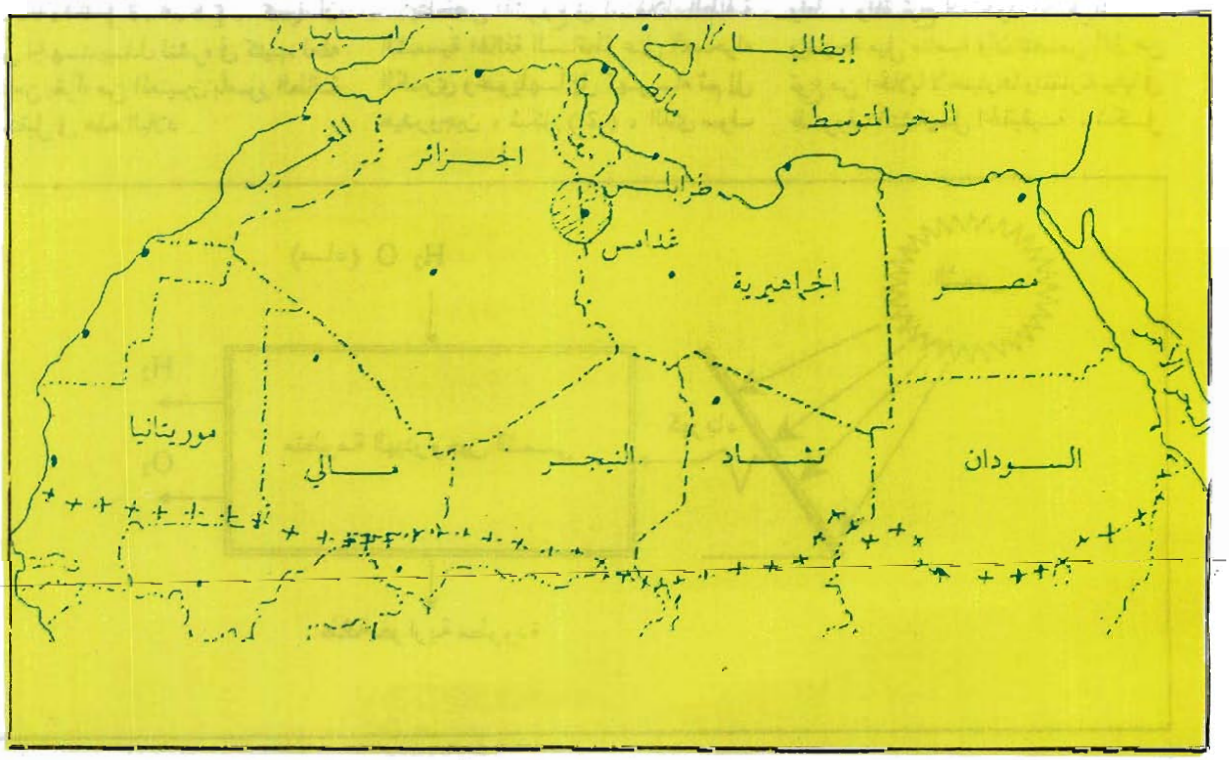
مشروع الصحراء الكبرى لإنتاج الهيدروجين

د . جبريل سليمان الجروشى . عبد الحميد عبد الله المسيميط*

1 ـ مقدمـــة

الصحراء الكبرى ـ وفى قلبها ليبيا ـ تمثل أكبر منطقة مدراية فى العالم ذات بيئة صحراوية ، حيث تبلغ مساحتها حوالى 6 . 8 مليون كيلومتر مربع ، تغطى معظمها (80٪) بالحجارة والصخور الناعمة والباقى تغطيه الكثبان الرملية المتحركة ، تمتد بين المحيط الأطلسى غربا والبحر الأحمر شرقاً ، ومن البحر الأبيض وجبال الأطلس شمالاً إلى خط 15 درجة شمال خط الاستواء . بينما تمتد شواطئها على البحر المتوسط والمحيط الأطلسى إلى حوالى 5 آلاف كيلومتر[1] ، شكل (1) ، أما بالنسبة للطاقة الشمسية المتاحة ، فإنها ـ من الناحية العملية ـ تعتبر غير محدودة ، وغير منتهية بإشعاع شمسى 8 جيجا جول على المتر المربع فى السنة ، وساعات سطوع شمسى قد تزيد على 4 . 3 ألف ساعة سنوياً ، فإن الصحراء تستقبل حوالى 68 بليون تيرا جول سنوياً ، وهذه الكمية أكثر مليون مرة من الإنتاج السنوى لمنظمة الأوبك . وبعبارة أخرى فإن الطاقة الشمسية التى تسقط على 1 كم مربع من الصحراء تعادل 8 مليون جيجا جول (3 . 1 بليون برميل نفط مكافىء)[2] .



شكل (1) خريطة توضح الصحراء الكبرى

* المعهد العالى للصناعة مصراتة

لكن بناء محطات طاقة شمسية كبيرة يتطلب تخزينها ونقلها وتحويلها إلى وقود لوسائل النقل التى تلوث المدن ، ووقوداً ، لتوليد الطاقة الكهربائية فى الأماكن المناسبة ، وقد تبين أن الهيدروجين هو أفضل وسيلة لحمل الطاقة الشمسية وتنويع استعمالها وإزالة عيوبها ، وذلك لوفرته ولخواصه الفيزيائية والكيميائية .

