



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **«ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 30 ΧΡΟΝΙΑ»**

**ΓΡΥΠΑΡΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ- ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**ΑΜ:141029**

**ΔΡΑΚΟΥ - ΨΑΡΕΛΛΗ ΣΟΦΙΑ**

**ΑΜ: 141129**

**Επιβλέπων: ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΑΘΗΝΑ, 2021**

# ΔΙΑΣΑΦΗΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο «ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 30 ΧΡΟΝΙΑ» που παρουσιάστηκε από τις ΓΡΥΠΑΡΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ- ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ και ΔΡΑΚΟΥ - ΨΑΡΕΛΛΗ ΣΟΦΙΑ και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (1ου Μέλους Επιτροπής)</b>	
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (2ου Μέλους Επιτροπής)</b>	
<b>Ψηφιακή Υπογραφή Καθηγητή (3ου Μέλους Επιτροπής)</b>	

# ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένες ΓΡΥΠΙΑΡΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ- ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ του ΕΥΣΤΑΘΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 141029 και ΔΡΑΚΟΥ - ΨΑΡΕΛΛΗ ΣΟΦΙΑ του ΣΠΥΡΙΔΩΝΟΣ, με αριθμό μητρώου 141129, φοιτήτριες του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ του Τμήματος ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

ΓΡΥΠΙΑΡΗ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ- ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΔΡΑΚΟΥ - ΨΑΡΕΛΛΗ ΣΟΦΙΑ

Το κλίμα και η αμπελουργία συνδέονται αναμφισβήτητα και επομένως η γνώση του επικρατέστερου καιρού και των κλιματολογικών συνθηκών μιας δεδομένης περιοχής είναι απαραίτητες για τη βέλτιστη επιλογή ποικιλίας, τη βιώσιμη παραγωγή και τη συνολική ποιότητα του τελικού οίνου που θα παραχθεί. Η κύρια ποικιλία της Σαντορίνης είναι το Ασύρτικο, το οποίο αποδίδει οίνους εξαιρετικά ποιοτικούς. Τα σταφύλια αυτής της ποικιλίας, που είναι αρκετά ευοξειδωτη, όταν οινοποιηθούν προσεκτικά δίνουν κρασιά με φρουτώδη γεύση, λεπτό άρωμα και υψηλή οξύτητα. Η παραγωγή του Ασύρτικου καλύπτει το 70% της Σαντορίνης, ένα 15% καλύπτεται από τις άλλες λευκές ποικιλίες, Αθήρι και Αηδάνι, ενώ το υπόλοιπο 15% που καλλιεργείται είναι οι ερυθρές ποικιλίες, Μανδηλαριά και Μαυροτράγανο. Αδιαμφισβήτητης σημασίας για την παραγωγή ενός ποιοτικού τελικού οίνου είναι η μελέτη των καλλιεργητικών πρακτικών που εφαρμόζονται στην άμπελο. Στο στάδιο αυτό αξίζει να σημειωθεί και η καθοριστική σημασία των επικρατέστερων συνθηκών σε κάθε στάδιο από την έκπτυξη των οφθαλμών έως και τη συγκομιδή. Κρίσιμο σημείο αποτελεί να ληφθούν υπόψη οι δείκτες κινδύνου και με βάση τις ημερήσιες καταγραφές των συνθηκών να μελετάται αν αυτοί ξεπερνιούνται. Ακόμη, να σημειωθεί η καθοριστική αξία των βιοκλιματικών δεικτών. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι εξής δείκτες GDD (Growing Degree Days), GST (Growing Season Temperature) και HI (Huglin Index), των οποίων τα συμπληρωματικά στοιχεία διαμορφώνουν μία ολοκληρωμένη εκτίμηση για τις κλιματολογικές συνθήκες μιας καθορισμένης περιοχής. Εν συνέχεια, λοιπόν, στο ερευνητικό μέρος λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα δεδομένα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.) για τα έτη 1974 έως 2018, υπολογίστηκαν οι παραπάνω δείκτες και παράλληλα το μέσο ύψος των βροχοπτώσεων ανά έτος. Τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής είναι φανερά, οι θερμοκρασιακές τιμές παρουσιάζουν άνοδο, ενώ το ύψος των βροχοπτώσεων είναι φανερά χαμηλότερο από το επιθυμητό (τουλάχιστον 500mm/έτος). Τέλος, βασιζόμενοι στα προβλεπτικά μοντέλα και στα υπάρχοντα δεδομένα εκτιμώνται οι πιθανές αλλαγές που θα προκύψουν μακροπρόθεσμα και πως αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί. Κεντρικός πυλώνας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που αφορά τον γεωργικό τομέα είναι η διαχείριση διακινδύνευσης ή αλλιώς risk διαμέσου της λήψης μέτρων τόσο προετοιμασίας όσο και αντιμετώπισης. Τέλος, η κρίση μπορεί να διαχειριστεί μέσω της σταθεροποίησης και τον περιορισμό των Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΑΘ) της ατμόσφαιρας είτε συνδυαστικά με τη λήψη μέτρων προσαρμογής.

### ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Σαντορίνη, οίνος, κλιματική αλλαγή, κλίμα, αμπελοκαλλιέργεια, θερμοκρασία, βροχόπτωση, βιοκλιματικοί δείκτες

# ABSTRACT

Climate and viticulture are inextricably linked and therefore knowledge of the prevailing weather and climatic conditions of a given area is essential for optimal variety selection, sustainable production and the overall quality of the final wine to be produced. The main variety of Santorini is Assyrtiko, which produces extremely high-quality wines. The grapes of this variety, which are prone to oxidation, when carefully vinified give wines with fruity taste and delicate aromas. The production of Assyrtiko covers 70% of Santorini, a 10% is covered by two other white varieties, Athiri and Aidani, while the remaining 20% that is cultivated is the red varieties, Mandilaria and Mavrotragano. Undoubtedly important for the production of a quality final wine is the study of cultivation practices applied to the vine. At this stage it is worth noting the crucial importance of the prevailing conditions in each stage from bud formation to harvest. A crucial point is to take the risk indicators into account and, based on the daily records of the conditions, to study whether they are exceeded. Also, note the decisive value of bioclimatic indicators. In the present study, the following indices GDD (Growing Degree Days), GST (Growing Season Temperature) and HI (Huglin Index) were used, the complementary data of which form a comprehensive assessment of the climatic conditions of a defined area. Then, in the research part, taking all the necessary data from the National Meteorological Service (NMS) for the years 1974 to 2018, the above indicators were calculated and at the same time the average amount of rainfall per year. The effects of climate change are obvious, the temperature values are rising, while the amount of rainfall is obviously lower than desired (at least 500mm / year). Finally, based on the forecasting models and the existing data, the possible changes that will occur in the long run and how this can be addressed are estimated. A central pillar for tackling climate change in the agricultural sector is risk management through measures of both preparation and response.

Finally, the crisis can be managed through the stabilization and reduction of Greenhouse Gas Emissions (GHG) in the atmosphere or / in combination with adaptation measures.

## KEY WORDS

Santorini, wine, climate change, climate, viticulture, temperature, rainfall, bioclimate indexes

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ (ACKNOWLEDGEMENTS)

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κύριο Παρασκευόπουλο, ο οποίος μας εμπιστεύτηκε το θέμα αυτό και που είχε υπομονή προκειμένου να φτάσει ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα, παρόλες τις δυσκολίες που αντιμετωπίσαμε.

Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλουμε στην Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) , η οποία μας έστειλε δεδομένα όσον αφορά τις θερμοκρασίες και τις βροχοπτώσεις που είχαν καταγράψει τα τελευταία 30 χρόνια έτσι ώστε να μπορέσουμε να βγάλουμε κλιματολογικά συμπεράσματα για το νησί της Σαντορίνης.

Σε αυτό το σημείο δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τους γονείς μας, που τόσα χρόνια αποτελούν το στήριγμα μας σε κάθε μας βήμα. Πάντα οπλισμένοι με περίσσεια υπομονής ακούν τον οποιοδήποτε προβληματισμό μας και πάντα λαμβάνουμε από αυτούς την καλύτερη δυνατή λύση στα προβλήματά μας.

Τέλος, ευχαριστούμε όλους εσάς που δείξατε ενδιαφέρον στην εργασία μας και δώσατε μία ευκαιρία στην ανάγνωση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΔΙΑΣΑΦΗΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	1
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΛΛΗΝΙΚΑ	3
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ	3
ABSTRACT	4
KEY WORDS	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ (ACKNOWLEDGEMENTS)	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
Α΄ ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	12
ΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΝΟΥ	12
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΥ	12
1.2 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΟΙΝΟΥ	12
1.3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΟΙΝΩΝ	13
1.3.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΛΕΥΚΟΥ, ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΚΑΙ ΡΟΖΕ ΟΙΝΟΥ	13
1.4.1 ΕΙΔΗ ΑΜΠΕΛΟΥ	14
1.4.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙΝΟΙ	15
1.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ	15
1.5.1 ΑΣΥΡΤΙΚΟ	16
1.5.2 ΑΘΗΡΙ	17
1.5.3 ΑΗΔΑΝΙ	18
1.5.4 ΜΑΝΔΗΛΑΡΙΑ	19
1.5.5 ΜΑΥΡΟ ΤΡΑΓΑΝΟ	19
ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	20
2.1 ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	20
2.1.1 Έκπτυξη των οφθαλμών (Μάρτιος/ Απρίλιος)	20
2.1.2 Ανάπτυξη βλαστών/ φύλλων & Άνθηση (Μάρτιος/ Μάιος)	20
2.1.3 Καρπόδεση ή Στάδια ανάπτυξης μούρων & Περκασμός (Μάιος- Αύγουστος)	21
2.1.4 Συγκομιδή/ Τρύγος	21
2.1.5 Χειμερινή αδράνεια	21
2.2.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	21
2.2.2 ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΟΡΙΑ & ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	22

2.2.2.1	Ελάχιστη θερμοκρασία παγώματος κατά την αδρανή περίοδο της αμπέλου:	22
2.2.2.2	Ελάχιστη θερμοκρασία παγώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης:	23
2.2.2.3	Μέγιστη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της περιόδου καλλιέργειας και ωρίμανσης των σταφυλιών:	23
2.3	ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΙΝΟΥ	23
	ΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	24
3.1.1	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΩΝ	24
3.1.2	ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ - ΚΛΙΜΑΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ	24
3.1.2.1	ΚΛΙΜΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ	24
3.2.1	ΥΠΟΤΡΟΠΙΚΟ ΚΛΙΜΑ	24
3.2.2	ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΚΛΙΜΑ	25
3.2.3	ΩΚΕΑΝΙΟ ΚΛΙΜΑ	25
3.2.4	ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΚΛΙΜΑ	25
3.3.1	ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ	26
3.3.2	ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	26
3.3.2.1	ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	26
3.3.2.2	ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΕΣ ΗΜΕΡΕΣ	27
3.3.2.3	ΕΔΑΦΟΣ	27
3.3.2.4	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	28
3.3.2.5	ΑΝΕΜΟΙ	28
3.4	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΕΝΑ ΚΛΙΜΑ ΙΔΑΝΙΚΟ Ή ΜΗ ΓΙΑ ΜΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ	29
3.5.1	ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ	30
3.5.2	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	31
3.5.3	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	32
3.5.4	ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	33
	ΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΔΕΙΚΤΕΣ & ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	34
4.1.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΚΤΩΝ	34
4.1.2	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	34
4.1.3	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	35
4.2.1	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	35



4.2.2.1 GST	36
4.2.2.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ GST	36
4.2.3.1 GDD	38
4.2.3.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ GDD	39
4.2.4.1 HI	40
4.2.4.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ HI	40
4.2.5 COOL NIGHT INDEX (CNI)	44
4.2.6 FREGONI INDEX (simplified)	44
4.2.7 DROUGHT INDEX	44
4.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ	46
4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗ ΖΩΝΗ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	47
ΕΝΟΤΗΤΑ 5. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ & ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	48
5.1 ΣΗΜΑΣΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	48
• 5.1.1 ΟΦΕΛΗ ΟΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	48
• 5.1.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΟΙΝΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	48
5.2 ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	49
5.3 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	49
5.4 ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	50
• 5.4.1 ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ	50
• 5.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ	51
5.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	52
Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	54
6.1.1 ΣΤΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	54
6.1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	54
6.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	56
6.2.2 ΠΑΡΑΘΕΣΗ EXTRA ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	63
6.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
7.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69
7.1.1 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

**Πίνακας εξισώσεων:**

**Εξίσωση 1** Υπολογισμός δείκτη Fregoni Index (Simplified) (Castellucci, 2012) 44

**Εξίσωση 2** Υπολογισμός 1 Δείκτη Drought Index (Castellucci, 2012) 45

**Πίνακας εικόνων:**

**Εικόνα 1** Σειρές και είδη αμπέλου (Μπινιάρη) 14

**Εικόνα 2** Άμπελος, ποικιλία Ασύρτικο (Ρούσσου, 2006) 17

**Εικόνα 3** Άμπελος, ποικιλία Αθήρι (Ρούσσου, 2006) 18

**Εικόνα 4** Άμπελος, ποικιλία Αηδάνι (Ρούσσου, 2006) 18

**Εικόνα 5** Άμπελος, ποικιλία Μανδηλαριά (Ρούσσου, 2006) 19

**Εικόνα 6** Απεικόνιση ετήσιου κύκλου ανάπτυξης της αμπέλου (Jones, 2015) 22

**Εικόνα 7** Απεικόνιση πλανητικού κλιματικού συστήματος, οι διαδικασίες και οι αλληλεπιδράσεις του (Δαλέζιος, 2015) 31

**Πίνακας χαρτών:**

## Πίνακας πινάκων:

<b>Πίνακας 1</b> Σύσταση θρεπτικών συστατικών για διάφορα στάδια ανάπτυξης της αμπέλου (Mariappan et al, 2017)	28
<b>Πίνακας 2</b> Δοσολογίες λιπασμάτων σύμφωνα με τα στάδια ανάπτυξης αμπέλου (Mariappan et al, 2017)	29
<b>Πίνακας 3</b> Ο καιρός και το κλίμα επηρεάζουν την ανάπτυξη των αμπέλων και τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης (Gregory, 2014)	39
<b>Πίνακας 4</b> Παράγοντες που χαρακτηρίζουν μία ζώνη και επεξήγηση των ρόλων του εδάφους και του κλίματος και της αλληλεπίδρασή τους (++: ισχυρή; +: ενδιάμεση, 0 καμία), για μια συγκεκριμένη ποικιλία (Castellucci, 2012)	30
<b>Πίνακας 5</b> Κλιματικά δεδομένα και βιοκλιματικοί δείκτες που πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα με το σκοπό του τη ζώνη της αμπελουργίας με βάση το κλίμα (Castellucci, 2012)	35
<b>Πίνακας 6</b> Παραδείγματα 1 ποικιλιών- δείκτης GST (McCone et al, 2012)	37
<b>Πίνακας 7</b> Παραδείγματα 2 ποικιλιών- δείκτης GST (Sally, 2012)	38
<b>Πίνακας 8</b> Κατάταξη-Παρουσίαση ορίων δείκτη HI (Tonietto, Carbonneau, 2003)	42
<b>Πίνακας 9</b> Παρουσίαση ενδεικτικών ποικιλιών ανά εύρος HI (Bonnefoy,2017).	42
<b>Πίνακας 10</b> Βιοκλιματικοί δείκτες GST, GDD, HI, BEDD και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τους (Gregory et al, 2010)	43
<b>Πίνακας 11</b> Τιμή του συντελεστή διάρκειας ημερών $k$ για διάφορα εύρη γεωγραφικού πλάτους (Castellucci, 2012).	43
<b>Πίνακας 12</b> Υπολογισμός 2 Δείκτη Drought Index (Castellucci, 2012)	45
<b>Πίνακας 13</b> Παραδείγματα 1 δεικτών (Gregory et al, 2009)	46
<b>Πίνακας 14</b> Παραδείγματα 2 δεικτών (Gregory et al, 2009)	46
<b>Πίνακας 15</b> Εκτιμώμενα ακραία φαινόμενα έως το 2100 (Δαλέζιος, 2015)	49
<b>Πίνακας 16</b> Μελλοντικές εκτιμήσεις για την Ελλάδα (2021-2050, 2061-2090) (Koufow et al, 2017)	53
<b>Πίνακας 17</b> Βιοκλιματικοί δείκτες GST, GDD, HI και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τους (Gregory et al, 2010)	54

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο οίνος στον Ελλαδικό χώρο διανύει μία μακρόχρονη πορεία, όπου βασικό στοιχείο της αποδοχής του ακόμη και από τα παλαιότερα χρόνια, πέραν των επιθυμητών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του, είναι τα γνωστά οφέλη του στην ανθρώπινη υγεία. Τα πρώτα επίσημα στοιχεία παραγωγής και κατανάλωσης οίνου χρονολογούνται περίπου το 2.000 π.Χ. μέσω ευρημάτων που ανασκάφηκαν στην Κρήτη (Cobbold Durand-Viel et al, 2018). Ενώ, η κύρια χρήση του ως φάρμακο, επιβεβαιώνεται από χημικά στοιχεία που εντοπίστηκαν σε αγγεία από τον τάφο των 5.000 ετών του Φαραώ (Borrell, 2009). Πέραν όμως κυρίως της ευεργετικής επίδρασης των φαιολικών συστατικών στην ανθρώπινη υγεία, έχει πλέον διαμορφωθεί μία εναλλακτική μορφή αγροτουρισμού, ο οινοτουρισμός, ο οποίος συμβάλλει καθοριστικά στην οικονομία των νησιών. Κάποια ακόμη σημαντικά στοιχεία είναι ότι η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ο παγκόσμιος ηγέτης στην παραγωγή οίνου, ενώ πιο συγκεκριμένα η Ελλάδα κατέχει την έβδομη θέση όσον αφορά τους παραγόμενους όγκους (περίπου 2 τοις εκατό της συνολικής παραγωγής) (Vlachos, 2017). Ακόμη πιο ειδικά για τη Σαντορίνη, οι οίνοι της θεωρούνται από τα κορυφαία της Ελλάδος και ίσως και στην Ευρώπη με πρωταρχικούς συντελεστές αυτής της μοναδικότητας να είναι το ηφαιστειογενές της έδαφος και το κλίμα της. Κύριες ποικιλίες της το Ασύρτικο, το Αηδάνι, το Αθήρι, η Μανδηλαριά και το Μαυροτράγανο. Γενικά αποδεκτό είναι το γεγονός ότι η κάθε ποικιλία ευνοείται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της κλιματολογικής ζώνης. Αδιαμφισβήτητα λοιπόν, οποιαδήποτε μεταβλητή συνθήκη, επιφέρει αλλαγές. Αυτό αποτελεί και το κύριο ερευνητικό πεδίο της παρούσης εργασίας.

# Α' ΜΕΡΟΣ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΕΝΟΤΗΤΑ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΙΝΟΥ

### 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΥ

Ως οίνος χαρακτηρίζεται το προϊόν που παράγεται αποκλειστικά με αλκοολική ζύμωση, πλήρη ή μερική, νωπών σταφυλιών, που έχουν σπασθεί ή όχι, ή γλεύκους σταφυλής. Σύμφωνα με τον **Καν 1308/2013** στον γενικό ορισμό προβλέπεται ότι ο οίνος έχει, ανεξάρτητα από τις επεξεργασίες εμπλουτισμού: αποκτημένο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 9 % vol για την ζώνη Γ που ανήκει η Ελλάδα, ολικό αλκοολικό τίτλο το πολύ 15% vol, ολική οξύτητα τουλάχιστον 3,5g/l σε τρυγικό οξύ ή 46,6 χιλιοϊσοδύναμα/ λίτρο (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2020).

### 1.2 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΟΙΝΟΥ

Η προέλευση του οίνου πιθανότατα χρονολογείται περίπου το 5.000 π.Χ.. Ενδείξεις της ύπαρξης του κρασιού την 5<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ. εντοπίζονται σε έναν αμφορέα στο Hiji Firuz Tepe, στα βόρεια Όρη Ζάγκρος του Ιράν, κοντά στην Τουρκία. Εντοπίστηκαν συγκεκριμένα, κρύσταλλοι τρυγικού ασβεστίου. Το τρυγικό οξύ αποτελεί ένα από τα δύο βασικότερα οξέα του σταφυλιού και κύρια πηγή του είναι τα σταφύλια. Επιπρόσθετη πληροφορία που επικυρώνει τις ενδείξεις είναι ο παράλληλος εντοπισμός ιχθών ρητίνης. Το γεγονός αυτό, αυξάνει την πιθανότητα πως οι τρυγικοί κρύσταλλοι προέρχονταν από κρασί και όχι παραδείγματος χάριν από χυμό σταφυλιού. Κύρια χρήση της ρητίνης είναι οι συντηρητικές και οι αρωματικές της ιδιότητες (Jackson, 2008). Ωστόσο, η οινοποίηση πιθανότατα χρονολογείται αρκετά παλαιότερα από ό, τι δείχνει το αρχαιολογικό αρχείο, ενδεχομένως κατά την Παλαιολιθική περίοδο και η προέλευσή της έχει συνδεθεί στενά με τη θεωρία πως το αλκοόλ ήταν το καθολικό φάρμακο, με πλήθος ωφέλιμων ιδιοτήτων, παρά για την ευθυμία που επέφερε στις κοινωνικές συναθροίσεις (Borrell, 2009).

Η κύρια χρήση του κρασιού ως φάρμακο, επιβεβαιώνεται από χημικά στοιχεία που εντοπίστηκαν σε αγγεία από τον τάφο των 5.000 ετών του Φαραώ. Υπάρχει η υπόθεση πως ο τάφος ήταν γεμάτος με κρασί σταφυλιών που εισήχθη από την κοιλάδα του ποταμού Ιορδάνη. Ήταν γνωστές στους Αιγύπτιους οι δραστικές ενώσεις των φυτών, όπως των αλκαλοειδών και των τερπενοειδών, με την καλύτερη απορρόφηση τους σε αλκοολικό μέσο (Borrell, 2009).

### 1.3.1 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΟΙΝΩΝ

Κύρια κριτήρια κατάταξης των επιμέρους παραγόμενων κρασιών είναι i) το Χρώμα, ii) η Περιεκτικότητα σε αλκοόλ, iii) η Περιεκτικότητα σε σάκχαρα, iv) αν υπέστη το προϊόν ή όχι Δευτερεύουσα ζύμωση καθώς και v) ο Τύπος σταφυλιού που έχει παραχθεί. Ως κριτήριο το χρώμα, τα κρασιά χαρακτηρίζονται ως i) Λευκά, ii) Κόκκινα ή iii) Ροζέ. Κρασιά που περιέχουν i) Ποσοστό αιθανόλης μεγαλύτερο από το 15% χαρακτηρίζονται ως ενισχυμένοι οίνοι, ενώ ii) σε κάθε άλλη περίπτωση το Ποσοστό αιθανόλης κυμαίνεται από 7-14%. Τα κρασιά επιπλέον, χαρακτηρίζονται ως i) Ξηρά, ii) Ημίξηρα, iii) Ημίγλυκα και iv) Γλυκά. Αυτό ορίζεται από το ποσοστό των υπολειπόμενων σακχάρων του οίνου μετά την αλκοολική ζύμωση. Ακόμα, κρασιά που υπέστησαν δευτερεύουσα ζύμωση i) στη Φιάλη ή ii) σε Δεξαμενή για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα υπό πίεση ονομάζονται «αφρώδεις οίνοι». Εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών, ο όρος «σαμπάνια» προορίζεται νόμιμα για χρήση μόνο σε αφρώδη κρασιά που παρασκευάζονται στην περιοχή της Καμπανίας της Γαλλίας. Τέλος, τα κρασιά χαρακτηρίζονται επίσης, κατά καιρούς, από την Ποικιλία του σταφυλιού που έχουν παραχθεί. Υπάρχουν χιλιάδες ποικιλίες ειδών *Vitis*. Το κλίμα και το έδαφος στο οποίο η ποικιλία σταφυλιών μεγαλώνει και το συγκεκριμένο αναπτυσσόμενο έτος μπορεί να έχει έντονη επίδραση στη γεύση του προκύπτοντος οίνου (Steinkraus, 2009).

### 1.3.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΛΕΥΚΟΥ, ΚΟΚΚΙΝΟΥ ΚΑΙ ΡΟΖΕ ΟΙΝΟΥ

Η ειδοποιός διαφορά μεταξύ των διαφόρων χρώματος κρασιών δεν βασίζεται μόνο στην πρώτη ύλη, αλλά και στον τρόπο που επεξεργάζεται αυτή. Συγκεκριμένα, με τη διαδικασία της εκχύλισης τα παραγόμενα κρασιά αποκτούν το επιθυμητό χρώμα από τον εκάστοτε παραγωγό. Η εκχύλιση είναι το στάδιο διεργασίας στην οινοποίηση στο οποίο ο χυμός των σταφυλιών έρχεται σε επαφή με τους φλοιούς και τα στέμφυλα, μέρη του σταφυλιού που ευθύνονται για το χρώμα των οίνων. Πολλές φορές η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται για να εμπλουτίσει το τελικό προϊόν μόνο με αρωματικά χαρακτηριστικά. Πιο αναλυτικά, οι Λευκοί οίνοι είναι εκείνοι που απαιτούν το λιγότερο χρόνο εκχύλισης αφού στην περίπτωση αυτή ο κύριος σκοπός είναι ο εμπλουτισμός των αρωματικών χαρακτηριστικών. Για τους Ροζέ και Κόκκινους οίνους ο χρόνος εκχύλισης αυξάνεται ανάλογα με το επιθυμητό χρώμα. Στην περίπτωση των Ροζέ, η εκχύλιση διαρκεί για λιγότερες ώρες, συγκριτικά με τους Ερυθρούς όπου εκεί μπορούν να παραμείνουν ακόμα και μέρες.

### 1.4.1 ΕΙΔΗ ΑΜΠΕΛΟΥ

Αναπόσπαστο, λοιπόν, μέρος για την διάδοση της οινοποίησης και την κατάταξη των κρασιών ήταν η εξάπλωση της αμπελοκομίας, δηλαδή της καλλιέργειας της αμπέλου. Vitales ορίζεται η υψηλότερη κατηγορία ταξινόμησης των σταφυλιών. Τα σταφύλια ανήκουν στην οικογένεια Vitaceae, η οποία περιέχει 16 γένη και περίπου 770 είδη, κυρίως στις τροπικές περιοχές ή σε θερμές εύκρατες περιοχές του κόσμου (Berry et al, 2017). Το γένος που μας απασχολεί είναι το Vitis το οποίο τελευταία χωρίζεται σε 2 βασικά υποείδη το vitis (eu-vitis) και το muscadinia. Προχωρώντας σε ένα επίπεδο πιο συγκεκριμένο, θα λέγαμε ότι το υπογένος vitis περιλαμβάνει με τη σειρά του 11 είδη, με το vitis vinifera να είναι αυτό που μας απασχολεί περισσότερο και συγκεκριμένα το υποείδος vitis vinifera sativa το οποίο εισήχθη από την Ασία στην Ευρώπη και περιλαμβάνει τις καλλιεργούμενες ποικιλίες.

Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Η φυσική τους περιεκτικότητα σε σάκχαρα, αποτελεί απαραίτητο υλικό για τη ζύμωση, με άμεση απόδοση αλκοόλης 10% ή υψηλότερη. Τα κρασιά που περιέχουν λιγότερο αλκοόλ είναι ασταθή λόγω της ευαισθησίας τους σε βακτηριακή αλλοίωση. Επιπλέον, ακόμη ένα λόγος προτίμησης της ποικιλίας Vitis vinifera είναι η μέτρια οξύτητα των ώριμων σταφυλιών του, επίσης ευνοϊκή για την οινοποίηση. Τέλος, ιδιαίτερα διαδεδομένες ποικιλίες είναι η V. Labrusca και το V. Rotundifolia, οι οποίες έχουν εξημερωθεί στις ανατολικές Ηνωμένες Πολιτείες και η V. Amurensis στην Ιαπωνία (Amerine et al, 2020).

