الباب التاسع

إرواء محاصيل الحقل

تختلف الحاصلات الحقلية فيما بينها فى استهلاكها واحتياجها وفى مقنناتها المائية حسبا لكثير من العوامل، كما تختلف الفترات الحساسة من حياة النبات للماء باختلاف المحاصيل وفيما يلى بعض اللمحات عن إرواء بعض المحاصيل وبعض التفاصيل عن البعض الآخر.

الذرة الرفيعة للحبوب

Grain Sorghum
Sorghum bicolor (L.) Moench

يعتبر محصول الذرة الرفيعة من أكبر خمس محاصيل على مستوى العالم حيث يقع فى المرتبة الرابعة بعد محصول القمح والأرز والذرة الشامية رغما عن أن إنتاجه العالمى لا يتعدى ٤٠-٥٠ مليون هكتار بمتوسط يبلغ ١٢٠٠-١٣٠٠كجم/ هكتار (FAO,١٩٧٧). يخص أسيا وأفريقيا ٧٥% من الإنتاج العالمى حيث يستهلك أساسا كغذاء للإنسان وحبوب بحوالى ٥٠% كمتوسط عالمى. وفى معظم أنحاء العالم فإن زراعة الذرة الرفيعة تزرع فى البيئات التى يصعب فيها زراعة الأرز والذرة الشامية حيث لها القدرة الوراثية على التفوق على معظم محاصيل الحبوب فى الإنتاج تحت ظروف البيئات الحدية وعلى الأخص البيئات الحارة والجافة (Martin, 1930) لتميزها بالنمو الكثيف المتعمق للجذور التى تمكن النباتات من اكتشاف الماء القابل للاستفادة، وجود الشمع الذى يغطى السيقان والأوراق مما يعمل على تقليل فقد الماء من

الكيوتين، وقدرة تعظيم كفاءة استخدام الماء من خلال تغيير اتجاه الأوراق وتنظيم الثغور والقدرة على استخدام المواد الممثلة قبل عملية التزهير فى امتلاء الحبوب مما يؤهلها إلى مقاومة الجفاف.

مراحل النمو

لقد أوضح Eastin (1972) أنه من المهم وصف مراحل نمو الذرة الرفيعة خلال الثلاث المراحل التالية:

١- **مرحلة النمو الأولى (GS1)**: وهى الفترة التى تبدأ من الانبثاق وحتى تحول المرستيم القمى من المرحلة الخضرية - نظام إنتاج الأوراق- إلى المرحلة الثمرية. تحتاج هذه المرحلة من الانبثاق إلى ٣-١٠ أيام معتمدة فى ذلك على عمق الزراعة ودرجة حرارة الأرض والمياه (Evans and Stickler, 1961,Saint-Clair 1976). إن أقل درجة حرارة ممكن أن تنبت عندها حبوب الذرة الرفيعة تبلغ ٨-١٠ م°. تتكون فى هذه المرحلة أعداد الأوراق الكلية والأشطاء القاعدية ونسبة من نظام الجذر الكلى. وتعتمد المدة اللازمة لهذه الفترة على كل من التركيب الوراثى والعوامل البيئية ولكن عادة ما تستغرق ثلث الفترة الكلية اللازمة من الإنبثاق إلى النضج الفسيولوجى ويوجد تفاعل قوى بين الفترة الضوئية والمدة الحرارية لتحديد فترة النمو الأولى لنباتات الذرة الرفيعة (Quinby etal,1973 Hesketh etal; 1969 Caddel and Weibel 1971). وتنتهى هذه المرحلة حينما يقف المرستيم القمى عن إنتاج الأوراق وتبدأ عمليات تخليق النورات panicle.

٢- **مرحلة النمو الثانية (GS2)**: وهى الفترة التى تتميز بالزيادة الأسية لمساحة الورقة exponential وتمدد الجذور، وبتراكم المادة الجافة تزداد المساحة الكلية للأوراق والتى تستغرق ٣٣-٣٤% من الفترة الكلية لهذه المرحلة. وخلال هذه المدة يتم تميز differentiate النورات وتحديد عدد الحبوب وفى نفس الوقت يتم بناء أقصى حجم للنبات. ومن الملاحظ عند تعرض النباتات لأى نوع من الإجهادات الذى ينتج عنه إعاقة للعمليات التى تجرى فى هذه المرحلة الحرجة من النمو فإن ذلك يؤدى إلى تأثيرات واضحة على المحصول من خلال كل من

مساحة الورقة وعدد حبوب النورة. تصل هذه المرحلة إلى نهايتها بخروج النورة من الغمد ووصول الأوراق إلى أكبر مساحة وبداية عملية التلقيح. وعندئذ يكون المجموع الجذرى قد وصل إلى أكبر تعمق وأن تراكم المادة الجافة قد وصل إلى ٦٠-٧٠% من مجموع المادة الجافة الكلية للنبات (Kaigama etal, 1977).

٣- **مرحلة النمو الثالثة (GS3)**: وهى الفترة التى يتم فيها إمتلاء الحبوب والتى تستمر من الأزهار حتى النضج الفسيولوجى للحبوب. وهذه المرحلة من أكثر المراحل الحرجة للنمو. ويتحدد خلالها المحصول النهائى كمحصلة لكل من المدة والمعدل التى يتم فيها تجمع المادة الجافة بالبذور (Clegg etal, 1970 and Eastin etal, 1973) وبذلك توفر حجم للمصب (الحبوب) غير محدد. يبدأ التلقيح من قمة السنبلة ثم يتقدم قاعديا وتستغرق هذه العملية ٤-٧ أيام. وتنضج الحبة فسيولوجيا (الوصول إلى أقصى محتوى من المادة الجافة) بنفس ترتيب عملية التلقيح ولكن ليست بنفس المعدل لذا يستغرق وصول الحبوب إلى النضج فى القمة وقت أقل بالمقارنة بالموجود بالقاعدة وأيضا تبعا لموقع الحبة على محور السنبلة، ويمكن التعرف على وصول الحبوب إلى هذه المرحلة عن طريق ملاحظة تكوين الطبقة السوداء (Eastin etal, 1973).

نمو وتطور المجموع الجذرى

يتميز جنس السورجم بتكوين جذر جنينى واحد هو عبارة عن الجذير (مرسى ١٩٧٩) يقوم بتثبيت البادرة فى الأسابيع الأولى من النمو. وفى أثناء ذلك ينمو نظام الجذور العرضية من براعم العقد الموجودة أسفل الساق (Hackett, 1973 and Evetts and Burnside, 1973) وخلال عملية إنبات الحبوب والتى تستغرق ٧-١٠ أيام تتكون الجذور العرضية بمعدل ٠,٥-١ /يوم (Blum etal, 1977a and b) وتختلف أعداد الجذور العرضية لتصل فى المتوسط ١٥-٢٠ معتمدة فى ذلك على نظام تكوين الأشطاء (Downes, ١٩٦٨) وبمجرد إكتمال تكون الجذور العرضية يتدهور نظام الجذر الجنينى، أما إذا فقدت الجذور الجنينية بفعل العوامل الميكانيكية أو الإصابة المرضية فذلك يؤدى إلى موت البادرة ومواكبة ذلك بنمو النظام الجذرى العرضى فإن

ذلك يؤدى إلى تفرعه ونشاط نموه مما يؤدى إلى كبر حجم الجذور العرضية. ولقد وجد Blum etal (1977a) وجود علاقة من الدرجة الأولى بين مساحة الورقة وكل من الطول الكلى للجذر وحجم الجذر. وفى نهاية مرحلة النمو الأولى يتعمق الجذر لمسافة ١٢٠-١٥٠ سم (Teare etal, 1973) بانتشار جانبى يبعد ٢٠-٢٥ سم من الساق الرئيسى معتمدا على مسافة الزراعة وغيرها من العمليات الزراعية. ولقد ذكر (Mc Clure and Harvey, 1962) أن جذور هجين الذرة الرفيعة تميل للتعمق وكثافة النظام الجذرى عن سلالات الأباء مع تركيز إنتشارها فى القدم العلوى من سطح الأرض (Zartman and Woyewodzic, 1979).

ويزداد تفرع الجذور العرضية للنظام الجذرى فى مرحلة النمو الثانية قريبا من السطح العلوى للأرض مع الإستمرار فى التعمق بتقدم النبات فى العمر ليصل وزن النظام الجذرى لأكبر وزن له تقريبا عند الإزهار تحت ظروف توافر وكذلك شح الرطوبة بالأرض (Mayaki etal, 1976) وعند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف تموت الجذور الرفيعة وبإعادة الرى تحل محلها جذور نمت جديدا.

وفى أثناء مرحلة النمو الثالثة أى أثناء امتلاء الحبوب فإن معظم المواد الممثلة تذهب إلى عملية إمتلاء الحبوب كما سبق القول، وحينئذ ربما يقل نموالجذور ولقد أوضح (Bunch etal, 1978) أن كثافة طول الجذور (طول الجذر بالسنتيمتر لكل سنتيمتر مكعب من الأرض) يتراوح ما بين ٤ عند سطح الأرض إلى ٢ على عمق ٣٠-٣٥ سم إلى ١ عند عمق ٦٠-٦٥ سم وأقل من ١ أسفل ٨٥ سم.

الإستهلاك المائى

إن الإستهلاك المائى للذرة الرفيعة محصلة لعمليتى التبخير من سطح الأرض وعملية النتح التى يقوم بها النبات حينما يكتمل نمو مساحة الأوراق ليصبح مكون للماء الكافى المستهلك. وباستمرار نمو مساحة الأوراق يزداد نسبة الاستهلاك الفعلى للنبات مقارنة بجهد النتح بخر، وتحت ظروف البيئات النصف جافة فإن تدفق الحرارة من المساحات المحيطة بالنبات تعمل على الزيادة الكلية اليومية للنتح بخر متفوقة فى ذلك على جهد البخر. وتجدر الإشارة هنا إلى أن درجة حرارة أوراق الذرة الرفيعة

بالمناطق المروية جيدا تكون أقل من درجة حرارة الجو المحيط مما يؤدى إلى تدفق الحرارة أثناء عملية النتح من الجو إلى الأوراق وعلى الأخص فى أوقات ما بعد الظهيرة (٤-٦ بعد الظهر) حيث تقل بسرعة الأشعة الساقطة بينما تصل درجة حرارة الجو أقصاها. ويستمر معدل استهلاك الماء مرتفعا بمرحلة امتلاء الحبوب مع ملاحظة انخفاضه فى المراحل الأخيرة المواكبة لطور النضج العجينى الصلد، ويرجع ذلك إلى فقد جزء من الأوراق ونقص حجم الجذور لدخولها فى مرحلة الشيخوخة، وبذلك لايمكن للجذور مواكبة زيادة عملية النتح، بالإضافة إلى مقاومة الورقة الكبيرة فى العمر لعملية انتقال الماء خلالها ونقص الجهد المائى حتى تحت ظروف توافر الماء (Ferreres etal, 1978). يمتص نبات الذرة الرفيعة الماء من الأعماق المختلفة وتمتص النباتات نحو ٨٠-٩٠% من مجموع الماء الممتص بقطاع الأرض العلوى لعمق ٩٠سم (مرسى ونورالدين ١٩٧٧).

التحمل للجفاف

تتميزنباتات الذرة الرفيعة بقدرتها على تحمل الجفاف ويرجع ذلك لدخول النباتات فى طور سكون بالتعرض للجفاف، وإمكانية استئناف النباتات لنشاطها بعد زوال الجفاف وزيادة عدد الجذور الثانوية وتعمقها واكتساب الأوراق طبقة سميكة من الشمع والتواء الأوراق عند الجفاف مما يؤدى الى احتفاظ النباتات بمائها، وزيادة نسبة وزن الجذور إلى وزن الأوراق مما يؤدى إلى زيادة كمية الماء الممتص (مرسى ونورالدين ١٩٧٧) للذرة الرفيعة عن الذرة الشامية بقدرتها على الشفاء بعد الذبول بالمقارنة مع الذرة الشامية (Glover, 1958). ويؤدى تعرض نباتات الذرة الشامية لإجهاد جفافى إلى حدوث ضرر للثغور لا يشفى منه لفترة تمتد لنحو أسبوعين وهذا القدر من الإجهاد الجفافى الذى يحدث الضرر لثغور الذرة الشامية ليس له سوى تأثير طفيف على ثغور الذرة الرفيعة.

ويؤثر الإجهاد الجفافى أثناء فترة الإنبات وظهور البادرات لفترة تمتد نحو ١٠ أيام على عدد النباتات بوحدة المساحة، وأثناء تكوين البادرات والأشطاء والتى تمتد لفترة نحو ١٠ أيام على عدد الأشطاء بوحدة المساحة، وأثناء تكوين أصول الأزهار

والإزهار لفتره تمتد نحو ١٥ يوما على عدد الحبوب، وأثناء فترة امتلاء الحبوب لفترة تمتد نحو ١٥ يوما على أوزان وأحجام الحبوب وهكذا يلاحظ أن مجموع طول الفترات الحساسة للإجهاد الجفافى تبلغ ٥٠ يوما (مرسى ونورالدين ١٩٧٧).

رى الذرة الرفيعة

تكون رية الزراعة على البارد مع الغمر الكامل للأرض لضمان إكتمال الإنبات (عبد الجواد وأبوشتيه ١٩٩٨). تروى النباتات رية المحاياة بعد ١٥-١٨ يوما من الزراعة ويتوقف ذلك على ميعاد ومنطقة الزراعة ونوع الأرض وتروى النباتات بعد رية المحاياه كل ١٠-١٢ يوما فى الزراعة الصيفى وكل ١٢-١٥ يوما فى الزراعة النيلى. ويوقف الرى قبل الحصاد بحوالى ٢-٣ أسابيع للمساعدة على جفاف القناديل وعدم رقاد النباتات.

يبلغ المقنن المائى للذرة الرفيعة ٢٥٠٠، ٢١٥٠، ٤٥٠٠ م^3 فى الزراعة الصيفية و٢٣٠٠، ٢٩٢٠، ٤١٤٠ م^3 فى الزراعة النيلية بالوجه البحرى ومصر الوسطى والعليا على الترتيب.

ويبلغ مقدار الماء اللازم لإنتاج كيلو جرام واحد من حبوب الذرة الرفيعة نحو ١٦٢٦، ١٨٠٤، ١٨٠٤ كيلو جرام من الماء فى الزراعة الصيفى فى الوجه البحرى ومصر الوسطى والعليا على الترتيب ونحو ٢٦٢٨ كيلوجرام من الماء فى الزراعة النيلى بمصر الوسطى (مرسى ونور الدين ١٩٧٧).

قائمة المراجع

- عبد الجواد ع. أ.، أبو شتيه ع. م. ١٩٩٨. إنتاج محاصيل الحقل، مكتبة الأنجلو المصرية الطبعة الأولى، القاهرة، مصر، ٣٨٦ صفحة.
- مرسى م. ع. ١٩٧٩. محاصيل الحبوب، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، ٤٠٣ صفحة.
- مرسى م. ع.، نورالدين نعمت ع. ١٩٧٧. رى محاصيل الحقل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، ٣٣٢ صفحة.
- Blum A. , Arkin G.F. and Jordan W.R. 1977 a. Crop Sci. 17, 153- 157.
- Blum A. Jordan W.R and Arkin G.F. 1977 b. Crop Sci. 17,468- 472.
- Bunch G.J, Smith R.C.G. and Mason W.K.1978. Aust.J.Plant Physiol. 5,169-177.
- Caddel J.L.and Weibel D.E. 1971,Agron.J.,63,799-803.
- Clegg M.D.,Eastin J.D. Maranville J.W. and Sullivan C.Y. 1970. Ann.Rep. No. 4 Univ. of Neb. Lincoln, Neb. ,pp.101-105.
- Downes R.W. 1968. Aust.J.Agric. Res. 19,59-64.
- Eastin ,J.D. Hultquist J.H. and Sullivan C. Y. 1973. Crop Sci. 13,175-178.
- Eastin ,J.D.1972 in Ran N.G.P.Rao and House L.R. ,Eds Sorghmin the seventies , Oxford and IBH Publ ., New Delhi ,India,pp.214-296.
- Evans W.F. and Stickler F.C.,1961. Agron. J. 53,366-372.
- Evetts L.L. and Burnside D.C. 1973.Weed Sci., 21,289-291.
- Fereres E. Acevedo D. Henderson D.W. and Hsaio T.C.1978. Physiol. Plant. 44,261-267.
- Glover J. 1958.J. Agric. Sci. 42, 187.
- Food and Agricultural Organization (FAO). Yearbook of Food and Agricultural Statistics 1977, Vol. 31
- Hackett C. 1973. Aust. J. Biol. Sci. 26,1211-1214.
- Hesketh J.D. Chase S.S. and Nanda D.K.1969. Crop Sci. 9,460 -463.
- Kaigama B.K. ,Teare I.D. Stone L.R. and Powers W.L.1977. Crop Sci. 17 , 555-559.
- Martin J.H. 1930. J.Am. Soc. Agron. 22 ,993 ñ 1003.
- Mayaki W.C. ,Stone L.r. and Teare I.D. 1976. Agron. J. 68, 532- 534.
- McClure J.W. and Harvey C.1962. Agron.J. 54,457-459.

obeikandl.com

- Quinby J.R. Hesketh J.D. and Voight R.E. 1973. Crop Sci. 13,243-246.
- Saint- Clair P.M. 1976. Can. J. Plant Sci. , 56 ,2124.
- Teare I.D. Kanenmasu E.T. ,Powers W.L. and Jacobs H.S. 1973. Agron. J. 65,207-211.
- Zartman R.E. and Woycwodzic R.T.1979. Agron. J. 71,325-328.

obeikandl.com

الذرة الشامية

Maize
Zea mays L.

تزرع الذرة الشامية فى أكثر من ١٢٠ مليون هكتار سنويا، تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكبر مناطق إنتاجها فى العالم حيث تزرع حوالى ثلث المساحة المنزرعة فى العالم، تزرع فى مصر بحوالى ١,٧مليون فدان بمتوسط ٢٠ أردب للفدان، إرتفع إلى ٢٤,٨ أردب (أردب الحبوب بعد التجفيف= ١٤٠ كجم) عام ٢٠٠٣. تتركز بالمناطق المعتدلة فى نصف الكرة الغربى ما بين خط عرض ٥٨ درجة شمالا عند كندا وحتى ٣٥-٤٠ درجة جنوبا عند أمريكا الجنوبية. كما تنمو عند إرتفاع يبلغ مستوى منخفض تحت سطح البحر إلى إرتفاع يبلغ ٤٠٠٠ متر فوق سطح البحر. كما تختلف النباتات كثيرا فى الطول فتبلغ متر طولا وعدد أوراق ٨-٩ مع طول فترة حياة تبلغ ٥٠ يوما إلى ٦ أمتار وعدد أوراق ٤٢-٤٤ مع طول فترة حياة تبلغ ٣٣٠ يوما.

الإحتياجات المناخية

تنمو نباتات الذرة الشامية جيدا فى المناطق الخالية من الصقيع لمدة ١٢٠ يوم ذات حرارة متجمعة تتراوح ما بين ٢١٠٠- ٢٢٠٠ أو أكثر، ويمكن الحصول على أعلى محصول بالتعرض لدرجة حرارة معتدلة مع توافر الماء، وتعتبر درجة ٢٤-٣٢م° هى درجة الحرارة المثلى وكلما أرتفعت درجة الحرارة من ٢٧ إلى ٣٢ وتوافر الماء فإن الذرة الشامية تسرع من النمو، وعند إرتفاع درجة الحرارة عن ٣٢ م° فإن نمو الجذور يزداد بصعوبة كما ويستهلك كميات كبيرة من المياه للحفاظ على إنتفاخ خلايا النبات لذلك فإنه بنقص الماء تعتبر درجة حرارة ٢٧ م° هى الدرجة المثلى للنمو. وعلى عكس الإعتقاد السائد فإن محصول الذرة الشامية لا ينمو جيدا فى الليالى الحارة الرطبة حيث يؤدى ذلك إلى زيادة معدل النتح مما يفقد النبات الكثير من الطاقة والمادة الجافة. وتعتبر كميات المياه عاملا هاما لإنتاج محصول مرتفع من الذرة الشامية، ففى الولايات المتحدة الأمريكية فإن زراعة الذرة الشامية بالمناطق الممطرة

تعطى أعلى محصول تحت معدل مطر يصل إلى ٦٠-١٠٠سم. يمكن القول أنه فى المناطق الجافة فإن إنتاج الذرة يقتصر على المناطق ذات معدل الأمطار الذى يبلغ ٣٨٠ مم أو أكثر (Marten etal, 1976).

تمتد فترة حياة الذرة الشامية بمصر نحو ٩٠-١٢٠ يوما ويتوقف ذلك على الصنف وميعاد الزراعة وخصوبة التربة وغير ذلك من العوامل. وتمتد زراعة الذرة الشامية من أقصى الجنوب إلى أقصى الشمال بالأراضى الخصبة الجيدة الصرف وبالأراضى الصفراء الطينية والسوداء الثقيلة ولا يزرع بالأراضى المالحة أو القلوية (مرسى ونورالدين ١٩٧٧).

ويمكن تقسيم طول فترة حياة الذرة الشامية إلى مرحلتين وهما مرحلة النمو الخضرى وتمتد نحو٤٥-٥٥ يوما، ومرحلة النمو الزهرى والثمرى وتمتد نحو ٥٠-٦٠ يوما وتنقسم كل من المرحلتين إلى أطوار، فتقسم المرحلة الخضرية إلى طور الإنبات وطور التفريع القاعدى (مثل الذرة الشامية السكرية) وطور الإستطالة. وتقسم المرحلة الزهرية والثمرية إلى طور التهيئة للإزهار وتكوين النورات، وطور تفتح الأزهار والإخصاب وطور إمتلاء الحبوب إلى تحت أطوار هامة وهى الطور اللبنى والعجينى واللامع والنضج الكامل.

لقد أوضح هانواى ١٩٧١ (Hanway, 1971) مراحل نمو الذرة النامية فى حزام الذرة بالولايات المتحدة الأمريكية كما هو موضح بجدول (٩-١) التالى:

جدول (٩-١): مراحل نمو محصول الذرة الشامية (Hanway, ١٩٧١)

مرحلة النمو	التوصيف	مرحلة النمو	التوصيف
صفر	الإنبات	٥,٠	ظهور الحريرة، إكتمال ظهور النورة المذكرة، إنتثار حبوب اللقاح
٠,٥	تكامل ظهورعدد٢ ورقة (الرقبة Collar)	٦,٠	طور بداية تكوين الحبوب وتكامل القولحة والأغلفة وحامل النورة
١,٠	تكامل ظهور عدد ٤ ورقة	٧,٠	الطور العجينى وإمتلاء الحبوب بسرعة

تابع جدول (٩-١): مراحل نمو محصول الذرة الشامية (Hanway, ١٩٧١)

مرحلة النمو	التوصيف	مرحلة النمو	التوصيف
١,٥	تكامل ظهور٦ ورقة	٨,٠	بداية الطور اللامع ونمو سريع للجنين
٢,٠	تكامل ظهور٨ ورقة	٩,٠	جميع الحبوب بالطور اللامع
٢,٥	تكامل ظهور ١٠ ورقات	١٠,٠	النضج الفسيولوجى وأكبر تراكم للمادة الجافة
٣,٠	تكامل ظهور ١٢ ورقة		
٣,٥	تكامل ظهور ١٤ ورقة		
٤,٠	تكامل ظهور ١٦ ورقة وبروز طرف النورة المذكرة من المحيط		

ويزرع نبات الذرة الشامية فى مصر فى عروتين وهما الزراعة الصيفى والزراعة النيلى، وتزرع الزراعة الصيفى فى أبريل ومايو وتنضج فى أغسطس وسبتمبر وتزرع الزراعة النيلى فى أكتوبر ونوفمبر وهكذا يواكب نمو نباتات الذرة الشامية فى الزراعة الصيفى درجات حرارة وشدة إضاءة آخذتين فى الإرتفاع وعلى العكس من هذا يواكب نمو نباتات الذرة الشامية فى الزراعة النيلى درجات حرارة وشدة إضاءة آخذتين فى الإنخفاض بتقدم النباتات فى العمر.

نمو ووظيفة الجذور

يتميز نبات الذرة الشامية بالجذور الليفية الكثيفة ونظرا لأن الذرة من المحاصيل السريعة النمو لذلك تتميز بقوة نمو الجذور وبالرغم من أن الجذور الأولى التى تنمو هى الجذور الجنينية Seminal إلا أن معظم كتلة الجذور تتكون من الجذور الثانوية (العرضية) والتى تتضمن الجذور التاجية Crown or Coronal والهوائية Brace or aerial.

ويختلف عدد الجذور الجنينية باختلاف الطرز أو تحت الأنواع فهى جذر واحد كثير التفرع فى الذرة السكرية وأربعة جذور كثيرة التفرع بالطرز الأخرى، تظهر هذه

الجذور بالتتابع إذ يظهر الجذير أولا مكونا الجذر الإبتدائى يعقبه زوج آخر من الجذور الجنينية الثانوية وتقوم بوظيفتها فى إمتصاص الماء والعناصر الغذائية، وتقل أهميتها بظهور الجذور العرضية وتشكل الجذور العرضية المجموع الجذرى الرئيسى للذرة الشامية وهى ليفية وتنمو فى محيطات لا يتجاوز عددها أربعة بالمحيط الواحد، تنمو الجذور العرضية المبكرة موازية لسطح الأرض ثم تتجه رأسيا بعد ذلك وتسمى بالجذور الجانبية، وتنمو الجذور العرضية فى الأطوار المتقدمة من حياة النبات رأسيا وتسمى الجذور الرأسية، وتشغل الجذور العرضية قطاع الأرض السطحى بسمك ٩٠سم وقد تتعمق الجذور وتصل لعمق مترين من سطح الأرض وتسمى منطقة خروج الجذور بمنطقة التاج الجذرى وتتميز الجذور العرضية بكثرة تفرعها، أما الجذور الهوائية فتنمو فى محيطات على العقدة الثانية أو الثالثة أوالعقد الأعلى من ذلك أحيانا فوق سطح الأرض والأجزاء الموجودة فوق سطح الأرض تكون سميكة غير متفرعة ولكنها تكون متفرعة فى الأرض. وتثبت الجذور الدعامية النبات فى الأرض وتحميه من الرقاد ويتركز المجموع الجذرى الأساسى فى ٣٠-٦٠ سم السطحية من سطح الأرض. وتكون الجذور العرضية نظام الجذر الرئيسى. وتصل نسبة المادة الجافة للجذورفى النباتات المروية إلى ٦٤% فى القدم العلوى (٣٠سم) و٩٢% فى منطقة ٩٠ سم العليا على حين تصل تحت ظروف الزراعة الجافة (المطرية) إلى ٣٩% و٧٠% فى الأعماق المذكورة على الترتيب (Mayaki etal, 1976). وهذا يعنى أن جذور نباتات الذرة الشامية تتخلل أعماق بعيدة من التربة تحت ظروف الزراعة الجافة بالمقارنة بالزراعة المروية وذلك حينما تكون كمية المياه أقل من الكمية المثلى. وهذا يعنى إمتلاك جذور النباتات قدرة ميكانيكية على تجنب الجفاف. ويلاحظ فى الأراضى العميقة الجيدة الصرف وجود علاقة خطية بين نقص محتوى الأرض من الرطوبة وكثافة الجذور ونعنى بها طول الجذر فى وحدة الحجم سم/سم^3 (Grimes etal, 1975).

وهناك عوامل كثيرة توثرعلى نمو وكثافة جذور محصول الذرة الشامية يمكن ذكر أهمها وهى:

١- **الإمداد المائى والمقاومة الفيزيائية للأرض:** فى الأراضى التى تتميز بارتفاع مستوى الماء الأرضى حتى منطقة جذور الذرة الشامية فلا يكون للماء علاقة وثيقة بإنتاج الجذور الكثيفة كما هو الحال فى الأرض الجيدة الصرف. ويمكن القول أنه

مجرد وصول حافة منطقة شعيرات الجذر إلى الماء فإن معظم المياه تمتص بواسطة الجذور الموجودة بهذه المنطقة حتى إذا كانت تمثل جزءا يسيرا من المجموع الجذرى. وتؤثر مقاومة الأرض الفيزيائية على تخلل الجذور تأثيرا كبيرا على إنتشارها وتعمقها حيث عادة ما تتخلل جذور المحصول المسافات الموجودة فى فراغات الأرض وتؤثر أعداد وأحجام هذه المسام على قدرة الجذور على التخلل، حيث وجد أن جذور نبات الذرة عمر ٥ أسابيع غير قادرة على تخلل منطقة تحت الأرض المندمجة التى تصل كثافتها الظاهرية إلى١,٥ جم/ سم^{٣} على الرغم من إمكانية نموه بغزارة عند كثافة ١,٢ جم/سم^{٣} وبنمو معتدل عند كثافة تتراوح ما بين ١,٣-١,٤جم/سم^{٣} وتؤثر المقاومة الفيزيائية على نمو الجذور الجانبية فى حالة ميكنة الزراعة لما تحدثه عجلات الجرارات من دمج الأرض فى منطقة بين الخطوط أو فى التأثير على عمق الجذور لاندماج الطبقات الأفقية ويمكن التغلب على ذلك بزيادة عمق الحرث.

٢- **درجة حرارة الأرض:** تلعب درجة حرارة الأرض دورا مهما فى التأثير على نمو الجذور حيث تقل المادة الجافة للسيقان والجذور فى مراحل النمو المختلفة بزيادة درجة حرارة الأرض وتبلغ درجة الحرارة المثلى لتراكم المادة الجافة فى بادرات الذرة الشامية ٢٠ م° (Beauchamp and Lathwell, 1967) حيث وجدت علاقة من الدرجة الأولى ما بين معدل إستطالة الجذور والسيقان من جهة وزيادة درجة الحرارة فى المدى من ١٠-٣٠ درجة مئوية من جهة أخرى (Blacklow, 1972)، وحينما تزداد درجة الحرارة عن ٣٢ م° يعقب ذلك نقص واضح فى كل من الجذور والسيقان وعند وصولها إلى ٤٠ م° فإن هذه الدرجة تصبح مميتة للبادرات، على حين أن تعرض النباتات لدرجة ٩ م° يؤدى إلى تقليل وقد يمنع إستطالة الجذر.

وتعمل رطوبة التربة على تحوير تأثير درجة الحرارة على نمو جذور النباتات والسيقان. وعند توافر الرطوبة بالأرض فإن إرتفاع درجة حرارة الأرض تؤدى إلى زيادة إستطالة الجذور، وفى حالة توافرها بكمية متوسطة لا يحدث تأثير على إستطالة الجذور بينما إذا قل محتوى الرطوبة بالأرض فإن إرتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى زيادة وزن وإنتشار الجذور. وعادة ما تنخفض درجة حرارة الأرض

غير المحروثة عن الأرض المحروثة لتعرض الأخيرة لأشعة الشمس التى تؤدى إلى رفع درجة حرارتها.

٣- **التهوية والتسميد:** يلعب التسميد دورا فى نمو المجموع الجذرى لنباتات الذرة الشامية واستخدام الماء، حيث أن الذرة المسمدة جيدا تستعمل الماء بكفاءة أكبر حيث تحصل على المياه بواسطة جذورها المتعمقة بالأرض لقدرة الجذر على استخلاص الماء من المسام الصغيرة والأغشية المائية المحيطة بحبيبات الأرض. إن الذرة المسمدة جيدا وعلى الأخص السماد الآزوتى ينتج جذور عميقة كثيفة فى المراحل المبكرة من النمو (Linscott etal, 1962)، وحيث أن إستخدام الماء له علاقة كبيرة بنمو الجذور فإن تغذية المحصول ذو تأثير إيجابى على كفاءة إستعمال الماء وعلى الأخص تحت ظروف نقص الماء عن الحد الأمثل بالأرض.

نمو الجذور وعلاقتها بالمراحل الفسيولوجية

تظهر الجذور العرضية (الثانوية) فى مرحلة ٤-٦ أوراق، بعدها تنمو سريعا وتتخلل الأرض لتصل إلى ٤٥ سم فى مرحلة ٨ أوراق. كما تنمو الجذور الهوائية من العقد السفلى للساق عند طرد النورة المذكرة تقريبا والتى تقوم بوظيفة دعامية بالإضافة إلى إمتصاص الماء والعناصر الغذائية.

يمر نمو الجذور بسلسلة من المراحل المتداخلة والتى لها علاقة بنمو الأجزاء العليا من النبات. وكما سبق القول يحدث النمو المبكر للجذر لأسفل وفى إتجاه القطر بكثافة يليه نمو جانبى مكثف يكتمل قبل مرحلة طرد النورة المذكرة بحوالى ١-٢ أسبوع. تظهر الجذور الهوائية الدعامية قرب إكتمال نمو الجذور الجانبية (Forth, 1962)، ومن هنا يتضح أن معظم الجذور تنمو قبل مرحلة طرد النورة المذكرة لذلك فإن طول المدة من الزراعة إلى الطرد تؤثر على حجم المجموع الجذرى. إن الأصناف المبكرة فى طرد النورة المذكرة يكون حجم مجموعها الجذرى أقل من حجم المجموع الجذرى للأصناف المتأخرة وهذا قد يؤدى إلى نمو الأصناف المبكرة أفضل من المتأخرة تحت ظروف قلة المياه على حين أن الأصناف المتأخرة تتميز بنمو خضرى كبير يستهلك كمية كبيرة من المياه، ومن هنا فإن الأصناف المتأخرة تعطى محصولا كبيرا إذا

تعرضت لفترة قصيرة من الجفاف حيث تستطيع مواجهة هذه الفترة بمجموعها الجذرى الكبير، على حين أن الأصناف المبكرة تعطى محصولا أكبر من الأصناف المتأخرة عند تعرضها لفترة طويلة من الجفاف لعدم إمتصاصها قدرا كبيرا من الماء فى فترة قصيرة.

وتوضح الدراسات أن حجم جذور الذرة يزيد سريعا حتى طرد النورة المذكرة ثم يبدأ فى التناقص أثناء إمتلاء الحبوب (Mengel and Barber, 1974) ويكون ذلك محصلة للنمو السريع فى مراحل النمو الأولى مع قلة فى أعداد الجذور التى تموت ويؤدى ذلك إلى زيادة حجم المجموع الجذرى زيادة أسية وعند وصول النباتات إلى مرحلة الإزهار يبدأ موت الجذور بنفس معدل إنتاج الجذور الجديدة مما يعمل على ثبات حجم الجذر. وبتقدم النباتات فى العمر فإن أعداد الجذور التى تموت يتفوق على أعداد الجذور المنتجة وبذلك يقل حجم المجموع الجذرى بعد طرد النورة المذكرة.

المادة الجافة بالنبات

تتراكم المادة الجافة نتيجة لما ينتج من عملية التمثيل الضوئى وما يستهلك فى عملية التنفس، لذلك فإن أى مؤثر يؤدى إلى زيادة عملية التمثيل الضوئى ونقص عملية التنفس يعمل بالضرورة على زيادة كمية المحصول، وعمليا فإنه من السهل التحكم فى العوامل التى تؤثر على عملية التمثيل الضوئى مثل خصوبة الأرض، مساحة الورقة، زاوية الورقة، الإمداد المائى وتربية الأصناف، على حين أن عوامل قليلة هى التى يمكن التحكم فيها فى عملية التنفس.

وتعتبر نباتات الذرة الشامية من المحاصيل ذات الكفاءة المرتفعة من حيث مقدارما يثبت من ثانى أكسيد الكربون بواسطة وحدة المساحة من الورقة. تنتج الأوراق أولا على النبات يليها أغماد الورقة، السيقان ، الأغلفة، الكيزان وأخيرا الحبوب. وفى المرحلة الثالثة من النمو فإن أعداد الأوراق التى تتعرض لأشعة الشمس تكون كافية لاستمرار تراكم المادة الجافة بمعدل يومى ثابت حتى قرب النضج، وتنتج كل المادة الجافة للأوراق مبكرا وتصل قمتها فى السيقان قبل الإزهارمباشرة على حين يكون تجمع المادة الجافة فى الحبوب سريع للغاية وتعزى إليه كل الزيادة فيها بعد

طرد النورة المذكرة، وفى الحقيقة فإن ٤٥% من إجمالى المادة الجافة المنتج من أعضاء النبات الموجودة أعلى الأرض تنتقل إلى الحبوب لتؤكد كفاءة المصب فى إستيعاب المادة الجافة لناتجات عملية التمثيل الضوئى وغيرها من المواد. ويتناقص معدل عملية التمثيل الضوئى بتقدم أوراق النبات فى العمر ولما كانت الأوراق الأكبر عمرا تقع فى الجزء السفلى من الساق لذلك فإن هناك فرق كبير فى معدل عملية التمثيل الضوئى من الأوراق المنفردة الناجم من الإختلاف فى أعمار الأوراق وتظليل بعضها البعض، ويكون هذا الفرق أقل حينما تكون النباتات صغيرة وقبل أن يتم غلق المجموع الخضرى، كما ويكون كبير بقرب النباتات من النضج.

إن معدل عملية التمثيل الضوئى فى المجموع الخضرى (تحت ظروف الإضاءة الجيدة) يكون محصلة مساحة الورقة وعمر النبات حيث يزداد بزيادة مساحة الأوراق إلى أن يغلق المجموع الخضرى (عادة ما يكون قبل طرد النورة المذكرة مباشرة) ليصل إلى قمته وقت طرد النورة المؤنثة تقريبا أو فى المرحلة المبكرة من إمتلاء الحبوب ثم يبدأ فى التناقص باستمرار زيادة عمر الأوراق تبعا لمعادلة من الدرجة الأولى بزيادة أعداد النباتات فى المدى من ٣٤-٦٩ ألف نبات/ هكتار (٢٢-٢٦ ألف نبات/ فدان) ثم تتناقص باستمرار الزيادة عن هذا المدى.

وتعتبر ٢,٦ دليل مساحة الأوراق الحد الأمثل لإنتاج الحبوب فى هجن الذرة الشامية بينما يعتبر ٢ الحد الأمثل لإنتاج الحبوب فى السلالات (Major etal, 1972) وتحت ظروف دليل مساحة الأوراق الأمثل فإن ٩٠% من الأشعة الضوئية الساقطة يتم إعتراضها بواسطة المحصول. إن كمية المادة الجافة المنتجة تحت ظروف دليل مساحة أوراق تبلغ ٣,٣ بواسطة الأوراق الموجودة فى قمة ووسط وأسفل النبات تبلغ ٤:٢١:١ ويعزى إنخفاض المعدل فى الأوراق السفلى تحت مستوى دليل مساحة الأوراق المرتفع إلى تظليل الأوراق لبعضها وزيادتها فى العمر كما قد يرجع الإرتفاع فى المنطقة الوسطى إلى تقارب الحبوب مما يؤدى إلى كبر حجم وعاء المصب الذى يستوعب ناتجات عملية التمثيل الضوئى. وفى إحدى الدراسات وجد أن ثلثى الهجن وصلت إلى أقصى تراكم للمادة الجافة بعد ٥٤-٥٧ يوم من عملية التلقيح بعدما

وصلت ٧٥% من النباتات لمرحلة النورة المؤنثة، وعند وصول حبوب الذرة إلى أقصى تراكم للمادة الجافة فإن محتوى الرطوبة بها يتراوح ما بين ٢٨-٣٨%.

الإجهاد الجفافى

تتأثر نباتات الذرة الشامية بالإجهاد الجفافى فى فترات معينة من حياتها عن البعض الآخر حيث يؤثرالإجهاد الجفافى أثناء فترة الإنبات وظهور البادرات (تمتد حوالى ١٠ أيام) على عدد النباتات، وأثناء تكوين البادرات (تمتد نحو ١٥ يوما) على قوة نمو النباتات، وأثناء الإزهار (تمتد نحو ١٥ يوما) على عدد الحبوب الممتلئة وأثناء إمتلاء الحبوب (تمتد نحو١٥ يوما) على حجم ووزن الحبوب وتعتبر الفترة من طرد النورة المذكرة إلى الطور العجينى أهم فترة حرجة من حيث تأثير الإجهاد المائى على كمية محصول الذرة الشامية وهكذا يبلغ مجموع طول الفترات التى يكون فيها نبات الذرة الشامية حساسا للإجهاد المائى نحو ٥٥ يوما أى نحو نصف عمر النبات ويمكن القول أن نبات الذرة الشامية يتحمل الإجهاد الجفافى فى الفترة الخضرية من حياتة.

وبالرغم من أن عمق جذور الذرة الشامية يتأثر بالصفات الوراثية إلا أنه هناك علاقة وثيقة بين إستطالة الجذور ومحتوى الأرض من الرطوبة حيث تزداد إستطالة الجذور بنقص التوتر الرطوبى، ليس هذا فحسب بل أيضا بزيادة محتوى الرطوبة عند نفس درجة التوتر وهذا يعنى أن قوام الأرض يلعب دورا هاما فى التأثير على نمو الجذور حيث يؤثر على قدرتها على حفظ الماء. ومن المعروف أن الجذور المتعمقة فى الأرض تكون أقل كفاءة فى إمتصاص الماء عن الجذور السطحية إلا أنه فى العديد من الأحوال يحدث العكس حيث تكون أصغر عمرا وتوجد فى منطقة مبللة وأقل تزاحم من الجذور القريبة من السطح وهذا يوضح لماذا ينقص الوزن الكلى للجذور بعد الإزهار فى الوقت الذى يظل إستعمال الماء كبير.

أما بالنسبة لعلاقة الذرة الشامية فى مرحلة النمو الخضرى بالماء فيمكن القول أن فقد الماء يكون كبيرا فى المراحل المبكرة من حياة الذرة الشامية حيث إرتفاع عملية البخر من سطح الأرض لقلة الغطاء النباتى وقلة دليل مساحة الأوراق، وبتقدم النباتات

obeikandi.com

فى العمر فإن نمو النباتات ربما يؤدى إلى نقص عملية النتح بخر حيث تصبح الأرض جافة مما يعمل على قلة معدل التبخير وباستمرار التغير الحادث فى نمو المجموع الخضرى أثناء موسم النمو يحدث تغيير فى عملية النتح بخر الكلية فى الحقل مما يؤدى إلى سيادة عمليات البخر نتح على عملية البخر ولما كان إستخدام وعاء البخر نتح كأساس لحساب قيمة الجهد المائى فإن متوسط قيمة الماء المستهلك يبلغ ٣٥% فى المراحل الأولى من النمو ثم تصل إلى ٨٠% بعد طرد النورة المؤنثة مباشرة ثم تعود لتنقص باقتراب النباتات من النضج.

يختلف الإستهلاك المائى للذرة الشامية كثيرا باختلاف مراحل النمو حيث يتأثر معنويا بعوامل المناخ فيبلغ الضعف فى الجو الحار المشمس مقارنا بالجو البارد ذو السحب. ولقد وجد Shaw (1963) أن إستهلاك النبات الواحد من الماء يبلغ ٢٥سم وحوالى ١ سم فى اليوم فى مراحل النمو المبكرة ووقت طرد النورة المؤنثة على الترتيب.

