الفصل الاول
اهمية الخزن ومقدار الفقد في المحاصيل البستنية

تقدر الخسارة الناتجة عن تلف الفواكه والخضر قبل وصولها الى يد المستهلك بـ ١٠ ـ ٢٥٪ بصورة عامة اما في البلدان ذات المناخ الحار فتقدر النسبة بـ ٢٥ ـ ٧٨٪ واحيانا تصل الخسارة الى ١٠٠٪ لبعض الاصناف السريعة التلف مثل الشليك ، وتكون الخسارة اشد اذا تأخر شحن الحاصل الى المخزن او السوق وتقدر الخسارة اليومية بـ ٣ ـ ١١٪ حسب الانواع عن كل يوم يتأخر فيه شحن الحاصل الى المخزن (Pantastico and Bautista, 1976) .

ان الزيادة السريعة في السكان في العالم بصورة عامة (من ٤ مليار عام ١٩٧٨ الى ٥,٨ مليار عام ٢٠٠٠ وفي الوطن العربي من ١٥٠ مليون عام ١٩٧٨ الى ٣٠٠ مليون عام ٢٠٠٠) تتطلب زيادة انتاج الغذاء لاجل اطعام الافواه الجديدة الوافدة .

كما وان الزيادة في الانتاج الزراعي تكون اما بواسطة الزيادة الافقية ((بزيادة المساحة المزروعة) او بالزيادة العمودية (بزيادة حاصل الدونم الواحد) وان الزيادة الافقية محدودة ومكلفة وكذلك الزيادة العمودية . بينما من الممكن زيادة الحاصل بمقدار ٢٥ـ ٥٠٪ وذلك بمنع التلف الذي يحصل للفواكه والخضر بتحسين عمليات الجني والتعبئة والشحن والخزن والتسويق .

بالاضافة الى امكانية تقليل التلف فان عملية الخزن تساعد على تزويد السوق بالفواكه والخضر الطازجة على مرور السنة .

يقدر انتاج الولايات المتحدة من الفواكه فقط بـ ٢٢ مليون طن بينما انتاج العالم منها هو اكثر من ٧٠ مليون طن كما ينتج العالم اضعاف ذلك من الخضروات (Ryall and Pentzer, 1974) .

ان علم فسلجة الثمار بعد الحصاد Postharvest Physiology) يعني بدراسة وتطوير جني وتنظيف وتدريج وتعبئة وخزن وشحن هذه الملايين من الاطنان من الفواكه والخضر وجعلها جاهزة للاستهلاك الطازج في مختلف انحاء العالم .

في الماضي كانت عوائد بيع الفواكه والخضر لا تسد اجور الشحن احيانا نتيجة التلف فيضطر المزارع الى التقليل او الامتناع عن زراعتها ، بل يزرع ما يسد حاجة السوق المحلية فقط . اما الان فقد قل تلف الفواكه والخضر نتيجة التطور في عمليات العناية والتخزين ومكافحة الامراض التي تسبب تلف الثمار اثناء الخزن والتسويق .

لقد تمت دراسة ظروف الخزن المناسبة لكل نوع او صنف من اصناف الفواكه والخضر وايضا نوع العبوات المناسبة لكل صنف .

ان نجاح عملية خزن الفواكه والخضر بطريقة الـ Controlled - Atmosphere ساعد على اطالة مدة الخزن الى ١٢ شهر لبعض الفواكه كالتفاح والعرموط .

لقد تأسست اول جمعية لعلماء فسلجة الثمار بعد الحصاد عام ١٩٦٥ (Post harvest Physiology) كفرع من جمعية علوم البستنة الاميركية وفي عام ١٩٨٠ وصل عدد اعضاء الجمعية الى ٢٢٧ عضوا . اما الان فقد اصبحت جمعية الـ Post harvest Physiology جمعية مستقلة بذاتها وعضو في رابطة تطوير العلوم الاميركية (American Association for the Advancement of Science) وتعقد هذه الجمعية مؤتمرات علمية كل ثلاثة سنوات بالاضافة الى المؤتمر السنوي الذي يشرف عليه المؤتمر العالمي للتبريد (International Institute of Refrigeration) يقوم العلماء في هذا الميدان باجراء التجارب والبحوث لحفظ الفواكه والخضر اطول مدة ممكنة مع المحافظة على احسن الصفات النوعية بما في ذلك الصفات الكيماوية والفيزياوية والقيمة الغذائية . وتوجد الان اجهزة دقيقة لقياس ما يحدث بداخل الثمار والمثال على ذلك قياس التراكيز القليلة جدا من غاز الاثلين المتكون بداخل الثمار بفضل اختراع جهاز الـ Gas Chromotography اما في مجال العناية بالثمار فقد قطع هذا التكنولوجي شوطا بعيدا . بحيث اصبح جني معظم

Scanned by TapScanner

الفواكه والخضر ميكانيكيا بالاضافة الى تحسين طرق التعبئة والنقل والتفريغ ، فاصبح مثلا تفريغ صناديق التفاح بواسطة غمرها تحت الماء فيتم غسل الثمار ثم نقلها وتدريجها على احزمة متحركة ثم تعبأ في صناديق خاصة للخزن ، كذلك تم تطوير العبوات كي تحافظ على الثمار بحالة جيدة اثناء الشحن والخزن . مثلا ثمار الخوخ والنكتارين توضع في عبوات مصممة على شكل اقداح بداخل الصندوق كما هو الحال في تعبئة البيض . كذلك ظهرت مواد كيمياوية جديدة ذات مفعول جيد فى مكافحة امراض التعفن في المخازن .

اما في مجال النقل فقد تم تطوير الشاحنات المبردة وعربات السكك الحديدية المبردة والبواخر المبردة بالاضافة الى استعمال الطائرات في نقل الفواكه والخضر والازهار المقطوفة الى الاسواق النائية بأقل خسارة اثناء النقل ، اضف الى ذلك التطور الذي حصل في مجال الخزن المبرد Cold Storage او طرق ازالة حرارة الحقل Pre Cooling Methods قبل الخزن .

قد يتساءل البعض لماذا الخزن ومشاكله ولماذا لا نكتفي بالتصنيع ومثال هذا السائل كمن يسأل « اذا كانت الاسواق مملوئة بالازهار الصناعية فلماذا نكلف انفسنا عناء زراعة الازهار الطبيعية او شرائها باسعار عالية ؟ . ان التصنيع يكون اما باستعمال درجات الحرارة العالية او بواسطة التجميد وكلا العمليتين تحطم القوام الطبيعي للثمار وتغير او تزيل نكهتها بالاضافة الى تقليل قيمتها الغذائية وتحرم الموائد من جمال منظرها .

مهما تفننت معامل التعليب في المحافظة على نكهة المعلبات فان التفاحة الطازجة لن يكون لها بديل . وكلما زادت ثقافة الشعوب زاد الوعي الغذائي واصبح لكلمة « طازج » معنى عميق وصدى في النفوس يعني اللذة والصحة والجمال واصبحت كلمة (مصنع) او صناعي مدعاة للتقزز والاشمئزاز . ان معظم المواد الكيمياوية الحافظة والصبغ التي تضاف الى المعلبات اثبتت التجارب مؤخرا انها تسبب مرض السرطان للمستهلكين بكثرة والمثال على ذلك مادة السكرين التي دام استعمالها عشرات السنين وكذلك بعض الصبغ الحمراء المستعملة لتلوين المعلبات فقد اثبتت

Scanned by TapScanner

التجارب بصورة قاطعة انها تسبب السرطان للمستهلكين . كما ان السكر الذى يضاف الى محاليل التعليب يسبب السمنة ومن ثم امراض القلب والشرايين . اضف الى ذلك فقدان القيمة الغذائية نتيجة الطبخ والتقشير كفقدان معظم الفيتامينات مثل فيتامين C,B (Pantastico, 1975) اما من ناحية العوائد للمزارعين فهي اكثر لو تم تسويق الفواكه والخضر طازجة مما لو تم تصنيعها ، فقد دلت احصائيات عام ١٩٦٤ الى ١٩٦٧ ان ٥٢٪ من مجموع الخضروات المنتجة استعملت لاغراض التصنيع واعطت دخلاً للمزارع يعادل ٢٩٪ من مجموع دخله فقط . بينما كان ٧١٪ من دخل المزارعين هو من الـ ٤٨٪ الباقية التي تم بيعها طازجة (*Ryall and Lipton*, 1972) .

Scanned by TapScanner

فقدان الحاصل في البلدان النامية

يتراوح مقدار الفقد في الخضروات بين ٢٥- ٧٥٪ في البلدان النامية خاصة المناطق الحارة . ويكون الفقد نتيجة التفسخ ، الفقد في الوزن ، الضرر الميكانيكي ، تدهور القيمة النوعية والغذائية او عبور الثمار مرحلة النضج Over ripening(Pantastico and Bautista, 1976) .

وان فقد الحاصل يقلل من وصوله الى يد المستهلك ويزيد من اسعار المتبقي منه لذلك وجب تقليل الفقد في الحاصل بعد الحصاد .

جدول رقم (١) يبين مقدار الفقد في الحاصل لثلاثة انواع رئيسية من الخضروات في البلدان النامية . (Pantastico and Bautista, 1976)

المحصول	عدد أيام الخزن	نسبة الفقد في الحاصل واسبابه				مجموع الفقد ٪
		التفسخ	الضرر الميكانيكي	الفقد في الرطوبة	عوامل اخرى	
البصل الابيض	١٥٠	١٥ - ٢٥	٧ - ٨	١٠	١٥ - ٣٥(أ)	٤٧ - ٧٨
البطاطه	٣٠٠	٥ - ١٥	٢ - ٣	٥	١٠(أ)	٢٢ - ٣٣
الطماطه	٤	١ - ١٢	٤ - ٦	٢ - ٤	١٥ - ٢٠(ب)	٢٢ - ٤٢

(أ) التنبيت اثناء الخزن Sprouting in Storage

(ب) عبور مرحلة النضج Over Ripening

Scanned by TapScanner

جدول رقم (٢) يبين مقدار الفقد في الخضروات بعد الحصاد في البلدان المتقدمة والنامية
(Pantastico and Bautista, 1976)

	مجموع المساحة المزروعة خضروات هكتار	مجموع الانتاج (مليون طن)	معدل الحاصل طن/ هكتار	مجموع التصدير مليون طن
البلدان النامية	٥٨,٠٠٠	٢١٦	٠,٧	٢,٧
البلدان المتقدمة	١٠,٠٠٠	١٣٥	١٤	٥,-

هذا الجدول يبين ان انتاج البلدان النامية على الرغم من كونه اكثر من انتاج البلدان المتقدمة الا ان مقدار التصدر هو اقل مما تصدره البلدان المتقدمة . ويرجع السبب في ذلك الى تلف الحاصل بعد الحصاد في البلدان النامية نتيجة عدم العناية بعمليات التدريج والتعبئة والشحن والخزن مما يزيد تلف الحاصل قبل وصوله الى يد المستهلك في البلدان النامية . نجد عكي هذه الحالة في البلدان المتقدمة نتيجة تطور عمليات التدريج والتعبئة والشحن والخزن .