Αναλυτικότερα επιμέρους είδη και σειρές αναγράφονται στην Εικόνα 1. (Μπινιάρη, 2013).

Σειρές	Είδη
<i>Candicancae</i>	<i>V. candicans</i> , <i>V. doaniana</i> , <i>V. Longii</i> , <i>V. coriacea</i> , <i>V. Simpsonii</i> , <i>V. Champinii</i>
<i>Labruscae</i>	<i>V. Labrusca</i> , <i>V. Coignetiae</i>
<i>Caribaeae</i>	<i>V. caribaea</i> , <i>V. Blancoii</i> , <i>V. lanata</i>
<i>Arizonae</i>	<i>V. arizonica</i> , <i>V. californica</i> , <i>V. girdiana</i> , <i>V. Treleasei</i>
<i>Cinereae</i>	<i>V. cinerea</i> , <i>V. Berlandieri</i> , <i>V. Baileyana</i> <i>V. Bourgeana</i>
<i>Aestivalae</i>	<i>V. aestivalis</i> , <i>V. bicolor</i> , <i>V. Lincecumii</i> , <i>V. Bourquina</i> , <i>V. gigas</i> , <i>V. rufotomentosa</i>
<i>Cordifoliae</i>	<i>V. cordifolia</i> , <i>V. illex</i> , <i>V. Helleri</i> , <i>V. monticola</i> , <i>V. rubra</i>
<i>Flexuosae</i>	<i>V. flexuosa</i> , <i>V. Thunbergii</i> , <i>V. betulifolia</i> , <i>V. reticulata</i> , <i>V. amurensis</i> , <i>V. Piasezkii</i> , <i>V. Embergeri</i> , <i>V. pentagona</i> κ.λπ.
<i>Spinosa</i>	<i>V. armata</i> , <i>V. Davidii</i> , <i>V. Romanetii</i>
<i>Ripariae</i>	<i>V. riparia</i> , <i>V. rupestris</i>
<i>Viniferae</i>	<i>V. vinifera</i> , <i>V. silvestris</i>

Εικόνα 1 Σειρές και είδη αμπέλου (Μπινιάρη)

## 1.4.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΙΜΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙΝΟΙ

Σύμφωνα με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για την ταξινόμηση των ποικιλιών που καλλιεργούν στα εδάφη τους σε “συνιστώμενες” και “επιτρεπόμενες” ποικιλίες πληρώντας κάποιους όρους. Δηλαδή, οι ποικιλίες πρέπει να ανήκουν στο είδος *Vitis vinifera* ή να προέρχονται από διασταύρωση μεταξύ του συγκεκριμένου είδους και άλλων ειδών του γένους *vitis* κι επίσης να μην ανήκουν στις: Noah, Othello, Isabelle, Jacquez, Clinton και Herbermont.

Απο την άλλη πλευρά, όσον αφορά τους οίνους που παράγονται στην χώρα μας υπάρχει η κατάταξη σε : i) οίνους Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ), ii) οίνους Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ), iii) οίνους χωρίς ΠΟΠ/ΠΓΕ , σε iv) οίνους Κατά Παράδοση (Ρετσίνα), που αντίστοιχα χωρίζονται σε οίνους ΠΓΕ ή όχι, και τέλος σε v) οίνους Ποικιλιακούς στον οποίων αναγράφεται μόνο η ποικιλία και η χρονιά. Συγκεκριμένα, στον αμπελώνα της Σαντορίνης ο πιο συνηθής όρος που συναντάμε στα κρασιά της είναι αυτός του ΠΟΠ Σαντορίνη και Vinsanto.

Ως ΠΟΠ θεωρείται η περιοχή, μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας η οποία χρησιμοποιείται για να περιγράψει έναν οίνο εφόσον η ποιότητα και τα χαρακτηριστικά του οφείλονται κυρίως ή αποκλειστικά στο ιδιαίτερο γεωγραφικό περιβάλλον του που περιλαμβάνει τους φυσικούς και ανθρώπινους παράγοντες. Τα σταφύλια από τα οποία παράγεται ο οίνος καθώς και η παραγωγή του θα πρέπει να είναι αποκλειστικά από την γεωγραφική αυτή ζώνη , ενώ οι ποικιλίες θα πρέπει να ανήκουν στο είδος *vitis vinifera*.

## 1.5 ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Η κύρια ποικιλία της Σαντορίνης είναι το Ασύρτικο, το οποίο αποδίδει οίνους εξαιρετικά ποιοτικούς. Τα σταφύλια αυτής της ποικιλίας, που είναι αρκετά ευοξειδωτη, όταν οινοποιηθούν προσεκτικά δίνουν κρασιά με φρουτώδη γεύση και λεπτό άρωμα. Συγκεκριμένα στο νησί της Σαντορίνης λόγω του κλίματος και του ηφαιστειογενούς εδάφους, τα παραγόμενα κρασιά χαρακτηρίζονται από μεταλλικότητα και αλμύρα. Η παραγωγή του Ασύρτικου καλύπτει το 70% της Σαντορίνης, ένα 15% καλύπτεται από τις λευκές ποικιλίες, Αθήρι και Αηδάνι, ενώ το υπόλοιπο 15% που καλλιεργείται είναι οι κόκκινες ποικιλίες, Μανδηλαριά και Μαυροτράγανο. (Cobbold Durand-Viel et al, 2018). Για το γεωγραφικό διαμέρισμα των Κυκλάδων, οι ποικιλίες Ασύρτικο, Αθήρι, Αηδάνι και Μανδηλαριά ανήκουν στις συνιστώμενες ποικιλίες, ενώ το Μαυροτράγανο ανήκει στις επιτρεπόμενες. Και οι πέντε προαναφερόμενες ποικιλίες είναι πλήρως εναρμονισμένες και προσαρμοσμένες με το ξηρό κλίμα της Σαντορίνης και ευρύτερα με τις κλιματολογικές συνθήκες του νησιού. (Ταγαρούλια, 2013).





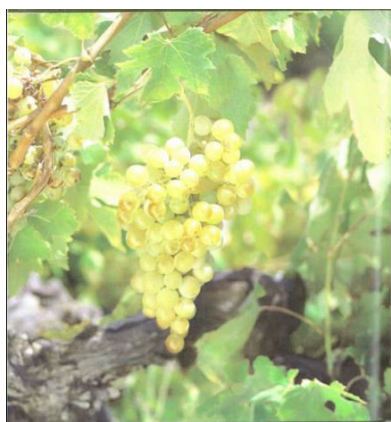
*Χάρτης 2.1.2. Οι κυριότερες ελληνικές λευκές και ροδόχρωμες ποικιλίες αμπέλου στην περιοχή των Κυκλάδων.*

*Χάρτης 1 Κυριότερες ποικιλίες νησιών των Κυκλάδων (Kalpakis et al, 2004)*

### **1.5.1 ΑΣΥΡΤΙΚΟ**

Οι γηγενείς ποικιλίες αμπέλου της Ελλάδας, ως χώρα του Παλαιού Κόσμου, είναι πολυάριθμες και καθιστούν τη χώρα μία από τις πλέον «πολυποικιλιακές» οινοπαραγωγικά και τον ελληνικό αμπελώνα έναν από τους πλουσιότερους του κόσμου. Στις γηγενείς ποικιλίες, δηλαδή στις ποικιλίες όπου δημιουργούνται στις περιοχές όπου εξημερώνονται ανήκει και το Ασύρτικο (Μπεμπέλη,2018). Το Ασύρτικο παρουσιάζει και το μεγαλύτερο επιστημονικό ενδιαφέρον, λόγω της μεγάλης καλλιεργητικής έκτασης που κατέχει κυρίως στην περιοχή της Σαντορίνης. Το Ασύρτικο είναι μία ποικιλία, που καλλιεργείται από την αρχαιότητα περίπου και διατηρεί σταθερή τη ποιότητα της με το πέρασμα των ετών. Χαρακτηρίζεται ως κρασί Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (ΠΟΠ) ως μονοποικιλιακό, αλλά συμμετέχει και σε χαρμάνια για την παραγωγή ξηρών και γλυκών κρασιών, όπως παραδείγματος χάριν του κρασιού Vinsanto που συνοινοποιείται μαζί με το Αθήρι και το Αηδάνι (Kourakou & Dragona, 1995).

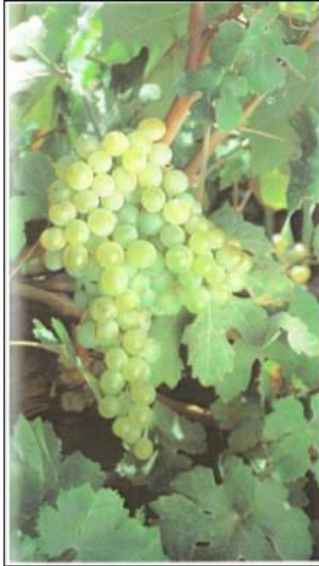
Πλεονέκτημα της συγκεκριμένης ποικιλίας είναι ότι είναι απόλυτα προσαρμοσμένη στο ξηροθερμικό περιβάλλον της Σαντορίνης. Ως προς την ωρίμανση, χαρακτηρίζεται πρόιμη, καθώς ωριμάζει συνήθως κατά τα μέσα Αυγούστου και σπανιότερα φτάνει τα τέλη Αυγούστου-αρχές Σεπτεμβρίου. Στη δεύτερη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως όψιμη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόδοση υψηλών αλκοολικών τίτλων και όταν ωριμάσει ξεπερνά τους 12 βαθμούς Be αλλά χωρίς να χάσει την υψηλή οξύτητα της που δίνει στους οίνους μια φρεσκάδα και δροσερότητα, ενώ το pH της βρίσκεται στο 3,35-3,45. Τέλος, παρατίθενται κάποια χαρακτηριστικά για τη ράγα, όπου το μέσο βάρος των 100 ραγών είναι 290 γρ. και το μέσο βάρος σταφυλής είναι 347 γρ. με μια αναλογία 97,5% ράγες και 2,5% βόστρυχοι (Καλακός, Πελαγία, 2015).



*Εικόνα 2 Άμπελος, ποικιλία Ασύρτικο (Ρούσσου, 2006)*

### **1.5.2 ΑΘΗΡΙ**

Συνέχεια έχει η ποικιλία Αθήρι, η οποία προέρχεται από το νησί της Κρήτης και έχει ευδοκιμήσει ιδιαίτερα στο νησί της Σαντορίνης. Η ποικιλία αυτή παρουσιάζει αυξημένη προσαρμοστικότητα και ανθεκτικότητα στην ξηρασία. Είναι όψιμης ωρίμανσης με υψηλή οξύτητα που δίνει ελαφρώς αρωματικό χαρακτήρα, παράγοντας οίνους με ελαφρύ σώμα και μικρό δυναμικό παλαίωσης. Όταν το Αθήρι συνοινοποιείται με το Ασύρτικο το δυναμικό αυτό μεγαλώνει λόγω της υψηλής οξύτητας της δεύτερης ποικιλίας. Σχετικά με τη ράγα, το μέσο βάρος της είναι 300 γρ. και η σύνθεση της είναι 95,6% ράγες και 4,4% βόστρυχοι. (Καλακός, Πελαγία, 2015). Από την ποικιλία αυτή παράγονται κρασιά με ονομασία ΠΟΠ Σαντορίνη. Ακόμη, η συγκεκριμένη ποικιλία αποδίδει οίνους με υψηλό αλκοολικό βαθμό είτε μονοποικιλιακά είτε συνδυαστικά με την ποικιλία Ασύρτικο και Αηδάνι όπου παρασκευάζεται γλυκό κρασί με την ονομασία «Vinsanto» (Ρούσσου, 2006).



*Εικόνα 3 Άμπελος, ποικιλία Αθήρι (Ρούσσου, 2006)*

### **1.5.3 ΑΗΔΑΝΙ**

Είναι λευκή ποικιλία με καταγωγή από την Μικρά Ασία, το οποίο φαίνεται από το όνομα της το οποίο έρχεται από τα Άδανα. Η κύρια αξιοποίηση της είναι για ανάμειξη με γλεύκη άλλων ποικιλιών με σκοπό τον εμπλουτισμό του αρώματος καθώς πρόκειται για μοσχάτη ποικιλία, ενώ από μόνη της έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και μέτρια οξύτητα. Η σύνθεση της σταφυλής της είναι 93% ράγες και 7% βόστρυχοι και το μέσο βάρος των 100 ραγών είναι 240 γρ. (Καλακός, Πελαγία, 2015).



*Εικόνα 4 Άμπελος, ποικιλία Αηδάνι (Ρούσσου, 2006)*

#### 1.5.4 ΜΑΝΔΗΛΑΡΙΑ

Η Μανδηλαριά είναι η κύρια ερυθρή ποικιλία της Σαντορίνης, η οποία συμμετέχει σε χαρμάνια, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει και οινοποιείται για την παραγωγή μονοποικιλιακών οίνων. Είναι όψιμη ποικιλία, καθώς ωριμάζει κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, ενώ έχει μεγάλη ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Η σημαντικότητα αυτής της ποικιλίας είναι ότι προσδίδει στους παραγόμενους οίνους έντονο χρώμα και τανίνες. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η Μανδηλαριά παλαιότερα χρησιμοποιούταν για το κόκκινο γλυκό Vinsanto, έπειτα από το λιάσιμο των σταφυλιών. Η σύνθεση της είναι 94% ράγες και 6% βόστρυχοι. Το μέσο βάρος των 100 ραγών είναι 280 γρ (Καλακός, Πελαγία, 2015). Επίσης η Μανδηλαριά συμμετέχει σε οίνους ΠΓΕ Κυκλάδων.



*Εικόνα 5 Άμπελος, ποικιλία Μανδηλαριά (Ρούσσου, 2006)*

#### 1.5.5 ΜΑΥΡΟΤΡΑΓΑΝΟ

Η ποικιλία του Μαυροτράγανου συναντάται κυρίως στο νησί της Σαντορίνης σε πολύ μικρές εκτάσεις. Είναι όψιμη ποικιλία, αφού ωριμάζει τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου. Συμμετέχει ως συμπληρωματική ποικιλία σε χαρμάνια, με επεκτατικές τάσεις στην καλλιέργεια της. Το παραπάνω γίνεται αντιληπτό από τον πρωταγωνιστικό ρόλο που αποκτά σιγά σιγά η ποικιλία αυτή τα τελευταία 20 χρόνια. Το Μαυροτράγανο συμβάλλει στην παραγωγή κρασιών Προστατευόμενης Γεωγραφικής Ένδειξης (ΠΓΕ) Κυκλάδων.

## ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

### 2.1 ΕΤΗΣΙΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Η ετήσια ανάπτυξη του αμπελιού περιγράφεται συχνά χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα στάδια: i) Έκπτυξη οφθαλμών, ii) Ανάπτυξη βλαστών & Άνθιση, iii) Καρπόδεση ή Στάδια ανάπτυξης μούρων & Περκασμός, iv) Συγκομιδή/ Τρύγος και v) Χειμερινή αδράνεια. Το πέρασμα κάθε σταδίου ανακοινώνει την έναρξη του επόμενου στον ετήσιο κύκλο διαχείρισης του αμπελώνα. Ο χρόνος και η διάρκεια των γεγονότων υπόκεινται σε διακυμάνσεις λόγω της ποικιλίας σταφυλιών, του τοπικού κλίματος και του εποχιακού καιρού, αλλά η ακολουθία των γεγονότων παραμένει σταθερή. Αναγνωρίζεται ότι πολλά από αυτά τα γεγονότα αλληλεπικαλύπτονται με άλλα για μια χρονική περίοδο, απαιτώντας από το αμπέλι να καταναίμει τους πόρους του σε ανταγωνιστικές δραστηριότητες. Τέλος, πληροφορίες σχετικά με τα στάδια ανάπτυξης μπορούν να είναι χρήσιμες για τον υπολογισμό των αποδόσεων των καλλιεργειών (Goldammer et al, 2018).

Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια αναλυτικότερα, αναφέροντας τις χρονικές περιόδους για την Σαντορίνη.

#### *2.1.1 Έκπτυξη των οφθαλμών (Μάρτιος/ Απρίλιος)*

Το στάδιο αυτό ξεκινάει με την διόγκωση των χειμέριων οφθαλμών την περίοδο της άνοιξης και συγκεκριμένα μόλις η μέση θερμοκρασία ξεπεράσει τους 10°C. Ένας οφθαλμός παράγει νέους βλαστούς κατά την έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου. Οι χειμέριοι οφθαλμοί είναι σύνθετοι καθώς αποτελούνται ο καθένας τους από 3 επιμέρους, έναν κύριο και δύο μικρότερους ή αλλιώς αντικαταστάτες (Γιώργος Μπανίλας, 2009) Ένα μέρος τους αναπτύσσεται αμέσως (ταχυφυής ή μεσοκάρδιος οφθαλμός), ενώ άλλα μέρη παραμένουν λανθάνοντα. Αυτά φέρουν τη σοδεία της επόμενης σεζόν (Goldammer et al, 2018).

#### *2.1.2 Ανάπτυξη βλαστών/ φύλλων & Άνθιση (Μάρτιος/ Μάιος)*

Καθώς αναπτύσσεται ο νέος κύριος βλαστός, το κλήμα ανθίζει. Ένας καρποφόρος βλαστός παράγει συνήθως μία έως τρεις ταξιανθίες ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες ανάπτυξης της προηγούμενης περιόδου υπό τις οποίες αναπτύχθηκε ο αδρανής οφθαλμός (που παρήγαγε δηλαδή τον κύριο βλαστό). Πολλά είδη σταφυλιών, συμπεριλαμβανομένων των περισσότερων ποικιλιών *Vitis vinifera*, σχηματίζουν μόνο ταξιανθίες ανά βλαστό. Η θέση αυτών είναι επίσης συγκεκριμένη. Συνήθως, αναπτύσσονται στον τρίτο έως τον έκτο κόμβο από τη βάση του βλαστού με ένα σύμπλεγμα που περιέχει πάρα πολλές εκατοντάδες μεμονωμένα άνθη. Η ανθοφορία συμβαίνει συνήθως εντός έξι έως οκτώ εβδομάδων από την έκπτυξη των οφθαλμών, ξεκινώντας από τους ανώτερους βλαστούς. Ο ακριβής χρόνος ποικίλλει ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε ποικιλίας. Η περίοδος άνθησης διαρκεί συνήθως από 1 έως 3 εβδομάδες (Goldammer et al, 2018).

### **2.1.3 Καρπόδεση ή Στάδια ανάπτυξης μούρων & Περκασμός (Μάιος- Αύγουστος)**

Η καρπόδεση ή ανάπτυξη μούρων εμφανίζεται σε τρία γενικά στάδια:

(1) αρχικό στάδιο ή στάδιο καρπόδεσης, όπου γίνεται ο σχηματισμός των άγουρων σταφυλιών, (2) η περίοδος στασιμότητας της ανάπτυξης τους και (3) το στάδιο του περκασμού και της ωρίμανσης. Στο σημείο αυτή η ράγα από άγουρη και σκληρή, παίρνει χρώμα, μεγαλώνει και αποκτά σάκχαρα, προσθέτοντας γεύση και αρωματικά χαρακτηριστικά.

### **2.1.4 Συγκομιδή/ Τρύγος**

Καθώς πλησιάζει η συγκομιδή, το σταφύλι θεωρείται έτοιμο για τρύγο όταν τα σάκχαρα και τα υπόλοιπα οξέα είναι καλά ισορροπημένα προκειμένου να δώσουν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στον παραγόμενο οίνο. Συνήθως με τη βοήθεια του διαθλασίμετρου, μπορεί ένας παραγωγός να ξέρει σε πιο σημείο τεχνολογικής ωριμότητας είναι το αμπέλι του. Ένας καλλιεργητής μπορεί να επιλέξει να μαζέψει τα σταφύλια πριν ωριμάσουν (πρώιμος τρύγος), στο σημείο της ιδανικής ωριμότητας, ή όταν είναι υπερβολικά ώριμα (όψιμος τρύγος). Όλα εξαρτώνται από το στυλ του κρασιού που επιθυμεί ο οινοποιός. Στην κάθε οινοποιήσιμη ποικιλία, η οποία θα δώσει έναν συγκεκριμένο τύπο κρασιού, θα πρέπει να έχουμε έναν δείκτη ωρίμανσης μεταξύ του 20 και 35 έτσι ώστε το σταφύλι να είναι έτοιμο για τρύγο. Ο δείκτης ωρίμανσης ουσιαστικά είναι η σχέση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε σάκχαρα εκφρασμένη σε γραμμάρια, προς την ολική ογκομετρούμενη οξύτητα σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανα χίλια γραμμάρια γλεύκους.

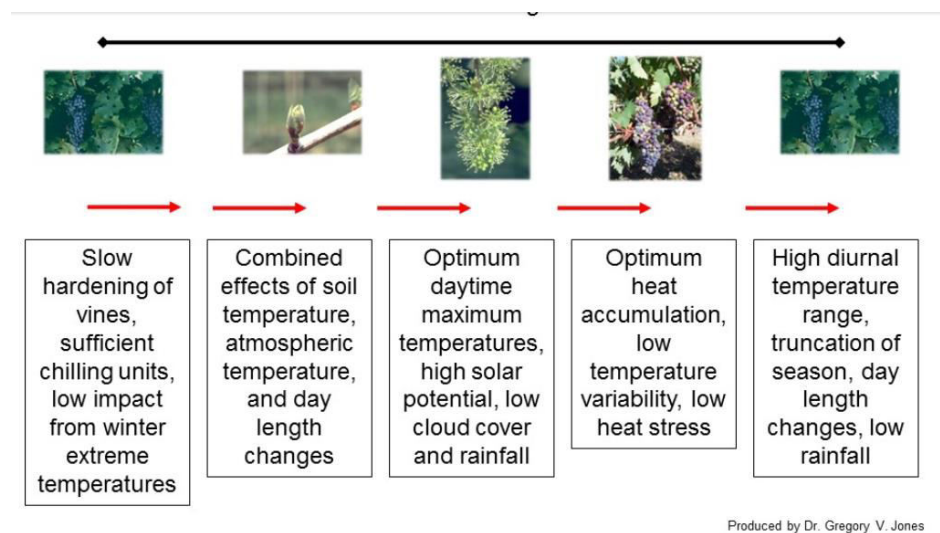
### **2.1.5 Χειμερινή αδράνεια**

Το φθινόπωρο, το αμπέλι μπαίνει σε αδράνεια - το στάδιο χωρίς δραστηριότητα ανάπτυξης, το οποίο εκτείνεται έως ότου σκάσει ο οφθαλμός την επόμενη άνοιξη. Υπάρχουν τρία βασικά φυσιολογικά στάδια που σχετίζονται με την αδράνεια και την ανθεκτικότητα στο κρύο των αμπελών. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας αδράνειας είναι ο εγκλιματισμός, ο οποίος ξεκινά μετά την ωρίμανση της αμπέλου και την ανάπτυξη των βλαστών. Το δεύτερο στάδιο (μέγιστη ανθεκτικότητα στο κρύο) συμβαίνει κατά τους μήνες του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου μέγιστης ανθεκτικότητας, το αμπέλι μπορεί να αντέξει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως -29°C, ανάλογα με την ποικιλία. Τέλος, στο τρίτο στάδιο, τα αμπέλια αρχίζουν να χάνουν την ψυχρή ανθεκτικότητα (εξαφάνιση) καθώς προσαρμόζονται στις θερμότερες θερμοκρασίες (Goldammer et al, 2018).

## **2.2.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ**

Τα σταφύλια ξεκινούν τον κύκλο ανάπτυξης τους την άνοιξη, όταν η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι περίπου 10°C και για να φτάσουν στην επιθυμητή ωριμότητα, απαιτούν μια ορισμένη ποσότητα θερμότητας πάνω από 10°C κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αυτή η ποσότητα θερμότητας, που ονομάζεται άθροισμα θερμότητας, υπολογίζεται συνολικά με τον αριθμό των βαθμών μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας άνω των 10°C για κάθε ημέρα της

καλλιεργητικής περιόδου. Απαιτείται άθροισμα θερμότητας περίπου 1.800°C για επιτυχή ανάπτυξη. Εάν το άθροισμα θερμότητας είναι μικρότερο από το απαιτούμενο, τα σταφύλια δεν θα ωριμάσουν και θα φτάσουν στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου με ανεπαρκή ποσότητα σακχάρων και ανεπιθύμητη μεγάλη τιμή οξύτητας. Από την άλλη μεριά, όταν το άθροισμα της θερμότητας είναι πολύ μεγαλύτερο από το απαιτούμενο, τα σταφύλια ωριμάζουν νωρίτερα και με χαμηλότερη οξύτητα και χρώμα από αυτά που παράγονται κάτω από ψυχρότερες συνθήκες (Maynard A. Amerine, 2020). Τέλος, κατά την περίοδο ανάπτυξης των καρπών, οι μέσες απαραίτητες μηνιαίες θερμοκρασίες για τις λευκές ποικιλίες κυμαίνονται από 18 έως 20°C ενώ για ερυθρές ποικιλίες οι θερμοκρασίες είναι ελάχιστα πιο αυξημένες μεταξύ 21-22°C (Λαζόγλου, 2015).



*Εικόνα 6 Απεικόνιση ετήσιου κύκλου ανάπτυξης της αμπέλου (Jones, 2015)*

## 2.2.2 ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΟΡΙΑ & ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

### 2.2.2.1 Ελάχιστη θερμοκρασία παγώματος κατά την αδρανή περίοδο της αμπέλου:

Αυτή είναι η ελάχιστη θερμοκρασία κάτω από την οποία η ζημιά που μπορεί να προκληθεί στη βιωσιμότητα των φυτών είναι μη αναστρέψιμη. Ανάλογα με το φυτικό υλικό και τη σκληρότητα της αμπέλου, το όριο αντοχής της σε χαμηλές θερμοκρασίες κυμαίνεται από -15°C έως και -25°C ως ελάχιστη θερμοκρασία παγώματος κατά την αδρανή περίοδο. Συνήθως, όμως, από τους

-15°C και ανάλογα με την κατάσταση του φυτού μπορούν να υπάρξουν ζημιές εξαιτίας του λεγόμενου χειμερινού παγετού.

#### **2.2.2.2 Ελάχιστη θερμοκρασία παγώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης:**

Το αμπέλι, προκειμένου να δώσει εξαιρετικής ποιότητας καρπό, θα πρέπει να διανύσει την χειμερινή περίοδο αδράνειας υπό φυσιολογικές συνθήκες. Η καταστροφή των φυτικών οργάνων από τον παγετό εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης της αμπέλου και το φυτικό υλικό. Ο όρος παγετός χρησιμοποιείται για θερμοκρασίες χαμηλότερες από 0°C. Η ζημιά εμφανίζεται συνήθως σε θερμοκρασίες κάτω των -3°C. Σε εύκρατα κλίματα, αυτές οι καταστάσεις συμβαίνουν μερικές φορές σε συνθήκες όπως "παγετοί ακτινοβολίας" που ανήκουν οι όψιμοι παγετοί της άνοιξης. Συγκεκριμένα, συμβαίνουν εξαιτίας της επαφής του αέρα με το αμπέλι και την επιφάνεια του εδάφους, όπου μεταφέρεται η θερμότητα στον αέρα και χάνεται στην ατμόσφαιρα. Όταν όμως ο ουρανός είναι συννεφιασμένος τότε αντανακλάται μέρος αυτής και επιστρέφει προς τη γη. Για αυτούς τους λόγους, εκτιμάται το εξής εύρος 0°C έως -2°C ως θερμοκρασία κατάψυξης κατά την καλλιεργητική περίοδο.

