وزارة الزراعة والثروة السمكية
المديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية

الزراعة بدون تربة
لمحاصيل الخضر في البيوت المحمية

إعداد

م/ مؤثر بن صالح الرواحي رئيس قسم بحوث الخضر
م/ فاطمة بنت شامريد الرئيسي باحث خضر
م/ وليد بن سالم العبري باحث خضر

مراجعة المادة العلمية

د/ أحمد بن ناصر البكري مدير عام المديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية
د/ عبدالعزيز بن سالم الحارثي مدير مركز بحوث الإنتاج النباتي

مركز بحوث الإنتاج النباتي

٢٠١٣م

المحتويات

- مقدمه ٤
- تعريف مصطلح الزراعة بدون تربة ٥
- الزراعة بدون تربة في سلطنة عمان ٥
- أنواع الزراعة بدون تربة ٦
- النظم المفتوحة (Open Systems) ٦
- النظم المغلقة (Closed Systems) ٦
- ايجابيات الزراعة بدون تربة ٧
- سلبيات الزراعة بدون تربة ٧
- خصائص الماء المستخدم في الري وفي تحضير المحاليل المغذية للنباتات ٧
- نظم الزراعة بدون تربة(النظام المغلق) ٨
- القصاري المستخدمة في نظام الزراعة بدون تربة ١٠
- الوسط الزراعي المستخدم في نظام الزراعة بدون تربة – الزراعة الرأسية ١٠
- مواصفات البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة الرأسية لمحصولي الفراولة والخس ١٠
- طريقة اعداد البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة الرأسية ١١
- مميزات وخصائص البرلايت ١٤
- مواصفات البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر المختلفة ١٥
- طريقة اعداد البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) لمحاصيل الخيار والطماطم والفلفل الحلو ١٥
- مخطط (أ) استخدام أربع قنوات إسمنتية ١٦
- مخطط (ب) استخدام خمس قنوات إسمنتية ١٦
- التسميد ١٨
- المحاليل المغذية ١٨
- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحاصيل الخضر المختلفة ١٩
- طريقة إضافة المحلول المغذي المركز الى خزان التغذية ١٩
- أهمية الرقم الهيدروجيني ١٩
- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الخيار ٢٠
- المحلول المغذي المركز لمحصول الخيار ٢٠

- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الطماطم ٢١
- المحلول المغذي المركز لمحصول الطماطم ٢١
- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الفلفل الحلو ٢٢
- المحلول المغذي المركز لمحصول الفلفل الحلو ٢٢
- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الفراولة ٢٣
- المحلول المغذي المركز لمحصول الفراولة ٢٤
- طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الخس ٢٤
- المحلول المغذي المركز لمحصول الخس ٢٥
- الزراعة بدون تربة (النظام المفتوح) ٢٥
- الأوساط المستخدمة في النظام المفتوح ٢٥
- وسط الرمل ٢٦
- نوع الرمل ٢٦
- وسط نشارة الخشب ٢٦
- وسط سعف النخيل ٢٦
- مخلفات النارجيل ٢٧
- القصاري والأكياس المستخدمة في النظام المفتوح ٢٨
- خطوات عملية التخمير لآوساط نشارة الخشب وسعف النخيل ٢٩
- طريقة اعداد البيت المحمي للنظام المفتوح ٢٩
- مخطط النظام المفتوح ٣٠
- الري في النظام المفتوح ٣٠
- طريقة التحضير وإضافة المحلول المغذي للنظام المفتوح ٣١
- التصريف في النظام المفتوح ٣٤
- المواد المستخدمة في تجهيز نظام الري الخاص بتقنية الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) ٣٥
- المواد المستخدمة في تجهيز نظام الري الخاص بتقنية الزراعة الرأسية ٣٦
- الجوانب الاقتصادية لنظم الزراعة بدون تربة ٣٧
- المراجع ٣٩

تقديم

اهتمت وزارة الزراعة والثروة السمكية بترشيد استخدام مياه الري في الزراعة وذلك من خلال تبني تقنيات الري الحديث لمختلف المحاصيل الزراعية وأثرها في رفع كفاءة استخدام المياه، وتعتبر زراعة محاصيل الخضر في البيوت المحمية من التقنيات الزراعية الحديثة التي تساهم بشكل كبير في ترشيد استهلاك المياه ورفع الإنتاجية لوحدة المساحة وهو ما يعرف بالتوسع الرأسي، حيث يمكن التحكم في جدولة مياه الري والرطوبة والعناصر الغذائية مع ضمان زيادة في الإنتاج تصل إلى عشرة أضعاف أو أكثر مقارنة بالكمية الناتجة من الزراعة في الحقل المكشوف، ولقد ساهمت المديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية ممثلة في مركز بحوث الإنتاج النباتي بتطبيق استخدام تقنية الزراعة بدون تربة على أهم محاصيل الخضر تحت نظام الري المغلق في البيوت المحمية المبردة وغير المبردة بمحطات البحوث الزراعية، بهدف تقييم التقنية تحت ظروف السلطنة وتبسيط مدخلاتها، ثم نقلها للمزارع العماني وتطبيقها في بعض المزارع ضمن منظومة التقنيات الحديثة والمتطورة في الزراعة التكاملية بالبيوت المحمية، وتكمن أهمية إدخال هذه التقنية في السلطنة لاقتصاديتها في توفير مياه الري نتيجة لقلة الفاقد في التسرب العميق والبخر والنتح، بالإضافة الى توفير كلفة استخدام الأسمدة الكيماوية مع زيادة في الإنتاجية وضمان الجودة للمنتج، كما تساهم التقنية في التغلب على المشاكل التي ظهرت لدى المزارعين في البيوت المحمية نتيجة الزراعة المستمرة في التربة والتي أدت إلى ظهور العديد من المشاكل منها على سبيل المثال لا الحصر ظهور العديد من المشاكل المتعلقة بالتربة كالأمراض الفطرية والبكتيرية، وظهور مشكلة تملح التربة نتيجة الإفراط في استخدام الأسمدة الكيماوية بطريقة عشوائية. وتهدف تقنية استخدام نظام الري المغلق للزراعة بدون تربة في البيوت المحمية الى ترشيد مياه الري ورفع كفاءة استخدامها وذلك من خلال تجميع مياه الري المتبقية من القنوات بواسطة مجرى مائي مبتكر يصب في الخزان والاستفادة منه مرة أخرى في الري بعد أن تتم معايرته.

تعريف مصطلح الزراعة بدون تربة :

يقصد بالزراعة بدون تربة زراعة النباتات في أوساط زراعية لا تكون التربة إحدى مكوناتها، ويتم تغذيتها باستخدام محاليل مغذية خاصة تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، ويقصد بها تنمية النباتات في وسط آخر غير التربة يكون ملائماً لنموها سواء كان هذا الوسط داخل المنازل أو المكاتب والصالات والمداخل وغيرها، أو بالخارج في الشرفات وحدائق الأسطح والمساحات المكشوفة. وهي طريقة متطورة في الزراعة تساعد على التخلص من المشاكل المتعلقة بقلة خصوبة التربة وعدم ملاءمتها لنمو النبات والظروف المناخية القاسية وقلة الموارد المائية وغيرها من المشاكل التي تواجه الزراعة العادية. وقد أظهرت نتائج التجارب والدراسات تفوق هذه الطريقة في كثير من النواحي فهي تعطي إنتاجا وفيراً وتساعد على توفير كمية كبيرة من مياه الري تصل إلى ٩٠٪ من المياه المستهلكة في الزراعة العادية بالإضافة إلى الاستغناء عن العمليات المختلفة التي تتطلبها الزراعة العادية مثل عمليات تحضير التربة وإضافة الأسمدة العضوية والدورة الزراعية كما أنها تساعد على استغلال الأراضي غير الصالحة للزراعة وتوفير الكلفة في الأيدي العاملة بالإضافة إلى إنتاج المحاصيل في غير مواسمها. وبما أن النباتات تختلف في احتياجاتها لهذه العناصر وللعوامل البيئية المختلفة أصبح من الضروري إيجاد أنواع مختلفة وكثيرة من المحاليل لكل منها صفاته الخاصة التي تلائم أنواعاً معينة من المحاصيل وتحت ظروف بيئية معينة.

الزراعة بدون تربة في سلطنة عُمان :

تعتبر الزراعة بدون تربة من الطرق المهمة والملائمة بالنسبة لسلطنة عُمان، نظراً لمحدودية توفر الظروف الطبيعية الملائمة بشكل جيد للنبات من حيث نوع التربة وتوفر مياه الري، لذلك حرصت وزارة الزراعة والثروة السمكية ممثلة بالمديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية في إدخال وتقييم هذا النوع من الزراعة لمعرفة مدى نجاحه بالسلطنة، حيث تم وبحمد الله إدخال تقنية الزراعة بدون تربة لأول مرة بمحطة البحوث الزراعية بالرميس في عام ٢٠٠٠م بالتعاون مع المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، تم نقل التقنية بعد نجاحها وتبسيط مدخلاتها الى عدد من المزارعين بمحافظات الداخلية والظاهرة وشمال وجنوب الباطنة وشمال وجنوب الشرقية.