Scanned by TapScanner

ول رقم (٣) يبين المقارنة بين البلدان النامية والمتقدمة من حيث الوقت اللازم
اية بطن واحد من محصول الطماطم (Pantastico and Bautista, 1976)

وة مل	البلدان النامية		البلدان المتقدمة	
	معدل الوقت اللازم	طبيعة العمل	معدل الوقت اللازم	طبيعة العمل
ماد ل بئة لمية ل خزن مل	١٥-٢٠ ساعة	حصاد يدوي	٥ دقائق/طن	حصاد ميكانيكي
	٣-١٠ ساعة	العزل حسب درجة النضج	لا توجد	لا توجد
	١٠-١٥ ساعة	التعبئة في عبوات صغيرة للشحن	٥ دقائق/طن	في صناديق كبيرة جدا
	٣٠ دقيقة/كلم	بواسطة الحيوانات	٢ دقيقة/كلم	بواسطة الشاحنات
	٢٠-٢٥ ساعة	غسل يدوي في حوض ماء صغير	٢٠-٣٠ دقيقة	غسل ميكانيكي بواسطة ماء قوى وفرش .
ريج ب جم بئة زن ل وق يع ة د	١٥ ساعة	العزل حسب الحجم	١٥-٢٠ دقيقة	تدريج ميكانيكي حسب الوزن
	٢٠-٢٥ ساعة	تعبئة يدوية في صناديق او سلال صغيرة	١٠-١٥ دقيقة	اجهزة تعبئة ميكانيكية
	٨-١٠ ساعة	من المخزن الى سوق الجملة	١ - ١,٥ ساعة	نقل مباشر الى سوق المفرد
	١٦ ساعة	سوق الجملة الى باعة المفرد	لا توجد	لا يوجد سوق جملة
موع	١٣٧ - ١٦٦ ساعة لكل طن		٢-٣ ساعة لكل طن	

Scanned by TapScanner

الفصل الثاني

مراحل نمو الثمار

تتكون الثمرة نتيجة النمو السريع للمبيض ويكون النمو نتيجة انقسام الخلايا وزيادة حجمها .

وتختلف مرحلة انقسام الخلايا Cell Division من نوع الى اخر . فبينما تكوّن من ٥ ـ ٨ ايام في قرع الكوسة تصل الى ٣ ـ ٤ اسابيع في التفاح والاجاص والخوخ و ٦ ـ ٨ اسابيع في العرموط و ٤ ـ ٩ اسابيع في البرتقال وفي التمر تستمر مرحلة انقسام الخلايا ٦٠ يوما في حين تستمر هذه المرحلة في الافوكادو Avocado حتى نضج الثمار .

اما مرحلة الزيادة في حجم الخلايا Cell Enlargment فانها تلي مرحلة الانقسام او تكون في آن واحد معها حيث تجرى عملية انقسام الخلايا وزيادة حجمها في نفس الفترة من عمر الثمرة . وان النمو يكون سريعا في مرحلة الزيادة في حجم الخلايا وفيها تنتقل المواد الغذائية من مصدر تكوينها Source في الأوراق الى الثمار ـ وتستمر مرحلة الزيادة في حجم الخلايا الى حين اكتمال حجم الثمار او اكتمال النمو .

ويتوقف الحجم النهائي لثمار بعض الانواع على عدد الخلايا الناتجة من الانقسام كما هو الحال في الكرز في حين يتوقف الحجم النهائي للثمرة في انواع اخرى على حجم الخلايا كما هو الحال في التفاح .

وان العلاقة بين سرعة نمو الثمرة وعمرها يكون على شكل خط بياني يمثل منحنى نمو الثمرة . وتنقسم الثمار الى مجموعتين حسب نوع او شكل منحنى نمو الثمرة .

Scanned by TapScanner

أ ـ المجموعة الأولى :

ويكون فيها منحنى النمو ذو دورة واحدة على شكل حرف S ويسمى Single Sigmoid Curve او يسمى S — Shaped Curve احيانا . وهذه المجموعة تشمل الثمار التفاحية والحمضيات والتمر والاناناس والطماطم والبزاليا وثمار العائلة القرعية ومعظم ثمار الخضروات عدا الشليك .

ويتميز منحنى النمو في هذه المجموعة بوجود ثلاثة مراحل هي مرحلة انقسام الخلايا ومرحلة الزيادة في حجم الخلايا ثم مرحلة النضج الفسلجي (Hulme , 1970) وفيما يلي شرح لكل مرحلة من هذه المراحل :ـ

١ ـ المرحلة الأولى :ـ Stage I

ويكون النمو فيها بطيئا وناتجا عن انقسام الخلايا . وقد تستمر هذه الفترة من ٣ ـ ٤ اسابيع بالنسبة للتفاح ومن ٦ ـ ٨ اسابيع في العرموط .

٢ ـ المرحلة الثانية :ـ Stage II

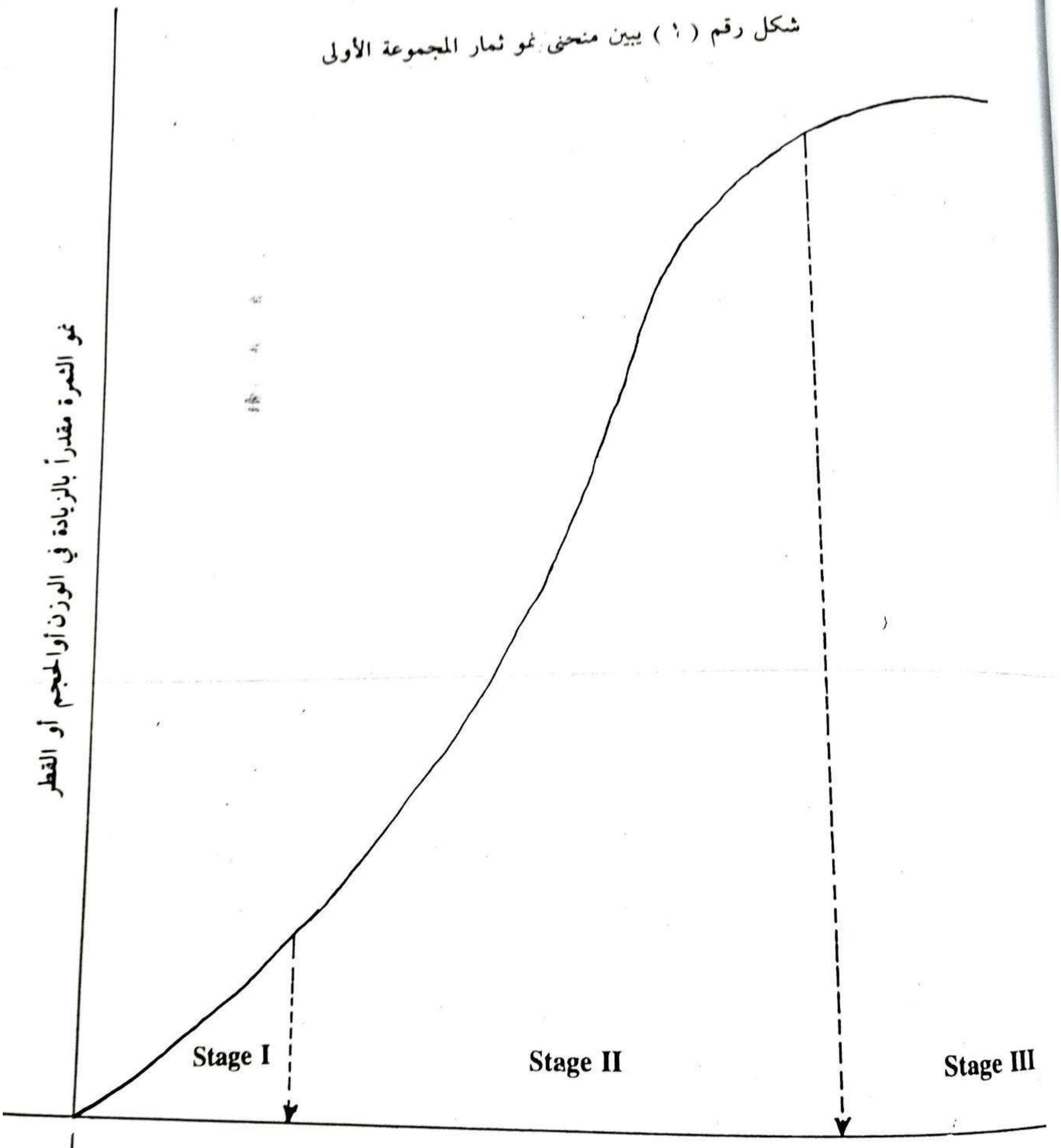
وتسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو السريع ويكون معظم النمو في هذه المرحلة ناتجا عن الزيادة في حجم الخلايا الا ان انقسام الخلايا قد يستمر في بعض الانواع مثل التمر والبرتقال والافوكادو . وتستمر هذه المرحلة لحين اكتمال حجم الثمار .

٣ ـ المرحلة الثالثة :ـ Stage III

وهي مرحلة البلوغ او اكتمال النمو والتي يتوقف النمو في نهايتها وتعتبر هذه المرحلة مرحلة النضج الفسلجي Maturation وهي المرحلة التي يكتمل فيها حجم الثمار مع حدوث تغييرات كيماوية وفسلجية فيها . اضافة الى تكوين طبقة شمعية على بشرة الثمرة في بعض الانواع او تتكون طبقة فلينية على بشرة الثمرة في انواع اخرى . ويختلف الوقت اللازم لوصول الثمار الى طور البلوغ او اكتمال النمو حسب الانواع كما يعتمد ذلك على درجات الحرارة ومدة الاضاءة وغيرها من العوامل الوراثية والبيئية .

