora مع أشجار الـ (Karnal grass) Leptochloa fusca , تحت نظام الحمايه البيئيه . ولقد وجد أن أشجار الـ Leptochloa المنزرعه مع أشجار الـ Prosopis أعطت ٤٦٫٥ طن من العلف الأخضر لكل هكتار فى ١٥ حشه ولمدة ٥٠ شهر والجدول التالى يوضح تلك النتائج بدون إضافه أى سماد أو أى معاملات أخرى للتربة جدول رقم ٢٩ ، ٣٠

Planting Year	Number of Cuttings	Month of Cutting	Forage Yield (t/ha)
1	1	November	2.2
2	4	May-October	13.1
3	3	July-September	10.1
4	3	May-September	7.6
5[a]	4	July-October	13.5
Total	**15**	—	**46.5**

[a]Leptochloa was ploughed under and other useful fodder crops were planted.

Green forage yield of fodder crops grown in association with prosopis.

جدول رقم (٢٩)

Fodder crop	Forage yield (t/ha)
Trifolium resupinatum	23.1
Trifolium alexandrinum	21.3
Medicago sativa	10.3
Medicago denticulata	8.0
Avena sativa	2.2

Performance of fodder species grown as intercrops under prosopis after leptochloa was ploughed under.

جدول رقم (٣٠)

Soil Property	Original Soil	Prosopis Only	Prosopis + Leptochloa
pH			
Soil depth: 0–15 cm	10.30	9.70	9.40
Soil depth: 15–30 cm	10.30	9.90	9.80
Electrical conductivity (dS/m)			
Soil depth: 0–15 cm	2.20	0.66	0.42
Soil depth: 15–30 cm	1.50	0.78	0.63
Organic carbon (%)			
Soil depth: 0–15 cm	0.18	0.30	0.43
Soil depth: 15–30 cm	0.13	0.19	0.21
Available nitrogen (kg/ha)			
Soil depth: 0–15 cm	79.00	100.00	139.00
Soil depth: 15–30 cm	73.00	40.00	104.00
Available phosphorus (kg/ha)			
Soil depth: 0–15 cm	35.00	40.00	22.00
Soil depth: 15–30 cm	31.00	32.00	19.00
Available potassium (kg/ha)			
Soil depth: 0–15 cm	543.00	528.00	402.00
Soil depth: 15–30 cm	490.00	478.00	412.00
Water intake (cm/48 hours)	2.40	4.20	5.40

Effects of a prosopis-leptochloa agroforestry system on an abandoned alkali soil 52 months after planting, measured at two soil depths.

جدول رقم (٣١)

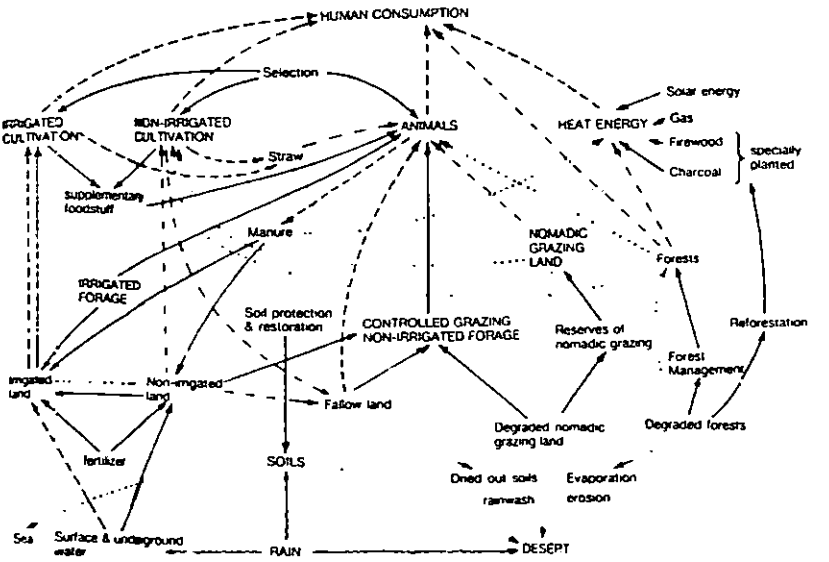
أيضا أظهرت النتائج أن هذان النوعان من الأشجار عملا على تحسين خواص التربة الطبيعية عن طريق امتداد جذورها إلى مسافات طويله داخل الأرض مما ساعد على تفككها وإمكان إجراء عمليات الحرث بعد أربع سنوات من نمو تلك الأشجار وزراعه بعض محاصيل العلف تحتها مما تتحمل الملوحة ولكن تكون مستساغه من قبل الحيوانات مثلMedicago alexandrinum , T. resupinatum Trifolium c. spp بالإضافة إلى ذلك نجد أن أشجار البورسوبس تنتج أخشاب الحريق عن طريق تقليم الفروع الجانبيه وقد وجد أن انتاجيه أشجار البورسوبس المنزرعه على مسافه ٣ × ٥ متر أعطت محصول يوازى ٧٫٧ طن / هكتار ولمدة ٥٢ شهر .

كذلك وجد أنه بعد ٥٢ شهر من زراعه تلك الأشجار انخفض الـ PH من ٣٫١٠

إلى ٩٫٤ وأيضا خاصيه التوصيل الكهربائى من ٢٫٢٠ إلى ٤٢٫٠٪ decasiemens (ds / m) كذلك زادت كميه الكربون العضوى فى الطبقة السطحية من ١٨٫٠ إلى ٤٣٫٠ ٪ وكذلك كميه النتروجين المتاح من ٧٩ إلى ١٣٩ كجم / هكتار كذلك قلت كميه الفوسفور والبوتاسيوم بكميات قليله أيضا تحسنت خواص التربه المائيه والجدول رقم (٣١) يوضح كل هذه التغيرات فى خواص التربه . ومن هذه الدراسة اتضح أن أشجار الـ Prosopis والـ Leptochloa من الأشجار عاليه المقاومة للقلوية وعند زراعتها مع بعض زادت انتاجيتها كأشجار علف وأخشاب حريق بصورة اقتصادية باستخدام تكنيك زراعة أشجار الحمايه البيئيه وأيضا تعتبر هذه الطريقة هى الطريقة الوحيدة للاستفادة من استغلال تلك الأراضى الغير منتجه .

تقييم نظام الانتاجية فى نظم الحمايه البيئيه الـ Agroforestry

لتقييم هذا النظام هناك عوامل أساسية تعتمد على المكونات الطبيعية التى ترتبط ببعضها البعض فى تداخل متناسق كما هو موضح بالشكل رقم (٩١) التالى .



شكل رقم (٩١) يوضح نموذج لطريقة العمل والعوامل المختلفة المتداخلة مع الأرض فى المناطق الجافه وشبه الجافه .

------ at present used and can be considered as normal and ongoing
- - - - actually used, but needing control or modification
at present used and should be stopped
—— do not exist or hardly exist and should be introduced or utilized further

فعلى سبيل المثال نجد أن النظام الأرضى Land system يمكن أن يقيم تبعا للكثافه الزراعية الموجودة على الأرض وذلك باستعمال عامل الأرض (Allan 1965) .

$$L = \frac{C + J}{C}$$

حيث أن العامل L عبارة عن داله لعدد السنوات الزراعيه للأرض

و C عبارة عن عدد السنوات المتتاليه أو المتعاقبه

و J عبارة عن ثابت نظرى لما هو متحصل عليه .