#### **2.2.2.3 Μέγιστη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της περιόδου καλλιέργειας και ωρίμανσης των σταφυλιών:**

Οι συνέπειες των υψηλών θερμοκρασιών στην άμπελο ποικίλουν ανάλογα με τη διάρκειά τους, τους υδάτινους πόρους, το βλαστικό στάδιο και το γονότυπο του μοσχεύματος. Συγκεκριμένα, έχει αποδειχθεί ότι υψηλές θερμοκρασίες στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης ελαττώνουν τη διάρκεια του καθώς επίσης και το ρυθμό αύξησης των ραγών, έχοντας αντίκτυπο στη συνολική πορεία μέχρι τον τρύγο. Όσον αφορά τη φυσιολογία της αμπέλου φαίνεται πως τελικά οδηγούμαστε σε μικρόραγα σταφύλια και σε αργοπορημένη ωρίμανση τους, όταν στη διάρκεια του τρίτου σταδίου έχουμε υψηλές θερμοκρασίες. Μπορούμε επίσης να θεωρήσουμε ότι πέρα από τους 35°C, μειώνεται η φωτοσυνθετική ικανότητα της αμπέλου και επηρεάζεται η περιεκτικότητα σταφυλιών σε ανθοκυάνες, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε σε σταφύλια με φτωχό χρωματισμό των ραγών (Castellucci, 2012). Τέλος, στη φάση ωρίμανσης μπορούμε να έχουμε το φαινόμενο του "ήλιακού εγκαύματος", κατά το οποίο γίνεται ζάρωμα των ραγών λόγω ισχυρής καταπόνησης από υψηλές θερμοκρασίες.

### **2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΟΙΝΟΥ**

Η παραγωγή ενός καλού και ποιοτικού οίνου ξεκινά όπως κάθε τελικό ποιοτικό προϊόν από μία υψηλής ποιότητας πρώτη ύλη. Η υψηλή ποιότητα του οίνου για να επιτευχθεί εξαρτάται από κάποιους κύριους παράγοντες: τη ποικιλία, την αμπελοκομική τεχνική που εφαρμόζεται και το αμπελουργικό περιβάλλον (Μπινιάρη). Η συγκομιδή αποτελεί το πρώτο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του οίνου, όπου τα σταφύλια πρέπει να συλλέγονται όταν βρίσκονται στην κορύφωση της ωριμότητάς τους και όταν πλέον έχουν αποκτήσει την επιθυμητή γεύση με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και την επιθυμητή οξύτητα. Εν συνεχεία, πρέπει όσο το δυνατόν πιο άθικτα να υποβάλλονται σε επεξεργασία γρήγορα. Κατά σειρά προκύπτουν οι εξής διεργασίες: i) αποβοστρύχωση ή μη και συμπίεση, ii) Ζύμωση, iii) Μετάγγιση και Ψυχρή σταθεροποίηση, iv) Διαύγαση, v) Εμφιάλωση και τέλος vi) Προαιρετική παλαιώση.



## **ΕΝΟΤΗΤΑ 3. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

### **3.1.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΩΝ**

Ως κλίμα χαρακτηρίζονται οι μέσοι όροι των καιρικών συνθηκών ενός συγκεκριμένου τόπου για μεγάλο χρονικό διάστημα και είναι αναμφισβήτητα ο πιο σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τον χαρακτήρα ενός εκλεκτού οίνου. Το κλίμα καθορίζει σε μεγάλο βαθμό ποιες ποικιλίες σταφυλιών είναι βιώσιμες σε ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό μέρος (Swan, 2019).

Το μακροκλίμα αναφέρεται στο επικρατούμενο κλίμα μιας μεγάλης γεωγραφικής περιοχής και αφορά i) τη Θερμοκρασία, ii) την Ηλιακή ακτινοβολία, iii) την Ηλιοφάνεια, iv) τον Άνεμο, v) την Υγρασία, vi) τα Νέφη και vii) τις Βροχοπτώσεις.

Το μεσοκλίμα περιγράφει το κλίμα μιας μικρής περιοχής, συνήθως ενός μεμονωμένου αμπελώνα ή πλαγιάς λόγω τοπικών ιδιοτήτων, όπως είναι i) το Ανάγλυφο του εδάφους, ii) η Κλίση και iii) η Έκθεση του στον ήλιο, iv) η Ύπαρξη μεγάλων επιφανειών νερού και Βλάστησης. Στα μεσο-κλίμακα, η Τοπογραφία και η Ανύψωση μιας περιοχής είναι σημαντικές, καθώς επιβάλλουν τοπικές επιπτώσεις στο γενικό μακροκλίμα.

Τέλος, το μικροκλίμα ενός αμπελώνα είναι το κλίμα από το έδαφος προς τα πάνω μέχρι και το πρέμνο και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του κρασιού (Goldammer et al, 2018). Ουσιαστικά αναφέρεται στο περιβάλλον που επικρατεί μέσα και γύρω από τα πρέμνα.

### **3.1.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ - ΚΛΙΜΑΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ**

Η ταξινόμηση των διαφόρων κλιμάτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Αρχικά, βάσει θερμοκρασίας και στη συνέχεια συνδυάζοντας διάφορους παράγοντες, όπως είναι η ηπειρωτικότητα, η βροχόπτωση και η ηλιοφάνεια.

#### **3.1.2.1 ΚΛΙΜΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ**

- i) Ψυχρό κλίμα: <16,5°C
- ii) Ήπιο κλίμα: 16,5°C- 18,5°C
- iii) Θερμό κλίμα: 18,5°C- 21°C
- iv) Καυτό Κλίμα: >21°C

#### **3.2.1 ΥΠΟΤΡΟΠΙΚΟ ΚΛΙΜΑ**

Τα υποτροπικά κλίματα συναντώνται σε περιοχές με ήπιους χειμώνες και ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, δηλαδή σε περιοχές όπου τουλάχιστον 4 μήνες του χρόνου η θερμοκρασία είναι πάνω από 10°C.

### **3.2.2 ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΚΛΙΜΑ**

Χαρακτηρίζεται από μικρή διακύμανση μεταξύ των πιο θερμών και πιο ψυχρών μηνών. Έχει ήπιο χειμώνα και ζεστό και ξηρό καλοκαίρι, ενώ το φθινόπωρο παρουσιάζει υγρασία. Στις περισσότερες περιπτώσεις μεσογειακού κλίματος, συνήθως η γειτνίαση με τη θάλασσα έχει καθοριστικό ρόλο για την μετατροπή των χειμώνων σε πιο ήπιους. Επιπλέον, ο ήπιος και συνήθως ξηρός καιρός κατά τη διάρκεια της άνοιξης επιτρέπει την ανθοφορία, ενώ οι χαμηλές βροχοπτώσεις και η σχετική έλλειψη υγρασίας στις περισσότερες από αυτές τις περιοχές, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου περιορίζουν τον κίνδυνο σήψης. Επομένως, οι αποδόσεις είναι συνήθως καλές και προβλέψιμες. Υπάρχει επίσης ελάχιστη ανάγκη για ψεκασμό (Swan, 2019).

### **3.2.3 ΩΚΕΑΝΙΟ ΚΛΙΜΑ**

Τα ωκεάνια κλίματα παρουσιάζουν χαμηλή διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ψυχρών και θερμών μηνών, ψυχρούς προς ήπιους χειμώνες με ομοιόμορφα κατανεμημένες βροχοπτώσεις καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, με το πλεόνασμα υγρασίας να επιτυγχάνεται πλούσια βλάστηση στο αμπέλι κατά την περίοδο ανάπτυξης. Μπορεί να χαρακτηριστεί και ως συνέχεια του μεσογειακού κλίματος.

### **3.2.4 ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟ ΚΛΙΜΑ**

Χαρακτηρίζεται από ψυχρούς και παρατεταμένους χειμώνες και μακρά καλοκαίρια που όμως η μέγιστη θερμοκρασία σε αυτή την περίπτωση δεν ξεπερνά τους 20°C, με απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές ανά εποχή. Πιο συγκεκριμένα, εμφανίζεται μεγάλη διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ των πιο ζεστών και πιο ψυχρών μηνών (40°C) και ενδείκνυται κυρίως για την καλλιέργεια πρώιμων ποικιλιών αμπέλου.

### **3.3.1 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ**

Στην παρούσα μελέτη ιδιαίτερη βάση δίνεται στις καλλιεργητικές πρακτικές με σκοπό την απόδοση της επιθυμητής συγκομιδής. Φυσικά σε αυτό καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν οι κλιματολογικές συνθήκες.

Το κλίμα επηρεάζει έντονα τη σύνθεση των ώριμων σταφυλιών. Μια σημαντική αιτία της διακύμανσης μεταξύ των σταφυλιών από διαφορετικές περιοχές είναι οι διαφορετικές ποσότητες θερμότητας και υγρασίας που λαμβάνουν τα αμπέλια κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αναλυτικότερα, σημαντικοί παράγοντες περιλαμβάνουν i) τη Μέση θερμοκρασία Ιανουαρίου, ii) τη Μέση ετήσια διακύμανση, iii) τις Θερμές ημέρες, iv) την Ετήσια βροχόπτωση, v) τη Σχετική υγρασία, vi) τους Δείκτες ξηρασίας και τις vii) Ώρες ηλιοφάνειας (Gladstones, 1994).

### **3.3.2 ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ**

Παράγοντες που επηρεάζουν το άθροισμα θερμότητας ενός αμπελώνα και επομένως τη σύνθεση των σταφυλιών είναι η αποστράγγιση, η θερμοκρασία εδάφους (πάνω από 10° C κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου) και η περιεκτικότητα σε υγρασία του εδάφους (όχι πολύ στεγνή και ούτε χωρίς υγρασία για περισσότερο από μικρό χρονικό διάστημα).

Οι εποχιακές συνθήκες μπορούν επίσης να είναι κρίσιμες, ειδικά σε περιοχές με άθροισμα χαμηλής θερμότητας.

Σε ζεστές περιοχές, κατά την καλλιεργητική περίοδο, τα κρυστάλλα μπορεί να επωφεληθούν την απώλεια υγρασίας. Πρακτικές καλλιέργειας όπως το κλάδεμα, μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη σύνθεση των ώριμων φρούτων. Τέλος, η σύνθεση του εδάφους επηρεάζει τη θερμοκρασία του, τη διεύδυση των ριζών, την ικανότητα συγκράτησης νερού και τη θρέψη της αμπέλου, ενώ επιδρά έμμεσα και στην ποιότητα του παραγόμενου κρασιού (Ameine et al, 2020).

#### **3.3.2.1 ΕΤΗΣΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ**

Καθοριστική είναι η θερμοκρασία του Ιανουαρίου συνδυαστικά με τη συχνότητα και την ένταση των βροχοπτώσεων, ιδιαίτερα τις ημέρες του χειμώνα. Ιδιαίτερα ωφέλιμες είναι οι έντονες βροχοπτώσεις και η μέση θερμοκρασία 10°C τον χειμώνα, αφού τα αμπέλια απορροφούν την απαραίτητη και αναγκαία ποσότητα νερού. Από την άλλη μεριά τη θερινή περίοδο, δεν παρουσιάζονται βροχοπτώσεις. Συνεπώς, ιδιαίτερα ανησυχία αποτελεί η πιθανή ξηρασία στους οινοπαραγωγούς της Σαντορίνης, καθώς απώτερη συνέπεια είναι η μη σωστή ωρίμανση του καρπού, με τις ράγες να παρουσιάζονται συρρικνωμένες (Ταγαρούλια, 2013).

Η εμφάνιση βροχής κατά τη διάρκεια κρίσιμων σταδίων ανάπτυξης μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικές επιπτώσεις, όπως και η απουσία βροχής σε άλλες αντίστοιχα περιόδους. Η βροχόπτωση κατά την άνθιση μπορεί να την μειώσει ή να την επιβραδύνει, ενώ κατά τη διάρκεια

της ανάπτυξης των σταφυλιών μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα μυκητιασικών ασθενειών, όπως και κατά την ωρίμανση. Κάτι τέτοιο θα έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση μειωμένων επιπέδων σακχάρων και γευστικών χαρακτηριστικών, γεγονός που θα περιορίσει σημαντικά την απόδοση και τη ποιότητα του οίνου. Η εξέταση των παγκόσμιων αμπελουργικών περιοχών δείχνει ότι δεν υπάρχει ανώτερο όριο σχετικά με το ποσό της καθίζησης που απαιτείται για τη βέλτιστη ανάπτυξη και παραγωγή αμπέλου. Από την άλλη πλευρά, η βιωσιμότητα των αμπέλων φαίνεται να περιορίζεται σε ορισμένα καυτά κλίματα με ποσότητες βροχόπτωσης μικρότερες από 20 ίντσες (500mm/ άθροισμα ανά έτος), αν και αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με τακτική άρδευση. Στις περισσότερες περιοχές καλλιέργειας σταφυλιών υπάρχει μια περίοδος στην οποία συναντάμε ποσότητες πλεονασματικού νερού στο έδαφος από το τέλος του φθινοπώρου έως τα τέλη της άνοιξης, ακολουθούμενη από μια περίοδο μείωσης της υγρασίας του εδάφους μέσω εξάτμισης (στην ατμόσφαιρα) και διαπνοής (από τα φυτά) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έως τις αρχές του φθινοπώρου, όταν η βροχόπτωση αρχίζει να συμπληρώνει το έδαφος με νερό. Η επαρκής συμπλήρωση της υγρασίας του εδάφους κατά την άνοιξη μπορεί να οδηγήσει την ανάπτυξη της αμπέλου σε πιο αποτελεσματικό στάδιο άνθισης και καρπόδεσης. (Santos et al, 2020)

### **3.3.2.2 ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΕΣ ΗΜΕΡΕΣ**

Κλίματα με υψηλή ηλιοφάνεια, όπως είναι και αυτό της Σαντορίνης, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, δηλαδή πάνω από 16 ώρες την ημέρα, ως επί το πλείστον δεν παρουσιάζουν σταθερές θερμοκρασιακές τιμές, αλλά παρατηρούνται διακυμάνσεις. Ακόμη, παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα υγρασίας, παρόλο που η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων αυξάνεται με την άνοδο της θερμοκρασίας (Ταγαρούλια, 2013).

### **3.3.2.3 ΕΛΑΦΟΣ**

Το έδαφος αποτελεί στήριξη για το αμπέλι καθώς και υπόστρωμα παροχής των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων όπως (N, P, K, S, Fe, Mg, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Na, Cl, Co). Προκειμένου να αναπτυχθεί σωστά ένα αμπέλι, πάντα πριν τη φύτευση του εξετάζεται η μηχανική σύσταση του εδάφους, το βάθος, η θερμοκρασία, το χρώμα, η κατάσταση της επιφανείας και η υγρασία του εδάφους. Μοναδικό χαρακτηριστικό της Θήρας σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα είναι το ηφαιστειογενές της έδαφος. Πιο συγκεκριμένα, στην Σαντορίνη συναντάμε μια ομοιογενή παρουσία ελαφρόπετρας και ηφαιστειογενών πετρωμάτων σε ένα ασβεστολιθικό και σχιστολιθικό υπέδαφος.

Table 1. Nutrients recommendation for various growth stages of vine

Sl.No.	After foundation -pruning	FYM		Nitrogen		Phosphorus		Potassium	
		Qty.	Time of application	Qty. (%)	Time of application (days)	Qty. (%)	Time of application	Qty. (%)	Time of application
1	0-40 days	25 tons/ha	At the time of pruning	30 / 100	First 40 days	20/100	31-40 days		
2	40-60 days	NIL	NIL			40/100	40-60 days		
3	60-120 days	NIL	NIL					30/100	60-120 days
<b>After fruit pruning</b>									
4	0-40 days	25 tons/ha	At the time of pruning	30 / 100	First 40 days				
5	40-70 days	NIL	NIL			30/100	40-70 days		
6	70-105 days	NIL	NIL	30/100	70-105 days			30/100	70-105 days
7	After 105 days							30/100	After 105 days

**Πίνακας 1** Σύσταση θρεπτικών συστατικών για διάφορα στάδια ανάπτυξης της αμπέλου (Mariappan et al, 2017)

Sl.No.		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Required nutrients (kg/ha)	500	500	1000
2	Through Organics (40%)	200	200	400
3	Through Inorganic nutrients in soil (30%)	150	150	300
4	Through fertigation (20% equivalent to 30%)	100	100	200

(NRC Vines, Pune: crop profile).

**Πίνακας 2** Δοσολογίες λιπασμάτων σύμφωνα με τα στάδια ανάπτυξης αμπέλου (Mariappan et al, 2017)

### 3.3.2.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Με την υγρασία το αμπέλι προσλαμβάνει νερό και ανόργανα θρεπτικά συστατικά προκειμένου να καλύψει τις απαραίτητες φυσιολογικές του λειτουργίες. Η σχετική υγρασία της Σαντορίνης φαίνεται ιδιαίτερα ευνοϊκή για τη καλλιέργεια των ποικιλιών της. Ωστόσο, παράλληλα ελλοχεύει κίνδυνος ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών στα φυτά.

### 3.3.2.5 ANEMOI

Οι άνεμοι μπορούν να παρουσιάζουν διαφορετική ένταση και να πνέουν κατά διάφορες περιόδους του κύκλου της αμπέλου. Βασίζόμενοι σε αυτά τα δύο χαρακτηριστικά, ο άνεμος μπορεί είτε να ωφελήσει στην αμπελουργία, όπως να συμβάλλει στην επικονίαση και τη γονιμοποίηση κατά την ανθοφορία είτε να θεωρηθεί επιζήμιος, όταν οι άνεμοι είναι πολύ δυνατοί και καταστροφικοί για το φυτό (Ταγαρούλια, 2013).

		VEGETATION DEVELOPMENT				BERRY DEVELOPMENT					DORMANT STAGE				
		FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN		
		← Sap Bleeding		← Bud Break		← Bloom		← Berry Growth		← Maturation/Harvest		← Leaf Fall		← Full Dormancy	
Temperature	Negative Influence	Tmin < 28°F		Prolonged Period with Tmax < 50°F		Abnormally Cool during Bloom		Heat Stress with Tmax > 95°F					Tmin < 23 to -4°F Damage to Latent Buds (depending on cultivar)		
	Positive Influence			Tavg > 50°F Favors Plant Growth				Sufficient Heat Accumulation to drive Berry Growth		Appropriate Diurnal Range to Synthesize Tannins and Sugars		Sufficient Chilling Units to insure Full Dormancy			
Insolation	Low Amount	Cloudy/Cool/Wet - Coulture Failure to Flower Completely													
	High Amount						Good for Flower Differentiation and Berry Set		Good for Accumulation of Sugars						
Wind	Negative Influence	Breaks Small Branches, Tendrils, Shoots, etc.					Dessicates the Berries								
Precipitation	Wet Periods					Reduces or Retards Bloom		Promotes Fungus and Diseases		Dillutes Berries		Necessary for Soil Moisture Recharge			
	Dry Periods							Favors Optimum Photosynthesis		Favors Optimum Ripening and Balance					
	Thunderstorms Heavy Rain or Hail					Damages Young Shoots, Tendrils, Leaves, Flowers and Berries		Promotes Fungus and Diseases		Can Burst Grape Clusters - Ruin Crop		Heavy Rain Events can lead to Soil Erosion			
Soil Moisture*	Positive Influence	Soil Moisture Recharge important for Early Season Growth				Adequate Soil Moisture Redues Heat Stress									
	Negative Influence					High Soil Moisture Drives too much Vegetative Growth				High Soil Moisture Limits Ripening and Delays Leaf Fall					

*Πίνακας 3 Ο καιρός και το κλίμα επηρεάζουν την ανάπτυξη των αμπέλων και τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης (Gregory, 2014)*

### 3.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΕΝΑ ΚΛΙΜΑ ΙΔΑΝΙΚΟ Ή ΜΗ ΓΙΑ ΜΙΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζεται η καθοριστική σημασία του κλίματος για την επιλογή της ποικιλίας που θα καλλιεργηθεί σε μία συγκεκριμένη καλλιεργητική ζώνη. Πιο αναλυτικά, τα εδάφη οριοθετούνται με βάση i) τη Δυνατότητα παραγωγής οίνου συγκεκριμένης ποιότητας και ii) με Ορισμένα χαρακτηριστικά. Ακόμη, τόσο iii) το Έδαφος όσο και iv) το Κλίμα είναι αξιοσημείωτα στην βελτιστοποίηση της τεχνικής διαχείρισης διαμέσου της προσαρμογής του φυτικού οργανισμού. Επιπλέον, το κλίμα καθορίζει σε σημαντικό βαθμό την εδαφική διαχείριση των κινδύνων προστασίας των καλλιεργειών, την εδαφική διαχείριση πιθανών υδάτινων πόρων, τη ζώνη κινδύνων και τους ισχυρούς κλιματικούς περιορισμούς. Τέλος, το κλίμα καθορίζει τη ζώνη σύμφωνα με την ικανότητα μιας συγκεκριμένης περιοχής για αμπελουργία ή για καλλιέργεια συγκεκριμένων ποικιλιών:

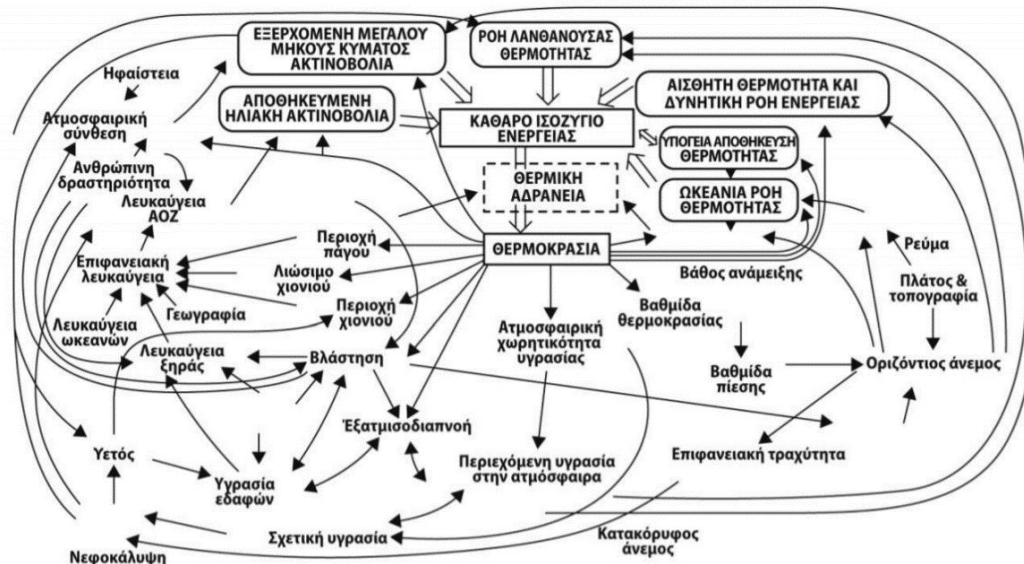
Zoning purpose	Role of the soil	Role of the climate	Role of the soil/climate interaction
Delimitation of territories in accordance with their potential to produce wine of a certain quality and with certain typical features.	++	++	++
Zoning of the potential relative earliness (vine development and grape ripening kinetic)	+	++	0 (cumulative effect)
Optimisation of technical management by adaptation of the plant material	++	++	0
Optimisation of technical and environmental management by adaptation of growing practices	++	+	+
Territorial management of crop protection risks	+	++	+
Carry out land parcel selection	++	+	0
Territorial management of potential water resources	++	++	++
Zoning of risks and strong climate constraints	0	++	0
Protection of terroirs and landscapes from various threats and especially urbanisation	++	0	0
Zoning in accordance with the aptitude of a particular region for viticulture or for growing particular varieties	+	++	+

*Πίνακας 4 Παράγοντες που χαρακτηρίζουν μία ζώνη και επεξήγηση των ρόλων του εδάφους και του κλίματος και της αλληλεπίδρασή τους (++: ισχυρή; +: ενδιάμεση, 0 καμία), για μια συγκεκριμένη ποικιλία (Castellucci, 2012)*

### 3.5.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ

Το κλιματικό σύστημα χαρακτηρίζεται από σταθερή αλλαγή, ενώ με τη σειρά τους οι κλιματικές αυτές μεταβολές οδηγούν σε τροποποιήσεις διαφόρων παραγόντων, οι οποίες απεικονίζονται στην (Εικόνα 7.), ενώ σχετικά με τις αιτίες πρόκλησης τόσο της κλιματικής μεταβλητότητας όσο και της κλιματικής αλλαγής οφείλονται κυρίως σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Διαθέσιμα δεδομένα καταγράφουν δύο κύριες αλλαγές, την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) της ατμόσφαιρας, απόρροια ανθρωπογενών αιτιών και ταυτόχρονα πλήθος άλλων συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και τη πλανητική υπερθέρμανση. Έχει σημειωθεί ιδιαίτερα ακραίο κλίμα, αύξηση του πλανητικού υετού και του περιεχομένου των υδρατμών της ατμόσφαιρας, αύξηση της περιεχόμενης θερμότητας των ωκεανών και της στάθμης της θάλασσας, μείωση της έκτασης παγετώνων και χιονοκάλυψης στα βουνά, περιορισμό των εποχών πάγου σε λίμνες και ποτάμια, και συστηματική μείωση του εαρινού και θερινού πάγου στις αρκτικές περιοχές. Το πλήθος αυτών των διαδικασιών διαταράσσει το γενικό πλανητικό κλιματικό σύστημα με απώτερη επίπτωση στην αμπελοκαλλιέργεια, που θα αναλυθεί εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα (Δαλέζιος, 2015)



*Εικόνα 7* Απεικόνιση πλανητικού κλιματικού συστήματος, οι διαδικασίες και οι αλληλεπιδράσεις του (Δαλέζιος, 2015)

### 3.5.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Όταν αναφέρεται ο όρος «κλιματική αλλαγή» εννοούνται οι στατιστικά σημαντικές αλλαγές στη μέση κατάσταση του κλίματος ή στην αναμενόμενη μεταβλητότητα, που εμμένουν για εκτεταμένη περίοδο της τάξης δεκαετιών ή περισσότερο (Δαλέζιος, 2015). Οι επιπτώσεις του κλίματος είναι εμφανείς στη θερμοκρασία και κατ'επέκταση στις καλλιεργητικές πρακτικές και τις ποιοτικές αποδόσεις της αμπέλου, με τις παγκόσμιες θερμοκρασίες να σημειώνουν αύξηση τον εικοστό αιώνα, με τη μεγαλύτερη θέρμανση να παρατηρείται τις τελευταίες τρεις δεκαετίες. Ομοίως, ακραία καιρικά φαινόμενα και ο ελάχιστος καθημερινός αέρας παρατήρησαν αύξηση κατά τη διάρκεια του εικοστού αιώνα (Mishra V., 2013). Συγκεκριμένα για την περιοχή της Σαντορίνης φαίνεται ότι παρόλη την μείωση που παρουσιάζεται στις βροχοπτώσεις κατά το πέρασμα των ετών, σε κάποια έτη εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα, δυσανάλογα με αυτά που έχει συνηθίσει το τοπίο του νησιού.