Scanned by TapScanner

شكل رقم (١) يبين منحنى نمو ثمار المجموعة الأولى



Scanned by TapScanner

ويبين شكل رقم (١) مراحل نمو ثمار المجموعة الأولى .

ب ـ المجموعة الثانية :ـ

ويعتبر منحنى النمو في هذه المجموعة ذو دورتين Double Sigmoide Curve وتشمل هذه المجموعة الثمار اللوزية مثل المشمش والخوخ والاجاص والكرز وكذلك تضم هذه المجموعة التين والزيتون والعنب والشليك .

يمتاز منحنى النمو في هذه المجموعة بأنه يتكون من اربعة مراحل مختلفة من النمو تشمل فترتين من النمو السريع مفصولة بفترة من النمو البطىء او عدم النمو . بالاضافة الى مرحلة النضج الفسلجي Maturation التي تتشابه تماما مع مرحلة النضج الفسلجي لثمار المجموعة الأولى . ولنأخذ مراحل نمو ثمرة المشمش أو الخوخ كمثال لمراحل نمو ثمار المجموعة الثانية .

١ ـ المرحلة الأولى Stage I

تتميز هذه المرحلة بسرعة النمو وزيادة حجم الثمرة ووزنها .

ويكون النمو في هذه المرحلة ناتجا بالدرجة الأولى عن انقسام الخلايا وزيادة عددها . وتستمر فترة انقسام الخلايا ثلاثين يوما بعد اكتمال تفتح الازهار تعقبها فترة الزيادة في حجم الخلايا وفي هذه المرحلة تصل النواة (Pitor Endocarp) الى الحجم الكامل وتكون الزيادة في وزن وحجم الثمار ناتجة عن نمو النواة ونمو لحم الثمرة Mesocarp . ويمكن الاستدلال على نهاية هذه المرحلة من بدء تصلب النواة في الطرف الزهري . ويمكن فحص بدء تصلب النواة عند محاولة قطعها من الطرف الزهري باستعمال شفرة الحلاقة . ويتم ذلك بقطع شرائح خفيفة من الطرف الزهري للثمرة الى ان تصطدم شفرة الحلاقة بطرف النواه حيث يكون قطع النواه صعبا اذا تصلبت وسهلا اذا لم تتصلب بعد كما اوضح ذلك الباحث Westwood , 1978 وافي نهاية هذه المرحلة تبدأ الاندوسبرم بالنمو .

Scanned by TapScanner

٢ ـ المرحلة الثانية :ـ Stage II

وفيها تتوقف الزيادة في وزن وحجم الثمرة ويصبح منحنى النمو على شكل خط مستقيم تقريبا وتسمى هذه المرحلة احيانا Plateau Period . او تسمى احيانا بمرحلة الخمول النسبي .

تتميز هذه المرحلة باكتمال تصلب النواة Pit Hardening كما تتميز بسرعة تكوين الجنين Embryo والاندوسبرم Endosperm وفي نهاية هذه المرحلة يصل الجنين الى الحجم النهائي مستهلكا جميع محتويات الاندوسبرم . اما النواه Pit فيتحول لونها الى الاصفر الغامق او البني في نهاية هذه المرحلة (Westwood, 1978) .

وان سبب عدم الزيادة في حجم او وزن الثمرة في هذه المرحلة غير معروف تماما وربما يرجع هذا الى نمو الجنين والاندوسبرم بسرعة مما يؤدي الى استهلاك جميع الغذاء الوارد الى الثمرة من الأوراق او بقية اجزاء النبات . او قد يكون ذلك نتيجة لنقص الاوكسينات في هذه المرحلة (Westwood, 1978) والتي يسبب نقصها قلة النمو او انعدامه . ومما يؤيد هذه النظرية هو امكانية تقصير هذه الفترة وزيادة نمو الثمرة باستعمال بعض الاوكسينات مثل الاوكسين .

Trichloro Phenoxy acetic acid (2,4,5,— T) في حالة الخوخ والمشمس (Crane , 1969) كما في شكل رقم (٢ و ٣)

٣ ـ المرحلة الثالثة Stage III

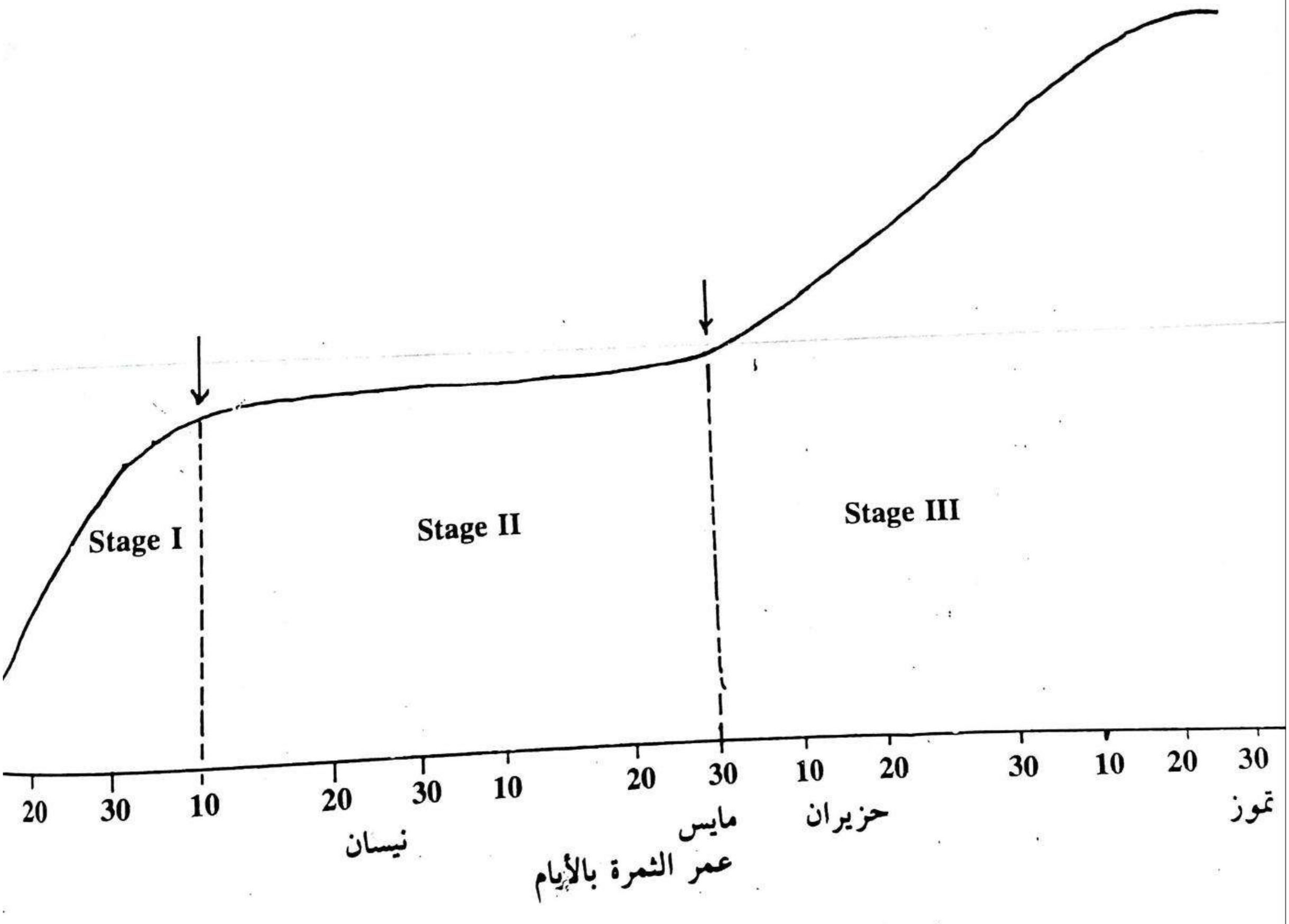
وتسمى هذه المرحلة كذلك Final Swell . تتميز هذه المرحلة بسرعة الزيادة في حجم ووزن وقطر الثمرة . ويكون النمو في هذه المرحلة ناتجا عن الزيادة في حجم الخلايا . . فمثلا نجد ان قطر الخلايا يزداد بمقدار ٥٠٪ وفي نفس الوقت يزداد وزن وحجم الثمرة بمقدار ٨٥٪ خلال هذه المرحلة . ولذا تسمى هذه المرحلة بمرحلة النمو السريع .