		L
الزراعة السابقة	Nomadic cultivation	10
الزراعات المتكررة	Recurrent cultivation	
طول الدورة الزراعية	long cycle	7-10
دورة متوسطة	medium cycle	5-7
دورة قصيرة	short cycle	3-5
دورة شبه دائمة	Semi-permanent cultivation	2.5-3
دورة دائمة	Permanent cultivation	2

وهنا يظهر العديد من التساؤلات مثل ما هو الاستغلال الأمثل لمساحة من الأرض ؟ ولمن ؟ ومن أى زاويه يمكن البدء فى العمل ؟ وفى أى أرض ؟ لأن كل هذه الاستعمالات قد تتغير مع الزمن فعلى سبيل المثال نجد منذ أكثر من حوالى قرن كان فى الجزائر نوع من الأغنام متأقلم تماما مع الطبيعة هناك يسمى bled - alghanem وقد اختفى هذا النوع تماما نتيجة حرب التحرير حيث أصبحت كل أرض المنطقة ساحة للمعارك . وحينما تحررت الجزائر وعم السلام كان لابد أن تظهر نهضة زراعية جديدةولكن مختلفة تماماًعماكان من قبل .

وهناك مثال آخر من مصر وذلك لتقييم هذا النظام من الناحية الاقتصادية فى منطقة غرب النوبارية من الجزء الشمالى الغربى بجمهورية مصر العربية .

التقييم الاقتصادى لنظم المندمجات الشجرية بمنطقة غرب النوبارية بمصر

تستورد مصر سنوياً كميات متزايده من منتجات الأخشاب . ويعزى ذلك بصفه أساسيه إلى قله الانتاج المحلى حيث لا توجد بمصر غابات طبيعيه ، كما لم يتم زراعه الأشجار فى مصر على نطاق تجارى لاستخدامها كمنتجات غابات وذلك لندره الأرض الزراعيه النسبى واستخدامها فى انتاج الغذاء . ولذلك فإن زراعه المندمجات الشجريه فى الأراضى الحديه أو الصحراويه يعتبر بديلا جيدا يمكن من خلاله تحقيق هدف توفير منتجات الغابات وبعض أنواع الغذاء أو الأعلاف الحيوانيه فى نفس الوقت . وتهدف هذه الورقه إلى إجراء التقييم الاقتصادى لنظم المندمجات الشجريه بإحدى المناطق حديثه الاستصلاح للزراعه وهى منطقه غرب النوباريه من خلال تقييم نتائج التجارب لمشروعات غابات المندمجات الشجريه لحمايه البيئة والمشترك بين جامعة الاسكندرية وجامعة أوريجون .

نظم المندمجات الشجرية التى تم تقييمها بمنطقة غرب النوبارية :

فى إطار التجارب التى تم إجراؤها بالدراسة فقد تم تجربه أنظمه مختلفة من المندمجات الشجرية وهى تشتمل على تجربة زراعة أصناف مختلفة من الأشجار سريعة النمو ومحاصيل مختلفة تحت هذه الأشجار ويمكن حصر تلك النظم فى الآتى :

١ ـ زراعة أشجار الكافور وتحتها الباميا والكوسه فى الموسم الصيفى ثم اللوبيا والفول والبسلة فى الموسم الشتوى .

٢ ـ زراعة أشجار الكازوارينا وتحتها أيضا الباميا والكوسه فى الموسم الصيفى ثم اللوبيا والبسله والفول فى الموسم الشتوى .

٣ ـ زراعة الأكاسيا وتحتها البسله فى الموسم الشتوى .

العائد والتكاليف :

تم تحليل العائد والتكاليف خلال السنتين الأوليتين من التجارب بالمنطقة . ويشمل العائد من المندمجات الشجرية السابق على تيارين أولهما العائد المتحصل عليه

من قيمة الأخشاب والفروع الناتجة خلال عمليات الخف فى كلتا السنتين وثانيهما قيمه المحصول الناتجه من زراعه المحاصيل تحت الأشجار . هذا وقد تم فى هذه التجارب إجراء عمليات الخف بنسبه ٢٠٪ فى السنه الأولى ثم ٥٠٪ فى السنه الثانيه وتركت الأولى مساحات واسعه لزراعه المحاصيل فى شكل (Hedges) وذلك للسماح للضوء بالتخلل بدرجة أكبر .

وبإعتبار أن نشاط زراعه المندمجات الشجرية يتضمن إنتاج أكثر من ناتج نهائى واحد فى نفس المساحة لذلك فإن التكاليف المتغيره والتى تمثل المدخلات Input تضمن جزءا مشتركاً بين كل من الأشجار والمحاصيل المنزرعه تحتها والتى تتضمن تكاليف إعداد الأرض والزراعه والحرث والتسميد والرى كما أن التكاليف تتضمن عمليات خاصه بالأشجار على حده وهى قيمه الشتلات وتكاليف حفر الجور والتقليم والخف ، وعمليات خاصه بمحاصيل التحميل على حده وهى قيمة التقاوى ومقاومه الآفات والحصاد لذلك فإنه روعى عند حساب التكاليف أن تتضمن التكاليف النهائية التكاليف المجمعه لكل من الأشجار والمحاصيل رغم تقدير العائد الصافى لكل منها على حده لأغراض التحليل وقياس الأثر الاقتصادى والمقارنه بالنظم التقليدية السائدة بالمنطقة .

نتائج تحليل العائد والتكاليف لنظم المندمجات الشجرية :

يوضح الجدول رقم (٣٢) مقدار الإنتاج الغذائى السنوى المتحصل عليه من الأشجار والذى تم تقديره فى صوره الكتله الحيويه الخضراء فى السنتين الأولى والثانيه وتم حساب قيمه هذا الانتاج إستنادا إلى السعر الجارى لهذه الأشجار تسليم الغيطFarm gate وهو ٦٨ جنيه / طن وقت التقييم

هذا ويوضح الجدول رقم (٣٢) صافى العائد الغذائى من الأشجار محسوبا على أساس قيمه إنتاج الأشجار مخصوما منه قيمة التكاليف المتغيره الخاصه بالأشجار .

جدول (٣٢) مقدار وقيمة الانتاج الفدانى السنوى للأشجار خلال السنتين الأولى والثانية من المشروع (١)

السنة الأولى	الكازوارينا	الكافور	الاكاسيا
الانتاج من الخف الأول (٢) (جذوع + فروع) (طن)	٥٫٢٦٧	٦٫٤٦٤	٧٫٢٢٦
القيمة (جنيه)	٣٥٨	٤٣٩	٤٩١
السنة الثانية			
الانتاج من الخف الثانى (٢) (جذوع + فروع) (طن)	١٦٫٦٤	١٨٫٦٦	٢٥٫٥٠
القيمة (جنيه)	٣٥٨	١٢٦٩	١٧٣٤

(١) على أساس نسبة الخف ٢٠ ٪ ، ٥٠ ٪ فى النستين الأولى والثانية .

(٢) الوزن للكتلة الحيوية الخضراء .