Μοναδικός, λοιπόν, τρόπος για την διαχείριση των αλλαγών και κατ'επέκταση τη διατήρηση των αμπελοκαλλιεργητικών συνθηκών με απώτερο σκοπό τη σταθερότητα της ποσότητας και της ποιότητας του οίνου της Σαντορίνης, είναι η κατανόηση των αλλαγών αυτών, η επεξήγηση των αιτιών πρόκλησής τους, καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισής τους. Αναλυτικότερα, αλλαγές σημειώνονται στο ενεργειακό ισοζύγιο ακτινοβολιών της γης, στη γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και στον υδρολογικό κύκλο (Λαζόγλου, 2015).



### 3.5.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Αποτελέσματα μελετών αποδεικνύουν πως η μέση τιμή του συνόλου των θερμοκρασιακών τιμών κατά την περίοδο ανάπτυξης της αμπέλου ασκεί επιρροή στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού οίνου καθώς και στην συγκέντρωση των σακχάρων σε ποσοστό από 10%- 60%. Παράλληλα, σύμφωνα με επιστημονικά δεδομένα φαίνεται να υπάρχει ένα κατώφλι πέρα από το οποίο οι ανοδικές θερμοκρασιακές τιμές επηρεάζουν αντιστρεπτά την ποιότητα του παραγόμενου οίνου. Ωστόσο, οι επιπτώσεις ποικίλλουν ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή και την ποικιλία της αμπέλου. Σχετικά λοιπόν με τις επιπτώσεις που επέρχονται λόγω της θερμοκρασιακής αύξησης, καθοριστική είναι η μετακίνηση των κλιματολογικών ζωνών, οι οποίες ορίζουν αν μια περιοχή θεωρείται κατάλληλη για τη παραγωγή ενός συγκεκριμένου ποιοτικού οίνου.

Επιπρόσθετα, συνέπεια της κλιματικής αλλαγής, είναι η χρονική μετατόπιση των φαινολογικών σταδίων (η μελέτη του χρονοδιαγράμματος των γεγονότων του κύκλου ζωής όλων των ζωντανών οργανισμών) ανάπτυξης της αμπέλου, καθώς ακόμη και η μετάβαση των χρόνων συγκομιδής νωρίτερα από ότι ήταν. Συγκεκριμένα, από μελέτη του 2005 του επιστήμονα Jones που αφορά τα τελευταία 30-50 χρόνια, με δείγμα από 16 διαφορετικές ποικιλίες της Ευρώπης, τα δεδομένα έδειξαν πως για κάθε 1°C αύξησης της θερμοκρασίας σημειώνεται μία χρονική μετατόπιση των φαινολογικών σταδίων κατά 3-6 ημέρες. Ακόμη, από στοιχεία παρόμοιας έρευνας που αφορά την περιοχή της Βουργουνδίας τα αποτελέσματα έδειξαν πως αντίστοιχη μεταβολή 1°C επιφέρει 10 ημέρες χρονική μετατόπιση των φαινολογικών σταδίων.

Κινητήρια δύναμη για τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτικών οργανισμών, έτσι και της αμπέλου, αναγκαία για την θρέψη και την ανάπτυξη της είναι η συγκέντρωση νερού και διοξειδίου του άνθρακα. Κατά συνέπεια, όπως προαναφέραμε η αύξηση των συγκεντρώσεων του διοξειδίου του άνθρακα που έχουν παρατηρηθεί φαίνεται να επηρεάζει άμεσα το ρυθμό ανάπτυξης του φυτού και έμμεσα την σύσταση του τελικού προϊόντος. Εκτός αυτού, η ανάπτυξη της αμπέλου και η θερμοκρασία είναι άμεσα συνδεδεμένες. Με την αύξηση της θερμοκρασίας έως την ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη του αμπελιού, η διαδικασία εκτελείται με ταχύτερους ρυθμούς. Όταν η θερμοκρασία ανέβει παραπάνω από τα φυσιολογικά πλαίσια, τότε η φωτοσυνθετική ικανότητα του αμπελιού και κατά συνέπεια η ανάπτυξή του μειώνονται. Τέλος, όσον αφορά τον υδρολογικό κύκλο, φαίνεται πως το νερό μπορεί να επηρεάσει την τελική ποιότητα του οίνου, εξαρτώμενη από την συγκέντρωση νερού που έχει απορροφήσει το ίδιο το φυτό. (Λαζόγλου, 2015).

Τέλος, όσον αφορά τις επιπτώσεις των ανοδικών θερμοκρασιακών τιμών φαίνεται πως αναπτύσσονται οι παθογένειες δεδομένου ότι έχουν μικρά διαστήματα ανάμεσα στις γενιές και αναπτύσσουν πιο επιτυχείς τρόπους μετάδοσης. Ουσιαστικά, όσο αλλάζει το κλίμα θα επέλθει και αλλαγή στην φυσιολογία και αντοχή του ξενιστή. (Grapevine in a Changing Environment)

### **3.5.4 ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

Εκτιμάται ότι για την Ευρώπη τα έσοδα από τη γεωργία μπορεί να μειωθούν έως και 90% μέχρι το 2100. Παράλληλα των οικονομικών καταστροφών που φαίνεται να επιφέρει η κλιματική αλλαγή, η ανάγκη προσδιορισμού των επιπτώσεων της στον τομέα της γεωργίας, αποδίδεται στο γεγονός ότι αναμένεται να μεταβάλλει τα αποθέματα τροφής σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον, η αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτες αλλαγές στις αποδόσεις, στην αύξηση των τιμών των προϊόντων και σε αλλαγές σε εμπορικά ισοζύγια μεταξύ χωρών.

Επιτακτική είναι η ανάγκη κατανόησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και από τους οينوπαραγωγούς καθώς έχουν ήδη αρχίσει να γίνονται εμφανείς οι επιρροές της στους αμπελώνες, με τα φαινόμενα να εμφανίζονται εντονότερα χρόνο με τον χρόνο. Ένα σημαντικό γεγονός που θα πρέπει να λάβουν υπόψη είναι ότι με το πέρασμα των χρόνων το αμπέλι δεν θα έχει την ίδια ικανότητα προσαρμοστικότητας με τα νέα κλιματικά δεδομένα, επομένως θα χρειαστεί να αλλάξουν τις ποικιλίες που καλλιεργούν με νέα υποκείμενα που θα έχουν μεγαλύτερη αντοχή στο θερμότερο και πιο ξηρό κλίμα που θα επικρατεί. Αυτό για το νησί της Σαντορίνης θα είναι καταστροφικό, καθώς αποτελείται από αυτόριζους αμπελώνες μεγάλης ηλικίας κατά το μεγαλύτερο ποσοστό. Εκτός όμως από το οικονομικό πρόβλημα που θα δημιουργηθεί, εξίσου σημαντικό είναι και το πολιτιστικό αντίκτυπο που θα προκληθεί, αφού το νησί της Σαντορίνης έχει ταυτιστεί παγκοσμίως με το Ασύρτικο. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα για την μελέτη της επίδρασης της κλιματικής αλλαγής εντατικοποιείται, με αποτέλεσμα να διατίθενται πλέον επαρκή δεδομένα για υλοποίηση αξιολογών εκτιμήσεων (Καραμάνος & Βολουδάκης, 2011).

# ΕΝΟΤΗΤΑ 4. ΔΕΙΚΤΕΣ & ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

## 4.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΕΙΚΤΩΝ

Ανάλογα το φυτό που καλλιεργείται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία-έκταση, υπάρχουν κάποιες σημαντικές χρονικές στιγμές οι οποίες επηρεάζονται καθοριστικά από συνθήκες όπως η θερμοκρασία. Έχουν αναπτυχθεί λοιπόν δείκτες (INDEX), οι οποίοι είτε προσδιορίζουν αριθμητικά κάποιες συνθήκες με σκοπό να επεξηγήσουν αν οι παράγοντες αυτοί είναι εντός των φυσιολογικών τιμών με απώτερο σκοπό την σταθερότητα της, είτε προσδιορίζουν πως θα ακολουθήσουν οι αλλαγές όταν οι τιμές βρίσκονται εκτός των αποδεκτών τιμών.

Δεδομένου των κλιματικών αλλαγών ιδιαίτερη σημασία αποκτούν οι δείκτες όπως Growing Season Temperature (GST), Growing Degree Days (GDD) και Huglin Index (HI), οι οποίοι υπολογίζουν το άθροισμα των θερμικών μονάδων μιας περιοχής και το άθροισμα θερμότητας σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής αντίστοιχα. Αυτό εξυπηρετεί ιδιαίτερα πιο περιθωριακές και περισσότερες θαλάσσιες περιοχές.

Σημαντικό είναι να υπογραμμιστεί πως ανάλογα το είδος του φυτικού οργανισμού που καλλιεργείται, οι δείκτες είναι διαφορετικοί. Για παράδειγμα, για τα σιτηρά, κάποιοι από τους δείκτες που χρησιμοποιούνται είναι ο SPEI, για την εκτίμηση της ξηρασίας κατά την περίοδο θερίσματος των σιτηρών. Ακόμη υπάρχουν οι δείκτες GSS και GSE για τις καλλιέργειες καλαμποκιού και σόγιας. Το GSS ορίστηκε ως η ημέρα που η μέση σταθμισμένη θερμοκρασία αέρα έχει φτάσει την ελάχιστη βασική θερμοκρασία και παρέμεινε πάνω από αυτήν τη θερμοκρασία για πέντε συνεχόμενες ημέρες (Mishra, 2013).

Υπάρχει ένας πολύ μεγάλος αριθμός δεικτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κλιματική αμπελουργία ζωνών. Στην προκειμένη περίπτωση, η μελέτη επικεντρώνεται στην ανάλυση των δεικτών GST, GDD και HI.

Να σημειωθεί, ότι ανάλογα με τους στόχους της ζώνης, μπορεί να φανεί χρήσιμη μια προσέγγιση πολλαπλών κριτηρίων συνδυάζοντας δείκτες που παρέχουν συμπληρωματικές πληροφορίες (Castellucci, 2012).

## 4.1.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Η επιλογή των κατάλληλων κλιματικών δεικτών γίνεται με βάση το σκοπό για τον οποίο αυτοί προορίζονται. Η ζώνη αμπελουργίας σε κλιματικό επίπεδο γίνεται με βάση διάφορους δείκτες που προέρχονται από την ανάλυση των κλιματικών δεδομένων.

Ομοίως, η επιλογή και η πηγή δεδομένων εξαρτώνται από το σκοπό. Υπάρχουν τρεις πιθανές πηγές κλιματικών δεδομένων: δεδομένα που καταγράφονται από μετεωρολογικούς σταθμούς, δεδομένα τηλεπισκόπησης (δορυφορικά και ραντάρ) και δεδομένα που παράγονται από δυναμικά μοντέλα (γενικά μοντέλα κυκλοφορίας [GCMs] ή περιφερειακά δυναμικά μοντέλα).

Ενώ, οι περισσότεροι από τους σχετικούς δείκτες που απαιτούνται για τη χωροθέτηση ανάλογα με το κλίμα μπορούν να ληφθούν από τα δεδομένα που καταγράφονται από μετεωρολογικούς σταθμούς.

<b>Purpose of zoning or analysis criteria</b>	<b>Climate data and biolimatic indices adapted to the zoning's purpose</b>	<b>Timescale required</b>
<i>Relative earliness</i>	GDD, AvGST	Month, day, hour
<i>Potential of a territory in producing wines of a certain type</i>	WB, RR (flowering-harvest), ET <sub>0</sub> , AMP., Min,GDD, AvGST	Month, day, hour
<i>Water management</i>	WB, RR (vegetative period), ET <sub>0</sub>	Month, day, hour
<i>Crop protection threats</i>	TM, RH, DH, Phytosanitary risks models	Day, hour
<i>Frost threat</i>	TN, TS, GDD	Day, hour
<i>Hail threats</i>	Hail pads, meteorological radar	Day, hour
<i>Extreme heat threat</i>	TX	Day, hour
<i>Wind problems</i>	W	Day, hour

*Πίνακας 5 Κλιματικά δεδομένα και βιοκλιματικοί δείκτες που πρέπει να χρησιμοποιούνται ανάλογα με το σκοπό του τη ζώνη της αμπελοαγωγίας με βάση το κλίμα (Castellucci, 2012)*

#### **4.1.3 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ**

Για τις αμπελοκαλλιέργειες έχουν αναπτυχθεί αρκετοί δείκτες, οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως βιοκλιματικοί, εκ των οποίων οι κυριότεροι – ευρέως διαδεδομένοι είναι ο (GDD) (Amerine και Winkler 1944), ο Huglin index (HI) (Huglin 1978), ο (BEDD) (Gladstones 1992) και ο (GST). Ακόμη, έχουν χρησιμοποιηθεί δείκτες όπως ο (GDH) και ο (CP) με σκοπό για προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η συσσωρευμένη ψύξη και θερμότητα ανά περιόδους και ημερομηνίες για να φθάσει σε ένα συγκεκριμένο φαινολογικό στάδιο το φυτό. Οι δείκτες αυτοί χαρακτηρίζονται για το υψηλό δυναμικό εκτίμησης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη σύνθεση των σταφυλιών. Τέλος, να σημειωθεί πως οι δείκτες αυτοί είναι χρήσιμοι για συγκεκριμένες αμπελοαγωγικές ζώνες λόγω της μεγαλύτερης ακρίβειας σε σχέση με άλλους κλασικούς δείκτες (Honorio et al, 2018).

#### **4.2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ**

Θα μπορούσε κανείς να κατηγοριοποιήσει τους δείκτες σε 3 βασικές ομάδες. Αναλυτικότερα:

1. Οι παρακάτω δείκτες που αναλύονται, ομαδοποιούνται με βάση τη θερμοκρασία του αέρα της εποχής ανάπτυξης, των δεικτών της αμπελού ανάπτυξης και τη κινητική ωρίμανσης των σταφυλιών.

#### 4.2.2.1 GST

Ο δείκτης GST (Growing Season Temperature) δείχνει την ημερήσια μέση θερμοκρασία μεταξύ 1ης Απριλίου και 30 Οκτωβρίου στο βόρειο ημισφαίριο. Αυτός ο δείκτης συσχετίζεται γενικά με τη δυνατότητα ωριμότητας των αμπελουργικών ποικιλιών (Honorio et al, 2018) και παρέχει τη βάση για την τοποθέτηση των οριακών ζωνών στην αμπελουργία και στα δύο ημισφαίρια (Gregory et al, 2010). Ο υπολογισμός του δείκτη γίνεται με τον παρακάτω δείκτη:

$$GST_{avg} = \sum [(T_{max} + T_{min} / 2)] / N$$

Όπου:

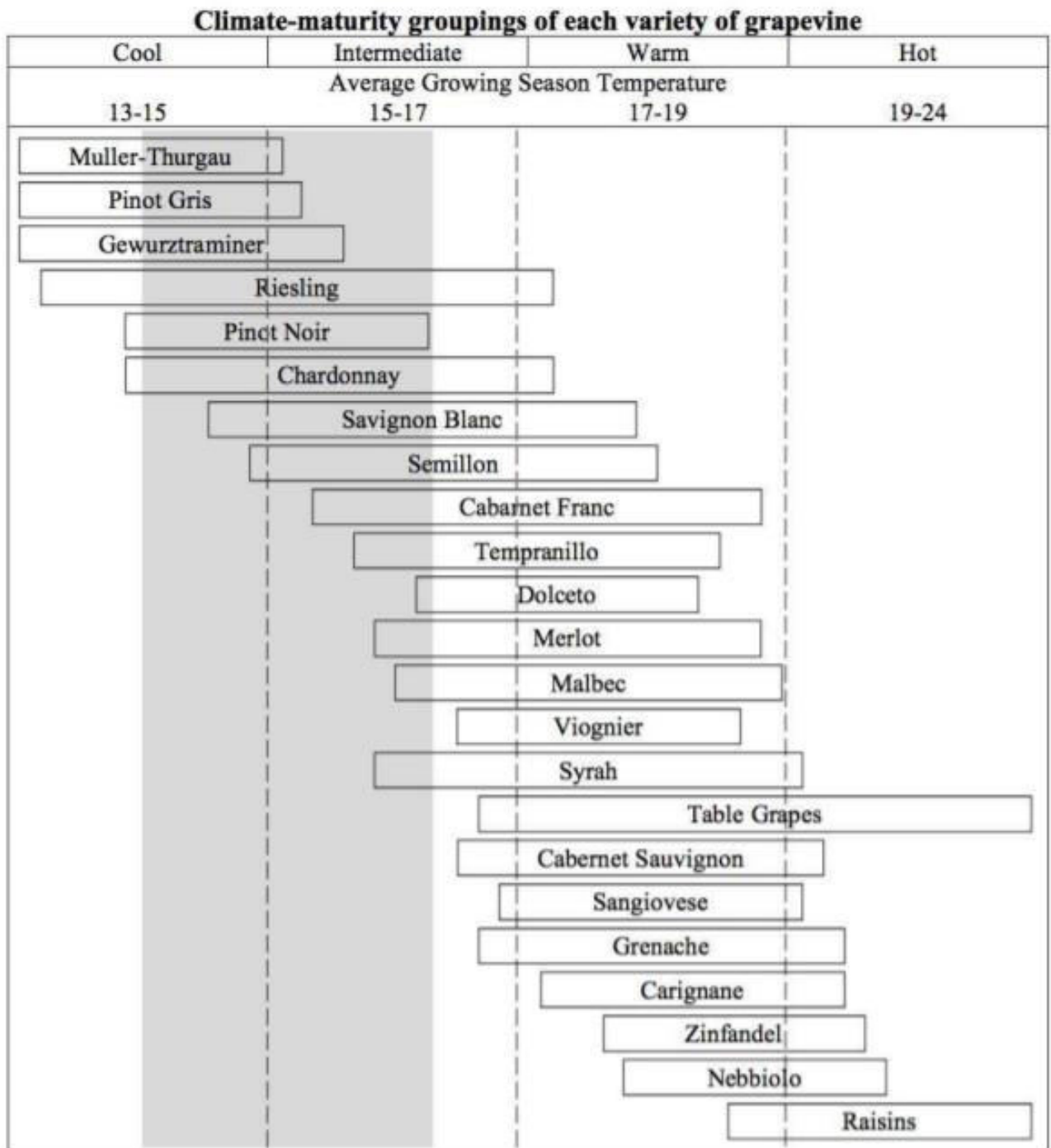
$T_{max}$  : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)

$T_{min}$  : ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)

N : αριθμός ημερών της περιόδου ανάπτυξης

#### 4.2.2.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ GST

Το αναθεωρημένο μοντέλο GST της Pirie καθορίζει τη δυνατότητα ωρίμανσης, θέτοντας τα εξής εύρη, από 13°C έως 14°C ως «πολύ δροσερό» και από 14°C έως 16°C ως «δροσερό». Έτσι, πολύ δροσερά σημεία (13°C έως 14°C), όπως το Ανατολικό Σάσεξ στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Φράνκεν στη Γερμανία και τμήματα της Νότιας Τασμανίας, είναι κατάλληλα για πρώιμες ωριμάζουσες ποικιλίες σταφυλιών, όπως Schönberger, Huxelrebe, Reichensteiner, Müller Thurgau, Dornfelder, Seyval και Frühburgunder. Από την άλλη μεριά, οι τοποθεσίες (14°C έως 16°C), όπως η βόρεια Τασμανία, η Côte de Beaune, η Καμπανία, το Rheingau, η Willamette Valley, το Central Otago και το Marlborough προτιμούν Chardonnay, Pinot Noir, Riesling, Pinot Gris, Pinot Meunier, Gamay, Sauvignon Blanc και Pinot Blanc. Όταν το GST υπολογίζεται στους 16°C, το κλίμα γίνεται «εύκρατο» για Chardonnay και Pinot Noir να αποδώσουν καλύτερα, αλλά το Cabernet Sauvignon και το Syrah έρχονται στις πιο δροσερές εκφράσεις τους, σε μέρη όπως το Μπορντό, η κοιλάδα Yarra χαμηλού υψομέτρου. Τέλος, το όριο που τίθενται για την εύκρατη ζώνη είναι 18,5°C (Sally, 2012). Πάνω από αυτή την τιμή, προκύπτουν προβλήματα ως προς την ωρίμανση. Όλα τα παραπάνω προκύπτουν με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα που ακολουθεί.



Πίνακας 6 Παραδείγματα 1 ποικιλιών- δείκτης GST (McCone et al, 2012)

GST	Description	Example locations	Example cultivars
13-14°C	Very cool	East Sussex, UK Franken, Germany South Tasmania, Australia	bacchus, schönberger, huxelrebe, reichensteiner, Müller Thurgau, dornfelder, seyval, fruhburgunder
14-16°C	Cool	North Tasmania, Australia Côte de Beaune, France Champagne, France Rheingau, Germany Willamette Valley, Oregon Central Otago, New Zealand Marlborough, New Zealand	chardonnay, pinot noir, riesling, pinot gris, pinot meuneir, gamay, sauvignon blanc, pinot blanc
16-18.5°C	Temperate	Bordeaux, France low altitude Yarra Valley, Australia Northern Rhône, France	cabernet sauvignon, shiraz

*Πίνακας 7 Παραδείγματα 2 ποικιλιών- δείκτης GST (Sally, 2012)*

#### 4.2.3.1 GDD

Ο δείκτης GDD, που ονομάζεται επίσης δείκτης Winkler, είναι δείκτης συσσωρευμένων θερμικών μονάδων και καθορίζει τη καταλληλότητα της καλλιέργειας σε διαφορετικά κλίματα (Honorio et al, 2018). Τα σταφύλια χρειάζονται επαρκή ποσότητα ζεστασιάς για να αναπτυχθούν σωστά και να ωριμάσει η σοδειά τους. Οι ποικιλίες σταφυλιών διαφέρουν στο ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να ωριμάσουν επαρκώς. Οι Winkler και Amerine, που εργάζονται στο UC Davis της Καλιφόρνια, ανέπτυξαν έναν απλοποιημένο δείκτη για τη μέτρηση της «αθροιστικής θερμότητας» σε μια προσπάθεια αξιολόγησης των περιοχών καλλιέργειας σταφυλιών για την ποιότητα τους. Ο δείκτης αθροίσματος θερμότητας, γνωστός ως Growing Degree Days (GDD), ορίζεται ως η ημερήσια μέση θερμοκρασία (το άθροισμα των ημερήσιων μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών διαιρούμενο με δύο) ενός ιστότοπου σε καθημερινή βάση κατά τη διάρκεια της περιόδου επτά μηνών (Απρίλιος έως Οκτώβριος στο Βόρειο Ημισφαίριο, Οκτώβριος έως Απρίλιος στο Νότιο Ημισφαίριο) μείον ένα κατώτατο όριο 50 βαθμών F (10°C) που απαιτείται για την ανάπτυξη της αμπέλου (Goldammer et al, 2018). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ένα προφανές μειονέκτημα του δείκτη Winkler, που είναι η εστίαση μόνο στη θερμοκρασία (Shabam et al, 2019).

Ο δείκτης υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{GDD} = \sum \max[(T_{\max} + T_{\min}) / 2 - 10]$$

Όπου:

$T_{\max}$  : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)

$T_{\min}$  : ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)

#### 4.2.3.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ GDD

Αφού υπολογιστεί ο δείκτης GDD, για να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα απαραίτητη είναι η ομαδοποίηση των γεωγραφικών περιοχών βάσει πέντε κλιματικών ζωνών γνωστές ως Regions I–V, (Winkler et al. 1974), τα όρια των οποίων περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα 10. Πιο συγκεκριμένα, οι περιοχές διακρίνονται με βάση το άθροισμα θερμότητας κάθε περιοχής. Αρχικά, οι περιοχές που έχουν άθροισμα μικρότερο από 850 μονάδες ανήκουν στις πολύ ψυχρές, που τις καθιστά ακατάλληλες για αμπελοκαλλιέργεια. Αμέσως μετά συναντάμε τις περιοχές που το εύρος τιμών τους κυμαίνεται από 850 έως 1389 και είναι χαρακτηρισμένες ως ζώνη (I), ενώ από 1389-1667 μονάδες οδηγούμαστε στην επόμενη ζώνη (II). Στην ζώνη (III) ανήκουν οι περιοχές με άθροισμα θερμότητας από 1667-1944 μονάδες, αντίθετα με την ζώνη (IV) στην οποία το εύρος αθροίσματος θερμότητας κυμαίνεται από 1944-2222. Πηγαίνοντας σε υψηλότερη κλίμακα βρίσκουμε την ζώνη (V) στην οποία οι μονάδες θερμότητας είναι μεταξύ 2222-2700, ενώ στο εξαιρετικά καυτό περιβάλλον για αμπελοκαλλιέργεια συναντάμε τιμές που ξεπερνούν τις 2700 μονάδες. Οι γεωγραφικές περιοχές που προσδιορίζουν τιμές του δείκτη GDD και ανήκουν στις ομάδες I και II, θεωρούνται οι πιο ευνοϊκές για τη παραγωγή των ποιοτικότερων ξηρών επιτραπέζιων οίνων που χαρακτηρίζονται από ελαφρύ προς μέτριο σώμα και καλή ισορροπία κι αυτό γιατί κανείς θα μπορούσε να θεωρήσει ότι οι ομάδες αυτές έχουν ένα πιο ψυχρό προς ήπιο κλίμα στο οποίο το αμπέλι θα μπορούσε να ευδοκιμήσει (κυρίως στη ζώνη II). Πιο συγκεκριμένα για την Ελλάδα, δεν έχουμε περιοχές που να εντάσσονται στην ζώνη (I). Στην ζώνη (II) βρίσκεται η Ζίτσα με δείκτη 1601, ενώ στην (III) συναντάμε το Αμύνταιο με 1680, την Μαντινεία με 1760, την Καβάλα με 1882 και την Τριφυλία με 1885. Στην (IV) ζώνη βρίσκεται η Κεφαλονιά με 1981 μονάδες, η Νάουσα με 2016, η Νεμέα με 2133, η Πέζα με 2185 και ο Τύρναβος με 2190. Τέλος στη ζώνη (V) εντάσσονται οι αμπελουργικές περιοχές της Δράμας με 2271 μονάδες, της Σαντορίνης, της Σητείας με 2588 και των Σπάτων με 2624.

Η περιοχή I περιέχει εδάφη με περιορισμένη γονιμότητα, στα οποία φυτεύονται ή μπορεί να φυτευτούν αμπέλια. Κατά κανόνα οι λευκές ποικιλίες προτιμώνται από τις κόκκινες, εξαιτίας των θερμοκρασιών που υπάρχουν κατά την καλλιεργητική περίοδο και ιδιαίτερα κατά το στάδιο του περκασμού, όπου οι θερμοκρασίες είναι σχετικά χαμηλές δίνοντας στο τελικό προϊόν υψηλή οξύτητα (χαρακτηριστικό κυρίως των λευκών οίνων) και ελαφρύ χρώμα (στις ερυθρές ποικιλίες). Στις περιοχές της 3ης κατηγορίας είναι οι οίνοι που παράγουν τόσο ξηρά όσο και γλυκά κρασιά με γεμάτη γεύση. Από την άλλη μεριά, μεταβαίνοντας στις γεωγραφικές περιοχές



που προσδιορίζουν τιμές του δείκτη GDD και ανήκουν στην 4η ομάδα επιφέρουν κατώτερης ποιότητας οίνους με ενισχυμένη αλκοόλη και μη ισορροπημένους. Τέλος, οι περιοχές που ανήκουν στην 5η κατηγορία χαρακτηρίζονται για παραγωγή επιτραπέζιου οίνου χαμηλότερης ποιότητας (M. A. Amerine and A. J. Winkler, 1944).