أنواع الزراعة بدون تربة :

١- النظم المفتوحة (Open Systems): وهي زراعة النباتات في أوساط زراعية غير التربة وتروى بالمحلول المغذي الذي لايتم اعادة استخدامه (شكل رقم ١)، ومن أنواع الأوساط التي يمكن استخدامها على سبيل المثال لا الحصر:-

أ- الرمل الخالص (Pure Sand).

ب- الحصى (Gravel).

ج- الفيرميكوليت (Vermiculate).

د- البرلايت (Perlite) .

هـ- الصوف الصخري (Rock Wool).

شكل رقم (١): نظام الزراعة بدون تربة (النظام المفتوح)
لمحصول الطماطم في البيت المحمي المبرد بمحطة البحوث الزراعية بالرميس

٢- النظم المغلقة (Closed Systems): وهي زراعة النباتات في أوساط زراعية غير التربة وتروى بالمحلول المغذي الذي يتم إعادة استخدامه بحيث يتم الاستفادة من المحلول مرة أخرى في ري النباتات وذلك في حلقة مغلقة ومنها:-

١- تقنية الغشاء المغذي (Nutrient Film Technique).

٢- النظم المغلقة مع إستخدام الأوساط الزراعية (Closed Systems with Substrates).

٣- الزراعة الرأسية (Vertical System) .

٤- الزراعة الهوائية (Aeroponics).

ايجابيات الزراعة بدون تربة :

١- إمكانية الإنتاج الزراعي في المناطق غير الصالحة للزراعة وخاصة الترب المتأثرة بالملوحة مع ضرورة توفر مياه ري عذبة.
٢- تساهم في توفير كافة العناصر الضرورية اللازمة لنمو النبات.
٣- تساهم في حل مشكلة نقص العناصر في التربة وتقلل من الأمراض الفطرية وتملح التربة.
٤- تساهم في التهوية بصورة أفضل مقارنة بالزراعات العادية.
٥- لا توجد حاجة لتجهيز الأرض وإزالة الحشائش.
٦- الترشيد في استهلاك المياه والأسمدة.
٧- التبكير في النضج.
٨- زيادة الانتاجية في وحدة المساحة وخاصة في نظم الزراعة الرأسية.

سلبيات الزراعة بدون التربة :

١- ارتفاع الكلفة الإنشائية الأولية.
٢- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو.
٣- تغير معدل حموضة المحلول المغذي (pH) بسهولة.
٤- يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات.
٥- تحتاج إلى عمالة ماهرة ومتابعة مستمرة لعمليات الإنتاج.
٦- إمكانية انتقال الأمراض الفطرية عن طريق خزان الري وخاصة في النظام المغلق.

خصائص الماء المستخدم في الري وفي تحضير المحاليل المغذية للنباتات :

١- يجب ان لا تزيد درجة التوصيل الكهربائي (EC) للماء عن ٠,٤ إلى ٠,٧ ديسيسيمنز/متر.
٢- يجب أن يكون معدل حموضة الماء (pH) في حدود ٥,٥ الى ٦,٥.
٣- يمكن استخدام المياه السطحية أو الجوفية أو مياه التحلية في الزراعة بدون تربه مع مراعاة مستويات التوصيل الكهربائي والحموضة للماء المستخدم .

الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) :

توجد عدة نظم مختلفة من النظام المغلق في الزراعة بدون تربة وهي:

أ- تقنية الغشاء المغذي (Nutrient Film Technique):

زراعة النباتات في وسط مائي بحيث تنمو جذور النباتات في ذلك الوسط والذي تتوفر فيه جميع العناصر الغذائية، مع ضرورة التهوية المستمرة للمحلول الغذائي لتوفير الأوكسجين ويتم إعادة المحلول المغذي مرة أخرى، ومن شروط نجاحه توفر الأوكسجين الكافي لنمو الجذور وحجب الضوء عن منطقة الجذور(شكل رقم ٢).

شكل رقم (٢): أحد نظم الزراعة بدون تربة – النظام المغلق
بتقنية الغشاء المغذي - لمحصول الطماطم في البيت المحمي المبرد بمحطة البحوث الزراعية بالرميس

ب- إستخدام الأوساط الزراعية (Substrates):

هي زراعة النباتات في وسط معين يوضع في القصاري الزراعية بحيث تنمو جذور النباتات في ذلك الوسط ، ومثال على تلك الأوساط التربة العضوية أو البيت موس والبرلايت ويتم إعادة المحلول المغذي مرة اخرى (شكل رقم ٣).

شكل رقم (٣) : النظام المغلق مع إستخدام الأوساط الزراعية – البرلايت في البيت المحمي المبرد

ج- الزراعة الرأسية(Vertical System):

هي أحد أنظمة الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) ومن أهم مميزاتها الاستفادة من وحدة المساحة حيث يتم وضع مراكز الزراعة (القصاري) فوق بعضها البعض بطريقة مزدوجة، والاستفادة من نظام الري المغلق بعدم الهدر في المياه حيث يتم تجميع مياه الري من القصاري بواسطة مجرى مائي مبتكر يصب في الخزان والاستفادة منه مرة أخرى في الري بعد أن تتم معايرته، ومن أهم مميزات نظام الزراعة الرأسية زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة حيث يمكن زراعة ٨٠٠٠ نبتة في بيت محمي (٣٦٠م٢) مقارنة بـ ١٠٠٠ نبتة بنفس المساحة باستخدام النظام الأفقي في الزراعة العادية (شكل رقم ٤).

شكل رقم (٤): أحدى نظم الزراعة بدون تربة – الزراعة الرأسية لمحصول الفراولة في البيت المحمي

١- القصاري المستخدمة في نظم الزراعة بدون تربة :

يمكن استخدام قصاري الفلين المقوى سعة ٣,٣ لتر ويوضع بداخلها بعض الحصى (Gravels) (شكل رقم ٥) تحت الوسط الزراعي لتسهيل عملية انسياب المياه ورجوعها الى المجرى المائي.

شكل رقم (٥): القصاري المستخدمة في نظام الزراعة بدون تربة مع وجود الحصى في الأسفل

٢- الأوساط المستخدمة في نظم الزراعة بدون تربة - الزراعة الرأسية (Vertical System) :

يتم استخدام البرلايت والبيتموس كوسط زراعي في الزراعات الرأسية حيث يتم خلطهما بنسبة ١:١ لمحصولي الفراولة والخس فعلى سبيل المثال اذا كان لدينا كيس بيتموس سعة ٤٠٠ لتر وكيس بيرلايت سعة ١٠٠ لتر يتم خلط كيس بيتموس مع أربعة أكياس بيرلايت حتى تكون النسبة متساوية ٤٠٠ لتر بيتموس : ٤٠٠ لتر بيرلايت وبعد الخلط الجيد يعبأ في القصاري الزراعية.

٣- مواصفات البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة الرأسية لمحصولي الفراولة والخس :

يمكن زراعة محصولي الفراولة والخس في البيت المبرد العادي (الطول ٣٠-٣٦ م، العرض ٩ م، الارتفاع ٣ م) أو في البيت غير المبرد والمغطى بشبك مانع للحشرات (Insect proof net) (خلال الأشهر من أكتوبر الى مايو).

٤- طريقة إعداد البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة الرأسية :

عمل قنوات اسمنتية عدد ٥ قنوات في البيت المحمي العادي (الطول ٣٦ م، العرض ٩ م، الارتفاع ٣ م) ومواصفاتها كالتالي :-

- **طول القناة ٣٥ م**
- **المسافة بين القنوات ١,١متر**
- **عرض القناة الكلي ٤٠ سم (العرض من الداخل ٢٠سم والعمق ٢٠سم)**

نسبة ميل القنوات ١:٢٧ سم (شكل رقم ٦) ويفرش داخلها بلاستيك أسود نوع بولي ايثيلين لتسهيل عملية جريان المياه (شكل رقم٧) يتم أيضا عمل فتحات نهاية كل قناة من الداخل لتصريف المياه وإرجاعها مرة أخرى الى الخزان (شكل رقم ٨). توضع القصاري الزراعية في القنوات فوق بعضها البعض بطريقة مزدوجة حيث يتم وضع ٨ قصاري فوق بعضها ويتم صفها باستخدام انبوب بلاستيكي يمر داخلها ليحافظ على توازنها (شكل رقم ٩) وتغذى بنظام ري عمودي حيث يصب الماء في القصرية العلوية ومن ثم ينزل الى باقي القصاري (شكل رقم١٠) وبعدها يرجع الى القنوات المائية والتي عن طريقها يعود الى الخزان.

