



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και
Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

Ανάλυση των κινδύνων και αξιολόγηση των συνεπειών της μη πρόσβασης στο πόσιμο νερό

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΤΗΛΕΜΑΧΟΥ ΤΣΟΝΤΑΚΗ

ΧΑΝΙΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ, 2023

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικού ή ερευνητικού χαρακτήρα, με την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για άλλη χρήση θα πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Χημικών Μηχανικών και
Μηχανικών Περιβάλλοντος

Κατεύθυνση: Μηχανικών Περιβάλλοντος

**Ανάλυση των κινδύνων και αξιολόγηση των συνεπειών της
μη πρόσβασης στο πόσιμο νερό.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΤΗΛΕΜΑΧΟΥ ΤΣΟΝΤΑΚΗ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Δάρας Τρύφων (Επιβλέπων)

Μαριά Ευπραξία

Καρατζάς Γεώργιος

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Δάρα Τρύφωνα, για τη συνεργασία μας, την επιστημονική του καθοδήγησή, τις υποδείξεις του και τη συμπαράσταση του καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας και της συγγραφής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Καρατζά Γεώργιο και την κ. Ευπραξία Μαριά για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και την οικογένεια μου για την ηθική αλλά και οικονομική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μου, καθώς και για τη συμπαράστασή τους.

Περίληψη

Το **νερό** αποτελεί φυσικό και πολύτιμο αγαθό, αναγκαία προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη. Ένα (μέσο) άτομο για να διατηρηθεί στη ζωή θα πρέπει να καταναλώνει σχεδόν τρία λίτρα νερού την ημέρα, ποσότητα που αθροίζεται σε 50.000 λίτρα, στη διάρκεια της ζωής του. Συναντιέται στη φύση και από χημική άποψη, δεν είναι καθαρό γιατί στη διαδρομή του από την ατμόσφαιρα, θάλασσα, έδαφος και πετρώματα, εμπλουτίζεται με διάφορα συστατικά, τα οποία του προσδίδουν ποικίλα χαρακτηριστικά, οπότε για να καταναλωθεί χρειάζεται ειδική επεξεργασία. **Πόσιμο** θα χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από: φυσική, χημική, βιολογική και μικροβιολογική άποψη και μπορεί να καταναλωθεί χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου.

Η δυνατότητα άμεσης χρήσης νερού άριστης ποιότητας είναι ένα αγαθό απόλυτα απαραίτητο για την καθημερινή διαβίωση και σε πολλές χώρες θεωρείται δεδομένο. Ωστόσο, η δυνατότητα αυτή έγινε πραγματικότητα μόλις τα τελευταία 30 χρόνια, ενώ παλαιότερα η απόκτηση και αποθήκευση του νερού ήταν μια επίπονη και χρονοβόρα ημερήσια απασχόληση. Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της Γης, η μαζική κατανάλωση, η κατάχρηση των φυσικών πόρων και η ρύπανση και μόλυνση του νερού αποτελούν τους κύριους παράγοντες για τους οποίους το πόσιμο νερό δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης εποχής και διαρκώς μειώνεται. Παρά τις έντονες προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί ιδιαίτερα, τα τελευταία χρόνια, για την πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό σε ολόκληρο τον κόσμο, 1.000.000.000 άνθρωποι ακόμη δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και πάνω από 2.500.000.000 έχουν ανεπαρκή πρόσβαση σε αποχετεύσεις. Σημαντικό πρόβλημα λοιπόν με το νερό είναι το ότι, δεν είναι εύκολα προσβάσιμο σε κάποιες περιοχές του κόσμου, ενώ σε άλλες η ποιότητα του διαθέσιμου νερού είναι πολύ χαμηλή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι πληθυσμοί των περιοχών αυτών να είναι επιρρεπείς σε μολυσματικές ασθένειες, όπως η χολέρα, η ηπατίτιδα Α, ο τύφος, η πολιομυελίτιδα, η δυσεντερία και η διάρροια αλλά και αν και μικρή αποτελεί σημαντική (σε σχέση με άλλες αιτίες) αιτία θανάτων.

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια μελέτης του προβλήματος της μη πρόσβασης σε πόσιμο νερό και ιδιαίτερα των παραγόντων/αιτιών που ευθύνονται για το πρόβλημα αυτό και η συσχέτιση τους με τον αριθμό των θανάτων. Πιο συγκεκριμένα, στο 1^ο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός του πόσιμου νερού και περιγράφονται οι προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιεί για να είναι πόσιμο. Στο 2^ο κεφάλαιο περιγράφονται εν συντομία καθένας από τους παράγοντες κινδύνου της μη κατανάλωσης ποιοτικού πόσιμου νερού (μολυσματικές ασθένειες). Η διασφάλιση της δημόσιας υγείας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την πρόσβαση των ανθρώπων σε ασφαλές πόσιμο νερό. Με στόχο λοιπόν τη διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού, έχουν θεσπιστεί κατευθυντήριες οδηγίες από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ.). Θέματα σχετικά με αυτές τις κατευθυντήριες οδηγίες του Π.Ο.Υ., όπως και με την Οδηγία 2020/2184 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), ως μιας περίπτωσης υποχρεωτικής νομοθεσίας στις 27 χώρες-μέλη της, είναι το αντικείμενο του 3^{ου} κεφαλαίου. Το κεφάλαιο 4 αποτελεί το σημαντικότερο μέρος της διπλωματικής εργασίας, γιατί αρχικά περιγράφεται το πόσο σημαντικό είναι το πρόβλημα της μη πρόσβασης σε πόσιμο νερό παγκοσμίως και ειδικότερα σε κάθε μια από τις 6 περιοχές που έχει ορίσει ο Π.Ο.Υ. Στη συνέχεια, γίνεται εκτενής στατιστική ανάλυση του αριθμού των θανάτων (ποσοστά) που οφείλονται σε μη ασφαλείς πηγές νερού αναφορικά με μια σειρά από μεταβλητές/ παράγοντες (Α.Ε.Π, προσδόκιμο ζωής, μόρφωση, μέση ηλικία κ.α). Επιπλέον, δίνεται μια ομαδοποίηση των χωρών της γης αναφορικά με αυτούς τους παράγοντες. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, αρχικά περιγράφονται τα

αποτελέσματα της Στατιστικής ανάλυσης, δίνονται προτάσεις αντιμετώπισης του προβλήματος και στη συνέχεια περιγράφονται σημεία μελλοντικής έρευνας.

Abstract

Water is a natural and valuable commodity necessary for the existence of life on the planet. An (average) person to stay alive would need to consume almost three liters of water a day, amounting to 50,000 liters, during their lifetime. It is found in nature and from a chemical point of view, it is not pure because on its way from the atmosphere, sea, soil and rocks it is enriched with various components, which give it various characteristics, so in order to be consumed it needs special treatment. Drinking water will be defined as water that is clean from: physical, chemical, biological and microbiological points of view and can be consumed without endangering human health.

The possibility of direct use of excellent quality water is a commodity absolutely necessary for daily living and in many countries it is taken for granted. However, this possibility became a reality only in the last 30 years, while previously obtaining and storing water was a laborious and time-consuming daily occupation. The rapid growth of the Earth's population, mass consumption, abuse of natural resources and water pollution are the main factors why drinking water is not sufficient to meet the needs of the modern age and is constantly decreasing. Despite strong efforts, especially in recent years, 1,000,000,000 people still do not have access to safe drinking water and over 2,500,000,000 have inadequate access to sanitation. An important problem with water is that it is not easily accessible in some areas of the world, while in others the quality of the available water is very low. This results in the populations of these areas being prone to infectious diseases, such as cholera, hepatitis A, typhus, poliomyelitis, dysentery and diarrhea and moreover although small it is an important (compared to other causes) cause of death.

In this paper, an attempt is made to study the problem of not having access to drinking water and especially the factors/reasons for not being able to access it and especially their correlation with the resulting number of deaths. More precisely, in the 1st chapter the definition of drinking water is given and the conditions it must meet to be drinkable are described. In the 2nd chapter, each of the risk factors of not drinking quality drinking water (infectious diseases) are briefly described. Ensuring public health is inextricably linked to people's access to safe drinking water. Therefore, with the aim of ensuring the quality of drinking water, guidelines have been established by the World Health Organization. Issues related to these guidelines of the W.H.O., as well as to (EU) 2020/2184 directive, as a case of an obligatory legislation in 27 EU member states, are the subject of the 3rd chapter. Chapter 4 is the most important part of the thesis, because it initially describes how important the problem of not having access to drinking water is globally and in each of the 6 regions of the W.H.O., specifically. An extensive statistical analysis is then made of the number of deaths (percentages) due to unsafe water sources in relation to a number of variables/factors (GDP, life expectancy, education, average age, etc.). Moreover, a grouping of the countries of the earth is given based on these factors. Finally, in the 5th chapter, the results of the Statistical analysis are initially described, suggestions are given on how to deal with the problem and points of future research are described.

Περιεχόμενα

1. Πόσιμο νερό: ορισμός και τα χαρακτηριστικά του	12
1.1 Πόσιμο νερό.....	12
1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού.	15
1.3 Το εμφιαλωμένο νερό	18
2. Συνέπειες κατανάλωσης μη κατάλληλου πόσιμου νερού.	20
3. Νομικές προϋποθέσεις για την ποιότητα του πόσιμου νερού.....	26
4. Ανάλυση δεδομένων	40
4.1 Μεθοδολογία.....	40
4.2 Κυριότερες αιτίες θανάτων	41
4.3 Χρονοσειρές ποσοστών θανάτων για τα έτη 1990-2019	53
4.4 Συσχετίσεις αριθμού θανάτων με παράγοντες.....	58
4.5 Ταξινόμηση χωρών αναφορικά με τον αριθμό θανάτων	71
4.6 Ανάλυση δεδομένων Ευρωπαϊκής Ένωσης	74
5. Συμπεράσματα και προτάσεις	79
5.1 Συμπεράσματα	79
5.2 Προτάσεις	82
5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	84
6. Βιβλιογραφία και παραπομπές	85
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	87

Εικόνες

Εικόνα 1.1: Πόσιμο νερό.....	12
Εικόνα 1.2: Πρόσβαση σε νερό σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου	14
Εικόνα 2.1: Σημάδια χολέρας στο ανθρώπινο σώμα	20
Εικόνα 2.2: Πιθανό σημείο μη κατάλληλου πόσιμου νερού	21
Εικόνα 2.3: Μικρόβιο ηπατίτιδας.....	21
Εικόνα 2.4: Πιθανό σημείο μόλυνσης με τύφο	22
Εικόνα 2.5: Μέσα αντιμετώπισης τύφου/τυφοειδούς πυρετού.....	23
Εικόνα 2.6: Παιδιά της Αφρικής με πολιομυελίτιδα.....	24
Εικόνα 2.7: Δυσεντερία.....	25
Εικόνα 2.8: Περιοχή με έλλειψη προσβασιμότητας καθαρού πόσιμου νερού	25
Εικόνα 4.1: Περιφέρειες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας	41
Εικόνα 4.2: Έρημος Σαχάρα.....	51
Εικόνα 4.3: Χώρες της υποσαχάριας Αφρικής	51
Εικόνα 5.1: Στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης (Ο.Η.Ε.)	83

Διαγράμματα

Διάγραμμα 2.1: Παγκόσμια κατανομή (ρίσκου) νόσησης από τύφο.....	23
Διάγραμμα 4.1: Αριθμός των θανάτων παγκοσμίως ανά παράγοντα κινδύνου.....	42
Διάγραμμα 4.2: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Ευρώπης.....	43
Διάγραμμα 4.3: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Αφρικής.....	44
Διάγραμμα 4.4: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Αμερικής.....	45
Διάγραμμα 4.5: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου.....	46
Διάγραμμα 4.6: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας.....	47
Διάγραμμα 4.7: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού	48
Διάγραμμα 4.8: Ποσοστό θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (2019)	49
Διάγραμμα 4.9: Ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (έτη 1990-2019). Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό.....	50
Διάγραμμα 4.10: Ποσοστά πρόσβασης πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό, ανά περιφέρεια (έτη 2000-2020).....	52
Διάγραμμα 4.11: Ποσοστά πρόσβασης πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό, ανά χώρα (2019).....	52
Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Παγκοσμίως).....	53
Διάγραμμα 4.13: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Ευρώπης)	53
Διάγραμμα 4.14: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Αφρικής)	54
Διάγραμμα 4.15: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Αμερικής)	54
Διάγραμμα 4.16: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου)	55
Διάγραμμα 4.17: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας)	55
Διάγραμμα 4.18: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού).....	56
Διάγραμμα 4.19: Ποσοστά θνησιμότητας ανά περιφέρεια (έτη 1990-2019)	56
Διάγραμμα 4.20: Αριθμός θανάτων ανά χώρα και ανά 100.000 κατοίκους (2019)..	57
Διάγραμμα 4.21: Παγκόσμιο ετήσιο ποσοστό θανάτων σε μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό	58
Διάγραμμα 4.22: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής.....	60
Διάγραμμα 4.23: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π (πραγματικό)	62
Διάγραμμα 4.24: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π (λογάριθμος)	62
Διάγραμμα 4.25: Πρόσβαση σε πόσιμο νερό—τύπος εισοδήματος	63
Διάγραμμα 4.26: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας	64
Διάγραμμα 4.27: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-επιπέδου μόρφωσης ..	66
Διάγραμμα 4.28: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους	68

Διάγραμμα 4.29: Ιστόγραμμα ποσοστού θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό	75
Διάγραμμα 4.30: Θηκόγραμμα ποσοστού θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό	75
Διάγραμμα 4.31: Θηκόγραμμα προσδόκιμου ζωής στις Ευρωπαϊκές χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και τις υπόλοιπες χώρες της Δυτικής Ευρώπης.....	77

Πίνακες

Πίνακας 1.1: Αποτελέσματα ανάλυσης καταλληλότητας δείγματος νερού	18
Πίνακας 4.1: Ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (έτος 2019). Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό	50
Πίνακας 4.2: Χώρες με το μεγαλύτερο αριθμό θανάτων ανά 100.000 κατοίκους (2019)	57
Πίνακας 4.3: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής.....	59
Πίνακας 4.4: Απονα αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής.....	59
Πίνακας 4.5: απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής.....	59
Πίνακας 4.6: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π. ..	60
Πίνακας 4.7: Απονα αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π.	61
Πίνακας 4.8: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π.....	61
Πίνακας 4.9: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας.....	63
Πίνακας 4.10: Απονα αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας.....	64
Πίνακας 4.11: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας.....	64
Πίνακας 4.12: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-επιπέδου μόρφωσης.....	65
Πίνακας 4.13: Απονα αριθμού θανάτων-επιπέδου μόρφωσης	65
Πίνακας 4.14: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-επιπέδου μόρφωσης.....	66
Πίνακας 4.15: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους.....	67
Πίνακας 4.16: Απονα αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους.....	67
Πίνακας 4.17: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους	67
Πίνακας 4.18: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών	69
Πίνακας 4.19: Απονα αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών.....	69
Πίνακας 4.20: Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών	69
Πίνακας 4.21: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π. & προσδόκιμο ζωής.....	70
Πίνακας 4.22: Απονα αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π & προσδόκιμο ζωής	71
Πίνακας 4.23: Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π. & προσδόκιμο ζωής.....	71
Πίνακας 4.24: Ομάδες και αριθμός χωρών που συμμετέχουν.....	72
Πίνακας 4.25: Κέντρα των ομάδων.....	73
Πίνακας 4.26: Ομάδες 2 και 3 και χώρες που συμμετέχουν	73
Πίνακας 4.27: Περιγραφικά στατιστικά αριθμού θανάτων	74
Πίνακας 4.28: Απονα αριθμού θανάτων- προσδόκιμου ζωής.....	75
Πίνακας 4.29: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής.....	76
Πίνακας 4.30: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής	76
Πίνακας 4.31: Περιγραφικά στατιστικά προσδόκιμου ζωής.....	76
Πίνακας 4.32: Ομάδες 1,2 και 3 χωρών της Ε.Ε.	77
Πίνακας 4.33: Κέντρα των ομάδων.....	78

