أساسيات الخضار

أهمية محاصيل الخضار وقيمتها الغذائية

The importante of vegetables

تعريف : Definition

علم الخضار olericulture هو أحد فروع علم البستنة Horticulture يهتم بدراسة نباتات الخضر من حيث منشأها وتقسيمها من الناحية النباتية ودراسة العوامل البيئية المؤثرة على نموها وطرق زراعتها ورعايتها ووسائل العناية بها من بدء زراعتها إلى حصادها ثم إعدادها وتجهيزها للتداول أو تخزينها مع الأخذ في الاعتبار أن الهدف من كل هذا هو تحسين وزيادة الإنتاج سواء كميته أو في جودته .

وتعريف الخضار بأنها نباتات عشبية Herbacenus حولية أو ثنائية الحول و القليل منها معمر، ولكن غالباً ما تجدد زراعتها سنوياً، تستخدم أجزاؤها المختلفة في التغذية.

حيث تؤكل **ثمارها طازجة أو مطبوخة** (كالفريز والبطيخ الأحمر والبطيخ الأصفر والخيار والكوسا والبندورة والفليفلة والباذنجان والبازلاء واللوبياء والفاصولياء والفول والباميا) أو**نوراتها الزهرية** (كالقرنبيط والأرضي شوكي) أو **سيقانها** (كمهاميز الهليون والبطاطا العادية والكرنب و الطرطوفة) أو **أوراقها** (كالبقلة والملوخة والجرجير والرشاد والسبانخ والسلق والخس والبقدونس والملفوف) أو **جذورها** (كالفجل واللفت والشوندر الأحمر والجزر والبطاطا الحلوة) أو **أبصالها** (كالبصل والثوم) أو **براعمها** (كملفوف بروكسل) أو **كورماتها** (كالقلقاس).

لقد تباينت الآراء في تحديد أنواع معينة من النباتات من جهة وضعها في نطاق الخضر أو الفاكهة أو ضمن محاصيل الحقل.

فمثلا: – تعتبر البطاطا محصولا خضريا في الولايات الأمريكية بينما تعتبر في أوربا محصولا حقلياً.

- يتبع الفريز الفاكهة في أمريكا وبعض البلاد الأوربية بينما تحدد تبعيته لمحاصيل الخضار في مصر.
- تعتبر الفاصولياء والبازلاء الخضراء محاصيل خضرية بينما نجدها تدخل ضمن نطاق المحاصيل الحقلية إذا ما زرعت من أجل بذورها الجافة
- يعتبر بعض خبراء الخضر البصل من محاصيل الحقل عند زراعتها في مساحات واسعة بينما يعتبرها البعض الأخر من محاصيل الخضر لضرورة العناية بزراعتها وتسويقها وذلك حين زراعتها على نطاق ضيق.
- يعتبر البطيخ الأحمر والأصفر فاكهة لدى العامة ولكنها محاصيل خضر
- يمكن إتباع الجزر واللفت بمحاصيل الخضر في حال استعمالهما كغذاء للإنسان أو بمحاصيل العلف عند استعمالهما كعلف للحيوانات.

في الواقع لا توجد أسباب جوهرية تحبذ وضع نوع معين في نطاق محاصيل الخضار أو الفاكهة أو محاصيل الحقل سوى التقاليد المتوارثة والتي قد تكون خاطئة وليس من الناحية العلمية في شيء اعتبار المساحة المزروعة أو غرض إنتاج المحصول أساسا لتميز الخضر عن غيرها

<u>تطور زراعة الخضار وتنوع أنتاجها:</u>

حتى وقت كانت زراعة الخضار محصورة في مساحات قليلة وفي حدائق البيوت لسد حاجة ساكنيها من الخضار الطازجة. لكنه نتيجة تطور العلوم المختلفة، وتقدم وسائل الأعلام والمواصلات عرف الناس القيمة الغذائية للخضار فأخذوا يتناولونها في غذائهم اليومي مما ساعد على انتشار زراعتها كثيرا وازدياد المساحة المزروعة بها وتنوع إنتاجها وعليه يمكن تقسيم زراعة وإنتاج الخضار وفقا للغرض من الإنتاج و الطرائق المستخدمة في الإنتاج و تصرف الإنتاج إلى الأقسام التالية :

١ – حدائق الخضار المنزلية :

تقام حدائق الخضار المنزلية عند توافر المكان المناسب لها إلى جانب المنزل كهواية لأفراد الأسرة وسد حاجتهم من الخضراوات الطازجة على مدار السنة أكثر منها هدفاً اقتصادياً. وأنواع الخضار التي تزرع في الحديقة هي :

- الخضار التي يفضلها أفراد الأسرة مع تنوعها إذا سمحت المساحة بذلك.
- الخضار التي تعطي إنتاجاً عالياً من وحدة المساحة مثل (البندورة – الفاصولياء – الملفوف – الزهرة – الشمندر الأحمر – الجزر)
- الخضار التي تستهلك طازجة كخضار السلطة (الخس – الهندباء – البصل الأخضر – البقدونس .....)

٢ – زراعة الخضار للتسويق المحلي :

تتركز زراعة الخضراوات للتسويق المحلي حول المدن لغرض إمداد السوق المحلية بالخضراوات التي تتوافق مع الظروف البيئية للمنطقة ويمكن تسويقها في أسواق المدن القريبة منها ففي الماضي حرصت كل عائلة على إنتاج الخضراوات التي تحتاجها بنفسها ومع انتشار المدن وازدياد تجمع السكان بها زادت أهمية هذه الطريقة من زراعة الخضراوات لإمداد سكان هذه المدن بحاجتهم منها .

لكن هذه الزراعة ظلت لفترة طويلة مقتصرة على الأماكن المجاورة مباشرة للمدن وقد أدى التطور في إنشاء الطرق الجيدة وتطور وسائل النقل المكيفة إلى اتساع المساحة التي تنتقل منها الخضراوات وعدم تقيد المزارع في الأماكن القريبة من الأسواق مما أدى إلى تقليل الفارق بين زراعة الخضراوات للتسويق المحلي وزراعتها للتسويق البعيد .

٣ – مزارع الخضار المتخصصة :

وهي مزارع كبيرة يزرع فيها محصول واحد أو عدة محاصيل خضرية على نطاق واسع مع استخدام المكننة في كافة العمليات الزراعية بدءاً من تحضير الأرض وحتى قلع المحصول. تقام هذه المزارع في المناطق التي تكون فيها الظروف البيئية مناسبة لزراعة هذه المحاصيل. وتدخل زراعة الخضراوات على نطاق واسع للتصدير ضمن هذا النوع من الإنتاج

٤ – مزارع إنتاج خضار تصنيعية :

يكون إنتاج خضار التصنيع غاليا في مزارع متخصصة تعني بالكمية قبل النوعية وبالإنتاج الوفير بغض النظر عن موعد الإنتاج لخفض تكاليف الإنتاج إلى أدنى حد ممكن.

ومن العوامل التي تساعد على خفض تكاليف الإنتاج في هذا النوع من المزارع ما يلي :

أ – عدم الاعتماد على الأيدي العاملة كثيرا لأن المحافظة على نوعية المحصول عند الحصاد و التعبئة ليست بذات أهمية كبيرة فيتم الحصاد آليا أو بقليل من العمال .

ب – الزراعة في أراضي قليلة القيمة تكون بعيدة عن المناطق المزدحمة بالسكان.

ج – عدم الاستغناء عن جزء كبير من المحصول الأقل جودة كما هو الحال في الإنتاج للتسويق المحلي.

د – السماح لبعض الخضار بالنمو حتى تصل إلى أحجام لا تكون مقبولة في حالة التسويق الطازج مما يعود بزيادة كبيرة في المحصول كما في (الشوندر الأحمر – الجزر .....)

هـ – عدم الحاجة إلى أوعية خاصة للتعبئة تزيد من تكاليف الإنتاج بل تستعمل أوعية رخيصة بحيث يعاد استخدامها مرة بعد مرة.

٥ – زراعة الخضار المحمية:

تهدف الزراعة المحمية إلى تكثيف الإنتاج وزيادة استثمار الأرض لتلبية حاجة السوق الاستهلاكية من الخضار الطازجة على مدار السنة بعيداً عن تقلبات الوسط الخارجي وتستعمل لحماية الخضراوات من مختلف الظروف الجوية غير المناسبة *ومن أهمها وأكثرها انتشاراً :*

أ – التغطية الأرضية (المولش):

وتهدف إما لحماية النباتات من برودة الشتاء و لهذه التغطية أهمية بالنسبة للنباتات المحبة للحرارة (خيار – بندورة – فليفله – كوسا – فاصولياء) وبخاصة في الزراعة المبكرة. وقد تهدف للتخفيف من حرارة الصيف المرتفعة، ولهذه التغطية أهميته في المناطق الحارة

ب – الأنفاق البلاستيكية :

وتعد من أفضل الوسائل المتبعة في حماية المزروعات وتستخدم في إنتاج خضار باكورية أو في إنتاج شتول بعض الخضراوات الصيفية المبكرة مثل (البندورة – الفليفلة – الباذنجان – الخيار...)

ج – البيوت المحمية :

وتعد من أفضل أشكال الزراعة المحمية لأنه يمكن باستخدامها التحكم بالعوامل البيئية وتأمين الظروف المناسبة لنمو النباتات بعيداً عن تقلبات الوسط الخارجي ولأن تكاليف إنتاج الخضار بهذه الطريقة تكون مرتفعة. فمن الضروري أن يكون السعر مرتفعاً حتى يغطي تكاليف الإنتاج .

٦– مزارع إنتاج بذور الخضار :

تهدف هذه المزارع إلى إنتاج بذور الخضار المختلفة، ويقوم بذلك شركات متخصصة ذات خبرة كافية بتربية النباتات لمنع الخلط والمحافظة على نقاوة الأصناف وإنتاج أصناف جديدة

موطن الخضر Origins vegetables

تتباين مواطن محاصيل الخضر باختلاف أنواعها. ويعتبر الموطن هو المكان الذي نشأت فيه وشوهدت لأول مرة ويتكاثر فيه تكاثراً طبيعياً وبه أكبر عدد من سلالا ته البرية وذلك تبعا لاحتياجاته البيئية و ملاءمة هذا المكان لنموه وتكاثره برياً.

ولقد نشأت المحاصيل الخضرية بأنواعها المختلفة في مناطق متفرقة من العالم، لذا يختلف موطنها الأصلي. وقد تمكن العالم الروسي الشهير نيكولاي فافيلوف Nikolai Vavilov، والذي يعتبر من أكبر الباحثين في موضوع الجغرافيا النباتية والوراثة نتيجة الرحلات الاستكشافية التي قام بها مع غيره من العاملين في معهد الاتحادي السوفياتي التطبيقي لتربية النبات بمدينة لينينغراد من تحديد المواطن الأصلية لأهم المحاصيل المزروعة في ثمانية مواطن موزعة في مناطق مختلفة .

لكن الدراسة التي بدأها العالم فافيلوف تطورت على نحو أوسع وأشمل بفضل جهود العالم جوكوفسكي (١٩٧٠). إذ أكد على المناطق الأصلية التي حددها العالم فافيلوف إضافة إلى المناطق الجديدة التي لم تحدد سابقا كمنطقة استراليا وأفريقيا (الحبشة بتحديد فافيلوف) وبعض المناطق الشمالية كمنطقة سيبريا وشمال ووسط أوربا وأميركا الشمالية .

هذا وتعتبر المناطق الاستوائية (أميركا الوسطى والجنوبية) وشبه الاستوائية (مناطق حوض المتوسط وآسيا الوسطى والصغرى و اليابان و الصين) هي المواطن الأصلية لأهم المحاصيل الخضرية والموزعة على الشكل التالي :

١ – منطقة الصين و اليابان :

نشأ بها حوالي ٢٤ نوعاً أهمها الملفوف الصيني والملفوف البكيني و (الروبارب و البصل المستطيل والبصل العطري Allium odorum, L و الثوم الصيني A.macrostemon Bge إضافة إلى الأصناف المحلية من البطيخ الأصفر التي تتميز بثمارها الصغيرة

cucumis melol. Convar chinenensis كما وظهر في هذه المنطقة أيضا أحد أنواع اللفت المعروف باللفت الياباني وأحد أنواع الفاصولياء المعروفة بفاصولياء أوزوكي phaseolus angularis,willd

٢ – منطقة اندونيسيا والهند الصينية :

من أهم المحاصيل الخضرية التي ظهرت في هذه المنطقة تمكن أن نذكر الباذنجان و الخيار والقرع الليفي و اليقطين و الخس الهندي Lactuca indica,L بالإضافة إلى مجموعة من الخضار الأخرى كالملوخية والفجل الهندي Raphanus Sativus,var indicus Sinsk و فاصولياء الرز Ph.calcaratus Roxt و فاصولياء ماش Ph.mungo,L

٣ – منطقة آسيا الوسطى :

وتشمل شمال غرب الهند وأفغانستان وباكستان وجمهورية أوزبكستان وطاجاكستان. من أهم المحاصيل الخضرية التي شوهت في هذه المنطقة نذكر البطيخ الأصفر، اليقطين (موطن ثان)، اللفت (الموطن الأصلي للأصناف الأسيوية) البصل العادي (وجد بشكل بري شبيه بالنوع A.vaviLov,ved وبشكل مزروع)، الثوم (وجد بشكل بري ومزروع)، السبانخ، البقلة، البازلاء (صغير البذور).

٤ – منطقة الشرق الأدنى :

وتشمل تركيا، سوريا، العراق، إيران، منطقة القفقاز السوفياتية وجبال جمهورية تركمانيا السوفياتية .

تعتبر هذه المنطقة الموطن الأول لبعض ضروب البطيخ الأصفر (الكانتالوب والقثاء). كما ظهر فيها أيضاً المحاصيل الخضرية التالية :

الرشاد (موطن ثان)، اللفت (موطن ثان للأصناف الأسيوية)، الشوندر الأحمر (موطن ثان)، الجزر (موطن ثان للأصناف الأسيوية)، البصل العادي (موطن ثان)، البقدونس (موطن

ثان)، الخس (موطن ثان)، البازلاء البرية الحولية Pisum eliatus,steven ، الخيار (موطن ثان) إضافة إلى الأصناف المحلية من الملفوف العادي.

٥ – منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط :

تشمل المناطق المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط. ظهر في هذه المنطقة ما يزيد على ٣٠ نوعا خضريا أهمها :

- الأصناف النباتية المختلفة من الشوندر إضافة إلى الشوندر البري Beta maritima,L
- اللفت السويدي و الأصناف الأوربية من اللفت المزروع
- الأصناف النباتية من الملفوف التابعة للنوع B.oLeracea كالزهرة وملفوف السافوي والكرنب و البروكولي بشكل بري ومزروع .
- البقدونس بشكل بري ومزروع.
- الأرضي شوكي، الهليون ،الكرات ، بصل الشيف ، البقلة ، الخس ، الملفوف البحري ،الكرفس ، الشمرة (بشكل بري ومزروع)،الراوند، الحميض، الجزر الأبيض، الفول ،البازلاء، واللاوند Lavadula officinalis,chaix

٦ – منطقة إفريقيا (حسب تسمية جوكوفسكي والتي عرفت سابقاً بمنطقة الحبشة) :

لاسيما المناطق الجبلية التي يتراوح ارتفاعها مبين ١٥٠٠ – ٢٥٠٠ م عن سطح البحر.

ظهرت في هذه المنطقة الباميا (بشكل بري)، بصل الشالوت، القرع الوعائي، اللوبياء، البازلاء، الفول ،و الملفوف الحبشي Brassica carinata

٧ – منطقة أمريكا الوسطى :

تشمل المكسيك، غواتيمالا، كوستاريكا، هندوراس، بينما ظهر في هذه المنطقة نبات الكوسا وقرع الموسكاتا C.moschata والشايوت Sechium edule.SW الفليفلة المكسيكية C.annuum,L والفليفلة الشجيرية المعمرة C.frutescens,L البندورة الكرزية Lycopersicum cerasiforme .Dum كما ظهر أيضاً البطاطا الحلوة والفاصولياء العادية وفاصوليا الليما.

٨ – منطقة أمريكا الجنوبية :

تشمل البيرو والإكوادور و بوليفيا وتشيلي.

نشأ في هذه المنطقة البندورة العادية L.esculentum , Mill و البندورة العنبية L.pimpinellifdium,Mill و البندورة البيروفية L.pervvianum,Mill و البندورة الزغبية L.hirsutum,hamb

وظهر فيها أيضا الفليفلة البندولية C.pendulum ,willd والفليفلة الزغبية C.pubescens,R.p. والقرع المعمر C.ficifolia,Bouche بالإضافة إلى بعض المحاصيل الأخرى كالبطاطا العادية و الطرطوفة والذرة والقرع العسلي الكبير C.maxima,Duch والفليفلة الشجرية المعمرة .

القيمة الغذائية للخضر food value of vegetables:

تحتوي أنواع الخضر المختلفة على المجاميع الغذائية الرئيسة وهي الكربوهيدرات والبروتينات و الدهون بكميات متفاوتة تبعاً للنوع والصنف بجانب احتوائها على العديد من الفيتامينات و الأملاح المعدنية و المركبات العطرية بالإضافة إلى ما تحتويه من ألياف. *وسنتناول فيما يلي أهمية الخضر كغذاء للإنسان في ضوء احتوائها على المجاميع الغذائية المختلفة :*

أولا :المواد الكربوهيدراتية carbohydrates

تعتبر المواد الكربوهيدراتية من أهم مكونات غالبية المحاصيل الخضرية، وتشمل السكريات المختلفة (الأحادية و الثنائية و المتعددة) إضافة إلى السللوز والهيميسللوز والصموغ والمواد البكتينية.

تختزن المواد الكربوهيدراتية في النبات إما على صورة نشاء starchكما في درنات البطاطا العادية والبطاطا الحلوة والبقوليات و كورمات القلقاس . أو على صورة اينولين inylin كما في درنات الطرطوفة ونورات الأرضي شوكي وأوراق الهندباء والشيكوريا أو على صورة ديكسترين Dextrin(أحد نواتج تحلل النشاء) كما في الثوم.

تعتبر الخضار البقولية (الفول والبازلاء واللوبياء والفاصولياء) والخضار الجذرية والدرنية من المحاصيل الغنية بالمواد الكربوهيدراتية.

ثانيا : البروتينات proteins

يعد البروتين من أهم المركبات التي تدخل بشكل أساسي في التركيب البنائي للجسم وبعضها يدخل في تركيب الأنزيمات والهرمونات أو كحامل للأكسجين كما أن البروتين هام في عملية انقباض العضلات وانبساطها وبعضها له علاقة بالمورثات ((الكروموزومات)) كما أن مولدات الضد (Antibody) هي بروتينات. وبذلك نجد أن البروتين يدخل في معظم الأنشطة الفيزيولوجية للخلايا ، لذا يحتل البروتين في تغذية الإنسان مكانة خاصة ويجب أن يحتوى غذاء الإنسان يوميا على نسبة معينة من البروتين وذلك لأن البروتين لا يمكن تخزينه في جسم الإنسان ولا يمكن أن تقوم أي مجموعة غذائية أخرى بالإحلال محله في تغذية الإنسان.

يعتبر محتوى الخضار من البروتين محدود جداً إذا ما قورنت بغيرها من المواد الغذائية الأخرى فبينما يحتوي ١٠٠ غ من الخضار الورقية على ١,٣ غ بروتين والخضار الثمرية

١,٥ غ والجذرية ٠,٥ غ، تبلغ هذه الكمية في اللبن الطازج ٣,٤ غ وخبز القمح ٧,٥ غ ولحم البقر ١١,٢ غ. هذا وتعتبر قرون البازلاء والفاصولياء واللوبياء والفول الخضراء وبذورها من أكثر المحاصيل الخضرية احتواء على البروتينات .