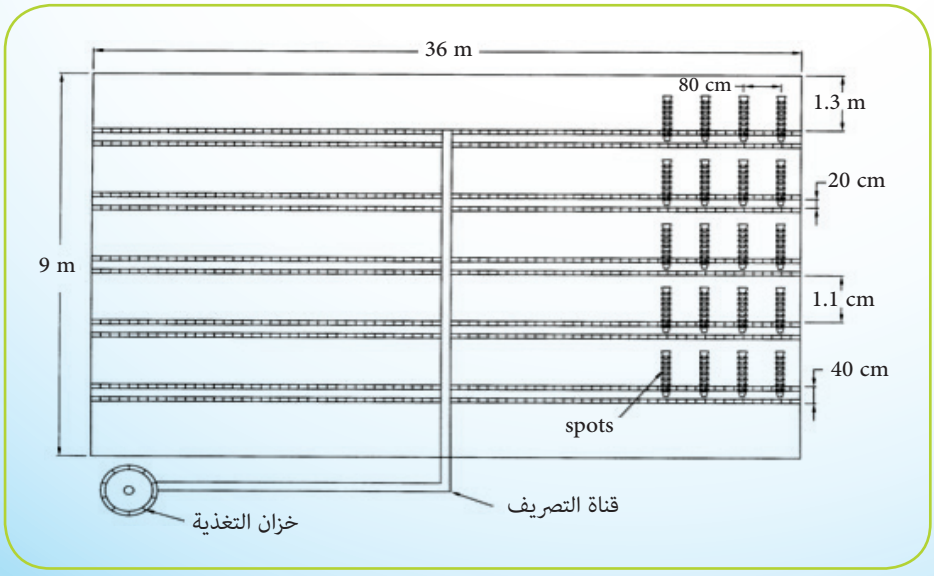
شكل رقم (٦): يوضح نسبة ميل القنوات (١:٢٧) داخل البيت المحمي

شكل رقم (٧): يوضح طريقة فرش البلاسيك في القنوات

شكل رقم (٨): يوضح طريقة تصريف المياه في القنوات

شكل رقم (٩): يوضح طريقة صف القصاري فوق بعضهاعنداستخدام طريقة الزراعة الرأسية

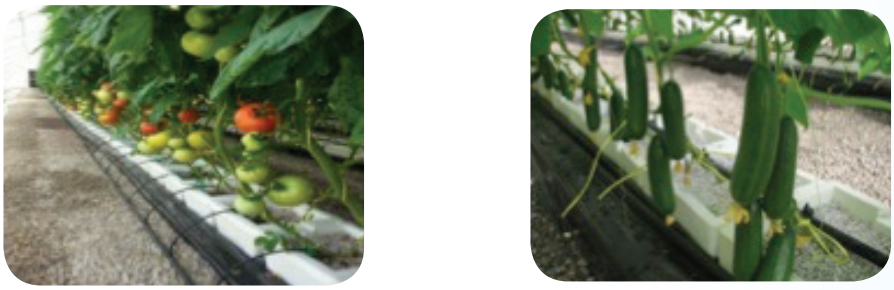
شكل رقم (١٠): يوضح طريقة ري القصاري من الاعلى بحيث ينزل الماء الى أسفل قصرية ومن ثم الى القناة ويعود ما تبقى من ماء الري الى الخزان



مخطط نظام الزراعة بدون تربة - الزراعة الرأسية

نظم الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر المختلفة في البيوت المحمية :

يمكن زراعة محاصيل الخضر باستخدام نظم الزراعة بدون تربة في البيوت المحمية، وتعتبر النظم المغلقة مع استخدام الأوساط الزراعية (Closed Systems with Substrates) أفضل النظم التي يمكن استخدامها لزراعة هذه المحاصيل حيث يتم وضع النباتات في قصاري زراعية معبأة بالبرلايت الذي يستخدم كوسط زراعي في هذا النظام (شكل رقم ١١) ولقد تم تنفيذ العديد من الدراسات البحثية على محاصيل الخيار والطماطم والفلفل الحلو والفاصوليا المتسلقة والخس بمحطة البحوث الزراعية بالرميس واثبتت نجاحها تحت ظروف السلطنة المختلفة.



شكل رقم (١١): الزراعة بدون تربة لمحصولي الخيار و الطماطم - النظام المغلق باستخدام البرلايت كوسط زراعي

الوسط الزراعي المستخدم في نظام الزراعة بدون تربة :

يتم استخدام البرلايت (شكل رقم١٢) زراعي في القصاري وهو عبارة عن حبيبات صغيرة بيضاء قطرها يتراوح بين (١,٥ملم - ٤,٧٥ملم) خفيفة ناتجة عن تسخين صخور بركانية سيلكونية تحت درجة حرارة عالية تصل الى حوالي ١٠٠٠°م، ونتيجة لهذا التسخين يزداد حجم الحبيبات بنسبة عشرين ضعف حجمها الطبيعي، وينتج عن هذا التسخين تجاويف هوائية صغيرة تحتفظ بالماء والسماد لتجعله في متناول جذور النبات حين الحاجة.

يعتبر البرلايت الزراعي من افضل محسنات التربة الزراعية للحدائق والمزارع والبيوت المحمية والزراعة الداخلية بالمنازل، ومن اهم مميزات وخصائص البرلايت ما يلي :-

- يحسن تهوية التربة وصرفها وبالتالي تهوية جذور النبات.
- له قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء والسماد لفترة طويلة ويباعد بين فترات الري ويقلل من استهلاك الماء والسماد.
- معقم وخالي من بذور الحشائش والأمراض والحشرات.
- مادة غير عضوية وبالتالي غير قابلة للتغير أو التحلل.
- متعادل في درجة الحموضة pH ما بين (٦,٥ - ٧,٥) ولذلك يؤمن بيئة متوازنة التفاعل للنبات.
- يعمل كمادة عازلة وبالتالي يخفض من درجات الحرارة العالية المضرة بالنبات وكذلك يحمي جذور النباتات من الانخفاض الشديد في درجة الحرارة.
- نظيف ولا تنتج عنه روائح كريهة وخفيف الوزن وسهل الاستعمال.

شكل رقم (١٢): وسط البرلايت المستخدم في نظم الزراعة بدون تربة

طريقة اعداد البيت المحمي الخاص بنظام الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) لمحاصيل الخضر المختلفة :

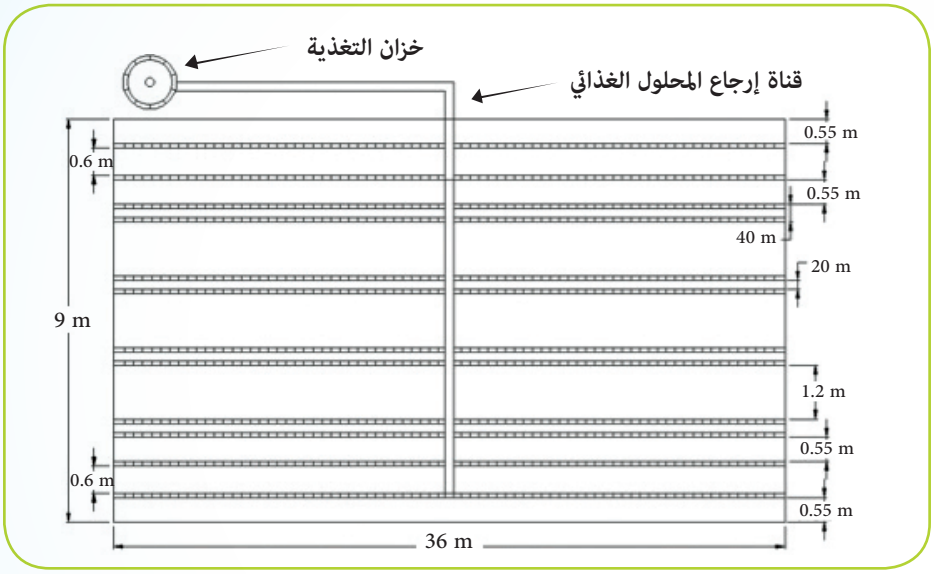
١- عمل قنوات اسمنتية عددها ٤-٥ قنوات في البيت المحمي العادي (الطول ٣٦م ، العرض ٩م ، الارتفاع ٣م) ومواصفاتها على النحو التالي :-

- طول القناة ٣٥م.
- عرض القناة الكلي ٤٠ سم (العرض من الداخل ٢٠سم والعمق ٢٠سم).
- المسافة من بداية الأطراف الجانبية للبيت الى القناة الأولى ١,٩ م وبين القنوات ١,٢ م.
- وفي حالة استخدام أربع قنوات يستخدم المخطط (أ) وفي حالة استخدام خمس قنوات يستخدم المخطط (ب) وتكون المسافة من بداية الأطراف الجانبية للبيت إلى القناة الأولى ١,٣متر وبين القنوات ١,١ متر. ويتم عمل قناتين إضافيتين على جانبي البيت في حالة استخدام أربع قنوات لزراعة المحاصيل الورقية.
- تكون نسبة ميل القنوات ١:٢٧ سم (شكل رقم ١٣)، ويتم إمداد انابيب التصريف وتوصيلات انابيب الري بالتنقيط (شكل رقم ١٤ و ١٥)، كما يتم أيضا عمل فتحات في نهاية كل قناة من الداخل لتصريف المياه وإرجاعها مرة أخرى الى الخزان (شكل رقم ١٦) ومن ثم تفرش القنوات من الداخل ببلاستيك بولي ايثيلين أسود أو أي لون آخر مناسب لتسهيل عملية جريان المياه (شكل رقم ١٧)، بعدها تعبا القصاري بالبرلايت وتوضع على القنوات ممدودا عليها انابيب الري (شكل رقم ١٨).
- يجب أن يكون عدد النباتات (٣) نباتات في المتر المربع ولا يعتمد على عدد القنوات وإنما على مساحة البيت.

