المحاصيل الزيتية والسكرية وتكنولوجيتـها

الجزء النظري

السنة الرابعة

الاختصاص محاصيل حقلية

قسم المحاصيل الحقلية

منشورات جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

المحاصيل الزيتية والسكرية وتكنولوجيتها

(الجزء النظري)

الدكتور	الدكتورة	الدكتور
أيمن الشحاذة العودة	مها لطفي حديد	يوسف نمر
أستاذ مساعد	أستاذة مساعدة	مدرس
قسم المحاصيل الحقلية	قسم المحاصيل الحقلية	قسم المحاصيل الحقلية

أساتذة المقرر حالياً

د. يوسف نمر د. رلى يعقوب د. لمى اليوسف

حسب فصول الكتاب

جامعة دمشق

1430-1431هـ

2009-2010م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	**13**
الباب الأول	**17**
المحاصيل السكرية	**19**
الفصل الأول: الشوندر السكري	**23**
1. الأهمية الاقتصادية	23
2. الموطن الأصلي وتاريخ الزراعة	35
3. التصنيف النباتي	37
4. الأصناف	45
5. مراحل نمو الشوندر السكري	53
6. الاحتياجات البيئية والزراعية	65
7. زراعة الشوندر السكري	71
8. تسميد الشوندر السكري	80
9. عمليات الخدمة بعد الزراعة	90
10.نضج الشوندر السكري وحصاده	95
11.تكنولوجيا استخراج السكر من جذور الشوندر السكري	100
12.الإجهادات البيئية والإحيائية	104
الفصل الثاني: قصب السكر	**137**
1. الأهمية الاقتصادية	137

2. الموطن الأصلي 142
3. التصنيف النباتي 142
4. مراحل نمو قصب السكر 159
5. الاحتياجات البيئية والزراعية 169
6. زراعة قصب السكر 176
7. عمليات الخدمة بعد الزراعة 189
8. النضج والحصاد 194
9. الإجهادات البيئية والإحيائية 201
الباب الثاني **209**
المحاصيل الزيتية **209**
الفصل الأول: زهرة الشمس **211**
1. الموطن الأصلي والانتشار 211
2. الاستعمالات 213
3. التصنيف والوصف النباتي 216
4. الاحتياجات البيئية 232
5. التسميد 241
6. زراعة زهرة الشمس 246
7. مكافحة الأعشاب الضارة 252
8. الري 254
9. الدورة الزراعية 258

10.النضج والحصاد 259
11. الغلة 260
12.الصفات المرتبطة بتحسين الغلة 261
13.الآفات الزراعية 262
الفصل الثاني: فول الصويا **265**
1. الموطن الأصلي والانتشار 265
2. التصنيف والوصف النباتي 267
3. الاستعمالات 274
4. الاحتياجات البيئية 279
5. التسميد 285
6. زراعة فول الصويا 290
7. الدورة الزراعية 297
8. عمليات الخدمة بعد الزراعة 298
9. مكافحة الأعشاب الضارة 299
10. الري 300
11. النضج والحصاد 303
12. التجفيف والتخزين 308
13. الغلة 310
الفصل الثالث: الفول السوداني **311**
1. الأهمية الاقتصادية 311

2. الاحتياجات البيئية 312
3. التسميد 323
4. زراعة الفستق السوداني 337
5. الدورة الزراعية 342
6. عمليات الخدمة بعد الزراعة 343
7. مكافحة الأعشاب الضارة 344
8. الري 347
9. النضج والحصاد 351
10. التخزين 354
الفصل الرابع: السمسم **355**
1. الأهمية الاقتصادية 355
2. الموطن الأصلي 359
3. المساحة المزروعة 361
4. المتطلبات البيئية 379
5. التسميد 380
6. زراعة السمسم 383
7. عمليات الخدمة بعد الزراعة 388

8. النضج والحصاد 391
9. الغلة 395
10.الصفات الهامة في التربية 396
11.الآفات الزراعية 397
الفصل الخامس: العصفر **401**
1. الأهمية الاقتصادية 401
2. الموطن الأصلي 405
3. المساحة المزروعة 407
4. المتطلبات البيئية 412
5. التسميد 415
6. زراعة العصفر 416
7. عمليات الخدمة بعد الزراعة 423
8. النضج والحصاد 425
9. الغلة 426
10. الصفات المهمة في التربية 427
11. الاجهادات البيئية والإحيائية 428

الفصل السادس: اللفت الزيتي **431**
1. الأهمية الاقتصادية 431
2. الموطن الأصلي 434
3. المساحة المزروعة 436
4. المتطلبات الزراعية 443
5. التسميد 446
6. زراعة اللفت الزيتي 450
7. عمليات الخدمة بعد الزراعة 458
8. النضج والحصاد 459
9. الغلة 460
10. إنتاج الوقود من اللفت الزيتي 464
11. الآفات الزراعية 467

الفصل السابع: الخروع **469**
1. الأهمية الاقتصادية 469
2. الموطن الأصلي 472
3. المساحة المزروعة 475
4. المتطلبات البيئية 479
5. التسميد 481
6. زراعة الخروع 482

7. عمليات الخدمة بعد الزراعة 485
8. النضج والحصاد 485
9. الآفات الزراعية 486
المصطلحات العربية والإنكليزية **487**
المراجع العربية والأجنبية **493**

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقدمة

في ظل التبدلات المناخية Climatic changes التي أدت إلى تراجع حجم الموارد المائية الجوفية والسطحية، وتدني نوعيتها، وازدياد احتياجات النباتات المائية نتيجة ازدياد معدل فقد الماء بالنتح Transpiration، بسبب ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط وازدياد الشدة الضوئية، وانخفاض الرطوبة النسبية الجوية، بالإضافة إلى استفحال العديد من المسببات المرضية، والآفات الحشرية وازدياد شدة فتكها بالنبات، فقد أصبح لزاماً على الباحثين في جميع المؤسسات البحثية والأكاديمية الوطنية والإقليمية ضرورة البحث عن محاصيل بديلة Alternative crops تتسم بتدني احتياجاتها المائية وكفاءتها العالية في استعمال المياه المتاحة بكميات محدودة، وتحملها العالي للإجهادات اللاأحيائية Abiotic stresses (الجفاف، والحرارة المرتفعة، والملوحة، والصقيع، والملوثات الجوية، وخاصةً ارتفاع تركيز غاز الفحم، والأوزون)، والإجهادات الأحيائية Biotic stresses (الأمراض، والحشرات) مع المحافظة على كفاءتها الإنتاجية بطريقةٍ تضمن استدامة الموارد الطبيعية المتجددة، وتنويع التركيبة المحصولية، وتحسين دخل المزارع. ولكن تتطلب عملية إدخال محاصيل جديدة اقتصادية سواءً كانت محاصيل سكرية أم زيتية، ضرورة الإلمام بجميع خصائص المحصول وفهم دورة حياته، وطبيعة استجابته للعوامل البيئية الجوية والأرضية السائدة، ومدى ملاءمتها لنموه وتطوره بما يضمن بلوغ كامل طاقة المحصول الإنتاجية، إضافةً إلى أهمية تطوير حزمة التقانات الزراعية المناسبة، وتجارب تقويم الأداء، بهدف الانتخاب الفعّال للطرز الوراثية الأكثر تكيفاً وإنتاجيةً دون الإخلال باستدامة إنتاجية النظم البيئية الزراعية، واستقرار الإنتاج الزراعي فيها لتضييق الفجوة الغذائية Food gap وصولاً إلى تحقيق الأمن الغذائي الوطني والعربي.

انطلاقاً مما تقدم، فقد تطرقنا في هذا الكتاب إلى العديد من المحاصيل التي يمكن أن تحل محل الكثير من المحاصيل الشتوية والصيفية ذات الاحتياجات المائية العالية، وستسهل طريقة تناول هذه الأنواع المحصولية على الباحثين عملية فهم دورة حياة المحصول، واحتياجاته البيئية، والعوامل المحددة لإنتاجيته، وسبل تحسين خصائصه الكمية والنوعية من خلال إيجاد التوليفة الأرضية–النباتية–الجوية المناسبة، التي تسمح للمادة الوراثية المزروعة في التعبير عن كامل طاقتها الوراثية الكامنة Potentiality، بما يضمن تحسين كفاءة استثمار المصادر الطبيعية عل أسسٍ مستدامة.

نتوخى من عملنا المتواضع هذا تقديم مادة علمية جيدة تسهل على زملائنا الباحثين، وطلبتنا الأعزاء الحصول على المعلومات الدقيقة والمفيدة عن المحاصيل المتضمنة بين دفتي هذا الكتاب، وإلهامهم بالأفكار البحثية، وإشعال فتيل البحث العلمي في عقولهم. راجين من وراء كل ذلك الأجر والثواب من الله عزّ وجل.

المؤلفون

د. أيمن العودة د. مها حديد د. يوسف نمر

ملاحظة: قام الدكتور أيمن الشحاذة العودة بتأليف فصول زهرة الشمس، وفول الصويا، والفول السوداني. وقامت الدكتورة مها حديد بتأليف فصلي الشوندر السكري، وقصب السكر. وقام الدكتور يوسف نمر بتأليف فصول السمسم، والعصفر، واللفت الزيتي، والخروع.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الأول

المحاصيل السكرية

الفصل الأول: الشوندر السكري

الفصل الثاني: قصب السكر

وقل رب زدني علما
Damascus University

الباب الأول

المحاصيل السكرية Sugar crops

السكر الأبيض مادة غذائية عالية الجودة، تمتاز بنقاوتها وطعمها الحلو وسهولة هضمها، واحتوائها على كميةٍ كبيرة من الطاقة الحرارية. وتمتاز عادةً المادة الغذائية التي تحوي السكر بسرعة هضمها. تُزرع المحاصيل السكرية بهدف الحصول على مادة السكر الأبيض من أحد أجزائها النباتية بعد خضوعها إلى مراحل تكنولوجية مختلفة. وتُستخرج السكر عالمياً بصورةٍ اقتصادية من المحاصيل الآتية (الشكل، 1):

أولاً: قصب السكر Sugar cane، الذي تنتشر زراعته في المناطق المدارية الحارة. ويستخلص السكر من الساق الحاوية على نسبة 12–18% من السكر.

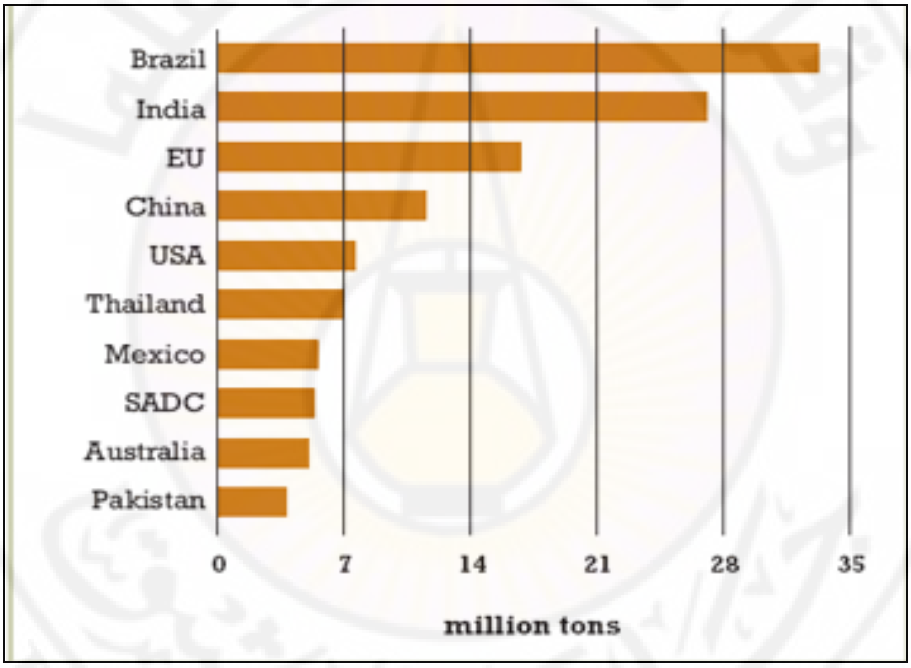


الشكل (1): يبين المحاصيل التي يستخرج منها السكروز عالمياً.

ثانياً: الشوندر السكري Sugar beet، الذي انتخب أساساً من الشوندر العلفي. وتمّ التحسين في صفات المحصول والسكر باستعمال طرائق التربية المختلفة

ولم تتم زراعته بغرض إنتاج السكر إلاّ في أواخر القرن الثامن عشر. وُيزرع الشوندر السكري في المناطق المعتدلة والباردة من الكرة الأرضية. وُيستخرج السكر من جذوره الحاوية على نسبة 16–22% من السكر.

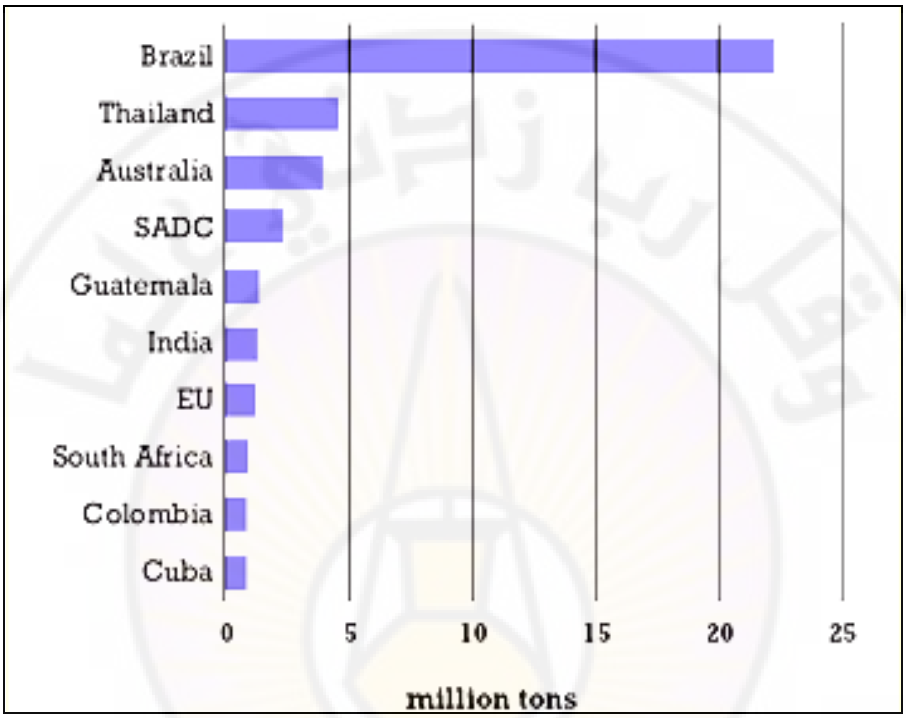
بلغ الإنتاج العالميِ من السُكّرِ لعام 2007 قرابة 161 مليون طناً، يُنتَجُ 80 % مِن قِبل أكبر عشر دول منتجة للسكر (الشكل، 2).



الشكل (2): يبين الدول العشر الأولى في إنتاج السكر.

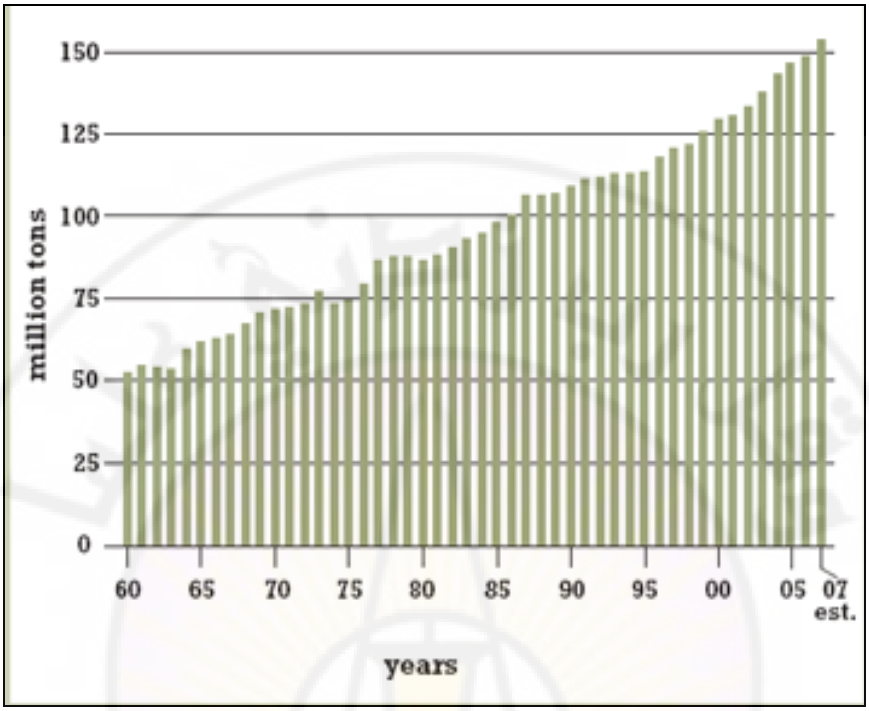
تُنتجُ أكثر مِنْ 100 بلداً سُكّراً، 78 % من الإنتاج العالمي مِنْ قصبِ السكر النامي في المناطقِ الاستوائية وشبه الاستوائية لنصف الكرة الأرضيةِ الجنوبي وينتج الباقي من الشوندر المزروع في المناطقِ المعتدلةِ من نصف الكرة الأرضيةِ الشمالي. عموماً، 69 % مِنْ سُكّرِ العالمَ يُسْتَهْلَكُ في بلد المنشأِ، ويدخل

الباقي ضمن التجارة العالمية للسكر. ويبين الشكل (3) الدول العشر الأولى المصدرة للسكر لعام 2007.



الشكل(3): يبين الدول العشر الأولى المصدرة للسكر.

يتضح من الشكل السابق أنّ المصدّرين الأكبرَ للسكر العالمي خلال عام 2006–2007 البرازيل، تايلاند، أستراليا. وتشير الإحصاءات إلى أنّ الاستهلاك العالمي من السكر يزداد سنوياً بمعدل 2%، وقد بلغ قرابة 154 مليون طناً خلال عام 2007 (الشكل، 4).



الشكل(4): يبين الاستهلاك العالمي من السكر بين 1960-2007.

وأخيراً لابدّ من الإشارة إلى أنّ الظروف البيئية في القطر العربي السوري تناسب زراعة الشوندر السكري ولا تلائم زراعة قصب السكر، الذي تنتشر زراعته فقط في المناطق الساحلية الدافئة، حيث يحتاج إلى توافر درجات الحرارة المرتفعة نوعاً ما خلال مراحل نموه المختلفة.

الفصل الأول

الشوندر السكري

الاسم الانكليزي **Sugar beet**

الاسم اللاتيني ***Beta vulgaris* L.**

الأهمية الاقتصادية **Economic importance**

يُعد محصول الشوندر السكري من المحاصيل الزراعية – الصناعية المهمة، وهو يحتل المرتبة الثانية بعد قصب السكر في إنتاج السكر الضروري لغذاء الإنسان. وتشير الإحصاءات إلى تزايد الطلب العالمي على السكر نتيجة الزيادة السكانية، وارتفاع مستوى المعيشة حتى إنّه أصبح أحد الأعمدة الأساسية للتجارة العالمية.

يُزرع الشوندر السكري بهدف الحصول على السكر بصورةٍ أساسية (السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$ هو السكر الرئيس الموجود في الجذور المتضخمة للشوندر، الذي تصل نسبته إلى قرابة 20% من الوزن الرطب للجذر، و75% من الوزن الجاف) إلاّ أنّ لمنتجات الشوندر السكري الثانوية أهمية بالغة، ومن هذه المنتجات:

1. المولاس: عصير أسود لزج يتبقى بعد عملية تكرير السكر، وهو مادة غنية بالسكر. ويشكل مادة أوليةُ تستعمل في العديد من الصناعات الميكروبيولوجية مثل: إنتاج خميرة الخبز، والخميرة العلفية، والكحول وحمض الليمون، وحمض اللبن، والغليسرين. ويمكن للمولاس إغناء القيمة الغذائية للأعلاف، كما يمكن الحصول على السكر من المولاس لكن العملية صعبة ومكلفة.
2. يمكن استعمال النبات كعلفٍ أخضر، أو سيلاج، أو سمادٍ أخضر.

3. يستعمل التفل الناتج عن عملية العصر علفاً للحيوانات. وُيعد تفل الشوندر مادة علفية غنية بالبروتينات والمواد السكرية مهمة جداً للثروة الحيوانية.

ويمكن تلخيص أهم فوائد زراعة محصول الشوندر السكري في القطر العربي السوري بالآتي:

1. تأمين المادة الأولية اللازمة لتشغيل معامل السكر المتوافرة في القطر وإنتاج السكر الأبيض المستخدم في التحلية، والمعجنات، والعديد من الصناعات الغذائية والاستعمالات الأخرى.
2. الإسهام في تأمين مادة علفية رخيصة الثمن (400000 طناً) تفل رطب سنوياً، إضافة للأوراق ومخلفات التصريم.
3. تأمين المادة الأولية لصناعة الكحول والخميرة.
4. تأمين فرص عمل كثيرة لعدد كبير من الطاقة العاملة الزراعية الموجودة في القطر، حيث يحتاج الهكتار الواحد من الشوندر السكري إلى /122/ ساعة عمل.
5. المحافظة على خصوبة التربة بوصفه محصولاً درنياً في الدورة الزراعية.
6. توفير مبالغ كبيرة من القطع النادر تنفق في مجال استيراد السكر.
7. محصول اجتماعي يشارك في إنتاجه وتصنيعه مختلف أفراد الأسرة.

ُيزرع الشوندر السكري عالمياً في أكثر من ستين دولة بمساحة نحو 5447 ألف هكتاراً، أنتجت قرابة 256 مليون طناً، تركزت معظمها في قارة أوروبا (الشكل، 5).



الشكل (5): يبين مناطق زراعة الشوندر السكري في العالم.

تصدر الاتحاد الروسي عام 2006 المركز الأول بين الدول المنتجة للشوندر السكري من حيث المساحة المزروعة (948.520 ألف هكتار)، تلته أوكرانيا فالولايات المتحدة الأمريكية، ثمّ فرنسا (جدول، 1). وأنتج الاتحاد الروسي أكبر كمية من جذور الشوندر السكري في أوربا والعالم للعام المذكور (30861 ألف طناً)، تبعته فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية وأوكرانيا. وكان المردود الأعلى في وحدة المساحة في إيطاليا (115666 كغ . هكتار$^{-1}$) تبعتها فرنسا، ثمّ اسبانيا (FAO، 2006).

جدول (1): مساحة الشوندر السكري وإنتاجه ومردوده في بعض دول العالم للعام 2006.

الدولة	المساحة(ألف هكتار)	المردود(كغ/هكتار)	الإنتاج (ألف طن)
الاتحاد الروسي	948.520	32536	30861
أوكرانيا	786.702	28500	22421
الولايات المتحدة	543.980	53091	28880
فرنسا	379.080	78819	29879
ألمانيا	357.600	57737	20647
تركيا	340.000	42506	14452
بولندا	262.046	43789	11475
الصين	157.900	66726	10536
إيران	153.000	32680	5000
المملكة المتحدة	131.000	54580	7150
بيلاروسيا	105.760	37635	3980
ايطاليا	920.00	115666	10641
اسبانيا	869.00	69567	6045
هولندا	840.00	65476	5500
بلجيكا	829.12	68345	5667
مصر	703.05	48781	3430
اليابان	674.00	58205	3923

(المصدر FAO، 2006).

وُيزرع الشوندر السكري في الوطن العربي حسب إحصاءات الفاو لعام 2006 بصورة أساسية في ثلاث دول عربية هي مصر، المغرب، سوريا (جدول، 2).

جدول (2):مساحة الشوندر السكري وإنتاجه ومردوده في بعض الدول العربية للعام2006.

الدولة	المساحة(ألف هكتار)	المردود(كغ/هكتار)	الإنتاج (ألف طن)
مصر	70	48781	3430
المغرب	50	44737	2252
سوريا	26	42176	1096
لبنان	1	46689	77

(المصدر FAO، 2006)

يُلاحظ من معطيات الجدول (2) تميز مصر بالمركز الأول من حيث المساحة والإنتاج والمردود، في حين احتلت المغرب المركز الثاني من حيث المساحة والإنتاج، وسورية المركز الثالث من حيث المساحة والإنتاج، ومن الملاحظ تميز سورية بالمركز الرابع للمردود بعد لبنان والمغرب.

تطور إنتاج الشوندر السكري في مصر بشكلٍ ملحوظ، فبعد أن كانت المساحة المزروعة عام 1995 قرابة 21 ألف هكتاراً أصبحت 70 ألف هكتاراً عام 2006، وكان ذلك ضمن خطة الدولة في سد الفجوة في إنتاج السكر، وعلى الرغم من أنّ المحصول الرئيس لإنتاج السكر في العالم وفي مصر هو قصب السكر، فقد اتجهت الأنظار نحو الشوندر السكري هذا المحصول الجديد الذي بدأت زراعته في مصر عام 1981 مع إنشاء مصنع الدلتا في الحامول بمحافظة كفر الشيخ، وهو أول مصنع لإنتاج السكر من الشوندر في مصر، وُيعد الآن أكبر مصنع في العالم.

ولكن لماذا الشوندر السكري لسد الفجوة في إنتاج السكر وليس قصب السكر؟

يتميز الشوندر السكري عن قصب السكر بالميزات الآتية:

1. مدة بقاء الشوندر في الأرض أقل من ستة أشهر مقابل عام كامل للقصب.

2. استهلاك الشوندر للمياه يعادل سدس استهلاك القصب، وهو عامل تفضيلي مهم في ظل ندرة المياه.
3. إمكانية زراعة الشوندر السكري في أنواع مختلفة من الأراضي، بل إنّ زراعته تجود في الأراضي الملحية ويساعد على استصلاحها، حيث يقوم المحصول – شأن كل المحاصيل الدرنية – بامتصاص عنصر الصوديوم المتوافر في هذه الأراضي بشراهة، وهو عنصر بديل لعنصر البوتاسيوم اللازم لتكوين الدرنات، في حين يتطلب القصب أراضي طينية خصبة وقوية.
4. لا يسبب الشوندر السكري إجهاداً للتربة مقارنةً بالقصب.
5. إنتاج الشوندر للسكر أفضل من إنتاج القصب، حيث ينتج طن السكر من 7 أطنان شوندر، في حين يتطلب إنتاج طن من السكر 10 أطنان قصب السكر.
6. ينتج عن تصنيع الشوندر السكري العديد من المنتجات الثانوية المهمة مثل المولاس الذي يُستخرج منه السائل السكري والخميرة والكحول الذي يستخلص منه العطور والخل، وحامض الخليك Acetic acid الذي يستعمل في الأغراض الصناعية، كما ينتج تفلٌ يستعمل علفاً للماشية. تساعد كل هذه المنتجات في رفع أرباح زراعة الشوندر السكري.

تأتي أهمية الشوندر السكري في القطر العربي السوري من كونه المحصول السكري الوحيد نظراً إلى عدم اقتصادية زراعة قصب السكر، وكونه المصدر الوحيد لصناعة السكر، إضافةً لكونه ثالث المحاصيل الإستراتيجية المهمة بعد القمح والقطن. وُيعد الشوندر السكري المحصول الرئيس الذي تعتمد عليه

صناعة السكر في القطر العربي السوري بعد أن لقي الدعم الكبير والعناية الفائقة من قبل القيادة السياسية. وتمّ إنشاء أربعة معامل لصناعة السكر في فترة الثمانينات من القرن الماضي (معمل سكر مسكنة، الرقة، ديرالزور، سلحب في منطقة الغاب) وأصبح نتيجة الدعم الحكومي المحصول الأكثر اقتصادية بالنسبة للمزارع. وتطور كل من إنتاج الشوندر السكري ومردوده ومساحة زراعته بشكلٍ لافت (الجداول، 3، 4، 5).

جدول (3): تطور مساحة و إنتاج وغلة محصول الشوندر السكري الخريفي في سورية.

العام	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)	الغلة (كغ/هكتار)
2000	**14131**	**667788**	**47257**
2001	**14721**	**785512**	**53360**
2002	**15962**	**853806**	**53490**
2003	**15624**	**721471**	**46176**
2004	**15115**	**698577**	**46217**
2005	**14301**	**599330**	**41908**
2006	**19101**	**872758**	**45692**

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2006– وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

جدول (4): تطور مساحة و إنتاج وغلة محصول الشوندر السكري الشتوي في سورية.

العام	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)	الغلة (كغ/هكتار)
2000	**9560**	**399326**	**41771**
2001	**8612**	**343259**	**39858**
2002	**8734**	**422740**	**48402**
2003	**6835**	**294094**	**43027**
2004	**7750**	**334505**	**43162**
2005	**9292**	**398178**	**42852**
2006	**13461**	**565163**	**41985**

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2006- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

جدول (5): تطور مساحة و إنتاج وغلة محصول الشوندر السكري (الإجمالي) في سورية.

العام	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)	الغلة (كغ/هكتار)
1987	**17780**	**452296**	**2544**
1988	**10049**	**219071**	**2180**
1989	**21897**	**404901**	**1849**
1990	**22190**	**430647**	**1940**
1991	**21182**	**661177**	**31.21**
1992	**35200**	**1255502**	**3567**
1993	**33040**	**1190425**	**3603**
1994	**34216**	**1402845**	**4010**
1995	**31341**	**1332373**	**4251**

3812	974000	25549	1996
42271	1126391	26647	1997
41941	1202153	28663	1998
44416	1330387	29953	1999
42780	1175326	27474	2000
45695	1215477	26600	2001
51449	1522702	29597	2002
42717	1205159	28213	2003
44135	1217658	27590	2004
42167	1096291	25999	2005
44159	1437921	32562	2006

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2006– وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

يُلاحظ من خلال استعراض معطيات الجدول (5) تطور المساحة المزروعة بالشوندر السكري وكذلك الإنتاج، و تلك القفزة النوعية في المردود التي تحققت في السنوات العشر الأخيرة بعد تطبيق سياسة الاعتماد على الذات والاستغناء عن الاستيراد والاهتمام بمتطلبات المحصول الزراعية والغذائية وحسن اختيار الأصناف، حيث وصل المردود عام 2006 إلى 44159 كغ . هكتار$^{-1}$.

تتركز المساحات المزروعة بالشوندر السكري في الغاب التي تزرع قرابة ربع المساحات المزرعة في القطر، وتتقارب المساحات المزروعة في كل من الرقة وحلب لتحتل المركز الثاني بعد الغاب (جدول، 6).

جدول (6): مساحة وإنتاج وغلة الشوندر السكري حسب المحافظات لعام 2006.

المحافظة	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)	الغلة (كغ/هكتار)
حمص	**2741**	**111662**	**40738**
حماه	**2997**	**167599**	**55922**
الغاب	**7094**	**315457**	**44468**
إدلب	**3932**	**211127**	**53695**
حلب	**5848**	**326736**	**55871**
الرقة	**5876**	**225340**	**38349**
دير الزور	**4074**	**80000**	**19637**

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية 2004- وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.

علماً أنّ المساحة الواردة في الجدول السابق هي فقط للعروة الخريفية في محافظة دير الزور، وللعروة الشتوية في محافظة حمص، ومجموع المساحات للعروتين في بقية المحافظات. ورغم التوسع في زراعة الشوندر السكري والتطور في المردود إلاّ أنّ المحصول يعاني الكثير من المشاكل منها ما يتعلق بالمزارع ومنها مشاكل تسويقية. يعقد سنوياً اجتماع الشوندر السكري (يضم المعنيين من وزارة الزراعة والصناعة واتحاد الفلاحين) لتذليل الصعوبات والإشكالات التي تعيق إنتاج هذا المحصول، ويعرض الجدولان (8،7) المشاكل

الفنية التي يعاني منها محصول الشوندر السكري في سورية والتقانات الزراعية الحديثة الموصى بها لتطوير زراعة هذا المحصول.

جدول(7): المشاكل الفنية التي يعاني منها محصول الشوندر السكري في سورية.

المشاكل الفنية الزراعية	النسبة المئوية للفلاحين الذين يعانون من المشكلة	النسبة المئوية للمساحة المتأثرة بالمشكلة
عدم إضافة السماد البلدي	59	63
عدم التقيد بالمسافات بين الخطوط	22	23
زيادة المسافة بين الشتول على الخط	15	16
عدم إجراء فلاحة عميقة (خريفية)	19	14
عدم تهيئة الأرض للزراعة	56	41
عدم إتباع الزارعة الآلية	43	49
عدم التقيد بمواعيد الزراعة	16	14
عدم زراعة بذار وحيد الجنين	29	25
عدم التقيد بمعدلات البذار	11	14
عدم إتباع دورة زراعية مناسبة	21	13
عدم إجراء التفريد في الوقت المناسب	19	18
عدم إضافة الدفعة الأولى من السماد الآزوتي مع الزراعة	17	12
عدم إضافة الأسمدة الكيميائية حسب نتائج تحليل التربة	75	71

عدم إضافة سماد البورون حسب نتائج تحليل التربة	72	62
التأخير في إعطاء رية الإنبات	11	11
عدم التقيد بانتظام الريات	15	15
الري على مساكب وعدم الزراعة على خطوط	25	17
الرش العشوائي للمبيدات وعدم التقيد بالعتبة الاقتصادية للآفة	8	12
عدم مكافحة الأعشاب بالوقت المناسب	8	11
إهمال مكافحة الآفات والأمراض ولاسيما البياض الدقيقي	15	15
القلع بعد النضج بفترة طويلة	8	10
سقاية الحقول قبل القلع مباشرة (عدم فطام المحصول)	4	3
عدم تنظيف الجذور من التربة قبل توريدها	11	17
التصريم الخاطئ	19	23
قطع أوراق الشوندر قبل النضج لتقديمها للحيوانات	15	11

جدول (8): التقانات الزراعية الحديثة الموصى فيها لمحصول الشوندر السكري والنسبة المئوية لتطبيقها.

التقانات الزراعية الحديثة	النسبة المئوية للفلاحين الذين يطبقون التقانة	النسبة المئوية للمساحة المطبق فيها التقانة
إجراء فلاحة عميقة(30 سم) للتربة كل أربع سنوات	27	38
استخدام الزراعة الآلية	28	35
العزيق الآلي	6	7
القلع والتصريم الآلي	0	0
استخدام ناثرة السماد	25	35
استخدام إحدى طرق الري الحديثة	42	50
تحليل التربة وإضافة السماد حسب محتوى التربة وحاجة النبات	23	28
تطبيق المكافحة المتكاملة	10	12

الموطن الأصلي وتاريخ الزراعة Center of origin

عرف الشوندر منذ زمن ليس ببعيد بالمقارنة مع غيره من المحاصيل. وتتعدد الآراء حول الموطن الأصلي للشوندر السكري، فلقد بيّن العالم النباتي الروسي فافيلوف أنّ الموطن الأصلي للشوندر السكري هو حوض البحر المتوسط، وعدّ آسيا الصغرى موطناً ثانوياً له. وأضاف جوكوفسكي موطناً ثالثاً هو سيبيريا الأوروبية. ويعتقد البعض أنّ السرمقيات التي ينتمي إليها الشوندر

بوصفها فصيلة Family، قد نشأت في عشر مناطق مختلفة من العالم. ويبين البعض ظهور أنواع من السرمقيات في صحارى جنوب إفريقيا، ثمّ انتقلت إلى منطقة حوض المتوسط القديم، ويعتقد البعض أنّ أصل الشوندر البري هو غرب آسيا، وحسب التقسيم الجغرافي الحديث فإنّ أنواع الشوندر البرية توجد في منطقة حوض البحر المتوسط من خط عرض 8 جنوباً حتى 60 شمالاً حيث تنمو المجتمعات النباتية لأنواع الشوندر البري في مناطق بيئية مختلفة من سطح البحر حتى ارتفاع 2700م، وبدءاً من مناطق هطولاتها المطرية من 180 حتى 2700 مم، وفي مختلف أنواع الترب، وتتميز بعض الأنواع البرية للشوندر بمواصفات خاصة مثل صفة إعطاء جذور ضخمة وتجمع مواد كربوهيدراتية في الأوراق، كما أن لخمسة أنواع برية صفة إعطاء ثمار أحادية البذور. عموماً، انحدر الشوندر السكري ثنائي الحول من النوع البري الحولي الذي عرف قبل الميلاد بنحو 1500 – 2000 سنة في بعض مناطق قارة آسيا. ولا يزال هذا النوع البري موجوداً حتى الآن في مناطق حوض البحر الأسود وبحر قزوين، في القوقاز وآسيا الصغرى، وهو ذو جذر هش متخشب منخفض المحتوى من السكر. تجمع معظم المصادر على أنّ أول زراعة للشوندر كانت من النوعين البريين *B. Maritima*, *B. Perennis* اللذين ينتشران في أوروبا وسواحل البحر الأبيض المتوسط، وانتخبت أول نماذج الشوندر الورقي المزروع من أحد المجتمعات النباتية للنوع البري *B. Perennis* فكانت ذات نسبة السكر منخفضة ودورة حياة قصيرة، بينما توصل الإنسان إلى الشوندر الورقي المزروع في دول مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط من مجتمع نباتي محلي بري *B. Maritima* الذي كان يستخدم لغرض الطعام، ولأغراض طبية ولاسيما وأنه كان مادة الخضار الرئيسة للإنسان خلال العصور المظلمة.

وزرع منذ زمن قديم طرز مختلفة من الشوندر على شواطئ المتوسط بهدف استهلاك المجموع الخضري (الأوراق).

تمّ اكتشاف الطرز ذات الحلاوة عام 1550م لكن لم ينتج السكر منها على مستوى تجاري حتى عام 1800م حيث وجد الكيميائي الألماني Marggraf عام 1747م أنّ السكر الموجود في نوعين مزروعين من الشوندر العلفي مطابق لسكر قصب السكر. وتمكن Achard بعد خمسين عاماً من استخلاص السكر من جذور الشوندر السكري على نطاق تجاري، وتمّ إنشاء أول مصنع لاستخراج السكر من الشوندر عام 1801. وقام العالم الروسي Vilmorin وعن طريق إتباع اختبار النسل Progeny test للحصول على نباتات شوندر سكري ذات محتوى عالٍ من السكر (16 – 17%). وتمّ البدء باستخراج السكر على نطاق واسع في منتصف القرن التاسع عشر، حيث بني أول مصنع لاستخراج السكر من الشوندر السكري في كاليفورنيا في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1870. تتركز حالياً صناعة الشوندر السكري في المناطق المعتدلة من أوروبا ومجموعة الدول المستقلة و الولايات المتحدة الأمريكية وكندا.

التصنيف النباتي Botanical classification

يتبع الشوندر السكري العائلة السرمقية *Chenopodiaceae*، والجنس *Beta* والنوع *Vulgaris*، ويضم الجنس *Beta* 15 نوعاً (14نوعاً برياً ونوعاً واحداً مزرروعاً) حولية وثنائية الحول ومعمرة، منها ثنائية (2n = 18) ورباعية (2n = 36)، وسداسية (2n = 54) الصيغة الصبغية، حيث إنّ العدد الصبغي الأساسي في الشوندر X = 9. تنتشر هذه الأنواع في منطقة حوض البحر

الأبيض المتوسط، وفي شمال غرب أوروبا، وآسيا الوسطى، ومنطقة القوقاز، وشبه جزيرتي القرم والبلقان (جدول، 9).

تقسم أنواع الشوندر البرية حسب Transchelعام 1927 إلى ثلاثة أقسام هي:

Patellares Transchel
Corollinae Transchel
Vulgaris Transchel

القسم الأول: Patellares Transchel

يضم الأنواع التالية:

1. *B. Patellares Moq.* الشوندر الكأسي.
2. *B. Procumbens chr.* Smith الشوندر المفترش.
3. *B. Webbiana Moq.* الشوندر ويب.

تتصف هذه الأنواع بكونها وحيدة الجنين، وذات غلاف قاس. تؤمن أنواع هذا القسم للمربي مصدراً مهماً للمورثات الخاصة بمقاومة الأمراض والنيماتودا، فقد جرت العديد من المحاولات لنقل صفة المقاومة العالية لنيماتودا الشوندر من هذه الأنواع إلى النوع المزروع عبر عمليات التهجين إلاَ أن معظم بادرات الجيل الأول لم تتمكن من الاستمرار وكان القليل المتبقي منها عقيماً، إلا أنّ مربيَ النبات وجدوا عدداً من الحلول لهذه المشكلة منها:

1. تطعيم بادرات الجيل الأول الهجينة على بادرات Vulgaris.
2. استعمال وسيط أو جسر وراثي وذلك بتهجين النوع Vulgaris مع نوع آخر يعطي هجيناً خصباً، ثمّ تهجين الجيل الأول الناتج مع أنواع تابعة للقسمPatellares.

القسم الثاني:.Corollinae Transchel

يضم الأنواع التالية:

1. *B. macrorrhiza Stev.* الشوندر الكبير الجذر
2. *B. lomatogona F. et M.* شوندر لوماتوغوتا
3. *B. trigyna W. et K.* الشوندر ثلاثي المدقة
4. *B. corolliflora Zossim* الشوندر تويجي الأزهار
5. *B. intermedia Bunge* الشوندر المتوسط
6. *B.nana Boiss. et Helde* الشوندر القزمي

التهجين بين أنواع هذه المجموعة وأنواع القسم *Vulgaris* عقيم، ويحاول مربو النبات حل مشكلة العقم لنقل صفة البذرة وحيدة الجنين والمقاومة العالية لعددٍ من الأمراض من هذه الأنواع إلى النوع المزروع.

القسم الثالث .Vulgaris Transchel

يضم الأنواع التالية:

1. *B. Perennis Hal* الشوندر المعمر
2. *B. Patula Ait.* الشوندر المتفرع
3. *B. macrocarpa Guss.* الشوندر كبير الثمرة
4. *B. maritima* L. الشوندر البحري
5. *B. Cicla* L.
6. *B. Vulgaris* L. الشوندر المزروع

تتميز أنواع هذه المجموعة بأنها حولية أو ثنائية الحول، عديد الأجنة (Multigerm) حساسة للعديد من الأمراض، يحمل النوع *B. maritima* مورثات المقاومة للتبقع السيركوسبيري. تعطي هذه الأنواع هجناً خصبة مع النوع المزروع.

تتصف الأنواع البرية من الشوندر السكري بمجموعةٍ من الصفات المهمة في عمليات التربية مثل: تحمل البرودة، الصقيع، مقاومة الأمراض، صفة البذرة وحيدة الجنين، إلا أنه عند استخدام هذه الأشكال البرية في التهجين تبرز بعض العوائق المرتبطة بعدم التوافق الوراثي مع الشوندر المزروع، وبالتالي عدم إمكانية الوصول إلى نسل خصب في كثير من الحالات، وقد تمّ تحديد درجة القرابة بين أنواع الشوندر السكري من خلال إمكانية التهجين بينها ودرجة خصوبة النسل الناتج كما هو موضح في الجدول (10).

عموماً، فإنّ عملية تهجين الشوندر السكري المزروع مع الأنواع البرية تؤدي ليس فقط إلى نقل الصفات الجيدة إلى الهجين الناتج بل، ونقل بعض الصفات السيئة مثل: ظاهرة التليف أو التخشب، والتفرع القوي للمجموع الجذري والشمرخة، والإنبات البطيء وغير المتجانس للبذور أو الثمار، حيث وجد أنّ الهجن الناتجة عن التهجين بين *B. Vulgaris*، والأنواع *B. maritime* *B. trigyna*، *B. macrorrhiza*تميزت ببعض الصفات الجيدة، مثل تحمل البرودة والصقيع، في حين كانت صفة مقاومة الأمراض متوسطة، وعند تهجين النوع البري *B. maritima* (شوندر علفي) مع *B. Vulgaris* (سكري) تمّ التوصل إلى نتيجة مفادها أنّ *B. maritima* هو المساهم في تشكيل الشوندر السكري وليس *B. Cicla* كما كان يعتقد سابقاً.

جدول(9): تصنيف الجنس Beta.

القسم والنوع	الصيغة الصبغية	طبيعة النمو	الانتشار
I. Sect. Patellares Transchel.			
1-B. Webbiana Moq.	18	معمر	جزر الكناري(سفوح الجبال)
2-B. Procumbens chr. Smith	18	معمر حولي	جزر الكناري (السواحل)
3-B. Patellares Moq.	18-36	معمر حولي	جزر الكناري،اسبانيا،المغرب
II. Sect. Corollinae Transchel.			
1-B. macrorrhiza Stev.	18	معمر	القوقاز
2-B. lomatogona F. et M.	18-36	معمر	القوقاز، آسيا الصغرى
3-B. trigyna W. et K.	54	معمر	القوقاز، تركيا، ايران، البحر الأسود
4-B. corolliflora Zossim	36	معمر	القوقاز
5-B. intermedia Bunge	36	معمر	آسيا الصغرى
6-B. nana Boiss. et Helder	18	معمر	المناطق الجبلية من اليونان

III. Sect. Vulgaris Transchel.			
1- B.Perennis Hal.	18	حولي معمر	شواطئ المتوسط،الأسود، القوقاز، الهند الصينية
2- B.Patula Ait.	18	حولي معمر	جزر ماديرا
3- B. macrocarpa Guss.	18	حولي	المغرب العربي،اسبانيا،اليونان
4- B.maritima L.	18	حولي معمر	شواطئ المتوسط،السويد،النروج
5- B.Cicla L.	18	ثنائي الحول	في كافة مناطق الزراعة
6- B. Vulgaris L.	18	حولي ثنائي الحول	في كافة مناطق الزراعة

جدول(10): إمكانية التهجين بين الأنواع التابعة للجنس Beta.

سهولة التهجين	درجة القرابة
أولاً: تهجينات تحدث بسهولة بين:	
1) B. Vulgaris (18) x B.maritima (18)	التهجين في نباتات هذه المجموعة سهل. السلالة خصبة، وهذا يدل على درجة القرابة بين الأنواع التابعة لهذه المجموعة
2) B. Vulgaris (18) x B.Patula (18)	
3) B. Vulgaris (18) x B.Cicla (18)	
ثانياً: تهجينات تحدث بصعوبة بين:	
1) B. Vulgaris (18) x B. lomatogona (18)	الهجن في هذه المجموعة مختلفة حيث يتشكل نوعان من الهجن: 1- ثلاثية العدد الصبغي. 2- سداسية العدد الصبغي وهي الخصبة فقط.
2)B. lomatogona (18)x B. corolliflora (36)	
3) B. lomatogona (18)x B. trigyna (54)	
4) B. Vulgaris (36) x B. macrorrhiza (18)	
5) B. Vulgaris (36) x B. trigyna (54)	
6) B. Vulgaris (18) x B. intermedia (36)	
ثالثاً: تهجينات غير ممكنة أومستحيلة بين:	
1) B. Vulgaris (36) x B. Patellares (36)	
2) B. Vulgaris (18) x Procumbens (18)	

ويمكن تصنيف الشوندر السكري حسب عدد المجاميع الكروموزومية على النحو الآتي:

1- الشوندر الثنائي المتعدد البذور:

العدد الصبغي (2n = 18)، الأزهار خنثى ذات متوك، حبوب اللقاح جيدة التطور، تلتحم 2-3 أزهار بحامل الأزهار مشكلة النورة. بعد الإخصاب وتطور البذور تتحول النورة إلى مايسمى كرة البذور Seed ball أو الثمرة العديدة الأجنة، وحسب عدد الثمار المتكونة تحوي كرة البذور 2-3 بذور أو أكثر.

2-الشوندر الثنائي الوحيد البذرة:

العدد الصبغي (2n = 18)، والأزهار خنثى أيضاً ولكن الثمرة ليست كروية بل فردية لأن كل ثمرة تتشكل بصورة منفصلة عن الأخرى.

عند تهجين الشوندر وحيد البذرة مع الشوندر متعدد البذور تكون ثمار الجيل الأول متعددة البذور كروية ويحدث في الجيل الثاني انعزال للنباتات أحادية البذرة على أساس ذلك، وتبين أن صفة البذار متعدد الأجنة سائدة سيادة غير تامة، بينما صفة البذار وحيد الجنين متنحية.

3-الشوندر الرباعي المتعدد البذور:

العدد الصبغي (2n = 36) تكون الأوراق وأعناقها والفروع والأزهار وحبوب اللقاح وكرة البذور في الشوندر الرباعي أضخم من الشوندر الثنائي، كما أن النباتات الرباعية التضاعف تتطور بصورة أبطأ، وتكون أكثر تأخراً، وأقل تحملاً للجفاف مقارنة بالنباتات الثنائية الناتجة منها. وبسبب التضاعف الصبغي اللاتكراري Aneuploidy (النوليسوم 2n-2 والمونوسوم2n-1 والترايسوم 2n+1) تكون المقدرة على إنبات حبوب اللقاح منخفضة، ومعدل الإخصاب

وتطور البذور وإنباتها بطيئاً مقارنة بالنباتات الثنائية، كما تعطي عدداً أقل من البادرات 120–140 بادرة من كل 100ثمرة متعددة البذور.

4–الشوندر الرباعي وحيد البذرة:

العدد الصبغي (2n = 36)، تتشكل على الحامل الزهري ثمار مفردة تحوي كل منها بذرة واحد، وبسبب التضاعف الصبغي اللاتكراري Aneuploidy (زيادة أو نقص صبغي أو أكثر) تكون المقدرة على إنبات حبوب اللقاح منخفضة ومعدل الإخصاب وتطور البذور بطيئاً، ويظهر الإنبات في الشوندر السكري الرباعي وحيد البذرة بإعتباره مشكلة أصعب من الإنبات في الشوندر الثنائي أحادي البذرة، وتستخدم الأشكال الرباعية وحيدة البذرة في كثير من الحالات في برامج التهجين بإعتباره نباتاً أم للحصول على ظاهرة قوة الهجين Heterosis.

الأصناف Varieties

يتم تقسيم أصناف الشوندر السكري عالمياً وفق المؤشرات الأتية:

1) حسب عدد الأجنة في الثمار: تقسم الأصناف إلى:

1. أصناف ذات بذور متعددة الأجنة Multigerm: تحوي كرة البذور في هذه المجموعة من الأصناف عدة أجنة ينتج عن زراعة البذرة (الثمرة) الواحدة حزمة من البادرات. زراعة الأصناف ذات البذور متعددة الأجنة قديمة جداً تعطي ناتجاً نهائياً من الجذور والسكر أقل من تلك ذات البذور وحيدة الجنين، وهي ذات تكاليف إنتاج مرتفعة لكونها تحتاج لعمليات التفريد.
2. أصناف ذات البذور وحيدة الجنين Natural or Genetic Monogerm: بدأت زراعتها حديثاً في العالم بعد استنباط أصناف تنتج ثماراً تحمل بذرة واحدة وبالتالي جنيناً واحداً، تعطي إنتاجاً جذرياً و درجة حلاوة ومواصفات تصنيعية تفوق ما تعطيه الأصناف ذات بذور متعددة الأجنة بالإضافة إلى

مقاومة الأمراض والحشرات، وتخفيض تكاليف الإنتاج نتيجة الحصول على نباتات أحادية بنسبة 100%، وبالتالي عدم الحاجة للتفريد، لكن هذا النوع من الأصناف يتطلب توفر مايلي :

- الخبرة الكافية لدى المزارع.
- البذارات الآلية.
- استخدام طريقة الري المناسبة (الرذاذ).

صفة البذور وحيدة الجنين صفة متنحية يتحكم بها عامل وراثي واحد (m) بالإضافة إلى وجود مورثات تعدل أو تغير التعبير الوراثي للمورث (m) تؤدي إلى إنتاج ثمار تحوي جنينين، وقد لوحظ ارتباط هذه الحالة مع صفة التأخر في الإزهار. ووجد عند التهجين بين الأصناف وحيدة الجنين ومتعددة الأجنة أنّ نباتات الجيل الأول تكون متعددة البذور مع ملاحظة أن هذه السيطرة غير تامة، حيث لوحظ وجود نباتات ثمارها ثنائية أو وحيدة البذور بالإضافة إلى متعددة البذور. ويلاحظ في نباتات الجيل الثاني وجود نسبة تقارب 25% من النباتات التي ثمارها وحيدة البذور، وسيؤدي التلقيح بين هذه النباتات إلى تشكيل سلالة نباتات ذات ثمار وحيدة البذرة. يفترض وجود أربعة أنواع من المورثات المسؤولة عن عدد البذور في ثمار الشوندر وهي:

1) Mm: سلالة وحيدة البذرة ونادراً ما يلاحظ في نباتاتها وجود ثمار ثنائية البذرة.
2) M_1M_1: سلالة ذات زهرة وحيدة أو زهرتين في العلبة.
3) $M_{Br}M_{Br}$: سلالة ذات علب ثمرية ثنائية البذرة.
4) M_zM_z: سلالة ذات أعداد كبيرة من البذور في الثمرة الواحدة.

3. أصناف ذات بذور وحيدة الجنين صناعياً.

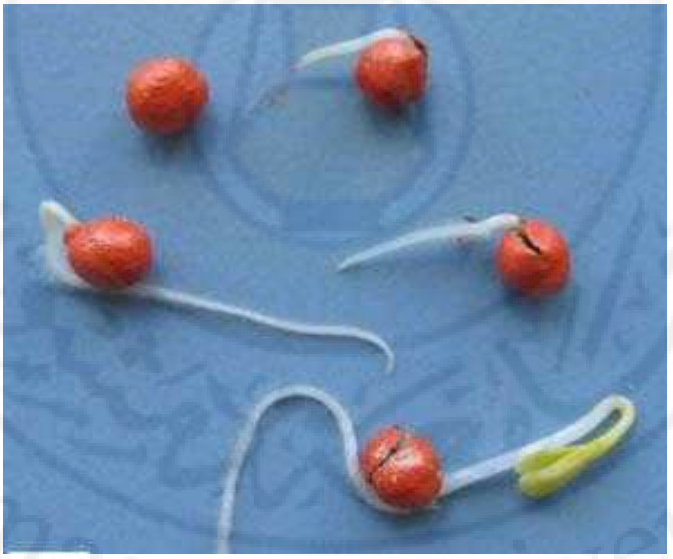
وبهدف تقليل تكاليف العمل اليدوي وإمكانية استخدام الآلات لإجراء الخف والعزيق والجني وغيرها من العمليات الزراعية من المفضل وجود نبات واحد في كل جورة ضمن خطوط الزراعة، ولتحقيق هذا تعرض الثمار لعملية التجزئ الآلي للحصول على أجزاء تحتوي على جنين واحد فقط. وتعطي هذه الثمار قرابة 85% نباتات أحادية. عموماً، لتسهيل زراعة البذار وحيد الجنين صناعياً آلياً فلابدّ من تغليفها بمادة سمادية أو مبيد للآفات (الشكل، 6).

2) **حسب العدد الصبغي في الخلايا:** تقسم الأصناف إلى:

1. الأصناف الثنائية Diploids (2n = 18) وهي من أقدم الأصناف زراعة.
2. الأصناف الرباعية Tetraploids (2n = 36) يتم إنتاجها بطريقة التضاعف الصبغي الذاتي وذلك عن طريق معاملة البادرات الصغيرة من النباتات الثنائية الصيغة بمواد كيميائية خاصة مثل الكولشيسين (Colchicines) وهي ذات إنتاج أفضل من سابقتها.
3. الأصناف عديدة المجموعة الصبغية Polyploids: وتنتج عن طريق التهجين بين السلالات الثنائية والرباعية. تنتشر زراعتها على نطاق واسع بسبب كبر حجم جذورها، ارتفاع درجة حلاوتها، باكوريتها، مقاومتها للأمراض وبخاصة التبقع السيركوسبوري.



في الوسط بذار الشوندر الناتجة عن التقسيم الميكانيكي تحيط بها بذور الشوندر المغلفة



الشكل(6): إنبات بذور الشوندر السكري وحيد الجنين صناعياً.

4. الأصناف الهجينة Hybrids: وهي الأصناف الثلاثية Triploids التي تملك قوة الهجين Heterosis وبالتالي تعطي أفضل إنتاج جذري وسكري.

تنتج كما هو الحال في الأصناف عديدة المجموعة الصبغية على النحو الآتي:

(2n = 18) Diploids × (2n = 36) Tetraploids

Gametes 9 18

F1 Triploids 27

لقد أسهم اكتشاف ظاهرة العقم الذكري في الحصول على نباتات ثلاثية العدد الصبغي 100%.

3) **حسب موعد الزراعة:** تقسم الأصناف إلى: خريفية ، شتوية، صيفية.

ونشير هنا إلى أن العروة الصيفية أُقترحت مؤخراً بديلاً للعروة الربيعية التي ألغيت 2005- 2006 للأسباب الآتية:

- شدة الإصابة بالرايزومانيا.
- الإصابة بالعفن الأسود.
- انخفاض الإنتاجية ودرجة الحلاوة بسبب اشتداد الحرارة في فترة نضج الشوندر الربيعي.

4) **حسب حجم الباقة الورقية:** تقسم الأصناف إلى:ذات باقة ورقية كبيرة، متوسطة، صغيرة.

5) **حسب درجة الحلاوة:** تقسم الأصناف إلى عدة طرز:

1. طراز Z: درجة الحلاوة فيه أعلى من 16% وإنتاجه الجذري قليل.
2. طراز N: درجة الحلاوة فيه بحدود 16% وإنتاجه الجذري عادي.
3. طراز E: درجة الحلاوة فيه أقل من 16% وإنتاجه الجذري عالٍ.

وهناك نماذج متفرعة عنها : ZZ, EE, ZN, NE

يستورد القطر العربي السوري سنوياً بذار أصناف الشوندر من مختلف دول العالم المنتجة للبذار، ويقوم قسم بحوث الشوندر في هيئة البحوث العلمية الزراعية باختبار عشرات الأصناف واعتماد المتفوق منها، وبشكلٍ عام يمكن القول إنّ ثلث الأصناف المزروعة بالقطر هي متعددة الأجنة، والثلثين وحيد الجنين، يشكل وحيد الجنين الصناعي المغلف النسبة الأكبر، ونسبة قليلة من وحيد الجنين الوراثي، والجداول (11،12) تبين أصناف الشوندر السكري المعتمدة والمعممة على المزارعين للموسم 2005- 2006 للعروتين الشتوية والخريفية وذلك استناداً على نتائج مقارنة الأصناف للمواسم الزراعية 2002-2003-2004. ونشير هنا إلى أنه قد تمّ تنفيذ العديد من الحقول الموسعة للعروة الصيفية في حلب والرقة ودير الزور باستخدام البذار وحيد ومتعدد الأجنة، وكانت الحقول تتراوح بين الجيد والممتاز مما أكد نجاح العروة الصيفية واعتماد العديد من الأصناف المختبرة للزراعة في هذه العروة للموسم الزراعي 2008-2009.

جدول (11): أصناف الشوندر السكري المعتمدة والمعممة على المزارعين للموسم 2005-2006 للعروة الشتوية.

المحافظة	الأصناف وحيدة الجنين	الأصناف متعددة الأجنة
حمص	بارادي	غير مخصص
	آجورا	
	بروغريس	
حماه	ريزور	سلطان
	شريف	هوس بولي
	بارادي	واعد
		كرونوس
إدلب	ريزور	واعد
	ريفل	تونوراف
	كونسيبت	
حلب	بروغنوس	واعد
	رامونا	ميزانوبوليأ
		بولي بيلغا
الرقة	بارادي	ميزانوأ وبولي
	شريف	تونوراف
		رويال

جدول (12): أصناف الشوندر السكري المعتمدة والمعممة على المزارعين للموسم 2005-2006 للعروة الخريفية.

المحافظة	الأصناف وحيدة الجنين	الأصناف متعددة الأجنة
حمص	لا يوجد	لا يوجد
حماه	ليندا	هيليوس
	إتنا	س.م070
	فيكو	
	سوبريما	
إدلب	فيكو	ميزانوأ وبولي
	ليندا	كاوي سير 199
	إتنا	س.م070
حلب	لا يوجد	ميزانوأ وبولي
		كاوي سير 199
الرقة	سوبريما	س.م2190
	فيرو	س.م2190
	ليندا	كاوي0722
		س.م070
دير الزور	سوبريما	كاوي سير 799
	غزيرة	كاوي سير 199
	ليندا	

مراحل نمو الشوندر السكري Phenological stages

قبل استعراض مراحل نمو Developmental stages الشوندر السكري لابد من التطرق لوصف مبسط للأجزاء النباتية لهذا المحصول: يُعد الشوندر السكري *Beta vulgaris* L. نباتاً ثنائي الحول يعطي في عامه الأول مجموعاً خضرياً وجذراً ضخماً، وهو الهدف الاقتصادي من زراعة هذا المحصول. جذر الشوندر وتدي متضخم يحمل شبكة من الجذور الثانوية المتفرعة من الجذر الأساسي وظيفتها امتصاص الماء والعناصر الغذائية اللازمة للنبات. يتغلغل الجذر الوتدي في التربة لعمق 15 سم أو أكثر في مرحلة البادرة. ويصل إلى 70 – 90 سم عندما يكون النبات بعمر 50 – 60 يوماً، ويبلغ مسافة 250 – 270 سم في مرحلة النضج، أما بالنسبة للجذور الثانوية فإنها تنتشر بصورة أقل أهمية، وتتشكل الشعيرات الجذرية على أي عمق في حال توافر الرطوبة بطول يتراوح بين 1–3 مم وعرض 0.08–0.14 مم. ويقسم الجذر المتضخم إلى ثلاثة أجزاء أساسية هي:

1. **الرأس أو الساق القرصية المختزلة:** وهو الجزء العلوي من الجذر المتضخم الذي يظهر عادة فوق سطح التربة، وتنمو عليه الأوراق، وتتوضع في إبطه البراعم التي ستعطي الشماريخ الزهرية في موسم النمو التالي. ويتوضع ميرستيم النمو في مركز الرأس لذلك نلاحظ أن الأوراق الجانبية هي القديمة بينماُ تعد الداخلية الأوراق الحديثة. يعد هذا الجزء الأكثر تخشباً في الجذر المتضخم والأكثر فقراً بالسكر.
2. **العنق:** وهو عبارة عن الجزء الضيق من الجذر ويتوضع بين الساق القرصية المختزلة وجسم الجذر، ولا يملك هذا الجزء أوراقا أو جذوراً ثانوية، و يتوضع فوق سطح التربة في أغلب الأحيان ونادراً ما يبقى في

التربة كما هو الحال في الساق القرصية المختزلة. يُشكل الرأس والعنق 15-30% من حجم الجذر.

3. **جسم الجذر:** هو عبارة عن القسم السفلي من الجذر ويتميز بوجود الجذور الثانوية المنتشرة مشكلة صفين. تعد الجذور الثانوية العليا المتوضعة في كلا الصفين الحدود العليا للجسم، وتعد الحدود السفلى تلك المنطقة التي تكون فيها ثخانة الجذر أقل من 1 سم. ويشكل جسم الجذر ما يعرف بالجزء الاقتصادي من المحصول.
4. ويضيف البعض قسماً رابعاً يعرف بالذيل.

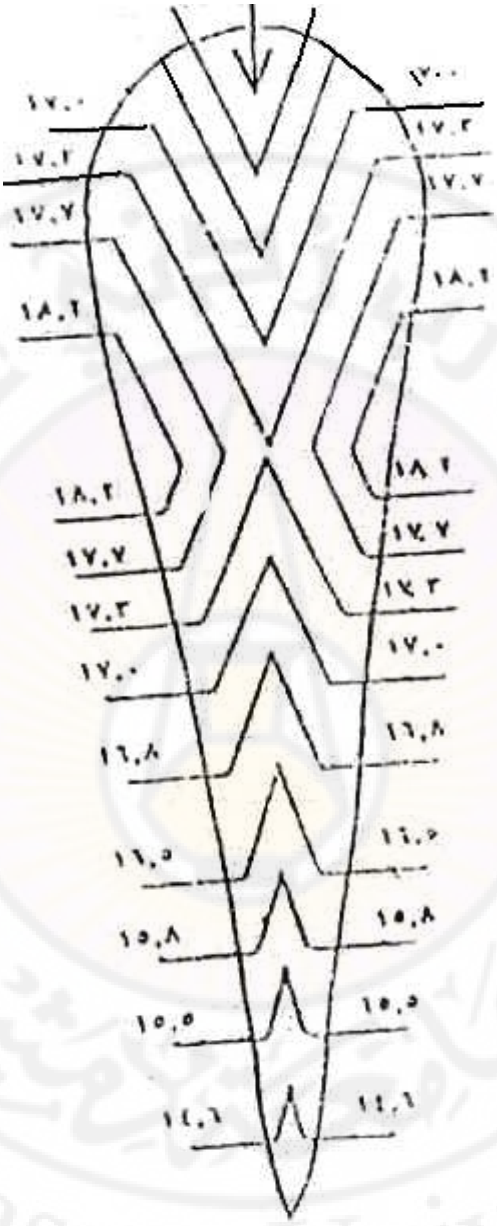
وتختلف نسبة السكر في أجزاء الجذر فهي قصوى في منطقة الجسم ثم في منطقة العنق ثم في الرأس وأقل ما يمكن في الذيل. ويتبين لدى إجراء مقطع عرضي في جذر الشوندر السكري أنّ عدد الحلقات الدائرية فيه تتراوح من 9-12 حلقة تقع بينها الخلايا البارانشمية الهشة والتي يتوضع السكر فيها (الشكل، 7).



الشكل (7): حلقات النمو في جذر الشوندر السكري.

تحوي جذور الشوندر السكري عند قلعها وبالمتوسط 75% ماء، 25% مواد جافة، تتألف من 17.5% سكروز والباقي 7.5% مواد غير سكرية؛ تقسم إلى مواد منحلة وغير منحلة. وتتألف الأخيرة من 2.5% ألياف، 2.4% مواد بكتينية، 0.1% بروتين ورماد. تتألف المواد المنحلة من الفركتوز والغلوكوز وغيرها (0.8%) ومواد آزوتية (1.1%) ورماد (0.6%)، تملك المواد المنحلة أهمية كبيرة خلال عمليات تصنيع السكر لكونها تعيق عملية التبلور، لذلك فمن المؤشرات الأساسية لتقييم نوعية الشوندر السكري بإعتباره مادة خاماً في عملية الحصول على السكر ما يعرف بدرجة العصير أي المحتوى النسبي للسكر في الوزن الجاف للمادة. ويبين الشكل (8) التوزيع غير المتجانس للسكر في جذور الشوندر السكري، حيثُ يلاحظ زيادة المحتوى من السكر بالاتجاه العمودي للجذر من الرأس وإلى الذيل ليصل لأعلى نسبة له في أكثر أجزاء الجذر عرضاً ثم ينخفض تدريجياً مع الاتجاه نحو منطقة الذيل، وتزداد نسبة السكر في الاتجاه الأفقي من المركز إلى طبقات الجذر المتوسطة ثم ينخفض من جديد عند قشرة الجذر.

أوراق الشوندر السكري كبيرة الحجم، كاملة الحواف، عديدة العروق (شكل، 9). تختلف أشكالها حسب عمر النبات: فهي ذات حوامل صغيرة وصفيحة ورقية دائرية الشكل في الأوراق الصغيرة، قلبية الشكل ونادراً ما تكون مثلثية الشكل ذات حوامل ورقية طويلة في الأوراق الأكبر عمراً. يكون سطح الصفيحة الورقية أملس أو مجعداً أو متموجاً، وهذه صفات تتعلق بالصنف وتتوقف على شروط الوسط الخارجي. تحوي الصفيحة الورقية عدداً كبيراً من المسامات حيث أن كل 1 مم^2 من سطحها السفلي يحوي قرابة 150 سُم والعلوي 100 سُم. تأخذ الأوراق أوضاعاً مختلفة على النبات بالنسبة لسطح التربة وذلك حسب الصنف فنجد أوراقاً مفترشة تقريباً على سطح التربة، وقائمة تتجه نحو الأعلى.



الشكل (8): توزع السكر في جذر الشوندر السكري.

وهي ميزة للصنف ذي الإنتاجية العالية، ونصف مفترشة تأخذ وضعاً وسطاً بين النوعين السابقين. ويحمل المعلاق الورقي أطوالا مختلفة، ويتشابه لونه في أغلب الحالات مع لون الساق القرصية ويبدو هذا المعلاق بشكل مثلثي في المقطع العرضي. يتشكل على النبات الواحد حوالي 50–60 ورقة خلال موسم نمو طوله 25–70 يوماً. وتعد أوراق الطبقة الوسطى هي الأكثر قيمة ونشاطها الحيوي هو المحدد لحجم المحصول ونوعيته. وفي موسم النمو الثاني وبعد زراعة الجذور تظهر باقة ورقية تكون فيها الأوراق صغيرة الحجم، كثيرة العدد، غير منتظمة وفي قواعدها تتوضع البراعم التي تعطي الشماريخ الزهرية. يتراوح لون الأوراق بين الأخضر الفاتح والأخضر الغامق.



الشكل (9): نبات الشوندر السكري(الأوراق والجذر).

يعطي النبات في موسم نموه الثاني ساقاً زهرياً بطول 1.5 م تحمل النورات الزهرية، وهي ذات شكل مخروطي ونسيج قوي البنية ميكانيكياً. الأزهار صغيرة الحجم خنثى جالسة ذات لون أصفر مخضر(الشكل، 10). تتألف الزهرة من خمس وريقات يمكن تسميتها بكأس تاجية، وخمس أسدية، ويتألف المتاع من المبيض وحيد الكربلة والميسم ثلاثي الأقسام، توجد الأزهار على صورة عنقود زهري هش مؤلف من 2–6 أزهار في آباط الأوراق الموجودة على الشمراخ (الشكل، 11).



الشكل (10): زهرة الشوندر السكري.



الشكل (11): العنقود الزهري في الشوندر السكري.

تستمر فترة الازهار من 20 – 40 يوماً، ويظهر خلالها رحيق عسلي ذي رائحة قوية يجذب الحشرات الملقّحة. يعد الشوندر السكري من خلطيات التلقيح النموذجية، ويتم التلقيح بوساطة الرياح القادرة على حمل حبوب اللقاح لمسافة 4–5 كم وأحياناً بوساطة الحشرات. تعود عدم إمكانية التلقيح الذاتي إلى عدم نضج الأعضاء التكاثرية المذكرة والمؤنثة بالوقت نفسه، بالإضافة للنمو الضعيف لحبة اللقاح عند سقوطها على ميسم الزهرة نفسها. لذلك لابد من مراعاة مسافات العزل الكافية خلال عمليات التربية لتجنب حدوث الخلط الوراثي. تتكون الثمار نتيجة التلقيح والإخصاب التي تدعى خطأً بالبذور. تضم كل ثمرة عدداً من البذور أو الأجنة التي التحمت عند القاعدة ويتراوح عددها بين 2 – 6 وتسمى عندها ثمرة متعددة الأجنة (الشكل، 12). وحتى يحين وقت نضج

هذه الثمار نجد أن الوريقات الكأستاجية تتخشب وتلتحم وتشكل علباً ثمرية تحوي كل منها على 2–6 بذور. يتراوح وزن الألف ثمرة بين 15–35 غ وقطرها 2–4 مم. أما إذا لم يحصل التحام في الأزهار واحتوت الثمرة على جنين واحد فإننا نحصل على بذور وحيدة البذرة كما هو الحال في الأصناف وحيدة البذرة الحديثة التي تم استنباطها مؤخراً (الشكل، 12) ، حيث تبرز أهميتها في توفير كمية البذار المستخدمة في الزراعة ونفقات التفريد، بالإضافة لارتفاع محتواها من السكر وغير ذلك من الخصائص المهمة. وزن الألف بذرة في الثمار وحيدة البذرة 10 – 20 غ وهي بقطر 1.5–2.5 مم. يحيط بكل بذرة غلافين الأول داخلي والثاني خارجي لماع مصقول، ويقع تحتهما الجنين والخلايا المغذية التي تحوي على المدخرات الغذائية اللازمة لحياة الجنين. ويبين الشكل (12) أنّ جنين البذرة ينمو على شكل حلقة تحيط بطبقة الخلايا المخزنة للمواد الغذائية. يتألف الجنين من الفلقات، الجذير، البريعم الكائن بين الفلقات. يتم من أجل الزراعة انتخاب الثمار مثلثية الشكل واللون الأصفر الرمادي. تعطي الثمار عند انباتها عدة نموات، في حين تعطي البذور نمواً واحداً.

يمر نبات الشوندر السكري خلال موسم نموه الأول بالمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: وهي مرحلة تشكل الأوراق الضرورية لعملية التمثيل الضوئي. تمتد هذه المرحلة في الظروف الإنتاجية من ظهور الأوراق الفلقية (7–10 يوماً من الزراعة) وحتى تراص النباتات في خطوط الزراعة (40–45 يوماً). معروف أنه قبل تشكل البادرات يكون النمو على حساب المواد الغذائية الموجودة في البيرسبيرم والأندوسبيرم والغلاف الثمري.



الشكل (12): أنواع بذور الشوندر السكري حسب عدد الأجنة
إلى اليمين الشوندر وحيد الجنين، إلى اليسار متعدد الأجنة.

تبدأ عملية الإنبات بتطاول الجذير وتعمقه داخل التربة، وبعد ذلك السويقة التي تحمل الأوراق الفلقية إلى سطح التربة، ليدخل النبات بعدها في مرحلة التغذية الذاتية من خلال قيامه بعملية التركيب الضوئي، تسمى المرحلة من الإنتاش حتى تشكل الزوج الأول من الأوراق الحقيقية مرحلة الأوراق الفلقية، ثم يدخل النبات

مرحلة الزوج الأول من الأوراق الحقيقية (8–10 يوماً من ظهور الأوراق الفلقية)، التي تتطور من البراعم الموجودة بين الورقتين الفلقيتين ليتشكل بعدها الزوج الثاني (2–3 أيام من ظهور الزوج الأول) فالثالث (2–3 أيام من ظهور الزوج الثاني). وقد يستمر ظهور الأوراق على شكل أزواج حتى الزوج الخامس يبدأ بعدها ظهور الأوراق بشكل مفرد وتنخفض الفترة الزمنية الفاصلة بين ظهور ورقتين متتاليتين إلى 1.5 يوماً تقريباً لتعود للارتفاع مجدداً بعد تشكل قرابة 30 ورقة حقيقية. تموت الأوراق الفلقية بعد تشكل 6–8 أوراق حقيقية. وقد وجد أن أي ضرر يصيب البادرات في هذه المرحلة (آفات، حشرات) يؤدي لانخفاض الغلة بنسبة 25%. ويتشكل خلال العام الأول من حياة الشوندر السكري 60–90 ورقة، بمساحةٍ ورقية تتراوح من 3000 إلى 5000 سم^2. تتراوح طول فترة حياة كل ورقة بين 25–70 يوماً لذلك لا تبقى كافة الأوراق حية على النبات إذ إن قسماً كبيراً منها يموت مبكراً. يتطور الجذر الأولي بصورة بطيئة في بداية هذه المرحلة، ثمّ يبدأ نموه السريع ويتغلغل في التربة ويبدأ تطور التفرعات الجانبية المغطاة بشبكة كثيفة من الشعيرات، ومع ظهور الزوج الأول من الأوراق الحقيقية يبدأ تضخم الجذر الرئيس، وبعد 20 يوما من الزراعة يتعمق الجذر لمسافة 15سم بعد شهر من ظهور البادرات يكون الجذر قد تعمق في التربة لمسافة 60 سم، ووصل طول التفرعات الجانبية إلى 20 سم وبعد 40 يوماً يصل عمق توضع الجذور حتى 90 سم. إن عملية تضخم الجذر ونمو المجموع الجذري يرتبطان بشكلٍ قوي مع تشكل المجموع الخضري، فكلما كان تشكل الأوراق مبكراً وبكمية كبيرة كان نمو الجذر الرئيس أسرع.

المرحلة الثانية: تستمر مدة تزيد عن الشهرين ويحدث فيها نمو كثيف للمجموع الخضري والجذر علماً أن معدل نمو الجذر في هذه المرحلة يكون أكبر من معدل نمو الأوراق، حيث يبلغ معدل النمو اليومي للجذر 10 غ.

المرحلة الثالثة: وهي مرحلة تراكم أو ادخار السكر بشكل كثيف في الجذر المتضخم. تتطابق هذه المرحلة مع بداية موت الأوراق، أي أنها تمثل الشهر الأخير من موسم النمو. يبلغ هنا معدل النمو اليومي للجذر 5 غ أو أكثر، ويصل الجذر في نهاية هذه المرحلة إلى حجمه ووزنه الأعظميين بالإضافة للزيادة السريعة في نسبة السكرالتي تصل إلى 0.07–0.1% في اليوم. تتم في نهاية هذه المرحلة عملية القلع. تؤخذ الجذور بعض قلعها إما للتصنيع أو للتخزين عند الرغبة في الحصول على البذور منها في موسم النمو الثاني. ونظراً إلى أنّ الشوندر السكري من النباتات الثنائية الحول فهو يحتاج إلى مرور عامين للحصول على البذور، فيقتصر الهدف من موسم النمو الثاني للشوندر السكري على إنتاج البذار الذي تتولاه المؤسسات والشركات الخاصة بإنتاج البذار ومحطات التربية على النحو الآتي:

جرت العادة أن يزرع الشوندر الأم من البذور في ربيع العام الأول (آذار) ثم تقلع الجذور وينتخب أفضلها ويخزن لتعاد زراعته ثانية في الربيع التالي، تحضن الجذور جيداً، وقد تطوش الساق الزهرية عند وصولها إلى 25 سم بهدف تشجيع التفرع في الشمراخ الزهري، ويتم الحصاد وجمع البذور في شهري آب وأيلول. تتبع هذه الطريقة في المناطق التي تتصف بشتاء بارد، وتسمى بالطريقة غير المباشرة لإنتاج البذور. ويمكن في المناطق التي تتصف بشتاء معتدل مع وجود فترات كافية من البرودة لتنبيه عملية الإزهار ووقف النمو الخضري أن يقضي الشوندر فصل الشتاء في الحقل، وتتلخص الطريقة بزراعة البذور خلال

الصيف (تموز– أيلول)، يتلقى المحصول الرعاية الكافية فيعطي البذور في الصيف التالي. وتسمى هذه الطريقة بالطريقة المباشرة لإنتاج البذور. ويمكن تقصير دورة حياة الشوندر بدرجة أكبر وذلك بزراعة بادرات الشوندر السكري في ظروف الحرارة المنخفضة والإضاءة المستمرة، والطريقة المتبعة في إحداث التأثيرات الحرارية– الضوئية اللازمة للإزهار تتضمن المراحل الآتية:

1) المعاملة في فترة ما قبل التنبيه: تزرع النباتات في أصص لمدة أسبوعين من موعد الزراعة في بيوت محمية مدفأة مع مراعاة توفير الإضاءة المستمرة من مصدر كهربائي على ارتفاع 75 سم من سطح التربة.
2) المعاملة لإحداث الإزهار: يستمر التزويد بالإضاءة الكهربائية على أن يوضع مصدر الإضاءة على ارتفاع 50 سم فوق سطح التربة، مع توفير درجات حرارة 7.8–9.5 درجة مئوية لمدة عشرة أسابيع.
3) المعاملة بعد الإزهار: تنقل البادرات إلى بيوت محمية أخرى مع توفير الإضاءة المستمرة على أن يوضع مصدر الإضاءة على ارتفاع 50 سم فوق سطح التربة، ويراعى رفع المصدر الضوئي تدريجياً وببطء مع تطاول الشماريخ الزهرية، ويجب تحاشي درجات الحرارة العالية في بداية هذه المرحلة حتى لا يحبط أثر المعاملة لإحداث الأزهار.

يصبح المحصول جاهزاً للحصاد بعد حوالي 13–14 أسبوعاً من اكتمال الإزهار. تستعمل هذه الطريقة بشكلٍ واسع في محطات تربية الشوندر السكري.

الاحتياجات البيئية Environmental requirements

يحتاج نبات الشوندر بين 160 – 240 يوماً يلزمه خلالها من 2800 إلى 3200 م° في عامه الأول لتكوين الجذر الوتدي الذي يحتوي على السكروز. وتتم زراعة الشوندر السكري بين خطي عرض 35 درجة شمال خط الاستواء وجنوبه لكونه من نباتات المناطق المعتدلة. وتؤثر العوامل البيئية في نمو الشوندر السكري وتطوره وإنتاجيته على النحو الآتي:

الحرارة Temperature:

تتراوح درجة الحرارة المثالية لنبات الشوندر السكري التي يكون فيها في أفضل حالات النمو، ويتم فيها اختزان أكبر نسبة من السكر في الجذر بين 20–28 م° وإذا ازدادت درجة الحرارة عن 30 م° فإن ذلك يؤخر أو يبطئ من تكوين السكر في الجذور. يبدأ إنتاش بذور الشوندر السكري عند درجة حرارة 5 م° وتحتاج عملية الإنبات إلى 115–125 م° فعالة أعلى من الصفر البيولوجي للشوندر (8)م°. ويتوقف ظهور البادرات على رطوبة التربة، حيوية الثمار المزروعة، عمق الزراعة، درجة حرارة الهواء والتربة. تؤثر حرارة التربة على الفترة اللازمة لظهور البادرات فوق سطح التربة، حيث تبدأ ثمار الشوندر بالإنبات عند درجة حرارة دنيا 2–5 م°ويكون عندها الإنبات بطيئاً جداً، حيث تظهر البادرات بعد 30 يوماً من الزراعة عند درجة حرارة 2–3 م°. وتظهر البادرات بعد 20 يوماً عند درجة حرارة 4 م°. وتظهر البادرات بعد 10 أيام عند درجة حرارة 10 م°. وتظهر البادرات بعد 7–8 أيام عند درجة حرارة 15–25 م°، لذا تعد درجة حرارة 25–30 م°مثالية للإنبات. وقد تتأثر البادرات الحديثة لنبات الشوندر السكري لدرجة الموت، إذا تعرضت لجو بارد جداً تنخفض فيه الحرارة إلى –3 م° وحتى –4 م°، ولكن النبات بعد طور البادرة يمكنه أيضاً أن يتحمل موجات البرودة والصقيع، ولكن إذا انخفضت

الحرارة إلى 3 وحتى 4 م° تحت الصفر فإن أوراق النبات قد تتأثر ويموت بعضها، ولكن ارتفاع الحرارة بعد ذلك يساعد في تكوين أوراق جديدة، وفي هذه الحالة تكون درجة حلاوة الجذور منخفضة، كما أن الإنتاج الجذري يقل عن معدله الطبيعي، وضمن هذه المعطيات فإن درجات الحرارة في ظروف القطر تساعد على زراعة الشوندر السكري في العروات الخريفية والشتوية والصيفية.

تعد درجة الحرارة 24ْم مثالية لنمو المجموع الخضري، والتمثيل الضوئي وتشكيل السكر، ودرجة 17–20درجة مئوية هي المثلى لنمو الجذور، حيث لوحظ أن لدرجة الحرارة تأثيراً كبيراً في نمو الجذور وتخزين السكر فيها. وجد Terry (1980) أنّ:

1) تركيز السكر في الأوراق كان أعلى عند الدرجة 15 م°منه عند 25 م°.
2) كانت الدرجة المثلى لنمو نبات الشوندر 24–25م°، ونحو 17–20 م° لنمو الجذور.
3) يلائم الطقس المعتدل أو المائل للبرودة في الخريف (15درجة مئوية) زيادة تركيز السكر في الجذور.
4) يتناقص معدل تخزين السكر في الجذور عند ارتفاع درجة الحرارة إلى 30 درجة مئوية وقد يتوقف نهائياً، ويبدأ النبات باستهلاك السكر المخزن في الجذر عند ارتفاع الحرارة عن 35 م°.

عموماً، يحتاج الشوندر السكري خلال موسم النمو الأول إلى قرابة 1800–2000 درجة مئوية في المناطق الباردة، ونحو 2200–2400 درجة مئوية في المناطق المعتدلة، و3000 درجة مئوية في المناطق الدافئة، وقرابة 3900 – 4500 م° في السنة الأولى والثانية للفترة الواقعة مابين إنبات البذور والحصول على البذور مرة ثانية.

الرطوبة وتحمل الجفاف Moisture and drought tolerance:

يُعد الشوندر السكري واحداً من المحاصيل المروية التي تحتاج للماء بكميات كبيرة خلال كافة مراحل حياتها وذلك للتمكن من إعطاء إنتاج جيد من حيث الكم والنوع، وإن أي تقصير في كميات الماء اللازمة لمحصول الشوندر السكري ينعكس سلباً على كل من الإنتاجية والمواصفات التصنيعية التي أهمها درجة الحلاوة ونقاوة العصير ونسبة الألياف. وتختلف –بشكلٍ عام– المتطلبات المائية للشوندر باختلاف التربة والعوامل المناخية المختلفة (حرارة، إضاءة، رياح) والصنف، وموعد الزراعة، وعمليات الخدمة....الخ. وتعد كمية من المياه 3500–4500 م^3 . هكتار$^{-1}$ كافية للنبات في موسم نموه الأول.

تتعمق جذور الشوندر السكري في التربة لمسافة 2.5م أو أكثر، وبالتالي يمكنه تحمل الجفاف لفترة قصيرة. وكما هو معروف فإن الماء ضروري للنبات ليقوم بعملياته الحيوية بشكل جيد: تمثيل ضوئي، نتح، وبالتالي تكوين السكر ومن ثم تخزينه في الجذور.

يُزرع الشوندر مروياً في مختلف دول العالم وبمساحات بعلية أقل في المناطق ذات معدلات الهطول العالية، وجيدة التوزيع خلال موسم نمو النبات. يتوقف التطور الجيد للبادرات ومن ثم نموها اللاحق بشكل جيد على العلاقة المثالية بين رطوبة التربة، ونسبة الأوكسجين فيها، وتعد نسبة الرطوبة 60% من السعة الحقلية هي الملائمة. وتستطيع النباتات تحمل التذبذب في رطوبة التربة بين 40–90% من السعة الحقلية، لكن من غير المرغوب فيه أن تنخفض الرطوبة عن 40% من السعة الحقلية، (جدول، 13).

جدول (13): تأثير رطوبة التربة في نسبة الإنبات الحقلية وبداية نمو الشوندر السكري.

المؤشر	رطوبة التربة (%) من السعة الحقلية			
	40	60	80	100
نسبة الإنبات المطلقة(%)	39.3	58.7	79.5	79.5
نسبة الإنبات النسبية (%)	45.3	67.8	90.4	90.4
نسبة الإنبات المفقودة (%)	0.0	1.6	13.2	33.9
وزن الجذر (غ)	1.9	2.2	2.7	3.1
وزن الأوراق (غ)	7.8	12.6	18.4	29.7
وزن النبات الكامل (غ)	9.7	14.8	21.1	32.8

وتجدر الإشارة إلى أنّ الشوندر السكري هو من المحاصيل ثلاثية الكربون، وله متطلبات مائية عالية مقارنة ببعض رباعيات الكربون (الذرة الصفراء مثلاً) ولكنه أعلى كفاءة في استخدام الماء (WUE) من بعض ثلاثيات الكربون الأخرى كالقمح والقطن والصويا وعباد الشمس. يتراوح معامل النتح في الشوندر السكري بين 130 – 400 تبعاً لعوامل عديدة، أهمها مرحلة النمو التي يمر بها النبات.

الضوء Light:

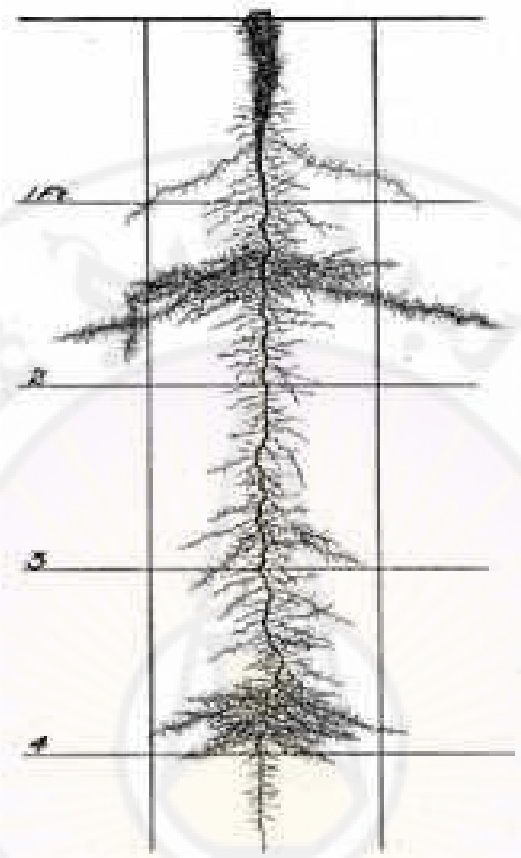
يحتاج الشوندر السكري إلى الضوء بكميات كبيرة، فهو من نباتات النهار الطويل Long-day crop المحبة للإضاءة، وحسب بعض المعطيات يحتاج نبات الشوندر بوصفه من نباتات النهار الطويل لفترة إضاءة لا تقل عن 15 ساعة/يوم من بداية التمايز الأولي للجذر. يبدأ تأثير الضوء في نبات الشوندر السكري من لحظة ظهور الأوراق الفلقية وبداية تشكل الأوراق والحقيقية تزداد أهمية الضوء مع زيادة عدد الأوراق على النبات والتي تقوم بالتمثيل الضوئي وتكوين السكر، حيثُ يعد النمو المتسارع للمسطح الورقي

العامل المهم والحاسم في ديناميكية النمو بالإضافة لتغطية سطح التربة بشكل مثالي، ولاحقاً في المراحل المتأخرة من حياة النبات تبرز أهمية شدة عملية التمثيل الضوئي وبالتالي زيادة نواتجها وتراكمها في الجذور. وطالما أن السكر هو المادة الأساسية في الشوندر فإن كل ما يشجع النبات على القيام بالتمثيل الضوئي بأعلى معدل له سيزيد من إنتاج السكر وتخزينه في الجذر، ومن هنا تبرز أهمية الضوء كأحد العناصر الأساسية في هذه العملية.

تساعد ظروف القطر العربي السوري على نجاح زراعة الشوندر السكري حتى في فصل الشتاء لوجود كمية كافية من الإضاءة مقارنة بالدول الأوروبية، التي ينجح فيها بوصفه محصولاً صيفياً فقط، بسبب قلة الإضاءة وتلبد السماء بالغيوم خلال فصل الشتاء. تتأثر نسبة السكر في الجذور بعدد الأيام المشمسة خلال النصف الثاني من موسم نمو الشوندر، فكلما كان الجو مشمساً ورطوبة التربة كافية زادت نسبة السكر في الجذور (رقية، 1982).

التربة Soil:

يُزرع الشوندر السكري في أراض خفيفة عميقة ومفككة غنية بالمادة العضوية تسمح للجذور التي تتغلغل في التربة بالتعمق والانتشار وبالتالي امتصاص الماء والعناصر الغذائية منها (الشكل، 13). كما يحتاج لتربةٍ خصبة قادرة على الاحتفاظ بالماء بشكلٍ جيد، ودافئة تساعد على الإنبات السريع. ومعتدلة الحموضة ($pH = 7.5 - 6$)، ونسبة ملوحة لا تزيد عن3 $dS.m^{-1}$ لذلك يفضل زراعة الشوندر بالطريقة الرطبة (خضير) في الأراضي المتأثرة بالملوحة بعد إعطائها رية وفلاحتها بمرحلة رطوبة مناسبة لزراعة البذور فيها مباشرة بعد الفلاحة بهدف الاستفادة من الرطوبة المتوافرة في التربة.



الشكل (13): جذور الشوندر السكري النامي في التربة اللومية الرملية الخصبة.

يُزرع هذا المحصول في أنواع مختلفة من الأراضي: اللومية، الرملية اللومية، السلتية الطينية اللومية بشرط توافر الصرف الجيد. تُعد الأتربة الحمراء السورية ملائمة لزراعة الشوندر فيما عدا تلك البقع ذات نسبة الكلس المرتفعة، حيث تنتشر هذه الأراضي في محافظات حمص، حماه، حلب، والباب، كما نجحت زراعته في أتربة المناطق الشمالية الشرقية في الحسكة، الرقة، ودير الزور. يفضل قدر الإمكان تجنب الأراضي الطينية الثقيلة وذلك بسبب صعوبة نمو الجذر المتضخم والقلع وما ينتج عنه من غلة منخفضة.

زراعة الشوندر السكري Suger beet culture

الدورة الزراعية Crop rotation:

دلّت التجارب على أن جميع المحاصيل الزراعية ينخفض إنتاجها بشكل واضح عند تكرار زراعتها سنوات متتالية في الحقل نفسه، لذلك لابد من اتباع نظام الدورة الزراعية لما في ذلك العديد من الفوائد:

1- تعد الدورة الزراعية من العناصر الأساسية في تحسين خصوبة التربة وزيادة الإنتاج، وخاصةً تلك الدورات التي تدخل فيها المحاصيل البقولية.

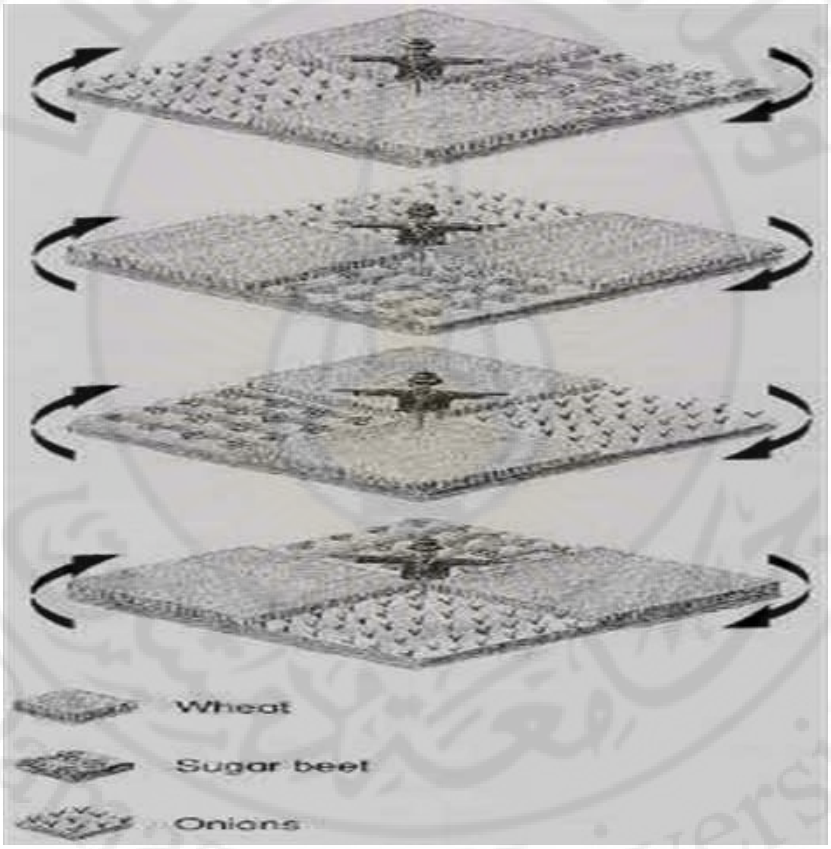
2- تعمل الدورة الزراعية على تنظيم مياه الري وصيانة التربة من الانجراف وتحسين خواص التربة وبنائها.

3- تساعد الدورة الزراعية على الحد من انتشار الحشائش والأعشاب والأمراض والحشرات.

4- تعمل الدورة الزراعية على تنظيم استعمال الأسمدة، مما يقلل من تكاليف الإنتاج.

يحتاج الحصول على إنتاج جيد من الشوندر السكري إدخاله في دورات زراعية مدروسة مع ما يناسبه من المحاصيل الأخرى التي تستفيد بدورها من وجودها في دورة زراعية متضمنة الشوندر السكري بما يتركز في التربة من عناصر غذائية ناتجة عن بقايا التصريم (العنق والمجموع الخضري)، التي عند قلبها في التربة أمنت نحو 27% من محتواها الآزوتي لمحصول القمح، كما وجد Abshahi وآخرون (1984) أنّ زراعة القمح بعد الشوندر قد أمنت بالإضافة إلى النسبة السابقة نحو 10% من الآزوت المضاف أصلاً للشوندر، وبالتالي يستفيد المحصول الذي يلي الشوندر السكري في الدورة الزراعية بحدود 40% من الآزوت المضاف والممتص من قبل الشوندر، لذا ينصح بإدخال الشوندر في رأس الدورة

الزراعية وهذا ينعكس إيجاباً على المحاصيل اللاحقة خصوصاً ما يقدم له من عمليات خدمة. بشكلٍ عام، يفضل إدخال الشوندر في دورة ثلاثية (الشكل، 14) أو رباعية بعد محصول بقولي غذائي أو علفي (البرسيم) أو بعد البطاطا، على أن يأتي بعده القمح أو الشعير أو الذرة الصفراء. ويفضل عدم تكرار زراعته في الحقل نفسه أوعدم تناوب زراعته مع تلك المحاصيل التي تشترك معه في تعرضها للإصابة بالديدان الثعبانية كالتبغ، وفول الصويا.



الشكل (14): يبين الدورة الزراعية الثلاثية للشوندر السكري.

إعداد الأرض للزراعة Seedbed preparation:

تُعد عملية تهيئة الأرض لزراعة الشوندر السكري أحد أهم الشروط لنجاح عملية الزراعة والحصول على إنتاج جيد، وإتقان تهيئة الأرض للزراعة يوفر الكثير من الجهد والنفقات اللازمين لخدمة المحصول بعد الزراعة بالإضافة لضمان نسبة إنبات عالية. يتضمن إعداد الأرض للزراعة سلسلة من العمليات المتتالية التي يجب تنفيذ كل واحدة منها في الوقت المحدد، فالتأخير في تنفيذ عملية ما ينتج عنه تقارب الفترات بين العمليات الزراعية التالية مما يقلل من الفائدة المرجوة منها. ويعد الشوندر السكري من المحاصيل الجذرية التي تنمو جذورها داخل التربة بأعماق كبيرة لذا يلزم أن تكون التربة جيدة التهوية ناعمة مستوية. ويزرع الشوندر السكري بمواعيد مختلفة: خريفية، شتوية صيفية ومع ذلك فإنّ طريقة تحضير التربة قد تختلف قليلاً باختلاف هذه المواعيد عموماً، يشمل تحضير الأرض لزراعة الشوندر السكري العمليات الآتية:

1) جمع بقايا المحصول السابق.
2) تحضير التربة بفلاحتها 2–3 مرات الأولى في الخريف وعلى عمق 25–30 سم، يتم خلالها إضافة الأسمدة العضوية، وتهدف إلى تهوية التربة وتعريضها للشمس لمدة كافية، وتخزين أكبر كمية من مياه الأمطار.
3) وتكون الفلاحة الثانية على عمق 18–20 سم، والثالثة سطحية على عمق 10 سم يراعى خلالها تنعيم التربة وتسويتها (يفضل التسوية بالليزر وخاصةً في تلك الأراضي التي تختلف في منسوبها بدرجة ليست كبيرة) وإضافة المبيدات العشبية اللازمة، كما يتم قبل الفلاحة الأخيرة إضافة كامل كميات الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية المخصصة، وجزء من الأسمدة الآزوتية.

يُعد نظام الفلاحة المخفف Reduced tillage من الطرائق الحديثة في تحضير أرض الشوندر السكري التي جربت في أكثر من منطقة في الولايات المتحدة الأمريكية التي قد يكون من الممكن تطبيقها في بعض مناطق زراعة الشوندر في سورية وخاصة في المناطق الشمالية والشرقية، ففي دراسة استمرت أربع سنوات حول أثر النظم المختلفة للفلاحة في غلة الشوندر السكري ونوعيته وتضمنت: الفلاحة الخريفية التقليدية (التي يتم فيها دفن كامل بقايا المحصول السابق)، الفلاحة الشرائحية (Strip tillage) ونظام اللافلاحة (No-tillage) أي الإبقاء على كامل بقايا المحصول السابق على سطح التربة، تبين نتيجة هذه الدراسة أنّه لم يكن لنظام الحراثة تأثير جوهري في نمو نباتات الشوندر والغلة من الجذور، وتركيز السكر فيها، والغلة النهائية من السكر في وحدة المساحة. وكانت نقاوة العصير السكري أعلى في الشوندر الناتج من الحراثات المخففة بالمقارنة مع الفلاحة التقليدية، وأشارت النتائج النهائية إلى الناتج من السكر كان متساوياً في أنظمة الفلاحة المختلفة وبالتالي فإن الفائدة المحققة من نظام الفلاحة المخففة تكمن في:

1) تخفيف تعرية التربة بفعل الرياح.
2) تخفيف تصلب الطبقة السطحية من التربة.
3) كان وضع رطوبة التربة في مهد البذرة أفضل.
4) توفير في الطاقة ونفقات الإنتاج.

موعد الزراعة Planting date:

يُعد موعد الزراعة أحد العوامل المحددة للإنتاجية في محصول الشوندر السكري من حيث كمية المحصول ونسبة السكر، حيث تزداد نسبة السكر ودرجة استخلاص السكر كلما تم الحصاد في ظروف الجو البارد أو المعتدل، في حين

تقل نسبة السكر ودرجة استخلاص السكر في ظل درجات الحرارة المرتفعة. وإنّ الشوندر السكري من أكثر المحاصيل تأثراً باختلاف موعد الزراعة، لذا يجب زراعة الشوندر السكري في موعد يناسب الإنبات الجيد للبذور لضمان الحصول على عدد كاف من النباتات في وحدة المساحة. ويفضل دائماً التبكير بالزراعة لإعطاء النباتات فرصة كافية لإتمام نموها الخضري والجذري، وتخزين أكبر كمية ممكنة من السكر في الجذر، وبالتالي الحصول على أعلى مردود من السكر في وحدة المساحة. يزرع الشوندر السكري في القطر العربي السوري على ثلاث عروات:

1) العروة الخريفية: تزرع خلال الفترة الواقعة بين 15 تشرين الأول و15 تشرين الثاني.
2) العروة الشتوية: تزرع خلال الفترة الواقعة بين 15 كانون الثاني و 15 شباط.
3) العروة الصيفية: وهي عروة حديثة تزرع في محافظتي الرقة ودير الزور تسمح بالهروب من درجات الحرارة العالية التي تهدم السكروز المخزن بالجذور، وتسمح بتطبيق دورة زراعية تسهم في استثمار أفضل للأراضي الزراعية، وامتداد فترة تشغيل معمل السكر لفترة أطول، وتتم خلال المواعد الآتية:

- تبدأ الزراعة في محافظة الرقة من 8/1 حتى 8/20
- تبدأ الزراعة في محافظة دير الزور من 8/1 حتى 8/31

علماً أن المساحات المخططة ونوع البذار لهذه العروة وفق الآتي:

- محافظة الرقة 700 هكتار وحيد الجنين، و2900 هكتار متعدد الأجنة، أي أن نسبة البذار وحيد لجنين 20%
- محافظة دير الزور600 هكتار وحيد الجنين، و4600 هكتار متعدد الأجنة، أي أن نسبة البذار وحيد الجنين12%

ومن المخطط أن تزاد المساحة المزروعة بالبذار وحيد الجنين 50% في كل عام قياساً للعام السابق.

يتراوح العمر الحقيقي للمحصول المزروع كعروة خريفية بين 180–210 يوماً بحيث يتم النضج في نهاية شهر آيار وبداية حزيران إذا ما تم التقيد بموعد الزراعة، ولكن في أغلب الأعوام لا يصل المحصول إلى مرحلة النضج في شهر حزيران، فحددت مديريات الزراعة في المحافظات موعداً لنضج المحصول في الشهر السابع مما يدل على تقيد المزارعين بموعد العروة الخريفية الأكثر انتشارا في سوريا، ويتسبب قلع المحصول قبل موعد النضج المثالي بخسارة كبيرة للمزارع نتيجة قلة الإنتاج من الجذور في وحدة المساحة وتدني درجة الحلاوة، والنتيجة بالنسبة للاقتصاد الوطني انخفاض مردود وحدة المساحة من السكر، بينما يسبب تأخر قلع المحصول عن التاريخ المقرر ذبول الجذور وتدني وزنها وحلاوتها، لذلك لابد من إرشاد المزارعين وتوجيههم للتقيد بمواعيد الزراعة والحصاد المناسبة لكل عروة (جدول، 14).

الجدول (14): تأثير موعد الزراعة والقلع في الإنتاج الجذري، ودرجة الحلاوة ونسبة النقاوة في الشوندر السكري، والنسبة المئوية للشمرخة وفق نتائج مركز بحوث الرقة.

موعد الزراعة	موعد القلع	الإنتاج الجذري (طن/هكتار)	درجة الحلاوة (%)	نسبة النقاوة (%)	النسبة المئوية للشمرخة
1/آب	2/15	63.89	14.8	92.56	0
	3/10	65.56	14.31	89.35	0
	4/1	69.72	12.98	92.21	0
15/آب	2/15	64.17	15.24	94.21	0
	3/10	46.39	15.53	91.40	0
	4/1	68.61	11.86	93.51	0
1/أيلول	2/15	37.50	14.63	93.15	0
	3/10	40.83	14.54	90.91	0
	4/1	53.06	12.73	93.03	0
15/أيلول	3/10	43.06	14.60	90.71	0
	4/1	52.50	13.51	92.74	0
	4/20	63.06	13.80	91.94	8.72
1/تشرين الأول	4/20	55.83	13.57	92.27	4.46
	5/17	65.28	11.9	91.88	28.77
	6/7	74.44	13.57	92.64	35.60
15/تشرين الأول	5/17	60.00	13.31	91.80	8.59
	6/7	74.72	14.39	92.97	14.29
	6/23	83.89	15.16	92.66	23.19
1/تشرين الثاني	6/23	66.67	13.53	92.22	15.03
	7/10	77.22	11.88	91.68	2.25
	7/20	77.50	10.61	86.79	7.42
15/تشرين الثاني	6/23	84.72	12.01	88.73	4.37
	7/10	73.89	11.35	91.93	2.22
	7/20	72.78	11.76	91.04	1.82

بينت نتائج التجارب المنفذة لتحديد تأثير موعد الزراعة، وموعد القلع في الإنتاج الجذري، ودرجة الحلاوة، و نسبة النقاوة في الشوندر السكري، والنسبة المئوية للشمرخة المنفذة في مركز بحوث الرقة للموسم 2002–2003 تأثير كل من موعد الزراعة وموعد القلع في الصفات المدروسة، وكان موعد الزراعة 15آب وموعد القلع 15 شباط و10 آذار الأفضل من حيث درجة الحلاوة، مع ملاحظة انعدام وجود النباتات المصابة بالشمرخة في هذه المواعيد، ونشير هنا إلى أنه قد تم تنفيذ تجارب مماثلة في مركز بحوث دير الزور، بينت وبعد الأخذ بعين الاعتبار نسبة الشمرخة تفوق موعد الزراعة 1تشرين الأول مع موعد القلع 15 حزيران من حيث الإنتاج الجذري، والإنتاج من السكر، وانعدام وجود النباتات المصابة بالشمرخة في هذه المواعيد.

