علاقة متلازمة التزهير بأداء الهجين في الذرة الصفراء 1- الصفات الحقلية ومعدلات النمو

حيدر عبد الرضا الخزعلي مدحت مجيد الساهوكي فاضل يونس بكتاش

باحث استاذ متمرس استاذ

قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعه-جامعة بغداد

haider_0068@yahoo.com

المستخلص

لاجل معرفة دور الانتخاب للتزهير المبكر والمتأخر على السلالات في حاصل التضريبات الناتجة من تضريبها، نفذت تجربة حقلية على محصول الذرة الصفراء في أربعة مواسم (ربيعي و خريفي 2014 و 2015) في حقل قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة – جامعة بغداد. استخدمت في التجربة سلالات الذرة الصفراء (Zm19 وZm32 وZm51 وZm61) و الفاحصان (Zm21 المتأخر و Zm60 المبكر التزهير). تم في الموسمين الاول و الثاني زراعة بذور السلالات الاربع، انتخبت أول 10 نباتات مبكرة بالتزهير ومثلها متأخرة بالتزهير وتم إكثار بذور النباتات المنتخبة. زرعت بذور السلالات المنتخبة المبكرة و المتأخرة بالتزهير في الموسم الثالث و ضربت بالفاحصين وانتجت التضريبات من المجموعتين. تم في الموسم الرابع زراعة بذور التضريبات واجريت المقارنة فيما بينها في بعض الصفات الحقلية ومعدلات النمو. وزّعت المعاملات على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات. أحدث الانتخاب للآباء المبكرة والمتأخرة التزهير فرقاً معنوياً في أيام التزهير الانثوي لجميع التضريبات، اذ كانت بين 62 يوماً للمبكرة و66 يوماً للمتأخرة. ادى الأنتخاب كذلك الى ظهور اختلافات معنوية في صفات عدة أبرزها معدل نمو النبات والحبة و أرتبطت بمدة امتلاء الحبة التي أسهمت في زيادة ترسيب المادة الجافة في الحبوب خلال مدة زمنية أطول و أعطاء حاصل حبوب عال. تراوحت معدلات نمو النباتات للتضريبات المتميزة بين 18.3–21.6 غم.م$^{-2}$.يوم، مع معدل نمو حبة بين 3.2–3.7 غم.م$^{-2}$.يوم، و مدة امتلاء حبة بين 35–38 يوماً. أختلف الفاحصان المتأخر التزهير Zm21 و المبكر التزهير Zm60 معنوياً في التأثير في صفات بعض التضريبات الناتجة، حيث تفوق التضريب 3260 الناتج من تضريب الفاحص (Zm60) مع أباء مبكرة التزهير منتخبة من السلالة Zm32 على التضريب 3221 الناتج من تضريب الفاحص (Zm21) مع نفس آباء السلالة Zm32 معنوياً في حاصل المادة الجافة الكليّة (1.85 كغم.م$^{-2}$) و معدل نمو النبات (18.28 غم.م$^{-2}$.يوم) و دليل الحصاد (0.56) و تفوق في معدل نمو الحبة (3.3 غم.م$^{-2}$.يوم). نستنتج من ذلك ان للانتخاب المبكر والمتأخر على السلالات وكذلك تأثير الفاحص المبكر والمتأخر بالتزهير أهمية كبيرة في انتاج هجن متميزة في صفات عدة جميعها تسهم بشكل معنوي في زيادة الحاصل.

كلمات مفتاحية : فواحص، معدل النمو، دليل المساحة الورقية، مدة امتلاء الحبة

*البحث مستل من اطروحة الدكتوراه للباحث الأول

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(4):900-909, 2016 Al- Khazaali & et al.

FLOWERING SYNDROME – HYBRID PERFORMANCE RELATIONSHIP IN MAIZE
1- Field traits and growth rates

H.A. Al- Khazaali M.M. Elsahookie F.Y. Baktash

Researcher Emeritus professor Professor

haider_0068@yahoo.com Dept. of Field Crops Sci.-Coll. of Agric.-Univ. of Baghdad

ABSTRACT

In order to identify the role of selection for early and late silking on the inbred lines from Maize *(Zea Mays L.)* regarding the grain yield of the consequent hybrids. Filed experiment for four seasons (spring and full 2014 and 2015) was conducted in the experimental field of Field Crop Dept., Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. Four inbred lines (Zm19, Zm32, Zm51 and Zm61) and two testers (Zm21 late and Zm60 early silking) were used. In the first two seasons, the seeds of the four inbred lines were planted, first 10 plants that flowered early and 10 plants that flowered late were selected and the seeds of the selected plants were multiplied. The seeds of the early and late selected inbred lines were planted in the third season and crossed with testers. Crosses from the early and late flowering were produced and their seeds were cultivated in the last season. Comparison in some field and growth traits were conducted among the crosses. The experiments laid out in completely randomized block design (RCBD) at three replicates. Selection for early and late flowering parents has induced significant differences in days to flowering for all crosses and ranged between 62 days for early parents and 66 days for late parents. Also, significant differences were shown in several traits, the most prominent were crop's and seed's growth rate (CGR and SGR), that correlated with seed filling duration (SFD), which contributed to increase the deposition of the dry matter into the grain for a longer period, which gave a high grain yield (GY). CGR of outstanding crosses ranged from 3.18 to 6.21 g.m^{-2}.day, SGR ranged between 2.3 to 7.3 g. m^{-2}.day, and the SFD between 35-38 days. In parallel, the testers (Zm21 late and Zm60 early silking) have significantly differed in their effect on the traits of some derived crosses, where the results showed significant superiority of the crosses Zm32Zm60 resulted from crossing the tester Zm60 with early silking parents selected from inbred line Zm32 on the crosses Zm32Zm21 resulted from crossing the tester Zm21 with the same parents of Zm32 in the traits of Total Dry Matter (TDM) (1.85 kg.m^{-2}), CGR (18.28 g.m^{-2}.day), Harvest Index (HI) (0.56), and SGR (3.3 g.m^{-2}.day). It can be conclude that selection for early and late silking inbred lines, as well as the effect of the early and late silking tester have a great importance in deriving hybrids of a high yield and distinct in several traits, which are all significantly contributing in increasing the GY.

