يعتمد تقدير مجموع الوحدات الحرارية على كل مما يلي:

١- درجة الحرارة الدنيا التى يتوقف عندها النمو النباتى (درجة حرارة الأساس).

٢- درجة الحرارة العليا (العظمى) التى لا يتغير بعدها النمو النباتى.

٣- درجة الحرارة القصوى التى يثبط بعدها النمو النباتى.

وتحسب الحرارة المتراكمة — عادة — بجمع حاصل طرح متوسط الحرارتين الدنيا والعظمى اليومية من درجة حرارة الأساس.

وقد وجد فى الخيار أن أفضل طريقة لحساب الوحدات الحرارية كانت بجمع الفرق بين الحرارة العليا يوميًّا ودرجة حرارة الأساس (وهو فى الخيار ١٥,٥م) يوميًّا من الزراعة حتى الحصاد، ولكن عندما ارتفعت الحرارة المسجلة عن ٣٢م (وهى درجة الحرارة القصوى للخيار)، فإن تلك الدرجة استُبدلت بالقيمة ٣٢ (درجة السقف الحرارى) مطروحًا منها الفرق بين الحرارة المسجلة و ٣٢، وذلك قبل طرح الأساس من تلك القيمة. وقد خفضت تلك الطريقة معامل التباين coefficient of variation من ١٠٪ فى الطريقة العادية إلى ٣٪ (عن Dufault وآخرين ١٩٨٩، و Perry & Wehner ١٩٩٦).

مراحل نضج الثمار

تمر الثمار بمرحلتين أساسيتين للنضج؛ هما: النضج البستانى، والنضج الفسيولوجى.

١- النضج البستانى Horticultural Maturity:

النضج البستانى هو المرحلة التى يكتمل فيها نمو الثمار وتصبح صالحة للجمع. ويمكنها أن تستمر فى القيام بوظائفها بعد الحصاد حتى تكتسب صفاتها المتازة التى تجعلها صالحة للأكل، دون الحاجة إلى أن تظل متصلة بالنبات. وتحدث بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج البستانى تغيرات كيميائية يكتمل بها التكوين الكيميائى الداخلى للثمار، وينشأ عنها اكتساب الثمار لصفاتها التى تجعلها صالحة للأكل. وإذا قطفت الثمار قبل هذه المرحلة. فلا يمكن أن تتغير داخليًّا حتى تصبح صالحة للاستهلاك.

ومن أمثلة مرحلة النضج البستانى فى محاصيل الخضر طور الثمار الخضراء المكتملة التكوين فى الطماطم؛ حيث لا تحمر الثمار إذا قطفت قبل وصولها إلى هذه المرحلة، والطور المناسب للحصاد فى أصناف القاوون الشبكى والأملس؛ حيث تصبح الثمار صالحة للاستهلاك بعد أيام قليلة من وصولها إلى تلك المرحلة.

٢- النضج الفسيولوجى Physiological Maturity:

النضج الفسيولوجى هو المرحلة التى يكتمل فيها نضج الثمرة فسيولوجيًّا، وترتفع خلالها سرعة التنفس فجأة بحدوث ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric، وتكتمل أثناءها كافة التغيرات الحيوية التى تكسب الثمار الصفات التى تجعلها صالحة للأكل.

وقد يحدث النضج الفسيولوجى بعد قطف الثمار كما فى الحالات التى يكون فيها النضج البستانى قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى. وقد يتوافق موعد النضج البستانى مع النضج الفسيولوجى، كما فى ثمار البطيخ وقرع الشتاء والقرع العسلى.

وقد تتفق مرحلة النضج البستانى مع مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك مباشرة، ويكون ذلك قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى بوقت طويل، كما فى الخيار، والكوسة، والبامية، والبقوليات الخضراء، والفلفل الأخضر، والباذنجان، وكذلك محاصيل الخضر التى تزرع لأجل أجزائها النباتية الأخرى غير الثمار.

ويوضح شكل (٢-١) العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة فى الثمار.

