

## **Χειμερινός λήθαργος φυλλοβόλων οπωροφόρων και ακρόδρυων δένδρων**

### **II Μοντέλα υπολογισμού και δεδομένα συσσώρευσης ψύχους σε περιοχές της Ελλάδας και Κύπρου.**

Δρ. Δρογούδη Παυλίνα, Δρ. Παντελίδης Γεώργιος      Ομ. καθ. Βασιλακάκης Μιλτιάδης

Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων      Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο  
Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών      Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας,  
Πόρων, ΕΛΓΟ 'ΔΗΜΗΤΡΑ'      Εργαστήριο Δενδροκομίας  
Σ.Σ. Νάουσας 38, Νάουσα  
Ιστοσελίδα: [www.pomologyinstitute.gr](http://www.pomologyinstitute.gr)

Η παραγωγικότητα και σταθερότητα της παραγωγής στα φυλλοβόλα οπωροφόρα δένδρα και ακρόδρυα επηρεάζεται από κλιματικές παραμέτρους και κυρίως το εύρος των θερμοκρασιών που αναπτύσσονται. Ιδιαίτερη σημασία έχει το χειμερινό ψύχος στην άνθηση και καρποφορία, ιδιαίτερα σε ζεστά κλίματα. Σημαντικές διαφορές στη συσσώρευση ψύχους παρατηρούνται μεταξύ περιοχών στην Ελλάδα, που επηρεάζονται από το γεωγραφικό πλάτος, την τοποθεσία και το υψόμετρο, καθώς και σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ ετών. Η καταγραφή της συσσώρευσης ψύχους σε διαφορετικές περιοχές και μεγάλα χρονικά διαστήματα είναι απαραίτητη για να γνωρίζουν οι παραγωγοί τα χαρακτηριστικά της περιοχής τους και να μπορούν να διαλέγουν ποικιλίες των οποίων οι απαιτήσεις σε ψύχος περιέχουν μία προσασία από τις επικείμενες αυξομειώσεις μεταξύ διαφορετικών ετών που παρατηρούνται αλλά και λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Στην παρούσα εργασία, για πρώτη φορά, υπολογίστηκαν και παρουσιάζονται η συσσώρευση ψύχους κατά τη διάρκεια τριών χειμερινών περιόδων σε περιοχές της Ελλάδος και Κύπρου εφαρμόζοντας διαφορετικά μοντέλα υπολογισμού της. Σε επόμενη εργασία θα παρουσιαστούν βιβλιογραφικά και πειραματικά δεδομένα σχετικά με τις απαιτήσεις διαφορετικών ειδών και ποικιλιών. Είναι σημαντικό να μετρώνται οι ώρες ψύχους και τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο ώστε οι παραγωγοί να μπορούν να εφαρμόσουν τα κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα ή ψεκασμούς σε περιόδους ελλιπούς ψύχους (γίνεται αναφορά σε προηγούμενη εργασία).

#### **1. Μοντέλα υπολογισμού της συσσώρευσης ψύχους**

Αρχικά θερμοκρασίες κάτω από το όριο των 7,0 °C θεωρήθηκαν ως αρκετές για τη διάσπαση του ληθάργου (Lammerts, 1941). Η αντίληψη πως θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν δεν είναι αποτελεσματικές στη διάσπαση του ληθάργου οδήγησαν στην ανάπτυξη του Μοντέλου των Ωρών Ψύχους (Chilling Hour Model) το οποίο ονομάζεται και ως Μοντέλο του Weinberger ή **Μοντέλο των 0-7,2 °C** (Darbysire et al., 2011). Στο παραπάνω μοντέλο θερμοκρασίες που είναι μεταξύ 0 και 7,2 °C υπολογίζονται πως έχουν επίδραση στη συσσώρευση ψύχους, και κάθε ώρα με θερμοκρασία στο παραπάνω εύρος συμβάλει στη συσσώρευση μίας ώρας ψύχους (Chilling Hour). Οι παραγωγοί χρησιμοποιούν ευρέως το παραπάνω μοντέλο λόγω της ευκολίας υπολογισμού του.