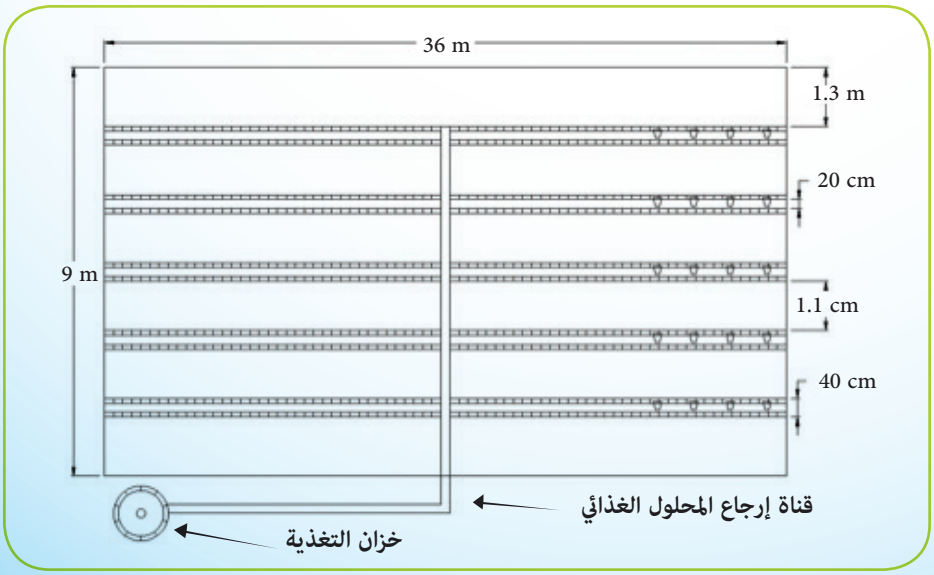
٢- مواصفات القنوات الجانبية لزراعة المحاصيل الورقية :

- طول القناة ٣٥م.
- عرض القناة الكلي ٨٠ سم (العرض من الداخل ٦٠سم والعمق ٢٠سم).
- المسافة من الأطراف الجانبية للبيت الى قناة المحاصيل الورقية ٠,٥٥م وكذلك الحال بالنسبة الى المسافة بين قناة المحاصيل الورقية والقناة الاولى للزراعة.

- توجد عدة طرق أخرى غير القنوات الإسمنتية يمكن استخدامها في نظم الزراعة بدون تربة مثل أنابيب (PVC) وغيرها ولكن لا يوصى بها تحت ظروف سلطنة عُمان لكونها تتأثر بدرجة الحرارة العالية مع الزمن بعكس القنوات الإسمنتية التي لا تتأثر بدرجة الحرارة ويمكن استخدامها لفترة زمنية طويلة.



مخطط (أ) نظام الزراعة بدون تربة - ٤ قنوات



مخطط (ب) نظام الزراعة بدون تربة - ٥ قنوات

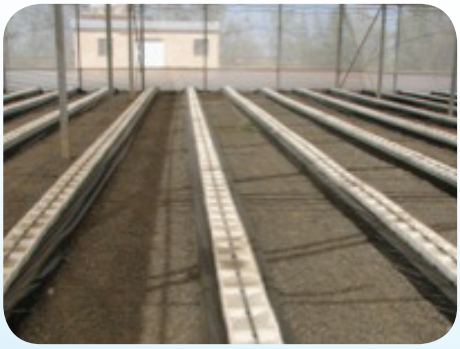
شكل رقم (١٣): يوضح نسبة الميل عند إعداد القنوات ١:٢٧ سم

شكل رقم (١٤): يوضح مراحل إعداد القنوات وأنابيب التصريف

شكل رقم (١٥): يوضح توصيلات أنابيب الري بالتنقيط

شكل رقم (١٦): يوضح كيفية تجميع المياه في القنوات وتصريفها لخزان التجميع

شكل رقم (١٧): يوضح استخدام البلاستيك الأسود لتغطية القنوات



شكل رقم (١٨): يوضح قنوات الزراعة والقصاري معبأه بالبرلايت وعليها نظام الري بالتنقيط

التسميد (المحاليل المغذية المستخدمة في الزراعة بدون تربة النظام المغلق) :

المحاليل المغذية (Nutrient Solutions) هي محاليل تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وتستخدم في ري النباتات في نظم الزراعة بدون تربة وتختلف المحاليل المستخدمة حسب مراحل نمو النبات. ويوجد بالمحاليل المغذية مصدران للأملاح هما الأسمدة المذابة والأملاح الموجودة في الماء ويجب أن يحتوي المحلول المغذي على كافة العناصر الغذائية والتركيز المناسب لنمو النبات على أن تكون العناصر الكبرى في حالة توازن ايوني مناسب وكلما انخفضت نسبة الأملاح في المياه المستخدمة كلما كان هناك مساحة أكبر لزيادة تركيز الأسمدة المذابة دون الاضرار بارتفاع ملوحة الماء التي قد تؤدي الى تأثيرات سلبية على النبات.

ومن أمثلة المحاليل المستخدمة لتغذية النباتات في الزراعات بدون تربة :-

أ - محاليل هوجلان ب - محاليل هيوت ج - الأسمدة التجارية

وتم استخدام الأسمدة التجارية المركبة في تجارب بحوث الخضر بالمديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية ومن أمثلتها :-

أ- أسمدة العناصر الكبري:

١. سماد كرستالون (NPK 12:12:36)
٢. سماد نترات الكالسيوم
٣. سماد سلفات المغنيسيوم

ب- أسمدة العناصر الصغرى:

١- الحديد المخلبي (Iron Chilate)
٢- العناصر الصغرى (Micro Nutrients)

طريقة تحضير المحلول المغذي لمحاصيل الخضر المختلفة :

١)- طريقة إضافة المحلول المغذي المركز إلى خزان التغذية

يتم إضافة المحاليل المغذية بالاستعانة بأجهزة قياس ملوحة المحلول (EC meter) و جهاز قياس درجة حموضة المحلول (pH meter) على النحو التالي:-

أولا : يتم قياس نسبة ملوحة الماء في خزان التغذية باستخدام جهاز قياس الملوحة (EC meter ودرجة حموضة الماء pH) قبل إضافة أي محلول غذائي.

ثانيا: يتم إضافة المحلول الأول(سماد نترات الكالسيوم) بنسبة ١:٢ مع المحلول الثاني (السماد المركب NPK) إلى خزان التغذية لمعايرة نسبة ملوحة المحلول الغذائي أول مرة في اليوم الأول فقط، أما في الأيام التالية فيكون بنسبة ١:١ حتى نهاية المحصول وتعتمد كمية المحاليل المضافة على قراءات نسبة الملوحة ومراحل نمو النبات وتختلف من نبات لآخر.

ثالثا : يتم إضافة المحلول الثالث وهو حمض الفوسفوريك أو حمض النيتريك (التجاري) بعد الانتهاء من معايرة المحلولين الأول والثاني بإضافة ٢ لتر إلى خزان التغذية وذلك لمعايرة معدل حموضة المحلول الغذائي، ويجب أن يتراوح معدل حموضة المحلول الغذائي (pH) لنبات الخيار بين ٥,٥ إلى ٦,٥.

٢)- أهمية الرقم الهيدروجيني (pH)

للرقم الهيدروجيني أهمية كبرى في إيجاد توازن للعناصر الغذائية وقدرة النباتات على امتصاص العناصر لذا يجب أخذ القراءة يوميا لمياه الري التي تغذى بها النباتات ويؤثر الـ (pH) على امتصاص العناصر الدقيقة فمثلا يؤدي انخفاضه عن ٥ إلى زيادة امتصاص بعض العناصر مما يؤدي الى تسمم النبات، بينما يؤدي ارتفاعه عن ٧,٥ إلى ترسب الفوسفور، الكالسيوم، المغنيسيوم، الحديد والمنجنيز ويكون في حالة لا يمكن للنبات امتصاصها.

