مـــزارع المحـــاليل

Hydroponics

للدكتور محمد بكر احمد

قسم النبات الزراعى بكلية الزراعة فى جامعة القاهرة

يقصد من طريقة مزارع المحاليل (Hydroponics) فى انتاج المحاصيل الزراعية الاستغناء عن التربة الزراعية وإبدالها بأى وسط آخر كالماء أو الرمل مثلا ليكون مجالا لنمو المجموع الجذرى للنبات مع امداده بمحاليل غذائية ، على أن تتوافر فى هذه البيئة جميع عوامل النمو الأساسية التى توجد بالتربة الزراعية .

وترجع قصة المزارع الصـــناعية إلى ٩٢ عاما خلت ، حين وضع لأول مرة الأساس العلمى الذى أمكن على هداه الاستعاضة عن التربة الزراعية بمواد أخرى. ففى سنة ١٨٦٠ استنبط كل من العالمين نوب وساكس (Knop & Sacks) — وكان كل منهما يعمل مستقلا عن الآخر — طريقة المزرعة المائية (water culture) وفيها ينمو النبات فى محلول من أملاح معدنية فيمكن التحكم فى نوع العناصر التى تعطى للنبات وكميتها ، وكان من أهم النتائج التى حصلا عليها ما يأتى :

(ا) ان النبات يحصل على كل عنصر الكربون اللازم له على هيئة ثانى أكسيد الكربون من الجو وليس من التربة بعكس الاعتقاد الذى كان سائداً من قبل .

(ب) ان هناك عدداً محدوداً جداً من العناصر الرئيســـية يحتاج اليها النبات خلال فترة حياته ويستمدها من التربة ، وهذه العناصر هى الأزوت والفسفور والكبريت والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والحديد .

هذا فضلا على الكربون الذى يحصل عليه النبات من ك ا ٢ الموجود فى الجو والأكسجين والإيدروجين ويحصل عليهما النبات من الماء عن طريق الجذور .

وقد أوضح هذان العالمان أنه ما دامت الأملاح الذائبة فى المحلول الغذائى محتوية على هذه العناصر الأساسية السابقة الذكر فإن النبات تكون لديه القدرة على أن ينمو نمواً طبيعيا ويصل إلى دور الإزهار ثم الإثمار وتكوين البزور ونتيجة للأبحاث الدقيقة التى تمت خلال الثلاثين سنة الأخيرة فقد أضيفت عناصر أخرى إلى قائمة العناصر الأساسية التى يحتاج اليها النبات . وهذه العناصر التى ثبت قطعا أهميتها للنبات هى : المنجنيز — البورون — الزنك — النحاس ، وظهر حديثا جدا المولبدنيوم ، ومثل هذه العناصر الخمسة يحتاج اليها النبات بكميات ضئيلة جداً قد تبلغ فى بعض الأحيان مجرد آثار طفيفة . ولهذا يطلق عليها اسم العناصر النادرة (Trace Elements or Micro nutrients)

ولقد قدر لهذه الطريقة — أعنى طريقة المزرعة المائية — أن تقوم بدور كبير فى توسيع وتدعيم نطاق المعلومات الخاصة بعلم تغذية النبات مما عاد بالخير الكثير على الزراعة ، وهو أمر يعترف به كل المشتغلين بالزراعة فى جميع أنحاء العالم ، وهو ما دعا إلى ازدياد مطرد فى عدد المشتغلين بالأبحاث الخاصة بهذا الفرع من علم النبات .