٤ ـ المرحلة الرابعة Stage IV

وهي مرحلة اكتمال النمو او البلوغ وفيها يتوقف نمو الثمرة وتبدأ بالنضج

Scanned by TapScanner

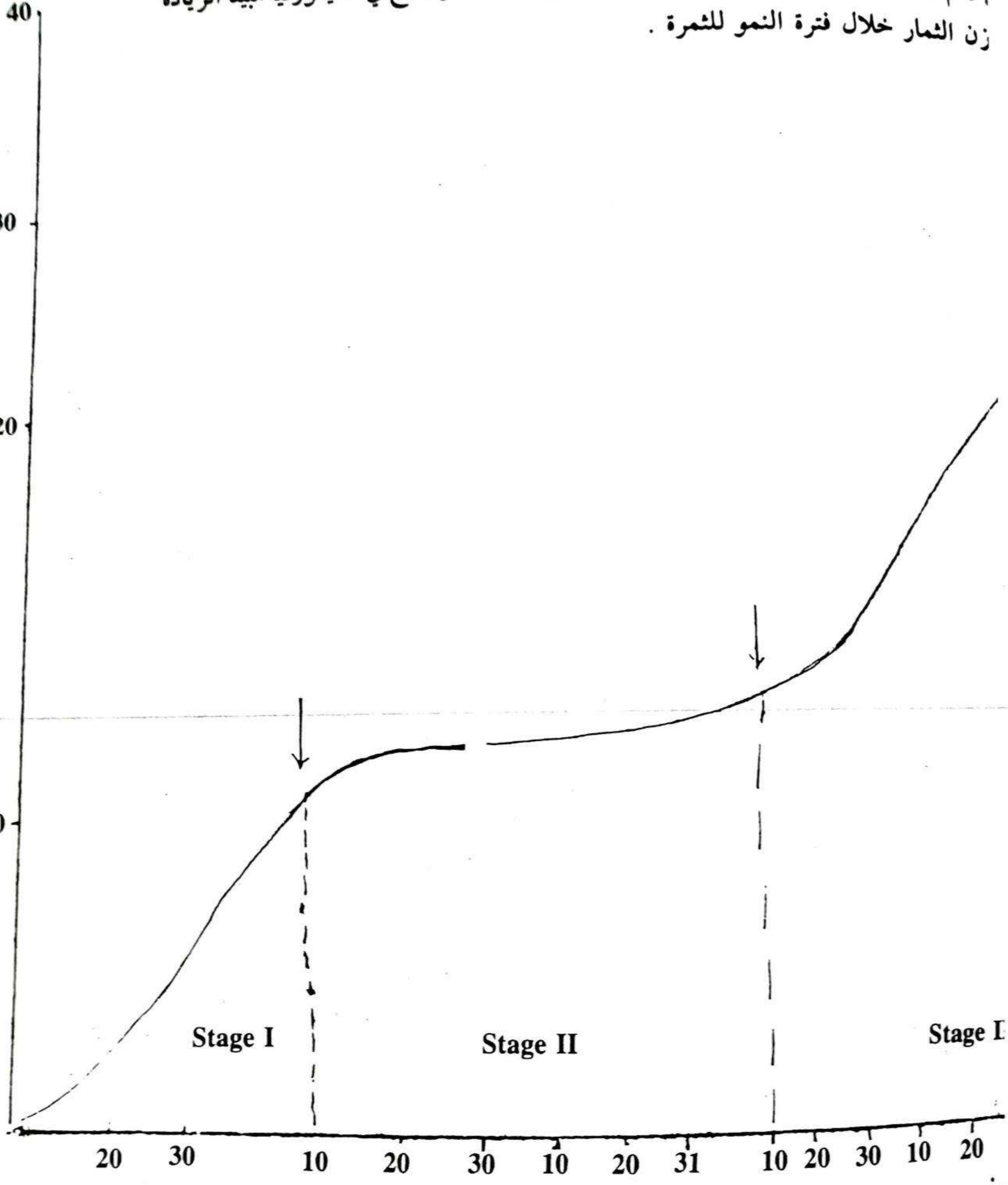
شكل رقم (٢) منحنى نمو ثمرة المشمس صنف Royal متمثلا بالعلاقة بين قطر الثمرة وعمرها تحت ظروف كاليفورنيا .



ملاحظة : الاسهم تشير الى موعد بدء وانتهاء تصلب النواه

Scanned by TapScanner

رقم (٣) منحنى نمو ثمرة المشمش صنف رويل Royal المزروع في كاليفورنيا مبينا الزيادة
زن الثمار خلال فترة النمو للثمرة .



ملاحظة : الاسهم تشير الى موعد بدء وانتهاء تصلب النواة

Scanned by TapScanner

Maturation نتيجة حدوث تغيرات كيماوية وفسلجية . كما وجد ان محتوى الثمرة من السكريات يزداد ويقل تركيز الاحماض العضوية كما تتجمع المواد الايسترية Esters المسببة لنكهة الثمار . وكذلك يصبح لحم الثمرة ذو لون ابيض مصفر . في هذه المرحلة تتكون طبقة شمعية على بشرة الثمرة في بعض الانواع . كما تصبح الثمار مستعدة للنضج Ripening في هذه المرحلة .

ان طول كل مرحلة من مراحل نمو الثمرة يختلف باختلاف الاصناف . يكون معظم الاختلاف في مواعيد نضج الاصناف ناتجا عن الاختلاف في طول المرحلة الثانية (مرحلة الخمول النسبي) او النمو البطيء . ان الاختلاف في طول المرحلة الثانية يسبب بدوره الفروق بين الاصناف المبكرة والاصناف المتأخرة النضج التابعة لنفس الجنس . فمثلا يبلغ طول المرحلة الثانية خمسة عشر يوما في صنف الخوخ المبكر Fortuna بينما يبلغ طولها خمسون يوما في صنف الخوخ المتأخر Phillips وأن طول المرحلة الثانية (الخمول النسبي) لا يتأثر بالعمليات الزراعية مثل التسميد والري والخف ، بل يعتمد على الصفات الوراثية للصنف .

كما ان حجم الثمرة في بداية المرحلة الثانية يمكن اعتباره دليلا على حجم الثمرة وقت الحصاد . فالثمار الصغيرة في بداية المرحلة الثانية تكون صغيرة وقت النضج والثمار الكبيرة في بداية المرحلة الثانية تكون كبيرة وقت النضج . من هذه العلاقة يمكن تقدير حجم الثمرة عند الحصاد بمعرفة حجم الثمرة في بداية المرحلة الثانية .

٥ ـ مرحلة النضج Ripening

وهي المرحلة النهائية في حياة الثمرة ولا يوجد اختلاف جوهري بين انواع الثمار في المجموعة الأولى والثانية من ناحية دخولها في مرحلة النضج النهائي . ان مرحلة النضج النهائي تلي مرحلة اكتمال النمو أو Maturation وفيها تستمر التغيرات الكيمياوية التي بدأت في مرحلة النضج الفسلجي . ويعرف النضج النهائي بأنه سلسلة من التغيرات في اللون والطعم والنكهة والقوام التي تجعل الثمار قابلة للأكل .

Scanned by TapScanner

وتختلف التغيرات التي تحدث خلال هذه المرحلة حسب الاصناف والانواع . ان مرحلة النضج النهائي في معظم الثمار ترافقها تغيرات في اللون بسبب زوال اللون الأخضر الناتج عن فقدان أو تحلل الكلوروفيل مما يساعد على ظهور الصبغات الأخرى التي كانت مختفية تحت اللون الأخضر . كما يرافق التغيير في اللون تكوين صبغات جديدة حسب نوع الثمار . اما التغيير في النكهة او الطعم فيشمل التغيير في الحموضة والحلاوة والمواد الفينولية Phenolics والمواد القابضة Tannens اضافة الى التغيير في صلابة او طراوة الثمار . وعموما يمكن تقدير النضج بثلاثة مقاييس حسية هي اللون والطعم والطراوة ويرافق عملية النضج كذلك زيادة في سرعة التنفس في الاصناف ذات الخواص الكلايمكتيرية Climacteric Fruits .

يلي مرحلة النضج النهائي حدوث عملية التدهور او الشيخوخة Senescence التي تؤدي الى موت انسجة الثمرة . واثناء عملية التدهور تقل حيوية الخلايا بالتدريج ويتم استهلاك الطاقة المخزونة في الخلايا ويضمحل النشاط الانزيمي وتفقد الثمار قيمتها الغذائية وتصبح غير صالحة للاستهلاك .

يمكن التحكم في عقد ونمو ثمار بعض اصناف الفاكهة والخضر باستعمال منظمات النمو . ومن الامثلة على ذلك زيادة نسبة عقد الثمار وزيادة سرعة نمو الثمار وزيادة حجم الثمار والتبكير في نضج الثمار وانضاج الثمار صناعيا . (Dilley, 1969)

يمكن تغيير شكل منحنى نمو بعض الاصناف التي يكون منحنى نموها من النوع ذو دورتين Double Sigmoid مثل الخوخ بالرش ببعض الاوكسينات مثل 2,4,5—T كما في شكل رقم (٤) وذلك بتقصير فترة الخمول النسبي مما يؤدي الى زيادة حجم الثمار والتبكير في نضجها .

اما الاصناف التي يكون منحنى نمو الثمرة فيها ذات دورة واحدة Single Sigmoid فيلاحظ ان اثر منظمات النمو يكون قليلا على النمو والتبكير في النضج وذلك لعدم وجود مرحلة خمول نسبي في الثمار . ولكن يمكن زيادة حجم ثمار بعض الاصناف برشها ببعض منظمات النمو ، كما هو الحال عند رش التفاح بمنظم النمو N A A