1. Πόσιμο νερό: ορισμός και τα χαρακτηριστικά του

1.1 Πόσιμο νερό



Εικόνα 1.1: Πόσιμο νερό

Το **νερό** αποτελεί βασικό αγαθό επιβίωσης για τον άνθρωπο καθώς και ένα φυσικό και περιβαλλοντικό πόρο που ανήκει σε κάθε έμβιο οργανισμό της γης και αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στο πλανήτη. Σχεδόν τρία λίτρα νερού την ημέρα θα πρέπει να πίνει ο μέσος ευρωπαίος για να διατηρηθεί στη ζωή, ποσότητα που αθροίζεται σε 50.000 λίτρα, στη διάρκεια της ζωής του. Το υγρό νερό καλύπτει το 71% της επιφάνειας του πλανήτη⁽¹⁾ και βρίσκεται σε υδάτινα συστήματα, όπως οι ωκεανοί, οι θάλασσες, οι λίμνες, τα ποτάμια, οι χείμαρροι, τα κανάλια, οι υδρόλακκοι, οι υδατοδεξαμενές, τα έλη και σε υπόγεια αποθέματα. Το 97% του νερού είναι αλμυρό και βρίσκεται σε θάλασσες και ωκεανούς, ενώ μόνο το 3% είναι πόσιμο γλυκό νερό.⁽²⁾ Από αυτό, μεγάλο ποσοστό είναι «παγιδευμένο» σε παγετώνες και χιονισμένα σημεία του πλανήτη με αποτέλεσμα μόλις το 1% να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ανθρώπους.⁽²⁾

Το νερό που συναντιέται στη φύση, από χημική άποψη, δεν είναι καθαρό γιατί στη διαδρομή του από την ατμόσφαιρα, θάλασσα, έδαφος και υδατοπερατά πετρώματα εμπλουτίζεται με διάφορα συστατικά, τα οποία του προσδίδουν διάφορα χαρακτηριστικά. Αυτό φαίνεται στο pH του, στη συγκέντρωση του οξυγόνου, τη σκληρότητα (συγκέντρωση ασβεστίου/μαγνησίου), τη ρυθμιστική ικανότητα (συγκέντρωση όξινων ανθρακικών), στη συγκέντρωση του σιδήρου, μαγνησίου κλπ. Σε αυτά προστίθενται δυστυχώς και ανθρωπογενείς επιβαρύνσεις οι οποίες επηρεάζουν αρνητικά τα χαρακτηριστικά του (επιφανειακά νερά: ποταμών, λιμνών, ταμιευτήρων). Εδώ όμως και αρκετό καιρό, εμφανίζονται όλο και περισσότερο, και στα υπόγεια νερά, αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών, φυτοφαρμάκων, ζιζανιοκτόνων, χλωριωμένων υδρογονανθράκων, αλλά και βαρέα μέταλλα όπως αρσενικό, κάδμιο, χρώμιο κλπ.

Πόσιμο νερό λοιπόν θα χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από:

- φυσική,
- χημική,
- βιολογική και
- μικροβιολογική άποψη και
- μπορεί να καταναλωθεί χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου.⁽³⁾

Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι:

- διαυγές,
- άχρωμο,
- άοσμο και
- δροσερό (θερμοκρασίας 10 - 15 °C).⁽³⁾

Επίσης δεν πρέπει να έχει:

- μεγάλη σκληρότητα γιατί αυτή προκαλεί δυσκολίες στην καθημερινή αλλά και τη βιομηχανική του χρήση αλλά
- ούτε και μεγάλη ποσότητα οργανικών ουσιών, βαρέων μετάλλων ούτε και παθογόνα παράσιτα ή μικρόβια.⁽³⁾

Στο πόσιμο νερό περιέχονται διαλυμένο οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, ελάχιστα ίχνη οργανικών ουσιών, καθώς και ίχνη φυτικών μικροοργανισμών.⁽⁴⁾ Για τη διασφάλιση καθαρού πόσιμου νερού, αυτό πρέπει να εξετάζεται ως προς:

- τις φυσικές του ιδιότητες (θερμοκρασία, διαύγεια, γεύση, οσμή),
- τις χημικές (ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος ουσιών, σκληρομετρία), μικροσκοπικά (έρευνα μικροοργανισμών),
- βακτηριολογικά (καλλιέργεια των μικροβίων του νερού)
- και τοπογραφικά (θέση πηγής, διαδρομής του νερού).⁽⁵⁾

Πιο συγκεκριμένα, μία ανάλυση στην οποία πιστοποιείται η καταλληλότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση, περιλαμβάνει τους εξής ελέγχους:

1. **Έλεγχος νερού φυσικοχημικός.** Εξετάζονται: pH, αγωγιμότητα, ολικά και αιωρούμενα στερεά, όξινα ανθρακικά, ανθρακικά και χλωριούχα άλατα, σκληρότητα ολική, αλκαλικότητα ολική, αλκαλικότητα φαιν/νης, μόνιμη σκληρότητα.
2. **Έλεγχος νερού μικροβιολογικός** (ισχύουσα νομοθεσία). Εξετάζονται: κολοβακτηρίδια, *Escherichia coli*, εντερόκοκκοι κ.α.
3. **Ανάλυση για ιχνοστοιχεία και επιμολυντές.** Εξετάζονται: νιτρώδη, νιτρικά, φωσφορικά, αμμωνιακά, κάλιο, απολυμαντικές ουσίες, φθοριούχα. Επιπρόσθετα, μπορούν να εξεταστούν παράμετροι όπως υδρόθειο, υδροκυάνιο, φαινόλες ή άλλα επιλεγμένα βαρέα μέταλλα.

Ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να λειτουργήσει εβδομάδες χωρίς τροφή, αλλά μόνο λίγες ημέρες χωρίς νερό. Παρόλο που το νερό δεν αποτελεί θρεπτική ουσία, είναι απαραίτητο για τη ζωή, αφού μεταφέρει θρεπτικές ουσίες στα όργανα και τους ιστούς που τις χρειάζονται. Διατηρεί επίσης τον όγκο του αίματος και βοηθά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος.⁽⁶⁾ Αποτελεί το 98% του συνολικού βάρους του εμβρύου, το 75% των παιδιών και το 50-65% των ενηλίκων. Κάθε άνθρωπος πρέπει να έχει καθημερινή πρόσβαση σε πόσιμο νερό, αλλά και σε καθαρό νερό για το μαγείρεμα και την προσωπική υγιεινή.⁽²⁾ Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ελάχιστες αυτές προϋποθέσεις ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας συστήνει ότι πρέπει να αντιστοιχούν 7,5 λίτρα νερού ανά κάτοικο, ανά ημέρα ενώ κανονικά απαιτούνται περίπου 20 λίτρα ανά κάτοικο, ανά ημέρα, για όλες τις βασικές του ανάγκες υγιεινής.⁽²⁾

Η χρήση του νερού στις ημέρες μας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ποιότητα ζωής μας. Η δυνατότητα άμεσης χρήσης νερού άριστης ποιότητας είναι ένα αγαθό απόλυτα απαραίτητο για την καθημερινή διαβίωση και σε πολλές χώρες θεωρείται δεδομένο. Ωστόσο η δυνατότητα αυτή έγινε πραγματικότητα μόλις τα τελευταία 30 χρόνια, ενώ

παλαιότερα η απόκτηση και αποθήκευση του νερού ήταν μια επίπονη και χρονοβόρα ημερήσια απασχόληση.⁽⁷⁾

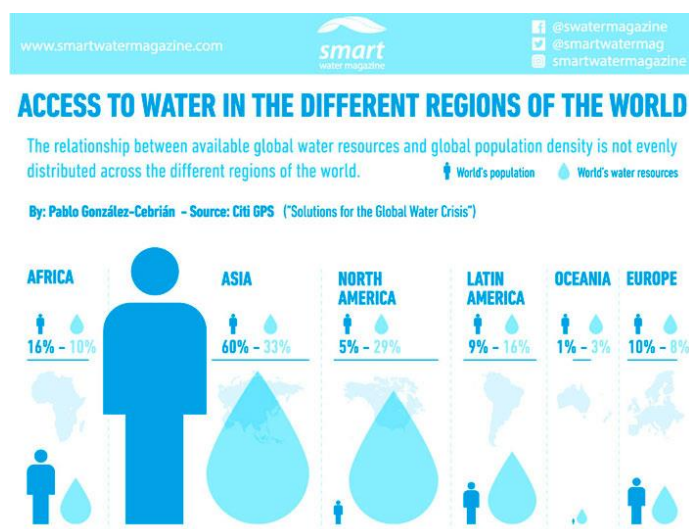
Η

- ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της Γης,
- μαζική κατανάλωση,
- κατάχρηση των φυσικών πόρων και
- μόλυνση του νερού αποτελούν τους κύριους παράγοντες για τους οποίους το πόσιμο νερό δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης εποχής και διαρκώς μειώνεται.

Παρά τις έντονες προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί ιδιαίτερα, τα τελευταία χρόνια, για την πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό σε ολόκληρο τον κόσμο, 1.000.000.000 άνθρωποι ακόμη δεν έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και πάνω από 2.500.000.000 έχουν ανεπαρκή πρόσβαση σε αποχετεύσεις.⁽⁸⁾

Σύμφωνα με έκθεση των Ηνωμένων Εθνών, ο κόσμος θα έχει μόλις το 60% του νερού που χρειάζεται μέσα στα επόμενα 15 χρόνια, αν οι χώρες και οι κυβερνήσεις δεν αλλάξουν ριζικά τον τρόπο εκμετάλλευσής του.⁽²⁾ Πολλά από τα υπόγεια αποθέματα νερού εξαντλούνται ήδη, ενώ οι βροχοπτώσεις προβλέπεται να γίνουν πιο ασταθείς και απρόβλεπτες με την αλλαγή του κλίματος. Περισσότεροι από 2,2 εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν το 2000 από ασθένειες που σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου νερού, ή με ξηρασία. Το 2004, σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη φιλανθρωπική οργάνωση WaterAid αναφέρεται ότι, στη Βρετανία ένα παιδί πεθαίνει κάθε 15 δευτερόλεπτα από ασθένειες που σχετίζονται με το μολυσμένο νερό. Το 80% των ασθενειών στις αναπτυσσόμενες χώρες συνδέονται με το βρόμικο νερό και τις συνθήκες υγιεινής, ενώ το 1/3 της ανθρωπότητας είναι μόνιμα άρρωστο, εξαιτίας του ακάθαρτου νερού.

Καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται και αναμένεται να φτάσει τα 9 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050, θα χρειαστούν περισσότερα υπόγεια ύδατα για τη γεωργία, τη βιομηχανία και την προσωπική κατανάλωση. Η έκθεση του ΟΗΕ προβλέπει ότι παγκόσμια ζήτηση νερού θα αυξηθεί κατά 55% μέχρι το 2050.⁽²⁾



Εικόνα 1.2: Πρόσβαση σε νερό σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου

Φαίνεται να υπάρχει μια καθαρή σχέση μεταξύ του ΑΕΠ ανά κάτοικο της κάθε περιοχής και της πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο νερό.⁽⁹⁾ Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στην

παγκόσμια οικονομία, αφού λειτουργεί ως διαλύτης για μια ευρεία ποικιλία χημικών ουσιών, αλλά και στις εγκαταστάσεις βιομηχανικής ψύξης και για στις μεταφορές άλλων ουσιών.⁽¹⁰⁾

1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού.

Για να χαρακτηριστεί ως πόσιμο, το νερό θα πρέπει να καλύπτει ορισμένες προδιαγραφές με βάση τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά. Παρακάτω, αναφέρουμε/μελετάμε ουσίες που περιέχονται στο νερό και τα όρια συγκεντρώσεων τους που πρέπει να τηρούνται ώστε αυτό να μπορεί να καταναλωθεί με ασφάλεια.

Οι ουσίες/στοιχεία αυτά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- (α) στα *μάκρο-στοιχεία*, δηλαδή αυτά που εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις μιλιγραμμάτων/ λίτρο (mg/L) και
- (β) τα *μίκρο-στοιχεία* που εμφανίζονται σε συγκεντρώσεις μικρο ή νανογραμμάτων / λίτρο (μg/L ή ng/L).

Τα μάκρο-στοιχεία όπως το ασβέστιο, το μαγνήσιο, το νάτριο, το κάλιο, τα χλωριόντα, τα θειικά και το διαλυμένο οξυγόνο προσδίδουν τις κύριες ιδιότητες του νερού που αναζητούμε. Από τα μικρο-στοιχεία, τα βαρέα μέταλλα σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις είναι απαραίτητα και συνεισφέρουν στις λειτουργίες του οργανισμού, όμως σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αποτελούν κίνδυνο για την υγεία μας και θα πρέπει να απομακρύνονται.

Νάτριο (Na⁺)

Είναι στοιχείο απαραίτητο για τον ανθρώπινο οργανισμό. Στους υγιείς ενήλικες, η περίσσεια του αποβάλλεται αυτόματα από το σώμα. Σε ευαίσθητα όμως άτομα (π.χ. αυτά που υποφέρουν από υπέρταση, τα βρέφη και οι ηλικιωμένοι) τα υψηλά επίπεδα νατρίου προκαλούν πρόβλημα και συνίσταται διατροφή φτωχή σε νάτριο. Για καθημερινή κατανάλωση, συνιστώνται νερά με ποσότητα νατρίου μικρότερη από 150 mg/L και ιδανικά μικρότερη και από 50 mg/L, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή τροφής για βρέφη πρέπει να περιέχει όσο το δυνατό λιγότερο νάτριο. Το νάτριο σε συγκεντρώσεις >500 mg/L προκαλεί δυσάρεστη γεύση, διαταραχές στην όρεξη, δίψα και συμβάλει στην υπέρταση.

Κάλιο (K⁺)

Είναι απαραίτητο στοιχείο για τον οργανισμό, αλλά το ανθρώπινο σώμα δυσκολεύεται να διαχειριστεί τα υψηλά επίπεδα του (π.χ δημιουργούνται προβλήματα στα νεφρά όπως π.χ. νεφρική ανεπάρκεια). Τα ιόντα καλίου αυξάνουν τη γλυκόλυση, λιπόλυση και την αναπνοή των ιστών, όπως και τη σύνθεση πρωτεϊνών ενώ συμμετέχουν στην ωσμωτική ισορροπία του κυττάρου (αντλία Na-K) και βοηθούν στη μεταφορά των αμινοξέων και υδατανθράκων. Δεν θεωρείται τοξικό, η μακροχρόνια έκθεση όμως σε υψηλές του συγκεντρώσεις θα πρέπει να αποφεύγεται. Υψηλές συγκεντρώσεις καλίου σηματοδοτούν ύπαρξη υγρών αποβλήτων στο νερό. Για καθημερινή κατανάλωση προτείνονται νερά με συγκέντρωση μικρότερη από 12 mg/L.

Μαγνήσιο (Mg²⁺)

Αποτελεί κύρια διαιτητική απαίτηση του ανθρώπινου σώματος (συστατικό του ανθρώπινου σκελετού και των δοντιών, σε μικρές συγκεντρώσεις είναι απαραίτητο στοιχείο για το νευρομυϊκό σύστημα και τη λειτουργία πολλών ενζύμων (ATP, χολινεστεράση), αλλά και ένα κύριο παράγοντα, μαζί με το ασβέστιο, για τη διαμόρφωση της σκληρότητας του νερού, η οποία μειώνει τον κίνδυνο καρδιοαγγειακών παθήσεων. Για παιδιά ηλικίας έως 7 ετών, προτείνεται η κατανάλωση

νερού με χαμηλά επίπεδα μαγνησίου. Τα νερά που περιέχουν μαγνήσιο σε μορφή θειικού μαγνησίου μπορούν να λειτουργήσουν ως ισχυρά καθαρτικά για το ανθρώπινο σώμα. Εξ' αιτίας αυτού, σε μεγάλες δόσεις (> 400 mg/L) έχει επιπτώσεις στο νευρομυϊκό και ΚΝΣ μειώνοντας τη διεγερσιμότητα των νευρών και των μυών, επιφέροντας στο τέλος την παράλυση.