معدل البذار Seeding rate:

يجب أن تكون البذور المعدة للزراعة متوسطة الحجم تتراوح أقطارها من 4 – 5 ملم، وألا تقل نسبة الإنبات الحقلية عن 85%، وخالية من الآفات ونقية. تخصص عالمياً الوحدة البذرية التي تحتوي على 100000 بذرة لهكتار واحد من الأرض، وذلك عند الزراعة على المسافات النهائية 50 ×20 سم، إلا أن الوحدة البذرية للهكتار لا تكفي في ظروفنا المحلية بسبب: فقدان نسبة من البادرات نتيجة عدم التمكن من تحضير التربة بالشكل الأمثل مما يقلل نسبة إنبات بعض البذور. والتعرض لأمراض البادرات التي أهمها مرض الساق السوداء المتسبب عن فطريات (بيثيوم – ريزوكتونيا – فيوزاريوم – فوما) الموجودة في التربة، لذلك لابد من استخدام 1.5–2 وحدة بذرية . هكتار$^{-1}$ (20 – 30 كغ . هكتار$^{-1}$بذار متعدد الأجنة، 30–40 كغ . هكتار$^{-1}$ بذار وحيد الجنين) حسب طبيعة التربة وطريقة ومستوى تحضيرها ونسبة الإنبات في

الحقل وذلك لضمان تأمين العدد اللازم من النباتات في الهكتار الواحد وهو 80-100 ألف نبات، ويمكن الإبقاء على العدد المطلوب من النباتات في الحقل بعد انتهاء عملية الإنبات عن طريق التخلص من النباتات الزائدة في مرحلة تشكل الأوراق الحقيقية الأربع الأولى.

تتدخل الكثافة النباتية المستخدمة في حقول الشوندر السكري في تحديد الإنتاج الجذري، ودرجة الحلاوة، ونسبة السكر الفعلية في الجذور. بينت التجارب المنفذة في الحقول الموسعة (لدى المزارع) في محافظة حمص للموسم الزراعي 2002-2003 تفوق الإنتاج الجذري، ونسبة السكر الفعلي لجميع الأصناف المستخدمة في المعاملة 50 سم بين الخطوط ×20 سم بين النباتات على المعاملة 75×25 (جدول، 15).

جدول (15): تأثير الكثافة النباتية في إنتاجية الشوندر السكري ونوعيته.

الصنف	المعاملة	الإنتاج الجذري (طن/هـ)	درجة الحلاوة (%)	السكر الفعلي (طن/هـ)
1	20×50	46.50	13.20	5.11
1	25×75	30.00	15.19	3.97
2	20×50	29.25	15.81	3.87
2	25×75	22.50	15.14	2.84
3	20×50	73.25	13.84	8.38
3	25×75	30.36	15.20	3.93
4	20×50	58.88	16.69	8.73
4	25×75	34.29	15.33	4.40
5	20×50	43.38	15.74	5.70
5	25×75	21.43	16.01	2.87
6	20×50	37.75	14.15	4.45
6	25×75	31.79	13.98	3.58

طرق الزراعة Planting methods:

تختلف طريقة وضع البذور في التربة حسب الحالة الاقتصادية للمزارع، وحسب مساحة الحيازة الزراعية. ويجب أن تكون عملية الزراعة منتظمة على سطور أو أثلام لتأمين التجانس في النمو، وتسهيل عمليات الخدمة، ومن الضروري ترك مسافة /50/ سم بين السطور /15-20/ سم بين النباتات على السطر الواحد لتأمين وجود كثافة نظامية بحدود /80-100/ ألف نبات /هـ، وتعد هذه الطريقة هي السائدة في القطر العربي السوري.

عمق الزراعة Depth of Planting:

يؤدي عمق الزراعة دوراً مهماً في الحصول على نمو طبيعي ومنتظم ومتجانس وهو من العوامل الرئيسة المؤثرة في سرعة الإنبات، حيث إنّ زيادة عمق البذور يؤدى إلى تأخير الإنبات لمدة قد تصل إلى أكثر من 40 يوماً بسبب الصعوبات التي تواجهها البادرات في الوصول إلى سطح التربة. ويجب ألاّ يزيد عمق البذور عن 1 – 2 سم في الأراضي الثقيلة، ولا يزيد عن 3 سم في الأراضي الخفيفة.

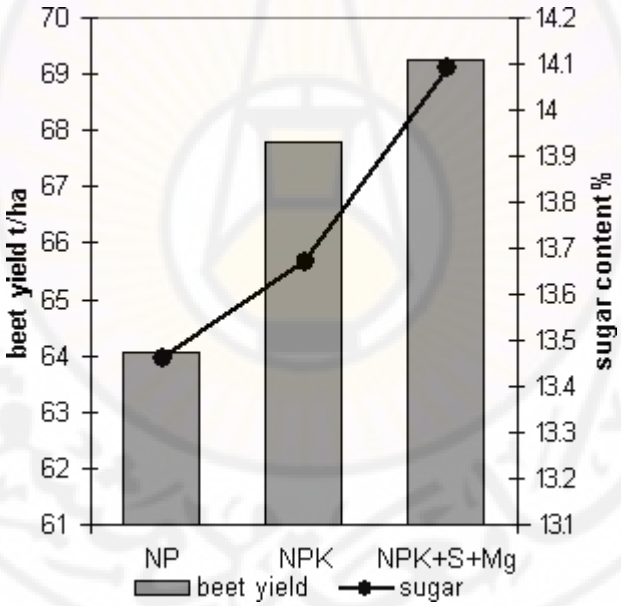
تسميد الشوندر السكري Sugar beet fertilization:

يحتاج الشوندر السكري إلى ثلاثة عناصر رئيسة هي الآزوت والفوسفور والبوتاس، كما يحتاج إلى بعض العناصر الثانوية كالبورون والحديد والمنغنيز الكبريت والكالسيوم والمغنزيوم وغيرها (الشكل، 15)، لذلك وبغية الحصول على إنتاج جيد ذي مواصفات تصنيعية جيدة لابد من تأمين ظروف تغذية جيدة لنبات الشوندر، ويتم ذلك عن طريق:

1. **استخدام التسميد العضوي:** إن للتسميد العضوي دوراً مهماً في تحسين المواصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة مما يسهم في تأمين ظروف

النمو الجيد والمتوازن الذي ينعكس بشكل كبير على الإنتاج ومواصفاته ولاسيما في الأراضي الطينية الثقيلة والرملية الخفيفة. ويفضل إضافة السماد العضوي المتخمر جيداً للأرض قبل الفلاحة الأخيرة وقلبه في التربة وذلك بمعدل مرة كل 2-3 سنوات وبكمية 3-4 م^3 . دونم$^{-1}$.

2. **استخدام التسميد المعدني:** يستجيب نبات الشوندر السكري لإضافة الأسمدة الآزوتية والفوسفورية والبوتاسية، وذلك بسبب استنزافه لكميات كبيرة من هذه العناصر، كما أنه بحاجة شديدة لعنصر البورون الذي يسبب ظاهرة القلب الأجوف في حال نقصه.



الشكل (15): يبين تأثير السماد المعدني في غلة جذور الشوندر السكري ونسبة السكر.

1- التسميد الآزوتي: يعد الآزوت من العناصر المهمة جداً لنمو النبات وتشكيل المسطح الأخضر الضروري لاصطناع السكر من خلال عملية التمثيل الضوئي. ويتسم نبات الشوندر السكري بأنه سريع الاستجابة للتسميد الآزوتي، وفي كل مراحل حياته، وخاصةً في مرحلة النمو النشط، إلا أن زيادة كمية الآزوت المتاح للنبات تسبب زيادة المركبات الآزوتية الضارة في الجذر، وبالتالي خفض نقاوة العصير، ونسبة استخلاص السكر وزيادة كمية المولاس الناتج أثناء عملية التصنيع، قد بينت التجارب أن إنتاج 40-50 طن . هكتار$^{-1}$ من جذور الشوندر يستنزف من التربة: 270 كغ آزوتاً. وتختلف حاجة نبات الشوندر السكري من عنصر الآزوت باختلاف مستوى الآزوت في التربة، لذا لا بد من إجراء تحليل للتربة قبل الزراعة لتحديد الكمية اللازمة منه كما هو مبين في الجدول (16).

جدول (16): كميات الآزوت اللازمة للهكتار بعد تحليل التربة على صورة آزوت نقي/كغ.

مستوى الآزوت في التربة حسب نتائج التحليل المخبرية (ppm)	كميات الآزوت اللازمة للهكتار (N/كغ)	العروة الزراعية
أقل من 5	220	الخريفية – الشتوية-الصيفية
9-5.1	210	الخريفية – الشتوية-الصيفية
15-9.1	200	الخريفية – الشتوية-الصيفية
19-15.1	150	الخريفية – الشتوية-الصيفية
أكثر من 20	100	الخريفية – الشتوية-الصيفية

وفي حال عدم إجراء تحليل للتربة يضاف للهكتار الواحد في العروة الخريفية 200 كغ آزوت نقي، وهي تعادل 435 كغ يوريا، أما في العروتين الشتوية

والصيفية فيضاف 180 كغ آزوت نقي، وهي تعادل 390 كغ يوريا مع ملاحظة إضافة نصف الكمية المقررة من الآزوت قبل الزراعة مع كامل كمية السماد البوتاسي والفوسفوري اللازمة، أما النصف الثاني من السماد الآزوتي فيضاف بعد عملية التفريد مباشرة، ولا يضاف أي كمية إضافية من السماد، وخاصةً الآزوتي بعد هذه المرحلة لما لذلك من آثار سلبية على درجة الحلاوة ونقاوة العصير، ويفضل طمر سماد اليوريا عند استخدامه، وإجراء ريَة خفيفة بعد كل إضافة سمادية آزوتية.

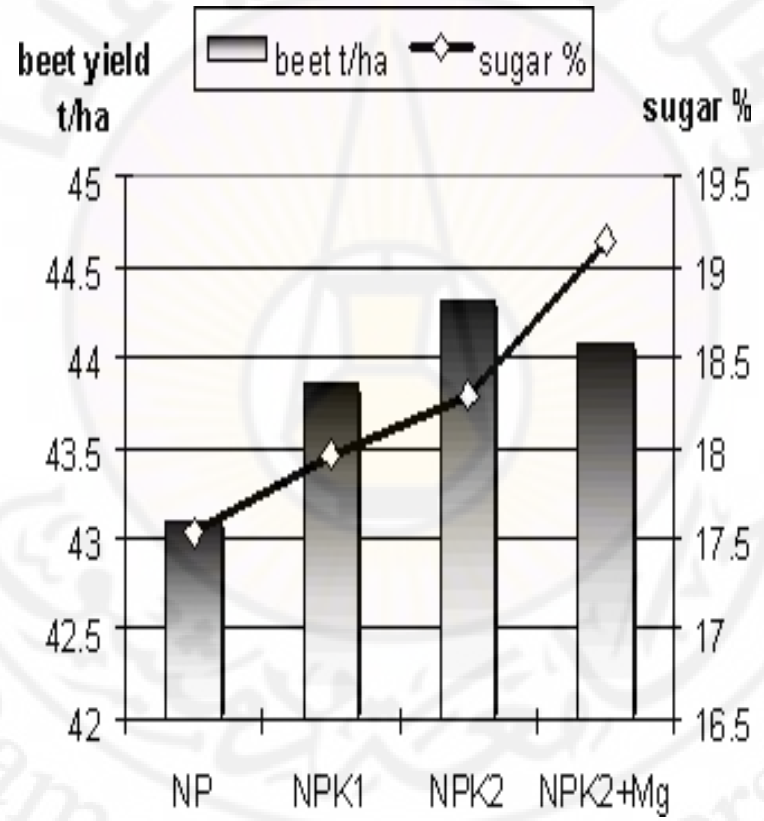
2- التسميد الفوسفوري: يأتي عنصر الفوسفور بالدرجة الثانية بعد الآزوت من حيث الكميات التي يحتاجها الشوندر السكري، وهو يدخل بإعتباره مكوناً في أنوية الخلايا واصطناع السكر، وبينت التجارب أنّ إنتاج 40-50 طن . هكتار$^{-1}$ من جذور الشوندر يستنزف من التربة: 77 كغ فوسفوراً. ُيفضل بشكلٍ عام تحليل تربة الحقل المخصص لزراعة الشوندر لمعرفة محتواه من العناصرالثلاث الأساسية (آزوت – فوسفور – بوتاس) وإضافة حاجة النبات من هذه العناصر حسب نتائج التحليل والتوصية السمادية المقترحة من قبل مصلحة الأراضي بحيث يتم تكميل الكمية اللازمة منه بعد أخذ محتوى التربة بعين الاعتبار، مما يسهم بشكلٍ واضح في تحسين مواصفات الشوندر المنتج، وتوفير ثمن الكميات غير اللازمة من الأسمدة، ويبين الجدول (17) الكميات الواجب إضافتها من الفوسفور على ضوء نتائج تحليل التربة.

جدول(17): كميات الفوسفور اللازمة للهكتار بعد تحليل التربة على صورة P_2O_5/كغ.

مستوى الفوسفور في التربة حسب نتائج التحليل المخبرية (ppm)	كميات الفوسفور اللازمة للهكتار فوسفور نقي (كغ)	العروة الزراعية
أقل من 3	120	الخريفية
	130	الشتوية- الصيفية
5-3.1	110	الخريفية
	120	الشتوية- الصيفية
7-5.1	100	الخريفية
	100	الشتوية- الصيفية
9-7.1	70	الخريفية
	70	الشتوية- الصيفية
12-9.1	30	الخريفية
	40	الشتوية- الصيفية
أكثر من 12	-	الخريفية
	-	الشتوية- الصيفية

3- **التسميد البوتاسي:** يعد البوتاسيوم من العناصر السمادية المهمة، فعند كفاية البوتاسيوم تنخفض سرعة النتح مما يعطي النبات فرصة للاستفادة من الكميات الممتصة من قبل الجذور بشكل أكبر ويساعد على تكوين جذور قوية في التربة، ويعمل البوتاسيوم على الحد من الزيادة في النمو الخضري الناتج عن زيادة السماد الآزوتي، ويكون لعنصر البوتاس دور مهم في نمو وتطور نبات الشوندر السكري، ويساهم فعلياً في نقل السكر المصنع في الأوراق وتخزينه في الجذور، وهو مهم جداً لتكوين الجذور، وتحمل النبات للإجهادات المختلفة

(الصقيع والجفاف)، وعند نقص هذا العنصر فإن النبات يمتص الصوديوم من التربة عوضاً عنه حيث يقوم مقام البوتاس في النبات باستثناء الإسهام في نقل السكر من الأوراق إلى العصير. وبينت التجارب أنّ إنتاج 40–50 طن . هكتار$^{-1}$ من جذور الشوندر يستنزف من التربة 380 كغ بوتاساً. ويبين الشكل (16) تأثير الكميات المختلفة من البوتاس في غلة الشوندر السكري من الجذور ونسبة السكر.



الشكل (16): تأثير الكميات المختلفة من البوتاس في غلة الشوندر السكري من الجذور ونسبة السكر.

وعند إجراء تحليل للتربةُ تضاف الكميات المناسبة حسب محتوى التربة من هذا العنصر كما هو مبين في الجدول (18).

جدول(18) كميات البوتاس اللازمة للهكتار بعد تحليل التربة على صورة بوتاس نقي/كغ.

مستوى البوتاس في التربة حسب نتائج التحليل المخبرية (ppm)	كميات البوتاس اللازمة للهكتار (K_2O /كغ)	العروة الزراعية
أقل من 60	160	الخريفية
	140	الشتوية– الصيفية
120–61	140	الخريفية
	120	الشتوية– الصيفية
160–121	120	الخريفية
	100	الشتوية– الصيفية
240–161	100	الخريفية
	80	الشتوية– الصيفية
350–241	80	الخريفية
	60	الشتوية– الصيفية
360–351	60	الخريفية
	40	الشتوية– الصيفية
420–361	30	الخريفية
	20	الشتوية– الصيفية
أكثر من 421	–	الخريفية
	–	الشتوية– الصيفية

وفي حال عدم تنفيذ تحليل للتربة يضاف للهكتار الواحد 120 كغ من البوتاس قبل الزراعة، وذلك للعروات الثلاث الخريفية والشتوية والصيفية لتأمين حاجة النبات من هذا العنصر خلال فصل النمو، وهي تعادل 240 كغ من سلفات

البوتاس. ويوضح الشكل (17) أعراض نقص البوتاس على أوراق الشوندر السكري.



شكل (17): يبين أعراض نقص البوتاس على أوراق الشوندر السكري.

تضاف كامل الكميات الموصى بها من الأسمدة الآزوتية والفوسفاتية أثناء الفلاحة الأخيرة قبل الزراعة.

4- التسميد البوروني: يحتاج نبات الشوندر السكري إلى عنصر البورون لإتمام عملياته الحيوية لأن له دوراً مهماً في عملية تخزين السكر في الجذور. وتظهر أعراض نقص البورون على شكل ضعف في نمو أوراق القمة النامية لنبات الشوندر ثم اصفرارها مع تشقق أعناق الأوراق، وتلون الشقوق بلون أسود، وفي المنطقة أسفل القمة النامية يظهر لون أحمر وردي يتحول إلى الأسود، يعقب ذلك موت النسج النباتية في هذه المنطقة وتشكل فجوة سوداء

تسمى القلب الأجوف. ويوضح الشكل (18) أعراض نقص البورون على الشوندر السكري.



شكل (18): يبين أعراض نقص البورون على الشوندر السكري.

يتوافر عنصر البورون في معظم الأراضي بكمياتٍ ضئيلة جداً تتراوح عادة بين 20–200 جزء بالمليون، ويحتاج النبات الواحد من الشوندر السكري إلى 70ملغ، فإذا كانت الكثافة النباتية 100 ألف نبات/هكتار، تكون حاجة الهكتار الواحد 7 كغ خلال موسم واحد، لذلك لابد من اللجوء لإجراء تحليل كيمائي للتربة لتحديد محتواها من هذا العنصر حيث يجب عدم زراعة الشوندر السكري في أرض تقل فيها نسبة البورون عن 0.8 ppm. لأن نقص مستوى هذا العنصر في التربة عن 0.8 جزء بالمليون يسبب ظهور أعراض القلب الأجوف

مما ينعكس سلباً على المحصول على شكل نقص في درجة الحلاوة، وفي غلة الجذور، وزيادة نسبة الأجرام Impurities، وتتناسب شدة ظاهرة القلب الأجوف مع شدة نقص عنصر البورون في التربة. وعلى ضوء التحليل الكيميائي لمحتوى التربة من البورون نضيف الكميات الآتية:

– إذا كانت نسبة توافر البورون أقل من 0.5 جزء بالمليون يضاف 10 كغ من سماد بوروني تركيزه 20% أو ما يعادله للهكتار الواحد.

– وفي حال توافره بنسبة 0.5–0.8 جزء بالمليون يضاف 5 كغ من السماد السابق أو ما يعادله للهكتار الواحد، علماً أن ا كغ من السماد المضاف للأرض يرفع من نسبة البورون في التربة بمقدار 0.3 جزء بالمليون (ppm).

وينصح لمعالجة ظاهرة القلب الأجوف بإضافة السماد البوروني الذي يحتوي على عنصر البورون إما نثراً مع الأسمدة الأخرى إذا احتوت التربة على 0.8 جزء بالمليون أو أقل بعد الزراعة، أو في وقت لاحق أو رشاً على الأوراق عند ظهور الأعراض، وذلك حسب نسب الاستخدام الموصى بها، والكميات اللازمة منه، والمبينة على لصاقات العبوات الخاصة بالبورون ويراعى عند رش أو نثر السماد البوروني إضافة الكمية المحددة بدقة وتوزيع الكمية بشكل منتظم ومتجانس في الحقل وضمان تغطية المجموع الخضري للنبات أثناء عملية الرش، وعدم إضافة كميات أكبر من الكميات المطلوبة لأن زيادة هذا العنصر يمكن أن تسبب سمية للنبات. وقد تبين أن ارتفاع مستوى الماء الأرضي وسوء التهوية يسهمان في ظهور أعراض نقص البورون.

بينت التحاليل المنفذة في القطر العربي السوري وجود نقص واضح في نسبة هذا العنصر ولاسيما في محافظة حمص، حيث كان وسطي وجوده 0.44 ppm، مما دعا وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي لاستيراد كميات

كبيرة من الأسمدة البورونية ذات تركيز 60% عام 1995 ووضعها تحت تصرف المزارعين لاستخدامها بمعدل كيلو غرام واحد. وكانت النتائج مشجعة جداً على الرغم من التأخر في إضافتها (حزيران 1995)، حيث استعادت النباتات نموها بعد نشاط قمم النمو الثانوية.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Post-emergence practices:

تكمل عمليات الخدمة بعد الزراعة ما بدأت به العمليات السابقة (تحضير التربة، التسميد، تحديد المعدل الأمثل للبذار، موعد الزراعة وغيرها) في تأمين الظروف الملائمة لنمو الشوندر السكري وإعطاء محصول جيد. وتتضمن خدمة محصول الشوندر السكري بعد الزراعة سلسلة من العمليات تهدف إلى المحافظة على الكثافة النباتية المطلوبة من خلال تنفيذ عمليات الترقيع Replanting والتفريد Thinning، والعزيق، والري، ومقاومة الآفات وغيرها من العمليات الزراعية.

1- الترقيع Replanting

يصعب في كثير من الأحيان تجنب الظروف المؤدية إلى نقص عدد البادرات في وحدة المساحة (الكثافة النباتية) كوضع البذار على أعماق كبيرة، أو نتيجة ضعف حيوية البذور، أو إصابة البادرات بمرض، أو عدم توافر الرطوبة و انخفاض درجة الحرارة، أو عدم تحضير المهد الملائم للبذور، تملح التربة وغيرها من الظروف.

يؤدي غياب نسبة عالية من الجور في الحقل إلى انخفاض كمية المحصول، لذلك لابدّ من إجراء الترقيع لهذه الجور. تنفذ عملية الترقيع بعد 15 يوماً من الزراعة باستخدام بذار منقوع.

2- التفريد Thinning

يضع المزارع عادة في الحفر عدداً من البذور أكثر من الحاجة (2-4) لضمان جودة الإنبات وخاصة عند التبكير في الزراعة، فينبت في الجورة عدد من البادرات

أكثر من اللازم، لذلك تجري عملية التفريد لإزالة العدد الزائد من البادرات ويراعى عند التفريد استبعاد البادرات الصغيرة الضعيفة المصابة إن وجدت والمحافظة على البادرات السليمة. وتنفذ عملية التفريد بحيث يتبقى نبات واحد فقط لأنّ وجود أكثر من نبات واحد في الجورة يؤدى إلى تشابك الجذور بعضها ببعض وعدم التوصل إلى محصول جذري على الإطلاق. وتتم عملية التفريد بعد ظهور أربعة أوراق حقيقية على النبات ويكون ذلك بعد 30–50 يوماً من الزراعة وذلك حسب موعد الزراعة. التأخر في عملية التفريد يؤدي إلى التفاف الجذور حول بعضها والحصول على جذور صغيرة لا تصلح لعمليات التصنيع. وتتم عملية التفريد عندما تكون الأرض مستحرثة أي بها نسبة كافية من الرطوبة يسهل معها انتزاع النباتات الزائدة بحيث تثبت أقوى النباتات باليد اليسرى، وتزال بقية النباتات باليد اليمنى، ويجب المرور في الحقول بعد عملية التفريد وذلك لإمكان إنبات البذور متأخرة في الإنبات في الجور التي تم تفريدها وذلك لإزالتها. ُتنفذ هذه العملية يدوياً في سورية، وآلياً في الدول المتقدمة باستعمال آلات العزيق أو الكالتيفاتور ذي الأسنان أو السكاكين المرنة، التي تسير بشكل متعامد على الخطوط، وتقوم السكاكين بقطع النباتات على مسافات ثابتة 20–30 سم بين النبات والآخر. عموماً، يؤدي استخدام البذار وحيد الجنين الوراثي أو الصناعي إلى توفير عمليات التفريد المجهدة والمكلفة إضافة إلى تحقيق إنتاج أعلى من الجذور والسكر في وحدة المساحة.

3- العزيق Hoeing

تعد عمليات العزيق من أهم العمليات المؤثرة في إنتاجية الشوندر السكري من حيث الكم والنوع، فقد بينت التجارب أن تنفيذها بكفاءة عالية يزيد المحصول بما لا يقل عن 20 – 25%. تختلف الحاجة إلى هذه العملية حسب طبيعة التربة وموعد الزراعة، فقد يحتاج الشوندر السكري إلى عزقة قبل الإنبات بعد 4–7

أيام من الزراعة بهدف القضاء على الطبقة القاسية المتشكلة في بعض أنواع الترب بعد هطول الأمطار أو بعد الري.ويحتاج محصول الشوندر السكري إلى ثلاث عزقات أساسية هي:

العزقة الأولى: تتم بعد تكامل الإنبات وذلك لسد الشقوق حول البادرات وتحضينها وإزالة الأعشاب النابتة.

العزقة الثانية: تتم قبل أو أثناء تنفيذ عملية التفريد، و يتم فيها إزالة الأعشاب النابتة مع خلخلة التربة حول الجور.

العزقة الثالثة: تتم قبل تشابك النباتات بعد حوالي 70 – 90 يوماً من الزراعة وتسهل الزراعة على خطوط تنفيذ عمليا ت العزق الآلي.

وتعد الأعشاب من العوامل التي قد تسبب انخفاض المحصول بدرجة كبيرة، فهي تنافس نباتات الشوندر على متطلبات النمو الأساسية، وتعيق تنفيذ العمليات الزراعية، وتشكل مصدراً رئيسياً للحشرات والأمراض. ومن أهم الأعشاب في حقول الشوندر السكري التي يصعب مقاومتها حشيشة السلق فهي تشبه بادرات الشوندر لدرجة كبيرة مما يصعب التعرف إليها. وتتم مقاومة الأعشاب بإجراء عمليات العزيق السابق ذكرها، أما في حالة الزراعة الآلية وخاصة المساحات الكبيرة التي يصعب فيها إجراء عمليات العزيق اليدوي، أو في حالة الزراعة في مناطق لا تتوافر فيها الأيدي العاملة أو في المساحات الموبوءة بالأعشاب فإنّه ُينصح باستخدام مبيدات الأعشاب المتخصصة قبل الزراعة وبعدها.

4- الري Irrigation

توفير مياه الري للشوندر السكري، وتنظيم عملية الري من أهم العوامل المؤثرة في الإنتاج والنوعية، فهو من أكثر المحاصيل حساسية لمياه الري.

يحتاج الشوندر السكري إلى حوالي 1800 – 2500 م3 من المياه طوال فترة حياة النبات توزع على حوالي 7 – 10 ريات حسب نوع التربة (تزداد إلى 15 – 20 رية في الأراضي الرملية الخفيفة)، ودرجة حرارة الجو، وكميات الهطول المطري خلال موسم النمو. ويعد الري من أهم عمليات خدمة الشوندر السكري والتي يجب أن تلقى اهتماما كافياً من قبل المنتج مع مراعاة توفر المياه للنبات طوال فترة النمو وحتى الفطام، ومن الأمور المهمة التي يجب أن يأخذها منتج الشوندر السكري بعين الاعتبار لنجاح عملية الري تسوية التربة بشكل جيد ويفضل استخدام أجهزة الليزر في عمليات التسوية وخاصة في الزراعات الآلية، أما في حال تنفيذ الزراعة اليدوية يجب عند تجهيز الأرض للزراعة ألا يزيد طول الخط عن 7 – 8 م. وعلى الرغم من المتطلبات المائية العالية اللازمة لإعطاء غلة جيدة من جذور الشوندر، ونسبة عالية من السكر في وحدة المساحة فهذا لا يعني إغراق التربة بالماء وملء الفراغات البينية، وبالتالي الإساءة لتهوية التربة، مما ينعكس سلباً على نمو الجذور، فقد لوحظ أن زيادة كمية مياه الري خلال فترة نمو المحصول أدت إلى اختناق الجذور وتقزم المجموع الخضري أما زيادة المياه في نهاية الموسم فقد أدت إلى تعفن الجذور، ويتحقق أعلى مردود بالهكتار عندما لا ينخفض مستوى رطوبة التربة على عمق 30–40 سم عن 50% من السعة الحقلية. تؤثر الفترة بين الرية والأخرى في شكل الجذور وطبيعتها، فقد وجد أنه كلما تباعدت فترات الري زاد من تعمق الجذور في التربة الذي قد يصل إلى أكثر من متر وبالتالي تتفاوت نسبة السكر في الأجزاء المختلفة من الجذور، في حين أدى تقارب فترات الري إلى عدم تعمق الجذور بدرجة كبيرة ،كما وجد أثناء التصنيع أن الجذور التي لم تتعرض لتباعد فترات الري تزداد فيها نسبة السكر والاستخلاص. وُيعد الشوندر السكري الصيفي أكثر

حاجة للري مقارنة بالعروات الأخرى فتعطى الرية الأولى بعد 15–21 يوماً من الزراعة ثم يروى بعد ذلك كل 7–11 يوماً مرة، بينما يروى الخريفي عند الضرورة نتيجة هطول الأمطار خلال موسم نموه. وبشكلٍ عام فإنه يمكن ملاحظة احتياج المحصول للري عند طريق الأوراق، ففي حال العطش تبدأ الأوراق في التهدل وقت الظهيرة، ويتحول لونها إلى الأخضر الغامق، وتستمر في ذبولها حتى بعد الغروب، يعطي ذلك مؤشراً واضحاً على ضرورة الري عند ظهور تلك الأعراض. وبشكل عام يفضل ري النباتات قبل ظهور علائم العطش المذكورة. ويراعى فطام الشوندر قبل الحصاد بمدة لا تزيد عن 20 – 30 يوماً وذلك منعاً لاستمرار النمو المجموع الخضري والإسراع في تركيز السكر في الجذور بالإضافة لتسهيل عملية القلع والتصريم، ويجب عدم المبالغة في التبكير بفطام المحصول لأن ذلك يؤثر في الإنتاج والنوعية، فكلما زادت فترة الفطام انخفض المحصول ونسبة السكر. يتم في الولايات المتحدة الأمريكية اللجوء إلى طريقة الري بالأخاديد حيث يعطى المحصول 4–11 رية بمعدل رية كل 10–15 يوماً. وينصح أن تكون كمية مياه الري قليلاً نوعاً ما خلال الريات الأولى (3–4 أسابيع من ظهور البادرات) حيث تكون النباتات فيها حساسة لظروف الرطوبة غير الملائمة، ويتم زيادة معدلات المياه في الريات اللاحقة لتصل المياه لعمق 60 سم، بينما تكون في الحالة الأولى لعمق 30 سم. في حالة الري بالرش أو التنقيط فإنه يجب مراعاة توفير الرطوبة حول البذور حتى يتم الإنبات وبعد ذلك تتباعد فترات الري حسب حالة النبات والتربة. وتعد طريقة الري بالرذاذ من أفضل طرق الري للشوندر لأنّها تسهم في:

- توفير كمية المياه المستخدمة في الري.
- زيادة درجة الحلاوة.

نضج وحصاد الشوندر السكري Maturity and harvest:

يُعد تحديد مرحلة النضج المناسبة من خلال النظر إلى النبات أمر في غاية الصعوبة، ولكن من دلائله الرئيسية اصفرار الأوراق الخارجية للنبات، وتوقف تشكل نموات ورقية جديدة، علماً أن عمر النبات في الحقل /6-8/أشهر حسب الصنف والعروة والظروف الجوية التي سادت خلال موسم النمو، ويفضل دائماً تحديد موعد الفطام والقلع بناء على نتائج تحليل عينات من الجذور لدى مخابر تحليل السكر المختصة. ويجب ترك الشوندر السكري في الحقل حتى استكمال تخزين السكر في الجذور، وهذا ما يعرف بالنضج البيولوجي Biological Maturity، (الشكل، 19).



الشكل (19): يبين جذور الشوندر الناضجة.

يتم تحديد موعد القلع من قبل شركات السكر عن طريق أخذ عينات من جذور الشوندر من الحقل وتحليلها لمعرفة درجة اكتمال تخزين السكر في الجذور، ليتم

بعدها إعطاء الترخيص بالقلع، وهذا أمر مهم جداً في الزراعة السورية لمعالجة أحد أسباب مسألة انخفاض الحلاوة في الشوندر والناجم عن قلع الشوندر السكري قبل أن يتم اكتمال تخزين السكر في الجذر. ومن هنا ينشأ الاختلاف في مفهوم الغلة بين المنتج (المزارع) وشركات السكر، حيث يهتم المزارع بالحصول على أعلى إنتاج من الجذور في وحدة المساحة، بغض النظر عن محتواها من السكر، بينما تهتم شركات السكر بكمية السكر المستخلصة من وزن معين من الجذور بالإضافة لنقاوة العصير. ويتم تقدير نسبة السكر في العصير بمقاييس الكثافة مثل الريفراكتومتر Refractometer، الذي يعمل بوساطة عكس الضوء، وجهاز البولارومیتر Polarometer، الذي يعمل بوساطة استقطاب الضوء. تقوم شركات السكر في تحديد موعد حصاد محصول الشوندر، ومن الضروري أن يتم القلع في مرحلة النضج الحقيقي، وإن أي تأخير في عملية القلع يدفع النبات إلى إعطاء نموات ورقية جديدة يكون لها الدور الفعال في استهلاك مخزون الجذور من السكر، الأمر الذي من شأنه أن يقلل درجة الحلاوة بشكل كبير. يتم قلع الجذور يدوياً بوساطة المر أو المحراث البلدي ثم تجمع الجذور، ويزال التراب عنها، وتصرم (Topping). وتعد عملية التصريم مهمة جداً؛ وهي إزالة الساق القرصية أسفل منبت الأوراق مباشرة بشكل عمودي على اتجاه نمو الأوراق (بسبب انخفاض نسبة السكر فيها وتركز نسبة عالية من الأملاح التي تسيء إلى صناعة السكر كونها تعيق عملية التبلور)، إضافة إلى قطع ذيل الجذر، ويسهم تنفيذ عملية التصريم بشكل جيد في تقليل نسبة الأجرام وزيادة نسبة الحلاوة. ومن الممكن أن يتم القلع آلياً بوساطة نوعين من الآلات:

النوع الأول: يقوم بقلع النباتات ثم تتم عملية التصريم كما أشرنا أعلاه بعد عملية القلع.

النوع الثاني: تكون الآلات مزودة بسكاكين للتصريم تعمل على قص المجموع الخضري أولاً، ثمّ يتم قلع الشوندر، وتنظيف جذوره من التراب العالق بها، ثم يصرَّم (الأشكال، 20، 21)، وفي كلتا الحالتين تحمل الجذور في الناقلات وتنقل للمصانع، ويجب إيصال الشوندر طازجاً إلى المعمل بعد القلع مباشرة وبالسرعة الممكنة لأنّ أي تأخير في عملية التصنيع له دور سلبي في خفض الوزن والحلاوة. تختلف الغلة أو المردود من وحدة المساحة باختلاف الصنف، العروة الزراعية، التربة، الري، التسميد، والعوامل المناخية... الخ. وصل المردود المحلي من الشوندر السكري نحو 42166.66 كغ . هكتار$^{-1}$ حسب إحصاءات الفاو لعام 2006 وهو منخفض مقارنة بالمردود العالمي (47070.15 كغ . هكتار$^{-1}$).



الشكل (20): يبين إزالة أوراق الشوندر السكري قبل الحصاد.



الشكل (21): يبين جذور الشوندر السكري في الحقل جاهزة للتصريم بعد إزالة الأوراق.

بلغت الكميات المصنّعة من الشوندر السكري في سورية لموسم عام 2006 مليونا و367 ألف طن وهي قريبة جداً من الكميات التي كانت متوقعة والبالغة مليون و400 ألف طن نتج عنها كمية من السكر الأبيض قدره 116 ألف طناً

(الشكل، 22). علماً أن هذه الكمية لها علاقة مباشرة بدرجة حلاوة الشوندر فكلما زادت درجة الحلاوة زادت كمية السكر المنتج والعكس صحيح.



الشكل(22): يبين إنتاج السكر محلياً.

وبلغ متوسط درجة الحلاوة للموسم المذكور 13 درجة بالمقارنة مع الأرقام القياسية العالمية التي لا تقل عن 16 درجة، وسطيا ويعود نقص درجة الحلاوة إلى عدة أسباب أهمها:

1- عدم اهتمام المزارع بالنوع وإنما بالكم، لأن الشوندر الذي يملك درجة حلاوة صفر سعر الطن الواحد منه1100 ليرة سورية، وأمام هذا الواقع يقوم المزارع بإضافة المزيد من الأسمدة الآزوتية التي تؤدي إلى زيادة حجم درنة الشوندر على حساب النوعية. علماً أنّ سعر الطن الواحد من الشوندر ذي الحلاوة 16 درجة يبلغ 2700 ليرة سورية، وكل درجة تقل عن 16 درجة يتم حسم 100 ليرة سورية من سعر الطن الواحد، وكل درجة حلاوة تزيد عن 16 درجة يزيد سعر الطن 250 ليرة. وهنا وأمام هذا الواقع يتضح أن الفائدة التي يحققها المزارع من الاعتناء بالنوعية على حساب الكم من خلال تطبيق المعادلة السمادية على أساس تحليل التربة بشكل علمي وصحيح والاعتناء بمواعيد

الزراعة وبعمليات الري النظامية، لها منعكس إيجابي واقتصادي على المزارع أكبر من الاعتماد على الكم على حساب النوع.

2- ينضج الشوندر السكري في سورية في أشهر حزيران وتموز وآب وهذه الأشهر من أشد الأشهر حرارة على مدار السنة، ولدرجة الحرارة كما هو معروف تأثير كبير جداً في تفكك السكر وضياعه و خفض درجة الحلاوة. وأمام هذا الواقع تقوم الهيئة العامة للبحوث الزراعية بإجراء تجارب من أجل تغيير موعد نضج الشوندر في محافظتي الرقة ودير الزور، بحيث يتم نضج المحصول في أشهر آذار ونيسان وأيار وهذا له تأثير إيجابي في المحافظة على السكر داخل جذر الشوندر. وتم البدء في هذه الدورة الزراعية الموسم الزراعي 2008(العروة الصيفية).

تكنولوجيا استخراج السكر من جذور الشوندر السكري:

بعد مراعاة التعليمات الفنية لزراعة محصول الشوندر السكري في سورية من تحضير الأرض للزراعة، وزراعة البذار في التربة حتى الفطام، يتعرض المحصول للمراحل الآتية:

1. القلع: تستعمل الشوكة في المساحات الصغيرة (الشكل، 23) والقلاعات الآلية في المساحات الكبيرة.



الشكل (23): يبين اقتلاع جذور الشوندر باستخدام الشوكة.

2. التصريم.
3. التحميل والنقل.
4. توريد الشوندر السكري إلى معمل السكر، وتنظيم عملية الاستلام بحيث لا تتجاوز الفترة الزمنية بين القلع والتصنيع 48 ساعة.
5. حساب نسبة الأجرام في معمل السكر بعد وزن واستلام الشوندر.
6. حساب درجة الحلاوة: بأخذ عينة من الشوندر المستلم.
7. تفريغ الشوندر في أحواض واسعة.
8. ينقل الشوندر من الأحواض عبر قناة نقل الشوندر بقوة دفع الماء حتى مضخات الشوندر التي ترفع الشوندر مع الماء من القناة إلى قسم الغسيل حيث يمر الشوندر بالمراحل التالية في هذا القسم: نزع الأعشاب والتقاط الرمال والحجارة، و تنظيم تيار الشوندر (شبكات معدنية) تستخدم دارة مغلقة لمياه النقل والغسيل بهدف تخفيض نسبة الاستهلاك وتعالج المياه بالترقيد أو بالترسيب أو إضافة كلس حي لرفع درجة الحموضة (pH).

1) استخلاص السكر من جذور الشوندر السكري : تقطع جذور الشوندر إلى شرائح، تليها عملية استخلاص العصير من الشرائح التي تحتوي خلاياها على السكروز منحلاً في الماء مع مواد عضوية أخرى، ويقوم الغشاء السيتوبلازمي بدور غشاء نصف نفوذ لا يسمح بانتقال السكروز إلى خارج الخلية، حتى ولو وجدت في وسط مائي، فيتم اللجوء إلى استخدام الحرارة (70 – 76°م) لتخريب هذا الغشاء بهدف البدء بعملية الانتشار (انتقال السكروز من داخل الخلية الوسط العالي التركيز إلى الوسط

الخارجي المنخفض التركيز)، ويستمر ذلك مادام هناك فرق في التركيز (فرق التركيز بمثابة القوة المحركة لظاهرة الانتشار).

2) تنقية العصير: يحتوي عصير الشرائح بالإضافة للسكروز على عدد كبير من المواد اللاعضوية والمواد العضوية الآتية من الشوندر التي تشمل المواد غير السكرية في العصير، وهذه بدورها تعيق عملية البلورة وتزيد نسبة السكروز في المولاس، وهدف التنقية هو التخلص ما أمكن من جميع المواد غير السكرية بطريقة رخيصة، والحصول على السكر النقي بمردود جيد. وتتم عملية التنقية من هذه المواد بطريقة المعالجة باستخدام CaO ثمّ ثاني أكسيد الكربون للتخلص من فائض الكلس (ترسيب ما يمكن ترسيبه من المواد غير السكرية على شكل أملاح الكالسيوم الراسبة) ثم مرحلة الكربنة أو التفحيم (ترسيب زيادة الكلس في العصير على شكل كربونات الكالسيوم) تليها عملية تصفية (هدفها فصل الشوائب وكربونات الكالسيوم التي ترسبت) ثم الكبرته.

3) تخفيض كمية الكلس وأملاح الكالسيوم إلى الحد الأدنى في العصير بترسيب الكالسيوم على شكل كربونات الكالسيوم بوساطة غاز الفحم (CO_2)، بالإضافة إلى ترسيب بعض الشوائب التي بقيت بعد التفحيم الأول.

4) التصفية الثانية: هدفها فصل الرواسب عن العصير الذي أشبع ثانية بغاز CO_2، ولهذا العصير تركيز 13-15%.

5) الكبرتة: المعالجة باستخدام ثاني أكسيد الكبريت بهدف تبييض السكر والمحافظة على pH ومنع تشكل المواد الملونة والداكنة.

6) الترشيح والتبخير والتكثيف: بهدف الحصول على بلورات السكر من العصير بعد المعالجة الفيريائية والكيميائيه : يتم تكثيف العصير على مرحلتين : المرحلة الأولى : تكثيف العصير في محطة التبخير وصولاً إلى تركيـز 60 – 65% المرحلة الثانية : تكثيف العصير في محطة البلورة (الطبخ) وصولاً إلى درجة الإشباع.

7) البلورة: يتبلور السكروز من محاليل فوق مشبعة، لهذا يتم تبخير الماء من شراب المباخر للوصول إلى تركيز 92 – 93% وبنفس المواد اللاسكرية في الوسط المحيط بالبلورات، وللحد من تفكك السكروز وتشكل المواد الملونة تتم عملية البلورة تحت الفراغ لخفض درجة الغليان من 115 إلى 118 إلى 63 – 70 درجة مئوية في أجهزة دورية. وتختلف مراحل البلورة من معمل لآخر، ولكنها عملياً يمكن إجمالها بمرحلتين أو ثلاث مراحل (نظام الطبختين أو نظام الثلاث طبخات):

- الحصول على محلول فوق مشبع– زرع البلورات–إنماء البلورات–إنهاء الطبخ.
- غسيل البلورات بالشراب السكري.
- تجفيف السكر وتبريده.

من العوامل المؤثرة في سرعة البلورة:

1) درجة الإشباع.
2) درجة الحرارة واللزوجة.
3) النقاوة.
4) الخلط.
5) أبعاد البلورات.

6) تأثير المواد غير السكرية.

ويبين الشكل (24) تخطيطاً مبسطاً لمراحل تصنيع السكر من جذور الشوندر السكري.



الشكل (24): يبين تخطيط يوضح مراحل تصنيع السكر من جذور الشوندر السكري.

الاجهادات البيئية والإحيائية A biotic and biotic stresses

يتعرض محصول الشوندر سنوياً إلى العديد من الإجهادات البيئية والإصابات المرضية والحشرية، مما يؤثر سلباً في الإنتاج من الجذور ومحتواها من السكر وفيما يلي عرضاً مفصلاً لأهم هذه الإجهادات البيئية والإحيائية:

تأثر الحرارة المنخفضة في دورة حياة الشوندر السكري:

الشوندر السكري نبات ثنائي الحول، يشكل في العام الأول الأعضاء الخضرية وفي العام الثاني تتكون الحوامل الزهرية والثمار، وقد يحدث في العام الأول

تغيرات في نوعية بروتوبلاسم الخلايا المريستيمية عند براعم النمو في الساق مما يؤدي إلى تشكل السوق التي تحمل الأزهار، ومن ثم الثمار.

تعرف ظاهرة إنتاج الأفرع الزهرية في الشوندر السكري في العام الأول للزراعة باسم الشمرخة Bolting، ويعد الميل للشمرخه في الشوندر السكري المزروع لإنتاج السكر أمراً غير مرغوب لما لهذه الظاهرة من أثر سلبي في الإنتاج والنوعية، إذ ينخفض وزن الجذور، وتقل نسبة السكر، وتحدث مشكلة تكنولوجية عند قطع الرأس وإعداد الجذور للتصنيع. وتبين أنّ رد الفعل الناتج من التأثيرات المتبادلة بين ظروف الوسط المحيط والتركيب الوراثي للنبات هو الذي يحدد التحول للإزهار، وبالتالي تشكل الأزهار والثمار، وخاصة تلك الظروف التي يتعرض لها النبات أثناء مرحلة النمو الخضري، إذ يؤدي انخفاض درجات الحرارة شتاءً إلى تنبه البراعم وتشجيع الإزهار، وهذا ما يحدث عند الزراعة في الخريف في المناطق الباردة. ويمكن تلخيص أهم الأسباب التي تنتج عنها الشمرخة بالآتي:

1) الزراعة في ظروف بيئية غير طبيعية: الجفاف لفترة طويلة، تعرض النباتات للإصابة بالآفات.
2) الزراعة في مناطق باردة غير ملائمة.
3) حدوث عملية الارتباع بسبب تعرض النباتات بمراحل نموها الأولى (البادرات) لدرجات الحرارة المنخفضة الأقل من10 ^{5}م ولمدة 30–40 يوماً.
4) لابد من الإشارة إلى أن ظاهرة الشمرخة تخضع أساسا لسيطرة العوامل الوراثية على الرغم من تأثر هذه الصفة بالعوامل البيئية المذكورة أعلاه.

الأصناف المزروعة حالياً من الشوندر السكري ثنائية الحول لا تظهر ميلاً للشمرخة إلا عند زراعتها في العروة الخريفية مع سيادة البرودة شتاءً.

تتباين الأصناف في سرعة شمرختها، أو في درجة الحرارة التي تبدأ عندها بالشمرخة لذلك حددت وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، والهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية الأصناف المستوردة الملائمة لكل عروة ولكل منطقة من مناطق زراعة الشوندر بالاعتماد على تجارب مقارنة الأصناف المنفذة. ولكي يتم الحد من هذه الظاهرة على الوجه الأكمل لابد من اللجوء إلى استعمال الطرق الزراعية والميكانيكية والكيميائية كما يلي:

1) استنباط أصناف تقاوم الشمرخة رغم ظروف البرودة السائدة في الشتاء، وقد تم استنباط العديد منها.
2) اختيار موعد الزراعة الأمثل ولكل منطقة من مناطق زراعة الشوندر السكري.
3) اختيار الأصناف الأقل ميلاً للشمرخة، ذات البذار النقي الممثل للصنف.
4) التخلص وبشكل جيد من بقايا محصول الشوندر السكري السابق.
5) في حال وجود شماريخ زهرية فإن يفضل قلع النباتات المشمرخة بالكامل وإتلافها خارج الحقل قبل مرحلة تكوين البذور، وعدم اللجوء إلى قطعها لأن هذه العملية تؤدي إلى انخفاض كبير في نسبة السكر، وتسبب ظهور الألياف بنسبة كبيرة في الجذر نتيجة ترسب السكريات على شكل سيللوز على جدران الأوعية الناقلة في الجذر.
6) قلع جذور نباتات الشوندر المصابة بالشمرخة واستبعادها واستعمالها في تغذية الحيوان.
7) المكافحة الكميائية باستعمال بعض المركبات الكيميائية للقضاء على النباتات المشمرخة.

يعطي النبات المتشمرخ الواحد بين 1500 – 3000 بذرة، وهذه الكمية من البذار تعطي عند سقوطها في التربة، وإنباتها نباتات شوندر عشبية سيئة الحجم والمواصفات، يمكن أن تختلط بنباتات الشوندر المزروع في نفس الحقل بعد عدة مواسم، ويصعب تمييزها عن الشوندر المزروع، وبالتالي فإنها تنتج جذور صغيرة ومشوهة، وذات محتوى سكري منخفض.

ظاهرة عدم إعطاء الأزهار والثمار في موسم النمو التالي:

من الظواهر الأخرى غيرالمرغوب فيها ظاهرة العناد أو العقم. تعد هذه الظاهرة غير مهمة بالنسبة للمزارع بل تهم مربي النبات فقط. تبرز أهميتها عندما يكون الهدف من الزراعة الحصول على البذور، حيث يلاحظ استمرار النبات بالنمو الجذري والخضري في موسم نموه الثاني دون أن يعطي الشماريخ الزهرية والأزهار. وكما هو معروف يتطلب الحصول على البذور تعريض البادرات لدرجة حرارة منخفضة (4–7 درجة مئوية) من أجل زيادة إنتاج حمض الغلوماتيك الذي ينبه البراعم في الساق القرصية لتعطي الشماريخ الزهرية. ومن أسباب هذه الظاهرة:

1) الحصاد المبكر للجذور قبل اكتمال نضجها.
2) تخزين الجذور على درجة حرارة أعلى من 4 درجة مئوية.

وقد لوحظ تبايناً واسعاً في سرعة الإزهار عند الأصناف تحت ظروف محددة من الحرارة والرطوبة، فبعضها لم يعط شماريخ زهرية حتى بعد 52 يوماً من الزراعة، وبعضها أعطى 30–70% من الشماريخ بعد هذه المدة، وبعضها الأخر أعطى شماريخ بنسبة 100% بعد 41 يوماً من الزراعة. وتظهر العديد من الأمراض الفيزيولوجية الأخرى على نبات الشوندر السكري نذكر منها:

مرض العفن الرطب(رايزوكتونيا): يُعد هذا المرض من أهم أمراض الجذور على الشوندر السكري عالمياً ومحلياً. يسببه Rhizoctonia solani الموجود في التربة على شكل أجسام حجرية ينتج عنها ميسيليوم يؤدي إلى إصابة سطح الجذور بالمرض ثم يخترقه تدريجياً مسبباً تعفن الجذور، يتطور هذا الفطر دورياً في حقول الشوندر وتظهر الإصابة أولاً على شكل ذبول النباتات وينتهي شيئاً فشيئاً إلى موت الأوراق (الشكل، 25)، وتظهر على الجذر الدرني مناطق من العفن الجاف بلون بني قاتم مسود، وكثيراً ما تبدو تشققات عميقة قرب التاج في لب الجذر يشاهد تنكرز عميق وقاتم اللون، ومحدد بوضوح عن النسيج النباتي السليم المجاور. يبقى الفطر في التربة وعلى مخلفات النبات على صورة مشيجة ساكنة أو متحجرات. تظهر الإصابة المبكرة بالمرض بمساعدة:

1) البناء السيئ للتربة (الأراضي الثقيلة سيئة الصرف، وسوء التهوية).
2) الرطوبة العالية المترافقة بدرجات حرارة مرتفعة (25–33) م°.



الشكل (25): يبين أعراض الإصابة بعفن رايزوكتونيا على الشوندر.

المكافحة Disease control

لاتوجد مكافحة ناجعة لهذا المرض وإنما ينصح بالخدمة والتسميد والري المنتظم بما يسمح بنمو قوي للنبات، مع توافر التهوية والصرف الجيد. ومكافحة الأعشاب، وتفادي تكويم التراب حول النباتات. ينصح أيضاً بدورة زراعية تتضمن محاصيل غير قابلة للإصابة كالذرة والقمح والشعير، وهناك دراسات عالمية لإنتاج أصناف متحملة لهذا المرض. تهاجم سلالات الفطر محاصيل أخرى كالبطاطا والفاصولياء والجزر والملفوف.

نقص العناصر Nutrients deficiency

تظهر أعراض نقص بعض العناصر على نباتات الشوندر عندما تكون كمياتها غير كافية في التربة، أو موجودة في صورة غير قابلة للاستفادة. وتتم المعالجة بإضافة مركبات سهلة الانحلال وسريعة الامتصاص من هذه العناصر.

حشرات الشوندر السكري Sugar Beet Insects

يتعرض محصول الشوندر السكري كغيره من المحاصيل للعديد من الآفات الحشرية خلال مراحل نموه المختلفة، منها المتخصصة ومنها عديدة العوائل كالمن والحالوش والديدان السلكية وغيرها. وسنتطرق في هذا الجزء لأهم الحشرات التي تهاجم محصول الشوندر السكري محدثة أضراراً اقتصادية:

1. خنفساء الشوندر البرغوثية:

تعد من الآفات الخطيرة على الشوندر السكري لأنها تسبب تلف البادرات في مساحات واسعة تهاجم الشوندر في طور البادرة خلال المواسم الدافئة قليلة الأمطار فتتغذى اليرقات على الأوراق، كما تتغذى على الجذور محدثة أنفاقاً. وتكثر الإصابة بها في شهر آذار ونيسان وأيار، حيث تضع الإناث البيض بعد التزاوج بجانب النبات أو في التربة حيث يفقس البيض بعد /3-4/ يوم وتخرج

اليرقات، وتهاجم اليرقة الواحدة عدداً كثيراً من النباتات، وتفضل الشوندر عند وجوده في الحقل. وتتجلى أعراض الإصابة بوجود ثقوب عديدة ذات حواف بنية في أوراق الشوندر السكري، مما يؤدي لجفافها، وبالتالي يستحيل عليها القيام بوظائفها الحيوية خاصة إذا حدثت الإصابة في أوائل الربيع وكانت بادرات الشوندر لاتزال في الأيام الأولى من إنباتها والأوراق طرية غضة، وتنتج هذه الأعراض عن تغذية الحشرة الكاملة على الأوراق مسببة نقص السكر، بالإضافة إلى موت البادرات خاصة إذا كانت الإصابة شديدة في هذا الطور مما يضطرنا إلى إعادة الزراعة في بعض الحالات فالحشرة الكاملة تقوم بمهاجمة الأوراق وثقبها بثقوب عديدة يصل قطر الثقب الواحد إلى حوالي /1-3/ ملم.

المكافحة:

1) إن للفلاحة الجيدة للتربة وتعريضها لأشعة الشمس دوراً في القضاء على نسبة كبيرة من العذارى التي تعيش في التربة.
2) مكافحة الأعشاب الضارة حيث تقضي الآفة بياتها الشتوي.
3) الزراعة المبكرة تسهم في وصول النباتات إلى مرحلة متقدمة من النمو تحد من أضرار هذه الحشرة لضآلة تأثيرها في النباتات البالغة.
4) ويجب إجراء عملية المكافحة بالمبيدات الحشرية (السيفين 80%، أو اللانيت90% وغيرها) عند وجود حشرة كاملة / نبات في طور البادرة لأنّ أي إهمال لعملية المكافحة في طور البادرات يمكن أن يسبب موت الحقل بالكامل، وربما مجموعة حقول كبيرة متجاورة.

2 . الدودة القارضة:

من الحشرات الخطيرة على الشوندر السكري، ويعود ضرر هذه الحشرة إلى الطور اليرقي. تهاجم اليرقات بادرات الشوندر السكري الصغيرة ذات 3-4

ورقات. وتتغذى اليرقة في أعمارها الأولى على أجزاء النبات العليا، بينما في أطوارها الأخيرة تتغذى ليلاً حيث تهاجم النباتات أسفل سطح التربة، وتقطعها من قواعدها فتشاهد خطوط الشوندر وقد خلت من البادرات على مسافات طويلة أو قصيرة تبعاً لشدة الإصابة. تبدأ اليرقات بمهاجمة البادرات والجذور مسببة فقد نسبة كبيرة من النباتات. ولهذه الحشرة جيلان خلال الموسم؛ يعد الأول منهما هو الأخطر لشدة فتكه بالبادرات والنباتات الصغيرة، بينما يكون الجيل الثاني أقل خطورة بسبب وصول نباتات الشوندر والنباتات الصغيرة إلى مراحل متقدمة من العمر مما يقلل من أثر الإصابة (الشكل، 26).



الشكل (26): يبين أعراض الإصابة بالدودة القارضة على الشوندر السكري.

المكافحة:

تنفيذ الحراثة الجيدة للأرض، وتعريضها لأشعة الشمس، وتطبيق دورة زراعية مناسبة، وتنفيذ عملية الزراعة مبكراً قبل ظهور اليرقات، وتنفيذ عمليات العزيق والتعشيب في وقتها المناسب كل ذلك يسهم في الحد من أضرار هذه الحشرة بشكل كبير. وعند مشاهدة الأضرار على نسبة كبيرة من النباتات لابدّ من إجراء عملية المكافحة الكيميائية خلال مرحلة البادرات وحتى تشابك الأوراق مع

بعضها باستخدام الطعوم السامة (نخالة + مبيد حشري) حيث توزع مساءً على جانب الخط، ويمكن رش النباتات بالمبيدات الحشرية.

3. سوسة الشوندر:

تعد من أشد الحشرات فتكاً بالشوندر خاصة في مراحل حياته الأولى. تهاجم هذه الحشرة محصول الشوندر بطوريها اليرقي والكامل حيث تبدأ الحشرات الكاملة بعد خروجها من طور التشتية في الربيع بمهاجمة البادرات مؤدية لموتها بالكامل بسبب مهاجمتها للجذور الرهيفة للنباتات، وتتابع اليرقات المتقدمة في العمر تغذيتها على جذور الشوندر السكري محدثةً فيها قروحاً وأخاديد تساعد على الإصابة بعفن الجذور.

المكافحة:

1) تطبيق الدورة الزراعية.
2) تنفيذ عمليات الخدمة والتعشيب في الوقت المناسب.
3) التبكير في الزراعة يساعد على إبعاد بادرات الشوندر عن فترة نشاط الحشرة.
4) الفلاحة العميقة وقلب التربة: خنافس هذه الحشرة تقضي فصل التشتية على عمق 10–40 سم عن سطح الأرض، ومع ارتفاع درجات الحرارة ووصولها إلى 20م° تغادر أماكنها سعياً وراء الشوندر.
5) يجب إجراء عملية الرش باستخدام المركبات الحشرية المناسبة عند ملاحظة الحشرات الكاملة في حقول الشوندر، ويمكن استخدام مبيدات التربة الزراعية الأمر الذي يفيد في حماية البادرات، والحد من آثار الحشرة في النباتات.

4. الدودة الخضراء (دودة ورق الشوندر السكري):

تعد من الحشرات الخطيرة نظراً لشراهتها في أكل المسطح الأخضر للأوراق. والدودة الخضراء إحدى أهم الآفات الزراعية في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط وفي سوريا، لأنها تصيب العديد من المحاصيل إضافةً إلى الشوندر السكري. تتغذى اليرقة في أطوارها الأولى والثانية على بشرة السطح السفلي للورقة حيث يكون طولها بعد الفقس 1.5 ملم، ثم تتغذى على أجزاء الورقة الأخرى في أطوارها اللاحقة وأحياناً تتغذى على جميع أوراق النبات ثم تهاجر إلى نباتات أخرى مجاورة. تقضي هذه الحشرة الشتاء على شكل عذارى في التربة دون أن تتأثر برطوبة التربة وكميات الأمطار. ويمكن التعرف إلى الإصابة بهذه الحشرة من خلال وجود ثقوب مختلفة الأحجام على أوراق الشوندر، كما يمكن مشاهدة مخلفاتها السوداء فوق أوراق الشوندر، وتوجد يرقاتها الصغيرة في قواعد الأوراق، بينما تختبئ اليرقات في الأعمار الأخرى في التربة نهاراً وتخرج ليلاً لتتغذى على الأوراق. تكافح الحشرة باستخدام طرق مكافحة الحشرة السابقة.

5. منّ الفول الأسود:

حشرة صغيرة سوداء اللون ذات انتشار واسع، يتراوح طولها من 1–2 ملم. الإناث مجنحة أو غير مجنحة وكذلك الذكور، الإناث المجنحة إما أن تلد أفراداً كاملة التكوين صغيرة الحجم، أو تضع بيضاً. تأثيرها شديد بسبب شراهتها في امتصاص العصارة النباتية والمواد السكرية، وتعد أحد أهم النواقل الحيوية للعديد من الأمراض الفيروسية الخطيرة على المحصول. تعد حشرة المن من الحشرات الخطيرة إذ تصيب الكثير من المحاصيل والنباتات مسببة لها أضراراً كبيرة. تقوم الحشرة بامتصاص عصارة النبات مسببة تجعد الأوراق، وتغطيتها بالندوة

العسلية التي ينمو عليها الفطر الأسود، وتوجد حشرات المن في طيات الأوراق المتجعدة مسببة ذبول النبات وتأخر نموه، تسبب الإصابة الشديدة توقف نمو النبات وانخفاض نسبة السكر في جذور الشوندر، وتختلف شدة الإصابة حسب العوامل البيئية حيث تشتد وتزداد كلما قلت الرياح، وانخفضت درجة الحرارة.

المكافحة:

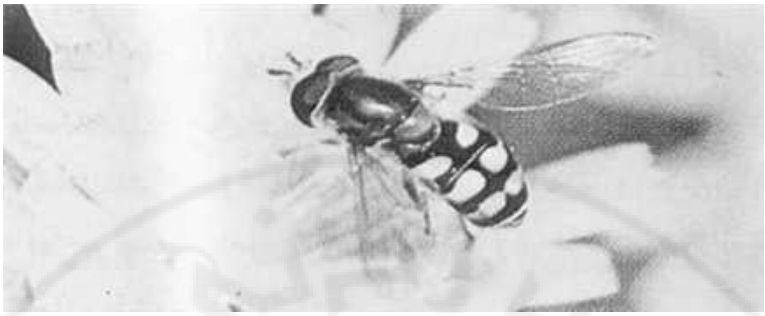
الأعشاب عائل مهم للمن بغياب المحاصيل الرئيسية المزروعة، لذلك فإن التخلص من الأعشاب يعدَ عاملاً مساعداً لتخفيف نسبة الإصابة بالمن. ويوجد العديد من الأعداء الحيوية التي تهاجم حشرات المن، وتحد من أضراره بشكل ملحوظ، كأنواع أبو العيد التي تتغذى على حشرات المن، وبعض الطفيليات الأخرى التي تعيش على هذه الحشرات وتتغذى بها كمفترس المن وذباب السرفيد (الشكل، 27).



حشرة أبو العيد



مفترس المن



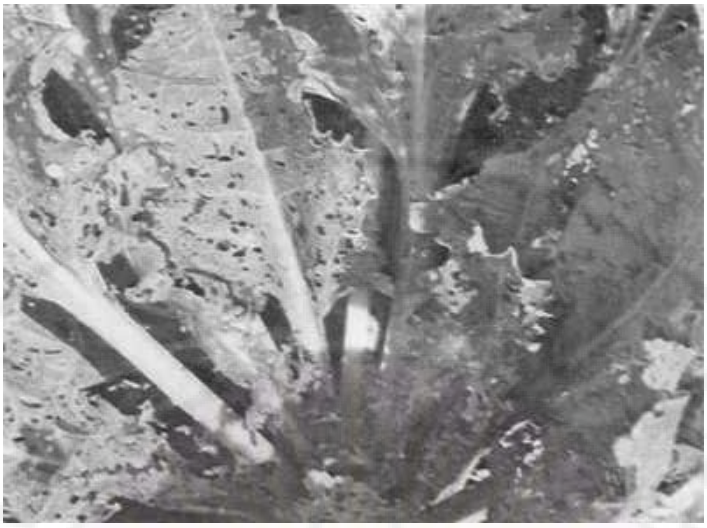
ذباب السرفيد

الشكل (27): يبين الطفيليات المفيدة التي تتغذى على حشرة المن.

وفي حال وصول عدد النباتات المصابة إلى 5% وقرابة 10% من سطح الورقة مغطى بمستعمرات المن ، فإنه يمكن استخدام المبيدات المتخصصة ذات الأثر المنخفض على البيئة والأعداء الحيوية الموجودة.

6. كاسيد الشوندر (خنفساء الشوندر السلحفاتية):

تتغذى يرقات الكاسيد على نسيج أوراق الشوندر بدءاً من السطح السفلي للورقة حتى تصل للبشرة العليا، ويمكن أن تتغذى اليرقات في عمرها الأخير على كامل الورقة تاركة العروق فقط (الشكل، 28)، تعذّر اليرقات على السطح السفلي لأوراق الشوندر.ويؤدي ظهور الإصابة في مرحلة مبكرة من عمر الشوندر إلى القضاء على النسيج اليخضوري بالكامل وموت النبات أو وقف النمو، بينما تكون الأضرار أقل شأناً على الشوندر البالغ. للحشرة 2–3 جيل/العام تظهر حشرات الكاسيدا اعتباراً من شهر نيسان تبدأ بالتغذية على أوراق الشوندر ثم تضع البيوض على شكل مجموعات على السطح السفلي للأوراق.



الشكل (28): يبين أعراض الإصابة بحشرة كاسيد الشوندر.

تكافح الحشرة بالتخلص من الأعشاب، والمكافحة الكيميائية عند اشتداد الإصابة.

7. ذبابة الشوندر:

الحشرات الكاملة ذبابة تشبه الذبابة العادية لكنها أصغر حجماً، يبلغ طولها 5–6 ملم. تمضي الحشرة فصل الشتاء على شكل عذراء في التربة وتظهر الحشرة الكاملة خلال فصل الربيع في آذار ونيسان. تدخل اليرقات إلى داخل النسيج الورقي لتتغذى على بارانشيم الأوراق وتشتد الإصابة عندما تكون الحرارة معتدلة والأمطار كثيرة، وتنخفض نسبة الإصابة صيفاً عند اشتداد الحرارة، وتظهر آثارها الضارة على الشوندر من الجيل الأول عندما تحمل بادرات الشوندر ورقتين أو أربع أوراق. للحشرة 2–3 جيل/العام. تستمر بمهاجمة الشوندر إذا ساعدتها الظروف المناخية، وتستمر بالتكاثر لغاية شهر آب. تعد الزراعة المبكرة عامل الوقاية المهم من أضرار الحشرة لأن خطرها يكون على الأطوار المبكرة من عمر النبات، وفي حال وجود نسبة عالية من

الإصابة فإنه يمكن مكافحتها بالمبيدات الحشرية المتوفرة، علماً أن ضررها غالباً غير اقتصادي إذا تجاوزت النباتات مرحلة 6–8 أزواج ورقية حقيقية.

8. فراشة الشوندر:

تخرج يرقات صغيرة بعد فقس البيض وتحفر لنفسها أنفاقاً في أعناق وعروق الأوراق، ومنطقة القمة النامية مسببة ضعف النبات ونقص الوزن وانخفاض نسبة السكر، إضافة لدخول الأمراض الفطرية والبكتيرية إلى الجذور المصابة. ومن أعراض الإصابة تجمع الأوراق الصغيرة المصابة والتصاقها ببعضها. تكون أضرار هذه الحشرة على أشدها إذا هاجمت النباتات في مراحل مبكرة مما يؤدي لموتها لأن اليرقات شديدة النهم والشراهة، أما ضررها على النباتات الكبيرة فيتجلى في وقف إنتاج أوراق جديدة وذبول الأوراق القديمة وموتها نتيجة تآكل قواعدها، وبالتالي يقف النبات عن النمو وتخزين السكر. تقضي هذه الحشرة فصل الشتاء على شكل يرقات مكتملة النمو، أو عذارى في التربة وتخرج منها الفراشات في شهر نيسان وأيار لتهاجم النباتات الصغيرة للشوندر.

المكافحة:

إن الحراثة الجيدة وتعريض التربة لأشعة الشمس يسهمان في إتلاف نسبة كبيرة من العذارى الموجودة في التربة، كما أن الزراعة المبكرة تؤدي إلى وصول النباتات لمرحلة متقدمة قبل بدء نشاط هذه الحشرة. وتعد الدورة الزراعية الثلاثية أو الرباعية أساسية في المناطق الموبوءة بهذه الآفة المهمة. وفي حال وجود الإصابة فإنه يمكن استخدام المبيدات الحشرية المناسبة.

بالإضافة للحشرات المذكورة أعلاه هناك العديد من الحشرات الثانوية الأخرى التي تهاجم المحصول وهي أقل ضرراً أو أن أضرارها لاتزال دون العتبة

الاقتصادية مثل: الديدان السلكية، والحالوش، وبق الشوندر، والديدان البيضاء والنطاط الصحراوي والنطاط الحقلي.

الأمراض الفطرية:

يتعرض نبات الشوندر لعدد كبير من الأمراض الفطرية التي تعد اقتصادية ويجب الانتباه إليها ومكافحتها، واتخاذ كافة الوسائل الفنية اللازمة للحد من أضرارها على الإنتاجية والحلاوة ومن أهمها:

1- أمراض البادرات على الشوندر:

وتعزى إلى أنواع مختلفة من الفطور المستوطنة في التربة مثل Pythium cultimum و Rhizoctonia solani و Phoma betae و Fusarium SP.

تكافح هذه الأمراض بزراعة البذور على عمق مناسب وتفادي التربة الثقيلة وعدم الإفراط في الري، وتطبيق الدورة الزراعية، وتعقيم البذار بالمعقمات.

2- أمراض أوراق الشوندر:

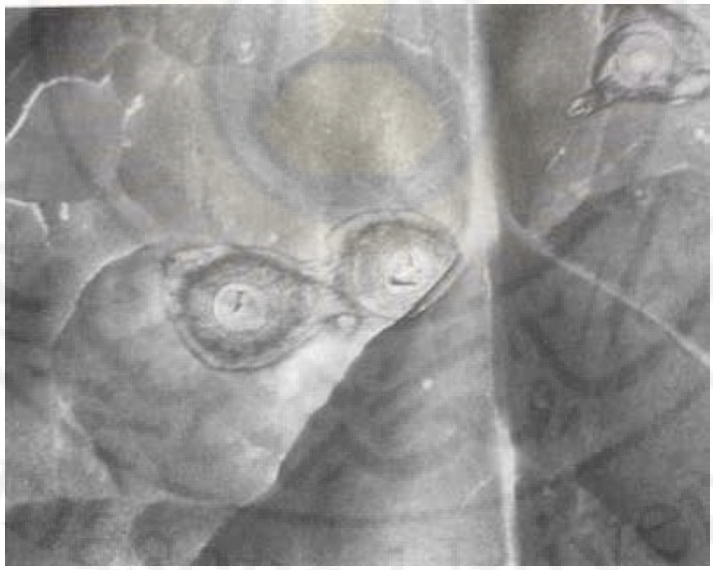
1 . تبقع سيركوسبورا: يعد هذا المرض من أكثر أمراض الشوندر انتشاراً في العالم ويسمى الصدأ الكاذب، إلا أن أهميته انحسرت في العقود الأخيرة بفضل تحمل الكثير من الأصناف الحديثة له. تظهر الأعراض على شكل بقع متناثرة مضلعة في البداية ثم تصبح دائرة محاطة بهالة بنفسجية أقطارها 1-3 ملم تتحول إلى ثقوب عند جفاف وسقوط نسيجها الورقي. ويؤدي هذا المرض الفطري إلى إنهاك النبات نتيجة تلف أوراقه، ومحاولة النبات دائماً إعطاء أوراق جديدة مما يعني انخفاض الإنتاج والحلاوة بشكل كبير، وتتم المكافحة بإتباع الأساليب الآتية.

- زراعة أصناف مقاومة في المناطق الموبوءة.
- التخلص من مخلفات المحصول المصاب.

- الرش بالمبيدات الفطرية مثل المركبات النحاسية.

2. تبقع رامولاريا: يعد هذا المرض أقل أهمية من السابق وينتشر في ظروف رطبة باردة بينما ينتشر تبقع سيركوسبورا في الجو الرطب الدافئ، وهناك تشابه كبير في الأعراض بين المرضين إلا أن هذا الأخير يحدث بقعاً جلدية اللون وهالتها أفتح لونا.ويكافح هذا المرض كسابقه.

3. تبقع فوما: ويسببه الفطر المسبب لمرض الساق السوداء على البادرات ولعفن الدرنات بعد القلع. تظهر أعراضه على شكل بقع بنية فاتحة اللون مدورة أو مطاولة وكبيرة نسبياً قطرها (1–2) سم، تملك حلقات وحيدة المركز قرب الحافة تتشكل عليها بكنيدات الفطر السوداء (الشكل، 29). ويكافح باتباع الدورة الزراعية الرباعية ومعالجة البذار بالمبيدات الفطرية.



الشكل (29): يبين أعراض الإصابة بالتبقع الفومي على أوراق الشوندر.

4. صدأ الشوندر: صدأ وحيد العائل، يشاهد بصورة بثور متفرقة على نصل الورقة، وذلك في المناطق الرطبة من زراعة الشوندر، ولا يملك حالياً أهمية اقتصادية. يكافح المرض بالرش بالمبيدات الفطرية عند اشتداد الإصابة.

5. البياض الزغبي: يوجد هذا المرض في كافة مناطق زراعة الشوندر السكري في العالم، وليس له حالياً أهمية اقتصادية كبيرة. تظهر الأعراض على شكل تجعد الأوراق القمية وزيادة سماكتها.

6. البياض الدقيقي: يعد من الأمراض الخطيرة على المحصول، لأنه يسبب انخفاض الوزن، ونسبة السكر بسبب الخلل الفيزيولوجي الذي يحدث عند الإصابة، حيث تشير المراجع إلى مسؤوليته عن خفض الحلاوة بمقدار 2–3 درجات إذا كانت الظروف المناخية ملائمة لانتشاره، ولم تتم عملية المكافحة. المرض شائع جداً عالمياً ويمثل أحد أهم أمراض الشوندر حالياً ويشتد المرض على النباتات البالغة في نهاية الموسم إلا أن شدته متفاوتة كثيراً تبعاً للصنف والموسم والمنطقة والعروة المزروعة حيث يظهر بشكل واسع على الزراعات الخريفية اعتباراً من حزيران، ويجب التفريق بين أعراض هذا المرض الواضحة على شكل بقع دقيقية تتصل مع بعضها على الوجه العلوي للأوراق وبين اصفرار الأوراق الخارجية عند النضج. وماتزال الأصناف المزروعة قابلة للإصابة عموماً بالبياض الدقيقي، لذا يحتاج الأمر في كثير من الأحيان إلى استخدام المبيدات الفطرية عند بداية ظهور المرض، ويكتفى عادة بالكبريت رشاً أو تعفيراً .

7. جذام الشوندر (التدرن المرمري): توجد بؤر من هذا الفطر الأرضي في مختلف أنحاء أوروبا وشرق المتوسط ، يتكاثر الفطر بالبوغات المهدبة السابحة في الماء الأرضي، ويحدث على النبات تدرنات على مستوى الرقبة أو الأوراق

الخارجية(الشكل، 30)، وعليه فإن انتشار المرض مرتبط بالري والأراضي الغدقة، وهطول الأمطار.



الشكل (30): يبين أعراض إصابة الشوندر جذام الشوندر (بالتدرن المرمري).

3- أمراض جذور الشوندر السكري:

1. ذبول (اصفرار) فيوزاريوم: ينمو الفطر المسبب داخل القنوات الناقلة للنبات مما يعيق انتقال العصارة، ويؤدي لظهور أعراض الذبول، تبدأ الأعراض بأن يظهر نصف الورقة شاحباً بين العروق، ثم يبدأ الذبول بارتخاء الأوراق ثمّ موتها، دون انفصالها عن العنق، وتلتف الأوراق الداخلية للنبات نحو الداخل وتبدو الحزم الوعائية ملونة بالبني الرمادي في المقطع الجذري. يشجع على انتشار المرض درجات الحرارة المرتفعة، وتكرار زراعة الشوندر في الحقل نفسه، وكذلك سوء التهوية في التربة. المكافحة الكيميائية غير مجدية، وتعد

الدورة الزراعية لعدة سنوات يتناوب فيها الشوندر مع محاصيل أخرى العامل الأهم لتفادي خطر الإصابة.

2. عفن فوما Phoma betae: ويؤدي إلى خسائر كبيرة أثناء التخزين، وقبل تصنيع الشوندر وخاصة في الجو البارد، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الفطر الناقص يعد مسبباً لسقوط البادرات من جهة، وتبقع الأوراق من جهة أخرى (الشكل، 31).



الشكل (31): يبين أعراض الإصابة بعفن فوما على جذور الشوندر.

الأمراض الفيروسية للشوندر:

وهي متعددة وبعضها سبب ويسبب كوارث وبائية على المحصول، ومن أهم هذه الأمراض:

1. فيروس اصفرار الشوندر:

ينتشر الفيروس في مختلف أنحاء العالم، ويسبب أعراضاً تتراوح بين الشحوب الخفيف والاصفرار الشديد للأوراق، مع أعراض ثانوية منها تغلظ الأوراق،

وظهور بقع صغيرة متماوتة عليها، وينتقل الفيروس بوساطة العديد من أنواع المن. يكافح المرض بالقضاء على الحشرات الناقلة، وإزالة نباتات الشوندر المصابة.

2. فيروس الاصفرار الغربي للشوندر:

يعد أكثر فيروسات الشوندر انتشاراً. وتظهر الأعراض باصفرار حواف الورقة وكثيراً ما تصاب الأوراق المصفرة فيما بعد بتبقعات فطرية. ينتقل الفيروس أيضاً بعدة أنواع من المن. وتتوافر الآن أصناف من الشوندر المقاومة للفيروس بدرجات معقولة.

3. فيروس موزاييك الشوندر:

شائع في مختلف أنحاء العالم، ويمكن أن تسبب الإصابة القضاء على 10% من المحصول. ينتقل الفيروس بوساطة أنواع عديدة من المن. للسيطرة على المرض تكافح الحشرات الناقلة ويتفادى تداخل العروات، وتزال الأعشاب.

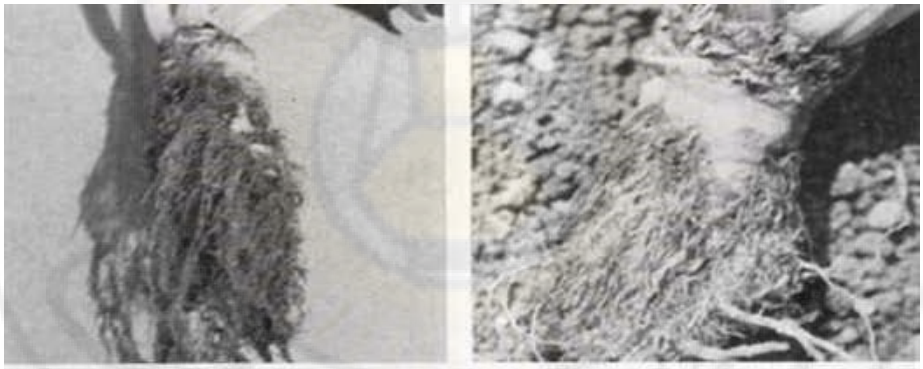
4. مرض تجعد القمة:

مرض فيروسي ينتقل عن طريق نطاطات الأوراق. تتمثل أهم أعراض المرض بتقزم شديد للأوراق مع تجعدها والتفاف حوافها نحو الأعلى والداخل، وتخشن وتثأل العروق على السطح السفلي، يترافق ذلك مع تقزم الجذور وتشوهها والتفافها. يكافح المرض بإجراءات متكاملة أهمها انتقاء أصناف مقاومة ومكافحة الناقل الحشري وإزالة مصادر العدوى (النباتات المصابة).

5. الريزومانيا: فيروس تنكرز واصفرار عروق الشوندر السكري

يتسبب المرض عن الفيروس BNYVV (فيروس نكرزة واصفرار عروق الشوندر) المنقول بواسطة الفطر Polymyxa Betae. يهاجم الفطر الناقل للمرض جذور الشوندر السكري عندما تكون درجات الحرارة مابين 20–30م°

ورطوبة التربة كافية لسباحة الأبواغ الهدبية التي تصيب الشعيرات الجذرية وتنقل العدوى بالفيروس المسبب للمرض إلى النبات. يسبب مرض الريزومانيا انخفاضاً ملحوظاً في درجة حلاوة الشوندر السكري وإنتاجيته في وحدة المساحة تختلف شدته باختلاف نسبة الإصابة وشدتها، والظروف البيئية السائدة خلال موسم النمو، وبالتالي يعد هذا المرض أحد الأسباب الرئيسية المسببة لتدني نسبة الحلاوة والإنتاجية في الشوندر السكري. تظهر الأعراض حقلياً على شكل بقع شاحبة اللون صفراء قد تشمل الحقل بكامله مع ذبول عام للنباتات وخاصة عند الظهيرة، أما الجذور المصابة فتظهر عليها الجذور الشعرية بشكلٍ كثيف (اللحية) ويصغر حجمها مع تشوه بحيث تصبح قمعية الشكل بالإضافة إلى تلون الأوعية الناقلة باللون البني (الشكل، 32).



الشكل رقم (32): يبين أعراض الإصابة بفيروس الريزومانيا على الشوندر.

ينتقل المرض بشكلٍ أساسي ميكانيكياً عن طريق استخدام أدوات الزراعة الملوثة. وتعد مخلفات الحيوانات المغذاة على المخلفات النباتية الملوثة من الحقول المصابة مصدراً للعدوى، وذلك بسبب عدم تأثر أبواغ الفطر الناقل أثناء مرورها عبر القناة الهضمية للمجترات، وتسهم مياه الري في زيادة المساحة المصابة في الحقل الواحد، ونقل الفطر الناقل من حقل إلى آخر، وتنقل مخلفات

معامل السكر ومياه الغسيل الناتجة عنها العدوى إذا تعاملت مع جذور شوندر مصابة. يتمتع الفطر الناقل Polymyxa Betae بالقدرة على إحداث العدوى لفترة زمنية طويلة في التربة تصل إلى عشرين عاماً، ويمكن تلخيص الخطوات الضرورية للوقاية من المرض والحد من أضراره بالآتي:

1. زراعة أصناف متحملة، وعدم زراعة الأصناف العادية متعددة الأجنة في المناطق التي ظهرت فيها أعراض الإصابة.
2. الالتزام بتطبيق دورة زراعية رباعية أو خماسية للمحافظة على خصوبة التربة وتخفيف كثافة العدوى فيها.
3. الحرص على عدم استخدام الآلات الزراعية المستخدمة في الحقول المصابة في الأراضي السليمة.
4. عدم استخدام مياه الصرف الزراعي أو المياه التي مصدرها الحقول الموبوءة في الري.
5. إن استخدام طريقة الري بالرذاذ تحد من انتشار الإصابة وتأثيرها في المحصول

الأعشاب الضارة في حقول الشوندر السكري:

تعد الأعشاب من المشاكل المهمة التي تعاني منها حقول الشوندر السكري لأنها تنافس المحصول وتسبب خفض الإنتاج بشكل ملحوظ وتحتاج إلى تكاليف كبيرة للتخلص منها، وتدل نتائج الدراسات على أن إهمال الأعشاب في حقول الشوندر السكري يسبب فقداً في الإنتاج بمقدار 30–50%. وتعد الأعشاب عائلاً في كثير من الأحيان للعديد من الآفات الحشرية والمرضية التي تشكل خطراً على محصول الشوندر السكري لذلك أصبحت عملية مكافحة الأعشاب في حقول الشوندر السكري عملية ضرورية لابد منها، وتتم بطريقتين:

الأولى: بالاعتماد على اليد العاملة (التعشيب اليدوي).

الثانية: باستخدام المركبات الكيميائية المتخصصة.

تعد إزالة الأعشاب بوساطة الأيدي العاملة عملية مكلفة، وقد لا تتوافر في الوقت المناسب، لذلك كان لابد من التركيز على استخدام المبيدات الكيميائية المتخصصة وذلك للأسباب الآتية:

1) اتساع المساحات المزروعة بالشوندر.
2) سهولة استعمال المبيدات في الوقت والسرعة المناسبين.
3) الكفاءة العالية للمبيدات في التأثير في الأعشاب.
4) تساهم عملية استخدام مبيدات الأعشاب في زيادة الإنتاجية بدرجة ملحوظة.
5) قلة تكاليف وحدة المساحة مقارنة مع التعشيب اليدوي.

وتختلف الأعشاب التي توجد في حقول الشوندر السكري باختلاف مناطق الزراعة والأنواع العشبية المنتشرة فيها، إلا أنه يمكن ملاحظة الأعشاب التالية: النجيل ، الرزين ، اللزيق، الشوفان، السعد، عصا الراعي، أذن الجدي، المدادة الفجيلة، الخردل البري، عرف الديك، البقلة، والحامول. وعند استخدام المبيدات الكيميائية والتعامل معها يجب اتخاذ الاحتياطات التالية تلافياً للحوادث والأضرار على الإنسان والحيوان والبيئة:

1) قراءة التعليمات الخاصة باستعمال المبيد وفهمها والالتزام بها بشكل كامل.
2) مراعاة تجنب ملامسة المبيدات للجسم.
3) ارتداء الملابس الواقية مثل القفازات والأقنعة.
4) تجنب الرش في فترات ارتفاع درجات الحرارة وأثناء هبوب الرياح.
5) أن يكون الرش عكس اتجاه الريح إذا كانت خفيفة لتقليل تعريض الجسم لرذاذ المبيد.

6) تجنب الأكل والشرب والتدخين أثناء القيام بعمليات الرش.
7) إتلاف عبوات المبيدات ودفنها أو رميها في أماكن بعيدة.
8) عدم غسل أدوات الرش وخزاناته في مجاري المياه والسواقي.
9) غسل الأيدي والوجه بالماء والصابون لمرات عديدة بعد الانتهاء من عملية الرش.
10) مراعاة فترة الأمان الضرورية للمبيد عند استخدام النباتات المرشوشة أو أجزاء منها في التغذية كعلف للحيوانات.

بعد استعراض المتطلبات البيئية، والمتطلبات الزراعية، والإجهادات البيئية والإحيائية التي يتعرض لها الشوندر السكري نلخص فيما يلي أهم **العوامل المؤثرة في درجة حلاوة الشوندر السكري:**

1. طراز الصنف E, N, Z وتفرعاتها:
   - الصنف Z يعني درجة حلاوة > 16% وإنتاج جذري قليل.
   - الصنفN يعني درجة حلاوة = 16% وإنتاج جذري مقبول.
   - الصنفE يعني درجة حلاوة< 165 وإنتاج جذري عالٍ.

عموماً، يتم اختيار الصنف على أساس الإنتاج الجذري في وحدة المساحة ودرجة حلاوته ونقاوة العصير.

2. التسميد الأزوتي: تؤدي زيادة كمية الأزوت المضافة إلى زيادة الانتاج الجذري، لكن لها تأثير سلبي في درجة الحلاوة فقد وجد أن زيادة كمية الأزوت بمعدل 10 كغ/هكتار على الكمية المقررة يؤدي لخفض درجة الحلاوة بمقدار 0.075%.
3. فترة بقاء المحصول في الأرض: تحتاج الأصناف من النموذج E التي تتميز بالجذور الكبيرة الحجم، ودرجة الحلاوة المنخفضة إلى فترة طويلة كي تصل

إلى مرحلة النضج، مقارنة مع النموذج Z ذي الجذور صغيرة الحجم والحلاوة المرتفعة، وهذا أمر مهم جداً بالنسبة إلى نظام الدورات الزراعية المتبعة في كل منطقة.

4. الكثافة النباتية: تؤدي الكثافة العالية إلى الحصول على جذور أصغر حجماً، وبالتالي درجة حلاوة أعلى بالمقارنة مع الكثافة النباتية المنخفضة، والمهم هنا مردود وحدة المساحة من السكر.
5. العوامل البيئية: يؤدي ارتفاع درجة الحرارة في مرحلة تخزين السكر من الجذور إلى ما فوق 35° م لوقف تخزين السكر، وبدء استهلاك المخزون منه في الجذور، ولاسيما عند تفاوت حرارة الليل والنهار.
6. التربة: تعطي الأراضي جيدة الصرف الغنية بالمواد العضوية وذات التركيب الجيد درجة حلاوة أعلى من الترب الأخرى.
7. الإصابات المرضية والحشرية وبخاصة الاصفرار والسيركوسبورا والمن التي تخفض درجة الحلاوة بنسبة 1-2%.
8. الممارسات التي يقوم بها مزارعو الشوندر السكري والتي تعد مشاكل فنية يعاني منها المحصول، تؤثر في الإنتاج ونسبة السكر نذكر منها:

- عدم التقيد بالمتطلبات الزراعية الأساسية للمحصول (موعد الزراعة، معدل البذار، الدورة الزراعية، إضافة الأسمدة العضوية، المسافة بين الخطوط وبين النباتات، مكافحة الأمراض، مواعيد وطريقة الري...).
- زراعة البذار متعدد الأجنة.
- قطع أوراق الشوندر قبل تمام النضج وتقديمها للحيوانات.
- التصريم الخاطئ، والتأخر في توريد المحصول من الجذور إلى معامل السكر.

وبينت التجارب توزع العوامل المؤثرة في المواصفات التكنولوجية للشوندر السكري (حلاوة، نقاوة عصير) على النحو الآتي: 37% منها العوامل البيئة (تربة – ظروف مناخية)، 11% لتقلبات الطقس (حرارة عالية، رياح جافة، برد مفاجئ)، 20% لعامل التسميد وبخاصة السماد الأزوتي والبوتاسي، 16% للكثافة النباتية في وحدة المساحة، 16% لصنف البذار المستخدم.

البرنامج الزمني للعمليات الزراعية الواجب تنفيذها لمحصول الشوندر السكري

نبين فيما يلي العمليات الزراعية الواجب اتباعها حسب البرنامج الزمني المناسب لكل عملية، ولابد من مراعاة الظروف الخاصة بكل موقع.

شهر كانون الثاني:

أ- عروة خريفية : الري حسب الحاجة وموسم الأمطار، و إضافة الدفعة الثانية من السماد الآزوتي بعد عملية التفريد الأولى.

ب- عروة شتوية :

- تحضير الأرض ونثر نصف كمية الأسمدة الآزوتية والأسمدة البورانية حسب نتائج التحليل.
- تخطيط الأرض للزراعة.
- البدء بعملية الزراعة اعتباراً من 15 كانون الثاني إما تقبيعاً أو بالبذارة. المسافة بين الخط والآخر 45-50 سم وبين النبات الآخر 15-20 سم.

ج- عروة صيفية:

- بدء القلع للحقول الناضجة، وذلك حسب مواعيد الزراعة.

شهر شباط:

أ- عروة خريفية:

- نقوم بعملية التفريد النهائي والتعشيب والري عند الضرورة.
- الرش بسماد البورون في حال عدم إضافته قبل الزراعة وحب متطلبات التحليل.
- فلاحة عزيق وتحضين.
- مكافحة الآفات في حينه.

ب- عروة شتوية:

- استمرار الزراعة حتى 15 شباط.
- ترقيع الجور الغائبة.

ج- عروة صيفية:

- استمرار القلع ومتابعة عمليات التصريم والتسويق.

شهر آذار:

أ- عروة خريفية:

- متابعة عملية الري وذلك حسب الأمطار بهدف تأمين الرطوبة الكافية للنبات في التربة.
- متابعة التعشيب ومراقبة الآفات والأمراض وخاصةً حشرة الخنفساء البرغوثية ومكافحتها.
- فلاحة عزيق وتحضين.

ب- عروة شتوية:

- التفريد والتعشيب للحقول مبكرة الزراعة، وإعطاء دفعة السماد الآزوتي الثانية مع رية حسب متطلبات الظروف الجوية، وحسب رطوبة التربة.

- رش السماد البوراني للحقول في حال عدم إضافته قبل الزراعة حسب مؤشرات نتائج التحليل.
- الترقيع للحقول غير متكاملة الإنبات.
- فلاحة عزيق وتحضين.

شهر نيسان:

أ- عروة خريفية:

- متابعة الري بمعدل 3 ريات أو حسب كمية الأمطار.
- متابعة التعشيب.
- متابعة مراقبة الآفات والحشرات.

ب- عروة شتوية:

- تعشيب مرة ثانية والري من /2-3/ ريات أو حسب الحاجة.
- فلاحة عزيق وتحضين

شهر أيار:

أ- عروة خريفية:

- متابعة الري بمعدل 2 رية للحقول المبكرة الزراعة، وثلاثة ريات للحقول متأخرة الزراعة.
- أخذ عينات من الحقول المزروعة بشكل مبكر وتحليلها لمعرفة تطور نسبة السكر في الجذور، وتحديد موعد نضج المحصول، وبالتالي تاريخ تشغيل المعامل.
- بدء الفطام في أواخر أيار للحقول مبكرة الزراعة والناضجة.
- رش وقائي ضد البياض الدقيقي، وذلك باستخدام الكبريت القابل للبلل بواقع 1-1.5 كغ . دونم$^{-1}$.

ب- عروة شتوية:

- استمرارية الري /3/ ريات أو حسب الحاجة.
- مراقبة الآفات والأمراض.

شهر حزيران:

أ- عروة خريفية:

- استمرار السقاية للحقول متأخرة الزراعة.
- إيقاف عملية الري للحقول الناضجة تمهيداً للقلع.
- بدء القلع للحقول الناضجة، وذلك حسب مواعيد الزراعة.
- القيام بعملية التصريم بقطع أجزاء مستوية عند آخر منبت للأوراق من ناحية العنق مع التأكيد على أن خط القطع يجب أن يكون مستوياً وعمودياً على الجذر، والقطع المحدب غير مقبول ويسيء إلى المواصفات الفنية ويزيد نسبة الأجرام للمزارع.
- تحميل الشوندر بعد تصريمه وإزالة الأتربة العالقة وتغطية الجذور المنقولة بأوراق شوندر سليمة لتقليل الخسارة التي تلحق بالوزن والمواصفات نتيجة الجفاف.

ب- عروة شتوية:

استمرار الري /3/ ريات أو حسب الحاجة ومتابعة الحقول ومكافحة الآفات عند الضرورة.

شهر تموز:

أ- عروة خريفية:

استمرار القلع ومتابعة عمليات التصريم والتسويق

ب- عروة شتوية:

- استمرار الري للحقول متأخرة الزراعة، ومكافحة الآفات إن وجدت.
- فطام الحقول مبكرة الزراعة.

ج- عروة صيفية:

- تحضير الأرض، ونثر نصف كمية الأسمدة الآزوتية والأسمدة البورانية حسب نتائج التحليل.
- تخطيط الأرض للزراعة.

شهر آب:

أ- عروة خريفية: لايوجد.

ب- عروة شتوية:

- قلع الشوندر للحقول مبكرة الزراعة والناضجة حسب تاريخ الزراعة.
- القيام بعملية التصريم بقطع أجزاء مستوية عند آخر منبت للأوراق من ناحية العنق، مع التأكيد على أن خط القطع يجب أن يكون مستوياً وعمودياً على الجذر، والقطع المحدب غير مقبول، ويسيء إلى المواصفات الفنية، ويزيد نسبة الأجرام للمزارع.
- تحميل الشوندر بعد تصريمه وإزالة الأتربة العالقة وتغطى الجذور المنقول بأوراق شوندر سليمة لتقليل الخسارة التي تلحق بالوزن والمواصفات نتيجة الجفاف.

ج- عروة صيفية:

- البدء بعملية الزراعة اعتباراً من 1 آب إما تقبيعاً أو بالبذارة المسافة بين الخط والآخر 45-50 سم وبين النبات الآخر 15-20 سم.

شهر أيلول:

أ- عروة خريفية:

- تجهيز الأرض للزراعة: يتم تربيص الأرض، وتترك فترة حتى تنبيت الأعشاب، ثم تفلح فلاحة عميقة بوساطة الديسك أو السكة على عمق 30 سم.
- تروى الأرض ليتم تفكيك التربة، وتترك حتى موعد الزراعة.

ب- عروة شتوية: لايوجد.

ج- عروة صيفية: ترقيع الجور الغائبة وتحضين النباتات.

شهر تشرين الأول:

أ- عروة خريفية:

- نثر الأسمدة البوتاسية والفوسفورية، ونصف كمية الأسمدة الآزوتية قبل الزراعة، وتفلح على عمق 15-20 سم بالكالتيفاتور ليتم طمر السماد. وإذا توافر السماد العضوي تنثر في التربة بمعدل 3 م^3 . دونم$^{-1}$.
- يضاف السماد البوروني حسب نتائج التحليل قبل الزراعة أو يرش على المجموع الخضري عند بلوغ النبات مرحلة 6 أوراق حقيقية.
- تخطط الأرض للزراعة على بعد 45-50 سم وبين النبات الآخر 15-20 سم أو 8-10 نبات بالمتر المربع.
- تبدأ الزراعة اعتباراً من 10/15 أما تقبيعاً أو بالبذارة.
- تروى الأرض بعد الزراعة رية إنبات ويعدَ تاريخ الزراعة الفعلي هو تاريخ رية النبات.

ب- عروة شتوية: لايوجد.

ج- عروة صيفية: التفريد والتعشيب، وإضافة الدفعة الثانية من السماد الآزوتي وإعطاء رية.

شهر تشرين الثاني:

أ- عروة خريفية:

- استمرار الزراعة حتى 15 تشرين الثاني.
- الري حسب موسم الأمطار وحاجة التربة.
- تبدأ عملية التفريد في أواخر تشرين الثاني للحقول مبكرة الزراعة مع التعشيب عند بلوغ النبات ثلاث أوراق حقيقية.

ب- عروة شتوية : لايوجد.

ج- عروة صيفية:

- متابعة الري والتعشيب حسب الحاجة.

شهر كانون الأول:

أ- عروة خريفية:

- استمرار التفريد والتعشيب للحقول متأخرة الزراعة.
- الري حسب الحاجة وموسم الأمطار.

ب- عروة شتوية: لا يوجد.

ج- عروة صيفية: فطام المحصول.

نبين فيما يلي بعض الملاحظات المتعلقة في زراعة وخدمة الشوندر السكري

- زراعة العروة بالبذار المخصص لها، وعدم شراء البذار إلا من فروع المصرف الزراعي التعاوني في المنطقة، لأن البذار الملائم لبعض المناطق لايلائم المناطق الأخرى، حيث يوزع البذار بما يتلاءم مع ظروف المنطقة.

- إن زراعة بذار وحيد الجنين في العروة الشتوية يضمن الحصول على إنتاج جيد وبمواصفات فنية أفضل.
- العمل على زراعة بذار وحيد الجنين في المناطق الموبوءة بمرض الريزومانيا نظراً إلى وجود أصناف مقاومة ومتحملة من هذا النوع.
- عدم التأخر بالعمليات الزراعية، وخاصةً الترقيع والتفريد عند وصول النبات إلى مرحلة 3 ورقات.
- إضافة كمية السماد اللازمة حسب نتائج التحليل.
- عدم التأخر بإضافة السماد الآزوتي اللازم، وعدم زيادة كميات الآزوت المضافة عن الكمية الموصى بها لأنّ ذلك يساهم في خفض درجة الحلاوة وتدني المواصفات الفنية.

الصفات المهمة في التربية

1) رفع الإنتاج من الجذور.
2) تحسين شكل الجذور لتلائم الحصاد الآلي.
3) رفع نسبة السكر في الجذور
4) إنتاج أصناف وهجن وحيدة االجنين.
5) مقاومة الإزهار في السنة الأولى (ظاهرة الشمرخة).
6) خفض نسبة الألياف في الجذور.
7) رفع نسبة إنبات البذور.
8) مقاومة الآفات المرضية والحشرية ولاسيما السيركوسبورا.
9) حالة العقم الذكري السينوبلاسمي (GMS).
10) حجم الساق القرصي.

الفصل الثاني

قصب السكر

الاسم الانكليزي Sugar Cane

الاسم اللاتيني Saccharum Officinarum

الأهمية الاقتصادية Economic Importance:

قصب السكر من نباتات المناطق الحارة، وهو المصدر الأساسي لاستخراج السكر، أما المصدر الآخر فهو الشوندر السكري. ويعد قصب السكر الأول والأقدم عالمياً للحصول على مادة السكر الأبيض مقارنة مع الشوندر السكري، حيث يستخلص السكر من الساق الحاوية على نسبة من 12 إلى 18% من السكر. شكل سكر القصب نحو 55–60% من الإنتاج العالمي من السكر خلال العقود الأخيرة من القرن الماضي، وحالياً تشير الإحصاءات للأعوام 2006–2007 إلى إسهام قصب السكر بحوالي 87% من الإنتاج العالمي للسكر. بالإضافة للسكر بإعتباره منتجاً رئيساً لهذا المحصول توجد العديد من المنتجات الأخرى المهمة، فيمكن الاستفادة من التفل المتبقي بعد الحصول على السكر في صناعة الخميرة والكحول، أو استخدامه علفاً للحيوانات، أو في تسميد الأراضي. وتستخدم الساق النباتية في صنع الأدوات الموسيقية وفي مواد البناء. ولابد من الإشارة إلى استخدام عصير قصب السكر الطازج مشروباً مرطباً في بلدان المناطق الحارة، أو أن يستخدم هذا العصير في الحصول على سكر خام بلون بني يتميز بقيمته الغذائية العالية إلا أنه لا يمكن حفظه لفترة زمنية طويلة.

ومن العادات الشعبية في بعض البلدان التي تزرع قصب السكر مثل المغرب ومصر عادة مص قصب السكر الذي له فوائد غذائية وصحية. ولا تقتصر الأهمية الاقتصادية لقصب السكر في إنتاج السكر أو شرب العصير، بل إن

هناك عدداً من الصناعات الثانوية التي يمكن أن تقوم على المنتجات الثانوية لقصب السكر، حيث يمكن تصنيع الخل والكحول من المولاس (العسل الأسود) كما تستخدم بقايا السوق في صناعة الورق والخشب وفي صناعة الحرير الصناعي (الرايون)، كذلك يمكن استخراج الشمع من الطبقة الخارجية لسيقان النباتات والاستفادة منه اقتصادياً.

تبلغ المساحة المزروعة بقصب السكر في العالم وحسب إحصاءات منظمة الأغذية والزراعةFAO لعام 2006م نحو 20 مليوناً و399 ألف هكتار أنتجت قرابة ملياراً و292 مليون طن من قصب السكر، وتشير معطيات الفاو لعام 1997 إلى أن المساحة المزروعة بقصب السكر ازدادت خلال الفترة بين عامي 1985 (15.7 مليون هكتاراً) و 1997 (19.6 مليون هكتاراً) لتصبح عام 2006(20.4 مليون هكتاراً) بمعدل 3.9 ثم 4.7 مليون هكتاراً خلال الفترات المذكورة، وتطور المردود العالمي ليصبح 68257.45 كغ . هكتار$^{-1}$ عام 2006. وتشير إحصاءات منظمة الأغذية والزراعة FAO لعام 2006 إلى أن البرازيل أكبر دول العالم مساحة بقصب السكر، تليها الهند والصين وتايلاند والباكستان والمكسيك وكولومبيا وجنوب إفريقيا. واحتفظت الدول الأربع الأولى من حيث المساحة بمركزها وتميزت بالإنتاج الأعلى، وكان لدولة مصر العربية مركز الصدارة بين جميع الدول الزارعة لقصب السكر من حيث المردود (120887 كغ . هكتار$^{-1}$) تلتها غواتيمالا واستراليا والصين (جدول، 19). وبالنسبة إلى الدول العربية يزرع محصول قصب السكر في عدد قليل منها، كما هو مبين في الجدول (20). وتعد مصر من أكثر الدول العربية مساحة وإنتاجا ومردوداً لقصب السكر تليها السودان، في حين يزرع في مساحات أقل في كل من المغرب وعمان و العراق ولبنان.

تتركز المساحة المزروعة بقصب السكر بين خطي عرض 30ْ شمال خط الاستواء وجنوبه (الشكل، 33)، وتزداد المساحة المزروعة به عاماً بعد عام مما يعني زيادة الإنتاجية من الساق التكنولوجية وبالتالي من السكر.

جدول (19): مساحة قصب السكر وإنتاجه ومردوده في بعض دول العالم لعام 2006.