أولا: طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الخيار :

تتراوح درجة تحمل نبات الخيار للملوحة ما بين ١,٥ – ٢,٥ ديسيسيمنز/ متر ، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد (٣) وذلك على النحو التالي:

Stock Solution 1	Quantity	الكمية	المحلول المركز رقم ١
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	9.5 Kg	٩,٥كغم	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	600 g	٦٠٠غرام	حديد مخلبي
Stock Solution 2			**المحلول المركز رقم ٢**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	12.0 Kg	١٢,٠كغم	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.2 Kg	١,٢ كغم	سلفات المغنيسيوم
Microplex	400 g	٤٠٠ غرام	عناصر صغرى (ميكروبلكس)
Stock Solution 3			**المحلول المركز رقم ٣**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Nitric Acid or Phosphoric Acid	2 L	٢ لتر	حامض النيتريك أو حمض الفوسفوريك

المحلول الأول :

يتم إذابة ٩,٥كغم نترات الكالسيوم و ٦٠٠غرام من الحديد المخلبي (٦٪) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثاني :

يتم إذابة ١٢ كغم سماد مركب (NPK) مع ١,٢كغم من سلفات المغنيسوم و٤٠٠ غرام من سماد العناصر الصغرى (ميكرو بلكس) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثالث :

يضاف ٢ لتر من حامض الفوسفوريك أو حامض النيتريك (التجاري) في ٤٠ لتر ماء (يجب ملاحظة عدم إضافة الماء إلى الحامض بمعنى وضع الماء أولا ثم يضاف إليه الحامض).

ثانيا: طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الطماطم :

تصل درجة تحمل نبات الطماطم للملوحة ما بين ٣ - ٤ ديسيسيمنز/ متر، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد (٣) وذلك على النحو التالي:

Stock Solution 1	Quantity	الكمية	المحلول المركز رقم ١
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	11.0 Kg	١١,٠كغم	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	600 g	٦٠٠غرام	حديد مخلبي
Stock Solution 2			**المحلول المركز رقم ٢**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	14.0 Kg	١٤,٠كغم	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.2 Kg	١,٢ كغم	سلفات المغنيسيوم
Microplex	400 g	٤٠٠ غرام	عناصر صغرى (ميكروبلكس)
Stock Solution 3			**المحلول المركز رقم ٣**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Nitric Acid or Phosphoric Acid	2 L	٢ لتر	حامض النيتريك أو حمض الفوسفوريك

المحلول الأول :

يتم إذابة ١١كغم نترات الكالسيوم و ٦٠٠ غرام من الحديد المخلبي (٦٪) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثاني :

يتم إذابة ١٤كغم سماد مركب (NPK) مع ١,٢كغم من سلفات المغنيسوم و ٤٠٠ غرام من سماد العناصر الصغرى (ميكرو بلكس) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثالث :

يضاف ٢ لتر من حامض الفوسفوريك أو حامض النيتريك (التجاري) في ٤٠ لتر ماء (يجب ملاحظة عدم اضافة الماء إلى الحامض بمعنى إضافة الماء أولا ثم يضاف إليه الحامض).

ثالثا: طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الفلفل الحلو :

تصل درجة تحمل نبات الفلفل للملوحة الى ٢,٥ ديسيسيمنز/ متر، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد (٣) وذلك على النحو التالي:

Stock Solution 1	Quantity	الكمية	المحلول المركز رقم ١
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	11.0 Kg	١١,٠كغم	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	600 g	٦٠٠غرام	حديد مخلبي
Stock Solution 2			**المحلول المركز رقم ٢**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	14.0 Kg	١٤,٠كغم	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.2 Kg	١,٢ كغم	سلفات المغنيسيوم
Microplex	400 g	٤٠٠ غرام	عناصر صغرى (ميكروبلكس)
Stock Solution 3			**المحلول المركز رقم ٣**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Nitric Acid or Phosphoric Acid	2 L	٢ لتر	حامض النيتريك أو حمض الفوسفوريك

المحلول الأول :

يتم اذابة ١١كغم نترات الكالسيوم و ٦٠٠ غرام من الحديد المخلبي (٦٪) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثاني :

يتم اذابة ١٤ كغم سماد مركب (NPK) مع ١,٢ كغم من سلفات المغنيسوم و٤٠٠ غرام من سماد العناصر الصغرى (ميكرو بلكس) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثالث :

يضاف ٢ لتر من حامض الفوسفوريك أو حامض النيتريك (التجاري) في ٤٠ لتر ماء (يجب ملاحظة عدم اضافة الماء الى الحامض بمعنى إضافة الماء أولا ثم يضاف اليه الحامض).

تركيز درجة ملوحة المحلول المغذي في الخزان أثناء مراحل نمو النبات لمحصولي الطماطم والفلفل الحلو :

١. الأسبوع الأول بعد الزراعة ٢,٥ ديسيسيمنز/ متر.
٢. الأسبوع الثاني ٣ ديسيسيمنز/ متر.
٣. الأسبوع الثالث ٤ ديسيسيمنز/ متر.
٤. الأسبوعين الرابع والخامس ٥ ديسيسيمنز/ متر.
٥. الأسبوع السادس يجب تغيير المحلول المغذي وعمل محلول جديد مع خفض درجة تركيز الأملاح إلى ٣ ديسيسيمنز/ متر ويستمر الى نهاية المحصول.

رابعا :طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الفراولة :

تتراوح درجة تحمل نبات الفراولة للملوحة ما بين ٠,٥-٠,٧ ديسيسيمنز/متر، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد (٣) وذلك على النحو التالي:

Stock Solution 1	Quantity	الكمية	المحلول المركز رقم ١
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	7.6 Kg	٧,٦كغم	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	400 g	٤٠٠غرام	حديد مخلبي
Stock Solution 2			**المحلول المركز رقم ٢**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	4.0 Kg	٤,٠كغم	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.6 Kg	١,٦ كغم	سلفات المغنيسيوم
Microplex	270 g	٢٧٠ غرام	عناصر صغرى (ميكروبلكس)
Stock Solution 3			**المحلول المركز رقم ٣**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Nitric Acid or Phosphoric Acid	2 L	٢ لتر	حامض النيتريك أو حمض الفوسفوريك

المحلول الأول :

يتم إذابة ٧,٦ كغم نترات الكالسيوم و ٤٠٠ غرام من الحديد المخلبي (٦٪) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثاني :

يتم إذابة٤كغم سماد مركب (NPK) مع ١,٦كغم من سلفات المغنيسوم و٢٧٠ غرام من سماد العناصر الصغرى (ميكرو بلكس) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثالث :

يضاف ٢ لتر من حامض الفوسفوريك أو حامض النيتريك (التجاري) في ٥٠ لتر ماء (يجب ملاحظة عدم إضافة الماء إلى الحامض بمعنى إضافة الماء أولا ثم يضاف إليه الحامض).

خامسا :طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الخس :

تصل درجة تحمل نبات الخس للملوحة ما بين ١,٥ الى ٢ ديسيسيمنز/ متر ، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد (٣) وذلك على النحو التالي:

Stock Solution 1	Quantity	الكمية	المحلول المركز رقم ١
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	11.0 Kg	١١,٠كغم	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	600 g	٦٠٠ غرام	حديد مخلبي
Stock Solution 2			**المحلول المركز رقم ٢**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	14.0 Kg	١٠,٠كغم	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.2 Kg	١,٢ كغم	سلفات المغنيسيوم
Microplex	400 g	٤٠٠ غرام	عناصر صغرى (ميكروبلكس)
Stock Solution 3			**المحلول المركز رقم ٣**
Water	40 L	٤٠ لتر	ماء عذب
Nitric Acid or Phosphoric Acid	2 L	٢ لتر	حامض النيتريك أو حمض الفوسفوريك

المحلول الأول :

يتم اذابة ١١كغم نترات الكالسيوم و ٦٠٠ غرام من الحديد المخلبي (٦٪) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثاني :

يتم إذابة ١٠ كغم سماد مركب (NPK) مع ١,٢ كغم من سلفات المغنيسوم و ٤٠٠ غرام من سماد العناصر الصغرى (ميكرو بلكس) في ٤٠ لتر ماء.

المحلول الثالث :

يضاف ٢ لتر من حامض النيتريك أو حامض الفوسفوريك (التجاري) في ٤٠ لتر ماء (يجب ملاحظة عدم إضافة الماء إلى الحامض بمعنى إضافة الماء أولا ثم يضاف اليه الحامض).

الملاحظات:

١. بجب إضافة ومعايرة المحاليل المغذية ما بين ٣ ـ ٤ مرات في اليوم حسب الحاجة والظروف الجوية .
٢. في حالة زيادة نسبة ملوحة المحلول الغذائي أو انخفاض معدل حموضته، يتم إضافة ماء عادي الى الخزان حتى يصل الى المعدل المطلوب لكل محصول.
٣. الحد الأقصى لدرجة تركيز المحلول يكون عند ٣ ديسيسيمنز/ متر في فترات الشتاء والربيع و ٢,٥ ديسيسيمنز/ متر أثناء فترات الصيف والخريف.