Ασβέστιο (Ca²⁺)

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τα πετρώματα (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος) μέσα από τα οποία περνά το νερό. Η συγκέντρωση του κυμαίνεται από 0 μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητά του. Είναι βασικό συστατικό του ανθρώπινου σκελετού / δοντιών. Παρουσιάζει αντιαλλεργική δράση, είναι διουρητικό, επιδρά στην πήξη του αίματος, συμμετέχει στη ρύθμιση του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος, μειώνει την κυτταρική διαπερατότητα και δρα αρνητικά στην υπέρταση. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Συνοδεύεται πάντα από το μαγνήσιο με έναν λόγο από 10:1 μέχρι 5:1.

Χλώριο (Cl⁻)

Το ανώτατο όριο του είναι 200 mg/L. Αν το νερό προορίζεται για την παρασκευή ποτών, όπως για παράδειγμα το τσάι και ο καφές, επιθυμητή θα ήταν η επιλογή νερού με τη μικρότερη δυνατή συγκέντρωση χλωριούχων.

Θειικά (SO₄²⁻)

Το θειικό μαγνήσιο και το θειικό νάτριο είναι ισχυρά καθαρτικά, οπότε μια ξαφνική αύξηση των επιπέδων τους μπορεί να επισύρει ισχυρές επιπλοκές υγείας. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα σοβαρό για τα μικρά παιδιά και τους ευαίσθητους ενήλικες, γι' αυτό για καθημερινή χρήση προτείνονται νερά με συγκεντρώσεις θειικών μικρότερες από 30 mg/L.

Όξινα ανθρακικά (HCO₃⁻)

Τα όξινα ανθρακικά συμβάλλουν στη διατήρηση της οξύτητας του πεπτικού συστήματος και διευκολύνουν την πέψη.

Νιτρώδη (NO₂⁻) – Νιτρικά (NO₃⁻)

Είναι τμήματα του κύκλου του αζώτου στη φύση, οπότε υπάρχουν στα φυσικά νερά, με συγκέντρωση συνήθως χαμηλή. Υψηλές τους συγκεντρώσεις οφείλονται σε παράγοντες όπως λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά/ανθρώπινα απόβλητα δηλαδή είναι δείκτες ρύπανσης του νερού από την υπέρμετρη χρήση γεωργικών λιπασμάτων, ή αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων. Υπάρχουν και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος. Σε αερόβιες συνθήκες, τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Στον ανθρώπινο οργανισμό τα νιτρικά είναι σχεδόν ακίνδυνα σε συνήθεις δόσεις (0,5-1 g/L). Η τοξικότητα των νιτρικών βασίζεται στην μετατροπή μέσα στον οργανισμό σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη είναι σε θέση να οξειδώσουν την αιμοσφαιρίνη σε μεθαιμοσφαιρίνη με αποτέλεσμα να μην μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς και να προκληθεί ασφυξία (κυάνωση βρεφών). Σημαντικότερη όμως επίδραση τους αποτελεί η δημιουργία νιτροζοαμινών μετά από αντίδραση με τις αμίνες που περιέχονται σε πολλά τρόφιμα και οι οποίες νιτροζοαμίνες αποδεδειγμένα προκαλούν καρκίνο του ήπατος.

Ιχνοστοιχεία

A. Ανόργανα (Fe, Mn, Se, Co, Ni, ...)

Το νερό κατά τη διέλευση του μέσα από τη γη, διαλύει από τα πετρώματα που συναντά και μικρές συγκεντρώσεις (ιχνοστοιχεία) διαφορετικών μετάλλων. Η επίδραση των ιχνοστοιχείων στον ανθρώπινο οργανισμό είναι διπλή. Σε μικρές συγκεντρώσεις είναι απαραίτητα για τη ζωή μας ενώ σε μεγάλες συγκεντρώσεις είναι τοξικά και επικίνδυνα. Π.χ. (I) το σελήνιο (Se), σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί γαστρεντερικές διαταραχές, νευρικότητα, ψυχική κατάπτωση, ηπατικές/νεφρικές βλάβες, ενώ η στέρηση του οδηγεί σε προβλήματα του μυοκαρδίου και πολλές φορές στον θάνατο (II) Ο σίδηρος (Fe) αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για τον ανθρώπινο οργανισμό, η έλλειψη του προκαλεί αναιμία και συνδέεται με καρδιοαγγειακές βλάβες, ενώ η μεγάλη συσσώρευση του προκαλεί βλάβη στους ιστούς. (III) το μαγγάνιο (Mn) είναι αναγκαίο για τη σύνθεση ενζυμικών συστημάτων όπως π.χ. η σύνθεση της χοληστερίνης, αιμογλοβίνης, κ.α. Η παρουσία του σε συγκεντρώσεις πέρα από τα επιτρεπτά όρια συνεισφέρει στην ανάπτυξη μικροοργανισμών στις δεξαμενές αποθήκευσης του νερού και στα δίκτυα διανομής.

B. Οργανικά

Ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (I) στους διαχρονικά ανθεκτικούς οργανικούς ρύπους (π.χ προϊόντα φυτοπροστασίας, βιομηχανικά χημικά – διαλύτες) και (II) στις ορμονικά δραστικές ενώσεις (πλαστικοποιητές, προϊόντα προσωπικής φροντίδας των ανθρώπων κ.α.). Τα περισσότερα από αυτά έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων και θα πρέπει να απουσιάζουν από το πόσιμο νερό. Είναι συνήθως δυσδιάλυτα στο νερό και η ημερήσια πρόσληψη τους στον οργανισμό μας μέσω του νερού είναι αμελητέα σε σχέση με τα τρόφιμα. Όμως, σαν ενώσεις είναι δύσκολα αποδομούμενες και λιποφιλείς με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στον λιποειδή ιστό των ανθρώπων με συνέπειες στην υγεία μας.

Μερικά παραδείγματα οργανικών ιχνοστοιχείων αποτελούν:

- (α) Τα παρασιτοκτόνα (εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα κ.α.) τα οποία παρουσιάζουν μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες ιδιότητες.
- (β) Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH): πηγή τους αποτελούν τα βιομηχανικά απόβλητα και οι καύσεις ορυκτών καυσίμων, συγκεντρώνονται στους λιποειδή ιστούς του σώματος μας και προκαλούν υπερκεράτωση, υπερπλασία και επιδρούν στον NM των οστών.

Οξύτητα (pH)

Το pH, εκφράζει την αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (H^+) που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα. Η τιμή του pH:

- (α) ρυθμίζει τους μηχανισμούς των αντιδράσεων που ελέγχουν την ποιότητα του νερού,
- (β) μαζί με το δυναμικό οξειδοαναγωγής (Eh) καθορίζει τη χημική μορφή με την οποία ένα στοιχείο εμφανίζεται στο νερό και
- (γ) παρεμποδίζει/επιταχύνει τις βιοχημικές διεργασίες, π.χ. τα κύτταρα ζώντων οργανισμών επιβιώνουν σε τιμές pH μεταξύ 5 και 9.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη γεύση του. Η πιο ευχάριστη γεύση είναι μεταξύ $5 - 15^{\circ}C$. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, το νερό είναι λιγότερο εύγευστο γιατί «εκδιώκονται» τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια. Όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβαίνει

τους 15°C, πολλαπλασιάζονται τα τυχόν υπάρχοντα σε αυτό μικρόβια. Επιπλέον, ελαττώνεται η ικανότητα του να διαλύει αέρια, αυξάνει η διαλυτότητα σε στερεά, ή/και επιταχύνονται οι βιολογικές δράσεις, ενώ αυξάνει το ποσό του απαιτούμενου χλωρίου.

Σκληρότητα

Εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου, εξαρτάται δε από τα πετρώματα που περνά το νερό. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική) που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα και στη μη ανθρακική (μόνιμη) που οφείλεται στα χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά άλατα. Μεγάλες τιμές της δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων. Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση, εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις/οικιακές συσκευές. Είναι επιθυμητή στη ζυθοποιία και αρτοποιία γιατί βοηθάει την ενζυματική δράση. Σε ορισμένες όμως βιομηχανίες (βυρσοδεψεία, βαφεία) το σκληρό νερό είναι επιζήμιο στην κατεργασία και στο τελικό προϊόν. Πόσιμο νερό, θεωρείται αυτό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/l CaCO₃, αλλά οι πιο καλές τιμές της είναι μεταξύ 80 και 150.

Πίνακας 1.1: Αποτελέσματα ανάλυσης καταλληλότητας δείγματος νερού



ΧΗΜΕΙΟ ΛΑΜΙΑΣ
Κορατικοί 85, Λαμία, Τηλ: 2231024526

Έγγραφο: Δ5.10.1Ε01 - Έκδοση: v 1.0 - LK - 01/07/15



Β. Χημικές παράμετροι και επιμολυντές

Αναλυτική παράμετρος	Μέθοδος ανάλυσης	Όρια πόσιμου	Αποτελέσματα
Ιόντα Θειικά	10000000	250	36 mg/Lt
Ιόντα Χλωρίου	10000000	250,0	36 mg/Lt
Νιτρικά ιόντα	10000000	50	<1 mg/Lt
Ιόντα Νιτρώδη	100000000	0,50	0,02 mg/Lt
Ιόντα Φωσφορικά	100000000	5,0 ως ολικός P	1,2 mg/Lt
Ιόντα Αμμωνιακά	100000000	0,50	0,33 mg/Lt
Κάλιο	10000000000000	12	3,0 mg/Lt
Νάτριο	10000000000000	200	10 mg/Lt
Φθοριοξύ	10000000	1,5	<0,1 mg/Lt
Υδρόθειο	10000000	-	- mg/Lt
Κυανιούχα	10000000000000	0,050	<0,010 mg/Lt
Φαινόλες	10000000	0,50	<0,10 mg/Lt
Απολυμαντικές ουσίες	10000000	-	0,04 mg/Lt
Πορίτιο	10000000	-	- mg/Lt
Λεβέστιο	10000000	-	- mg/Lt
Μαγνήσιο	10000000	-	- mg/Lt

1.3 Το εμφιαλωμένο νερό

Μία μορφή πόσιμου νερού (και μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις όπου υπάρχει έλλειψη νερού δικτύου αποτελούν και το μοναδικό πόσιμο νερό) είναι και τα λεγόμενα εμφιαλωμένα νερά, το οποίο διατηρούν την αρχική ποιότητα των πηγών από όπου συλλέγονται. Ανάλογα με την προέλευσή του διακρίνεται σε:

- **φυσικό μεταλλικό νερό:** Φυσικό μεταλλικό νερό: νοείται το νερό που προέρχεται από υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και αναβλύζει από πηγή. Χαρακτηρίζεται από την καθαρότητά του, την περιεκτικότητά του σε ανόργανα άλατα, ιχνοστοιχεία και έχει σταθερή σύσταση. Εμφιαλώνεται υποχρεωτικά στο σημείο όπου συλλέγεται και δεν επιτρέπεται καμία χημική επεξεργασία και διαδικασία απολύμανσης (πλην του διαχωρισμού ασταθών στοιχείων και την απομάκρυνση κάποιων ιχνοστοιχείων του). Διαφέρει από το κοινό πόσιμο νερό ως προς την περιεκτικότητα σε ορισμένα στοιχεία.
- **νερό πηγής:** ισχύουν τα όσα αναφέρθηκαν για το φυσικό μεταλλικό νερό με τη διαφορά ότι τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του είναι όπως του κοινού πόσιμου νερού.
- **επιτραπέζιο:** μπορεί να προέρχεται από μια οποιαδήποτε πηγή όπως το νερό του δικτύου, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του είναι όπως του κοινού πόσιμου νερού, προσφέρεται συσκευασμένο αεροστεγώς, και επιτρέπεται κάθε είδους επεξεργασία αρκεί να διασφαλισθεί η προστασία του καταναλωτή.

Ως προς την ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι η ρύπανση των επιφανειακών/υπόγειων νερών από τις γεωργικές/βιομηχανικές δραστηριότητες δεν ξεχωρίζει το νερό δικτύου από το εμφιαλωμένο και οι ίδιοι ρύποι μπορούν να εμφανιστούν και να επηρεάσουν την ποιότητα του. Η ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού επίσης μπορεί να επηρεασθεί ουσιαστικά/σημαντικά από προβλήματα που προέρχονται κατά τη διαδικασία εμφιάλωσης του και αποθήκευσης του μέσα στη φιάλη για αρκετό χρονικό διάστημα.

2. Συνέπειες κατανάλωσης μη κατάλληλου πόσιμου νερού.

Η έλλειψη πρόσβασης σε πόσιμο νερό αποτελεί κύριο παράγοντα κινδύνου για μολυσματικές ασθένειες, όπως:

- η χολέρα,
- η ηπατίτιδα Α,
- ο τύφος,
- η πολιομυελίτιδα,
- η δυσεντερία και
- η διάρροια.

Επιδεινώνει επίσης:

- τον υποσιτισμό και ειδικότερα
- την παιδική αναπτυξιακή καθυστέρηση.

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικότερα οι ασθένειες καθώς και οι επιπτώσεις τους στην υγεία του ανθρώπου:

A. Χολέρα

Χολέρα ονομάζεται η λοίμωξη του λεπτού εντέρου από την εντεροτοξίνη που παράγει το βακτήριο *Vibrio cholerae*.⁽¹¹⁾ Τα συμπτώματα μπορούν να παρουσιαστούν από δύο ώρες έως και πέντε ημέρες μετά την έκθεση του ατόμου στο βακτήριο και κυμαίνονται από κανένα έως και σοβαρά.



Εικόνα 2.1: Σημάδια χολέρας στο ανθρώπινο σώμα

Στα πιο κοινά συμπτώματα συμπεριλαμβάνονται:

- Εμετοί
- Μυϊκές κράμπες
- Υδαρής διάρροια η οποία σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει σοβαρή αφυδάτωση και ανισορροπία ηλεκτρολυτών μέσα σε λίγες ώρες.

Η χολέρα μεταδίδεται κυρίως μέσω μολυσμένου νερού και μολυσμένων τροφίμων που έχουν μολυνθεί από ανθρώπινα κόπρανα τα οποία περιέχουν τα βακτήρια.⁽¹²⁾⁽¹³⁾ Οι πιο σημαντικοί τρόποι πρόληψης είναι:

- η καλή υγιεινή και
- η επαρκής πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό.

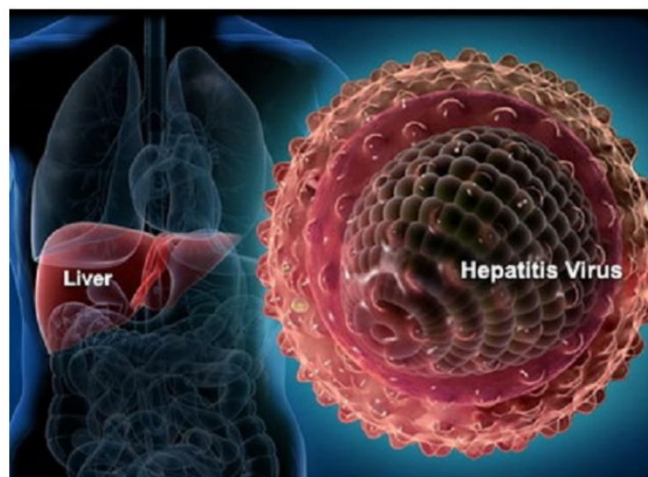


Εικόνα 2.2: Πιθανό σημείο μη κατάλληλου πόσιμου νερού

Η χολέρα επηρεάζει περίπου 3–5 εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως και προκαλεί 28.800-130.000 θανάτους τον χρόνο.⁽¹³⁾ Παρόλο που χαρακτηρίζεται ως πανδημία εμφανίζεται σπανιότερα σε χώρες υψηλού εισοδήματος.⁽¹³⁾ Συνεπώς οι περιοχές που βρίσκονται σε συνεχή κίνδυνο ασθένειας περιλαμβάνουν την Αφρική και τη Νοτιοανατολική Ασία.⁽¹³⁾

B. Ηπατίτιδα Α

Η *Ηπατίτιδα Α* είναι μια οξεία μολυσματική ασθένεια του ήπατος που προκαλείται από τον ιό HAV.⁽¹⁴⁾ Τα συμπτώματα παρουσιάζονται δύο με έξι εβδομάδες μετά τη μόλυνση, όμως πολλοί ασθενείς παρουσιάζουν λίγα ή καθόλου συμπτώματα, ειδικά σε νεαρές ηλικίες.⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾



Εικόνα 2.3: Μικρόβιο ηπατίτιδας

Στις περιπτώσεις που υπάρχουν συμπτώματα, διαρκούν συνήθως οκτώ εβδομάδες και ενδέχεται να συμπεριλαμβάνουν:

- Ίκτερο

- Εμετό
- Διάρροια
- Ωχροό δέρμα
- Πυρετό
- Κοιλιακό άλγος
- Αίσθημα ναυτίας.