Οι τιμές GDD θεωρούνται μηδέν ή αρνητικές τιμές όταν δεν δείχνουν καμία ανάπτυξη ή ανάπτυξη εκείνη την ημέρα. Το άθροισμα όλων των GDD που συσσωρεύονται κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου είναι το συνολικό GDD για την συγκεκριμένη περιοχή για εκείνο το έτος. Διαφορετικές ποικιλίες απαιτούν διαφορετικούς αριθμούς συνολικής GDD για να φτάσουν συγκεκριμένα σε αναπτυξιακά στάδια και επομένως ταιριάζουν σε ορισμένες περιοχές και όχι σε άλλες (Sharpe, 2019).

#### 4.2.4.1 ΗΙ

Ο δείκτης Huglin αναπτύχθηκε από τον Pierre Huglin το 1978, ένας από τους πιο χρησιμοποιούμενους βιοκλιματικούς δείκτες στην αμπελουργία (Λαζόγλου, 2015). Ο δείκτης ΗΙ (Huglin Index) αντιπροσωπεύει έναν τύπο αθροίσματος θερμότητας από 1 Απριλίου έως 30 Σεπτεμβρίου με μια ρύθμιση που δίνει έμφαση στη θερμοκρασία της ημέρας και πολλαπλασιάζεται με συντελεστή (K). Αυτός ο συντελεστής λαμβάνει υπόψη το φως της ημέρας σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος (Huglin 1978), που κυμαίνεται μεταξύ 1,02 και 1,06 για γεωγραφικό πλάτος 40 έως 50, αντίστοιχα στο βόρειο ημισφαίριο. Πιο συγκεκριμένα, για την Ελλάδα ο δείκτης K αντιστοιχεί στην τιμή 1,03. Ο δείκτης υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$HI = \sum \max ([T_{mean}-10] + [T_{max}-10], 0) * K$$

Όπου:

$T_{mean}$ : μέση ημερήσια θερμοκρασία (°C)

$T_{max}$  : μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία (°C)

K : συντελεστής μήκους ημέρας

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατόπιν ερευνών, έχει αποδειχθεί ότι ο μήνας Οκτώβριος δεν επηρεάζει τις τελικές τιμές του δείκτη. Για το λόγο αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται στην εξίσωση.

#### 4.2.4.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΙΚΤΗ ΗΙ

Οι μέγιστες θερμοκρασίες, ενσωματωμένες στη φόρμουλα Huglin, επιτρέπουν τη διαφοροποίηση των αμπελώνων με παρόμοιες μέσες θερμοκρασίες και διαφορετικά δυναμικά αμπελουργικών δυνατοτήτων ανάλογα με τις καθημερινές θερμοκρασίες. Ο Tonietto πρότεινε μια ταξινόμηση των αμπελουργικών κλιμάτων με βάση τον υπολογισμό του δείκτη Huglin που εφαρμόζεται σε περίπου τριάντα χώρες. Ως αποτέλεσμα, απέκτησε 6 διαφορετικές κατηγορίες που χαρακτηρίζουν τις αμπελουργικές περιοχές από τις πιο κρύες έως τις πιο ζεστές. (Bonnetfoy, 2017).

Αναλυτικότερα:

- I) HI - 3 (Very Cool):** είναι η πολύ δροσερή κλάση του αμπελουργικού κλίματος που περιλαμβάνει όλες τις περιοχές οι οποίες βρίσκονται μόνο στο κατώτερο θερμικό όριο για αμπέλια. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι περιοχές των οποίων τα όρια κυμαίνονται από 1200-1500 μονάδες. Κάτω από την ταξινόμηση αυτή ανήκουν μόνο οι πολύ πρώιμες έως πρώιμες ποικιλίες που μπορεί να φτάσουν στην ωριμότητα, όπως οι λευκές ποικιλίες Muller-Thurgau, Pinot blanc, Gamay, Gewurztraminer. Σε πολύ κρύες χειμερινές συνθήκες, ορισμένες περιοχές χρησιμοποιούν μεσοειδικά υβρίδια, ή αμερικανικό Vitis που είναι πιο ανθεκτικό από το Vitis vinifera (Tonietto, Carbonneau, 2003).
- II) HI - 2 (Cool):** στην τάξη του δροσερού αμπελουργικού κλίματος που τα όρια είναι μεταξύ 1500-1800 μονάδες, το ηλιοθερμικό δυναμικό επιτρέπει πολύ μεγάλο εύρος ποικιλιών σταφυλιών για ωρίμανση, είτε λευκών ή ερυθρών, συμπεριλαμβανομένων για παράδειγμα Riesling, Pinot noir, Chardonnay, Merlot, Cabernet Franc (Tonietto, Carbonneau, 2003).
- III) HI - 1 (Temperate):** στο εύκρατο κλίμα της ομάδας αυτής, ιδανικά καλλιεργούνται ποικιλίες που αργούν να ωριμάσουν όπως είναι χαρακτηριστικά το Cabernet Sauvignon, Ugni Blanc και Syrah (Tonietto, Carbonneau, 2003). Σε αυτή την κατηγορία τα όρια βρίσκονται μεταξύ 1800-2100 μονάδες.
- IV) HI + 1 (Warm Temperate):** είναι η κατηγορία του θερμού εύκρατου κλίματος (2100-2400 μονάδες), στο οποίο μπορούν να ωριμάσουν ποικιλίες όψιμης ωρίμανσης όπως οι Grenache, Mourvèdre, Carignan. Ωστόσο, δεν υπάρχει ηλιοθερμική επάρκεια για την ανάπτυξη άρα και δυνατότητα καλλιέργειας όλων των ποικιλιών αμπέλου (Tonietto, Carbonneau, 2003).
- V) HI + 2 (Warm):** στις κατηγορία αυτή απαντώνται οι θερμές περιοχές που το εύρος των τιμών βρίσκεται ανάμεσα στις 2400-2700 μονάδες, στις οποίες όλες οι ποικιλίες έχουν το χρόνο που χρειάζονται να ωριμάσουν (μερικές από αυτές μάλιστα αρκετά πρώιμα) (π.χ. Ισπανία (Jerez da la Frontera), Τυνησία (Nabeu)) (Tonietto, Carbonneau, 2003).
- VI) HI + 3 (Very Warm):** Στην πολύ θερμή κατηγορία (2700-3000 μονάδες), εκτός από το γεγονός ότι δεν υπάρχει ηλιακός περιορισμός για την ωρίμανση των σταφυλιών, αρχίζουν να παρατηρούνται κλίματα που συναντώνται στην ενδοτροπική ζώνη, και στα οποία είναι πιθανόν να επιτευχθεί διπλή συγκομιδή μέσα στον ίδιο χρόνο (π.χ. Βραζιλία (Petroлина, São Francisco Valley), Ινδία (Ludhiana) κλπ (Tonietto, Carbonneau, 2003).

Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και στους πίνακες που ακολουθούν:

Index	Class of viticultural climate	Acronym	Class interval
Heliothermal index, HI	Very warm	HI + 3	>3000
	Warm	HI + 2	>2400 ≤ 3000
	Temperate warm	HI + 1	>2100 ≤ 2400
	Temperate	HI - 1	>1800 ≤ 2100
	Cool	HI - 2	>1500 ≤ 1800
	Very cool	HI - 3	≤1500

*Πίνακας 8 Κατάταξη-Παρουσίαση ορίων δείκτη HI (Tonietto, Carbonneau, 2003)*

Huglin Index values	Varieties of grapes
1600	Pinot Blanc, Gamay, Gewurtztraminer
1700	Pinot Noir, Chardonnay, Riesling, Sylvaner, Sauvignon
1800	Cabernet Franc
1900	Cabernet Sauvignon, Chenin Blanc, Merlot, Sémillon, Italian Riesling
2000	Ugni Blanc
2100	Cinsaut, Grenache, Syrah
2200	Carignan
2300	Aramon

*Πίνακας 9 Παρουσίαση ενδεικτικών ποικιλιών ανά εύρος HI (Bonnefoy,2017).*

Variable	Equation	Months	Class limits	AVAs (n)	AVAs (%)
Average growing season temperature (GST, °C)	$\frac{\sum_{Apr1}^{Oct31} (T_{max} + T_{min})/2}{n}$	Apr–Oct	Too cool <13°C	0	0.0
			Cool 13–15°C	9	6.7
			Intermediate 15–17°C	28	20.7
			Warm 17–19°C	61	45.2
			Hot 19–21°C	34	25.2
			Very hot 21–24°C	3	2.2
			Too hot >24°C	0	0.0
Growing degree-days (GDD, C° units) <sup>a</sup>	$\sum_{Apr1}^{Oct31} \max\{[(T_{max} + T_{min})/2] - 10, 0\}$	Apr–Oct	Too cool <850	0	0.0
			(Region I) 850–1389	23	17.0
			(Region II) 1389–1667	34	25.2
			(Region III) 1667–1944	44	32.6
			(Region IV) 1944–2222	25	18.5
			(Region V) 2222–2700	9	6.7
			Too hot >2700	0	0.0
Huglin index (HI, C° units)	$\sum_{Apr1}^{Sep30} \max\{[(T_{mean} - 10) + (T_{max} - 10)]/2, 0\} \cdot K$ <p>where <i>K</i> is an adjustment for latitude/day length<sup>b</sup></p>	Apr–Sept	Too cool <1200	0	0.0
			Very cool 1200–1500	1	0.7
			Cool 1500–1800	11	8.1
			Temperate 1800–2100	20	14.8
			Warm temperate 2100–2400	38	28.1
			Warm 2400–2700	44	32.6
			Very warm 2700–3000	19	14.1
			Too hot >3000	2	1.5
Biologically effective degree-days (BEDD, C° units)	$\sum_{Apr1}^{Oct31} \min\{[\max\{[(T_{max} + T_{min})/2] - 10, 0\}], 9\} \cdot DTR_{adj} \cdot K$ <p>where <math>DTR_{adj} = \begin{cases} 0.25[DTR - 13], [DTR] &gt; 13 \\ 0, 10 &lt; [DTR] &lt; 13 \\ 0.25[DTR - 10], [DTR] &lt; 10 \end{cases}</math></p> <p>where <i>K</i> is an adjustment for latitude/day length<sup>b</sup></p>	Apr–Oct	Too cool <1000	2	1.5
			1000–1200	9	6.7
			1200–1400	8	5.9
			1400–1600	21	15.6
			1600–1800	31	23.0
			1800–2000	51	37.8
			2000–2200	13	9.6
			Too hot >2200	0	0.0

<sup>a</sup>GDD classes (regions) are based on rounded °F limits as defined by Winkler et al. (1974) (in parentheses), which produce nonrounded classes in °C units.

<sup>b</sup>*K* is a latitude coefficient that takes into account increasing day lengths starting from 1.0 at 33.3° increasing incrementally poleward and is based on day lengths using Julian day and latitude. See Hall and Jones (2010) for calculation details.

**Πίνακας 10** Βιοκλιματικοί δείκτες *GST*, *GDD*, *HI*, *BEDD* και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τους (Gregory et al, 2010)

Για τον υπολογισμό του Huglin Index απαιτείται να προσδιοριστεί ο δείκτης *K*, ο οποίος καθορίζεται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος της κάθε περιοχής. Αναλυτικότερα:

Latitude	40 to 42°	42.1 to 44°	44.1 to 46°	46.1 to 48°	48.1 to 50°
Value of <i>k</i>	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06

**Πίνακας 11** Τιμή του συντελεστή διάρκειας ημερών *k* για διάφορα εύρη γεωγραφικού πλάτους (Castellucci, 2012).

2. Δείκτες με βάση τις θερμοκρασίες της νύχτας και / ή το εύρος θερμοκρασιών, δείκτες των συνθηκών ωρίμανσης σταφυλιών:

#### 4.2.5 COOL NIGHT INDEX (CNI)

Το Cool Night Index προτάθηκε από τους Tonietto (1999) και Tonietto και Carboneau (2004). Αντιστοιχεί στη μέση ελάχιστη θερμοκρασία (°C) από το Σεπτέμβριο του βόρειου ημισφαιρίου και από το Μάρτιο στο νότιο ημισφαίριο. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες κατά την περίοδο ωρίμανσης των σταφυλιών κάθε ποικιλίας ανά περιφέρεια μπορεί επίσης να συμπεριληφθεί, ώστε να ληφθούν υπόψη οι τοπικές συνθήκες (Castellucci, 2012).

#### 4.2.6 FREGONI INDEX (simplified)

Στην ίδια αρχή, ο Fregoni (Fregoni and Pezzutto, 2000) πρότεινε ένα ευρετήριο ενσωματώνοντας τόσο το ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας όσο και τη διάρκεια της περιόδου όπου η θερμοκρασία παραμένει κάτω των 10°C, για περίοδο 30 ημερών πριν από την ωρίμανση του σταφυλιού. Προτείνεται με βάση τις ωριαίες θερμοκρασίες, η απλοποιημένη έκδοση που ισχύει για καθημερινά δεδομένα για το κλίμα:

$$IFs = \sum (T_{\max} - T_{\min}) \times \sum N_{dT < 10}$$

*Εξίσωση 1* Υπολογισμός δείκτη Fregoni Index (Simplified) (Castellucci, 2012)

Όπου IFs: Απλοποιημένος δείκτης Fregoni [° C.days], τα  $T_{\min}$  και  $T_{\max}$  έχουν τις ίδιες έννοιες και μονάδες όπως στην εξίσωση του δείκτη GDD.

$N_{d < 10}$ : αριθμός ημερών όπου η μέση θερμοκρασία είναι κάτω από 10°C (Castellucci, 2012).

3. Ισοζύγιο κλιματικών υδάτων αμπελουργίας, δείκτης προσφοράς νερού στο κλιματικό επίπεδο:

#### 4.2.7 DROUGHT INDEX

Αυτή είναι μια προσαρμογή από τον Tonietto (1999) του ισοζυγίου νερού και από τον Riou (1994). Το νερό υπολογίζεται σε μηνιαία στάδια, για περίοδο έξι μηνών μεταξύ 1ης Απριλίου έως 30 Σεπτεμβρίου (βόρειο ημισφαίριο) ή μεταξύ 1 Οκτωβρίου και 31 Μαρτίου (νότιο ημισφαίριο). Η αξία του στο τέλος του κύκλου (30 Σεπτεμβρίου για το βόρειο ημισφαίριο και 31 Μαρτίου για το νότιο ημισφαίριο) είναι ο δείκτης ξηρασίας που υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$IS = W_{m=6}$$

where *IS*: drought index [mm];  $W_{m=6}$ : value of the water balance [in mm] at the end of the sixth month *m*.

The water balance for each of the six months is calculated as follows:

$$W_m = \min(W_{m-1} + P - T_v - E_s ; W_0)$$

### Εξίσωση 2 Υπολογισμός 1 Δείκτη Drought Index (Castellucci, 2012)

Όπου:

$W_m$ : ισοζύγιο νερού στο τέλος του μήνα *m*

$W_{m-1}$ : ισορροπία νερού στο τέλος του προηγούμενου μήνας

*P*: η συνολική μηνιαία βροχόπτωση για τον μήνα *m*

$T_v$ : διαπνοή του αμπελιού για μήνα *m*

$E_s$ : η εξάτμιση σε επίπεδο εδάφους κατά τη διάρκεια του μήνα *m*

$W_0$ : χρήσιμο αποθεματικό στο χώμα σε 200 mm

Όλα αυτά τα μεγέθη εκφράζονται σε mm. Όταν  $m = 1$ , θεωρείται ίσο με το χρήσιμο αποθεματικό  $W_0$  που είναι 200 mm.

Σημείωση: Το  $W_m$  μπορεί να έχει αρνητική τιμή. Αυτή η εννοιολογική προσέγγιση προτείνεται προς τον καλύτερο χαρακτηρισμό της σημασίας του ενδεχόμενου ελλείμματος των υδάτινων πόρων για το αμπέλι. Η διαπνοή της αμπέλου αξιολογείται κάθε μήνα με βάση το στάδιο ανάπτυξης της αμπέλου και η εξάτμιση της ζήτησης της ατμόσφαιρας (Castellucci, 2012).

Table 2: value of the coefficient *k* for the 6 months of calculating the drought index

Month number	1	2	3 to 6
Northern hemisphere	April	May	June to September
Southern hemisphere	October	November	December to March
<i>K</i> Value	0.1	0.3	0.5

Soil evaporation is the fraction of  $ET_0$  not consumed by the vine, or  $(1-k) \times ET_0$  for the period during which the surface part of the soil is still wet. The duration of this period is assessed based on monthly precipitation *P*. It corresponds to a fifth of the cumulative rain for the month *m* in days:

$$E_s = \frac{ET_0}{N_{d,m}} (1-k) \max\left(\frac{P}{5}; N_{d,m}\right) \quad (7)$$

where  $N_{d,m}$ : number of days in the month *m*.

### Πίνακας 12 Υπολογισμός 2 Δείκτη Drought Index (Castellucci, 2012)

#### 4.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΔΕΙΚΤΩΝ

Country	Region	GSTavg (°C)	BEDD (DD)	WI (DD)	HI (DD)	CI (°C)	DI (mm)
Germany	Baden	14.9	1117	1056	1602	10.4	149
	Mosel	14.0	966	891	1411	9.7	131
	Rheinhessen	14.1	989	922	1473	9.5	109
France	Bordeaux	16.5	1382	1387	1890	12.1	85
	Bourgogne	15.2	1171	1118	1648	11.0	125
	Champagne	14.2	981	923	1492	9.9	106
	Côtes du Rhône Méridionales	17.3	1447	1570	2067	12.9	39
Italy	Barolo	17.5	1559	1600	1960	14.6	90
	Chianti Classico	17.9	1507	1685	2112	13.8	32
	Valtellina Superiore	16.2	1304	1335	1880	11.7	175
	Vino Nobile di Montepulciano	17.5	1473	1613	2057	13.2	18
Spain	Jerez-Xéres-Sherry	20.9	1921	2343	2441	18.8	-57
	La Mancha	18.9	1445	1912	2417	13.5	-122
	Rioja	16.6	1343	1410	1886	12.3	14
Portugal	Porto	17.9	1489	1684	2155	13.1	-45
	Vinho Verde	17.6	1576	1635	1987	13.7	19
	Minimum	14.0	966	891	1411	9.5	-122
	Maximum	20.9	1921	2343	2441	18.8	175
	Range	6.7	955	1420	949	9.0	297

Πίνακας 13 Παραδείγματα 1 δεικτών (Gregory et al, 2009)

Country or State	Region	GSTavg (°C)		BEDD (DD)		WI (DD)		HI (DD)		CI (°C)	
		Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max
California	Napa Valley	18.3	19.7	1766	1952	1684	2020	2294	2637	10.8	20.4
California	Paso Robles	18.4	20.3	1892	2069	1685	2113	2399	2800	9.2	22.0
California	Lodi	20.2	20.8	1906	1966	2082	2234	2637	2787	13.0	18.2
Oregon	Willamette Valley*	14.3	15.1	992	1173	881	1042	1504	1683	7.8	16.9
Washington	Walla Walla	16.8	17.6	1350	1491	1380	1501	2120	2263	9.0	17.7
Australia	Barossa Valley	18.1	19.1	1570	1661	1661	1842	2063	2215	12.2	13.2
Australia	Coonawarra	16.7	17.0	1373	1418	1328	1387	1833	1923	10.9	11.1
Australia	Margaret River	18.4	19.1	1523	1665	1662	1843	1850	2090	14.6	16.1
Australia	Yarra Valley	16.2	17.6	1251	1500	1236	1540	1652	1929	11.1	12.8

\*Note that the Willamette Valley values come from the statistics of the six most prominent appellations within the broader region.

Πίνακας 14 Παραδείγματα 2 δεικτών (Gregory et al, 2009)

#### **4.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗ ΖΩΝΗ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ**

Το κλίμα διαφέρει από το έδαφος κυρίως λόγω της χρονικής μεταβλητότητάς του. Επίσης αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό για τη ζώνη της αμπελοκαλλιέργειας όσον αφορά τους χρησιμοποιούμενους βιοκλιματικούς δείκτες. Το μέγεθος αυτού του χρονικού δείγματος, που αναφέρεται στη συνέχεια ως «διάρκεια μελέτης», εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους καθορισμένους στόχους. Πιο συγκεκριμένα, καθορίζεται από το στόχο της ζώνης που περιορίζεται αποκλειστικά στον προσδιορισμό των εξεταζόμενων περιοχών και από τη σύγκριση των κλιματολογικών χαρακτηριστικών των περιοχών που εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης με άλλες περιοχές οίνου (ενδο- και εξω- περιφερειακή σύγκριση). Στην πρώτη περίπτωση, η διάρκεια της μελέτης μπορεί να ποικίλλει, ανάλογα με τη χωρική κλίμακα και τους ατμοσφαιρικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που διέπουν τη χωρική μεταβλητότητα του κλίματος. Έτσι, για ζώνες μεγάλης κλίμακας (περιοχή μελέτης με μέγεθος μικρότερο από 100 km), θα χρειαστεί μια περίοδος μελέτης αρκετών ετών (τουλάχιστον 5). Ωστόσο, για μεταβλητές όπου η χωρική κατανομή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες, όπως βροχόπτωση, θερμοκρασία, απαιτείται σημαντική διάρκεια μελέτης. Συνιστώνται οι χρόνοι που δίνονται δηλαδή 30 ετών (Castellucci, 2012). Το διάστημα αυτό θεωρείται ικανοποιητικό διότι καλύπτει πολλές καιρικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των χρόνων.



# ΕΝΟΤΗΤΑ 5. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ & ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

## 5.1 ΣΗΜΑΣΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

### ● 5.1.1 ΟΦΕΛΗ ΟΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το κόκκινο κρασί περιέχει αντιοξειδωτικά, που ονομάζονται φλαβονοειδή, τα οποία μειώνουν τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου μειώνοντας την κακή χοληστερόλη (χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη-LDL) και ενισχύοντας την καλή χοληστερόλη (λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας-HDL). Έρευνες έχουν δείξει ότι μια ημερήσια δόση κόκκινου κρασιού συνδέεται, κατά μέσο όρο, με αύξηση 12% της HDL. Επιπλέον, περιεκτικότητα σε ρεσβερατρόλη που βρίσκεται στο κόκκινο κρασί ενδέχεται να βοηθά σε ένα ευρύ φάσμα ιατρικών προβλημάτων. Μελέτες έχουν δείξει ότι το κόκκινο κρασί μπορεί δυνητικά να μειώσει τον κίνδυνο καρκίνου του παχέος εντέρου και του προστάτη όταν καταναλώνεται εντός φυσιολογικών ποσοτήτων. Ωστόσο, να διευκρινιστεί ότι αυτό αναφέρεται στο κόκκινο κρασί, που περιέχει οκτώ φορές περισσότερα φλαβονοειδή συγκριτικά με το λευκό κρασί. Επιπλέον να σημειωθεί ότι οι περιοχές, οι πρακτικές οινοποίησης, η ποικιλία, ο χρόνος συγκομιδής και οι μέθοδοι καλλιέργειας μπορούν να επηρεάσουν το σύνολο των επιπέδων ρεσβερατρόλης του οίνου (Higgins et al, 2015).

### ● 5.1.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΟΙΝΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ

Αξιοσημείωτη είναι η σημασία της διατήρησης της ποιότητας και της ποσότητας των οίνων Σαντορίνης για την οικονομία της. Γενικά στοιχεία για τον οινοτουρισμό, ως ειδική μορφή τουρισμού, δείχνουν ότι αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια σε πολλές οινοπαραγωγικές περιοχές του κόσμου, αποτελώντας υποκατηγορία του αγροτουρισμού. Ο οινικός τουρισμός αποτελεί μία δυναμικά αναπτυσσόμενη μορφή τουρισμού ειδικού ενδιαφέροντος, ένα σημαντικό συστατικό περιφερειακής ανάπτυξης, αφού συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη, μέσω διαφοροποίησης της γεωργίας αλλά συγχρόνως υπακούει και στις αρχές της βιωσιμότητας.

Πιο συγκεκριμένα για τη Σαντορίνη, ως μία από τις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής οίνων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης, που συνδυάζει το φαντασμαγορικό τοπίο, την ιστορία, την γαστρονομική κουλτούρα και τον πιο εντυπωσιακό αμπελώνα, η οικονομία της στηρίζεται σε αυτή τη μορφή τουρισμού. Πλήθος επισκέψιμων οινοποιείων υποδέχονται τους επισκέπτες για να τους ξεναγήσουν στις δεξαμενές οινοποίησης και στα κελάρια παλαίωσης. Παράλληλα, εξελίσσονται εκδηλώσεις και οργανωμένες δραστηριότητες σε μουσείο οίνου, σε εστιατόρια με ενδιαφέρουσες λίστες κρασιών και κάβες με έμφαση στην ποιοτική τοπική οινική προσφορά που συνθέτουν το τουριστικό προϊόν, τον οίνο (Βαλασσά, 2011).

## 5.2 ΠΡΟΒΛΕΠΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Σύμφωνα με στοιχεία της IPCC γίνονται οι εξής εκτιμήσεις για τον 21ο αιώνα. Εκτιμάται ανοδική τάση της στάθμης της θάλασσας, της συγκέντρωσης του διοξειδίου τον άνθρακα (CO<sub>2</sub>) της ατμοσφαιράς και ακόμη πιο συγκεκριμένα προβλέπεται αύξηση του αερίου κατά 90% μέχρι το 2030, υπό την προϋπόθεση μη ανάληψης μέτρων. Επιπλέον, στις αλλαγές που εκτιμώνται περιλαμβάνεται και η αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι 6°C τα επόμενα 100 χρόνια, αύξηση των ακραίων φαινομένων, μείωση των αποθεμάτων νερού, αυξανόμενη διάρκεια των περιόδων ξηρασίας, καθώς και αύξηση της υπερϊόδους ακτινοβολίας.

Όλα τα παραπάνω φαίνεται να επηρεάζουν άμεσα τον τομέα της γεωργίας. Συγκεκριμένα, οι εκτιμώμενες κλιματικές μεταβολές θα έχουν επιπτώσεις στις αποδόσεις και στο γεωγραφικό προσανατολισμό των παραγωγών. Οι αυξανόμενες πιθανότητες εκδήλωσης ακραίων φαινομένων θα οδηγήσουν σε αύξηση του κινδύνου ζημιών στη συγκομιδή. Ακόμα, πιθανότατα να προκύψουν αλλαγές στις καλλιεργητικές πρακτικές, όπως για παράδειγμα στη χρήση του νερού, στις γεωργικές εισροές, στα λιπάσματα, στους ψεκασμούς και σε άλλα συναφή αντικείμενα (Δαλέζιος, 2015).

Αλλαγή στο φαινόμενο	Εφικτότητα της προβαλλόμενης αλλαγής*
Υψηλότερες μέγιστες θερμοκρασίες, περισσότερες θερμές μέρες.	Πολύ πιθανό.
Υψηλότερες ελάχιστες θερμοκρασίες, λιγότερες ψυχρές ημέρες και ημέρες παγετού.	Πολύ πιθανό.
Αύξηση του δείκτη καύσωνα.	Πολύ πιθανό, στις περισσότερες περιοχές.
Περισσότερα επεισόδια έντονης βροχόπτωσης.	Πολύ πιθανό, σε πολλές περιοχές.
Αυξημένη θερινή ηπειρωτική ξηρότητα και συνδυαζόμενο ρίσκο ξηρασίας.	Πιθανό, στις περισσότερες ηπειρωτικές περιοχές μέσω γεωγραφικών πλατών.
Αύξηση της αιχμής σε ριπές ανέμου και των εντάσεων υετού σε τροπικούς κυκλώνες.	Πιθανό σε κάποιες περιοχές.

