تأثير ساعات البرودة في كسر طور السكون لبراعم طرز وراثية من التوت الشامي (*Morus nigra* L.)

د. جرجس مخول*
د. وفاء شومان**
د. خلدون طيبة***
حسام بارودي****

(تاريخ الإيداع 11 / 1 / 2021. قبل للنشر في 29 / 3 / 2021)

ملخّص

هدفت الدراسة لتقدير احتياجات طرز من التوت الشامي *Morus nigra* L. لعدد من ساعات البرودة لكسر طور سكون البراعم. استخدمت في الدراسة سبعة طرز من التوت الشامي، اثنان من محافظة طرطوس (T4, T6) وخمسة من موقع حضر بمحافظة القنيطرة (Q1, Q4, Q12, Q15, Q17). عرضت العقل المجهزة من الطرز المختلفة إلى درجة حرارة منخفضة (2°س) لفترات: 200- 400- 600- 800- 1000- 1200- 1400 ساعة، ثم نقلت إلى حجرة نمو توفر درجة حرارة ورطوبة وإضاءة مشابهة لتلك التي تتعرض لها العقل في الطبيعة. أظهرت النتائج تبايناً بمتطلبات البرودة بين الطرز المدروسة، فقد احتاجت العقل المأخوذة من طرطوس إلى 14.5 يوماً (T4) و16.5 يوماً (T6) عند تعريض العقل إلى 1000 ساعة برودة مقارنةً بعدد من الأيام يتراوح بين 17 –20.3 يوماً عند طرز القنيطرة عند نفس المعاملة. اختلف عدد الأيام اللازم لتفتح البراعم عند تعريض العقل إلى 1400 ساعة برودة، فكانت طرز القنيطرة هي الأسرع في تفتح براعمها. تم حساب معامل متطلبات البرودة، وبينت النتائج وجود فروق معنوية بين طرز الموقعين عند تعريضها لساعات برودة بين 800- 1400 ساعة برودة؛ إذ بلغ متوسط معامل متطلبات البرودة 3.86 للطراز T4 و3.52 للطراز T6 عند 800 ساعة برودة؛ إذ بلغت أعلى قيمة لمعامل متطلبات البرودة 4.43 في الطراز Q15. أما عند المعاملة T1400 بلغت أعلى قيمة 7.65 للطراز Q12. وبتقدير احتياجاتها من التراكم الحراري GDH يمكن أن تستنتج أنه كلما عرضت عقل الطرز لساعات برودة أكثر كلما كانت كمية التراكم الحراري اللازمة لتفتح البراعم أقل، فبلغت 6480 وحدة حرارية للطراز T4عند المعاملة T800 بينما كانت أقل قيمة للتراكم الحراري 5400 وحدة حرارية عند المعاملة T1400 للطراز Q15. أظهرت شجرة القرابة العنقودية وجود نسب من التباين وصلت لـ 66%؛ إذ توزعت الطرز المدروسة ضمن مجموعتين منفصلتين بشكل واضح، يتبن من خلال النتائج المتحصل عليها تشابهاً بسلوك عقل الطرز المأخوذة من طرطوس نحو ساعات البرودة المطبقة عليها واختلافاً مع سلوك عقل الطرز القنيطرة التي تتشابه أيضاً فيما بينها.

الكلمات المفتاحية: التوت الشامي، طور السكون، البراعم الخضرية، ساعات البرودة، CRI، GDH.

* أستاذ. قسم البساتين . كلية الزراعة . جامعة تشرين . اللاذقية . سورية georges.makhoul@tishreen.edu.sy
** أستاذ– مركز التقانات الحيوية– جامعة تشرين– اللاذقية– سورية wafaa.choumane@tishreen.edu.sy
*** باحث– الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. دمشق . سورية.
**** طالب دراسات عليا (دكتوراه). قسم البساتين . جامعة تشرين . اللاذقية . سورية hussam.baroudi@tishreen.edu.sy

Effect of chilling hour requirements in breaking buds dormancy in some al-shami mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes

Dr. Georges Makhoul[*]
Dr. Wafaa Choumane[**]
Dr. Khaldoun Tiba[***]
Hussam Baroudi[****]

(Received 11 / 1 / 2021. Accepted 29 / 3 /2021)

□ ABSTRACT □

This study was objected to determine the chill hour requirement in order to break down the bud dormancy of 7 genotypes of al-shami mulberry (*Morus nigra* L.) cultivated in al-Qunaytirah, Hadar location (Q1, Q4, Q12, Q15, Q17) and Tartous (T4, T6). Studied cuttings left in 2°c in cool chamber for 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 and 1400 hours were placed into growth chamber offering temperature, moisture and brightness similar to those available in nature. The results of statistical analysis showed variation between the genotypes, The genotypes of Tartous T4 and T6 needed 14.5, 16.5 days to open buds with 1000 chill hours comparing with al-Qunaytirah genotypes which needed days ranged from 17 to 20.3 days with 1000 chill hour. The number of days to open buds differed with 1400 chill hour so that al-Qunaytirah genotypes were the fast to reach the bud opening with 1400 chill hour.

The results of chilling requirement index (CRI) showed significant differences with 800 and 1400 chill hour ranged from 3.86 for T4, 3.52 for T6 and 4.43 For Q15.

The significant differences were clear with 1000 chill hour, the highest value of CRI was 4.43 for Q15 and 7.65 for Q12 with 1400 chill hour. To sum it up we can conclude that the more chill hour applied the less Growth degree hour (GDH) is needed to bud opening which was 6480cu for T4 with 800 chill hour and the least GDH value (5400 cu) was with 1400 chill hour for Q15.

The cluster configuration between the types was sorted by putting them in two main groups as well with a contrast ratio of 66%. The first group contained Tartous genotypes T4, T6 with a contrast ratio of 48% and the second group contained al-Qunaytirah types with contrast ratio of 36%.

The results reveled similarity in Tartous genotypes cuttings behavior with applied chill hours and variance in al-Qunaytirah genotypes cuttings which were similar among themselves too.

Keywords: *Morus*, dormancy, vegetative buds, chilling hours, CRI, GDH.

[*]**Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria. georgesmakhoul@tishreen.edu.sy**

[**]**Professor, Biotechnology center, Tishreen University, Lattakia, Syria. Wafaa.choumane@tishreen.edu.sy.**

[***] **Researcher, General Commission for Scientific Agriculture Research, Damascus, Syria.**

[****]**PhD student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria hussambaroudi@gmail.com**

مقدمة:

ينتمي جنس التوت *Morus* للفصيلة التوتية *Moraceae*، رتبة القراصيات *Urticales* وينتشر في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمعتدلة من العالم (Yilmaz *et al*., 2012 ؛Srivastava *et al*., 2004).

يختلف الموطن الأصلي للتوت باختلاف الأنواع، حيث وُجِد التوت الأسود في إيران وشمال روسيا وأمريكا الشمالية (Doymaz, 2004; Kafkas *et al*., 2008).

تتصف شجرة التوت بأنها متساقطة الأوراق، كبيرة الحجم وتحتوي على عصارة لبنية Latex وأشباه قلويدات (Koidzumi, 1917) وتتميز بإثمارها الذي يستمر لمئات السنين (Nepal *et al*., 2012)؛ وتُصنّف عموماً بأنها ثنائية المسكن Dioecious ويمكن أن تكون أحياناً أحادية المسكن Monoecious. تكون أزهارها عادةً أحادية الجنس Unisexual مؤنثة أو مذكرة وأحياناً خنثى Androgynous وتُحمل في نورات هرَية على طرود السنة الجارية الحالي وعلى فروع قصيرة على الخشب القديم (Barbour *et al*., 2008). البراعم مختلطة وتتوضع جانبياً على نموات العام السابق؛ إذ تخرج النورات المذكرة من آباط الأوراق السفلية بينما النورات المؤنثة من آباط الأوراق العلوية على نفس الفرع. كثيراً ما يحدث شذوذ في سلوك النباتات ثنائية المسكن، فقد تنشأ عن بعض البراعم لنبات مذكر فروع تحمل نورات مؤنثة، كما قد يحدث العكس بالنسبة لنبات مؤنث (Chandler, 1958).