وهكذا ظل الحال مقصوراً على استخدام المزرعة المائية فى الابحاث العلمية فقط إلى أن فكر بعض الأمريكيين فى استغلال هذه الطريقة تجاريا . وكان أول من أقدم على هذا جيريك (Gericke) من علماء جامعة كاليفورنيا وقد بدأ ذلك سنة ١٩٢٩ ، وكان جيريك مؤمنا بفكرته أشد الإيمان فاحتضنها وسار بها قدما إلى الأمام ، ودأب على السعى لنجاحها . وقد قوبلت محاولاته فى بادىء الأمر بكثير من الشك والتحفظ فى الأوساط التجارية ، ولكن ما لبث أن فاجأ العالم بنتائج باهرة فاقت حد كل تقدير . وكانت هذه المحاولة الناجحة بمثابة إشارة لبداية أطلقت عنان البحث والتجارب فى كثير من البيوت الزراعية التجارية وأصحاب المزارع والهواة الذين شغفوا بهذه الطريقة ووجدوا فيها وسيلة فعالة لإنتاج أصناف ممتازة من الخضر ونباتات الزينة . ولم يمض وقت طويل حتى عم استخدامها وتنوعت طرقها وخطت خطوات حاسمة إلى الأمام وأصبحت تستخدم على نطاق تجارى واسع .

ويجمل بنا فى هذا المقام أن نذكر كلمة مختصرة عن الطرق المختلفة للمزارع الصناعية الموجودة فى الوقت الحاضر :

أولا — طريقة المزرعة المائية (Water Culture method) : هى زراعة النباتات وتربيتها فى محاليل غذائية بحيث يكون المجموع الجذرى مغموراً فى المحلول الغذائى . أما المجموع الخضرى للنباتات فيكون ظاهراً فى الهواء مدعما بسندات قوية لحفظه فى وضعه الطبيعى . وتجرى تهوية الجذور بإمرار فقاعات هوائية فى المحلول ، كما يجب تغيير المحلول الغذائى من آن لآخر . وتصنع أوعية الزراعة من الأسمنت ، أو من صفائح معدنية مطلية من الداخل بطبقة من الأسفلت تتجدد بين حين وآخر ، أو من أصناف خاصة من الخشب . و تكون أبعاد الوعاء عادة كالآتى :

٢٥ — ١٠٠ قدم طولا ، قدمان عرضا ، ٦ بوصات عمقا .

ثانيا — طريقة المزرعة الرملية (Sand Culture method) : تتلخص فى استعمال الرمل كوسط لنموجذور النباتات بدلا من التربة . ويضاف المحلول الغذائى إلى سطح الرمل من حين لآخر أو بصفة مستمرة على هيئة قطرات صغيرة متتابعة . ويجرى ذلك عادة أوتوماتيكيا بواسطة أجهزة خاصة . وتصنع أوعية الزراعة من نفس المواد المستخدمة فى أوعية المزرعة المائية . وأبعاد الوعاء تكون كما يلى :

٥٠ — ١٠٠ قدم طولا ، و ٢ ½ — ٤ أقدام عرضا ، و ٦ بوصات عمقا .

ثالثا — طريقة مزرعة الحصى (Gravel Culture method) : يستعمل فيها حصى صغير الحجم بدلا من التربة . وتختلف هذه الطريقة عن المزرعه الرملية فى أن المحلول الغذائى يدفع من قاع الاناء إلى أعلى بواسطة آلات ضاغطة فيسرى المحلول خلال الحصى حتى يبلغ السطح العلوى ماراً بجميع أجزاء المجموع الجذرى للنبات . وتتكرر هذه العملية على فترات منتظمة . وتصنع أوعية الزراعة من الأسمنت أو خليط من الأسفلت والرمل . وأبعاد الوعاء تكون كما يلى :

قدمان طولا ، ١ ½ قدم عرضا ، و ٦ بوصات عمقا .

وفيما يلى بيان بتركيب أحد المحاليل التى تستعمل بنجاح فى محطة تجارب أوهايو بالولايات المتحدة والكميات بالجرام فى ١٠٠٠ لتر محلول :

اسم الملح	الكمية بالجرام	اسم الملح	الكمية بالجرام
كبريتات مغنسيوم	٥٧٢	كبريتات حديدوز	٥
فوسفات أحادية الكلسيوم	٣٧٨	كبريتات منجنيز	٢
نترات بوتاسيوم	٧٥٩	حمض البوريك	٢٫٨
كبريتات كلسيوم	١٤٢٥	كبريتات نحاس	٠٫٢
كبريتات أمرنيوم	١٢٦	كبريتات الزنك	٠٫٢