والجدير بالذكر أن القيمة فى السنة الأولى يمكن أن ترتفع لكل من الكازوارينا والكافور فى حالة بيعها للقرى السياحية بالساحل الشمالى حيث يباع الطن من الجذوع فى هذه الحالة بحوالى ١٢٠ جنيه .

جدول (٣٣) مقدار وقيمة الانتاج والعائد للفدان للأشجار

خلال السنتين الأولى والثانية

البيـــــــان	الكازوارينا	الكافور	الاكاسيا
السنة الأولى :			
وزن الخف (طن)	٥ر٢٦٧	٦ر٤٦٤	٧ر٢٢٦
قيمة الخف (جنيه)	٣٥٨ر٠٠٠	٤٣٩ر٠٠٠	٤٩١ر٠٠٠
تكاليف المعاملات			
الشجرية (جنيه) (١)	٢٢٠ر٠٠٠	٢٢٠ر٠٠٠	٢٢٠ر٠٠٠
صافى الدخل الفدانى			
الشجرى (جنيه)	١٣٨ر٠٠٠	٢١٩ر٠٠٠	١٧١ر٠٠٠
السنة الثانية :			
وزن الخف (طن)	١٦ر٦٤	١٨ر٦٦	٢٥ر٥٠
قيمة الخف (جنيه)	١١٣١ر٠٠	١٢٦٩ر٠٠	١٧٣٤ر٠٠
تكاليف المعاملات			
الشجرية (جنيه) (١)	١٣٠ر٠٠	١٣٠ر٠٠	١٣٠ر٠٠
صافى الدخل الفدانى			
الشجرى (جنيه)	١٠٠١ر٠٠	١١٦٩ر٠٠	١٦٠٤ر٠٠

(١) تكلفة الشتلات مضافة لتكلفة حفر الجور وتقطيع الأشجار .

(٢) تكلفة التقليم والتقطيع .

جدول (٣٤) مقدار وقيمة الانتاج الفدانى لمحاصيل الخضر خلال السنتين الأولى والثانية من المشروع

الكمية . طن القيمة : جنيه

البيـــــان	السنة الأولى		السنة الثانية		متوسط انتاج الفدان بمنطقة الدراسة	
	كمية	قيمة	كمية	قيمة	كمية	قيمة
١ ـ الباميا					٤	٤٠٠٠
تحت الفامور	٣ر١٢	٣١٢٠	١ر٤٤	١ر٤٤٠		
تحت الكازوارينا	٣ر٤٢	٣٤٢٠	٢ر٢٥	٢٢٥٠		
٢ ـ اللوبيا					٧٥٠ر	٩٠٠
تحت الكافور	٠ر٦٤	٧٦٨	٠ر٥٨	٦٩٦		
تحت الكازوارينا	٠ر٥٢	٦٢٤	٠ر٤٣	٥١٦		
٣ ـ الكوسة					٦	٢٧٠٠
تحت الكافور	٥ر١١	٢٢٩٩	٢ر٧	١٢١٥		
تحت الكازوارينا	٤ر٠٦	٢٠٧٠	١ر٦	٧٢٠		
٤ ـ البسلة					٤	٢٠٠٠
تحت الكافور	٣ر٤٣	١٧١٥	٠ر٧٤	٣٧٠		
تحت الكازوارينا	٢ر٩١	١٤٥٥	٠ر٣٤	١٧٠		
تحت الاكاسيا			٠ر١٧	٨٥		
٥ ـ الفول					٤	١٢٠٠
تحت الكافور	٣ر٦١	١٠٨٣				
تحت الكازوارينا	٣ر٤٣	١٠٢٩				

جدول (٣٥) العائد الفدانى للمحاصيل المحملة على الأشجار

فى السنتين الأولى والثانية

السنة الأولى		السنة الثانية	
المحصول	متوسط العائد الفدانى (جنيه)	المحصول	متوسط العائد الفدانى (جنيه)
بامية	٢٥٢٠	بامية	١٦٧٦
كوسة	١٥٦٥	كوسة	٤٨١
بسلة	١١٢١	بسلة	٥١٢
فول	٥٧٤	فول	٤٢٢

متوسط العائد الفدانى المحصولى ١٤٤٥ متوسط العائد الفدانى المحصولى ١٠٧٨

جدول ٣٦ العائد فوق التكاليف المتغيرة للمندمجات

الشجرية بمنطقة غرب النوبارية

البند	السنة الأولى				السنة الثانية	
	الكافور	الكازوارينا	الاكاسيا	الكافور	الكازوارينا	الاكاسيا
متوسط العائد فوق التكاليف المتغيرة للمحاصيل الأكثر ربحية	١٤٥٥	١٤٥٥	١٤٥٥	١٠٧٨	١٠٧٨	١٠٧٨
متوسط العائد فوق التكاليف المتغيرة للأشجار	٢١٩	١٣٨	١٧١	١٠٠١	١١٦٩	١٦٠٤
المتوسط الكلى للفدان المندمجات الشجريه	١٦٦٤	١٥٨٣	١٦١٦	٢٠٧٩	٢٢٤٧	٢٦٨٢

جدول ٣٧ الزياده فى العائد الفدانى من المندمجات الشجريه

عن متوسط العائد الفدانى السائد بمنطقة الدراسة

	السنة الأولى		السنة الثانية		مجموع السنتين	
	مقدار الزياده بالجنيه	٪	مقدار الزياده بالجنيه	٪	مقدار الزياده بالجنيه	٪
فدان الكافور	١٢٤٣	٨ر٨	٥٥٨	٣٧٪	٧٠١	٢٣
فدان الكازوارينا	٦٢	٤ر١	٧٢٦	٤٧٪	٧٨٨	٢٦
فدان الاكاسيا	٩٥	٦ر٢	١١٦١	٧٦٪	١٢٥٦	٤١

كما يوضح الجدول رقم (٣٤) مقدار وقيمة الانتاج الفدانى للمحاصيل المحمله على الأشجار فى السنتين الأولى من التجارب محسوبه على أساس سعر الجمله لهذه المحاصيل . وبخصم قيمة المدخلات فإنه تم الحصول على صافى العائد الفدانى من هذه المحاصيل والموضح بالجدول رقم (٣٥) .

العائد فوق التكاليف المتغيره للمندمجات الشجريه :

يعتبر هذا العائد مناسبا لأغراض المقارنه بين البدائل الاقتصاديه المختلفه وقد تم حساب هذا العائد بطرح الكاليف المتغيره من إجمالى كميه الانتاج للفدان من المندمجات الشجريه للسنتين الأولى والثانيه والذى يوضحه الجدول رقم (٣٦) .

هذا وتشير النتائج إلى أن هذا العائد يزيد عن متوسط العائد الفدانى قوق التكاليف المتغيره للفدان بمنطقة غرب النوباريه والذى يقدر بحوالى ١٥٢١ جنيها مصريا . هذا ويوضح الجدول رقم (٣٧) أن مقدار الزيادة فى العائد الفدانى من المندمجات الشجرية عن متوسط العائد السائد بالمنطقة يبلغ خلال السنتين حوالى ٧٠١ جنيه كحد أدنى و ١٢٥٦ جنيه كحد أقصى وتبلغ نسبه هذه الزيادة بين ٢٣ ٪ ، ٤١ ٪ .

