ويتطلب الحصاد اليدوى عمالة كثيرة تشكل – عادة – نسبة كبيرة من تكلفة الإنتاج، خاصة فى الخضر التى تحصد على دفعات؛ ولهذا .. يعتمد منتجو الخضر فى الولايات المتحدة – فى المناطق التى تقل فيها الأيدى العاملة وتزداد تكاليف الحصاد فيها بدرجة كبيرة – على المستهلك فى حصاد ما يلزمه بنفسه (طريقة pick your own) فى عبوات يحضرها معه، أو يزوده بها المزارع. تصلح هذه الطريقة للحصاد بصفة خاصة فى بعض الخضروات؛ مثل: الذرة السكرية، والطماطم المرباة على دعائم، والفاصوليا المدادة، والفراولة. ويجب – عند اتباع هذه الطريقة – توقيت زراعة أجزاء من الحقل؛ بحيث ينضج المحصول على مدى فترة زمنية طويلة نسبيًا، كما يجب أن يكون الحقل قريبًا من مركز تجمع سكانى (Ware & MaCollum ١٩٨٣).

حصاد الخضر آليًا

الأسس التى يقوم عليها عمل آلات الحصاد

تختلف الأسس التى يقوم عليها عمل آلات الحصاد حسب المحصول المزروع، ومن أنواعها ما يلى:

١– آلات مصممة على أساس حصاد الحقل مرة واحدة once-over harvest:

تستخدم هذه الآلات فى حصاد الخضروات التى تزرع لأجل التعليب أو التخليل؛ فتستعمل فى حصاد البسلة، والفاصوليا الخضراء، والطماطم لأجل التعليب؛ والخيار لأجل التخليل. ويتوقف نوع ماكينة الحصاد على المحصول.

ففى البسلة تقطع العروش من قاعدتها، ثم تفصل القرون عن الأوراق والسيقان. وتسمى الآلة باسم "Viner".

وفى الفاصوليا تمر أصابع ممتدة من الآلة بداخل العروش؛ فتنزع القرون منها لتسقط على سير متحرك.

وفى الطماطم والخيار تقطع سيقان النباتات عند سطح التربة، ثم تنقل النباتات بما

تحمله من ثمار إلى جزء آخر من الآلة، حيث تفصل الثمار عن العروش بالهزّ، ثم يُتخلص من الثمار غير الناضجة والزائدة فى النضج يدويًا.

وعند استخدام هذه الآلات فى الحصاد تزداد كثافة الزراعة من ١٠–٢٠ ألف نبات فى الفدان إلى ٨٠–١٠٠ ألف نبات. مع الاهتمام الشديد بمكافحة الحشائش بالمبيدات، والاهتمام الشديد – كذلك – بالتسميد والرى، كما تستعمل أصناف ذات نمو خضرى مندمج عادة.

٢– آلات مصممة على أساس الحصاد على عدة مرات multiple-over harvest:

تستخدم آلات من هذا النوع فى حصاد الخس. وتتركب الآلة من جزء للتحسس sensor ذى وحدة تحكم control unit، ووحدة تقطيع cutting assembly، وعدد من السيور المتحركة recovery belts. يقوم الـ sensor باختيار الرءوس الصالحة للتسويق حسب حجم الرأس ومقدار ضغط الهواء الذى يمكن أن تتحمله. فإذا كان حجم الرأس ومقدرته على تحمل ضغط الهواء ضمن المدى المناسب، فإن جهاز التحسس يقوم بإرسال إشارة إلى جهاز التحكم الذى ينشط جهاز التقطيع والسيور الناقلة؛ فيقوم جهاز بقطع الرأس من قاعدتها، ثم تنقلها السيور. وقد صمم جهاز للتحسس يستخدم أشعة جاما، ويرسل بالإشارة عندما تقل شدة الأشعة عن حد معين.

٣– آلات مصممة لتقليع المحصول من التربة digger-grader systems:

صممت هذه الآلات لحصاد المحاصيل التى تزرع لأجل أعضاء التخزين، كالدرنات، والأبصال، والجذور اللحمية؛ مثل: الجزر، والبنجر، والبطاطا. ولإجراء الحصاد يتم التخلص من النموات الخضرية أولاً؛ إما بالكيماويات كما فى البطاطس، وإما بالقطع كما فى باقى الخضروات. وتشتمل هذه الآلات على سلاح للحفر على شكل حرف V يقوم بتقطيع الجذور من التربة، ثم تنقل على سيور متحركة؛ حيث تفرز يدويًا (Edmond وآخرون ١٩٧٥).