الدولة	المساحة/هكتار	الإنتاج/طن	الإنتاجية(كغ/هكتار)
البرازيل	6152929	455291462	73996
الهند	4200000	281170000	66945
الصين	1220000	100684000	82528
تايلاند	936227	47658097	50904
باكستان	907300	44665500	49229
المكسيك	668293	50596694	75710
كولومبيا	425734	39849240	93601
جنوب أفريقيا	420000	20275430	48275
استراليا	415000	38169000	91973
كوبا	397100	11060000	27852
الفلبين	392280	24345106	62061
إندونيسيا	370000	30150000	81486
الولايات المتحدة الأمريكية	363450	26834520	73833
فيتنام	285100	15678600	54993

الدولة	المساحة/هكتار	الإنتاج/طن	الإنتاجية(كغ/هكتار)
الأرجنتين	284639	18799056	66045
غواتيمالا	190000	18721415	98534
موزامبيق	185000	2650000	14324
بنغلاديش	157200	6423440	40862
الكاميرون	145000	1450000	10000
ميانمار	140000	7300000	52143
مصر	134980	16317320	120887
فنزويلا	114782	8894774	77493
بوليفيا	110000	5100000	46364
الجمهورية الدومينيكية	100000	5160000	51600
إكوادور	93930	6834076	72757
باراغواي	75000	3200000	42667
مدغشقر	75000	2690885	35878
هندوراس	72000	5000000	69444

جدول (20): مساحة قصب السكر وإنتاجه ومردوده في بعض دول العربية لعام 2006.

الدولة	المساحة (هكتار)	الإنتاج (طن)	الإنتاجية (كغ/هكتار)
مصر	134980	16317320	120887
السودان	69747	7186000	103030
المغرب	14340	997000	69526
عمان	23.9	519	21715



الشكل (33): يبين مناطق زراعة قصب السكر في العالم.

تُعد عملية إنتاج السكر من هذا المحصول أكثر اقتصادية بالمقارنة مع الشوندر السكري، حيث يمكن أن تصل الغلة من السكر من مزارع القصب في حال اتباع مفهوم تكنولوجيا التكثيف الزراعي إلى 20 طن . هكتار$^{-1}$ وفي حال الشوندر السكري فقط 5 أطنان . هكتار$^{-1}$ خصوصاً وأن المردود من ساق القصب يزيد عن 110 أطنان في العديد من الدول. ويزرع قصب السكر في سورية بمساحات محدودة جداً في المناطق الساحلية للاستهلاك الطازج.

الموطن الأصلي Center of origin

تُعد المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية بالشرق الأقصى وخصوصاً الهند والصين وجزر الهند الشرقية الموطن الأصلي لمعظم أنواع قصب السكر في العالم، حيث كان يزرع هناك منذ أكثر من 4000 عام. وقد انتقلت زراعة قصب السكر من آسيا إلى إفريقيا ومنها نقله العرب إلى جنوب أوروبا وخصوصاً أسبانيا في أثناء الفتوحات الإسلامية، ثم نقله الأسبان إلى أمريكا. وتعد إيران أول دولة في العالم أنتجت السكر المكرر من قصب السكر وذلك عام 600 ميلادي، بينما بدأ إنتاج السكر النقي الأبيض في مصر في القرن التاسع، ثم انتقلت صناعته من مصر إلى فرنسا في القرن الحادي عشر ومنها انتقلت إلى باقي دول أوروبا.

التصنيف النباتي:

قصب السكر نبات نجيلي معمر (الشكل، 34) يتبع الفصيلة النجيلية Gramineae، والجنس Saccharum الذي يضم أنواع عديدة منها

1. *Saccharum Officinarum* L. 2n = 80.
2. *Saccharum Spontaneum* . 2n = 48 ; 56.
3. *Saccharum Sinese Roxb*. 2n = 60 ; 80.
4. *Saccharum Barberi Jesw*. 2n =82 ;90 ; 92.
5. *Saccharum Robustum Gorssi*. 2n = 60; 80.



الشكل (34): يبين نبات قصب السكر.

يتميز قصب السكر البري *S. Spontaneum* بتحمله العالي للصقيع (حتى −30°م) لذا يمكن أن تنجح زراعته في المناطق الجبلية (حتى ارتفاع 1800 عن سطح البحر) ويتصف بمقاومته العالية للأمراض المختلفة وبخاصة فيروس الموزاييك، لذلك يستخدم على نطاق واسع في عمليات التربية والتهجين مع النوع *S. Officinarum* L. بهدف نقل صفات المقاومة إلى النوع المزروع، علماً أنه ذو محتوى منخفض من السكر (8−9%) وإنتاجيته من المادة الخضراء 70 طن . هكتار$^{-1}$ أو أكثر.

يتميز قصب السكر الصيني *S. Sinese* Roxb بتحمله القوي لظروف الجفاف، وانخفاض درجات الحرارة والأمراض التي تصيب الجذور وفيروس الموزاييك، وبمحتواه العالي من السكر، وهو نوع بري، وقد يصادف مزروعاً حيث يستخدم للحصول على السكر أو علفاً للحيوانات (العجول). يزرع في الأجزاء الغربية من الصين وفي الهند على ارتفاع 1800−2000م عن سطح

البحر. يضم قصب السكر *S. Barberi* Jesw أشكالاً برية وأخرى مزروعة. يعتقد أنه انحدر من النوع البري، متحمل للبرودة، وينمو بصورة جيدة في المناطق الجبلية الباردة في الهند وغيرها من بلاد العالم. تتحمل الأصناف الناتجة عن تهجين هذا النوع مع *S. Officinarum* الصقيع وقد لاقت انتشاراً واسعاً في المناطق شبه الاستوائية (الأرجنتين، الولايات المتحدة، إسبانيا) وتمتاز بمقاومتها الجيدة لفيروس الموزاييك، وارتفاع محتواها من السكر في الساق (16–18%) وتستخدم لإنتاج السكر، وبعض أنواع المشروبات، وعلف للحيوانات، إلا من عيوب هذا النوع الإنتاجية القليلة من السوق مما يحد من استخدامه في الزراعة. ويعتقد أن قصب السكر *S. Robustum* Gorssi هو سلف للنوع *S Officinarum*.ويوجد بحالة برية في غينيا، ويستخدم في عمليات التربية للحصول على الأصناف عالية الإنتاجية وذات نسبة السكر العالية والمقاومة لمختلف الأمراض.

أصناف قصب السكر:

تتم حالياً عمليات تربية وانتخاب أصناف قصب السكر في محطات الأبحاث العلمية ومحطات التربية في دول القارتين الأسيوية والأمريكية، ويجب على هذه الأصناف أن تحقق الأهداف التالية:

1) الحصول على مردود عالٍ من السكر من وحدة المساحة.
2) التلائم والتقانات المحدودة المستخدمة في زراعة قصب السكر وتصنيعه.

يتوقف حجم الإنتاج من السوق التكنولوجية على عوامل عديدة منها: طول أو ارتفاع النبات، ثخانة الساق، طول السلاميات، طاقة أو درجة الإشطاء ووفق هذه النقاط يتم تصنيف أصناف قصب السكر.

1) حسب درجة ثخانة الساق يتم التمييز بين:

1. أصناف رفيعة: الساق بقطر 1.75–2.5 سم.
2. أصناف متوسطة: بقطر 2.5–3.5 سم.
3. أصناف ثخينة : بقطر 3.5–5 سم.

2) حسب طول السلاميات يتم التمييز بين:
1. أصناف ذات سلاميات قصيرة : 8–10 سم.
2. أصناف ذات سلاميات متوسطة :10–13 سم.
3. أصناف ذات سلاميات طويلة : 13–19 سم.
4. أصناف ذات سلاميات طويلة جداً :19–25 سم.

3) حسب درجة الإشطاء يتم التمييز بين::
1. أصناف ذات قدرة إشطائية ضعيفة: 10–15 إشطاء/ نبات.
2. أصناف ذات قدرة إشطائية متوسطة: 15–20 إشطاء/ نبات.
3. أصناف ذات قدرة إشطائية عالية: 20–40 إشطاء/ نبات.

4) ومن حيث الإنتاجية من السوق يتم التمييز بين:
1. أصناف عالية الإنتاجية : أكثر من 100 طن/ هكتار.
2. أصناف ضعيفة الإنتاجية : من 50–100 طن/ هكتار.

5) حسب طول فترة النمو: يتم التمييز بين:

1. مبكرة النضج: مخصصة للحصاد والتصنيع في النصف الأول من موسم السكر.
2. متأخرة النضج: مخصصة للحصاد والتصنيع في النصف الثاني من موسم السكر.

وتتوقف صلاحية الصنف للزراعة الآلية بشكل عام وللحصاد الآلي بشكلٍ خاص على الأمور الآتية:

1. أن تكون الساق القائمة.
2. تجانس النباتات في الطول.
3. عدم تعرض نباتات الصنف لظاهرة الرقاد.
4. التوضع المتراص للإشطاءات على النبات.
5. سهولة فصل الأوراق عن الجزء الاقتصادي من الساق (الساق التكنولوجية).
6. وبالنسبة إلى الحصاد اليدوي فإن الأمر يتوقف فقط على سهولة فصل الأوراق عن الجزء الاقتصادي من الساق (الساق التكنولوجية).

وبهدف تقييم الصنف فيما يتعلق بمقدرته على المحافظة على نسبة السكر، وعدم تبدلها فيتم الأخذ بعين الاعتبار طول الفترة المحافظة على أعلى نسبة من السكر بعد حلول فترة النضج التكنولوجي، ويتم تحديد صلاحية الأصناف للتصنيع بالاعتماد على محتوى عصيرها من المواد التي تعيق عملية استخلاص السكر، وبكمية النسيج الميكانيكي الحر التي يجب ألا تزيد نسبتها عن الحدود المسموح بها لعمل آلات قصب السكر وهي (13%).

العوامل الواجب مراعاتها عند اختيار أصناف قصب السكر للزراعة:

يتوقف نجاح زراعة قصب السكر في حالات كثيرة على الاختيار الصحيح للصنف حيث يجب مراعاة الأمور الآتية:

1) قدرة الصنف على إعطاء غلة عالية من الساق التكنولوجية ذات نسبة مرتفعة من السكر.
2) مقاومة الأمراض وخصوصاً الفيروسية ويتم التمييز هنا بين:
   1. أصناف مقاومة.

2. أصناف متحملة: حيث تكون إصابة النباتات هنا بسيطة ولا تؤدي إلى انخفاض الغلة.
3. أصناف غير متحملة: حيث تكون إصابة النباتات قوية وتؤدي إلى انخفاض شديد في الغلة.

3) فترة النمو المثالية بالنسبة إلى كل منطقة من مناطق زراعة قصب السكر.

4) المرونة العالية للصنف من حيث تأقلمه مع الظروف البيئية المختلفة من حيث تحمل الصنف للجفاف، للبرودة، التأقلم مع نوع محدد من الأراضي.

5) زيادة سرعة جفاف الأوراق في فترة النضج وتراص الإشطاءات على النبات الواحد.

6) معامل إشطاء عالٍ كونه أحد المؤشرات المهمة في إنتاجية الصنف.

7) الظهور السريع للنموات، وذلك في اليوم الخامس عشر بعد التشتيل.

8) يعد الإزهار أمراً غير مرغوب به في الأصناف الحديثة.

أهم العوامل التي تؤثر على نسبة السكر الناتجة عن قصب السكر:

نسبة السكر من الصفات التكنولوجية المرتبطة بالتركيب الوراثي للأصناف إلا أن هناك بعض العوامل التي تؤثر على استخلاص السكر من أهمها:

1) توريد قصب سكر غير ناضج حيث ترتفع نسبة الغلوكوز وهذه تؤثر في بلورة جزيئات السكروز وبالتالي ناتج السكر.

2) توريد قصب محروق ومتروك في الأرض أكثر من 48 ساعة، حيث يبدأ أنزيم الأنفرتيز في تحويل السكروز إلى غلوكوز، مما يعيق عملية تبلور السكر.

3) نقص كفاءة الاستخلاص.

4) عدم نظافة القصب نظافة تامة قبل التوريد.

5) تأخير تصنيع القصب المورد نتيجة لتعطل وسائل النقل أو تعطل خطوط الإنتاج.

مراحل نمو نبات قصب السكر Phonological stages:

قبل استعراض مراحل نمو قصب السكر لابد من التطرق لوصف مبسط للأجزاء النباتية لهذا المحصول، ونظراً إلى قلة أهمية هذا المحصول في سورية فإن دراستنا للوصف النباتي ستقتصر على النوع *S. Officinarum*.

المجموع الجذري Root system:

قصب السكر من المحاصيل النجيلية التي تتميز بانتشار معظم مجموعها الجذري في الطبقة السطحية من التربة، وجذور قصب السكر ليفية، يتوضع القسم الأساسي منها في طبقة التربة 0–70 سم ويتغلغل قسم بسيط منها لعمق 1.5 متر، وتنتشر الجذور أفقياً لمسافة 0.5–1.5 م. يتألف المجموع الجذري من نوعين من الجذور أولية، وثانوية. ونظراً إلى أهمية انتشار وتوزيع المجموع الجذري سوف نستعرض بشكلٍ مفصل المجموع الجذري للقصب. يتكون المجموع الجذري لقصب السكر من:

1) **الجذور الأولية:** تبدأ بالنمو مع بداية نمو البراعم الساقية، وهي تنمو من البراعم المتوضعة في صفين على العقد الساقية في منطقة الجذور الأولية. يصل عددها إلى 50 على الحلقة الجذرية الواحدة. والجذور الأولية رفيعة، متفرعة تتعمق في التربة لمسافة 60 سم وتؤمن حاجة النبات من الماء والعناصر الغذائية في مراحل نموه الأولى.

2) **الجذور الحقيقية:** يبدأ نمو هذه الجذور في فترة متأخرة مع دخول النبات في مرحلة الإشطاء، وتملك كل ساق جديدة (الإشطاء) المجموع الجذري الخاص

بها. والجذور الحقيقية ضخمة، دائرية، بيضاء اللون. يخرج عادة من الساق الرئيس حوالي 50–60 جذراً حقيقياً، و ينخفض عددها على الإشطاءات الجانبية حسب زمن تشكلها ليصل العدد إلى 4–6 جذرا على الأفرع الحديثة جداً. يصل عدد الجذور الكلي على النبات الواحد إلى 400–500 جذراً، وعلى كل واحد منها يتكون عدد كبير من الشعيرات الماصة التي تموت مع تقدمها بالعمر ومع تكون شعيرات جديدة بشكل مستمر وهذا يسمح بالمحافظة على القدرة الامتصاصية للجذور وعلى مستوى عال حتى نهاية دورة حياة النبات. ويبقى المجموع الجذري في حالة نشطة لفترة طويلة بعد قطع الساق ولا يموت إلاّ عند تشكل مجموع جذري خاص بالأفرع الحديثة التكوين.

الساق Stem:

ساق القصب اسطوانية الشكل تتكون من مجموعه من العقل المتماثلة (الشكل، 35) حيث يمكن لكل عقله أن تنتج نباتا كاملاً مشابه للنبات الأصلي المأخوذة منه بكل ما يحمل من صفات وربما يكون هذا أحد الأسباب التي تدعو المهتمين بزراعة القصب إلى المحافظة على السلالات أو الأصناف من الخلط. ويستخدم لون عقله القصب (يتراوح بين الأخضر والأحمر) وشكلها (برملية أو اسطوانية أو عظميه) في التميز بين الأصناف.



الشكل (35): يبين ساق قصب السكر.

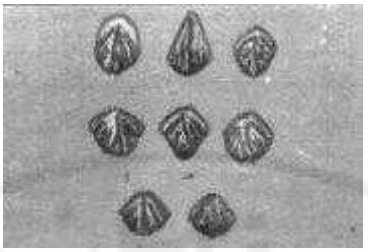
وأكبر العقل تلك التي تكون في الجزء القاعدي من الساق بينما تقع أصغرها في قمة الساق. والطول النهائي لساق القصب عند الحصاد يختلف كثيرا تبعا للأصناف المزروعة أو الظروف المناخية بالإضافة إلى تأثير العمليات الزراعية، عموماً يتراوح من 3–6 وحتى 9 م في بعض الحالات، وبقطر 3–5 سم. وتتكون العقلة الواحدة Internode من الأجزاء الآتية (الشكل، 36):



الشكل (36): يبين عقلة قصب السكر.

البراعم Buds:

البراعم أو العيون (الشكل، 37) تعد من أهم مميزات الأصناف لأنّ صفاتها أقل تأثراً بالتغيرات البيئية. يمثل البرعم النبات الصغير ويتكون منه الجزء الخضري فوق سطح التربة – الساق فيما بعد – حيث ينمو مبدئياً معتمداً على المخزون الغذائي الموجود بعقلة التقاوي، وربما يكون هذا أحد الأسباب التي تدعونا لأن نوصي بالعناية بعقل التقاوي واختيار تقاوي جيده من نباتات قويه غير مصابه. وبنمو البرعم تتكون الساق الأم أو الساق الرئيسية Mother stem التي تنشأ من قاعدتها بعد ذلك الأفرع الثانوية، وتتوقف قدرة النبات على تكوين الأفرع الجانبية على التركيب الوراثي بصفة أساسيه والعوامل الأخرى مثل معدل التقاوي والزراعة على عمق مناسب .



الشكل (37): يبين نماذج لبراعم قصب السكر الشائعة.

الحلقة الجذرية Root band:

تشتمل على بادءات الجذور Root primordial المسؤولة عن تكوين الجذور الأولية. كما يستخدم شكل وتوزيع بادئات الجذور في الحلقة الجذرية في التميز بين صنف وآخر فقد تكون منتظمة في صفين أو ثلاثة صفوف أو مبعثرة.

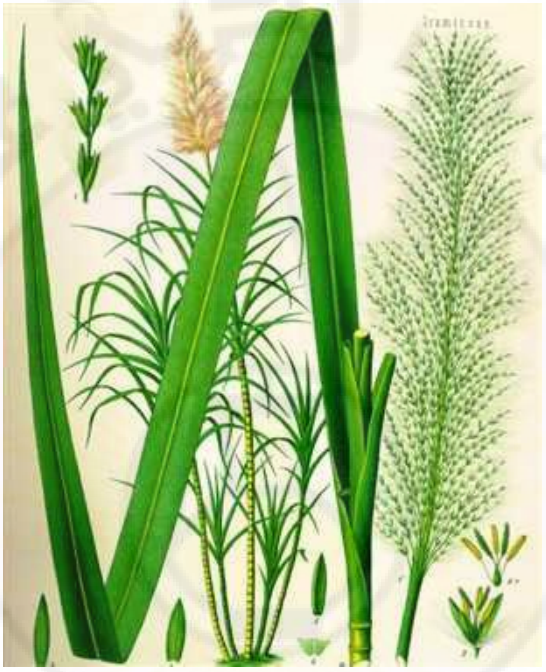
حلقة النمو Growth ring:

وهى تعلو الحلقة الجذرية (الشريط الجذري) وقد تستخدم هذه الحلقة في التمييز بين الأصناف، فقد تكون بارزه قليلاً عن سطح العقلة. وحلقة النمو في كل عقله مسؤولة عن استطالة العقلة ونموها وزيادتها في الطول.

الورقة Leaf:

تعد أوراق القصب من أهم الأجزاء النباتية لنبات القصب إن لم تكن أهمها على الإطلاق حيث تقوم الأوراق بصناعة السكر داخل أنسجتها النباتية، ثم لا يلبث السكر المتكون أن ينتقل من الأوراق إلى مناطق التخزين بالساق، ويزداد تخزين أو تركيز السكر بالاتجاه إلى أسفل الساق، وعلى ذلك فأن عملية إزالة الأوراق التي يقوم بها البعض لتغذية حيواناتهم بسبب نقص محاصيل العلف الأخضر تسبب أضرار جسيمة لمحصول السكر، فقد تبين أن نزع أربع أوراق من نبات القصب تسبب نقص في كفاءة تشغيل مصانع السكر (الأوراق) في النبات إلى 25% من الطاقة المنتجة للسكر وبالتالي ينخفض محصول السكر المخزن

وينخفض أيضاً وزن القصب الذي يتوقف عليه مقدار ما يتحصل عليه المزارع من دخل نتيجة لنقص كل من طول وسمك الساق و بالتالي المحصول. وتترتب أوراق القصب على طول الساق في وضع متبادل على جانبي الساق عند قاعدة السلامية (الشكل، 38)



الشكل (38): يبين أجزاء نبات قصب السكر من النوع Saccharum Officinarum.

وتتركب الورقة من جزئيين أساسيين:

غمد الورقة: يمثل الجزء القاعدي من الورقة وهو اسطواني الشكل يحيط بالعقلة (الشكل، 39)، وقد يكون الغمد كامل الالتفاف أو غير كامل، وتعد صفات الغمد وسيلة للتمييز بين الأصناف، فبينما نجد بعض الأصناف تتميز بوجود أشواك على السطح الخارجي للغمد تختلف كثافتها على حسب الصنف، نجد أن البعض الآخر خالٍ من الأشواك، وقد يغطى الغمد بطبقة من الشمع جزئيا أو كلياً ويتوقف ذلك أيضا على الصنف. ومن الجدير بالذكر أن المربي يواجه مصاعب

كبيرة جداً حينما يتوصل إلى صنف تجارى ممتاز في جميع صفاته المحصولية من حيث المحصول والجودة غير أنه يعاب علية احتواء الغمد على أشواك كثيرة لا تلقى ترحيباً من المزارع، ويقل عادة انتشار مثل هذه الأصناف في حالة الحصاد اليدوي. تبدأ أغماد الأوراق في الجفاف والسقوط مع تقدم النبات في العمر، وهذه من أهم الصفات التي يتميز بها صنف القصب المخصص للحصاد اليدوي. أي أن المربي إلى جانب البحث عن الصفات الكمية والنوعية في الأصناف الحديثة، فهو يسعى لأن يكون الصنف عديم الأشواك و أغماد الأوراق سهلة الفصل عن الساق.

نصل الورقة: يشكل الجزء الشريطي من الورقة ويصل طول الصفيحة الورقية إلى 1.5–2 متراً وعرض 5–7 سم، ويمكن أن نجد بعض الصفائح الورقية بعرض 10–12 سم. حواف الصفيحة الورقية عند أغلب الأصناف منشارية والأسنان إما كبيرة أو صغيرة متجهة نحو قمة الصفيحة الورقية، وسطحها العلوي والسفلي مغطى بشعيرات يتم تشكلها من البشرة علماً أن السطح السفلي ذو تغطية أكبر بهذه الشعيرات. تنتشر في الاتجاه الطولي للورقة العروق على شكل صفوف يكون الوسطي منها عريضاً أبيض اللون، ويحوي الوجه العلوي أخدوداً. يتشكل على كل إشطاء 16–18 ورقة بمعدل ورقة واحدة عند كل عقدة مع 6–7 أوراق قمية، ويحوي النبات الكامل مع إشطاءاته حوالي 300 ورقة حيث يبلغ حجم المسطح الورقي للنبات البالغ حوالي 5 م^2 ، فإذا كانت الكثافة النباتية 15 ألف نبات . هكتار$^{-1}$ فإنّ مساحة المسطح الورقي يمكن أن تصل إلى 15 × 5 = 75 ألف م^2 ،أي 7.5 أضعاف المساحة المزروعة. تجف الأوراق بصورة تدريجية حسب درجة النضج، وتصبح نوعاً ما سهلة الفصل، ويبدأ الجفاف من العقد السفلية.



الشكل (39): يبين أجزاء الورقة في قصب السكر.

الزهرة Flower:

تتوضع الأزهار في نورة زهرية طولها 50–80 سم، فضية اللون (الشكل، 40). يظهر المحور الرئيس للنورة بصورة مرئية من السلامية الأخيرة تقريباً، وبصورة تدريجية يصبح رفيعاً حتى السنيبلة النهائية الجالسة عليه. ويحوي سطحه أخاديد غير مغطاة. تكون الأفرع الجانبية للنورة أرفع نوعاً ما لكنها تكون أكثر ثخانة إذا ما أخذنا بعين الاعتبار وجود الشعيرات القصيرة البيضاء اللون. ويلاحظ توضع السنيبلات في قاعدة النورة على فروع الدرجة الثالثة، أعلى منها على فروع الدرجة الثانية، وأخيراً على فروع الدرجة الأولى.



الشكل(40): يبين النورة الزهرية لنبات قصب السكر.

تتوضع السنيبلات بشكل يكون بعضها جالساً وبعضها الآخر محمولاً على ساق قصيرة (الشكل، 41). العصافات عريضة، طويلة حادة، السفلية منها ذات عصب أو محور مركزي، وتكون ملونة بلون أحمر فاتح على جانبي هذا العصب. تتألف السنيبلة من زهرتين إحداهما عقيمة والأخرى خصبة تحوي مبيضاً وحيد الخلية مع قلمين وميسمين مغطيين بالأوبار. تحوي الزهرة 3 أسدية مؤلفة من مآبر ضخمة ثنائية تعطي عند نضجها خيوطاً مئبرية طويلة (الشكل، 42).



الشكل (41): يبين الفرع الزهري الحامل للسنيبلات.

Damascus University



الشكل(42): يبين سنيبلة قصب السكر.

يبدأ الإزهار من الأعلى نحو داخل النورة ثم ينتشر لكافة الأجزاء. تحتفظ حبوب الطلع بحيويتها لفترة زمنية قصيرة جداً، ونادراً ما يتم الحصول على البذور أو الثمار.

الثمرة Fruit:

وهي حبة صغيرة بطول 1–2 مم، ووزن 0.1–0.2 مغ ووزن الألف ثمرة 0.1–0.2 غ. لا تتكون الثمرة عند معظم الأصناف، أو قد تتكون بأعداد قليلة. تتوقف طول فترة نمو قصب السكر على خصائص الصنف المزروع، الظروف المناخية والزراعية، حيث تنضج الأصناف المبكرة بعد 10–12 شهراً والمتأخرة بعد 18–24 شهراً.

يمر قصب السكر خلال دورة حياته بالمراحل الآتية: الإنبات، الإشطاء، النمو الكثيف، النضج التكنولوجي، الإزهار، حيث يحتاج النبات بكل منها إلى متطلبات بيئية وزراعية معينة، وتظهر عليه بعض التغيرات الكمية والنوعية.

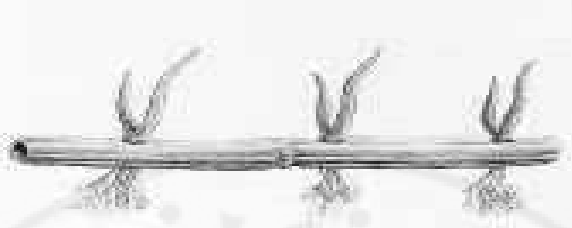
1- مرحلة الإنبات: لا يتم إكثار قصب السكر تجاريا بالبذار وإنما بالعقل الساقية. تعتمد هذه المرحلة على:

1) حالة قطع التقاوي أي العقل من حيث تركيز الغلوكوز والمركبات النيتروجينيه الذائبة، حيث يحسن كلاهما من سرعة خروج البادرات، كما تزداد سرعة خروج البادرات في التقاوي المأخوذة من محصول تم تسميده متأخرا في الموسم السابق، فقد أوضحت التجارب أن الإضافة الكبيرة من السماد الآزوتي والري قبل حصاد حقول التقاوي يحسن كثيراً من ظهور البادرات فوق سطح التربة، وتبين أن البراعم السفلية تنبت وتنبثق أسرع من العلوية نظراً إلى اكتمال نضجها، ويؤثر الزمن بين كسر التقاوي والزراعة على سرعة الإنبات حيث يؤدى تأخير الزراعة إلى تحلل السكروز في السلاميات ورفع محتوى الغلوكوز مما يسرع الإنبات، وعادة ما تنمو البراعم المأخوذة من الأجزاء العلوية للساق سريعاً. وأثبتت التجارب أن نمو قطع التقاوي المشتملة على 2-3 براعم أسرع من العقل المشتملة على 4 عيون أو أكثر، وهذا يوضح أهمية تقطيع السوق إلى قطع تشتمل على 3 براعم بدلاً من الزراعة بالساق الكامل الذي يؤخر نمو البراعم كثيرا ويسبب عدم تجانس النمو في الحقل، وقد أظهرت البحوث أن معاملة التقاوي بالماء الساخن لها تأثير إيجابي على إنبات براعم بعض أصناف القصب.

2) خدمة الأرض.

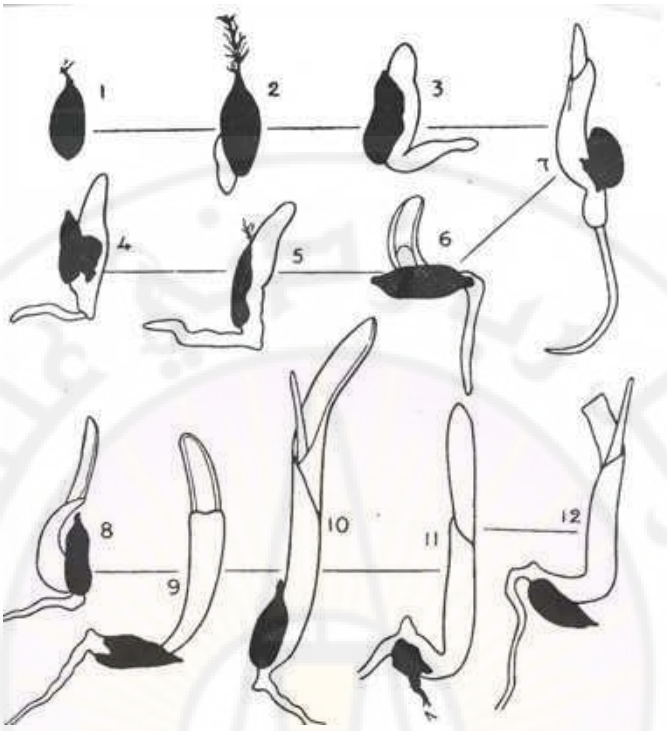
3) ظروف المناخ والتربة ومحتواها من العناصر الغذائية، وتبين أن لدرجات الحرارة تأثيراً في سرعة الإنبات بدرجة كبيرة، حيث وجد أن درجة الحرارة المثالية تتراوح من 27–33 ْم، والدنيا 10–20 ْم حيث يكون عندها الإنبات بطيئاً، كما أن الرطوبة الأرضية المناسبة وخاصةً ضمن حدود 10سم الأولى من سطح التربة يساعد على النمو السريع للبراعم، غير أن الغمر الشديد يتسبب في تلف البراعم لقلة الأكسجين. وتنشط منطقة الجذور نتيجة لتوافر الرطوبة والحرارة المناسبة ويبدأ تكون الجذور العرضية. ويلاحظ ارتفاع تركيز الغلوكوز في منطقة العقدة بالقرب من البرعم خلال يومين من الزراعة. ويعقب ذلك بداية نمو البرعم، ويلاحظ أن بعض البراعم في عقل التقاوي المحتوية على أكثر من ثلاثة براعم تظل ساكنة بسبب مثبطات النمو التي تفرزها البراعم الأسبق في الإنبات التي ترجع إلى ظاهرة السيادة القمية، وهذا يؤكد على ضرورة احتواء عقلة التقاوي على أقل عدد ممكن من البراعم. تبدأ عملية الإنبات بظهور الجذور الأولية (50–60 على الحلقة الواحدة) من المنطقة الجذرية للعقلة، ثم يبدأ البرعم بعدها بالنمو معطياً الزوج الأول من الأوراق الحقيقة (الشكل، 43)، ومع ظهور الورقة الثانية تبدأ عملية تشكل الجذور الأساسية. تتراوح الفترة الفاصلة بين التشتيل – الإنبات من 15–18 يوماً.

ولا توجد للإكثار بالبذار أية أهمية في المجال الإنتاجي بل تستخدم فقط في في عمليات التربية، وعند الزراعة ببذور حقيقية يحدث الإنبات بالتتابع الموضح (الشكل، 44) ويلاحظ في بداية الإنبات تشجيع نمو الجذير بدرجات متفاوتة ويعقب ذلك خروج غمد الريشة ثم الأوراق الحقيقية من داخل الغمد.





الشكل (43): يبين بادرات قصب السكر في مرحلة الزوج الأول من الأوراق الحقيقية، ويلاحظ نمو البرعم حديث الإنبات داخل الدائرة.



الشكل (44): يبين مراحل إنبات بذور قصب السكر.

وتعتمد النباتات الحديثة في نموها خلال الشهر الأول من عمرها على المحتويات الغذائية الموجودة في العقل.

2- مرحلة الاشطاء:

تمثل هذه المرحلة الطور الثاني لنمو القصب، ويعتمد خروج الإشطاء على العديد من العوامل نذكر منها:

1) الصنف: كلما احتوى الصنف على أصول برية ازداد معدل خروج الأشطاء.

2) سمك الساق: حيث يقل عدد الإشطاء بزيادة سمك الساق.

3) الكثافة النباتية: يزداد الإشطاء مع ازدياد المسافة بين النباتات، ، أظهرت الأبحاث أن لكثافة النباتات في الحقل تأثيراً كبيراً في عدد الإشطاءات، حيث

ينخفض معامل الإشطاء إلى 10 عند كثافة 30 ألف نبات . هكتار$^{-1}$ وقد يصل إلى 25 عند كثافة 10 آلاف نبات . هكتار$^{-1}$.

4) الظروف البيئية والتغذية، من حيث:

– شدة الإضاءة: يزداد الإشطاء بزيادة شدة الإضاءة.

– الرطوبة الأرضية: ارتفاع رطوبة التربة يزيد من خروج الإشطاء. وتعد رطوبة التربة 70–80% من السعة الحقلية مثالية لهذه المرحلة.

– درجة حرارة الهواء: الليل المائل للبرودة يزيد من خروج الإشطاء.

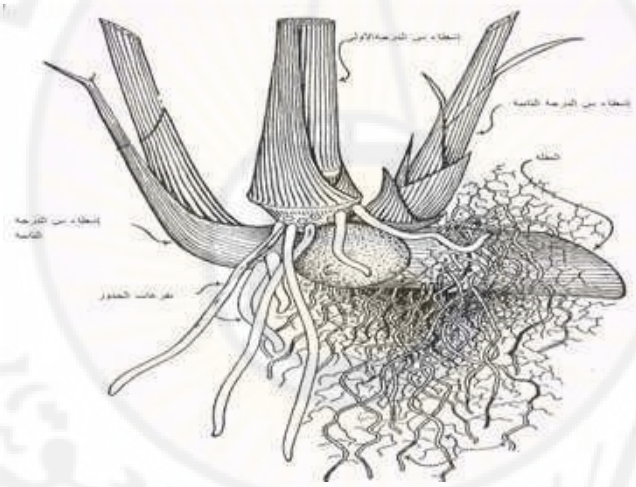
تعد درجات الحرارة حول 30^{5}م أفضل درجات الحرارة لإنتاج الإشطاءات، وانخفاضها إلى18°م يؤدى إلى تأخير وإطالة مدة الإشطاء، وهذا يوضح أهمية الزراعة في الموعد المناسب

– تحتاج هذه المرحلة إلى تأمين حاجة النبات من العناصر الغذائية (يزداد خروج الإشطاء بزيادة محتوى التربة من النيتروجين، بينما يظهر تأثير إضافة الفوسفور في الأراضي التي تفتقر إليه فقط.

تستمر فتة الإشطاء 4–4.5 شهراً تبعاً للظروف المناخية. يتراوح الفاصل الزمني بين الإشطاء والآخر من 2–4 أيام. ويؤدي تبكير خروج الإشطاء إلى تكون مظلة نباتية مناسبة تسمح بتشكيل عدد مناسب من السيقان القابلة للعصير عند الحصاد التي تعد بدورها مكونا مهماً من مكونات المحصول في القصب.

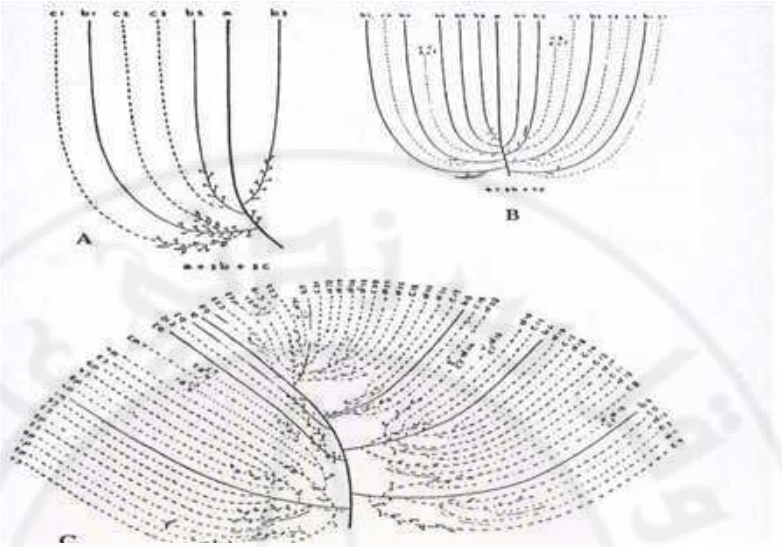
يبدأ الإشطاء بعد 15–20 يوماً من ظهور البادرات في المناطق الاستوائية. تتلخص هذه الظاهرة بظهور أفرع الدرجة الثانية من البراعم تحت أرضية المتشكلة سابقاً على الساق، ومن البراعم تحت أرضية لفروع الدرجة الثانية تنمو فروع الدرجة الثالثة وهكذا (شكل، 45).





الشكل (45): يبين الأجزاء النباتية المختلفة لقصب السكر في بداية مرحلة الإشطاء.

تختلف طاقة الإشطاء باختلاف الأصناف (الشكل، 46) وخصوبة التربة والتسميد والري الكثافة النباتية وغيرها من العوامل، حيث يتكون على النبات الواحد من 20–40 إشطاءً في الأصناف ذات القدرة الإشطائية القوية، و15–25 في الأصناف المتوسطة، و8–12 في الضعيفة.



الشكل (46): يبين أصناف من قصب السكر تملك طاقة إشطاء متباينة.

وتحدث مرحلة الاستطالة متداخلة مع خروج الإشطاء بحيث يصعب فصل موعد بداية كلا المرحلتين. وتبدو أهمية طور الاستطالة واضحة في حالة تأخر طور خروج الإشطاء. ففي هذه الحالة تنمو السوق الرئيسية بسرعة مما يؤدي إلى التظليل على الإشطاءات النامية منها، وتكون كمية الضوء المتاحة للإشطاء أقل فيتباطأ نموها وتكون قصيرة. ويتبع ذلك تكوين سيقان غير قابلة للعصير، أو أن تعتمد الإشطاءات في نموها على الساق الرئيسية فتجهدها وتقلل من فرصتها في الوصول للطول أو الوزن المثالي للصنف.

وتتأثر مرحلة الاستطالة بالعوامل الآتية:

1. درجة حرارة الهواء: تتحسن الاستطالة في درجة حرارة دافئة من 30–33 °م، وتتباطأ بالانخفاض إلى 20 °م، وتتوقف تماما عند درجة 18 °م.
2. درجة حرارة التربة: الدرجة المثلى للاستطالة تتراوح من 23–29 °م ويكون أقل ما يمكن عند حرارة 21 °م.

3. رطوبة التربة: تتحسن الاستطالة بارتفاع رطوبة التربة.
4. رطوبة الهواء: تتحسن الاستطالة بارتفاع رطوبة الهواء.
5. خصوبة التربة: تتحسن الاستطالة بارتفاع خصوبة التربة.
6. شدة الإضاءة: تتحسن الاستطالة نتيجة لارتفاع شدة الإضاءة.

3-مرحلة النمو الأعظمي:

وفي هذه المرحلة يكون نمو نبات القصب سريعاً جداً.تنمو نباتات قصب السكر في هذه المرحلة وتعطي وزناً أخضر كبيراً، وكلما طالت هذه الفترة ازدادت الغلة من السوق التكنولوجية. تستمر هذه المرحلة 5-8 أشهر في مناطق زراعة هذا المحصول. يبلغ معدل النمو اليومي للساق 1-2 سم، ويصل في الأشهر الأخيرة إلى 50-60 سم. يحتاج نبات قصب السكر في هذه المرحلة إلى الحرارة والرطوبة (يجب ألا تقل درجة الحرارة عن 23 ^{5}م أثناء الليل) فقد بينت نتائج الدراسات أن انخفاض الحرارة الجوية يؤدي لنقص طول السلاميات وانخفاض طول النبات، وتؤدي عدم كفاية الرطوبة إلى بطء تشكل المجموع الخضري.

مع حلول أو دخول قصب السكر في الموسم البارد والجاف تنخفض معدلات نمو القصب، وتفقد النباتات جزءاً من أوراقها وتنتقل إلى مرحلة النمو اللاحقة وهي مرحلة النضج التكنولوجي.

4-مرحلة النضج التكنولوجي:

ينتقل السكر المتكون في الأوراق ليخزن في الساق، وتبلغ سرعة انتقال السكر نحو2.5-4.5 سم/دقيقه، و أثبتت التجارب أن سرعة انتقال السكر وتخزينه تتأثر بالظروف الجوية السائدة، ففي اليوم المشمس تكون أفضل درجة حرارة لانتقال السكر 35° م، ولم يثبت انتقال السكر عند انخفاض درجة الحرارة إلى 5°م.

تبدأ مرحلة النضج التكنولوجي قبل الحصاد بحوالي 2-3 أشهر، وخلالها تحدث العديد من التغيرات الفيزيولوجية والمورفولوجية نلخصها بالآتي:

1) تتوقف عمليات النمو وتراكم السكروز في الساق.
2) تناقص معدل نمو السلاميات.
3) تناقص عدد الأوراق الخضراء.
4) جفاف الأوراق السفلية وتساقطها.
5) تصلب بشرة الساق.
6) انتفاخ البراعم.

ويعد محتوى الساق من السكروز العامل المحدد للنضج (14-18% في المناطق الاستوائية، و12-14% في الناطق شبه الاستوائية). وبهدف مراقبة نضج ساق قصب السكر يتم استخدام الريفراكتومتر لتحديد تركيز المواد الصلبة الذائبة في قطرة من العصير.

5-مرحلة الإزهار:

تبدأ في نهاية مرحلة النضج التكنولوجي للساق عملية إزهار قصب السكر بظهور النورات الزهرية على قمة الساق، وهي مرحلة غير مرغوب فيها حيث إنها تؤدي إلى تخشب الساق وانخفاض محتواها من السكروز. يمكن تأخير دخول النبات بهذه المرحلة عن طريق اللجوء لبعض العمليات الزراعية مثل التسميد والري.

يتم خلال الأطوار الأربعة السابقة توجيه نواتج التمثيل الضوئى لتكوين أعضاء جديدة للنبات كالسلاميات والأوراق و الأشطاء وتخزن المواد الزائدة عن حاجة النمو في السلاميات، وعندما تبدأ الظروف البيئية في التغير إلى ما لا يناسب

النمو الخضري، فإن معدل التمثيل الصافي يقل ويقل معه وبصورة أشد معدل النمو، فيزيد الصافي القابل للتخزين في صورة سكروز.

وتبدأ زيادة تركيز السكروز أولا في السلاميات تحت الأرض ثم يعقبها الزيادة في السلاميات فوق سطح التربة مباشرة ثم الأعلى منها على الساق.

ويكون توزيع الغلوكوز عكس توزيع السكروز. وعند النضج التام يختفي الغلوكوز من الساق فيما عدا قمة النبات.

وتتحكم العوامل الآتية في نضج القصب:

1) درجة حرارة الليل: ينشط النضج في الليل ذي الهواء البارد عند درجة 15 °م، ويكون أقل ما يمكن عند 20 °م أو أكثر.
2) درجة حرارة التربة: التربة الأبرد من 21 °م تزيد من النضج.
3) رطوبة التربة: نقص رطوبة التربة تحسن النضج.
4) رطوبة الهواء: الهواء الجاف يحسن النضج.
5) تأثير الرياح: الرياح الخفيفة تحسن النضج.

5- ما بعد النضج:

يؤدي توافر الظروف المناسبة للنمو الخضري السابق ذكرها في مرحلة الاستطالة بعد مرحلة النضج إلى أن تبدأ النباتات في استعادة النمو الخضري مرة أخرى. ونتيجة لهذا فإن السكروز المخزن يتم تكسيره واستخدامه للنمو. ويصحب ذلك انخفاض في جودة العصير المنتج من قصب تأخر حصاده إلى ما بعد النضج.

الاحتياجات البيئية Environmental requirements

الحرارة Temperature:

قصب السكر من نباتات المناطق الاستوائية لذا تكون متطلباته الحرارية عالية خلال مراحل نموه وتطوره عدا مرحلة النضج، وقد بينا درجة الحرارة المثالية لكل مرحلة من مراحل النمو. وفي سورية لا تنجح زراعته إلا في المناطق الساحلية الدافئة، وذلك لعدم حدوث الصقيع فيها.

الإضاءة Light:

نبات محب للإضاءة من نباتات النهار القصير، حيث يلاحظ توقف تكوين السكر وانخفاض معدل الاستخلاص عند نمو النبات في جو ذي إضاءة خفيفة.

الرطوبة :Moisture:

يعد قصب السكر نباتاً محباً للرطوبة حيث يستهلك خلال موسم النمو كميات كبيرة من الماء، فقد وجد أنه من أجل الحصول على طن واحد من الساق التكنولوجية لابد من توافر 12.2 مم أمطار، و من أجل تكوين طن واحد من السكر يتطلب 137.6 مم أمطاراً. وتعد رطوبة التربة 70–85% من السعة الحقلية مثالية لنمو النبات في مرحلتي الإشطاء والنمو الأعظمي، حيث يجب ألا تقل الرطوبة عن 70% قبل الحصاد بثلاثة أشهر في حال كون دورة الحياة تستمر 12 شهراً، أو بسبعة أشهر في حال كون دورة الحياة تستمر 18 شهراً.

تتم زراعة قصب السكر بصورة بعلية في المناطق المدارية الرطبة ذات معدل أمطار 1200–1500 مم، مع الإشارة إلى أن توزع الأمطار في مناطق زراعة هذا المحصول يتصف بالموسمية، حيث يهطل في الموسم الجاف (4–7 أشهر) نحو 30% من الأمطار، وفي الموسم الرطب (5–8 أشهر) 70% من كمية الأمطار السنوية. لذلك يتم اختيار موعد الزراعة في كل منطقة بحيث تتطابق

فترة النمو الكثيف أو الأعظمي مع موسم هطول الأمطار، علماً أن استمرار هطول الأمطار لفترة زمنية طويلة يسيء لنوعية العصير. و تتم زراعة قصب السكر بصورة مروية في المناطق شبه الاستوائية.

التربة Soil:

محصول القصب من المحاصيل المجهدة للتربة يستنفد كميات كبيرة من العناصر الغذائية الموجودة في التربة، أو التي تضاف إليها على صورة أسمدة معدنية. ولابد من توافر بعض الصفات في الأراضي التي يزرع فيها قصب السكر نذكر منها :

1. جودة التربة الزراعية وخصوبتها.
2. سهولة الري.
3. سهولة الصرف.
4. سهولة المواصلات.

يتم الحصول على أعلى غلة من السكر عندما تتم الزراعة في الأراضي الطينية الرملية أو الطينية جيدة التهوية شرط أن تكون غنية بالعناصر الغذائية القابلة للامتصاص من قبل النبات، وذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة وجيدة الصرف. يزرع قصب السكر في الترب الحمراء والسوداء، وتمتاز الأراضي الحمراء بتماسكها الشديد، والفعالية الكبيرة للأسمدة المعدنية المضافة إليها، بينما تتصف الأراضي السوداء بقدرتها الضعيفة على السماح للمياه بالتغلغل، وبالتالي فهي ذات قدرة جيدة على الاحتفاظ بالرطوبة في الموسم الجاف. ويتم الحصول على أكبر كمية من الساق التكنولوجية في العام الأول للزراعة في مثل هذه الأراضي. ينمو هذا المحصول بشكل جيد في الأراضي ذات pH = 6.5−7.

كما يمكن له النمو في الأراضي ذات pH = 5.5–6، وتكون زراعته غير مجدية في الأراضي الحامضية عند pH = 5.

المتطلبات الغذائية والتسميد:

يستهلك نبات قصب السكر خلال دورة حياته كميات كبيرة من العناصر الغذائية، حيث وجد أنه من أجل الحصول على غلة قدرها 10 أطنان يمتص النبات من التربة 120 كغ من الأزوت، 70 كغ من الفوسفور، 200 كغ من البوتاسيوم. ويلاحظ مع دخول النبات في مرحلة الحصاد أنّ محتوى الساق من العناصر الغذائية الأساسية في مرحلة النضج الفيزيولوجي هي: 0.1% أزوتاً، 0.3% فوسفوراً،1.4% بوتاسيوم، ويكون الجزء العلوي من الفروع غنياً بالأزوت. يحتاج قصب السكر للعناصر السمادية الآتية:

السماد الآزوتي Nitrogen fertilization

الآزوت أحد العناصر المغذية الكبرى التي تدخل في تكوين هيكل النبات ولها دور كبير في نمو محصول القصب، وله تأثير مباشر على سرعة النمو وقوة الأفرع وغزارتها .

أضرار نقص الآزوت:

1- يؤدي نقص عنصر الآزوت إلى اصفرار الأوراق، وضعف النمو، وذلك لعدم مقدرة الأوراق على القيام بعملية تصنيع الغذاء (التمثيل الضوئي)، لأن عنصر الآزوت يدخل في تركيب الكلوروفيل المسؤول عن اللون الأخضر في الأوراق، ويتم من خلالها امتصاص الطاقة الضوئية التي تستخدم في عملية تصنيع المواد الغذائية المخزنة (السكر).

2- تحت ظروف نقص عنصر الآزوت تصبح النباتات قليلة السمك قصيرة الطول، وذلك لضعف النمو.

3- انخفاض المحصول ونسبة السكر في السوق نتيجة لضعف نشاط النبات، وبالتالي تقليل تكوين السكريات وانتقالها من الأوراق إلى الساق.

4- يؤدي ضعف النباتات إلى سهولة تعرضها للإصابة بالأمراض والحشرات.

وتسبب الإضافة المفرطة للآزوت ما يلي:

1-استمرار النمو الخضري وتأخير عملية انتقال السكر وتخزينه مما يودي إلى حصاد محصول القصب، ولم يصل إلى درجة النضج التام .

2- زيادة السكريات المختزلة (المحولة) أو ما تسمى بالغلوكوز، وزيادة سكر الغلوكوز يؤثر في عملية استخلاص السكر أثناء عمليات التصنيع (الطرد المركزي) مما يجعل جزءاً من السكر يفقد في المولاس، وهذا يسبب خسارة تتجلى في نقص كمية السكر الناتج.

3- تؤدي الإضافات الزائدة من السماد الآزوتي مع وفرة المياه إلى جعل سوق القصب سهلة المهاجمة من قبل الحشرات.

4- زيادة عنصر الآزوت في النبات يؤثر في كفاءة استخلاص السكر لزيادة الشوائب.

5- زيادة في وزن الأوراق في قمة النبات مما يساعد على الرقاد، وما ينتج عنه من أضرار كثيرة.

يضاف السماد الآزوتي لمحصول القصب في جمهورية مصر العربية بمعدل 72 - 84 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الأول، و96 - 108 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الثاني و144-156 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الثالث. يُضاف السماد الآزوتي إلى جوار النباتات حتى يسهل توزيعه بانتظام بمختلف أجزاء الحقل على دفعتين متساويتين في حالة القصب الربيعي، وثلاث دفعات في القصب الخريفي وتضاف الدفعة الأولى والثانية من السماد الآزوتي بعد العزقة الثانية والثالثة في

حالة القصب الغرس؛ أي خلال أربعة أشهر من تاريخ الزراعة أما في حالة القصب الخريفي فإن موسم النمو طويل نسبيا وبادرات القصب بطيئة النمو أثناء الشتاء، لذلك يجب إضافة دفعة تنشيطية تمثل 4/1 كمية السماد الكلية المقررة تساعد هذه الدفعة على تدفئة النباتات، وتسريع نموها لمواجهة ظروف البرودة، أما 4/3 الكمية الباقية فتضاف على دفعتين متساويتين؛ الأولى بعد حصاد المحصول المحمل أو بعد العزقة الثانية، وتضاف الدفعة الثالثة بعدها بشهر أي يتم الانتهاء من تسميد القصب الخريفي بعد نحو 6 أشهر من الزراعة. عموماً، يفضل الانتهاء من عملية إضافة التسميد قبل 15أيار على الأكثر ولا تمتد إلى حزيران حتى لا تحدث الأضرار التي سبق الإشارة إليها من تأخير موعد إضافة السماد الآزوتي .

التسميد البوتاسي Potasium fertilization:

لا يدخل البوتاسيوم في بناء المركبات الضرورية لنمو النبات، ويوجد في صورة غير عضوية ذائبة، ويكون متوافراً في الأجزاء النشطة الحديثة النمو كالبراعم والقمم النامية، وذلك لأهميته في انقسام الخلايا، وهو سريع الحركة في النبات ويدخل بوصفه عاملاً مساعداً في التفاعلات الإنزيمية، ويساعد في عمليات نقل السكر وتخزينه في المحاصيل التخزينية مثل القصب والشوندر والبطاطا، ويكون للبوتاسيوم دورمهم في زيادة كفاءة استخدام الماء بوساطة النبات عن طريق زيادة سمك طبقة الكيوتيكل على سطح الأوراق فيقلل من سرعة النتح (فقد الماء).

تظهر أعراض نقص البوتاسيوم عند النباتات الحديثة بعمر 2–3 أشهر حيث تصبح سوق النباتات رفيعة، الأوراق ذات حواف صفراء اللون ثم تبيض، وتظهر في منتصف الصفائح الورقية بقع حمراء، ويكون هذا النقص واضحاً في الأراضي الرملية الخفيفة والأراضي ذات المحتوى المرتفع من

الكربونات. ويبلغ الاستهلاك الأعظمي للبوتاسيوم في الأشهر الستة الأولى من النمو وفي فترة ما قبل الحصاد. أثبتت التجارب أن محصول السوق والسكر يستجيب لإضافة البوتاسيوم حتى 96 كغ . هكتار$^{-1}$ من K_2O، و رغم الأهمية الكبرى لعنصر البوتاسيوم إلا أنه يسبب مشاكل أثناء عمليات التصنيع حيث تبين أن كل جزئ بوتاسيوم يمنع تبلور 4 جزئيات سكر تضيع في المولاس ويصعب استخلاصها، لذا إضافته بمعدل 24–48 كغ . هكتار$^{-1}$ كافية. تقدم للمحصول دفعة واحدة من السماد البوتاسي مع الدفعة الأولى من السماد الآزوتي في حال القصب الربيعي، ومع الدفعة الثانية في حالة القصب الخريفي .ويظهر تأثير الأسمدة البوتاسية في تحسين نوعية المحصول وزيادة الإنتاجية، حيث لوحظ زيادة الغلة بصورة حادة فور إضافة البوتاس في حال عدم توافر كمية كافية منه، وتبين أن الاستجابة لهذا السماد تكون عالية عندما لا يزيد محتوى التربة من K_2O على 7–9% مغ/100 غ تربة. وعند حساب كمية السماد البوتاسي الواجب إضافتها لابد من الأخذ بالحسبان علاقة مهمة هي علاقة الآزوت والبوتاس حيث تتوقف فعالية الأسمدة الآزوتية على كمية البوتاس الموجودة في التربة، لذا يتم في بعض الدول استخدام خليط من الأسمدة البوتاسية والآزوتية.

التسميد الفوسفاتي Phosphorus fertilization:

يعد الفوسفور من العناصر الأساسية للنبات ويوجد في الأوراق الحديثة بكميات أكبر من الأوراق المسنة، ويدخل الفوسفور المضاف في تكوين مركبات الطاقة المختلفة اللازمة للنمو، وكذلك يزيد من قدرة النباتات على مقاومة الإصابة بأمراض التربة حيث يساعد على تشجيع نمو جذور جديدة غير مصابة. يسبب النقص الشديد للفوسفور تلون الأوراق القديمة باللون الأخضر الكبريتي في حين تصبح الأوراق الحديثة غامقة. يمتص النبات 27% من كمية الفوسفور

الكلية خلال الأشهر الأولى من نموه، وتصل هذه النسبة إلى 50% في الأشهر 3-6 اللاحقة، 72و% عندما يصبح عمر النبات 9 أشهر. يضاف السماد الفوسفاتي عادة أثناء إعداد الأرض للزراعة، وذلك لضمان حسن توزيعه وخلطه بالتربة، ويضاف عنصر الفوسفور بمعدل 60 كغ . هكتار$^{-1}$ من P_2O_5.

تشير معطيات FAO إلى أنه في حال اللجوء إلى تكنولوجيا التكثيف الزراعي لقصب السكر تعد المعدلات الآتية من السماد الآزوتي هي الأكثر فعالية: 120 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الأول، 240 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الثاني، 266 كغ . هكتار$^{-1}$ في العام الثالث، أي يتم زيادة كمية الآزوت عاماً بعد آخر. وعند تحديد كمية الأسمدة الفوسفورية لابد من مراعاة المتطلبات البيولوجية للصنف ومحتوى التربة من هذا العنصر بصورة قابلة للامتصاص. لقد بينت التجارب العديدة التأثير اللاحق للفوسفور المضاف في عام الزراعة الأول في تكوين غلة العامين الثاني والثالث من قصب السكر، وبالتالي بخلاف الآزوت فإن أكبر كمية من السماد الفوسفوري تضاف في العام الأول من الزراعة، وتتراوح هذه الكمية بين 45-112 كغ . هكتار$^{-1}$ حسب محتوى التربة من P_2O_5.

العناصر الصغرى Micronutrients:

يحتاجها نبات القصب بكميات ضئيلة جدا، وتكون الإضافة حسب نتائج تحليل عينات التربة والنبات لتحديد التركيز المناسب من هذه العناصر احتياج التربة وغالبا ما تضاف هذه العناصر بمعدل 150 غ حديد و 250 زنك و 150 غ منغنيز/هكتار، وتضاف رشا على المجموع الخضري عندما يصل طول النبات إلى 50-60 سم. تكون بشكل عام الأراضي المستخدمة في زراعة قصب السكر ضعيفة المحتوى من المادة العضوية أو متوسطة (1-3%)، وذلك بسبب سرعة تمعدنها في المناطق الاستوائية، لذلك لابد من إضافة السماد العضوي بصورة

دورية ويستخدم في هذا المجال: السماد البلدي، مخلفات الفول السوداني، بقايا حصاد وتصنيع قصب السكر، كذلك تستخدم أوراق هذا النبات وأجزائه العلوية بعد حصاد الساق التكنولوجية. وتعمل جميع هذه المواد على:

1) تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

2) زيادة نفاذيتها.

3) تحسين النظام الغذائي.

تسهم هذه الأمور في زيادة الإنتاجية، فقد وجد أن استخدام مخلفات نبات قصب السكر بمعدل 30 طن . هكتار$^{-1}$ قبل التشتيل بفترة 2–3 أشهر يؤدي لزيادة الانتاجية بنسبة 18–25% من السوق التكنولوجية، ويمكن إضافة السماد البلدي بمعدل 3–5 طناً للهكتار وذلك قبل الفلاحة الأخيرة.

زراعة قصب السكر Sugar cane culture

محصول قصب السكر –كما ذكرنا– من المحاصيل المجهدة للتربة فهو يستنفد كميات كبيرة من العناصر الغذائية الموجودة في التربة، أو التي تضاف إليها في صورة أسمدة معدنية. ومن المعروف أن قصب السكر تمتد فترة بقائه في الدورة الزراعية الواحدة مدة لا تقل عن أربع سنوات، وقد تصل أكثر من ذلك لدى بعض المزارعين، وعلى ذلك فان الكميات التي يستهلكها محصول القصب من العناصر الغذائية الموجودة في التربة الزراعية كبيرة، ومن هنا لابد أن يتوافر في الأراضي التي يزرع فيها قصب السكر بعض الصفات نذكر منها:

1- جودة وخصوبة التربة الزراعية

نظراً إلى الكميات الكبيرة من العناصر الغذائية التي يستهلكها المحصول لا بد أنّ تكون أراضي زراعة القصب من الأراضي عالية الخصوبة، حيث توجد

علاقة موجبة بين خصوبة التربة والمحصول المتوقع، ويمكن المحافظة على خصوبة التربة باتباع الآتي:

1) اتباع دورة زراعية.
2) إضافة السماد العضوي (البلدي) للتربة بعد إزالة القصب.
3) خلط بقايا المحصول والأوراق الجافة في التربة.

2- سهولة الري:

يمكث قصب السكر في الأرض لمدة عام يستهلك خلالها كمية كبيرة من المياه تقدر بما يستهلكه محصول صيفي وشتوي معا، هذا بالإضافة إلى أنّه محصول ينتج كميات كبيرة من المادة الجافة، مما يجعله موضع اتهام مستمر بأنه يستهلك كميات كبيرة من المياه تصل إلى 10-12 ألف متر مكعب من المياه في الأراضي التي تزرع بنظام الغمر أو الري السطحي، غير أن الدراسات الحديثة لمعهد بحوث المحاصيل السكرية لنظم الري السطحي المطور أدت إلى خفض كمية المياه المستهلكة إلى 7 - 8 ألاف متر مكعب ماء مع المحافظة على نفس كمية المحصول الناتج.

3- سهولة الصرف:

تحتاج الأراضي المزروعة بقصب السكر إلى كميات كبيرة من المياه، وهذا يستدعي أن تكون جيدة الصرف وأن تكون شبكة الصرف محكمة لضمان التخلص من أضرار ارتفاع مستوى الماء الأرضي، وتجنب الأملاح الزائدة وتوفير التهوية اللازمة لضمان سلامة الإنبات من جهة، وزيادة كفاءة المجموع الجذري لامتصاص العناصر الغذائية اللازمة لنمو المحصول من جهة أخرى.

4- سهولة المواصلات:

ينبغي الإسراع بتوريد قصب السكر إلى شركات السكر بعد الحصاد، ويتحقق ذلك عندما تكون أراضي القصب قريبة من محطات الشحن مما يساعد على سرعة التوريد وتقليل الفقد. تعتمد زراعة قصب السكر على الأخذ بالحسبان خصائص النبات البيولوجية:

1) تأثره الايجابي بالحرارة والإضاءة، وخصوبة التربة، وتوافر الرطوبة.
2) قدرته على إعطاء خلفات أو إشطاءات، وبصورة سنوية.
3) قدرة جذوره على البقاء حية ولفترة زمنية طويلة.

تتوقف طول فترة النمو من الإنبات، وحتى النضج التكنولوجي على الظروف البيئية وخصائص الصنف، ومنطقة الزراعة، حيث تطول فترة النمو مع انتقال الزراعة من خط الاستواء باتجاه الشمال أو الجنوب(حتى خط عرض 30ْ ونادراً حتى 40 ْ) وكذلك عند زراعته في المناطق المرتفعة (1600ْ فوق سطح البحر)، ويتم في الظروف الإنتاجية استخدام نباتات قصب السكر الحولية والمعمرة.

ويقصد بقصب السكر الحولي قطع السوق لمرة واحدة فقط، حيث تتم الزراعة هنا لمدة 8-9 أشهر وحتى 24 شهراً لتتم عملية قطع السوق النباتية في مرحلة النضج التكنولوجي، ثم تليها عملية حراثة التربة وإزالة المخلفات النباتية. وتعد هذه الطريقة عالية الفعالية في زراعة قصب السكر، حيث يمكن أن تصل الإنتاجية من السوق التكنولوجية إلى 200 طن . هكتار$^{-1}$ شرط توافر الظروف المثالية للنمو. في حين يقصد بقصب السكر المعمر أن يتم قطع السوق أو الحصاد على عدة دفعات، وتعتمد هذه الزراعة على قدرة البراعم تحت الأرضية

على إعطاء أفرع نمو جديدة (إشطاءات)، وعلى قدرة الجذور على البقاء حية لعدة سنوات. وينتشر هذا النوع في معظم الدول النامية.

تؤدي زراعة قصب السكر في التربة ذاتها عدة سنوات متتالية دون إعادة التشتيل إلى استنزاف التربة وتدهور خصوبتها، وانتشار الأمراض والحشرات وبالتالي انخفاض شديد في الإنتاجية، فقد بينت التجارب المنفذة في الولايات المتحدة الأمريكية (ولاية لويزانا) أنه عند زراعة قصب السكر بدون إعادة التشتيل لمدة 18 عاماً انخفضت الغلة من 85 إلى 33 طن . هكتار$^{-1}$، وكان الانخفاض حاداً في كوبا وبنسبة 40% في العامين الرابع– السادس للزراعة بدون إعادة تشتيل. ولوحظ في مجال التطبيق العملي أن استخدام السماد بكميات كبيرة بالإضافة للري المناسب يمكن من الحصول على إنتاجية جيدة من السوق النباتية عند القيام بالحصاد الثاني، والثالث، والرابع. وفي ظروف الإنتاج، وعند الرغبة بزراعة قصب السكر لمدة 10 سنوات أو أكثر بدون إعادة تشتيل فإنه ينصح بزراعته في الأراضي عالية الخصوبة إذ إن الزراعة في الأراضي متوسطة الخصوبة لن تطيل فترة نموه لأكثر من 5 سنوات.

الدورة الزراعية Crop rotation:

نظراً إلى ارتفاع تكاليف زراعة قصب السكر، فإنه من المفيد زيادة عدد سنوات بقاء المحصول في الحقل إلى الحد الذي لا يضر بالإنتاج. وينبغي عدم زيادة عدد سنوات بقاء المحصول في الحقل عن أربع سنوات لأن ذلك يؤدي إلى ضعف المحصول الناتج وتدهور صفاته، ولا يغطى العائد منه تكاليف الإنتاج. ونظراً إلى أن محصول قصب السكر من المحاصيل المجهدة للتربة فينبغي مراعاة أن يسبقه في الزراعة محصول بقولي أو زراعته عقب بور.

تضم الدورة الزراعية لقصب السكر 2–5 محاصيل، ويفضل عادة تبوير الأرض لمدة عام أو أكثر بعد إزالة قصب السكر، وفي الزراعة الحديثة تتم زراعة هذا المحصول بعد القمح والذرة الصفراء، وبعد الرز في مناطق الغمر.

تعد عملية ترتيب قصب السكر في الدورة الزراعية وتناوبه مع المحاصيل على درجة كبيرة من الأهمية ومن أكثر المحاصيل استخداما المحاصيل البقولية والحبية حسب مناطق الزراعة، ففي الولايات المتحدة الأمريكية (ولاية لويزانا) يزرع قصب السكر لمدة عامين ثم ذرة صفراء أو محصول بقولي علفي، وفي كوبا 4–5 سنوات قصب سكر ثم تزرع الأرض بالفاصولياء ليعاد زراعتها بالقصب من جديد، وفي مصر وجد أن الدورة الخماسية أفضل الدورات حيث يتم زراعة القصب في العام الأول، ونأخذ الإنتاج من السوق في الأعوام الثاني والثالث والرابع، يليه محصول صيفي من المحاصيل المنتشرة بالمنطقة مثل (السمسم، الفول سودانى، الذره صيفي، فول صويا).

إعداد الأرض للزراعة Seedbed preparation:

تهدف عمليات تحضير الأرض للزراعة إلى خلق مهد جيد لزراعة قصب السكر ونموه وتربيته. تمتد فترة زراعته محصول القصب إلى 4 سنوات أو أكثر من هنا فإنه لابد من إعداد الأرض الإعداد الجيد الذي يساعد على استمرار نمو المحصول بنفس الكفاءة عبر السنوات المتتالية. وهناك العديد من العمليات الزراعية التي يكون لها دور في زيادة الإنتاج أهمها:

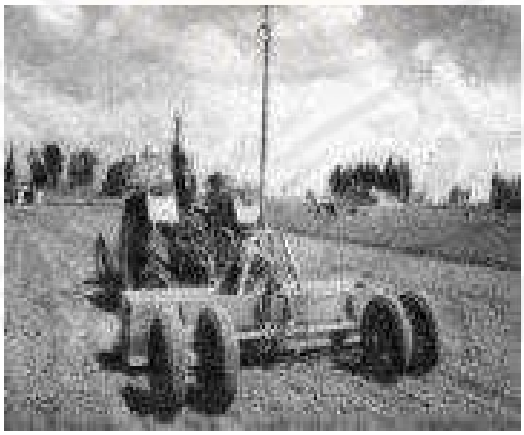
1- حراثة التربة:

تمتد الجذور السطحية للقصب حتى عمق 35 – 45 سم، وهي الجذور المسؤولة عن امتصاص الماء والعناصر الغذائية في الظروف الطبيعية، لذلك ينبغي أن تكون التربة مفككة تماما في هذه المنطقة، وعليه ينصح بالحراثة من 2 – 3

مرات بعمق 30 – 45 سم، وذلك في ثلاثة اتجاهات مختلفة بحيث تتفكك الطبقة السطحية تماما وهى مجال انتشار الجذور السطحية، تنفذ الفلاحة الأساسية الأولى قبل التشتيل بـ 2–3 وحتى 6 أشهر. وقد يتم اللجوء لإجراء فلاحات سطحية بين الفلاحات العميقة وخاصة عند ظهور الأعشاب، ويتراوح عدد هذه الفلاحات السطحية بين 3–7 حسب درجة ظهور الأعشاب.

2- التسوية:

تعد هذه العملية أحد أهم العمليات الزراعية التي تسهم مباشرة في انتظام توزيع مياه الري، وتوفير الوقت اللازم لتنفيذ الري بالإضافة إلى الاستفادة التامة من كميات السماد المضافة. وتتم التسوية بعدة طرق تتوقف على ظروف الأرض ومساحتها، ففي حال المساحات الصغيرة وغياب الفرق الواضح في المناسيب يمكن إجراء عملية التسوية باستخدام التجهيزات البسيطة المعروفة، أما في المساحات الكبيرة أو التي بها اختلاف في المناسيب فيفضل استخدام التسوية بأجهزة الليزر، وهى متوافرة في جميع مناطق زراعات القصب (الشكل، 47). وترجع أهمية استخدام أجهزة الليزر في التسوية إلى ما يأتي:



الشكل(47): يبين التسوية باستخدام أجهزة الليزر الحديثة.

1) خفض كميات المياه المستخدمة نحو 15 – 20% من كميات المياه التي تستخدم في حالة الري السطحي وباستخدام التسوية العادية.
2) خفض الوقت اللازم لعملية الري بنحو 30% على الأقل.
3) ضمان انتظام توزيع مياه الري مما يساعد على تماثل الإنبات، وزيادة نسبة الإنبات وانتظام النمو، وينعكس بدوره على زيادة كمية المحصول النهائي عند الحصاد.

3- التخطيط:

التخطيط إحدى العمليات الأساسية في نجاح زراعة محصول قصب السكر التي تؤدي دوراً كبيراً في تهيئة الظروف الجيدة لنمو المحصول، وعادة ما ينصح بالتخطيط بمعدل 14 خطاً في كل 100متر مربع للقصب الخريفي و 16خطاً كل 100متر للقصب الربيعي وتكون المسافة بين الخطوط نحو 90-100سم ويفضل عادة التخطيط الواسع لما له من مزايا أهمها:

1) سهولة تنفيذ عمليات الري والعزيق.
2) توفير في كمية التقاوى بما يوازى 25% أي نحو 1.5 طن.
3) التخطيط الواسع يزيد من تعريض النباتات لأشعة الشمس، وبالتالي زيادة كفاءة النباتات وقدرتها على تكوين السكر.
4) التخطيط الواسع يقلل من انتشار الإصابة بالثاقبات.

وقد يلجأ بعض المزارعين إلى زيادة عدد الخطوط اعتقادا منهم أنها ستزيد كمية المحصول وهذا الاعتقاد خاطئ لان التخطيط الضيق يؤدي إلى:

1) الإسراف في كمية التقاوي.

2) صعوبة مقاومة الأعشاب، وعدم وجود مساحة أرضية أو هوائية كافية لنمو القصب، فيزداد التنافس بين النباتات على المكان (الغذاء)، وعلى الفراغ (الضوء)، فتصبح النباتات ضعيفة، ويقل سمك السوق.

3) زيادة فرصة الإصابة بالأمراض والحشرات.

4) زيادة فرصة الرقاد خاصة قرب مرحلة النضج مما يتسبب في زيادة تكاليف الحصاد على المزارع، والحقول الراقدة تكون فيها سوق القصب منحنية، فتزداد تكاليف الشحن لأن العربات يصعب تحميلها بكميات كبيرة كما هو الحال في حالة القصب غير الراقد.

5) صعوبة تنفيذ عمليات الخدمة، وخاصة عملية الري.

6) زيادة نسبة الألياف مع انخفاض كمية العصير المستخلص من السوق، وبالتالي تنخفض كمية الناتج النهائي من السكر .

موعد الزراعة Planting date:

يتم تحديد مواعيد زراعة قصب السكر في كل منطقة بالاعتماد على موسمية الأمطار، طول فترة هطولها، وفي حال عدم توافر مياه الري فإنه يجب أن تتم الزراعة في تلك الفترة بحيث تكون رطوبة التربة معتدلة في بداية النمو، مثالية في مرحلة النمو الكثيف (77–80 %من السعة الحقلية) ، وأدنى ما يمكن في نهاية فترة النمو. وأكثر المواعيد الزراعية انتشارا هو الموعد الربيعي وحتى بداية هطول الأمطار الموسمية، ويمكن اللجوء للزراعة الخريفية عند عدم توافر الأمطار أو ندرة الهطول، بحيث يتم ظهور البادرات وتكوين الجذور الأولية في الموسم الجاف بينما يؤمن موسم الأمطار الظروف المثالية لنمو الساق، لذلك تتم الزراعة في شهر تشرين الأول– تشرين الثاني في الولايات المتحدة الأمريكية وفي نهاية شهر تشرين الثاني أو كانون الثاني – شباط في البيرو.

ويزرع قصب السكر في مصر خلال موسمين:

1- الموسم الربيعي Spring cane أفضل موعد للزراعة خلال شباط وآذار.

2- الموسم الخريفي Autumn plant cane أفضل موعد للزراعة خلال شهر أيلول وتشرين الأول.

أضرار التأخر بالزراعة:

1- انخفاض المحصول 15-25 %.

2- تأخير موعد الزراعة الخريفي عن شهر تشرين الأول يبطئ من نمو البراعم نتيجة لانخفاض درجات الحرارة، مما قد يعرضها للتلف وعدم الإنبات، وبالتالي انخفاض المحصول.

3- تأخير موعد الزراعة لا يسمح بإعطاء النباتات الفترة اللازمة والكافية للنمو والنضج، وتنخفض نسبة المحصول والسكروز.

ومن مميزات الزراعة الخريفية المبكرة:

1-إعطاء الفترة الكافية لنمو المحصول وبلوغه مرحلة النضج مما يزيد المحصول والسكر خاصة في الأصناف المتأخرة النضج.

2- إمكانية تحميل القصب ببعض المحاصيل الحقلية أو الخضار.

3- زيادة المحصول عن الزراعة الربيعية، وذلك لطول فترة النمو في الزراعة الخريفية.

4- تجنب تعرض النباتات لنقص المياه خلال فترة الإنبات أو التفريع.

5- وفرة الأيدي العاملة في الموسم الخريفي لعدم وجود محاصيل منافسة تحتاج لعمالة كثيرة مثل الزراعة الربيعية التي تتزامن مع موسم زراعة المحاصيل الصيفية الأخرى وحصادها.

معدل الزراعة Seeding Rate:

يعد الصنف حجر الزاوية في الإنتاج الزراعي، كما يعد اختيار التقاوي في المحاصيل التي تزرع خضريا هو الركن الأساسي في الإنتاج خاصة وإن محصول قصب السكر يزرع لعدة سنوات يتوقع منها المحصول العالي اعتمادا على الاختيار الجيد لتقاوي الغرس.

يختلف معدل الزراعة أو التشتيل تبعاً لطريقة الزراعة أي نظام وضع العقل في بطن الخط (عادةً ما تستخدم لزراعة الهكتار من 4–5 طن عقل) كما يختلف باختلاف قدرة الصنف على الإشطاء، فالصنف كثير التفرع يزرع بمعدل 3–4 طن . هكتار$^{-1}$، كما يختلف معدل الزراعة أو التشتيل تبعاً للمساحة الغذائية المخصصة للنبات، وحجم العقلة، نوعية مادة الزراعة (تعرف بنسبة الإنبات أو بنسبة نمو البراعم). يتراوح المعدل بين 20–25 ألف عقلة، او بين 2–4 وحتى 10 أطنان/هكتار. وقد تبين أنه عند استخدام كميات كبيرة من السماد يتم الحصول على أعلى غلة عندما تكون الكثافة قليلة. فمثلاً في الهند ومن خلال التجارب تبين أن أعلى إنتاجية في القطاع غير المسمد تم الحصول عليها عندما كانت الكثافة 20 ألف نبات/هكتار، وعند إضافة السماد بمعدل 120 كغ/هكتار تم الحصول على أعلى إنتاجية عند الكثافة 15 ألف نبات . هكتار$^{-1}$. عموماً، تتم زراعة الأصناف رفيعة الساق في خطوط ضيقة 90 سم، وذات الساق الثخينة في خطوط أعرض 120 سم. وتختلف المسافة بين خطوط الزراعة حسب الدول وتتراوح بين 70–200 سم (70–90 سم في مصر، 70–120 سم في الهند، 150–180 سم في كوبا، البرازيل، البيرو، الولايات المتحدة، 160–180 سم في اندونيسيا). وتتروح المسافة بين العقل ضمن الخط الواحد بين 2–3 وحتى 30–40 سم.

يتم تحضير الشتول أو العقل في قطع خاصة من الحقل، لكن يتم أولاً تحديد نباتات الأم الجيدة التي تكون بعمر 6–8 أشهر، ثم يتم بوساطة مقصات خاصة تحضير العقل منها. يؤدي ارتفاع محتوى السكريات الأحادية والأملاح المعدنية في القسم العلوي من الساق إلى نمو جيد لبراعم هذه المنطقة، علماً أن الساق المجموعة بغرض الحصول على العقل يجب أن تحتوي 84% ماء، 1.8% آزوتاً، وأن يكون معامل النضج 0.7 (وهو العلاقة بين محتوى المادة الجافة في الأجزاء العلوية والسفلية للساق معبراً عنها بنسبة مئوية). ومن أجل التشتيل الربيعي فإنه يتم استخدام عقل مأخوذة من نباتات العام الماضي الخريفية وبالنسبة إلى التشتيل الخريفي– الشتوي فيتم استعمال سوق نباتات التشتيل الربيعي. وتؤخذ العقل من القسم العلوي والأوسط للساق بطول 20–30 سم (ليس أقل من 2–3 براعم على العقلة) وتجمع في ربطات (10–15 عقلة في كل ربطة)، وفي حال ضرورة نقلها تحفظ لمدة 2–3 أيام في أماكن مظلمة بعد ربط أوراقها. يجب أن تشكل مساحة المشتل 10/1 من مساحة الأرض الدائمة، بمعنى أن مشتل مساحته هكتار واحد يجب أن يؤمن عقلاً لنحو10 هكتارات من الأرض الدائمة أو المخصصة لزراعة قصب السكر. ومن أجل تأمين حاجة البراعم من العناصر الغذائية في وقت النمو وحمايتها من الأمراض، فإنه يجب ألا تقل المسافة الفاصلة بين منطقة القطع والبرعم عن 2–3 سم، على أن يكون سطح القطع أملس، علماً أنه كلما كان الزمن الفاصل بين تحضير العقل وزراعتها قصيراً كان ظهور البادرات أسرع و أكثر تجانساً، ويجب العناية والاهتمام بأن تكون العقل نقية غير مخلوطة.

طرائق الزراعة Planting methods:

تتبع طريقة الزراعة في الأرض الجافة، و بعد الزراعة تتم تغطية العقل المزروعة بحيث لا يزيد سمك التراب عن 3–5 سم، وتؤدي المبالغة في سمك التراب إلى تأخير ظهور النباتات فوق سطح الأرض، بينما انخفاض سمك التراب فوق العقل يسبب تكشف العقل بعد الري وجفافها وفقدان جزء من المساحة المزروعة. وبهدف تسريع الإنبات يفضل زراعة العقل بعد قطعها مباشرة، وتغطيتها بطبقة ترابية، وتتم زراعة قصب السكر بطرائق مختلفة: الأثلام، الخطوط، المساكب مع التحضين اللاحق لها يدوياً أو آلياً. وتعد الطريقة الأولى هي الأكثر انتشاراً وفيها يتم تقسيم الحقل إلى أثلام توضع فيها العقل ثم تغطى بالتراب، ويختلف عمق الثلم باختلاف طبيعة التربة وخواصها الفيزيائية ورطوبتها، وهو20–35 سم في أغلب الحالات، وقد يصل حتى45 سم في الأراضي الجافة، وهنا يفضل ري هذه الأخاديد بصورة مسبقة مع نقع العقل بالماء قبل الزراعة، ويفضل إجراء التشتيل بوجود الماء، وعندما تكون الحرارة المنخفضة (صباحاً) وتغطى بالتراب الرطب نوعاً ما. ويتم وضع العقل بطرق مختلفة: الطريقة التقليدية العشوائية في سطور، أو في جور، أو الزراعة المضاعفة. توضع العقل بعد إزالة الأوراق عنها وفق الطريقة الأولى بشكل يمنع تداخل بعضها مع بعض، وعندها تكون المسافة بين النباتات أو العقل في الخط الواحد أدنى ما يمكن مما يضمن ظهور أكبر عدد من النموات، ولا توجد عندها حاجة لعملية الترقيع. تعطي هذه الطريقة إنتاجية جيدة في العامين الأول والثاني وتصبح السوق رفيعة جداً في السنوات اللاحقة بسبب الإشطاء القوي مما يعني انخفاض مردود وحدة المساحة، لذا ينصح باللجوء إلى هذه الطريقة في تلك المناطق التي تنتشر فيها زراعة محصول قصب السكر لمدة 2–3 سنوات بالحقل

نفسه (جزر الهاواي). وهنا توضع العقل بصورة أفقية ونادراً بزاوية أو بصورة عمودية، والتي يتم اللجوء إليها في حال الرطوبة الزائدة في التربة، بينما يتم اللجوء للطريقة الأفقية في حال عدم توافر الكمية الكافية من الرطوبة. وتنتشر بشكل واسع طريقة الزراعة في سطور عادية، حيث يتم وضع عقل قصب السكر في قاع الأخدود في سطر واحد، وتكون المسافة بينها أدنى ما يمكن 1–3 وحتى 10سم أو أكثر. وتستخدم هذه الطريقة مع سابقتها في حال عدم توافر العقل بالعدد الكافي، وعند الرغبة في إكثار الأصناف القيمة. تؤمن طريقة التشتيل المضاعف تجانساً عالياً للنباتات وتطورها بشكل جيد، ويتم تنفيذها كما هو الحال في طريقة السطور البسيطة، وتتم بوضع عقلتين في قاع الأخدود وبمسافة 2–3 سم، وتترك مسافة 10–15، وحتى 50 سم أو أكثر بين كل زوج من العقل، علماً أنه في مناطق الرطوبة الزائدة يتم اللجوء إلى الزراعة العمودية المضاعفة (الشكل، 48). يسمح التشتيل الآلي بتوحيد سائر العمليات الزراعية حيث تقوم الآلة بتحديد مكان الأخدود وإنشائه، ووضع العقل بداخله، ثم تتم عملية تغطيتها بالتراب بالإضافة لكونها أكثر اقتصادية، حيث يتم تنفيذ العمليات السابقة بأقل ما يمكن من نفقات العمل. لا يحب نبات قصب السكر التظليل، لذا تتم زراعته على خطوط عريضة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. وتتوقف المسافة بين الخطوط على خصوبة التربة ونسبة الرطوبة وخصائص الصنف، حيث يتم اللجوء إلى الخطوط العريضة في الأراضي الخصبة: ففي الهند تتم الزراعة على مسافة 75–90 سم في الأراضي قليلة الخصوبة و90–105 سم في متوسطة الخصوبة، و120 سم في الأراضي الخصبة.



الشكل (48): يبين طرق وضع عقل القصب في خطوط التربة.

عمليات الخدمة بعد الزراعة

تكمل عمليات الخدمة بعد الزراعة ما بدأت به العمليات السابقة (تحضير التربة، التسميد، تحديد المعدل الأمثل للتقاوي، موعد الزراعة...إلخ) بتأمين الظروف الملائمة لنمو قصب السكر وإعطاء محصول جيد. وتتضمن خدمة قصب السكر بعد الزراعة سلسلة من العمليات تهدف إلى المحافظة على الكثافة النباتية المطلوبة من خلال تنفيذ الترقيع، العزيق، الري، مقاومة الآفات وغيرها من العمليات. يمكن القول: إنّ عمليات خدمة محصول قصب السكر في موسم النمو الأول مشابهة لعمليات الخدمة المقدمة لمحاصيل الحبوب المزروعة بشكل كثيف أو غير المعزوقة، لكن هنا وبحكم طريقة الزراعة باستخدام العقل فإنه يتم تنفيذ العمليات الآتية:

1- الترقيع: قد تنخفض نسبة الإنبات في حالة القصب المزروع في عامه الأول، أو قد تظهر مساحات في حقول السنوات التالية خالية من النباتات نتيجة لتلف البراعم أوإصابة مرضية، أوقلة أو زيادة ماء الري أو تلف الجورة أثناء الحصاد

مما يستدعي إعادة زراعتها أو ترقيعها. ويمكن أن يكون ذلك بقطع تقاوي عادية في حالة الغرس أو زراعتها بشتلات سابقة التجهيز لتماثل عمر النباتات الجديدة بحيث لا يكون هناك تفاوت كبير بين أطوال النباتات الناتجة من الترقيع والنباتات الأصلية. يتم ترقيع الجور الغائبة بعد 20–30 يوماً، حيث يفضل في هذه الحالة استخدام العقل المأخوذة من القسم العلوي للساق.

2- العزيق: تنفذ عزقة خفيفة قبل التشتيل في الأراضي الموبوءة بالأعشاب، ومن ثم تقسم الأرض، وتقام الأثلام أو الخطوط. وتنفذ عدة عزقات حتى نهاية مرحلة الإشطاء حيث تنفذ العزقة الأولى بعد ظهور النموات مباشرة وباستخدام المحاريث القرصية وعلى عمق 8 سم مع ترك منطقة حماية خلال هذه العزقة حتى 10 سم، وتتكرر هذه العملية وحسب درجة ظهور الأعشاب وقد يصل عددها إلى 10–12 عزقة، مع ضرورة التوقف بعد مرور 5–6 أشهر من الإنبات، حيث يكون المجموع الخضري للنباتات قد غطى وبصورة كاملة المسافات بين خطوط الزراعة. ويتم وحسب درجة نمو النباتات زيادة منطقة الحماية خلال العزيق لتصل إلى 20 سم أو أكثر مع ضرورة أن تترافق العزقة الأخيرة مع عملية تسوية من أجل تسهيل عملية القطع أو الحصاد الآلي للنباتات.

3- التحضين: تحضين النباتات بهدف زيادة مقاومتها للرقاد في حال وجود الرياح القوية، ويتم عادة تحضين قصب السكر في عامه الأول مرتين:

1) الأولى في مرحلة الإشطاء وعندما يصل طول النبات إلى 50 سم (الشهر الثالث من النمو).
2) الثانية بعد مرور 1–2 شهر على التحضين الأول وعندما تكون النباتات ذات إشطاء جيد.

4- **التسميد:** تسمد نباتات قصب السكر عندما تكون بعمر 3 ، 6 ، 10 أشهر ويتم خلالها استخدام حوالي 70% من كمية الأسمدة الآزوتية الكلية.

5- مكافحة الأعشاب الضارة:

تكافح الأعشاب الضارة خصوصاً في المناطق الاستوائية، وتعد هذه المسألة في تلك المناطق مهمة جداً، حيث إنه في ظروف درجات الحرارة المرتفعة بشكل مستمر وهطول الأمطار يتم نمو الأعشاب وإزهارها على مدار العام، لذلك يتم اللجوء إلى مكافحتها إما يدوياً وبمعدل 4-5 مرات، ويبلغ متوسط تكاليف هذه الطريقة أكثر من 50 ساعة عمل/هكتار، أو كيميائياً في حال تكثيف الزراعة حيث يستخدم السيمازين بعد التشتيل وبمعدل 2.5 كغ . هكتار$^{-1}$ مادة فعالة ومركب دوال خلال مراحل نمو النبات(قصب السكر بعمر 4-6 أشهر) وبمعدل 2.5-3 كغ . هكتار$^{-1}$ مادة فعالة.

6- **الري:** الماء هو المكون الأساسي في تركيب أنسجة الكائن الحي. عموماً، سواء أكانت حيوانية أم نباتية، وهو يمثل نحو 75% من وزن سوق القصب، وترجع أهمية الماء إلى أنه الوسط الذي يتم فيه جميع العمليات الحيوية في النبات، ومن خلاله تنتقل العناصر الغذائية من محلول التربة إلى داخل النبات، كما أنه وسيلة الانتقال التي تحمل جزئيات السكر لتنتقل إلى موضع تخزينها في سوق القصب .والقصب من المحاصيل التي تتأثر بصورة كبيرة بنقص الماء وزيادته. وتتمثل الأضرار الناجمة عن نقص الماء بالآتي:

1- قصر السلاميات ويظهر ذلك في المرحلة أو الفترة التي تعرضت فيها النباتات للعطش.

2- نقص كمية العصير في ساق القصب، وزيادة نسبة الألياف.

3- خفض معدل نمو النباتات، وبالتالي محصول قليل منخفض السكر.

أضرار الإسراف في مياه الري:

1- يؤدى الري الغزير لدرجة الغرق إلى نقص وتعفن العقل، وموت البراعم. وفي المرحلة المبكرة بعد الإنبات، وتؤدي زيادة المياه حول الجذور إلى اختناقها وتعفنها لسوء التهوية حول الجذور.

2- -عدم قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية مما يؤدي إلى اصفرار الأوراق، وبالتالي يؤثر في نمو النبات.

3- ينخفض المحصول والسكر لعجز النبات على النمو الجيد، وتخزين السكريات في الساق.

تتم العناية بري المحصول في مصر تبعا لمراحل نموه المختلفة ،ويمكن تقسيم هذه المراحل تبعا للظروف البيئية إلى :

1- مرحلة الخريف والربيع: ي هذه المرحلة يكون الجو معتدلاً كما أن النباتات النامية تكون صغيرة، ولا حاجة لكميات كبيرة من المياه أو مواعيد متقاربة للري، ويفضل أن يكون الري خلال تلك المرحلة كل 15 يوماً.

2- مرحلة الصيف: تبدأ هذه المرحلة من شهر أيار حتى نهاية شهر آب، وفيها يكون نمو النباتات سريعاً نشيطاً حتى إنه أطلق على هذه الفترة مرحلة النمو العظمى للنبات لأن النباتات تحتاج إلى كميات كبيرة نسبيا من المياه، وعلى فترات متقاربة لمواجهة النمو السريع للنبات، ويكون الري خلال هذه المرحلة كل 7-10 أيام.

3- مرحلة الشتاء: يقل نمو قصب السكر في فصل الشتاء، و يصبح بطئياً. ويزداد تدريجياً معدل انتقال السكر من الأوراق إلى السوق وتخزينه فلا تكون

هناك حاجة لتقارب فترات الري بل يجب أن تكون متباعدة بحيث تكون كل 21 يوماً على أن يتم منع الري تماماً (الفطام) قبل الحصاد بنحو 25–30 يوماً.

ويجب العناية بالرية الأولى (رية الزراعة) بحيث تكون مشبعة وبدون إسراف حتى لاتتضرر العقل، كما تنفذ رية تدعى رية المحاياة بعد خمسة أيام من الزراعة بهدف تسريع الإنبات وزيادة نسبته، ويجب إحكام عملية الري بحيث تصل المياه لكافة نباتات الحقل بالتساوي.

يروى قصب السكر في المناطق الجافة الاستوائية منها وشبه الاستوائية، وحتى في المناطق الاستوائية ذات معدلات الأمطار الأقل من 1000 مم، وفي ظروف تكنولوجيا التكثيف الزراعي لقصب السكر يتم الري، وحتى في تلك المناطق التي يصل فيها معدل الهطول 1200 مم أو أكثر (الولايات المتحدة، كوبا، استراليا). يعتقد في استراليا أنه من أجل الحصول على إنتاجية قدرها 200 طن . هكتار$^{-1}$ فإن معدل الأمطار يجب أن يكون بحدود 1400–1600 مم. وتبعاً لموسمية الأمطار، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة، ومدى تأثر النبات بمراحل نموه المختلفة بتوافر الرطوبة فإنه يفضل اللجوء إلى الري الدوري خلال كامل فترة نمو المحصول، أو الري الدوري في الموسم الجاف أو إعطاء ريات متقطعة فقط في حالة الضرورة القصوى. يتراوح عدد الريات بين 1–2 وحتى 15–30 رية وذلك تبعاً للظروف الجوية المختلفة، ففي المناطق الحارة الجافة وكذلك في الموسم الجاف في المناطق الرطبة الاستوائية يجب ألا يتجاوز الفاصل الزمني بين الرية والأخرى 10–15 يوماً، ويتم المباعدة بين الريات (15–25 يوماً) في أشهر النمو الأخيرة، ويتم إيقاف الري قبل الحصاد بـ 2–3 أشهر. وحسب معطيات Alonco (1979) في كوبا يكون معدل الري في الشهر الأول من النمو بحدود 350م^3/هكتار، ومن الشهر الثاني حتى الخامس 540، ومن السادس

حتى العاشر 890م^3/هكتار، وفي موسم النمو الثاني 890م^3/هكتار بمراحله المختلفة. يروى قصب السكر بالخطوط والرذاذ، ومؤخرا باستخدام الري السطحي المطور باستخدام الانابيب المثقبة Gated pipes (الشكل، 49)، التي من خلالها يمكن التحكم في فتح وغلق فتحات الري، وكذلك التحكم في تصريف الثقوب، و تقليل فقد الماء بالبخر السطحي أو التسرب من قنوات الري لأن المياه تنقل من القنوات الرئيسية إلى القنوات الفرعية خلال أنابيب مدفونة تحت سطح الأرض وتقلل هذه الطريقة من الري انتشار الأعشاب التي تنمو في القنوات الفرعية، كما تقلل نقل بذور الأعشاب داخل الحقول، و تقلل التلوث البيئي من خلال دفع المياه في قنوات مدفونة والاستغناء عن القنوات المكشوفة التي تعد مأوى لتكاثر الحشرات.



الشكل (49): يبين الري السطحي المطور لقصب السكر.

نضج قصب السكر وحصاده Maturity and harvest:

الحصاد هو المحصلة النهائية للجهد المبذول خلال موسم النمو. يتم حصاد قصب السكر في الموسم الجاف عندما تصل كمية السكر المتراكمة إلى أقصى ما يمكن، ثم تتم عملية نقل السوق إلى مصانع السكر مباشرة، حيث إن

الفاقد من السكر عند ترك السوق لمدة 24 ساعة يصل حتى 3%، 48 ساعة حتى 8%، وعند تركها لمدة 4-5 أيام حتى 30% من كمية السكر الكلية الموجودة في الساق. يعد فطام المحصول الخطوة الأولى باتجاه حصاد المحصول ويتم عادة لفترة 25- 30 يوماً يمنع خلالها الماء عن المحصول بغرض تجفيف الأرض، وتركيز السكريات في سوق القصب . ويعتقد بعض المزارعين أن حصاد قصب السكر من أرض حديثة الري يساعد على زيادة المحصول، وهو اعتقاد خاطئ لأنّ النبات لا يمتص من مياه الري ولا يحجز منه في أنسجته إلا بقدر حاجته إليه وحتى في حالة امتصاصه لكمية كبيرة من مياه الري بسبب حاجته إليه، فإن ذلك يؤدى إلى نقص نسبة المحتويات السكرية بالعصير، وفي هذه الحالة تقل نسبة السكر المتحصل عليها، كما يصعب قطع سوق القصب في الأراضي حديثة الري فتتضاعف النفقات بالإضافة إلى تصلب تربة الحقل نتيجة دخول الإنسان والآلات وهي رطبة، ويشترط عدم حصاد القصب قبل تمام واكتمال نضجه لأن ذلك يؤدي إلى فقد نسبة كبيرة من السكر بسبب عدم اكتمال عمليات التخزين في سيقان قصب السكر غير الناضجة. والضرر الناتج من تصنيع السكر من قصب غير ناضج ليس فقط بسبب نقص نسبة السكروز في المحصول بل أيضا لزيادة نسبة السكريات الأحادية في العصير، و هذا النوع من السكريات يرفع درجة لزوجة العصير ويعيق تبلور السكروز فتفقد نسبة كبيرة منه في المولاس. ويتم تحديد موعد الحصاد بالاعتماد على المظهر الخارجي للنبات، حيث عند النضج تصفر الأوراق السفلية والوسطى وتجف، وتنتفخ العقد الساقية، ويتم تنفيذ بعض التحاليل المخبرية للتأكد من النضج التكنولوجي للمحصول.

تتضمن تكنولوجيا حصاد قصب السكر العديد من العمليات تبدأ بقطع الساق باستخدام أداة حادة، إزالة القمم والأوراق، تقسيم السوق إلى أجزاء. إذ إن الساق التكنولوجية المخصصة للتصنيع يجب أن تكون بدون أوراق، لكونها تعيق عملية التعبئة والنقل والتفريغ، وتسبب خفض نسبة السكر المستخلصة، وبدون القمة الخضراء المؤلفة من السلاميات 5–6 العلوية ذات الأوراق الخضراء، لكونها تحوي كمية كبيرة نوعاً ما من الأحماض الأمينية، والسكريات الأحادية، والمواد البكتينية وغيرها من المركبات التي تؤدي إلى تلوث عصير السكر خلال التصنيع، وبالتالي تعيق عملية تنقية السكر وتخفض نسبة الاستخلاص. ويجب الإسراع في حصاد قصب السكر الضعيف والراقد وتصنيعه لأن تأخير الحصاد في هذه الحالة ينتج عنه أضرار بالغة، وعلى المزارعين أن يقوموا بحصاد المحصول بالقدر الكافي لشحن العربات المخصصة لهم دون زيادة حتى يتمكنوا من توريد المحصول إلى شركات السكر وتصنيعه خلال 24 ساعة من بداية الحصاد، وفي حال تأخير التوريد بسبب بعض الظروف الطارئة كحدوث خلل بالمصانع، أو وسائل المواصلات، أو عطب بخطوط السكة الحديد، أو قلة الأيدي العاملة، يجمع القصب في أكوام تغطى بأوراق القصب الجافة بسمك 25 سم حيث يساعد ذلك على تقليل نسبة الفقد في كل من وزن المحصول وناتج السكر منه إلى النصف تقريباً. عموماً، يفضل الانتهاء من موسم حصاد القصب قبل اشتداد درجات حرارة الجو لما تسببه الحرارة العالية من فقد لنسبة كبيرة من وزن المحصول وناتج السكر بسبب ارتفاع نسبة التبخر. ويميز بين نوعين من الحصاد:

أولاً: الحصاد اليدوي: يتم فيه قطع السوق بوساطة آلة حادة، حيث يمسك العامل الساق بيده اليسرى ويتم القطع باليمين، وذلك على ارتفاع 3–4 سم من سطح

التربة (الشكل، 50)، بعد ذلك يتم قطع القمة بطرف السكين غير الحاد ويزيل الأوراق ويتم تقسيم الساق إلى 2–3 أجزاء، ثم يتم ربط هذه الأجزاء في ربطات زنة كل منها 300–400 كغ، تحمل بعدها بالآلات الرافعة، وتنقل إلى مصانع السكر. يستطيع العامل الواحد خلال نهار عمل تجهيز 5 طن أو أكثر من هذه السوق. تعد عملية الحصاد اليدوي مجهدة، وتبلغ نفقات العمل فيها 150–200 ساعة عمل/هكتار أو أكثر، لذا يتم في العديد من الدول تجزئة عملية الحصاد حيث يتم أولاً عملية حرق للأوراق، ومن ثم يتمّ الحصاد، وتهدف عملية الحرق إلى القضاء على الثعابين والقوارض التي تعيق عمل العمال بالإضافة لكونها تسهل عملية الحصاد. تتم عملية الحرق في المساء الذي يسبق موعد الحصاد وذلك لأن السوق العارية أو الخالية من الأوراق وغير المحصودة تفقد خلال أربعة أيام 8–12% من وزنها لتصل نسبة الفقد إلى 20% في اليوم الخامس. وتبين أن عملية الحرق تسمح بزيادة إنتاجية العامل في حالة العمل اليدوي بمعدل 2–3 أطنان/يوم. وتتسم عملية الحرق بعيوبٍ عديدة منها:

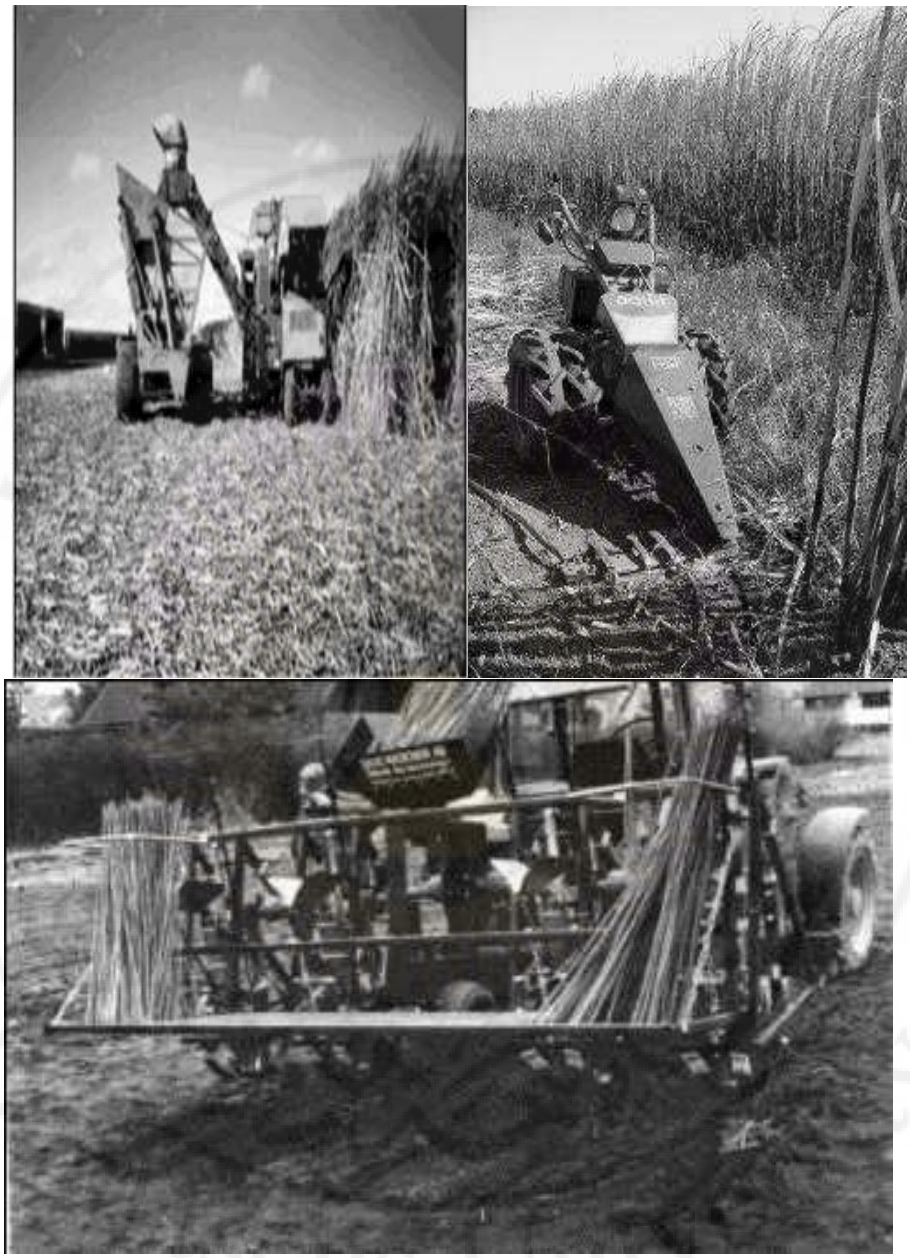
1) تضرر البراعم مما يسيء إلى عملية إنبات قصب السكر في موسم النمو التالي.
2) تتطور وبشكل سريع الأعشاب الضارة.
3) تزداد خطورة التعرية.
4) وينخفض نشاط ميكروفلورا التربة.

ثانياً: الحصاد الآلي: ويتم بوساطة حصادات (الشكل، 51). تقوم وبنفس الوقت بقطع الساق وإزالة الأوراق القمية وتقسيم الساق العارية إلى عقل بطول 30–40 سم ومن ثم تنقل إلى السيارات. تستطيع حصادة واحدة خلال نهار واحد حصاد 80 طناً/هكتار من السوق ويمكنها أن تحل محل 20–30 عاملاً

بالمتوسط. تتوقف فعالية استخدام الحصادات على مدى تجانس سطح التربة وطبيعة الصنف الذي يجب أن يتصف بسرعة جفافه، وبسهولة فصل معظم الأوراق عن الساق عند النضج، وكذلك على مدى إمكانية تنفيذ عملية الحرق المسبق للأوراق.وينفذ الحصاد الآلي لقصب السكر في السودان بنسبة 30% من المساحة المحصودة بينما يمثل الحصاد اليدوي 70%.



الشكل (50): يبين الحصاد اليدوي لقصب السكر.



الشكل (51): يبين الحصاد الآلي لقصب السكر.

يملك التبكير في خدمة المحصول بعد قطع السوق (موسم النمو الثاني) نفس مزايا التبكير في مواعيد زراعة القصب (موسم النمو الأول)، ويجب البدء بعمليات الخدمة بمجرد الانتهاء من عمليات قطع السوق الناضجة. يبقى في مزرعة قصب السكر بعد عملية قطع ونقل السوق التكنولوجية 25–100 طن . هكتار$^{-1}$ أوراق جافة وقمم نامية توزع توزيعاً منتظماً في الحقل، حيث تفيد في الحد من التعرية وتتحول لاحقاً بعد هطول الأمطار إلى سماد مفيد للنموات الحديثة من قصب السكر، علماً أنه يمكن استخدام القمم النامية علفاً للحيوانات.