نواحى استخدام المزارع الصناعية : هناك ناحيتان هامتان تستخدم فيهما المزارع الصناعية بنجاح فائق وهما :

أولا — كثير من المناطق محرومة من الزراعة وإنتاج المحاصيل ، نظرا إلى عدم صلاحية تربتها لزراعة أى محصول ، كأن تكون طبيعة أرضها صخرية مثلا بينما الظروف الجوية السائدة فى هذه المناطق تلائم كل الملاءمة زراعة بعض المحاصيل الاقتصادية . وقد لعبت المزارع الصناعية دورا بارزا فى التغلب على هذه الصعاب ، فمثلا تقوم بعض شركات البترول بالتنقيب عنه فى كثير من الجزر الصخرية المنتشرة فى المحيطات ، كما أن بعض شركات الطيران العالمية تستخدم بعض الجزر الجرداء كمحطات لتموين الطائرات بالوقود خلال رحلتها . وكان موظفو هذه الشركات المقيمون فى هذه الجزر الجرداء يشكون مر الشكوى من حرمانهم من الخضر الطازجة . إذ كان من المتعذر إمدادهم بها نظرا إلى فداحة تكاليف نقلها من مواطن انتاجها إلى هذه الجزر النائية ، فضلا على أن بعض الخضر الطازجة لا تتحمل عناء النقل والشحن فتتلف بسرعة . وأخيرا وجدوا فى المزارع الصناعية حلا لكل هذه المشكلات . ففى سنة ١٩٤٢ قامت إحدى شركات البترول باستخدام طريقة المزرعة المائية فى جزيرة كاراكاو (Curacao) لإمداد موظفيها بالخضر الطازجة الغنية بالفيتامينات . كما أن سلاح الطيران الأمريكى أنشأ عددا كبيرا من المزارع الصناعية فى إحدى جزر غينيا البريطانية (Britsh Guiana) وبعض جزر اليابان البركانية . وكانت القوات الأمريكية تستخدم المزارع الرملية على نطاق واسع لإمدادها بالخضر الطازجة أثناء احتلالها بعض جزر الباسفيك خلال الحرب الأخيرة . وغنى عن القول أن القيمة الغذائية لهذه الخضر الطازجة تتضاءل أمامها نفقات استخدام المزارع الصناعية .

ثانياً — الناحية الأخرى التى تستخدم فيها المزارع الصناعية بنجاح هى انتاج محاصيل ذات درجة كبيرة من الجودة ، إذ أنه يمكن التحكم فى جميع عوامل نمو النبات وعلى الأخص تغذيته . وعلى وجه عام أجمعت الآراء على أن المزارع الصناعية تعطى محصولا يعادل إن لم يفق محصول التربة العادية ، فقد وجد أن القدم المكعبة من المحلول الغذائى المستعمل فى مزرعة المحاليل - وهى تزن حوالى ٦٢٫٥ رطلا تحتوى على ستة أضعاف ما تحويه القدم المكعبة من التربة العادية من ماء وعناصر غذائية . ولهذا فإنه يمكن أن تزرع النباتات فى مزرعة المحاليل أكثر تجاوراً مما هى فى التربة العادية وتترتب على ذلك زيادة المحصول فى الحالة الأولى عنه فى الثانية ، فضلا عن انخفاض ملموس فى التكاليف وعلى الأخص فى نفقات الأيدى العاملة حيث لا حاجة لبعض العمليات الزراعية التى تجرى عادة فى الحقل كتنقية الحشائش والعزق والتسميد . ولكى نعطى صورة حقيقية لتكاليف استخدام مزارع المحاليل ومقابلتها بمصاريف الزراعة فى الحقل نورد المثل التالى وأرقامه مستمدة من تقرير إحدى الشركات التى تشتغل بهذا النوع من الزراعة :

بلغ معدل تكاليف المحاليل الغذائية المستخدمة فى مزرعة رملية لبعض أصناف الورد مساحتها فدان ما قيمة ٢٤٫١٥ ريالا شهريا ، بينما بلغ معدل تكاليف الأسمدة وخدمة نفس أصناف الورد النامية فى نفس المساحة فى الحقل ماقيمته ٣٥٫٥٨ ريالا شهريا أى أنه يمكن باستخدام المزرعة الرملية الحصول على وفر قدره ١١٫٤٣ ريالا شهريا .