التقدم فى الحصاد الآلى للخضروات

تشتمل قائمة الخضروات التى تحصد آليًّا – على نطاق تجارى – على ما يلى:

١– الخضروات التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج:

الكرفس، والخس، والسبانخ، والكوسة، الذرة السكرية.

٢– الخضروات الجذرية والبصلية والدرنية (قد تستعمل لأجل الاستهلاك الطازج أو التصنيع):

البنجر، والجزر، والبصل، والثوم، والبطاطس، والفجل، والبطاطا، واللفت.

٣– الخضروات التى تزرع لأجل التصنيع:

الفاصوليا الخضراء، وفاصوليا الليما، والبسلة الخضراء، والفلفل، وخيار التخليل، والروبارب، والسبانخ، والذرة السكرية، والطماطم (Glancey وآخرون ٢٠٠٥).

ولقد شهد النصف الثانى من القرن العشرين تقدمًا كبيرًا فى الحصاد الآلى للخضروات؛ نتيجة للتعاون الوثيق بين العلماء المتخصصين فى مجالات إنتاج وتربية الخضر والهندسة الزراعية؛ لإنتاج أصناف ذات مواصفات خاصة تصلح للحصاد الآلى، وتصميم الآلات المناسبة لحصادها، مع المحافظة على صفات الجودة بها. وقد اتسع نطاق الحصاد الآلى للخضر على المستوى العالمى منذ حوالى عام ١٩٧٥.

ففى الولايات المتحدة تحصد كل مساحات الطماطم المعدة للتصنيع آليًّا، وتقوم الآلة بحصاد نحو ٣–٥ أفدنة، أو نحو ٦٠–١٠٠ طنّ من الثمار يوميًّا.

وقد استعملت فى البداية أصناف مثل: VF 145-B-7879، ثم استخدمت الأصناف الصلبة ذات الثمار المكعبة الدائرية الصغيرة؛ مثل UC82 وما يماثلها. وتطلب الحصاد الآلى أن تكون الزراعة آلية مع زيادة كثافة النباتات من ٢٠ ألف نبات إلى ٥٠ ألف نبات بالفدان بالزراعة المتقاربة. ومع التسميد بالفوسفور تحت البذور مباشرة، والتحكم فى الرى بعناية، وعدم الرى قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع.

أما الحصاد الآلى لطماطم الاستهلاك الطازج، فإنه آخذ فى الازدياد كذلك بعد أن

أنتجت الأصناف المحدودة النمو التى تصلح لذلك. ويتم الحصاد ومعظم الثمار فى طور اكتمال التكوين الأخضر.

كذلك تحصد آليًا جميع المساحات المزروعة لأغراض التصنيع من كل من الذرة السكرية، والبسلة، والفاصوليا الخضراء. وتقوم الآلة بحصاد نحو ٩٠٪ من قرون الفاصوليا بسرعة نحو فدان فى الساعة. أما الفاصوليا الخضراء التى تزرع لأجل الاستهلاك الطازج، فمازال معظمها يحصد يدويًا.

كما أن البطاطس والخضر الجذرية – كالجزر، والبنجر – تحصد آليًا بصورة روتينية منذ عهد طويل. وفى حالة الجزر تقوم الآلة بتقليع النباتات من التربة، وقطع أوراقها بمعدل ٢–٣ أفدنة يوميًا، ويعمل عليها رجلان.

وتُحْصدَ بعضُ حقول الخس آليًا بسرعة نحو فدان فى الساعة. وفى الزراعة لأجل الحصاد الآلى تزداد كثافة الزراعة من نحو ١٥ ألف إلى ١٠٠ ألف نبات للفدان، مع إجراء كل العمليات الزراعية بكفاءة حتى ينضج المحصول فى وقت متقارب. ويحصد القليل من حقول الكرفس آليًا.

كما استخدمت الآلات فى حصاد مهاميز الأسبرجس بقطعها من تحت سطح التربة فى أراضى البيت. وفى هذه الحالة يزرع الأسبرجس بالبذور مباشرة فى الحقل مع زيادة كثافة الزراعة من نحو ٨ آلاف إلى ٥٠ ألف نبات للفدان (Lorenz ١٩٦٩).

ولمزيد من التفاصيل عن الحصاد الآلى للخضروات يمكن الرجوع إلى كل من: Amer. Soc. Hort. Sci (١٩٦٩)، و Woodrof (١٩٧٥)، و Zahara & Johnson (١٩٧٩).