تتكون الإنتاجية في موسم النمو الثاني على حساب نمو الفروع أو الإشطاءات من البراعم السفلية للساق النباتية المتكونة في موسم النمو الأول. تظهر هذه الفروع بعد 2–3 أسابيع من الحصاد. تتضمن عمليات الخدمة خلال موسم النمو الثاني:

1) المحافظة على المسافة بين الخطوط نظيفة وخالية من الأعشاب الضارة.

2) قلب المخلفات النباتية في التربة.

3) تحضين النباتات: يمكن أن تتم عملية التحضين بوساطة محاريث خاصة قادرة على قطع قسم من الجذور القديمة، وإزالة بقايا الأفرع المقطوعة، حيث يساعد ذلك في تحسين نمو الأفرع الجديدة، ويمكن خلالها إضافة الأسمدة في الخطوط المتكونة بعد مرور المحراث، ومن ثم تتم عملية تحضين ثانية على ألا يزيد الفارق بينهما عن 5–7 أياماً، وتضاف الدفعة الثانية من الأسمدة بعد 3 أشهر.

4) إضافة الكميات المطلوبة من السماد: وقد تضاف على دفعتين يتم في حال الإضافة الأولى استخدام تسميد كامل (N.P.K) أو سماد آزوتي وفوسفوري فقط، وقد يتم الاقتصار على الآزوت في حالة الأراضي الغنية بالفوسفور والبوتاس، وفي حال الإضافة الثانية يتم استخدام الآزوت فقط وبشكل عام. وتبدأ كافة هذه العمليات بعد ظهور النموات على سطح التربة.

5) وأخيراً تعاني مزرعة القصب في موسم نموها الثاني من موت بعض النباتات، وتصبح هناك أماكن فارغة في الحقل لابد من ترقيعها عن طريق زراعة عقل حديثة الحصاد (من أجزاء الساق العلوية).

الإجهادات البيئية والإحيائية:

الأمراض:

أولاً: الأمراض البكتيرية Bacterial diseases

تقزم النباتات

أهم أعراضه هو تقزم السلاميات السفلية لنبات القصب، وعند عمل قطاع طولي في العقد السفلية للنبات تظهر نقط ذات لون قرمزي داكن أسفل منطقة النمو.

ويقاوم المرض من خلال:

1- زراعة صنف مقاوم.

2- المعاملة بالماء الساخن 52 °م لمدة ساعة ونصف.

3-تطهير آلات القطع عند إعداد التقاوي للزراعة.

ثانياً: الأمراض الفيروسية Viral diseases

1- الموزييك:

أهم أعراضه ظهور برقشه على الأوراق تتسبب في نقص المواد الخضراء بالورقة (الكلوروفيل)، وبالتالي تقل كفاءة الورقة في إنتاج السكر، وبالتالي

انخفاض محصول السكر. وتختلف سلالات فيروس موزييك القصب في قدرتها المرضية على إحداث الإصابة، فبعض سلالات فيروس الموزييك تكون ذات تأثير ضعيف من حيث مظهر الإصابة، وبالتالي يكون تأثيرها في المحصول قليل، وقد تكون ضعيفة لدرجة اختفاء مظهر الإصابة بتقدم النبات في العمر بينما نجد بعض سلالات الفيروس تكون ذات قدرة مرضية عالية وخاصةً على الأصناف الحساسة، بحيث تؤدي الإصابة بالفيروس إلى تقزم شديد في النمو وموت الأفرع الجانبية، وفي النهاية نقص المحصول، ويقدر الفقد في ناتج السكر والمحصول بنحو 3-50% وذلك حسب نوع السلالة المرضية وعمر المحصول. ويقاوم المرض بإتباع أساليب مقاومة المرض السابقة ويضاف إليها الآتي:

1) مقاومة الحشرات الناقلة لفيروس القصب مثل المن.
2) العناية بنظافة حقل القصب من الأعشاب التي تعد عوائل مناسبة وسيطة للمسبب المرضى.

2- مرض التخطيط:

مرض فيروسي من أهم الأمراض التي تصيب محصول القصب في القارة الإفريقية وبخاصة مصر، بعكس مناطق زراعته الأخرى حيث اختفى منها تماما مثل استراليا والهند وذلك عن طريق زراعة الأصناف المقاومة للإصابة بمرض التخطيط، ينتشر المرض بوساطة نطاطات الأوراق، و عن طريق العقل المصابة تظهر الأعراض على شكل خطوط طولية رفيعة سمكها نحو 0.5 مم وطولها من 3 – 7 مم وتظهر هذه الخطوط متقطعة موازية للعرق الوسطى للورقة، ولونها أبيض وخالية من مادة الكلوروفيل الخضراء . وفي حالة الإصابة الشديدة تتحد هذه الخطوط بعضها ببعض، فتظهر خطوطاً طولية بطول الورقة، ولا تظهر أي أعراض لهذا المرض على الساق أو الجذور. ينتج عن الإصابة بهذا المرض

نقص في محصول القصب يقدر بنحو 20 – 30 % بسبب ضعف نمو النباتات المصابة وقصرها ورفعها، وذلك يعود إلى أن الجزء الخاص بعملية البناء الضوئي وتكوين السكر وهو الأوراق قد تعرض للتلف نتيجة للإصابه. يقاوم المرض بزراعة أصناف مقاومة للمرض، و استعمال عقل سليمة خالية من الإصابة، ومقاومة الحشرات الثاقبة الماصة التي تسبب انتقال الفيروس من النبات المصاب إلى النبات السليم، و إزالة النباتات المصابة أولاً بأوّل.

ثالثا: الأمراض الفطرية Fungal diseases

التفحم:

من أخطر الأمراض التي تهدد زراعة وصناعة السكر وهو يشبه في ذلك مرض الطاعون الذي يسبب الفناء الكامل لمنطقة الإصابة. (الشكل، 52). وترجع خطورة مرض التفحم للأسباب الآتيــة:



الشكل (52): يبين مرض التفحم الكرباج (السوط) الأسود.

1) سهولة انتشار الجراثيم خاصة بعد اكتمال نمو الكيس الجرثومي (السوط) وتحوله إلى اللون الأسود وانفجاره فيتم انتقال الجراثيم بالطرق التالية:

1. عن طريق الرياح.
2. عن طريق النقل الميكانيكي للأفراد الحاملة للنباتات المصابة أثناء إخراجها من الحقل.
3. النقل الميكانيكي نقل الجراثيم بملابس العمال المشتغلين بالحقل.

2) تسكن الجراثيم في عيون العقل (البراعم) مما يؤكد انتشار المرض بعد زراعة التقاوي المصابة. ويبدأ ظهور الأعراض الخاصة بمرض التفحم باستطالة القمة النامية وتحولها في النهاية إلى ما يشبه السوط ويصل طولها إلى نحو واحد متر وسمكة نحو 0.5 –1 سم، وتعد زيادة طول النباتات المصابة بالمقارنة بالنباتات السليمة المجاورة أحد مظاهر إصابة الحقل بالتفحم. ويتطور لون السوط من الفضي إلى الرصاصي ثم إلى اللون الأسود الفاحم، وفي النهاية ينفجر السوط وتنتشر الجراثيم الفطرية السوداء لتلوث الهواء المحيط، وتسقط على التربة لتصبح مصدر عدوى مستمر لأي محصول قصب يزرع بعد ذلك ، وعند الزراعة تنبت الجراثيم الملوثة للتربة أو الموجودة في التقاوي، وتنتج ميسليوم ضعيف يخترق البادرة، وينمو داخل أنسجة القصب إلى أن يصل إلى أنسجة القمة النامية فيلازمها، ودون أن يحدث أي تغير في شكل النبات، ولكن عندما يصل النبات إلى قرب نهاية موسم النمو الخضري ينشط ميسليوم الفطر الساكن في القمة النامية، ويفرز أنزيمات تنشط نمو القمة النامية لينتج بعدها الكرباج الأسود الذي يمتلئ بالجراثيم الفطرية، وبالتالي يعمل ذلك على تكرار حدوث الإصابة في الأعمار الصغيرة مستقبلا .ويلاحظ أن الإصابة تزداد بهذا المرض عاما بعد آخر. وتقدر نسبة النقص في المحصول نتيجة الإصابة بمرض

التفحم بنحو 20–60% وذلك حسب شدة الإصابة وعمر المحصول، ومدى حساسية الصنف للإصابة بالمرض.

يقاوم مرض التفحم باتباع الآتي:

1) زراعة عقل سليمة خالية من الجراثيم، وذلك بالحصول على العقل من حقول مضمونه، وتم فرزها بمعرفة المختصين.

2) زراعة أصناف مقاومة للإصابة بمرض التفحم.

3) معالجة التقاوي قبل زراعتها، وذلك بنقعها في الماء الساخن على درجة 50 ^{5}م لمدة 20دقيقة، و مع إضافة بعض المطهرات الفطرية إما أثناء المعاملة بالماء الساخن، أو غمرها مباشرة بعد المعاملة بالماء الساخن في خزانات تحتوي على المبيد الفطري.

4) اتباع دورة زراعية بحيث يمنع زراعة قصب السكر في الأراضي الملوثة لمدة موسم على الأقل.

5) التفتيش الدوري للحقول، وهنا تتجلى أهمية متابعة المزارع لزراعاته حيث ينبغي التبليغ فور ظهور أي استطالة غير طبيعية في نباتاته، ولا ينتظر حتى يتكون السوط الدال على تمام حدوث الإصابة .

6) في الحقول التي تقل فيها نسبة الإصابة عن 5% يتم نزع الجورة بسرعة قبل انتثار الجراثيم بل قبل تغير لون السوط من الفضي إلى الرصاصي، ويتم تركيب كيس بلاستك فوق جورة النباتات المصابة قبل قلع النباتات منها حتى لا تنتثر الجراثيم في الجو المحيط، وعلى الأرض وتحرق الأكياس في مناطق بعيدة عن حقول القصب.

7) في حالة زيادة الإصابة عن 5% يتم إزالة الحقل بالكامل، ويتم حرق النباتات داخل الحقل، ويلي ذلك غمر الحقل بالماء لمدة 7 – 14 يوماً حيث تنبت الجراثيم وتختنق وتموت في خلال يومين من الغمر.

الحشرات Insects

الثاقبات: تعد دودة القصب الصغيرة والكبيرة من أهم الآفات التي تهاجم زراعة القصب.

دودة القصب الصغيرة: وتقوم بمهاجمة العقل فوق منطقة العقد مباشرة، فينتج عن ذلك كسر العيدان عند موضع الإصابة، وقد تسبب موت القمة النامية عند إصابة نباتات القصب الصغيرة بهذه الحشرة، وتعمل على تقليل محصول القصب والمحتويات السكرية.

دودة القصب الكبيرة: تقضي اليرقات بياتها الشتوي في سوق القصب القائمة في الحقل أو في سوق الذرة الجافة، أو في بقايا النباتات الموجودة في الحقل. وتظهر الفراشات عادة في شهر نيسان تضع بيوضها على الأعشاب حيث تتغذى اليرقات، ثم تنتقل إلى نباتات القصب الصغيرة ، وتحفر داخل سوقها من الأسفل إلى الأعلى، ويحدث تعفن في مكان الإصابة، ويذبل الساق ثم يجف. وقد تتنبه بعض البراعم السفلية للساق المصاب، وتنمو إلى أفرع جديدة متأخرة، وتنتقل اليرقات من فرعٍ إلى آخر. وتقاوم دودتا القصب الصغيرة والكبيرة بالطرق الآتية:

1) تربية أصناف مقاومة.

2) التخطيط الواسع بين الخطوط 1–1.20م يساعد على التهوية واختراق الشمس للجذور مما يساعد على الإشطاء المبكر والأفرع القوية، وتقليل نسبة الرطوبة ويقلل الإصابة بالأمراض والحشرات .

3) عدم الإسراف في التسميد الآزوتي، والعناية بإحكام عمليات الري .

4) العناية بالعزيق وعمليات الخدمة تقلل من الإصابة بالثاقبات، وينبغي العناية بإزالة الأعشاب خاصة النجيلية لأن الفراشات تضع البيض عليها.

5) قطع سوق القصب المصابة من تحت سطح التربة مباشرة بمجرد ذبول القمم النامية، وعدم الانتظار حتى تجف تماماً، لضمان وجود اليرقات فيها وإعدامها.

6) انتقاء التقاوي السليمة حتى لا تكون مصدرا لإصابة المحصول الجديد.

القوارض: تعد الفئران من أخطر القوارض (الحيوان الزراعي) التي تؤثر في زراعات القصب خصوصا في أواخر مراحل نموها بدءا من شهر آب حتى موعد الحصاد، وتتميز مزارع قصب السكر بكونها مخبأً منيعاً ومرتعاً خصباً للفئران، حيث تتجمع بها في جحور وتتوالد بكثرة، وتقوم بامتصاص عصير السوق وتفضل الساق من الأسفل حيث تزداد نسبة السكر، وقد يمتد القرض إلى جزء كبير من الساق، وينتج عن مهاجمة الفئران فقد في المحصول والمحتويات السكرية وتلف البراعم في كثير من السوق فلا تصلح لغرض الحصول على التقاوي كما تتسرب الجراثيم وبكتريا الفطر إلى داخل أنسجة النبات من الأجزاء المصابة. يمكن مقاومة الفئران بوساطة المصائد أو الطعوم السامة (فوسفيد زنك بنسبة 3% مع حبوب الذرة، ويحسن إضافة نحو 1 سم زيت لكل كيلو غرام من الطعم لجذب الفئران)، ويراعى تحضير الطعم وقت الغروب، وتوزيعه في كميات صغيرة على قطع من الفخار، ثم يوضع بالمسالك التي تمر بها الفئران، ولكي تكون المقاومة مجديه ومؤثرة ينبغي أن تكون جماعية وبجميع الحقول ولا سيما وأن هذه الآفة لا يقتصر ضررها على محصول القصب فحسب بل يشمل المحاصيل الأخرى.

الحشرة القشرية الرخوة: ترجع خطورة هذه الحشرة إلى أنها تصبب الأوراق وتتكاثر بكرياً بمعنى أن الأنثى تضع البيض (250 بيضة في المتوسط لكل أنثى) و يفقس البيض إلى حوريات دون حاجة إلى ذكور لإخصاب البيض. تنتج الحشرة من 3 – 4 أجيال في الموسم بأطوارها المختلفة، ولاسيما طور الحوريات المتحركة وتؤدي الإصابة إلى تغطية كاملة للحشرة وأطوارها وأجيالها للسطح السفلى للأوراق وعند اشتداد الإصابة تغطي السطح العلوي أيضا مما يؤدى إلى وجود ندوة عسلية و هي إفرازات عسلية تفرزها الحشرة تؤدي مع وجود الأتربة، و نمو فطريات العفن الأسود أن تأخذ الأوراق الشكل الأسود مما يفقدها القدرة على القيام بأي وظيفة حيوية، فينتهي الأمر إلى توقف نمو النبات، وانخفاض المحصول بدرجة كبيرة خاصة عندما تكون الإصابة مبكرة. تقاوم الإصابة بإجراء عملية تمشيط (تفتيش) خاصة في حقول القصب الصغير وجمع الأوراق المصابة، ويفضل فصلها عن النبات الأم باستخدام مقص حتى لا تسهم عملية نزع الأوراق بقوة إلى سقوط الحشرة أو حورياتها على أرض الحقل و تحدث الإصابة من جديد، ونظرا إلى أن ارتفاع الرطوبة داخل حقول القصب يزيد من انتشار الحشرة، ينبغي عدم الإسراف في الري، ومن هنا تظهر أهمية نظام الري السطحي المطور، مع ضرورة الالتزام بالتخطيط الواسع بحيث لا تقل المسافة بين الخطوط عن 90 – 100 سم لأنّ ذلك يقلل من سرعة انتشار الإصابة.

الباب الثاني

المحاصيل الزيتية

الفصل الأول: زهرة الشمس

الفصل الثاني: فول الصويا

الفصل الثالث: الفستق السوداني

الفصل الرابع: السمسم

الفصل الخامس: العصفر

الفصل السادس: اللفت الزيتي

الفصل السابع: الخروع

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الأول

زهرة الشمس

Sunflower

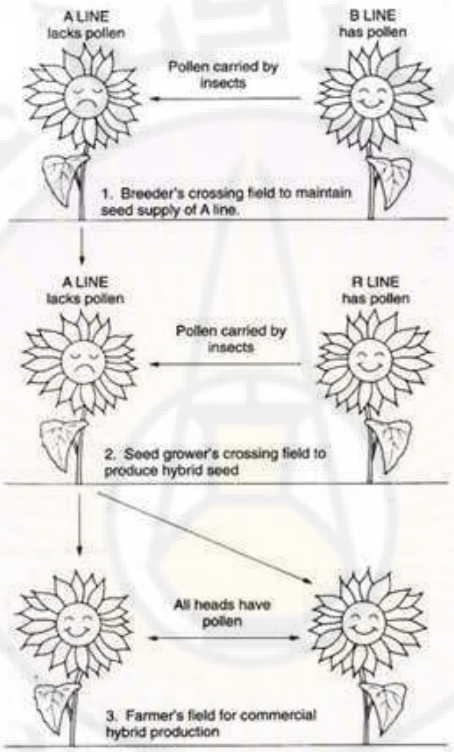
(*Helianthus annuus* L.)

الموطن الأصلي والانتشار History and origin

يُعد محصول زهرة الشمس (*Helianthus annuus* L.) من الأنواع المحصولية القليلة التي يرجع موطنها الأصلي Origin إلى شمال الولايات المتحدة الأمريكية، حيث يعود الموطن الأصلي لمعظم الأنواع المحصولية إلى الهلال الخصيب Fertile Crescent، وآسيا، وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية وأوسطها. استؤنس محصول زهرة الشمس منذ قرابة 1000 سنة قبل الميلاد، ثمَّ انتشر من شمال الولايات المتحدة الأمريكية باتجاه الشرق والغرب.

ويُعتقد أنَّ محصول زهرة الشمس ُأدخل أولاً إلى أوروبا عن طريق إسبانيا، ثمَّ انتشر في عموم أوروبا، ووصل إلى الإتحاد السوفياتي (روسيا) حيث تكيف Adapted بشكلٍ سريع مع الظروف المناخية السائدة فيها. وبدأت عملية الانتخاب لمحتوى عالٍ من الزيت في البذور High oil content في روسيا في عام 1981، وكان ذلك مسؤولاً بشكلٍ كبير عن ازدياد نسبة الزيت في البذور من قرابة 28% إلى نحو 50%. وأدخلت سلالات زهرة الشمس ذات المحتوى المرتفع من الزيت من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية بعد الحرب العالمية الثانية World war II، مما أعاد الاهتمام به بإعتباره محصولاً زيتياً مهماً. وساعد اكتشاف العقم الذكري Male sterile، ونظام المورثات

المُعيدة للخصوبة Restor gene system في إمكانية إنتاج الهجن Hybrids مما أدى إلى ازدياد الاهتمام بهذا المحصول على المستوى التجاري (الشكل، 53).



الشكل (53): يبين طريقة استخدام المورثات المعيدة للخصوبة في إنتاج هجن زهرة الشمس الخصبة.

وازداد بعد ذلك إنتاج محصول زهرة الشمس بشكلٍ هائل في ولايات السهول الكبرى Great plains، حيث وجد التجار فيه محصولاً زيتياً مهماً Oil seed crop، ووجدوا في بذاره علفاً جيداً للطيور Bird seed crop، ومصدراً غذائياً مسلياً للإنسان Human snack food. وانخفض إنتاج محصول زهرة

الشمس في تلك المناطق خلال فترة الثمانينات، بسبب انخفاض أسعاره، وإصابة نباتاتهِ بالعديد من الأمراض Diseases، والحشرات Insects، ومهاجمة الطيور خلال فترة تشكل البذور. وتزداد حالياً المساحات المزروعة بمحصول زهرة الشمس كلما اتجهنا غرباً ليشمل المناطق البيئية الأكثر جفافاً.

بلغت المساحة المزروعة بمحصول زهرة الشمس في القطر العربي السوري تحت ظروف الزراعة المروية قرابة 7574 هكتاراً، والإنتاج قرابة 13913 طناً، والإنتاجية نحو 1837 كغ . هكتار$^{-1}$، في حين كانت المساحة المزروعة بعلاً قرابة 728 هكتاراً، والإنتاج قرابة 758 طناً، والإنتاجية نحو 1041 كغ . هكتار$^{-1}$. تتركز زراعة محصول زهرة الشمس في القطر العربي السوري في كلٍ من حلب (6213 هكتاراً)، والغاب (408 هكتاراً)، وإدلب (300 هكتاراً)، وحماة (262 هكتاراً)، وطرطوس (249 هكتاراً)، وحمص (118 هكتاراً)، واللاذقية (13 هكتاراً)، والرقة (11 هكتاراً) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2006).

الاستعمالات Uses

تحتوي أصناف زهرة الشمس التجارية كمية من الزيت تتراوح من 39 إلى 49% في البذور. وتُصنّف محصول زهرة الشمس في المرتبة الثالثة من حيث إنتاج الزيت بعد محصول فول الصويا Soybean، والنخيل الزيتي Palm oil. وفاق إنتاج محصول زهرة الشمس بإعتباره محصولاً زيتياً بنحو ستة أضعاف إنتاج محصول فول الصويا منذ الثلاثينات. وتقدَّر نسبة إسهام محصول زهرة الشمس من إجمالي إنتاج الزيت العالمي بنحو 14% (6.9 مليون طناً)، وقرابة 7% من Oilcake، والكسبة Meal المتبقية بعد عصر البذور، واستخراج الزيت منها. وتنتج أوروبا والإتحاد السوفيتي أكثر من

60% من إنتاج بذور زهرة الشمس العالمي. وتعزى 80% من أهمية محصول زهرة الشمس إلى الزيت الموجود في البذور، على عكس محصول فول الصويا الذي تكمن أهميته، وقيمته الاقتصادية في كسبة البذور Soy meal.

ويُعد زيت بذور زهرة الشمس من الزيوت الممتازة Premium oil بسبب لونه الفاتح، ومحتواه العالي من الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids، وخلوه من الحمض الدهني اللينولينيك Linolenic acid، ومذاقه الطيب، وارتفاع نقطة احتراقه High smoke point. ويشكل الحمضان الدهنيان غير المشبعين، الأوليك Oleic، واللينوليك Linoleic قرابة 90% من إجمالي الأحماض الدهنية غير المشبعة، وتتكون النسبة المتبقية (10%) من الحمضين الدهنيين المشبعين البالميتيك (حمض النخيل) Palmitic acid، والستياريك Stearic. ويستخدم زيت بذور زهرة الشمس بشكلٍ رئيس لإعداد السَلَطات Salad، ولأغراض الطبخ Cooking oil، وفي صناعة المرغرين Margarine. ويعد زيت زهرة الشمس من الزيوت المفضلة، والأكثر استهلاكاً في العديد من دول العالم (Putnam وزملاؤه، 1990).

وتُستخدم كسبة بذور زهرة الشمس غير المقشورة Non-dehulled، أو المقشورة جزئياً كبديل بروتيني مكافئ لكسبة الصويا Soybean meal في تغذية المجترات Ruminant animals، والدواجن Poultry. وتتسم كسبة زهرة الشمس بمحتواها المرتفع من الألياف Fiber، وذات قيمة علفية متدنية Lower energy value، ومحتواها القليل من الحمض الأميني اللايسين Lysine، ولكنها أغنى من كسبة الصويا بالحمض الأميني الميثيونين Methionine. وتتراوح نسبة البروتين في كسبة زهرة الشمس من 28% في

البذور غير المقشُورة، إلى 42% في البذور المقشورة بشكلٍ كامل. ويتدرج لون الكسبة من الرمادي Grey إلى الأسود Black، حسب طبيعة عمليات الاستخلاص، ودرجة التقشير. وازداد إنتاج العالم من كسبة زهرة الشمس Sunmeal مع ازدياد إنتاج زيت زهرة الشمس Sunoil، وتوسع الطاقة الإنتاجية للمعاصر Crushing capacity. وتعد كلٍ من دول أوروبا الشرقية والإتحاد الأوروبي بمنزلة الأسواق الرئيسة لكسبة زهرة الشمس. وقد ازداد استهلاك كسبة زهرة الشمس خلال السنوات العشر الأخيرة بمقدار الضعف (من 1.5 – 3.5 طن متري)، ووصل حالياً إلى قرابة 5.0 طناً.

ُيستعمل زيت زهرة الشمس صناعياً في تصنيع الدهانات Paints والورنيش لأنّه يجف بسرعة، ويستخدم أيضاً في صناعة البلاستيك. ونظراً إلى توافر زيت زهرة الشمس في أوروبا والإتحاد السوفيتي بكمياتٍ كبيرة وانخفاض أسعاره، فهو يُستعمل في صناعة الصابون والمنظفات Detergents. ويمكن أنْ يستعمل حاملاً لمبيدات الآفات Pesticide Carrier، ويستعمل في إنتاج المواد الكيميائية الزراعية، والمواد اللاصقة، والمواد المطرية للبشرة وزيوت المحركات Lubricants...الخ. ونفذت عدد من الدراسات حول إمكانية استعمال زيت محصول زهرة الشمس بديلاً للوقود التقليدي (المازوت) في محركات الديزل (رقم الأوكتان فيه قرابة 37)، لذلك يوجد تفكير جاد حول إمكانية خلطهِ مع المازوت Diesel fuel بدلاً من استخراجه وقوداً بشكلهِ النقي. وتُستخدم بذور أصناف زهرة الشمس غير الزيتية Non-oilseed علفاً للطيور ولأغراض التسلية للاستهلاك البشري. وتتسم هذه الأصناف بكبر حجم بذورها وتتطلب عمليات خدمة وإدارة مختلفة عند الزراعة.

ويمكن أنْ تستعمل نباتات محصول زهرة الشمس الخضراء في تصنيع السيلاج Silage. ولكن عادةً ما تكون كمية الكتلة الحية Biomass التي تنتجها نباتات زهرة الشمس (2–3 طناً. إكرا$^{-1}$) أقل من ما تنتجه نباتات الذرة الصفراء Corn (3.1– 3.8 طناً. إكرا$^{-1}$). وعادةً ما يكون محتوى النباتات من الرطوبة في زهرة الشمس عالٍ جداً (80 – 90%)، لذلك ستحتاج إلى تجفيف Wilting قبل أن تحول إلى سيلاج. وعادةً ما تكون القيمة العلفية لسيلاج زهرة الشمس أعلى من القيمة العلفية لسيلاج الذرة الصفراء، ولكنها أدنى من دريس الفصة Alfalfa hay، ولكن عادةً ما ينخفض محتوى النباتات من البروتين الخام Crude protein، ويرتفع محتواها من الليغنين Lignin بعد مرحلة الإزهار Flowering. وتؤدي زيادة الكثافة النباتية إلى زيادة نسبة الألياف والليغنين. ويحتوي سيلاج زهرة الشمس على كمية أكبر من المواد الدهنية Fats بالمقارنة مع الكثير من المصادر العلفية Forages.

التصنيف والوصف النباتي Botanical description and classification

التصنيف العلمي Scientific classification

المملكة: النباتية Plantae

الصنف: Magnoliopsida

الرتبة: Asterales

العائلة: المركبة Asteraceae

النوع: *H. annuus* L.

عموماً، توجد ثلاثة تحت أنواع Subspecies رئيسة هي:

1. *Helianthus annuus subsp. Annuus* Dougl.
2. *Helianthus annuus subsp. lentcularis* Dougl.
3. *Helianthus annuus var. macrocarpa* Dougl.

ويُعد تحت النوع الثاني الأصل البري القريب لزهرة الشمس الزيتي Oilseed snnfbwer. وتقدَّر الصيغة الصبغية (2n) لمعظم تحت أنواع زهرة الشمس بنحو 2n = 34، 2n = 68، 2n =102. وتوجد حالات استثنائية يكون فيها العدد الصبغي مساوياً 14، و28 أو34 = 2n. ولكن العدد الصبغي للنوع المزروع *H. annuus* هو 2n = 34. ويوجد قرابة عشرين نوعاً مزروعاً Cultivated sunfbwer، في حين تُزرع الأنواع الأخرى لأغراض الزينة Ornamental، ومن الصعب جداً التفريق بينهما. وتتبع الأصناف التجارية التي تُزرع لإنتاج البذور Seeds للنوع *Helianthus annuus var. Macrocarpa*. وإنَّ النوع البري القريب للنوع المزروع هو *H. agrophyllus*، الذي ينتشر بشكلٍ طبيعي في ولاية تكساس الأمريكية. وتنتمي معظم أصناف الزينة إلى النوع *H. annuus* subsp. *annuus* المنتشر طبيعياً في الشمال الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية.

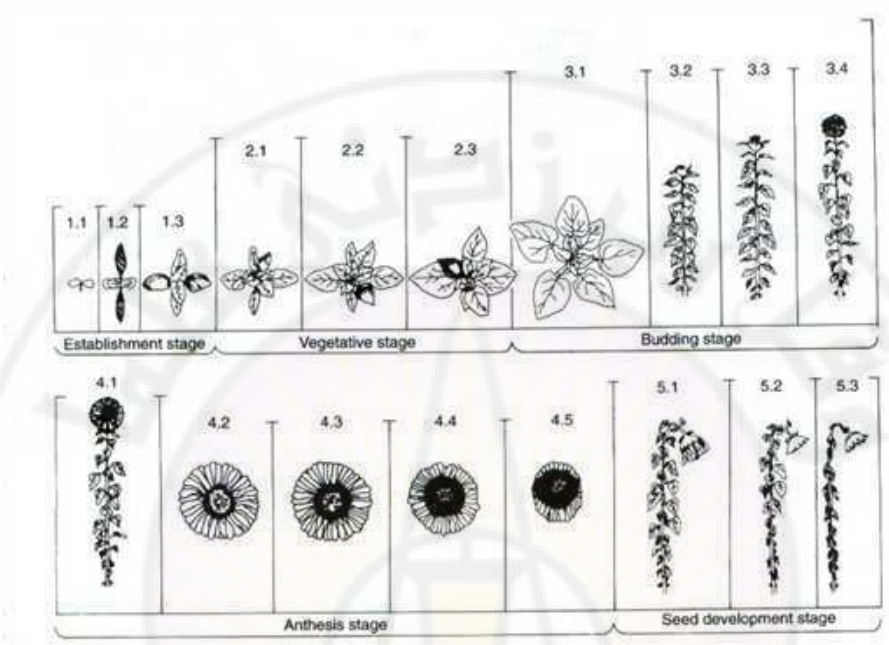
الوصف النباتي Botanical description

النبات طويل، ومنتصب Erect، وغير متعرج، وحولي Annual. ويمتلك في نهايته القمية قرصاً كبيراً بلون أصفر ذهبي Large golden head يحتوي عند النضج على بذورٍ يمكن أنْ تؤكل، أو تُطحن لاستخراج الزيت. ويبين الشكل (54) منظراً عاماً لنبات زهرة الشمس من النوع المزروع.



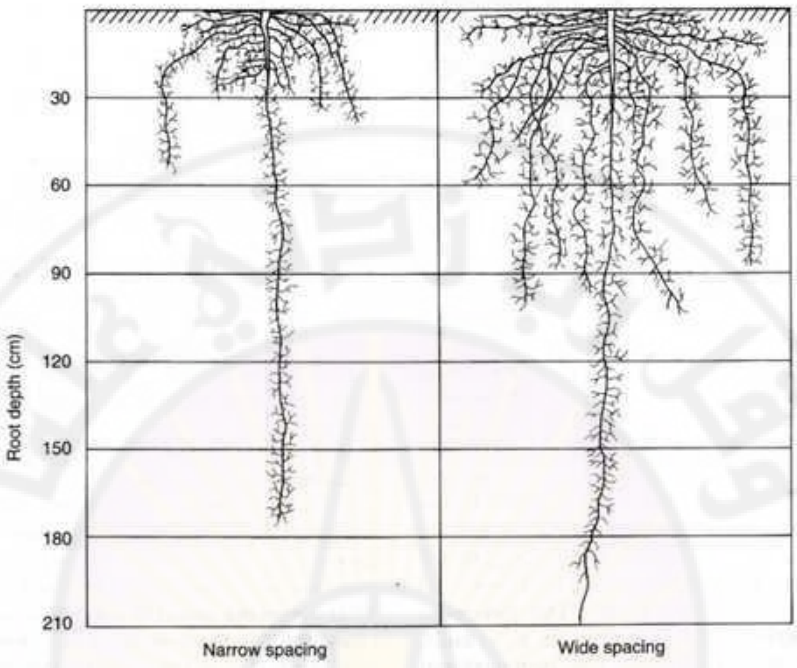
الشكل (54): يبين منظراً عاماً لنبات زهرة الشمس من النوع المزروع.

ويوضح الشكل (55) مراحل نمو نبات زهرة الشمس وتطوره.



الشكل (55): يبين مراحل نمو نبات زهرة الشمس وتطوره.

يمتلك نبات زهرة الشمس مجموعاً جذرياً كثيفاً ومتشعباً Substantial ولكنه عادةً ما يكون ضحلاً Shallow، بالرغم من امتلاكه لجذرٍ وتدي Tap root يمكن أنْ يتغلغل في التربة إلى عمق حتى 3 م، ولكن عادةً ما يقل قطر الجذر كلما ازداد طوله، لذلك يقدَّم دعماً محدوداً للنبات الناضج، أي يمكن أنْ تكون النباتات عرضة للرقاد / الضجعان Lodging، (الشكل، 56).



الشكل (56): يبين طبيعة انتشار وتوزيع جذور نبات زهرة الشمس عند الزراعة على خطوط متباعدة (اليمين)، وخطوط متقاربة (اليسار).

وعادةً ما يقضي النمل الأبيض Termites على الجذور، وخاصةً في المناطق المدارية الجافة Dry tropics، فيقل تثبت النبات في التربة، وتزداد حساسيته للرقاد قبل الحصاد. ويمكن أنْ تتغلغل جذور نباتات الأصناف العملاقة الناضجة Mature giant cultivars في التربة حتى عمق 2.5م ولكن يتركز الجزء الأكبر من المجموعة الجذرية عند عمق 50 سم (Weaver، 1962). ويبين الشكل (2) طبيعة انتشار، وعمق/ طول جذور نبات زهرة الشمس عندما تزرع النباتات بشكلٍ متقارب (كثافة نباتية عالية)، أو بشكلٍ متباعد (كثافة نباتية منخفضة). ويتأثر معدل نمو الجذور بشكلٍ مباشر بقوام التربة، حيث لوحظ اقتصار وجود الجذور في النباتات المنزرعة في الترب الطمية الرملية على

عمق 12 سم فقط، في حين امتدَّ الجذر الوتدي في العمق حتى 40 سم لدى النباتات المزروعة في الترب الطينية Clay soils (الشكل، 57).



الشكل (57): يبين اقتصار انتشار الجذور في طبقة التربة السطحية في الترب الخفيفة.

عموماً، تعد صفة تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب من الصفات الشكلية المهمة المرتبطة بتحمل الإجهاد المائي Water stress. وبيّن AL-Ouda (1999) وجود تباين وراثي في حجم المجموع الجذري لدى بعض هجن زهرة الشمس تحت ظروف الجفاف، حيث تمكن الهجين IHM-318 من تشكيل

مجموعٍ جذريٍ أطول، وأكثر غزارةً وتشعباً استجابة لظروف شح المياه Water deficit بالمقارنة مع الهجين IHM-321 الحساس للجفاف.

الساق قوية ذات مقطع دائري، يصل قطرها في أغلب الأحيان حتى 10سم، وتحمل أوباراً بيضاء خشنة Rough hairs. ويستطيل الساق بسرعة ليصل ارتفاعه حتى 1 – 2 م بالنسبة إلى الأنواع القزمة Dwarf types وحتى 5 م في الأصناف العملاقة. وعادةً ما يكون قلب الساق مملوءاً بنسيجٍ بارانشيمي أبيض قاسٍ Stiff white pith، ويصبح أجوف Hollow مع تقدم العمر. وتتكون الساق الرئيس من السيللوز (50 – 55%)، والليغنين (17 – 20%) والبنتوزان Pentosan (15 – 20%)، والبروتين الخام (5%) والرماد Ash (8 – 10%). وتؤثر الملوحة Salinity سواءً في قطاع التربة، أو في مياه الري سلباً في كلٍ من قطر الساق وارتفاعه.

الأوراق كبيرة، وبيضاوية الشكل، وثقيلة، وتتوضع بشكلٍ متقابل Oposite عند الجزء الأسفل من الساق، وبشكل متبادل Alternate في الجزء الأعلى منه، وتحمل بوساطة حامل ورقة طويل Long petiol. ويتراوح عدد الأوراق التي يمكن أنْ تتشكل في النبات الواحد بين 20 – 40 ورقة، ويختلف معدل نمو الأوراق وتطورها، وعددها باختلاف الصنف المزروع. ويحدد حجم الأوراق، وعددها في النبات، قيمة دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI)، التي تعبِّر عن حجم المصدر Source size، أو مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis. ويرتبط دليل المساحة الورقية بكمية الطاقة الضوئية الممتصة Light interception وكمية نواتج التمثيل الضوئي المصنَّعة (المادة الجافة)، وبمعدل التنفس Respiration، ومعدل التمثيل الضوئي Assimilation rate، ومن ثمَّ معدل

النمو العام للنبات (Debaeke and Raffaillaec، 1996). ويتحدد العدد النهائي من الأوراق في نباتات الصنف نفسه باختلاف الكثافة النباتية Plant density ومحتوى التربة المائي Soil moisture، ودرجة الحرارة Temperature. وتتسم الأوراق بمقدرتها على تتبع مسار أشعة الشمس Heliotropic، أي تتحرك حسب حركة الشمس في السماء. وتحتفظ بهذه الصفة حتى مرحلة الإزهار Anthesis، ولكن تفقد الأوراق هذه الميزة عندما تنضج النباتات. ويستمر تشكيل الأوراق في النبات حتى تتفتح النورات الزهرية Inflorescence، ويحدث الإزهار Flowering. ويتوقف معدل التمثيل الضوئي في الأوراق على عمر الورقة، وموقعها على الساق، وعادةً ما يكون معدل التمثيل الضوئي الأعلى في الأوراق العلوية الفتية المكتملة الاستطالة. وتؤدي الأوراق الخمس السفلى دوراً محدوداً جداً في غلة المحصول، وتسهم الأوراق السفلية العشر بنحو 10% من غلة البذور Seed yield، بمعنى آخر فيمكن ألاَّ تنخفض غلة البذور، ومحتواها من الزيت بشكلٍ معنوي عندما تفقد النباتات حتى 5% من أوراقها، وخاصةً الأوراق السفلية، ولكن يكون الضرر أبلغ فيما لو فقدت النباتات 50% من أوراقها في الجزء العلوي من الساق.

ينتهي الساق بقرصٍ زهري Disk-shaped head، يُسمى Capitulum. ويختلف حجم القرص الزهري باختلاف الصنف Cultivar وموسم النمو، ونوع التربة. ويتراوح قطر القرص الزهري بين 10 – 30 سم ويمكن أنْ يصل حتى 80 سم. ويؤثر قطر القرص الزهري بشكلٍ معنوي في غلة البذور. ولكن ضمن حدود القطر الأمثل للقرص الزهري، فإنَّ الإنتاج الأعظمي من غلة البذور يتحدد تحت ظروف الزراعة الحقلية بعدد البذور المتشكلة في القرص، أو بعدد البذور المتشكلة في وحدة المساحة من القرص الزهري.

ويتركـب القـرص الزهـري الناضـج بشـكلٍ رئـيس مـن سـكر الجلوكـوز والبكتينات المختلفة (Lou، 1996) (الشكل، 58).



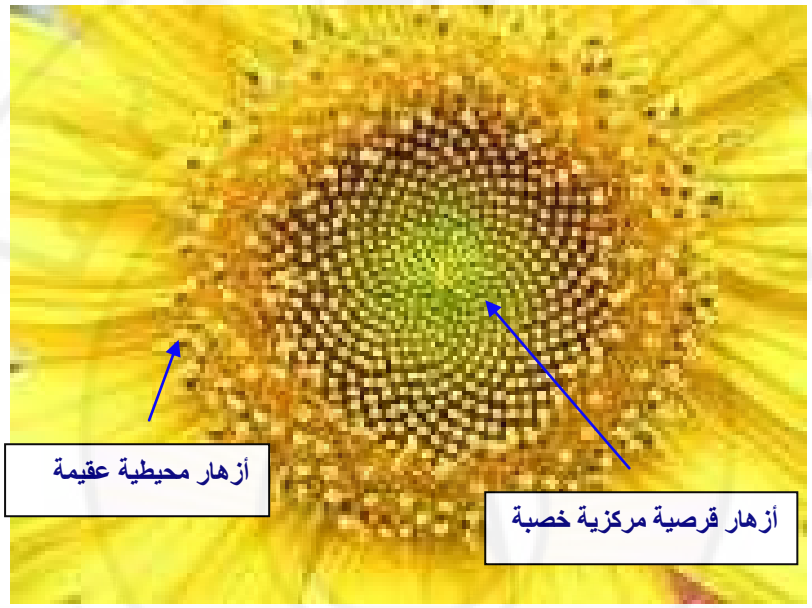
الشكل (58): يبين شكل القرص الزهري في نبات زهرة الشمس.

ويتسم القرص الزهري بمقدرتهِ على تتبع Tracking الشمس إلى أنْ تُخصب Fertilized جميع الزهيرات الخصبة Disk florets في القرص الزهري بعدئذٍ يثبت وجه القرص الزهري باتجاه الشرق، ونتيجة هذه الحركة للقرص الزهري بما يتناسب وحركة الشمس في السماء Heliotropism سُمي هذا النبات مجازاً "عَّباد الشمس"، أو زهرة الشمس Sunflower. وتتحرك الأقراص الزهرية بفضل خلايا حركية Motor cells موجودة في الجزء المرن من الساق الذي يقع مباشرةً تحت البرعم الزهري، ويسمى اصطلاحاً Pulvinus. ويساعد تصلب الساق Stem stiffness، وتجمده، وعدم مقدرة القرص الزهري على الحركة، وثباته باتجاه الشرق، في تقليل تعرض الزهيرات المخصبة لارتفاع درجة الحرارة، مما يساعد في زيادة نسبة الإخصاب، والعقد Setting، ومن ثمَّ عدد البذور المتشكلة في القرص الزهري، (الشكل، 59).



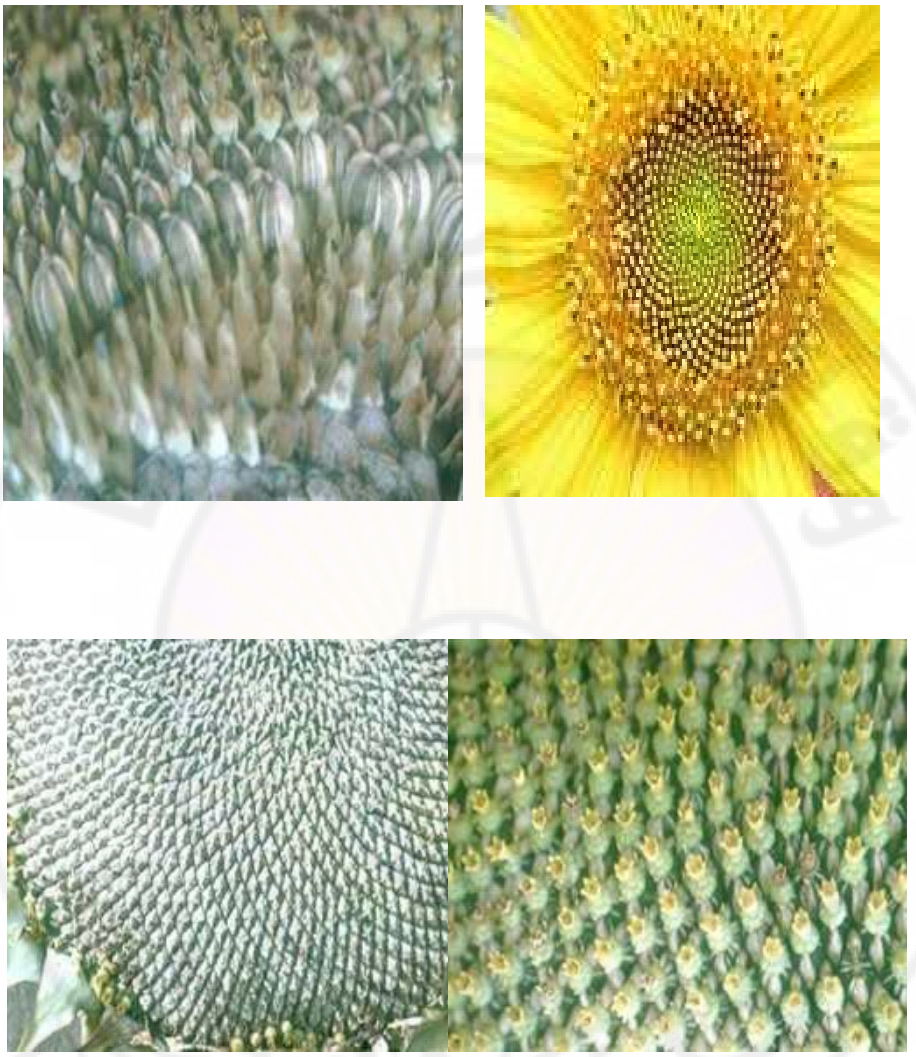
الشكل (59): يبين حركة الأقراص الزهرية وفقاً لحركة الشمس في السماء.

يوجد نوعان من الأزهار، أزهار خارجية عقيمة Sterile، ذات لون أصفر فاقع تشوبهُ حمرة، ويقتصر دور هذه الزهيرات على اجتذاب الحشرات لإنجاز عملية التلقيح Pollination. وأزهار قرصية Disck florets خصبة Fertile (الشكل، 60).



الشكل (60): يبين أنواع الأزهار في القرص الزهري.

ويحتوي القرص الزهري Head عدداً من الزهيرات يتراوح بين 1000 – 4000 مرتبة ضمن القرص على هيئة لوالب متداخلة Spiral whorls تنطلق من مركز القرص الزهري، وتنضج الزهيرات بشكلٍ تدريجي من الخارج وباتجاه المركز، (الشكل، 61).



الشكل رقم (61): يبين ترتيب وأنموذج تفتح ونضج الأزهار في القرص الزهري.

ويكتمل تفتح جميع الزهيرات ضمن القرص الزهري الواحد خلال مدة 5 – 10 يوماً، ولكن تبقى الزهيرات المفردة مستعدة لاستقبال حبوب الطلع مدة 14 يوماً من تاريخ تفتحها. وتتسم أصناف زهرة الشمس الهجينة Hybrid sunflower

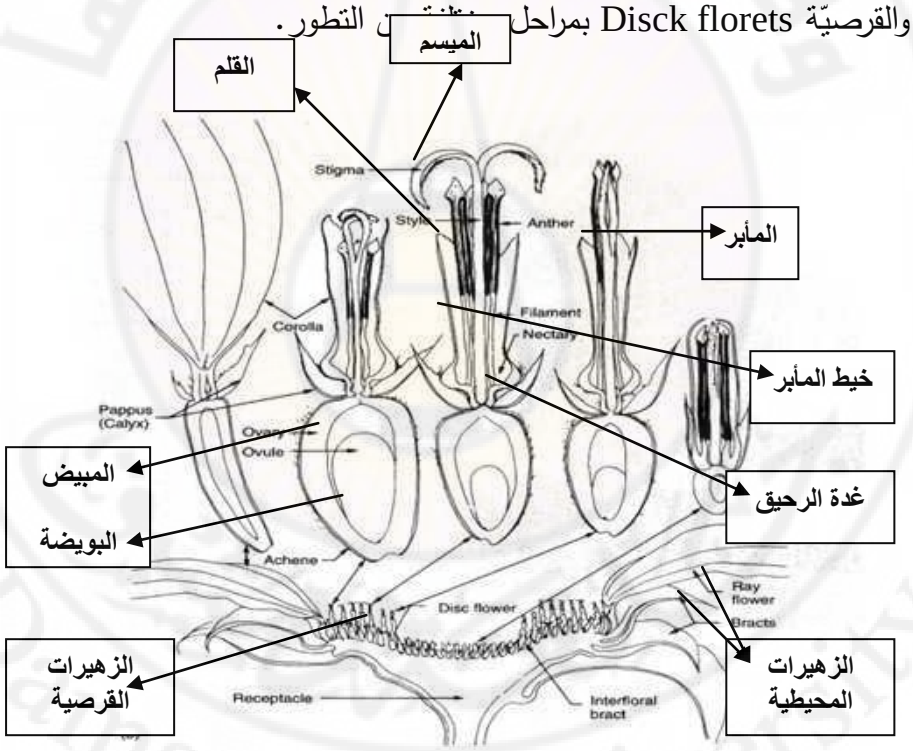
بتجانس إزهار نباتاتها، حيث تتفتح 80 – 90% من الأقراص الزهرية خلال مدة 3 – 4 أيام من تاريخ تفتح أول قرص زهري. ورغم أنَّ نباتات زهرة الشمس غير حساسة في إزهارها لطول الفترة الضوئية Photoperiod insensitive، إلاَّ أنَّ النباتات تفضل النهار القصير لتدخل في مرحلة الإزهار Floral initiation. وعادةً، ما ينتقل النبات من مرحلة النمو الخضري إلى مرحلة الإزهار عندما يكون بمرحلة الورقة الحقيقية الثامنة تحت ظروف الزراعة الحقلية.

وتتوقف نسبة الإخصاب، والعقد، ومن ثمَّ عدد البذور المتشكلة في القرص، على درجة توافر الحشرات الملقحة، وخاصة نحل العسل Honey bees، لأنَّ عملية التلقيح في زهرة الشمس خلطي Cross-pollination بواسطة الحشرات Pollinators، ونادراً ما يحدث بوساطة الرياح. وعادةً ما تنتج الزهيرات المركزية Center floreto كميةً أقل من حبوب الطلع Pollen graing بالمقارنة مع الزهيرات الخارجيّة لذلك لا تزورها الحشرات بشكلٍ كبير، مما يؤثر سلباً في نسبة التلقيح، والإخصاب والعقد، وتشكل البذور Sound seeds، (الشكل، 62).



الشكل (62): يبين التلقيح الخلطي بواسطة حشرة نحل العسل.

وتتحدد نسبة التلقيح، التي يمكن أن تختلف من صنفٍ لآخر، باختلاف كميّة رحيق العسل Nectar التي تنتجها الزهيرات، وجاذبيّة الزهيرات للحشرات وخاصةً نحل العسل. ويعزى ارتفاع نسبة التلقيح الخلطي بوساطة الحشرات في زهرة الشمس (95%) إلى وجود حالة من عدم التوافق الذاتي في الزهيرات ضمن القرص نفسه Self-incompatibility، لذلك يستدعي الحصول على أقصى غلّة من البذور ضرورة وجود عدد كبير من خلايا النحل في منطقة الزراعة. ويبّن الشكل (63) مقطعاً طوليّاً في قرص زهرة الشمس تظهر فيه الزهيرات المحيطة Ray florets، والقرصيّة Disck florets بمراحل مختلفة من التطور.



الشكل (63): يبين مقطع طولي في زهرة نبات عبّاد الشمس.

الثمرة Fruit فقيرة Achene (وحيدة البذرة)، تسمّى عادةُ بذرة زهرة الشمس Sunflower. ويتدرج لون البذور للأصناف التجاريّة من الأسود إلى الأبيض. ويمكن أن تكون بنيّة اللون، ومخططة Striped، أو مبرقشة Mottled (الشكل، 64). وعادةُ ما يلاحظ على مستوى القرص الزهري الواحد انخفاض تدريجي في حجم البذور، ووزنها وحيويّتها Viability، ومحتوى الزيت فيها من حواف القرص وباتجاه المركز، وتختلف حدة التدرج في تلك الخصائص باختلاف الصنف. وتعد نسبة القشر إلى اللّب Kernel : husk ratio ذات أهميّة كبيرة في تحديد إنتاج الزيت، أو الكسبة، حيث تحتوي البذور الكبيرة على نسبة أقل من اللّب. وعادةً ما تكون نسبة القشر إلى اللب ومحتوى الزيت الكلّي أقل في البذور السوداء والمخططة بالمقارنة مع البذور البيضاء اللّون. وتوجد علاقة ارتباط سلبيّة بين محتوى الزيت Oil content، وسماكة القشرة Hull thickuess.





الشكل (64): يبين الأشكال والألوان المختلفة من ثمار زهرة الشمس.

عموماً، يتحدد محتوى الزيت في البذور بمعدّل تشكّل خلايا الفلقات Rate of Cotyledon cell formation، حيث يكون أسرع في البذور ذات المحتوى العالي من الزيت، ويتحدد أيضاً بطول فترة نمو البذرة Seed growth Period وفترة امتلائها Seed filling period، فعادةُ ما يكون محتوى الزيت في البذور أكبر في الأصناف المتأخرة بالنضج، ولاسيما في حال توافر المياه بكمياتٍ كافية في التربة خلال مرحلة تشكل البذور وتطورها. ويمكن أنْ تؤثّر الحرارة خلال مرحلة تطور البذور سلباُ في محتواها من الزيت. ولوحظ على سبيل المثال، أنّ محتوى البذور من الزيت قد انخفض من قرابة 42% إلى 24% عندما تعرضت النباتات خلال مرحلة تطوّر البذور إلى موجة من الحرارة المرتفعة في أستراليا. وتؤثر الحرارة أيضاً في تركيب الزيت Oil Composition، حيث يتكوّن زيت البذور من نباتات زهرة الشمس المزروعة في البيئات المعتدلة من قرابة 55- 60% من حمض اللينولييك Linoleic، و25- 30% من حمض الأوليك

Oleic، أمَّا زيت البذور المنتجة تحت ظروف الحرارة المرتفعة، فيتكون من 65% من حمض الأوليك، وفقط 20% من حمض اللينولييك. ويتراوح محتوى البذور من البروتين بين 25–20%.

الموقع	تركيب الأحماض الدهنية (%)					
	البالميتيك	الستياريك	الأوليك	اللينولييك	اللنيولينيك	أخرى
كندا	6.1	3.7	16.4	73.7	–	–
ولاية مينيسوتا Minnesota	5.6	6.5	19.1	67.0	–	–
ولاية كاليفورنيا California	7.0	4.5	25.0	61.9	0.1 >	1.5

ُيلاحظ من الجدول، أنَّ ارتفاع درجة الحرارة في منطقة الزراعة يؤدي إلى ارتفاع نسبة الحمض الدهني الأوليك، وانخفاض نسبة الحمض الدهني اللينولييك.

ويمكن أنْ تؤثر الأسمدة الكيميائية Fertilizers أيضاً في خصائص البذور. فيمكن أنْ يزيد الفوسفور من محتوى الزيت في البذور، في حين يؤدي الآزوت إلى تقليلهِ، لذلك تعد عملية ضبط Optimization كلٍ من كمية، وموعد إضافة الأسمدة الكيميائية، وخاصةً الآزوتية مهمةً جداً في تحقيق أعلى مستوى ممكن من غلة البذور، ومحتوى الزيت.

الاحتياجات البيئية Environmental requirements

أولاً– الضوء Light

يتركز إنتاج محصول زهرة الشمس على المستوى التجاري في المناطق المعتدلة الدافئة Warm-temperate regios، رغمْ أنَّ عمليات التربية Breeding، والانتخاب Selection قد ساعدت في إنتاج الأصناف المتكيفة مع مدىً واسع من البيئات. ويزرع محصول زهرة الشمس ضمن النطاق من 40°S

جنوب خط الاستواء إلى 55°N خط عرض شمال خط الاستواء، ولكن يتركز الإنتاج الأعظمي من هذا المحصول بين 5-20°N، و 20-40°S. ويمكن أنْ تنجح زراعته ابتداءً من مستوى سطح البحر Sea level وحتى ارتفاع 2500 م فوق سطح البحر، ولكن عادةً ما يُعطي أعلى إنتاج من الزيت في الهكتار عندما يزرع على ارتفاع أقل من 1500 م.

وتقسم أصناف زهرة الشمس الروسية Russian snnflower cultivars إلى عدة مجموعات تختلف بشكلٍ معنوي في استجابتها لطول الفترة الضوئية، وهي الأصناف ذات النهار القصير Short-day، والأصناف ذات النهار الطويل Long-day، والأصناف غير الحساسة في إزهار لطول الفترة الضوئية Insensitive types. وتحت ظروف النمو المتحكمَّ بها فعادةً ما يكون تطور النباتات أسرع تحت ظروف النهار القصير (12 ساعة) بالمقارنة مع ظروف النهار الطويل (16 ساعة أو أكثر)، ولكن في استراليا فإنَّ طول النهار يؤثر في وقت الإزهار فقط خلال الفترة من ظهور البادرات Emergence وحتى تشكل البراعم الزهرية Budding. ولكن في إيطاليا عادةً ما تكون الإنتاجية أعلى تحت ظروف النهار الطويل في الشمال بالمقارنة مع ظروف النهار القصير في الجنوب. عموماً، يعد محصول زهرة الشمس نوعاً نباتياً حيادياً في إزهاره لطول الفترة الضوئية Day-neutral. وعادةً ما يكون تأثير الفترة الضوئية في نمو نباتات زهرة الشمس وتطورها، وإنتاجيتها محدوداً Negligible بالمقارنة مع تأثير العوامل البيئية الأخرى. ولكن يؤثر نوع الضوء Light type بشكلٍ كبير في المحصول، حيث يسبب الضوء الأحمر Red light، والمستويات المرتفعة من الأشعة فوق البنفسجية Ultra violet

تراجعاً كبيراً في معدَّل نمو النباتات (Mark و Tevini، 1997؛ Rajendirari، 1996).

ثانياً- الحرارة Temperature

تعدُّ نباتات زهرة الشمس الناضجة أكثر تحملاً لدرجات الحرارة المنخفضة من نباتات فول الصويا والذرة الصفراء Maize، ويمكن أنْ تتحمل النباتات الفتية درجات الحرارة المنخفضة بحدود -5ْ م إلى -6ْ م عندما تكون بمرحلة 4 – 6 أوراق حقيقية لفترةٍ زمنية قصيرة. ولكن يؤدي تعرض النباتات مع بداية تشكل البرعم الزهري Floral initiation (مرحلة 8 أوراق حقيقية) إلى الصقيع إلى تدني غلة المحصول من البذور، بسبب تراجع تطور القرص الزهري. ويمكن أنْ يُضر الصقيع البذور غير الناضجة Immature seeds ويؤثر سلباً في حيويتها، وتتأثر البذور الناضجة بدرجةٍ أقل. ويساعد خلو موسم النمو تماماً من الصقيع (مدة 120 يوماً) في بلوغ كامل طاقة المحصول الإنتاجية. ويبين الجدول الآتي مواعيد الزراعة الموصى بها لمختلف الدول:

الدولة (آسيا)	الشهر	الدولة (أوروبا)	الشهر
بنغلادش	آب وكانون الثاني	إسبانيا وروسيا	آذار
الهند	آب وكانون الثاني	شرق أوروبا	آذار
شمال آسيا	تموز وتشرين الأول	غرب أوروبا	نيسان
جنوب آسيا	نيسان وتشرين الثاني	(أستراليا)	نيسان
إيران	تموز	شمال شرق	كانون الثاني
العراق	نيسان – أيار	جنوب شرق	أيلول
سورية	نيسان – أيار	الغرب	أيار

تنمو نباتات زهرة الشمس بشكلٍ جيد عندما يكون متوسط درجة الحرارة قرابة 20 – 30ْ م، وتعد درجة الحرارة 27 – 28ْ م المثلى لنموها وتطورها. ويمكن أنْ تنمو النباتات ضمن مدىً من درجات الحرارة المرتفعة يتراوح بين 8–34ْ م دون أنْ يؤدي ذلك إلى تراجع معنوي في غلة المحصول، مما يشير إلى كفاءة نباتات المحصول التكيفية في البيئات ذات النهار الدافئ، والليل البارد. ويؤدي تعرض النباتات إلى فتراتٍ طويلة من الحرارة المرتفعة إلى تقصير أطوال مراحل النمو من الزراعة وحتى النضج بمقدار النصف، مما يؤثر سلباً في طول مرحلة النمو الخضري، ومن ثمَّ حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي، وإنتاج المادة، كما يؤثر سلباً في طول فترة الإزهار ونمو البذور، وطول فترة امتلائها، مما يؤدي إلى تراجع كلٍ من عدد البذور المتشكلة في القرص، ومتوسط وزن المائة بذرة. ويؤدي ارتفاع درجة الحرارة فوق 25ْ م خلال مرحلة الإزهار إلى تراجع غَّلة البذور، ومحتواها من الزيت، حيث تؤثر الحرارة المرتفعة سلباً في حيوية حبوب اللقاح، وتسبب جفاف المياسم، مما يؤثر سلباً في نسبة التلقيح، وإنبات حبوب الطلع، وتشكيل أنبوبة طلعية Pollen tube بالطول الكافي لاختراق القلم Style، وإيصال الوحدات التكاثرية المذكرة إلى البويضات القابعة في المبيض Ovary، فتتراجع نسبة الإخصاب والعقد، ومن ثمَّ عدد البذور المتشكلة. ويمكن أنْ يؤدي انخفاض الحرارة إلى ما دون 16ْ م خلال المرحلة نفسها إلى تراجع نسبة العقد، ومحتوى البذور من الزيت في جميع أصناف زهرة الشمس، باستثناء الأصناف المتحملة للحرارة المنخفضة Low- temperature resistant cultivars. وتوجد علاقة ارتباط قوية بين محتوى زيت البذور من الحمض الدهني اللينوليك Linoleic ومتوسط درجة الحرارة الصغرى اليومية خلال الفترة من الإزهار وحتى

الحصاد. ويسبب انخفاض درجة الحرارة خلال مرحلة تطور البذور إلى ازدياد نسبة الحمض الدهني اللينوليك، في حين يحدث العكس عند ارتفاع درجة الحرارة. ويعزى انخفاض نسبة حمض اللينوليك عند ارتفاع درجة الحرارة خلال مرحلة تطور البذور إلى انخفاض نشاط الأنزيم Desaturase enzyme الذي يُحوّل حمض الأوليك (18:1) إلى حمض اللينوليك (18:2)، لذلك، لا بدّ من ربط درجة الحرارة خلال مرحلة تطور البذور مع موعد الزراعة عند الرغبة في الحصول على زيت ذي خصائص معينة.

الرطوبة Moisture

تُعد نباتات زهرة الشمس متحملة للجفاف، ولكن يؤثر تعرض النباتات للجفاف خلال مرحلة النمو الخضري النشط، والإزهار سلباً في محتوى البذور من الزيت. ويؤدي تعَّرض النباتات للإجهاد المائي Water stress خلال مرحلة النمو الخضري إلى تراجع كلٍ من عدد الأوراق ومساحتها، حيث يؤدي تراجع محتوى التربة المائي إلى انخفاض فرق التدرج في الجهد المائي Water potential gradient (القوة المحركة لانتقال الماء)، مما يؤثر سلباً في كمية المياه الممتصة من قبل المجموعة الجذرية، ويؤدي استمرار عملية فقد الماء بالنتح Transpiration، إلى تعرض خلايا الأوراق إلى العجز المائي (تصبح كمية المياه الممتصة غير كافية لتعويض الماء المنتوح عبر المسامات) فيتراجع جهد الامتلاء Turgor potential، الذي يعد بمنزلة القوة الفيزيائية التي تدفع جدر الخلايا النباتية على الاستطالة، مما يؤثر سلباً في تمدد جدران الخلايا النباتية Cell wall expansion، فيتوقف نمو الأوراق، لأنَّ النمو هو انقسام واستطالة غير عكوسة للخلايا النباتية، مما يؤثر سلباً في حجم المصدر Source size (دليل المساحة الورقية)، فتتراجع كفاءة النبات التمثيلية، بسبب

تراجع كمية الطاقة الضوئية الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي Photosynthetically Active Radiation (PAR) الممتصة، والمحولة إلى مادة جافة Dry matter. ويؤدي استمرار الجفاف إلى شيخوخة الأوراق السفلية بشكلٍ مبكر Premature leaf senescence، وسقوطها، ويتراجع ارتفاع النبات بشكلٍ كبير. عموماً، يمكن لنباتات زهرة الشمس أنْ تتحمل الجفاف من خلال تصنيع الذائبات العضوية التوافقية Compatible organic solutes التي يساعد تراكمها في خفض الجهد المائي Water potential (رفع الجهد الحلولي)، وزيادة حدة فرق التدرج في الجهد المائي بين النبات والتربة، مما يساعد في استمرار امتصاص النبات للماء، وتسمى هذه الآلية بالتعديل الحلولي Osmoregulalion. ولكن تعد نباتات زهرة الشمس ذات كفاءة متدنية في المحافظة على محتوى الخلايا النباتية المائي، بسبب عدم الانغلاق الكامل للمسامات استجابةً لظروف العجز المائي، مما يؤدي إلى استمرار عملية فقد الماء بالنتح عبر مسامات الأوراق، لذلك تعد كفاءة استخدام الماء Water use efficiency (WUE) منخفضة جداً في محصول زهرة الشمس بالمقارنة مع الأنواع المحصولية الصيفية الأخرى. حيث يصل معامل النتح (غ H_2O مفقود / غ مادة جافة مصنّعة) إلى 577، في حين لا يتجاوز 349 في الذرة الصفراء Corn، و 304 في الذرة البيضاء Sorghum.

ويمكن أنْ يزرع محصول زهرة الشمس بعلاً (زراعة مطرية) Rainfed في البيئات التي لا يقل فيها معدل الهطول المطري السنوي Rainfall عن 500 مم. سنة$^{-1}$، وتنخفض إنتاجيته بشكلٍ ملحوظ في المناطق التي لا يتجاوز فيها معدل الهطول المطري 300 مم. سنة$^{-1}$. ويعد توزع الأمطار خلال موسم الزراعة بما يتناسب واحتياجات النباتات المائية، وخاصة

خلال المراحل الحرجة من حياة المحصول (مرحلة النمو الخضري، والمرحلة التي تسبق الإزهار وتليه بنحو 20 يوماً) أكثر أهمية في تحديد إنتاجية المحصول من إجمالي الهطول المطري. وتؤدي زيادة معدل الهطول المطري ابتداءاً من 200 مم وحتى 500 مم إلى زيادة طردية في غلة المحصول. ويمكن بلوغ كامل طاقة المحصول الإنتاجية Potential yield في البيئات التي يتراوح فيها معدل الهطول المطري بين 500 – 750 مم. سنة$^{-1}$. ويؤدي زيادة معدل الهطول المطري عن 1000 مم، وخاصةً في الترب الثقيلة سيئة الصرف Poor drainage إلى تردي إنتاجية المحصول، بسبب الإصابة بالأمراض، ورقاد النباتات. عموماً، تعد نباتات زهرة الشمس حساسة جداً لوجود كمياتٍ زائدة من المياه، ويتوقف مقدار الضرر على طول فترة تغدق التربة Duration of waterlogging. ويسبب تغدق التربة تراجعاً في الناقلية المسامية في الأوراق Stomatal conductance (g_s)، مما يؤثر سلباً في معدل انتشار غاز الفحم (CO_2) عبر المسامات أثناء عملية التبادل الغازي Gas exchange عبر المسامات (CO_2 / H_2O)، فتتراجع كمية غاز الفحم المتاحة في مراكز التثبيت ضمن الصانعات الخضراء Chloroplasts، مما يؤدي إلى تراجع كفاءة النبات التمثيلية بسبب تراجع معدل تثبيت الكربون CO_2- fixation rate. عموماً، تتحدد غلة محصول زهرة الشمس بالعلاقة مع الصنف المزروع (F) وعمق قطاع التربة، ومعدل الهطول المطري، وفق العلاقة الرياضية الآتية:

غلة المحصول (كغ/هـ)= معدل الهطول المطري(مم)×عمق التربة(مم)×معامل تصحيح (F) حيث تختلف قيم (F) باختلاف الصنف.

التربة Soil

تنجح زراعة محصول زهرة الشمس ضمن مدىً واسع من الترب. ويمكن أن يجود في الترب الرملية، والترب الطينية جيدة الصرف والتهوية. ولكن يعطي المحصول أعلى إنتاجية عندما ُيزرع في الترب الخفيفة بالمقارنة مع الترب الطينية الثقيلة. ويتوقف نجاح زراعة المحصول على طبيعة الصرف في التربة، وعمق قطاع التربة بغض النظر عن خصوبتها، التي يمكن أنْ ُتحسّن من خلال إضافة الأسمدة العضوية والكيميائية، أمّا عملية تحسين الصرف فغالباً ما تكون صعبة، ومكلفة جداً. وتنجح زراعته في الترب ذات درجة الحموضة المتعادلة والمائلة قليلاً إلى القلوية (pH = 6.5 – 8.00)، ولكن لا يفضل الترب الحامضية التفاعل Acid soils. وتؤثر الملوحة سلباً في معدل نمو نباتات المحصول وتطورها، ونوعية البذور، وخاصةً محتواها من الزيت، وتؤثر أيضاً سلباً في كفاءة نباتات المحصول في امتصاص العناصر المعدنية المغذية Nutrients uptake. وتقلل الملوحة من كفاءة النباتات في مقاومة الأمراض وخاصةً Charcoal rot، و Macrophominia. وتعد المراحل المبكرة من النمو Seedling stage أكثر حساسية للملوحة من المراحل المتقدمة من حياة النبات. ويسبب ارتفاع الأملاح الذوَّابة Soluble salts في محلول التربة إلى 0.2% إلى انخفاض الإنتاجية بنحو 40%، في حين لم يتجاوز الانخفاض الحاصل في الغلة أكثر من 47 – 50% عندما وصل تركيز الأملاح الذوَّابة إلى 1.0%. ويؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المتبادل Exchangable Sodium Ratio (ESR) إلى ما فوق 16% إلى تأخر حدوث الإنبات Germination، وتطور الأقراص الزهرية. عموماً توجد علاقة ارتباط عضوية بين تحمل الملوحة Salinity tolerance، ودرجة الحرارة السائدة في

منطقة الزراعة، ونشاط المجموعة الجذرية Root activity. عموماً، يسبب انخفاض درجة حرارة التربة خلال مرحلة الإنبات، واسترساء البادرات إلى زيادة حساسية النبات للملوحة، لأنَّ الحرارة المنخفضة بالإضافة إلى الأملاح تقلل من كمية المياه الممتصة من قبل البذور، مما يؤخر إتمام عملية تشرب الماء Water imbibition، ومن ثمَّ بدء عملية الإنبات الفسيولوجي. يؤدي ارتفاع درجة الحرارة خلال المراحل اللاحقة من حياة المحصول إلى زيادة حساسية النباتات للملوحة نتيجة ازدياد معدل امتصاص شوارد الصوديوم الضارة (Na^+) الداخلة مع تيار الماء، ولا سيما أنَّ جذور زهرة الشمس لا تمتلك القدرة على ضبط امتصاص شوارد الصوديوم، مما يؤدي إلى انتقال كميات كبيرة من شوارد الصوديوم إلى الأجزاء الهوائية الأكثر حساسية، فتظهر أعراض السمية الشاردية Ion toxicity بشكلٍ مبكر على الأوراق، والمتمثلة باحتراق قمم الأوراق، وحوافها، وظهور بقع ميتة Necrotic spots على سطوح الأوراق مما يؤثر سلباً في كفاءة الأوراق التمثيلية. عموماً، يوجد تباين وراثي Genetic variation في تحمل مختلف أصناف زهرة الشمس، والأنواع البرية للملوحة لذلك تُعد عملية تقويم استجابة أصناف زهرة الشمس تحت ظروف الإجهاد الملحي، بهدف انتخاب الأصناف الأكثر تحملاً للملوحة، من القضايا المهمة في تحسين إنتاجية محصول زهرة الشمس ونوعيته، ويسمح بزراعتهِ في البيئات المجهدة ملحياً، أو سقايته، بمياه ذات نوعية أقل، خاصةً وأنَّ العالم بأسرهِ مقدمٌ على شحٍ كبير في موارد المياه العذبة، بسبب التبدلات المناخية Climatic changes. وتؤدي زراعة محصول زهرة الشمس في الترب الملوثة بالعناصر المعدنية الثقيلة Heavy metals إلى تراكمها في الأوراق، والبذور، وتصبح سامة Toxic، ولكنها غير مميتة للحيوانات والإنسان.

التسميد Fertilization

إنَّ نباتات زهرة الشمس غير كفء في تحويل العناصر المعدنية المغذية إلى بذور، ويتجلى ذلك بوضوح بانخفاض قيمة دليل الحصاد Harvest index. وعادةً ما يكون وزن البذور المنتجة أقل من ثلث الوزن الكلي للنبات. لذلك يجب أنْ يكون سعر الكيلو غرام الواحد من البذور، أو زيت زهرة الشمس أعلى بالمقارنة مع الأنواع المحصولية الفعَّالة في تحويل العناصر المعدنية المغذية إلى غلة اقتصادية. ويساعد إضافة الكمية الكافية من العناصر المعدنية المغذية في الحصول على غلة عالية من البذور. ووجد في الاتحاد السوفيتي أنَّ المائة كغ من بذور زهرة الشمس تحتوي على 6 كغ آزوت (N)، و1 كغ فوسفات، و18 كغ بوتاسيوم (K)، ويتركز ثلاثة أرباع (4/3) الفوسفور الممتص في البذور. عموماً، تعد عملية تحديد كمية الأسمدة الكيميائية، ولاسيما الآزوتية المضافة وموعد إضافتها Time of application من المسائل المهمة المحددة لهامش الربح الاقتصادي والحيلولة دون تلوث التربة، والمياه الجوفية بالنترات (NO_3^-)، بما يضمن الإنتاج المستدام للنظام الزراعي القائم. وفي حال غياب التجارب المحلية الخاصة بتحديد المعادلة السمادية لمحصول زهرة الشمس فيمكن الاعتماد على التوصيات السمادية لمحصول القطن Cotton، أو الذرة الصفراء الهجين Hybrid maize. وتساعد إضافة الجبس Liming في زيادة إنتاجية محصول زهرة الشمس في الترب الحامضية، ولكن غالباً ما يؤدي ذلك إلى زيادة تكاليف الإنتاج، ويمكن أنْ يؤثر سلباً في هامش العائد الاقتصادي Economic return. وعادةً ما يكون للتسميد تأثيرٌ أقل في محتوى البذور من الزيت، ونوعية الزيت الناتج بالمقارنة مع تأثير العمليات الزراعية Cultural methods والظروف المناخية السائدة Environments. ويمكن أنْ تؤثر

معدلات التسميد (NPK) في حجم البذور، ووزنها، ونسبة القشور إلى اللب بالإضافة إلى تأثير عمليات الخدمة، والعوامل البيئية السائد خلال موسم الزراعة.

الآزوت Nitrogen

ترتبط أهمية السماد الآزوتي بمدى إتاحة عنصري الفوسفور والبوتاسيوم، فيمكن أنْ تسبب إضافة الآزوت لوحدهِ تراجعاً في غلة البذور ومحتواها من الزيت في حال وجود نقص في هذين العنصرين. وتتوقف بشكلٍ عام إضافة السماد الآزوتي على الجدوى الاقتصادية من إضافته. وعادةً ما تتراوح كمية الآزوت النقي الواجب إضافتها بين 50 – 80 كغ . هكتار$^{-1}$ وذلك حسب الهدف من الزراعة، وكمية الآزوت الموجود أصلاً في التربة. وتؤدي إضافة السماد الآزوتي بالكميات المناسبة، والوقت المناسب إلى زيادة غلة البذور نتيجة زيادة حجم القرص الزهري، وبدرجة أقل نتيجة زيادة وزن المائة بذرة. ورغم حقيقة أنَّ إضافة السماد الآزوتي يمكن أن تقلل من محتوى البذور من الزيت، إلاَّ أنَّ زيادة غلة البذور في وحدة المساحة يمكن أنْ تؤدي إلى زيادة غلة الزيت الكلية.

ويضاف عادةً السماد الآزوتي دفعةٌ واحدة عندما تكون النباتات بطول 30 سم، أو بمرحلة الورقة الحقيقية الثامنة. ويجب إضافة السماد الآزوتي بعد إجراء عملية التعشيب Weeding، حتى لا تستفيد نباتات الأعشاب الضارة منه وتقلل من كمية الآزوت المتاحة لنباتات المحصول الاقتصادي. وينصح في الترب المتوسطة الخصوبة إضافة كمية قليلة من السماد الآزوتي أثناء الزراعة لتسريع معدل نمو البادرات، وتحسين امتصاص العناصر المعدنية الأخرى. ويمكن إنجاز ذلك بسهولة من خلال استخدام الأسمدة المركبة

(NP combination)، مثل Diammoninnm phosphate. ولا تؤثر إضافة الأسمدة الآزوتية تحت ظروف الزراعية الحقلية بشكلٍ مباشر وملموس في وزن البذور Seed weight، ونسبة القشور إلى اللب، أو حتى في مكونات الزيت Oil consitiuents، بالرغم من إمكانية حدوث تراجع طفيف في محتوى البذور من الزيت. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة بين معدل التسميد الآزوتي ونسبة حمض الأوليك في الزيت فقط لدى الأصناف ذات المحتوى العالي من هذا الحمض، في حين لم تؤدِ زيادة معدل التسميد الآزوتي إلى زيادة نسبة حمض اللينولييك. ويرتبط معدل تراكم البروتين في البذور بشكلٍ مباشر بكمية الآزوت المتاحة في التربة. وهذا يؤثر بدورهِ في حيوية البذور Seed viability، وقوة البادرات Seedling vigour، اللتين تحددان بدورهما الكثافة النباتية وغلة المحصول من البذور. عموماً، يساعد وجود كمية كافية من السماد الآزوتي في تحسين النمو الخضري، ومن ثمَّ كفاءة النباتات في تصنيع المادة الجافة بكمياتٍ كافية لتشكيل عدد أكبر من البذور، وملء جميع البذور المتكونة في القرص الزهري، حيث يمكن أنْ يؤثر عدم كفاية نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates المتاحة خلال فترة امتلاء البذور سلباً في متوسط وزن المائة بذرة، وعادةً ما تكون في مثل هذه الحالة البذور الموجودة في مركز القرص فارغة، أو غير ممتلئة بشكلٍ كامل.

الفوسفور Phosphate

حالما تضاف الكمية الأساسية Basic requirement من السماد الفوسفوري عند الزراعة، فإنَّ إضافة كميات أخرى خلال المراحل اللاحقة من حياة النبات لن يكون لها تأثير معنوي في زيادة غلة المحصول، بل على العكس،

فإنَّ وجود كمية زائدة من الأسمدة الفوسفورية يمكن أنْ يؤثر سلباً في تركيب البذور. وتشير الدراسات إلى أنَّ زيادة كمية الأسمدة الفوسفورية يمكن أنْ تزيد من وزن الألف بذرة، ولكنها تؤثر سلباً في عدد البذور المتشكلة. ويؤدي بالمقابل نقص الفوسفور إلى تراجع محتوى البذور من الزيت. ونظراً إلى كون محصول زهرة الشمس يُزرع في دورةٍ زراعية مع المحاصيل الأخرى التي يُضاف لها الفوسفور، لذلك فإنَّ إضافة كمياتٍ قليلة من السماد الفوسفوري لمحصول زهرة الشمس ستكون كافية لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول من هذا العنصر المغذي. وعادةً ما يضاف السماد الفوسفوري عند الزراعة بمعدَّل 20 – 30 كغ P_2O_5 في الهكتار. ويمكن أنْ تُجنى المكاسب من إضافة السماد الفوسفاتي والمتمثلة بزيادة غلة محصول زهرة الشمس فقط في حال إضافة كمية كافية من السماد البوتاسي. وُينصح في الأراضي الفقيرة بالكبريت بإضافة سماد السوبر فوسفات الأحادي الغني بالكبريت للحصول على أعلى غلة ممكنة، أما في الأراضي الفقيرة بالتوتياء (Zn) فينصح بإضافة سماد السوبر فوسفات المحتوي على 800 جزء بالمليون من التوتياء.

البوتاسيوم Potassium

يُعد عنصر البوتاسيوم (K) مهماً جداً للحصول على نباتات سليمة وقوية وغلة عالية من البذور، وتقل استجابة النباتات للعناصر السمادية الأخرى في حال غيابهِ. وكقاعدةٍ عامة، يجب أنْ تكون كمية الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية المضافة متساوية، ما لم يزرع محصول زهرة الشمس في دورة زراعية بعد المحاصيل ذات المتطلبات العالية من عنصر البوتاسيوم (مثل، الشوندر السكري، والبطاطا...الخ). عندئذٍ لا بدَّ من تقدير كمية السماد البوتاسي الواجب إضافتها

لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول منه، بناءً على نتائج تحليل التربة. عموماً، فإنَّ عدم إضافة الأسمدة الآزوتية، والفوسفورية بكمياتٍ كافية ستقلل من فعّالية الأسمدة البوتاسية المضافة. وبيّنت التجارب أنَّ زيادة كمية الأسمدة البوتاسية المضافة يمكن أنْ تزيد من محتوى الزيت في البذور، وعدد البذور المتشكلة في القرص الزهري.

البورون Boron

يُعد محصول زهرة الشمس حساساً جداً لنقص البورون، وتتجلى علائم نقص البورون على النباتات اليافعة بتغلظ نهاية الساق، وتظهر عليها قروح بنية اللون، ويمكن أنْ تموت الأوراق العلوية. ويؤدي نقص البورون في النباتات الناضجة إلى تشوه الساق في الجزء الذي يقع مباشرةً تحت القرص الزهري وذلك قبل مرحلة الإزهار وخلالها. ويمكن التخلص من أعراض نقص البورون برش النباتات بمحلول البوراكس Borax، أو إضافتهِ إلى التربة بمعدَّل 12 كغ . هكتار$^{-1}$.

الموليبدنيوم Molybdenum

يمكن أنْ تظهر أعراض نقص الموليبدنيوم (Mo) في الترب الحامضية (pH = 4 - 4.5). وتتمثل الأعراض بشحوب النباتات وتقزمها، وتصفر الأوراق في المناطق بين العرق Interveinal yellowing، وتموت حواف الأوراق وتتقوس الأوراق لتأخذ شكل الفنجان. ويمكن التخلص من أعراض نقص الموليبدنيوم برش محلول موليبدات الصوديوم Sodium molybdate، أو خلطه مع الأسمدة المضافة. وتقدر الكمية الواجب إضافتها من موليبدات

الصوديوم في الترب الحامضية بنحو 100 – 400 غ . هكتار$^{-1}$. ويمكن أنْ تؤدي إضافة كميات كبيرة من نترات الأمونيوم إلى ظهور أعراض نقص الموليبدنيوم على نباتات زهرة الشمس.

اختيار الصنف Variety selection

تنتج شركات البذور العديد من أصناف زهرة الشمس، ومعظم هذه الأصناف عبارة عن هجن Hybrids، لذلك يتوجب على المزارعين شراء بذور جديدة كل سنة. وتسعى الشركات لإنتاج هجن جديدة من زهرة الشمس ذات غلة اقتصادية أعلى، ومقاومة بشكلٍ أكبر للأمراض. وتمكنت برامج التربية التقليدية من إنتاج أصناف من زهرة الشمس ذات خصائص زيتية فريدة، مثل الصنف " Nu Sun" الذي يتميز زيت بذوره بمحتواه العالي من حمض الأوليك بالمقارنة مع الأصناف الزيتية التقليدية. عموماً، يتوقف اختيار الصنف المناسب على الغرض من الزراعة (بذور التسلية، علف للطيور، إنتاج الزيت، الغرض من استخدام الزيت...الخ).

الزراعة Cultivation

بغض النظر عن نظام الفلاحة المتبع Tillage system، سواءً كان نظام الفلاحة التقليدي، أو نظام الحد الأدنى من الفلاحة Minimum tillage أو حتى نظام الزراعة المباشرة، بدون فلاحة Notillage، فيجب أنَّ يضمن تحضير الأرض قبل الزراعة تأمين مهد Seedbed ناعم، ومفكك، ومهوى ويكون قطاع التربة عميقاً لضمان الصرف الجيد، وعدم وجود طبقة صماء Hard pan يمكن أنْ تعيق نمو الجذور، وتغلغلها في أعماق التربة، لذلك يُنصح

باستعمال المحراث المطرحي Chisel plough فقط لكسر طبقات التربة المنضغطة والقاسية Impacted layers. بالإضافة إلى التخلص من بقايا المحصول السابق، التي يمكن أنْ تعيق عمليات الخدمة اللاحقة، والتخلص من الأعشاب الضارة Weeds، وتحسين رشح الماء إلى باطن التربة Water infiltration، والحد من فقد الماء بالجريان السطحي Runoff، وانجراف التربة Soil erosion. عموماً، فإنَّ طريقة تحضير الأرض الضرورية لمحصولي الذرة الصفراء، والقمح يمكن أنْ تكون مناسبة لمحصول زهرة الشمس. ويُتبع في القطر العربي السوري نظام الفلاحة التقليدي Conventional tillage، المتمثل بإجراء فلاحة سطحية لإزالة بقايا المحصول السابق، يعقبها فلاحة خريفية عميقة (حتى 30 سم)، ومن ثمَّ فلاحتان متعامدتان قبل الزراعة، حيث ُتضاف كامل الأسمدة العضوية، ومبيدات الأعشاب الضارة المتخصصة مع الفلاحة الخريفية، في حين ُتضاف كامل الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية عند الزراعة. ونظراً إلى تباين بذور زهرة الشمس من حيث الحجم Seed size، فعند الرغبة بالزراعة الآلية، فيجب القيام بتدريج Grading البذور حسب الحجم وإنتاج عينة متجانسة، لضمان سهولة تدفق البذور Freeflow في البذارة، وضمان الحصول على الكثافة النباتية المناسبة، والنمو المتجانس للبادرات Even stand.

وُتعد عملية الحصول على الكثافة النباتية المطلوبة مسألةً مهمة جداً في محصول زهرة الشمس للحصول على أعلى غلة ممكنة، واقتصادية Profitable من البذور، لأنَّ النباتات في جميع الأصناف التجارية تشكل قرصاً زهرياً واحداً لذلك لا يمكن تعويض Compensation النباتات. ويبين الجدول الآتي، الأبعاد

بين الخطوط، والنباتات ضمن الخط نفسه للحصول على الكثافات النباتية المختلفة المرغوبة:

عرض الخط (سم)	الكثافة النباتية المرغوبة (نبات / هكتار)				
	28000	32000	40000	50000	75000
35	75	66	53	43	28
45	60	51	41	33	21
60	44	39	31	25	16
70	37	33	26	21	15
75	36	31	25	20	14
90	29	25	20	16	11
100	27	24	19	15	10

ملاحظة: تمثل الأرقام في جسم الجدول المسافة بين النباتات (سم).

وعند استعمال وحدات البذور الإلكترونية، فعادةً ما يكون معدل البذار Seeding rate، وعمق الزراعة متجانساً جداً، لذلك لا توجد ضرورة لعملية تدريج البذار حسب الحجم. عموماً، تعطي البذار الصغيرة والكبيرة المتماثلة في النوعية نباتات متماثلة عند النضج، ولكن يفضل زراعة البذور النظيفة والسليمة والكبيرة الحجم، لأنها تعطي بادرات سليمة وقوية، وتنبت بشكلٍ متجانس، ولكن يجب تجنب اختيار البذور الكبيرة جداً، لأنّها عادةً ما تكون ذات أجنة ضعيفة (Saranga وزملاؤه، 1998).

ويجب دائماً زراعة البذار الحديث Fresh seed، لأنَّ بذار زهرة الشمس تفقد حيويتها بسرعة عندما تكون ظروف التخزين غير مناسبة. ويفضل

أنْ تُعقَّم البذار المعدَّة للزراعة بالمبيدات الفطرية والمبيدات الحشرية المناسبة. ويفضل أنْ تتم عملية التعقيم قبل أشهر من تاريخ الزراعة، حيث يساعد ذلك في الحد من الإصابة الفطرية Fungl infection من دون أنْ يؤثر ذلك سلباً في حيوية البذار، ولكن يمكن أنْ تقلل بعض المبيدات الحشرية Insecticides من حيوية البذور، إذا ما بقيت البذور مخَّزنة بعد المعاملة بالمبيدات.

عموماً، تكتمل عملية الإنبات واسترساء 80 – 85% من البادرات فوق سطح التربة خلال 2 – 5 أيام من ظهور أوّل بادرة فوق سطح التربة. يجب أنْ تزرع البذور على 3 – 8 سم، وذلك حسب الصنف، ويجب أنْ يبقى مهد البذور رطباً طول فترة الإنبات، لضمان الإنبات السريع والمتجانس، والنمو الأولي السريع للبادرات، مما يساعد في زيادة كفاءتها التنافسية Copetitive abitiy للأعشاب الضارة. ويُفضل أنْ تكون درجة حرارة التربة خلال فترة الإنبات قرابة 25 – 30ْ م. ويمكن أن تتم عملية الإنبات عند درجات حرارة أعلى عندما تكون التربة رطبة. وتتباطأ عملية الإنبات إذا ما انخفضت درجة حرارة التربة إلى مادون 15ْ م، في حين يُثبَّط إنبات البذور تماماً إذا ما انخفضت درجة الحرارة إلى ما دون 10ْ م. وعادةً ما تكون البذور ذات المحتوى العالي من الزيت أكثر حساسية للحرارة المنخفضة بالمقارنة مع البذور ذات المحتوى المتدني من الزيت. وقد طُوَرت في الآونة الأخيرة أصناف يمكن أنْ تنبت بذورها حتى عند درجة حرارة 5ْ م، ولكن عادةً ما تستغرق عملية الإنبات وقتاً أطول. يتراوح معدَّل البذار بين 3 – 8 كغ . هكتار$^{-1}$ عندما تكون المسافة بين الخطوط قرابة 75 سم، وذلك حسب حجم البذور، مع المحافظة مع مسافة 30 سم بين النباتات ضمن الخط نفسه، ويمكن حساب معدل البذار Seed rate من المعادلات الآتية:

عدد البذور / هـ =	الكثافة النباتية المرغوبة في الهكتار × 100
	نسبة الإنبات المتوقعة
كمية البذور اللازمة (كغ/ هـ) =	عدد البذور في الهكتار × المساحة المراد زراعتها(هـ)
	عدد البذور في الكغ
عدد البذور اللازمة لزراعة خط بطول 10م =	عدد البذور/ هـ × عرض الخط (مم)
	1000000

ويجب زراعة البذور في الموعد المناسب Correct time، حيث يؤثر موعد الزراعة في كلٍ من غلة المحصول، ونسبة القشور إلى اللب. ويؤثر تأخير موعد الزراعة سلباً في وزن البذور، بسبب تراجع طول فترة امتلاء البذور، مما يؤثر سلباً في وزن اللب Kernel، فتقل نسبة التصافي. أحياناً يكون هناك ضرورة لتقديم موعد الزراعة أو تأخيرها في بعض المناطق لتجنيب تزامن حدوث عملية الإزهار Flowering مع فترات الحرارة المرتفعة. ويمكن أنْ تتباين الكثافة النباتية Plant population ضمن موعد الزراعة الأنسب، ويؤدي تقليل الكثافة النباتية (زيادة المسافة بين الخطوط) إلى زيادة حجم القرص الزهري، ولكن عادةً ما تحتوي الأقراص الزهرية الكبيرة على نسبة أكبر من البذور الفارغة Pops، وعادةً تنخفض غلة الزيت في وحدة المساحة بشكلٍ كبير. ويتوقف معدل البذار (الكثافة النباتية) الأمثل على الغرض من الزراعة. وتساعد عملية الضبط الدقيق لمعدل البذار في تقليل تكاليف الإنتاج، لأنَّ البذار الهجين Hybrid seeds غالية الثمن. وتتراوح الكثافة النباتية بين 30 – 40 ألف نباتاً في الهكتار بالنسبة إلى الأصناف الطويلة Tall varieties، وبين 35 – 60 ألف

نباتاً في الهكتار في الأصناف الهجينة، وذلك في البيئات التي لا يقل فيها معدل الهطول المطري عن 500 مم . سنة$^{-1}$. وعندما يزرع المحصول بشكلٍ مروي كما هو الحال في القطر العربي السوري، فيمكن زيادة معدل البذار بنحو 25 – 50% وذلك حسب قوام التربة، وخصوبتها. ويُعد متوسط قطر القرص الزهري من الدلائل المعبَّرة عن الكثافة النباتية، فإذا كان متوسط قطر القرص الزهري أقل من 12 سم، فهذا يعني أنَّ الكثافة النباتية عالية جداً، أما إذا كان متوسط القطر أكبر من 25 سم، فهذا يعني أنَّ الكثافة النباتية منخفضة جداً. ويمكن أنْ تبدو الأقراص الكبيرة الحجم جيدة إلاَّ أنّ البذور في مركز القرص عادةً ما تكون فارغة. وتقدر الكثافة النباتية المثلى عند زراعة محصول زهرة الشمس لإنتاج البذور المستخدمة علفاً للطيور أو لأغراض التسلية بنحو 20 – 30 ألف نبات في الهكتار. ويبين الجدول الآتي تأثير زيادة الكثافة النباتية في بعض الصفات الكمية والنوعية:

الكثافةالنباتية (نبات/ هـ)	غلة البذور عند رطوبة 9%(كغ/هـ)	دليل الحصاد (HI%)	وزن مائة بذرة (غ)	نسبة الزيت (%)	ارتفاع النبات (سم)	قطر القرص (سم)
20500	2310	%40	8.98	42.6	123	21
41300	2960	%45	7.02	47.3	122	16
62200	3290	%44	5.83	48.3	133	14
81800	3110	%43	5.17	48.2	126	12
100600	3020	%42	4.70	48.2	134	12
148600	2930	%39	4.12	47.9	129	10
194900	2640	%36	3.69	44.3	132	9

*** تمثل القيم في الجدول متوسط ثلاثة أصناف.**

مكافحة الأعشاب الضارة Weed control

يمكن أنْ يسبب وجود الأعشاب الضارة في حقول محصول زهرة الشمس خسائر فادحة في غلة المحصول، تتراوح بين 17% إلى 40%، وذلك حسب كثافة الأعشاب، ونوع الأعشاب الضارة (رفيعة أم عريضة الأوراق) وكفاءة الأعشاب الضارة التنافسية (Covarelli، 1996).

وتُعد بادرات زهرة الشمس من النباتات ذات المقدرة التنافسية الضعيفة للأعشاب الضارة، ويمكن أنْ تتضرر النباتات الفتية بسرعة عند إجراء عملية العزيق الآلي، لذلك لا ينصح بزراعة محصول زهرة الشمس في الحقول الموبوءة بالعديد من الأعشاب الضارة بإعتباره محصولاً معزوقاً، تسمح عملية تعشيبه في تنظيف الحقل من نباتات الأعشاب الضارة Breaking crop. ولا يُنصح باعتماد نظام الفلاحة المخففة Minimnm tillage عند زراعة محصول زهرة الشمس، نظراً إلى الحاجة الماسة إلى مكافحة الأعشاب الضارة خلال المراحل المبكرة من حياة النبات، حيث يؤدي تقليل عدد الفلاحات إلى تقليل كفاءة نظام الفلاحة في القضاء على نباتات الأعشاب الضارة قبل زراعة بذور المحصول الأساسي، مما يؤدي إلى انتشار نباتات الأعشاب الضارة بكثافةٍ عالية، في الوقت الذي تصعب فيه إجراء عملية العزيق الآلي التي يمكن أنْ تسبب تهتك الجذور النامية Developing roots. ويجب أنْ تبدأ عملية مكافحة الأعشاب الضارة من المحصول السابق في الدورة الزراعية لمحصول زهرة الشمس، ويجب أنْ يكون المحصول السابق من المحاصيل التي يمكن مكافحة الأعشاب الضارة المنتشرة في حقولها بواسطة العزيق الآلي، من دون أنْ يؤثر ذلك سلباً في الجذور النامية، مثل محصول فول الصويا. لذلك، يجب أنْ تضمن عمليات تحضير الأرض قبل الزراعة إعداد مهد خالٍ تماماً من الأعشاب

الضارة، وأنْ تكون عمليات العزيق بعد الزراعة والإنبات سطحية قدر الإمكان للحد من ضرر الجذور. عموماً، يسمح النمو السريع لنباتات زهرة الشمس في تظليل Shading نباتات الأعشاب الضارة، فتحد من نموها وتطورها، ومن ثمَّ مقدرتها على التكاثر، وتشكيل عدد كبير من البذور، وخاصةً الأعشاب الحولية Annual weeds. وعادةً ما تنفذ عملية العزيق الآلي Mechanical weed control في حقول أصناف زهرة الشمس المزروعة على نطاقٍ واسع، وذلك بعد قرابة 20 – 45 يوماً من ظهور البادرات، ولكن عادةً ما يحد النمو السريع لنباتات زهرة الشمس، وظروف التربة من إجراء عملية العزيق بشكلٍ فعَّال ولأكثر من مرة خلال موسم النمو.

ويسمح أيضاً استعمال مبيدات الأعشاب الضارة قبل الزراعة Pre-emergence بشكلٍ فعَّال في القضاء على بذور الأعشاب الضارة، ولكن لا بدَّ من توخي الحذر، بسبب اختلاف استجابة أصناف زهرة الشمس لمبيدات الأعشاب المختلفة المستخدمة. وإنَّ نباتات زهرة الشمس حساسة بشكلٍ مفرط لمبيدات الأعشاب الهرمونية Hormon herbicides (D -2.4). وأهم مبيدات الأعشاب الضارة المستخدمة بنجاح في حقول زهرة الشمس قبل الزراعة هي: Dinitramine, Chlorpropham, Monolinuron, Linuron, Glyphosate, EPTC, Trifluralin, Simazine, Prometryne, Pendimethalin. وتختلف استجابة نباتات زهرة الشمس لمبيدات الأعشاب باختلاف طبيعة الزراعة (بعلية أم مروية). ويبدو أنَّ نباتات زهرة الشمس المروية أكثر حساسية لضرر المبيدات عند نفس التركيز من المادة الفعَّالة بالمقارنة مع النباتات المزروعة بعلاً. ويُعزى ذلك إلى إمكانية رشح المبيدات إلى منطقة الجذور الرئيسة. عموماً، يمكن الحصول على أعلى غلة من بذور زهرة الشمس عندما تتم عملية التعشيب بشكلٍ يدوي Hand weeding بالمقارنة

مع المكافحة الآلية، والكيميائية للأعشاب الضارة. عموماً، وبهدف المحافظة على سلامة النظام البيئي من التلوث بمبيدات الأعشاب الضارة الكيميائية. توجد طريقتان فعّالتان في مكافحة الأعشاب الضارة في الحقول المراد زراعتها بمحصول زهرة الشمس، تتمثل الأولى بزراعة محاصيل التغطية الشتوية، مثل الشيلم Rye، أو البقوليات الحولية الشتوية، مثل العدس Lentile، والحمص Chickpea، والبيقية Vetch...الخ، أو باعتماد تقانة الزراعة في المهد المنظَّف Stale bed techniqne، وتتمثل بفلاحة الحقل قبل 7 – 10 أيام من تاريخ الزراعة لتشجيع بذور الأعشاب الضارة على الإنبات ثمَّ تُفلح التربة مرةً أخرى قبل الزراعة مباشرةً لإزالة Eradication نباتات الأعشاب الضارة.

تتم عملية العزيق الآلي باستخدام أنواع مختلفة من الأمشاط، مثل Rotary hoe, Spike tooth harrow, Coilspring harrow، وذلك عندما تكون النباتات بمرحلة 4 – 6 أوراق حقيقية، ويمكن أنْ تسبب هذه العملية فقداً في النباتات مقداره 5 – 7 %، وللحد من عملية الفقد بسبب تقطُّع الجذور، يجب تنفيذ عملية العزيق خلال فترة ما بعد الظهر عندما تصبح النباتات ذابلة، وغير منتبجة Less turgid. وعادةً، ما تتم عملية العزيق مرةً واحدة أو مرتين إلى أنْ تصبح النباتات بطول 15 سم.

الري Irrigation

يمكن الحصول على أعلى غلة ممكنة من بذور زهرة الشمس عند زراعة الأصناف الملائمة لمنطقة بيئيّة معينة، تحت ظروف الري، باستخدام تقانات الري المناسبة، التي تضمن تأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية خلال مختلف مراحل النمو.

وإنّ من مثالب Disadvantages زراعة محصول زهرة الشمس بشكلٍ مروي ولاسيما في المناطق التي تتعرض لهبوب الرياح (معظم المناطق المناسبة لزراعة محصول زهرة الشمس)، إمكانية تعرض النباتات لخطر الرقاد، بسبب كبر حجم المجموع الهوائي بالمقارنة مع حجم المجموع الجذري، وقد تؤدي الرياح إلى اقتلاع النباتات من التربة، لأنّ نمو جذور النباتات في التربة الرطبة عادةُ ما يكون محدوداً. ويمكن أن يكون الفقد في الغلة بسبب الرقاد كبير جداً لأنّ الأقراص الزهريّة تقع على الأرض الرطبة، وعادةُ ما تتعفن قبل عمليّة الجمع. لذلك يفضّل زراعة الأصناف القصيرة Short cultivars، حتّى وإن كان محتوى البذور من الزيت أقل بالمقارنة مع الأصناف الطويلة Tall cultivars. وعادةُ ما يكون محتوى البذور من الزيت، والبروتين أعلى لدى بعض الهجن تحت ظروف الزراعة المروية بالمقارنة مع الزراعة المطرية. ويمكن أنْ تتماثل الأصناف المختلفة في كميّة المياه الكليّة المستخدمة وفي مقدرتها على استخلاص المياه من التربة، ولكن تتباين الغلة من البذور باختلاف كفاءة استعمال الماء Water use efficiency (نسبة كميّة المادة الجافة المصنّعة مقدرة بالغرام إلى كمية المياه المنتوحة مقدرة بالكغ). وتفضُل تحت ظروف الزراعة المروية الأصناف القصيرة على الأصناف الطويلة لأنّها تسمح بجفاف التربة بشكلٍ أسرع قبل الحصاد، لأنّ غطاءها النباتي أقل، ومن ثمّ فإنّ نسبة مساحة الأرض المكشوفة، والمعرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس ستكون أكبر، مما يساعد في استخدام الحصّاد الآلي، وإدخال الآلة إلى الحقل بوقتٍ أبكر. وتتراوح كميّة المياه المفقودة بالتبخر–نتح Evapo-transpiration في محصول زهرة الشمس بين 512–706مم، وبمعدّل أعظمي يقدَّر بنحو 8.5 مم/يوم، وذلك حسب الظروف المناخيّة السائدة في منطقة الزراعة.

تشير الدراسات إلى أنَّ الإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار Anthesis يمكن أن يسبب تراجعاً كبيراً في غلة المحصول بالمقارنة مع الإجهاد المائي خلال المرحل اللاحقة من حياة النبات. ويمكن أن يسبب الجفاف تراجعاً في محتوى البذور من الزيت، ونسبة البذور Kernel percentage داخل الثمرة Achene. وتتمثّل أعراض نقص المياه، بتراجع درجة امتلاء البذور، ومن ثمَّ متوسط وزن المائة بذرة، لأنّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج عمليّة التمثيل الضوئي من المصدر إلى المصب. وتزداد نسبة البذور الفارغة (المجهظة) في مركز القرص الزهري، مما يؤثر سلباً في عدد البذور المتشكّلة في القرص الواحد. وينصح عموماً بإعطاء آخر ريّة بعد قرابة 14–21 يوماً من إزهار 50% من الأقراص للحصول على أعلى غلّة ممكنة من البذور. ويُفضل إجراء عملية الري وفق جدول زمني محدد، ويجب ألاَّ ننتظر حتى تظهر علائم العطش على النباتات كما هو الحال لدى الأنواع المحصولية الأخرى، حتى لا تتعرض الخلايا النباتية للعجز المائي Water deficit المتمثّل بتراجع جهد الامتلاء Turgor potential(P) داخل الخلايا النباتيّة الضروري لاستمرار استطالتها، لأنَّ مسامات أوراق محصول زهرة الشمس أقل حساسية بالانغلاق استجابةً لتراجع محتوى التربة المائي، مما قد يؤثر ذلك سلباً في استطالة خلايا الأوراق، ومن ثمَّ كفاءة النبات التمثيلية، بسبب تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي.

وتشير الدراسات إلى أنَّ الري بشكلٍ متناوب بين الخطوط Alternate furrows يقلل من تعرض النباتات للرقاد، أو هدر المياه، مما يساعد في زيادة كفاءة استعمال المياه بالمقارنة مع الري لجميع الخطوط. ورغم حقيقة أنَّ معظم أصناف زهرة الشمس الطويلة أكثر تحملاً للجفاف، إلاَّ أنَّ غلة الأصناف الحديثة

أكثر تأثراً بالجفاف. ويؤثر بالمقابل وجود كمية زائدة من المياه في التربة خلال أية مرحلة من حياة النبات سلباً في إنتاجية المحصول.

وتستعمل حالياً طرق الري بالرذاذ Sprinkler، وخاصةً في الحقول المزروعة بالهجن القصيرة، ولكن من عيوبها أنها تشجع الإصابة بالأمراض الفطرية Fungal infection، بسبب زيادة الرطوبة Humidity على نباتات المحصول. عموماً، لا يُنصح إطلاقاً بري محصول زهرة الشمس بالمياه المالحة Saline water رغم وجود تباين في استجابة الأصناف للإجهاد الملحي. ويمكن أنْ تؤدي المستويات المعتدلة من الأملاح الذوَّابة في مياه الري إلى تراجع محتوى البذور من الزيت بنحو 50%، وتزيد من احتمال، وشدة إصابة الجذور بالأعفان Root rots (Ashrafو O´Leary، 1997). ويبين الجدول الآتي تأثير ازدياد تركيز الأملاح الذوَّبة في التربة/مياه الري في محتوى البذور من الزيت، وإنتاجية الزيت في وحدة المساحة:

مستوى الملوحة ($dS.m^{-1}$)	نسبة الزيت في البذور (%)	إنتاجية الزيت (كغ.هكتار$^{-1}$)
3.0	41.3	4980
4.0	39.5	4180
6.0	39.0	3760
8.0	38.2	2960
12.0	37.1	2790
16.0	35.8	1920

المصدر: (Raju و Ranganayakula، 1978).

