



وزارة التعليم العالي  
الهيئة العامة للتقانة الحيوية

الجمهورية العربية السورية  
جامعة دمشق  
كلية الزراعة

التوصيف الشكلي والجزيئي لأصناف مدخلة من الذرة البيضاء السكرية وتحديد  
التتابعات النكليوتيدية لمورثة تصنيع السكر *SuSy2*  
**Morphological and Molecular Characterization of Introduced Sweet  
Sorghum and Sequencing of *Sucrose synthase* gene (*SuSy2*)**

بحث أعد لنيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية  
قسم المحاصيل الحقلية

إعداد

م . ديماء الحاج تركي  
الهيئة العامة للتقانة الحيوية

الإشراف

د. مجد الجمالي (مشرفاً مشاركاً)  
قسم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة  
كلية الصيدلة - جامعة دمشق

د. عدنان قنبر (مشرفاً)  
قسم المحاصيل الحقلية  
كلية الزراعة - جامعة دمشق

## شهادة

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في اختصاص  
المحاصيل الحقلية من كلية الهندسة الزراعية في جامعة دمشق.

This thesis has been submitted as partial fulfillment of the requirement for a  
master degree in Field Crops at the Field Crops Department-Faculty of  
Agriculture, in Damascus University.

## لجنة الحكم:

- الأستاذ الدكتور عصام قاسم- كلية العلوم- جامعة دمشق (عضواً)
- الدكتورة سلام لاوند- كلية الهندسة الزراعية- جامعة دمشق (عضواً)
- الدكتور عدنان قنبر- كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق (عضواً مشرفاً)

نوقشت هذه الرسالة وأجيزت بتاريخ 2012/5/15.

## شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة  
ديما الحاج تركي بإشراف الدكتور عدنان قنبر الأستاذ المساعد في قسم المحاصيل الحقلية /  
كلية الزراعة/ جامعة دمشق، والدكتور مجد الجمالي قسم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة /  
كلية الصيدلة/ جامعة دمشق.  
وإن أية مراجع أخرى ذكرت في هذا العمل موثقة في نص هذه الرسالة.

المشرف المشارك

د.مجد الجمالي

المشرف

د.عدنان قنبر

المرشحة

م. ديماء الحاج تركي

.....

.....

.....

We witness that the described work in this thesis is the result of scientific research conducted by the candidate Dema Alhajturki, under supervision of Dr. Adnan kanbar at the department of Field crops, Faculty of Agriculture -Damascus University, and Dr. Majd Aljamali at the department of Biochemistry and Microbiology, Faculty of pharmacy -Damascus University.

Any other references have been mentioned in this work are documented in the text of the thesis.

## تصريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الأطروحة تحت عنوان:

التوصيف الشكلي والجزيئي لأصناف مدخلة من الذرة البيضاء السكرية وتحديد التتابعات  
النكليوتيدية لمورثة تصنيع السكر *SuSy2*

لم يسبق أن قُدم للحصول على أية درجة جامعية أخرى. وهو غير مقدم حالياً لذلك، وأن كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرفين العلميين، وقد نسبت أية معلومات أو نتائج أخرى في الأطروحة إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشحة

م. ديماء الحاج تركي

.....

## Declaration

I declare that the present research entitled:

**Morphological and Molecular Characterization of Introduced Sweet Sorghum and Sequencing of *Sucrose synthase* gene (*SuSy2*)**

Is a new research work that has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is not submitted by any one for any degree.

**Candidate**

**Dema Alhajturki**

.....

## كلمة شكر

### Acknowledgement

لا يسعني في نهاية هذه المرحلة إلا أن أتوجه بأخلص معاني الشكر والعرفان بالجميل لكل من مدّ لي يد العون في إكمال وإنجاز هذا العمل كي يرى النور. وأخص بالشكر:

- المشرفين على هذا البحث الدكتور **عدنان قنبر** والدكتور **مجد الجمالي** الذين قاما بالدور الأكبر في توجيه خطوات البحث، وأمطرا عليّ بوافر خبرتهم وجزيل عونهم.
- لجنة الحكم الممثلة بالأستاذ الدكتور **عصام قاسم** والأستاذة المساعدة الدكتورة **سلام لاوند** على مراجعة الأطروحة وملاحظاتها الغنية في تقييم الأطروحة لتظهر بالشكل الأمثل.
- **الهيئة العامة للتقانة الحيوية (NCBT)** ممثلة بالأستاذ الدكتور **فواز العظمة** المدير العام السابق والمدير الحالي الأستاذ الدكتور **عصام قاسم** لكل ما قدم من تسهيلات ساعدت في تمهيد الطريق أمام نجاح هذا البحث.
- ولا أنسى أن أتقدم بالشكر والامتنان إلى الإخوة في عائلتي الثانية في **الهيئة العامة للتقانة الحيوية** وخاصة المهندس **منار مخول** مشرف مخبر البيولوجيا الجزيئية والمهندسة **ساريا المرزوك** مخبر تحديد السلسلة النكليوتيدية والمهندسة **ريم ادلبي**.
- كل من قدم لي الدعم لإكمال وإتمام هذا العمل ولم يبخل في أي مساعدة علمية، عملية ومعنوية وأخص منهم السيد **باسل الحلبي** والسيد **صياح نويدر**، دائرة الوراثة البشرية- **هيئة الطاقة الذرية**.
- الدكتور **مجد جمال** مساعد المدير العام (للعلاقات مع الدولة) **إيكاردا**، والدكتور **BVS Reddy** المدير العام للمعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق المدارية شبه الجافة (**ICRISAT, India**)، الدكتور **غسان اللحام** الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية قسم أبحاث الذرة (**GCSAR**).
- وفي نهاية هذا الطريق أتقدم بأخلص معاني العرفان بالجميل لأسرتي التي أحاطتني بوافر المحبة والحنان ومدتني بجزيل العون والدعم المعنوي مما أسهم في تحقيق الهدف من هذا البحث كخطوة أولى في مجال التحصيل للدرجات العلمية العليا.

## فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع	الملخص
1	الفصل الأول	
3		1- المقدمة وأهداف الدراسة
	الفصل الثاني	
9		2- الدراسة المرجعية
10		1-2- تأثير الجفاف على الصفات الشكلية والإنتاجية للذرة البيضاء السكرية:
22		2-2- التنوع الوراثي
22		1-2-2- تقنية التكرارات التتابعية البسيطة البينية
25		2-2-2- مورثة اصطناع السكروز
	الفصل الثالث	
28		3- مواد البحث وطرائقه
28		1-3- المادة النباتية
28		2-3- مواقع التنفيذ
29		3-3- طريقة الزراعة
29		4-3- دراسة الصفات الفينولوجية والإنتاجية والكمية
29		1-4-3- موعد الإزهار
29		2-4-3- المساحة الورقية
29		3-4-3- محتوى الماء النسبي
30		4-4-3- عدد الأوراق الخضراء
30		5-4-3- قراءة Brix(%)
30		6-4-3- الغلة من المادة الحية الخضراء
30		7-4-3- سماكة الساق
30		8-4-3- طول السوق السكرية
30		9-4-3- الغلة من العصير السكري
31		10-4-3- الغلة من السوق السكرية
31		11-4-3- الغلة من البقايا النباتية
31		12-4-3- الغلة النظرية من السكر
31		13-4-3- الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي
31		5-3- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي
32		6-3- تقييم التنوع الوراثي باستخدام تقنية ISSR
32		1-6-3- استخلاص الأحماض النووية
32		2-6-3- تقدير تركيز ونقاوة الحمض النووي
32		3-6-3- التقدير النوعي للأحماض النووية
33		4-6-3- تقنية التكرارات التتابعية البسيطة البينية
35		5-6-3- التحليل الإحصائي
36		7-3- تقنية تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي
36		1-7-3- استخراج الرنا المرسال والحصول على سلسلة DNA المكملة
37		2-7-3- تصميم البودئ و تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي
38		3-7-3- تحميل العينات على هلامة الأغاروز وتلوينها

- 39 8-3- تحديد التتابعات النكليوتيدية للمورثة  
 39 1-8-3- تصميم البوادي المخصصة لعزل المورثة و تفاعل PCR  
 40 2-8-3- عزل القطع المضاعفة من الهلامة وتنقيتها  
 41 3-8-3- تحضير القطع المضاعفة لتحديد التتابعات النكليوتيدية وتحليل البيانات

#### الفصل الرابع

- 43 4- النتائج  
 43 1-4- المؤشرات الفينولوجية والشكلية والفيزيولوجية  
 44 1-1-4- موعد الإزهار  
 46 2-1-4- عدد الأوراق  
 48 3-1-4- طول السوق السكرية  
 50 4-1-4- المساحة الورقية  
 52 5-1-4- قطر السوق السكرية  
 54 6-1-4- المحتوى الرطوبي النسبي  
 56 7-1-4- الكتلة الحية الخضراء عند النضج  
 58 8-1-4- وزن البقايا النباتية  
 60 9-1-4- الغلة من السوق السكرية  
 62 10-1-4- الغلة من العصير السكري  
 64 11-1-4- قراءة (Brix %)  
 66 12-1-4- الغلة النظرية من السكر  
 68 13-1-4- الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي  
 70 2-4- علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظرفي الزراعة  
 77 3-4- الدراسة الجزيئية  
 77 1-3-4- التباين الوراثي بين الأصناف المدروسة  
 78 2-3-4- التحليل العنقودي و تحديد درجة القرابة الوراثية بين الأصناف المدروسة  
 80 3-3-4- تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي  
 81 4-3-4- تحديد التتابعات النكليوتيدية للمورثة SuSy 2

#### الفصل الخامس

- 106 5- المناقشة  
 106 1-5- تأثير الإجهاد على المؤشرات الفينولوجية والشكلية والفيزيولوجية  
 113 2-5- علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظروف مختلفة من الإجهاد المائي  
 115 3-5- التنوع الوراثي  
 117 4-5- التتابعات النكليوتيدية لمورثة اصطناع السكروز

#### الفصل السادس

- 119 6- الاستنتاجات  
 120 7- التوصيات والمقترحات  
 121 8- الملحقات  
 122 9- المراجع  
 1 Abstract

## فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	مقارنة بين الذرة البيضاء السكرية والذرة البيضاء الحبية من حيث الإنتاجية	3
2	المقنن المائي لكل من الذرة البيضاء السكرية والذرة الصفراء وقصب السكر	4
3	بعض الفروقات الزراعية والإنتاجية بين الذرة البيضاء السكرية وقصب السكر	4
4	نبات الذرة البيضاء السكرية كمحصول غذائي وصناعي وعلمي	5
5	الاسم والنسب وطريقة التربية المستخدمة في تطوير الأصناف المدروسة	28
6	مكونات تفاعل البوليميراز التسلسلي المستخدم في تقنية ISSR	33
7	برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في تطبيق تقنية ISSR	34
8	التتابع النكليوتيدي للبوادئ التي استخدمت في تقنية ISSR	34
9	التحضير لتفاعل تحويل الرنا الرسول إلى التتابع النكليوتيدي المكمل للدنا	36
10	مكونات تفاعل تحويل الرنا الرسول إلى التتابع النكليوتيدي المكمل للدنا	36
11	التتابع النكليوتيدي للبوادئ التي استخدمت في عزل كل من مورثة تصنيع السكروز والمورثة الشاهد الأكتين	37
12	مكونات التفاعل في عزل مورثة تصنيع السكروز والمورثة الخدمية الأكتين	37
13	برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في مضاعفة القطع المستهدفة	38
14	التتابع النكليوتيدي للبوادئ التي استخدمت في عزل وتحديد التتابعات النكليوتيدية لمورثة SuSy2	39
15	مكونات التفاعل التي استخدمت في مضاعفة مورثة تصنيع السكروز	40
16	برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في مضاعفة مورثة تصنيع السكروز	40
17	مكونات تفاعل تعليم التتابعات النكليوتيدية	41
18	برنامج عمل جهاز التدوير الحراري المستخدم في تعليم التتابعات النكليوتيدية	41
19	تحليل التباين للصفات المدروسة بين المكررات، الأصناف، ظرفي لزراعة الشاهد والمجهد والتفاعل البيئي	43
20	تأثير الإجهاد المائي في متوسط موعد الإزهار (يوم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	45
21	تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	47
22	تأثير الإجهاد المائي في متوسط طول السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	49
23	تأثير الإجهاد المائي في متوسط المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> ) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	51
24	تأثير الإجهاد المائي في متوسط قطر السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	53
25	تأثير الإجهاد المائي في المحتوى الرطوبي النسبي (%) في الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	55
26	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من المادة الحية الخضراء (طن/هكتار لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.	57
27	تأثير الإجهاد المائي في متوسط البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	59

61	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.	28
63	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من العصير السكري (كيلولتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	29
65	تأثير الإجهاد المائي في متوسط قراءة Brix (%) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	30
67	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	31
69	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	32
76	الارتباط بين الصفات الشكلية فيما بينها ومع الغلة النظرية من السكر والإيثانول الحيوي تحت ظرفي الزراعة المروي (الشاهد) والمجهد	33
77	التسلسل النكليوتيدي للبواقي وعدد الحزم الناتجة عن البواقي المستخدمة في تقنية ISSR وعدد الحزم المتباينة شكلياً والنسبة المئوية للتباين الشكلي	34
79	درجة القرابة الوراثية بين الأصناف المدروسة	35
82	مواضع وحجم المناطق المشفرة وغير المشفرة في مورثة اصطناع السكروز	36
99	موقع التغيرات النكليوتيدية في المناطق المشفرة وغير المشفرة	37

## فهرس الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
45	تأثير الإجهاد المائي في متوسط موعد الإزهار (يوم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	1
47	تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	2
49	تأثير الإجهاد المائي في متوسط طول السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.	3
51	تأثير الإجهاد المائي في متوسط المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> ) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	4
53	تأثير الإجهاد المائي في متوسط قطر السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	5
55	تأثير الإجهاد المائي في متوسط المحتوى الرطوبي النسبي (%) في الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	6
57	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من المادة الحية الخضراء لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	7
59	تأثير الإجهاد المائي في متوسط البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	8
61	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	9
63	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من العصير السكري (كيلو لتر/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	10
65	تأثير الإجهاد المائي في متوسط قراءة Brix (%) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	11
67	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	12
69	تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية	13
78	الحزم الناتجة عن البادئ الثاني المستخدم في تقنية ISSR في الأصناف المدروسة	14
79	مخطط التحليل العنقودي للأصناف المدروسة	15
80	الحزم الناتجة عن تطبيق تقنية تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي	16
81	الحزم الناتجة عن تطبيق تفاعل البوليميراز التسلسلي باستخدام أربع بوادئ المخصصة لمضاعفة المورثة SuSy2 مع المورثة الشاهد الأكتين	17
81	الحزم الناتجة عن تطبيق تفاعل البوليميراز التسلسلي باستخدام أربع بادئ متخصص لمضاعفة المورثة SuSy2	18
82	مخطط توضيحي للمورثة SuSy2	19
83	التسلسل النيكلوتيدي الكامل للـصنف "رزينية"	20
85	التسلسل النيكلوتيدي المكمل cDNA الكامل للـصنف "رزينية"	21
87	التسلسل النيكلوتيدي الكامل للـصنف "ICSSH30"	22
89	التسلسل النيكلوتيدي المكمل cDNA الكامل للـصنف "ICSSH30"	23

91	تراصف التسلسل النكليوتيدي للمورثة من الصنفين "رزينية" و "ICSSH30"	24
99	موقع التباين في المنطقة غير المشفرة 10 وموقع التجديل GU/AG	25
99	موقع التباين النكليوتيدي في المنطقة المشفرة 12	26
100	موقع التباين في تسلسل الأحماض الأمينية بالموقع 561 بين الصنف "رزينية" والصنف "ICSSH30" واستبدال الحمض الأميني	27
101	تراصف الحمض الأميني للمورثة SuSy بين الصنفين "رزينية" و "ICSSH30"	28
102	رابطة S-S بين جزيئين سيستئين وتأثيرها على الشكل الفراغي للبروتين	29
103	يوضح الشكل الافتراضي للبروتين للصنف " ICSSH30 " مع تحديد موقع الحمض الأميني المتغير	30
103	يوضح الشكل الافتراضي للبروتين للصنف " رزينية " مع تحديد موقع الحمض الأميني المتغير	31
104	تراصف الحمض الأميني للمورثة SuSy2 بين الأصناف رزينية، ICSSH30، قصب السكر والشوندر السكري	32

## الملخص

نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2010-2011 في مزرعة أبو جرش الواقعة في كلية الزراعة جامعة دمشق ومخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية، دمشق، بهدف تقدير درجة القرابة الوراثية بين تسعة أصناف من الذرة البيضاء السكرية وصنف واحد محلي (رزينية) وتحديد أهم الصفات الظاهرية المرتبطة بصفة الغلة من السكر تحت ظروف وفرة المياه وإجهاد ما قبل الإزهار وكذلك تحديد التتابعات النكليوتيدية لمورثة اصطناع السكر SuSy2. زرعت تسعة أصناف من الذرة السكرية المدخلة من الهند (ICSSH 31، ICSSH 25، ICSSH 30، ICSV، 25280، ICSB 324، ICSB 474، ICSB 479، ICSB 675، ICSB 38) مع صنف محلي حبي (رزينية) كشاهد بثلاث مكررات في كل ظرف بيئي (وفرة المياه، إجهاد ما قبل الإزهار). في تجربة الإجهاد المائي، تم ري القطعة الشاهد مرة كل 15 يوماً بدءاً من تاريخ الزراعة وحتى ظهور العتقول الزهري (إجهاد ما قبل الإزهار)، أما في تجربة الشاهد فقد سقيت التجربة ستة مرات خلال مراحل النمو المختلفة للنبات، وتم أخذ كامل المؤشرات المدروسة في بداية مرحلة النضج اللبني للحبوب. بينت نتائج تحليل التباين التجميعي وجود فروقات معنوية على مستوى 5% بين جميع الأصناف المدروسة للصفات المدروسة، كما كان هناك تفاعل معنوي بين البيئة والأصناف، حيث كان أداء الأصناف في ظرف الزراعة المروية أفضل بالمقارنة مع ظرف الزراعة المجهد. وقد أشارت قيم المتوسطات البيئية إلى تفوق الصنف ICSSH30 في كلا ظرفي الزراعة بالمقارنة مع باقي الأصناف في جميع الصفات الظاهرية المدروسة، كما سجل هذا الصنف أقل تباين في قراءة Brix بين ظرفي الزراعة وأعلى غلة من الإيثانول الحيوي والسكر. سجل الصنف الشاهد "رزينية" القيمة الأدنى للمتوسطات البيئية في جميع الصفات الشكلية المدروسة، باستثناء صفة طول السوق السكرية، كما حقق أعلى فرق معنوي في قراءة Brix بين ظرفي الزراعة، إضافة إلى أقل غلة من الإيثانول الحيوي والسكر. بينت علاقات الارتباط وجود ارتباط موجب وغير معنوي لصفة موعد الإزهار والمساحة الورقية مع كل من صفة الغلة من الإيثانول الحيوي والسكر وتحولت قوة الارتباط إلى موجبة معنوية تحت ظروف الإجهاد. كما لوحظ أن الأصناف التي لم تبدي تغيراً معنوياً في تركيز الذائبات الصلبة بين ظرفي الزراعة كانت الأكثر تحملاً لظروف الجفاف، وأن ارتفاع قراءة Brix تحت ظروف الإجهاد المائي كانت نتيجة لانخفاض العصير السكري ضمن السوق السكرية وهذا ما عكسته علاقة الارتباط حيث لوحظ وجود علاقة ارتباط سلبية غير معنوية بين قراءة Brix والغلة النظرية من السكر في ظروف الزراعة المروية لتصبح سلبية ومعنوية تحت

ظروف الإجهاد، في حين ارتبطت الغلة من العصير السكري مع الغلة من السكر ارتباطاً موجباً ومعنوياً في كلا ظرفي الزراعة.

تم تقييم التنوع الوراثي للأصناف المدروسة باستخدام تقنية ISSR، تسع بوادئ من أصل 20 بادئ أعطت بعد عملية التضخيم 110 حزمة متباينة شكلياً ومتوسط تباين 84.61%. أعطى البادئين ACC<sub>7</sub>(AG) و A<sub>8</sub>(AG) أعلى نسبة تباين 92 و 100% على التوالي، في حين أعطى البادئ T<sub>8</sub>(AC) أقل نسبة تباين 63.63%. فصلت شجرة القرابة الوراثية Dendrogram باستخدام طريقة UPGMA الأصناف المدروسة إلى مجموعتين رئيسيتين عند درجة قرابة وراثية (0.59) مباحدة بين المجموعة الأولى المتضمنة على الصنف السوري "رزينية" والمجموعة الثانية المتضمنة باقي الأصناف الهندية المدروسة وذلك حسب توزعها الجغرافي، وانقسمت المجموعة الثانية إلى تحت مجموعتين عند درجة قرابة وراثية (0.43) بناءً على معلومات النسب والأصل.

بناءً على نتائج التجربة الحقلية، تم اختيار الصنف ICSSH30 الأعلى إنتاجاً من السكر والإيثانول الحيوي والصنف الشاهد "رزينية" الأقل إنتاجاً من السكر والإيثانول الحيوي في كلا ظرفي الزراعة لتحديد ودراسة تباينات التتابعات النكليوتيدية لمورثة اصطناع السكر لذي الصنفين. أظهرت نتائج تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية أن المورثة فعالة في كلا الصنفين وبنفس الوزن الجزيئي، مع وجود احتمال اختلاف عدد النسخ الواضح بالمقارنة مع المورثة الخدمية الشاهد Actin. أظهرت نتائج تطبيق تقنية تحديد التتابعات النكليوتيدية أن طول المورثة في كلا الصنفين متطابق بـ 4587 نكليوتيد، مع وجود 14 منطقة غير مشفرة و15 منطقة مشفرة، ونمط التجديل هو GU/AG ونسبة تماثل بنسبة 99.8%، وكان طول القطعة من بداية النسخ إلى نهايته في المورثة المحددة من الصنفين الهندي والسوري 2405 نكليوتيد تشفر كل منها 802 حمض أميني مع نسبة تطابق 99.8% للحمض الأميني. لوحظ وجود تباينات نكليوتيدية في المنطقة غير المشفرة 10 بعيدة عن موقع التضفير، والمنطقة المشفرة 12. التغيير النيكليوتيدي في بداية المنطقة المشفرة 12 في الموقع 561 TGT/GTG أدت إلى استبدال الحمض الأميني Val/Cys فالين في الصنف ICSSH30 إلى الحمض الأميني سيسثيين في الصنف "رزينية".

## الفصل الأول

### 1- المقدمة Introduction:

يعد نبات الذرة البيضاء [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] من المحاصيل الحولية الصيفية والتابعة لرتبة Poales والعائلة النجيلية Poaceae والجنس *Sorghum* والنوع *bicolor*. يقسم نبات الذرة البيضاء حسب طبيعة السوق النباتية إلى نوع جاف، يحتوي على نسبة ضئيلة من العصير السكري في السوق ويزرع بشكل رئيسي لإنتاج الحبوب حيث تحتل الذرة البيضاء الحبية Grain sorghum الترتيب الخامس من حيث الإنتاجية الحبية بين المحاصيل النجيلية الحبية، القمح Wheat والرز Rice والذرة الصفراء Corn والشعير Barley (ICRISAT and FAO, 1996).

أما النوع الثاني من الذرة البيضاء هو الذرة البيضاء السكرية Sweet sorghum يتميز بساق غنية بالعصارة السكرية Sugar-rich stalks (16-23% Brix)، طاقه إنتاجية عالية من السكر، لذا فإنه يستخدم كمصدر للسكر والوقود الحيوي (Reddy, 2005) (الجدول، 1).

الجدول (1): مقارنة بين الذرة البيضاء السكرية والذرة البيضاء الحبية من حيث الإنتاجية.

الذرة البيضاء الحبية Grain sorghum	الذرة البيضاء السكرية Sweet sorghum	الغلة (yield)
3	1	الحبية (طن/الهكتار)
10	40	السوق السكرية (طن/الهكتار)

(Reddy, 2007)

تشير معظم الدراسات إلى أن الموطن الأصلي لهذا النبات هو القارة الإفريقية (Vavilov, 1951; Mann *et al.*, 1983) إلا أن زراعته تمتد على نطاق واسع من المناطق البيئية المتباينة في ظروفها Varied environments بدءاً من المناطق الساحلية إلى تلك الحارة والجافة وصولاً للمناطق المرتفعة والباردة نظراً لقدرته العالية على التأقلم Adaptability في البيئة التي يزرع فيها وتحمله العالي لنقص المياه Water shortage والظروف المناخية المتغيرة Climate changing (Doggett, 1988; Undersander *et al.*, 1990; Mohammad *et al.*, 2011).

ينتمي نبات الذرة البيضاء السكرية إلى النباتات رباعية الكربون C4، فهو مقاوم جيد للعديد من الاجتهادات البيئية ويملك كفاءة عالية على استخدام الماء لإنتاج كمية كبيرة من الكتلة الحية Biomass (الجدول، 2).

الجدول (2): المقنن المائي لكل من الذرة البيضاء السكرية والذرة الصفراء وقصب السكر.

المحصول	كفاءة استخدام الماء (WUE) Water use efficiency
الذرة البيضاء السكرية (Lima, 1998)	310 كغ ماء/ كغ مادة جافة
الذرة الصفراء (Chapman and Carter, 1976)	370 كغ ماء/ كغ مادة جافة
قصب السكر (Thompson, 1976)	400 كغ ماء/ كغ مادة جافة

ويمثل نبات الذرة البيضاء السكرية البديل الأمثل لإنتاج السكر والوقود الحيوي Biofuel في العديد من الدول التي تعتمد على إنتاج الإيثانول من تخمير السكر المستخرج من قصب السكر كون أن احتياجاته المائية قليلة (8000 متر مكعب/9 أشهر/ موسمي نمو)، (تعادل أربع مرات أقل من قريبه النجيلي قصب السكر Sugar cane 36000 متر مكعب/ 12-16 شهر) وتكاليفه الزراعية منخفضة أيضاً بما يقارب الربع (Soltani and Almodares 1994; Dayakar *et al.*, 2004)، مما يقلل من تكاليف إنتاج الوقود الحيوي ويجعلها أكثر كفاءة (Reddy *et al.*, 2005) (الجدول، 3).

الجدول (3): بعض الفروقات الزراعية والإنتاجية بين الذرة البيضاء السكرية و قصب السكر.

المحصول	فترة بقاءه في التربة	المتطلبات المائية	إنتاجية الإيثانول الحيوي
الذرة البيضاء السكرية	4.5 أشهر	8000 م3/موسمي نمو/سنة	5600 لتر/موسمي نمو/سنة
قصب السكر	12-16 أشهر	36000 م3/موسم نمو واحد	6500 لتر /موسم نمو/سنة

يعد محصول الذرة البيضاء السكرية من المحاصيل البديلة ذات الاستعمالات المتعددة (محصول حبي، سكري، علفي، طاقي)، فهو محصول غذائي وصناعي وعلفي، مما يتيح فرص كبيرة للمزارع بتسويق منتجه بأشكال مختلفة (الجدول، 4)، حيث تستخدم الغلة الحبية (2.5 طن/الهكتار) كمادة خام للعديد من الصناعات (مواد الطلاء، المواد اللاصقة، الإيثانول الحيوي) وللاستخدامات الغذائية المتنوعة (البيرة، النبيذ، النشاء، الغلوكوز، الدقيق). كما أن دقيق الذرة البيضاء الخالي من الغلوتين Gluten free flour يعد البديل الأمثل لدقيق القمح

بالنسبة لمرضى الداء الزلاقي Celiac Disease الذين يعانون من حساسية للغوتين كونه يؤدي إلى تعطيل البطانة الداخلية للأمعاء الدقيقة لديهم (Ciacci et al., 2007).

ويستخدم العصير الناتج من السوق السكرية بإنتاج العسل الأسود المعروف بقيمته الغذائية المرتفعة مقارنة مع عسل النحل (Henderson et al., 2003). حالياً، تسعى عدد من الدول إلى إنتاج الوقود الحيوي من البقايا النباتية (الجيل الثاني من الوقود الحيوي) من خلال التطور الحاصل في مجال الأنزيمات والبكتريا والخمائر المعدلة وراثياً والقادرة على تحليل السيللوز والسيللوز الخشبي (Badger, 2002)، وبما إن مادة الليغنين التي تعمل على ربط كل من السيللوز Cellulos والهيميسيللوز Hemi-cellulose لا تحتوي على السكر، فهي تجعل من عملية استخراج السكر من هذه المواد وتحليلها بهدف إنتاج الوقود الحيوي عملية صعبة. تحتوي الذرة البيضاء السكرية على طفرة وراثية تؤدي إلى تخفيض نسبة الليغنين (الخشبين) بشكل معنوي (بنسبة 51% في الساق و25% في الأوراق). إن نسبة السكر الناتج عن تخمير البقايا النباتية بالتحليل الأنزيمي للأنواع التي تمتلك هذه الطفرة (Brown midrib)، كانت أعلى بمقدار 50% من الأنواع الأخرى غير المحتوية عليها. كما أن وجود هذه الطفرة أدى إلى تحسين نوعية الأعلاف المستخرجة من الذرة البيضاء السكرية لأنها أكثر قابلية للهضم عند المواشي حيث أنها ترفع معامل تمثيل العلف من الذرة البيضاء السكرية (Reddy et al., 2005) (Sattler et al., 2010).

جدول (4): نبات الذرة البيضاء السكرية كمحصول غذائي وصناعي وعلفي.

كمصدر للعلف	كمصدر للإيثانول	كمحصول
قيمة حيوية أعلى.	وقود صديق للبيئة.	فترة نمو أقل.
غني بالعناصر الغذائية الصغرى.	نوعية عالية.	ملائم للبيئات الجافة.
يستخدم كعلف/ مصدر طاقي.	نسبة أقل من الكيريت.	ملائم للأغراض العلفية.
	نسبة عالية من الاوكتان.	لا يتطلب العديد من العمليات الزراعية.
	ملائم للمحركات (25%).	

يملك التصنيف الظاهري Morphological characterization وتقييم التباين الوراثي بين الأصناف المزروعة أهمية كبيرة في برامج التربية والتحسين الوراثي وحماية الأصول الوراثية (Dean et al., 1999 and Simioniuc et al., 2002)، وهو مهم أيضاً في تصنيف الأصناف المحلية والمدخلة والطرز الوراثية واختيار الآباء في برامج التربية والتحسين (Davila et al., 1998; Ribaut and Hoisington, 1998). استخدم درجة التباين الوراثي بطريقة غير مباشرة بناءً على الصفات الظاهرية، بشكل واسع في عدد من الأنواع النباتية ومن

بينها الذرة البيضاء السكرية (Ayana and Bekele, 1999). إلا أن التباين الظاهري لا يعكس التباين الوراثي بشكل موثوق لوجود التفاعل البيئي الوراثي وطبيعة التحكم الوراثي في الصفات الكمية الظاهرية (Smith and Smith, 1992). يفضل تقييم التباين الوراثي بالطرق الجزيئية بالترافق مع التوصيف الظاهري، وذلك بهدف توفير معلومات مكملة وزيادة دقة تحليل التباين الوراثي (Singh and Singh, 1991).

استخدمت الواسمات الجزيئية بشكل واسع في برامج التربية خصوصاً في الدراسات التي تعنى بالتنوع الوراثي وتعد التقانات المعتمدة على تفاعل البوليميراز التسلسلي (PCR)- based من أكثر التقانات المستخدمة في دراسة التباين الوراثي، مثل تقنية Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) وتقنية Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) وتقنية Simple Sequence Repeats (SSRs) (Staub *et al.*, 1996; Gupta and Varshney, 2000). إلا أن هذه التقانات تملك مساوئ مثل العشوائية لتقنية RAPD والتكلفة العالية لتقنية AFLP، والحاجة لتصميم بوادئ متخصصة في تقنية SSR في حين تقدم تقنية التكرارات المتتالية البسيطة البينية Inter simple sequence repeat (ISSR) حلاً للمحددات السابق ذكرها (Meyer *et al.*, 1993; Zietkiewicz *et al.*, 1994; Gupta *et al.*, 1994; Wu *et al.*, 1994).

لقد تم استخدام الواسمات الجزيئية ISSR بشكل واسع على عدد كبير من الأنواع النباتية والمحصولية وضمن برامج التحسين الوراثي في ما يخص التباين الوراثي، ودراسات تحديد النسب، وتحديد قوة ارتباط الواسم بالمورثة Gene tagging، ورسم الخرائط الجينية Genome mapping والتطور الحيوي Evolutionary biology في عدد كبير من الأنواع النباتية (Godwin *et al.*, 1997).

تعد تقنية تحديد التتابعات النكليوتيدية DNA sequencing من أكثر التقانات أهمية ودقة في الكشف عن التباينات الموجودة في المورثة المستهدفة بين الأنواع أو الأصناف المدروسة حتى على مستوى نكليوتيد واحد، ويمكن تحديد التتابعات النكليوتيدية من خلال طرائق عديدة ولكن في الوقت الحاضر من الصعب استخدام أي من هذه التقانات، لأنها تتطلب أنظمة أوساط فصل معقدة، كما أنها مكلفة للغاية وقد تم الاستعاضة عنها باستخدام طرائق أبسط وأسهل في تطبيقها مثل استخدام جهاز تحديد التتابع النكليوتيدي الآلي Automated DNA sequencer لقطع DNA المضاعفة من خلال التفاعل البوليميراز التسلسلي PCR-amplified DNA وهي طريقة فعالة واقتصادية في تحديد التباينات والطفرات وتحديد أنواعها (Montgomery *et al.*, 2010).

## مبررات البحث:

تعتمد سورية على محصول الشوندر السكري فقط للحصول على مادة السكر الذي يغطي 40% من حاجة الدولة وذلك لانخفاض نسبة السكر المستخرجة من هذا النبات (11%) وازدياد الطلب المستمر على مادة السكر بسبب زيادة معدل النمو السكاني الذي يصل إلى نسبة 2.3% وهي الأكبر في العالم. مما يتطلب استيراد السكر من الدول المنتجة له وبالعلة الصعبة. كما يعد محصول الشوندر السكري من المحاصيل المجهدة للتربة وذات المتطلبات الزراعية العديدة كالتسميد والري والتعشيب، وحتى نستطيع مواجهة هذه المتطلبات الكبيرة على مادة السكر، فإنه من الضروري البحث عن مصادر نباتية رديفة تزودنا بالسكر وتكون أكثر تأقلاً مع الظروف البيئية المحلية وتحقق الأمن الغذائي بأقل قدر من الهدر الممكن للمصادر النادرة والحساسة للظواهر البيئية كمصادر المياه، والتربة الصالحة للزراعة. ومن هنا تتبع أهمية هذا البحث لكونه من الأبحاث الأولى في سورية المتعلقة بتقييم السلوكية الوراثية والإنتاجية لبعض الأصناف من الذرة البيضاء السكرية كمحصول رديف تحت الظروف المناخية المحلية وتقدير مدى تأقلم هذه الأصناف وإنتاجيتها من مادة السكر تحت تلك الظروف وإمكانية استخراج السكر بشكل تجاري من سوق الذرة البيضاء السكرية.

يمكن تبويب الأهداف الرئيسية لهذا البحث:

- (1) التوصيف الشكلي لأصناف من محصول الذرة البيضاء السكرية، ومقارنتها مع الصنف المحلي والمعتمد،
- (2) دراسة علاقة الارتباط بين نسبة السكر في النبات والصفات الشكلية،
- (3) التوصيف الجزيئي باستخدام الواصمات الجزيئية للأصناف المدخلة من نبات الذرة البيضاء السكرية، وتحديد درجة القرابة الوراثية فيما بينها،
- (4) عزل المورثة الرئيسية المتحكمة باصطناع السكروز ضمن النسيج البرانشيمي للسوق النباتية 2 Sucrose synthase وتحديد التتابعات النكليوتيدية لها.

## الفصل الثاني

### 2- الدراسة المرجعية Review of Literature

يعرف إجهاد الجفاف Drought stress بأنه إجهاد متعدد الأبعاد Multidimensional stress يؤثر على عدة عمليات وآليات استقلابية في النبات (Blum, 1988) ويعرف عموماً بأنه أكثر الاجهادات الأحيائية Abiotic stress التي تتعرض لها المحاصيل الحقلية (Quarrie *et al.*, 1999) إضافة إلى كونه من أهم العوامل المؤثرة التي تحد من إنتاجية المحاصيل في معظم المناطق المزروعة حول العالم، خصوصاً المناطق الجافة وشبه الجافة. ويُعرف إجهاد الجفاف عادة بأنه الفترة الزمنية التي يعاني فيها النبات من نقص حاد في رطوبة التربة يؤدي إلى حصول عجز مائي Water deficit وعدم قدرة النبات على امتصاص الماء من التربة (Larcher, 1995). عرف العالم Yoshida الجفاف (1981) بأنه عدم توازن بين كمية الماء المتاح في التربة والممتص من قبل المجموعة الجذرية وكمية الماء المفقود عن طريق التبخر- نتح من المجموعة الورقية Photo transpiration وينتج غالباً من تزامن عدد من العوامل منها؛ قلة معدلات الهطول المطري، معدل فقد الماء العالي بالتبخر- نتح من قبل المجموعة الهوائية، وقلة كمية المياه الممتصة من قبل المجموعة الجذرية، الهواء الجاف والمصحوب مع مستوى سطوع عالي (Larcher, 1995). وبالرغم من توفر المياه المتاحة للري، قد يعاني النبات من الجفاف خلال ساعات منتصف النهار بما يعرف بذبول منتصف النهار Mid-day wilting (McKersie and Leshem, 1994). إن الاستجابة لإجهاد الجفاف تتباين بشكل كبير بين الأنواع، الأجناس والأصناف المزروعة من المحاصيل الحقلية (Nguyen *et al.*, 1997) ويحدد تحمل النبات لإجهاد الجفاف كل من موعد الهطولات المطرية، فترة وحدة حدوث إجهاد الجفاف خلال المراحل المختلفة لنمو النبات (McKersie and Lesshem, 1994). عندما يوصف النبات بأنه " متحمل للجفاف " Drought tolerant فهذا لا يعني فقط قدرته على البقاء، وإنما قدرته على النمو وإعطاء غلة جيدة نسبياً تحت ظروف الإجهاد، ويشمل هذا المصطلح عدد من الاستراتيجيات التي قد يعتمدها النبات كتحمل الجفاف، تجنب الجفاف Drought avoidance، الهروب وقدرته على التعافي Drought recovery من تأثير الإجهاد (Ashley, 1993). يؤثر إجهاد الجفاف بشكل واسع على بعض الصفات الفيزيولوجية Physiological traits، البيوفيزيولوجية Biophysiological traits والبيوكيميائية Biochemical traits في النبات. أن برامج التحسين الوراثي بغرض تطوير أصناف متحملة للجفاف تتطلب إستراتيجية طويلة الأمد حيث اعتمد في السابق الانتخاب لتحمل

الجفاف على آليات متعددة منها الهروب من الجفاف وتجنب الجفاف التي غالباً تؤثر سلباً على الأهمية الاقتصادية للغلة للمحصول (Tuinstra *et al.*, 1992).

## 2-1- تأثير الجفاف على الصفات الشكلية والإنتاجية للذرة البيضاء السكرية:

يُعد كل من موعد الإزهار Anthesis date، المساحة الورقية الخضراء Leaf area، المحتوى الرطوبي النسبي Relative water content والتعديل الحلولي Osmotic adjustment إضافة إلى الصفات الشكلية المرتبطة بالغلة من أهم مؤشرات توصيف النباتات المتحملة للجفاف (Blum and Sullivan, 1987). في الأماكن التي تشهد حدوث اجهادات بيئية متزامنة مثل إجهاد الجفاف مع إجهاد الحرارة العالية، يعتمد مقدار الضرر الناجم عن هذه الاجهادات البيئية بمدى تأثيرها على المراحل التطورية للأصناف ومدى تأثيرها على الغلة الاقتصادية، ويصبح من الضروري البحث عن أصناف متحملة للجفاف والاجهادات المتزامنة ضمن البيئة المستهدفة خصوصاً خلال الزراعة في موسم الصيف (Jongdee *et al.*, 2002).

يمتلك نبات الذرة البيضاء السكرية صفات شكلية وفيزيولوجية تجعله من أكثر المحاصيل الحقلية تحملاً للإجهاد المائي، فالمجموع الجذري يعادل ضعف الموجود في نبات الذرة الصفراء، ومجموع المسطح الورقي يعادل نصف الموجود في نبات الذرة الصفراء، وتتواجد المسامات على سطحي الورقة، وتغلف الورقة بطبقة شمعية تعمل على تقليل التحميل الحراري من خلال عكس الأشعة الشمسية المباشرة على سطح الأوراق (Grassi, 2001). إضافة إلى صفة استدامة الاخضرار للأوراق Stay green trait يملك نبات الذرة البيضاء السكرية حلقة تثبيت الكربون الرباعية C4 pathways والتي بدورها تقوم على رفع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> في خلايا الحزم الوعائية (BSCs) Bundle Sheet Cells ما يعمل على الحد من عملية التنفس الضوئي Photorespiration والمرتبطة بدورها بفقد الطاقة، إلى مستويات منخفضة تكاد لا تقاس مقارنة مع الشوندر السكري حيث 34-55% من منتجات التمثيل الضوئي يتم استهلاكها في التنفس الضوئي (Dajue and Fusun, 1992) ونتيجة لذلك يتم تفعيل الأنزيم RuBisCO إلى أقصى طاقته التمثيلية، ما يجعل منه أكثر كفاءة، من 3 أو 4 مرات من النباتات ثلاثية الكربون C3 في تثبيت الكربون واصطناع المادة الجافة (Edwards and Walker, 1983). يمتلك هذا النبات نقطة تشبع مرتفعة Compensation point من تركيز CO<sub>2</sub> مقارنة مع نباتات C3، قدرة هائلة على امتصاص تراكيز عالية من غاز CO<sub>2</sub> من الجو خلال 4-5 أشهر تفوق ثلاث مرات النباتات الأخرى؛ (أي ما يعادل 45 طن من CO<sub>2</sub>/الهكتار/دورة الحياة) (Grassi, 2001). أثبتت الدراسات بأن هناك تحسناً ملحوظاً في عملية التمثيل الضوئي وزيادة في نمو نباتات الذرة البيضاء السكرية النامية في ظروف ارتفاع

تركيز غاز CO<sub>2</sub> الجوي (Poorter *et al.*, 1996; Wand *et al.*, 1999; Cousins *et al.*, 2001; Ottman *et al.*, 2001; Wall *et al.*, 2001). إضافة إلى القدرة الإنتاجية العالية (20- 40 طن مادة جافة/دورة الحياة) وسرعة فترة النمو Rapid Growth (120-150 يوم)، فإن نبات الذرة البيضاء السكرية يمتلك كفاءة عالية في توزيع المادة الجافة المصنعة ضمن أجزاءه النباتية وتشكل مادة السكر المخزنة ضمن السوق النباتية Sugar stalks الذي يمثل الناتج النهائي الأكثر أهمية في نبات الذرة البيضاء السكرية. ومن أجل الحصول على أكبر كمية من منتج السكر يجب تنفيذ الحصاد عند بدء مرحلة امتلاء البذور Dough Stage، ويجب أن يزال العتقول وجميع الأوراق يدوياً عن النبات قبل الحصاد، وأن تتم عملية استخراج السكر مباشرة بعد الحصاد، حيث تقل نسبة المحتوى من السكر Reduction in sugar في السوق مع طول فترة التخزين (Undersander *et al.*, 1990).

يقسم نبات الذرة البيضاء السكرية بناءً على نوعية وتركيز السكر في العصير السكري المستخرج من السوق النباتية إلى نوعين، نوع يستخدم لإنتاج السكر (Saccharin type) ويشكل السكروز الغالبية العظمى من مجمل السكريات في العصير السكري المستخرج ما يجعله ملائم لتصنيع السكر الكريستالي White crystal sugar، ونوع يستخدم لإنتاج الشراب السكري (Syrup type) وتشكل السكاكر الأحادية مثل الجلوكوز والفركتوز الغالبية العظمى من مجموع السكريات في العصير السكري المستخرج كما يستخدم لإنتاج الإيثانول الحيوي (Dajue, 1995; Almodares *et al.*, 2006). تستخدم البقايا النباتية الناتجة عن عملية عصر السوق النباتية كمادة أساسية في إنتاج الطاقة الحيوية من الجيل الثاني Second generation bio-ethanol production من خلال الأنزيمات المعدلة وراثياً الهاضمة للسيللوز، البكتريا، والخمائر (Reddy and Sanjana, 2003).

يحتوي العصير السكري المستخرج من السوق النباتية على العديد من مكونات السكاكر الأحادية والشوائب التي يجب إزالتها قبل البدء بعملية إنتاج السكر الكريستالي، لأن السكروز هو السكر الوحيد القابل للتحويل على شكل حبيبات سكرية كريستالية (Woods, 2000). تبدأ عملية إنتاج السكر من العصير السكري المستخرج من سوق الذرة البيضاء السكرية بعملية التنقية من الشوائب حيث يضاف على العصير السكري مادة هيدروكسيد الكالسيوم Calcium hydroxide يتبعها عملية تشبع بغاز ثاني أكسيد الكربون Carbonation لترسيب مادة هيدروكسيد الكالسيوم المرتبطة مع الشوائب وتخليص العصير الخام من الشوائب والرواسب. يتم حجز المواد الصلبة والشوائب المترسبة في فلتر لفصلها عن العصير حيث يتم إعادة تشبع العصير بغاز ثاني أكسيد الكربون. يفصل العصير النقي بعد تكرار عملية التنقية وتتم عملية زيادة تركيزه من خلال المبخر عالي الكفاءة multi-effect evaporator. يتم ضخ بخار عالي الضغط من جهاز

التبخير إلى العصير السكري المنقى والممدد خلال عملية التنقية المتكررة ليعمل على زيادة كثافة العصير السكري، ثم يعود البخار إلى جهاز التبخير وبهذا ترتفع نسبة السكر في العصير المنقى من 15% إلى 70% سكروز ثم يتم تحويل السكر إلى حالته الكريستالية من خلال عملية التبلور Crystallization بواسطة أوعية التفريغ Vacuum pans تحت ضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة. يتم فصل السكر الكريستالي عن السائل الكثيف من خلال النابذة (طرد مركزي) وبعدها يتم غسل السكر بالماء الساخن ثم يصب المحلول خلال مرشحات حتى يصبح سائلاً صافياً منخفض اللون، وبعدها يبخر السائل حتى تتكون بلورات مرة ثانية. تُدار البلّورات مرة ثانية في النابذة ويخرج سكر أبيض نقي من الآلة إلى أسطوانات تجفيف، حيث يمتص الهواء الساخن في الأسطوانات أي رطوبة متبقية وأخيراً يعبأ السكر ويُغلف للتسويق. المتبقي من الشراب المركز الذي لم يكون بلّورات أثناء التبخير والتدوير (الطرد المركزي) يعاد تكريره عدة مرات لتكوين المزيد من البلّورات البيضاء، ويستخدم الشراب المتبقي بعدئذ لعمل سائل سكري بني اللون ويستخدم في إنتاج الخمائر (Kangama and Rumei, 2005).

بالرغم من أن الإزهار Anthesis صفة تتحكم بها العوامل الوراثية، إلا أنها تتأثر بالعوامل البيئية وتؤثر بشكل مباشر على الغلة النهائية. ذكر Kamoshita وزملاؤه (1996) و El-Mannai (2011) وجود تباينات في موعد الإزهار بين أصناف الذرة البيضاء السكرية وتأخراً ملحوظاً في الأطوار الفينولوجية تحت ظروف الإجهاد، وعزيت التباينات الفينولوجية بين الأصناف إلى موعد الزراعة، وتأثير الجفاف وتوقيت حدوثه حيث وجد أن بعض أصناف الذرة البيضاء السكرية تملك حساسية لإجهاد الجفاف خلال مرحلة الإزهار وما بعد الإزهار مقارنة مع مراحل النمو الخضريّة (Seetharama, 1986). لاحظ Lekgari (2010) أن الأصناف المتأخرة في الإزهار أعطت غلة أكبر من السوق السكرية، في حين لاحظ كل من Rao و Singh (1998) وكل من Naoyuki و Yusuk (2004) إن وزن السوق السكرية ازداد بشكل ملحوظ بعد أسبوع من الإزهار وصولاً إلى مرحلة النضج اللبني إضافة إلى وجود تباين في الاستجابة للجفاف ضمن أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يتعلق بصفة موعد الإزهار، وأن الأصناف التي زرعت بظروف ارتفاع رطوبة التربة وصلت لمرحلة الإزهار بشكل أبكر مقارنة مع الأصناف التي زرعت تحت ظروف انخفاض رطوبة التربة وعزى ذلك لتباطؤ النمو تحت ظروف الإجهاد المائي (Tauli, 1964; Quinby, 1967; Stickler and Pauli, 1961; Blum, 2010).

وجد Mathews وزملاؤه (1990) أن الإجهاد خلال المراحل النمو الخضريّة يؤخر فترة الإزهار وأن الفترة الإنتاجية بعد الإزهار كانت أطول عند الأصناف المتحملة للجفاف

مقارنة مع الأصناف الحساسة. ولاحظ Craufurd وزملاؤه (1993) تأخر في ظهور العثكول 2-25 يوم وتأخراً في عملية الإزهار 1-59 يوم تحت ظروف الإجهاد عند الأصناف المتحملة للإجهاد. في حين لاحظ Verma وزملاؤه (1983) أن الإجهاد المائي لا يؤخر الإزهار فقط وإنما قد يؤدي إلى تقليل الغلة النهائية للمحصول، بينما لاحظ كل من Reddy و Rao (1978) أن زيادة عدد الأيام من بدء الإزهار وحتى النضج الفيزيولوجي، تراكمت مع زيادة في الغلة وعزي ذلك لإتاحة فترة أطول للقيام بعملية التمثيل الضوئي وتخزين المادة الجافة. ووجد Kadam وزملاؤه (2002) تباينات معنوية بالمراحل الفينولوجية بين الأصناف تحت ظروف الإجهاد، حيث تطلب الصنف M 35-1 عدد أكبر من الأيام حتى الإزهار، ومدة أطول من مرحلة الإزهار حتى النضج الفيزيولوجي وإنتاج غلة أعلى. وجد Norem وزملاؤه (1985) و Blum (2010) أن عدد الأيام حتى لإزهار كان أقل معنوياً عند الأصناف الهاربة من الجفاف Escaper مقارنة مع الأصناف المتحملة والحساسة تحت ظروف الإجهاد. إن تأخر الإزهار والنضج في الأصناف المتحملة للإجهاد يوفر مزيداً من الوقت المتاح للنبات ليقوم بتصنيع وإنتاج كمية أكبر من الكتلة الحيوية والتي تساهم بدورها بزيادة الغلة النهائية من النبات (Alam et al., 2001). إن الأصناف التي تملك قدرة جيدة على تحمل الجفاف فيما يخص مراحل النمو وإعطاء غلة عالية ضمن ظروف البيئات الجافة ذكرت من قبل Hammer وزملاؤه (1989) و Carberry و Muchow (1990).

