الفصـــل الأول

مدخل إلى علم الزراعة اللاأرضية

Introduction to Soilless Agriculture

مدخل إلى علم الزراعة اللاأرضية

Introduction to Soilless Agriculture

نبـذة تاريخيـة:

الهيدروبنكس Hydroponics أو نمو النباتات فى المحاليل المغذية بدأ فى التطور منذ التجارب الأولية التى أجريت لمعرفة تركيب النبات والمواد التى تسبب نموه بواسطة العالم البلجيكى Van Helmont سنة ١٦٠٠، إلا أن نمو النباتات بهذه الطريقة كان قبل ذلك بكثير، حيث تعتبر حدائق بابل المعلقة وحدائق المكسيك والصين العائمة أمثلة للهيدروبنكس، بل إن الأكثر من ذلك ما سجلته اللغة الهيروغليفية المصرية القديمة من تنمية النباتات فى الماء منذ عدة مئات من السنين قبل الميلاد.

وسار على درب Van Helmont كثير من الباحثين والعلماء، ومع تطور علم الكيمياء أمكن التوصل إلى مكونات النبات والمواد التى يحتاجها للنمو والتى عرفت بالعناصر المغذية واستطاع العالم الألمانى Sochs سنة ١٨٦٠ وزميله Knop سنة١٨٦١زراعة النباتات وتنميتها فى محلول مائى Water solution به العناصر المغذية التى تحتاجها بدون الاستعانة بأى بيئة نمو، وعرف هذا النظام بمزارع المغذيات Nutriculture وهو النظام الذى ما زال يستخدم فى معامل فسيولوجيا وتغذية النبات حتى الآن ويعرف باسم الـ Hydroponics، وأول من اطلق مصطلح الـ Hydroponics على مزارع المحاليل هو العالم Gericke بجامعة كاليفورنيا سنة ١٩٢٩، ففى الفترة من سنة ١٩٢٥ إلى سنة ١٩٣٥ نشطت البحوث بهدف تطوير وتحوير تقنية مزارع المغذيات Nutriculture للاستخدام التطبيقى خارج إطار المعمل والبحوث الأكاديمية لاستغلال الأراضى الواقعة تحت الصوب الزراعية بعد ظهور كثير من المشاكل فى بنائها وخصوبتها بالإضافة إلى الإصابة بالأمراض الفطرية والحشرية وكانت تجارب Gericke رائدة فى هذا المجال، حيث قام بزراعة عدة محاصيل درنية مثل الجزر واللفت والبنجر

والبطاطس، بالإضافة إلى محاصيل الحبوب والزهور والخضر فى تنكات وأوعية كبيرة بها المحاليل المغذية واستخدمت هذه الطريقة سنة ١٩٤٠ فى الباسيفيك لزراعة الأراضى غير الصالحة للزراعة.