تأثير الحصاد الآلى على نوعية الخضروات المنتجة لأغراض التصنيع

لا تخلو عمليات الحصاد الآلى من تأثيرات سلبية على نوعية الخضر المنتجة، ولذا لا يشيع كثيرًا حصاد حقول الخضر المخصصة للاستهلاك الطازج آليًا؛ لأن المستهلك

يتخير أفضلها عند الشراء. أما الخضروات التى تزرع لأجل التصنيع فإنها تُحصد ألياً على نطاق واسع؛ لأن ما تحدثه فيها عملية الحصاد الآلى من أضرار ميكانيكية تختلفى عند مرورها بعمليات التصنيع. ولكن قد يتبقى – بالرغم من ذلك – تأثيرات سلبية لتلك الأضرار على نوعية المنتجات المصنعة، وهو ما نتناوله بالشرح فى هذا الجزء بالنسبة لمحاصيل الخضر التالية:

١– الطماطم:

تتباين الأضرار التى تُحدثها عملية الحصاد الآلى لثمار الطماطم ما بين خدوش سطحية بجلد الثمرة، إلى قطع بالجد لا ينفذ إلى داخل الثمرة، إلى تفلقات تمتد إلى مساكن البذور. وتؤدى تلك التفلقات إلى فقد كمية كبيرة من العصير قد تصل إلى ٦٠٪ من وزن الثمار. كما أن هذه الثمار لا تصلح لإنتاج الطماطم المعلبة المقشرة peeled tomatoes؛ وهى التى يجب ألاّ تزيد فيها الأضرار الميكانيكية على مجرد الخدوش السطحية. ويزداد معدل حدوث تلك الأضرار مع زيادة سعة المقطورة التى تُجمع وتنقل فيها الثمار (تستعمل مقطورات تصل حولتها إلى ١٢ طنًّا)، ومع التأخير فى الحصاد عن مرحلة اكتمال نضج غالبية الثمار، وعند الحصاد بعد الظهر مقارنة بالحصاد ليلاً أو فى الصباح الباكر.

٢– الخيار:

تؤدى عملية الحصاد الآلى إلى قطع نسبة كبيرة نسبيًّا (قد تصل إلى ١٢٪) من الثمار؛ أو إلى إحداث خدوش بها. وبعكس الطماطم .. فإن نسبة الخدوش تزداد فى ثمار الخيار عند حصاده – آليًّا – فى الصباح. مقارنة بحصاده بعد الظهيرة. كذلك تزداد الخدوش فى الثمار الصغيرة الحجم.

٣– الذرة السكرية:

إن مجرد حصاد الذرة السكرية آليًّا يحافظ على نوعية المنتج؛ وذلك بسبب قِصرَ الفترة التى تستغرقها عملية الحصاد الآلى مقارنة بالحصاد اليدوى، وعدم الحاجة إلى بقاء المنتج فى الحقل لفترة طويلة بعد الحصاد.

تزداد الأضرار التى تحدث للحبوب التى توجد بقاعدة الكيزان عند ترك ٣-٤ سم فقط من أعناقها، بالرغم من أن ذلك يعنى التخلص من عدد كبير من الأوراق المغلفة للكوز فى الحقل. وتؤدى زيادة طول العنق إلى ٦,٥ سم فأكثر إلى تجنب حدوث أية أضرار بالحبوب القاعدية.

يُفضل الحصاد ليلاً للمحافظة على نوعية المنتج التى تتدهور إن لم يُبرّد المحصول إلى الصفر المئوى سريعًا بعد الحصاد.

٤- الفاصوليا الخضراء:

يؤدى انتزاع القرون من النموات الخضرية – عند حصادها آليًا – إلى قطع بعضها وإحداث خدوش سطحية فى نسبة كبيرة منها. وتزداد نسبة هذه الأضرار كلما ازدادت سرعة آلة الحصاد، كما تتوقف النسبة على الصنف ومقدار القوة التى تلزم لفصل قرونه عن النبات، وكذلك على كثافة الشعيرات التى تنتشر على سطح القرون؛ وهى التى تُضارّ بشدة عند إجراء الحصاد الآلى، الأمر الذى يترتب عليه زيادة معدلات فقد الرطوبة من القرون وسرعة ذبولها وانكماشها.

٥- البسلة الخضراء:

قُدرت نسبة الأضرار التى تُحدثها عملية الحصاد الآلى فى بذور البسلة الخضراء بنحو ٢٥٪ من المحصول، ويتوقف ذلك على سرعة آلة الحصاد. وتزداد المشاكل التى تترتب على الأضرار الميكانيكية كلما تأخر وصول المنتج إلى مصانع الحفظ (عن Studer ١٩٨٣).