Η ασθένεια μεταδίδεται συνήθως με την κατανάλωση φαγητού ή ποτού μολυσμένου από μολυσμένα κόπρανα ή, αν και πιο σπάνια, μέσω στενής επαφής με άτομο που έχει Ηπατίτιδα Α.⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾ Μέτρα πρόληψης αποτελούν το εμβόλιο της ηπατίτιδας Α, η πολύ καλή υγιεινή στον χώρο καθώς και η ατομική υγιεινή.

Παγκοσμίως, περίπου 1.500.000 περιστατικά καταγράφονται κάθε χρόνο. Η ασθένεια είναι πιο συνηθισμένη σε περιοχές με κακές συνθήκες υγιεινής και έλλειψη ασφαλούς ύδατος όπως η Αφρική, η Νότια Ασία καθώς και κάποιες χώρες της Νοτίου Αμερικής.⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

Γ. Τύφος

Η νόσος του τύφου μπορεί να διακριθεί σε δύο τύπους ανάλογα με ποιο βακτήριο εντοπίζεται στον οργανισμό. Το βακτήριο *rickettsia typhi* προκαλεί τον ενδημικό τύφο ο οποίος συνήθως μεταδίδεται από ψύλλους που παρασιτούν σε αρουραίους και γάτες.⁽²⁰⁾ Ο ενδημικός τύφος είναι η ηπιότερη μορφή της νόσου και τα συμπτώματα που προκαλεί περιλαμβάνουν τα εξής:

- Υψηλός πυρετός (40-41°C)
- Ερυθηματώδεις εξάνθημα
- Διάρροια
- Εμετός
- Οσφυαλγία
- Κοιλιαλγία
- Πόνος στις αρθρώσεις
- Πονοκέφαλος
- Ξερός βήχας.



Εικόνα 2.4: Πιθανό σημείο μόλυνσης με τύφο

Το βακτήριο *rickettsia prowazekii* προκαλεί επιδημικό τύφο που είναι η σοβαρότερη μορφή της νόσου και μεταδίδεται από ψείρες και από διάφορα άλλα αρθρόποδα.⁽²¹⁾⁽²²⁾ Ο επιδημικός τύφος προκαλεί γενικευμένη αγγειίτιδα και τα συμπτώματα του περιλαμβάνουν:

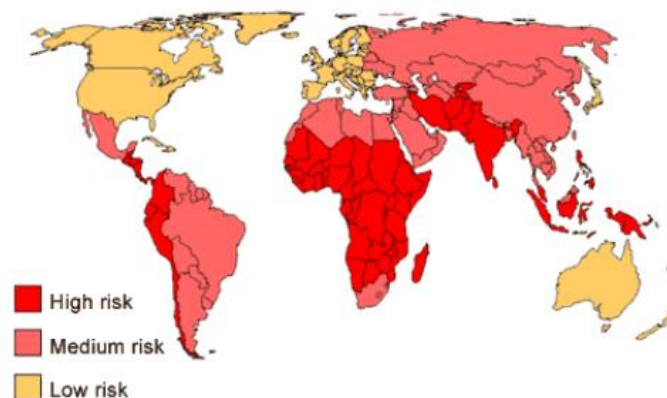
- Πολύ υψηλό πυρετό (πάνω από 40°C) με ρίγος και παραλήρημα
- Αρθραλγία
- Φωτοφοβία
- Υπόταση
- Γάγγραινα
- Εξανθήματα
- Ζάλη
- Βήχα.

Τόσο στον ενδημικό όσο και στον επιδημικό τύφο τα συμπτώματα αναπτύσσονται συνήθως μία με δύο εβδομάδες μετά την έκθεση από τον μικροοργανισμό. ⁽²¹⁾ Για την πρόληψη του τύφου συνιστάται σχολαστική υγιεινή. Απαιτείται καλός καθαρισμός και αποστείρωση των ρούχων που μπορεί να έχουν ψύλλους ή ψείρες καθώς και απολύμανση με εντομοκτόνα.



Εικόνα 2.5: Μέσα αντιμετώπισης τύφου/τυφοειδούς πυρετού

Η νόσος συναντάται συνήθως σε περιοχές με υψηλό πληθυσμό και κακή υγιεινή. ⁽²⁰⁾



Διάγραμμα 2.1: Παγκόσμια κατανομή (ρίσκου) νόσησης από τύφο

Δ. Πολιομυελίτιδα

Η *πολιομυελίτιδα* είναι ιογενής νόσος η οποία επηρεάζει το κεντρικό νευρικό σύστημα και μπορεί να οδηγήσει σε μερική ή ολική παράλυση. Η πλειοψηφία των μολύνσεων της πολιομυελίτιδας δεν παρουσιάζει συμπτώματα ή παρουσιάζει ήπια συμπτώματα (πυρετός, πονοκέφαλος, έμετος και διάρροια).⁽²³⁾

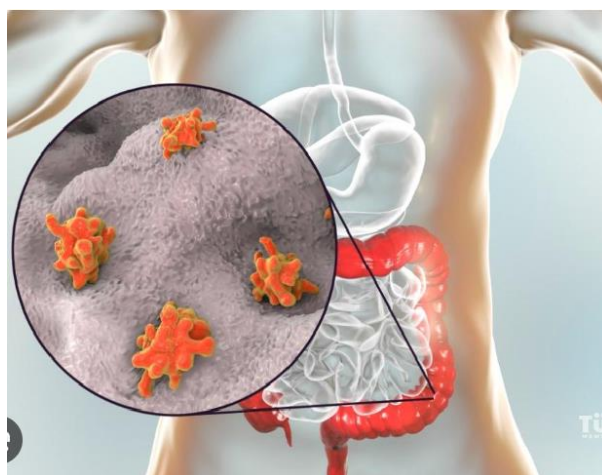


Εικόνα 2.6: Παιδιά της Αφρικής με πολιομυελίτιδα

Σε ποσοστό περίπου 1% των περιπτώσεων ο ιός εισέρχεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα όπου μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη αναπηρία ή και θάνατο. Η μετάδοση γίνεται από άτομο σε άτομο κυρίως μέσω του στόματος και των κοπράνων. Δεν υπάρχει διαθέσιμη ειδική θεραπεία για την οξεία πολιομυελίτιδα και η πρόληψη επιτυγχάνεται μόνο από τον εμβολιασμό. Η μετάδοση της νόσου μπορεί επίσης να περιοριστεί με την παροχή αποστειρωμένου νερού καθώς και με τη βελτίωση των πρακτικών και συνθηκών υγιεινής.⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾

Ε. Δυσεντερία

Η *δυσεντερία* είναι μια φλεγμονώδης νόσος του εντέρου, κυρίως του παχέος εντέρου, η οποία οδηγεί σε σοβαρή διάρροια και κοιλιακούς πόνους.⁽²⁶⁾ Η ασθένεια προκαλείται από διάφορα είδη μολυσματικών παθογόνων, όπως βακτήρια, ιοί και παράσιτα, είναι εξαιρετικά μεταδοτική και τα συμπτώματα της μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν παρουσία βλέννας στα κόπρανα, αιματουρία, διάρροια, πυρετό και αφυδάτωση.



Εικόνα 2.7: Δυσεντερία

Τα συμπτώματα εμφανίζονται συνήθως μετά από 1-3 ημέρες και διαρκούν έως και 7 ημέρες. Η πρόληψη της ασθένειας στηρίζεται στην τήρηση των κανόνων καλής υγιεινής.⁽²⁷⁾



Εικόνα 2.8: Περιοχή με έλλειψη προσβασιμότητας καθαρού πόσιμου νερού

Οι ασθένειες που οφείλονται στο νερό λόγω της έλλειψης συνθηκών υγιεινής είναι μία από τις κύριες αιτίες θανάτου παγκοσμίως. Για παιδιά κάτω των 5 ετών, οι ασθένειες που μεταδίδονται από το νερό αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα, το 88% όλων των μεταφερόμενων ασθενειών οφείλονται σε μολυσμένο πόσιμο νερό, ανεπαρκή αποχέτευση και κακή υγιεινή.⁽²⁸⁾

3. Νομικές προϋποθέσεις για την ποιότητα του πόσιμου νερού

Η διασφάλιση της δημόσιας υγείας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη πρόσβαση των ανθρώπων σε ασφαλές πόσιμο νερό. Με στόχο λοιπόν τη διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού, έχουν θεσπιστεί, σε παγκόσμιο επίπεδο κατευθυντήριες οδηγίες από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality-2018), οι οποίες καθορίζουν τις παραμέτρους και τα όρια για την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού. Κάθε χώρα έχει αποδεχτεί και ενσωματώσει τις κατευθυντήριες οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας στο δικό της νομικό πλαίσιο με αποτέλεσμα οι προδιαγραφές για το πόσιμο νερό να είναι παρεμφερείς σε όλες τις χώρες.

Σε περιφερειακό όμως επίπεδο και πιο συγκεκριμένα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, της οποίας είναι μέλος η Ελλάδα από το 1981, έχει διαμορφωθεί εδώ και δεκαετίες ένα υποχρεωτικό πλαίσιο που εισάγει τις ελάχιστες απαιτήσεις με τις οποίες θα πρέπει να συμμορφώνεται το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Με τις απαιτήσεις αυτές έχει εναρμονιστεί η νομοθεσία κάθε κράτους μέλους της ΕΕ των 27.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ΕΕ βρίσκεται σε πλήρη συμμόρφωση με τις συστάσεις του Π.Ο.Υ, μάλιστα σε κάποιες περιπτώσεις, σε τέσσερις από έξι παραμέτρους, έχει ορίσει αυστηρότερες παραμετρικές τιμές από εκείνες που προτείνει ο Π.Ο.Υ. βάσει επιστημονικών απόψεων αλλά και της αρχής της προφύλαξης που εφαρμόζεται στο ενωσιακό δίκαιο.

Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η οδηγία (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα ενσωμάτωσε την παραπάνω οδηγία με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ1(δ)/ΓΠοικ. 27829/2023 - ΦΕΚ 3525/Β/25-5-2023, η οποία έχει σαν στόχο τη συμμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας με τις διατάξεις της παραπάνω Οδηγίας η οποία αφορά την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης για όλους εντός της Ένωσης.

Προκειμένου να έχει όμοια εφαρμογή η παραπάνω οδηγία σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, στα πρώτα άρθρα της (άρθρο 2) διατυπώνονται ορισμοί, μεταξύ των οποίων και ο ορισμός για το «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης». Σύμφωνα με αυτόν «νερό ανθρώπινης κατανάλωσης» είναι:

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις τόσο σε δημόσιες όσο και σε ιδιωτικές εγκαταστάσεις, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, παρέχεται από βυτίο ή τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, συμπεριλαμβανομένων των νερών πηγής·

β) το νερό που χρησιμοποιείται σε οποιαδήποτε επιχείρηση τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στο κείμενο της οδηγίας υπογραμμίζεται ότι αυτή αφορά στην ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης για όλους εντός της Ένωσης. Στόχοι της οδηγίας είναι η προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη

μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, μέσω της εξασφάλισης ότι είναι υγιεινό και καθαρό, καθώς και η βελτίωση της πρόσβασης σε νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Το Άρθρο 4 αναφέρει τις υποχρεώσεις και τα αναγκαία μέτρα που πρέπει να λάβουν τα κράτη μέλη για να εξασφαλίσουν ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Προσδιορίζει ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό όταν είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων, και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία, πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος I και τα κράτη μέλη έχουν λάβει όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να συμμορφωθούν με τα άρθρα 5 έως 14 της οδηγίας. Επίσης, προβλέπεται αξιολόγηση των επιπέδων διαρροής του νερού και προσπάθεια για τη μείωση των διαρροών αυτών, με στόχο την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος

Το Άρθρο 5 προβλέπει ότι τα κράτη μέλη καθορίζουν τιμές για τις παραμέτρους του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων τιμών για διάφορες παραμέτρους, όπως αυτές καθορίζονται στο παράρτημα I της οδηγίας. Στη συνέχεια στο **Άρθρο 6** ορίζονται τα σημεία τήρησης για αυτές τις παραμετρικές τιμές, δηλαδή τα σημεία όπου πρέπει να ελέγχεται η συμμόρφωση με αυτές τις τιμές. Στο **Άρθρο 7** περιγράφεται η απαίτηση για ανάλυση κινδύνου όσον αφορά την ασφάλεια του νερού από τα κράτη μέλη. Η ανάλυση κινδύνου πρέπει να καλύπτει όλη την πορεία της υδροδότησης, από την πηγή του νερού μέχρι την παροχή στους καταναλωτές. Το **άρθρο 8** αναφέρεται στην ανάγκη εκτίμησης και διαχείρισης των κινδύνων που σχετίζονται με τις λεκάνες απορροής για τα σημεία υδροληψίας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Τα κράτη μέλη πρέπει να πραγματοποιούν αυτήν την εκτίμηση, η οποία περιλαμβάνει την ταυτοποίηση των λεκανών απορροής, τον εντοπισμό πηγών κινδύνου και επικίνδυνων συμβάντων, καθώς και την παρακολούθηση των παραμέτρων νερού που επηρεάζουν την ποιότητά του.

