جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة كربلاء - كلية الزراعة

قسم المحاصيل الحقلية

الكشف الجزيئي عن جينات تحمل الاجهاد المائي في اربعة اصناف من الذرة الصفراء

رسالة مقدمة الى مجلس كلية الزراعة / جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير

في العلوم الزراعية / المحاصيل الحقلية

من قبل

علاء محمد عبد المحسن الطائي

بإشراف

أ.م.د علي ناظم فرهود

1445هـ

2023 م

وَأَنزَلْنَآ إِلَيْكَ ٱلْكِتَٰبَ بِٱلْحَقِّ مُصَدِّقًا لِّمَا بَيْنَ يَدَيْهِ مِنَ ٱلْكِتَٰبِ وَمُهَيْمِنًا عَلَيْهِ ۖ فَٱحْكُم بَيْنَهُم بِمَآ أَنزَلَ ٱللَّهُ ۖ وَلَا تَتَّبِعْ أَهْوَآءَهُمْ عَمَّا جَآءَكَ مِنَ ٱلْحَقِّ ۚ لِكُلٍّ جَعَلْنَا مِنكُمْ شِرْعَةً وَمِنْهَاجًا ۚ وَلَوْ شَآءَ ٱللَّهُ لَجَعَلَكُمْ أُمَّةً وَٰحِدَةً وَلَٰكِن لِّيَبْلُوَكُمْ فِى مَآ ءَاتَىٰكُمْ ۖ فَٱسْتَبِقُوا۟ ٱلْخَيْرَٰتِ ۚ إِلَى ٱللَّهِ مَرْجِعُكُمْ جَمِيعًا فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ فِيهِ تَخْتَلِفُونَ

سورة المائدة / الآية 48

إقرار المشرف

اشهد أن إعداد هذه الرسالة جرى تحت اشرافي في جامعة كربلاء – كلية الزراعة / قسم المحاصيل الحقلية وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الزراعية في المحاصيل الحقلية.

المشرف

أ. م. د. علي ناظم فرهود

بناءً على التوصيات المتوافرة، أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

أ. د. عباس علي حسين العامري

ك. رئيس لجنة الدراسات العليا

قسم المحاصيل الحقلية

١٠م.د. عباس علي حسين

إقرار لجنة المناقشة

نشهد أننا أعضاء لجنة المناقشة ، أطلعنا على هذه الرسالة وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وفيما له علاقة بها ، ووجدنا بأنها جديرة بالقبول لنيل شهادة الماجستير في العلوم الزراعية / المحاصيل الحقلية.

رئيس اللجنة

أ.د. ليلى إسماعيل محمد

كلية علوم الهندسة الزراعة - جامعة بغداد

عضواً

أ.د.حميد عبد خشان

كلية الزراعية – جامعة كربلاء

عضواً

أ.د.رزاق لفته اعطية

كلية الزراعة - جامعة كربلاء

المشرف / عضواً

أ.م.د. علي ناظم فرهود

كلية الزراعة - جامعة كربلاء

صدقت الرسالة من قبل مجلس كلية الزراعة - جامعة كربلاء

أ.د. ثامر كريم خضير

العميد وكالة

2023.7.26

الإهداء

الى من انار دربي ومثلي الاعلى

والدي

إلى من طال نظرها إلى السماء ويدها مرفوعة للدعاء

والدتي

الى من غمروني بحبهم وعطفهم فخراً واعتزازاً

اخوتي واخواتي

الى من اختارها قلبي وتحملت من اجلي الصعاب

زوجتي العزيزة

الى زينة الحياة الدنيا .... ابنائي فاطمة، ملاك، حسين

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين وعلى صحبه ومن والاه إلى يوم الدين .

أتقدم بخالص الشكر وعميق الامتنان إلى الدكتور علي ناظم فرهود لقبوله الإشراف على كتابة هذه الرسالة، وتوجيهاته السديدة وعلى ما قدمه من ملاحظات علمية قيمة، وأتمنى له دوام التوفيق والسداد.

كما أخص بالشكر عمادة كلية الزراعة/ جامعة كربلاء والهيئة التدريسية فيها

وأتقدم بالشكر الجزيل إلى رئيس قسم المحاصيل الحقلية وجميع الكادر التدريسي.

بالشكر الجزيل إلى رئيس و اعضاء لجنة المناقشة الافاضل الذين تفضلوا بالقبول لمناقشة هذه الرسالة.

كما اتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى زملائي طلبة الدراسات العليا لتعاونهم الاخوي الصادق

واخص بالذكر فلاح كاظم ويونس منعم.

شكري وتقديري إلى اخي وصديقي سلام علي وجعفر رضا

كما أن شكري وثنائي موصول لجميع من آزرني ووقف إلى جانبي طيلة مدة الدراسة ولم تسعفنا الذاكرة لذكرهم.

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في الموسم الربيعي 2022 في حقل تجارب المزرعة الارشادية في المهناوية التابع إلى المركز الارشادي التدريبي في محافظة بابل على بعد 8 كم شمالي المحافظة والواقعة ضمن خط عرض $32^{o}31'$شمالا وخط طول $44^{o}21'$شرقا ، بهدف دراسة تحمل اربعة اصناف من الذرة الصفراء للإجهاد المائي. نفذت تجربة بثلاث مكررات وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بترتيب الألواح المنشقة وبعاملين , شملت الألواح الرئيسة معاملات حجب الري وهي الري بعد استنفاد 50% من الماء الجاهز (معاملة مقارنة Gs0)، وحجب ريه واحدة عند مرحلة الاستطالة (Gs–V7), وحجب رية واحدة عند مرحلة امتلاء الحبة(Gs–R2), ومعاملة حجب رية واحدة عند الاستطالة وامتلاء الحبة (Gs– V7+R2), اما الالواح الثانوية تضمنت اربعة اصناف من الذرة الصفراء هي : الفرات و دجلة و ZP و كونسينز.

أظهرت النتائج مايلي :

حجب الري عند مرحلة الاستطالة (Gs–V7) سبب انخفاض معنويا في عدد الأيام حتى 50% تزهير ذكري وانثوي و المساحة الورقية ودليلها والوزن الجاف للنبات اذ أعطت متوسطات بلغت 57.00 و 59.50 يوما و 1873.76 سم^{2} نبات$^{-1}$ و 1.00 و210.67 غم نبات$^{-1}$ بالتتابع وان حجب الري عند الاستطالة (Gs–V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة وامتلاء الحبة (Gs-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا بأعداد الصفوف للعرنوص وعدد الحبوب بالصف ووزن 500 حبة اذ أعطت متوسطات بلغت 11.65 و 11.02 صف عرنوص$^{-1}$ و26.77 و23.23 حبة صف$^{-1}$ و54.90 و63.94 غم بالتتابع وان حجب رية عند مرحلة الاستطالة (Gs–V7) وحجب رية عند امتلاء الحبة (Gs–R2)وحجب رية واحدة عند الاستطالة وامتلاء الحبة (Gs–V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في حاصل الحبوب بمتوسطات بلغت 5.36 و4.54 و 4.13 ميكا غرام هـ $^{-1}$, وكذلك سبب انخفاضا معنويا في الحاصل البايولوجي بمتوسطات بلغت و13.54 و15.53 و12.13 ميكا غرام هـ$^{-1}$.بالتتابع حيث بينت النتائج ان حجب الري سبب انخفاضا معنويا في متوسط كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب, اذ أعطت المعاملات Gs-V7 و Gs-R2 و Gs-V7+R2 اقل المتوسطات بلغت 0.89 و 0.79 و0.77 كغم م-^{3} بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ1.15 كغم م-^{3} بالتتابع وان حجب الري عند مرحلة الاستطالة

(Gs-V7) سبب زيادة معنوية في تعبير جين ZmMYBE1 وAP2 عند المراحل الخضرية ,اما في المراحل التكاثرية فلم يكن هنالك تاثيرا معنويا لمعاملات حجب الري في جين ZmMYBE1 بينما سبب حجب الري زيادة معنوية للتعبير النسبي لجين AP2 اذاعطى صنف الفرات اعلى مساحة ورقية ودليلها والوزن الجاف للنبات وعدد الصفوف في العرنوص وعدد الحبوب في الصف اذ أعطت متوسطات بلغت 3057.57 سم^{2} نبات$^{-1}$ و 1.63 و 260.34 غم نبات$^{-1}$ و 17.58 صف عرنوص$^{-1}$ و 37.58 حبة صف$^{-1}$ بالتتابع وجد ان صنف الفرات الأقل تاثرا في المساحة الورقية ودليلها والوزن الجاف للنبات تحت معاملة حجب رية عند الاستطالة (Gs-V7) بنسبة بلغت 37.45% و 37.31 و 21.18% بالتتابع, بينما صنف الكونسينز كان الأكثر تاثيرا بنسبة بلغت 56.66 % و 56.82% و 35.95% واختلف أداء الأصناف تحت معاملات حجب الري اذ اظهر صنف الفرات تحمل اعلى للجفاف بناء على صفات النمو الخضري والحاصل عند فرض الاجهاد عند مرحلتي الاستطالة (GS-V7) ومرحلة امتلاء الحبة (GS-R2). لذا يمكن ان نستنتج ان للجينين ZmMYBE1 و AP2 دورا مهما في زيادة تحمل الأصناف للاجهاد المائي وهذا ما لوحظ من زيادة تعبيرهما في صنف الفرات تحت ظروف الجفاف.

قائمة المحتويات

ت	المحتويات	ا لصفحة
1	المقدمة	1
2	مراجعة المصادر	3
1-2	الاجهاد المائي	3
1-1-2	التأثيرات الفسيولوجية للاجهاد المائـي	4
2-1-2	الاحتياجات المائـية لمحصول الذرة الصفراء	4
3-1-2	كفاءة إستعمال الـماء	5
4-1-2	تاثير الاجهاد المائي في صفات النمو الخضري للذرة الصفراء	6
5-1-2	تأثير الاجهاد المائي في بعض المعايير الفسيولوجية والبايوكيميائية للذرة الصفراء	8
6-1-2	تأثير الاجهاد المائي في مكونات الحاصل للذرة الصفراء	10
7-1-2	ـ تاثير الاجهاد المائي في الحاصل البايولوجي للذرة الصفراء	11
8-1-2	تاثير الاجهاد المائي في حاصل الحبوب للذرة الصفراء	12
2-2	تكيف اصناف الذرة الصفراء لتحمل الجفاف	12
3-2	الآليات المورفولوجية لتحمل الجفاف	16

4-2	تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل التقليدي Conventional PCR	16
1-4-2	تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل الكمي او الاني Quantitative real time polymerase chain reaction (qPCR)	18
2-4-2	طرق تحليل قيم تقنية qPCR	19
5-2	جينات تحمل الجفاف في الذرة الصفراء	21
3	المواد وطرائق العمل	23
1-3	موقع التجربة	23
2-3	خصائص التربة الحقلية	24
3-3	تحضير الأرض والتصميم التجريبي والمعاملات	25
4-3	ممارسات خدمة المحصول	25
5-3	أرواء الألواح التجريبية	26
6-3	طريقة قياس و متابعة الاستنفاد الرطوبي للتربة	26
7-3	حساب كميات مياه الري	27
9-3	الاجهزة والمواد الكيميائية المستعملة في تشخيص جينات تحمل الجفاف	28
1-9-3	الأجهزة	28
2-9-3	المواد و المحاليل الكيميائية	29

10-3	تشخيص الجينات المسؤولة عن تحمل الاجهاد المائي في الذرة الصفراء	30
11-3	استخلاص الحمض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين (DNA) من النبات	30
12-3	قياس نقاوة وتركيز الحامض النووي DNA.	32
13-3	استعمال تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لتضخيم جينات تحمل الاجهاد المائي	32
14-3	الترحيل الكهربائي لناتج PCR باستعمال هلام الاكاروز	34
15-3	التعبير لجينات تحمل الاجهاد ZmMYBE1 و PA2	36
16-3	استخلاص الحامض النووي RNA	36
1-16-3	قياس نقاوة الحامض النووي RNA	39
17-3	تقنية التفاعل التكراري اللحظي لتحديد قيمة التعبير الجيني	39
18-3	الصفات قيد الدراسة	42
19-3	التحليل الإحصائي	46
4	النتائج والمناقشة	47
1-4	تشخيص جين ZmMYBE1 و AP2.	47
2-4	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZmMYBE1 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية والتكاثرية.	48
3-4	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين	52

	AP2 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية والتكاثرية.	
4-4	مدة النمو	56
1-4-4	عدد الايام حتى 50% تزهير ذكري (يوم)	56
2-4-4	عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي (يوم)	57
5-4	الصفات الفسيولوجية	59
1-5-4	محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري)	59
2-5-4	تركيز البرولين في الاوراق (ميكرومول غم$^{-1}$)	60
3-5-4	محتوى الماء النسبي (%)	62
4-5-4	تركيز الهرمونات النباتية في الاوراق (ميكرومول غم$^{-1}$)	63
5-5-4	فعالية الانزيمات (وحدة امتصاص غم $^{-1}$)	66
6-4	الصفات الخضربة	68
1-6-4	ارتفاع النبات (سم)	68
2-6-4	المساحة الورقية (سم^{2} نبات$^{-1}$)	69
3-6-4	دليل المساحة الورقية	71
4-6-4	الوزن الجاف للنبات (غم نبات$^{-1}$)	72
7-4	مكونات الحاصل	74

1-7-4	عدد الصفوف في العرنوص (صف عرنوص$^{-1}$)	74
2-7-4	عدد الحبوب في الصف (حبة صف$^{-1}$)	75
3-7-4	وزن 500 حبة (غم)	77
8-4	حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)	78
9-4	الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ$^{-1}$)	80
10-4	كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب (كغم م$^{-3}$)	81
5	الاستنتاجات والمقترحات	83
1-5	الاستنتاجات	83
2-5	المقترحات	83
6	المصادر	85
1-6	المصادر العربية	85
2-6	المصادر الأجنبية	87
7	الملاحق	108

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	بعض اليات التكيف مع الجفاف	13
2	المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف	14
3	بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية* لتربة الحقل وللعمق 0-0.40م	24
4	أصناف الذرة الصفراء الداخلة في الدراسة	25
5	الأجهزة المستعملة في البحث	28
6	المحاليل و المواد الكيمائية المستعملة في البحث	29
7	عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين DNA	30
8	البوادئ المتخصصة بتشخيص جين ZmMYBE1 و PA2 المسؤولة عن تحمل الاجهاد المائي في الذرة الصفراء المستعلة في تفاعل البلمرة المتسلسل PCR	32
9	مكونات عدة تفاعل البلمرة المتسلسل (i-Taq) Maxime™ PCR PreMix (K6at.No 25025)	33
10	تراكيز مكونات خليط تفاعل البلمرة المتسلسل PCR	33
	برنامج ظروف تفاعل البلمرة المتسلسل PCRلتضخيم جين ZmMYBE1 وPA2	34

11		
12	مكونات عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي RNA	37
13	البوادئ المتخصصة لجينات تحمل الاجهاد المائي المستعملة في تفاعل البلمرة المتسلسل اللحظي الكمي qPCR	40
14	مكونات عدة لتحضير التفاعل التكراري اللحظي (Master Mix GoTaq® Probe RT-qPCR)	40
15	مكونات التفاعل التكراري اللحظي (RT-qPCR)	41
16	برنامج ظروف تفاعل (RT-qPCR) لجينات تحمل الاجهاد المائي ZmMYBE1 وAP2	42
17	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZMMYBE1 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية.	50
18	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZMMYBE1 في اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة التكاثرية.	51
19	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية.	54
20	تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة التكاثرية.	55
21	تاثير حجب الري في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري (يوم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	57
22	تاثير حجب الري في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي (يوم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	58

23	تأثير حجب الري على محتوى الكلوروفيل (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	60
24	تأثير حجب الري على تركيز البرولين (ميكرومول غم$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	61
25	تأثير حجب الري في محتوى المائي النسبي(%) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	63
26	تأثير حجب الري في IAA (ميكرومول غم$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	64
27	تاثير حجب الري في تركيز الجبرلين (ميكرومول غم$^{-1}$) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	65
28	تاثير حجب الري في تركيز السايتوكاينين (ميكرومول غم$^{-1}$) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	65
29	تاثير حجب الري في فعالية انزيم بيروكسيديز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	67
30	تاثير حجب الري في تركيز انزيم الكاتليز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	67
31	تأثير حجب الري في ارتفاع النبات (سم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	69
32	تأثير حجب الري في المساحة الورقية (سم^2 نبات$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	70
33	تأثير حجب الري علي دليل المساحة الورقية لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	72
34	تأثير حجب الري على الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	73
35	تاثير حجب الري في عدد الصفوف بالعرنوص (صف عرنوص$^{-1}$) اصناف من الذرة الصفراء	75

36	تاثير حجب الري في عدد الحبوب بالصف (حبة صف$^{-1}$) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	76
37	تأثير حجب الري في متوسط وزن 500 حبة (غم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	78
38	تاثير حجب الري في متوسط حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء	79
39	تاثير حجب الري في متوسط الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	81
40	تاثير حجب الري في متوسط كفاءة استعمال الماء (كغم م$^{-3}$)لاربعة اصناف من الذرة الصفراء	82

قائمة الاشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
1	نسب الانخفاض في حاصل حبوب الذرة الصفراء عند مراحل نمو مختلفة	15
2	مراحل تفاعلqPCR	21
3	منحنى الوصف الرطوبي لتربة الحقل	23
4	الدليل القياسي للحامض النووي DNA	35
5	ترحيل نواتج تفاعل PCR لبوادئ جينZmMYBE1 مع معاملة مقارنة (N.C) بدون اضافة DNA الى بقية المكونات المطلوبة لتفاعل البلمرة المتسلسل .بالاضافة الى احجام سلم الحامض النووي (DNA ladder) مثبتة على الجانب الايسر من الشكل.	47
6	ترحيل نواتج تفاعل PCR لبوادئ جينAP2مع معاملة مقارنة (N.C) بدون اضافة DNA الى بقية المكونات المطلوبة لتفاعل البلمرة المتسلسل .بالاضافة الى احجام سلم الحامض النووي (DNA ladder) مثبتة على الجانب الايسر من الشكل.	48

قائمة الملاحق

رقم الملحق	عنوان الملحق	الصفحة
1	كمية المياة المستعملة ($م^3$) في الري	108
2	لتاثير حجب الري واصناف الذرة الصفراء ولتحليل التباين وفق متوسطات المربعات والتداخل بينهما للصفات المدروسة MS	109

1- المقدمة

يعد الجفاف من المشاكل الرئيسة التي تحدد الإنتاج الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم. اذ ينطوي الجفاف تحت مفهوم الامن المائي والذي هو جزء مهم منه ، اذ تعتبر الموارد المائية احد العوامل الرئيسة المحددة للإنتاج الزراعي وتطوره، فالموقف المائي الحالي والمستقبلي في العراق يستدعي وضع ادارة جيدة للمصادر المائية بهدف الاستغلال الامثل للمياه. وواحدة من اساليب الادارة هو تطبيق اسلوب الري الناقص (deficit irrigation) بهدف زيادة كفاءة استعمال الماء الذي يعد هدفا اساسيا لعملية الري في المناطق الجافة و شبه الجافة من العالم, والتي ربما هي التي تحقق عملية المقاومة للجفاف (Zou واخرون, 2021) ونظرًا لتزايد عدد سكان العالم ، اصبح من الضروري تحسين غلة وإنتاج المحاصيل المهمة في ظل الظروف العادية وظروف العجز المائي ، اذ تعد الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) من محاصيل الحبوب المهمة في العراق والعالم، اذ تصنف كثالث محصول أساسي بعد الحنطة والرز (Liu واخرون ,2021), فهي من بين المحاصيل التي تسهم في استقرار الامن الغذائي الا ان هذا المحصول يتعرض لظروف نقص المياه الذي له تأثير كبير على إنتاجية الذرة وتوسع إنتاجها. لذا نشأت حاجة متنامية إلى إنتاج أصناف من الذرة الصفراء يمكنها النمو وإعطاء محصول جيد في بيئات تعاني من نقص المياه, اشار (Chukwudi وآخرون ,2021) ان زراعة بعض اصناف الذرة الصفراء ذات صفة تحمل للجفاف المائي كفيلة الى حدا مابحل مشكلة الجفاف ولا سيما ان هذا المحصول صيفي ومتطلباتة المائية عالية, وان صفة تحمل الجفاف مسيطر عليها وراثيا, لذا فان تحديد اصناف الذرة الصفراء الحاملة لجينات تحمل الجفاف باستعمال ادوات التكنولولوجيا الحيوية الجديدة ومنها العلامات المعتمدة على الحامض النووي DNA يمكن الوثوق بها لقياس التنوع الوراثي في الذرة خلافا لصفات الشكل الظاهري والكيميائية الحياتية التي ربما تتأثر بالعوامل البيئية وعمليات النمو التي تستغرق وقتا طويلا جدا, لان علامات الحامض النووي تعطي تصورا سريعا عن التسلسل الجيني في النبات, وبالتالي تمكننا من الكشف عن الاختلافات الوراثية التي تحملها الإفراد المختلفة, اذ إن تقنية PCR ساعدت في الكشف عن جينات تحمل الجفاف المائي كما درس الباحثون مقـدار التعبير الجيني للعديـــد من الجينات عن طريق تقنية الحديثة qPCR Quantitative real time والتي تمكننا من البحث عن مصادر وراثية جديدة تمتلك صفة تحمل الجفاف (Luo واخرون, 2018).

ان الآليات التي تزيد من تحمل الذرة الصفراء للجفاف مسيطر عليها من جينات خاصة تسمى بجينات تحمل الجفاف والتي تختلف من تركيب وراثي لأخر حسب درجة تحمله للجفاف وهي المسؤولة عن إحداث التغايرات في درجة تحمل الجفاف بين الأصناف أو التراكيب الوراثية, وعلى هذا الأساس تم الكشف عن

الكثير من الجينات المسؤولة عن تحمل للجفاف في محصول الذرة الصفراء والتي لها دور في تحمل النباتات للجفاف مثل جين ZmMYBE1 و AP2, اذ يعدان هما المسؤولين عن تحمل نباتات الذرة الصفراء للجفاف من خلال دورهما الحيوي في تنظيم نمو النبات وتطوره و والاستجابة الدفاعية ضد الاجهادات الاحيوية (Sun واخرون, 2022),

لذا هدفت هذه الدراسة إلى :-

1- استعمال جينين ZmMYBE1 و AP2 كمؤشر للكشف عن تحمل اربعة اصناف الذرة الصفراء المتحملة للجفاف و تحديد قيمة تعبير الجين لها.

2- تقييم اداء اربعة اصناف من الذرة الصفراء بمعايير النمو والحاصل تحت معاملات حجب الري.

3- تحديد الاحتياجات المائية لاربعة اصناف من الذرة الصفراء لتحقيق اعلى استعمال مائي.

4- تحديد مراحل نمو وتطور المحصول الاكثر تأثرا بنقص المياه .

2 – مراجعة المصادر

2-1 - الإجهاد المائي

يمكن ان يعرف الاجهاد بانة كل عائق يخفض الانتاج الى حدود ادنى مقارنة بما يفترض ان تحققه القدرات الوراثية للنبات (Turner و Kramer ,1980), اما Jones و Jones (1989) فقد عرفا الاجهاد على انه كل قوة او تأثير ضار يعطل النشاط المعتاد لأي جهاز نباتي, لذا يمكن ان نعرف الاجهاد المائي على انه عجز بتوفير الماء للنبات لفترة زمنية مما يعمل على احداث ضرر للنبات. يحدث الاجهاد عند استنزاف الماء الجاهز في منطقة الجذور مما ينتج عنه تساوي الجهد المائي للتربة مع الجهد المائي للنبات مما يفقد النبات القدرة على امتصاص الماء والمواد الغذائية مما يجعله اكثر عرضة للوصول الى نقطة الذبول الدائم (pandit واخرون 2018). تختلف النباتات من حيث الاليات التي تمتلكها لمقاومة الجفاف, اذ قسمها Levitt (1980) الى النباتات الهاربة من الجفاف (drought escaping plants) وهي النباتات التي لها القابلية على إكمال دورة حياتها بمدة قصيرة وجعل نموها يقتصر على المراحل التي تكون فيها الظروف المائية ملائمة, اما النباتات المتجنبة للجفاف (drought avoidance plants) وهي النباتات التي لها القابلية على الاحتفاظ بجهد مائي مرتفع في أنسجتها إما باستخلاص ماء أكثر من التربة أو باستعمال ماء التربة بصورة بطيئة في المراحل المبكرة من الجفاف, والقسم الاخير هي النباتات المتحملة للجفاف((plants drought) tolerant وهي النباتات التي لها قابلية المحافظة على جهد مائي منخفض في خلاياها أو أنسجتها من خلال تركيز بعض الذائبات مثل السكريات بآلية تسمى التنظيم الازموزي (osmoregulation) مما يساعدها على القيام بفعاليتها الإحيائية بوساطة هذه الآلية ومقدرتها على استعادة نموها بعد زوال تأثير الجفاف.

يمكن أن نقسم الاجهاد المائـي تبعاً لشدة تأثيره في الانسجة النباتيةعلى عدة مستويات منها الاجهاد الطفيف Mild stress اذ يتراوح فيه الجهد المائـي أقل من 12 بار أي ما يعادل عجز ماء التشبع 8-10% والاجهاد المعتدل Modrate stress حيث تتراوح فيه قيمة الجهد المائـي بين 12-15 بار أي ما يعادل 10-20% من قيمة عجز ماء التشبع اما الاجهاد الشديد او القاسي Sever stress فهو الذي تنخفض فيه قيمة الجهد المائـي للخلايا النباتية إلى أكثر من 15 بار بما يعادل 20% او أكثر من عجز التشبع (Shanker و Venkateswarlu ،2011 و Steinberg ، 2012). لقد بدء الباحثون ومنذ مدة ليست بالقليلة بدراسة نقص المياه ومختلف تأثيراتها السلبية على البيئة والنبات، حيث تعد احد اهم المشاكل اللاحيائية التي تواجه الإنتاج الزراعي فهي تؤثر على نمو المحصول ابتداءً من مرحلة الانبات وبزوغ البادرات وانتهاءً بالمراحل النهائية

من دورة حياته، ان التأثير السلبي الذي تحدثه على العمليات الفسلجية والحيوية في النبات. قد يسبب اختلال في التركيب الكيمياوي للجدار الخلوي وعدم انتظام الاغشية الخلوية وهدم البروتينات والبروتوبلازم وخلل في عمليات فسيولوجية مهمة منها التمثيل الكاربوني وتقليل فعاليات الانزيمات فضلاً عن التأثيرات في الشكل المورفولوجي للنبات، وكذلك انتاج أنواع (Reactive oxygen species)(ROS) التي تسبب تلف للأغشية الخلوية وتحلل البروتينات والأحماض النووية وغيرها (Fathi و Tari، 2016 و Basu وآخرون،2016 و Vaughan وآخرون،2018).

2-1-1- التأثيرات الفسيولوجية للاجهاد المائـي

ان آلية تحمل النباتات للجفاف يمكن ان تعتبر صفة معقدة تتضمن العديد من الخصائص المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية والبايوكيميائية والوراثية التي تتحكم فيها جينات عدة ذات تأثيرات مختلفة ، بعض النباتات تمتلك العديد من الآليات التكيفية للاستجابة للإجهاد المائي، منها التغيرات المورفولوجية أو التغيرات في العمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية (Barnabás وآخرون، 2008). بين Flexas وآخرون (2006) ان الاجهاد المائي يقلل من معدل التمثيل الكاربوني بشكل غير مباشر عن طريق إغلاق الثغور أو بشكل مباشر عن طريق تقليل مقدرة وكفاءة التمثيل الكاربوني للأوراق. ان صفة اختزال المساحة الورقية تعد من ابرز الآليات التي يلجأ اليها النبات لمواجهة ظروف نقص المياه، فهي تقلل فقد الماء من النبات عن طريق النتح، إن إختزال المساحة الورقية يتأتى عن طريق تقليل نشوء الأوراق الجديدة واتساعها أو التعجيل بشيخوخة وأسقاط الأوراق (Prasad وآخرون ،2008).

2-1-2- الاحتياجات المائـية لمحصول الذرة الصفراء

تعتمد الاحتياجات المائية لأي محصول على عوامل عديدة منها الصنف المزروع ونسجة التربة والظروف المناخية، فضلاً عن عمليات خدمة التربة والمحصول. ان دراسة الاحتياجات المائـية للمحاصيل في بعض المناطق مثل المناطق الجافة وشبه الجافة ذات أهمية كبيرة في استعمال مياه الـري استعمالاً فعالاً وكفوءاً في تطوير انظمة الـري وتزويد النبات بالاحتياجات المائـية الفعلية، كمـا ان إدخال واستثمار أراضٍ جديدة في الزراعة يتطلب تقدير المتطلبات المائـية للمحاصيل التي ستزرع فيها ومقارنتها بالمصادر المائـية المتوفرة , ان مفهوم المتطلبات المائـية يكون مشابهاً لمفهوم التبخر- نتح ويكون لبعض المحاصيل تقريباً متساوياً في قيمته مع قيمة التبخر- نتح باعتبار قيم الـماء المستهلكة في بناء انسجة النبات قليلة مقارنة مع قيم التبخر- نتح (أرحيم، 2015). يعرف الاستهلاك المائـي على انه مجموع ما يفقد من الـماء عن طريق النتح

(T) بوساطة النبات وكمية الماء المفقود بالتبخر (E) من سطح التربة وكمية المياه المستعملة في بناء انسجة النبات نفسه، وتحسب هذه الكمية بما يساويها من المليمترات من الماء عمقاً بموجب طرائق ومعادلات عدة (Allen واخرون، 1998). ان المعلومات عن معدل الاستهلاك المائي للمحاصيل تكون الأساس في اختيار المحاصيل الملائمة للمنطقة في ظل كميات المياه المتوافره تبعاً لأسس مجدية اقتصاديا ، تعتمد على مقدار العائد من المحصول وطبقاً لكلفة الوحدة الواحدة من المياه المستهلكة (Al–janabi ،2008). يُعد تقدير الاستهلاك المائي للمحصول من الامور الاساسية لأي مشروع اروائي كونه يمثل المرحلة الاولى والمهمة لتخطيط الإدارة المثلى للمياه، الذي سيساعد في تنظيم كمية ومواعيد الري اللازمة للمحصول. تختلف الدراسات في تقدير الاستهلاك المائي للذرة الصفراء وذلك بحسب الظروف البيئية وموسم النمو وصفات التربة وغيرها. وتوصل فالح وصالح (2012) ان الاستهلاك المائي الفعلي لمعاملة الري الكامل للذرة الصفراء بلغ 610 ملم موسم$^{-1}$. في المغرب توصل Bouazzama (2012) إلى ان الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء بلغ 535 ملم موسم$^{-1}$. وفي سوريا 475 ملم موسم$^{-1}$ (عودة وآخرون،2016). أما في العراق توصل عبود ومهدي، (2016) إن الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء هو 699 ملم موسم$^{-1}$. بينما توصل Abdulameer و Ahmed (2018) ان الاستهلاك المائي للذرة الصفراء في وسط العراق بلغ 414 ملم موسم$^{-1}$.