يتأثر نمو المجموع الخضرى بدرجة حرارة الأرض التى بدورها تؤثر على مقدرة الجذور على إمتصاص الماء لتأثيرها غير المباشرعلى عملية البناء. وعندما تقل درجة حرارة الأرض عن درجة ٢٨ م° ينقص طول الورقة نتيجة لتحديد كمية المياه الممتصة بواسطة الجذور. وعندما يصل الجهد المائى للنبات إلى -٩ ضغط جوى فإن إستطالة الورقة تتوقف لنقص ضغط إنتفاخها على الرغم من عدم تأثر نتح النبات وناتج عملية التمثيل الضوئى إلى أن يصل إلى - ١٢ أو-١٣ ضغط جوى (Barlow etal, 1977) حينئذ يبدأ تأثر كل من النتح والتمثيل الضوئى. ويحسب النتح فى الذرة الشامية بنسبة ما يفقد أثناء فترة الإستهلاك المائى الأعظم. وأثبتت الدراسات أنها تحتل ٥٠-٧٠% من كمية الماء المفقود أثناء أقصى إستعمال وحيث أن ممر الماء فى النبات يسلك مسلك هيدرو ليكى مستمر فإن أىتغير فى الجهد المائى للجذور يعكس تغييرا مماثلا للجهد المائى للورقة مما يؤدى إلى التأثير على مقاومة الثغور للإنتشار وبالتالى يؤثر على معدل النتح.

ويبدو أن حساسية معدل إستطالة الأوراق للإجهاد الرطوبى المعتدل يعتبر عامل مهم لتحديد النمو حيث وجد أن نقص الجهد المائى للأرض من -٠,٣٥ إلى -٢,٥ بار

أدى إلى نقص معدل إستطالة الورقة بنسبة ٤٤% وزيادة تركيز الكربوهيدرات الذائبة بنسبة ٤٢% فى نفس الوقت الذى نقصت فيه الكمية الكلية للمادة الجافة المتراكمة بنسبة ٢٦% والنتح بنسبة ٢٤%. وأثناء تعرض النباتات للإجهاد الجفافى المعتدل فإن النباتات تحافظ على إتزان موجب جزئيا لثانى أكسيد الكربون بالأوراق فى صورة إمداد وفير من الكربوهيدرات الذائبة للحفاظ على عمليات البناء.

يتأثر عدد ووزن الحبوب بالإجهاد الجفافى كثيرا فى المرحلة الزهرية والثمرية، فيتحدد عدد الحبوب الفعالة فى طور التهيئة للإزهار وتكوين النورات وإذا تعرضت النباتات لإجهاد جفافى شديد أو لفترة طويلة أثناء تفتح الأزهار تكون النتيجة نقص الإخصاب وعقد الحبوب. ويرجع نقص الإخصاب إلى جفاف حبوب اللقاح وإلى إعاقة إنبات حبوب اللقاح أو نمو أنبوبة اللقاح من الميسم إلى البويضات. يتأثر إمتلاء الحبوب بالظروف التى تتعرض لها النباتات قبل الإزهار وبعده وتعرض النباتات لإجهاد الجفاف بعد الإزهار أكثر تأثيرا على إمتلاء الحبوب بالمقارنة مع التعرض له قبل الإزهار.

الرطوبه الزائدة

نبات الذرة الشامية حساس للرطوبة الزائدة بالأرض ويرجع ذلك أساسا إلى ما يعانيه النبات من نقص محتوى الأكسجين بالأرض. ويختلف مقدار تأثير زيادة الرطوبة باختلاف الفترة التى يتعرض لها النبات ومن أهم فترات حياة النبات حساسية للرطوبة الزائدة هى طور البادرة وطورالنمو الخضرى الذى يبلغ فيه النبات إرتفاع ٥٠ سم. تؤدى الرطوبة الزائدة فى طور تكوين البادرة إلى نقص عدد النباتات بوحدة المساحة وضعف النمو ويرجع هذا الضرر إلى وجود القمة النامية للنبات تحت سطح الأرض لفترة تمتد نحو ٣-٤ أسابيع من الزراعة ويؤدى تعرض النباتات لرطوبة زائدة فى طور أرتفاع نحو ٥٠ سم لمدة تمتد من ٣-٦ أيام إلى نقص كمية المحصول بمقدار يتراوح من ٣٠-٥٠% ومن جهة أخرى إذا تعرضت النباتات للرطوبة الزائدة فى طور الإزهار أدى إلى إنخفاض قليل فى كمية المحصول. ويتضح مما سبق أن الفترات الحساسة من حياة نبات الذرة الشامية للرطوبة الزائدة ليست هى الفترات الحساسة لنقص الرطوبة.

تنظيم فقد الماء

إن ماء الأرض هام لاستمرار عملية إنتفاخ الخلايا ولمقابلة إحتياجات عملية النتح والإستخدامات التى تحتاج إليها الخلية. ومن الصعب الفصل بين ما يحدث للنبات حين تعرضه لدرجة الحرارة المرتفعة التى تكون مصحوبة بالإجهاد الجفافى عن ما يحدث للنبات حين التعرض للحرارة المنخفضة التى تؤدى إلى نقص عملية التبخير الناشئ من إنغلاق الثغور.

عندما تتعرض النباتات الصغيرة لنقص الماء تغلق الثغور وتلتف الأوراق ويصبح شكلها ردئ وتلتف الأوراق نتيجة لنقص إنتفاخ الخلايا اللافة bulli form cells المنتشرة على طول العرق الوسطى لنصل الورقة ويحدث ذلك حينما يقترب الجهد المائى للورقة من -١٥ بار وعادة ما تصاب أوراق الذرة الشامية بالذبول فى ظروف الجفاف، وفى جميع الأعمار وقت الظهيرة وتعود للإنتفاخ فى الليل وباستمرار التعرض للجفاف يحدث الذبول مبكرا عن وقت الظهيرة إلى أن تصبح الأوراق ذابلة طول اليوم، وباقتراب محتوى الرطوبة بالأرض لمعامل الذبول تفقد النباتات قدرتها على الشفاء أثناء الليل.

وعند تعرض نباتات الذرة الشامية إلى الجفاف فترة تتراوح مابين ٣-٤ أيام فإن الثغور تعود لطبيعتها بعد ١-٢ يوم من فترة الإستشفاء، ولكن حين التعرض للجفاف الشديد ولفترة تمتد إلى أسبوع أو أكثر فإن ذلك يؤدى إلى تغييرات واضحة فى سلوك الثغور ولا يبدو أن لها القدرة على فتح الثغور بالكامل من جديد وهذا يعنى حدوث تلف شديد للثغور بتعرضها للجفاف لفترة طويلة مما يؤدى إلى نقص فى المحصول رغما عن إمداد النبات بالماء الكاف بعد التعرض للجفاف (Glover, 1950).

تزداد كثافة الثغور على السطح السفلى (١٠٨٠٠.٩٢٩) كما ذكر Miller (1938) عن السطح العلوى (٧٠٣٧,٩٨٠٠) Meidner and Mansfield (1968) كما تختلف كثافتها باختلاف موقعها على أنصال الأوراق حيث تقل بالقرب من الغمد وتزداد بالإتجاه لطرف النصل Miller (1938).

وتحت ظروف توافر المياه فإن ثغور السطح السفلى تظهر مقاومة أقل للإنتشار عن ثغور السطح العلوى (تعنى إنخفاض مقاومة الثغور للإنتشار زيادة الماء المفقود فى عملية النتح على حين يحدث العكس بزيادة مقاومة الثغور للأنتشار) وبنقص الجهد المائى تزداد المقاومة بسرعة أكبر من السطح العلوى وباقترابه من -١٥ بار فإن مقاومة السطحين تكون متماثلة تقريبا وعند إعادة الرى فإن مقاومة كلا الجانبين تنقص بسرعة ولكن يكتسب السطح السفلى مرة أخرى المقاومة المنخفضة بمجرد وصول الخلايا إلى حالة الإنتفاخ الكلى.

وفى حالة سطوع الشمس فإن النباتات المروية جيدا تتميز بفتح ثغور السطح السفلى بمعدل أكبر من العلوى لتصل إلى ثلثى إنفتاح عندما تبدأ ثغور السطح العلوى فى الإنفتاح (Domes and Bertsch, 1969).

ولا يتأثر معدل التمثيل الضوئى عندما يتغير الجهد المائى للورقة من صفر إلى - ٣,٥ بار (Boyer, 1970). وعندما يبلغ الجهد المائى - ٣,٥ الى -١٠ بار تكون هناك علاقة مباشرة بين معدل التمثيل ومقاومة الثغور. وتبدأ العوامل الأخرى فى التأثير بدرجة صغيرة على التمثيل الضوئى عند التعرض إلى أقل من -١٠ بار(Boyer, 1970)، وعموما تحدث تغييرات سريعة فى مقاومة الثغور عندما يصل الجهد المائى للورقة من - ١٠ إلى - ١٢ بار بغض النظر عن شدة الضوء (Beadlc etal, 1973).

تتحدد مقاومة الثغور للإنتشار فى أى وقت من النهار بكمية الإشعاع الساقط على الورقة، درجة شيخوخة الورقة والجهد المائى لها. وعلى ذلك يكون أى تغيير ولو طفيف فى محتوى الماء بالخلايا المنتفخة ذو علاقة بالتغييرات الكبيرة نسبيا فى الجهد المائى للورقة. إن الجهد المائى والجهد الأسموزى وجهد إنتفاخ الورقة يصل إلى أقصى إرتفاع عند شروق الشمس بعدها ينقص ليصل إلى حده الأدنى قرب منتصف النهار ليعود للزيادة مرة أخرى بعد الظهر وفى نفس الوقت تزداد مقاومة الثغور من شروق الشمس حتى منتصف النهار ثم تقل بعد الظهر، وذلك يحدث فى كل من النباتات المجهدة وغير المجهدة مائيا ويكون الخلاف فى حجم ودرجة التغيير وهذا يعكس تأثير تغيير الطاقة وتدفقها بالحقل على مقاومة الثغور التى بدورها تؤثر على معدل النتح. ومن أجل مقاومة كل من الماء المتدفق إلى النبات والأرض فإن النباتات

لا تستطيع إمتصاص الماء بسرعة كافية ليحل محل ما يفقد فى عملية النتح تحت ظروف النتح المرتفع، وفى هذه الحالة فإن تدرج الجهد سيؤدى إلى زيادة الإتزان بين متطلبات البيئة ومعدل سحب الماء من الأرض والتى يتم التحكم فيها بواسطة المجموع الجذرى للنبات.

إن الأوراق الصغيرة السريعة التمدد لنباتات الذرة الشامية تعتبر المصب الأعظم لعملية التمثيل الضوئى (Barlow etal, 1977)، ونظرا لأن عملية إستطالة الورقة تتأثر بشدة بالجهد المائى عند – ٧ الى – ٩ بار فإن معدل عملية التمثيل الضوئى لا تتأثر بشدة قبل أن ينقص الجهد المائى للورقة إلى حوالى – ١٢ بار (Boyer, 1970).

التغيرات الفسيوكيماوية

بتعرض نبات الذرة الشامية إلى نقص الماء ينقص محتوى أوراق النباتات المعرضة للإجهاد الجفافى من أدينوسين ثلاثى الفوسفات وقد يرجع ذلك إلى نقص فى التنفس أو/و عدم إتحاد الأكسجين فى عملية الفسفرة وقد يعزى إلى زيادة إستخدام الأدينوسين ثلاثى الفوسفات، ويقال أن العامل المحدد ليس تمثيله وإنما نشاطه.

وينقص نشاط إختزال النترات بأوراق الذرة الشامية تحت الإجهاد الناجم من كل من الحرارة والجفاف (Amos and Scholl, 1977) وكذلك محتوى البولي ريبوسوم (Marilla etal, 1973) مع زيادة فى محتوى حمض الأبسيسيك (Beardsell and Cohen, 1975) كما تحدث تغييرات فى تركيز البرولين.

رى محصول الذرة الشامية

يمكن لنبات الذرة الشامية أن يمتص ٨٠% من الماء القابل للإستفادة قبل أن يبدأ تنظيم عملية النتح بواسطة الثغور. لذلك فإن معظم برامج الرى تنصح بالرى بعد إستنفاذ ٥٠% من الماء القابل للإستفاده حيث يعمل على الوصول إلى أعلى كفاءة للرى بالإضافة للإمداد بكمية من الماء تغطى الفترة التى تحتاج فيها النباتات لكمية مرتفعة من الماء.

وتعتبر الفترة الحرجة للماء هى الفترة المواكبة لطرد النورة المؤنثة أو بعد ذلك بقليل. حيث أوضح كثير من الباحثين أن نقص الماء فى فترة طرد النورة المذكرة والمؤنثة تؤدى إلى نقص كبير فى كمية المحصول، حيث أن تعرض النباتات للإجهاد الجفافى قبل طرد النورة المؤنثة أوأثناءها أو بعدها يؤدى إلى نقص فى المحصول يبلغ ٢٥ أو ٥٠ أو ٢١% على الترتيب، كما أن طول فترة التعرض للإجهاد الجفافى هامة أيضا حيث أن نقص الماء بالأرض إلى حد الذبول لمدة ٢ يوم أثناء طرد النورة المذكرة أو فترة التلقيح تؤدى إلى نقص المحصول بمقدار ٢٢% على حين يصل النقص إلى ٥٠% بالتعرض إلى فترة تتراوح ما بين ٦-٨ أيام.

رغما عن أن الذرة الشامية من المحاصيل التى تحتاج نسبيا إلى كمية كبيرة من المياه إلا أنها من أكفأ المحاصيل فى إنتاج المادة الجافة بواسطة الماء حيث تحتاج الذرة الشامية إلى ٣٧٢ وحدة وزنية من الماء لإنتاج وحدة وزنية من المادة الجافة مقارنة بحوالى ٢٧١، ٥٠٥، ٥٦٢، ٨٥٨ لكل من الذرة الرفيعة، القمح، القطن، البرسيم الحجازى على الترتيب (Martin etal, 1976). وتتوقف كفاءة أستخدام الماء بواسطة الذرة الشامية على ما يأتى:

- تزداد كفاءة إستخدام الماء بزيادة كمية المحصول.
- تؤدى أعداد النباتات إلى نقص كفاءة إستخدام الماء أثناء الموسم الذى يتعرض لنقص الماء.
- تكون السلالات المبكرة فى النضج أكثر كفاءة فى إستخدام الماء لإنتاج الحبوب على حين يستخدم الماء فى السلالات المتأخرة النضج بكفاءة أعلى لإنتاج العلف الأخضر.

إلا أنه يمكن القول أن كفاءة إستعمال الماء لا تعطى الصورة الكلية حيث أن السلالات المتأخرة النضج عادة ما تنتج محصول حبوب أكبر من المبكرة رغما عن إنخفاض كفاءتها فى إستعمال الماء. وتحت الظروف الأقل من المثلى فإن الذرة الشامية تستخدم جميع المتاح من الماء القابل للإستفادة وعندئذ تكون كفاءة إستخدام الماء ذات علاقة وطيدة بكمية المحصول لكن إذا حدث إجهاد جفافى عند الإزهار فإن المحصول يقل كثيرا ولايصبح ذو علاقة بكفاءة إستخدام الماء. إن إمداد الأرض

المستمر بالماء حينما يحتاج النبات تعمل بلا شك على زيادة كمية المحصول. وعلى ذلك فإن الرى الذى يؤدى إلى تشبع الأرض إلى عمق لا يقل عن ٢ قدم يكون ذو تأثير فعال فى الإنتاج مقارنا بالعديد من مرات الرى الخفيف (إلا فى حالة الأرض الطينية والرملية). ووجد تحت ظروف الأرض الرملية أن المحصول وكذا كفاءة إستعمال الماء تكون مرتفعة حينما يضاف الماء خفيفا بواسطة الرى بالرش لعمق ١,٣م فى الرية الواحدة حينما يحتاج المحصول، ويمكن زيادة كمية المحصول وكفاءة إستخدام الماء بإضافة الأسمدة خلال نظام الرى بالرش بكميات قليلة على طول موسم النمو على حين أنه فى الأرض الطينية يلزم إضافة ١,٣ سم من الماء عند الحاجة للمساعدة فى الحفاظ على تهوية الأرض، تزاد إلى ٢,٥ سم أثناء طرد النورة المذكرة ومرحلة إمتلاء الحبوب. تروى النباتات كل حوالى ٣ أسابيع بدءًا من قبل طرد النورة المذكرة مباشرة وحتى طرد النورة المؤنثة وبالرغم من أنه يمكن الحصول على أعلى محصول بالرى الغزير أثناء موسم النمو إلا أن ذلك لا يؤدى إلى الحصول على أعلى محصول أكبر من النباتات التى تروى جزئيا أثناء فترات الإزهار الحرجة.

تحتاج نباتات الذرة الشامية إلى ٥-٨ ريات أثناء فصل النمو ويتوقف ذلك على الصنف ومنطقة الزراعة والظروف الجوية والظروف الأرضية وغير ذلك، تروى النباتات رية المحاياه بعد أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع بالمناطق المختلفة من مصر. وخير نظام للرى هو ما يضمن توافر الماء بالأرض فى المدى بين ١٠٠-٧٥% من الماء الميسر بالقطاع العلوى من سطح الأرض لعمق ٣٠ سم، وتختلف كمية الماء اللازم إضافتها فى الرية الواحدة أثناء حياة النبات. وعموما ينبغى أن يكون الرى خفيفا فى الريات الثلاث الأولى لعدم تعمق الجذركثيرا بالأرض أثناء هذه المرحلة. وينبغى مراعاة مايلى عند رواء الذرة الشامية:

١- الإعتناء بالرى ولاسيما فى الفترات الأولى لحساسية النباتات للعطش والتأثر بالرى الغزير.

٢- تجنب الرى أثناء هبوب الرياح خوفا من الرقاد.

٣- تجنب الرى عند إبتداء تكوين الكيزان إلى أن يبتعد الطرف العلوى للكوزعن الساق حتى يتم التلقيح.

٤- تجنب تعرض النباتات للعطش ولا سيما أثناء فترة تكوين النورات وتفتح وإخصاب الأزهار.

٥- تجنب زيادة عدد الريات عما ينبغى وتجنب تأخير الرى.

٦- الإهتمام بتقليل الماء الفائض.

ويبلغ مقدار المقنن المائى للذرة الشامية أثناء حياة النبات ٢٥٠٠، ٣١٥٠، ٤٥٠٠م^{3} فى الزراعة الصيفية ٢٣٠٠، ٢٩٢٠، ٤١٤٠م^{3} فى الزراعة النيلية بالوجه البحرى ومصر الوسطى ومصر العليا على الترتيب.

obeikandl.com

قائمة المراجع

- مرسى م. ع.، نورالدين نعمت ع. ١٩٧٧. رى محاصيل الحقل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، ٣٣٢ صفحة.

- Amos J.A. and Scholl R.L. 1977. Crop Sci. 17, 445.
- Barlow E.W.R., Boersma L. and Young J.L. 1977. Agron. J. 69, 95.
- Beadle C.L.,Stevenson K. R. , Neumann H.H. Thurtell G. W. and King K. M. 1973. Can. J. Plant Sci. ,53,537.
- Beardsell M.F. and Cohen D. 1975. Plant Physiol. 56,207.
- Beauchamp E.G. and Lathwell P.J. 1967. Agron. J. 59,189ïï
- Blacklow W.M.1972 Crop Sci.12,647
- Boyer J.S. 1970. Plant Physiol. 46,223.
- Domes W. and Bertsch A. 1969. Planta,86,84.
- Forth H.D. 1962. Agron. J. 54 ,49.
- Glover J. 1950. J. Agric. Sci.53,412.
- Grimes D.W.,Miller R.J.and Wiley P.L.1975.Agron.J.67,519.
- Hanway J.J.1971. Special Reports No. 48, Iowa State Univ.Coop.Ext.Ser.Ames.
- Linscott,D.L., Fox R. L. and Lipps R.C. 1962.Agron. J.54.185.
- Major D.J., Hunter R.B. Kannenberg L.W., Daynard T.B. and Tanner J.W. 1972. Can. J. Plant Sci. 52,315.
- Marilla C.A. , Boyer J.S. and Hageman R.H. 1973. Plant Phsiol. 51 ,817.
- Martin J.H., Leonard W.H. and Stamp D.C. 1976. Principles of Field Crops Production , 3rd ed., MacMillan , New York
- Mayaki W.C., Stone L.R. and Tearey I.D. 1976. Agron. J.68, 532.
- Meidner H. and Mansfield T.A. 1968. Physiology of Stomata, Mc Graw- Hill, New York.
- Mengel D.B.and Barber S.A.1974. Agron.J. 66,341.
- Miller E.C.1938.Plant Physiology. ,2nd ed. ,Mc Graw ñHill, New York.
- Shaw R.H.1963.Res.Bull.520 ,Iowa Agric. And Home Econ. Exp. Stn.Ames

الأرز

Rice
Oryza sativa L.

يعتمد نصف سكان العالم تقريبا على التغذية على محصول الأرز حيث يعتبر الغذاء الرئيسى للسكان (Marten and Leonard, 1970 ard Huke, 1976). إن أغلب مناطق إمداد العالم من الأرز تنتج وتستهلك أساسا فى الصين والهند واليابان وإندونيسيا والفيليبين. أما فى الولايات المتحدة الأمريكية فينتج الأرز فى ولايات أركانسوس وكاليفورنيا والمسيسيبى وتكساس ورغما عن إنتاجها لحوالى ١% من المنتج بالعالم إلا أن حصتها فى التجارة العالمية لا تقل عن خمس الأرز المطحون (Efferson, 1972) وبالإضافة لأهميته الغذائية إلا أنه يعتبر نبات ذو علاقة فريدة بالماء بين المحاصيل الحقلية. حيث تنمو النباتات فى وسط مائى يؤدى إلى نقص الأكسجين بها ولذلك تتميز جذورها باحتواءها على مسافات بينية أو خلايا برانشيمية بالجذر متصلة بالخلايا البرانشيمية للساق والأوراق مما يعمل على إنتشار الأكسجين إلى جذور الأرز (Mitsui, 1964). هذه الموائمة تجعل الأرز قادرا على النمو فى الوسط المائى بالأراضى المنخفضة والوسط غير المائى بالأراضى المرتفعة (الأبلند). ويمكن القول أن أرز المناطق المنخفضة ينتج محصول مرتفع ويحتاج أرض غير منفذة أوالأرض الموجودة على جسور المسطحات المائية للحفاظ على عمق ٥-٢٠سم من الماء أما ارز الأراضى المرتفعة فينمو فى أرض جيدة التهوية تعتمد كلية على كمية مياه موزعة جيدا حسبا لاحتياج مراحل نموه المختلفة.

المناخ

ينمو محصول الأرز فى نطاق درجة حرارة يتروح ما بين ١٧-٣٢ م°، ولقد وجد McDonald et al (1974) أن الدرجة المثلى لصافى عملية التمثيل الضوئى هى ٣٠م° لعشرة أصناف تم جمعها ودراستها من حول العالم. إن تأثيرات درجات الحرارة الأكثر والأقل من الدرجة المثلى يختلف تأثيرها على إنتاجية الأرز باختلاف الأصناف وأعضاء النبات.

إن سقوط الأمطار يعتبر من العوامل المناخية ذات الأهمية حيث يؤثر على عدم قدرة الأصناف على الموائمة فعند بداية هبوب رياح المنوسوم يتحدد ميعاد الزراعة فى كثير من الأحوال، كما أن توزيع الأمطار الموسمى له تأثير كبير على إستفادة النمو والتطور لنبات الأرز من الماء القابل للإستفادة.

وعندما تكون درجة الحرارة والمياه عوامل غير محددة، يلعب الإشعاع الشمسى دورا مؤثرا فى إنتاج الأرز. فعلى سبيل المثال يكون محصول الأرز مرتفعا أثناء مواسم النمو التى تتميز بصفاء السماء كما وجد بالهند والفليبين. لقد تعرف Stansel (1975) على المرحلة الحرجة للفترة الضوئية للأرز ذاكرًا أنها تبلغ ٤٢ يوما منها ٢١ يوما قبل طرد الداليات و٢١ يوما بعد الطرد.

تتميز أصناف الأرز القصيرة (إرتفاعها ١٠٠ سم) بعدم تعرضها للرقاد وبالأوراق القائمة حيث كفاءتها مرتفعة فى إستقبال الأشعة الشمسية كما تستجيب للأسمدة وغير حساسة للفترة الضوئية. إن طول فترة حياة ٤٠ صنفا من الأرز النامى بالموسم الجاف بالمعهد الدولى لبحوث الأرز بالفليبين (IRRI) تراوح بين ٩٠ إلى ١٩٠ يوما تقريبا، حيث كان أعلى محصول أمكن الحصول عليه من هذه الأصناف عندما كان موسم النمو يتراوح ما بين ١٣٠-١٤٠ يوما (IRRI, 1963) وكانت أهم الأصناف نضجا فى كاليفورنيا بعد ١٤٠-١٦٠ يوما واركنسوس وميسيسبى بعد ١٢٠-١٤٠ يوما ولويزيانا بعد ١٠٠-١٣٠ يوما وتكساس بعد ١٠٠-١١٥ يوما.

لقد أوضح Stansel (1975) أن هناك ثلاث مراحل يمر بها نبات الأرز: مرحلة النمو الخضرى، ومرحلة النمو الثمرى ومرحلة نضج الحبوب، جميع هذه المراحل تؤثر فى مكونات محصول الحبوب من حيث عدد الداليات، عدد حبوب الدالية، توزيع حبوب الأرز بالدالية ووزن الحبوب. تختلف هذه المراحل فى حاجتها للأسمدة والمبيدات الفطرية وإحتياجاتها المائية. لذلك فهناك أهمية للتنبؤ ببداية كل مرحلة من مراحل النمو المذكورة. وتستخدم الوحدات الحرارية Degree days بنجاح فى التنبؤ ببداية مراحل النمو (Downey et al, 1977 and Stansel, 1975). ويزرع الأرز إما بالحبوب مباشرة أو بشتل البادرات التى تتم فى مرحلة النمو الخضرى وتحتاج بادرات الأرز إلى ٥-٧ أيام للإستشفاء من عملية الشتل وبعد مرحلة الإستشفاء فإن النباتات

التى تم شتلها تكون مماثلة لنباتات الأرز التى تم زراعتها مباشرة بالحبوب. ولقد أوضح مرسى (١٩٧٩) أن مراحل النمو الخضرى والثمرى للأرز تنقسم لما يأتى:

أولا- مرحلة النمو الخضرى: تتضمن طور الإنبات، طور تكوين الأشطاء وطور إستطالة الساق. يمتد هذا الطور إبتداء من الزراعة حتى ميعاد طرد الداليات ويتأثر طول هذه الفترة بالصنف وميعاد الزراعة وكمية الأسمدة النيتروجينية المضافة. ويمكن تقسيم هذه المرحلة إلى عدة أطوار يتم فيها نمو المجموع الجذرى والسيقان والأوراق.

١- المجموع الجذرى: يتكون المجموع الجذرى لنبات الأرز من الجذور الجنينية وتتكون من الجذر الأولى يتبعها تكوين عدد ٢ من الجذور الإضافية. والجذور العرضية وتنشأ من العقد السفلى للساق الرئيسى والأشطاء وتنمو هذه الجذور فى المراحل الأولى من حياة النبات لأسفل ثم تتجه أفقيا مكونة حصيرة كثيفة، وتخرج عدة محيطات من الجذور العرضية من العقد الساقية فوق سطح الأرض بقيمة إرتفاع الماء عن سطح الأرض. ينتشر ٤٥% و٩٠% من المجموع الجذرى للأرز فى ٥ و٢٥ سم السطحية من الأرض على الترتيب. واحتياجات حبوب الأرز للأكسجين منخفضة فهى قادرة على تحرير الأكسجين بتفاعلات أنزيمية تحدث أثناء الإنبات. ويتكون الجذير أولا فى حالة وجود الأكسيجين، بينما تتكون الريشة أولا فى حالة عدم توافر الأكسجين، وتظهر بادرات الأرز فوق سطح الأرض بعد ٧-١٠ أيام من الزراعة. ونظرا لقصر غمد البرعم الأولى فى أصناف الأرز القصيرة، لهذا ينبغى ألا يكون الشتل على عمق أكثر من ٣-٥ سم، الأمر الذى يفسر وجود علاقة عكسية بين عمق الشتل ومحصول هذه الأصناف القصيرة. ويكفى الغذاء المخزن فى حبوب الأرز إمداد البادرات بما تحتاج إليه من غذاء حتى تنمو وحتى يتكون المجموع الجذرى الجنينى وحتى يصبح للبادرة ثلاث أوراق تكون حينئذ البادرة قادرة على إمتصاص إحتياجها من الماء والعناصر الغذائية وتمثيل المواد الكربوهيدراتية اللازمة لنموها.

٢- طور تكوين السيقان والأشطاء: الساق الرئيسى قائم أجوف فيما عدا مناطق العقد. تنمو البراعم الموجودة فى آباط الأوراق الحرشفية الموجودة تحت سطح الأرض على الساق الرئيسى لتكون الأشطاء الأولى من العقدة الأولى بالزراعة بالبذرة

مباشرة ومن البرعم الرابع إلى السادس فى الزراعة بالشتل ثم تخرج الأشطاء على الأفرع التالية لتكون الأشطاء الثانوية ثم الثالثية على الأشطاء التالية وهكذا. وتتناقص هذه الأشطاء فى الطول تبعا لتتابع ظهورها. يتراوح إرتفاع الساق بين ٣٠ الى ١٨٠ سم وعدد السلاميات من ١٠ إلى ٢٠ سلامية تتزايد فى الطول بالإتجاه للقمة والسلامية الطرفية أكثرها فى الطول. ولا تنتهى الأشطاء التى تتكون فى الأطوار المتقدمة بالداليات، وإذا تكونت نسرعان ما تموت. يبدأ تكوين الأشطاء على النبات حينما تبلغ عدد الأوراق ٤-٥ أوراق أى بعد ٢٠-٣٠ يوما من الزراعة تقريبا. تحمل كل عقدة ورقة واحدة ترتب بالتبادل على الساق الرئيسى وكذلك الأشطاء. الورقة ذات نصل طويل ضيق وغمد منشق ولسين طويل يحيط بالسلاميات وأذنتان وقد تكون غائبتان.

٣- طور الإستطالة: تتميز إستطالة الساق الرئيسى بالبطء فى الفترات الأولى من حياة النبات، ثم تزداد سرعة الإستطالة بدرجة كبيرة أثناء طرد الداليات.

ثانيا- المجموع الثمرى: يتحول النمو الخضرى إلى نمو ثمرى بعد إكتمال نمو خضرى معين وابتداء تخصص أنسجة الداليات. ويتوقف تحويل النمو من خضرى إلى ثمرى على بعض العوامل وأهمها طول الفترة الضوئية ودرجات الحرارة وكذلك محتوى النيتروجين، وعموما يمكن القول أن قصر الفترة الضوئية وارتفاع درجات الحرارة تدفع النباتات للإنتقال من النمو الخضرى إلى النمو الثمرى وتتأثر المرحلة الخضرية بالظروف البيئية أكثر من تأثر المرحلة الثمرية. وتنقسم مرحلة النمو الثمرى إلى أطوار كما يأتى:

١- طور تكوين الداليات: تبدأ ملاحظة تخصص أنسجة الدالية قبل نحو ٣٠ يوما من طرد الدالية وحيث تكون الورقة الرابعة من ورقة العلم قد استكملت نموها. وهكذا تطرد الداليات بعد تكوينها بفترة طويلة إذ تتكون أصولها والنباتات بالمشتل فى ظروف درجات الحرارة المرتفعة.

٢- طور طرد الداليات: يواكب طرد الداليات طور الإستطالة وتتم إستطالة نباتات الأرز باستكمال طرد الداليات. ينتهى كل فرع عادة بدالية، وقد لا تحمل بعض الأشطاء داليات.

٣- طور الإزهار والإخصاب: تتراوح الفترة اللازمة لإزهار الدالية من ٦-٩ أيام، ويبدأ الإزهار يوم طرد الدالية أو اليوم التالى وتتفتح معظم أزهار الدالية فى اليوم الثانى إلى الرابع من ميعاد الطرد. ويكون الإزهار سريعا فى الفترة من الساعة العاشرة الى الساعة الثانية عشر. وتتفتح السنيبلة الطرفية على محور النورة لدالية الساق الرئيسى أولا ويتبعها السنيبلات الطرفية على الفروع ويتجه التزهير بعد ذلك إلى أسفل. ويستمر تفتح الزهرة ١,٥-٢ ساعة متوقفا ذلك على درجة الحرارة. والتلقيح الذاتى هو السائد.

٤- طور تكوين الحبوب: يبدأ تكوين الحبة من إخصاب البويضة، ويستمر النمو إلى تمام تكوين الحبوب. وتنتقل المواد الغذائية من الأوراق والسوق إلى الحبوب إلى أن يتم تكوينها. وحينئذ تدخل فى طور راحة بالأصناف التى تدخل طور راحة.

العلاقات المائية

قبل الحديث عن هذا الموضوع ينبغى التنويه للتقسيمات الثلاث لأنماط بيئية تختلف فيما بينها فى مدى توافر الماء بالأرض أثناء نمو النبات وللأسف ليس لهذه التقسيمات علاقة بارتفاعات الماء عن سطح الأرض التى تزرع عليها (مرسى ١٩٧٩) وهى:

١- أرز الأراضى المنخفضة Lowland ويزرع بالأراضى التى تغمر فيها الحقول بالماء صناعيا كما هو الحال فى مصر. ويتميز بارتفاع كمية المحصول عن أرز الأراضى المرتفعة.

٢- أرز الأراضى المرتفعة Upland ويزرع بالأراضى المنحدرة حيث لا يسهل حجز الماء، ويتحمل ظروف عدم الغمر. وتوجد أصناف تنجح فى النوعين السابقين.

٣- الأرز العائم Floating ويزرع فى الوديان المعرضة للفيضان.

لقد أوضح Kar etal (1974) تفوق نمو جذور الأرز مواكبا للنشاط الأعظم للأشطاء تحت ظروف الأرز العائم، هذا النمو يؤدى إلى إنقاص نسبة السيقان إلى الجذور بدرجة قليلة أثناء هذه الفترة النشطة للأشطاء يليها زيادة متدرجة أثناء مرحلة الإثمار. ينقص وزن السيقان والجذورمعنويا تحت ظروف عدم التشبع بالمياه حيث

لاينمو الجذر نموا كثيفا مثل وقت النمو الكثيف للأشطاء. ولقد أيد ذلك Sharma et al (1975) حيث ذكروا نقص كل من وزن الجذور والسيقان بنقص كمية المياه من حالة الغمر إلى السعة الحقلية وباستمرار النمو تحت السعة الحقلية ينقص وزن الجذور بمعدل أكبر من النقص الحادث فى أوزان السيقان. وأضاف Ponnamperuma (1955) أن جذور بعض أصناف الأرز بالأراضى المنخفضة أكثر تأثرا بإجهاد الجفاف مقارنة بدليل مساحة الأوراق أو أعداد الأشطاء ببعض أصناف الأراضى المرتفعة التى تتميز بتحمل الإجهاد الجفافى وقد يرجع ذلك لنمو هذه الأصناف جيدا تحت ظروف الإجهاد الجفافى (Krupp et al, 1972).

فى الظروف الملائمة لنمو الأرز فإن الأوراق أسفل النبات التى نضجت مبكرا تبدأ فى الدخول فى مرحلة الشيخوخة فى الفترة بين طور أكبر نمو للأشطاء وبداية طور تكوين الداليات حيث تبدأ الأوراق الجديدة فى الظهور ودليل مساحة الأوراق فى النمو ليصل أقصاه ثم ينقص بزيادة إسراع الأوراق السفلى فى الدخول لمرحلة الشيخوخة عن معدل تكوين الأوراق الجديدة. ثم تنقص نسبة إنتقال الضوء خلال المجموع الخضرى (LTR) بزيادة المادة الجافة نتيجة لزيادة دليل مساحة الأوراق ويغلق المجموع الخضرى حينما تصل هذه النسبة إلى ٩٥% فى طور بداية تكوين الداليات (Stansel, 1975)، وبعد هذه المرحلة تستطيل سلاميات الساق بسرعة دافعة الداليات للإنبثاق بقوة بعده تخرج الأزهار بسرعة ويزداد وزن الداليات.

أثر الإجهاد الجفافى

لقد عقد علماء المعهد الدولى لبحوث الأرز بالفيلبين مقارنة بين دليل مساحة الأوراق وإنتاج المادة الجافة فى الذرة الرفيعة ودليل مساحة الأوراق وإنتاج المادة الجافة فى الأرز فى حالة وجود قدر كاف من الماء بوسط نمو نباتات الأرز حيث وجدوا تشابها بين التأثير على كمية المحصول وعكس ذلك على دليل مساحة الأوراق حيث نقص دليل مساحة الأوراق فى الأرز قبل عملية طرد الداليات على حين نقص فى الذرة الرفيعة بعد عملية الطرد، أما تحت ظروف الجفاف فإن أكبردليل لمساحة أوراق الذرة الرفيعة يصل لنصف قيمته تحت ظروف توافر الماء. من ذلك يتضح أن

الماء المحدود يكون له تأثير عكسى على دليل مساحة الأوراق و إنتاج المادة الجافة فى الأرز أكثر منه فى الذرة الرفيعة ويستمر الأرز فى زيادة المادة الجافة بعد عملية طرد الداليات تحت ظروف كثرة المياه على حين لا يحدث ذلك فى الذرة الرفيعة.

أتضح من الدراسة التى أجريت بالمعهد الدولى لبحوث الأرز بالفيليبين تأثر نمو المجموع الخضرى لنباتات الأرز المغمور فى الماء العكر حيث أمكن القضاء على الحشائش حينما كان عمق الماء من١٠- ١٢سم دون تأثير على محصول الأرز وعند زيادة العمق إلى ٢٥سم حدث نقص فى محصول الأراضى المنخفضة بولاية تكساس (Evat, 1958).

تتأثر أعداد الأشطاء علاوة على دليل مساحة الأوراق بالتعرض لإجهاد الجفاف وذلك فى أصناف كل من الأراضى المرتفعة والأراضى المنخفضة فعند تعرض الأصناف للإجهاد الجفافى أثناء الفترة الممتدة من ٤٥-٦٠ يوما بعد الإنبات يعمل ذلك على نقص أعداد أشطاء أصناف الأراضى المنخفضة أكثر من أصناف الأراضى المرتفعة (Krupp et al, 1972)، بالإضافة إلى أنهم وجدوا أن أصناف طرز أعداد الداليات (تتميز بأن الزيادة فى المحصول تعود إلى الزيادة فى أعداد داليات وحدة المساحة) وأصناف طرز وزن الداليات (تتميز بأن الزيادة فى المحصول تعود إلى وزن حبوب كل دالية) تظهر تفاعل مختلف للإجهاد الجفافى. حيث وجد أن النمط الأول أقل حساسية لمرحلة النمو التى تتعرض للإجهاد الجفافى عن مدة وشدة التعرض على حين تكون حساسية الثانى لمرحلة النمو وذلك عند التعرض للجفاف أثناء مرحلة الإثمار والنضج للإجهاد الجفافى.

لقد وجد Datta et al (1975) أن نمو نباتات الأرز فى أرض يبلغ الجهد المائى لها – ١٥ بار كفيل بالعمل على خفض محصول الأرز، وأوضحوا أن ذلك قد يرجع جزئيا إلى تكرار عملية الرى والصرف التى تؤدى إلى فقد النيتروجين خلال عملية عكس التأزوت dinitrification. ولقد وجد Pradhan et al (1973) نقص أعداد الأشطاء حينما يكون الجهد المائى للأرض – ٢ بار أو أقل. ويتأثر إرتفاع نبات الأرز بنقص إرتفاع الماء عن ٣ سم. لاحظ Sharma et al (1975) ان نقص ماء الأرض يؤدى إلى زيادة متوسط أعداد الأوراق للنبات بينما تنقص مساحة الورقة الواحدة بحوالى ٥٠%

مسببة نقص فى محتوى المادة الجافة للسيقان عند قياسها عند ٦٠ يوما بعد الشتل. وأوضحت دراسات المعهد الدولى لأبحاث الأرز فى الفيليبين (1973a) تأثر عملية التمثيل الضوئى لنباتات الأرز الصغيرة عند التعرض للإجهاد الجفافى عن طريق إعاقة عملية إمتصاص ثانى أكسيد الكربون، كما أوضحت دراسات المعهد الدولى لأبحاث الأرز فى الفيليبين (1973b) إزدياد تراكم البرولين بزيادة التعرض للإجهاد الجفافى.

تنظم عملية النتح بنباتات الأرز عملية فقد الماء وبالتالى كميات المياه التى يحتاج اليها النبات ويختلف الإحتياج المائى لنبات الأرز تبعا لعوامل كثيرة أهمها الأرض، الماء، المناخ، الأصناف، مرحلة النمو، وفترة حياة النبات. ويقدر متوسط الإحتياج المائى للنبات بمقارنة عدد جرامات الماء المستخدم فى عملية نتح جرام واحد من المادة الجافة المنتجة. وبناء على هذا أتضح أن الإحتياج المائى للأرز يتراوح مابين ١٧١-٤٣٨ جم/جم ولكن هذا الرقم يتراوح عموما بين ٢٥٠-٣٥٠ (Yoshida, 1975).

الفترة الحرجة للماء

لقد قام العديد من الباحثين حول العالم بدراسة الفترة الحرجة للماء لنباتات أرز الأراضى المنخفضة عن طريق وسيلتين الأولى معرفة مرحلة النمو الأكثر حساسية للإجهاد الجفافى والثانية بقياس الإستهلاك المائى أثناء مراحل النمو المختلفة. ولقد أستخدم Sahu and Rath (1972) التكنيك الثانى لقياس الإستهلاك المائى أثناء تسع مراحل من نمو نباتات أرز الأراضى المنخفضة المشتولة والنامية تحت ظروف منطقة شرق وسط الهند، حيث ذكر أن الماء الكلى المستخدم يتجه إلى الزيادة بتعاقب مراحل نمو النبات إلى أن يصل أقصاه أثناء خروج ورقة العلم وطرد الداليات ثم يتناقص بعد ذلك. إن قمة النتح تحدث إما بنقص عملية الإنقسام أو فى مرحلة الإزهار عند نمو نباتات الأرز تحت ظروف ماليزيا، حيث سجل أن نسب النتح (ماء النتح /ماء البخر) كانت ٠,٥، ١,٠، ١,٣ وذلك لعدد من الأسابيع يبلغ ٣ و٧ وصفر قبل الطرد مباشرة على الترتيب وبعد بضعة أسابيع قليلة من الطرد تقل النسبة عن ١ وتستمر فى

التناقص بعد ذلك. وتوجد قمة ثانية لكنها أقل للنتح تحدث أثناء الفترة العظمى لنمو الأشطاء (Chapman and Mikkelsen, 1963, Sugimoto 1970a,b)، هذه القمة ترجع إلى إختلاف المناخ والكثافة النباتية. ولقد أجمعت الدراسات على أن المرحلة المبكرة من الطور الثمرى هى أكثر المراحل حرجا فى نباتات الأرز.