Η επόμενη σημαντική πρόοδος στην κατανόηση της αντίδρασης των δένδρων στις θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του ληθάργου ήταν η ανακάλυψη πως υψηλές θερμοκρασίες είχαν αρνητική δράση στη συσσώρευση ψύχους. Το 1974, ο Richardson και οι συνεργάτες του ανέπτυξαν το **Μοντέλο Utah**, στο οποίο το εύρος των σημαντικών θερμοκρασιών κυμαίνεται από 1,4 έως 12,4 °C ενώ θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 15,9 °C έχουν αρνητική επίδραση στη συσσώρευση ψύχους. Σ' αυτήν την μέθοδο υπολογίζεται ο βαθμός της συσσώρευσης ψύχους με τις μονάδες ψύχους (chill units). Θετικές και αρνητικές μονάδες ψύχους συσσωρεύονται ανάλογα με το εύρος των θερμοκρασιών. Η αντιστοιχία Θερμοκρασίας – μονάδων ψύχους είναι:  $\leq 1,5=0,0$ ;  $1,6-2,4=0,5$ ;  $2,5-9,1=1,0$ ;  $9,2-12,4=0,5$ ;  $12,5-15,9=0,0$ ;  $16,0-18,0=-0,5$ ;  $18,1-21,0=-1,0$ ;  $21,1-23,0=-2,0$ . Το μοντέλο αυτό έχει πολύ καλή εφαρμογή σε ηπειρωτικές περιοχές και κακή σε υποτροπικές (Dennis et al., 2003). Η έναρξη της συσσώρευσης των μονάδων ψύχους υπολογίζεται όταν το ψύχος είναι σταθερό και υψηλές θερμοκρασίες είναι σπάνιες.

Το ποιο σωστό από βιολογικής πλευράς είναι το **Δυναμικό Μοντέλο (Dynamic Model)**, το οποίο αναπτύχθηκε και μελετήθηκε σε όλο τον κόσμο τα τελευταία 20 χρόνια (Fishman et al., 1987; Erez et al., 1990). Βασίζεται στην παραδοχή πως το ψύχος συσσωρεύεται σε δύο στάδια: στο πρώτο στάδιο παράγεται ένα ενδιάμεσο αποτέλεσμα σε μία διαδικασία όπου οι χαμηλές θερμοκρασίες έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Αυτή η διεργασία είναι αναστρέψιμη και το ενδιάμεσο αποτέλεσμα μπορεί να ακυρωθεί με τη ζέστη. Εάν εκτεθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες τότε το ενδιάμεσο αποτέλεσμα θα μετατραπεί σε δεύτερο στάδιο σε μία μη αναστρέψιμη διαδικασία που χαρακτηρίζεται ως μερίδα ψύχους (Chill Portion). Οι μερίδες ψύχους συσσωρεύονται συμβάλλοντας στην ικανοποίηση των απαιτήσεων σε ψύχος. Είναι το μόνο μοντέλο που μπορεί να περιγράψει την εμφανή αρνητική επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών, το όριο του πόσο ψύχος μπορεί να ακυρωθεί και την θετική επίδραση στη διάσπαση του ψύχους που έχουν οι μέτριες θερμοκρασίες όταν ακολουθούνται από δροσερές θερμοκρασίες (Erez and Couvillion, 1987). Σημαντική διαφορά με τα προηγούμενα μοντέλα είναι το ότι δίδεται σημασία στην ακολουθία των θερμοκρασιών κατά την

ψυχρή περίοδο. Στο Μοντέλο Utah η ίδια θερμοκρασία έχει πάντα την ίδια επίπτωση ανεξάρτητα από το πότε συμβαίνει. Στο Δυναμικό Μοντέλο πολλές διεργασίες αλληλεπιδρούν και η παραγωγή μίας μερίδας ψύχους είναι μέρος ενός ενδιάμεσου προϊόντος. Έτσι παρόμοιες θερμοκρασίες σε διαφορετικές περιόδους έχουν διαφορετική επίδραση στη συσσώρευση ψύχους. Το μοντέλο αυτό θεωρείται ως το καλύτερο ανάμεσα στα υπάρχοντα μοντέλα, ιδιαίτερα για θερμές περιοχές. Δυστυχώς όμως δεν υπάρχουν ακόμα αρκετά δεδομένα όσον αφορά τις μερίδες ψύχους που απαιτούνται για τη διάσπαση του ληθάργου σε μεγάλο εύρος ποικιλιών όπως θα αναπτυχθεί παρακάτω.