Key words: Testers, Crop Growth Rate, Leaf Area Index, Seed Filling Duration

*** Part of Ph.D. Dissertation of the first author**

المقدمة

تعد الذرة الصفراء إحدى المحاصيل الرئيسية و ذات الانتاج الاعلى للحبوب مقارنة بالمحاصيل الاخرى، كما انها نموذجاً ناجحاً يستخدم لدراسة تطور وتحسين المحاصيل الاخرى. يطلق تعبير التزهير على عملية الانتقال من مرحلة الطور الخضري الى الطور التكاثري والتي تكون منظمة بواسطة اشارات وايعازات بيئية أو وراثية تتعلق بالكائن الحي (25). ان طبيعة آلية التزهير والتي تعد من بين اهم الصفات الكمية الهامة المرتبطة بطبيعة نباتات الصنف يتحدد بموجبها حاصل الحبوب في النباتات البذرية وذلك بعدد ازهارها ونسبة اخصابها. تتحدد كفاءة التزهير في نباتات الصنف عند حدوثها في الموعد الامثل ضمن بيئة معينة لتعطي أعلى عدد من الازهار للنبات مع تحقيق أعلى نسبة اخصاب. يرتبط ذلك بحاصل الحبوب الى المجموع الكلي للمادة الجافة للنبات التي يعبر عنـها بدليل الحصـــاد (11). ترتبط عملية التزهير بآليات عديدة مرتبطة كلها بعدد كبير من الجينات، وهي بذلك تشبه الى حد كبير في وراثتها وراثة حاصل الحبوب للنبات، الذي ليست له جينات محددة بالحاصل ولكنه محكوم بجينات صفات النبات الاخرى (2 و 11). يعد وقت التزهير من العوامل المهمة التي تؤثر في حاصل النبات، فعندما يكون النبات مبكراً بالتزهير فأن ذلك يؤدي الى اطالة مدة امتلاء الحبة فزيادة معدل وزن حبوبه و حاصلها (12). تؤثر في وقت التزهير جينات عدة ويكون فعلها متداخلاً فيما بينها و مع عوامل البيئة، بصورة عامة فان تلك الجينات تعمل في اربعة مسالك متسلسلة هي الاستجابة لمدة الظلام و فعل الجبرلين و الفعل الداخلـي المستقل لانشطـة النبـات المرتبطـــة بالتزهيـــر و الاربـــاع (11 و 25). ان من بين اهم الآليات المفترضة للاسس الموحدة لتشكيل الزهرة وعملية التزهير في النباتات الزهرية هو الانموذج (ABC) (21)، والذي هو حصيلة نتائج جزيئية تم الحصول عليها من تحاليل نباتات الجنسيّن (Antirrhinum, Arabidopsis). يمتاز الانموذج ببساطته في شرح آلية التزهير و انطباقه على مجموعة واسعة من اجناس النبات بما في ذلك الرز و الذرة الصفراء (14). يفترض هذا الانموذج وجود ثلاثة فعاليات متكاملة لتحديد اعضاء الزهرة و حدوث التزهير و علاقتها بدرجة الحرارة ومدة الظلام (14). من الظواهر الوراثية المهمة التي اسهمت في زيادة انتاجية عدة محاصيل هي ظاهرة قوة الهجين والتي فيها تتفوق الذرية الناتجة على افضل الابوين في صفة او عدة صفات. بقيت هذه الظاهرة لغزاً محيراً ليومنا هذا من حيث حقيقة اسباب حدوثها، وقد وضعت عدة نظريات لتفسيرها، من بينها وجود الفعل الجيني المشترك (Codominance)لبضعة جينات رئيسية ذات فعل تكميلي، وفعل تكميلي كذلك لجينات اخرى في حالتي (Coepistasis) و(Semiepistasis) على نفس الكروموسوم او كروموسومين مختلفين (9 و10 و13 و19). كما انه لا يمكن اغفال دور فعل الجينات المتغلبة والمتغلبة جزئياً لتغطية فعل الجينات الضارة (Deleterious genes) التب تظهر في السلالات. تعتمد ظاهرة قوة الهجين على التغاير الوراثي بين الآباء و حالة التغيّر الجيني في ذرياتهم الناتجة (3). على الرغم من اهمية قوة الهجين في تحسين المحاصيل والذي تم ادراكه وتمييزه قبل اكثر من قرن، فأن الاكتشافات اللاحقة للآليات الجزيئية تعد هي فقط البداية لكشف اللثـام عن هذه الظاهـرة (15 و16). اشارت الابحاث الاخيرة الى ان التداخل الاليلي للجينومات الابوية تقود الى برمجة متغيرة للجينات و التي تعزز من قوة النمو و تحمل الاجهاد (6). ان الفعل التنظيمي لفوق الوراثة هو ايضا مفتاح مهم لقوة الهجين مع ما يرتبط بميثلة DNA المتغيرة وتعبير siRNA في صفات الهجن المرتبطة بالاختلافات في انشطة الجين والاشكال المظهرية المرتبطة بحالات قوة الهجين (17 و18 و20 و27). عموماً يتم الكشف عن ظاهرة قوة الهجين باشراك التغيرات الجزئية على مستوى جين واحد من خلال شبكات تنظيمية وراثية (genetic) وفوق وراثية (epigenetic) و بروتينية (proteomic) و أيضية (metabolomics) واسعة (15 و16 و30). كان الهدف من هذا البحث هو لمعرفة العلاقة بين آلية التزهير المبكرة و المتاخرة لسلالات من الذرة الصفراء و قوة الهجين في التضريبات الناتجة للاستفادة من تلك النتائج في برامج تربية الذرة الصفراء

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقلية في حقول كلية الزراعة – قسم المحاصيل الحقلية على محصول الذرة الصفراء في اربعة مواسم (ربيعي وخريفي 2014 و2015). استخدمت في التجربة سلالات