ولا تقل نوعية البروتين أهمية عن كميتها ، ولاسيما وجود الأحماض الأمينية الضرورية لنمو الجسم (تريبتوفان Tryptophan , فينيل الأنين PhenyL-alanine , ليسين Lysine , ثريونين Threonine , فالين VaLine ,مثيونين Methionine , ليوسين Leucine , ايزوليوسين IsoLeucine). كما لا تقل كمية هذه الأحماض في بعض المحاصيل الخضرية عما هو عليه في المواد الغذائية الأخرى . فمثلا تفوق كمية الحمض الأميني ليسين Lysine في زهرة القرنبيط وملفوف بروكسل والكرنب و البازلاء والفاصولياء كميته في بيض الدجاج.

ثالثا : الدهون Lipids - Fats

للدهون أهمية غذائية كبيرة لأنها تعد من المصادر الغنية بالطاقة حيث تبلغ الطاقة الناتجة عن حرق غرام واحد من الدهون ٩ سعرات كبيرة بينما تبلغ في الكربوهيدرات ٥ سعرات كبيرة وفي البروتين ٤ سعرات فقط (السعر الكبير هو كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام من الماء درجة مئوية واحدة)

تعتبر الخضار بصورة عامة فقيرة بالدهون ، حيث لا تزيد نسبتها وسطيا عن ٠,٣% من الجزء الصالح للتغذية للخضر الورقية و٠,٤% للخضر الثمرية و٠,١٧% للخضر الجذرية بينما تصل إلى ٨٠% في الزبدة و ٣,٧%في اللبن و١% في خبز القمح و١٥%في لحم البقر وتعتبر البازلاء والفاصولياء والفليفلة والجزر الأبيض من أكثر المحاصيل الخضرية احتواءً على الدهون إذ تصل نسبتها إلى ٣% من الوزن الطازج.

مما سبق يتضح أن الأهمية الغذائية للخضار لا يمكن أن تعتمد على احتوائها على المجاميع الغذائية الرئيسية وهي والكربوهيدرات والدهون و البروتينات حيث لا تعتبر مصدراً رئيسياً لإمداد الإنسان بالطاقة وذلك عند مقارنتها بالمواد الغذائية الحيوانية والخبز بل على محتواها من الفيتامينات والأملاح المعدنية وغيرها .

فالطاقة الحرارية للكيلوغرام من البازلاء الخضراء والذرة والبطاطا العادية تتراوح بين ٧٥٠ – ٩٤٠ كيلو كالوري وللبطيخ الأحمر والأصفر والملفوف والبصل والخضار الجذرية (باستثناء الفجل) بين ٣٠٠ – ٥٠٠ كيلو كالوري و للخيار و البندورة و الفليفلة و الباذنجان و السبانخ و الخس و الكوسا بين ١٥٠ – ٢٧٠ كيلو كالوري . في حين تزيد الطاقة الحرارة الناتجة عن استهلاك كيلوغرام واحد من الخبز ولحم البقر عن ٢٠٠٠ كيلو كالوري و ٨٨٠٠ من استهلاك كيلوغرام واحد من الدهن.

رابعاً : الفيتامينات Vitamins

تحتوي الخضار على مجموعة من الفيتامينات الهامة والضرورية لعملية التمثيل الغذائي في الجسم، حيث يؤدي عدم كفايتها إلى الإخلال بالنمو الطبيعي للجسم وبالتالي التعرض للإصابة بأمراض خطيرة .ومن أهم هذه الفيتامينات يمكن أن نذكر:

فيتامين (A) الناتج من تفكك الكاروتين .

فيتامين (B1) أو الثيامين Thiamine

فيتامين (B2) أو والريبوفلافين Riboflavine

النياسين (Niacin) أوحامض النيكوتينيك (Nicotinic acid) ويرمز له (pp) أو(B5)

البريدوكسين Byridoxine (B6)

حامض البانتوثينيك Pantothenic acid (B3)

حامض الفوليك Folic acid أو فيتامين (F)

فيتامين (E) أو مركبات التوكوفيرول Œ- Tocopherol

فيتامين (k) وهي مشتقات المركب مينادايون Menadione

فيتامين (C) أو حمض الأسكوبيك Ascorbic acid

البيوتين Biotine أو فيتامين (H)

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة وجود هذه الفيتامينات تختلف تبعا لنوع النبات وعمره الفيزيولوجي وتبعا للظروف السائدة أثناء الزراعة.

خامساً: الأملاح المعدنية Salts mineral

تعتبر الخضار من أهم المصادر الغنية بالأملاح المعدنية ،التي يحتاج إليها الجسم ولاسيما أملاح الكالسيوم والفوسفور والحديد والبوتاسيوم والتي توجد عادة بكميات غير كافية في الأغذية الأخرى. حيث تلعب هذه العناصر دورا كبيرا في جسم الإنسان فهي :

١ً – تدخل في تكوين العظام و الأسنان وتكسبها الصلابة (الفوسفور والكالسيوم) ومن الخضار الغنية بهذين العنصرين البقدونس والفاصولياء والبطاطا العادية (الكالسيوم) ،الكرفس والبازلاء الخضراء وملفوف بروكسل و الأرضي شوكي (الفوسفور).

٢ً – تزيد من نشاط العمليات الفيزيولوجية في جسم الإنسان. فهي تحافظ على الضغط الإسموزي في الجسم وتؤثر على درجة حموضة الدم وعلى درجة انتفاخ الغرويات علاوة على أهميتها في عملية التحويل الغذائي للكربوهيدرات في الجسم.

٣ً – تعتبر هذه الأملاح إحدى المكونات الأساسية لبعض المركبات المعقدة. كدخول الفوسفور في تكوين بلازما الدم، والحديد في هيموغلوبين الدم. ومن الخضار الغنية بعنصر

الحديد يمكن أن نذكر بصل الشيف والبطيخ الأصفر والقرع والبقدونس والسلق والسبانخ والخس.

سادساً : المركبات العطرية Volatil compounds

المركبات العطرية هي مزيج من الزيوت الطيارة وبعض الأحماض العضوية يعزى إليها الرائحة القوية المميزة لخضار التوابل كالبقدونس والشمرة والكرفس والطرخون والنعناع، إضافة إلى الطعم الحريف الموجود في البصل والثوم والخردل والفليفلة والزعتر والنعناع.

وتجدر الإشارة إلى أن للمركبات العطرية تأثيراً مضاداً على المسببات المرضية. ولاسيما المركبات الموجودة منها في البصل والثوم والفليفلة. إذ أن لهذه المركبات دوراً وقائياً ضد كثيرا من الأمراض الوبائية كالكوليرا والتيفوس والتهاب القصبات الهوائية والسل.

ومن جهة أخرى تعوق خضار التوابل التي تضاف إلى المخللات لتحسين طعمها نمو العفن وبعض الأحياء الدقيقة غير المرغوبة.

سابعاً: الأحماض العضوية Organic acids

تحتوي الخضار على كثير من الأحماض العضوية التي تتكون نتيجة أكسدة المواد العضوية الذائبة يمكن أن نذكر منها :

حمض الأوكساليك (Oxalic acid) يوجد في الحماض والراوند والسبانخ والفاصولياء

حمض التفاح (Malic acid) يوجد في البندورة والخس والسبانخ وزهر القرنبيط

حمض الليمون (Citric acid) يوجد في خضار السلطة و الفريز

حمض الطرطريك (Tartaric acid) يوجد في أوراق الشوندر

ثامناً: الأنزيمات Enzymes

تمتاز بعض الخضار باحتوائها على الأنزيمات كأنزيم **الأميلاز** الموجود في البطاطا وأنزيم **البيروكسيداز** الموجود في الملفوف واللفت والفجل والكرفس وأنزيم **الأينولاز** الموجود في الطرطوفة

حيث توجد هذه الأنزيمات بشكل حي ونشيط في الخضار الطازجة. بينما تفقد حيويتها نهائياً أثناء الطبخ.

تاسعاً: الهرمونات Hormones

هي عبارة عن مواد بيولوجية يفرزها الكائن الحي نفسه من خلال الغدد الهرمونية الداخلية ليتمكن الجسم من القيام بوظائفه الحيوية بشكل منظم غير أنه يمكن إدخال بعض هذه الهرمونات إلى الجسم إذا ما انخفض نشاط الغدد الخاصة بذلك.من هذه الهرمونات يمكن أن نذكر **الهرمون النسيجي** ويوجد في الفول والبازلاء والفاصولياء والملفوف العادي والجزر، و**الهرمون الجنسي (التناسلي)** ويوجد في الثوم والكرفس .

الأهمية العلاجية والطبية للخضار:

لاتقل قيمة الخضار العلاجية والطبية أهمية عن قيمتها الغذائية، إذ يمكن حصرها بالنقاط التالية :

١-تلعب الخضار بأملاحها القلوية التأثير دوراً هاماً في تعديل حموضة الدم الناتجة عن استهلاك الإنسان لكمية كبيرة من المنتجات البروتينية الحيوانية مما يساعد على إذابة الأملاح المترسبة على جدران الأوعية الدموية، ويمنع بالتالي تصلبها.

٢ - تساعد الألياف والمواد السللوزية الموجودة في تسهيل عملية إخراج الفضلات وبالتالي تلافي حالات الإمساك.

٣ – يستعمل بعضها كمدر للبول، كما يساعد على إذابة الحصى الموجودة في المرارة والحالب البولي (البطيخ الأحمر و البطيخ الأصفر و أرضي شوكي و الخيار و عصير الجزر و الشمرة والكرفس والبقدونس).

٤ – تفيد في علاج ضغط الدم المرتفع وتعمل على تنظيمه (الأرضي شوكي و البصل والثوم و الشوندر الأحمر المسلوق و الشمرة).

٥ – تساعد على خفض كمية الكوليسترول في الدم، وتعمل على تنظيم عمل القلب (الباذنجان والبطيخ الأصفر والبصل و عصير الجزر و الشوندر الأحمر و قواعد الأوراق الحرشفية لنورة الأرضي شوكي و التخت الزهري).

٦ – يفيد بعضها في علاج مرض السكري كالأرضي شوكي و الهندباء و الشيكوريا و الطرطوفة وذلك لتوضع المواد الكربوهيدراتية في هذه المحاصيل على صورة أنولين Inulin كما تحوي ثمار الخيار على أنزيمات ذات تأثير مشابه لعمل الأنسولين، إضافة إلى البصل المشوي الذي يستعمل لهذه الغاية أيضا.

٧ – يفيد في علاج أمراض الكبد والمرارة (الأرضي شوكي لاحتوائه على مادة الهيباراكسال Heparaxl وكذلك والبطيخ الأصفر و الملفوف العادي). كما تفيد في علاج فقر الدم (أغلب الخضار الورقية إضافة إلى البطيخ الأحمر و البطيخ الأصفر والفليفلة).

٨ – تستعمل بذور الكوسا والقرع كمادة طاردة لديدان الأمعاء وذلك لاحتوائها على غليكوزيد السانتونين Santonin إضافة إلى استعمال هذه البذور لمعالجة أمراض الكلية و المثانة البولية.

٩ – لعصير الملفوف أهمية كبيرة في علاج مرضى القرحة المعدية وقرحة الأمعاء الإثنى عشرية لاحتوائها على كمية كبير من فيتامين U الذي اشتقت تسميته من الكلمة اللاتينية Ulcer ومعناها قرحة.

١٠- تساعد الخضار على تجنيب الإصابة بمرض الإسقربوط لاحتواء معظمها على فيتامين C كما تحتوي على فيتامين آ الذي يساهم في تقوية البصر.

١١- تساعد الخضار على مقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية لاحتواء بعض أنواعها على مواد لها تأثير المضادات الحيوية كالبصل والثوم.

الخصائص البيولوجية لمحاصيل الخضار

تمر النباتات خلال دورة حياتها بظاهرتان هامتان مختلفتان تعرفان بالنمو والتطور.

النمو Growth: هو عبارة عن التغيرات الكمية التي تطرأ على الكائن الحي وتؤدي إلى الزيادة في حجمه فقط. حيث تحدث هذه الزيادة نتيجة لزيادة عدد الخلايا بانقسامها ثم زيادة حجمها.

يسلك نمو الكائنات الحية سلوكاً واحداً خلال فترة النمو إذ يبدأ بسرعة خفيفة جداً، ثم يتبع ذلك فترة يصبح فيها معدل النمو سريعاً ثم يعقبها فترة يبطؤ فيها النمو إلى إن يتوقف نهائياً (مرحلة البلوغ) وقد يعقب ذلك شيخوخة و موت.

وكذلك تسلك محاصيل الخضار ذات السلوك إلا أن مرحلة الشيخوخة والموت لا تعتبر جزء من دورة حياة المحاصيل الخضار المعمرة حيث تستمر في النمو بصورة غير محدودة و لا تموت إلا إذا تعرضت لإصابة مرضية معينة أو بسب تقطيع الجذور و ما شابه ذلك .

التطور Developement: هو عبارة عن مجموعة التغيرات النوعية التي تطرأ على النبات وتؤدي إلى ظهور أعضاء نباتية جديدة يعيد البنات بواسطتها دورة حياته

يمكن للتطور أن يحدث دون أن يرافقه زيادة في الحجم ، أي دون أن يحدث النمو.

فمثلا يبدأ ظهور الأزهار في النباتات بتغيرات داخلية في المناطق الميرستيمية النامية فقط والتي بنتيجتها تتحول القمة النامية من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية دون أن يرافق ذلك تغير في الحجم.

أما المؤثرات التي تسبب هذا التطور المفاجئ فقد يكون منشؤها بيئياً أي تحت تأثير العوامل البيئية كتأثير طول الفترة الضوئية أو تأثير الحرارة. أو ذات منشأ بيولوجي بواسطة مواد كيميائية معينة كالجبريلينات وغيرها

الإنتوغينيز Anthogenesis : هو مجموعة التغيرات التي تطرأ على النباتات بأشكالها المختلفة المورفولوجية والتشريحية و الفيزيولوجية، خلال دورة حياتها أي من ظهور البادرات وحتى تشكل البذور والتي بنتيجتها يتم تحور و تطور النباتات.

الفيلوغينيز Phylogenesis (التطور التاريخي للنباتات): هو التغيرات التي طرأت على النباتات أثناء التاريخ الطويل لنشأتها ورقيها كي تواجه الظروف الطبيعية المحيطة بها.

مراحل نمو و تطور المحاصيل الخضرية

تمر محاصيل الخضار خلال دورة حياتها بعدة أطوار فينولوجية متعاقبة حيث تختلف حالة النبات الفيزيولوجية و المورفولوجية واحتياجاته البيئية من طور لآخر و هذه الأطوار هي :

أولا – الطور البذري Seeding - Stage

يبدأ هذا الطور بإتحاد النواة التناسلية الذكرية مع الخلية البيضية وتكون البويضة المخصبة Zyget وينتهي بظهور البادرات فوق سطح التربة، حيث تتميز النباتات في هذا الطور بعدم مقدرتها على التمثيل الضوئي بينما تتغذى على المدخرات الغذائية الموجودة في البذرة (تغذية غير ذاتية). *وتقسم هذا الطور إلى ثلاث مراحل هي :*

١ – **المرحلة الجنينية** : تبدأ هذه المرحلة بتكون البويضة المخصبة ثم انقسامها عدة انقسامات خلوية متكررة وتشكل الجنين وتنتهي بوصول البذرة إلى مرحلة النضج الشمعي.

٢ – **مرحلة السكون:** تدخل البذور بعد تشكلها ونضجها في مرحلة السكون (عدم مقدرتها على الإنبات) لأسباب داخلية تتعلق بالبذرة أو أسباب خارجية لا تتعلق بالبذرة وبهذا نميز نوعين من السكون:

السكون الداخلي للبذور: هو عدم مقدرة البذور على الإنبات لأسباب داخلية تتعلق بالبذرة كعدم نفاذية الغلاف البذري للماء والغازات، أو عدم اكتمال النضج الفيزيولوجي للجنين أو وجود مواد مانعة للإنبات .

السكون الخارجي للبذور: هو عدم مقدرة البذور على الإنبات لأسباب تتعلق بالظروف البيئية المحيطة بها.

تختلف فترة سكون البذور باختلاف الأنواع فقد تكون قصيرة وقد تطول لعدة سنوات .

٣ – مرحلة الإنبات: تبدأ بتوفر الظروف البيئة المناسبة للإنبات ونشاط العمليات الحيوية داخل البذرة لتغذية الجنين وتنتهي بظهور البادرة فوق سطح التربة.

ثانياً – طور النمو الخضري Vegetatif Growth Stage

يبدأ طور النمو الخضري من تفتح الأوراق الفلقية وظهور الورقة الحقيقية الأولى (إنتقال النبات من مرحلة التغذية غير الذاتية إلى مرحلة التغذية الذاتية) وينتهي بظهور البراعم الزهرية. *ويقسم هذا الطور إلى ثلاث مراحل هي:*

١ – مرحلة تشكل السطح التمثيلي : هي أول مراحل طور النمو الخضري حيث تبدأ عملية التمثيل الضوئي في الأوراق الفلقية والورقة الحقيقية الأولى وتستخدم منتجاتها في نمو المجموع الجذري الذي ينمو ويكبر في الوقت الذي يكون فيه نمو المجموع الخضري بطيئاً ليتعمق في طبقات التربة ويصبح قادرا على امتصاص الماء والعناصر الغذائية ويترافق ذلك مع تلاشي مثبطات النمو وإنتاج منشطات النمو بعدها يبدأ النمو السريع للمجموع الخضري .

يجب في هذه المرحلة تهيئة الظروف البيئية التي تساعد على إطالتها لتشكيل سطح تمثيلي كبير وخاصة بالنسبة للخضار الحولية وثنائية الحول التي تزرع من أجل الحصول على أجزائها الخضرية لأنه بظهور الشماريخ الزهرية وتشكل الأعضاء الادخارية لهذه النباتات

تتخشب أوراقها وتفقد قيمتها الغذائية كما يقتصر طور النمو الخضري على هذه المرحلة في الخضار الحولية الورقية والثمرية.

٢ – مرحلة توضع المدخرات الغذائية: تبدأ هذه مرحلة بتشكل أعضاء لتخزين المواد الغذائية وانتقال المواد الغذائية الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي إليها لذا يجب تهيئة الظروف البيئية التي تحقق زيادة في كمية المواد الكربوهيدراتية التي يصنعها النبات نتيجة عملية التمثيل الضوئي على كمية المواد الكربوهيدراتية التي يستخدمها في تكوين البروتوبلازم وغير ذلك من العمليات الحيوية كالتنفس أي لا تستهلك كل المواد الكربوهيدراتية الناتجة عن عملية التمثيل الضوئي في تكوين الجذور والساق والأوراق فحسب وإنما لتتوضع أيضا في الأعضاء الادخارية .

تعتبر هذه المرحلة مميزة للخضار ثنائية الحول كالجزر والشوندر الأحمر والبصل والملفوف والخضار المعمرة كالهليون والأرضي شوكي والقلقاس وكذلك الخضار الحولية المشكلة للرؤوس المندمجة كبعض أصناف الخس أو للبراعم الزهرية كالقرنبيط والبروكولي أو للجذور المتضخمة كالفجل واللفت و البطاطا الحلوة أو للساق المتضخمة مثل الكرنب و البطاطا العادية.

٣ – مرحلة السكون: تدخل النباتات في مرحلة السكون بعد الانتهاء من توضع المدخرات في أعضائها التخزينية حيث يطرأ على خلايا ونسج النباتات تغيرات حقيقية تؤدي إلى إنخفاض العمليات الحيوية فيها وبالتالي تموت الجذور والأوراق في النباتات ثنائية الحول بينما تحافظ الجذور في النباتات المعمرة على وظيفتها.

تعتبر هذه المرحلة متخصصة للنباتات ثنائية الحول والمعمرة.