2-1-3- كفاءة إستعمال الماء

إن مفهوم كفاءة استعمال المياه بشكل موجز يمكن تعريفه على انه حاصل المحصول القابل للتسويق لكل وحدة ماء مستعمل في التبخر – نتح ، أيضاً يصح التعبير عنه بمقدار انتاجية وحدة الماء (المعيني و العبيدي، 2018). كفاءة إستعمال الماء للمحصول تعتمد على عدة عوامل ، تشمل جوانب مختلفة منها الخصائص الفسيولوجية، والطبيعة الوراثية للمحاصيل، وخصائص التربة ومدى قدرتها على الاحتفاظ بالماء، ومعدل ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة (Asare واخرون، 2011). أشار Singh (2014) إلى إن كفاءة استعمال الماء تتأثر ضمن الانظمة الزراعية بمجموعة من العوامل منها الظروف المناخية وطبيعة التربة وطبيعة النبات, كما ويمكن رفع كفاءة الاستعمال المائي بإحدى الطريقتين اما عن طريق زيادة الحاصل او الادخار في كميات الماء المستعملة .أشار جبر و تعبان (2016) إلى ان زيادة كفاءة استعمال الماء قد تأتي من تقليل كميات الري مما يجعل النبات يبذل جهداً أكبر في إمتصاص الماء والمغذيات من التربة ليعطي أعلى قدر ممكن من الانتاجية. أشار عبد العظيم و أحمد (2017) إلى ان كفاءة استعمال الماء للذرة الصفراء تقل تحت الشد المائي نتيجة تأثر نمو توسع الاوراق وقلة اعتراض الضوء ومن ثم تأثر عملية التمثيل الكاربوني

وانعكاس ذلك سلباً على حاصل المادة الجافة والحبوب. أثبتت العديد من الدراسات ان قيم كفاءة إستعمال الماء تتراوح من 1.1 كغم م$^{-3}$ إلى 3.2 كغم م$^{-3}$ للذرة الصفراء في الزراعة المروية ومن 0.6 كغم م$^{-3}$ إلى 2.3 كغم م$^{-3}$ في الزراعة المطرية (Magaia ، 2017). أظهرت نتائج دراسة Yuan وآخرون (2019) أن لمعاملات ري الذرة الصفراء بمعدل 555 و 370 و 277 ملم موسم$^{-1}$ تأثيراً معنوياً في كفاءة استعمال الماء وسجل, 1.08 و 1.22 و 1.10 كغم م^{3} ماء بالتتابع. اشار محمد واحمد (2017) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت حجب ري عند مرحلة الاستطالة ونشوء العرانيص و10% تزهير انثوي و الطور الحليبي والطور العجيني, ان حجب الري عند مرحلة مرحلة الاستطالة ونشوء العرانيص و10% تزهير انثوي سبب انخفاضا معنويا في كفاءة استعمال الماء لحاصل حبوب الذرة الصفراء, اذ اعطت متوسطات بلغت 0.97 و 0.96 و 0.81 كغم م$^{-3}$, بالتتابع, مقارنة بمعاملة بدون حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 1.12 كغم م$^{-3}$, بينما لم يكن هنالك تاثيرا معنويا لحجب الري عند مرحلتي الطور الحليبي والعجيني. ذكر Tas وMutlu ,(2021) بعد تطبيقة تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة التزهير سبب زيادة معنوية في كفاءة الاستعمال المائي اذ اعطت متوسط بلغ 2.114 كعم م$^{-3}$,مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 1.369 كغم م$^{-3}$ والتي لم تختلف معنويا عن حجب الري عند النمو الخضري وامتلاء الحبة, بينما سببت معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة سببت زيادة معنوية في معامل الاجهاد المائي للمحصول اذ اعطت متوسط بلغ 0.33 كغم حبوب م$^{-3}$ مقارنة بمعاملة حجب الري التي اعطت اقل متوسط .وضح Kar و Kumar (2015) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة التزهير والاستطالة سبب انخفاض معنويا في كمية الماء المستعمل و كفاءة استعمال الماء اذ اعطت متوسطات بلغ (180 و300) ملم و(0.811 و0.918) كغم م$^{-3}$ بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 360 ملم و 1.019 كغم م$^{-3}$ بالتتابع .اشار Mubeen واخرون (2021) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة الحريرة وامتلاء الحبة سبب انخفاضا معنويا في كفاءة الاستعمال المائي اذ اعطت متوسطين بلغا 1.76 و 1.29 كغم م$^{-3}$, بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 1.52 كغم م$^{-3}$ والتي لم تختلف معنويا عن معاملة ظهور الحريرة.

2-1-4- تاثير الاجهاد المائي في صفات النمو الخضري للذرة الصفراء

ان المجموع الخضري هو الجزء الاكثر حساسية للجفاف لانه يمثل صافي نواتج التمثيل الكاربوني والذي يعتمد على التوازن بين عمليتي التمثيل الكاربوني والتنفس، اذ يسبب الاجهاد اختزال المساحة الورقية التي

تقوم باعتراض الاشعاع ومن ثم تقليل المادة الجافة المتراكمة (احمد و بكر، 2009). لاحظ كل من Igbadum و Salim (2008) و(Cakir, 2004) ان حاصل المادة الجافة لمحصول الذرة الصفراء يعتمد على مرحلة النمو التي يحصل عندها نقص الماء، وتكرار نقص الماء، بغض النظر عما اذا كان في مرحلة واحدة او اكثر من مراحل النمو.

وضح Yasminواخرون (2017) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند الاستطالة وظهور الحريره سبب انخفاض معنويا في ارتفاع النبات اذ اعطى متوسطين بلغا 148.50 و148.03 سم بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 150.60سم.اشار Aslam واخرون (2021) بعد تطبيقهم تجربة حقليه عن محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة سبب انخفاضا معنويا في ارتفاع النبات والمساحة الورقية اذ اعطت متوسطات بلغت و199.90 سم و 517.18م^2 ، بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 215.89 سم.و 585 سم^2 بالتتابع. وضح Kar و Kumar (2015) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة التزهير والاستطالة سبب انخفاضا معنويا في دليل المساحة الورقية اذ اعطت متوسطين بلغا4.07 و5.39 بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 5.53.

يعتمد الوزن الجاف الكلي للنبات على معدل النمو وطول موسم النمو تحت متغيرات بيئية اهمها الاشعاع الشمسي اليومي ودرجة الحرارة والماء Jones وKiniry (1986).. ذكر سالم واخرون (2012) ان حاصل المادة الجافة للذرة الصفراء زاد عند معاملة الري الكامل، قياسا بحجبه عند مرحلة التزهير، وعزوا ذلك الى انخفاض مكونات المادة الجافة، وتفقت هذه النتيجة مع ما توصل اليه Nejat واخرون (2009) بحصول انخفاض في حاصل المادة الجافة عند حجب الري خلال مراحل النمو قياسا بمعاملة الري الكامل. بينت نتائج Kuscu و Demir (2012) انخفاض حاصل المادة الجافة عند قطع الري في مرحلة النمو الخضري حيث اعطت اقل متوسط بلغ 28.90 طن هـ$^{-1}$، بينما اعطت معاملة قطع الري عند مرحلة التزهير اعلى متوسط لهذه الصفة بلغ 29.18 طن هـ$^{-1}$. اظهرت نتائج Oveysi واخرين (2010) ان هناك اختلافات معنوية بين المعاملات في حاصل المادة الجافة حيث اعطت معاملة الري الكامل اعلى متوسط بلغ 23.4 طن هـ$^{-1}$، واعطت معاملة الاجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 19.5 طن هـ$^{-1}$. تبين من نتائج Yilmaz واخرون (2010) ان اقل متوسط لحاصل المادة الجافة كان عند معاملة قطع الري في مرحلة الاستطالة بمتوسط بلغ 2.15 و 2.06 كغم م$^{-3}$ واعلى متوسط لهذه الصفة عند معاملة الري الكامل وبمتوسط 3.13 و 3.00 كغم م$^{-3}$ كما بين نفس الباحث ان طول العرنوص انخفض بمقدار 3 %

و4% عند حجب الري في مرحلة ظهور النورة الانثزية وللسنتين 2003 و 2004 بالتتابع. وضح Yasmin واخرون (2017) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند ظهور الحريرة سبب انخفاض معنويا في طول العرنوص اذ اعطى متوسط بلغ 15.20سم مقارنة بمعاملة عدم حجب الري اذ اعطت متوسط بلغ 15.93سم ولم تختلف معنويا عن حجب الري عند مرحلة الاستطالة. توصل Meskelu واخرون (2014) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ,ان حجب الري في مرحلة الاستطالة سبب انخفاض معنويا في طول العرنوص اذ اعطت متوسط بلغ 14.6 سم مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 18.3 سم , لاحظ Moosavi (2012) ان هناك اختلافات معنوية بين معاملات قطع الري ومعاملة الري الكامل في صفة طول العرنوص، حيث اعطت معاملة الري الكامل اعلى متوسط بلغ 20.89 سم في حين اعطت معاملة حجب الري عند مرحلة عشرة ورقة اقل متوسط بلغ 12.99 سم. في حين ذكر Olaoye واخرون (2009) ان طول العرنوص قد زاد عند تعرض النبات للاجهاد المائي حيث زاد من 16.1 سم لمعاملة الري الكامل الى 17.12 سم عند قطع الري بعد تكوين المتوك. اشار Ghadiri و Majidian (2003) الى ان طول العرنوص اختزل من 23.77 سم لمعاملة الري الكامل الى 22.04 سم عند حجب الري في مرحلة الطور الحليبي. ذكر Azarpanah واخرون (2013) ان طول العرنوص لم يتاثر بالاجهاد المائي لجميع مراحل النمو حيث لم تظهر اي فروق معنوية بين معاملات الحجب.

2-1-5- تأثير الاجهاد المائي في بعض المعايير الفسيولوجية والبايوكيميائية للذرة الصفراء

ان تاثير حامض البرولين فـي الانسجة النباتية يزيد من تحمل النبات لمختلف الاجهادات ومنها اجهاد نقص الماء والذي تناولته دراسات متعددة ومدى تأثيره على النبات ،ان من ابرز تأثيرات الاجهادات غير الحيويةعلى النباتات المعرضة هي انتاج انواع متعددة من المواد المذابة العضوية، التي تتضمن جزيئات صغيرة من البرولين وهذه ماتسمى بالمنظمات الأزموزية أو المواد الذائبة التوافقية (Osmolytes) وهي تعمل على حماية النبات من الاجهادات عن طريق التكيفات الخلوية والتي تعمل على حماية وسلامة الأغشية واستقرارية الانزيمات (Farooq وآخرون، 2009). يسبب تراكم البرولين زيادة في عملية التنظيم الازموزي داخل الخلية لموازنة الجهد الازموزي للعصير الخلوي ويتركز حامض البرولين في السايتوبلازم (Heidari و Moveni ،2009). يعد البرولين احد أنواع الاحماض الامينية وان تراكمه يعد من احدى الوسائل الدفاعية التي يستعملها النبات لمواجهة ظروف الجفاف (Sinay واخرون، 2015)، ان تراكم حامض البرولين له دور ايجابي في تنظيم الجهد الازموزي لخلايا النبات والذي يسهم في زيادة قابلية الخلايا

على سحب الماء والمغذيات من محيط النمو ومن ثم المحافظة على استطالة الخلايا وفتح الثغور وكفاءة عملية التمثيل الكاربوني والذي يؤدي بدوره إلى المحافظة على نمو النبات تحت ظروف الاجهاد المائي (Al-shaheen واخرون،2016). ان تراكم البرولين في أوراق النبات يعد مؤشراً لحدوث نقص الماء ، ويعتبرغير سام للنبات ويساعد على خزن النتروجين الزائد والذي يستفاد منه النبات عند تعرضه للإجهاد ونقص الطاقة، لان أكسدة كل وحدة من البرولين يحرر حوالي 30 ATP من الطاقة الضرورية للنبات (Zhang و Becker، 2015).

ان ابرز تأثير للجهد المائـي هو تحلل الصبغات النباتية مسبباً بذلك تلفاً في أجهزة عملية التمثيل الكاربوني، ومن بين اهم هذه الصبغات هي صبغة الكلوروفيل التي لها دور أساسي في عملية التركيب الضوئي ، ان انخفـاض محتوى الكلوروفيل في اوراق نباتات الذرة الصفراء قد بلغ نسبة وصلت الى 12.75% و 49.44% عند قطع الـري عند مرحلتي الاستطالة ومرحلة الاستطالة وامتلاء الحبة (Alam واخرون ,2014). ذكرTas وMutlu (2021) بعد تطبيقة تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة سبب انخفاض معنويا في محتوى الكلوروفيل اذ اعطت متوسط بلغ 39.10 سباد مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 44.50 سباد والتي لم تختلف معنويا عن حجب الري عند النمو الخضري والتزهير. وضح Mubeen واخرون (2021) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ’ان حجب الري عند مرحلتي ظهور الحريرة وامتلاء الحبة سبب انخفاض في محتوى الكلوروفيل اذ اعطت متوسطين بلغا 26.3 و 28.3 (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري) باتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 36.3 (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري), بينت نتائج Khayatnezhad و Gholamin (2012) ان اعلى محتوى من الكلورفيل كان 61.93 ملغم غم$^{-1}$ عن معاملة الري الكامل اما عند مرحلة الاستطالة اعطى اقل محتوى من الكلورفيل كان 44.71 ملغم غم$^{-1}$. ذكر Rafiee (2012) و Khayatnezhad واخرون (2011) انخفاض محتوى الكلورفيل في اوراق نباتات الذرة الصفراء عند تعرضها للاجهاد المائي.

يمكن تصنيف النباتات المتحملة للجفاف على أساس محتوى الماء النسبي والذي يعتبر من المؤشرات المهمة في معرفة مدى تحمل النبات للاجهاد المائي وغيرها من الاجهادات الأخرى مما دعت الحاجة إلى قياسه كأحد المؤشرات المهمة فـي الدراسة. اوضح Abd ulameer و Ahmed (2018) إن الشد المائي قد يلعب دور رئيسي في إنخفاض محتوى الماء النسبي لأوراق نباتات الذرة الصفراء اذ انه سبب نقصان الجهد المائي للتربة نجم عنه انخفاض قدرة النبات على إمتصاص الماء ومن ثم نقص محتوى الماء في الانسجة

النباتية، ان فقدان الماء من الاوراق عن طريق النتح قد سبب ارتفاع في درجات الحرارة وإنخفاض في الرطوبة النسبية مما أدى ذلك الى عدم توزان عملتي الامتصاص والنتح والذي بدوره انعكس سلباً على الحالة المائية للنبات. وضح Aslam واخرون (2014) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة سبب انخفاض في المحتوى المائي النسبي اذ اعطى متوسطين بلغا 44.96 % و47.21 % بلتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 69.05 %, اشار Sah و Zamora (2005) الى ان الاجهاد المائي على نبات الذرة الصفراء سبب انخفاض في محتوى الماء النسبي من82.15 % في معاملة الري الكامل الى 72.39 % لمعاملة حجب الري عند مرحلة التكاثر.

أشار Aldesuquy (2014) الى ان الاجهاد المائي سبب وبشكل واضح نقص في محتوى الهرمونات النباتية المحفزة للنمو ومن هذه الهرمونات هي الأوكسينات، والجبرلينات، والسايتوكاينينات، كذلك يؤدي في الوقت نفسه إلى رفع محتوى ABA والاثيلين. ، أشار Bano واخرون (1993) ان النباتات المعرضة لنقص الماء كان تركيز السايتوكاينينات في انسجتها النباتية منخفض وسرعان ما يعود الى حالته الطبيعية بعد زوال هذا الشد ، وقد تم ملاحظة ذلك في النباتات ذات المستوى العالي من السايتوكاينينات، وقد أظهرت مقدرة تحمل أكبر للإجهاد المائي.

6-1-2 تأثير الاجهاد المائي في مكونات الحاصل للذرة الصفراء

وضح Jasim واخرون (2020) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلتي الاستطالة وامتلاء الحبة سبب انخفاض معنويا بعدد الحبوب بالصف الواحد اذ اعطى متوسطين بلغا 30.2 و30.6 حبة صف$^{-1}$ بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 33.2 حبة صف$^{-1}$ كما بين ان حجب الري عند مرحلة 8 اوراق ومرحلة امتلاء الحبة سبب انخفاض معنويا في عدد الصفوف بالعرنوص اذ اعطى متوسطات بلغا 12.6 و12.7 صف عرنوص$^{-1}$بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم الحجب الري التي اعطت متوسط بلغ 14.5 صف للعرنوص , اشار Babakhaani واخرون (2013) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ,ان حجب الري عند مرحلة ظهور الحريرة سبب انخفاضا معنويا في عدد الحبوب بالصف الواحد بنسبة 29 % مقارنة بمعاملة عدم حجب الري .بين Azarpanah و اخرون (2013) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء, ان حجب الري عند الاستطالة سبب انخفاض معنويا في عدد الحبوب بالصف الواحد اذ اعطى متوسط بلغ42.3 حبة صف$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 48.85 حبة صف$^{-1}$.

توصل Babakhaani واخرون (2013) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة سبب انخفاض معنويا في عدد صفوف العرنوص اذ اعطى متوسط بلغ 11.96 صف عرنوص$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 14.03 صف عرنوص$^{-1}$, وضح Azarpanah واخرون (2013) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة سبب انخفاض معنوبا بعدد الصفوف للعرنوص اذ بلغا 13.56 صف عرنوص$^{-1}$ مقارنة بمعاملة عدم حجب الري والتي اعطت متوسط بلغ 15.16 صف عرنوص$^{-1}$.

وضح Kar و Kumar (2015) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة التزهير والاستطالة سبب انخفاض معنويا في وزن الف حبة اذ اعطت متوسطات بلغت 218 و245 غم مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 250 غم .اشار Jasim واخرون (2020) بعد تطبيقهم تجربه حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عند مرحلة ثمان اوراق وامتلاء الحبة سبب انخفاضا معنويا في وزن 500 حبة اذ اعطى متوسطين قد بلغا 30.19 و30.6 غم بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 33.86 غم . وفي دراسة Moosavi (2012) وجد ان حجب ماء الري عند مرحلة امتلاء الحبوب لمحصول الذرة الصفراء خفض وزن 500 حبة الى 208.80 غم قياسا مع معاملة الري الكامل وحجبه عند مرحلتي عشرة ورقة وظهور النورة والذي بلغ 298.20 و 233.70 و 219.80 غم بالتتابع.

2-1-7- تاثير الاجهاد المائي في الحاصل البايولوجي للذرة الصفراء

وضح Kar و Kumar (2015) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عن مرحلتي التزهير والاستطالة سبب انخفاض معنويا في الحاصل البايلوجي اذ اعطت متوسطين قد بلغا 10430 و10980 كغم هـ$^{-1}$ بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 12700 كغم هـ$^{-1}$. بين Aslam واخرون (2014) ان نقص الماء في مراحل معينة من حياة النبات يقلل من معدلات النمو و وزن اجزاء النبات حيث وجد ان الحاصل البايولوجي لمحصول الذرة الصفراء قد انخفض من 12,565 و13,860 كغم هـ$^{-1}$ لمعاملة الري الكامل للسنتين 2010 و2011 بالتتابع الى 9027.5 و 9987.5 كغم هـ$^{-1}$ لمعاملة حجب الري في مرحلة خمسة ورقة للسنتين بالتتابع. اشار Jasim واخرون (2020) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء ان حجب الري عن مرحلتي ثمان اوراق

وامتلاء الحبة سبب انخفاضا معنويا في الحاصل البايلوجي اذ اعطى متوسطين قد بلغا 16.84 و 17.09 طن هـ$^{-1}$بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري اذ اعطى متوسط بلغ 20.89 طن هـ$^{-1}$.

2-1-8- تاثير الاجهاد المائي في حاصل الحبوب للذرة الصفراء

اشار Mubeen واخرون (2021) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت حجب الري عن مرحلتين ظهور الحريرة وامتلاء الحبة سبب انخفاض في حاصل الحبوب اذ اعطى متوسطين قد بلغا 4165 و4515 كغم هـ$^{-1}$ بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط قد بلغ 6080 كغم هـ$^{-1}$ والتي لم تختلف معنويا عن معاملة ضهور الحريرة . وضح Tas و Mutlu ,(2021) تطبيقه تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت حجب الري عند المرحلة الخضرية ومرحلة التزهير و مرحلة امتلاء الحبة, ان حجب الري سبب انخفاضا معنويا في حاصل الحبوب, اذ اعطت المعاملات متوسطات بلغت 12761.5 و 13467.2 و 13341.1 كغم هـ$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 14021.3 كغم هـ$^{-1}$. وضح Jasim واخرون (2020) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت حجب الري عند مرحلة تمان اوراق وامتلاء الحبة ان حجب الري سبب انخفاض معنويا في حاصل الحبوب اذ اعطت المعاملات متوسطين بلغا 5.696 و 5.893 طن هـ$^{-1}$بالتتابع مقارنة بمعاملة عدم حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 7.527 طن هـ$^{-1}$. ذكر محمد واحمد (2017) بعد تطبيقهم تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء تضمنت حجب ري عند مرحلة الاستطالة ونشوء العرانيص و10% تزهير انثوي و الطور الحليبي والطور العجيني, ان حجب الري عند هذه المراحل سبب انخفاضا معنويا في حاصل حبوب الذرة الصفراء, اذ اعطت متوسطات بلغت 5.51 و 5.46 و 4.64 و 5.95 و 6.19 طن هـ$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة بدون حجب الري التي اعطت متوسط بلغ 6.84 طن هـ$^{-1}$.

2-2- تكيف اصناف الذرة الصفراء لتحمل الجفاف

يفسر مفهوم التأقلم مع الجفاف على انه قدرة النبات على إعطاء إنتاج مقبول تحت ظروف الجفاف, لذا فان اصناف الذرة الصفراء المتأقلمة لتحمل الجفاف هي تلك الاصناف التي تتحمل او تقاوم عجزا مائيا معينا وتستطيع الإنتاج بمستوى مقبول مقارنة مع اصناف اخرى غير متكيفة مع الجفاف (Chukwudi وآخرون , 2021). اشار عواد ,(2009) مدى تعقيد الظواهر الفيسيولوجية للتكيف مع العجز المائي في الذرة الصفراء، فقد سجل تراكما للبرولين عند النباتات المعرضة للإجهاد المائي الذي يؤدي إلى جفاف الأوراق المسنة وتخفيض القدرة على إمتصاص الماء من طرف النبات مما يؤدي في النهاية إلى اختزال الإنتاج اذ

ان الاصناف المعرضة للإجهاد المائي تبدي استجابات مؤقتة لتنظيم حالتها المائية، فقد لوحظ من خلال الأبحاث العديدة في هذا المجال أن تلك الإستجابات ذات طبيعة فيسيولوجية و مورفولوجية وأخرى مرتبطة بدورة حياة النبات (جدول1).

جدول1: بعض آليات التكيف مع الجفاف

الاليات	المعايير	المصدر
تجنب الجفاف	التبكير	(Malenica وآخرون , 2021)
تحسين امتصاص الماء	تطوير النظام الجذري	(Wang وآخرون , 2015)
تخفيض فقدان الماء	- التفاف الاوراق - تقليص المساحة الورقية	(Zenda وآخرون , 2019)
القدرة على تحريك المواد الايضية المخزنة	- ارتفاع النبات	(Fang و Xiong, 2015)
القدرة على التعديل الازموزي للورقة	- الهرمونات النباتية - محتوى الماء النسبي	(Liang وآخرون , 2019)
المحافظة على نشاط البناء الضوئي	- محتوى الاوراق من الكلوروفيل	(Monteoliva وآخرون , 2021)

في اغلب الاحيان قد تلجأ الاصناف المتحملة للجفاف الى تقانة تجنب او الهروب من الجفاف (Escapement) وتتمثل في قدرة النبات على إنهاء دورة حياته خلال الفترة التي يكون فيها الماء متوفرا، فالنمو السريع والإزهار المبكر يسمحان بتفادي فترة الجفاف, اذ يطور النبات آليات تأقلمية مرتبطة بدورة حياته (التبكير) وأخرى فيسيولوجية (مقاومة جفاف الأنسجة) لتفادي الفترات الحرجة في حياته (ياسين,2001), فالأصناف المبكرة تستطيع تجنب فترة العجز المائي التي تصادف عادة نهاية دورة حياة النبات, اذ ان التبكير آلية تستعملها النباتات لتجنب الجفاف, فقد تبين من معظم النتائج التي توصل لها ان الأصناف ذات الحاصل العالي هي دائما تلك التي تحدث عندها مرحلتي الأزهار والنضج مبكرا, هذا ما اكدته نتائج Mason وآخرون (2019) اذ بين ان حاصل الذرة الصفراء عالي الارتباط بالتبكير (r=0.78) وأُرجع تحسن الإنتاج تحت شروط الجفاف إلى التبكير,كما بين Malenica وأخرون (2021) في دراسة على اصناف الذرة الصفراء، أن التبكير بيوم واحد قد يؤدي إلى زيادة الحاصل،في المقابل بين ان النتائج الايجابية للتبكيرتبقى مرهونة بمدى حساسية النبات للفترة الضوئية ودرجات الحرارة المرتفعة والاليات

المورفولوجية والفسيولوجية. ان امتلاك الصنف المتحمل لهذه الاليات تعمل على رفع قـدرة الصنف على تفادي جفاف الأنسجة بمواصلة امتصاصه للماء من الوسط و بالتالي المحافظة على المحتوى المائي للخلايا.لخص Monneveux (1989) أهم معايير التكيف مع الجفاف (جدول 2).

جدول 2 :المعايير المورفوفيزيولوجية للتأقلم مع الجفاف حسب Monneveux (1989).

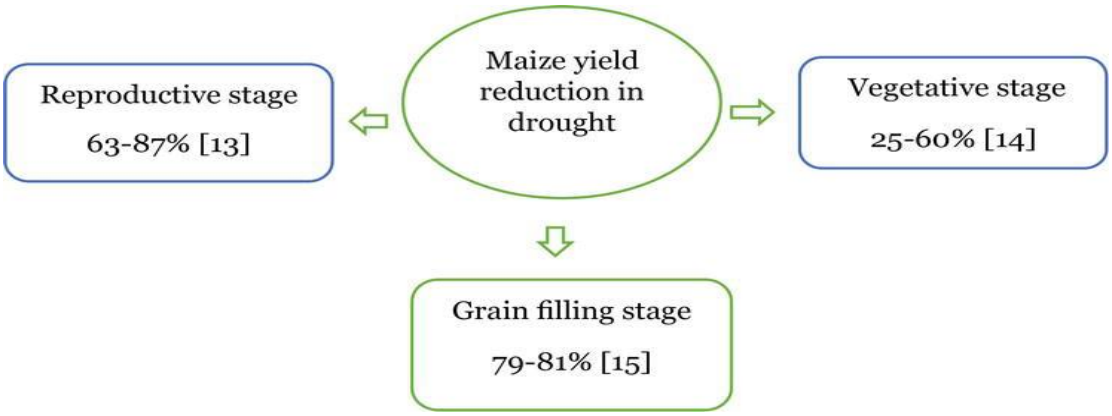
معايير التاقلم	امثلة
معايير مرتبطة بالدورة البايولوجية	التبكير
معايير مورفولوجية	- تطور الجذر - مساحة الاوراق - ارتفاع الساق - لون الاوراق - وجود المادة الشمعية - كثافة وحجم الثغور - سمك الكيوتكل, عدد وقطر اوعية النقل
معايير فسيولوجية	- التركيب الضوئي - النتح - محتوى الماء النسبي في الاوراق - الضغط الازموزي

يبدي النبات جملة من الآليات للمحافظة على محتوى مائي داخلي كاف, مثل بعض الصفات المورفولوجية للأوراق كإلتفاف الأوراق و التنظيم الثغري التي تساهم في تقليص فقدان الماء، أن ظاهرة إلتفاف الأوراق هي في نفس الوقت مؤشر على إنكماش الخلايا ووسيلة لتفادي جفاف الأنسجة بالتقليل من عملية النتح (Romdhane واخرون, 2021). فعملية النتح مرتبطة بعدة عوامل داخلية أهمها: المساحة الورقية، سمك طبقة الكيوتيكل، عدد الثغور و مكانها على سطحي الورقة و هي العوامل التي يكيفها النبات حسب شدة الإجهاد المائي (Arshad وأخرون , 2021).

أجمع العديد من الباحثين على أن واحدة من أهم آليات التأقلم مع الجفاف هو التعديل الازموزي الذي يسمح بالحفاظ على خلايا النباتات المجهدة بتراكم عدة مواد منحلة كالسكريات، الأحماض الأمينية (كالبرولين)، الأحماض العضوية وأملاح البوتاسيوم ، اذ أن البرولين والسكريات تتركب بسرعة أكبر تحت تأثير الإجهاد المائي (Szabados وSavoure 2010) . كما لاحظ Al-Shaheen و Soh (

2016) ان تراكم البرولين عند النباتات المجهدة يعتبر عاملا محددا لتأثير الإجهاد المائي, كما أُعتُبر مؤشرا على التأقلم مع إجهاد معين.بينت الكثير من الدراسات أن تراكم البرولين لا يحدث الا عند النباتات المجهدة، اذ أن إرتفاع محتوى البرولين هو نتيجة مباشرة للإجهاد المائي كما بينت الدراسة التي قام بها Heidari و Moaveni (2009) على عدد من اصناف الذرة الصفراء, بينت ارتفاع مستويات البرولين في الاصناف تحت ظروف الاجهاد.