Physical and biological processes causing desertification: problems and solutions
NB - Agroforestry practices are indicated by AF in the solutions column (after UNCOD, 1974)

Factor	Problems	Causes	Solutions
Water	scarcity	low rainfall erratic rainfall distribution poor irrigation management overexploitation of surface and underground reservoirs uncontrolled evaporation losses	improving water supply conservation AF: improved infiltration by increasing deep root systems reducing evaporation by multi-purpose woody plant windbreaks
	poor management of dry soil agriculture	lack of rainfall irregular distribution uncontrolled flow	flow control, cultural techniques, soil conservation AF: contour woody plants acting favourably on other crops
	poor irrigation management	use of too much water defects in drainage system imperfect levelling inadequate water distribution imprecise debit measure poor irrigation methods	improved irrigation methods drainage systems salinity control guaranteed water supply AF: reduction of evaporation by multi-purpose woody plants (including screening, hedges, micro-windbreaks)
	floods	irregular rainfall distribution violence of precipitations uncontrolled flow	flash-flood control AF: flow halt by alignments of woody plants in strategic positions
Soil	erosion (water and wind)	reduction of plant cover uncontrolled flow sedimentation and alluviation degradation of soil structure inadequate tillage methods high winds reduced profile thickness loss of water retention capacity	soil conservation soil humidity conservation vegetation planting vegetation conservation fertilizing AF: multi-purpose woody plant windbreaks, hedges, screen shelter, micro windbreaks; contour trees, micro-bowls around trees planted on slopes, nitrogen-fixing trees, trees providing large amounts of organic matter

	soil salinity waterlogging	channel alluviation waterlogging poor water quality poor drainage, poor water purification poor irrigation water management defective drainage systems floods	control of irrigation water salinity regularity of water supply control of soil salinity drainage vegetation planting plant conservation flow management cementation of ditches AF: windbreaks along ditches, salt-resistant woody plants like tamarisk, improved value of saline land by halophyte grazing
Plants	reduced production	bad land clearance bad plant management over-cultivation over-grazing invasion by undesirable plants uncontrolled wood gathering over-exploitation of forests uncontrolled fires drought	irrigation, flow control water supply soil conservation vegetation planting plant management AF: improved wooded fallow land for multi-purpose use, hedges, planting in avenues, forage trees, tree vigour
Animals	reduced production	water scarcity lack of fodder cultivation and food reserves health and nutrition overpopulation	water supply water control management of grazing land stock control soil conservation plant productivity improved strains plant conservation pest control wild animal ranching AF: forage trees and shrubs, reserves of standing grazing, protein-rich woody plants
Energy	scarcity and bad use of fuel	uncontrolled wood gathering poor use of available energy sources	reforestation, solar energy, wind energy, energy conservation, biogas AF: use of woody plants valued as firewood or charcoal

جدول رقم (٣٨)

The hyperarid zone (A) is characterized by a ratio $\frac{P}{Etp} < 0.03$

For arid zone (B) $0.03 < \frac{P}{Etp} < 0.02$

For the semi-arid zone (C) $0.20 < \frac{P}{Etp} < 0.50$

For the sub-humid zone (D) $0.05 < \frac{P}{Etp} < 0.75$

In each of these zones there are sub-zones defined by the average winter temperature t_H (in degrees Celsius)

1	hot	$20 < t_H < 30$
2	temperate	$10 < t_H < 20$
3	cool	$0 < t_H < 10$
4	cold	$t_H < 0$

Then, distinctions are made according to the average temperature t_e in the hot season (in degrees Celsius)

a	very hot	$30 < t_e$
b	hot	$20 < t_e < 30$
c	temperate	$10 < t_e < 20$

By combining these features, types of aridity identified by three features are obtained. In the ACP countries affected by desertification, the following situations are not found: A1b; A2c; A3a; B1c; B2c; B3; B4; C2a, c; C3a and c; C4; D2c; D3a and c; D4.

The situations that are found are given in Table II.

جدول رقم (٣٩)

Distribution of arid regions in the ACP countries of Africa

	Hyper-Arid				Arid				Semi-Arid				Semi-Humid				
	A1a	A2a	A2b	A3b	B1a	B1b	B2a	B2b	C1a	C1b	C2b	C3b	D1a	D1b	D2a	D2b	D3b
Angola			+					+			+					+	
Benin									+				+			+	
Botswana							+			+	+					+	
Burkina Faso					+				+				+			+	
Cameroon									+				+				
Cape Verde								+									
Central Africa															+	+	
Chad		+	+	+	+		+	+	+		+	+					
Djibouti					+												
Ethiopia	+				+	+		+		+	+			+		+	
Gambia													+			+	
Ghana													+	+		+	
Guinea														+			
Guinea Bissau														+			
Ivory Coast														+			
Kenya					+	+				+	+			+			
Lesotho																	+
Madagascar								+			+				+	+	
Mali		+			+		+		+				+				
Mauritania		+	+		+	+	+	+	+								
Niger		+			+		+		+								
Nigeria					+				+				+			+	
Reunion																+	
Rwanda														+			
Senegal					+	+				+			+				
Somalia	+				+	+			+	+							
Sudan	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	
Swaziland																	
Tanzania						+	+			+	+				+		
Togo													+				
Uganda										+				+			
Zaire													+				
Zambia										+				+		+	
Zimbabwe										+						+	

Some features of agroforestry systems in the arid and semi-arid zones of Africa
(after NAIR, 1985, adapted)

System	Sub-systems and practice	Main function	Place	Socio-economic production type	Main woody species	References
Agrisilviculture	MPTS on crops	Food, forage, fuel, etc. Soil conservation, sustained production	Mali	subsistence	*Butyrospermum Paradoxum* *Parkia biglobosa*	
		ditto	Central Africa	subsistence	*Adansonia digitata* *Balanites aegyptiaca* *Borassus aethiopum*	YANDJI, 1982
		Woody plant strips on terraces, food, forage	Kenya (Machakos District)	subsistence	*Cajanus cajan* *Balanites aegyptiaca* *Prosopis juliflora* *Acacia* spp.	
	Dendro-energy	Firewood, charcoal	Sahel	subsistence	*Acacia tortilis* *Acacia* spp.	VON MAYDELL, 1984
	Windbreaks & screen shelters	Crop protection, wood production	Sudan (N. province)	subsistence	*Tamarix aphylla* *Propopis juliflora*	
		ditto	Niger (Maggia)	subsistence	*Azidarachta indica* *Acacia scorpioides* *A. Seyal* *Prosopis juliflora*	RICHARDS, 1985
	Bank protection	Soil conservation posts, firewood	Sudan (JMRDP)*	mixed	*Eucalyptus camaldulensis*	BAUMER *et al.*, 1985
Silvopastoralism	Live hedges	Crop protection, firewood, beekeeping, forage, fruit, firewood, 'incense', windbreaks	Sudan (JMRDP)* Somalia	subsistence mixed	*Acacia mellifera* *Balanites aegyptiaca* *Commiphora africana* *Zizyphus mucronata* *Euphorbia Tirucalli*	BAUMER *et al.*, 1985