ولقد أوضح مرسى ونورالدين (١٩٧٧) أن الطور الرابع من حياة النبات هو الطور الحرج للماء حيث يتم طرد الداليات، ولكى تطرد الداليات لابد أن تتكون أولا، ويبدأ تكوينها بعد تكون قدر معين من النمو الخضرى كما يلزم تهيئة النباتات لتكوين الداليات بتعريضها للفترة الضوئية المعينة والملائمة ودرجة الحرارة اللازمة وتعتبر هذه المرحلة الفترة الحرجة للأرز إذ تكون النباتات أكثر إحتياجا للماء فى هذا الوقت فى عمليات الإنقسام والإستطالة. ويقلل الجفاف المؤقت كمية المحصول الناتج بدرجة كبيرة ويختلف عدد الداليات التى يحملها النبات حسب الصنف والظروف البيئية حيث تؤدى العوامل المؤدية إلى زيادة عدد الأفرع مثل كمية المياه إلى زيادة عدد الداليات ويتراوح طول طرد الداليات بين ٧-١٢ يوما، ينبغى العمل على زيادة إرتفاع الماء عن سطح الأرض بازدياد إرتفاع النبات حتى يصل إرتفاع الماء إلى ١٥-٢٠ سم فى أثناء طور طرد الداليات.

طريقة الرى

ويتبع نظام السلسلة فى الرى فتترك فتحات الرى والصرف مفتوحة فى هذه الطريقة بحيث لا تكون فتحات الرى والصرف متقابلة مما يؤدى إلى بطء سير الماء وتجديد الهواء حول النباتات مما يشجع النمو، أما فى طور الإزهار والإخصاب فيبدأ الإزهار يوم طرد الدالية أو اليوم التالى وتتفتح معظم أزهار النورة فى اليوم الثانى إلى الرابع من ميعاد الطرد وتنبت حبوب اللقاح بعد إنتقالها إلى المياسم وتؤثر كثير من العوامل على إنبات حبوب اللقاح ومن أهمها درجة الحرارة والرطوبة الجوية النسبية. وتبدأ الحبة فى التكوين فى طور تكوين الحبوب إبتداء من إخصاب البويضة ويستمر نموها إلى تمام تكوين الحبوب وتنتقل المواد الغذائية من الأوراق والسوق إلى الحبوب إلى أن يتم تكوينها وحينئذ تدخل فى طور راحة. وينبغى العمل على منع مياه الرى

عند إبتداء نضج الداليات وقبل الحصاد بمدة ٢-٣ أسابيع وتصرف المياه. ويلجأ بعض المزارعين بمصر عند نقص المياه إلى الرى بمياه المصارف حتى لا تتعرض النباتات للعطش فيقل المحصول ولا ضرر من ذلك إذا كانت مياه الصرف غير ملوثة وغير ملحية (لا يزيد كلوريد الصوديوم الذائب وكربونات الصوديوم الذائب عن ١٥٠ و٣٠٠ جم /م^3 على الترتيب).

تختلف كمية ماء الرى اللازمة لزراعة فدان من الأرز باختلاف عوامل كثيرة من أهمها طريقة الزراعة حيث يزرع الأرز بطريقتين رئيسيتين وهما طريقة البدار وطريقة الشتل وتفضل طريقة الشتل لمزاياها العديدة التى من ضمنها توفير مياه الرى حيث يتم زراعة الحبوب فى المشتل لمدة شهر بعدها تنقل الشتلات إلى المكان المستديم، ولما كان فدان المشتل يزرع حوالى ٥-٧ أفدنة من الأرض المستديمة لهذا تتوفر كمية مياه الرى لحوالى خمسة أفدنة لمدة ٣٠ يوما لكل فدان من المشتل. وتختلف كمية مقنن الحقل للأرز بالمناطق المختلفة من مصر حيث يقل فى الوجه البحرى ويرتفع فى مصر الوسطى والعليا وكذلك فى الأوقات المختلفة حيث يرتفع فى الزراعة الصيفية ويقل فى الزراعة النيلية.

يبلغ متوسط المقنن المائى للأرز للفدان فى الزراعة الصيفية بالوجه البحرى ومصر الوسطى ومصر العليا ٤٦١٩، ٤٦١٩، ٥٣٩٥ م^3 على الترتيب وتقدر الكمية التى يحتاجها المزارعون لزراعة الأرز خمس حصة مصر من مياه النيل، ويعتبر موسم زراعة الأرز أكثر إجهادا للنظام المائى على الرغم من أن فترة وجوده فى الأرض أقصر من محصول القطن. ويلاقى قطاع الرى صعوبة فى توفير مياه كافية لمواجهة الطلب المتزايد على المياه لأن نظام الرى مصمم لتغطية مساحة ٤٠% فقط من الأرز وتعتبر الأصناف الجديدة من الأرز (مثل جيزة ١٧٧) أعلى فى الإنتاجية والجودة من الأصناف العادية خاصة إذا ما أستخدم فى زراعتها طرق الرى الحديثة مع إستخدام الأسمدة المناسبة وهذه الأصناف الجديدة من الأرز أقصر فى العمر بحوالى ٤٠ يوما مما يمكن من إستغلال الأرض فى زراعة محاصيل أخرى فى نفس الموسم أو يسمح للمزارعين بزراعة محاصيلهم الشتوية مبكرا لفترة تتراوح ما بين ٢ إلى ٦ أسابيع مما يوفر فى مياه الرى.

قائمة المراجع

- مرسى م. ع. ١٩٧٩. محاصيل الحبوب، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، ٤٠٣ صفحة.

- مرسى م. ع.، نورالدين نعمت ع. ١٩٧٧. رى محاصيل الحقل، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر، ٣٣٢ صفحة.

- Chapman A.L. and Mikkelsen D. S. 1963. Crop Sci. 3 , 392 ñ 397.

- Datta S.K. De., Abilay W.P.and Kalwar G.N. 1975. Water Management in Phillipine Irrigation Systems: Research and Operations (IRRI), Los Banos, Phillipines, pp :19 ñ 36.

- Downey D.A. , Huey B.A. and Wells B.R. 1977. Arkansas Farm Res. 26, 9.

- Efferson J.N.1972. Outlook for World Rice Production and Trade, in Rice, Science and Man, IRRI, Los Banos, Phillppines, pp. 127 ñ 142.

- Evat N.S.1958. Progress Report 2006, Texas Agric. Exp. Stn., Beaumont, Texas, Texas, A and M. Univ.

- Huke R.1976. Geography and Climate of Rice, in Climate and Rice, IRRI, Los Banos, Philipines pp. 31 ñ 50.

- IRRI Annual Report , Los Banos , Philippines 1963, p.41.

- IRRI Annual Report , Los Banos , Philippines 1973 a, pp52 -53.

- IRRI Annual Report , Los Banos , Philippines 1973 b,pp55.

- Kar S., Varade S.B., Subrumanyam T.K. and Ghildyal B.P.1974. El Riso 23 (2), 173-179.

- Krupp H.K., Abilay W.P. and Alvarez E.J. 1972 .Rice Breeding, IRRI, Los Banos, Philippines, pp:663-673.

- Marten J.H. and Leonard W.H. 1970 . Rice, in Principles of Field Crops Production, Mamillan, London, pp:495 ñ 518.

- McDonald D.J., Stansel J.W. and Gilmore E.C. 1974. Ind. J.Genetics 43 A, 1068 ñ 1073.

- Mitsui S. 1964. Dynamic Aspects of Nutrient Uptake, in The Mineral Nutrition of the Rice Plant, Johns Hopkins Press, Paltomore, Md. Pp:53 ñ 62.

- Ponnamperuma F.N. 1955. Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York.

- Pradhan S,K.Varada S. B. And Kar S. 1973. Plant Soil 38(3) , 501 ñ 507.

- Sahu B.N. and Rath D. 1972. Ind.J. Agron. 17 (3) , 206 -215.-

obeikandl.com

- Sharma B.M. , Gangwar M.S. and Ghildyal B.P.1975. El Riso 24(1), 31 ñ 35.
- Stansel J.W.1975.The Rice Plant: Its Development and Yield, in Six Decades of Rice Research in Texas ,Res. Monogr. 4, Texas Agric. Exp. Stn., College Station, Texas, pp.9 ñ 21.
- Sugimoto K. 1970, a. Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 39, 343 ñ 349 through T. Murakani, Physiological Aspects of Water Control in the Cultivation of Indica Rice Varieties, in Rice in Asia, Univ. Tokyo Press pp :276-292.
- Sugimoto K. 1970.b. Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. 39, 350 ñ 354 through T. Murakani, Physiological Aspects of Water Control in the Cultivation of Indica Rice Varieties, in Rice in Asia, Univ. Tokyo Press pp :252- 276.
- Yoshida S.1975. Factors That Limit the Growth, in Major Research in Upland Rice, IRRI Los Bano, Phillipines, pp: 46 ñ 71.

obeikandl.com

القمح

Wheat.
Triticum sp.

يمثل القمح أحد المحاصيل الأساسية التى لعبت دورا هاما فى تقدم المدنية بأوربا وغرب أسيا وشمال أفريقيا. وقد تم إستئناس القمح منذ أكثر من ٨٠٠٠ عام. وترجع أهميته إلى أنه مصدر مرتفع من الكربوهيدرات والجلوتين الذى هو عبارة عن نوع من البروتين له القدرة على اصطياد فقافيع ثانى أكسيد الكربون الصغيرة عند تخمر العجين مما يعمل على رفعه (Hanson et al, 1982). كما تتميز نشا القمح بسهولة الهضم، وتتوافر به العناصر المعدنية والفيتامينات والدهون.

ويعتبر مصدر مهم لتغذية الحيوان وعلى الأخص الحبوب غير الصالحة لتغذية الإنسان بالإضافة للنخالة الناتجة من عملية طحن الحبوب الجيدة المستخدمة فى إنتاج الدقيق. كما يستخدم فى الصناعات المختلفة مثل الملصقات وصناعة الورق والكحول وغيره من الصناعات المتعددة.

مناطق إنتشارالقمح

أنتشر القمح بمعظم بلدان الكرة الأرضية أكثر من أى محصول تجارى آخر. ينمو فى مدى واسع من المناطق الممطرة ودرجة الحرارة، أغلبها فى المناطق التى تقع فى مدى من خطوط العرض تتراوح ما بين ٢٥- ٥٠. لقد عرف المركز الدولى لتطوير محصول القمح والذرة (CIMMYT 1996) ١٢ نوع من البيئات تتوافق فيها الرطوبة (الرى، كثافة سقوط الأمطار أو قلة سقوط الأمطار) مع درجات الحرارة (درجات الحرارة المنخفضة ودرجات الحرارة المرتفعة) بالإضافة إلى الإجهادات البيئية والمرضية تصلح لنمو محصول القمح (Rajaram and Van Ginkel, 1996).

وتعتبر أفضل مناطق زراعته تلك المنحصرة بين خط عرض ٣٠-٦٠ شمالا و٢٧-٤٠ جنوبا (Nuttonson, 1955)، إلا أنه من الممكن أن ينمو بالمناطق الممتدة من الدائرة القطبية إلى المرتفعات القريبة من خط الإستواء.

لقد أثبتت الدراسات الخاصة بالمركز العالمى لتطوير الذرة والقمح، التى أجريت خلال العقدين الأخيرين من القرن الماضى الجدوى الإقتصادية لإنتاج القمح بالمناطق الأكثر دفئا (Saunders and Hettel, 1994) حيث تبلغ درجة الحرارة المثلى لنمو حوالى ٢٥ م° بحد أدنى يبلغ ٣-٤ م° وحد أعلى يتراوح ما بين ٣٠-٣٢ م° (Briggle, 1980) ويمكن أن ينمو تحت مدى واسع من الرطوبة. فرغما عن نمو ثلاث أرباع المساحة التى ينمو عليها تستقبل معدل أمطار سنوية تبلغ ٣٧٥-٨٧٥ مم إلا أنه يستطيع أن ينمو تحت معدل أمطار يبلغ ٢٥٠-١٧٥٠ مم (Leonard and Martin, 1963).

يزرع القمح بمساحات كبيرة بالعالم تزيد عن كثير من المحاصيل الأخرى، حيث تزيد مساحته عن ٢٥٠ مليون هكتار (الهكتار = ١٠٠٠٠م^{٢}). وتعتبر تجارته العالمية أكبر من تجارة المحاصيل الأخرى مجتمعة.

إنتاجية وتجارة القمح عالميا

زادت إنتاجية العالم من القمح بدرجة كبيرة فى الفترة الممتدة من ١٩٥١-١٩٩٠ حيث وصل إلى ٥٩٢ مليون طن عام ١٩٩٠، وظلت إنتاجيته ثابتة تقريبا بعد ذلك رغما عن توقف زيادة مساحته المنزرعة طويلا كمصدر للدخل المرتفع (CIMMYT, 1996).

وفى عام ٢٠٠٨ سجل إنتاجه فى العالم بين ٦٠٢ مليون طن كمتوسط عام وحتى ٦٨٦ طن كأعلى محصول عالمى. وتعد الصين هى المنتج الأكبر للقمح فى العالم بنسبة ٤,٧١% من الإنتاج العالمى تليها الهند ثم الولايات المتحدة الأمريكية، ولكن الأخيرة هى المصدر الأول للقمح فى العالم نظرا لتعداد سكانها الذى لا يتجاوز ٣٢٠ مليون نسمة مقارنة بعدد سكان الهند والصين اللذين يمثلان معا أكثر من ثلث عدد سكان العالم.

أنخفضت مساهمة الدول المرتفعة الأنتاجية من ٤٥% فى خمسينات القرن الماضى إلى حوالى ٣٥% بينما أزدادت نسبة مساهمة الدول النامية بنسبة أكبر من ٤٥% من الإنتاج العالمى فى الخمس سنوات الأخيرة من القرن الماضى.

ترجع الزيادة المطردة فى إنتاجية القمح العالمية عبر السنوات إلى زيادة وحدة المساحة (الهكتار). حيث كان متوسط إنتاج الهكتار بالعالم قريب من الطن عام ١٩٥١ أرتفع إلى ٢ طن فى أوائل ثمانينات القرن الماضى ليصل إلى ٢,٥ فى عام ١٩٩٥، ويرجع ذلك فى الأساس إلى تحسين كل من الأصناف، العمليات الزراعية، مقاومة الأصناف القصيرة Semi dwarf للأمراض، وعلى الأخص بالدول النامية، حيث زادت إنتاجية وحدة المساحة من القمح فى مصر من ٣,٣ طن /هكتار (٩,٢٥ أردب /فدان) عام ١٩٨١ إلى ٦,٦ طن/هكتار (١٨,٠٥ أردب /فدان) عام ٢٠٠٠ (الأردب ١٥٠ كجم) ليصبح الإنتاج الكلى فى ذلك العام حوالى ٨,٣ مليون طن مترى، نتيجة لتحسين الأصناف المنزرعة مثل جيزة ١٦٨، جميزة ٧، سخا ٩٤ وسخا ٩٣ وسخا ٦١. ومنذ عام ٢٠٠٠ ظلت إنتاجية الفدان حول ٦,٦ طن/هكتار والمساحة المنزرعة من القمح حوالى ١,٢٥ مليون هكتار (حوالى ٣ مليون فدان وبقاء الإنتاج الكلى ٨,٣ مليون طن مترى)، من هنا يمكن القول أن الزيادة فى إنتاجية القمح بمصر تعتمد على التوسع الأفقى بالأراضى الجديدة، حيث وصل الإنتاج السنوى للأراضى الجديدة والوادى الجديد إلى ١,٣٥ مليون طن عام ١٩٩٥، والزراعات المطرية ٠,١٦٨ مليون طن عام ١٩٩٤ (وزارة الزراع- قطاع الشئون الإقتصادية- الإدارة المركزية للإقتصاد الزراعى والإحصاء). وفى تركيا أرتفعت كمية المحصول من ٩ إلى حوالى ١٧,٥ مليون طن ما بين ١٩٧١-١٩٨٢ وكان لتأثير عمليات الرى الفضل الكبير فى ذلك. أما فى الصين فقد أرتفعت إنتاجية مجموعة النجيليات من ١,٤-٤,٦ طن /هكتار من عام ١٩٦١-١٩٩٥. وفى الهند أزدادت فى نفس الفترة من١-٢,١ طن/هكتار (Borlaug and Dowswell, 1996 and CIMMYT, 1996).

وفى الفترة الممتدة من ١٩٩٣-١٩٩٥ كانت الصين تزرع أكبر مساحة من القمح يليها تنازليا الولايات المتحدة الأمريكية ثم الهند فروسيا الإتحادية ثم كازاخستان ثم كندا، إلا أن الصين قد تبوأت قمة متوسط الإنتاج السنوى ليصل إلى أكثر من ١٠٠ مليون طن سنويا متفوقة بذلك على كل من الولايات المتحدة الأمريكية والهند حيث بلغ المتوسط ما يقرب من ٦٠ مليون طن سنويا وذلك لارتفاع متوسط محصول الهكتار بنسبة ٣٥% عام ١٩٩٤ عن عام ١٩٩٣.

وعادة ما يتم إستهلاك أربع أخماس إنتاج العالم ويتم تصدير الخمس حيث وصلت كمية المصدر على مستوى العالم من الدول المتقدمة ما يساوى ١٠٨ مليون طن تذهب إلى الدول النامية. ورغما عن أن الصين تعتبر أكبر منتج للقمح فى ذلك الوقت فقد كانت أيضا أكبر مستورد له بمتوسط بلغ ١٠ ملايين طن عام ١٩٨٠ (CIMMYT, 1996) أما بقية الدول فتستورد أكثر من ٥ مليون طن مثل مصر، روسيا، اليابان، والبرازيل. وتعتبر الولايات المتحدة الأمريكية، كندا ، فرنسا وأستراليا أكبر الدول المصدرة. وتتميز أقماح كندا بأعلى الأقماح جودة ومحتوى بروتين.

إن أكبر الدول المستهلكة للقمح تقع بشمال إفريقيا مثل مصر، الجزائر، ليبيا، المغرب، وتونس. وباستعراض أحوال إنتاج محصول القمح فى مصر عام ٢٠٠٨/٢٠٠٧ مقارنة بعام ١٩٨٥/ ١٩٨٦ فقد بلغ متوسط إنتاجية الفدان ٢,٧٣ طن /فدان، بينما كان ١,٦ طن/فدان بنسبة زيادة قدرها ٧٠,٦% وكمية الإنتاج المحلى ٨ مليون طن، بينما كان ١,٩ مليون طن بنسبة زيادة قدرها ٣٢١,١ %، المتاح للإستهلاك ١٤,٥ مليون طن بينما كانت ٩,١ مليون طن بنسبة زيادة قدرها ٥٩,٣%، بلغت إجمالى المساحة المحصولية ١٥,٢ مليون فدان خصت المساحة المنزرعة بالقمح ٢,٩ مليون فدان بنسبة ١٩,١% من إجمالى المساحة المحصولية فى نفس الفترة المذكورة على الترتيب. وبلغ متوسط نصيب الفرد فى مصر حوالى ١٨٣ كجم/سنة، عام ٢٠٠٨/٢٠٠٧ بينما كان ١٨٢ كجم عام ١٩٨٦/١٩٨٥ بنسبة زيادة قدرها ٠,٥% (الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء) ووصل الإنتاج إلى ٨,٨ مليون طن والمستورد إلى ١٤,٦ مليون طن فى عام ١٩٩٣-١٩٩٥ أى بنسبة ١٥٠% من المنتج. وتبعا لنفس المصدر فإن نسبة الواردات إلى كمية المتاح للإستهلاك ٥٠,٧% وتغطى ٦,١ أشهر عام ٢٠٠٨/٢٠٠٧ بينما كانت ٧٤,٨% عام ١٩٨٧/١٩٨٦ وتغطى ٩ أشهر. ورغم تحدث المؤشرات الإحصائية عن محاولات الإكتفاء الذاتى التى تصل إلى ٥٠% من هذا المحصول من حجم الإستهلاك الكلى فنجد أن أبجديات الإقتصاد والإحصاء والزراعة تؤكد أن نسبة الإكتفاء الذاتى لا تتعدى ٣٠% وفى أحسن الأحوال يمكن أن تصل إلى ٣٥% فقط وفقا للتحليل العلمى وهو ما يعنى أن ٧٠% من جملة الإستهلاك فى مصر من القمح يعتمد على الإستيراد. وأوضحت دراسة أعدها المركز القومى للبحوث ومركز المعلومات واتخاذ القرار بمجلس الوزراء أن هناك قرارا بزيادة

مساحة القمح بمقدار ٤٠٠ ألف فدان وهو ما سيحقق إنتاج مليون طن بمعدلات الإنتاج الحالية. جاءت هذه الدراسة في الوقت التى تشير دراسة أخرى إلى أن سبب أزمة القمح فى مصر هو الإعتماد النسبى على الإستيراد حيث تستورد ما يتراوح بين ٦-٩ ملايين طن بنسبة ٤٥% من الإستهلاك المحلى تستأثر الولايات المتحدة بنسبة ٥,١٤% وأستراليا ٧,٢٢% وأوروبا بنسبة ٧,٢١% وكندا ٦,٣% حتى وصل إجمالى الواردات إلى ٣٨% من قيمة الواردات الغذائية.

تبلغ المساحة المنزرعة فى منطقة شمال إفريقيا ٥,٥ مليون هكتار يعتمد معظمها على الأمطار فيما عدا مصر التى تعتمد على الرى الصناعى فى معظم المساحة المنزرعة وعلى نسبة ضئيلة للغاية على تساقط الأمطار. يعطى الهكتار ١ طن فى الزراعة المطرية ويرتفع إلى ما يزيد على ٦,٦ طن للهكتار تحت ظروف الرى الصناعى بمصر عام ٢٠٠٠.

لقد وصل معدل الزيادة السنوية السكانية أكثر من معدل الزيادة فى إنتاجية القمح خلال الفترة الممتدة من ١٩٩٣-٢٠٠٠ (CIMMYT, 1996) ولما كانت توقعات الزيادة السكانية عام ٢٠٢٥ ستصل بتعداد العالم إلى ٧,٥ مليار من البشر مما يلزم زيادة إنتاجية القمح بمعدل ٣٥% وذلك بفرض عدم زيادة نصيب الفرد من القمح عما هو عليه الأن (United State Census Bureau, 1998). لذلك لابد من زيادة الرقعة المنزرعة من القمح، رفع إنتاجية وحدة المساحة، إستنباط أصناف جديدة ومرتفعة الغلة ومقاومة للأمراض وتقليص الفاقد قبل وبعد الحصاد، حتى لا يقع العالم فى مشكلة صعبة تهدد إمداد العالم بالقمح لأجيال قادمة.

مراحل نمو القمح

تمتد فترة حياة نباتات القمح فى مصر إلى ١٦٠-١٨٠ يوما ويتوقف ذلك على منطقة الزراعة. يمر النبات أثناء ذلك بمراحل عديدة من النمو الخضرى والثمرى. تتكون كل مرحلة بعدة أطوار، حيث تنقسم مرحلة النمو الخضرى ومرحلة النمو الثمرى إلى العديد من من الأطوار، وفى أثناء هذه المراحل تمر بالمراحل الفسيولوجية التالية:

الإنبات إلى الإنبثاق، نمو الأشطاء، خروج بادئات الأزهار أو ما يعرف بالصف المزدوج، تفتح الأزهار وخروج المتك وسقوط حبوب اللقاح على المياسم، بداية إستطالة الساق، تكوين السنابل (تكون النباتات حبلى أو ما يسمى بمرحلة طرد السنابل)، إمتلاء الحبوب والنضج. هذه المراحل يمكن تجميعها فى المراحل التالية: مرحلة النمو الأولى (GS1) من الإنبثاق إلى الصف المزدوج (خروج بادئات الأزهار). مرحلة النمو الثانية (GS2) من مرحلة الصف المزدوج إلى مرحلة تفتح الأزهار (بداية إستطالة الساق ومرحلة طرد السنابل). مرحلة النمو الثالثة (GS3) تتضمن فترة إمتلاء الحبوب من تفتح الأزهار إلى نضج الحبوب. ويعرف النضج الفسيولوجى بأنه الوقت الذى يتم فيه تحول ورقة العلم والسنابل إلى اللون الأصفر (Hanft and Wych, 1982).

يختلف طول كل مرحلة مما سبق تبعا للأصول الوراثية، درجة الحرارة، طول النهار، وميعاد الزراعة:

١- **مرحلة الإنبات إلى الإنبثاق أوتكوين البادرة Emergence:** يتكاثر القمح بالثمرة التى هى عبارة عن حبة برة Caryopsis، تتكون من أغلفة الحبة وهى عبارة عن العديد من الطبقات وهى من الخارج إلى الداخل، غلاف الثمرة (البريكارب) وتوجد بالقصرة المادة الملونة التى تكسب الحبة اللون الخاص بها، ثم طبقة رقيقة عديمة اللون عبارة عن بقايا النيوسيلة، وكذلك الأندوسبيرم ويحاط بطبقة نشطة بنائيا تسمى طبقة الأليرون ولا تحتوى على حبيبات من النشا والأندوسبيرم النشوى ويحتوى على حبيبات النشا وجميع جلوتين الحبة، ثم الجنين ويوجد فى قاعدة الحبة عند نقطة إتصال السنيبلة بالمحور فى الجانب المقابل للمجرى ويتكون من القصعة Scutellum والريشة Plumule ويمكن تمييز الغمد وحوالى أربع بادئات للأوراق وقمة الساق بمنطقة ريشة الجنين. ويشبه الغمد شكل قمع الخياطة الذى يغطى بادئات الأوراق ومرستيم الساق ثم الجذير Radicle الذى يكون الجذر الأولى.

وتمر الحبوب بعدة مراحل حين توافر الماء والأكسجين، حيث تتشرب بالماء لتبدأ بها التغيرات التى تساعد على إنبات الحبوب، حيث تتمزق الحبة من خلال منطقة البريكارب والقصرة وينمو الغمد Cleoptile خلال التربة أساسا بفعل نمو المرستيم

البينى الذى يوجد أسفل القمة النامية بحوالى ١٠ مم والذى يظل كذلك طوال نمو الغمد يكون شكل الغمد أنبوبى يبلغ طوله حوالى ٥٠ مم بقطر ٢ مم تشبه قمته شكل رصاصة البندقية Bullet وتفرز القصعة إنزيمات تحول نشا الأندوسبرم إلى سكريات ذائبة تمتصها القصعة. وعند توافر الظروف الملائمة للإنبات من رطوبة وتهوية ينمو الجذير أولا ثم الريشة وباستمرار النمو تتكون أربع جذور جنينية جانبية بالإضافة إلى الجذير الأولى، وبعدها بفترة قصيرة ينمو الغمد الذى يحيط بالأوراق النامية ويستمر الغمد فى النمو خلال سطح التربة إلى أن تتوقف إستطالته ويتوقف ذلك على عمق الزراعة فإذا كانت عميقة (٤٠-٦٠ مم) يتوقف الغمد قبل وصوله إلى سطح التربة إلا أن ذلك يمنع إنبثاق الورقة الأولى من الغمد حيث أنها غير مؤهلة لاختراق سطح التربة مما يؤدى إلى موت البادرة قبل ظهورها فوق سطح التربة.

يتميز المجموع الجذرى للقمح بنوعين من الجذور، الجذور الجنينية Seminal والجذور العرضية (التاجية)، تخرج حوالى ٦ جذور جنينية من الجنين عند الإنبات حيث يندفع الجذر الأولى (الأصلى) خلال التربة يعقبه ٤-٥ جذور جانبية وهى التى تكون نظام الجذور الجنينية، تتعمق لمسافة ٢ م وتدعم النبات إلى أن تظهر الجذور العرضية الدعامية (التاجية). تظهر الجذور العرضية من العقدة الثالثة إلى العقدة السابعة السفلى للساق وتكون جذور العقد العليا ظاهرة فوق سطح التربة وقد لا تخترق التربة أحيانا ويصاحب ظهورها ظهور الأشطاء ويمكن رؤيتها لأول مرة عند ظهور الورقة الرابعة وفى بداية ظهورها تكون بيضاء اللون ذات بريق. يمتد المجموع الجذرى عند النضج لمسافة ١-٢ م إلا أن معظم إنتشار المجموع الجذرى يكون فى القدم العلوى من التربة.

ينبغى أن يتوافر بهذه المرحلة قدر من الرطوبة لا يقل عن ٣٥-٤٥% من وزن الحبة (Evans et al, 1975)، وتنبت الحبوب فى درجة حرارة تتراوح ما بين ٤-٣٧ م° وتتراوح درجة الحرارة المثلى ما بين ١٢-٢٥ م° ولا يمنع حجم الحبة عملية الإنبات ولكن يؤثر على النمو والتطور والمحصول حيث وجد أن للحجم الكبير للتقاوى عدة مميزات بالمقارنة بالحبوب الصغيرة حيث تزداد سرعة نمو البادرات، أعداد الأشطاء الخصبة للنبات وكمية محصول الحبوب (Splide, 1989)

وتتضح هذه المميزات عند نمو المحصول تحت الإجهادات البيئية وعلى الأخص الجفاف (Mian and Nafziger, 1994).

٢- **مرحلة التفريع القاعدى Tillering**: تتميز نباتات القمح بالقدرة على تكوين الأفرع الجانبية والتى تعرف بالأشطاء. وتخرج الأشطاء من العقد التاجية أسفل سطح الأرض مباشرة من أباط الأوراق القاعدية على الساق الرئيسى وكذلك الأفرع الثانوية، وتختلف القدرة العددية للأشطاء تبعا للأصول الوراثية حيث تتميز الأقماح الشتوية بأعداد أشطاءها الكثيرة، يليها الأقماح متوسطة الطول أوما يعرف بالنصف قزمية أو القصيرة Scmi dwarf، كما تتحكم أيضا عوامل البيئة فى أعدادها. ومن العوامل الهامة سواء كانت وراثية أم بيئية نذكر معدل ظهور الورقة Phyllochron (فيلوكرون عبارة عن طول الفترة اللازم لنمو ورقتين متتاليتن متماثلتين على نفس الساق فى مراحل النمو المتماثلة) وميعاد تكوين بادئات الأزهار والتى تتأثر بطول الفترة الضوئية وعملية الإرتباع. لاتنتج جميع الأشطاء سنابل والكثير منها يتم إجهاضه قبل الإزهار. وتعتبر عملية تكوين الأشطاء فى النجيليات هامة للغاية حيث أنها تعوض النقص فى أعداد النباتات بوحدة المساحة. يتكون أول شطء من البرعم الثانى أو الثالث ويظل البرعم الموجود فى غمد الريشة ساكنا ثم يموت وتنشأ أشطاء على البرعم الرابع والخامس أحيانا، وأحيانا من البراعم الأعلى من ذلك ويتوإلى تكوين الأشطاء الثانوية والثالثية والرابعية من البراعم الموجودة فى آباط الأوراق القاعدية للأشطاء المختلفة. وتتوقف أعدادها على العديد من العوامل مثل عدد النباتات بوحدة المساحة، ميعاد الزراعة، مغذيات التربة، الأصناف، العوامل الجوية، حجم التقاوى وقد تصل إلى ٣٠ إلى أكثر من ١٠٠ شطء للنبات الواحد ويتناقص إرتفاع الفرع وعدد سلامياته ووزن سنابله كما يتأخر طرد نورة الفرع طرديا بارتفاع الشطء المتكون على الساق الأصلى أو الأفرع الجانبية (مرسى وعبد الجواد ١٩٦٧). وعادة ما تبدأ عملية التفريع عندما تكتمل نمو الورقة الثالثة على النبات وعند بداية خروج الورقة الرابعة على الساق الرئيسى.

٣- **مرحلة الإستطالة**: فى هذا الطور تستطيل السلاميات الرابعة إلى السابعة حيث يزداد ارتفاع النبات ليصل إلى أقصى ارتفاع له ويتم ذلك فى فترة قصيرة تبلغ

حوالى أسبوع ويعرف بإسم Culm (عبارة عن إستطالة أربعة إلى سبعة عقد لتكوين أزهار الساق وتتم عملية الإستطالة باستكمال فترة التزهير). وتنتهى الإستطالة بتزهير النبات وتظهر سنبلة الساق الرئيسى أولا يعقبها ظهور سنابل الأشطاء بنفس ترتيب ظهور الأشطاء ولا تنتهى جميع أشطاء النبات بسنابل كما سبق القول.

٤- **طور الإزهار:** تزهر النباتات بعد طرد السنابل بحوالى ٥-٦ أيام وتزهر سنبلة الساق الرئيسى ممتدة من هذا الموقع إلى أعلى وأسفل. تتكون نورة القمح من سنبلة مركبة لها محور يتكون من عدد من السلاميات المتبادلة، توجد سنيبلة فى قمة كل سلامية. تتكون سنيبلة القمح من العديد من الأزهار. تغلف السنيبلة عدد ٢ من القنابع Glume كما تخرج كل زهرة Floret من إبط قنابة تسمى العصافة الخارجية Lemma لها سفى طرفى Awn. يتكون الغلاف الزهرى من ٦ وريقات فى غلافين، الورقة الأمامية فى الغلاف الخارجى غائبة، تتحد ورقتان لتكون العصافة الداخلية أو ما يعرف بالأتب Palca أما باقى الوريقات فتكون صغيرة بيضاء اللون تسمى الفليسات Lodocules. تتكون أعضاء التذكير Androecium من ستة أسدية Stamen يتكون كل منها من المتك Anther والخيط Filament. أما أعضاء التأنيث فتتكون من المتاع Genoecium الذى يتكون من ثلاث كرابل ملتحمة ذات مسكن واحد وبويضة واحدة Ovule والمتاع له قلمان Style ينتهى كل منهما بميسم ريشى Stigma. الثمرة برة Caryopsis محدبة من السطح الظهرى إلا أن الغلاف الثمرى يتجعد عند القاعدة لوجود الجنين، يوجد مجرى بالجهة البطنية من الحبة يمتد من القاعدة إلى القمة كما توجد خصلة من الشعر القصير الأملس على الطرف القمى للحبة. وعند تفتح الأزهار تنطلق حبوب اللقاح لتلقيح الكرابل وإخصاب البويضات لتكون الحبوب.

لكى تتهيأ نباتات القمح للإزهار ينبغى أن تتعرض لعملية الإرتباع، وذلك بتعريضها إلى درجة الحرارة المنخفضة التى عادة ما تتوقف على الأنماط المختلفة حيث ذكر (Ahrens and Loomis, 1963) أن عملية الإرتباع تحدث بالتعرض لدرجة حرارة تتراوح ما بين صفر-١٢ م° وأن القمح الربيعى يحتاج للتهيئة

للإزهار إلى درجة حرارة تتراوح ما بين ٧-١٨ م° لمدة تتراوح ما بين ٥-١٥ يوم والقمح الشتوى ما بين ٠-٧ م° لمدة ٣٠-٦٠ يوم (Evans et al, 1975). وتوجد بعض الأصول الوراثية التى يتأثر إزهارها بطول الفترة الضوئية فبعد عملية الإرتباع تختلف هذه الأصول فى حساسيتها للضوء. ويمكن القول أن معظم الأصناف المنزرعة نباتات نهار طويل حيث يسرع إزهارها بزيادة طول النهار بينما لا تحتاج لطول محدد للنهار لدفع النباتات للإزهار Evans et al, 1975 and (Major and Kiniry, 1991). ولقد لاحظ Stefany (1993) عدم حساسية القمح لطول فترة النهار أثناء الإنبات حيث تتكون بادئات المجموع الخضرى فقط فى هذه المرحلة. على حين أن الأوراق المتكاملة النضج هى أعضاء النبات الحساسة لطول الفترة الضوئية وليست القمم المرستيمية (Barcello et al, 1992 and Bernier et al, 1993). ويكفى وجود ورقة واحدة أو جزء منها تتعرض لطول الفترة الضوئية الملائمة لتهيئة القمح للإزهار وبداية مرحلة الإثمار.

٥- **طور نضج الحبوب:** تمر حبوب القمح بعدة أطوار يمكن إجمالها فى التالى:

- طور النمو اللبنى: وفيه تمتلئ الحبوب بعصير مائى يحتوى على كثير من حبيبات النشا، وعند الضغط عليها يسيل عصير لبنى. وفيه لا يبلغ الجنين حجمه الكامل، ويمكن للحبة أن تنبت إلا أن البادرات الناتجة تكون ضعيفة.
- طور النضج الأصفر (العجينى): يصير محتوى الحبوب عجينى والحبوب ذات قوام طرى.
- طور النضج التام: تصل الحبوب إلى أقصى حجم لها وتمام تكوينها وعادة ما تصل إلى هذا الطور بعد ٣-٤ أيام من الإخصاب.
- طور النضج الميت: وفيه تضمر الحبة وتزداد صلابتها ويفقد الكثير من الحبوب فى هذا الطور أثناء الحصاد.

القدرة المحصولية Yield Potential:

عبارة عن كمية المحصول الناتجة عن التوافق بين التركيب الوراثى للمحصول والظروف البيئية المتاحة فى ظل الممارسات الزراعية المثلى ودون التعرض

للإجهادات البيئية. ولقد وجد كل من Slafer et al (1996) أن هناك علاقة قوية بين القدرة الإنتاجية للقمح وعدد حبوب المتر المربع لمجموعة من الأصول الوراثية. وكما هو معروف فإن أعداد الحبوب تتكون فى الفترة الممتدة بين ٢٠- ٣٠ يوم قبل الإزهار وبعد ١٠ أيام من التزهير. هذه الفترة تواكب موت الأشطاء والأزهار مواكبا ذلك للنمو النشيط للسيقان والسنابل. وعند زيادة أعداد الحبوب ومهما كانت عملية الإنتقال المباشر لزيادة القدرة الإنتاجية فإن ذلك لا يعوض النقص فى أوزان الحبوب. ولقد ناقش Slafer et al (1996) إنخفاض وزن الحبوب بزيادة أعدادها قائلا بأن ذلك ليس فقط لنقص المواد الممثلة والمنتقلة للحبة بل ذلك أيضا لزيادة أعداد الحبوب القليلة الوزن المنتجة من السنيبلات الموجودة بقاعدة النورات. ويعبر عن كمية محصول الحبوب من خلال المعادلة التالية:

كمية المحصول= عددالحبوب /م^{٢} x وزن الحبة جم

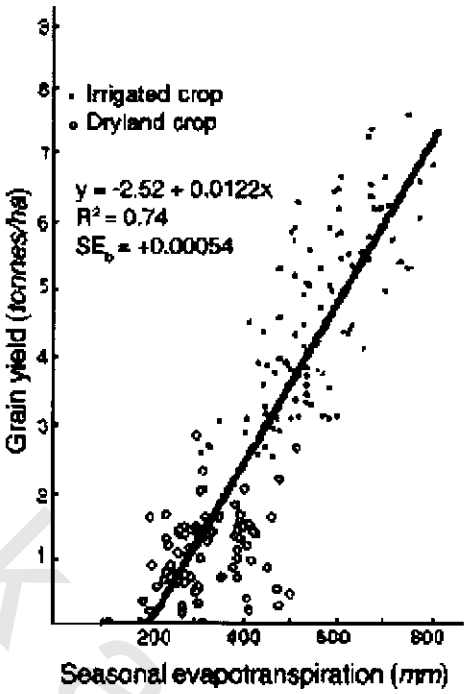
أى أن الذى يتحكم فى كمية المحصول عدد أو/ و وزن الحبوب. وعادة ما تكون قدرة المحصول المحسوبة من هذه المعادلة أكبر من كمية المحصول الفعلية حيث قد يصل عدد الحبوب المحسوبة نظريا ١٨٠ ألف حبة /م^{٢} على حين تصل فى الواقع إلى ١٨ الف حبة فقط /م^{٢}. ويرجع ذلك إلى التأثير التنافسى للمصادر المحدودة مثل الضوء، النيتروجين وعملية التمثيل الضوئى أثناء نمو السنبلة والتى تسبب فقد أعداد كبيرة من الحبوب، وينقص هذا العدد أيضا بنقص البورون والتعرض لإجهاد الجفاف الشديد مما يعمل على زيادة العقم ونقص تكوين الحبوب ومن المعروف أن درجة الحرارة والإشعاع الشمسى أهم العوامل المؤثرة على أعداد الحبوب بالمتر المربع، على حين يعتمد وزن الحبوب على الأصل الوراثى وامداد المواد الممثلة لوعاء المحصول بعد فترة الإزهار. وبعد الماء يأتى النيتروجين حيث أن ٢٥ كجم من النيتروجين يلزم لإنتاج طن من حبوب القمح. أوضح Abbate et al (1995) أن هناك إرتباط قوى بين محتوى السنبلة من النيتروجين أثناء الإزهار وعدد حبوب المتر المربع وبالتالى كمية المحصول.

فسيولوجيا القمح والإجهادات البيئية

يتعرض القمح لإجهادات بيئية متعددة منفردة أو متجمعة تؤثر بالسلب على قدرة التعبير الوراثى للنمو والتطور والإنتاجية، والتى من أهمها التعرض لنقص الماء. لقد أمكن تخفيف وطأة التأثير السلبى الضار من خلال إتباع إستراتيجية رئيسية تنحصر فى الرى، وإستصلاح الأراضى وإستخدام الأسمدة وغيرها من العوامل، إلا أن المشتغلين بعلوم الإقتصاد والبيئة قد قللوا من شأن هذه الإستراتيجية حاثين على الإهتمام بأبحاث المقاومة الوراثية والإجهادات البيئية. **ويمكن القول أن** ٧١% من نقص القدرة الإنتاجية للقمح السنوية بالولايات المتحدة الأمريكية ترجع إلى عوامل الإجهادات البيئية. ينقص محصول القمح من خلال عوامل عديدة مثل التعرض للجفاف، الملوحة، التعرض لدرجات الحرارة المرتفعة وقلة نيتروجين التربة.

الإجهاد الجفافى

الإجهاد الجفافى شائع ومنتشر فى الطبيعة ويحدث بالأماكن التى يقل فيها إمتصاص المحصول للماء عن متطلبات البخر للغلاف الجوى حيث يتضمن ذلك عمليتين رئيسيتين: الأولى إمتصاص المحصول للماء ويتم التحكم فيه من خلال الجذور وصفاتها والأرض وخواصها، والثانية بواسطة معدل النتح بخر للمحصول ويعتمد على خواص الغلاف الجوى وعلى الأخص صافى الإشعاع الشمسى، ونقص ضغط الإنتشار، صفات المحصول مثل الغطاء النباتى الذى يكسو سطح الأرض ومعدل التوصيل الثغرى. وبالرغم من هذه التأثيرات إلا أن القمح قادر على النمو فى بيئات مختلفة. ينقص محصول حبوب القمح بالتعرض للإجهاد الجفافى حيث توجد علاقة خطية موجبة تربط بين معدل النتح بخر للمحصول أو إن شئت قل نتح المحصول ومحصول الحبوب للمحاصيل ثلاثية (القمح) ورباعية الكربون (الذرة)، لذلك ينقص محصول الحبوب بالتعرض للإجهاد الجفافى كما هو موضح بالشكل (٩-١).