يعد تخزين وتوزيع الكتلة الحيوية المصنعة من قبل النبات من المؤشرات المهمة التي تشير إلى مدى كفاءة عملية التمثيل الضوئي ضمن البيئة المعطاة، والقدرة على التأقلم. على العموم، إن مستوى رطوبة التربة يؤثر على كل من معدل تصنيع المادة الجافة المصنعة وكفاءة توزيعها بين الأعضاء النباتية المختلفة. إن توزع المادة الجافة المصنعة بين أجزاء نبات الذرة البيضاء السكرية يكون 7% للبذور و93% لباقي أجزاء النبات من الساق والأوراق والجذور (Fischer and Wilson, 1971; Hammer et al., 2010). أشار كل من Chiu و Hu (1984) إلى أن متوسط الغلة من الكتلة الحيوية الخضراء ارتبط بشكل كبير مع متوسط طول السوق السكرية وعدد الأوراق/نبات، في حين لوحظ علاقة ارتباط سلبية بين تصنيع وتراكم المادة الجافة في النبات وتراجع المحتوى الرطوبي النسبي بالتربة (Singh et al., 1990; Wenzel, 1999). عادة ما يلاحظ تراجع بمعدل تصنيع وتخزين المادة الجافة في بعض الأصناف من الذرة البيضاء السكرية ضمن ظروف إجهاد الجفاف وقد يعزى ذلك لانخفاض المساحة الورقية الخضراء وتقليل معدل إنتاج المادة الجافة بوحدة المساحة الورقية الفعالة في التمثيل الضوئي (Wilson et al., 1980; Soltani et al., 2001). وجد كل من

Hukkeri و Shukla (1983) حدوث انخفاض معنوي ملحوظ بالغلة من المادة الحيوية الخضراء بعد تعريض الأصناف لإجهاد الجفاف خلال أي مرحلة من مراحل النمو. كما لوحظ وجود تباينات في انخفاض معدل تصنيع المادة الجافة بين الأصناف تحت ظروف الإجهاد (Donatelli *et al.*, 1992). وأن المادة الجافة في كل من الأوراق والعكول والسوق النباتية قد تراجعت عند الحصاد بعد تعريضها للإجهاد خلال جميع مراحل النمو ما عدا مرحلة النضج الفيزيولوجي (Gonzalez-Hernandez *et al.*, 1992; Rao and Singh, 1998). في حين أعطت الأصناف الأكثر قدرة على تحمل الجفاف مجموعاً جذرياً أكبر، وسعة أكبر لامتناس الماء المتاحة بالتربة وتصنيع مادة جافة أكبر خلال الإجهاد في مرحلة ما قبل الإزهار ومرحلة ما بعد الإزهار (Santamaria and Fukai, 1990). كما لاحظ Habyarimana وزملاؤه (2004) انخفاضاً في الغلة من الكتلة الحيوية بين أصناف الذرة البيضاء السكرية عند زراعتها تحت ظروف نقص الماء المتاح ولوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية تحت ظروف الجفاف بين الكتلة الحيوية وكل من موعد الإزهار، طول السوق النباتية والمساحة الورقية. وجد Liu وزملاؤه (1984) أن أصناف الذرة البيضاء السكرية أعطت غلة أعلى من الكتلة الحيوية ضمن ظروف الزراعة المروية وأشارت معظم الدراسات المرجعية إلى أهمية الموعد المثالي لحصاد الذرة البيضاء السكرية وارتباط الغلة من الكتلة الحيوية بموعد الحصاد والصنف المزروع وتأثيرها على الغلة النهائية من المحصول (Joshi and Jamadagni, 1990; Choudhary, 1992; Craufurd and Peacock, 1993; Shinde and Narkhede, 1998)

تتباين الأصناف فيما بينها بعدد الأوراق وتتراوح ما بين 13-18 ورقة/نبات ويعتمد ذلك على الصنف والمعاملات الزراعية للصنف وتعرضها للجفاف (Rao *et al.*, 2004) ، إضافة إلى التباين في عدد الأوراق الخضراء لوحظ وجود اختلافات بمعدل التمثيل الضوئي وكفاءتها تحت كل من إجهاد الإضاءة، الحرارة العالية والجفاف (Quinby *et al.*, 1973). إن عدد لأوراق إضافة إلى المساحة الورقية قد انخفضت تحت تأثير الجفاف وأن تحمل الجفاف ارتبط بشكل موجب ومعنوي مع عدد الأوراق والمساحة الورقية الخضراء الفعالة بالتمثيل الضوئي ومحتواها من الكلوروفيل (Verma *et al.*, 1983; Hou *et al.*, 1987; Cakir, 2004; Prasad *et al.*, 2008). وجد كل من Jeyaprakash وزملاؤه (1997) و Kadam وزملاؤه (2002) في دراسة أجروها على عدد من أصناف الذرة البيضاء، علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين عدد الأوراق والغلة من السوق السكرية. وخلال أبحاث قام بها Meli (1989) على صنف من الذرة البيضاء السكرية Rio ضمن معاملات سمادية مختلفة، أشار إلى وجود

زيادة معنوية في عدد الأوراق الخضراء بالنبات وأن هذه الزيادة بعدد الأوراق انعكست على زيادة الغلة من المادة الجافة والسوق السكرية. وأوضح Mallikarjun وزملاؤه (1997) أن الصنف Rio سجل تفوقاً في الأوراق وفي كل من الإنتاجية من السوق السكرية (39.99 طن/هكتار)، المحتوى السكري في السوق (5.91%) ونسبة استخراج العصير من السوق (33.52%) ودرجة Brix (17.64%).

تعد المساحة الورقية من مؤشرات النمو المهمة والمرتبطة بالغلة الاقتصادية، حيث تعتمد الأخيرة على عدد الأوراق ومعدل الاستطالة الورقية إضافة إلى حجم المسطح الورقي الفعال في عملية التمثيل الضوئي وقدرة هذه النباتات على الحفاظ على استدامة الاخضرار Stay green. إن انخفاض الغلة الاقتصادية تحت ظروف الجفاف يعزى إلى التفاف الأوراق، وحدة زاوية الاستطالة وسرعة الاصفرار، وهي من آليات الاستجابة عند النباتات تحت ظروف الإجهاد للتقليل من حدة التبخر - نتح من الأوراق مما يقلل من حجم المسطح الورقي الفعال في التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة. ولوحظ في التجارب الحقلية أن معدل صافي التمثيل الضوئي وتصنيع المادة الجافة بوحدة الضوء المنقطة لأصناف الذرة البيضاء السكرية تحت ظروف الإجهاد كانت منخفضة بالمقارنة مع الأصناف المزروعة بظروف الزراعة المروية (Seetharama et al., 1978).

وجد Ferraris (1981) علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين المساحة الورقية والإنتاجية من المادة الجافة. كما لاحظ Naganagouda (2001) أن صنف الذرة البيضاء السكرية Pudukalakatti-1 أعطى مساحة ورقية أعلى، ارتبطت بإنتاجية أعلى من المادة الجافة وإنتاجية أعلى من السوق السكرية.

ذكر Terauchi وزملاؤه (1999) أن صنف الذرة البيضاء السكرية Brandes سجل مساحة ورقية أعلى مرتين مقارنة مع الأصناف NIF-3 و RK-65-37 بعد 47 يوم من الإنبات وأن نفس الصنف Brandes أعطى غلة من المادة الجافة أعلى بخمسة أضعاف من الأصناف NIF-3 و RK-65-37. وقد سجلت دراسة قام بها Choudhari (1990) تباينات بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص المساحة الورقية، حيث أعطى الصنف SSV 811 مساحة ورقية 38.48 دسم<sup>2</sup>/نبات مقارنة بالصنف SSV 2525 27.58 دسم<sup>2</sup>/نبات وارتبطت هذه الزيادة في المساحة الورقية بغلة أعلى من السوق السكرية.

لاحظ Krishnamurthy وزملاؤه (1973) أن الأصناف منخفضة الغلة أظهرت مصدر محدد يحد من الإنتاجية ويتمثل بعدد الأوراق القليل، انخفاض المساحة الورقية، كفاءة المساحة الورقية بالتمثيل الضوئي وقصر مدة فعالية الأوراق في التمثيل الضوئي خلال مراحل

ما بعد الإزهار وحتى الحصاد. ومن بين مؤشرات النمو المختلفة، أظهر كل من عدد الأوراق، المساحة الورقية، كفاءة المساحة الورقية بالتمثيل الضوئي، مدى فعالية الأوراق في التمثيل الضوئي وطول النبات ارتباط موجب ومعنوي مع الغلة الاقتصادية وخصوصاً بعد مرحلة الإزهار (Kulkarni, 1983; Rao and Singh, 1998).

تعطي صفة استدامة اخضرار الأوراق في أصناف الذرة البيضاء السكرية خلال مراحل امتلاء الحبوب القدرة على القيام ببنثيت الكربون وتصنيع المادة الجافة، مما يوضح علاقة الارتباط الموجبة والمعنوية بين الغلة النهائية وصفة استدامة الاخضرار خلال مرحلة النضج (Fischer and Wilson, 1971). وقد ارتبطت تحمل الجفاف في الأصناف المتحملة من الذرة البيضاء السكرية بصفات الجذور والأوراق (Rosa and Maiti, 1990) وأعطت الأصناف المتحملة للجفاف قيمة أعلى للمساحة الورقية من الأصناف الحساسة، وقد لاحظ Mathews وزملاؤه (1990) أن نسبة النفاذ الأوراق في الأصناف المتحملة للجفاف كانت أعلى مقارنة مع الأصناف الحساسة. يساعد التعديل الحلولي على استدامة الاخضرار في الأوراق واستمرار النبات بالتمثيل الضوئي لفترة أطول من خلال تقليل استهلاك الماء المتاح بالتربة في المراحل الأولى من حياة النبات (Tangspremisri *et al.*, 1991). وجد كل من Rosenow وزملاؤه (1983) وHenzel وزملاؤه (1992) أن المساحة الورقية الأكبر خلال مرحلة النضج كانت مؤشراً على تحمل الجفاف خلال مرحلة بعد الإزهار في الذرة البيضاء السكرية التي أعطت بدورها غلة اقتصادية أعلى. وأن الأصناف التي تفرز طبقة شمعية على مسطحها الورقي كانت أكثر قدرة على تحمل الجفاف من الأصناف غير الشمعية وعزي ذلك لانخفاض مستوى فقد الماء من خلال التبخر نتج من المسطح الورقي وحماية المسطح الورقي من التحميل الحراري المتزامن مع إجهاد الجفاف (Ravindranath and Shivarai, 1983).

يعرف المحتوى الرطوبي النسبي على أنه قدرة النبات في الحفاظ على أعلى محتوى مائي للأوراق تحت ظروف الجفاف واستعملت كمؤشر لتحديد مدى تحمل النبات للجفاف (Barrs and Weatherly, 1962; González and González-Vilar, 2001). في حين اعتبر آخرون المحتوى المائي النسبي طريقة بديلة للوقوف عند حالة النبات المائية ويعكس النشاط الأيضي في النسيج النباتية (Flower and Ludlow, 1986). وقد أظهر المحتوى المائي النسبي علاقة ارتباط موجبة ومعنوية مع جهد امتلاء الورقة (Slayter, 1973). في حين ذكر Parameshwara (1978) أن الصنف CS 3541 أظهر تراجعاً قليلاً في تشكيل وتخزين المادة الجافة تحت ظروف الإجهاد، وسجل انخفاضاً كبيراً في RWC في حين أظهرت الأصناف 148 و M 35-1 (المتحملة للجفاف) نسبة انخفاض أقل للمحتوى الرطوبي النسبي

بالأوراق. وقد ذكر Blum وزملاؤه (1989) أنه عندما يكون المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق أعلى يُسمح للنبات بالحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية وجهد الامتلاء في الخلايا وهذا بدوره يؤدي إلى تقليل التراجع الحاصل في المادة الجافة والغلة بظروف الإجهاد.

وجد Yadav وزملاؤه (1991) علاقة قوية بين تحمل الجفاف والمحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق عند أصناف الذرة البيضاء السكرية. في حين أوضح Blum (1991) أن التباينات بين أصناف الذرة البيضاء، مثل Shallu, Kafir 60 و RS-610 فيما يتعلق بالمحتوى الرطوبي النسبي في لأوراق، ارتبطت بزيادة إجهاد الجفاف ونقص الرطوبة في التربة. وفي دراسة أخرى أجراها Blum وزملاؤه (1992) تبين أن بعض أصناف الذرة البيضاء كانت أقل تأثراً بالإجهاد بغض النظر عن طول فترة النمو، وتم تقييمها من خلال جهد امتلاء الورقة بساعات منتصف النهار والمحتوى الرطوبي النسبي ومعدل النفاذ الأوراق. وقد لاحظ كل من Hiremath وزملاؤه (1994) و Mutisya وزملاؤه (2010) وجود تباينات وراثية معنوية بصفة المحتوى الرطوبي النسبي بين أصناف الذرة البيضاء المزروعة في البيئات الجافة.

يتأثر كل من طول النبات ومعدل استنطالة السوق بشكل سلبي وقوي بظروف الجفاف (Inman-Bamber and Smith, 2005; Ramesh and Mahadevaswamy, 2000; Da Silva and Da Costa, 2004; Singh and Reddy, 1980; Soares *et al.*, 2004) إن الانخفاض في طول النبات تحت ظروف الزراعة المجهدّة عزى لنقص الماء وقد ساهم بدوره بتقليل الغلة من السوق السكرية. إضافة إلى ذلك لوحظ في عديد من الدراسات وجود علاقة ارتباط موجبة بين طول النبات والغلة من الكتلة الحيوية والغلة النهائية من النبات (Kulkarni *et al.*, 1981; Dhoble and Kale, 1988; Bakheit, 1989; Donatelli *et al.*, 1992). وبالنتيجة، بما أن طول النبات يعد أحد مكونات الغلة من السوق السكرية فإن الأخيرة ستخفّض ضمن ظروف الإجهاد المائي (Inman-Bamber and Smith, 2005; Ramesh, 2000; Ramesh and Mahadevaswamy, 2000; Da Silva and Da Costa, 2004; Singh and Reddy, 1980; Soares *et al.*, 2004) تبعاً لكل من Soares و Domaingue (1995) وزملاؤه (2004) إن صفة طول النبات هي أكثر الصفات تأثراً بالجفاف وبهذا يمكن أن يعد أحد المؤشرات التي يمكن أن نعرف من خلالها الأصناف القادرة على تحمل الجفاف من خلال ملاحظة استمرار ازدياد طول النبات ضمن ظروف الإجهاد. وبالإضافة إلى تحفز المدخرات السكرية في السوق النباتية تحت ظروف الإجهاد لتتحول إلى ذائبات سكرية (Yang *et al.*, 2001). وجد أن مخزون السوق النباتية من نواتج التمثيل الضوئية تستخدم لدعم النمو النباتي تحت هذه ظروف (Hossain *et al.* 1990; Pheloung and Siddique 1991; Gavuzzi *et al.* 1997; Yang *et al.* 2002; Asseng and van Herwaarden 2003; Plaut *et al.* 2004). لاحظ Patil (1987)

وجود فروقات معنوية بصفة طول النبات بين أصناف الذرة البيضاء وفي مدى استجابتها لإجهاد الجفاف. كما وجد أضع نباتات الذرة البيضاء السكرية تكون 15-20 سم أطول ضمن ظروف الزراعة المروية مقارنة مع الزراعة ضمن ظروف الزراعة المجردة (Kaigma *et al.*, 1977; Sutro and Tirtoutom, 1989). وقد أوضح Rauppu وزملاؤه (1980) أن صنف الذرة البيضاء السكرية Rio سجل أعلى ارتفاع (300 سم). في حين لاحظ Bapat وزملاؤه (1986) خلال تجربة حقلية أجريت على أصناف مختلفة من الذرة البيضاء السكرية أن طول النبات تراوح بين 180 سم للصنف IS-660 و 350 سم للصنف IS-306. وذكرت العديد من الدراسات تباينات كبيرة فيما يخص طول النبات 236-388 سم والمادة الجافة (15.2 طن/هكتار إلى 19.1 طن/هكتار) وقطر السوق النباتية (1.09 إلى 2 سم) بين 6 أصناف مختلفة من الذرة البيضاء السكرية Dale, Keller, Rio, Wray, M81E و MN 1500 (Smith *et al.*, 1987). كما لاحظ Ferrais (1988) أن الصنف Wray سجل ارتفاع نبات أعلى مقارنة مع باقي الأصناف المدروسة وأعطى إنتاجية أعلى من السوق السكرية 27 طن/هكتار. وفي تجربة أخرى سجلت أصناف الذرة البيضاء السكرية PAB-53 ذات الإنتاجية العالية من الطاقة الحيوية أعلى طول نبات (345 سم) (Patel *et al.*, 1993). كما ذكر Harrison و Miller (1993) أن الصنف Della قد سجل أعلى طول نبات (330 سم). ذكر Cuiyun (1997) أن صنف الذرة البيضاء السكرية الذي حقق أعلى طول للسوق السكرية (340 سم) أعطى أعلى غلة من السوق السكرية. كما لاحظ Lekgari (2010) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين طول النبات وكل من المحتوى الرطوبي النسبي والكتلة الحيوية ( $r = 0.285^{***}$ ,  $r = 0.712^{***}$ ).

ذكرت بعض الدراسات تأثير صفة قطر السوق بظروف الجفاف الصنف (Da Silva and Da Costa, 2004). فقد درس كل من Ramesh و Mahadevaswamy (2000) تأثير الجفاف على أصناف من نبات قصب السكر خلال كامل مراحل النمو ولاحظوا انخفاضاً في حجم المسطح الأخضر إجمالاً وكل من طول وقطر السوق السكرية. وفي دراسة أخرى، جرت مقارنة بين الأصناف المزروعة تحت ظروف الري مع تلك التي زرعت تحت ظروف الإجهاد ولوحظ انخفاضاً في قطر السوق السكرية (Dineshkumar *et al.*, 1995). وذكر Sudewad (1976) وجود تباين عالي بين مختلف أصناف الذرة البيضاء السكرية بالنسبة لصفة قطر السوق السكرية، حيث تراوحت بين 1.2 إلى 3.7 سم، في حين بين Meli (1989) أن أقل قيمة لقطر السوق سجلت 1.47 سم، في حين أن أعلى قيمة كانت 2.29 سم.

لاحظ Zou وزملاؤه (2011) أن صفة قطر السوق السكرية هي من أكثر الصفات الشكلية تبايناً بين الأصناف، وأظهرت تأثيراً بالبيئة، وعدم وجود ارتباط معنوي بين هذه الصفة

ونسبة السكر في العصير. كما ذكر Mastrorilli وزملاؤه (1994) أن الأصناف التي أعطت قيمة عالية لقطر السوق سجلت غلة أعلى من المادة الجافة. في حين بين Silli (1999) أن إضافة السماد النتروجيني لم تحقق أي زيادة في قطر السوق السكرية على مستويات عدة. وقد سجل Makanda وزملاؤه (2009) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين قطر السوق السكرية وكل من الكتلة الحيوية، موعد الإزهار وطول النبات في حين ارتبطت ارتباطاً سالباً ومعنوياً مع الغلة الحبية، ونسبة السكر في الساق في مرحلة الإزهار لتتحول إلى علاقة ارتباط سلبية غير معنوية عند النضج اللبني للحبوب.

إن الغلة من السوق السكرية من الصفات التي تتباين بين أصناف الذرة البيضاء السكرية وتعزى هذه الاختلافات إلى عوامل وراثية متفاعلة مع الظروف البيئية. وقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن صفة الغلة من السوق السكرية انخفضت تحت ظروف محدودة مياه الري (Ramesh and Mahadevaswamy, 2000; Robertson *et al.*, 1999; Da Silva and Da Costa, 2004; Singh and Reddy, 1980). في حين بين El-Shafai وزملاؤه (2005) أن الغلة العالية من السوق السكرية للأصناف ارتبطت بكل من طول وسماكة السوق السكرية، وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Mokadem وزملاؤه (1999) عند دراسة 13 صنف من الذرة البيضاء السكرية ووجدوا أن الصنف المتفوق على باقي الأصناف في الغلة من السوق السكرية تفوق في صفتي طول وقطر السوق السكرية.

ذكر كل من Schaffert و Borgonovi (1980) أن متوسط الغلة الكلية من السوق السكرية من الأصناف المزروعة من الذرة البيضاء السكرية عبر السنوات والمواقع تراوحت بين 45 إلى 60 طن/هكتار، وأشاروا أن الغلة الكلية من السوق السكرية الخضراء تجاوزت 80 طن/هكتار خلال 130-140 يوم. وفي دراسة أجراها Almodares وزملاؤه (1997) على أصناف من الذرة البيضاء السكرية في إيران لاحظوا أن الغلة من السوق السكرية تراوحت بين 24-120 طن/هكتار، في حين أعطت عند دراستها في الهند من 27.1 إلى 47.6 طن/هكتار من الغلة من السوق السكرية. من بين ثمان أصناف من الذرة البيضاء السكرية التي زرعت في أوائل حزيران وحصدت في تشرين الأول في الولايات المتحدة، ثلاث أصناف Keller, MN و Ramada سجلت قيم مقاربة من غلة السوق السكرية 41-46 طن/هكتار وكانت متفوقة على باقي الأصناف المدروسة بصفتي قطر وطول السوق السكرية (Bryan *et al.*, 1981).

قيم Bapat وزملاؤه (1987) 87 صنف من الذرة البيضاء السكرية، ومن بين هذه الأصناف 12 صنف انتخبوا لدراسات لاحقة على إنتاجية السكر، وقد سجل الصنف SSV-2525 أعلى غلة من السوق السكرية (57.9 طن/هكتار) تبعه كل من SSV-74 و 7073

SSV-7073 (52.5 و 51.7 طن/هكتار على التوالي). أما الصنف SSV-108 أعطى غلة حبية 4.1 طن/هكتار وغلة من السوق السكرية 41.1 طن/هكتار، ما يوضح أهميته كصنف ثنائي الغرض. وبين Mallikarjun وزملاؤه (1997) وضح أن الصنف Rio كان متفوقاً على باقي الأصناف بالغلة من السوق السكرية (39.99 طن/هكتار) والمحتوى من السكر ونسبة استخراج العصير ودرجة Brix (17.64%). وفي دراسة أخرى تمت ملاحظة التباينات في الغلة من السوق السكرية بين أصناف الذرة البيضاء السكرية من قبل Bapat وزملاؤه (1988). وقد سجل Broadhead (1969) تراجعاً في الغلة من السوق السكرية والعصير المستخرج من الصنف Rio عند التأخر في الزراعة من حزيران إلى آب، في حين أن مؤشرات أخرى مثل قراءة Brix ونقاوة العصير كانت قد تحسنت. وقد سجلت أعلى غلة من السوق السكرية (52 طن/هكتار) عند الزراعة بشهر أيار مقارنة مع الزراعة بشهر تموز (35 طن/هكتار).

سجل كل من Smith و Buxton (1993) وجود تباينات كبيرة بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص الغلة من الإيثانول الحيوي Bioethanol (2265 إلى 4235 لتر/هكتار). وفي دراسة أجراها Reddi (2006) وجد أن الغلة من الإيثانول الحيوي ارتبطت بشكل موجب ومعنوي مع الإنتاج من المادة الحية عند الحصاد ( $r = 0.793$ ) والمساحة الورقية عند الحصاد ( $r = 0.754$ ) والكتلة الحيوية الخضراء ( $r = 0.826$ ) و في حين ارتبطت سلباً مع نسبة الكربوهيدرات ( $r = -0.491$ ). وقد أوضح Saballos (2008) أن تركيز الذائبات الصلبة والغلة من السوق السكرية هي من أهم العوامل تأثيراً في إنتاج الإيثانول. وفي دراسة أخرى تراوحت الغلة من الإيثانول الحيوي بين 2129 إلى 5696 لتر/هكتار عند دراسة أصناف مختلفة من الذرة البيضاء السكرية (Smith et al., 1987). وسجل Mc Bee وزملاؤه (1988) أن أعلى غلة من الإيثانول الحيوي هي 7471 لتر/هكتار من الصنف Rio وأقل غلة من الإيثانول الحيوي 3418 لتر/هكتار عند الصنف NSA-440. وفي تجربة أجراها Putnam وزملاؤه (1991) سجل الصنف Keller أعلى غلة من الإيثانول الحيوي 4846 لتر/هكتار.

إن السكريات الرئيسية في العصير السكري من أصناف الذرة البيضاء السكرية هي السكروز مع نسب متباينة من السكريات الأحادية، ويختلف تركيز وتركيب العصير السكري باختلاف الأصناف (Saballos, 2008). تعد قراءة Brix مؤشراً لنوعية عصير السوق السكرية ويعبر عن نسبة السكروز (Balasubramanya et al., 1978; Ma et al., 1992). وقد ذكر Choudhari وزملاؤه (1987) و Channappagoudar وزملاؤه (2007) أن قياس Brix مؤشر يعبر عن المحتوى من السكروز في عصير سوق الذرة البيضاء السكرية ويزداد من مرحلة الإزهار إلى مرحلة النضج العجيني للبذور (أي مرحلة الحصاد) بنسبة قد تصل

إلى 19.6%. أظهرت دراسة قام بها Jadhav وزملاؤه (1994) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين درجة Brix والغلة من السكر، وقد سجلت أعلى درجة لقراءة Brix في مرحلة النضج العجيني (Rao *et al.*, 1971; Reddi, 2006). وقد بين كل من Choudhari (1988)، Reddy وزملاؤه (2007) وجود تباين واسع بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص قراءة Brix والغلة من السكر. كما لوحظ أن درجة Brix تراوحت بين 10.5% و 20.7% والغلة من السكر تراوحت بين 7.8 إلى 17.2 طن/هكتار (Smith *et al.*, 1987). كما بين Bapat و Choudhari (1976) أن درجة Brix كانت أعلى ما يمكن بمرحلة النضج العجيني للذور مع الاحتفاظ بنسبة استخراج عالية من العصير السكري وأن نسبة Brix تراوحت بين 21 إلى 23.9%. ذكر Blum وزملاؤه (1975) أنه من بين 90 صنف من الذرة البيضاء السكرية وجد أن 9 أصناف كانت مناسبة لإنتاج السكر، وأن تركيب العصير السكري المستخرج من تلك الأصناف أعطى 20.7% Brix وأن نوعية العصير السكري تدهورت مع التأخر في الحصاد وصولاً لمرحلة النضج الفيزيولوجي. كما أجرى Ferreira وزملاؤه (1982) تجربة حقلية على 16 صنف مزروع من الذرة البيضاء السكرية ولاحظوا أن نسبة Brix تراوحت بين 5.1% و 13.5% في مرحلة النضج الفيزيولوجي للحبوب. تشكل السكريات الذائبات الصلبة الرئيسية وتلعب دوراً مهماً في التعديل الحلوي Osmoadjustment في الساق والأوراق مما يزيد من تحمل إجهادي الجفاف والملوحة (Wang *et al.*, 1991; Almodares *et al.*, 2008). وتكون المساهمة النسبية في التعديل الحلوي من السكريات الأكبر من سكر الجلوكوز Glucose، ويليه كل من السكروز Sucrose ثم الفركتوز Fructose (Jones *et al.*, 1980; Talbott and Zeiger, 1998).

كما لاحظ Broadhead (1972) انخفاضاً في نسبة استخراج العصير السكري من السوق السكرية من الصنف Rio وارتفاعاً في نسبة Brix عند مرحلة النضج الفيزيولوجي، وقد لوحظ ارتفاع معنوي في قيمة تركيز السكروز في النسيج النباتية عند تعريضها لظروف الإجهاد المائي في الأصناف المتحملة للجفاف، وعزى ذلك للتعديل الحلوي وانخفاض المحتوى الرطوبي في السوق (Newton *et al.*, 1986). وقد سجلت بعض الأبحاث أن محتوى السكريات الذائبة كان أعلى في أصناف الذرة البيضاء السكرية المجهددة مقارنة مع غير المجهددة ومتباينة فيما بينها (Maiti and Rios, 1990)، وبناء عليه تم اقتراح اعتماد درجة Brix كمؤشر انتخابي لتحمل الجفاف (Yadav *et al.*, 1991). في حين لاحظ Makanda وزملاؤه (2009) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين موعد الإزهار وقراءة Brix. كما لاحظ كل من Geng وزملاؤه (1989) و Maiti و Ross (1990) ازدياداً ملحوظاً (29%) في تركيز السكر في سوق الأصناف المتحملة للجفاف بعد تعريضها للإجهاد المائي، عزيت هذه النسبة العالية من السكر

التي لوحظت في سوق أصناف الذرة البيضاء السكرية في البيئات الجافة لاستجابة النبات للجفاف. في حين وجد Massacri وزملاؤه (1996) عدم وجود أي تباين في تركيز السكر في السوق السكرية للأصناف عند الحصاد بين طرفي الزراعة المجهدة وغير المجهدة للجفاف وعزا ذلك لامتلاك هذه الأصناف آليات أخرى لتحمل للجفاف.

يملك نبات الذرة البيضاء السكرية القدرة على تخزين ما يقارب 10 - 25 % من السكر في عصير السوق قبيل فترة النضج (Ritter *et al.*, 2008). سجل Saballos (2008) أن كل من طول وقطر السوق السكرية والمحتوى الرطوبي في السوق السكرية يلعب دوراً رئيسياً في مستوى عصيرية السوق النباتية. وقد ذكر سابقاً بأن صفة العصيرية في السوق السكرية تتحكم بها مورثة وحيدة متتحية، إلا أن التباين الواضح بين الأصناف في صفة العصيرية والتباين بين الهجن الناتجة عن تلقيح (سكري × حبي) و (سكري × سكري) يشير إلى وجود أكثر من مورثة تتداخل في التحكم بصفة العصيرية. وبين Choudhari (1988) وجود تباين بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص الغلة من العصير السكري وقد أعطى قليل من الأصناف السكرية قيم متقاربة من العصير المستخرج. وتوصل Parvatikar وManjunath (1991) إلى أن أعلى غلة من العصير السكري (12.74 طن/هكتار) قد سجلت عند الصنف SSV-119، في حين أن الصنف SSV-12611 أعطى أعلى نسبة استخراج للعصير (50.3%) وقيمة أعلى لقراءة Brix (16.5%) وغلة من السكر (5.08 طن/هكتار). وقد بين Ganesh وزملاؤه (1995) أن أعلى متوسط من الغلة من العصير السكري (22300 لتر/هكتار) من الصنف SSV-74×AKSS-5 و أعلى درجة Brix 20.83% سجلها الصنف HES-4 X SSV-84. ولاحظ Saheb وزملاؤه (1997) في الهند أن أعلى غلة من المادة الجافة والسوق القابلة للعصر ارتبطت بأعلى غلة من العصير السكري. لاحظ Audilakshmi وزملاؤه (2010) وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة من العصير السكري مع كل من الغلة من كل من طول السوق السكرية وقطر السوق السكرية والغلة من السوق السكرية. أشار Seesharam وزملاؤه (1987) أن الغلة الكلية من السكر كانت مرتبطة بشكل موجب ومعنوي مع الغلة من العصير السكري ( $r = 0.94^{***}$ ). لاحظ Blum وزملاؤه (1977) أن ثلاثة أصناف من الذرة البيضاء السكرية من أصل 29 صنف سجلت 13.2% من السكر وأعلى غلة من السكر، حيث أنتجت هذه الأصناف من 3.5 إلى 5 طن/هكتار من السكر وذلك بعد إعطائها رية تكميلية واحدة فقط. وفي دراسة أجراها Smith وزملاؤه (1987) لاحظوا وجود تباينات بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما بينها بإنتاجية السكر حيث تراوحت الإنتاجية من 7.8 إلى 17.2 طن/هكتار.

## 2-2- التتبع الوراثي:

### 2-2-1- تقنية التكرارات التتابعية البسيطة البينية Inter simple sequence repeat (ISSR):

إن تقنية التكرارات التتابعية البسيطة البينية Inter simple sequence repeat (ISSR) هي من الواصمات الجزيئية Molecular markers المعتمدة على تفاعل البوليميراز التسلسلي PCR-based DNA marker التي تعمل على تضخيم قطعة من DNA تتواجد بين التكرارات التتابعية البسيطة (SSR) Simple sequence repeat المتماثلة و موجهة باتجاهين متعاكسين. تستخدم هذه التقنية كبادئ Primer بطول 16-25 قاعدة أزوتية في تفاعل PCR لاستهداف التتابعات التكرارية البسيطة البينية في مواقع مجينية متعددة. والبادئ المستخدمة عبارة عن تكرارات من القواعد الأزوتية بشكل ترادفي من ثنائيات (di-) أو ثلاثيات (tri-) أو رباعيات (tetra-) أو خماسيات (penta-) وبأطوال مختلفة (Gupta *et al.*, 1994; Meyer *et al.*, 1993; Wu *et al.*, 1994). تضم هذه التقنية معظم فوائد كل من تقنيتي AFLP و SSR مع عمومية تقنية RAPD، وتتميز بامتلاكها قابلية عالية للنسخ Reproducibility نظراً لطول البادئ (16-25 mers) ما يسمح بتطبيق درجة حرارة عالية خلال مرحلة تشفع البوادئ Primers annealing (45-60 درجة مئوية) والحصول على نتائج أكثر موثوقية (Zietkiewicz *et al.*, 1994).

أوضحت عدة دراسات أن الحزم ذات اللون الباهت هي المواقع غير المكررة، وأن حوالي 92-95% من الحزم الواضحة يمكن أن تكون متكررة بشكل كبير على المجين نفسه للصنف المدروس نفسه ومتكررة أيضاً خلال إعادة تجارب التفاعل البوليميراز التسلسلي وأن 10 نانو غرام من DNA تعطي نفس الكمية من الحزم المضاعفة التي تعطيها عينة DNA بتركيز 25 أو 50 نانو غرام في 20 ميكرو لتر من تفاعل البوليميراز التسلسلي (Fang *et al.*, 1997; Moreno *et al.*, 1998).

تعد تقنية ISSR من الواصمات الجزيئية السائدة Dominant وتتبع قوانين ماندل للوراثة (Gupta *et al.*, 1994; Tsumura *et al.*, 1996; Ratnaparkhe *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 1998). وفي حالات نادرة أظهرت حزم ISSR انفصال للحزم بنمط المعلمات الجزيئية ذات السيادة المشتركة Co-dominant (Wu *et al.*, 1994; Akagi *et al.*, 1996; Wang *et al.*, 1998; Sankar and Moore, 2001; Haig *et al.*, 2003; Tahery, 2012). تم استخدام تقنية ISSR بنجاح في تقدير التباين والتنوع الوراثي بين وضمن عدد كبير من الأجناس الأنواع والأصناف النباتية مثل الرز (Joshi *et al.*, 2000)، القمح

والشعير (Kanbar and Kondo, 2011) الدخن (Salimath *et al.*, 1995) والبطاطا (Huang and Sun, 2000).

درس Fernández وآخرون (2002) التنوع الوراثي بين 16 صنف من الشعير معروفة النسب و من مختلف المناطق وذلك باستخدام 228 بادئ ISSR. وقد باعدت الشجرة العنقودية لنتائج تحليل ISSR بين أصناف الشعير المدروسة بشكل يتوافق مع الموقع الجغرافي والنسب وميزت بين الأصناف بشكل واضح و ارتبطت مع بعض الصفات الزراعية منها؛ طبيعة الإزهار (ربيعية، شتوية) وعدد الصفوف (ثنائية الصفوف، سداسية الصفوف).

درس Medraoui وزملاؤه (2007) التنوع الوراثي بين عدد من السلالات المحلية من الذرة البيضاء Sorghum جمعت من 4 مواقع متباينة جغرافياً في المغرب وذلك باستخدام تقائتي RAPD و ISSR. وتم استخدام 38 بادئ RAPD و 4 بوادئ ISSR وأعطت الحزم المتباينة الناتجة عن بوادئ ISSR نسبة تباين 98% أعلى من مثيلتها الناتجة عن بوادئ RAPD ومتوسط تباين بنسبة 85%. وأظهر تحليل النتائج ارتباطاً وثيقاً مع التقسيم الجغرافي لمختلف المواقع التي جمعت منها العينات، وأظهرت الشجرة الوراثية أن أنواع الذرة البيضاء التي درست انقسمت إلى مجموعتين بناء على التوزيع الجغرافي.

طبق Xue-en وآخرون (2008) تقنية ISSR لدراسة التباين الوراثي بين 6 أنواع مختلفة من الذرة البيضاء (S.bicolor, S.bicolor×S.sudanese, S.saccharatum, S.sudanese, S.almum, S.halepense) . باستخدام 100 بادئ ISSR، أعطى 22 بادئ فقط 182 حزمة واضحة ومكررة، من بينها 153 حزمة كانت متباينة شكلياً Polymorphism ومتوسط تباين بنسبة 84%. وقد أظهر تحليل القرابة الوراثية أن أنواع الذرة البيضاء التي درست انقسمت إلى مجموعتين بناء على النسب والأصل الوراثي.

قام Zhou وزملاؤه (2009) بتطبيق تقنية ISSR بهدف سبر التباين الوراثي بين ثلاث هجن ناتجة عن تصالب الذرة البيضاء بكل من حشيشه السودان الأسود الأبيض والبنّي وأبائها. وقد أعطى 14 بادئ من البوادئ المعتمدة بالدراسة 451 حزمة متباينة شكلياً ومتوسط تباين بنسبة 92.2% وتراوح حجم الحزم من 200 إلى 2000 نكليوتيد وتوزعت الهجن المدروسة من الذرة البيضاء حسب تحليل القرابة الوراثية إلى مجموعات بناء على درجة القرابة والنسب.

قام Joshi وزملاؤه (2011) بدراسة التباين الوراثي بين 26 صنف من الذرة البيضاء، منها 20 صنف تم اعتمادها حديثاً و 6 أصناف من السلالات المحلية المزروعة سابقاً باستخدام تقائتي ISSR و RAPD وذلك بعد القيام بتوصيفها شكلياً. ومن أصل 20 بادئ ISSR، تميز 14 بادئ بإعطاء 178 حزمة متباينة شكلياً. وأظهر تحليل نتائج ISSR أن دليل التنوع Diversity Index (ID) كان أعلى مقارنة مع مثيلتها من RAPD . وأظهرت نتائج التحليل

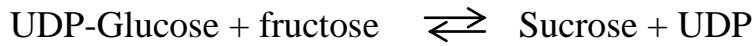
أن التباين الوراثي الناتج عن بوادي ISSR ارتبطت بشكل معنوي وموجب مع التباين الشكلي بين هذه الأصناف وميزت بينها.

درس Kondo و Kanbar (2011) التباين الوراثي بين 20 صنف مزروع من الشعير جمعت من سوريا واليابان مستخدمين 23 بادئ من ISSR و 6 بوادي من RAPD في تحليل التباين الوراثي. وقد أظهرت النتائج أن التباين الوراثي ضمن المجموعة الواحدة كان أعلى (66%) من التباين بين هذه المجموعتين (34%). وأظهرت الأصناف السورية تبايناً وراثياً أعلى ( $H = 0.1453, I = 0.3187$ ) مقارنة مع الأصناف اليابانية ( $H = 0.2121, I = 0.2254$ ) في حين أظهر تحليل الشجرة العنقودي أن الأصناف التي درست انفصلت إلى مجموعتين تضم المجموعة الأولى الأصناف اليابانية والثانية الأصناف السورية بناءً على المنشأ الجغرافي.

## 2-2-2- مورثة اصطناع السكر (SuSy2) Sucrose synthase:

يعد السكر الصيغة السائدة للسكريات (سكر 81%) في سوق محصول الذرة البيضاء السكرية (Doggett, 1988)، حيث يملك دوراً مهماً كونه الشكل الملائم لنقل السكريات بين أجزاء النبات الضرورية لبناء الجدر الخلوية ونمو السلايميات بشكل فعال وتشكيل مصب أقوى لتخزين السكر (Amor *et al.*, 1995; Carlson and Chourey, 1996; Carlson *et al.*, 2002). يمتلك السكر المصنع طريقين: إما أن يتم تخزينه ضمن الفجوات الخلوية Vacuoles بالنسيج الورقي أو يتم نقله إلى مكونات الأنابيب الغربالية في اللحاء Phloem sieve (Winter and Huber, 2000) ليتم تخزينها في الخلايا البرانشيمية في السوق النباتية (المصب) Sink parenchyma (Patrick, 1997; Moore, 1995). يخزن نبات الذرة البيضاء السكرية مادة السكر في الخلايا البرانشيمية بنسج السوق العصرية (Viator and Miller, 1990). على العموم، تعتمد عملية نقل السكر من خلايا الحزم الوعائية إلى المصب على قوة وحجم المصب والمرحلة التطورية للنبات (Turgeon, 1989). ومن المثير للاهتمام أن تخزين السكر في الخلايا البرانشيمية في سوق نبات الذرة البيضاء السكرية يتأثر بتركيب مكونات السوق النباتية (السعة التخزينية) (Walsh *et al.*, 2005). يقترح البعض أن تركيز السكر يتم التحكم به ضمن المصب حيث يخضع إلى دورات متكررة من التفكك وإعادة التصنيع re-synthesis (Whittaker and Botha, 1997; Lingle, 1999). يعد أنزيم اصطناع السكر (SuSy, E.C. 2.4.1.13) أنزيم أساسي في استقلاب السكر في النبات (Lingle, 1999; Botha and Black, 2000; Lingle *et al.*, 2001) وأظهرت الدراسات الجزيئية بواسطة تقنية Restriction Fragment Length

Polymorphism (RFLP) ارتباطاً بين المورثة SuSy وقراءة Brix في نبات قصب السكر (Ming *et al.*, 2001). وتكمن وظيفة أنزيم اصطناع السكروز (SuSy) Sucrose Synthase على تحفيز Cleavage تفاعل عكوس UDP-Glucose (UDPG): D- fructose 2-glycosyl transferase, حيث يقوم بتصنيع السكروز و UDP وبشكل عكوس لتشكيل الفركتوز والغلوكوز و UDPG (Carlson and Chourey, 1996)، الموضحة بالمعادلة الآتية:



يتحلل السكروز إلى مكوناته الأساسية (غلوكوز وفركتوز) من خلال عملية الحلمة Hydrolysis ومن ثم تتم إعادة تحفيز Cleavage اصطناع السكروز مرة أخرى من الغلوكوز والفركتوز، هذا النوعين من التفاعلات يعمل على إيصال السكاكر الأحادية Monosaccharide، الضرورية في التي تلعب دوراً مهماً في تطور وتمايز الخلايا وتدخل بعدد من العمليات المهمة إضافة إلى نمو المصب وقوته، رفع سعة النقل، الآليات الدفاعية في ظروف الإجهاد البيئي (Turner and Botha 2002; Stewart and Abiotic stresses Copeland 1998).

إن تعبير مورثة (SuSy) عن نفسها محكوم بالمرحلة التطورية Development stage للنبات والتفاعل مع البيئة Environment، إضافة إلى حالة السكر في النبات (Koch, 2001; Zeng *et al.*, 1998; Barratt *et al.*, 1996). ووجد أن مورثة الأنزيم المصنع للسكروز (SuSy) Sucrose synthase في الذرة البيضاء السكرية مشفرة من قبل نظيرين Two isoforms ويختلف التعبير المورثي تبعاً للنسيج النباتي والحالة الإستملاية للسكريات (Winter and Huber, 2000)، يتموضع النظير SuSy1 بشكل أولي في الإندوسبرم، حيث يعتقد بأنها تلعب دوراً مهماً بتزويد جزئيات السكر لتصنيع النشاء في النسيج الإندوسبرم وثنائية خلاياه (Chourey, 1981) في حين يتوضع النظير الثاني SuSy2 في أعضاء النبات الأخرى كالجذور والأوراق والسوق النباتية (Chourey *et al.*, 1986; Heinlein and Starlinger., 1989). عموماً، إن نشاط هذا الأنزيم منخفض في الخلايا المصدر ومرتفع في الأعضاء التخزينية (Sung *et al.*, 1989). وفي دراسة مختلفة، وجد أن مورثة SuSy2 تعبر عن نفسها في الأوراق الفتية بشكل أعلى مقارنة مع الأوراق الأقدم (Barratte *et al.*, 2001). وعند تعريض الجذور لإجهاد نقص الأوكسجين، ازداد تعبير مورثة SuSy2 في حين أن كمية SuSy RNA في الجذور قد اختلفت عندما تم تزويد هذه

الجذور بتراكيز مختلفة من الغلوكوز (Koch *et al.*, 1992; Koch, 1996; Zeng *et al.*, 1998).

في دراسة نفذت لمعرفة تأثير التعبير المورثي للمورثة SuSy2 على النمو والتطور النباتي في نبات كيس الراعي، تم تحويل عدة نباتات وراثياً باستخدام ناقل عالي التعبير المورثي وحامل لمورثة SuSy2 (PtrSUS1). فقد وجد أن النباتات الثلاثة المعدلة وراثياً المنتخبة أظهرت مستوى عالي للتعبير المورثي SuSy2 (133% و 139% و 143% على التوالي) أعلى من النباتات غير المعدلة (الشاهد) ومعدل نمو أعلى مقارنة مع النباتات غير المعدلة، و إزهار مبكر (10 أيام أقل) و مجموع جذري أطول مقارنة مع الشاهد. وسجل كل من الوزن الرطب والوزن الجاف للكتلة الحيوية قيمة أعلى بشكل معنوي بحوالي 125% مقارنة مع الشاهد، وامتلكت النباتات المعدلة وراثياً تحمل أعلى للجهد الاسموزي المطبق (Fuyu and Chandrashekar., 2010).

ذكر Ming وزملاؤه (2009) أن مستوى تعبير المورثة SuSy في السوق والأوراق كان منخفضاً في المراحل التطورية الأولى من عمر النبات وازدادت بشكل ملحوظ في المراحل التطورية الأخيرة (مرحلة امتلاء الحبوب ومرحلة النضج العجيني) وبلغت أعلى مستوى عند مرحلة النضج العجيني. واستنتج الفريق أن مستوى التعبير المورثي لمورثة SuSy يمكن أن يلعب دوراً مهماً في مستوى تخزين السكر في السوق النباتية. وقد قام Cui وزملاؤه (2009) بمقارنة النشاط الأنزيمي للأنزيم SuSy2 والمحتوى من السكريات الذائبة بين سوق الذرة البيضاء الحبية وسوق الذرة البيضاء السكرية وأظهرت النتائج أن محتوى السوق السكرية للذرة البيضاء السكرية أعلى من السكر في سوق الذرة البيضاء الحبية خلال مرحلة الحصاد وأن نشاط الأنزيم SuSy2 كان أعلى في سوق الصنف السكري خلال مرحلة النضج اللبني للحبوب مقارنة مع الصنف الحبي وارتبط بشكل موجب ومعنوي مع محتوى السوق من السكر.

في دراسة أجراها Lingle و Dyer (2004) تم تحديد التتابعات النكليوتيدية لمحفز تعبير المورثة SuSy2 Promoter لأربع أصناف من قصب السكر *Saccharum officinales* ولوحظ وجود تباين في التتابعات النكليوتيدية في المنطقة المستهدفة بين الأصناف، في حين حيث أظهر تطبيق تقنية Southern Blot أن المورثة Susy2 كانت قليلة عدد النسخ ما يشير إلى أن هذه التغيرات ربما أثرت على التعبير المورثي.

تم عزل وتحديد التتابعات النكليوتيدية لمورثة SuSy2 من نبات الذرة البيضاء السكرية (Susy2, GenBank AccessionNo. FJ513325) ولوحظ وجود تشابه في المورثة SuSy2 بين نبات الذرة البيضاء السكرية ونبات قصب السكر بنسبة 99% وأن نسبة المناطق

المحافظة Conserved domain كانت 95%، ومن خلال البحث BLASTP في موقع NCBI وجد نسبة تشابه عالية مع كل من البامبو (*Bambusa oldhamii*) الرز (*Oryza sativa*) والقمح (*Triticum aestivum*) وتراوحت بين (92 - 99%). ولكن كانت أعلى نسبة تشابه بين الذرة البيضاء السكرية وقصب السكر (Yang *et al.*, 2010).

## الفصل الثالث

### مواد البحث وطرائقه Materials and Methods

#### 1-4- المادة النباتية Plant material

تمّ تقييم تسعة أصناف سكرية مدخلة وصنف حبي محلي من الذرة البيضاء تحت ظرفي الزراعة المرورية والمجهد، وقد تم الحصول على الأصناف من الذرة البيضاء السكرية المدخلة من المعهد الدولي لبحوث المحاصيل في المناطق المدارية شبه الجافة (ICRISAT, India)، أما الصنف المحلي (رزينية محسنة) فقد تم الحصول عليه من الهيئة العامة للبحوث الزراعية (GCSAR) كصنف شاهد للمقارنة، الجدول الآتي يبين طريقة التربية المستخدمة في تطويره (جدول،5).

الجدول (5): الاسم والنسب وطريقة التربية المستخدمة في تطوير الأصناف المدروسة.

رقم الصنف	اسم الصنف	طريقة التربية	الآباء
1	ICSSH 31	النسب	ICSA38 × ICSV700
2	ICSSH 29	النسب	ICSA 675 × ICSV 700
3	ICSSH 30	النسب	ICSA 724 × SSV 74
4	ICSV 25280	النسب	(ICSV93046×SSV84)-7-2-1-3
5	ICSB 324	النسب	[{(IS18417×ICSB11)×ICSB45}×ICSB30]1-2-1-1
6	ICSB 474	النسب	(IS18432×ICSB6)11-1-1-2-2
7	ICSB 479	النسب	[(ICSB70×ICSV700)×PS19349B]5-4-1-2-2
8	ICSB 675	النسب	(E 36-1× ICSB 17)12-2
9	ICSB 38	النسب	[(BT×623×MR862)BLines bulk]-5-1-3-5
10	الرزينية	التجميع	التجميع

#### 2-4- مواقع التنفيذ Sites of experiment

نفذت التجربة الحقلية في مزرعة أبي جرش التابعة لكلية الزراعة - جامعة دمشق، خلال الموسم الزراعي 2010-2011 وتقع مزرعة أبي جرش عند التقاء خط عرض (33.33 درجة شمال)، وخط طول (36.18 درجة شرق)، وارتفاع 690 متر وهي منطقة استقرار رابعة.

نفذ الجزء الجزيئي في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية - مخابر البيولوجيا الجزيئية.

#### 3-4- طريقة الزراعة Planting method

تمت الزراعة بعد حرث الأرض بشكل جيد، بتاريخ 2010/5/4، حيث زُرعت الحبوب يدوياً في سطور (طول السطر 2 م)، وتركت مسافة 50 سم بين السطر والآخر، و25 سم بين النبات والآخر ضمن السطر الواحد، وزرعت الطرز الوراثية المدروسة بمعدل أربعة سطور لكل طراز وكررت التجربة ثلاث مرات في كل ظرف وصممت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية (RCBD) Randomized Complete Block Design. تم الري القطعة الشاهد مرة كل 15 يوماً بدءاً من تاريخ الزراعة وحتى تاريخ الإزهار، في حين تم ري التجربة المجهد ثلاث مرات على طول الموسم بدءاً من تاريخ الزراعة وحتى بداية ظهور العناقل. وُسجلت القراءات المطلوبة على خمس نباتات تم اختيارها عشوائياً من السطرين الداخليين لكل طراز وراثي وفي كل مكرر.

#### 4-4- دراسة الصفات الفينولوجية والإنتاجية والكمية:

##### 4-4-1- موعد الإزهار Date to 50% flowering (يوم): عبارة عن عدد الأيام من تاريخ

الزراعة وحتى إزهار 50% من النباتات (IBPGR/ICRISAT, 1993).

##### 4-4-2- المساحة الورقية Leaf area (سم<sup>2</sup>): يُعبّر هذا المؤشر عن درجة تورق

المحصول، أي مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعّال في عملية التمثيل الضوئي وتم قياسها بإتباع طريقة Stickler الخطية ووفقاً للمعادلة التالية (Stickler *et al.*, 1961):

$$L A (cm^2) = L \times W \times 0.747$$

حيث؛

L = طول الورقة.

W = عرض الورقة.

0.747 = متوسط معامل التصحيح الخاص بمحصول الذرة البيضاء (Bishnoi, 1966).

##### 4-4-3- محتوى الماء النسبي Relative water content: تمّ تقدير المحتوى النسبي

للماء في الأوراق في نهاية مرحلة النضج اللبني وقبل الحصاد، حيث قطعت ورقتان كاملتي الاستطالة عند قاعدة النصل من ثلاثة نباتات بشكل عشوائي من كل طراز وراثي، ووضعت الأوراق في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق للحد من فقد الماء بالتبخّر - نتح، ونُقلت مباشرةً إلى المخبر حيث سُجل الوزن الرطب للأوراق Fresh

FW) Weight في أقل من 15 دقيقة، ثم غُمرت الأوراق بشكلٍ كامل في الماء المقطر ضمن أنابيب اختبار مدة 16-18 ساعة عند درجة حرارة الغرفة (20 م) والإضاءة الخافتة في المخبر. وجُففت الأوراق بلطف في نهاية فترة النقع لإزالة الماء الزائد العالق على سطوحها، وسُجل الوزن الرطب المشبع (TW) Turgid Weight، ثم وضعت الأوراق في أكياس ورقية، ونُقلت إلى مجفف مسخن بشكل مسبق على درجة حرارة (105 م) مدة نصف ساعة، وذلك لقتل الأنسجة النباتية وإيقاف عملية فقد المادة الجافة بالتنفس، ثم خُفضت درجة حرارة المجفف إلى (80 م) وتركت العينات فيه مدة 72 ساعة، أو إلى حين الوصول إلى الوزن الجاف الثابت (DW) Dry Weight. وحسب محتوى الماء النسبي (%RWC) من المعادلة الرياضية الآتية (Schonfeld *et al.*, 1988):

#### الوزن الرطب - الوزن الجاف

$$\text{محتوى الماء النسبي (\%)} = \frac{\text{الوزن الرطب المشبع - الوزن الجاف}}{100} \times 100$$

#### الوزن الرطب المشبع - الوزن الجاف

4-4-4 عدد الأوراق الخضراء **Number of green leaves**: عدد الأوراق الخضراء (أكثر من 50% من الورقة خضراء اللون) لخمس نباتات جمعت عشوائياً من المكرر وتم حساب متوسط عدد الأوراق في النبات عند مرحلة الحصاد، IBPGR/ICRISAT, (1993).

4-4-5 قراءة **Brix(%)**: تم قياس نسبة المادة الصلبة الذائبة في عصير الذرة البيضاء السكرية من 5 نباتات اختيرت عشوائياً من المكرر بواسطة جهاز ريفريكتوميتر الرقمي يدوي ضمن مجال دقته (3 - 30°) حيث تمت معايرته بدرجة حرارة الغرفة وبالماء المقطر (Reddi, 2006).

4-4-6 الغلة من المادة الحية الخضراء **Green biomass yield (طن/هكتار)**: أُخذت 5 نباتات بشكل عشوائي من كل مكرر بفترة الحصاد وتم تسجيل الوزن لكامل النباتات ثم حسبت حسب وحدة المساحة التجريبية لكل صنف وبكل تجربة (Reddi, 2006).

4-4-7 قطر الساق **Stem diameter (سم)**: تم قياس قطر السوق السكرية من 5 نباتات اختيرت عشوائياً وذلك بقياس قطر للسلامية الوسطى (سم) (Patil, 2008).

4-4-8 طول السوق السكرية **Stem length (سم)**: تم قياس طول السوق السكرية من 5 نباتات اختيرت عشوائياً وذلك بقياس طول السوق النباتية (سم) من سطح التربة وحتى قاعدة العتقول (Patil, 2008).