## **2. Συσσώρευση ψύχους σε περιοχές της Ελλάδας και της Κύπρου**

### **Μεθοδολογία**

Υπολογίστηκε η συσσώρευση ψύχους από 1 Νοεμβρίου μέχρι 15 Μαρτίου των ετών 2014-2015, 2015-2016 και 2016-2017 σε δενδροκομικές περιοχές της Ελλάδας και Κύπρου. Χρησιμοποιήθηκαν ωριαίες τιμές θερμοκρασιών από αυτόματους μετεωρολογικούς σταθμούς που ήταν τοποθετημένοι σε αγρούς και ελέγχονται από α) το Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών Ηρακλείου (περιοχές ΤΕΙ Ηρακλείου και Ασήμι, Ηράκλειο Κρήτης), β) Περιφερειακό Κέντρο Προστασίας Φυτών Πάτρας (περιοχή Βελίκα, Μεσσηνίας), γ) ΤΕΙ Ηπείρου, Εργαστήριο Γεωργικής και Περιβαλλοντικής Μηχανικής (περιοχές Βίγλα και Καμπή, Άρτας), δ) Αγροτικό Συνεταιρισμό Ήρας και Τοπικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων Ήρας-Κουρτακίου (περιοχή Άργος, Αργολίδας), ε) Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου (έξι περιοχές της Επαρχίας Λεμεσού Κύπρου) και στ) Τμήμα Ακροδρύων, Ινστιτούτο Γενετικής Βελτίωσης και Φυτογενετικών Πόρων (Βαρδάτες, Φθιώτιδας). Μετρήσεις ωριαίων θερμοκρασιών δεν ήταν διαθέσιμες για την περιοχή της Νάουσας, και γι' αυτό χρησιμοποιήθηκαν ημερήσιες ελάχιστες και μέγιστες τιμές θερμοκρασιών που καταγράφηκαν σε μετεωρολογικό σταθμό στο Τμήμα Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων και υπολογίστηκαν οι ωριαίες θερμοκρασίες σύμφωνα με τις εξισώσεις που περιγράφονται στην εργασία του Linvill (1990).

Οι ωριαίες τιμές θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της συσσώρευσης ψύχους με τα μοντέλα Dynamic (Erez et al., 1990), 0-7 °C και Utah (Richardson et al., 1974). Το φύλλο εργασίας excel για τους υπολογισμούς είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων.

### **Αποτελέσματα**

Τα αποτελέσματα για τις περιόδους 1/11 μέχρι 15/3 παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1** και οι μέσες τιμές ( $\pm$  τυπικό σφάλμα) στο **Σχήμα 1**. Επειδή το μοντέλο Utah δεν έχει καλή εφαρμογή σε ζεστές περιοχές (λόγω υψηλών θερμοκρασιών), αυτές δεν υπολογίστηκαν σε περιοχές της Κύπρου και Κρήτης. Όπως αναμενόταν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη συσσώρευση ψύχους, μεταξύ διαφορετικών περιοχών στην Ελλάδα και Κύπρο όπως υπολογίστηκαν με τα μοντέλα Dynamic, 0-7.2° C και Utah. Ο υπολογισμός του ψύχους με διαφορετικά μοντέλα γίνεται για να είναι δυνατή η συσχέτιση των περιοχών με δεδομένα απαιτήσεων ειδών και ποικιλιών οπωροφόρων δένδρων καθώς υπάρχει ανομοιομορφία στη βιβλιογραφία (γίνεται παρουσίαση σε επόμενη εργασία).