الذرة الصفراء (Zm19 وZm32 وZm51 وZm61) والفاحصان (Zm21 المتأخر التزهير) و(Zm60 المبكر التزهير). تم في الموسم الاول زراعة بذور السلالات الاربع وانتخبت أول 10 نباتات مبكرة بالتزهير ومثلها متأخرة بالتزهير (بحدود 10–15 يوماً بين اخر نبات مبكر بالتزهير واول نبات متأخر بالتزهير وبحسب السلالة). تم في الموسم الثاني إكثار بذور النباتات المنتخبة من خلال التلقيح الذاتي. زرعت بذور السلالات المنتخبة المبكرة و المتأخرة بالتزهير في الموسم الثالث وتم تضريبها بالفاحصين وانتجت التضريبات (Zm19xZm21 وZm32xZm21 وZm51xZm21 و Zm61xZm21) الناتجة من تضريب الفاحص المتأخر التزهير Zm21 و النباتات المبكرة التزهير المنتخبة من السلالات أعلاه والتضريبات (Zm19xZm60 وZm32xZm60 وZm51xZm60 وZm61xZm60) الناتجة من تضريب الفاحص المبكر التزهير Zm60 والنباتات المبكرة التزهير المنتخبة من السلالات أعلاه، والتضريبات (Zm19xZm21 وZm32xZm21 وZm51xZm21 وZm61xZm21) الناتجة من تضريب الفاحص المتأخر التزهير Zm21 و النباتات المتأخرة التزهير المنتخبة من السلالات أعلاه والتضريبات (Zm19xZm60 و Zm32xZm60 وZm51xZm60 وZm61xZm60) الناتجة من تضريب الفاحص المبكر التزهير Zm60 والنباتات المتأخرة التزهير المنتخبة من السلالات أعلاه. تم فـي الموسـم الاخير زراعة بذور التضريبات واجريت المقارنة فيما بينها في بعض صفات النمو والحاصل ومكوناته. زرعت النباتـــات بكثافة 80.000 نبات هـ$^{-1}$ (60 سم x 20.8 سم) واجريت المقارنة فيما بينها في بعض الصفات الحقلية ومعدلات النمو. طبقت التجربة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة بثلاثة مكررات، وقُسم الحقل إلى وحدات تجريبية مساحة الواحدة منها (2م×3م) إحتوت كل وحدة تجريبية على 4 خطوط بالاضافة الى الخطوط الحارسة. طبقت التجربة في تربة مزيجة طينية غرينية في حقل قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة – جامعة بغداد. حرثت الارض بالمحراث المطرحي القلاب ونعمت ونثر سماد السوبر فوسفات الاحادي (P_2O_5 22%) بمعدل 200 كغم P.هـ$^{-1}$ وسماد يوريا (N 46%) بمعدل 200 كغم N.هـ$^{-1}$ كدفعة اولى وسماد كبريتات البوتاسيوم (K_2O 50%) بمعدل 200 كغم K.هـ$^{-1}$. أجريت عمليات التعشيب والري بحسب الحاجة .أضيفت دفعة ثانية من سماد اليوريا بمعدل 200 كغمN.هـ$^{-1}$ عند بداية التزهير، استعمل مبيد الديازينون السائل 60% مادة فعالة لمكافحة حشرة حفار ساق الذرة وبمقدار 100 مل مبيد لكل 100 لتر ماء على دفعتين، الأولى في مرحلة 4 إلى5 ورقة، والأخرى بعد 15 يوماً من الدفعة الأولى. زرعت النباتات في 18 تموز للمواسم الخريفية وفي 18 آذار للمواسم الربيعية. اختيرت عينات عشوائية تتكون من عشرة نباتات من الخطين الوسطيين (تم استبعاد النباتات الحارسة) من كل وحدة تجريبية لدراسة الصفات الحقلية المطلوبة. بعد النضج قطعت النباتات من الحقل (لكل وحدة تجريبية) وتم فصل الاوراق عن السيقان و تم وزنها. جففت السيقان باستخدام الفرن الكهربائي عند درجة حرارة 108° ولمدة أربعة أيام بينما جففت الاوراق عند درجة حرارة 108° ولمدة ثمان ساعات حتى درجة تكسر النباتات واعتمدت الاوزان الجافة بعد التجفيف. كذلك تم تعيير رطوبة الحبوب وذلك بوزنها و قياس رطوبتها عند الحصاد ثم عدلّت أوزانها عند رطوبة 15% وتم تدوين النتائج. اجري تحليل البيانات إحصائيا للصفات المدروسة ببرنامج Genstat. قورنت المتوسطات باستخدام اقل فرق معنوي (أ.ف.م) عند مستوى أحتمالية 5% و10%.

النتائج والمناقشة

عدد الايام من الزراعة لغاية 90% تزهير ذكري و انثوي:

يعد التزهير المرحلة التي يتوقف فيها النمو الخضري النشط للنبات، وهو أكثر تأثراً بشدة الضوء ودرجة الحرارة وتداخلهما مع التركيب الوراثي للنبات. يؤدي ذلك الى إختلاف إستجابة التراكيب الوراثية للعمليات الوظيفية المختلفة التي تجري في النبات. تؤثر المدة من الزراعة حتى التزهير في حاصل الحبوب نتيجة تأثيرها المباشر في إطالة أو تقصير مدة امتلاء الحبة. إن زيادة هذه المدة يعطي فرصة افضل لتكوين مساحة ورقية أوسع والتي تنعكس على زيادة الحاصل للذرة الصفراء نتيجة كبر حجم المصدر الذي يغذي المصب، وان نقصان هذه المدة يتيح الفرصة للنبات لان يزهر بشكل أبكر خلال الأيام ذات درجات الحرارة المعتدلة التي تضمن نسبة اخصاب عالية تنعكس ايجاباً على عدد الحبوب في النبات

وبالتالي زيادة الحاصل، ولكن يبقى دور تاثير التركيب الوراثي وتداخله مع عوامل النمو وكذلك أداء الصفات الفسلجية الاخرى مهماً جداً في زيادة الحاصل. وصف Buckler (5) الأيام للتزهير الذكري بانه عدد الأيام من الزراعة الى ظهور 50% من حبوب اللقاح في النورة الذكرية. ان ظهور النورة الذكرية وبداية اطلاقها لحبوب اللقاح اساسي لعملية التلقيح والاخصاب والذي يجب ان يزامنه ظهور الحريرة وجاهزيتها لاستقبال حبوب اللقاح. ان نسبة الاخصاب لها علاقة مع عدد الحبوب في العرنوص وتلعب دوراً مهماً في زيادة حاصل الحبوب ولكنها شديدة التأثر بدرجات الحرارة والرطوبة النسبية وتزامن التزهير الذكري والانثوي الذي يتأثر هو الآخر بشد عوامل البيئة. من جهة اخرى فان عدد الصفوف في العرنوص وعدد السنيبلات في الصف عاملان مهمان جداً لزيادة عدد الحبوب وكلاهما لهما ارتباط وراثي عالي بعدد الحبوب مع تأثرهما النسبي بعوامل البيئة.

جدول 1. الايام لغاية 90% تزهير ذكري و انثوي والمدة بينهما (يوم) لتضريبات الذرة الصفراء المنتخبة الآباء المبكرة والمتأخرة

التضريبات	الآباء المنتخبة					
	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر
	متوسطات القيم					
	90% تزهير ذكري\يوم		90% تزهير انثوي\يوم		المدة بين التزهير الذكري والانثوي (ASI)\يوم	
19 21	60.0	63.0	63.0	67.3	3.0	4.3
32 21	61.0	64.0	64.0	69.0	3.0	5.0
51 21	59.0	62.0	63.3	66.7	4.3	4.7
61 21	59.0	62.0	62.0	66.7	3.0	4.7
19 60	60.0	64.0	63.3	67.7	3.3	3.7
32 60	61.0	64.0	63.7	68.0	2.7	4.0
51 60	61.0	63.0	63.7	68.0	2.7	5.0
61 60	60.0	62.0	62.7	66.0	2.7	4.0
أ.ف.م 5%	3.9		3.1		1.6	
10%	3.2		2.6		1.4	