من هذه المعطيات التى ذكرت أعلاه وغيرها ، وكخطوة عملية نحو المستقبل ، اقترحت هذه الورقة إقامة مشروع تجريبى لإنتاج الهيدروجين الشمسى ، يقام فى منطقة غدامس حيث تلتقى حدود البلدان المغاربية الثلاث : ليبيا ـ تونس ـ الجزائر ، ليتخذ المشروع شكلاً مغاربياً إفريقياً وبالتعاون مع بلدان ومؤسسات أوروبية تجعله عالمياً أيضاً . هذا الاقتراح الذى تعرضه الورقة يتضمن تلخيصا لأفكار قدمت فى ثلاث ورقات فى المؤتمر العالمى لطاقة الهيدروجين : 90، 92، 94 [3، 4، 5] . كما أن بعض الجهد يبذل لنشره فى كتيب لعله يجد من يقرأه من المعنيين بأمور الطاقة والمستقبل فى هذه البلاد .

2 ـ ماهو مشروع الصحراء ؟

يتلخص المشروع فى استغلال الطاقة الشمسية الهائلة الساقطة على الصحراء الكبرى وتحويلها إلى كهرباء ثم إلى هيدروجين ، شكل (2) ، الذى سوف

توجد الآن عدة مشاريع مشابهة فى بعض البلدان ، ولكنها صغيرة ، لغرض التعليم والتدريب والبحث والتطوير ، أهم هذه المشاريع هو المشروع الألمانى ـ السعودى الذى بدأ منذ أكثر من عشر سنوات ومازال مستمراً ، يتكون هذا المشروع من ثلاث محطات مختلفة القدرة وهى : أ ـ محطة بقدرة 2ك واط فى جامعة الملك عبد العزيز بجدة ، ب ـ محطة بقدرة 10ك واط تبع المؤسسة الألمانية لبحوث الفضاء ، باشتوت قارد . جـ ـ المحطة الرئيسية بقدرة 350ك واط بالرياض ، حيث أعدت المحطة الأولى والثانية للبحث والتطوير والاختبارات ، بينما أعدت المحطة الرئيسية للإنتاج ثم المناولة وغيرها من العمليات الأساسية للتعامل مع الهيدروجين [6] . ويوجد فى المانيا مشروع آخر بقدرة 500ك واط وآخر يخطط له بقدرة واحد ميجا واط .