Υψηλότερες τιμές σε μερίδες ψύχους βρέθηκαν στη Νάουσα που ήταν παρόμοια με τον Αγρό, Επαρχία Λεμεσού) (86 μερίδες ψύχους), περιοχή με 998 μ. υψόμετρο. Επιπλέον, οι ώρες ψύχους και μονάδες ψύχους ήταν υψηλότερες στον Αγρό, σε σύγκριση με την Νάουσα (Σχήμα 1). Στις παραπάνω περιοχές καλλιεργούνται τα ποιο απαιτητικά φυλλοβόλα οπωροφόρα είδη και ακρόδρυα (μήλα, κεράσια και καρύδια) χωρίς προβλήματα ελλιπούς ψύχους.

Μικρότερες τιμές συσσώρευσης ψύχους καταγράφηκαν στις Βαρδάτες και Άρτα-Βίγλα και ακολούθησαν συνήθως το Άργος και η Άρτα-Καμπί, σε σύγκριση με την Νάουσα. Η κατάταξη των περιοχών διαφέρει ανάλογα με το μοντέλο υπολογισμού της συσσώρευσης ψύχους. Οι μικρότερες τιμές ψύχους σε Άρτα και Άργος σχετίζονται με την ύπαρξη προβλημάτων καρποφορίας που αναφέρονται από παραγωγούς ορισμένες χρονιές σε καλλιέργειες όπως μείωση της παραγωγής ακτινιδιάς στην Άρτα το έτος 2016 και μειωμένη παραγωγή σε ορισμένες ποικιλίες βερικοκιάς (γίνεται αναφορά σε επόμενη εργασία). Σημαντικά χαμηλότερες τιμές συσσώρευσης ψύχους βρέθηκαν στη Βελίκα Μεσσηνίας και Κρήτη.

Το υψόμετρο μία περιοχής επηρεάζει σημαντικά το ψύχος που καταγράφεται ιδιαίτερα σε περιοχές με χαμηλό γεωγραφικό πλάτος όπως το Ηράκλειο και η Επαρχία Λεμεσού, πχ η περιοχή Ασήμι στο Ηράκλειο Κρήτης σε σύγκριση με το ΤΕΙ Ηρακλείου και ο Αγρός σε σχέση με τη Λεμεσό. Οι παραπάνω διαφορές καθιστούν καθοριστική την δυνατότητα εγκατάστασης εμπορικών οπωρώνων για είδη και ποικιλίες με υψηλές απαιτήσεις σε ψύχος.

Σημαντικές διαφορές καταγράφηκαν και μεταξύ διαφορετικών ετών, δείχνοντας πως είναι αναγκαίο ο υπολογισμός να γίνει για μεγαλύτερο αριθμό χειμερινών περιόδων (τουλάχιστον 7). Η χειμερινή περίοδο 2016-2017 ήταν ιδιαίτερα ψυχρή και αυτής της 2015-2016 ήταν ιδιαίτερα θερμή σε Κύπρο και Ελλάδα. Η αύξηση της συσσώρευσης ψύχους κατά τη χειμερινή περίοδο 2016-2017 ήταν ιδιαίτερα υψηλή σε ζεστές περιοχές της Κύπρου και Ηρακλείου, κάτι που πιθανόν οφείλεται στο ότι θερμοκρασίες υπό του μηδενός δεν συνεισφέρουν στη διάσπαση του ληθάργου, και στη Νάουσα καταγράφηκαν πολλές ώρες υπό του

μηδενός, ενώ στη Κύπρο και το Ηράκλειο Κρήτης καταγράφηκαν πολλές ώρες με θερμοκρασία πάνω και κοντά στο μηδέν (δεδομένα δεν παρουσιάζονται).