والهيدروبنكس Hydroponics كلمة يونانية تتكون من مقطعين الأول Hydro بمعنى الماء والثانى ponics بمعنى العمل ليصبح المعنى «عمل الماء» أو «المزارع المائية» ـ وذلك للتفرقة بين هذه الوسيلة وبين الزراعة باستخدام التربة والتى يطلق عليها باليونانية Geoponics ـ إلا أن الماء H_2O لا يستطيع بمفرده أن يمد النباتات النامية فيه إلا بعنصرى الأيدروجين والأكسيجين، وبالتالى نحتاج إلى إضافة باقى العناصر المغذية للنبات Essential elements فيتحول الماء إلى محلول للتغذية، ولذلك فإنه من الأصوب التعبير عن الهيدروبنكس بأنها «مزارع المحاليل المغذية أو مزارع المحاليل» بدلا من القول بأنها مزارع مائية. ثم أخذت الزراعة اللا أرضية بعداً آخر من الناحية التطبيقية أثناء وبعد الحرب العالمية الثانية منذ سنة ١٩٥٤، حيث قام الجيش الأمريكى فى اليابان بعمل مزرعة لا أرضية (وكانت بيئة النمو الحصى Gravel) على مساحة ٢٢ هتكاراً (حوالى ٥٥ فداناً) فى إحدى ضواحى مدينة طوكيو لإمداد جنود قواته بالخضروات الطازجة. وفى سنة ١٩٥٥ بدأ انتشار طرق الزراعة اللا أرضية فى عدد من دول العالم مثل إيطاليا وأسبانيا وفرنسا وانجلترا وألمانيا والسويد والاتحاد السوفييتى السابق وفلسطين المحتلة فى مساحات محدودة. وبتطور صناعة البلاستيك ـ والمضخات المائية وساعات ضبط الوقت وغيرها من الأدوات المستخدمة فى مثل هذه الأنظمة ـ أخذت الزراعة اللا أرضية خطوه واسعة إلى الأمام حيث تحولت من نظام للزراعة إلى تكنولوجيا زراعية تستخدم فيها الميكنة الخاصة بها والحاسبات الآلية مما يقلل من مصاريف الإنشاء والتشغيل فى آن واحد مقارنة بما تحققه من إنتاج كبير، وبدأت دول كثيرة تطبق أنظمة الزراعة اللا أرضية مثل هولندا ـ استراليا ـ بولندا ـ جزر الباهاما ـ جنوب افريقيا ـ البرازيل ـ شيلى ـ سنغافوره ـ ماليزيا ـ ايران ـ أبو ظبى ـ الكويت.

أنواع المزارع اللا أرضية:

نظرا لحداثة علم الزراعة اللاأرضية فإن هناك تبايناً فى المفاهيم الخاصة بها، وبالرغم من ذلك فإن معرفتها تعتبر مفيدة للتعرف على جوانب الموضوع وهو ما يتضح من وجهة نظر السكرتير العام للجمعية الدولية للزراعة بدون تربة Abraham Steiner سنة ١٩٧٦ الذى قسم المزارع اللا أرضية إلى ٧ أنواع من المزارع وهى:

١ ـ المزارع المائية Water culture

وفيها تكون جذور النباتات مغموسة باستمرار أو لفترات متقطعة فى المحلول المغذى.

٢ ـ المزارع الهوائية Aeroponic culture

وفيها تكون جذور النباتات موجودة باستمرار أو لفترات متقطعة فى حيز مشبع من المحلول المغذى فى صورة ضباب Aerosol أو رذاذ Mist.

٣ ـ المزارع الرملية Sand culture

وفى هذا النوع من المزارع تنمو جذور النباتات فى مواد صلبة Solid substrate مسامية أو غير مسامية فى صورة جزيئات ثابتة غير قابلة للإنهيار أو الفقد Non-collapsing partice مثل الرمل Sand والبرليت perlite والبلاستيك plastic أو أى مواد غير عضوية أخرى قطرها أقل من ٣مم.

٤ ـ مزارع الحصى Gravel culture

وفيها تنمو جذور النباتات فى مواد صلبة Solid substrate مسامية أو غير مسامية فى صورة جزيئات ثابتة غير قابلة للانهيار أو الفقد Non-collapsing particles مثل الحصى Gravel والبازلت Basalt والزجاج البركانى pumice والحمم Lava والبلاستيك plastic أو أى مواد غير عضوية أخرى قطرها أكبر من ٣ مم.

٥ ـ مزارع الفيرميكيوليت Vermiculaponics

وفيها تنمو جذور النباتات فى مادة الفيرميكيوليت المصنعة بمفردها أو مخلوطة مع أى مادة غير عضوية أخرى.

٦ ـ مزارع الصوف الصخرى Rockwool culture

وفيها تنمو جذور النباتات فى مادة الصوف الصخرى أو أى مادة غير عضوية مشابهة Allied inorganic compounds مثل الصوف الزجاجى Glasswool.

٧ ـ مزارع الهيدروكلشر Hydroculture

وهو مصطلح بالانجليزية ويعنى بالعربية المزارع المائية أيضاً إلا أن Stiener يقصد به شيئًا آخر حيث اعتبره يضم كل طرق وأنظمة الزراعة بدون تربة إذا استخدمت فى زراعة النباتات فى المنازل والمكاتب.