تعرف متطلبات البرودة chilling requrements بالعدد الفعال من ساعات البرودة اللازمة لكسر طور سكون البراعم ونموها في الربيع ويعود تأثيرها لأسباب فيزيولوجية لبدء النمو والحصول على نمو وإزهار وإثمار جيدين وتقدر متطلبات البرودة بشكل عام بدرجات الحرارة ما دون 7°س خلال فصل الشتاء وهو عامل ضروري لأشجار الفاكهة متساقطة الأوراق لتساعد البراعم في كسر طور سكونها واستئناف نموها في الربيع (Chhetri *et al*., 2018)

تؤثر الظروف المناخية في الأطوار الفينولوجية لأشجار الفاكهة متساقطة الأوراق وفي الحصول على إنتاج جيد، حيث تتطلب هذه الأشجار ساعات برودة معينة لكسر طور السكون، ويعد معدل التراكم الحراري مهماً جداً للحصول على إزهار كامل؛ إذ يسبب نقص عدد ساعات البرودة ضعفاً في النمو الخضري والإنتاجية بالإضافة إلى إزهار شاذ (Erez and couvillon, 1987; Erica *et al*., 2020).

يزهر ويورق نبات التوت الذي حصل على ساعات البرودة المطلوبة عند بدء الجو بالدفء، في حين تزيد ساعات البرودة غير الكافية من مدة طور السكون، أو تؤدي إلى تأخير موعد تفتح الأزهار وظهور الأوراق، وقد تصبح الطرود الجديدة صغيرة وذات عدد محدود أو قليل جداً، مما يسبب إنتاجاً ضعيفاً سواء على مستوى كمية الإنتاج أو نوعيته (Robinson, 1997). تؤثر أيضاً ساعات البرودة غير الكافية في عملية التلقيح وتؤدي لعدم انتظامها (CCU, 1998) وكذلك يكون تشكل ونضج الثمار غير متجانس على الشجرة الواحدة (Campbell, 1995).

يسبب اعتدال الشتاء وقلة برودته عدم استيفاء البراعم الإبطية والقمية لاحتياجاتها اللازمة لكسر طور سكونها، وعليه فإن النبات الناتج يكون أقل كثافة في النمو من النبات النامي في مناطق أكثر برودة (Skirvin *et al*., 1998)، كما يؤدي عدم حصول النبات على كفايته من ساعات البرودة لعدم تشجيع إنتاج الهرمونات النباتية، خاصة حمض الجبرليك اللازم لتفادي تساقط الثمار (Kuden *et al*., 1997).

درس Erica *et al*., (2020) متطلبات البرودة والحرارة chilling- and heat-requirements اللازمة للنوع (sp. *Prunus*) وأشاروا إلى أن أشجار الفاكهة الحجرية مثل أنواع الأشجار الخشبية تحتاج ساعات برودة محددة لكل صنف cultivar-specific خلال طور السكون الداخلي endodormancy وتراكم حراري خلال طور السكون البيئي

ecodormancy كي يحدث إزهار وإثمار جيدين. تُعد هذه المعلومات على قدر كبير من الأهمية لتحديد مدى تأقلم الأصناف مع مناطق زراعتها وإمكانية إدخال أصناف جديدة إلى مناطق معينة. وقد تم تطوير الطريقة المتبعة في تقدير الاحتياجات من ساعات البرودة زراعياً على أشجار الدراق، وهناك ثلاثة نماذج لحسابها:

1. نموذج ساعات البرودة The chilling hours model (CH):

طُوِر هذا النموذج في خمسينيات القرن العشرين واستخدم بشكل واسع واستمر حتى الآن لكونه نموذجاً بسيطاً وسهل التقدير والمقارنة، ويقدر بعدد ساعات البرودة التي تتراوح درجات الحرارة فيها بين 0- 7.2°س ؛ إذ تعد درجات الحرارة ضمن هذا المجال وتحسب كساعة برودة واحدة chilling hour تكون فعالة لاكتمال طور السكون في حين تكون درجات الحرارة دون الصفر غير فعالة بسبب توقف العمليات البيولوجية عند النبات أو لانخفاضها إلى الحدود الدنيا، كما أن درجات الحرارة فوق الـ 7.2°س تعد غير فعالة أيضاً (Weinberger ، 1950).

2. نموذج وحدة البرودة Utah model Chilling Unit model (CU):

طور هذا النموذج في أمريكا يعتمد هذا النموذج على مجالات مختلفة من درجات الحرارة والتأثيرات المختلفة لمجالات محددة من درجات الحرارة تتضمن التأثيرات السلبية لدرجات الحرارة (وهو التعبير الأكثر دقة)؛ إذ يتم حساب الوحدة من البرودة بحساب الساعة الواحدة التي تكون فيها درجة الحرارة بين 2.5- 12.5 ° س (1h at 7°c = 1 chill unit) والحرارة أقل أو أكبر من المجال 0- 16°س تكون أقل فعالية (Richardson *et al*., 1974) كما يلي:

1 hour below 1.1° C = 0 chill unit, 1 hour 1.1- 2.2° C = 0.5 chill unit
1 hour 2.2 – 8.8° C = 1.0 chill unit, 1 hour 8.8 – 12.2° C = 0.5 chill unit
1 hour 12.2 – 15.5° C = 0.0 chill unit, 1 hour 15.5 – 18.3° C = 0.5 chill unit
1 hour > 18.3° C = 1.0 chill unit

3. نموذج حركي (حصة البرودة) (Chilling portion) Dynamic model:

يعتمد هذا النموذج على درجات الحرارة الساعية الغعالة في الشتاء ويعبر عنها بحصة البرودة التي تأخذ شكل الجرس بين 6°س وتنحدر إلى الصفر عند درجة حرارة −2°س و14°س حيث أن درجات الحرارة المرتفعة عن 14°س يمكن أن تلغى تأثير ساعات البرودة ودرجات الحرارة المتوسطة تعزز من تأثير ساعات البرودة، تجمع حصص البرودة في الخريف والشتاء لحساب متطلبات البرودة؛ إذ يعد هذا النموذج أكثر تعقيداً ودقة من بقية النماذج ويستخدم في المناطق ذات الشتاء الدافئ (Erez and Fishman, 1987).

من المهم أيضاً حساب الاحتياجات الحرارية Heat requirement اللازمة لتفتح البراعم وحدوث الإزهار؛ إذ تبدأ البراعم بعد حصولها على احتياجاتها من ساعات البرودة بالتفتح، وذلك بعد حصولها على ساعات كافية من درجات حرارة النمو Growing Degree Hours التي يمكن تعريفها بأنها الوحدات الحرارية التي يتم خلالها تجميع الساعات ذات درجات الحرارة الأعلى من 4.5° س (Nuria *et al*., 2008).

أكد Skirvin *et al*., (1988) بأن أفضل طريقة لتقدير الاحتياجات من ساعات البرودة هي تسجيل العدد الحقيقي للساعات التي تكون فيها الحرارة بين 2- 7° س.

قام Carmen *et al*., (2012) بتحليل التعبير الوراثي لمتطلبات البرودة اللازمة لكسر طور سكون البراعم الزهرية في الدراق؛ إذ أشاروا إلى أن طور السكون هو عدم قدرة البراعم على التفتح والنمو تحت الظروف البيئية المناسبة وأن طول فترة السكون هي صفة وراثية مرتبطة بالطراز الوراثي genotype- specific وهي التي تمكن الطراز من التأقلم مع الظروف المناخية. لقد تمت مقارنة احتياجات خمسة أصناف من الدراق من ساعات البرودة بالعقل المعزولة، وأظهرت

نتائج الدراسة الجزيئية بأن هناك مورثات معينةEST5, DAM5, DB396, DB247, SB280, PpB63 تتحكم بدخول البراعم بطور السكون وتفتحها وأن هذه المورثات تساهم في تحديد احتياجات البرودة اللازمة لكسر طور سكون البراعم الزهرية وتفتحها.