أثّر الانتخاب للآباء المبكرة والمتأخرة التزهير معنوياً في عدد الايام للتزهير الانثوي لجميع التضريبات، حيث إكتمل تزهير 90% من نباتات التضريبان 6121 و 6160 الناتجان من الآباء المنتخبة من سلالات مبكرة التزهير في 62.0 و62.7 يوماً من الزراعة بالتتابع، اما التضريبان 6121 و6160 الناتجان من الآباء المنتخبة من سلالات متأخرة التزهير فقد أزهرت 90% من نباتاتهما عند 66.7 و66.0 يوماً بعد الزراعة بالتتابع، أي بفارق 4.7 و3.3 يوم بين التضريبات الناتجة من اباء منتخبة مبكرة التزهير والتضريبات الناتجة من اباء منتخبة متأخرة التزهير، بالتتابع عند المستويين 5% و10% (جدول 1). كانت هناك فروقاً معنويةً بين بعض التضريبات (3221 و6121 و5160) الناتجة من آباء منتخبة مبكرة ونظيراتها متأخرة التزهير في المدة بين التزهير الذكري والانثوي، حيث كانت اقل مدة هي ثلاثة أيام بالنسبة للتضريبات المنتخبة من الآباء المبكرة وخمسة أيام لنفس التضريبات الناتجة من الآباءالمنتخبة المتأخرة وبفارق 2 و1.7 و2.3 يوم بالتتابع (جدول 1). ان قصر المدة بين التزهير الذكري والانثوي تضمن كفاءة عالية بالتلقيح والاخصاب نتيجة للمحافظة على حيوية حبوب اللقاح والتزامن القريب بين انتاج حبوب اللقاح وجاهزية الحريرة لاستقبال تلك الحبوب والذي ينعكس ايجابياً على حاصل الحبوب. ان حاصل الحبوب العالي يمكن أن يكون مرتبط بالتزهير المبكر والمدة القصيرة بين التزهير الذكري والانثوي بالاضافة الى طبيعة التركيب الوراثي وتداخله مع عوامل النمو المتاحة (26).

عدد الأيام من الزراعة لغاية 90% نضج الفسلجي وامتلاء الحبة

إنّ وصول الحبة إلى النضج الفسلجي يعني بلوغها الحد الأعلى من الوزن الجاف وتكون الندبة السوداء ظاهرة عند قاعدة الحبة الواقعة عند طرف الجنين، وهي المرحلة التي تتوقف عندها انشطة الحبة من تجميع المادة الجافة وتحتاج الحبة في هذه المرحلة إلى فقد الرطوبة الزائدة لأجل الحصاد (1). يتضمن النضج الفسلجي للحبوب التغيرات المظهرية والوظيفية التي تحصل في الحبوب ابتداءً من الاخصاب حتى جاهزيتها للحصاد (1). إنّ لاطالة مدة النمو وترسيب المادة الجافة بعد الاخصاب أهمية كبرى في تحسين خواص الحبة لزيادة تحويل نواتج العمليات الأيضية من المصدر الى المصب، ومن هنا تأتي أهمية هذه الصفة في مكونات الحاصل. ان امتلاك التركيب الوراثي لنظام (SCC) كفوء يمكنه من توزيع المواد الأيضية بشكل متزن بين المصدر والمصب تؤدي بالنتيجة الى زيادة حاصل الحبوب (7). اختلفت بعض التضريبات الناتجة من الاباء المنتخبة المتأخرة التزهير معنوياً مع التضريبات الناتجة من الاباء المنتخبة

المبكرة التزهير، حيث اختلف التضريبان 5121 الناتجان من آباء منتخبة مبكرة ومتأخرة التزهير معنوياً في معدل عدد الأيام للنضج الفسلجي حيث تفوق التضريب الناتج من أباء منتخبة متأخرة التزهير و وصل النضـج الفسلجي في 105 يوم، وكذلك تفوق على جميع التضريبات الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير عند المستويين 5% و 10% وكذلك معنوياًعلى التضريبات (6121 و1960 و6160) الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير عند المستويين 5% و10% (جدول 2).

جدول 2. عدد الايام للنضج الفسلجي (يوم) و مدة امتلاء الحبة (يوم) لتضريبات الذرة الصفراء المنتخبة الآباء المبكرة والمتأخرة

التضريبات	الآباء المنتخبة			
	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر
	متوسطات القيم			
	الايام للنضج الفسلجي		مدة امتلاء الحبة	
19 21	101	103	38	35
32 21	104	105	40	36
51 21	101	105	38	38
61 21	102	102	40	35
19 60	100	102	37	34
32 60	101	103	38	35
51 60	102	104	38	36
61 60	100	100	37	34
أ.ف.م				
%5	2.8		2	
%10	2.3		2	

ان المدة الممتدة من التزهير والاخصاب لغاية النضج الفسلجي يطلق عليها بمدة امتلاء الحبة وتحسب بطرح عدد الايام للتزهير الانثوي من عدد الأيام للنضج الفسلجي. ان مدة امتلاء الحبة ونسبة نموها هما عاملان مهمان يحددان وزن الحبة النهائي. تتأثر مدة امتلاء الحبة بمقدار المواد المصنعة الواردة اليها والتي تكون مرتبطة بمدة التمثيل الكاربوني وسرعته بالاضافة الى تأثيرات درجة الحرارة والشد المائي. ان تحكم العامل الوراثي في مدة امتلاء الحبة يكون أكثر من تحكم العامل البيئي. أكد Tollenaar وآخرون (31) أنه يمكن زيادة حاصل الحبوب في هجن الذرة الصفراء بمقدار (0.37 طن.هـ$^{-1}$) لكل يوم واحد زيادة في مدة امتلاء الحبة (الفترة من الاخصاب لغاية النضج الفسلجي). ظهرت فروق معنوية بين التضريبات الناتجة من الاباء المنتخبة المبكرة و المتأخرة التزهير في مدة امتلاء الحبة وكذلك ظهرت فروق معنوية فيما بين التضريبات الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير وكذلك فيما بين التضريبات الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير، حيث كانت أعلى مدة امتلاء حبة للتضريبين 3221 و6121 بلغت 40 يوماً من الاخصاب (جدول 2). على الرغم من ذلك فان التضريب 3221 فشل في اعطاء حاصل حبوب عالي (لم يعرض الجدول) على الرغم من امتلاكه مساحة ورقية عالية (جدول 3) ويعزى سبب ذلك الى ضعف كفاءة ثابت مقدرة النظام (SCC) والذي قد يكون مرتبطاً بالطبيعة الوراثية للنبات. من جهة أُخرى فان السبب يعزى الى معدل نمو النبات والحبة الواطئين (جدول 4) وعدد الحبوب القليل (لم يعرض الجدول) و كذلك يعزى الى وقت التزهير المتأخر نسبياً (جدول 1). أما التضريب 6121 المنتخب من كلا الابوين المبكر والمتأخر التزهير فقد أعطى حاصل حبوب جيد واكثر من التضريب 3221 والمنتخب من كلا الابوين وبنسب 29% و48% للاباء المبكرة والمتأخرة بالتتابع (لم يعرض الجدول). بشكل عام فان جميع التضريبات الناتجة من آباء مبكرة التزهير قد اعطت حاصل حبوب اعلى من تلك المنتخبة من آباء متأخرة التزهير باستثاء التضريب 6121 المنتخب من أب متأخر التزهير الذي اعطى حاصل حبوب اعلى بنسبة 10% من التضريب 6121 المنتخب من أب مبكر التزهير (لم يعرض الجدول) على الرغم من وقت تزهيره المتأخر (66.7 يوماً من الزراعة). ان سبب ذلك يعود الى الطبيعة الوراثية لذلك التضريب والى معدل النمو العالي للنبات (21.55 غم.م$^{-2}$.يوم) و كذلك معدل نمو الحبة العالي (3.7 غم.يوم$^{-1}$) (جدول 4) و عدد حبوب بالمتر المربع عالي (4565 حبة.م$^{-2}$) بالاضافة الى مدة متوسطة لامتلاء الحبة (35 يوماً) (جدول 2).