والتقسيم السابق ظل متداولاً لفترة فى أوساط المشتغلين بالزراعة بعيداً عن التربة وما زال بعضه قائماً حتى الآن، إلا أنه بعد ذلك تعددت المسميات حتى أصبح عدد طرق الزراعة بدون تربة فى مزارع البيئات الصلبة بعدد البيئات المستخدمة فيها مثل المزارع الرملية ـ مزارع الحصى ـ مزارع الفيرميكيوليت ـ مزارع البرليت ـ مزارع الصوف الصخرى ـ مزارع نشارة الخشب ـ مزارع صوف الخبث ـ مزارع البازلت ومزارع الحجر الخفاف ومزارع بالات القش.... إلخ، وفى مزارع المحاليل المغذية ظهرت مسميات أخرى على أساس طريقة التغذية مثل طريقة الأغشية المغذية Nutrient Film Technique (NFT) وطريقة المحاليل الساكنة Static solution culture ومنها المحاليل العميقة Deep solution أو السطحية Shallow solution بالاضافة إلى التغذية بطريقة الرذاذ Mist فيما يعرف بالمزارع الهوائية.

وبصفة عامة فإنه يمكن القول بأن مزارع المحاليل المغذية أو الـ Hydroponics هى حجر الأساس الذى ارتكزت عليه الزراعات

اللاأرضيـة وتـعرف على أنها تكنولوجيا إنماء النباتات فى المحاليل المغذية مع استخدام أو عدم استخدام بيئة خاملة كعامل تثبيت ميكانيكى (مثل الرمل ـ الحصى ـ نشارة الخشب ـ الصوف الصخرى..... إلخ) وغالباً ما يكون المحلول فى حـالة دوران Circulating فى نظام مـغلق Closed system (حيث يعاد استخدام المحلول أكثر من مرة) أو غير متحرك Static or non-circulating فى نظام مفتوح Open system (أى يستخدم المحلول مرة واحدة). وبالتوسع فى هذا المجال ظهر اصطلاح Soilless culture وتعنى الزراعة بدون تربة أو أرض أو الزراعـة اللا أرضيـة وكلهـا تعنـى إنماء النباتات فى بيئات خاملة صلبة (من غير التربة) مع التغذية بالمحاليل المغذية ومع الفرق الواضح بين الـ Soilless culture والـ Hydroponics إلا أنهما يعنيان الزراعة بعيداً عن التـربة أو الأرض الطبيعية أياً كانت طريقة أو وسيلة النمو مما يجعل مصطلح الزراعة اللا أرضية ومرادفاتها مصطلحًا جامعاً لكل طرق الزراعة التى لا تتخذ من الأرض بيئةً ومهداً لنمو النباتات بما فيها الهيدروبنكس، وهذا المنهج هو ما سوف نتبعه فى هذا الكتاب.

لماذا الزراعة اللاأرضية؟

من خلال التطبيق العملى للمزارع اللاأرضية فى كثير من دول العالم وجد أنها تحقق عدة مزايا وأهداف من الأهمية بمكان أن توضع فى الاعتبار عند صانعـى قرار السياسات الزراعية على مستوى الأفراد والمجتمعات والدول حيث إنهـا:

١ـ لا تحتاج إلى أرض زراعية خصبة وبالتالى توجد حيث لا يمكن أن توجد زراعة.

٢ـ كفاءة عالية فى استخدام مياه الرى حيث لا يوجد فقد لها إلا الفقد عن طريق النتح مما يوفر من ٢٠ ـ ٥٠٪ من المياه المستخدمة فى حالة الزراعة فى التربة، بالاضافة إلى ذلك فإن نوعية المياه ذات الخطر التمليحى والتى

تسبب مشاكل عند استخدامها فى التربة يمكن استخدامها فى الزراعة اللاأرضية وخاصة فى مزارع المحاليل.

٣ ـ كفاءة عالية فى استخدام الأسمدة حيث لا يوجد فقد ولا تثبيت.