4-4-9- الغلة من العصير السكري **Juice yield** (لتر/هكتار): تمثل إنتاجية العصير السكري للصنف في وحدة المساحة في القطعة التجريبية عند الحصاد وتم حسابه من خلال المعادلة التالية (Reddi, 2006):

العصير السكري (لتر/هكتار) = نسبة الاستخراج (%) × السوق السكرية (طن/هكتار)

$$\text{نسبة الاستخراج (\%)} = \frac{\text{حجم العصير المستخرج/نبات (مل)}}{\text{الوزن الكلي للسوق/نبات (كغ)}} \times 100$$

4-4-10- الغلة من السوق السكرية **Stalk Yield** (طن/هكتار): تم قطع السوق السكرية لخمس نباتات اختيرت عشوائياً من المكرر من سطح الأرض وقاعة العنكول الزهري عند الحصاد وأزيلت الأوراق الخضراء وتم أخذ وزن السوق السكرية وحسبت الغلة حسب وحدة المساحة في القطعة التجريبية (Patil, 2008).

4-4-11- الغلة من البقايا النباتية **Baggase yield** (طن/هكتار): وزن البقايا النباتية بعد عصر السوق السكرية، ويتم تقديرها بوحدة مساحة القطعة التجريبية (طن/هكتار).

4-4-12- الغلة النظرية من السكر **Sugar yield** (طن/هكتار): تم حساب الغلة النظرية من السكر استناداً على درجة Brix وتم حسابه من المعادلة التالية كما ذكرت من قبل Reddy *et al.*, (2005):

الغلة النظرية من السكر = (الذائبات الصلبة الكلية × 100) × الغلة من العصير السكري (لتر/هكتار).

$$\text{الذائبات الصلبة الكلية} = \text{Brix عند الحصاد} \times 0.8746 + 0.1516$$

4-4-13- الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي **Ethanol yield** (لتر/هكتار): تم تقدير الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي بنسبة 40 لتر لكل طن واحد من السوق السكرية (Rao *et al.* 2004).

4-5- تصميم التجربة والتحليل الإحصائي **Experimental design and statistical analysis**:

وضعت التجربة وفق تصميم القطاعات الكاملة العشوائية المدمجة (RCBD)، بمعدل ثلاثة مكررات لكل طراز ضمن الطرفين البيئيين. وتمّ تبويب النتائج المتحصل عليها، وحلت

إحصائياً باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SAS (SAS institute, 1997) لحساب قيم أقل فرق معنوي (L.S.D) بين المتغيرات المدروسة والتفاعلات المتبادلة بينها ومعامل الاختلاف، لكل صفة من الصفات المدروسة. وحسبت أيضاً قيم علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة ضمن الطرفين البيئيين.

#### 4-6-6- تقييم التنوع الوراثي باستخدام تقنية (ISSR) Inter-Simple Sequence :Repeat

##### 4-6-6-1- استخلاص الأحماض النووية DNA extraction

تم استخلاص الحمض النووي DNA من الأوراق الفنية الغضة بعمر 2-3 أسابيع من كل صنف باستخدام طقم مواد Genomic DNA purification kit وبتابع الخطوات الموصى بها من قبل المصنع.

##### 4-6-6-2- تقدير تركيز ونقاوة الحمض النووي DNA

تحدد تركيز DNA بواسطة جهاز UV-spectrophotometer، حيث أخذت القراءات في جهاز المطياف عند طول الموجات 260 نانومتر (nm) و 280 نانومتر (nm)، تسمح قراءة الامتصاصية عند طول الموجة 260 نانومتر لحساب تركيز DNA في العينة. علماً أن قراءة الكثافة الضوئية للامتصاصية المساوية لـ 1 (OD: Optical Density =1) والتي تقابل 50 ميكروغرام / مل لسلاسل DNA المزدوجة و 40 ميكروغرام / مل لسلاسل DNA المفردة و RNA. في حين تسمح النسبة بين قراءة طول الموجة 260 / 280 نانومتر بتقدير نقاوة الحمض النووي DNA، حيث يملك الحمض النووي DNA النقي قيم قراءات OD280/OD260 ما بين 1.8 إلى 2 (Sambrook et al, 1989)، وتم حساب تركيز DNA من خلال المعادلة التالية (الملحق، 1):

$$\text{DNA concentration } (\mu\text{g/ml}) = \text{OD}_{260} \times \text{عامل التمديد} \times 50\mu\text{g/ml}$$

##### 4-6-6-3- التقدير النوعي للأحماض النووية Qualification DNA

قدرت نوعية الحمض النووي DNA بواسطة جهاز الرحلان كهربائي باستخدام هلامة الأغاروز 1% Agarose، لتظهر بواسطة الأشعة فوق البنفسجية UV وبوجود مادة إيثيديوم برومايد الذي يرتبط مع الحمض النووي DNA مشكلاً معقداً يتألق إثر تعرضه للأشعة فوق البنفسجية، يهاجر الحمض النووي DNA على هلامة الأغاروز كحزم، وتكون عينات الحمض النووي DNA ذات نوعية جيدة عندما تظهر كجزء واحد (Sambrook et al., 1989)، وتم العمل حسب الخطوات الآتية:

## آ- تحضير هلامة الأغاروز Agarose gel:

- حضرت هلامة الأغاروز بتركيز 2% بإضافة 4 غرام اغاروز إلى 200 ml محلول منظم 1X TBE buffer (89 mM Tris, 89 mM Boric Acid, 2 mM EDTA pH=8) للحصول على فصل واضح بين الحزم.
- سخن المزيج السابق إلى درجة الغليان في الميكروويف microwaves لفترة 2-4 دقائق ثم برد إلى درجة 50°C.
- جهز قالب سكب الأغاروز وذلك بإغلاقه من الجانبين بشريط ورقي لاصق ووضع مشط مناسب لتشكيل الآبار لوضع العينات المراد فصلها أو دراسة جودتها.
- صب المزيج السائل بهدوء في القالب المخصص لتحضير الهلامة.
- بعد تصلب المزيج تمت إزالة المشط، ووضعت هلامة الأغاروز مع القالب في جهاز الرحلان الكهربائي، وذلك بعد ملء حوض الرحلان بالمحلول المنظم 1x TBE.

## ب- تحميل العينات على هلامة الأغاروز وتلوينها:

حمل ما يعادل 6 ميكرو لتر من DNA مضافاً له 2 ميكرو لتر من سائل التحميل Loading 0.25% buffer (bromophenol blue, 0.25% xylene cyanol, 30% glycerol) ووضعت في الآبار المخصصة لها ضمن الهلامة، بالإضافة إلى تحميل مؤشر (Marker) ذو وزن جزيئي 1Kb ladder. بعد انتهاء عملية الرحلان الكهربائي وضعت الهلامة في سائل التلوين (يحتوي مادة ايثيدوم برومايد بتركيز 1 ميكروغرام/ ميلي لتر) لمدة 30 دقيقة مع التحريك الهادئ، وعرضت الهلامة للأشعة فوق البنفسجية UV بواسطة جهاز UV-transilluminator عند طول موجة 302 نانومتر، وصورت هلامة الأغاروز.

## 4-6-4- تقنية التكرارات المتتابعة البسيطة البينية:

تم استخدام 20 بادئ ISSR (الجدول، 8) وذلك من خلال إضافة 50 ميكرو لتر من مواد التفاعل من طقم كيميائي GoTaq® Green Master Mix (الجدول، 6) التالية إلى أنبوب 0.2 مل.

الجدول (6): مكونات تفاعل البوليميراز التسلسلي المستخدم في تقنية ISSR.

المكونات	الحجم/مكرو لتر	التركيز النهائي
Components	Volume	Final conc.
المزيج الرئيسي	25 ميكرو لتر	1x
البادئ 10 ميكرو مولر	2 ميكرو لتر	0.1-1.0 ميكرو مولر
DNA المجيني (القالب)	2 ميكرو لتر	30 نانو غرام
ماء نقي	19 ميكرو لتر	

ووضعت الأنابيب في جهاز التدوير الحراري Thermo-cycler وكانت الشروط على النحو التالي (الجدول، 7):

الجدول (7): برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في تطبيق تقنية ISSR.

المدة لمنية Duration	درجة الحرارة Temperature	التفاعل Reaction
12 دقيقة	94	Initiation البداية
30 ثانية	94	مرحلة التسخن الحراري Thermal denaturation
30 ثانية	48	مرحلة تشفع البوادي Primers annealing
1 دقيقة	72	تطاول البوادي المتشعبة extension
12 دقيقة	72	مرحلة تطاول البوادي النهائية Final extension

الجدول (8): التتابع النكليوتيدي للبوادي التي استخدمت في تقنية ISSR.

التسلسل النكليوتيدي Primer Sequence	اسم البادي Primer
(GA)8 T	ISSR1
(AC)8 T	ISSR2
(TG)8 C	ISSR3
(CTC)5	ISSR4
(AG)8 A	ISSR5
(AG)7 ACC	ISSR6
(CAG)5 T	ISSR7
(CAG)5 G	ISSR8
(GA)8 T	ISSR9
(CT)4T (CT)3G	ISSR10
(AG)8 C	ISSR11
(TC)8G	ISSR12
(TA)8AT	ISSR13
(TA)8 GT	ISSR14
(TA)8 GG	ISSR15
(CT)8 AC	ISSR16
(GT)8 CG	ISSR17
(GT)8 TG	ISSR18
GCG (AT)7	ISSR19
(AG)8 TC	ISSR20

وتم تحليل نواتج التفاعل بعد إضافة الصبغة لها في هلامة الأغاروز 2% الذي يحتوي على الإتيديوم برومايد 0.5 مايكرو غرام/مل ومحلول 1x TBE buffer في جهاز الرحلان الكهربائي Electrophoresis تحت جهد كهربائي مقداره 90V لمدة ثلاث ساعات، وعرضت بعد ذلك للأشعة فوق البنفسجية، وصورت باستخدام جهاز توثيق الجيل Gel doc. وفي النهاية أعطي الحزمة الموجودة رقم (1) والحزمة الغائبة رقم (0).

#### 4-6-5- التحليل الإحصائي:

تم استخدام البرنامج الوراثي STATISTICA (StatSoft, Inc., 2003) لإنشاء مصفوفات عدم تشابه بالاعتماد على معامل Sneath و Sokal (Sneath and Sokal, 1973):

$$\text{Distance } (x, y) = 3_i (x_i - y_i)^2$$

واستخدمت هذه البيانات لبناء مخطط تفرعي للتراكيب الوراثية لتقدير القرابة الوراثية بينها بالاعتماد على طريقة المجموعة الزوجية غير الموزونة والمتوسط الحسابي The unweighted pair group method with arithmetic averages (UPGMA) والمسافات التربيعية Squared Euclidean distances . وتحسب درجة القرابة الوراثية أو درجة التشابه الوراثي بين الأقارب باستخدام المعادلة الآتية (Nei and Li, 1979):

$$\text{Similarity } (F) = \frac{2(n_{ab})}{n_a + n_b}$$

حيث:

$n_{ab}$  عدد الحزم المشتركة بين الصنفين المدروسين A و B .

$n_a$  عدد الحزم في الطراز A.

$n_b$  عدد الحزم في الطراز B.

4-7- تقنية تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي Semi quantitative Reverse transcriptase PCR

4-7-1- استخراج الرنا الرسول mRNA extraction والحصول على سلسلة DNA المكملة cDNA:

تم استخلاص الرنا الرسول mRNA من السوق النباتية في مرحلة النضج اللبني وقبل الحصاد من نبات فردي باستخدام طقم مواد RNeasy Mini kit Qiagen واتباع الخطوات الموصى بها من قبل المصنع وتحديد التركيز والنقاوة (الملحق، 1). تم الحصول على سلسلة DNA المكملة باستخدام طقم المواد الكيميائية RevertAid cDNA synthesis (Fermentas) (الجدول، 9، 10) وذلك من خلال إتباع الخطوات الموصى بها من قبل المصنع وباستخدام البادئ Oligo-dt وهو بادئ قصير متعدد الثايمين 25 (T) Thiamin للارتباط مع تسلسل عديد الأدينين Poly A من الطرف 3' في الرنا المرسال وتحديد التركيز والنقاوة (الملحق، 1).

- بعد استخراج mRNA وقياس التركيز وضبطه، تم تحضير أنبوب 1.5 مل ووضع فيه مواد الطقم الكيميائي وفقاً للتعليمات كما في الجدول الآتي:

الجدول (9): التحضير لتفاعل تحويل الرنا الرسول إلى نتاج النكليوتيدي المكمل للدنا.

المكونات	الحجم/مكرو لتر	التركيز النهائي
Components	Volume	Final conc.
عينة الرنا الأساسية (القالب)	4 ميكرو لتر	10 بيكوغرام-0.5 ميكروغرام
البادئ oligo -dt	1 ميكرو لتر	15-20 بيكومول
ماء نقي	6 ميكرو لتر	خالي

- وضعها بحمام مائي على درجة حرارة 65 مئوية لمدة 5 دقائق، ثم التثقيب والتحصين على الثلج.
- إضافة المواد التالية إلى الأنبوب:

الجدول (10): مكونات تفاعل تحويل الرنا الرسول إلى نتاج النكليوتيدي المكمل للدنا.

المكونات	الحجم/مكرو لتر
Components	Volume
المزيج الأساسي	4 ميكرو لتر
أنزيم مثبط لعمل لأنزيم المحطم لعينة الرنا 20 وحدة/ميكرو لتر	1 ميكرو لتر
10 ميلي مولر النكليوتيدات ثلاثية الفوسفات المختلفة	2 ميكرو لتر
أنزيم النسخ العكسي 200 وحدة/ميكرو لتر	2 ميكرو لتر

- توضع في الحمام المائي على درجة حرارة 42 مئوية لمدة 60 دقيقة.
- إنهاء التفاعل بالتحضين على درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة 5 دقائق.

#### 4-7-2- تصميم البودائ و تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي:

تم تصميم بادئ مخصص لمضاعفة السلسلة المكملة للمورثة SuSy2 cDNA باستخدام برنامج Primer 3 حيث تم تحديد حجم القطعة المطلوبة ودرجة التمسح ونسبة GC% اعتماداً على التسلسل المنشور للصفة White من الذرة البيضاء السكرية في NCBI رقم التسلسل (SuSy2, GeneBank Accession, FJ513325.1) وبادئ مخصص لمضاعفة المورثة الشاهد Housekeeping gene الأكتين Actin من الذرة البيضاء في الموقع NCBI رقم (Actin-1-like protein mRNA, GeneBank Accession, GU138757). (الجدول، 11)

الجدول (11): التتابع النكليوتيدي للبودائ التي استخدمت في عزل كل من مورثة تصنيع السكروز والمورثة الشاهد الأكتين.

الحجم size (bp)	التسلسل النكليوتيدي Sequences	البادئ Primer
2409	5' ATGGCTGCCAAGTTGACTC 3' 5' CTAGTCGTAGGACAAGGGAACC 3'	بادئ مخصص لعزل المورثة
768	5' TCACACTTTCTACAATGAGCT 3' 5' GATATCCACATCACACTTCAT 3'	بادئ مورثة الأكتين

استخدمت هذه البودائ لعزل المورثتين SuSy2 و Actin وذلك من خلال إضافة مواد لحجم نهائي 50µl من مكونات التفاعل (الجدول، 12)، واستخدمت المواد من الطقم الكيميائي QIAGEN TopTaq Master Mix Kit إلى أنبوب 0.2 ml وفقاً للتعليمات المرفقة مع الطقم:

الجدول (12): مكونات التفاعل في عزل مورثة تصنيع السكروز والمورثة الخدمية الأكتين.

التركيز النهائي Final conc.	الحجم/ميكرو لتر Volume	المكونات Components
1x	5 ميكرو لتر	المزيج الأساسي
1.0-0.1 ميكرومولر	2 ميكرو لتر	البادئ الأمامي 10 ميكرومولر
1.0-0.1 ميكرومولر	2 ميكرو لتر	البادئ العكسي 10 ميكرومولر
>200 نانوغرام/50 ميكرو لتر	2 ميكرو لتر	قالب DNA

ووضعت الأنابيب في جهاز التدوير الحراري Thermo-cycler وكانت الشروط على النحو الآتي (الجدول، 13):

الجدول (13): برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في مضاعفة القطع المستهدفة.

التفاعل	درجة الحرارة	المدة لمنية
Reaction	Temperature	Duration
البداية Initiation	94	3 دقائق
35	94	30 ثانية
cycles	50	30 ثانية
دورة	72	90 ثانية
مرحلة تطاول البودائ النهائية	72	10 دقائق

#### 4-7-3- تحميل العينات على هلامة الأغاروز وتلوينها:

حمل ما يعادل 6 ميكرو لتر من DNA مضافاً له 2 ميكرو لتر من سائل التحميل Loading 0.25% buffer (bromophenol blue, 0.25% xylene cyanol, 30% glycerol). وتم تحليل نواتج التفاعل بعد إضافة الصبغة لها في هلامة الأغاروز 0.8% الذي يحتوي على الإيتيديوم برومايد 0.5 مايكرو غرام/مل ومحلول 1x TBE buffer في الآبار المخصصة لها بالإضافة إلى تحميل مؤشر (Marker) ذو وزن جزيئي 1Kb ladder ثم وضعت في جهاز الرحلان الكهربائي Electrophoresis تحت جهد كهربائي مقداره 90V لمدة ساعة، وعرضت بعد ذلك للأشعة فوق البنفسجية، وصورت باستخدام جهاز توثيق الجل .Gel doc.

#### 4-8- تحديد التتابعات النكليوتيدية للمورثة (SuSy2) : Sucrose synthase

#### 4-8-1- تصميم البوادي المخصصة لعزل المورثة و تفاعل PCR :

تم تصميم 9 بوادي مخصصة لمضاعفة المورثة SuSy2 (الجدول، 14)، باستخدام برنامج Primer 3 حيث تم تحديد حجم القطعة المطلوبة ودرجة التمسح ونسبة GC% اعتماداً على التسلسل المنشور للصنف White من الذرة البيضاء السكرية في NCBI رقم التسلسل SuSy2, GeneBank Accession, FJ513325 .

الجدول (14): التتابع النكليوتيدي للبوادي التي استخدمت في عزل وتحديد التتابعات النكليوتيدية لمورثة SuSy2.

الابتداء Primer	التسلسل النكليوتيدي Sequences	الحجم (bp)	التراكب Overlapping	حرارة الالتحام Tm
البادي الأول	5' TTGAGTATCATTGAGCCATGGC 3'	693		53
	5' GTGTTACCTGAGCAGCACGA 3'		84	54
البادي الثاني	5' GTTAACCAGGGCAAGGGAAT 3'	626		52
	5' GAAATTCAGCAATGGGTACAGG 3'		103	53
البادي الثالث	5' CTTGAGCTTGATTTGAGCCC 3'	639		52
	5' CTCCAAGTTGGCAGGATCAG 3'		70	54
البادي الرابع	5' CAAGAGCTTGGCTTGGAGA 3'	672		51
	5' CAGTGTATGTCTCCAGGTATG 3'		74	52
البادي الخامس	5' GGTCATTGGAAGTGGAGCACAC 3'	662		54
	5' TGCTGCAGAAATAACAGAGAAAA 3'		71	50
البادي السادس	5' CAAGAAATCGCAGGGAGGTA 3'	658		52
	5' ATTCCTTGCCATGGTCACCAG 3'		78	54
البادي السابع	5' GTTGAAGGACAAGAACAAGCCG 3'	645		55
	5' GTCCCAGTAGCTTGGGTCTG 3'		82	56
البادي الثامن	5' CCTGCTGAAATCATTGTGGA 3'	654		50
	5' TTCCCACTAGTCGTAGGAC 3'		190	54
البادي التاسع	5' TGTTGACCAAAGTCCGTATCTG 3'	647		53
	5' CTGGAAGACAGGAGAACGAGC 3'			56

استخدمت هذه البوادي لعزل المورثة (الجدول، 16) وذلك من خلال إضافة مواد لحجم نهائي 50 ميكرو لتر من مكونات التفاعل، واستخدمت المواد من الطقم الكيميائي ThermoTaq DNA polymerase (الجدول، 15) إلى أنبوب 0.2 مل وفقاً للتعليمات المرفقة مع الطقم:

الجدول (15): مكونات التفاعل التي استخدمت في مضاعفة مورثة تصنيع السكروز .

المكونات	الحجم/ميكرو لتر	التركيز النهائي
Components	Volume	Final conc.
مزيج التفاعل الأساسي	5 ميكرو لتر	1x
النكليوتيدات ثلاثية الفوسفات المختلفة	4 ميكرو لتر	0.2 ميلي مولر
مغنيزيوم كلورايد	4 ميكرو لتر	5-1 ميلي مولر
البادئ الأمامي 10 ميكرومولر	2 ميكرو لتر	1.0-0.1 ميكرومولر
البادئ العكسي 10 ميكرومولر	2 ميكرو لتر	1.0-0.1 ميكرومولر
قالب DNA	2 ميكرو لتر	<200 نانو غرام/50 ميكرو لتر
أنزيم البوليميراز Pfu	0.5 ميكرو لتر	2.5 وحدة/50 ميكرو لتر
ماء نقي	30.5 ميكرو لتر	

ووضعت الأنابيب في جهاز التدوير الحراري Thermo-cycler وكانت الشروط على النحو التالي (الجدول، 16):

الجدول (16): برنامج عمل جهاز التدوير الحراري الذي استخدم في مضاعفة مورثة تصنيع السكروز .

التفاعل	درجة الحرارة	المدة لمنية
Reaction	Temperature	Duration
البداية	94	3 دقائق
35 cycles	94	30 ثانية
	61	30 ثانية
	72	90 ثانية
مرحلة تطاول البوادئ النهائية	72	10 دقائق

#### 4-8-2- عزل القطع المضاعفة من الهلامية وتنقيتها:

تحليل نواتج التفاعل بعد إضافة الصبغة لها في Low melting Agarose  $\geq 1000$  جل الأغاروز سريع الذوبان 0.8% الذي يحتوي على الإيتيديوم برومايد 0.5 مايكرو غرام/مل ومحلول 1x TAE buffer في جهاز الرحلان الكهربائي Electrophoresis تحت جهد كهربائي مقداره 90V لمدة ساعة ونصف، وعرضت بعد ذلك للأشعة فوق البنفسجية لوقت قصير، ثم تم قطع الهلامية المحيطة بالقطع المضاعفة المستهدفة وتنقيتها من الشوائب وبقايا هلامية الأغاروز باستخدام طقم كيميائي متخصص EuroClone Gel extraction kit بإتباع تعليمات المرفقة.

#### 4-8-3- تحضير القطع المضاعفة لتحديد التتابعات النكليوتيدية وتحليل البيانات:

i. التخلص من البودائى والنكليوتيدات الحرة EXO/SAP: تم استخدام ExoSAP-IT<sup>®</sup> وفقاً للخطوات التالية:

- أخذ 5 ميكرو لتر من القطعة المضاعفة و 2 ميكرو لتر من ExoSAP-IT.
- تحضين لمدة 15 دقيقة على درجة حرارة 37 مئوية.
- تحضين لمدة 15 دقيقة على درجة حرارة 80 مئوية.

ii. تعليم التتابعات النكليوتيدية Cycle sequence: باستخدام Big Dye Ready Reaction Mix وفقاً للخطوات الآتية:

- تحضير مزيج ضمن أنبوب 0.2 مل (الجدول، 17) :

الجدول (17): مكونات تفاعل تعليم التتابعات النكليوتيدية.

الحجم/ميكرو لتر Volume	المكونات Components
1 ميكرو لتر	قالب DNA
1 ميكرو لتر	البودائى
2 ميكرو لتر	ماء نقي
8 ميكرو لتر	مزيج التفاعل الأساسى Big Dye Ready Reaction Mix

- وضعت الأنابيب في جهاز التدوير الحراري Thermo-cycler وكانت الشروط على النحو الآتي:

الجدول (18): برنامج عمل جهاز التدوير الحراري المستخدم في تعليم التتابعات النكليوتيدية.

التفاعل Reaction	درجة الحرارة Temperature	المدة لمنية Duration
مرحلة التسخن الحراري	96	10 ثواني
مرحلة تشفع البودائى	50	5 ثانية
تطاول البودائى المتشفعة	60	4 دقائق
المرحلة النهائية	4	10 دقائق

iii. التنقية والتخلص من مكونات التفاعل السابق بواسطة أعمدة التنقية Column purification: تم باستخدام CENTRI • SPIN<sup>™</sup> - 20 Columns.

iv. سحب الماء من العينات باستخدام جهاز CentriVap Concentrator System.

v. إضافة 20 ميكرو لتر من محلول الفورماميد.

- .vi تحميل العينات على السلسلة ABI PRISM® 310 Genetic Analyzer
- .vii تم تكرار الخطوات السابقة مرتين للتأكد من النتائج.
- .viii تم تحليل البيانات المؤكدة من خلال برنامج Data Collection software
- .ix تم تحليل البيانات باستخدام برامج وراثية على الشبكة العنكبوتية Online:  
  - Chromas V. 2.33
  - National Center for Biotechnology BLAST/nucleotide blast للموقع
  - Information (NCBI)
  - DNA Baser/Biology Tools
  - SIM4-A program to align cDNA and genomic DNA
  - NCBI للموقع Open Reading Frame Finder/ (ORF) Finder
  - NCBI للموقع BLAST/protein blast
  - SWISS-MODEL Workspace
  - RasMol/ RasWin Molecular Graphics V.2.7.5.2

## الفصل الرابع

### 4- النتائج Results

#### 4-1- المؤشرات الفينولوجية والشكلية والفيزيولوجية:

تظهر نتائج تحليل التباين أن الأصناف اختلفت معنوياً في جميع الصفات المدروسة عند مستوى احتمال 5%، كما كان هناك تفاعلاً معنوياً واضحاً بين التركيب الوراثي والبيئي في جميع الصفات ماعدا قراءة Brix. وتؤكد هذه النتائج على ضرورة دراسة كل صفة على حدى وفي كل صنف مختبر بهدف تحديد الأصناف التي كان لديها استجابة لظروف الإجهاد المائي في الحقل (الجدول، 19).

الجدول (19): تحليل التباين للصفات المدروسة بين المكررات، الأصناف، ظرفي لزراعة الشاهد والمجهد والتفاعل البيئي.

C.V%	الخطأ التجريبي	التفاعل البيئي	الأصناف	المكررات	ظرفي الزراعة	مصادر التباين
	38	9	9	1	2	درجة الحرية
0.24	0.05	289.60**	1182**	0.05	3465.6**	عدد الأيام حتى 50% إزهار
8.56	0.69	0.78	24**	0.1	11.2**	عدد الأوراق
2.22	7.08	60.85**	8873.3**	8.7	1664.2**	طول السوق
8.14	0.03	0.29**	2.1**	0	1.6**	قطر السوق
110.74	1309161.8	1182185	3644517.8**	1428079	2414975	المساحة الورقية (سم <sup>2</sup> )
4.82	6.67	490.15**	537.2**	19.21	6100.4**	المحتوى الرطوبي النسبي (%)
4.36	1.59	27.80**	2617.5**	0.5	424.4**	الكتلة الحيوية (طن/هكتار)
8.14	1.61	8.78**	606.1**	0.84	80.8**	وزن البقايا النباتية (طن/هكتار)
5.13	1.41	11.81**	2124.9**	1.32	243.7**	الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار)
11.65	0.78	2.56**	487.1**	0.47	57.9**	الغلة من العصير السكري (طن/هكتار)
8.37	1.94	3	12.6**	2.11	35.2**	Brix (%)
17.07	34454.77	59910.98	7542911**	33621	552257**	الغلة النظرية من السكر
5.9	2984.11	23659.68**	3415371.4**	1230.7	384339**	الغلة النظرية من الإيثانول

(\*\*) الدلالة الإحصائية 1%.

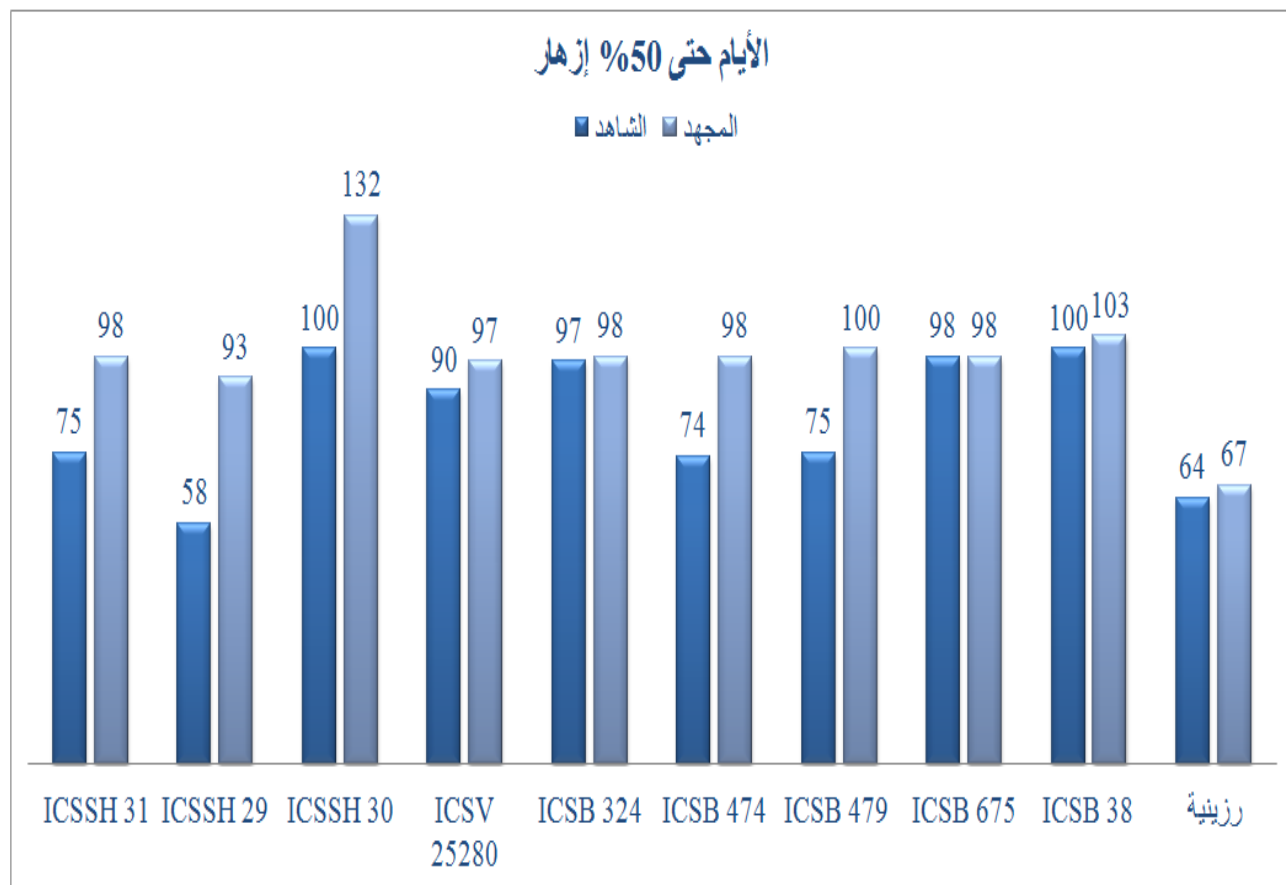
#### 4-1-1- موعـد الإزهار (يوم) Date to 50% flowering:

يلاحظ من الجدول (20)، والشكل (1) وجود فروقات معنوية في صفة موعـد الإزهار بين الأصناف المدروسة، وفي حالتـي الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط موعـد الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (116 يوم) تلاه الصنف ICSB38 (101.50 يوم) في حين كان متوسط موعـد الإزهار الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (65.50 يوم). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في موعـد الإزهار كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSB675 (0.00%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH29 (60.34%). عموماً، يلاحظ تأخراً في موعـد الإزهار عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط موعـد الإزهار الأعلى معنوياً لدى معاملة الجفاف (98.30 يوم) وتراجع عند معاملة الشاهد (مروي) (83.10 يوم).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط موعـد الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 والصنف ICSB38 (100 يوم) تلاها الصنف ICSB324 (97 يوم) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف ICSSH29 (58 يوم)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط موعـد الإزهار الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (132 يوم) تلاه الصنف ICSB38 (103 يوم) ووصل متوسط موعـد الإزهار لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (67 يوم).

الجدول (20): تأثير الإجهاد المائي في متوسط موعد الإزهار (يوم) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة	
0.11	83.10B	0.54	64	100	98	75	74	97	90	100	58	75	الشاهد	
	98.30A	0.00	67	103	98	100	98	98	97	132	93	98	المجهد	
			-4.69	-3.00	0.00	-33.33	-32.43	-1.03	-7.78	-32.00	-60.34	-30.67	الاختلاف %	
			0.372	65.5	101.5	98.0	87.5	86.0	97.5	93.5	116.0	75.5	86.5	المتوسط البيئي
													L.S.D <sub>0.05</sub>	
													0.26	



الشكل (1): تأثير الإجهاد المائي في متوسط موعد الإزهار (يوم) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-2- عدد الأوراق :Number of leaves

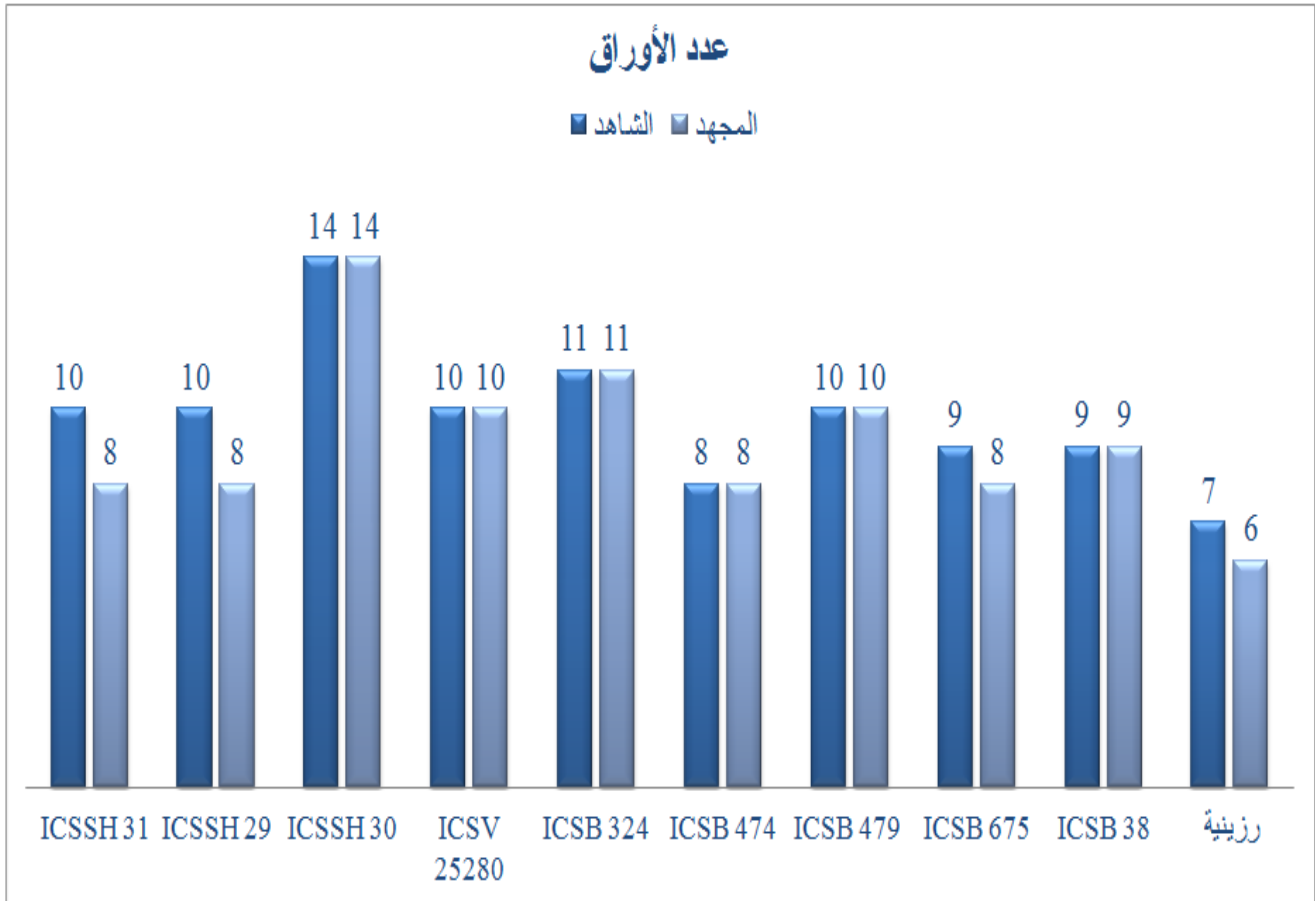
يُلاحظ من الجدول (21)، والشكل (2) وجود فروقات معنوية في صفة عدد الأوراق بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط عدد الأوراق الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (14 ورقة) تلاه الصنف ICSB324 (11 ورقة) في حين كان متوسط عدد الأوراق الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (6.50 ورقة). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في عدد الأوراق كانت الأقل معنوياً لدى الأصناف ICSSH30، ICSV25280، ICSB474، ICSB32، ICSB38 و ICSB479 (0.00%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH29 و ICSSH31 (20%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في عدد الأوراق عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط عدد الأوراق الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (10.16 يوم) وتراجع عند معاملة الجفاف (9.30 يوم).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط عدد الأوراق الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (14 ورقة) تلاها الصنف ICSB324 (11 ورقة) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى نباتات الصنف رزينية (7 أوراق)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط عدد الأوراق الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (14 ورقة) تلاه الصنف ICSB38 (11 ورقة) ووصل متوسط عدد الأوراق لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (6 أوراق).

الجدول (21): تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة	
0.43	10.16A	1.52	7	9	9	10	8	11	10	14	10	10	الشاهد	
	9.30B	1.24	6	9	8	10	8	11	10	14	8	8	المجهد	
			14.29	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	الاختلاف %	
			1.37	6.50	9.00	8.50	10.00	8.00	11.00	10.00	14.00	9.00	9.00	المتوسط البيني
												0.97	L.S.D <sub>0.05</sub>	



الشكل (2): تأثير الإجهاد المائي في متوسط عدد الأوراق لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

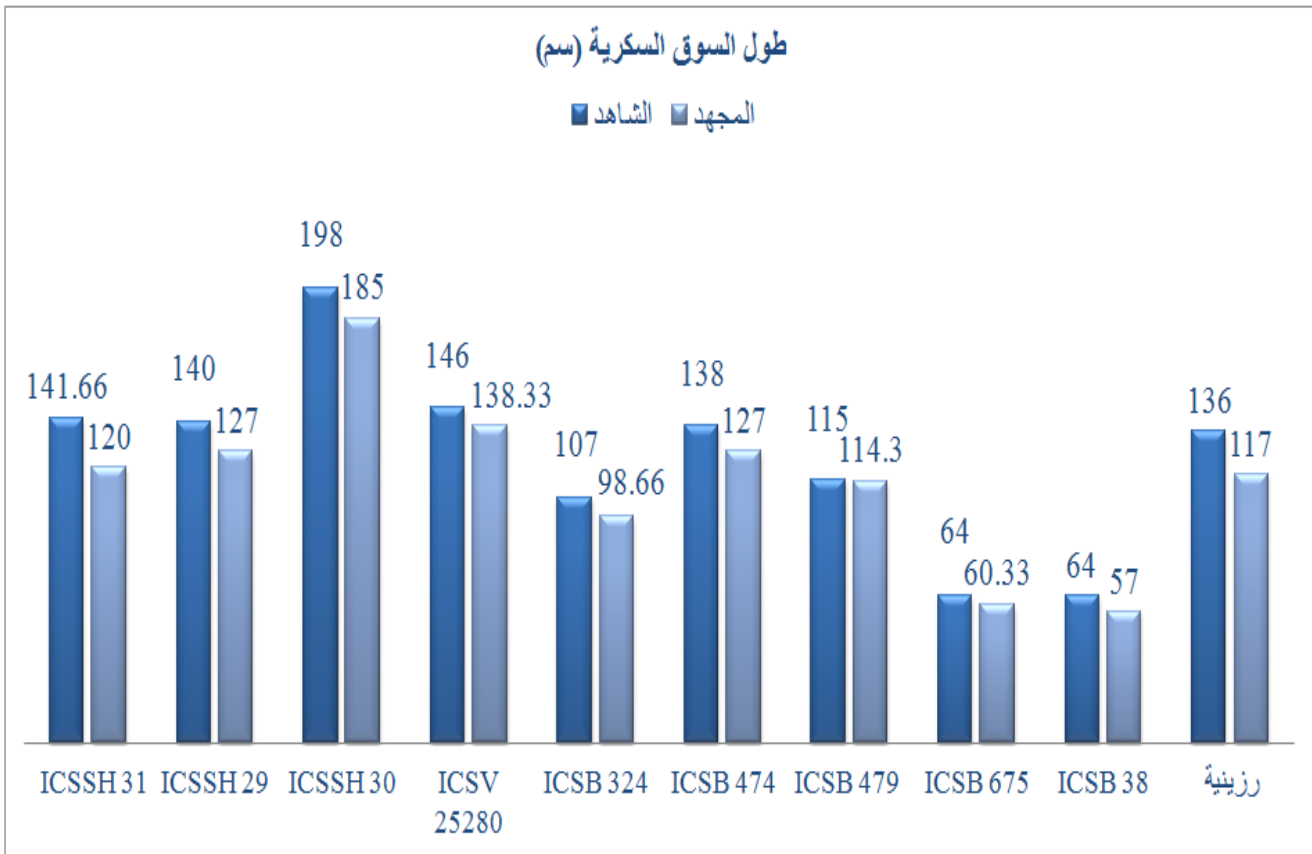
#### 4-1-3- طول السوق السكرية (سم) Cane Height:

يُلاحظ من الجدول (22)، والشكل (3) وجود فروقات معنوية في صفة طول السوق السكرية بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط طول السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (191.5 سم) تلاه الصنف ICSSH29 (133.50 سم) في حين كان متوسط طول السوق السكرية الأقل معنوياً لدى الصنف ICSB38 (60.50 سم) تلاه الصنف ICSB675 (62.17 سم). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في طول السوق السكرية كانت الأقل معنوياً لدى الأصناف ICSSB479 (0.61%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH31 (20%) وتلاه الصنف رزينية (13.97%). عموماً، يلاحظ تراجعاً في طول السوق السكرية عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص المياه في التربة، وكان متوسط طول السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (125 سم) وتراجع عند معاملة الجفاف (114.50 سم).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط طول السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (198 سم) تلاها الصنفين ICSSH31 (141.66 سم) و ICSSH29 (140 سم) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنفين ICSB675 و ICSB38 (64 سم)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط طول السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (185 سم) تلاه الصنف ICSV25280 (138.33 سم) ووصل متوسط طول السوق السكرية لأدنى مستوى لدى الصنف ICSB38 (57 سم).

الجدول (22): تأثير الإجهاد المائي في متوسط طول السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة
1.39	125A	4.35	136	64	64	115	138	107	146	198	140	141.66	الشاهد
	114.5B	4.81	117	57	60.33	114.3	127	98.66	138.33	185	127	120	المجهد
			13.97	10.94	5.73	0.61	7.97	7.79	5.25	6.57	9.29	15.29	% الاختلاف
		4.39	126.5	60.50	62.17	114.6	132.5	102.8	142.17	191.5	133.50	130.83	المتوسط البيئي
													L.S.D <sub>0.05</sub>
													3.11



الشكل (3): تأثير الإجهاد المائي في متوسط طول السوق السكرية (سم) لدي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-4- المساحة الورقية Leaf Area:

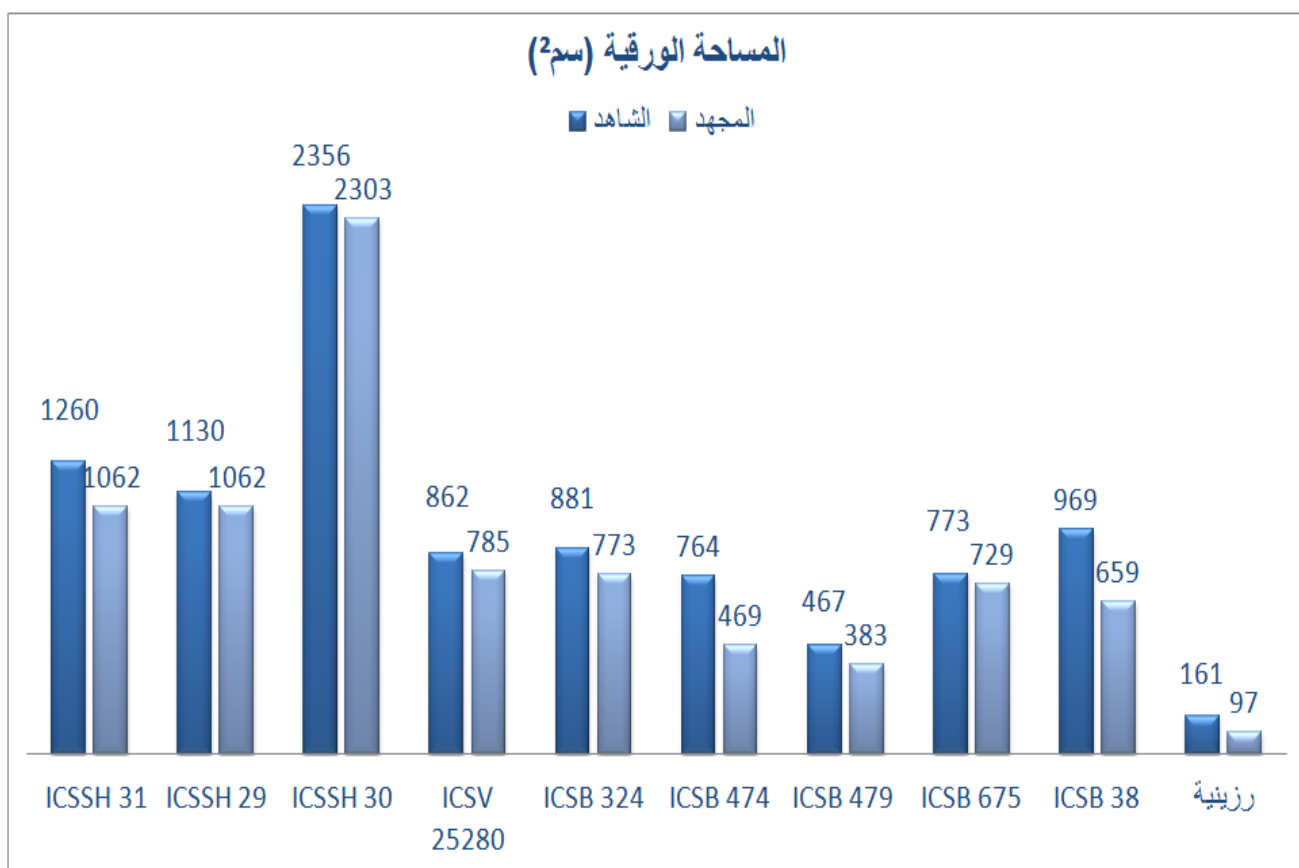
يُلاحظ من الجدول (23)، والشكل (4) وجود فروقات معنوية في صفة المساحة الورقية بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (2329.5 سم<sup>2</sup>) تلاه الصنف ICSSH31 (1161 سم<sup>2</sup>) في حين كان متوسط المساحة الورقية الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (129 سم<sup>2</sup>). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في المساحة الورقية كانت الأقل معنوياً لدى الأصناف ICSSH30 (2.25%) وتلاه الصنف ICSB675 (5.69%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف رزينية (39.75%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في المساحة الورقية عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (962.38 سم<sup>2</sup>) وتراجع عند معاملة الجفاف (832.6 سم<sup>2</sup>).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (2356 سم<sup>2</sup>) تلاه الصنف ICSSH31 (1260 سم<sup>2</sup>) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (161 سم<sup>2</sup>)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط المساحة الورقية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (2303 سم<sup>2</sup>) تلاه الصنفين ICSSH31 و ICSSH29 (1062 سم<sup>2</sup>) ووصل متوسط المساحة الورقية لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (97 سم<sup>2</sup>).

الجدول (23): تأثير الإجهاد المائي في متوسط المساحة الورقية (سم<sup>2</sup>) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

المعاملة	ICSSH 31	ICSSH 29	ICSSH 30	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	L.S.D 0.05
الشاهد	1260	1130	2356	969	773	467	764	881	862	2356	1130	1260	962.3B
المجهد	1062	1062	2303	659	729	383	469	773	785	2303	1062	1062	832.6A
الاختلاف %				31.9	5.7	17.9	38.6	12.3	8.9	2.3	6.1	15.7	
المتوسط البيني	1161.0	1096.0	2329.5	814	751	425	616.5	827	823.5	2329.5	1096.0	1161.0	1890.8
									1347.3				L.S.D 0.05



الشكل (4): تأثير الإجهاد المائي في متوسط المساحة الورقية (سم<sup>2</sup>) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-5- قطر السوق السكرية Cane diameter:

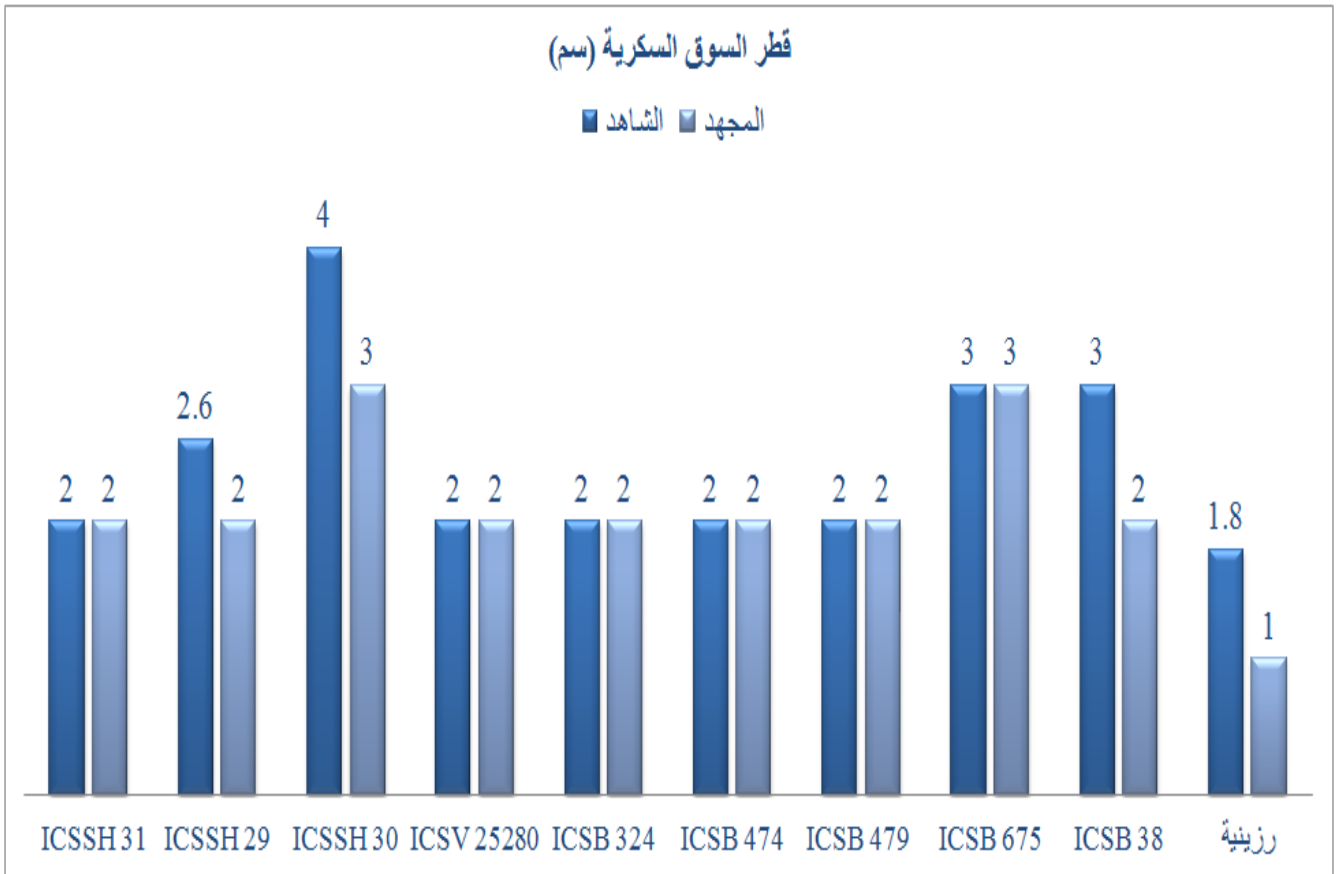
يُلاحظ من الجدول (24)، والشكل (5) وجود فروقات معنوية في قطر السوق السكرية بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الجفافية وتوفر الماء. وكان متوسط قطر السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (3.50 سم) تلاه الصنف ICSB675 (3 سم) في حين كان متوسط قطر السوق السكرية الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (1.40 سم). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في قطر السوق السكرية كانت الأقل معنوياً لدى الأصناف ICSSH31، ICSV25280، ICSB324، ICSB474، ICSB479، ICSB675 و (0.00%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف رزينية (44.44%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في قطر السوق السكرية عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط قطر السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (2.46 سم) وتراجع عند معاملة الجفاف (2.13 سم).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط قطر السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (4 سم) تلاه الصنفين ICSB675 و ICSB38 (3 سم) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (1.8 سم)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط قطر السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSSH30 (3 سم) و ICSB675 (3 سم) ووصل متوسط قطر السوق السكرية لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (1 سم).