Το Άρθρο 9 απαιτεί από τα κράτη μέλη να διασφαλίζουν ότι οι φορείς ύδρευσης αξιολογούν και διαχειρίζονται τους κινδύνους για την ποιότητα του νερού. Αυτό επιτυγχάνεται με εκτίμηση κινδύνου, μέτρα ελέγχου κινδύνου, και παρακολούθηση ποιότητας του νερού για το σύστημα υδροδότησης. Το **άρθρο 10** αναφέρει ότι τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για τη διασφάλιση της ασφάλειας των οικιακών συστημάτων διανομής νερού, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης κινδύνου, της παρακολούθησης παραμέτρων ποιότητας νερού, και της πρόληψης της *Legionella* και του μολύβδου. Το **άρθρο 11** πραγματεύεται τις ελάχιστες υγειονομικές απαιτήσεις για τα υλικά που έρχονται σε επαφή με το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να διασφαλίζεται η ασφάλειά του. Ακόμη, αναφέρει τις απαιτήσεις και τις διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται για την αποφυγή κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία και τη διατήρηση της ποιότητας του νερού. Στο **άρθρο 12** καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για τις χημικές ουσίες επεξεργασίας και τα μέσα διήθησης που έρχονται σε επαφή με νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Τα κράτη μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι αυτές οι ουσίες δεν απειλούν την υγεία, δεν επηρεάζουν τα χρώματα, την οσμή ή τη γεύση του νερού, δεν προκαλούν την ανάπτυξη μικροβίων και δεν ρυπαίνουν το νερό σε επίπεδα υψηλότερα από τα αναγκαία για τον επιδιωκόμενο σκοπό. Το **άρθρο 13** περιγράφει τις υποχρεώσεις των κρατών μελών σχετικά με την παρακολούθηση και τη διασφάλιση της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σύμφωνα και με το παράρτημα II, μέρη A και B, προκειμένου να ελέγχεται αν το νερό που διατίθεται στους καταναλωτές πληροί τις απαιτήσεις της οδηγίας, και ιδίως τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5. Στο άρθρο 13 περιλαμβάνονται οι παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται στο νερό, τις μεθόδους ανάλυσης, και τις προθεσμίες που

πρέπει να τηρούνται για την εφαρμογή του νόμου. Το **άρθρο 14** αναφέρει ότι τα κράτη μέλη υποχρεούνται να διερευνούν παραλείψεις στην τήρηση των παραμετρικών τιμών για την ποιότητα του νερού και να λαμβάνουν μέτρα για την αποκατάσταση της ποιότητάς του για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Επίσης, τα κράτη μέλη πρέπει να ενημερώνουν τους καταναλωτές για τυχόν κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και να παρέχουν συμβουλές για ασφαλή χρήση του νερού. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το άρθρο 14 της οδηγίας για την πρόσβαση στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Σύμφωνα με το άρθρο αυτό, τα κράτη μέλη, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις τοπικές, περιφερειακές και πολιτιστικές πλευρές και συνθήκες της διανομής νερού, λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα για τη βελτίωση ή διατήρηση της πρόσβασης στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης για όλους, ιδίως για τις ευάλωτες και τις περιθωριοποιημένες ομάδες, όπως αυτές ορίζονται από τα κράτη μέλη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον και σημασία για την εφαρμογή της οδηγίας στα κράτη μέλη έχουν και τα παραρτήματα της οδηγίας και συγκεκριμένα: Το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι για τις ελάχιστες απαιτήσεις για τις παραμετρικές τιμές που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Στο Παράρτημα αυτό προσδιορίζονται οι μικροβιολογικές, χημικές και άλλες ενδεικτικές παράμετροι. Σχετικά με τις ενδεικτικές παραμέτρους, αυτές, όπως αναφέρεται στο προοίμιο της οδηγίας, είναι σημαντικές για την άντληση συμπερασμάτων ως προς τη λειτουργία των εγκαταστάσεων παραγωγής και διανομής του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραμετρικές τιμές που καθορίζονται στην εν λόγω οδηγία βασίζονται στις διαθέσιμες επιστημονικές γνώσεις και στην αρχή της προφύλαξης και επιλέγονται ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής διά βίου κατανάλωση νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, διασφαλίζοντας έτσι υψηλό επίπεδο προστασίας της υγείας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Εντερόκοκκοι	0	αριθμός/100 ml	Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του νερού με περιττωματικές ουσίες και ιδίως παλαιότερης. Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι: αριθμός/250 ml
Escherichia coli (E. coli)	0	αριθμός/100 ml	Θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης. Η παρουσία του στο νερό αποτελεί ένδειξη πρόσφατης ρύπανσης από περιττώματα θερμόαιμων ζώων. Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι: αριθμός/250 ml

Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/l	Η παραμετρική τιμή 0,10 μg/l αναφέρεται στη συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μέγιστης μετανάστευσης από το αντίστοιχο πολυμερές όταν βρίσκεται σε επαφή με το νερό.
Αντιμόνιο	10	μg/l	Το αντιμόνιο στο φυσικό νερό συναντάται σε τρισθενή ή πεντασθενή μορφή. Χρησιμοποιείται σε ημιαγωγούς, μπαταρίες, κεραμικά και πυρομαχικά.
Αρσενικό	10	μg/l	Μπορεί να εισέρθει στον υδροφόρο ορίζοντα μέσω βιομηχανικής ρύπανσης ή με φυσικό τρόπο μέσω διέλευσης του νερού από ηφαιστειογενή πετρώματα.
Βενζόλιο	1,0	μg/l	Χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία πετρελαιοειδών σαν προσθετικό της αμόλυβδης βενζίνης για τη βελτίωση του αριθμού των οκτανίων. Τυχόν διασπορά του βενζολίου στο νερό μπορεί να οφείλεται στη διάθεση πετρελαϊκών ή χημικών αποβλήτων.
Βενζο[α]πυρένιο	0,010	μg/l	Το Βενζο-α-πυρένιο ανήκει στους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Επειδή έχει σχετιστεί με την πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου, η κοινοτική οδηγία ορίζει να μετρείται ξεχωριστά.
Δισφαινόλη Α	2,5	μg/l	
Βόριο	1,5	mg/l	Μπορεί να εισέρθει στο νερό από τη διάλυση βορικού νατρίου ή βορικού ασβεστίου που υπάρχει στο έδαφος. Όταν η κύρια πηγή νερού του συγκεκριμένου συστήματος υδροδότησης είναι νερό αφαλάτωσης ή σε περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες θα μπορούσαν να οδηγούν σε υψηλά επίπεδα βορίου στα υπόγεια ύδατα, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 2,4 mg/l.
Βρωμικά άλατα	10	μg/l	

Κάδμιο	5,0	μg/l	Πηγή ρύπανσης του περιβάλλοντος από κάδμιο μπορεί να είναι τα απόβλητα από βιομηχανίες φωσφορικών λιπασμάτων. Χρησιμοποιείται ακόμη σε υλικά συγκόλλησης σωλήνων ύδρευσης.
Χλωρικά	0,25	mg/l	Όταν για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιείται μέθοδος απολύμανσης που παράγει χλωρικά, ιδίως διοξείδιο του χλωρίου, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 0,70 mg/l. Ει δυνατόν, τα κράτη μέλη επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση. Η παράμετρος αυτή μετρείται μόνον όταν χρησιμοποιούνται τέτοιες μέθοδοι απολύμανσης.
Χλωριώδη	0,25	mg/l	Όταν για την απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιείται μέθοδος απολύμανσης που παράγει χλωριώδη άλατα, ιδίως διοξείδιο του χλωρίου, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 0,70 mg/l. Ει δυνατόν, τα κράτη μέλη επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση. Η παράμετρος αυτή μετρείται μόνον όταν χρησιμοποιούνται τέτοιες μέθοδοι απολύμανσης.
Χρώμιο	25	μg/l	Το χρώμιο βρίσκεται στη φύση σε εξασθενή και τρισθενή μορφή. Στην εξασθενή μορφή είναι πιο διαλυτό κάνοντας τη διασπορά του στα υδάτινα συστήματα πιο εύκολη. Το χρώμιο και τα άλατά του χρησιμοποιούνται στη βυρσοδεψία, στα χρώματα, στο γυαλί και σε κράματα-επιμεταλλώσεις αντιδιαβρωτικής προστασίας. Η παραμετρική τιμή 25 μg/l επιτυγχάνεται το αργότερο έως τις 12 Ιανουαρίου 2036. Η παραμετρική τιμή για το χρώμιο μέχρι την εν λόγω ημερομηνία είναι 50 μg/l.
Χαλκός	2,0	mg/l	Διάβρωση χάλκινων σωληνώσεων μπορεί να οδηγήσει στην εισροή χαλκού στο πόσιμο νερό.
Κυανιούχα	50	μg/l	Μπορεί να προκύψουν στο νερό σαν απόβλητα βιομηχανιών χάλυβα, πλαστικών και λιπασμάτων.
1,2-Διχλωροαιθά νιο	3,0	μg/l	Χρησιμοποιείται σαν ενδιάμεσο προϊόν στην κατασκευή χλωριωμένων διαλυτών και σαν φορέας εκχύλισης για οργανικά υλικά. Στο νερό μπορεί να βρεθεί λόγω βιομηχανικής ρύπανσης.

Επιχλωρυδρίνη	0,10	μg/l	Η παραμετρική τιμή 0,10 μg/l αναφέρεται στη συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μέγιστης μετανάστευσης από το αντίστοιχο πολυμερές όταν βρίσκεται σε επαφή με το νερό.
Φθοριούχα	1,5	mg/l	Υψηλές συγκεντρώσεις σε επιφανειακά νερά μπορεί να προκύψουν από βιομηχανική μόλυνση (επεξεργασία αλουμινίου, υαλουργία, φωσφορικά λιπάσματα). Σε μικρές ποσότητες είναι σημαντικό για την ανάπτυξη των δοντιών και των οστών.
Αλογονοοξικά οξέα (HAA5)	60	μg/l	Η παράμετρος αυτή μετριέται μόνον όταν για την απολύμανση νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιούνται μέθοδοι απολύμανσης που μπορούν να δημιουργήσουν HAA. Αποτελεί άθροισμα των ακόλουθων πέντε αντιπροσωπευτικών ουσιών: μονοχλωρο-, διχλωρο- και τριχλωροοξικό οξύ, και μονο- και διβρωμοοξικό οξύ.
Μόλυβδος	5	μg/l	Υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκύψουν από βιομηχανική ρύπανση. Η παραμετρική τιμή 5 μg/l επιτυγχάνεται το αργότερο έως τις 12 Ιανουαρίου 2036. Η παραμετρική τιμή για τον μόλυβδο μέχρι την εν λόγω ημερομηνία είναι 10 μg/l. Μετά την εν λόγω ημερομηνία, η παραμετρική τιμή των 5 μg/l τηρείται τουλάχιστον στο σημείο εισόδου στο οικιακό σύστημα διανομής.
Υδράργυρος	1,0	μg/l	Ο υδράργυρος χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικές συσκευές, σε οδοντιατρικά αμαλώματα, παρασιτοκτόνα και φαρμακευτικά προϊόντα.
Μικροκυστίνη-LR	1,0	μg/l	Η παράμετρος αυτή μετριέται μόνο όταν υπάρχει πιθανότητα ανάπτυξης φυτοπλαγκτού στο νερό στην πηγή υδροληψίας (αύξηση πυκνότητας κυανοβακτηριακών κυττάρων ή δυναμικού σχηματισμού φυτοπλαγκτού).
Νικέλιο	20	μg/l	Υψηλές συγκεντρώσεις νικελίου μπορεί να βρεθούν στο πόσιμο νερό από βιομηχανική ρύπανση ή από πετρώματα πλούσια σε νικέλιο.

Νιτρικά	50	mg/l	<p>Τα νιτρικά ανιόντα είναι προϊόντα του τελικού σταδίου οξειδωσης της αμμωνίας. Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Τυχόν παρουσία τους στο νερό δείχνει παλαιότερη ρύπανση.</p> <p>Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά ιόντα}]/50 + [\text{νιτρώδη ιόντα}]/3 \leq 1$, όπου οι αγκύλες υποδηλούν συγκεντρώσεις σε mg/l για τα νιτρικά ιόντα (NO_3) και για τα νιτρώδη ιόντα (NO_2), καθώς και ότι η παραμετρική τιμή 0,10 mg/l για τα νιτρώδη ιόντα τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.</p>
Νιτρώδη	0,50	mg/l	<p>Τυχόν παρουσία τους στο νερό δείχνει πρόσφατη ρύπανση.</p> <p>Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά ιόντα}]/50 + [\text{νιτρώδη ιόντα}]/3 \leq 1$, όπου οι αγκύλες υποδηλούν συγκεντρώσεις σε mg/l για τα νιτρικά ιόντα (NO_3) και για τα νιτρώδη ιόντα (NO_2), καθώς και ότι η παραμετρική τιμή 0,10 mg/l για τα νιτρώδη ιόντα τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.</p>
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/l	<p>Ως «παρασιτοκτόνα» νοούνται: — οργανικά εντομοκτόνα, — οργανικά ζιζανιοκτόνα, — οργανικά μυκητοκτόνα, — οργανικά νηματωδοκτόνα, — οργανικά ακαρεοκτόνα, — οργανικά φυκοκτόνα, — οργανικά τρωκτικοκτόνα, — οργανικά γλινοκτόνα, — συναφή προϊόντα (μεταξύ άλλων, οι ρυθμιστές αύξησης) και οι μεταβολίτες τους, που θεωρούνται σχετικοί για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Ένας μεταβολίτης παρασιτοκτόνου θεωρείται σχετικός για νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, εάν υπάρχει λόγος να πιστευτεί ότι έχει εγγενείς ιδιότητες συγκρίσιμες με εκείνες της μητρικής ουσίας όσον αφορά τη στενευμένη παρασιτοκτόνο δράση του ή ότι γεννά (ο ίδιος ή τα προϊόντα μετατροπής του) κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών.</p> <p>Η παραμετρική τιμή 0,10 μg/l ισχύει για κάθε επιμέρους παρασιτοκτόνο. Για τα aldrin (αλδρίνη), dieldrin (διελδρίνη), heptachlor (επταχλώριο) και heptachlor epoxide (εποξειδίο του επταχλωρίου), η</p>

			<p>παραμετρική τιμή είναι 0,030 µg/l. Τα κράτη μέλη καθορίζουν καθοδηγητική τιμή για τη διαχείριση της παρουσίας μη κρίσιμων μεταβολιτών παρασιτοκτόνων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Μόνον τα παρασιτοκτόνα των οποίων πιθανολογείται η παρουσία σε μία συγκεκριμένη υδροδότηση πρέπει να παρακολουθούνται. Με βάση τα δεδομένα που παρέχουν τα κράτη μέλη, η Επιτροπή μπορεί να δημιουργήσει μια βάση δεδομένων για παρασιτοκτόνα και τους σχετικούς μεταβολίτες τους, λαμβάνοντας υπόψη την πιθανή τους παρουσία στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.</p>
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	µg/l	<p>Ως «σύνολο παρασιτοκτόνων» νοείται το άθροισμα όλων των επιμέρους παρασιτοκτόνων, όπως ορίζονται στην ανωτέρω σειρά, που ανιχνεύονται και προσδιορίζονται ποσοτικώς κατά τη διαδικασία παρακολούθησης.</p>
Σύνολο PFAS	0,50	µg/l	<p>Ως «σύνολο PFAS» νοείται το σύνολο των υπερ- και πολυφθοροαλκυλιωμένων ουσιών. Η παραμετρική τιμή αυτή εφαρμόζεται μόνο όταν καταρτιστούν τεχνικές κατευθυντήριες γραμμές για την παρακολούθηση της παραμέτρου αυτής σύμφωνα με το άρθρο 13 παράγραφος 7. Τα κράτη μέλη μπορούν στη συνέχεια να αποφασίσουν να χρησιμοποιούν είτε μία είτε και τις δύο παραμέτρους «Σύνολο PFAS» ή «Άθροισμα των PFAS».</p>
Άθροισμα των PFAS	0,10	µg/l	<p>Ως «άθροισμα των PFAS» νοείται το άθροισμα των υπερ- και πολυφθοροαλκυλιωμένων ουσιών που θεωρούνται πηγή ανησυχίας όσον αφορά το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και απαριθμούνται στο παράρτημα III μέρος B σημείο 3. Πρόκειται για υποσύνολο ουσιών του «συνόλου PFAS» που περιέχουν ένα υπερφθοροαλκυλιωμένο τμήμα με τρία ή περισσότερα άτομα άνθρακα (δηλαδή —C_nF_{2n}-, n ≥ 3) ή ένα τμήμα υπερφθοροαλκυλαιθέρα με δύο ή περισσότερα άτομα άνθρακα (δηλαδή —C_nF_{2n}OC_mF_{2m}-, n και m ≥ 1).</p>
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	µg/l	<p>Οι PAHs σχηματίζονται ως προϊόντα ατελούς καύσης οργανικών ενώσεων, αλλά μπορούν να συντεθούν από βακτήρια, φύκια και φυτά. Έχουν χαμηλή διαλυτότητα</p>

			στο νερό και προσροφούνται ισχυρά σε αιωρούμενα στερεά. Άθροισμα συγκεντρώσεων των ακόλουθων συγκεκριμένων ενώσεων: βενζο[b]φθορανθένιο, βενζο[k]φθορανθένιο, βενζο[ghi]περυλένιο, και ινδενο[1,2,3-cd]πυρένιο.
Σελήνιο	20	μg/l	Για περιοχές όπου οι γεωλογικές συνθήκες θα μπορούσαν να οδηγούν σε υψηλά επίπεδα σεληνίου στα υπόγεια ύδατα, εφαρμόζεται παραμετρική τιμή 30 μg/l.
Τετραχλωροαιθέριο και τριχλωροαιθέριο	10	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων των εν λόγω δύο παραμέτρων. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία χρωμάτων – βερνικιών ως διαλυτικά.
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/l	Εάν είναι εφικτό, τα κράτη μέλη επιδιώκουν χαμηλότερη παραμετρική τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση. Αποτελεί άθροισμα συγκεντρώσεων των ακόλουθων συγκεκριμένων ενώσεων: χλωροφόρμιο, βρωμοφόρμιο, διβρωμοχλωρο-μεθάνιο και βρωμοδιχλωρομεθάνιο.
Ουράνιο	30	μg/l	
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/l	Η παραμετρική τιμή 0,50 μg/l αναφέρεται στη συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μέγιστης μετανάστευσης από το αντίστοιχο πολυμερές όταν βρίσκεται σε επαφή με το νερό.

Ενδεικτικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Αργίλιο	200	μg/l	Το αργίλιο ελέγχεται γιατί χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό (Θειικό αργίλιο) στη μονάδα επεξεργασίας του επιφανειακού νερού για τη μείωση των αιωρούμενων στερεών, των άλγων και του οργανικού φορτίου.
Αμμώνιο	0,50	mg/l	Είναι παράμετρος ιδιαίτερης σημασίας, γιατί είναι δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, ενώ αντιδρά με το χλώριο που προστίθεται για απολύμανση

			μειώνοντας την αποτελεσματικότητά του.
Χλωριούχα	250	mg/l	Είναι ευρέως διαδεδομένα ως άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Απότομη αύξηση τους στο νερό δείχνουν πιθανή επαφή με θαλασσινό νερό ή ακόμη και πιθανή ρύπανση από λύματα. Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό.
Clostridium perfringens (περιλαμβανομένων των σπορίων)	0	Αριθμός/100 ml	Η παράμετρος αυτή μετράται αν αυτό επισημαίνεται στην εκτίμηση κινδύνου.
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		Η εμφάνιση χρώματος είναι ανεπιθύμητη για το πόσιμο νερό. Μπορεί να προέρχεται από διαλυμένες ενώσεις, φυτικές, οργανικές ή ανόργανες (σίδηρος, άλατα). Το χρωματισμένο νερό δεν είναι πάντα επικίνδυνο. Πρέπει όμως να αναζητηθεί με χημική εξέταση η προέλευσή του. Δεν προτείνεται επιτρεπτό όριο για το χρώμα στο νερό, άλλα ορίζεται ότι θα πρέπει να είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζει αφύσικη αλλαγή.
Αγωγιμότητα	2 500	$\mu\text{S cm}^{-1}$ στους 20 °C	Η παράμετρος αυτή είναι μέτρο της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Συνεπώς δεν μπορεί να συνδεθεί άμεσα με την υγεία. Μπορεί όμως να θεωρηθεί μία σημαντική λειτουργική παράμετρος. Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό.
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	$\geq 6,5$ και $\leq 9,5$	μονάδες pH	Είναι μέτρο της ισορροπίας όξινων και αλκαλικών ενώσεων που βρίσκονται σε διάλυση στο νερό. Ελέγχουμε το pH, γιατί αν είναι πολύ όξινο το νερό μπορεί να προκαλέσει διάβρωση των μεταλλικών σωλήνων, ενώ αν είναι πολύ αλκαλικό το νερό έχει τάση απόθεσης στους σωλήνες. Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό. Για το μη ανθρακούχο

			νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η κατώτατη τιμή μπορεί να μειώνεται σε 4,5 μονάδες pH. Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία και έχει φυσική περιεκτικότητα ή είναι τεχνητά εμπλουτισμένο με διοξείδιο του άνθρακα, η ελάχιστη τιμή μπορεί να είναι κατώτερη.
Σίδηρος	200	μg/l	Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων σιδήρου στο πόσιμο νερό είναι ανεπιθύμητη για λόγους αισθητικής. Νερό που περιέχει σίδηρο αφήνει κηλίδες κατά το πλύσιμο στα ρούχα.
Μαγγάνιο	50	μg/l	Ορισμένες φορές σχετίζεται με παράπονα βαφής κατά το πλύσιμο ρούχων με πλυντήριο. Άλατα μαγγανίου μπορεί να προσδώσουν στο νερό δυσάρεστη μεταλλική γεύση.
Οσμή	Αποδεκτή για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο. Δεν προσδιορίζεται συγκεκριμένο όριο για την οσμή, αλλά ορίζεται ότι θα πρέπει να είναι αποδεκτή από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζει αφύσικη αλλαγή.
Οξειδωσιμότητα	5,0	mg/l O ₂	Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετριέται εάν αναλύεται η παράμετρος TOC.
Θειικά	250	mg/l	Υψηλές συγκεντρώσεις θειικών μπορεί να εισέρθουν στο νερό από λιπάσματα ή βιομηχανικά απόβλητα. Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό.
Νάτριο	200	mg/l	Το νάτριο είναι απαραίτητο στοιχείο σε πολλούς φυσιολογικούς μηχανισμούς του σώματος. Οι οικιακές συσκευές αποσκλήρυνσης του νερού μπορεί να προκαλέσουν αύξηση της συγκέντρωσής του.
Γεύση	Αποδεκτή για τους καταναλωτές και άνευ		Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άγευστο. Δεν προσδιορίζεται συγκεκριμένο όριο για την γεύση, αλλά ορίζεται ότι θα πρέπει να είναι

	ασυνήθους μεταβολής		αποδεκτή από τους καταναλωτές και να μην παρουσιάζει ασυνήθη μεταβολή.
Αριθμός αποικιών σε 22 °C και στους 36 °C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός/100 ml	Για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι: αριθμός/250 ml.
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής		Πρόκειται για το σύνολο του άνθρακα που είναι δεσμευμένο στις οργανικές ενώσεις και αποτελεί δείκτη του οργανικού φορτίου του νερού. Η παράμετρος αυτή δεν χρειάζεται να μετριέται για παροχές κάτω των 10 000 m ³ ημερησίως.
Θολότητα	Αποδεκτή για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής		Η θολότητα είναι μέτρο των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό. Είναι μια σημαντική παράμετρος αισθητικής αποδοχής από τους καταναλωτές και λειτουργικής καταλληλότητας. Μεγάλες τιμές θολότητας επηρεάζουν αρνητικά την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

Ξεχωριστό ενδιαφέρον έχει και το ζήτημα της παρακολούθησης εφαρμογής της οδηγίας. Έτσι, το κάθε κράτος μέλος οφείλει να θεσπίσει προγράμματα παρακολούθησης ώστε να ελέγχεται τακτικά ότι το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πληροί τις απαιτήσεις της οδηγίας και του Παραρτήματος II, όπως αναφέρονται παρακάτω συνοπτικά και ενδεικτικά τα μέρη Α και Δ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Μέρος Α : Γενικοί στόχοι και προγράμματα παρακολούθησης για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης

1. Τα προγράμματα παρακολούθησης, τα οποία θεσπίστηκαν δυνάμει του άρθρου 13 παράγραφος 2, για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης:
 - α) επαληθεύουν αν τα μέτρα που εφαρμόζονται για τη διαχείριση των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία σε ολόκληρη την αλυσίδα υδροδότησης από την υδροληψία, την επεξεργασία και την αποθήκευση έως τη διανομή είναι αποτελεσματικά και ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης στο σημείο τήρησης είναι υγιεινό και καθαρό·

- β) παρέχουν πληροφορίες για την ποιότητα του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση οι οποίες αποδεικνύουν ότι πληρούνται οι υποχρεώσεις που ορίζονται στο άρθρο 4 και οι παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5·
 - γ) προσδιορίζουν τα καταλληλότερα μέσα για την ελαχιστοποίηση του κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία.
2. Προγράμματα παρακολούθησης που έχουν θεσπιστεί σύμφωνα με το άρθρο 13 παράγραφος 2 περιλαμβάνουν ένα –ή συνδυασμό- από τα ακόλουθα:
- α) συλλογή και ανάλυση διακριτών δειγμάτων νερού·
 - β) μετρήσεις που καταγράφονται μέσω διαδικασίας συνεχούς παρακολούθησης.
- Επιπλέον, τα προγράμματα παρακολούθησης μπορεί να αποτελούνται από:
- α) επιθεώρηση των αρχείων λειτουργικότητας και του επιπέδου συντήρησης του εξοπλισμού·
 - β) επιθεωρήσεις της θέσης υδροληψίας και των υποδομών επεξεργασίας, αποθήκευσης και διανομής νερού, με την επιφύλαξη των απαιτήσεων παρακολούθησης που ορίζονται βάσει του άρθρου 8 παράγραφος 2 πρώτο εδάφιο στοιχείο γ) και του άρθρου 10 παράγραφος 1 πρώτο εδάφιο στοιχείο β).
3. Τα προγράμματα παρακολούθησης περιλαμβάνουν επίσης πρόγραμμα επιχειρησιακής παρακολούθησης, που παρέχει ταχεία πληροφόρηση σχετικά με προβλήματα στις επιδόσεις λειτουργίας και προβλήματα στην ποιότητα του νερού και επιτρέπει ταχείες εκ των προτέρων σχεδιασμένες επανορθωτικές ενέργειες. Τα επιχειρησιακά αυτά προγράμματα παρακολούθησης είναι προσαρμοσμένα στο εκάστοτε σύστημα υδροδότησης, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του εντοπισμού πηγών κινδύνου και επικίνδυνων συμβάντων και της εκτίμησης κινδύνου του συστήματος υδροδότησης, και έχουν σκοπό να επιβεβαιώσουν την αποτελεσματικότητα όλων των μέτρων ελέγχου κατά την υδροληψία, την επεξεργασία, τη διανομή και την αποθήκευση.

Μέρος Δ : Μέθοδοι και σημεία δειγματοληψίας

1. Τα σημεία δειγματοληψίας καθορίζονται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται συμμόρφωση με το άρθρο 6 παράγραφος 1. Σε περίπτωση δικτύου διανομής, ένα κράτος μέλος μπορεί να λαμβάνει δείγματα εντός της ζώνης υδροδότησης ή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για συγκεκριμένες παραμέτρους, εφόσον είναι δυνατόν να αποδειχθεί ότι δεν θα υπάρξει δυσμενής μεταβολή της μετρούμενης τιμής της συγκεκριμένης παραμέτρου. Στο μέτρο του δυνατού, ο αριθμός των δειγμάτων κατανέμεται ομοιόμορφα στον χρόνο και τον χώρο.
2. Η δειγματοληψία στο σημείο τήρησης πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:
 - α) τα δείγματα που λαμβάνονται προκειμένου να διαπιστωθεί η συμμόρφωση ως προς ορισμένες χημικές παραμέτρους, ειδικότερα χαλκός, μόλυβδος και νικέλιο, λαμβάνονται στη βρύση των καταναλωτών χωρίς προηγούμενη έκπλυση. Λαμβάνεται τυχαία ημερήσιο δείγμα ενός λίτρου. Εναλλακτικά, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν μεθόδους καθορισμένης περιόδου στασιμότητας που απεικονίζουν καλύτερα την εθνική τους κατάσταση, όπως τη μέση εβδομαδιαία λήψη από τους καταναλωτές, με την προϋπόθεση ότι, στο επίπεδο

της ζώνης υδροδότησης, αυτό δεν συνεπάγεται λιγότερες περιπτώσεις μη συμμόρφωσης από τη χρήση της μεθόδου τυχαίας ημερήσιας λήψης·

β) τα δείγματα που λαμβάνονται προκειμένου να διαπιστωθεί η συμμόρφωση στο σημείο τήρησης ως προς τις μικροβιολογικές παραμέτρους λαμβάνονται και υφίστανται επεξεργασία σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 19458, σκοπός δειγματοληψίας Β.

3. Δείγματα για *Legionella* σε οικιακά συστήματα διανομής λαμβάνονται σε κρίσιμα σημεία για πολλαπλασιασμό της *Legionella*, σε σημεία αντιπροσωπευτικά για συστημική έκθεση σε *Legionella*, ή σε αμφότερα. Τα κράτη μέλη θεσπίζουν κατευθυντήριες γραμμές για τις μεθόδους δειγματοληψίας για τη *Legionella*.
4. Η δειγματοληψία εντός του δικτύου διανομής, με την εξαίρεση της δειγματοληψίας στη βρύση των καταναλωτών, θα συμμορφώνεται με το πρότυπο ISO 5667-5. Για τις μικροβιολογικές παραμέτρους, τα δείγματα εντός του δικτύου διανομής θα λαμβάνονται και θα υφίστανται επεξεργασία σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO 19458, σκοπός δειγματοληψίας Α.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Στο Παράρτημα αυτό που περιλαμβάνει δυο μέρη, Α και Β, παρουσιάζεται περιληπτικά το περιεχόμενό του χωρίς αναφορά στα μέρη Α και Β.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι οι μέθοδοι ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της παρακολούθησης και της απόδειξης της συμμόρφωσης με την παρούσα οδηγία, με εξαίρεση τη θολότητα, επικυρώνονται και τεκμηριώνονται σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO/IEC 17025 ή άλλα ισοδύναμα πρότυπα που είναι αποδεκτά σε διεθνές επίπεδο. Τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν ότι τα εργαστήρια ή άλλοι φορείς με τους οποίους τα εργαστήρια συνάπτουν συμβάσεις εφαρμόζουν πρακτικές συστήματος διαχείρισης της ποιότητας σύμφωνα με το πρότυπο EN ISO/IEC 17025 ή άλλο ισοδύναμο, διεθνώς αποδεκτό πρότυπο.

Για τους σκοπούς της αξιολόγησης της ισοδυναμίας εναλλακτικών μεθόδων με τις μεθόδους που ορίζονται στο παρόν παράρτημα, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν το πρότυπο EN ISO 17994, το οποίο ορίστηκε ως το πρότυπο για την ισοδυναμία μικροβιολογικών μεθόδων ή το πρότυπο EN ISO 16140 ή άλλα παρόμοια διεθνώς αποδεκτά πρωτόκολλα, για να τεκμηριώσουν την ισοδυναμία μεθόδων που βασίζονται σε αρχές διαφορετικές από την καλλιέργεια, που υπερβαίνουν το πεδίο εφαρμογής του προτύπου EN ISO 17994.

4. Ανάλυση δεδομένων

4.1 Μεθοδολογία

Το κεφάλαιο 4 αποτελεί το σημαντικότερο μέρος της διπλωματικής εργασίας, γιατί σε αυτό γίνεται εκτενής στατιστική ανάλυση του αριθμού των θανάτων (ποσοστά) που οφείλονται σε μη ασφαλείς πηγές νερού αναφορικά με μια σειρά από μεταβλητές/παράγοντες. Ποιο συγκεκριμένα:

- Αναφέρεται ο αριθμός (ποσοστά) θανάτων, για το χρονικό διάστημα 1990-2019, παγκόσμια, ανά περιοχή (οι χώρες της υψηλίου έχουν χωριστεί, σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ σε 6 διαφορετικές περιοχές, δείτε παρακάτω) και ανά χώρα με μορφή χρονοσειρών. Στη συνέχεια γίνεται μελέτη των χρονοσειρών, εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα, αναφορικά με το μέγεθος και τη σπουδαιότητα του προβλήματος που εξετάζουμε και κατασκευάζονται μοντέλα πρόβλεψης.
- Παρουσιάζονται αναλυτικοί πίνακες των κυριότερων αιτιών/παραγόντων θανάτου, για το έτος 2019, παγκόσμια, ανά περιοχή και ανά χώρα με σκοπό να δειχθεί η σοβαρότητα του προβλήματος της μη πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο νερό. Επιπλέον, μέσα από τα διαγράμματα γίνονται φανερές οι περιοχές, χώρες στις οποίες το παραπάνω πρόβλημα είναι αρκετά πιο έντονο.
- Γίνεται προσπάθεια περιγραφής πιθανής συσχέτισης των ποσοστών θνησιμότητας, ανά χώρα, που οφείλονται σε μη ασφαλείς πηγές νερού με μία σειρά από παράγοντες, όπως:
 - Α.Ε.Π. μιας χώρας,
 - το προσδόκιμο ζωής,
 - το επίπεδο μόρφωσης,
 - η μέση ηλικία,
 - το γεωγραφικό πλάτος της χώρας κ.α.