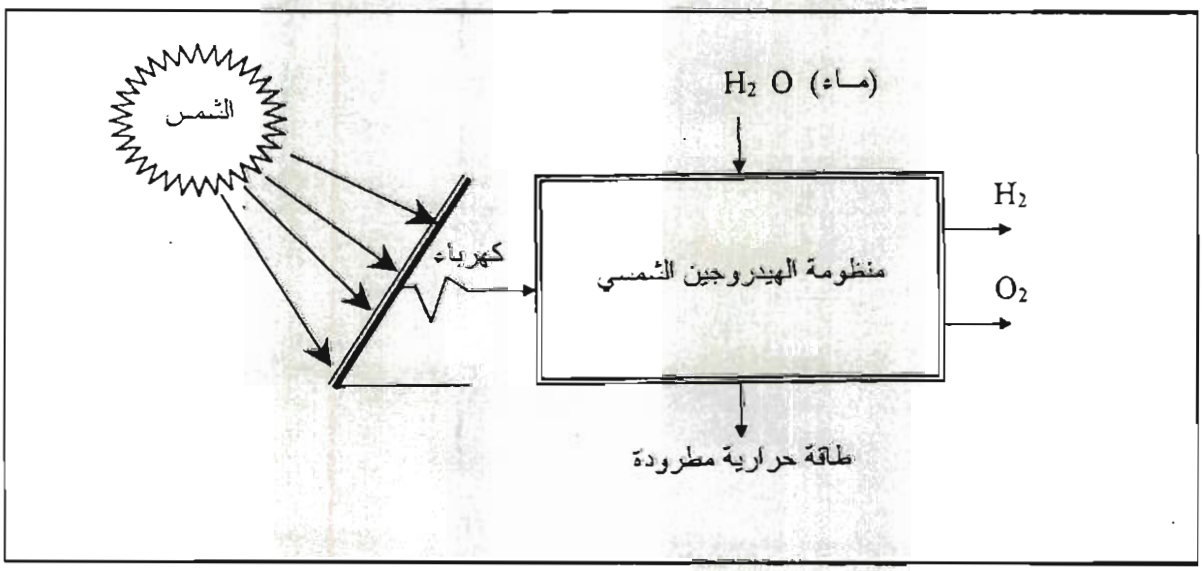
يستهلك جزء منه محليا ويصدر الباقى إلى أوروبا كطاقة نظيفة وغير ناضبة ، وذلك بوضع برنامج ينفذ فى مراحل متتابعة يتطلبها التقدم التقنى والاقتصادى ، بالتعاون بين البلدان المغاربية من ناحية وبين البلدان الأوروبية المهتمة بتطوير وإنتاج هذا النوع من الطاقة والتقنية من ناحية أخرى .

يبدأ المشروع فى مرحلته الأولى فى بناء محطة خلايا شمسية بقدرة 5 ميجا واط على الأقل وكل ماتتطلبه من مبانٍ وأجهزة ومعدات ، والمبرر للبدء بخمسة ميجا واط هو وجود مشاريع تجريبية صغيرة 2ـ500ك واط فى عدد من البلدان ، وقد درست جيداً والمعلومات المتعلقة بها متاحة .