الجدول (24): تأثير الإجهاد المائي في متوسط قطر السوق السكرية (سم) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة	
0.09	2.46A	0.31	1.8	3	3	2	2	2	2	4	2.6	2	الشاهد	
	2.13B	0.31	1	2	3	2	2	2	2	3	2	2	المجهد	
			44.44	33.33	0	0	0	0	0	25	23.08	0.0	الاختلاف %	
			0.309	1.40	2.50	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.50	2.3	2	المتوسط البيئي
												0.22	L.S.D <sub>0.05</sub>	



الشكل (5): تأثير الإجهاد المائي في متوسط قطر السوق السكرية (سم) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-6- المحتوى الرطوبي النسبي Relative water content:

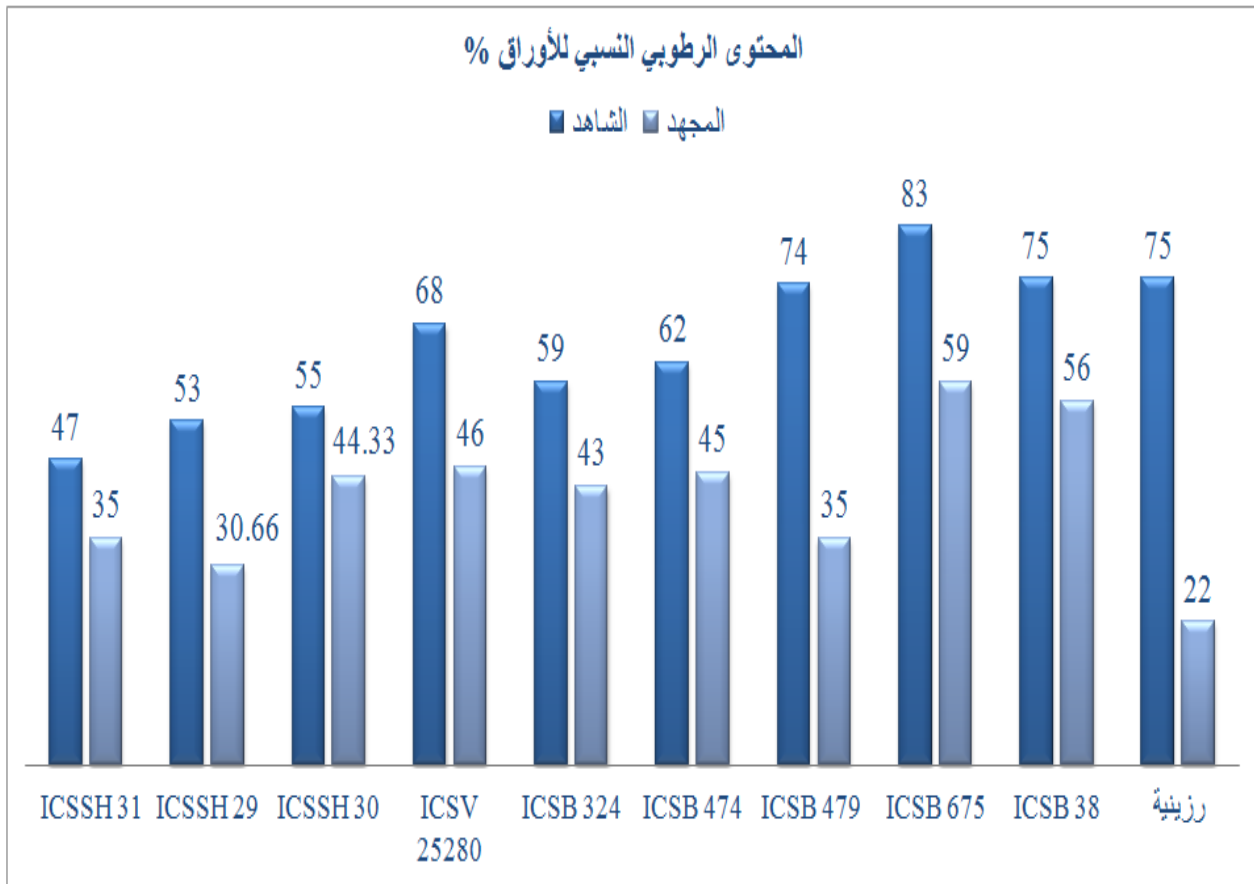
يُلاحظ من الجدول (25)، والشكل (6) وجود فروقات معنوية في المحتوى الرطوبي النسبي بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط المحتوى الرطوبي النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB675 (71%) تلاه الصنف ICSB38 (65.50%) في حين كان متوسط المحتوى الرطوبي النسبي الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH31 (41%) تلاه الصنف ICSSH29 (41.83%). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في المحتوى الرطوبي النسبي كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (19.40%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف رزينية (70.67%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في المحتوى الرطوبي النسبي عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط المحتوى الرطوبي النسبي الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (63.60%) وتراجع عند معاملة الجفاف (43.43%).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط المحتوى الرطوبي النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنفين رزينية و ICSB38 (75%) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف ICSSH31 (47%)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط المحتوى الرطوبي النسبي الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSB674 (59%) ووصل متوسط المحتوى الرطوبي النسبي لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (22%).

الجدول (25): تأثير الإجهاد المائي في المحتوى الرطوبي النسبي (%) في الأوراق لذي أصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة	
1.35	63.60A	3.96	75	75	83	74	62	59	68	55	53	47	الشاهد	
	43.43B	3.7	22	56	59	35	45	43	46	44.33	30.66	35	المجهد	
			70.67	25.33	28.92	52.70	27.42	27.12	32.35	19.40	42.15	25.53	% الاختلاف	
			4.26	48.50	65.50	71.00	54.50	53.50	51.00	57.00	49.67	41.83	41.00	المتوسط البيئي
												3.04	L.S.D <sub>0.05</sub>	



الشكل (6): تأثير الإجهاد المائي في متوسط المحتوى الرطوبي النسبي (%) في الأوراق لذي الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-7- الكتلة الحية الخضراء عند النضج (طن/هكتار) Green Biomass:

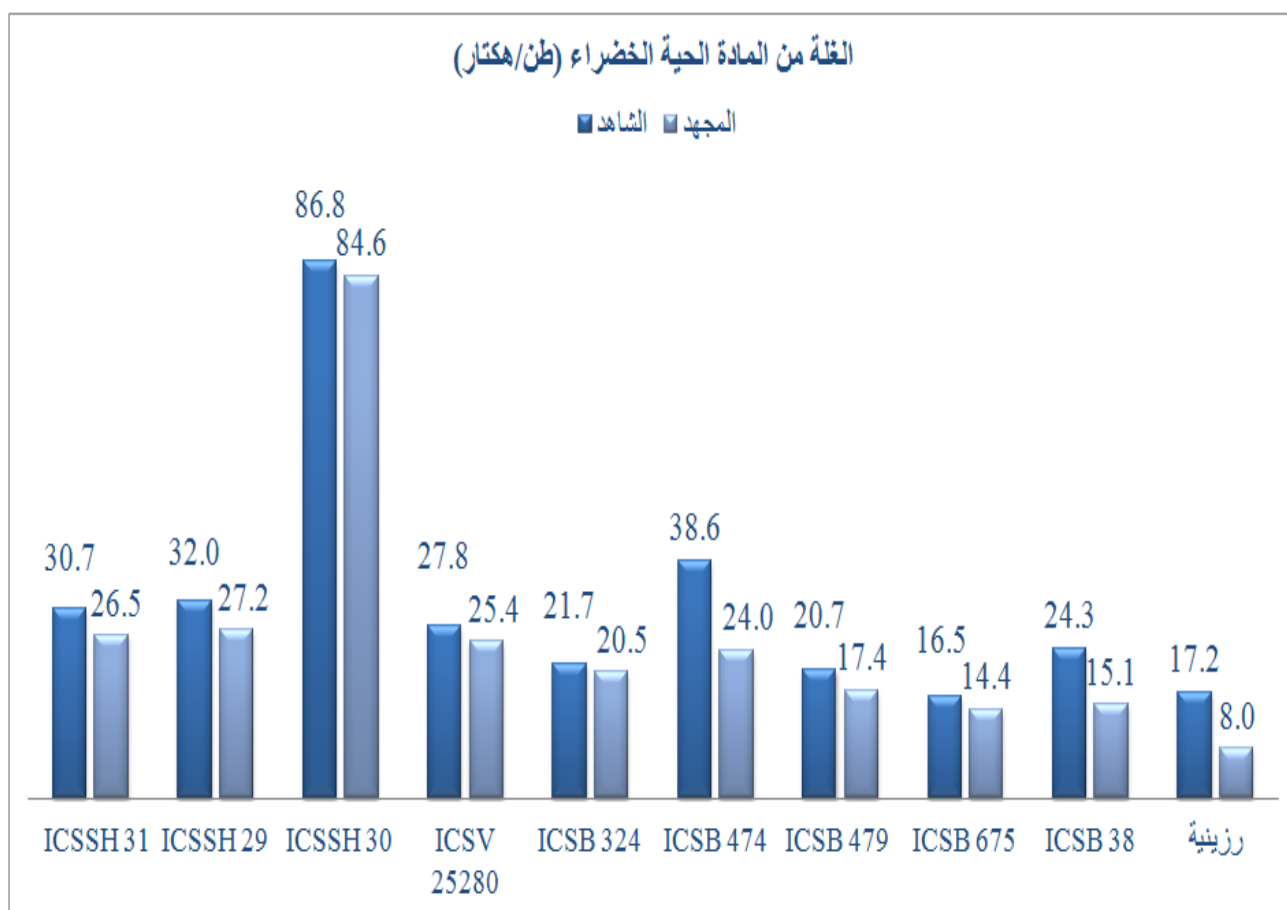
يُلاحظ من الجدول (26)، والشكل (7) وجود فروقات معنوية في الكتلة الحية الخضراء بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط الكتلة الحية الخضراء الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (85.70 طن/هكتار) تلاه الصنف ICSB474 (31.28 طن/هكتار) في حين كان متوسط الكتلة الحية الخضراء الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (12.60 طن/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في الكتلة الحية الخضراء كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (2.53%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف رزينية (53.49%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في الكتلة الحية الخضراء عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط الكتلة الحية الخضراء الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (31.62 طن/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (26.30 طن/هكتار).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط الكتلة الحية الخضراء الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSSH30 (86.8 طن/هكتار) وتلاه الصنف ICSB474 (38.6 طن/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (17.2 طن/هكتار)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط الكتلة الحية الخضراء الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (84.6 طن/هكتار) ووصل متوسط الكتلة الحية الخضراء لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (8 طن/هكتار).

الجدول (26): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من المادة الحية الخضراء (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

المعاملة	ICSSH 31	ICSSH 29	ICSSH 30	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	L.S.D 0.05	المتوسط العام
الشاهد	30.7	32.0	86.8	24.3	16.5	20.7	38.6	21.7	27.8	86.8	32.0	30.7	0.66	31.62A
المجهد	26.5	27.2	84.6	15.1	14.4	17.4	24.0	20.5	25.4	84.6	27.2	26.5		26.30B
الاختلاف %				53.49	37.95	12.89	16.02	37.76	5.40	8.63	2.53	14.92		
المتوسط البيئي				12.60	19.71	15.47	19.07	31.28	21.07	26.60	85.70	29.59	2.08	
									1.47					L.S.D 0.05



الشكل (7): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من المادة الحية الخضراء لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

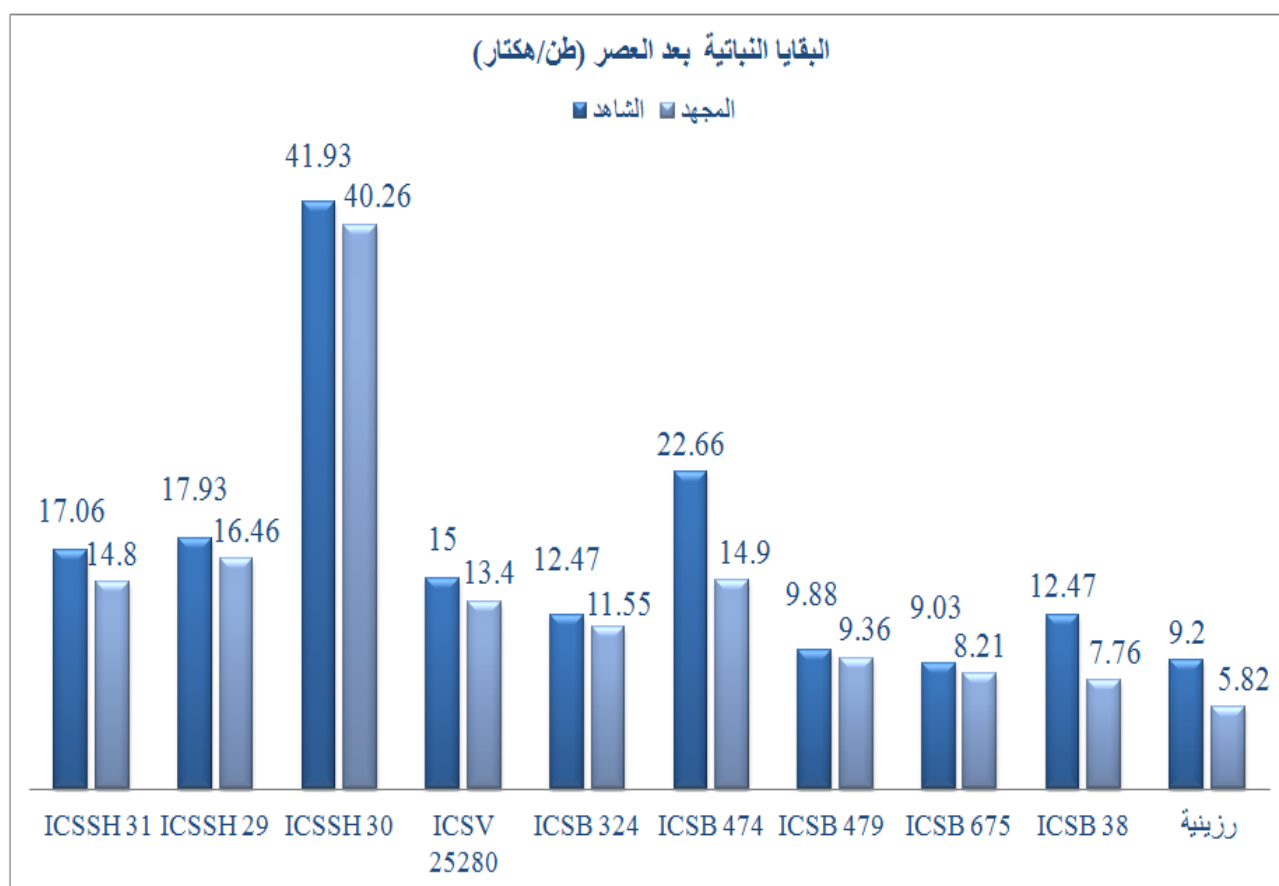
#### 4-1-8- البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) Baggase Yield:

يُلاحظ من الجدول (27)، والشكل (8) وجود فروقات معنوية في وزن البقايا النباتية بعد العصر بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (41.10 طن/هكتار) تلاه الصنف ICSB474 (18.78 طن/هكتار) في حين كان متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (7.51 طن/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في وزن البقايا النباتية بعد العصر كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (3.98%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB38 (37.77%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في وزن البقايا النباتية بعد العصر عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (16.77 طن/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (14.45 طن/هكتار). تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSSH30 (41.93 طن/هكتار) وتلاه الصنف ICSB474 (22.66 طن/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (9.2 طن/هكتار)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (40.26 طن/هكتار) ووصل متوسط وزن البقايا النباتية بعد العصر لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (5.82 طن/هكتار).

الجدول (27): تأثير الإجهاد المائي في متوسط البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

المعاملة	ICSSH 31	ICSSH 29	ICSSH 30	ICSB 324	ICSB 474	ICSB 479	ICSB 675	ICSB 38	رزينية	L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>
الشاهد	17.06	17.93	41.93	15	12.47	9.88	22.66	12.47	9.2	2.76	16.77A	0.66
المجهد	14.8	16.46	40.26	13.4	11.55	9.36	14.9	7.76	5.82	1.42	14.45B	
الاختلاف %	13.25	8.20	3.98	10.67	7.38	34.25	5.26	9.08	36.74			
المتوسط البيئي	15.93	17.20	41.10	14.20	12.01	18.78	9.62	10.12	7.51	2.10		
												1.49
												L.S.D <sub>0.05</sub>



الشكل (8): تأثير الإجهاد المائي في متوسط البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-9- الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) Cane Yield:

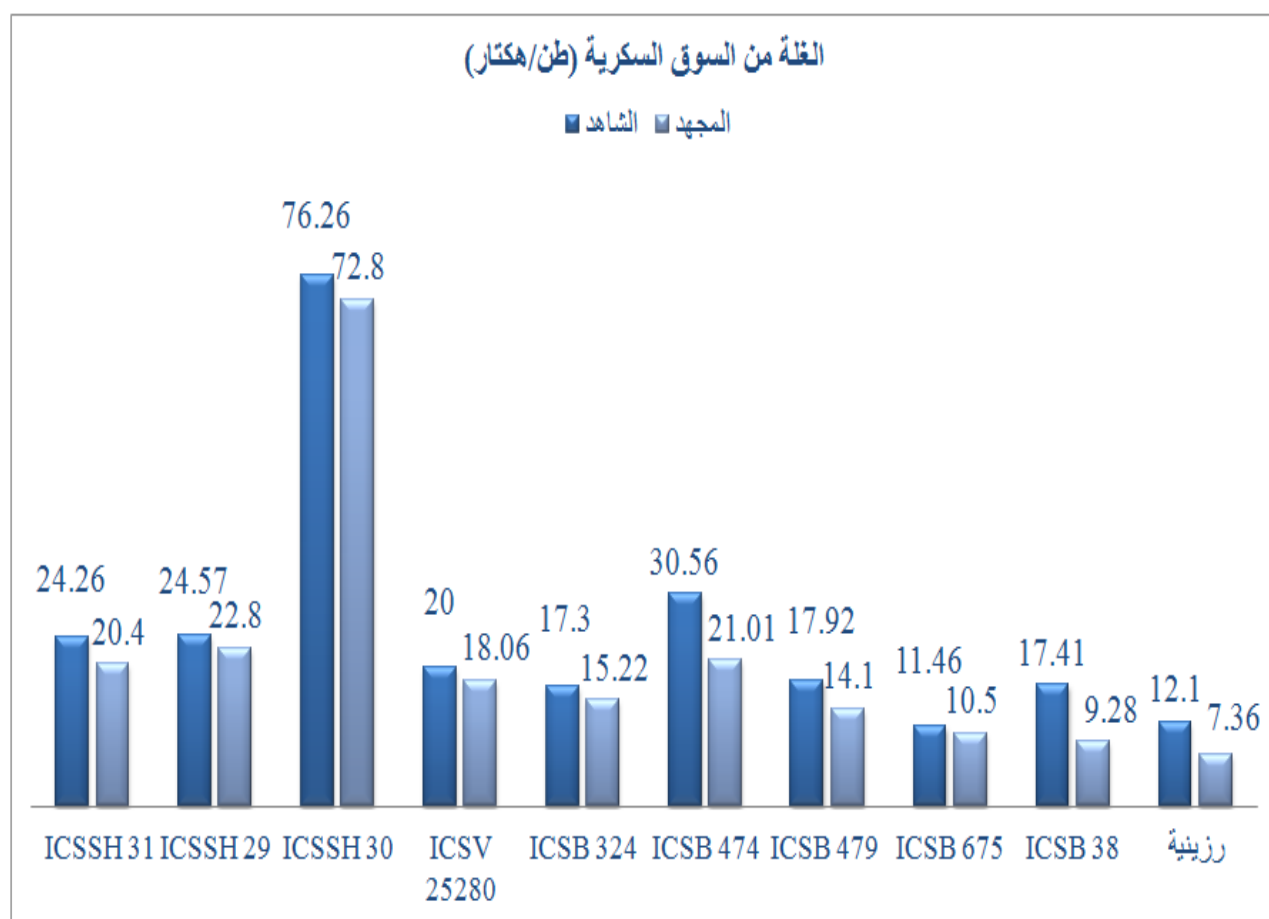
يُلاحظ من الجدول (28)، والشكل (9) وجود فروقات معنوية في الغلة من السوق السكرية بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط الغلة من السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (74.53 طن/هكتار) تلاه الصنف ICSB474 (25.79 طن/هكتار) في حين كان متوسط الغلة من السوق السكرية الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (9.73 طن/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في الغلة من السوق السكرية كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (4.54%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB38 (46.70%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في الغلة من السوق السكرية عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط الغلة من السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (25.18 طن/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (21.15 طن/هكتار).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط الغلة من السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSSH30 (76.26 طن/هكتار) وتلاه الصنف ICSB474 (30.56 طن/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (12.1 طن/هكتار)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط الغلة من السوق السكرية الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (72.8 طن/هكتار) وتلاه الصنف ICSSH29 (22.8 طن/هكتار) ووصل متوسط الغلة من السوق السكرية الأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (7.36 طن/هكتار).

الجدول (28): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة
0.62	25.18A	2.45	12.1	17.41	11.46	17.92	30.56	17.3	20	76.26	24.57	24.26	الشاهد
	21.15B	1.48	7.36	9.28	10.5	14.1	21.01	15.22	18.06	72.8	22.8	20.4	المجهد
			39.17	46.70	8.38	21.32	31.25	12.02	9.70	4.54	7.20	15.91	% الاختلاف
	1.96		9.73	13.35	10.98	16.01	25.79	16.26	19.03	74.53	23.69	22.33	المتوسط البيئي
									1.40				L.S.D <sub>0.05</sub>



الشكل (9): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-10- الغلة من العصير السكري (لتر/هكتار) Juice yield:

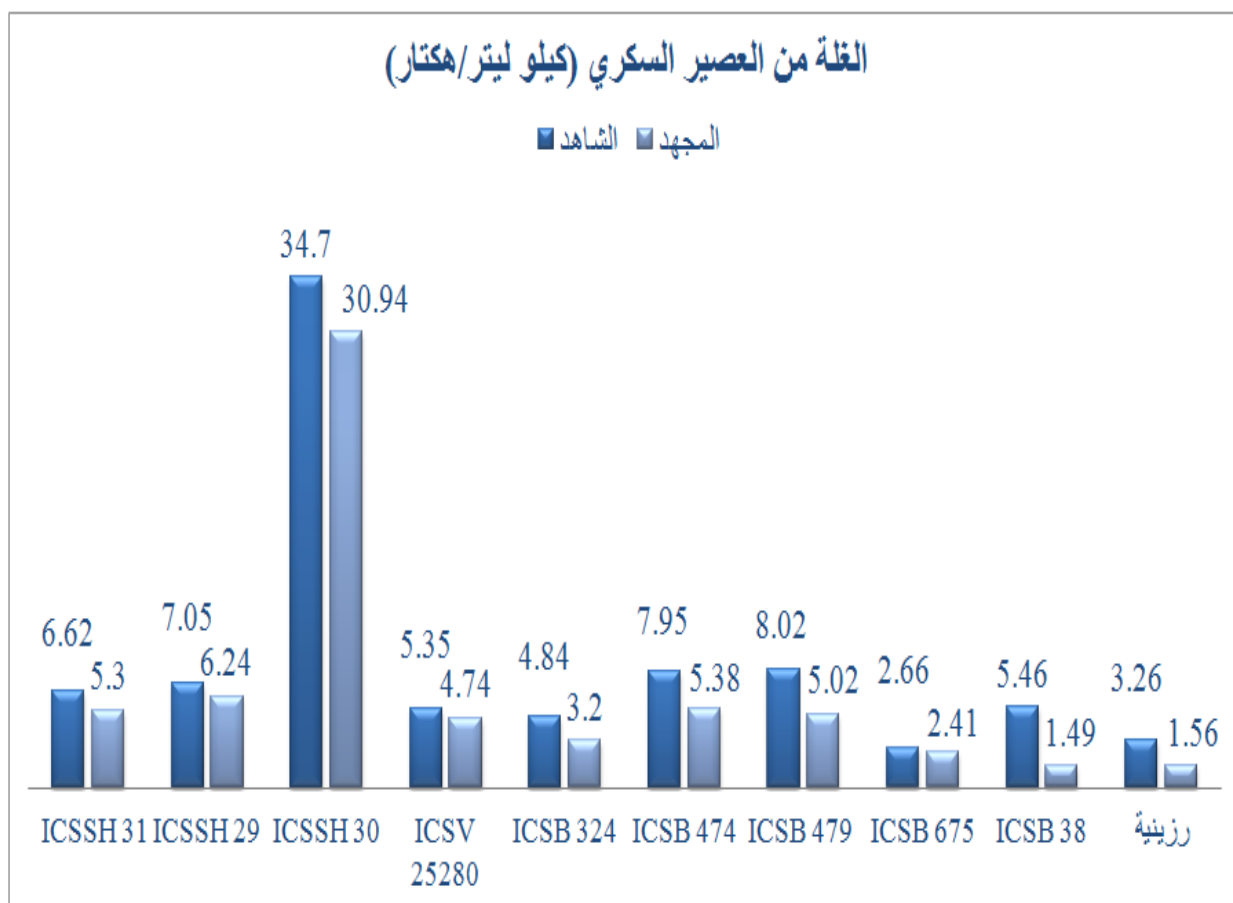
يُلاحظ من الجدول (29)، والشكل (10) وجود فروقات معنوية في الغلة من العصير السكري بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط الغلة من العصير السكري الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (32.28 كيلو لتر/هكتار) في حين كان متوسط الغلة من العصير السكري الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (2.41 كيلو لتر/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في الغلة من العصير السكري كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSB675 (9.40%) وتلاه الصنف ICSSH30 (10.84%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB38 (72.71%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في الغلة من العصير السكري عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط الغلة من العصير السكري الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (مروي) (8.59 كيلو لتر/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (6.63 كيلو لتر/هكتار).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان متوسط الغلة من العصير السكري الأعلى معنوياً لدى الصنفين ICSSH30 (34.7 ألف لتر/هكتار) وتلاه الصنف ICSB479 (8.02 ألف لتر/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف ICSB675 (2.66 ألف لتر/هكتار)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط الغلة من العصير السكري الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (30.94 ألف لتر/هكتار) وتلاه الصنف ICSSH29 (6.24 ألف لتر/هكتار) ووصل متوسط الغلة من العصير السكري لأدنى مستوى لدى الصنف ICSB38 (1.49 ألف لتر/هكتار).

الجدول (29): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من العصير السكري (كيلولتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة
0.46	8.59A	1.89	3.26	5.46	2.66	8.02	7.95	4.84	5.35	34.7	7.05	6.62	الشاهد
	6.63B	0.92	1.56	1.49	2.41	5.02	5.38	3.2	4.74	30.94	6.24	5.3	المجهد
			52.15	72.71	9.40	37.41	32.33	33.88	11.40	10.84	11.49	19.94	% الاختلاف
		1.46	2.41	3.48	2.54	6.52	6.67	4.02	5.05	32.82	6.65	5.96	المتوسط البيئي
													L.S.D <sub>0.05</sub>
													1.03



الشكل (10): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة من العصير السكري (كيلولتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-1-11- قراءة (Brix %):

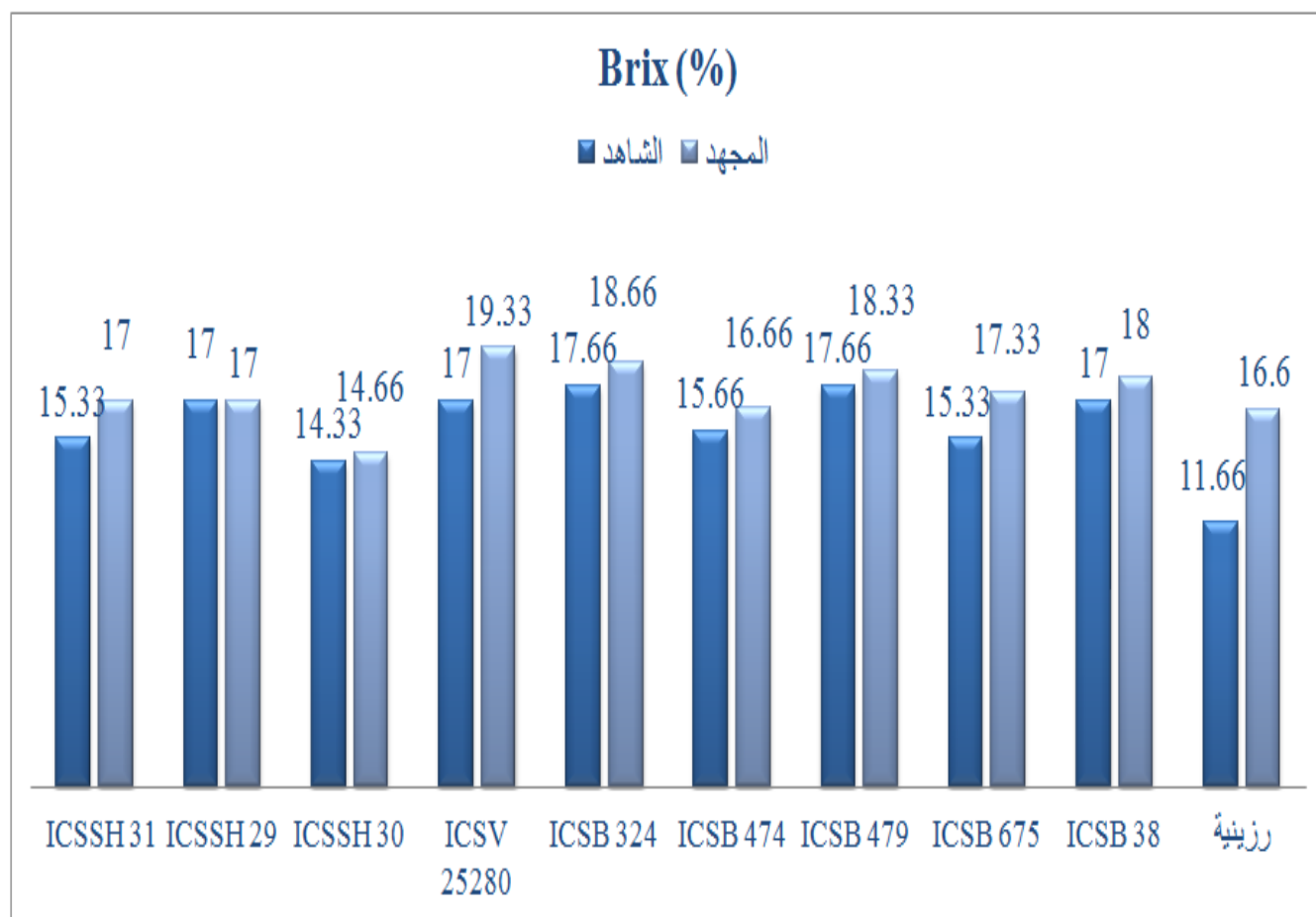
يُلاحظ من الجدول (30)، والشكل (11) وجود فروقات معنوية في قراءة Brix بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط قراءة Brix الأعلى معنوياً لدى الأصناف ICSV25280 (18.17%)، و ICSB324 (18.16%) و ICSB479 (18.00%) في حين كان متوسط قراءة Brix الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (14.13%). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في قراءة Brix كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSSH29 (0.00%) وتلاه الصنف ICSSH30 (2.30%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف رزينية (42.37%).

عموماً، يلاحظ ازدياداً في قراءة Brix عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط قراءة Brix الأعلى معنوياً لدى معاملة الجفاف (17.40%) وتراجع عند معاملة الشاهد (مروي) (15.86%).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان قراءة Brix الأعلى معنوياً لدى الأصناف ICSB479 (17.66%)، و ICSB324 (17.66%) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (11.66%)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط قراءة Brix الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSV25280 (19.33%) وتلاه الصنف ICSB324 (18.66%) ووصل متوسط قراءة Brix لأدنى مستوى لدى الصنف ICSSH30 (14.66%).

الجدول (30): تأثير الإجهاد المائي في متوسط قراءة Brix (%) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

المعاملة	ICSSH 31	ICSSH 29	ICSSH 30	ICSB 25280	ICSB 324	ICSB 474	ICSB 479	ICSB 675	ICSB 38	رزينية	L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>
الشاهد	15.33	17	14.33	17	17.66	15.66	17.66	17.66	17	11.66	2.47	15.86B	0.72
المجهد	17	17	14.66	19.33	18.66	16.66	18.33	18.66	18	16.6	2.38	17.4A	
الاختلاف %	-10.89	0.0	-2.30	-13.71	-5.66	-6.39	-3.79	-13.05	-5.8	-42.37			
المتوسط البيني	16.17	17.00	14.50	18.17	18.16	16.16	18.00	16.33	17.50	14.13	2.30		
													1.62
													L.S.D <sub>0.05</sub>



الشكل (11): تأثير الإجهاد المائي في متوسط قراءة Brix (%) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

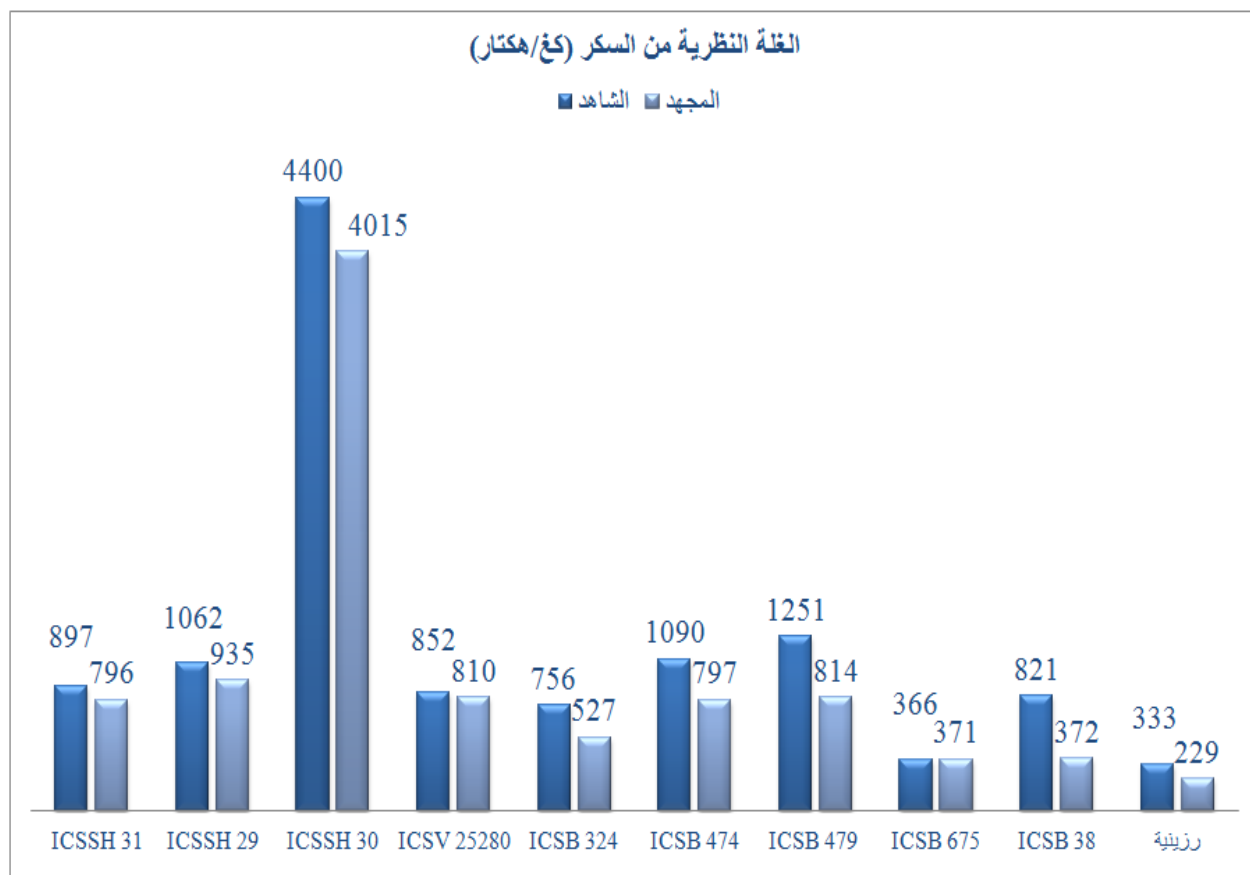
#### 4-1-12- الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) Sugar yield:

يُلاحظ من الجدول (31)، والشكل (12) وجود فروقات معنوية في الغلة النظرية من السكر بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط الغلة النظرية من السكر الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (4207.30 طن/هكتار)، تلاه الصنف ICSB479 (1032.80 طن/هكتار) في حين كان متوسط الغلة النظرية من السكر الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (281 طن/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في الغلة النظرية من السكر كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSB675 (1.4%) وتلاه الصنف ICSSH30 (8.75%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB38 (54.71%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في الغلة النظرية من السكر عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط الغلة النظرية من السكر الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (المروي) (1182.84 طن/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (990.96 طن/هكتار). تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما ففي معاملة الشاهد (مروي) كان الغلة النظرية من السكر الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (4400 طن/هكتار)، تلاه الصنف ICSB479 (1251 طن/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف رزينية (333 طن/هكتار)، أما في معاملة الجفاف فكان متوسط الغلة النظرية من السكر الأعلى معنوياً لدى الأصناف ICSSH30 (4015 طن/هكتار)، تلاه الصنف ICSSH29 (935 طن/هكتار) ووصل متوسط الغلة النظرية من السكر لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (229 طن/هكتار).

الجدول (31): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة	
83.02	1182 A	350.08	333	821	366	1251	1090	756	852	4400	1062	897	الشاهد	
	990 B	290.36	229	372	371	814	797	527	810	4015	935	796	المجهد	
			31.33	54.71	-1.40	34.94	26.94	30.36	4.99	8.75	11.89	11.24	الاختلاف %	
			262.57	281	596	368	1032	943.3	641	830.8	4207.3	998.5	846.6	المتوسط البيئي
												187.95	L.S.D <sub>0.05</sub>	



الشكل (12): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.



#### 4-1-13- الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) Ethanol Yield:

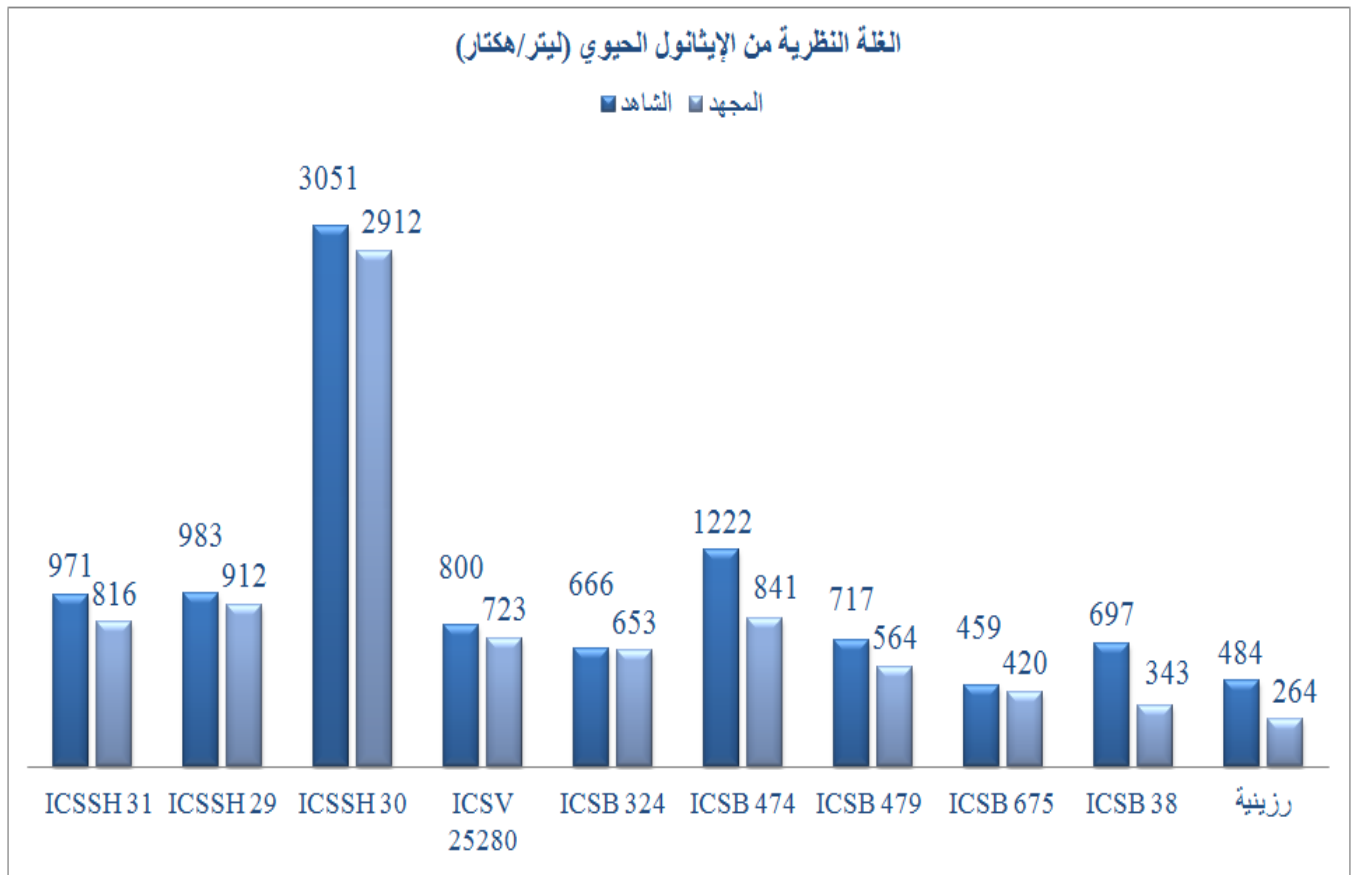
يُلاحظ من الجدول (32)، والشكل (13) وجود فروقات معنوية في الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي بين الأصناف المدروسة، وفي حالتها الإجهاد الجفافي وتوفر الماء. وكان متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (2981.3 لتر/هكتار)، تلاه الصنف ICSB474 (1031.4 لتر/هكتار) في حين كان متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي الأقل معنوياً لدى الصنف رزينية (374.1 لتر/هكتار). ويلاحظ أن نسبة الاختلاف في الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي كانت الأقل معنوياً لدى الصنف ICSB324 (1.92%) وتلاه الصنف ICSSH30 (4.55%) في حين كانت نسبة الاختلاف الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSB38 (50.71%).

عموماً، يلاحظ تراجعاً في الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي عند تعرض النباتات لإجهاد الجفاف ونقص الماء في التربة، وكان متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي الأعلى معنوياً لدى معاملة الشاهد (المروي) (1004.85 لتر/هكتار) وتراجع عند معاملة الجفاف (844.78 طن/هكتار).

تشير النتائج بالنسبة لتفاعل الأصناف المدروسة مع المعاملتين إلى وجود فروقات معنوية بينهما في معاملة الشاهد (مروي) كان الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي الأعلى معنوياً لدى الصنف ICSSH30 (3051 لتر/هكتار)، تلاه الصنف ICSB474 (1222 لتر/هكتار) في حين كان المتوسط الأدنى معنوياً لدى الصنف ICSB675 (459 لتر/هكتار)، تلاه الصنف رزينية (484 لتر/هكتار) أما في معاملة الجفاف فكان متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي الأعلى معنوياً لدى الأصناف ICSSH30 (2912 طن/هكتار)، تلاه الصنف ICSSH29 (912 لتر/هكتار) ووصل متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي لأدنى مستوى لدى الصنف رزينية (264 لتر/هكتار).

الجدول (32): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

L.S.D <sub>0.05</sub>	المتوسط العام	L.S.D <sub>0.05</sub>	رزينية	ICSB 38	ICSB 675	ICSB 479	ICSB 474	ICSB 324	ICSV 25280	ICSSH 30	ICSSH 29	ICSSH 31	المعاملة
	1004.85A	100.1	484	697	459	717	1222	666	800	3051	983	971	الشاهد
25.55	844.78B	80.0	264	343	420	564	841	653	723	2912	912	816	المجهد
			45.49	50.71	8.37	21.31	31.24	1.92	9.67	4.55	7.22	15.91	الاختلاف %
		81.81	374	519.9	439.4	640.4	1031.4	659.2	761.3	2981.3	947.4	893.4	المتوسط البيني
													L.S.D <sub>0.05</sub>
													58.84



الشكل (13): تأثير الإجهاد المائي في متوسط الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) لدى الأصناف المدروسة من الذرة البيضاء السكرية.

#### 4-2-2- علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظرفي الزراعة **Correlations**:

##### 4-2-2-1- موعد الإزهار (يوم) **Date to 50% flowering**:

يُلاحظ من الجدول (33) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين موعد الإزهار وقطر السوق السكرية تحت معاملة الشاهد (المروي) ( $r = 0.48^{**}$ ) وازدياد قيمة الارتباط تحت معاملة الجفاف ( $r = 0.78^{**}$ ) في حين ووجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية تحت معاملة الشاهد (المروي) بين موعد الإزهار وكل من الكتلة الحيوية الخضراء ( $r = 0.24$ ) ، المساحة الورقية ( $r = 0.04$ ) ، عدد الأوراق ( $r = 0.41$ ) ، الغلة من السوق السكرية ( $r = 0.24$ ) والغلة من العصير السكري ( $r = 0.29$ ) وازدياد قيمة الارتباط بين موعد الإزهار والمؤشرات المذكورة تحت معاملة الجفاف إلى علاقة ارتباط موجبة معنوية حيث أصبحت مع الكتلة الحيوية الخضراء ( $r = 0.82^{**}$ ) ، المساحة الورقية ( $r = 0.83^{**}$ ) ، عدد الأوراق ( $r = 0.84^{**}$ ) ، الغلة من السوق السكرية ( $r = 0.80^{**}$ ) والغلة من العصير السكري ( $r = 0.78^{**}$ ) ما يشير إلى أهمية هذه المؤشرات تحت ظروف الجفاف.

##### 4-2-2-2- عدد الأوراق **Number of leaves**:

يُلاحظ من الجدول (33) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين عدد الأوراق وكل من الكتلة الحيوية الخضراء، طول السوق السكرية، قطر السوق السكرية، الغلة من العصير السكري والغلة من السوق السكرية وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف في حين ووجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية تحت معاملة الشاهد (المروي) بين عدد الأوراق وكل من المساحة الورقية ( $r = 0.25$ ) ، موعد الإزهار ( $r = 0.41$ ) ، وازدياد قيمة هذه الارتباطات تحت معاملة الجفاف إلى علاقة ارتباط موجبة معنوية حيث أصبحت مع الكتلة المساحة الورقية ( $r = 0.76^{**}$ ) ، موعد الإزهار ( $r = 0.84^{**}$ ) ، في حين ارتبط عدد الأوراق بعلاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.26$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة غير معنوية ( $r = 0.14$ ). ما يشير إلى أهمية هذه المؤشرات تحت ظروف الجفاف.

##### 4-2-2-3- طول السوق السكرية (سم) **Cane Height**:

يُلاحظ من الجدول (33) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين طول السوق السكرية وكل من الكتلة الحيوية الخضراء، عدد الأوراق، الغلة من العصير السكري والغلة من السوق السكرية وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ووجود علاقة

ارتباط موجبة غير معنوية تحت معاملة الشاهد (المروي) بين طول السوق السكرية والمساحة الورقية ( $r = 0.23$ )، وازدياد قيمة هذه الارتباط تحت معاملة الجفاف إلى علاقة ارتباط موجبة معنوية ( $r = 0.58^{**}$ )، في حين ارتبط طول السوق السكرية بعلاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع موعد الإزهار ( $r = -0.27$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة غير معنوية ( $r = 0.38$ ). ما يشير إلى أهمية هذه المؤشر تحت ظروف الجفاف.

#### 4-2-4- المساحة الورقية Leaf area:

يُلاحظ من الجدول (33) وجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية بين المساحة الورقية وكل من الكتلة الحيوية الخضراء ( $r = 0.27$ )، موعد الإزهار ( $r = 0.04$ )، عدد الأوراق ( $r = 0.25$ )، طول السوق السكرية ( $r = 0.23$ )، قطر السوق السكرية ( $r = 0.12$ )، الغلة من العصير السكري ( $r = 0.23$ ) والغلة من السوق السكرية ( $r = 0.26$ ) وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة هذه الارتباط تحت معاملة الجفاف إلى علاقة ارتباط موجبة معنوية تحت معاملة الجفاف بين المساحة الورقية وكل من الكتلة الحيوية الخضراء ( $r = 0.93^{**}$ )، موعد الإزهار ( $r = 0.83^{**}$ )، عدد الأوراق ( $r = 0.76^{**}$ )، طول السوق السكرية ( $r = 0.58^{**}$ )، قطر السوق السكرية ( $r = 0.64^{**}$ )، الغلة من العصير السكري ( $r = 0.89^{**}$ ) والغلة من السوق السكرية ( $r = 0.91^{**}$ ). في حين ارتبطت المساحة الورقية بعلاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.29$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة غير معنوية ( $r = 0.06$ ). ما يشير إلى أهمية هذه المؤشر تحت ظروف الجفاف.

#### 4-2-5- قطر السوق السكرية Cane diameter:

يُلاحظ من الجدول (33) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين قطر السوق السكرية وكل من الكتلة الحيوية الخضراء، موعد الإزهار، عدد الأوراق، الغلة من العصير السكري والغلة من السوق السكرية وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبط قطر السوق بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع كل من المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = 0.098$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.12$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية لتصبح المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = 0.59^{**}$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.64^{**}$ )، وعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع طول السوق السكرية ( $r = 0.13$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وتراجع قيمة الارتباط إلى سالب معنوية في معاملة الجفاف ( $r = -0.03$ )، ما يشير إلى أهمية هذه المؤشر تحت ظروف الجفاف.

#### 4-2-6- المحتوى الرطوبي النسبي **Relative water content**:

يُلاحظ من الجدول (34) وجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية بين المحتوى الرطوبي النسبي وموعد الإزهار وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبط المحتوى الرطوبي النسبي بعلاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع كل من عدد الأوراق ( $r = -0.26$ ) والمساحة الورقية ( $r = -0.29$ )، الغلة من العصير السكري ( $r = -0.32$ ) وقراءة الـ Brix ( $r = -0.03$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية لتصبح موجبة غير معنوية، عدد الأوراق ( $r = 0.14$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.06$ )، الغلة من العصير السكري ( $r = 0.00$ ) وقراءة الـ Brix ( $r = 0.11$ ) وتحت معاملة الجفاف. وعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع قطر السوق السكرية ( $r = 0.09$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية في معاملة الجفاف ( $r = 0.59^{**}$ )، في حين لوحظ ارتباط سالب معنوي مع الغلة من السوق السكرية ( $r = -0.46^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) لتصبح موجبة غير معنوية ( $r = 0.02$ ) تحت معاملة الجفاف، وارتباط سالب معنوي مع طول السوق السكرية ( $r = -0.60^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وتصبح سالبة غير معنوية تحت معاملة الجفاف ( $r = -0.33$ ). ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-7- الكتلة الحية الخضراء عند النضج في وحدة المساحة (طن/هكتار) **Green Biomass**:

يُلاحظ من الجدول (34) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين الكتلة الحيوية الخضراء وعدد الأوراق، طول السوق السكرية وقطر السوق السكرية وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبطت الكتلة الحية الخضراء بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع كل من موعد الإزهار ( $r = 0.24$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.27$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.82^{**}$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.93^{**}$ ) تحت معاملة الجفاف. ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف. في حين لوحظ ارتباط سالب معنوي مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.47^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) لتصبح موجبة غير معنوية ( $r = 0.04$ ) تحت معاملة الجفاف. ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-8- وزن البقايا النباتية بعد العصر (طن/هكتار) **Baggase Yield**:

يُلاحظ من الجدول (34) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين وزن البقايا النباتية وعدد الأوراق، طول السوق السكرية، قطر السوق السكرية وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبط وزن البقايا النباتية بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع كل من موعد الإزهار ( $r = 0.19$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.26$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.80^{**}$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.92^{**}$ ) تحت معاملة الجفاف. في حين لوحظ ارتباط سالب معنوي مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.56^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) لتصبح موجبة غير معنوية ( $r = 0.03$ ) تحت معاملة الجفاف. ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-9- الغلة من السوق السكرية (طن/هكتار) Cane yield:

يُلاحظ من الجدول (34) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين الغلة من السوق السكرية وعدد الأوراق، طول السوق السكرية، قطر السوق السكرية، الغلة من العصير السكري وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبطت الغلة من السوق السكرية بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع كل من موعد الإزهار ( $r = 0.24$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.26$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.80^{**}$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.91^{**}$ ) تحت معاملة الجفاف. في حين لوحظ ارتباط سالب معنوي مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.46^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) لتصبح موجبة غير معنوية ( $r = 0.02$ ) تحت معاملة الجفاف. ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-10- الغلة من العصير السكري (لتر/هكتار) Juice yield:

يُلاحظ من الجدول (34) وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية بين الغلة من السوق السكرية وعدد الأوراق، طول السوق السكرية، قطر السوق السكرية، الغلة من العصير السكري وذلك تحت كل من معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. في حين ارتبطت الغلة من السوق السكرية بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع كل من موعد الإزهار ( $r = 0.29$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.23$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد قيمة الارتباط إلى موجبة معنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.78^{**}$ ) والمساحة الورقية ( $r = 0.89^{**}$ ) تحت معاملة الجفاف. في حين لوحظ ارتباط سالب غير معنوي مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.32$ ) تحت معاملة

الشاهد (المروي) في حين لا يوجد علاقة ارتباط (r = 0.00) تحت معاملة الجفاف. ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-11- قراءة (Brix %):

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية بين قراءة Brix وكل من موعد الإزهار (r = 0.19)، عدد الأوراق (r = 0.19) والمساحة الورقية (r = 0.09) وذلك تحت معاملة الشاهد (المروي) وتراجع هذه الارتباطات إلى سالبة غير معنوية، موعد الإزهار (r = -0.25)، عدد الأوراق (r = -0.14) والمساحة الورقية (r = -0.44) وذلك تحت معاملة الجفاف. في حين لوحظ علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع كل من طول السوق السكرية وقطر السوق السكرية وذلك تحت معاملة الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع كل من الغلة من السوق السكرية (r = -0.15) والغلة من العصير السكري (r = -0.16) تحت معاملة الشاهد (المروي) وتراجع إلى علاقة ارتباط سالبة معنوية الغلة من السوق السكرية (r = -0.54\*\*) والغلة من العصير السكري (r = -0.54\*\*) تحت معاملة الجفاف. لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي (r = -0.03) وذلك تحت معاملة الشاهد (المروي) وتزداد علاقة الارتباط إلى موجبة غير معنوية (r = 0.11) تحت معاملة الجفاف، ما يشير إلى أهمية هذا المؤشر تحت معاملة الجفاف.