ثالثا – الطور التكاثري Reproductive Growth

يقصد بالطور التكاثري تشكل الأزهار والثمار والبذور، ويختلف تحديده تبعاً للخواص البيولوجية للنوع فقد يكون **مستقبلاً** عن طور النمو الخضري أي لا تبدأ النباتات بالإزهار إلا بعد انتهاء طور النمو الخضري كما في نباتات الخضار التي تزرع من أجل الحصول على أوراقها كالسبانخ و السلق و البقدونس و الكزبرة و الملفوف أو التي تزرع من أجل الحصول على أعضائها الادخارية كالخضار الجذرية والدرنية والملفوف.

أوغير مستقبلا عن طور النمو الخضري حيث تعطي النباتات نمواً خضرياً لفترة محدودة ثم تبدأ بالأزهار مع استمرارها بالنمو حتى نهاية فترة النمو كما في بعض الخضار الثمرية كنباتات الفصيلة الباذنجانية و البقولية و القرعية والبامياء .

هذا ويقسم الطور التكاثري إلى عدة مراحل هي:

١ – **تهيئة النباتات للإزهار:** تختلف النباتات بطرق تهيئتها للإزهار فبعضها يتهيأ للإزهار بتأثير الحرارة المنخفضة (١ – ٥ م°) كما في الملفوف العادي والخضار الجذرية أو الحرارة المرتفعة (٢٠ – ٣٠ م°) كما في النباتات المحبة للحرارة (الخيار و الكوسا و البندورة و الفليفلة) والبعض الآخر بتأثر طول الفترة الضوئية. بينما يلعب التوازن بين المواد الكربوهيدراتية و الآزوتية C / N في أنسجة النباتات دوراً كبيراً في تهيئة نباتات النهار المعتدل التي لاتتهيأ بتأثير الحرارة أو الضوء .

٢ – **مرحلة التبرعم** : تتشكل في هذه المرحلة البراعم والسوق و النورات الزهرية.

٣ – **مرحلة الإزهار:** تتكون في هذه المرحلة الأزهار وتنضج حبوب اللقاح والبويضات التابعة لكل زهرة على حده وتنتهي بالتلقيح والإخصاب، وتستمر هذه المرحلة فترة من الزمن أي لا تتفتح جميع الأزهار على النباتات في وقت واحد. ونلاحظ في هذه المرحلة بطئ النمو الخضري لمعظم نباتات الخضار وقد يتوقف نهائياً.

تعتبر هذه المرحلة هامة جدا أثناء إنتاج البذور من أجل المحافظة على نقاوتها وتجانسها في النضج.

٤ – مرحلة الإخصاب وتكون البذور: تبدأ بإتحاد النواة التناسلية الذكرية مع الخلية البيضية وتشكل البويضة الملقحة (زيجوت) وتنتهي بتشكل الجنين محاطاً بالغلاف البذري.

بهذا تنتهي دورة حياة النبات وبزراعة الجنين تبدأ من جديد .

ومن الجدير ذكره بأن نباتات النوع الواحد تختلف في سرعة تجاوز الأطوار السابقة بمختلف مراحلها تبعاً للصنف (مبكر – متوسط – متأخر) أو تبعاً للظروف البيئية حيث تكون أسرع ما يمكن عند توفر الظروف البيئية المختلفة بدرجتها المثالية وتزداد المدة الزمنية اللازمة لاجتياز هذه الأطوار بالابتعاد عن الدرجة المثالية لأي من الظروف البيئية اللازمة للنمو.

العوامل البيئية وأثرها في نمو وإنتاج الخضار

Environmental Factors and Their influence On The Growth And Prodution Of Vegetable Crops

يتأثر نمو وإنتاج محاصيل الخضار كماً ونوعاً على الصفات الوراثية الخاصة بها من جهة و العوامل البيئية المحطة من جهة أخرى، لذا يتطلب من القائمين على إنتاج الخضار المعرفة العلمية و العملية الدقيقة بمراحل نمو وتطور هذه النباتات والعوامل البيئية المناسبة لكل مرحلة بهدف إنتاج أفضل.

وتقسم العوامل المؤثرة في نمو المحاصيل الخضرية إلى أربع مجموعات هي:

١ – العوامل الجوية أو المناخية Climatic Factors

هي أكثر العوامل تأثيراً على زراعة محاصيل الخضار وانتشارها وتجاوزها لمختلف المراحل الفينولوجية وتضم الحرارة – الضوء – الرطوبة الجوية – الغازات – الرياح .

٢ – العوامل الأرضية Soil Factors

تشمل خواص التربة الفيزيائية ، ودرجة حرارتها، ومحتواها الرطوبي، درجة تهويتها ، كمية العناصر الغذائية القابلة للامتصاص، درجة حرارة تركيز الأملاح في محلولها ودرجة حموضتها.

٣ – العوامل الحيوية Biotic Factors

تشمل الكائنات الحية النباتية والحيوانية المؤثرة على النباتات المزروعة.

٤ – العوامل البشرية

تشمل النشاط البشري السلبي أو الإيجابي المقدم للبيئة المحيطة بالنباتات (استخدام الآلات – الأسمدة – المبيدات – تلوث البيئية .... وغيرها)

أولا – العوامل الجوية أو المناخية Climatic Factors

هي أكثر العوامل تأثيراً على زراعة محاصيل الخضار وانتشارها وتجاوزها لمختلف المراحل الفينولوجية وتضم:

<u>أولاً : الحرارة</u>

تعد درجة الحرارة واحدة من أهم العوامل الجوية المؤثرة على نمو المحاصيل الخضرية وتطورها بدءاً من زراعة البذرة وحتى نضج المحصول من خلال دورها في سرعة العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تجري داخل التربة والنبات . وتختلف درجة الحرارة المناسبة باختلاف المحصول ومرحلة النمو و لكل مرحلة من مراحل النمو ثلاث درجات رئيسية من الحرارة :

آ – درجة الحرارة الصغرى Minimum Temperature

هي أقل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو وإذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك توقف النمو لكن النبات لا يموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة الدنيا المميتة .

ب – درجة الحرارة المثلىIdeal Temperature

هي درجة الحرارة التي يكون عندها النبات في قمة نشاطه ونموه

ج– درجة الحرارة العظمى Maximum temperature

هي أعلى درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها النمو، فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن ذلك يتوقف النمو، لكن النبات لا يموت إلا إذا وصلت درجة الحرارة إلى الدرجة العظمى المميتة.

<u>الكفاءة التمثيلية:</u>

تعبر الكفاءة التمثيلية في مساحة معينة،أو وزن معين من الأوراق وفي وحدة زمنية معينة عن مقدار الفرق بين الزيادة الناتجة من التمثيل الضوئي والنقص الناتج عن عملية التنفس. ومما تجدر الإشارة إليه بأن الكفاءة التمثيلية للنبات تبلغ ذروتها عند درجة الحرارة المثلى وتنخفض بابتعاد درجة الحرارة عن الدرجة المثلى زيادة أو نقصاناً حتى يتوقف النمو عند درجة الحرارة العظمى والصغرى . وباستمرار انخفاض درجة الحرارة فإن الماء يتجمد في خلايا النبات وبذلك يفقد خصائصه الهامة كوسط لكل التفاعلات الحيوية في النبات وبالتالي موت النبات وباستمرار درجة الحرارة بالارتفاع عن الدرجة العظمى تحدث تغيرات لا عودة فيها في التركيب الجزيئي للأنزيمات والبروتينات الأخرى ، فيفقد النبات بذلك أنزيماته التي هي أساس جميع التفاعلات الحيوية ومن أبرز أضرار الحرارة المرتفعة لفحة الشمس والتي تشاهد في العديد من الخضر عند تعرض الأنسجة النباتية الغضة لأشعة الشمس القوية وارتفاع درجة حرارتها بسبب امتصاصها للطاقة الساقطة عليها.

معادلة العالم ماركوف Markov :

لتقدير حرارة الجو المثالية والضرورية لكل محصول على حده يقترح العالم ماركوف استخدام المعادلة التالية: $Top=Trac\pm7$

حيث: Top: هي درجة الحرارة المثالية

Trac:هي درجة الحرارة المثالية الواجب توافرها في الجو الغائم

لكن عملية التمثيل الضوئي وما يرافقها من تصنيع للمركبات الغذائية تتم في الجو المشمس بشكل أسرع وأفضل مما في الجو الغائم .لذلك فإن درجة الحرارة المثالية الواجب توافرها في الجو المشمس يمكن حسابها بالمعادلة التالية : $Top=Trac+7$

أما في الليل وعندما تقف عملية التمثيل ويستمر التنفس وخشية استهلاك المواد الجافة المتوضعة نهاراً، فإنه يجب العمل على خفض الشدة التنفسية في ساعات الليل والتقليل قدر

الإمكان من استهلاك المواد الغذائية لذلك فإن درجة الحرارة الواجب توافرها ليلاً يمكن حسابها بالمعادلة التالية : Top=Trac-7ولتقدير الحدود الحرارية التي إذا وصلت إليها درجة الحرارة توقف نمو النباتات. يقترح العالم ماركوف استخدام المعادلة التالية: Top=Trac±14

أي لمعرفة درجة الحرارة الصغرى Top=Trac-14

ولمعرفة درجة الحرارة العظمى Top=Trac+14

تأثير درجة الحرارة على العمليات الفيزيولوجية المختلفة:

تؤثر درجة الحرارة بشكل مباشر وغير مباشر على مختلف العمليات الفيزيولوجية التي تحدث داخل التربة والنبات وأهم هذه الآثار هي:

١ – تؤثر درجة الحرارة على الإنبات من خلال تأثيرها في سرعة امتصاص الماء والأوكسجين ومن ثم على الشدة التنفسية للبذور وعمليات الاستقلاب الغذائي والنشاط الأنزيمي وانقسام الخلايا،

٢ – تؤثر درجة الحرارة على سرعة امتصاص الجذور للماء والعناصر الغذائية من التربة.

٣ – تؤثر درجة الحرارة في عملية التمثيل الضوئي حيث تزداد سرعة التمثيل الضوئي بارتفاع درجة الحرارة إلى حد معين.

٤ – تؤثر درجة الحرارة في عملية التنفس: تزداد سرعة تنفس الخلايا بارتفاع درجة الحرارة إلى الحد الذي تؤثر فيه درجة الحرارة على النشاط الأنزيمي.

٥ – تؤثر درجة الحرارة في سرعة انتقال المواد الغذائية المصنعة وتخزينها في الأعضاء الادخارية للنباتات.

٦ – تؤثر درجة الحرارة في معدل النتح من خلال تأثيرها على درجة حرارة الأوراق التي تزيد من حرارة الوسط المحيط بها بمقدار ٥ – ١٠ °م في الزراعة المكشوفة و٨ – ١٢ °م في البيوت المحمية.

٧ – تؤثر درجة الحرارة في معدل تبخر الماء من سطح التربة: يزداد معدل التبخر بارتفاع درجة الحرارة وذلك بسبب زيادة القدرة الحركية لجزيئات الماء.

٨ – تؤثر درجة الحرارة على إزهار النباتات : يؤدي تعريض النباتات أثناء نموها لدرجات الحرارة المنخفضة تهيئتها للإزهار (الإرتباع) ولكن لا تشكل البراعم والشماريخ والنورات الزهرية حتى تتعرض هذه النباتات لدرجات حرارة مرتفعة.

٩ – تؤثر درجة الحرارة على حيوية حبوب اللقاح والعقد الصغير: تفقد حبوب اللقاح حيويتها في درجات الحرارة المنخفضة بسبب تجمد الماء في السيتوبلازم وتشقق جدارها كما تجف حبوب اللقاح وتموت في درجات الحرارة المرتفعة.

١٠ – يزداد نشاط الأحياء الدقيقة (المكروفلورا) المحللة للمادة العضوية في التربة بارتفاع درجة الحرارة ، لذا نرى أعراض نقص الآزوت على المحاصيل البقولية التي تنمو في الجو البارد نتيجة لانخفاض نشاط البكتيرية العقدية التي تقوم بتثبيت أزوت الهواء الجوي في تشكيل العقد البكتيرية.

<u>الاحتياجات الحرارية للمحاصيل الخضرية :</u>

تختلف الاحتياجات الحرارية للمحاصيل الخضرية تبعاً لمراحل نموها :

– الإنبات :يتطلب الإنبات السريع والمتجانس بشكل عام حرارة أعلى بمقدار يتراوح بين٥–٦ْ م عن الحد المثالي المناسب للنمو الخضري ، ويعود ذلك لدور الحرارة المرتفعة في تسريع التنفس والنشاط الأنزيمي والاستقلاب الغذائي وانقسام خلايا الجنين .

– النمو : بمجرد ظهور البادرات وتفتح الأوراق الفلقية ينتقل النبات من مرحلة التغذية غير الذاتية إلى مرحلة التغذية الذاتية ويبدأ بالاعتماد على العناصر الغذائية الممتصة من قبل جذوره والمصنعة نتيجة قيام الأوراق الفلقية والورقة الحقيقية الأولى بعملية التمثيل الضوئي. لكن كمية الغذاء المتكونة في هذه المرحلة قليلة جداً نظراً لضعف المجموعة الجذرية وصغر مساحة السطح التمثيلي فإذا ما رافق هذه المرحلة وجود درجة حرارة مرتفعة تزيد الشدة التنفسية فإنها ستؤدي إلى ظهور أعراض نقص التغذية على النبات .لذلك يجب أن تتعرض النباتات خلال المرحلة الممتدة من الإنبات وحتى ظهور الورقة الحقيقية الثانية إلى درجات حرارة منخفضة لأن هذه الظروف تنشط نمو المجموعة الجذرية وتضعف الشدة التنفسية للأوراق ،وبعدها يتم رفع درجة الحرارة .

لكن درجة الحرارة المثالية التي تكون عندها الكفاءة التمثيلية في حدها الأعظمي تختلف تبعاً لنوع المحصول، ويمكن تقسيم المحاصيل الخضرية تبعاً لاحتياجاتها الحرارية لخمس مجموعات كالتالي :

١– مجموعة المحاصيل المتحملة للصقيع : هي مجموعة النباتات التي تتحمل الصقيع حتى الدرجة ٨–١٠ْم تحت الصفر كالخضر المعمرة (أبصال معمرة،هليون،ارضي شوكي،حميض،نعناع،رواند) إضافة إلى الثوم والبقدونس والكرفس والخبيزة .

٢– مجموعة المحاصيل المتحملة للبرودة: هي مجموعة النباتات التي تتطلب حرارة مثلى لنموها تتراوح من ١٧–٢٠ْم كما تتميز بمقدرتها على تحمل درجات حرارة منخفضة قريبة من الصفر (١–٢ْم) لفترة طويلة،بينما تنخفض هذه الفترة إلى عدة أيام باستمرار انخفاض درجات الحرارة كالخضر الملفوفية والجذرية والورقية (باستثناء الملوخية والبقلة) والبصل العادي.

٣– مجموعة المحاصيل متوسطة التحمل للبرودة : تشغل نباتات هذه المجموعة مركزاً متوسطاً بين المحاصيل المتحملة للبرودة والمحبة للحرارة إذ يتطلب نمو مجموعها الخضري

جواً دافئاً تسوده حرارة قريبة من التي يتطلبها نمو المجموعة الخضرية لنباتات الجو الدافئ بينما تموت المجموعة الخضرية بانخفاض درجة الحرارة إلى الصفر المئوية ، ومن جهة أخرى يتطلب تكوين الدرنات درجة حرارة منخفضة نسبياً أي قريبة من درجة الحرارة المناسبة لنمو المجموعة الخضرية للنباتات المتحملة للبرودة كالبطاطا العادية و الطرطوفة.

٤- مجموعة محاصيل الجو الدافئ: هي مجموعة النباتات التي تتطلب حرارة مثلى لنموها تتراوح من ٢٠-٣٠ درجة مئوية، بينما تموت نهائياً بانخفاض الحرارة إلى درجة قريبة من الصفر المئوية باستثناء الخيار الذي يموت إذا تعرض لفترة طويلة (٢-٣ أسابيع) لتأثير حرارة منخفضة تتراوح بين الصفر و٧ درجة مئوية.(كالبندورة و الفليفلة والباذنجان و الكوسا والفاصولياء العادية والعريضة والخيار والملوخية).

٥- مجموعة محاصيل الجو الحار والجاف :هي مجموعة النباتات التي تتطلب حرارة مثلى لنموها قريبه من مجال المجموعة السابقة أي حوالي ٣٠ درجة مئوية لكنها تتميز بقدرتها على القيام بعملية التمثيل الضوئي وتصنيع المواد الغذائية حتى في حال ارتفاع الحرارة إلى درجة ٤٠ درجة مئوية أو أكثر كالبطيخ الأحمر والبطيخ الأصفر والقرع العسلي واللوبياء والباميا ء .

- مرحلة تشكيل الجزء المستخدم في التغذية:

الاختلاف في درجة الحرارة المثلى للنباتات لا يعود فقط للخواص البيولوجية بل يرتبط أيضاً بطبيعة الجزء المستعمل في التغذية

* الخضر ذات الأعضاء الادخارية (جذرية،بصلية،درنات،براعم زهرية) تتطلب حرارة أقل من المثالية للنمو الخضري بمعدل ٢-٥ْ م

* الخضر الثمرية : تتطلب الحرارة اللازمة للنمو الخضري حتى بداية الأزهار بعدها يفضل خفض الحرارة بمعدل ٢-٤ْ م لتشكيل حبوب لقاح سليمة قادرة على الإخصاب، بينما يرتفع

الاحتياج الحراري مع العقد وتشكل الثمار ويبلغ أقصاه أثناء نضج الثمار (٢-٤ْم) أعلى من الحرارة المثالية للنمو الخضري.

أضرار البرودة:

تعرف البرودة بدرجات الحرارة المنخفضة الأعلى من درجة التجمد وتتراوح عادة بين ١ – ١٠ °م. كما تعني التغيرات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية التي تحدث بفعل التعرض للبرودة بأضرار البرودة.

تلحق البرودة أضرار مختلفة في نباتات محاصيل الجو الدافئ في أية مرحلة من مراحل نموها وأهم هذه الأضرار:

١ – ضعف إنبات البذور.

٢ – ضعف نمو البادرات وتعرضها للذبول: يكون ذلك بسبب:

أ – زيادة النفاذية الخلوية وبالتالي تسرب الأملاح من النباتات.

ب – تنخفض كفاءة عملية التمثيل الضوئي بانخفاض درجة الحرارة.

ج – ينخفض معدل التنفس مع انخفاض درجة الحرارة حتى حد معين تصبح درجة الحرارة عاملاً محدداً لعملية التنفس وفي هذه الحالة فإن درجة الحرارة المنخفضة تؤثر في عمل أنزيمات الأكسدة والاختزال فتبطئ من نشاطها وبالتالي تتباطأ عملية التنفس أو قد تقف.

٣ – نقص معدل امتصاص الجذور للماء والعناصر الغذائية.

٤ – يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى نقص معدل تنفس الجذور أي عدم احتياجها الى قدر كبير من الغذاء المصنع وبالتالي بقائها في الأوراق التي تصبح سميكة ويزداد وزنها الجاف.

٥ – يؤدي انخفاض درجة الحرارة الى انخفاض تمثيل وانتقال الهرمونات والمركبات التي تنتج في الجذور مثل : السيتوكينينات والأحماض الأمينية وبعض الفيتامينات.

٦ – زيادة المدة اللازمة لتجاوز النباتات مراحل نموه المختلفة مما يؤدي إلى تأخير النضج.

٧ – انخفاض الإنتاجية.

٨ – تؤثر البرودة على القيمة التسويقية لثمار الخضار فقد وجد أن الثمار التي لا تستوفي احتياجاتها من درجات الحرارة اللازمة لاكتمال نموها غالباً لاتصل إلى مرحلة النضج بطريقة سليمة مما يؤثر سلباً على القيمة التسويقية والغذائية لها. فإن انخفاض درجة الحرارة إلى ١٠ °م يقلل من ظهور الأصبغة في بعض الأنواع والأصناف كصبغة الليكوبين الحمراء في البندورة.

