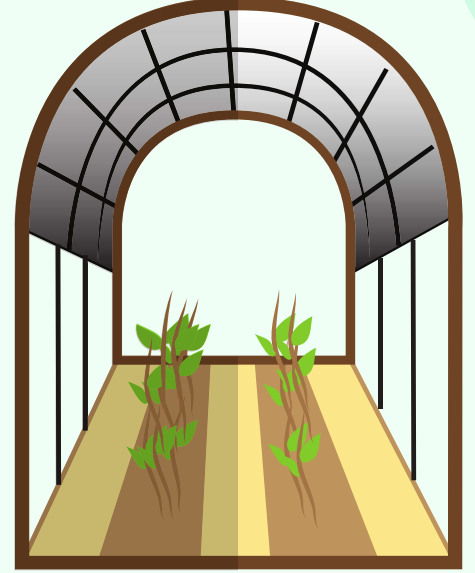
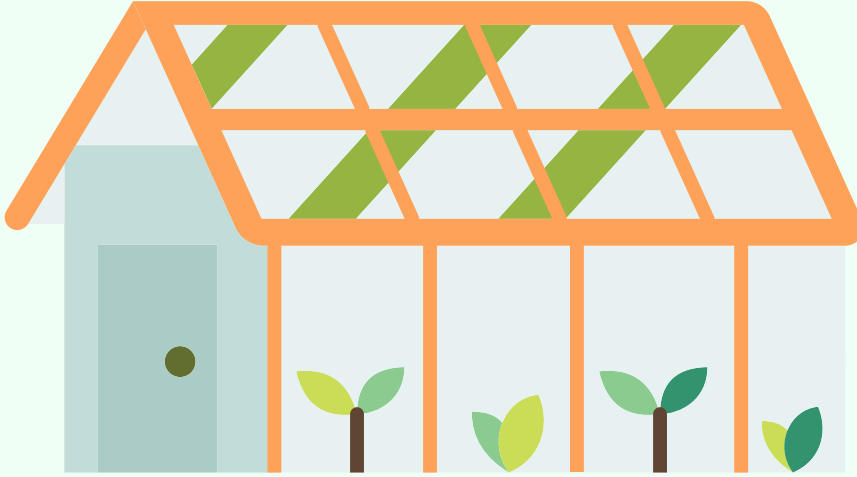


# أنواع الصوب الزراعية



الصوب الزراعية عبارة عن هياكل مصممة لزراعة النباتات التي تتطلب ظروفاً بيئية محددة لتنمو وتزدهر. وعادةً ما تكون مصنوعة من مواد شفافة مثل الزجاج أو البلاستيك للسماح لأشعة الشمس بالنفاذ وتدفئة الداخل. وتساعد الجدران والسقف الشفاف على حبس الحرارة في الداخل، مما يخلق مناخاً أكثر دفئاً من البيئة الخارجية، وهو أمر بالغ الأهمية لزراعة النباتات التي قد لا تنمو في المناخ المحلي.

تمثل الصوب الزراعية طريقة مبتكرة ومهمة لزراعة المحاصيل داخل هيكل مغلق ينظم العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة والتعرض للضوء والتهوية. وقد اكتسبت هذه الطريقة أهمية كبيرة في الممارسات الزراعية الحديثة نظراً لقدرتها على إطالة مواسم الزراعة وتحسين جودة المحاصيل وزيادة كفاءة المحاصيل باستخدام تقنيات مثل أنظمة الري الآلية وأجهزة استشعار التحكم في المناخ والإضاءة الاصطناعية. وعلاوة على ذلك، توفر الصوب الزراعية العديد من المزايا المتميزة مقارنة بالزراعة التقليدية في الحقول المفتوحة، بما في ذلك تقليل استخدام المياه، وتقليل الآفات والأمراض، والقدرة على زراعة المحاصيل في المناطق ذات الظروف المناخية غير الملائمة. لا تدعم هذه الطريقة ممارسات الزراعة المستدامة من خلال الحفاظ على الموارد فحسب، بل تتيح أيضاً إنتاج فواكه وخضروات وزهور عالية الجودة على مدار العام (Iddio et al., 2020).

## فوائد الصوب الزراعية (von Elsner et al., 2000a):

1- استغلال المساحة:	تسمح الصوب الزراعية بالزراعة المكثفة في مساحة محدودة.
2- المرونة:	توفر الصوب الزراعية مساحة متعددة لتجربة أصناف جديدة من النباتات وتقنيات الزراعة وظروف الزراعة. وتشجع هذه المرونة على الابتكار في الزراعة.

توفر الصوب الزراعية مناخًا مستقرًا من خلال تنظيم درجة الحرارة والرطوبة ومستويات الضوء. وهذا يحمي النباتات من الظروف المناخية القاسية، مثل الصقيع أو الحرارة المفرطة أو الأمطار الغزيرة، مما يحسن ظروف النمو.	<b>3- التحكم في المناخ:</b>
توفر الصوب الزراعية بيئة محكمة مما يسمح للنباتات بالازدهار خارج موسم نموها المعتاد. وهذا يعني أنه يمكن للمزارعين زراعة المحاصيل على مدار العام.	<b>4- إمتداد موسم الزراعة:</b>
تعمل الصوب الزراعية كحاجز ضد الآفات مثل الحشرات والقوارض، وكذلك الأمراض النباتية التي تحملها الرياح أو التربة. وهذا يقلل من الحاجة إلى المبيدات الكيميائية ومبيدات الفطرية.	<b>5- الوقاية من الآفات والأمراض:</b>
من خلال التحكم في عوامل مثل درجة الحرارة والرطوبة والتعرض للضوء والتهوية، توفر الصوب الزراعية ظروفًا مثالية لمجموعة واسعة من النباتات، مما يتيح نموًا أفضل وإنتاجية أعلى.	<b>6- ظروف نمو مثالية:</b>
يمكن تصميم الصوب الزراعية بأنظمة ري فعالة تقلل من استخدام المياه عن طريق إعادة تدوير المياه وإعادة استخدامها داخل البيئة المغلقة. وهذا يحافظ على الموارد المائية مقارنة بالزراعة في الحقول المفتوحة.	<b>7- الحفاظ على المياه:</b>
تعزز الصوب الزراعية نمو النباتات بشكل أكثر صحة واتساقًا. ويمكن أن ينتج عن ذلك محاصيل ذات جودة أعلى مع نكهة ومظهر وقيمة غذائية أفضل.	<b>8- تحسين جودة المحاصيل:</b>

## أنواع الصوب الزراعية (Dalai, 2020؛ von Elsner et al., 2000b): بناءً على التكنولوجيا و رأس المال:

### 1- الصوب الزراعية منخفضة التكنولوجيا:

• صُممت الصوب الزراعية ذات التكنولوجيا المنخفضة لتوفير بيئات محكمة للنباتات دون الاعتماد بشكل كبير على التقنيات المتقدمة أو التي تستهلك طاقة مكثفة. وغالباً ما يفضل هذه الصوب صغار المزارعين أو الهواة أو أولئك الذين يعيشون في المناطق التي تكون فيها الموارد محدودة. تقدم الصوب الزراعية منخفضة التكنولوجيا العديد من المزايا والعيوب، اعتماداً على عوامل مثل الموقع والموارد والاحتياجات الخاصة.