قام Lan *et al*., (2014) بدراسة تصنيفية لأنواع جنس التوت *Morus* في تايوان وتحديد درجة القرابة بينها بالاعتماد على بعض المواصفات الخضرية واحتياجات الأنواع من ساعات البرودة ؛ إذ تم تصنيف الأنواع التي تبدي تعابير جنسية مختلفة 77 نبات (27 مدخل من التوت) و7 أنواع تابعة لجنس *Morus* بالاعتماد على صفة طول القلم ومتطلبات الأنواع من ساعات البرودة لاستخدامها كمعايير جديدة في تصنيف أنواع التوت التي تعطي أنماط جنسية مختلفة ومقارنتها مع المعايير التصنيفية القديمة.

تم حساب متطلبات الأنواع من البرودة مقدرة بساعة البرودة أو الوحدة Chilling Units بالاعتماد على حساب متوسط درجة الحرارة اليومية من شهر تشرين الأول 2014 اعتباراً من اليوم الأول الذي تنخفض فيه درجة الحرارة عن 18°س وحتى كسر طور السكون في البراعم باستخدام معادلات رياضية معدلة. أظهرت النتائج بأن متطلبات البرودة كانت ثابتة للأنواع المدروسة وأبدت الطرز المدخلة من اليابان (*M. bombycis*) أعلى متطلبات لساعات البرودة لكونها أنواع متأقلمة مع ظروف الشتاء القاسي في موطنها الأصلي بالمقارنة مع الأنواع المحلية (*M. austrails* و*M. Formosensis*) الدائمة الخضرة والتي كانت متطلباتها من ساعات البرودة معدومة (0 وحدة برودة cu)، وذلك لكونها تنمو في ظروف بيئية أكثر دفئاً. يسمح تحمل الأنواع لدرجات الحرارة المنخفضة شتاءً بالمحافظة على الأشجار وتحمل الإجهادات البيئية القاسية كالجفاف والبرودة والملوحة، ولابد من الاستفادة من هذه الصفة واستثمارها.

درس Densie and Sunghee (2013) متطلبات البرودة اللازمة لكسر طور سكون البراعم الخضرية للتفاح *Malus domestica* الصنف Borkh، والكرز الحلو *Prunus avium* على مدى ثلاث سنوات، على فروع جمعت من الأشجار قبل بدء تعرضها لساعات البرودة حقلياً وعرضت لسبع درجات حرارة مختلفة تراوحت من −2 وحتى 16.8°س (1320 ساعة برودة)؛ وقد تم تحديد متطلبات البرودة بحساب عدد الأيام اللازمة لكسر طور سكون البراعم. أظهرت النتائج بأن أفضل درجات حرارة (برودة) كانت بين −2 و5.5°س لصنف التفاح المدروس وبين −2 و7°س للكرز الحلو، ولم يكن هناك تأثير لساعات البرودة عند درجات الحرارة التي تفوق 13 °س، ووجد الباحثان علاقة ارتباط بين مدة تعرض الفروع لساعات البرودة، وعدد الأيام اللازمة لكسر طور السكون، ودرجة الحرارة ضمن غرفة النمو التي نقلت إليها الفروع، وموعد جمع العقل، وأن النسبة المئوية للبراعم المتفتحة كانت مؤشر جيد على هذه العلاقة.

أشار Nuria *et al*., (2008) إلى وجود عوامل عديدة تؤثر في حساب متطلبات البرودة منها النوع النباتي والمادة النباتية المدروسة والطريقة المستخدمة لتحديد نهاية طور السكون والظروف البيئية خلال موسم النمو السابق، وقد أكدت النتائج على وجود مدى واسع من متطلبات البرودة اللازمة لكسر سكون براعم الكرز الحلو التي تنمو في مناطق جغرافية مختلفة الارتفاع عن سطح البحر؛ مما يدل على إن متطلبات البرودة تتأثر بالموقع الجغرافي والارتفاع عن سطح البحر، حيث كان هذا الارتباط إيجابياً.

وجد Alhajjar *et al*., (2015) تبايناً في حاجة أصناف الفستق الحلبي من متطلبات البرودة اللازمة للخروج من طور السكون البيئي سواء للبراعم الزهرية أو الخضرية، وكان أفضل معامل برودة بين الصنفين عاشوري وآدم هو عند معاملة 900 -1200 ساعة برودة الذي يقابله معدل تراكم حراري 10312− 11755 وحدة حرارية عند الصنف

عاشوري و8862.7– 10532.7 وحدة حرارية عند الصنف آدم؛ إذ إن عدم كفاية ساعات البرودة شتاء يؤدي إلى عدم انتظام كسر طور السكون، وإلى نمو غير طبيعي للبراعم الزهرية، وانخفاض في نسبة وحجم البراعم الزهرية والخضرية المتفتحة.

درس Hamed and Yousef (2013) احتياجات البرودة المطلوبة لكسر طور سكون براعم بعض أنواع البطم في سورية (أشجار مؤنثة ومذكرة من البطم الأطلسي *Pistacia atlantica* والبطم الفلسطيني *P. palaestina* وبطم كنجوك *P. khinjuk*) من خلال تعريض عقل الأنواع المدروسة إلى 550- 650- 850- 950- 1050 ساعة برودة على درجة حرارة 2°س ثم وضعها في حجرة النمو وحساب عدد الأيام اللازمة لبلوغ طور أوج الإزهار. تبين من النتائج وجود اختلاف بين الأنواع المدروسة من حيث احتياجاتها لساعات البرودة، وقد وزعت اعتماداً على ذلك على ثلاث فئات: الفئة الأولى ذات الاحتياج الأدنى 550 ساعة برودة والفئة الثانية ذات الاحتياج الأعلى 750 ساعة برودة، في حين ضمت الفئة الثالثة ذات الاحتياج المتوسط بقية الأشكال المدروسة.

بين Ruiz *et al.*, (2007) متطلبات البرودة وكمية التراكم الحراري اللازمة لإزهار 10 أصناف من المشمش ومقارنة نماذج Utah and Dynamic لحساب متطلبات البرودة، حيث تراوحت الاحتياجات من ساعات البرودة بين 596 cu و1266 cu، كما أظهرت النتائج معدل تراكم حراري GDH تراوح بين 4078 و5879 وحدة حرارية، وأكدت النتائج وجود علاقة ارتباط ايجابية عالية بين متطلبات البرودة وموعد الإزهار وعلاقة ارتباط عكسية واضحة بين معامل متطلبات البرودة CRI ومعامل التراكم الحراري GDH (R= 0.81).

وجد Jones and Costello (2007) بأن التوت يتطلب تقريباً 400 ساعة برودة (على درجة حرارة 1.6- 2° س) لإنتاج النورات الزهرية.

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية ومبررات البحث من الأهمية الاقتصادية والغذائية والطبية العالية لشجرة التوت الشامي؛ إذ تستهلك ثمار التوت الغنية بالسكريات والبروتينات ومضادات الأكسدة طازجةً أو كعصير منعش، كما يتم صناعة المربيات المختلفة منها. على الرغم من ذلك، ما تزال شجرة التوت الشامي تحتل موقعاً هامشياً من الناحية الإنتاجية والبحثية.

نظراً لأهمية ساعات البرودة أثناء طور السكون في الشتاء في تفتح البراعم الخضرية بشكل متجانس وبفترة زمنية قصيرة، مما يساعد في نمو الطرود بشكل متجانس وظهور النورات الزهرية في آباط الأوراق ونموها وتطورها بشكل جيد، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير عدد ساعات البرودة في طول الفترة اللازمة لانتفاخ وتفتح براعم طرز من التوت الشامي *M. nigra* L. مخبرياً (باستخدام العقل المعزولة)، ومن ثم تحديد معامل متطلبات البرودة وكمية التراكم الحراري اللازمة لتفتح البراعم.

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية:

أُجريت التجربة، خلال الموسمين 2019 و2020 م، على7 طرز وراثية من التوت الشامي *Morus nigra* L.، (اعتبرت كل شجرة طراز وراثي). أُخذت العينات من موقعين، الأول موقع حضر في محافظة القنيطرة، الذي يرتفع

1200م عن مستوى سطح البحر، والثاني موقع متن الساحل في محافظة طرطوس، الذي يرتفع 300م عن مستوى سطح البحر.