وضح kamara واخرون (2003) أن فرض الجفاف أثناء مرحلة الاستطالة له تأثيرًا ضارًا على التأسيس المبكر للمحصول والحد من إمكانية إنتاج الحبوب بسبب ظهور الحريرة المبكرة، كما يمكن ان يعمل على تقليل تراكم الكتلة الحيوية الكلية. يمكن أن تقلل معاملات إجهاد الجفاف الخفيف والشديد عند فرضه في مرحلة الاستطالة وامتلاء الحبة من حاصل الحبوب حتى 63% و 85٪ (Ge وأخرون , 2012). اوضح Hasibuzzaman واخرون (2021) ان نسب الاختزال في حاصل الذرة الصفراء قد اختلفت عند فرض الجفاف في المرحلة الخضرية و التكاثرية ومرحلة امتلاء الحبة (شكل 1).



شكل 1: نسب الانخفاض في حاصل حبوب الذرة الصفراء عند مراحل نمو مختلفة (Hasibuzzaman واخرون, 2021).

أشار Zheng وآخرون (2010) ان اغلب النباتات تمتلك آليات تكيفية متنوعة ومتطورة، تشمل التعديل المورفولوجي والفسيولوجي والكيميائي الحيوي، وتنظيم النسخ والتعبير الجيني , تشمل الآليات الأكثر أهمية امتصاص الماء إلى جانب أنظمة الجذور الغزيرة والعميقة، وفقدان الماء الجزئي عن طريق زيادة مقاومة الانتشار، وتقليل حجم الأوراق مما يجعلها عصارية من أجل تقليل الفقد الناتج عن النتح. تعتبر الأزموزية

ذات الوزن الجزيئي المنخفض، مثل البرولين والأحماض العضوية الأخرى والأحماض الأمينية، ضرورية للحفاظ على الوظائف الخلوية أثناء مواجهة الجفاف, اما مواد مختلفة مثل الاوكسينات والجبريلين والسيتوكينين وحمض الساليسيليك وحمض الأبسيسيك (ABA) تنظم استجابات النبات للجفاف (Farooqوآخرون , 2009).

3-2 - الآليات المورفولوجية لتحمل الجفاف

يؤثر الاجهاد المائي بشكل مباشر وضارعلى مورفولوجيا النبات بالكامل ,تخضع الخلايا والأوراق لتغير هائل في إجهاد نقص الماء, بين Zhao واخرون (2006) ان اجهاد نقص الماء يسبب انخفاض عدد الأوراق لكل نبات ، وحجم الورقة الفردية ، ومساحة الورقة مما أدى الى انخفاض التمثيل الضوئي كما يشير وبشكل واضح الى شيخوخة الأوراق والتفافها وهذا يعود الى تأثيرات نقص المياه في النباتات ، وبالتالي ، فإن الإجهاد المائي يؤثر سلبًا على نباتات الذرة مما يؤدي إلى انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية .

تعتبر مقاومة الثغور ومحتوى الماء النسبي ومعدل النتح ودرجة حرارة الأوراق من الخصائص المهمة التي تؤثر على علاقات النبات بالماء, اذ يسلط محتوى الماء النسبي الضوء على حالة المياه في الاوراق, اذ إنه المؤشر الأكثر فائدة لتحمل الجفاف في النباتات والذي يعكس النشاط الأيضي في الأنسجة، وقد لوحظ انخفاض في المحتوى المائي النسبي كاستجابة لإجهاد نقص الماء، عندما تتعرض النباتات لضغط الجفاف، فإنها تظهر انخفاضًا كبيرًا في محتوى ماء الأوراق ، ومعدل النتح (Anjum وآخرون , 2011). تتدفق الإشارات التي يسببها الجفاف من خلال تيار النتح مما يؤدي إلى إغلاق الثغور، وهو تغيير مهم لتقليل فقد المياه (Wu وآخرون , 2000)

4-2- تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل التقليدي Conventional PCR

يعد الحامض النووي (deoxyribonucleic acid, DNA) المادة الوراثية المسؤولة عن حفظ المعلومات اللازمة للفعاليات الاحيائية للخلايا بصورة رئيسية ، وان DNA الحامل للمعلومات يتميز بثباته لأي نوع من أنواع الخلايا أو الكائنات ولا يتغير بتغير الظروف المحيطة به،تتضاعف كمية الحامض النووي في الخلية عند انقسامها ذاتيا و بشكل سريع مع وجود نظام تصحيح للأخطاء خلال النسخ. و تبلغ سرعة النسخ والمضاعفة إلى 1000 قاعدة نيتروجينية بالثانية (داخل النظام الحيوي) (زكريا ، 2011) . يمكن تعريف تقنية PCR بانها تقنية مختبرية تقوم على إكثار نسخ الحامض النووي (DNA) خارج النظـام الحـيوي ، ولذلك فهي تقنية حيوية لاستنساخ قطعة محددة من الحامض النووي و مضاعفة إنتاجها للقيام

بالتجارب والفحصوصات المختلفة .ان عمل تقنية PCR هومضاعفة قطعة معينة من DNA المنتجة (DNA product) بوجود البادئـــات (Primers) والتي ترتبط بالتتابع المكـمل لــها على شـــريط DNA القـــالب (Template DNA) ، و هذه العملية تعد محاكاة لما يحدث في الطبيعة في جميع الكائنات الحية والتي تقوم بتضاعف مادتها الوراثية اثناء الانقسام (العبيدي ،2017) .يتميز هذا التفاعل PCR بالدقه والخصوصية والحساسية العالية في الكشف عن قطعة DNA معينة (Target DNA) ضمن الآلاف من القطع،لأهمية هذا التفاعل لا يمكن الاستغناء عن تقنية PCR في دراسات الوراثة الجزيئية ، وهي من الطرق السهلة نسبيا وسريعة ولا سيما عند تحليل عينات عديدة. لذلك فقد أصبح لهذا التفاعل تطبيقات واسعة منها دراسة التنوع و التغاير الوراثي وإيجاد البصمة الوراثية (Genetic Printing)، ويستعمل كذلك في تربية وتحسين النباتات الاستتراتجية. إذ استخدمت هذه التقانة لتعمل على تسهيل نتائج التهجين بين الأفراد عند محاولة استنباط أصناف أو هجن جديدة،وتستخدم هذه التقانة PCR في مجال تشخيص الأمراض المختلفة كالأمراض الوراثية والوبائية وذلك بالاستناد إلى المبادئ الأساسية لهذه التفاعلات (الكبيسي ،2019) .

يتم بواسطة تقنية PCR اكثار تسلسل معين موجود في DNA في انبوبة الاختبار ولبضع ساعات ، اذ يمزج المستخلص (DNA) مع البادئ (Primer) هو عبارة عن نسخة لقطعة من الدنا ويتكون من النيكلوتيدات, وبعـدها يتم اضـافة نسب متسـاوية من النيوكليوتيدات المـكونة للـدنا وهي (dCTP ،dATP،dGTP وdTTP) ثم يضاف الانزيم Taq DNA Polymerase الثابت حراريا والمستخلص من البكتريا المحبة للماء الحار *Thermusaquaticus*(Rahman واخرون، 2013) . وقد اشار Reddy واخرون (2017) الى ان الخطوات التي تتم في جهاز المدوار او البلمرة الحراري (PCR) هي فك حلزنة شريطي الدنا (denaturation) باستخدام درجة حرارة بين 92 و97 م^0 ثم تبريد المزيج الى درجة حرارة 55-60 م^0 لغرض ارتباط البادئ مع شريط الدنا وتدعى هذه العملية بالارتباط او الالتحام (annealing) بعد ذلك يتم رفع درجة الحرارة بين 65 و80 م^0 وان افضل درجة حرارة هي 72 م^0 وهي الدرجة الحرارية الـمثلى لعمـل انـزيم Taq DNA Polymerase ليعمل على تصنيع دنا جديد، وتسمى هذه العملية بالاستطالة (elongation) وبعدها يتم رفع درجة حرارة المزيج ثانية لفصل القطع الجديدة من الشريط الابوي ، وفي كل دورة تعاد عملية التبريد والحرارة ليعمل على مضاعفة قالب الدنا، ويتكون حوالي مليون نسخة واكثر من قطع الدنا المكثرة بعد 25 الى 40 دورة.

2-4-1- تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل الكمي او الاني

Quantitative real time polymerase chain reaction (qPCR)

تعمل هذه التقنية وعلى تشابة كبيرمن مبدأ تقنية الـPCR وتتيح هذه التقنية قياس تضخيم الحامض النووي cDNA بشكل فوري لقياس ناتج التفاعل في كل دورة من خلال حساب معدل التعبير الجيني أو عدد نسخ (Copy number) الحامض النووي في عدة عينات،لذلك تطورت تقنية PCR إلى تقنية qPCR على أساس التفلور او التالق الفوري (Fluorescent)

تعمل هذه التقنية على العكس من تقنية PCR التقليدي التي ليس لها القدرة على تحديد الكميات بصورة دقيقة وتكون الكميات غير موثوق بها وتفتقد للحساسية وتستغرق وقتا طويلا لتضخيم الحامض النـووي DNA أو الحامض النووي RNA (cDNA) , بعدد من الدوات وتعتمد على وجود قواعد نيتروجينية حرة مشعة لتحديد ذلك ، ما يسهل على الباحثين الوقت لتحدد وجود الجين المطلوب أو لا وكمية الجين بدون الوصول إلى نهاية الدورات الحرارية المحددة (Gunay واخرون ، 2016) ،

اما تقنيةqPCR فان هذه العملية لا نحتاج الى الترحيل الكهربائي لنواتج التفاعل بل يحتوي الجهاز مستشعر يتحسس بزيادة تالق صبغات معينة موجودة في مزيج التفاعل وان حدوث الزيادة في الصبغات دليل على تضاعف الحامض النووي وحدوث التفاعل التكراري ويمكن ملاحظة ذلك عن طريق شاشة الكومبيوتر (VanGuilder واخرون 2008) ومن الصبغات المستخدمة في تقنية qPCR هي الصبغة الخضراء SYBR Green dye وهي الاكثر شيوعا واهمية وهي عبارة عن صبغة غير متخصصة لتسلسل او تتابع معين ، وتكون سهلة الاستعمال وقليلة الكلفة والتي ترتبط بجميع الأشرطة المزدوجة للحامض النووي DNA الموجودة في الناتج المتخصص (الهدف) وهذا يؤدي إلى تألق الصبغة عند ارتباطها . ومن عيوبها تقوم بالارتباط بالنواتج غير المتخصصة (غير الهدف) مثل Primer dimer وتتالق ايضا مما يؤدي إلى التداخل في الناتج الهدف فتؤثر في تحليل البيانات والتشخيص الدقيق للتسلسل الهدف المقصود ، أما صبغة dye TaqMan فهي من الصبغات المتخصصة لتسلسل معين (الهدف) وتبعث إشارة التألق من خلال بادئ معلم (Probe Primer) ومن عيوبها تكون باهظة الثمن وصعوبة تصمييم البادئات ،وتوجد صبغات أخرى مثل صبغة ايفا الخضراء Eva Green وتكون أكثر تألقا وثباتا من الصبغات الأخرى وتكون بسيطة ومرنة تحتاج فقط إلى اثنين من البادئات وايضا غير مكلفة و غير متخصصة (Nolan واخرون ،2006).

2-4-2- طرق تحليل قيم تقنية qPCR

يتم من خلال هذه التقنية معرفة التعبير الجيني للوصول الى مراحل متطورة ودقيقة في تحليل قيم هذه التقنية ، ويجد نوعان لتحليل البيـــانات ، النوع الاول تسمى الكميات النسبية (Relative Quantification, RQ) هنا يتم الاستدلال عن وجود تسلسل دنا الهدف وكذلك مقارنة العينات في ما بينها ، ولكن من دون الاستدلال على عدد النسخ او التركيز الحقيقي للهدف، ان الاستدلال على وجـود تسلسل دنا معين هو الاساس للاستدلال على وجود كائن او جين او متغايرة وراثية معينة وغيرها، فقط يستخدم للتشخيص دون معرفة التعبير الجيني .والنـــــوع الثاني من التحليـــل تسمى الكميـــات المطلقة (Absolute Quantification, AQ)هنا يتم الاستدلال على وجود تسلسل دنا الهدف وبنفس الوقت التقدير الكمي للعدد النسخ او تركيز هذا التسلسل ، يتم هذا النوع بالمقارنة مع تراكيز قياسية من دنا الهدف .مثلا للمقارنة بين عينتين ومعرفة ايهما تحتوي على كائن معين او تعبيرجيني اكثر من الاخرى نستعمل النوع الاول.لمعرفة عدد الفايروسات او البكتريا او اي كائن في عينة ما نستعمل النوع الثاني، وإن غالبية التحاليل مازالت تستخدم الكميات النسبية لأنها سهلة القياس وذات أهمية للباحثين لأنها تقوم بتشخص الحالات المعرضة للاجهادات سواء كانت حيوية او غير حيوية (Wilkening و Bader ، 2004) .وان الطريقة الأمثل استخداما لتحديد الكميات النسبية هي طريقـــة $2^{-\Delta\Delta CT}$ ، بعد كل دورة يقوم الجهاز بفحص التالق الموجود بمزيج التفاعل وتكون هذه القيم مختلفة ومتدنية في الدورات الاولى ، وبما ان تفاعل ال qPCR يؤدي الى زيادة اسية في النواتج فان شدة التالق تزداد بصورة مفاجئة عند احد الدورات ، ان هذه الدورة من التفاعل التي يتجاوز بها مستوى التألق الخط الافتراضي (خط العتبة) تدعى دورة العتبة (Cycle of threshold ، Ct)هي عدد الدورات التي تستغرقه في كل التفاعل للوصول إلى الهدف المطلوب. ولغرض الحصول على التعبير الجيني للجين الهدف نقوم بتحليل البيانات باستخدام المعادلات التالية (Livak و Schmittgen، 2001).

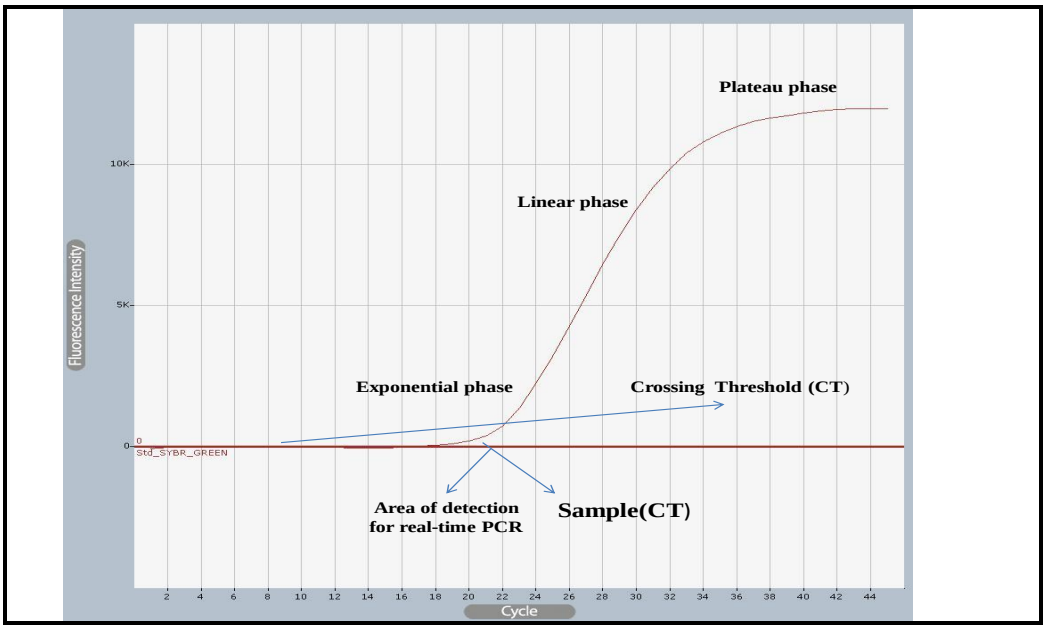
$$\Delta Ct \text{ (level X)} = Ct \text{ (target)} - Ct \text{ (reference)}$$

$$\Delta Ct \text{ (level Control)} = Ct \text{ (target)} - Ct \text{ (reference)}$$

$$\Delta\Delta Ct = \Delta Ct \text{ (level X)} - Ct \text{ (level Control)}$$

$$\text{Normalized target gene expression level} = 2^{(-\Delta\Delta Ct)}$$

تم استخدام جين ثاني بالاضافة الى جينات الهدف (Targat gene) لتصحيح التفاعل (Normalization) عن طريق استعمال جين اخر موجود بالخلية يكون ثابت من حيث التعبير ،استخدمت جينات Housekeeping Endogenous او الجينات المرجعية (Reference genes) والتي تعد جينات معايرة او تصحيح (selecting of normalization gene) وهي عبارة عن جينات تحتاجها الكائنات الحية من اجل الحفاظ على الوظيفة الخلوية الأساسية والحفاظ أيضا على الخلايا من التدهور والموت ، وهذه الجينات تعبر في جميع مكونات الخلايا الكائنات الحية في ظل الظروف الطبيعية والفسيولوجية . والجينات المرجعية والتي استخدمت في التجارب يجب إن تكون في جميع العينات مشابه أثناء الدراسة ومقاومة لظروف التجربة وان تخضع لجميع خطوات وظروف تفاعلات qPCR عند استخدام جين الهدف ، وتمثل جينات المرجعية β-actin و GAPDH و Cyclophilin و Tubulin وهي الأكثر استخداما التي تعبر في جميع مكونات الخلايا والأنسجة (Thellin واخرون ، 1999). وتشمل خطوات تفاعل qPCR يكون على ثلاث مراحل رئيسية (شكل 2):- (1)المرحلة الاسية (Exponential phase): تبدأ كمية ناتج التفاعل بالتضاعف تقريبا في كل دورة وهذا التفاعل يكون متخصصاً بدقة عالية وكفاءة التفـــاعل يكون اقرب الى 100 % ، في بداية هذه المرحلة من الصعب الكشف عن الناتج انيا من خلال تالق الصبغة الموجودة لان الناتج يكون قليلاً.(2) المرحلة الخطية (Linear phase): في هذه المرحلة تستمر النواتج بالتراكم او التجمع ولكن الناتج اوكفاءة التفاعل يبدأ بالانخفاض. (3)مرحلة القمة (Plateau phase): هي اخر مرحلة اذ يتوقف التفاعل ويتحلل ناتج التفاعل لأسباب عدة (VanGuilderواخرون ،2008).



الشكل (2) مراحل تفاعل qPCR

2-5- جينات تحمل الجفاف في الذرة الصفراء

ان استجابة النبات للاجهاد يحكمه عدد من الجينات تسمى بالجينات المتحملة للاجهاد وعليه يجب فهم الاليات الخاصة بالاجهاد التي تؤثر بها هذه الجينات من اجل معرفة الدور الاساسي الذي تقوم به في تحمل النبات للجفاف (Wang واخرون, 2016). إن استجابة النبات للاجهاد يعتمد على مدة ودرجة الإجهاد الذي يواجهه النبات ونوع الاجهاد في بيئة النمو ومرحلة نمو النبات حجم الجين المستجيب للاجهاد (Bruce واخرون, 2002) استنتج الباحثون من خلال دراساتهم أن صفة تحمل الجفاف هي صفة وراثية قابلة للانتقال عبر الأجيال وان تقدما أو تحسناً وراثياً لهذه الصفة متوقع من خلال دورات الانتخاب وذلك للتأثير الواضح لفعل الجين الإضافي (Additive gene) في توريث هذه الصفة وخاصة في مستوى الجفاف العالي, ولهذه الجينات دور كبير ومهم بقدرة النباتات على النمو في ظروف نقص مياه شديدة (Shiri واخرون, 2010).

ان التقدم في تطبيق التحليل الوراثي الجزيئي وعلم الجينات تمكن من تحديد الجينات المسؤولة عن تحمل الجفاف . اذا استطاع Campos واخرون (2004) تقييم التنوع الوراثي وتحديد الموروثات المسؤولة عن هذه الصفة في نبات الذرة الصفراء, ومن جانب اخر درست علاقة بعض العناصر الاساسية لنمو النبات والتعبير الجيني الذي يلعب دورا هاما في تنظيم واستجابة تحمل الاجهاد تحت ظروف النمو الطبيعي . تعد

عائلة AP TF واحدة من أكبر عائلات تحمل الاجهاد في النباتات، والتي تلعب أدوارًا مهمة في نمو النبات والاستجابة للإجهاد اللاأحيائي (Xiang واخرون 2018). أظهرت نتائج عدة دراسات أن مستويات التعبير عن هذه الجينات منخفضة في ظل الظروف العادية ، ولكن يمكن أن تحدث بسبب محفزات الإجهاد (Feng واخرون, 2005 , Sun واخرون 2017 Xie واخرون, 2019). يؤدي جين AP2 دور مهم في نقل الإشارة تحت إجهاد الجفاف , اضافة لدوره في التمثيل الغذائي من خلال فسفرة البروتين, كواحدة من اكثر التعديلات شيوعا لنواتج هذا الجين بعد عملية الترجمة, اذ يعمل وظائف جديدة للانزيمات من خلال الارتباط والتحفيز والتنظيم والخصائص الفيزيائية و تعديل الخصائص كالنشاط الإنزيمي، والتفاعلات مع الانزيمات الأخرى (Lam Dai واخرون,2016).

تم تشخيص جين ZmMYBE1 لاول مرة في الذرة الصفراء من قبل Paz-Ares واخرون (1987) والذي يشارك في التخليق الحيوي للأنثوسيانين, ثم جرى تشخيص نسخ منه من قبل باحثثين اخرين. تلعب العوامل التنظيمية لجين ZmMYBE1 دورًا حيويًا في تعديل النسخ أثناء استقلاب النبات وتطويره .

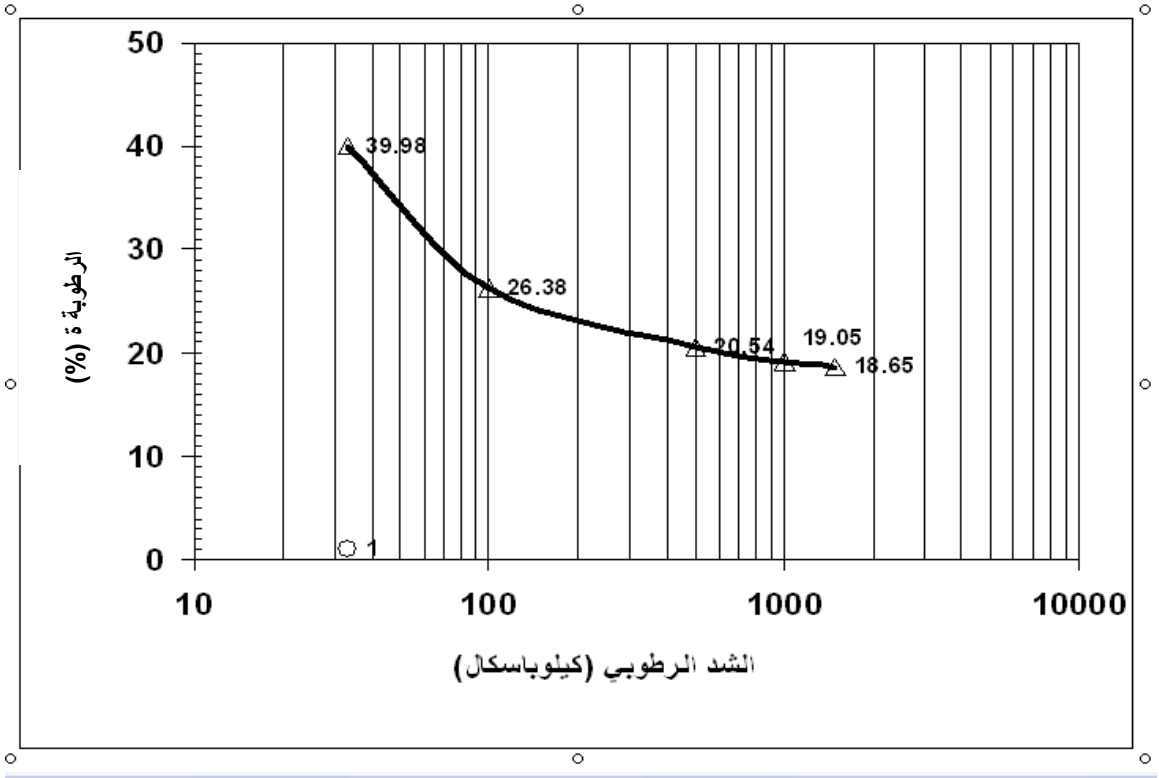
يشارك ZmMYBE1 في تنظيم معدل النمو وارتفاع النبات والفترة الضوئية في الذرة الصفراء, اضافة من لدوره الحيوي في تعديل الاستجابة للضوء (Jia وآخرون ، 2009). وايضا استطاع Maazou واخرون (2016) الكشف عن اصناف من الذرة الصفراء تمتلك صفة تحمل الجفاف من خلال اجراء دراسة جزيئية وفسلجية. حصل Jeanneau واخرون (2002) على أصناف من الذرة الصفراء ذات التحمل العالي للجفاف. وكذلك اشار Aslam واخرون (2021) وجود تباين في الآليات لصفة تحمل الجفاف بسبب التغاير في تعبير الجينات المسؤولة عن هذا التحمل. واشار الصميدعي , (2017) بان هناك عدة مسالك تحمل الاجهاد في النباتات وهي (1) الاحساس بالاجهاد. (2) نقل الاشارة. (3) تحفيز الجين نواتج الجين. (4) الوقاية من الضرر واصلاحه. (5) تحمل الاجهاد .

3- المواد وطرائق العمل

3-1- موقع التجربة

نفذت تجربة حقلية في الموسم الربيعي 2022 في حقل تجارب المزرعة الارشادية في المهناوية التابع إلى المركز الارشادي التدريبي في محافظة بابل على بعد 8 كم شمالي المحافظة والواقعة ضمن خط عرض ′32°31شمالا وخط طول ′44°21شرقا ، في تربة مزيجية طينية غرينية بهدف دراسة تحمل اربعة اصناف من الذرة الصفراء للإجهاد المائي وتحديد التعبير الجيني لجين ZmMYBEI و AP2 فيها.

قدرت العلاقة بين الشد الهيكلي لعينة التربة مغربلة (غربيل قطر فتحاته 2 ملم) والمحتوى الرطوبي لتقدير سعة التربة للاحتفاظ بالماء اذ سلطت عليها شدود مختلفة 33 و 100 و 300 و 500 و 1500 كيلو باسكال ومثلت العلاقة بيانيا في منحنى وصف رطوبة التربة (شكل 3).



شكل 3 . منحنى الوصف الرطوبي لتربة الحقل

2-3 خصائص التربة الحقلية

قيست بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة وفق الطرائق القياسية (1967,Black) وذلك بأخذ عينات وللعمق 0 - 0.40 م جدول(3)

جدول 3. بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية* لتربة الحقل وللعمق 0 - 40 سم

الخاصية		القيمة	الوحدة
الرمل		176	غم. كغم$^{-1}$
الغرين		484	غم. كغم$^{-1}$
الطين		340	غم. كغم$^{-1}$
النسجة		-	مزيجه طينية
الكثافة الظاهرية		1.24	ميكاغرام . م$^{-3}$
المادة العضوية		4.60	غم. كغم$^{-1}$
النايتروجين الجاهز		73.20	ملغم. كغم$^{-1}$
الفسفور الجاهز		8.70	ملغم. كغم$^{-1}$
البوتاسيوم الجاهز		276	ملغم. كغم$^{-1}$
التوصيل الكهربائي (مستخلص عجينة التربة)		2.73	ديسيمنز. م$^{-1}$
الأس الهايدروجيني		7.14	-
المحتوى الرطوبي الحجمي عند الشدود	33 كيلو باسكال	سم^3. سم$^{-3}$	0.3998
	100 كيلو باسكال	سم^3. سم$^{-3}$	0.2638
	300 كيلو باسكال	سم^3. سم$^{-3}$	0.2054
	500 كيلوباسكال	سم^3. سم$^{-3}$	0.1905
	1500 كيلوباسكال	سم^3. سم$^{-3}$	0.1865

3-3- تحضير الأرض والتصميم التجريبي والمعاملات

حرثت أرض التجربة حراثتين متعامدتين بالمحراث المطرحي القلاب ونعمت بالامشاط القرصية وبعد التسوية قسمت إلى ألواح وفق ترتيب الألواح المنشقة بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة و بثلاث مكررات, تضمنت الألواح الرئيسة معاملات حجب ري وهي ري بعد استنفاد 50% من الماء الجاهز معاملة مقارنة (Gs0)، وحجب ريه واحدة عند مرحلة الاستطالة (Gs-V7) وحجب رية واحدة عند مرحلة امتلاء الحبة (Gs-R2) وحجب رية واحدة في كل من مرحلتي الأستطالة وامتلاء الحبة (Gs- V7+R2). واستعمل مقياس Abendroth لتحديد مراحل نمو المحصول (Abendroth وآخرون،2011) اما الالواح الثانوية تضمنت اربعة اصناف من الذرة الصفراء هي : الفرات و دجلة و ZP و كونسينز (جدول 4) ،. تركت 2 م فواصل بين المكررات كما تركت2 م بين الوحدات الرئيسة لمنع تسرب الماء بين الألواح.

جدول 4: أصناف الذرة الصفراء الداخلة في الدراسة

ت	اسم الصنف	المنشا	اعتمادية وزارة الزراعة العراقية	النقاوة (%)	نسبة الانبات (%)
1	الفرات	هجين/ هولندي	معتمد	99	90
2	دجلة	هجين/ هولندي	معتمد	99	90
3	Zp	هجين/ صربيا	معتمد	99	90
4	كونسينز	هجين/ الماني	معتمد	99	90

3-4- ممارسات خدمة المحصول

زرعت بذور الذرة الصفراء في 15-3-2022, اذ كانت الوحدة التجريبية بمساحة 2,5 x 3,5 م واشتملت على اربعة مروز بكثافة نباتية بلغت 53333 نبات هـ$^{-1}$ وكانت المسافة بين مرز واخر 75 و بين نبات واخر 25 سم. اجريت عمليات خدمة المحصول حسب الحاجة, استعمل سماد سوبر فوسفات الثلاثي (P_2O_5 45%) عند تحضير التربة بمعدل 200 كغم P_2O_5 هـ$^{-1}$, وسماد اليوريا (N46%) بمعدل 320 كغم N هـ$^{-1}$ بثلاث دفعات الأولى عند الزراعة والثانية بعد شهر من الزراعة و الثالثة عند بداية تكوين الحريرة,

واضيفت كبريتات البوتاسيوم على ثلاث دفعات مع سماد اليوريا بمعدل 80 كغم K_2O هـ$^{-1}$ (وزارة الزراعة العراقية, 2011). تم مكافحة حشرة حفار ساق الذرة بطريقة تلقيم القمة النامية للنباتات باستعمال مبيد الديازينون المحبب (10%) وبمعدل 5 كغم هـ$^{-1}$ وعلى دفعتين الاولى كانت بعد 20 يوما من البزوغ والثانية بعد 15 يوما من اجراء المكافحة الاولى كأجراء وقائي, وتم الحصاد في 12-7-2022.