#### الإيجابيات:

- فعالة من حيث التكلفة: عادة ما تتطلب الصوب الزراعية منخفضة التكنولوجيا الحد الأدنى من الاستثمار مقارنة بالبدائل عالية التكنولوجيا، مما يجعلها في متناول صغار المزارعين والهواة.
- الاستدامة: من خلال تسخير الموارد الطبيعية مثل أشعة الشمس ومياه الأمطار، تقلل هذه الصوب من الاعتماد على مصادر الطاقة الخارجية وتقلل من التأثير البيئي.
- قابلية التكيف: يمكن تكيف هذه الصوب الزراعية مع مختلف المناخات والظروف، مما يسمح بالزراعة على مدار العام حتى في البيئات الصعبة.

## السلبات:

- تحكم محدود: بالمقارنة مع الحلول عالية التقنية، توفر الصوب الزراعية منخفضة التكنولوجيا تحكمًا محدودًا في المتغيرات البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة وشدة الضوء.
- إدارة الآفات والأمراض: قد تكون تقنيات مكافحة المتكاملة للآفات أقل فعالية في هذه الصوب، مما يزيد من مخاطر تلف المحاصيل وفقدانها.
- تنوع المحاصيل المحدود: قد تتطلب بعض المحاصيل عالية القيمة أو المحاصيل المتخصصة تحكمًا بيئيًا أكثر دقة مما يمكن أن توفره هذه الصوب، مما يحد من نطاق النباتات القابلة للزراعة.



(مثال على الصوب الزراعية ذات التكنولوجيا المنخفضة)

## 2- الصوب الزراعية ذات التكنولوجيا المتوسطة:

- يمثل هذا النوع من الصوب حلاً وسطًا بين الحلول ذات التكنولوجيا المنخفضة والحلول ذات التكنولوجيا العالية، حيث توفر توازنًا بين القدرة على تحمل التكاليف والتحكم في المتغيرات البيئية. وتعد هذه الصوب الزراعية مناسبة تمامًا للمزارعين التجاريين والمؤسسات البحثية والهواة المتقدمين الذين يسعون إلى زيادة الإنتاجية والجودة في عملياتهم.

### الإيجابيات:

- التحكم البيئي المحسّن: تتميز هذه الصوب عادةً بتقنيات مثل أنظمة التحكم الآلي في المناخ وأنظمة الري والإضاءة الإضافية، مما يسمح بدقة أكبر في تنظيم درجة الحرارة والرطوبة ومستويات الإضاءة.
- زيادة المحصول وجودة المحاصيل: مع تحكم أفضل في العوامل البيئية، يمكن لهذه الصوب تحسين ظروف النمو، مما يؤدي إلى زيادة المحاصيل وتحسين جودة المحاصيل ومعدلات نمو أسرع مقارنة بالحلول منخفضة التكنولوجيا.
- تقليل متطلبات العمالة: يمكن للأنظمة القائمة على التكنولوجيا تبسيط عمليات الصوب الزراعية، مما يقلل من الحاجة إلى العمالة اليدوية وتكاليف العمالة.
- فرص التنوع: يمكن أن تدعم الصوب الزراعية متوسطة التقنية زراعة مجموعة واسعة من المحاصيل، بما في ذلك الأصناف الأكثر حساسية أو عالية القيمة التي تتطلب تحكمًا بيئيًا دقيقًا.

### السلبات

- استثمار أولي أعلى: تتطلب الصوب الزراعية متوسطة التكنولوجيا عادةً استثمارًا أوليًا أعلى من الحلول منخفضة التكنولوجيا بسبب تكلفة المعدات والتكنولوجيا.
- الاعتماد على التكنولوجيا: الاعتماد على التكنولوجيا للتحكم البيئي يعني أن الصوب الزراعية معرضة لأعطال، مما قد يؤثر على العمليات ويحتمل أن يؤدي إلى تلف المحاصيل.
- استهلاك الطاقة: على الرغم من أن هذه الصوب أقل استهلاكًا للطاقة من الصوب عالية التكنولوجيا، إلا أن الحلول متوسطة التكنولوجيا لا تزال تستهلك الطاقة للتدفئة والتبريد والإضاءة، مما يساهم في تكاليف التشغيل والتأثير البيئي.



### (مثال على الصوب الزراعية ذات التكنولوجيا المتوسطة)

#### 3- الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا:

• الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا هي منشآت حديثة تستخدم تقنيات متطورة ويمكنها لتوفير بيئات نمو مثالية للنباتات. توجد هذه المرافق عادةً في العمليات التجارية والمؤسسات البحثية ومشاريع الزراعة المدنية التي تهدف إلى إنتاج محاصيل عالية الجودة على مدار العام في أي مناخ.

#### الإيجابيات:

- ظروف النمو الأمثل: توفر الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا تحكماً دقيقاً في العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة ومستويات الضوء وتركيز ثاني أكسيد الكربون، مما يضمن ظروف نمو مثالية للنباتات على مدار العام.
- زيادة إنتاجية المحاصيل: بفضل التقنيات المتقدمة للتحكم البيئي والري والإضاءة وتوفير المغذيات، يمكن لهذه الصوب تحقيق إنتاجية أعلى للمحاصيل ومعدلات نمو أسرع مقارنة بطرق الزراعة التقليدية.
- توفير المساحة: تعمل تقنيات الزراعة العمودية وتصميمات التخطيط المحسنة على زيادة استخدام المساحة المتاحة إلى أقصى حد، مما يسمح لهذه الصوب بإنتاج كميات كبيرة من المحاصيل في مساحة صغيرة نسبياً.
- كفاءة المياه والموارد: تساعد أنظمة الري المتقدمة وأنظمة توفير المغذيات، إلى جانب التحكم البيئي الدقيق، على تقليل استخدام المياه وإهدار الموارد، مما يجعل هذه الصوب أكثر استدامة بيئياً من أساليب الزراعة التقليدية.
- التخصيص والمرونة: توفر الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا مرونة في اختيار المحاصيل وطرق الزراعة، مما يسمح للمزارعين بتكييف الإنتاج حسب طلب السوق وتجربة أصناف أو تقنيات زراعة جديدة.