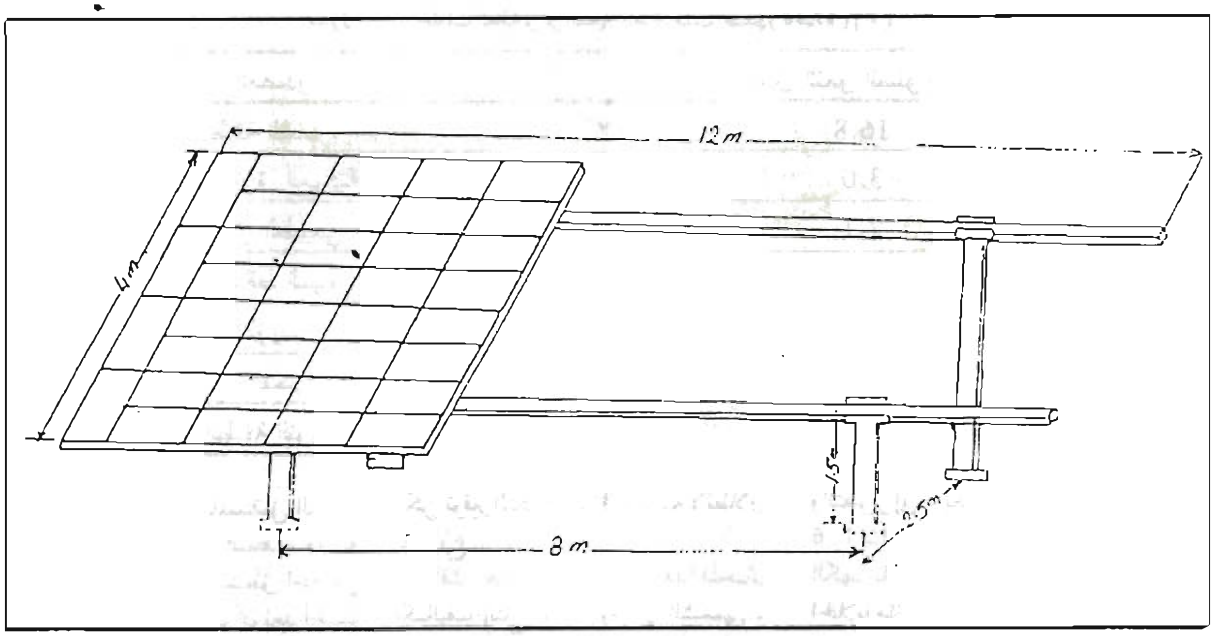
3 ـ الأجزاء الرئيسية للمشروع

يتكون المشروع فى مرحلته الأولى ، من الأجزاء التالية :

3 . 1 ـ محطة خلايا شمسية بقدرة 5 ميجا واط ، والمقترح أن تكون الخلايا ثابتة وبدرجة ميل مناسبة وأن تتضمن أكثر من نوع من الخلايا لاختبارها والمقارنة بينها فى ظروف التشغيل الحقيقية ، شكل



شكل (2) فكرة المشروع



شكل (3) نموذج لكيفية تثبيت الخلايا الشمسية فى الصحراء

(3) .

3 . 2 ـ مولد هيدروجين ـ إلكترولايزر ـ لتحليل الماء إلى هيدروجين وأكسجين باستعمال الطاقة الكهربية التى تولدها الخلايا . وتوجد عدة أنواع من المحللات التى يمكن اختيار بعضها .

3 . 3 ـ معدات جمع الهيدروجين وتنقيته وتخزينه كغاز فى اسطوانات عند درجة حرارة الغرفة ، أو تخزينه كسائل عند درجة حرارة ـ 253° او تخزينه فى المعادن كغاز ايضا .

3 . 4 ـ أجهزة قياس ومراقبة كل عناصر المحطة لجمع المعلومات التى تعتبر من أهم نتائج التجارب العملية من أجل الإعداد لمشاريع أكبر فى المستقبل .

3 . 5 ـ معدات لحرق الهيدروجين كوقود للسيارات ومعدات الطبخ ، وتوليد الكهرباء فى الليل وآلات الخدمات كروافع وغيرها ، ومنها خلايا الوقود التى تمثل جزءاً هاماً من المشروع ، لمزاياها العديدة .

3 . 6 ـ وحدة معلومات لتسجيل البيانات والاحتفاظ بها واسترجاعها عند الحاجة إليها ، وذلك لمتابعة كل أجزاء المحطة وقياس أدائها .

4 ـ لماذا هذا المشروع ؟

توجد عدة عوامل ـ محلية وعالمية ـ تدعو وتلح بالتوجه نحو الطاقة المتجددة ، وخاصة الطاقة الشمسية فى هذه المنطقة ، من هذه العوامل :

4 . 1 ـ الوضع البيئى فى العالم واضح لمتتبعى هذا الموضوع ، فى كل عام تظهر شواهد جديدة تؤكد حدوث تغيرات مناخية تنذر بوقوع كوارث تؤثر فى حياتنا على هذه الأرض . المصدر الأساسى لهذه التغيرات المناخية هو الملوثات الناتجة من حرق الوقود التقليدى (فحم ، زيت ، غاز) لإنتاج الطاقة المحركة للحياة الحديثة .