الدورة الزراعية Crop rotation

يُزرع محصول زهرة الشمس عادةً في دورة زراعية مع محاصيل الحبوب الصغيرة، وفول الصويا، والقرطم (العصفر) Safflower، والذرة البيضاء Sorghum، والذرة الصفراء Corn. ويجب ألاَّ يزرع المحصول في الأرض نفسها لأكثر من سنتين متتاليتين. وتساعد الدورة الزراعية في تقليل كثافة الأعشاب الضارة، والإصابة بالأمراض والحشرات في المحاصيل اللاحقة لمحصول زهرة الشمس في الدورة الزراعية، وفي حال الاضطرار إلى تكرار زراعة محصول زهرة الشمس في الحقل نفسه لأكثر من مرة، فيجب التخلص المبكر من نباتات زهرة الشمس التي تنبت نتيجة تساقط البذور من أقراص الموسم السابق، حيث تشكل هذه النباتات مصدراً للخلط الوراثي، ويمكن أنْ تسيء إلى نوعية المنتج، كما يمكن أنْ يؤدي بقاء تلك النباتات إلى زيادة الكثافة النباتية، فتشتد المنافسة بين نباتات النوع نفسه Interspecific competition على المصادر المحدودة من الماء والعناصر المعدنية المغذية.

ولوحظ تدني غلة محصول زهرة الشمس عند زراعته بعد محصول الشوندر السكري، بسبب احتياجات الأخير لكمياتٍ كبيرة من المياه، والعناصر المعدنية المغذية (محصول مجهد للتربة)، بالإضافة إلى تعرضه للإصابة بعفن الجذور، ومرض السكليروتينيا Sclerotinia، والذبول الفيرتسيلومي Verticillinm، التي تصيب أيضاً نباتا ت محصول زهرة الشمس.

النضج والحصاد Maturity and harvesting

تنضج عادةً نباتات الأصناف الطويلة، وتصبح جاهزة للحصاد خلال 120 – 166 يوماً، في حين تحتاج نباتات الأصناف القصيرة إلى 90 – 120 يوماً. ويعزى التباين في عدد الأيام اللازمة للنضج في الصنف نفسه إلى التباين في درجة الحرارة، وكمية المياه المتاحة في التربة.

وتتوقف إمكانية الحصاد الآلي على مدى تجانس نمو النباتات، وتوافق نضجها، وأنْ تكون متوسطة الارتفاع، لذلك يجب توخي الحذر، بحيث تزرع البذور الموثوقة المصدر، ومن الصنف نفسه. ويؤدي عدم تجانس النضج وتأخير حصاد النباتات الناضجة في انتظار اكتمال نضج جميع النباتات إلى زيادة نسبة الفقد بواسطة الطيور Bird damage، والانفراط. ويمكن أنْ يؤثر تأخير عملية الحصاد سلباً في تركيب الزيت.

تصبح نباتات زهرة الشمس جاهزة للحصاد عند تحول لون الوجه السفلي للأقراص إلى اللون الأصفر أو البني، ويكون محتوى البذور من الرطوبة بحدود 10 – 12%. ويمكن حصاد الأقراص يدوياً في الحيازات الصغيرة، وعند توافر الأيدي العاملة بأسعار رخيصة، يدوياً، أو آلياً.

ويساعد استخدام بعض المواد الكيميائية، مثل كلورات المغنزيوم $Mg(ClO_3)_2$ أو Dipyridyl phosphate لتسريع جفاف النباتات، والتبكير بالحصاد. ولا يؤثر استخدام المجففات الكيميائية سلباً في محتوى البذور من الزيت، أو في حيوية البذور، وخاصةً إذا ما أضيفت في الوقت المناسب (عندما يكون محتوى البذور المائي قرابة 35 – 40%)، حيث يؤدي التبكير في رش تلك المجففات الكيميائية إلى تراجع الغلة من البذور، والزيت، وتؤثر سلباً

أيضاً في نوعية الزيت، بسبب عدم اكتمال عملية نقل جميع نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى البذور (النضج الفسيولوجي). ويجب أنْ تجفف البذور بعد فرطها لخفض محتواها المائي إلى 10%، ويمكن أن تتم عملية التجفيف إما طبيعياً تحت أشعة الشمس، ولاسيما في الدول ذات المناخ الحار، أو صناعياً بتمرير تيار من الهواء البارد على البذور.

الغلة Yield

عموماً، لا يُنصح بزراعة محصول زهرة الشمس لأغراض تجارية إذا كانت على البذور أقل من 3 طن في الهكتار، ما لم يكن هناك أسواق خاصة متوافرة لتسويق البذور، وبيعها علفاً للطيور، أو لأغراض التسلية. ويمكن الحصول على إنتاجية تصل إلى 4 طناً في الهكتار عند زراعة الهجن المستنبطة حديثاً، وتطبيق التقانات الزراعية المناسبة، وتأمين الكميات الكافية من مياه الري، وخاصةً خلال المراحل الحرجة لشح المياه Critical stages (قبل وبعد الإزهار بنحو 20 يوماً).

وصلت إنتاجية محصول زهرة الشمس في روسيا إلى 5 طن. هكتار$^{-1}$، في حين تتراوح غلة البذور في الولايات المتحدة الأمريكية بين 1.5 – 4 طن . هكتار$^{-1}$، وبين 1.0 –3 طن. هكتار$^{-1}$ في أستراليا في حين لم تتعدى الإنتاجية في الهند أكثر من 1.0 طن. هكتار$^{-1}$، رغم أنها عادةً ما تكون أقل من 0.5 طن . هكتار$^{-1}$. وتراوحت الإنتاجية في جنوب وشرق أوروبا بين 2 – 3 طن. هكتار$^{-1}$، وكذلك الحال في تشيلي، والبرازيل والأرجنتين. ويمكن تحقيق زيادة في الغلة من خلال تحسين العمليات الزراعية لأنَّ تأثير العوامل البيئية في كمية البذور ومحتواها من الزيت أكبر من العوامل الوراثية Genetic factors.

الصفات المرتبطة بتحسين غلة البذور، وكمية الزيت ونوعيته

1. محتوى البذور من الزيت.
2. سماكة القشرة Hull thickness: حيث توجد علاقة ارتباط سلبية بين سماكة القشرة ومحتوى البذور من الزيت.
3. ارتفاع النبات Plant height: سعى المربون جاهدين إلى تقصير ارتفاع النبات من خلال تقصير طول السلاميات، حيث يساعد ذلك في تقليل طول النبات من دون أنْ يؤثر سلباً في عدد الأوراق المتشكلة في النبات، ومساحتها (المحافظة على حجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي)، ولاسيما في حالة وجود هندسة ورقية مناسبة Plant architecture، لتحسين كمية الطاقة الضوئية الممتصة من قبل جميع أوراق النبات، وخاصةً الأوراق السفلية، بما يضمن بلوغ ذروة كفاءتها التمثيلية. عموماً، يؤدي تقليل ارتفاع النبات ضمن الحدود المثلى إلى تسخير جزء أكبر من المادة الجافة باتجاه مرحلة النمو الثمري Reproductive stage، مما يزيد من عدد البذور المتشكلة في القرص الزهري، ومتوسط وزن المائة بذرة، أو قطر القرص، ومن ثمَّ غلة البذور. ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة وقوية بين غلة البذور وارتفاع النبات، وقطر القرص الزهري، ووزن البذور.
4. تحسن المقاومة للأمراض والحشرات.
5. زيادة نسبة اللب إلى القشور Kernel : hull ratio.
6. تحسين نوعية الزيت.
7. زيادة قطر القرص الزهري، وعدد الزهيرات القرصية.
8. زيادة وزن المائة بذرة 100- seed weight.

الآفات Pests

الحشرات، والملقحات والطيور Insects, Pollinators and birds:

تعدُّ حشرات نحل العسل Bees من الحشرات المفيدة في زيادة غلة محصول زهرة الشمس، لأنّها تحمل حبوب الطلع Pollen grains من نباتٍ لآخر، مما يضمن حدوث التلقيح الخلطي Cross pollination. وتتحدد غلة محصول زهرة الشمس في بعض الأصناف بمدى إتاحة نحل العسل في مواقع الزراعة، وتعد الرياح نسبياً غير مهمة في حدوث التلقيح الخلطي في محصول زهرة الشمس. وقد تمَّ تطوير بعض هجن زهرة الشمس Autogamous hybrids التي لا تحتاج إلى الحشرات لإتمام عملية التلقيح والإخصاب، وعقد البذور، ويمكن أنْ تتراوح نسبة العقد فيها بين 85 – 100% بدون وجود الملقحات.

وتعد الحشرات الضارة من أهم العوامل المسؤولة عن تراجع إنتاجية المحصول. وتوجد ثلاثة أنواع من الحشرات الضارة التي تتغذى ويرقاتها على رؤوس محصول زهرة الشمس، أهمها Sunflower moth (*Homoeosoma ellectellum*)، حيث تضع الحشرات الناقلة البيوض وقت الإزهار، وتفقس البيوض خلال أسبوع واحد، وتتغذى اليرقات على الأجزاء الزهرية، وتحفر أنفاقاً في البذور، وحشرة Banded sunflower moth (*Cochylis hopes*)، تعمل اليرقات ثقباً صغيراً في قمة البذرة وتتغذى على البويضات ذات المبيض، وحشرة Sunflower bud moth (*Suleima helianthana*)، تتغذى يرقاتها على السوق الفتية، والأقراص الزهرية. وعادةً، ما تستخدم المبيدات الحشرية لمكافحة الحشرات.

وتعدُّ الطيور من الآفات الزراعية المهمة في محصول زهرة الشمس. وقد استعملت العديد من التقانات لإخافة الطيور، مثل الفزَّاعات Scarecrows والبوم المرعب Fright owls، وشرائط الألمنيوم التي تنبسط وتتطاير بفعل الرياح ولكن لم تكن أياً منها فعّالة 100%، لأنَّ الطيور تستطيع أن تتكيف مع كل هذه التقانات.

الأمراض Diseases:

تُعد الفطريات Fungi من أكثر العوامل الممرضة خطورة على محصول زهرة الشمس. وتشمل الأمراض الصدأ Rust، والبياض الدقيقي Downy mildew والذبول الفيرتسيلومي Sclerotinia stalk، وتعفن الأقراص Head rot، وتبقع الأوراق Leaf spot.

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الثاني

فول الصويا

Soybean (Glycine max. (L.) Merrill)

الموطن الأصلي والانتشار **Origin and distribution**

تتضمن العائلة الفراشية *Papilionaceae* قرابة 40 نوعاً، موزعة بشكلٍ رئيس في منطقة آسيا. وتضم محصول فول الصويا Soybean، الذي يوجد حصراً بشكلٍ مزروع بالرغم من وجود أنواع برية قريبة جداً منه، مثل *Glycine soja*. ولا يزال هناك جدلٌ كبير حول الموطن الأصلي لمحصول فول الصويا، رغم أنَّ العديد من الدراسات الوراثية، والتصنيفية تُرجح أصلهِ إلى جنوب شرق الصين. وتشير الدراسات إلى وجود مركزي نشوء رئيسيين لجنس الصويا Glycine، الأول في شرق أفريقيا، والثاني في Australasia مع اعتماد الصين بإعتبارها موطناً ثانوياً.

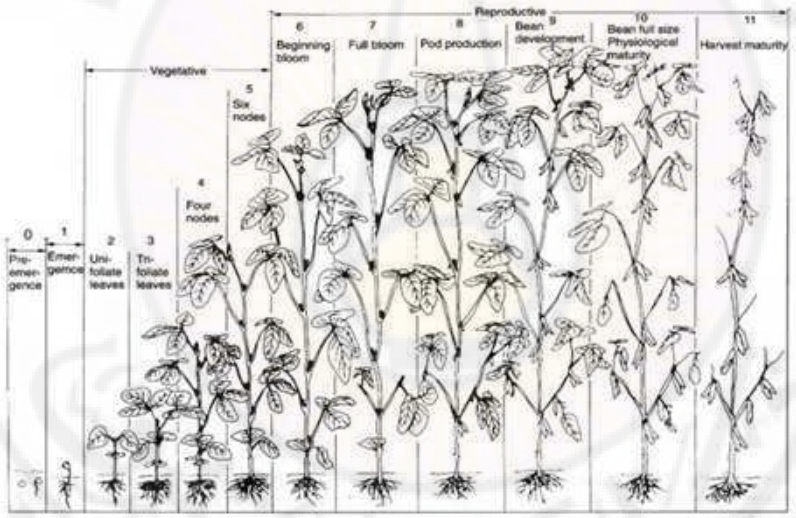
ويشير المصنفون الروس Russian botanists إلى أنَّ فول الصويا المزروع قد نتج عبر قرونٍ من عمليات التربية، والانتخاب من أصولٍ شبيهة بالنوع البري *G. soja*، مما يشير إلى عدم وجود أي دور للأنواع الإفريقية والاسترالية. واستناداً إلى الدلائل التاريخية والجغرافية، يبدو من المنطقي الافتراض بأنَّ فول الصويا استؤنس أولاً في شمال شرق الصين، ومنها انتشر إلى الدول المجاورة، مثل كوريا، واليابان، وجنوب شرق آسيا، ثم باقي دول العالم.

وعرف الأوروبيون بذور الصويا لأوّل مرة في القرن السابع عشر باسم "الغذاء المذهل القادم من الشرق"، وأُرسلت البذور من الصين في عام 1740 عن طريق المبشرين، وزرعت في حديقة باريس النباتية، وأحضر إلى بريطانية في عام 1790، وزرع في الحديقة النباتية الملكية Royal Botanic Gardens. وحاول البروفيسور الفيتنامي Haberlandt أنْ يُوسِّع نطاق زراعتهِ، وإنتاجهِ في أوروبا خلال الفترة من عام 1875 إلى عام 1880، ولكنه لم يحظَ إلاَّ بنجاح محدود. وذكر الصويا لأول مرة في المراجع الزراعية الأمريكية خلال عام 1804. وأُدخلت منذ عام 1920 العديد من الأصناف المستقدمة من الصين في برامج تربية مكثفة في الولايات المتحدة الأمريكية. وساعدت عمليات التحسين الوراثي ابتداءً من عام 1940 في تحسين غلة المحصول، ومدى ملاءمة الأصناف لمدى واسع من البيئات، وأصبحت بعدئذٍ الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج للصويا في العالم. واستخدم المحصول في البداية علفاً للحيوانات، ثم تطورت صناعة استخراج الزيت من بذورهِ.

يزرع محصول فول الصويا في القطر العربي السوري تحت ظروف الزراعة المروية (سقي) فقط. وبلغت المساحة المزروعة قرابة 1850 هكتاراً والإنتاج قرابة 3141 طناً، والإنتاجية نحو 1698 كغ . هكتار$^{-1}$. تتركز زراعة محصول فول الصويا في القطر العربي السوري في كلٍ من الرقة (1367 هكتاراً)، وحمص (429 هكتاراً)، وحماة (26 هكتاراً)، وحلب (15 هكتاراً)، والغاب (14 هكتاراً) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2006).

التصنيف والتوصيف النباتي Botany

ينتمي فول الصويا إلى الجنس Glycine، وتحت الجنس Soya (*Glycine max*. (L.) Merrill). وهو ثنائي الصيغة الصبغية Diploid (2n = 40). وإنَّ الصويا المزروع لإنتاج البذور هو محصول بقولي حولي، ذو سوق قائمة، تصل بالارتفاع إلى أقل من 75 سم، والنبات متفرع ويمتلك مجموعاً جذرياَ متشعباً ومتطوراً بشكلٍ جيد، وينتج عدداً من القرون Pods، التي تحتوي على بذورٍ مستديرة، ذات لونٍ أصفر أو أسود. ويبين الشكل الآتي مراحل تطور نبات فول الصويا، (الشكل، 65).



الشكل (65): يبين مراحل تطور نبات فول الصويا.

تتكون المجموعة الجذرية من جذرٍ وتدي Tap root ينمو حتى عمق 1.5 م وتنمو عليه العديد من الجذور الثانوية، تنتشر في قطاع التربة حتى عمق 30 سم. وتتباين الأصناف في معدل نمو الجذور، وحجمها، وطبيعة انتشارها وتغلغلها في التربة. عموماً، عندما تصل النباتات إلى مرحلة النضج الفسيولوجي

Physiological maturity، وتحت ظروف الزراعة المطرية، فإنَّ 50% من الكتلة الجافة للجذور تكون على عمق 0 – 15 سم، و30% على عمق 15 – 90 سم في قطاع التربة، في حين تكون نسبة الكتلة الجافة للجذور تحت ظروف الزراعة المروية قرابة 70%، و20% على التوالي. لذلك، عند الزراعة بالاعتماد على مياه الأمطار، أو عندما تكون مياه الري غير كافية، فيجب اختيار الأصناف التي تتسم جذورها بمعدلات نمو سريعة، وكفاءة عالية في اختراق طبقات التربة، وصولاً إلى طبقات التربة العميقة الرطبة، وتؤثر أيضاً درجة حرارة التربة في معدل نمو الجذور وتطورها، وتعد درجة الحرارة 27 – 32 ْم المثلى للنمو الأولي السريع للجذور (Stoyanova, 1997). ويبين الشكل (66) طبيعة نمو جذور نبات الصويا وانتشارها في التربة.



الشكل (66): يبين طبيعة نمو جذور فول الصويا وانتشارها.

وتحمل جذور نبات فول الصويا العقد البكتيرية Nodules، التي تحتوي على سلالة بكتيرية متخصصة بمحصول فول الصويا، تسمى Rhizobium japonicum، والتي تساعد في تثبيت الآزوت الجوي Biological nityogen fixation، وتؤمن احتياجات النباتات من الآزوت Nitrogen. وتتشكل العقد البكتيرية على الجذور عندما تكون البكتريا موجودة في التربة، ولكن في حال عدم توافر البكتريا المتخصصة في التربة، وعندما تزرع التربة لأول مرة بمحصول الصويا، فلا بدَّ لضمان تشكل العقد البكتيرية من تلقيح البذور Inoculation بالسلالة البكتيرية المناسبة قبل الزراعة، (الشكل، 67).



الشكل (67): يبين العقد البكتيرية المتشكلة على جذور نبات فول الصويا.

ويُعد النمو الأولي السريع للجذر الوتدي مهماً جداً، لأنَّ العقد البكتيرية المتشكلة عليه، التي تبدأ بالظهور خلال 7 – 10 أيام بعد الزراعة، تعد بمنزلة

المصدر الرئيس للآزوت خلال المراحل الأولى من نمو النباتات وتطورها، أما العقد البكتيرية المتشكلة على الجذور الثانوية، فتسهم بشكلٍ رئيس في مدِّ النباتات باحتياطاتها من الآزوت خلال مرحلتي الإزهار، وتشكل البذور Seed formation. ويمكن أنْ تؤثر الشدة الضوئية العالية سلباً في فعَّالية الأنزيم Nitrogenase المثبت للآزوت الجوي، لذلك يجب أنْ تتم عملية التلقيح البكتيري في الظل (Vidal وزملاؤه، 1996). وعادةً ما تقدَّر كمية الآزوت المتبقية في التربة، والمثبتة بوساطة العقد البكتيرية بنحو 20 كغ.هكتار$^{-1}$. وساعد اكتشاف المورث الذي ينظم تشكل العقد البكتيرية في إنتاج أصناف تحتوي جذورها على عددٍ هائلٍ من العقد البكتيرية Hypernodulating plants، مما يساعد في إنتاج كمية مضاعفة من الآزوت وتثبيتها، حيث يساعد ذلك في تحسين خصوبة التربة، وتقليل احتياجات المحصول اللاحق في الدورة الزراعية من السماد الآزوتي.

تكون عادةً الساق مستديرة، ومزغبة Hairy، وتصل بالارتفاع حتى 75 سم، وتصبح السلاميات Internodes السفلى متخشبة مع تقدم العمر (الشكل، 68).



الشكل (68): يبين ساق نبات فول الصويا المستديرة والمزغبة.

عموماً، فإنَّ الأصناف التي تصل إلى أقصى ارتفاع لها عند الإزهار عادةً ما تعطي غلة أكبر بالمقارنة مع الأصناف التي يزداد ارتفاع النبات بشكلٍ معنوي بعد الإزهار (He، 1996). وفيما يتعلق بنمو الساق، تقسم أصناف فول الصويا إلى قسمين: الأصناف غير محدودة النمو Indeterminate، تُزرع عادةً في نصف الكرة الشمالي Northern hemisphere، وأصناف محدودة النمو Determinate، تزرع في نصف الكرة الجنوبي.

الأوراق متبادلة Alternate، وثلاثية Trifoliate، وتحمل بوساطة عنق (حامل ورقة) طويل Long petiol ومزغبة في بعض الأصناف. ويتراوح دليل المساحة الورقية Leaf Area Index (LAI) أعظمي بين 5 – 8 وقت الإزهار، وينخفض إلى 4 – 6 عند مرحلة النضج الفسيولوجي، بسبب جفاف

وشيخوخة، ويباس الأوراق السفلية. وتتساقط الأوراق طبيعياً عندما تنضج البذور، حيث يساعد ذلك بشكلٍ كبير في تسهيل عملية الحصاد الآلي.

تتشكل الأزهار على نورات قصيرة Short racemes في آباط الأوراق Leaf axils، وتحمل كل نورة زهرية قرابة 20 زهرة صغيرة، ذات لون بنفسجي أو أبيض. وتؤثر البرودة (15 – 20 ْم) سلباً في تطور الأزهار، ولكنها لا تؤثر سلباً في الغلة إذا ما تعرضت النباتات لانخفاض درجة الحرارة بعد تشكل البذور. ويمكن أنْ تستمر النباتات بالإزهار مدة 3 –4 أسابيع. والتقليح ذاتي Self-pollination حيث تنضج المآبر، وتسقط حبوب الطلع مباشرة قبيل أو خلال تفتح الأزهار، لذلك فإنَّ نسبة التلقيح الخلطي لا تتجاوز 0.5 –1%. وبالرغم من قلَّة أهمية الحشرات في تلقيح الأزهار، إلاَّ أنَّ الدراسات بيّنت أنَّ نشر خلايا نحل العسل في حقول زراعة الصويا قد حسَّن الغلة بنحو 20%. وتتوقف نسبة العقد، وعدد البذور المتشكلة، ومن ثمَّ غلة البذور على التباين في عدد حبوب الطلع المتشكلة، والمنتشرة من الزهرة، التي تتراوح بين 200 – 800 حبة طلع في الزهرة الواحدة.

ويبدأ الإزهار في الأصناف غير محدودة النمو على الساق الرئيسة عند العقدة الساقية الرابعة إلى الثامنة، ثمَّ باتجاه الأعلى، ويبدأ ظهور الأزهار على الأفرع الثانوية Branches خلال بضعة أيام بعد الإزهار على الساق الرئيس. ويبدأ الإزهار في الأصناف المحدودة النمو عند العقد الساقية الثامنة إلى التاسعة ثمَّ تظهر الأزهار بسرعة عند باقي العقد الساقية، بحيث تزهر جميع العقد خلال بضعة أيام، بما في ذلك الفروع الجانبية والنورات الزهرية الطرفية. وعادةً ما تكون النسبة بين الأزهار المتشكلة إلى القرون منخفضة جداً، ولا تتجاوز 25%. ولا يزال الأمر غير مفهوم بشكلٍ كامل.

الثمرة عبارة عن قرن قصير ومزغب Short hairy pod، ذي لونٍ بني أو أسود. ويمكن أنْ يكون مرقشاً بالأحمر، أو البنفسجي، أو الأخضر. ويمكن أنْ تنفرط القرون عند النضج، وتختلف درجة الانفراط باختلاف الصنف. وعادةً ما تكون الأصناف القابلة للانفراط عند النضج غير مناسبة للحصاد الآلي.

ويختلف عدد القرون في النبات الواحد باختلاف الصنف، والظروف المناخية السائدة خلال موسم النمو، والإزهار. وتحتوي عادةً القرون على 3 بذور مستديرة، أو بيضاوية الشكل، وصغيرة، وقاسية، بقطر 5 – 10 مم، وغلاف البذرة أملس، ولّماع Shiny. ويبين الشكل (69) قرون فول الصويا وبذوره.

وتُعد البذور ذات اللون الأصفر الباهت من أكثر البذور المقبولة تجارياً للاستهلاك البشري، وإنتاج الزيت. ويتراوح وزن المائة بذرة من 5 – 40 غراماً، حسب الصنف. ويتراوح محتوى البذور من الزيت بين 15 – 22%، وذلك حسب الصنف والعوامل البيئية السائدة خلال موسم النمو. ويحتوي الزيت على 10% تقريباً من حمض اللينولينيك Linolenic، و55% من حمض الأوليك Oleic، و 30% من حمض اللينولييك Linoleic. وتتراوح نسبة البروتين بين 40 – 50%، الذي يحتوي على كامل الأحماض الأمينية، بما فيها الأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids. وعادةً ما يرتبط محتوى البروتين عكساً مع غلة المحصول من البذور Seed yield.




الشكل (69): يبين شكل قرون وبذور محصول فول الصويا.

وتوجد أيضاً علاقة ارتباط عكسية بين محتوى البذور من الزيت والبروتين حيث تقلل زيادة معدل تراكم الزيت في البذور من كمية نواتج التمثيل الضوئي للتحول إلى بروتين. ويتأثر أيضاً محتوى البذور من الزيت بدرجة الحرارة حيث تساعد الحرارة المرتفعة في زيادة محتوى البذور من الزيت، وتؤثر سلباً في محتواها من البروتين. وتعد بذور الصويا غنية بالعناصر المعدنية القابلة للهضم Digestible nutrients، مثل الكالسيوم، والحديد، بالإضافة إلى غناها بالفيتامينات، لذلك تعد ذات قيمة غذائية عالية.

الاستعمالات Uses

يُصَّنف محصول الصويا ضمن قائمة المحاصيل البقولية، باعتباره محصولاً زيتياً Oilseed crop، حيث تتسم بذورهِ بالإضافة إلى محتواها العالي بالبروتين (38 – 45%) بمحتواها المرتفع نسبياً من الزيت (20%). ويُزرع

الصويا بشكلٍ رئيس لإنتاج الزيت، وتستخدم الكسبة الناتجة عن عصر البذور واستخراج الزيت منها علفاً للحيوانات Livestock feed.

ويحتوي زيت فول الصويا، على قرابة 7% من الحمض الدهني غير المشبع اللينولينيك Linolenic acid (C-18:3)، وقرابة 51% من حمض اللينولييك Linoleic acid (C-18:2)، ونحو 23% من حمض الأوليك (C-18:1) Oleic acid ويحتوي أيضاً على الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل حمض الستياريك Stearic بنسبة 4%، وحمض البالميتيك Palmitic بنسبة 10%. وإنَّ ارتفاع نسبة الحمض الدهني غير المشبع اللينولينيك في زيت الصويا (7 – 10%) يجعله عرضةً للتأكسد Oxidation، وهي صفة غير مرغوبة.

يطلق على محصول فول الصويا اسم المحصول المعجزة The miracle crop، أو الذهب الذي ينمو The gold that grows، بسبب تعدد مجالات استعماله في تغذية الإنسان، والحيوان، وفي العديد من المجالات الصناعية.

أولاً– استخدام الصويا في غذاء الإنسان

تعد بذور الصويا مصدراً غذائياً مهماً للإنسان، بسبب غناها بالبروتين (35 - 45%)، ويمتاز بروتين الصويا بغناه بالأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids، والزيت (18 - 22%)، حيث يمتاز زيت الصويا بغناه بالأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids التي تؤدي دوراً مهماً في خفض مستوى الكوليسترول في الدم، والحيلولة دون الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية، مثل تصلب الشرايين. وتحتوي على الفيتامينات، مثل حمض النيكوتين، وB_1 أو الثيامين، وB_2 أو

الريبوفلافين، بالإضافة إلى فيتامين B_6 (البيريدوكسين)، وفيتامين E (α−Tocopherol)، وفيتامين K. بالإضافة إلى العديد من العناصر المعدنية المهمة في تغذية الإنسان مثل Ca^{2+} ،K^+،Na^+،P.

تُستعمل بذور فول الصويا الكاملة، خضراء أو جافة في تحضير العديد من الوجبات، كما في الكثير من دول جنوب آسيا، أو تُعلَّب لاستخدامها لاحقاً. ويمكن أنْ تُنَبَّتْ البذور للحصول على البادرات الصغيرة Sprouts واستخدامها في إعداد السلطات. ويمكن أنْ يستخدم دقيق الصويا الغني بالبروتين في صناعة الخبز والمعجنات بعد خلطه مع دقيق القمح أو الذرة الصفراء والحليب. ويحضر من حبوب الصويا شراب يحتوي على 3.5% بروتين، وهذا يعادل محتوى الحليب البقري من البروتين، ويمتاز بطعمه الجيد، بسبب خلوه من المركبات المسببة للطعم غير المرغوب به. ويستخدم هذا الشراب بديلاً للحليب الحيواني في إعداد الكثير من المنتجات الغذائية مثل المثلجات Ice cream، والزبدة منخفضة الدسم، ولبن الصويا.

ثانياً– استخدامات الصويا في تغذية الحيوان

يستخدم الصويا في تغذية الحيوان بعدة أشكال: علفٍ أخضر Forage أو دريس Hay، أو سيلاج Silage. بيد أنَّ الاستخدام الأوسع والأكثر انتشاراً للصويا في تغذية الحيوان هو على شكل كسبة Meal. تستخدم كسبة الصويا Soy meal في معظم أنحاء العالم في تغذية الأبقار الحلوب، وعجول التسمين وبشكلٍ أكبر في تغذية الدواجن. وتشكل كسبة الصويا عالية البروتين، أكثر من 70 – 75% من مجموع الأكساب المتداولة في السوق العالمية، وتتعرض للمنافسة من قبل كسبة القطن Cotton seed meal، ومسحوق السمك Fish meal،

وكسبة زهرة الشمس، وكسبة بذور اللفت الزيتي Rapseed meal. ولكن تعد كسبة بذور فول الصويا أهم مصدر حيوي للبروتين في علائق الدواجن بسبب قيمتها الغذائية العالية، وتوافرها بكمياتٍ كبيرة، وكلفتها المنخفضة، وثبات تركيبها. وتستخدم كسبة الصويا في علائق الحيوانات بشكلين أساسيين، هما الكسبة المقشورة Dehulled meal، والكسبة غير المقشورة. وتحتوي كسبة الصويا غير المقشورة على 44% بروتيناً، و7% أليافاً، في حين تحتوي كسبة الصويا المقشورة على 47% بروتيناً، و3.5% أليافاً، ويتشابه النوعان في محتواهما من الرماد (6%). وتعد القشور المنتج الثانوي الأساسي في صناعة الكسبة، وتشكل 87% من حبوب الصويا، وهي ذات قيمة غذائية منخفضة بسبب محتواها العالي من الألياف، فهي تستعمل حصراً في علائق المجترات Ruminants، أو مواد تحميل للفيتامينات والمضادات الحيوية في علائق الحيوانات.

ثالثاً– استعمالات الصويا في الصناعة

يُستعمل الصويا في مجال صناعات الدهانات، ويدخل بوصفه مادة أولية لصناعة البلاستيك، وصناعة موانع الأكسدة Anti oxidants، وصناعة المشمعات غير النفوذة للماء المستخدمة في صنع المعاطف المطرية. ويستخدم في صناعة مواد إطفاء الحريق، وحفظ الخشب والشحوم Lubricants والمطاط الصناعي، والسجاد الصناعي، والجلود والورق، ووقود في محركات الديزل، والشموع، والصابون. ويدخل أيضاً في صناعة مبيدات الآفات، ومبيدات الأعشاب بدلاً من الزيت المعدني. ويستخدم زيت الصويا مانعاً للغبار في صوامع تخزين القمح، حيث يخفض نسبة الغبار المتطاير في جو الصومعة

بنسبة 90% عندما يستخدم بتركيز 0.03%، حيث يمكن أن يؤدي ارتفاع تركيز الغبار، واحتكاك ذرات الغبار مع بعضها إلى حدوث انفجارات بسبب الكهرباء الساكنة، ويمكن أنْ ُتدمر الصومعة بشكلٍ كامل، وتتركها أثراً بعد عَيْنْ.

طبيعة النمو في الصويا Growth habit

تقسم أصناف الصويا المزروعة في العالم حسب طبيعة نموها إلى مجموعتين:

1. **الأصناف محدودة النمو Determinant cultivars:**

وهي الأصناف التي تكمل نحو 70% من نموها الخضري أولاً، ثمّ تتجه نحو النمو الثمري، ويتوقف في مثل هذه الأصناف نمو الساق فجأةً عند بداية الإزهار. وهذه الأصناف متأقلمة تقليدياً مع ظروف اليابان وكوريا وجنوب أمريكا، وتزهر تحت ظروف النهار القصير، وهي أصناف غير متفرعة، أو قليلة التفرع.

2. **الأصناف غير محدودة النمو Indeterminant cultivars:**

وهي الأصناف التي تكمل نباتاتها فقط 30% من نموها الخضري، ثمّ تتجه نحو النمو الثمري، ويستمر فيها النمو الخضري والثمري بشكلٍ متناوب، حيث يستمر في مثل هذه الأصناف نمو الساق والأوراق وتشكل العقد البكتيرية لعدة أسابيع بعد الإزهار. وهي متأقلمة لمناطق شمال شرق الصين، وشمال الولايات المتحدة الأمريكية. وتزهر تحت ظروف النهار الطويل. وهي أصناف متفرعة.

أصناف فول الصويا حساسة جداً لطول الفترة الضوئية

عند زراعة صنف محدود النمو في المناطق الشمالية، أي تحت ظروف النهار الطويل، فسوف تستمر نباتاته بالنمو الخضري، وتتأخر كثيراً بالإزهار وقد لا تزهر أبداً. ولا ينصح بزراعة مثل هذه الأصناف لإنتاج البذور، وإنّما لإنتاج السماد الأخضر، أو العلف الأخضر فقط. وعند زراعة الأصناف غير محدودة النمو في المناطق الجنوبية، أي تحت ظروف النهار القصير، فسوف تدخل بمرحلة الإزهار بوقتٍ مبكر جداً، مما يؤثر سلباً في طول مرحلة النمو الخضري، وحجم المسطح الورقي الأخضر Source size الفعّال في عملية التمثيل الضوئي، مما يسبب قلة كمية المادة الجافة المصنّعة، وعدم كفايتها لنمو الأزهار المتشكلة وتطورها، فترتفع نسبة تساقط الأزهار، ويقل عدد القرون المتشكلة، ودرجة امتلاء البذور، ما يؤثر سلباً في كمية الغلة الاقتصادية الناتجة. لذلك يمكن القول: إنَّ أصناف فول الصويا متأقلمة لمجالٍ ضيق من خطوط العرض، بسبب حساسيتها لطول الفترة الضوئية.

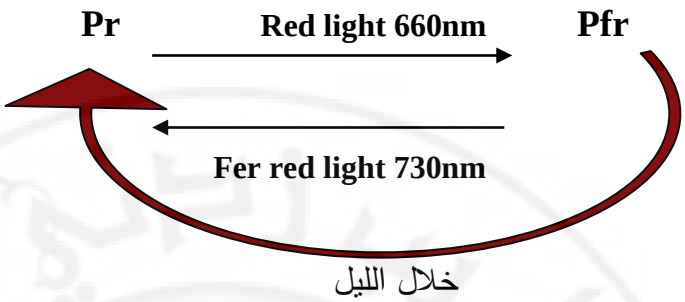
المتطلبات البيئية Environmental Requirements

تأثير الضوء Light Effect

يُعد محصول فول الصويا من نباتات النهار القصير، التي تنتشر أساساً في المناطق المعتدلة الدافئة Warm-temperate، ولكن ساعدت برامج التربية والتحسين الوراثي في التوسع في زراعتهِ بنجاح ضمن مدىً واسع من الظروف البيئية، لتشمل المناطق التي يتراوح فيها طول النهار بين 12 – 16 ساعة. ويمكن أنْ يزرع عند مستوى سطح البحر، وحتى ارتفاع 3000 م فوق سطح البحر.

وبينت الدراسات أنَّ محتوى البذور من البروتين والزيت يكون في حدهِ الأعلى عندما يزرع الصويا في البيئات عند خطوط العرض بين 0 – 20 ْ. وكان محتوى البروتين أعلى ما يمكن عندما زرع على ارتفاع 500 – 1000م فوق سطح البحر، ولوحظ مع ذلك وجود اختلافات فصلية باختلاف الظروف المناخية السائدة في منطقة الزراعة من موسمٍ زراعي لآخر (Wan وزملاؤه،1998 ;He وزملاؤه، 1994).

يعد فول الصويا من نباتات النهار القصير Short- day plant، حيث يؤثر طول الفترة الضوئية في إزهار النباتات. ويمكن أنْ تبدأ النباتات تحت ظروف النهار القصير (الليل الطويل) بالإزهار بعد 30 – 40 يوماً من تاريخ الزراعة. وتعد فترة الظلام أكثر أهمية من فترة الضوء في تحديد حدوث الإزهار. ويستقبل عامل الفترة الضوئية Stimnli بشكلٍ أساسي في الأوراق وخاصةً الورقة الأخيرة المكتملة النمو، حيث يتم خلال النهار وبوجود غاز الفحم (CO_2) تصنيع المركب A، الذي يتحول في الأوراق خلال الليل إلى المركب B، الذي يتحول بدوره خلال النهار إلى المركب C، ويُعرف المركب الأخير باسم هرمون الإزهار Florigen، المسؤول عن الإزهار. يلاحظ مما تقدم أهمية تعاقب الليل والنهار لحدوث الإزهار. ويستقبل عامل الفترة الضوئية من قبل بروتين يسمى الفايتوكروم Phytochrome، يتوافر بشكلين رئيسين: الشكل الذي يمتص الأشعة الحمراء Red light، ويتحول إلى الشكل الذي يمتص الأشعة الحمراء الطويلة Far red light، ويسمى اصطلاحاً Pr، وهو الشكل الفعَّال حيوياً في دفع النباتات على الإزهار، في حين يرمز للشكل الآخر الذي يمتص الأشعة الحمراء الطويلة بالرمز Pfr، وهو غير فعَّال في عملية الإزهار.



ولكي يحدث الإزهار، يجب أن تكون نسبة الشكل الفعَّال (Pr) إلى الشكل غير الفعَّال (Pfr) أكبر من الواحد. لذلك لا يحدث الإزهار في مثل هذه النباتات تحت ظروف النهار الطويل، وتستمر النباتات بالنمو الخضري. وتتجلى أهمية النهار لمثل هذه النباتات في القيام بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وتصنيع الكربوهيدرات اللازمة لنمو الأزهار وتطورها. عموماً، يؤدي تعريض النباتات بشكلٍ مستمر للإضاءة، إلى إطالة مرحلة النمو الخضري، وزيادة عدد الأيام حتى الإزهار، وزيادة طول النبات وعدد السلاميات.

وُيعد الصويا من الأنواع المحصولية الحساسة جداً لطول الفترة الضوئية Highly Photoperiodic، ويمكن أنْ يؤدي اختلاف طول النهار، وحتى لفترة 15 دقيقة إلى تثبيط عملية الإزهار في بعض الأصناف.عموماً، تتطلب الأصناف المبكرة بالنضج (ذات موسم النمو القصير) ظروف من النهار الطويل Longer days حتى تُزهر وتنضج، بالمقارنة مع الطرز الوراثية المتأخرة بالنضج.

الحرارة Temperature

يُقدر متوسط درجة حرارة النهار المثلى لنمو نباتات معظم أصناف فول الصويا وتطورها بنحو 28 – 32 ْم، رغم حقيقة أنَّ النباتات لا تتأثر كثيراً بالتباينات الكبيرة في درجة حرارة النهار خلال الفترة التي تسبق الإزهار. ويكون معدل النمو والتطور أعظمياً عند درجة حرارة 30 ْم. وتختلف درجة الحرارة المثلى باختلاف مرحلة النمو، ويمكن أنْ يكون لدرجة حرارة الليل خلال فترات معينة تأثير معنوي، حيث يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى قرابة 24 ْم إلى تقليل الزمن اللازم للإزهار (Piper وزملاؤه، 1996).

ويؤدي انخفاض درجة حرارة النهار إلى 25 ْم أو أقل إلى تأخير حدوث الإزهار، ويسبب تَلَبُدْ السماء بالغيوم لفترات طويلة إطالة مرحلة النمو الخضري، على حساب طول مرحلة النمو الثمري، ومن ثمَّ غلَّة البذور. وتؤدي درجات الحرارة المنخفضة خلال الليل عند مرحلة الإنبات، أو مباشرةً بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة إلى تقليل وتيرة النمو خلال المراحل اللاحقة من حياة النبات، ويمكن أنْ تُسّرع من إتمام مرحلة النمو الثمري، مما يؤثر سلباً في غلة المحصول من البذور، حيث يؤدي تباطؤ النمو الخضري إلى تراجع حجم المصدر Source size، أي دليل المساحة الورقية وحجم المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي، مما يؤثر سلباً في كفاءة النبات التمثيلية، وكمية المادة الجافة Dry matter المصنَّعة، بسبب تراجع كمية الأشعة الضوئية الفعَّالة في عملية التمثيل الضوئي الممتصة Intercepted light energy. ويؤدي تسريع معدل النمو خلال مرحلة النمو الثمري Reproductive cycle إلى تقصير طول مرحلة الإزهار Flowering، مما يؤثر سلباً في عدد الأزهار، ومن ثمَّ القرون Pods المتشكلة، كما يمكن أنْ يؤثر

سلباً في معدل نمو البذور Seed growth rate، وطول فترة نمو البذرة Seed growth period، مما يؤثر سلباً في حجم البذور المتشكلة Sink size، ومن ثمَّ كفاءة البذور التخزينية Storage capacity. ويمكن أن يؤثر أيضاً سلباً في طول فترة امتلاء البذور Seed filling period، مما يؤثر سلباً في درجة امتلاء البذور، ومن ثمَّ وزن المائة بذرة، فتتراجع جرَّاء ذلك غلة المحصول الاقتصادية. ويؤدي تعرُّض النبات إلى درجات حرارة مرتفعة خلال الخمسة والأربعين يوماً الأخيرة من نضج البذور Seed maturation إلى تدهور الأصناف، مما يؤثر سلباً في نسبة الإنبات وظهور البادرات Seedling emergence، فيتراجع معدل النمو خلال المراحل اللاحقة، وتتراجع غلة البذور (Spears وزملاؤه، 1997).

الرطوبة Moisture

يُعد محصول فول الصويا أكثر تحملاً للجفاف بالمقارنة مع الذرة الصفراء، ولكنه أقل تحملاً من السمسم Sesame. ويتطلب الصويا كمية من الهطول المطري لا تقل عن 500 – 750 مم لإعطاء غلة عالية من البذور. ورغم حقيقة أنَّ محصول الصويا يمكن أنْ يتحمل التربة الجافة قبل الإزهار ولكن لا بدَّ من توافر كمية كافية من الرطوبة مع بداية تشكل البراعم الزهرية وحتى تمتلئ القرون بشكلٍ كامل. عموماً، تعد الأصناف ذات الأوراق والسوق المزغبة Pubescent أكثر تحملاً للجفاف من الأصناف غير المزغبة أو القليلة الزغب، حيث يساعد وجود الزغب الأبيض بكثافة عالية في عكس Reflection جزء كبير من الأشعة الضوئية الواصلة إلى النباتات، ويقلل كمية الطاقة الضوئية الممتصة، مما يحول دون ارتفاع درجة حرارة الأوراق، فيقل معدل فقد الماء

بالتبخر – نتح Evapo-transpiration، ومن ثمَّ المحافظة على محتوى التربة والنبات المائي، وتزيد من كفاءة استعمال المياه.

ويسبب ارتفاع الرطوبة النسبية الجوية خلال مرحلة نضج البذور تراجعاً في حيوية البذور، ويقصِّر من عمرها التخزيني Storage life. ويُعَّد أيضاً تغدق التربة Waterlogging من العوامل المحددة لنمو نباتات المحصول وتطورها وإنتاجيتها، وخاصةً خلال مرحلة الإنبات واسترساء البادرات. عموماً، تعد النباتات الناضجة أكثر تحملاً للرطوبة الزائدة بالمقارنة من نباتات الذرة الصفراء، والفول السوداني.

يقتل الصقيع Frost نباتات فول الصويا عند أية مرحلة من مراحل النمو قبل النضج، ويحتاج المحصول إلى فترةٍ لا تقل عن 120 يوماً خالية تماماً من الصقيع للحصول على أعلى غلة ممكنة. عموماً، فقد ُطورت أصناف مبكرة في النضج، ومقاومة للبرودة مهمة جداً في روسيا، وكندا، لزراعتها في المناطق المرتفعة المدارية. وتتباين الأصناف في درجة تحملها للحرارة المنخفضة، ولكن لا تتأثر معظم الأصناف بالبرودة حالما تمتلئ القرون. ويمكن أنْ تزيد الرياح القوية من خطر انفراط القرون Shattering عندما تنضج القرون.

التربة Soils

يمكن أنْ تنجح زراعة فول الصويا ضمن مدىً واسع من الترب، ولكنه يعطي أعلى غلة ممكنة من البذور عندما يُزرع في الأراضي اللومية الخصبة جيدة الصرف. عموماً، تنجح زراعة الصويا في الأراضي التي تنجح فيها زراعة محصول الذرة الصفراء. وتعد درجة الحموضة بين (pH = 6.0 - 6.5) المثلى لنمو نباتات الصويا وتطورها، وتعد درجة الحموضة بين 5.8 – 7.0

مقبولة إلى حدٍ ما. وتقلل الحموضة Acidity من فعَّالية بكتيرية العقد الجذرية وكذلك إتاحة كلٍ من عنصري المغنزيوم والكالسيوم. ويؤدي وجود البورون حتى بتركيز 1 جزء بالمليون فقط إلى تراجع الغلة بشكلٍ معنوي، لأنّه من العناصر المعدنية السامة جداً لنباتات الصويا.

لا تتحمل نباتات الصويا الملوحة Salinity، ويمكن أنْ يتحمل نصف تركيز الأملاح الذي يمكن أنْ تتحمله نباتات القطن، ولكنه إلى حدٍ ما أكثر تحملاً للملوحة من الذرة الصفراء. ولا تنجح زراعة الصويا في الترب الطينية الثقيلة جداً التي تجف بسرعة جداً، وتشكل قشرة صماء وكتيمة Crust تمنع ظهور البادرات فوق سطح التربة.

الأسمدة Fertilisers

يُعد الصويا من الأنواع المحصولية ذات المتطلبات السمادية العالية. ويتطلب إنتاج قرابة 3500 كغ . هكتار$^{-1}$، من بذور الصويا نحو 340 كغ آزوت، و30 كغ فوسفور، و170 كغ من البوتاسيوم. ولكن تقل احتياجات نباتات المحصول من العناصر السمادية عندما يُزرع الصويا في دورة زراعية بعد المحاصيل التي تُسَّمد بشكلٍ جيد، وعندما تعامل بذور الصويا قبل زراعتها بالملقح البكتيري Inoculant المناسب، فعادةً ما تقل الحاجة إلى إضافة كمياتٍ زائدة من الأسمدة، وخاصةً الأسمدة الآزوتية. وتختلف الأصناف في استجابتها للتسميد. ويجب أنْ توضع الأسمدة على عمق 10 – 15 سم أسفل، أو إلى جانب البذور، ويجب أن لاَّ تكون على تماسٍ مباشر مع البذور.

ويمكن أنْ تؤدي إضافة الحمأة Sludge، أو السقاية بمياه الصرف الصحي Sewage إلى زيادة غلة البذور، ولكنها يمكن أنْ تزيد من محتوى

البذور من العناصر المعدنية الثقيلة Heavey metals، مما يؤدي إلى تلوث المنتجات الغذائية بمثل هذه المواد السامة.

الآزوت Nitrogen

تُقَّدر كمية الآزوت (N) الممتصة يومياً من قبل نباتات الصويا في مساحة هكتار واحد قرابة 5 كغ باعتباره حداً أقصى، وذلك في نهاية الشهر الثالث من تاريخ الزراعة، ثمَّ تنخفض كمية الآزوت الممتصة بعدئذٍ بشكلٍ سريع، وتزوّد النباتات بشكلٍ كبير بالآزوت المثبت ببكتريا العقد الجذرية المتشكلة على جذور النباتات. ويعتقد أنَّ تشكل العدد الكافي من العقد الجذرية الفعَّالة على جذور نباتات الصويا يمكن أنْ يؤمن كمياتٍ كافية من الآزوت لإنتاج غلة تقدَّر بنحو 3500 كغ . هكتار$^{-1}$. ويساعد تطوير أصناف ذات كفاءة عالية في تشكيل عدد أكبر من العقد الجذرية Hypernodulating plants، في مضاعفة غلة البذور.

ويتركز جزء من الآزوت المثبت بواسطة العقد البكتيرية في بقايا الأجزاء الهوائية والجذور، وعادةً ما تكون متاحة لنباتات المحصول اللاحق لفول الصويا في الدورة الزراعية. ويمكن أنْ تبدي النباتات الفتية أعراضاً حادة جداً لنقص الآزوت، وخاصةً إذا ما رويت بكمياتٍ زائدة من مياه الري، أو في حال هطول الأمطار بغزارة عند ظهور البادرات Emergence، عندئذٍ سيكون من الضروري جداً إضافة كمية قليلة من السماد الآزوتي، لتأمين احتياجات البادرات من الآزوت، ريثما تتشكل العقد البكتيرية التي تمدّ النباتات بكامل احتياجاتها من الآزوت. عموماً، لا يُنصح بإضافة السماد الآزوتي وقت الزراعة، لأنَّه يمكن أنْ يثبط تشكل العقد البكتيرية، بالرغم من استفادة البادرات منه ريثما تتشكل العقد

الجذرية، ولكن غالباً لا يؤدي ذلك إلى زيادة مربحة في الغلة. وتستجيب بعض أصناف الصويا لإضافة السماد الآزوتي وقت الإزهار، ويمكن أنْ يؤدي ذلك إلى زيادة غلة المحصول من البذور، نتيجة زيادة عدد البذور، بسبب زيادة عدد الأزهار الخصبة المتشكلة، مما يؤدي إلى زيادة نسبة العقد Seed setting. وتؤدي إضافة الآزوت إلى زيادة محتوى البذور من البروتين على حساب محتواها من الزيت، رغم حقيقة أنَّ نوع السماد الآزوتي عادةً ما يكون ذا أهمية قليلة، إلاَّ أنَّه قد وجد أنَّ اليوريا Urea قد أثَّرت بشكلٍ سلبي في غلة المحصول، ومحتوى البذور من البروتين.

عموماً، تتأثر النباتات ذات المحتوى العالي من الآزوت بشكلٍ كبير بدرجات الحرارة المنخفضة قبل الإزهار، مما يسبب في حدوث العقم Sterility، ويؤدي إلى تدني غلة البذور. ويمكن أنْ تؤثر درجة حرارة التربة في منطقة انتشار الجذور في تثبيت الآزوت (Stoyanova، 1997).

عموماً، تثبت النباتات كمية أقل من الآزوت الجوي بفضل العقد الجذرية في حال إتاحة الآزوت بكمياتٍ وافرة في التربة، وكمية أكبر في حال نقصهِ.

الفوسفور Phosphate

تتطلب نباتات الصويا كمياتٍ قليلة جداً من الفوسفور (P)، وخاصةً إذا ما زرعت بعد محصولٍ مُسَّمدٍ بشكلٍ جيد. وتُضاف الأسمدة الفوسفاتية إذا بيّنت اختبارات التربة أنَّ كمية الفوسفور المتاح في التربة أقل من 30 كغ . هكتار$^{-1}$. وتؤثر زيادة الفوسفور ونقصانه في التربة سلباً في عدد العقد البكتيرية المتشكلة. ولوحظ من خلال التجارب المنفذة في الهند بأنّ البذور الملقحة ببكترية

Pseudomonas striata قد ساعدت في زيادة معدل امتصاص الفوسفور وأدت إلى زيادة غلة البذور (Dubey، 1996).

تؤدي زيادة كمية الفوسفور المضافة إلى التربة إلى تقليل محتوى البذور من البروتين والزيت، وتقلل من إتاحة كلٍ من التوتياء (Zn^{+2})، والحديد (Fe^{+2}) للنبات، فتظهر على النباتات أعراض نقص هذين العنصرين. عموماً، تقَّدر كمية السماد الفوسفاتي الواجب إضافتها إلى التربة المراد زراعتها بمحصول فول الصويا بنحو 20 كغ . هكتار$^{-1}$، أو نصف كمية السماد الفوسفاتي في مهد البذور Seedbed، بسبب امتصاصهِ بكمياتٍ كبيرة من قبل البادرات. وتضمن إضافة كمياتٍ كافية من الفوسفور الوصول إلى المحتوى الأمثل من البروتين في البذور، والأحماض الأمينية في البروتين، وهذا مهم جداً، لأنَّ بذور الصويا من مصادر البروتين الرئيسة.

البوتاسيوم Potassium

تتطلب نباتات فول الصويا كمياتٍ كبيرة من البوتاسيوم (K) خلال مرحلة النمو الخضري، حيث ُيلاحظ التركيز الأعلى في السوق Stems والأوراق السفلية. ويجب أنْ يتوافر البوتاسيوم بكمياتٍ كافية، وبشكلٍ قابل للامتصاص من قبل جذور النباتات خلال مرحلة النمو السريع، في حين يتراجع معدل امتصاصهِ مع بداية تشكل البذور. وتمتص نباتات الصويا التي تنتج كمية من البذار تقدَّر بنحو 3500 كغ . هكتار$^{-1}$، كمية من البوتاسيوم من التربة تقدَّر بنحو 170 كغ . هكتار$^{-1}$، بالمقارنة مع فقط 40 كغ . هكتار$^{-1}$، يمكن أنْ تُزال من التربة من قبل نباتات هجن الذرة الصفراء التي تنتج كمية من البذور تقدّر بنحو 10000 كغ . هكتار$^{-1}$. ويؤثر نقص البوتاسيوم سلباً في تشكل العقد

البكتيرية، في حين تؤدي إضافة البوتاسيوم بكمياتٍ كافية إلى إنتاج نباتات سليمة، وتشكل عدد أكبر من العقد البكتيرية على الجذور.

عموماً، تعادل كمية السماد البوتاسي الواجب إضافتها كمية الأسمدة الفوسفاتية، ويمكن أنْ تقلل الكمية المضافة من الأسمدة البوتاسية عند زراعة الصويا بعد محصولٍ مسَّمد بالبوتاسيوم، حيث يعد البوتاسيوم المتبقي في التربة من المحصول السابق في الدورة الزراعية، مصدراً مهماً للبوتاسيوم للمحصول اللاحق. وتقلل إضافة البوتاسيوم بكمياتٍ كافية من الإصابة ببعض الأمراض الفطرية، مثل Diaporth soyae.

الكالسيوم Calcium

يعد محصول فول الصويا من الأنواع المحصولية المتحملة بشكلٍ كبير لازدياد حموضة التربة Soil acidity، حتى (pH = 5.0). ولكن يمكن أنْ تتراجع الغلة تدريجياً بازدياد مستوى الحموضة. وتحسّن إضافة الكالسيوم بشكلٍ كبير من معدَّل نمو النباتات والغلة في التربة الحامضية. ويساعد الكالسيوم في في توازن إتاحة كلٍ من عنصري المغنيزيوم، والبوتاسيوم، والتطور الطبيعي لبكتيريا العقد الجذرية، أو تشكل العقد البكتيرية Nodules على جذور البادرات (Spehar و Galwey، 1997).

المنغنيز Manganese (Mn^{+2})

إنَّ نباتات فول الصويا حساسة جداً لنقص المنغنيز، الذي عادةً ما يحدث في الترب التي تكون فيها درجة الحموضة (pH) مرتفعة، وعادةً ما تكون النباتات في الترب الفقيرة بالمنغنيز متقزمة Stunted، ومصفرّة الأوراق.

ويمكن بسهولة تصحيح أعراض نقص المنغنيز من خلال إضافة الكمية اللازمة منه مع الأسمدة الأخرى، أو من خلال رش محلول سلفات المنغنيز Manganese sulphate، أو أوكسيد المنغنيز. ومن المهم جداً المحافظة على اتزان نسبة عنصري المنغنيز والحديد Mn : Fe ratio. وتقدَّر النسبة المطلوبة من هذين العنصرين بنحو 2.5 إلى 1.5 لكلٍ من عنصري المنغنيز والحديد على التوالي. وتظهر على نباتات الصويا أعراض السمية بالمنغنيز إذا ما انخفضت درجة حموضة التربة إلى أقل من 5.0. وتساعد عملية إضافة كربونات الكالسيوم Liming في تصحيح الخلل، والحد من هذه السمية في معظم الحالات.

الزراعة Cultivation

يتطلب الحصول على كامل طاقة المحصول الإنتاجية Potential yield، وخاصةً عند زراعة الأصناف المستنبطة حديثاً، ضرورة الزراعة خلال الفترة المثلى لنمو نباتات المحصول، وتطورها، وأنْ تُسمّد النباتات بشكلٍ صحيح، من حيث معدل التسميد Fertilization rate، وموعد إضافة الأسمدة بما يتوافق ومرحلة الاحتياج الأعظمي لزيادة كفاءة استعمال السماد، وأنْ تُعشب الأرض بشكلٍ جيد للحد من منافسة الأعشاب الضارة Weeds لنباتات المحصول الاقتصادي على متطلبات النمو، وأنْ تحصد النباتات في الوقت المناسب. وحقيقة تؤثر العوامل البيئية Environmental factors والممارسات الزراعية في غلة محصول فول الصويا بدرجةٍ أكبر من العوامل الوراثية Genetic factors (Egli و Tekrony، 1996).

تحضير الأرض للزراعة Soil preparation

إنَّ عمليات الفلاحة المعتمدة لمحصولي القطن Cotton، والذرة الصفراء Corn، عادةً ما تكون مناسبة لمحصول فول الصويا، بحيث يسمح مهد البذرة بالزراعة على أعماقٍ ومسافاتٍ متجانسة. عموماً، بغض النظر عن نظام الفلاحة المتبع، سواءً كانت الفلاحة تقليدية Conventional tillage، أو نظام الفلاحة المخففة Reduced tillage، فيجب أنْ يؤمن نظام الإبقاء على بقايا المحصول السابق والزراعة بدون فلاحة Conservation tillage (الزراعة الحافظة، أو البذر المباشر)، فيجب أنْ يؤمن نظام الفلاحة المهد الأمثل لبذور فول الصويا، بشكلٍ يضمن سرعة إنبات البذور واسترساء البادرات والقضاء على الأعشاب الضارة، وتأمين البيئة الملائمة لنمو الجذور وانتشارها في التربة لامتصاص أكبر كمية ممكنة من الماء والعناصر المعدنية المغذية والإدارة الجيدة لبقايا المحصول السابق، ويسهل استعمال آلات البذر، وتنفيذ عمليات الخدمة اللاحقة، وأنْ يترك سطح التربة مفككاً لمنع تشكل طبقة سطحية صماء Crust، وزيادة كمية المياه الراشحة في التربة، وتقليل الجريان السطحي للمياه. ويجب أنْ يحسِّن نظام الفلاحة من نفاذية التربة وتهويتها لضمان نمو الجذور، وتشكل العدد الكافي من العقد البكتيرية Nodules الفعَّالة في تثبيت الآزوت الجوي Biological nitrogen fixation. عموماً، تُفلح التربة بعد حصاد نباتات المحصول السابق لطمر البقايا النباتية، وتحسين مقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة خلال فصل الخريف، ثمَّ تُفلح ثانيةً مع بداية الربيع، وأخرى ثالثة مع بداية شهر نيسان وتُضاف مع الفلاحة الأخيرة كامل كمية الأسمدة الفوسفورية، والبوتاسية، وكمية السماد الآزوتي التشجيعي Starter nitrogen ثمَّ تُنعَّم التربة بالكالتيفاتور والأمشاط، وتُقسم إلى مساكب، وتُروى قبل الزراعة لدفع بذور الأعشاب الضارة

على الإنبات (زراعة خضير). ويمكن أنْ تساعد الفلاحة العميقة (كسر نعل التربة) Subsoiling في الأراضي الأكثر جفافاً في زيادة نفاذية الرطوبة إلى أعماق التربة. ولوحظ أنَّ كفاءة تخزين الرطوبة Moisture storage capacity عند عمق 100 سم قد ازدادت من 15 مم إلى 52 مم بعد تنفيذ الفلاحة العميقة في بعض المواقع في الصين، وازدادت تبعاً لذلك غلة محصول فول الصويا بمقدار الثلث (Wang وزملاؤه، 1996).

معاملة البذور بالملقح البكتيري Seed inoculation

تعد معاملة بذور الصويا بالملقح البكتيري المناسب (*Rhizobium japonicum*) من أهم مقومات نجاح زراعة المحصول وخاصة في الحقول التي تزرع لأول مرة بمحصول فول الصويا. ويقدَّر العدد المطلوب من الخلايا البكتيرية اللازم توافره في التربة لإنتاج العدد الكافي من العقد البكتيرية بنحو 5000 خلية بكتيرية/سم، من خط الزراعة (Smith، 1995). وفي مناطق زراعة محصول الصويا على مستوى تجاري في الولايات المتحدة، فعادةً ما تُعامل البذار بشكلٍ سنوي بالملقح البكتيري لضمان الحصول على أعلى إنتاجية ممكنة، لأنَّ الفقد في المحصول الذي يمكن أنْ يحصل من جرّاء عدم تشكل عدد كافٍ من العقد البكتيرية على الجذور أكبر بكثير من ثمن الملقح البكتيري. وعادةً ما تبيع الشركات التجارية بذار الصويا المعاملة بشكلٍ مسبق بالملقح البكتيري المناسب ليُصار إلى زراعتها مباشرةً من قبل المزارعين. ويمكن أنْ تؤدي معاملة البذور بالمبيدات الفطرية Fungicides، أو المبيدات الحشرية Insecticides إلى تقليل فعَّالية الملقح البكتيري، ولكنها لا تؤثر في فعَّالية البكتيرية الموجودة أصلاً في التربة.

عموماً، في الترب التي يتوقع أنْ يحدث فيها فقد كبير بالنباتات، بسبب انتشار المسببات الممرضة الأرضية، والآفات الحشرية فيمكن تجاوز هذه المشكلة بزيادة معدل البذار Seed rate بدلاً من معاملة البذور بالمبيدات الفطرية والحشرية، التي يمكن أن تؤثر سلباً في فعّالية البكتيريا المسؤولة عن تشكل العقد البكتيرية على الجذور.

وتتلخص عملية التلقيح البكتيري للبذور بتحضير محلول سكري بتركيز 25%، أو محلول صمغي بتركيز 20%، وذلك بإذابة ملعقة كبيرة من السكر أو المولاس في نصف كأس ماء بارد. تُفرش البذار الكافية لزراعة مساحة دونم واحد (1000 م^2) من الأرض على قطعةٍ من البلاستيك، وترطب البذور بالمحلول السكري. يفتح كيس الملقح البكتيري من السلالة الموافقة للنوع المحصولي ويضاف قرابة 80 – 100 غ من الملقح إلى البذار، ويخلط بشكلٍ جيد في مكانٍ ظليل، بعيداً عن أشعة الشمس، وتُترك البذار المعاملة في الظل مدة 15 – 25 دقيقة. تزرع بعدئذٍ البذار الملقحة Inoculated seeds مباشرةً، وتُغطى البذار بالتربة الناعمة الرطبة، وتُكبس التربة فوق البذور لضمان التصاق حبيبات التربة بها مباشرةً، لتسريع عملية الإنبات. عموماً، يجب أنْ تتم هذه العملية خلال ساعتين كي لا تفقد البكتربا فعَّاليتها. ويجب حفظ عبوات الملقح البكتيري في مكانٍ بارد إلى حين استعمالها مرةً أخرى. ويُعطى الحقل ريَّة خفيفة بعد الزراعة بأسبوع لضمان الحصول على إنبات جيد، وتنشيط عملية تشكل العقد البكتيرية على الجذور.

معدل البذار Seeding rate

تختلف أصناف فول الصويا بشكلٍ كبير في حجم بذورها، لذلك يجب تحديد معدل البذار استناداً إلى عدد البذور في وحدة المساحة بدلاً من الوزن في وحدة المساحة. وتؤدي زيادة معدل البذار (الكثافة النباتية) إلى زيادة طول النبات، وازدياد ارتفاع القرن الأول على النبات، وزيادة حساسية النباتات للرقاد Lodging، مما يؤثر سلباً في غلة المحصول الاقتصادية. ويتحدد أيضاً معدل البذار بمدى حيوية البذار Seed viability وسلامتها. فعند زراعة الصويا على نطاقٍ تجاري فيجب أن لا يزيد عمر البذار عن سنة واحدة، لأنَّ حيوية البذور المخزونة تتراجع بشكلٍ سريع، كما هو الحال بالنسبة إلى البذور المتضررة. ويبين الجدول الآتي العلاقة بين حالة البذار ونسبة الإنبات، وقوة البادرات:

حالة البذور	نسبة الإنبات (%)	نسبة البادرات القوية (%)
بذور سليمة	80	72
أغلفة البذور متشققة بنسبة 10%	70	65
أغلفة البذور متشققة بشكلٍ خفيف بنسبة 100%	57	41
أغلفة البذور متشققة بشكلٍ كبير بنسبة 100%	43	23

وُتعد حيوية البذار من العوامل المهمة في تحديد الكثافة النباتية Crop stand ولكن لا يقل عن ذلك أهمية قوة البذار Seed vigour، والعمليات الزراعية التي تساعد في تحسينها (Dias و Marcos، 1997).

عموماً، إنَّ البذور ذات النوعية الجيدة، هي البذور التي تكون متجانسة في الحجم والوزن، وتنساب بسهولة عبر خراطيم البذّارة Planter. عموماً، تتراوح الكثافة النباتية التي يمكن الحصول عندها على أعلى غلة بذور بين 35 – 50 ألف نبات . هكتار$^{-1}$. وتستعمل عموماً المعدلات الأقل من البذار عند زيادة المسافة بين الخطوط، وعند زراعة أصناف الصويا الحساسة للرقاد، في حين تستعمل المعدلات الأعلى من البذار عند الزراعة على خطوط متقاربة، وعند زراعة الأصناف المقاومة للرقاد. وينصح تحت ظروف القطر العربي السوري بمعدل بذار بين 80 – 100 كغ . هكتار$^{-1}$ بالنسبة إلى العروة الرئيسة، وقرابة 100 – 120 كغ . هكتار$^{-1}$ بالنسبة إلى العروة التكثيفية، وذلك حسب المسافة بين الخطوط، وعدد البذور المزروعة في المتر الطولي، الذي يتفاوت بين 12 – 40 بذرة، وذلك حسب الهدف من الزراعة. عموماً، تختلف المسافة بين الخطوط باختلاف موسم النمو، وطبيعة النمو، ودرجة خصوبة التربة. وتجمع العديد من الدراسات على ضرورة زراعة بذور الصويا على خطوط بفاصل 50 – 60 سم بين الخط والآخر، ومسافة 5 – 10 سم بين البذور ضمن الخط نفسه.

عمق الزراعة Planting depth

يجب أنْ تزرع البذور على عمق 3 – 5 سم، ويجب ألاَّ يزيد عمق الزراعة عن 7.5 سم، رغم حقيقة أنه في الترب الرملية، أو عندما يكون سطح التربة جافاً فيمكن زراعة البذور على عمق 10 سم إذا كانت التربة رطبة عند

ذلك العمق. ويمكن أنْ تؤدي زيادة عمق الزراعة إلى تأخير ظهور البادرات فوق سطح التربة، مما يعرضها للإصابة بالأمراض والحشرات، ويمكن أيضاً أنَّ تتضرر بمبيدات الأعشاب. ويجب توافر كمية كافية من الرطوبة في مهد البذور، لأنَّ بذور الصويا تتطلب محتوى من الماء يعادل 50% من وزنها الجاف لتبدأ بالإنبات، في حين تحتاج حبوب الذرة الصفراء 30%. ويمكن أنْ تزرع الأصناف ذات البذار الكبيرة Large seed cultivars على أعماقٍ أكبر نسبياً بالمقارنة مع الأصناف ذات البذور الصغيرة.

ويعد الإنبات في الصويا هوائياً Epigeal، وتظهر البادرات فوق سطح التربة تحت ظروف النمو المؤاتية خلال 3 – 5 أيام. وتعد درجة حرارة مهد الزراعة 25 – 33ْ م المثلى لإنبات البذار، ويؤثر انخفاض درجة حرارة التربة إلى ما دون 15ْ م، وارتفاعها فوق 37ْ م سلباً في إنبات البذور، وظهور البادرات، رغم وجود بعض الأصناف التي يمكن أنْ تنبت بذورها عند حرارة تربة 10ْ م، ولكن عادةً ما يتأخر ظهور البادرات. عموماً، تقلل الزراعة العميقة، والحرارة المنخفضة للتربة من نسبة الإنبات، في حين يؤدي ارتفاع الحرارة، والزراعة السطحية إلى جفاف البادرات الفتية.

موعد الزراعة Planting date

تتراجع غلة محصول فول الصويا بشكلٍ سريع عند الزراعة خارج الفترة المثلى لنمو نباتات المحصول وتطورها، وإنتاجيتها. ولا تساعد زيادة الكثافة النباتية، أو معدل التسميد في تعويض النقص الحاصل في الغلة. ويزرع محصول الصويا تحت ظروف القطر العربي السوري خلال الفترة ابتداءً من الأسبوع الأخير من شهر نيسان، وخلال شهر أيار للعروة الرئيسة، وبعد حصاد

القمح والشعير، بدءاً من منتصف شهر حزيران وحتى الأسبوع الأول من شهر تموز July للعروة التكثيفية. ويتوقف موعد الزراعة الأمثل على الصنف والمنطقة، ومحتوى التربة المائي.

الدورة الزراعية Crop rotation

يُنصح عادةً بإدخال محصول فول الصويا في دورة زراعية مع الأنواع المحصولية الأخرى، مثل القمح Wheat، والشعير Barley، والذرة الصفراء Corn، والقطن Cotton، بهدف توفير كمية الأسمدة الآزوتية الواجب إضافتها للمحاصيل التي تلي الصويا في الدورة الزراعية، وخاصةً إذا ما قُلبت بقايا محصول الصويا في التربة، والحد من انتشار الأمراض والحشرات، بالإضافة إلى زيادة غلة المحصول من البذور. ولوحظ فعلاً حصول زيادة في إنتاجية محصول الصويا بنسبة 14% عند إدخالهِ في دورة زراعية ثلاثية (ذرة صفراء – صويا – قمح) بالمقارنة مع الزراعة المتكررة للمحصول نفسه ولعدة سنوات في الأرض نفسها. ووصلت نسبة الزيادة في غلة محصول الصويا من البذور إلى 11% عند إدخالهِ في دورة زراعية ثنائية مع الذرة الصفراء. ويمكن أنْ تترك نباتات الصويا في التربة كمية من الآزوت المثبت بيولوجياً تتراوح بين 57 – 95 كغ . هكتار$^{-1}$. سنة$^{-1}$، وذلك حسب الموقع Site والتربة، والسلالة البكتيرية المستخدمة. ويمكن أنْ تصل هذه الكمية إلى قرابة 112 كغ. هكتار$^{-1}$، عندما تتم عملية التلقيح البكتيري بالشكل الأمثل.

ووجد أنَّ إدخال فول الصويا في دورة زراعية مع الذرة الصفراء والقمح قد أدى إلى خفض الآزوت اللازم للذرة الصفراء بمعدل 40 كغ . هكتار$^{-1}$، والقمح بمعدل 10 كغ . هكتار$^{-1}$. عموماً، لا ينصح بتعاقب

زراعة فول الصويا مع محصول الفول السوداني Peanut، والتبغ Tobacco والشوندر السكري Sugar beet، وخاصةً في الحقول الموبوءة بالنيماتودا، كونها آفةٌ مشتركة لكل تلك الأنواع المحصولية.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Post-emergence crop management

السماد التكميلي Fertilizer enrichment

قد لا يتشكل على جذور النباتات العدد الكافي من العقد البكتيرية القادرة على تثبيت الآزوت الجوي، لتأمين متطلبات النبات خلال مراحل النمو المختلفة من عنصر الآزوت، ويعزى ذلك إلى قلة خصوبة التربة، وزيادة حموضتها، وسوء تهويتها، وعدم ملاءمة السلالة البكتيرية، أو عدم فعاليتها بسبب سوء التخزين وعدم معاملة البذور بشكلٍ صحيح بالملقح البكتيري. لذلك، ُينصح بالكشف عن ذلك بعد مرور 30 يوماً من تاريخ الإنبات، ويتم ذلك بعدَّ العقد واختبار فعّاليتها. ولكي يكون التلقيح ناجحاً، يجب ألاَّ يقل عدد العقد البكتيرية المتشكلة عن ثمان وتكون ذاتِ لون أحمر زاهٍ من الداخل. ويعد التلقيح فاشلاً، إذا كان عدد العقد البكتيرية في النبات الواحد أقل من ثمانية، وذات لون أبيض، أو أخضر من الداخل، عندها يجب معاملة الصويا باعتباره محصولاً لا بقولي من حيث التسميد الآزوتي، ويضاف السماد الآزوتي بمعدل 200 كغ . هكتار$^{-1}$ ، وعلى 2–3 دفعات مع الريّات اللاحقة. ويمكن أنْ تظهر على النبات أعراض نقص بعض العناصر الصغرى مثل، المنغنيز (Mn)، ويعالج ذلك برش الأوراق بمحلول من سلفات المنغنيز، أو أوكسيد المنغنيز، أما نقص الحديد فيعالج بإضافة شلات الحديد.

الترقيع والتفريد Thinning and replanting

نادراً ما تكون هناك حاجة إلى عملية الترقيع في فول الصويا، وبخاصةٍ عند استخدام البذار الجيد ذي الحيوية العالية، بالإضافة إلى قدرة الصويا على التعويض في حال فقد بعض النباتات، أو فشل إنبات بعض البذور. ولا بد من إجراء عملية الخف/ التفريد في حال استخدام معدلات بذار أعلى من المطلوب للحد من تأثير المنافسة الناجمة عن الكثافة النباتية العالية، وتقليل خطر الإصابة بالضجعان. ويجب إجراء عملية التفريد بعد 2 – 3 أسابيع من اكتمال الإنبات.

التعشيب Weeding

تُعد مشكلة وجود الأعشاب الضارة من المشاكل العويصة في حقول فول الصويا، بسبب بطء معدلات نمو نباتات المحصول خلال المراحل المبكرة من حياة النبات. ويتوقف حجم الضرر على سرعة خروج بادرات الصويا وتطورها، ومدى كفاءتها في منافسة الأعشاب الضارة على متطلبات النمو الأساسية (الماء، والعناصر المعدنية المغذية، والضوء، وCO_2)، وعلى الكثافة النباتية، والمسافة بين الخطوط. عموماً، يساعد تقليل المسافة بين الخطوط في الحد من تأثير الأعشاب الضارة. ويمكن مكافحة الأعشاب الضارة ميكانيكياً بالعزيق الآلي، أو كيميائياً باستخدام مبيدات الأعشاب الضارة المتخصصة قبل الزراعة وبعدها. ويقدر مقدار الفقد في غلة محصول الصويا بسبب الأعشاب بنحو 18%، أي ما يعادل 2 بليون دولاراً، يضاف إلى ذلك نحو 1.1 بليون دولاراً تكاليف مكافحة الأعشاب. ومن أهم المبيدات المستخدمة التريفلان والبنتازون، والدالابون... إلخ.

الري Irrigation

يزرع فول الصويا أساساً باعتباره محصولاً بعلياً بالاعتماد على مياه الأمطار. ويتطلب إنتاج قرابة 2500 كغ . هكتار$^{-1}$ من بذار الصويا كمية من الأمطار تعادل 600 – 1000 مم، وكدليل حقلي لمعرفة كمية مياه الأمطار أو الري الضرورية لمحصول فول الصويا، إنَّ معدل فقد الماء بالتبخر– نتح Evapotranspiration لدى نباتات الصويا أعلى بنحو 13% عند المساحة الورقية نفسها بالمقارنة مع الذرة البيضاء. ويبين الجدول الآتي كفاءة استعمال المياه في محصول الصويا بالمقارنة مع الأنواع المحصولية الأخرى في الولايات المتحدة الأمريكية:

النوع المحصولي	كغ من الماء/ كغ من المادة الجافة المصنعة (WUE)
الذرة البيضاء	140
الذرة الصفراء	160
القمح	250
الشوفان Oats	260
فول الصويا	300
الفصة	390

ويُوصى بإعطاء التربة ريّة قبل الزراعة Pre-planting irrigation تسمح بترطيب التربة على عمق 60 – 100 سم. ويُنصح خلال موسم الزراعة بإعطاء كمياتٍ كبيرة من المياه على فواصل زمنية متباعدة، أفضل من إعطاء كمية قليلة من المياه على فواصل زمنية متقاربة. عموماً، وبغض النظر عن

نظـام الـري المسـتخدم، يجـب أنْ يضـمن عـدم تعـرض النباتـات للإجهـاد المـائي Water stress خلال الفترة من الإزهار Flowering وحتى امتلاء القرون حيث يؤثر نقص المياه خلال هذه الفترة بشكلٍ كبير في غلة البذور. ويؤدي الإجهاد المائي خلال فترة نمو البذور Seed growth period إلى تقصير فترة نموها، مما يؤدي إلى تراجع حجم البذور Seed size المتشكلة De Souza) وزملاؤه، 1997، Choi وزملاؤه، 1996).

ويُسرع الجفاف من شيخوخة الأوراق Leaf senescence، فتتراجع كفاءتها التمثيلية، وكمية المادة الجافة المصَّنعة والمتاحة خلال فترة امتلاء البذور، كما يؤدي الجفاف خلال فترة امتلاء البذور إلى تراجع كمية نواتج التمثيل الضوئي الواصلة إلى البذور، لأنَّ الماء هو الناقل الوحيد لنواتج التمثيل الضوئي من المصدر Source (الأوراق والسوق) إلى المصب Sink (البذور) مما يؤثر سلباً في درجة امتلاء البذور، ومن ثمَّ وزن المائة بذرة، وغلة المحصول الاقتصادية.

ويمكن أنْ تظهر على نباتات الصويا أعراض الذبول في الأيام الجافة والحارة وإنْ كانت المياه متوافرة في التربة بكمياتٍ كافية، ويُعزى ذلك إلى مقاومة نباتات الصويا الكبيرة لحركة المياه خلالها، فتصبح كمية المياه المفقودة بالنتح أكبر بكثير من كمية المياه الممتصة والواصلة إلى الأوراق، فيتراجع جهد الامتلاء، وتترهل الأوراق.

ويُعد الصويا حساساً جداً لتغدق التربة Soil waterlogging. ويؤدي غمر النباتات مدة 4 – 8 أيام خلال مراحل النمو المبكرة إلى تراجع غلة المحصول من البذور بمقدار الثلث. وتزداد في الترب الغدقة الإصابة الفطرية Fungal infection، وتخريب العقد البكتيرية Nodule damage وسمية

مبيدات الأعشاب الضارة Herbicide toxicity، ويمكن أنْ تزيد بشكلٍ كبير من نسبة الفاقد في غلة المحصول.

وُيعد الصويا حساساً نسبياً لملوحة التربة، لذلك تؤدي السقاية بمياه مالحة Saline water إلى تراجع الغلة بشكلٍ ملحوظ، ولاسيما إذا كانت التربة سيئة الصرف، ويمكن أنْ تستخدم المياه المالحة باعتدال في الري التكميلي في حال عدم كفاية مياه المطار لتأمين كامل احتياجات نباتات المحصول المائية.

ُيزرع محصول الصويا بعلاً بالاعتماد على مياه الأمطار في مناطق إنتاجه الرئيسة، ولاسيما في أمريكا الشمالية والجنوبية، ومروياً في مناطق أخرى كثيرة. ويحتاج فول الصويا بين 330 – 766 مم خلال موسم النمو. وتتباين هذه الكمية حسب طول موسم النمو، وطبيعة التربة، وكمية المياه المتوافرة فيها ومعدل التبخر من التربة، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. وتختلف حاجة النبات للماء باختلاف مراحل النمو، فيكون أدنى معدل استهلاك له خلال الإنبات ومرحلة البادرة، وتزداد الحاجة للماء خلال مرحلة النمو الخضري النشط، نظراً إلى زيادة حجم المسطح الورقي القابل للنتح، وارتفاع درجة الحرارة، ثمّ يتناقص معدل الاستهلاك من الماء بعد امتلاء البذور واصفرار الأوراق وبدء تساقطها. ولوحظ أنَّ 65 – 75% من استهلاك الصويا للماء يكون خلال فترة الإزهار وحتى اكتمال امتلاء البذور. ويجب عدم تعطيش النباتات إطلاقاً خلال مرحلتي الإزهار وامتلاء القرون. وإنَّ كفاءة استعمال الماء في فول الصويا (C_3 plant) منخفضة بالمقارنة مع الأنواع النباتية الأخرى ثلاثية الكربون، مثل القمح والشوندر السكري، أي أنه يتطلب كمية أكبر من الماء لإنتاج وحدة واحدة من المادة الجافة. بشكلٍ عام، لا بد من أنْ ُيعطى المحصول ريّة خفيفة بعد الزراعة بأسبوع، ثمّ ُيروى بمعدل مرة واحدة كل 15 – 20 يوماً، حسب طبيعة التربة

والظروف المناخية السائدة، ومرحلة النمو. وتوقف عملية الري، وتفطم النباتات قبل 10 – 15 يوماً من الحصاد. عموماً، يتطلب محصول الصويا تحت ظروف الزراعة المحلية بين 7 – 12 ريّة، وذلك حسب طول موسم النمو، وطبيعة التربة، والظروف البيئية السائدة.

النضج والحصاد Maturity and harvest

يحدث النضج الفيزيولوجي في الصويا عند اكتمال تراكم المادة الجافة في البذور. وإنَّ اختفاء اللون الأخضر من كل القرون دليل على وصول النباتات إلى مرحلة النضج الفيزيولوجي، وتتراوح رطوبة البذور عند هذه المرحلة بين 40 – 60%، (الشكل، 70).



الشكل (70): مرحلة النضج الفسيولوجي (اكتمال امتلاء البذور) في نبات فول الصويا.

ويمكن أنْ يساعد استعمال مسقطات الأوراق الكيميائية Chemical dessicants في تسريع عملية النضج والتبكير في الحصاد، وعادةً ما يكون الفاقد في الغلة من جراء ذلك أقل بكثير من الفقد نتيجة الانفراط (Saraswathi وزملاؤه، 1995). ومن أهم المركبات الكيميائية التي تستعمل باعتبارها مسقطات أوراق مركب كلورات المغنزيوم $Mg(ClO_3)_2$، ونترات الأمونيوم NH_4NO_3 ومركب Dipyridyl phosphate. ووجد أنَّ إسقاط الأوراق باستخدام مسقطات الأوراق الكيميائية قبل مرحلة النضج الفيزيولوجي يؤدي إلى خفض غلة المحصول بسبب عدم انتهاء عملية نقل كامل المادة الجافة من المصدر (الأوراق) إلى المصب (البذور)، في حين يساعد استعمالها بعد مرحلة النضج الفيزيولوجي في التبكير في الحصاد، من دون أنْ يؤثر ذلك سلباً في الغلة الحبية. ويمكن حصاد الأصناف المبكرة عندئذٍ قبل 2 – 5 أيام، والأصناف المتأخرة بيوم واحد قبل الموعد الطبيعي للحصاد. يمكن حصاد الصويا بعد أسبوع واحد من اكتمال تساقط الأوراق، حيث تنخفض رطوبة الحبوب إلى 15%. عموماً، ُيفضل حصاد الصويا عندما تصل نسبة الرطوبة في البذور بين 13 – 15%، ويتحول لون القرون من الأخضر إلى الأصفر ثم إلى البني أو الأسود حسب الصنف (الشكل، 71).

ويمكن أنْ يسبب الصقيع Frost، أو تناوب الشمس مع المطر إلى زيادة نسبة الانفراط، مما يؤدي إلى زيادة نسبة الفاقد من البذور في حال تأخير عملية الحصاد إلى حين النضج التام لجميع النباتات.



الشكل (71): يبين تحول لون قرون الصويا إلى البني عند النضج التام.

وعند الشروع في حصاد الصويا يجب على المزارع مراعاة النقاط الآتية:

1. عدم التبكير الزائد في الحصاد، حتى لا تزيد نسبة الحبوب المجعدة بسبب عدم اكتمال امتلاء البذور، ما يؤثر سلباً في كمية المحصول الناتج ونوعيته.
2. عدم المبالغة في التأخير في الحصاد، حتى لا تزداد نسبة الفاقد من البذور بسبب انفراط القرون Shattering، وزيادة نسبة البذور المكسورة، لأنَّ الحبوب الجافة تماماً أكثر حساسية للانقسام Splitting بفعل الآلات الحادة في الحصادة.

3. عند استخدام الحصادة الدرّاسة يجب أنْ تكون سرعة سير الآلة أقل مما هو عليه في حالة القمح، وأنْ يكون مستوى القص أخفض، حتى لا تزداد نسبة القرون المتروكة على الجزء السفلي من الساق.
4. يراعى تعيير الاسطوانات داخل الآلة بحيث تكون سرعة دوارنها 300 – 450 دورة بالدقيقة، حتى لا تتهشم قشرة البذور، وتفقد الحبوب حيويتها، وترتفع نسبة البذور المنقسمة والمكسورة.
5. يعود معظم الفاقد (9 – 20%) عند استعمال الحصادة الدرّاسة إلى سكين القطع، ورأس الحصادة الجامع للنباتات. وقد طورت عدة نماذج من الحصادات في الآونة الأخيرة، بحيث خففت نسبة الفاقد بمقدار 50%. ويسهم استواء الحقل وخلوه من الكدر في تسهيل عملية الحصاد وتقليل الفاقد من القرون.

يمكن حصاد المحصول في حالة الحيازات الصغيرة باليد أو المنجل. ولتقليل الانفراط يجب أنْ يتم الحصاد في ساعات الصباح الباكر، ثمّ تجمع النباتات وتنقل إلى البيدر، وتترك لتجف مع التقليب المستمر منعاً للتعفن، ثمّ تدق بالعصا أو تدرس بالنورج. ويمكن إجراء عملية الحصاد يدوياً في المناطق التي تتوافر فيها العمالة بكثرة، حيث تقلع النباتات وتجمع في أكوام، وتفرط بالدق بالعصي أو بوساطة فرّاطة بذور حقلية Portable thresher.

أصبح الحصاد الآلي Mechanised harvesting ممكناُ بعد إدخال الأصناف المنضغطة Compact، والقائمة، والمقاومة للانفراط Shatter-resistant، ولكنها تتسم بتشكل القرن الأوَّل قريباً من سطح الأرض. وارتبطت زيادة ارتفاع القرن الأول بتأخير حدوث الإزهار، وانخفاض عدد القرون الكلي المتشكل في النبات الواحد في الأصناف الحديثة عالية الإنتاجية

التي تشكل القرن الأول أعلى من ارتفاع محورالقص Cutter-bar، مما يُساعد في تسهيل عملية الحصاد الآلي. وتصبح نباتات فول الصويا جاهزة للحصاد عندما تصفر وتسقط معظم الأوراق، وتجف القرون السفلى وتصبح مصفَّرة اللون، ويتحول لون البذور في الأصناف التجارية إلى اللون الأصفر. ويجب أنْ لا يتجاوز محتوى البذور من الرطوبة 14 – 15% عند الحصاد، ولا يسمح ارتفاع محتوى البذور المائي عن ذلك المستوى في عملية حفظها وتخزينها بأمان بدون تجفيفها أولاً وخفض محتواها الرطوبي إلى 14 – 15% في حين يؤدي انخفاض محتوى البذور من الرطوبة إلى ما دون 12% إلى زيادة حساسيتها للضرر الميكانيكي. وعادةً ما يكون محتوى البذور المائي عند اكتمال مرحلة النضج الفسيولوجي قرابة 50 – 60%، وتحتاج عادةً البذور إلى نحو 12 – 24 يوماً لكي تصل إلى طور النضج التام، وينخفض محتواها المائي إلى 14%. ويمكن أنْ يُحصد المحصول، عندما يصل معظم النباتات إلى مرحلة النضج التام، وقد يكون من المفيد أحياناً التبكير بالحصاد للحد من فقد البذور بالانفراط.

عموماً، تتحدد غلة محصول الصويا عند الحصاد الآلي بمدى ارتفاع سكين القص بالمقارنة مع الحصاد اليدوي، كما هو مبين في الجدول الآتي:

ارتفاع سكين القص (سم)	غلة المحصول (كغ. هكتار$^{-1}$)	مقدار الفقد (كغ. هكتار$^{-1}$)	نسبة الفقد (%)
الحصاد اليدوي	2260	0	0
9	2135	121	0
12.5	2051	215	10
16.5	1983	229	12

عموماً، إذا كانت نسبة الفقد أثناء الحصاد الآلي قرابة 10 بذور/م خلف الحصادة، فهذا يعني أنَّ نسبة الفقد في الغلة تقدَّر بنحو 200 كغ . هكتار$^{-1}$، لذلك

لابدَّ من إيقاف عملية الحصاد، والبحث عن أسباب هذا الفقد، وتعيير الحصادة من جديد.

رغم حقيقة أنَّ نوعية البذور Seed quality تكون أفضل ما يمكن خلال مرحلة النضج الفسيولوجي Physiological maturity، إلاَّ أنه لا يمكن حصاد البذور خلال تلك المرحلة، بسبب ارتفاع محتوى البذور المائي، ولا يمكن تخزين البذور ما لم يتم تجفيفها. وعادةً ما تبقى البذور على النبات الأم ثلاثة أسابيع لتصل إلى طور نضج الحصاد Harvest maturity، وكلما طال الفاصل الزمني بين النضج الفسيولوجي والنضج التام، ازدادت نسبة الفاقد بالانفراط وانخفضت نوعية البذور. ويؤثر أيضاً انتشار الأعشاب الضارة خلال فترة نضج البذور سلباً في نوعيتها، حيث تؤدي الأعشاب الضارة الطويلة التي تقوم بالنتح إلى رفع الرطوبة النسبية الجوية حول القرون الناضجة، مما يؤثر سلباً في نوعية البذور.

التجفيف والتخزين Drying and Storage

قبل تخزين بذور الصويا لا بدَّ من خفض محتواها المائي إلى مستوى يمكن تخزينها بأمان مع المحافظة على خصائصها النوعية، وقيمتها الزراعية لأطول فترة زمنية ممكنة، أو بما يتناسب مع طول فترة التخزين. فيمكن تخزين بذور الصويا مدة أربع سنوات عند محتوى مائي 10%، ومدة ثلاث سنوات فقط عند محتوى مائي 12%، في حين يمكن تخزين البذور بأمان حتى الربيع القادم إذا كان محتواها المائي 13%، وتقل طول فترة التخزين عند ارتفاع نسبة الرطوبة إلى 14%. عموماً، يجب عدم تخزين البذور على رطوبة 15% فما فوق قبل إخضاعها لعملية التجفيف. وعند التجفيف يجب ألا تقل رطوبة هواء التجفيف عن 40% لتجنب تشقق قشرة البذور، ويجب عدم تجفيف بذور الصويا

المعدة للزراعة على درجة حرارة أعلى من 43ْ م، تجنباً لقتل الأجنة، مما يؤثر سلباً في حيوية البذور وقدرتها على الإنبات.

إنَّ بذور الصويا النظيفة والجافة، التي لا يزيد محتواها المائي عن 10% يمكن أنْ تخزن بأمان. وإذا كان محتوى البذور المائي عند الحصاد أعلى من 14%، فيجب أنْ تُجفف قبل تعبئتها في أكياس، أو تخزينها على هيئة كومة Bulk في المخزن. ويُساعد في المناطق الحارة ترك الأكياس مفتوحة في إتمام عملية التجفيف قبل إغلاق الأكياس ووضعها في المخزن. وتحتاج عمليات التجفيف الصناعية بالهواء الساخن الحذر الشديد لمنع ضرر البذور، ويجب أن لا تزيد درجة حرارة هواء التجفيف عن 40ْ م، حيث يؤدي ارتفاع حرارة الهواء إلى60ْ م إلى إضعاف حيوية البذور، وتراجع نسبة إنباتها. ويمكن أنْ يؤثر سلباً في نوعية البذور. وعند الرغبة في تخزين البذور في مستودع المزرعة، فيجب خفض محتوى البذور المائي إلى 10 – 12%، وبما أنَّ الرطوبة في الكومة تهاجر إلى قمة الكومة، فيجب العمل وباستمرار على تقليب البذور في أعلى الكومة حتى لا تتعفن. ويمكن أنْ تساعد معاملة البذور بالمبيدات الفطرية في المحافظة على حيوية البذور خلال فترة التخزين إذا كانت شروط التخزين الجيدة والمناسبة غير متاحة، ويفضل أنْ تكون المعاملة مباشرةً بعد الحصاد للحصول على أفضل النتائج. عموماً، تحتفظ البذور ذات الأغلفة القاسية Hard tests بحيويتها خلال التخزين لفترة زمنية أطول بالمقارنة مع البذور ذات الأغلفة الطرية Soft tests، لأنَّ الأغلفة القاسية والكتيمة تحدَ بشكلٍ كبير من عملية التبادل الغازي، وأكسدة المادة الجافة بالتنفس. عموماً، تقلل الرطوبة النسبية الجوية المرتفعة من حيوية البذور أكثر بالمقارنة مع الحرارة المرتفعة.

الغلة Yield

يعطي الهكتار وسطياً بين 1 – 3 طناً، وذلك حسب الصنف، والتسميد والري، وطول موسم النمو، وعمليات الخدمة المختلفة. ويمكن أنْ تصل إنتاجية الصويا في أمريكا إلى 6 طن. هكتار$^{-1}$ ، مما يشير إلى وجود طاقة إنتاجية كامنة عالية في المحصول يمكن الوصول إليها محلياً من خلال عمليات التحسين الوراثي، وتنفيذ العمليات الزراعية المناسبة.

الفصل الثالث

الفول السوداني

Peanut (*Arachis hypogae* L.)

الأهمية الاقتصادية Economic importance

يُعد محصول الفول السوداني من المحاصيل الزيتية Oil crop المهمة. ويأتي في المرتبة الخامسة، بعد فول الصويا، وزهرة الشمس، واللفت الزيتي والقطن، من حيث كمية الزيت المستخرجة من البذور. وتتراوح نسبة الزيت في بذور الفول السوداني بين 42 – 52%، وقد تصل في بذور بعض الأصناف حتى 60%.

يمتاز زيت الفول السوداني بغناه بالحمض الدهني غير المشبع (18:1) الأوليك (65 – 75%)، وانخفاض محتواه من الحمض الدهني المشبع (16:0) البالميتيك (6 – 7% فقط). ويستخدم زيت الفول السوداني نيئاً في إعداد السلطات، أو في الطهي، ويستخدم في الصناعات الطبية، وصناعة المارغرين والكونسروة، وصناعة الصابون.

تصل نسبة البروتين في بذور الفول السوداني إلى 35%، ويحتوي البروتين على سائر الأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids التي لا يستطيع جسم الإنسان تصنيعها، مثل اللايسين والتربتوفان، لذلك يعد ذا قيمة غذائية عالية، تعادل قيمة البروتين الحيواني، ويمكن أنْ يُمثَّل في الجسم بكفاءةٍ أكبر من البروتين البقري.

وتحتوي البذور أيضاً على السكريات (14.27 %)، والفيتامينات Vitamins، وبعض العناصر المعدنية، مثل الحديد، والنحاس، والمغنزيوم. يمكن أنْ تستخدم بذور الفول السوداني طازجة Fresh، أو مطبوخةً ومملحة، أو

محمصةً لأغراض التسلية. ويعادل كل 100غ من البذور 349 كالوري. وتستخدم الكسبة الناتجة عن عصر البذور علفاً مركزاً للحيوانات، إذ تصل نسبة البروتين فيها حتى 45%، والمواد الدهنية حتى 8%. وتستعمل البقايا النباتية الجافة مادة علفية عالية القيمة، ولا تقل قيمتها العلفية عن الفصة، والبرسيم حيث تصل نسبة البروتين فيها حتى 11%. ويساعد إدخال الفول السوداني في الدورات الزراعية Crop rotations في تحسين خصوبة التربة، وإغنائها بالآزوت المثبت حيوياً Biological nitrogen fixation.

يزرع محصول الفول السوداني في القطر العربي السوري تحت ظروف الزراعة المروية فقط. وقدّرت المساحة المزروعة بنحو 5743 هكتاراً، والإنتاج قرابة 16232 طناً، والإنتاجية نحو 2826 كغ . هكتار$^{-1}$. تتركز زراعة محصول الفول السوداني في القطر العربي السوري في كلٍ من طرطوس (2128 هكتاراً)، وحماة (1057 هكتاراً)، وحمص (900 هكتاراً)، والغاب (816 هكتاراً)، ودير الزور (500 هكتاراً)، واللاذقية (277 هكتاراً)، وإدلب (65 هكتاراً) (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2006).

المتطلبات البيئية Environmental requirements

الحرارة Temperature

تُعد درجة حرارة التربة من العوامل البيئية المهمة المحددة لإنبات البذور واسترساء البادرات فوق سطح التربة Seedling establishment والنمو الأولي للبادرات. وعادةً ما يكون معدل الإنبات واسترساء البادرات متدنياً إذا ما انخفضت درجة حرارة التربة عن 18ْ م. ويمكن أنْ يموت جنين البذور Seed embryo، إذا ما ارتفعت درجة حرارة التربة إلى قرابة 54ْ م. ويمكن أنْ يبدأ

إنبات بذور الفول السوداني عندما تصل درجة حرارة التربة إلى قرابة 12 – 14°م. عموماً، تختلف استجابة المحصول للحرارة باختلاف الصنف المزروع. ويزداد معدل نمو نباتات الفول السوداني بارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط من 20°م إلى 30°م. وتتراوح درجة الحرارة المثلى للنمو الخضري بين 27°م و 30°م، وذلك حسب الصنف المزروع. ويؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون 13.3°م إلى توقف النمو الخضري تماماً. وتعد الحرارة من العوامل المهمة في تحديد معدل الإزهار Flower rate، حيث تؤثر الحرارة في طول الفترة بين تشكل الأزهار Flower initiation، وتفتح أول زهرة. وتتراوح درجة الحرارة المثلى لمرحلة النمو الثمري Reproductive stage بين 24°م – 27°م، ويؤثر ارتفاع درجة الحرارة خلال فترة الإزهار إلى ما فوق 33°م سلباً في حيوية حبوب الطلع Pollen viability. ويؤثر انخفاض درجة الحرارة خلال فترة الإزهار إلى ما دون 20°م سلباً في نسبة الأزهار المخصبة Fertilized flowers. ويزداد معدل تشكل القرون Peg initiation بارتفاع درجة الحرارة من 19°م إلى 23°م. ولا تؤثر درجة حرارة التربة في معدل نمو القرن Pod growth rate فقط، وإنَّما تؤثر أيضاً في طول فترة نمو القرون. ويتحقق أعلى معدل لنمو القرون ضمن المدى الحراري بين 30 – 34°م. وتؤثر الحرارة المرتفعة جداً سلباً في حجم البذور المتشكلة، حيث تؤدي الحرارة المرتفعة إلى تقصير طول فترة نمو البذرة، مما يؤثر سلباً في الحجم النهائي للبذور Seed size.

ويعد توافر الشدة الضوئية المناسبة، والدفء Warmth مهميَن جداً لنمو نباتات الفول السوداني وتطورها جيداً. وتقدر الاحتياجات الحرارية لنبات الفول السوداني من الزراعة وحتى الحصاد بنحو 1600 وحدة حرارية. وتوجد علاقة

ارتباط موجبة بين درجة حرارة الوسط المحيط ومحتوى البذور من الزيت. عموماً، لا بد من تحديد موعد الزراعة الأنسب بحيث تضمن توافق مراحل النمو المختلفة من دورة حياة نباتات المحصول مع المتطلبات البيئية المثلى. عموماً، يتوقف نجاح زراعة محصول الفول السوداني على توافر موسم نمو خالٍ تماماً من الصقيع Frost، لأنَّ حدوث الصقيع عند أي مرحلة من حياة المحصول يؤدي إلى قتل النباتات.

الضوء Light

يُعد الفول السوداني من الأنواع المحصولية الحيادية في إزهارها لطول الفترة الضوئية Day- neutral، ولكن يمكن أنْ تتأثر النباتات كثيراً بالشدة الضوئية المنخفضة خلال مراحل النمو الأولى، ومرحلة الإزهار. ويؤدي الجو الغائم Cloudy weather خلال فترة الإزهار إلى تقليل عدد الأزهار، ولكن نظراً إلى كون عدد الأزهار المتشكلة بشكلٍ طبيعي كثيراً جداً، فلن يؤثر ذلك سلباً في غلة المحصول من القرون. عموماً، يوجد تفاعل بين الحرارة وطول الفترة الضوئية، ولوحظ وجود تباين وراثي بين الأصناف في استجابتها لتفاعل مثل هذين العاملين البيئيين المهمين (Bell و Wright، 1998).

يُعد محصول الفول السوداني من الأنواع النباتية ثلاثية الكربون C_3 plant. ويؤثر الضوء Light في كلٍ من عمليتي التمثيل الضوئي Photosynthesis، والتنفس Respiration. ولوحظ أنَّ انخفاض الشدة الضوئية خلال الفترة قبل الإزهار، قد أدت إلى تراجع معدل النمو الخضري بشكلٍ ملحوظ، بسبب تراجع كفاءة النبات التمثيلية Assimilation efficiency، ومن ثمَّ كمية المادة الجافة المصنّعة، والمتاحة لنمو النبات

وتطوره. ويؤدي تدني الشدة الضوئية خلال فترة النمو السريع للنبات إلى ازدياد ارتفاع الساق، ولكن يتراجع وزن الأوراق، وعدد الأزهار المتشكلة. وإذا كان الإزهار غير حسَاس لطول الفترة الضوئية (مستقلاً عن الضوء)، إلاَّ أنَّ تفتح البراعم الزهرية Flower buds، وعدد الأزهار الكلي المتشكلة يعتمدان كثيراً على الضوء. ولوحظ تثبيط نمو الأفرع الثمرية وتطورها عند الشدة الضوئية المنخفضة، مما يؤثر سلباً في عدد الأزهار الكلي المتشكل. وعندما يزرع الفول السوداني تحت ظروف النهار القصير، فإنَّ النباتات تُزهر بشكلٍ متأخر، وتعطي عدداً أقل من الأزهار Blooms بالمقارنة مع ظروف النهار الطويل. ولوحظ أنَّ الإزهار حساسٌ جداً لانخفاض الشدة الضوئية. وتسبب الشدة الضوئية المنخفضة خلال المراحل الأولى من الإزهار إجهاض العديد من الأزهار. ولوحظ أيضاً أنَّ انخفاض الشدة الضوئية خلال مرحلة تشكل الحوامل الثمرية يقلل معنوياً من عدد الحوامل الثمرية، ومن ثمَّ عدد القرون المتشكلة، ووزنها. وتخفض الشدة الضوئية المتدنية خلال مرحلة امتلاء القرون Pod filling، والنضج Maturity قليلاً من عدد القرون الناضجة ووزنها، وتزيد معنوياً من نسبة البذور الضامرة Shrivelled seeds. عموماً، يمكن الحصول على أعلى غلة ممكنة من البذور/القرون عند توافر المياه بكمياتٍ كافية خلال مختلف مراحل النمو، وإذا كان الجو غير غائم والسماء صافية، مما يساعد في زيادة كفاءة النبات التمثيلية، لأنَّ نباتات الفول السوداني تستجيب لازدياد الشدة الضوئية وصولاً إلى كامل الشدة الضوئية Full sunlight.

وفي تجربة لدراسة تأثير طول الفترة الضوئية، والشدة الضوئية في حجم المجموع الخضري، وإزهاره، وإثماره، ووزن البذور في النبات الواحد. أعطت النباتات المزروعة ضمن ظروف النهار الطويل، والشدة الضوئية المنخفضة

عدداً أكثر من الأزهار، وعدداً أقل من القرون. وكان حجم المجموع الخضري أكبر بنحو 60%، ولكن لم يتجاوز متوسط وزن البذور في النبات الواحد أكثر من 12.1 غ، في حين كان عدد القرون المتشكلة في النبات الواحد معنوياً أكثر في النباتات المزروعة ضمن ظروف النهار القصير، والشدة الضوئية العالية، ووصل متوسط وزن البذور في النبات إلى قرابة 106.5 غ، في حين لم يتعدَ حجم المجموع الخضري أكثر من 40% من حجم المجموع الخضري في النباتات المزروعة ضمن ظروف النهار الطويل والشدة الضوئية المنخفضة. تشير هذه النتائج إلى عدم وجود علاقة ارتباط بين عدد الأزهار المتشكلة وعدد القرون، لأنَّ 15 – 20% فقط من الأزهار التي تشكلت أولاً ستتمكن من إعطاء حوامل ثمرية بالطول الكافي لاختراق التربة، وتشكيل القرون ضمنها، في حين تفشل الأزهار المتشكلة لاحقاً (البعيدة عن سطح التربة) في تكوين حوامل ثمرية بالطول الكافي لاختراق سطح التربة. ويُعزى تراجع متوسط وزن البذور في النبات لدى النباتات المزروعة ضمن ظروف النهار الطويل إلى زيادة حجم المجموع الخضري، وطول فترة النمو الخضري، مما يؤدي إلى استهلاك كميات أكبر من نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates لتشكيل نموات خضرية لا طائل منها، مما يؤثر سلباً في كمية المادة الجافة المسَّخرة Partitioned لمرحلة النمو الثمري. ويؤدي ذلك أيضاً إلى تأخر حدوث الإزهار، وازدياد ارتفاع الأزهار على النبات، مما يؤثر سلباً في عدد الأزهار المتشكلة، وكفاءة الأزهار في تشكيل الحوامل الثمرية القادرة على الوصول إلى سطح التربة واختراقها، فيتراجع عدد القرون المتشكلة في النبات. وتؤدي أيضاً زيادة النمو الخضري، إلى زيادة دليل المساحة الورقية Leaf (LAI) Area Index كثيراً الأمر الذي قد يؤدي إلى حدوث التظليل المتبادل بين الأوراق، لاسيما في حال

غياب الهندسة الورقية المناسبة Suitable canopy architecture، مما يؤثر سلباً في توزيع الضوء Light distribution، وتعجز بذلك الأوراق السفلية في الحصول على كمية من الطاقة الضوئية كافية لإقلاع عملية التمثيل الضوئي فتتراجع كفاءتها التمثيلية Photosynthetic efficiency، وتقل فيها كفاءة استخدام الماء Water Use Efficiency (WUE).