٦- الأسبرجس:

يؤدى الحصاد الآلى إلى حصاد مهاميز أقصر مما ينبغى، وإحداث أضرار بالمهاميز المتبقية تحت سطح التربة، وإلى اختلاط التربة بالمنتج.

٧- الكرنب وكرنب بروكسل:

يُحدث الحصاد الآلى أضرارًا بالأوراق، ولكنها لا تؤثر على نوعية المنتج المعدّ للتصنيع.

٨- القنبيط:

يضر الحصاد الآلى بالنباتات المتبقية فى الحقل (يكون الحصاد على دفعات)؛ لأنه يؤدى إلى كسر بعض الأوراق؛ الأمر الذى يؤدى إلى بطء نمو النباتات المتبقية، وصغر حجمها، واكتسابها لونًا أصفر بسبب تعرضها لأشعة الشمس.

٩- الكرفس:

يُحصد الكرفس آليًا إما لأجل تسويق "قلوب" النباتات معبأة، وإما لأجل سدّ حاجة مصانع الشوربات، وفى كلتا الحالتين لا يتسبب تقطيع الأوراق الخارجية – عند إجراء عملية الحصاد – فى أية مشاكل تصنيعية أو تسويقية. وكلما ارتفع موضع قطع النباتات فوق سطح التربة أمكن التخلص من أكبر قدر ممكن من الأوراق غير المرغوب فيها فى الحقل ذاته، ولكن ذلك يكون مصاحبًا – أيضًا – بزيادة فى نسبة الفقد فى الأوراق المرغوب فيها.

١٠- السبانخ، والهندباء، والكيل، والكولارد:

من الأهمية بمكان التحكم فى موضع قطع النباتات فوق سطح التربة؛ بحيث يكون مرتفعًا إلى الحدّ الذى يؤدى لى التخلص من الأوراق السفلية الصفراء والملوثة بالتربة فى الحقل، ولكن لا يكون مرتفعًا إلى الدرجة التى تؤدى إلى فقد نسبة كبيرة من المحصول. ويفضل الحصاد فى الصباح عنه بعد الظهيرة.

١١- خس الرءوس ذات الأوراق السهلة التقصف Crisphead:

يعد نضج الرءوس (صلابتها) أهم مقياس للحكم على صلاحيتها للحصاد، ويتم ذلك باستعمال آلات تعتمد على مجسات تقدر كثافة الرءوس بأشعة جاما أو بأشعة إكس.

١٢- الجزر، وبنجر المائدة، واللفت، والفجل:

يتم حصادها آليًا بعد قطع نمواتها الخضرية. وبالرغم من حدوث بعض الأضرار كالخدوش والقطوع، إلا أن ذلك يعد أمرًا مقبولاً.

١٣- البطاطا:

يُحدث الحصاد الآلى نسبة عالية من التسلخات والخدوش بالجذور، ولكن المعالجة الجيدة بعد الحصاد يمكن أن تقلل من تلك الأضرار.

١٤- البصل والثوم:

يتم تفكيك التربة تحت الأبصال آليًا. ثم يستكمل الحصاد بعد ذلك آليًا أو يدويًا. وتكون بعض الأصناف أكثر من غيرها حساسية للإصابة بالأضرار الميكانيكية، التى تزداد كذلك عند زيادة سمك رقبة البصلة. ولا يكون من السهل تقليم النموات الجذرية والقمية بصورة مقبولة عند إجراء الحصاد آليًا كما فى حالة الحصاد اليدوى.

١٥- البطاطس:

يؤدى التخلص من النموات الخضرية بصورة مناسبة قبل الحصاد إلى تقليل الخدوش والتسلخات التى تتعرض لها الدرنات. وتحدث أقل الأضرار عندما يكون قتل النموات الخضرية سريعًا، وعند زيادة الفترة بين قتل النموات الخضرية والحصاد. ولكن قتل النموات الخضرية مبكرًا يؤدى إلى نقص المحصول، ونقص الكثافة النوعية للدرنات، وازدياد ظاهرة تلون أنسجة الخشب، ويزداد النقص فى الكثافة النوعية فى حالات القتل السريع للنموات الخضرية.

ومن الطبيعى أن تحدث أضرار ميكانيكية (قطوع، وتشققات، وجروح، وتسلخات) فى نحو ١٠٪ من محصول البطاطس عند الحصاد. ويؤدى الحرص فى عملية الحصاد إلى خفض نسبة تلك الأضرار إلى نحو ٥٪ أو أقل (عن Kasmire ١٩٨٣).