4 . 2 ـ مصادر الطاقة التقليدية التى تلبى 80٪ من احتياجات الطاقة فى العالم الآن ، محدودة وغير متجددة ، وبالتالى فإنها سوف تنتهى عاجلاً أم آجلاً ، وإذن ليس من حكمة العلماء ولا من منطق المهندسين الانتظار حتى تستنزف المصادر التقليدية ، ثم نبدأ فى بحث وتطوير مصادر بديلة ، خاصة إذا علمنا أن تطوير مصادر طاقة جديدة بالكامل يحتاج إلى عشرات السنين .

4 . 3 ـ حفرت أول بئر للنفط منذ 140 عاما ، ومنذ ذلك الوقت والنفط يكتشف وتزداد أهميته ، كما تزداد الالات التى يحرق فيها تطوراً وتجدداً ، حتى كادت أن تصل إلى حدودها القصوى ، ومع ذلك بقيت المشاكل الرئيسية المصاحبة لحرق النفط ، وهى إنتاج الملوثات ومحدودية المصادر نفسها ، دون حل جذرى رغم الأموال الطائلة التى استثمرت فى هذا المجال .

عندما تواجه الإنسان مشكلة معقدة ، فإنه فى الغالب يعود إلى الطبيعة يستلهم منها الحل أو يجد لديها البديل ، وهكذا عندما وصلت إشكالية البيئة إلى هذا الحد المخيف ، عاد الإنسان إلى الطبيعة ، إلى أهم وأوضح مظاهرها الطبيعية وهى الشمس ، المباشرة وغير المباشرة .

وهكذا فإن التحول نحو الطاقة الشمسية والطاقة المتجددة عموما ، يتم بمعدلات عالية نسبياً جدول (1) هذا رغم الأسعار المتدنية للزيت والغاز ،

جدول (1) الاتجاهات العالمية فى نمو استعمال الطاقة حسب المصدر (90-92) [7]

المصدر	معدل النمو السنوي %
طاقة الشمس	16.8
الحرارة الجوفية	3.0
الغاز الطبيعي	2.1
مساقط المياه	1.6
الزيت	1.4
الفحم	1.2
الطاقة النووية	0.6

لذلك ، فإن المهتمين بالمستقبل البعيد يعدون العدة لعصر مابعد النفط ، ولأنه آت لا محالة ، فليس من المنطق الجلوس متفرجين حتى يصل ، دون أن نعد أنفسنا حتى للترحيب به .

5 ـ التكاليف التقديرية للمرحلة الأولى من المشروع

مشكلة التكاليف فى المشاريع الرائدة أو المشاريع التطبيقية ، تقف حجر عثرة فى طريقها ، بسبب سوء فهم أهميتها ، ومعاملتها كما لو كانت مشاريع تجارية يجب أن تأتى بربح مباشر يتناسب مع الأموال المستثمرة فيها ، عائد المشاريع التطبيقية يتمثل فى اكتساب الخبرات العلمية والفنية والحصول على المعلومات الواقعية وغيرها من الفوائد التى لايمكن تقديرها بعواد مادية ، كما فى حالة إقامة مصنع مثلاً .

ومع ذلك فإن وضع تقديرات أو ميزانية لبناء المشروع أمر لابد منه حتى يمكن توفير التكاليف الأساسية لانطلاق المشروع .

ناقش عدد من الكتاب فى هذا المجال تكاليف إنتاج الهيدروجين الشمسى ، ووضعت عدة تقديرات ، ولكن التكاليف الحقيقية تتأثر بالمكان والزمان وسعر الكهرباء الشمسية المستعملة لإنتاج الهيدروجين وهى تقل مع الزمن ، جدول (2) . توجد تكاليف شبه مفصلة للعناصر الأساسية فى المشروع حسب أسعار 1994 [5] . وكانت التكاليف الإجمالية حوالى مائة مليون دولار ، وهذا المبلغ يعادل ثمن إنتاج خمسة أيام من النفط .