شكل (٩-١) العلاقة بين محصول الحبوب ومعدل النتح بخر الموسمى للقمح المروى والزراعة الجافة

إن المراحل الفسيولوجية التى يمر بها نبات القمح تتأثر بالإجهاد الجفافى الذى من الممكن أن تتعرض له فى أى مرحلة من مراحل النمو. إلا أن أكثر المراحل تأثرا وأكثرها حرجا هو تعرض النبات لنقص الماء فى مرحلة النمو الثانية (GS2) حيث تتحدد أعداد حبوب القمح. وفيما يلى عرض لأثر الإجهاد الجفافى على مراحل النمو المختلفة:

- **مرحلة إنبات الحبوب إلى إنبثاق البادرات:** إن كمية المطر والبيئات الجافة قد تؤدى إلى تعريض النباتات إلى الجفاف فى مراحل النمو الأولى مما يؤثر على إنبات الحبوب وأعداد النباتات القائمة فى الحقل، بالإضافة إلى نقص وزن الحبوب، ضعف الإنبات وارتفاع الإعاقة الميكانيكية التى قد تؤثر بالضرر على أعداد النباتات القائمة بالحقل. توجد علاقة إرتباط بين حجم الحبوب ومحتوى البروتين والجذور والمجموع الخضرى بنباتات القمح (Ries and Everson, 1973).

يلعب حجم التقاوى والتعرض للجفاف دورا هاما فى إنبات الحبوب ونمو البادرات حيث يؤدى تعرض الحبوب للجفاف مبكرا للتأثير على الإنبات ونمو البادرات، كما أن حجم الحبوب ومحتواها من البروتين يؤثر على بداية خروج الجذور وظهور المجموع الخضرى الهوائى (Ries and Everson, 1973) حيث أوضح العديد من الباحثين أهمية التأثير الإيجابى لكبر حجم التقاوى على إنبات القمح وتكوين البادرات (Kalakanavar et al, 1989 and Singh 1970)، بالإضافة إلى تقليل التأثير السلبى حين تعرضها للجفاف مبكرا على إنبات الحبوب الكبيرة الحجم لتكوينها جذور كثيفة تمكنها من الحفاظ على التوازن المائى حين توافر الماء القابل للإستفادة بأعماق التربة (Mian and Nafzeger, 1994). ويمكن الإستدلال على التراكيب الوراثية التى تتحمل الزراعة العميقة عن طريق طول غمد الريشة وتعتبر صفة وراثية تلعب دورا فى تحسين نمو البادرات (ICARDA, 1987) حيث يمكنها التغلب على ما يعرف بالبداية الزائفة للماء وذلك حين سقوط الأمطار بكميات غير كافية لاستكمال عملية الإنبات، حيث ينبغى زراعة الحبوب عميقا فى التربة فى المناطق التى تبدأ مواسمها بأمطار خفيفة حتى لا تؤدى كميات المياه القليلة إلى إنبات التقاوى قبل وصول معدل الأمطار إلى الحد الذى يبلل ١٠ سم السطحية من التربة.

- **مرحلة إنبثاق البادرات إلى بداية تكوين بادئات الأزهار (بداية تكوين السنيبلتين الطرفيتين أو ما يعرف بالصف المزدوج Double Ridge:** وهى تعرف بمرحلة النمو الأولى كما سبق القول. يؤدى تعرض نباتات القمح للإجهاد الجفافى فى مرحلة النمو الأولى (GS1) إلى طول معدل الفترة اللازمة لتكوين الأوراق المتماثلة على الساق أو ما يعرف بالفيلوكرون Phyllochron وذلك لقمح الخبز والقمح الدكر (Simane et al, 1993). يعتبر معدل ظهور الورقة Phyllochron مؤشر جيد وقوى لفهم تطور نمو النجيليات ومن هنا فقد ذكر Cutforth et al (1992) أنها تعتمد بدرجة كبيرة على درجة الحرارة ولكن عند نقص الماء والنقص الشديد من الأزوت (Longnecker et al, 1993) يؤخر معدل خروج الورقة فى الأقماح الربيعية، إلا أن تمدد الأوراق يكون حساس بدرجة كبيرة إذا وصل الجهد المائى من-٠,٧ إلى ١,٢ ميجابسكال (Eastham et al, 1984). كما أن الأشطاء تكون حساسة جدا حتى أنها قد تصل إلى نصف العدد المفروض تحت ظروف الجفاف الشديد (Rickman etal,

Peterson et al, 1984 and 1983) والنتيجة أن أكثر العمليات الفسيولوجية تأثرا بالإجهاد الجفافى تكون دليل مساحة الأوراق ويكون ذلك أثناء هذه المرحلة. إن تعرض النباتات لنقص الماء قبل تكوين بادئات الأزهار مباشرة يقلل من بادئات تكوين السنيبلات فى هذه المرحلة (Oosterhuis and Cartwright, 1983) كما فى جدول (٩-٢).

- **مرحلة أزدواجية الصف إلى الإزهار Double ridge to anthesis:** تسمى هذه المرحلة بفترة النمو الثانية كما سبق القول، وتستمر إلى ١٠ أيام بعد الإزهار، وتتميز بنمو أعضاء النبات المختلفة (جذور، أوراق، سيقان، والسنابل) لذلك تعتبر من أنشط مراحل نمو القمح وبذلك فحين تعرضها إلى نقص الرطوبة بدرجة خفيفة إلى متوسطة ينقص دليل مساحة الأوراق الذى يتبعه نقص فى عملية التمثيل الضوئى نتيجة لغلق فتحات الثغور جزئيا (Acevedo et al 1991). ويبدأ الغلق عند وصول الجهد المائى للأوراق إلى -١,٥ميجابسكال (Kabata et al, 1992 and Palta et al, 1994). يؤدى غلق الثغور إلى نقص محتوى الورقة الداخلى من ثانى أكسيد الكربون الذى بدوره يعمل على نقص إنتقال اليكترون إثارة الضوء الممتص وباستمرار ذلك يمنع الضوء فيدمر النظام الضوئى Photo-inhibition بأكمله (Long et al, 1994).

جدول (٩-٢) تأثير الإجهاد الجفافى على بعض مكونات المحصول وكفاءة إستخدام الماء أثناء المراحل المختلفة من حياة القمح.

Parameter	Stress period			
	Grain filling	Anthesis	Pre-anthesis	Control
Leaf area index at booting stage	٥,٠٠	٥,٠٠	٣,٣٠	٥,٠٠
Fertile tillers/m^2	٤٨٥,٠٠	٤٣٤,٠٠	٦٥٨,٠٠	٥١٣,٠٠
Grains/spike	٣١,٤٠	٢٧,١٠	١٣,٠٠	٣٢,٧٠
Weight of 1000 grain (g)	٤٩,٢٠	٥٣,٧٠	٥٥,٢٠	٥٦,٣٠
Grain yield (g/m^2)	٦٥٨,٠٠	٤٩٨,٠٠	٥٥٩,٠٠	٧٧٩,٠٠
Harvest index	٠,٥٣	٠,٥٣	٠,٥٠	٠,٥٢
WUE (kg grain/ha mm ETa)	١٥,٢٠	١٢,٤٠	١٤,٦٠	١٦,٨٠

WUE: water use efficiency, ET: evapotranspiration
Source: Hochman (1982)

لذلك فتوافر الماء بوسط النبات يعمل على فتح الثغور ليس فقط لتبريد أسطح النبات وإنما لاستمرار الإمداد بثانى أكسيد الكربون الذى يحافظ على إستمرارية تفاعلات الضوء-الظلام وتوظيف إنتقال الإليكترونات (Loomis and Amthor, 1996). يحافظ الكلوروفيل على خاصية الوميض المنبعث من جزيئاته عندما يزيد إمتصاص الضوء عن كفاءة تفاعلات الظلام لذلك فقد ذكر (Seaton and Walker, 1990) أن الإشعاع الضوئى يستعمل الآن على نطاق واسع لاختبار تأثير الإجهاد على المحاصيل.

لقد أوضح Hochman (1982) حدوث نقص حاد فى أعداد حبوب القمح عند التعرض للإجهاد الجفافى أثناء فترة نمو السنابل والوصول إلى أقصى نقص فى المحصول عند تعرض النبات للإجهاد الجفافى بدءًا من ١٠ أيام قبل إنبثاق السنابل، كما أنه يقلل من أعداد السنيبلات بالسنبلة للأشطاء الخضرية Hochman 1982 and (Mostafa et al, 1996) وذلك نتيجة لموت الأزهار بقاعدة السنبلة وقمتها (Oosterhuis and Cartwright, 1983) حيث أن نمو السنابل يحتاج إلى الكربون والنيتروجين القابل للإستفاده فى هذه المرحلة الحرجة من التطور وكلاهما يقل بالتعرض للإجهاد الجفافى.

ولقد وجد عبد الجواد وآخرون (١٩٩٣) (Abdel- Gawad etal (1993عند دراسة تأثير الإستهلاك المائى وجدولة الرى وعلاقته بالتسميد النيتروجينى لنبات القمح بمصر أن نظام الرى أدى إلى نقص معنوى فى المحتوى الرطوبى (الماء الكلى، الماء الحر والماء المرتبط) بأنسجة نصل ورقة العلم عند الحرمان من الرى فى طور طرد السنابل أو طور النضج اللبنى بالنسبة لمعاملة المقارنة، بينما لم تلاحظ فروق معنوية فى المحتوى الرطوبى عند الحرمان من الرى فى طور التفريع. كما أدى التعطيش فى مرحلة التفريع أو طرد السنابل إلى زيادة فى محتوى البرولين الكلى بأنسجة نفس الورقة مقارنة بالنباتات التى لم تتعرض للتعطيش فى أى مرحلة من مراحل النمو المختلفة للنباتات.

- **مرحلة الإزهار إلى النضج:** يتأثر إزهار القمح بالتعرض لنقص الرطوبة حيث ذكر (Simanc et al, 1993) أن التعرض قرب الإزهار للجفاف يسرع من إزهار النبات كما أوضح (Nicholas and Turner, 1993) نقص تراكم الكربوهيدرات الذائبة فى السنابل فى المرحلة الممتدة بين مرحلة الإزهار إلى مرحلة الزيادة الخطية لنمو

الحبوب لذلك فإن هناك أهمية لعدم تعرض نبات القمح للإجهاد الجفافى فى هذه الفترة حيث أضاف كل من Palta et al, 1994; Kiniry, 1993; Richards and (Townley-Smith, 1987) أهمية إنتقال المواد الممثلة قبل الإزهار إلى الحبوب حيث تقل عملية التمثيل الضوئى بالتعرض للإجهاد الجفافى مما يؤدى إلى نقص المواد الممثلة مما يؤثر على إمتلاء الحبوب بالإضافة إلى أن المواد الكربوهيدراتية غير البنائية أى التى لا تساهم فى بناء الأنسجة وتمثل بالأوراق والسيقان تساهم معنويا فى نمو الحبوب، وعند تعرض النبات أثناء إمتلاء الحبوب للإجهاد الجفافى ينقص وزن الحبة لقصر فترة إمتلاء الحبوب لسرعة الدخول فى مرحلة الشيخوخة إلا أن أعداد الأشطاء الخصبة لا تتأثر (Hochman 1982). وربما يؤخر رش النباتات بمحلول مخفف من أورثو فوسفات البوتاسيوم (بوريد فوأ) بمعدل ١٠ كجم للهكتار التأثير المشجع لارتفاع الحرارة والتعرض للجفاف للدخول فى مرحلة الشيخوخة مما يعمل على زيادة محصول القمح (Benbella and Paulsen, 1998). وتتباين أنواع القمح المختلفة فى تحملها للجفاف حيث ذكر كل من (Sojak et al, 1981) أن قمح الخبز ذو الساق الطويل يتميز بالمقاومة المرتفعة للجفاف على حين أن الأقماح القصيرة Semi Dwarf متوسطة التحمل ويكون القمح الدكر حساس للجفاف.

علاقة نقص الماء ومحصول القمح

لقد قام الباحثون بدراسة إمكانية التعرف على كمية محصول الحبوب عند التعرض للجفاف حيث ذكر (Passionura, 1977) إمكانية حساب محصول حبوب المحاصيل الشتوية تحت ظروف الإجهاد الجفافى تبعا للمعادلة التالية:

كمية محصول الحبوب= معدل النتح (T) X كفاءة عملية النتح (TE) X دليل الحصاد (HI)

حيث أوضح Aceveda (1987) and Richards and Townley-Smith (1987) إمكانية تطبيق هذه المعادلة لحساب كمية محصول النجيليات الشتوية تحت ظروف الإجهاد الجفافى وأن محصول الحبوب يزداد بزيادة معدل النتح وأضاف Venora and Calcagno (1991) and Aceveda and Fereres (1993) أن الأصول الوراثية التى تحتفظ بفتح ثغورها أثناء التعرض للإجهاد الرطوبى تتميز بارتفاع كمية محصولها.

علاقة الصفات المختلفة بامتصاص وفقد الماء

تقسم الصفات المورفولوجية والفسيولوجية ذات العلاقة بامتصاص الماء وفقده إلى صفات لامتصاص الماء تتضمن الجذور، ضبط أسموزية الخلايا، محاليل الخلايا وأغشية الخلايا (Aceveda et al, 1998). أما صفات فقد الماء فتتمثل فى نقص عملية النتح تبعا لألوان الأوراق (Van Oosterom and Acevedo, 1992)، حركة الورقة، كيوتين سطح الورقة (Upadhayaya and Furnes, 1994) وسلوك الثغور (Venora and Calcagno, 1991) وكفاءة عملية النتح (Austin et al, 1990) والفرق بين درجة حرارة الجو والمجموع الخضرى للنبات (Blum et al, 1988 and Rees et al, 1993).

لقد أوضح Morgan and Condon (1986) إرتفاع كفاءة ضبط أسموزية الخلايا لصالح المحصول بسلالات قمح الخبز والقمح الدكر حيث بلغ ١١-١٧% للأول و٧% للثانى. وفى حالة محصول القمح النامى بالمناطق المطرية فإن تبخير الماء من سطح الأرض يكون ذو تأثير كبير على المحصول وعلى الأخص قبل تكامل الغطاء النباتى مما يؤدى إلى تعرض مساحات من سطح الأرض إلى الأشعة الضوئية. وفى هذه الحالة ينبغى على منتج النبات رفع كفاءة إستخدام الماء من خلال الإداره المزرعية المناسبة.

أثر الملوحة على القمح

يتأثر نمو القمح بالملوحة من خلال ما يأتى:

- الجهد الأسموزى والذى يؤدى إلى تقليل الماء القابل للإستفادة بواسطة النبات.
- الإجهاد الأيونى.
- تغيرات الإتزان الأيونى (Kirst, 1989).

لذلك تتأثر الكثير من العمليات الفسيولوجية لنبات القمح بالتعرض للملوحة إلا أن أكثرها تأثرا نقص نمو الخلايا ومساحة الأوراق والمجموع الخضرى وكمية المحصول. ويعتبر القمح من المحاصيل متوسطة التحمل للملوحة (Shannon, 1997). وحيث أن للماء علاقة وطيدة بزيادة إنتاجية المحصول وحيث أن عملية الرى هى

السائدة تحت ظروف الزراعة الجافة، ولما كان الرى يؤدى إلى زيادة ملوحة التربة حيث عادة ما يحتوى المتر المكعب منه على ٠,١-٤ كجم من الملح لذلك فقد ذكر (Shannon, 1997) أن إضافة ١-١,٥متر مكعب من ماء الرى تتسبب فى إضافة من ١-٦٠ طن سنويا للهكتار.

إن زيادة قدرة التوصيل الكهربى لمستخلص التربة عن ٤,٥ ديسيسمنز/متر تعمل على إنقاص أعداد النباتات القائمة فى الحقل بوحدة المساحة وحين وصولها إلى ٨,٨ ديسيسمنز/متر تنقص البادرات بنسبة ٥٠% (Francois et al, 1986) مما يؤثر بالسلب على كمية المحصول. ولقد وجد Maas and Grieve (1986) أن ملوحة التربة تؤدى إلى تطور القمة وطول فترة بقاء الأوراق Phyllochron ونقص أعداد السنيبلات على الساق الرئيسى وإسراع نضج المحصول قبل الأوان وهذا يعمل على خفض كمية المحصول تحت هذه الظروف.

وفى دراسة على صنفين من القمح (جيزه ١٥٧ وسخا٨ بجنوب سيناء بمصر بمنطقة وادى سدر، أستخدمت المياه الجوفية المحتوية على نسبة من الأملاح الذائبة تتراوح ما بين ٣٤٠٠-٣٨٠٠ جزء فى المليون لرى نباتات القمح ذكرت نورالدين وآخرون (١٩٨٤) Noureldin etal (1984) عدم وجود خلاف فى صفات النمو بين الصنفين الناميين تحت ظروف الرى بالماء ذو التركيز المرتفع من الأملاح.

وفى دراسة أخرى بمصر على تأثيرشتل أربع أصناف من القمح (سخا٨، جميزه ٣، سدس ٤ وسدس ٧) والتى رويت بمياه مالحة تراوحت تركيز أملاحها ما بين ٢٠٠٠-١٢٠٠٠ جزء فى المليون، بالأضافة إلى معاملة المقارنة والتى رويت بماء الصنبور بالمشتل على إرتفاع نباتات القمح فى المشتل ثم شتلها بالأرض المستديمة مع إمكانية أقلمتها لظروف الملوحة. ذكرت نورالدين وآخرون (٢٠٠٠) Noureldin etal (2000) أن متوسط إرتفاع جميع بادرات الأصناف قد أنخفض باستخدام التركيزات المنخفضة من ٢٠٠٠-٦٠٠٠ مقارنة بمعاملة ماء الصنبور، إلا أن الخلاف لم يكن معنويا، لذلك فقد نقلت بادرات القمح إلى المكان المستديم بالحقل بعد ٢٠ يوم من الزراعة، حيث أزدادت كمية محصول الحبوب للفدان لصنفى سخا٨ وجميزه ٣ بزيادة التركيز إلى ٢٠٠٠ جزء فى المليون.

قائمة المراجع

- الجهاز المركزى للتعبئة والاحصاء http://www.capmas.gov.eg/

- مرسيم. ع.، عبد الجواد ع. أ. ١٩٦٧. محاصيل الحقل، الجزء الثانى، زراعة محاصيل الحقل. الطبعة الثالثة، دار النشر مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، مصر. صفحات ٧٨٣.

- وزارة الزراعة- قطاع الشئون الإقتصادية- الإدارة المركزية للإقتصاد والإحصاء ١٩٩٤.

- Abbate, P.E., Andre, F.H and Culot, J.P. 1995. J. Agric. Sci., 124: p 351-361.

- Abdel - Gawad, A.A.; Nemat A. Noureldin; M.A. Ashoub and M.A.Kashabah 1993. Ann. of Agric. Sci. (38) :1 p183-192.

- Aceveda, E., 1987, In J.P Srivastava, E. Porceddu, E. Acevedo & S. Varma, Eds. Drought Tolerance in Winter Cereals, P. 303-320. Chichester, UK, Willey.

- Aceveda, E. 1991. Proc. ICARDA-INIA, Symp., Cordoba, Spain, 26-29, Oct. 1987, p 85 - 96.

- Aceveda, E. & Fereres, E. 1993. Ir. M.D. Hayward, N.o. Bosemark & I. Romagoza, eds. Plant breeding principle and prospects. Pp. 406-421. London, Chapman & Hall.

- Aceveda, E., Silva, H. &, P. 1998. Biol. Teen. Esta. Exp. Agron., 49(1-2): 1-28.

- Ahrens, J.F. and Loomis, W.E., 1963. Crop Sci., 3: p 463-466.

- Austin, R.B., Craufurd, P., Hall, A., Acevedo, E., Da Silveira, B. & Nugy, E. 1990. Bull. Soc. Bot. Fr. 137. Act. Bot., 1: 21-30.

- Barcello, J., Nicholas, G., Sabater, B. and Sanchez, R. 1992. Fisiologia Vegetal, Madrid, E. Piramids, Sa. P 662.

- Benbella, M. & Paulsen, G.M. 1998. Agron. J., 90: 332-338.

- Bernier, F.R., Havelange, A., Housa, C., Petitjean, A. and Leijeune, P. 1993. Plant Cell, 5: 1147-1155.

- Blum, A. 1988. Boca Raton, FL. USA, CRC Press, 223.

- Borlaug, N.E., and Dowswell, C.R. 1996. The acid lands; one of agriculture' last frontiers. In A.C. Moniz. A.M.C.

- Briggle, L.W. 1980. In E. Haflinger, ed. Wheat documenta cibageigy, p 6-13.

- CIMMYT 1996, CIMMYT 1995, world wheat facts and trends; understanding global trends in the use of wheat diversity and international flows of wheat genetic resources Mexico, DF.

- Cutforth, H.W., Jame, Y.W. and Jefferson, R.G. 1992. Can. J. Plant Sci. 72: 1141-1151.
- Eastham, J., Oosterhuis, D.M & Walker, S. 1984. Agron. J., 76: 841-847.
- Evans, L.T., Wardlaw, I.F. and Fisher, R.A. 1975. Wheat. In L.T. Evans.ed. Crop physiol., p 101-149. Cambridge, Uk, Cambridge University Press.
- Francois, L.E., Maas, E.V., Donovan, T.J. & Youngs, V.L. 1986. Agron. J., 78: 1053-1058.
- Hanft, J.M. &Wych, R.D. 1982. Crop Sci., 22: 584:587.
- Hanson H., Borlaug N.E. and Anderson, R.G. 1982. Wheat in the third world, Boulder, Co, USA, Westview Press.
- Hochman, Z.V.I. 1982. Field Crops Res., 5: 55-67.
- ICARDA, 1987. Cereal improvement program annual report. Aleppo.
- Kalakanavar, R.M., Shashidhara, S.D & Kulkarni, G.N. 1989. Seed Res., 17(2): 182-186.
- Kiniry, J.R. 1993. Agron. J., 85: 844-849.
- Kirst, G.O. 1989. Ann. Rev Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 40: 21-53.
- Kobata, T., Palta, J.A. & Turner, N.C. 1992. Crop Sci., 32: 1238-1242.
- Leonard, W.H., and Martin, H.H. 1963. Cereal Crop. New York, NY, USA. MacMillan Publisher.
- Long, S.P., Humphries, S., and Falkowski, P.G. 1994. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 45: 633-664.
- Longnecker, N., Kirby, E.J.M., and Robson, A. 1993. Crop Sci., 33: 154-160.
- Loomis, S.R. & Amthor, J.S. 1996. Limits of yield revisited. In M.P. Reyond, S. Rajaram & A. McNab, eds. Increasing yield potential in wheat breaking the barriers. Pp. 76-89. Mexico, DF., CIMMYT.
- Maas, E. & Grieve, C. 1986. Appl. Agric. Res., 1(1): 12-26.
- Major, D.J., and Kiniry, J.R. 1991. Pridicting daylength effect on physiological processes. In T.Hodges, ed. Pridicting Crop Phenology, p 15-280, Boca Roton, FL., USA, CRC Press.
- Mian, M.A.R. & Nafziger, E.D. 1994. Crop Sci. 34: 169-171.
- Morgan, J. and Condon, A.G. 1986. Austr. J. plant Physiol. 13: 523-532.
- Moustafa, M.A., Boersma, L. & Kronstad, W.E. 1996. Crop Sci. 36: 982-986.
- Nicholas, M.E. & Turner, N.C. 1993. Field Crops Res., 31: 155-171.
- Noureldin, Nemat, A., A.M. Hegazi, M. A. Abd El-Gawad and Salem M. O. M. 1984. Egypt. J. Agron. 9 (1-2) pp. 29-38.
- Noureldin, Nemat, A., S.H. Hassanien , M.O.M.Salem and Howaida, A. Maamoun (2000). 8th Conf. Dev. Res., Fac. Agric., Ain Shams Univ., Cairo, Egypt, Nov. 20-22, 2000. Annals Agric. Sci. Sp. Issue 3,917-933,2000.

- Nuttonson, M.Y. 1955. Wheat-climatic relationship and the use of phenology in ascertaining the thermal and photo-thermal requirements of wheat. Washington, DC, American Institute of Crop Ecology.
- Oosterhuis, D.M. & Cartwright, P.M. 1983. Crop Sci. 23:711-716.
- Palta, J.A., Kobata, T., Turner, N.C & Fillery, I.R. 1994. Crop Sci. 34: 118-124.
- Passioura, J.B. 1977. Austr. Inst. Agric. Sci., 43: 117-120.
- Peterson, C.M., Klepper, B., Pumphrey, F.B. & Rickman, R.W. 1984. Agron. J., Agric. Res., 38: 983-992.
- Rajaram, S., and Van Ginkel, M. 1996. Wheat special Report No. 5. Mexico, DF, CIMMYT.
- Rees, D., Sayra, K., Acevedo, E., Nava, E., Lu, Z., Zeiger, E. & Limon, A. 1993. Wheat Special Report No. 10. Mexico, DF, CIMMYT.
- Richards, R.A. & Townley-Smith, T.F. 1987. Austr. J. Agric Res., 38: 983-992.
- Rickman, R.W., Klepper, B.L. and Peterson, C.M. 1983. Agron. J., 75: 551-556.
- Ries, S.K. & Everson, E.H. 1973. Agron. J., 65: 884-886.
- Saunders, D.A. & Hettel, G.P., eds. 1994. Wheat in heatstressed environments: irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems. Mexico, DF, CIMMYT.
- Seaton, G.R. and Walker, D.R. 1990. Proc. Roya/soc. Lond, B., 242: 29-35.
- Shannon, M.C. 1997. Adv. Agron., 60: 75-120.
- Simane, B., Peacock, J.M. and Struik, P.c. 1993. Plant soil, 157: 155-166.
- Singh, B.P. 1970. Madras Agric. J., 57 (8): 449-452.
- Slafer, G.A., Calderini, D.F. & Miralles, D.J. 1996. Yield components and compensation in wheat: opportunities for further increasing yield potential. In M.P. Reynolds, S. Rajaram & A. McNab, eds. Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers. Workshop Proc., Cd. Obregon, Mexico, 28-30 Mar. 1996. Mexico, DF, CIMMYT
- Sojka, R.E., Stolzy, L.H. & fisher, R.A. 1981. Agron. J., 73: 8383-844.
- Spilde, L.A. 1989. J. Prod. Agric., 2: 169-172.
- Stefany, P. 1993. Wheat Special Report No. 22. Mexico. DF. CIMMYT. Symp., Cordoba, Spain. 26-29 Oct. 1987, p 85-96.
- United State Census Bureau. 1998. Total mid year population for the world: 1950-2050. Data Updated in June. 1998. http:// www.census.org/ www.worldpop.html.
- Upadhayaya, M.K. & Furnes, N.H. 1994. Can. J. Bot., 72: 1379-1386.
- Van Oosterom, E.J. & Acevedo, E. 1992. Euphytica, 62: 1-14.
- Venora, G. & Calcagno, F. 1991. Euphytica, 57: 275-283.

القطن

Cotton
Gossypium sp.

يتبع الجنس جوسيبيم Gossypium الفصيلة الخبازية Malvaceae والتى تضم حوالى ٤٠-٥٠ جنس وحوالى ١٠٠ نوع تنتشر فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية وتعتبر أربعة منها ذات أهمية إقتصادية فى الزراعة وهى G.herbaceum، G. arboreum وعدد الكروموسومات لكل ١٣ بالجاميطات و٢٦ بالخلايا الجسمية وتتبعها أقطان الدنيا القديمة. و G.Barbadense، G.hirsutum وعدد الكروموسومات لكل ٢٦ بالجاميطات و٥٢ بالخلايا الجسمية وتتبعها أقطان الدنيا الجديدة.

يتبع القطن المصرى جوسيبيم باربادنس ويعتبر من أجود أقطان العالم من حيث جودة صفات التيلة، ونباتاته شجيرات معمرة إلا أنه يزرع سنويا فى مصر كمحصول حولى.

تمتد زراعة القطن فى مصر من أقصى الجنوب إلى أقصى الشمال حيث يزرع فى الأرض الطينية والطينية الصفراء، كما يزرع فى الأراضى الثقيلة ويزرع فى أراضى الإصلاح بعد البرسيم والأرز، ولا يزرع بأراضى الجزائر والسواحل لارتفاع خصوبتها مما يؤدى إلى زيادة النمو الخضرى ونقص النمو الثمرى.

تمتد حياة نبات القطن سبعة أشهر فى مصر العليا والوسطى حيث يزرع فى فبراير ويجنى فى أواخر أغسطس، ونحو ثمانية أشهر فى الوجه البحرى حيث يزرع فى مارس وقد يتأخر عن ذلك ويجنى فى سبتمبر وقد يتأخر عن ذلك.

ويمكن تقسيم حياة نبات القطن إلى فترتين وهما فترة النمو الخضرى وفترة النمو الزهرى، وتمتد الفترة الأولى فى شهرى فبراير ومارس وتمتد الفترة الثانية بعد شهرين من الزراعة أى من حوالى منتصف شهر أبريل حتى نهاية حياة النبات. وتلاحظ مرحلتان مهمتان أثناء فترة النمو الزهرى والثمرى وهما مرحلة التزهير ومرحلة التلويز وتمتد مرحلة التزهير من شهر مايو حتى شهر أغسطس تقريبا وتمتد

obeikandl.com

مرحلة التلويز من يوليو حتى سبتمبر تقريبا ويتأثر طول وميعاد هاتين المرحلتين بكثير من العوامل التى من أهمها ميعاد الزراعة والعوامل البيئية.

ويواكب الفترة الخضرية من حياة نبات القطن الحرارة المرتفعة والإضاءة الشديدة آخذتين فى الإرتفاع ويواكب فترة التزهير والتلويز لدرجات حرارة وشدة إضاءة آخذتين فى الإنخفاض.

مورفولوجيا النبات

أولاً- الجذر: يتميز نبات القطن بجذر وتدى عميق يصل إلى عمق ٢,٥ -٣ م (الشونى ومحمد ٢٠٠٣) ويتوقف العمق على الصنف ونوع الأرض ودرجة حرارة ورطوبة الأرض وغير ذلك من العوامل. تنمو الجذور الجانبية عندما يصل طول الجذر الأصلى إلى حوالى ١٢سم متعامدة على الجذر الأصلى فى أربعة صفوف طولية وتنمو أفقيا فى التربة لمسافة معينة قبل أن تتعمق بها وبذلك فإن المجموع الجذرى عادة ما يأخذ شكل المخروط المقلوب فى حالة الزراعة على مسافات واسعة، أو شكل أسطوانى من أعلى ومخروطى من أسفل فى حالة الزراعة المزدحمة. ويختلف عدد وإمتداد هذه الجذور إذ قد تمتد لنحو مترين عند زراعة النباتات متباعدة عن بعضها بينما يكون قطاع الأرض مزدحما بجذور النباتات المتقاربة ويمكن تقسيم الجذور الجانبية إلى ثلاث مناطق وهى:

- منطقة الجذور الجانبيه: وتمتد لعمق ٢٠-٢٥ سم وتحمل جذورا جانبية قوية.
- منطقة باقى الجذرالرئيسى: وتحمل جذورا جانبية ضعيفة النمو.
- منطقة الجذور السفلية: تمتد فى نهاية الجذر وتخرج منها مجموعة جذور صغيرة وتنشأ قريبا من مستوى الماء الأرضى أو فوق طبقة صلبة من الأرض.

ثانيًا- الساق: ساق القطن غير محدود النمو إلا أن درجة ذلك تتوقف على الصنف المنزرع، تتكون الأوراق على الساق الرئيسى بمعدل ورقة كل ٣-٤ أيام معتمدة فى ذلك على درجة الحرارة (McArthur et al, 1975)، يوجد برعمين فى قاعدة

كل ورقة واحدة ربما تنمو لتعطى إما فرع خضرى أو فرع ثمرى (Mauney, 1968 and 1979). أما الأفرع الأخرى فتتكون من البراعم الإبطية لتعطى إما أفرع خضرية أو أفرع ثمرية. وعادة ما يخرج أول فرع ثمرى من العقدة السادسة إلى العقدة التاسعة فوق مكان خروج الفلقات، وبمجرد نمو الفرع الثمرى فإن مرستيم المحور Axis يستهلك فى إنتاج ورقة وبرعم زهرى. ويبدأ البرعم الإبطى فى النمو عند بدء البرعم الزهرى فى التطور ويتم تتابع السلاميات من محاور الأفرع الجديدة فى إنتاج أشكال متطابقة من الأفرع الثمرية على شكل حلزونى (Mauney, 1968 and Eaton, 1955). لقد ذكر الشونى ومحمد (٢٠٠٣) وجود برعمين فى إبط كل ورقة أحدهما مركزى ويسمى البرعم الإبطى والآخر ثانوى ويسمى البرعم الجانبى ويوجد على يمين أوشمال البرعم الإبطى وتنمو البراعم الإبطية إلى أفرع خضرية تشبه الساق الأصلى تماما فى نموها بينما تنمو البراعم الجانبية أو الثانوية معطية أفرعا ثمرية وعادة ينمو برعم واحد فقط من هذه البراعم بينما يظل الآخر ساكنا. وتتوقف طبيعة تفريع النبات وكذلك مناطق الساق المختلفة على نمو هذه البراعم، فإذا ظل كلا البرعمين ساكنين فى منطقة ما سميت بالمنطقة العارية أو الجرداء وهى خالية من الأفرع وتشمل الثلاث أو الأربع عقد السفلى من النبات كما فى القطن المصرى وإذا نمت البراعم الإبطية فقط أعطت أفرعا خضرية وسميت منطقة الساق فى هذه الحالة بالمنطقة الخضرية وتبدأ من العقدة الرابعة وتمتد فى بعض الأصناف إلى العقدة الثانية عشر كما فى القطن المصرى والعكس إذا نمت البراعم الثمرية فقط فإنها تعطى أفرعا ثمرية وتسمى تلك المنطقة بالمنطقة الثمرية وتبدأ من العقدة السابعة إلى الثانية عشر وتمتد حتى قمة النبات.

ثالثاً- الأوراق: الورقة بسيطة ذات عنق لها أذنات تسقط أحيانا مبكرا وتخرج الأوراق على الساق عند العقد فى نظام حلزونى تبعا لنظام الفيلوتاكس Phyllotax والنظام الشائع فى أقطان الدنيا الجديدة التابع لها القطن المصرى هو نظام ٨/٣ (وتعنى أنه فى حالة إمرار خيط بقواعد ثمانية أوراق فإنه يدور حول الساق ثلاث مرات). وتختلف أوراق القطن فى شكلها وحجمها وقوامها وعمق تفصيص نصلها وعدد الفصوص وشكلها.

رابعًا- الزهرة: تتكون الزهرة من تحت الكأس، الكأس، التويج، الطلع والمتاع. يحمل الفرع الثمرى عددا من الأزهار يختلف من زهرتين أو ثلاثة وفى العادة من ٥-٨، والزهرة منتظمة خنثى سفلية.

خامسًا- اللوزة: تعرف الثمرة فى القطن باللوزة وهى علبة ثلاثية أو خماسية المساكن حيث تنفتح مسكنيا عند النضج إلى عدد من الفصوص. يختلف باختلاف عدد المساكن (الشونى ومحمد ٢٠٠٣). وبعد الإخصاب مباشرة يبدأ نمو اللوزة وتستغرق مدة تختلف تبعا للصنف فهى حوالى ٥٠ يوما فى الأقطان المصرية وتتراوح فى الأقطان الأمريكية من ٤٥-٧٠ يوما وتتأثر مدة نضج اللوزة بدرجة كبيرة بالعوامل البيئية وتنمو فى الحجم إبتداء من الإخصاب وحتى اليوم الخامس والعشرين أو السادس والعشرين حيث تصل إلى الحجم الكامل وبعدها لا يحدث لها تغيير حتى اليوم ٤٥-٤٨ حيث تبدأ فى التشقق والتفتح وفى اليوم ٥٠ يتم تفتحها وتصبح صالحة للجنى.

سادسًا- الشعرة: عبارة عن خلية واحدة من خلايا بشرة البذرة وتنشأ نتيجة إستطالة الجدار الخارجى الرقيق لخلايا البشرة حتى تصل الطول النهائى للشعرة ثم يترسب عليها السيليولوز بعد ذلك.

النمو والتطور

إن القطن من النباتات الطويلة العمر حيث يبلغ فى المتوسط ١٥٠-٢٢٠ يوما معتمدا فى ذلك على الصنف والظروف الجوية. يعتبر نبات القطن من المحاصيل الحساسة للبرودة حيث تصاب أنسجته بأضرار حين يتعرض لدرجة حرارة تتراوح ما بين ٥-١٠م°.

يمر نبات القطن بالعديد من أطوارالنمو التى تتأثر بالعوامل البيئية المختلفة والتى يمكن إستعراضها فيما يأتى:

- **الإنبات والإنبثاق:** يمكن فصل طور إنبات بذور القطن إلى مرحلتين، الأولى وتتعلق بتشرب البذور بالماء، إستئناف نشاط المواد المخزنة، نمو الجذور إلى تمزق غلاف البذرة. أما المرحلة الثانية فتتضمن عمليات نمو السويقة الجنينية السفلى

والجذير الذى ينتج عنها إنبثاق ونمو البادرة القوية. ولإتمام المرحلة الأولى ينبغى أن يتوافر تدرج فى الجهد المائى بين البذور والأرض بالإضافة إلى ضرورة حدوث تلامس بين حبيبات الأرض وبذور القطن لانتقال الماء الكاف من الأرض إلى البذور. عادة ما يبلغ الجهد المائى للبذور الجافه -١٠٠٠ بار، من ذلك يتضح أن هذه الظروف تكون مواتية لعملية إنبات القطن إلا فى ظروف الإجهادات البيئية القاسية. وعلى ذلك ففى حالة توافر الماء الملائم بالأرض ودرجة الحرارة تحدث عملية تشرب البذور بالماء خلال ٣٦-٤٨ الساعة الأولى حيث يتم فى خلال هذه الفترة إمتصاص القدر الكافى من الماء بحيث يزيد وزن البذرة بحوالى ٨٠% وحجمها ٥٠% ويكون النشاط البنائى منخفض فى أثناء ذلك ويعتمد إمتصاص الماء على العمليات الطبيعية وليست العمليات البيوكيميائية ويحدث حتى بانخفاض درجة الحرارة. يتم إستئناف نشاط المواد الممثلة بسرعة بعد تشرب البذور الماء وتكون هذه المرحلة أكثر مراحل الإنبات حساسية لدرجة الحرارة وتتميز الخلايا المنتفخة بزيادة البوليسومات وتمثيل الأحماض النووية مما يسمح بنجاح عمليات نسخ وانتقال المعلومات الوراثية المخزنة فى الجينات لاستئناف العمليات الضرورية لانقسام الخلية ونمو أعضاء النبات.

إن عملية إنبثاق البادرات تتطلب نمو السويقة الجنينية السفلى لرفع فلقات البذور إلى أعلى سطح الأرض لمسافة ٥-٨ سم بالإضافة إلى نمو الجذير ليتخلل الأرض لتمكين النبات من زيادة مسطح الإمتصاص حتى يكون قادرا على إمداد النبات بحاجته من الماء والعناصر الغذائية. إن نمو كل من السيقان والجذور يكون حساس للعوامل الصغرى للمناخ والصفات الطبيعية لمهد البذور وعلى الأخص درجة الحرارة، الجهد المائى وصفات الأرض. وتبلغ درجة الحرارة المثلى لنمو كل من السويقة الجنينية السفلى والجذيرمقدار ٣٤,٤ م° والحد الأعلى والأدنى ٤١,٩ و١٤,٤م° على الترتيب. لذلك ينبغى تأخير الزراعة إلى أن تزداد درجة حرارة الأرض إلى أكثرمن ١٦م° لتنبت البذور بعد ٥-١٠ أيام عند زراعتها على عمق ٤-٧سم، تستطيل السويقة الجنينية السفلى بسرعة بمعدل ٢-٥ أضعاف حجمها مقارنة بما كانت عليه قبل عملية الإنبات حاملة الفلقتين خلال ٧ أيام حيث تقوم الفلقات بعملية التمثيل الضوئى.

عند تعرض نباتات القطن إلى إجهاد أسموزى يبلغ −١٠ بار ينقص معدل نمو الجذير بما قيمته ٢٨% على حين تصل هذه النسبة إلى ٨٧% للسويقة الجنينية السفلى وذلك حينما تكون درجة الحرارة قريبة من الدرجة المثلى.

تحتاج بادرات بذور القطن فى العادة إلى ثلاث أيام للإنبثاق من عمق ٥سم عندما يكون الجهد الأسموزى − ٠,٣ بار على حين تحتاج البذور سبعة أيام عندما يكون الجهد الأسموزى −٣,٠ بار. ولا تنبثق البذور حتى ١٣ يوما عندما يكون الجهد الأسموزى مساويا −١٠ بار (Wanjura and Buxton, 1972).

وعموما تحتاج نباتات القطن لكميات كبيرة من المياه لإنبات بذورها عن كثير من بذور المحاصيل الأخرى لكبر حجم الفلقات ولاحتياج الفلقات لكميات كبيرة من الماء لتأدرت مركباتها، وينبغى توافر الماء بالأرض لضمان إنبات البذور ويلجأ المزارع بعد وضع البذورالجافة فى الزراعة بدون رية كدابة إلى رى الأرض على البارد لضمان إضافة قدر كبير من الماء للأرض وفى الأرض المالحة تغمر الأرض بالماء ثم تصفى فى اليوم التإلى وعند إتباع الزراعة بعد الرية الكدابة تروى الأرض ريا غزيرا قبل وبعد الزراعة بالبذور الجافة فى الأراضى الثقيلة والملحية والكثيرة الحشائش وتوضع البذور المبتلة (لضمان الإنبات) بالأرض بعد ريها رية كدابة وتتبع هذه الطريقة فى الزراعة المبكرة والأراضى الثقيلة والكثيرة الحشائش وفى هذه الحالة تتوفر رية بعد الزراعة وهى الطريقة الدمساوى أو إن شئت قل الزراعة ببذور مبتلة بالمقارنة مع طريقة الرى المزدوج أو المكفن أو الزراعة ببذور جافة.