ويشير التقرير أيضا إلى أن المزرعة الرملية السابقة الذكر احتاجت إلى نحو ساعة واحدة يوميا لخدمتها . وهذا الرقم يقل كثيرا عن مثيله فى حالة الحقل . غير أن المزارع الصناعية تتطلب رأس مال مرتفع نسبيا ، لأن إضافة المحاليل الغذائية تجرى عادة أوتوماتيكيا بواسطة آلات خاصة .

وقد لقى استخدام المزارع الصناعية نجاحا كبيرا وأصبحت تستخدم بنطاق تجارى واسع ، وعلى الأخص فى كاليفورنيا وميامى وفلوريدا ونيوجرسى وغيرها من ولايات أمريكا . فقد جاء فى تقرير نشرة (Bickart & Conners) وهما من أكبر المشتغلين بالمزارع الصناعية تجاريا فى نيوجرسى أن محصول القرنفل الناتج من مزرعة

رملية كان معادلا من حيث الكمية ودرجة الجودة للمحصول الناتج من الحقل مع انخفاض كبير فى النفقات فى حالة المزرعة الرملية، علاوة على ظهور المحصول فى موعد مبكر جعله يدر ربحا أكبر . وتشير النتائج التى حصل عليها جيريك (Geriche) فى كاليفورنيا إلى نجاح منقطع النظير فى استخدام المزارع الصناعية فى زراعة البطاطس ، فانه بينما أعطى فدان البطاطس ١١٦ بوشلا فى الحقل أعطت مزرعة رملية تعادل نفس المساحة ماكميته ٢٤٦٥ بوشلا. وحدث كذلك فى القمح والأرز فإن متوسط إنتاج الفدان فى الولايات المتحدة هو ١٧ و ٣٥ بوشلا على التوالى ، بينما تعطى مثل هذه المساحة فى مزرعة المحاليل عادة ١٢٠ و١٧٠ بوشلا على التوالى أى أنه أمكن مضاعفة المحصول بمقدار ٤ — ١٠ مرات . وذلك لتوافر وجود الماء والأملاح الغذائية حول الجذور .

وتشير جميع التقارير المتتابعة التى تنشرها المزارع التجارية المشتغلة بهذا الفرع من الزراعة الى نجاح تام للخضر الآتية وهى :

الطماطم ، والبطاطس ، والباذنجان ، والخيار والفلفل . والخس ، والسبانخ ومن الزهور : الورد ، والأراولة ، وبسلة الزهور ، والبيجونيا ، والقرنفل ، والبانسيه ، وغيرها .

وجدير بالذكر أن نقرر أن استغلال المزارع الصناعية على الوجه الأكمل يتطلب رعاية ودراية وخبرة عميقة لدى المشتغلين بها ، فمثل هذه النباتات النامية فى مزارع صناعية تكون أكثر حساسية من نباتات الحقل لأى تغيير يطرأ على بيئتها . ولهذا تتطلب رعاية دائمة حتى يمكن التحكم التام فى جميع عوامل بيئة النباتات ويمكن بالتالى الحصول على محصول مجز .

ومما لا ريب فيه أن هذا النوع من الزراعة سيأخذ إن عاجلا أو آجلا مكانا مرموقا فى الزراعة الحديثة كوسيلة فعالة لإنتاج محاصيل زراعية تسد جانبا كبيرا من النقص الملموس فى الطعام اللازم لسكان هذا العالم الذى يتكاثر بسرعة رهيبة وتزداد حاجته الى الغذاء سنة بعد أخرى .