#### السلبيات

- الاستثمار رأس مال مرتفع: تؤدي هذه الصوب إلى ارتفاع التكاليف، مما يجعلها باهظة بالنسبة لبعض المزارعين، لا سيما في العمليات الصغيرة أو الشركات الناشئة.
- التعقيد التقني: يتطلب تشغيل وصيانة هذه الصوب معرفة ومهارات متخصصة في مجالات مثل التكامل التكنولوجي وإدارة البيانات، مما قد يشكل تحديات للمزارعين عديمي الخبرة.
- استهلاك الطاقة: على الرغم من الجهود المبذولة لتحسين كفاءة الطاقة، لا تزال الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا تستهلك كميات كبيرة من الطاقة للإضاءة والتدفئة والتبريد وأنظمة التشغيل الآلي، مما يزيد من تكاليف التشغيل.



### (مثال على الصوب الزراعية عالية التكنولوجيا)

#### بناءً على التصميم والشكل:

**1- الصوبة الزجاجية الملتصقة (Lean-to greenhouse):** الصوبة الزجاجية الملتصقة هي نوع من الصوب التي يتم بناؤها بجوار مبنى قائم، مثل المنزل أو المخزن أو المرآب. عادة ما يكون لها جانب واحد ملتصق بجدار صلب أو هيكل، بينما يكون الجانب الآخر مفتوحًا أو قد يحتوي على جدران وزجاج إضافي.

#### المميزات:

- توفير المساحة: الصوب الملتصقة تستفيد من الهياكل القائمة، مما يعزز استخدام المساحة ويقلل الحاجة إلى أرض إضافية أو إنشاءات.
- الكفاءة الطاقية: من خلال مشاركة جدار مع مبنى، يمكن للصوبة الملتصقة الاستفادة من التدفئة والتبريد الطبيعي، مما يقلل من استهلاك الطاقة وتكاليف التشغيل.
- الراحة: يسهل الوصول إلى مرافق مثل الكهرباء والماء من المبنى الملحق، مما يجعل التركيب والصيانة أكثر سهولة.
- الحماية: يوفر الجدار المشترك حماية إضافية من الرياح والأمطار وتقلبات درجات الحرارة، مما يخلق بيئة أكثر استقرارًا للنباتات.

#### العيوب:

- ضوء الشمس المحدود: اعتمادًا على الاتجاه وظل المبنى القائم، قد تتلقى الصوب الملتصقة ضوء شمس أقل مقارنة بالصوب المستقلة، مما قد يؤثر على نمو وإنتاجية النباتات.
- تحديات التهوية: قد يكون تحقيق التهوية المناسبة أصعب في الصوب الملتصقة بسبب التقييد في تدفق الهواء على جانب واحد من الهيكل.
- خيارات تصميم محدودة: غالبًا ما يتم تحديد تصميم وتخطيط الصوب الملتصقة بناءً على المبنى القائم، مما يحد من مرونة خيارات التصميم والتخصيص.



### (مثال على الصوب الزجاجية الملتصقة)

**2- الصوبة الزجاجية المتساوية الامتداد (Even-span greenhouse):** الصوبة الزجاجية المتساوية الامتداد هي نوع من الصوب يتميز بتصميمه المتناظر، حيث يحتوي على جدران جانبية مستقيمة ومتساوية الارتفاع وسقف مثلثي ينحدر من الوسط إلى كلا الجانبين.

#### المميزات:

- الاستخدام الفعال للمساحة: الصوب المتساوية الامتداد توفر مساحة زراعية داخلية أكبر بفضل عرضها المتساوي من جانب إلى جانب، مما يسمح بتنظيم فعال للنباتات والمعدات.
- اختراق ضوء مثالي: تصميم السقف المثلثي للصوب المتساوية الامتداد يسمح بأقصى قدر من دخول ضوء الشمس، خاصة عند توجيهها من الشمال إلى الجنوب، مما يضمن توزيعًا موحدًا للضوء في جميع أنحاء منطقة الزراعة.
- تهوية جيدة: التصميم المتناظر للصوبات المتساوية الامتداد يسهل التهوية الطبيعية الفعالة، حيث يتدفق الهواء بسلاسة عبر الهيكل، مما يساعد في تنظيم درجات الحرارة ومستويات الرطوبة.
- المرونة: يمكن تعديل الصوب المتساوية الامتداد لتناسب أنظمة زراعة متنوعة، بما في ذلك الزراعة التقليدية في التربة، والزراعة المائية، والزراعة العمودية، مما يجعلها مناسبة لمجموعة واسعة من المحاصيل وطرق الإنتاج.

#### العيوب:

- ارتفاع محدود: السقف المائل للصوب المتساوية الامتداد يقيد المساحة الرأسية بالقرب من الجدران الجانبية، مما يحد من ارتفاع النباتات أو المعدات التي يمكن استيعابها على طول حواف الهيكل.
- فقدان الحرارة: قد يؤدي السقف العالي للصوب المتساوية الامتداد إلى زيادة فقدان الحرارة خلال الأشهر الباردة، مما يتطلب عزلًا إضافيًا أو أنظمة تدفئة للحفاظ على ظروف نمو مثالية.
- تكلفة المواد: المساحة الكبيرة للصوب المتساوية الامتداد والجدران الجانبية قد تتطلب المزيد من المواد للبناء مقارنة بتصاميم الصوب الأخرى، مما قد يزيد من تكاليف البناء الأولية.



(مثال على الصوب المتساوية الامتداد)

**3- الصوبة غير المتساوية الامتداد (Uneven-span greenhouse):** الصوبة غير المتساوية الامتداد، والمعروفة أيضًا باسم الصوبة متعددة الامتدادات أو متعددة الانحدارات، هي نوع من الصوب يتميز بتصميمه غير المتناظر، حيث تتفاوت ارتفاعات وانحدارات السقف على طول الهيكل.