- **النمو الخضرى والمحصول:** إن نباتات القطن تتميز بقدر من المرونة الإثمارية (الإنتاج) التى تمد النباتات بالوسائل التى تمكنه من التحكم فيما تحمله من ثمار كاستجابته للإمداد المائى حيث تتكون أعداد كبيرة من الأشكال المختلفة من الثمار مثل الوسواس أواللوزالصغير. تؤدى هذه المرونة إلى تساقط وفقد نسبة من هذه الأشكال للحفاظ على التوازن بين النمو الخضرى والنمو الثمرى. وتعتمد هذه الوسائل لضبط أعداد ما يحمله النبات من ثمار على التعرض لنقص الماء من حيث الميعاد، الشدة والمدة. وعموما فإن نقص الماء ربما يغير من أماكن العقد التى

تحمل أعدادا كبيرة من الثمار وتتسبب فى تساقط الوسواس واللوز الصغير. لقد وجد Mauney (1979) أن ثمار القطن الناتجة على العقد الأولى من كل فرع ثمرى لها فرصة أكبر على البقاء مقارنة بغيرها الناتجة على العقد الأعلى وقد يعكس ذلك إحتمال تنافس اللوز الأكبر فى العمر والمتكون مبكرا على العقد المنخفضة على نفس الفرع الثمرى على ناتجات عملية التمثيل الضوئى لتميز اللوز الأكبر فى العمر بسرعة النمو. وبمجرد بداية التزهير فإن المدة بين الأزهار وبعضها البعض تبلغ ٦-٨ أيام على نفس الفرع الثمرى مما يؤدى إلى أن الأزهار المتكونة أولا على العقد تصبح أقوى مصبا للمواد الممثلة مقارنة ببقية اللوز مما يؤدى إلى فروق كبيرة فى معدل النمو وترتفع النسبة المئوية لهذه الظاهرة للنباتات النامية تحت ظروف الإجهاد الجفافى (Stockton etal, 1961). وفى غياب تأثير العوامل الخارجية فإن حالة الكربوهيدرات والنيتروجين لها علاقة وثيقة باتزان النمو بين المجموع الخضرى والمجموع الثمرى. وتتضح هذه العلاقة فى التأثير المباشر للإجهاد الغذائى الذى ينشأ نتيجة للتأثير غير المباشر لتعرض القطن للإجهاد الجفافى.

وتعتبر فترة التزهير والتلويز هما الفترتين الحرجتين بالنسبة لنقص الماء إذ تقل حيوية حبوب اللقاح بدرجة كبيرة بتعريض النباتات للإجهاد المائى ويؤدى تأخير الرى فى بداية فترة التزهير لمدة لا تزيد عن خمسة أيام إلى تحديد النمو الخضرى للقطن والتبكير فى تفتح اللوز. ولا يصاحب تأخير الرى فى بداية التزهير نقص فى كمية المحصول. ويؤدى نقص الماء أثناء فترة التزهير وتكوين اللوز لنقص كمية المحصول لقدر قد يبلغ نحو ٣٠% بينما لا يزيد النقص عن ٥% بالتعرض للإجهاد المائى أثناء فترة تكوين البراعم الزهرية.

تستنفذ نباتات القطن الماء من الأرض أثناء حياتها ويزداد مقدار الإستهلاك المائى اليومى لنباتات القطن باستمرار بتقدم العمر حتى شهر أغسطس فى الظروف المصرية ثم ينخفض بعد ذلك. يختلف العمق الذى يمتص منه نبات القطن بأكبر قدر أثناء حياته إذ يسود الإمتصاص من القطاع السطحى حتى ٢٠ سم من سطح الأرض فى الفترة الأولى من حياته، ثم ينشط الإمتصاص من عمق ٢٠-٤٠ سم فى أوائل مايو ثم من

عمق ٤٠-٦٠ سم فى أوائل يونيو ومن ٦٠-٩٠ سم فى الأسبوع الثالث من يونيو (المغربى، ١٩٦٦).

ويبلغ مقدار المقنن المائى للقطن ٢٨١٨، ٣٥٤١، ٣٨١٣ م^3 بالوجه البحرى ومصر الوسطى ومصر العليا على الترتيب ويرجع إزدياد المقنن المائى من شمال مصر إلى جنوبها أساسا لارتفاع درجة الحرارة وازدياد شدة الإضاءة وانخفاض الرطوبة الجوية النسبية.

يعتبر الرى كل ١٥ يوما إبتداء من الرية الأولى بعد رية المحاياه أفضل ميعاد للرى بشمال وجنوب الدلتا ومصر الوسطى وتؤدى إطالة فترة الرى إلى ١٩ يوما لنقص كمية المحصول بمقدار١٦,٥% فى شمال الدلتا، ١٨,٥% فى جنوب الدلتا و٢٣,٤% فى مصر الوسطى (خليل وآخرون، ١٩٥٩). وينصح فى مصر العليا برى النباتات فى مايو ويونيو ويوليو كل ٨-١٠ أيام، وينصح بنقص فترة الرى إلى نحو ١٢ يوما أثناء شهرى يونيو ويوليو. وعادة ما تروى رية المحاياه بعد ٢٠ يوما من الزراعة.

يوقف رى القطن عادة إبتداء من شهر أغسطس (مسرى) إذ يخشى الزراع زيادة النمو الخضرى للنبات وإصابة اللوز المتأخر النضج بديدان اللوز ويلجأ المزارع إلى رى القطن فى أوائل مسرى فى الأراضى الملحية السهلة الصرف، وحينما تكون النباتات فى طور الإزهار واللوز ما زال صغيرا. ويجب مراعاة النقاط التالية عند رى القطن:

١- ضمان وصول الماء إلى الجور عن طريق النشع بمنع الرى بمجرد وصول مستوى الماء إلى قاعدة الجورة.

٢- زيادة كمية ماء الرى بالأراضى المالحة مع صرف الماء الزائد.

٣- تقارب فترات الرى بالأراضى المالحة.

٤- رى القطن ريا غزيرا فى الرية الرابعة أوالخامسة فى حالة تهيج النباتات ونموها نموا خضريا قويا لضمان دفع النباتات للإزهار.

قائمة المراجع

- الشونى ك.ع. ومحمد أ. ع.٢٠٠٣.الطبعة الثانية. نشأة وتقسيم محاصيل الحقل. الناشر عالم الكمبيوتر والطباعة، القاهرة، مصر.
- المغربى م. ط .١٩٦٦. رسالة ماجستير كلية زراعة جامعة عين شمس. القاهرة، مصر.
- خليل ع، السيلاوى أ . ف.، قصرى أ. والجبالى أ.١٩٥٩. مؤتمر الحبوب الأول المجلس الأعلى للحبوب. القاهرة، مصر.
- Eaton F.M.1955.Annu.Rev.Plant Phsiol.6, 299.
- Mauney J.R.1968. Morphology of Cotton Plant, in Elliott F. C., Hoover M. and Porter W.K., Jt. Eds., Advances in Production and Utilization of Quality Cotton: Principles and Practices, Iowa State University Press, Ames, Iowa, pp. 23-40.
- Mauney J.R. 1979. Flowering, Fruiting and Cutout: Production of Fruiting Points, Proc. Beltwide Cotton Production. Res. Conf., pp.256-261.
- McArthur, J.A., Hesketh J.D., and Baker D.N.1975. Cotton in Evans, ed., Crop Physiology: Some Case Histories, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 295-325.
- Stockton J.R., Doneen L. D. and Walhood V. T. 1961. Agron. J. 57, 135.
- Wanjura D.F. and Buxton D.R.1972.Agron.J.64, 431

obeikandl.com

البقوليات

Grain Legumes

تتعدد الحاصلات البقولية المنزرعة فى مصر وأهم هذه الحاصلات

١- **الفول البلدى Faba bean (Vicia faba L.)**: ويتميز بوجود طرزين: الأول عريض البذور major والثانى صغير أو متوسط البذور minor. وهو من محاصيل الحقل الهامة فى مصر وتستخدم بذوره فى تغذية الإنسان والحيوان.

٢- **العدس Lentil (Lens culinaris, Medik)**: ويعتمد المصريون فى استخدامه لتعويض نقص البروتين الحيوانى إلا أن المساحات المنزرعة منه فى مصر لاتكفى سد الإحتياجات منه.

٣- **الحمص Chick pea (Cicer arietinum, L.)**: وتستخدم بذوره الجافة فى تغذية الإنسان والدواجن وبعض أصنافه تستخدم بذورها الخضراء فى تغذية الإنسان.

٤- **الترمس Lupin (Lupinus termis, Forsk)**: ومنه الأنواع المره والحلوه وتستخدم فى تغذية الأنسان والحيوان بعد التخلص من القلويدات التى تسبب هذه المراره.

٥- **الحلبة Fenugreek (Trigonella foenum graecum, L.)**: وتستخدم بذورها ومجموعها الخضرى فى تغذية الإنسان وقد تضاف البذور إلى غذاء الحيوان.

وتزرع هذه الحاصلات فى مصر من أقصى الجنوب إلى أقصى الشمال فى الأراضى الصفراء والأراضى الثقيلة، كما يزرع الترمس والحلبة بالأراضى الرملية، وتزرع جميع هذه الحاصلات فى الموسم الشتوى. فتزرع البقوليات فى جميع أنحاء مصر فى شهرى أكتوبر ونوفمبر وتنضج فى أواخر مارس وأبريل. وتمتد فترة نمو البقوليات فى الحقل بين ٤-٦ أشهر، إذ تبلغ فترة نمو الحلبة ٤-٥ أشهر والعدس والفول الجاف ٥-٥,٥ أشهر. والحمص والترمس ٥-٦ أشهر.

وتنقسم حياة النبات إلى أطوار ومن أهمها طور الإنبات وطور التفريع القاعدى وطور الإزهار وطور الإخصاب وطور إمتلاء البذور.

تتميز جميع البقوليات بالجذر الوتدى الذى يتعمق فى الأرض لأعماق تختلف بين البقوليات وبعضها ويتعمق جذر الترمس بالأرض أكثر من البقوليات الأخرى كما يتميز جذر الحلبة بتعمقه نوعا. يتميز الجذر الوتدى للفول بخروج الجذور الثانوية فى أربعة أسطر رأسية، القاعدية أطولها وتتناقص أطوال الجذور ناحية القمة فتبدو ظاهرة التعاقب القمى واضحة ويتميز العدس بخروج عديد من الجذور الثانوية على الجذر الوتدى.

يلائم نمو البقوليات توافر الرطوبة الأرضية بقدر يتراوح من ١٠٠%-٥٠% من السعة الحقلية بالقدم العلوى من سطح الأرض ويؤثر الإجهاد المائى على كمية المحصول وأهم أطوار حياة البقوليات حساسية للماء هى طور نمو البادرات وطور الإزهار وطور تكوين القرون ويبلغ مقدار المقنن المائى أثناء حياة النبات للفدان ٨٠٠، ١٠٥٠، ١٤٤٠ م^3 للفول و١٠٠٠، ١١٠٠، ١٥٠٠ م^3 للعدس و ١٠٠٠، ١٣٤٠، ١٨٠٠ م^3 للحمص ٩٠٠، ١٢١٠، ١٦٢٠ م^3 لكل من الحلبة والترمس بالوجه البحرى ومصر الوسطى ومصر العليا على الترتيب (مرسى ونورالدين، ١٩٧٧). تتزايد كمية المقنن المائى لجميع البقوليات بالإتجاه من الوجه البحرى إلى مصر العليا لارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة الجوية النسبية أثناء نمو النباتات ويمكن ترتيب المقنن المائى للبقوليات ترتيبا تنازليا كما يلى: الفول ثم العدس ثم الحلبة والترمس ثم الحمص.

كانت البقوليات تزرع بعليا فى أراضى الحياض حيث كانت لا تروى النباتات أثناء نموها. أما اليوم فتروى جميع البقوليات فى أراضى الرى المستديم حيث يروى العدس والحمص رية إلى ريتين الأولى بعد ٣٠-٤٠ يوما من الزراعة والثانية عند الإزهار، ويروى الفول والحلبة ٢-٣ ريات الأولى بعد ٢٥-٣٠ يوما من الزراعة والثانية عند الإزهار والثالثة عند العقد، ويروى الترمس فى الأراضى الثقيلة ريتين الأولى قبل الإزهار والثانية بعد تمامه ويزداد عدد ريات الترمس بالأراضى الرمليه إلى ٤-٦ ريات.

قائمة المراجع

- مرسى م. ع.، نورالدين نعمت ع. ١٩٧٧. رى محاصيل الحقل. الناشر مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، مصر. ٣٣٢ صفحة.

obeikandl.com

بنجر السكر

Sugar beet
Beta vulgaris, L.

ينتمى بنجر السكر إلى الفصيلة الرمرامية Chenopodiaccac التى يتبعها العديد من الأجناس (حوالى ١٠٠) والأنواع (حوالى ١٤٠٠). نباتات هذه الفصيلة أعشاب حولية أو معمرة، وقليل من الشجيرات، وسوق وأوراق هذه الفصيلة عصيرية سميكة وتشتمل على العديد من النباتات الإقتصادية والتى تتبع الجنس Beta ونوع vulgaris وتختلف النباتات التابعة لهذا النوع كثيرا فى الشكل حيث تشتمل على نباتات بنجر المائدة الصفراء أو الحمراء والبنجر ذو المجموع الخضرى الورقى مثل السلق السويسرى chard والذى يؤكل كخضار أو يستعمل فى السلاطة وبنجر العلف مثل Mangels والذى يزرع كغذاء للمواشى. ويعتبر أهمها نباتات بنجر السكر ونباتات بنجر المائدة.

وتعتبر النباتات التابعة للنوع Beta vulgaris قريبة من نباتات البنجر البرى المعروف بإسم Beta maritema والذى يوجد فى العشائر الساحلية الموجودة على طول سواحل البحر الأبيض المتوسط والممتدة شمالا على طول ساحل المحيط الأطلنطى وحتى بحر الشمال وكذلك فى سهول أسيا وشرق الهند. إن الأشكال المختلفة التابعة للنوع Beta vulgaris ربما تكون أُشتقت من خلال الإنتخاب من Beta vulgaris أو من Beta maritema وأنسال Beta vulgaris الناشئة من الأباء البرية.

إنتاج البنجر التجارى

أدت التربية المكثفة إلى تمكن العلماء من إنتاج بنجر السكر التجارى القادر على تمثيل السكروز وتخزينه، وعند توافر الظروف البيئية الملائمة والإدارة الجيدة تتمكن بذوره من الإنبات السريع ونباتاته من تكوين أوراق كبيرة الحجم ذات كفاءة عالية فى اصطياد الطاقة الشمسية وتكوين الجذور الليفية التى تتخلل التربة لامتصاص الماء والعناصر الغذائية وتكوين جذور كبيرة الحجم يتجمع بها السكروز بتركيزات مرتفعة (Stewart and Nielsen, 1990).

ومهما كان أصل نباتات بنجر السكر فإن هذه النباتات تعتبر من أهم النباتات القلائل التى تطورت نسبيا فى الوقت الحديث حيث أُنشئ أول مصنع لاستخلاص السكروز من نوع من أنواع بنجر العلف فى أوائل القرن التاسع عشر ١٨٠٠ ومن هنا كان الحصول على محصول بنجر السكر الذى يحتوى على أكثر من ٢٠% من وزنه الجاف من السكروز فى أقل من ٢٠٠ عام.

الدول المنتجة لبنجر السكر

تعتبر فرنسا من أهم الدول المنتجة لبنجر السكر فى العالم حيث تبلغ المركز الأولى فى جدارتها الإنتاجية بنسبة إنتاج ١٢,٥٢% من الإنتاج العالمى بمتوسط محصول يوازى ٥٥,٣٠ طن/فدان وتقع الولايات المتحدة الأمريكية فى المركز الثانى عشر بجدارة إنتاجية بنسبة إنتاج تبلغ ٨,٧٦% بما يوازى ٢١,٣٨ طن /فدان. أما مصر فتقع فى المركز الثالث عشر بمتوسط محصول يبلغ ٢١ طن/فدان وإنتاج سنوى ٢,٩ مليون طن سنويا (FAO, 2003) ومجلس المحاصيل السكرية (Sugar Crops Council, 2004). ويمكن القول أن متوسط المحصول فى مصر يبلغ حوالى ٢٥-٣٠ طن للفدان. وتصل نسبة السكروز فى الأصناف المصرية إلى ١٤-١٦%، والنقاوة أكثر من ٨٠%. يقع محصول بنجر السكر فى المرتبة الثانية بعد قصب السكر، فيمثل إنتاج السكر فى مصر من البنجر ٣٧% على حين تمثل نسبته من القصب ٦٣% (Sugar Crops Council – بيانات منشورة عام ٢٠٠٩). وتبعا لنفس المصدر فقد بلغت المساحة المنزرعة فى ذلك العام من بنجر السكر ٢٤٨,٨٧١ ألف فدان بمتوسط ٢٠,٦٤٦ طن /للفدان، بينما المنتج من كل من قصب السكر وبنجر السكر عام ٢٠٠٩ بلغ ١,٦١٠ مليون طن حسبا لإحصائية مجلس المحاصيل السكرية لعام ٢٠٠٩. عند توافر الظروف المثلى يعطى الهكتار قدرا من محصول الجذور الغضة يبلغ ٩٠-١٠٠ طن خلال ٢٤ اسبوعا فى الولايات المتحدة الأمريكية ويبلغ محصول الفدان فى مصرفى المتوسط حوالى ٢٥-٣٠ طن للفدان أى ما يعادل حوإلى ٦٠- ٧٠ طن للهكتار.

إستخدام بنجر السكر

يستعمل بنجر السكر فى العديد من الإستخدامات حيث بالإضافة للسكروز فإن مخلفات عملية إستخلاص السكروز من المصانع تنتج اللبابة وهى الألياف الطرية والمتبقية بعد الإستخلاص (١٦٠-٢٤٠ كيلو من اللبابة و٨-١٢ لتر من المولاس لكل طن) وتستخدم اللبابة فى تغذية الحيوان على حين يستخدم المولاس فى بعض الصناعات كاستخراج الكحول أو حامض الجلوتاميك أو فى مزارع الخميرة وقد يضاف إلى اللب لتغذية الحيوانات. كما يستخدم العرش الأخضر (يمثل ٤٠% من الوزن الغض الكلى للنبات) كغذاء للحيوان إما طازجا او فى صورة سيلاج وقد يضاف كسماد أخضر للتربة.

العوامل المؤثره على نموبنجر السكر

إن نبات بنجر السكر من النباتات ثنائية الحول التى تنمو خضريا على شكل قريب من الوردة إلى حين تتعرض إلى توافق من درجة الحرارة المنخفضة وطول الفترة الضوئية وعندئذ يستطيل الساق ليعطى الشمراخ الزهرى (الحنبوط) الذى يحمل الأزهار.

يتميز بنجر السكر بقدرته على الأقلمة مع ظروف مناخية واسعة حيث يستطيع تحمل ملوحة التربة بعد مرحلة الإنبات وكذلك الإجهاد المائى المتوسط للتربة دون أن يؤثر ذلك على المحصول المربح.

وفى مصر فيعتبر الميعاد المناسب لزراعة بنجر السكر فى موسم الشتاء بداية من منتصف شهر سبتمبر وحتى منتصف شهر نوفمبر إلا أنه قد يزرع فى العروة النيلية فى يوليو وأغسطس وينبغى الإعتناء بمقاومة الآفات فى هذه العروة وأحيانا تنجح الزراعة فى العروة الصيفية إلا أن هذه العروة تتميز بنقص المحصول ونقص نسبة السكروز. وتشابه الظروف الجوية السائدة بمصر فى الموسم الشتوى موسم الربيع بالولايات المتحدة الأمريكية. لذلك فإن زراعة البنجر بالبذورفى عامه الأول تعطى محصول الجذور وعند الرغبة فى الحصول على البذرة يزرع بالجذور فى العام الثانى.

وفى الولايات المتحدة الامريكية فإن بنجر السكر الأكثر شيوعا يزرع مبكرا فى فصل الربيع حيث المناخ المعتدل ويروى وتحصد جذوره مع إقتراب الشتاء وبذلك ينمو النبات كمحصول حولى غير مزهر أما فى المناطق المعتدلة فى فصل الشتاء مثل وادى أمباريال فى كاليفورنيا وبعض أجزاء من أريزونا فتزرع الأصناف المقاومة للحنبطة فى فصل الخريف ويتم حصادها فى الربيع أو الصيف التالى. وعند الرغبة فى الزراعة من أجل إنتاج البذور فإن النباتات ينبغى أن تنمو فى أجواء تتميز بالشتاء البارد الذى يكفى لدفع النباتات للإزهار على شرط عدم إنخفاض درجة الحرارة للحد الذى يؤدى إلى تجميد الأرض وقتل النباتات. أو أن البديل لذلك الزراعة من أجل الحصول على الجذور فى العام الأول ثم حصادها وتخزينها تحت الظروف الملائمة من الضوء والحرارة ثم يعاد زراعتها مرة أخرى فى الربيع التالى للحصول على الشمراخ الزهرى.

نمو النبات

يمر نبات البنجر بعدة مراحل تبدأ بمرحلة الإنبات يليها مرحلة نمو البادرات إلى ظهور أول ورقة حقيقية ثم نمو المجموع الخضرى الذى يطلق عليه طور النمو الخضرى الأول و يمكن تقسيمه إلى: مرحلة تكوين دليل مساحة أوراق قيمته واحد ومرحلة تكوين دليل مساحة أوراق قيمته أربعة. وفيه تزداد أعداد ومتوسطات أوزان ومساحة سطح الورقة وكذلك الجذور ويزداد النمو الخضرى فى أول موسم النمو ثم يقل بعد ذلك بالتدريج إلى أن يصل معدل نمو الأوراق إلى صفر وقد يكون سالبا حيث تتساقط الأوراق بمعدل يزيد عن نموالأوراق الجديدة.

ويلى ذلك طور التخصص وفيه تستخدم المواد الكربوهيدراتية التى تُصنع بالنباتات فى تخزين وبناء السكروز بالجذور وليس هناك حد فاصل بين طور النمو الخضرى وطور التخصص حيث يحدثان سويا ثم تتم مرحلة إمتلاء الجذور فمرحلة ما قبل الحصاد.

ويوضح جدول (٩-١) التالى مراحل النمو وعدد الأيام التقريبية المقابلة لإتمام كل مرحلة والظروف الملائمة لكل، وذلك للبنجر المنزرع لإنتاج المجموع الجذرى

للنباتات المنزرعة فى الربيع بالولايات المتحدة الأمريكية والتى تم حصادها فى الخريف (مشابها لظروف العروة الشتوية بمصر).

جدول(٩-١) مراحل النمو وعدد الأيام التقريبية المقابلة لإتمام كل مرحلة والظروف الملائمة لكل، وذلك للبنجر المنزرع لإنتاج المجموع الجذرى للنباتات المنزرعة فى الربيع بالولايات المتحدة الأمريكية والتى تم حصادها فى الخريف.

مرحلة النمو	عدد الأيام	الظروف الملائمة
الإنبات	٥-١٠	حساس للحرارة والرطوبة
البادرة إلى أول ورقة حقيقية	١٠-١٥	حساس للحرارة والرطوبة
نمو المجموع الخضرى: حتى دليل مساحة أوراق ١ حتى دليل مساحة أوراق ٤	 ٣٠-٥٠ ١٥-٣٠	 ينموأيضا المجموع الجذرى لكن ببطئ عن المجموع اخضرى
إمتلاء الجذور	٥٠-٧٠	يقل نمو المجموع الخضرى إلى أن يصل إلى صفر عند وصول الجذور لأكبر معدل نمو تقريبا
ما قبل الحصاد	٣٠	يتأثر بالإدارة المزرعية للماء والإمداد النيتروجينى

ويرى بعض الباحثين فى أوروبا أن هذه هى المراحل التى يمر بها بنجر السكر فى عام زراعته الأول وهى طور تكوين الأوراق وطور تخزين السكروز بالجذور وطور النضج. وعند زراعة الجذور لإنتاج البذور فإن النباتات تمر بالمراحل التالية: طور النمو الخضرى الثانى (وفيه تنمو الأوراق فى العام الثانى بزراعة الجذور أو بتركها فى الأرض)، طور التهيئة للإزهار (يتم بتعرض النباتات لدرجات الحرارة المنخفضة فى أى فترة من فترات حياتها عدا فترة سكون البذور وتتوقف طول هذه الفترة على الصنف ودرجة وفترة التعرض لدرجة الحرارة المنخفضة وعمر النبات)، طور الأزهار (وفيه تستطيل الشماريخ الزهرية بتعرض النباتات المتهيئة للإزهار لدرجة الحرارة المرتفعة حيث تنتقل المواد المخزنة من الجذور إلى السوق الزهرية لتكون الأزهار ثم يحدث التلقيح فالإخصاب بعدها تنتقل المواد الغذائية إلى الثمار).

إنبات البذور (الثمار)

يتم إنبات بذور (ثمار) البنجر عند توافر درجة الحرارة والعناصر الغذائية والماء المناسبة ليتم إنبثاق الفلقات بعد ٣-٤ أيام من الزراعة وحينئذ يتم الإمداد بالطاقة من الكربوهيدرات المخزنة بجنين البذور التى تكون كافية لدفع الفلقات لأعلى مخترقة سطح التربة بواسطة نمو السويقة الجنينية السفلى كما تتكون الجذور الأولية المتكونة حديثا وتنشط الأوراق الفلقية بمجرد التعرض للضوء حيث تقوم باصطياد أكبر قدر من الطاقة الشمسية لإجراء عملية التمثيل الضوئى مواكبا ذلك لنمو سريع لقمة الجذر لأسفل التربة، وإذا حدث أى تلف للجذر الرئيسى فى هذه المرحلة بواسطة أى عامل من العوامل مثل إندماج التربة أو/ وعن طريق مكان وضع السماد أو أى سبب آخر تنتج جذور مشوهة ذات جودة رديئة (متفرعة، ملتوية).

بمجرد ظهور البادرات فوق سطح الأرض تنمو قمة الجذر بسرعة لتصل إلى ٣٠ سم أو تزيد مواكبة لاكتمال نمو الورقة الأولى (Brown and Dunham, 1986). وفى أثناء ٣٠ يوم الأولى من حياة النبات فإن النمو يخصص أساسا لنمو المجموع الخضرى والجذور الليفية ويكون معدل الزيادة في مساحة الورقة والنتح أقل من مثيلاتها فى المحاصيل الحولية الأخرى (Wright, 1982) وبعد حوالى ٣٠ يوما فإن كل من المجموع الخضرى والجذور الخازنة تبدأ فى النمو بسرعة ليصل الوزن الغض للمجموع الخضرى قمتة بعد ٨-١٢ أسبوعا على حين يستمر النمو السريع للجذور الخازنة حتى الأسبوع ٢٠-٢٤. أثناء ذلك فإن نمو منطقة التاج (الساق) يزداد بنسبة متزايدة للجذور الخازنة وباستمرار زيادة الجذور الخازنة فى الحجم يصاحب ذلك معدل ثابت للسكروز فى المادة الجافة (Wyse,1979 and Ghariani,1981) إلا أن محتوى السكروز يظل ثابتا نسبيا على أساس الوزن الغض بالجذور.

وظيفة ونمو الجذر

تعتبر بذرة بنجر السكر ثمرة تحتوى على العديد من البذور الناشئة من العديد من المبايض المخصبة لعديد من الأزهار والمحاطة بالتخت. تتميز الثمرة وحيدة البذرة بأنها صغيرة حيث يبلغ وزن البذرة نفسها ٥ ملليجرام والجزء الداخلى للطبقات الفلينية

غير قابل للإنشطار بمتوسط ٢٠ ملليجرام، من هنا كانت طاقة إنبات البذور قليلة مما يستوجب نموها فى تربة ناعمة مفككة، رطوبة كافية، درجة حرارة ملائمة للإنبات (حوالى ٢٢-٣٢ درجة م°) ونظرا لأنه فى بعض الحالات يصعب توفير هذه الظروف فإن البنجر يزرع ميكانيكيا بوضع البذور على عمق ٢ سم فى تربة ناعمة مخدومة جيدا. هذا ويعتبر إنتاج الثمرة وحيدة البذرة عاملا هاما فى تقدم تربية بنجر السكر.

ومن الأهمية بمكان توفير الرطوبة اللازمة للإنبات حيث تحتاج البذور لكمية مرتفعة من الرطوبة اللازمة للإنبات بالمقارنة ببقية المحاصيل، ففى درجة حرارة ٢٥ م° فإن البذور لا تنبت إذا تعرضت لإجهاد مائى يقل عن حوالى -٣,٥ بار وعند إنخفاض درجة الحرارة يزداد الإحتياج المائى للإنبات حيث تقل نسبة الإنبات بدرجة كبيرة فى درجة ٩ م° حتى بالنمو تحت جهد مائى حوإلى -١ بار ويتأثر الإنبات بالصنف ودرجة نضج الثمار.

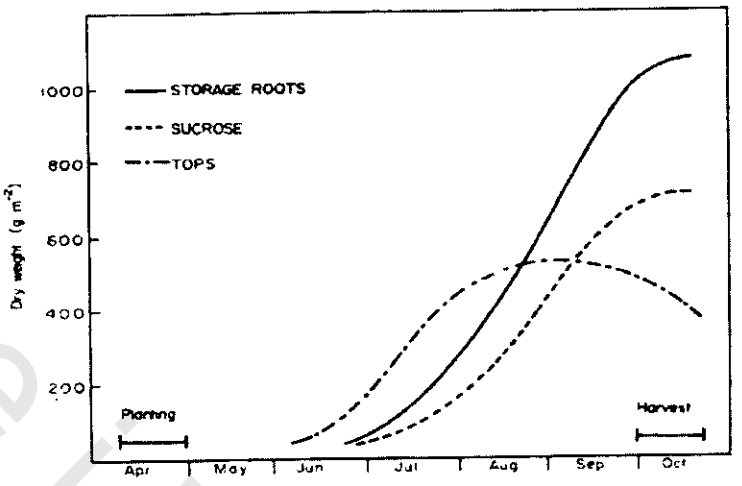
عمق وتوزيع الجذور

يعتبر بنجر السكر من المحاصيل ذات الجذور العميقة رغما عن أن نمو الجذور الليفية الأولى يكون بطيئا. وفى دراسة على نمو جذور بنجر السكر والبطاطس والشعير وجد أن البنجر أمتص الماء من على أعماق أكثر ضحالة من المحاصيل الأخرى كما وجد أنه يمتص معظم إحتياجاته من الماء من المنطقة أسفل ٨٠ سم وتحت الظروف الشائعة بالولايات المتحدة الأمريكية وعند ما يكون ماء التربة غير كاف لتوفير إحتياجات جهد النتح والتبخير فإن الجذور الليفية تستمر فى التعمق فى الأرض بتقدم النباتات فى العمر وعلى الأخص إذا كان السطح العلوى للأرض لايحتوى على قدر كاف من ماء الرى ويبلغ متوسط عمق الجذر ١٥٠ سم، ويصل تحت ظروف الزراعة الجافة إلى ١٨٣ سم، على حين يصل عمق جذر الذرة إلى ٩١ سم تحت نفس الظروف. وتحت ظروف الكثافة النباتية العالية فإن الجذور تتخلل التربة بسرعة أكبر وتمتص مياه أكثر عن الكثافة النباتية المنخفضة. لقد أتضح من دراسة على الجذور الليفية فى مزرعة من الفيرمكيوليت تم تغذيتها بمحلول مغذى أن وزن الجذور الليفية وصل إلى ١٤ جم فى ١١٣ يوم من النمو وبلغ طوله الكلى ٤ كم.

نمو الجذور الخازنة

تنمو الجذور المخزنة للغذاء عن طريق إنقسام واستطالة الخلايا الناشئة من خلايا الكمبيوم الثانوية المركزية التى تتكون فى المراحل المبكرة من نمو النبات ويمكن رؤية حلقتى الكمبيوم الثانوى الأوليتين حوالى الأسبوع الثالث وفى الأسبوع السادس يمكن رؤية حلقات الكمبيوم الثانوى السادسة ويتكون المزيد من حلقات الكمبيوم ببطء حيث تتكون واحدة كل شهر ليصل العدد إلى ١٢ حلقة أو أكثر وتتزامن كبر حجم خلايا الكمبيوم الناتجة إلا أن الخلاف فى المعدل يعتمد على موقع الحلقات. وكان المعتقد أن عملية تجميع السكروز تحدث حينما يزداد الممثل منه عن حاجة المجموع الخضرى والجذور الليفية إلا أن بعض التجارب أوضحت أن التحكم يكون ميكانيكيا والمحتمل أن الهرمونات هى التى تنظم توزيع ناتجات عملية التمثيل الضوئى على المجموع الخضرى والجذور الليفية والجذور الخازنة وتخزين السكروز.

ويمكن القول أن الصنف وبعض العوامل الخارجية وعلى الأخص درجة الحرارة والكثافة النباتية والنيتروجين تؤثر على ميكانيكية التحكم فى توزيع أو تجزئة ناتجات عملية التمثيل الضوئى. وتحت الظروف الحقلية المثالية فإن كل من محتوى الجذور من المادة الجافة والسكروز محسوب كنسبة من المادة الجافة تزداد باستمرار تقدم النبات فى موسم النمو ويمكن تمثيل ذلك بمنحنى على شكل حرف S حيث يبدأ بطيئا فى أول الموسم ثم يزداد بالتقدم فى العمر ليصل أقصاه فى منتصف الموسم حيث يصل المجموع الخضرى لحجم كاف لاكتمال إعتراض الأشعة الضوئية ومن ثم يزداد معدل عملية التمثيل الضوئى بدرجة كبيرة وفى نهاية موسم النمو يحدث نقص فى شدة الإضاءة ودرجة الحرارة وعلى الأخص أثناء الليل مما يؤدى بالتبعية إلى نقص معدل النمو ومع ذلك يستمر تخزين السكروز والمادة الجافة وتجمعها التدريجى حتى الحصاد (شكل ٩-١).



شكل (٩-١) منحنى تراكم المادة الجافة للمجموع الخضرى (أنصال+أعناق) والجذور الخازنة والسكروز فى الزراعة الربيعية لبنجر السكر بالولايات المتحدة الأمريكية

العوامل التى تؤثر على محتوى الجذور من السكروز

هناك العديد من العوامل التى تؤثر فى محتوى الجذور من السكروز ومنها:

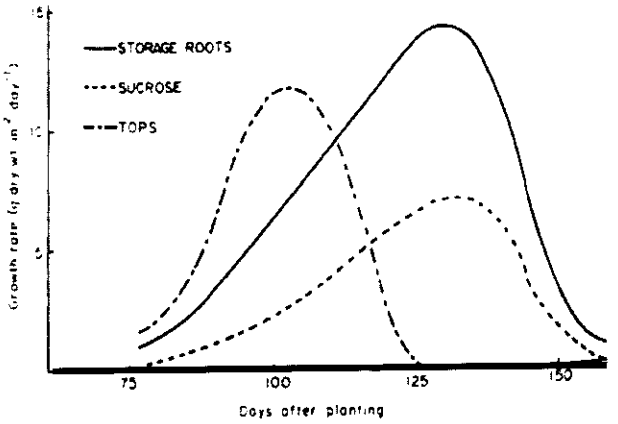
١- **الصنف:** يوجد خلاف فى التركيب الوراثى للأصناف حيث وجدت علاقة عكسية بين كمية محصول الوزن الغض للجذور وتركيز السكروز. ولقد ذكر محمود وأخرون (Mahmoud, et al 2008) زيادة قيم السكروز ونسبة النقاوة فى الصنف Kaweterma بزراعته فى ١٥ سبتمبر مع حصاده بعد ٢١٠ يوم من الزراعة مقارنة بالصنف Pamela الذى أعطى أعلى قيم لمحصول الجذور بينما أمكن الحصول على أعلى محصول للسكر تحت نفس الظروف من الصنف Kawemira.

٢- **الظروف البيئية:** تلعب الظروف البيئية دورا مهما للغاية فى التحكم فى تركيز السكروز بالجذور حيث وجد أن تعرض النباتات إلى درجة الحرارة المنخفضة وعلى الأخص درجة حرارة الليل فى فترة ٤-٨ أسابيع ما قبل الحصاد مع توافر الظروف الجيدة الأخرى أدى إلى زيادة تركيز السكروز بالجذورعلى شرط أن يكون ذلك مصاحبا لنقص فى إضافة النيتروجين. وعند تعرض النباتات لفترات

من درجة الحرارة المرتفعة وليالى دافئة يؤدى ذلك إلى نقص محتوى الجذور من السكروز. عند تعرض النباتات لفترة طويلة من درجة الحرارة المنخفضة يعقبها درجة حرارة دافئة ونهار طويل فإن ذلك يشجع نمو الشمراخ الزهرى ويؤدى ذلك إلى تقليل تركيز السكروز. الإصابات المرضية والحشرية والزيادة فى إضافة النيتروجين أثناء فترات النمو تؤدى إلى نقص السكروز. عند رى النباتات بعد تعرضها للإجهاد الرطوبى قد يؤدى ذلك إلى نقص تركيزالسكروز لزيادة النمو الخضرى نتيجة للرى. وتعتبر زراعة بنجر السكر فى مصر فى العروة الشتوية إبتداء من شهر سبتمبر حتى منتصف نوفمبر من أفضل المواعيد حيث تعطى أعلى محصول كما تقل أصابتة بالحشرات.

نمو المجموع الخضرى

تتحكم مساحة الورقة وفترة بقائها وكفاءتها فى عملية التمثيل الضوئى وشكلها فى تحديد كمية الطاقة الضوئية التى تتحول بواسطة النبات إلى مادة جافة ونظرا لأن حجم وشكل ومعدل ظهور الورقة يتم التحكم فيه وراثيا إلا أن المتغيرات التى تحدث أثناء موسم النمو تؤثر كعوامل خارجية، فتحت الظروف المثلى التى تتضمن درجة الحرارة التى تبلغ حوإلى ٢٤ م° مع توافر الماء والنيتروجين فإن حوالى ٤-٦ أوراق تظهر كل أسبوع. يلاحظ أن حجم الأوراق المتعاقبة يزداد بالتقدم فى العمر حتى النضج وحتى الورقة العشرون أو الخامسة والعشرون ثم تصبح الأوراق تدريجيا صغيرة بعد ذلك وسميكة. وعادة تحتاج الأوراق لنصف الموسم لتصل إلى دليل مساحة أوراق مقداره ١ ثم تبدأ فى الزيادة بسرعة فائقة ليحدث أقصى معدل لنمو المجموع الخضرى بعدها يبدأ معدل النمو فى التناقص ليصبح فى النهاية مساويا صفر أو بالسالب لموت الأوراق بمعدل أكبر من تكوينها. ويصل معدل نمو الجذور إلى أقصاه باقتراب المجموع الخضرى للصفر. ويوضح شكل (٩-٢) معدل نمو المجموع الخضرى والجذرى وتراكم السكروز.



شكل (٩-٢) منحنى معدلات نمو المجموع الخضرى (أنصال+أعناق) والجذور الخازنة والسكروز

ومن الملاحظ أن المادة العضوية التى تتكون فى المجموع الخضرى والجذر المتضخم ومحتوياتهما تنتج فى أقل من نصف موسم النمو ويتضح فى المنحنى شكل (٩-٢) أن مساحة الأوراق فى شهرى مايو ويونيو (بالولايات المتحدة الأمريكية) غير كافية لإعتراض الأشعة الضوئية لذلك من الواضح أن أى معاملة تؤدى إلى زيادة سرعة النمو فى أول الموسم تؤدى إلى زيادة محصول الجذور والسكر النهائى. ونظرا لطبيعة تزاحم الأوراق على نبات البنجر مما يؤدى إلى تظليلها لبعضها البعض فمن المنطقى أن يكون هناك دليل مساحة أوراق أمثل لكل صنف من الأصناف وتحت كل ظرف بيئى حيث وجد أن أقصى محصول للسكروز أمكن الحصول عليه حينما كان أقصى دليل مساحة للأوراق حوالى ٤ وعندما أدت المعاملات لزيادة دليل مساحة الأوراق عن ذلك إزداد الوزن الجاف الكلى للنبات بدون زيادة فى محصول الجذور أو السكروز وفى بعض الأحيان يحدث نقص، وعلى سبيل المثال فإن العدد الكلى للأوراق الناتجة أثناء موسم النمو تكون حساسة للتغذية بالنيتروجين حيث يلزم توفير القدر الكافى منه لإحتياجات النمو السريع إلا أن إستمرار إضافته حتى نهاية موسم النمو تعمل على إستمرار ظهور الأوراق بمعدل مرتفع مما يؤدى فى النهاية إلى زيادة وزن المجموع الخضرى بالنسبة للمجموع الجذرى ووزن السكروز وبذلك يقل محصول السكروز.

إن صافى معدل عملية التمثيل الضوئى الناتج من وحدة المساحة فى وحدة الزمن لبنجر السكر عادة ما تصل إلى أقصاها قبل بلوغ دليل مساحة الورقة القيمة ١ لذلك فعلى الرغم من أن أوراق نبات بنجر السكر تنمو ببطء فى أول الموسم البارد إلا أن هذه الأوراق تكون على كفاءة مرتفعة فى عملية التمثيل الضوئى. وبالرغم من أن معدل التمثيل الضوئى ينقص تدريجيا من أول الموسم الذى يتميز بالحصول على أعلى معدل لنمو المحصول الكلى فإن تزامن زيادة مساحة الأوراق أكبر من أن يعوض النقص فى معدل التمثيل الضوئى فى منتصف الموسم وقد قام Watson and Witts (1959) بمقارنة بنجر السكر Beta vulgaris مع النوع البرى Beta maritime ووجد أن النوعين يتماثلان فى معدل التمثيل الضوئى قبل وصول دليل مساحة الأوراق إلى القيمة ١ ولكن النوع المستأنس يحافظ على معدل مرتفع من التمثيل الضوئى وكذلك توزيع مختلف لناتجات عملية التمثيل الضوئى والوصول إلى دليل مساحة أوراق أعلى بعدد قليل من الأوراق الكبيرة.