\*Αιτιολογημένες εκτιμήσεις εμπιστοσύνης από την IPCC. Πολύ πιθανό: 90-99%. Πιθανό: 66-90%.

Πίνακας 15 Εκτιμώμενα ακραία φαινόμενα έως το 2100 (Δαλέζιος, 2015)

## 5.3 ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Κεντρικός πυλώνας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής που αφορά τον γεωργικό τομέα είναι η διαχείριση διακινδύνευσης (risk) διαμέσου της λήψης μέτρων τόσο προετοιμασίας όσο και αντιμετώπισης. Πλήθος παραγόντων απαιτείται να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό δράσεων αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι :

- Η Επισιτιστική ασφάλεια, η αυτάρκεια αγαθών, η δυνατότητα διάθεσης χρηματικών πόρων για τη διαφοροποίηση της παραγωγής και ευρύτερα τη διατήρηση της βιωσιμότητας.
- Η Πιθανή αβεβαιότητα της φύσης στη κλιματική αλλαγή.

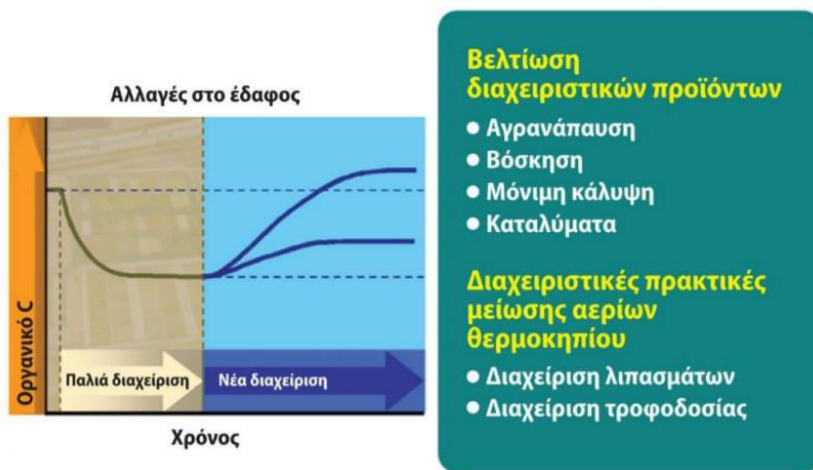
- Η Κοινωνικοπολιτική κατάσταση.
- Η Διαθεσιμότητα κατάλληλων μοντέλων για την προσομοίωση της πρωτογενών και δευτερογενών επιπτώσεων στα γεωργικά συστήματα.
- Η Αβεβαιότητα που συνδέεται με τη παραμετροποίηση και τη βαθμονόμηση μοντέλων για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Δαλέζιος, 2015).

#### **5.4 ΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

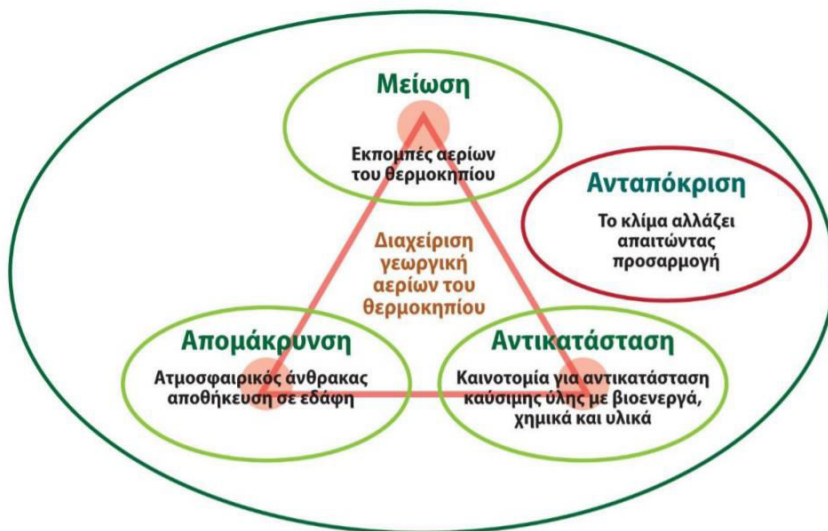
Η αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος προγραμματίζεται να υλοποιηθεί σε δύο στάδια.

##### **• 5.4.1 ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ**

Το Πρώτο στάδιο αναφέρεται στην αναγκαιότητα της λήψης μέτρων αντιμετώπισης και περιορισμού των Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου (ΕΑΘ) της ατμόσφαιρας. Μείωση των παραγόμενων αερίων όπως το CO<sub>2</sub>, το N<sub>2</sub>O και το μεθάνιο μέσω κατάλληλων διαχειριστικών πρακτικών όπως είναι η διαχείριση λιπασμάτων και η διαχείριση τροφοδοσίας (Figure 1.) Τα σχέδια δράσης αντιμετώπισης των επιβαρυντικών συνθηκών της κλιματικής αλλαγής στον γεωργικό τομέα επικεντρώνονται σε τρεις κύριους άξονες, σε συστήματα έγκαιρων προειδοποιήσεων, σε εκτιμήσεις ρίσκου και σε δράσεις ή μέτρα αντιμετώπισης, είτε αυτά εφαρμόζονται σε περιφερειακό, εθνικό ή ευρύτερης περιοχής επίπεδο (Figure 2.). Πρωτίστως, αναμένεται να ληφθούν προληπτικά μέτρα όπως για τις καταστροφές, την προετοιμασία σε ποικίλες διακυμάνσεις ετοιμότητας, την ανταπόκριση και την αποκατάσταση σε εθνικό επίπεδο. Ακόμη, κύριος στόχος των σχεδίων αντιμετώπισης διατηρείται ο περιορισμός της ευπάθειας σε κινδύνους και καταστροφές, ενώ παράλληλα απαραίτητο καθίσταται να προσδιοριστούν κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης, για να περιοριστεί το ρίσκο της κάθε επίπτωσης για μελλοντικά ακραία φαινόμενα. Ωστόσο, να σημειωθεί πως ακόμα και εάν επιτευχθεί ο περιορισμός των εκπομπών ΕΑΘ σε παγκόσμιο επίπεδο, απαιτείται χρόνος για να ανανήψει ο πλανήτης από τις επιπτώσεις των αερίων του θερμοκηπίου, που βρίσκονται ήδη στην ατμόσφαιρα (Δαλέζιος, 2015).



*Figure 1. Απεικόνιση της δυνατότητας συμβολής της γεωργίας στην αντιμετώπιση των ΕΑΘ, μέσω συγκεκριμένων πρακτικών διαχείρισης της γεωργικής γης (Δαλέζιος, 2015)*



*Figure 2 Απεικόνιση πλαισίου των απαραίτητων δράσεων γεωργικής διαχείρισης των ΕΑΘ - Σχέδια αντιμετώπισης (Δαλέζιος, 2015)*

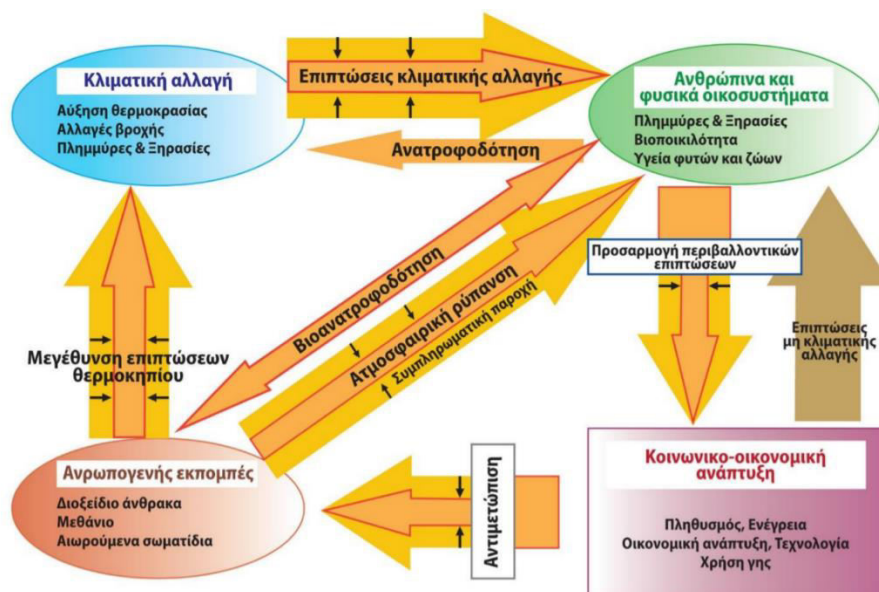
## • 5.4.2 ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ

Από την άλλη μεριά το Δεύτερο σκέλος στη λήψη μέτρων προσαρμογής, για να αντιμετωπιστούν οι αναπόφευκτες επιπτώσεις, είναι η γνώση της κλιματικής μεταβλητότητας που μπορεί να συμβάλλει στην διαδικασία αυτή της προσαρμογής. Το κλίμα μπορεί να αλλάξει. Το να εκτιμηθεί η κατάσταση και να επέλθει προσαρμογή των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής απαιτείται εξισορρόπηση μεταξύ των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Η προσαρμογή στοχεύει στην ανάπτυξη εννοιολογικών και ολοκληρωμένων μεθοδολογιών, για την εκτίμηση των επιπτώσεων, της ευπάθειας και της αποτελεσματικής προσαρμογής σε σχέση με το κόστος. Τέλος, συνέργειες μεταξύ μέτρων προσαρμογής και αντιμετώπισης είναι καθοριστικές.

Αναλυτικά το ολοκληρωμένο σύστημα και οι αλληλεπιδράσεις απεικονίζονται στο Figure 3. (Δαλέζιος, 2015).

Σημαντικοί τομείς για τη προσαρμογή της γεωργίας στην κλιματική αλλαγή είναι η:

- Ανάπτυξη και αποδοχή νέων τεχνολογιών για την άρδευση, το όργωμα καθώς και ολοκληρωμένα στραγγιστικά συστήματα. Ακόμη καθοριστική φαίνεται να είναι η γενετική βελτίωση καλλιεργειών μέσω αξιοποίησης της επιστήμης της βιοτεχνολογίας.
- Βελτίωση της διαχείρισης των υδάτων μέσω ανάπτυξης στρατηγικών κατανομής νερού.
- Βελτίωση διαχείρισης του αγρού διαμέσου αλλαγών στις πρακτικές των αγρών, όπως είναι η ορθολογική χρήση λιπασμάτων και εντομοκτόνων, ο εκσυγχρονισμός και η βελτίωση της διαχειριστικής ικανότητας σε επίπεδο αγρού.
- Θεσμική σχεδίαση και υλοποίηση: Θεσμικές αναμορφώσεις, που υποστηρίζουν τη μακροπρόθεσμη σχεδίαση και ενισχύουν τις προσαρμογές σε βραχείας και μακράς κλίμακας κλιματικές επιπτώσεις.



*Figure 3* Απεικόνιση ολοκληρωμένου πλαισίου εκτίμησης της κλιματικής αλλαγής, αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιπτώσεων, αντιμετώπισης και προσαρμογής (Δαλέζιος, 2015)

## 5.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα προβλεπτικά αποτελέσματα, τα οποία αφορούν τον Ελλαδικό χρόνο για τα εύρη ετών 2021 με 2050 και 2061 με 2090. Εστιάζοντας στις αντίστοιχες στήλες των βιοκλιματικών δεικτών GDD, GST και HI παρατηρείται άνοδος των θερμοκρασιών το οποίο ερμηνεύεται μέσω της μετάβασης από Very Hot σε Too Hot για το δείκτη GST, από region V σε region VI για το δείκτη GDD και από Very Warm σε Too Warm για το δείκτη HI. Αυτές οι μεταβάσεις αναφέρονται στην πλειονότητα των δειγμάτων και μας επιβεβαιώνουν την επιτακτική ανάγκη να ληφθούν μέτρα, καθώς με την κλιματική αλλαγή τα αμπελία δεν θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των παραγωγών, είτε σε ποσοτικό αλλά είτε και σε ποιοτικό επίπεδο. Αυτό θα συμβεί διότι, οι μεταβάσεις στους δείκτες από μία ομάδα ταξινόμησης σε μία ομάδα υψηλότερης θα οδηγήσουν τον ελλαδικό αμπελώνα να πρέπει να προσαρμοστεί σε συνθήκες θερμικού στρες, αφού η ζώνη του κλίματος θα ανήκει πλέον στην πολύ ζεστή. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι οι ορεινές περιοχές που βρίσκονταν στις ψυχρές ζώνες θα οδηγηθούν σε πιο εύκρατες, ενώ οι νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές θα μεταβούν από την εύκρατη ζώνη, στην πολύ ζεστή.

Πρέπει λοιπόν, να πραγματοποιηθούν μελέτες για την αντιμετώπιση προβλημάτων τα οποία σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Τα προβλήματα αυτά, έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται αισθητά στους παραγωγούς και θα γίνουν ακόμη πιο έντονα στο μέλλον. Στις μελέτες θα πρέπει να εξεταστεί το πώς θα εξελιχθεί μελλοντικά η καταλληλότητα, η εγκατάσταση, η ανάπτυξη και η ωριμότητα των αμπελιών, αν θα είναι επαρκής η θερμότητα και η βροχόπτωση για να καλύψει

τις ανάγκες των φυτών και τέλος κατα πόσο το κλίμα μεταξύ των χρόνων θα βρίσκεται σε κανονικότητα.

Index	Classes	1981–2010		2021–2050		2061–2090	
		Total number	Frequency (%)	Total number	Frequency (%)	Total number	Frequency (%)
GST (°C)	Warm	4	21.1	0	0	0	0
	Hot	12	63.1	4	21.1	0	0
	Very hot	3	15.8	14	73.6	6	31.6
	Too hot	0	0	1	5.3	13	68.4
GDD (°C units)	Region II	1	5.3	0	0	0	0
	Region III	3	15.8	0	0	0	0
	Region IV	7	36.8	3	15.8	0	0
	Region V	8	42.1	10	52.6	2	10.5
	Too hot	0	0	6	31.6	17	89.5
HI (°C units)	Temperate	1	5.3	0	0	0	0
	Warm temperate	7	36.8	1	5.3	0	0
	Warm	7	36.8	5	26.3	0	0
	Very warm	4	21.1	7	36.8	1	5.3
	Too hot	0	0	6	31.6	18	94.7
BEDD (°C units)	3	2	10.5	0	0	0	0
	4	8	42.1	2	10.5	0	0
	5	9	47.4	13	68.4	7	36.8
	6	0	0	4	21.1	12	63.1
	Too hot	0	0	4	21.5	17	89.5
DI (mm)	Moderate dry	17	89.5	14	73.2	2	10.5
	Sub-humid	2	10.5	1	5.3	0	0
	Very dry	0	0	4	21.5	17	89.5
CI (°C)	Very cool nights	3	15.8	0	0	0	0
	Cool nights	2	10.5	3	15.8	0	0
	Temperate nights	10	52.6	4	21.1	3	15.8
	Warm nights	4	21.1	12	63.1	16	84.2

*Πίνακας 16* Μελλοντικές εκτιμήσεις για την Ελλάδα (2021-2050, 2061-2090) (Koufow et al, 2017)

## **Β' ΜΕΡΟΣ: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **6.1.1 ΣΤΟΧΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι ο υπολογισμός τριών βιοκλιματικών δεικτών ευρέως διαδεδομένων και συγκεκριμένα των GST (Growing Season Temperature), GDD (Growing Degree Days), και HI (Huglin Index) για τριάντα έτη. Παράλληλα, υπολογίστηκε το άθροισμα του ύψους των βροχοπτώσεων σε mm ανά έτος, ξεκινώντας από το 1974 έως το 2018. Τα αποτελέσματα, δίνοντας συμπληρωματικά δεδομένα, επιφέρουν μία αρκετά ολοκληρωμένη εικόνα για τη Σαντορίνη. Το σύνολο των δεδομένων συλλέχθηκε και δόθηκε από την Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία (EMY). Ο κάθε παράγοντας δίνει την δική του ερμηνεία για το πως επηρεάζει τις κλιματολογικές συνθήκες, με το σύνολο τους να διαμορφώνουν ένα γενικό συμπέρασμα. Να σημειωθεί πως για τους υπολογισμούς των δεικτών τα έτη που μελετήθηκαν

δεν αφορούν τα τελευταία τριάντα έτη, αλλά 30 έτη μη διαδοχικά ξεκινώντας από το 1974 έως το 2015 και αυτό λόγω ελλιπών δεδομένων θερμοκρασιών απο την ΕΜΥ.

### 6.1.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πλήθος των δεδομένων που δόθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία επεξεργάστηκε στα υπολογιστικά φύλλα (excel), με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων και εξισώσεων. Αναλυτικότερα οι υπολογισμοί βασίστηκαν στους μαθηματικούς τύπους που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Variable	Equation	Months	Class limits	AVAs (n)	AVAs (%)
Average growing season temperature (GST, °C)	$\frac{\sum_{Apr1}^{Oct31} (T_{max} + T_{min})/2}{n}$	Apr–Oct	Too cool <13°C	0	0.0
			Cool 13–15°C	9	6.7
			Intermediate 15–17°C	28	20.7
			Warm 17–19°C	61	45.2
			Hot 19–21°C	34	25.2
			Very hot 21–24°C	3	2.2
			Too hot >24°C	0	0.0
Growing degree-days (GDD, C° units)*	$\sum_{Apr1}^{Oct31} \max\{((T_{max} + T_{min})/2) - 10, 0\}$	Apr–Oct	Too cool <850	0	0.0
			(Region I) 850–1389	23	17.0
			(Region II) 1389–1667	34	25.2
			(Region III) 1667–1944	44	32.6
			(Region IV) 1944–2222	25	18.5
			(Region V) 2222–2700	9	6.7
			Too hot >2700	0	0.0
Huglin index (HI, C° units)	$\sum_{Apr1}^{Sep30} \max\{(((T_{mean} - 10) + [T_{max} - 10])/2), 0\} \cdot K$ <p>where K is an adjustment for latitude/day length<sup>b</sup></p>	Apr–Sept	Too cool <1200	0	0.0
			Very cool 1200–1500	1	0.7
			Cool 1500–1800	11	8.1
			Temperate 1800–2100	20	14.8
			Warm temperate 2100–2400	38	28.1
			Warm 2400–2700	44	32.6
			Very warm 2700–3000	19	14.1
Too hot >3000	2	1.5			

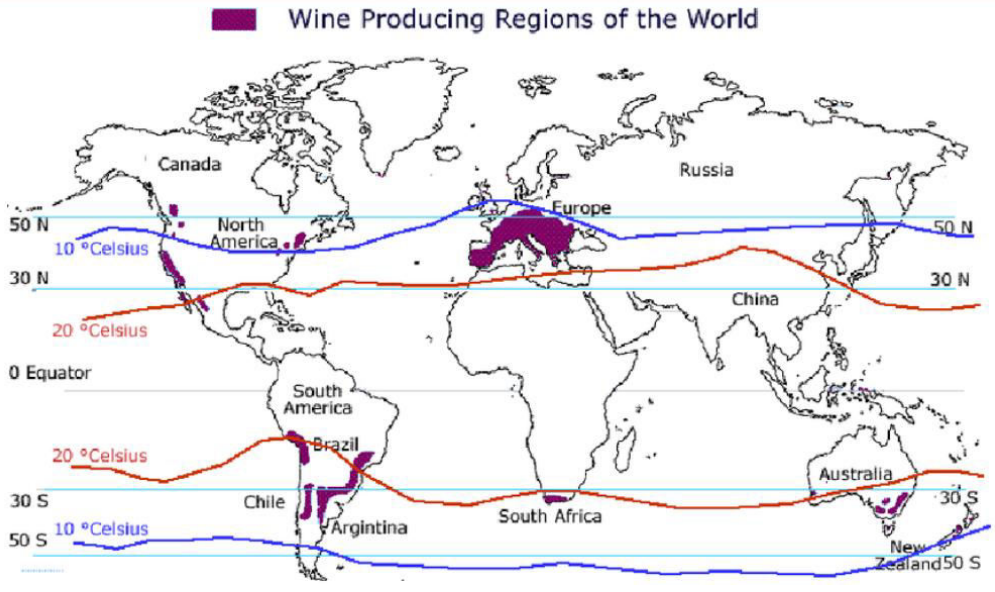
**Πίνακας 17** Βιοκλιματικοί δείκτες GST, GDD, HI και μαθηματικοί τύποι υπολογισμού τους (Gregory et al, 2010)

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως οι θερμοκρασιακές τιμές για το σύνολο των δεικτών λόγω πλήθους τιμών ανά ημέρα, συγκεκριμένα οι τιμές  $T_{min}$  και  $T_{max}$  υπολογίστηκαν ως μέρος όρος των συνολικών τιμών, ακόμη και για το δείκτη GST. Το σύνολο των δεδομένων των οποίων διαμορφώθηκε ανά ημέρα, διέφερε ανά έτος, το σύνολο αυτών των δεδομένων υποδηλώνει τον αριθμό n. Τέλος, για τον υπολογισμό του δείκτη HI ο αριθμός K για τον Ελλαδικό χώρο σύμφωνα και με την παρακάτω εικόνα ισούται με 1,03.

Αντίστοιχα, για τις βροχοπτώσεις υπολογίστηκε το άθροισμα του ύψους των βροχοπτώσεων ανά έτος. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η βιωσιμότητα των αμπέλων φαίνεται να περιορίζεται σε ορισμένα καυτά κλίματα με ποσότητες βροχόπτωσης μικρότερες από 20 ίντσες (500mm/άθροισμα ανά έτος) (Santos et al, 2020).

Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών παρατίθενται και σχολιάζονται στην επόμενη ενότητα.

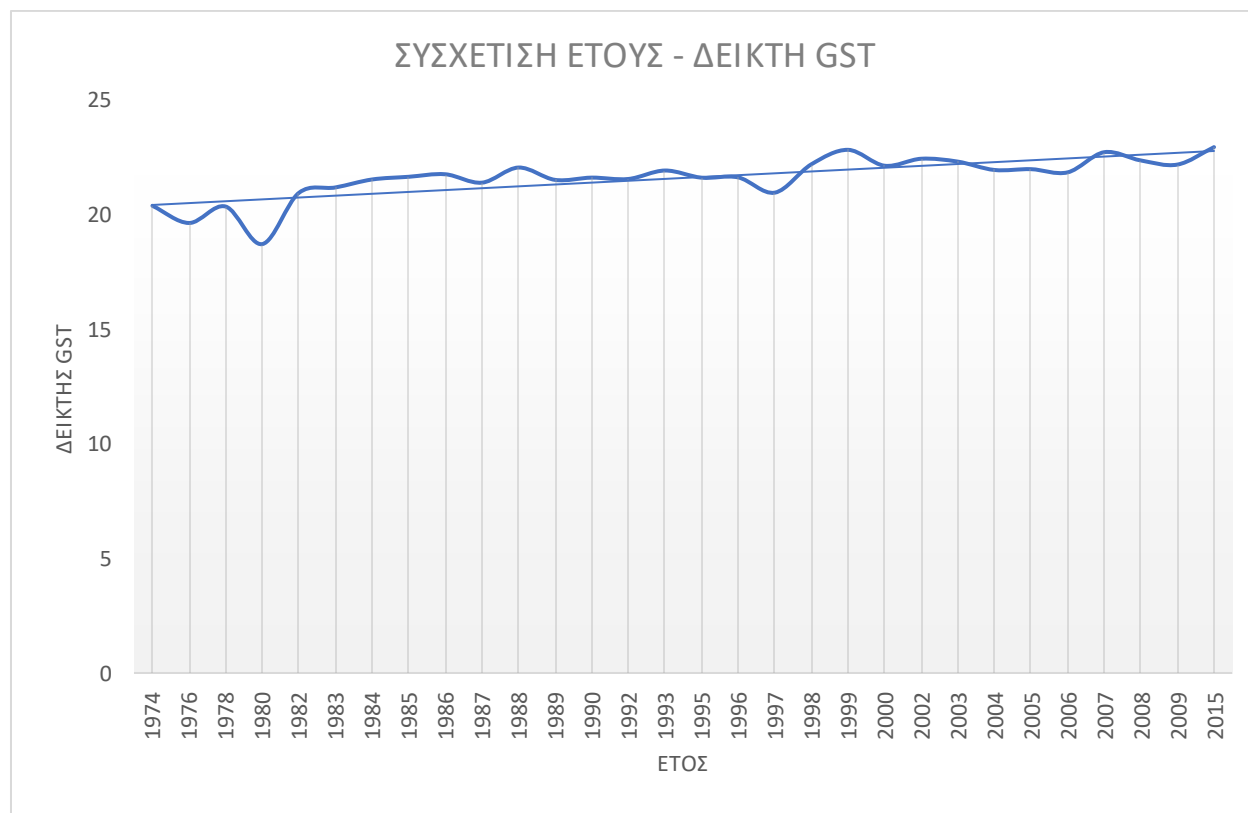




(Urška, 2019)

## 6.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τη συσχέτιση του δείκτη GST εκφρασμένο σε °C ανά συγκεκριμένο έτος. Τα έτη που αφορούν τις αντίστοιχες τιμές δείκτη είναι τα εξής: 1974, 1976, 1978, 1980, 1982-1990, 1992, 1993, 1995-2000, 2002-2009 και 2015.



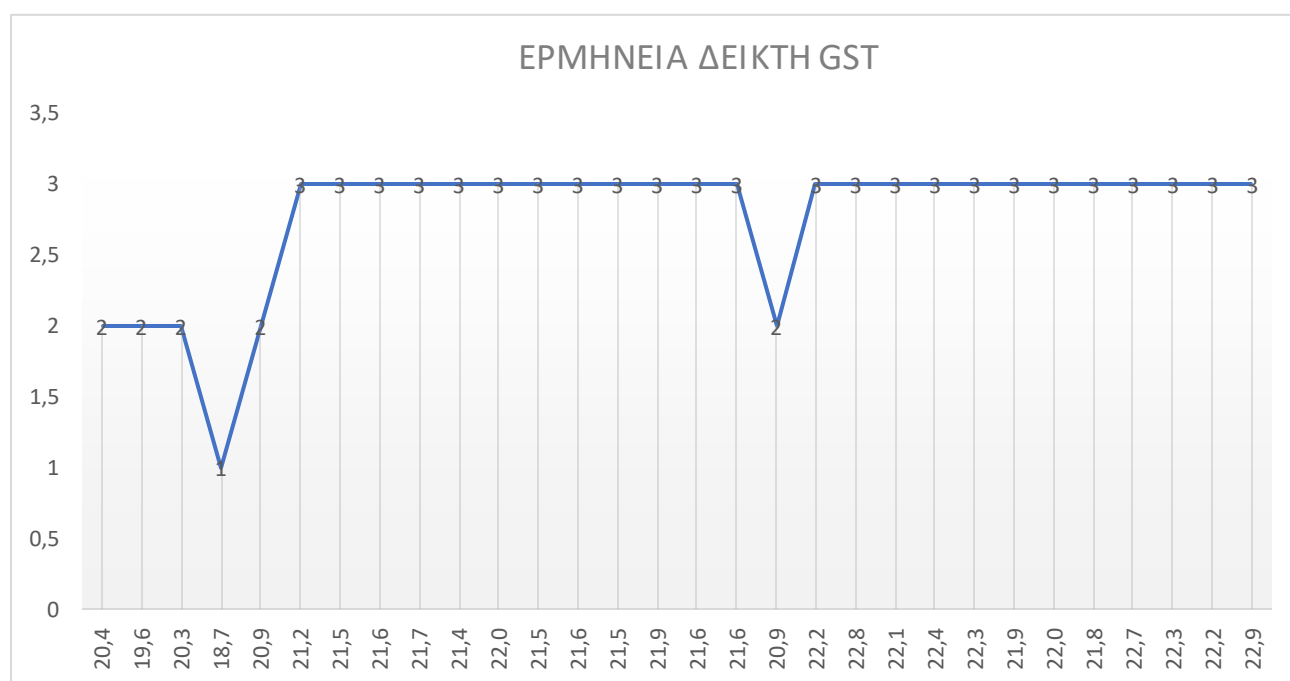
*Figure 4* Συσχέτιση έτους - δείκτη GST

Παρατηρείται λοιπόν, πως η γραμμή είναι ανοδική. Με το πέρασμα των ετών βασιζόμενα τα δεδομένα σε ολοένα αυξανόμενες ημερήσιες θερμοκρασίες, αυτό τελικά φανερώνεται και στο παρόν γράφημα.