الزراعة بدون تربة (النظام المفتوح)

وهي زراعة النباتات في أوساط زراعية غير التربة وتروى بالمحلول المغذي الذي لايتم اعادة استخدامه.

الأوساط المستخدمة في النظام المفتوح:

يمكن استخدام أوساط مختلفة سواء كانت عضوية مثل (مخلفات النخيل Date Palm Straw ، مخلفات النارجيل Cocopeat و نشارة الخشب Wood Straw) او غيرعضوية مثل (الرمل Sand ، الحصى Gravel و البرلايت Perlite)

يجب ان تكون المياه جيدة وتتراوح نسبة التوصيل الكهربائي (EC) بين٠,٤-٠,٧ ديسسيمنز/متر. ولقد تم إجراء العديد من التجارب لبعض الأوساط مثل الرمل ، سعف النخيل، نشارة الخشب و مخلفات النارجيل لمعرفة مدى ملائمتها في إنتاج محاصيل الخضر المختلفة بالمديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية واثبتت بعض منها جدوى استخدامها كوسط زراعي في الزراعة بدون تربة.

١- **وسط الرمل :** يعتبر الرمل من الأوساط الجيدة للزراعة بدون تربة في النظام المفتوح (شكل رقم ١٩) وذلك لأسباب عديدة :

١- لسهولة الحصول عليها محليا.
٢- رخيصة الثمن.
٣- جيدة التصريف.
٤- سهلة التعقيم.
٥- يمكن استخدامها أكثر من مرة.

نوع الرمل المستخدم:

يجب أن يكون الرمل المستخدم ذو مسامات جيدة يسمح بمرور الهواء و المياه ونسبة الأملاح تتراوح مابين ٠,٤-٠,٦ ديسسيمينز/متر ودرجة الحموضة مابين ٥,٥-٦,٠. فمثلا يمكن استخدام الرمل الخاص بالبناء أو الرمل قليل الخشونة.

٢- **نشارة الخشب (Wood Straw):** تعتبر نشارة الخشب من الأوساط العضوية الجيدة في الزراعة بدون تربة للنظام المفتوح (شكل رقم ٢٠) ولكن تحتاج إلى عملية التخمر قبل الشروع في استخدامها وذلك لمدة اسبوعين إلى ثلاثة اشهر وكلما طالت فترة التخمر كلما كان الوسط أحسن ومن مميزات نشارة الخشب ما يلي

١- جيدة التهوية.
٢- القدرة العالية على احتفاظ بالمياه.

٣- قلة التكلفة.

٤- متوفر محليا.

٥- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

٣- مخلفات النخيل (سعف النخيلDate Palm Straw): يعتبر سعف النخيل من الأوساط العضوية الجيدة في الزراعة بدون تربة للنظام المفتوح (شكل رقم ٢١) ولكن يحتاج إلى عملية التخمر قبل الشروع في استخدامه وذلك لمدة اسبوعين إلى ثلاثة اشهر وكلما طالت فترة التخمر كلما كان الوسط أحسن ومن مميزات سعف النخيل مايلي:

١- جيدة التهوية.

٢- القدرة المتوسطة على الاحتفاظ بالمياه.

٣- قلة التكلفة.

٤- متوفر محليا.

٥- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

٤- مخلفات النارجيل (Cocopeat): تعتبر مخلفات النارجيل من الأوساط العضوية الجيدة في الزراعة بدون تربة للنظام المفتوح (شكل رقم ٢٢) ولكن يحتاج الى عملية الغسيل قبل الشروع في استخدامه للتخلص من الأملاح وكذلك ينصح بأخذ عينة منه لقياس درجة الملوحة والحموضة ومن مميزاته:

١- القدرة العالية على الاحتفاظ بالمياه.

٢- قلة التكلفة.

٣- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

٤- يأتي على أشكال وأحجام مختلفة.

القصاري والأكياس المستخدمة في النظام المفتوح:

يمكن استخدام القصارى البلاستكية مقاس قطرها من الداخل ٣٠سم وارتفاعها ٢٨سم (شكل رقم ٢٣) أو أكياس بلاستكية مقاس قطرها ٣١سم وارتفاعها ٣٥سم (شكل رقم ٢٤) ويجب أن تكون القصارى أو الأكياس مثقبة حتى يتم تصريف المياه والأسمدة الزائدة منها.

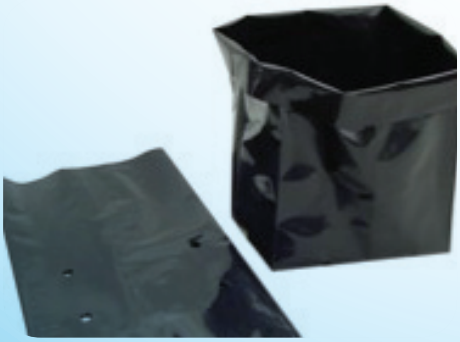
شكل رقم (١٩): يوضح الرمل المستخدم للنظام المفتوح

شكل رقم (٢٠): نشارة الخشب المستخدمة في النظام المفتوح

شكل رقم (٢١): سعف النخيل المستخدم في النظام المفتوح

شكل رقم (٢٢): كيس يحتوي على مخلفات النارجيل المستخدم في النظام المفتوح

شكل رقم (٢٣): نوع القصرية المستخدمة في النظام المفتوح



شكل رقم (٢٤): نوع الكيس المستخدم في النظام المفتوح

خطوات عملية التخمر (Fermentation Process) لإوساط نشارة الخشب ومخلفات النخيل:

١- تجهيز خزان سعته ما بين ٤٠٠-٦٠٠ جالون.

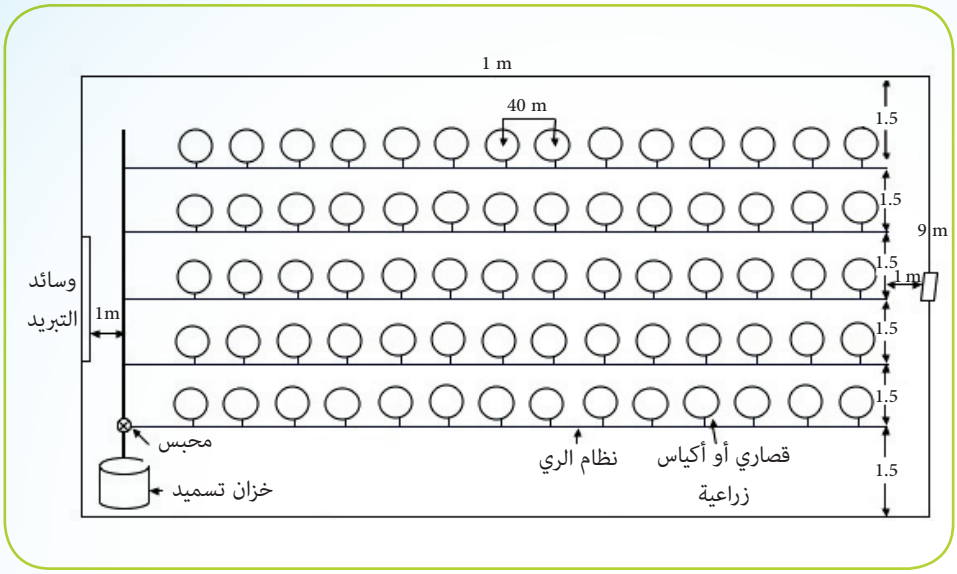
٢- تعبئة الخزان الى حوالي الثلث بالمياه الخالية من الأملاح.

٣- تعبئة الخزان بالوسط المراد تخميره مع إضافة سماد اليوريا (٢٥٠-٣٠٠ جرام) لزيادة كفاءة التخمر.

٤- غلق الخزان جيدا لفترة اسبوعين لثلاثة اشهر حتى يحين وقت اخراج الوسط.

طريقة إعداد البيت المحمي بنظام الزراعة بدون تربة (النظام المفتوح) لمحاصيل الخضر المختلفة:

- يتم تسوية الأرض جيدا بحيث لا تكون هناك انخفاضات أو إرتفاعات عند وضع القصاري أو الآكياس.
- فرش البلاستك آو الحصى الصغير(كنكري) ليكون عازل ما بين القصارى أو الأكياس .
- عند استخدام البلاستيك كعازل يجب عمل ثقوب مابين القصاري أو الأكياس حتى يتم التخلص من الأملاح والمياه الزائدة الخارج منه.
- يتم توزيع القصاري أو الأكياس على خمسة خطوط وتكون المسافة بين الخطوط ١,٥متر وعدد القصاري أو الأكياس في الخط ٨٥ وباجمالي ٤٢٥ قصرية/ كيس (حسب المخطط المرفق).
- يتم زراعة عدد ٢ نبات في كل قصرية أو كيس زراعي بحيث تكون المسافة بين النباتات ٤٠ سم ويكون العدد الكلي للنباتات حوالي ٨٥٠ نبات.
- يمكن استخدام أكياس مخلفات النارجيل (Cocopeat) للزراعة فيها مباشرة حيث تأتي جاهزة وبطول ١متر ويتم توزيعها في خمسة خطوط وتكون المسافة بين الخطوط ١,٥متر ويتم تثقيب الكيس الى ثلاثة ثقوب المسافة بينهما ٤٠-٥٠ سم وتعبأ بالمياه حتى يتشبع الوسط وينتفخ ويتم زراعة ٣-٦ نباتات لكل كيس.