٤ ـ لا تحتاج إلى العمليات الزراعية التقليدية (حرث ـ عزيق ـ تنقية حشائش..... إلخ) مما يوفر من العمالة.

٥ ـ المحاليل المغذية وبيئات النمو من السهل تعقيمها وبالتالى التغلب على مشكلة إصابة جذور النباتات بالأمراض.

٦ ـ تجانس المحلول المغذى، وفى الوقت نفسه من السهل ضبط تركيز العناصر به مما يؤدى إلى أفضل نمو.

٧ ـ التكثيف الزراعى وزيادة عدد النباتات فى وحدة المساحة مما يؤدى إلى زيادة المحصول.

٨ ـ تحت نفس الظروف البيئية فإن المزارع اللا أرضية تعطى زيادة فى المحصول من ٤ ـ ١٠ مرات عن مثيلتها فى الأراضى تحت الصوب الزراعية.

٩ ـ فى ظروف الإضاءة الجيدة فإن ثمار المحاصيل تنضج أسرع فى المزارع اللاأرضية كما أن خواص الجودة للثمار تكون أفضل وعمرها التخزينى أطول.

١٠ ـ نتيجة لارتفاع المحصول وجودته فإن العائد الاقتصادى يكون مرتفعا.

وإجمالاً فإن الزراعة اللاأرضية تتميز عن الزراعة التقليدية فى الأراضى بارتفاع كفاءة التغذية للنباتات مع الكفاءة العالية فى استخدام الأسمدة والتسميد وزيادة كثافة النباتات. كل هذه المزايا تقود فى النهاية إلى زيادة الإنتاج فى المزارع اللاأرضية مقارنة بالزراعة التقليدية فى الأراضى الزراعية (جدول ١ـ١).

جدول (١-١): يوضح إنتاج بعض المحاصيل (طن/ إيكر*) فى الزراعة التقليدية فى الأراضى مقارنة بالزراعة اللاأرضية.

المحصـــــول	الزراعة التقليدية فى الأراضى (طن/ إيكر)	الزراعة فى المزارع اللاأرضية (طن/ إيكر)
الفول	٥	٢١
البسلة	١	٩
البنجر	٤	١٢
البطاطس	٨	٧٠
الكرنب	٥,٩	٨,٢
الخس	٤,١	٩,٥
الطماطم	١٠-٥	٣٠٠-٦٠
الخيار	٣,٢	١١٢-١٢

فإذا كانت هذه هى المزايا فما هى العيوب؟

فى الواقع إن عيوب طرق الزراعة اللاأرضية قليلة وتلافيها ممكن وتتمثل فى:

١ ـ ارتفاع التكاليف الأولية لإنشاء مزرعة لا أرضية. وهذا الأمر لم يعد مشكلة فى ظل توافر معظم تجهيزات المزارع اللا أرضية والتى تستخدم على نطاق واسع فى أنظمة الزراعة التقليدية خاصة تحت الصوب الزراعية (ومن هذه التجهيزات أنظمة الرى بالتنقيط ـ أجهزة خلط الأسمدة مع مياه الرى ـ المضخات المائية ـ ساعات التوقيت ـ شرائح البلاستيك....إلخ). كما أن الحصول على كثير من الأحواض والقنوات المناسبة للاستخدام فى المزارع اللا أرضية أصبح ميسوراً فى ظل وجود منتجات البلاستيك المتوفرة فى الأسواق.

٢ ـ تحتاج بعض الأنظمة من نوع الـ closed system والـ Recirculating solution إلى مصدر دائم الكهرباء. ويمكن عمل بعض التحويرات فى هذه الأنظمة بما يوفر من الطاقة المستخدمة كما يمكن استخدام المضخات التى تعمل بالديزل بدلاً من التى تعمل بالكهرباء أو استخدامهما معا، كما أنه يمكن استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية فى هذا المجال.

(*) الإيكر (٤٠٤٧ متر مربع) = ٠,٩٦ من الفدان، (الفدان = ٤٢٠٠ متر مربع).