#### 4-2-12- الغلة النظرية من السكر (كغ/هكتار) Sugar Yield:

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية مع كل من عدد الأوراق، طول السوق السكرية، قطر السوق السكرية، الغلة من السوق السكرية والغلة من العصير السكري وذلك في كل من معاملي الشاهد (المروي) والجفاف. في حين لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي وذلك تحت معاملي الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع المساحة الورقية (r = 0.23) و موعد الإزهار (r = 0.30) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد علاقة الارتباط إلى علاقة ارتباط موجبة ومعنوية، المساحة الورقية (r = 0.87\*\*) و موعد الإزهار (r = 0.76\*\*) تحت معاملة الجفاف، ما يشير إلى أهمية هذه المؤشرات تحت ظروف الجفاف. إضافة إلى علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع قراءة Brix (r = -0.05) تحت معاملة الشاهد (المروي) تتراجع علاقة الارتباط إلى سالبة معنوية (r = -0.50\*\*).

#### 4-2-13- الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي (لتر/هكتار) Ethanol Yield:

يُلاحظ وجود علاقة ارتباط موجبة معنوية مع كل من عدد الأوراق، طول السوق السكرية، المساحة الورقية، قطر السوق السكرية، الغلة من السوق السكرية والغلة من الكتلة الحية الخضراء وذلك في كل من معاملتي الشاهد (المروي) والجفاف. في حين لوحظ وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي وذلك تحت معاملتي الشاهد (المروي) ومعاملة الجفاف. لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.24$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) وازدياد علاقة الارتباط إلى علاقة ارتباط موجبة ومعنوية مع موعد الإزهار ( $r = 0.80^{**}$ ) تحت معاملة الجفاف، ما يشير إلى أهمية هذه المؤشرات تحت ظروف الجفاف. إضافة إلى علاقة ارتباط سالبة غير معنوية مع قراءة Brix ( $r = -0.15$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) تتراجع علاقة الارتباط إلى سالبة معنوية ( $r = -0.54^{**}$ )، وعلاقة ارتباط سالبة معنوية مع المحتوى الرطوبي النسبي ( $r = -0.46^{**}$ ) تحت معاملة الشاهد (المروي) تزداد هذه العلاقة إلى موجبة غير معنوية ( $r = 0.02$ ) تحت معاملة الجفاف.

الجدول (33): الارتباط بين الصفات الشكلية فيما بينها ومع الغلة النظرية من السكر والإيثانول الجوي تحت ظرفي الزراعة المروري (الشاهد) والمجهد.

الصفة	تعريف الزراعة	الغلة من السكر	BRIX%	عدد الأوراق	طول السوق	قطر السوق	المساحة الورقية	المحتوى الرطوبي النسبي	الغلة الجوية	وزن البقايا المتبقية	الغلة الكلية من السكر	الإنتاجية من الإيثانول الجوي
عدد الأذع حتى 50%	مجهد	0.80 S	-0.25 N S	0.84 S	0.38 N S	0.50 S	0.25 N S	0.42 N S	0.82 S	0.80 S	0.30 N S	0.24 N S
عدد الأوراق	مجهد	0.74 S	0.19 N S	1	0.50 S	0.48 S	0.78 S	-0.26 N S	0.73 S	0.69 S	0.79 S	0.74 S
طول السوق	مجهد	0.73 S	-0.14 N S	1	0.48 S	0.55 S	0.76 S	0.14 N S	0.78 S	0.74 S	0.74 S	0.73 S
قطر السوق	مجهد	0.66 S	-0.09 N S	0.57 S	0.13 N S	1	0.12 N S	0.09 N S	0.67 S	0.60 S	0.69 S	0.66 S
المساحة الورقية	مجهد	0.50 S	-0.16 N S	0.55 S	-0.03 N S	1	0.64 S	0.59 S	0.53 S	0.50 S	0.48 S	0.50 S
المحتوى الرطوبي النسبي	مجهد	0.91 S	-0.44 N S	0.76 S	0.58 S	0.64 S	1	0.06 N S	0.93 S	0.92 S	0.87 S	0.91 S
الغلة الجوية	مجهد	0.99 S	-0.14 N S	0.733 S	0.74 S	0.677 S	0.27 N S	-0.47 S	0.98 S	0.98 S	0.95 S	0.99 S
وزن البقايا المتبقية	مجهد	0.98 S	-0.15 N S	0.69 S	0.74 S	0.75 S	0.93 S	0.04 N S	1	1	0.97 S	0.99 S
الغلة من السكر	مجهد	0.97 S	-0.15 N S	0.74 S	0.73 S	0.73 S	0.26 N S	-0.56 S	0.98 S	1	0.90 S	0.98 S
الغلة من العصار	مجهد	0.97 S	-0.16 N S	0.77 S	0.69 S	0.71 S	0.23 N S	-0.32 N S	0.96 S	0.99 S	0.97 S	0.99 S
BRIX%	مجهد	0.99 S	-0.54 S	0.75 S	0.75 S	0.50 S	0.89 S	0.00 N S	0.98 S	0.97 S	0.99 S	0.98 S
الغلة الكلية من السكر	مجهد	0.96 S	-0.05 N S	0.79 S	0.68 S	0.69 S	0.23 N S	-0.32 N S	0.95 S	0.90 S	0.96 S	0.97 S
السكر	مجهد	0.97 S	-0.50 S	0.73 S	0.76 S	0.48 S	0.87 S	-0.02 N S	0.97 S	0.96 S	0.96 S	0.97 S
الإنتاجية من الإيثانول الجوي	مجهد	0.99 S	-0.54 S	0.75 S	0.77 S	0.50 S	0.91 S	0.02 N S	0.99 S	0.99 S	0.97 S	0.99 S

S: مستوي، NS: غير مستوي

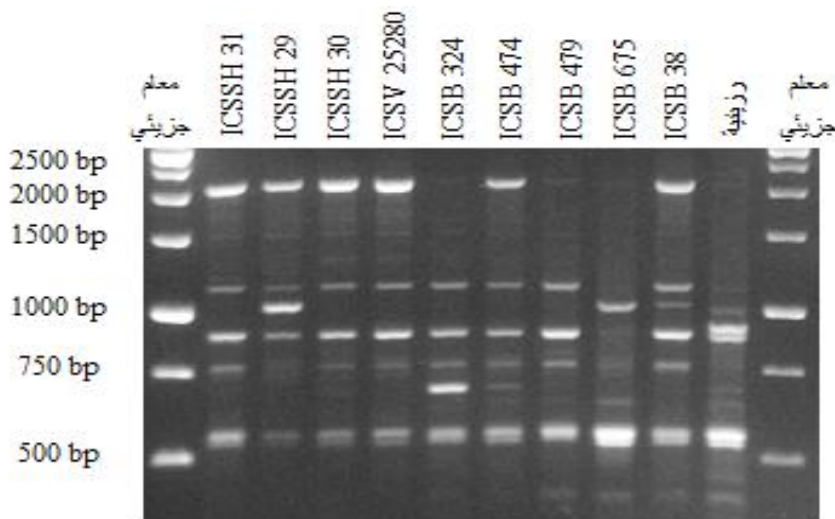
#### 3-4- الدراسة الجزيئية:

#### 1-3-4- التباين الوراثي Biodiversity بين الأصناف المدروسة:

في هذه الدراسة تم اختبار 20 بادئ من نوع ISSR تسعة منها فقط أثبتت فعالية في إعطاء التباينات الوراثية بين الأصناف المدروسة. أعطت البوادئ المنتقاة لإعطائها نسبة تباين فوق 60%، 130 حزمة تراوح حجمها بالمقارنة مع المعلم الجزيئي 1kb DNA ladder من 250bp إلى 2000bp وبمتوسط 14.4 حزمة لكل بادئ، من بينها 20 حزمة متشابهة Monomorphic و 110 حزمة متباينة شكلياً Polymorphic بنسبة تباين تراوحت بين 63.63% إلى 100% ومتوسط تباين 84.61%. أظهرت النتائج أنه من بين 9 بوادئ استخدمت في هذه الدراسة، أعطى البادئ السادس ISSR6 ACC<sub>7</sub>(AG) والبادئ الخامس ISSR5 (AG)<sub>8</sub>A أعلى نسبة تباين 92 و 100% على التوالي، في حين أعطى البادئ الثاني ISSR2 (AC)<sub>8</sub>T أقل نسبة تباين 63.63% وكذلك أعطى البادئ الثامن ISSR8 G<sub>5</sub>(CAG) أعلى عدد من الحزم لمتباينة (17 حزمة) أما البادئ الثالث ISSR3 C<sub>8</sub>(TG) فأعطى أقل عدد من الحزم المتباينة (5 حزم) (الجدول، 34)، (الشكل 14).

الجدول ( 34): التسلسل النكليوتيدي للبوادئ وعدد الحزم الناتجة عن البوادئ المستخدمة في تقنية ISSR وعدد الحزم المتباينة شكلياً والنسبة المئوية للتباين الشكلي.

البادئ	التسلسل النكليوتيدي	الحزم المضاعفة الكلية	الحزم المتباينة شكلياً	النسبة المئوية للتباين بين الحزم
ISSR1	(GA) <sub>8</sub> T	16	13	81.25
ISSR2	(AC) <sub>8</sub> T	11	7	63.63
ISSR3	(TG) <sub>8</sub> C	7	5	71.42
ISSR4	(CTC) <sub>5</sub>	12	9	75
ISSR5	(AG) <sub>8</sub> A	15	15	100
ISSR6	(AG) <sub>7</sub> ACC	14	13	92.85
ISSR7	(CAG) <sub>5</sub> T	17	15	88.26
ISSR8	(CAG) <sub>5</sub> G	20	17	85
ISSR9	G(CA) <sub>8</sub>	18	16	89.8
المتوسط		130	110	84.61

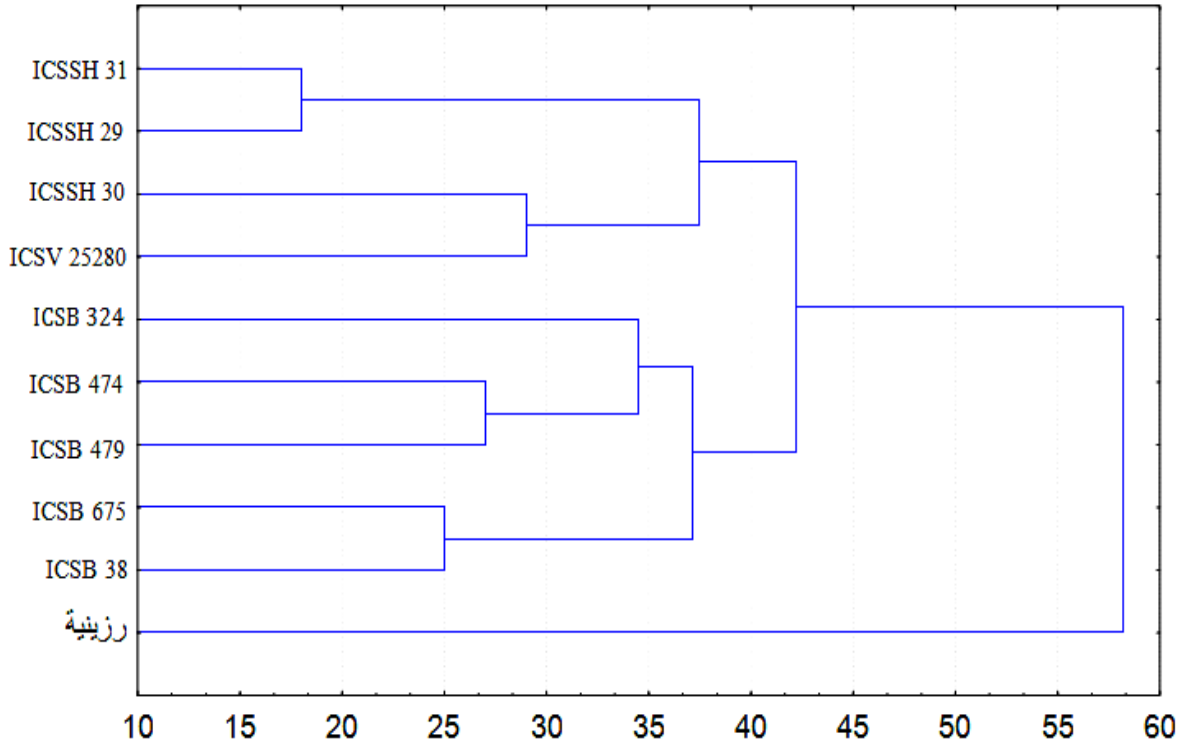


الشكل (14): الحزم الناتجة عن البادئ الثاني المستخدم في تقنية ISSR في الأصناف المدروسة.

#### 4-3-2- التحليل العنقودي و تحديد درجة القرابة الوراثية بين الأصناف المدروسة :

تم الحصول على شجرة القرابة الوراثية بين الأصناف المدروسة باستخدام طريقة (UPGMA) من خلال البرنامج STATISTICA لتحليل التباعد الوراثي. فصلت الشجرة العنقودية الأصناف المدروسة إلى مجموعتين على درجة قرابة وراثية (0.59)، حيث باعدت بين المجموعة الأولى المتضمنة فقط على الصنف السوري (رزينية) والمجموعة الثانية المتضمنة باقي الأصناف الهندية المدروسة، بدورها انقسمت المجموعة الثانية إلى تحت مجموعتين على درجة قرابة وراثية (0.43) بناءً على معلومات النسب والأصل. تضمنت تحت مجموعة الأولى أصناف الذرة البيضاء السكرية ( ICSSH29 ICSSH30, ICSSH31 ) مجموعة الأولى أصناف الذرة البيضاء السكرية ( ICSSH29 ICSSH30, ICSSH31 ) في حين تضمنت تحت المجموعة الثانية الأصناف ( ICSV25282 ICSB675, ICSB38, ) (الشكل، 15).

بين الجدول رقم (35) مدى التباعد الوراثي بين الأصناف المدروسة، حيث سجل أعلى تباعد وراثي كان بين الصنف السوري "رزينية" والصنف الهندي ICSV 25280 (68) بينما وجد أن أقل تباعد وراثي كان بين الصنف السوري "رزينية" والصنف الهندي ICSB675 (46). يلاحظ بشكل عام أن نسبة التباعد الوراثي بين الأصناف الهندية المدروسة تراوحت بين (18 - 49)، سجلت أعلى تباعد وراثي كان بين الصنف ICSSH30 وكل من الصنفين ICSB675 و ICSB474 (49)، بينما وجد أن أقل تباعد وراثي كان بين الصنفين ICSSH30 و ICSSH29 (18).



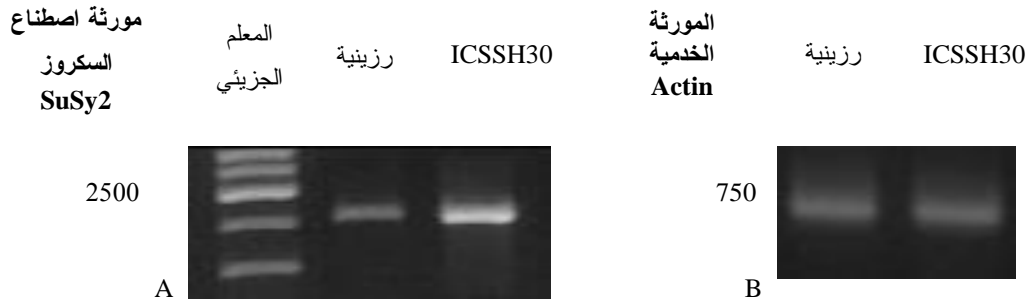
الشكل (15): مخطط التحليل العنقودي للأصناف المدروسة.

الجدول (35): درجة القرابة الوراثية بين الأصناف المدروسة.

الاصناف	ICSSH 31	ICSSH 29	ICSSH 30	ICSV 25280	ICSB 324	ICSB 474	ICSB 479	ICSB 675	ICSB 38	رزينية
ICSSH 31	0	18	35	34	37	46	41	48	45	66
ICSSH 29	0	0	39	42	37	38	41	40	43	62
ICSSH 30	0	0	0	29	38	49	42	49	46	65
ICSV25280	0	0	0	0	35	40	41	44	45	68
ICSB 324	0	0	0	0	0	37	32	37	46	59
ICSB 474	0	0	0	0	0	0	27	32	35	52
ICSB 479	0	0	0	0	0	0	0	35	38	55
ICSB 675	0	0	0	0	0	0	0	0	25	46
ICSB 38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51

#### 3-3-4- تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي Semi quantitative : Reverse transcriptase PCR

في هذه التجربة تم ضبط تركيز كل من RNA ومن ثم cDNA للمورثتين وذلك من خلال قياس التركيز لكل منهما واستخدام تركيز موحد في التفاعل لمضاعفة الدنا المكمل لمورثة اصطناع السكروز SuSy2 والمورثة الخدمية Housekeeping gene (الشاهد) الأكتين Actin باستخدام بواقي مخصصة لعزل المورثتين من نسج سوق الصنفين السوري "رزينية" والصنف الهندي "ICSSH30" خلال فترة الحصاد (النضج اللبني للبذور). أظهرت الهلامة وجود حزم واضحة لكل من مورثة اصطناع السكر SuSy2 والمورثة الخدمية Actin الشاهد، ما يؤكد وجود تعبير مورثي زمني ومكاني للمورثة SuSy2 في كل من الصنفين مع وجود حزم واضحة متساوية بالحجم الجزيئي. يشير شدة الوميض المتهيج للأشعة فوق البنفسجية إلى احتمالية تساوي عدد نسخ المورثة الخدمية الأكتين Actin gene copy في كل من الصنفين بالمقابل، يشير إلى احتمال أن عدد النسخ الناتجة من المورثة SuSy2 من الصنف الهندي أكبر مقارنة مع عدد نسخ المورثة SuSy2 من الصنف رزينية وذلك من خلال المقارنة مع المورثة الشاهد، (الشكل، 16).

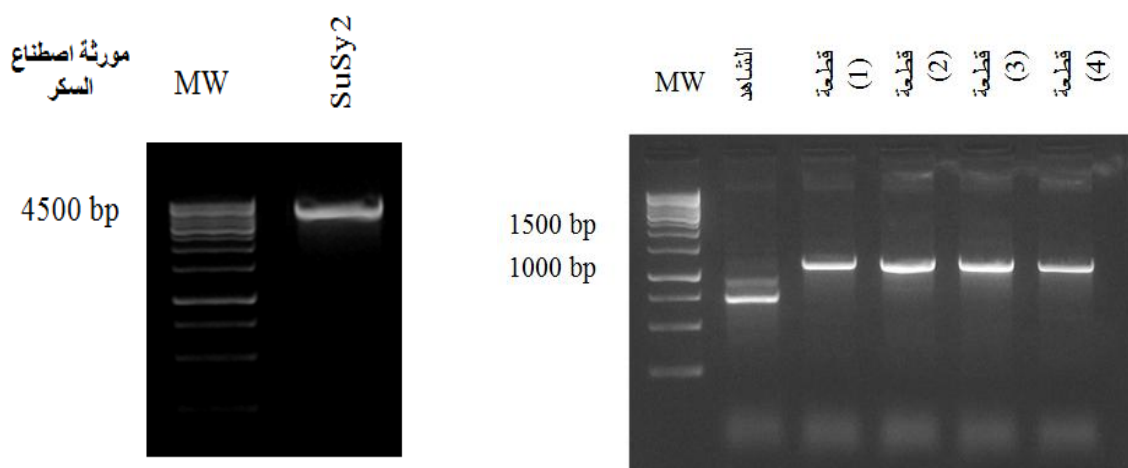


الشكل (16): الحزم الناتجة عن تطبيق تقنية تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي A: الحزم الناتجة عن مضاعفة مورثة تصنيع السكروز SuSy2 ، B: الحزم الناتجة عن مضاعفة المورثة الخدمية (الشاهد) الأكتين.

#### 4-3-4- تحديد التتابعات النكليوتيدية للمورثة SuSy 2 :

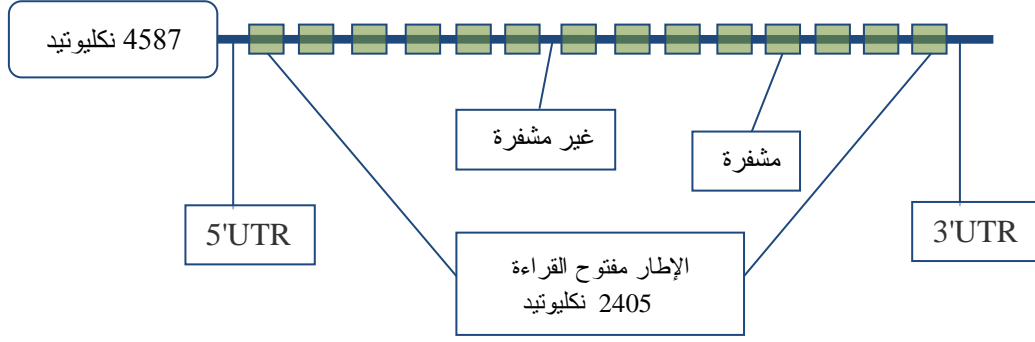
تم تحديد كامل التتابعات النكليوتيدية Gene complete sequence لمورثة اصطناع السكروز (Susy2) Sucrose synthase لكل من الصنف السوري الحبي "رزينية" (الشكل، 20) وسجلت في البنك الوراثي (Susy2, GenBank Accession No. JQ062975) والصنف الهندي السكري "ICSSH30" (الشكل، 22) أيضاً سجلت في البنك الوراثي (Susy2, GenBank Accession No. JQ062976).

بعد مضاعفة المورثة الكاملة من الجينوم (الشكل، 18) تم تجزئتها لأربع قطع منفصلة تتراكب مع بعضها بعدد من النكليوتيدات Overlapping ولكل قطعة يوجد زوجين متخصصين من البادئات لتحديد التتابعات النكليوتيدية لكل قطعة وبشكل متراكب (الشكل، 17) التي تم تحديدها بناءً على سعة رحلان السلك الشعري Capillary (350-400 نكليوتيد قراءة صحيحة لكل بادئ) في جهاز تحديد التتابعات النكليوتيدية. أظهرت نتيجة تحديد التتابعات النكليوتيدية وبعد جمع كامل قطع المورثة من خلال DNA baser/Biology tools، أن كامل طول التسلسل النيكليوتيدي للمورثة في كل من الصنفين هو 4587 نكليوتيد، ومن خلال برنامج SIM4-Online لمطابقة المناطق المشفرة مع كامل التابع النكليوتيدي للمورثة، وجد أن التسلسل النيكليوتيدي تضمن 15 منطقة مشفرة Exons و 14 منطقة غير مشفرة Introns مع 17 نكليوتيد غير مترجم قبل شفرة البدء بالترجمة ATG (UTR) 5' untranslated region و 220 نكليوتيد غير مترجم UTR 3' بعد شفرة التوقف TAG، (الشكل، 19)، (الجدول، 36).



الشكل (18): الحزم الناتجة عن تطبيق تفاعل البوليميراز التسلسلي باستخدام بادئ مخصص لمضاعفة المورثة SuSy2

الشكل (17): الحزم الناتجة عن تطبيق تفاعل البوليميراز التسلسلي باستخدام أربع بوادئ المخصصة لمضاعفة المورثة SuSy2 مع المورثة الشاهد الأكتين.



الشكل (19): مخطط توضيحي للمورثة SuSy2

الجدول (36): مواضع وحجم المناطق المشفرة وغير المشفرة في مورثة اصطناع السكروز.

المنطقة	بداية	نهاية	الحجم
المنطقة قبل شفرة البدء 5'	1	17	17
المنطقة المشفرة 1	18	112	96
المنطقة المشفرة 2	566	686	120
المنطقة المشفرة 3	768	919	152
المنطقة المشفرة 4	1030	1222	193
المنطقة المشفرة 5	1369	1487	119
المنطقة المشفرة 6	1578	1794	217
المنطقة المشفرة 7	1888	1983	96
المنطقة المشفرة 8	2082	2255	174
المنطقة المشفرة 9	2336	2452	117
المنطقة المشفرة 10	2544	2710	167
المنطقة المشفرة 11	2798	3022	225
المنطقة المشفرة 12	3194	3512	319
المنطقة المشفرة 13	3638	3882	245
المنطقة المشفرة 14	4096	4234	139
المنطقة المشفرة 15	4338	4367	30
المنطقة بعد شفرة توقف 3'	4368	4587	220

تراوح حجم المناطق المشفرة 96 نكليوتيد إلى 319 نكليوتيد في حين كانت حجم المناطق الغير مشفرة بين 79 و 452 نكليوتيد. ومن خلال برنامج BDGP: Splice Site prediction لتحديد موقع التجديل، كان موقع التجديل في المورثة المدروسة من نمط GU/AG. من خلال برنامج ORF Finder/ NCBI حددت التتابعات النكليوتيدية من بداية عملية النسخ Translation start إلى نهاية عملية النسخ Translation end 4350 نكليوتيد

غير متضمنة أي شفرة توقف وهو ما يعرف بالإطار مفتوح القراءة Open Reading Frame بطول 2405 نكليوتيد لكل من الصنفين "رزينية" (الشكل، 21) والصنف الهندي ICSSH30 (الشكل، 23) مشفرة لبروتين اصطناع السكروز المؤلف من 802 حمض أميني Amino acid وتم تقدير الوزن الجزيئي للبروتين من خلال Protein weight calculator/Science gateway. كان تقدير الوزن الجزيئي للبروتين الافتراضي 91.72 كيلو دالتون للصنف "ICSSH30" في حين كان 91.73 كيلو دالتون للصنف "رزينية".

الشكل (20): التسلسل النيكلوتيدي الكامل للصنف "رزينية"

```

1   TTGAGTATCA TTAGGCCATG GCTGCCAAGT TGACTCGCCT CCACAGTCTT
51  CGCGAACGCC TTGGTGCCAC CTTCTCCTCT CATCCCAATG AGCTGATTGC
101 ACTCTTCTCC AGGTGGGCAT ACCAAAATAT GTAACCTGCA TTTTCATTTCC
151 TGTACTGGAA TTTGTTAATT TGGTATTCTC TTCATCCCAA ATGTAAACAC
201 GAGCATATGC AACTTCTTTC TTGGTTTCTT TTGTAAACAC CATCATGCAT
251 GCTAATTGCT ATTCATCATC GACTCATTGA TCATATATAA TGATTTTATG
301 ATCAGGAGAT TATTGATTGT AAAGCATAGT GTTGCTGCTC TTCAGTTTTT
351 GAAGCCTTTT GGTTTGATTA GTACAATTAG TTGATAAGAC AGTATACTTT
401 GTGGTACATC ATTTGGCAGA TTGTTTGACT TTAGTTGGTA CAGTGCCATT
451 TAATATTTAC ATCCTTCAGA TCTAAATAGG ATATAAAAATG TCCATCACAG
501 CAGGGGAAAA GGTACATGAT ATGAGATGTA ACATCCATTT TATTTGTGAA
551 ATATCACTTT TACAGGTATG TTAACCAGGG CAAGGGAATG CTTCAGCGCC
601 ATCAACTGCT TGCTGAGTTT GATGCCCTGT TTGATAGTGA CAAGGAGAAG
651 TATGCGCCCT TCGAAGACTT TCTTCGTGCT GCTCAGGTAA CACTGCTGAG
701 ATGCCTGCTT GAGTGATTGC CAATTGAAAA TCAGGTAATC ATTCTAATTT
751 CCCTTTTCTG CATATAGGAA GCAATTGTGC TCCCCCCTG GGTAGCACTT
801 GCTATCAGGC CAAGGCCTGG TGTCTGGGAT TACATTGAG TGAATGTAAG
851 CGAGTTGGCT GTGGAGGAGC TGAGTGTTC TGAGTACTTG GCATTCAAGG
901 AACAGCTGGT GGATGGAAAG TAAGTTCTTC GGTGAATTCT TTGTAGTTTT
951 ATAGGCTAAT ATCTTGATTC TAGTTATAGA AACTTGTACA CGTATGTAAT
1001 AATTCCATAC CTCCTTTTGT TTATGCCAGT TCCAACAGCA ACTTTGTGCT
1051 TGAGCTTGAT TTTGAGCCCT TCAATGCCTC GTTCCCTCGT CCTTCCATGT
1101 CAAAGTCCAT TGGGAATGGA GTGCAATTCC TTAACCGACA CCTGTCTCC
1151 AAGTTGTTCC AGGACAAGGA GAGCCTGTAC CCATTGCTGA ATTTCTCAA
1201 AGCCATAAC TACAAGGGCA CGGTGAGCTT ACAATTCAGA ATCTTCCAAG
1251 CACATGCTTC ACAATGGATG ATGACAATAT TTATTTAGGA ACTTTACATA
1301 ATCTGAAAAT GGATTAATG ATGCCACCA ACTCCCTCAT TTGTAAGTCT
1351 TTTTTTTTTT TGTTACAGAC GATGATGTTG AATGACAGAA TTCAGAGCCT
1401 CCGTGGGCTC CAGTCATCCC TTAGAAAGGC AGAAGAGTAT CTAAGTACTG
1451 TCCCTCAAGA CACTCCCTAC TCAGAGTTCA ACCATAGGTG ATTCATCAAT
1501 AAATTGTCCT TGCCATTTAA CTTTGGTTGA ACTAGCAAAT GTATTAAGT
1551 CTTGTATGCC ACCATGATCT GCATTAGGTT CCAAGAGCTT GGCTTGGAGA
1601 AGGGTTGGGG TGACACTGCA AAGCGCGTAC TTGACACACT CCACTTGCTT
1651 CTTGACCTTC TTGAGGCCCC TGATCCTGCC AACTTGGAGA AGTTCCCTGG
1701 AACTATACCA ATGATGTTCA ATGTTGTTAT CCTGTCTCCT CATGGCTACT
1751 TTGCCCAATC CAATGTGCTT GGATACCCTG AACTGGTGG CCAGGTACAG
1801 AAGCTTAGTG ATTTTTTTTT GAGACACTGA TTGTTTTTCT TTTAGCTATT
1851 ATAGCTTTTA GGTTTCTCAT TTGCAATCAT TTTGCAGGTT GTGTACATTT
1901 TGGATCAAGT CCGTGTCTTG GAGAATGAGA TGCTTCTTAG GATTAAGCAG
1951 CAAGCCTTG ACATCACCCC GAAGATCCTC ATTGTATGTT TCATGTTTGA
2001 GACCATGTTT CGCCTTCTGA ACCCTTTTCG TTATGTCTTG ATTTACTCAG
2051 TAAATGTGCC TACATAATCT TATTTGTGCA GGTTACCAGG CTGTTGCCCTG
2101 ATGCTGTTGG GACTACGTGC GGTACGCTC TGGAGAAGGT CATTGGAAGT

```

2151 GAGCACACTG ACATTATTCG TATTCCATTC AGAAATGAGA ATGGTATTCT  
2201 CCGCAAGTGG ATCTCTCGTT TTGATGTCTG GCCATACCTG GAGACATACA  
2251 CTGAGGTATA TAGATTATCT GACTGAATGT CCTACACAGC ATAGCTTGTT  
2301 TGAGTAATAC TGAAGTCATG CATTCTGTGC TGCAGGATGT TGCCAGTGAA  
2351 ATAATGTTAG AAATGCAGGC CAAGCCTGAC CTTATCGTTG GCAACTACAG  
2401 TGATGGCAAC CTAGTCGCCA CTCTGCTCGC ACACAAGTTG GGAGTTACTC  
2451 AGGTCTGTTT GGCTGTACAT GAATAATTGA GTTTTTTTTT ATATAAAAT  
2501 ATTAAGTTCT CCAAATGCCT AATAGTTTTG TACATACTTG CAGTGTACCA  
2551 TTGCCCATGC CTTGGAGAAA ACCAAATACC CCAACTCGGA CATATACTTG  
2601 GACAAATTTG ACAGCCAATA CCACTTCTCA TGCCAGTTCA CAGCTGACCT  
2651 TATTGCCATG AATCACACTG ATTTTCATCAT CACCAGTACA TTCCAAGAAA  
2701 TCGCAGGGAG GTAAGTTTTG TATATTATCT TTAGAATCTT GCTTTATTGA  
2751 TGTAGTAACG AGACTAGGAT CTGATTTTTT CTCTGTTATT TCTGCAGCAA  
2801 GGACACTGTG GGGCAGTATG AGTCCCACAT CGCGTTCACT CTTCTGGAC  
2851 TTTACCGTGT TGTCCATGGC ATTGATGTTT TTGATCCCAA ATTCAACATT  
2901 GTCTCTCCTG GAGCAGACAT GAGTGTTTAC TACCCATACA CTGAAACTGA  
2951 CAAGAGACTC ACTGCCTTCC ATCCTGAAAT TGAGGAGCTC ATCTACAGTG  
3001 ATGTTGAGAA CGATGAGCAC AAGTGAGTAC TGAAGTATT GAATGTCTTC  
3051 TTGTAGTCAA TCAGCTTGTA AATATTCCAA CACTCATCTG CATGTCTGTC  
3101 CATCTTTCTA TCTATTAAGA TATGCAAAGC TGTTATGGCC ATTTACAATA  
3151 AATAAGTTTT CCACCTGAAC ACCTGGTATT TAATTGCTTC CAGGTTTTGT  
3201 TTGAAGGACA AGAACAAGCC GATCATCTTC TCAATGGCTC GTCTTGACCG  
3251 TGTGAAGAAC ATGACAGGCT TGGTTGAGAT GTATGGTAAG AATGCACGCC  
3301 TGAGGGAATT GGCAAACCTT GTGATTGTTG CTGGTGACCA TGGCAAGGAA  
3351 TCGAAGGACA GGGAGGAGCA GGCAGAGTTC AAGAAGATGT ACAGTCTCAT  
3401 TGATGATAC AACTTGAAGG GCCATATTCG GTGGATCTCA GCTCATGTA  
3451 ACCGTGTCCG CAATGCGGAG TTGTACCGCT ACATTTGTGA CACGAAGGGA  
3501 GCATTTGTGC AGGTACGTAT ACACACTTAA TCTAATAAAT CACTTCCAAG  
3551 TTCCGATAAT AGTGCAATCT ACATTCTGAT AACGACAGTC ATAGAGCTTG  
3601 TGCCGGACTA AATTATTTTA TCACTTTGTT TTTGTAGCCT GCATTCTATG  
3651 AAGCATTTGG CCTGACTGTC ATTGAGTCCA TGACGTGCGG TTTGCCAACA  
3701 ATTGCAACCT GCCATGGTGG CCCTGCTGAA ATCATTGTGG ACGGGGTGTC  
3751 TGGTTTACAC ATTGATCCCT ACCACAGTGA CAAAGCTGCA GATATCTTGG  
3801 TCAACTTCTT TGAGAAGTGC AAGGCAGACC CAAGCTACTG GGACAAGATC  
3851 TCACAGGGTG GACTGCAGAG AATTTATGAG AAGTATGAAT TTTTCTCTTC  
3901 TGCCATATAT GATATAAATA GATGTACAAT GAAGAATTCT TGTTGACCAA  
3951 AGTCCGTATC TGATTAATTC TCACAATCAT ATATTATATG GTTGAGCACT  
4001 TAGATATCAT TCCATGCCAC GAACACTCAG AAATTTTGTG TTACCCTTCT  
4051 CTAGTTAGGA GTAAATCCTG ATATTACATG CTTTGGATTG GTCAGGTACA  
4101 CCTGGAAGCT CTACTCCGAG AGGCTGATGA CCCTGACTGG TGTATACGGA  
4151 TTCTGGAAGT ATGTGAGCAA CCTGGAGAGG CGTGAGACCC GCCGCTACCT  
4201 TGAGATGTTT TATGCTTTGA AATACCGTAG CCTGGTAAGT TATGATGTCT  
4251 GCTAGAGAGA ACCTGTAGCA TGCAGTGTTT ATTTTTCAGC AGTGTTAAAC  
4301 AAGCGGATTT ACTAATGCAT CTCTTTCTTG AATCCAGGCA AGCGCGGTTT  
4351 CCTTGTCTTA CACTAGTGT GGGAAAGAAG AATCCCAAGC CGGAGAACCA  
4401 TCGCCTGCAT TATGATTGTT CACCGCAATT CGCATTGTTA GTCGTGTATT  
4451 TGAGTTATGT GTACTTGGTT TCCAAGCACT TTGGTTCCCT TTTGCGAGTT  
4501 TTTGGGCAGC GCTGGCTGGT TCCTATTATA GGAATTAGCT GTGACTTTTG  
4551 CTTCAAATAA AAGCCTGCTC GTTCTCCTGT CTTCCAG 4587

//

الشكل (21): التسلسل النيكلوتيدي المكمل cDNA الكامل للـ "زينة"

1 atggctgcccaagttgactcgctccacagtcttcgccaacgcctt  
 M A A K L T R L H S L R E R L  
 46 ggtgccaccttctcctctcatcccaatgagctgattgcactcttc  
 G A T F S S H P N E L I A L F  
 91 tccaggtatgttaaccagggcaagggaatgcttcagcgccatcaa  
 S R Y V N Q G K G M L Q R H Q  
 136 ctgcttgctgagtttgatgccttgcttgatagtgacaaggagaag  
 L L A E F D A L F D S D K E K  
 181 tatgctcccttcgaagactttcttcgtgctgctcaggaagcaatt  
 Y A P F E D F L R A A Q E A I  
 226 gtgctccccctgggtgacttgctatcaggccaaggcctgg  
 V L P P W V A L A I R P R P G  
 271 gtctgggattacattcgagtgatgaatgtaagcgagttggctgtggag  
 V W D Y I R V N V S E L A V E  
 316 gagctgagtgcttctgagtgacttggcattcaaggaacagctgg  
 E L S V S E Y L A F K E Q L V  
 361 gatgaaattccaacagcaactttgtgcttgagcttgattttgag  
 D G N S N S N F V L E L D F E  
 406 cccttcaatgcctcgctccctcgctccttccatgcaagtcatt  
 P F N A S F P R P S M S K S I  
 451 gggaaatggagtgcaattccttaaccgacacctgtcttccaagttg  
 G N G V Q F L N R H L S S K L  
 496 ttccaggacaaggagagcctgtaccattgctgaatttctcaaa  
 F Q D K E S L Y P L L N F L K  
 541 gccataactacaagggcagcagcagatgatgattgaatgacagaatt  
 A H N Y K G T T M M L N D R I  
 586 cagagcctccgtgggctccagtcaccccttagaaaggcagaagag  
 Q S L R G L Q S S L R K A E E  
 631 tatctactgagtgctcctcaagacactccctactcagagttcaac  
 Y L L S V P Q D T P Y S E F N  
 676 cataggttccaagagcttggcttggagaagggttggggtgacact  
 H R F Q E L G L E K G W G D T  
 721 gcaaagcgcgtacttgacacactccacttgcttcttgaccttctt  
 A K R V L D T L H L L L D L L  
 766 gagggccctgatcctgccaacttggagaagttccttggactata  
 E A P D P A N L E K F L G T I  
 811 ccaatgatgattcaatggttatacctgtctcctcatggctacttt  
 P M M F N V V I L S P H G Y F  
 856 gcccaatccaatgtgcttggataccctgacactggtggccaggtt  
 A Q S N V L G Y P D T G G Q V  
 901 gtgtacattttggatcaagtcctgcttggagaatgagatgctt  
 V Y I L D Q V R A L E N E M L  
 946 cttaggattaagcagcaaggccttgacatcaccggaagatcctc  
 L R I K Q Q G L D I T P K I L  
 991 attggtaccaggctggtgcctgatgctggtgggactacgtgcgt  
 I V T R L L P D A V G T T C G  
 1036 cagcgtctggagaaggcattggaactgagcacactgacattatt  
 Q R L E K V I G T E H T D I I  
 1081 cgtattccattcagaaatgagaatggtattctccgcaagtgatc  
 R I P F R N E N G I L R K W I  
 1126 tctcgttttgatgtctggccatacctggagacatacactgaggat  
 S R F D V W P Y L E T Y T E D  
 1171 gttgccagtgaaataatgtagaaatgcaggccaagcctgacctt  
 V A S E I M L E M Q A K P D L  
 1216 atcggtggcaactacagtgatggcaacctagtcgccactctgctc  
 I V G N Y S D G N L V A T L L

1261 gcacacaagttgggagttactcagtggtaccattgcccattgccttg  
A H K L G V T Q C T I A H A L  
1306 gagaaaaccaaataccccaactcggacatatacttggacaaattt  
E K T K Y P N S D I Y L D K F  
1351 gacagccaataaccactttctcatgccagttcacagctgaccttatt  
D S Q Y H F S C Q F T A D L I  
1396 gccatgaatcacactgatttcatcatcaccagtacattccaagaa  
A M N H T D F I I T S T F Q E  
1441 atcgcagggagcaaggacactgtggggcagtatgagtcccacatc  
I A G S K D T V G Q Y E S H I  
1486 gcgttcactcttcctggactttaccgtggtgtccatggcattgat  
A F T L P G L Y R V V H G I D  
1531 gtttttgatcccaaattcaacattgtctctcctggagcagacatg  
V F D P K F N I V S P G A D M  
1576 agtgtttactaccatacactgaaactgacaagagactcactgcc  
S V Y Y P Y T E T D K R L T A  
1621 ttccatcctgaaattgaggagctcatctacagtgatgttgagaac  
F H P E I E E L I Y S D V E N  
1666 gatgagcacaagttttgtttgaaggacaagaacaagccgatcatc  
D E H K F C L K D K N K P I I  
1711 ttctcaatggctcgtcttgaccgtgtgaagaacatgacaggcttg  
F S M A R L D R V K N M T G L  
1756 gttgagatgtatgtaagaatgcacgcctgaggggaattggcaaac  
V E M Y G K N A R L R E L A N  
1801 cttgtgattgttgctggtgacctggcaaggaatcgaaggacagg  
L V I V A G D H G K E S K D R  
1846 gaggagcagcagagttcaagaagatgtacagtctcattgatgag  
E E Q A E F K K M Y S L I D E  
1891 tacaacttgaagggccatattcgggtggatctcagctcagatgaac  
Y N L K G H I R W I S A Q M N  
1936 cgtgtccgcaatgctggagttgtaccgctacatttgtgacacgaag  
R V R N A E L Y R Y I C D T K  
1981 ggagcatttgtgcagcctgcattctatgaagcatttggcctgact  
G A F V Q P A F Y E A F G L T  
2026 gtcattgagtcctatgacgtgctggtttgccaacaattgcaacctgc  
V I E S M T C G L P T I A T C  
2071 catgggtggccctgctgaaatcattgtggacggggtgtctggttta  
H G G P A E I I V D G V S G L  
2116 cacattgatccctaccacagtgacaaaagctgcagatatcttggtc  
H I D P Y H S D K A A D I L V  
2161 aacttctttgagaagtgaaggcagacccaagctactgggacaag  
N F F E K C K A D P S Y W D K  
2206 atctcacaggggtgactgcagagaatttatgagaagtacacctgg  
I S Q G G L Q R I Y E K Y T W  
2251 aagctctactccgagaggctgatgaccctgactggtgtatacggga  
K L Y S E R L M T L T G V Y G  
2296 ttctggaagtatgtgagcaacctggagaggcgtgagaccgcccgc  
F W K Y V S N L E R R E T R R  
2341 taccttgagatgtttctatgctttgaaataccgtagcctggcaagc  
Y L E M F Y A L K Y R S L A S  
2386 gcggttcccttgtcctacgactag 2409  
A V P L S Y D \*

الشكل (22): التسلسل النيكليوتيدي الكامل للـ "ICSSH30" الصنف

1 TTGAGTATCA TTGAGCCATG GCTGCCAAGT TGA CTG CCT CCACAGTCTT  
51 CGCGAACGCC TTGGTGCCAC CTTCTCCTCT CATCCCAATG AGCTGATTGC  
101 ACTCTTCTCC AGGTGGGCAT ACCAAAATAT GTA ACTTGCA TTCATTTC  
151 TGTACTGGAA TTTGTTAATT TGGTATTCTC TTCATCCCAA ATGTAAACAC  
201 GAGCATATGC AACTTCTTTC TTGGTTTCTT TTGTTAACAC CATCATGCAT  
251 GCTAATTGCT ATTCATCATC GACTCATTGA TCATATATAA TGATTTTATG  
301 ATCAGGAGAT TATTGATTGT AAAGCATAGT GTTGCTGCTC TTCAGTTTTT  
351 GAAGCCTTTT GGTTTGATTA GTACAATTAG TTGATAAGAC AGTATACTTT  
401 GTGGTACATC ATTTGGCAGA TTGTTTACT TTAGTTGGTA CAGTGCCATT  
451 TAATATTTAC ATCCTTCAGA TCTAAATAGG ATATAAAAATG TCCATCACAG  
501 CAGGGGAAAA GGTACATGAT ATGAGATGTA ACATCCATTT TATTTGTGAA  
551 ATATCACTTT TACAGGTATG TTAACCAGGG CAAGGGAATG CTTCAGCGCC  
601 ATCAACTGCT TGCTGAGTTT GATGCCCTGT TTGATAGTGA CAAGGAGAAG  
651 TATGCGCCT TCGAAGACTT TCTTCGTGCT GCTCAGGTAA CACTGCTGAG  
701 ATGCCTGCTT GAGTGATTGC CAATTGAAAA TCAGGTA CT ATTCTAATTT  
751 CCCTTTTCTG CATATAGGAA GCAATTGTGC TCCCCCCTG GGTAGCACTT  
801 GCTATCAGGC CAAGGCCTGG TGTCTGGGAT TACATTGAG TGAATGTAAG  
851 CGAGTTGGCT GTGGAGGAGC TGAGTGTTC TGAGTACTTG GCATTCAAGG  
901 AACAGCTGGT GGATGGAAAG TAAGTTCTTC GGTGAATTCT TTGTAGTTTT  
951 ATAGGCTAAT ATCTTGATTC TAGTTATAGA AACTTGTACA CGTATGACT  
1001 AATTCCATAC CTCCTTTTGT TTATGCCAGT TCCAACAGCA ACTTTGTGCT  
1051 TGAGCTTGAT TTTGAGCCCT TCAATGCCTC GTTCCCTCGT CCTTCCATGT  
1101 CAAAGTCCAT TGGGAATGGA GTGCAATTCC TTAACCGACA CCTGTCTCC  
1151 AAGTTGTTCC AGGACAAGGA GAGCCTGTAC CCATTGCTGA ATTTCTCAA  
1201 AGCCATAAC TACAAGGGCA CGGTGAGCTT ACAATTGAGA ATCTTCCAAG  
1251 CACATGCTTC ACAATGGATG ATGACAATAT TTATTTAGGA ACTTTACATA  
1301 ATCTGAAAAT GGATTAATG ATGCCACCCA ACTCCCTCAT TTGTAAGTCT  
1351 TTTTTTTTTT TGTTACAGAC GATGATGTTG AATGACAGAA TTCAGAGCCT  
1401 CCGTGGGCTC CAGTCATCCC TTAGAAAGGC AGAAGAGTAT CTA CTGAGTG  
1451 TCCCTCAAGA CACTCCCTAC TCAGAGTTCA ACCATAGGTG ATTCATCAAT  
1501 AAATTGTCCT TGCCATTTAA CTTTGGTTGA ACTAGCAAAT GTATTA ACTG  
1551 CTTGTATGCC ACCATGATCT GCATTAGGTT CCAAGAGCTT GGCTTGAGAG  
1601 AGGGTTGGGG TGACACTGCA AAGCGCGTAC TTGACACACT CCACTTGCTT  
1651 CTTGACCTT TTTGAGCCCC TGATCCTGCC AACTTGGAGA AGTTCCCTGG  
1701 AACTATACCA ATGATGTTCA ATGTTGTTAT CCTGTCTCCT CATGGCTACT  
1751 TTGCCCAATC CAATGTGCTT GGATACCCTG AACTGGTGG CCAGGTACAG  
1801 AAGCTTAGTG ATTTTTTTTT GAGACACTGA TTGTTTTTCT TTTAGCTATT  
1851 ATAGCTTTTA GGTTTCTCAT TTGCAATCAT TTTGCAGGTT GTGTACATTT  
1901 TGGATCAAGT CCGTGCTTTG GAGAATGAGA TGCTTCTTAG GATTAAGCAG  
1951 CAAGCCTTG ACATCACCCC GAAGATCCTC ATTTGATGTT TCATGTTTGA  
2001 GACCATGTTT GCCTTCTGA ACCCTTTTCG TTATGTCTTG ATTTACTCAG  
2051 TAAATGTGCC TACATAATCT TATTTGTGCA GGTTACCAGG CTGTTGCTG  
2101 ATGCTGTTGG GACTACGTGC GGTGAGCGTC TGGAGAAGGT CATTGGA ACT  
2151 GAGCACACTG ACATTATTCG TATTCCATTC AGAAATGAGA ATGGTATTCT  
2201 CCGCAAGTGG ATCTCTCGTT TTGATGTCTG GCCATACCTG GAGACATACA  
2251 CTGAGGTATA TAGATTATCT GACTGAATGT CCTACACAGC ATAGCTTGTT  
2301 TGAGTAATAC TGAAGTCATG CATTCTGTGC TGCAGGATGT TGCCAGTGAA  
2351 ATAATGTTAG AAATGCAGGC CAAGCCTGAC CTTATCGTTG GCAACTACAG  
2401 TGATGGCAAC CTAGTCGCCA CTCTGCTCGC ACACAAGTTG GGAGTTACTC  
2451 AGGTCTGTTT GGCTGTACAT GAATAATTGA GTTTTTTTTT ATATAAAAT  
2501 ATTAAGTTCT CCAAATGCCT AATAGTTTTG TACATACTTG CAGTG TACCA  
2551 TTGCCCATGC CTTGGAGAAA ACCAAATACC CCAACTCGGA CATATACTTG  
2601 GACAAATTTG ACAGCCAATA CCACTTCTCA TGCCAGTTCA CAGCTGACCT  
2651 TATTGCCATG AATCACACTG ATTTTCATCAT CACCAGTACA TTCCAAGAAA  
2701 TCGCAGGGAG GTAAGTTTTG TATATTATCT TTAGAATCTC GCTGTATTGT  
2751 AGTAGTAACG AAAGTAGTAT CTGATTTTTT CTCTGTTATT TCTGCAGCAA  
2801 GGACACTGTG GGGCAGTATG AGTCCCACAT CGGTTCACT CTTCTGGAC  
2851 TTTACCGTGT TGTCCATGGC ATTTGATGTTT TTGATCCCAA ATTCAACATT