حماية النباتات من البرودة

يمكن حماية محاصيل خضار الجو الدافئ والحار من البرودة بإتباع الطرائق التالية:–

١ – اختيار الموعد المناسب للزراعة بحيث تكون درجة حرارة التربة أعلى من درجة الحرارة الصغرى للإنبات بمقدار ٢ – ٤ °م.

٢ – زراعة البذور والشتول على الجهة الجنوبية أو الجنوبية الغربية من خطوط الزراعة، لأن حرارتها أعلى بحدود ٤ – ٧ °م من الجهة الشمالية أو الشمالية الغربية لكوننها أكثر عرضة لأشعة الشمس.

٣ – تقسية البذور: تتم عملية تقسية البذور بتعريض البذور المنتفخة لمدة تتراوح بين ٥ –٧ أيام قبل الزراعة لدرجات حرارة منخفضة (٠ ، +٢ °م) وثابتة، أو لدرجات حرارة قريبة من الصفر المئوية لمدة ١٦ – ١٨ ساعة ثم حرارة مرتفعة بين ١٨ – ٢٠ °م لمدة ٦ – ٨ ساعة وهكذا.

٤ – تقسية الشتول قبل زراعتها في الأرض الدائمة: تساعد عملية زيادة السكريات وزيادة تركيز الهرمونات (منظمات النمو) والتي تزيد مقاومة النباتات للظروف البيئية غير الملائمة، كما تساهم في تنظيم العمليات الفيزيولوجية وينعكس ذلك إيجابياً على النمو والإنتاج. **وتعرف التقسية:** هي عبارة عن تنظيم التأثير الحراري والضوئي والغذائي والمائي للنبات.

٥ – استخدام مختلف نماذج الزراعة المحمية (تغطية أرضية – قبعات واقية – مراقد – أنفاق – بيوت محمية).

٦ – معاملة النباتات بمركبات كيميائية مثل (الماليك هيدرازيد – كلوركالين كلوريد – البنزيل ادينين – حامض الأبسيسيك – وغيرها). مما يؤدي إلى زيادة مقاومتها للبرودة.

أضرار الصقيع:

يوجد الماء في الأنسجة النباتية بصورتين:

الأولى – بصورة حرة نقية جداً على شكل غشاء رقيق يغطي الخلايا من الخارج أو بخار ماء ضمن المسافات البينية، درجة تجمده أقل من الصفر المئوية بقليل.

الثانية – بصورة محلول ويوجد في العصارة الخلوية الداخلية ويكون مرتبطاً مع مكونات السيتوبلازم، وتكون درجة تجمده أقل من الصفر المئوية. كما تكون درجة ارتباط هذا الماء في خلايا النباتات المحبة للحرارة ضعيفة.

يتجمد الماء الحر الموجود ضمن المسافات البينية بانخفاض درجة الحرارة إلى مادون الصفر وتتشكل بللورات ثلجية ضمنها، وفي هذه الحالة سيكون ضغط جزيئات الماء داخل الخلية أعلى منه في المسافات البينية مما يؤدي إلى انتشار الماء من الخلية إلى المسافات البينية فتتبلور وبالتالي تزداد الكتلة الثلجية في المسافات البينية مما يؤدي إلى تمزق الغشاء السيتوبلازمي وبالتالي موت الخلية. و يكون تكوين هذه الكتلة الثلجية أسرع في خلايا النباتات المحبة للحرارة بسبب ضعف درجة ارتباط ماء العصارة الخلوية. حتى تتم عملية التوازن إذ تصل لدرجة يصغر

معها البروتوبلازم ويزداد تركيز العصير الخلوي فتصل إلى مرحلة البلزمة ومع الاستمرار في انخفاض درجات الحرارة أو استمرار الصقيع يحصل فقد مائي خلوي أكبر وتصبح غير قابلة للعودة حيث تحدث تغييرات تؤدي إلى تحلل بروتينات الخلايا، كما يؤدي الانخفاض السريع في درجات الحرارة لدون درجة التجمد أو الزيادة في تعرض النباتات للصقيع إلى تشكل البلورات الثلجية داخل الخلايا مما يؤدي إلى تمزق الهيولى والغشاء السيتوبلازمي وبالتالي موت الخلية. وتختلف النسج النباتية في مدى تأثرها بالصقيع فبعضها لا تتكون البلورات الثلجية داخل خلاياه رغم تعرضها لدرجات منخفضة تقل عن الصفر المئوي كثيراً ولمدة أطول، بينما تتأثر بعض الأنسجة بشدة وتتكون داخل خلاياها البللورات الثلجية.

تذوب البلورات الثلجية الموجودة في المسافات البينية بارتفاع درجة الحرارة، ويبدأ الماء بالانتشار من المسافات البينية إلى داخل الخلايا ويعود النبات إلى وضعه الطبيعي دون أن يتضرر ولكن الارتفاع الحراري السريع يسبب ذوباناً سريعاً لهذه البلورات الثلجية وانتشار الماء بسرعة لداخل الخلية لا يمكن بروتوبلازم الخلية من امتصاصه بما يتناسب مع سرعة الانتشار وبالتالي يشكل طبقة مائية بين بروتوبلازم الخلية والجدار الخلوي وتؤدي هذه الطبقة إلى تمزق أغشية الجدر الخلوية. وهنا تعتبر النباتات ذات الأنسجة الرهيفة أكثر حساسية لأن أغشيتها وجدرها الرهيفة لا تستطيع مقاومة التمدد السريع للماء المتجمع داخل الخلية. كما يؤدي الدفء المفاجئ أيضاً من تعرق النبات بينما قد لا تزال التربة مجمدة وهناك صعوبة في أخذ الماء (جفاف فيزيولوجي).

تتميز النموات الحديثة بارتفاع محتواها المائي مما يجعلها أكثر تأثراً بالصقيع.

طرق مكافحة الصقيع:

للتخفيف من الأثر الضار للصقيع على محاصيل الخضار يمكن إتباع أي من الطرق التالية:

١ – زراعة الأصناف المقاومة للصقيع في المناطق المعرضة له.

٢ – تقديم الرعاية المناسبة للنباتات (التحضير الجيد للتربة، الزراعة في المواعيد والأعماق المناسبة، تحسين الصرف، التسميد المعدني الصحيح...).

٣ – استخدام التدخين أو الضباب الصناعي: يشكل الدخان أو الضباب الصناعي طبقة فوق الحقل تعيد هذه الطبقة قسماً من الإشعاع الأرضي المنعكس فيقل معدل تبريدها، مما يؤدي لرفع درجة حرارة الوسط المحيط بالنباتات بمقدار يتراوح بين ١ – ٣ °م لذا تعتبر هذه الطريقة ضعيفة التأثير في حال الانخفاض الشديد لدرجات الحرارة.

٤ – استخدام الري الرذاذي قبل حدوث الصقيع أو أثناء وقوعه: تساهم الحرارة المنتشرة من تجمد ماء الري في رفع حرارة الوسط المحيط بالنباتات. حيث أدى تنفيذ هذه العملية بشكل صحيح إلى تحمل نباتات الملفوف لدرجة حرارة –٥ °م، ونباتات البندورة (المحبة للحرارة) لدرجات حرارة سالبة تتراوح بين ٣ – ٥ °م.

استخدام رغوة ناقليتها الحرارية ضعيفة وغير ضارة بالنباتات يتم توليدها مباشرةً في الحقل بواسطة آلات خاصة ، تغطي النباتات لفترة تتراوح بين ١٤ – ١٦ ساعة حسب تركيب المادة. وأثبتت التجارب أن درجة الحرارة داخل الرغوة كانت أعلى بحوالي ١٢ °م عن حرارة الوسط الخارجي. وتشير معطيات تركانوف ١٩٧٥ بأنه تم حماية نباتات البندورة حتى الدرجة –١٧°م باستخدام هذه الرغوة.

أضرار الحرارة المرتفعة:

١ – تأثير الحرارة المرتفعة على الكفاءة التمثيلية للنبات: يكمن تأثير الحرارة المرتفعة على الكفاءة التمثيلية من خلال:

أ – خفض فعالية التمثيل الضوئي: تقلل الحرارة المرتفعة من فعالية التمثيل الضوئي نتيجة لتأثيرها على الخلية النباتية بمايلي:

- تغير في طبيعة البروتين الداخل في تركيب البروتوبلازم.

- انكماش البروتوبلازم وقد تصل لمرحلة الجفاف نتيجة لفقد الماء بالنتح.
- تدمير جزيء اليخضور أو الكلوروفيل.
- انخفاض أو انعدام الماء اللازم لعملية التمثيل الضوئي.

ب – ازدياد حدة عملية التنفس: تؤدي إلى زيادة استهلاك المدخرات الغذائية المصنعة.

٢ – تؤدي الحرارة المرتفعة إلى تضرر الأغشية الخلوية لكل من الجسيمات الصانعة، جهاز غولجي، النواة وتختل النفاذية فترشح مكوناتها وسبب الاختلال هذا يعود إلى تميع الدهون ورشحها وتغير وتجميع في البروتين الأغشية.

٣ – تضرر الأنزيمات والفيتامينات والأحماض النووية.

تتوقف نسبة الضرر الحاصل للنباتات بفعل الحرارة المرتفعة على عدة عوامل أهمها:

١ – مرحلة النمو النباتي: تعتبر البادرات أكثر تأثراً بالحرارة المرتفعة حيث يؤدي امتصاص التربة لكمية كبيرة من الأشعة تحت الحمراء التي تصلها من الشمس إلى ارتفاع درجة حرارتها لحدٍ لا تتحمله أنسجة البادرات الرهيفة .

كما تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى جفاف حبوب الطلع وموتها وجفاف المياسم وبالتالي فشل الإخصاب وتساقط الأزهار.

٢ – نوع المحصول أو الصنف المزروع: تعتبر محاصيل الجو الحار والجاف أكثر تحملاً لدرجات الحرارة المرتفعة ويرجع ذلك إلى:

أ – تحتوي على مجموع جذري كبير ومتعمق.

ب – تحتوي أوراقها على جهاز نتح كبير يساعد على التبريد الذاتي في الأيام الحارة.

ج – مقاومة بروتين أوراقها للتخثر أكثر من المحاصيل الأخرى: وتشير الأبحاث في هذا المجال بأن بروتين خلايا أوراق البطيخ الأحمر تتخثر في مجال حراري ٤٠ – ٤٥ °م، أما بروتين خلايا أوراق نباتات البطيخ الأصفر والقرع العسلي يتخثر في مجال حراري ٦٠ – ٦٥ °م.

٣ – الفترة من النهار التي تتعرض فيها النباتات لدرجات الحرارة المرتفعة: وجد أن أعلى مقاومة للنباتات هي عند الظهيرة، حيث ترتبط المقاومة مع الضوء.

٤ – مدة التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة: ترتبط مقاومة النباتات لدرجات الحرارة المرتفعة عكساً مع طول مدة التعرض لها.

٥ – مقدار الرطوبة الجوية: ترتبط أضرار الحرارة المرتفعة طرداً مع نسبة الرطوبة الجوية.

٦ – المحتوى المائي للأنسجة: كلما كان المحتوى المائي للأنسجة عالياً كلما انخفضت قدرتها على مقاومة الحرارة المرتفعة لأن الماء ناقل جيد للحرارة.

الوسائل التي تساعد على تخفيف أضرار درجة الحرارة المرتفعة:

يمكن تقليل أضرار درجة الحرارة المرتفعة بإتباع إحدى الطرائق التالية:

١ – استخدام الأغطية الأرضية العاكسة للأشعة الشمسية.

٢ – استخدام الأصناف والهجن المقاومة لإجهاد درجة الحرارة المرتفعة: حيث تتم بطريقة الانتخاب المتكرر زيادة قدرة لقاح إزهار البندورة على تحمل الحرارة المرتفعة حتى ٤٥°م.

٣ – الزراعة على أعماق ومواعيد مناسبة.

٤ – استخدام الري الرذاذي: يساهم الري الرذاذي في خفض حرارة الأوراق بمقدار يتراوح بين ٦ – ٨°م.

٥ – التقسية.

٦ – استخدام منظمات النمو: لتأمين عقد الثمار في الظروف الحرارية غير المناسبة.

ثانياً : الضوء Light

يعتبر الضوء العامل الأساسي في عمليات التمثيل الضوئي التي تعتمد النباتات عليها كلياً في تحضير السكريات الأولية بالإضافة إلى أن الأشعة الشمسية التي تنتشر في الفضاء على شكل موجات هي مصدر الطاقة اللازمة لاستمرار حياة هذه الكائنات.

تصل أشعة الشمس إلى النباتات على شكل أشعة مباشرة وغير مباشرة' حيث تعرف الأشعة المباشرة بذلك الجزء من الأشعة الشمسية التي تصل إلى النباتات على شكل أشعة متوازية حيث تسقط على الأوراق الخارجية للنبات. بينما الأشعة المنتشرة فتسقط على الأوراق يعد انعكاسها وانتشارها على جزيئات الهواء والغبار وغيرها من الجزيئات الصلبة العالقة في الهواء ويحتوي على كمية كبيرة من أشعة النشاط التمثيلي حيث تساعد على حدوث عملية التمثيل الضوئي في الأوراق الداخلية والسفلية للنبات لهذا تلعب دوراً هاماً في حياة النبات .

التأثير الفيزيولوجي للأشعة الشمسية :

يختلف التأثير الفيزيولوجي للأشعة الشمسية على النباتات تبعاً لنوعها و شدتها و طول فترتها في اليوم.

أولاً – تأثير نوع الأشعة:

لنوعية الأشعة تأثير كبير في نمو النباتات و تطورها، لكن تأثيره الفيزيولوجي يختلف تبعاً لطول موجاتها حيث تقسم الأشعة الشمسية إلى ثلاثة أقسام هي :

١ – الأشعة فوق البنفسجية : هي أشعة غير مرئية يقل طول موجتها عن ٠,٣٩ ميكرومتر (ميكرون) و تشكل ٦ – ٧ % من مجموع الأشعة الشمسية. و لا تساهم هذه الأشعة في عملية التمثيل الضوئي و لا تلعب دوراً في دفع النباتات نحو الإزهار.

و يمكن تقسيم هذه الأشعة إلى أشعة قصيرة و أشعة طويلة .

– الأشعة فوق البنفسجية القصيرة : و هي التي يقل طول موجتها عن ٠,٣ ميكرون ، ضارة للنباتات، لكن خطرها قليل لأنها تمتص من قبل غاز الأوزون O3 الموجود في الهواء الجوي.

– الأشعة فوق البنفسجية الطويلة : و هي التي يتراوح طول موجتها ما بين ٠,٣–٣٩.٠ ميكرون. و تعتبر الجزء الوحيد من الأشعة فوق البنفسجية الذي يخترق الغلاف الجوي و يصل سطح الأرض و له أهمية كبيرة بالنسبة للنباتات هي :

* تنشيط عملية الاستقلاب الغذائي و يساهم بشكل خاص بتكوين فيتامين C في الأوراق .

* يساعد على تقسية النباتات و زيادة قدرتها على تحمل الحرارة المنخفضة .

* يحول دون استطالة الساق (لا سيما في مراحل النمو الأولى أي بعد ظهور البادرات).

* تلعب دوراً هاماً في تلوين الأوراق في فصل الخريف و في زيادة تركيز اللون في بعض الثمار.

لكن التعرض لجرعات عالية من هذه الأشعة يؤدي إلى إحداث تغيرات سلبية للنباتات كما في المناطق المرتفعة .

٢ – الأشعة المرئية:

يتراوح طول موجات هذه الأشعة مابين ٠,٣٩ – ٠,٧٦ ميكرون وتشكل ٤٢ % من إجمالي الأشعة الشمسية. ويطلق عليها اسم أشعة النشاط الفيزيولوجي أو أشعة النشاط التمثيلي لأنها:

- تلعب دوراً هاماً في بناء اليخضور والأصبغة الأخرى.
- تساهم في عملية التمثيل الضوئي.

- تساهم في فتح و إغلاق الثغور وفي حركة النتح وانتقال الماء والأملاح الغذائية داخل النبات.
- تؤثر في كافة مراحل نمو وتطور النبات.

كما يختلف التأثير الفيزيولوجي لهذه الأشعة تبعاً لطول موجاتها إذ تجري عملية التمثيل الضوئي بأسرع مايمكن بوجود الأشعة الحمراء والبرتقالية (٠,٦ – ٠,٧٦ ميكرون) والأشعة الزرقاء والبنفسجية (٠,٣٩ – ٠,٥ ميكرون) بينما تنخفض سرعتها بوجود الأشعة الخضراء أو الصفراء(٠,٥ – ٠,٦).

٣ – الأشعة تحت الحمراء :

هي أشعة غير مرئية يزيد طول موجتها على ٠,٧٦ ميكرون و تشكل نحو ٥١ % من الأشعة الكلية و يطلق عليها الأشعة الحرارية .

تؤثر هذه الأشعة على النباتات فيزيولوجياً و بخاصة في عملية التمثيل الضوئي إذا لم يزد طول موجاتها على ٣٠ ميكرون ، إلا أن الأشعة الطويلة منها و التي يزيد طول موجاتها على هذا الحد تلحق ضرراً كبيراً بالنباتات بسبب الاختلاف في عملية الاستقلاب الغذائي (زيادة شدة النتح و التنفس) و ما يرافق ذلك من ارتفاع درجة حرارة الأوراق .

ثانياً : تأثير الشدة الضوئية Light Intensity :

تعرف الشدة الضوئية بمقدار الطاقة التي تصل مساحة قدرها ١ سم٢ في واحدة الزمن (دقيقة) و التي يعبر عنها جول/ سم^{٢} / دقيقة أو حريرة/ سم^{٢} / دقيقة، و تؤثر على النباتات من خلال ما يلي :

١ – معدل التمثيل الضوئي وكمية المحصول :

لا يكون التمثيل الضوئي محسوساً في إضاءة ضعيفة لا تتجاوز ٠,٥ شمعة / قدم ، و يتساوى البناء مع الفاقد من التنفس في إضاءة تتراوح بين ١٠٠ – ٣٠٠ شمعة / قدم بينما

تزداد سرعة التمثيل الضوئي بزيادة الطاقة الإشعاعية إلى حدود معينة تختلف تبعاً لنوع المحصول و لكن بزيادة عن حدود معينة تزداد شدة التنفس و تظهر على النباتات علائم الاحتراق مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاج كما و نوعاً .

٢ – معدل النتح : تزداد شد النتح مع ازدياد شدة الإضاءة .

٣ – التركيب التشريحي للأوراق :

في الإضاءة الشديدة تحتوي الأوراق على ٢–٣ طبقات من الخلايا المحتوية على البلاستيدات الخضراء، و تكون الخلايا مندمجة و ممتلئة بالغذاء، أما في ظروف الإضاءة الضعيفة فإن المسافة البينية بين الخلايا تكون واسعة فتصيح الأوراق عصيرية و تلك هي الصفات المفضلة في خضر السلطة (خس ، بقدونس ، جرجير ، ....) .

٤ – تؤدي زيادة شدة الإضاءة أكثر من اللازم إلى الإصابة بلفحة الشمس .

تقسيم محاصيل الخضار تبعاً لشدة الإضاءة اللازمة لنموها :

تختلف المحاصيل الخضرية فيما بينها باحتياجاتها للشدة الضوئية فالخضار الثمرية أكثر احتياجاً من الخضار الورقية و تقسيم محاصيل الخضار تبعاً لشدة الإضاءة اللازمة لنموها إلى:

١ – نباتات شديدة الحاجة للشدة الضوئية: تشمل النباتات التي تستخدم ثمارها في التغذية نرتبها بشكل تنازلي (بندورة، فليفلة، باذنجان، بطيخ أصفر ، خيار، كوسا).

٢ – نباتات متوسطة الحاجة للشدة الضوئية (الخس).