٣ ـ هناك بعض الأمراض الفطرية مثل الفيوزاريوم Fusarium والفرتيسيليوم Verticillium والتى تنتشر بسرعة فى المحاليل المغذية مما تسبب شلل سريع للنباتات، وللتغلب على هذه المشكلة تستخدم أصناف النباتات المقاومة لهذه الأمراض بالإضافة إلى تعقيم المحلول.

ماذا عن الزراعة فى مصر

مصر من الدول الزراعية وتعتمد على الزراعة بشكل مباشر أو غير مباشر كأحد مصادر الدخل القومى والأمن الغذائى، إلا أنها وحتى الآن لم تحقق الهدف المنشود. وبإلقاء نظرة سريعة على الوضع الزراعى وعلاقته بالسكان خلال الفترة الماضية نجد أن:

١ ـ عدد السكان فى مصر يزداد بمعدل كبير ففى سنة ١٩٤٠ كان ٢٠ مليون نسمة زاد إلى ٥٠ مليون سنة ١٩٨٠ ومتوقع أن يصل إلى ٧٥ مليون نسمة مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادى والعشرين.

٢ ـ الأرض الزراعية فى مصر مازالت محدودة مقارنة بمساحة مصر الكلية فالبرغم من خطط الاستصلاح المتعاقبة فإن مساحة الأرض المنزرعة حتى عام ١٩٩٤ ما زالت فى حدود ٧,٥ مليون فدان (١٥ مليون فدان مساحة محصولية) ويرجع ذلك إلى أن ما يستصلح فى الصحراء يستقطع من الوادى والدلتا فى التجريف والتبوير والبناء من قبل الافراد والحكومة على السواء.

٣ ـ بالنظر إلى جملة مساحة الأرض الزراعية والمشتغلين بالزراعة نجد أن ٨٠٪ منهم حيازتهم الزراعية أقل من فدان.

٤ ـ الأرض المستصلحة فى الصحراء تعانى من نقص المياه الصالحة للرى، ومن ضعف احتفاظها بها ومع كل ذلك فإن انتاجيتها قليلة، حيث إن انتاج المليونى فدان المضافة منها إلى الرقعة الزراعية لا يمثل سوى ٦٪ من جملة الإنتاج الزراعى.

٥ ـ كفاءة استخدام المياه فى الرى لا تزيد عن ٥٠٪، والباقى يفقد عن طريق

الرشح إلى المصارف والبخر من قنوات الرى مما يعد اهدار لأهم مورد من موارد الزراعة والحياه.

٦ ـ كفاءة استخدام الأسمدة النيتروجينية حوالى ٥٠٪ والباقى يفقد مع ماء الرى مما يكلف الأفراد والدولة مبالغ مالية طائلة.

٧ ـ هناك تدهور فى مساحات من الأراضى الزراعية فى الوادى والدلتا ـ وخاصة ظهور مشكلة التمليح والتى تحتاج إلى عمل أو تجديد شبكة المصارف المغطاة والمكشوفة والاهتمام بصيانتها ـ وهذه الأراضى تنخفض إنتاجيتها بشكل ملحوظ.

٨ ـ وفى وجود كل العوامل السابقة ـ غير الإيجابية ـ نجد أن مصر تتمتع بظروف مناخية مناسبة للزراعة فى معظم أوقات السنة مثل:

أ ـ كمية الإضاءة عالية حيث الشمس ساطعة طوال العام فيما عدا بعض السحب والغيوم فى شهرى ديسمبر ويناير.

ب ـ متوسط طول النهار يقع تقريبا ما بين ١٠ ـ ١٤ ساعة.

ج ـ المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة الصغرى والعظمى ٢٠، ٣٧ درجة مئوية على الترتيب خلال شهر يوليو.

د ـ المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة الصغرى هو ٤ درجة مئوية وذلك فى شهر يناير مع متوسط درجة حرارة أثناء النهار ٢١ درجة مئوية.

هـ ـ لا توجد رياح شديدة سوى رياح الخماسين والتى تحدث فى شهر إبريل.