2901 GTCTCTCCTG GAGCAGACAT GAGTGTTTAC TACCCATACA CTGAAACTGA  
2951 CAAGAGACTC ACTGCCTTCC ATCCTGAAAT TGAGGAGCTC ATCTACAGTG  
3001 ATGTTGAGAA CGATGAGCAC AAGTGAGTAC TGAAGTATT GAATGTCTTC  
3051 TTGTAGTCAA TCAGCTTGTA AATATTCCAA CACTCATCTG CATGTCTGTC  
3101 CATCTTTCTA TCTATTAAGA TATGCAAAGC TGTTATGGCC ATTTACAATA  
3151 AATAAGTTTT CCACCTGAAC ACCTGGTATT TAATTGCTTC CAGGTTTGTG  
3201 TTGAAGGACA AGAACAAGCC GATCATCTTC TCAATGGCTC GTCTTGACCG  
3251 TGTGAAGAAC ATGACAGGCT TGGTTGAGAT GTATGGTAAG AATGCACGCC  
3301 TGAGGGAATT GGCAAACCTT GTGATTGTTG CTGGTGACCA TGGCAAGGAA  
3351 TCGAAGGACA GGGAGGAGCA GGCAGAGTTC AAGAAGATGT ACAGTCTCAT  
3401 TGATGAGTAC AACTTGAAGG GCCATATTCG GTGGATCTCA GCTCAGATGA  
3451 ACCGTGTCCG CAATGCGGAG TTGTACCGCT ACATTTGTGA CACGAAGGGA  
3501 GCATTTGTGC AGGTACGTAT ACACACTTAA TCTAATAAAT CACTTCCAAG  
3551 TTCCGATAAT AGTGCAATCT ACATTCTGAT AACGACAGTC ATAGAGCTTG  
3601 TGCCGGACTA AATTATTTTA TCACTTTGTT TTTGTAGCCT GCATTCTATG  
3651 AAGCATTGG CCTGACTGTC ATTGAGTCCA TGACGTGCGG TTTGCCAACA  
3701 ATTGCAACCT GCCATGGTGG CCCTGCTGAA ATCATTGTGG ACGGGGTGTC  
3751 TGGTTTACAC ATTGATCCCT ACCACAGTGA CAAAGCTGCA GATATCTTGG  
3801 TCAACTTCTT TGAGAAGTGC AAGGCAGACC CAAGCTACTG GGACAAGATC  
3851 TCACAGGGTG GACTGCAGAG AATTTATGAG AAGTATGAAT TTTTCTCTTC  
3901 TGCCATATAT GATATAAATA GATGTACAAT GAAGAATTCT TGTTGACCAA  
3951 AGTCCGTATC TGATTAATTC TCACAATCAT ATATTATATG GTTGAGCACT  
4001 TAGATATCAT TCCATGCCAC GAACACTCAG AAATTTTGTG TTACCCTTCT  
4051 CTAGTTAGGA GTAAATCCTG ATATTACATG CTTTGGATTG GTCAGGTACA  
4101 CCTGGAAGCT CTACTIONGAG AGGCTGATGA CCCTGACTGG TGTATACGGA  
4151 TTCTGGAAGT ATGTGAGCAA CCTGGAGAGG CGTGAGACCC GCCGCTACCT  
4201 TGAGATGTTT TATGCTTTGA AATACCGTAG CCTGGTAAGT TATGATGTCT  
4251 GCTAGAGAGA ACGTGTAGCA TGCAGTGTTT ATTTTTCAGC AGTGTTAAAC  
4301 AAGCGGATTT ACTAATGCAT CTCTTTCTTG AATCCAGGCA AGCGCGGTTT  
4351 CCTTGTCCTA CGACTAGTGT GGGAAAGAAG AATCCCAAGC CGGAGAACCA  
4401 TCGCCTGCAT TATGATTGTT CACCGCAATT CGCATTGTTA GTCGTGTATT  
4451 TGAGTTATGT GTACTTGGTT TCCAAGCACT TTGGTTCCTT TTTGCGAGTT  
4501 TTTGGGCAGC GCTGGCTGGT TCCTATTATA GGAATTAGCT GTGACTTTTG  
4551 CTTCAAATAA AAGCCTGCTC GTTCTCCTGT CTTCCAG 4587

//

الشكل (23): التسلسل النيكلوتيدي المكمل cDNA الكامل للـ "ICSSH30" للـ

1 atggctgccaagttgactcgccctccacagtcttcgccaacgcctt  
M A A K L T R L H S L R E R L  
46 ggtgccaccttctcctctcatcccaatgagctgattgcactcttc  
G A T F S S H P N E L I A L F  
91 tccaggtatgttaaccagggcaagggaatgcttcagcgccatcaa  
S R Y V N Q G K G M L Q R H Q  
136 ctgcttgctgagtttgatgccctggttgatagtgacaaggagaag  
L L A E F D A L F D S D K E K  
181 tatgccccttcgaagactttcttcgtgctgctcaggaagcaatt  
Y A P F E D F L R A A Q E A I  
226 gtgctccccctgggttagcacttgctatcaggccaaggcctggt  
V L P P W V A L A I R P R P G  
271 gtctgggattacattcgagtgaatgtaagcgagttggctgtggag  
V W D Y I R V N V S E L A V E  
316 gagctgagtgtttctgagtacttggcattcaaggaacagctgggtg  
E L S V S E Y L A F K E Q L V  
361 gatggaaattccaacagcaactttgtgcttgagcttgattttgag  
D G N S N S N F V L E L D F E  
406 cccttcaatgcctcgttccctcgtccttccatgcaagtccatt  
P F N A S F P R P S M S K S I  
451 gggaaatggagtgcaattccttaaccgacacctgtcttccaagttg  
G N G V Q F L N R H L S S K L  
496 ttccaggacaaggagagcctgtacccattgctgaatttctcaaa  
F Q D K E S L Y P L L N F L K  
541 gccataactacaagggcagcagcagatgatgttgatgacagaatt  
A H N Y K G T T M M L N D R I  
586 cagagcctccgtgggtccagtcaccccttagaaaggcagaagag  
Q S L R G L Q S S L R K A E E  
631 tatctactgagtgctcctcaagacactccctactcagagttcaac  
Y L L S V P Q D T P Y S E F N  
676 cataggttccaagagccttggttggttgagaagggttgggtgacact  
H R F Q E L G L E K G W G D T  
721 gcaaagcgcgtacttgacacactccacttgcttcttgaccttctt  
A K R V L D T L H L L L D L L  
766 gaggcccctgatcctgccaacttgagaagttccttggactata  
E A P D P A N L E K F L G T I  
811 ccaatgatgttcaatggttattcctgtctcctcatggctacttt  
P M M F N V V I L S P H G Y F  
856 gcccaatccaatgtgcttgataccctgacactgggtggccaggtt  
A Q S N V L G Y P D T G G Q V  
901 gtgtacattttggatcaagtcctgcttggagaatgagatgctt  
V Y I L D Q V R A L E N E M L  
946 cttaggattaagcagcaaggccttgacatcaccggaagatcctc  
L R I K Q Q G L D I T P K I L  
991 attgttaccaggctgttgcctgatgctggtgggactacgtgctg  
I V T R L L P D A V G T T C G  
1036 cagcgtctggagaaggtcattggaactgagcactgacattatt  
Q R L E K V I G T E H T D I I  
1081 cgtattccattcagaaatgagaatggtatttctccgcaagtggatc  
R I P F R N E N G I L R K W I  
1126 tctcgttttgatgtctggccatacctggagacatacactgaggat  
S R F D V W P Y L E T Y T E D  
1171 gttgccagtgaaataatggttagaaatgagcaggccaagcctgacctt  
V A S E I M L E M Q A K P D L  
1216 atcgttggcaactacagtgatggcaacctagtcgccactctgctc  
I V G N Y S D G N L V A T L L  
1261 gcacacaagttgggagttactcagtgtaaccattgcccattgctt  
A H K L G V T Q C T I A H A L

1306 gagaaaaccaaataccccaactcggacatatatacttggacaaattt  
E K T K Y P N S D I Y L D K F  
1351 gacagccaataccacttctcatgccagttcacagctgaccttatt  
D S Q Y H F S C Q F T A D L I  
1396 gccatgaatcacactgatttcatcatcaccagtacattccaagaa  
A M N H T D F I I T S T F Q E  
1441 atcgcagggagcaaggacactgtggggcagtatgagtcacatc  
I A G S K D T V G Q Y E S H I  
1486 gcgttcactcttcctggactttaccgtggttgcattggcattgat  
A F T L P G L Y R V V H G I D  
1531 gtttttgatcccaaattcaacattgtctctcctggagcagacatg  
V F D P K F N I V S P G A D M  
1576 agtgtttactaccatacactgaaactgacaagagactcactgcc  
S V Y Y P Y T E T D K R L T A  
1621 ttccatcctgaaattgaggagctcatctacagtgatgttgagaac  
F H P E I E E L I Y S D V E N  
1666 gatgagcacaagtttgtgttgaaggacaagaacaagccgatcatc  
D E H K F V L K D K N K P I I  
1711 ttctcaatggctcgtcttgaccgtgtgaagaacatgacaggcttg  
F S M A R L D R V K N M T G L  
1756 gttgagatgtatggtaagaatgcacgcctgaggggaattggcaaac  
V E M Y G K N A R L R E L A N  
1801 cttgtgattgttgctggtgaccatggcaaggaatcgaaggacagg  
L V I V A G D H G K E S K D R  
1846 gaggagcaggcagagttcaagaagatgtacagtctcattgatgag  
E E Q A E F K K M Y S L I D E  
1891 tacaacttgaagggccatattcgggtgatctcagctcagatgaac  
Y N L K G H I R W I S A Q M N  
1936 cgtgtccgcaatgaggagttgtaccgctacatttgtgacacgaag  
R V R N A E L Y R Y I C D T K  
1981 ggagcatttgtgcagcctgcattctatgaagcatttggcctgact  
G A F V Q P A F Y E A F G L T  
2026 gtcattgagtcacatgacgtgcggtttgccaacaattgcaacctgc  
V I E S M T C G L P T I A T C  
2071 catgggtggccctgctgaaatcattgtggacgggggtgctggttta  
H G G P A E I I V D G V S G L  
2116 cacattgatccctaccacagtgacaaagctgcagatatcttggtc  
H I D P Y H S D K A A D I L V  
2161 aacttctttgagaagtgcaaggcagaccaagctactgggacaag  
N F F E K C K A D P S Y W D K  
2206 atctcacaggggtgactgcagagaatttatgagaagtacacctgg  
I S Q G G L Q R I Y E K Y T W  
2251 aagctctactccgagaggctgatgaccctgactggtgtatacgg  
K L Y S E R L M T L T G V Y G  
2296 ttctggaagtatgtgagcaacctggagaggcgtgagacccgccgc  
F W K Y V S N L E R R E T R R  
2341 taccttgagatgttctatgctttgaaataaccgtagcctggcaagc  
Y L E M F Y A L K Y R S L A S  
2386 gcggttcccttgcctacgactag 2409  
A V P L S Y D \*

تم قياس نسبة تماثل المورثة بين الصنفين من خلال أدوات تحليل الأحماض النووية Nucleic Tools بحث تراصف التسلسل النكليوتيدي لمورثتين لمعرفة مناطق التطابق والاختلاف LALIGN Alignment للتتابعات النكليوتيدية للمورثة من الصنفين رزينية و ICSSH30 من خلال برنامج SDSC/Biology workbench وأظهرت النتائج أن نسبة التماثل بين المورثتين على مستوى التابع النكليوتيدي كان 99.8% وتباين بنسبة 0.2% (الشكل، 24). وجدت التباينات على مستوى نكليوتيد واحد في كل من المناطق المشفرة وغير المشفرة.

الشكل (24): تراصف التسلسل النكليوتيدي للمورثة من الصنفين رزينية و ICSSH30.

	10	20	30	40	50	60
ICSSH3	TTGAGTATCATTGAGCCATGGCTGCCAAGTTGACTCGCCTCCACAGTCTTTCGCGAACGCC					
	.....					
Razine	TTGAGTATCATTGAGCCATGGCTGCCAAGTTGACTCGCCTCCACAGTCTTTCGCGAACGCC					
	10	20	30	40	50	60
	70	80	90	100	110	120
ICSSH3	TTGGTGCCACCTTCTCCTCTCATCCCAATGAGCTGATTGCACTCTTCTCCAGGTGGGCAT					
	.....					
Razine	TTGGTGCCACCTTCTCCTCTCATCCCAATGAGCTGATTGCACTCTTCTCCAGGTGGGCAT					
	70	80	90	100	110	120
	130	140	150	160	170	180
ICSSH3	ACCAAAATATGTAACCTTGCATTTTCCTGTACTGGAATTTGTTAATTTGGTATTCTC					
	.....					
Razine	ACCAAAATATGTAACCTTGCATTTTCCTGTACTGGAATTTGTTAATTTGGTATTCTC					
	130	140	150	160	170	180
	190	200	210	220	230	240
ICSSH3	TTCATCCCAAATGTAAACACGAGCATATGCAACTTCTTTCTTGGTTTCTTTTGTTAACAC					
	.....					
Razine	TTCATCCCAAATGTAAACACGAGCATATGCAACTTCTTTCTTGGTTTCTTTTGTTAACAC					
	190	200	210	220	230	240
	250	260	270	280	290	300
ICSSH3	CATCATGCATGCTAATTGCTATTCATCATCGACTCATTGATCATATATAATGATTTTATG					
	.....					
Razine	CATCATGCATGCTAATTGCTATTCATCATCGACTCATTGATCATATATAATGATTTTATG					
	250	260	270	280	290	300
	310	320	330	340	350	360
ICSSH3	ATCAGGAGATTATTGATTGTAAAGCATAGTGTGCTGCTCCTCAGTTTTTGAAGCCTTTT					
	.....					
Razine	ATCAGGAGATTATTGATTGTAAAGCATAGTGTGCTGCTCCTCAGTTTTTGAAGCCTTTT					
	310	320	330	340	350	360
	370	380	390	400	410	420
ICSSH3	GGTTTGATTAGTACAATTAGTTGATAAGACAGTATACTTTGTGGTACATCATTGGCAGA					
	.....					
Razine	GGTTTGATTAGTACAATTAGTTGATAAGACAGTATACTTTGTGGTACATCATTGGCAGA					
	370	380	390	400	410	420

```

          430      440      450      460      470      480
ICSSH3 TTGTTTGACTTTAGTTGGTACAGTGCCATTTAATATTTTACATCCTTCAGATCTAAATAGG
      .....
Razine TTGTTTGACTTTAGTTGGTACAGTGCCATTTAATATTTTACATCCTTCAGATCTAAATAGG
          430      440      450      460      470      480

          490      500      510      520      530      540
ICSSH3 ATATAAAATGTCCATCACAGCAGGGGAAAAGGTACATGATATGAGATGTAACATCCATTT
      .....
Razine ATATAAAATGTCCATCACAGCAGGGGAAAAGGTACATGATATGAGATGTAACATCCATTT
          490      500      510      520      530      540

          550      560      570      580      590      600
ICSSH3 TATTTGTGAAATATCACTTTTACAGGTATGTTAACCAGGGCAAGGGAATGCTTCAGCGCC
      .....
Razine TATTTGTGAAATATCACTTTTACAGGTATGTTAACCAGGGCAAGGGAATGCTTCAGCGCC
          550      560      570      580      590      600

          610      620      630      640      650      660
ICSSH3 ATCAACTGCTTGCTGAGTTTGATGCCCTGTTTGATAGTGACAAGGAGAAGTATGCGCCCT
      .....
Razine ATCAACTGCTTGCTGAGTTTGATGCCCTGTTTGATAGTGACAAGGAGAAGTATGCGCCCT
          610      620      630      640      650      660

          670      680      690      700      710      720
ICSSH3 TCGAAGACTTTCTTCGTGCTGCTCAGGTAACACTGCTGAGATGCCTGCTTGAGTGATTGC
      .....
Razine TCGAAGACTTTCTTCGTGCTGCTCAGGTAACACTGCTGAGATGCCTGCTTGAGTGATTGC
          670      680      690      700      710      720

          730      740      750      760      770      780
ICSSH3 CAATTGAAAATCAGGTACTCATTCTAATTTCCCTTTTCTGCATATAGGAAGCAATTGTGC
      .....
Razine CAATTGAAAATCAGGTACTCATTCTAATTTCCCTTTTCTGCATATAGGAAGCAATTGTGC
          730      740      750      760      770      780

          790      800      810      820      830      840
ICSSH3 TCCCCCCTGGGTAGCACTTGCTATCAGGCCAAGGCCTGGTGTCTGGGATTACATTTCGAG
      .....
Razine TCCCCCCTGGGTAGCACTTGCTATCAGGCCAAGGCCTGGTGTCTGGGATTACATTTCGAG
          790      800      810      820      830      840

          850      860      870      880      890      900
ICSSH3 TGAATGTAAGCGAGTTGGCTGTGGAGGAGCTGAGTGTTTCTGAGTACTTGGCATTCAAGG
      .....
Razine TGAATGTAAGCGAGTTGGCTGTGGAGGAGCTGAGTGTTTCTGAGTACTTGGCATTCAAGG
          850      860      870      880      890      900

          910      920      930      940      950      960
ICSSH3 AACAGCTGGTGGATGGAAAGTAAGTTCTTCGGTGAATTCTTTGTAGTTTTATAGGCTAAT
      .....
Razine AACAGCTGGTGGATGGAAAGTAAGTTCTTCGGTGAATTCTTTGTAGTTTTATAGGCTAAT
          910      920      930      940      950      960

          970      980      990      1000      1010      1020
ICSSH3 ATCTTGATTCTAGTTATAGAACTTGTACACGTATGTACTAATTCCATACCTCCTTTTGT
      .....
Razine ATCTTGATTCTAGTTATAGAACTTGTACACGTATGTACTAATTCCATACCTCCTTTTGT
          970      980      990      1000      1010      1020

```

```

1030      1040      1050      1060      1070      1080
ICSSH3 TTATGCCAGTTCCAACAGCAACTTTGTGCTTGAGCTTGATTTTGAGCCCTTCAATGCCTC
:
Razine TTATGCCAGTTCCAACAGCAACTTTGTGCTTGAGCTTGATTTTGAGCCCTTCAATGCCTC
1030      1040      1050      1060      1070      1080

1090      1100      1110      1120      1130      1140
ICSSH3 GTTCCCTCGTCCTTCCATGTCAAAGTCCATTGGGAATGGAGTGCAATTCCTTAACCGACA
:
Razine GTTCCCTCGTCCTTCCATGTCAAAGTCCATTGGGAATGGAGTGCAATTCCTTAACCGACA
1090      1100      1110      1120      1130      1140

1150      1160      1170      1180      1190      1200
ICSSH3 CCTGTCTTCCAAGTTGTTCCAGGACAAGGAGAGCCTGTACCCATTGCTGAATTTCTCTCAA
:
Razine CCTGTCTTCCAAGTTGTTCCAGGACAAGGAGAGCCTGTACCCATTGCTGAATTTCTCTCAA
1150      1160      1170      1180      1190      1200

1210      1220      1230      1240      1250      1260
ICSSH3 AGCCCATAACTACAAGGGCACGGTGAGCTTACAATTCAGAATCTTCCAAGCACATGCTTC
:
Razine AGCCCATAACTACAAGGGCACGGTGAGCTTACAATTCAGAATCTTCCAAGCACATGCTTC
1210      1220      1230      1240      1250      1260

1270      1280      1290      1300      1310      1320
ICSSH3 ACAATGGATGATGACAATATTTATTTAGGAACTTTACATAATCTGAAAATGGATTAAATG
:
Razine ACAATGGATGATGACAATATTTATTTAGGAACTTTACATAATCTGAAAATGGATTAAATG
1270      1280      1290      1300      1310      1320

1330      1340      1350      1360      1370      1380
ICSSH3 ATGCCACCCAACCTCCCTCATTTGTAAGTCTTTTTTTTTTCTGTTACAGACGATGATGTTG
:
Razine ATGCCACCCAACCTCCCTCATTTGTAAGTCTTTTTTTTTTCTGTTACAGACGATGATGTTG
1330      1340      1350      1360      1370      1380

1390      1400      1410      1420      1430      1440
ICSSH3 AATGACAGAATTCAGAGCCTCCGTGGGCTCCAGTCATCCCTTAGAAAAGGCAGAAGAGTAT
:
Razine AATGACAGAATTCAGAGCCTCCGTGGGCTCCAGTCATCCCTTAGAAAAGGCAGAAGAGTAT
1390      1400      1410      1420      1430      1440

1450      1460      1470      1480      1490      1500
ICSSH3 CTA CTGAGTGTCCCTCAAGACACTCCCTACTCAGAGTTCAACCATAGGTGATTCATCAAT
:
Razine CTA CTGAGTGTCCCTCAAGACACTCCCTACTCAGAGTTCAACCATAGGTGATTCATCAAT
1450      1460      1470      1480      1490      1500

1510      1520      1530      1540      1550      1560
ICSSH3 AAATTGTCCTTGCCATTTAACTTTGGTTGAACTAGCAAATGTATTAAGTCTTGTATGCC
:
Razine AAATTGTCCTTGCCATTTAACTTTGGTTGAACTAGCAAATGTATTAAGTCTTGTATGCC
1510      1520      1530      1540      1550      1560

1570      1580      1590      1600      1610      1620
ICSSH3 ACCATGATCTGCATTAGGTTCCAAGAGCTTGGCTTGGAGAAGGGTTGGGGTGACACTGCA
:
Razine ACCATGATCTGCATTAGGTTCCAAGAGCTTGGCTTGGAGAAGGGTTGGGGTGACACTGCA
1570      1580      1590      1600      1610      1620

```

```

1630      1640      1650      1660      1670      1680
ICSSH3 AAGCGCGTACTTGACACACTCCACTTGCTTCTTGACCTTCTTGAGGCCCTGATCCTGCC
:
Razine AAGCGCGTACTTGACACACTCCACTTGCTTCTTGACCTTCTTGAGGCCCTGATCCTGCC
1630      1640      1650      1660      1670      1680

1690      1700      1710      1720      1730      1740
ICSSH3 AACTTGGAGAAGTTCCTTGGAAC TATAACCAATGATGTTCAATGTTGTTATCCTGTCTCCT
:
Razine AACTTGGAGAAGTTCCTTGGAAC TATAACCAATGATGTTCAATGTTGTTATCCTGTCTCCT
1690      1700      1710      1720      1730      1740

1750      1760      1770      1780      1790      1800
ICSSH3 CATGGCTACTTTGCCCAATCCAATGTGCTTG GATACCTGACACTGGTGGCCAGGTACAG
:
Razine CATGGCTACTTTGCCCAATCCAATGTGCTTG GATACCTGACACTGGTGGCCAGGTACAG
1750      1760      1770      1780      1790      1800

1810      1820      1830      1840      1850      1860
ICSSH3 AAGCTTAGTGATTTTTTTTCGAGACACTGATTGTTTTTCTTTTAGCTATTATAGCTTTTA
:
Razine AAGCTTAGTGATTTTTTTTCGAGACACTGATTGTTTTTCTTTTAGCTATTATAGCTTTTA
1810      1820      1830      1840      1850      1860

1870      1880      1890      1900      1910      1920
ICSSH3 GGTTTCTCATTTGCAATCATTTTGCAGGTTGTGTACATTTTGGATCAAGTCCGTGCTTTG
:
Razine GGTTTCTCATTTGCAATCATTTTGCAGGTTGTGTACATTTTGGATCAAGTCCGTGCTTTG
1870      1880      1890      1900      1910      1920

1930      1940      1950      1960      1970      1980
ICSSH3 GAGAATGAGATGCTTCTTAGGATTAAGCAGCAAGGCCTTGACATCACCCGAAGATCCTC
:
Razine GAGAATGAGATGCTTCTTAGGATTAAGCAGCAAGGCCTTGACATCACCCGAAGATCCTC
1930      1940      1950      1960      1970      1980

1990      2000      2010      2020      2030      2040
ICSSH3 ATTGTATGTTTCATGTTTGAGACCATGTTTCGCCTTCTGAACCCTTTTCGTTATGTCTTG
:
Razine ATTGTATGTTTCATGTTTGAGACCATGTTTCGCCTTCTGAACCCTTTTCGTTATGTCTTG
1990      2000      2010      2020      2030      2040

2050      2060      2070      2080      2090      2100
ICSSH3 ATTTACTCAGTAAATGTGCCTACATAATCTTATTTGTGCAGGTTACCAGGCTGTTGCCTG
:
Razine ATTTACTCAGTAAATGTGCCTACATAATCTTATTTGTGCAGGTTACCAGGCTGTTGCCTG
2050      2060      2070      2080      2090      2100

2110      2120      2130      2140      2150      2160
ICSSH3 ATGCTGTTGGGACTACGTGCGGTGAGCGTCTGGAGAAGGTCATTGGAAGTACGACACTG
:
Razine ATGCTGTTGGGACTACGTGCGGTGAGCGTCTGGAGAAGGTCATTGGAAGTACGACACTG
2110      2120      2130      2140      2150      2160

2170      2180      2190      2200      2210      2220
ICSSH3 ACATTATTCGTATTCCATTCCAGAAATGAGAATGGTATTCTCCGCAAGTGGATCTCTCGTT
:
Razine ACATTATTCGTATTCCATTCCAGAAATGAGAATGGTATTCTCCGCAAGTGGATCTCTCGTT
2170      2180      2190      2200      2210      2220

```





```

          3430      3440      3450      3460      3470      3480
ICSSH3 GCCATATTCGGTGGATCTCAGCTCAGATGAACCGTGTCCGCAATGCGGAGTTGTACCGCT
      .....
Razine GCCATATTCGGTGGATCTCAGCTCAGATGAACCGTGTCCGCAATGCGGAGTTGTACCGCT
          3430      3440      3450      3460      3470      3480

          3490      3500      3510      3520      3530      3540
ICSSH3 ACATTTGTGACACGAAGGGAGCATTGTGCAGGTACGTATAACACTTAATCTAATAAAT
      .....
Razine ACATTTGTGACACGAAGGGAGCATTGTGCAGGTACGTATAACACTTAATCTAATAAAT
          3490      3500      3510      3520      3530      3540

          3550      3560      3570      3580      3590      3600
ICSSH3 CACTTCCAAGTTCCGATAATAGTGCAATCTACATTCTGATAACGACAGTCATAGAGCTTG
      .....
Razine CACTTCCAAGTTCCGATAATAGTGCAATCTACATTCTGATAACGACAGTCATAGAGCTTG
          3550      3560      3570      3580      3590      3600

          3610      3620      3630      3640      3650      3660
ICSSH3 TGCCGGACTAAATTATTTTATCACTTTGTTTTGTAGCCTGCATTCTATGAAGCATTG
      .....
Razine TGCCGGACTAAATTATTTTATCACTTTGTTTTGTAGCCTGCATTCTATGAAGCATTG
          3610      3620      3630      3640      3650      3660

          3670      3680      3690      3700      3710      3720
ICSSH3 CCTGACTGTCATTGAGTCCATGACGTGCGGTTTGCCAACAATTGCAACCTGCCATGGTGG
      .....
Razine CCTGACTGTCATTGAGTCCATGACGTGCGGTTTGCCAACAATTGCAACCTGCCATGGTGG
          3670      3680      3690      3700      3710      3720

          3730      3740      3750      3760      3770      3780
ICSSH3 CCCTGCTGAAATCATTGTGGACGGGGTGTCTGGTTTACACATTGATCCCTACCACAGTGA
      .....
Razine CCCTGCTGAAATCATTGTGGACGGGGTGTCTGGTTTACACATTGATCCCTACCACAGTGA
          3730      3740      3750      3760      3770      3780

          3790      3800      3810      3820      3830      3840
ICSSH3 CAAAGCTGCAGATATCTTGGTCAACTTCTTTGAGAAGTGCAAGGCAGACCCAAGCTACTG
      .....
Razine CAAAGCTGCAGATATCTTGGTCAACTTCTTTGAGAAGTGCAAGGCAGACCCAAGCTACTG
          3790      3800      3810      3820      3830      3840

          3850      3860      3870      3880      3890      3900
ICSSH3 GGACAAGATCTCACAGGGTGGACTGCAGAGAATTTATGAGAAGTATGAATTTTCTCTTC
      .....
Razine GGACAAGATCTCACAGGGTGGACTGCAGAGAATTTATGAGAAGTATGAATTTTCTCTTC
          3850      3860      3870      3880      3890      3900

          3910      3920      3930      3940      3950      3960
ICSSH3 TGCCATATATGATATAAATAGATGTACAATGAAGAATTCTTGTTGACCAAAGTCCGTATC
      .....
Razine TGCCATATATGATATAAATAGATGTACAATGAAGAATTCTTGTTGACCAAAGTCCGTATC
          3910      3920      3930      3940      3950      3960

          3970      3980      3990      4000      4010      4020
ICSSH3 TGATTAATTCTCACAATCATATATTATATGGTTGAGCACTTAGATATCATTCATGCCAC
      .....
Razine TGATTAATTCTCACAATCATATATTATATGGTTGAGCACTTAGATATCATTCATGCCAC
          3970      3980      3990      4000      4010      4020

```

```

          4030      4040      4050      4060      4070      4080
ICSSH3 GAACACTCAGAAATTTTGTGTTACCCTTCTCTAGTTAGGAGTAAATCCTGATATTACATG
      .....
Razine GAACACTCAGAAATTTTGTGTTACCCTTCTCTAGTTAGGAGTAAATCCTGATATTACATG
          4030      4040      4050      4060      4070      4080

          4090      4100      4110      4120      4130      4140
ICSSH3 CTTTGGATTGGTCAGGTACACCTGGAAGCTCTACTCCGAGAGGCTGATGACCCCTGACTGG
      .....
Razine CTTTGGATTGGTCAGGTACACCTGGAAGCTCTACTCCGAGAGGCTGATGACCCCTGACTGG
          4090      4100      4110      4120      4130      4140

          4150      4160      4170      4180      4190      4200
ICSSH3 TGTATACGGATTCTGGAAGTATGTGAGCAACCTGGAGAGGCGTGAGACCCGCCGCTACCT
      .....
Razine TGTATACGGATTCTGGAAGTATGTGAGCAACCTGGAGAGGCGTGAGACCCGCCGCTACCT
          4150      4160      4170      4180      4190      4200

          4210      4220      4230      4240      4250      4260
ICSSH3 TGAGATGTTCTATGCTTTGAAATACCGTAGCCTGGTAAGTTATGATGTCTGCTAGAGAGA
      .....
Razine TGAGATGTTCTATGCTTTGAAATACCGTAGCCTGGTAAGTTATGATGTCTGCTAGAGAGA
          4210      4220      4230      4240      4250      4260

          4270      4280      4290      4300      4310      4320
ICSSH3 ACGTGTAGCATGCAGTGTTTCATTTTTTCAGCAGTGTTAAACAAGCGGATTTACTAATGCAT
      .....
Razine ACGTGTAGCATGCAGTGTTTCATTTTTTCAGCAGTGTTAAACAAGCGGATTTACTAATGCAT
          4270      4280      4290      4300      4310      4320

          4330      4340      4350      4360      4370      4380
ICSSH3 CTCTTTCTTGAATCCAGGCAAGCGCGGTTCCCTTGTCTACGACTAGTGTGGGAAAGAAG
      .....
Razine CTCTTTCTTGAATCCAGGCAAGCGCGGTTCCCTTGTCTACGACTAGTGTGGGAAAGAAG
          4330      4340      4350      4360      4370      4380

          4390      4400      4410      4420      4430      4440
ICSSH3 AATCCCAAGCCGGAGAACCATCGCCTGCATTATGATTGTTACCGCAATTTCGCATTGTTA
      .....
Razine AATCCCAAGCCGGAGAACCATCGCCTGCATTATGATTGTTACCGCAATTTCGCATTGTTA
          4390      4400      4410      4420      4430      4440

          4450      4460      4470      4480      4490      4500
ICSSH3 GTCGTGTATTTGAGTTATGTGTACTTGGTTTCCAAGCACTTTGGTTCCTTTTTGCGAGTT
      .....
Razine GTCGTGTATTTGAGTTATGTGTACTTGGTTTCCAAGCACTTTGGTTCCTTTTTGCGAGTT
          4450      4460      4470      4480      4490      4500

          4510      4520      4530      4540      4550      4560
ICSSH3 TTTGGGCAGCGCTGGCTGGTTCCTATTATAGGAATTAGCTGTGACTTTTGCTTCAAATAA
      .....
Razine TTTGGGCAGCGCTGGCTGGTTCCTATTATAGGAATTAGCTGTGACTTTTGCTTCAAATAA
          4510      4520      4530      4540      4550      4560

          4570      4580
ICSSH3 AAGCCTGCTCGTTCTCCTGTCTTCCAG
      .....
Razine AAGCCTGCTCGTTCTCCTGTCTTCCAG
          4570      4580

```

التغير النيكلوتيدي في المنطقة غير المشفرة Intron 10 ذات الحجم 86 نكلوتيد لكل من الصنفين في المواقع 2743T>C, 2747T>G, 2753A>T, 2765G>A, 2771G>T لم يؤثر على موقع ونمط تجديل GU/AG، حيث كان الموقع المانح Donor site في المنطقة 2711GT في حين كان الموقع المستقبل Acceptor site في المنطقة 2733 AG، (الشكل، 25) وبالتالي تعتبر هذه التباينات شكلية Polymorphism، في حين إن التباين نكلوتيدي في المنطقة المشفرة Exon 12 ذات الحجم 319 نكلوتيد من الموقع 3198 إلى 3200 TGT/GTG، (الشكل، 26) (الجدول، 37).

جدول (37): موقع التغيرات النكلوتيدية في المناطق المشفرة وغير المشفرة.

التغير	الموقع	الرقم	المنطقة مشفرة/غير مشفرة
T/C	2743	10	غير مشفرة
T/G	2747	10	غير مشفرة
A/T	2753	10	غير مشفرة
T/A	2754	10	غير مشفرة
G/A	2765	10	غير مشفرة
G/T	2771	10	غير مشفرة
GTG/TGT	3200← 3198	12	مشفرة

الشكل (25): موقع التباين في المنطقة غير المشفرة 10 وموقع التجديل GU/AG.

	2710	2720	2730	2740	2750	2760
ICSSH3	TCGCAGGGAGGTAAGT	TTTTGTATATTATCTTT	AGAATCTCGCTG	TATTGTAGTAGTAACG		
Razine	TCGCAGGGAGGTAAGT	TTTTGTATATTATCTTT	TAGAATCTTGCCTT	TATTGATGTAGTAACG		
	2710	2720	2730	2740	2750	2760
ICSSH3	AAACTAGTATCTGATTTTT	TCTCTGTTATTTCTGCAGCAAGGACACTGTGGGGCAGTATG				
Razine	AGACTAGTATCTGATTTTT	TCTCTGTTATTTCTGCAGCAAGGACACTGTGGGGCAGTATG				
	2770	2780	2790	2800	2810	2820

الشكل (26): موقع التباين النكلوتيدي في المنطقة المشفرة 12.

	3190	3200	3210	3220	3230	3240
ICSSH3	TAATTGCTTCCAGGTTT	TGTGTTGAAGGACAAGAACAAGCCGATCATCTTCTCAATGGCTC				
Razine	TAATTGCTTCCAGGTTT	TGTGTTGAAGGACAAGAACAAGCCGATCATCTTCTCAATGGCTC				
	3190	3200	3210	3220	3230	3240

أدى هذا التغير النيكلوتيدي في بداية المنطقة المشفرة 12 TGT/GTG في الموقع 561 إلى التغير V561C في الأحماض الأمينية عند الترجمة حيث كان الحمض الأميني سيستئين Cystein حمض أميني قطبي ومحب للماء في الصنف "رزينية" والحمض الأميني فالين Valine في الصنف "ICSSH30" حمض أميني غير قطبي وكاره للماء. تم قياس نسبة تماثل المورثة بين الصنفين من خلال أدوات تحليل الأحماض الأمينية Protein Tools بحث تراصف الحمض الأميني لمورثتين لمعرفة مناطق التطابق والاختلاف LALIGN Alignment للتتابعات الأحماض الأمينية من الصنفين رزينية و ICSSH30 من خلال برنامج SDSC/Biology workbench (الشكل، 28) وأظهرت النتائج أن نسبة التماثل بين المورثتين على مستوى الحمض الأميني كان 99.9% وتباين بنسبة 0.1% وتمثل هذا التباين في المنطقة 561 في الحمض الأميني حيث استبدل الحمض الأميني فالين من الصنف ICSSH30 بالحمض الأميني سيستئين في الصنف السوري رزينية (الشكل، 27).

الشكل (27): موقع التباين في تسلسل الأحماض الأمينية بالموقع 561 بين الصنف رزينية والصنف ICSSH30 واستبدال الحمض الأميني.

	3190	3200	3210	3220	3230	3240
ICSSH3	TAATTGCTTCCAGGTTT	TGTGTTGAAGGACAAGAACAAGCCGATCATCTTCTCAATGGCTC				
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Razine	TAATTGCTTCCAGGTTT	TTGTGTTGAAGGACAAGAACAAGCCGATCATCTTCTCAATGGCTC				
	3190	3200	3210	3220	3230	3240



	550	560	570	580	590	600
Razine	FHPEIEELIYSDVENDEHK	FV	LKDKNKPIIFSMARLDRVKNMTGLVEMYGKNARLRELAN			
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ICSSH3	FHPEIEELIYSDVENDEHK	FV	LKDKNKPIIFSMARLDRVKNMTGLVEMYGKNARLRELAN			
	550	560	570	580	590	600

سيستئين

فالين

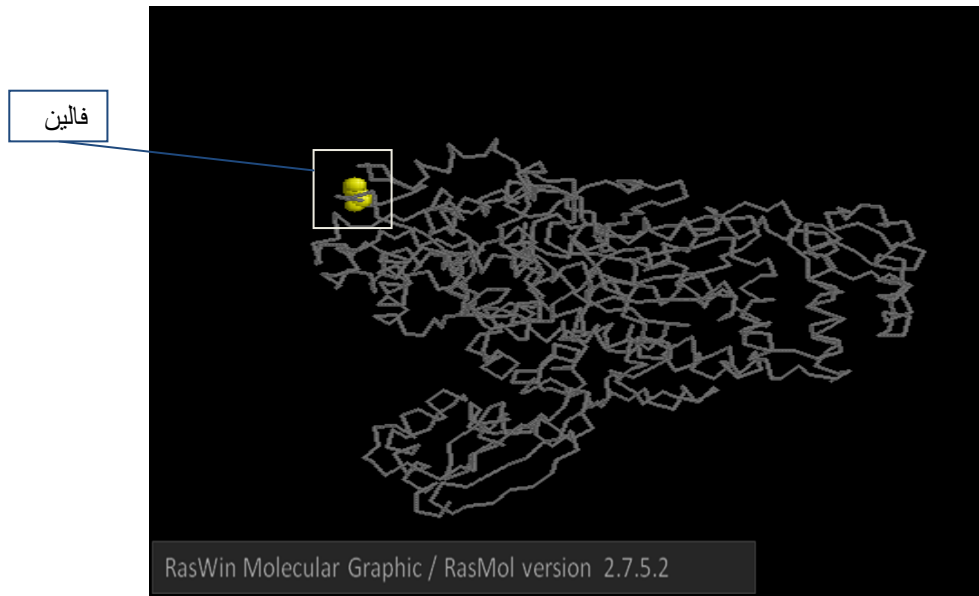
الشكل (28): تراصف الحمض الأميني للمورثة SuSy بين الصنفين رزينية و ICSSH30.

	10	20	30	40	50	60
Razine	MAAKLTRLHSLRERLGFATFSSHPNELIALFSRYVNOGKGMQLQRHQLLAEFDALFDSDEK					
ICSSH3	MAAKLTRLHSLRERLGFATFSSHPNELIALFSRYVNOGKGMQLQRHQLLAEFDALFDSDEK					
	10	20	30	40	50	60
	70	80	90	100	110	120
Razine	YAPFEDFLRAAQEAIIVLPPWVALAIRPRPGVWDYIRVNVSELAVEELSVSEYLAFKEQLV					
ICSSH3	YAPFEDFLRAAQEAIIVLPPWVALAIRPRPGVWDYIRVNVSELAVEELSVSEYLAFKEQLV					
	70	80	90	100	110	120
	130	140	150	160	170	180
Razine	DGNSNSNFVLELDFEFPNASFPRPSMSKSIKNGVQFLNRHLSKLFQDKESLYPLLNFLK					
ICSSH3	DGNSNSNFVLELDFEFPNASFPRPSMSKSIKNGVQFLNRHLSKLFQDKESLYPLLNFLK					
	130	140	150	160	170	180
	190	200	210	220	230	240
Razine	AHNYKGTMMMLNDRIQSLRGLQSSLRKAEYLLSVPQDTPYSEFNHRFQELGLEKGGWDT					
ICSSH3	AHNYKGTMMMLNDRIQSLRGLQSSLRKAEYLLSVPQDTPYSEFNHRFQELGLEKGGWDT					
	190	200	210	220	230	240
	250	260	270	280	290	300
Razine	AKRVLDTLHLLLDLLEAPDPANLEKFLGTIPMMFNVVILSPHGYFAQSNVLYGYPDTGGQV					
ICSSH3	AKRVLDTLHLLLDLLEAPDPANLEKFLGTIPMMFNVVILSPHGYFAQSNVLYGYPDTGGQV					
	250	260	270	280	290	300
	310	320	330	340	350	360
Razine	VYILDQVRALENEMLLRIKQOGLDITPKILIVTRLLPDAVGTTCGQRLEKVIKTEHTDII					
ICSSH3	VYILDQVRALENEMLLRIKQOGLDITPKILIVTRLLPDAVGTTCGQRLEKVIKTEHTDII					
	310	320	330	340	350	360
	370	380	390	400	410	420
Razine	RIPFRNENGILRKWISRFDVWPYLETYTEDVASEIMLEMQAKPDLIVGNYS DGNLVATLL					
ICSSH3	RIPFRNENGILRKWISRFDVWPYLETYTEDVASEIMLEMQAKPDLIVGNYS DGNLVATLL					
	370	380	390	400	410	420
	430	440	450	460	470	480
Razine	AHKLGVTQCTIAHALEKTKYPNSDIYLDKFDQYHFSCQFTADLIAMNHTDFIITSTFQE					
ICSSH3	AHKLGVTQCTIAHALEKTKYPNSDIYLDKFDQYHFSCQFTADLIAMNHTDFIITSTFQE					
	430	440	450	460	470	480
	490	500	510	520	530	540
Razine	IAGSKDVTGQYESHIAFTLPGLYRVVHGIDVFDPKFNIVSPGADMSVYYPYTETDKRLTA					
ICSSH3	IAGSKDVTGQYESHIAFTLPGLYRVVHGIDVFDPKFNIVSPGADMSVYYPYTETDKRLTA					
	490	500	510	520	530	540

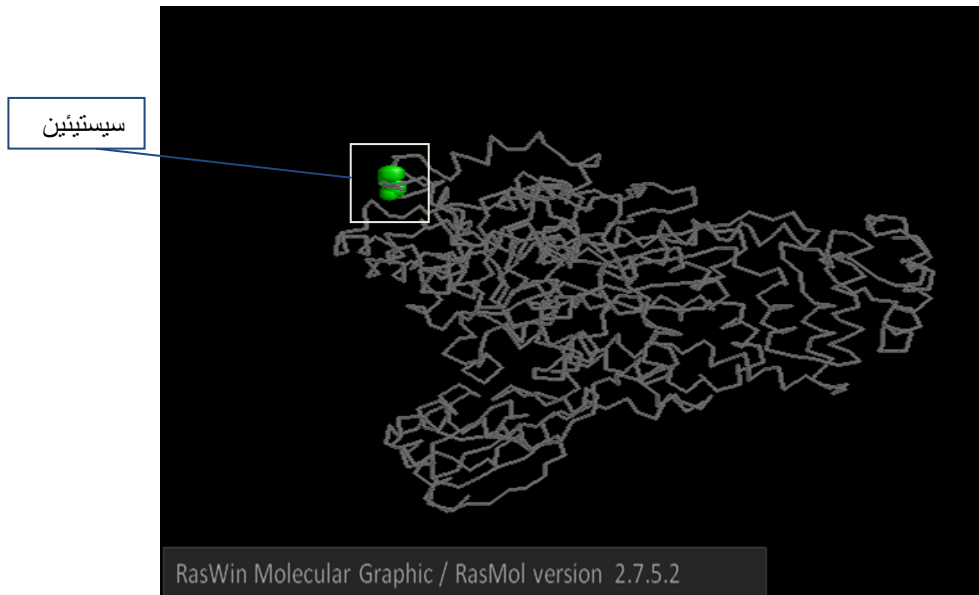


تمت محاكاة الشكل ثلاثي الأبعاد للبروتين افتراضياً Protein three-dimensional structure prediction من خلال برنامج SWISS-MODEL Workspace على الشبكة العنكبوتية والبرنامج RasMol V 2.7.5.2 وتحديد موقع الاستبدال للحمض الأميني للصنفين رزينية وICSSH30 (الشكل، 30)، (الشكل، 31).

الشكل (30): يوضح الشكل الافتراضي للبروتين للصنف " ICSSH30 " مع تحديد موقع الحمض الأميني المتغير .



الشكل (31): يوضح الشكل الافتراضي للبروتين للصنف " رزينية " مع تحديد موقع الحمض الأميني المتغير .







## الفصل الخامس

### 5- المناقشة Discussion

يُعد إجهاد الجفاف من أكثر العوامل البيئية تحدياً للإنتاجية وذلك من خلال تأثيره على الصفات الشكلية والفيزيولوجية والمراحل الفينولوجية المهمة والمرتبطة بالغلة الاقتصادية (Giles *et al.*, 1976). أظهرت العديد من الدراسات أن بعض أصناف الذرة البيضاء السكرية تملك قدرة على التأقلم الواسع ضمن البيئات المزروعة وتحمل الجفاف مع تغيرات طفيفة في الصفات الشكلية المرتبطة في الغلة و قدرة عالية في الحفاظ على مسطح ورقي فعال تحت إجهاد الجفاف (Blum, 1979). يعد وضع السبل والوسائل للحد من فقد الغلة في ظروف إجهاد الجفاف من أكبر التحديات ضمن برامج التربية والتحسين الوراثي. إن التحسين الوراثي لتحمل الجفاف يتطلب إستراتيجية طويلة الأمد، لذلك يجب أن يتم الانتخاب لتحمل الجفاف بناءً على تحديد الصفات الشكلية والفينولوجية ذات الأهمية في تحمل الجفاف وإعطاء غلة اقتصادية معنوية في البيئات المستهدفة (Tuinstra *et al.*, 1992).

يُعد تحديد الصفات الشكلية المرتبطة بالغلة وتحمل الجفاف من الأمور الأساسية المهمة ضمن برامج التحسين الوراثي. يعتبر الانتخاب للأصناف بناءً على التغيرات في الصفات الشكلية الفينولوجية في ظروف الجفاف، إضافة إلى درجة القرابة الوراثية والتباين الوراثي بين الأصناف من الاستراتيجيات المهمة المتبعة لانتخاب الآباء المناسبة لضمان نجاح عمليات التهجين وتم استخدامها من قبل العديد من مربي النبات (Blum *et al.*, 1977; Nour *et al.*, 1978; Blum, 1979; Seetaram, 1986; Rosenow, 1987; Peacock and Shivkumar, 1987; Tunistra *et al.*, 1992; Fernandez *et al.*, 2002; Joshi *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2010; Kanbar and Kondo, 2011).

#### 5-1- تأثير الإجهاد على المؤشرات الفينولوجية والشكلية والفيزيولوجية:

ذكرت العديد من الدراسات وجود تباينات في موعد الإزهار بين أصناف الذرة البيضاء السكرية في ظروف الزراعة المروية و ظروف الإجهاد المائي (الجفاف). أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود تباينات في عدد الأيام حتى الإزهار بين الأصناف المدروسة في ظرف الزراعة الشاهد. وتبعاً للمتوسط العام، فإن عدد الأيام حتى الإزهار تحت ظروف الزراعة المروية كان أقل مقارنة مع الزراعة تحت الإجهاد الجفافي مع وجود تباينات في الاستجابة للجفاف بين الأصناف وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكرته أبحاث عدة أن هناك تباين في الاستجابة للجفاف ضمن أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يتعلق بصفة موعد الإزهار، وأن الأصناف التي زرعت

بظروف ارتفاع رطوبة التربة وصلت لمرحلة الإزهار بشكل أبكر مقارنة مع الأصناف التي زرعت تحت ظروف انخفاض رطوبة التربة وعزى ذلك لتباطؤ النمو تحت ظروف الإجهاد المائي (Tauli *et al.*, 1964; Quinby, 1967; Stickler and Pauli, 1961). كما أظهرت الدراسة عدم وجود فرق بموعد الإزهار بين ظرفي الزراعة لدي الصنف ICSB675 مقارنة مع باقي الأصناف التي أظهرت تأخراً في موعد الإزهار تحت ظروف الجفاف، في حين أعطى الصنف "رزينية" عدد أيام حتى الإزهار أقل وبفارق معنوي مقارنة مع باقي الأصناف والصنف ICSSH30 عدد الأيام حتى الإزهار الأعلى وبفارق معنوي مقارنة مع باقي الأصناف وهذه النتيجة تتفق مع ما وجدته Craufurd وزملاؤه (1993) حيث لاحظوا وجود تأخراً في عملية الإزهار من 1-59 يوم تحت ظروف الإجهاد عند الأصناف المتحملة للإجهاد. لاحظ Norem وزملاؤه (1985) أن عدد الأيام حتى الإزهار كان أقل وبفارق معنوي عند الأصناف الهاربة من الجفاف Escaper مقارنة مع الأصناف المتحملة لظروف الإجهاد. وقد لاحظ كل من Mathews وزملاؤه (1990) أن الإجهاد يؤخر ظهور العتقول وأن الفترة الإنتاجية بعد الإزهار كانت أطول عند الأصناف المتحملة للجفاف مقارنة مع الأصناف مبكرة الإزهار. في حين لاحظ Verma وزملاؤه (1983) أن الإجهاد المائي لا يؤخر الإزهار فقط وإنما قد يؤدي إلى تقليل الغلة.

أشارت أبحاث عديدة أجريت على الذرة البيضاء أن أكثر الطرق فعالية للتقليل من فقد الماء عن طريق التبخر- نتح تحت ظروف جهد الجفاف هي زراعة أصناف مبكرة الإزهار (Blum, 1979) بالرغم من كونها ليست آلية تحمل للجفاف إلا أن معظم برامج التربية استهدفت صفة الباكورية لتجنب الجفاف المتأخر في موسم النمو (Smith and Frederiksen, 2001). في حين أن الهروب من الجفاف هي آلية مرغوبة للتخفيف من تأثير الإجهاد على النبات إلا أنها طريقة غير مجدية في بعض المناطق التي تعاني من تغيرات غير متوقعة في المناخ، إضافة إلى أنها صفة تؤثر سلباً على الغلة (Dalton, 1967). توافقت زيادة عدد الأيام من بدء الإزهار وحتى النضج مع زيادة في الغلة وعزى ذلك لإتاحة فترة أطول للقيام بعملية التمثيل الضوئي وتخزين المادة الجافة خلال مرحلة النمو، كما أدى تأخر الإزهار لدى الأصناف المتحملة للجفاف إلى تحسين الإنتاجية من خلال زيادة المدة التي يقوم بها النبات بتصنيع المادة الجافة وذلك من خلال صفة استدامة الاخضرار التي يملكها نبات الذرة البيضاء السكرية (Rao and Reddy, 1978; Alam *et al.*, 2001). وذكر Blum وزملاؤه (1989) أن الأصناف المتأخرة في الإزهار امتلكت غلة أكبر مقارنة مع الأصناف المبكرة تحت ظروف إجهاد الجفاف.

بعد تخزين وتوزيع الكتلة الحيوية المصنعة من قبل النبات من المؤشرات المهمة التي تشير إلى مدى كفاءة عملية التمثيل الضوئي، إضافة إلى كفاءة توزيع المادة المصنعة. على العموم، يؤثر مستوى رطوبة التربة على كل من معدل تصنيع المادة الجافة المصنعة وكفاءة توزيعها بين الأعضاء النباتية المختلفة وقد لوحظ وجود تباينات في الغلة من المادة الحية الخضراء بين أصناف الذرة البيضاء السكرية واستجابتها لظروف الجفاف (Donatelli *et al.*, 1992). وأشارت بعض الدراسات إلى علاقة ارتباط سلبية بين تصنيع وتراكم المادة الحية الخضراء في النبات وتراجع المحتوى الرطوبي النسبي بالتربة (Wenzel, 1999; Singh *et al.*, 1990).

أظهرت النتائج وجود تباينات واضحة بين أصناف الذرة البيضاء السكرية في كل من ظرفي الزراعة، ولوحظ من خلال المتوسط العام أن الغلة من الكتلة الحية الخضراء انخفضت تحت الزراعة المجهد، وكانت الكتلة الحية الخضراء لأعلى وبفارق معنوي لدى الصنف ICSSH30 في حين أعطى الصنف "رزينية" القيمة الأقل وبفارق معنوي من الكتلة الحية الخضراء مقارنة مع باقي الأصناف وذلك في كلا ظرفي الزراعة. تتفق هذه النتيجة مع كل من Hukkeri و Shukla (1983) وجود انخفاض معنوي ملحوظ بالغلة من المادة الحية الخضراء بعد تعريض الأصناف لإجهاد الجفاف خلال مرحلة ما قبل الإزهار. عادة ما يلاحظ تراجع بمعدل تصنيع وتخزين المادة الجافة في بعض الأصناف من الذرة البيضاء السكرية تحت ظروف الجفاف، وعزى ذلك لانخفاض مستوى رطوبة التربة والمساحة الورقية الخضراء وتقليل معدل إنتاج المادة الجافة بوحدة المساحة الورقية الفعالة في التمثيل الضوئي (Wilson *et al.*, 1980)، في حين أعطت الأصناف الأكثر قدرة على تحمل الجفاف مجموعاً جذرياً أكبر وسعة أكبر لامتناس الماء المتاحة بالتربة وقدرة أكبر على تصنيع المادة الجافة خلال الإجهاد في مرحلة ما قبل الإزهار ومرحلة ما بعد الإزهار (Santamaria *et al.*, 1990). ولوحظ أن انخفاض الغلة من الكتلة الحية الخضراء أثر بشكل سلبي على الغلة النهائية (Joshi and Jamadagni, 1990; Choudhary, 1992; Craufurd and Peacock, 1993; Shinde *et al.*, 1998). في حين أشار كل من Chiu و Hu (1984) إلى أن الأصناف التي أعطت غلة أعلى من الكتلة الحية الخضراء أعطت قيمة أعلى للغلة من السوق السكرية.