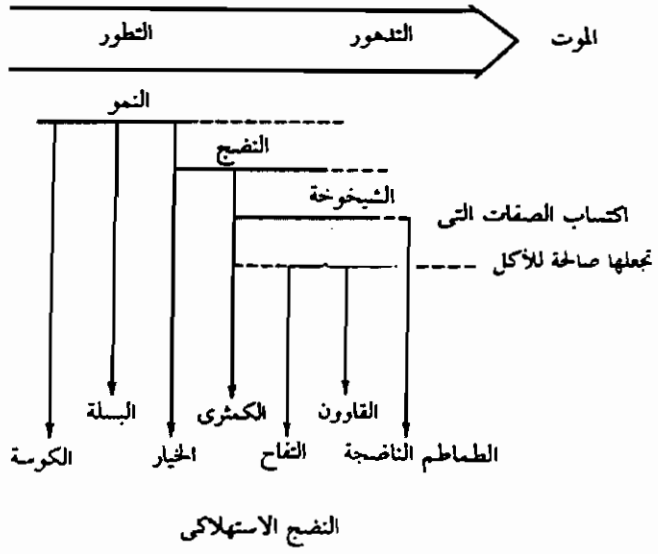
وتحدث – بين مرحلتى النضج البستانى والنضج الفسيولوجى – تغيرات فيزيائية وفسيولوجية؛ منها:

١- تتحول المواد البكتينية من صورة غير ذائبة إلى صورة ذائبة.

٢- يتحلل الكلوروفيل، وتتكون الصبغات التى تعطى الثمار ألوانها الجذابة.

٣- تزداد الحلاوة بتحول النشا إلى سكر.

٤- تكتسب الثمار طعمها المميز لنقص الحموضة وتوازنها مع السكر.



شكل (٢-١): العلاقة بين مراحل النمو والتطور المختلفة فى الثمار (عن Wills وآخرين ١٩٨١).

لكن التغيرات تستمر أيضًا – بعد بلوغ الثمار طور النضج الفسيولوجى؛ فتزداد ليونة أنسجة الثمرة، ويفسد طعمها. وبذلك تصبح زائدة النضج overripe.

وتجدر الإشارة إلى أن كلمتى: "mature"، و "ripe" تفيدان – فى العربية – معنى النضج، إلا أن علماء فسيولوجيا ما بعد الحصاد يستعملون المصطلحين لوصف مراحل مختلفة من تطور الثمار. فكلمة "mature" يعنى بها: مرحلة اكتمال التكوين، والتى يمكن عندها حصاد المنتج؛ بحيث لا تقل نوعيته بعد عمليات التداول (بما فيها عملية الإنضاج إن كانت لازمة) – عن الحد الأدنى المقبول لدى المستهلك؛ وهى مرحلة النضج البستانى التى سبقت الإشارة إليها". أما كلمة "ripe"، فيعنى بها: مرحلة النضج التى يصبح عندها المنتج فى أفضل حالاته للاستهلاك"، وهى مرحلة النضج الفسيولوجى التى أسلفنا بيانها كذلك.

ونجد فى كثير من الفاكهة (الموز – مثلاً – حيث تحصد ثماره وهى خضراء) أن

مرحلة اكتمال التكوين maturity المناسبة للحصاد تكون قبل فترة طويلة من مرحلة النضج ripening المناسبة للاستهلاك. ولكن نجد فى معظم الخضروات أن المنتج يصل إلى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك فى نفس مرحلة صلاحيته للحصاد.

ولمزيد من التفاصيل – حول المصطلحات التى تصف مختلف مراحل نمو، واكتمال نمو، ونضج، وشيخوخة مختلف أنواع المحاصيل البستانية – يراجع Watada وآخرون (١٩٨٤).

العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد

تؤكل ثمار عديد من الخضروات قبل اكتمال نموها، كما فى الكوسة، والخيار، والبامية. وتتوقف صلاحية هذه الثمار للجمع على رغبات المستهلك. فالبعض يفضل الثمار الصغيرة، والبعض الآخر يفضل الثمار الأكبر.

أما بالنسبة للثمار التى يقترب فيها موعد النضج البستانى من موعد النضج الفسيولوجى، فهناك عدة عوامل تؤخذ فى الحسبان لتحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد كالتالى:

١- عمر الثمار: حيث تكمل الثمار نموها ونضجها بعد عمر معين (جدول ٢-٢).

٢- لون الثمار: يختفى اللون الأخضر للثمار عند استكمال نموها، ويبدأ ظهور لون الثمار المميز.

٣- حجم الثمار: يوجد ارتباط بين حجم الثمار وصلاحيتها للحصاد. ويختلف الحجم المناسب باختلاف الأصناف، لكن يمكن تقديره بالمران والخبرة.

٤- شكل الثمار: تأخذ الثمار أشكالاً خاصة تميزها عند استكمال تكوينها.

٥- انفصال الثمار: تنفصل ثمرة القاوون عن العنق انفصالاً جزئيًا عند بلوغها مرحلة النضج البستانى، وتكون منطقة الانفصال محيطة تمامًا بالعنق عند تمام نضج الثمار.

٦- درجة الصلابة: تلين الثمار مع تقدمها فى العمر. ويمكن تحديد صلاحية الثمار للحصاد من درجة ليونتها.