					Acacia spp. *Eucalyptus gomphocephala*	
		Reduced water expenditure for hedges, reduction in watchman requirements	Kenya	subsistence	Parkinsonia *Commiphora africana*	HOEKSTRA*et al.*, *1985*
	Mixed hedges	*Crop Protection food, firewood, fodder*	*Cameroon (Mounts Mandara)*	*subsistence*	*Zizyphus mauritiana Cassia Siamea Acacia Sp. pl.*	
	Woody plants for grazing land	*Forage reserve*	*Sahel*	*subsistence*	*Acacia tortilis Faidherbia albida Tamarindus indica*	
		id.	Kenya	subsistence	*Prosopis pallida Faidherbia albida Zizyphus* sp. *Balanites aegyptiaca*	HOEKSTRA *et al.*, 1984
Agro-silvipastoralism	MPTS on fields grazed after harvest	Forage, soil fertilisation, firewood, and with associated farming	Sahel Sudan	subsistence	*Faidherbia albida*	
		id.	Chad	commercial	*Acacia* sp. pl. *Salvadora persica Combretus* sp. pl. *Combretaceae*	
	gum gardens	Gum production, forage, firewood in rotation with crops	Sudan (Kordofan) Mauritanisa Senegal	mixed or subsistence	*Acacia Senegal*	
	Annual harvest of forage on grazing land and field edges	Forage, (quantity, quality, availability)	Kenya (Machakos District)	subsistence	*Prosopis pallida Leucaena leucocephala Acacia saligna Stylosanthes scabra*	HOEKSTRA *et al.*, 1984

*JMRDP = Jebel Marra Rural Development Project

جدول رقم (٤٠)

جدول رقم (٤١)

Potential of agroforestry regarding the environmental risks inherent in increased plant production

Technology	Main environmental risks	Potential of agroforestry
A. Irrigation, especially of deserts and arid zones	1. Possible climatic changes (the consequences of changes in the albedo, which would be very important here, are little known)	Tree, shrub & bush tops reflect less than bare soil Essential role of multi-purpose tree windbreaks
	2. Possible risk to fauna, e.g. if a dam destroys swamps that may be necessary to the reproduction of certain fish, for example, or that act as a feeding ground for migratory birds	Well planned & well distributed clumps of trees, even isolated bushes, can shelter wild game which could well be considered a resource and exploited rationally
	3. Soil salification, especialy by too rapid evaporation, or by use of saline, carbonated gypseous water	Use (notably for forage and fuel) of woody plants which 'pump' salt, e.g. the Tamarisk and halophytic shrubs
	4. Development of certain human and animal diseases, water-borne or from water-loving insects: malaria, onchocerciasis (African river blindness), filariasis, bilharzia	Increased numbers of woody plants used against these diseases or carriers in indigenous medicine
	5. Risk of erosion	Planting of suitable woody perennials.
	6. Danger of water wastage	Avoiding where possible woody plants which consume large amounts of water (willows, poplars, eucalyptus) . . . which are recommended, however, for drainage
B. Use of suitable species and varieties	1. Danger of uncrontrolled introduction, especially of self-propagating plants or harmful invasive colonizers	There are cases (on hyperarid ground, for instance) where it would be good to find useful colonizers *(Opuntia, Prosopis)*
	2. Danger of loss of valuable genetic potential by monocropping, crop clearing or destruction of biotopes	Using mixed species whenever possible. Agroforestry contributes to keeping genetic variety
C. Use of fertilizers	Risk of water pollution. Potential depressive effect. Danger of acidification, alkalization or toxicity	Use of nitrogen-fixing shrubs, that do not have these drawbacks. Use of woody plants to purify water (Jahn, 1985)
D. Control of productivity-reducing pests	1. Risk of toxic accumulations in the soil, water, plants and food	Use of the woody plants with insecticidal properties, such as neem
	2. Depressive or lethal effect at certain doses or certain use frequencies, reducing germinating ability, growth or fruit formation (particularly seeds) or fibres (cotton, jute, raffia)	
E. Reduction of waste products and utilization of waste	Risk of soil and water pollution by certain waste products	Agroforestry advocates composting of organic waste
F. Protection of ex-	Endangered species	In agroforestry, it is expressly indicated to use endangered species in species mixtures, and agroforestry can help to

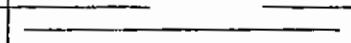
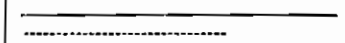
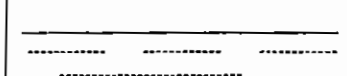
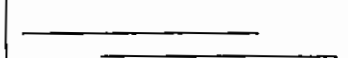
جدول رقم (٤٢)

Potential of agroforestry regarding the environment risks inherent in increased animal production

Technology	Main environmental risks	Potential of agroforestry
Protection of species	Risk of permanent extinction of some wild or domestic species; to be considered particularly for their importance in balancing ecosystems and their economic importance: aquatic estuary mammals, birds of prey, crocodiles and turtles in the water, and on the land greater ungulates, reptiles and . . . useful microbes	Shelter role of trees, copses and forests
Use of suitable species and varieties	Conservation of animal genetic potential and especially rare or disappearing domestic species. Better adaptation of species and varieties of animals to the environment; avoidance of catastrophic introductions; selection for hardiness and adaptation.	Contribution to safeguards by maintaining or creating appropriate ecotopes. Importance given to wildlife, which is ecologically adapted. Preference given to indigenous species when their production is satisfactory.
Feed improvement and use of growth stimulants	Risk of animal tissue changes, especially fats, by using unsuitable feed and hormones, with serious dangers to humans at the end of the food chain.	Qualitative and quantitative increase in potential forage (including food for bees).
Pest control and other factors reducing productivity	Risk of toxic accumulation in water, but also in the soil and animal tissue, by unconsidered use or misuse of certain pest controls.	Insecticide properties of some woody plants. Provision of shade and temperature reduction. Improved humidity of the air.
Reduced production of waste and use of waste	Risk of pollution from certain waste. Some, however, is very useful and has many purposes: manure, slurry, opotherapy products, bonemeal, dried blood, horn and shell, hides and skins, etc.	
Special case of Man Security and quality of life Satisfaction of basic needs	Numerous	Contribution to production of food, fuel, logs and timber, medicines, fibres, dyes, tannins, resins, gums, etc. Establishment of stable systems of production.