٣ – نباتات قليلة الحاجة للشدة الضوئية (نباتات الزينة المنزلية).

٤ – نباتات عديمة الحاجة للشدة الضوئية (الفطر الزراعي) .

كما تختلف حاجة المحاصيل الخضرية للشدة الضوئية تبعاً لمراحل نموها أيضاً فالطاقة الإشعاعية الضرورية لنمو المجموعة الخضرية أقل من الطاقة الضرورية لعقد الثمار و نموها ما عدا الفترة الأولى الممتدة من الإنبات و حتى تشكل عدة أوراق حقيقية (٢-٤ أوراق) حيث تحتاج خلالها النباتات إلى شدة ضوئية عالية للإسراع في تمايز الأعضاء التكاثرية .

تختلف الشدة الضوئية من منطقة لأخرى و من ساعة لأخرى في المنطقة نفسها ، فتزداد الشدة الضوئية قرب خط الاستواء ، و في الأجواء الصافية (مقارنة بالأجواء الملبدة بالغيوم) و في الأماكن المرتفعة (مقارنة بالقرب من سطح البحر) . و في الصيف (مقارنة بالشتاء) و في وقت الظهيرة (مقارنة بالصباح و المساء).

ثالثاً – طول الفترة الضوئية : Photoperiod

تؤثر الفترة الضوئية Photoperiod في النباتات بطريقتين :

آ – من خلال تأثيرها في كمية الضوء الكلية التي تتعرض لها النباتات، و بالتالي تؤثر في كمية الغذاء اللازم للنمو .

ب– تؤثر الفترة الضوئية تأثيراً مباشراً في نمو النباتات و تطورها و يسمى هذا بالاستجابة للفترة الضوئية Photoperiodism . حيث نعتبر الضوء غير ضروري لإنبات البذور ' بينما تبرز الحاجة له بعد الإنبات للمساهمة في نمو المجموع الجذري والورقي. كما تؤثر الفترة الضوئية متمثلاً في دفع النباتات نحو الإزهار، أو إلى تكوين درنات أو أبصال أو سيقان جارية (مدادات) الخ... و غيرها من عمليات النمو والتطور التي تتأثر بالفترة الضوئية و عادة يعني بتأثير الفترة الضوئية تأثيرها على الإزهار ما لم يذكر غير ذلك . حيث أدت الدراسات إلى افتراض وجود مادة أو أكثر يتم إنتاجها في الأوراق تحت تأثير طول الفترة الضوئية وسميت هذه المواد الشبه هرمونية بالسم فلوريجين Florigen وتنتقل هذه

المواد من الأوراق إلى المريستيم القمي مما يؤدي إلى تحول النباتات من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية.

هذا و تقسم المحاصيل الخضرية حسب استجابتها للفترة الضوئية إلى ثلاث مجموعات كالتالي :

١- محاصيل النهار القصير (نباتات الليل الطويل) Short – day plants :

هي نباتات تزهر إذا تعرضت لفترة ضوئية قصيرة (أقل من عشر ساعات) و فترة ظلام طويلة ، لأن فترة الظلام هي المدة المحددة التي تنظم تهيئة النباتات للإزهار بشرط أن تتعرض النباتات لفترة إضاءة شديدة قبل تعرضها للظلام و من أمثلتها : الذرة السكرية – الفول – البازلاء .

٢- محاصيل النهار الطويل (نباتات الليل القصير) Long – day plants :

هي نباتات لا تزهر إلا إذا تعرضت لفترة ضوئية تزيد على ١٤ ساعة يومياً . بينما يستمر نموها الخضري إذا ما انخفضت فترة الإضاءة على هذه الفترة و من أمثالها : السبانخ– الفجل – الشمرة – البقدونس – البصل – الملفوف –الجزر و غيرها من خضر الجو البارد .

٣- محاصيل محايدة day – nrutral plants :

هي نباتات لا يتأثر إزهار بطول فترة ضوئية معينة و إنما يمكنها أن تكون براعمها الزهرية تحت أية فترة ضوئية و من أمثلتها الخضر الثمرية كالبندورة و الفليفلة و الباذنجان و الباميا والفاصولياء و غير ذلك .

بالنسبة لمحاصيل الخضار التي تزرع من أجل أعضاءها الادخارية: تحتاج نباتاتها فترة ضوئية طويلة في المرحلة الأولى من حياتها وذلك ليتم صنع أكبر كمية من المواد الكربوهيدراتية، وتحتاج في المرحلة المتقدمة من حياتها إلى فترة ضوئية قصيرة وذلك

للمساعدة على انتقال المواد الكربوهيدراتية من المجموع الخضري إلى أماكن التخزين. أما نباتات البصل والثوم تحتاج لفترة ضوئية قصيرة (نهار قصير) في المرحلة الأولى من حياتها حتى تتمكن من بناء أكبر مجموع خضري ممكن قبل تعرضها لفترة ضوئية طويلة (نهار طويل) التي تدفع النباتات لتكوين الأبصال حيث يتعلق حجم الأبصال بحجم المجموع الخضري المتكون سابقاً.

ثالثاً – الغازات Gazes :

من أهم الغازات التي تؤثر في نمو وتطور محاصيل الخضار غازي **الأوكسجين** (متوفر في الغلاف الجوي ويشكل حوالي ٢١% من الغاز الجوي) يعتبر الأوكسجين ضروري لتنفس المجموع الخضري ولتنفس جذور النباتات والكائنات الحية الدقيقة في التربة **وثاني أوكسيد الكربون** الموجود في الهواء الجوي بتركيز ٠,٠٣٢٥ % (٣٢٥ جزء بالمليون) أي ما يعادل ٥٠٠ غ في المتر المكعب ويعتبر ضروري لعملية التمثيل الضوئي وتتجلى أهميته في أن الكربون يشكل نسبة كبيرة من المادة الجافة للنباتات حالي ٤٥%.

ينتشر غاز ثاني أوكسيد الكربون عبر مسام الورقة وترتبط درجة انتفاخ الثغور بالتوازن مابين التغذية المائية عن طريق الجذور ومعدل النتح. ينقص معدل التمثيل الضوئي بمقدار ٥٠ % عند انخفاض تركيز غاز CO_2 إلى ١٦٠ جزء بالمليون خاصة عند استمرار هذا الانخفاض لفترة طويلة و بالعكس فإن زيادة تركيز هذا الغاز عن المعدل الطبيعي إلى ١٠٠٠ جزء بالمليون فإن معدل التمثيل الضوئي يزداد بمقدار ٥٠ %، و قد تصل زيادة البناء الضوئي حتى ١٠٠ % إذا ترافقت زيادة الغاز هذه بإضاءة قوية و حرارة مرتفعة بالقدر المناسب للنمو النباتي (Sleck & Hand 1984) . أي يخضع تأثير زيادة تركيز غاز CO_2 على معدل البناء الضوئي لقانون العامل المحدد Principle of the Limiting Factor حيث تؤدي زيادة تركيز الغاز إلى زيادة معدل البناء الضوئي إلى أن يصبح مستوى الإضاءة عاملاً

محدداً فتتوقف الزيادة في معدل البناء الضوئي . و مع زيادة مستوى الإضاءة تستمر الزيادة في معدل البناء الضوئي مع زيادة نسبة CO_2 حتى يصبح الضوء عاملاً محدداً مرة ثانية ...

وتأمين حاجة النباتات من غاز ثاني أوكسيد الكربون عن:

١) تجدد الهواء حول النباتات .
٢) نشاط الكائنة الحية الدقيقة في التربة التي تقوم بتحليل المادة العضوية و انطلاق غاز CO_2 من التربة إلى الوسط الخارجي . حيث تعتبر الأراضي الرملية الفقيرة بالمادة العضوية فقيرة أيضاً بغاز ثاني أوكسيد الكربون وتتراوح كمية غاز ثاني أوكسيد الكربون المنطلقة مابين ٤٠ – ٥٠ كغ/ هـ/ اليوم. بينما تتراوح الكمية المنطلقة من التربة الغنية بالمادة العضوية مابين ٣٥٠ – ٦٠٠ كغ/ هـ/ اليوم.

يسوء التبادل الغازي مابين التربة والهواء الخارجي عندما تكون التربة ثقيلة وسطحها متصلب وكذلك عند ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية مما يجعل جذور النباتات تعاني من قلة الأوكسجين من جهة وزيادة تركيز غاز ثاني أوكسيد الكربون من جهة ثانية حيث يؤثر ذلك على امتصاص الجذور للماء والعناصر الغذائية ' ويؤدي ذلك في النهاية إلى اختناق الجذور وموتها.

تساعد عملية الحراثة و العزيق على منع زيادة تركيز غاز ثاني أوكسيد الكربون في منطقة جذور النباتات. وينصح بإضافة الأسمدة العضوية إلى التربة وتوفير الظروف التي تساعد على سرعة تحلل المادة العضوية وعلى انتشار غاز ثاني أوكسيد الكربون إلى الهواء الجوي ويمكن تحسين النظام الغازي للتربة الرطبة عن طريق عمل خطوط أو مصاطب تساعد على تجفيف التربة.

وتجدر الإشارة إلى وجود غازات أخرى في الهواء الجوي وتختلف هذه الغازات فيما بينها بمدى تأثيرها الضار على النباتات فبعضها ذات تأثير ضعيف كغاز أول أكسيد الكربون وأكاسيد الآزوت و الأمونيا وغاز سيانور الهيدروجين وكبريت الهيدروجين حيث لاتحدث هذه الغازات تأثيراً ضاراً إلا إذا ارتفع تركيزها في الهواء من ٥٠ جزء في المليون. بينما يحدث البعض الأخر أضراراً كبيرة حتى ولو وجد بتراكيز ضعيفة كغاز الكلور والفلور وغاز ثاني أوكسيد الكبريت .

رابعاً – الرطوبة النسبية Relative humidity:

الرطوبة النسبية هي النسبة المئوية لكمية بخار الماء العالق بالهواء الجوي إلى كمية بخار الماء الذي يستطيع نفس الحجم من الهواء أن يحمله في نفس درجة الحرارة.

وليس للرطوبة النسبية التي تتراوح نسبتها بين ٥٥ – ٩٠ % عند درجة حرارة ٢٠ °م تأثيراً يذكر في نمو وتطور معظم المحاصيل. ولكن انحرافها عن هذا المعدل يؤثر في نمو النباتات.

ويتجلى تأثير الرطوبة النسبية في نمو النباتات وإنتاجها في النقاط التالية:

١) سرعة امتصاص الماء والعناصر الغذائية: يؤدي ارتفاع الرطوبة الزائد إلى انخفاض سرعة النتح ونقص امتصاص الماء وضعف امتصاص العناصر الغذائية وظهور أعراض نقصها على النباتات. أما الانخفاض الزائد في الرطوبة فيؤدي إلى زيادة شدة النتح وعجز الجذور عن امتصاص الكمية الكافية من الماء لتعويض الفاقد بالنتح. وبذلك تظهر أعراض الذبول على النباتات.

٢) تغير معدل الاستقلاب الغذائي من خلال انتقال السكريات من الأعضاء المنتجة (الأوراق) إلى أعضاء الاستهلاك والتخزين. ارتفاع الرطوبة النسبية ليلاً يؤدي إلى انخفاض سرعة النتح وتراكم المياه في خلايا الأوراق وبذلك يزداد ضغط انتفاخها مما يؤدي إلى انتقال المواد الكربوهيدراتية المصنعة نهاراً إلى الأعضاء المستهلكة. بالعكس تقل سرعة الانتقال هذه نهاراً عندما تكون الحرارة مرتفعة وذلك بحسب زيادة النتح وانخفاض ضغط الامتلاء في خلايا الأوراق. ويلاحظ أحياناً مع هذا النقص الكبير للرطوبة النسبية تعفن ثمار البندورة القمي نتيجة انتقال الماء من الثمار إلى الأوراق.

٣) تؤثر الرطوبة النسبية في عمليتا التلقيح والإخصاب. حيث تشجع الحرارة المرتفعة والرطوبة الجوية المنخفضة على تساقط الأزهار وبالتالي انخفاض كمية المحصول. كما يحد الجو الحار والجاف من نشاط وانتشار الحشرات الملقحة وقدرتها على القيام بوظيفتها فتنخفض بذلك نسبة العقد وتقل كمية المحصول.

٤) تفيد الرطوبة النسبية العالية في زيادة كفاءة المقاومة الحيوية عند استخدام الفطريات في مكافحة الحشرات.

٥) تفيد الرطوبة النسبية في نجاح التكاثر بالعقل الورقية، وعند تقسية النباتات الناتجة من مزارع الأنسجة.

٦) قد يؤدي توافق ارتفاع الرطوبة النسبية مع ارتفاع شدة الإضاءة إلى ارتفاع شديد في درجة حرارة الأوراق وذلك بسبب نقص النتح أو انعدامه مع زيادة الطاقة الحرارية المستمدة من الضوء مما يؤدي إلى إحداث تلف بالأوراق.

٧) للرطوبة الجوية علاقة كبيرة بدرجة انتشار الأمراض والحشرات: فتزداد شدة الإصابة بالعناكب في حال انخفاض الرطوبة المترافق بحرارة مرتفعة وسطوع شمسي قوي. كما تنتشر الأمراض الفطرية والبكتيرية بكثرة في حال ارتفاع الرطوبة سواء ترافق ذلك مع حرارة مرتفعة أو منخفضة، مما يضعف نشاط النباتات وبالتالي ينخفض الإنتاج.

خامساً – الرياح:

تلعب حركة الهواء دوراً هاماً في نمو وتطور النباتات، فهي تساعد على:

١ – التوزيع المتعادل لدرجات الحرارة ولضغط الهواء في الجو المحيط بالنباتات.

٢ – تسرع من جفاف التربة في فصل الربيع وبعد هطول الأمطار مما يسمح بحراثتها.

٣ – تلقيح النباتات التي تتلقح بالرياح كالذرة السكرية والشوندر الأحمر والسبانخ وغيرها.

٤ – النتح مما يؤمن نوعاً من التبريد الذاتي للأوراق، ويساهم في حركة العناصر الغذائية داخل النبات.

كما تؤثر الرياح سلباً على الخضروات عندما تزيد سرعتها عن ٤ – ٦ كم | سا. حيث تحدث مجموعة من الأضرار هي:

١ – من الناحية الفيزيولوجية: تعمل الرياح على:

أ – إبعاد غاز ثاني أوكسيد الكربون المنطلق ليلاً نتيجة لعملية التنفس بعيداً عن النباتات.

ب – تقلل من الرطوبة النسبية مما يساعد على سرعة النتح وانخفاض ضغط انتفاخ خلايا الثغور. فيختل التوازن المائي بالنبات ونقص التبادل الغازي.

مما يؤدي إلى ضعف العمليات الحيوية التي ستؤدي إلى انخفاض سرعة نمو النباتات وانخفاض الإنتاج.

٢ – أضرار ميكانيكية: تسبب الرياح الشديدة أضراراً ميكانيكية للنباتات(تمزق الأوراق، الرقاد، تساقط الأزهار والعقد، اقتلاع النباتات).

٣ – تسبب الرياح الشديدة تحورات في نمو النباتات (تقزم، نمو غير متماثل).

٤ – تساعد في نقل الأمراض من مكان لأخر.

٥ – تبريد البيوت المحمية مما يزيد من تكاليف التدفئة.

ومن الجدير بالذكر أن النباتات الفتية أكثر تأثراً بالرياح من النباتات البالغة سواء تعرضت لهذه الرياح في المشتل أو بعد التشتيل في الأرض الدائمة.

هذا ويمكن تقسيم الخضروات حسب درجة مقاومتها للرياح إلى المجموعات التالية:

المجموعة الأولى: تضم النباتات التي تتأثر بالرياح (حساسة للرياح) مثل الفاصولياء، الخيار ، القرع العسلي، الهليون، الفليفلة، الباذنجان.

المجموعة الثانية: تضم النباتات المتحملة للرياح (شديدة التحمل للرياح) مثل اللفت واللفت السويدي والملفوف والسلق والجزر والكرات والشوندر الأحمر والبصل والثوم.

المجموعة الثالثة: تضم النباتات التي تشغل مركزاً وسطاً بين المجموعة الأولى والثانية (متوسطة التحمل للرياح) مثل الزهرة والبازلاء والخس والفجل والسبانخ والبندورة.

ومن التدابير التي يمكن اللجوء إليها لحماية الخضروات من الرياح الشديدة مايلي:

١ – تحسين تصاميم البيوت البلاستيكية والزجاجية لمقاومة الرياح الشديدة.

٢ – بناء حواجز للمزارع المحمية (سور، سياج، وغيره) أو إقامة هذه المحميات في أماكن تؤمن الحماية الطبيعية لها مثل الغابات والتضاريس الأرضية والأبنية.

٣ – زراعة مصدات الرياح بحيث يكون اتجاهها عمودياً على اتجاه الرياح السائد في المنطقة.

ثانياً: العوامل الأرضية Soil Factors :

تشمل الخواص الفيزيائية للتربة ،درجة حرارتها ، محتواها من الرطوبة، درجة تهويتها ، كمية العناصر الغذائية القابلة للامتصاص ، درجة تركيز الأملاح في محلولها ودرجة حموضتها .

التربة وعلاقتها بنمو محاصيل الخضر :

تمتاز التربة بأنها العامل الذي يمكن السيطرة عليه والتحكم به بدرجة كبيرة من خلال إجراء عمليات الخدمة المختلفة بهدف تحسين خواص التربة وجعلها صالحة لنمو النباتات .

يتوقف نجاح المحصول إلى حد كبير على خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والتي تؤثر بشكل مباشر او غير مباشر في المحصول، وأهم هذه الخواص :

١– **نوع التربة وقوامها** :يمكن تقسيم الترب حسب محتواها من المادة العضوية إلى قسمين :

١ – **تربة معدنية** : هي الترب التي يقل محتواها من المادة العضوية عن ٢٠% والتي تقسم بدورها حسب نسبة كل من الرمل والسلت والطين فيها إلى ثلاثة أقسام :

رملية . متوسطة أو صفراء . طينية .

٢ – **تربة عضوية:** هي الترب التي تصل فيها نسبة المادة العضوية على عمق لا يقل عن ٣٠ سم إلى ٢٠% أو أكثر، وتتكون الأراضي العضوية من بقايا نباتية مختلفة .

تمتاز الترب العضوية بمايلي :

١ – ذات لون بني أو أسود ويصبح اللون أكثر دكانة كلما تقدمت درجة تحللها .

٢ – ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

٣ – غنية بالآزوت ولكنها فقيرة بالبوتاس والفوسفور، كما تكون غالباً فقيرة في محتواها من العناصر الدقيقة.

يتأثر إنتاج محاصيل الخضر بنوع التربة وقوامها على النحو التالي :

–**في الترب الرملية** : يكون إنتاج الخضار منخفضاً بسبب عدم مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة لكنها أفضل الترب لإنتاج محصول مبكر .

– **في الترب الصفراء** : تعتبر الترب الصفراء الخفيفة من أنسب الأراضي لزراعة محاصيل الخضر بسبب مقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة وخصوبتها الجيدة ، بينما تعتبر الترب الصفراء المتوسطة في حال الرغبة في الحصول على إنتاج غزير بغض النظر عن موعد النضج والإنتاج.

– **في الترب الطينية** : لا تصلح لزراعة الخضروات عموماً والخضر الجذرية خصوصاً، وذلك لشدة تماسك حبيباتها مما لا يسمح لجذور هذه المحاصيل بالانتشار .

– **في الترب العضوية:** تعد من أفضل الأراضي لزراعة الكرافس والخس والبصل والجزر والشوندر الأحمر والبطاطا وغيرها .

٢- مسامية التربة ونفاذيتها :

مسامية التربة Porosity :هي نسبة الفراغات التي توجد بين حبيبات التربة ، تؤثر هذه الخاصية بقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة وعلى حركة الهواء بها وسهولة نمو الجذور ، وعندما تقل نسبة الفراغات عن ١٠% تقل حركة الماء والهواء في التربة وبالتالي ينخفض نمو الجذور . تتراوح نسبة الفراغات في معظم الأراضي الزراعية بين ٣٥-٥٥% .