العلاقات المائية

أولا: النمو المجموع الخضرى: لقد وجد تأثير قوى للتفاعل بين الإمداد المائى والعناصر الغذائية الصالحة للإستفادة وعلى الأخص النيتروجين ودرجة الحرارة على نمو المجموع الخضرى، حيث وجد أن معدل ظهور الورقة يتأثر كثيرا بمستوى النيتروجين ودرجة الحرارة على حين أن التعرض للإجهاد الرطوبى الخفيف ذو تأثير قليل إلا أن إستمرار الجفاف ينقص بالطبع أعداد الأوراق علما بأن الحجم النهائى للورقة حساس للحرارة ويتحدد بصلاحية الماء للإستفادة. ولقد أتضحت الأهمية العظمى لنمو أنصال الأوراق الصغيرة التى ترجع لتمدد الخلايا حيث أن حجم النصل مهم جدا فى مراحل النمو المبكرة حينما تكون الحاجة ماسة لكبر مسطح عملية التمثيل الضوئى. إن تمدد الخلايا غالبا مايكون أحد عمليات النمو الهامة والتى تكون حساسة للإجهاد المائى. ومن الواضح أن نمو الجذور فى المراحل المبكرة يكون قليل مما يلزم توافر جهد مائى مرتفع فى منطقة الطبقة السطحية من الأرض لإكتمال نمو أوراق الموسم المبكر فى بنجر السكر لإستمرار هذا التأثير فى مراحل النضج المتأخرة، حيث وجد عند نمو نباتات

البنجر تحت ظروف متماثلة لمدة ٨ أسابيع فإن تعرض بعض المعاملات إلى إجهاد رطوبى مقدارة -٠,٢ بار أدى إلى زيادة مساحة الورقة مقارنة بالنباتات النامية تحت إجهاد رطوبى مقدارة -٢ بار. إن النقص فى حجم الورقة ربما ينشأ من نقص تمدد الخلايا وليس نقص إنقساماتها وذلك تحت ظروف الإجهاد المعتدل للرطوبة أو الأسموزية. يعتمد شفاء النقص الحادث فى معدل التمثيل الضوئى نتيجة للإجهاد الرطوبى على مدتة وشدته. وعند إستعادة النباتات لمعدل التمثيل الضوئى الأصلى يكون هناك فترة يتم فيها النشاط التعويضى الذى يتميز بارتفاع معدل التمثيل الضوئى ومعدل النمو النسبى للورقة بالنباتات التى حدث بها الشفاء عن النباتات المروية جيدا. تعتبر نباتات البنجر الناضجة مقاومة للجفاف نسبيا لتعمق المجموع الجذرى والذى يمكن النبات من إستخدام الحيز الكبير للتربة التى يتواجد به الماء

ثانيا: الكثافة النباتية: تقدر الكثافة النباتية المثلى لنباتات بنجر السكر بناء على المحصول الأعظم من السكروز وليس المحصول الكلى للنبات، ويمكن القول أن الكثافة المثلى لمحصول البنجر تكون بزراعة النباتات على مسافة ٠,٣ م من جميع الجهات إلا أن طريقة الرى وإحتياجات الزراعة الميكانيكية تؤثر على هذه الكثافة من الناحية العملية. ففى مصر تزرع النباتات على ١٤ خط /قصبتين (٥٠ سم بين الخط والآخر) ومسافة ٢٠سم بين النبات والآخر ليصبح عدد النباتات ٤٠ ألف نبات فى الفدان. وفى الولايات المتحدة الأمريكية تزرع النباتات على سطور تبعد عن بعضها ٥٠-٨٠ سم بكثافة نباتية تبلغ ٥٠-٨٠ ألف نبات /هكتار (حوإلى ٢١-٣٤ ألف نبات فى الفدان).

إن تأثير الكثافة النباتية على إستخدام الماء الكلى يكون قليل حيث تستخدم النباتات المنزرعة تحت كثافات مرتفعة ماء أكثر قليلا خلال الموسم وربما يكون ذلك لارتفاع عملية النتح بخر الناشئ من المساحة الكبيرة فى أول الموسم وعلى سبيل المثال ففى دراسة أجريت فى بريطانيا حيث ينمو بنجر السكر بنجاح دون رى فقد قدر معدل النتح بخر لمعدلين من الكثافة ووجد أنه ٧٦٦، ٨٤١ مم/هكتار عند الزراعة بكثافة نباتية تبلغ ٢٢، ١٣٤ ألف نبات على الترتيب.

ثالثا: التمثيل الضوئى: وجد أن عدد الثغور فى الملليمتر المربع من السطح العلوى لورقة بنجر السكر البالغة يصل إلى ٨٧-١٥٣ على حين يزداد بمقدار ١٥-٢٠%على السطح السفلى. توجد علاقة طردية بين عملية التمثيل الضوئى والتوصيل الثغرى ورغما عن أن التوصيل الثغرى له علاقة مباشرة بالجهد المائى للورقة إلا أنه يتأثر بالعديد من العوامل التى تتضمن محتوى التربة من الماء والرطوبة الجوية وعوامل المقاومة الداخلية وعمر النبات والورقة ومستوى الإشعاع الشمسى ودرجة حرارة النهار والمجموع الخضرى. ولكون هذه العوامل تختلف يوميا فإن تأثيرها على التوصيل الثغرى يختلف من ساعة إلى أخرى ومن يوم إلى آخر ويزداد التاثير المتجمع لها على الجهد المائى للورقة فى فتح الثغور. وعلى سبيل المثال فإن التوصيل الثغرى يكون مرتبط بشدة بمحتوى الأرض من الرطوبة والرطوبة الجوية النسبية ومعدل التمثيل الضوئى على حين لا يكون الوضع كذلك فى حالة الجهد المائى للورقة وذلك لكل من نباتات البنجر الصغيرة والناضجة وفى هذه الحالة فإن الذى يتحكم فى فتح الثغور ظاهريا عوامل أخرى خلاف الجهد المائى للخلية. وبالرغم من مساهمة العوامل الأخرى فإن التوصيل الثغرى وبالتالى عملية التمثيل الضوئى لها علاقة من الناحية الأساسية بالجهد المائى للورقة والتى بدورها تعتمد إعتمادا كبيرا على الجهد المائى للتربة. ففى جدول (٩-٢) التالى يتضح أنه بالرغم من أن الجهد المائى للورقة ومعدل التمثيل الضوئى ينقص أثناء اليوم لكل من مستوى الرطوبة الأرضية (-٠,٢، -٢) الا أن النقص يكون بكمية أقل فى النباتات النامية بالأرض التى تحتوى على كمية أكبر من الرطوبة.

جدول (٩-٢): الجهد المائى للورقة ومعدل التمثيل الضوئى لأوراق ناضجة من بنجر السكر نامية تحت مستويين من الرطوبة الأرضية

متوسط الجهد المائى للأرض (بار)	الجهد المائى للورقة (بار)		معدل عملية التمثيل الضوئى مجم ك أ٢ ديسيمتر مربع/ساعة	
	قبل الظهر	بعد الظهر	قبل الظهر	بعد الظهر
-٠,٢	-١١,٢	-١٢,٢	١٠,٠	٨,٩
-٢,٠	-١٣,٢	-١٨,٢	٩,٧	٦,٧

وتكون المحصلة النهائية زيادة كمية محصول الجذور الجافة بمقدار ٨% والسكروز بحوالى ١٠% للنباتات النامية فى الأرض التى تحتوى على رطوبة مرتفعة عن النباتات النامية فى أرض تحتوى على رطوبة أقل. وثبت من الدراسات المعملية أن محتوى الماء الأرضى مهم لبقاء معدل التمثيل الضوئى مرتفعا.

إن كفاءة عملية التمثيل الضوئى تكون قليلة فى أول الموسم لصغر حجم المجموع الخضرى للدرجة التى لا تمكنه من الإعتراض الجيد للأشعة الضوئية الساقطة فى الوقت الذى يفقد فية كمية أكبر من المياه بالتبخير من أسطح الأرض غير المغطاة بالنباتات وحتى منتصف الموسم وبعد وصول دليل مساحة الأوراق إلى ١ أو ٢ فإن كفاءة إستعمال الماء تتراوح ما بين ١٧١ إلى ٣٦٥ جم من الماء لكل جرام من المادة الجافة المتراكمة فى الأيام الملبدة بالغيوم والأيام ذات السماء الصافية على الترتيب.

يعتمد شفاء النقص الحادث فى معدل التمثيل الضوئى نتيجة للإجهاد الرطوبى على مدته وشدته. وعند إستعادة النباتات لمعدل التمثيل الضوئى الأصلى يكون هناك فترة يتم فيها النشاط التعويضى الذى يتميز بارتفاع معدل التمثيل الضوئى ومعدل النمو النسبى للورقة بالنباتات التى حدث بها الشفاء عن النباتات المروية جيدا.

رابعا: الإجهاد المائى والنتح: ينتمى بنجر السكر للأنواع النباتية المعروفة باسم أنيسوهيدريك anisohydric وهى التى يتحدد النتح بها بنقص الماء الصالح للإستفادة مما يؤدى لنقص الجهد المائى للورقة بخلاف أنواع أيسوهيدريك isohydric التى تحافظ على جهد الورقة المائى حتى بنقص الجهد المائى للأرض كما هو الحال فى الذرة الشامية. إن أكثر عامل يؤثر على توصيل الثغور فى بنجر السكر هو الجهد المائى للورقة الذى بدوره يقدر بالتفاعل بين الجهد المائى للتربة إحتياجات النتح والتبخير ونادرا ما يزداد الجهد المائى لورقة بنجر السكر عن –٥ بار، وعندئذٍ تكون الثغور فى كامل إنفتاحها، ويكون التوصيل الثغرى ١سم/ث، ويتم غلق الثغر تماما حينما ينخفض الجهد المائى للورقة من –١٣ إلى

-١٨ بار معتمدا فى ذلك على عمر الورقة وتذبل الأوراق البالغة عندما ينخفض الجهد المائى من حوالى - ١٢ إلى -١٤ بار. وعندما يرتفع التبخير يقل الجهد المائى للورقة فإن الثغور تغلق كليا أو جزئيا حتى مع توافر الرطوبة بالتربة مما يدعو للقول بأن هناك مقاومة لسريان الماء من التربة إلى سطح التبخير بالورقة، ولقد ذكر بعض العلماء أن ذلك يكون أكبر فى النباتات البالغة عن النباتات الأصغر عمرا. وعند تعرض النباتات لمرات متكررة من الذبول فقد يؤثر ذلك على عملية التمثيل الضوئى الذى بدوره يؤثر على كمية المحصول. ولقد لاحظ بعض العلماء فتح الثغور مع حدوث تغيرات بسيطة فى الجهد المائى للورقة عند زيادة محتوى الهواء من الرطوبة لذلك فقد أقترح إضافة الماء فى صورة ضباب وقت الظهيرة لرفع الجهد المائى للورقة ومعدل عملية التمثيل الضوئى، حيث تعانى النباتات من نقص الماء حينما لا يعوض فقد المجموع الخضرى الإمداد المائى. وقد يحدث ذلك وقت الظهيرة حينما يكون إحتياج التبخير مرتفعا، ويتم الشفاء سريعا بمجرد نقص هذا الإحتياج لنقص فترة التعرض لقلة الماء ولا يكون لذلك تأثير يذكر على كمية المحصول النهائى، إلا أن طول هذه الفترة يؤدى إلى تضاؤل كفاءة عملية التمثيل الضوئى وإسراع موت الأوراق مما يؤثر معنويا على المحصول. وتتأثر وظائف النبات بتعرضه للجفاف كلما نقص الجهد المائى للأرض حيث ينقص تمدد الأوراق بشدة عند التعرض أثناء مرحلة النمو العظمى للمجموع الخضرى مما يعمل على نقص مساحة الأوراق وبالتالى نقص حجم الكساء الأخضر الذى يعترض الأشعة الضوئية ومن هنا يتأثر المحصول النهائى معنويا.

تؤثر الرطوبة الأرضية على كمية محصول جذور وسكروز بنجر السكر وفى المناطق شبه الجافة والتى تعتمد على الرى يكون من غير المرغوب إستخدام كميات كبيرة من مياه الرى لمعظمة العائد الإقتصادى حيث يؤدى نقص الرى إلى تقليل عملية غسيل النترات إلى الماء الأرضى وبالتالى نقص المجموع الخضرى. وقد أقيمت تجربة لدراسة أثر الإجهاد الرطوبى على البنجر بدافز بكاليفورنيا (Pruitt etal, 1987) وذلك برى النباتات بمعدل ١٠٨٠ مم (٤٠% زيادة عن جهد النتح والتبخير مقاسا بواسطة وعاء البخر ومعامل المحصول) لموسم نمو يمتد من

٥ مايو إلى ١٤ أكتوبر وبذلك تكون هذه المعاملة لا تعانى من الإجهاد على حين رويت المعاملات الأخرى آخر رية فى ٢١ يوليو (٧٧ يوم من الزراعة) بمعدل ٥٧٩ مم بالإضافة لمقدار ٥ مم من تساقط الأمطار وبذلك تكون المعاملة قد تعرضت للإجهاد المائى حيث تم قياس إجهاد النباتات بواسطة جهاز النيترون لعمق ٢,٧٤ متر. إتضح من النتائج أن الإجهاد المائى أدى إلى نقص حاد فى المجموع الخضرى ومحصول الجذور (شكل ٩-٢) مع إستمرار تخزين السكروز بالجذور ولكن بمعدل أبطأ بزيادة التعرض للإجهاد المائى وكذلك المادة الجافة خلاف المواد السكرية مقارنة بالمعاملة التى لم تتعرض للإجهاد. إن التركيز المرتفع للسكروز بجذور النباتات التى تعرضت للإجهاد يرجع إلى بطء تجمع الماء بالنسبة للسكروز ومكونات المواد الجافة الأخرى (Loomis and Haddock, 1967). وفى تجربة بواشنطون ذكر Miller, Aarstad (1976) أن رى المحصول بالرش بمعدل ٦٨% من النتح والبخر أدى إلى نقص بلغ ١٢% فى محصول الجذور والذى تم تعويضه بزيادة مقدارها ٢% فى تركيز السكروز وبالتالى حدث نقص قليل فى قيمة المحصول. ولقد ذكر Ehlig and LeMert (1979) بأن معاملة النباتات بكمية تتراوح ما بين ١١٩٥-٩٠٠ مم لم يكن له تاثيرا إحصائيا معنويا على محتوى ومحصول السكروز. وذكر كل من Hang and Miller (1986a and b) إمكانية خفض كميات الرى اليومى بالرش عند وصول الماء القابل للإستفادة بأرض صفراء لنسبة ٤٠-٥٠، ٨٥% فى الأراضى الرملية دون حدوث نقص للمجموع الخضرى ولا الجذور ولا السكروز مما يدل على تحمل بنجر السكر للإجهاد المائى المتوسط دون حدوث نقص كبير فى المحصول.

ويمكن القول أن المحصول المرتفع له علاقة وثيقة بمعدل النتح بخر (Ghariani, 1981 and Winter, 1988). حيث تم دراسة قدرة المحصول على تحمل الإجهاد المائى بدون نقص فى محصول السكروز حيث أمكن دراستها من بعض الدراسات التى أجريت عند التعرض للإجهاد فى منتصف الموسم فوجد أن إيقاف الرى لمدة أسبوعين ينقص معدل النتح والتبخير بمقدار ٥٩ مم وعندئذ ينقص الماء القابل للإستفادة من ال ٠,٩ م السطحية بحوالى ٥٦%. ولمنع النقص فى محصول السكروز ينبغى أن يصل معدل النتح والتبخير إلى ٦ مم فى اليوم. كما

لاينبغى أن يتعرض النبات لنقص فى الرطوبة يصل إلى ٦٠ مم من معدل النتح والتبخير حتى لا يزيد نقص الماء القابل للإستفادة عن ٦٠% لنفس العمق. ويمكن للنباتات إمتصاص الماء من التربة بتقدم النباتات فى العمر كما ينخفض معدل البخر نتح لإنخفاض درجة الحرارة وبتعرض النباتات لنقص الرطوبة عند إطالة فترات الرى فإن ذلك لا يؤدى إلى نقص المحصول.

ونظرا لأن سعر البنجر يتحدد بكمية سكروز محصول الجذور الغضة لذلك فإن عدم رى المحصول قبل الحصاد ينبغى أن يتم بحرص آخذين فى الإعتبار إحتمال تعرض النباتات للإجهاد مما قد يؤثرعلى وزن محصول الجذور الغض. لذلك فإن تعريض النباتات للإجهاد المائى المحدود يؤدى إلى زيادة فى تركيز السكروز على ألا يؤثر ذلك على محصوله النهائى. ومن هنا كانت الفترة بين آخر رية وميعاد الحصاد هامة للغاية وعادة تتوقف على العديد من العوامل التى من أهمها المناخ السائد فى هذا الوقت، نوع التربة، عمق التربة، إنتشار الجذور، مستوى الماء الأرضى ومحتوى الأرض من النيتروجين.

وحيث أن محصول البنجر من المحاصيل الشتوية لذلك فإن إحتياجاته المائية تقل كثيرا عن الإحتياجات المائية لمحصول قصب السكر بالإضافة إلى أنه يتحمل الملوحة فى مراحل ما بعد الإنبات والإنبثاق، ومن هنا يمكن زراعته بنجاح فى مساحات الأرض المستصلحة حديثا بمناطق شمال الدلتا ويمكن تحسين إنتاجيته عن طريق العمليات الزراعية الميكانيكية، الرى، الكثافة النباتية والتى تحسن من الصفات الطبيعية للتربة (Khalifa etal ٢٠٠٠) ولقد ذكر El- agharaby etal (٢٠٠٨) أن تسوية أرض بنجر السكر بالليزر مع الحرث العميق والزراعة ب ٢٠ ألف نبات بالفدان مع الرى كل ٨ أسابيع أعطت زيادة معنوية فى طول ومحيط الجذر وكذلك معدل نمو المحصول والنمو النسبى للنبات.

تشير جودة الجذور إلى محتوى السكروز على أساس الوزن الغض. ولكن عادة ما يعبر عنها بالنقاوة والتى تدل على النسبة المئوية لسكروز عصير الجذور كنسبة مئوية من المواد الصلبة الذائبة الكلية بالعصير. والنقاوة مهمة للغاية فى عملية إستخلاص السكروز وتكريره كتعبير عن الجودة مقارنة لمحتوى السكروز وذلك لأن المواد الصلبة الذائبة الكلية الأخرى وعلى الأخص المركبات

النيتروجينية الذائبة تؤدى إلى صعوبة فى عملية تكرير السكروز. إن التعرض للإجهاد أو بتعبير آخر نقص كمية مياه الرى تؤثر على محتوى السكروز وفى نفس الوقت من الصعب فصل ذلك عن تاثيرها على محتوى النيتروجين. وقد يتحسن محتوى السكروز ويقل المحصول بزيادة الرى حيث يتسبب ذلك فى غسيل النيتروجين من التربة فى المراحل المبكرة من حياة النبات. إن النقاوة ليست تتحسن بالضرورة بالتعرض للإجهاد رغما لاحتمال زيادة تركيز السكروز بالجذور الغضة نتيجة لجفاف الجذور (Carter, 1982 and Carter etal, 1980). أوضح Winter (1988) أن نقص الرى فى فصل الصيف أدى إلى نقص محصول الجذور ومحتوى الصوديوم وزيادة البوتاسيوم ونيتروجين الأحماض الأمينية وفقد السكروز فى صورة مولاس. ولا تظهر زيادة فى السكروز بالتعرض للإجهاد عند حسابه على أساس الوزن الجاف (Carter,1982).

خامسا: الملوحة: عاشت ولا زالت الأصول البرية لبنجر السكر موجوده بقوة على شواطئ البحار حول البحر الأبيض المتوسط والسواحل الشرقية لشمال المحيط الأطلسى، ولقد حافظت على الصفات الضرورية الموائمة للبيئة المالحة مما جعل هذا المحصول يتعايش مع هذه الظروف مقارنة بغيره من المحاصيل (Hanson and Wyse, 1982)، ومن بين أنواع المحاصيل فإن القطن والشعير أكثر من بنجر السكر تحملا للملوحة (Maas, 1990 and Allen etal, 1998).

ويتميز بنجر السكر بآليتين لتحمل الملوحة الأولى تتضمن عزل كاتيون الصوديوم فى الفجوة العصارية حيث تؤدى التركيزات المرتفعة من هذا الكاتيون إلى سمية النبات والثانية هى القدرة على ضبط الأسموزية (Katerji etal, 1997). ولقد وجد Milford etal (1977) and Durrant etal (1978) أن المستوى المنخفض من الصوديوم يعمل على زيادة المحصول من خلال تحسين حالة النبات، ومن الشائع إضافته كسماد فى بعض المناطق. وقد يحل الصوديوم محل البوتاسيوم بالنبات إلى حد ما (Marschner etal, 1981) رغما عن أنه ظاهريا ليس له دور فى إنتقال السكريات (Badraoui and Agbani, 2002). وبالرغم من تعرض النباتات القائمة بالحقل لمستوى معين من الملوحة فإن الأرض والمياه الملحيه لا تؤدى إلى إنخفاض المحصول.

إن البادرات الصغيرة تكون حساسة للملوحة لذلك لا ينبغى أن يـزداد التوصـيل الكهربى فى هذه المرحلة عن ٣ ديسيمنز للمتـر (Durand, 1983). إن إسـتخدام مياه مالحة فى الرى يؤدى إلـى تـأثيرات سـالبة علـى المحـصول والجـودة التكنولوجية لبنجر السكر وعلى الأخص فى حالة الإمتصاص الكبير للـصوديوم (Cheggour and Fares, 2002)، إلا أنه من الممكن التحكم فى هذا التأثير الـسلبى بإضافة سماد متوازن من نسبة من نيتروجين /بوتاسيوم بين ٠,٥-١.

إن بنجر السكر يكون مقاوما أيضا لتبادل الصوديوم ويبدأ فى ظهـور أعـراض سميته عندما تصبح نسبة الصوديوم المتبادل فى المدى من ٤٠-٦٠ وهذا يعـادل تأثير ماء مالح ١١,١ ديسيمنز للمتر.

تعمل إضافة الكمبوست على تحسين النمو والتطور لبنجـر الـسكر (Aylaj and Lhadi, 2002). وعند إرتفاع تركيز الأملاح يؤثر نظام الرى بالتنقيط بتركيز أعلى من ١ ديسيمنز للمتر إلى تراكم الأملاح بالمنقطات وإعاقة عملية الرى.

تختلف أصناف بنجر السكر فى تحملها للملوحـة (Ghoulam etal , 2002) وهـذا حافزا مهما لمربى المحاصيل لإيجاد أصناف تنجح زراعتها بالمساحات التى تعانى من مشاكل الملوحة.

إن بادرات بنجر السكر حساسة لدرجة الحرارة المنخفضة ونقص الرطوبة إلى أن تصل إلى مرحلة ظهور ورقتين، ولبدء عملية الإنبات يلزم درجة حرارة تتراوح بـين ٣-٤٨ م° والتى بعدها تكون درجة الحرارة مميتة. وتوجد علاقة مهمة بـين درجـة حرارة الأرض ورطوبة عملية الإنبات (Akenson and Henson, 1980)، فعندما يكون الجهد المائى للأرض مساويا ٠,٧ ميجابسكال يمتنع الإنبات وعند وصـوله إلـى ٠,٥ ميجابسكال تصل نسبة الإنبات إلى ٧١% فى درجة حرارة ٢٦ م° وعند ٠,١ يـصل الإنبات إلى ٤٥% فى درجة ٩ م°.

لقد ذكر Hunter and Erickson (1952) أن أقل جهد مائى للأرض الذى يحتاجـه بنجر السكر للإنبات يكون أكبر (٠,٣٥) مـن القمـح (١,٢) والأرز (٠,٧٩) وفـول الصويا (٠,٦٥) محسوبة بميجا بسكال. لذلك فإن الرى قبل الزراعة مهم فى المنـاطق الجافة ونصف الجافة، ويوائم هذه المرحلة من النمو الرى بالخطوط والرى المحورى.

إدارة عملية الرى فى حقل بنجر السكر

يتوقف عدد مرات الرى وكميته على كمية الماء القابل للإستفادة التى تحتفظ بـه الأرض بمنطقة الجذر الفعال، معدل النتح بخر، نقص الماء القابل للإستفادة المـسموح به وكفاءة الرى (نسبة الماء المضاف المخزن بمنطقة الجذور بعد حوالى ١٠ أسـابيع من الزراعة). إن توافر الظروف الجوية الملائمة يعمل على نمو المجموع الجـذرى الجيد الذى يمكن النبات من إستخدام الماء القابل للإستفادة من الثلاث أقـدام الـسطحية من التربة. وعند توافر الصرف الجيد ينمو الجذر إلى عمـق ١,٨ م أو أكثـر إلا أن معظم الماء الممتص يتم من الثلاث أقدام العليا من سطح التربة. ويؤثر علـى تخلـل الجذور للتربة إرتفاع منسوب الماء الأرضى، وجود الطبقة الـصماء، جفـاف أسـفل سطح التربة أو غير ذلك من العوامل الاخرى.

إن رى محصول بنجر السكر مهم فى المراحل الأولى من عمر النبـات لتـوفير الماء اللازم لإنبات التقاوى إلا أنه فى بعض المناطق فإن الرى المبكر قد يؤدى إلـى غسيل النترات وزيادة إصابة البادرات بالأمراض وينصح فـى هـذه الحالـة بـالرى الخفيف المتكرر أثناء النمو وفى مراحل منتصف العمر فإن النبات يمتص الماء مـن الثلاث أقدام العليا للأرض لذلك يلزم الرى الغزير لتوفير إحتياجات النبات من المـاء. كما يلزم أن يتعرض النبات لإجهاد متوسط قبيل عملية الحصاد مباشرة للعمـل علـى زيادة نسبة السكروز دون التاثير على كميته بالفدان وقد يوقف الرى قبل الحصاد بفترة تتراوح مابين ٢-٥ أسابيع (Saied, 2000).

ينبغى رى النباتات حتى السعة الحقلية عند الزراعة أو بعد ذلك مباشـرة حتـى يمكن إمداد التربة بالماء اللازم لنمو الجذور. يكون الجو مائلا للـدفء عنـد بدايـة الزراعة مما يجعل النبات فى حاجة إلى إضافة ٣-٤ ريات خفيفة أثناء ال١٠ أسـابيع الأولى لإستكمال تعمق الجذور فى التربة ثم يأتى بعد ذلك الرى الغزير فى منتـصف الموسم والذى يواكب إكتمال النمو الخضرى وفيه يصل معدل النتح لأقـصاه عندئـذ ينبغى أن توفر كل رية القدر الكافى من الماء لتعويض المستنفذ بواسطة النبات والفقـد بين الريات فى نظام الرى. من هنا تصبح فترات الرى قصيرة تصل إلى ٥ أيام عندما يكون البخرنتح مرتفع وأرض ذات قدرة منخفضة على الإحتفاظ بالماء لتصل إلـى٢١

يوم عند بخر نتح منخفض وتربة ثقيلة، ويمكن حساب الفترة بين الرية والأخرى بواسطة كمية الماء التى تحتفظ بها الأرض من الماء القابل للإستفادة عند عمق ٣ أقدام من سطح الأرض والنسبة المئوية لنقص الماء القابل للإستفادة المسموح به ومعدل النتح بخر اليومى. فمثلاً إذا كانت كمية المياه التى تحتفظ بها الأرض من الماء القابل للإستفادة عند عمق ٣ أقدام السطحية من الأرض تبلغ ١٥٠ مم وأن المسموح به لنقص الماء القابل للإستفادة ٦٠% وأقصى معدل بخر نتح ٧مم فى اليوم تصبح أدنى فترة بين الرية والأخرى مساوية لما يأتى:

١٥٠×٦٠و٠/٧ = ١٣ يوم

يمكن تحديد كمية ونظام رى البنجر لفترة طويلة بإيجاد حاصل ضرب معدل النتح بخر القياسى (ET_o) × معامل المحصول (kc) لمساحة محددة (Pruitt etal, 1987 and Snyder etal, 1987a and b) لتزداد تبعا لكفاءة الرى حيث تضاف كمية تزيد عنها بمقدار ٢٠-٥٠%.

تأثير التفاعل بين الرى والعوامل الاخرى

اولا- التسميد الآزوتى: الأزوت مهم فى تحديد كمية وجودة محصول البنجر فحينما يكون كل من الأزوت والرى محددان للنمو فى المرحلة الأولى من حياة النبات تحدث إستجابة كبيرة للتسميد الأزوتى عند الرى مقارنة بالإمتناع عنه (Reichman etal, 1986) ولقد لاحظ بعض العلماء زيادة تركيز السكروز ومحصول الجذور عند التعرض للإجهاد فى مراحل النمو المتأخرة فى كل من النباتات المنخفضة والمرتفعة الأزوت (Loomis and Worker, 1963).

ثانيا- النباتات القائمة بالحقل: تؤثر المياه وميعاد إضافتها بدرجة كبيرة فى أعداد النباتات القائمة فى الحقل حيث لا تؤثر فقط فى عملية الإنبات وإنما فى مساعدة البادرة على إختراق الطبقة السطحية الصلبة بالإضافة لتخفيف ملوحة التربة حيث أن البنجر حساس للملوحة فى مرحلة الإنبات، ويلاحظ فى المناخ الدافئ الجاف وفى وجود الرياح إرتفاع نسبة البخر من سطح التربة مما يؤدى إلى نقص الرطوبة حول البذور وتصلب الأرض، من هنا كانت الأهمية فى إختيار الميعاد

المناسب للرية الثانية لبداية عملية إنبثاق البادرات. ويلعب الرى الرذاذى دورا هاما فى هذا الخصوص حيث يؤدى إلى نعومة الأرض الصلدة وغسيل الأملاح حول البذور والحفاظ على الرطوبة المثلى الملائمة للإنبات، وتكفى رية واحدة بالرى بالخطوط بمياه جيدة لتحويل منطقة البذور إلى منطقة مرتفعة الملوحة من ١-٢ ديسيمنز للمتر إلى ٥-١٠ ديسيمنز للمتر.

ثالثا- الأمراض: يؤدى إرتفاع الرطوبة بالأرض إلى إنتشار الأمراض وخصوصا الأمراض التى تصيب البادرات لذلك لاينبغى زيادة الرى بكميات كبيرة فى مرحلة الإنبات حتى لا يؤدى ذلك إلى نقص فى النباتات القائمة لذلك يتفوق الرى الرذاذى فى هذا الإتجاه عن مثيله بالرى بالخطوط، ويؤدى تشبع الأرض بالماء فى الأجواء الحارة إلى الإصابة بعفن الجذور الرطب مثل أنواع Phytophthora and Pythium.

علاقة العمليات الزراعية بنظام الرى

عند تعرض النباتات للإجهاد الرطوبى الشديد أو المتوسط خلال معظم مراحل النمو فإن الزراعة على مسافات ضيقة سواء بزيادة أعداد الخطوط فى القصبتين، عرض خط ٠,٧٥-١,٠م والمسافة بين الجور ١٥-٢٠ سم ينتج ذلك محصول لابأس به من السكروز.

obeikandl.com

قائمة المراجع

- Akenson, W.R. & Henson, H.A. (1980). Crops Science 20, 735ñ739
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and Smith, M. 1998, Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irr. & Drain. Paper 56. UN-FAO, Rome, Italy.
- Aylaj, M. & Lhadi, E. (2002) Effet du compost sur l¥amelioration de la tolerance de la betterave a sucre irriguee avec une eau salee. Proceedings of IIRB Congress, Mediterranean, Section. Marrakech, pp. 114ñ120.
- Badraoui, M. & Agbani, M. (2002) Proceedings of the IIRB Congress, Mediterranean Section. Marrakech, pp. 93ñ99
- Brown,K., and R.Dunham.1986.The fibrous root system: The sugar-beet crop.Br. Sugar-beet Rev. 54(3):22-24.
- Carter, J.N.1982. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.21:286-396.
- Carter, J.N., Jensen, M.E. and Traveller. D.J. 1980. Agron. J. 72:806-815.
- Cheggour, M. & Fares, K. (2002) Effet de la composition del¥eau d¥irrigation sur la qualite technologique de la betterave a sucre. Proceedings of IIRB Congress, Mediterranean.
- Durrant, M.J., Draycott, A.P. & Milford, G.F.J. (1978) Annals of Applied Biology 88, 321ñ328.
- Durand, J.H. (1983) Les sols irrigables. Edited Presse Universite de France, pp. 272ñ 273.
- Ehlig, C.F., and R.D.LeMert, 1979. Soil Sci.Soc. Am. J. 43:403-407.
- FAO. Yearbook Production, Vol. 57, 2003, Rome.
- Ghariani, S.A.1981. Impact of variable irrigation water supply on yield determining parameters and seasonal water use efficiency of sugar beets. Ph.D. diss. Univ. of California, Davis.
- Ghoulam, C.H., Foursy, A. & Fares, K. (2002) Environmental and Experimental Botany 47, 39ñ50.
- Hang, A.N., and D.E. Miller.1986a.. Agron. J .78:10-14.
- Hang, A.N., and D.E. Miller.1986b.Agron. J.78:15-18.
- Hanson, A. D., and R. Wyse 1982. Plant Physiol., 62:305-312, 1982
- Hunter, J.R. & Erickson, A.E. (1952) Agron. J. 44, 107.
- Katerji, N., Van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M. & Mon Karzel, E. (1997) Osmotic adjustment of sugarbeets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. Agricultural Water Management 34, 57ñ69.
- Khalifa, M.R., Balba, A.A.Mashali, S.A.and Morssi, S.A. 2000.. J.Agric.Res., Tanta Univ., 26(1):108-121.

- Loomis R.S.and J.L.Haddock .1967.Sugar, oil and fiber crops. I. Sugar beets. In R.M.Hagan etal. (ed.) Irrigation of agricultural lands. Agronomy 11:640-648.
- Loomis, R.S. and G.F.Worker.1963. Agron.J.55:509-515.
- Maas, EV (1990). Crop salt tolerance. In: Agricultural Salinity Assessment and Management. (Ed) KK Tanji. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71. ASCE, New York.
- Marschner, H., Kuiper, P.J.C. & Kylin, A. (1981). Physiologia Plantarum 51,239ñ 244.
- Mahmoud, S.A., Hasanin, B., El-Geddawy, I.H. and Mosa, D.T.A.2008. Effect of sowing and harvesting on yield and quality of some sugarbeet varietes .Proceedings of the International Conference, page: 22-29. .IS Sept. 11-14, 2008. Al Arish, Egypt.
- Milford, G.F.J., Cormack, W.F. & Durrant, M.J. (1977) Journal of Experimental Botany 28, 1380ñ1388
- Miller, D.E., and J.S.Aarstad.1976.. Agron. J.68; 231-234.
- Pruitt, W.O., E.Fereres, K.Kaita, and R.L.Snyder.1987. Reference evapotranspiration (ETo) for California. Univ.California Agric. Ext.Stn.Bull.1922.
- Reichman M.A., E.J.Doering, and L.C.Benz.1986.Water management effects on N-use by corn and sugar beets. Trans. ASAE 29(1):198-202.
- Saied, M.M.2000..J.Agric. Sci. Mansoura Univ., 27(6):4303-4310.
- Snyder, R.L., B.J.Lanini, D.A., Shaw, and .O.Pruitt 1987a. Using reference evapo-transpiration and crop coefficients to estimate crop evapotranspiration for agronomic crops, grasses and vegetable crops. Univ. California Coop.Ext.Leaf.21427.
- Snyder, R.L., W.O. Pruitt and D.A. Shaw 1987b. Determining daily reference evapotranspiration (ETo). Univ. California Coop. Ext. Leaf 21426
- Stewart, B.A. and Neilsen, D.R. 1990 .Co editor Agronomy N0 30 .Irrigation of Agricultural Crops. Madison, Wisconsin USA Publisher.
- Sugar Crops Council , Ministry of Agriculture ,Cairo ,Egypt,2004 and 2009 .
- Watson, D.J. and Witts, K.J. 1959. Ann. Bot. 23, 431.
- Winter,S.R. 1988. J. Sugar beet Res.25:1-10.
- Wright, J.L.1982. Proc. Am. Soc. Civ. Eng. 108: 57-74.
- Wyse, R.1979. J. Am .Soc. Sugar beet Technol. 20: 368-385.

فول الصويا

Soybean
Glycine Max (L.) Merril

ينتمى فول الصويا إلى العائلة البقولية Fabaceae وتحت العائلة الفراشية papilionaceae وجنس Glycine والشكل المنزرع من فول الصويا يعرف باسم Glycine max (L.) Merril وتعتبر كلمة Glycine كلمة يونانية تعنى حلو وكلمة max تعنى كبير.

نشأة المحصول

ينتشر هذا المحصول فى جميع أنحاء العالم حيث يمكنه أن ينمو فى مدى واسع من المناخ والتربة. ويعتقد أن نشأته فى الصين منذ ٤-٥ ألاف عام فى المناطق الشمالية والوسطى للصين. تم إدخاله إلى أوروبا حوالى عام ١٧١٢ بواسطة عالم النبات الألمانى Engelbert Kaempfer. وكان المعتقد حتى عام ١٩٨١ أن أول من أدخل المحصول إلى أمريكا الشمالية هو James Mease إلا أنه ثبت خطأ هذا الإعتقاد حيث ذُكر ان Samuel Bowen قد أدخله إلى سكانا بولاية جورجيا من الصين عام ١٧٦٤، كما ذُكر أن أحد العسكريين الأمريكيين المهمين قد ذكر فى خطاب له أنه أرسل عينات منه إلى أمريكى يدعى Benjamin Franklin.

ولم يتم إدخاله على نطاق واسع إلى الولايات المتحدة الأمريكية إلا أوائل القرن التاسع عشر ١٩٠٠ وتم إدخال ألاف الأصناف الجديدة من الصين فى أواخر عشرينات القرن التاسع عشر ١٩٢٠ بواسطة William Morse الذى ساعد بعد ذلك فى تكوين الجمعية الأمريكية لفول الصويا، كما تم تصنيع أول مصنع لتصنيع فول الصويا بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٢٢ ونتيجة لذلك بدأ إنتاج هذا المحصول على نطاق واسع حيث أُنتج فى عام ١٩٢٩ تسع ملايين بوشل إزدادت إلى أكثر من عشر أضعاف لتصل إلى ٩١ مليون بوشل عام ١٩٣٩.

إنتشار فول الصويا

أعتبر فول الصويا للعديد من القرون فى كل من الصين، اليابان، كوريا وجنوب شرق أسيا واحدا من أهم مصادر البروتين والزيت. كانت الصين أكبر البلدان إنتاجا للمحصول حتى عام ١٩٥٤ بعدها أصبحت الولايات المتحدة الأمريكية أكبر منتج فى العالم حتى يومنا هذا.

ونظراً لاحتواء بذوره على نسبة مرتفعة من البروتين المنتج من وحدة المساحة فقد سُمى قديما (الجوهرة الصفراء، الكنز الثمين، بروتين الطبيعة المعجزة ولحم الحقل). كما يعتبره البعض الآن سلاح ضد الجوع العالمى وبروتين المستقبل، كما ويعتبر سلاح ضد الأمراض المزمنة.

أما فى مصر (Soybean in Egypt 2001) دخل هذا المحصول فى أواخر الأربعينات من القرن التاسع عشر للأبحاث عن طريق أقسام المحاصيل، بعدها بعشر سنوات أُجريت عليه بعض التجارب الزراعية الأولية بواسطة قسم المحاصيل بكلية الزراعة جامعة القاهرة، ثم تم إدخال بعض الأصناف الجديدة عن طريق مركز البحوث الزراعية بوزارة الزراعة. وفى عام ١٩٧٠ تم زراعته على نطاق واسع نسبيا بزراعة ٣ ألاف فدان بمتوسط إنتاج قدره ٣٠٠ كيلوجرام للفدان، إتجهت بعدها المساحة المنزرعة للزيادة لتصل أقصاها عام ١٩٨٣ حيث بلغت ١٤٧ الف فدان بمتوسط إنتاج قدره ١,٥ طن للفدان، أعقب ذلك نقص دائم ومستمر إلى أن وصلت المساحة إلى ٣١,٩١٥ ألف فدان بنفس متوسط الإنتاج للفدان عام ١٩٩٧. وقد يكون التراجع فى مساحته المنزرعة لواحد أو أكثر من الأسباب التالية:

١- ثبات إنتاجية وحدة المساحة مع إستمرار زيادة المنتج من وحدة المساحة للمحاصيل المنافسة مثل القطن، الأرز، الذرة الشامية، الذرة الرفيعة، السمسم والفول السودانى مما يعمل على خفض أربحية المنتج من الفدان منه.

٢- تنافس المحاصيل التقليدية الصيفية لة مثل القطن، الأرز، الذرة الشامية، الرفيعة، السمسم والفول السودانى فى الدورة الزراعية بأراضى الوادى القديم.

٣- يعتبر فول الصويا مصدراً للإصابة بدودة ورق القطن.

٤- قلة عدد مصانع تصنيع فول الصويا.

٥-عدم وجود البكتيريا الخاصة بفول الصويا أو قلتها بالتربة المصرية. نظرا لوجود مصر بالمنطقة الجافة لذلك يرتفع رقم حموضة التربة مما يؤدى إلى بعض المشاكل فى تلقيح التربة ببعض سلالات البكتيريا العقدية الخاصة بفول الصويا والمسماة Bradyrhzobium japonicum.

إلا أن الإهتمام بدأ حديثا فى عام ١٩٩٤ بالإتجاه نحو دراسة إمكانية زراعته بأراضى الإستصلاح الحديثة (الرملية والملحية) مما أدى إلى زراعة ٢٤٣٥ فدان من فول الصويا كان متوسط محصولها ٧٩٠ كيلو جرام للفدان تناقصت عام ١٩٩٧ لتصل المساحة إلى ٦٧٧ فدان بمتوسط إنتاج ٧٢٢ كيلو جرام للفدان.

ولقد أُقيم مشروع فى الفترة الممتدة من ١٩٩٧-٢٠٠١ تابع للمجلس الأعلى للجامعات ضمن مشاريع ترابط الجامعات المصرية والأجنبية حيث تم بين كل من جامعة عين شمس (كلية الزراعة) وجامعة ميريلاند وزارة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية لدراسة تقنيات متكاملة جديدة لزرعة محصول فول الصويا بأراضى الإستصلاح الجديدة بمصر (Final Report, 1997-2001) وقد أظهرت النتائج إمكانية زراعة المحصول بالأراضى الرملية دون الأراضى الملحية برفع إنتاجيتها إلى ١,٣٢٧ طن للفدان بزيادة مقدارها واحد طن عن متوسط إنتاجية أراضى الإستزراع ولم تتمكن الأصناف المصرية من إستكمال دورة حياتها بالأراضى الملحية ما عدا صنفى Toano and Giza 29 حيث نجح إنباتهما إلا انهما أخفقا فى إعطاء أى محصول لذلك أقتصرت إقامة التجارب على الأراضى الرملية وقد كان ملخص النتائج المتحصل عليها كالتالى:

١- أعطى الصنف جيزة ٨٢ والصنف جيزة ٣٥ أعلى كمية محصول مقارنة بين الأصناف الأخرى التى أستخدمت. تفوق الصنف جيزة ٨٢ على الصنف جيزة ٣٥ بالنظر إلى محصول البذور، البروتين والزيت. كما كانت إصابتهما بدودة ورق القطن وثاقبات الذرة والإصابة الفيروسية غير معنوية.

٢- كانت أكفأ سلالات البكتيريا المستخدمة تحت ظروف الأراضى الرملية هى Bradyrhizobium japonicum, USDA 110 and MIRCEN 503.

٣- كانت أفضل حزمة معاملات التى أعطت اعلى محصول لكل من الصنفين هى كالتالى:

أ - تلقيح البذور بمخلوط من السلالتين المذكورتين سابقا.

ب- إضافة ٢٣ كيلوجرام من فوسفات للفدان فى صورة سوبر فوسفات الكالسيوم.