#### المميزات:

- التكيف مع التضاريس: يمكن بناء الصوب غير المتساوية الامتداد على التضاريس المنحدرة أو غير المستوية، مما يسمح للمزارعين باستخدام الأراضي التي قد لا تكون مناسبة لأنواع الصوب الأخرى.
- تخطيط قابل للتخصيص: توفر الصوب غير المتساوية الامتداد مرونة في التخطيط والتكوين، مما يسمح للمزارعين بتكييف الهيكل ليتناسب مع احتياجاتهم وتفضيلاتهم، مثل إضافة ممرات، ومساحات للعمل، أو مناطق للتخزين.

تصريف فعال لمياه الأمطار: يسهم تصميم السقف المنحدر في الصوب غير المتساوية الامتداد في تصريف مياه الأمطار بفعالية، مما يقلل من مخاطر تجمع المياه أو الأضرار الهيكلية الناتجة عن الأمطار الغزيرة.

تحسين التهوية: يمكن أن يسهم التصميم غير المتناظر للصوب غير المتساوية الامتداد في تعزيز التهوية الطبيعية، حيث يرتفع الهواء الساخن ويخرج من الفتحات أو المنافذ الأعلى، بينما يدخل الهواء البارد من الفتحات السفلية، مما يساعد في تنظيم درجات الحرارة ومستويات الرطوبة.

كفاءة المساحة: يمكن تصميم الصوب غير المتساوية الامتداد لتعظيم مساحة الزراعة الداخلية من خلال تحسين استخدام المساحة المتاحة، مما يسمح بزراعة المحاصيل بفعالية وتقليل المساحة المهذرة.

#### العيوب:

- تكاليف إنشاء مرتفعة: قد يؤدي التصميم المخصص والعناصر الهيكلية الإضافية المطلوبة للصوب غير المتساوية الامتداد إلى تكاليف بناء أعلى مقارنة بالتصاميم الأبسط.
- تحديات الصيانة: قد تجعل الارتفاعات والانحدارات المتفاوتة في سقف الصوب غير المتساوية الامتداد عمليات التنظيف والصيانة والإصلاحات أكثر تحديًا، مما يتطلب معدات خاصة أو احتياطات أمان للوصول إلى المناطق التي يصعب الوصول إليها.
- مخاوف بشأن تراكم الثلوج: في المناطق ذات الثلوج الكثيفة، قد تتراكم الثلوج بشكل غير متساوٍ على الصوب غير المتساوية الامتداد، مما يزيد من خطر التلف الهيكلي أو الانهيار في حال عدم تعزيز الهيكل أو إزالة الثلوج بشكل مناسب.
- إمكانية التعرض للظل: بناءً على الاتجاه والمناظر الطبيعية المحيطة، قد تكون الصوب غير المتساوية الامتداد عرضة لتأثير الظلال من الهياكل أو النباتات القريبة، مما يقلل من تعرضها لأشعة الشمس ويؤثر على نمو النباتات.



(مثال على الصوب غير المتساوية الامتداد)

**4- الصوبة ذات السقف المسنن (Ridge and furrow greenhouse):** الصوبة ذات السقف المسنن، والمعروفة أيضًا باسم الصوبة ذات سقف المنشار، هي نوع من الصوب يتميز بتصميم سقف فريد يشبه سلسلة من القمم والوديان المتناوبة التي تمتد على طول الهيكل.

#### المميزات:

- تعرض مثالي لأشعة الشمس: يسمح تصميم السقف المسنن في صوب القمم والوديان بأقصى تعرض لأشعة الشمس طوال اليوم، حيث تخترق أشعة الشمس الألواح السقفية المائلة وتصل إلى النباتات من زوايا وارتفاعات مختلفة.
- تصريف محسّن لمياه الأمطار: تسهم الألواح السقفية المائلة في صوب القمم والوديان في تصريف مياه الأمطار بفعالية، مما يقلل من مخاطر تجمع المياه أو الأضرار الهيكلية الناتجة عن الأمطار الغزيرة.
- جاذبية جمالية: يمكن أن يعزز التصميم الفريد لسقف المنشار الجاذبية البصرية للموقع الزراعي، مما يضيف ميزة معمارية مميزة وجذابة تلفت الأنظار في المنظر الطبيعي.

## العيوب:

- بناء معقد: يتطلب التصميم المتخصص والتقنيات المستخدمة في بناء صوب القمم والوديان تخطيطًا وهندسة دقيقة لضمان السلامة والاستقرار الهيكلي، مما قد يعقد عملية البناء مقارنة بالهياكل القياسية للصوب.
- تكاليف إنشاء مرتفعة: قد يؤدي التصميم المخصص والعناصر الهيكلية الإضافية المطلوبة لصوب القمم والوديان إلى تكاليف بناء أعلى مقارنة بالتصاميم الأبسط.
- تحديات الصيانة: قد تجعل القمم والوديان المتناوبة في صوب القمم والوديان عمليات التنظيف والصيانة والإصلاحات أكثر صعوبة، مما يتطلب معدات خاصة أو احتياطات أمان للوصول إلى المناطق التي يصعب الوصول إليها.
- مرونة محدودة: قد يحد التصميم الفريد للسقف في صوب القمم والوديان من مرونة التخطيط والتكوين مقارنة بالهياكل القياسية للصوب، مما قد يقيد أنواع المحاصيل التي يمكن زراعتها أو استخدام بعض أساليب الزراعة.



(مثال على الصوب ذات السقف المسنن)

## بناءً على المادة:

### 1- الصوب الزجاجية:

- يستخدم الزجاج كمادة أكثر تكلفة ولكنها فعالة للصوب الزراعية. لطالما كان الزجاج مادة مفضلة لبناء الصوب نظرًا لخصائصه الفريدة التي تسمح بنقل الضوء وتنظيم درجة الحرارة والمتانة على النحو الأمثل.

#### الإيجابيات:

- نفاذية ضوء ممتازة: يوفر الزجاج نقاءً ونفاذاً استثنائياً للضوء، مما يسمح لأشعة الشمس باختراق الصوبة بفعالية. وهذا يعزز النمو الصحي للنباتات وعملية التمثيل الضوئي، مما يساهم في زيادة المحاصيل وتحسين جودة المحاصيل.
- الاحتفاظ الطبيعي بالحرارة: يتميز الزجاج بخصائص حرارية تساعد على الاحتفاظ بالحرارة داخل الصوبة الزراعية، مما يوفر بيئة مستقرة وملائمة للنباتات حتى خلال الفترات الباردة أو في الليل. وهذا يمكن أن يقلل من تكاليف التدفئة واستهلاك الطاقة.
- طول العمر: يمكن للألواح الزجاجية التي يتم تركيبها وصيانتها بشكل صحيح أن تدوم لسنوات عديدة، مما يوفر استثمارًا طويل الأجل في البنية التحتية للصوبة الزراعية.
- مقاومة للآفات والعفن: على عكس بعض المواد البلاستيكية أو الأقمشة، فإن الزجاج ليس عرضة لتفشي الآفات أو نمو العفن. وهذا يساعد في الحفاظ على بيئة نظيفة وصحية داخل الصوبة الزراعية، مما يقلل من خطر الإصابة بأمراض النباتات.
- إمكانية التكامل مع الطاقة الشمسية: يمكن دمج الألواح الزجاجية مع تقنيات الطاقة الشمسية مثل الخلايا الشمسية، مما يسمح بتوليد الطاقة أو التدفئة داخل الصوبة الزراعية، مما يعزز الاستدامة.