استخدمت 5 طرز من محافظة القنيطرة Q1, Q4, Q12, Q15, Q17، وطرازان من محافظة طرطوس T4, T6، سبق وتم توصيفهما مورفولوجياً في دراسة سابقة (Baroudi, 2017). جمعت العينات في بداية شهر تشرين الثاني قبل أن تنخفض درجة الحرارة دون صفر النمو، حيث أخذت خمسة فروع من كل طراز بطول يتراوح بين 15- 30 سم (وفقاً لطول السلاميات في الطرز المدروسة) لتجهيز العقل (اعتبرت كل عقلة مكرر) وجهزت العقل بحيث تحتوي العقلة على ثلاثة براعم بحالة جيدة.

جمعت كل أربع عقل في حزمة واحدة، وتمت معاملتها بمبيد فطري (مانكوزيب بتركيز 2.5 غ/ ل)، حيث غُمرت بالماء المقطر لمدة دقيقتين، وجففت لمدة خمس دقائق، ثم وضعت في أكياس بلاستيكية محكمة الإغلاق بعد تغليفها بالخيش المبلل بالماء، وخزنت بشكل عمودي في الظلام على درجة حرارة 2°س ورطوبة نسبية 75%. أخضعت العقل لست معاملات اختلفت فيها عدد ساعات البرودة (جدول 1) وفق (Vossen and Silver, 2000).

الجدول (1): المعاملات التي أخضعت لها عقل التوت الشامي وظروفها.

المعاملة	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
عدد ساعات البرودة	200	400	600	800	1000	1200	1400

أخرجت عينات المعاملات المختلفة من حجرة التبريد بعد تحقيق عدد ساعات البرودة المحددة وأزيلت البراعم القاعدية لكل فرع، وغسلت العقل بماء مقطر ووضعت بشكل قائم في كأس بلاستيكي سعة 0.5 ليتر مملوء بالماء المقطر حتى ارتفاع 15– 20 سم مع تقليم طرف الفرع السفلي بشكل خفيف بمقدار 10 مم واستبدال الماء المقطر كل 2-3 أيام، ثم وضعت هذه العقل ضمن حجرة النمو التي تؤمن درجات حرارة 24ْس ورطوبة 85% وإضاءة 16 ساعة إضاءة و8 ساعات ظلام مشابهة لتلك التي تؤمنها الظروف الطبيعية خلال أشهر النمو في فصل الربيع.

المؤشرات المدروسة:

- بدء انتفاخ البراعم (Initiation of bud swelling).
- بدء تفتح البراعم (Bud bursting).
- عدد البراعم المتفتحة ونسبتها (Number and percentage of bursted buds).

الفترة اللازمة لكسر طور السكون:

تم تحديد الفترة اللازمة لخروج البراعم من طور السكون مقدرة باليوم حسب مستويات البرودة المختلفة التي تتعرض لها العقل في غرف التبريد، وحساب عدد الأيام اللازمة لانتفاخ البراعم وتفتحها، حيث تم الاعتماد على مرحلة تفتح البراعم لحساب معامل متطلبات البرودة **C**hilling **R**equirement **I**ndex (CRI) ومعدل التراكم الحراري بالساعات **G**rowing **D**egree **H**ours (GDH).

معامل متطلبات البرودة (CRI) وفقاً لـ (Afshari *et al*., 2009) من خلال المعادلة:

معامل البرودة = (عدد البراعم المتفتحة* 100)/ (عدد البراعم الكلية* عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم)

تقدير الاحتياج من التراكم الحراري (GDH):

تبدأ البراعم في التفتح في بداية الربيع إذا انتهت حالة السكون بها وتوفرت لها الظروف الجوية اللازمة للنمو ومن أهم هذه الظروف هي توفر كمية كافية من الحرارة لتساعد على حدوث التفاعلات الحيوية التي تؤدي إلى تكوين المواد اللازمة للنمو.

تحسب كمية الحرارة بطرق مختلفة وأكثر الطرق استخداماً إلى الآن هي الطريقة التي تعرف بطريقة (حساب درجات النمو بالساعة (GDH)، وعند استخدام هذه الطريقة تحدد درجة الحرارة التي يبدأ عندها النمو، ثم يتم الحصول على درجات الحرارة السائدة في المنطقة كل ساعة، خلال الفترة من انتهاء طور السكون الداخلي حتى تفتح البراعم ويقدر الـ GDH من المعادلة التالية (Miller *et al.*, 2001; Herms, 2004):

معامل التراكم الحراري (GDH)=

(متوسط درجة الحرارة – الصفر البيولوجي للنوع المدروس 7°م) * عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم بالساعات.

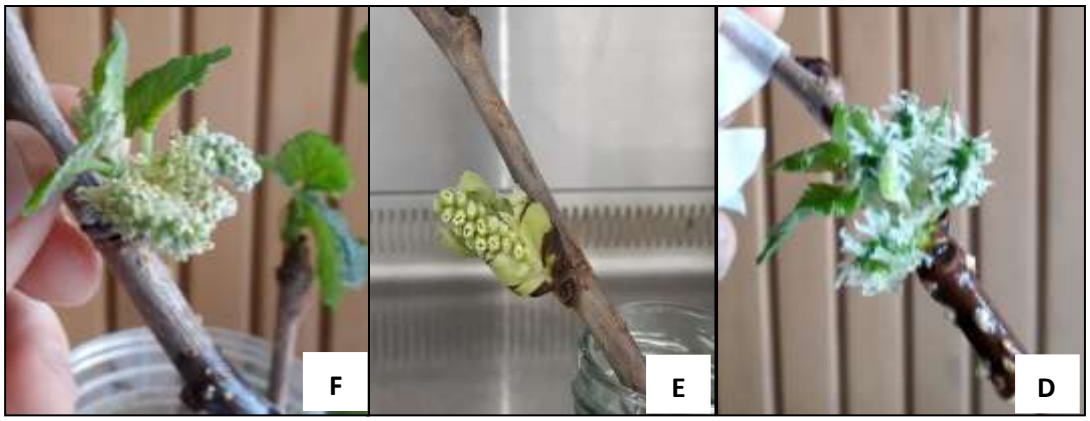
صممت التجربة بتصميم العشوائية الكاملة (7 طرز* 7 معاملات برودة* 4 مكررات)= 196عقلة مع ترك 3 براعم على كل عقلة، وتم تحليل النتائج باستخدام البرنامج الإحصائي CoStat عند مستوى معنوية 1% لإظهار الفروق المعنوية بين ساعات البرودة التي أخضعت لها العقل المدروسة.

النتائج والمناقشة:

كسر طور السكون وتفتح البراعم الخضرية:

أخذت القراءات في بداية مرحلة تفتح البراعم عندما بدأت النموات الخضرية بالظهور (شكل 1، 2).

الشكل (1): انتفاخ وتفتح ونمو البراعم الخضرية (A, B, C) لطرز التوت الشامي المدروسة.



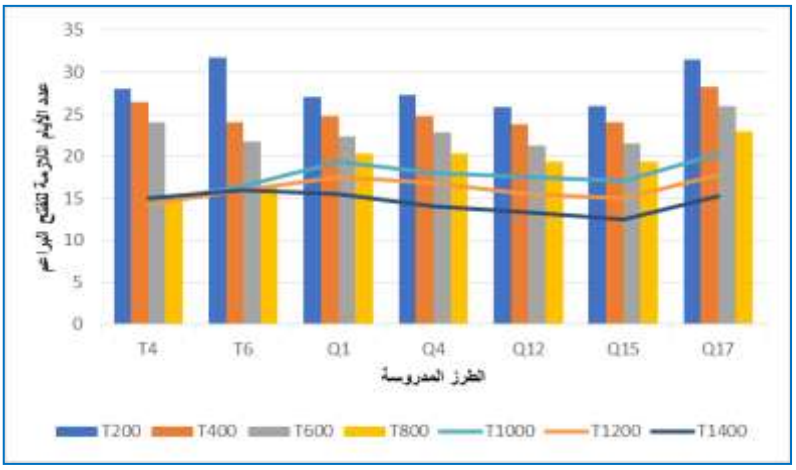
الشكل (2): النورات الزهرية المؤنثة والمذكرة (D, E, F) لطرز التوت الشامي المدروسة.