6 ـ مجالات البحث والتطوير واكتساب الخبرة والمعرفة

إنتاج الهيدروجين الشمسى يعتبر مجالاً متعدد التخصصات ، لذلك فإن مجالات البحث فيه واسعة ومتنوعة ، ويمكن تقسيم المجالات الخاضعة للبحث والتطوير إلى أربعة مجالات رئيسية :

6 . 1 ـ الخلايا الشمسية لتوليد الكهرباء ، والبحث والتطوير فى مجال الخلايا مازال مستمراً وواسعاً ، سواء فى البحوث التطبيقية أو فى مجال البحوث الأساسية ، زيادة الكفاءة وتقليل السعر وتحمل الظروف المناخية الصعبة تعتبر بعض المجالات المفتوحة .

6 . 2 ـ إنتاج الهيدروجين بالتحليل الكهربائى للماء ، يشمل عدة مجالات للبحوث الأساسية والبحوث التطبيقية التى يتم تطويرها من جميع الجوانب ، من البحث عن مواد جديدة للكاثود والأنود ، إلى تحليل مياه البحر ، وغيرها من المجالات المتعلقة بالكيمياء الكهربية او المحاليل الإلتكرونية .

6 . 3 ـ استعمال الهيدروجين ، وهذا يشمل النقل والتخزين فى اسطوانات ، غازاً أو سائلاً ، والتخزين فى المعادن ، والحرق فى محركات السيارات وفى خلايا الوقود لتوليد الكهرباء والاحتراق المحفز

جدول (2) تكاليف الكهرباء من الخلايا السيلكون غير المتبلرة [8]

السنة	الكفاءة %	التكلفة (S/W_p)
1988	7 ـــ 6	1.6 ـــ 1.5
1990	12 ـــ 6	1.2 ـــ 0.6
2000	15 ـــ 10	0.4 ـــ 0.2

والسلامة وإنتاج البخار . . الخ .

6 . 4 ـ دراسة منظومات الطاقة وربطها والتقنيات المطلوب تطويرها لتلائم تعدد المنظومات والمفاضلة بينها واقتصادياتها والأعباء البيئية الناتجة عن كل منها . هذه مجرد أمثلة لمجالات البحث والتطوير واكتساب الخبرة والمعرفة التى يمكن أن تنتج عن تنفيذ هذا المشروع .

7 ـ الاستنتاجات

بعد هذا العرض السريع لفكرة مشروع الهيدروجين بالصحراء ، الذى بدء الكلام عليه فى بلادنا منذ اكثر من عشر سنوات ، يمكن أن نستخلص مما تقدم مايلى :

7 . 1 ـ إن الضغوطات البيئية بالدرجة الأولى ، ومحدودية مصادر الطاقة التقليدية تدفعان بقوة نحو تطوير استعمال الهيدروجين كوقود والتركيز على إنتاجه من الطاقة المتجددة وفى مقدمتها الطاقة الشمسية .

7 . 2 ـ الصحراء الكبرى تمثل منبعاً هائلاً للطاقة الشمسية ، يمكن أن يزود المنطقة وأوروبا بما تحتاجه من الطاقة النظيفة فى صورة هيدروجين . وسوف يساهم ذلك فى خفض الإنبعاثات الملوثة ومنها ثانى أكسيد الكربون المتسبب الرئيسى فى تسخين الأرض ، وما يمكن أن تنتج عنه من مشاكل أو كوارث قد يستحيل تفاديها أو منع وقوعها ، وبوادرها تلوح فى الأفق .