3-5- أرواء الألواح التجريبية

تمت عملية الري بوساطة شبكة من الأنابيب البلاستيكية المربوطة بمضخة تعمل بالبنزين وتم تثبيت عداد لقياس الماء على انبوب التصريف للمضخة اذ أضيفت كميات متساوية من الماء إلى جميع الألواح عند الزراعة ولحدود السعة الحقلية .

3-6- طريقة قياس و متابعة الاستنفاد الرطوبي للتربة

اعتمدت الطريقة الوزنية لقياس رطوبة التربة ولمتابعة التغيرات الرطوبية في التربة وتحديد موعد الري حسب مستوى الاستنزاف للري التي حددت بمحنى الشد الرطوبي (50% من السعة الحقلية). قدر المحتوى الرطوبي في نماذج التربة بتجفيف النماذج في المايكروويف عند درجة حرارة 105^{o}م ولمدة 12 دقيقة لكل رية ووضعت في علب الالمنيوم ووزنت وهي رطبة، وفق الطريقة المقترحة من قبل (Zein ،2002) ثم وزنت بعد تجفيفها وقدر المحتوى الرطوبي فيها حسب المعادلة:

$$(PW\%) = \frac{MW - DW}{DW} \times 100$$

اذ ان :

PW % = المحتوى الرطوبي على أساس الوزن الجاف

MW = الوزن الرطب(غم)

DW = الوزن الجاف(غم)

3-7- حساب كميات مياه الري

تم ارواء الالواح التجريبية بعد استنفاد 50% من الماء الجاهز و لعمق 40 سم واضيفت كمية من الماء لاعادة الرطوبة إلى السعة الحقلية ولكل وحدة تجريبية على وفق معادلة Kohnke واخرون (1968) في حساب عمق الماء الواجب اضافته لتعويض الرطوبة المستنفدة.

$$W = a \times \ell b \left(\frac{\%Pw^{f.c} - Pw^{w}}{100} \right) \times D$$

إذ إن:

W = حجم الماء الواجب إضافته أثناءالرية (م^3) .

a = المساحة المروية (م^2) .

ℓb = الكثافة الظاهرية (ميكاغرام. م$^{-3}$).

$Pw^{f.c}$ = النسبة المئوية لرطوبة التربة على اساس الوزن عند السعة الحقلية (بعد الري).

Pw^{w} = النسبة المئوية لرطوبة التربة قبل موعد الري.

D= عمق التربة المراد ريها (م)

عرضت النباتات لمعاملات الإجهاد المائي وذلك بحجب الري, تراوح مقدار الإجهاد الرطوبي فيها 600 الى700 كيلو باسكال, بعد انتهاء مدة الحجب أعيد ري الألواح التجريبية لمعاملات الشد واضيف لها كمية مياه مساوية لتلك المضافة للوحدات التجريبية لمعاملة المقارنة , كما مبين في ملحق (1).

3-9- الاجهزة والمواد الكيميائية المستعملة في تشخيص جينات تحمل الجفاف

3-9-1- الأجهزة

جدول 5: الاجهزة المستعملة في البحث

ت	اسم الجهاز	
1	تصنيع محلي	حاضنه لعزل المحاليل والتفاعل التكراري
2	Biopette 0.5-1000 µl	ماصة (لسحب السوائل)
3	Soxhlf exloactor	جهاز الاستخلاص
4	High Performance liquia	السائل عالي الأداء
5	Electrophoreses	جهاز الترحيل الكهربائي
6	High Speed Refrigerated Centrifuge	جهاز الطرد المركزي المبرد
7	Mini-Power Supply 300V, 2200V	مجهز الطاقة
8	Spectrophotometer	مقياس الكثافة الضوئية
9	Thermo cycler real time Sa Cycler-96	جهاز التضخيم الحراري اللحظي المتكرر
10	UV.transmission	جهاز مطياف الاشعة المرئية وفوق البنفسجية
11	Vortex/Centrifuge Exispin	المازج الدوار/ الطرد المركزي

3-9-2- المواد و المحاليل الكيميائية

جدول6: المحاليل و المواد الكيمائية المستعملة في البحث

ت		المواد	رقم العدة	الشركة و المنشأ
1	Agarose	الاكاروز	8100.11	Conda / USA
2	GoTaq® RT-qPCR Master Mix	خليط تفاعلRT-qPCR	A6120	Promega
3	Ladder 100bp	المعلم القياسي	KK6302	Kapa /USA
4	Loading dye	صبغة التحميل	21161	Intron / Korea
5	Pre mix pcr	مزيج خليط التفاعل	25025	Intron / Korea
6	Primer	البادئ	NC008401	Integrated DNA technologies /USA
7	Red safe staining souluion	الصبغة الحمراء الامنة	21141	Intron / Korea
8	TBE buffer	دارئ الترحيل	IBS.BT004	Conda / USA
9	Addprep Genomic DNA Extraction Kit	عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين	G202106D	add bio / Korea
10	Addprep Genomic RNA Extraction Kit	عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي	R2024	add bio / Korea

3-10--تشخيص الجينات المسؤولة عن تحمل الاجهاد المائي في الذرة الصفراء

تم دراسة جين ZmMYBE1 و PA2 المسؤولة عن تحمل الاجهاد المائي في نباتات الذرة الصفراء (Zhou و اخرون, 2015 ; Zenda و اخرون , 2019)

3-11- استخلاص الحمض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين (DNA) من النبات

تم استخلاص الحامض النووي DNA من اوراق أربعة أصناف من الذرة الصفراء عند مرحلة الأربعة ورقة باستعمال عدة منتجة من شركة add bio/ Korea المبينة مكوناتها في جدول (7).

جدول7: عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين DNA

Solution & Material	Size
Spin column 1 (White ring)	50 es
Spin column2 (Green ring)	50 es
Lysis	25 ml
Binding	20 ml
Washing1	30 ml (add Ethanol 22.5 ml)
Washing 2	10 ml (add Ethanol 40 ml)
Elution	25ml
Proteinase K (20 mg/ ml)	1.2 ml *1 tubes
RNase 1 (1 U/ml)	0.5 ml *1 tubes

اتبع الدليل الخاص بالشركة المجهزة للعدة الخاصة باستخلاص الحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين وحسب الخطوات التالية:

1- اخذت عينات من اوراق نباتات نظيفة وخالية من المسببات المرضية وتم ترقيمها وغسلها وتعقيمها وحفظها في اكياس بلاستيكية معقمة وحفظت في المجمدة لحين اجراء الاستخلاص .

2- اخذت 100ملغم من الاوراق النباتية وقطعت جيدا وسحقت باستعمال هاون خزفي معقم ، ونقلت الانسجة النباتية المطحونة الى تيوب حجم 1.5 مل وتم إضافة 20 مايكر ليتر من proteinase K مع إضافة 200 مايكروليتر من محلول Lysis Buffer .

3- نقل الخليط الى جهاز الرج لمدة 5 دقائق ثم وضع العينة في حمام مائي وبدرجة 65م ولمدة 30 دقيقة ومن ثم إضافة 100 مايكروليتر من precipitation Buffer ومزجها ثم توضع العينة بدرجة حرارة 4 م لمدة 15 ثانية.

4- اجريت عملية طرد مركزي للمزيج لمدة خمس دقائق وبسرعة 13000 دورة دقيقة$^{-1}$.

5- سحب 200-300 مايكروليتر من الطبقة العليا الحاوية على الحمض النووي المنقوص الاوكسجين ووضعت في انابيب حجم 1.5 مل

6- اضيف 200 مايكروليتر من محلول الارتباط (DNA Binding Buffer) للاحتفاظ بالـ DNA والتخلص من الشوائب غير المرغوبة .

7- إضافة 200 مايكروليتر من الاثانول 99% ثم وضع العينة بجهاز Vortexingولمدة 15 ثانية.

8- نقل الطبقة العلوية الى اعمدة التصفية (Spin^{TM} IIC Column-) .

9- وضع العينة بجهاز الطرد المركزي لمدة واحد دقيقة وبسرعة 13000 دوره دقيقة ويهمل الراشح والاحتفاظ بالجزء العلوي من الفلتر والذي يحتوي على DNA.

10- إضافة 500 مايكروليتر من محلول1 Washing Buffar الى أعمدة التنقية واجري له طرد مركزي لمدة 1 دقيقة فقط وبسرعة 13000 دورة.دقيقة$^{-1}$.

11- إضافة 500 مايكروليتر من محلول2 Washing Buffar الى أعمدة التنقية واجري له طرد مركزي لمدة 1 دقيقة فقط وبسرعة 13000 دورة.دقيقة$^{-1}$.

12-إعادة العينة الى جهاز الطرد المركزي وبسرعة 13000 دورة للتخلص من الاثانول .

13-نقل أعمدة التصفية (Spin^{TM} IIC Column-) الى تيوبة جديدة حجم 1.5 مل .

14-إضافة 100 مايكروليترمن محلول Elution Buffar الى أعمدة التصفية (Spin™ IIC-Column) ثم ننتظر واحد دقيقة ثم وضع العينة في جهاز الطرد المركزي وبسرعة 13000 دورة ولمدة واحد دقيقة.

15- ناخذ السائل المترشح الحاوي على الحامض النووي DNA

3-12- قياس نقاوة وتركيز الحامض النووي DNA.

يتم تقييم نقاوة الحامض النووي منقوص الاوكسجين بوساطة جهازNanoDrop,اذ تحسب امتصاصية عينة الـ DNA عند الطول الموجي 260 نانوميتر ($O.D_{260}$) ثم تحسب الامتصاصية للعينة نفسها عند الطول الموجي 280 نانوميتر ($O.D_{280}$)، إذ إنَّ النسبة بين قراءة الموجة (260 نانوميتر) الى (280 نانوميتر) تساعد على تقييم نقاوة الحامض النووي، وتتراوح هذه النسبة بين (1.8 – 2.0) للدنا النقي (Sambrook وآخرون، 1989) . و حسب المعادلة التالية:

$$\text{نقاوة الـ}DNA = \frac{O.D_{260}}{O.D_{280}} \geq 1.8$$

$$\text{تركيز } DNA = O.D\ at\ 260\ nm \times \text{عامل التخفيف} \times 50\mu g\ ml^{-1}$$

3-13- استعمال تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لتضخيم جينات تحمل الاجهاد المائي

اجري اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لتشخيص جين ZmMYBE1 و PA2 بوجود البوادئ المتخصصة (جدول 8).

جدول8: البوادئ المتخصصة بتشخيص جين ZmMYBE1 و PA2 المسؤولة عن تحمل الاجهاد المائي في الذرة الصفراء المستعلة في تفاعل البلمرة المتسلسل PCR

Gene name	التتابع		Tm (°C)	GC (%)	Product length
ZmMYBE1	الامامي	AGACGAAGATGGCCTCCAAC	59	55	724
	الخلفي	AGTGATTCCTGGTGGTGGTG			
AP2	الامامي	TCAATGTGCCCTTGTCCTCG	59	55	953
	الخلفي	TTGGTTGGTGTGGTAGAGGC			

نفذ هذا التفاعل باستعمال العدة Maxime™ PCR PreMix (i-Taq) المجهزة من قبل شركة iNtRoN الكورية المبينة مكوناتها في جدول (9).

جدول9: مكونات عدة تفاعل البلمرة المتسلسل Maxime™ PCR PreMix (i-Taq)

(Kat.No 25025)

الحجم	المكونات	
5Unit/ µl	انزيم البلمرة	i-Taq DNA Polymerase
2.5Mm	قواعد نتروجينية	DNTPs (DATP, DGTP, DCTP, DTTP)
تخفف الى x1	محلول التفاعل	Reaction buffer (10X) ($MgCl_2$, Tris-HCl, KCl)
تخفف الى x1	محلول جل التحميل	Gel loading buffer

نفذ تفاعل البلمرة المتسلسل بحجم اجمالي 25 مايكروليتر حاوية على المكونات المرفقة في جدول (10) و اكمل الحجم بالماء (Nuclease-free water) الى 25 مايكروليتر.

جدول 10: تراكيز مكونات خليط تفاعل البلمرة المتسلسل PCR

الحجم	المكونات		ت
10 µl	عدة تفاعلPCR	Taq PCR PreMix	1
1µl	البادئ الامامي	Forward primer	2
1µl	البادئ الخلفي	Reverse primer	3
5µl	الحامض النووي	DNA	4
8 µl	ماء مقطر	Distill water	5
25µl	الحجم النهائي		

تم تحضير خليط التفاعل في انبوبة معقمة (انبوبة لكل جين مع انبوبة خالية من الحامض النووي Negative Control) و مزجت مكوناته باستعمال ماصة دقيقة ثم وضعت في جهاز الطرد المركزي للحفاظ على الحجم النهائي لخليط التفاعل, ثم تم وضعها في جهاز البلمرة الحراري PCR ، وتم تنفيذ البرنامج كما في جدول 11 لغرض تضخيم الجينات.

جدول11: برنامج ظروف تفاعل البلمرة المتسلسل PCRلتضخيم جين ZmMYBE1 و PA2

المرحلة	درجة الحرارة (^oC)	الوقت	عدد الدورات
Initial Denaturation مسخ اولي	95	3 min.	1
Denaturation -2 مسخ ثاني	95	45 sec	
Annealing الالتحام	59	45 sec	35
Extension-1 الاطالة الأولية	72	2 min	
Extension -2 الاطالة الثانية	72	7 min.	1

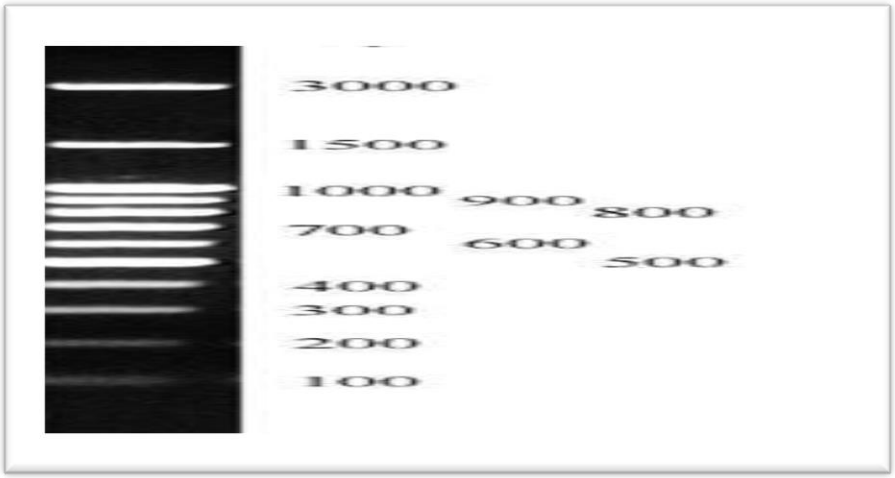
رفعت الانابيب بعد انتهاء الوقت ووضعت في الثلاجة لحين الترحيل .

14-3- الترحيل الكهربائي لناتج PCR باستعمال هلام الاكاروز

ليتم اجراء الترحيل الكهربائي لتحديد قطع الحامض النووي بعد عملية تفاعل البلمرة المتسلسل للعينات الناتجة و الدليل القياسي للحامض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين (DNA Ladder marker), اذ تم مزج 1غم من الاكاروز و اذيب في 100مل من دارئ الترحيل الكهربائي (TBE بقوة X1) و سخن لحين الغليان و ترك لكي تنخفض درجة الحرارة الى (40-50 م) ثم يضاف له 2 مايكروليتر

من الصبغة الحمراء الامنة, في هذه الاثناء حضرت عينات الحامض النووي (3 مايكروليتر) بمزجها مع دارئ التحميل loading buffer (5 مايكروليتر) و تم تحضير القالب و وضع المشط في احدى نهايتيه لعمل حفر داخل طبقة هلام الاكاروز و ثم صب الاكاروز المذاب في القالب و ترك ليتصلب في درجة حرارة الغرفة.

بعد اكمال تصلب طبقة هلام الاكاروز, رفع المشط بحذر دون احداث تشويه او تحطيم للحفر و اعيد القالب الى مكانه في جهاز الترحيل الكهربائي واضيف المحلول الدارئ (TBE بقوة X1) الى حوض الترحيل الكهربائي لحين غمر طبقة الاكاروز بارتفاع حوالي 1ملم. اضيف 5مايكروليتر من الحامض النووي المضاعف بواسطة تفاعل البلمرة المتسلسل من كل عينة الى كل حفرة من حفر طبقة هلام الاكاروز, كما اضيف 5 مايكروليتر من الدليل القياسي للحامض النووي DNA (1Kbp DNA ladder marker) المبين في شكل (4) الى الحفرة الموجودة في الجانب الايسر من العينات المضافة للمساعدة بتحديد احجام الحامض النووي المضاعفة و ثم اوصلت اقطاب الجهاز بالتيار الكهربائي و شغل مجهز الطاقة على 120 ملي امبير لمدة ساعة و نصف.



شكل 4: الدليل القياسي للحامض النووي DNA

بعد اكمال عملية ترحيل العينات, فحصت طبقة هلام الاكاروز الحاوية على نواتج الحامض النووي المضاعف و المتصبغة بالصبغة الحمراء الامنة تحت الاشعة فوق البنفسجية و اخذت لها صور.

3-15- التعبير لجينات تحمل الاجهاد ZmMYBE1 و PA2

تم دراسة التعبير الجيني للجينات تحمل الاجهاد المائي في الذرة الصفراء, وذلك بأخذ عينات اوراق من محصول الذرة الصفراء ولكل وحدة تجريبية. اذ تم استخلاص الحامض النووي RNA للعينات, واستعملت طريقة Livak و Schmittgen (2001) لتقدير التعبير الجيني النسبي و استعمل جين Actin كجين مرجعي من خلال المعادلات التالية:

$$\Delta ct = ct_{target\ gene} - ct_{reference\ gene}$$

$$\Delta\Delta ct = \Delta ct_{Test} - \Delta ct_{Control}$$

$$\text{التعبير النسبي للجين} = 2^{-\Delta\Delta ct}$$

اذ ان:

$ct_{\text{target gene}}$ هي عتبة الدورة للجين الهدف

$ct_{\text{reference gene}}$ هي عتبة الدورة للجين المرجعي (Actin)

Ct_{test} هو عتبة الدورة للعينات المختبرة للجين المستهدف

$CT_{Control}$ هو عتبة الدورة لعينة المراقبة للجين المستهدف

3-16- استخلاص الحامض النووي RNA

تم استعمال العدة المجهزة من قبل شركة Add bio الكورية المرفقة مكوناتها في جدول (12), لغرض استخلاص الحامض النووي RNA من اوراق الذرة الصفراء وفق معاملات التجربة.

جدول 12: مكونات عدة استخلاص الحامض النووي الريبوزي RNA

Solution & Material	Size
Spin column 1 (White ring)	50 es
Spin column2 (Green ring)	50 es
Lysis	25 ml
Binding	20 ml
Washing1	30 ml (add Ethanol 22.5 ml)
Washing 2	10 ml (add Ethanol 40 ml)
Elution	25ml
DNase 1 Reaction Buffer	1ml *3 tubes
Proteinase K (20 mg/ ml)	1.2 ml *1 tubes
DNase 1 (1 U/ml)	0.5 ml *1 tubes

و تم تنفيذ الخطوات الاتية:

1. تم اخذ 75 ملغم من الاوراق ، وتم وضعها في انبوية 1.5 مل وتم سحقها بوجود

400 ميكرولتر من Lysis Buffer و 4 ul من B-mercaptoethanol و 20)K ul Proteinasel20 ml/mg) ومزجت بواسطة vortex .

2. تحضن عند 56 درجة مئوية لمدة 10 دقائق ، بعدها تنقل الى جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / دقيقة لمدة 3 دقائق.

3. تنقل الطبقة الطافية بعناية إلى Column 1

4. تنقل الى جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة في الدقيقة لمدة 30 ثانيةوتم الاحتفاظ بالراشح .

5. تم اضافة 400 ميكرولتر من Binding Buffer إلى الراشح في أنبوبة وتم مزجها جيدا لمدة 10 ثانية .

6. ثم نقلت الى جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / دقيقة لمدة 1 دقيقة.

7. تم نقل 500 ul من الطبقة العلوية إلى أنبوبة بسعة 1.5 مل ، ثم أضف نفس الحجم من Binding Buffer و 200 ul من الايثانول ومزجت جيدا.

8. نقل 600 ميكرولتر من الطبقة العليا الى Column 2.

9. تم وضعها في جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / الدقيقة لمدة 10 ثوانٍ ، وتم رمي الراشح .

10. كررت الخطوتين 10 و 11 باستخدام الطبقة المتبقية.

11. تم اضافة 500 من Washing 1 إلى Column 2 ووضعت في جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / الدقيقة لمدة 10 ثوانٍ ، وتم رمي الراشح.

12. في أنبوبة اخرى تم اضافة 10 مايكروليتر من DNase، و 40 ميكرولتر من DNase Reaction Buffer ومزجت جيدا ، ثم أضف الخليط مباشرة على Column 2 .

13.ثم حضنت في درجة حرارة الغرفة (20 - 30 درجة مئوية) لمدة 15 دقيقة.

14. تم اضافة 500 مايكرولتر من محلول Washing1 1 إلى Column 2 ثم وضعت في جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / دقيقة لمدة دقيقة واحدة ثم تم اهمال الراشح.

15. تم اضافة 700 مايكروليتر من محلول Washing 2 إلى Column 2 وتم وضعها في جهاز الطرد المركزي عند 13000 دورة / دقيقة لمدة دقيقة واحدة ثم تم اهمال الراشح .

16. ثم تم تجفيف Column 2 عن طريق الطرد المركزي الإضافي 13000 دورة/ دقيقة لمدة دقيقة واحدة لإزالة الإيثانول المتبقي .

17. تم نقل Column 2Spin إلى أنبوبة جديدة سعة 1.5 مل .

18. تم اضافة 100 مايكرولتر من محلول Elution إلى Column 2Spin وتم تركه لمدة دقيقة .

19. تم تنقية RNA وتجميعه بالطرد المركزي عند 13000 دورة/ دقيقة .

20- ثم حفظ RNA المستخلص وخزنه في درجة حرارة -70 م.

3-16-1-- قياس نقاوة الحامض النووي RNA

تم تقييم نقاوة الحامض النووي الريبوزي RNA بوساطة جهازNano Drop, اذ تحسب امتصاصية عينة الـ RNA عند الطول الموجي 260 نانوميتر (O.D260) ثم تحسب الامتصاصية للعينة نفسها عند الطول الموجي 280 نانوميتر (O.D280)، إذ إنَّ النسبة بين قراءة الموجة (260 نانوميتر) الى (280 نانوميتر) تساعد على تقييم نقاوة الحامض النووي الريبوزي، وتتراوح هذه النسبة بين اكبر او يساوي 2 لـ RNA النقي (Sambrook واخرون,1989) و حسب المعادلة التالية:

$$\text{نقاوة الـ } RNA = \frac{O.D_{260}}{O.D_{280}} \geq 2$$

$$\text{تركيز } RNA = O.D\ at\ 260\ nm \times \text{عامل التخفيف} \times 40\mu g\ ml^{-1}$$

3-17- تقنية التفاعل التكراري اللحظي لتحديد قيمة التعبير الجيني

اجري اختبار التفاعل التكراي اللحظي لمعاملات الدراسة وفق مراحل النمو المطلوبة و الاجزاء النباتية وبوجود البوادئ المتخصصة (جدول 13) .

جدول 13: البوادئ المتخصصة لجينات تحمل الاجهاد المائي AP2 ZmMYBE1 المستعملة في تفاعل البلمرة المتسلسل اللحظي الكمي RT- Qpcr

الجين		التتابع
ZmMYBE1	الامامي	GCTTCAGGTGCTCTGCCTAC
	الخلفي	TTCCATCCTGCTAGCGAAGT
AP2	الامامي	CACATGGTTCTGTGCCTGAG
	الخلفي	TCCTCCTCATCTGGCTCATC

نفذ هذا التفاعل باستعمال العدة (GoTaq® Probe RT-qPCR Master Mix) المجهزة من شركة Promega المرفقة مكوناتها في جدول (14).

جدول14: مكونات عدة لتحضير التفاعل التكراري اللحظي (GoTaq® Probe RT-qPCR (Master Mix

المكونات
GoTaq® Hot Start Polymerase
MgCl2
dNTPs
proprietary reaction buffer

تم حساب الحجم المطلوب لكل مكونات التفاعل التكراري اللحظي حسب جدول (15).

جدول15: مكونات التفاعل التكراري اللحظي(RT-qPCR)

ت	المكونات		الحجم (مايكروليتر)
1	GoTaq® RT-qPCR Master Mix	خليط التفاعل	10
2	Forward primer of target gene	البادئ الامامي للجين الهدف	1
3	Reverse primer of target gene	البادئ الخلفي للجين الهدف	1
4	Forward primer of gene reference	البادئ الامامي للجين المرجعي	1
5	Reverse primer of gene reference	البادئ الخلفي للجين المرجعي	1
6	Nuclease-free water	ماء خالي من الاحماض النووي	6
7	RNA Sample Volume	عينة الحامض النووي الريبوزي	5
	الحجم النهائي		25

تم مزج المكونات اعلاه بجهاز المازج الدوار بسرعة 3000 دورة دقيقة$^{-1}$ لمدة 10 ثانية, ثم وضعت في جهاز البلمرة الحراري اللحظي و نفذت البرامج كما في جدول (16) ولكل جين

جدول 16: برنامج ظروف تفاعل (RT-qPCR) لجينات تحمل الاجهاد المائي ZmMYBE1 و AP2

الخطوة	درجة الحرارة (°C)	الوقت	عدد الدورات
cDNA synthesis	50	20 min	Hold
Denaturation Initial	95	min10	Hold
Denaturation	95	45 sec	40
Annealing	60	45 sec	
Extension	72	1	
Extension	72	5	Hold

3-18- الصفات قيد الدراسة

- **المدة من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري(يوم):**

تم حساب المدة من تاريخ الزراعة (تاريخ الرية الاولى) الى بزوغ النورة الذكرية لـ 50% من نباتات الوحدة التجريبية.

- **المدة من الزراعة الى 50% تزهير انثوي(يوم):**

تم حساب المدة من تاريخ الزراعة (تاريخ الرية الاولى) الى بزوغ الحريرة 50 % من النباتات الوحدة التجريبية.

- **ارتفاع النبات (سم):**

اخذ متوسط خمس نباتات اختيرت بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية ثانوية وتم قياسه من سطح التربة الى العقدة السفلى للنورة الذكرية.

- **المساحة الورقية للنبات (سم^2 نبات$^{-1}$)**: حسبت من متوسط خمسة نباتات وباستخدام المعادلة : مربع طول الورقة تحت ورقة العرنوص × 0.75 (ورقة واحدة) (الساهوكي وجياد, 2013).

- **دليل المساحة الورقية** :

حسب من قسمة المساحة الورقية للنبات الواحد على مساحةالارض التي يشغلها ذلك النبات.

- **الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$)**:

حسب من متوسط خمسة نباتات عند مرحلة 50% تزهير ذكري أخذت بصورة عشوائية بكامل مكوناتها (ماعدا الجذر) ثم قطعت وجففت طبيعياً على الهواء مع مراعاة تقليبها لحين ثبات الوزن.

- **محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري):**

قدر محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي عند 50% تزهير حسب طريقة حسب طريقة Lichtenthaler (1987), اذ وزنت 0.20 غم من الاوراق الطرية و اضيف لها 20 مل من الاسيتون 80%, اذ تم التقطيع والسحق بجفنة خزفية و للمحافظة على الصيغة من التحلل الضوئي يضاف لها كاربونات الصوديوم وضعت بعدها في انابيب معتمة وتمت القراءة بجهاز Spectrophotometer بطول موجي 663 نانوميتر لكلوروفيل a و الاخر ذو طول موجي 645 نانوميتر لكلوروفيل b على وفق المعادلة التالية قدر محتوى الكلوروفيل

$$Chlorophyll.a = \frac{(1.25 \times D663 - 2.79 \times D645) \times V}{W \times 1000}$$

$$Chlorophyll.b = \frac{(2.15 \times D645 - 5.68 \times D663) \times V}{W \times 1000}$$

إذ ان-:

D=قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص على الأطوال الموجية 663 نانوميتر645 نانوميتر بالتتابع.

V=الحجم النهائي للأسيتون المخفف بتركيز(80%)

W=وزن العينة الطرية المأخوذة 0.20 غم

ثم تم اعتماد المعادلة التالية:

$$Chlorophyll.totall = Chlorophyll.a + Chlorophyll.b$$

- **محتوى الأوراق من البرولين (مايكرومول غرام$^{-1}$ وزن طري)** :

قدر محتوى البرولين في الاوراق النباتية حسب طريقة (Bates وآخرون, 1973).

- **محتوى الماء النسبي للأوراق** (%):

تم اخذ عدد من الاوراق الطرية (الورقة الثالثة من أعلى النبات), ثم اخذت منها اربعة اقراص من منتصفها بقطر (2) سم ووضعت في اكياس نايلون لمنع فقد الرطوبة ووزنت بعد القطع مباشرة ثم وضعت في ماء مقطر لمدة (24) ساعة تحت اضاءة ودرجة حرارة الغرفة، ثم جففت الاوراق باستخدام ورق ترشيح ووزنت لقياس الوزن الممتلئ ثم وضعت في فرن بدرجة حرارة (60ْم) لمدة (24) ساعة ثم اخذ الوزن الجاف.(Barnes و Woolley ، 1969). وقدر محتوى الماء النسبي حسب المعادلة الاتية.

$$R.W.C = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100$$

اذ ان:

FW= الوزن الطري (غم).

DW= الوزن الجاف (غم).

TW= الوزن الممتلئ (غم).