الرطوبة Moisture

يُعد محصول الفول السوداني من الأنواع المحصولية المتحملة للجفاف Drought tolerant بعد إتمام عملية الإنبات واسترساء البادرات، وهو أكثر تحملاً للجفاف من محصول القطن Cotton، ولكنه أقل تحملاً من محصول الذرة البيضاء Sorghum، ويمكن أنْ يتحمل غرق التربة Flooding لأكثر من سبعة أيام بشرط أنْ يتم التخلص من الماء الزائد بسرعة.

ويمكن أنْ تنجح زراعة الفول السوداني بعلاً في البيئات التي تتلقى هطولات مطرية بين 500 – 100 مم، وذلك حسب قوام التربة، ومقدرتها على الاحتفاظ بالماء، والظروف المناخية السائدة خلال موسم النمو. ويجب أنْ يهطل قرابة 300 مم من إجمالي الأمطار خلال الفترة بين ظهور البادرات Emergence، ومرحلة الإزهار الأعظمي Maximum flowering لضمان الحصول على نمو خضري جيد، لأنّه توجد علاقة ارتباط مباشرة بين عدد السوق، والأزهار المتشكلة، وعدد القرون المتكونة فيما بعد. وتسمح أيضاً الترب الرطبة Moist soils في تسهيل عملية اختراق الحوامل الثمرية Pegs penetration. ويجب أن لا تهطل أية كمية من الأمطار عندما تصل القرون إلى مرحلة النضج، لأنَّ بعض الأصناف لديها فترة سكون بسيطة جداً

Brief dormancy، مما قد يؤدي إلى إنباتها بسرعة وهي لا تزال على النبات الأم، في حال توافرت الظروف المناسبة للإنبات. ويُعد سكون البذور في العديد من الأصناف القائمة Bunch types صفة وراثية، ولا تعتمد بشكلٍ رئيس على ظروف التربة. وتسهل سيادة الطقس الحار والمشمس خلال فترة نضج القرون في تسهيل عملية الحصاد، وجفاف القرون، والبذور بداخلها، ومن ثمَّ ضمان الحصول على منتج ذي نوعية ممتازة. ولا تستطيع نباتات الفول السوداني أنْ تتحمل الصقيع، وتغدق التربة.

عموماً، تتحدد إنتاجية الفول السوداني بكمية الرطوبة الأرضية أكثر من الرطوبة النسبية الجوية، لأنَّ القرون تتشكل ضمن التربة. ولا يؤثر الجفاف خلال المراحل الأولى من حياة النبات (من ظهور البادرات وحتى تكوين الحوامل الثمرية) سلباً في غلة المحصول من البذور، بل بيَّنت بعض الدراسات أنَّ تعريض نباتات الفول السوداني للإجهاد المائي خلال المراحل المبكرة من دورة حياة نباتات المحصول قد أدَّت إلى زيادة غلة البذور بنحو 13 – 19% بالمقارنة مع النباتات المروية بكمياتٍ كافية من المياه. ويعزى ذلك إلى دفع النباتات على تشكيل مجموع جذري متعمق ومتشعب، مما يساعد في امتصاص كمية أكبر من الماء والعناصر المعدنية المغذية من طبقات التربة العميقة الرطبة، وخاصةً خلال مرحلتي الإزهار وتكوين القرون، وامتلاء البذور، في حين تبقى جذور النباتات المروية سطحية وضحلة Shallow roots. وتعد المرحلة من حياة النبات من بداية الإزهار وحتى قبل أسبوعين من النضج أكثر حساسية للجفاف. ويسبب نقص المياه خلال هذه المرحلة الحرجة من حياة النبات تراجعاً في كمية المادة الجافة المصنَّعة مقداره 20 – 50%، وتتراجع غلة القرون بنحو 29 – 61%، وذلك حسب الصنف المزروع، ورطوبة التربة

السطحية، التي تحدد سهولة اختراق الحوامل الثمرية للتربة. ويؤدي الإجهاد المائي Water stress خلال فترة امتلاء البذور إلى تراجع غلة المحصول من البذور بنحو 80%، نتيجة تراجع معدل نقل نواتج عملية التمثيل الضوئي من المصدر (السوق والأوراق) إلى المصب (البذور)، لأنَّ الماء هو الناقل الوحيد لها، مما يؤثر سلباً في درجة امتلاء البذور، ومن ثمَّ وزن المائة بذرة 100-kernel weight. ويؤدي أيضاً الجفاف إلى تراجع غلة المحصول من القرون، بسبب تشكل طبقة سطحية صمّاء، ولاسيما في الأراضي الطينية الثقيلة التي تعيق اختراق الحوامل الثمرية للتربة. عموماً، لا تنجح زراعة الفول السوداني إلاَّ في المناطق الدافئة والرطبة (المناطق الساحلية في سورية). ويمكن أنْ تنجح زراعته في منطقة حوض الفرات، بشرط تأمين كمياتٍ كافية من المياه ولاسيما خلال المراحل الحرجة من حياة نباتات المحصول. وُيعد موعد الزراعة مهماً جداً لأنّه عادةً ما يزرع الفول السوداني بعلاً، ويمكن أنْ تنخفض الإنتاجية كثيراً إذا لم تتوافق فترة الزراعة والنمو، مع المتطلبات المناخية المثلى لكل مرحلة من مراحل نمو نباتات المحصول وتطورها. ويُظهر الجدول الآتي تأثير موعد الزراعة في الغلة في بعض الدول الأكثر زراعةً لمحصول الفول السوداني:

أمريكا		تنزانيا		السودان	
الموعد	غلة القرون (كغ/هـ)	الموعد	غلة القرون (كغ/هـ)	الموعد	غلة القرون (كغ/هـ)
20 آذار	1810	15 كانون الأول	1250	1 حزيران	3299
10 أيار	2018	30 كانون الأول	788	1 تموز	2838
1 حزيران	1850	25 كانون الثاني	280	1 آب	2351
20 حزيران	1570	10 شباط	150		
10 تموز	810	25 شباط	90		

*** تمثل الإنتاجية في الجدول متوسط قرابة عشرة سنوات.**

التربة Soil

تُعد الترب ذات اللون الفاتح، جيد الصرف Well-drained، والتهوية والترب اللومية الرملية Sandy loam، التي تحتوي على كمية كافية من الكالسيوم (Ca^{2+})، وكمية معتدلة من المادة العضوية، من الترب المثلى لنجاح زراعة محصول الفول السوداني. وتسهل الترب جيدة الصرف عملية التبادل الغازي لتأمين احتياجات نباتات المحصول من الآزوت، وغاز الفحم (CO_2) والأوكسجين (O_2). وعادةً ما يتأثر تنفس الجذور عندما تكون كمية الأكسيجين المتاحة في منطقة انتشار الجذور قليلة، بسبب سوء الصرف Improper drainage، ويمكن أنْ يؤدي ذلك إلى تثبيط نمو الجذور، والعديد من العمليات الأيضية المهمة Metabolic functions. ويؤدي أيضاً نقص الأوكسجين في منطقة انتشار الجذور إلى تقليل فعَّالية البكتريا المثبتة للآزوت، وتصبح الجذور غير قادرة على امتصاص آزوت التربة، مما يؤثر سلباً في كمية الآزوت المتاحة للنباتات أو الممتصة، فيتراجع معدل نمو الأجزاء الهوائية، ويقل حجم

المسطح الورقي الأخضر الفعَّال في عملية التمثيل الضوئي. وحقيقةً، لا تحتوي الترب ذات الألوان الفاتحة Light-coloured على كميةٍ مرتفعة من المادة العضوية، التي تسهم في تصبغ Staining القرون، الأمر الذي يؤثر سلباً في نوعيتها، وقيمتها التسويقية.

وعادةً ما يكون إنبات البذور، واسترساء البادرات أكبر في الترب اللومية الرملية المفككة، وجيدة الصرف والتهوية. ويمكن أنْ تخترق الحوامل الثمرية مثل هذه الترب بسهولة، ويمكن أيضاً قلع القرون منها بسهولة، مما يسهم في زيادة عدد القرون المتشكلة، ويقلل من نسبة الفاقد في القرون أثناء الحصاد حيث تؤدي الترب الطينية عند جفافها وتصلبها إلى تقطع الحوامل الثمرية، وفقد القرون. ويضمن توافر كمية كافية من الكالسيوم في التربة في إنتاج قرون تحتوي على بذور كبيرة وناضجة، ويساعد وجود كمية معتدلة من المادة العضوية (أقل من 2%) في زيادة كفاءة التربة على الاحتفاظ بالماء والعناصر المعدنية المغذية لتأمين كامل احتياجات النباتات من الماء والعناصر المعدنية Nutrients، ولكن يؤدي وجود كمية زائدة من المادة العضوية إلى تصبغ القرون وتدني نوعيتها، ويفضل الفول السوداني الترب ذات التفاعل الحامضي الخفيف (pH = 6.0 - 6.5)، ويمكن أن تنجح زراعته في الترب التي تتراوح فيها درجة الحموضة بين 5.5 – 7.0. ولكن يثبط انخفاض درجة الحموضة إلى ما دون 5 بشكلٍ كبير من نمو نباتات المحصول وتطورها، ويحد من فعَّالية البكتيرية المثَّبتة للآزوت الجوي. وتعد أيضاً الترب القلوية Alkali soils غير مناسبة. ويؤدي ارتفاع درجة حموضة التربة إلى 7.5 – 8.5 إلى اصفرار الأوراق واسوداد أجزاء من القرون. وتعد التربة المتملحة Saline soils غير مناسبة لزراعة الفول السوداني، لأنه حساس جداً للملوحة.

وأشارت الدراسات أنَّ

بـذور الفـول السـوداني يمكـن أنْ تنبـت Germinate عنـد مسـتوى ملوحـة (Ec_e = 13 $dS.m^{-1}$)، ولكن تموت البادرات قبل أنْ تظهر فوق سطح التربة وتبقى البادرات متقزمة عند ناقلية كهربائية لعجينة التربة المشبعة تعادل $4dS.m^{-1}$ بالمقارنة مع البادرات النامية في الترب غير المتملحة. عموماً، بينت الدراسات إلى أنَّ ارتفـاع تركيـز الأمـلاح Salt concentration فـي التربـة حتـى 3200 ميكروموز. سم$^{-1}$ ($3.2\ dS.m^{-1}$) لا تؤثر إطلاقاً في غلة المحصول ولكن يؤدي ارتفاع مستوى الملوحة في التربة إلى 4900 ميكروموز . سم$^{-1}$ إلى خفض غلة المحصول بنسبة 50%، وتنعدم الغلة عند مستوى ملوحة 6500 ميكروموز . سم$^{-1}$. يتمثل تأثير الملوحة في الغلة في تخفيض حجم القرن Pod size، وعدد القرون في النبات. عموماً، يمكن إضافة الجبسوم Gypsum وغسيل الأملاح الزائدة من منطقة انتشار الجذور للحد من تأثير الملوحة وقلوية التربة. وتعد الترب اللومية الرملية من الترب الأكثر ملاءمة لزراعة الفول السوداني لأنّها تسهل نمو الجذور وتطورها، وتسمح باختراق الحوامل الثمرية وتزيد من معدل رشح المياه وخاصةً تحت ظروف الزراعة المطرية، مما يساعد في زيادة محتوى التربة المائي، وكمية المياه المتاحة للنباتات. وتساعد أيضاً التربة الخفيفة في تسهيل عملية قلع القرون، وتقليل نسبة الفاقد من القرون بالمقارنة مع الترب الطينية الثقيلة. ويمكن أنْ تزداد نسبة الفاقد في مثل هذه القرون إذا ما تأخرت عملية الحصاد بعد نضج القرون، أو لم تهطل الأمطار لتطرية الأرض وذلك خلال الأيام القليلة التي تسبق عملية حصاد المحصول.

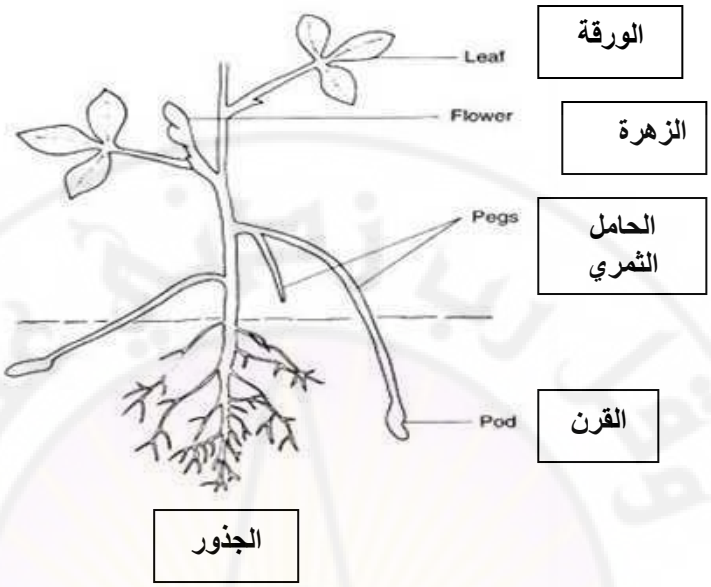
التسميد Fertilizer application

يُعد الفول السوداني من الأنواع المحصولية ذات المتطلبات السمادية الكبيرة. ويحتاج إنتاج طن واحد من القرون، وطنين من الأجزاء النباتية Haulms قرابة 63 كغ N، و11 كغ P_2O_5، و46 كغ K_2O، و27 كغ CaO و14كغ MgO. ولوحظ أنَّ 50% من الآزوت والفوسفور، ونحو 80 – 90% من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيزيوم تبقى في الأجزاء النباتية غير الاقتصادية. وأشارت العديد من التقارير إلى أنَّ نباتات الفول السوداني تتسم بمقدرة مميزة للاستفادة من العناصر المعدنية المغذية في التربة، التي تكون نسبياً غير متاحة لنباتات الأنواع المحصولية الأخرى. وتتسم جذور الفول السوداني بكفاءة عالية في استخلاص العناصر المعدنية المغذية حتى من الترب الرملية الفقيرة (Arnon، 1972). ولوحظ أيضاً أنَّ نباتات الفول السوداني كانت قادرة على الاستفادة من العناصر السمادية (K_2O, P_2O_5) المتبقية في التربة من إضافة الأسمدة للمحصول السابق (Smartt، 1978). ويستفيد الفول السوداني من العناصر المعدنية المتبقية في التربة، ولاسيما عند زراعته بعد محصول مسَّمد بشكلٍ جيد Well-fertilized crop بشكلٍ أفضل من العناصر السمادية المضافة له بشكلٍ مباشر، لذلك يُفضل أنْ يزرع الفول السوداني في دورة زراعية مع الأنواع المحصولية ذات الاحتياجات السمادية المرتفعة. ويحتاج على سبيل المثال الفول السوداني المزروع بعد القمح إلى كمياتٍ أكبر من الأسمدة بالمقارنة مع زراعته بعد محصولي القطن، والذرة الصفراء. عموماً، تمتص نباتات الفول السوداني قرابة 10% من كامل احتياجاتها من الآزوت، والفوسفور، والكالسيوم والمغنزيوم خلال مرحلة النمو الخضري، وقرابة 40 – 50% خلال مرحلة النمو الثمري، والباقي خلال مرحلة النضج. ولا يزال الباب مفتوحاً لإجراء

العديد من الدراسات حول معدل إضافة الأسمدة المعدنية، ووقت إضافتها، ونوع السماد المضاف، وهل يُضاف مباشرةً لمحصول الفول السوداني أم إلى المحصول السابق له في الدورة الزراعية...الخ، بما يضمن الحصول على أعلى إنتاجية، وتقليل تكاليف الإنتاج، وزيادة هامش الربح الاقتصادي.

تتضرر بذور الفول السوداني المنبتة Germinating seeds بسهولة عند تماسها مع الأسمدة المعدنية، لذلك ينصح بإضافة الأسمدة عند الزراعة على عمق 15 – 20 سم، وعلى أحد جانبي الخط على بعد 10 سم من مكان توضع البذور. وسيكون احتمال جفاف التربة عند هذا العمق أقل، لأنَّ الجفاف الزائد للتربة يمكن أنْ يعيق عملية امتصاص العناصر المعدنية المغذية. وتساعد هذه الإضافة على ذلك العمق في تشجيع نمو البذور واختراقها لطبقات التربة Root penetration، مما يساعد النباتات في امتصاص كمية أكبر من رطوبة التربة. وحقيقةً، توجد علاقة ارتباط مباشرة ومعنوية بين كتلة الجذور، وغلة المحصول الاقتصادية.

تنتج نباتات الفول السوداني أعداداً كبيرة جداً من الأزهار، ويمكن أن يزداد عدد الأزهار بازدياد معدلات التسميد، ولكن لا يؤدي ذلك إلى حدوث زيادة كبيرة في نسبة عقد القرون Pod set، وعدد القرون التي يمكن أنْ تصل إلى مرحلة النضج (الشكل، 72).



الشكل (72): يبين الأجزاء المختلفة لنبات الفول السوداني.

ويمكن أنْ تؤثر الأسمدة أيضاً في حجم البذور، وعدد البذور في القرن ولكن لا تؤثر الأسمدة بشكلٍ ملحوظ في محتوى البذور من الزيت، أو في تركيب الزيت، وتعد هذه الصفات من المعايير ذات قابلية التوريث العالية Highly heritable، ولا تتأثر بشكلٍ كبير بالعوامل البيئية.

الآزوت Nitrogen

ينتمي الفول السوداني إلى العائلة البقولية Leguminous plants حيث يستطيع بفضل العقد الجذرية Nodules أنْ يثبت الآزوت الجوي، مما يساعد في تقليل احتياجات النباتات للأسمدة الآزوتية المعدنية، وتقدَّر كمية الآزوت المثبتة

بيولوجياً تحت ظروف النمو المثلى بنحو 200 – 260 كغ N/هكتار. وتتوقف كمية الآزوت المثبتة بيولوجياً على ثلاثة عوامل رئيسة، هي: السلالة البكتيرية Rhizobial strain، والطراز الوراثي Genotype المضيف، والعوامل البيئية، التي تتضمن رطوبة التربة، ودرجة حموضتها، ودرجة الحرارة، والشدة الضوئية، وطول النّهار، ومدى إتاحة العناصر المعدنية المغذية، مثل N، P، K، Mn، Mg، Ca، S، Mo، Zn، والبورون B.

ويمكن أنْ يؤثر تعرض نباتات المحصول إلى الإجهاد الرطوبي Moisture stress، ولاسيما تحت ظروف الزراعة المطرية سلباً في حيويته البكتيرية المثبتة للآزوت، وفي معدل تشكل وفعّالية العقد البكتيرية المتشكلة على جذور النباتات. عموماً، تحت ظروف التلقيح البكتيري الجيدة، وعند استخدام السلالة البكتيرية المناسبة، وعند إتاحة كل العناصر المعدنية الأخرى، وإذا كانت ظروف التربة (رطوبة، وحرارة، ودرجة حموضة، ومستوى ملوحة...الخ) مناسبة لتشكل العدد الكافي من العقد البكتيرية الفعَّالة، فلا داعي لإضافة أية كمية من السماد الآزوتي المعدني، حيث لوحظ عدم استجابة النباتات لإضافة الآزوت (Reid و Cox، 1973). وأشارت دراسات أخرى إلى استجابة نباتات الفول السوداني لإضافة كمية قليلة من السماد الآزوتي Starter nitrogen قبل الزراعة (20 – 30 كغ . هكتار$^{-1}$)، حيث ساعدت هذه الإضافة في زيادة الغلة من القرون، التي وصلت إلى أكثر من 4 طن . هكتار$^{-1}$ عند زراعة الطراز الإسباني القائم Spanish bunch type بشكلٍ مروي في الهند Sankara (Adivi، 1979). وتتأثر احتياجات نباتات الفول السوداني من الآزوت بمدى توافر العناصر المعدنية المغذية الأخرى. ولوحظ أنَّ غلة القرون

قد ازدادت فقط في حال توافر كمياتٍ كافية ومتوازنة من كلٍ من الآزوت والفوسفور، ولا يكفي توافر أحدهما فقط.

يبدأ تثبيت الآزوت الجوي بفضل العقد البكتيرية بعد قرابة 25 – 30 يوماً من تاريخ الزراعة. وينصح بذلك بإضافة جرعة صغيرة من السماد الآزوتي عند الزراعة Basal application، حيث تساعد هذه الكمية القليلة في تأمين احتياجات البادرات من السماد الآزوتي ريثما تتشكل العقد الجذرية. ولكن بما أنَّ البذور تحتوي على نسبةٍ من الآزوت تقدر بنحو 4%، وإذا ما كان معدل البذار المستخدم عند الزراعة قرابة 100 كغ . هكتار$^{-1}$ فهذا يعني إتاحة قرابة 4 كغ من السماد الآزوتي للبادرات. وبينت الدراسات المنفذة في الهند أنَّ إضافة الآزوت المعدني على دفعتين، الأولى (20 كغ . هكتار$^{-1}$) مع كامل الأسمدة الفوسفورية والبوتاسيومية عند الزراعة، والثانية (10 كغ . هكتار$^{-1}$) بعد مرور 30 يوماً على الزراعة قد أعطت أعلى غلة من البذور، ولاسيماعند هطول كميات كافية من الأمطار، وكان الهطول المطري موزعاً بشكلٍ جيد خلال فترة نمو المحصول (Narasimhuln، 1982). في حين بينت الدراسات المنفذة في البرازيل أنَّ إضافة كامل الآزوت التشجيعي (30 كغ . هكتار$^{-1}$) بعد 15 يوماً من تاريخ الزراعة قد أعطت نباتات الفول السوداني كمية أكبر من القرون بالمقارنة مع إضافة السماد الآزوتي وقت الزراعة، أو بعد مضي 30 يوماً على موعد الزراعة (Inforzato وزملاؤه، 1973).

وبينت نتائج التجارب المنفذة في الترب اللومية الرملية في دلهي (Ontario) تحت ظروف الزراعة المروية أنَّ إضافة الآزوت وقت الزراعة لم تؤدِ إلى زيادة غلة الفول السوداني غير الملقَّح بكتيرياً، ولكن أدت إضافة السماد الآزوتي على دفعتين Split application (نصف الكمية عند الزراعة،

والنصف الآخر بعد 60 يوماً من تاريخ الزراعة) إلى زيادة غلة القرون بنسبة 28% بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح (Reddy وزملاؤه، 1981).

عموماً، عند زراعة محصول الفول السوداني لأول مرة في التربة فمن الضروري أنْ تلقح البذور بالسلالة البكتيرية المناسبة. وعادةً ما يعمد المزارعون الذين يزرعون على نطاق تجاري بإجراء عملية التلقيح البكتيري لكل زراعة، لأنّ ثمن الملقح البكتيري أقل بكثير من كمية السماد المعدني الواجب إضافتها في حال فشل التلقيح البكتيري، أو عدم كفاية البكتيرية المتاحة في التربة لتشكيل العدد الكافي من العقد البكتيرية، وأقل أيضاً من الانخفاض الذي يمكن أنْ يحدث في غلة القرون.

تؤدي إضافة كمية زائدة من الآزوت إلى تراجع محتوى البذور من الزيت، وازدياد محتواها من البروتين، لذلك فإنَّ الزراعة بهدف إنتاج البذور لاستخراج الزيت تتطلب كميات أقل من السماد الآزوتي بالمقارنة مع الزراعة لإنتاج البذور المعدَّة للأكل. وتساعد إضافة السماد الآزوتي في الترب الضعيفة الخصوبة في تحسين امتصاص العناصر المعدنية المغذية الأخرى، ومن ثمَّ تحسين نمو نباتات المحصول وتطورها. ولكن يجب دائماً تقويم الجدوى الاقتصادية من إضافة الأسمدة الآزوتية، لأنّ التحسُّن المشاهد أحياناً في النمو Visual improvement لا ينعكس في ازدياد غلة المحصول.

وُتعد الطريقة الأكثر شيوعاً لإضافة الآزوت على شكل سماد مركب Compound fertilizer يوضع في مهد البذور وبنسبة 5: 20: 5 أو 5: 10: 15 NPK. وإذا كانت التربة لا تحتاج إلى البوتاسيوم (K) فيمكن أنْ يضاف تركيب من الآزوت والفوسفور، مثل Diammonium Phosphate، أو خليط من كبريتات نترات الأمونيوم Ammonium sulphate nitrate وسماد

السوبر فوسفات الأحادي Single superphosphate. ويساعد التركيب الأخير في تأمين احتياجات نباتات الفول السوداني من عنصر الكبريت، بالإضافة إلى دور العقد الجذرية في تحسين خصوبة التربة وتقليل احتياجات المحصول اللاحق في الدورة الزراعية (الحبوب) من السماد الآزوتي. ويبين الجدول الآتي كمية العناصر المعدنية المغذية في أجزاء النبات المختلفة:

الجزء النباتي	العنصر					
	N	P	K	Ca	Mg	SO_3
البذور	87	6.6	12.8	0.6	3.1	10.5
القشور	5	0.1	3.3	0.4	0.3	1.3
الأجزاء الهوائية	66	4.3	65.0	31.5	19.0	18.4

الفوسفور Phosphate

يُعد الفوسفور (P) من العناصر الضرورية جداً لتطور الجذور والبذور وزيادة عدد العقد الجذرية، وكثافتها، وفعَّاليتها. ويمكن أنْ يزيد معنوياً امتصاص العناصر المعدنية الأخرى. ويعتمد امتصاص الفوسفور على مدى إتاحة الرطوبة في التربة، ويعزى التباين في غلة المحصول استجابةً للفوسفور المضاف إلى التباين في كمية الرطوبة المتاحة في التربة التي تحدد بدورها كمية الفوسفور المتاح للنبات، وليس نتيجة عدم مقدرة النباتات على الاستفادة من العنصر الموجود في التربة. وإنَّ متطلبات الفول السوداني من عنصر الفوسفور عالية نوعاً ما، ونادراً ما تكون المستويات الطبيعية من الفوسفور في التربة كافية لتأمين كل احتياجات النبات. ويُعد انتشار الفوسفور الواسع Wide dispersal في التربة مهماً بقدر أهمية الكمية الكلية اللازم إضافتها لذلك فإنَّ إضافة كمية كبيرة من الفوسفور إلى المحصول السابق للفول السوداني يمكن أنْ تحسن بشكلٍ

كبير من غلة الفول السوداني. عموماً، يقل امتصاص الفوسفور من قبل نباتات الفول السوداني مع تقدم مراحل النمو، ويمكن أنْ ينتقل عنصر الفوسفور بسرعة من الأجزاء الهوائية إلى الثمار المتطورة.

عموماً، فإنَّ كمية الفوسفور المتاح لنباتات الفول السوداني يجب أنْ تعادل تلك المضافة إلى محصولي القطن والذرة الصفراء ذات الإنتاجية العالية في نفس وحدة المساحة من الأرض، ونادراً ما تكون تلك الكمية أقل من 20 – 30 كغ P/هكتار، ويمكن أنْ تكون أحياناً ضعف هذه الكمية. ويمكن بالمقابل أنْ ينمو الفول السوداني طبيعياً عند مستويات متدنية من الفوسفور المتاح في التربة، بسبب إمكانية تشكيل علاقة تعايشية بين المايكروهيزا Mycorrhizal association وجذور النباتات، أو نتيجة وجود بكتريا الفوسفور Phasphobacteria في منطقة انتشار الجذور، مما يساعد في زيادة كمية الفوسفور المتاح، من خلال تحويل الفوسفور المثبت إلى فوسفور متاح Available لنباتات الفول السوداني. ولوحظ أنَّ استجابة نباتات الفول السوداني لسماد السوبر فوسفات الأحادي (SSP) كانت أكبر بالمقارنة مع سماد فوسفات ثنائي الأمونيوم (DAP) بسبب احتواء الأول على الكالسيوم والكبريت.

البوتاسيوم Potassium

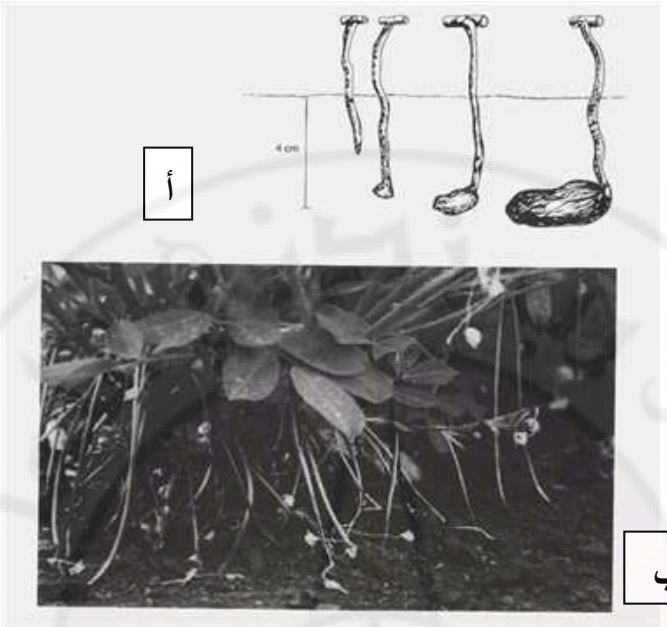
ترتبط استجابة نباتات الفول السوداني لعنصر البوتاسيوم (K) مباشرةً بمدى إتاحة العناصر المعدنية المغذية الأخرى، ولاسيما الكالسيوم والمغنيزيوم. ويمكن أيضاً أنْ تكون مرتبطة بزيادة امتصاص الآزوت. وتكون إضافة السماد البوتاسي ذات جدوى اقتصادية فقط في الأراضي التي تعاني من نقصٍ شديد في البوتاسيوم، الأمر الذي يستدعي إضافته سنوياً. ويكون امتصاص البوتاسيوم في

أوجهِ خلال الأسابيع الستة الأولى من حياة المحصول ويتراجع تدريجياً مع تقدم النباتات بالعمر. ويتحرك أيضاً البوتاسيوم بسهولة في النبات حيث ينتقل من الأوراق القديمة إلى الحديثة، ثمّ الثمار المتشكلة Developing fruits. ويؤدي توافر البوتاسيوم إلى زيادة عدد القرون في النبات، ولكن يزيد كلَ من الكالسيوم والمغنزيوم من عدد البذور وحجمها في القرون.

ويُفضل عادةً إضافة البوتاسيوم إلى المحصول السابق لمحصول الفول السوداني في الدورة الزراعية، أو يضاف مع الفلاحة الأخيرة قبل عدة أشهر من موعد الزراعة، لأنَّ وجود مستوياتٍ مرتفعة من البوتاسيوم في منطقة الحوامل الثمرية Pegging zone يمكن أنْ يثبط امتصاص الكالسيوم من قبل القرون المتشكلة. وتؤدي الإضافة غير الضرورية للسماد البوتاسي في أحسن الأحوال لامتصاص النبات لكمياتٍ إضافية منه، وتؤدي في أسوأ الحالات إلى اختلال التغذية المعدنية. وتتمثل أعراض نقص البوتاسيوم باصفرار حواف الأوراق القديمة، واصفرار ما بين العروق Interveinal chlorosis، وأخيراً سقوط الأوراق، وحدوث انخفاض معنوي في طاقة المحصول الإنتاجية.

الكالسيوم Calcium

يحدث الاستهلاك الأعظمي للكالسيوم (Ca^{+2}) خلال الفترة من ظهور الحوامل الثمرية Pegs، وحتى تشكل القرون Pods ونضجها، (الشكل، 73). ويؤدي ارتفاع تركيز الكالسيوم في التربة إلى تراجع معدل تشكل القرون، وتعفن الجذور.



الشكل (73): يبين المراحل المتلاحقة لتطور ثمرة الفول السوداني (أ) واختراق الحوامل الثمرية لسطح الترب (ب).

وتتمثل بشكلٍ عام أعراض نقص الكالسيوم بذبول Wilting، ومن ثمَّ موت الأجزاء الهوائية. وتتمثل أعراض نقص الكالسيوم تحت سطح التربة بتشكل القرون الفارغة كلياً أو جزئياً، وتشكل البذور الضامرة (Pops)، أو يتلون جنين البذور المتشكلة باللون البني، أو يتشكل انخماص Depression في مركز الفلقات. ويمكن أيضاً للكالسيوم أنْ يزيد من عدد البذور المتشكلة في القرن، من خلال زيادة نسبة البذور التي يمكن أنْ تصل إلى مرحلة النضج. ويبين الجدول الآتي تأثير عنصر الكالسيوم والعناصر المعدنية الصغرى الأخرى في غلة محصول الفول السوداني.

المعاملة	القرون (كغ/هـ)	نسبة الأغلفة (%)	البذور/ القرون	نسبة الفجوات المملوءة بالبذور (%)
الشاهد	560	57	1.0	40
الكالسيوم	930	70	1.9	76
المغنزيوم	1030	64	1.5	71
Ca Mg	1235	66	1.6	75
KP	1300	60	1.1	50
Ca Mg P	1010	69	1.8	83
Ca Mg Kp	1570	67	1.7	76

ويضيف المزارعون الذين ينتجون البذور كمياتٍ أكبر من الكالسيوم بالمقارنة مع المزارعين الذين يزرعون الفول السوداني Groundnut على نطاق تجاري لأنّهم يعلمون بأنَّ ذلك سيزيد من حيوية البذور وقوة البادرات. ويعد الكالسيوم غير قابل للحركة نسبياً Relatively immobile في نباتات الفول السوداني. ويتوقف تركيزه في كل جزء من أجزاء النبات على مدى إتاحته في التربة وامتصاصه خلال المرحلة من حياة النبات التي يتشكل فيها ذلك الجزء. ويجب أنْ يتوافر الكالسيوم في منطقة تشكل القرون. بالإضافة إلى ذلك، فإنّهُ في البيئات ذات معدلات الهطول المطري العالية، فعادةً ما يجعل ذلك الجبسوم عرضة للرشح بعيداً عن منطقة تشكل القرون قبل أنْ تصل القرون إلى مرحلة النضج. وبينت الدراسات باستخدام الكالسيوم المشع Radioactive بأنَّ الكالسيوم يُمتص بشكلٍ رئيس من قبل أغلفة القرون Shells، ويمكن أنْ ينتقل جزء منه إلى البذور، والحوامل الثمرية، في حين يذهب الكالسيوم الممتص من قبل الجذور

إلى السوق، والأوراق والحوامل الثمرية الهوائية Aerial pegs ويذهب القليل جداً منه إلى البذور.

عموماً، يمكن أنْ يضاف الكالسيوم على شكل أملاح متعادلة Neutral salts مثل كبريتات الكالسيوم ($Ca\ SO_4$)، الذي يُفضل على كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$). ويمكن أن تضاف بمعدل حتى 1000 كغ جيبسوم بالهكتار ولكن عادةً ما ُيضاف بكميةٍ تتراوح بين 250 – 500 كغ . هكتار$^{-1}$. وعندما تكون هناك حاجة ملحة لإضافة كميات كبيرة منه، فيفضل أنْ ُيضاف على دفعتين: الأولى عند ظهور الزهرة الأولى، والثانية بعد قرابة 20 – 25 يوماً بعد الإضافة الأولى، وتستجيب عادةً الأصناف القائمة لإضافة الكالسيوم بدرجة أقل من الأصناف المفترشة Runner types.

الكبريت Sulphur

يدخل الكبريت بشكلٍ مباشر في عملية التصنيع الحيوي Biosynthesis للزيت. وتعد معظم الأراضي المستخدمة لإنتاج الفول السوداني فقيرة بالكبريت. ومن الصعب جداً تمييز أعراض نقص الكبريت بالنظر، ولكن تظهر عادةً أعراض النقص على هيئة اصفرار للأوراق العلوية Terminal leaves، في حين تظهر أعراض نقص الفوسفور على الأوراق السفلية. ويمكن تصحيح أعراض نقص الكبريت بسهولة بإضافة الأسمدة المحتوية في تركيبها على الكبريت. ويساعد أيضاً رش المحاليل المحتوية على الكبريت على الأوراق Foliar sprays في إزالة أعراض النقص، وتؤدي أيضاً المبيدات الفطرية المحتوية على الكبريت الدور نفسه. ويؤثر نقص الكبريت سلباً في تشكل العقد الجذرية، وتؤدي أيضاً زيادته إلى تثبيط تشكل العقد الجذرية. ويمكن أنْ يؤثر

الكبريت في غلة الفول السوداني من البذور، ومحتواها من الزيت والبروتين. ويبين الجدول الآتي تأثير الكبريت في غلة الفول السوداني من البذور، ومحتواها من الزيت، والبروتين:

المعاملة	غلة البذور (طن/هـ)	نسبة الزيت الكلي (%)	نسبة البروتين الكلي (%)
بدون تسميد	1.77	45.6	26.5
جبسوم ($CaSO_4$%95)	2.22	46.1	26.5
كبريت (بشكل غبار Dust)	2.08	45.1	27.3
كبريت + فوسفات (P_2O_5 %48)	2.36	45.9	26.5

ويبين الجدول الآتي تأثير الكبريت في عدد العقد الجذرية، ونسبة الزيت في البذور:

المعاملة	عدد العقد البكتيرية المتشكلة على الجذور	نسبة الزيت في البذور (%)
بدون تسميد	306	48.2
كبريتات الأمونيوم	376	50.4
كبريتات الكالسيوم	386	51.5

العناصر الصغرى Minor nutrients

المغنزيوم (Mg): تتمثل أعراض نقص المغنزيوم باصفرار ما بين العروق للأوراق العلوية، وتقزم النباتات Stunted growth. وتصبح النباتات تحت ظروف النقص الحاد صفراء بشكلٍ كامل، ويمكن أنْ تموت في النهاية. ويمكن تصحيح نقص عنصر المغنزيوم بخلط المغنزيوم مع الأسمدة التي تضاف وقت الزراعة بمعدل 2.5 – 10 كغ Mg/هكتار، أو يُرش محلولاً بمعدل 1– 2.5 كغ . هكتار$^{-1}$. وعندما تقتضي الضرورة إضافة الكلس Lime للترب الحامضية فيفضل إضافة الدولوميت Dolomitic lime stone، لأنّه يحتوي على كميةٍ كافية من المغنزيا Magnesia لإزالة النقص الموجود في الترب المحلية.

المنغنيز (Mn): تتمثل أعراض نقص المنغنيز باصفرار الأوراق بين العروق ولكن تبقى العروق خضراء. وغالباً ما يكون تأثير نقصه في الغلة طفيفاً. وعادةً ما تكون إضافة قرابة 0.25 كغ Mn/هكتار بالرش كافية جداً.

الموليبدنيوم (Mo): يمكن أنْ يؤثر نقص الموليبدنيوم سلباً في الإزهار وتطور الحوامل الثمرية. ويقلل وجود كمية زائدة منه في التربة من نسبة الحوامل الثمرية التي يمكن أنْ تتحول إلى قرون ناضجة.

البورون (B): يؤثر نقص البورون بشكلٍ كبير في إنتاج القرون، ونوعية البذور، ومن الصعب جداً التمييز بالنظر أعراض نقص البورون بشكلٍ مبكر. ولكن يسبب نقص البورون ظاهرة القلب الأجوف Hollow heart في البذور. ويمكن التخلص من نقص البورون بإضافة 0.25 – 1.0 كغ . هكتار$^{-1}$ من حمض البوريك Boric acid من خلال رشه على الأوراق، أو إضافة البوراكس بمعدل 12 – 15 كغ . هكتار$^{-1}$. وأدّت إضافة البورون في ولاية Hebei

الصينية إلى تشجيع امتصاص الآزوت، وزادت ارتفاع النبات، والوزن الجاف للنبات، والعدد الكلي من القرون (Jiang وزملاؤه، 1994). ولا يهم طبيعة المادة المحتوية على عنصر البورون بقدر أهمية إضافته بمجرد ظهور الحوامل الثمرية.

التوتياء (Zn): تبدأ أعراض السمية Toxicity بالتوتياء بالظهور خلال الشهر الثاني بعد ظهور البادرات فوق سطح التربة، وتتمثل بمظهر متقزم، يتبعه نمو غير طبيعي للأوراق، وانشقاق الساق. ونظراً إلى عدم وجود طريقة محددة لتصحيح مثل هذا الخلل، لذلك لا ينصح إطلاقاً بزراعة الفول السوداني في الترب ذات المحتوى المرتفع من الزنك. وأدّت إضافة مركب كبريتات التوتياء $ZnSO_4$ والجبسوم في الهند إلى زيادة غلة البذور، ومحتواها من الزيت والبروتين (Ingole وزملاؤه، 1998).

الزراعة Cultivation

تحضير مهد الزراعة Seedbed preparation

يجب أنْ تُحضَّر الأرض المخصصة لزراعة الفول السوداني بشكلٍ جيد بحيث يكون مهد الزراعة ناعماً ومفككاً، وأنْ تكون التربة عميقة، وجيدة الصرف والتهوية لتسهيل اختراق الحوامل الثمرية. تحرث الأرض بعد حصاد المحصول السابق حراثة عميقة (30 – 35 سم) لقلب طبقة التربة السطحية Topsiol، وطمر بقايا المحصول السابق لتقليل فرص انتشار الأمراض وتعريض باطن التربة للأشعة الشمسية، حيث يساعد التشميس Solarization في القضاء على نسبة كبيرة من بذور الأعشاب الضارة Weeds، والأطوار الحشرية المختلفة الموجودة في التربة، وتحسين كفاءة التربة في تخزين كمية

كافية من مياه الأمطار من خلال زيادة معدل رشح المياه Water percolation. ويمكن أنْ تتطلب الترب الطينية فلاحة أخرى لتكسير الكدر Crust بعد هطول الأمطار. وتفلح التربة فلاحةً ثانية مبكراً في الربيع للقضاء على الأعشاب الضارة التي يمكن أنْ تنمو، وتضاف الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية، والسماد الآزوتي التشجيعي Starter N مع الفلاحة الأخيرة، التي تُنفذ قبل موعد الزراعة بنحو 1 – 2 شهراً، ثمَّ تخطط الأرض بحيث تترك مسافة 40 – 90 سم بين الخطوط، و25 سم بين النباتات، وذلك حسب طبيعة التربة، والهدف من الزراعة. عموماً، يجب تجنب المبالغة في كبس التربة بعد الزراعة حتى لا تتضرر البذور، لأنَّ بذرة الفول السوداني ذات قشرة Skin رقيقة جداً، لا تؤمن لها الحماية من الضرر الميكانيكي الناجم عن كبس التربة مما قد يؤثر سلباً في حيوية البذور، ومقدرتها على الإنبات.

معدل البذار ونوعيتهِ Seed quality and seeding rate

يجب أنْ تكون البذور المعدَّة للزراعة قوية Sound، ونظيفة، وذات أغلفة خارجية سليمة وغير مكسورة، لأنّها حساسة جداً للإصابة بالمسببات المرضية ذات الأصل الأرضي Soil-borne fungal diseases. ويعد اختيار البذور السليمة مهماً جداً عند استعمال المبيدات العشبية Herbicides، لأنَّ الإنبات السريع، والبادرات القوية Vigorous seedlings تعاني بدرجة أقل من الأضرار التي يمكن أنْ تنجم من تلك المركبات الكيميائية. وعند الرغبة في الزراعة بوساطة البذارات ذات التحكم الإلكتروني، فمن المهم جداً أنْ تكون البذور متجانسة في الحجم، والوزن، ويمكن أنْ يقوم المزارعون المتخصصون

بمعاملة البذور قبل الزراعة Dressing بمحاليل العناصر المعدنية الصغرى المهمة.

وعندما يرغب المزارع في اقتطاع جزء من محصوله، واستخدامه تقاوي لزراعتها في الموسم اللاحق، فيجب توخي الحذر الشديد عند الحصاد لأنَّ الأضرار الميكانيكية حتى وإن كانت بسيطة فيمكن أنْ تسبب تراجعاً كبيراً في نسبة الإنبات، وظهور البادرات، ويمكن أنْ يضطر المزارع لاستعمال معدّل بذار أعلى بنسبة 50% للحصول على الكثافة النباتية المطلوبة.

عموماً، تتحدد الكثافة النباتية، ومعدل نمو النباتات وتطورها، وغلة المحصول بنوعية البذار المستخدمة في الزراعة. ويجب أنْ تكون البذور نقية وذات حيوية عالية، ومتجانسة في الحجم والوزن، واللون، وخالية من المسببات المرضية ذات الأصل البذري Seed-borne pathogens. وينصح عادةً بنزع القشور Shells قبل الزراعة، لأنَّ زراعة القرون كاملةً يمكن أنْ تؤدي إلى تأخير عملية الإنبات، ويمكن أنْ يكون الإنبات غير متجانس، ويؤدي ذلك إلى امتصاص كمية زائدة من الرطوبة اللازمة لتليين القشور قبل أنْ تتشرب Imbibe البذور حاجتها من المياه لتبدأ بالإنبات، ولكن يُنصح بزراعة القرون مباشرةً في الترب التي تحتوي على كمياتٍ زائدة من المياه. ويُنصح عادةً قبل زراعة القرون بنقعها في الماء مدة 24 ساعة لتسريع عملية الإنبات. ويجب أنْ تتم عملية إزالة القشور Shelling of seed-pods فقط خلال 2 – 3 أيام قبل موعد الزراعة، لأنَّ حيوية البذور المخزونة يمكن أنْ تتدهور بسرعة، وتصبح البذور عرضةً لمهاجمة الحشرات، والمسببات المرضية الفطرية. ويجب أنْ تتم عملية إزالة القشور بعد خفض محتوى القرون الرطوبي إلى ما دون 10%. ويمكن بعد اتمام عملية إزالة القشور التخلص من كل البذور الضامرة

والمتضررة. وتُعامل فيما بعد البذور بالمبيدات الفطرية المناسبة (Coptan، Thiram بمعدل 3 غ/كغ بذور)، لأنَّ البذور الرقيقة عامةً حساسة للإصابة بالفطريات. ويجب أنْ تُعامل البذور بالمبيدات الفطرية مباشرةً بعد إزالة القشور، لأنَّ التأثير الوقائي للمبيدات يمتد لقرابة 20 يوماً فقط من تاريخ المعاملة. وتُعامل البذار قبل الزراعة مباشرةً بالسلالة البكتيرية المناسبة، حيث تعتمد كفاءة تثبيت الآزوت الجوي على الطراز الوراثي، والسلالة البكتيرية والظروف البيئية، مثل رطوبة التربة، ودرجة الحرارة، والعناصر المعدنية المغذية. وتساعد عملية التلقيح البكتيري في زيادة غلة المحصول بنسبة تتراوح بين 5.5 – 17.1% بالمقارنة مع الشاهد.

تعتمد الكثافة النباتية المثلى Optimum plant population على الطراز النباتي (قائم Bunch، أم مفترش Runner)، وخصوبة التربة، وإتاحة الرطوبة في التربة، وحيوية البذار المزروعة. وتشير العديد من الدراسات إلى أنَّ غلة محصول الفول السوداني تزداد بتقليل المسافة بين السطور. وإنَّ تغيير المسافات بين النباتات ضمن السطور Intra-row spacing يؤثر بدرجةٍ أقل في غلة المحصول بالمقارنة مع تغيير المسافات بين السطور. وتؤخر زيادة الكثافة النباتية من معدل نضج القرون، وتثبط تشكل الأزهار المتأخرة (Arnon، 1973). وتتراوح الكثافة النباتية الموصى بها بين 100.000 نباتاً في الهكتار، إلى قرابة 350.000 نباتاً في الهكتار، وذلك حسب الصنف (حيث يمكن زيادة الكثافة النباتية عند زراعة الأصناف الإسبانية القائمة) ومحتوى التربة المائي، والهدف من الزراعة.

عموماً، يتراوح معدل البذار عند زراعة الطرز القائمة بين 80 – 100 كغ . هكتار$^{-1}$، وقرابة 40 – 60 كغ . هكتار$^{-1}$ عند زراعة الطرز المفترشة

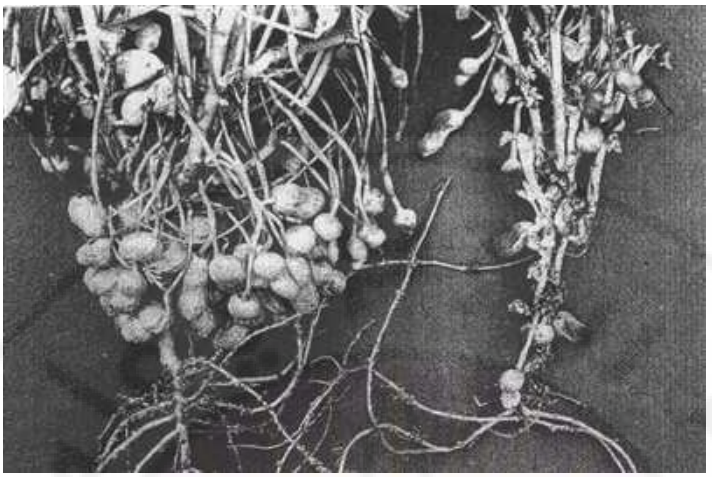
وذلك إذا كان معدل الهطول المطري قرابة 750 – 100 مم، وتقلل الكثافة النباتية في حال توقع هطول كمية أقل من الأمطار، حيث يجب ألاَّ تزيد الكثافة النباتية عن 50 – 60 ألف نباتاً في الهكتار إذا كان معدل الأمطار لا يزيد عن 600 مم سنة$^{-1}$. ويمكن أنْ تصل الكثافة النباتية إلى 150.000 نباتاً في الهكتار عند زراعة الطرز القائمة بشكلٍ مروي.

موعد الزراعة Planting date

يتحدد موعد الزراعة في القطر العربي السوري بموعد حدوث الصقيع الربيعي، حيث يجب أنْ تتم الزراعة بعد التأكد تماماً من عدم حدوثهِ. ويزرع الفول السوداني باعتباره محصولاً رئيساً خلال الفترة الممتدة من 10 نيسان وحتى 10 أيار. ويُفضل دائماً التبكير بموعد الزراعة عندما تسمح الظروف المناخية والأرضية بذلك. وعادةً ما يزرع الفول السوداني في الساحل السوري باعتباره عروة تكثيفية بعد حصاد محصولي القمح Wheat، والشعير Barley في أواخر شهر حزيران وأوائل شهر تموز، ولكن غالباً ما تكون الإنتاجية أقل بالمقارنة مع العروة الرئيسة.

عمق الزراعة Depth of sowing

يجب أنْ تزرع البذور على عمق 5 – 10 سم في التربة الرطبة. وتؤدي زيادة العمق إلى تقليل عدد القرون الناضجة المتشكلة، (الشكل، 74).



الشكل (74): يبين الشكل تأثير زيادة عمق الزراعة (اليمين) في عدد القرون المتشكلة.

عموماً، يزداد طول السويقة الجنينية Hypocotyle بازدياد عمق الزراعة، مما يؤدي إلى تقصير طول الجذر الرئيس Primary root، ويمكن ألاَّ يتشكل الجذر الرئيس عند زراعة البذور على عمق 15 – 20 سم. عموماً، ينصح بزراعة بذور الفول السوداني على عمق 5 – 7 سم، في الترب الخفيفة، وعلى عمق 4 – 5 سم في الترب الثقيلة.

الدورة الزراعية Crop rotation

يساعد اتباع الدورة الزراعية في المحافظة على خصوبة التربة وتحسين محتواها من المادة العضوية، وخاصةً عندما ُيزرع محصول بقولي ويقلب في التربة قبل بلوغ طور الإزهار باعتباره سماداً أخضر Green manure حيث يساعد ذلك في تحسين خصائص التربة الفيزيائية، الأمر الذي يسهل عملية اختراق الحوامل الثمرية للتربة. ورغم حقيقة أنَّ محصول الفول السوداني من المحاصيل البقولية التي ُتغني التربة بالآزوت المثبت بيولوجياً، إلاَّ

أنّه يستهلك كمياتٍ كبيرة من العناصر المعدنية المغذية، ولاسيما عندما يزرع بهدف الحصول على غلة عالية من القرون Remunerative crop. ويؤدي إنتاج غلة من القرون تقدَّر بنحو 3300 كغ . هكتار$^{-1}$، إلى استهلاك قرابة 250 كغ N و22 كغ P_2O_5، و110 كغ K_2O، و14 كغ Mg، و11 كغ كبريت. بالإضافة إلى عدم ترك البقايا النباتية في التربة من قبل المزارعين، لأنّها ذات قيمة علفية ممتازة، حيث توازي القيمة العلفية للفصة، والبرسيم، إذْ تحتوي على نسبة من البروتين تقارب 11%، لذلك تستعمل أعلافاً للحيوانات.

ولا ينصح بتكرار زراعة محصول الفول السوداني في الأرض نفسها قبل مرور 3 – 4 سنوات، مع مراعاة إدخال محصولين بقوليين آخرين في الدورة الزراعية. ويُنصح بزراعتهِ بعد الأنواع المحصولية ذات الاحتياجات السمادية العالية لأنّه يستجيب بدرجة أكبر للأسمدة المضافة إلى نباتات المحصول السابق. ولا يُنصح بزراعتهِ بعد التبغ Tobacco، والقطن لتجنب إصابتهِ بالمسببات المرضية ذات الأصل الأرضي. ولا ينصح بتعاقب زراعتهِ مع محصول فول الصويا لشدة إصابة الأخير بالديدان الثعبانية Nematodes التي تصيب الفول السوداني أيضاً. ويمكن الحصول على غلة عالية من القرون ذات النوعية العالية عند زراعته بعد القمح، والشعير.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Cultural practices after planting

الترقيع والتفريد Replanting and thinning

يعمد المزارعون عادةً إلى إجراء عملية الترقيع لتعويض النباتات المفقودة، والمحافظة على الكثافة النباتية المناسبة. وتتوقف نسبة الغياب على

عمر البذار، وحيويتها، ونقاوتها، وخلوها من المسببات المرضية، وخصائص التربة. ويُفضل أنْ تتم عملية الترقيع بوقتٍ مبكر، باستخدام بذار ذات نوعية جيدة، وحجم كبير، وحيوية عالية. ويفضل نقعها بالماء مدة 24 ساعة قبل الزراعة لتسريع حدوث عملية الإنبات، وتقليل التفاوت في النمو، بحيث تصل جميع النبات إلى مرحلة النضج التام، لتقليل الفاقد في الحصاد الناجم عن تأخير عملية الحصاد.

وتتم عملية التفريد عند زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة من الأرض عن الحد الأمثل، ولاسيما في حالة الزراعة اليدوية، أو تلقيطاً خلف المحراث، أو عند وضع أكثر من بذرة واحدة في الجورة. ويفضل أيضاً التبكير ما أمكن في تنفيذ عملية الخف (التفريد) للحد من المنافسة بين نباتات النوع الواحد على متطلبات النمو الأساسية، وقبل أنْ تتطور الجذور وتتشابك، وتصبح عملية التفريد صعبة، لأنَّ التأخير في تنفيذها يمكن أنْ يؤدي إلى تقطع الجذور وخلخلة التربة. عموماً، يُنصح بإجراء عملية التفريد عندما تكون النباتات بمرحلة 3 – 4 أوراق حقيقية فقط.

مكافحة الأعشاب الضارة Weed control

يجب أنْ تكون مكافحة الأعشاب الضارة مستمرة، وضمن برنامج مكافحة متكامل للحيلولة دون ظهور الأنواع العشبية المعَّمرة، والأنواع العشبية الحولية التي يصعب إزالتها من حقول الفول السوداني. ويمكن أنْ تعمل بذور بعض الأنواع العشبية على إفراز مواد كيميائية مثبطة لنمو نباتات الفول السوداني. أو يمكن أنْ تكون تلك الأعشاب طفيلية Parasitic. وبيّنت العديد من الدراسات أنَّ المرحلة الحرجة لمنافسة الأعشاب الضارة لنباتات الفول السوداني

هي 4 – 8 أسابيع بعد الزراعة. ويمكن أنْ تتم عملية التعشيب (العزيق) يدوياً Hand weeding، أو بوساطة الهارو Harrowing، ولكن لا تضمن هذه العملية تنظيف الحقل بشكلٍ كامل من الأعشاب الضارة. ويمكن أنْ يتم العزيق على مرحلتين: الأولى بعد 20– 25 يوماً من تاريخ الزراعة، والثانية بعد أسبوعين من نهاية العزقة الأولى. وتهدف عملية العزيق الأولى إلى إزالة الأعشاب الضارة بوقتٍ مبكر، وكسر القشرة السطحية للتربة، وسد الشقوق. ويساعد عملياً التبكير في تنفيذ العزقة الأولى (حتى 30 يوماً بعد الزراعة) في زيادة غلة القرون معنوياً، في حين يؤدي التأخير في عملية العزيق (50 يوماً من تاريخ الزراعة) إلى تراجع الغلة بشكلٍ ملحوظ. وتنفذ العزقة الثانية تقريباً عند بدء تكوين الحوامل الثمرية، وتكون على عمقٍ أكبر بالمقارنة مع الأولى وتساعد في تحضين النباتات، والقضاء على الأعشاب الضارة التي تظهر لاحقاً، وتهوية التربة. وينصح بعدم تأخير العزقة الثانية، أو الاقتراب كثيراً من النباتات، حتى لا تتضرر الحوامل الثمرية حديثة التكوين. عموماً، تعد عملية العزيق اليدوي متعبة، ومملة، وتستغرق وقتاً طويلاً، مما يقلل من فعَّاليتها في التخلص من الأعشاب الضارة مبكراً. وتصبح العملية مكلفة جداً في حال ندرة الأيدي العاملة Labour scarcity، لذلك لا بدَّ من استعمال وسائل المكافحة الكيميائية Herbicides، التي تسمح بمكافحة الأعشاب الضارة بفعَّالية كبيرة وفي الوقت المناسب. ويمكن أنْ تستخدم مبيدات الأعشاب قبل الزراعة Pre-plant application، حيث يُضاف المبيد العشبي إلى التربة قبل زراعة بذور الفول السوداني بنحو 10 أيام، ومن الأمثلة على هذه المبيدات: Fluchloralin وهو من المبيدات العشبية الانتقائية Selective. ويمكن أنْ يستخدم أيضاً بعد الزراعة Pre–emergence. ويختلف التركيز الفعّال بين

0.72 – 1.0 كغ . هكتار$^{-1}$، وذلك حسب طبيعة التربة. ويمكن زيادة الجرعة أكثر بازدياد محتوى التربة من الطين Clay. ويجب أنْ تخلط هذه المبيدات بالتربة، أو تتم عملية الري مباشرةً بعد إضافتها، لأنّها تتحلل ضوئياً. ومن المبيدات التي تستخدم بعد الزراعة بنحو يومين Alachlor الذي يُستخدم بمعدل 1–2 كغ . هكتار$^{-1}$، أو المبيد Nitrofen (1–2 كغ . هكتار$^{-1}$)، وذلك حسب طبيعة التربة Soil type.

عموماً، تمكنت نباتات الفول السوداني في السودان من تحمل نسبة تغطية بالأعشاب الضارة وصلت حتى 10% قبل أنْ تنخفض غلة المحصول ولكن انخفضت غلة المحصول بنسبة 70%، عندما وصلت نسبة التغطية بالأعشاب الضارة إلى 50%. ويمكن أنْ تساعد المكافحة الكيميائية باستخدام مبيدات الأعشاب في زيادة مقاومة نباتات الفول السوداني لبعض الأمراض. لوحظ في الهند أنَّ المكافحة الكيميائية قلَّلت من الإصابة بمرض التبقع السركسبوري *Cercospora arachidicola*. ويمكن أنْ تؤثر المكافحة الكيميائية أيضاً في البذور أو تركيب الزيت Oil Composition فيها. فيمكن على سبيل المثال، للمبيد Alachlor أنْ يخفض محتوى البذور من البروتين (Hashim وزملاؤه، 1993). ويمكن أنْ تؤثر بعض المبيدات في تشكل العقد الجذرية Nodulation.

ساعدت عملية التعشيب اليدوي، بعد المكافحة الكيميائية في تايوان Taiwan في زيادة غلة الفول السوداني بنحو 25%.

الري Irrigation

جعل تطوير أصناف الفول السوداني ذات الطاقة الإنتاجية العالية مسألة زراعة الفول السوداني ريّاً غاية في الأهمية، لأنَّ تأمين كميات كافية من مياه الري خلال مختلف مراحل النمو يسمح ببلوغ طاقة المحصول الإنتاجية الكامنة. وتعد بشكلٍ عام الطرز القائمة ملائمة بشكلٍ أكبر للري، وأكثر كفاءة في استعمال المياه، حيث تنتج كمية أكبر من البذور باستهلاك كمية أقل من المياه. في حين لا ينصح بري الطرز المفترشة، لأنّها تشكل مجموعاً خضرياً هائلاً وستكون تبعاً لذلك أكثر حساسية للإصابة بالأمراض، ويؤدي الري أيضاً إلى زيادة تكاليف عملية الحصاد. ويسمح الري للتربة بالاحتفاظ بكميةٍ كافية من الرطوبة وقت الحصاد، حيث يُسهل ذلك عملية قلع القرون، وتبقى القرون ملتصقة على الجذور، في حين يؤدي جفاف التربة وقت الحصاد إلى تقطع الحوامل الثمرية، وزيادة نسبة الفاقد من القرون التي تبقى في التربة.

تمتاز نباتات الفول السوداني بأنَّ معدل نمو الجذور فيها سريع نسبياً بالمقارنة مع العديد من الأنواع المحصولية الأخرى، ولكن يمكن أنْ يتوقف نمو الجذور عند جفاف التربة، مما يؤثر سلباً في كفاءة المجموعة الجذرية في امتصاص كمية من المياه والعناصر المعدنية المغذية كافية لتأمين متطلبات النمو الجيد. ويمكن أنْ تموت النباتات إذا ما طالت فترة تعرضها للإجهاد المائي، ولم يعوض العجز المائي، بإضافة كميات كافية من المياه العذبة.

تستطيع النباتات أنْ تستخلص Extract كمية من المياه تقَّدر بنحو 100 – 200 سم تحت ظروف الزراعة المروية، حيث يستهلك قرابة 60 سم خلال مرحلة الإزهار، ولا يؤثر العجز المائي بعد تلك المرحلة بشكلٍ كبير في غلة المحصول، وخاصةً إذا اقتصر العجز الرطوبي Moisture deficit ضمن

المنطقة من 0 – 25 سم من قطاع التربة، لذلك يعد الري قبل الزراعة، أو هطول الأمطار لترطيب أعماق التربة مهماً جداً للحصول على غلة عالية. ولا يُنصح في محصول الفول السوداني بالري بكمياتٍ قليلة من المياه على فواصل زمنية متقاربة، لأنَّ ذلك يُشجع تعفن القرون، والجذور، والسوق، ويمكن أنْ يثبط تشكل العقد البكتيرية على الجذور.

من المعروف أنَّ قرون الفول السوداني تنضج تحت سطح التربة، لذلك يجب أنْ يسمح سطح التربة باختراق الحوامل الثمرية (المبايض المخصبة) لذلك تعد التربة القاسية، أو الجافة من العوامل المحددة لغلة المحصول من القرون. وتتوقف مقدرة الحوامل الثمرية. Carpophore لاختراق التربة على انتباج الخلايا المتطاولة Expanded cells، حيث يؤمن ضغط الامتلاء قوة للحوامل الثمرية تضمن اختراقها لسطح التربة، لذلك يؤثر الإجهاد المائي سلباً في محتوى خلايا الحوامل الثمرية المائي (ضغط الانتباج)، مما يؤثر سلباً في مقدرتها على اختراق سطح التربة. ويؤدي بقاء الثمار المتشكلة فوق سطح التربة إلى اضمحلالها بشكلٍ كامل، وتختلف طبيعة استهلاك المياه وأنموذجها بين الطرز القائمة والمفترشة، حتى لو زرعت في المنطقة نفسها. عموماً، تستهلك الطرز القائمة في المناطق الجافة كمية أكبر من المياه بالمقارنة مع الطرز المفترشة خلال الأسابيع الثمانية الأولى من النمو، ولكن ينعكس Reversed فيما بعد معدل الاستهلاك المائي.

وتتسم أيضاً الأصناف المبكرة بالنضج بمعدلات استهلاك أولية من المياه أعلى بالمقارنة مع الأصناف المتأخرة بالنضج. وبيّنت الدراسات أنَّ أعلى غلة من القرون يمكن الحصول عليها ضمن برنامج الري الذي يحافظ على مستوى استنزاف لرطوبة التربة Soil moisture depletion أقل من 25% على عمق

0 – 50 سم، ولاسيما خلال فترة النمو الخضري، ويكون الاحتياج الأعظمي للماء خلال أوج الإزهار (6–8 أسابيع من تاريخ الزراعة). وإذا كانت كمية المياه المتاحة للري محدودة أو انحبست الأمطار، فلا بدَّ من ري نباتات المحصول خلال مرحلة امتلاء البذور لجعل الخسائر في حدِّها الأدنى. وبيّنت نتائج من التجارب المنفَّذة في البرازيل أنَّ تأمين كميات كافية من المياه خلال هذه المرحلة يضمن عدم حصول أي تراجع في الغلة، أو وزن المائة بذرة ونسبة الإنبات، ومحتوى البذور من الزيت بالمقارنة مع تلك المروية في المراحل اللاحقة لتلك المرحلة (Galbiatti وزملاؤه، 1995). ويعد الري بين الخطوط Furrow irrigation من أكثر طرق الري ملاءمة للفول السوداني رغم إمكانية استخدام طريق الري بالرش إذا كانت الأجهزة (المرشات) متوافرة.

ويمكن أنْ تُزرع البذور الجافة ثمَّ تروى الخطوط قبل الزراعة، ثمَّ تُزرع باستعمال بذَّرات خاصة تضع البذور في قمة التلم. وعادةً ما يتم تحديد الفاصل الزمني بين الريات محلياً، وذلك حسب طبيعة التربة، والطراز المزروع (قائم أم مفترش)، والظروف المناخية السائدة. عموماً، يفضل أنْ تُعطى التربة ريَّة قبل الزراعة بكميةٍ من المياه كافية لترطيب التربة حتى عمق 90 سم. وعادةً ما يؤمن جزء من هذه المياه من الأمطار في المناطق المدارية ثمّ تعطى ريتين خفيفتين بعد 14 – 28 يوماً بعد الزراعة على التوالي. وتقَّدم رية جيدة بعد مرور 52 يوماً على تاريخ الزراعة (خلال فترة الإزهار الأعظمي).

وتُعد عملية ضبط الكثافة النباتية من الممارسات المهمة المحددة لكفاءة استعمال المياه. ويجب أنْ تكون الخطوط متقاربة، حيث يسمح ذلك بتغطية سطح التربة بشكلٍ مبكر بالنباتات، وتقلل مساحة سطح التربة المعَّرض بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، مما يقلل من معدل فقد الماء بالتبخر Evaporation، أو تزداد

كمية المياه المفقودة بالنتح Transpiration عن طريق المسامات أثناء عملية التبادل الغازي، مما يؤدي إلى زيادة معدل انتشار غاز الفحم (CO_2) وزيادة معدل التمثيل الضوئي Assimilation rate، وكمية المادة الجافة المصَّنعة ومن ثمَّ كفاءة استعمال الماء.

تحتاج نباتات الفول السوداني المروية بشكلٍ كامل إلى كمية من المياه تكافئ 1000– 1200 مم من الأمطارخلال موسم النمو لإنتاج غلة عالية من البذور. وفي حال كانت ظروف المنطقة تنبئ بإمكانية حدوث انحباس للأمطار خلال فترة الإزهار، فعادةً ما يكون الري التكميلي مفيداً، ومربحاً. وتعد نوعية مياه الري من العوامل المحددة لإنتاجية المحصول، لأنَّ نباتات الفول السوداني حساسة جداً للملوحة، فهي أقل تحملاً للملوحة من نباتات القطن، والقرطم Safflower، رغم أنَّ عمليات التربية والانتخاب ساعدت في استنباط أصنافٍ متوسطة التحمل للملوحة، ولكن عادةً ما يؤدي ارتفاع تركيز الأملاح الذوَّابة في مياه الري إلى خفض إنتاجية المحصول. وتؤثر الملوحة في غلة الفول السوداني من خلال تقليل عدد القرون المتشكلة وحجمها، وعدد البذور في القرن بالإضافة إلى تخفيض نسبة الإنبات، وتأخير ظهور البادرات، وقوة نمو النباتات بشكلٍ عام. وفي حال وجود تركيز مرتفع من الأملاح في قطاع التربة فإنَّ الري يمكن أنْ يرفع تلك الأملاح إلى طبقات التربة السطحية، التي يمكن أنْ تتراكم وتصل إلى مستويات سامة Toxic levels، كما حدث في الفول السوداني المروي في آسيا وأستراليا. وتساعد إضافة الجبسوم في إصلاح التربة المتملحة بشكلٍ كافٍ لنمو نباتات الفول السوداني وتطورها، ويمكن أنْ يضاف إلى مياه الري. وحتى لو بقيت الأملاح متركزة في طبقات التربة تحت السطحية Subsurface، فإنَّ النمو السريع للجذور يجعل النبات على تماس مع الأملاح

سريعاً، ويتجلى ذلك بانخفاض عام في نمو النباتات. ويمكن أنْ تساعد تغطية سطح التربة Mulching بالبقايا النباتية، أو أية مادة أخرى، مثل صفائح الـ Vinyl المستخدمة بنجاح في كورية في المحافظة على محتوى التربة المائي (Choi وزملاؤه، 1997).

الحصاد Harvesting

عادةً ما يكون الحصاد آلياً عندما يزرع الفول السوداني على مساحات شاسعة. ويتضمن الحصاد عمليات الحفر Digging، والقلع Lifting وفصل القرون، والتعبئة، وأحياناً فرط البذور عن القرون Threshing. وفي حالة الزراعة الآلية، وإذا كانت المساحة المزروعة بمحصول الفول السوداني تتجاوز 300 هكتاراً، وعند زراعتها بصنف ذي طاقةٍ إنتاجية عالية، فلا بدَّ من توافر محطة تجفيف.

تصبح الأصناف القائمة جاهزة للحصاد خلال 110– 130 يوماً بعد الزراعة، في حين تحتاج الأصناف المفترشة قرابة 130–150 يوماً. وعندما يصبح معظم القرون ناضجاً، فإنَّ أي تأخير في بدء عملية الحصاد سيؤدي إلى فقدٍ كبير في الغلة. وعند الضرورة لحصاد القرون غير الناضجة لأغراض التربية، فيجب أنْ تقلع القرون بعد 30–40 يوماً من تشكل الحوامل الثمرية واختراقها لسطح التربة.

تنضج عموماً القرون عند اكتمال تطور البذور بداخلها، ويأخذ غلاف البذرة اللون الخاص بالصنف، ويصبح الوجه الداخلي للقرن بلونٍ بني مُسود. وتصبح القرون في بعض الأصناف المفترشة هشة جداً وقابلة للتقصف، وتتشقق عند الضغط عليها. ولا يُعد تساقط الأوراق من العلائم الدقيقة لنضج القرون

لأنَّ نباتات بعض الأصناف القائمة تفقد أوراقها بشكلٍ سريع مع بدء نضج القرون، في حين في أصنافٍ أخرى، وفي العديد من الأصناف المفترشة فإنَّ الأوراق تبقى خضراء، ولا بدَّ من إجراء الفحص الدوري للتأكد من نضج القرون، وتحديد موعد القلع. ويبين الجدول الآتي تأثير موعد الحصاد في غلة المحصول من البذور في كلٍ من الأصناف القائمة والمفترشة.

الأصناف القائمة		الأصناف المفترشة	
موعد الحصاد	غلة البذور (كغ/هـ)	موعد الحصاد	غلة البذور (كغ/هـ)
99	107	130	1310
104	1060	140	1495
109	2130	150	875

ويمكن قلع قرابة 10 هكتارات في اليوم الواحد إذا كانت التربة مناسبة وظروف الطقس تسمح بذلك. ويمكن أنْ تجمع النباتات المقلوعة على هيئة أكداس، وتترك حتى تجف، ثمَّ تُفرط القرون بوساطة آلة فرط متحركة، أو يمكن أنْ تُنقل إلى آلة فرط ثابتة، ويجب أنْ تجمع النباتات بعد القلع على شكل حزم وتكدس بجوار بعضها البعض، بحيث يكون اتجاه القرون نحو الأعلى وليس على الأرض حيث يساعد ذلك في إبقاء القرون بعيدةً عن الأرض، ويقيها من التعفن والإصابة بالحشرات، مثل Termites، ويسهل حركة الهواء بين النباتات، مما يُسرع من عملية جفاف القرون.

يمكن لبعض الأصناف أنْ تنتج كمية هائلة من الكتلة الحية (البقايا النباتية) التي تبقى خضراء حتى بعد قطع القرون، حيث يمكن أنْ تستعمل في تغذية الحيوانات Stock feed.

تحتوي عادةً القرون المقلوعة حديثاً على كميةٍ من الرطوبة تتراوح بين 30 – 40%. ويجب خفض هذه الرطوبة قبل فرط القرون إلى نحو 20 – 25%. عموماً، وبغض النظر عن الطريقة المتبعة في الحصاد (آلية، يدوية) فلا بدَّ من ضبط الآلة بشكلٍ جيد ومراقبتها، وكذلك مراقبة العمال أثناء الحصاد للحد ما أمكن من الفقد المقصود أو غير المقصود، والذي يمكن أن يصل أحياناً عند الحصاد اليدوي إلى قرابة 10%. ويمكن أنْ تصل نسبة الفاقد عند الحصاد الآلي إلى قرابة 5%.

وحسب USDA (قسم الزراعة في الولايات المتحدة الأمريكية) فإنَّ طناً واحداً من قرون الفول السوداني تتكون من 55–60% من البذور الصالحة للأكل Edible nuts، و15–17%، من البذور المهروسة Crushing nuts والباقي قشور Hulls.

تترك الأكياس في العديد من الدول النامية بعد ملئها بالقرون مفتوحةً لاستكمال عملية تجفيف القرون، قبل إجراء عملية نزع القشور، في حين تتم عملية التجفيف صناعياً في الدول المتقدمة، التي تزرع مساحات كبيرة. ويجب أنْ تتراوح درجة حرارة هواء التجفيف بين 35–38 ْم، أو قرابة 10 ْم أعلى من درجة حرارة الوسط المحيط، ومعدل تدفق الهواء Air flow قرابة 8 م^3/دقيقة. ويجب ألاَّ تزيد سماكة القرون فوق سير التجفيف عن 1.25 – 1.50 م، عند رطوبة 30%. ويجب تجنب التجفيف الزائد للقرون حتى لا تتضرر البذور خلال التخزين، وتتغير خصائص الزيت فيها، فتتدهور قيمتها الزراعية والتسويقية، ويفضل التجفيف البطيء على التجفيف السريع.

التخزين Storage

يمكن أن تخزن القرون بسهولة في الأكياس، أو على هيئة أكوام، ولكن يجب ألاّ تترك في العراء معرّضة بشكلٍ مباشر لأشعة الشمس، حيث يؤدي ذلك إلى تجفيف البذور بشكلٍ زائد، مما يؤدي إلى تضررها. ويجب أن يتراوح محتوى القرون من الرطوبة بين 8 – 10% عند الرغبة في تخزينها لفترةٍ زمنيةٍ قصيرة، في حين يؤدي انخفاض محتوى القرون المائي إلى ما دون ذلك إلى تشققها. وعند تخزين القرون التي ستستخدم بذورها لأغراض التربية Breeding، فيجب أن تكون المستودعات مهواة بشكلٍ جيد للمحافظة على حيوية البذور لأكثر من موسم نمو. وعندما تكون درجة حرارة المخزن قرابة 2 – 4ْ م، والرطوبة النسبية قرابة 6.5% فيمكن تخزين البذور مدة عامين دون أن يحدث فقد كبير في حيويتها. وعند الرغبة في حفظ الأصول الوراثية القيمة فيجب ألاّ يزيد محتوى البذور المائي عن 5.5%، وتُخفض درجة حرارة المخزن إلى ما دون −18°م. ويمكن أن يترافق تخزين قرون الفول السوداني مع تشكل الأفلاتوكسينات Aflatoxins في الكسبة

الفصل الرابع

السمسم

الاسم الانكليزي Sesame

الاسم اللاتيني .Sesamume L

الأهمية الاقتصادية Economic importance

يُعد السمسم (*Sesamum indicum* L.) من المحاصيل الزيتية القديمة جداً في العالم. وُيزرع بهدف الحصول على بذوره التي تعد من أغنى بذور المحاصيل بالمواد الدهنية، حيث تحتوي على زيت نسبته بين 50- 65% حسب الصنف، ومنطقة الزراعة، والعوامل المناخية. يُعرف باسم زيت السيرج وهو زيت متوسط الجفاف (الرقم اليودي 102 – 106). وتشير بعض المعطيات إلى أنّ زيت السمسم يتألف بشكلٍ أساسي من غليسيريدات ثلاثية، غير مشبعة من حمض الأوليك (35 – 48%)، واللينوليك (37 – 48%)، بالإضافة لذلك هناك حوالي 10% من الأحماض الدهنية غير المشبعة: الستياريك (4-6%)، البالمتيك (7-8%)، وأيضاً الميرستيك (حوالي 0.1%). ويتميز زيت السمسم بإمكانية تخزينه لفترة زمنية طويلة. وهو مشابه من حيث القيمة الغذائية للزيوت النباتية الأخرى غير أنه لا يحتوي فيتامين A.

تُعد بذور السمسم غنية بفيتامينات B1 و E وأحماض دهنية نصف مشبعة، كما تحوي هذه البذور على مواد بروتينية بنسبة 16.5 – 23 % وكربوهيدرات بنسبة 16 – 17 % (جدول، 21) وبعض العناصر المعدنية. وتتميز قشرة البذرة بارتفاع نسبة الألياف الخام والمواد المعدنية والكالسيوم وحمض الأوكساليك. وتحوي البذور على الحموض الأمينية، مثل التربتوفان

وغيستيدين، وفيتامين C، E ومواد بكتينية وراتينجية، وأحماض عضوية وكربوهيدرات منحلة.

جدول (21) التركيب الكيميائي لبذور السمسم (% من الوزن الجاف)

المكون	سمسم أبيض	سمسم أحمر
رطوبة	4.67	4.34
زيت	54.92	59.61
بروتين	22.55	18.26
كربوهيدرات	9.73	11.37
ألياف	4.78	3.58
P_2O_5	1.47	1.2
K_2O	0.57	0.62

تُستخدم الأصناف عالية النوعية منه في صناعة مواد التجميل والعطور، والحبر الصيني عالي الجودة، وفي مجال الطب الحديث يستخدم زيت السمسم بهدف تسريع تخثر الدم.

ُيستعمل السمسم منذ آلاف السنين فقد ذكر في وصفات فرعونية في بردية ايبرز الطبية وذلك ضمن لبخة نافعة لإزالة آلام الركبة، كما تستعمل دواءً قابضاً. وعثر العلماء على عدة رسومات في مقبرة رمسيس الثالث تؤكد لنا اسم السمسم حيث وجدوا اسمه آنذاك (شمشم). وقد وجدت عدة أكواب مملوءة ببذور السمسم في إحدى المقابر طيبة، وتأكد العلماء أنّ الفراعنة عرفوا زراعة السمسم واستخرجوا الزيوت من بذوره، واستعملوها في الغذاء والعلاج وصناعة بعض مواد التجميل.

وقد قال ابن سينا في السمسم "السمسم ملين معتدل الأسخان، نافع للشقاق والخشونة والطحال، ملين شراباً وطلاءً، ويطول الشعر خصوصاً عصارة شجره وورقه، يحلل الأورام الحادة، نافع على حرق النار. نافع للقولون ونقيع السمسم شديد في إدرار الحيض. تبرز أهمية محصول السمسم من خلال حاجة الإنسان المتزايدة لزيت هذا المحصول الذي لا ُيستعمل فقط في مجال الطبخ بل في مجالات أخرى عديدة.

يتميز زيت السمسم المتحصل عليه بطريقة الضغط على البارد بطعم عالي الجودة يقارب بطعمه زيت الزيتون، وهو زيت رائحته جميلة بلون القش وطعمه جيد. يمكن أن يستخدم في حفظ السردين، والمارغرين، ويزداد الطلب على زيت السمسم في الصناعات الغذائية على الرغم من ارتفاع سعره وذلك لصفاته العالية في الطبخ وطعمه الجيد وثبات صفاته، حيث يبقى لفترة طويلة دون أن يتزنخ، بالإضافة لكونه سهل التصنيع والتنقية. يستعمل هذا الزيت في العديد من الصناعات الغذائية كصناعة الطحينة والحلاوة الطحينية والمعجنات وصناعة السمن والصابون ومواد التجميل Cosmetics، والكثير من

المستحضرات الدوائية Medical Formulas. ويستخدم الزيت المتحصل عليه بطريقة الضغط على الساخن في الحصول على حبر صيني عالي النوعية.

وبينت بعض الدراسات أنّ قوة مركبات مواد زيت السمسم تتفوق على محتويات عقار فياجرا الذي أنتجته شركة فاير الأمريكية مطلع عام 1999 لعلاج الضعف الجنسي، وأنه خالٍ تماماً من أية مضاعفات أو أخطار صحية يمكن أن تنعكس على متعاطيه. وأظهرت الدراسة أنّ زيت السمسم العسيري الذي يتم إنتاجه بالطرق التقليدية البسيطة في معاصر منطقة عسير يحتوي على الأحماض الدهنية مثل: حمض اللينوليك والأوليك، وهي أحماض تساعد على بناء أغشية الخلايا وإنتاج مادتي البروستجلندين والبروستا سايكلين، وهما المادتان المساعدتان في علاج الضعف الجنسي (طاهر، 2006).

يتميز بروتين السمسم بغناه بالحمض الأميني الميثيونين Methionine وانخفاض نسبة الحمض الأميني اللايسين Lysine. لذا فإنّ الخليط المكون من نسبتين متساويتين من كسبة الصويا وكسبة السمسم يشكل مصدراً نباتياً ممتازاً ومتوازناً من حيث محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids.

تستخدم الكسبة Meal المتحصل عليها بطريقة الضغط على البارد (الحاوية 8% زيتاً، 40% بروتيناً) في بعض الصناعات الغذائية، أما المتحصل عليها بطريقة الضغط على الساخن فتستخدم علفاً للحيوانات (10% زيت، 45% بروتين)، حيث إن كل 100 كغ منها يعادل 132 وحدة علفية. ويستخدم القش المتبقي في أغراض متعددة أهمها الحرق بغرض التدفئة. علماً أن بذور السمسم تستخدم في مناطق الشرق الأدنى في تزيين بعض أنواع الخبز والمعجنات وصناعة الحلويات. وتتغير نوعية البذور بسرعة بسبب محتواها العالي من

الزيت لذا من الأفضل شرائها بكمياتٍ قليلة (حسب الحاجة)، على عكس الزيت الذي يمكن حفظه لفترة زمنية طويلة مع المحافظة على جودته.

الموطن الأصلي Center of origin

يُعد السمسم محصولاً قديماً جداً في القارتين الأسيوية والأفريقية، وكما هو الحال في معظم المحاصيل القديمة فإن زمان نشأة السمسم ومكانه غير واضحة تماماً، لكن الاعتقاد السائد أنه أفريقي المنشأ، حيث توجد معظم الأنواع البرية لهذا المحصول، ومن أكثر الفرضيات انتشاراً أن السمسم وصل للهند من جنوب أفريقيا من خلال الطريق البحري القديم.

تُعد المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في أفريقيا الموطن الأصلي لنشوء السمسم، نظراً إلى وجود عدد من الأنواع في غينيا، ومنها انتقل إلى الهند، التي تضم عدة أنواع منه، غير أنه من الممكن أن يكون موطنه الأصلي شمال الهند وباكستان، كما ذكرت الكتابات الهندية القديمة جداً عن زراعة محصول السمسم، وهو محصول زيتي قديم جداً شكل (75)، ومن ثم وصل إلى الصين وأصبح غذاء شائعاً في جنوب شرق آسيا، وشمال شرق إفريقيا، وجنوب أوروبا وذلك قبل الميلاد بحوالي 2000 سنة.

بدأت زراعة السمسم منذ زمن بعيد قبل الميلاد في دول جنوب غرب آسيا، عرف من قبل الإغريق والرومان وغيرهم من الحضارات القديمة ولابد من التذكير هنا بجملة "افتح يا سمسم" التي تنسب إلى علي بابا في الأساطير القديمة جداً (علي بابا والأربعين حرامي)، والمستخدمة لدخول المغارة يمكن أن تعزى إلى ذلك العامل المتعلق بتفتح العلب الثمرية الناضجة على النبات وخروج البذور منها (الجواهر). وزرع مع بداية الميلاد في الصين، حيث استخدم

زيت السمسم فيها قبل الميلاد بنحو 5000 سنة ليس فقط للإضاءة بل لتحضير الحبر. ونقله العبيد الأفارقة إلى أمريكا مع نهاية القرن XVII وبداية القرن XVIII (تجارة العبيد)، ليصبح مشهوراً في مطبخ سكان الولايات الجنوبية الأمريكية، خصوصاً وأنّ بذور السمسم غنية بالفيتامين والعناصر المعدنية. وقد استخدمه قدماء المصريين دواءً وذلك قبل الميلاد بحوالي 1500 سنة.

عرف في دول أمريكا اللاتينية في القرن السابع عشر. وصل السمسم إلى روسيا في نهاية القرن XVIII، حيث ظهرت أول زراعة له في محافظة أستراخان، من خلال البذور الواصلة من بخارى، حيث يعد هذا المحصول قديم جداً في دول آسيا الوسطى نتيجة علاقتها بباكستان وبالهند. نبات السمسم غير معروف بالحالة البرية. وقد تمّ الكشف عن بذور السمسم من خلال الدراسات الأثرية في أهرامات مصر. وتنتشر زراعته حالياً في منطقة واسعة تمتد بين خطي عرض 40ْ شمال خط الاستواء وجنوبه.



الشكل (75): نبات السمسم بمرحلة الإزهار.

المساحة المزروعة:

يُزرع السمسم في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والأجزاء الجنوبية للمناطق المعتدلة من سطح الكرة الأرضية، وتتركز 60% من المساحة المزروعة بهذا المحصول في دول جنوب وجنوب شرق آسيا (الهند، الصين). يزرع محصول السمسم في أفريقيا بمساحات واسعة (35.6% من المساحة العالمية) وخصوصاً في إثيوبيا، وسيراليون، ونيجيريا، والسودان وبمساحة أقل في القارة الأمريكية. وتشير إحصائيات FAO لعام 2006 إلى أنّ المساحة المزروعة بالسمسم بلغت 6566 ألف هكتاراً، والإنتاج 2942 ألف طناً من البذور وبمردود وسطي 448 كغ/هكتار بعد أن كانت المساحة 7347 ألف هكتاراً في عام 1997، والإنتاج 2688 ألف طناً بمردود وسطي قدره 366 كغ/هكتار، (جدول، 22). يتركز القسم الأعظم منها في الهند (أكثر من 2 مليون هكتار)، السودان، الصين، المكسيك، كولومبيا، فنزويلا، النيجر، أثيوبيا. يزرع

السمسم في الهند في تلك المناطق التي لا يزيد ارتفاعها عن 1200 م عن سطح البحر التي لا يقل معدل الهطول المطري عن 500 مم. وغالباً ما يزرع هذا المحصول بصورة خليطة مع غيره من المحاصيل الحقلية.

جدول (22) المساحة المزروعة بالسمسم في قارات العالم (FAO، 2006)

القارة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
آسيا	4515	4494	1825	2179	404	488
أفريقيا	2613	1846	711	611	272	331
أمريكا الشمالية والوسطى	165	123	104	68	633	549
أمريكا الجنوبية	54	102	48	82	878	806

نجد من حيث المساحة المزروعة أن الهند تأتي في المركز الأول، ومن ثم مانيمار فالسودان فالصين، أما من حيث الإنتاج تأتي الصين بالمركز الأول فالهند، ومن حيث المردود تأتي البيرو بالمركز الأول 1350 كغ/هكتار غير أن المساحة فيها قليلة جداً ومن ثم مصر العربية 1228 كغ/هكتار البارغواي 1214 كغ/هكتار، حيث المساحة فيهما 28 ألف هكتاراً، (جدول، 23).

جدول(23) المساحة المزروعة بالسمسم في بعض دول العالم (FAO، 2006)

الدولة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
السودان	2020	850	291	122	144	144
الهند	1950	1940	600	620	308	320
مانيمار	1249	1200	344	390	275	325
الصين	741	751	570	826	770	1099

أوغندا	172	211	73	110	424	521
نيجيريا	155	166	60	75	387	452
باكستان	104	120	46	62	443	513
بنغلاديش	80	80	49	49	614	612
تركيا	70	50	28	22	393	440
تنزانيا	68	105	26	41	382	390
النيجر	62	42	14	22	273	524
تشاد	50	95	15	35	300	368
غواتيمالا	50	54	36	32	714	605
المكسيك	49	44	27	23	550	511
إيران	39	40	27	30	692	750

أما في الوطن العربي تأتي السودان في المركز الأول من حيث المساحة والإنتاج ومن ثم الصومال، وتليها مصر وفق إحصائيات عام 2006، ويأتي لبنان في المركز الأول من حيث المردود من وحدة المساحة، (جدول، 24).

جدول (24) توزع المساحة المزروعة بالسمسم في أقطار الوطن العربي.

الدولة	متوسط الفترة 98-2002			عام 2005		
	المساحة ألف هكتار	المردود (كغ /هكتار)	الإنتاج ألف طن	المساحة ألف هكتار	المردود (كغ /هكتار)	الإنتاج ألف طن
السودان	1653.96	149	246.40	1122.24	216	242
الصومال	20.27	353	7.16	74.88	493	36.9
مصر	28.09	1204	33.81	31.74	1308	41.53
العراق	26.05	814	21.20	24.25	742	18.0
اليمن	32.06	571	18.31	21.0	1047	21.99
سوريا	9.86	442	4.36	7.24	617	4.46
السعودية	2.16	1130	2.44	3.01	1775	5.34

فلسطين	0.63	466	0.29	0.43	450	0.19
الأردن	0.10	833	0.08	0.11	660	0.07
لبنان	0.15	555.56	0.08	0.08	3125	0.25
المجموع	1773.33	188	334.13	1398.85	220	527.59

المصدر: الكتاب السنوي للمنظمة الزراعية العربية لعام 2006.

وبناء على ما سبق فإن أغلب الدول العربية هي دول مستوردة للسمسم، وتتزايد معدلات الاستيراد عاماً بعد آخر نتيجة تزايد الطلب على بذور السمسم وزيته جدول(25).

جدول (25) واردات الدول العربية من السمسم وقيمتها بالدولار الأمريكي.

الدولة	متوسط 99 – 2003		2004		2005		2006	
	كمية ألف طن	قيمة مليون$	كمية ألف طن	قيمة مليون$	كمية ألف طن	قيمة مليون$	كمية ألف طن	قيمة مليون$
سوريا	30.49	18.77	42.26	27.63	41.08	29.78	43.81	29.57
السعودية	18.38	13.57	27.42	24.93	30.32	24.48	28.63	23.09
الأردن	13.80	9.78	14.22	13.11	15.70	13.64	17.56	14.83
لبنان	17.22	11.87	21.43	19.31	14.82	13.34	14.82	13.34
مصر	58.82	41.07	32.09	27.42	10.54	9.95	12.80	12.77
اليمن	8.64	4.07	8.33	4.06	12.19	6.58	10.04	5.36
تونس	8.70	6.42	10.10	9.77	9.67	8.30	9.67	8.30
الكويت	2.22	1.59	1.91	1.05	2.52	1.05	2.52	1.05
الجزائر	1.76	1.44	3.19	2.92	3.43	3.22	–	–
المغرب	0.94	0.57	1.49	0.89	2.39	1.49	2.39	1.49
ليبيا	0.20	0.49	0.56	0.79	0.99	1.32	0.90	0.86
عمان	0.11	0.13	0.05	0.05	–	–	0.70	0.26
قطر	0.16	0.23	0.09	0.05	0.11	0.11	0.11	0.11
البحرين	0.08	0.07	0.11	0.12	0.07	0.07	0.05	0.04
المجموع	161.5	110.0	163.2	132.1	143.8	113.3	144.00	111.0

يُزرع السمسم في القطر العربي السوري بصورة مروية ومطرية، حيث تزايدت المساحة المروية من 3936 هكتاراً عام 1997 وبلغت 4250 هكتاراً في موسم عام 2006 بعد أن انخفضت إلى 1803 هكتار عام 1999أما المطرية فقد انخفضت من 13207 هكتار عام 1997 وبلغت 2985 هكتاراً في موسم 2006 (جدول، 26).

جدول (26) تطور مساحة السمسم وإنتاجه وغلته في القطر حسب طبيعة الزراعة.

العام	المروي			المطري			المجموع		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	المردود كغ/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	المردود كغ/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	المردود كغ/هـ
1997	3936	2873	730	13207	3151	239	17143	6024	351
1998	2509	2059	821	16116	2952	183	18625	5011	269
1999	1803	1311	727	3830	1561	408	5633	2872	510
2000	3150	2995	951	3250	963	296	6400	3958	618
2001	2005	1583	790	3322	1239	373	5327	2822	530
2002	3264	2038	624	9998	5250	525	13262	7288	550
2003	3563	2959	830	9217	4554	494	12780	7513	588
2004	4271	2857	669	4286	1576	368	8557	4433	518
2005	4120	3763	913	2176	862	396	6296	4625	735
2006	4250	3298	776	2985	1163	390	7235	4461	617

وتتوزع المساحة المزروعة بالسمسم في سوريا، وبالتالي الإنتاج بشكلٍ رئيس بين القطاعين التعاوني والخاص، حيث يلاحظ في موسم 2004 تركز المساحة المزروعة في أراضي القطاع الخاص، (جدول، 27).

جدول (27): تطور مساحة السمسم وإنتاجه وغلته في سورية في القطاع العام والتعاوني

العام	المساحة (ألف هكتار)			الإنتاج ألف طن			المردود أو الغلة طن/هكتار		
	التعاوني	الخاص	المجموع	التعاوني	الخاص	المجموع	التعاوني	الخاص	المجموع
2000	3	3	6	1.5	2.5	4	0.500	0.833	0.667
2001	2	3	5	1.2	1.8	3	0.600	0.600	0.600
2002	9	4	13	6.3	0.7	7	0.700	0.175	0.538
2003	9	4	13	5	3.0	8	0.556	0.750	0.615
2004	1	8	9	0.8	3.6	4.4	0.843	0.445	0.489

المصدر: المجموعة الإحصائية السورية لعام 2005.

وقد تركزت المساحة المروية في محافظات دير الزور، حلب، الرقة، أما المطرية في حلب، درعا، إدلب وذلك في موسم 2006، (جدول، 28).

جدول (28) توزع مساحة السمسم وإنتاجه وغلته في سورية حسب المحافظات.

المحافظة	المروي			المطري			المجموع		
	المساحة هكتار	الإنتاج طن	المردود كغ/هـ	المساحة هكتار	الإنتا ج طن	المردود كغ/هـ	المساحة هكتار	الإنتاج طن	المردود كغ/هـ
دير الزور	2800	2106	752	–	–	–	2800	2106	752
حلب	852	562	660	1078	625	580	1930	1187	615
درعا	–	–	–	1604	429	267	1604	429	267
الرقة	421	368	874	–	–	–	421	368	874
إدلب	3	3	1000	191	64	335	194	67	345
الحسكة	145	236	1628	–	–	–	145	236	1628
اللاذقية	9	4	444	80	24	300	89	28	315
حماه	19	18	928	14	10	690	33	28	848
الغاب	–	–	–	13	8	615	13	8	615
طرطوس	1	1	846	5	3	627	6	4	672

المصدر: المجموعة الإحصائية السورية لعام 2006.

الوصف النباتي:

تضم العائلة **Pedaliaceae** 12 جنساً وحوالي 90 نوعاً تنتشر على الشواطئ الرملية والمناطق الصحراوية للعالم القديم (أفريقيا الاستوائية وجنوبها، مدغشقر جزيرة سومطرة، جنوب وجنوب شرق آسيا، غينيا الجديدة وشمال استراليا). وقد استوطنت بعض الأشكال في أمريكا. ومن أهم الأجناس التابعة لهذه العائلة: السمسم Sesamum، Pedalium (يضم نوعين)الأوسع انتشاراً في أفريقيا الاستوائية وجنوبها وفي آسيا، وينتشر الجنس Josephinia (5 أنواع) في أستراليا والجزر القريبة منها. وقد وجد أن معظم الأجناس تعود إلى أفريقيا، أو إلى أفريقيا ومدغشقر، أما الجنس Uncarina (9 أنواع) متأقلم لمدغشقر، ويعد

الجنس Pterodiscus, (15 نوعاً) والجنس Ceratotheca (10 أنواع) من أكثر الأجناس انتشاراً في أفريقية.

يُعد السمسم الهندي Sesamum indicum L واحداً من 19 نوعاً تنتمي للجنس Sesamum الذي ينتمي للعائلة (Pedaliaceae). نبات السمسم حولي عشبي، مغطى بشعيرات قاسية وأحياناً تكون غائبة في بعض الأصناف يصل طوله نبات السمسم إلى 1 – 1.7 م، (شكل، 77).



شكل (77): نبات السمسم.

الجذر وتدياً يتغلغل في التربة حتى مسافة 1 م. الساق قائمة رباعية أو ثمانية الأضلاع، خضراء أو بنفسجية اللون، وهي متفرعة عند معظم الأشكال لكن

نادراً ما يتم تشكل أفرع من الدرجة الثانية. الأوراق متقابلة أو متناوبة فهي متقابلة في القسم السفلي من الساق، متبادلة في الجزء العلوي منه، ذات أعناق كاملة أو مفصصة، كاملة الحواف أو مسننة، وتختلف الأوراق ضمن النبات الواحد من حيث شكل الصفيحة الورقية وحجمها. الزهرة وحيدة أو تتجمع في نورات إبطيه يتألف كل منها من 3 – 5 أزهار، شكل (78) تتوضع في آباط الأوراق، لونها أبيض، وردي، بنفسجي. وزهرة السمسم ناقوسيه بطول 1.5–2 سم، خنثى، التلقيح ذاتي مع إمكانية للتلقيح الخلطي، وتتفتح الأزهار خلال الساعات الأولى من النهار، ويحتاج النبات لنحو شهرين للوصول لمرحلة الإزهار حسب درجة السطوع الشمسي.

الثمرة علبة مستطيلة مغطاة بأوبار وبطول يتراوح بين 2–4 سم وعرض 0.9 سم. تتألف من أربع أغلفة ثمرية تنحني نحو الداخل مشكلة حواجز كاذبة. يتراوح عدد العلب الثمرية على النبات من 100 – 150 (وحتى 1000)، يحوي كل منها على 70 – 80 بذرة. البذرة الجافة بيضاوية الشكل، صغيرة ولماعة مختلفة الألوان، ووزن الألف منها 3 – 5 غ، وهي من حيث الشكل تشبه بذور الكتان. علماً أنه أمكن إنتاج أصناف ذات ثمار لا تتفتح وهي على النبات وبالتالي لا تتعرض للانفراط وسقوط البذور منها عند النضج.

الخصائص البيولوجية:

السمسم نبات عشبي استوائي (78)، يتراوح طوله بين 1 – 2.5 م، سريع النمو تمتد دورة حياته بين 2.5 – 5 أشهر، تبعاً لخصائص الصنف المزروع، محب للإضاءة، ودرجة الحرارة المتوسطة اليومية المثالية لنموه 20ْ م وأعلى منها. وتقسم أصناف السمسم وفقاً لطول فترة النمو، الإنتاجية، وحسب لون البذور. وهنا يتم إعطاء أهمية للأصناف ذات البذور البيضاء فعلى الرغم من إنتاجيتها

المتدنية فهي تعطي زيتاً مرتفع النوعية، وتزرع مثل هذه الأصناف في الأراضي الغنية، ومع التحرك نحو المناطق المرتفعة عن سطح البحر Sea level (حتى 1700 – 1800 م) يُلاحظ انتشار الأصناف ذات البذور السوداء اللون.



شكل (78): نبات السمسم بمرحلة الإزهار.

المراحل الفينولوجية عند نبات السمسم

الفترة الخضرية:

1- مرحلة الإنتاش: نهاية هذه المرحلة انبثاق النموات فوق سطح التربة وتحتاج حتى 5 أيام وتستمر لمدة لا تزيد عن أسبوع واحد، (شكل، 79).



شكل (79): بدء ظهور بادرات السمسم.

2- مرحلة البادرات: وتنتهي مع تشكل الزوج الثالث من الأوراق الحقيقة كما هو مبين في الأشكال (80، 81، 82). وتستمر من 6 – 23 يوماً من الزراعة وتحتاج لفترة تقل عن 3 أسابيع.



شكل (80): بادرات السمسم بعد 9 أيام من الزراعة.

ويعبر الشكل السابق عن حقل السمسم تمت زراعته في حزيران في الولايات المتحدة، حيث حرارة التربة العالية، مما ساعد على نمو البادرات بشكلٍ أسرع.



شكل (81): نباتات السمسم بمرحلة تشكل الزوج الأول من الأوراق الحقيقية والتي تبدو أكبر من الأوراق الفلقية.



شكل (82): نباتات السمسم بمرحلة تشكل الزوج الثاني من الأوراق الحقيقية مع بداية الزوج الثالث منها وبدء اختفاء الأوراق الفلقية.

3- مرحلة النباتات الغضة أو اليافعة: وتنتهي بتشكل البراعم الأولى وتحتاج من 26 – 37 يوماً من الزراعة وتستمر أكثر من أسبوع (شكل،83، 84).



شكل (83): السمسم بمرحلة النباتات الغضة أو اليافعة.



شكل (84): البراعم الزهرية الأولى في نبات السمسم وهي الأقرب لسطح التربة التي ستتفتح بعد أيام قليلة وتشكل العلب الثمرية فيما بعد.

4- مرحلة قبل الإزهار: وتنتهي مع تفتح 50% من الأزهار وتحتاج من 38 – 44 يوماً وتستمر لفترة أقل من أسبوع (شكل، 85).



شكل (85): حقل السمسم بمرحلة ما قبل الإزهار.

الفترة التكاثرية:

1- مرحلة التشكل المبكر للعلب الثمرية: وتنتهي مع تشكل 5 أزواج من العلب الثمرية وتستمر لمدة أسبوع وتبدأ بعد 45 – 52 يوماً من الزراعة (شكل، 86).



شكل (86): بداية تشكل الكبسولات على نبات السمسم.

2- مرحلة التشكل المتوسط للعلب الثمرية: تنتهي مع توقف الإزهار على معظم أفرع النبات. وتستمر لفترة 4 أسابيع ويدخل النبات بهذه المرحلة بعد 53 – 81 يوماً (شكل، 87).



شكل (87): مرحلة نهاية تشكل الأزهار على كامل نبات السمسم.

3- مرحلة التبرعم المتأخر: وتنتهي مع عدم وجود أزهار متفتحة على 90% من النباتات، ويدخل فيها النبات بعد 82 – 90 يوماً، وتستمر لفترة تزيد عن أسبوع (شكل، 88).



شكل (88): تشكل الكبسولات على كامل نبات السمسم.

فترة النضج:

1- مرحلة النضج الفيزيولوجي: يدخل النبات بهذه المرحلة بعد 91 -106 أيام من الزراعة ويستمر لفترة تزيد عن أسبوعين (شكل، 89).



شكل (89): مرحلة النضج الفيزيولوجي في نبات السمسم.

2- مرحلة النضج التام: وتصبح فيه كافة البذور ناضجة يدخل النبات بهذه المرحلة بعد 107 – 112 يوماً من الزراعة وتستمر لفترة أقل من أسبوع (شكل، 90).



شكل (90): مرحلة النضج التام في السمسم.

3- مرحلة الجفاف الأولي: وتنتهي هذه المرحلة مع جفاف العلبة الثمرية الأولى يدخل فيها النبات بعد113 – 126 يوماً من الزراعة وتستمر لمدة أسبوعين (شكل، 91).

4- مرحلة الجفاف النهائي: وفيه تصبح كافة العلب جافة (شكل، 91). وتستغرق 3 أسابيع ويدخل النبات بهذه المرحلة بعد 127 – 146 يوماً من الزراعة.



شكل (91): حقل السمسم بمرحلة النضج.

ومن ثم تتم عملية الحصاد (شكل، 92) علماً أن التأخير عن هذا الموعد يسبب ضياع قسم كبير من الغلة.



شكل (92): نبات السمسم بمرحلة النضج.