الجدول (2): متوسط عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم للطرز المدروسة والنسبة المئوية للبراعم المتفتحة.

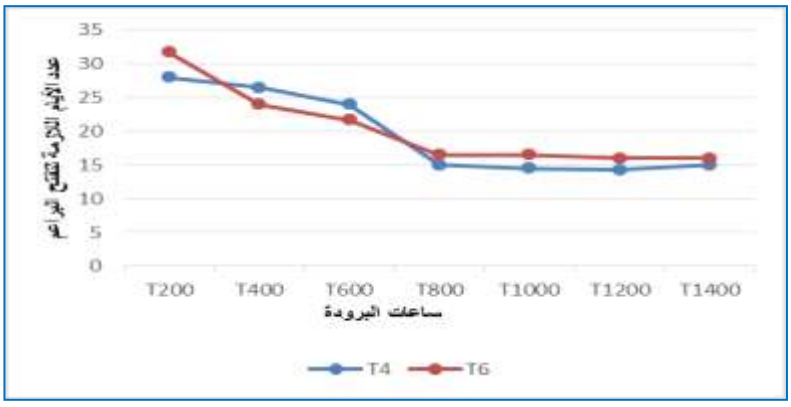
LSD 1%	المتوسط	المجموع	متوسط عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم والنسبة المئوية للبراعم المتفتحة														ساعات البرودة / الطراز
			%	T1400	%	T1200	%	T1000	%	T800	%	T600	%	T400	%	T200	
1.35	**19.6**	**137.3**	50.00	15abD	50.00	14.3dD	58.66	14.5eD	58.33	15dD	41.66	24bC	33.33	26.5Bb	33.33	28bA	**T4**
	20.36	**142.5**	50.00	16aD	41.66	16bcD	50.00	16.5dD	58.33	16.5cD	41.66	21.75cdC	33.33	24Cb	33.33	31.75aA	**T6**
	20.9	**146.5**	100	15.5aF	58.66	17.5aE	58.66	19.3abD	50.00	20.3bD	41.66	22.3cdC	33.33	24.8cB	33.33	27.0bcdA	**Q1**
	20.5	**143.8**	100	14.0bcF	83.33	16.8abE	75.00	18.0bcE	50.00	20.3bD	50.00	22.8bcC	41.66	24.8Cb	33.33	27.3bcA	**Q4**
	19.5	**136.3**	100	13.3cdG	75.00	15.5bcdF	66.67	17.5cdE	66.67	19.3bD	50.00	21.3dC	41.66	23.8Cb	33.33	25.8dA	**Q12**
	19.3	**135.3**	83.33	12.5dG	83.33	15.0cdF	75.00	17.0cdE	58.66	19.3bD	50.00	21.5cdC	50.00	24.0cB	41.67	26.0cdA	**Q15**
	23.1	**162**	75	15.3abG	66.66	17.8aF	50	20.3aE	50	23.0aD	41.66	26.0aC	41.66	28.3Ab	33.33	31.5aA	**Q17**
-			-	**101.6**	-	**122.9**	-	**123.1**	-	**133.7**	-	**159.65**	-	**176.2**	-	**197.35**	**المجموع**
				14.51		**16.13**		**17.59**		**19.1**		**22.81**		**25.17**		**28.19**	**المتوسط**
			1.34														**LSD1%**

الحروف المختلفة الصغيرة ضمن العمود الواحد تدل على فروق معنوية بين الطرز، والحروف المختلفة الكبيرة ضمن السطر الواحد تدل على فروق معنوية بين ساعات البرودة المختلفة.

تباينت الطرز المدروسة في موعد بدء تفتح البراعم بعد تعريضها للمعاملات المختلفة من ساعات البرودة، (الجدول 2)، فكانت أقل فترة زمنية لازمة لتفتح براعم العقل المعرضة لساعات البرودة دون +7°س عند طرازي طرطوس T4 وT6 (14.3- 16 يوم) على التوالي عند 1200 ساعة برودة، في حين احتاجت طرز القنيطرة إلى فترة تراوحت من 13,3 (عند الطراز Q12) إلى 15.3 يوماً (عند الطراز Q17) عند معاملة البرودة 1400 ساعة برودة (شكل 2)، ولم يُلاحظ أي تأثير لزيادة عدد ساعات البرودة على طول الفترة اللازمة لتفتح البراعم عند طرز طرطوس (شكل 3).

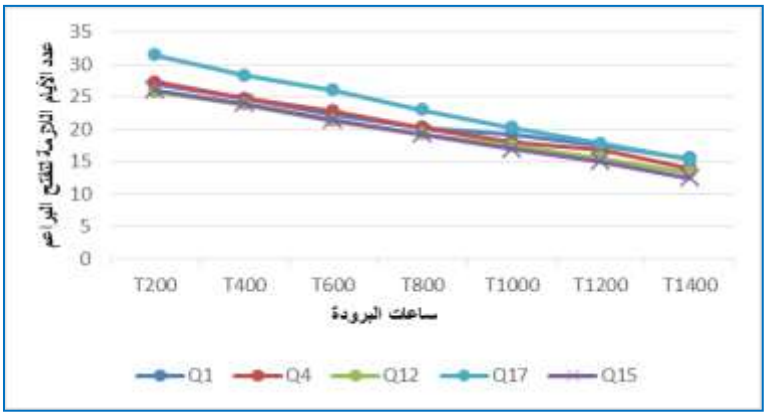


الشكل (2): تأثير ساعات البرودة في عدد الأيام اللازمة لتفتح براعم طرز التوت الشامي.

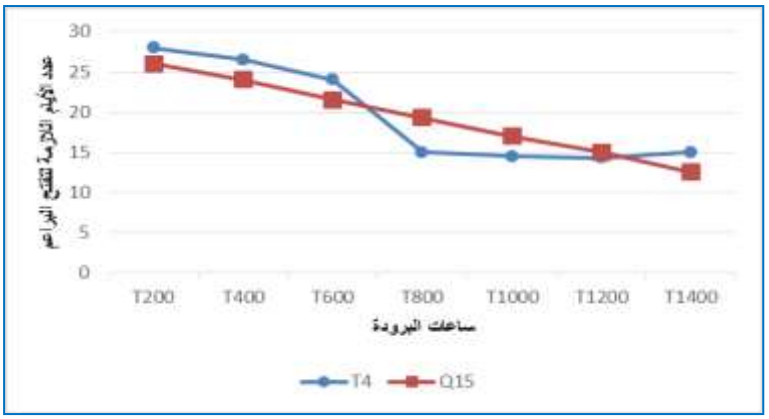


الشكل (3): تأثير ساعات البرودة في عدد الأيام اللازمة لتفتح براعم طرازي طرطوس T4 وT6.

على العكس، فقد أظهرت طرز القنيطرة تأثيراً واضحاً وارتباطاً عكسياً بين زيادة عدد ساعات البرودة وعدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم (شكل 4)، لدرجة أنها تفوقت على طرز طرطوس بسرعة تفتح البراعم عند تعريض العقل لـ 1400 ساعة برودة (شكل 5)، فكانت 12.5 يوم عند الطراز Q15 و15,5 يوماً عند الطراز Q1، في حين إنها بقيت 15 و16 يوماً عند الطرازين T4 وT6 على التوالي. بما إن زيادة عدد ساعات البرودة لم يكن له تأثيراً ايجابياً في طول الفترة اللازمة لتفتح البراعم في طرطوس لذلك يمكن لهذه الطرز الحصول على متطلباتها من ساعات البرودة بفترة أقل من الطرز الأخرى، مما يجعلها تبكر بتفتح البراعم مقارنة بباقي الطرز. قد يعود ذلك لكون هذه الطرز مأخوذة من المنطقة الساحلية والتي لا تنخفض فيها درجات الحرارة لوقت طويل عن 7°س، وهي ذات تركيب وراثي متأقلم معها، أما بالنسبة لطرز القنيطرة فقد كان لساعات البرودة الأعلى 1400 ساعة برودة تأثيراً أكثر وضوحاً في انخفاض متوسط عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم (شكل 5).



الشكل (4): تأثير ساعات البرودة في عدد الأيام اللازمة لتفتح براعم طرز القنيطرة.