## السلبيات:

- الهشاشة: الزجاج هش نسبيًا مقارنة بمواد الصوب الزجاجية الأخرى مثل البلاستيك أو البولي إيثيلين. يمكن أن ينكسر بسهولة بسبب الصدمات الناجمة عن البرد أو الحطام أو الظروف الجوية القاسية، مما يتطلب استبدالها بتكلفة باهظة.
- الوزن: الألواح الزجاجية أثقل من المواد البديلة مثل البلاستيك، مما يجعل تركيبها أكثر صعوبة ويتطلب هياكل دعم أقوى. وهذا يضيف إلى التكلفة الإجمالية وتعقيد بناء الصوب الزجاجية.
- التكلفة: يميل الزجاج إلى أن يكون أكثر تكلفة من مواد الصوب الزجاجية الأخرى، سواء من حيث الشراء الأولي أو الصيانة المستمرة. يمكن أن تكون تكاليف استبدال الألواح الزجاجية التالفة كبيرة، مما يؤثر على القدرة تحمل التكاليف الإجمالية لعمليات الصوب الزراعية.



(مثال على الصوب الزجاجية)

## 2- الصوب البلاستيكية:

توفر المواد البلاستيكية حلاً متعدد الاستخدامات وفعالاً من حيث التكلفة للزراعة الحديثة. من أغشية البولي إيثيلين إلى ألواح البولي كربونات، توفر المواد البلاستيكية مزايا أساسية مثل المتانة والعزل ونقل الضوء والتصميمات القابلة للتعديل.

### الإيجابيات:

- فعالة من حيث التكلفة: تكون المواد البلاستيكية مثل البولي إيثيلين أقل تكلفة بشكل عام من الزجاج، مما يجعلها في متناول عمليات الصوب الزراعية الصغيرة الحجم أو المزارعين المهتمين بالميزانية.
- خفيفة الوزن: الأغشية أو الألواح البلاستيكية خفيفة الوزن مقارنة بالزجاج، مما يسهل تركيبها والتعامل معها واستبدالها حسب الحاجة.
- المرنة: يمكن تشكيل المواد البلاستيكية أو تمديدها بسهولة لتناسب مختلف تصميمات وهياكل الصوب الزراعية، مما يسمح بتعديلها والتكيف مع احتياجات الزراعة المختلفة.
- المتانة: تتميز الأغشية والألواح البلاستيكية عالية الجودة بمقاومتها للكسر والتحطم والتلف الناتج عن البرد أو الظروف الجوية القاسية، مما يوفر حماية طويلة الأمد للمحاصيل.

### السلبيات:

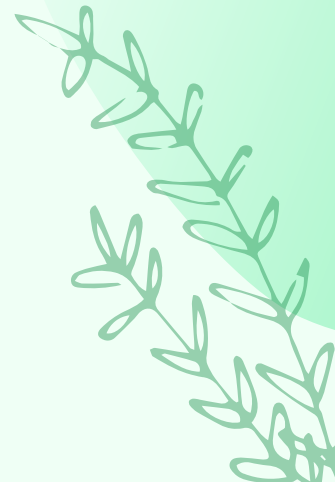
- ضعف العزل: بالمقارنة مع المواد الأخرى مثل الزجاج، يتميز البلاستيك بخصائص عزل حراري أقل. يمكن أن يؤدي ذلك إلى تقلبات في درجات الحرارة داخل الصوب الزراعية، مما يؤثر على نمو النباتات ويتطلب أنظمة تدفئة أو تبريد إضافية للتنظيم.
- التأثير البيئي: يساهم إنتاج المواد البلاستيكية واستخدامها والتخلص منها في التلوث البيئي والنفايات. يمكن أن ينتهي المطاف بالنفايات البلاستيكية من مواد الصوب الزراعية في مدافن النفايات أو النظم البيئية الطبيعية، مما يشكل مخاطر على الحياة البرية والنظم البيئية.
- خطر الارتشاح الكيميائي: قد تحتوي بعض المواد البلاستيكية المستخدمة في الصوب الزراعية على مواد كيميائية أو مواد مضافة يمكن أن تتسرب إلى التربة أو المياه، مما قد يؤثر على صحة النباتات وجودة البيئة.
- تحديات الصيانة: قد تتطلب المواد البلاستيكية التنظيف المنتظم والصيانة واستبدال الأجزاء التالفة لضمان الأداء الأمثل. وهذا يمكن أن يزيد من تكاليف العمالة والتكاليف التشغيلية لمالكي الصوب الزراعية.



(مثال على الصوب البلاستيكية)

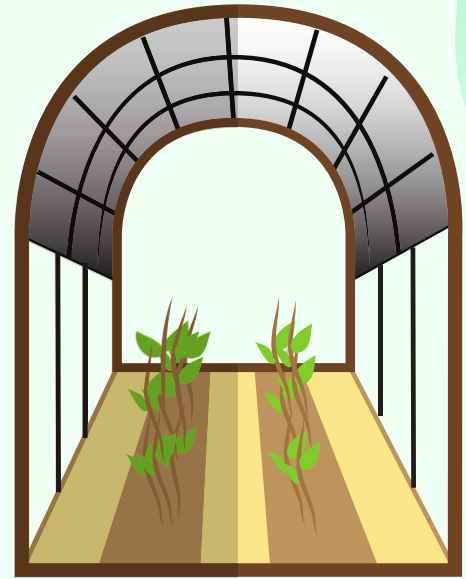
## المراجع

- Dalai, S. (2020). Green-houses: Types and Structural Components. In Protected Cultivation and Smart Agriculture. New Delhi Publishers. <https://doi.org/10.30954/NDP-PCSA.2020.2>
- Iddio, E., Wang, L., Thomas, Y., McMorrow, G., & Denzer, A. (2020). Energy efficient operation and modeling for greenhouses: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109480. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109480>
- von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., von Zabeltitz, Chr., Gratraud, J., Russo, G., & Suay-Cortes, R. (2000a). Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries: Part I, Design Requirements. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(1), 1–16. <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0502>
- von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., von Zabeltitz, Chr., Gratraud, J., Russo, G., & Suay-Cortes, R. (2000b). Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries, Part II: Typical Designs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(2), 111–126. <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0512>