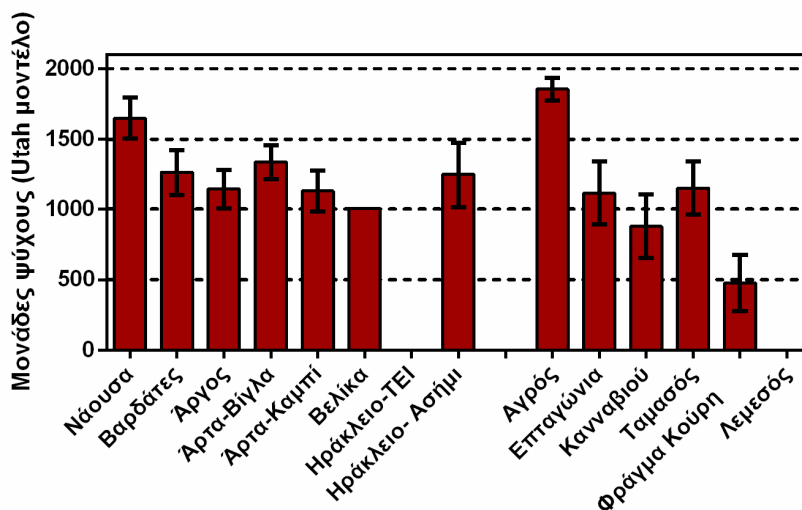
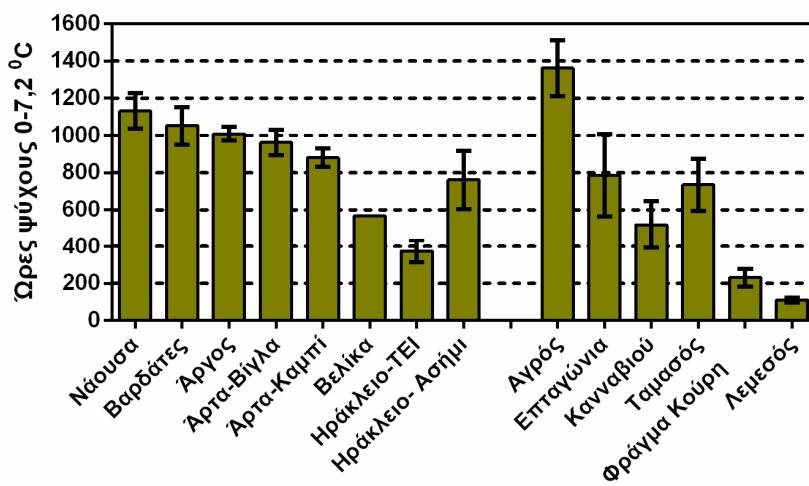
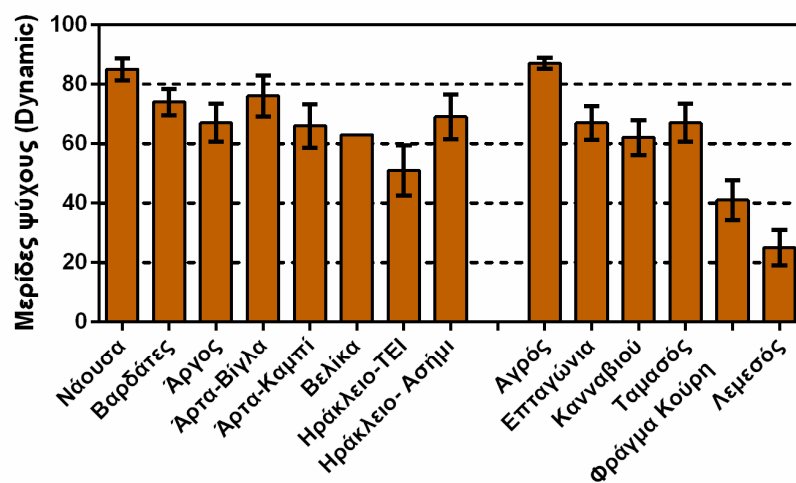
### **3. Συμπεράσματα**

Η επαρκής κάλυψη των αναγκών των ποικιλιών σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διάσπαση του χειμερινού ληθάργου είναι αναγκαία προκειμένου να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη και κανονική παραγωγή κάθε χρόνο (επετειοφορία). Γι αυτό, ιδιαίτερα σε ζεστές περιοχές, είναι σημαντικό να μετρώνται οι ώρες ψύχους, τα δεδομένα να είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο για να μπορεί ο παραγωγός να διαλέξει με ασφάλεια την κατάλληλη ποικιλία και είδος καλλιέργειας, ενώ σε περιόδους ελλιπούς ψύχους να μπορεί να εφαρμόσει στον σωστό χρόνο τα κατάλληλα καλλιεργητικά μέτρα ή ψεκασμούς, προκειμένου να μετριάσει τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια.