المتطلبات البيئية Environmental requirements

يُعد السمسم من نباتات النهار القصير. تتم زراعته في المناطق الحارة ذات الإشعاع الشمسي العالي وحيث لا تقل كمية الأمطار عن 650- 750 مم وتستجيب نباتاته للإضاءة الجيدة (معظم الأصناف) التي تطيل فترة النمو الخضري وتؤدي لكبر حجم النبات ودخوله متأخراً في مرحلة النمو الثمري مما يسبب نقصاً في عدد العلب الثمرية المتكونة على النبات. وهو نبات محب للحرارة، متحمل للجفاف ولدرجات الحرارة المرتفعة، حيث يتطلب مجموع درجات حرارة فعالة 2500 ْم، ويحتاج لموسم نمو خال من الصقيع وتعد درجة 22 ْم هي المثلى للإنبات وظهور البادرات، وتؤدي الحرارة المنخفضة إلى إطالة فترة إنبات- ظهور البادرات وتضعف من قدرتها على منافسة الأعشاب سريعة

النمو. تعد درجة حرارة −1 ْم مميتة للنبات. وتزداد الإصابة بالأمراض عندما تكون درجة الحرارة منخفضة ورطوبة التربة مرتفعة، ويؤدي حدوث الصقيع في فترة ما قبل النضج إلى موت النباتات والإساءة إلى صفات البذور.

يستجيب السمسم للرطوبة الأرضية المعتدلة لكنه يتضرر كثيراً وبسائر مراحل نموه بزيادة الرطوبة، التي تسيء كثيراً إلى نمو النبات إذا ما ترافقت مع حرارة منخفضة. ويزرع السمسم بعلاً أو مروياً، ويتحمل جفاف التربة بشكل أفضل من جفاف الهواء.

يفضل السمسم الأراضي الخفيفة، العميقة، الخصبة، جيدة الصرف، الخالية من الأعشاب، ذات رقم حموضة 5.5 – 8.2، ويعطي نمواً أفضل وإنتاجية أعلى في الأراضي الخصبة، غير أنه ينمو بصورة سيئة في الأراضي ذات المستوى المرتفع من الماء الأرضي والمحتوى العالي من الأملاح والقلوية. كما تجود زراعة السمسم في الأراضي الصفراء والصفراء الخفيفة والطينية جيدة الصرف. ويمكن زراعته في الأراضي الرملية بعد إضافة 15−20متر مكعب من سماد بلدي قديم مع توافر مياه الري بالمنطقة.

التسميد Fertilization

يستجيب نبات السمسم للتسميد على الرغم من عدم تطلبه لكميات كبيرة من العناصر الغذائية. وتكون هذه الاستجابة عالية عندما يكون محتوى الأوراق من الآزوت 2%، من الفوسفور 0.2%، من البوتاس0.8%، من الكالسيوم 0.6% ولا يتأثر بإضافة الأسمدة المعدنية عندما يكون محتوى الأوراق من العناصر الثلاثة الأولى السابقة مثالياً (3.9%، 0.34%، 2.2%) وعلى التوالي. يتم الحصول على أعلى زيادة في الغلة عند إضافة الأسمدة الآزوتية والفوسفورية

الآزوتية، أما بالنسبة لإضافة الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية فإنها لا تؤثر دائماً بصورة جيدة في حجم الغلة من البذور.

تختلف كمية السماد المستخدمة باختلاف الدول ففي المناطق شبه الاستوائية من مجموعة الدول المستقلة تم الحصول على زيادة في الغلة عند إضافة الكميات التالية من السماد $N_{90}P_{90}K_{90}$ أو عند إضافة خليط 10 أطنان/هكتار سماد بلدي و$N_{30}P_{30}K_{30}$. تختلف حاجة السمسم من العناصر الغذائية باختلاف مراحل النمو، حيث يحتاج إلى 67–70% من NPK المضافة خلال مرحلة الإزهار. ولا بد من الإشارة إلى أن السمسم يحتاج إلى كمية من عنصر النحاس يمكن إضافتها على صورة ملح نحاسي مع الأسمدة المعدنية. وجد Yermanos (1980) أنّ التسميد الآزوتي يعطي نباتات كبيرة الحجم، وبذورها عالية المحتوى البروتيني، إلا أنها لم تزد الغلة. وتؤدي زيادة كميته عن 75 كغ/هكتار لخفض الإنتاجية وتزيد من النمو الخضري، وتسبب ضجعان النباتات وتؤخر نضج المحصول.

نظام التسميد المتبع في مصر العربية:

أولاً: الأسمدة العضوية:عند توفر السماد البلدي القديم المتحلل و الخالي من بذور الحشائش يضاف (10– 15 م^3) عند الخدمة. أما في الأراضي الضعيفة أو الرملية فيضاف 20 م^3 عند تجهيز الأرض للزراعة. ويفضل إضافة السماد البلدي للمحصول الشتوي السابق لمحصول السمسم .

ثانياً: التسميد الآزوتي:

في الأراضي الخصبة أو بعد محصول بقولي: يحتاج السمسم إلى 30 كغ آزوت للفدان من الأسمدة الآزوتية تقسم على ثلاث دفعات، الأولى عقب الخف والثانية

بعد أسبوعين، والثالثة بعد أسبوعين من الدفعة الثانية، ويراعى عدم الإسراف في التسميد الآزوتي حتى لا يتسبب في زيادة النمو الخضري ونقص المحصول.

في الأراضي الرملية أو بعد محصول نجيلي: يضاف 10 كيلوجرام آزوت/فدان عقب الزراعة وقبل الري مباشرة مع خلطها بكمية من الرمل لسهولة توزيعها ويضاف 20 كيلوجرام آزوت/فدان عقب الخف مباشرة، كما يضاف 15 كيلوجرام آزوت/فدان بعد الخف بأسبوعين. عموماً، فإن الإسراف في التسميد بعنصر كالآزوت مثلا يؤدى إلي نقص في قدرة النبات على امتصاص عنصراً أو أكثر من العناصر الأخرى التي قد تكون مهمة لحياة النبات دون ظهور أعراض نقصها عليه رغم تأثيرها الشديد على كمية المحصول الناتج، علماً أن الإسراف في عنصر الآزوت يجعل أنسجة النبات غضة ورهيفة، مما يساعد على الإصابة بالحشرات خاصة على القمم النامية مثل الحشرات الماصة للعصارة (المن) وكذلك الإصابة بفطريات الذبول و تبقع الأوراق وغيرها. وقد تكون الزيادة في المعدلات السمادية عن الموصى بها غير اقتصادية.

ثالثاً: التسميد الفوسفاتي: يضاف سماد السوبر فوسفات بمعدل 200 كيلوجرام للفدان تضاف أثناء خدمة الأرض وذلك في الأراضي الفقيرة، ويضاف 150 كيلوجرام/فدان في حالة الزراعة بعد النجيليات، يضاف 100 كيلوجرام من سماد السوبر فوسفات في حالة الزراعة بعد البقوليات، أما في الأراضي الخصبة تضاف دفعة واحد عند تجهيز الأرض للزراعة وقبل التخطيط المباشرة.

رابعاً:التسميد البوتاسي: يضاف سماد سلفات البوتاسيوم بمعدل 50 كيلوجرام للفدان وذلك في الأراضي القديمة (حيث أن هذه الأراضي بدأت تفقد معدلات كبيرة من عنصر البوتاسيوم لعدم وصول طمي النيل إليها الآن) تضاف دفعة واحدة بعد الخف، أما في الأراضي الفقيرة والأراضي الرملية أو بعد محصول

نجيلي فتزداد كمية سماد سلفات البوتاسيوم إلى 100 كيلوجرام تضاف على دفعتين متساويتين عقب الخف وبعد الخف بأسبوعين.

خامساً: تسميد السمسم بالعناصر الصغرى: يحتاج السمسم المزروع بالأراضي الفقيرة للرش بالعناصر الصغرى بمخلوط من العناصر الصغرى على صورة المخلبية ويحتاج إلى عناصر الزنك(60 غ) والحديد (40 غ) والمنجنيز (50 غ) والنحاس (20 غ) لكل 300 لتر ماء لكل فدان، وترش النباتات على دفعتين الأولي عندما يصل طول النبات 30– 40 سم و الثانية بعدها بأسبوعين .أما في الأراضي الجديدة والأراضي الرملية تستخدم كبريتات هذه العناصر بمعدل 3 جرام/لتر ماء أو على الصورة المخلبية بمعدل 0.5 جرام/لتر ماء أو خليط من (60 جرام زنك مخلبي + 40 جرام حديد مخلبي +50 جرام منجنيز مخلبي) تذاب في 300 لتر ماء للفدان ترش على المجموع الخضري على دفعتين الأولى قبل الإزهار والثانية بعد أسبوعين من الرشة الأولى أثناء التزهير. و يراعى الآتي عند الرش:

1– ألا تكون الأرض شديدة الجفاف أو مروية حديثاً (بعد الري من 2–3 أيام).

2– يجرى الرش في الصباح الباكر بعد تطاير الندى ويفضل الرش عصراً .

3– يكون اتجاه الرش باتجاه الريح.

4– يوقف الرش عند اشتداد الرياح.

زراعة السمسم Sesame culture

تتم زراعة السمسم عند الرغبة بالإنتاج الواسع بصورة منفردة وعلى خطوط واسعة، حيث يمكن أن تتم زراعته بشكل خليط محمل على محاصيل أخرى، ويتوقف نجاح هذه الزراعة على الاختيار الجيد للمحصول المرافق

وعلى مستوى رطوبة التربة وخصوبتها، عادة ما يزرع السمسم مع الدخن الأفريقي، الذرة البيضاء، الذرة الصفراء، القطن، الحمص، ويتم عند الزراعة خلط بذور السمسم مع بذور المحصول المرافق.

الدورة الزراعية Crop rotation

يفضل إدخال السمسم في دورات زراعية تضمن ترك حقول خالية من الأعشاب. يمكن إدخاله في دورات زراعية ثنائية أو ثلاثية مع محاصيل الحبوب والبقول والشوندر السكري والقطن، حيث تفضل زراعته بعد المحاصيل البقولية، الذرة الصفراء، القمح؛ فمثلاً يتم في الهند إدخاله في الدورة الزراعية التالية: بور – حمص – سمسم – بور، وفي غينيا بالتبادل مع الرز، وقد لا يدخل في دورة زراعية حيث يزرع باعتباره محصولاً ثانوياً مع الشوندر السكري الربيعي أو القطن.

تحضير الأرض للزراعة Seedbed Preparation

تتميز بذور السمسم بأنها صغيرة جداً، ذات نمو بطيء جداً في مراحل نموها الأولى وهذا يفرض ضرورة تحضير التربة بعناية كبيرة لكون السمسم محصولاً يتطلب أرضاً مفككة ناعمة. تحرث الأرض عادة 2–3 مرات بصورة متعامدة لتكسير الكر وتنعيم التربة والقضاء على الأعشاب. يمكن في حالة الزراعة بعلاً والهطول الكافي للأمطار الربيعية إضافة الأسمدة الكيميائية مبكراً في الربيع وقلبها في التربة، أما في حال الزراعة المروية فإن هذه الأسمدة تضاف مع الفلاحة الأخيرة وقبل الزراعة مباشرة. يجب العناية بتجهيز الأرض و تنعيمها و التخلص من الأعشاب قبل الزراعة، لكونها تنمو أسرع من نباتات السمسم في المرحلة الأولى من حياتها .يزيد إزالة الأعشاب خلال تحضير التربة

من قوة بادرات السمسم بالإضافة للمحافظة على عدد النباتات بوحدة المساحة لذلك يفضل إعطاء ريه قبل الزراعة للأرض الموبوءة بالأعشاب للقضاء عليها.

طرائق الزراعة Planting methods

تختلف طريقة الزراعة باختلاف نوع التربة وطبيعة الزراعة مطرية أو مروية، حيث نجد:

I. نثراً في حال الأراضي الخفيفة أو الزراعة العفير، ثم تزحف الأرض لتغطيتها على عمق 2 سم وتقطع الأرض لمساكب وتروى مباشرةً، أما في حال الأراضي المتوسطة وجيدة التماسك فيمكن إتباع طريقة الزراعة الخضير، وذلك بتطويف الحقل، وعند جفاف الأرض الجفاف المناسب تنثر البذور، وتحرث الأرض حراثة سطحية لتغطية البذور، وتقسم الأرض إلى مساكب لتسهيل عمليات الخدمة.

II. على خطوط بفاصل 25- 35 سم بين الخطوط بشرط توافر الرطوبة الكافية، وتختلف المسافة بين النباتات حسب التربة ويفضل ترك 8-40 نباتاً في المتر الطولي.

III. على خطوط بفاصل 50-70 سم بالنسبة للأصناف المتفرعة، 30-40 سم للأصناف غير المتفرعة وذلك في بعض الدول.

IV. أحياناً على سطور بطريقة التلقيط وعلى مسافة 45- 75 سم حسب خصوبة التربة. وتتم الزراعة على عمق 2-3 سم.

معدل الزراعة Seeding rate

تؤدي المساحة الغذائية المخصصة للنبات البذري دوراً مهماً في الغلة من البذور وجودة المنتج، حيث بيّن Chimanshette وآخرون (1992) إمكانية

الحصول على زيادة في الغلة مع زيادة الكثافة النباتية من 111 إلى 148 إلى 222 ألف هكتاراً، وأوضح Channabasavanna وآخرون (1992) أن زراعة السمسم بكثافة نباتية666.7 ألف نباتاً في الهكتار أعطت غلة مقدارها 758 كغ/هكتار، التي كانت 727 كغ/هكتار عند كثافة 333.33 ألف نبات/هكتار كما كانت الغلة 655 كغ/هكتار عندما تمت الزراعة بكثافة 222.22 ألف نبات/هكتار. وتختلف كمية البذار المستخدمة باختلاف الصنف، طريقة الزراعة وموعدها ويختلف عدد النباتات الممكن تركه من 8–40 نباتاً في المتر الطولي من دون أي تأثير يذكر في الغلة، ويتراوح هذا المعدل بشكلٍ عام بين 8–15 كغ/هكتار.

بينت الأبحاث المنفذة في الهند وفنزويلا أنّ الاختلاف في الغلة من حبوب السمسم لم يكن كبيراً عند زراعة هذا النبات بكثافة تتراوح بين 100–300 ألف نبات/هكتار، وتتراوح الكثافة المثالية في بعض الدول بين 120–125 ألف نبات/هكتار للأصناف المتفرعة، 300–350 ألف نبات/هكتار للأصناف غير المتفرعة. وفي مصر يحتاج الفدان من 3 – 4 كغ في حال الزراعة اليدوية، وقد تخلط البذور بالرمل الناعم المرطب بالماء لضمان وضع العدد المناسب من البذور بالجور وتوفير في كمية البذور، وقد ترطب البذور بمحلول حمضي مخفف ثم يوضع عليها مبيد فطري مع التقليب الجيد لتغطية كامل سطح البذرة ومن ثم تترك في الظل للجفاف لتزرع بعدها. عموماً، يُفضل خلط كمية البذور المقررة لوحدة المساحة مع الرمل أو التراب الناعم وبنسبة 2:1، 3:1 لضمان تجانس توزيعها في الحقل.

موعد الزراعة Planting date:

بينت الدراسات المنفذة على السمسم وجود تأثير لموعد الزراعة في حجم الغلة من البذور. فقد أشار Patil وزملاؤه (1992) إلى أنه عند زراعة هذا المحصول في أربعة مواعيد 15 ، 29 كانون الثاني و 5، 12 شباط كانت الغلة أعلى في الحالة الأولى بموعد الزراعة المبكرة 15 كانون الثاني، وبمعدل 0.68 طن/هكتار، وفي الحالة الثانية بموعد الزراعة المتأخرة في 12 شباط وبمعدل 0.87 طن/هكتار. وأشارت الدراسة التي قام بها Chimanshette, Dhoble (1992) في الهند إلى انخفاض الغلة من بذور السمسم من 570 إلى 120 كغ/هكتار عند التأخر بموعد الزراعة إلى ما بعد موعد الرياح الموسمية.

يُعد السمسم من المحاصيل الصيفية التي تزرع بعلاً في السنين التي تكثر فيها الأمطار الربيعية، حيث إنّ رطوبة التربة هي العامل المحدد لمستوى الغلة لذا يمكن أنْ يزرع في المناطق الاستوائية في أي شهر من السنة لكن من المفضل زراعته في بداية فترة الأمطار الموسمية أو منتصفها بحيث يتطابق الهطول الشديد للأمطار مع بلوغ النبات عمر 2– 2.5 شهراً، ويزرع في أي شهر من السنة في المناطق الاستوائية الجافة، حيث تتم زراعته بصورة مروية. عموماً، تبدأ زراعة السمسم عندما تصل حرارة التربة إلى 15–18ْ م. وفي مصر أفضل موعد لزراعة السمسم من منتصف إبريل حتى نهاية أيار، حيث يؤدى التبكير أو التأخير عن ذلك إلى انخفاض معدل إنتاج الهكتار من البذور.

يُزرع هذا المحصول في سورية باعتباره محصولاً صيفياً بعد دفء الجو في آذار ونيسان في المناطق الساحلية الدافئة، وفي نيسان وأيار في المناطق الداخلية.

تشير بعض الدراسات المنفذة في بعض الدول الأجنبية إلى ضرورة الزراعة المبكرة لكي ينضج المحصول بوقتٍ مبكر لا يتأثر فيه النبات ببرد الخريف الذي يحول دون نضج الثمار.

بين Mulkey وزملاؤه (1987) في دراسة حول تأثير موعد زراعة السمسم بشكل مروي في نموه وإنتاجه تناقص طول فترة نمو النبات التي كانت 86 يوماً عند الزراعة في شهر نيسان، 77 يوماً في شهر أيار، 65 يوماً عند الزراعة في شهر حزيران، حيث أدى موسم الزراعة الأخير إلى نقص في الغلة بحدود 754 كغ/هكتار في إحدى السنوات، ووصل هذا النقص إلى 1132 كغ في سنة أخرى، كما تأثر حجم البذور أيضاً مع التأخير بموعد الزراعة، وأشارت هذه الدراسة إلى أن موعد الزراعة لم يؤثر في طول النبات ولكنه أثر بشكلٍ واضح في عدد الأيام اللازمة للإزهار والنضج والغلة من البذور.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Cultural practices after planting

تتلخص عمليات الخدمة الأساسية لمحصول السمسم بالمحافظة على التربة مفككة، خالية من الأعشاب خصوصاً وأن السمسم لا يتحمل الأراضي الموبوءة بالأعشاب في مراحل نموه الأولى، بالإضافة لضرورة تأمين حاجة النبات المائية والغذائية.

1- الترقيع والتفريد Replanting and thinning

تزداد نسبة البذور غير القادرة على الإنبات مع قدمها فيضطر بذلك المزارع لإجراء عملية الترقيع وعندها يفضل استخدام بذور جيدة غير مخزنة ويتم بها تعويض الأماكن الفارغة وريها مباشرة.

يتم في حال استخدام معدلات عالية من البذار أو إتباع طرائق الزراعة التقليدية الحصول على كثافة نباتية عالية في وحدة المساحة وذلك حسب نوع التربة فيضطر المزارع عندها إلى تفريد النباتات وإزالة الزائد منها، ويفضل تنفيذ هذه العملية بعد 4–5 أيام من ري التربة، وعندما تصل النباتات لارتفاع 8–10 سم. وتتم عملية التفريد للوصول لكثافة 8–12 نباتاً/متر طولي حسب خصوبة التربة وبمسافة 10–15 سم بين النبات والآخر وتنفذ هذه العملية بمرحلة تشكل الزوج الثاني من الأوراق الحقيقية.

2- **العزيق والتعشيب Hoeing and weed control**

وهي من أهم عمليات الخدمة وذلك لكون السمسم محصولاً ضعيف المنافسة للأعشاب لذا تتركز عمليات الخدمة بصورة أساسية على المحافظة على الحقل نظيفاً خالياً من الأعشاب وذا طبقة سطحية مفككة، لذا تهدف هذه العملية إلى التخلص من الأعشاب إما بالعزق اليدوي أو باستخدام العزاقات الآلية في حالة الزراعة على خطوط مع مراعاة تحضين النباتات أثناء إجراء عملية العزق. يتم تنفيذ العزقة الأولى وخطوط الزراعة واضحة المعالم، قبل ظهور البادرات، وتنفذ العزقات اللاحقة حسب درجة ظهور الأعشاب، ويمكن إجراء عزقة بين كل ريتين يدوياً أو آلياً. وأخيراً، فإنه يمكن استخدام مبيدات الأعشاب Herbicides المناسبة قبل الزراعة أو بعدها.

3- **الري Irrigation**

يُزرع السمسم مطرياً أو مروياً، ولعل جذوره المتعمقة في التربة تساعده على تحمل الجفاف النسبي أكثر من القطن، وهو محصول حساس للرطوبة الزائدة في مراحل نموه كافة.

يختلف عدد الريات باختلاف التربة، مرحلة النمو، نسبة الرطوبة والعوامل البيئية، فيعطى 3–4 ريات في الأتربة المتوسطة القوام وبفاصل 10–15 يوماً بين الرية والأخرى، بينما يعطى المحصول عدداً أكبر من الريات قد يصل إلى 10 في الأتربة الرملية الخفيفة والجو الجاف، ويجب إيقاف الري قبل الحصاد بفترة 15 يوماً، وعدم الري الغزير بعد الزراعة مباشرة خوفاً من انجراف البذور وكذلك في مرحلة البادرات. وقد وجد أن ري المحصول بعد أن تكمل النباتات ثلاثة أرباع دورة حياتها غالباً ما يؤخر النضج من دون أي زيادة ملحوظة في الغلة. وأخيراً يعد الري من عمليات الخدمة المهمة في المناطق شبه الاستوائية الجافة.

يُعد السمسم من المحاصيل الحساسة للري والرطوبة الأرضية المرتفعة حيث تسبب المياه الراكدة في الحقل مع توفر درجة الحرارة المرتفعة لانتشار فطريات الذبول بدرجة كبيرة، ويسبب تعطيش النباتات عدم كفاءتها في امتصاص العناصر الغذائية من التربة الأمر الذي يؤدى إلي ضعف نمو النباتات و سهولة تعرضها للإصابة بأمراض الذبول، كما أن زيادة الرطوبة أو العطش يؤدى إلي تساقط الأزهار والعلب الثمرية حديثة التكوين، مما يؤدى في النهاية إلي نقص كبير في المحصول، ولذلك يراعى الانتظام في الري (وعدم تعطيش النباتات) على أن يكون الري في الصباح الباكر أ و في آخر النهار، حيث يجب منع الري أثناء وقت الظهيرة. وللحصول على محصول وفير يراعى الآتي عند الري:

1) عدم ترك المياه الراكدة بالحقل و يجب صرفها حتى لا تتعرض النباتات للإصابة بالذبول.
2) إجراء الري بإحكام على فترات منتظمة خاصة طول موسم النمو.

3) عدم تعطيش النباتات في الفترة الأولى من حياتها لأن هذا يؤثر في قوة النمو الخضري و الثمري بعد ذلك.
4) عدم الري في فترة الظهيرة لارتفاع درجات الحرارة التي تساعد على انتشار مرض الذبول.
5) عدم الري بعد ظهور علامات النضج.

النضج والحصاد Maturity and harvest:

تنضج نباتات السمسم بعد (105 – 120 يوماً) من الزراعة حسب الأصناف المزروعة والمنطقة و درجات الحرارة و نوع التربة. وتعرف علامات النضج باصفرار الأوراق والساق، حيث تتساقط الأوراق ويتحول لون العلب الثمرية ولاسيما السفلية منها إلى اللون الأصفر ثم البني أو الأسمر. وعند ظهور هذه العلامات يوقف الري حتى لا تتعرض النباتات للإصابة بأمراض الذبول و فقد كمية كبيرة من المحصول.

لا يحدث نضج السمسم دفعة واحدة، فعند نضج العلب الثمرية العليا تكون السفلية قد تفتحت وتساقطت البذور منها وخاصة في الأصناف ذات الثمار المتفتحة، لذلك يفضل حصادها في مرحلة النضج الفيزيولوجي Physiological maturity أي عندما تتلون العلب الثمرية السفلية بلون أسمر والبذور الموجودة داخلها باللون الأصفر الشمعي (شكل، 93) مع الأخذ بالحسبان أنّ التبكير الزائد في الحصاد يؤدي إلى ارتفاع نسبة الحبوب الضامرة.



شكل (93): ثمار السمسم الناضجة وبداخلها صفوف بذور السمسم الذهبية.

يجب الحصاد بعد تمام تساقط الأوراق بحوالي أسبوع حيث أنّ ثمار السمسم مقاومة للانفتاح حتى تمام النضج ونقل المحصول إلي المنشر مما يساعد على نضج جميع الثمار على النباتات وبالتالي زيادة المحصول. ويتم الحصاد بتقطيع النباتات فوق سطح التربة وربطها في حزم بقطر من 35 – 40 سم ولا يفضل زيادة قطر الحزمة عن ذلك حتى لا تتعفن النباتات داخلها. ثم تنقل الحزم إلى المنشر وتوضع في أكوام كل منها من 4 – 6 حزم على شكل هرمي وبحيث تكون قمة النباتات لأعلى (شكل، 94) ثم تترك حوالي 10 – 15 يوماً للجفاف مع تغيير وضع الحزم من الداخل إلي الخارج.



شكل (94): تجميع نباتات السمسم على شكل أكوام بهدف التجفيف (فنزويلا).

ويتم الحصول على البذور بقلب الحزم رأساً على عقب فوق أرض نظيفة خالية من الشقوق أو فوق قطعة قماش بعد تمام الجفاف وتهز جيداً (شكل، 95) مع الضرب عليها باليد أو بالعصي، ثم تغربل وتنظف شكل (96) لتعبأ بعدها في أجولة نظيفة من الخيش وتخزن على ألا تزيد رطوبتها عن 9% في مخازن جيدة التهوية، بحيث ترفع الأجولة بعيدا عن رطوبة التربة. ويمكن التأخر بحصاد الأصناف المقاومة للانفراط أو زيادة فترة تجفيفها لمدة 4-5 أسابيع. **ملاحظة:** لا يفضل قلع النباتات بجذورها حيث يعلق بالجذور بعض الرمال أو حبات التربة و التي تخلط مع البذرة عند تنفيض الحزم.



شكل (95): الفرط اليدوي لنباتات السمسم في الهند.



شكل (96): تنظيف وغربلة بذور السمسم يدوياً في الهند قبل التخزين.

وتتوافر بعض الآلات التي يمكن استخدامها في حصاد السمسم مثل الحصادة الآلية Winderower (شكل، 97) التي تقوم بقطع النباتات على ارتفاع

محدد من سطح التربة ثم تستخدم الدراسة اللاقطة Pick-up Combine لتقوم بعملية الدراسة والتذرية والتنظيف.



شكل (97): حصاد السمسم آلياً.

الغلة Yield

تختلف الغلة من السمسم حسب الأصناف، طبيعة الزراعة وطريقتها ونوع التربة. يتراوح مردود الهكتار في الزراعة المطرية بين 1- 1.2 طن/هكتار والمروية1.8- 2 طن/هكتار، ويتراوح المردود في القطر العربي السوري بين 130-300 كغ/هكتار. لقد تم الحصول في موسم 2001 في إحدى مقاطعات أوكرانيا على مستوى غلة 1.2 طن/هكتار وفي موسم 2002 على 0.8 طن/هكتار، وعند غلة قدرها 1 طن من البذور الزيتية تصل الجدوى الاقتصادية في تلك الظروف إلى 1000 دولار. ويتطلب تحديد التكنولوجيا الزراعية لزراعة هذا المحصول الإجابة على الأسئلة الأساسية التالية: موعد الزراعة، الكثافة النباتية المثالية، طرق الحصاد.ويسبب غياب التقنية الملائمة للحصاد، وزيادة الفاقد من غلة البذور نتيجة تفتح العلب الثمرية وانفراط البذور

منها عند نضجها الحد من زراعة السمسم على مساحات واسعة. علماً أن حبوب السمسم ذات أشكال وألوان وأحجام مختلفة (شكل، 98).



شكل (98): بذور السمسم مختلفة الألوان والأحجام.

الصفات المهمة في التربية Important characters

أهم الصفات التي تهم المربي في تحسين محصول السمسم واستنباط الأصناف الجديدة هي:

1) الغلة العالية من البذور، والبذور كبيرة الحجم.
2) نسبة عالية من الزيت.
3) المحتوى العالي من اللايسين.
4) مقاومة الانفراط.
5) مقاومة الذبول.

الإجهادات البيئية والإحيائية:

أولا : الآفات الحشرية

تتعرض نباتات السمسم للإصابة ببعض الآفات الحشرية في أطوار النمو الأولى فقط وحتى طور التزهير، حيث تتكون مادة طاردة لمعظم الحشرات الضارة (مادة السيسامولين). ومن أهم الآفات الحشرية التي تصيب السمسم في طور البادرات هي الحفار، والدودة القارضة، والبقة الخضراء. تكافح هذه الحشرات من خلال الاهتمام بخدمة الأرض والتخلص من الحشائش وتهوية التربة وتعريضها للشمس وعدم الإفراط في التسميد الآزوتي وجمع اليرقات أسفل النباتات المصابة، كما تكافح كيماويا باستعمال الطعم السام المكون من مبيد هوستاثيون 40 % بمعدل واحد و ربع لتر للفدان مضافا إلي 15 كجم من جريش الذرة و يضاف للمخلوط السابق 1 – 1.5 صفيحة ماء وتترك للتخمر ثم ينثر الطعم بعد ري الأرض في بطن الخطوط عند الغروب. أما في حالة الإصابة بالدودة الخضراء والتي تتميز أعراض الإصابة بها بتآكل بشرة الورقة ونسيجها الأسفنجي وفى حالة الأعمار المتقدمة لليرقات تحدث ثقوباً غير منتظمة وتزداد شراهتها في قرض الأوراق بالإضافة إلى تواجد خيوط حريرية تربط الأوراق المصابة بعضها ببعض . وتكافح هذه الحشرة عند شدة الإصابة باستخدام اللانت 9 % بمعدل 300 جم للفدان أو ريلدان 50 % بمعدل 250سم3 / 100 لتر ماء.

وتسبب البقة الخضراء، والتي تصيب السمسم في الطور الزهري والثرى وتمتص العصارة النباتية من أجزاء النبات المختلفة وخاصة العلب الثمرية إتلاف الأخيرة وضمور الحبوب بها وبالتالي انخفاض كبير في الإنتاجية. وهذا يحدث في حالة تواجد الحشرة بأعداد كثيرة من أطوارها المختلفة وتكافح هذه الحشرة بالجمع اليدوي لأقراص البيض والحوريات والحشرات الكاملة وحرقها. أما في

حالة الإصابة الشديدة فيتم الرش بأحد المبيدات التالية : بريمور 50 % مستحلب بمعدل 750 سم / فدان،أو ملاثيون 57 % مستحلب بمعدل 1.25 لتر/فدان.

ثانياً: الأمراض Diseases

يُصاب السمسم في جميع أطوار حياته بالعديد من الأمراض منها:

1) **أعفان الجذور:**

تبدو أعراضه على شكل تقرحات لونها بني داكن على الجذور تسبب موت البادرات وبتقدم الإصابة تعم التقرحات الجذر كله وموت النبات في النهاية وتؤدى الإصابة إلي سهولة نزع القشرة الخارجية للجذور وظهور نقط سوداء أسفلها ويساعد على انتشار المرض زيادة الرطوبة الأرضية والإفراط في التسميد الآزوتي ويؤدى المرض إلي قلة الجذور الثانوية وتقزم النباتات ثم تموت في النهاية. وتتم المكافحة بإتباع الأساليب التالية:

1- استنباط أصناف مقاومة وإتباع دورة زراعية طويلة (لا تقل عن ثلاث سنوات).
2- حرق بقايا النباتات المصابة.
3- الاعتدال في الري والتسميد والاهتمام بالتسميد الفوسفاتي والبوتاسي وعلى العمق المناسب.
4- الزراعة في الميعاد المناسب.
5- تعقيم البذور قبل زراعتها.

2) **الذبول:** تظهر أعراضه بتلون الأوراق السفلية باللون الأصفر وتدليها لأسفل ومن ثم الأوراق الأعلى منها ثم تجف قمة النبات و تتقزم النباتات. وعند عمل شق طولي في الجذور والساق يظهر تخطيط بني محمر في الأوعية

الخشبية. وتتم المكافحة كما في عفن الجذور وخاصة استنباط أصناف مقاومة.

3) العفن الفحمي:

تظهر أعراض المرض في صورة تلون الساق عند اتصاله بالتربة مع الجذر باللون الأسود وتؤدى الإصابة بهذا المرض إلى سهولة نزع القشرة الخارجية للجذر والساق حيث يشاهد أسفلها نقط سوداء وهى عبارة عن الأجسام الحجرية الفطرية . ومع اشتداد الإصابة يمتد اسوداد الساق لأعلى وتجف ويسهل كسرها ويموت النبات في النهاية ويقل محصول البذرة والزيت الناتج بالإضافة إلى إنتاج بذور مصابة تنقل الإصابة في الموسم التالي عند زراعتها. ويلائم انتشار المرض وزيادة شدته ارتفاع درجة الحرارة نوعاً وانخفاض رطوبة التربة وبالتالي تزداد الإصابة المرضية عند تعطيش النبات. وتتم المكافحة كما هو الحال في مكافحة أعفان الجذور والذبول.

4) تبقع الأوراق:

تظهر أعراض المرض على هيئة بقع مستطيلة على الأوراق و تنتشر أيضا على بتلات الأزهار والساق والقرون وتصيب النباتات في طور النضج و يكون لونها بني فاتح يتحول بتقدم الإصابة إلي البنى المسود و تجف الأنسجة وتموت وتعم النبات بأكمله في حالات الإصابة الشديدة. ويلائم انتشار هذا المرض ارتفاع الرطوبة مع درجات الحرارة المعتدلة خاصة تحت ظروف الري بالرش، ويكون التأثير أكثر ضررا في حالة حدوث الإصابة مبكراً. تتم المكافحة بزراعة أصناف المقاومة، حرق مخلفات النباتات المصابة، والاعتدال في الري والتسميد الآزوتي، بالإضافة للمكافحة الكيميائية.

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الخامس

العصفر

الاسم الانكليزي Safflower

الاسم اللاتيني .*Carthamus Tinctorius* L

الأهمية الاقتصادية Economic importance

تأتي التسمية اللاتينية من الكلمة العربية karthom أو karthum التي تعبر عن التلون الناتج عن وجود صبغة القرطامين في الأوراق التويجية وبالتالي الجزء المستعمل في العصفر هو الأزهار. ولا يمت هذا النبات بأية صلة للزعفران، بالرغم من أن أزهار الزعفران لها نفس استعمالات العصفر، ويطلق عليه البعض اسم «الزعفران الكاذب» شكل (99)، إذ له استخدام شبيه بالزعفران الغالي الثمن، لذا يستعمل لغش الزعفران الباهظ الثمن، وذلك للتشابه بينهما.



شكل (99): نورة العصفر (اليمين)، وبتلاته.

يعد العصفر من المحاصيل الشتوية وهو ثنائي أو ثلاثي الغرض، فهو محصول توابلي وصناعي وزيتي، حيث إنه من المحاصيل القديمة في الزراعة، إذ زرع أولاً بهدف الحصول على الأوراق التويجية لاستخدامها في الحصول على المواد الصباغية المستعملة في تلوين الأطعمة والمنسوجات. تحتوي أوراق العصفر التويجية على مادتين ملونتين، الحمراء وهي الأكثر أهمية وصعبة الانحلال بالماء، وتستعمل عادةً في صبغ الأقمشة، ودباغة الحرير، كما تمزج مع بودرة التلك لصناعة ما يسمى بـ (Rouge) الذي يستعمل لصباغة شفاه النساء. والصفراء التي تستخرج من الأوراق التويجية من خلال نقع الأوراق في الماء البارد، حيث تنحل فيه وتستخدم في تلوين الأطعمة، كما يمكن الاستفادة منها عن طريق تركيزها واستعمالها ملوناً للمشروبات الصناعية. لكن هذا الاستخدام له بعض النواحي السلبية تجارياً في وقتنا الحالي، إذ إن تكلفته عالية بسبب غلاء اليد العاملة اللازمة لقطف الأزهار، مما يجعل أسعارها مرتفعة ليصل سعر الكيلو غرام الجاف منها في القطر إلى 1250 ل.س (موسم 2008). ثمّ بدأ الاهتمام به بوصفه محصولاً زيتياً في مطلع القرن العشرين في العديد من الدول كالولايات المتحدة الأمريكية، والهند، واستراليا، وتركيا.

يُعد العصفر (*Carthamus tinctorius* L.) كأحد مصادر الإنتاج العالمي للزيت النباتي، حيث تتراوح نسبة الزيت في البذور (الجزء النباتي المستخدم في الحصول على الزيت) بين 25–50% حسب الأصناف وموعد الزراعة. وهو من الزيوت القابلة للاستهلاك البشري، وهو عديم اللون والرائحة. يتميز هذا الزيت بلونه الأصفر الفاتح وطعمه الجيد، وهو زيت متوسط الجفاف رقمه اليودي 138–155، كثافته 0.925 على الدرجة 25°م ورقم حموضته

0.78- 5.67. وهو من الزيوت الصحية لوجود نسبة عالية من الزيوت غير المشبعة ولاسيما حمض اللينوليك والأوليك، ويحوي فيتامين E.

لا يقل زيت العصفر الذي تم الحصول عليه من البذور المقشورة وبأكثر المؤشرات أهمية عن زيت عباد الشمس، ويستخدم في الطبخ، كما يمكن استخدامه في تركيب المواد المستخدمة للشعر الجاف، وفي الكريمات الليلية للجلد الجاف، وفي المواد التي تحد من التأثير الضار للأشعة الشمسية، بينما يتصف الزيت المتحصل عليه من البذور غير المقشورة بطعم مر، حيث يستخدم لتحضير زيت جفوف غير مقبول في التغذية، وفي صناعة الصابون وإنتاج المشمعات الأرضية (لينوليوم)، وهو زيت لا يصفر مع مرور الزمن لذا يمكن استخدامه في إنتاج الطلاء والدهان. ويحوي زيت العصفر على العديد من الأحماض الدهنية المشبعة التي تتأكسد بسرعة في الشمس، لذا من الأفضل عدم استخدامها نهاراً. ومدة حفظ الزيت 3 – 6 أشهر. يتميز زيت العصفر بقدرته العالية على الاحتفاظ بالرطوبة، وتنظيمها مما يجعله مقبولاً من أي نوع من الجلود ليجعلها ناعمة، ويسهم بتحسين الشهية، كما يبدي تأثيراً إيجابياً في بعض أنواع الأورام. ويعطي العصفر نوعين أساسيين من الزيت، وذلك بحسب الحمض الدهني السائد فيهما:

1. النوع الغني باللينوليك Linoleic ويستخدم في صناعة المارجرين وفي الطبخ والدهانات.
2. النوع الغني بالأوليك Oleic، ويعد زيتاً فاخراً للقلي ويدخل في الكثير من الاستخدامات الصناعية (الصابون).

يستخدم زيت العصفر طازجاً للأكل أو في الطبخ أو القلي، فهو من الزيوت خفيفة الهضم ويساعد على خفض الكولسترول في الدم، ويعاب عليه

عدم ثبات طعمه بعد القلي ولذا غالباً ما يتم مزجه مع زيت بذرة القطن لإعطائه الطعم المقبول. ويستخدم هذا الزيت بشكلٍ رئيس من أجل تحضير أفخر أصناف المارغرين. ومن الاستخدامات الحديثة لزيت العصفر استخدامه بديلاً للمشتقات للبترولية في محركات الديزل (Bettis وزملاؤه، 1982). لقد بين Weiss (1983) أن هذا الزيت يتكون من:

حمض اللينوليك	Linoliec	%79 – 73
حمض الأوليك	Oleic	%21 – 14
حمض البالمتيك	Palmatic	%7 – 6
حمض الستياريك	Stearic	%4 – 1.5
حمض الآراشيدك	Arachidic	0.4% تقريباً
حمض الايكوسينويك	Eicosenoic	%0.5
حمض الميرستيك	Myristic	حتى 0.2%

يمكن استخدام العصفر كمحصولٍ علفي، كما أن طريقة زراعته بصورة مطرية معروفة (Иванченко، 1993)، تعد الكسبة الناتجة عن عصر البذور علفاً مركزاً للحيوانات، كما يمكن أن تقدم لكافة أنواع الطيور الداجنة وغيرها رغم طعمها المر، وهي ذات قيمة علفية جيدة، حيث إن كل 100 كغ منها تعادل 55 وحدة علفية. وتتراوح نسبة البروتين فيها بين 35 – 43% بالإضافة إلى الكربوهيدرات باعتبارها مصدراً للطاقة، لكن محتواها العالي من الألياف يجعلها عسرة الهضم، كما تستخدم سماداً أو وقوداً. وقد أدى استخدامها في مجال تغذية الدواجن إلى زيادة وزنها بنسبة 20% مقارنة مع تغذيتها بكسبة فول الصويا

(Swant وزملاؤه، 1984). ويبين الجدول (29) مقارنة بين كسبة العصفر وكسبة الصويا.

جدول (29): مقارنة مكونات كسبة فول الصويا وكسبة العصفر بالنسبة المئوية

المحصول	الرطوبة	البروتين	الدهون	ألياف	رماد	سكر	نشاء
كسبة الصويا	6.5	41.6	9.8	6.4	6.4	5	5
كسبة العصفر	6.5	22.4	10.7	33.2	4.9	0.3	1.7

يمكن استخدام أقراص العصفر في تحضير الباقات الزهرية أو الأكاليل. تتم عملية القطع مع تفتح الأزهار الأولى. أما عند الرغبة بتجهيز الباقات الجافة يتم تجفيف السوق النباتية ومن ثم قطعها عندما تكون كافة الإزهار مكتملة التفتح. لا تزال الأوراق التويجية حتى وقتنا الحاضر تستخدم في القطر العربي السوري في تلوين الأطعمة باللون الأصفر أو البرتقالي أو الأحمر حسب لونها. وقد طغى اسم الأوراق التويجية (العصفر) على اسم النبات (القرطم)، حيث يعتقد أن أصل التسمية الأخيرة فرنسي أو لاتيني.

الموطن الأصلي Center of origin

يعتقد بأن أول زراعة للعصفر باعتباره مصدراً توابلياً من أجل بتلاته كانت في منطقة الشرق الأوسط، التي يمكن اعتبارها الموطن الأصلي له، حيث ينمو العصفر بصورة برية في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط، ولكن موطنه الأصلي غير معروف بدقة (يعتقد الشرق الأوسط). زرعه قدماء المصريين منذ أكثر من 3500 عام قبل الميلاد، حيث استخدموه في الشد أو الربط عند تحضير المومياء، كما استخلصوا منه الصبغة التي استعملوها في تلوين الأقمشة. وعرفه الطب الشعبي الصيني منذ عام 1061 تقريباً، حيث

استخدم في معالجة أمراض القلب والأوعية الدموية، حيث يساعد استخدام زيت العصفر في تغذية الإنسان في خفض نسبة الكولسترول. ُ

زرع في الهند وأفريقيا منذ عدة قرون، ويعتقد أنّ العرب نقلوا نبات العصفر إلى أوروبا عام 1551، حيث عرف أولاً في إسبانيا، ومن ثمّ في إيطاليا وفرنسا، وزرع في جنوب روسيا الاتحادية باعتباره نباتاً حدائقياً في النصف الثاني من القرن XVIII، ووصل لأمريكا في أربعينات القرن العشرين. يزرع حالياً باعتباره محصولاً زيتياً في العديد من دول العالم. ويعد في بعض الدول واحداً من أفضل نباتات الزينة، حيث يستخدم باعتباره جزءاً أساسياً في الأكاليل أو في باقات الزهور، لذا يزرع وسط العديد من الأزهار التي تستخدم في تحضير الباقات الزهرية الطازجة منها والجافة.

تنتشر زراعة العصفر على نطاقٍ واسع في إسبانيا، والبرتغال، والنمسا وهنغاريا، وفرنسا، والهند، وتركيا، وإيران، وأفغانستان، والصين، والولايات المتحدة الأمريكية، واستراليا، والبرازيل، وآسيا الوسطى، وفي مصر وجنوب أوروبا،. ُتصنف الأصناف المزروعة في العالم تحت الأجناس التالية ذات المنشأ المختلف التي قسمت حسب عدد الصبغيات لهذه الأجناس التي تتوزع جغرافياً بدءاً من الشرق الأقصى (الصين – اليابان – كوريا بالإضافة الهند والباكستان وبلجيكا) ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وتركيا وأوروبا وسوريا بالإضافة إلى روسيا وإثيوبيا.

المساحة المزروعة Cultivated area:

تشير المراجع إلى أن العصفر هو بديل عباد الشمس في المناطق الجافة من آسيا الوسطى، والهند، والمكسيك، والولايات المتحدة، وأثيوبيا وفي مناطق جنوب – شرق جمهورية روسيا الاتحادية. تبين إحصائيات الـ FAO لعام 2006 أن المساحة المزروعة بالعصفر انخفضت إلى 743 ألف هكتاراً بعد أن كانت 1039 ألف هكتاراً في عام 1997 والإنتاج من البذور قرابة 648 ، 933 ألف طناً على التوالي، بمردود وسطي قدره 872، 899 كغ/هكتار على التوالي (جدول، 30).

جدول (30) المساحة المزروعة بالعصفر في قارات العالم (FAO، 2006).

القارة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
آسيا	716	439	498	227	696	518
أمريكا الشمالية والوسطى	192	173	359	338	1868	1958
أفريقيا	69	72	35	38	507	528
أوقيانوسيا(استراليا)	34	35	20	30	588	857
أمريكا الجنوبية	21	22	15	13	714	605
أوروبا	6	3	2	1	289	339

وقد تركزت المساحة المزروعة في القارة الآسيوية وكذلك الانخفاض السابق سواء كان في المساحة أو الإنتاج، وبلا تحديد حدث هذا الانخفاض في الهند جدول(31).

جدول (31): المساحة المزروعة بالعصفر في بعض دول العالم (FAO، 2006).

الدولة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
الهند	704	350	430	157	611	450
المكسيك	97	85	164	213	1688	2503
الولايات المتحدة	95	86	195	124	2051	1441
كازاخستان	73	63	28	30	385	476
أثيوبيا	71	72	38	38	528	528
الأرجنتين	33	22	26	13	753	605
الصين	26	12	31	28	1226	2333
أوزبكستان	14	12	12	11	866	880
روسيا	6	3	6	1	1000	336

ووفقاً لإحصائيات الفاو لعام 2006 تأتي الهند في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة، تليها الولايات المتحدة بالمركز الثاني، ومن ثم المكسيك التي تأتي بالمركز الأول من حيث الإنتاج، ومن حيث المردود من وحدة المساحة. وهناك جهود حثيثة من اجل تطوير زراعة المحاصيل الزيتية وعلى رأسها العصفر ، حيث تم التوجيه من حكومات العالم نحو تشجيع زراعة العصفر للحصول على زيت صالح للاستعمال البشري ، وازدادت في السنوات الأخيرة المساحة المزروعة بالعصفر في إيران وساعد في ذلك التداخل البيئي الوراثي للأصناف المستنبطة (Mohamadi وزملاؤه، 2007). أما في الوطن العربي وعلى الرغم من ملاءمة الظروف المناخية لزراعة هذا المحصول من حيث تحمل الملوحة والبرودة والنمو في الأراضي الفقيرة، فإنه لا يوجد اهتمام كاف بهذا المحصول. وقد بدأت بعض الدول العربية في السنوات الأخيرة

بتطوير زراعة هذا المحصول. وعلى سبيل المثال في لبنان هو من النباتات المقترحة «زراعةً بديلةً» في بعلبك، حيث يمكن إدخاله في الدورة الزراعية محصولاً شتوياً أو ربيعياً والاستفادة منه اقتصادياً. وفي سوريا يزرع العصفر بمساحات محدودة جداً وخاصة في المنطقة الوسطى وبشكل هامشي في المنطقة الجنوبية، والهدف من زراعته استخدام بتلاته ملونات لبعض الأطعمة، واستخدام بذوره لتغذية الطيور أو للتغذية الحيوانية حيث يدخل بخلطات علفية مركزة. وتعمل الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية على الأصناف التابعة للجنس C.tinctorius وكان أفضلها الصنف المحلي المنتخب حيث وصلت غلته إلى 2700كغ/هـ وبنسبة زيت 37% والصنف 284 أحمر غلته 2400كغ/هـ وبنسبة زيت 34%.

الوصف النباتي :Botanical description

العصفر *Carthamus tinctorius* نبات شبه شوكي (شكل، 100)، حولي ربيعي من العائلة المركبة Compositae ينمو في المناخ الدافئ، محب للحرارة ومتحمل جداً للجفاف والملوحة والبرودة والأراضي الفقيرة، وجيد التأقلم للمناخ القاري الجاف، بالإضافة لكونه غير متطلب للتربة، وله القدرة على إعطاء غلة حتى في الأراضي المالحة (Вавилов ، 1986).

الجذر وتدي متعمق ومتفرع وتتوضع عليه أوبار ماصة.

الساق قائمة قاسية، بلون مائل للبياض وبطول حتى 100 سم (أحياناً أكثر من ذلك)، وهي نصف جوفاء وملساء تتوضع عليها بعض البراعم في إبط الأوراق التي تنمو وتتطور مكونة أفرع من الدرجة الأولى قد يصل طولها لمسافة 30 – 35 سم التي ينتج منها أفرع من الدرجة الثانية تحمل جميعها أوراق

وتنتهي بنورة زهرية مركبة على شكل جرس وبالتالي فإن ساق العصفر متفرعة.
الأوراق جالسة، لسينية متطاولة، جلدية مسننة الحواف تنتهي بأشواك (بعض الأصناف عديمة الأشواك، شكل، 100).يحمل النبات شكلين من الأوراق، السفلية منها بسيطة عديمة الأذينات متطاولة ذات شكل ملعقي كاملة الحواف أو مسننة ذات تعريق شبكي وقد تنتهي بشوكة أو مجموعة أشواك حسب الصنف أما الأوراق العلوية الحديثة فهي أصغر حجماً من السفلية وشكلها بيضوي.
تحمل الأفرع في نهايتها نورات زهرية وهي مخروطية الشكل مكورة يتراوح قطرها بين 2.5–4 سم ومركبة تحتوي على 40–80 زهرة حيث تتحول كل زهرة إلى بذرة. تبدأ الأزهار بالعقد والنضج ابتداءً من وسط النورة الزهرية وبشكل دائري متجهاً نحو محيط الزهرة وغالباً ما يكون صفي الأزهار الخارجيين بالنسبة للنورة غير خصبة . ويحمل النبات من 15–60 نورة. الأزهار صغيرة أنبوبية، صفراء، برتقالية أو حمراء اللون (نادراً بيضاء). ويميز بين نوعين من الأزهار ضمن النورة: خنثوية وأخرى أنثوية. وتتصف أزهار بعض الأصناف بعدم قابليتها للتلقيح الذاتي، حيث تحتاج إلى حبوب لقاح من نباتات أخرى. وبشكل عام العصفر تصل فيه نسبة التلقيح الخلطي إلى 60% بواسطة الحشرات حصراً.
الثمرة بلون أبيض أو أصفر شاحب أو أسمر حسب الصنف، وهي بذرة ثنائية الفلقة، خشبية ناعمة الملمس، كمثرية الشكل، حيث يحوي القرص الواحد من 25 – 60 بذرة، ووزن الألف منها 25 – 50 غ. وقد تنتهي البذرة بأشواك في بعض الأصناف. ترتبط معظم أشكال العصفر بالهند، حيث نجد فيها النباتات القزمة والطويلة، النباتات المتراصة والمفترشة الأغصان، والأشكال ذات

الأوراق ذات الأشواك شكل (100)، وعديمة الأشواك شكل (101) التي يمكن استخدامها علفاً للحيوانات.



شكل (100): نبات العصفر ذي الأشواك.



شكل (101): نورات العصفر في نبات عديم الأشواك.

أصناف العصفر Safflower varieties:

تقسم أصناف العصفر حسب تواجد وكثافة الأشواك والأوراق وكأس النورات الزهرية بالإضافة إلى لون الأزهار ووجود الزغب أو عدم وجوده على النورات الزهرية. وتعمل الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية على الأصناف التابعة للجنس C.tinctorius وكان أفضلها الصنف المحلي المنتخب حيث وصلت غلته إلى 2700كغ/هـ وبنسبة زيت 37% والصنف 284 أحمر غلته 2400كغ/هـ وبنسبة زيت 34% (يوسف وآخرون، 2003).

المتطلبات البيئية Environmental requirements:

يُعد العصفر أكثر تحملاً للجفاف بالمقارنة مع غيره من المحاصيل الزيتية وأكثر قدرة على تحمل ظروف التربة غير الملائمة، حيث استطاع تحمل ظروف الجفاف القاسية في الوقت الذي ماتت فيه نباتات المحاصيل الأخرى وخصوصاً نباتات الخردل في منطقة ما وراء الفولغا في جمهورية روسيا الاتحادية، و أعطى في الظروف نصف الصحراوية وفي الأراضي المشار إليها وعند الزراعة على سطور بمسافة 30 سم بين السطر والأخر وبمعدل 18 – 20 كغ/هكتار غلة من الحبوب قدرها 0.53 طن/هكتار.

يتحمل العصفر العوامل البيئية المتباينة نسبيا من حرارة ورطوبة، وهو من النباتات التي تنجح في المناخ المعتدل المائل للبرودة، ويتحمل الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة حتى 43 ْم بشرط توافر رطوبة كافية في التربة.تبدأ بذور العصفر بالإنبات عند درجة حرارة 4–5 ْم، علماً أن الدرجة المثالية للإنبات هي 15–18 ْم. وتتحمل البادرات انخفاض الحرارة حتى –4، –6 ْم، بينما لا تتحمل النباتات ذلك في مرحلة الإزهار، حيث تتضرر بالصقيع في مرحلة ما بعد تكون البراعم الزهرية التي تحترق وتموت عند انخفاض الحرارة

إلى 2ْ م. تبدأ مرحلة التبرعم بعد شهر من الإنبات وتتكون أقراص زهرية جيدة النمو بعد 3–4 أسابيع. ويحتاج العصفر للجو الدافئ25–35 م° ولاسيما في مرحلة الإزهار والنضج، ويكون الإخصاب سيئاً وتتعفن الأقراص الزهرية في الطقس الرطب، وتعد درجة 28–30ْ م هي المثالية للنمو.

يزرع العصفر بعلاً في المناطق التي تصل معدل هطولها المطري إلى 350 ملم أو يزيد، حيث يحتاج العصفر لكميات قليلة من الرطوبة مقارنة مع المحاصيل الزيتية الأخرى ولا يحتاج لأكثر من أربع ريات عند زراعته كمحصول ربيعي بعكس محصول زهرة الشمس الذي يحتاج لأكثر من ثمان ريات، ويتحمل الجفاف والجو الحار بشكل جيد، ويحتاج إلى الماء خلال تشكل النورات الزهرية وتفتحها. يتضرر النبات من الرطوبة خلال فترة الإزهار. معامل النتح 350–400، كما يزرع مروياً حيث يحتاج إلى 3–5 ريات حتى النضج. يمكن زراعة العصفر في سورية في المناطق التي يتراوح فيها معدل بين 250–350 مم للوصول إلى غلة مقبولة لا تعطيها غيره من المحاصيل الزيتية مع الإشارة إلى أن الرطوبة العالية تسبب الإصابة بالأمراض. وهو نبات محب للإضاءة من نباتات النهار القصير.

يتطلب العصفر أرضا عميقةً، مفككة،ناعمة، جيدة الصرف، وذات رطوبة كافية عند الزراعة. ينمو بصورة جيدة في الأراضي الخصبة الغنية بالمادة العضوية، ويمكن أن تنجح زراعته في الأراضي المتوسطة الخصوبة، التي قد لاتلائم غيره من المحاصيل كالقطن والشوندر السكري، وفي الأراضي نصف الجافة التي لا ينجح فيها القمح فقد تم عند زراعته في الأراضي الطينية المتوسطة، خفيفة الملوحة، والزراعة على خطوط بمسافة 30 سم بين الخط والآخر ودون استخدام الأسمدة والمبيدات الحصول على غلة 0.95 – 1.10

طن/هكتار من البذور الزيتية، أما في الأراضي الفقيرة، الرملية والطينية الخفيفة كانت الإنتاجية أقل، حيث بلغت 0.5 – 0.57 طن/هكتار. يستطيع نبات العصفر في الأراضي الخفيفة، الفقيرة، وسيئة الاحتفاظ بالرطوبة تأمين حاجاته من العناصر الغذائية والرطوبة من خلال مجموعه الجذري المتعمق بالمقارنة مع المحاصيل الأخرى.

يتحمل المحصول ملوحة التربة عند زراعته بعلاً في المناطق الجافة بدرجة تحمل محصول الشعير لها ولكنه أقل تحملاً للملوحة في حال الزراعة المروية وأعطى غلة في الأراضي المالحة خلال استصلاحها 0.15 طن/هكتار حيث وجد في جمهورية روسيا الاتحادية نجاح زراعة العصفر في الأراضي المالحة (Картамышев، 1997) ، وأراضي السولنشاك المالحة (السبخات) باستخدام معدل زراعة 18 – 20 كغ/هكتار، حيث وجد أن خفض معدل الزراعة إلى مادون 18 كغ/هكتار يؤدي لانخفاض جوهري وواضح في الغلة، وبطء في عملية استصلاح الأراضي المالحة، وأعطت زيادة هذا المعدل عن 20 كغ /هكتار أيضاً نتائج غير مرضية من حيث إمكانية حدوث نقص في الغلة وأيضاً لاعتبارات اقتصادية، ولا يتحمل الحموضة العالية في التربة حيث أن pH المثالي هو 6.5–8.5. ويجود العصفر في الأراضي متوسطة القوام جيدة الصرف معتدلة الحموضة التي تحتوي على نسبة من المواد العضوية.

تتجه الدراسات حالياً في مجال الزراعة نحو إيجاد تلك الأساليب التي تضمن زراعة المحاصيل الحقلية واستخدامها في عمليات استصلاح الأراضي المالحة، حيث يعتمد الاستثمار الزراعي للمناطق الجافة جداً، وذات الشروط أو الظروف الأرضية غير المناسبة خصوصاً المالحة منها، التي يكون الري فيها محدوداً، حيث يعد بمثابة السبب الثانوي للتملح، على انتخاب أو اختيار

المحاصيل والوسائل المناسبة لزراعتها، التي تضمن تنظيم الإنتاج والحصول بالوقت نفسه على منتج اقتصادي في الأراضي حديثة الاستصلاح، ويمكن استخدام العصفر في عداد هذه المحاصيل.

التسميد Fertilization:

يستهلك العصفر كميات كبيرة من العناصر الغذائية، وأكبر من استهلاك محاصيل الحبوب. لقد بينت الأبحاث أنه من أجل تكوين غلة مقدارها طن واحد من الحبوب تمتص النباتات من التربة: 60–70 كغ من الآزوت (N)20–25كغ من الفوسفور (P_2O_5)، 140–180كغ من البوتاسيوم(K_2O). يحتاج النبات إلى الكمية العظمى من الفوسفور خلال الفترة من الإنبات وحتى الإزهار ويحتاج للآزوت من بداية تشكل الأقراص الزهرية وحتى نهاية الإزهار وللبوتاس من تشكل الأقراص وحتى النضج.

وتختلف كمية السماد المضاف باختلاف خصوبة التربة، حيث يضاف 36–48 كغ/هكتار من الآزوت، 60–75 كغ/هكتار من الفوسفور، 75–100 كغ /هكتار من البوتاس للأراضي الفقيرة، وتخفض هذه الكميات إلى الثلث أو النصف في الأراضي متوسطة الخصوبة، ويتم الاستغناء عن إضافتها للأراضي الخصبة، وبالوقت نفسه هذه الكميات تختلف أيضاً باختلاف الدول، حيث ينصح في الهند بإضافة 60–80 كغ/هكتار آزوت، 30–40 كغ/ هكتار من كل من الفوسفور والبوتاس، وعند الزراعة البعلية 30–40 كغ/هكتار من كل عنصر من العناصر الثلاثة.

وجد Haby وزملاؤه (1982) في دراسة حول أثر التسميد الآزوتي في غلة العصفر أنه للحصول على غلة جيدة من البذور يكتفى بإضافة 38 كغ/هكتار، وأدت زيادة هذه الكمية إلى خفض الغلة من البذور، وحجم المواد

ونسبة الزيت ما لم يصل النبات إلى النضج الكامل وقت الحصاد، ولم تؤثر زيادة التسميد الآزوتي في محتوى البذور الناضجة من الزيت، ولكنها زادت محتوى البذور من البروتين، وكذلك زادت محتوى الأجزاء من النبات من الآزوت والبوتاس، وقد وجد تناقص في كمية الفوسفور بزيادة التسميد الآزوتي، ولم يلاحظ تأثير معنوي للبوتاس في غلة العصفر. وفي القطر العربي السوري يتم إضافة 120 كغ/هـ سماد فوسفاتي و70كغ/هـ سماد بوتاسي عند تحضير التربة ،80كغ/هـ سماد آزوتي بعد العزق ثم تروى النباتات في حال زراعتها رياً. يتم بمرحلة بداية التفرع إضافة 80 كغ/هـ سماد آزوتي بالإضافة إلى 70 كغ سماد بوتاسي حيث تحتاج النباتات إلى السماد البوتاسي والآزوتي في هذه المرحلة لتكوين النورات الزهرية.

زراعة العصفر Safflower culture

الدورة الزراعية Crop rotation

يمكن إدخال العصفر عند زراعته باعتباره محصولاً مستقلاً في الدورة الزراعية في دوراتٍ تتضمن: القمح، الحمص، الذرة البيضاء، القطن كما هو الحال في الهند، التي يزرع فيها خليطاً مع الحمص، الشعير، القمح وذلك في الموسم الشتوي، حيث يتم زراعة 3 خطوط من العصفر، 9–12 خطاً من المحصول الآخر.ويزرع هذا المحصول في الهند في مناطق الزراعة المطرية وبصورة خليطة مع القمح، الشعير، الفاصولياء (3 خطوط من العصفر مع 6 أو 12 خط من المحصول الآخر المرافق). وفي القطر العربي السوري نادراً ما يزرع العصفر باعتباره محصولا رئيساً لذا فهو لا يدخل في دورة زراعية

منتظمة، ويمكن أن يدخل في دورة ثنائية مع القمح أو الشعير، أو ثلاثية مع القمح أو البقوليات أو القطن أو الشوندر.

تحضير الأرض للزراعة Seedbed preparation:

تفلح الأرض فلاحتين متعامدتين عميقتين ويضاف السماد الفوسفاتي (سوبر فوسفات ثلاثي) بمعدل140-120 كغ/هـ بالإضافة إلى 70 كغ سماد بوتاسي (سلفات البوتاسيوم)، ثم تنعم الأرض بواسطة الكالتيفاتور. يزرع المحصول في حال الزراعة المروية ثم تسكب الأرض لتقطع إلى قطع بحيث يمكن ريها عن طريق أقنية لتقديم الري حسب الحاجة.

طرائق الزراعة Planting methods:

يزرع العصفر عادة على خطوط بفاصل 15 - 30 سم عند استخدام بذارة محاصيل الحبوب Grain drill، أو بفاصل 50-75 سم عند الزراعة بالآلآت المتخصصة Row planter. يزرع العصفر في مجموعة الدول المستقلة وفي الهند على خطوط بفاصل 30-45 سم في الزراعات المطرية، أما في الزراعات المروية تتم الزراعة على خطوط واسعة 60–92 سم في المكسيك، و 75 سم في الولايات المتحدة. تبين من خلال دراسة تأثير المسافة بين خطوط الزراعة ومعدل البذور على عناصر الغلة وإنتاجية محصول العصفر (عدد الأفرع، عدد الأقراص الزهرية، وعدد البذور في كل قرص) انه عند زراعة 30 بذرة /م2 ومسافة بين الخطوط 30سم بلغت الغلة 768كغ/هكتار، أما عند زراعة 50 بذرة/م^2 ومسافة 40 سم بين الخطوط كانت الغلة 660 كغ/هكتار، أي انه يجب اعتماد كمية اقل من البذار مع مسافة اكبر بين الخطوط (Rangbar وزملاؤه، 2004).

تؤدي زيادة المسافة بين خطوط الزراعة عن 30 سم إلى ضرورة اللجوء لعمليات عزق إضافية للقضاء على الأعشاب الضارة النامية بين خطوط الزراعة، وقد بينت التجارب أنه عند زراعة العصفر على خطوط واسعة بمسافة 70 سم بين الخط والآخر وفي ظروف الزراعة الجافة زادت نمو الأعشاب الضارة في المسافات بين خطوط الزراعة، مما يعني الحاجة لنفقات إضافية خلال الفلاحات اللاحقة، أما عند الزراعة على خطوط بمسافة لا تزيد عن 30 سم بين الخط والأخر لا يتم اللجوء إلى عمليات العزق الإضافية، لأن نمو الأعشاب الضارة في مثل هذه المسافات البينية يصبح غير مهماً نتيجة مقدرة نباتات العصفر في السيطرة على نمو هذه الأعشاب. تعد الاعتبارات الاقتصادية مهمة جداً في تحديد المسافة بين خطوط زراعة هذا المحصول، التي بشكل عام تتراوح بين 10 – 15 سم (Душков وزملاؤه، 1999).

يمكن أن تتم الزراعة في القطر بواسطة بذارة الحبوب كشيشيان المتوفرة لدى المزارعين وتُعيَر بحيث تؤمن كثافة نباتية بين 15–20 نبات /م2، أي تكون المسافة بين الخطوط 50–60 سم وبين النباتات 15–20 سم، أو يدوياً وذلك بفتح خطوط ووضع البذار على عمق يتراوح بين 2.5–4 سم، ثم تغطى بالتراب. وبينت التجارب المنفذة في منطقة المسلمية بمحافظة حلب أن زراعة هذا النبات كانت أكثر نجاحاً على مسافة 30 سم بين الخطوط، 20 سم بين الجور بالمقارنة مع الزراعة على أبعاد 50×25 سم وكانت الزيادة في الغلة نحو 34% (عزام وآخرون، 1998).

معدل الزراعة Seeding rate

تختلف كمية البذار المستخدمة في زراعة محصول العصفر باختلاف: عمر البذور وسلامتها، طرائق الزراعة، موعد الزراعة. ويفضل استخدام البذور

الكبيرة الحجم في الزراعة (وزن الألف بذرة 40–50 غ)، وأن تكون متجانسة ومغلفة، خالية من الإصابات المرضية والحشرية والكسر والشوائب، ولا تقل نسبة إنباتها عن 90–96% وألا تكون قديمة بحيث لا يزيد عمرها عن سنتين.

تحد الكثافة النباتية العالية من حجم قطاع التربة الذي يشغله المجموع الجذري للنبات، مما ينعكس سلبا على كمية الماء والعناصر الغذائية المتاحة له وهذا يعني حاجة النباتات المزروعة بكثافة نباتية عالية إلى كميات أكبر من الأسمدة للمحافظة على الغلة، وغالباً ما تكون عرضة للجفاف، وخاصة في الزراعات البعلية في البيئات الشحيحة بالمياه. يجب من أجل تحقيق أعلى غلة ممكنة من وجهة نظر علم المحاصيل الحقلية، اختيار الكثافة النباتية المناسبة لتجنب الاستعمال غير الفعال Inefficient use للمصادر البيئية المتاحة في حال وجود عدد قليل من النباتات بوحدة المساحة، والابتعاد عن التأثيرات الضارة الناجمة عن الكثافة النباتية العالية.

يتراوح معدل الزراعة بين 17–45 كغ/هكتار، حيث تستخدم المعدلات الأدنى في حال الزراعة على خطوط واسعة (70–75 سم) والزراعة المطرية. وتكون الكثافة 120–160 ألف نبات/هكتار. يستخدم معدل زراعة 28 كغ/هكتار في الهند، 10–15 كغ/هكتار في مجموعة الدول المستقلة. وقد وجد Hegab (1987) أنّ الزراعة على مسافة 53 سم بين الخطوط قد أعطت غلة أعلى مقارنة مع مسافة 90 سم، وأدت زيادة الكثافة النباتية من 133333 إلى 535333 نباتاً/هكتار إلى زيادة غلة البذور والزيت. بينما أشار Alessi وزملاؤه (1981) أن معدل البذار 17 كغ/هكتار أعطى غلة عالية من البذور التي كانت ذات حجم أكبر، بيد أن تأثير معدل الزراعة كان أقل من تأثير موعد الزراعة في هاتين الصفتين.

ويجب تأمين معدل بذار بحيث يتم الحصول كثافة نباتية بين 20-15 نبات /م^2، لذا يحتاج الهكتار الواحد 20– 120 كغ حسب طريقة الزراعة، حيث يزرع بمعدل 20 – 30 كغ/هكتار عند الزراعة في جور ضمن الخطوط، 50 – 60 كغ/هكتار عند زراعته على سطور ويصل معدل الزراعة إلى 80 – 120 كغ/هكتار عند زراعته نثراً.

موعد الزراعة Planting date

يتوقف موعد الزراعة على عوامل عديدة منها الشروط الحرارية وموسمية هطول الأمطار، التي تؤدي دوراً رئيساً في ذلك، ووجد أن زراعة الطرز الشتوية من العصفر بشكل متأخر في الربيع يؤدي إلى إزهارها بموعد متأخر جداً وانخفاض غلتها من البذور والزيت(Pourdad وزملاؤه، 2003). كما يؤثر موعد الزراعة على مراحل النمو والتطور وغلة محصول العصفر، حيث لوحظ انخفاض طول النبات، عدد الأفرع، عدد الأقراص، وزن البذرة،الوزن الجاف، غلة البذور، محتوى البذور من البروتين بشكل ملحوظ عند التأخير في الزراعة من آذار إلى نيسان وبالوقت نفسه لوحظ تأخر دخول النباتات بمرحلة الإزهار، كذلك قلت عدد الأيام اللازمة للوصول إلى مرحلة النضج Maturity (Koduri وزملاؤه، 2003).

تبين من خلال دراسة تأثير موعد الزراعة على تركيب الأحماض في زيت البذور من خلال زراعة المحصول بأربعة مواعيد : 25 ، 30 نيسان، 5، 25 أيار (نفذت ضمن ظروف حوض البحر الأبيض المتوسط) زيادة محتوى البذور من حامض اللينوليك من 50.86 إلى 55.72 %مع التأخير في موعد الزراعة (Samanci وزملاؤه، 2003). وكان Luebs وزملاؤه (1965) قد

وجد أنّ التأخير بالزراعة من كانون الثاني إلى نيسان أدى ذلك زيادة نسبة الزيت و تناقص الرقم اليودي و محتواه من حامض اللينوليك.

ُتعد الزراعة مع نهاية شهر نيسان أكثر فعالية في المناطق الجافة القارية في مجموعة الدول المستقلة، ويزرع في الهند في نهاية موسم الأمطار الموسمية (من نهاية أيلول وحتى بداية تشرين أول). عموماً، يمكن زراعة العصفر باعتباره محصولاً شتوياً مع القمح والشعير خلال شهر تشرين الأول، تشرين الثاني في المناطق الاستوائية التي لا تنخفض فيها درجة الحرارة كثيراً، ويمكن أن تتم زراعة العصفر مبكراً في الربيع (شباط) في حال عدم حدوث الصقيع الربيعي في المناطق الأخرى. وفي دراسة حول تأثير موعد الزراعة في غلة العصفر من البذور والزيت وجد أنه يمكن الحصول على أعلى غلة من البذور وأعلى نسبة من الزيت عند زراعة العصفر من منتصف أيار أو أبكر قليلاً، لأن التأخير عن هذا الموعد يؤدي إلى نقص في نمو الجذور، وتأخر في النضج (Alessi وزملاؤه، 1981). ولابد من الإشارة إلى أن نمو نبات العصفر في الحقل يتأثر بدرجة كبيرة بموعد الزراعة نتيجة التأثير المتداخل للحرارة وطول الفترة الضوئية، فعند توافر الظروف الأخرى الملائمة للنمو تؤدي زراعته من منتصف أيار إلى أوائل حزيران إلى نموان خضرية جيدة حتى في مرحلة تكوين النورات الزهرية.ويعطي النبات الواحد من 5-10 نورات، وقد وجد أن زراعة الطرز الشتوية من العصفر بشكل متأخر في الربيع يؤدي إلى إزهارها بموعد متأخر جداً وانخفاض غلتها. وأدى التأخير بموعد زراعة العصفر إلى منتصف شهر أيار إلى خفض الوزن الجاف للنبات في وحدة المساحة، عدد الأقراص الزهرية على النبات الواحد،عدد البذور في القرص الزهري الواحد،الغلة من البذور في وحدة المساحة ،معامل الحصاد والغلة من

البتلات،وعند التأخير إلى 8 حزيران حدث الأمر نفسه مع الحصول على أعلى غلة من الزيت وأقل نسبة من البروتين، أما عند الموعد 12 تموز فلم يصل النبات إلى النضج الفيزيولوجي (Dadashi وزملاؤه، 2004).

ووجد Abel (1975) في دراسة تخص تأثير موعد الزراعة على غلة النبات من البذور والزيت أن الزراعة المبكرة من 15 تشرين الثاني إلى 15 كانون الأول في أماكن مرتفعة ذات حرارة منخفضة خلال موسم النمو أدت إلى تأخير النبات في تشكيل الأقراص الزهرية ، كما زادت الغلة من البذور والزيت الناتج من خلال الزيادة الحاصلة بعدد الأقراص الزهرية وعدد البذور في النبات الواحد،وأدى التأخر بزراعة العصفر من 15 كانون الأول إلى 15 كانون الثاني في المناطق الدافئة إلى الحصول على إنتاجية لم تكن مرتفعة بنفس المستوى الذي تم الوصول إليه في حالة الأجواء الباردة.

يزرع العصفر مستقلاً عند الرغبة في إنتاج البتلات، و يتم في هذه الحالة جمعها بمرحلة التفتح التام للنورات الزهرية، حيث يسبب التأخر بانخفاض جودة الأوراق التويجية. موعد الزراعة من تشرين الأول – وحتى كانون الأول، ويتم الحصاد في شباط – آذار. تبلغ الغلة من البذور في الزراعات الخليطة حتى 0.1 طن/هكتار وفي حال الزراعة النقية 0.6 – 0.7 طن/هكتار.

ويزرع العصفر في القطر العربي السوري بعروتين:

العروة الأولى: شتوية تبدأ في منتصف شهر تشرين الثاني، وحتى نهاية كانون الأول، حيث تستطيع الأصناف الشتوية تحمل الحرارة المنخفضة في بدء نموها.

العروة الثانية: ربيعية من منتصف آذار وحتى نهاية نيسان وبعد زوال خطر الصقيع الربيعي وفي هذه العروة يحتاج نبات العصفر إلى الري حسب الحاجة والأمطار.

ويمكن زراعته عروة ثالثة خريفية خلال شهر أيار، وحتى منتصف حزيران. وهذه الزراعة غير اقتصادية حيث ينخفض الإنتاج وبشكل ملحوظ، وكذلك تنخفض نسبة الزيت في البذور وتبقى النباتات متقزمة.

عمق الزراعة Planting depth:

تزرع بذور العصفر على عمق 5–6 وحتى 8 سم، وفي أغلب الأحيان على عمق 7 سم لحمايتها من الطيور.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Cultural practices after planting

الترقيع والتفريد Replanting and thinning:

تنبت بذور العصفر في الظروف الملائمة من حيث حرارة التربة ورطوبتها بعد 10–15 يوماً من الزراعة، وبعد اكتمال الإنبات ووصول البادرات لطول 10–15 سم أي بمرحلة 3 – 4 أوراق لابد من القيام بعملية التفريد وبخاصة في حال الزراعة الكثيفة للحصول على الكثافة النباتية المطلوبة، حيث يراعى عندها المحافظة على أفضل النباتات وعلى مسافة 15–20 سم بين النبات والآخر.قد يضطر المزارع لإجراء عملية الترقيع لتعويض النباتات المفقودة وخصوصاً في الزراعة المروية، وتتمَ بعد أسبوعين وباستخدام بذور حديثة وسليمة مع مراعاة الري إذا كانت الرطوبة غير كافية.

العزق والتعشيب Hoeing and weed control:

لا يحتاج العصفر لأكثر من عزقة واحدة وخاصة في الترب الرطبة وذلك بغية تهوية التربة والقضاء على الأعشاب.تنفذ العزقة الأولى، في حال استخدام المبيدات العشبية، قبل ظهور البادرات بـ 5–6 أيام وذلك لمنع تشكل طبقة قاسية على سطح التربة تعيق ظهور البادرات، وللتخلص من النموات العشبية التي تكون قد بدأت بالظهور، وغالباً ما يتم الاكتفاء بهذه العزقة

(الزراعات المطرية بشكلٍ خاص)، حيث يعد محصول العصفر من المحاصيل المنافسة لمعظم الأعشاب، ونادراً ما يحتاج بعد العزق إلى عمليات مكافحة لهذه الأعشاب وفي حال انتشارها وبكثرة يمكن استخدام مبيدات للأعشاب رفيعة الأوراق والمكافحة اليدوية للأعشاب عريضة الأوراق، وبالتالي قد يضطر المزارع لتكرار العزق في الزراعة المروية والأراضي الموبوءة بالأعشاب أو المتماسكة فتنفذ عزقة أخرى عند ظهور البادرات وعلى عمق 6–8 سم، ثم تليها عزقة أخرى في مرحلة تشكل الزوج الثاني– الثالث من الأوراق الحقيقية وعلى عمق 8–10 سم. يتم العزق يدوياً أو آلياً بوساطة العزاقات الآلية ولاسيما عند الزراعة على خطوط، علماً أن استخدام مبيدات الأعشاب يؤدي لتنظيف الحقل منها والاستغناء عن العزق، فمثلاً يمكن استخدام تريفلان بمعدل 1.2–1.5 كغ/هكتار قبل الزراعة أثناء الفلاحة الأخيرة.

الري Irrigation:

يتم ري العصفر للحصول على مردود عال من البذور من وحدة المساحة مع الإشارة إلى أن الفترة الحرجة في حياة النبات بالنسبة للرطوبة هي قبل الإزهار الأعظمي وخلاله. وقد وجد أن إنتاجاً قدره 4 طن/هكتار تحتاج النباتات يومياً نحو 1م^3 من الماء، وتنخفض هذه الكمية في الزراعة المطرية إلى 40–45 سم^3، وعندها لن تزيد الغلة عن 2 طن/هكتار من البذور.

أثبتت التجارب العديدة تأثير الإجهاد المائي Water Stress في محصول العصفر ونقص الغلة. وتختلف حاجة النبات من الرطوبة للحصول على الغلة المطلوبة حسب الظروف البيئية السائدة، حيث وجد أن الري يعمل على زيادة حجم البذور بينما لم يؤد إلى زيادة نسبة الزيت فيها إلا في حالات قليلة. وجد Hang و Evans (1985) أن تعرض المحصول للجفاف قد أثر في نمو النبات

بشكل عام فأصبحت النباتات صغيرة الحجم، وتغير لون الأوراق، وقصرت طول فترة حياة النبات. كما لوحظ وجود علاقة طردية بين كمية الماء المضافة وطول النبات، وقطر النورة الزهرية، وأن الإجهاد النباتي قد أدى للحصول على نورات صغيرة الحجم، وإزهار ونضج مبكرين.

قد يعرض التأخير بالري لمدة 10–15 يوماً المحصول للإجهاد المائي، مما يؤثر سلباً في غلة المحصول الاقتصادية ولاسيما إذا ما تزامن ذلك النقص مع المراحل الحرجة لحياة النبات، حيث أدى انخفاض كمية مياه الري إلى إجهاد مائي وخاصة في الأماكن المظللة مما أثر سلباً على دليل المساحة الورقية والمسطح الورقي النوعي، وكذلك على كمية الماء الواصلة للبذور (Darbagshahi وزملاؤه، 2004) علماً أن طريقة زراعة العصفر بالاعتماد على مياه الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة تنتشر على نطاق واسع (Иванченко,1993)، لذا ينصح بري العصفر بمعدل 4 ريات وسطياً في فترة انقطاع الأمطار في أواخر الربيع إذا تمت زراعته خلال شهر شباط، حيث تعطى الرية الأولى بعد 20–30 يوماً من الزراعة وحسب الحاجة ثم رية كل 10–15 يوماً مع مراعاة عدم تعطيش النباتات خلال الإزهار وخصوصاً في الجو الجاف (Dry climate) ،ويعطى العصفر في بعض الدول 3–6 ريات حسب ظروف التربة.

النضج والحصاد Maturity and harvest

يتم حصاد العصفر بمرحلة النضج التام ومن علائم النضج الظاهرية: اصفرار الأوراق والعروش النباتية وجفاف معظمها وبدء تساقطها، تحول لون الوجه الخلفي للقرص إلى اللون الأسمر، تصبح البذور جافة وقاسية، تبدأ البتلات بالتساقط. غالباً ما تظهر أعراض النضج هذه بعد مرور 130–160

يوماً من الزراعة حسب الصنف، وهنا لابد من الإشارة إلى إمكانية التأخر بحصاد العصفر من دون أي خوف لكونه يمتاز بمقاومة الرقاد Lodging وانفراط الحبوب Shattering وعدم تعرضه لضرر الطيور. يتم الحصاد يدوياً أو بالسكين أو بالحصادة الدراسة بحصادات القمح نفسها في حال الزراعة الواسعة، ثم يفرط آلياً ويدوياً.

يجب إيقاف الري عند وصول النباتات إلى مرحلة النضج الفيزيولوجي حيث يتم البدء بقطاف الأوراق التويجية عند اكتمال تلونها وتركز الصبغات فيها، وذلك اعتباراً من أواخر شهر نيسان، كون أسعارها مرتفعة، ويمكن أن تغطي عائداتها تكاليف زراعة هذا المحصول وحصاده. وتقطف هذه الأوراق عادة في الصباح الباكر، وتنشر في الظل حتى تجفف ثم تعبأ وتخزن أو تسوق علماً أن قطافها لا يؤثر في عملية التلقيح التي تسبق نضج الأوراق التويجية.

الغلة Yield:

ترتبط غلة بذور العصفر بشكل ايجابي مع عدد الأقراص الزهرية على النبات، وعدد البذور ضمن القرص الزهري (Eseadal وزملاؤه، 1972). وبين Khidir (1974) وجود علاقة ارتباط معنوية موجبة بين إنتاجية العصفر ووزن البذور في النبات، ومحتوى البذور من الزيت، بينما لاحظ وجود علاقة ارتباط سلبية بين كل من وزن الألف بذرة وعدد الأقراص الزهرية مع ارتفاع النبات، وذكر Mathur وزملاؤه (1976) وجود علاقة ارتباط موجبة بين غلة بذور العصفر وطول النبات، وسالبة مع عدد التفرعات على النبات. واستنتجت Manal (1988) وجود علاقة ارتباط سلبية بين ارتفاع النبات وعدد الأقراص الزهرية، وعدد الفروع على النبات، وعلاقة ارتباط

إيجابية مع غلة البذور، كما لاحظت وجود علاقة ارتباط موجبة بين إنتاجية وحدة المساحة وغلة النبات الواحد من البذور، وكذلك وزن الألف بذرة، بينما كانت العلاقة سلبية بين محصول وحدة المساحة من البذور، وموعد الإزهار، والنضج. وتمثل كل من عدد الأقراص في النبات، وعدد البذور في القرص الزهري، ووزن البذور العناصر الأساسية المكونة لغة العصفر (Abdel، 1976).

يعطي الهكتار الواحد 30–70 كغ/هكتار من الأوراق التويجية الجافة، 0.5–3 أطنان/هكتار من البذور، وترتبط الغلة بعوامل عديدة منها: حجم القرص الزهري، حجم البذور، عدد التفرعات على النبات، موعد الزراعة، الصنف، خصوبة التربة، طبيعة الزراعة (مروية، مطرية).

النقاط التي تعترض التوسع بزراعة العصفر في القطر العربي السوري:

1- صعوبة قطف البتلات لكون معظم الأصناف الحديثة ذات أشواك تعيق هذه العملية.

2- النظر إليه كمحصول هامشي وعدم إدخاله في التراكيب المحصولية لكون إنتاجيته متدنية.

3- غياب التسويق المنظم والمضمون للإنتاج.

4- عدم وجود معاصر ملاءمة لعصر بذور العصفر واستخراج الزيت منها.

5- تعرضه للإصابة الكبيرة بحشرة المن.

ولابد من العمل على التوسع بزراعة العصفر لا سيما وأن الظروف المناخية في القطر ملاءمة له، حيث تنجح زراعته في معظم الأتربة المتوسطة الخصوبة وذات pH المعتدلة، وفي تلك المناطق التي لا تنجح فيها زراعة القطن أو الشوندر أو القمح. تجود زراعته في مناطق بيئية عديدة ولا يحتاج إلى عمليات

خدمة بعد الزراعة كثيرة وصعبة التنفيذ وباهظة التكاليف، كما أن ثماره لا تتعرض لمهاجمة الطيور أو للانفراط وبالتالي لا تتساقط بذوره عند النضج، كما يمكن حصاده آلياً ويعطي غلة قدرها 3 طن/هكتار من البذور و70 كغ من البتلات ذات السعر المجزي.

الصفات المهمة في التربية Important Characters

تتلخص مهمة عمليات التربية، واستنباط أصناف العصفر في النقاط التالية:

1) عدم وجود الأشواك على الأوراق.
2) زيادة نسبة الزيت في البذور.
3) زيادة الغلة من البذور.
4) زيادة نسبة اللينوليك أو الأوليك حسب الغرض من الاستعمال.
5) إيجاد أصناف مقاومة للآفات، وبخاصة الأصداء وتعفن الجذور.
6) زيادة تركيز صبغة القرطامين في الأوراق التويجية.
7) خفض نسبة الألياف في البذور لتصبح أكثر استساغة من قبل الحيوان.
8) إيجاد أصناف ذات فترة نمو قصيرة.

الإجهادات البيئية والإحيائية:

أولاً:الأمراض:

1) **مرض عفن الجذور :Root rot** تسبب الرطوبة الزائدة في التربة انتشار مرض عفن الجذور، ونادراً ما يصيب هذا المرض العصفر في سوريا.
2) **مرض الصدأ : Rust** ينتقل هذا المرض بواسطة البذور، وأعراضه وجود بثرات بنية تؤدي بالنهاية إلى تشقق الساق وذبول النباتات، بيد أن معظم الإصابة في سوريا غير اقتصادية، وللوقاية من المرض يعقم البذار قبل الزراعة.

3) **البياض الزغبي:** تتمثل أعراضه بظهور خيوط كالزغب في السطح السفلي للورقة ثم ينتقل إلى سطحها العلوي على شكل بقعة صفراء، ويكافح بأي مبيد فطري وهو لا يسبب خسارة اقتصادية في سوريا.

4) **مرض الفيوزارم : Fusarium Wilt** سببه فطريات موجودة في التربة أو البذور، حيث تهاجم الأنسجة الوعائية في الجذور الحديثة وينتقل عبر النسغ الصاعد ليصل إلى حوامل الأوراق. يكافح باستخدام الأصناف المتحملة وبزراعة بذور خالية من المرض، ولم يلاحظ إصابات بهذا المرض إلا لبعض النباتات في منطقة الاستقرار الثالثة ولا يشكل ضرر اقتصادي لإصابة النباتات في مرحلة متأخرة من عمر النباتات.

5) **مرض الألترناريا : Alternaria blight** يصيب فسائل النباتات والسوق والأوراق، حيث تتلون النسج المصابة بالبني، وتؤدي إلى كسر سوق النباتات وضجعانها مما يؤثر على إنتاجية الأصناف المتأخرة، وتؤدي إلى خفض إنتاجية الحقل ، وموت البادرات في حال الإصابة المبكرة. ينتقل هذا المرض عن طريق بقايا النباتات المصابة من الموسم السابق والموجودة في التربة أو عن طريق البذور وفي حال ارتفاع مستوى الرطوبة الأرضية والجوية ، يكافح باستخدام بذور سليمة، عدم زراعة المحصول بشكل متعاقب، وبخفض الكثافة النباتية لخفض نسبة الرطوبة بين النباتات.

ثانياً:الحشرات:

لا تشكل الآفات الحشرية ضرراً اقتصادياً على زراعة العصفر في سوريا، وأهم الحشرات التي تصيب حقول العصفر:

الديدان القارضة للبادرات والأزهار (Agrotis .spp) Cutter Worm مثل:الجعل (Liogryllus Bimaculatus) (Epicometis hirta) التي تهاجم يرقاته البادرات وتهاجم الحشرة الكاملة الأزهار.

الديدان السلكية (Cardiophorus-rufipes) Wire-Worm Stages ، حيث تتغذى هذه الديدان على البذور المنتشة وجذور النباتات.

حشرة التربس: Thrips.ssp تتغذى على الأوراق والبتلات والأزهار، تكافح هذه الحشرات باستخدام الدورات الزراعية واستخدام مبيدات حشرية متخصصة.

حشرة المن: Aphis تظهر أحياناً إصابات بحشرة المن خلال شهر آذار وأيار، وتزداد الإصابة في حال وجود كثافات نباتية عالية، تكافح هذه الحشرات باستخدام مبيدات حشرية جهازية.

الفصل السادس

اللفت الزيتي

الاسم الانكليزي Rape Seed

الاسم اللاتيني Brassica Campestris

الأهمية الاقتصادية Economic importance:

يعد اللفت الزيتي من المحاصيل الزيتية المهمة، حيث تتميز بذوره بقيمة غذائية عالية تتمثل بمحتواها العالي من الزيت الذي تتراوح نسبته بين 32–50% (الأصناف الشتوية 50%، الربيعية 43%)، ومن البروتين الذي تبلغ نسبته 25%، ويتشابه بروتين زيت اللفت الزيتي بقيمته الغذائية مع بروتين زيت فول الصويا بنسبة 90% كونه يحوي على كافة الأحماض الأمينية الأساسية، عدا حمض اللايسين Laycine الذي تقل نسبته قليلاً،وحمض الميثيونين Methionin الذي تزيد نسبته مقارنة مع الصويا، بالإضافة لإمكانية زراعته خلال فصل الشتاء ولاسيما في مناطق الزراعة المطرية، كما أن إنتاجه من البذور يعادل مردودية المحاصيل الأخرى ولاسيما بعد أن تم استنباط أصناف حديثة تتميز بانخفاض محتوى زيتها من حامض الايروسيك Erucic acid إلى نسبة اقل من 3% من مجموع الأحماض الدهنية، كما انخفضت نسبة الغليكوزيدات السامة إلى أقل من 30 ميكرمول/ غ من الكسبة.

وجد كل من Liu, - Rj; Tang, -Zi من خلال تجاربهم على 401 صنفاً تتبع أنواع مختلفة تتبع جنس Brassica منها 253 صنفاً من نوع napus و99 صنفاً من نوع Campestris و 49 صنفاً من نوع Junacea أن متوسط التركيب الكيميائي لبذورها على النحو التالي: نسبة الزيت 39.5%، نسبة البروتين 26.7%، نسبة حامض الايروسيك Erucic acid 38.2%، نسبة

حامض الأوليك Oleic acid 21%، ونسبة حامض االلينوليك Linoleic acid 17.2%. يتفوق اللفت الزيتي بمجموع محتواه من المواد المفيدة (دهن + بروتين) على الصويا وغيره من المحاصيل البقولية، لذا يعد اللفت الزيتي محصول الزيت الأساسي في عدد كبير من الدول الأوروبية، الأسيوية، والأمريكية. حيث يستخدم في تغذية الإنسان في كثير من دول العالم مثل كندا وأوروبا وأمريكا واليابان وعلى سبيل المثال يمثل زيت اللفت الزيتي 63% من جملة الزيوت النباتية المستخدمة في كندا ، بينما يمثل فول الصويا 24% وزيت عباد الشمس 4% فقط.

استخدم زيت اللفت الزيتي عند بداية زراعته في القرن الخامس عشر في صناعة الصابون، الشحوم، الإضاءة، ولم يستخدم في التغذية البشرية لمحتواه المرتفع من حامض الايروسيك Erucic acid الذي وصلت نسبته في الأصناف القديمة المزروعة في تلك الفترة إلى 58%، غير أن استنباط أصناف حديثة تقل فيها نسبة هذا الحامض عن 3% ساعد على استخدامه في التغذية البشرية ليحتل المركز الثالث بين الزيوت النباتية. ويستخدم زيت اللفت الزيتي حالياً في الطبخ وصناعة المارغرين، المايونيز وفي حفظ الأسماك، الأدوية، أدوات التجميل، النسيج، الجلود، الأصبغة، والطباعة.

ولمحصول اللفت الزيتي أهمية علفية كبيرة وذلك بسبب ارتفاع نسبة الكسبة المتبقية بعد استخراج الزيت، التي تشكل 50% من وزن البذور، وهي غنية بالمواد البروتينية والكربوهيدراتية والأملاح المعدنية جدول(32) وهذا ما يجعل منها علفاً جيداً للحيوانات. ويفضل استخدام الكسبة مخلوطة مع أعلاف أخرى لكونها تسبب بعض الأمراض لدى الحيوانات في حال استخدامها بصورة منفردة، علماً أنه يمكن استخدامه كعلف مجمد (روسيا الاتحادية) وذلك لأن

السوائل بين خلايا نبات اللفت الزيتي لا تتبلور عند درجات الحرارة المنخفضة، أي لا يحدث انفجار أو تدهور الحواجز الخلوية. يحدث خلال فترة التخزين تغير في تركيب الكربوهيدرات، حيث يتشكل السكر بكمية أكبر، كما يستخدم طحين البذور ذا المحتوى العالي من البروتين في مجال تغذية الحيوان.

يعد هذا المحصول كمصدر بديل للسماد العضوي في مزارع اللفت الزيتي، حيث يتم في التربة قلب 10 – 15 طناً من المادة الجافة من الجذور، الأوراق، الساق. ووفقاً لمعطيات الباحثين الروس يتبقى في حقل مساحته هكتار واحد من اللفت الزيتي 6 أطنان من البقايا الجذرية، أي أكثر بـ 6 – 8 مرات أعلى من محاصيل الحبوب النجيلية وبمرتين أكثر من البرسيم.ويمكن أن يصبح اللفت الزيتي كمصدر أساسي للوقود الحيوي وبالوقت نفسه – للبروتين من أجل قطاع الإنتاج الحيواني.

جدول (32): التركيب الكيميائي لبذور اللفت الزيتي وكسبتها.

المادة	البذور (%)	الكسبة (%)
ماء	7.3–5.2	متغيرة
دهون	49.6–37.2	–
بروتين	23.8–19.6	41.9–38.1
مواد غير آزوتية	19.1–17.2	36.6–31.5
سيللوز	7.4–5.8	14.4–11.9
رماد	5.2–4.4	9.8–7.9

يحتوي زيت اللفت الزيتي على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية غير مشبعة جدول (33) ولاسيما الزيت المستخرج من بذور الأصناف ذات المحتوى المنخفض من حامض الايروسيك.

جدول (33): نسبة الأحماض الدهنية (%) في زيت اللفت الزيتي.

الحمض الدهني	زيت عالي المحتوى من Erucic acid	زيت منخفض المحتوى من Erucic acid
Palmitic 16:0	4 – 3	5 – 4
Stearic 18:0	1.6 – 0.6	1.6 – 1.1
Oleic 18:1	14 – 8	48 – 40
Linoleic 18:2	15 – 11	25 – 10
Linolenic18:3	11 – 6	14 – 7
Elcoseneic 20:1	10 – 6	16 – 3
Erucic 22:1	54 – 45	11 – 3

الموطن الأصلي Center of origin:

زرع محصول اللفت الزيتي في الحضارات القديمة في آسيا وحوض البحر ابيض المتوسط، ويعود استخدامه إلى حوالي 2000 عام قبل الميلاد في الهند، وعرف في أوروبا في القرن الثالث عشر، حيث أستخدم أولاً كزيت للإضاءة (Colton و Sykes، 1992). عرفه اليونانيون في القرن السادس عشر وسموه BOUNIAS (Henslow، 1908) . بدأت زراعته بوصفه

محصولاً اقتصادياً في هولندا خلال القرنين 15–16 الميلاديين، حيث كان له دور رائد في برامج استصلاح الأراضي المنخفضة بعد أن انتقل إليها من بعض مناطق الشرق الأقصى. ومن هولندا انتقل إلى بقية دول أوروبا كالدانمرك وألمانيا والسويد وبولونيا ثم روسيا وفنلندا وانكلترا، حيث أدخل في عمليات استصلاح الأراضي في فنلندا بينما استخدم زيته لإضاءة المصابيح في انكلترا. وازداد انتشاره في القرن الثامن عشر، إلا أن فعاليته ضعفت بسبب منافسة الزيت المعدني المستخدم في الإضاءة، ثم عادت أهميته مرة أخرى إبان الحرب

العالمية الأولى، حيث زرع هذا المحصول وعلى نطاق واسع في كندا عام 1942 للحصول على مادة للتشحيم (شحم تزليق لتخفيف الاحتكاك) في السفن الحربية وأصبحت الدولة الأولى بإنتاج بذاره وزيته وتصديرهما، علماً أنه تم استخلاص زيت التغذية أولاً في كندا في عام 1956 (Colton و Potter، 1999) ، بينما كانت زراعته الواسعة في استراليا عام 1969. أصبح اللفت الزيتي شكل (102) أكثر أهمية بالنسبة للعالم الغربي، حيث أخذت زراعته بالتوسع والانتشار على الصعيد العالمي بعد أن تم من خلال عمليات التربية والانتخاب تحسين نوعية الزيت وطرق استخلاصه (OECD Paris 1997)،واستنباط أصناف مؤصلة جديدة تتميز بانخفاض محتواها من حمض الأيروسيك ERUCIC ACID. و ازدادت في وقتنا الحاضر نسبة الزيت في البذور من 35% إلى 45%. ولقد أشار Delobel (1981) إلى أن اللفت الزيتي قد عرف من قبل المهتمين بالتداوي بالأعشاب، وأطلقوا عليه تسميات مختلفة منها: Bunias sive napus. ويعتقد أن موطنه الأصلي هو حوض البحر الأبيض المتوسط ومنها انتقل إلى الهند.



شكل (102): حقل نباتات اللفت الزيتي بمرحلة الإزهار.

المساحة المزروعة:

بعد نجاح الأبحاث المتعلقة باستنباط أصناف جديدة ذات نسبة منخفضة من حمض الأيروسيك في زيت اللفت الزيتي، وزيادة الإقبال على الزيوت النباتية والحاجة الماسة لهذه المادة في ظل ظروف نقص الغذاء في العالم، فقد انتشرت زراعة هذا المحصول كثيراً في مختلف دول العالم، وعلى سبيل المثال تضاعف إنتاج بذور اللفت الزيتي في أوروبا ثلاثة مرات أعلى من زيادة الإنتاج في عباد الشمس، وتسع مرات أعلى من إنتاج الصويا. وأصبح اللفت الزيتي خلال السنوات العشرين الأخيرة المحصول الزيتي الأساس وأهم محصول بروتيني في روسيا البيضاء، حيث بلغت المساحة المزروعة عام 2007 أكثر من 200 ألف هكتار، وشكلت الأصناف الشتوية والربيعية المنتجة فيها حوالي 97 و 99% على التوالي من المساحة المزروعة.

تشير إحصائيات الـ FAO لعام 2006 إلى أن المساحة المزروعة باللفت الزيتي بلغت 22943 ألف هكتار والإنتاج 36146ألف طن والمردود 1575 كغ/هكتار بعد أن كانت في عام 1997 وعلى التوالي 24198 ألف هكتار والإنتاج 35103 ألف طن من البذور بمردود وسطي قدره 1451 كغ/هكتار جدول(34) وقد تركزت هذه المساحة في آسيا. حيث نلاحظ أنّ القارة الأسيوية تأتي في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة، والإنتاج تليها أمريكا الشمالية والوسطى من حيث المساحة المزروعة، وتليها أوروبا في المركز الثاني من حيث الإنتاج ويزرع بمساحات قليلة جداً في أفريقيا وأمريكا الجنوبية.

جدول(34): المساحة المزروعة باللفت الزيتي في قارات العالم (FAO، 2006).

القارة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
آسيا	14305	12212	117043	15726	1191	1288
أمريكا الشمالية والوسطى	5097	5132	6627	7370	1300	1436
أوروبا	3931	4501	10422	11297	2651	2510
أوقيانوسيا	658	1007	–	1626	–	1615
استراليا	655	1005	774	1622	1177	1614
أفريقيا	172	46	184	79	1070	1739
أمريكا الجنوبية	34	45	54	47	1557	1054

وتأتي الصين في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة والإنتاج (FAO، 2006) تليها كندا بالمركز الثاني ومن ثم الهند، ومن حيث المردود من وحدة المساحة تحتل المملكة المتحدة المركز الأول تليها فرنسا، ألمانيا جدول (35).

جدول (35): المساحة المزروعة باللفت الزيتي في قارات العالم (FAO، 2006).

الدولة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
الهند	6813	4419	6960	3842	1022	869
الصين	6790	7200	9540	11410	1405	1585
كندا	4813	4689	6198	6669	1288	1422
فرنسا	988	1080	3468	3341	3528	3094
ألمانيا	918	1268	2843	3638	3096	2869
استراليا	655	1005	774	1622	1177	1614
المملكة المتحدة	463	542	1349	1771	2890	3286
باكستان	354	290	286	250	807	862
بنغلاديش	336	297	249	218	742	733
بولونيا	317	426	595	754	1875	1768
الولايات المتحدة	283	433	416	686	1468	1586
روسيا الاتحادية	280	197	115	192	411	973
التشيك	230	251	572	388	2491	1545
أوكرانيا	163	44	138	35	918	795
روسيا البيضاء	120	80	75	60	639	750
الدانمرك	106	106	295	280	2780	2633
هنغاريا	94	71	138	104	1465	1465
السويد	63	61	120	130	1905	2143
فنلندا	62	75	92	94	1469	1255
النمسا	55	44	102	78	1858	1765
البرازيل	20	32	20	56	1000	1697
الجزائر	16	15	100	27	6250	1800

بينت الإنتاجية الكامنة العالية لمحصول اللفت الزيتي (2.5 – 5.0 طن/هكتار) في الأراضي المختلفة بخصوبتها أنه يمكن بمساعدة هذا المحصول خفض وبشكل جوهري كمية الزيت النباتي المستوردة جوهرياً في روسيا البيضاء مما يسمح باستقرار أسعاره فيها.

تنتشر زراعة اللفت الزيتي في الوطن العربي على نطاق ضيق في بعض الدول كمصر والجزائر والمغرب وتونس وبمساحات محدودة وهناك أمل بانتشار زراعته في المستقبل القريب بعد التقدم الحاصل في زراعته على الصعيد العالمي واستنباط أصناف جديدة متطورة تحتوي على نسب منخفضة من حمض الايروسيك السام ولاسيما أنه تتوافر في الدول العربية متطلباته البيئية مع احتمال نجاح زراعته بعلاً، لكن ومع كل أسف لا تشير المراجع إلى وجود دراسات حول هذا المحصول في أي من الدول العربية المهتمة بزراعته.

هذا المحصول غير مزروع حالياً في القطر العربي السوري وكل ما تم في هذا المجال قيام الهيئة (المديرية سابقاً) العامة للبحوث العلمية الزراعية بإدخال بعض الأصناف من اللفت الزيتي بهدف دراسة كفاءتها الإنتاجية في ظروف البيئة السورية في محاولة لإدخاله للزراعة المحلية، وأجريت بعض التجارب المحدودة على الأصناف المدخلة لمقارنة مدى تأقلمها لظروف الزراعة البعلية في الساحل السوري والزراعة المروية في المنطقة الوسطى (سليمان – أسبر، 1992).

ويعد اللفت الزيتي مهماً للقطر خصوصاً، وأن ما يزرع فيه من محاصيل زيتية أخرى (عباد الشمس، الفول السوداني، فول الصويا، والذرة الصفراء) لا تستخدم في مجال الحصول على الزيوت النباتية، بل تستخدم للتسلية أو علفاً للحيوانات، وبالتالي فإن زراعة هذا المحصول قد تؤدي دوراً مهماً على صعيد الأمن الغذائي، والدورة الاقتصادية الزراعية خاصة

بعد التوسع بزراعته على الصعيد العالمي واعتماد الأصناف ذات النسب المنخفضة من حامض الأيروسيك Erucic acid والنسب المرتفعة من حامض الأوليك وحامض اللينوليك. وهكذا نجد أن إدخال هذا المحصول في الزراعة السورية يعني دعم المحاصيل الزيتية الصناعية بمحصول زيتي جديد لا يقل إنتاجه عن إنتاجية المحاصيل الأخرى مما قد يخفض من كمية الزيوت المستوردة التي وصلت كميتها إلى 130 ألف طن تقريباً بقيمة 70 مليون دولار تقريباً عام 2006 بعد أن كانت الكميات المستوردة قد بلغت 196.71 و 153 ألف طن وعلى التوالي خلال عامي 2005 ، 2004 وفق إحصائيات المنظمة العربية للتنمية الزراعية عام 2007، بالإضافة لإمكانية الاستفادة من الكسبة المتبقية بعد استخراج الزيت في تغذية الحيوان لكونها غنية بالمواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون،علماً أن محتواها من بعض الأحماض الأمينية الأساسية كحمضي الليسين والميثيونين يعادل أو يفوق محتوى بروتين الأكساب الأخرى.وقد تبين من خلال دراسة حول أثر الكثافة النباتية وموعد الزراعة في إنتاج بذور أصناف مختلفة من اللفت الزيتي مزروعة في دمشق ودرعا ونوعيته (وجهاني، 1996). نجاح زراعة هذا المحصول بصورة مروية أو بعلية، حيث تضمنت هذه الدراسة استخدام ثلاثة أصناف هي: DNK 1067/83 شتوي، GOLDA ربيعي، DNK 86/224NA، وثلاث كثافات هي 30، 45، 60 نبات/م^2، ووجد: تفوق الصنف الربيعي GOLDA في الزراعة المروية وتفوقت الأصناف الأخرى في الزراعة المطرية.وأخيراً فإن هذه الزراعة في القطر العربي السوري لا تزال بحاجة لمزيد من التجارب على الزراعة البعلية لتشمل مناطق الاستقرار التي يزيد فيها معدل الهطول المطري عن 300 مم.ويبين الشكل (103) اللفت الزيتي بمرحلة الإزهار.