- **محتوى الاوراق من الهرمونات النباتية (مايكرو مول)**: قدرت الهرمونات النباتية (الاوكسينات IAA،الجبرلينات GA، السايتوكاينينات CKs)،حسب طريقة (Ünyayar واخرون، 1996).
- **فعالية الإنزيمات المضادة للأكسدة :**

تم تقدير فعالية الإنزيمات المضادة للأكسدة البيروكسيديز (peroxidasePOD) والكاتليز (CatalaseCAT) وفق ما جاء في طريقة Beers و Sizer، (1952).

- **الحاصل ومكوناته:** اخذت خمسة نباتات مختارة عشوائياً من كل وحدة تجريبية وتم حساب.

- **عدد الصفوف(صف عرنوص$^{-1}$)** :

حسب عدد الصفوف في العرنوص يدويا واستخراج متوسطها

- **عدد الحبوب بالصف(حبة صف$^{-1}$) :**

حسب عدد الحبوب في الصف الواحد يدويا واستخرج متوسطها

- **وزن 500 حبة(غم) :**

حسب 500 حبة من كل عينة ماخوذة لخمسة نباتات محصودة من كل وحدة تجربية ووزنت بميزان حساس

- **حاصل الحبوب الكلي(ميكا غرام هـ$^{-1}$):**

حسب الحاصل الكلي للحبوب من معدل وزن حاصل النبات الواحد الماخوذ كمعدل من خمسة نباتات محصودة من كل وحدة تجربية مضروب في الكثافة النباتبة

- **الحاصل البايولوجي الكلي(ميكا غرام هـ$^{-1}$) :**

تم حساب حاصل البايلوجي من خلال المعادلة التالية بعد تجفيف العينة لحين ثبات الوزن (الساهوكي ,1990).

الحاصل البايلوجي =(الوزن الجاف الكلي للنبات × الكثافة النباتية هـ$^{-1}$)

- **كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب** (كغم حبوب م$^{-3}$ ماء):

حسبت وفق المعادلة التالي

$$WUE = \frac{GY}{WA}$$

WUE = كفاءة استعمال الماء (كغم حبوب م$^{-3}$ ماء)

GY = حاصل الحبوب (كغم هـ$^{-1}$).

WA= مياه الري المضافة (م$^{-3}$ هـ$^{-1}$).

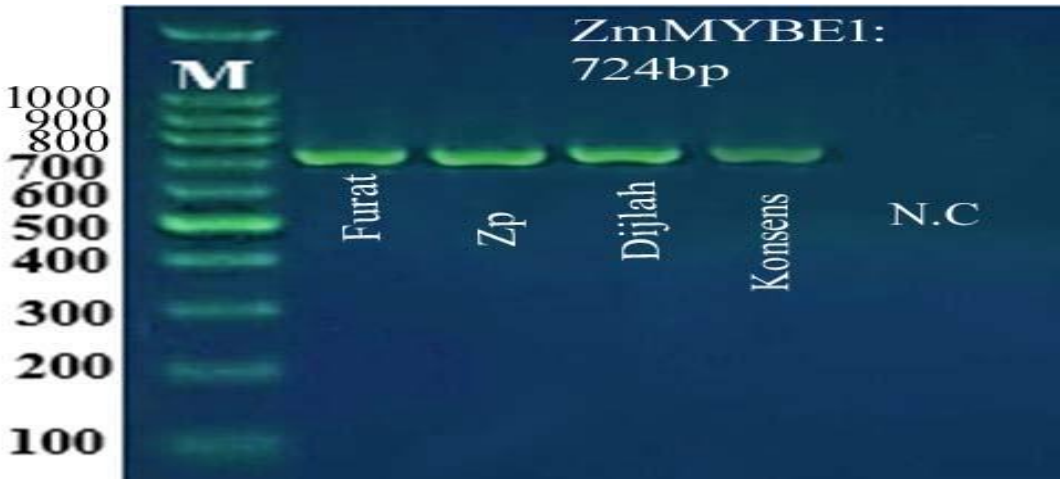
3-19- التحليل الإحصائي

اجري تحليل البيانات احصائياً وفق ترتيب الالواح المنشقة بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة (**RCBD**) ولجميع الصفات المدروسة. واستعمال اختبار اقل فرق معنوي (أ.ف.م) وعلى مستوى احتمالية 0.05 لمقارنة المتوسطات واستعمل البرنامج الاحصائي **Gene Stat ver**[7] في اجراء التحليل الاحصائي .

4- النتائج والمناقشة

4-1- تشخيص جين ZmMYBE1 و .AP2

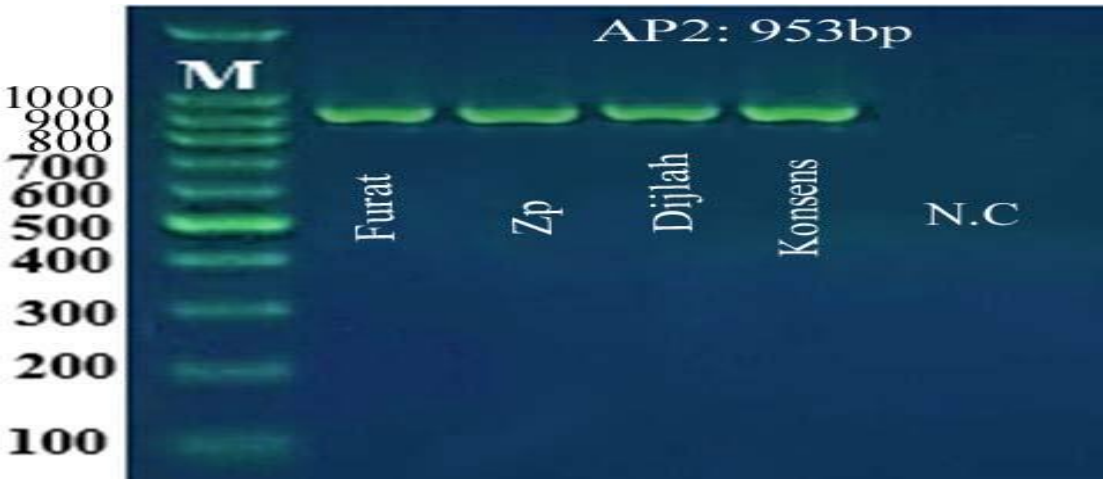
بعد تهيئة ظروف تفاعل تقانة PCR لغرض تضخيم جين ZmMYBE1 في اربعة اصناف للذرة الصفراء (الفرات Furat و Zp و دجلة Dijlah و كونسينز Konsens), تم ترحيل نواتج التفاعل على هلام الاكاروز اظهرت نتائج شكل (5) وجود حزمة ذات وزن جزيئي bp724 تمثل جين ZmMYBE1 المسؤول عن تحمل نباتات الذرة الصفراء للجفاف من خلال دوره الحيوي في تعديل عملية النسخ اثناء ايض النبات وتطوره وكذلك مساهمته في تعديل الاستجابة للضوء.



شكل5: ترحيل نواتج تفاعل PCR لبوادئ جين ZmMYBE1مع معاملة مقارنة (N.C) بدون اضافة DNA الى بقية المكونات المطلوبة لتفاعل البلمرة المتسلسل .بالاضافة الى احجام سلم الحامض النووي (DNA ladder) مثبتة على الجانب الايسر من الشكل.

بينت نتائج شكل 6 الذي يمثل الترحيل الكهربائي لنواتج PCR المضخمة لجين AP2 لأربعة اصناف للذرة الصفراء (الفرات Furat و Zp و دجلة Dijlah و كونسينز Konsens), ظهور حزمة ذات وزن جزيئي 953 bp تمثل جين AP2 المسؤول عن تحمل نباتات الذرة الصفراء للجفاف, اذ ان جين AP2 يعد من الجينات التي تنظم نمو النبات وتطوره والاستجابة الدفاعية ضد الاجهادات الحيوية (Liu واخرون,2021), اضافة لدوره في التمثيل الغذائي من خلال فسفرة البروتين, كواحدة من اكثر التعديلات شيوعا لنواتج هذا الجين بعد عملية الترجمة, اذ يعمل وظائف جديدة للانزيمات من خلال الارتباط والتحفيز والتنظيم والخصائص الفيزيائية و تعديل الخصائص كالنشاط الإنزيمي، والتفاعلات مع الانزيمات الأخرى (Lam

واخرون,2016). علاوة على ذلك ، فإنه يتحكم في استجابات الإجهاد عن طريق نقل إشارات الإجهاد من سطح الخلية إلى النواة ، هي إشارة كيميائية حيوية في الخلايا وتعديل مركزي لاحق للترجمة (Xu و Zhang, 2015).



شكل6: ترحيل نواتج تفاعل PCR لبوادئ جينAP2مع معاملة مقارنة (N.C) بدون اضافة DNA الى بقية المكونات المطلوبة لتفاعل البلمرة المتسلسل .بالاضافة الى احجام سلم الحامض النووي (DNA ladder) مثبتة على الجانب الايسر من الشكل.

4-2- تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZmMYBE1 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية .

ضخم جين ZmMYBE1 باستعمال تقانة RT-qPCR من اجل دراسة تعبيره النسبي في اوراق اربعة اصناف من الذرة الصفراء تحت تأثير حجب الري عند مرحلتين من نمو النبات وتداخلهما, اذ كشفت نتائج جدول تحليل التباين (ملحق 2), وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري بقيم عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZmMYBE1 في اوراق الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية, بينما لم توجد فروقا معنويا عند تقدير التعبير النسبي عند المرحلة التكاثرية (جدول 18), اذ بينت نتائج جدول 17, ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في قيم CT اذ اعطتا متوسطات بلغت 29.69 و 29.68 دورة, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت دورات بلغت 30.37 دورة, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة

امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 30.20 دورة وذلك لانه تم قياس هذه الصفة قبل تطبيق معاملة حجب الري. كذلك لوحظ وجود علاقة عكسية بين قيم CT والتعبير النسبي للجين, اذ وضحت نتائج جدول 17 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سببت زيادة معنوية في التعبير النسبي لجين ZmMYBE1 عند المرحلة الخضرية بمقدار 1.63 و 1.69 مرة بالتتابع, عما هو عليه في معاملة المقارنة (GS0), ربما تعزى الزيادة في التعبير النسبي للجين الى ان التعرض الى الاجهاد يمكن ان يسبب تعديل ميثلة DNA وبالتالي تعمل على تغيير مستوى التعبير الجيني (Dodig واخرون, 2019), كذلك ربما لوجود بعض الخلايا التي تتحسس مؤشرات الاجهاد بواسطة جزيئات حساسة على سطوحها لتعطي إشارات إلى تغيير عمليات التأييض داخل الخلايا من خلال تغيير التعبير الجيني (Rodríguez و اخرون,2005), لذا فان زيادة الاجهاد ربما تعمل على زيادة الاشارات اللازمة لعمل جين ZmMYBE1.

بينت نتائج جدول 17 وجود فروقا معنوية بين اصناف الذرة في قيم CT اذ اعطى الصنفين دجلة و الفرات اقل قيم Ct بلغت 29.59 و 29.84 دورة بالتتابع, مقارنة الصنفين Zp وكونسينز اللذان اعطيا 30.20 و 30.31 دورة بالتتابع, ان انخفاض قيم Ct للصنفين دجلة و الفرات تعد مؤشرا على زيادة التعبير النسبي لجين ZmMYBE1 فيهما, وهذا ما اكدته نتائج التعبير النسبي, اذ بينت نتائج جدول 17 ان الصنفين دجلة و الفرات بالتتابع, اعطيا اعلى تعبير نسبي لجين ZmMYBE1 عند المرحلة الخضرية بمتوسطات بلغت 1.58 و 1.38 مرة, لذا نعتقد ان هذين الصنفين ممكن ان تكون لديهما مقومات بتحمل الجفاف نظرا للارتفاع تعبيير جين ZmMYBE1. ان اختلاف تعبير جين ZmMYBE1 في الاصناف يمكن ان يعزى لاختلافاتها الوراثية واحتمال وجود طفرات تعمل على اختلاف التعبير بينها من خلال تعديل الاشارة , اضافة لاختلاف قدرة الاصناف على نقل الاشارة المحفزة لزيادة التعبير الجيني (Vranová واخرون,2002), او ربما يعزى لاختلافاتها في عوامل النسخ المسؤولة عن زيادة او انخفاض التعبير (Denekamp و Smeekens, 2003)

جدول 17 : تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZMMYBE1 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية.

التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	حجب الري	
1.00	0.00	11.81	30.37	18.56	GS0	
1.63	-0.66	11.15	29.69	18.53	GS-V7	
1.03	-0.05	11.76	30.20	18.44	GS-R2	
1.69	-0.70	11.11	29.68	18.57	GS-V7+R2	
0.233	------	--------	0.254	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	الأصناف	
1.38	-0.40	11.24	29.84	18.60	الفرات	
1.21	-0.24	11.54	30.20	18.65	Zp	
1.58	-0.55	11.21	29.59	18.39	دجلة	
1.18	-0.21	11.85	30.31	18.46	كونسينز	
0 .231	-----	-------	0 .401	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	تداخل حجب الري مع الاصناف	
1.00	0.00	11.64	30.33	18.69	الفرات	GS0
1.00	0.00	11.78	30.49	18.71	Zp	
1.00	0.00	11.75	30.28	18.53	دجلة	
1.00	0.00	12.06	30.38	18.31	كونسينز	
1.65	-0.72	10.92	29.43	18.51	الفرات	GS-V7
1.25	-0.31	11.47	30.04	18.58	Zp	
2.31	-0.20	10.55	29.15	18.60	دجلة	
1.30	-0.38	11.68	30.12	18.44	كونسينز	
1.08	-0.11	11.53	30.18	18.65	الفرات	GS-R2
1.01	-0.01	11.77	30.20	18.44	Zp	
1.04	-0.05	11.70	29.79	18.09	دجلة	
1.01	-0.01	12.06	30.63	18.57	كونسينز	
1.81	-0.78	10.86	29.41	18.55	الفرات	GS-V7+R2
1.58	-1.62	11.16	30.04	18.89	Zp	
1.96	-0.93	10.83	29.16	18.33	دجلة	
1.40	-0.46	11.61	30.10	18.49	كونسينز	
م. غ	-----	-----	غ.م	------	ا. ف. م 0.05	

جدول18 : تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين ZMMYBE1 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة التكاثرية.

التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	حجب الري	
1.00	0.00	15.88	34.44	18.56	GS0	
1.04	-0.06	15.82	34.35	18.53	GS-V7	
1.03	-0.04	15.85	34.29	18.44	GS-R2	
1.05	-0.07	15.82	34.38	18.57	GS-V7+R2	
غ.م	------	--------	غ.م	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	الأصناف	
1.04	-0.05	15.69	34.29	18.60	الفرات	
1.03	-0.04	15.83	34.48	18.65	Zp	
1.05	-0.07	15.86	34.24	18.39	دجلة	
1.00	0.00	15.99	34.45	18.46	كونسينز	
غ.م	-----	-------	غ.م	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of ZMMYBE1 gene	Δ CT of ZMMYBE1 gene	CT of ZMMYBE1 gene	CT Actin gene	تداخل حجب الري مع الاصناف	
1.00	0.00	15.74	34.44	18.69	الفرات	GS0
1.00	0.00	15.87	34.58	18.71	Zp	
1.00	0.00	15.93	34.45	18.53	دجلة	
1.00	0.00	15.99	34.31	18.31	كونسينز	
1.03	-0.04	15.70	34.22	18.51	الفرات	GS-V7
1.07	-0.10	15.77	34.35	18.58	Zp	
1.08	-0.11	15.82	34.41	18.60	دجلة	
0.99	-0.01	16.00	34.44	18.44	كونسينز	
1.06	-0.08	15.67	34.32	18.65	الفرات	GS-R2
1.03	-0.03	15.83	34.27	18.44	Zp	
1.07	-0.09	15.83	33.92	18.09	دجلة	
0.96	0.06	16.06	34.63	18.57	كونسينز	
1.07	-0.10	15.64	34.19	18.55	الفرات	GS-V7+R2
1.02	-0.03	15.83	34.72	18.89	Zp	
1.05	-0.07	15.86	34.19	18.33	دجلة	
1.04	-0.06	15.93	34.42	18.49	كونسينز	
غ .م	-----	-----	غ .م	------	ا. ف. م 0.05	

4-3- تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية والتكاثرية.

استعملت تقانة RT-qPCR من اجل تضخيم جين AP2 ودراسة تعبيره النسبي في اوراق اربعة اصناف من الذرة الصفراء تحت تأثير حجب الري عند مرحلتين من نمو النبات وتداخلهما, اذ كشفت نتائج جدول تحليل التباين (ملحق2), وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري بقيم عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية والتكاثرية.

اذ بينت نتائج عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية(جدول19), ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية عند مرحلة الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب اانخفاضا معنويا في قيم CT اذ اعطتا متوسطات بلغت 31.68 و 31.69 دورة, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت دورات بلغت 32.36 دورة, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 32.21 دورة وذلك لانه تم قياس هذه الصفة قبل تطبيق معاملة حجب الري. كذلك لوحظ وجود علاقة عكسية بين قيم CT والتعبير النسبي للجين, اذ وضحت نتائج جدول 18 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب الري عند مرحلة الاستطالة و عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سببت زيادة معنوية في التعبير النسبي لجين AP2 عند المرحلة الخضرية بمقدار 1.62 و 1.66 مرة بالتتابع, عما هو عليه في معاملة المقارنة (GS0). اما عند تقدير عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق الذرة الصفراء عند المرحلة التكاثرية(جدول20), فقد بينت النتائج ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) و حجب الري عند مرحلة الاستطالة و عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في قيم CT اذ اعطتا متوسطات بلغت 34.60 و 34.77 دورة, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت دورات بلغت 35.04 دورة, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) التي أعطت متوسط بلغ 34.97 دورة. كذلك لوحظ وجود علاقة عكسية بين قيم CT والتعبير النسبي للجين, اذ وضحت نتائج جدول 19 ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سببت زيادة معنوية في التعبير النسبي لجين AP2 عند المرحلة التكاثرية بمقدار 1.29 و 1.25 مرة بالتتابع, عما هو عليه في معاملة المقارنة (GS0). ربما تعزى الزيادة في التعبير النسبي لجين AP2 للجوء النبات الى تعديل بعض التفاعلات الكيميائية في الخلية والتي

تتحكم في تغيير التعبير الجيني كان تكون عملية الميثلة (Bartels واخرون, 2018) التي تسبب زيادة او نقصان في انتاج بعض البروتينات والانزيمات بالتالي التحكم بالتعبير الجيني تحت ظروف الجفاف.

بينت نتائج جدول 19 وجود فروقا معنوية بين اصناف الذرة في قيم Ct عند تقديرها في المرحلة الخضرية اذ اعطى الصنفين الفرات ودجلة اقل قيم Ct بلغت 31.83 و 31.59 دورة بالتتابع, مقارنة الصنفين Zp كونسينز اللذان اعطيا 32.20 و 32.32 دورة بالتتابع, ان انخفاض قيم Ct للصنفين دجلة و الفرات تعد مؤشرا على زيادة التعبير النسبي لجين AP2 فيهما, وهذا ما اكدته نتائج التعبير النسبي, اذ بينت نتائج جدول 19 ان الصنفين الفرات و دجلة اعطيا اعلى تعبير نسبي لجين AP2 عند المرحلة الخضرية بمتوسطات بلغت 1.56 و 1.37 مرة بالتتابع . بينما عند تقدير قيم CT و التعبير النسبي عند المرحلة التكاثرية لوحظ عدم وجود فروقا معنويا بين اصناف الذرة الصفراء.

جدول19 : تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة الخضرية.

التعبير النسبي	ΔΔ CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	CT of AP2 gene	CT Actin gene	حجب الري	
1.00	0.00	13.80	32.36	18.56	GS0	
1.62	-0.65	13.15	31.68	18.53	GS-V7	
1.02	-0.03	13.77	32.21	18.44	GS-R2	
1.66	-0.68	13.12	31.69	18.57	GS-V7+R2	
0.217	------	--------	0.241	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	CT of AP2 gene	CT Actin gene	الأصناف	
1.37	-0.38	13.23	31.83	18.60	الفرات	
1.20	-0.23	13.54	32.20	18.65	Zp	
1.56	-0.53	13.20	31.59	18.39	دجلة	
1.18	-0.22	13.86	32.32	18.46	كونسينز	
0 .223	-----	-------	0 .393	------	ا. ف. م 0.05	
التعبير النسبي	ΔΔ CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	CT of AP2 gene	CT Actin gene	تداخل حجب الري مع الاصناف	
1.00	0.00	13.61	32.31	18.69	الفرات	GS0
1.00	0.00	13.77	32.48	18.71	Zp	
1.00	0.00	13.73	32.26	18.53	دجلة	
1.00	0.00	14.08	32.39	18.31	كونسينز	
1.64	-0.71	12.90	31.41	18.51	الفرات	GS-V7
1.23	-0.30	13.47	32.05	18.58	Zp	
2.29	-1.19	12.54	31.14	18.60	دجلة	
1.32	-0.40	13.68	32.12	18.44	كونسينز	
1.05	-0.07	13.54	32.19	18.65	الفرات	GS-R2
1.01	-0.01	13.76	32.20	18.44	Zp	
1.01	-0.02	13.71	31.80	18.09	دجلة	
1.02	-0.03	14.05	32.63	18.57	كونسينز	
1.78	-0.75	12.86	31.41	18.55	الفرات	GS-V7+R2
1.56	-0.60	13.17	32.05	18.89	Zp	
1.95	-0.91	12.82	31.15	18.33	دجلة	
1.38	-0.91	13.64	32.14	18.49	كونسينز	
0.422	-----	-----	غ.م	------	ا. ف. م 0.05	

جدول20 : تأثير معاملات حجب الري في عتبة الدورة (CT) والتعبير النسبي لجين AP2 في اوراق اصناف الذرة الصفراء عند المرحلة التكاثرية.

حجب الري		CT Actin gene	CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	ΔΔ CT of AP2 gene	التعبير النسبي
GS0		18.56	35.04	16.48	0.00	1.00
GS-V7		18.53	34.97	16.44	-0.03	1.03
GS-R2		18.44	34.60	16.16	-0.31	1.29
GS-V7+R2		18.57	34.77	16.20	-0.27	1.25
ا. ف. م 0.05		------	0.176	--------	------	0.163
الأصناف		CT Actin gene	CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	ΔΔ CT of AP2 gene	التعبير النسبي
الفرات		18.60	34.83	16.23	-0.16	1.15
Zp		18.65	35.05	16.39	0.00	1.01
دجلة		18.39	34.48	16.09	-0.32	1.28
كونسينز		18.46	35.03	16.57	-0.14	1.12
ا. ف. م 0.05		------	0.433	-------	-----	0.176
تداخل حجب الري مع الاصناف		CT Actin gene	CT of AP2 gene	Δ CT of AP2 gene	ΔΔ CT of AP2 gene	التعبير النسبي
GS0	الفرات	18.69	35.08	16.39	0.00	1.00
	Zp	18.71	35.10	16.39	0.00	1.00
	دجلة	18.53	34.94	16.41	0.00	1.00
	كونسينز	18.31	35.02	16.71	0.00	1.00
GS-V7	الفرات	18.51	34.89	16.38	-0.01	1.01
	Zp	18.58	34.97	16.39	0.00	1.00
	دجلة	18.60	34.97	16.37	-0.04	1.03
	كونسينز	18.44	35.07	16.63	-0.08	1.06
GS-R2	الفرات	18.65	34.60	15.95	-0.44	1.35
	Zp	18.44	35.06	16.62	0.23	0.87
	دجلة	18.09	33.85	15.76	-0.65	1.57
	كونسينز	18.57	34.88	16.31	-0.40	1.38
GS-V7+R2	الفرات	18.55	34.74	16.19	-0.20	1.22
	Zp	18.89	35.05	16.17	-0.23	1.18
	دجلة	18.33	34.15	15.82	-0.60	1.54
	كونسينز	18.49	35.14	16.64	-0.07	1.06
ا. ف. م 0.05		------	غ.م	-----	-----	غ.م

4-4- مدد النمو

4-4-1- عدد الايام حتى 50% تزهير ذكري (يوم)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود تاثيرا معنويا لمعاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري.

بينت نتائج جدول 21 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري, اذ أعطتا متوسطين 57.00 و 56.75 يوما بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 60.75 يوما, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 60.50 يوما وذلك لانه تم قياس هذه الصفة قبل تطبيق معاملة حجب الري. ربما يعزى انخفاض عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري عند المعاملتين GS-V7 و GS-V7+R2 الى انخفاض المحتوى المائي للتربة وارتفاع درجات الحرراة وانخفاض الرطوبة النسبية مما أدى ذلك الى تسارع العمليات الفسيولوجية حيث أدت هذه العملية في التبكير بالتزهير والتي يمكن ان نعبر عنها بهروب النبات من الجفاف أي بمقدرة النبات على اكمال دورة حياته قبل التعرض الى حجب الري من خلال تسريع العمليات الحيوية داخل النبات والتبكير بالتزهير (Fang و Xiong , 2015), وتتطابق هذه النتائج مع ما توصل اليه Yasmin و اخرون (2017) اللذين وجدوا ان حجب الري يسبب اختزالا معنويا في عدد الأيام الى التزهير.

أظهرت نتائج جدول 21 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في عدد الأيام حتى 50% تزهير ذكري, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لعدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري اذ بلغ 64.00.يوما, بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 56.50 و 60.00 و 54.50 يوما بالتتابع, ربما يعزى هذا الاختلاف بمدة النمو الى عدة عوامل ومن هذه العوامل هي التراكيب الوراثية وبعض الجينات المسؤلة عن مدة النمو و خصوصا جينات Stay Green المسؤولة عن طول فترة نمو النبات, لذلك تختلف عمل وتعبير هذه الجينات بين التراكيب والعوامل الوراثية المختبرة (Murtadha و اخرون, 2018).

أوضحت نتائج جدول 21 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى

تأثرها بالإجهاد المائي, اذ بلغت نسبة الانخفاض بعدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري لصنف الفرات 11.59% تحت المعاملة GS-V7, بينما للاصناف Zp و دجلة وكونسينز بلغت 3.51% و 4.84% و 3.64% بالتتابع.

جدول21: تاثير حجب الري في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير ذكري (يوم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	Zp	دجلة	كونسينز	
GS0	69.00	57.00	62.00	55.00	60.75
GS-V7	61.00	55.00	59.00	53.00	57.00
GS-R2	66.00	59.00	61.00	56.00	60.50
GS-V7+R2	60.00	55.00	58.00	54.00	56.75
أ.ف.م		3.426			2.526
متوسط الأصناف	64.00	56.50	60.00	54.50	
أ.ف.م		1.553			

2-4-4 عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي (يوم)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي.

بينت نتائج جدول 22 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سببا انخفاضا معنويا في عدد الأيام حتى 50% تزهير انثوي اذ أعطتا متوسطين بلغا 59.50 و 59.42 يوما بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 64.50 يوما, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 64.42 يوما. ان اختزال عدد الأيام حتى 50% تزهير انثوي نتيجة حجب الري عند المعاملتين

GS-V7 و GS-V7+R2 ربما يعزى الى تناقص عدد الأيام من الزراعة الى التزهير الذكري (جدول21) والتي تقع ضمنها المرحلة التي يستطيل بها فضلا عن ان نقص المياه يسبب تسريع العمليات الحيوية للنبات وبالتالي تسارع مراحل نموه وتطوره (Abd ulameer و Ahmed,2019). تتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه (Fang و Xiong, 2015) اذ وجدو ان عدد أيام التزهير انثوي تقل مع تناقص وقلة مياه الري.

أظهرت نتائج جدول 22 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في عدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي، اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لعدد الأيام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي اذ بلغ 66.50 يوما، بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 60.25 و 62.92 و 58.17 يوما بالتتابع, ربما يعود اختلاف الاصناف بمدة نموها الى اختلاف قدرتها على ادارة فعالية الانزيمات وتوفير الطاقة للازمة بهيئة ATP لاستمرار عملية التمثيل الضوئي ونموالاوراق وتقليل شيخوختها (Tas و Mutlu,2021) .

أوضحت نتائج جدول 22 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ بلغت نسبة الانخفاض بعدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي لصنف الفرات 12.50% تحت المعاملة GS-V7, بينما للاصناف Zp و دجلة وكونسينز بلغت 3.82% و 5.65% و 8.33% بالتتابع.

جدول 22: تاثير حجب الري في عدد الايام من الزراعة حتى 50% تزهير انثوي (يوم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	72.00	61.00	65.00	60.00	64.50
GS-V7	63.00	58.67	61.33	55.00	59.50
GS-R2	69.33	63.33	64.67	60.33	64.42
GS-V7+R2	61.67	58.00	60.67	57.33	59.42
أ.ف.م	3.374				2.308
متوسط الاصناف	66.50	60.25	62.92	58.17	
أ.ف.م	1.606				

4-5- الصفات الفسيولوجية

4-5-1- محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فرقا معنويا بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في محتوى الاوراق من الكلوروفيل الكلي.

بينت نتائج جدول 23 ان حجب الري عند المعاملتين حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سببا انخفاضا معنويا في محتوى الكلورفيل الكلي في الاوراق, اذ أعطتا المعاملتين متوسطين بلغا 29.52 و 29.65 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسطا بلغ 37.02 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري, والتي لم تختلف معنويا عن معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة التي أعطت متوسط بلغ 36.66 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري. ربما يعزى انخفاض محتوى الكلورفيل تحت ظروف نقص المياه الى تراجع مقدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر لاسيما عنصر النتروجين الذي يعد احد المكونات الداخلة في حلقة البيروفيرون وهي احد المركبات المهمة في بناء جزيئة الكلوروفيل (Pessarakli, 2016) ، كما يمكن ان يؤدي الشد المائي الى نقص السايتوكاينين (جدول 28) المهم في بناء الكرانا التي هي الأكثر تركيزا بالكلوروفيل (Gou وآخرون , 2017), تطابقت هذه النتائج مع ما توصل اليه Rafiee (2012) اذ بين انخفاض محتوى الكلورفيل في أوراق نباتات الذرة الصفراء عند تعرضها الى اجهاد نقص المياة.

أظهرت نتائج جدول 23 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في محتوى الكلوروفيل اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط بلغ 36.03 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري ، بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 32.19 و 33.80 و 30.83 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري بالتتابع, ربما يعزى تفوق صنف الفرات بمحتوى الكلوروفيل لتفوقه في المساحة الورقية (جدول 32) وبالتالي زيادة تراكم الكلوروفيل.