ارتفاع النبات ودليل المساحة الورقية

تعد الورقة مصنعاً رئيساً للمواد الغذائية في النبات، ولذا فإنّ قياس المساحة الورقية له أهمية في إبراز المقدرة الانتاجية لنباتات الصنف، ويعد التنافس بين النباتات على الضوء والماء ومتطلبات النمو الأخرى من العوامل المهمة المؤثرة في معدل المساحة الورقية. إن حاصل النبات يعتمد على حجم وكفاءة نظام التمثيل الكاربوني الذي تتصدره الاوراق. ان الصفات المظهرية للنبات ومنها المساحة الورقية ذات علاقة مباشرة بمقدرته على الامتصاص والتمثيل الكاربوني والنمو لتكوين مادة جافة لها مقدرة أعلى على تحويل أعلى نسبة

منها الى الجزء التكاثري. تأتي أهمية الزيادة في المساحة الورقية من اعتماد حاصل النبات على حجم وكفاءة نظام التمثيل الكاربوني فترتفـــع كفاءة ثابت مقدرة النظـــام (SCC) للنبات (8 و29). تختلف المساحة الورقية في تأثيرها في زيادة حاصل الحبوب بإختلاف الطبيعة الوراثية للصنف وعوامل النمــو المتاحة (9). تفوق التضريب 3221 الناتج من آباء منتخبة متأخرة معنوياً على نظيره الناتج من آباء منتخبة مبكرة التزهير(5.20 م^{2}.م$^{-2}$ و 4.60 م^{2}.م$^{-2}$، بالتتابع) واعطى اعلى معدل دليل مساحة ورقية بالمتر المربع متفوقاً معنوياً على جميع التضريبات الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير وكذلك مقارنة بالتضريبات الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير عند المستويين 5% و10% وعلى التضريب 3260 الناتج من آباء منتخبة متأخرة عند مستوى 10%(جدول 3). ان سبب التفوق يعود الى ان التضريبات المتأخرة امتلكت عدد ايام أطول للتزهير الانثوي فاستفادت من عوامل النمو المتاحة وكوّنت مساحة ورقية عالية مقارنة بالتضريبات الناتجة من الآباء المبكرة التزهير (جدول 1 و3)

جدول 3. دليل المساحة الورقية (م^{2}.م$^{-2}$) وارتفاع النبات (سم) لتضريبات الذرة الصفراء المنتخبة الآباء المبكرة والمتأخرة

التضريبات	الآباء المنتخبة			
	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر
	متوسطات القيم			
	دليل المساحة الورقية		ارتفاع النبات	
19 21	3.13	3.42	113	115
32 21	4.60	5.20	152	154
51 21	4.31	4.42	140	139
61 21	4.13	3.85	138	141
19 60	3.65	3.73	121	129
32 60	4.44	4.83	137	145
51 60	4.13	4.23	132	135
61 60	3.81	3.90	131	145
أ.ف.م				
%5	0.41		15	
%10	0.34		12	

يتحدد ارتفاع النبات في المحاصيل المحدودة النمو مثل نباتات الذرة الصفراء بظهور النورة المذكرّة التي تتأثر بطبيعة التركيب الوراثي وعوامل النمو المتاحة. إن الاختلافات في ارتفاع النبات من الممكن أن تكـون مرتبطةً بالاستجابة لمستويات الضوء كذلـك بالتنافس عليه (4). يرتبط ارتفاع النبات الـى حـد معين مع طول موسم النمو للصنف. تفوق التضريب 6160 الناتج من آباء منتخبة متأخرة معنوياً على نظيره الناتج من آباء منتخبة مبكرة التزهير معدل ارتفاع النبات 145 سم و131 سم عند المستوى 10%، ولكن لم تختلف التضريبات الاخرى الناتجة من أباء منتخبة مبكرة مع نظيراتها الناتجة من أباء منتخبة متأخرة التزهير في هذه الصفة مما يدل على ان ارتفاع النبات يتأثر كثيرا بالصفات الوراثية ولكن من دون تجاهل دور عوامل النمو المتاحة. كان اعلى معدل ارتفاع نبات للتضريب 3221 الناتج من من آباء منتخبة متأخرة (154 سم) الذي تفوق معنوياً على أغلب التضريبات الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير عند المستويين 5% و 10% ولم يختلف معنوياً مع نظيره 3221 الناتج من آباء منتخبة مبكرة التزهير، وكذلك تفوق معنوياً على التضريبات 1921 و1960 و5160 الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير عند المستويين 5% و10% وعلى التضريبات 5121 و6121 الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير عند المستوى 10% ولكنه لم يختلف معنوياً مع التضريبات 5121 و6121 الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير 3260 و 6160 (جدول 3).