# Types of Greenhouses



Greenhouses are structures designed primarily for cultivating plants that require specific environmental conditions to thrive. They are typically made of transparent materials like glass or plastic to allow sunlight to penetrate and heat the interior. The transparent walls and roof help trap heat inside, creating a warmer climate than the external environment, which is crucial for growing plants that might not cultivate in the local climate. Greenhouses represent an innovative and important method for cultivating crops within an enclosed structure that regulates environmental factors such as temperature, humidity, light exposure, and ventilation. This method has gained great importance in modern agricultural practices due to its ability to extend growing seasons, enhance crop quality, and maximize yield efficiency. Greenhouses create a stable and optimized climate that allow plants to thrive regardless of external weather conditions. By using technologies like automated irrigation systems, climate control sensors, and artificial lighting, greenhouse farmers can tailor the growing environment to specific crop requirements, to achieving optimal growth and productivity. Moreover, greenhouses offer several distinct advantages over traditional open field farming, including reduced water usage, minimized pest and disease pressures, and the ability to grow crops in regions with adverse climatic conditions. This method not only supports sustainable farming practices by conserving resources but also enables year-round production of high-quality fruits, vegetables, and flowers (Iddio et al., 2020).

## Benefits of greenhouses (von Elsner et al., 2000a):

<b>1- Space Utilization:</b>	Greenhouses allow for intensive cultivation in limited space.
<b>2- Flexibility and Experimentation:</b>	Greenhouses provide a versatile space for experimenting with new plant varieties, cultivation techniques, and growing conditions. This flexibility encourages innovation in agriculture.



<b>3- Climate Control:</b>	<p>Greenhouses provide a stable climate by regulating temperature, humidity, and light levels. This control protects plants from extreme weather conditions, such as frost, excessive heat, or heavy rain, optimizing growth conditions.</p>
<b>4- Extended Growing Season:</b>	<p>Greenhouses create a controlled environment, allowing plants to thrive outside of their typical growing season. This means farmers can grow crops year-round.</p>
<b>5- Protection from Pests and Diseases:</b>	<p>Greenhouses act as a barrier against pests like insects and rodents, as well as plant diseases carried by wind or soil. This reduces the need for chemical pesticides and fungicides.</p>
<b>6- Optimal Growing Conditions:</b>	<p>By controlling factors like temperature, humidity, light exposure, and ventilation, greenhouses create ideal conditions for a wide variety of plants, enabling better growth and higher yields.</p>
<b>8- Water Conservation:</b>	<p>Greenhouses can be designed with efficient irrigation systems that reduce water usage by recycling and reusing water within the enclosed environment. This conserves water resources compared to open-field agriculture.</p>
<b>9- Improved Crop Quality:</b>	<p>The controlled environment in greenhouses promotes healthier, more consistent plant growth. This can result in higher-quality crops with better flavor, appearance, and nutritional value.</p>

## Types of greenhouses (Dalai, 2020; von Elsner et al., 2000b): Based on Technology/Capital

### 1- Low technology greenhouses:

- Low-technology greenhouses are designed to offer controlled environments for plants without relying heavily on advanced or energy-intensive technologies. These greenhouses are often favored by small-scale farmers, hobbyists, or those in regions where resources are limited.
- Low-technology greenhouses offer several advantages and drawbacks, depending on factors such as location, resources, and specific needs.

### Pros:

- **Cost-effective:** Low-tech greenhouses typically require minimal investment compared to high-tech alternatives, making them accessible to small-scale farmers and hobbyists.
- **Sustainability:** By harnessing natural resources like sunlight and rainwater, low-tech greenhouses minimize reliance on external energy sources and reduce environmental impact.
- **Adaptability:** These greenhouses can be adapted to various climates and conditions, allowing for year-round cultivation even in challenging environments.



**Cons:**

- **Limited Control:** Compared to high-tech solutions, low-tech greenhouses offer limited control over environmental variables such as temperature, humidity, and light intensity.
- **Pest and Disease Management:** Integrated pest management techniques may be less effective in low-tech greenhouses, increasing the risk of crop damage and loss.
- **Limited Crop Variety:** Some high-value or specialized crops may require more precise environmental control than low-tech greenhouses can provide, limiting the range of cultivable plants.



**(Example of Low technology greenhouses)**

**2- Medium technology greenhouses:**

- Medium technology greenhouses represent a middle ground between low-tech and high-tech solutions, offering a balance of affordability and control over environmental variables. These greenhouses are well-suited for commercial growers, research institutions, and advanced hobbyists seeking to maximize productivity and quality in their operations.

**Pros:**

- **Enhanced Environmental Control:** Medium-tech greenhouses typically feature technologies such as automated climate control systems, irrigation systems, and supplemental lighting, allowing for greater precision in regulating temperature, humidity, and light levels.
- **Increased Yield and Crop Quality:** With better control over environmental factors, medium-tech greenhouses can optimize growing conditions, leading to higher yields, improved crop quality, and faster growth rates compared to low-tech solutions.
- **Reduced Labor Requirements:** Automation and technology-driven systems can streamline greenhouse operations, reducing the need for manual labor and labor costs.
- **Diversification Opportunities:** Medium-tech greenhouses can support the cultivation of a wider range of crops, including more delicate or high-value varieties that require precise environmental control.

**Cons:**

- **Higher Initial Investment:** Medium-tech greenhouses typically require a higher initial investment than low-tech solutions due to the cost of equipment and technology.
- **Dependency on Technology:** Reliance on technology for environmental control means that medium-tech greenhouses are vulnerable to system failures or malfunctions, which can disrupt operations and potentially damage crops.
- **Energy Consumption:** While less energy-intensive than high-tech greenhouses, medium-tech solutions still consume energy for heating, cooling, and lighting, contributing to operational costs and environmental impact.



**(Example of Medium technology greenhouses)**

### **3- High technology greenhouses:**

- High-level greenhouses also known as high-tech or advanced greenhouses, are state-of-the-art facilities that utilize sophisticated technologies and automation to create optimal growing environments for plants. These facilities are typically found in commercial-scale operations, research institutions, and urban agriculture projects aiming to produce high-quality crops year-round in any climate.