نفاذية التربة Infiltration Rate : هي سرعة نفاذية التربة للماء خلال فترة زمنية معينة .

العوامل التي تؤثر على مسامية التربة ونفاذيتها :

١) **قوام التربة** : تزداد المسامية والنفاذية في الأراضي الخشنة القوام (الرملية) عنها في الأراضي الثقيلة أو الطينية .

٢) **تجمعات التربة** : تزداد المسامية والنفاذية مع زيادة هذه التجمعات . إذ أن المسافة بين التجمعات هي التي يمر من خلالها الماء بالجاذبية الأرضية .

٣) **درجة انضغاط التربة** .

٤) **الفترة بين الريات** : تزداد المسامية والنفاذية بزيادة الفترة بين الريات .

لتحسين بناء التربة يجب اتباع الأمور التالية :

١. اتباع دورة زراعية مناسبة .

٢. تصريف المياه الزائدة وعدم استخدام الآلات الثقيلة عند الحراثة وخاصة إذا كانت التربة رطبة .

٣. حراثة التربة على أعماق متفاوتة لمنع تشكل طبقة صماء.

٤. حراثة التربة وهي مستحرثة (رطوبتها ٦٠-٧٠ من السعة الحقلية) .

٥. إضافة المواد العضوية أو السماد الأخضر أو دفن بقايا المحاصيل في التربة مما يساعد على تجميع حبيبات التربة.

٣- حرارة التربة Soil Temperature :

حرارة التربة:

تلعب حرارة التربة المحيطة بالمجموع الجذري دوراً هاماً في حجم المجموع الخضري وتطور النبات وبشكل عام درجة الحرارة المثالية لهذه التربة أقل بعدة درجات من الحرارة المثالية للهواء، كما أن المجموع الجذري أقل تحملاً للتغيرات الكبيرة في حرارة التربة (ارتفاعاً أو انخفاضاً) من المجموع الخضري .

يؤدي انخفاض درجة حرارة التربة عن الدرجة المثالية إلى الحد من نمو المجموع الجذري إذ تتكون جذور قصيرة قليلة التفرع . وينخفض النشاط الجذري ويضعف امتصاص الماء بواسطة النبات بشكل كبير (زيادة لزوجة الماء ولزوجة البروتوبلازم الخلوي للجذور مع انخفاض نفاذية الأغشية الخلوية (العبيد ١٩٨٤، ١٩٨٩) وبالتالي يصغر حجم المجموع الخضري للنبات ويتأخر إزهاره ويضعف تفرعه لدرجة قد يتوقف فيها نهائياً وإلى ظهور أعراض نقص التغذية (أعراض نقص الآزوت والفوسفور)

أما ارتفاع درجة حرارة التربة أكثر من الدرجة المثالية ينعكس سلباً على نمو النباتات وقد يؤدي إلى موتها نتيجة تعرض المجموع الجذري لأمراض التعفن وإصابة النباتات بأمراض الذبول كالفيوزاريوم والفيرتيسيلوم.

تعد الشمس المصدر الأساسي لحرارة التربة وبشكل ثانوي تحلل المادة العضوية ونشاط الأحياء الدقيقة. **هذا وتتأثر درجة حرارة التربة بالعوامل التالية :**

١) **لون التربة :** تسخن التربة القاتمة اللون بسرعة أكبر من التربة الفاتحة اللون .

٢) **خط العرض** : تزداد حرارة التربة كلما اقتربنا من خط الاستواء بسبب زيادة كية الأشعة التي تتلقاها .

٣) **رطوبة التربة** : ترتفع حرارة التربة القليلة المحتوى من الماء بشكل أسرع من تلك التي تحتوي على كمية أكبر وخاصة في الربيع لأن تبخير الماء من الأراضي الرطبة يتطلب طاقة حرارية كبيرة ، أي امتصاص كمية كبيرة من حرارة التربة وهذا ما يسبب فقداً كبيراً في حرارتها .

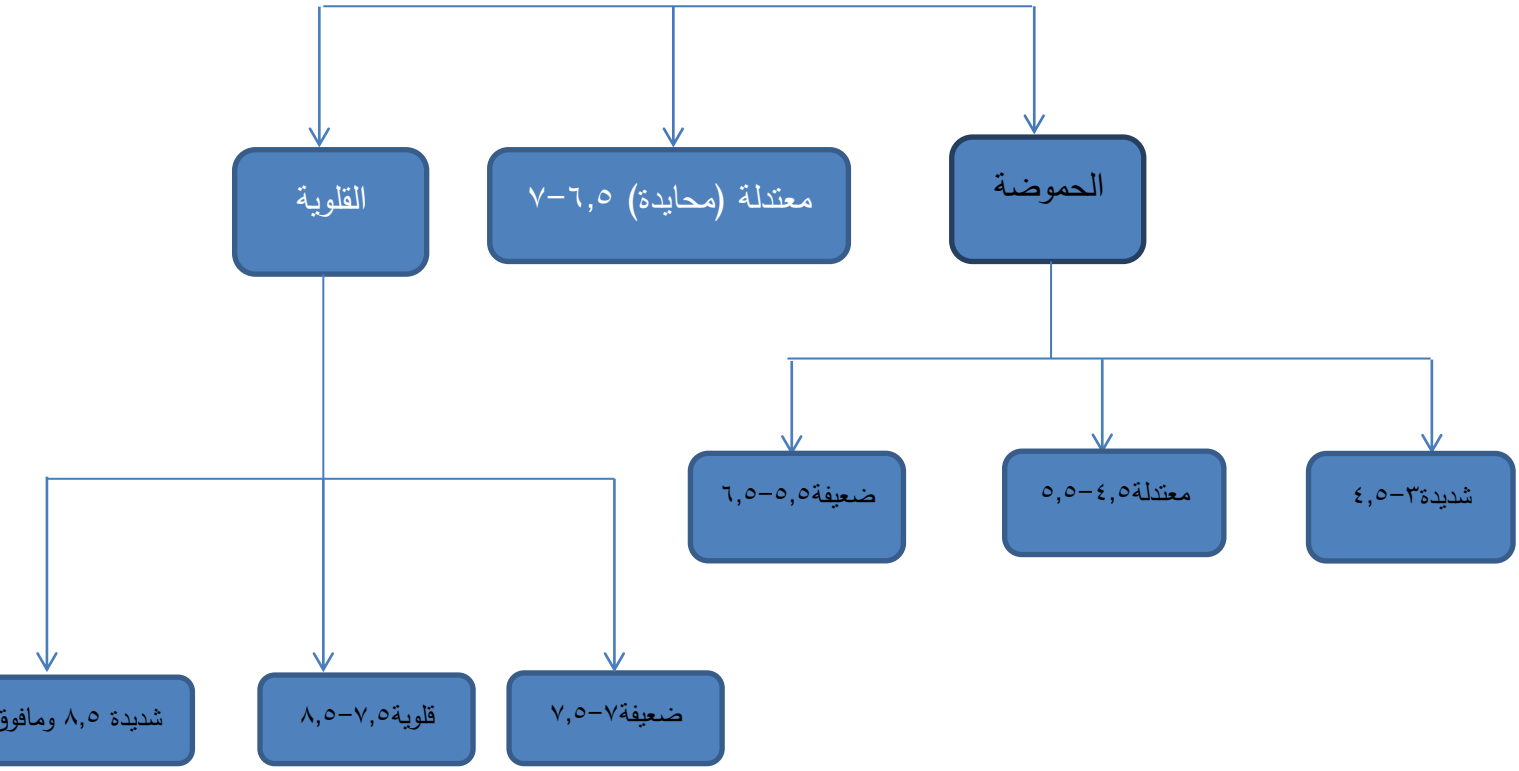
٤) **الارتفاع عن سطح البحر** : تنخفض حرارة التربة بقدار ١٥م لكل ارتفاع ٦٥م عن سطح البحر .

٥) **الغطاء النباتي** : تزداد كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة التربة مع زيادة الغطاء النباتي لأنه يمنع وصول الأشعة الشمسية إلى التربة ، كما أن الرطوبة تحت الغطاء النباتي تكون مرتفعة ، كما يكون تأرجح درجة الحرارة تحت الغطاء النباتي أقل منها في الأراضي المكشوفة فهي لاتسخن بدرجة عالية نهاراً بسبب عدم وصول الأشعة الشمسية إلى التربة بفضل الغطاء النباتي ، ولأن الرطوبة تحت الغطاء عالية فهي تحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة لتسخيتها ، كما أن حرارة التربة لا تنخفض ليلاً بشكل كبير بسبب حجز الغطاء النباتي للأشعة المنعكسة .

٦) **محتوى التربة من الدبال** : إن قابلية توصيل الحرارة في الأجزاء المعدنية من التربة أكثر من الأجزاء الأخرى . أما الدبال فتوصيله ضعيف للحرارة وبالتالي كلما زادت كمية الدبال والهواء في التربة كلما ضعف توصيل الحرارة وطالت فترة الحفاظ على الحرارة المخزنة في التربة .

٤- حموضة التربة Soil Acidity (PH) :

تتحدد حموضة التربة بوجود أيونات الهيدروجين H كما تتحدد قلويتها بوجود أيونات الهيدروكسيلOH . وتحدد هذه الأيونات نوعية تفاعل التربة وتعطي قيمة لـ pH التربة . حيث تقسم الأراضي حسب قيمة pHإلى :



يؤثر pH التربة بشكل كبير في نمو المحاصيل الخضرية من خلال :

a. تأثيره على ذوبان العناصر المعدنية وصلاحيتها للامتصاص :

تقلل الترب الحامضية من إمكانية النبات في الحصول على العناصر الأساسية (ca,Mg,S,K,P,N) والعناصر النادرة (الموليبيدنيوم) .كما تقل في الترب القلوية العناصر

التالية : الزنك – المغنيزيوم – الحديد – النحاس . في حين تحوي الترب المعتدلة والحامضية الضعيفة على النسب المثلى للعناصر الأساسية والنادرة اللازمة لنمو النبات .

b. تأثيره في نشاط الكائنات الحية النافعة في التربة :

مثل يكتريا تثبيت آزوت الهواء الجوي والبكتيريا المحللة للمواد العضوية . أنسب pH لنشاط هذه الكائنات هو ما يتراوح بين ٦–٧ أي في الترب المعتدلة تقريباً .

c. تأثيره على انتشار المسببات المرضية :

مثل مرض تدرن الجذور الصولجاني على الصليبيات الذي يزداد في الأراضي الحامضية ولكنه لا يظهر في (pH = ٧,٤–٧,٢) . ومرض جرب البطاطا الذي ينتشر في الأراضي القلوية ويشدد عند (pH=٧–٥,٥) لذا لا ينصح بزراعة البطاطا في هذه الدرجة من الحموضة بالرغم من أنها مناسبة لنموها في حال غياب المرض. والذبول البكتيري في البطاطا في درجة pH أعلى من ٥. كما ينتشر عفن جذور البازلاء في مدى pH يتراوح بين ٥,٤–٥.٧ .

مما سبق يتبين لنا بأنه يناسب النمو الجيد لمحاصيل الخضار الأراضي المعتدلة أو الحامضية الخفيفة ، حيث يتأثر النمو بزيادة الحموضة أو القلوية وتختلف درجة التأثر هذه باختلاف النوع المزروع ، **حيث تقسم محاصيل الخضار حسب مقدرتها على تحمل حموضة التربة إلى المجموعات التالية :**

١) **نباتات قليلة التحمل (pH=7-6.5)** : البصل ، الثوم ، الخس ، السبانخ ، الشوندر الأحمر ، الكرفس ، الفليفلة ، الفاصولياء ، هليون ، كرات ، بامياء .

٢) **نباتات متوسطة التحمل (pH=6-6.5)** : الباذنجان ، الخيار ، الملفوف العادي ، القرنبيط ، البطيخ الأصفر ، البقدونس .

٣) **نباتات جيدة التحمل (pH=6-5.5)** : الجزر ، القرع ، البندورة ، البازلاء ، الفول .

٤) **نباتات شديدة التحمل (pH= 5.5-4.5)** : الفجل ، الراوند ، اللفت ، الحميض ، البطاطا العادية ، البطيخ الأحمر ، بطاطا حلوة ، هندباء ، شمرة ، شيكوريا .

هذا ويمكن رفع الpH في الأراضي الحامضية بإضافة الحجر الجيري (كربونات الكالسيوم أو الحجر الجيري الدولوميتي (كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم) أو أكسيد الكالسيوم . كما يمكن خفض الpH في الأراضي القلوية بإضافة الكبريت أو الجبس الزراعي (كبريتات الكالسيوم) . وفي كلتا الحالتين يجب إضافة المواد المستعملة قبل الزراعة بوقت كاف ، مع خلطها بالطبقة السطحية من التربة ١٠ سم .

٥- ملوحة التربة Soil Salinity :

تعبر ملوحة التربة عن زيادة تركيز الأملاح فيها وخاصة في الطبقة السطحية وينتج ذلك عن:

١) يؤدي ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى زيادة تبخر الماء في التربة الأمر الذي يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح فيها.

٢) تؤدي عدم العناية بالري والصرف إلى ارتفاع مستوى ماء الأراضي وتراكم الأملاح .

٣) يؤدي الري بالمياه الجوفية الغنية بالأملاح إلى زيادة ملوحة التربة .

تؤثر زيادة ملوحة التربة على بعض العمليات الفيزيولوجيا مما يؤدي إلى ضعف إنبات البذور وعلى نمو المجموعة الخضرية والجذرية وموت معظم النباتات ، ويعود ذلك للأسباب التالية :

١. زيادة الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي وبالتالي فشل البذور والنباتات في الحصول على احتياجاتها من الماء .

٢. تحدث التراكيز المرتفعة من أيونات الصوديوم والكلور ضرراً مباشراً على النباتات ، يتجلى في احتراق حواف الأوراق وتوقف النمو .

٣. تسبب الأملاح تسمم النباتات وضعف نموها (اصفرار الأوراق وصغر حجمها والتفاف حوافها ، جفاف القمة الطرفية للورقة وتلونها بالبني ، زيادة سماكة الأوراق) وفي التراكيز الشديدة الارتفاع تسقط الأوراق وتموت السوق الصغيرة .

٤. تؤدي الملوحة الزائدة إذا ترافقت بقلوية مرتفعة إلى سوء تهوية التربة بسبب قفل مسامات التربة .

٥. يؤدي إلى زيادة الإصابة ببعض الأمراض مثل مرض عفن جذور البندورة الذي يسببه الفطر Phytophtora Parasitic .

ولا تخلو زيادة الملوحة من بعض التأثيرات المفيدة التي يمكن أن نجد لها تطبيقات زراعية كما يلي :

- ✓ تؤدي زيادة الملوحة إلى الحد من النمو الخضري في البندورة ، ويستفاد منه في زيادة العقد المبكر ، وخاصة في ظروف الإضاءة الضعيفة . كما أن زيادة الملوحة في الوقت المناسب عند زراعة الفريز في المزارع المائية تفيد في الحد من النمو الخضري لهذا النبات ، مما يؤدي إلى اتجاه النبات نحو النمو الثمري .
- ✓ تعمل الملوحة على زيادة قدرة بعض النباتات على تحمل الحرارة المنخفضة مثل السبانخ .
- ✓ تؤدي الملوحة العالية إلى جعل الثمار المنتجة أفضل مظهراً وأكثر مقاومة للأضرار الميكانيكية ، كما تزيد من نسبة المادة الجافة وتحسن نوعية الثمار من زيادة محتوى الثمار من السكريات والحموضة الكلية ومثال ذلك (البندورة ، الفليفلة ، الفريز).

تعتبر محاصيل الخضار قليلة التحمل للملوحة ، إلا أنها تتفاوت فيما بينها بدرجة التحمل . وتبعاً لذلك تقسم إلى ثلاث مجموعات :

a. **محاصيل قليلة التحمل للملوحة (حساسة للملوحة)** : تشمل الفجل – الكرفس – الفاصولياء والملوخية والثوم . حيث تتحمل نباتاتها ملوحة تركيزها ٠,١– ٠.٤% .

b. **محاصيل متوسطة التحمل** : تشمل البندورة والفليفلة والملفوف والزهرة والبروكولي واللفت والخس والبطاطا والبطيخ الأصفر والجزر والبصل والبازلاء والفول والكوسا والخيار . حيث تتحمل نباتاتها ملوحة تركيزها ٠,٤–٠.٦% .

c. **محاصيل جيدة التحمل للملوحة** : تشمل الشوندر الأحمر والباذنجان والقرع واليقطين واللوبياء والسلق والبطيخ الأحمر والهليون والسبانخ . وتتحمل الملوحة حتى تركيز ١% .

٦– خصوبة التربة Soil Fertility أو التغذية الأرضية Ground Feeding :

تشكل العناصر المعدنية نسبة تتراوح ما بين ٥–١٥% من وزن المادة الجافة للنبات . حيث تحتوي السوق والجذور على الحد الأدنى ٤–٥% . بينما تحوي الأوراق على أكبر كمية ١٠–١٥% . أما البذور فأقل الأعضاء النباتية احتواء إذ لا تزيد النسبة عن ٣% لكنه على الرغم من انخفاض كمية هذه العناصر في النبات إلا أن محاصيل الخضار تعتبر من النباتات المجهدة للتربة (أي تستهلك كميات كبيرة من العناصر الغذائية من التربة) . **وهي تحتاج إلى تربة ذات خصوبة مرتفعة وذلك لعدة أسباب منها :**

١. لاحتوائها على مجموع جذري ضعيف القدرة على امتصاص العناصر الغذائية .

٢. انتشار جذور العديد من محاصيل الخضر في الطبقة السطحية من التربة مما يؤدي إلى عدم الاستفادة من العناصر الغذائية الموجودة في الطبقات السفلى .

٣. لإعطائها محصولاً كبيراً خلال فترة قصيرة .

٤. نقص نسبة العناصر الغذائية في التربة بسبب تكرار زراعة المحصول سنوات متتالية مما ينجم عنه ضعف نمو النباتات وقلة الإنتاج .

هذا وتقسم العناصر حسب احتياجات النباتات إليها إلى :

أولاً – عناصر ضرورية لحياة النبات :هي عناصر تدخل في تركيب النباتات بكميات مختلفة ، ويؤدي نقص أحدهما إلى حدوث اختلال فيزيولوجي يمنع النبات من إتمام دورة حياته ويكون ذلك غالباً مصحوباً بأعراض مرضية لا تزول إلا بمد النبات وفي الوقت الملائم بالعنصر الناقص وحده . كما أنه لا يمكن أن نستبدل هذا العنصر (العنصر الناقص) بعنصر آخر يحل مكانه ويقوم بعمله في النبات . هذه العناصر تقسم من حيث الكمية التي تحتاجها النباتات إلى مجموعتين :

١ – **عناصر أساسية كبرى** : يحتاجها النبات بكمية كبيرة كالآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم والكبريت .

٢ – **عناصر أساسية صغرى (عناصر نادرة):** يحتاجها النبات بكميات قليلة (أقل من ١ مغ /ل أهمها البور والمغنيزيوم والنحاس والزنك والموليبدينيوم والكوبالت . أما الحديد فيشغل مركزاً متوسطاً بين المجموعتين .

ثانياً – عناصر غير ضرورية : هي عناصر تدخل في تكوين النبات لكنه لم يثبت حتى الآن أن غيابها يؤثر في نمو النباتات أو يؤدي إلى ظهور أعراض مرضية كالكلور والألمنيوم والصوديوم والسيليكون .

تمتص النباتات العناصر من التربة سواء أكانت ضرورية أم غير ضرورية لحياتها. وذلك لأن النباتات ليست لديها القدرة على استبعاد العناصر غير الضرورية واختيار العناصر الضرورية. والدليل على ذلك هو امتصاص النباتات لبعض المواد السامة التي قد توجد في الوسط الذي في الوسط الذي تعيش فيه .