Στο παρακάτω Figure 5. απεικονίζεται η ερμηνεία του δείκτη GST. Το εύρος των τιμών που αντιστοιχούν στον δείκτη GST κυμαίνονται από 18,69 °C του έτους 1980 έως 22,9 °C του έτους 2015. Στο παρόν γράφημα δεν επικεντρωνόμαστε στην ακριβή τιμή του κάθε αποτελέσματος αλλά οι τιμές ταξινομούνται ανά εύρη σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές μεταξύ 17-19° C ως Warm, από 19-21° C ως Hot και από 21-24 °C ως Too Hot. Παρατηρούμε λοιπόν πως τις πρώτες χρονιές, οι περισσότερες τιμές αντιστοιχούν στο 2, δηλαδή στο Hot και στη συνέχεια σταθεροποιούνται οι τιμές στο 3, Too Hot με εξαίρεση τη χρονιά 1997 η οποία χαρακτηρίζεται επίσης ως Hot. Το συμπέρασμα που διεξάγεται από το παρόν γράφημα είναι πως εφόσον ο δείκτης σχετίζεται γενικά με τη δυνατότητα ωριμότητας των αμπελοφυτικών ποικιλιών

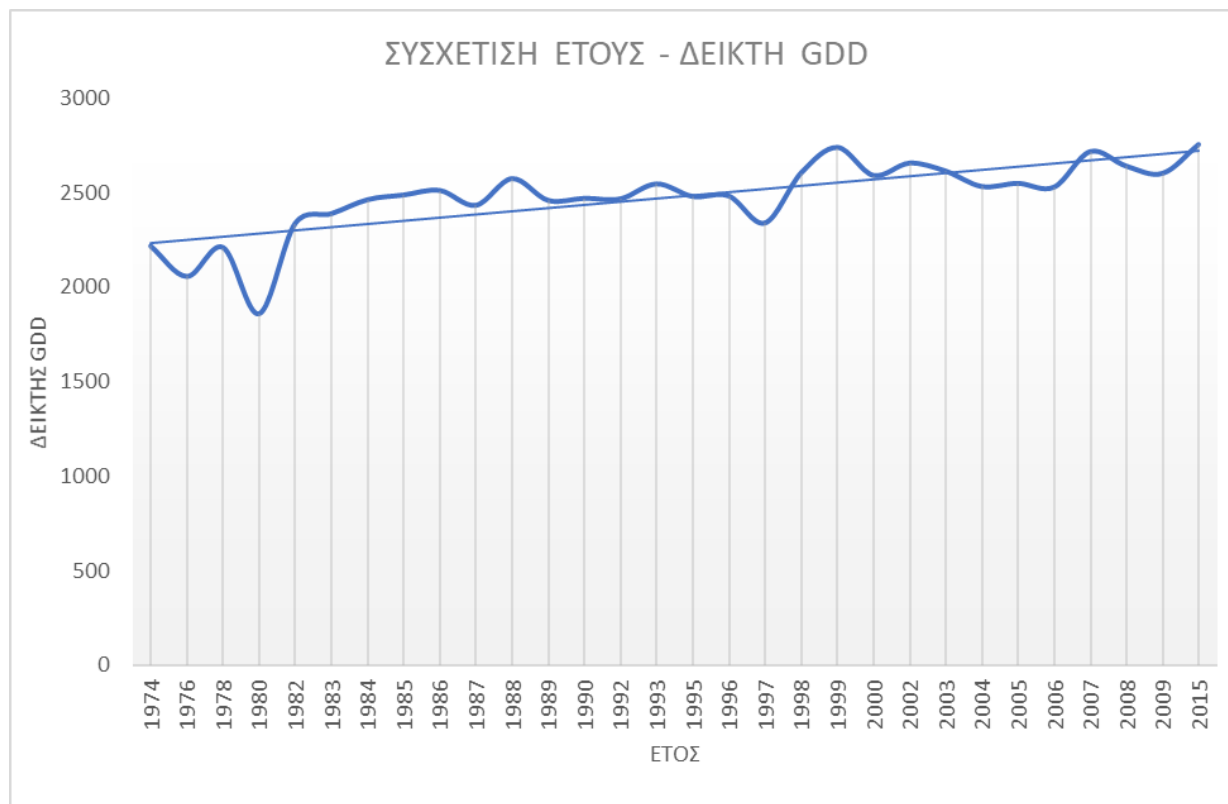
(Honorio et al, 2018) ενώ παράλληλα το όριο που τίθενται για την εύκρατη ζώνη είναι 18,5 °C (Sally, 2012), φαίνεται πως προκύπτουν προβλήματα ως προς την ωρίμανση της αμπέλου. Ωστόσο, ο δείκτης αυτός δεν είναι καθοριστικός, καθώς οι ποικιλίες της Σαντορίνης φαίνεται να παρουσιάζουν ιδιαίτερη προσαρμοστικότητα στις κλιματολογικές συνθήκες. Γι αυτό το λόγο κι όλες γίνεται η μελέτη και σε άλλους δείκτες προκειμένου να έχουμε ένα πιο αντικειμενικό αποτέλεσμα.

Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τη συσχέτιση του δείκτη GST εκφρασμένο σε °C ανά συγκεκριμένο έτος. Τα έτη που αφορούν τις αντίστοιχες τιμές δείκτη είναι τα εξής: 1974, 1976, 1978, 1980, 1982-1990, 1992, 1993, 1995-2000, 2002-2009 και 2015.



*Figure 5 Ερμηνεία Δείκτη GST*

Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τη συσχέτιση του δείκτη GDD εκφρασμένο σε  $^{\circ}\text{C}$  ανά συγκεκριμένο έτος. Τα έτη που αφορούν τις αντίστοιχες τιμές δείκτη είναι τα εξής: 1974, 1976, 1978, 1980, 1982-1990, 1992, 1993, 1995-2000, 2002-2009 και 2015.



**Figure 6** Συσχέτιση έτους – δείκτη GDD

Παρατηρείται λοιπόν, πως και σε αυτό το γράφημα η γραμμή είναι ανοδική με το πέρασμα των ετών.

Στο παραπάνω Figure 6. απεικονίζεται η ερμηνεία του δείκτη GDD. Το εύρος των τιμών που αντιστοιχούν στον δείκτη GDD κυμαίνονται από 1859,79 του έτους 1980 έως 2753,92 του έτους 2015. Στο παρόν γράφημα δεν επικεντρωνόμαστε στην ακριβή τιμή του κάθε αποτελέσματος αλλά ταξινομούνται ανά εύρη τιμών σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές μεταξύ 1944-2222 ως Region IV, από 2222-2700 ως Region V και άνω του 2700 ως Too Hot. Παρατηρούμε λοιπόν πως τις πρώτες χρονιές, οι τιμές αντιστοιχούν στο 4, δηλαδή στο Region IV και στη συνέχεια σταθεροποιούνται οι τιμές στο 5, Region V με εξαίρεση τις χρονιές 1999, 2007 και 2015, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως Too Hot.

Το συμπέρασμα που διεξάγεται από το παρόν γράφημα και εφόσον ο δείκτης καθορίζει τη καταλληλότητα της καλλιέργειας σε διαφορετικά κλίματα (Honorio et al, 2018), θα μπορούσε

κάνεις να πει ότι η Σαντορίνη με το πέρασμα των χρόνων οδηγείται σε ένα κλίμα ακατάλληλο για αμπελοκαλλιέργεια ποιότητας. Κι αυτό γιατί η ζώνη στην οποία εντάσσεται πλέον το νησί είναι πολύ ζεστή, παρόλη την προσαρμοστικότητα που μπορεί να έχουν οι ποικιλίες της Σαντορίνης. Με αυτή την κατάσταση θα έχουμε σίγουρη μετακίνηση ημερομηνίας συγκομιδής νωρίτερα από την αναμενόμενη, με ταυτόχρονη υψηλή οξύτητα λόγω της ταχύτητας ωρίμανσης των πρέμων. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι ακολουθώντας τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα η Σαντορίνη στα επόμενα χρόνια θα εντάσσεται στην ζώνη 6, η οποία την καθιστά αφιλόξενη για αμπελοκαλλιέργεια με τα τωρινά δεδομένα των υποκειμένων.

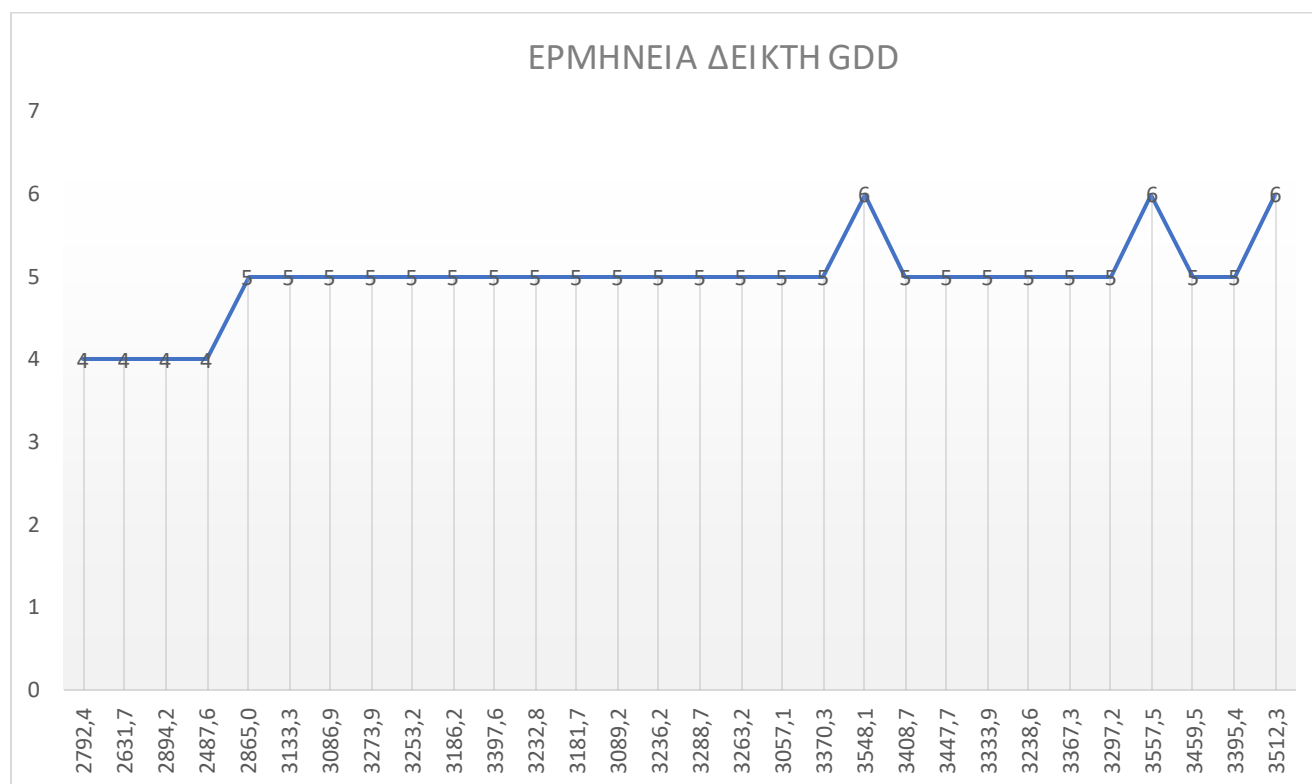
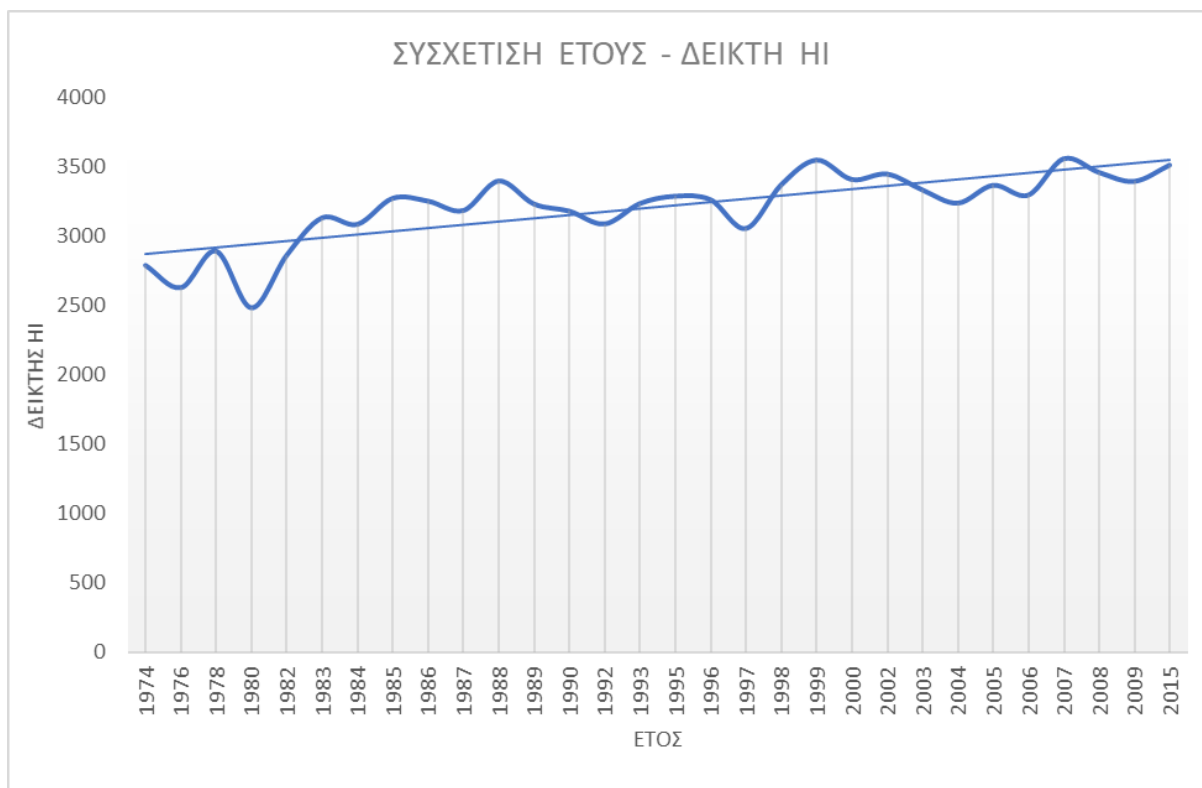


Figure 7 Ερμηνεία δείκτη GDD

Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τη συσχέτιση του δείκτη ΗΙ εκφρασμένο σε °C ανά συγκεκριμένο έτος. Τα έτη που αφορούν τις αντίστοιχες τιμές δείκτη είναι τα εξής: 1974, 1976, 1978, 1980, 1982-1990, 1992, 1993, 1995-2000, 2002-2009 και 2015.



*Figure 8* Σύσχετιση έτους – δείκτη ΗΙ

Επιβεβαιώνεται και σε αυτόν τον δείκτη η ανοδική πορεία της γραμμής στο διάγραμμα. Με το πέρασμα των ετών βασιζόμενα τα δεδομένα σε ολοένα αυξανόμενες ημερήσιες θερμοκρασίες, οδηγούμαστε στην μετάβαση ζώνης υψηλότερης ταξινόμησης.

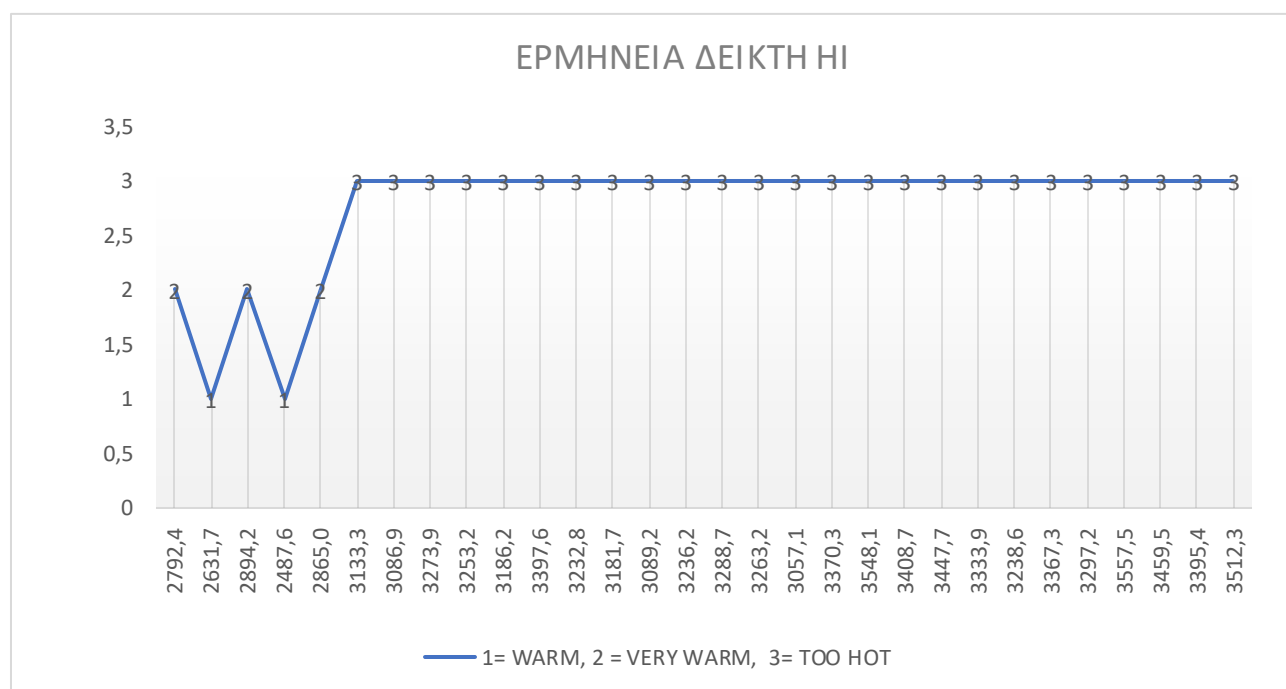
Στο παρακάτω Figure 9. απεικονίζεται η ερμηνεία του δείκτη ΗΙ. Το εύρος των τιμών που αντιστοιχούν στον δείκτη ΗΙ κυμαίνονται από 2487,6 του έτους 1980 έως 3557,51 του έτους 2007. Στην παρόν γράφημα δεν επικεντρωνόμαστε στην ακριβή τιμή του κάθε αποτελέσματος αλλά, οι τιμές ταξινομούνται ανά εύρη σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές μεταξύ 2400-2700 ως warm (+1), από 2700-3000 ως very warm (+2) και άνω του 3000 ως too hot (+3). Παρατηρούμε λοιπόν πως τις πρώτες χρονιές, οι τιμές αντιστοιχούν στο 1 ή 2, δηλαδή στο warm και στο very warm, ενώ στο σύνολο των ερχομένων ετών σταθεροποιούνται οι τιμές στο 3, too hot. Το συμπέρασμα που διεξάγεται από το παρόν γράφημα είναι πως εφόσον σύμφωνα με τη βιβλιογραφία:

**ΗΙ + 1:** είναι η κατηγορία του θερμού εύκρατου κλίματος, στο οποίο μπορούν να ωριμάσουν ποικιλίες όψιμης ωρίμανσης. Ωστόσο, δεν υπάρχει ηλιοθερμική επάρκεια για την ανάπτυξη και άρα τη δυνατότητα καλλιέργειας τέτοιων ποικιλιών αμπέλου.

**ΗΙ + 2:** στις κατηγορία αυτή απαντώνται οι θερμές περιοχές, στις οποίες όλες οι ποικιλίες έχουν το χρόνο που χρειάζονται να ωριμάσουν (μερικές από αυτές μάλιστα αρκετά πρώιμα)

**Η + 3:** Στην πολύ θερμή κατηγορία, εκτός από το γεγονός ότι δεν υπάρχει ηλιακός περιορισμός για την ωρίμανση των σταφυλιών, αρχίζουν να παρατηρούνται κλίματα που συναντώνται στην ενδοτροπική ζώνη, και στα οποία είναι πιθανόν να επιτευχθεί διπλή συγκομιδή μέσα στον ίδιο χρόνο.

Συμπερασματικά, το κλίμα της Σαντορίνης δεν φαίνεται ιδανικό για την ανάπτυξη γηγενών ποικιλιών παρόλη την προσαρμοστικότητα τους στο κλίμα του νησιού, δεδομένου ότι οι ποικιλίες αυτές (Ασύρτικο, Αθήρι, Αηδάνι, Μαυροτράγανο και Μανδηλαριά) ανήκουν στις όψιμες και με τα στοιχεία αυτά φαίνεται πώς θα επηρεαστούν οι ημερομηνίες του τρύγου, οι οποίες θα πραγματοποιηθούν νωρίτερα.



*Figure 9* Ερμηνεία δείκτη HI

Στο παρακάτω γράφημα παρατηρούνται διακυμάνσεις ως το ύψος των βροχοπτώσεων ανά έτος. Οι τιμές κυμαίνονται από 36,5 mm για το 1990 έως 680,8 mm για το 2003. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η βιωσιμότητα των αμπέλων φαίνεται να περιορίζεται σε ορισμένα καυτά κλίματα με ποσότητες βροχόπτωσης μικρότερες από 20 ίντσες (500mm/άθροισμα ανά έτος), αν και αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με τακτική άρδευση. Συνεπώς, δεδομένου ότι το πλήθος των ετών αντιστοιχούν σε τιμές κάτω των 500mm, με εξαίρεση τα έτη, 1982,1983, 1998, 2002, 2003 και 2004, αυτό υποδηλώνει ξηρασία και κατ'επέκταση επιρροή στη βιωσιμότητα των αμπέλων.



*Figure 10* Συσχέτιση ύψους βροχοπτώσεων (mm) – έτος (1974-2018)

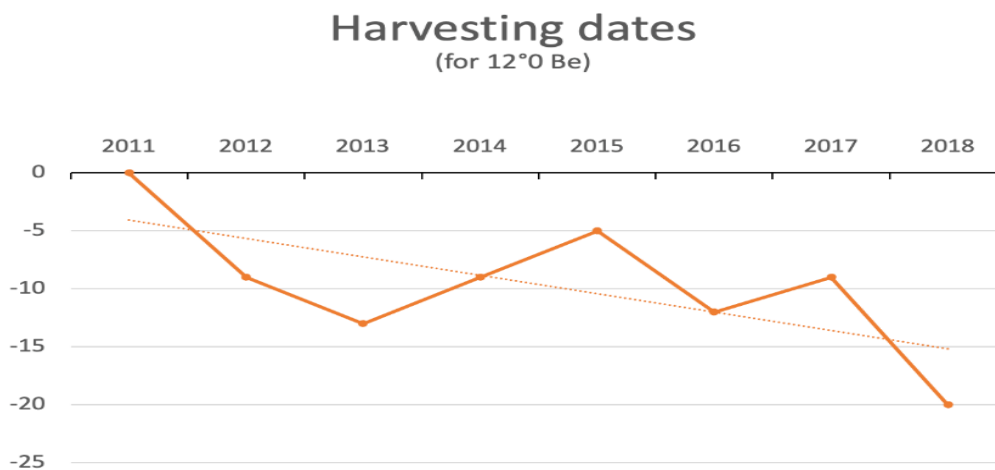


## 6.2.2 ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΕΧΤΡΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Τα παρακάτω γραφήματα αφορούν καταγεγραμμένες αλλαγές.

### Harvesting Dates

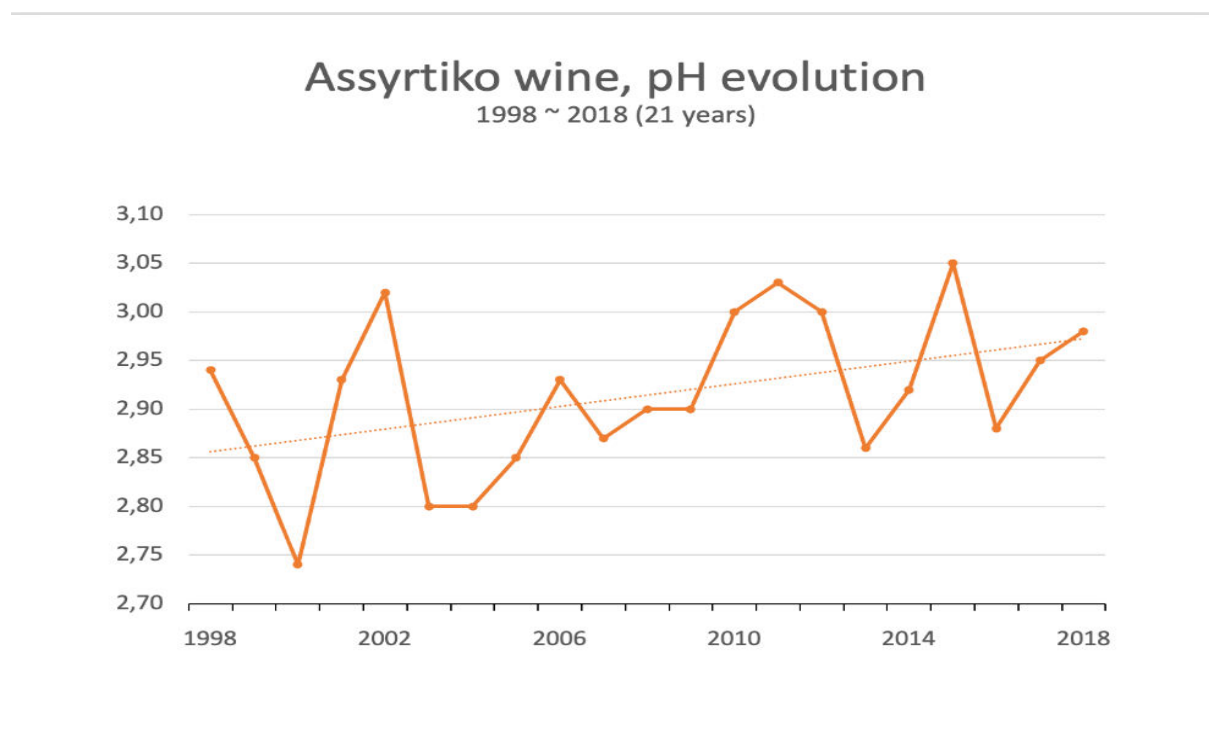
Από το διάγραμμα 11 επιβεβαιώνεται η πρόβλεψη μας για την αλλαγή στις ημερομηνίες συγκομιδής κι αυτό φαίνεται παρακάτω αφού οι ημερομηνίες τρύγου έρχονται όλο και νωρίτερα. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε μία απόκλιση 10 ημερών, που σημαίνει ότι ο Σεπτέμβρης σιγά σιγά παύει να θεωρείται μήνας συγκομιδής, ενώ σε κάποιες από τις ποικιλίες του νησιού που ωριμάζουν στα μέσα με τέλη Αυγούστου, τώρα οι ημερομηνίες αυτές θα μεταφερθούν στο πρώτο δεκαπενθήμερο του μήνα.