Για τον υπολογισμό της συσσώρευσης ψύχους με διαφορετικά μοντέλα, στην ιστοσελίδα του Τμήματος Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων ([www.pomologyinstitute.gr](http://www.pomologyinstitute.gr)) υπάρχει φύλλο εργασίας excel το οποίο μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι παραγωγοί που έχουν διαθέσιμα δεδομένα ωριαίων θερμοκρασιών που καταγράφονται σε αγρούς της περιοχή τους.

### **Ευχαριστίες**

Για την παροχή μετεωρολογικών δεδομένων στους Δρ. Ι. Τσιρογιάννη (ΤΕΙ Ηπείρου), κ. Ν. Μπαγκή (Π.Κ.Π.Φ. Ηρακλείου), κ. Ν. Πέττα (Π.Κ.Π.Φ. Πάτρας), κ. Π. Μιχαήλ και κ. Γ. Αριστείδου (Τμήμα Μετεωρολογίας και Τμήμα Γεωργίας, Κύπρου) και Α.Σ. Ήρας και Τ.Ο.Ε.Β. Ήρας-Κουρτακίου.



**Σχήμα 1:** Μέση τιμή ( $\pm$ τυπικό σφάλμα) συσσώρευσης ψύχους σε περιοχές της Ελλάδας και Κύπρου εφαρμόζοντας τα μοντέλα Dynamic, 0-7,2 °C και Utah για τις περιόδους 2014-2015, 2015-2016 και 2016-2017 (1 Νοεμβρίου μέχρι 15 Μαρτίου).

**Πίνακας 1:** Μεταβολές στη συσσώρευση ψύχους σε περιοχές της Ελλάδας και Κύπρου εφαρμόζοντας τα μοντέλα Dynamic, 0-7,2 °C και Utah για τις περιόδους 2014-2015, 2015-2016 και 2016-2017 (1 Νοεμβρίου μέχρι 15 Μαρτίου).

Νομός	Περιοχή (Υψόμετρο)	Μερίδες Ψύχους (μοντέλο Dynamic)				Ώρες Ψύχους (μοντέλο 0-7,2 °C)				Μονάδες Ψύχους (μοντέλο Utah) <sup>1</sup>			
		2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	<b>Μέσος όρος</b>	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	<b>Μέσος όρος</b>	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	<b>Μέσος όρος</b>
Ημαθία	Νάουσα	92	80	83	<b>85</b>	1260	944	1189	<b>1131</b>	1941	1508	1500	<b>1650</b>
Φθιώτιδα	Βαρδάτες	77	65	79	<b>74</b>	936	971	1253	<b>1053</b>	1295	963	1526	<b>1261</b>
Αργολίδα	Άργος- Α.Σ. Ήρας (18 μ)	67	56	78	<b>67</b>	965	979	1082	<b>1009</b>	1189	884	1349	<b>1141</b>
Άρτα	Βίγλα Καμπί	-	67	84	<b>76</b>	-	880	1045	<b>963</b>	-	1183	1484	<b>1334</b>
		-	57	75	<b>66</b>	-	821	940	<b>881</b>	-	945	1298	<b>1127</b>
Μεσσηνία	Βελίκα	-	-	63		-	-	569		-	-	1004	
Ηράκλειο	Ασήμι (263 μ) ΤΕΙ (19 μ)	69	56	82	<b>69</b>	762	491	1034	<b>762</b>	1223	857	1658	<b>1246</b>
		49	38	67	<b>51</b>	378	271	476	<b>375</b>	-	-	-	
Επαρχία Λεμεσού, Κύπρος	Αγρός (998 μ)	89	83	88	<b>87</b>	1231	1195	1660	<b>1362</b>	1942	1695	1931	<b>1856</b>
	Επταγώνια (512 μ)	60	62	78	<b>67</b>	411	770	1180	<b>787</b>	835	951	1553	<b>1113</b>
	Κανναβιού (422 μ)	60	53	73	<b>62</b>	411	375	774	<b>520</b>	827	519	1289	<b>878</b>
	Ταμασός (407 μ)	66	57	79	<b>67</b>	575	618	1012	<b>735</b>	1158	816	1470	<b>1148</b>
	Φράγμα Κούρη(215 μ)	39	31	54	<b>41</b>	189	177	327	<b>231</b>	414	171	846	<b>477</b>
	Λεμεσός (0 μ)	22	17	37	<b>25</b>	98	97	138	<b>111</b>	-	-	-	