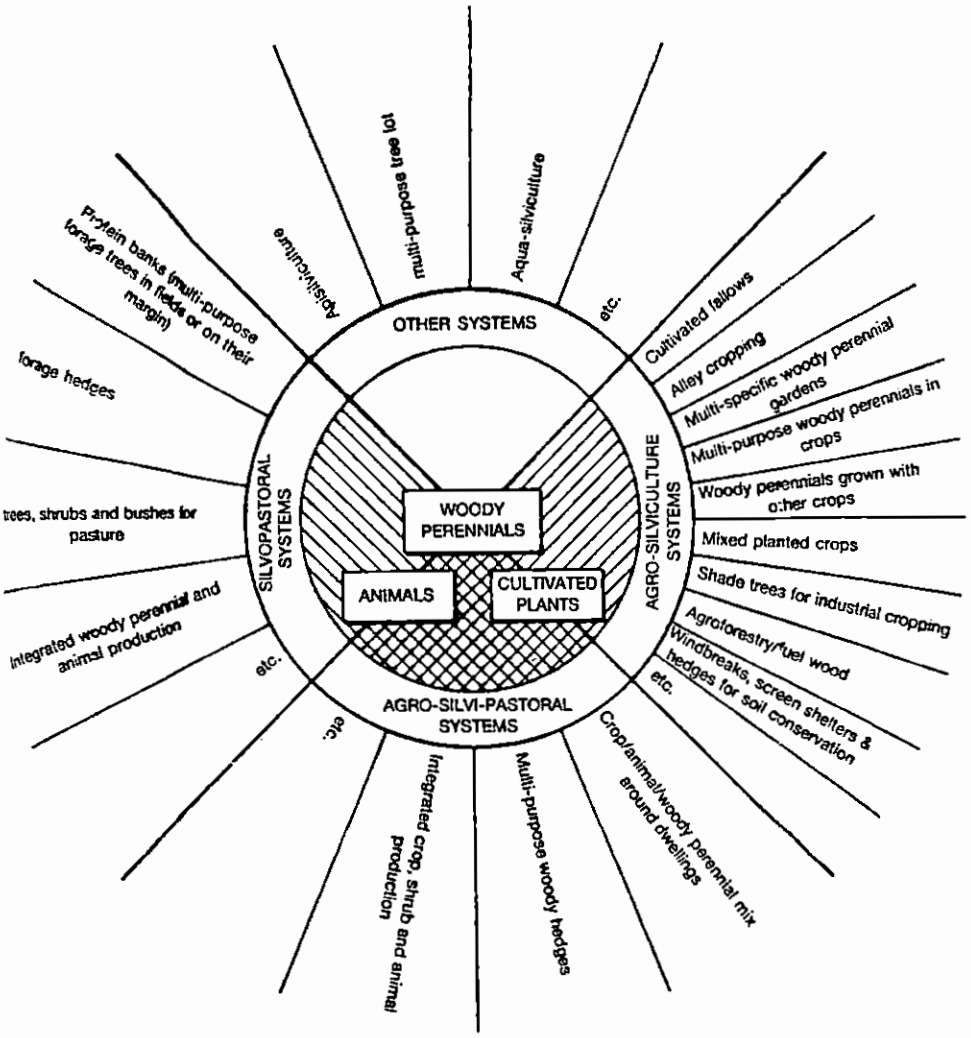
جدول رقم (٤٣)

Arrangement in time of the components of agroforestry systems
(according to NAIR, 1985)

Temporal arrangement	Schematic illustration	Examples
coincident		coffee trees under shade trees
concomitant		taungya
intermittent (predominantly spatial)		annual crops under coconut palms
interpolated (predominantly spatial and temporal)		household gardens
overlapping		hevea and pepper plant
relay		bush fallow

———— woody plant component
---------- non-woody plant component

One can also base the classification on the kinds of components in the systems. Figure shows such a classification of systems and sub-systems.



Classification of agroforestry systems and sub-systems according to the nature of their components (according to NAIR, 1985 adapted).

شكل رقم (٩٢)

Such systems of classification help in the planning of forestry operations. This is how the various roles that woody perennials could play in some types of soil utilization in the Zalingei region of Darfur (Sudan) were classified: the recognized types of utilization were:

A1 Wadi Azum valley irrigated and sometimes flooded
A2 ,, irrigated but not flooded
A3 ,, non-irrigated although on alluvia
B1 plateau with *Balanites aegyptiaca* and crops
B2 ,, without crops
R grazing land
M mountainous area

جدول رقم (٤٤)

Role of woody perennials	A1	A2	A3	B1	B2	R	M
Improved fertility		+	++	+		+	
Soil conservation	++		+			+	+
Dendro-energy	+			+	+	+	
Logs							+
Timber	+			+	+	+	+
Forage						++	
Fruit and food	+		++	+	+		+
Fencing	+	++	+	++	+	+	
Textile fibres			+	+			+
Medicines					+	+	++

By way of example, Table 44 shows the principal features of some agroforestry systems in arid or semi-arid zones of Africa.

جدول رقم (٤٥)

Woody agroforestry species for the dry zones of Africa

(1) Latin Name	(2) Habitat	(3) Agroforestry system	(4) Applications											(5) Principal Uses
			Mixed cropping	Fire-wood	Protein banks	House-hold gardens	Hedges or rows	Erosion control	Shelter or Shade	Stabilization	Trees/ Fields	Trees/ Pastures	Soil improvement	
Acacia ataxacantha	hedges, fresh alluvial sands, Southern, Western and Eastern Africa	AS		·			+				·			M
Acacia holosericea	Australia and arid zones East of Lake Chad to the Arab peninsula	SP			+							·		F,E
Acacia laeta	from Mali to the Red Sea	SP		·								+		G,M,F
Acacia macrostachya	Sahelo-Sudanian and Sudano-Sahelien zones	AP		·			+							N,F,M
Acacia mellifera	from Lake Chad to the Arabian Peninsula	ASP		+	·									A,E,F,Z
		AS		·			+	·						
Acacia nilotica	Africa and the Indian peninsula	AS	·	+										B,G,A,T,S
		SP		·	+									
Acacia pennata	Africa, semi-arid and humid	SP			+									A,M,Fi,T
Acacia polyacantha	sub-humid and semi-arid Africa on cool soils	SP		+					·			·		S,T,M,C
Acacia saligna	Australia	SP		·	+									F,E
Acacia Senegal	typically sahelian but also Eastern and Southern Africa	ASP	+	·	·						+		·	G,F,Fi,D,E,
		SP		·	+									A,S
		AS		+				·						
Acacia Seval	semi-arid, particularly on clay	AS		+	·		·		·			+		E,F,A,G,S
		SP			+				·					
		ASP					+							
Acacia sieberiana	semi-arid, cooler areas	SP	+	·			·							A,S,M,B
Acacia tortilis ssp. raddiana	dry areas of Africa even North of the Sahara	SP		·	+				·					S,F,M,E
Acacia tortilis ssp. tortilis	arid and semi-arid Africa, and Arabian peninsula	SP		·	+				·			·		S,T,F,M,E
		AS	+							·				
Adansonia digitata	sub-humid and semi-arid Africa, other species of the genus in Madagascar	ASP							·		+			N,Fi,M,F,A

تابع جدول رقم (٤٥)