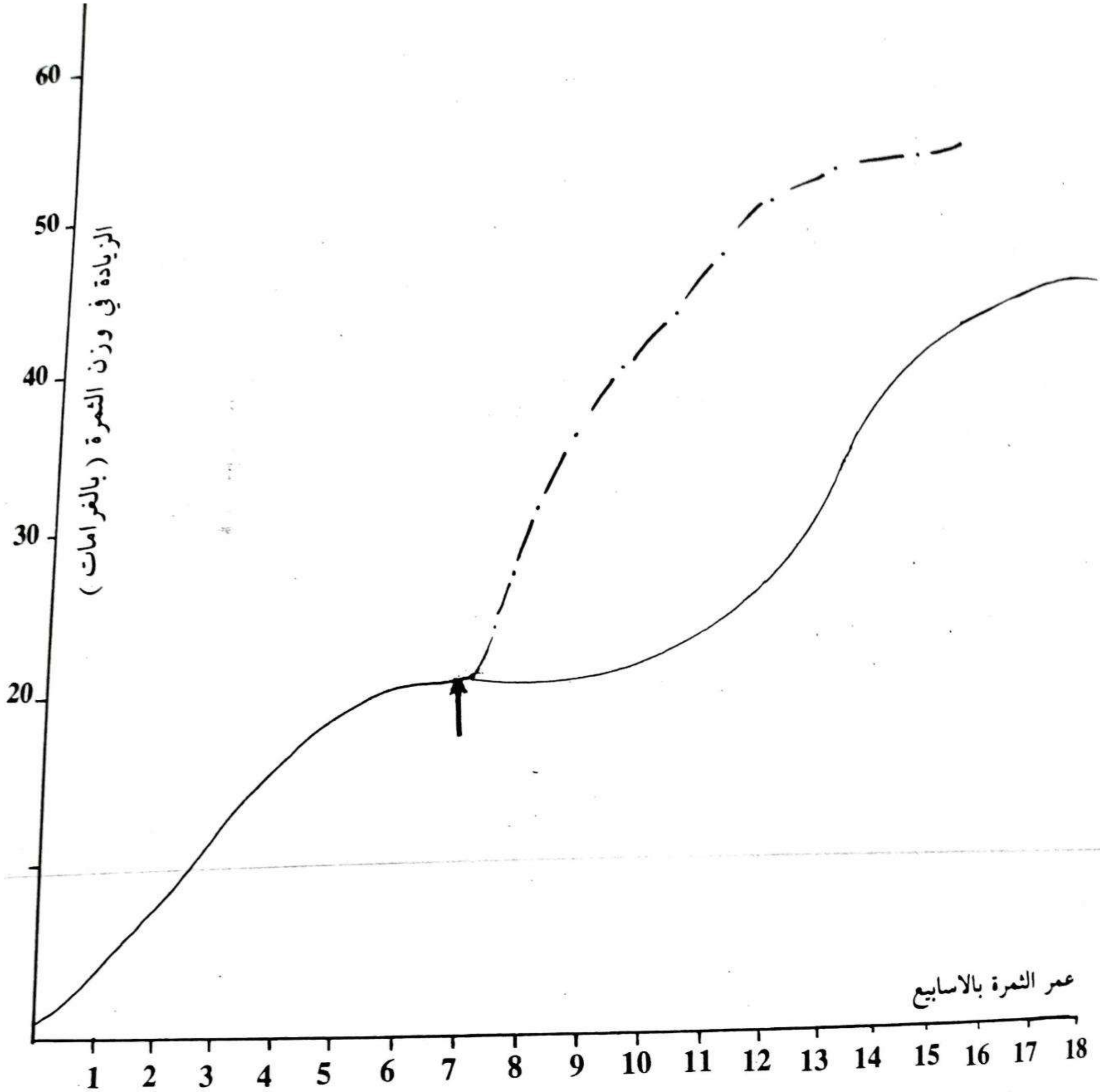
Scanned by TapScanner

وكذلك فان رش الاشجار التفاحية بالجبرلينات يسبب عقد الثمار بكريا ويزيد من حجم الثمار ويحسن شكل الثمار (Westwood, 1978) .

وان مرحلة نضج الثمار كبقية المراحل تكون تحت سيطرة الهورمونات في الثمرة . فمن ناحية نجد ان نضج الثمار يتحفز بفعل التركيز الداخلي للاثلين كما هو الحال في البطيخ Nitsch, 1970 ومن ناحية اخرى نجد ان النضج يتأخر بفعل الجبرلينات Gibberellins والسايتوكينينات Cytokinins كما هو الحال في انضاج البرتقال .

ويتضح من الأمثلة اعلاه ان الهورمونات تلعب دورا مهما في جميع اطوار نمو الثمرة وذلك نتيجة الارتباط الوثيق بين تركيز الهورمونات في الثمرة وبين مختلف مراحل نموها وتطورها . كذلك فانه بمعاملة الثمار بمنظمات النمو الطبيعية والصناعية قد امكن التحكم في عقد ونمو ونضج الثمار .

Scanned by TapScanner



شكل رقم (٤) يبين منحنى نمو ثمرة الخوخ وتأثير المعاملة بالاوكسين 2,4,5-T على مرحلة الخمول النسبي . ان رأس السهم يشير الى موعد الرش بالاوكسين .

Scanned by TapScanner

الفصل السادس

التنفس وعلاقته بالنضج والتخزين

ان عملية التنفس عبارة عن اكسدة المواد الغذائية المخزونة كالكاربوهيدرات والبروتينات والدهون وغيرها الى مواد بسيطة وتحرير طاقة حرارية . وعندما تكون الثمار على النبات نجد بان المواد الغذائية تصلها من اجزاء اخرى من النبات والتي تصنع هذه المواد الغذائية عن طريق عملية التركيب الضوئي ولذا نجد ان الثمار تحتوي على كميات لا بأس بها من المواد الغذائية . وبعد قطف الثمار او الاجزاء النباتية الاخرى نجد ان خلاياها تبقى حية او بمعنى اخر انها تقوم بالعمليات الحيوية كالتنفس وتستمر في القيام بهذه العمليات الحيوية طالما ان هنالك مواد غذائية مخزنة في داخلها وعلى هذا الاساس نجد ان الهدف الرئيسي من دراسة موضوع الجني والخزن هو اطالة عمر الحاصلات البستنية بعد الحصاد الى اطول فترة ممكنة عن طريق استهلاك هذه المواد الغذائية المخزونة بنسبة واطئة في العمليات الحيوية التي تجري في داخلها خاصة عملية التنفس .

وان عملية التنفس تجري اعتياديا بوجود غاز الاوكسجين ولذا فان هنالك كمية عالية من الطاقة سوف تتحرر وهي ٦٨٦ كيلو كالورى لكل جزيء واحد من الكلوكوز ولذا سمي هذا التنفس بالتنفس الهوائي .

وكما موضح مبسطا في المعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Energy}[686\ \text{Kg Cal.}]$$

وان عملية التنفس تتضمن مرور جزيء الكلوكوز بسلسلة من التفاعلات الكيماوية تتحول اولا الى Glucose - 6 - Phosphate وبعدها الى Glucose 1 , 6 - Diphosphate حيث ينشطر جزيء الكلوكوز الى جزئين كل واحدة منها ٣ ذرات من

Scanned by TapScanner

جدول رقم (١٤) : مقارنة بين سرعة التنفس في بعض انواع الحاصلات البستنية المقطوفة

(عن : Duckworth, 1966).

المحصول	درجة الحرارة م°	سرعة التنفس mg Co2/Kg/hr.
الافوكادو	٢٠	٧٠
الموز	٢٠	٤٠
المانجو (عنبة)	٢٠	٤٤
التفاح	٢٣	٢٠-١٢
الطماطة	٢٢,٢	٥١
البرتقال (فالينشيا)	٢١	٢٦
الذرة الحلوة (عرانيص غير مقشرة)	٢٢,٢	٢٦٧
الفاصوليا الخضراء	٢٢,٢	١٨٣
البزاليا (قرون)	٢٢,٢	٣٠٦
البزاليا (بذور)	٢٢,٢	٤١٨
الاسبركس	٢٢,٢	٢٧١
الخس	٢٥	٥٥
السبانخ	٢٠	٧٠-٦٠
البطاطا	٢٢	١٤-٧

Scanned by TapScanner

الكاربون وبعد سلسلة من التفاعلات تتحول الى Pyruvic Acid وتسمى هذه السلسلة من التفعلات بعملية الكلكزة (Gloycolosis) وبعد ذلك نجد ان جزىء Pyruvic Acid تتحول الى Acetyl - Co - A حيث تدخل في دورة Kreb) Tricarboxylic Acid Cycle (Cycle حيث يتحرر خلال هذه الدورة غاز ثاني اوكسيد الكاربون والماء وتحتاج هذه التفاعلات الى الاوكسجين كما وان الطاقة تتحرر من خلال هذه العملية . ان الاوكسجين الذي نحتاجه لعملية التنفس يأتي من الهواء المحيط بالحاصلات البستنية حيث انه يدخل الى داخل الثمار او الانسجة النباتية من خلال الفتحات الطبيعية وبعدها نجد انه يذوب في محلول الخلية (Cell Solution) حيث نجد ان التفاعل بأخذ مجراه الطبيعي . ان الماء الذي يتكون نتيجة لعملية التنفس يصبح جزء من الماء في الخلية كذلك نجد ان هنالك تبادل مستمر بين الاوكسجين الذي يدخل الى داخل الخلية وغاز ثاني اوكسيد الكاربون الذي يتحرر من الخلية اما اذا لم يكن غاز الاوكسجين متوفر فان عملية التنفس الهوائي لا تأخذ مجراها الطبيعي ولذا فان مادة Pyruvic Acid الذي يتكون نتيجة لعملية Glycolosis سوف يدخل في تفاعل اخر في عملية التنفس اللاهوائي (Anaerobic Respiration) الذي يؤدي الى تكوين الكحول الايثيلي وكما موضح في المعادلة المبسطة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow {}_2C_2H_5OH + 2\ Co_2 + Energy\ {}_{24}Kg\ Cal$$

ويتضمن هذا سلسلة من التفاعلات تؤدي الى تحويل Pyruvic Acid الى Acetaldehyde ويتحرر غاز ثاني اوكسيد الكاربون وبعدها يتحول Acetaldehyde الى مادة الكحول الايثيلي بواسطة انزيم Alcohol Dehydrogenase ويؤدي حدوث التنفس اللاهوائي في الحاصلات البستنية الى تكوين رائحة غير مقبولة (Abnormal Flavor) واذا اصبح تركيز الكحول عاليا داخل الخلايا فانه يؤدي الى قتل الخلايا وموت الحاصلات البستنية وتلفها بسرعة . ولاجل تفادي حدوث عملية التنفس اللاهوائي يجب توفير غاز الاوكسجين للحاصلات البستنية بعد

Scanned by TapScanner

الحصاد لضمان حصول التنفس الهوائي . ان كمية غاز الاوكسجين التي نحتاجها للتنفس تعتمد على درجة الحرارة كما يجب وضع الحاصلات البستنية في عبوات ذات فتحات مناسبة لضمان تبادل الغازات حيث ان وضعها في العبوات البلاستيكية وخصوصا عبوات المستهلك قد تؤدي الى حدوث التنفس اللاهوائي الا اذا كانت هذه العبوات مثقبة (Perforated) وغير مغلوقة بأحكام ، من المعلوم بان عملية التنفس هي تفاعل كيماوي ولذا فان درجة الحراة تؤثر على سرعة هذا التفاعل الكيماوي حيث ان Q_{10} تساوي ٢,٥ لعملية التنفس اي انه لو كانت درجة الحرارة ١٠م° فان سرعة التنفس تكون ضعفين ونصف على درجة حرارة ٢٠م° كذلك يجب معرفة بان سرعة التنفس ليست متساوية في الحاصلات البستنية المقطوفة وذلك عند تخزينها او وضعها على حرارة معينة (جدول رقم ١٤) . ان الخلايا الحية التي في دور انقسام تكون سرعة التنفس فيها اعلى من الخلايا التي هي في طور الشيخوخة وفي الشكل رقم (٣١) والجدول رقم (١٥) يبين الاختلاف في كمية الطاقة المتحررة بين انواع مختلفة من الفواكه والخضراوات .