<sup>1</sup>Επειδή σε ζεστές περιοχές το μοντέλο Utah δεν έχει καλή εφαρμογή, αυτές δεν υπολογίστηκαν σε περιοχές της Κύπρου και Κρήτης.



+ χάρτης Κύπρου (ζήτησα να το κάνουν από την Κύπρο)



## **Βιβλιογραφία:**

- Aslani Aslamarz A.A., K. Vahdati, M. Rahemi, D. Hassani 2009. Estimation of the chilling and heat requirement of some Persian walnut cultivars. *HortScience*, 44: 697-701.
- Albuquerque, N., F. Garcia-Montiel, et al., 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. *Envir. Exper. Bot.* 64: 162-170.
- Atkinson et al., 2013. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops, *Envir. Exper. Bot.* 91: 48-62.
- Atkinson, C.J., Brennan, R.M., Jones, H.G., 2013. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. *Envir. Exper. Bot.* 91: 48-62.
- Baldocchi, D., Wong, S., 2008. Accumulated winter chill is decreasing in the fruit growing regions of California. *Clim. Change* 87: S153-S166.
- Blanke, M.M., and Kunz, A. 2017. Cherry phenology as a bioindicator for climate change. *Acta Hortic.* 1162: 1-8.
- Campoy et al., 2012. The fulfilment of chilling requirements and the adaptation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in warm winter climates: An approach in Murcia (Spain) and the Western Cape (South Africa). *Eur. J. Agronomy* 37: 43-45.
- Charrier G, Bonhomme M, Lacoïnte A, Améglio T. 2011. Are budburst dates, dormancy and cold acclimation in walnut trees (*Juglans regia* L.) under mainly genotypic or environmental control? *Int J Biometeorol.* 55:763-74.
- Costa, C., Stassen, P.J.C., Mudzunga, J., 2004. Chemical rest breaking agents for the South African pome and stone fruit industry. *Acta Hortic.* 636: 295-302.
- Darbyshire, R., Webb, L., Goodwin, I., Barlow, S., 2011. Winter chilling trends for deciduous fruit trees in Australia. *Agricultural and Forest Meteorology.* 151(8): 1074-1085.
- Dennis, F.G., 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds of woody plants. *HortSci.* 38: 347-350.
- Drogoudi P., K. Kazantzis & M.M. Blanke 2017. Climate change effects on cherry flowering in Northern Greece. *Acta Hortic.* 1162: 45-49.

- Egea, J., Ortega, E., Martínez-Gómez, P., Dicenta, F., 2003. Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*. 50(1): 79-85.
- Elloumi, O., Ghrab, M., Kessentini, H., Ben Mimoun, M., 2013. Chilling accumulation effects on performance of pistachio trees cv. Mateur in dry and warm area climate. *Sci. Hortic.* 159: 80-87.
- Erez, A. 2000. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. *Temperate fruit crops in warm climates*. A. Erez. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 17-48.
- Erez et al., 1990. The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Hort.* 276: 165-174.
- Erez, A., 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395: 81–95.
- Fishman, S., Erez, A., Couvillon, G.A., 1987. The temperature dependence of dormancy breaking in plants—mathematical analysis of a two-step model involving a cooperative transition. *J. Theor. Biol.* 124: 473–483.
- Funes et al., 2016. Future climate change impacts on apple flowering date in a Mediterranean subbasin. *Agr. Water Manag.* 164: 19-27.
- Garbone and Schwartz, 1993. Potential impact of winter temperature increases on South Carolina peach production. *Climate Res.* 2: 225-233.
- Ghrab, M., Ben Mimoun, M., Masmoudi, M.M., Ben Mechlia, N., 2014. The behaviour of peach cultivars under warm climatic conditions in the Mediterranean area. *Int. J. Env. St.*, 71: 3-14.
- Kolářová, E., Nekovář, J., Adamík, P., 2014. Long-term temporal changes in central European tree phenology (1946–2010) confirm the recent extension of growing seasons. *International Journal of Biometeorology*. 58(8): 1739-1748.
- Lammerts, W.E., 1941. An evaluation of peach and nectarine varieties in terms of winter chilling requirements and breeding possibilities. *P. Am. Soc. Hortic. Sci.* 39: 205–211.
- Linsley-Noakes, G. C. and P. Allan 1994. Comparison of two models for the prediction of rest completion in peaches. *Sci. Hortic.* 59: 107-113.
- Luedeling et al. 2009. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric. For Meteorol.* 149: 1854-1864.