Adenium obesum	dry, hardened, stony soils	ASP					+							M,V
(*Afzelia cuanzensis*)	dry Southern Africa	AS					+		·					E,H
Albizzia Chevalieri	Sudanian, sub-humid	SP		·	+									T,N,Fi,Z
Albizzia Lebbeck	semi-arid and sub-humid	SP					·	+						T,G,V,K,F,Z
		AS		·							+			
Anacardium occidentale	flexible for climate, soft or	AS						·			+			N,E,T,M
	permeable soils	ASP					+	·						
Annona senegalensis	semi-arid to semi-humid	SP			·							+		M,N,F,S
		AS									+			
		ASP									+	+		
Anogeissus leiocarpus	wide distribution but pre-	SP		·								+		T,S,C,N,G,M
	fers cool soils													
Azadirachta indica	grown in many villages, of	ASP				+	·						·	V,M,F,O,Z
	Indian origin	AS				+			·					
Balanites aegyptica	arid and semi-arid zones,	ASP		+	·					·	·			F,N,T,S,O,M
	usually deep clay	SP			+				·			·		
		AS		+			·		·	·				
Bauhinia rufescens	Sahelian and Sudanian	SP		·	+		·							F,E,Fi,T,V,M
Bombax costatum	Sudanian	AS									+			Fi,N,M,F
Borassus aethiopium	semi-arid and sub-humid	AS	·								+	·		N,Fi,S,B,M
	tropical Africa													
Boscia sp.pl.	Sahelo-Sudanian	SP		·							·	+		N,F,E
(on *Boscia senegalensis*, c.f														
Baumer, 1981b)														
Butyrospermum Parkii	Sudanian and Sahelo-	AS		·							+			N,B,E,C,M
	Sudanian													
Cadaba sp.pl.	dry Africa, Arabia, India	SP										+		F,N,M
Calliandra macrothyrsa	p.p.	ASP					·					·	+	F,E,S,Z
(*Calotropis procea*)	around all arid zones and/	ASP					+							Fi,G,M,N ((fer-
	or damaged soils in Africa,													ments),E
	Arabia and India													
Capparis sp.pl.	Sahel, East Africa	SP										+		E,M,F
(*Cassia Siamea*)	Southern India, Burma,	ASP		+			·						·	E,V
	Sri Lanka, adaptable in													
	sub-humid zones													
Casuarina equisetifolia	Australia, Pacific, South	AS					·			·			+	Z,E,B,C
	East Asia													
Celtis integrifolia	Arabia and from 3° to 15°	AS									+			N,F,M,Fl
	lat N and Africa													
Combretum aculeatum	Sahelian and even Sahelo-	SP	·				·					+		F,E,N,M
	Saharian, but also Sahelo-													
	Sudanian													

Woody agroforestry species for the dry zones of Africa

(1) Latin Name	(2) Habitat	(3) Agroforestry system	(4) Applications											(5) Principal Uses
			Mixed cropping	Firewood	Protein banks	Household gardens	Hedges or rows	Erosion control	Shelter or Shade	Stabilization	Trees/ Fields	Trees/ Pastures	Soil improvement	
Combretum glutinosum et C. cordofanum	Sahelian zone up to the Nile	SP										+		B,E,C,M,G
Combretum micranthum	very common in Sahel	ASP				·	·					+		N,E,S,Fi,M
Combretum nigricans	Sudanian and Guinean	ASP										+		N,E,M
Commiphora sp.pl.	tropical dry Africa	SP					+				·	·		G,S,F,M
Cordia sp.pl.	Sub-humid Africa	ASP	·								+			B,E
Crateeva Adansonii (*Croton megalocarpus*)	Sahelo-Sudanian tropical Sub-humid Africa	SP AS	+								·	+		F,S,N,M,G E,M
Dalbergia melanoxylon	dry Africa, humid soils	SP	+								·	·		B,S,M
Dichrostaxhys cinerea	semi-humid Sudanian zone and up to Southern Africa	ASP					+						·	Z,N,A
Dobera glabra	savanna and pseudo-steppe in East Africa	SP		+									·	N.E.F
Entada africana	dry zones of Africa, particularly North of the Equator	SP	·									+		F,Fi,T,M
Erythrina sp.pl.	widespread in all dry Africa	ASP					+				·			M,F
Euphorbia balsamifera	Canaries; acclimatized in the Sahel	AS					+			·				M
Euphorbia Tirucalli	India and tropical Africa	AS		·		·	+							M
Faidherbia albida	Senegal, Sudan, Mali, Niger, dry Africa	ASP			·				·		+	·	·	F,Z,A,M
Feretia apodanthera	Kenya, Sudanian Africa	SP									+	·		N,M,F
(*Ficus Thonningii*)	tropical semi-humid Africa	ASP							*					Fi,M
Grewia bicolor	India, semi-arid and sub-humid Africa	ASP		+						·	·			N,E,F,M
Grewia flavescens	India, semi-arid and sub-humid Africa	ASP				·				+				M,N,E
Grewia mollis	Sudanian zone and East Africa	SP				+				·	·			N,Fi,N
Grewia tenax	circum-saharian zone, Iran, Arabia, India	SP	·			·	+							F,Fi,N

تابع جدول رقم (٤٥)

Grewia villosa	West Africa and dry East Africa	SP								·	+			N,M,Fi,F
Guiera senegalensis	from Senegal to Niger	SP		+						·				M,F,N,E,A
Hyphaena thebaica	dry Africa	AS								+				Fi,N,S,E,M
Jatropha Curcas	India, acclimatized in all dry Africa	AS				·	+							M,X
(*Khaya senegalensis*)	Senegal and Sahel	AS	·				·			+				B,X,M,F
Leucaena leucocephala	tropical America and West Indies	ASP		·			·					+		E,F,N,A
Maerua sp.pl.	dry Africa	SP									+			F,N,M,V
(*Mangifera indica*)	Indian sub-continent	AS								+				N,E,A,V
Mimosa pennata	sub-humid and also semi-arid Africa	SP					+				·			F,A,T,M
Mimosa pigra	sub-humid Africa	SP					+							M
Mitragyne inermis	dry Africa but humid areas	SP								+				M,B,F,A,C,Fi
Moringa oleifera	India, Arabia	ASP				·	+							N,F,A,M
Parkia biglobosa	Sudanian zone	AS								+		·		N,B,V
Parkinsonia aculeata	dry tropical America	SP		+										F,E,M
Phoenix dactylifera	tropical and Mediterranean regions	ASP				·		·	+					N,B,Fi,A
Piliostigma reticulata	from Sahel to East Africa	SP							·		+			E,V,C,M,F
Prosopis africana	semi-arid, sub-humid West and East Africa	SP	·								+		·	B,E,T,F,M,A,Z
Prosopis juliflora	West Indies and tropical America	AS			+					·			·	F,E,A,Z
Psidium Goyava	tropical America	AS				+					·			N,M
(*Pterocarpus lucens*)	Sahelo-Sudanian	SP										+		N,F,M,E
Salvadora persica	Sahel, East and Southern Africa, India, Arabia, semi-arid zone	SP								·		+		F,M,S,E
Sclerocarya Birrea	Sahelian zone	SP	·			·						+		N,Fi,G,M,B,S
Sesbania grandiflora	Pacific	ASP	·		·	·	·						+	N,V,A,Z
(*Sterculia setigera*)	Sudanian zone	SP	+	·							·			E,G,N,M,Fi
Stereospermum kunthianum	Eastern and Western dry Africa	SP				+					·	·		A,M,B,V
(*Tamarindus indica*)	Madagascar and East Africa	AS	·			+		·	·		·			N,F,B,M,A,V
Temarix sp.pl.	very large original habitat (cf. BAUM, 1978)	A3				·		·		+				M,E
Terminalia sp.pl.	dry Africa	SP										+		B,M,C,F
Ximenia americana	tropics	SP				·	+					·		N,F,E,S,M
Zizyphus sp.pl.	Africa and dry India	ASP	·	·			+				·	·		N,E,A,F

تفسير رموز جدول رقم (٤٥)

Woody agroforestry species for the dry regions of Africa

Below is a non-exhaustive list in table form of woody species for inclusion in the composition of the three main forestry system groups for the dry regions of Africa:

AS	agro-silvicultural
ASP	agro-silvo-pastoral
SP	silvo-pastoral

These systems are indicated in column (3). The names in brackets indicate that the species are not very common in agroforestry.