*Figure 11 Harvesting dates*

## pH

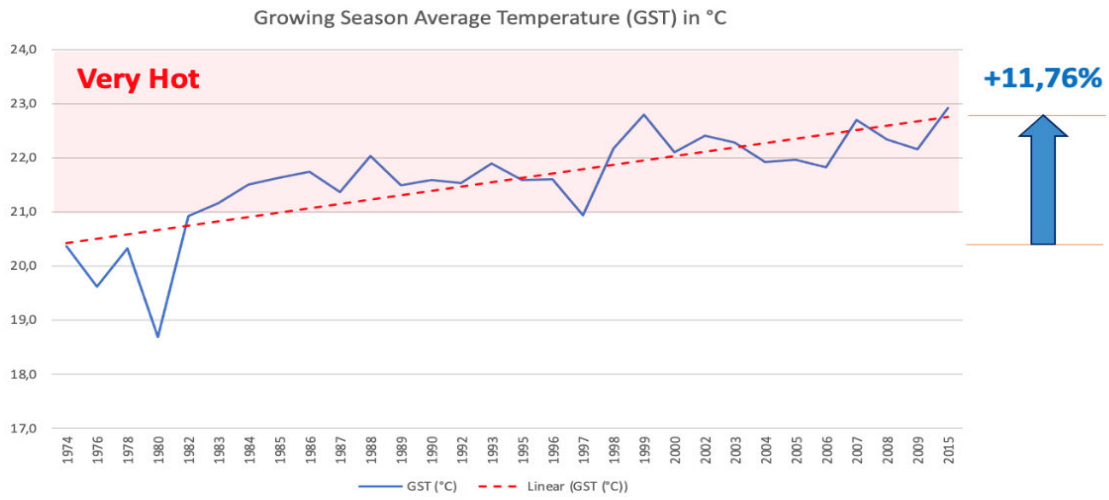
Σχετικά με το pH των παραγόμενων οίνων, στο διάγραμμα 12. φανερώνεται πως οι τιμές αποκτούν ανοδική πορεία ξεκινώντας από το 1998 έως το 2018. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η υψηλή σχετικά οξύτητα που είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον αμπελώνα και τα κρασιά της Σαντορίνης θα επηρεαστεί κι αυτή, γιατί όσο υψηλότερο pH έχουμε, τόσο χαμηλότερη θα είναι η οξύτητα. Χωρίς καμία αμφιβολία αυτό το γεγονός αλλάζει σημαντικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που περιμένει να συναντήσει κανείς στα κρασιά που προέρχονται από τους αμπελώνες του νησιού.



*Figure 12 Πορεία τιμών pH του Ασύρτικου οίνου*

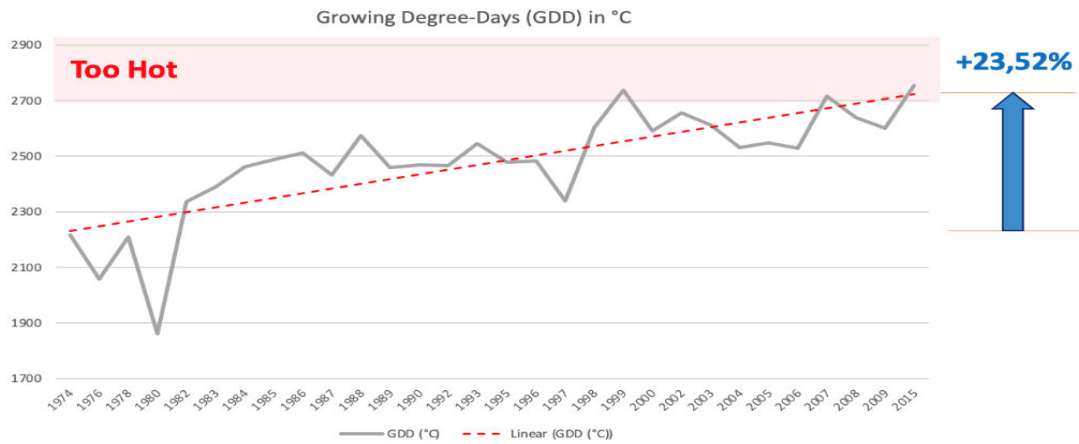
Ενώ όσον αφορά την αναπαράσταση των θερμοκρασιακών δεικτών και των βροχοπτώσεων, απεικονίζονται στα διαγράμματα 13, 14 και 15 και στο διάγραμμα 16 αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση η τάση όσον αφορά την παράμετρο της θερμοκρασίας είναι ανοδική, ενώ οι βροχοπτώσεις φαίνεται να ελαττώνονται κατά ένα ποσοστό της τάξης του 20%, έχοντας έναν μέσο όρο βροχοπτώσεων για τα τελευταία 15 έτη τα 313 mm βροχόπτωσης, γεγονός που ξεπερνά κατά πολύ το χαμηλότερο κατώφλι των 500 mm βροχής που έχει οριστεί προκειμένου να υπάρξει βιωσιμότητα της αμπέλου.

## GST Evolution (in depth of 40 years)



*Figure 13 GST Evolution*

## GDD Evolution (in depth of 40 years)



*Figure 14 GDD Evolution*

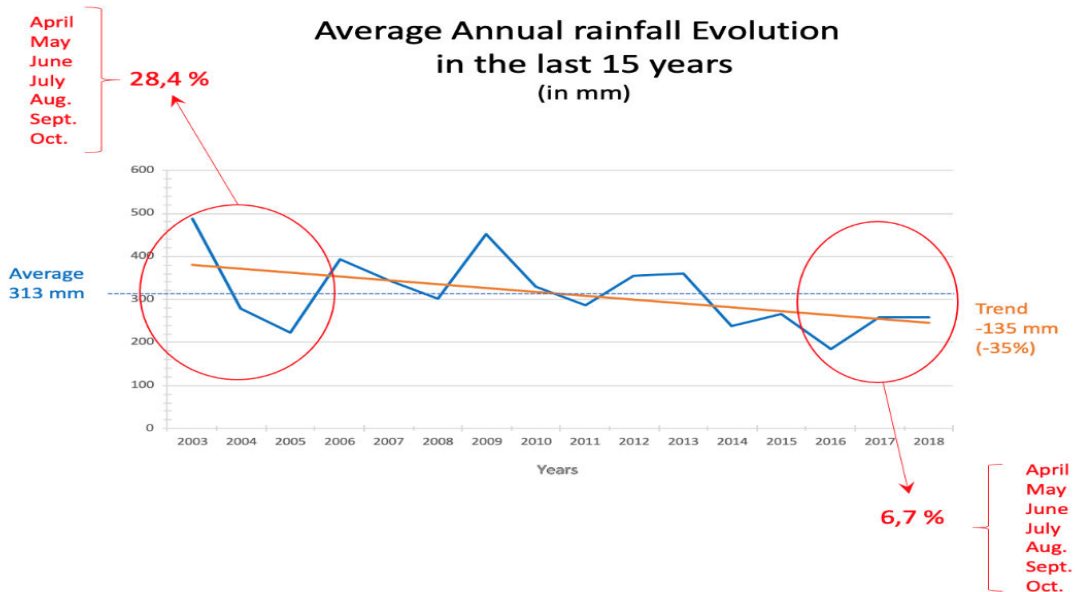
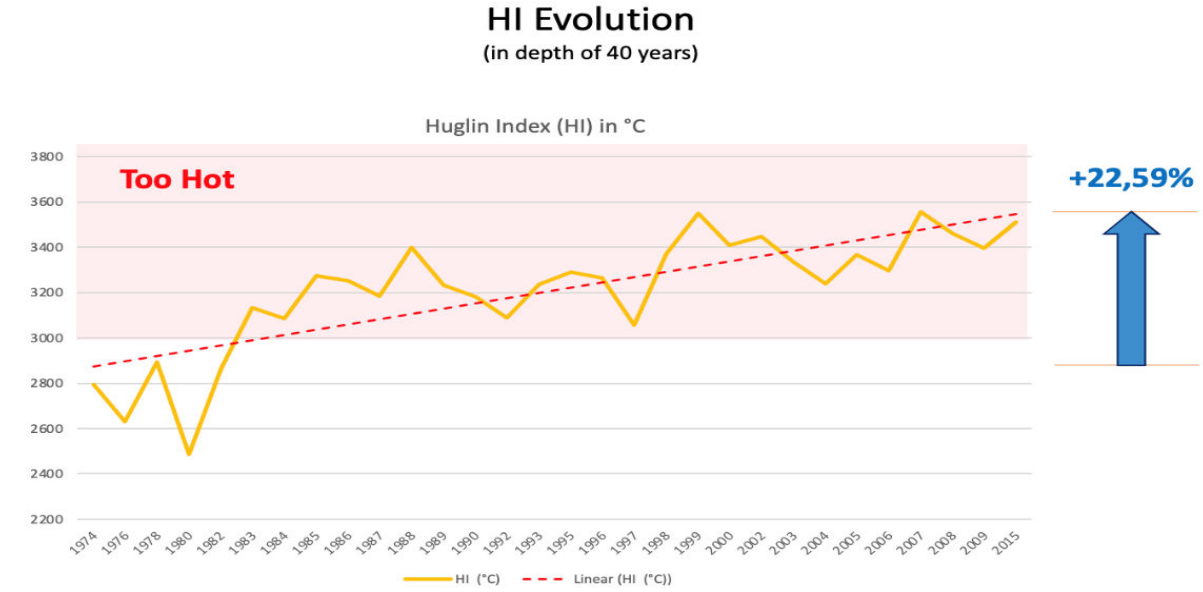


Figure 16 Μέσες ετήσιες τιμές βροχοπτώσεων (τελευταίων 15 ετών)

### 6.2.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, αδιαμφισβήτητα έχουν επέλθει κλιματικές αλλαγές, οι οποίες οφείλονται κατά κύριο λόγο σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην αμπελοκαλλιέργεια είναι αισθητές μέσω της αύξησης των θερμοκρασιών κατά την καλλιεργητική περίοδο, μέσω αλλαγών στην ισορροπία συστατικών των σταφυλιών, καθώς και τροποποιήσεων στις ημερομηνίες συγκομιδής, όπως και στα χαρακτηριστικά του καρπού. Πιο συγκεκριμένα, είναι πλέον εμφανές ότι όσο περνούν τα χρόνια οι ημερομηνίες του τρύγου έρχονται όλο και πιο νωρίς, ενώ το pH στους παραγόμενους οίνους εμφανίζει μία ανοδική τάση, επηρεάζοντας έτσι και την χαρακτηριστική οξύτητα των κρασιών της Σαντορίνης. Αναλυτικότερα, υπάρχει μια σχέση ανάμεσα στην επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας και του μικρού ύψους βροχής στα οργανικά οξέα και το pH. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, τόσο περισσότερο μειώνεται η συγκέντρωση του μηλικού οξέος, ενώ παράλληλα αυξάνεται και η συγκέντρωση του κιτρικού οξέος.

Οι αλλαγές αυτές παρότι προσπαθούν να αντιμετωπίζονται από τους φυτικούς οργανισμούς, βασιζόμενες στην ιδιότητα της προσαρμοστικότητας, φαίνεται πως σύμφωνα με τα προβλεπτικά μοντέλα οι θερμοκρασιακές τιμές όλο και θα αυξάνονται. Αυτό μακροπρόθεσμα θα έχει ως αποτέλεσμα τα φυτά να μην έχουν την ικανότητα να προσαρμοστούν στο διαθέσιμο χρόνο, συνεπώς η στρατηγική αντιμετώπισης φαντάζει μονόδρομος.

Οι παραπάνω κλιματικές μεταβολές επιβεβαιώνονται από το ερευνητικό μέρος της μελέτης. Συγκριτικά από το 1974 έως το 2015 και για τους τρεις βιοκλιματικούς δείκτες που μελετήθηκαν, GST, GDD και HI, παρατηρείται μετάβαση από μία ομάδα ταξινόμησης προς ομάδα υψηλότερης ταξινόμησης με το πέρασμα των ετών. Γεγονός που φανερώνει ότι το κλίμα του νησιού από εύκρατο εμφανίζει σιγά σιγά στοιχεία ενδο-τροπικής ζώνης. Αυτό συνεπάγεται αντίστοιχα όσον αφορά τους δείκτες, προβλήματα στην ωρίμανση της αμπέλου, μετατόπιση της ημερομηνίας συγκομιδής, αδυναμία των υπαρχόντων υποκειμένων να επιβιώσουν στο κλίμα του νησιού, παραγωγή κατώτερης ποιότητας οίνων με μη αναμενόμενα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και αύξηση στις επιμολύνσεις των πρέμνων αφού με τα νέα δεδομένα φαίνεται πως θα βρίσκονται κάτω από ένα συνεχόμενο στρες, εφόσον το ελληνικό εύκρατο κλίμα δεν θα υφίσταται πλέον.

Όσο για τις βροχοπτώσεις, το ύψος τους παρουσιάζει αισθητή μείωση και προβλήματα ξηρασίας. Ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και υδατικού στρες από έλλειψη υγρασίας φαίνεται να υποβαθμίζει την ποιότητα των κρασιών όπως ήδη έχουμε αναφέρει. Ουσιαστικά, παρουσιάζεται μείωση παραγωγής των αρωματικών και γευστικών συστατικών του σταφυλιού σε υψηλές θερμοκρασίες λόγω μείωσης της δραστηριότητας των ενζύμων που είναι υπεύθυνα γι' αυτά. Επιπλέον, για τις ποικιλίες Μανδηλαριά και Μαυροτράγανο οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με την μείωση των βροχοπτώσεων που υπάρχουν με την κλιματική αλλαγή, φαίνεται πως περιορίζουν ή και σταματούν την παραγωγή των ανθοκυανών, που είναι απαραίτητες προκειμένου να έχουμε έντονο χρώμα στον οίνο που θα παραχθεί. Το πιο σοβαρό πρόβλημα που

εμφανίζεται στο νησί δεν είναι ούτε η αύξηση της θερμοκρασίας μεμονωμένα, αλλά ούτε και η μείωση των βροχοπτώσεων. Το σημαντικότερο πρόβλημα είναι ο συνδυασμός αυτών των δύο

φαινομένων, δηλαδή την άνοδο της θερμοκρασίας με την παράλληλη μείωση του υδατικού αποθέματος.

Η εφαρμογή, επομένως, των σχεδίων αντιμετώπισης των δυσμενών συνθηκών τίθεται επιτακτική ανάγκη, τόσο για τη διαχείριση της συνολικής περιβαλλοντικής κρίσης όσο και της προστασίας της οινοπαραγωγικής Σαντορίνης και της οικονομίας της ευρύτερα. Κι αυτό γιατί με αυτές τις αλλαγές των νέων δεδομένων η Σαντορίνη θα αρχίσει να χάνει την ταυτότητα της, κάτι το οποίο πραγματικά ίσως να είναι και το μεγαλύτερο κόστος. Γιατί όχι μόνο θα είναι τεράστια οικονομική επιβάρυνση, αλλά θα χαθεί η προσπάθεια των παραγωγών του νησιού να έχει μία αξιοσημείωτη θέση στον παγκόσμιο αμπελουργικό χάρτη. Για τον λόγο αυτό, θα επέλθει σίγουρα το δίλημμα της άρδευσης που περιορίζεται με τα τωρινά δεδομένα, λόγω της υφιστάμενης νομοθεσίας περί ΠΟΠ οίνων, ενώ εάν τα δεδομένα για τα επόμενα 30 χρόνια αλλάξουν με τους ρυθμούς και τη μορφή που άλλαξαν την τριακονταετία που μελετήσαμε, θα πρέπει σίγουρα να μελετηθεί το ενδεχόμενο, είτε φυτεύσεως καινούργιων υποκειμένων με ανθεκτικότητα στο θερμικό και υδατικό στρές, είτε άλλων ποικιλιών που είναι προσαρμοσμένες σε πιο ξηρά κλίματα.

# 7.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## 7.1.1 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

KALPAKIS V., LAFAZANI P., MYRIDIS M., TSELEPIS A., NOVEMBER 2004, ΑΤΛΑΝΤΑΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΡΑΣΙΩΝ

KOURAKOU-DRAGONA S., 1995, THE ASSYRTIKO. IN “THE SANTORINI OF SANTORINI.” 101- 112. ATHENS: THE BOUTARI FOUNDATION.

ΔΑΛΕΖΙΟΣ Ν., 2015, ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΚΑΛΑΚΟΣ Π., ΚΑΤΣΟΥ Π., 2015, «ΓΛΥΚΕΙΣ ΟΙΝΟΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ»,  
[HTTP://NESTOR.TEIPEL.GR/XMLUI/BITSTREAM/HANDLE/123456789/14710/STEG\\_TEGP\\_00532\\_MEDIUM.PDF?SEQUENCE=1](http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/14710/steg_tegp_00532_medium.pdf?sequence=1)

ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ Α., ΒΟΛΟΥΔΑΚΗΣ Δ., ΙΟΥΝΙΟΣ 2011, Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΕΔΑΦΗ, ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

ΒΑΛΑΣΑ. Φ, 2011, Ο ΟΙΝΟΤΟΥΡΙΣΜΟΣ ΩΣ ΕΙΔΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡ. ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΛΑΖΟΓΛΟΥ Γ.Κ, 2015, ΠΕΡΙΟΧΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΚΑΛΥΒΑΣ Δ., 2009, ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ- ΤΟΠΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΚΡΑΣΙ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ

ΜΠΑΝΙΛΑΣ Γ, 2009, ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΑΜΠΕΛΟΥ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΜΠΕΜΠΕΛΗ Π., 2018, ΤΟΠΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ, ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ - Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΜΠΙΝΙΑΡΗ Κ., 2013, ΓΗΓΕΝΕΙΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΑΜΠΕΛΩΝΑ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΚΟΜΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ



ΝΙΚΟΛΑΟΥ Ν., 2011, ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ

ΡΟΥΣΣΟΥ Α., 2006, ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΜΠΕΛΙΟΥ ΣΤΗ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ,  
[HTTP://NEFELI.LIB.TEICRETE.GR/BROWSE/STEG/FP/2006/ROUSSOUANNA/ATTACHE  
D-DOCUMENT-1297152294-75121-26868/ROUSSOU2007.PDF](http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/steg/fp/2006/roussouanna/attache-d-document-1297152294-75121-26868/roussou2007.pdf)

ΣΤΑΥΡΑΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 2010, ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

ΤΑΓΑΡΟΥΛΙΑ Ν., 2013, ΑΣΥΡΤΙΚΟ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ: ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ, ΤΗΣ ΑΛΚΟΟΛΙΚΗΣ ΖΥΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ, ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ «ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»

ΤΣΑΚΙΡΗΣ ΑΡΓΥΡΗΣ, 2011, ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ-ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ-ΒΙΟΔΥΝΑΜΙΚΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΨΥΧΑΛΟΥ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, 2020, ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΟΙΝΟΥ,  
[HTTP://WWW.MINAGRIC.GR/INDEX.PHP/EL/FOR-FARMER-2/CROP-  
PRODUCTION/AMPELI/OIN/353-OINOS](http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/ampeli/oin/353-oinos)

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ Μ., 2018, ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ: ΜΕ ΤΙΣ ΡΙΖΕΣ ΣΤΟ ΗΦΑΙΣΤΕΙΟ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΜΙΛΗΤΟΣ

### 7.1.2 ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BRENDAN B., 20 AUGUST 2009, THE ORIGIN OF WINE, IMBIBING THE LIQUID OF FERMENTED FRUIT MAY HAVE HAD ITS START IN MEDICINAL TRADITIONS

CYRIL B., 18 SEPTEMBER 2017, BIOCLIMATIC INDICES OF THE RIPENING PERIOD (1): THE HUGLIN INDEX

COBBOLD D.& DURAND-VIEL S., 2018, LAROUSSE WINE

MCCONE E., COOK E., STUTHRIDGE J., GIBSON B., O'HARA J., JULY 2012, ANALYSIS OF VITICULTURE REGION CLIMATE STRUCTURE AND SUITABILITY IN NEW ZEALAND, JOURNAL INTERNATIONAL DES SCIENCES DE LA VIGNE ET DU VIN 46(3):149-165, DOI: 10.20870/OENO-ONE.2012.46.3.1515

HONORIO F., GARCÍA-MARTÍN A., MORAL F.J., PANIAGUA L.L. AND REBOLLO F.J., FEBRUARY 2018, SPANISH VINEYARD CLASSIFICATION ACCORDING TO BIOCLIMATIC INDEXES, ARTICLE IN AUSTRALIAN JOURNAL OF GRAPE AND WINE RESEARCH, DOI: 10.1111/AJGW.12342

CASTELLUCCI F., 22 JUNE 2012, THE GENERAL DIRECTOR OF THE OIV SECRETARY OF THE GENERAL ASSEMBLY, [HTTP://WWW.OIV.INT/PUBLIC/MEDIAS/400/VITI-2012-1-EN.PDF](http://www.oiv.int/public/medias/400/viti-2012-1-en.pdf)

SWAN F., 2019, MEDITERRANEAN CLIMATE — WHY IT'S GREAT FOR WINEGROWING

KOUFOS G. C., MAVROMATIS T., KOUNDOURAS S., JONES G., OCTOBER 2017, RESPONSE OF VITICULTURE-RELATED CLIMATIC INDICES AND ZONING TO HISTORICAL AND FUTURE CLIMATE CONDITIONS IN GREECE: RESPONSE OF VITICULTURE-RELATED CLIMATIC INDICES AND ZONING IN GREECE, INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY, DOI: 10.1002/JOC.5320

JONES G., 12 AUGUST 2015, CLIMATE, GRAPES, AND WINE, TERROIR AND THE IMPORTANCE OF CLIMATE TO WINEGRAPE PRODUCTION

GREGORY V. JONES, 12 JANUARY 2014, CLIMATE CHARACTERISTICS FOR WINEGRAPE PRODUCTION IN LAKE COUNTY, CALIFORNIA, [HTTPS://WWW.LAKECOUNTYWINEGRAPE.ORG/WP-CONTENT/UPLOADS/2015/07/REPORT-CLIMATE-CHARACTERISTICS-FOR-WINEGRAPE-PRODUCTION-LAKE-COUNTY-CA-JULY-2015.PDF](https://www.lakecountywinegrape.org/wp-content/uploads/2015/07/report-climate-characteristics-for-winegrape-production-lake-county-ca-july-2015.pdf)

JONES G., DUFF A., HALL A. AND MYERS J., 2010, SPATIAL ANALYSIS OF CLIMATE IN WINEGRAPE GROWING REGIONS IN THE WESTERN UNITED STATES, AMERICAN JOURNAL OF ENOLOGY AND VITICULTURE 61(3):313–326

JONES G., BOIS B., MORIONDO M., HALL A., DUFF A., JANUARY 2009, ANALYSIS OF THE SPATIAL CLIMATE STRUCTURE IN VITICULTURE REGIONS WORLDWIDE

GLADSTONES J., 1994, VITICULTURE & ENVIRONMENT

TONIETTO J., CARBONNEAU A., 24 JUNE 2003, A MULTICRITERIA CLIMATIC CLASSIFICATION SYSTEM FOR GRAPE-GROWING REGIONS WORLDWIDE, DOI:10.1016/J.AGRFORMET.2003.06.001

STEINKRAUS K., 2009, ENCYCLOPEDIA OF MICROBIOLOGY (THIRD EDITION), PAGES 138-143

HIGGINS L., LLANOS E., JUNE 2015, A HEALTHY INDULGENCE? WINE CONSUMERS AND THE HEALTH BENEFITS OF WINE, WINE ECONOMICS AND POLICY, VOLUME 4, ISSUE 1, PAGES 3-11

AMERINE A., 2020, WINE, [HTTPS://WWW.BRITANNICA.COM/TOPIC/WINE](https://www.britannica.com/topic/wine)

AMERINE M. and WINKLER A., FEBRUARY 1944, COMPOSITION AND QUALITY OF MUSTS AND WINES OF CALIFORNIA GRAPES, HILGARDIA A Journal of Agricultural Science Published by the California Agricultural Experiment Station, VOLUME 15, NUMBER 6, <http://hilgardia.ucanr.edu/fileaccess.cfm?article=152225&p=PXFBTI>

MISHRA, V., 2013, FOOD SECURITY IMPLICATIONS OF CLIMATE VARIABILITY AND CLIMATE CHANGE. CLIMATE VULNERABILITY, 117–128. DOI:10.1016/B978-0-12-384703-4.00223-9

RESERVA N., 21 JULY 2014, THE DIFFERENCE BETWEEN WHITE WINE, ROSE AND RED WINE?

SHABAM P., JANUARY 2019 THE LIMITATIONS OF THE WINKLER INDEX, ISSUE OF WINES & VINES

BERRY E., 17 NOVEMBER 2017, VITALE

JACKSON R., 2008 (3TH EDITION), WINE SCIENCE: PRINCIPLES AND APPLICATIONS

SALLY, 2012, GROWING SEASON TEMPERATURE, [HTTP://WWW.WINWISDOM.COM/ARTICLES/FACTS-AND-FIGURES/GROWING-SEASON-TEMPERATURE/](http://www.winewisdom.com/articles/facts-and-figures/growing-season-temperature/)

SANTOS, JOÃO A. FRAGA, HELDER MALHEIRO, AURELIANO C. MOUTINHO-PEREIRA, JOSÃ DINIS, LIA-TÃNIA, CORREIA, MORIONDO C., LEOLINI M., L. DIBARI, CAMILLA, COSTAFREDA-AUMEDES S., KARTSCHALL, THOMAS; MENZ, CHRISTOPH; MOLITOR, DANIEL; JUNK, JÄRGEN; BEYER, MARCO, SCHULTZ, HANS R., 2020, A REVIEW OF THE POTENTIAL CLIMATE CHANGE IMPACTS AND

ADAPTATION OPTIONS FOR EUROPEAN VITICULTURE. APPLIED SCIENCES, 10(9), 3092-. DOI:10.3390/APP10093092

SHARPE, PAUL, 2019, HORSE PASTURE MANAGEMENT, CLIMATE, WEATHER, AND PLANT HARDINESS., 209–231., DOI:10.1016/B978-0-12-812919-7.00012-3

GOLDAMMER T., MARCH 2018, GRAPE GROWER'S HANDBOOK A GUIDE TO VITICULTURE FOR WINE PRODUCTION, SBN (13): 978-0-9675212-5-1, PUBLISHER: APEX PUBLISHERS, PAGE CONTENT: 482 PAGES

URSKA, 17 JANUARY 2019, CLIMATE, WEATHER, AND VINEYARD MANAGEMENT, [HTTPS://WWW.EVINEYARDAPP.COM/BLOG/2019/01/17/CLIMATE-WEATHER-AND-VINEYARD-MANAGEMENT/](https://www.evineyardapp.com/blog/2019/01/17/climate-weather-and-vineyard-management/)

VLACHOS V.A., 7 MARCH 2017, A MACROECONOMIC ESTIMATION OF WINE PRODUCTION IN GREECE, [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.WEP.2017.03.001](https://doi.org/10.1016/j.wep.2017.03.001)

VE NETHAJI MARIAPPAN, VS POOJA, B PRABHU DASS BATVARI, R INDIRANI, JULY 2017, GRAPE CULTIVATION AND MANAGEMENT APPROACHES BY GEOSPATIAL TOOLS - A REVIEW