أوضحت نتائج جدول 23 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في محتوى الكلوروفيل الكلي في الاوراق, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف كونسينز الاكثر انخفاضا بمحتوى الكلوروفيل الكلي في الاوراق اذ اعطى متوسط بلغ 25.76 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف الفرات كان الاقل تاثرا عند مرحلة (GSO) اذ بلغ 39.18 ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري.

جدول23: تأثير حجب الري على محتوى الكلوروفيل (ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	39.18	35.27	37.63	36.00	37.02
GS-V7	33.00	29.22	30.10	25.76	29.52
GS-R2	38.84	34.92	37.26	35.63	36.66
GS-V7+R2	33.12	29.34	30.21	25.91	29.65
أ.ف.م		1.963			1.392
متوسط الاصناف	36.03	32.19	33.80	30.83	
أ.ف.م		0.914			

2-5-4 تركيز البرولين في الاوراق (ميكرومول غم$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في تركيز البرولين.

بينت نتائج جدول 24 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب زيادة معنوية في تركيز البرولين اذ اعطتا متوسطين بلغا 76.79 و 76.16 ميكرومول غم$^{-1}$ بالتتابع,متفوقة على معاملة الري الكامل التي اعطت متوسطا بلغ 60.53 ميكرومول غم$^{-1}$ ربما تعزى هذه الزيادة الى فسيولوجية النبات من اجل حماية خلاياه من الضرر الناجم من نقص المياه عن طريق الاسهام في الوقاية من اضرار مركبات ROS فضلا عن دوره الإيجابي في التنظيم الازموزي لخلايا النبات والذي يزيد من قدرته على سحب الماء والمغذيات ومن ثم المحافظة على استطالة الخلايا وفتح الثغور وكفاءة عملية التمثيل الكاربوني والذي يؤدي بدوره على المحافظة على نمو النبات تحت ظروف نقص المياه, اذ ان البرولين يعد غلافا او قشرة مائية مشدودة ومتماسكة تعمل على مقاومة التغيرات تحت الاجهاد المائي ,مهدي ومحمد (2009), تتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه Al-shaheen وآخرون

(2016) وSoh AL shaheen (2016) الذين وجدوا في نتائجهم زيادة محتوى الأوراق من البرولين تحت ظروف نقص المياه.

أظهرت نتائج جدول 24 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في محتوى الأوراق من البرولين, اذ اعطى الصنف دجلة اعلى متوسط بلغ 79.97 ميكرومول غم$^{-1}$, بينما لم يختلف الصنفين الفرات و ZP والتي أعطت الأصناف الفرات وZP و متوسطات بلغت 58.53 و 61.83 وتلاة الصنف كونسينز الذي اعطى متوسط بلغ 73.44ميكرومول غم$^{-1}$ بالتتابع , وربما يعود ذلك الى اختلافتها الوراثية (Rafiee , 2012).

أوضحت نتائج جدول 24 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في تركيز البرولين في الاوراق, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاكثر انخفاضا بتركيز البرولين في الاوراق اذ بلغ 64.01% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاقل تاثرا اذ بلغ 16.71%.

جدول24: تأثير حجب الري على تركيز البرولين (ميكرومول غم$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	44.51	56.43	73.20	67.99	60.53
GS-V7	73.00	67.54	87.25	79.35	76.79
GS-R2	44.32	56.18	72.93	67.75	60.29
GS-V7+R2	72.27	67.17	86.51	78.68	76.16
أ.ف.م		9.210			6.234
متوسط الأصناف	58.53	61.83	79.97	73.44	
أ.ف.م		4.409			

4-5- 3- محتوى الماء النسبي (%)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في محتوى الماء النسبي (%) .

بينت نتائج جدول 25 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في محتوى الماء النسبي, اذ أعطتا متوسطين بلغا 70.03 % و 69.88% بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت نسبة بلغت 84.37%والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة التي أعطت نسبة بلغت 83.57 %. ان انخفاض المحتوى المائي النسبي في الأوراق يمكن ان يعزى الى انخفاض جاهزية ماء التربة مما خفض من قدرة النبات على امتصاص الماء وبالتالي انخفاض محتوى الماء في الانسجة النباتية (Karrou و اخرون2012) كما تؤثر قلة المساحة الورقية (جدول 32) على قدرة الاوراق على احتفاظها بالماء. تتفق هذه النتيجة مع Aslam و اخرون (2014) حيث وجدوا انخفاضا في محتوى الماء النسبي عند حجب الري في المراحل الخضرية.

أظهرت نتائج جدول 25 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في محتوى الماء النسبي , اذ اعطى صنف الفرات اعلى نسبة لمحتوى الماء النسبي بلغت 88.11.% , بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة وكونسينز نسب بلغت 83.64% و 69.33% و 66.78% بالتتابع, يمكن ان يعزى هذا التباين في محتوى الماء النسبي بين الاصناف الى اختلافها في المساحة الورقية (جدول 32) وبالتالي اختلاف قدرتها على الاحتفاظ بالماء.

أوضحت نتائج جدول 25 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في محتوى الماء النسبي في الاوراق, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاقل انخفاضا بنسبة بلغت 10.38% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاكثر تأثرا بنسبة بلغت 32.97%.

جدول25: تأثير حجب الري في محتوى المائي النسبي(%) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	93.35	89.92	73.88	80.34	84.37
GS-V7	83.66	77.53	65.10	53.85	70.03
GS-R2	92.01	89.18	73.83	79.27	83.57
GS-V7+R2	83.41	77.93	64.51	53.65	69.88
أ.ف.م	9.318				6.407
متوسط الاصناف	88.11	83.64	69.33	66.78	
أ.ف.م	4.422				

4-5-4- تركيز الهرمونات النباتية في الاوراق (ميكرومول غم$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في تركيز الهرمونات النباتية (هرمون الاندول استيك اسيدIAA و هرمون الجبرلين GA و هرمون السايتوكاينين CK).

بينت نتائج جداول 26 و 27 و 28 ان حجب الري سبب انخفاضا معنويا في IAA و GA و CK, اذ أعطت المعاملتين حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) اقل متوسطات للـ IAA و GA و CK بلغت (52.97 و 52.60) و (33.45 و 33.24) و (43.01 و 42.51) ميكرومول غم$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسطا بلغ 71.39 و 47.97 و 61.08 ميكرومول غم$^{-1}$بالتتابع, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة. ان انخفاض تركيز الهرمونات النباتية (IAA و GA و CK) في اوراق الذرة الصفراء نتيجة لظروف نقص الماء التي تعمل على تثبيط فعالية بعض الانزيمات المسؤولة عن تحفيز الهرمونات النباتية (Wang واخرون 2008).

أظهرت نتائج جدول 26 و 27 و 28 ان أصناف الذرة الصفراء اختلفت معنويا في محتواها من الهرمونات النباتية في الاوراق, اذ اعطى الصنفين فرات و Zp اعلى متوسطات لمحتوى IAA و GA و CKاذ بلغت (74.04 و 71.32) و (47.44 و 45.77) و (59.54 و 57.82) ميكرومول غم$^{-1}$ بالتتابع, بينما أعطى الصنف كونسينز اقل المتوسطات, ان هذا الاختلاف بين اصناف الذرة الصفراء في محتواها من الهرمونات النباتية يمكن ان يعزى لاختلافاتها الوراثية, اذ ان تعبير الجينات المسؤولة عن تحفيز زيادة تخليق الهرمونات النباتية يختلف ما بين اصناف الذرة الصفراء (Krishnamurthy و Rathinasabapathi, 2013).

بينت نتائج جدول 26 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في محتوى الاوراق من الهرمونات النباتية, اذ لوحظ تفوق الصنفين فرات و Zp باعطائهما اعلى تركيز لـ IAA و GA و CK تحت ظروف الري الكامل (GS0), بينما تنخفض هذه التراكيز عند معاملتي حجب الري GS-V7 و GS-V7+R2.

جدول26: تأثير حجب الري في IAA (ميكرومول غم$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	80.84	79.60	60.22	64.90	71.39
GS-V7	67.78	63.79	48.12	32.16	52.97
GS-R2	80.06	87.42	60.12	64.06	70.67
GS-V7+R2	67.50	63.48	47.50	31.94	52.60
أ.ف.م		10.603			7.109
متوسط الاصناف	74.04	71.32	53.99	48.27	
أ.ف.م		5.101			

جدول27: تاثير حجب الري في تركيز الجبرلين (ميكرومول غم$^{-1}$) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	53.57	52.85	41.19	44.26	47.97
GS-V7	42.28	39.61	30.46	21.46	33.45
GS-R2	51.79	51.16	40.14	43.10	46.55
GS-V7+R2	42.11	39.43	30.09	21.33	33.24
أ.ف.م	6.112				4.147
متوسط الاصناف	47.44	45.77	35.47	32.54	
أ.ف.م	2.922				

جدول28: تاثير حجب الري في تركيز السايتوكاينين (ميكرومول غم$^{-1}$) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	68.00	52.78	67.16	56.38	61.08
GS-V7	52.05	38.15	49.25	32.57	43.01
GS-R2	66.24	51.53	65.83	55.02	59.66
GS-V7+R2	51.86	37.39	49.04	31.76	42.51
أ.ف.م	غ.م				4.485
متوسط الأصناف	59.54	57.82	44.96	43.93	
أ.ف.م	3.533				

4-5- 5- فعالية الانزيمات (وحدة امتصاص غم $^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و الأصناف و التداخل بينهما في فعالية انزيم بيروكسيديز و الكتاليز في الاوراق.

بينت نتائج جدول 29 و 30 ان حجب الري سبب زيادة معنوية في فعالية انزيم بيروكسيديز و الكتاليز في الاوراق, اذ أعطت المعاملتين حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) اعلى متوسطين بلغا (76.54 و 73.77) و (53.83 و 52.25) وحدة امتصاص غم $^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسطا بلغ 62.40 و 43.43 وحدة امتصاص غم$^{-1}$, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة التي أعطت متوسطا بلغ 56.24 و 53.83 وحدة امتصاص غم $^{-1}$. قد يعود سبب زيادة فعالية إنزيم البيروكسيديز و الكتاليز إلى زيادة وفعالية الأحماض الامينية و البروتينات الذائبة في سايتوبلازم الخلايا التي قد تساهم في زيادة بناء وفعالية هذه الأنزيمات, ان زيادة هذه الانزيمات احدى الوسائل الدفاعية لخلايا النبات المعرض للإجهاد المائي لتقليل التأثير السلبي لمجاميع الأوكسجين الفعالة Reactive oxygen species (ROS) مثل السوبر اوكسيديز (superoxide (O_2) وبيروكسيد الهايدروجين peroxide hydrogen (H_2O_2) وجذر الهيدروكسيل hydroxyl radical (OH) التي تعمل عند تعرض الخلايا لظروف اجهاد نقص الماء والذي يكون لة دوره المباشر في التخلص من وبيروكسيد الهايدروجين Kamphorst واخرون (2018).

أظهرت نتائج جدول 29 و 30 ان أصناف الذرة الصفراء قد تباينت معنويا في فعالية انزيم بيروكسيديز و الكتاليز, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسطين لفعالية انزيم بيروكسيديز و الكتاليز اذ بلغ 81.29 و 55.09 وحدة امتصاص غم $^{-1}$ بالتتابع, متفوقا على الاصناف الأصناف ZP و دجلة و كونسينز, وربما يعود ذلك الى الاختلافات بلتركيب الوراثي ما بين اصناف الذرة الصفراء, ويمكن ان تقاس قدرة الخلايا والنبات في مقاومتها ظروف الإجهاد من محافظته على مستوى عالي من الإنزيمات الفعالة المضادة للأكسدة (عبد القادر ، 2007).

أوضحت نتائج جدول 29 و 30 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في فعالية انزيم البيروكسيديز, اذ تفوق صنف الفرات باعطائه اعلى فعالية لانزيم البيروكسيديز تحت ظروف حجب الري عند المعاملتين GS-V7 و GS-V7+R2, بينما انخفضت هذه الفعالية تحت ظروف الري الكامل (GS0).

جدول29: تاثير حجب الري في فعالية انزيم بيروكسيديز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	66.19	62.25	64.39	56.78	62.40
GS-V7	99.31	76.07	73.33	57.47	76.54
GS-R2	62.60	58.56	60.01	43.79	56.24
GS-V7+R2	97.05	72.77	71.27	53.99	73.77
أ.ف.م	12.059				8.149
متوسط الاصناف	81.29	67.41	67.25	53.00	
أ.ف.م	5.777				

جدول30: تاثير حجب الري في تركيز انزيم الكاتليز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	52.13	39.37	49.21	32.99	43.43
GS-V7	59.89	46.13	59.42	49.87	53.83
GS-R2	50.09	36.54	47.11	30.95	41.17
GS-V7+R2	58.24	44.95	57.21	48.58	52.25
أ.ف.م	غ. م				4.810
متوسط الاصناف	55.09	41.75	53.24	40.60	
أ.ف.م	3.417				

4-6- الصفات الخضرية

4-6-1- ارتفاع النبات (سم)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في ارتفاع النبات.

بينت نتائج جدول 31 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في ارتفاع نبات, اذ أعطتا متوسطين بلغا 171.26 و170.69 سم بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) والتي أعطت متوسط بلغ 205.82 سم, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) والتي أعطت متوسط بلغ 207.20 سم. ان انخفاض ارتفاع النبات نتيجة لحجب الري ربما يعزى ذلك الى ان نقص الماء في الكلوروبلاست ومحتوى الماء النسبي (جدول 25) مما يسبب اضطرابات في النظام الانزيمي مما يثبط عملية البناء الضوئي ويوقف انقسام وتطور النمو(Gupta , 2011), تطابقت هذه النتيجة مع ما توصل اليه Azarpanah , واخرون (2013) الذين اشارو الى ان اجهاد نقص الماء خلال مرحلة النمو الخضري أدى الى انخفاض ارتفاع النبات نتيجة تاثير الاجهاد المائي في انقسام واستطالة الخلايا.

أظهرت نتائج جدول 31 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في ارتفاع النبات اذ اعطى الصنفين ZP وكونسينز اعلى متوسطين لارتفاع النبات اذ بلغا 218.07 و 200.56سم, بالتتابع, بينما اعطى الصنفين الفرات ودجلة متوسطين بلغا 163.32 و 173.02 سم, بالتتابع, ان هذا التباين في ارتفاع النبات بين التراكيب الوراثية يعزى الى العوامل الوراثية اذ يعد الصنفين Zp و كونسينز من الاصناف الطويلة قياسا بباقي التراكيب الوراثية, ان هذا الاختلاف في ارتفاع النبات ناتج من اختلاف التراكيب الوراثية في طول السلامية الواحدة وعدد السلاميات نتيجة لوجود جينات تتحكم بهذه الصفة , (Cakir, 2004) .

أوضحت نتائج جدول 31 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في ارتفاع النبات, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاكثر انخفاضا بنسبة بلغت 23.91% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف Zp كان الاقل تأثرا بنسبة بلغت 11.03%.

جدول31: تأثير حجب الري في ارتفاع النبات (سم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	184.51	230.73	185.82	222.22	205.82
GS-V7	140.39	205.28	161.98	177.39	171.26
GS-R2	188.93	232.50	185.26	222.10	207.20
GS-V7+R2	139.47	203.77	159.00	180.51	170.69
أ.ف.م	14.802				13.305
متوسط الاصناف	163.32	218.07	173.02	200.56	
أ.ف.م	5.094				

4-6-2- المساحة الورقية (سم^2 نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق 2 وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في المساحة الورقية.

بينت نتائج جدول 32 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في مساحة الورقة اذ أعطتا متوسطين بلغا 1892.01 و1893.19 سم^2 نبات$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 3452.82 سم^2 نبات$^{-1}$, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 3399.20 سم^2 نبات$^{-1}$. ان اختزال حجم المساحة الورقية نتيجة حجب الري ربما يعزى الى تقلص حجم خلايا نسيج الورقة مما أدى الى خفض قدرتها على الاستطالة والتمدد فضلا عن انخفاض محتوى الهرمونات المشجعة للنمو والمحفزة للاستطالة مثل الاوكسينات والجبريلينات (جدول 26 ,27) وبالتالي انعكس ذلك على عمليات النمو المتمثلة بالانقسام والاتساع والتمايز الخلوي ، كذلك ان فقدان الضغط الانتفاخي للأوراق اثر سلبا في نمو وتوسع خلايا الأوراق مما اثر ذلك سلبا على المساحة الورقية وهذا يتطابق مع ماجاء به العودة وخيتي (2008) .

أظهرت نتائج جدول 32 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في المساحة الورقية اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط بلغ 3057.58 سم^2 نبات$^{-1}$، بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 2729.77 و 2481.57 و 2366.31 سم^2 نبات$^{-1}$ بالتتابع, ان هذا التباين في المساحة الورقية بين اصناف الذرة الصفراء يعزى الى العوامل الوراثية, وكذلك الى اختلافها بمدتي النمو (جدول 21 و 22).

أوضحت نتائج جدول 32 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في المساحة الورقية, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاقل انخفاضا بنسبة بلغت 37.45% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاكثر تأثرا بنسبة بلغت 55.66%.

جدول32: تأثير حجب الري في المساحة الورقية (سم^2 نبات$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	3776.51	3543.82	3190.73	3300.22	3452.82
GS-V7	2362.39	1949.98	1792.28	1463.39	1892.01
GS-R2	3725.93	3488.26	3137.50	3245.10	3399.20
GS-V7+R2	2373.47	1937.00	1805.77	1456.51	1893.19
أ.ف.م		231.976			176.163
متوسط الأصناف	3057.58	2729.77	2481.57	2366.31	
أ.ف.م		102.635			

4-6-3- دليل المساحة الورقية

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في دليل المساحة الورقية .

بينت نتائج جدول 33 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-R2) سبب انخفاضا معنويا في دليل المساحة الورقية اذ أعطتا متوسطين بلغا 1.00 و 1.01 بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسطا بلغ 1.84, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 1.81. ان انخفاض دليل المساحة الورقية نتيجة لحجب الري ربما يعزى الى تأثير مؤشرات النمو المورفولوجية للنبات مما تؤدي الى قلة الماء الجاهز الذي ينتج عنه ضعفا في نمو خلايا النبات مما انعكس على مقدار السطح المعترض للاشعاع الشمسي الساقط والذي يعد جزء أساسي في عملية البناء الكاربوني وهذا مما أدى الى انخفاض الى دليل المساحة الورقية الذي يعتمد على تشكل الخلايا وتوسعها وبالتالي انخفاض المساحة الورقية (جدول 32) والتي تؤثر مباشرة في دليل المساحة الورقية (Hammad وآخرون 2018)

أظهرت نتائج جدول 33 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في دليل المساحة الورقية , اذ اعطى الصنف الفرات اعلى متوسط لدليل المساحة الورقية بلغ1.63 , بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 1.45 و 1.32 و 1.26 بالتتابع, ان هذا الاختلاف في دليل المساحة الورقية يعود لتباين الاصناف في المساحة الورقية (جدول 32).

أوضحت نتائج جدول 33 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في دليل المساحة الورقية, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاقل انخفاضا بنسبة بلغت 37.31% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاكثر تأثرا بنسبة بلغت 56.82%.

جدول33: تأثير حجب الري علي دليل المساحة الورقية لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	2.01	1.89	1.70	1.76	1.84
GS-V7	1.26	1.02	0.95	0.76	1.00
GS-R2	1.99	1.86	1.67	1.73	1.81
GS-V7+R2	1.27	1.03	0.96	0.78	1.01
أ.ف.م		0.124			0.094
متوسط الأصناف	1.63	1.45	1.32	1.26	
أ.ف.م		0.055			

4-6-4- الوزن الجاف للنبات (غم نبات$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و الأصناف و التداخل بينهما في الوزن الجاف للنبات (غم نبات$^{-1}$).

بينت نتائج جدول 34 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في الوزن الجاف للنبات, اذ أعطتا متوسطين بلغا 210.67 و 211.96 (غم نبات$^{-1}$) بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 285.69 (غم نبات$^{-1}$), ربما يعزى انخفاض الوزن الجاف للنبات الى ان حجب الري سبب زيادة التنافس بين الأنسجة المرستيمية على الماء الذي انخفض بازدياد درجة الإجهاد مما يؤدي إلى تسارع عمليات النمو باتجاه النضج , فعل من النبات للإجهاد المائي يعمد إلى غلق الثغور وبذلك ينخفض تمثيل CO_2 مما ينجم عنه خلل في العمليات البنائية ومن ثم انخفاض تراكم المادة الجافة والذي انعكس سلبا على الوزن الجاف للنبات (Duca, 2015), كما ان انخفاض ارتفاع النبات و المساحة الورقية يعمل على اختزال الوزن الجاف للنبات. تطابقت هذه النتائج مع نتائج Murtadha واخرون (2018).

بينت نتائج جدول 34 ان أصناف الذرة الصفراء قد اختلفت معنويا في الوزن الجاف للنبات, اذ تفوق معنويا الصنفين الفرات و Zp اعلى متوسطين للوزن الجاف اذ بلغا 260.34 و 258.85 (غم نبات$^{-1}$), بينما أعطت الأصناف دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 237.98 و 233.25 (غم نبات$^{-1}$) بالتتابع, ربما يعزى تباين اصناف الذرة الصفراء بالوزن الجاف الى اختلافها بمدة النمو (جدول 21 22) وارتفاع النبات (جدول 31) والمساحة الورقية (جدول 32) مما يسبب اختلاف قدرتها على انتاج المادة جافة.

أوضحت نتائج جدول 34 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في الوزن الجاف, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاقل انخفاضا بنسبة بلغت 21.18% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاكثر تأثرا بنسبة بلغت 35.95%.

جدول 34: تأثير حجب الري على الوزن الجاف (غم نبات$^{-1}$)لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	291.77	289.72	276.25	285.01	285.69
GS-V7	229.96	229.15	201.00	182.56	210.67
GS-R2	288.40	286.17	272.55	281.34	282.11
GS-V7+R2	231.23	230.38	202.13	184.10	211.96
أ.ف.م	15.465				11.744
متوسط الاصناف	260.34	258.85	237.98	233.25	
أ.ف.م	6.842				

4-7- مكونات الحاصل

4-7-1- عدد الصفوف في العرنوص (صف عرنوص$^{-1}$).

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في عدد الصفوف في العرنوص.

بينت نتائج جدول 35 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في عدد الصفوف في العرنوص, اذ أعطتا متوسطين بلغا 11.65 و 11.02 صف عرنوص$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 16.40 صف عرنوص$^{-1}$, والتي لم تختلف معنويا مع معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) التي أعطت متوسط بلغ 15.98 صف عرنوص $^{-1}$. ان انخفاض عدد الصفوف في العرنوص نتيجة لحجب الري عند المرحلتين GS-V7 و GS-V7+R2 ربما يعود السبب الى اختزال المدة من البزوغ الى 50% تزهير ذكري (جدول 21) اي خلال مدة تشكل ونمو المبايض, اضافة لانخفاض المساحة الورقية (جدول 32) مما يعتقد انه سبب عدم كفاية نواتج التمثيل لاتمام تكوين اكبر عدد من الصفوف لكل عرنوص. تتفق هذه النتيجة مع ما توصل اليه الزوبعي , (1984) على ان تعرض النبات الى اجهاد نقص الماء في مرحلة الازهار الانثوي مما أدى الى خفض عدد الصفوف بالعرنوص .

أظهرت نتائج جدول 35 اختلاف أصناف الذرة الصفراء معنويا بعدد الصفوف في العرنوص, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لعدد الصفوف في العرنوص اذ بلغ 17.58صف عرنوص$^{-1}$, بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 14.44 و 12.84 و 10.19 صف عرنوص$^{-1}$ بالتتابع, , وربما يعود ذلك طول مدتي نمو صنف الفرات (جدول 21 22) والمساحة الورقية (جدول 32) ودليل المساحة الورقية (جدول 33) مما ينعكس عل كفاءة التمثيل الضوئي مما وفر نواتج تمثيل ضوئي كافية لتخليق اكبر عدد ممكن من الصفوف في العرنوص.

اوضحت نتائج جدول 35 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في عدد الصفوف في العرنوص, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاقل انخفاضا بنسبة بلغت 11.98% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاكثر تأثرا بنسبة بلغت 46.46% تحت المعاملة Gs-V7+R2.

جدول 35: تاثير حجب الري في عدد الصفوف بالعرنوص (صف عرنوص$^{-1}$) اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	18.95	19.08	14.00	13.56	16.40
GS-V7	16.68	10.34	12.32	7.26	11.65
GS-R2	19.10	17.91	14.02	12.89	15.98
GS-V7+R2	15.57	10.45	11.00	7.06	11.02
أ.ف.م		4.111			3.768
متوسط الاصناف	17.58	14.44	12.84	10.19	
أ.ف.م		1.337			

4-7-2- عدد الحبوب في الصف (حبة صف$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في عدد الحبوب في لصف.

بينت نتائج جدول 36 ان حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) و معاملة حجب الري عند مرحلة الاستطالة وامتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في عدد الحبوب في الصف لمحصول الذرة الصفراء, اذ أعطت متوسطين بلغا 26.77 و 23.23 حبة صف $^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 44.90 حبة صف$^{-1}$, بينما اعطت معاملة حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) متوسط بلغ35.40 حبة صف$^{-1}$. يمكن ان يعزى اختزال عدد الحبوب في العرنوص عند معاملتي حجب الري GS-V7 و GS-V7+R2 الى ان تحديد مواقع منشئات الحبوب في الصف يحدد في مراحل النمو الخضرية والتي زامنت فرض الاجهاد المائي والتي بها قلة نواتج التمثيل الضوئي مما خفض من مواقع منشئات الحبوب وبالتي انخفاض عدد الحبوب.كما ان انخفاض عدد الحبوب في الصف عند تطبيق نقص المياه في مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2), يمكن ان يعزى الى ان نقص الماء سبب انخفاض في نقل المادة الجافة من المصدر الى المصب (الحبوب) وبالتالي فشلت بعض مواقع الحبوب من ان تكون حبوب كذلك ان اجهاد نقص الماء خلال مرحلة الازهار يقلل من قدرة النبات على الازهار

وتكوين حبوب لقاح ذات حيوية عالية فتفشل عملية الاخصاب بسبب تيبس حبوب اللقاح وموتها لذلك تسبب عدم القدره على النموعند سقوطها على المياسم (Mcphere و Boyer ,1977)

أظهرت نتائج جدول 36 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في عدد الحبوب في الصف, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لعدد الحبوب في الصف اذ بلغ 37.58 حبة صف$^{-1}$, بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 33.69و 30.69 و 28.34 (حبة صف$^{-1}$) بالتتابع, يعزى تفوق صنف الفرات لتفوقه في المساحة الورقية ودليلها (جدول 32 و 33) مما يوفر نواتج تمثيل اكبر والتي تقلل من اجهاض الزهيرات وبالتالي سينعكس بزيادة عدد الحبوب في الصف.

أوضحت نتائج جدول 36 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في عدد الحبوب بالصف, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف الفرات الاكثر انخفاضا بنسبة بلغت 50.78% تحت المعاملة GS-V7, بينما صنف كونسينز كان الاقل تأثرا بنسبة بلغت 30.77%.

جدول 36: تاثير حجب الري في عدد الحبوب بالصف (حبة صف$^{-1}$) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	51.95	47.08	41.56	39.00	44.90
GS-V7	25.57	26.45	28.06	27.00	26.77
GS-R2	44.68	34.34	31.26	31.32	35.40
GS-V7+R2	28.10	26.91	21.89	16.02	23.23
أ.ف.م		7.438			5.559
متوسط الاصناف	37.58	33.69	30.69	28.34	
أ.ف.م		3.335			

4-7-3- وزن 500 حبة (غم)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و الأصناف و التداخل بينهما في متوسط وزن 500 حبة (غم) .

بينت نتائج جدول 37 ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (GS-R2) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في متوسط وزن 500 حبة (غم) , اذ اعطتا متوسطين بلغا 54.90 و 63.94 غم بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 78.23 غم, في حين سبب حجب الري عند مرحلة الاستطالة (GS-V7) زيادة معنوية في وزن الحبة اذ أعطت متوسط بلغ 82.73 غم, ربما هذه الزيادة ترجع الى قلة عدد الحبوب (جدول 36) مما سبب املاء عدد مواقع حبوب اقل وبالتالي زيادة وزن الحبة. بينما انخفاض متوسط وزن الحبة ربما يعزى الى أن حجب الري أدى الى خفض وصول الماء والمغذيات للحبوب في أثناء مدة امتلائها مما أدى الى أنكماش وصغر حجم الحبوب فضلا عن قلة نقل نواتج التمثيل الكاربوني من المصدر الى المصب وبالتالي أنخفاض وزنها, اوان انغلاق الثغور التي تؤدي إلى تقليل انتشار غاز CO_2 الذي يتبعه انخفاض في عملية التمثيل الضوئي فتقل نسبة المادة الجافة المنتجة من الاوراق أثناء مرحلة امتلاء الحبة مما ينعكس في قلة وزنها , أو قد يكون كنتيجة لاختزال في معدل ومدة تراكم وإعادة توزيع النشأ في الاندوسبيرم (Gao واخرون ,2017), هذا يتفق مع نتائج Kuscu و Demir (2012) و Sajedi وآخرين (2009) الذين وجدوا بأن حجب الري خلال مرحلة امتلاء الحبة يؤدي الى انخفاض وزنها.

أظهرت نتائج جدول 36 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في متوسط وزن 500 حبة (غم), اذ اعطى صنف الكونسينز اعلى متوسط وزن 500 حبة اذ بلغ 84.36 غم, بينما أعطت الأصناف الفرات وZP و دجلة متوسطات بلغت61.41 و 65.75 و68.28 غم بالتتابع, ربما يعود السبب في زيادة وزن الحبة في صنف كونسينز إلى إملاء عدد مواقع حبوب أقل وهذا مايسمى بظاهرة التعويض , كما وجد ان هناك علاقة سلبية بين عدد الحبوب في العرنوص والوزن الكلي للحبة تحت ظروف الجفاف,(Anjum واخرون 2011).

أوضحت نتائج جدول 37 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في متوسط وزن 500 حبة, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ

كان صنف الفرات الاكثر انخفاضا بنسبة بلغت 35.32% تحت المعاملة GS-V7+R2, بينما صنف كونسينز كان الاقل تأثرا بنسبة بلغت 7.78%.