معدل نمو النبات والحبة

ان معدل نمو المحصول هو الزيادة الحاصلة في الوزن الجاف للنبات في وحدة المساحة في وحدة الزمن ويعبر عنه بالوحدات (غم.م$^{-2}$.يوم). تعتمد زيادة المادة الجافة للنبات في وحدة المساحة على معدل النمو وطول مدته وهذا يرتبط بطبيعة الفعل الجيني وعوامل النمو المتاحة. اما معدل نمو الحبة فهو الزيادة الحاصلة في وزن الحبة في وحدة الزمن ويعبر عنه بوحدات (غم.يوم$^{-1}$). ان معدل نمو الحبة يلعب دوراً هاماً في تحديد حاصل الحبوب للذرة الصفراء، فقد أعطت بعض هجن الذرة الصفراء ذات موسم النمو القصير حاصل حبوب عالي بسبب امتلاكها معدل نمو عالي (24). تختلف الاصناف في معدلات نمو نباتاتها (CGR) وحبوبها (SGR) ويختلف الصنف الواحد من سنة لاخرى و من عامل نمو لآخر في تلك المعدلات من النمو بسبب التداخل الوراثي – البيئي او التأثير البيئي. ان SGR يرتبط بمعدلات تزويد المواد الايضية من النبات الام. ان قلة عدد الحبوب بالنبات يزيد من SGR في ذلك النبات. يتأثر SGR بدرجة الحرارة والشد المائي ويكون ذو علاقة ببعض هرمونات النبات المرتبطة بالاضاءة وشدتها ومدتها. ظهر فرق معنوي بين نباتات الهجين 6121 الناتج من آباء منتخبة مبكرة التزهير وكذلك النباتات المنتخبة من آباء متأخرة التزهير لنفس

التضريب في معدل نمو النبات ونمو الحبة (جدول4). كان اعلى معدل نمو للنبات وللحبة بين التضريبات الناتجة هو للتضريب 6121 الناتج من آباء منتخبة متأخرة (21.55 غم.م$^{-2}$.يوم) للنبات و (3.7 غم.يوم$^{-1}$) للحبة، بالتتابع.

جدول 4. معدل نمو النباتات (غم. م$^{-2}$.يوم) و معدل نمو الحبة (غم.م$^{-2}$.يوم) لتضريبات الذرة الصفراء المنتخبة الآباء المبكرة والمتأخرة

التضريبات	الآباء المنتخبة			
	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر
	متوسطات القيم			
	معدل نموالنبات (CGR)		معدل نمو البذرة (SGR)	
19 21	12.37	13.94	2.1	1.9
32 21	15.26	15.83	2.3	2.4
51 21	19.48	19.12	3.2	3.1
61 21	17.59	21.55	3.0	3.7
19 60	18.30	16.94	3.4	2.9
32 60	18.28	17.31	3.3	3.2
51 60	18.71	17.05	3.1	3.1
61 60	18.92	18.44	3.3	3.5
أ.ف.م				
%5		3.18		0.7
%10		2.65		0.6

أظهرت نتائج مسح مواقع الصفات الكميّة (QTLs) الذي اجري على عدد كبير من سلالات وتضريبات الذرة الصفراء بان معدل مدة امتلاء يكون مسيطر عليه بواسطة آلية وراثية معقدة وتم الكشف عن عدة (QTLs) تؤثر في معدل نمو الحبة خلال مدة امتلاء الحبة والتي ربما تسهم في زيادة حاصل الحبوب (24).

حاصل المادة الجافة للنموات الخضرية و الكلية ودليل الحصاد

ان مقدار ما يتم تمثيله من ثنائي اوكسيد الكاربون خلال موسم النمو يسمى بالمادة الجافة، او هي كفاءة الكساء الخضري لإعتراض الضوء وتحويله الى طاقة كيمياوية. ان زيادة وزن المادة الجافة في وحدة المساحة تعود في اغلب الاحيان الى الزيادة في المساحة الورقية وكفاءتها في التمثيل الكاربوني وتجميع المادة الجافة خلال موسم النمو(8 و22 و23 و28). ان دليل الحصاد هو نسبة حاصل الحبوب الجاف الى الوزن الجاف الكلي للنبات ويعد مؤشراً واضحاً على كفاءة ثابت مقدرة النظام بنقل وترسيب أكبر كمية من صافي التمثيل في الحبة وهو مرتبط بالطبيعة الوراثية للتركيب الوراثي وتداخلها مع عوامل النمو والبيئة. ان امتلاك النبات لمساحة خضرية واسعة قد يكون مؤشراً جيدا لزيادة المادة الجافة ولكنه يبقى مرهوناً بكفاءة النبات لتحويل أكبر مقدار من نواتج التمثيل الكاربوني من المصدر الى المصب.

جدول 5. وزن المادة الجافة الكلية TDM (كغم.م$^{-2}$) والمادة الجافة الخضرية (كغم.م$^{-2}$) ودليل الحصاد (%) لتضريبات الذرة الصفراء المنتخبة الآباء المبكرة والمتأخرة

التضريبات	الآباء المنتخبة					
	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر	مبكر	متأخر
	متوسطات القيم					
	المادة الجافة الكلية		المادة الجافة الخضرية		دليل الحصاد	
19 21	1.25	1.43	0.59	0.87	0.53	0.39
32 21	1.58	1.66	0.81	0.92	0.49	0.45
51 21	1.97	1.99	0.95	1.00	0.51	0.49
61 21	1.79	2.20	0.80	1.11	0.55	0.49
19 60	1.86	1.73	0.81	0.91	0.56	0.47
32 60	1.85	1.79	0.82	0.87	0.56	0.51
51 60	1.91	1.77	0.90	0.84	0.53	0.53
61 60	1.89	1.85	0.87	0.85	0.54	0.54
أ.ف.م						
%5	0.31		0.21		0.08	
%10	0.26		0.18		0.06	

ظهرت فروقات معنوية بين التضريبات الناتجة من الآباء المبكرة وكذلك بين التضريبات المتأخرة التزهير في معدل المادة الجافة الكليّة بوحدة المساحة (م^2). كذلك ظهرت فروق معنوية في معدلات المادة الجافة الكلية بين التضريبين 6121 الناتجين من آباء منتخبة مبكرة واخرى متأخرة التزهير. ظهرت كذلك فروق معنوية بين التضريبات 1921 و 6121 الناتجة من آباء منتخبة مبكرة ومتأخرة في معدل المادة الجافة للنموات الخضرية. أعطا التضريبان 6121 و 5121 الناتجان من آباء منتخبة متأخرة التزهير أعلى معدل حاصل للمادة الجافة الكلية ومعدل المادة الجافة للنموات الخضرية 2.20 و1.99 و1.11 و1.00 كغم.م$^{-2}$، بالتتابع، تلاهما التضريب 5121 الناتج من آباء منتخبة مبكرة 1.97 كغم.م$^{-2}$ و 0.95 كغم.م$^{-2}$، بالتتابع (جدول 5). هذا وعلى الرغم من هذا التفوق في حاصل المادة الجافة الكلية وحاصل المادة الجافة للنموات الخضرية للتضريبات الناتجة من آباء منتخبة متأخرة التزهير فان دليل الحصاد لنفس التضريبات الناتجة من آباء مبكرة التزهير كان أعلى بنسبة 12% و 4% بالتتابع (جدول 5). ان تفسير ذلك يعود الى ان التضريبات الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير قد أزهرت مبكراً وتوقف نموها الخضري وبدأت بترسيب المادة الجافة داخل الحبوب خلال مدة امتلاء حبة أطول أدى الى اعطاء حاصل حبوب جاف اعلى من المادة الجافة للنموات الخضرية وخصوصاً التضريب 6121 (الجداول 1 و2 و4