7 . 3 ـ التفكير فى المستقبل ـ القريب والبعيد ـ والتخطيط له من أهم سمات التحضر ، ونحن نعتمد فى حياتنا على تصدير الطاقة التقليدية ، وهى محدودة وملوثة ، وهى أيضاً مادة خام لكثير من الصناعات البترو كيماوية وغيرها ، وليس من الحكمة فى شىء أن نتجاهل مايجرى حولنا فى هذا المجال ـ كما تفعل النعام ـ حتى نستهلك مالدينا من ثروة أو حتى تقل حاجة العالم إليها ثم نبدأ فى البحث على مصدر جديد يمكننا من مواصلة حياة كريمة فى هذه المنطقة القاحلة .

7 . 4 ـ مايمكن أن يعود علينا من استعمال وتطوير التقنية المتعلقة بالشمس والهيدروجين ، لايمكن تقديرها بالمكاسب المادية المباشرة ، فبالإضافة إلى الخبرة العملية واكتساب المعرفة ، سوف يكون المشروع مصدراً للمعلومات فى مجالات كثيرة ومكاناً للسياحة وهما من أهم صناعات القرن القادم .

8 ـ التمنيات

ربما من الأفضل استعمال كلمة تمنيات ، بدلاً من توصيات فى هذا الموضوع ، لذلك نذكر هنا بعض التمنيات التى نأمل أن يتحقق ولو بعضاً منها :

8 . 1 ـ نتمنى أن يكون بين المسئولين فى بلادنا ، خاصة فى مجال الطاقة من يفكر فى العشرين سنة القادمة ، ثم يسأل نفسه كيف يكون وضع الطاقة فى بلادنا ؟ وما تأثير ذلك على الاقتصاد وعلى حياة المواطنين ؟ اخذاً فى الاعتبار أن التقدم فى العالم لن ينتظرنا ، وماالذى يجب علينا عمله ليكون وضعنا كما نريد ؟

8 . 2 ـ نتمنى أن تهتم جامعاتنا ومراكزنا البحثية بهذا الموضوع ، وتبدأ حتى بمشاريع صغيرة جدا من أجل فهم الموضوع والتقنيات المتداخلة فيه استعداد للتطورات المقبلة .

8 . 3 ـ نتمنى ان نبدأ فى هذا المشروع مع تونس والجزائر ونخصص له ميزانية حتى متواضعة ثم نبحث عن شريك أو شركاء فى أوروبا لديهم التقنية والاهتمام ، ونضع برنامجاً علميا طويل المدى يعود على الجميع بالتعاون والتفاهم وتحقيق المكاسب التقنية والمادية والمساهمة فى تنظيف كرتنا الأرضية من الملوثات .

الشكر والتقدير

يود المحرر أن يتقدم بكل الشكر والامتنان إلى م . طارق أوليفة لمساعدته فى طباعة وإخراج هذه الورقة .

المراجع

1 . الموسوعة البريطانية ، الطبعة 15 ، 1980 شيكاغو ولندن .

2 . Voigt, C., materials and Energy Requirements for Solar – Hydrogen Plants, Int. Journal of Hydrogen Energy, Vol. 9, P 491, 1984.

3 . Eljrushi, G. and sharif, M. Exporting Solar Energy. Hydrogen Energy Progress VIII. Proceedings of 8th. WHEC. July, 1990, Hawaii, USA.

4 . Eljrushi, G. and Zubia, J. Solar Hydrogen– the Great Sahara Project I. Hydrogen Energy Progress Ix. Procs. of the 9th. WHEC, June, 19if Paris, France.

5 . Eljrushi. G. and Zuboa, J. Solar Htdrogen the Great Sahara Project II. The 10th. WEHC, June, 1994, Florida USA.

6 . Steeb, H. and Aba Oud, H., Hy–Solar; Germany and Saudi Joint Program on Solar Hydrogen Production and Utilization, Phase II, 92–95, June, 1996, Germany – Saudi Arabia.

7 . Flavin, C. and Dunn, S.. Climate of Opportunity. Solar Today, Vol. 12, No. 6, Nov/Dec., 1998, Colorado, USA.

8 . Bockris, J. O· M., Hydrogen Economy in the Future Int. Journal. for Hydrogen Energy. Vol. 24, No. I, January., 1999, Florida, USA.