لكن على الرغم من عدم قدرة النبات على اختيار العناصر الضرورية واستبعاد الأخرى . **إلا أن قدرتها على الامتصاص تختلف تبعاً لعوامل عديدة بعضها يتعلق بالنبات والبعض الآخر بظروف الوسط الخارجي .**

أ – العوامل المتعلقة بالنبات :

١) حجم المجموع الجذري وسطح الشعيرات الجذرية .

٢) تركيز المواد الكربوهيدراتية وشدة التنفس: لأن امتصاص العناصر الغذائية بحاجة إلى طاقة مصدرها التحول الغذائي للمواد الكربوهيدراتية بالتنفس .

٣) النوع النباتي : يرجع إلى اختلاف النباتات في ميكانيكية امتصاص العناصر .

ب – العوامل الخارجية :

الحرارة – الضوء – درجة حموضة التربة pH– تهوية التربة – تركيز العناصر الغذائية ونوع الأيونات: تمتص النباتات العناصر بسرعة إذا كان تركيزها في التربة منخفضاً ، لأنه بزيادة التركيز يزداد الضغط الأسموزي لمحلول التربة فتقل صلاحيته للامتصاص .

ومن جهة أخرى فإنه يوجد نوع من التضاد الأيوني بحيث تمنع بعض العناصر النبات من امتصاص عناصر أخرى . فمثلاً يقل امتصاص البوتاسيوم بوجود النترات . وبالمقابل فإنه بعض الأيونات قد تنشط امتصاص بعضها الآخر . فمثلاً تشجع أيونات الفوسفات النبات على امتصاص أيونات النترات .

ومن الجدير بالذكر أن المحاصيل الخضرية لا تختلف في قدرتها على امتصاص العناصر الغذائية ، وإنما في حاجتها لهذه العناصر وبالتالي في حاجتها للأسمدة التي تتطلبها من أجل تحسين نموها وزيادة إنتاجها .

-فالخضار الثمرية والبذرية مثلاً شديدة الحاجة لعنصر الفوسفور وذلك لدوره الكبير في دفع النبات للإزهار وزيادة نسبة العقد والإسراع في نضج الثمار وزيادة وزن البذور .

-بينما الخضار الدرنية والجذرية وغيرها من الخضار التي تشكل أعضاء ادخارية (قرص زهري ، رأس ملفوف ، كورمة ، بصلة) فهي شديدة الحاجة لعنصر البوتاسيوم حيث يشجع هذا العنصر على انتقال المواد الكربوهيراتية من الأوراق وتوضعها في أعضاء التخزين .

-أما الخضار الورقية فشديدة الحاجة لعنصر الآزوت الذي يشجع على زيادة حجم المجموع الخضري ويطيل فترة نمو النبات في الحقل مما يؤدي في النتيجة إلى زيادة كمية المحصول .

غير أن حاجة المحاصيل الخضرية من العناصر الغذائية ليست واحدة في مراحل النمو المختلفة . فالبذور لا تحتاج أثناء الإنبات إلى هذه العناصر وذلك لاعتماد الجنين على المدخرات الغذائية المخزنة فيها . بينما تكون الحاجة قليلة جداُ بعد ظهور البادرات . ثم لاتلبث أن تزداد بعد تشكل الأوراق الحقيقية الأولية حيث تتميز النباتات في هذه المرحلة بمجموعها الجذري الصغير ذي القدرة الامتصاصية الضعيفة . لذا فإنه نقص أي عنصر غذائي في هذه المرحلة يمكن أن يعيق أو يؤخر دخول النبات في أطواره الفينولوجية المختلفة . وبزيادة نمو المجموع الجذري والخفري تزداد كمية العناصر العناصر الغذائية التي يمتصها النبات من التربة . لذلك فلابد في هذه المرحلة من توفير كمية كافية من الآزوت للمساعدة على تشكيل مجموع خضري جيد ، ومن عنصري الفوسفور والبوتاسيوم بشكل قابل للامتصاص لضمان انتقال المواد الغذائية من الأوراق إلى أماكن التخزين أو الإسراع في ظهور البراعم الزهرية وعقد الثمار ونضجها .

نظراً لكون الخضار من المحاصيل المجهدة فإن نجاح زراعتها يتطلب توفر تربة خصبة ومفككة ، حيث تعتبر نسبة المادة العضوية الموجودة في التربة من أهم العوامل التي تحدد خصوبة التربة وصلاحيتها لإنتاج الخضار . فالتربة التي تحتوي على نسبة تتراوح ما بين ٤-٥% مادة عضوية تعتبر الأفضل من الناحية الفيزيائية والكيميائية . ولتأمين هذه النسبة لابد من ادخال الأسمدة العضوية والتي يفضل إضافتها أثناء اعداد الأرض للزراعة وقبل الفلاحة الأخيرة بمعدل ١٠-٢٠

طن /هـ من السماد البلدي المتخمر . لكن السماد العضوي لا يعطي بمفرده النتائج المرجوة وذلك لفقره بعنصر الفوسفور . لذا فإنه لابد من إضافة السماد الفوسفاتي مع السماد العضوي قبل الزراعة للمساعدة على تحلله . أما الأسمدة البوتاسية فيمكن إضافتها قبل الزراعة أو بعدها لسهولة ذوبانها . بينما يفضل إضافة الأسمدة الآزوتية سريعة الذوبان بعد الزراعة وعلى دفعات .

∏- الماء وعلاقته بنمو محاصيل الخضار:

تعاريف:

التبخر: هو عملية فيزيائية تعمل على تحويل الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية في الجو، ويقدر ب مم|اليوم أو مم| الشهر. وأهم العوامل المؤثرة على التبخر هي: الإشعاع الشمسي ودرجة حرارة الهواء وضغط بخار الماء وشدة الرياح السائدة في المنطقة.

النتح: هو عملية حيوية تعمل على خروج الماء من المسامات الدقيقة لأوراق إلى الوسط الخارجي على هيئة بخار ماء.

ماء التركيب: يستخدم النبات جزء من الماء الممتص من التربة في عملية التركيب الضوئي أي يدخل في نمو النباتات. وتقدر كمية الماء الضائعة في عملية النتح بحوالي ٨٠٠ ضعف حجم الماء المستخدم في بناء أنسجة النبات، لذلك نهمل كمية الماء اللازمة لعملية البناء.

التبخر النتح الأعظمي: هو كمية الماء الفاقدة عن التبخر والنتح لغطاء نباتي عشبي متجانس بطول يتراوح بين ١٠ – ١٥ سم وينمو بشكل جيد ويظلل كامل سطح التربة ويزود بالماء بشكل جيد، ولايخضع لأي عائق غذائي أو فيزيولوجي أو مرضي، ويعطي المردود الكامل في الظروف البيئة السائدة. (مم|اليوم).

رطوبة التربة: هي كمية الماء الموجودة في التربة ويعبر عنها كنسبة مئوية من وزن التربة (الرطوبة المطلقة) أو كنسبة مئوية من حجم التربة (الرطوبة الحجمية).

السعة الحقلية: هي الرطوبة التي تحتفظ بها التربة بعد التخلص من الماء الزائد بواسطة الرشح.

السعة الأعظمية: هي كمية الرطوبة التي تملأ كامل قطاع التربة وفراغاتها وتتحقق ذلك عندما لايتوفر صرف جيد للتخلص من المياه الزائدة عن السعة الحقلية، وفي هذه الحالة يتم اختناق النبات.

حد الذبول: هو كمية الماء في التربة التي تظهر عندها بوادر ذبول النباتات.

الرطوبة الهيدروسكوبية: هي الطبقة المائية الرقيقة حداً التي تتشكل على سطح جزيئات التربة عندما تتشبع ببخار الماء، ولا يستفيد النبات منها لأن قوة شدة التصاقها بجزيئة التربة أقوى من قدرة امتصاص الجذور.

الاحتياج المائي ET: يعرف الاحتياج المائي الكلي ET بكمية الماء التي استهلكها النبات خلال مراحل النمو المختلفة ويحدد بالعلاقة التالية:

$$ET = M + 10\alpha P + (W1 - W2)$$

ET : الاحتياج المائي م^{٣} / هـ.

P : معدل الهطول المطري مم .

١٠ : معامل تحويل من مم إلى م^{٣} / هـ .

W1 , W2 : معدل الرطوبة المتاحة عند بداية ونهاية الفترة الحسابية مم .

α : نسبة الأمطار الفعالة إلى الأمطار الهاطلة وتتراوح ما بين ٠,٦ – ٧٥.٠ .

M : معدل الري الصافي أو معدل الري الكلي م^{٣} / هـ .

يختلف الاحتياج المائي بإختلاف النباتات واختلاف عمرها الفيزيولجي. وبشكل عام تحتاج محاصيل الخضار لكي تنمو بالحد الأعظمي رطوبة أرضية لاتقل عن ٧٥% من السعة الحقلية.

١ – دور الماء في النبات:

يعتبر الماء من أكثر العناصر أهمية للنباتات، حيث تتراوح نسبته في أنسجة محاصيل الخضار مابين ٧٥ – ٩٠%. وبالتالي فإن حاجتها إليه أكثر من أي عنصر أخر والدور الذي يلعبه الماء في النبات يتجلى في الأمور التالية:

١ – إنبات البذور الذي لا يتم إلا بوجود نسبة من الرطوبة الأرضية بالإضافة إلى العوامل الأخرى الضرورية للإنبات.

٢ – التمثيل الضوئي والتنفس، بحث يعمل الماء كعامل مساعد ومذيب ومكون للسكريات.

٣ – انتقال الغذاء بين الخلايا المتجاورة، وبين أجزاء النبات المختلفة على صورة محاليل مائية.

٤ – امتصاص العناصر الغذائية عن طريق الجذور، حيث لا يمكن للشعيرات الجذرية امتصاص العناصر الغذائية على صورة أملاح. وإنما على هيئة محاليل مخففة (محلول التربة).

٥ – تنظيم درجة حرارة النبات بواسطة عملية التبخر.

٦ – تدعيم الأجزاء الغضة للنبات بامتلاء الفراغات الخلوية والأنسجة بالماء.

٧ – حفظ الخلايا الحارسة في حالة انتفاخ مما يساعد على دخول غاز ثاني أكسيد الكربون إلى داخل الورقة من خلال الثغور.

٢–العوامل المؤثرة في امتصاص النباتات للماء :

تمتص النباتات الماء عن طريق الجذور، وتتأثر عملية امتصاص الماء بعدد من العوامل منها ما هو متعلق بالتربة ومنها ما يتعلق بالنبات.

أ_ العوامل المتعلقة بالتربة:

١_كمية الماء الصالح للامتصاص من قبل الجذور: وهو الفرق في كمية الماء الموجودة في التربة عند السعة الحلقية والماء الموجود عند نقطة الذبول. وتختلف كمية الماء الصالح للامتصاص تبعاً لنوع التربة و محتواها من المادة العضوية، أي أنه كلما كانت نسبة العناصر الضرورية في التربة مرتفعة كانت قدرتها الإحتفاظية عالية.

٢-محتوى التربة من الأكسجين: ينخفض معدل امتصاص الجذور للماء كلما قلت نسبة الأكسجين في التربة، ويعزى ذلك إلى انخفاض نفاذية خلايا الجذور للماء وتجمع بعض المواد السامة التي تطرحها الجذور أثناء التنفس اللاهوائي.

٣-درجة حرارة التربة: تنقص كمية المياه الممتصة بانخفاض درجة حرارة التربة بسبب زيادة لزوجة الماء وانخفاض قدرته الحركية وضعف نفاذية الأغشية الخلوية للماء وانخفاض سرعة استطالة الجذور.

وتختلف النباتات من حيث قدرتها على امتصاص الماء في درجة الحرارة المنخفضة، حيث تنقص كمية الماء التي تمتصها المحاصيل الشتوية (ملفوف، لفت، وغيرها) قليلاً، ويكون النقص كبيراً في حالة المحاصيل الصيفية (القلقاس، البطيخ الأحمر وغيرها).

٤-تركيز محلول التربة ونوع الأملاح الذائبة: تنخفض بسرعة حركة جزيئات الماء كلما زادت كمية الأملاح الذائبة بسبب زيادة الضغط الاسموزي لمحلول التربة، وبالتالي تقل قدرة النباتات على امتصاص الماء.

ب-العوامل المتعلقة بالنبات:

١-درجة انتشار المجموعة الجذرية وتعمقها: تزداد قدرة النباتات على امتصاص الماء بزيادة انتشار الجذور أفقياً و رأسياً. ومن الملاحظ أن هذا الانتشار يتعلق بعدة عوامل هي (نوع النبات، الصنف المزروع،

طبيعة التربة الفيزيائية، المحتوي الرطوبي للتربة، درجة خصوبة التربة، درجة تهوية التربة، تركيز المحلول الأرضي ونوع الأيونات وتركيزها، عمليات خدمة الأرض قبل الزراعة وطريقة الزراعة).

٢-**مساحة سطح الامتصاص:** يقدر سطح امتصاص الجذور بسطح الشعيرات الجذرية وكذلك الجذور الرفيعة الموجودة في حيز معين من التربة، وهناك علاقة طردية بينها وبين قدرة النباتات على الامتصاص.

٣-الاحتياج المائي للنبات:

يتأثر الاحتياج المائي للنبات بعوامل عديدة هي:

١ - **حجم المجموعة الجذرية:** يقلل الاحتياج كلما ازداد حجم المجموعة الجذرية وكبر سطح الامتصاص.

٢-**نوع النبات:** بعض النباتات قادرة على حفظ كمية كبيرة من الماء في أنسجتها، كما أن النتح منها قليل (الهليون)، أو أن طبيعة نمو النبات لا تحتاج إلى ماء كثير نسبياً (البصل و الثوم).

3-الصنف المزروع: الأصناف المبكرة أكثر احتياجا للماء من الأصناف المتأخرة، وذلك لصغر حجم مجموعتها وسرعة نموها وكثافتها الزراعية الكبيرة.

4-خصوبة التربة: كلما ازدادت خصوبة التربة قل الاحتياج المائي للنباتات

5- نسبة الرطوبة الأرضية: يقل الاحتياج المائي للنباتات في حال كانت رطوبة التربة في حدود السعة الحقلية، أما زيادة أو قلة الرطوبة فتعمل على زيادة الاحتياج المائي.

6-الظروف الجوية السائدة: يزداد الاحتياج المائي مع ارتفاع درجة الحرارة، واشتداد سرعة الرياح، وانخفاض الرطوبة النسبية.

7-الكثافة النباتية: يزداد الاحتياج المائي بزيادة الكثافة النباتية ،بسبب زيادة تنافس الجذور في وحدة المساحة.

8-مرحلة النمو النباتي: تحتاج النباتات إلى رطوبة مقدارها ٩٠% من السعة الحقلية في مرحلة الإنبات، وتنخفض حتى ٦٠- 80% بعد ظهورها البادرات، لترتفع بعد التشتيل حتى ٨٥-٩٠ % للمساعدة على نمو الجذور.

تسمى الفترة من حياة النبات التي يتأثر فيها نموه برطوبة التربة أكثر من أي وقت آخر بالفترة الحرجة، ويختلف موعدها من محصول لآخر. وتوافق الفترة الحرجة الوقت الذي تنمو فيه النباتات نمواً سريعاً. فالفترة الحرجة للخضر الورقية هي المرحلة الأولى من نموها(مرحلة النمو السريع)،وللخضر البصلية مرحلة النمو الخضري وتكوين المسطح التمثيلي،وللخضر الدرنية مرحلة وضع الدرنات،وللخضر الجذرية مرحلة ماقبل تشكل الجذور ،وللخضر الثمرية مرحلة الإزهار والإخصاب.

ويمكن تقسيم محاصيل الخضر طبقا لاحتياجها المائية إلى المجموعات التالية:

1-المجموعة الأولى: وتضع الخضراوات المتطلبة جداً للرطوبة العالية مثل الخضر الورقية(الخس، السبانخ، الشمرة، البصل الأخضر،الكرفس،الملفوف)، والفجل،واللفت،وتحتاج هذه النباتات إلى تربة رطبة جدا بسبب ضعف مجموعها الجذري وانتشاره السطحي.

2-المجموعة الثانية: وتضم الخضراوات المتطلبة للمياه مثل الخيار والبصل والثوم والفليفلة والباذنجان والبندورة.

ويتميز الخيار بجذوره الأفقية التي تتطور في التربة الرطبة فقط. ويحتاج البصل إلى الماء بكثرة في النصف الأول من حياته،أما أثناء نضج الأبصال فيحتاج إلى تربة منخفضة الرطوبة.

3-المجموعة الثالثة: وتضم الخضراوات قليلة الحاجة للماء(الخضراوات ذات المجموع الجذري الواسع الانتشار) مثل الخضر الجذرية من الفصيلة الخيمية والفصيلة السرمقية والبقوليات والبطاطا والخضر المعمرة (الهليون، الأرضي شوكي، الراوند).

4-المجموعة الرابعة: وتضم الخضراوات المقاومة للجفاف مثل البطيخ الأحمر،والبطيخ الأصفر،والقرع العسلي.

ويجب الانتباه إلى أن اختلاف متطلبات النباتات للمياه مرتبط بشكل رئيسي بإمكانية جذور النباتات على امتصاص الماء من التربة، وكمية الماء المفقودة بطرق النتح من المجموع الخضري خلال عملية النمو والتطور.

واستناداً إلى ماسبق يمكن تقسيم محاصيل الخضر إلى أربع مجموعات :

1-المجموعة الأولى:وتضم الخضراوات التي تمتص جذورها الماء من التربة بشكل جيد، وتفقده بسرعة مثل الشوندر الأحمر والسلق.

2-المجموعة الثانية: وتضم الخضراوات التي تمتص جذورها الماء من التربة بشكل جيد. ولكنها تقتصد في صرفه مثل البطيخ الأحمر والبطيخ الأصفر والقرع العسلي والذرة السكرية والجزر والبقدونس والبندورة والفليفلة والفاصولياء.

3-المجموعة الثالثة: وتضم الخضراوات التي تمتص جذورها الماء من التربة بشكل ضعيف وتصرفه بإسراف مثل الملفوف والفجل واللفت والخيار والباذنجان والخس والسبانخ.

4-المجموعة الرابعة: وتضم الخضروات التي تمتص جذورها الماء من التربة بشكل ضعيف ولكن تصرفه بشكل قليل واقتصادي مثل البصل والثوم.

وهكذا، فانه عند وضع خطة لزراعة الخضراوات في منطقة ما، بجب مراعاة كمية الأمطار في هذه المنطقة وحاجة المزروعات من المياه في النمو المختلفة.

وبهدف الحصول على إنتاج جيد من الخضراوات ينبغي إجراء الري في بعض مراحل النمو وتقريباً في كل المناطق.

ثالثاً – العوامل الحيوي Biotic Factors:

وتشمل التأثيرات المتبادلة بين النباتات المزروعة بعضها مع بعض، وبين النباتات المروعة والأعشاب الضارة، وبينها وبين الكائنات الحية النباتية والحيوانية. وتلعب هذه التأثيرات دوراً كبيرا في نمو النباتات المزروعة.

– يضعف نمو النباتات ويتأخر الإزهار و تشكل الثمار وبالتالي انخفاض الإنتاج وذلك نتيجة **التنافس** بين النباتات على الماء والغذاء والضوء بسبب زيادة الكثافة، أو نمو الأعشاب الضارة.

– إن **إفرازات جذور بعض النباتات مثل البصل والثوم ضارة** بالنسبة لنباتات الخيار والبندورة والفاصولياء، وبالتالي لا ينصح بزراعة هذه النباتات بعد البصل والثوم،لأن نموها سيكون بطيئا.