و5). أعطت التضريبات 6121 و 1960 و 3260 الناتجة من آباء منتخبة مبكرة التزهير أعلى دليل حصاد متفوقة على التضريبات الأُخرى (0.55 و 0.56 و 0.56) بينما تساوت التضريبات 5160 و 6160 المنتخبة من الآباء المبكرة التزهير مع نظيراتها المتأخرة التزهير في دليل الحصاد (0.53 و0.54) بالتتابع (جدول 5). ان ذلك يُعزى الى تقارب كل من تلك التضريبات الناتجة من الآباء المبكرة والمتأخرة التزهير في معدلات دليل المساحة الورقية (جدول 3) وتفوق المبكرة الآباء بمدة امتلاء الحبة (جدول 2) ووزنها (لم يعرض الجدول) وتفاوت المبكرة والمتأخرة الآباء في معدلات عدد الحبوب بالمتر المربع (لم يعرض الجدول) ومعدل نمو النبات والحبة (جدول 4) والايام للنضج الفسلجي (جدول 2) وكتحصيل تجميعي لتلك الصفات تساوت تلك التضريبات المبكرة والمتأخرة بمعدلات دليل الحصاد (جدول 5). ظهرت فروقاً معنويةً بين الفاحص المتأخر التزهير(Zm 21) و الفاحص المبكر التزهير Zm 60 في التأثير في صفات بعض التضريبات الناتجة من تضريب هذين الفاحصين مع الأباء المبكرة التزهير المنتخبة من السلالات Zm 19 وZm 32 وZm 51 وZm 61. تفوق التضريب 1960 الناتج من تضريب الفاحص المبكر التزهير(Zm60) مع أباء مبكرة التزهير منتخبة من السلالة Zm19 على التضريب 1921 الناتج من تضريب الفاحص المتأخر التزهير(Zm21) مع أباء مبكرة التزهير منتخبة من السلالة Zm19 معنوياً حاصل الحبوب لوحدة المساحة (10.516 طن.هـ$^{-1}$) (لم يعرض الجدول). كذلك تفوق التضريب 3260 الناتج من تضريب الفاحص المبكر التزهير(Zm60) مع أباء مبكرة التزهير منتخبة من السلالة Zm32 على التضريب 3221 الناتج من تضريب الفاحص المتأخر التزهير(Zm21) مع أباء مبكرة التزهير منتخبة من السلالة Zm32 معنوياً في حاصل المادة الجافة الكليّة (1.85 كغم.م$^{-2}$) ومعدل نمو النبات (18.28 غم.م$^{-2}$.يوم) ودليل الحصاد (0.56) (جدول 5 و4) وتفوق في معدل نمو الحبة (3.3 غم.م$^{-2}$.يوم) (جدول 4) و وزن الحبة (244 ملغم) و حاصل الحبوب لوحدة المساحة (10.307 طن.هـ$^{-1}$) (لم تعرض الجداول)، بينما تفوق الأخير على الأول في صفات عدد الأيام للنضج الفسلجي (104 يوماً) (جدول 2) و إرتفاع النبات (152 سم) (جدول 3). من جهة أُخرى تفوق التضريب 1960 الناتج من تضريب الفاحص المبكر التزهير Zm60 مع أباء متأخرة التزهير منتخبة من السلالة Zm19 على التضريب 1921 الناتج من تضريب الفاحص المتأخر التزهير Zm21 مع أباء متأخرة التزهير منتخبة من السلالة Zm19 معنوياً في قيم إرتفاع النبات (129 سم) (جدول 3) و حاصل المادة الجافة الكليّة (1.73 كغم.م$^{-2}$) (جدول 5) و معدل نمو النبات (16.94 غم.م$^{-2}$.يوم) ومعدل نمو الحبة (2.9 غم.م$^{-2}$.يوم) (جدول 4) و دليل الحصاد (0.47) (جدول 5)، وعدد الحبوب (4264 حبة.م$^{-2}$) وحاصل الحبوب لوحدة المساحة (8.188 طن.هـ$^{-1}$) (لم تعرض الجداول). بشكل عام فان أغلب التضريبات الناتجة من تضريب الآباء مبكرة التزهير المنتخبة من جميع السلالات الداخلة في التجربة مع فاحص مبكر التزهير(Zm60) أعطت حاصل حبوب لوحدة المساحة أعلى مقارنة بالتضريب بفاحص متأخر التزهير(Zm21) (لم يعرض الجدول) نتيجة لمعدلات نمو النبات والحبة ووزنها وحاصل المادة الجافة للنموات الخضرية والكلية ودليل الحصاد العالية، باستثناء التضريب 5121 الذي أعطى أعلى حاصل حبوب لوحدة المساحة مقارنةً بالتضريب 5160 (10.214 و 10.029 طن.هـ$^{-1}$، بالتتابع) (لم يعرض الجدول). كذلك فان أغلب التضريبات الناتجة من تضريب الآباء مبكرة التزهير المنتخبة من السلالات الداخلة في التجربة مع فاحص مبكر التزهير(Zm60) وكذلك بفاحص متأخر التزهير(Zm21) قد أعطت حاصل حبوب لوحدة المساحة أعلى مقارنة بالتضريبات الناتجة من تضريب الآباء متأخرة التزهير المنتخبة من السلالات الداخلة في التجربة مع فاحص مبكر التزهير(Zm60) و كذلك بفاحص متأخر التزهير(Zm21) (لم يعرض الجدول) باستثناء التضريب 6121 الذي أعطى أعلى حاصل حبوب لوحدة المساحة مقارنةً بالتضريب 6160 (10.899 و 10.024 طن.هـ$^{-1}$) (لم يعرض الجدول)، ان سبب هذا الاستثناء للتضريبين 5121 و 6121 قد يعود الى قابلية الاتحاد الخاصة. يتضح لنا من عرض ومناقشة نتائج هذا البحث ان الأنتخاب للنباتات المبكرة والمتأخرة في السلالات وكذلك تأثير الفاحص المبكر والمتأخر بالتزهير أدى الى ظهور اختلافات معنوية في صفات عدة أبرزها

معدل نمو النبات والحبة وأرتبطت بمدة امتلاء الحبة وبنسب متفاوتة أسهمت في زيادة ترسيب المادة الجافة في الحبوب خلال مدة زمنية أطول أدت الى أعطاء حاصل حبوب عال.