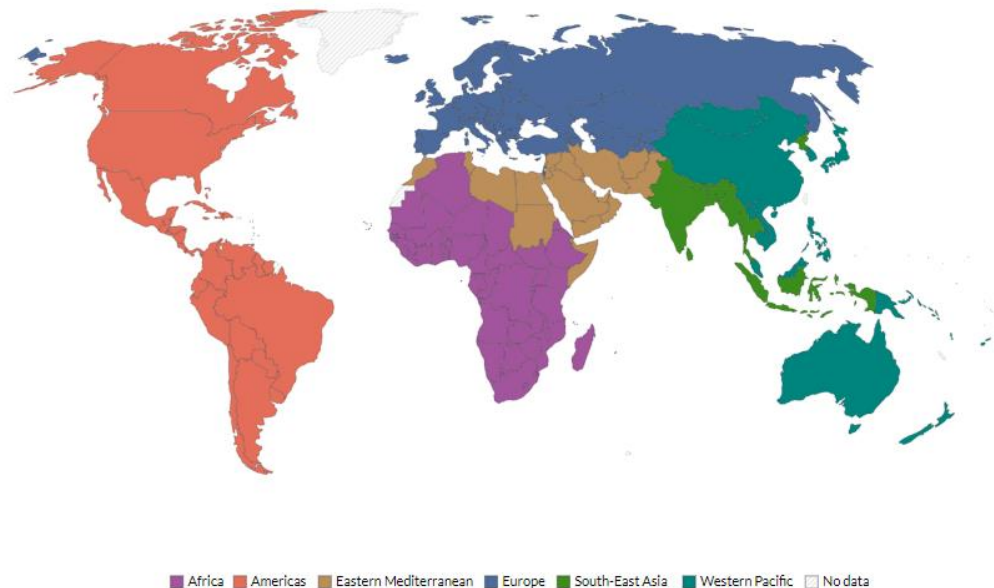
(απλή γραμμική παλινδρόμηση με καθέναν από τους παράγοντες αυτούς ξεχωριστά και πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση με όλους συνδυαστικά)

- Εφαρμόζεται, στα δεδομένα (ποσοστά θνησιμότητας, ανά χώρα, που οφείλονται, Α.Ε.Π., το προσδόκιμο ζωής, το επίπεδο μόρφωσης, μέση ηλικία, γεωγραφικό πλάτος της χώρας) ανάλυση συστάδων με σκοπό τη δημιουργία ομοειδών ομάδων χωρών, αναφορικά με το πρόβλημα και το τι χαρακτηρίζει επιπλέον τις δημιουργούμενες ομάδες/χώρες.

Η πλειοψηφία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτό το κεφάλαιο αντλήθηκαν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization ή WHO ή Π.Ο.Υ.). Για την καλύτερη παρακολούθηση της υγείας σε παγκόσμιο επίπεδο ο Οργανισμός, όπως αναφέρθηκε, έχει διαχωρίσει τον κόσμο σε έξι βασικές περιφέρειες. Οι περιφέρειες αυτές είναι:

- Στην *Περιφέρεια της Ευρώπης* περιλαμβάνεται το σύνολο των χωρών της Ευρώπης καθώς και κάποιες χώρες της δυτικής και κεντρικής Ασίας όπως το Καζακστάν, το Κιργιστάν η Ρωσία και άλλες.
- Η *Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου* απαρτίζεται από τις περισσότερες χώρες της Μέσης Ανατολής καθώς και από κάποιες χώρες της Βόρειας Αφρικής.

- Η *Περιφέρεια της Αφρικής* αποτελείται από το σύνολο των χωρών της Αφρικής εκτός από το Μαρόκο, τη Δυτική Σαχάρα, την Τυνησία, τη Λιβύη, την Αίγυπτο, το Σουδάν, τη Σομαλία και το Τζιμπουτί.
- Η *Περιφέρεια Αμερικής* περιλαμβάνει όλες τις χώρες της Βόρειας και Νότιας Αμερικής.
- Η *Περιφέρεια της Νοτιοανατολικής Ασίας* αποτελείται κυρίως από το Νοτιοανατολικό κομμάτι της Ασίας και συγκεκριμένα από τις χώρες Μπαγκλαντές, Μπουτάν, Βόρεια Κορέα, Ινδία, Ινδονησία, Μαλδίβες, Μιανμάρ, Νεπάλ, Σρι Λάνκα, Ταϊλάνδη και Ανατολικό Τιμόρ.
- Στην *Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού* ανήκουν το σύνολο των χωρών της Ωκεανίας καθώς και κάποιες χώρες της ανατολικής Ασίας όπως η Κίνα, η Νότια Κορέα και άλλες.



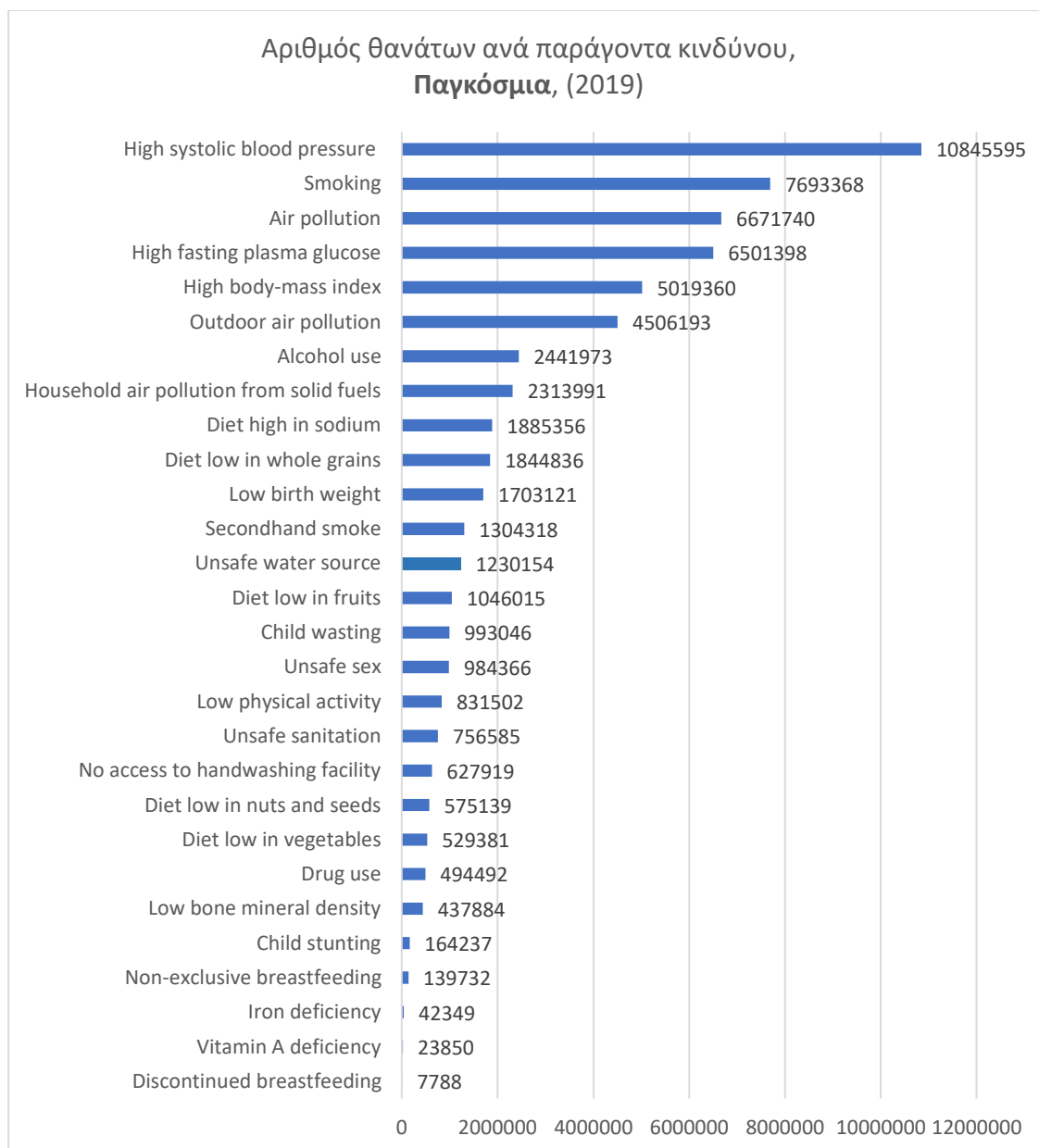
Εικόνα 4.1: Περιφέρειες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας⁽²⁹⁾

4.2 Κυριότερες αιτίες θανάτων

Στη συνέχεια, θέλοντας να τονίσουμε τη σπουδαιότητα του προβλήματος της μη πρόσβασης σε ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού, παρουσιάζουμε μία σειρά από πίνακες με τον αριθμό των θανάτων:

- παγκοσμίως και
- ανά περιοχή/Περιφέρεια αναφορικά

αναφορικά με διαφορετικούς παράγοντες κινδύνου (έτος αναφοράς το 2019). Τα ραβδοδιαγράμματα στις σελίδες 42-49, και τα διαγράμματα χρονοσειρών στις σελίδες 51 και 53-57 προκύπτουν μετά από ίδια ανάλυση δεδομένων του Π.Ο.Υ με χρήση Excel.



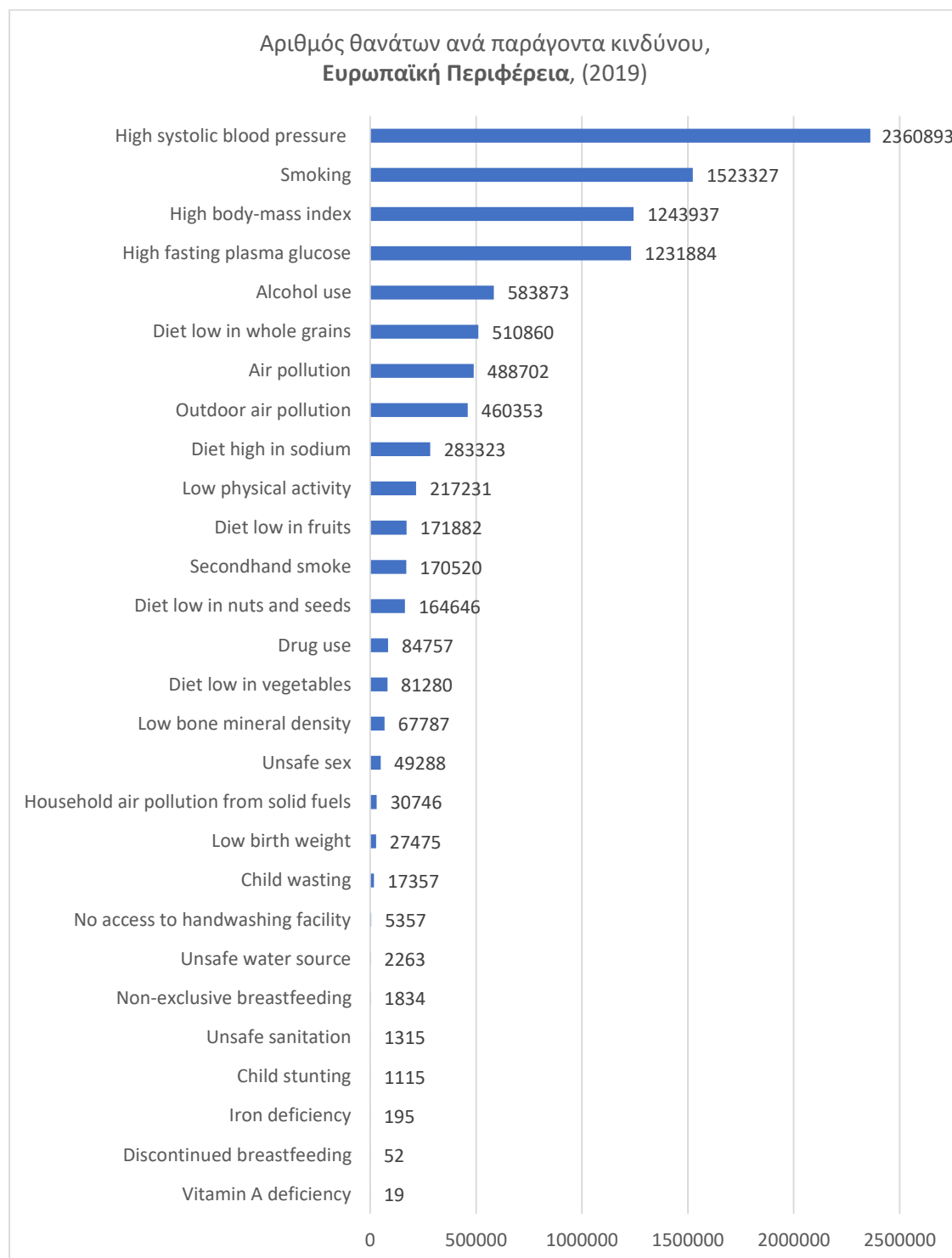
Διάγραμμα 4.1: Αριθμός των θανάτων παγκοσμίως ανά παράγοντα κινδύνου

Παρατηρούμε ότι οι κύριες αιτίες θανάτου είναι:

- η υψηλή πίεση,
- το κάπνισμα,
- ο διαβήτης,
- η παχυσαρκία καθώς και
- η ατμοσφαιρική ρύπανση εσωτερικών και εξωτερικών χώρων.

Η μη πρόσβαση ,λοιπόν, σε ασφαλές πόσιμο νερό βρίσκεται στη **13^η** θέση με 1.23 εκατομμύρια θανάτους το 2019. Αυτό δεν υποβαθμίζει τη σοβαρότητα του προβλήματος, αν αναλογιστεί κανείς ότι ο αριθμός αυτός των θανάτων είναι 3πλάσιος από τον αριθμό των ανθρωποκτονιών (παγκοσμίως) και είναι περίπου ίσως με τα θύματα δυστυχημάτων που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια ενός έτους (2017). Ακόμα, η χαμηλή θέση του παράγοντα αυτού οφείλεται (όπως θα δούμε και παρακάτω) στο ότι υπάρχουν περιοχές (π.χ. Ευρώπη) που το πρόβλημα είναι σχεδόν ανύπαρκτο.

Παγκόσμια, το ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό (σε σχέση με τους άλλους παράγοντες) αφορά περίπου το 2.2% (ποσοστό ίσως μικρό, αλλά σημαντικό).



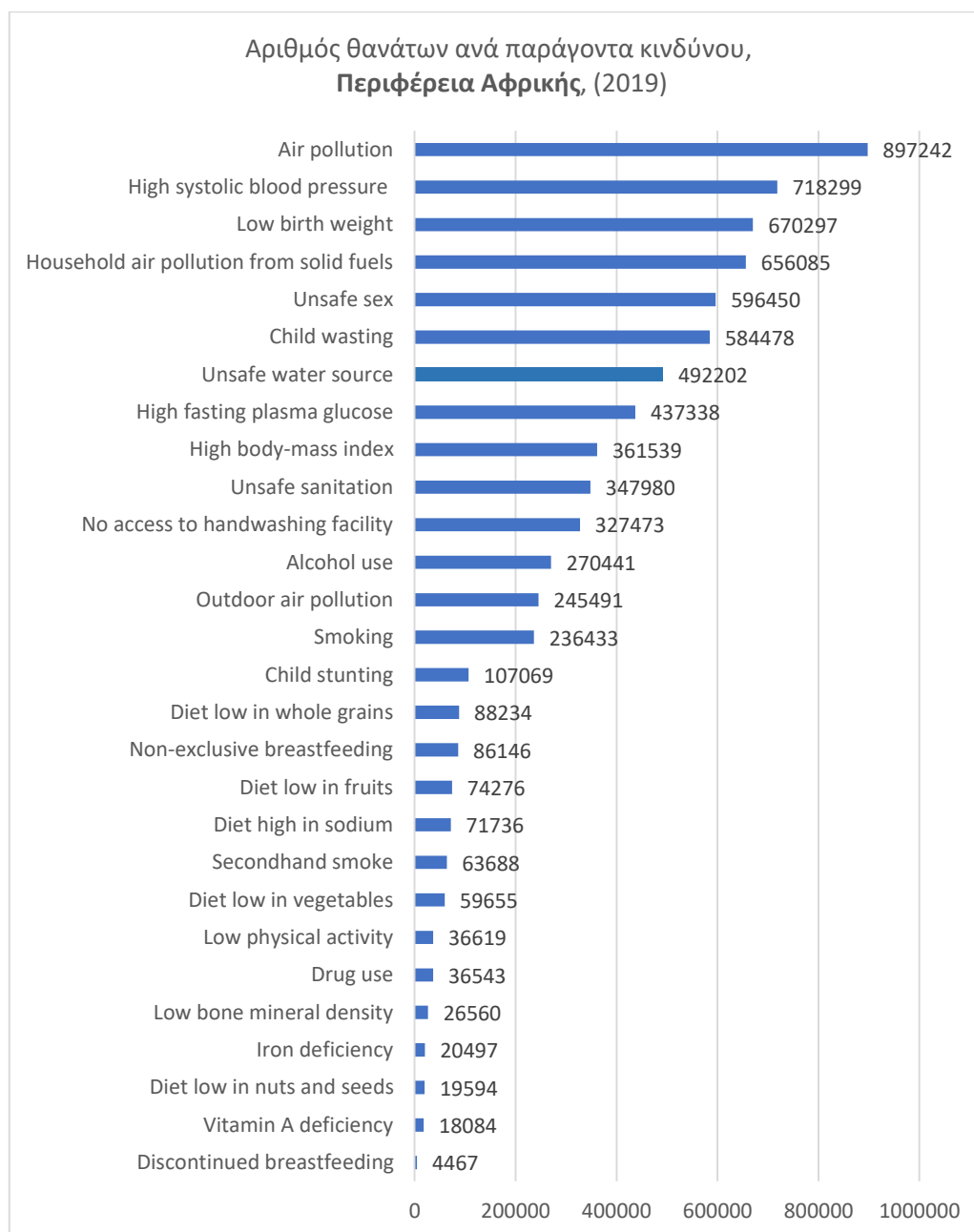
Διάγραμμα 4.2: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Ευρώπης

Στην περιφέρεια της Ευρώπης, όπως αναμενόταν, η μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό δεν αποτελεί πλέον σημαντικό πρόβλημα και βρίσκεται στην **22^η** θέση (των αιτιών θανάτου), με μόλις 2200 θανάτους ανά έτος. Οι κύριες αιτίες θανάτου είναι και εδώ η:

- υψηλή αρτηριακή πίεση,

- το κάπνισμα,
- ο διαβήτης,
- η παχυσαρκία και το
- αλκοόλ,

αιτίες οι οποίες οφείλονται σε ένα μεγάλο βαθμό σε κακές διατροφικές συνήθειες και σε συνήθειες του σύγχρονου τρόπου ζωής (κάπνισμα, αλκοόλ κλπ).