معامل التنفس Respiration Qutient (RQ)

يقصد بمعامل التنفس انه عدد الاوزان الجزئية (Moles) من غاز ثاني اوكسيد الكاربون التي تتحرر نتيجة لعملية التنفس . مقسومة على عدد الاوزان الجزيئية من غاز الاوكسجين التي يحتاجها في عملية التنفس .

$$\text{معامل التنفس} = \frac{\text{الاوزان الجزيئية من غاز ثاني اوكسيد الكاربون المتحرر}}{\text{الاوزان الجزيئية من غاز الاوكسجين المستخدم}}$$

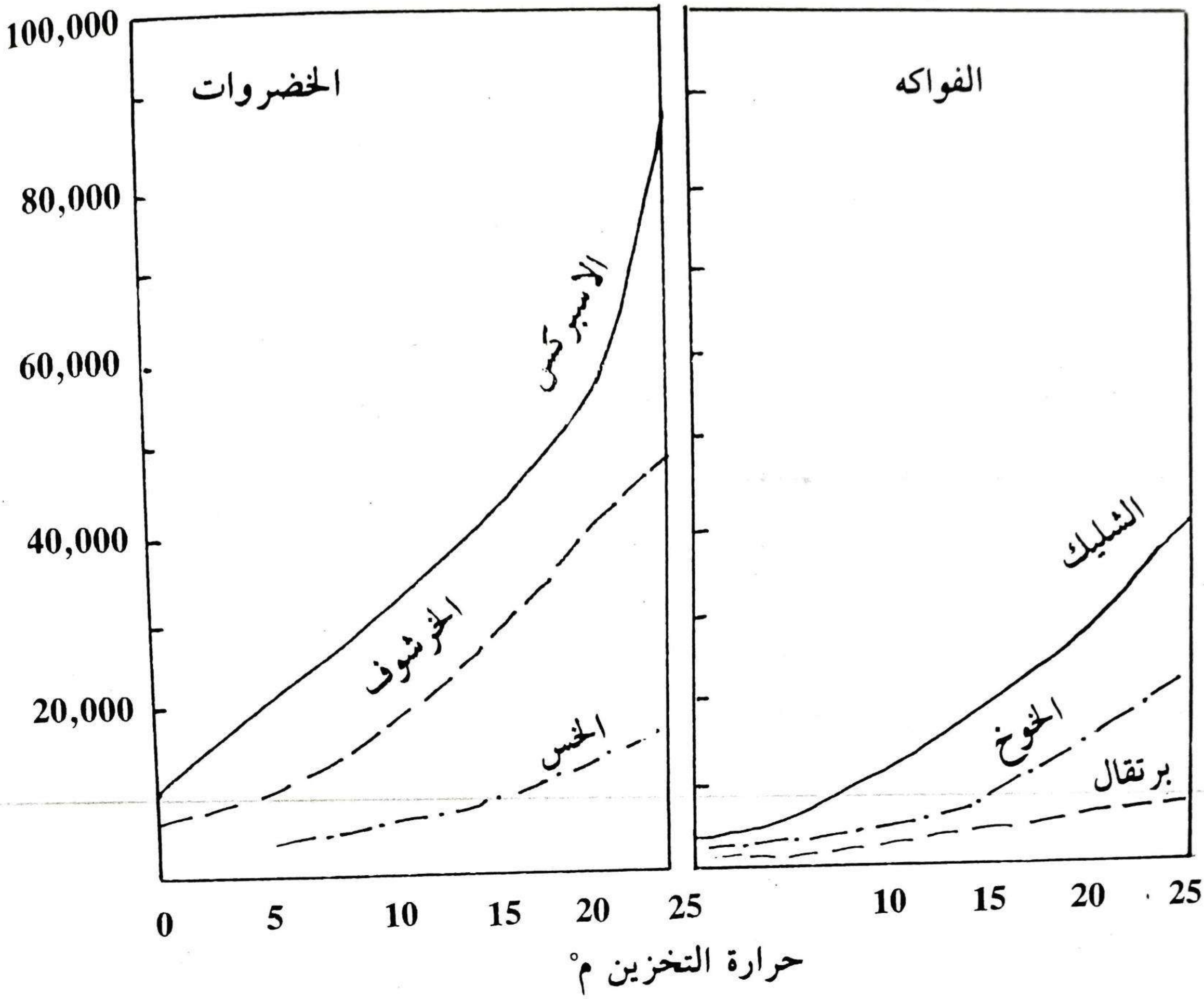
فاذا كانت قيمة معامل التنفس معادلة الى واحد فمعنى هذا ان المادة المستهلكة في التنفس هي المواد الكاربوهيدراتية ، اما اذا كانت قيمة معامل التنفس اقل من واحد فهذا معناه ان مواد كحولية او مواد دهنية كحامض Lanolinic Acid ($C_{18}H_{32}O_2$)

Scanned by TapScanner

جدور رقم (١٥) : تأثير درجات الحرارة على سرعة التنفس معبرا عنها بكمية الطاقة المتحررة عند تخزين انواع مختلفة من الفواكه والخضراوات على درجات حرارية مختلفة (عن : Lutz and Hardenburg, 1968)

المحصول	BTU/ Ton / Day				
	صفر م°	٥ م°	١٥م°	٢٠م°	٢٥م°
التفاح	٥٠٠ - ٩٠٠	١,١٠٠ - ١,٦٠٠	٣,٠٠٠ - ٦,٨٠٠	٣,٧٠٠ - ٧,٧٠٠	٣٣,٩٠٠ - ٦٦,٢٠٠
الخرشوف	٥,٥٠٠ - ٩,٩٠٠	٧,٧٠٠ - ١٣,٢٠٠	٢٠,٩٠٠ - ٣١,٩٠٠	٣٠,١٠٠ - ٥١,٣٠٠	٥,٤٠٠ - ٨,٩٠٠
البرتقال	٤٠٠ - ١,١٠٠	٨٠٠ - ١,٦٠٠	٢,٨٠٠ - ٥,٢٠٠	٤,٩٠٠ - ٧,٥٠٠	٥,٨٠٠ - ٧,٦٠٠
البطيخ	———	٧٠٠ - ١,١٠٠	٢,٦٠٠ - ٣,٥٠٠	٤,٤٠٠ - ٥,٩٠٠	١٧,٩٠٠ - ٢٦,٨٠٠
الخوخ	٩٠٠ - ١,٤٠٠	١,٤٠٠ - ٢,٠٠٠	٧,٣٠٠ - ٩٣٠٠	١٣,٠٠٠ - ٢٢,٥٠٠	٧,٩٠٠ - ١٦,٣٠٠
الفلفل	———	١,١٠٠ - ٤,٧٠٠	٤,٤٠٠ - ١٢,٦٠٠	٥,٠٠٠ - ١٤,٣٠٠	

Scanned by TapScanner



شكل رقم (٣١) : تأثير درجات حرارة التخزين على الطاقة المتحررة في انواع مختلفة من الفواكه والخضراوات (عن : Lutz and Hardenburg)

Scanned by TapScanner

والذي يحتوي على كمية قليلة من الاوكسجين قد استخدمت في التنفس اما اذا كان معامل التنفس اكثر من واحد فان هذا معناه ان احماض عضوية قد استخدمت في التنفس او ان التنفس الهوائي قد توقف وبدأ يظهر التنفس اللاهوائي .

ظاهرة الكلايمكنيريك وعلاقتها بالنضج في الحاصلات البستنية

لقد وجد بعض الباحثين ومنهم (1930) Kidd and West عند دراستهم لمراحل النمو في عدد من الثمار ومنها التفاح مثلا ابتداء من عقد الثمار الى مرحلة اكتمال النمو بان هنالك اختلافا كبيرا في سرعة التنفس حيث وجدوا ان سرعة التنفس تكون عالية في المراحل الاولى من عمر الثمرة ثم مع تقدم الثمرة في النمو وجد بأن سرعة التنفس تبدأ في الانخفاض ولحين وصول الثمار الى مرحلة اكتمال النمو وبعد ذلك وجد بان هنالك ارتفاع مفاجىء في سرعة التنفس حتى يصل الى قمة او ذروة معينة وبعده تبدأ سرعة التنفس بالانخفاض مرة اخرى وتستمر في الانخفاض لحين وصول الثمار الى مرحلة الشيخوخة (شكل رقم ٣٢) لقد سمي هذا الارتفاع في سرعة التنفس باسم ظاهرة الكلايملتيرك (Climacteric) وان الغاية من خزن الحاصلات البستنية هو اطالة الوقت الذي تصل فيه هذه الحاصلات الى مرحلة الكلايمكنيريك وكذلك التقليل من ذروة الارتفاع الكلايمكنيري .