ج- إضافة ٦٠ كيلوجرام من النيتروجين فى صورة كبريتات الأمونيوم للصنف جيزة ٨٢ و٩٠ كيلوجرام نيتروجين للفدان من كبريتات الأمونيوم للصنف جيزة ٣٥.

مورفولوجيا النبات

تتكون البذرة من الغلاف الخارجى والجنين والغذاء المخزن وهى خالية من الإندوسبيرم. يتكون الجنين من فلقتين يتم فيهما تخزين الغذاء ويتكون الجنين من الجذير والسويقة الجنينية السفلى والسويقة الجنينية العليا والريشة ويتميز غلاف البذرة بوجود السرة التى تختلف بين الشكل المستقيم والشكل البيضى وغلاف البذرة يحميها من الإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية. عند توافر الظروف الملائمة يحدث الإنبات.

يتكون الجذر الأولى من الجذير بينما تحمل السويقة الجنينية السفلى الفلقات حيث أن الإنبات فى محصول فول الصويا هوائى. وتكون السويقة الجنينية العليا الساق الرئيسى والقمة النامية وعادة ما تزرع بذور فول الصويا على عمق يتراوح ما بين ٢-٥ سم متوقفا ذلك على نوع التربة وحالة رطوبتها.

تلعب رطوبة التربة دورا هاما للغاية فى إنبات بذور فول الصويا حيث يلزم لإنباتها إحتواء التربة على ٥٠% من الرطوبة قبل بداية الإنبات، فى نفس الوقت فإن زيادة الرطوبة تعمل على عدم إنباتها أيضا نتيجة لنقص الأكسيجين. والجذير هو أول عضو يخرج من غلاف البذرة وينمو بسرعة ليكون الجذر وسرعان ما يتكون عليه الجذور الجانبية بمجرد إستطالته وبعد ٤-٥ أيام من الزراعة تظهر الشعيرات الجذرية على الجذور الجانبية والتى تعتبر سطح الإمتصاص الرئيسى للنظام الجذرى ويستمر الجذر فى التفرع، وفى نهاية موسم النمو يتخلل الجذر التربة إلى عمق يصل إلى

١٥٠سم أو أكثر ويوجد معظم المجموع الجذرى فى عمق ٣٠ سم السطحية من التربة وبكثافة كبيرة فى ال ١٥سم السطحية من التربة. بعد إنبثاق الجذور تبدأ السويقة الجنينية السفلى فى الإستطالة على هيئة قوس يندفع لأعلى حاملة معها الفلقات (إنبات هوائى)، وعندئذ تجذب الفلقات السويقة الجنينية العليا إلى أعلى وفى هذه الأثناء تتوقف الخلايا العلوية للسويقة الجنينية السفلى عن النمو مع إستمرار الخلايا السفلية لها فى النمو إلى أن يستقيم هذا القوس. هذه العملية تؤدى إلى رفع الفلقات فى وضع قائم. وبمجرد تعرض السويقة الجنينية العليا لأشعة الشمس تبدأ أول الورقات فى التمدد بعدها يتم إنبساطها وتنمو بسرعة مكونة الأوراق المفردة المتقابلة التى تخرج من نفس العقدة بعدها تظهر الأوراق المركبة ثلاثية الوريقات المتبادلة على الساق بحيث تخرج كل واحدة من عقدة مختلفة. وبمجرد تعرض الفلقات وأجزاء النبات الأخرى لأشعة الشمس تتحول إلى اللون الأخضر نتيجة لتكوين الكلوروفيل، ويظل الغذاء المخزن بالفلقات المصدر الأساسى لتغذية النبات لفترة حوالى أسبوع بعد الإنبات. ويلاحظ أنه عند حدوث أى شقوق أو كسور بالبذرة قبل الزراعة تكون فرص إنباتها قليلة.

مراحل النمو ومجاميع النضج

معظم محاصيل الحقل تتميز بوجود مرحلتين أساسيتين للنمو، مرحلة النمو الخضرى ومرحلة النمو الزهرى أو الثمرى. وفى نبات فول الصويا فإن المدة المنقضية من الإنبثاق وظهور أول زهرة تعرف باسم مرحلة النمو الخضرى والتى عادة ما تأخذ ٦-٨ أسابيع وفى الواقع فإن طول فترة النمو الخضرى وحجمه قبل الإزهار تتوقف على الأصول الوراثية Genotypes، ميعاد الزراعة Planting date، الموقع الجغرافى Geographic location، الظروف البيئية Environmental conditions.

فول الصويا من مجموعة النباتات ثلاثية الكربون ومن المحاصيل الحساسة لطول الفترة الضوئية حيث ينتقل من مرحلة النمو الخضرى إلى مرحلة النمو الثمرى بقصر فترة الإضاءة أو بتعبير أدق بإطالة فترة الظلام التى يتعرض لها النبات أثناء اليوم، حيث يبدأ إزهار معظم أصناف فول الصويا بمجرد بداية قصر النهار وعلى ذلك فهو ينتمى إلى نباتات النهار القصير (الليالى الطويلة).

تلعب خطوط العرض دوراً مهما فى أقلمة الأصناف بالمناطق الجغرافية المختلفة. ففى القارة الأمريكية تنقسم أصناف فول الصويا إلى ١٣ مجموعة نضج تعرف المجموعة الأولى بثلاث أصفار (٠٠٠) بمجموعة الأصناف المؤقلمة للإزهار على خطوط العرض المرتفعة (أى الخطوط البعيدة عن خط الإستواء) وكلما أنخفضت خطوط العرض (قرب خط الإستواء) كلما أزدادت أرقام مجاميع النضج من ثلاث أصفار بالإتجاه إلى المجموعة رقم ١٠.

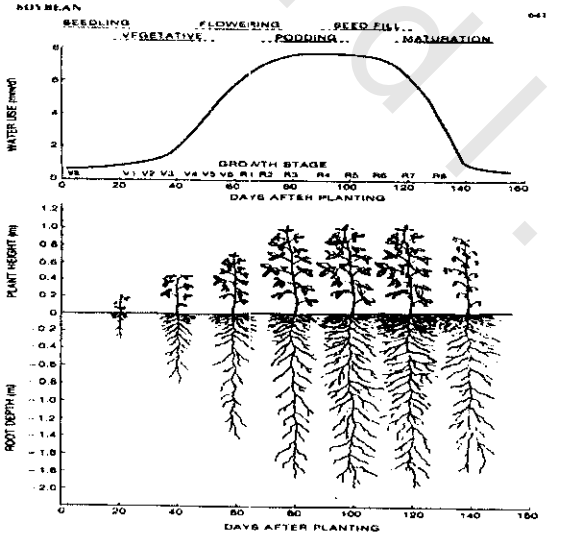
إن تقسيم أصناف فول الصويا إلى مجاميع النضج يساعد المزارع على إختيار الأصناف الملائمة لكل منطقة. ففى حالة زراعة صنف من مجموعة النضج الملائمة للمناطق الشمالية فى المناطق الجنوبية فإنها تتعرض لليل طويل مبكراً أثناء مرحلة النمو الخضرى عن منطقتها الأصلية مما يعمل على إزهار نباتاتها وتكوين قرونها قبل إكتمال نموها الخضرى مما يؤدى إلى نقص المحصول، والعكس صحيح إذا زرعت أصناف المنطقة الجنوبية بالمناطق الشمالية فإنها ستتعرض لطول فترة الظلام اللازمة لإزهارها متأخراً فى موسم النمو مما قد يعرضها لأضرار الصقيع المبكر قبل نضج البذور.

إن حجم المجموع الخضرى لا يتوقف فقط على العوامل التى سبق ذكرها بل إنه أيضا يتوقف على طبيعة الصنف. فهناك أصناف محدودة النمو، وأصناف غير محدودة النمو وفى الأصناف محدودة النمو فإن إرتفاع النبات يزداد قليلا أو لا يزيد على الإطلاق بعد الإزهار، كما تخرج الأزهار على قمة وقاعدة النبات فى وقت واحد تقريبا، لذلك تكون القرون والبذور متماثلة تقريبا على طول النبات كما أن الأوراق الطرفية تكون متماثلة فى الحجم مع الموجودة أسفل الساق الرئيسى وعادة ما تحمل الساق الرئيسى أزهار طويلة العنق التى تكون العديد من القرون على العقد الطرفية. على حين أن الأصناف غير محدودة النمو فإن إرتفاع النبات قد يزداد مرتين إلى أربع مرات بعد الإزهار، وتتميز القرون والبذور والأوراق الموجودة على الجزء السفلى من السيقان بكبر أحجامها مقارنة بمثيلتها الموجودة على قمة الساق والتى بدورها تحمل اوراق صغيرة فى الحجم مقارنة بمثيلاتها الموجودة على الجزء السفلى مع وجود القليل من القرون على العقد الطرفية.

يدخل النبات فى مرحلة النمو الزهرى بعد مرحلة النمو الخضرى وفيها يتم تحول البراعم الإبطية إلى مجاميع من الأزهار تتراوح كل مجموعة بين ٢-٣٥ زهرة مكونة كل منها نورة يعقبها تكوين القرون ثم البذور فالنضج ويستغرق طول هذه الفترة بأكملها ٧-١٢ أسبوع. تظهر أول مجموعة من الأزهار على العقدة الخامسة أو السادسة وفى بعض الأحيان أعلى من ذلك ثم يبدأ تباعاً تكوين الأزهار فى إتجاة قمة الساق الرئيسى أو قمة الأفرع الجانبية. وتتأثر فترة الإزهار بميعاد الزراعة إلا انها قد تمتد إلى ٣-٥ أسابيع.

نمو نباتات فول الصويا:

تعتبر عملية نمو نباتات فول الصويا عملية مستمرة تبدأ بإنبات البذور وتستكمل حينما تصل البذور للحصاد. وتتعرض النباتات أثناء حياتها إلى كثير من العوامل التى قد تشجع أو تؤخر تطورها وإنتاجيتها. تتحكم الطبيعة فى بعض هذه العوامل مثل الرياح والفترة الضوئية وثانى أكسيد الكربون. والبعض يتحكم فيها المزارع مثل إضافة المبيدات والأسمدة وميعاد وطرق الزراعة وغيرها من العمليات الزراعية الأخرى. ويوضح شكل (٩-٤) إستعمال الماء ومراحل النمو وإرتفاع النبات وعمق الجذور فى نبات فول الصويا خلال موسم نموه.



شكل(٩-٤) إستعمال الماء ومراحل النمو وإرتفاع النبات وعمق الجذور فى نبات فول الصويا خلال موسم نموه

إنه من الأهمية بمكان للمشتغلين بإنتاج محصول فول الصويا إستخدام نفس المصطلحات عند مناقشة تطور النبات، فمثلا عندما ينصح منتج المبيد العشبى بإضافة المبيد قبل وصول النبات مرحلة ستة ورقات، فينبغى على المزارع إضافتها فى الوقت الصحيح بدون أن يحدث أى خطأ، كذلك فقد يحدث خلاف بين المشتغلين بإنتاج فول الصويا على مرحلة إكتمال التزهير، لذلك فإن لم يكن هناك إتفاق على وصف هذه المرحلة فسوف يحدث إخفاق فى إدارة العمليات الزراعية لنبات فول الصويا.

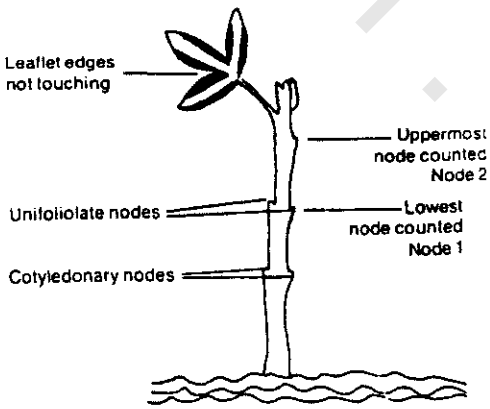
إن تحديد ووصف مراحل تطور النبات تساعد فى التفاهم بين المزارعين وممثلى رجال الأعمال المشتغلين بالزراعة والباحثين وأفراد الإرشاد الزراعى والمدرسين، وينبغى أن يكون الوصف موضوعى ودقيق حتى لا يحدث خلاف بين الأشخاص الذين يقومون بتعريف مراحل النمو التى يستطيعون إستخدامها لأى صنف ينمو فى أى منطقة وعادة ما يستخدم التعريف فى وصف النبات المفرد أو نباتات حقل فول الصويا.

توصيف مراحل النمو Growth phenology

قبل الدخول فى توصيف مراحل النمو المختلفة ينبغى الإلمام بما يأتى:

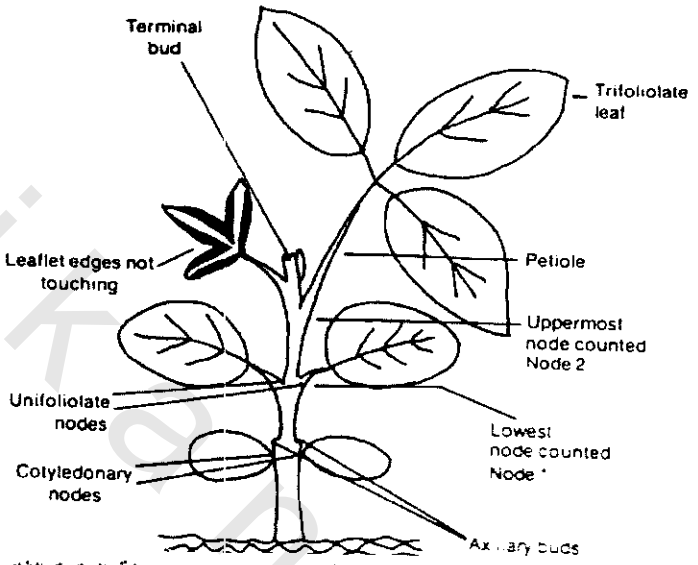
١- تعتمد عملية التوصيف على تعريف العقدة وهى عبارة عن الجزء من الساق الذى يحمل الورقة وفى حالة سقوط الورقة يمكن التعرف عليها بواسطة الندبة الصغيرة الموجودة مكان الورقة المتساقطة.

٢- تستخدم العقد وليست الأوراق فى تحديد مراحل النمو وذلك لاستدامتها (شكل ٩-٥).



شكل (٩-٥) جزء من نبات فول الصويا عند مرحلة العقدة الثانية (V2)

٣- تعتبر العقدة التى تخرج منها الفلقات هى أول عقدة توجد على الجزء السفلى من الساق الرئيسى وتكون فى وضع متقابل على الساق الرئيسى وكما هو معروف فإن الفلقات جزء من البذرة وتخرج من التربة بمجرد تكوين البادرات شكل (٩-٦).



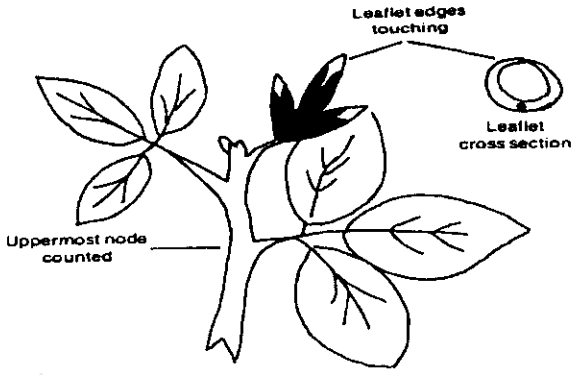
شكل(٩-٦). جزء من نبات فول الصويا عند مرحلة العقدة الثانية (V2)

٤- توجد العقد الحاملة للأوراق المفردة مباشرة فوق عقد الفلقات وتكون فى وضع متقابل أيضا شكل (٩-٦)

٥- تحمل العقد جميعها التالية للعقد الحاملة للأوراق المفردة أوراقا مركبة كل ورقة تتكون من ثلاث وريقات تكون فى وضع متبادل على الساق شكل (٩-٦).

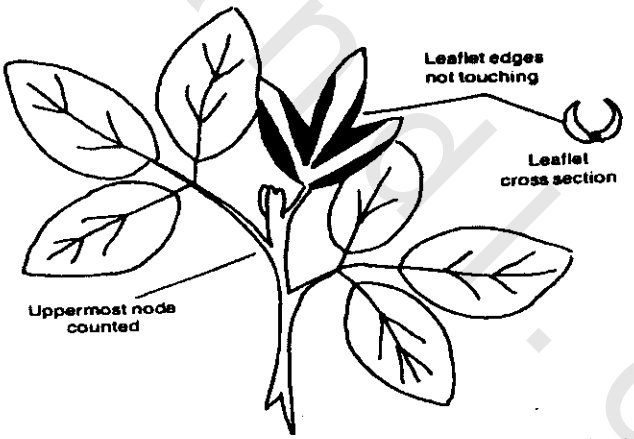
٦- تحسب أوراق الساق الرئيسى سواء وجد بها أوراق كاملة أو لا يوجد بها أوراق كاملة وذلك عند تحديد مرحلة النمو.

٧- تتضمن الأوراق الصغيرة ثلاثة وريقات تكون فى البداية شكل اسطوانة نتيجة لتلامس أحرف وريقاتها وعند إكتمال تكوينها تتباعد هذه الأحرف وتنبسط الوريقات شكل (٩-٧).



شكل(٩-٧). توصيف العقدة العليا مع تطور كامل للورقة (حواف الورقة متلامسة)

٨- عند حساب رقم العقدة لتحديد مرحلة النمو يستدل على ذلك من حالة تلامس أحرف وريقات أوراق العقدة التى تعلوها فإذا كانت حواف وريقاتها منبسطة (أى غير متلامسة) تدخل العقدة الموجودة أسفلها ضمن عملية التعريف شكل (٩-٨).



شكل (٩-٨) تطور العقدة العليا مع تطور كامل للورقة (حواف الورقة غير متلامسة)

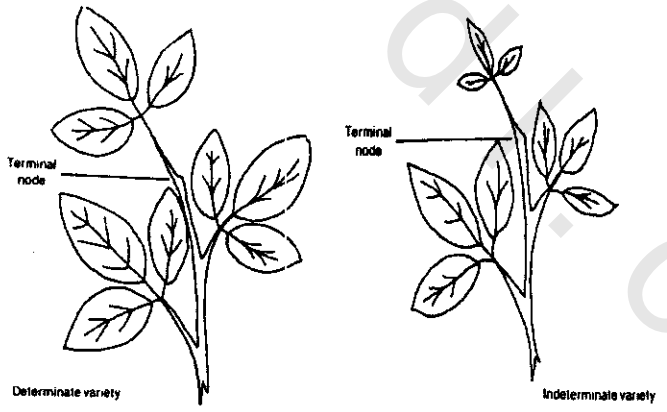
أطوار حياة فول الصويا

تنقسم أطوار حياة فول الصويا إلى طورين رئيسين ينقسمان بدورهما إلى عدة مراحل الأول طور النمو الخضرى والثانى طور النمو الثمرى.

أولاً- طور النمو الخضرى:

ويبدأ من وقت إنبثاق البذور Emergence من التربة وحتى ظهور أول زهرة وتتضمن مرحلة خروج الفلقات وتكوين العقد الحاملة للأوراق البسيطة (ومن الناحية العلمية تعتبر العقدة الحاملة للأوراق البسيطة عقدتين منفصلتين ولكنها رغم ذلك تحسب كواحدة لخروجهما من مكان واحد وفى وقت واحد) والعقدة الحاملة للأوراق المركبة ويتوالى حساب مراحل النمو المختلفة بعد ذلك ويتم حساب عقد الساق الرئيسى فقط ولا يعتد بعقد الأفرع الجانبية. وعند كسر الساق الرئيسى لا تستخدم الأفرع الجديدة المتكونة فى تحديد المراحل الفينولوجية. وتُميز كل مرحلة من مراحل النمو الخضرى بحرف V مصحوبا برقم يدل على أعداد العقد النامية وتكون البداية بعقد الأوراق البسيطة التى تتميز باحتوائها على أوراق كاملة.

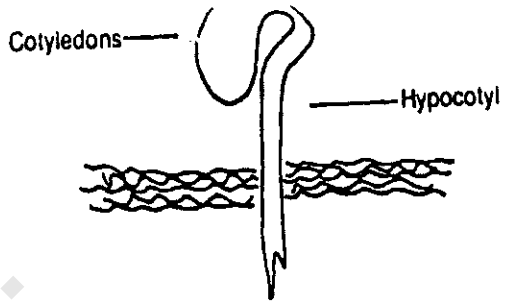
إن أصناف فول الصويا إما محدودة النمو أو غير محدودة النمو حيث ينتهى الساق الرئيسى فى الأصناف محدودة النمو بعقدة تحمل ورقة مركبة ثلاثية تشبه الأوراق الكبيرة فى حجمها، على حين تكون صغيرة فى الأصناف غير محدودة النمو (شكل ٩-٩).



شكل (٩-٩). الساق الرئيسى ينتهى فى الأصناف محدودة النمو بعقدة تحمل ورقة مركبة ثلاثية تشبه الأوراق الكبيرة فى حجمها، على حين تكون صغيرة فى الأصناف غير محدودة النمو

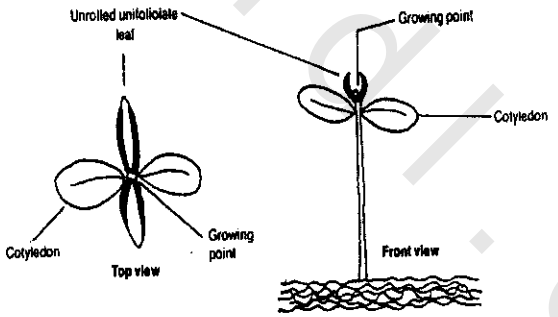
وفيما يلى وصف للمراحل المختلفة لطور النمو الخضرى:

١- **مرحلة الإنبثاق VE:** تظهر الفلقات على سطح التربة (شكل ٩-١٠)



شكل (٩-١٠) مرحلة الإنبثاق VE

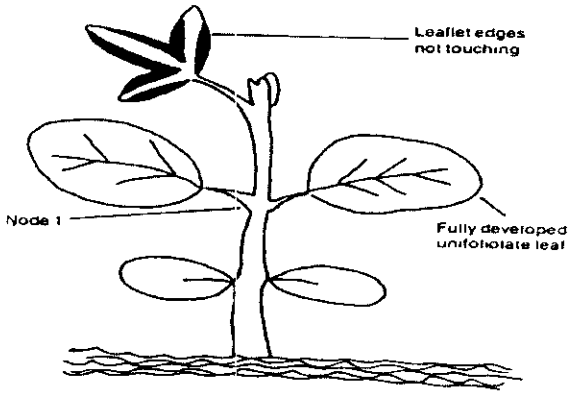
٢- **مرحلة الفلقات VC:** تنبسط الأوراق الفلقية وتكون الأوراق التى تليها متكاملة الإنبساط أى أن حوافها غير متلامسة (شكل٩-١١) وتمد الفلقات النبت الجديد بحاجته من الغذاء لمدة تستمر من ٧-١٠ أيام ولا يؤثر كثيرا فقد أحد الفلقات لكن غياب الفلقتين يعمل على إنقاص كمية المحصول بمعدل يتراوح مابين ٨-٩%.



شكل (٩-١١) مرحلة الفلقات VC

٣- **مرحلة العقدة الأولى V1:** تنبسط الأوراق البسيطة تماما مع إنبساط وريقات الورقة المركبة التى تعلوها مباشرة شكل (٩-١٢) وفى هذه المرحلة فإن عملية التمثيل الضوئى بواسطة الأوراق تكون كافية لسد إحتياجات النبات.

obeikandi.com



شكل(٩-١٢) مرحلة العقدة الأولى V1

٤- **مرحلة العقدة الثانية V2:** تنبسط الورقة المركبة تماما والتى تعلو الأوراق البسيطة مباشرة مع إنبساط وريقات الورقة المركبة الثانية التى تعلوها مباشرة وفيها يصل طول النبات إلى ١٥,٢- ٢٠,٣ سم متضمنة ثلاث عقد تحمل الأوراق بما فيها الأوراق البسيطة. وعادة ما تهاجم البكتيريا العقدية جذور النباتات فى هذه المرحلة مكونة عقد بيضاوية الشكل تمد النبات بالنيتروجين من خلال عملية تثبيت الأزوت الجوى وتحت ظروف الحقل يمكن رؤية العقد البكتيرية بعد مرحلة VE مباشرة إلا أن عملية تثبيت النيتروجين النشطة لا تتم قبل بداية مرحلة V3،V2 بعدها تزداد أعداد العقد المتكونة وكمية النيتروجين المثبت حتى مرحلة منتصف R5 حينما تبدأ فى التناقص الحاد.

٥- **مرحلة العقدة الثالثة إلى الخامسة V3-V5:** فى مرحلة العقدة الثالثة يتراوح طول النبات بين ١٨-٢٣ سم مكونا أربع عقد بأوراقها المنبسطة الوريقات على حين يتراوح طول النبات بين ٢٥,٤-٣٠,٥ سم مكونا ٦ عقد بأوراقها المنبسطة الوريقات بمرحلة الخمس عقد ويوجد فى أبط الزاوية العليا الموجودة بين عنق الورقة والساق الرئيسى برعم جانبى الذى يشبه تماما القمة النامية للساق الرئيسى، قد يكون هذا البرعم فرع أو زهرة ثم قرن أو يظل ساكن دون نشاط. تتحدد أعداد الأفرع المتكونة تبعا للمسافة بين الصفوف، والكثافة النباتية معتمدة فى ذلك على طبيعة الصنف. ويحمل الساق الرئيسى أكبر الأفرع يليه تنازليا الأفرع التالية وفى

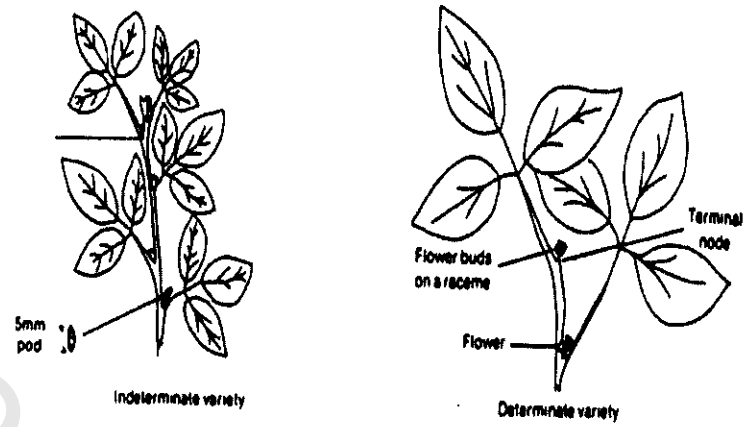
المرحلة الخامسة تظهر البراعم الإبطية متزاحمة bushy وتبدأ فى تكوين مجموعة من الأزهار تسمى بالراسيم.

٦- **مرحلة العقدة السادسة V6:** تصل النباتات إلى إرتفاع ٣٠,٥-٣٥,٦ سم محتوية على سبع عقد وريقات أوراقها منبسطة ثم يتوالى بعدها كل ثلاث أيام تكوين المراحل التالية للعقد.

ثانياً- طورالنمو الثمرى:

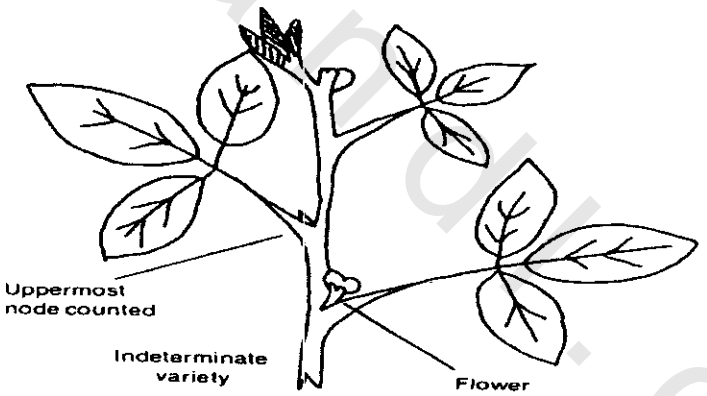
يعتمد النمو الثمرى على تكوين الأزهار والقرون والبذور ونضج النبات ويأخذ كل طور الحرف R متبوعاً برقم يشير إلى ترتيبه فى تلك المرحلة وينبغى إستخدام الساق الرئيسى لتقدير مراحل النمو الثمرى وتدخل النباتات فى مرحلتى R1، R2 فى وقت واحد للأصناف محدودة النمو لبدء تكوين الأزهار على العقدة العليا للساق الرئيسى على حين يفصل بينهما ٣ أيام للأصناف غير محدودة النمو والتى يبدأ إزهارها على الجزء السفلى للساق الرئيسى متجهاً إلى أعلى بالتقدم فى العمر. وتستكمل القرون كامل حجمها تقريبا قبل دخول البذور فى النمو السريع، وعادة ما يقاس القرن فى مرحلتى النمو R3، R4 من قاعدة الكأس فى الجزء السفلى للقرن إلى طرف القرن، وعند وصول القرن إلى ٢سم فى الطول فى مرحلة R4 فإن تجويف القرن يُحدد بغشاء أبيض اللون وفى مرحلة R6 يكبر حجم البذور عند الحد الذى يملأ الجزء الداخلى للغشاء تماما ثم تستمر فى الزيادة فى السمك بعد ذلك حتى إكتمال وصولها إلى الحجم الكلى. ويتقدم نضج المحصول تصفر الأوراق والقرون فى وقت واحد، وفى بعض الأحيان تظل الأوراق خضراء بعد وصول القرون للنضج وتختلف ألوان القرون عند النضج من أسود إلى بنى إلى أحمر غامق. وفيما يلى وصف مراحل النمو الثمرى:

١- **بداية الإزهار R1:** تتفتح زهرة واحدة على أى عقدة على الساق الرئيسى (شكل ٩-١٣) فعند بداية الإزهار تكون يكون أقل من نصف العقد على الساق الرئيسى قد تطورت فى الأصناف غير محدودة النمو، بينما تطور معظم أو كل العقد فى الأصناف محدودة النمو والتى يمكن أن يبدأ الإزهار فيها بتفتح زهرة على واحدة من العقدتين العلويتين على الساق الرئيسى.



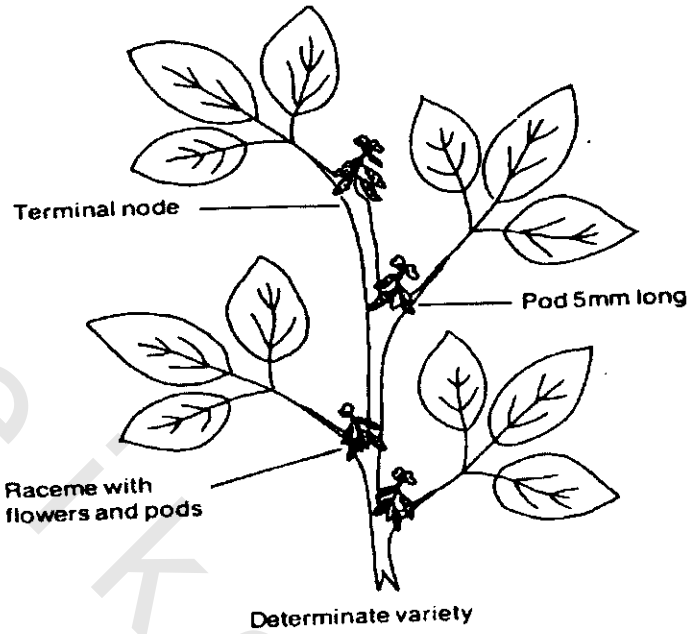
شكل (٩-١٣) بداية الإزهار R1

٢- **تكامل الإزهار R2:** تتفتح زهرة على واحدة من العقدتين العلويتين للساق الرئيسى مصحوبة بتمام إكتمال تكوين الورقة (شكل ٩-١٤). ويلاحظ أن المرحلة R1، R2 يمكن أن تتم معاً فى الأصناف محدودة النمو.



شكل (٩-١٤) تكامل الإزهار R2

٣- **بداية تكوين القرن R3:** يوجد قرن بطول ٥ مم على واحدة من الأربع عقد العليا للساق الرئيسى مصحوبة بتمام تكوين الورقة (شكل٩-١٥).



شكل (٩-١٥) بداية تكوين القرن R3

٤- **إكتمال تكوين القرن R4:** يوجد قرن بطول ٢ سم على واحدة من الأربع عقد العليا للساق الرئيسى مصحوبا بتمام إكتمال الورقة.

٥- **بداية تكوين البذور R5:** توجد بذور بطول ٣ مم فى داخل قرن موجود على واحدة من الأربع عقد العليا للساق الرئيسى مصحوبة بتمام إكتمال الورقة.

٦- **إكتمال تكوين البذور R6:** يحتوى القرن الموجود على واحدة من الأربع عقد العليا للساق الرئيسى على بذور خضراء تملأ تجويف القرن مصحوبة بتمام إكتمال تكوين الورقة.

٧- **بداية النضج R7:** يوجد قرن واحد طبيعى على الساق الرئيسى وصل إلى لون النضج.

٨- **تكامل النضج R8:** وصول ٩٥% من القرون للون النضج ويلزمها ٥-١٠ أيام للتعرض للجو حتى تصل رطوبتها إلى ١٥%.

أثر الماء على فول الصويا

لقد إزداد الإهتمام بمحصول فول الصويا لقدرته الواسعة على النمو تحت ظروف متباينة من المناخ والتربة. وأغلب المساحات المنزرعة من هذا المحصول تزرع تحت ظروف المطر بالولايات المتحدة الامريكية، كما أن نسبة كبيرة تزرع تحت ظروف الرى.

تختلف حاجة النبات للماء باختلاف مراحل نمو النبات ومتطلبات البخر وتطور المجموع الخضرى.

وتلعب الأصناف والظروف البيئية ومرحلة النمو دوراً مهماً فى تحديد الإحتياجات المائية للمحصول، حيث تختلف الأصناف ذات الاوراق المغطاة بالزغب مثل هوروسوى عن الأصناف قليلة الزغب مثل كالند. كما يقل إستعمال الماء بمرحلة الإنبات ونمو البادرات ويكون مصاحبا لفقد كبير فى الماء خلال عملية التبخير من التربة فى ذلك الوقت وتزداد سرعة إستعمال الماء فى الفترة من V3– V6 على حين يصل إلى أقصى قدر عند إكتمال المجموع الخضرى ووصول الجذر إلى أقصى حجم ويكون ذلك فى مراحل الإنتاج بداية من تكامل الأزهار (R1، R2) وبمجرد بدء البلوغ وإمتلاء القرون يحدث نقص سريع فى إستعمال الماء يكون مصاحبا لوصول الاوراق والجذور لمرحلة الشيخوخة فى نهاية موسم النمو ومصاحبا لنقص فى عملية التبخير.

أثر الماء على المراحل المختلفة:

إرتفاع النبات:

يتحدد إرتفاع النبات بعدد وطول السلاميات ولا يكون هناك تأثير للماء على العدد إلا ان الطول يتأثر ويختلف تبعا لطبيعة الصنف. فالأصناف المحدودة النمو لا تتأثر بالإجهاد المائى بعد وصولها إلى مرحلة بداية التزهير (R1) والتى تزداد قليلا فى الطول بعد هذه المرحلة، على حين يكون العكس فى الأصناف غير محدودة النمو حيث تصل إلى هذه المرحلة مبكرا ويظل النمو الخضرى مستمرا حيث تستمر إستطالة الساق حتى مرحلة R4 ومن هنا فإن إرتفاع النبات يزداد بالرى وتزداد عملية

الرقاد زيادة خطية بإضافة الماء فى حدود معينة (Specht etal, 1986) قد يؤدى إلى نقص فى المحصول بطريق غير مباشر فى هذه الأصناف بعد تعرضها للرقاد.

دليل مساحة الأوراق:

يواكب نمو مساحة الأوراق زيادة إرتفاع النبات بتوافر الماء لذلك فإن العوامل المؤدية لزيادة إرتفاع النبات لها علاقة بزيادة مساحة الأوراق. إن زيادة الأوراق فى الحجم حساس لنقص الماء القابل للإستفادة ومن هنا فإن التعرض للجفاف يؤدى إلى نقص فى مدة بقاء الورقة وعلى ذلك فإن دليل مساحة الأوراق حساس للإختلاف فى الإمداد المائى للتربة وكذلك للتعرض للإجهاد الرطوبى. تزداد مساحة الورقة بالرى أثناء مرحلة النمو الخضرى وقد يكون ذلك ذو تاثير ضار عند زيادة عملية النتح بدرجة أكبر من قدرة إحتفاظ التربة بالماء اللازم لإمداد مراحل النمو التالية. وعلى ذلك ينبغى عند رى محصول فول الصويا تجنب الرى الزائد أثناء مرحلة النمو الخضرى الذى يؤدى إلى زيادة فى مساحة الاوراق بمعدل أكبر من المستويات التى يحتاج لها النبات لأداء عملية التمثيل الضوئى المثلى ولغلق المجموع الخضرى كما ويؤدى إرتفاع دليل مساحة الأوراق عن الحد الامثل إلى خفض كفاءة الرى بزيادة النتح ونقص رطوبة التربة. وكما سبق القول فى الباب الخامس والمتعلق بتأثير الإجهاد الجفافى على نمو ومحصول الحاصلات الحقلية، فإن قيمة معامل إستجابة محصول فول الصويا عند التعرض لنقص الماء تكون أقل من الوحدة فى مرحلة النمو الخضرى، على حين يكون أكبر من الوحدة عند تعرضه له أثناء مرحلة الإزهار مما يعنى تحمله لإجهاد الجفاف فى مرحلة النمو الخضرى عن مرحلة الإزهار. ويتأثر محصول فول الصويا بالتعرض للإجهادات البيئية حيث يؤدى نقص العناصر الغذائية وعدم كفاية الماء إلى نقص كبير فى الناتج المحصولى فى الفترة الممتدة من R4 الى مابعد مرحلة R6 بقليل وخلال هذه المرحلة فإن الفترة الممتدة من R4.5-R5.5 (منتصف بداية تكوين البذورالى منتصف نهاية تكوين البذور) يكون النبات حساس للأجهاد على وجه الخصوص. وبتجاوزالنبات المرحلة R6 فإن النقص فى المحصول نتيجة للتعرض للإجهاد يقل حيث لا يتأثر فى مرحلة R7 ويتم الحصول على أعلى محصول بنموه فى بيئة ملائمة لجميع مراحل نموه.

تراكم المادة الجافة:

تراكم المادة الجافة عبارة عن محصلة ما ينتج من عملية التمثيل الكربونى التى تتم بواسطة الأعضاء الخضراء وما يستهلك فى نمو كل من الورقة والجذر والساق أثناء مرحلة النمو الخضرى وتنتقل كتلة المادة الجافة من الأوراق والسيقان والجذور إلى القرون والبذور أثناء مرحلة النمو الثمرى. يكون للرى أثر كبير على تجمع المادة الجافة أثناء مرحلة النمو الثمرى حيث يؤدى الماء إلى إنتقال ناتجات عملية التمثيل الضوئى من الورقة إلى البذور (Huck etal, 1986) حيث وجد أن دليل الحصاد يرتفع باستمرار رى المحصول عن عدم ريه. إن مرحلة الإثمار تكون مواكبة لارتفاع درجة الحرارة وزيادة عملية إنتقال ناتجات عملية التمثيل الضوئى من الأوراق إلى البذور، وعلى ذلك فإن نقص الرطوبة أثناء أى مرحلة من مراحل الإزهار والإثمار تؤدى إلى نقص عملية التمثيل الضوئى وكفاءة الإنتقال مما يؤدى إلى نقص تراكم المادة الجافة بالبذور وبالتالى نقص المحصول، حتى لو كانت عملية تراكم المادة الجافة بالأوراق والسيقان بصورة مقبولة فى المراحل المبكرة من حياة المحصول ولا يقتصر ذلك فقط على محصول البذور بل يمتد أيضا إلى كل اجزاء النبات عند الحصاد. حيث يزداد دليل الحصاد بتوافر الرطوبة، ويؤدى تعرض النباتات للجفاف إلى زيادة مجموع أطوال الجذور وعلى العكس ينقص وزنها معنويا. ولقد وجد ان هناك إرتباط عالى المعنوية بين محصول البذور وبقاء مساحة الأوراق ودليل مساحة الأوراق والوزن الجاف للسيقان عندما تنمو نباتات فول الصويا تحت ظروف الجفاف المتزايد. إن التعرض للجفاف يؤدى إلى نقص معنوى للمادة الجافة المتجمعة عند الحصاد بجميع أنسجة أعضاء النبات الموجودة فوق سطح الارض (Huck etal, 1986).

يتم أكبر تجمع للمادة الجافة المتكونة فى المرحلة من بداية التزهير (R1) إلى إكتمال تكوين القرون (R4)، وذلك للأصناف محدودة النمو بعدها تنتقل بسرعة إلى القرون والبذور وعلى ذلك يقل وزن الورقة الا أن هذه العملية تتاثر عند التعرض للإجهاد الرطوبى مما يؤدى إلى فقد غير عكسى لقدرته الإنتاجية إلا إذا أُضيف الماء قبل هذه المرحلة. وعادة ما يتم تراكم المادة الجافة الكلية خلال مرحلة بداية نضج القرون (R7) مع إستمرار التراكم خلال مرحلة بداية تكوين البذور (R5) ثم تبدأ فى

الإنخفاض، ويعود جزء من هذا الإنخفاض إلى إنتقال المادة الجافة إلى البذور أثناء مرحلة إمتلاء البذور وينبغى التأكيد على أن مرحلة إمتلاء البذور حساسة بدرجة كبيرة للجفاف.

الأصناف:

من المتوقع نظرياً أن زيادة إنعكاس الأشعة الضوئية يؤدى إلى نقص النتح والتبخير، مما يؤثر بالتبعية على رى محصول فول الصويا ومدى موائمته للظروف الجفافية حيث وجد تميز بعض أصناف فول الصويا بكثافة وجود الزغب على أوراقها كما هو الحال فى صنف هورسوى عن بعض الأصناف الأخرى التى تقل كثافة الزغب على أوراقها مثل كالند. فقد تم دراسة أثر هذا الزغب على إستعمال الماء حيث أن وجود الأوراق المغطاة بالزغب تزيد من إنعكاس الطيف المرئى بدرجة قليلة وبدرجة كبيرة فى الطيف القريب من الأشعة الحمراء، كذلك فقد ذكر الباحثون أن الأصناف المغطاة بالزغب قد تكون أقدر على الإستفادة من الماء مما يؤهلها إلى الزراعة فى المناطق الجافة ويصل النقص فى معدل النتح بخر فى السلالات كثيفة الزغب بمقدار ٧% مع إرتفاع فى كفاءة إستخدام الماء. وقد ذكر الباحثون أن السلالات ذات الزغب تتجه إلى زيادة المحصول عن السلالات الأخرى الا أنهم ذكروا وجوب الحذر فى تفسير النتائج حيث وجدوا أن الصنف هوروسوى الذى يتميز بكثافة الزغب يتميز بوجود جذر كبير كثيف يتخلل التربة إلى اعماق بعيدة ويمتص كميات من الماء أكبر من السلالات ذات الزغب القليل.