– كما أن **إفرازات جذور نبات الشوفان سامة بالنسبة لأمراض تعفن الجذور ،ومثبطة لنمو الأعشاب الضارة،** وهذا ما يساعد على حماية النباتات المزروعة بعده من هذا المرض.

– و تساعد الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة على نمو النباتات من خلال **تحليلها للمادة العضوية،** وتحويلها إلى مركبات سهلة الامتصاص من قبل النبات.

– كما تساعد البكتريا في **إذابة بعض العناصر في التربة** وجعلها قابلة للامتصاص من خلال إفرازها ثاني أكسيد الكربون الذي يتحد مع الماء مشكلا حامض الكربون الضعيف H3Co2.

– وأيضا تساعد **بكتريا تثبيت الآزوت الجوي** والبكتريا العقدية في تثبيت آزوت الهواء الجوي وتحويله إلى شكل قابل للامتصاص من قبل النباتات.

– كما تحتوي التربة على كائنات **حية نباتية وحيوانية تسبب ضررا للنباتات،** كأن تتطفل على جذور النباتات أو سوقها أو أوراقها أو ثمارها ، مما يؤدي إلى إضعافها وانخفاض إنتاجها، كما يقوم بعضها باختزال النترات والكبريتات وتحويلها إلى مواد سامة للنباتات.

رابعاً – العوامل البشرية:

لا يمكننا إهمال الدور الكبير الذي يلعبه الإنسان في نمو وتطور النباتات، من خلال تأثيره **الايجابي** عن طريق إجراء عمليات الخدمة المختلفة للنبات (التربية والتقليم وعمليات التطعيم والتهجين والتسميد والمكافحة واستخدام منظمات النمو وغير ذلك من وسائل زيادة الإنتاج) ،أو تأثيره **السلبي** عن طريق زيادة تركيز الغازات السامة في الجو بسبب استخدام مواد المكافحة الكيميائية وغيرها من الوسائل التي تلوث الوسط الخارجي.

المشاتل وإكثار محاصيل الخضار

إنتاج الشتول وخدمتها:

تعريف الشتول: هي النباتات الناتجة عن زراعة البذور في المشتل والعناية بها حتى تبلغ حجماً مناسباً صالحاً للتشتيل لنوع المحصول ومكان إعداد الشتول. ومن ثم تنقل إلى الزراعة في المكان الدائم.

طرق إنتاج الشتول:

يمكن إنتاج شتول الخضروات بطريقتين رئيستين هما:

١ – زراعة البذور في المراقد الحقلية:

تزرع البذور في هذه المراقد إما نثراً أو في سطور، وتفضل الزراعة في سطور للاعتبارات التالية:

أ – توزيع البذور بشكل منتظم وتأمين مساحة غذائية كافية للنباتات حتى تنمو بشكل جيد.

ب – يمكن للبادرات أن ترفع غطاء التربة بسهولة وهي معاً في سطر واحد عما لو كانت متناثرة، مما يسهل من عملية الإنبات.

ج – سهولة التخلص من الأعشاب الضارة.

د – سهولة تفريد النباتات وقلع الشتول.

هـ – سهولة وصول الأشعة الشمسية إلى سطح التربة وتأمين التهوية الجيدة للنباتات مما يخفض من احتمال الإصابة بمرض الذبول الطري.

تزرع البذور في تربة خصبة وذات قدرة احتفاظية عالية وخالية من الأملاح الضارة والمسببات المرضية وبذور الأعشاب ضمن سطور تبعد عن بعضها البعض مسافة ٥ – ١٥ سم، وعلى عمق ١ – ٢ سم حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة، حيث تكون أعمق في الأراضي الخفيفة وفي درجات الحرارة المرتفعة،

وتختلف المسافة بين السطور باختلاف النوع النباتي ويراعى في هذا الخصوص أن تكون الكثافة النباتية مناسبة، حيث تؤدي الزراعة الكثيفة إلى إنتاج شتول طويلة و رهيفة، إضافة إلى زيادة تكاليف الإنتاج بسبب الحاجة إلى إجراء عملية التفريد. وتضاف أثناء إعداد التربة الكمية السمادية التالية (٢٠ – ٣٠ غ نترات الأمونيوم و ٤٠ – ٦٠ غ سوبر فوسفات الثلاثي و ٣٠ – ٥٠ غ من سلفات البوتاسيوم للمتر المربع الواحد) وتخلط هذه الأسمدة جيداً بأرض المشتل.

بعد الزراعة يغطى المرقد بالبولي إيتلين شتاءً أو بالخيش صيفاً بهدف المحافظة على رطوبة وحرارة التربة. ثم رفع الغطاء بعد الإنبات مباشرةً.

٢ – زراعة البذور في أوعية خاصة:

يؤدي استعمال أوعية نمو النباتات ذات الحيز المحدود لنمو الجذور إلى إنتاج شتول تحتفظ بجذورها كاملة وبذلك تستطيع التأقلم سريعاً مع الوسط الجديد. كما أنه باستخدام هذه الطريقة يمكن إضافة كمية كبيرة من المواد الغذائية يستفيد منها النبات في مراحل نموه الأولى.

تتعدد أشكال وأنواع أوعية نمو النباتات ويمكن تقسيم هذه الأنواع المتعددة على النحو التالي:

أ – أوعية تستخدم لمرة واحدة وهي نوعان:

أوعية تملأ بالبيئات المغذية المستخدمة في الزراعة مثل الأصص التوربية أو أصص جيفي والأصص الورقية أو الكارتونية وأكياس النايلون.

أوعية تحتوي على البيئات الغذائية الخاصة بها مثل أقراص جيفي ويوجد منها حجمان (جيفي ٧، جيفي٩)، والمكعبات الغذائية.

ب – أوعية تستخدم لأكثر من مرة:

تملأ هذه الأوعية كل مرة بالبيئات الغذائية المناسبة للزراعة كالترب أو الكومبوست أو الخلطات الترابية، ومن هذه الأوعية : الأصص البلاستيكية بأحجامها المختلفة، وصواني الإنتاج السريع وهي مصنوعة من

البلاستيك أو الاستيروفوم، حيث تحتوي كل من هذه الأوعية على أعداد مختلفة من الثقوب المخروطية الشكل المنتهية بقاعدة سطحية أو على شكل حرف V لنمو الجذور.

ومن الخلطات الغذائية المستخدمة في ملئ الأوعية الزراعية نذكر الخلطة التالية المؤلفة من:

٢ جزء من الترب + جزء من التربة الحمراء أو تربة الغابات أو جزمن السماد البلدي +جزء من الرمل.

ويضاف لكل متر مكعب من الخلطة الأسمدة المعدنية الأساسية التالية (١ –٢ كغ نترات أمونيوم، ١ – ٣ كغ سوبر فوسفات ثلاثي، ٠,٥ – ١ كغ سلفات البوتاسيوم)، إضافة إلى أسمدة تحتوي على العناصر النادرة الضرورية لنمو النباتات بكميات قليلة تتراوح ما بين ١–٢غ وتعدل حموضة الخلطة بحيث يصبح PH التربة ٦,٤ – ٦,٨ .

توضع أوعية الزراعة على تربة مغطاة بشرائح من البلاستيك، أو على طاولات سطحها العلوي من الشبك وذلك لسهولة تصريف الماء الزائد، وحماية جذور الشتول من التقطيع، وحماية الشتول من الإصابة بالآفات الموجودة في التربة، وسهولة نقل الشتول.

خدمة الشتول:

تستخدم الشتول ذات النوعية الجيدة في الزراعة وذلك للحصول على إنتاج جيد، وللحصول على هذه الشتول يجب تأمين الخدمات التالية:

١ – الاهتمام الجيد بمكافحة الآفات و الأعشاب من بداية الإنبات بمعدل رشة واحدة إسبوعياً

٢ – تجرى عملية التفريد لمنع التزاحم بين النباتات، على أن تترك مسافة بين النباتات تقدر بحوالي ٣ سم .

٣ – عدم تعريض النباتات لظروف أو عوامل تؤدي إلى نموها السريع وغير الطبيعي، كأن يتم رفع درجة الحرارة أو إضافة الأسمدة بكميات كبيرة.

٤ – تهوية الشتول وخاصة المنتجة في الأماكن المحمية، حيث تزداد حاجتها للتهوية مع تقدمها في العمر ومع ارتفاع درجات الحرارة.

٥ – المحافظة على رطوبة أرضية تقدر مابين ٦٠ – ٧٠% من السعة الحقلية. لأن انخفاض الرطوبة الأرضية يؤدي إلى ذبول البادرات، كما أن بقاء سطح التربة رطباً بشكل دائم يشجع الإصابة بمرض الذبول الطري (ذبول البادرات).

٦ – تضاف الأسمدة المعدنية للشتول بعد الإنبات وأثناء النمو، على أن تعطى الدفعة الأولى بعد ظهور الورقة الحقيقية الثانية وبقدار: ٢٠ غ من نترات الأمونيوم + ٣٠ غ من سلفات البوتاسيوم + ٨٠ غ سوبر فوسفات الثلاثي لكل ٢٠ ليتر ماء. وتعطى الدفعات التانية على مراحل بفاصل زمني بين الدفعة والأخرى ٨ – ١٢ يوماً، وبمعدل سمادي مساوياً لضعف كمية السماد المضافة في الدفعة الأولى. كما يمكن إضافة السماد نثراً.

٧ – توفير درجة الحرارة المناسبة لنمو الشتول.

٨ – تأمين إضاءة كافية أثناء إعداد الشتول .

٩ – بهدف تشجيع تكوين جذور جانبية للشتول المنتجة في أحواض خشبية أو معدنية أو بلاستيكية، يجب إجراء فصل للتربة في مكعبات وذلك قبل إجراء التشتيل بعشرة أيام.

١٠ – إجراء عملية تقسية للشتول قبل التشتيل.

تقسية الشتول أو الأقلمة:

يفضل تقسية الشتول قبل نقلها الى الأرض الدائمة بمدة تتراوح مابين ١٠ – ١٥ يوماً لكي يتم تهيئتها لتحمل الظروف الجديدة، وذلك من خلال تعريضها لنظام حراري وغذائي ومائي.

طرق التقسية:

وتختلف طريقة التقسية الواجب إتباعها باختلاف نوع المشتل أو المرقد والوسيلة المتبعة فيه لحماية الشتول. ولكل نوع من المراقد ما يناسبه من طرق التقسية. ومنها:

١ – تقسية البذور بتعريض البذور المنتفخة لمدة تتراوح بين ٥ –٧ أيام قبل الزراعة لدرجات حرارة منخفضة (٠ ، +٢ °م) وثابتة، أو لدرجات حرارة قريبة من الصفر المئوية لمدة ١٦ – ١٨ ساعة ثم حرارة مرتفعة بين ١٨ – ٢٠ °م لمدة ٦ – ٨ ساعة وهكذا. وهذه العملية هامة جداً بالنسبة لبذور المحاصيل المحبة للحرارة (بندورة، خيار، كوسا، بطيخ أحمر، وغيرها)،

٢ – تخفيف مياه الري تدريجياً ولعدة أيام قبل قلع الشتول، حيث تقل كمية المياه التي كانت تعطى في الرية الواحدة مع زيادة الفاصل الزمني بين الرية والأخرى. شريطة عدم ترك النباتات بدون ماء حتى الذبول أو الجفاف.

٣ – تعريض النباتات لدرجات حرارة منخفضة تدريجياً. أقل من الدرجة المثلى لنموها من خلال تقليل التدفئة والتهوية في مراقد الشتول، شريطة ألا تكون الحرارة شديدة الانخفاض لفترة طويلة حتى لا تتوجه النباتات نحو الإزهار بسبب الحرارة المنخفضة وخاصة للنباتات ثنائية الحول.

٤ – زيادة التهوية والإضاءة من خلال رفع أغطية المراقد لفترات قصيرة في بداية عملية التقسية ومن ثم تطول لفترة من النهار وبعدها طوال اليوم إذا سمحت الظروف بذلك (لم يحدث انخفاض كبير في درجات الحرارة أو الصقيع).

٥ – تقليل امتصاص النباتات للرطوبة وخاصة في المراقد الحقلية المكشوفة، حيث يتم ذلك من خلال تقطيع الجذور من أحد جانبي النبات أو كليهما وعلى بعد ٣ سم من النبات.

٦ – تعريض النباتات بصورة تدريجية لضوء الشمس المباشر من خلال رفع شباك التظليل (مراقد حقلية مظللة)، حيث يرفع الشبك لعدة ساعات في اليوم الأول ثم تطول الفترة حتى يزال الشبك نهائياً.

٧ – ري الشتول قبل قلعها بإسبوع بمحلول سمادي فوسفاتي بوتاسي وإيقاف التسميد الآزوتي.

٨ – معاملة الشتول بمحلول سكري تركيز ١٠%: تستخدم هذه العملية كبديل لعملية التقسية، حيث تفيد في تعويض ما تفقده الشتول من كربوهيدرات بسبب نقلها إلى مكان بعيد أو إجراء التشتيل عندما يكون الجو حاراً

أو عند مضي فترة طويلة على الشتول قبل زراعتها في المكان الدائم، وهذا ما يساعد على تعويض الجذور المفقودة وبالتالي عدم ذبول النباتات.

التغيرات التي تطرأ على الشتول نتيجة التقسية:

تطرأ على الشتول في نهاية فترة التقسية مجموعة من التغيرات يمكن تلخيصها كما يلي:

١ – تغيرات مورفولوجية:

– نقص معدل نمو النبات: يقل معدل النمو النباتي أثناء عملية التقسية لذلك تكون النباتات المقساة أصغر حجماً من النباتات غير المقساة عند التشتيل، ولكن النباتات المقساة تستعيد نموها أكبر من غير المقساة وترتبط سرعة استعادتها لنموها مع زيادة في معدل نمو الجذور والأجزاء الهوائية.

ومن الملاحظ أيضاً أن النباتات الناتجة عن شتول مقساة تكون أصغر حجماً مقارنةً مع النباتات الناتجة من شتول لم تتعرض للتقسية.

– تكتسب الأوراق لوناً أخضراً داكناً، وتكون أصغر من مثيلاتها غير المقساة التي من نفس العمر، كما يظهر على النباتات لون أحمر وردي وخاصة على السيقان وأعناق الأوراق وعروقها.

٢ – تغيرات تشريحية:

يلاحظ زيادة في كمية الأوبار المغطية لشتول البندورة وكذلك سماكة الطبقة الشمعية الموجودة على أوراق شتول الصليبيات (كرنب، زهرة، ملفوف)، كما تزداد سماكة طبقة الأدمة أو الكيوتيكل cuticle .

٣ – تغيرات فيزيولوجية:

– زيادة نسبة الغرويات المحبة للماء في النبات.

– نقص نسبة الماء الحر، وهو الماء القابل للتجمد في النباتات.

– زيادة نسبة السكريات و زيادة نسبة المادة الجافة.

– نقص في معدل النتح من الأوراق بسبب عدم قدرة الثغور على الانفتاح بعد انتهاء حالة الشد الرطوبي بسبب ارتفاع مستوى حامض الأبسيسيك في الشتول المعرضة لعملية الأقلمة، والذي لا يعود إلى تركيزه الطبيعي إلا ببطء شديد بعد انتهاء عملية الأقلمة.

– نقص معدل التمثيل الضوئي.

ميزات استخدام الشتول وعيوبها:

*يمكن إيجاز **مزايا** استخدام الشتول بالنقاط التالية:*

١ – خفض تكاليف الإنتاج بسبب شغل الشتول لحيز صغير من المساحة، وفي ذلك توفير في الأرض والجهد المبذول لخدمة النباتات.

٢ – يمكن انتخاب الشتول الجيدة ذات الأحجام المناسبة والسليمة الخالية من الإصابات المرضية واستبعاد الشتول المريضة والضعيفة.

٣ – إمكانية زراعة الخضروات التي تحتاج لموسم نمو دافئ وطويل عندما تكون فترة الدفء قصيرة، بالاستفادة من فترة نمو النباتات في المشاتل مع تدفئة المشاتل.

٤ – الإنتاج المبكر للخضروات باستخدام شتول منتجة في أماكن مدفأة.

٥ – إمكانية زراعة أكثر من محصول في الموسم الواحد في نفس الحقل، من خلال استغلال الأرض خلال فترة إعداد الشتول بزراعة محاصيل سريعة النضج مثل الرشاد والفجل والسبانخ والبصل الأخضر وغيرها.

٦ – إمكانية حماية النباتات من التقلبات الجوية في المشاتل المدفأة، بينما يكون ذلك صعباً في ظروف الحقل.

٧ – الاقتصاد في كمية البذار.

*أما **عيوب** استخدام الشتول فهي:*

١ – حدوث توقف مؤقت للنباتات عقب التشتيل مباشرةً، وقد يدوم هذا التوقف لفترة طويلة مما يؤدي إلى تأخر في النضج وبالتالي انخفاض كمية المحصول.

٢ – قد تنتقل بعض المسببات المرضية مع الشتول من منطقة لأخرى مثل النيماتودا وفطريات الذبول.

٣ – يعيق استخدام الشتول لبعض محاصيل الخضار عملية الحصاد الآلي، لأن النباتات الناتجة عن الشتول أقوى نمواً، وأكثر تفرعاً، وأقل تركيزاً في النضج (لا تنضج في وقت واحد).

تقسيم محاصيل الخضار حسب مقدرتها على تحمل التشتيل:

بشكل عام يمكن تشتيل جميع الخضروات إذا كانت شتولها نامية في أوعية خاصة، لأنها تحتفظ بجذورها كاملة عند التشتيل، كما يمكن تشتيل جميع الخضروات عقب الإنبات مباشرةً أي في مرحلة البادرات، ولكن نقل وتداول هذه النباتات في هذه المرحلة من النمو يكون صعباً. فبح بن تعني تحمل عملية التشتيل قدرة الشتول التي عمرها يتراوح بين ٤ – ١٠ أسابيع والمأخوذة من المراقد الحقلية بدون أن تحاط جذورها بالتربة. *وحسب ذلك تقسم الخضروات إلى المجموعات التالية:*

١ – **مجموعة الخضروات المتحملة للتشتيل:** مثل البندورة، الخس، الملفوف، القرنبيط، الكرنب.

٢ – **مجموعة الخضروات الأقل تحملاً للتشتيل:** أي تحتاج إلى عناية خاصة عند تشتيلها مثل الفليفلة، الباذنجان، الكرفس، البصل.

٣ – **مجموعة الخضروات التي لا تتحمل التشتيل:** مثل البقوليات والقرعيات والذرة السكرية

قلع الشتول وزراعتها في الحقل:

تتوقف الفترة اللازمة للوصول إلى الحجم المناسب للتشتيل على نوع المحصول ودرجة الحرارة السائدة وعمليات الخدمة، فتطول فترة بقاء النبات في المشتل في الجو البارد، وتقصر في الجو الحار، وتتراوح عموماً بين ٤ – ٦ أسابيع للصليبيات، و٦ – ٨ أسابيع للباذنجانيات، و٨ – ١٢ إسبوعاً في الكرفس

والبصل، و٤٠ – ٤٥ إسبوعاً في الهليون. وبشكل وسطي فإن معظم المحاصيل تحتاج مابين ٥ – ٨ أسابيع.

تروى الشتول بشكل جيد قبل قلعها بفترة ١٢ – ٢٤ ساعة بهدف الحفاظ على المجموع الجذري، ومن ثم تنتخب الشتول الجيدة (تحوي مجموعاً جذرياً جيداً وكبيراً، طولها ١٠ – ١٥ سم، ساقها متخشبة، عدد الأوراق ما بين ٥ – ٩ ، خالية من الأمراض والحشرات) وتغمر جذورها بعد القلع بالماء أو القش المبلل أو بالترب المبلل لمنع جفافها وخاصة في الأيام المشمسة. ومن ثم تربط في حزم صغيرة وتلف بقطعة خيش رطب وتوضع في صناديق بحيث لا تكون مكدسة فوق يعضها البعض، وبعدها تزرع الشتول.