#### **Pros:**

- **Optimized Growing Conditions:** High-level greenhouses provide precise control over environmental factors such as temperature, humidity, light levels, and CO<sub>2</sub> concentration, ensuring optimal growing conditions for plants throughout the year.
- **Increased Crop Yields:** With advanced technologies for environmental control, irrigation, lighting, and nutrient delivery, high-level greenhouses can achieve higher crop yields and faster growth rates compared to traditional farming methods.
- **Space Efficiency:** Vertical farming techniques and optimized layout designs maximize the use of available space, allowing high-level greenhouses to produce large quantities of crops in a relatively small footprint, making them suitable for urban environments.
- **Water and Resource Efficiency:** Advanced irrigation and nutrient delivery systems, coupled with precise environmental control, help minimize water usage and resource wastage, making high-level greenhouses more environmentally sustainable than conventional farming methods.
- **Customization and Flexibility:** High-level greenhouses offer flexibility in crop selection and growing methods, allowing growers to tailor production to market demand and experiment with new varieties or cultivation techniques.

#### **Cons:**

- **High Initial Investment:** The advanced technology and infrastructure required for high-level greenhouses result in high upfront costs, making them prohibitive for some growers, particularly small-scale operations or startups.
- **Technical Complexity:** Operating and maintaining high-level greenhouses requires specialized knowledge and skills in areas such as technology integration, automation, and data management, which may pose challenges for inexperienced growers.
- **Energy Consumption:** Despite efforts to improve energy efficiency, high-level greenhouses still consume significant amounts of energy for lighting, heating, cooling, and automation systems, contributing to operational costs and environmental impact.
- **Regulatory and Compliance Challenges:** Compliance with regulations and standards governing food safety, environmental sustainability, and labor practices can be more complex and stringent for high-level greenhouse operations, adding to administrative burdens and costs.



**(Example of High technology greenhouses)**

## Based on Design/Shape:

### 1- A lean-to greenhouse:

- A lean-to greenhouse is a type of greenhouse structure that is attached to an existing building, such as a house, shed, or garage. It typically has one side that is built against a solid wall or structure, while the other side is left open or may have additional walls and glass.

#### Pros:

- **Space Saving:** Lean-to greenhouses utilize existing structures, maximizing space and minimizing the need for additional land or construction.
- **Energy Efficiency:** By sharing a wall with a building, lean-to greenhouses can benefit from passive heating and cooling, reducing energy consumption and operating costs.
- **Convenience:** Access to utilities such as electricity and water from the attached building makes installation and maintenance more convenient.
- **Protection:** The shared wall provides additional protection from wind, rain, and temperature fluctuations, creating a more stable environment for plants.

#### Cons:

- **Limited Sunlight:** Depending on the orientation and shading from the existing building, lean-to greenhouses may receive less sunlight compared to freestanding structures, limiting plant growth and productivity.
- **Ventilation Challenges:** Proper ventilation may be more difficult to achieve in lean-to greenhouses due to the restricted airflow along one side of the structure.
- **Limited Design Options:** The design and layout of lean-to greenhouses are often dictated by the existing building, limiting flexibility and customization options.



**(Example of lean-to greenhouses)**



## 2- An even-span greenhouse:

- An even-span greenhouse is a type of greenhouse structure characterized by its symmetrical design, with two straight sidewalls of equal height and a gable roof that slopes downward from the center to both sides.

### Pros:

- **Efficient Use of Space:** Even-span greenhouses maximize interior growing space by providing uniform width from side to side, allowing for efficient layout and organization of plants and equipment.
- **Optimal Light Penetration:** The gable roof design of even-span greenhouses allows for maximum sunlight penetration, especially when oriented in a north-south direction, ensuring uniform light distribution throughout the growing area.
- **Good Ventilation:** The symmetrical design of even-span greenhouses facilitates effective natural ventilation, with air able to flow smoothly through the structure, helping to regulate temperature and humidity levels.
- **Versatility:** Even-span greenhouses can be adapted to accommodate various growing systems, including traditional soil-based cultivation, hydroponics, and vertical farming, making them suitable for a wide range of crops and production methods.

### Cons:

- **Limited Height:** The sloping roof of even-span greenhouses restricts vertical space near the sidewalls, limiting the height of plants or equipment that can be accommodated along the edges of the structure.
- **Heat Loss:** The high roofline of even-span greenhouses can result in increased heat loss during colder months, requiring additional insulation or heating systems to maintain optimal growing conditions.
- **Cost of Materials:** The large surface area of the roof and sidewalls may require more materials for construction compared to other greenhouse designs, potentially increasing initial construction costs.



(Example of even-span greenhouses)

## - An uneven-span greenhouse:

- An uneven-span greenhouse, also known as a multispan or multislope greenhouse, is a type of greenhouse structure characterized by its asymmetrical design, with varying roof heights and slopes along the length of the structure.

### Pros:

- **Adaptability to Terrain:** Uneven-span greenhouses can be constructed on sloped or uneven terrain, allowing growers to utilize land that may not be suitable for other types of greenhouse structures.
- **Customizable Layout:** Uneven-span greenhouses offer flexibility in layout and configuration, allowing growers to adapt the structure to their specific needs and preferences, such as incorporating walkways, work areas, or storage spaces.





- **Effective Rainwater Drainage:** The sloped roof design of uneven-span greenhouses facilitates effective rainwater drainage, minimizing the risk of water pooling or structural damage caused by heavy rainfall.
- **Improved Ventilation:** The asymmetrical design of uneven-span greenhouses can promote natural ventilation, with hot air rising and escaping through higher vents or openings, while cooler air is drawn in through lower vents, helping to regulate temperature and humidity levels.
- **Space Efficiency:** Uneven-span greenhouses can be designed to maximize interior growing space by optimizing the use of available land area, allowing for efficient cultivation of crops while minimizing wasted space.

**Cons:**

- **Higher Construction Costs:** The customized design and additional structural elements required for uneven-span greenhouses may result in higher construction costs compared to more simple greenhouse designs.
- **Maintenance Challenges:** The varying roof heights and slopes of uneven-span greenhouses can make cleaning, maintenance, and repairs more challenging, requiring specialized equipment or safety precautions to access hard-to-reach areas.
- **Snow Load Concerns:** In regions with heavy snowfall, the varying roof heights and slopes of uneven-span greenhouses may accumulate snow unevenly, increasing the risk of structural damage or collapse if not properly reinforced or cleared.
- **Potential for Shading:** Depending on the orientation and surrounding landscape, uneven-span greenhouses may be susceptible to shading from nearby structures or vegetation, reducing sunlight exposure and affecting plant growth.