نمو الجذور وعلاقته بامتصاص الماء:

يتميز محصول فول الصويا بمجموع جذرى كثيف مع ضعف القمة النامية. ينشأ الجذر من السويقة الجنينية السفلى مكوناً من قمم الجذور، الجذور الثانوية والثالثة والرباعية والجذورالعرضية. وعادة ما تخرج الجذور الجانبية بعد الإنبات مباشرة متفرعة بكثافة فى طبقات التربة العليا إلى أن يصل عمر النبات إلى ٥٠ يوم من الزراعة ثم تبدأ فى الإتجاه لأسفل ويتوقف ذلك على ما ياتى:

١- الخواص الطبيعية للتربة التى تؤثر بدرجة كبيرة على نمو المجموع الجذرى

٢- العوامل الوراثية

لقد دلت الأبحاث على أن الإنتشار الرأسى للجذور وتوزيع المادة الجافة لـه يـتم معظمه فى القدم العلوى من التربة (Allmaras etal, 1975)، على حـين وجـد أن ٩٠% أو أكثر تنتشر فى ال ١٥ سم السطحية. وذكر Mitchel and Russell (1971) و Raper and Barber1970 أن ٧٠% من الجذور تنتشر جانبيا فى المنطقة الممتـدة لمسافة نصف قدم من مركز الجذور حول النبات، ولقـد ذكـرمعظم البـاحثين أن نباتات فول الصويا تحتاج إلى جذور متعمقة قوية أثناء التعـرض للجفـاف حتـى تستطيع تجنب التاثير الضار على المحصول النهائى، حيث تـؤدى زيـادة عمـق الجذر إلى زيادة الكمية الكلية للماء القابل للإستفادة والصالح للإمتصاص بواسـطة النبات أثناء موسم النموعند ثبات بقية العوامـل. ولقـد درس Huck etal (1986) التاثير النسبى للإجهاد المائى على توزيع المادة الجافة بين الجذر والأفـرع أثنـاء نمو المجموع الخضرى والثمرى، حيث لوحظ التأثير المعنوى لنقص الوزن الكلى للأفرع والبذور وزيادة طول المجموع الجذرى عند التعرض للجفاف. وعنـد رى النباتات تنتشر الجذور سطحيا مع إنتظام فى التوزيع وقلة فى الكثافة عنه فى حالة عدم رى النباتات رغما عن سرعة شفاء الجذور بدرجة أكبر للنباتات المروية عن النباتات غير المروية وذلك للجذور المنتشرة بالمنطقة أسفل منطقة ٢٠ سم، ويزداد الفرق المعنوى فى نمو الجذور بين النباتات المروية وغيـر المرويـة باسـتمرار التعمق فى قطاع التربة. ويمكن القول أن تأثير نقص الماء على العلاقة بين الجذر والأفرع واضحة للغاية حيث يكون تاثيره قليل على الأفرع.

ويتأثر نمو جذر فول الصويا كثيرا بالماء فى مراحل نموه المختلفة فيـزداد نمـو الجذر الأولى ومعظم الجذور الجانبية بسرعة عند توافر الظروف الملائمة بمرحلة V6 (مرحلة العقدة السادسة) ليصل الى عمق ٨و- م، ويمتد المجمـوع الجـذرى بمعدل متسارع من مرحلة النمو الخضرى المتأخرة الى نهاية مرحلة التزهير (V6-R2) وبوصول النبات الى مرحلة أكتمال تكوين البـذور (R6) يـصل المجمـوع الجذرى لعمق اكبر من ١,٨ م مع إنتشاره جانبيا لمسافة ٢٥-٥٠ سم.

وكما سبق القول فإن نمو المجموع الجذرى يتاثر بشدة بالتراكيب الوراثية حيث ذكر Kaspar etal (1978) وأن إستطالة قمم الجذورللأصناف تبلغ ١٣مم/يوم وأن أبطأ أصناف تستطيل بمتوسط يبلغ ٨٣٥ مم بينما تصل إلى ١١٧٣ مم للأصناف، السريعة بعد ٢٧ يوما بمتوسط مقداره ١٢,٥مم فى اليوم. ولقد ذكر Specht etal (1986) فى دراسة على سبعة أصناف أثناء مرحلة النمو الثمرى أن الجذور تتعمق بمعدل ١١- ١٨ مم فى اليوم أثناء مرحلة النمو الخضرى و٣٣-٨١ مم فى اليوم بتقدم النباتات من مرحلة بداية التزهير (R1) إلى بداية تكوين القرون (R3) و٣٦ مم فى اليوم من مرحلة إكتمال تكوين القرون (R4) إلى بداية تكوين البذور (R5) وذلك للأصناف غير محدودة النمو. ويمكن القول أنه عند إختيار الصنف الواجب زراعته مراعاة كل من معدل وبقاء الجذر وكذلك إمتداده.

٣- الإحتياج المائى والإستهلاك المائى

إن معدل إستعمال الماء خلال موسم نمو محصول فول الصويا هام لتقدير فترات حاجة النبات لكميات مرتفعة من الماء. يختلف الإحتياج المائى لمحصول فول الصويا تبعا لمنطقة الزراعة وطول فترة حياة الصنف المنزرع ويتراوح الإحتياج المائى ما بين ٣٣٠-٨٢٥ مم بمناطق الزراعة المختلفة بالولايات المتحدة الامريكية أى مايساوى ١٣٨٦-٣٤٦٥ م^3 للفدان أو ٣٣٢٦-٨٣١٦ م^3 للهكتار، ويرجع هذا الإختلاف الكبير للإختلاف فى توزيع الأمطار ومتطلبات عملية التبخير الكلى. ويبلغ الإحتياج المائى أو ما يعرف بالمقنن المائى بمصر مقدار يتراوح ما بين ٢٥٠٠-٣١٥٠ م^3 للفدان تبعا لمنطقة الزراعة. ويعبر عن الإحتياج المائى للمحصول كنسبة بين النتح بخرللنبات والتبخير بوعاء البخر، ويمثل الأخير إحتياج البخر بواسطة عوامل المناخ، وبتقدم النبات فى العمر وزيادة المجموع الخضرى تزداد هذه النسبة وعادة ما تكون منخفضة حتى ٤٠ يوم من الزراعة يعقبها زيادة واضحة لتصل إلى أقصاها عند عمر ما بين ٦٠-١٠٠ يوم من الزراعة.

يهدف منتج النبات للحصول على أعلى محصول بأقل قدر من الماء وعلى ذلك تعرف كفاءة الرى بأنها الزيادة فى محصول البذور الناتجة من وحدة واحدة من الماء. وتقل كفاءة الرى بإضافة الماء قبل مرحلة بداية التزهير (R1) حيث لا يزيد

المحصول معنويا بإضافة الماء فى هذه المرحلة وعند تعرض النباتات للجفاف فى مرحلة ما قبل بداية تكوين القرون (R3) إلى بداية نضج البذور (R5) حيث تكون كفاءة الرى مساوية أو أعلى منها بمرحلة بداية التزهير لقلة المياه المستخدمة فى إنتاج وحدة واحدة من محصول البذورعند تأخر عملية الرى.

٤- وضوح تأثير السنوات والأصناف والمواقع وتفاعلاتها مع العوامل الجوية والإجهادات التى لا يمكن للرى التغلب عليها وكذلك لاختلاف احتياجات النتح بخر للأصناف، خلال السنوات المختلفة.

لقد اقترح Specht et al (1986) أن الأصناف التى تتغير كمية محصول بذورها نسبيا بدرجة قليلة بإضافة وحدة الماء يمكن إعتبارها غير حساسة للجفاف على حين أن الأصناف التى تستجيب جذورها بدرجة أكبر بإضافة وحدة من الماء يمكن إعتبارها حساسة للماء ويمكن زراعتها بالمناطق المطرية حيث يكون الجفاف شائعا، على حين أن الأصناف التى يزداد محصول بذورها بإضافة وحدة واحدة من المياه فإنها تكون أكثر ملائمة لمناطق الرى حيث يمكن إضافته كلما احتاج النبات للماء. وبصرف النظر عن الإختلاف فى كفاءة الرى بين الأصناف المختلفة فإن العائد الإقتصادى هام هو الاخر وليس فقط الإستجابة للماء المضاف.

رى فول الصويا:

ان الهدف الاساسى من الرى هو الحفاظ على الماء فى حالته المثلى بالنبات اثناء موسم النمو لان نقص ماء التربة يكون له تأثير مباشر على النمو ومحصول البذور.

يتحرك الماء من النبات إلى كتلة الهواء الخارجى حينما يكون تركيزكتلة الهواء من بخار الماء أقل من تشبع هواء الورقة الداخلى الذى يصل إلى ١٠٠% بسبب بلل اسطح الخلايا بالماء خلال فتحات الثغور. ويعتمد سريان بخار الماء للنباتات المروية على درجة حرارة الورقة والرطوبة الجوية النسبية والرياح. حيث ينساب الماء تحت هذة الظروف بمقدار ٠،٥ بوصة لكل ايكر خلال أوراق فول الصويا ويتم ذلك نتيجة فقد ٩٠% من الماء خلال فتحات الثغور، ١٠% خلال طبقة الكيوتين والشمع. ويتحرك الماء خلال أوعية الخشب تبعا لخاصية التماسك (تجاذب جزيئات الماء مع

بعضها) والتجاذب (بين جزيئات الماء وجزيئات سيليولوز أوعية الخشب) أنظر باب رقم٤. ويشبة ذلك ما يحدث لقطعة من الأسفنج تغمر أحد جوانبها فى الماء والجانب الأخر معرض للشمس والرياح. وبذلك تعمل حركة الماء خلال جدر خلايا الأليياف على الحفاظ على الرطوبة النسبية قريبة من ١٠٠% بالمسافات الموجودة أسفل الثغور وعندئذ يخرج فى صورة بخار ماء خلال الثغور ليحل محلة ماء من أسفل النبات وهكذا وفى هذة المرحلة يحقق النبات مكاسب ثلاث هى:

أمداد النبات بالعناصر الغذائية.

أنتفاخ الخلايا بالماء مما يسمح بأحتفاظها بشكلها والقيام بالوظائف الفسيولوجية مثل عمليات التمثيل الضوئى والنتح الذى يعمل على تبريد النبات خلال عملية التبخير حيث أن تبخير ١ جم من الماء يطلق قدرا من طاقة الأوراق يبلغ ٥٨٠ سعر حرارى وعند ذبول أو أقتراب النبات من الذبول فى الجو الحار ترتفع درجة حرارة الورقة بضعة درجات أكثر من الجو المحيط، على حين تنخفض درجة حرارة اوراق النباتات المروية جيدا من ٥-١٠ ف° عن الجو المحيط.

تتعرض النباتات لقدر كبير من التوتر المائى فى الجو الحار الجاف مما يؤدى إلى ظهور فقاعات هوائية بخلايا الخشب (Embolism) مما يقلل من كفاءتها فى نقل الماء وبالتالى التأثير على عملية النتح بفول الصويا (Tyree and Sperry 1989). ولقد أتضح أمكانية شفاء النباتات من هذة الظاهرة حينما يكون عدد الفقاعات قليلة وتحت ظروف الجفاف القليل وذلك بزوالة حين حلول فترة الليل التى تتميز بأنخفاض درجة الحرارة والأجواء الرطبة، أو عند رى المحصول ويتم ذلك بأمتصاصها بواسطة الخلايا المحيطة فى ظروف التوتر المنخفض.

وجد Huck etal (1983) ان عملية غلق الثغور ونقص نشاط التمثيل يحدث عندما يزداد النتح عن قدرة الجذور على أمتصاص الماء. وأوضحت دراسات أخرى أن التعرض لنقص الرطوبة يؤدى إلى توقف عمليات أستطالة الساق والورقة وباستمرار النقص يقل معدل انقسام الخليه والانسجه المرستيميه وفى دراسات أجريت بحجرات النمو أوضحت أن معدل تجمع المادة الجافة أقل حساسية من النقص فى معدل تمدد الورقة حينما يتعرض النبات لنقص الماء (Boyer 1970) ولقد خلص إلى أن نقص نمو أوراق فول الصويا تعتبر مؤشر جيد على نقص رطوبة التربة.

ويلعب المجموع الجذرى دورامهما فى علاقة فول الصويا بالماء والعناصر الغذائية حيث أنة شديد الحساسية لكل من العوامل البيئية كما سبق القول والعوامل الوراثية وبالتحكم الوراثى تختلف الأصناف، حيث ان الأصناف القليلة المحصول تتحمل الجفاف وذلك لقلة مجموعها الجذرى والعكس صحيح فى الأصناف عالية المحصول ذات المجموع الجذرى الغزير. كما تميل النباتات المتباينة للأختلاف فى توزيع المادة الجافة إلى الجذوربمعدلات مختلفة حيث أن نمو الجذور يعكس حالة نمو المجموع الهوائى والعكس صحيح تذهب نسبة كبيرة من المادة الجافة المتكونة بالنبات الصغير إلى الجذور أثناء تكوينها، ثم تقل هذة النسبة بتقدم النباتات فى العمر. ويقل تكوين الجذور الجديدة أثناء المرحلة السريعة لنمو البذور. ويعتقد أن معظم مراحل أمتصاص الماء والعناصر الغذائية يتم وعمر الجذور بضعة ساعات إلى بضعة أيام حيث يقل عند بلوغ الجذور أسبوع أو أكثر بدرجة كبيرة، ويستمر نمو وتكشف الجذور الدقيقة والشعيرات الجذرية بإستمرار بالمسافات البينية لحبيبات التربة ويتأثر أمتصاص الماء والمغذيات بدرجة الحرارة، الاكسيجين ، الملوحة ، السموم والميكروهيزا (فطر عادة مايكون مصاحبا لجذور فول الصويا ويسهل الحصول على الماء والمغذيات من التربة).

ويلعب المجموع الخضرى مع الظروف الجوية دورا هاما فى الحفاظ على محتوى الخلايا من الماء كما سبق القول. فعند وصول الرطوبة الجو النسبية ١٠٠% يصل الجهد المائى إلى قيمة صفر فى درجة حرارة ٦٨ فْ تنخفض إلى -27.5 بار عند وصول الرطوبة الجوية النسبية إلى ٩٨% (ضغط مكافئ لعمود من الماء أرتفاعة ٨٤٣ قدم) ويصل إلى -٩٤٤ بار بوصول الرطوبة الجوية النسبية إلى ٥٠% فى نفس درجة الحرارة (ضغط مكافئ لعمود من الماء أرتفاعة ٢٨٠٠ قدم) مما يوضح عدم أهمية توافر الهواء الشديد الجفاف حتى يتواجد تدرج شديد فى الجهد المائى. وعند توافر الماء بالتربة لا يحتاج النبات لجهد كبير لأمتصاص الماء بينما العكس صحيح عند تعرضة للجفاف.

ويتأثر نمو وأنتاجية فول الصويا كثيرا بحالة الماء حيث يبلغ الجهد المائى للورقة حوالى (- ٢) بار فى الفجر، ينقص بسطوع الشمس ليصل (-١٢) إلى (-١٥) بار

وقت الظهيرة وذلك تحت توافر الماء بالتربة وبنقص الأشعاع الشمسى يصل الجهد المائى للورقة صفرا ليصل مرة أخرى إلى (-٢) فى فجر اليوم التإلى. أرجع (Boyer 1970) عملية التمثيل الضوئى والنتح ونمو الورقة إلى الجهد المائى للنبات عند أختبار فول الصويا بحجرات تحكم العوامل البيئية حيث ذكر أن نمو الورقة كان أكثرها حساسية وعمليتى التمثيل الضوئى والنتح اكثر أرتباطا بغلق الثغور وأن قيمتها تزداد حوإلى ٥٠% عندما يكون الجهد المائى للورقة (- ١٢) بار بينما يصل نمو الورقة إلى هذا المستوى عند وصول الجهد المائى للورقة إلى حوإلى (-٣) إلى (-٤) بار فقط وأضاف أن النتائج بالحقل كانت مماثلة لنتائج غرف التحكم ويضاهى نمو الورقة أستطالة الساق وأرتفاع النبات. وهذا يعنى أن نمو الورقة والساق يقف أسرع بالتعرض لدورات الجفاف الناشئة عن نقص الماء مقارنة بعملية التمثيل الضوئى أو النتح التى تنقص بقفل الثغور نتيجة لأنخفاض ضغط أنتفاخ الخلايا الحارثة، وهذا يؤدى بدورة إلى توفير السكريات عندما ينقص نمو الورقة التى ربما تستخدم فى نمو الأوراق، ينتقل جزء من السكريات إلى الجذور مما يؤدى لنموها وبذلك يتم أستفادة الجذور من الظروف الأرضية ويؤدى إلى تأخير أثر الجفاف على النبات أما الباقى من السكريات التى تم توفيرها فيتجمع بأنسجة النبات الذى تعرض للجهد المائى المتوسط إلى المرتفع.

تنتقل الذائبات العضوية من الورقة إلى الأماكن المختلفة حيث تنتشر السكريات الناتجة من عملية التمثيل الضوئى من خلايا المصدر إلى خلايا المصب. توجد طبقة مفردة ذات تخصص متفرد تتكون من طبقات من الخلايا أسفل السطح العلوى لأوراق فول الصويا ويبدو أنها تسهل عملية أنتقال السكريات إلى اللحاء تكون لها أيضا وظيفة موقعية مؤقتة لتخزين المركبات المحتوية على النيتروجين قبل أستخدامها فى بناء بروتين البذور. يقوم البروتين المصاحب للخلايا المرافقة فى نسيج اللحاء بأصطياد السكريات والتحرك خلال أغشية الخلايا وضخة إلى العناصر الغربالية بنسيج اللحاء وربما يتم التحكم فى معدل الأنتقال بواسطة كمية الذائبات العضوية التى تم ضخها إلى العناصر الغربالية والتى من المرجح أن المواد المتاحة المنتشرة من الخلايا النشطة تتحكم فيها نتيجة لتجمع المواد بالعناصر الغربالية .يزداد تركيز الذائبات التى تجذب الماء حيث يزداد ضغط الماء بالخلايا الغربالية فتتحرك إلى فتحات الغربال حاملة

معها المواد العضوية إلى أجزاء النبات الأخرى (وتتأثر مرحلة النمو الثمرى كثيرا بنقص الماء بالتربة حيث ان حساسية نباتات فول الصويا تكون مرتفعة عند التعرض للجفاف اثناء مرحلة أمتلاء القرون مقارنة بتعرضة اثناء مرحلة الازهار كما سبق القول، لذلك فقد ذكر Christy and Porter (1982) ان محصول فول الصويا محصلة لاستمرار التحكم فى تدفق المواد الممثلة إلى المصب وعدد البذور وحجم البذور المصاحب لعملية التمثيل الضوئى خلال مراحل النمو الثمرى. وتزداد اعداد القرون والبذور عند رى النباتات مبكرا فى مرحلة الأثمار. ولقد وجد Kadhem etal (1985)، أن رى محصول فول الصويا مقارنا بعدم الرى يؤدى إلى عدم تاثر الكمية الكلية للمجموع الجذرى رغماعن كونة يتعمق وينتشر افقيا إلى مسافة ابعد لذلك فان عدم رى المحصول يؤدى إلى نقص مساحة الورقة بنسبة ٦٢% ووزن القرون بنسبة ٧٤% قرب مرحلة النضج الفسيولوجى مقارنة بالنباتات المروية وبذلك يمكن القول ان الرى يعمل على زيادة مساحة الورقة وأرتفاع محصول البذور وتراكم المادة الجافة.

وتؤثر خصائص التربة مثل القوام والبناء وعمق التربة والتوصيل الهيدروليكى على صلاحية الماء للاستفادة بواسطة النبات ،حيث تحتوى التربة الرملية على كمية محدودة من الماء ولكنها تجود بمائها بيسر للنبات وعلى العكس من ذلك فان التربة الطينية تحتوى على كمية كبيرة من الماء مع تميزها بقلة الماء الميسر وبطءه على حين ان الارض التى تحتوى على نسبة مرتفعة من السلت توفر قدر كبير من الماء الميسر الذى يؤدى إلى الحصول على قدر كبير من الماء الميسر يؤدى إلى الحصول على نمو كبير وتراكم للمادة الجافة.

وتعتبر فترة تكوين وأمتلاء القرون الفترة الحرجة للماء حيث ينقص المحصول بدرجة كبيرة بالتعرض للجفاف حيث وجد Doss etal (1974) ان مرحلة أمتلاء القرون هى اكثر المراحل حساسية للماء حيث يستخدم الرى اثناءها للحصول على اقصى محصول من البذور.

جدولة عملية الرى

تتطلب عملية الرى أضافة الماء بالكمية المناسبة وفى الوقت المناسب ومن هنا فان جدولة الرى هى العنصر الأساسى لأدارة عملية الرى جيدا لذلك من المهم تحقيق

هدف الحصول على محصول مرتفع وعائد أقتصادى مرتفع. لقد أعتبر (Tacker etal.1994) أن عدم كفاية ماء الرى أو /أضافتة فى الوقت غير المناسب من أهم الأسباب لخفض محصول فول الصويا المتوقع لماء الرى المستخدم. ولقد أظهرت خلاصة العديد من الدراسات التى أجريت على العديد من الدراسات التى أجريت على أستجابة أصناف فول الصويا للرى طول حياتة بمراحل النمو الخضرى والثمرى مقارنا بالرى أثناء مرحلة الأثمار من بداية الأزهار إلى تكامل تكوين البذور لخصها (Reicosky and Heatherly 1990) فى التالى:

أن رى نباتات فول الصويا قبل بداية مرحلة الأزهار لم يكن لة تأثير معنوى على كمية المحصول مقارنا بالرى فقط أثناء مرحلة الأثمار.

أرتفاع كفاءة الرى (زيادة فى محصول البذور /أيكر/بوصة من الماء) عادة بالرى أثناء مرحلة الأثمار. وبذلك يمكن القول أن الرى قبل الأزهار يكون أقل فائدة من الرى بعدة.

أن تعرض النباتات للجفاف أثناء مرحلة النمو الخضرى قد تعادل الرى قبل الأزهار للحصول على النمو الخضرى الكاف.

تأخير الرى حتى مرحلة أكتمال نمو القرون أو بداية مرحلة تكوين البذور تقلل كمية المحصول مقارنا بالرى من بداية تكوين الأزهار.

تزداد أعداد القرون والبذور بالرى أثناء مرحلة الأثمار وقد تساهم أعداد البذور فى زيادة كمية المحصول.

أذا تأخر الرى لمرحلة أمتلاء البذور تزداد وزن البذور وقد يساهم ذلك فى زيادة المحصول

ينبغى أستمرار عملية الرى التى بدأت أثناء المرحلة المبكرة من الأثمار حتى مرحلة أمتلاء البذور وأضاف Heatherly and Spurlock (1993) أن الرى لجميع أطوار النمو الثمرى يؤدى إلى الحصول على أكبر عائد أقتصادى وذلك للأسباب التالية:

أ – أن تطور الأعضاء الثمرية للنبات يتم فى هذة المرحلة.

ب – وصول دليل مساحة الأوراق إلى أقصى مستو أو قريبا منة وبذلك يكون جهد النتح بخر فى أقصاة.

ج – تتحدد مكونات محصول البذور (القرون، البذور/القرن، وزن البذور) فى هذة المرحلة.

ينبغى التأكيد على وجوب توفير الماء اللازم لعملية أنبات البذور حيث تحتاج لأمتصاص كمية من الماء تعادل ٥٠% من وزنها لأنتظام الأنبات وللحصول على العدد الأمثل من النباتات القائمة بالحقل وأيضا أضافة الماء للنباتات بمرحلة النمو الخضرى بقدر يكفى للحصول على نمو خضرى يؤهلة لأنتاج أزهار وقرون وبذور مرتفعة المحصول ذات عائد أقتصادى مرتفع.

وتؤثر خصائص التربة مثل القوام والبناء وعمق التربة والتوصيل الهيدروليكى على صلاحية الماء للأستفادة بواسطة النبات حيث تحتوى التربة الرملية على كمية من الماء ولكنها تجود بماءها بيسر للنبات وعلى العكس من ذلك فأن التربة الطينية تحتوى على كمية كبيرة من الماء مع تميزها بقلة الماء الميسر وبطئ حركتة على حين أن الأرض التى تحتوى على نسبة مرتفعة من السلت توفر قدر من الماء الميسر الذى يؤدى إلى الحصول على قدر كبير من الماء الميسر يؤدى للحصول على نمو كبير وتراكم للمادة الجافة.

التسميد:

ان محصول فول الصويا كغيرة من المحاصيل يحتاج لتوافر الماء والعناصر الغذائية لتكمل دورة حياتة وليعطى محصول اقتصادى مرتفع ولذلك فلابد من ان يكون هناك توافق بين التسميد والرى للحصول على اكبر أنتاج. إن حالة ماء التربة والنبات ذات تاثير على أمتصاص المغذيات وتراكمها، وذلك لتاثيرها على نمو النبات، ويعتمد أمتصاص الكاتيونات على توافر الماء بالتربة وان كانت تختلف فيما بينها حيث يستجيب أمتصاص البوتاسيوم لحالة الماء بالتربة اكثر من كل من الكالسيوم والمغنسيوم. ولقد ذكر ان رى النباتات يؤدى إلى تشجيع انتشار الفوسفور إلى جذور النباتات وزيادة تركيزة. ونادرا ما يكون ذو تاثير على تركيز وتراكم الحديد والمنجنيز والزنك. وتتاثر عملية تثبيت الازوت الجوى بمحتوى التربة من الماء حيث وجد نقص

هذة العملية فى نباتات فول الصويا عند تعرض النباتات للإجهاد المائى، حيث تظهر القشرة الخارجية للعقد الجذرية تغييرات فى تركيب مكوناتها السيتوبلازمية عند التعرض لإجهاد متوسط وبزيادة شدتة يتاثر نشاط العقد الجذرية ولقد ذكر Pankhurst and Sprent (1975) وجود علاقة بين نقص نشاط العقد الجذرية فى ظروف الجفاف والتغييرات الحادثة فى انتشار الاكسوجين ومعدل التنفس. ولقد لاحظ Huang etal (1975) وجود علاقة كبيرة بين كل من معدل عملية التمثيل الضوئى والنتح وتثبيت الازوت الجوى بنقص الجهد المائى للخلية الا ان عملية التنفس تظل ثابتة تحت هذة الظروف. درس Matheny and Hunt (1983) تاثير الرى على تراكم كل من النيتروجين المثبت وغير المثبت حيث وجدوا ان الرى يعمل على تراكم النيتروجين والنسبة المئوية للنيتروجين المضافة من عملية التثبيت لتصل إلى ٩٠%.

النيتروجين:

لما كان محصول فول الصويا من المحاصيل التابعة للفصيلة البقولية والتى لها القدرة على تكوين العقد البكتيرية على جذورها، لذلك فان هذا المحصول لة القدرة على تثبيت الأزوت الجوى بواسطة بكتيريا Bradyrhizobium japonicum التى تتبادل ناتجات عملية التمثيل الحادثة بالنبات بمركبات النيتروجين العضوية التى تثبتها ويستخدمها النبات فى تمثيل البروتين. كذلك فان لنبات فول الصويا القدرة على أمتصاص الأمونيا والنترات التى قد تنتج طبيعيا بالعمليات المختلفة التى تحدث فى التربة أو من خلال أضافتها فى صورة أسمدة غير عضوية او عضوية، وتمد التربة النبات بأغلب أحتياجاتة من النيتروجين فى مراحل النمو المبكرة حيث تصل نسبتة فى هذة المرحلة إلى ٧٣-٧٨% فى حين يستمد باقى أحتياجاتة من النيتروجين المثبت بأستمرار تقدم النبات فى العمر لتصل إلى أقصاها عند الأزهار، وعلى العموم فان متوسط ما تساهم بة عملية التثبيت فى أحتياجات النبات تبلغ ٤٧%. وينقص طول النبات ويتقزم وتتحول الأوراق الكبيرة إلى اللون الأخضر الباهت بنقص النيتروجين مع ظهور عدم أنتظام للون الأصفر بتقدم النبات فى العمر، ويمكن القول أن على المنتج أن يوفر الأزوت سواء عن طريق أضافتة للتربة أو من خلال عملية تثبيت الأزوت الجوى بحيث يكون تركيز النيتروجين الكلى بالاوراق الكاملة لا يقل عن ٤%

قبل عقد القرون. ويؤثر على عملية تثبيت الأزوت نقص عملية تكوين العقد الجذرية. ونقص النيتروجين القابل للأستفادة فى التربة. والإجهاد الرطوبى ونقص المولبدنيوم وزيادة حموضة التربة ونقص الكالسيوم والأصابة بحويصلات الديدان الثعبانية.

الفوسفور:

رغما عن أن أحتياج فول الصويا من عنصر الفوسفور أقل من كل من النيتروجين والبوتاسيوم الا أنة مهم للغاية لنمو وتطور النبات حيث أن من أهم وظائفة تخزين ونقل الطاقة والتأثير على أغشية الخلية وكذلك عملية التوريث. وعلى مستوى نبات فول الصويا فان عنصر الفوسفور يلزم للمجموع الجذرى والخضرى وأنتاج البذور. يتضح من الدراسات أن عملية تراكم الفوسفور قبل الأزهار تتم بأكبر قدر فى الأوراق مقارنة بالسيقان وأعناق الأوراق. وفى أثناء عملية أمتلاء القرون فان الفوسفور ينتقل من السيقان والأوراق وأعناقها إلى البذور المتكونة. وعند تعرض النباتات لنقص الفوسفور يتقزم النمو وتصبح الوريقات صغيرة الحجم كما يتأخر الأزهار والنضج. ويمكن الأستدلال على المعدل الكافى للسماد الفوسفاتى من خلال نسبتة فى الأوراق حيث ذكر أن النسبة التى تتراوح مابين ٠,٦٢ – ٠,٥% فى الأوراق الناضجة قبل عقد القرون تعتبر مدلول على كفايتة.

البوتاسيوم:

يحتاج فول الصويا إلى قدر من البوتاسيوم يبلغ ٣٠-٥٠% من كمية النيتروجين المطلوبة. ويعتبر عنصر مهم فى التفاعلات الأنزيمية وتمثيل البروتين وكفاءة أستخدام الماء. كما يعمل على مقاومة الجفاف وتحسين جودة الثمار والبذور والحساسية للصقيع ومقاومة الأمراض.

وعند أضافة البوتاسيوم فى التربة الفقيرة فذلك يؤدى إلى زيادة أعداد قرون النبات والعقد الجذرية ووزن العقد الجذرية وزيادة سطح المجموع الجذرى. وتعتبر نسبة ١,٧ – ٢,٥% للبوتاسيوم بالأوراق الناضجة مدلول على كفايتة وذلك بمرحلة ما قبل عقد الثمار. وعند تعرض النباتات لنقص البوتاسيوم تظهر على حواف الوريقات كبيرة العمر لون أصفر غير منتظم وباستمرار التعرض للنقص تظهر ثقوب

وأنخفاضات على أحرف الأوراق كما تظهر تجاعيد وتشوهات بالبذور عند نقص البوتاسيوم أثناء تكون البذور.

أصناف الزيت وأصناف الطعام:

يستعمل محصول فول الصويا بطرق مختلفة تبعا للبلدان المختلفة حيث تستخدم فى مناطق الشرق الأقصى فى أنواع مختلفة من الأطعمة مشتملة على التوفو، ولبن الصويا والميزو، والناتو والتمف والصويا النابتة. أما فى مناطق الغرب فيتم جرش فول الصويا لإستخلاص الزيت والحصول على أكلات منزوعة الدسم ويستخدم الزيت فى الأستهلاك الأدمى. على حين تستخدم وجبات الصويا لأستهلاك الحيوانات، مع الأحتفاظ بنسبة ضئيلة تصنع لأنتاج مكونات بروتين الصويا التى تتضمن دقيق الصويا والمركزات وغيرها هذة المكونات تدخل فى صناعة أنواع مختلفة من المخبوزات ومنتجات الألبان ومنتجات اللحوم وغذاء الأطفال وما يعرف بأسم أجيال جديدة من أطعمة الصويا.

من أجل هذا الخلاف يوجد نوعين من فول الصويا النوع الأول ونعنى بة فول الطعام والثانى فول الزيت. ويختلف فول الطعام عن فول الزيت فى القليل من الصفات حيث يتسم بقلة وزن غلاف البذرة ووضوح السرة وأرتفاع محتوى البروتين وأنخفاض محتوى الزيت والمحصول.

يوجد بنبات فول الصويا مواد هامة لها تأثير على مقاومة بعض الأمراض تسمى Phytochemicals وهى مواد غير غذائية يحتوى فول الصويا على كمية كبيرة منها يتفوق بها عن بقية النباتات البقولية. تتضمن Isoflavones، Saponines، Phytate، Phytasterols، Phenolic acid، Tripsin inhibitors هى المسئولة عن منع الأمراض المختلفة.

كما أن بروتين فول الصويا يؤدى إلى نقص تركيز الكولسترول الكلى بالدم ونقص الليبيدات المنخفضه الكثافة الذى تؤدى إلى تصلب الأوعية الدموية ونقص الجليسريدات الثلاثية والمحافظة على مرونة الشريان التاجى نتيجة لتشجيعة زيادة الليبيدات العالية الكثافة.

وتحتوى بذرتة على ٢٠-٢٤% من زيت فول الصويا، وهو بدورة يحتوى على ٦١% أحماض دهنية متعددة غير مشبعة و٢٤% أحماض دهنية أحادية غير مشبعة. يحتوى الزيت النقى على ٥٠% لينولييك و٨% لينولينك التى تساعد فى أمتصاص الفيتامينات الحيوية الضرورية لصحة الأنسان. كما تعمل على تنظيم أنقباض العضلات بسهولة، وتنظيم ضغط الدم والنمو الصحى للخلايا.

كما ويحتوى على السكريات المعقدة Oligosaccharides التى تساعد نوع معين من البكتريا التى لها علاقة بخفض احتمالات الأصابة بالسرطان.

أما عنصر البورون فيوجد بكمية جيدة يمنع هشاشة العظام وذلك حيث أن نقصة يؤدى إلى عدم أحتفاظ الجسم بالكالسيوم.

كما ويكون لة تأثير معقول على تنشيط هرمون الأستروجين.

يحتوى أيضا على نسبة مرتفعة من حمض الفوليك الذى وجد نقصة فى أنسجة خلايا الرئة بمرضى سرطان الرئة.

الحصاد:

تعتبر عملية الحصاد من العمليات الهامة المحددة لربحية المنتج فرغما عن أن معظم المحصول يتم فى مرحلة جفاف البذور الناضجة ، إلا أن نسبة ضئيلة يتم حصادها قبل النضج وفيها تستخدم البذور غير الناضجة كخضر أو فى بعض مكونات الأطعمة.

وتعتبر البذور ناضجة حينما تصل نسبة الرطوبة إلى أقل من ١٤% من الرطوبة بالحقل حينذاك تعتبر البذور صالحة للحصاد ويتوقف ميعاد الحصاد على الصنف، منطقة النمو، ميعاد الزراعة والظروف الجوية المحلية. وفى الولايات المتحدة الأمريكية قد يبدأ الحصاد مبكرا فى منتصف سبتمبر أو متأخرا حتى منتصف ديسمبر وعلى ذلك فان أنشط أشهرالحصاد تكون فى أكتوبر ونوفمبر.

ويزرع فول الصويا فى مصر صيفا فى الفترة من أوائل مارس وحتى أوائل شهر مايو. ويفضل تحميلة فى أراضى الوادى على الذرة الشامية. فى حالة تأخر الزراعة عن شهر مايو، وفى حالة التبكير عن أوائل شهر مارس يقل المحصول لنقص عدد النباتات بوحدة المساحة لأنخفاض درجة الحرارة مما يؤدى إلى نقص نسبة الأنبات

obeikandl.com

حيث أن الدرجة الملائمة للأنبات تتراوح مابين ٢٥-٣٠ م٥ خلال ٣-٤ أيام. وذلك لزيادة طول الفترة اللازمة لظهور البادرات وعادة ما تنبت البذور بعد ٥-٦ أيام ويتم الأنبات بعد ١٢ يوما فى الظروف غير الملائمة. كما ويتأخر أزهار لنباتات ونضجها، للأصناف المبكرة من ١٢٠ يوم عند الزراعة فى الميعاد المناسب إلى ١٦٠ يوما عند الزراعة المبكرة. ويؤدى تأخير ميعاد الزراعة من جهة أخرى إلى نقص القدرة الأثمارية وزيادة احتمال التعرض للأصابة بديدان ورق القطن وذبابة الفاصوليا.

ويتم الحصاد بطرق مختلفة يدويا أو بآلة الحصاد Combines حيث يلتقط الأوراق والسيقان والقرون وتقوم بفصل البذور عن القرون ونقلها إلى عربات النقل truck وأعادة باقى الأجزاء للحقل ويتم ذلك فى الولايات المتحدة الأمريكية. وفى البلدان الأخرى يتم الحصاد بواسطة قطع النباتات على أرتفاع ١-٢ بوصة من سطح التربة بسكاكين cutter ويتم ذلك فى الصباح الباكر فى وجود الندى حتى لاتنفرط البذور أو بواسطة قطع النباتات بالـ sickles اليدوى وذلك فى المساحات الصغيرة. تجمع النباتات التى تم حصادها وتجفف ثم يتم دراسها.

التجفيف:

يتم تجفيف البذور مباشرة فى حالة أحتوائها على أكثر من ١٤% للحفاظ على جودتها، ولعدم السماح بنمو الفطر والبكتيريا ولمنع أنباتها، يوجد نوعان من طرق التجفيف الأولى طبيعية وذلك بنشر البذور بالجرن لمدة ٢-٣ يوم مع التقليب المستمر ويعرف ذلك بالتجفيف بواسطة أشعة الشمس وبمجرد وصول الرطوبة بالبذور إلى النسبة المطلوبة تنقل إلى أماكن التخزين. ويتبع ذلك فى الأماكن المشمسة وفى الكميات الصغيرة.

أما بالمناطق التى تنتشر بها السحب والرطوبة وتحت ظروف الأنتاج الكبير فلا تصلح هذة الطريقة. حيث تستخدم المجففات الميكانيكية فى عملية التجفيف ويكون أنسبها الذى يعتمد على تجفيف البذور ببطئ، وينبغى عدم تجفيف البذور سريعا حتى لايؤدى ذلك إلى تصلب أغلفة البذور الخارجية والسماح بأنتشار الماء إلى الطبقة الداخلية، وينبغى رفع درجة الحرارة للحد اللازم للوصول إلى محتوى الرطوبة الملائم

وعدم السماح بزيادة الحرارة لتصل لأعلى من ٧٦م ٥ حتى يتم تجنب تلـــون البـــذور وتغيير طبيعة البروتين.

التخزين:

تخزن بذور فول الصويا فى الولايات المتحدة الأمريكية أما فى تنكات من الصلب أو من الأسمنت.

وتفقد بذور فول الصويا جودتها أثناء عملية التخزين، نتيجة للنـــشاط البيولـــوجى للبذور نفسها أو النشاط الميكروبيولـــوجى أو نتيجـــة لمهاجمـــة الحـــشرات والحلـــم والقارضات، ويظهر ذلك فى نقص حيوية، وأنبات البذور، وتلونهـــا، ونقـــص المـــاء الممتص، والتغيرات فى تركيب البذور، ونقص جودة الزيت والبروتين، ويعتبر التلف الناشئ عن الحرارة أكبر مسبب لنقص جودة البذور، وحيث أن الضرر الناشـــئ عـــن الأسباب الأخرى من الصعب أجتنابة إلا أن التحكم الجيد فى درجة حـــرارة ورطوبـــة المخزن تمكن المنتج من تلافى الأضرار الكبيرة.

obeikandl.com

قائمة المراجع

- Allmaras, R.R., W. W. Nelson and W. B. Voorhees. 1975. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39:771-777.
- Boyer،J.S.1970. Plant physiol.46;233-235.
- Christy, A.L. and C.A. Porter 1982. canopy phytosynthesis and yield in soybean. P: 499 - 511. In Govindjee (ed) Photosynthesis: Development, 'carbon metabolism and plant productivity :2 Academic Press' New York.
- Doss 'B.D.' R. W. Pearson' and H' T. rogers. 1974. Agron. J. 66:297-299.
- Final Report. 1997-2001. New Integrated Technology for Increasing Productivity of Oil Crops Under Newly Reclaimed Lands in Egypt. Submitted by Nemat A. Noureldin and Jagmohan Joshi. Line 930/102 of the University Linkage Project. Second stage (Foreign Supreme Council of Universities in Egypt and USAID, 1997-2001).
- Heatherly 'L. G. 'and S. R. Spurlock. 1993. Agron. J. 85; 1103- 1108.
- Huang, C. Y., J. S. Boyer, and L. N. Vanderhoef. 1975.. Plant physiol. 56:222-227.
- Huck, M. G., K. Ishihara, C. M. Peterson, and T. Ushijima. 1983.. Plant Physiol. 73 : 422 - 427.
- Huck, M. G., C. M. Pearson, G. Hoogenboom and C. D. Bush. 1986. Agron. J.78: 807 - 813.
- Kadhem, F. A., J. E. Specht, and j. H. Williams. 1985. Agron. J. 77 : 299 - 304.
- Kasper, T. C., C. D. Stanley, and H. M. Taylor. 1978. Agron. J. 70 : 1105 - 1107.
- Matheny, T. A., and P. G. Hunt. 1983. Agron. J. 75 : 719 - 722.
- Mitchell, R. L. and W. J. Russell. 1971. Agron. J. 63 : 313 - 316.
- Pankhurst, C. E., and j. i. Sprent. 1975. J. Exp. Bot. 26 : 287 - 304.
- Raper, C. D., Jr., and S. A. Barber. 1970. Agron. J. 62 : 585 - 588.
- Reicosky, D. A. and L. G. Heatherly. 1990. Soybean, in B. A. Stewart and D. A. Nielsen, Eds., Irrigation of Agricultural Crops, Agronomy Monograph 30 : 639 - 674. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Soybean in Egypt. 2001. Proccedings of The International Conference on Soybean Production under Newly Reclaimed Lands in Egypt November 28-29, 1998. Edited by Robert B. and Nemat A. Noureldin. Univ.Press of Maryland Bethesda Maryland.
- Specht, J. E., J. H. Williams, and C. J. Weidenbenner. 1986. Crop Sci. 26:922-934.

Tacker, P. L., E. D. Vores and L. O. Ashlock 1994. Drainage and irrigation N. I. O. Ashlock, ed., Technology for Optimum Production of Soybeans Publ. AG 411 - 12 ñ 94, Univ. of Arkansas Coop. Ext. Serv. Fayettville, Ar.

- Tyree, M. T. and J.S. Sperry 1989.. Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol 40: 19-38.