الشكل (103): نبات اللفت الزيتي بمرحلة الإزهار.

التصنيف النباتي:

تضم العائلة *Brasscicaceae* (الملفوفية) 375 جنساً تقريباً وحوالي 3200 نوعاً نباتياً، التي ينتشر منها حوالي 52 جنساً و160 نوعاً في استراليا .(Jessop و Toelken، 1986)، ومن 160 نوعاً من العائلة *Brasscicaceae* المنتشرة في استراليا نجد منها بعض الأنواع العشبية الضارة والهامة جدا في مناطق زراعة المحاصيل الحقلية في جنوب استراليا، ومن أهم هذه الأجناس التي تعد مهمة جداً من وجهة النظر الاقتصادية والمنتشرة كأعشاب ضارة في استراليا *Raphanus*, *Sinapis*, and *Brassica*، *كما يوجد* في استراليا أنواع أخرى على صورة أعشاب ضارة هامة جداً تتبع هذه العائلة *Sisymbrium* spp. (Rieger et al. 1999) *Hirschfeldia incana*, *Diplotaxis* spp. And يضم جنس *Brassica* حوالي 100 نوعاً بما فيها أنواع *Brassica napus* L., pp. Oleifera الذي يعرف على نطاق

واسع باسم اللفت الزيتي.لاتعد استراليا مكان نشوء *B. napus* بل ظهر في مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط أو شمال أوروبا. حيث يعتقد أنه نشأ نتيجة التلقيح بين نوعين ثنائي الصيغة الصبغية هما B. oleracea и B. rapa.

يعد النوع *B. napus* غير صالح لاستخدامه كمصدر تغذية للإنسان أو كعلف للحيوانات، وذلك بسبب وجود بعض المواد السامة و حمض الايروسيك غير أنه في عام 1970 ظهرت في العديد من الدول برامج تربية هامة جداً تضمنت استنباط أصناف جيدة ذات النوعية العالية كان محتواها من هاتين المادتين السامتين أقل.

ينطبق مصطلح اللفت الزيتي على تلك الأصناف من *B. napus* والتي تتوافق مع مستوى قياسي محدد بدقة من المادتين السابقتين، حيث يجب أن تكون الأصناف الزيتية ذات محتوى منخفض من حمض الايرويسيك (أقل من 2%) وأصناف التغذية ذات محتوى منخفض من الغليكوزيدات (المحتوى الكلي حوالي 30 µ مول/ غ من زيت التغذية الجاف) (Codex، 1999).

الأصناف Varieties:

تمّ الوصول إلى أصناف يوبيلني، روسيتش، وأيضاً الصنف ستارت ذات المحتوى المنخفض من الغلوكوزيدات السامة، مما سمح بإدخال كسبة اللفت الزيتي في تركيب الخلطات العلفية وهذا الأمر فتح مجال واسع لإمكانية خفض سعر الأعلاف المركزة وبالتالي الإقلال من استيراد الصويا. ومع استنباط كل صنف من الأصناف الجديدة تم وبشكل سريع تحديد المتطلبات التكنولوجية له من حيث تحديد معدلات ومواعيد الزراعة بالإضافة لتحديد نوعية مواد المكافحة ومواعيد استخدامها، ولاسيما فيما يتعلق بإتباع الدورات الزراعية المناسبة وعدم

تكرار زراعة هذا المحصول في الأرض نفسها للحد من انتشار الحشرات التي تصيب العائلة Brasscicaceae بمجملها.

المتطلبات البيئية Environmental requirements

أولاً: درجة الحرارة Temperature:

تبدأ البذور بالإنبات عند درجة حرارة 1–3 ْم، ويصبح ظهور البادرات أسرع مع ارتفاع درجات الحرارة،حيث تظهر البادرات شكل (104) بعد الزراعة بنحو 3–4 أيام عند وجود درجة حرارة 15–20 ْ م وتوفر الرطوبة والتربة جيدة التحضير. تتحمل البادرات الصقيع حتى –3 / –5 ْم، واللفت الزيتي الشتوي حتى –10 ْم، الذي تمضي نباتاته فصل الشتاء بشكل جيد عند وجود طبقة ثلجية بسماكة 15 سم أو أكثر. تتمتع النباتات بمرحلة 8 أوراق بمقاومة متوسطة للصقيع فتتحمل درجة –12، –26 ْ م في التربة الجافة ويعود ذلك للمحتوى العالي من السكر في الجذور والأجزاء السفلية من الساق، بينما تتميز النباتات الصغيرة بمرحلة 2–4 أوراق بمقاومة منخفضة للصقيع. عموماً يمكن للبادرات أن تتحمل الصقيع، غير أن الصقيع المتأخر والذي يحدث بصورة نادرة بعد الإزهار يمكن أن يؤدي للحصول على بذور غير ناضجة وانخفاض في الغلة.



الشكل (104): بادرات اللفت الزيتي.

بينت الأبحاث المنفذة في مجموعة الدول المستقلة أن اللفت الزيتي المزروع في المنطقة غير السوداء في روسيا الاتحادية لا يموت تحت تأثير الصقيع الشتوي بل يموت في الربيع تحت تأثير تذبذب درجات الحرارة بين يوم وآخر.

يحتاج ظهور الورقة الواحدة على النبات إلى مجموع درجات حرارة تراكمية قدره 110-120° م.

ثانياً: الرطوبة Moisture:

نبات اللفت الزيتي محب للرطوبة. يتوقف تطور المجموع الجذري وبنيته على رطوبة الهواء الجوي، بينما تتوقف العلاقة بين المجموع الجذري والخضري على رطوبة التربة، وعندما تكون رطوبة التربة بحدودها الدنيا فإن كل 1 سم^2 من المسطح الورقي تقابله كمية أكبر من وزن الجذور.

يؤثر النظام المائي للتربة في عمق المجموع الجذري، حيث تسبب رطوبة 60% من السعة الحقلية تفرع الجذور، ورطوبة أعلى من 75% توقف نمو الجذور، لذا فإن شدة تعمق المجموع الجذري تكون كبيرة في الظروف الجافة وتنخفض في الأراضي الرطبة، ويتضح بالشكل أو بالأسلوب نفسه تأثير التغذية

الآزوتية في نمو المجموع الجذري، ولاسيما أن هذه التغذية تؤثر وبشكل جوهري في تحمل النباتات لظروف فصل الشتاء وسرعة استفادة النباتات من العناصر الغذائية في الربيع.

تعد كمية أمطار مقدارها 200–210 مم خلال الفترة من شهر آب وحتى تشرين الثاني مثالية في أوروبا، وتعد المناطق التي تهطل فيها وبالفترة السابقة نفسها أمطار بمعدل 300 مم غير صالحة لزراعة اللفت الزيتي وذلك بسبب النمو القوي للمجموع الخضري، حيث تزداد خطورة إصابة النبات بالأمراض الفطرية، ولابد خلال فصل الربيع من كمية هطول بحدود 100 مم، أي نحو 40 مم خلال شهري آذار ونيسان، أما خلال فترة الإزهار 20 مم، وزيادة الهطول المطري خلال هذه الفترة تؤثر سلباً في الغلة، ويحتاج النبات من نهاية الإزهار وحتى نضج البذور إلى 70–100 مم. ووجد وجهاني (1996) أن نسبة الزيت والبروتين في بذور اللفت تشكل 60% من مدخرات البذرة وفي كلا الزراعتين المروية والمطرية، حيث تراوحت نسبة الزيت في الزراعة المروية بين 31.5– 40%، ونسبة البروتين بين 21.5–27.6%، وارتفعت نسبة الزيت بالزراعة المطرية إلى 44%، ومقابل ذلك حدث انخفاض في نسبة البروتين 18.5%. مما يدل على وجود علاقة عكسية بين نسبة الزيت ونسبة البروتين في البذور. وشكلت نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأوليك، اللينوليك) 80% من مجموع الأحماض الدهنية وذلك في الزراعة المروية، التي كان فيها نسبة حمض الأيروسيك دون الحدود المسموح بها (أقل من 0.34%)، وفي الزراعة المطرية كانت نسبة الأحماض السابقة أعلى من 85%.

ثالثاً:الإضاءة Light:

يُعد اللفت الزيتي من نباتات النهار الطويل، الذي يسرع انتقال النبات إلى المرحلة التكاثرية، حيث يلاحظ في حال النمو المبكر في الربيع (شباط ، آذار) في ظروف النهار القصير نسبياً تثبط نمو النبات، لكن تستمر عملية التمايز الكامن للإزهار، ومن هنا نلاحظ علاقة الارتباط بين البدء المبكر للنمو الربيعي في النبات وعدد الأزهار وبالتالي الثمار والقرون.

رابعاً: التربة Soil:

يستطيع اللفت الزيتي النمو في مختلف أنواع الأراضي ماعدا الطينية الثقيلة، والرملية (إلا إذا أضيف إليها السماد البلدي) ، والحامضية، والموبوءة بالأعشاب. تناسبه التربة المعتدلة (pH = 6.5-7.2). وقد بينت الأبحاث أن المجموع الجذري لهذا النبات يؤثر بشكل جيد على بنية التربة وعلى رشح أو تسرب الرطوبة فيها مما يؤدي لزيادة إنتاجية ونسبة البروتين في حبوب المحاصيل النجيلية اللاحقة في الدورة الزراعية.كما تنجح زراعته في الأراضي المستصلحة حديثاً والتي لا تجود فيها المحاصيل الشتوية التقليدية.

التسميد Fertilization:

أوضحت الدراسات القليلة حول تأثير التسميد في الغلة من بذور اللفت الزيتي أن زيادة التسميد لحدود معينة وبخاصة في الأراضي الفقيرة تسهم في زيادة الغلة، حيث بين Parini, Mosca, Witte (1976) أن التسميد الآزوتي ساهم في زيادة الغلة من بذور اللفت الزيتي عندما كانت كمية السماد المضافة 120 – 140 كغ/هكتار في السويد، 150 – 200 كغ/هكتار في ألمانيا 120 – 160 كغ/هكتار في فرنسا، 150 كغ/هكتار في إيطاليا. وأوصى

Chone (1976) بإضافة الآزوت بمعدل 120 كغ/هكتار عند زراعة هذا المحصول في الأراضي الفقيرة بالمادة العضوية، وأشار Blteanu (1974) من خلال دراسة تأثير معدل وموعد التسميد الآزوتي والفوسفوري على الغلة من البذور ونسبة الزيت والبروتين فيها إلى أنه تم الحصول على أعلى غلة عندما تم إضافة 100 كغ من الفوسفور في الخريف + 50 كغ من الآزوت في الربيع حيث بلغت الغلة من البذور2826 كغ/هكتار وكانت نسبة الزيت 38.1%، ونسبة البروتين 19.5%، وعند إضافة 100 كغ من الفوسفور في الخريف + 100 كغ من الآزوت في الربيع ، بلغت 2755 كغ/هكتار وكانت نسبة الزيت 38.1%، ونسبة البروتين 19.8%، وكانت هذه المؤشرات وعلى التوالي 2662 كغ/هكتار، 37.6%، 20.4% عندما تم إضافة 100 كغ من كل من الآزوت والفوسفور في الخريف.، علماً أن مردود الشاهد غير المسمد كان وعلى التوالي: 2441 كغ/هكتار، 37.7%، 19%.

يستهلك نبات اللفت الزيتي كميات كبيرة من المواد الغذائية لتشكيل المجموع الخضري ولإعطاء البذور وتكوين الزيت فيها. فقد وجد أنه من أجل تكوين غلة1000 كغ من البذور يحتاج النبات لكمية أكبر من العناصر الغذائية مقارنة بمحاصيل الحبوب النجيلية، وتقدر هذه الكمية بحدود 60 كغ من الآزوت، 24 كغ من الفوسفور، 42 كغ من البوتاسيوم.

يستجيب المحصول للإضافات السمادية وبخاصة الآزوتية والبوتاسية منها، فحسب معطيات المعهد العلمي للأبحاث العلمية للعلف في مجموعة الدول المستقلة وجد أنه عند زراعة اللفت الزيتي علفاً أخضر وللحصول على طن واحد من المادة الجافة لابد من 26 كغ من الآزوت،9.1 كغ من الفوسفور، 39كغ من البوتاسيوم. ونظراً إلى كونه نباتاً محباً لخصوبة التربة فإنه يتم إضافة

10-30 طناً/ هكتار من السماد العضوي للمحصول السابق في الدورة الزراعية، كما تنصح نتائج المعهد السابق بإضافة 60 كغ/هكتار من الفوسفور والبوتاس أثناء الفلاحة الأساسية،50كغ/هكتار أثناء فلاحة ما قبل الزراعة 60-90 كغ/هكتار أيضاً من الآزوت في بداية الربيع للنباتات المزروعة في المنطقة غير السوداء.

لابد من الإشارة إلى أهمية إضافة السماد وفق حجم الغلة المبرمجة مع الوضع بالحسبان خصوبة التربة، الظروف المناخية، المحصول السابق في الدورة الزراعية، كمية العناصر الغذائية اللازمة لتشكيل وحدة واحدة من الغلة معامل استفادة النبات من العناصر الغذائية في التربة ومن السماد المضاف وأخيراً حجم الإنتاج المطلوب تحقيقه. ويعد تحليل التربة أساساً لتقدير الحاجة للإضافات السمادية. وتختلف حاجة النبات من الأسمدة باختلاف مرحلة النمو:

1- يستهلك النبات في فترة النمو الخريفي 20% من كمية الآزوت الكلية.

2- يستهلك النبات في فترة النمو الربيعي 35% من كمية الآزوت الكلية.

3- يستهلك النبات 30% من كمية الآزوت الكلية عند بداية الإزهار، 15% في نهاية الإزهار.

4- ويمتص النبات للبوتاس وبشكل رئيس في بداية الإزهار.

5- ويستهلك النبات الفوسفور والكالسيوم والمنغنيز قبل الإزهار.

6- ويمتص الكبريت من تشكل البراعم وحتى بداية الإزهار.

تتوقف كمية الآزوت المضافة عموماً على المحصول السابق في الدورة الزراعية،استخدام السماد العضوي، وخصوبة التربة، حيث تضاف كمية 20-60 كغ/هكتار عند الزراعة في الأراضي ضعيفة الخصوبة، ووجود محصول سابق مجهد للتربة، وتتم إضافة الجزء المتبقي من الآزوت خلال

مراحل نمو النبات وعلى دفعتين الأولى في بداية النمو الربيعي، والثانية بعد 10-14 يوماً. ويبدي اللفت الزيتي استجابة عالية للأراضي ذات المحتوى الكافي من الكبريت، والمعدل المثالي من هذا العنصر 30-50 كغ/هكتار، يتم تأمينه عن طريق إضافة الأسمدة العضوية (40-50 طناً/هكتار) والمعدنية.

يتم في جمهورية مصر العربية تسميد اللفت الزيتي وفق الآتي: يضاف السماد البلدي، بشرط أن يكون قديما ومتحللاً وخالياً من بذور الحشائش، بمعدل 20 م3 للفدان في الأراضي المستصلحة حديثاً، على أن يخلط بالتربة مع السوبر فوسفات أثناء عمليات إعدادها للزراعة، الذي يضاف بمعدل 200 كغم سوبر فوسفات أحادي 15% أو ما يعادلها من الأسمدة الفوسفاتية الأخرى دفعة واحدة كما يضاف 50 كغ سلفات البوتاسيوم (48%) عند تجهيز الأرض للزراعة أو بعد عملية الخف مع الدفعة الأولى من السماد الآزوتي في الأراضي القديمة والدفعة الثانية في الأراضي الجديد. ويحتاج الفدان إلي 45 – 60 كجم أزوت في الأراضي المستصلحة حديثا تضاف على ثلاث دفعات متساوية في حال الري بالغمر:الأولى عند الزراعة، والثانية عند تكوين 3 – 4 ورقات أو عند الخف، والثالثة عند بداية ظهور البراعم الزهرية، بينما في أراضي الوادي والدلتا تخفض الكمية المضافة إلى 30 كجم أزوت فقط للفدان، تضاف على دفعتين الأولى بعد الخف ،والثانية بعد شهر من الأولى. وعند الزراعة تحت نظام الري بالرش يقسم السماد الآزوتي إلى 6 دفعات متساوية.

تضاف العناصر الصغرى رشا على المجموع الخضري للنباتات في الأراضي المستصلحة حديثا وفي أراضي الوادي والدلتا التي تعاني نقصاً في العناصر الصغرى إما في الصورة المخلبية، أو صورة كبريتات إذا ظهرت أعراض نقص هذه العناصر.

زراعة اللفت الزيتي Sunflower culture:

عند زراعة هذا المحصول لابد من الوضع بالحسبان بعض الخصائص المهمة مثل: صغر حجم البذور، نموه البطيء في المراحل الأولى من حياته، حاجته الكبيرة من العناصر الغذائية وخصوبة التربة.

الدورة الزراعية Crop rotation:

عند زراعة اللفت الزيتي بهدف البذور فإن أفضل محصول سابق له هو الأعشاب المعمرة، المحاصيل المزروعة بهدف السيلاج، وتبوير الأرض. ينصح بعدم تكرار زراعته في الأرض نفسها قبل مرور 4 سنوات على آخر زراعة له، كذلك عدم زراعته بعد محاصيل العائلة الصليبية، وفي الحقول الموبوءة بشدة بالأعشاب التابعة للعائلة نفسها، كذلك عدم زراعته بعد الشوندر السكري لاشتراكهما بالنيماتودا، ويصاب بالسكليروتينا عند زراعته بعد البرسيم.

يشكل اللفت الزيتي مجموعاً جذرياً جيد التطور ويتعمق في التربة لمسافة 3 م مما يعني تكوين أنفاق تهوية في التربة التي تصبح مفككة، وهذا يعني أنه يساهم في تحسين خواص التربة ويزيد من خصوبتها والقضاء على الأعشاب النامية، وقد وجد أن هذا المحصول يترك نحو 6 أطنان من البقايا الجذرية (الشتوي تحديداً) كما أن إفرازاته الجذرية قادرة على تحويل الفوسفور من الشكل غير المنحل إلى صورة قابلة للامتصاص من قبل النبات.

يمكن الاستفادة من اللفت الزيتي سماداً أخضر في الوقت الذي لا تستطيع بالنمو المحاصيل الأخرى ويساعده في ذلك معدل الزراعة القليل ونموه السريع والمقدرة على النمو في درجات الحرارة المنخفضة، حيث وجد أن قلب المادة الخضراء من هذا المحصول في التربة قد أدى لزيادة الغلة من حبوب الرز

بمعدل 1.85 طناً/هكتار، وكانت هذه الزيادة 0.8 طناً/هكتار عندما تقديم المجموع الخضري علفاً للحيوانات (20 طناً/هكتار) وفلاحة بقايا النبات.

يعد اللفت الزيتي محصول سابق ممتاز للشعير، والقمح الشتوي والربيعي والذرة الصفراء بهدف الحبوب، حيث يمنع انتشار الأعفان الجذرية ويقلل من إصابة هذه المحاصيل بالأمراض الأخرى، حيث عندها ازدادت إنتاجية القمح والشعير بنسبة 17 – 34%. وتسمح زراعة هذا المحصول بالحد من تعرية التربة، وغسل الآزوت ووصوله إلى المياه الجوفية، وبالتالي الحد من تلوث التربة والمصادر المائية، لكنه محصول سابق سيَئ بالنسبة إلى زهرة الشمس.

بينت الأبحاث الأخيرة المنفذة في روسيا الاتحادية أن إدخال اللفت الزيتي في الدورة الزراعية بصورة محصولاً سابقاً للحبوب النجيلية يتفوق على تبوير الأرض، وهذا يتم تفسيره على أساس أن المجموع الجذري المتعمق لمحصول اللفت الزيتي يرفع نحو الأعلى من طبقات التربة العميقة الفوسفور والبوتاسيوم غير الفعال أو غير النشط ويغني التربة بالآزوت على حساب الكمية الكبيرة من البقايا الجذرية، حيث كان سابقاً ينصح بزراعة اللفت الزيتي بعد البور ولكن حالياً تتوفر العديد من التقنيات التي تسمح بزراعته بعد أي محصول من خلال استخدام المواد الكيميائية.

يعطي اللفت الزيتي كما هو الحال في العديد من المحاصيل عريضة الأوراق فائدة مهمة في كسر دورة حياة المسببات المرضية التي تصيب النجيليات كما هو الحال في المرض الفطري Fungal disease (*Gaeumannomyces graminis*). كما تفرز جذور اللفت الزيتي مواد ذات تأثير في كسر دورة حياة بعض الأمراض الفطرية (Kirkegaard وزملاؤه، 1998)

تحضير الأرض للزراعة Seedbed preparation

نظراً إلى كون بذور اللفت الزيتي صغيرة جداً فإنه يراعى تسوية سطح التربة لما له من أثر كبير في تجانس نمو النباتات وأطوالها. تختلف طريقة تحضير التربة وعمق الفلاحة باختلاف المحصول السابق في الدورة الزراعية حيث تتم على عمق 10–12 سم عند الزراعة بعد محصول معزوق، 20–22 سم بعد المحاصيل غير المعزوقة. بينت التجارب في روسيا الاتحادية إمكانية الحصول على غلة تزيد من 2 طن/هكتار من البذور عند زراعة الصنف يوبيلني وفق تكنولوجيا الزراعة الحافظة (دون فلاحة).

موعد الزراعة Planting date:

يعد موعد الزراعة ذا تأثير كبير على الغلة من البذور وجودتها، حيث يمكن وعن طريق التحكم بموعد الزراعة التحكم في ظهور الشماريخ الزهرية وعدد النباتات المزهرة، خصوصاً وأن الظروف الجوية التي تتعرض لها النباتات البذرية لا تؤثر فقط في كمية الأزهار العاقدة بل وبكمية البذار الناتج ونوعيته. تبين من خلال الدراسات القليلة المنفذة على نبات اللفت الزيتي بشكل لا يثير الجدل أن لموعد الزراعة تأثيراً كبيراً في سرعة الإزهار وفي كمية المحصول البذري ونوعيته، حيث أشار Weiss (1983) إلى أن الزراعة المبكرة قبل 15 تشرين الأول تعطي نمواً خضرياً كبيراً، بينما أعطت الزراعة المتأخرة إنباتاً ضعيفاً ونمواً غير طبيعي انعكس بدوره على سرعة دخول النبات في أطواره الفينولوجية المختلفة. وفي الهند أوضح .Sharma.; Bhardwaj; Chauhan(1990) أن الإنتاجية ازدادت مع التأخر بموعد الزراعة من

15 تشرين الأول إلى 25 تشرين الثاني، وذكر Zamfirescu (1961) أن التأخر بزراعة اللفت الزيتي الربيعي حتى بداية أيلول أدى إلى انخفاض في الغلة بنسبة 35 – 45% لعدم تمكن النبات من الوصول لمرحلة النمو الضرورية لاجتياز مرحلة الإرتباع.

أشار Akhter Beg (1993) إلى أن بيئة البحر الأبيض المتوسط بما تتضمنه من درجة حرارة وأمطار خلال فترة النمو الواقعة من تشرين أول وحتى أيار، تساعد في نجاح زراعة المحصول لأنها تسمح للنبات بالدخول السريع في أطواره الفينولوجية المختلفة، فقد تراوحت إنتاجية النبات الواحد من 12.26 – 33.6 غ عندما تمت الزراعة في بداية تموز انخفضت لتتراوح بين 0.32 – 6.78 غ/نبات عندما تأخرت الزراعة إلى شهر آب.وفي مصر يزرع خلال شهر تشرين أول وبالتحديد في النصف الأول منه، حيث يؤدي التأخير عن ذلك الموعد إلي نقص في المحصول ، بالإضافة إلى سقوط أمطار غزيرة تعوق خدمة الأرض قبل الزراعة .أما بالنسبة إلى تأثير موعد الزراعة على نسبة الزيت في بذور هذا المحصول أوضح Hodgson (1979) أن نسبة الزيت كانت مرتفعة في الزراعة المبكرة، حيث تأثرت نسبة الزيت عكسياً بمتوسط درجات الحرارة اليومية خلال فترة نضج البذور، كما بينت هذه الدراسة بالوقت نفسه انخفاضاً في محتوى البذور من البروتين.

بيّن وجهاني (1996) أنّ أفضل موعد للزراعة المروية في سوريا هو من منتصف أيلول وحتى منتصف تشرين أول، حيث تفوق موعد الزراعة في 15 أيلول على بقية المواعيد، كما يجب أن تتم الزراعة المطرية بعد هطول الأمطار، حيث تفوق الموعد الثاني (1 كانون الأول) وبموسم واحد فقط.

تتم زراعة اللفت الزيتي الشتوي في دول أوروبا قبل موعد زراعة الحبوب الشتوية بـ 2–3 أسابيع ليتمكن النبات من تكوين باقة ورقية جيدة، ويتمكن مجموعه الجذري من التعمق في التربة، ويزرع اللفت الزيتي الربيعي في موعد زراعة الحبوب الربيعية، غير أن موعد الزراعة يتوقف على الظروف المناخية وخصائص الصنف، فمثلاً يزرع في الجزء الأوروبي من مجموعة الدول المستقلة في العشر الأخير من شهر نيسان، وفي سيبيريا الغربية في النصف الثاني من شهر أيار. ولابد من الإشارة هنا إلى أن بادرات اللفت الزيتي الشتوي المزروع متأخراً أقل قدرة على تحمل الصقيع الربيعي من بادرات اللفت الربيعي، وهذا يتم تفسيره على أساس الخصائص البيولوجية التي تزيد من تحمله للصقيع بشكل تدريجي في الخريف من الإنبات، وحتى تشكيل باقة ورقية، لذا يؤدي موعد الزراعة المتأخر لغلة منخفضة. وعموماً يضمن موعد الزراعة المثالي الحصول على غلة عالية من الزيت والبروتين من وحدة المساحة، كما يضمن الحصول على بذور عالية النوعية وجيدة الحيوية (جدول، 36).

جدول (36) تأثير موعد زراعة اللفت الزيتي الربيعي في الإنتاجية ومحتوى البذور من الزيت.

موعد الزراعة	الإنتاجية (طن/هكتار)	محتوى البذور (%) من		نسبة إنبات البذور(%)
		الزيت	البروتين	
5–6 أيار	1.34	43.4	31.1	97.4
15–16 أيار	1.58	44.1	31.6	98.8
25–26 أيار	1.74	45.0	30.7	95.7
3–4 حزيران	1.19	44.4	30.6	94.7

(وفق معطيات معهد الأبحاث العلمية الزراعية – سيبيريا، روسيا الاتحادية).

طرائق الزراعة Planting methods:

تتم زراعة اللفت الزيتي الشتوي أساساً على سطور بفاصل 15 سم وهذا يضمن أفضل توزيع للنباتات في الحقل، وقدرة أفضل لسيطرة نباتات المحصول على نمو الأعشاب الضارة وتحمل ظروف فصل الشتاء البارد، وتؤثر طريقة الزراعة في الإنتاجية، وهذا ما تدل عليه معطيات معهد أبحاث كرسنادار الزراعي (جدول، 37).

جدول (37): تأثير طريقة الزراعة في الغلة من الوزن الأخضر.

طريقة الزراعة	الغلة من الوزن الأخضر (طن/هكتار)
سطور 15 سم (شاهد)	35.96
خطوط بفاصل 30 سم	34.36
خطوط بفاصل 40 سم	28.57
أثلام بفاصل 22.5 سم	35.66
أثلام بفاصل 45 سم	27.44

تعد الزراعة الآلية من أفضل طرق زراعة هذا المحصول ، حيث تحضر الأرض جيداً وتسوي بصورة جيدة ، ثم تتم الزراعة في سطور علي مسافة 40 سم بين السطرين، ويجب ألا يزيد عمق الزراعة عن 2 سم من سطح الأرض، وفي حالة عدم توفر الآلات تتم الزراعة بالطريقة اليدوية في جور علي مسافة 10 سم بين الجور وعلي ريشة واحدة مع ترك نباتين بالجورة بعد الخف، وبذلك نصل إلي العدد المناسب وهو 35 – 40 نبات في المتر المربع .

معدل الزراعة Seeding rate:

تؤدي المساحة الغذائية المخصصة للنبات البذري دوراً مهماً في الغلة من البذور وجودة المنتج. وتؤكد الدراسات المنفذة على محاصيل زيتية مختلفة هذا الأمر، حيث لا ينحصر تأثير الكثافة في كمية الغلة من البذور فحسب بل في كمية الزيت الناتج ونوعيته. ففي دراسة أجريت على محصول عباد الشمس أشار Minkevici (1933) إلى إمكانية الحصول على حجم مثالي من الغلة عند زراعته بكثافة تتراوح بين 42 – 55 ألف نبات/ هكتار، وفي رومانيا أوضح Sipos (1978) من خلال دراسته على تأثير الكثافة النباتية في غلة اللفت الزيتي إمكانية الحصول على غلة 2600 عند زراعته بكثافة 30 و 50 ألف نبات/هكتار وغلة 2800 كغ/هكتار من البذور عند زراعته بكثافة 40 ألف نبات /هكتار. وبالرغم من قلة الدراسات التي أجريت على نبات اللفت الزيتي إلا أن جميعها أكدت على وجود علاقة بين الكثافة النباتية المستخدمة والغلة من البذور، حيث أشارMaiz (1979) إلى أنه يجب ألا تقل الكثافة المثالية من هذا المحصول عن 60 – 70 ألف نبات/هكتار بينما حصل Bilteanu (1978) على إنتاجية عالية عندما تراوحت الكثافة النباتية بين 130 – 167 نبات/ م^2. كما أشار كل من Ghoshi و Mukhopadhyay (1989) إلى زيادة الغلة من البذور مع زيادة الكثافة من 167 – 222 – 333 ألف نبات/هكتار لتصل الإنتاجية إلى 1286 كغ/هكتار، ومن جهته أوضح Sipos (1978) أيضاً وجود علاقة بين الكثافة النباتية ونسبة الزيت في بذور اللفت الزيتي، التي ازدادت مع زيادة الكثافة النباتية من 20 ألف نبات/هكتار (48.2%) – 30 ألف نبات هكتار (48.6%) – إلى 40 ألف نبات/هكتار (49.3%) لتصل إلى أعلى نسبة 50.1 % عند كثافة 50 ألف نبات/هكتار لتنخفض نسبة الزيت إلى 44.7% عند كثافة

60 ألف نبات/هكتار. وأشير إلى أن زيادة الكثافة النباتية تقلل من كمية الثمار المتشكلة على النبات الواحد، وبالوقت نفسه تزداد مساحة المسطح الورقي مما يعني تكون ثمار جيدة النوعية، وعلى الرغم من تدني الإنتاج البذري للنبات الواحد فإن زيادة الكثافة تعوض النقص الحاصل في غلة النبات، وتضمن الحصول على غلة عالية من وحدة المساحة وذات النوعية الجيدة، لكون الكثافة العالية تقلل من تفرع النبات (ظهور الأفرع المتأخرة من الدرجتين 3 – 4 المتأخرة في نضجها) وتسرع من نضج البذور من دون أن تؤثر الكثافة على وزن الألف بذرة. وبين وجهاني (1996) تفوق الكثافة النباتية 60 نبات/م^2 على 45 ، 30 نبات/م2، وبغض النظر عن كون الزراعة مروية أم مطرية.

بشكل عام يختلف معدل الزراعة باختلاف خصوبة التربة والخصائص الصنفية وطريقة الزراعة، فمثلاً عند الزراعة على خطوط بفاصل 15، 30 سم تم الحصول على أعلى غلة عند معدل بذار 1.3 مليون بذرة/هكتار، وعند الزراعة على خطوط بفاصل 45سم تم الحصول على أعلى غلة عند معدل بذار 1.6 مليون بذرة/هكتار. أما فيما يتعلق باللفت الزيتي الربيعي فيزرع على سطور بمسافة 15 سم ومعدل زراعة 2.5–3 مليون بذرة/هكتار (10–12 كغ/هكتار).
وبينت نتائج الدراسات في محطة أبحاث سيبيريا التابعة لمعهد الأبحاث العلمية للمحاصيل الزيتية في روسيا الاتحادية أن انخفاض أو زيادة معدل الزراعة عن هذه الحدود يؤدي لتدني الغلة من الحبوب (جدول، 38).

جدول (38): تأثير معدل الزراعة على إنتاجية اللفت الزيتي الربيعي.

معدل البذار (مليون بذرة/هكتار)	الإنتاج (طن/هكتار)	عدد القرون على النبات	عدد البذور في القرن	وزن الألف بذرة (غ)
1	1.27	48.4	19.0	3.74
2	1.34	41.4	18.6	3.73
3	1.41	29.5	19.3	3.74
6	1.37	26.2	18.3	3.70

ويفضل خلط البذور عند الزراعة مع السوبر فوسفات المحبب، أو الرمل.الخ من أجل ضمان تجانس توزيع البذور في السطر الواحد، مع الإشارة إلى أنه عند استخدام السوبر فوسفات تحسب كميته من ضمن الكمية الواجب إضافتها وبما يتوافق مع الشروط المناخية والأرضية لمنطقة الزراعة، ويتراوح معدل اللفت الزيتي الشتوي بين 12–18 كغ/هكتار، وهي أعلى من معدل زراعة اللفت الزيت الربيعي.

عمق الزراعة Planting depth:

تتم زراعة بذور اللفت الزيتي الشتوي على عمق 2–3 سم مع إمكانية زيادته حتى 4–6 سم عندما تكون هناك خطورة لجفاف الطبقة السطحية من التربة (أراضي متوسطة)، ويكون عمق الزراعة 3–4 سم فقط في الأراضي الثقيلة. و تتم زراعة بذور اللفت الزيتي الربيعي على عمق 3–4 سم مع إمكانية زيادته حتى 4–5 سم عندما تكون هناك خطورة لجفاف الطبقة السطحية للتربة.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Cultural Practices after Planting:

a) يتم عند زراعة اللفت الزيتي الشتوي إجراء عزقة قبل الإنبات بهدف كسر قشرة الطبقة السطحية الجافة للتربة.

b) أما ما يتعلق بمكافحة الأعشاب فيمكن اللجوء لاستخدام المبيدات مثل تريفلان بمعدل 2.5–3 ل/هكتار قبل الزراعة.

c) يتم استخدام المكافحة الكيميائية للآفات المختلفة مع ضرورة عدم اللجوء إليها خلال فترة الأزهار حتى لا يتأثر نشاط النحل.

d) يعطى اللفت الزيتي رية كل 15 – 21 يوما حسب طبيعة التربة والأحوال الجوية السائدة وحالة نمو النباتات ، وفي حالة سقوط أمطار بكميات كافية يستغني عن الري خلال فترة الهطول، ويراعى عدم تعريض النباتات للعطش خلال فترة تكوين البذور وخلال فترة النضج الفسيولوجي، حيث يحتاج النبات إلى الري حتى ظهور علامات النضج للمساعدة علي امتلاء البذور، التي تصبح ضامرة غير ممتلئة في حالة عدم الري.

الحصاد Harvest:

نبات اللفت الزيتي متفرع وفترة الإزهار فيه طويلة، حيث تصل الفترة الفاصلة بين تفتح زهرتين متتاليتين على النبات حتى 25–30 يوماً، ويقل هذا الفاصل نوعاً ما مع تفتح القرون.

أهم علامات النضج هي جفاف الأوراق واصفرار القرون وتحول لون البذرة إلي اللون البني في القرون الطرفية واللون الأسود في القرون السفلية والوسطية علي النباتات. ويعد تحديد الموعد الأمثل أمراً صعباً جداً ويتوقف على مدى انفراط القرون عند النضج، لذا يفضل اللجوء إلى الحصاد على مرحلتين وبخاصة في الجو الجاف، حيث يتم في المرحلة الأولى جمع النباتات عند سقوط الأوراق السفلية ويصبح لون 50% من القرون على النبات الواحد أخضر ليمونياً شكل (105)، وتكون رطوبة البذور 30–40% وتقطع النباتات على ارتفاع 15 سم، ثم تترك النباتات في أكوام علي هيئة هرم لتمام الجفاف مدة 7 – 10 أيام مع مراعاة عدم تأخير الحصاد حتى لا تنفرط الثمار، ومن ثم في المرحلة الثانية يتم فرط القرون عندما تنخفض رطوبة الحبوب إلى 10–11%. كما يمكن تنفيذ الحصاد على مرحلة واحدة باستخدام حصادات الحبوب الصغيرة المعدلة لتناسب حصاد المحاصيل ذات الحبوب الصغيرة الحجم جداً شكل (106)

(107)، مع مراعاة تقليل سرعة الدوران بحيث يتم وبشكل سهل انسياب البذور المحصودة إلى صندوق الحصادة أو إلى الأكياس عند التعبئة المباشرة للإنتاج. ينفذ هذا الحصاد بمرحلة النضج التام في ساعات الصباح الباكر مع مراعاة عدم التأخير، لكون النباتات الناضجة غير قادرة على البقاء في الحقل لفترة زمنية طويلة. ويتم في حالة الحصاد اليدوي فصل البذور عن القرون بدق النباتات بالعصي على مفرش أو استخدام ماكينة الدراس ثم غربلة البذور وتعبئتها.

الغلة Yield:

يتراوح متوسط إنتاج الفدان في مصر (الفدان = 4.2 هكتار) بين 900 – 1500 كغ من البذور طبقاً لمدى تطبيق التوصيات الفنية، إضافة إلى المخلفات التي يمكن استخدامها علفاً بعد إضافة المولاس واليوريا إليها. لقد تم في روسيا الاتحادية في عام 2007 الوصول إلى غلة قدرها 2.3 طن/هكتار من بذور اللفت الزيتي وصلت نسبة الزيت في البذور الناتجة من بعض الحقول إلى 50 وحتى 52%، وهذه عملياً تعادل نسبة الزيت في نبات زهرة الشمس الزيتي. وقد تم ذلك من خلال توجيه العمل نحو الحصول على أصناف وهجن عالية الإنتاجية، تنضج نباتاتها بوقت واحد وقابلة بالتالي للحصاد الآلي، ومتحملة للآفات الزراعية الرئيسة المنتشرة في مناطق زراعة هذا المحصول، مع إمكانية التحسين اللاحق للتركيب البيوكيميائي للبذور، والحد من ظاهرة الانفراط.

تعد مسألة خزن بذور اللفت الزيتي مشكلة كبيرة، لذا يجب تجفيفها لخفض رطوبتها إلى نسبة 8 – 9% عند الرغبة بتخزينها لفترة طويلة جداً.



الشكل (105): اللفت الزيتي بمرحلة النضج.

تتم زراعة اللفت الزيتي الشتوي لاستعماله علفاً أخضر في بداية الربيع، حيث يتم أخذ حشتين الأولى بعد 50–60 يوماً من ظهور البادرات، عندما يصل النبات لطول 50–60 سم، ويتم فيها قطع النباتات على ارتفاع 10–12 سم عن سطح التربة، وتأتي الحشة الثانية بعد 45–50 يوماً من الحشة الأولى، التي بعدها لابد من إضافة 60 كغ/هكتار من الآزوت. وبينت التجارب إمكانية الحصول على 2–4 حشات بمثل هذه الزراعة تعطي 70 طناً علفاً أخضر أو 8 أطنان وزناً جافاً/هكتار، أي ما يعادل 8 آلاف وحدة علفية و200 كغ/هكتار بروتيناً.



الشكل (106): حصاد اللفت الزيتي آلياً.



الشكل (107): آلة حصاد اللفت الزيتي في التجارب الحقلية.

تكنولوجيا الحصول على غلة عالية من بذور اللفت الزيتي:

يعد اللفت الزيتي الشتوي محصولاً عالي الغلة نوعاً ما في أوكرانيا، والتي تعتمد على تكنولوجيا زراعته وفق المراحل التالية:

1) زراعته بدورة زراعية تتضمن التناوب مع القمح، ويتم هنا تعقيم الحقول.
2) تسمد الأرض بإضافة 50كغ/هكتار من الآزوت، 40 كغ من الفوسفور و50– 60 كغ/هكتار من البوتاسيوم.
3) تحرث التربة على عمق 18 – 22 سم وذلك قبل الزراعة بنحو 3 – 4 أسابيع، ويمكن في بعض الحالات النادرة إجراء هذه الفلاحة قبل الزراعة مباشرة، ومن ثم تنفذ فلاحة قبل الزراعة مباشرة. وبينت الدراسات المنفذة في أوكرانيا على عدم فعالية الحد الأدنى من الفلاحات، حيث تم الحصول على أفضل النتائج عند إتباع الطريقة المشار إليها أعلاه لكونها تضمن امتصاص النباتات للآزوت من التربة بصورة كثيفة خصوصاً وأن اللفت الزيتي شديد الطلب لهذا العنصر الغذائي.
4) يزرع اللفت الزيتي آلياً بالبذارة على سطور بمسافة 11.5 – 13.5 سم، وعلى عمق 1.5 – 2 سم، وعلى 2.5 سم في الأراضي الرملية.
5) تستخدم في الزراعة أصناف، هجن عالية الإنتاجية " ليمبكس، بالدور، آرتوس ... وغيرها.
6) يختلف معدل الزراعة المستخدم تبعاً لحيوية البذار المستخدم وغيره من العوامل المؤثرة، بحيث نضمن الحصول على 48 – 60 بادرة /م^2 ، على أن تكون الكثافة النباتية بمرحلة الحصاد 30 نبات/ م^2 ، حيث تشير التجارب إلى أنه يمكن الحصول على الغلة نفسها عند زراعة هذا المحصول بكثافة 30 أو45 نبات/م^2 . كما بينت زراعة اللفت الزيتي في جمهورية أوكرانيا

أنه تم الحصول على غلة قدرها 3.5 طن/هكتار عند كثافة نباتية بمرحلة الحصاد تتراوح بين 35 و 20 نبات/م^2، وهذا يعتمد على التقنية المتبعة في زراعة هذا النبات، حيث يجب في حال الكثافة الدنيا العمل على الحد من نمو الأعشاب الضارة باستخدام المبيدات العشبية المناسبة، التي تحمل كميات كبيرة من الآزوت الضروري لتفرع نبات اللفت الزيتي، والذي يتميز بقدرته على البدء مبكراً جداً في الربيع حتى قبل بدء محصول القمح الشتوي بالنمو.

7) يضاف للمحصول 70 – 80 كغ/هكتار من الآزوت مما يساعد على تسريع بدء نمو النبات في الربيع، ثم يتم إضافة دفعتين من السماد الآزوتي وبمعدل 100 – 120 كغ/هكتار مادة فعالة.

8) يتم مع دخول النبات بمرحلة التبرعم الاستعداد لمكافحة الآفات المختلفة، كما يتم بهذه المرحلة إضافة البور بمعدل 150 كغ/هكتار من أجل تقوية الساق وكامل النبات وجعله متحملاً للصقيع.

9) يعد تحديد موعد الحصاد من الأمور الهامة جداً، لكون نضج القرون في اللفت الزيتي يبدأ من الأسفل نحو الأعلى ، حيث تكون القرون العلوية خضراء والسفلية جافة. ويتم الحصاد عندما تكون رطوبة البذور بنسبة 12 – 13% وغير ذلك يسبب زيادة الفقد في الحصادة. لكن يتم أحياناً البدء بحصاد الحقول عندما تكون رطوبة البذور 18%، بحيث مع نهاية الحصاد انخفاض الرطوبة إلى 8 – 9% وهذا يتطابق مع الأسبوع الأخير من تموز وينتهي في الأسبوع الأول من شهر آب.

10) تتراوح الغلة من البذور بين 2.44 و6.13 طن/هكتار وبالمتوسط 3.5 – 4 طن/هكتار.

11) يتحمل اللفت الزيتي درجة حرارة – 32ْ م عند وجود طبقة ثلجية بسماكة 10 سم بمرحلة 4 – 6 أوراق، على ألا تزيد الكثافة النباتية عن 15 نبات/م^2 ، وغير ذلك يعني إضعاف النباتات بعضها لبعض، لذا كان ينصح سابقاً بزراعة اللفت الزيتي بمعدل 1.2 مليون بذرة/ هكتار وحالياً لا تزيد عن 0.5 مليون بذرة

إنتاج الوقود من اللفت الزيتي:

تم العمل في ألمانيا وأوكرانيا على إنتاج مشترك للوقود الحيوي ويشير المسؤولون في وزارة السياسات الزراعية الأوكرانية إلى أن هذا المشروع قد بدأ في نيسان في 2005، علماً أن الطلب على مثل هذه الطاقة يزداد يوماً بعد آخر للأسباب التالية: لكونه نظيفاً بيئياً ، ولكونه أرخص من أنواع الوقود الأخرى في وقتنا الحاضر. لقد عمل الألمان على الحصول على الطاقة من اللفت الزيتي منذ سنوات عديدة لتصبح ألمانيا حالياً الدولة الأوروبية الأولى في مجال إنتاج الوقود الحيوي ، حيث يزرع هذا المحصول بمساحة تزيد عن مليون هكتار، وتنمو مصانع استخلاص الوقود منه كما ينمو الفطر بعد هطول الأمطار. وقد ازداد الطلب على الوقود بشكل كبير في ألمانيا، وأصبحت زراعة اللفت الزيتي فيها غير كافية لذلك لجأ الألمان للبحث عن شركاء آخرين بما فيهم أوكرانيا. حيث يوجد بين ألمانيا وأوكرانيا أمل كبير في التعاون بينهما. ومع أبريل 2005 دخل المزارعون الألمان من أجل تحديد مجالات أو آفاق التعاون بين البلدين والتوقيع على أولى الاتفاقيات لتتمكن شركات النقل الأوكرانية من تسيير آلياتها على الوقود الحيوي المنتج في أوكرانيا. وتعمل وزارة الزراعة الأوكرانية على زراعة اللفت الزيتي بديلاً للنفط: حيث نشرت وزارة السياسات الزراعية الأوكرانية برنامج تطوير إنتاج الوقود الحيوي خلال الفترة حتى عام 2010

ويتبين فيها أن حصة الوقود الحيوي المستخدم سيزداد بنسبة 33%، لكن الخبراء يعتقدون أنه من بذور اللفت الزيتي سيتم إنتاج الزيت بغرض التصدير فقط.

تشير معطيات السياسات الزراعية الأوكرانية إلى أن حاجة المجمع الزراعي الصناعي من وقود الديزل تبلغ 1.8 مليون طن، و 620 ألف طن من البنزين سنوياً. كما تشير معطيات الجهات الزراعية المختصة إلى أن المساحة المزروعة باللفت الزيتي في عام 2005 بلغت في أوكرانيا 195 ألف هكتار أي مايعادل 0.75% من المساحة الزراعية البالغة 26 مليون هكتار، وكانت الغلة من البذور 260 ألف طن. ووفقاً للخبراء فقد بلغ إنتاج أوكرانيا في عام 2004 من الوقود الحيوي 20 ألف طن. وتطمح أوكرانيا من خلال البرنامج المذكور أعلاه زيادة المساحة المزروعة باللفت الزيتي إلى 10% من كامل المساحة الزراعية فيها، وذلك حتى عام 2010، حيث يضمن تحويل 75% من إنتاج اللفت الزيتي إلى وقود حيوي تأمين حاجة القطاع الزراعي من مصادر الطاقة.كما يشير البرنامج السابق إلى ضرورة بناء ثلاثة مصانع لإنتاج الوقود الحيوي حتى عام 2008، و20 مصنعاً آخراً حتى عام 2010 باستطاعة لاتقل عن 623 ألف طن / عام. وبهذا الشكل ستزداد حصة الوقود الحيوي إلى 33% من إجمالي حجم الوقود المستخدم.

وأشارت الجهات المالية إلى أن تنفيذ هذا البرنامج يحتاج إلى ميزانية قدرها 12.1 مليون منها 1.03 من ميزانية أوكرانيا والباقي يتم تأمينه من خلال مصادر وطنية وأجنبية. كما تشير الحسابات إلى أن حجم النفقات لبناء مصنع بطاقة 100 ألف طن من الوقود الحيوي/ عام، وبالوقت نفسه تكوين مجمل التكنولوجيا الزراعية اللازمة لزراعة 100 ألف هكتار باللفت الزيتي (لضمان عمل المصنع السابق) حوالي 170 مليون يورو. لذا يعتقد الخبراء

بصعوبة تحقيق البرنامج السابق في القريب العاجل، وبالتالي فإنه من المتعذر خلال 2 –3 سنوات القادمة بناء المصانع الخاصة بالحصول على الوقود الحيوي من اللفت الزيتي، مما يجعل من وجهة النظر العملية تحويل كامل كمية اللفت الزيتي المنتجة في أوكرانيا إلى زيت اللفت الزيتي الذي يصدر إلى أوروبا، حيث يبلغ سعر الطن منه 600 – 700 دولار، بينما يتم شراء الطن الواحد من البذور في السوق الداخلية بـ 200 – 250 دولار/طن. لذا تم في عام 1998 في إقليم فينيتسك في جمهورية أوكرانيا البدء ببرنامج " اللفت الزيتي" من خلال بعض الشركات الزراعية العملاقة التي تقوم بزراعة ثلاثة أنواع من المحاصيل الزيتية، وتعد بمثابة المركز الرئيس لإنتاج زيت اللفت الزيتي في أوكرانيا.

تبرز أهمية زراعة اللفت الزيتي في تلك المنطقة من خلال الأمور التالية:

1- يتم حصاد بذور اللفت الزيتي خلال شهري تموز – آب مما يضمن للشركات تأمين السوق بزيت من بذور المحصول الجديد.

2- تتوافر في المناطق الغربية والوسطى من أوكرانيا الظروف الزراعية المناخية الملائمة من أجل نمو اللفت الزيتي.

3- يعد زيت اللفت الزيتي ذا مجال واسع من حيث استخدامه وذلك بالمقارنة مع عباد الشمس: باعتباره مادة خاماً في الصناعات الكيميائية، ومادة خاماً لإنتاج الوقود الحيوي.

ووفقاً لمعطيات الوكالة الدولية للزيوت في العام الحالي تستمر الأرجنتين بزيادة حجم صادراتها من الوقود الحيوي حيث بلغت الكمية المصدرة منه خلال الربع الأول من عام 2008 حوالي 115 ألف طن.

الإجهادات البيئية والإحيائية:

الآفات الحشرية:

تتعرض نباتات اللفت الزيتي للإصابة بالعديد من الآفات الحشرية والحيوانية من أهمها اقتصادياً – حشرة المن التي تسبب ضرراً للمحصول، بامتصاصها للعصارة النباتية، ونقل الأمراض الفيروسية، وانتشارها بين النباتات . ولمكافحة هذه الحشرة يوصي بإتباع ما يلي: الاعتدال في التسميد الآزوتي والري، إزالة الحشائش والنباتات المصابة، وزراعة الأصناف الأكثر مقاومة للإصابة .

الآفات المرضية:

يمكن أن يصاب محصول اللفت الزيتي بالأمراض الآتية: موت البادرات وأعفان الجذور، عفن الساق الفحمي، تبقع الأوراق، البياض الزغبي، البياض الدقيقي، الصدأ الأبيض . ولتلافي الإصابة بهذه الأمراض يجب إتباع التالي:

1- تساعد خدمة الأرض جيداً قبل الزراعة وتسويتها لإعدادها جيداً للزراعة على سرعة الإنبات وبالتالي الهروب من الإصابة في مراحل النمو الأولى.

2- الاعتدال في الري وعدم تعطيش النباتات.

3- الاهتمام بالتسميد الفوسفوري والبوتاسي وعدم الإفراط بالتسميد الآزوتي.

4- عدم تكرار زراعة هذا المحصول أو النباتات التي تشترك معه بالآفات في الأرض نفسها قبل مرور عامين.

5- زراعة الأصناف المعتمدة بالمواعيد المناسبة وباستخدام بذار نقي معقم.

6- حرق بقايا النباتات المصابة مع التخلص من الأعشاب المنتشرة.

الفصل السابع

الخروع

الاسم الانكليزي Castor Bean

الاسم اللاتينيRicinus Communis

الأهمية الاقتصادية Economic Importance:

يحتل الخروع مركزاً مرموقاً بين المحاصيل الزيتية، حيث تستخدم البذور في الحصول على زيت الخروع، التي تحتوي على نسبةٍ مرتفعة من الزيت تتراوح بين 47–59%. يحوي الزيت الذي يتم الحصول عليه من ثمار الخروع على كميةٍ كبيرة من الأحماض الغليسيريدية بتركيبها، التي تحدد بشكل مطلق خصائص الزيت القيّمة أهمها: عدم الجفاف، اللزوجة العالية، ضعف انحلاله في البنزين وغيره من المحلات العضوية، ودرجة الحرارة المنخفضة للتجمد Freezing point (–18 ، –ْ22 م)، حيث يتفوق زيت الخروع على زيت عباد الشمس بـ 18 ضعفاً، وهذا ما يعطيه قيمة كبيرة في صناعة مواد التشحيم. لكن في وقتنا الحاضر لا يستخدم نهائياً في المجال الغذائي، ولكنه يستخدم على نطاق واسع في المجالات التكنولوجية والطبية: في مجال الطيران والصناعات النسيجية والدوائية، وصناعة العطورات ومواد التجميل. وحتى وقت قريب كان يتم إنتاج الخروع في أوكرانيا ومنطقة كرسنادار بهدف الحصول على زيت التشحيم غير المشبع.

استخدم زيت الخروع من قبل سكان القارة الأفريقية القدماء في عداد وسائل تجميل الجسم، حيث يعطي الجلد لمعاناً، ويعالج كافة الأضرار فيه نظراً لكون هذا الزيت يتصف بخصائص مضادة للبكتيريا. يتغلغل الزيت الطازج بسهولة في الجلد، ويتميز الزيت المحفوظ لفترة طويلة برائحة مميزة ويغطي الجلد بطبقة

سميكة تمنع تغلغل الرطوبة، لذا يمكن استخدام زيت الخروع القديم في تنظيف الأحذية الجلدية. وبالإضافة لما سبق تعد أفريقيا المكان الوحيد عالمياً والذي تم فيه استخدام زيت الخروع في تحضير الطعام، حيث يسبب التسخين تأثير ضعيف جداً لغلوكوزيد الريسينين السامة والمعقد البروتيني للريسين. واستخدمه قدماء الهنود في المجالات الطبية والإضاءة وهذا ما أشارت إليه الكتابات السنسكريتية القديمة.

زيت الخروع بطيء الجفاف، رقمه اليودي 82–86، لكنّه يصبح سريع الجفاف بعد نزع الماء منه. ويستخدم في تحضير زيوت جافة عالية النوعية لونه أصفر باهت، رقم حموضته 0.98– 6.8.

يستخدم الزيت المتحصل عليه بطريقة كبس البذور على الساخن أو بطريقة الاستخلاص بالمحاليل في صناعة الكثير من المستحضرات الدوائية Medical Formulas، النسيج، الصابون، ومواد التجميل Cosmetics، والجلود...الخ. وفي حال الاستخلاص على البارد يتم الحصول على زيت طبي، الذي يستخدم في المجالات الطبية، من خلال الحصول عليه عن طريق ضغط البذور على البارد التي بنتيجتها تنتقل المواد السامة الريسين، والريسينين، والحاوية على السيانيد السام إلى مخلفات العصر وعندها لا تبدو أي تأثيرات سامة على الكائن الحي. أي أن الفرق بين طريقتي الاستخلاص ينحصر في مسألة بقاء المواد السامة (مادة الريسين Ricine) في النوع الأول وغيابها في النوع الثاني. ويعد زيت الخروع مادة التصدير الأساسية للعديد من الدول النامية، وتستهلك الولايات المتحدة نصف الإنتاج العالمي منه.

يمكن أن تسبب ثمار (بذور) الخروع العادي (Ricinus communis) ضرراً كبيراً لصحة الإنسان وحتى أنها يمكن أن تسبب الموت، حيث يعتقد أن

الخروع العادي هو أكثر النباتات البذرية سمية، وبالوقت نفسه تعد بذور الخروع مصدراً لزيت الخروع الذي لا يشكل خطراً على الصحة.

تحوي بذور الخروع أيضاً على مواد بروتينية وبنسبة 25–30% وكربوهيدرات بنسبة 2–3% يحوي البروتين على مادة الريسين وبنسبة 1.5% وهي مادة سامة جداً يكفي منها مقدار 0.18 لقتل إنسان، حيث يموت الأطفال عند تناول 3 بذور بينما يحدث موت البالغين عند تناول 8 بذور غير أن التقارير الموجودة في هذا المجال نادرة جداً فقد ذكرت المراجع عن حالتين فقط في السنوات الأخيرة في إنكلترا وتعافى العديد من الأشخاص وبشكل هادئ. إن مركب الريسين ما هو إلا عبارة عن بروتين يتغلغل بسهولة عبر الأغشية الخلوية للكائن يحاصر تركيب البروتينات، وتموت الخلايا، وتتضرر خلايا الكلى، الرئة، و الكبد. وتشبه أعراض الإصابة الأولى وبشكل كبير الأمراض الوبائية والتي تظهر خلال بضع ساعات، ويعني البقاء على قيد الحياة 5 أيام بعد التسمم التعافي وعودة الصحة، وقد كانت هناك حالات شفاء بعد تناول أكثر من 10 بذور. (Москалева, 2003).

ولابد من الإشارة إلى أن هذه المادة تتبقى في الكسبة الناتجة عن عملية عصر البذور، التي يجب عدم تقديمها للحيوانات إلا بعد التخلص من هذه المادة السامة، ثمّ تضاف بعدها للخلطات العلفية حيث إن كل 100 كغ منها يعادل 92 وحدة علفية، بالإضافة إلى 2.6 كغ بروتين. ويمكن أن تستخدم سماداً في حال عدم تنقيتها، حيث تصل نسبة الآزوت فيها إلى 7.5%.

تستخدم أوراق الخروع في تغذية بعض أنواع دودة القز. الساق غنية بالألياف، حيث يتراوح طول الخلية الليفية بين 30–60 سم، مما يسمح باستخدامها في تحضير بعض أنواع الحبال.

يزرع الخروع كنبات تزيني في حدائق المنازل والحدائق العامة شكل(108).



الشكل (108): نبات الخروع في الحدائق باعتباره نباتاً تزيينياً.

الموطن الأصلي Center of origin:

تسمية الخروع جاءت من الكلمة اللاتينية Ricinus، التي ترتبط بشكل البذور. موطنه الأصلي أفريقيا، وهو جنس متعدد الأشكال، حيث يضم العديد من الأشكال والأصناف. ويعتقد أن نشأة هذا المحصول كانت في شرق أفريقيا، حيث لازالت أشكاله البرية موجودة حتى وقتنا الحاضر. وهو في مناطق نشوه شجرة بارتفاع 6–10 م شكل (109) (110)، وفي المناطق المعتدلة نبات ذي ساق عشبية متخشبة نوعاً ما بطول0.5– 4 م ويموت في الخريف نتيجة الصقيع.



الشكل (109): نبات الخروع بمرحلة تكوين النورات الزهرية.

عرف نبات الخروع العادي *(Ricinus communis L)* من العائلة الحليبية منذ القدم، زرع منذ القدم في مصر،حيث وجدت بذوره في بقايا الحضارة الفرعونية والعائدة لفترة القرن IV-III قبل الميلاد، وفي القرن الأول قبل الميلاد من الحضارة الرومانية وصف بليني هذا النبات وخصائصه.أشار هيرودتس وغيره من اليونانيون الذين زاروا مصر استعمال زيوت هذه البذور كمراهم للجسم وفي الإضاءة.

يعترف معظم علماء النبات بحقيقية أن مناطق شمال وشرق أفريقيا هي الموطن الأصلي للخروع، حيث لازالت معظم نباتات الخروع المعمرة البرية موجودة بكامل الشاطئ الشمالي لأفريقيا. ومنها انتقلت زراعة الخروع في عمق القارة في المناطق المجاورة لنهري النيجر والسنغال، حيث تلاحظ نباتات ضخمة وطويلة جداً (ارتفاعها حتى 10 م) ذات لون أحمر في أثيوبيا وفي المناطق

الواقعة على شواطئ المحيط الهندي، زرعه السكان المحليون واستخدموا زيته في دهن أجسامهم، وهو يعيد الحيوية لجلد الإنسان ويعطيه لمعاناً ويحميه في زمن البرد من تأثير الجو البارد.، كما استخدم الزيت من أجل تنظيف الجلود في الإضاءة وفي قلي الخضار.ومن أفريقيا انتقلت زراعة الخروع وانتشرت في آسيا وبالتحديد في الهند أولاً، حيث تشير الكتابات السنسكريتية في القرن الأول قبل الميلاد إلاَ أن الهندوس زرعوا الخروع واستخدموا الزيت الناتج من بذوره في الإضاءة وفي تحضير الأدوية، وتحتل الهند في وقتنا الحاضر المركز الأول عالمياً من حيث إنتاج زيت الخروع وتصديره.

زرع الإنسان الخروع بكافة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، والتي أعطت حوالي 20 نوعاً لا يشابه أحدها لآخر. ويعتقد أن الخروع ذو البذور الصغيرة هو الأكثر انتشارا في الزراعة، والذي يتميز عن بقية الأنواع بطول منخفض نسبياً (1–2 م) وببذور صغيرة تتواجد في علب ثمرية غير متفتحة نوعاً ما.



الشكل (110): حقل من الخروع.

يلاحظ في دول أمريكا اللاتينية الانتشار الواسع للخروع بالقرب من المناطق السكنية، بجوار الطرق، حيث ينمو بصورة برية ويعدَ عشباً ضاراً في حقول المحاصيل الزراعية الأخرى.أما في أوروبا فقد ظهر الاهتمام بالخروع فقط بنهاية القرن *XVIII*، وذلك بعد أن نقل الإنكليز البذور وزرعوها في لندن، وقد ساعد التطور القوي في التكنولوجيا في القرن *XIX* والطيران في بداية القرن *XX* إلى زيادة حادة في الطلب على زيت الخروع.

المساحة المزروعة:

تنتشر زراعة الخروع في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. تتركز المساحة المزروعة بالخروع في القارة الآسيوية (أكثر من 80% من المساحة العالمية، وحوالي 88% من الإنتاج العالمي) وبالتحديد في الهند ويزرع بمساحات محدودة جداً في أوروبا وأمريكا الشمالية والوسطى. وتشير إحصائيات الـ FAO لعام 2006 إلى أن المساحة المزروعة بالخروع بلغت 1163 ألف هكتار والإنتاج 1144 ألف طن والمردود 984كغ/هكتار بعد أن كانت في عام 1997 وعلى التوالي 1374 ألف هكتار، 1294ألف طن بمردود قدره 941 كغ/هكتار (جدول، 39).

جدول (39): المساحة المزروعة بالخروع في قارات العالم (FAO، 2006).

القارة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
آسيا	1128	944	1137	1004	1008	1064
أمريكا الجنوبية	166	143	116	101	703	704
أفريقيا	72	69	36	35	505	504
أمريكا الشمالية والوسطى	4	4	2	2	505	529
أوروبا	4	3	2	3	479	956

وتأتي الهند في المركز الأول من حيث المساحة المزروعة والإنتاج (حوالي 50% من الإنتاج العالمي)، حيث يعد الخروع فيها مادة تصدير أساسية تليها الصين بالمركز الثاني(حوالي 30%) ومن ثم البرازيل (13% تقريباً) وفق إحصائيات الفاو لعام 2006، كما يزرع بمساحات جيدة في أثيوبيا، كينيا، أنغولا، البارغواي، تايلاند لكن إنتاجية هذه الدول قليلة جداً بالمقارنة مع الدول السابقة، ومن حيث المردود من وحدة المساحة تحتل البارغواي المركز الأول تليها الهند (جدول، 40).

جدول (40): المساحة المزروعة بالخروع في قارات العالم (FAO، 2006).

الدولة	المساحة (ألف هكتار)		الإنتاج (ألف طن)		المردود (كغ/هكتار)	
	1997	2006	1997	2006	1997	2006
الهند	840	625	880	580	1048	928
الصين	240	280	220	400	917	1429
البرازيل	150	130	96	87	644	667
تايلاند	19	13	15	9	789	692
أنغولا	14	14	3	4	252	259
أثيوبيا	14	14	15	15	1036	1034
كينيا	13	13	4	3	308	231
البارغواي	11	8	16	10	1403	1250
السودان	2	2	1	1	588	500

أما في الوطن العربي تأتي السودان في المركز الأول من حيث المساحة وهو محصول قليل الأهمية في معظم دول الوطن العربي.

مراحل النمو والتطور:

نبات الخروع في مناطق نشوه الاستوائية وشبه الاستوائية معمر، غالباً ما يكون ضخماً على شكل شجيرة ذات ساق شديدة التفرع، وعلى سبيل المثال في فيتنام يصل طولها لـ 10 أمتار وتعيش لمدة 10 سنوات. تتواجد على نهاية كافة التفرعات نورات زهرية طويلة ذات شكل عنقودي والتي تقسم إلى جزأين: سفلي أزهاره بلون أصفر فاتح، مذكرة، ومع الاتجاه نحو الأعلى تصبح بأشكال كروية وتقريباً دائرية أنثوية، والتي يمكن أن تكون خضراء، زرقاء أو قرمزي فاتح وذلك تبعاً للصنف. واللافت للنظر ليس فقط شكل النورات بل وأوراق الخروع والتي تعد دائرية تقريباً تتألف من 7 – 9 فصوص ذات حواف مسننة بشكل واضح أو كبير. يتغطى كامل النبات بشعيرات زغبية. يتراوح لون الأوراق والساق بين اللون الأخضر، الرمادي وحتى البنفسجي أو أرجواني، أو أزرق محمر. الثمرة على شكل علبة كروية الشكل تتغطى بأشواك مخروطية سميكة، لكنها عادة غير موجودة في الأشكال ذات الأوراق الحمراء. تضم كل ثمرة ثلاثة حجرات وحيدة البذرة، وبالمناسبة فإن تسمية الخروع جاءت من البذرة نفسها، وهي من الناحية العملية تشبه بشكل واضح جداً حشرة ضخمة.

يمر نبات الخروع خلال حياته بفترات النمو التالية: الإنبات – تشكل النورة الزهرية، تشكل النورة الزهرية – الإزهار، الإزهار – النضج. تتم عملية الإنبات في نبات الخروع على مرحلتين وتستمر مدة 10 – 15 يوماً، حيث يلاحظ في بدايته، النمو السريع للجذر، وتقوس السويقة الجنينية Coleoptile، ويبقى الجزء العلوي للسويقة تحت سطح التربة، ليحدث بعدها تباطؤ في النمو، يتم خلاله امتصاص المواد الغذائية من الأندوسبرم بصورة نشيطة لتظهر بعدها الأوراق الفلقية فوق سطح التربة وبذلك يكتمل الإنبات في الخروع.

يتم خلال فترة النمو اللاحقة (الإنبات – تشكل النورة الزهرية) تشكل الجذور الثانوية، زيادة طول الساق الرئيس، وتتكون السلاميات والأوراق، والتي ينتهي تشكلها مع ظهور الورقة الخامسة أو السادسة، ويتم في نهاية هذه الفترة تشكل النورة الزهرية. يختلف طول هذه الفترة تبعاً لباكورية الصنف، حيث يتراوح بين 35 – 70 يوماً (شكل، 111).



الشكل (111): أوراق الخروع ونوراته الزهرية.

تعد مرحلة نضج البذور في النورة المركزية من أهم المراحل، حيث وفي أغلب الأصناف يتم الحصول منها على 80 – 90% من الغلة الكلية، مع الإشارة هنا إلى أن عملية نضج البذور لا ترتبط بتوقف النمو في النبات، وهذه العملية تستمر لفترة طويلة 70 – 80 يوماً، وهذا ينتج عنه وفي أغلب الحالات عدم تجانس بذور النورة المركزية والنورات الجانبية بالنوعية نتيجة حدوث نضجها في شروط بيئية متباينة.

تمر بذور الخروع خلال نضجها بمجموعة من التغيرات المورفولوجية والفيزيولوجية والتي يمكن تقسيمها إلى المراحل التالية:

- مرحلة تكون العلب الثمرية والبذور (16 – 30 يوماً): ويلاحظ هنا النمو السريع للأغلفة الثمرية، والبذرية، وتصل العلب الثمرية بنهايتها إلى حجمها الطبيعي، الأندوسبرم ضعيف التطور، وزن المادة الجافة لا يتجاوز 15 – 17 % من وزنها في مرحلة النضج، وأخيراً البذور غير قابلة للإنبات.
- مرحلة النضج اللبني (10 – 15 يوماً) : يشكل وزن المادة الجافة 17 – 25% من وزنها في مرحلة النضج، يتم هنا تشكل المادة الدهنية بشكل نشط وكثيف، البذور صالحة للإنبات إذا كانت رطوبتها بحدود 60 – 75 %.
- مرحلة النضج الشمعي (15 – 20 يوماً) : تستمر عملية تراكم المواد الدهنية، تصبح العلب الثمرية صلبة وتكتسب اللون المميز، رطوبة البذور بحدود 20 – 30 %، تصبح البذور بعد تجفيفها وتجهيزها قابلة للإنبات.
- مرحلة النضج التام (7 – 10 أيام): يستمر انخفاض رطوبة البذور ويزداد محتواها من الزيت وبصورة جوهرية، يكتمل جفاف الغلاف الثمري ويصبح الغلاف البذري مصقولاً وأكثر لمعاناً ويأخذ التبرقش المميز للصنف.

المتطلبات البيئية Environmental requirements

يعد الخروع من نباتات المناطق ذات المناخ الحار والرطب، وهو نبات محب للحرارة، حيث تبدأ بذوره بالإنبات عند درجة 13–14ْ م ويكون عندها بطيئاً، ومن أجل الحصول على تجانس في الإنبات لابد من توفر درجة 18–20ْ م.وتعد درجة الحرارة 25 – 30ْ م مثالية لتطور النبات ودرجة 20ْ م مثالية للإزهار، 25–30ْ م مثالية للنضج، ويحتاج خلال موسم نموه إلى مجموع درجات حرارة تراكمية يتراوح بين 3600–3800ْ م. يتحمل النبات بشكل سيئ

انخفاض درجات الحرارة، حيث لا تستطيع البادرات تحمل الصقيع وتموت عند درجة حرارة −1، −3ْ م أما بالنسبة للصقيع الخريفي فيموت النبات الكامل عند انخفاض الحرارة إلى − 3ْ م.

ويعد من النباتات المحبة للرطوبة حيث يعطي إنتاجية عالية في ظروف المناطق عالية الرطوبة أو في حال الري، لكونه يبدي استجابة عالية للري.وتستطيع البذور في الأراضي النظيفة الإنبات حتى في حال قلة الرطوبة في التربة، ويتحمل الخروع وبصورة سيئة ليس فقط الرطوبة الأرضية المنخفضة بل وجفاف الهواء، حيث يلاحظ في السنوات الجافة سقوط الأوراق والأزهار وانفراط الثمار، كما يسبب نقص الرطوبة انخفاضاً حاداً في الغلة وفي نسبة الزيت في البذور.عموماً يجب ألا تقل نسبة الرطوبة خلال فترة نمو النبات عن 75 − 80% من السعة الحقلية ويتراوح المقنن المائي للخروع بين 2500−3500 م3/هكتار، ويحتاج النبات إلى 48−52% منه في مرحلة النمو الكثيف للأوراق.

وهو من النباتات المحبة للإضاءة من نباتات النهار القصير. وتنعكس سلباً على إنتاجية النبات قلة الإضاءة بمرحلة 2−3 أوراق، وفي بداية تشكل الأعضاء التكاثرية.

تنجح زراعة الخروع في الأراضي عالية الخصوبة، العميقة، المفككة، جيدة الصرف والتهوية، (السوداء والحمراء..إلخ)، ذات رقم حموضة 6−7.3. تكون أفضل زراعة له في الأراضي الغنية بالمادة العضوية، المتوسطة، وعند توفر كميات كافية من السماد في الأراضي الخفيفة. عموماً، يفضل تجنب زراعته في الأراضي الطينية الثقيلة، الموبوءة بالأعشاب، المالحة، والمغمورة. وتتراوح طول فترة النمو في الخروع بين 90− 120 يوماً.

التسميد Fertilization:

يحتاج الخروع للإضافات السمادية ولخصوبة التربة. وتكون حاجته شديدة لهذه العناصر في النصف الثاني من دورة حياته، وقد وجد استجابة الخروع الشديدة للتسميد الآزوتي المضاف قبل تشكل النورات يؤدي لزيادة الإنتاجية وبشكل جوهري، وتتوقف هذه الاستجابة على مدى توفر الرطوبة في التربة خلال الفترة من الإزهار وحتى تشكل البذور. وقد وجد أنه من أجل الحصول على غلة مقدارها ا طن من البذور تمتص النباتات من التربة 72 كغ من الآزوت، 17 كغ من الفوسفور، 59 كغ من البوتاسيوم. يمتاز الخروع بقدرته العالية على امتصاص الفوسفور، البوتاسيوم، والحديد من المركبات صعبة الانحلال.

ويعد السماد العضوي من أفضل الأسمدة المستخدمة في تسميد هذا المحصول، حيث وجد أن إضافته بمعدل 20 طناً/هكتار يزيد وبشكل جوهري من الغلة من البذور، كما وجد من خلال تجارب VNIMIK أدت إضافة الأسمدة العضوية لزيادة الغلة من البذور بنسبة 34.7% في منطقة كرسنادار 41% في أوكرانيا، 26–28% في جمهوريات آسيا الوسطى. وتعد الأسمدة الفوسفورية والآزوتية أكثر فعالية من بين الأسمدة المعدنية المستخدمة في تسميد الخروع، فقد بينت التجارب العديدة المنفذة في المعهد المذكور أعلاه وغيره من محطات الأبحاث العلمية في مجموعة الدول المستقلة أن إضافة N_{60-90} K_{90} قد أدى لزيادة الغلة من البذور بنسبة 16–20%، وكانت هذه الزيادة جوهرية عند إضافة السوبر فوسفات المحبب قبل الزراعة بكميات غير كبيرة (16–20 كغ/هكتار P_2O_5.

يتم الحصول على أكبر فعالية للأسمدة في مختلف مناطق زراعة محصول الخروع عند إضافة الأسمدة الآزوتية أو خليط من الآزوت والفوسفور، أو الآزوت والبوتاس، وكمية الآزوت المثالية 30 – 60 كغ/هكتار، حيث يفضل إضافة الآزوت على دفعتين عند استخدامه بمعدلات عالية: 30% قبل الزراعة 70% خلال نمو النبات، مع الإشارة إلى أنه تتم زيادة كمية الآزوت المضافة بنسبة 20 – 30% في الزراعة المروية.

عموماً، يمكن إضافة السماد العضوي بمعدل 22–30 طناً/هكتار، وفي حال استخدام الأسمدة الكيماوية يتم إضافة 60–85 كغ/هكتار من الآزوت 55–75 كغ/هكتار من الفوسفور، 40–60 كغ/هكتار من البوتاس.

زراعة الخروع Castor bean culture

الدورة الزراعية Crop rotation

تتم زراعة أشجار الخروع المعمر في المناطق الاستوائية حول الأبنية للتسييج وصد الرياح ويزرع عندها على أبعاد 2×2 م. ويتم في بداية النمو تنفيذ 1–2 عزقة، كما يتم تعبئة الثمار المتساقطة في أكياس ومن ثم فرطها بهدف الحصول على البذور.

يتم إدخال الخروع الحولي كأي محصول آخر من المحاصيل الحقلية المعزوقة في دورات زراعية تتضمن أفضل المحاصيل السابقة له. فمثلاً في الهند يزرع في دورات يدخل فيها: الدخن الأفريقي، الذرة الصفراء، والقطن. وفي المناطق الدافئة من الولايات المتحدة ومجموعة الدول المستقلة يزرع بعد محاصيل الحبوب الشتوية (القمح أو الشعير) أو البقولية (فول الصويا، فول السوداني)، وتستخدم الزراعة الخليطة للخروع مع الدخن الأفريقي ونباتات البن

الفتية... الخ في شرق أفريقيا والهند. كما يعد الخروع محصولاً سابقاً جيداً لمحاصيل الحبوب النجيلية. ويفضل عدم تكرار زراعته بالحقل نفسه قبل مرور 8 سنوات خوفاً من الإصابة بالفيوزاريوم.

تحضير الأرض للزراعة Seedbed preparation

تستطيع بذور الخروع الإنبات فقط في الأراضي ذات الرطوبة الكافية وجيدة التحضير لذلك يفضل فلاحة التربة بشكل عميق قدر الإمكان. وتتضمن عملية تحضير التربة عدة حراثات: الأولى عميقة على عمق 27–30 سم بعد حصاد المحصول النجيلي، ثم 2–3 فلاحات في الربيع للقضاء على الأعشاب النامية وتكون على أعماق أقل: 18–20 سم، والأخيرة على عمق 9–10 سم ثم ينعم سطح التربة وتسويته.

تستخدم للزراعة البذور كبيرة الحجم والمتجانسة بحيث لا تقل نسبة نقاوتها عن 98%، ونسبة إنباتها عن 90%، ويمكن معاملتها قبل الزراعة ببعض المطهرات الفطرية.

طرائق الزراعة Planting methods

تتم زراعة الخروع في الزراعات الواسعة وخصوصاً عن استخدام الأشكال القصيرة الساق على خطوط وبفاصل 60 – 90 سم بين الخط والآخر، 20 – 30 سم بين النبات والآخر، وعند زراعة الأشكال البرية ذات الساق العالية وبهدف إظهار جمالية النبات تتم الزراعة بفاصل 1– 3 أمتار. عموماً، تتم زراعة الخروع فقط على خطوط واسعة على مسافة 60–90 سم بين الخط و الآخر. ويتم عادة اللجوء إلى مخطط زراعة يختلف باختلاف الدول فهو: 30×90 سم في بلدان شرق أفريقيا، 40–60× 90–120 سم في الهند 30×70 سم في مجموعة الدول المستقلة، 20×60 سم في بلغاريا.

تتم الزراعة على عمق 6–12 سم تبعاً لرطوبة التربة وتركيبها الميكانيكي.

معدل الزراعة Seeding rate

يزرع الخروع بمعدل 30–40 كغ/هكتار في حال استخدام الأصناف ذات البذور الكبيرة الحجم، 15–20 كغ/هكتار من البذور صغيرة الحجم. تختلف الكثافة النباتية باختلاف الصنف، مستوى رطوبة التربة وتتراوح بين 20–60 ألف نبات/هكتار، (الطويلة الساق 30–40ألف نبات/هكتار ، الساق القزمة حتى 70 ألف نبات/هكتار). ويشترط في البذور المخصصة للزراعة ألاّ تقل نسبة إنباتها عن 90%، ونقاوتها عن 98% وأن تتم معاملتها قبل الزراعة بالمطهرات الفطرية.

موعد الزراعة Planting date

تتم زراعة الخروع بعد التأكد من زوال خطر الصقيع، حيث يزرع عندما تصل حرارة التربة على عمق 10 سم إلى 12–15 ْم وذلك في المناطق شبه الاستوائية والدافئة لخطوط العرض الوسطية، وفي حال التبكير أو التأخير بالزراعة يلاحظ انخفاض الإنتاج من البذور. عموماً تتم زراعة بذور الخروع في المشتل خلال شهر آذار، بينما تتم الزراعة خلال شهري نيسان – أيار مباشرة في الأرض الدائمة وبمعدل 2– 3 بذور في الجورة الواحدة

يزرع هذا المحصول في المناطق الاستوائية بمواعيد مختلفة وفقاً لهطول الأمطار، مع الوضع بالحسبان أن الإنتاجية تنخفض بشدة في تلك الحالة التي تتطابق فيها مرحلة الإزهار ونضج العلب الثمرية مع الهطول الشديد للأمطار، لذلك يلاحظ في بعض المناطق أن الزراعة تتم في بداية موسم الأمطار وفي بعضها الآخر في منتصفه. تتم زراعته مروياً في نهاية موسم الأمطار. عموماً، يزرع خلال شهري نيسان وأيار.

عمليات الخدمة بعد الزراعة Cultural practices after planting:

تظهر البادرات عند زراعة البذور في تربة جيدة التحضير بعد 10–12 يوماً، وخلال هذه الفترة تنمو الأعشاب الضارة، والتي قد تغطي نمو بادرات الخروع والذي يكون نموه بطيئاً خلال مراحل نموه الأولى، وقد تتكون قشرة صلبة بعد هطول الأمطار لذلك لابد من اللجوء لتنفيذ عزقة خفيفة.وقد يتم اللجوء إلى عملية الترقيع وذلك خلال أسبوعين من الزراعة وببذور جيدة من الصنف نفسه. أو يتم التفريد عند زراعة أكثر من بذرة في الجورة والإبقاء على نبات واحد فيها.

يكون نمو الخروع بطيئاً في الشهر الأول من نموه ومن السهل سيطرة الأعشاب عليه، لذا يتم استخدام مبيدات الأعشاب التي تقضي على 85–100% من الأعشاب الحولية، ومن أكثرها فعالية تريفلان (1.5 كغ/هكتار) الذي يستخدم قبل الزراعة أثناء الفلاحة ، دوال (3 كغ/هكتار) الذي يستخدم بعد الزراعة وحتى ظهور البادرات.

يمكن في حال عدم توافر المبيدات اللجوء للعزق بمرحلة 2–3 أوراق على نبات الخروع، كذلك يمكن اللجوء إلى تنفيذ العزق بين خطوط الزراعة وحسب درجة ظهور الأعشاب.

النضج والحصاد Maturity and harvest

لا يحدث نضج الخروع على دفعة واحدة، حيث تنضج أولاً العلب الثمرية في النورة المركزية، وبعد ذلك في نورات الأفرع الجانبية. ومن أجل الحصاد لابد من وجود تجانس نسبي في النضج، وان تكون العلب الثمرية بمعظمها منخفضة الرطوبة، لذا يتم الحصاد في الأصناف قليلة التفرع بمرحلة

نضج البذور في النورة المركزية، وفي الأصناف شديدة التفرع – عند نضج البذور في نورات الأفرع الجانبية من الدرجة الأولى.

يتم حصاد المحصول يدوياً (تقطف النورات وتوضع في الأكياس) أو بمساعدة حصادات الحبوب الصغيرة المعدلة. ويتم في الدول المتطورة استخدام حصادات خاصة بهذا المحصول (حصادة KKC- 6 في مجموعة الدول المستقلة). ويتطلب الحصاد الآلي معاملة النباتات بمركب كلور المغنزيوم بمرحلة تلون العلب الثمرية في النورة المركزية باللون الأسمر عندما ينتهي في البذور تراكم المادة الجافة والزيت. ويرش هذا المركب بمعدل 9–12 كغ/هكتار مادة فعالة وترش بمعدل 300 ل/هكتار في حال الرش الأرضي، 150–200 ل/هكتار في حال استخدام الطائرات). وبعد يومين من الرش تجف الأوراق وبعد 8–15 يوماً وعندما تجف السوق والعلب الثمرية، يتم الحصاد الآلي.

يتم الحصاد إما على مرحلة واحدة وذلك بالنسبة للأصناف التي لا تتعرض للانفراط وباستخدام الحصادة KKC- 6 التي تقطع النباتات ومن ثم تفصل الثمار وتجمعها في خزان خاص، أو أن يتم على مرحلتين باستخدام حصادة الحبوب المعدلة بوساطة بعض التجهيزات الخاصة. ويتم جمع النورات المقطوعة وتجفيفها وتنظيفها ثم يتم الدراس أو الفرط باستخدام درّاسة الخروع KwM-2. ويجب ألا تزيد نسبة الرطوبة في البذور المراد تخزينها على 6%.

الآفات الزراعية:

يعد هذا المحصول قليل الأهمية في القطر العربي السوري، لذا لاتتوفر أي معطيات عن الآفات الزراعية لهذا المحصول.

المصطلحات العربية ومرادفاتها الأجنبية

المصطلح العربي	المرادف الإنكليزي
قوة الهجين	Heterosis
الأصناف الهجينة (الهجن)	Hybrids
التصريم	Topping
الشمرخة	Bolting
العقم الذكري	Male sterile
المورث المعيد للخصوبة	Fertility restore gene
الأمراض	Diseases
الحشرات	Insects
النخيل الزيتي	Palm oil
الكسبة	Meal
الأحماض الدهنية غير المشبعة	Unsaturated fatty acids
الكتلة الحية	Biomass
السيلاج	Silage
البروتين الخام	Crude protein
الإزهار	Flowering/Anthesis
الجذر الوتدي	Tap root
الرقاد/الضجعان	Lodging
التربة الطينية	Clay soil

Sandy soil	**التربة الرملية**
Plant density/Plant population	**الكثافة النباتية**
Heliotropism	**التتبع الشمسي للأوراق/الأقراص الزهرية**
Inflorescence	**النورة الزهرية**
Capitulum	**القرص الزهري (زهرة الشمس)**
Motor cells	**الخلايا المحركة**
Pollination	**التلقيح**
Fertilization	**الإخصاب**
Seed setting	**عقد البذور**
Fertile disck florets	**أزهار قرصية خصبة**
Infertile ray florets	**أزهار محيطية عقيمة**
Floral bud initiation	**تشكل البرعم الزهري**
Cross-pollination	**التلقيح الخلطي**
Self-pollination	**التلقيح الذاتي**
Pollen grains	**حبوب الطلع**
Pollen viability	**حيوية حبوب الطلع**
Self-incompatibility	**عدم التوافق الذاتي**
Seed viability	**حيوية البذور**
Kernel : husk ratio	**نسبة القشر إلى اللب**

Oil content	**محتوى الزيت**
Photoperiodism	**الحساسية لطول الفترة الضوئية**
Day-neutral	**حيادي لطول الفترة الضوئية**
Poor drainage	**الصرف السيئ**
Soil waterlogging	**تغدق التربة**
Stomatal conductance (g_s)	**الناقلية المسامية**
Chloroplasts	**الصانعات الخضراء**
Exchangeable Sodium Ratio	**نسبة الصوديوم المتبادل**
Germination	**الإنبات**
Seedling establishment	**استرساء البادرات**
Salinity tolerance	**تحمل الملوحة**
Drought tolerance	**تحمل الجفاف**
Water imbibitions	**تشرب الماء**
Ionic toxicity	**السمية الأيونية**
Genetic variation	**التباين الوراثي**
Climatic changes	**التبدلات المناخية**
Harvest index	**دليل الحصاد**
Weeding	**التعشيب**
Hoeing	**العزيق**
Seedling vigour	**قوة البادرات**

Photo-assimilates	**نواتج التمثيل الضوئي**
Tillage system	**نظام الفلاحة/الحراثة**
Conservation agriculture/No till	**نظام الزراعة الحافظة/بدون حرث**
Reduced tillage	**الفلاحة المخففة**
Conventional tillage	**الفلاحة التقليدية**
Hard pan	**الطبقة الصمّاء**
Water infiltration/percolation	**رشح المياه**
Runoff	**الجريان السطحي**
Fungal infection	**الإصابة الفطرية**
Fungicides	**المبيدات الفطرية**
Insecticides	**المبيدات الحشرية**
Herbicides	**المبيدات العشبية**
Competitive ability	**الكفاءة التنافسية**
Seeding rate	**معدل البذار**
Water Use Efficiency (WUE)	**كفاءة استعمال المياه**
Water deficit	**العجز المائي**
Turgor potential (P)	**جهد الامتلاء**
Crop rotation	**الدورة الزراعية**
Leaf Area Index (LAI)	**دليل المساحة الورقية**

Interspecific competition	**المنافسة ضمن النوع**
Physiological maturity	**النضج الفسيولوجي**
Anti oxidants	**موانع الأكسدة**
Photosynthesis	**التمثيل الضوئي**
Respiration	**التنفس**
Seed growth rate	**معدل نمو البذور**
Seed filling period	**فترة امتلاء البذور**
Pod shattering	**انفراط القرون**
Sludge	**الحمأة**
Sewage water	**مياه الصرف الصحي**
Genetic factors	**العوامل الوراثي**
Environmental factors	**العوامل البيئية**
Biological nitrogen fixation	**التثبيت الحيوي للآزوت الجوي**
Starter nitrogen	**الآزوت التشجيعي**
Epigeal germination	**الإنبات الهوائي**
Hypogeal germination	**الإنبات الأرضي**
Peg initiation	**تشكل الحوامل الثمرية**
Shriveled seeds	**البذور المجعدة/الضامرة**
Bunch types	**الطرز القائمة**
Runner types	**الطرز المفترشة**

Metabolic functions	**العمليات/الوظائف الأيضية**
Neutral salts	**الأملاح المتعادلة**
Solirization	**التعقيم بالتشميس**
Replanting	**الترقيع**
Thinning	**التفريد**
Irrigation	**الري**
Yield	**الغلة**
weed control	**مكافحة الأعشاب**
Planting Methods	**طرق الزراعة**
Planting date	**موعد الزراعة**
Cultural Practices after Planting	**عمليات الخدمة بعد الزراعة**
Seedbed Preparation	**تحضير البذار للزراعة**
Crop rotation	**الدورة الزراعية**
Meal	**الكسبة**
Fertilization	**التسميد**
Essential Amino Acids	**الأحماض الأمينية الأساسية**
Economic Importance	**الأهمية الاقتصادية**
Maturity and harvest	**النضج والحصاد**
Grain drill	**بذارة الحبوب**

المراجع العربية:

إبراهيم حسين السكري، كريمان فواز وحسن الشيمي (1987). "أساسيات خصوبة الأراضي وتغذية النبات" – الشنهابي للطباعة والنشر، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

إبراهيم حسين السكري، محمد حسين الحلفاوي، السيد أحمد الخطيب، أحمد جلال ثابت وأحمد قالوش (1988). " خصوبة الأراضي وتغذية النبات"– الشنهابي للطباعة والنشر، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

أمين أمين قاسم، محسن أدم عمر وعلى عيسى نوار (2003)."إنتاج محاصيل الحقل -"كلية الزراعة جامعة الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

جمال محمد الشبيني (2004). "البرامج التسميدية للمحاصيل الحقلية" – الطبعة الأولى، المكتبة المصرية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية .

صبوح محمود، 1992، إنتاج المحاصيل الصناعية (نظري وعملي) منشورات جامعة دمشق.

عبد المنعم بلبع(1988). " خصوبة الأراضي والتسميد" – دار المطبوعات الجديدة، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية .

عبد المنعم بلبع و جمال محمد الشبيني (2002). "التسميد العضوي" – الطبعة الأولى، المكتبة المصرية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

عزام حسن، صبوح محمود، الصالح رفيق، نمر يوسف، 1998. المحاصيل السكرية والزيتية وتكنولوجيتها (الجزء النظري) منشورات جامعة دمشق.

طاهر كمال الدين حسين (2006)، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

كف الغزال، رامي و مشنطط، أحمد هيثم (1990). إنتاج وتكنولوجيا المحاصيل السكرية والزيتية الجزء النظري – منشورات جامعة حلب.

كيال حامد، صبوح محمود، نمر يوسف، 1998 المحاصيبل الصناعية (الجزء النظري والعملي) منشورات جامعة دمشق.

وجهاني، يوسف (1996). أثر الكثافة النباتية ومواعيد الزراعة في إنتاج ونوعية بذور أصناف مختلفة من اللفت الزيتي. رسالة ماجستير – كلية الزراعة جامعة دمشق.

يوسف، عبد الحكيم و ماريديني، رنا (2003). زراعة وخدمة محصول العصفر. نشرة رقم 457 صادرة عن الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، سورية.

العصفر، أهميته الزراعية ودوره في الخطط الانتاجية الزراعية في ضوء واقعه المحلي، (1998) مديرية الشوؤن الزراعية – وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي ، دمشق، سوريا.

المجموعة الاحصائية الزراعية السنوية (2005) في القطر العربي السوري.

الكتاب السنوي للإحصاءات الزراعية العربية – المجلد (24) المنظمة الزراعية العربية – الخرطوم 2006.

برنامج المحاصيل الزيتية "السمسم" – مركز البحوث الزراعية وزارة الزراعة، نشرة إرشادية رقم 803 / 2003. جمهورية مصر العربية .

احصائيات الفاو لعام 2006 .

المراجع الأجنبية

Abdel, G.H. (1975). Growth and Yield of Safflower in Three Temperature Regimes[1]. Cooperative investigation of the ARS-USDA, and the Univ. of Arizona Agric.

Abdel, G.H. (1976). Relationships and uses of yield components in safflower breeding. Agro.J. **68**:442- 447.

Alessi, J.; G.F. Power and D.C. Zimmerman (1981). Effect Of seeding Date and Population on Water-use efficiency and Safflower Yield Agro. J.73:pp.783.

Arnon, I. (1972). Oil Crops. (In) Crop Production in Dry regions. Vol. II. Leonard Hill, London.

Bell, M.J. and Wright, G.C. (1998). Groundnut growth and development in contrsting environments. Growth and plant density responses. Experimental Agriculture, 34, 99-112; 113-24.

Bettis, B.L.; C.L. Petrson; D.L. Auld; D.J. Driscoll and E.D. Peterson (1982). Fuel characteristics of vegetable oil from oilseed crops in the Pacific Northwest, Agro.g.74:pp.583.

Bilteanu G.H. (1974). Fitotchnie – ed ceres. Bucuresti-Romania.

Choi, B. H. And Chung, K.Y. (1997). Effect of polythene mulching on flowering and yield of groundnut in Korea. Int. Arachis Newsl, 17, 49-51.

Choi, K.J. et al., (1996). Dry matter production and seed yield of soybean cultivars as affected by excessive water stress at the vegetative growth and flowering stages. RAD Journal of Agricultural Science, Upland and Industerial Crops, 38 (2), 117-22.

Codex (1999). Standard for Named Vegetable Oils Codex. CODEX-STAN 210-1999 , 1- 16.1999.

Colton, R.T. and Sykes, J.D. (1992). Canola (Agfact P5.2.1).

Colton, B. and Potter, T. (1999). History. In P.A. Salisbury, T. Potter, G McDonald, AG, Green, eds Canola in Australia: The first thirty years. pp 1-4

Covarelli, G. (1996). Weed control in sunflowers. Informatore Fitopatologico, 46 (6), 3-9.

Dadashi, N., Khajehpour, M. R. (2004). Effects of planting date and cultivar on growth, yield components and seed yield of safflower in Isfahan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. No.(3) 95-112 .

Darbagshahi, M. R. N., Mohammadi, G. N., Majidi, E., Darvish, F., Rad, A. H. S., Madani, H. (2004). Effects of drought stress and plant density on ecophysiological traits of three safflower lines in summer planting in Isfahan. Seed and Plant, Pe281-Pe296, en23.

De Souze, P.I.; Egli, D.E. and Bruening, W.P. (1997). Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. Agronomy Journal, 89, 807-12.

Dias, D.C. and Marcos Filho, J. (1997). Electrical conductivity tests for vigour evaluation in soybean seeds. Seed Research, 24 (1), 1-10.

Dubey, S.K. (1996). Response of soybean to rock phosphate applied with *Pseudomonas strista* in a Typic Chromustert. Journal of the Indian Society of Soil Science, 44 (2), 252-5.

Egli, D.B. and Tekrony, D.M. (1996). Seedbed conditions and prediction of field emergence of soybean seed. Journal of Production Agriculture, 9 (3), 365-70.

Eseadal, E. and Touson, F.(1972). Research on the

yield phynolo–gical, morpolgical, and seed characteristics of some native and foreigen varieties of safflower under Erzurum ecological conditions. Ziroat Dergisi3 (3): 93 – 115. Turkey. Cited after Field Crops Absts. 28, 1104, 1975.

Galbiatti, J.A. et al., (1995). Response of groundnuts to different dates of cessation of irrigation. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 30 (2), 195-200.

Hashim, I.B.; Koehler, P.E. and Kvein, C.K. (1993). Fatty acid composition, mineral content and flavour quality of southern runner peanuts treated with herbicides and fungicides. Peanut Science, 20 (2), 106-11.

He, FongFa et al., (1994). Karyotype of sesame as related to its polygenesis. Journal Southwest Agricultural University (Sichuan), 16 (6), 573-6.

He, YongZhi (1996). Relationship between stem thickness and yield components in soybeans. Oil Crops of China, 18 (2), 150-17.

He, ZhhHong (1996). The eco-graphical distribution of chemical composition of soybean seeds. Journal Northeast Agricultural University, 3 (2), 94-102.

Ingole, B.M. et al., (1998). Effect of gypsum and zinc sulphate on yield and quality of summer groundnut under broad bed and furrow systems. J. Soils and Crops 9India), 8 (1), 64-6.

Inforzato, R.; Savi, A. And Nelli, E.J. (1973). Time of application of broadcast nitrogen to groundnut. Ravistade Agriculture Brazil, 1: 31-6.

Jessop J.P., Toelken, H.R. (1986). Flora of Australia. Part 1: Lycopodiaceae-Rosaceae. South Australian Government Printing Division: Adelaide.

Haby, V.A.; Black, A.L.; Bergman, J. W.; and Larson R. A. (1982). Nitrogen fertilizer reguirements of irrifated safflower in the North Grecet plains. Agro. J.74.pp.331

Hang, A. N. and D.W. Evans.,(1985). Deficit sprinkeler Irrigation sunflower and safflower. Agro.J.Vol. 77.pp.588.

Hegab, M.T.; El-Gayar, M.A.; El-Wakil, A.M. and Ali, S.A. (1987).Effect of N-fertilizer rates on seed and oil yields of som safflower varieties under calcareous soil. Annals of Agric. Sc., Moshtohor, 25 (3): 1183 – 1197.

Khidir, M.O. (1974). Genetic variability and inter – relationship of some quantitative characters in safflower. J. Agric., Camb 83: 197 – 202.

Kirkegaard, J.A.; Gardner, P.A.; Angus, J.E., Koetz, E. (1994). Effect on Brassica breakcrops on growth and yield of wheat. Australian Journal of Agricultural Research 45:529-545

Kirkegaard, J.A.; Sarwar, M.; Wong, P.T.W.; Mead, A. (1998). Biofumigation by brassicas reducestake-all infection. Michalk, D. L. and Pratley, J. E. 465-468. Charles SturtUniversity, Wagga Wagga, Charles Sturt University. Agronomy - Growing a GreenerFuture. Australian Agronomy Conference.

Koduri, M. R., Kelarastaghi, Q., Darvishi, D. (2003). Effects of planting dates on growth and development stages and yield *Carthamus tinctorius* cultivars. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. Vol. 19) (No. 4) 411-423, 444

Lamb, D.J.; Pappin and J.M. Lord (1985). The primary sequence of Ricinus communis agglutinin. Comparison

with ricin J. Biol. Chem., Vol. 260, Issue 29, 15682-15686, Dec,

Liu, R. J.; Tang, Z. I. (1992). Study on quality characters in Rapeseed germplasm resources. Journal of Southwest Agricultural University.

Luebs, R. E., Yermanos D. M., Laag, A. E. and Burge W. D. (1965). Effect of Planting Date on Seed Yield, Oil Content, and Water Requirement of Safflower. Contribution from the Soil and Water Conservation Research Division, Agricultural Research Service, USDA, and the California Agricultural Experiment Station.

Manal, M.S. (1988). Variation among safflower germplasm in seed yield and oil quality traits. M. Sc. Thesis, Cairo, Univ., Egypt.

Mark, U. And Tevini, M. (1997). Effect of solar ultraviolet-B radiation, temperature and CO_2 on growth and physiology of sunflower and maize seedlings. Plant Ecology, 128 (1/2), 224-34.

Mathur, J.G.; Tikka,S.B.S. ; Sharma. P.K.; Simgh, S.P.; and Dashora S.L. (1976). Genetic variability and path coefficient analysis of yield.

Mohamadi, R; Abdulahi, R. Haghparast and M. Armion (2007). Interpreting genotype environment interactions For durum Wheat grain Yields Using non-parametric methods. Euphytica,157(1-2):239-251.

Mulkey, J. R.; Drawe, H. J. ; and Elledge, R. E., (1987). Planting Date Effects on Plant Growth and Development in Sesame. Agronomy Journal79(4):701-703.

Narasimhulu, G. (1982). Studies on split application of N,P, K fertilizers. M. Sc. (Ag.) Thesis, Andhra Pradesh

Agricultural University, Tirupati Campus, Andhra Pradesh, India.

OECD Paris.(1997). Consensus document on the biology of brassica napusL. (oilseed rape). 7.

Piper, E.K. et al., (1996). The role of daily minimum temperature in modulating the development rate to flowering in soybean. Field Crops research, 47 (2/3), 211-20.

Pourdad, Saeid; Daraee, Ebrahim; Abbasi, Ali; Rostami, Safdar; Nasery, Mahmod; Karimi, Behrouz; Tanhaee, Mansour,2003. Study on safflower varieties in winter sowing in the farmer fields under rain-fed conditions, Plant genetics and breeding;Handling, transport, storage and protection of agricultural products;Plant propagation.

Putnam, D.H.; Oplinger, E.S.; Hicks, D.R.; Noetzel, D.M.; Meronuck, R.A.; Doll, J.D. and Schulte, E.E. (1990). Sunflower: Alternative Field Crop Manual. University of Wisconsin, Cooperative Extension.

Rajendiran, K. (1996). Impact of ultra violet radiation on growth and chlorophyll content in *Helianthus annuus*. Environment and Ecology, 14 (3), 731-2.

Raju, K. And Ranganayakula, C. (1978). Effect of saline water irrigation on salt distribution in profile, and performance of sunflower crop. Indian Journal of Agricultural Research, 12 (3), 183-6.

Ranjbar, Fardin; Hatamzadeh, Hossein; Beig, Akhtar 2004. Determination of optimum seed rate (row space and plant space on rows)for safflower Kermashah (Iran)

Reddy, V.M.; Tanner, J.W.; Roy, R.c. and Elliot, J.M. (1981). The effects of irrigation, inoculants and

fertilization on peanuts. Yield II. Peanut Science, 2: 125-8.

Reid, P.H. and Cox, F.R. (1973). Soil properties, mineral nutrition and fertilization practices. (In) Peanuts Culture and Uses, chapter 8. American Peanut Research and Education Association Inc., Stillwater, Oklahoma.

Rieger MA, Preston C, Powles SB (1999) Risks of gene flow from transgenic herbicide-resistant canola (*Brassica napus*) to weedy relatives in southern Australian cropping systems. Aust J Agric Res 50: 115-128.

Samancı. B and Özkaynak. E . 2003. Effect of Planting Date on Seed Yield, Oil Content and Fatty Acid Composition of Safflower (*Carthamus tinctorius*) Cultivars Grown in the Mediterranean Region of Turkey.

Saranga, Y. Et al., (1998). Large sunflower seeds are characterised by low embryo vigor. J. American Society Horticultural Science, 123 (3), 470-4.

Saraswathi, N. Et al., (1995). Influence of pre-harvest spray of fungicides and post-harvest seed treatments on seed quality of soybean (*Glycine max* (l) Merrill). Farming Systems,11 (3-4), 21-8.

Smartt, J.J.; Gregory, W.C. and Gregory, M.P. (1978). The genome of *Arachis hypogaea*. Euphytica, 27, 665-75.

Spears, J.F.; Tekrony, D.M. and Egli, D.B. (1997). Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. Seed Science and technology, 25 (2), 233-44

Spehar, C.R. and galwey, N.W. (1997). Screening soybeans (*Glycine max* L. Merril) for calcium efficiency by root growth in low-Ca nutrient solution. Euphytica, 94 (1), 113-17.

Sipos G.H. (1978). Progamul de cercetare la cuultur florii soarelmi I.C.C.P.I Fundulea ed ceres. Bucuresti- Romania.
Stoyanova, J.S. (1997). Growth, N fixation and transpiration in soybean plants as affected by root temperature. Russian J. Of Plant Physiology, 44 (3), 357-62.

Swant, A.R. and Moghe, B.M. (1984). Spineless safflower current status and future breeding strategies. Annals Rabi Oilseeds Newsletter No.2 June 1985, pp.27-33.

Vidal, R.; Gerbaud, A. And Vidal, D. (1996). Short-term effect of high light intensities on soybean nodule activity and photosynthesis. Environmental and Experimental Botany, 36 (3), 349-57.

Wan, C.W. et al., (1998). A study on chemical composition of soybean seeds collected from regional trials in the Yellow, Huaihe and Haihe river valleys. Soybean Science, 17 (1), 10-18.
Wang, Y.L.P. and Li, Xufeng (1996). A study on plantlet regeneration from stem apices of *Crambe abyssinica*. Oil Crops of China, 18 (2), 4-6.

WEISS E.A (1983). Sesame in Oilseed Crops pp 283-340. Longman London.

Weaver, J.E. (1926). Root Development of Field Crops. McGraw-Hill, New York.

Zamfirescu N.(1961), Fitolehnie ed agresilvica.

المراجع الروسية:

Душков В.Ю.; Чекалин С.Г. (1999) СПОСОБ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САФЛОРА103009, Москва, а/я 184, для ППФ "ЮС", Ловцову С.В.

Иванченко Е.Н. и др.(1993). "Перспективные образцы сафлора для использования в кормовых целях). Научно-технический Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И.Вавилова, вып. 232, Санкт-Петербург, 1993, с. 34 - 40,

Картамышев В.Г. и др.(1997). "Изучение сафлора в Ростовской области". Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук, N 2, с. 42)

Масличные и эфиромасличные культуры,(1965) под общей редакцией В. С. Пустовойта, М., 1963; Пустовойт В. С., Избранные труды, М.

Минкевич И. А., Борковский В. Е.,(1955) Масличные культуры, 3 изд., М.

Москалева Е.В. (2003) "Рицин в руках террористов и врачей." В журнале "Химия и Жизнь XXI век" №3-опубликована статья

Шиков А.Е., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. ,(2000) Растительные масла и масляные экстракты.

Растениеводство.(1986). Под ред. проф. П. П. **Вавилова.** Москво.

Руководство по селекции и семеноводству масличных культур, М., 1967.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المقومون العلميون

أ. د. حسن عزام　　أ. د. محمود صبوح　　أ. د. محمود شباك

المدقق اللغوي

د. علي كردي