In column (4) the form of agroforestry where the woody species is most used is marked with a cross: a dot indicates slightly less frequent use:

Column (5) indicates various uses:

A	apiculture	M	medicines
B	timber	N	food
C	dyes	NF	nitrogen-fixing
CS	soil conservation	O	oil
E	dendro-energy	P	trituration wood
EV	green manure	T	tannins
F	forage	V	ornamental
Fi	fibres	X	control of plant pests and diseases
G	gum, latex, resin		
H	hedges		

جدول رقم (٤٦)

Recommended pre-treatments for the seeds of some dry zone acacias (from the 'Guide to the seeds of dry zone acacias, FAO, 1983, by DORAN *et al.*)

Species	Recommendations[1]	References
A. aneusa	Plunge seeds in boiling water for 5-30 seconds, or pour boiling water onto them and leave in the water until it cools to the ambient temperature	Preece (1971) Hall *et al.* (1979) Turnbull (unpubl.)
A. Campagei	Fresh seeds often need no pre-treatment; more mature seeds can be treated like *A. aneura*.	Hall *et al.* (1975)
A. Cavei	Soak in concentrated sulphuric acid for 120 minutes.	Galleguillos (comm. pers.), Turnbull (unpubl.)
A. farnesiana	Soak in concentrated sulphuric acid for 40-120 minutes. The optimum time varies with each batch of seeds.	Kumar & Purkayashta (1972), Turnbull (unpubl.)
A. holosericea	Treat as for *A. aneura*.	Delwaulle (1978), Turnbull (unpubl.)
A. nilotica	Fresh seeds with soft integument need no pre-treatment. Immersion in boiling water as for *A. aneura* is sufficient, but if the seeds are hard, soaking in concentrated sulphuric acid for 60-120 minutes is recommended.	FAO (1974a), NAS (1980), Turnbull (unpubl.)
A. pruinocarpa	Treat as for *A. aneura*	Hall *et al.* (1981b)
A. Senegal	Fresh seeds with soft integument need no pre-treatment. More mature seeds can be immersed in concentrated sulphuric acid for 3-15 minutes, or plunged into boiling water for 5 seconds.	Kaul & Manohar (1966) Cheema & Qadir (1973) Giffard (1975), NAS (1980), Turnbull (unpubl.)
A. tortilis	Soak in concentrated sulphuric acid for 20 minutes. The optimum time varies with different batches of seeds. Immersion in boiling water as for *A. aneura* can also be effective.	Karschon (1975), Carr (1976), Pathak *et al.* (1980, NAS (1980), Turnbull (unpubl.)
A. Victoriae *Acacia albida* = *Faidherbia albida*	Treat as for *A. aneura* Fresh seeds with soft integument need no pre-treatment, or may be soaked in cold water for 23 hours before planting. More mature seeds can be soaked in concentrated sulphuric acid for 20-60 minutes[2].	Hall *et al.* (1981 a) West (1950) Wickens (1969) Giffard (1971) FAO (1974a, 1974b) Elamin (1975) and Turnbull (unpubl.)

(1) Manual scarification is the most effective pre-treatment for all species.

(2) The pre-treatment methods found in the literature for *A. albida* are contradictory. The reason for this seems to be that the state of development of the integument has a great effect on the relative success of any treatment given for this species. Clearly, the age of the subject is also crucial.

جدول رقم (٤٧)

Characteristics of certain legumes commonly used as understorey crops in agroforestry

	Period		Habit Variations				cycles (days)	altitude (m)	Ecology		rainfall (mm)	soil pH
	annual	perennial	erect	climbing	trailing	bush			temperature (°C)	sensitivity to frost		
Vigna unguiculata (L.) Walp. = *V. sinensis* black-eyed pea, cowpea	+		+	+	+	+	60-240 or more	< 1500	20-32	+ +	500-1500	various if well-drained and not flooded, ideal pH 5.5-6.5; poor drainage on heavy fertile soil
Vigna radiata (L.) Wilczek = *Phaseolus radiatus* L. = *P. aureus* Roxb. mung bean	+		+		+		80-120 or more	<1800	30-35	+ +	750-1000 inc. 400 during growing period	very varied, even clayey, but well-drained and not flooded
Cajanus Cajan (L.) Hillsp. = *C. indicus* Spreng cajan pea		+	+				130-220	<2000	18-30	+	500	very varied, but neither too poor in calcium nor flooded; prefers deep loams with pH 5-7

جدول رقم (٤٨)

Some uses of four agroforestry trees in dry zones
(after BAUMER, 1983 b and VON MAYDELL, 1983)

Name	Trunk or stem	Leaves	Fruits	Bark or fibres	Seeds	Branches and terminal bud	Others
Gum tree (*Acacia Senegal*)	Excellent fire-wood, excellent charcoal	Forage 6.8-7.5 DM/kg of DM with 10-13% DP and 0.12-0.15% P	Forage 4-5 MK/kg of DM, 20% CP and 15% DP and 0.12-0.14% P	Decoctions for gastric infections		Forage	Gum arabic (food, agrofeeding, pharmacy, cosmetics, chemistry, textile & metallurgy industries, photographic paper), nectar plant Improves and fixes soil
African locust (*Parkia biglobosa*)	Not very hard or durable but easy to work Bad as fuel	For burns and haemorrhoids	Edible pulp Refreshing fermented drink Flour	For colic, vomiting, diarrhoea, sterility, bronchitis, leprosy, venereal disease, pneumonia, caries, filariasis, Guinea worm, oedema, rickets	Vegetable cheese, Seasoning for sauces		Shade Soil improvement by the leaves

Date Palm (*Phoenix dactylifera*)	Very durable, resistant: columns, rafters, water conduits, bridges, fuel	Plaited into mats, baskets, fences, ropes	Delicious long-lasting food of great value, 100 kg/tree/year date syrup	Brushes, brooms	Softened or crushed give: 1. an oil 2. fodder	Palm cabbage, palm wine	Essential shade for oasis crops ornamental
Tamarind (*Tamarindus indica*)	Hardy, hard, durable, coloured: wheels, hubs, tools, gears, mortars, boat planking, toys, furniture, panels Good fuel, excellent charcoal ash for hair removal and tanning	Valuable but undervalued fodder Eaten in soups & sauces Red dye Infusion for asthma, gingivitis & eye inflammations Juice against haemorrhoids and liver complaints	Excellent nutritional value, preservative in various foods (Worcester sauce) Refreshing drink Laxative (Intestinal infections, biliary infections). Poison antidote. Antiscorbutic. Heart toner Gargle. Anti-diarrhoeal ash.	Lotions & compresses for open wounds & skin eruptions	Eaten grilled or fried in flour Eaten by cattle Dressing for wool, jute, paper, printing, glue Oil	Branches favourite food of elephants	Pharmaceutical industry (fruit leaves, bark) Infusion of roots for respiratory ailments and leprosy Nectar plant Ornamental