من بين مؤشرات النمو المختلفة، أظهر كل من عدد الأوراق، المساحة الورقية، ارتباطاً موجياً ومعنوياً مع الغلة الاقتصادية وخصوصاً بعد مرحلة الإزهار (Kulkarni, 1983; Rao *et al.*, 1998). تعطي صفة استدامة اخضرار الأوراق خلال مراحل امتلاء الحبوب، أصناف الذرة البيضاء القدرة على القيام بتثبيت الكربون وتصنيع المادة الجافة، مما يوضح علاقة الارتباط الموجبة والمعنوية بين الغلة النهائية وصفة استدامة الاخضرار خلال مرحلة النضج

(Fischer and Wilson, 1971)، إضافة لامتلاكها القدرة على إفراز طبقة شمعية على سطحها الورقي يعمل على عكس الأشعة الشمسية المباشرة ويقلل من مستوى فقد الماء من خلال التبخر - نتج من المسطح الورقي وحماية المسطح الورقي من التحميل الحراري المتزامن مع إجهاد الجفاف (Ravindranath and Shivarai, 1983). لاحظ Krishnamurthy وزملاؤه (1974) أن الصنف الذي امتلك عدد اكبر من الأوراق أعطى مساحة ورقية أكبر مقارنة مع الأصناف التي لا تملك عدد كبير من الأوراق.

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود تباينات في عدد الأوراق والمساحة الورقية بين أصناف الذرة البيضاء السكرية المدروسة ومدى استجابتها لظرف الزراعة المجهد، وتتفق هذه النتيجة مع عدة دراسات أظهرت وجود تباين بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص كل من المساحة الورقية وعدد الأوراق وعزيت هذه الاختلافات للصنف والمعاملات الزراعية ومدى استجابتها للجفاف (Quinby et al., 1973; Rao et al., 2004).

أظهرت نتائج المتوسطات لظرفي الزراعة المروية والمجهد لكل من عدد الأوراق والمساحة الورقية أنه في ظرف الزراعة المروية كان متوسط عدد الأوراق والمساحة الورقية أعلى مقارنة مع مثيلاتها في ظرف الزراعة المجهد ما يشير إلى أن عدد الأوراق، إضافة إلى المساحة الورقية، قد انخفض تحت تأثير الجفاف، في حين أظهر الصنف ICSSH30 أقل نسبة اختلاف في المساحة الورقية بين ظرفي الزراعة تراكفت مع إنتاج غلة أعلى معنوياً من السوق السكرية مقارنة مع باقي الأصناف ما يشير إلى أن تحمل الجفاف كان مرتبط بشكل موجب ومعنوي مع قدرة النبات في الحفاظ على المساحة الورقية الخضراء (Verma et al., 1983; Hou et al., 1987). وجد كل من Jeyaprakash وزملاؤه (1997) و Kadam وزملاؤه (2002) في دراسة أجروها على عدد من أصناف الذرة البيضاء علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين عدد الأوراق والغلة من السوق السكرية. فسر Krishnamurthy وزملاؤه (1973) أن الأصناف منخفضة الغلة أظهرت انخفاضاً في الإنتاجية بسبب انخفاض عدد الأوراق، المساحة الورقية، وكفاءة المساحة الورقية بالتمثيل الضوئي خلال المراحل بعد الإزهار وحتى الحصاد. كما عزيت الغلة العالية في الأصناف المحتملة للجفاف من الذرة البيضاء السكرية لامتلاكها مجموعاً جذرياً أكبر ومساحة ورقية خضراء أكبر مقارنة مع الأصناف الحساسة (Rosa and Maiti, 1990). وقد وجد كل من Rosenow وزملاؤه (1983) و Henzel وزملاؤه (1992) أن المساحة الورقية الأكبر خلال مرحلة النضج كانت مؤشراً على تحمل الجفاف خلال مرحلة ما بعد الإزهار في الذرة البيضاء السكرية والتي أعطت بدورها غلة اقتصادية أعلى.

ذكر Choudhari وزملاؤه (1987) أن قياس Brix مؤشر يعبر عن محتوى عصير السوق الذرة البيضاء السكرية من السكر ويعد مقياس Brix مؤشراً لتركيز السكر ولنوعية

العصير السكري في السوق السكرية المتكون بدرجة رئيسية من السكروز والسكريات الأحادية والكاربوهيدرات (Balasubramanya *et al.*, 1978). وذكر Choudhari (1988) وجود تباين واسع بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص قراءة Brix في عصير السوق السكرية. وأظهرت نتائج الدراسة تباين في قراءة Brix بين الأصناف المدروسة تحت ظرف الزراعة المروية ولوحظ ارتفاع معنوي في قراءة Brix تحت ظروف الإجهاد وبشكل متباين بين جميع الأصناف المدروسة ما عدا الصنف ICSSH30 الذي لم يبدي أي تغير ملحوظ بين ظرفي الزراعة وتتفق هذه النتيجة مع دراسات أخرى أشارت إلى ارتفاع في محتوى السكريات الذائبة في سوق أصناف الذرة البيضاء السكرية المجهددة مقارنة مع غير المجهددة ومتباينة فيما بينها (Maiti and Rios, 1990). وقد لاحظ كل من Geng وزملاؤه (1989) و Maiti وزملاؤه (1990) ازدياداً ملحوظاً في تركيز السكر في سوق الأصناف المتحملة للجفاف 29% بعد تعريضها لظروف الجفاف، في حين وجد Massacri وزملاؤه (1996) عدم وجود أي تباين في تركيز السكر في السوق السكرية للأصناف عند الحصاد بين ظرفي الزراعة المجهددة وغير المجهددة للجفاف وعزى ذلك لامتلاك هذه الأصناف آليات أخرى لتحمل للجفاف.

أجرى Ferreira وزملاؤه (1982) تجربة حقلية على 16 صنف مزروع من الذرة البيضاء السكرية ولاحظوا أن نسبة السكروز كانت مماثلة لقراءة Brix في مرحلة النضج الفيزيولوجي ولاحظوا ارتفاعاً معنوياً بتركيز السكروز في النسج النباتية عند تعريضها لظروف الإجهاد المائي في الأصناف المتحملة للجفاف، وعزى ذلك للتعديل الحلوي (Newton *et al.*, 1986). وبناء عليه تم اقتراح اعتماد التعديل الحلوي كمؤشر انتخابي لتحمل الجفاف (Yadav *et al.*, 1991). وأشار Seesharam وزملاؤه (1987) أن نسبة السكروز العالية في عصير السوق السكرية التي لوحظت في البيئات الجافة عزيت إلى استجابة النبات للجفاف. وذكر كل من Blum وزملاؤه (1983) و Hossain وزملاؤه (1990) أن قدرة السوق النباتية على تخزين السكريات تعد من آليات تحمل الجفاف المهمة وأن فعالية هذه الآلية تستمر حتى في ظروف إجهاد الجفاف الشديد.

يعرف المحتوى الرطوبي النسبي بقدرة النبات للحفاظ على أعلى محتوى مائي للورقة تحت ظروف الجفاف، واستعمل كمؤشر لتحديد مدى تحمل النبات للجفاف (Barrs and Weatherly, 1962). في حين اعتبر آخرون المحتوى المائي النسبي طريقة بديلة للوقوف عند حالة النبات المائية ويعكس النشاط الأيضي في النسج النباتية (Flower and Ludlow, 1986). وأظهر المحتوى المائي النسبي علاقة ارتباط موجبة معنوية مع جهد امتلاء الورقة في دراسات مختلفة (Slayter, 1973). ولاحظ Hiremath وزملاؤه (1994) وجود تباينات

وراثية معنوية بصفة المحتوى الرطوبي النسبي بين أصناف الذرة البيضاء المزروعة في البيئات الجافة.

أظهرت نتائج الدراسة وجود تباين كبير في المحتوى الرطوبي النسبي في أوراق الذرة البيضاء السكرية في ظرف الزراعة المروية ومن خلال المتوسط العام لظرفي الزراعة، انخفض المحتوى الرطوبي النسبي من ظرف الزراعة المروي إلى المجهد، وحقق الصنف ICSSH30 أكثر الأصناف تحملاً للجفاف بين الأصناف المدروسة، أقل نسبة اختلاف في المحتوى الرطوبي النسبي للأوراق بين ظرفي الزراعة ترافقت مع أعلى غلة، في حين سجلت أكبر نسبة اختلاف في المحتوى الرطوبي النسبي للأوراق عند الصنف رزينية. وجد Yadav وزملاؤه (1991) علاقة قوية بين تحمل الجفاف والمحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق عند أصناف الذرة البيضاء السكرية. في حين ذكر Parameshwara (1978) أن الصنف الذي أظهر تراجعاً قليلاً في تشكيل وتخزين المادة الجافة تحت ظروف الإجهاد سجل انخفاضاً كبيراً في المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق في حين أظهرت الأصناف التي اعتبرت المحتملة للجفاف انخفاضاً أقل للمحتوى الرطوبي النسبي بالأوراق. وقد ذكر Blum وزملاؤه (1989) أنه عندما يكون المحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق أعلى فإنه يسمح للنبات بالحفاظ على سلامة الأغشية الخلوية وجهد الامتلاء في الخلايا وهذا بدوره يؤدي إلى تقليل التراجع الحاصل في المادة الجافة والغلة بظروف الإجهاد. كما أوضح Blum (1991) في دراسة مختلفة أن التباينات بين أصناف الذرة البيضاء فيما يتعلق بالمحتوى الرطوبي النسبي في الأوراق ارتبطت بزيادة إجهاد الجفاف ونقص الرطوبة في التربة.

أشارت أبحاث عديدة إلى وجود تباينات في الغلة من السوق السكرية ومكوناتها بين أصناف الذرة البيضاء السكرية (Bapat *et al.*, 1988; Bapat *et al.*, 1986; Bryan *et al.*, 1981; Broadhead *et al.*, 1969). وبما أن صفتي طول السوق وقطر السوق السكرية من الصفات الكمية، فإنهما تتأثران بالعوامل البيئية والعمليات الزراعية وتعد هاتين الصفتين من إحدى مكونات الغلة من السوق السكرية وتتأثرا بظروف الجفاف ونقص الماء المتاح في التربة (Da Silva and Da Costa, 2004). أظهرت نتائج هذا البحث وجود تباين في متوسط الغلة من السوق السكرية وكل من قطر السوق السكرية وطول السوق السكرية بين أصناف الذرة البيضاء السكرية المدروسة وذلك ضمن كل من ظرفي الزراعة المروي والمجهد. وأشار المتوسط العام لظرفي الزراعة وجود انخفاض في صفتي قطر السوق السكرية وطول السوق السكرية وبالتالي انعكست على الغلة من السوق السكرية تحت ظروف الجفاف وهذه النتيجة تتفق مع ما ذكره كل من Ramesh و Mahadevaswamy (2000) عند دراسة تأثير الجفاف على أصناف من نبات قصب السكر خلال كامل مراحل النمو ولاحظوا انخفاض في حجم المسطح

الأخضر وكل من طول وقطر السوق السكرية. وأشارت أبحاث عديدة إلى أن استتالة السوق وطول السوق السكرية يتأثران بشكل سلبي وقوي بظروف الجفاف (Inman-Bamber and Smith, 2005; Ramesh and Mahadevaswamy, 2000; Da Silva and Da Costa, 2004; Singh and Reddy, 1980; Soares *et al.*, 2004) ، وأن أعلى غلة من السوق السكرية من نبات قصب السكر كانت تحت ظروف الري المتاح وانخفضت الإنتاجية تحت ظروف الإجهاد المائي بنسبة 19.2% بسبب تعرض هذه الأصناف للجفاف (Subramanian *et al.*, 1992). في هذه الدراسة، أظهر الصنف ICSSH30 أعلى قيمة لصفتي قطر السوق السكرية وطول السوق السكرية وبالتالي الغلة من السوق السكرية في كلا ظرفي الزراعة، ومع أن الصنف رزينية أعطى أقل قيمة لقطر السوق السكرية في كلا ظرفي الزراعة في حين أعطى الصنف ICSB38 أقل قيمة لطول النبات في ظرفي الزراعة، فقد سجل الصنف رزينية أقل غلة من السوق السكرية بين الأصناف المدروسة. ذكر Mastroilli وزملاؤه (1994) أن الأصناف التي أعطت قيمة عالية لصفتي طول السوق وقطر السوق سجلت غلة أعلى من السوق السكرية. وقد أشار كل من Domaigne (1995) و Soares وزملاؤه (2004) أن صفتي قطر وطول السوق السكرية هي من أكثر الصفات الشكلية تأثراً وتراجعاً تحت ظروف الجفاف، لذلك يجب تحديد الأصناف القادرة على استمرار التطاول ونمو السوق السكرية والحفاظ على طول السوق السكرية تحت ظروف الزراعة المجهدة في عمليات الانتخاب لتحمل الجفاف وإعطاء غلة اقتصادية، حيث تعد السوق السكرية المصبب التخزيني للسكريات المصنعة في النبات من مرحلة بعد الإزهار إلى مرحلة النضج العجيني. إضافة إلى تأثر الغلة من السوق السكرية بالظروف البيئية، أشارت العديد من الأبحاث إلى أن صفة الغلة من السوق السكرية انخفضت تحت ظروف محدودية مياه الري (Ramesh and Mahadevaswamy, 2000; Robertson *et al.*, 1999; Da Silva and Da Costa, 2004; Singh and Reddy, 1980) وسجل Mc Bee وزملاؤه (1988) أن أعلى وأقل غلة من الإيثانول الحيوي ارتبطت مع أعلى وأقل غلة من السوق السكرية. كما ذكر سابقاً فإن الغلة من الإيثانول الحيوي تم حسابها اعتماداً على الغلة من السوق السكرية، وبالتالي كلما كانت الغلة من السوق السكرية أعلى كانت الغلة من الإيثانول الحيوي أعلى. في هذه الدراسة حقق الصنف ICSSH30 أعلى غلة من السوق السكرية وبالتالي أعلى غلة كامنة من الإيثانول الحيوي كما هو موضح من النتائج، وبالمقابل حقق الصنف رزينية أقل غلة من السوق السكرية، وانعكس ذلك بتحقيقه أقل قيمة للغلة الكامنة من الإيثانول الحيوي. وقد انعكس وجود تباينات بين الأصناف المدروسة فيما يخص الغلة من السوق السكرية على وجود تباينات فيما يخص الغلة من الإيثانول الحيوي وهذا يتفق مع Saballos (2008) حيث أشار إلى أن الغلة من السوق السكرية هي من أهم العوامل تأثيراً في إنتاج الإيثانول وأن الغلة

من الإيثانول الحيوي أظهرت تبايناً بين أصناف مختلفة من الذرة البيضاء السكرية (Smith *et al.*, 1987).

إن الكربوهيدرات الرئيسية في العصير السكري من أصناف الذرة البيضاء السكرية هو السكر مع نسب متباينة من السكريات الأحادية وبعض النشاء، ويختلف تركيز وتركيب العصير السكري بين الأصناف (Saballos, 2008). فقد لاحظ Blum وزملاؤه (1977) أن ثلاثة أصناف من الذرة البيضاء السكرية التي سجلت أعلى غلة من العصير السكري قد أنتجت أعلى غلة من السكر وخصوصاً السكر و ذلك بعد إعطائها رية تكميلية واحدة فقط. وفي دراسة أجراها Smith وزملاؤه (1987) لاحظوا وجود تباينات بين أصناف الذرة البيضاء السكرية بإنتاجية السكر وارتبطت بكل من الغلة من العصير السكري ونسبة السكر في العصير السكري.

أظهرت نتائج هذا البحث وجود تباين كبير في الغلة من العصير المستخرج بين الأصناف، وأن متوسط الغلة من العصير السكري المستخرج انخفضت تحت تأثير ظروف الجفاف، وحقق الصنف ICSSH30 أعلى غلة من العصير السكري في كل من ظرفي الزراعة المروية والمجهد، في حين حقق الصنف رزينية أقل غلة من العصير السكري في كل من ظرفي الزراعة المروي والمجهد. ذكر Choudhari (1988) وجود تباين بين أصناف الذرة البيضاء السكرية فيما يخص الغلة من العصير السكري وأن عدد قليل من الأصناف السكرية أعطت قيم متقاربة من العصير المستخرج. وقد أوضحت نتائج البحث أن الصنف الذي حقق أعلى غلة من العصير السكري في كل من ظرفي الزراعة حقق أعلى غلة من السكر في كلا الطرفين مع انخفاض قراءة Brix وهذا يتفق مع ما ذكره كل من Parvatika و Manjunath (1991) أن أعلى غلة من العصير السكري ارتبطت مع أعلى غلة من السكر. ولاحظ Saheb وزملاؤه (1997) في الهند أن أعلى غلة من المادة الحية الخضراء والسوق القابلة للعصر ارتبطت بأعلى غلة من العصير السكري. كما وذكر Reddy وزملاؤه (2005) أن الغلة النظرية من السكر مرتبطة بكل من قراءة Brix والغلة النهائية من العصير السكري. وسجل Saballos (2008) أن المحتوى الرطوبي في السوق السكرية يلعب دوراً رئيسياً في مستوى عصيرية السوق النباتية و ذكر أن التباين في صفة العصيرية في السوق بين الهجن الناتجة عن تلقيح (سكري × حبي) و (سكري × سكري) يشير إلى وجود أكثر من مورثة تتداخل في التحكم بصفة العصيرية.

## 5-2- علاقات الارتباط بين الصفات المدروسة تحت ظروف مختلفة من الإجهاد المائي:

تعتبر دراسة علاقات الارتباط بين الصفات الشكلية من الأمور المهمة لنجاح عملية الانتخاب في برامج التربية، حيث توضح علاقة الارتباط الموجبة المعنوية بين الصفات الشكلية أن أي تغير في أحد هذه الصفات الشكلية المرتبطة سينعكس بنفس الاتجاه على باقي الصفات في حين توضح علاقة الارتباط السلبية بين الصفات الشكلية وجود علاقة ارتباط عكسية بين هذه الصفات. مؤخراً، أصبح تحسين الصفات الشكلية المرتبطة بالغلة من السكر والإيثانول الحيوي من الأهداف الرئيسية في برامج التحسين الوراثي للذرة البيضاء السكرية. إن دراسة التباين الشكلي وعلاقات الارتباط بين الصفات المرتبطة بالغلة من الإيثانول الحيوي والسكر في نباتات الذرة البيضاء السكرية تمت دراستها في عدة مجتمعات مختلفة (Ritter *et al.*, 2008; Murray *et al.*, 2008; Srinivas *et al.*, 2009; Shiringani *et al.*, 2010).

في هذه الدراسة، ارتبط كل من الكتلة الحيوية الخضراء، عدد الأوراق والمساحة الورقية، الغلة من السوق السكرية، الغلة من العصير السكري، الغلة النظرية من السكر، الإنتاجية النظرية من الإيثانول الحيوي بعلاقة ارتباط موجبة غير معنوية مع موعد الإزهار تحت معاملة الشاهد، وتحولت إلى علاقة ارتباط موجبة معنوية تحت ظروف الجفاف، ما يؤكد تأثير جميع هذه الصفات الشكلية بموعد الإزهار ويشير إلى أن زيادة عدد الأيام حتى الإزهار ترافق مع زيادة في الغلة عند توفر المياه، وأن تأخر الإزهار والنضج في الأصناف المتحملة للجفاف من العوامل المهمة حيث يوفر مزيداً من الوقت المتاح للنبات ليقوم بتصنيع وإنتاج كمية أكبر من المادة الحية التي تساهم بدورها بزيادة الغلة النهائية من النبات تحت ظرف الإجهاد (Alam *et al.*, 2001; Zou, 2011)، وتتفق هذه النتيجة مع العديد من الدراسات الأخرى (Youngquist *et al.*, 1990; Jeyaprakash *et al.*, 1997; Alam *et al.*, 2001; Mahalakshmi and Bidinger, 2002; Patil *et al.*, 2003).

بما أن الغلة النظرية من الإيثانول الحيوي تعتمد على الغلة من السوق السكرية، فقد أبدت الصفات الشكلية المرتبطة بالغلة من السوق السكرية نفس نمط الارتباط بالغلة النظرية من الإيثانول الحيوية. يشير ارتباط الغلة من السوق السكرية مع كل من طول السوق السكرية وقطر السوق السكرية، والكتلة الحيوية الخضراء بعلاقة ارتباط موجبة ومعنوية تحت معاملة الشاهد ومعاملة الجفاف إلى أهمية هذه المكونات وأن الأصناف التي تحقق تفوقاً فيما يخص هذه الصفات الشكلية تعطي غلة أكبر من السوق السكرية. وبما أن قطر السوق السكرية وطول السوق السكرية هي من الصفات المرتبطة أيضاً بالكتلة الحية الخضراء وبالتالي تملك نفس نمط الارتباط (Makanda *et al.*, 2009). في حين أن وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة من السوق السكرية وكل من المساحة الورقية وموعد الإزهار تحت معاملة الجفاف يشير إلى أن إمكانية الصنف لتحقيق غلة عالية من السوق السكرية تحت ظروف الجفاف مقرونة

بقدره النبات على المحافظة على مساحة ورقية أكبر المصحوبة باستدامة اخضرار الأوراق خلال فترة نمو أطول ما يتيح للنبات الاستمرار في عملية تصنيع المادة الجافة ما ينعكس بشكل موجب على الغلة الاقتصادية (Kulkarni, 1983; Rao *et al.*, 1998). تتفق هذه النتيجة مع دراسات أخرى (Rosenow *et al.*, 1983; Henzel *et al.*, 1992; Lekargi, 2010).

تعتمد الغلة من النظرية من السكر على كل من الغلة من العصير السكري وقراءة Brix، وبالتالي تعكس الصفات المرتبطة بكل من هذين المكونين نفس نمط الارتباط مع الغلة النظرية من السكر (Reddy *et al.*, 2005). يشير وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة من العصير السكري وكل من طول وقطر السوق السكرية، والغلة من السوق السكرية وذلك تحت معاملة الشاهد ومعاملة الجفاف إلى انه كلما كانت السوق أطول وأثخن كانت قدرتها التخزينية للعصير السكري أكبر وبالتالي ستعطي غلة أكبر من السكر في وحدة المساحة المزروعة (Saheb *et al.*, 1997; Almodares *et al.*, 2008) وفي حين وجود علاقة ارتباط موجبة ومعنوية بين الغلة من السوق السكرية وكل من المساحة الورقية وموعد الإزهار تحت معاملة الجفاف يشير إلى أن قدرة النبات على تشكيل مصب أكبر للعصير السكري المتمثلة بالسوق السكرية ومكوناتها، طول وقطر السوق النباتية، تعتمد تحت ظرف الإجهاد على طول فترة النمو والمساحة الورقية الخضراء الفعالة في التمثيل الضوئي. وكما ذكر سابقاً، فإن بقاء النبات لفترة أطول في التربة في ظرف الجفاف مع القدرة على المحافظة على مسطح ورقي فعال يتيح للنبات الفرصة في الاستمرار بعملية التمثيل الضوئي والإنتاج ما ينعكس بدوره بشكل موجب على الغلة النهائية الاقتصادية المتمثلة بالغلة من العصير السكري. في حين أن وجود علاقة ارتباط سالبة غير معنوية بين طول وقطر السوق السكرية وقراءة Brix يشير إلى أن سوق النبات الأقصر ولأرفع تخزن نسبة سكر أعلى وهذا بالواقع يدل على أن قلة السعة التخزينية للسوق عملت على تخفيض نسبة العصير المستخرج وانعكس ذلك على ارتفاع نسبة السكر في السوق. إلا أن الأصناف التي حققت أعلى غلة من السوق السكرية والعصير السكري حققت أعلى غلة نظرية من السكر، ويعود ذلك إلى حقيقة أنه بالرغم من كون النباتات التي تمتلك سوق أطول وأثخن أعطت قراءة Brix أقل بالمقارنة مع تلك التي أعطت سوق أقصر وأرفع، أعطت غلة أكبر من العصير السكري والتي بدورها تعوض قراءة Brix الأقل وبالتالي غلة أعلى من السكر بوحدة المساحة (Woods, 2001; Kangama and Rumei, 2005; Audilakshmi *et al.*, 2010).

### 5-3- التنوع الوراثي:

يفيد تحديد درجة القرابة الوراثية بين وضمن الأنواع في برامج تربية النبات، وذلك من خلال تقليل عدد الأصناف المستخدمة في التهجين، واختيار الآباء المتباعدة وراثياً، والتي تؤمن الحصول على قاعدة وراثية كبيرة (Muzher, 2004). وقد بين العديد من الباحثين استخدام تقنية ISSR بشكل ناجح لسبر التباين الوراثي بين الأنواع وضمنها في عدد كبير من المحاصيل الحقلية، وفعالية هذه التقنية في التوصيف الجزيئي بين الأصناف باستخدام عدد قليل من البودائ (Reddy *et al.*, 2002). حيث تم استخدام تقنية ISSR بنجاح في تقدير التباين والتنوع الوراثي بين وضمن عدد كبير من الأجناس الأنواع والأصناف النباتية مثل الرز (Joshi *et al.*, 2000)، القمح والشعير (Kanbar and Kondo, 2011)، الدخن (Salimath *et al.*, 1995) البطاطا (Huang and Sun, 2000).

أظهرت نتائج تحليل ISSR-PCR أن كل من البادئ (AG)<sub>7</sub>ACC والبادئ (AG)<sub>8</sub>A أعطى أعلى نسبة تباين، 92 و100%، على التوالي. وكنتيجة لذلك، لوحظ أن البودائ المثبتة (AG)-anchored أعطت أعلى نسبة تباين شكلي بين الحزم الناتجة عن تطبيقها مقارنة مع البودائ الثنائية والثلاثية الأخرى، مما يشير إلى أن معدل التباين الشكلي Polymorphism سيكون أعلى عندما تكون التكرارات مؤلفة من (AG)-anchored، وتتفق هذه النتيجة مع Li (2004) الذي وجد أن التكرارات الثنائية الترادفية أعطت أعلى نسبة تباين شكلي بين الحزم الناتجة في جينوم الذرة البيضاء مقارنة مع التكرارات الترادفية الأخرى. كما وجد Xue-En وزملاؤه (2008) أن البودائ المثبتة التي تستهدف التكرار الثنائي الترادفي (AG)-anchored أكثر ملائمة للاستخدام في دراسة العلاقة الوراثية وتحليل درجة التباين الوراثي بين أصناف الذرة البيضاء. في هذا البحث، أعطى البادئ (CAG)<sub>5</sub>G أعلى عدد من الحزم المتباينة (17 حزمة) وأعطى البادئ (TG)<sub>8</sub>C أقل عدد من الحزم المتباينة (5 حزم)، ما يشير إلى أن التكرارات الثلاثية الترادفية أكثر وفرة في جينوم الذرة البيضاء مقارنة مع التكرارات الترادفية الأخرى، وهذه النتيجة تتفق مع Song (2010) الذي وجد أن التكرارات الثلاثية الترادفية هي أكثر وفرة في جينوم الذرة البيضاء مقارنة مع الثنائية الترادفية.

فصل التحليل العنقودي الأصناف المدروسة إلى مجموعتين رئيسيتين باعدت بوضوح بين الصنف السوري "رزينية" في المجموعة الأولى والأصناف الهندية التسعة في المجموعة الثانية على مستوى البعد الوراثي (0.59). وتفسر درجة التباين الوراثي العالية بين الأصناف الهندية والصنف السوري في هذه الدراسة مدى تأثير الجغرافي في عزل المجتمعات النباتية مما يسبب تراكم في التباينات الوراثية على مدى السنين وهذا بدوره ينعكس على النمط الظاهري للنباتات بحيث تتسجم مع ظروف البيئة المحلية التي تتكيف معها عبر الزمن (Souframanien and Gopalakrishna, 2004). وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه عدة دراسات

(Russell *et al.*, 1997; Fernández *et al.*, 2002; Bahattin, 2003; Kanbar and Kondo, 2011)

ميزت المجموعة الثانية المتضمنة على الأصناف الهندية بين تحت مجموعتين على مستوى البعد الوراثي (0.43) مرتبطة بمعلومات النسب، حيث تضمنت تحت المجموعة الأولى أصناف تشترك بالآباء ICSV و SSV، في حين تضمنت تحت المجموعة الثانية على الأصناف المحسنة B-line وهذه النتيجة تتفق مع كل من Wolfe و Randle (2001) ومع Carvalho وزملائه (2002) حيث أن تطبيق تقنية ISSR على أصناف التي قاموا بدراستها وتحليل نتائجها أظهرت فصلاً واضحاً بين الأصناف المدروسة بناءً على معلومات النسب. وقد أشار مستوى التباين الوراثي الناتج عن تحليل بيانات ISSR في هذا البحث إلى وجود قاعدة وراثية عريضة بين أصناف الذرة البيضاء السكرية وهي نتيجة مهمة في برامج تربية الذرة البيضاء (Qi *et al.*, 2006; Gao and Wang, 2007).

#### 5-4- التباينات النكليوتيدية لمورثة اصطناع السكر (SuSy2) : Sucrose synthase

يعد أنزيم اصطناع السكر (SuSy, E.C. 2.4.1.13) من الأنزيمات الأساسية في استقلاب السكر في النبات (Botha and Black, 2000; Lingle, 1999; Lingle *et al.*, 2001) أظهرت الدراسات الجزيئية بواسطة تقنية (RFLP) ارتباطاً بين المورثة SuSy وقراءة Brix في نبات قصب السكر (Ming *et al.*, 2001). ووجد أن مورثة الأنزيم المصنع للسكر (SuSy) في الذرة البيضاء السكرية مشفرة من قبل نظيرين Two isoforms يختلف التعبير المورثي لكل نظير تبعاً للنسيج النباتي والحالة الإستقلابية للسكريات (Winter and Huber, 2000)، ولوحظ نشاط النظير المورثي SuSy2 في كل من الأجزاء النباتية كالسوق النباتية والأوراق والجذور (Chourey *et al.*, 1986; Heinlein and Starlinger., 1989). في حين لاحظ Ndimande (2007) وجود اختلاف في التعبير المورثي للمورثة SuSy2 بين أصناف الذرة البيضاء السكرية المدروسة.

بناءً على نتائج الجزء الحقلية التي أظهرت تفوق صنف الذرة البيضاء السكرية المدخل ICSSH30 بالمقارنة مع باقي الأصناف فيما يخص الغلة الاقتصادية ومكوناتها في كلا ظرفي الزراعة، في حين أعطى صنف الذرة البيضاء الحبي والمقاوم للجفاف "رزينية" القيمة الأقل معنوياً فيما يخص الغلة الاقتصادية ومكوناتها في كلا ظرفي الزراعة، تم اختيار كل من الصنف ICSSH30 والصنف رزينية لتحديد ودراسة تباينات التباينات النكليوتيدية لمورثة اصطناع السكر لدى الصنفين.

أظهرت نتائج تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي في هذه الدراسة وجود تعبير مورثي زمني (فترة الحصاد) ومكاني (بارانشيمة السوق) في حين أظهر تحديد

التتابعات النكليوتيدية لكل من الصنفين أن طول التسلسل النكليوتيدي للمورثة في كل من الصنفين متطابق، مع تماثل وتطابق مواقع كل من المناطق المشفرة Exons والمناطق غير المشفرة Introns مع وجود تباين نكليوتيدي في المنطقة المشفرة 12 التي لوحظ فيها تباين في ثلاث مواقع متتالية، والمنطقة غير المشفرة 10 التي لوحظ فيها تباين في عدة مواقع. كما وتطابق الصنفين المدروسين فيما يخص المناطق غير المترجمة ونمط تعديل GU/AG وكانت التتابعات النكليوتيدية المحددة من بداية عملية النسخ إلى نهاية عملية النسخ بدون وجود أي شفرة توقف Open reading frame، متطابقة ومشفرة لبروتين اصطناع السكروز المؤلف من 802 حمض أميني Amino acid في كلا الصنفين. تمثلت التباينات النكليوتيدية في المنطقة المشفرة 12 بين الصنفين في استبدال للحمض الأميني substitution Amino acid فالين Valine في الصنف السكري إلى سيستئين Cystein في الصنف الحبي، في حين لم تؤثر التباينات في المنطقة غير المشفرة 10 على موقع التجدد حيث أظهرت نتائج تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي تطابق الوزن الجزيئي مع وجود تباين في عدد نسخ المورثة مع العلم أن تركيز المبدئي للتفاعل كان موحداً. اتفقت هذه النتيجة مع ما وجدته كل من Yang وزملاؤه (2010) بأن التباينات النكليوتيدية كانت أكثر احتمالاً في المناطق غير المشفرة مقارنة مع المناطق المشفرة. في حين لاحظ كل من Dyer وLingle (2004) وجود تباينات في التتابعات النكليوتيدية للمورثة SuSy2 بين أربع أصناف من قصب السكر، في حين أظهر تطبيق تقنية التشرب البععي Southern Blot وجود تباين في عدد نسخ المورثة SuSy2 بين الأصناف المدروسة، وأن هذه التغيرات ربما أثرت على التعبير المورثي.

أظهرت نتائج التراصف Alignment نسبة تشابه عالية للمورثة مع الأصناف النجيلية الأخرى الرز (*Oryza sativa*)، الشعير (*Hordeum vulgare*) والقمح (*Triticum aestivum*) وبعض الأصناف الأخرى مثل القصب (*Bambusa oldhamii*)، والتي تراوحت بين (92 - 98%). ومن خلال بحث BLASTP على موقع NCBI أظهر تتابع الحمض الأميني للمورثة نسبة تشابه عالي مع الحمض الأميني للمورثة في الأصناف السكرية الأخرى مثل قصب السكر (*Saccharum officinarum*)، الشوندر السكري (*Beta vulgaris*) حيث كانت أعلى نسبة تشابه هي 99% مع قصب السكر وأقل نسبة تشابه كانت مع الشوندر السكري 77% .

ما يشير إلى أن هذه مورثة اصطناع السكروز مورثة محفوظة Conserved بين الأنواع ضمن نفس العائلة، وهذه النتيجة تتفق مع ما ذكره Kumar وSivasudha (2007) لوجود تشابه عالي في التتابعات النكليوتيدية للمورثة SuSy بين أنواع المحاصيل النجيلية

المختلفة، مع تطابق شبه تام عالي في المناطق المشفرة 2، 6، 7، 8، 9، 10 بين الذرة البيضاء  
وكل من الذرة الصفراء، الشعير والقمح.

## الفصل السادس

### 6- الاستنتاجات Conclusions:

1. وجود تباين وراثي في استجابة الأصناف التسعة المدخلة من الذرة البيضاء السكرية المدروسة للإجهاد المائي خلال مرحلة الحصاد، وقد كان أداء الأصناف في ظرف الزراعة المروية أفضل بالمقارنة مع ظرف شح المياه.
2. تفوق الصنف ICSSH30 على بقية الأصناف المدروسة فيما يخص الغلة النظرية من السكر ومكوناتها والغلة النظرية من الإيثانول الحيوي ومكوناته تحت ظرفي الزراعة، في حين أعطى الصنف الحبي المحلي رزينية القيمة الأدنى معنوياً من الغلة النظرية من السكر والغلة النظرية من الإيثانول الحيوي وذلك في كلا الطرفين البيئيين.
3. ترافقت الزيادة في عدد الأيام حتى الإزهار مع زيادة في الغلة عند توفر المياه، بينما أدى التأخر في الإزهار والنضج والمقدرة في الحفاظ على مسطح ورقي أخضر فعال في الأصناف المتحملة للجفاف إلى توفر المزيد من الوقت المتاح للنبات ليقوم بتصنيع وإنتاج كمية أكبر من المادة الحية التي تساهم بدورها في زيادة الغلة النهائية من النبات تحت ظرف الإجهاد المائي.
4. ازدادت نسبة السكر في الأصناف القصيرة والرفيعة الساق، بينما حققت الأصناف عالية الغلة من السوق والعصير السكري قيم أعلى من الغلة النظرية من السكر، نسبة للأصناف الأخرى.
5. لم يظهر الصنف ICSSH30 أي تغير في قراءة Brix بين ظرفي الزراعة مقارنة مع جميع الأصناف المدروسة التي أظهرت ارتفاع في قراءة Brix تحت الإجهاد المائي، ما يشير إلى امتلاك هذا الصنف استراتيجيات تحمل الجفاف غير التعديل الحلوي.
6. تفوقت الأصناف المتفوقة في طول وقطر السوق السكرية على باقي الأصناف في الغلة النهائية تحت الظروف البيئية المختلفة، وارتبطت هذه الصفات الشكلية إيجابياً مع كل من موعد الإزهار والمساحة الورقية تحت ظرف الجفاف.
7. البودئ المثبتة Anchored التي تستهدف التكرار الثنائي الترادفي (AG) أكثر ملائمة للاستخدام في دراسة العلاقة الوراثية وتحليل درجة التباين الوراثي بين أصناف الذرة البيضاء، كما أعطى البادئ  $G_5(CAG)$  أعلى عدد من الحزم المتباينة، مما يشير إلى أن التكرارات الثلاثية الترادفية أكثر وفرة في جينوم الذرة البيضاء مقارنة مع التكرارات الترادفية الأخرى.
8. توضح درجة التباين الوراثي العالية بين الأصناف الهندية والصنف السوري في هذه الدراسة مدى التأثير الجغرافي في عزل المجتمعات النباتية الذي يسبب تراكم في التباينات

الوراثية على مدى السنين وهذا بدوره ينعكس على الطابع الظاهري للنباتات حتى تتسجم مع ظروف البيئة المحلية التي تتكيف معها عبر الزمن.

9. أظهرت نتائج تحديد التتابعات النكليوتيدية لمورثة تصنيع السكر SuSy2 نسبة تشابه عالية بين الأنواع النجيلية الأخرى وأن أعلى نسبة تشابه كانت مع قصب السكر وأن التباينات النكليوتيدية كانت أكثر احتمالاً في المناطق غير المشفرة مقارنة مع المناطق المشفرة.

10. أظهرت نتائج تفاعل البوليميراز التسلسلي بالناسخة العكسية شبه الكمي SQ-PCR تطابق الوزن الجزيئي ما يؤكد عدم تأثير التغيرات في المناطق غير المشفرة على منطقة التضفير، مع وجود تباين في عدد نسخ المورثة بين صنف الرزينية و ICSSH30، مما قد يشير إلى احتمال ارتفاع التعبير المورثي في الصنف ICSSH30 واحتمال مشاركة ذلك في رفع إنتاج السكر.

11. أدت التباينات النكليوتيدية في المنطقة المشفرة 12 بين الصنفين رزينية و ICSSH30 إلى استبدال للحمض الأميني فالين في الصنف السكري ICSSH30 إلى سيسثيين في الصنف الحبي رزينية، يمكن أن يؤدي استبدال الفالين بالسيسثيين في صنف الرزينية إلى تغير هام وأساسي في البنية الثلاثية للبروتين مما قد يؤثر على الفعالية الأنزيمية لأنزيم SuSy2 ويخفض قدرة هذا الصنف على إنتاج السكر.

## 8- التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions:

- ❖ إدخال الصنف السكري ICSSH30 في برامج تهجينية مع أصناف محلية أكثر تحملاً للجفاف كأب معطي للمورثات المسؤولة عن زيادة نسبة السكر بهدف الحصول على أصناف متحملة للجفاف وذات غلة عالية من السكر.
- ❖ تحليل ثباتية الغلة من السكر في الأصناف عالية الغلة من خلال زراعتها في مناطق بيئية مختلفة.
- ❖ تقدير التعبير الوراثي للمورثة SuSy2 في الأصناف عالية الغلة من السكر في جميع مراحل النضج لتحديد أفضل موعد للحصاد بهدف الحصول على أعلى غلة من السكر والإيثانول.
- ❖ العمل على إنتاج السكر والإيثانول من الأصناف المدخلة وتقدير نوعية وجودة السكر المنتج ومدى إمكانية استخدامه كمصدر آني لمنتج السكر في القطر.

## الملحقات Appendixes:

الملحق (1): قياس نقاوة وتحديد تركيز لأحماض النووية.

معامل التمديد	التركيز ميكرو غرام/مل	OD <sub>260</sub> /OD <sub>280</sub>	الأحماض النووية
50X	50 µg/mL × OD <sub>260</sub> × معامل التمديد	~1.8	الدنا ثنائي السلسلة dsDNA
50X	40 µg/mL × OD <sub>260</sub> × معامل التمديد	~2.0	الرنا المرسل mRNA
50X	33 µg/mL × OD <sub>260</sub> × معامل التمديد	~1.8	الدنا وحيد السلسلة ssDNA

## :References المراجع

- Abd El-Karim H., El-Ammari A., Maria T. S., Beshay G .1999. Evaluation of some sweet sorghum cultivars for syrup and biomass production. *J. Agric. Sci. Mansoura* 24 (10): 5285-5595.
- Akagi H., Yokozeki Y., Inagaki A., Nakamura A., Fujimura T .1996. A co-dominant DNA marker closely linked to the rice nuclear restorer gene, Rf-1, identified with inter-SSR fingerprinting. *Genome* 39: 1205–1209.
- Alam S., Asghar A., Qamar I. A., Arshad M., Sheikh S. 2001. Correlation of economically important traits in sorghum bicolor varieties. *Online Journal of Biological Science* 1(5):330-331.
- Almodares A., Taheri R., Adeli S .2008. Stalk yield and carbohydrate composition of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivars and lines at different growth stages. *J Malaysian Appl Biol* 37:31-36.
- Almodares A., Hadi M. R., Ahmadpour H .2008. Sorghum stem yield and soluble carbohydrates under different salinity levels. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4051-4055.
- Almodares A., Sepahi A., Shirvani M. 1997. Sweet sorghum cultural practices in Iran. Pages 175–183 in *Proceedings of the First International Sweet Sorghum Conference*, 14–19.
- Almodares A., Taheri R., Adeli S . 2006. Inter-relationship between growth analysis and carbohydrate contents of sweet sorghum cultivars and lines. *J. Environmental Biology*. 28(3) 527-531 (2007).
- Amor Y., Haigler C. H., Johnson S., Wainscott M., Delmer D.P .1995. A Membrane-Associated Form of Sucrose Synthase and Its Potential Role in Synthesis of Cellulose and Callose in Plants. *PNAS* 92:9353-9357.
- Ashley J. 1993. Drought and crop adaptation. In: *Dryland farming in Africa*. Ed. Rowland JTRJ. MacMillan Education LTD. London. Pp 46-64.
- Asseng S., van Herwaarden A. F .2003. Analysis of the benefits to wheat yield from assimilates stored prior to grain filling in a range of environments. *Plant and Soil* 256, 217–229. doi: 10.1023/A:1026231904221.
- Audilakshmi S., Mall A.K., Swarnalatha M., Seetharama N .2010. Inheritance of sugar concentration in stalk (Brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. *Biomass Bioenerg* 34:813-820.
- Ayana A., Bekele E .1999. Multivariate analysis of morphological variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) germplasm from Ethiopia and Eritrea. *Genet. Res. Crop Evol.* 46: 378–384.

- Badger P C.2002. Ethanol from Cellulose: A general Review. Pages 17–20 in Trends in new crops and new uses (Janick J. Ed.). ASHS Press, Alexandria, VA, USA.
- Bahattin T. 2003. Inter-simple sequence repeat (ISSR) and RAPD variation among wild barley (*Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*) populations from west Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution, 50: 611-614.
- Bakheit B. R. 1989, Variability and correlation in grain sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under drought conditions at different stages of growth. Asian Journal of Agricultural Science, Egypt, 20(4):227-237.
- Balasubramanya H.K., Mallikarjunappa S., Murthy A.K., Rai A.V., Cumste, S.K., 1978, Improved fodder genotypes proximate composition. Current Research, 7 (12) : 210-212.
- Bapat D.R., Choudhari S.K. 1976. Screening sweet sorghum genotypes for sugar production. Sorghum Newsletter, 19: 47.
- Bapat D.E., Salunke C.B., Jadhav H.D., Patil S.D. 1988. Breeding for improvement of sweet sorghum. Paper presented at XVIII. Annual Sorghum Workshop held at C.S. Azad University Agriculture and Technology, Kanpur, May2-4.
- Bapat D.R., Jadhav H.D., Gaur S.I., Salunke C.B. 1987, Sweet sorghum cultivar for production of quality syrup and jaggery in Maharashtra. Marathwada Agricultural University, pp. 203-206.
- Bapat D.R., Jadhav H.D., Gaur S.I., Salunke C.B., 1986, Screening of sweet sorghum cultivars for production of quality syrup and jaggery. Current Research Report, 2 (1) : 65-71.
- Bapat P.R., Jadhav H.D., Gaur S.L., Salunkhe C.B., Ingle U.M., Kulkarni D.N., Throat S.S .1987. Sweet sorghum cultivars for production of quality syrup and jaggery in maharashtra. Technology and applications for alternative uses of sorghum. Proc. of the National Seminar Parbhani aharashtra India 2-3 Feb. 1987, 203-206.
- Barratte D.H.P., Barber L., Kruger N.J., Smith A.M., Wang T.L., Martin C. 2001. Multiple, Distinct Isoforms of Sucrose Synthase in Pea. Plant Physiol. 127:655-664.
- Barrs H. D., Weatherly P.E. 1962. Re-examination of relative turgidity for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Science, 15:413-428.
- Bianco C. L., Fernández J. A., Migliaro D., Crinò P., Egea-Gilabert C. 2011. Identification of F1 hybrids of artichoke by ISSR markers and morphological analysis. J. Molecular Breeding Vol.27 (2): 157 – 170.
- Bishnoi U.R. 1966. A note on the estimation of leaf area in two varieties of sorghum. Annals Arid Zone, 5 (2). pp. 255-256.

- Blum A., Feldhay H., Dor Z. 1977, Sugar production potential of sweet sorghum in Israel. Special publication No. 83 (Final Report of 1975-76). Division of Scientific Publications, Bet-Dagan, Israel.
- Blum A., Feldhay H., Dor Z. 1975, Sweet sorghum for sugar production. *Sorghum Newsletter*, 18 : 72.
- Blum A., Mayer J., Sinmena B., Oblina T. 1992. Comparative productivity and drought response of semi-tropical hybrids and open pollinated varieties of sorghum. *Journal of Agricultural Sciences*, 118(1):29-36.
- Blum A. 1991. The comparative productivity and drought response of semitropical hybrids and open pollinated varieties of sorghum. *Sorghum newsletter*, 32:55.
- Blum A (1988) 'Plant breeding for stress environments.' (CRC Press:Boca Raton, FL).
- Blum A. 1970, Effect of plant density and growth duration on sorghum yield under limited water supply. *Agronomy Journal*, 62: 333-336.
- Blum A. 1979. Genetic improvement of drought resistance in crop plants: a case for sorghum. In: 'stress Physiology in crop plants' (H. Mussell and R. Staples, Eds.), pp.429-445. Wiley, New York.
- Blum A. 2010. "Plant Breeding for Water Limited Environments", published by Springer.
- Blum A., Mayer J., Andgolán G .1989. Agronomical and physiological assessments of genotypic variation for drought resistance in sorghum. *Australian Journal of Agricultural Research* 16(1):49-61.
- Blum A., Poyarkova H., Golan G., Mayer J .1983. Chemical desiccation of wheat plants as a simulator of post-anthesis stress. I. Effects on translocation and kernel growth. *Field Crops Research* 6, 51–58. doi: 10.1016/0378-4290(83)90047-3
- Blum A., Sullivan C. Y. 1987. The comparative drought resistance of land races of sorghum and millet from dryland humid regions. *Annals of Botany*, 57: 835-846.
- Botha F.C., Black K.G. 2000. Sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activity during maturation of internodal tissue in sugarcane. *Aust J Plant Physiol* 27:81-85.
- Broadhead D.M. 1969. Sugar production from sweet sorghum as affected by planting date, after ripe harvesting and storage. *Agronomy Journal*, 61 : 811-812.
- Broadhead D.M. 1972. Effect of planting date and maturity of Rio sweet sorghum. *Agronomy Journal*, 64 : 389-390.
- Bronson JT, Bronson ME, 2006. The sulfur-Containing amino acids: An Overview. *J. Nutr.* Vol. 136, (6):1636-1640.
- Bryan W.L., Monroe G.E., Nichols R.L. Cascho G.J. 1981. Evaluation of sweet sorghum for fuel alcohol. Presented at the winter meeting

- of American Society of Agricultural Engineers. Chicago, Illinois, USA.
- Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89:1-16
- Cao D., Oard J.H. 1997. Pedigree and RAPD-based DNA analysis of commercial U.S. rice cultivars. *Crop Sci.* 37:1630–1635.
- Carlson S.J., Chourey P.S. 1996. Evidence for plasma membrane-associated forms of sucrose synthase in maize. *Mol Gen Genet* 252:303-310.
- Carlson S.J., Chourey P.S., Helentjaris T., Datta R. 2002. Gene expression studies on developing kernels of maize sucrose synthase (SuSy) mutants show evidence for a third SuSy gene. *Plant Mol Biol* 49:15-29.
- Carvalho P.V., Ruas P.M., Ruas C.F., Ferreira J.M., Moreira R.M.P. 2002. Assessment of genetic diversity in maize (*Zea mays* L.) landraces using inter simple sequence repeat (ISSR) markers. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 2:557-568.
- Channappagoudar B. B., Biradar N. R., Patil J. B., Hiremath S. M. 2007. Assessment of Sweet Sorghum Genotypes for Cane Yield, Juice Characters and Sugar Levels. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 20(2): 294-296
- Chapman, S.R., and Carter, L.P. 1976. *Crop production, principle and practices.* San Francisco: W.H. Freeman. 566 pp.
- Chiu S.M., Hu M.F. 1984. Comparison of autumn and ratoon crop characters of sweet sorghum varieties. *Journal of Agricultural Research of China*, 33 (4) : 372-376.
- Choudhari S.D. 1990. Effects of date of harvest on juice yield and Brix of high energy sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 15 (2) : 232-233.
- Choudhari S.D. 1988. Evaluation of high-energy sorghum lines. Paper presented to XVIII All India Sorghum Workshop held at Kanpur, India.
- Choudhari S.K., Kulkarni D.N., Chundrawar A.D., Rao N.G.P. 1987. Evaluation and selection of diverse sorghum genotypes for high energy, grain and biomass production. In: *Technology and Applications for Alternative uses of sorghum proceedings of the National Seminar Parbhani, Maharashtra, India, Marathwad Agricultural University*, pp. 160-168.
- Choudhary S.D. 1992. Heterosis in high energy sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 17 : 28 – 29.
- Chourey P.S., Taliercio E.W., Carlson S.J., Ruan Y.L. 1998. Genetic evidence that the two isozymes of sucrose synthase present in

- developing maize endosperm are critical, one for cell wall integrity and the other for starch biosynthesis. *Mol Gen Genet* 259:88-96.
- Chourey P.S .1981. Genetic control of sucrose synthetase in maize endosperm. *Molecular Gen. Genet.* 184, 372-376.
- Chourey P.S., Latham M.D., Still P.E .1986. Expression of two sucrose synthetase genes in endosperm and seedling cells of maize: evidence of tissue specific polymerization of protomes. *Molecular Gen. Genet.* 203, 251-255.
- Ciacci C., Maiuri L., Caporaso N., Bucci C., Giudice D L., Massardo RD., Pontieri P., Fonzo DN., Bean R S., Loerger B., Londei M., 2007. Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. *Clinical Nutrition*, 26:799-805.
- Cousins A.B., Adam N.R., Wall G.W .2001. Reduced photorespiration and increased energy use efficiency in young CO<sub>2</sub> enriched sorghum leaves. *New Phytologist*150,275–284.
- Craufurd P. Q., Peacock J. M. 1993. Effect of heat and drought stress on sorghum II Grain yield. *Experimental Agriculture*, 29 (1): 77 – 86.
- Cui Jiang-hui, XUE W., LIU Hui-ling., Chang Jin-hua .2009.Compare with Sweet Sorghum and Grain Sorghum in the Course of Stem Growth Sugar and Its Metabolism Related Enzyme Activity[J];*Acta Agriculturae Boreali-Sinica*;2009-05.
- Cuiyun Zhu., 1997, A hybrid developed from a forage and sweet sorghum. *Liaosize No. 2 ISMN*, 38 : 37.
- Da Silva A.L.C., Da Costa W.A.J.M .2004. Varietal variation in growth, physiology and yield of sugarcane under two contrasting water regimes. *Tropical Agricultural Research*, v.16, p.1-12.
- Dajue L .2005. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China. AICSIP. 2005. All India Coordinated Sorghum Improvement Project (AICSIP) Progress Report, Physiology & Sweet Sorghum.
- Dajue L. 1995. Sweet sorghum - a new sugar crop with bright future, Abstracts of First National Sweet Sorghum Conference and Teaching Materials of Sweet Sorghum Training Course, pp. 118-129.
- Dajue L., Fusun L. 1992. Sweet Sorghum and its Utilization, Science Publishing House of China.
- Dalton L. G. 1967. A positive regression of yield on maturity in sorghum. *Crop Sci.* 7:271.
- Davila J.A., Sanchez de la Hoz M.O., Loarce Y., Ferrer E. 1998. DNA and coefficients of parentage to determine genetic relationships in barley. *Genome* 41:477–486.
- Dayakar R. B., Ratnavathi C.V., Karthikeyan K., Biswas P.K., Rao S.S., Vijay Kumar B.S., Seetharama N. 2004. “Sweet Sorghum cane for bio-fuel production: A SWOT analysis in Indian context”, National

- Research Center for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, Andhra Pradesh 500 030, India. 20pp.
- Dayakar Rao B, Ratnavathi CV, Karthikeyan K, Biswas PK, Rao SS, Vijay Kumar BS and Seetharama N. 2004. "Sweet Sorghum cane for bio-fuel production: A SWOT analysis in Indian context", National Research Center for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, Andhra Pradesh 500 030, India. 20pp.
- Dean R.E., Dahlberg J.A., Hopkins M.S., Mitchell C.V., Kresovich S. 1999. Genetic redundancy and diversity among 'orange' accessions in the U.S. national sorghum collection as assessed with simple sequence repeat (SSR) markers. *Crop Sci.* 39:1215–1221.
- Déjardin A., Sokolov L.N., Kleczkowski L.A. 1999. Sugar/osmoticum levels modulate differential ABA-independent expression of two stress-responsive sucrose synthase genes in *Arabidopsis*. *Biochem J* 344:503-509.
- Dhoble M. V., Kale V. V. 1988. Recovery of drought resistance in sorghum genotypes. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 13 : 118.
- Dineshkumar M., Chalapathi K., Channabasappa K.S., Patil S.G. 1995. Management of sugarcane (*Saccharum officinarum*) under moisture stress conditions of Tungabhadra Project area. *Indian Journal of Agronomy*, 40 : 673-677.
- Doggett H. 1988. *Sorghum*, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York.
- Ritter K.B., C. L. McIntyre, I. D. Godwin, D. R. Jordan, and S. C. Chapman. 2007. An assessment of the genetic relationship between sweet and grain sorghums, within *Sorghum bicolor* ssp. *bicolor* (L.) Moench, using AFLP markers. *Euphytica* 157:161-176
- Domaigne R. 1995. Family and varietal adaptation of sugarcane to dry conditions and relevance to selection procedures. In: international society of sugar cane technologists congress, p.418-435.
- Donatelli M., Hammer G. L., Vanderlip R. L. 1992. Genotypic and water limitation effects on phenology growth and transpiration efficiency in grain sorghum. *Crop Science*, 32(3) : 781 – 786.
- Edwards G.E., Walker D.A. 1983. *C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>: mechanisms, and cellular and environmental regulation, of photosynthesis*. Oxford: Blackwell Scientific publications.
- El-Mannai Y., Shehzad T, Okuno K., 2011 Variation in flowering time in sorghum core collection and mapping of QTLs controlling flowering time by association analysis *Genetic Resources and Crop Evolution* (2011): 58, 7, 983-989 Gene controlling flowering boosts energy production from sorghum Texas AgriLife Research discovery announced in National Academy of Science journal September 27,

2011 By: Kathleen Phillips Print Friendly

- El-Shafai A., Bekheet M., El-Aref K. 2005. Effect of biological and mineral nitrogen fertilization on sweet sorghum (*Sorghum bicolor*, L.). *Egypt. J. Appl. Sci.*, 20: 464-483.
- Fang D.Q., Roose M.L., Krueger R.R., Federici C.T. 1997. Fingerprinting trifoliolate orange germplasm accessions with isozymes, RFLPs and inter-simple sequence repeat markers. *Theor Appl Genet* 95: 211–219.
- Fernández M. E., Figueiras A. M., Benito C .2002. The use of ISSR and RAPD markers for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic diversity among barley cultivars with known origin. *Theo Appl Genet*, 104, 845-851.
- Ferrais R. 1988. Sweet sorghum agronomic evaluation and potential application for Australian agro industry. *Res. Red., Division of Tropical Crops and Partures, CSIRO*, 5 : 49.
- Ferraris R. 1981. Early assessment of sweet sorghum as agro-industrial crop under varietal evaluation. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 21(108) : 75-82.
- Ferreira J.M., Viana A.R., Sousa-Filho B.F. 1982. Preliminary evaluation of cultivars and hybrids of sweet sorghum in North Fluminense. *Pesquisa em Andamento PESAGRO-RIO*, 9 : 3.
- Fikiru E., Tesfaye K., Bekele E .2011. Morphological and molecular variation in Ethiopian lentil (*Lens culinaris Medikus*) varieties. *International Journal of Genetics and Molecular Biology* Vol. 3(4), pp. 45-50.
- Fischer K. S., WILSON G. L. 1971. Studies on grain production in (*Sorghum vulgare* L. Moench) the contribution of pre-flowering photosynthates to grain yield. *Australian Journal of Agricultural Sciences*, 22 : 33 – 37.
- Flower D. J. Ludlow M. M.1986. Contribution of osmotic adjustment to the dehydration tolerance of water stressed pigeonpea (*Cajanus Cajan*) leves. *Plant Cells Environmental*, 9:33-40.
- Fuyu Xu, Chandrashekhar P. J. 2010. Overexpression of aspen sucrose synthase gene promotes growth and development of transgenic *Arabidopsis* plants. *Biomedical & Life Sciences*. Vol.1 (5) Pp.426-438.
- Ganesh S., Fazlullah K.A.K., Suresh M., Senthil N. 1995. Character association for alcohol yield in sweet sorghum. *Madras Agricultural Journal*, 82 (5) : 361-363.
- Gao C-F, Wang Q-X. 2007. Strategy and feasibility of protecting biodiversity. *Sci Technol Inform*, 39(1): 10-11 (In Chinese with English abstract).
- Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M., Campanile R.G., Ricciardi G.L., Borghi

- B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science* 77, 523–531.
- Geigenberger P., Stitt M. 1991. A Futile Cycle of Sucrose Synthesis and Degradation Is Involved in Regulating Partitioning Between Sucrose, Starch and Respiration in Cotyledons of Germinating *Ricinus-Communis* 1 Seedlings When Phloem Transport Is Inhibited. *Planta* 185:81-90.
- Geigenberger P., Reimholz R., Deiting U., Sonnewald U., Stitt M. 1999. Decreased expression of sucrose phosphate synthase strongly inhibits the water stress-induced synthesis of sucrose in growing potato tubers. *Plant J* 19:119-129.
- Geng S., Hills F.J., Johnson S.S., Sah R.N. 1989. Potential yields and on farm ethanol production cost of corn, sweet sorghum, fodder beet, and sugarbeet. *J. Agron. Crop Sci.* 162:21–29.
- Giles, K.L., COHEN, D. AND BEARDSELL, M.F. 1976, Effects of water stress in the ultrastructure of leaf cells of *Sorghum bicolor*. *Plant Physiology*, 57(1): 11-14.
- Godwin I.D., Aitken E.A.B., Smith L.W. 1997. Application of inter-simple sequence repeat (ISSR) markers to plant genetics. *Electrophoresis* 18: 1524–1528.
- Golkar P., Arzani A., Rezaei A. M. 2011. Genetic Variation in Safflower (*Carthamus tinctorious* L.) for Seed Quality-Related Traits and Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers. *Int J Mol Sci.* 2011; 12(4): 2664–2677.
- Gonzalez-Hernandez, Manjarrez-Sandoval P., Mandoza-Onofre L.E. 1992. Drought stress effect on dry matter production and distribution in sorghum plants. *Sorghum Newsletter*, 33:56.
- Gonzlez L., Gonzlez-Vilar M. 2001. Determination of Relative Water Content. *Biomedica and life sciences. handbook of plant ecophysiology techniques*: 207-212
- Grassi G. 2001. Sweet sorghum one of the best world food-feed-energy crop. Latin America Thematic Network on Bioenergy lament. Published by ETA -Florence and WIP-Munich in the framework of LAMNET Thematic Network funded by the European Commission, DG Research, Programme “Confirming the 14. Trials on an innovative technology for Bioethanol international role of Community Research” (Project no. ICA4-CT-2001-10106).
- Gupta M., Chyi Y-S., Romero-Severson J. Owen J.L. 1994. Amplification of DNA markers from evolutionarily diverse genomes using single primers of simple-sequence repeats. *Theor Appl Genet* 89: 998–1006.