مخطط الزراعة بدون تربة (النظام المفتوح) في البيت المحمي لمحاصيل الخضر المختلفة

نظام الري في النظام المفتوح:

لا يختلف نظام الري في النظام المفتوح عنه في الزراعة في التربة من حيث التصميم ولكن في النظام المفتوح يجب أن يكون الري ألياً طوال الزراعة حيث يتم ري النباتات كل ساعة بمعدل ٢ ـ ١٠ دقائق حتي المساء و على حسب الظروف المناخية والمحصول المنزرع في البيت المحمي.

التسميد :

يتم استخدام نفس المحاليل المغذية في النظام المغلق، الأ انه يختلف في كيفية تجهيزه وإضافته في النظام المفتوح وعلى حسب الوسط والمحصول المستخدم ويتم حاليا في المديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية تنفيذ تجارب على جرعات سمادية لمحاصيل الخضر المختلفة على الأوساط وتم الأنتهاء من وسط الرمل لمحصول الخيار.

طريقة تحضير وإضافة المحلول المغذي لمحصول الخيار في وسط الرمل :

Stock Solution No. 1	الوحدة	المحلول المركز رقم ١
Water	75 L	ماء عذب
$Ca(NO_3)$	14.250 Kg	نترا ت الكالسيوم
EDDHA(Fe) 6%	700 g	حديد مخلبي
Stock Solution No. 2		**المحلول المركز رقم ٢**
Water	75 L	ماء عذب
Kristalon Red (12:12:36+TE)	9 Kg	سماد مركب كرستالون (12:12:36+TE)
Magnesium Sulfate ($MgSO_4$)	1.2 Kg	سلفات المغنيسيوم
Micronutrient	500 g	عناصر الصغرى

الأسبوع	أيام الاضافه	كمية المحلول رقم ١ نترات الكالسيوم + حديد مخلبي (لتر / ١٢٠ لتر سمادة)	أيام الاضافه	كمية المحلول رقم ٢ مركب + عناصر صغرى+ سلفات المغنيسيوم (لتر / ١٢٠ لتر سمادة)
الاول	الاثنين	2	الأحد	4
	الاربعاء	2	الثلاثاء	4
			الخميس	4
الثاني	الاثنين	2	الأحد	4
	الاربعاء	2	الثلاثاء	8
			الخميس	8
الثالث	الاثنين	2	الأحد	8
	الاربعاء	2	الثلاثاء	8
			الخميس	8
الرابع	الاثنين	3	الأحد	8
	الاربعاء	3	الثلاثاء	8
			الخميس	8
الخامس	الاثنين	3	الأحد	12
	الاربعاء	3	الثلاثاء	12
			الخميس	12
السادس	الاثنين	3	الأحد	12
	الاربعاء	3	الثلاثاء	12
			الخميس	12

الأسبوع	أيام الاضافه	كمية المحلول رقم ١ نترات الكالسيوم + حديد مخلبي (لتر / ١٢٠ لتر سمادة)	أيام الاضافه	كمية المحلول رقم ٢ مركب + عناصر صغرى+ سلفات المغنيسيوم (لتر / ١٢٠ لتر سمادة)
السابع	الاثنين	4	الأحد	12
	الاربعاء	4	الثلاثاء	12
			الخميس	12
الثامن	الاثنين	4	الأحد	16
	الاربعاء	4	الثلاثاء	16
			الخميس	16
التاسع	الاثنين	4	الأحد	16
	الاربعاء	4	الثلاثاء	16
			الخميس	16
العاشر	الاثنين	4	الأحد	16
	الاربعاء	4	الثلاثاء	16
			الخميس	16
الحادي عشر	الاثنين	4	الأحد	12
	الاربعاء	4	الثلاثاء	12
			الخميس	12
الثاني عشر	الاثنين	4	الأحد	8
	الاربعاء	4	الثلاثاء	8
			الخميس	8

التصريف (Drainage) :

عند استخدام النظام المفتوح في أى وسط كان يجب أن يكون هناك تصريف جيد للمياه والأسمدة الزائدة من القصاري أو الأكياس بنسبة تتروح ما بين ١٠-٢٠٪ من المياه المضافة وذلك لتفادي تراكم الأملاح وارتفاع معدل الحموضة في الوسط المستخدم ويجب أن يكون هناك يوم أو يومين في الأسبوع يتم الري فيها بالمياه فقط دون إضافة المحاليل المغذية وذلك من أجل التخلص من الأملاح الزئدة ويفضل قياس درجة الحموضة (pH) في الوسط المستخدم حتي يكون دائما في المستوي المطلوب.

المواد المستخدمة في تجهيز نظام الري الخاص بتقنية الزراعة بدون تربة (النظام المغلق):

S.N	ITEM	Unit	Qty.
1	16 mm Drip Pipe (Roll 250)	Roll	1
2	16 mm Plastic Clip	No.	20
3	16 mm Shut Off Valve	No.	15
4	" Elbow¾16 mm x	No.	15
5	1 " Ball Valve (UK) (Pegler)	No.	2
6	1.5 " Ball Valve (UK) (Pegler)	No.	1
7	Dripper (4 L / hr)	No.	1000
8	Float Valve 1"	No.	1
9	PE Disc Filter 1.5" (Y Type)	No.	1
10	Sink 1.5"	No.	6
11	Submersible Pump 0.75 Kw	No.	1
12	Teflon Tape	No.	50
13	Timer for water pump	No.	1
14	uPVC HP Elbow 90 deg 1"	No.	4
15	uPVC HP Elbow 90 deg 1.5"	No.	4
16	uPVC HP Elbow 90 deg 2"	No.	4
17	uPVC HP End cap 2"	No.	2
18	uPVC HP Female Socket 1 1/2"	No.	8
19	uPVC HP Female Socket 1"	No.	2
20	uPVC HP Female Socket 3/4"	No.	12
21	uPVC HP Male Socket 1 1/2"	No.	4
22	uPVC HP Male Socket 1"	No.	2
23	uPVC HP Pipe 1" Class D	No.	54
24	uPVC HP Pipe 1.5" Class D	No.	36
25	uPVC HP Pipe 2" Class C	No.	36
26	uPVC HP Reducer Bush 1 1/2" x 1"	No.	3
27	uPVC HP Reducer Bush 2" x 1 1/2"	No.	6
28	uPVC HP Tee 1"	No.	12
29	uPVC HP Tee 1.5"	No.	2
30	uPVC HP Tee 2"	No.	6
31	uPVC HP Thread End cap 1"	No.	2
32	uPVC HP Union 1.5"	No.	2
33	Water Meter 1.5"	No.	1

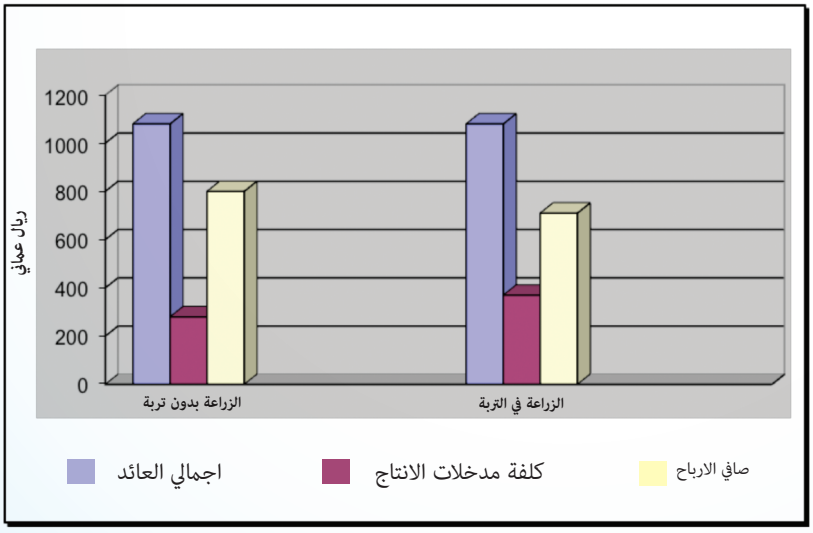
المواد المستخدمة في تجهيز نظام الري الخاص بتقنية الزراعة الرأسية :