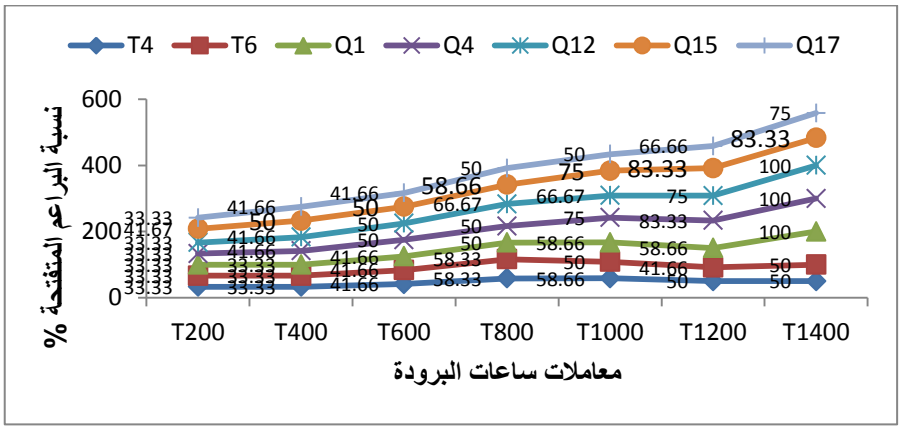


الشكل (5): مقارنة بين سلوك طراز من طرطوس (T4) مع طراز من القنيطرة (Q15) بالنسبة لعدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم بعد تعريضها لمعاملات مختلفة من ساعات البرودة.

لقد بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية واضحة في متوسط عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم عند تعريضها لساعات برودة بين 200 ساعة و1400 ساعة، وكان أقل متوسط لعدد الأيام عند المعاملة T1400 عند طراز القنيطرة Q15. تؤكد هذه النتائج ضرورة تعرض طرز التوت الشامي لساعات برودة كافية أثناء طور السكون في الشتاء لكي تتفتح البراعم بشكل متجانس وبأقصر فترة زمنية مما يساعد في نمو الطرود بشكل متجانس وظهور النورات الزهرية في آباط الأوراق ونموها وتطورها بشكل جيد (Erica *et al.*, 2020)، وأن عدد ساعات البرودة الأقل التي أبدت تفتحاً جيداً للبراعم يمكن اعتمادها بوصفها العدد المناسب والكافي لهذا الطراز من حيث احتياجه إليها.

لم يقتصر أثر عدد ساعات البرودة على عدد الأيام اللازمة لتفتح البراعم، وإنما كان له تأثيراً على نسبة تفتح البراعم عند بعض الطرز الوراثية (جدول 1، شكل 6)؛ إذ يعود السبب في ذلك إلى عوامل عديدة ومنها تأثير الأكسين الطبيعي في أنسجة النبات ونسبة المواد الكربوهيدراتية المخزنة في العقل ووجود مواد مانعة في البراعم والتي يزول تأثيرها باستيفاء حاجتها من ساعات البرودة وتأمين درجات حرارة مناسبة للتفتح بالإضافة لموقع البرعم على العقلة والحالة الصحية للأشجار (Melke, 2015).

أظهرت النتائج بأن نسبة تفتح البراعم في طرز القنيطرة كانت تزداد طرداً بزيادة عدد ساعات البرودة، فقد ازدادت من 33.3% عند الطرز Q1, Q4, Q12، عند معاملة 200 ساعة برودة حتى 100% عند ذات الطرز وعند المعاملة 1400 ساعة برودة. هذا التغير لم يتشابه بين كافة الطرز، حيث لم يُلاحظ هذا الارتباط عند طرز طرطوس، فنجد بأن نسبة التفتح كانت 33.3% عند الطرز T4 وT6 عند معاملة 200 ساعة برودة، ووصلت إلى 58% عند معاملة 800 ساعة برودة واستمرت بنفس النسبة حتى معاملة 1400 ساعة برودة (50%). من مقارنة النتائج، تبين وجود تشابه بطريقة تأثر عدد الأيام اللازمة للتفتح ونسبة تفتح البراعم مع معاملات ساعات البرودة المختلفة، وكان هذا التأثير يختلف ما بين طرز الموقعين المختلفين (شكل 6).



الشكل (6): التباين بنسبة تفتح البراعم بين الطرز الوراثية المدروسة من التوت الشامي تبعاً لمعاملات البرودة المستخدمة.

معامل متطلبات البرودة CRI:

تم حساب معامل متطلبات البرودة اعتماداً على عدد البراعم الخضرية المتفتحة من مجمل البراعم المدروسة عند كل مستوى برودة (الجدول 3). بينت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين الطرز المدروسة في محافظتي القنيطرة وطرطوس عند تعريضها لساعات برودة قليلة (حتى 600 ساعة)، لكن الفروقات بدأت تظهر بين الطرز المدروسة عند تعريضها لساعات برودة بين 800– 1400 ساعة برودة. لم يكن هناك فروق معنوية بين الطرازين T4, T6 من محافظة طرطوس والطراز Q12 من القنيطرة عند تعريض العقل لـ 800 ساعة برودة وكان متوسط معامل متطلبات البرودة هو 3.46 للطراز Q12 و3.52 للطراز T6 و3.86 للطراز T4، أما عند تعريض العقل لـ 1000 ساعة برودة فكانت الفروقات واضحة ومعنوية؛ إذ ظهر الاختلاف بشكل واضح بين الطرز T4 وQ4 وQ12 وQ15 من جهة وT6 وQ1 وQ17 من جهة أخرى. كانت أعلى قيمة لمعامل متطلبات البرودة (2.58) عند الطراز Q17 و4.43 عند الطراز Q15. يعود ثبات قيمة المعامل أو اختلافها بين الطرز لاختلاف النسبة المئوية للبراعم المتفتحة عند كل مستوى برودة (Densie and Sunghee, 2013).

الجدول (3): معامل متطلبات البرودة CRI للطرز المدروسة.

LSD 1%	المتوسط	المجموع	متوسط معامل متطلبات البرودة CRI							ساعات البرودة / الطراز
			T1400	T1200	T1000	T800	T600	T400	T200	
0.758	2.69	18.87	3.38dA	3.45bA	4.01Aa	3.86aA	1.71Ab	1.26bB	1.20aB	T4
	2.38	16.71	3.16dAB	2.61cBC	3.01bAB	3.52abA	1.96Ac	1.40abCD	1.05aD	T6
	2.83	19.79	6.47bA	3.38bB	3.03bBC	2.45cdCD	1.87Ade	1.35abE	1.24aE	Q1
	3.42	23.97	7.16abA	4.99aB	4.17aC	2.46cdD	2.26Ade	1.70abEF	1.23aF	Q4
	3.63	25.39	7.65aA	5.03aB	3.82aC	3.46abC	2.35aD	1.78abDE	1.30aE	Q12
	3.63	25.42	6.74bA	5.62aB	4.43aC	3.05bcD	1.90aE	2.08aE	1.60aE	Q15
	2.52	17.63	4.94cA	3.78bB	2.58cC	2.13dCD	1.68aDE	1.45abDE	1.07aE	Q17
-			39.5	28.86	25.05	20.93	13.73	11.02	8.69	المجموع
			5.64	4.12	3.58	2.99	1.96	1.57	1.24	المتوسط
			0.757							LSD1%

الحروف المختلفة الصغيرة ضمن العمود الواحد تدل على فروق معنوية بين الطرز، والحروف المختلفة الكبيرة ضمن السطر الواحد تدل على فروق معنوية بين ساعات البرودة المختلفة.