**(Example of uneven-span greenhouses)**

**4- A ridge and furrow greenhouse:**

A ridge and furrow greenhouse, also known as a sawtooth greenhouse, is a type of greenhouse structure characterized by its distinctive roof design, resembling a series of alternating ridges and furrows running along the length of the structure.

**Pros:**

- **Optimal Sunlight Exposure:** The sawtooth roof design of ridge and furrow greenhouses allows for maximum sunlight exposure throughout the day, with sunlight penetrating through the angled roof panels and reaching plants at different heights and angles.
- **Enhanced Rainwater Drainage:** The sloped roof panels of ridge and furrow greenhouses facilitate effective rainwater drainage, minimizing the risk of water pooling or structural damage caused by heavy rainfall.
- **Aesthetic Appeal:** The unique sawtooth roof design of ridge and furrow greenhouses can enhance the visual appeal of a growing operation, creating an interesting and attractive architectural feature that stands out in the landscape.



### Cons:

- **Complex Construction:** The specialized design and construction techniques required for ridge and furrow greenhouses can complicate the construction process compared to more standardized greenhouse structures, requiring careful planning and engineering to ensure structural integrity and stability.
- **Higher Construction Costs:** The customized design and additional structural elements required for ridge and furrow greenhouses may result in higher construction costs compared to more simple greenhouse designs.
- **Maintenance Challenges:** The alternating ridges and furrows of ridge and furrow greenhouses can make cleaning, maintenance, and repairs more challenging, requiring specialized equipment or safety precautions to access hard-to-reach areas.
- **Limited Flexibility:** The unique roof design of ridge and furrow greenhouses may limit flexibility in layout and configuration compared to more standardized greenhouse structures, potentially restricting the types of crops that can be grown or the use of certain cultivation methods.



(Example of ridge and furrow greenhouses)

### Based on Material:

#### 1- Glass greenhouses:

- Glass is used as a more expensive, but effective material for greenhouses. Glass has long been a favored material for constructing greenhouses due to its unique properties that allow optimal light transmission, temperature regulation, and durability.

#### Pros:

- **Excellent Light Transmission:** Glass provides exceptional clarity and light transmission, allowing sunlight to penetrate the greenhouse effectively. This promotes healthy plant growth and photosynthesis, contributing to higher yields and better crop quality.
- **Natural Heat Retention:** Glass has thermal properties that help retain heat inside the greenhouse, creating a stable and conducive environment for plants even during cooler periods or at night. This can reduce heating costs and energy consumption.
- **Longevity:** Properly installed and maintained glass panels can last for many years, providing a long-term investment in greenhouse infrastructure.
- **Resistant to Pests and Mold:** Unlike some plastics or fabrics, glass is not susceptible to pest infestations or mold growth. This helps maintain a clean and hygienic environment inside the greenhouse, reducing the risk of plant diseases.
- **Potential for Solar Integration:** Glass panels can be integrated with solar technologies such as photovoltaic cells or solar thermal collectors, allowing for energy generation or heating within the greenhouse, further enhancing sustainability.

#### Cons:



- **Fragility:** Glass is relatively fragile compared to other greenhouse materials such as plastic or polyethylene. It can break easily due to impacts from hail, debris, or extreme weather conditions, requiring costly replacements.
- **Weight:** Glass panels are heavier than alternative materials like plastic, making them more challenging to install and requiring stronger support structures. This adds to the overall cost and complexity of greenhouse construction.
- **Cost:** Glass tends to be more expensive than other greenhouse materials, both in terms of initial purchase and ongoing maintenance. Replacement costs for damaged glass panels can be significant, impacting the overall affordability of greenhouse operations.



**(Example of Glass greenhouses)**

## **2- Plastic greenhouses:**

- Plastic materials offer a versatile and cost-effective solution for modern agriculture. From polyethylene films to polycarbonate panels, plastics provide essential benefits such as durability, insulation, light transmission, and customizable designs.

### **Pros:**

- **Cost-Effective:** Plastic materials such as polyethylene are generally more affordable than glass, making them accessible for smaller-scale greenhouse operations or budget-conscious growers.
- **Lightweight:** Plastic films or panels are lightweight compared to glass, making them easier to install, handle, and replace as needed.
- **Flexibility:** Plastic materials can be easily shaped, molded, or stretched to fit various greenhouse designs and structures, allowing for customization and adaptation to different growing needs.
- **Durability:** High-quality plastic films and panels are resistant to breakage, shattering, and damage from hail or extreme weather conditions, providing long-lasting protection for crops.

### **Cons:**

- **Poor Insulation:** Compared to other materials like glass, plastic has lower thermal insulation properties. This can result in temperature fluctuations inside the greenhouse, affecting plant growth and requiring additional heating or cooling systems for regulation.
- **Environmental Impact:** The production, use, and disposal of plastic materials contribute to environmental pollution and waste. Plastic waste from greenhouse materials can end up in landfills or natural ecosystems, posing risks to wildlife and ecosystems.
- **Risk of Chemical Leaching:** Some plastics used in greenhouses may contain chemicals or additives that can leach into the soil or water, potentially affecting plant health and environmental quality.
- **Maintenance Challenges:** Plastic materials may require regular cleaning, maintenance, and replacement of damaged sections to ensure optimal performance. This can add to labor and operational costs for greenhouse owners.



**(Example of Plastic greenhouses)**

## **References:**

- **Dalai, S. (2020). Green-houses: Types and Structural Components. In Protected Cultivation and Smart Agriculture. New Delhi Publishers. <https://doi.org/10.30954/NDP-PCSA.2020.2>**
- **Iddio, E., Wang, L., Thomas, Y., McMorrow, G., & Denzer, A. (2020). Energy efficient operation and modeling for greenhouses: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109480. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109480>**
- **von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., von Zabeltitz, Chr., Gratraud, J., Russo, G., & Suay-Cortes, R. (2000a). Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries: Part I, Design Requirements. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(1), 1–16. <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0502>**
- **von Elsner, B., Briassoulis, D., Waaijenberg, D., Mistriotis, A., von Zabeltitz, Chr., Gratraud, J., Russo, G., & Suay-Cortes, R. (2000b). Review of Structural and Functional Characteristics of Greenhouses in European Union Countries, Part II: Typical Designs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75(2), 111–126. <https://doi.org/10.1006/jaer.1999.0512>**