و ـ متوسط معدل سقوط الأمطار السنوى ٥ م.

ز ـ المعدل السنوى للرطوبة النسبية ٥٧٪.

والمحصلة حتى الآن أننا نستورد حوالى ٥٠٪ من الغذاء بصفة عامة و٧٥٪ من القمح بصفة خاصة.

فإذا عقدنا مقارنة بين مشاكل الزراعة التى نعانى منها وما تقدمه الزراعة اللاأرضية من بدائل ممكنة خاصة فيما يتعلق بنقص الأرض الصالحة للزراعة وتوفير المياه والأسمدة وتعظيم المحصول لكان لزامًا علينا أن نحاول جاهدين أن نطرق باب الزراعة اللا أرضية.

المزارع اللاأرضية فى مصر:

مصر من الدول سريعة الاستجابة للتغيرات العلمية فى جميع المجالات ولديها من الكوادر العلمية والفنية ما يؤهلها لذلك. وقد بدأ الحديث فى موضوع المزارع اللاأرضية أو الهيدروبنكس منذ وقت بعيد وبالتحديد عند زيارة السيد نيكيتا خروشوف رئيس وزراء الاتحاد السوفيتى ـ فى ذلك الوقت ـ وإلقاء خطابه فى ١٤ من شهر مايو ١٩٦٤ فى الاحتفال التاريخى الذى أقيم فى مدينة أسوان بمناسبة تحويل مجرى مياه نهر النيل حيث أشار إلى أن التجارب العلمية أثبتت امكانية نمو الزرع بوسيلة أخرى تسمى الانتاج الهيدروبونى، وأشاد بنجاح زراعة الخضر والفاكهة بهذه الطريقة فى الاتحاد السوفيتى ـ سابقا ـ وغيره من الدول، واختتم حديثه قائلا: «بأننا على استعداد لأن نشرككم فى خبرتنا لزراعة الخضروات بهذه الطريقة العلمية الحديثة». وبعدها حدث نشاط ملحوظ فى الحديث عن هذا الموضوع فى الإذاعة والكتابة فى الصحف والمجلات (انظر المجلة الزراعية يونيو ١٩٦٤)، شكل (١–١) وتحدث العلماء والفنيون بالجامعات ووزارة الزراعة عن الطفرة التى يمكن أن تتحقق فى إنتاج الغذاء باتباع مثل هذه الطرق الحديثة فى الزراعة. وبعد ذلك التاريخ جفت الأقلام وطويت الصحف ولم يحدث أى تقدم عملى ملموس فى هذا المجال إلا فى بداية الثمانينات حيث بدأ العمل وعلى نطاق ضيق فى بعض مشروعات الزراعة اللاأرضية بمركز الزراعة الصحراوية بمدينة السادات التابع للجامعة الأمريكية بالقاهرة وفى وزارة الزراعة وكلية الزراعة جامعة عين شمس وكلية الزراعة جامعة المنيا، وبدأت ترجمة وكتابة بعض الكتيبات التى تشير إلى وجود طريقة جديدة للزراعة يمكن استخدامها بعيداً عن الأرض. وفى هذا الاطار تقوم كلية الزراعة بجامعتى القاهرة والمنيا بالقاء الضوء

على تكنولوجيا الزراعات اللاأرضية من خلال تدرسيهما لهذا الموضوع ضمن مقررات دراسية للطلاب بهدف اظهار أهمية الزراعة اللاأرضية لمهندسى الزراعة فى مصر، ومحاولة ايجاد كوادر فنية تتبنى العمل والزراعة بأى طريقة من طرق الزراعة اللاأرضية فى الأراضى غير الصالحة للزراعة، أو فى حدائق المنازل أو فى الشرفات وعلى أسطح العمارات التى يمكن أن تتحول إلى مشاريع اقتصادية للشباب ودخل قومى للبلاد، ومزيدا من الانتاج والغذاء لمصر.

شكل (١ -١) : من صفحات المجلة الزراعية «يونيو ١٩٦٤» والتى تشير إلى الاهتمام بالحديث عن الزراعة اللاأرضية