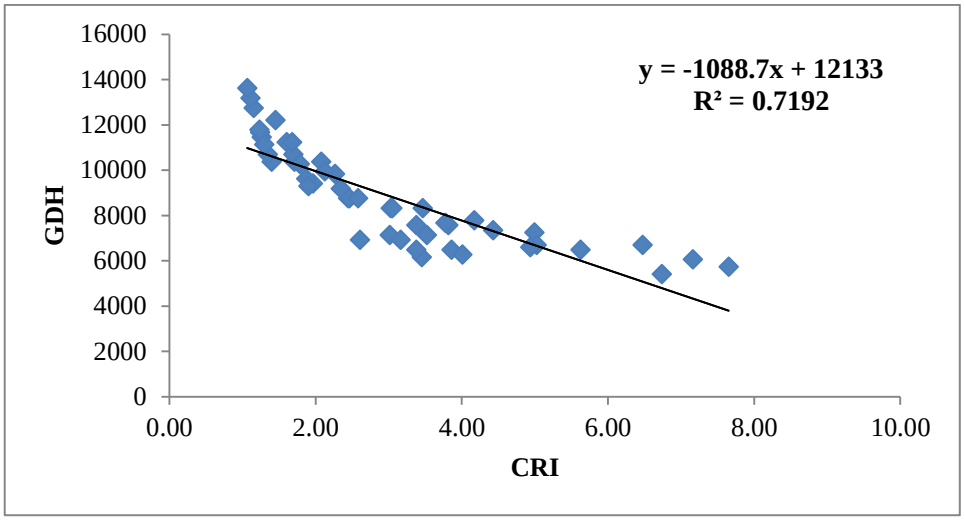
كمية التراكم الحراري اللازمة لبدء النمو مقدرة بالساعات GDH:

تعرف ساعات النمو اليومية بأنها كمية التراكم الحراري فوق الصفر البيولوجي للنوع النباتي اللازمة لكسر طور السكون ولنمو البراعم الخضرية، وتم تقدير الاحتياج من التراكم الحراري للطرز المدروسة عند كل معاملة برودة مطبقة. يتضح من الجدول (4) أنه كلما عرضت عقل طرز التوت الشامي لساعات برودة أكثر ولحد معين كلما كانت كمية التراكم الحراري اللازمة لتفتح البراعم أقل، فقد كانت أقل قيمة للتراكم الحراري لطرازي محافظة طرطوس T4 وT6عند المعاملة T800 بينما كانت أقل قيمة للتراكم الحراري لطرز محافظة القنيطرة عند المعاملة T1400 وهذا ما أكدته نتائج التحليل الإحصائي.

الجدول (4): التراكم الحراري GDH لطرز التوت الشامي المدروسة.

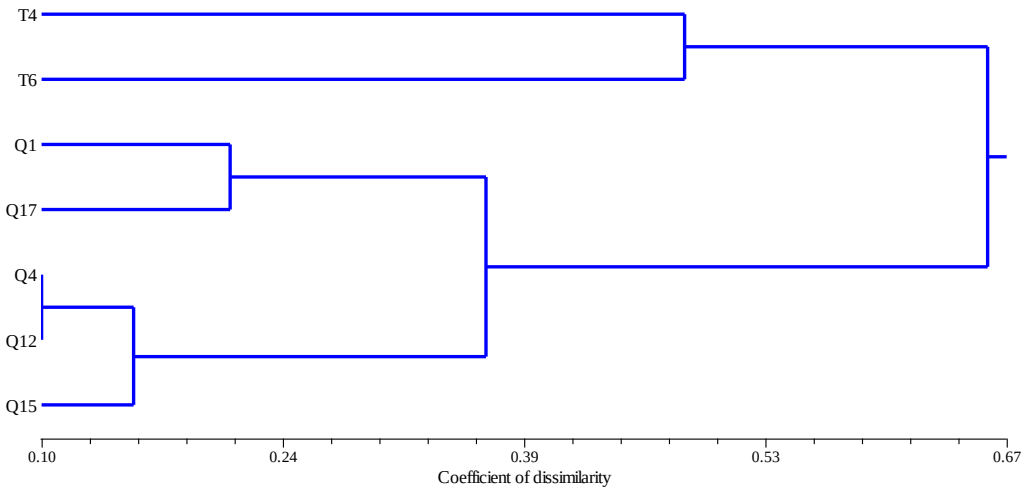
LSD 1%	المتوسط	المجموع	متوسط معامل النمو GDH							ساعات البرودة / الطراز
			T1400	T1200	T1000	T800	T600	T400	T200	
579.36	8470.28	59292	6480abD	6156dD	6264eD	6480dD	10368bC	11448bB	12096bA	T4
	8794.28	61560	6912aD	6912bcD	7128dD	7128cD	9396cdC	10368cB	13716aA	T6
	9041.14	63288	6696aF	7560aE	8316abD	8748bD	9612bcdC	10692cB	11664bcA	Q1
	8871.43	62100	6048bcF	7236abE	7776bcE	8748bD	9828bcC	10692cB	11772bcA	Q4
	8408.57	58860	5724cdG	6696bcdF	7560cdE	8316bD	9180dC	10260cB	11124cA	Q12
	8346.86	58428	5400dG	6480cdF	7344cdE	8316bD	9288cdC	10368cB	11232cA	Q15
	9997.71	69984	6588abG	7668aF	8748aE	9936aD	11232aC	12204aB	13608aA	Q17
-			43848	48708	53136	57672	68904	76032	85212	المجموع
			6264	6958.28	7590.86	8238.86	9843.43	10861.7	12173.14	المتوسط
			579.37							LSD1%

الحروف المختلفة الصغيرة ضمن العمود الواحد تدل على فروق معنوية بين الطرز، والحروف المختلفة الكبيرة ضمن السطر الواحد تدل على فروق معنوية بين ساعات البرودة المختلفة.



الشكل (7): علاقة الارتباط بين معامل البرودة CRI والتراكم الحراري GDH.

يتضح من الشكل (7)، المبني على معطيات حساب علاقة الارتباط بين CRI وGDH بأن علاقة الارتباط بينهما عكسية وقوية؛ إذ كلما تعرضت الطرز لساعات برودة أكثر كانت كمية التراكم الحراري اللازم لتفتح البراعم أقل حيث بلغت قيمة r = 0.848. وهذا ما أكده Denis and Sunghee, (2013); Ruiz *et al*., (2007) على وجود علاقة ارتباط بين مدة التعرض لساعات البرودة (دون +7°س) وعدد الأيام اللازمة لكسر طور السكون، وأن النسبة المئوية للبراعم المتفتحة كانت مؤشر جيد على هذه العلاقة.



الشكل (8): التشكيل العنقودي لمدى التباعد بين الطرز المدروسة من التوت الشامي من حيث احتياجاتها من ساعات البرودة.

كان للتشكيل العنقودي دوراً مميزاً في توضيح الاختلاف بين الطرز المدروسة عن طريق وضع الطرز المتقاربة باحتياجاتها من ساعات البرودة في تشكيلات عنقودية متقاربة؛ إذ أظهرت شجرة القرابة العنقودية اعتماداً على الصفات المتعلقة بعدد الأيام اللازمة لانتفاخ البراعم وتفتحها إضافةً لعدد البراعم المتفتحة وجود نسب من التباين وصلت لـ 66% وتوزعت الطرز المدروسة ضمن مجموعتين منفصلتين بشكل واضح، ضمت المجموعة طرازي

طرطوس (T4, T6) ووصلت نسبة التباين بينهما لـ 48% بينما ضمت المجموعة الثانية جميع طرز القنيطرة بنسبة تباين وصلت لـ 36%.

بلغت نسبة التباين وفقاً للصفات المدروسة أدنى قيمة بين الطرازين (Q12, Q4) وأعلى قيمة بين طرز المجموعة الأولى (طرطوس) وطرز المجموعة الثانية (القنيطرة) 66% شكل (8).

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- ضرورة تعرض أشجار التوت الشامي في الشتاء لساعات برودة كافية أثناء طور السكون لكي تتفتح البراعم بشكل متجانس وبأقل عدد من الأيام، مما يساعد على تشكل نموات خضرية جيدة خلال موسم النمو.
- تتباين طرز التوت الشامي في متطلباتها من ساعات البرودة اللازمة لكسر طور سكون البراعم باختلاف الموقع الجغرافي.
- تحتاج الطرز المدروسة من محافظة القنيطرة متطلبات برودة أعلى مقارنة بالطرز المدروسة من محافظة طرطوس.
- أعطت الدراسة فكرة واضحة عن احتياجات طرز التوت الشامي لعدد معين من ساعات البرودة، ويمكن الاستفادة من ذلك في تحديد الأماكن الأكثر ملائمة للتوسع بزراعة التوت الشامي لكونها شجرة ذات أهمية اقتصادية .