- Luedeling, E., Brown, P.H., 2011. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int. J. Biometeorol.* 55: 411–421.
- Luedeling, E., L. Guo, et al., 2013. "Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases." *Agric. Forest Met.* 181: 33-42.
- Luedeling, E., M. Zhang, et al., 2009. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric. Forest Met.* 149: 1854-1864.
- Luedeling, E., Zhang, M., Girvetz, E.H., 2009a. Climatic changes lead to declining winter chill for fruit and nut trees in California during 1950–2099. *PLoS One*, 4, e6166.
- Luedeling, E., M. Zhang, G. McGranahan, C. Leslie, 2009b. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. *Agric Forest Meteorology* 149: 1854-1864.
- Luedeling, E., Blanke, M., Gebauer, J., 2015. Chilling Challenges in a Warming World. *Acta Hortic.* 1099: 901-908.
- Miranda (2013) Evaluation and fitting of models for determining peach phenological stages at a regional scale. *Agric Forest Meteo* 178-179: 129-139.
- Okie, 1998. Handbook of peach and nectarine varieties. *Agr. Handbook No. 714*, USA.
- Palasciano M, and Gaeta L. 2017. Comparison of different models for chilling requirements evaluation of sweet cherry cultivars in a Mediterranean area. *Acta Hort.* 1161: 405-410.
- Palasciano, M., Gaeta, L., 2017. Comparison of different models for chilling requirements evaluation of sweet cherry cultivars in a Mediterranean area. *Acta Hortic.* 1161: 405-410.
- Ramirez, L., K. X. Sagredo, et al. 2010. Prediction models for chilling and heat requirements to estimate full bloom of almond cultivars in the Central Valley of Chile. *Acta Hortic.* 872: 107-112.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees. *HortSci.* 9: 331–332.
- Ruiz, D., J. A. Campoy, et al. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Envir. Exper. Botany* 61: 254-263.
- Segura et al., 2017. Late-blooming in almond: A controversial objective. *Sci. Hortic.* 224: 61-67.

- UC Davis. Fruit and Nut research and information center. Dynamic Model & Chill Accumulation [http://ucanr.edu/sites/fruittree/how-to\\_guides/dynamic\\_model\\_-\\_chill\\_accumulation/](http://ucanr.edu/sites/fruittree/how-to_guides/dynamic_model_-_chill_accumulation/)
- Viti, R., L. Andreini, et al., 2010. Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Sci. Hortic.* 124: 217-224.
- Wall, C., Dozier, W., Ebel, R.C., Wilkins, B., Woods, F., Foshee III, W., 2008. Vegetative and floral chilling requirements of four new kiwi cultivars of *Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*. *HortSci.* 43: 644-647.
- Weinberger, J.H., 1950. Chilling requirements of peach varieties. *P. Am. Soc. Hortic. Sci.* 56: 122-128.
- Vahdati K, A. Aslani Aslamarz, M. Rahemi, D. Hassani, C. Leslie, 2012. Mechanism of seed dormancy and its relationship to bud dormancy in Persian walnut. *Environmental and Experimental Botany* 75: 74– 82.
- USDA Risk Management Agency Valdosta Regional Office, 2017. Peach Variety Listing Table, 2017. [https://www.rma.usda.gov/fields/ga\\_rso/2017/peachvl.html](https://www.rma.usda.gov/fields/ga_rso/2017/peachvl.html)