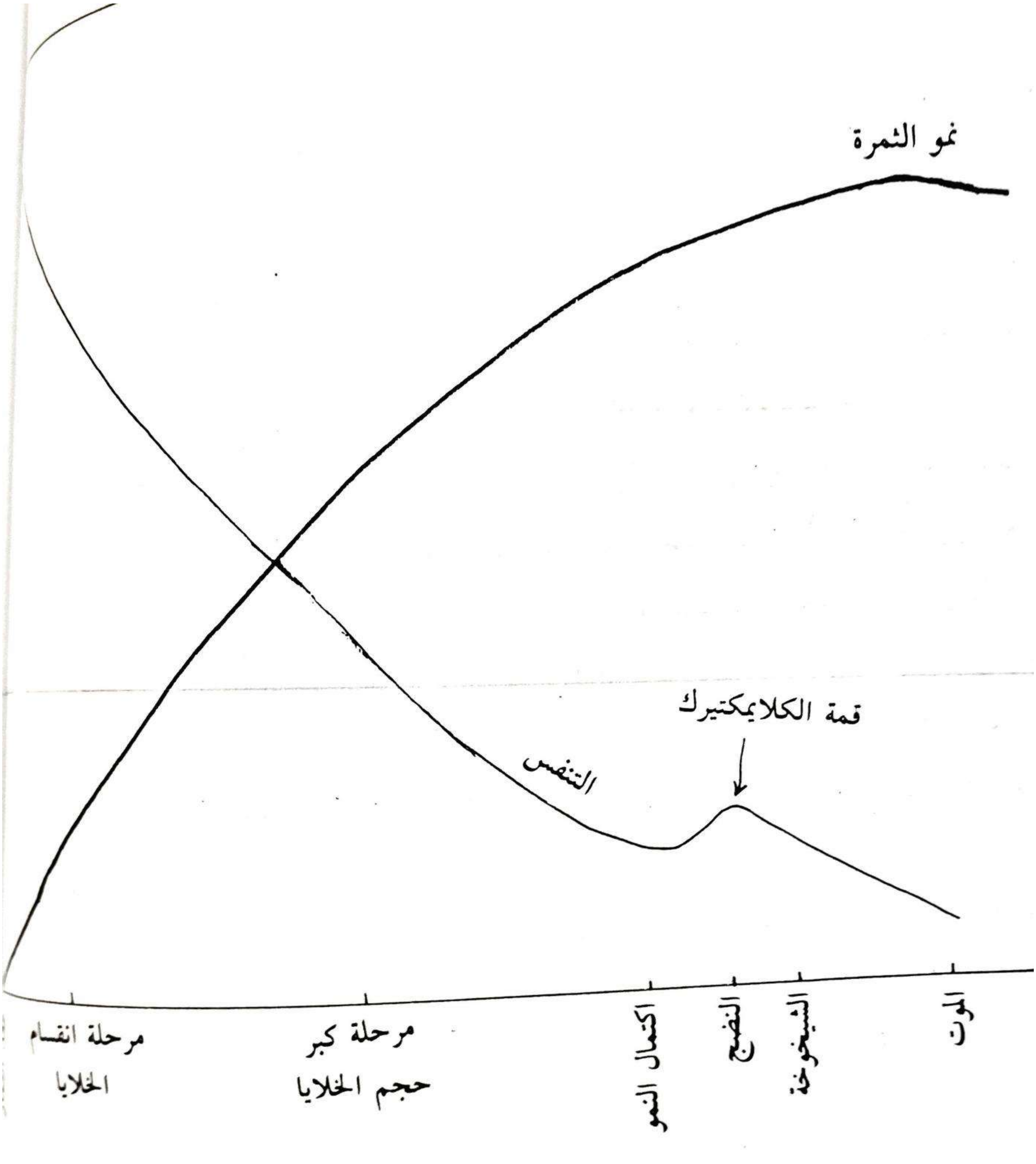
ولقد درس علماء فسيولوجيا ما بعد الحصاد للثمار ظاهرة الكلايمنيريك بدقة في مختلف انواع ثمار الفواكه والخضروات ودرسوا العلاقة بين حدوث هذه الظاهرة وكذلك حدوث عملية النضج (Ripening) ومن هذه الدراسة توصلوا الى إحسن المراحل لقطف الثمار وكذلك درسوا التغيرات الكيماوية والتشريحية والطبيعية والتي تحدث في الثمار اثناء مراحل النمو والنضج ولقد قسمت ظاهرة الكلايمكنيريك الى ثلاثة مراحل :

١ - مرحلة ما قبل الكلايمكنيريك Pre-Climacterice Stage

٢ - قمة الكلايمكتيريك Climacteric Peak

٣ - مرحلة ما بعد الكلايمكتيريك Post-Climacteric Stage

Scanned by TapScanner



شكل رقم (٣٢) : معدل النمو وسرعة التنفس النسبي للثمار في مراحل تكوينها المختلفة (عن : النبوي وجماعته ـ ١٩٧٠)

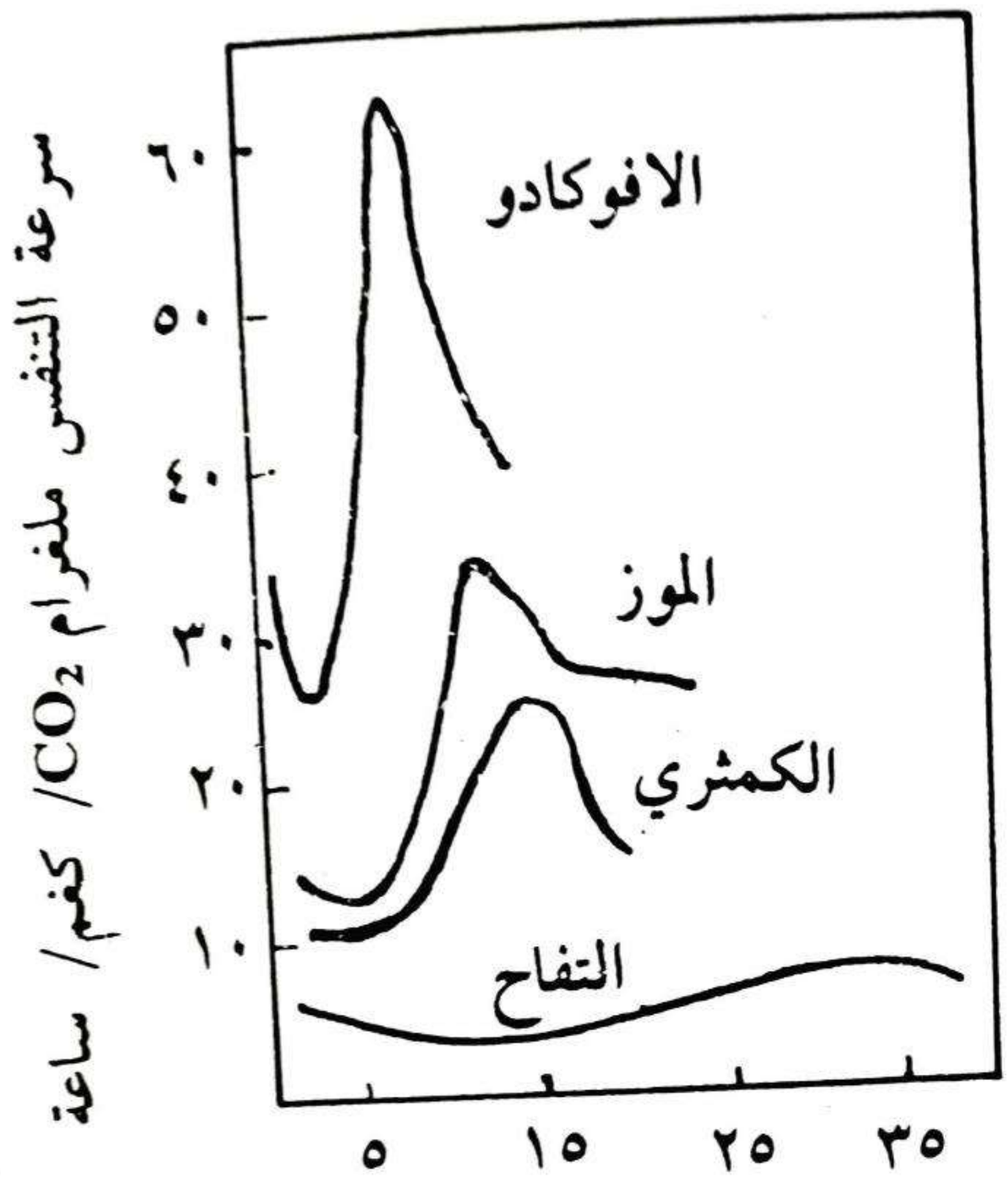
Scanned by TapScanner

كما وجدوا ان الثمار تختلف في وقت حدوث الارتفاع الكلايمكتيري فيها وايضا في مقدار هذا الارتفاع حيث ان هنالك بعض انواع الثمار كالافوكاد ويحدث الارتفاع الكلايكتيري فيها بسرعة ووضوح بينما انواع اخرى من الثمار كالتفاح والعنبة (شكل رقم ٣٣) والكمثري مثلا يكون الارتفاع الكلايمكتيري فيها بطيئا ومنخفضا كما ان هنالك ثمار اخرى لا يلاحظ فيها اي ارتفاع كالبرتقال والليمون وعلى العكس من حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك في الثمار نجد ان هنالك انواع اخرى من الثمار كالحمضيات تكون سرعة التنفس فيها ثابتة خلال مرحلة النضج (Ripening) كذلك نجد ان هنالك ثمارا اخرى يكون هنالك انخفاضا خلال مرحلة النضج مثل ثمار الفلفل (Howard and Yamaguchi 1957) .

ان ظاهرة الكلايمكتيريك وجدت في بعض انواع الثمار بعد الحصاد وقسما منها لم تلاحظ فيها هذه الظاهرة بعد الحصاد لذا فقد قسمت الثمار الى مجموعتين، وهي الثمار التي تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتيريك (Climactaeric Fruit) وثمار لا تحدث فيها هذه الظاهرة (Non - Climacteric) كما يعتقد بعض المشتغلين ومنهم (Pratt and Gaeschl 1969) بان ظاهرة الكلايمكتيريك تحدث في جميع انواع الثمار ولكن هناك اختلاف في وقت ظهورها فمنها ما تظهر بعد الحصاد ويمكن ملاحظتها وقياسها وقسما اخر تحدث فيها هذه الظاهرة قبل مرحلة الحصاد وعندما تكون الثمار على النبات وعلى هذا الاساس لا يمكن قياسها او ملاحظتها بعد الحصاد . والجدول التالي يقسم الثمار الى مجموعتين وحسب ما اقترحه (Biale , 1960) .