REFERENCES

1. Aziz, F. O. J. 2008. Breeding Sunflower, Sorghum and Maize by Honeycomb. Ph.D. Dissertation, Dept. of Field Crops Sci., Coll. of Agric., Univ. of Baghdad. Pp:161.
2. Baranwal, V.K., V. Mikkilineni, U.B. Zehr, A.K. Tyagi, and S. Kapoor.2012. Heterosis: emerging ideas about hybrid vigour. J. Exp. Bot. 63 (18): 6309-6314.
3. Barber, W.T., W. Zhang, H. Win, K. K. Valara, J.E. Dorweiler, M.E. Hudson, and S.P. Moose. 2012. Repeat associated small RNAs vary among parents and following hybridization in maize. PNAS 26 (109): 10444–10449.
4. Buah, S. S. J., and S. Mwinkaara. 2009. Response of sorghum to nitrogen fertilizer and plant density in the Guinea Savanna Zone. J. Agron. 8: 124-130.
5. Buckler, E. S., J. B. Holland, P.J. Bradbury, C.B. Acharya, P.J. Brown, C. Browne, E. Ersoz, S. Flint-Garcia, A. Garcia, J.C. Glaubitz, M.M. Goodman, C. Harjes, K. Guill, D.E. Kroon, S. Larsson, N.K. Lepak, H. Li, S.E. Mitchell, G. Pressoir, J.A. Peiffer, M.O. Rosas, T.R. Rocheford, M.C. Romay, S.Romero, S.Salvo, H.S. Villeda, H.S. da Silva, Q. Sun, F.Tian, N. Upadyayula, D. Ware, H. Yates, J. Yu, Z. Zhang, S. Keresovich, and M.D. McMullen. 2009. The genetic architecture of maize flowering time. Science 325: 714–718.
6. Chen, Z.J. 2013. Genomic and epigenetic insights into the molecular bases of heterosis. Nat. Rev. Genet. 14(7):471–482.
7. Duvick,D. N. 2005. Genetic progress in yield of United States maize. Maydica 50(3): 193-202.
8. Elsahookie, M. M. 2004. Approaches of selection and breeding for higher yield crops. The Iraqi J. Agric. Sci. 35(1):71-78.
9. Elsahookie, M. M. 2006. Genetic physiologic and genetic morphologic components in soybean. The Iraqi. J. Agric. Sci. ،37(2): 63-68.
10. Elsahookie, M. M. 2007. An Introduction to Plant Molecular Biology. 2nd end., Ministry of Higher Education and Scientific Research, Univ. of Baghdad, Baghdad, Iraq, pp. 190.
11. Elsahookie, M. M. 2007a. Genetic control of flowering mechanism. The Iraqi J. Agric. Sci. 38 (2): 1 – 11.
12. Elsahookie, M. M. 2007b. Dimensions of SCC theory in a maize hybrid- inbred comparison. The Iraqi J. Agric. Sci.، 38(1):128-137.
13. Fasoula, V.A., and D.A. Fasoula. 2000. Honeycomb Breeding: Principles and Application. Plant Breeding Rev. 18:177–250.
14. Fornara, F., G, Marziani, L. Mizzen, M. Kater, and L. Colombo. 2003. MADS – box genes controlling flower development in rice. Plant Boil. 5:16 – 22.
15. Fu, D., M. Xiao, A. Hayward, G. Jiang, L. Zhu, Q. Zhou, J. Li, and M. Zhang. 2015. What is crop heterosis: New insights into an old topic. J. Appl. Genet. 56(1):1-13.
16. Fu, J., Y. Cheng, J. Linghu, X. Yang, L. Kang, Z. Zhang, J. Zhang, C. He, X. Du, Z. Peng, B. Wang, L. Zhai, C. Dai, J. Xu, W. Wang, X. Li, J. Zheng, L. Chen, L. Luo, J. Liu, X. Qian, J. Yan, J. Wang, and G. Wang. 2013. RNA sequencing reveals the complex regulatory network in maize kernel. Nat. Commun. 4: 2832-2844.
17. Greaves, I.K., M. Groszmann, H. Ying, J.M. Taylor, W.J. Peacock, and E.S. Dennis. 2012. Trans chromosomal methylation in Arabidopsis hybrids. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 109: 3570–3575.
18. Groszmann, M., I.K. Greaves, Z.I. Albertyn, G.N. Scofield, W.J. Peacock, and E.S. Dennis. 2011. Changes in 24-nt siRNA levels in Arabidopsis hybrids suggest an epigenetic contribution to hybrid vigor. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 108(6): 2617–2622.
19. Hinze, L.L., and K.R. Lamkey. 2003. Absence of epistasis for grain yield in elite maize hybrid. Crop Sci. 43(1):46-56.
20. Hofmann, N.R. 2012. A global view of hybrid vigor: DNA methylation, small RNAs and gene expression. The Plant Cell. 24(3): 841.
21. Jack, T. 2004. Molecular and genetic mechanisms of floral control. The Plant Cell 16:S1 – S17.
22. Kobiljsk, B. and A. Dencic. 2001. Global climate change: Challenge for breeding and

seed production of major field crops. J. Genet. & Breeding. 55: 83-90.
23. Lee, E. A., T. K. Doerksen, and L. W. Kannenberg. 2003. Genetic components of yield stability in maize breeding populations. Crop Sci. 43(6):2018-2027.
24. Liu, Z.H., H.Q. Ji, Z.T. Cui, X. Wu, L.J. Duan, X.X. Feng, and J.H. Tang. 2011. QTL detected for grain-filling rate in maize using a RIL population. Molecular Breeding 27(1):25–36.
25. Moon, J., S.S. Suh, H. Lee, K.R. Choi, C.B. Hong, N.C. Pack, S.G. Kim, and I. Lee. 2003. The SOC 1 MADS – box gene integrates vernalization and gibberellins signals for flowering Arabidopsis. Plant J. 35(5):613 – 623.
26. Ngugi, K., J. Cheserek, C. Muchira, and G. Chemining'wa. 2013. Anthesis to silking interval usefulness in developing drought tolerant maize. JRA. 1(5): 84-90.
27. Shen, H., H. He, J. Li, W. chen, X. Wang, L. Guo, Z. Peng, G. He, S. Zhong, Y. Qi, W. Terzaghi, and X.W. Deng. 2012. Genome-wide analysis of DNA methylation and gene expression changes in two Arabidopsis ecotypes and their reciprocal hybrids. The Plant Cell. 24:875–892.
28. Simic, D., T. Prestal. G. Seitz, and H. Geiger. 2003. Comparing methods for integrating exotic germplasm into European forage maize breeding programs. Crop Sci. 43: 1952-1959.
29. Subedi, K. D. and B. L. Ma. 2005. Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. Crop Sci. 45(2): 740-747.
30. Thiemann, A., J. Fu, F. Seifert1, R. T. Grant-Downton, T. A. Schrag, H. Pospisil, M. Frisch, A. E. Melchinger, and S. Scholten. 2014. Genome-wide meta-analysis of maize heterosis reveals the potential role of additive gene expression at pericentromeric loci. BMC Plant Biol. 14:88.
31. Tollenaar, M., and E.A. Lee. 2011. Strategies for enhancing grain yield in maize. Plant Breeding Reviews. 34:37-83.