S.N	Description	Unit	Qty
1	1.5" Plastic Solenoid Valve	No.	2
2	Brass Gate Valve 1 1/2" (Pegler UK)	No.	3
3	Brass Gate Valve 1" (Pegler UK)	No.	2
4	Coated Wire	Roll	2
5	Control Panel For Pump (Timer for water pump - 6 Stations)	No.	1
6	Cable for Solenoid Valve	Mtr	50
7	G.I. Nipple 1 1/2"	No.	2
8	G.I. Reducer 1 1/2" - 1"	No.	12
9	HDP Male Adaptor 1"	No.	12
10	HDP End Cap 1"	No.	12
11	PE 4mm Adaptor (For Fixing 4mm Tube To bigger Size PE Pipe)	No.	400
12	PE Disc Filter 1 1/2" (Y Type)	No.	1
13	PE Pipe 1" 6Bar (100 m / Roll)	Roll	3
14	PE Tube 4mm	Mtr	900
15	Plastic (1.5 m x 100m)	Roll	3
16	Sink 1.5"	No.	6
17	Submersible Pump 0.75 Kw	No.	1
18	Tanget Glue [PVC cement for use with PVC pipes & fittings] with Brush – Germany	No.	6
19	Teflon Tape	No.	24
20	uPVC HP Elbow 90 deg 1 1/2"	No.	6
21	uPVC HP Elbow 90 deg 1"	No.	2
22	uPVC HP Elbow 90 deg 2"	No.	4
23	uPVC HP Female Elbow 90 deg 1 1/2"	No.	2
24	uPVC HP Female Socket 1 1/2"	No.	6
25	uPVC HP Female Tee l 1/2"	No.	10
26	uPVC HP Male Socket 1 1/2"	No.	5
27	uPVC HP Pipe 1 1/2" Class C	Mtr	36
28	uPVC HP Pipe 1/2" Class E	Mtr	624
29	uPVC HP Pipe 2" Class C	Mtr	30
30	uPVC HP Reducer Bush 1 1/2" x 1"	No.	1
31	uPVC HP Reducer Bush 2" x 1 1/2"	No.	6
32	uPVC HP Tee 1/2"	No.	225
33	uPVC HP Tee 2"	No.	6
34	uPVC HP Tee l 1/2"	No.	2
35	uPVC HP Tee l"	No.	3
36	uPVC HP Union 1 1/2"	No.	1
37	Water Meter 1"	No.	2
38	Iron Wire	Roll	2

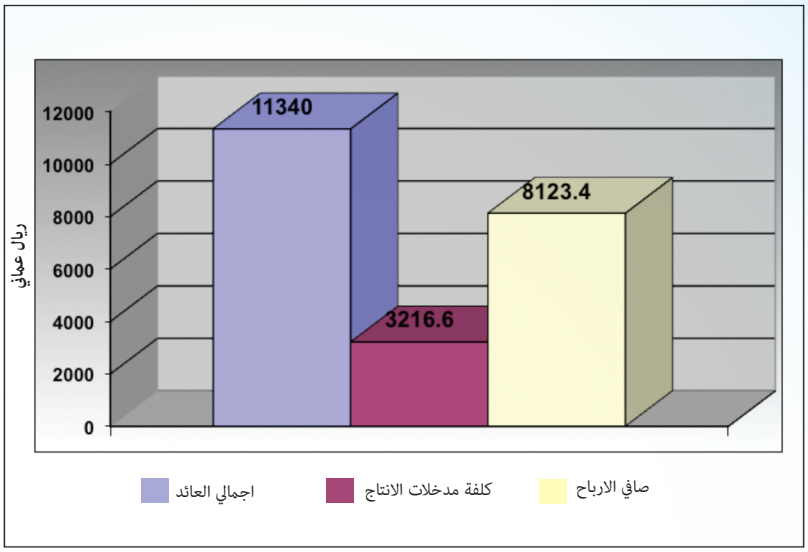
الجوانب الاقتصادية لنظم الزراعة بدون تربة :

تشير التجارب والخبرات التنموية الزراعية سواءاً للدول المتقدمة أو النامية الى أن معدلات النمو والتنمية المتحققة بالقطاع الزراعي ترتبط بدرجة التحديث والتطور التقني الزراعي، حيث أن استخدام التكنولوجيا الزراعية الحديثة هو الطريق الذي يؤدي الى زيادة ورفع الطاقة الإنتاجية للمواد الزراعية المتاحة وكذلك تقليل المخاطر الناشئة عن الظروف المناخية غير المواتية، ومن هنا فإن إدخال تقنية الزراعة المحمية والزراعة بدون تربة لها ما يبررها لكون نظم الزراعة بدون تربة من النظم الزراعية ذات العائد الاقتصادي للمزارع. حيث تبين من خلال التجارب البحثية التي أجريت في البحوث الزراعية بالسلطنة ومن خلال نتائج التجارب التطبيقية لدى بعض المزارعين على محصول الخيار بأن إنتاجية الخيار في البيت المحمي المفرد تتراوح بين ٤ - ٥ طن. كانت كلفة مدخلات الإنتاج لعروة واحدة ٢٨٠ ريال عُماني بدون حساب الكلفة الإنشائية الأولية وكان صافي الربح للمزارع في حدود ٨٠٠ ريال عُماني (شكل ٢٥) مع الأخذ في الإعتبار سعر التسويق العادي للخيار. علماً بأن المحاصيل المنتجة من نظم الزراعة بدون تربة تباع بسعر أعلى مقارنة بمنتج الزراعة في التربة العادية نظرا لجودة المحصول وفترة بقائه أكثر في السوق بعد الحصاد خاصة إذا وجد المزارع نقاط التسويق الخاصة بمنتجاته مثل الفنادق أو الأسواق الكبيرة أضف إلى ذلك كله عملية التبكير في النضج في نظم الزراعة بدون تربة مقارنة بالزراعة العادية مما يساعد المزارع على زيادة عدد العروات الإنتاجية في الموسم الزراعي الواحد كما ويسهم ذلك في زيادة دخله أما بالنسبة لنتائج الزراعة بدون تربة في البيت المحمي المزدوج (٦١٢ متر مربع) فقد أعطى إنتاج ٤٢ طن في ٥ عروات زراعية بمزرعة أحد المواطنين وكانت كلفة مدخلات الإنتاج ٣٢١٦,٦ ريال عُماني وكان صافي الربح ٨١٢٣,٤ ريال عُماني (شكل ٢٦). وبالنسبة للكلفة الإنشائية تكون كلفة أولية بحيث انه يمكن استخدامها لسنوات عديدة بعكس الزراعة في التربة العادية التي تحتاج بعد كل عروة إلى حراثة وتنظيف الأرض وفرش البلاستيك الأسود وعمليات زراعية أخرى مثل التعقيم و هذا سيزيد من كلفة مدخلات الإنتاج. وتعتبر نظم الزراعة بدون تربة اقتصادية جدا في

استهلاك المياه والأسمدة مقارنة بالزراعة العادية وهذا أيضا بدوره يقلل من كلفة مدخلات الإنتاج مما يؤدي إلى زيادة العائد المادي للمزارع. وبما أن المياه مصدر مهم في العملية الإنتاجية فإن حساب اقتصادية أي تقنية يجب أن تكون على أساس الإنتاجية في المتر المكعب من المياه وهذا ما تم تحقيقه في الزراعة بدون تربة مقارنة في الزراعة في التربة حيث تتراوح إنتاجية الخيار في البيت المحمي ما بين ٥٠ -٧٠ كغرام/م٣ من المياه للزراعة بدون تربة ومابين ٢٠-٤٠ كغرام /م٣ من المياه للزراعة في التربة. ولقد أثبتت نتائج التجارب التي أجريت في البحوث الزراعية كفاءة نظم الزراعة بدون تربة (النظم المغلقة) في المحافظة على المياه ، حيث بلغ معدل الاستهلاك اليومي لمحصول الخيار (١٣٤ لتر/٣٦٠م٢) مقارنة بـ (٥٩٠ لتر/٣٦٠م٢) في التربة العادية.



شكل (٢٥) يوضح مقارنة اقتصادية انتاج الخيار في الزراعة بدون تربة والزراعة في التربة في بيت محمي مفرد مبرد (٣٦٠ متر مربع)



شكل (٢٦) يبين الجدوى الإقتصادية لإنتاج الخيار في نظم الزراعة بدون تربة في بيت محمي مزدوج مبرد (٦١٢ متر مربع)

ملاحظة : -

- الأسماء التجارية الواردة في هذا الكتيب لا يقصد بها الإعلان التجاري من قبل وزارة الزراعة والثروة السمكية.

المراجع :-

١. سلسلة سياسات الخضر : الجوانب العلمية وتطبيقاتها العملية (تكنولوجيا الزراعات المحمية).

2. J.Benton Jones Jr,2005, Hydroponics, A Practical Guide for the soil less Grower, 2nd ed.CRC Press: Boca Raton, Florida33431.

3. Arabian Peninsula Regional Program (APRP), Annual Report, 2000/2001

4. Arabian Peninsula Regional Program (APRP), Annual Report, 2011/2012

5. www.almojel.com.sa/saudi_perlite1.html

طبع بمطابع مؤسسة عمان للصحافة والنشر والإعلان