التوصيات:

- حساب متطلبات البرودة وCRI وGDH حقلياً ومقارنتها مع تجربة العقل المعزولة.
- متابعة الدراسة لمعرفة تأثير ساعات البرودة الأعلى على كسر طور سكون البراعم وتفتحها (على طرز القنيطرة لأن طرز طرطوس لم تتجاوب مع ساعات برودة الأكثر من 800).
- دراسة تأثير ساعات البرودة في تمايز براعم التوت الشامي والنسبة الجنسية للنورات الزهرية المذكرة والمؤنثة.
- دراسة معامل متطلبات البرودة والتراكم الخطي لطرز التوت الشامي في مناطق جغرافية مختلفة لتحديد الطرز الوراثية المناسبة لكل موقع جغرافي لتحقيق التوسع بزراعة التوت الشامي في المواقع التي تتوفر فيها أفضل ساعات برودة لكسر طور سكون البراعم ونموها بشكل جيد.

References

1. AFSHARI, H., TAJABADIPOUR, A., HOKMABADI, H. and MOHAMADI MOGHADAM, M. *Determining chilling requirement of four pistachio cultivars in Semnan (Iran)*. African Journal of Agricultural Research, 4 (2), 2009, 55- 59.

2. ALHAJJAR, N., MUZHER, B., AND HAMED, F. *The effect of accumulation of chilling hours and the rate of linear heat on the behavior of some pistachio vera varieties*. Damascus journal of agriculture science, (31) 3, 2015,101- 113.

3. BARBOUR, R. J., READ, A. R., and BARNES, L. R., *Moraceae. mulberry family morus L. mulberry*. Woody Plant Seed Manual, 2008, 728- 732.

4. BAROUDI, H. *Survey and morphological characterization of some types of Morus spp*. In Tartous. 2017, Master thesis, Tishreen University.

5. CAMPBELL, J., Winter Chill! - *Apples and Pears for Warmer Districts. The Sixth Conference of the Australasian Council on Tree and Nut Crops I*nc. Lismore, NSW, Australia, 1995, 11-15.

6. CARMEN, L., JOSE, R., JESUS, G., GABBINO, R., MARIA, B. *Gene expression analysis of chilling requirements for flower bud break in peach*. Plant Breeding. 131, 2012, 329- 334.
7. CHANDLER, W. H. *Deciduous orchards. Lea & Feblger, Philadelphia*. *U.S.A*, 1958, 492 .
8. Cooperative Extension, College of Agriculture; The University of Arizona. CCU. *Fruit Trees*. Arizona Master Gardener Manual, Ch. 11, 1998, 2-4.
9. DENISE, N., and SUNGHEE, G. *chill unit models for predicting dormancy completion of floral buds in Apple and Cherry*. Hort Environ. Biotechnol. 54 (1), 2013, 29-36.
10. DOYMAZ, I. *Pretreatment Effect on Sun Drying of Mulberry Fruits (Morus alba L.)*. J. Food Eng. 65 (2), 2004, 205- 209.
11. EREZ, A., COUVILLON, G. A. *Characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in peach*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112, 1987, 677–680.
12. EREZ, A; FISHMAN, S., COUVILLON, G, A. *The temperature dependence of dormancy breaking in plants*: *Mathematical analysis of two-step model involving a cooperative transition*. J. Theor. Biol. 124, 1987, 473- 483.
13. ERICA, F., SARA, H., BRENDA, I., GUERRERO, M., ENGRACIA, G., and JAVIER, R. *Chilling and Heat Requirements of Temperate Stone Fruit Trees (Prunus* sp.). Agronomy, 2020, 409.
14. GHAFFARI, S.M., SHABAZAZ, M., BEHBOODI, B.SH. *Chromosome variation in Pistacia genus.* Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 63, 2004, PP: 347-354.
15. CHHETRI, A., RAMJAN, M., and DOLLEY, N. *Various models to calculate chill units in fruit crops. Indian farm*er, 5 (04), 2018, 439- 442.
16. HAMED, F., and YOUSEF, R. *Chilling Hour Requirements for Breaking Dormancy in Flowering Buds of some Syrian Pistacia Species*. Damascus journal of agriculture science, 1(29), 2013, 269- 281.
17. HERMS, D. A. *Using degree-days and plant phenology to predict pest activity. Tactics and Tools for IPM*, 2004, 49- 59.
18. JONES, K. S., COSTELLO, L. R. *Selecting fruit, nut and berry crops for home gardens in San Mateo and San Francisco countries*. University of California Division of agriculture and natural resources, 2007.
19. KAFKAS, S., OZGEN, M., DOGAN, Y., OZCAN, B., ERCISLI, S., and SERCE, S. *Molecular characterization of Mulberry accessions in Turkey by AFLP markers*. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 133 (4), 2008, 593- 597.
20. KOIDZUMI, G. *Taxonomy and phytogeography of the genus Morus*. Bulletin of Sericulture Experimentation Station, Tokyo (Japan) 3, 1917, 1-62.
21. KÜDEN, A. B., KÜDEN, A., KASKA, N. Cherry Growing in the Subtropics. *Proceedings 5th International Symposium on Temperate Zone Fruits*. Acta Hort. 441, 1997, 71-74.
22. LAN-YEN, C., KUO-TAN, L., WEN-JU, Y., JER-CHIA, C., MING-WEN, C. *Phenotypic classification of mulberry (Morus) species in Taiwan using numerical taxonomic analysis through the characterization of vegetative traits and chilling requirements*. ScientiaHorticulturae.176, 2014, 208-217.
23. MELKE, A. *The Physiology of Chilling Temperature Requirements for Dormancy Release and Bud-break in Temperate Fruit Trees Grown at Mild Winter Tropical Climate*. Journal of Plant Studies. 4, 2, 2015, 111- 156.

24. MILLER, P., LANIER, W., and BRANDT, S. *Using growth degree days to predict plant stages*. Montana State University. 8, 2001.
25. NEPAL, P. M., MAYFIELD, H. M., and FERGUSON, J. C. *Identification of eastern north American Morus (Moraceae) taxonomic status of M. marryana*. Phytoneuronm. 26, 2012, 1-6.
26. NURIA, A., FEDERICO, G., ANTONIO, C., LORENZO, B. *Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements*. Science direct, environmental and experimental botany, 2008.
27. RICHARDSON, E. A., SEELEY, S. D., WALKER, D. R. A. *Model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" peach trees*. HortScience. 9, 1974, 331–332.
28. ROBINSON, B. *Pistachio Nuts. The New Rular Industries*- A Handbook for Farmers and Investors, 1997.
29. RUIZ, D., CAMPOY, A. J., and EGEA, J., *Chilling and heat requirement of apricot cultivars for flowering*. Sciencedirect, Environmental and Experimental Botany. 61, 2007, 254- 263.
30. RUIZ, D; CAMPOY, A, J, EGEA, E, J. *Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering.* Environmental and Experimental Botany. 61, 2007, 254– 263.
31. SKIRVIN, R. M., OTTERBACHER, A.G., KUNKEL, K., CZUBAK, P., and YIESLA, S. A. *Application of a Chilling Hour Climatology to Predict Fruit Crop growth in Illinois or How to Tell When Your Fruit Crops are Ready to Start Growing in the Spring*. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1998.
32. SRIVASTAVA, P. P., VIJAYAN, K., AWASTHI, K. A., and SARATCHANDRA, B. *Genetic analysis of Morus alba through RAPD and ISSR markers*. India journal of biotechnology. 3, 2004, 527- 532.
33. VOSSEN, P. M., and SILVER, D., *Growing temperate tree fruit and nut crops in the home garden.* University of California Research and Information center, 2000.
34. WEINBERGER, J. H. *Chilling requirements of peach varieties*. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. (56), 1950, 122–128.
35.YILMAZ, U. K., ZENGIN, Y., ERCISLI, S., DEMIRTAS, N. M., KAN, T., and NAZLI, R. A. *Morphological diversity on fruit among some selected mulberry genotypes from Turkey*. The Journal of Animal and Plant Sciences, 22 (1), 2012, 211-214.