جدول37: تأثير حجب الري في متوسط وزن 500 حبة (غم) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	73.02	79.32	72.34	88.26	78.23
GS-V7	75.29	82.00	80.41	93.23	82.73
GS-R2	50.10	33.69	61.25	74.56	54.90
GS-V7+R2	47.23	68.00	59.12	81.39	63.94
أ.ف.م	18.226				14.285
متوسط الاصناف	61.41	65.75	68.28	84.36	
أ.ف.م	7.827				

4-8- حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و الأصناف و التداخل بينهما في متوسط حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ$^{-1}$).

بينت نتائج جدول 38 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب الري عند امتلاء الحبة (GS-R2) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في حاصل حبوب الذرة الصفراء, اذ اعطت متوسطات بلغت 5.36 و 4.54 و 4.13 ميكا غرام هـ $^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 7.42 ميكا غرام هـ $^{-1}$. ان انخفاض حاصل الحبوب عند المعاملة GS-V7 ربما نتيجة لتاثير الاجهاد المائي في نمو وتوسع الاوراق (جدول 32) فيقل اعتراض الضوء من قبل الأوراق فينخفض معدل التمثيل الكاربوني، مما انعكس سلبا في معدل نمو النبات وتراكم المادة الجافةوالذي انعكس سلبا في عدد الصفوف وعدد حبوب الصف (جدول 35 و 36) مؤثرا بذلك في حاصل الحبوب. حيث يرتبط الحاصل بمكوناته، كما يرتبط الاخير مع تحت مكونات الحاصل. أما النقص

في الحاصل عند المعاملة GS-R2 فيعود الى أن حجب الري سبب انخفاض معنويا في وزن 500 حبة (جدول 37) مما انعكس على انخفاض الحاصل.

هذه النتيجة تطابق نتائج دراسة Azarpanah واخرون (2013) الذين وجدوا أنخفاضا في حاصل الحبوب عند حجب الري عند المراحل الخضرية والتكاثرية.

أظهرت نتائج جدول 38 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في متوسط حاصل الحبوب, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لحاصل الحبوب اذ بلغ 6.18 ميكا غرام هـ$^{-1}$, بينما أعطت الأصناف ZPو دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 5.54 و 5.38 و 4.35 ميكا غرام هـ$^{-1}$ بالتتابع, ربما يعود هذا التفوق الى تفوق صنف الفرات باعطائها اعلى عدد صفوف (جدول 35) وعدد حبوب في الصف (جدول 36) مما انعكس على زيادة حاصل الحبوب.

أوضحت نتائج جدول 38 وجود تداخل معنوي بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في متوسط حاصل الحبوب, اذ لوحظ ان اصناف الذرة الصفراء قد اختلفت بمدى تأثرها بالإجهاد المائي, اذ كان صنف دجلة الاكثر انخفاضا بنسبة بلغت 50.18% تحت المعاملة GS-V7+R2, بينما صنف كونسينز كان الاقل تأثرا بنسبة بلغت 43.07%.

جدول38: تاثير حجب الري في متوسط حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ$^{-1}$) لأربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	8.54	7.13	7.96	6.06	7.42
GS-V7	6.89	5.79	4.84	3.92	5.36
GS-R2	4.78	4.65	4.75	3.99	4.54
GS-V7+R2	4.51	4.60	3.97	3.45	4.13
أ.ف.م		0.962			0.813
متوسط الاصناف	6.18	5.54	5.38	4.35	
أ.ف.م		0.375			

4-9- الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ$^{-1}$)

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في متوسط الحاصل البايولوجي

بينت نتائج جدول 39 ان حجب الري عند الاستطالة (GS-V7) و حجب الري عند امتلاء الحبة (GS-R2) و حجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2) سبب انخفاضا معنويا في متوسط الحاصل البايولوجي, اذ أعطت متوسطات بلغت 13.54 و 15.53 و 12.13 ميكا غرام هـ$^{-1}$ بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 16.94 ميكا غرام هـ$^{-1}$. ان انخفاض الحاصل البايولوجي عند حجب الري في مرحلة الاستطالة ربما يعزى الى اختزال الوزن الجاف للمجموع الجذري بسبب قلة نمو الجذور فقلت قابلية النبات على امتصاص الماء ومن ثم قلت الفعاليات الحيوية في المجموع الخضري وكذلك نتيجة لانخفاض ارتفاع النبات (جدول 31), كما انه ويؤثر في سعة التمثيل الكاربوني بسبب أنخفاض المساحة الورقية (جدول 32) وقلة معدل توسع الورقة والاسراع في شيخوخة الاوراق ومن ثم تقليل اعتراض الاشعة الشمسية وقلة تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية نتيجة لانغلاق الثغور وزيادة التنفس وحصول اضطرابات للعمليات البيوكميائية (احمد، 1987). يمكن ان يعزى انخفاض الحاصل البايولوجي عند حجب الري في مرحلة امتلاء الحبة الى انخفاض حاصل الحبوب (جدول 38) الذي يعد احدى مكونات الحاصل البايولوجي. تتفق هذه النتيجة مع نتائج Kuscu و Demir (2012) وOveysi واخرين (2010) الذين ذكروا أن حجب الري خلال مرحلة النمو الخضري والثمري أدى الى أنخفاض الحاصل البايولوجي للنبات.

أظهرت نتائج جدول 39 ان أصناف الذرة الصفراء تختلف معنويا في متوسط الحاصل البايولوجي, اذ اعطى الصنف ZP اعلى متوسط للحاصل البايلوجي اذ بلغ 17.24ميكا غرام هـ$^{-1}$, بينما أعطت الأصناف الفرات ودجلة وكونسينز متوسطات بلغت 13.31 و 12.01 و 15.58 ميكا غرام هـ$^{-1}$بالتتابع, ان هذا التفوق لصنف Zp يمكن ان يعزى لتفوقه باعطائه اعلى ارتفاع للنبات (جدول 31) مما انعكس على زيادة الحاصل البايولوجي.

أوضحت نتائج جدول 39 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري و أصناف الذرة الصفراء في الحاصل البايولوجي, اذ اعطى الصنف ZP اعلى حاصل بايولوجي تحت معاملة الري الكامل (GS0) بلغ

20.97 ميكا غرام هـ$^{-1}$, بينما اعطى الصنف دجلة اقل متوسط لمتوسط الحاصل البايولوجي تحت معاملة حجب رية واحدة عند مرحلة الاستطالة وامتلاء الحبة .

جدول 39: تاثير حجب الري في متوسط الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	14.46	20.97	14.10	18.23	16.94
GS-V7	13.81	13.96	11.64	14.75	13.54
GS-R2	13.11	19.73	12.62	16.64	15.53
GS-V7+R2	11.85	14.31	9.67	12.68	12.13
أ.ف.م	1.085				0.388
متوسط الاصناف	13.31	17.24	12.01	15.58	
أ.ف.م	0.602				

4-10- كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب (كغم م-^{3})

أظهرت نتائج ملحق (2) وجود فروقا معنوية بين معاملات حجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما في متوسط كفاءة استعمال الماء.

بينت نتائج جدول 40 ان حجب الري سبب انخفاضا معنويا في متوسط كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب, اذ أعطت المعاملات GS-V7 و GS-R2 و GS-V7+R2 اقل المتوسطات بلغت 0.89 و 0.79 و 0.77 كغم م-^{3} بالتتابع, مقارنة بمعاملة الري الكامل (GS0) التي أعطت متوسط بلغ 1.14 كغم م-^{3}, ان انخفاض كفاءة استعمال الماء عند حجب الري في المرحلة الخضرية يعود الى اختزال عدد الصفوف وعدد الحبوب (جدول 35 و 36) إذ تتحدد مواقع الحبوب في المرحلة الخضرية اما سبب انخفاض كفاءة استعمال الماء في معاملة امتلاء الحبة (Gs-R2) يعود إلى إن حاصل الحبوب انخفض بشكل كبير (جدول 38) نتيجة لانخفاض وزن الحبوب (جدول 37).هذه النتيجة تتفق مع نتائج Najy (2009) والحديثي (2002) الذين

ذكروا ان تعرض محصول الذرة الصفراء الى حجب الري خلال مرحلة النمو الخضري والثمري يؤدي الى خفض قيم كفاءة استعمال الماء.

أظهرت نتائج جدول 40 ان أصناف الذرة الصفراء اختلفت معنويا في كفاءة استعمال الماء, اذ اعطى صنف الفرات اعلى متوسط لكفاءة استعمال الماء بلغ 1.03 كغم م-^{3}, بينما أعطت الأصناف ZP و دجلة و كونسينز متوسطات بلغت 0.93 و 0.90 و 0.73 كغم م-^{3} بالتتابع,يمكن ان يعزى هذا التفوق لصنف الفرات لتفوقه باعطائه اقل ارتفاع نبات (جدول 31) مما انعكس على قلة استهلاكه لمياه الري وفي ذات الوقت لتفوقه باعطائه اعلى حاصل حبوب (جدول 38).

بينت نتائج جدول 40 وجود تداخلا معنويا بين معاملات حجب الري وأصناف الذرة الصفراء في كفاءة استعمال الماء, اذ اعطى صنف الفرات اعلى كفاءة استعمال الماء تحت معاملة الري الكامل (GS0) بلغ 1.32 كغم م-^{3}, بينما اعطى الصنف كونسينز اقل المتوسطات لكفاءة استعمال الماء تحت معاملة حجب الري عند مرحلة الاستطالة (Gs-V7) وحجب رية واحدة عند الاستطالة و امتلاء الحبة (GS-V7+R2)

جدول 40: تاثير حجب الري في متوسط كفاءة استعمال الماء (كغم م-^{3}) لاربعة اصناف من الذرة الصفراء

مراحل حجب الري	الأصناف				متوسط حجب الري
	الفرات	ZP	دجلة	كونسينز	
GS0	1.32	1.10	1.23	0.93	1.14
GS-V7	1.14	0.96	0.80	0.65	0.89
GS-R2	0.83	0.81	0.82	0.69	0.79
GS-V7+R2	0.84	0.96	0.74	0.64	0.77
أ.ف.م		0.149			0.121
متوسط الاصناف	1.03	0.93	0.90	0.73	
أ.ف.م		0.061			

5- الاستنتاجات والمقترحات

5-1- الاستنتاجات

نستنتج من هذه الدراسة ما هو اتٍ :

1-ان الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء خلال الموسم الربيعي بلغ 6482 $م^3$ $موسم^{-1}$

2- نستنتج ان صنف الفرات هو الأكثر تحملا نتيجة زيادة التعبير الجيني له

3- ان للجينين ZmMYBE1 و AP2 دورا مهما في زيادة تحمل الأصناف للاجهاد المائي وهذا ما لوحظ من زيادة تعبيرهما في صنف الفرات .

4- اختلف أداء الأصناف تحت معاملات حجب الري اذ اظهر صنف الفرات تحمل اعلى للجفاف بناء على صفات النمو الخضري والحاصل عند فرض الاجهاد عند مرحلتي الاستطالة (GS-V7) ومرحلة امتلاء الحبة (GS-R2)

5- لوحظ ان حجب الري عند مرحلة امتلاء الحبة (Gs-R2) سبب اختزال كبير في حاصل الذرة الصفراء مقارنة بحجب الري عند مرحلة الاستطالة (Gs-V7) .

4- ان حجب الري يسبب انخفاض كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب لاسيما عند تزامن الحجب في المرحلة الاستطالة (Gs-V7) ومرحلة امتلاء الحبة (Gs-R2).

5-2- المقترحات:-

1- في المناطق التي تعاني من نقص الماء نقترح زراعة صنف الفرات لتميزه بتحمل الجفاف.

2- دراسة جينات أخرى يعتقد انها لها علاقة بالاجهاد المائي .

3- العمل على تطوير أصناف أخرى جديدة لديها تحمل او مقاومة لظروف الاجهاد المائي.

4- استعمال عمليات اخرى لتقنين الري كالري بالرش او التنقيط او الري تحت السطحي.

5- في حالة ظروف نقص الماء ينصح بحجب الري عند المراحل الخضرية كونها اقل تاثرا بحاصل الحبوب من المراحل التكاثرية .

6- المصادر:-

6-1-المصادر العربية:-

احمد ، رياض عبد اللطيف . 1987 . فسلجة الحاصلات الزراعية و نموها تحت الظروف الجافة (الشد الرطوبي) ، مديرية دار الكتب و الطباعة و النشر ، جامعة الموصل .

احمد ، شذى عبد الحسن و رعد هاشم بكر . 2009 . استجابة صنفين من الذرة البيضاء *Sorghum bicolor* L. للاجهاد المائي تحت ظروف الحقل . مجلة الزراعة العراقية . 14 . (2) : 71-82 .

أحمد ، مقداد صلاح الدين ، فوزي عبد الحسين كاظم .2017. كفاءة دليل الانتخاب لصفات الجذر في تحمل تراكيب وراثية من الذرة الصفراء *Zea mays*.L للجفاف. مجلة الانبار للعلوم الزراعية. 15 (1) : 95 -110.

أرحيم، حمدة عبد الستار. .2015 .تأثير الري المقيد في التربة وحاصل الذرة الصفراء *.Zea mays L*. اطروحة دكتوراه. كلية علوم الهندسة الزراعية. جامعة بغداد.

الزوبعي ، احمد طلال فزع . 1984. تأثير العجز في مياه الري على محصول الذرة الصفراء في مراحل مختلفة من النمو. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

الساهوكي ,مدحت وصدام حكيم جياد. 2013. جداول تقدير المساحة الورقية للذرة الصفراء باعتماد طول ورقة واحدة . مجلة العلوم الزراعية العراقية 44 (2) :164-167.

الساهوكي ، مدحت مجيد . 1990 . الذرة الصفراء إنتاجها و تحسينها . وزارة التعليم العالي و البحث العلمي _ جامعة بغداد . ع ص : 400 .

الصميدعي, كاظم محمد إبراهيم .2017 .تطبيقات في التقانات الاحيائية .الدار الجامعية للطباعية والنشر والترجمة .جامعة النهرين . العراق .12-23

الكبيسي،مجاهد اسماعيل حمدان (2019) . الوراثة الجزيئية وتطبيقاتها. الفصل الخامس ، وزارة الزراعة / دائرة البحوث الزراعية . 235- 303.

العبيدي،عماد عبد الرزاق وهيب (2017). تقييم وراثي لاداء تراكيب وراثية من الحنطة (*Triticum aestivum* L.) لتحمل الملوحة بتاثير الكاينتين . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة – جامعة الانبار.

العودة ، أيمن الشحاذة و مأمون خيتي . 2008 **.** فسيولوجيا المحاصيل الحقلية (الجزء النظري) . جامعة دمشق ع . ص :315.

المعيني، أياد حسين علي ومحمد عويد العبيدي . 2018. الاسس العلمية لإدارة وانتاج وتحسين المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. دارالوارث للطباعة والنشر . كربلاء العراق.

الحديثي ، سيف الدين عبد الرزاق سالم . 2002 . جدولة الري الناقص لمحصول الذرة الصفراء لزيادة كفاءة استخدام المياه . اطروحة دكتوراه _ قسم التربة . كلية الزراعة _ جامعة بغداد . ع ص : 162 .

جبر، عبد سلمان و صادق كاظم تعبان . 2016. تأثير السماد العضوي ومصادر الفسفور وكميات مياه الري في محتوى الذرة الصفراء من الفسفور. مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 8(2).172-180.

حمدان، مجاهد اسماعيل و فاضل يونس بكتاش. 2011. استنباط وتقويم أصناف تركيبية من سلالات مختلفة العدد من الذرة الصفراء. الحاصل ومكوناته. مجلة العلوم الزراعية العراقية.42(4):9-16.

زكريا،بلال فاضل (2011). دراسة بعض التغيرات الفسلجية والوراثية لصفة تحمل الملوحة في بعض التراكيب الوراثية المنتخبة من الحنطة (*Triticum aestivum* L.) . رسالة ماجستير. كلية التربية الرازي - جامعة ديالى .

سالم ، سيف الدين عبد الرزاق ، كامل مطشر الجبوري و طالب حسين السعد . 2012 . استجابة نبات الذرة الصفراء (*Zea mays* L.) لكميات الماء المضافة حسب مراحل نموه . المجلة العراقية لدراسة الصحراء . 4 (2):66-74.

عبد العظيم، منى سمير، شذى عبد الحسن أحمد .2017. .تأثير حامض الاسكوربك في بعض صفات النمو لصنفين من الذرة الصفراء. مجلة مركز بحوث التقانات الاحيائية. 11 (1).1: 12

عبد القادر.مي عبد الهادي.2007. دراسة مختبريه لتاثير عدد من مثبطات انزيمات الاكسدة مختلطة الوظيفة في سمية المبيد اكتارا .رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

عبود، احمد مدلول ونمير طه مهدي . 2016 . تأثير الري المروز الجزئي المتبادل والثابت ونوعية مياه الري في عمق الماء المضاف وكفاءة الذرة الصفراء في استعمال الماء. مجلة الفرات للعلوم الزراعية/ المؤتمر الزراعي الثالث: 49 - 58 .

عواد, حسن عودة **.** 2009 . وراثة وتربية المحاصيل لتحمل الإجهاد البيئي, الملوحة – نقص العناصر الغذائية – سمية العناصر الغذائية – مبيدات الحشائش –الأشعة فوق البنفسجية. المكتبة المصرية للطباعة والنشر والتوزيع. ع ص: 534.

عودة، بسام و بشرى خزام وعبد الكريم الجردي ونضال غانم وطلال عبدوا . 2016. .تأثير استخدام طرائق ري مختلفة على كفاءة استخدام مياه الري لمحصول الذرة الصفراء التكثيفية بمحافظة حمص. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 3 (2): 218-234

فالح، عدنان شبار و عبد الامير ثجيل صالح . 2012. . تقدير الاحتياجات المائية لمحصول الذرة الصفراء أعتمادا على الري الناقص و مقارنته بالمعادلات المناخية و مقاييس التبخر. مجلة ديالى للعلوم الزراعية , 4 (1) : 62-75.

محمد, نور جاسم و شذى عبد الحسين احمد. 2017. تأثير رش الكاينتين في كفاءة استعمال الماء للذرة الصفراء تحت ظروف حجب الري. مجلة الانبار للعلوم الزراعية. 15 (عدد خاص مؤتمر): 142-155.

مهدي ، عبد الخاق صالح و حسين عزيز محمد . 2009 **.** تأثير الشد الرطوبي و عملية تقسية البذور و السماد البوتاسي على الصفات الكمية والنوعية لمحصول الذرة الصفراء مجلة تكريت. 9 (3) : 79_90 .

وزارة الزراعة العراقية.2011. دليل زراعة محصول الذرة الصفراء. نشرة ارشادية. الهيئة العامة للبحوث الزراعية. وزارة الزراعة العراقية.

ياسين ، بسام طه **.** 2001 **.** اساسيات فسيولوجيا النبات . كلية العلوم ، جامعة قطر .

6-2-المصادر الاجنبية:-

Abd ulameer,O.Q. and S.S. Ahmed .2018. Anti-transpirant role in improving the morphological growth traits of maize plants subjected to water stress. Res. on Crops.,19(4): 593-603.

Abdulameer, O. Q., and S. A. Ahmed. 2019."Role of humic acid in improving growth characters of corn under water stress. Iraqi Journal of Agricultural Science. 50. (1): 420-430.

Abendroth, L. J.,R.W., Elmore .M.J.,Boyer and S.K. Marlay. 2011. Corn Growth and Development. Ames: Iowa State University.

Alam, M. R. , S. Nakasathien, E. D. Sarobol and V. Vichukit .2014. Responses of physiological traits of maize to water deficit induced at different phonological stages.Kasetsart J. Nat . Sci., 48: 183-196.

Aldesuquy, H. S. .2014. Glycine betaine and saliylic acid induced modification in water relation and productivity of drought wheat plants . J. stress.Physio . Bioche ., 10 (2) : 55-73.

AL–Janabi, M. A. A .2008. Hydrochemistry of the unconfined aquifer and the relationship of unsaturated zone sedimentson the groundwater quality in tikrit-samara basin (East Tigris).Doctoral thesis. University of Baghdad .College of Science.Department of Geology.

Allen, R.G. , L. S. Pereira, D. Raes and M. Smit. 1998. Crop Evapotranspiration FAO Irrigation and drainage paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 56(97): 156-163.

Al-Shaheen, M. R. and A. Soh, M. H. Ismael and R.S. shareef .2016b. Alleviation of water deficit conditions on the corn (*Zea mays L* .) by using gibberllic acid and proline. World .J. of Phar . Pharma . Sci ., 5(4): 483– 490**.**

Al-Shaheen, M. R., and A.Soh. 2016a. Effect of proline and Gibberellic Acid on the qualities and qualitative of Corn (*Zea maize L*.) under the influence of different levels of the water stress. Int. J. Sci. Res. Publ, 6, 752-756.

Anjum, S. A. , L.C. Wang, M. Farooq, M. Hussain, L.L. Xue and C. M. Zou .2011.Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. J. Agron. Crop Sci., 197: 177-185.

Anjum, S. A.,X. Xie, L.C., Wang, M.F.,Saleem, C.,Man, and W. Lei. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African journal of Agricultural Research, 6(9), 2026-2032.

Arshad, K.,A. Hussain,A. Aslam, A.Azam, M.Asad, and M. Bilal. 2021. Genetic analysis of drought resistance in maize using physiological, morphological and molecular markers. Asian J Biotechnol Genet Eng, 4(2), 1-10.

Asare, D. K., J. O. Frimpong, E. O. Ayeh and H. M. Amoatey .2011. Water use efficiencies of maize cultivars grown under rain-fed conditions. Agricultural Sciences, 2(2): 125–130.

Ashraf, M., and T. McNeilly.1990. Responses of four Brassica species to sodiumchloride. Environmental and Experimental Botany, 30(4): 475-487.

Aslam, M., M. S. I.Zamir, I. afzal and M. Amin .2014. Role of potassium in physiological functions of spring maize (*Zea may L*.) grown under drought stress . J.Anim . plant Sci., 24(5): 1452-1465 .

Aslam, M.,M.A. Maqbool, R.Cengiz, M.Aslam, M.A.Maqbool, and R. Cengiz. 2021. Mechanisms of drought resistance. Drought Stress in Maize (*Zea mays L*.) Effects, Resistance Mechanisms, Global Achievements and Biological Strategies for Improvement, 19-36.

Auer, C.A. 1997. Cytokinin conjugation : Recent Advances and patterns in plant evolution . plant Groeth Regulation , 23: 17-32.

Azarpanah , A. , O. Alizadeh , H. Dehghanzadeh and M. Zare . 2013. The effect of irrigation levels in various growth stages on morphological characteristics and yield components of (*Zea mays L*.) . Tech. J .Engin. and App. Sci., 3 (14): 1447-1459 .

Babakhaani, S., M. Nasri and M**.** Oveysi **.** 2013**.** Effect of cytokine hormone spray and water stress on the yield and yield components of corn (*Zea mays L*) var. saccharata. Annals of Bio. Res., 4 (4):130-133 .

Bano, A., K. Dorffling, D. Bettin, and H. Hahn .1993. Bascisic acid and cytokinins as possible root-to-shoot signals in xylem sap of rice plants grown in drying soil. Aust. J.Plant Physiol., 20: 109–115.

Barnabás, B., K. Jäger and A. Fehér .2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell and Environ, 31, 11-38.

Barnes, D. L., and D. G. Woolley. 1969. Effect of moisture stress at different stages of growth. I. Comparison of a Single- Eared and a Two-Eared corn hybrid. Agro. J. 61:788-790.

Bartels, A., Han, Q., P.Nair, L.Stacey, H.Gaynier, M.Mosley, and W.Xiao. 2018. Dynamic DNA methylation in plant growth and development. International journal of molecular sciences, 19(7), 2144-2154.

Basu, S., V. Ramegowda, A. Kumar and A. Pereira. 2016. Plant Adaptation to Drought Stress.Crop, Soil, and Environmental Sciences, University of Arkansas, Fayetteville,Arkansas, 72701, USA.

Bates, L. S., R. P. Waldes, and T. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil., 39: 205-207

Beers, R.F.J. and I.W. Sizer. 1952.Catalase Assay. J. of Bio. chemistry. 159: 133-140

Black, C. A. 1967. Methods of soil analysis. Am. Soc. Agron. No. 9 Part 1. Madison, Wisconson. USA.

Bouazzama, B. 2012. Effect of water stress on growth, water consumption and yield of silage maize under flood irrigation in a semi-arid climate of Tadla . Biotechnologie,Agronomie, Société et Environnement, 16(4), 468-477.

Bruce, W. B.,G.O. Edmeades, and T.C. Barker .2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance. Journal of Experimental Botany, 53(366), 13-25.

Cakir , R. 2004 . Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn . Field Crops Research 89: 1–16 .

Campos, H.,M. Cooper,J.E. Habben,G.O. Edmeades, and J.R. Schussler. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. Field crops research, 90(1): 19-34.

Čermák, T.,N.J. Baltes, R.Čegan,Y. Zhang, and D.F. Voytas.2015. High-frequency, precise modification of the tomato genome. Genome biology, 16, 1-15.

Chukwudi, U. P., F.R. Kutu, andS. Mavengahama.2021. Heat stress effect on the grain yield of three drought-tolerant maize varieties under varying growth conditions. Plants, 10(8): 1532-1547.

Curá, J. A.,D.R. Franz,J.E. Filosofía, K.B.Balestrasse, and L.E. Burgueño. 2017. Inoculation with Azospirillum sp. and Herbaspirillum sp. bacteria increases the tolerance of maize to drought stress. Microorganisms, 5(3): 41-49.

Denekamp, M., and S.C.Smeekens. 2003. Integration of wounding and osmotic stress signals determines the expression of the AtMYB102 transcription factor gene. Plant Physiology, 132(3): 1415-1423.

Dodig, D.,S. Božinović, A. Nikolić, M.Zorić, J.Vančetović, D. Ignjatović-Micić, ... and T. Altmann. 2019. Image-derived traits related to mid-season growth performance of maize under nitrogen and water stress. Frontiers in Plant Science, 10, 814-822.

Duca , M. .2015. Plant Physiology. Springer Inter. Pub., Switzerland. PP 315.

Fang, Y and L Xiong. 2015. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. Cellular and molecular life sciences, 72: 673-689.

Fang, Y. and L. Xiong .2015. General mechanisms of drought response and their applicat ionin drought resistance improvement in plants. Cell. Mol. Life Sci., 72:673–689.

Farooq, M.,A. Wahid, N.S.M.A. Kobayashi, D.B.S.M.A. Fujita, and S.M.A. Basra.2009a.Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Sustainable agriculture, 153-188.

Farooq. M , A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra .2009b. Plant drought stress effects , mechanisms and mangement . Agron. Sustain. Dev., 29: 186 – 212.

Fathi, A. and D.B. Tari. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. Int. J.Life Sci., 10(1): 1-6.

Feng J.X,D. Liu Y. Pan W.Gong L.G. MaJ.C. Luo X.W. Deng and Y.X.Zhu.2005. An annotation update via cDNA sequence analysis and comprehensive profiling of developmental, hormonal or environmental responsiveness of the Arabidopsis AP2/EREBP transcription factor gene family. Plant Mol. Biol. 59(6):853–868.

Flexas, J., M. Ribas Carbó , J. Bota, J. Galmés, M. Henkle, S. martínezCañellas, and H.Medrano .2006. Decreased Rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO2 concentration. New Phytologist, 172(1): 73-82.

Gao, F., Catalayud, V., Paoletti, E., Hoshika, Y., and Z. Feng .2017. Water stress mitigates the negative effects of ozone on photosynthesis and biomass in poplar plants. Environmental Pollution, 230, 268-279.

Ge, T., F.Sui, L. Bai, C. Tong, and N. Sun .2012. Effects of water stress on growth, biomass partitioning, and water-use efficiency in summer maize (*Zea mays L*.) throughout the growth cycle. Acta Physiologiae Plantarum, 34, 1043-1053.

Ghadiri, H**.** and M**.** Majidian**.** 2003**.** Effect of Different Nitrogen Fertitizer levels and Moisture stress During Milky and Dough stages on Grain yield , yield components and water Use Efficiency of Corn (*Zea mays L*.) . JWSS-Isfahan University of Technology. 7(2): 103-113.

Ghadiri, H., and Majidian, M. (2003). Effect of different nitrogen fertilizer levels and moisture stress during milky and dough stages on grain yield, yield components and water use efficiency of corn (*Zea mays* L.). *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, *7*(2), 103-113.

Guerrero, F., and J.E.Mullet, .1986. Increased abscisic acid biosynthesis during plant dehydration requires transcription. Plant Physiology, 80(2), 588-591.

Gunay, M. E. Goceri, and R.ajarajeswari Balasubramaniyan.2016 "Machine learning for optimum CT-prediction for qPCR. 15th IEEE international conference on machine learning and applications (ICMLA). IEEE.

Guo, L., Xiu, P., Chai, F., Xue, H., Wang, D., and Sun, J. 2017. Enhanced chlorophyll concentrations induced by Kuroshio intrusion fronts in the northern south China Sea. Geophysical Research Letters, 44(22), 11-23.

Guo, R., Hao, W. P., Gong, D. Z., Zhong, X. L., and F. X. Gu. 2013. Effects of water stress on germination and growth, photosynthetic efficiency and accumulation of metabolites. Chapter, 13, 367-380.

Gupta , S.D . 2011 . Reactive oxygen species and antioxidant in higher plants . CRC press, Enfield , New Hampshire ,USA: 362P.

Hammad, H. M., F. Abbas, S.Saeed, S.Fahad, A.Cerdà, W. Farhad and H. F.Bakhat. 2018.Offsetting land degradation through nitrogen and water management during maize cultivation under arid conditions. Land Degradation and Development, 29(5): 1366-1375.

Hasibuzzaman, A. S. M., F.Akter,S.A. Bagum, N. Hossain, T. Akter, and M.S. Uddin .2021. Morpho-Physiological Mechanisms of Maize for Drought Tolerance. In Plant Stress Physiology London, UK: IntechOpen (p. 229).

Heidari Y. and P. Moveni . 2009 . Study of drought stress on ABA accumulation and proline among in different genotypes forage corn . Res. J. Bio. Sci , 4(10) : 1121 – 1124 .

Hu, X., N.Li, L. Wu, C. Li, C. Li, L. Zhang, ... and W. Wang .2015. Quantitative iTRAQ-based proteomic analysis of phosphoproteins and ABA-regulated phosphoproteins in maize leaves under osmotic stress. Scientific Reports, 5(1): 15626.