- Gupta P.K. Varshney R.K. 2000. The development and use of microsatellite markers for genetic analysis and plant breeding with emphasis on bread wheat. *Euphytica* 113: 163–185.
- Habyarimana E., Lauretib D., De Ninnoc M., Lorenzonia C. 2004. Performances of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under different water regimes in Mediterranean region. *J. Industrial Crops and Products*, 20: 23-28.
- Haig M. S., Mace T. R., Mullins T. D. 2003. Parentage and Relatedness in Polyandrous Comb-crested Jacanas Using ISSRs. *Journal of Heredity*, 94 (4):302-309.
- Hammer L. G., Oosterom V. E., McLean G., Chapman C. S., Broad Ian., Peter H., Russell C.M. 2010. Adapting APSIM to model the physiology and genetics of complex adaptive traits in field crops
- Hammer G.L., Vanderlip R.L., Gipson G., WADE L.J., HENZELL R.G., FOUNGER D.R., WARREN J., DALE A.B. 1989, Genotype-by-environment interaction in grain sorghum II. Effects of temperature and photoperiod on ontogeny. *Crop Science*, 29(2): 376-384.
- Harlan J.R., deWet J.W.J. 1972. A simplified classification of sorghum. *Crop Sci.* 12:172–176.
- Harrison R.L. MILLER F.R. 1993. Registration of “Della” Sweet Sorghum. *Crop Science*, 33 (6) : 14-16.
- Heinlein M., Starlinger P. 1989. Tissue and cell-specific expression of the two sucrose synthase isoforms in developing maize kernels. *Molecular Gen. Genet*, 215, 441-446.
- Henderson A., Allen J., Zhang Y., 2003. Market assessment of Tennessee Sweet sorghum. *Ag Econ* 550.
- Henzel R. G., Brengmen R. L., Fletcher D.S., MC Cosker A. N. 1992. Relationship between yield and nonscencence (staygreen) in some grain sorghum hybrids grown under terminal drought stress. In: *Proceedings of the Second Australian Sorghum Conference*, Gatton, February 4-6, 1992, pp. 355-358.
- Hills F.J., Lewellan R.T., Skoyen I.O. 1990, Sweet sorghum cultivars for alcohol production. *California Agriculture*, 44 (1) : 14-16.
- Hiremath S.M., Manjunath T.V., Kamatar M.Y. 1994. Physiological studies in rabi sorghum genotypes. *Journal of Research APAU*, 22(1-2): 3-6.
- Hoffmann-Thoma G., Hinkel K., Nicolay P., Willenbrink J. 1996. Sucrose accumulation in sweet sorghum stem internodes in relation to growth. *Physiologia Plantarum*, 97: 277–284.
- Hossain A.B.S., Sears R.G., Cox T.S., Paulsen G.M. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Science* 30, 622–627.

- Hou H.T., Zhang S.Y., ZAO G.D. 1987. A preliminary study on the inheritance of drought tolerance in sorghum. *Herbitas, China* 9 (5): 8-12.
- Huang J., Sun S.M. 2000. Genetic diversity and relationships of sweet potato and its wild relatives in *Ipomoea* series *Batatas* (Convolvulaceae) as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA. *Theor Appl Genet* 100: 1050–1060.
- Huang J.W., Chen J.T., Yu W.P., Shyur L.F., Wang A.Y., Sung H.Y., Lee P.D., Su J.C. 1996. Complete structures of three rice sucrose synthase isogenes and differential regulation of their expressions. *Biosci Biotech Bioch* 60:233-239.
- Hukkeri S.B., Shukla N.P. 1983. Effect of soil moisture stress at different stages of growth on the fodder yield of MP Chari sorghum. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 53(1): 44-48.
- IBPGR/ICRISAT, 1993. Descriptors for sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. In: *Proceedings of the International Board for Plant Genetic Resources*, Rome.
- ICRISAT/FAO., *The World Sorghum and Millet Economies: Facts, trend and outlook*. Published by FAO and ICRISAT. ISBN 92-5-103861-9. 68.
- Inman-Bamber N.G., Smith D.M. 2005. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *Field Crops Research*, v.92, p.185-202.
- Jadhav M.M., Chougule B.A., Chavan U.D., Adsule R.N. 1994. Assessment of juice quality in the improved sweet sorghum varieties. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 19 (2) : 233-235.
- Jeyaprakash P., Ganapathy S., Armugam P. 1997. Correlation and analysis in sorghum. *Annals of Agricultural Research*, 18(3) : 309 – 312.
- Jones M. M., Osmond C. B., Turner N. C. 1980. Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficit. *Australian Journal of Plant Physiology*, 7: 193-205.
- Jongdee B., Fukari S., Cooper M. 2002. Leaf water potential and osmotic adjustment as physiological traits to improve drought tolerance in rice. *Field Crops Research*, 76 : 153 – 168.
- Joshi M. W., Jamadagni B. M. 1990. Physiological characters in relation to yield in rabi sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 15 : 228 – 229.
- Joshi S.P., Gupta V.S., Aggarwal R.K., Ranjekar P.K., Brar D.S. 2000. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza*. *Theor Appl Genet* 100: 1311–1320.

- Joshi D.C., Shrotria P.K., Singh R., Srivastava M.K., Chawla H. S. 2011. Assessment of RAPD and ISSR marker systems for establishing distinctiveness of forage Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) varieties as additional descriptors for plant variety protection. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. Volume : 71, Issue : 1.
- Kadam G. N., Gadakh S. R., Awari V. R. 2002. Physiological analysis of rabi sorghum genotypes for shallow soil. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 27 (3) : 274 – 276.
- Kai F., Yong-cong H., Zhao-Tang D., Yu W. 2010. Analysis of Genetic Diversity Among Natural Hybrid Progenies of *Camellia sinensis* ‘Huangshanzhong’. *J. Acta Horticulture Sinica*, 37(8):1357-1362.
- Kaigama B. K., Teatre I. E., Stone L. R., Powers W. L. 1977. Root and top growth of irrigated and non – irrigated grain sorghum. *Crop Science*, 77 : 555 – 559.
- Kamoshita A., Muchow R. C., Cooper M., Fukai S. 1996. Influence of genotype and environment on the utilization of nitrogen by grain sorghum. In, Foale, M. A. Henzell, R. G. and Kneipp, J. F. (Eds). *Proceedings Third Australian Sorghum Conference*, Tamworth, 20–22 February 1996. Australian institute of Agricultural Science, Melbourne, Occasional Publication no. 93, pp : 391 – 338.
- Kanbar A., Kondo K. 2011. Efficiency of ISSR and RAPD Dominant Markers in Assessing Genetic Diversity among Japanese and Syrian Cultivars of Barley (*H. Vulgare* L.). *Res. J. Agric. & Biol. Sci.*, 7(1): 4-10.
- Kangama C.O., Rumei X. 2005. Production of crystal sugar and alcohol from sweet sorghum. *African Journal of food Agriculture and Nutritional Development*, 5(2):1-5
- Koch K.E. 1996. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. *Ann Rev Plant Phys* 47:509-540.
- Koch K.E., Nolte K.D., Duke E.R., McCarty D.R., Avigne W.T. 1992. Sugar Levels Modulate Differential Expression of Maize Sucrose Synthase Genes. *Plant Cell* 4:59-69.
- Krishnamurthy K., Bommegouda G., Raghynath G., Rajashekar B. G., Venugopal N., Jagannath M. K., Jayaram G., Ramachandra T. V. 1973. Structure in grain yield in sorghum genotypes under comparable leaf area index at flowering. In: *Investigation on structure of yield cereals (Maize and Sorghum) Technical Report (PL 480) Department of Agronomy, UAS, Bangalore.*
- Kulkarni L. P., Narayana R., Krishna S. K.S. 1981. Photosynthetic efficiency and translocation in relation to leaf characters and productivity in sorghum genotypes. *Sorghum Newsletter*, 24 : 124 – 125.

- Kulkarni L. P., Choudhari S. B., Titbotkar A. B., Kalyankar S. P. 1983. Relationship of physiological parameter with grain sorghum grain yield in sorghum under rabi Season. *Sorghum Newsletter*, 26 : 234.
- Larcher W .1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin.
- Lekgari L. A. 2010. Genetic mapping of quantitative trait loci associated with bioenergy traits, and the assessment of genetic variability in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) moench). PhD. Dissertation. University of Nebraska.
- Li H-S. 2004. The application of ISSR for the polymorphism in plant. *Bull Biol*, 39(2): 19-20 (in Chinese with English abstract).
- Liao Y.C., Wang A.Y. 2003. Sugar-modulated gene expression of sucrose synthase in suspension-cultured cells of rice. *Physiol Plantarum* 118:319-327.
- Lima, G.S. de. 1998. Estudo comparativo da resistencia a' seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estadios de desenvolvimento. Recife: UFRPE.128 p.
- Lingle S.E., Dyer J.M. 2004. Polymorphism in the promoter region of the sucrose synthase-2 gene of saccharum genotypes. *Journal American Society Sugar Cane Technologists*, 24: 241-249.
- Lingle S.E. 1999. Sugar metabolism during growth and development in sugarcane internodes. *Crop Sci*. 39:480-486.
- Lingle S.E., Allen A.B., Valdez-Garza M.I. 2001. Comparison of sucrose metabolism and gene expression in two diverse *Saccharum* genotypes. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol*. 24:323-326.
- Liu S.Y., Liang G.L., Chen T.H. 1984. Biomass yield juice quality and alcohol production of sweet sorghum. *Journal of Agricultural Research of China*, 33 (3) : 236-246.
- Lunn J.E., Rees T. 1990. Apparent equilibrium constant and mass-action ratio for sucrose-phosphate synthase in seeds of *Pisum sativum*. *Biochem J* 267:739-743.
- Lunn J.E., Furbank R.T. 1999. Tansley Review No. 105. Sucrose biosynthesis in C4 plants. *New Phytol* 143:221-237.
- Ma Z.H., Li D., Ning X.B. 1992. Study on Brix degree, total sugar content and their relationship in the juice of sweet sorghum stem. *J Shenyang Agric Univ* 23(3):187-191
- Mahalakshmi V., Bidinger F.R .2002. Evaluation of stay-green sorghum germplasm lines at ICRISAT. *Crop Sci*. 42:965-974.
- Maiti R.K., Ross F. L. 1990. Variability in biochemical characters of glossy, sorghum seedlings under irrigated and water stress conditions. *Sorghum newsletter*, 31:52.
- Makanda I., Tongoona P., Derera J. 2009. Quantification of genotypic variability for stem sugar accumulation and associated traits in new sweet sorghum varieties. *Afric.Crop Sci. Conf. Proc.*, 9: 391-398

- Mallikarjun H., Kachapur M.D. Babalad H.B. 1997. Effect of plant population levels on the quality characters of the sweet sorghum genotypes during summer. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 10 (1) : 5-9.
- Mann J.A., Kimber C.T., Miller F.R. 1983. The Origin and Early Cultivation of Sorghums in Africa. Bulletin 1454, Texas Agriculture Experiment Station, College Station, TX, USA.
- Massacri A., Battistelli A., Loreto F. 1996. Effect of drought stress on photosynthetic characteristics, growth and sugar accumulation of field grown sweet sorghum. *Aust. J. Plant Physiol.* 23:331–340.
- Mastrorilli M., Katerji N., Rana G., Steduto P. 1994. Sweet sorghum in Mediterranean climate : radiation use and biomass water use efficiencies. *Industrial Crops and Products*, 3 (4) : 253-260.
- Mathews R.B., Azam–Ali S. N., Peacock J.M. 1990. Response of four sorghum lines in Mid – season drought II Leaf characteristics. *Field Crop Research*,
- Mc Bee G.G., Creelman R.A., Miler F.R. 1988. Ethanol yield and energy potential of stems from a spectrum of sorghum biomass types. *Biomass*, 10 : 203-211.
- McKersie B.D., Leshem Y.Y. 1994. Water and drought stress. In: *Stress and stress coping in cultivated plants*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. Pp 148-180.
- Medraoui L., Ater M., Benlhabib O., Msikine D., Filali-Maltouf A. 2007. Evaluation of genetic variability of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in northwestern Morocco by ISSR and RAPD markers. *C R Biol.* 2007 Nov;330(11):789-97.
- Meli S.S. 1989. Studies on fertilizer and plant population requirements of sweet sorghum for increased growth and sugar recovery. Ph.D. Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Meyer W., Mitchell T.G., Freedman E.Z., Vilgays R. 1993. Hybridization probes for conventional DNA fingerprinting used as single primers in the polymerase chain reaction to distinguish strains of *Cryptococcus neoformans*. *J Clin Microbiol* 31: 2274–2280.
- Ming R., Liu S.C., Moore P.H., Irvine J.E., Paterson A.H. 2001. QTL analysis in a complex autopolyploid: genetic control of sugar content in sugarcane. *Genome Res*, 11:2075-2084.
- Ming Y., Li-Juan L., Li-Yun L., Bo W., Jin-Hua C., Guo-Zhen L. 2009. Correlation Analysis between Sucrose Synthase Expression and Sucrose Accumulation in Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] .*Acta agronomica sinica*, Pp.185-189.
- Mohamed A. H, Gamar YA, Assar AH .2011. Performance of selected sorghum genotypes under rain-fed areas of Sudan. *Int Journal of Life Sc* 5:2119-2127.

- Mokadem S. H. A., Salem M. A., El-Hoda M.T.N. 1999. Evaluation of yield and its components as well as syrup production of some sweet sorghum varieties (*Sorghum bicolor* L. Moench) grown under middle Egypt environmental conditions. *Minia J. Agric. Res. Develop.*, 19: 207-218.
- Montgomery S. B., Sammeth M., Gutierrez-Arcelus M., Lach R.P., Ingle C. 2010. Transcriptome genetics using second generation sequencing in a Caucasian population. *Nature* 464: 773–777.
- Moore P. H. 1995. Temporal and spatial regulation of sucrose accumulation in the sugarcane stem. *Australian Journal of Plant Physiology* 22, 661-679.
- Moreno S., Martin J.P., Ortiz J.M. 1998. Inter-simple sequence repeats PCR for characterization of closely related grapevine germplasm. *Euphytica* 101: 117–125.
- Muchow R., Carberry P. S. 1990. Phenology and leaf area development in tropical grain sorghum. *Field Crops Research*, 23 : 221 – 237.
- Murray S.C., Sharma A., Rooney W.L., Klein P.E., Mullet J.E., Mitchell S.E., Kresovich S. 2008. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: I. QTL for stem sugar and grain nonstructural carbohydrates. *Crop Sci* 48:2165-2179
- Mutisya J., Sitieney J.K., Gichuki S.T. 2010. Phenotypic and physiological aspects related to drought tolerance in Sorghum. *African Crop Science Journal*, V. 18, 4: 175 – 182
- Muzher B. M. 2004. Application of biochemical and PCR based molecular markers to the characterization of Syrian pears (*Pyrus syriaca* Boiss) Genotypes. Ph D.Degree in Agricultural Science. Cairo University. 1-108.
- Naganagouda M. 2001. Response of kharif pop sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes to integrated nutrient management in black soils under rainfed condition. M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Naoyuki T., Yusuke G. 2004. “Cultivation of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and Determination of its Harvest Time to Make Use as the Raw Material for Fermentation, Practiced during Rainy Season in Dry Land of Indonesia”. *Plant Production Science*, Vol. 7, pp.442-448.
- Ndimande S. G. 2007. Comparative analysis of Differential Gene Expression in the Culms of sorghum. MSc. Thesis. Stellenbosch University.
- Nei M., Li W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 76:5269–5273.

- Newton R. J., Bhaskaran S., Puryer J. D., Smith R. H. 1986. Physiological Changes in cultured sorghum cells in response to induced water stress. *Plant Physiology*, 81(2):626-629.
- Nguyen H. T., Babu R.C., Blum A .1997. Breeding for drought resistance in rice: Physiology and molecular genetics considerations. *Crop Sci.* 37:1426-1434.
- Nolte K. D., Koch K.E. 1993. Companion-Cell Specific Localization of Sucrose Synthase in Zones of Phloem Loading and Unloading. *Plant Physiol.* 101:899-905.
- Norem M. S., Dobrenz A. K., Voigt R.L. 1985. Protein and other quality components of drought tolerant sorghum grown with an irrigation gradient system. *Sorghum Newsletter*, 28 : 126.
- Nour, A. E. M., Weibel, D. E., Todd, G. W., 1978, Effect of repeated drought periods on the survival of sorghum seedlings. *Agronomy Journal*, 70(3): 509-510.
- Ottman M. J., Kimball B.A., Pinter Jr. P.J., Wall G.W., Vanderlip R.L., Leavitt S.W., LaMorte R.L., Matthias A.D., Brooks T.J. 2001. Elevated CO<sub>2</sub> increases sorghum biomass under drought conditions. *New Phytologist* 150, 261–273.
- Parameshwara G. 1978. Screening varieties for relative drought tolerance in sorghum. M. Sc. (Agri) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad
- Parvatikar S.R., Manjunath T.V., KOTI R.V. 1991. Preliminary screening for sweet stalk sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 16 (3): 435.
- Passioura J. B. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regulation* 29:1-21.
- Patel D. V., Makne V. G., Patil R. A. 1994, Outer – relationship and path co- efficient studies in sweet stalk sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 19 : 40 – 41.
- Patel D.U., Makne V.G., Mehta H.D., Shete D.M., 1993, Genetic architecture of grain yield and related characters in high energy sorghum. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 18 (2) : 261-263.
- Patil R. P. 1987. Physiological factors influencing growth and yield of rabi sorghum genotypes under rainfed conditions. M. Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Patil R. P. 2008. Physiological approaches for drought tolerance in sugarcane (*saccharum officinarum* l.). phd. dissertation. university of agricultural sciences, dharwad.
- Patil S. L., Sheelavantar M. N., Lamans V. K. 2003. Correlation analysis among growth and yield components of winter sorghum. *International Sorghum and Millets Newsletter*, 44 : 2003 – 14 – 17.

- Patrick J.W. 1997. Phloem unloading: Sieve Element Unloading and Post-Sieve Element Transport. *Ann Rev Plant Phys* 48:191-222.
- Pawar K.N., Physiological indices for drought tolerance in rabi Sorghum. 2007. PhD. Dissertation. university of agricultural sciences, dharwad.
- Peacock, J. M., Sivakumar, M. V. K., 1987, An environmental physiologist approach to screening for drought resistance in sorghum with particular reference to subsahaaran Africa. *Proceeding of the International Drought Symposium, Kemyatta Conference Centre, Nairobi, Kenya, 19-23 May 1986* (Menyonga, S.M. Ed.).
- Pheloung P.C., Siddique K.H.M., 1991. Contribution of stem dry matter to grain yield in wheat cultivars. *Australian Journal of Plant Physiology* 18, 53–64.
- Plaut Z., Butow B.J., Blumenthal C.S., Wrigley C.W. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature. *Field Crops Research* 86, 185–198. doi: 10.1016/j.fcr.2003.08.005.
- Poorter H., Roumet C., Campbell B.D. 1996. Interspecific variation in the growth response of plants to elevated CO<sub>2</sub>: a search for functional types. In: Korner C, Bazzaz FA, eds. *Carbon dioxide, populations, and communities*. New York, USA: Academic Press, 375–412.
- Prasad P.V.V., Staggenborg S. A., Ristic Z. 2008. Impacts of drought and/or heat stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. P.1-55. In *Advances in agricultural systems modeling. Ser.1*. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
- Putnam D.H., Lueschen W.E., Kanne B.K., Hoverstad T.R., 1991. A comparison of sweet sorghum cultivars and maize for ethanol production. *Journal of Production Agriculture*, 4 (3) : 377-381.
- Qi Y., Su Y., Chen J-H., 2006. China's biodiversity governance and policy of recommendations. *Res Environ Sci*, 19: 59-65 (in Chinese with English abstract).
- Quarrie S.A., Stojanovic J., Pekic S., 1999. Improving Drought Resistance in Small grained Cereals: A Case Study, *Progress and Prospects. Plant Growth Regulation* 29:1-21.
- Quinby J.R, Hesketh J.D., Voigt R.L. 1973. Influence of temperature and photoperiod on floral initiation and leaf number in sorghum. *Crop Science*, 13:243- 246.
- Quinby J.R. 1967, The maturity gene of sorghum. *Advances in Agronomy*, 19: 267-3-5.
- Ramesh P., Mahadevaswamy M., 2000. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, and attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. *Journal of Agronomy & Crop Science*, v.185, p.249-258.

- Rao D. V. N., Reddy, Damodaran G. S. R., Parthasarathy A. V., 1971, Studies on the presence of total solids in different stages of sorghum crop. *Madras Agricultural Journal*, 58 (7) : 662-664.
- Rao N. K. S., Singh S.P. 1998, Contribution of stem sugars and different photosynthetic plant parts into grain development in sorghum. *INSA Interdisciplinary Symposium on Photosynthesis and Productivity Abstract papers*, pp: 56-57.
- Rao S. S., Seetharama N., Kiran Kumar K.A., Vanderlip R. L., 2004, Characterization of sorghum growth stages. *NRCS Bulletin Series NO. 14. National Research Centre for Sorghum, Rajendranagar, Hyderabad, AP*.Pp: 1-15.
- Ratnaparkhe M. B., Tekeoglu M. Muehlbauer F.J., 1998. Inter simple-sequence-repeat (ISSR) polymorphisms are useful for finding markers associated with disease resistance gene clusters. *Theor Appl Genet* 97: 515–519.
- Raappu A. A. A., Cordetro D.S., Petrini J.A., Porto M.P., Branco N., Santos F., DOS B.G., 1980, Sweet sorghum culture in the southern region of Rio Grande de Sul. *Circular Tecnica, UEPAE DE Pelotas*, 12 : 15.
- Ravindranath P., Shivaraj A. S.1983. effect of moisture stress on growth yield and yield components of field grown sorghum varieties having a glossy and non glossy leaves. *Indian Journal of Agricultural Science* 53(6): 428-430.
- Reddi G. S. 2006. Studies on production potential of sweet sorghum [sorghum bicolor (l.) moench] genotypes for grain and ethanol production as influenced by management practices. P. hD. (agri) thesis, University of Agricultural sciences, dharwad.
- Reddy B. B., Rao N. G. P., 1978, Time of sowing of rabi jowar. *Sorghum News Letter*, 21:17.
- Reddy B.V., Kumar A.A., Reddy P.S., 2007. Sweet sorghum: A dry land adapted pro-poor Bioethanol feedstock yielding both grain and fuel. Paper presented at USDA Biofuel Conference, 20-22 August 2007, At Minneapolis, Minnesota, USA.
- Reddy B.V.S., P. Sanjana Reddy. 2003. Sweet sorghum characteristics and potential. *International Sorghum and Millets Newsletter* 44:26–28.
- Reddy BVS, Ramesh S, Sanjana Reddy P, Ramaih B, Salimath PM and Rajashekar Kachapur. 2005. Sweet sorghum—A potential alternative raw material for bio-ethanol and bio-energy. *International Sorghum and Millets Newsletter* 46:79–86.
- Reddy M. M., Sarla N., Siddiq E.A. 2002. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica*,128:9-17.

- Reddy, B.V.S., A. K. Ashok and R. Ramesh, 2007. Sweet sorghum: A water saving Bio-energy Crop .International conference on linkages between energy and water management for agriculture in developing countries, January 29-30, IWMI, ICRISAT campus, Hyderabad, India.
- Ribaut J.M., Hoisington D., 1998. Marker-assisted selection: New tools and strategies. *Trends Plant Sci.* 3:236–239.
- Ritter K.B., Jordan D.R., Chapman S.C., Godwin I.D., Mace E.S., McIntyre C.L. .2008. Identification of QTL for sugarrelated traits in a sweet × grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. *Mol Breeding* 22(3):367-384
- Robertson M. J., Inman-Bamber N.G., Muchow M.C.; Wood A.W. 1999. Physiology and productivity of sugarcane with early and mid-season water deficit. *Field Crops Research*, v.64, p.211-227.
- Rosa M. D., Maiti R. K., 1990, Evaluation of glossy sorghum for seedling traits and chlorophyll content under water stress situation. *Sorghum Newsletter*, 31: 36.
- Rosenow D. T., Quisenberry J. E., Wendt C. W., Clark L. E., 1983, Drought tolerant sorghum and cotton germplasm. *Agricultural Water Management*, 7: 207- 222.
- Rosenow, D. T., 1987, Evaluation of drought and disease resistance in sorghum for use in molecular market assisted selection. In: J. R. Witcombe and R. R. Duncan (Eds.). *Proceeding of Use of Molecular Markets in Sorghum and Pearl Millet Breeding for Developing Countries*, Norwich, 27-31.
- Russell J.R., Fuller J.D., Macaulay M., Hatz B.G., Jahoor A., Powell W., Waugh R., 1997. Direct comparison of levels of genetic variation among barley accessions detected by RFLPs, AFLPs, SSRs and RAPDs. *Theoretical and Applied Genetics*, 95: 714-722.
- Saballos A. 2008. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. p 211 – 248. In: W. Vermerris (eds). *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*. Springer Science and Business Media, LLC, New York, NY, USA.
- Saheb S.D., Singh H.K., Singh C.B., 1997, Effect of plant population and nitrogen on biomass and juice yield of sweet sorghum (*Sorghum bicolor*). *Indian Journal of Agronomy*, 42 (4) : 634-636.
- Saleh G.G .2004. Growth and yield of biofertilized sweet sorghum under stress ecological conditions. Ph.D. Thesis, Enviro. Sci. Dept. Agric.Sci. (Agron.), Ain-Shams Univ., Egypt.
- Salimath S.S., de Oliveira A.C., Godwin I.D., Bennetzen J.L., 1995. Assessment of genome origins and genetic diversity in the genus *Eleusine* with DNA markers. *Genome* 38: 757–763.

- Sambrook J, Fritschi EF and Maniatis T (1989) Molecular cloning: a laboratory manual, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Sankar A.A., Moore G.A., 2001. Evaluation of inter-simple sequence repeat analysis for mapping in Citrus and extension of genetic linkage map. *Theor Appl Genet* 102: 206–214.
- Santamaria J. M., Fukai S., 1990, Contribution of osmotic adjustment to grain yield in Sorghum bicolor (L) Moench under water-limited condition. I. Water stress before anthesis. *Australian Journal of Agricultural Research*, 41: 51-65.
- Sattler S. E., Funnell-Harris, D. L., Pedersen, J. F. (2010). Efficacy of singular and stacked *brown midrib 6* and *12* in the modification of lignocelluloses and grain chemistry. *J. Agric. Food Chem.*, 58, 3611-3616.
- Schaffert R.E., Borgonovi R.A., 1980, Sorghuma Opcao Para a Producao de alimentos energia. *A Granja*, 36 : 60-64.
- Schonfeld M. A., Johnson R. C., Carver B. F., Mornhinweg D. W. 1988. : Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. - *Crop Sci.*28: 526-531.
- Seesharam N., Bidinger F.R., Rao K.N., Gill K.S., Madhuri M., 1987, Effect of pattern and severity of moisture deficit stress on stalk rot incidence in sorghum. *Field Crops Research*, 15 : 289.
- Seetharama N., Shivakumar M. V., Sardar K., Bedinger S., 1978, Sorghum productivity under receding soil moisture in deccan plateau. *Cereal Physiology Report ICRISAT, Hyderabad*: 1-8.
- Seetharama, N., 1986, Crop physiology and *rabi* sorghum productivity. Paper presented at 16th Annual workshop, AICSIP, Rajendranagar, Hyderabad May 14-16.
- Shinde M.S., Narkhede B.N., 1998, Physiological parameters in relation to grain yield in rabi sorghum hybrids. *Annals of Plant Physiology*, 11(1): 98-100.
- Shiringani A.L., Frisch M., Friedt W. 2010. Genetic mapping of QTLs for sugar-related traits in a RIL population of Sorghum bicolor L. Moench. *Theor Appl Genet* 121(2):323-336
- Silli M.V., 1999, Response of fodder sweet sorghum genotypes to N and P levels and their influence on ratoon. M.Sc. (Agri.) Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Simioniuc D., Uptmoor R., Friedt W., Ordon F., 2002. Genetic diversity and relationships among pea cultivars (*Pisum sativum* L.) revealed by RAPDs and AFLPs. *Plant Breed.* 121:429–435.
- Singh K. B., Singh S., 1991. Evaluation of exotic germplasm in lentil. *J. Agric. Res.*, 6(2):304-306.
- Singh S., Reddy M.S., 1980. Growth, yield and juice quality performance of sugarcane varieties under different soil moisture regimes

- in relation to drought resistance. In: International society of sugar cane technologists congress, 17., Manila, 1980. Proceedings . Manila: ISSCT, p.541-555.
- Singh B.R., Singh D.P., Kumar R. 1990, Comparison of different indices of plant moisture stress in assessing the productivity of forage maize, sorghum and pearl millet grown under semi-arid condition. *Crop Research (Hissar)*, 3(2): 270-273.
- Sivasudha T., Kumar P.A., 2007. Sequence analysis of cereal sucrose synthase genes and isolation of sorghum sucrose synthase gene fragment. *African Journal of Biotechnology*, 6 (20): 2386-2392.
- Slayter R.C. 1973. The effect of water status on plant growth, development and yield. *Proceedings of symposium on plant response to climate factors*, Uppasala, pp.177-188.
- Smith J.S.C., Smith O.S., 1992. Fingerprinting crop varieties. *Adv. Agron.* 47:85–140.
- Smith C. W., Frederiksen R. A., 2001. History of cultivar development in the united states: from ‘Memoirs of A.B. Maunderp-sorghum breeder’. In: ‘sorghum origin, History, Technology, and production’(C.W. Smith and R.A. Frederiksen,Eds.) wiley. New York.Pp.191-224.
- Smith G.A., Bagby M.O., Lewellan R.T., Doney D.L., Moore P.H., Hills F. J., Campbell L. G., Ogaboam G. J., Coe G.E., Freeman K., 1987, Evaluation of sweet sorghum for fermentable sugar production potential. *Crop Science*, 27 : 788-793.
- Smith G.A., Bauxton D.R., 1993, Temperate zone sweet sorghum ethanol production potential. *Bioresource Technology*, 43 : 71-75.
- Sneath P.H.A., Sokal R. R., 1973. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: Freeman, 573 p.
- Soares R.A.B., Oliveira P.F.M., Cardoso H.R., Vasconcelos A.C.M., Landell, M.G.A., 2004. Rosenfeld U. Efeito da irrigação sobre o desenvolvimento a produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em início de safra. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.22, p.38-41.
- Soltani A , Almodares A. 1994. Evaluation of the investments in sugar beet and sweet sorghum production. National Convention of Sugar Production from Agricultural Products, 13–16 March 1994, Shahid Chamran University, Alwaz, Iran.
- Soltani, A., Khoorie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., Moghaddam, M.,2001. A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agric. Water Manage.* 49,225–237.
- Song J., 2010. Genome-wide in silico analysis of microsatellites in *Sorghum bicolor*. *BioMedical information Engineering*, 2009.FBIE. International Conference on Future,13: 556 – 559.

- Souframanien J., Gopalakrishna T., 2004. A comparative analysis of genetic diversity in blackgram genotypes using RAPD and ISSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 109: 1687-1693.
- Srinivas G., Satish K., Madhusudhana R., Reddy R.N., Mohan S.M., Seetharama N .2009. Identification of quantitative trait loci for agronomically important traits and their association with genic-microsatellite markers in sorghum. *Theor Appl Genet* 118:1439-1454
- StatSoft Inc., 2003. STATISTICA (data analysis software system). Version 6. StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, Available at statsoft.com.
- Staub J.E., Serquen F.C., Gupta M., 1996. Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. *HortScience*, 31(5): 729–739.
- Stewart D.C., Copeland L., 1988. Uridine-5'-diphosphate-glucose-dehydrogenase from soybean nodules. *Plant Physiology* 116, 349-355.
- Stickler F., Pauli A.W., 1961, Influence of date of planting on yield and yield components of grain sorghum. *Agronomy Journal* 53: 22-23.
- Subramanian K.S., Selvakumari G., Subramanian P., Sanmugasundaram V.S., 1992, Response of potassium under constraints of moisture in sugarcane. *Cooperative Sugar*, 23 (9) : 605-609.
- Sudewad S.M., 1976, Screening of forage sorghum of germplasm. *Sorghum Newsletter*, 19 : 48.
- Sung S.J., Xu D.P., Black C.C., 1989, Identification of Actively Filling Sucrose Sinks. *Plant Physiol.* 89:1117-1121.
- Sutro S., Tirtoutom S., 1989, Effect of water stress on vegetative growth of corn and sorghum and their recovery. *Penelian Pertanian (Indonesia)*, 9(4): 148-151.
- Tahery Y., 2012. Identification of ISSR markers associated with root knot nematode resistance of *Hibiscus cannabinus*. *Annals of biological research*, 3 (1):259-269.
- Talbott L.D., Zeiger E., 1998. The role of sucrose in guard cell osmoregulation. *J. Exp. Bot.* 49 : 329-337.
- Tangspremisri T., Fukai S., Fischer K.S., Kenell R.G., 1991 Genotypic variation in osmotic adjustment in grain sorghum II Relation with some growth attribution. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42(5): 759-767.
- Tauli .1964, Growth and development of sorghum in relation to drought tolerance. *Dissertation Abstraction International (Science and Engineering)*, 51(5): 23-28.
- Terauchi T., Nakagawa H., Matsuoka M., Nakano H., Sugimoto A., 1999, Comparison of the early growth between sugarcane

- and sweet sorghum. *Japanese Journal of Crop Science*, 68 (3) : 414-418.
- Thompson G.D., 1976. Water use by sugarcane. *S. Afr. Sugar J.*60: 598-600, 629-635.
- Tsumura Y., Ohba K., Strauss S.H., 1996. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglasfir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugi (*Cryptomeria japonica*). *Theor Appl Genet* 92: 40–45.
- Tuinstra M., Goldsbrough P., Grote E., Ejeta G., 1992. Identification and RAPD mapping of quantitative trait loci associated with drought tolerance in sorghum. International Conference on Plant Genome, San Diego, California, USA, 9-11 November 1992, New York, USA, Springer.
- Turgeon, R. 1989. The sink-source transition in leaves. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 40: 119-138.
- Turner W., Botha F.C., 2002. Purification and Kinetic properties of UDP-glucose dehydrogenase from sugarcane. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 407,209-216.
- Undersander D.J., Lueschen W.E., Smith L.H., Kaminski A.R., Doll D.J., Kelling K.A., Oplinger E.S., 2009. *Sorghum For Syrup*, Field Crops Manual, University of Minnesota: Center for Alternative Plant & Animal Production and the Minnesota Extension Service, Electronic Publishing.
- Undersander, D.J., Smith L.H., Kaminski A.R., Kelling K.A., and Doll J.D. 1990. *Sorghum - Forage*. Alternative Field Crops Manual. University of Wisconsin Cooperative Extension Service. Madison, Wisconsin. <http://corn.agronomy.wisc.edu/AlternativeCrops/SorghumForage.htm>
- Vavilov N.I. 1951. *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants*. Chronica Botanica Co., Waltham, MA, USA.
- Verma P.K., Wade L.J., Peacock J.M., Seetarama N., Prasad J.S., Huda K.S., 1983, Leaf area response to water and nitrogen stress in sorghum. *Sorghum Newsletter*, 26: 130-132.
- Vietor D.M., Miller F.R., 1990, Assimilation, partitioning, and non structural carbohydrate in sweet compared with grain sorghum *Crop Sci.* 30:1109–1115.
- Wall G.W., Brooks T.J., Adam N.R., 2001. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> improved sorghum plant water status by ameliorating the adverse effects of drought. *New Phytologist* 152, 438–473.
- Walsh K.B., Sky R.C., Brown S.M. 2005 The anatomy of the pathway of sucrose unloading within the sugarcane stalk. *Funct Plant Biol* 32:367-374.

- Wand S.J.E., Midgley G.F., Jones M.H., Curtis P.S., 1999. Responses of wild C<sub>4</sub> and C<sub>3</sub> grass (Poaceae) species to elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration: a test of current theories and perceptions. *Global Change Biology* 5, 723–741.
- Wang G., Mahalingan R., Knap H.T., 1998. (C-A) and (G- A) anchored simple sequence repeats (ASSRs) generated polymorphism in soybean, *Glycine max* (L.) Merr. *Theor Appl Genet* 96: 1086–1096.
- Wang Y. G., Jing J. H., Wang S. T. 1991. The relationship between osmotic adjustment and elongation growth of sorghum leaves under water stress. *Acta Phytophysiologica Sinica*, 17(1): 37-43.
- Wenzel W., Ayisi K., Donaldson G. 1999, Selection for drought resistance in grain sorghum. *Angewandte Botanik*, 73 (3-4):118-121.
- Whittaker A., Botha F.C. ,1997, Carbon Partitioning during Sucrose Accumulation in Sugarcane Internodal Tissue. *Plant Physiol* 115:1651-1659.
- Wilson D.R., Van Bavel C.H.M., Mccree K.J., 1980, Carbon balance of water deficient grain sorghum plains. *Crop Science*, 20 145-153.
- Winter H., Huber S.C., 2000. Regulation of sucrose metabolism in higher plants: localization and regulation of activity of key enzymes. *Crit Rev Biochem Mol Biol* 35:253-289
- Wolfe A. D, Randle C. P., 2001. Relationships Within and Among Species of the Holoparasitic Genus *Hyobanche* (Orobanchaceae) Inferred from ISSR Banding Patterns and Nucleotide Sequences. *Systematic Botany* 26(1):120-130.
- Woods, j., 2000. Integrating Sweet sorghum and sugarcane for bio-Energy: Modelling the potential for electricity and ethanol production in SE Zimbabwe, PhD. Thesis, king's college, London.
- Wu K., Jones R., Dannaerberger L., Scolnik P.A., 1994. Detection of microsatellite polymorphisms without cloning. *Nucleic Acids Res* 22: 3257–3258.
- Xue-En F., Chen Qin., Yin Li-Ping., Wang Wei. 2008. Application of ISSR in Genetic Relationship Analysis of Sorghum Species. *J. Acta Agronomica Sinica*, 34 (8): 1480-1483.
- Yadav R.B.R, Bhatt R. K., Katiyar D.S., 1991. Physiological evaluation of fodder sorghum genotypes for drought tolerances. *Sorghum Newsletter*, 32:59.
- Yang J.C., Zhang J.H., Liu L.J., Wang Z.Q., Zhu Q.S., 2002. Carbon remobilization and grain filling in Japonica/Indica hybrid rice subjected to postanthesis water deficits. *Agronomy Journal* 94, 102–109.
- Yang J.C., Zhang J.H., Wang Z.Q., Zhu Q.S., Wang W ., 2001, Hormonal changes in the grains of rice subjected to water stress during grain filling. *Plant Physiology* 127, 315–323. doi: 10.1104/pp.127.1.315

- Yang Liu., Xiangna Zhao., Meiqi Yue., Baoqing Dun., Baoming Zhang., Ming Lu., Guiying Li. 2010. Cloning and characterization analysis of sucrose synthase gene (*susy2*) in sweet sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Agricultural biotechnology*, 18, 1:24-29.
- Yoshida S .1981. *Fundamentals of rice crop Science*. The International Rice Research Institute. Manila, Philippines.
- Youngquist J.R., Calter D.C., Oungquist W.C., Clegg M.O. 1990, Phenotypic and agronomic characteristics associated with yield and yield stability of grain sorghum in low rainfall environments. *Bulletin of Agricultural Research*, Botswana, pp. 21-23.
- Zeng Y., Wu Y., Avigne W.T., Koch K.E. 1998. Differential Regulation of Sugar-Sensitive Sucrose Synthases by Hypoxia and Anoxia Indicate Complementary Transcriptional and Posttranscriptional Responses. *Plant Physiol.* 116:1573-1583.
- Zhou YaXing., Yu Zhuo., Ma YanHong., Li XiaoYu., Li ChangQing., Li XiaoLei., Ji MingMei., 2009. ISSR analysis of hybrids of loose spike sorghum and sudangrass. *Acta Agrestia Sinica* 17(6):718-722
- Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D., 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) – anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176–183.
- Zou G., Yan S., Zhai G., Zhai G., Zhang Z., Zou J., Tao Y. 2011. Genetic variability and correlation of stalk yield-related traits and sugar concentration of stalk juice in a sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) population. *Australian Journal of crop science*, 5(10):1232-1238
- Zou, G. 2011. Genetic variability and correlation of stalk yield-related traits and sugar concentration of stalk juice in a sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) population. *Australian Journal of Crop Science*, 5(10):1232-1238.

Based on the field results, both the genotype ICSSH30 and cultivar 'Razineah' were selected to study the expression of the sucrose synthase gene isoform 2, a major gene in sugar metabolism in plant stem parenchyma sink tissues. Semi quantitative reverse transcriptase PCR (RT-PCR) confirmed the expression of the Sucrose synthase gene (SuSy2) in both ICSSH30 and 'Razineah' genotypes with potential of differences in gene copy as compared with the control gene (Actin). Sorghum sucrose synthase gene DNA sequence was determined of two different genotypes; the Syrian genotype 'Razineah' (Susy2, GenBank Accession No. JQ062975), which gave the lowest sugar yield per area unit, and the Indian sweet sorghum genotype 'ICSSH30' (Susy2, GenBank Accession No. JQ062976), which gave the highest sugar yield. The results showed that the full length of sorghum sucrose synthase gene is 4587bp of either 'Razineah' or 'ICSSH30', each with 15 exons and 14 introns with 17bp 5' untranslated region (UTR), 220 bp 3' UTR. The start codon to stop codon sequence was 4350bp long including open reading frame (ORF) 2409bp and coding 802 amino acids. Sequence alignment and comparison between 'Razineah' and 'ICSSH30' showed that the similarity between the two sequences was very high (99.8%) with some differences in intron number 10, 2743T>C, 2747T>G, 2753A>T, 2754T>A, 2765G>A, 2771G>T, whereas the only change in the exon region was in exon number 12, 3198TGT>GTG. Protein alignment revealed V561C amino acid substitution from non-polar amino acid 'Valine' in ICSSH30 SuSy2 into polar amino acid Cystein in Razineah. Nucleotide BLAST (blastn/ NCBI) search showed that SuSy2 had a very high identity (99%) with the sugarcane (*Saccharium officinals*) SuSy2 gene. On the other hand, Razineah protein sequence and ICSSH30 had about (99%) identity with sugarcane and (77%) with sugar beet (*Beta vulgaris*).

In conclusion: in our study, we identified an Indian variety (ICSSH30) that showed privileged characteristics as for its draught resistance as well as the high yield of sugar and theoretical ethanol. In addition, we showed that the enzyme sucrose synthase (SuSy2) in the Syrian Razineah contained a mutation (V to C) in the protein sequence that might explain the low sugar yield in this Syrian variety in comparison with the Indian varieties.

## Abstract

Sweet sorghum has multipurpose cultivated types and is widely recognized as a potential alternative source of bio-fuel because of its sugar content in the sugar stalk varieties. The objectives of the study were to assess the morphological and molecular variation and relationship among different sorghum varieties.

Ten sorghum varieties, nine introduced sweet sorghum varieties from ICRISAT and a control Syrian cultivar 'Razineah', were studied in one season field experiment (2010-2011) under two water regimes, irrigated and pre flowering drought stress, to evaluate the morphological variation and response to pre flowering drought stress. We found large variability and significant differences among the ten genotypes regarding most studied morphological parameters and traits. One genotype (ICSSH30) was superior to all other varieties in terms of maintaining drought-tolerance associated traits and high sugar and bio-ethanol potential yield under the two water regimes, while the cultivar "Razineah" showed the lowest values among the same varieties. The lowest significant value of stalk height was obtained from the genotype ICSB38, while the genotype ICSV25280 gave the highest significant value of Brix degree among other studied genotypes. Positive correlation was observed between yield component traits, days to 50% flowering, and leaf area under irrigated condition, and significant positive correlation was observed between yield component traits, days to 50% flowering, and leaf area under drought stress condition. On the other hand, a significant negative correlation was found between Brix degree with stalk yield and juice yield under drought stress conditions, suggesting that the late-flowering genotype and the feature of stay-green of leaves improved adaptation to drought stress conditions, and that with increasing the number of days of 50 % flowering to harvest date, there was an improvement in the yield of genotypes due to increased number of days available for dry matter accumulation, with stay green trait enabling carbon assimilation.

Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers were used to assess the genetic diversity of the studied varieties. Out of 20 ISSR primers screened, 9 primers were selected for their polymorphic and repeatable fragments. 110 fragments were polymorphic out of the total 130, while the percentage of polymorphic bands value ranged from 63.6 % of (AC)<sub>8</sub> T to 100% of (AG)<sub>8</sub> A, with a mean of 84.61%. As a result, poly (AG)-anchored primers were more polymorphic and reproducible than other di-nucleotides and tri-nucleotides motifs. The UPGMA clustering grouped the varieties into two major clusters, clearly separating the Indian varieties from the one Syrian variety. Among the Indian varieties, two sub-clusters were related to the pedigree information, which differentiated the B-line hybrids lines out of other genotypes. Grouping of varieties by UPGMA cluster analysis correlated with the geographical origin, pedigree information, indicating that ISSR markers could be realistically used to evaluate the genetic diversity and differentiation among sorghum varieties. These results were confirmed by the principle component analysis (PCA).



Ministry of Higher Education  
National Commission for Biotechnology



Syrian Arab Republic  
Damascus University  
Faculty of Agriculture

## **Morphological and Molecular Characterization of Introduced Sweet Sorghum and Sequencing of *Sucrose synthase* gene (*SuSy2*)**

This thesis has been submitted as partial fulfillment of the requirement for  
master degree in Field crops

By

**Dema Alhajturki**

National Commission for Biotechnology

**Supervision**

**Dr. Majed Aljamali**  
Dept. Biochemistry and Microbiology  
Faculty of Pharmacy  
University of Damascus

**Dr. Adnan Kanbar**  
Dept. of Field Crops  
Faculty of Agriculture  
University of Damascus

1433/2012