الثمار الكلايمكتيري	الثمار الغير كلايمكتيرية
التفاح	الكرز
المشمش	الخيار
الافوكادو	التين
الموز	الكريب فروت
العنبة	الليمون

Scanned by TapScanner



شكل رقم (٣٣) : قمة الكلايمكتيريك في انواع مختلفة من الفواكه
(عن : Biale, 1950)

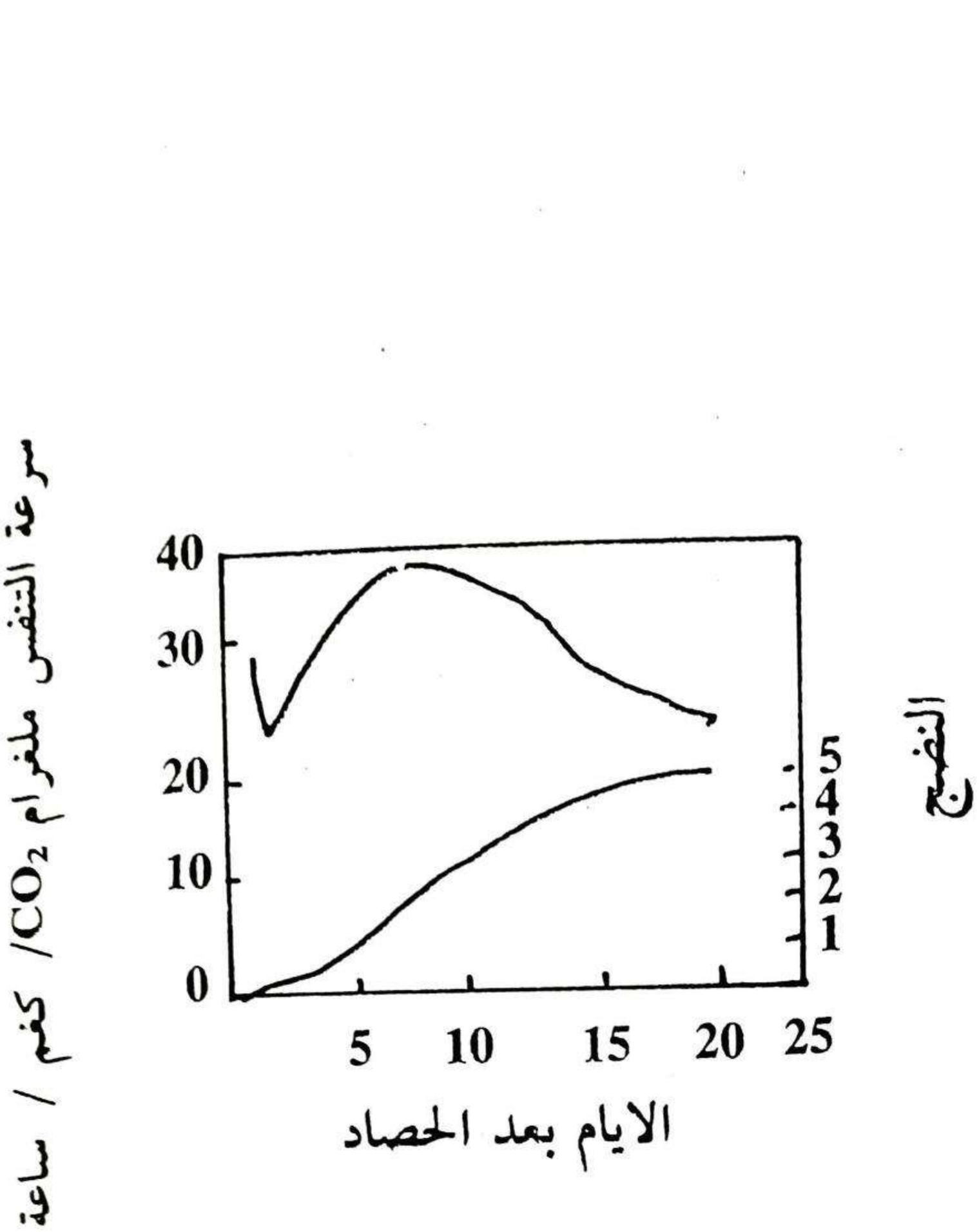
Scanned by TapScanner

الثمار الكلايمكتيرية	الثمار الغير كلايمكتيرية
البايا	البطيخ
الخوخ	البرتقال
الكمثري	الاناناس
الأجاص	الشليك
الطماطة	

وان التقسيم في الجدول السابق قِد لا يكون صحيحا في بعض الاحيان خاصة وان هناك بعض الاصناف قد تختلف عن الاخرى ولقد اثبتت الابحاث التي قام بها McGlosson and Pratt (1964) على البطيخ صنف Powdery Mildew Resistant No. 45 على حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك في الثمار بعد الحصاد كما وجد بعض الباحثين بان ثمار العنب صنف Thompsen Seedless تحدث فيه ظاهرة الكلايمكتيريك بعد ٨٣ يوم من عقد الثمار كما وجد بان معاملة ثمار الحمضيات والليمون بغاز الاثيلين تؤدي الى حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك في الثمار . اما بالنسبة للثمار التي تؤكل وهي غير ناضجة فيسيولوجيا ولكنها ناضجة بستنيا (Horticulture Maturity) كثمار الخيار والباميا والباذنجان وقرع الكوسة والفلفل فانه يحتمل اي تحدث فيها ظاهرة الكلايمكتيريك قبل وصولها الى مرحلة اكتمال النمو وطبيعة هذا النوع من الثمار تكون غير صالحة للاستهلاك عند وصولها الى مرحلة اكتمال النمو حيث لم يلاحظ اي من الباحثين وجود ظاهرة الكلايمكتيريك فيها لانها تقطف وتخزن وتستهلك في مرحلة ما قبل اكتمال النمو . كما قام Workman et al. (1957) بدراسة حول نضج ثمار الطماطة ووجدوا بان هنالك علاقة مباشرة بين النضج او ظهور اللون الاحمر في الثمار مع بدء الارتفاع في سرعة التنفس وان النضج يستمر حتى وصول الثمار الى الارتفاع الكلايمكتيري (شكل رقم ٣٤) .

ان هنالك دراسات لايجاد علاقة بين حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك ووصول

Scanned by TapScanner



شكل رقم (٣٤) : العلاقة بين تقدم النضج في الطماطة وحدوث الارتفاع الكلايمكتيري و
الزمن بعد الحصاد (عن : Warkman et al., 1951)

Scanned by TapScanner

الثمار الى المرحلة التي تكون فيها صالحة للاستهلاك ولذا يمكن تقسيم الثمار الى ثلاثة مجاميع :

١ ـ ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيريك في الوقت الذي تكون فيه صالحة للاستهلاك مثل معظم الثمار اللحمية كالكمثري مثلا .

٢ ـ ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيريك بعد وصول الثمار الى احسن مرحلة صالحة للاستهلاك مثل التفاح والموز .

٣ ـ ثمار تحدث فيها قمة الكلايمكتيريك قبل وصول الثمار تمام النضج مثل الطماطة .

ان ظاهرة الكلايمكتيريك تحدث في الثمار سواء قطفت من النبات او لم تقطف الا في حالة الافوكادو حيث وجد بان الارتفاع الكلايمكتيري لا يحدث الا بعد قطف الثمار وبصورة عامة نجد ان عملية قطف الثمار قد تسرع حدوث الارتفاع الكلايمكتيري في معظم انواع الثمار .

ولقد اقترح (1950) Baile بان ظاهرة الكلايمكتيريك لها علاقة مباشرة بتحليل المواد الغذائية المخزونة في الثمار مشيرا الى ان الثمار التي لا يحدث فيها الارتفاع الكلايمكتيري بعد الحصاد مثل البرتقال والليمون والتين لا يلاحظ تحليل للمواد الغذائية المخزونة داخلها .

ولقد لاحظ (1930) Kidd and West بان انخفاض درجة الحرارة تؤدي الى وقف او ابطاء حدوث عملية الارتفاع الكلايمكتيري حيث وجد مثلا في الكمثري بان تخزين الثمار على حرارة منخفضة جدا وقريبة من الصفر المئوي يؤدي الى ازالة قابلية الثمار لحدوث عملية الارتفاع الكلايمكتيري (Hansen and Hartman, 1937) وبعد ان اوضحت ظاهرة الكلايمكتيريك تمكن Kidd and West (1930) من اقتراح نوع خاص من التخزين يتضمن استعمال الجو الهوائي المعدل اي بمعنى اخر استعمال جو هوائي يحتوي على نسبة قليلة من الاوكسجين وزيادة نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون او النتروجين في هذا الجو ولقد وجد بان هذا الجو يؤدي الى منع ظاهرة الكلايمكتيريك خاصة في المعاملات التي تشمل وضع الثمار في جو هوائي

Scanned by TapScanner

يحتوي على نسبة قليلة من غاز الاوكسجين ، وفي السنين الاخيرة استعمل كل من Smoch and Blenpied (1958) تكنيك جديد يشمل وضع الثمار في اكياس من البولي ايثيلين وفي داخل هذه الاكياس نتيجة لعملية التنفس زيادة في تركيز غاز ثاني اوكسيد الكاربون ونقصان في تركيز غاز الاوكسجين حيث ان هذه الاكياس تعمل عمل الجو الهوائي المعدل والذي يؤدي الى وقف حدوث ظاهرة الكلايمكتيريك وبالتالي اطالة عمر الثمار في المخزن .

الايثيلين وعلاقته بنضج الثمار Ethylene and Fruit Ripening

ان قابلية بعض الغازات التي تشجع ظهور الارتفاع الكلايمكتيري والاسراع في النضج كان ملاحظ من قبل قدماء الصينيين عندما كانت تشعل الاحشاب في غرف الانضاج للثمار وفي اوائل العشرينات استعملت في كاليفورنيا الصوبات النفطية لغرض تحسين اللون في الليمون ولقد وجد (Denny (1924 بان الغازات الهيدروكربونية الغير مشبعة (Unsaturated Hydrocarbon) في الدخان هي المسؤولة عن الاسراع في النضج ، ولقد جرب غاز الايثيلين ووجد بانه يشجع من الاسراع في النضج ، كما وجد (Gane (1947 بان الايثلين يشجع ظهور الارتفاع الكلايمكتيري وان الثمار التي وصلت الى مرحلة قمة الكلايمكتيريك غير حساسة للمعاملة بغاز الاثيلين . كذلك وجد بان وضع ثمار الموز الناضجة مع الثمار الغير ناضجة يؤدي الى تشجيع ظهور الكلايمكتيريك وان الثمار الناضجة لها نفس التأثير الذي يحدثه غاز الايثلين حيث وجد بان غاز الايثلين ينتج طبيعيا من الثمار الناضجة (Gane, 1935) . كما ان الدراسات اثبتت بان انتاج غاز الايثلين في الثمار يكون بنظام معين وان غاز الايثلين يبدأ بالظهور في الوقت الذي تبدأ فيه سرعة التنفس بالارتفاع في بدء مرحلة الارتفاع الكلايمكتيري وكما موضح في الشكل رقم (٣٥) ومن ما تقدم ذكره يعتبر غاز الايثلين هو احد منظمات النمو والتي تنتجها الثمار وان له علاقة مباشرة بنضج الثمار .

Scanned by TapScanner