Igbadum, H. E.,and B. A. Salim, 2008. Effects of deficit irrigation scheduling on yields and soil water balance of irrigated maize. Irrig. Sci. 27: 11-23.

Jasim, A. H., H.R.Sura, and H.M. Hanaa. 2020. Effect of skip irrigation and nano potassium treatments on maize yield. Journal of Eco-Environmental Consultants, 26(3): 10-15.

Jeanneau, M., D.Gerentes, X. Foueillassar, M. Zivy, J. Vidal, A. Toppan, and P.Perez .2002. Improvement of drought tolerance in maize: towards the functional validation of the Zm-Asr1 gene and increase of water use efficiency by over-expressing C4–PEPC. Biochimie, 84(11): 1127-1135.

Jia, G. Bo Li, D. Zhang, T. Zhang, Z. Li, J. Dai and S. Wang, 2009. Cloning and characterization of a novel R1- MYB transcription factor in maize. Progress in Natural Science, 19: 1089–1096.

Jones H.G, and M.B. Jones . 1989. Introduction: Some terminology and common mechanisms plants under stress. Cambridge Univ.Press, pp:1-10

Jones, C.A., Kiniry, J.R., 1986. Ceres-N Maize: A Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A&M Univ. Press, College Station, Temple, TX, 194 pp.

Kamara, A. Y.,A. Menkir.B Badu-Apraku, and O. Ibikunle .2003.The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes. The journal of agricultural science, 141(1), 43-50.

Kamphorst, S. H., V. J. De-Lima, J. A. T. do Amaral, K. F. M. Schmitt, J. T. Leite, C. M.Carvalho and E. Campostrini .2018. Popcorn breeding for water-stress tolerance or for agronomic water-use efficiency. J. Genet. Mol. Res., 17 (4):1-18.

Kar, G., and A. Kumar .2015. Effects of phenology-based irrigation scheduling and nitrogen on light interception, water productivity and energy balance of maize (*Zea mays* L.). Journal of the Indian Society of Soil Science, 63(1), 39-52.

Karron , M .G. and J. H. Maranvilla .1994. Response of wheat cultivars to different soil nitrogen and moisture regime .I. Dry matter partitioning and root growth .J. of Plant Nutri., 17: 729 – 744.

Karrou . M , T.Owas , R.A.E. Enein , and M. Sherif. 2012 . Yeild and water productivity of maize and wheat under deficit and raised bed irrigation practices in Egypt . Afr. J. Agric. Res. 7(11) . 1755 –1760 .

Khalil,S.K.,S. Khan, A Rahman, A.Z. Khan, I.H. Khalil,B. Amanillah., Wahab, F Mohammad, S. Nigar, M. Zubair, S. Parveen, and A. Khan .2010.Seed priming and phosphorus application enhance phenology and dry matter production of wheat. . J. Bot., 42(3): 149-185.

Khayatnezhad, M., and R. Gholamin .2012. The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays L*) . African Journal of Microbiology Research, 6(12): 2844-2848.

Khayatnezhad, M., R.Gholamin, S.J.E. Somarin and R.Z.E. Mohmoodabad**.** 2011. The leaf chlorophyll content and stress resistance relationship considering in Corn cultivars (*Zea mays L*). Adv. Environ. Biol, 5(1): 118-122.

Kohnke, H.1968. Soil Physics. McGraw-Hill Book Company, New York, USA, p. 224.

Kosová, K., P.Vítámvás, and I.T. Prášil.2014.Wheat and barley dehydrins under cold, drought, and salinity–what can LEA-II proteins tell us about plant stress response?. Frontiers in Plant Science, 5, 343.

Krishnamurthy, A. and B. Rathinasabapathi .2013. Oxidative stress tolerance in plants Novel interplay between auxin and reactive oxygen species signaling. Plant Signaling and Behav., 8(10):1-5.

Kuscu , H. ,and A.O**.** Demir **.** 2012 **.** Responses of maize to full and limited irrigation at different plant growth stages . J. of Agri. Faculty of Uludag Uni. . 26(2) : 15-27.

Kuscu, H .,A. Karasu ,M. Ozi, A.O.Demir, I Turgut . 2013.Effect of Irrigation amounts applied with drip Irrigation on Maiz Evapotranspiration, yield, Water use efficiency, and net return in a sub-humid climate. Turkish J. Field Crops.,18(1):13-19.

Lam Dai V,E. Stes ,M. Van Bel ,H Nelissen , D. Maddelein ,D. Inze .2016. Up-to-date workflow for plant (phospho)proteomics identifies differential drought-responsive phosphorylation events in maize leaves. Journal of Proteome Research.;15(12):4304–17.

Levitt , J . 1980 . Response of Plant to Environmental Stress . 2nd ed .Vol .2 .Academic Press . New York.

Liang, Y.,Y. Jiang,M. Du, B. Li, L. Chen, M. Chen,, ... and J. Wu . 2019.ZmASR3 from the maize ASR gene family positively regulates drought tolerance in transgenic arabidopsis. International journal of molecular sciences, 20(9): 22-34.

Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In *Methods in enzymology*.148: 350-382.

Liu, W. Y.,H.H Lin, C.P. Yu, C.K. Chang, H.J. Chen, J.J. Lin, ... and W.H. Li .2020. Maize ANT1 modulates vascular development, chloroplast development, photosynthesis, and plant growth. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(35), 21747-21756.

Liu, W., Li, S., C. Zhang, F. Jin, W. Li, and X. Li . 2021. Identification of candidate genes for drought tolerance at maize seedlings using genome-wide association. Iranian Journal of Biotechnology, 19(3): 26-37.

Livak, K. J. and T.D. Schmittgen . 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) method. Methods, 25:402-408.

Luo, Q., B. Chen, J. Xu, W. Ma, C. Lao, Y. Li and Z. Chen.2018. Development of a SYBR green II real-time polymerase chain reaction for the clinical detection of the duck-origin goose parvovirus in China. Intervirology, 61(5): 230-236.

Maazou, A. R. S., J.Tu, J., Qiu, and Z. Liu. 2016. Breeding for drought tolerance in maize (*Zea mays L.*). American Journal of Plant Sciences, 7(14): 1858-1867.

Magaia, E. J. .2017. Technologies for improved water use efficiency in small-scale maize production in a semi-arid region . Acta Universitatis Agriculture Sueciae .1652-6880.

Malenica, N., J.A.Dunić, L. Vukadinović, V. Cesar, and D.Šimić .2021. Genetic approaches to enhance multiple stress tolerance in maize. Genes, 12(11), 1760-1771.

Mason, S., Z.Kmail, T. Galusha, and Z. Jukić .2019. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. Journal of Central European Agriculture, 20(1): 194-207.

Mcphere, H. G. and J. S. Boyer. 1977. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to a water defficiency. Agron. J. 69. 714 – 721.

Meskelu, E., M.Mohammed and T. Hordofa . 2014**.** Response of maize (*Zea mays L.*) for moisture stress condition at different growth stages. Int.J. of Recent Reserch in Life Sci.1,(1), 12-21.

Moghaddam,A., Galavi,M., Fanaei,H., Koohkan,S., and Poodineh, O., 2011. Effects of deficit irrigation on grain yield and some morphological traits of wheat cultivars in drought-prone conditions. International Journal OfAgri Science, 1(4), 249-257.

Monneveux, P., 1989. Quelques strategies adapter pour lamélioration des plantes pour ladaptation aux milieu arides. 2eme journees scientifiques du reseau biotechnologies vegetales. AUPELF-UREF. Tunis, 4-9. Des 1989.

Monteoliva, M. I., M.C.Guzzo, and G.A. Posada .2021. Breeding for drought tolerance by monitoring chlorophyll content.Gene Technology.10(3):1-11

Moosavi, S.G**.** 2012 . The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits , yield and leaf area index in maize . Pak . J.Bot. ,44 (4) : 1351 – 1355 .

Mubeen, M. U. H. A. M. M. A. D., A.Bano, B. Ali, Z.U. Islam, A. Ahmad, S. Hussain, and W.A.J.I.D. Nasim .2021. Effect of plant growth promoting bacteria and drought on spring maize (*Zea mays L.*). Pak. J. Bot, 53(2):731-739.

Mun, B. G., S.U.Lee, E.J. Park, H.H. Kim, A. Hussain,Q.M. Imran, ... and B.W. Yun .2017. Analysis of transcription factors among differentially expressed genes induced by drought stress in Populus davidiana. 3 Biotech, 7, 1-12.

Murtadha, M.A., O.J. Ariyo,and. S.S. Alghamdi. 2018. Analysis of combining ability over environments in diallel crosses of maize (*Zea mays L*) .J. of Saudi Soci. of Agri. Sci., 17:69–78.

Najy, A. S. 2009. Response of Corn (*Zea mays L*.) to Deficit Irrigation at Different Growth Stages. A thesis of Master.College of Agriculture. Al-Sulaimani University .

Nejat . F , M. M.H.Dadniya ,and S. Lak. 2009 . Effect of drought stress and Seleninm application on yield and yield components of two maize cultivars . pl. Ecophysiol., 2: 95 – 102 .

Nolan, T. ; R.E.Hands, and S.A. Bustin .2006. Quantification of mRNA using real-time RT-PCR. Nat. Protoc., 1(3): 1559–1582 .

Olaoye,G.,O.B. Bello, A.Y. Abubakr, L.S. Olayiwola and O.A. Adesina .2009 . Analyses of moisture deficit grain yield loss in drought tolerant maize (*Zea mays L*.) germplasm accessions and its relationship with field performance. Afri. J. of Bio. 8(14):3229-3238.

Oveysi, M. , M.J. Mirhadi , H. Madani , G. Nourmohammadi , R. Zarghami and A. Madani . 2010 . The impact of source restriction on yield formation of corn (*Zea mays L*.) due to water deficiency .Plant soil environ . 56, (10): 476–481.

Pandit, M., R.P.Sah, M. Chakraborty, K. Prasad, M.K. Chakraborty, V. Tudu, and M.Rana .2018. Gene action and combining ability for dual purpose traits in maize (*Zea mays L*.) under water deficit stress prevailing in eastern India. Range Management and Agroforestry, 39(1): 29-37.

Paz-Ares, J., D. Ghosal, U. Wienand, P. A. Peterson and H. Saedler, 1987. The regulatory c1 locus of (*Zea mays* L) encodes a protein with homology to myb proto-oncogene products and with structural similarities to transcriptional activators. EMBO Journal, 6: 3553–3558.

Pessarakli, M. .2016. Handbook of Photosynthesis.3 rd ed. Taylor and Francis Group, Boca Raton. PP: 846.

Prasad, P.V.V. , S.A. staggenborg and Z. Ristic .2008. Impacets of Drought and / Or Heat stress on physiological , Developmental , Growth , and Yield Processes of Crop Plants .ASA , CSSA , SSSA , 677 S.segoe Rd , Modison , Wl 53711 , USA.

Rafiee, M. .2012. Effect of every other furrow irrigation and planting density on physiological traits in corn (*Zea mays L.*) . World Appl. Sci. J.,17(2):189-193.

Rahman, M.T. ;M.Uddin, R. Sultana. A. Moue, and M.Setu .2013**.**Polymerase Chain Reaction (PCR): A Short Review. AKMMC J., 4(1) : 30-36.

Reddy, S., L.Papaiah, S. Reddy, S. SR, and D. Uppala .2017. PCR Revisited!-A Review. Juniper Online J. Case Stud, 3(5): 3-6.

Rodríguez, M., E.Canales, and O.Borrás-Hidalgo .2005. Molecular aspects of abiotic stress in plants. Biotecnología Aplicada, 22(1): 1-10.

Romdhane, L., L.B.Ebinezer, A. Panozzo, G. Barion, C. Dal Cortivo,L. Radhouane, and T.Vamerali .2021. Effects of soil amendment with wood ash on transpiration, growth, and metal uptake in two contrasting maize (*Zea mays L.*) hybrids to drought tolerance. Frontiers in Plant Science, 12: 1-13sw.

Rucker, K. S., C.K.Kvien, C.C. Holbrook, J.E. and Hook . 1995. Identification of peanut genotypes with improved drought avoidance traits. Peanut science, 22(1): 14-18.

Sah , S. K. and O. B. Zamora . 2005 **.** Effect of water deficit at vegetative and reproductive stages of hybrid , open pollinated variety and local maize (*Zea mays L.*) . J. Inst. Agric. Anim. Sci. 26:37-42

Sajedi , N., A. Ardakani., A. Naderi, H.Madani and M. Mashhadi . 2009 . Response of maize to nutrients foliar application under water deficit stress conditions . Amer. J. of Agr. and Bio. Sci. 4 (3): 242-248 .

Sambrook,J., E.F. Fritsch, and T. Maniatis .1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.

Saseendran, S. A., L.R.Ahuja, L. Ma, D.C. Nielsen, T.J. Trout, A.A. Andales, ... and J. Ham .2014. Enhancing the water stress factors for simulation of corn in RZWQM2. Agronomy Journal, 106(1): 81-94.

Shanker, A. and B.Venkateswarlu .2011. Abiotic Stress in Plants Mechanisms and Adaptations. INTECH Pup. Rijeka, Croatia. P 440.

Shiri, M., R.T.Aliyev and R.Choukan .2010. Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize. Research Journal of Environmental Sciences, 4(1): 75-84.

Sinay, H ., E.L.Arumingtyas , N .Harijati and S.Indriyani .2015. Proline content and yield components of local corn cultivars from kisar Island , Maluku , Indonesia. Int .J. plant Biology., 6(1) : 6071-6083 .

Singh, P. K. .2014. Physiology of Maize (*Zea mays L.*) Genotypes Under Moisture Stress Condition (Doctoral dissertation, Rajendra Agricultural University, Pusa. Science Agriculture in Plant Physiology. 1-107.

Steinberg, C. E. 2012. Stress Ecology: Environmental Stress As Ecological Driving Force And Key Player In Evolution. Springer.pp:492.

Sun, R.,R. Ye, L. Gao, L. Zhang, R. Wang, T. Mao, and Y. Lin .2017. Characterization and ectopic expression of CoWRI1, an AP2/EREBP domain-containing transcription factor from coconut (*Cocos nucifera L.*) endosperm, changes the seeds oil content in transgenic Arabidopsis thaliana and rice (Oryza sativa L.). Frontiers in Plant Science, 8, 63..

Sun, S., X. Yao, X. Liu, Z. Qiao, Y. Liu, X. Li, and X. Jiang .2022. Brassinolide can improve drought tolerance of maize seedlings under drought stress: By inducing the photosynthetic performance, antioxidant capacity and ZmMYB gene expression of maize seedlings. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 22(2): 2092-2104.

Szabados , L. and A. Savoure , 2010 . Proline amullti functional amino acid , Trends plant Sci. , 14 : 89 – 97 .

Tas, T., and .A. Mutlu .2021. Morpho-physiological effects of environmental stress on yield and quality of sweet corn varieties (*Zea mays L.*). Peer J, 9: 1-22.

Thellin, O.; W.Zorzi, B. Lakaye, B.B. De, B. Coumans, G. Hennen, T. GrisarA. Igout,. 1999. Housekeeping genes as internal standards: use and limits. J. Biotechnol.; 75:291-295.

Turner, N. C., and P.J. Kramer. 1980. Adaptation of plants to water and high temperature stress.(Proceedings of a seminar, Stanford, Calif.(USA), 6-10 Nov 1978).

Ŭnyayar, S., Ş .F. Topcuoğlu and A. Ŭnyayar .1996. A modified method for extraction and identification of indole-3-acetic acid(IAA), gibberellic acid

(GA3), abscisic acid (ABA) and zeatin produced Phanoerochate chrysosporium ME446. Bulg. J. Plant.

VanGuilder, H. D.;K.E. Vrana, and W. Freeman, .2008. Twenty-five years of quantitative PCR for gene expression analysis. Biotechniques, 44 (5): 619–626.

Vaughan, M. M., A. Block, S. A. Christensen, L. H. Allen and E. A. Schmelz .2018. The effects of climate change associated abiotic stresses on maize phytochemical defenses. Phytochemistry Reviews, 17(1): 37- 49

Vranová, E.,D. Inzé, and.F. Van Breusegem, .2002. Signal transduction during oxidative stress. Journal of experimental botany, 53(372), 1227-1236.

Wang, C., A. Yang, H.Yin, and J. Zhang .2008. Influence of water stress on endogenous hormone contents and cell damage of maize seedlings. Journal of Integrative Plant Biology., 50(4): 427-434.

Wang, D., C.Yu, T. Zuo, J. Zhang, D.F. Weber, and T.Peterson, .2015. Alternative transposition generates new chimeric genes and segmental duplications at the maize p1 locus. Genetics, 201(3): 925-935.

Wang, Q.,J.Ni, F. Shah, W. Liu, D. Wang, Y. Yao, ... and L. Wu .2019. Overexpression of the stress-inducible SsMAX2 promotes drought and salt resistance via the regulation of redox homeostasis in Arabidopsis. International journal of molecular sciences, 20(4): 837.

Wang, X.,H. Wang, S. Liu, A. Ferjani, J. Li, J. Yan, andF. Qin, .2016. Genetic variation in ZmVPP1 contributes to drought tolerance in maize seedlings. Nature Genetics, 48(10), 1233-1241.

Wilkening, S. and A. Bader .2004. Quantitative real-time polymerase chain reaction: methodical analysis and mathematical model. J. Bio mol. Tech, 15:107-111.

Wu, Y., and D.J.Cosgrove .2000. Adaptation of roots to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. Journal of Experimental Botany, 51(350): 1543-1553.

Xiang L, C.Liu J. Luo L. He Y. Deng J. Yuan C., Wu and Y. Cai .2018. A tuber mustard AP2/ERF transcription factor gene, BjABR1, functioning in abscisic acid and abiotic stress responses, and evolutionary trajectory of the ABR1 homologous genes in Brassica species. PeerJ 6:e6071.

Xie Z, T.Nolan H. Jiang B. Tang M. Zhang Z. Li and Y. Yin .2019 .The AP2/ ERF transcription factor TINY modulates Brassinosteroid-regulated plant growth and drought responses in Arabidopsis. Plant Cell 31(8):1788–1806.

Xu, J., and S. Zhang .2015. Mitogen-activated protein kinase cascades in signaling plant growth and development. Trends in Plant Science, 20(1): 56-64.

Yasmin, H., A.Nosheen, R.Naz, A. Bano and R. Keyani .2017. L-tryptophan-assisted PGPRmediated induction of drought tolerance in maize (*Zea mays L*.). Journal of Plant Interactions, 12(1), 567-578.

Yılmaz , E. , S. Akçay, T. Gürbüz , N. Dagdelen and F. Sezgin . 2010**.** Effect of different water stress on the yield and yield components of second crop corn in semiarid climate. Journal of Food, Agriculture and Environment.8 (3 and4) : 4 1 5 - 4 2 1.

Yuan, C., S., Feng, Z., Huo, and Q. Ji, 2019. Effects of deficit irrigation with saline water on soil water-salt distribution and water use efficiency of maize for

seed production in arid Northwest China. Agricultural water management, 212, 424-432.

Zein, A. M.K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method . Sudan Engineering Society Journal . 48(40): 43-54**.**

Zenda, T., S. Liu, X. Wang, G. Liu, H. Jin, A. Dong and H Duan. 2019. Key maize drought-responsive genes and pathways revealed by comparative transcriptome and physiological analyses of contrasting inbred lines. International journal of molecular sciences, 20(6): 1-30.

Zhang, J. and M. B. kirkham. 1996. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedling. New phytol., 132: 361- 373.

Zhang, L. and D.F. Becker .2015. Connecting proline metabolism and signaling pathways in plant senescence. Front. Plant Sci., 6(552):1- 8.

Zhang, Y. J., J.J. Hua, Y.C. Li, Y.Y. Chen, and J.C. Yang . 2012. Effects of phosphorus on grain quality of upland and Paddy Rice under different cultivation. Rice Sci., 19(2):135-142.

Zhao, T. J., S.Sun, Y. Liu, J.M. Liu, Q. Liu, Y.B. Yan, and H.M. Zhou .2006. Regulating the drought-responsive element (DRE)-mediated signaling pathway by synergic functions of trans-active and trans-inactive DRE binding factors in Brassica napus. Journal of Biological Chemistry, 281(16): 10752-10759.

Zheng, J., Fu, J., M.Gou, J. Huai, Y. Liu, M. Jian, and G. Wang .2010. Genome-wide transcriptome analysis of two maize inbred lines under drought stress. Plant molecular biology, 72, 407-421.

Zhou, M. L., Y. X. Tang and Y. M. Wu. 2012. Genome-wide analysis of AP2/ERF transcription factor family in Zea Mays. Current Bioinformatics, 7(3), 324-332

Zou, Y., Q.Saddique, A. Ali, J. Xu, M.I. Khan, M. Qing, .. and K.H. Siddique, .2021. Deficit irrigation improves maize yield and water use efficiency in a semi-arid environment. Agricultural Water Management, 243, 107-118.

7- الملاحق

ملحق 1: كمية المياة المستعمله ($م^3$ $هـ^{-1}$) للموسم الربيعي 2022

مراحل حجب الري	متوسط كمية المياه المستعملة	عددالريات خلال الموسم
GS0	6482	18
GS-V7	6035	17
GS-R2	5772	17
GS-V7+R2	5364	16

ملحق2: تحليل التباين وفق متوسطات المربعات M S لتاثيرحجب الري و اصناف الذرة الصفراء و التداخل بينهما للصفات المدروسة

مصادر التغاير	درجات الحرية	CT of ZMMYBE1 gene عند المرحلة الخضرية	التعبير النسبي لـ ZMMYBE1 gene عند المرحلة الخضرية	CT of ZMMYBE1 gene عند المرحلة التكاثرية	التعبير النسبي لـ ZMMYBE1 gene عند المرحلة التكاثرية
القطاعات	2	0.8548	0.08783	0.7505	0.000328
حجب الري	3	*1.5148	*1.65862	0.0516	0.005690
الخطأ التجريبي	6	0.0647	0.05430	0.0480	0.002462
الأصناف	3	*1.2870	*0.40828	0.1607	0.005494
حجب الري X الاصناف	9	0.1381	0.16600	0.1155	0.002494
الخطأ التجريبي	24	0.2260	0.07547	0.1920	0.002601
مصادر التغاير	درجات الحرية	CT of AP2 gene عند المرحلة الخضرية	التعبير النسبي لـ AP2 gene عند المرحلة الخضرية	CT of AP2 gene عند المرحلة الخضرية	التعبير النسبي لـ AP2 gene عند المرحلة الخضرية
القطاعات	2	0.8989	0.07432	0.3616	0.03069
حجب الري	3	*1.4872	*1.60151	*0.4776	*0.27143
الخطأ التجريبي	6	0.0584	0.04705	0.0311	0.02661
الأصناف	3	*1.3531	*0.37740	*0.8370	*0.15000
حجب الري X الاصناف	9	0.1372	*0.16391	0.2161	0.08245
الخطأ التجريبي	24	0.2179	0.06979	0.2642	0.05620
مصادر التغاير	درجات الحرية	عدد الايام حتى 50% تزهير ذكري (يوم)	عدد الايام حتى 50% تزهير انثوي (يوم)	ارتفاع النبات (سم)	المساحة الورقية (سم^2)
القطاعات	2	39.062	47.396	388.53	.194951
حجب الري	3	*56.500	*100.028	* 5055.54	*.9524170
الخطأ التجريبي	6	6.396	5.340	177.40	.31099
الأصناف	3	*209.000	*155.361	*7572.82	*.1139332
حجب الري X الاصناف	9	*7.833	*8.417	*128.19	*.46025
الخطأ التجريبي	24	3.396	3.632	36.55	14838
مصادر التغاير	درجات الحرية	دليل المساحة الورقية	الوزن الجاف للنبات (غم)	نسبة الكلوروفيل(ملغم 100غم$^{-1}$ وزن طري)	نسبة البرولين(ميكرومول غم$^{-1}$)
القطاعات	2	0.055453	866.45	0.766	123.93
حجب الري	3	*2.709097	*21103.65	*211.037	*1032.46
الخطأ التجريبي	6	0.008846	138.22	1.941	38.95
الأصناف	3	*0.324077	*2348.82	*60.225	*1200.02
حجب الري X الاصناف	9	*0.013091	*374.22	*3.742	*67.38
الخطأ التجريبي	24	0.004220	65.95	1.178	27.38

مصادر التغاير	درجات الحرية	محتوى الماء النسبي (%)	هرمون (IAA) ميكرومول	هرمون الجبرلين (GA) ميكرومول	هرمون السايتوكاينين(CKS)ميكرومول
القطاعات	2	113.80	165.03	59.16	89.73
حجب الري	3	*787.25	*1332.58	*778.25	*1244.97
الخطأ التجريبي	6	41.13	50.65	17.23	20.15
الأصناف	3	*1323.43	*1938.97	*657.52	*818.10
حجب الري X الأصناف	9	*66.26	*91,26	*32.15	17.27
الخطأ التجريبي	24	27.54	36.66	12.03	17.59
مصادر التغاير	درجات الحرية	انزيم بيروكسيديز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)	انزيم الكتليز(وحدة امتصاص غم $^{-1}$)	عدد الصفوف بلعرنوص(صف عرنوص $^{-1}$)	عدد الحبوب بلصف(حبة صف $^{-1}$)
القطاعات	2	211.17	71.70	0.266	295.79
حجب الري	3	*1094.37	*476.44	*95.411	*1311.48
الخطأ التجريبي	6	66.55	23.19	14.225	30.96
الأصناف	3	*1599.89	*684.40	*114.415	*191.05
حجب الري X الأصناف	9	*166.11	20.35	*7.803	*41.57
الخطأ التجريبي	24	47.02	16.45	2.517	15.67
مصادر التغاير	درجات الحرية	وزن 500 حبة (غم)	حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)	الحاصل البايلوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$).	كفائة استعمال الماء (كغم م $^{-3}$)
القطاعات	2	1899.30	4.0667	2.5591	0.120713
حجب الري	3	*1978.92	*25.6637	*54.1720	*0.365262
الخطأ التجريبي	6	204.50	0.6628	0.1508	0.015056
الأصناف	3	*1203.95	*6.8426	*65.2473	*0.281121
حجب الري X الأصناف	9	*218.10	*0.9171	*5.5247	*0.025385
الخطأ التجريبي	24	86.29	0.1984	0.5107	0.005738

*** معنوي على مستوى احتمالية 0.05**

Abstract

A field experiment was conducted during the 2022 agricultural season in the experimental farm field in Al-Mahnawiya affiliated to the Extension Training Center in Babylon, with the aim of studying the tolerance of four cultivars of corn to water stress. A experiment was conducted with three replications according to the randomized complete block design with split-plot arrangement and two factors.The main plot included withholding irrigation parameters that are irrigation after depleting 50% of the available water (control treatment Gs0), and one withholding irrigation at the stage of elongation (Gs-V7), and one withholding irrigation at the stage of grain filling (Gs-R2).The last treatment is withholding irrigation, one at the elongation and grain filling (Gs- V7 + R2), while the sub plots included four varieties of maize: furat, Dijlah, ZP and Consense. The results showed the following.

Withholding irrigation at the elongation stage (Gs-V7) caused a significant decrease in the leaf area, leaf area index and plant dry weight and number of days up to 50%, tnssling and silking , as it gave an average of 1873.76 cm ^{2} plant^{-1},1.00 and 210.67 g. plant^{-}and 57.00 and 59.50. days respectively and Withholding irrigation at elongation (Gs-V7) and withholding one irrigation at elongation and grain filling (Gs-V7+R2) caused a significant decrease in the number of rows in the ear, the number of grains per row, and the weight of 500 grains, as it gave averages of (11.65 and (11.02 rows.cob-1, (26.77) and (23.23) grains . row^{-1}, (54.90) and 63.94) g respectively and Withholding irrigation at the stage of elongation (Gs-V7), Withholding irrigation at grain filling (Gs-R2), and Withholding irrigation at one stage of elongation and grain filling (Gs-V7+R2) caused a significant decrease in grain yield with averages of 5.36 and 4. 54 and 4.13 Mg ha^{-1}, as well as a significant decrease in the biological yield with averages of 13.54, 15.53 and 12.13Mg ha^{-1}, respectively and The results showed that withholding irrigation caused a significant decrease in the average water use efficiency of the grain yield, where the treatments GsV7-, Gs-R2, and Gs-V7+R2 gave the lowest averages of 0.89, 0.79, and 0.77, respectively, compared to the full irrigation treatment (GS0).) which gave an average of 1.15, respectively

andWithholding irrigation at the elongation stage (Gs-V7) caused a significant increase in the expression of ZmMYBE1 and AP2 genes at the vegetative stages, while in the Reproductive Stages there was no significant effect of withholding irrigation in the ZmMYBE1 gene while withholding irrigation caused a significant increase in the relative expression of the gene AP2and Alfurat cultivar gave the highest leaf area, leaf area index and dry weight of the plant and number of rows per cob and the number of grains per row, as it gave averages of 3057.57 cm^2 $plant^{-1}$, 1.63 and 260.34 g. $plant^{-1}$, and 17.58, row cob^{-1} and 37.58 grains, row^{-1} respectively.while Konsens cultivar gave the highest average in weight of 500 grains with an average of 84.36 g and It was found that Alfurat cultivar was the least affected in the leaf area and its index and the dry weight of the plant under the treatment of withholding at elongation (Gs-V7) with an average of 37.45%, 37.31% and 21.18%, respectively, Whereas, the Konsens cultivar was the most influential with a rate of 56.66%, 56.82%, and 35.95% and The performance of cultivars differed under irrigation withholding treatments, as the Euphrates cultivar showed higher tolerance to drought based on the characteristics of vegetative growth and yield when imposing stress at the two elongation stages (GS-V7) and the grain fullness stage (GS-R2) and therefore we can conclude that the two genes ZmMYBE1 and AP2 have an important role in increasing the tolerance of varieties to water stress, and this is what was observed from their increased expression in the Euphrates cultivar under drought conditions.

University of Kerbala
Faculty of Agriculture
Field Crops Department

Molecular detection of water stress tolerance genes in four maize cultivars

A thesis submitted to the Council of the Faculty of Agriculture/ University of Karbala, which is part of the requirements for obtaining a master's degree in agricultural sciences / field crop

A Thesis Submitted By

Alaa Mohammed AbdulMohsin

Supervised by
Assist.Prof .Dr. Ali Nadhim Farhood

1445 AH **2023 AD**