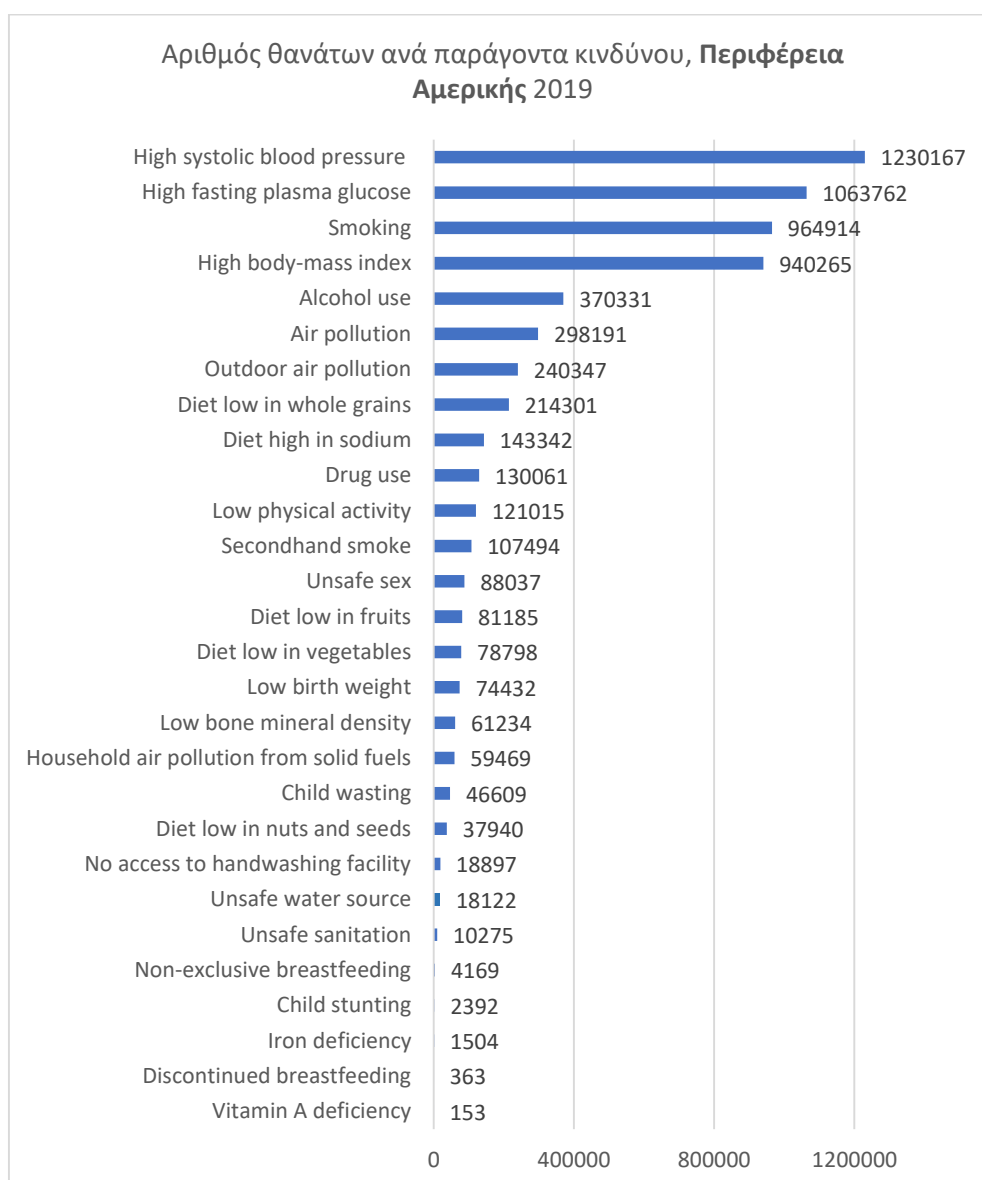
Διάγραμμα 4.3: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Αφρικής

Αντίθετα στην περιφέρεια της Αφρικής ο αριθμός των θανάτων από μη ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού είναι πολύ μεγάλος συγκριτικά με τις υπόλοιπες αιτίες κατατάσσοντας τη συγκεκριμένη αιτία στην 7^η θέση. Ο αριθμός των θανάτων που οφείλονται στην αιτία αυτή είναι γύρω στις 500.000 ετησίως (δηλ. περίπου το 40% των συνολικών θανάτων).

Στην Περιφέρεια αυτή συναντάμε σημαντικές διαφορές ως προς τις (πιο σημαντικές) αιτίες θανάτου σχετικά με τις υπόλοιπες περιφέρειες. Πιο συγκεκριμένα οι κυριότερες αιτίες θανάτου σε αυτήν την περίπτωση είναι:

- η ατμοσφαιρική ρύπανση,
- η οικιακή ρύπανση από στερεά καύσιμα,
- η υψηλή αρτηριακή πίεση,
- το ανασφαλές σεξ,
- ο παιδικός υποσιτισμός και το χαμηλό βάρος σε βρέφη.

Δηλαδή, σημαντικό ρόλο παίζει η μόλυνση του περιβάλλοντος αλλά και προσωπικές επιλογές όπως η μη ασφαλής σεξουαλική επαφή (σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα).



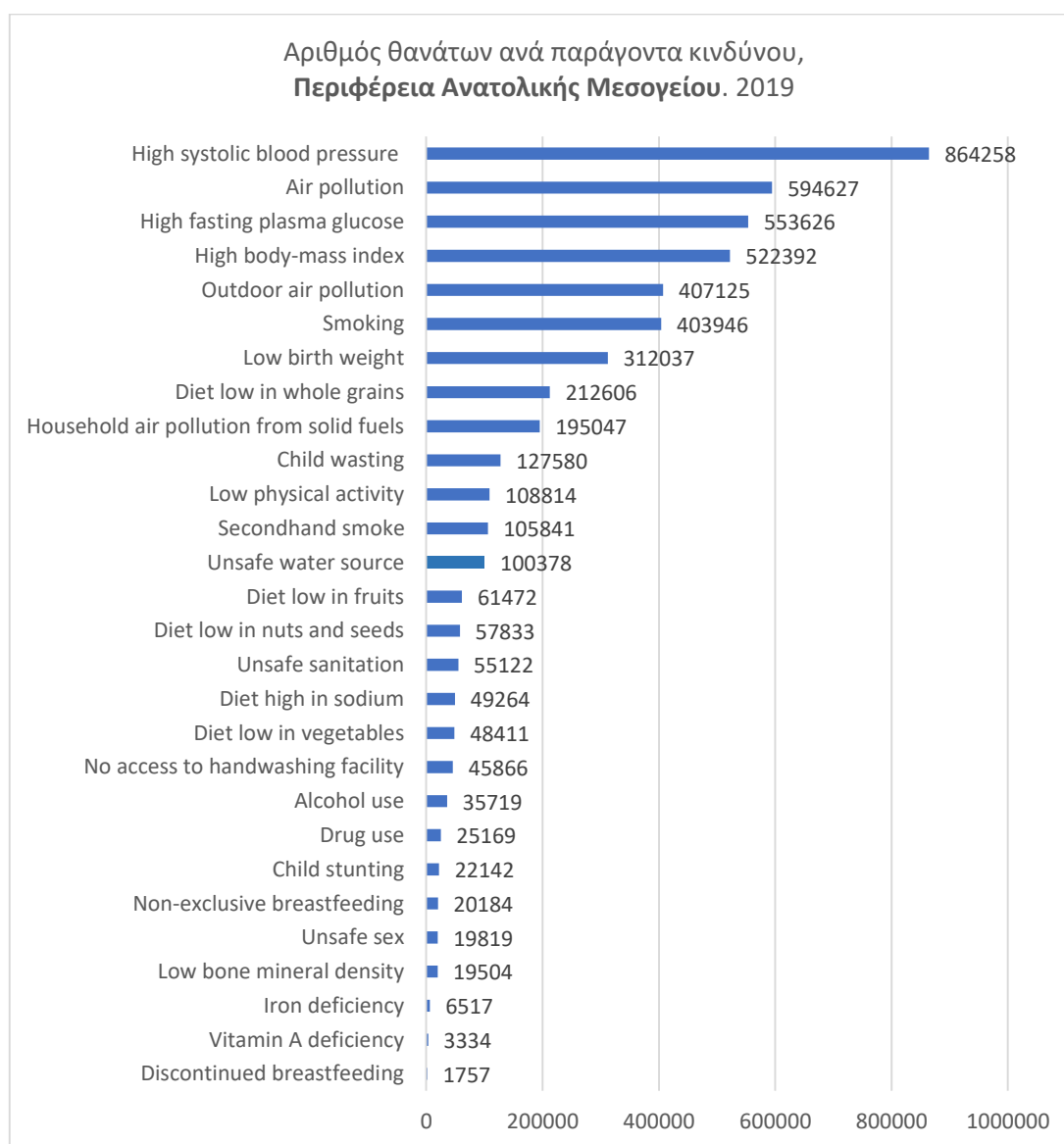
Διάγραμμα 4.4: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Αμερικής

Όπως και στην περιφέρεια της Ευρώπης, οι κύριες αιτίες θανάτου στην Αμερικανική Περιφέρεια σχετίζονται με κακές διατροφικές συνήθειες και στο συνήθειες του σύγχρονου τρόπου ζωής (κάπνισμα, αλκοόλ κλπ).

Πιο συγκεκριμένα, αιτίες όπως:

- η υψηλή αρτηριακή πίεση,
- ο διαβήτης,
- το κάπνισμα,
- η παχυσαρκία και λιγότερο
- το αλκοόλ και
- η ατμοσφαιρική ρύπανση

ευθύνονται για τους περισσότερους θανάτους ενώ παρατηρούμε ότι ο αριθμός των θανάτων από μη ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού είναι πολύ μικρός και βρίσκεται στην **22η** θέση (18.000 περίπου θάνατοι ανά έτος).



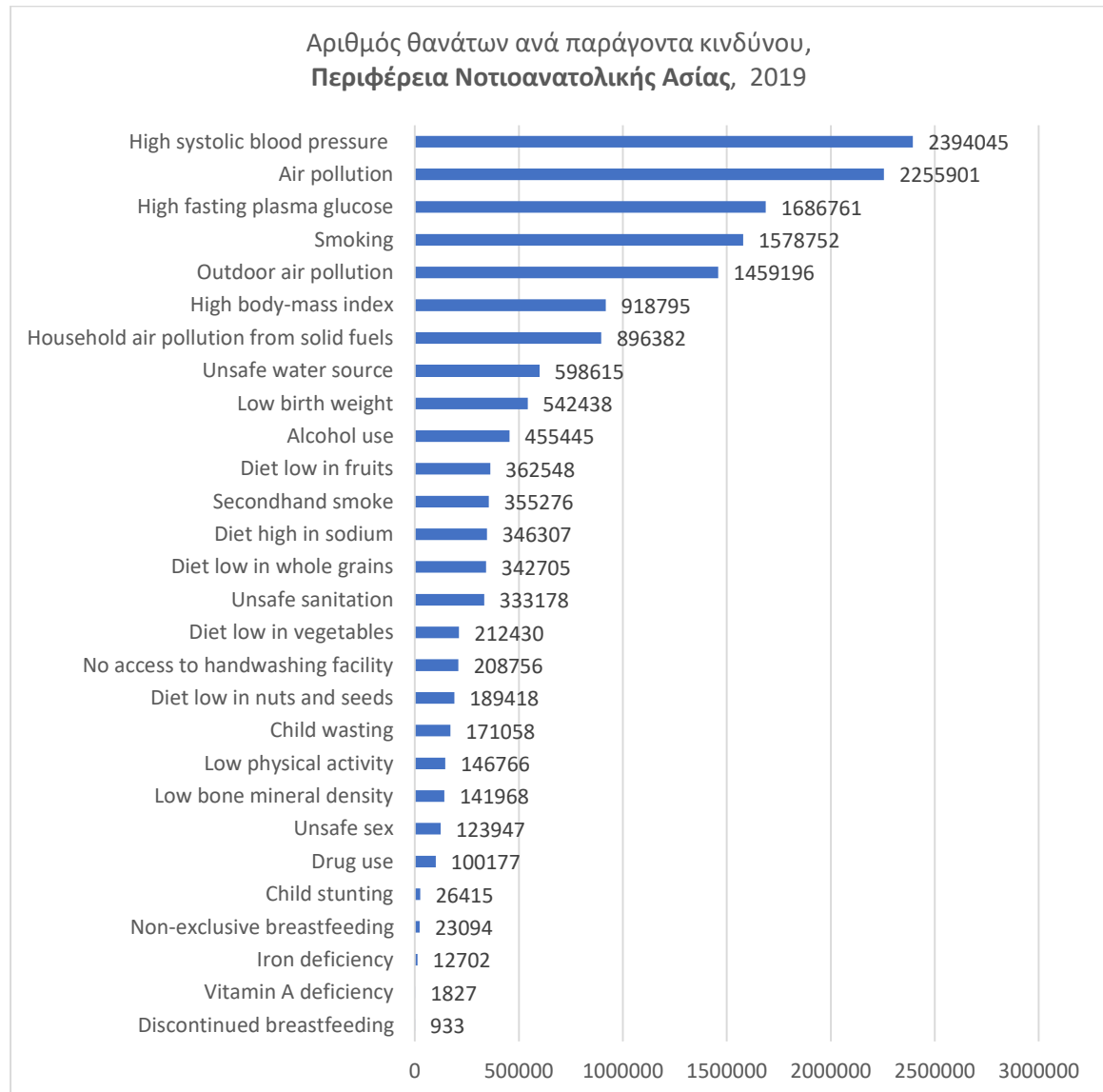
Διάγραμμα 4.5: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου

Στην περιφέρεια της Ανατολικής Μεσογείου οι κύριες αιτίες θανάτου είναι:

- η υψηλή αρτηριακή πίεση,

- η ατμοσφαιρική ρύπανση
- ο διαβήτης,
- το κάπνισμα,
- η παχυσαρκία και το
- χαμηλό βάρος σε βρέφη.

Παρατηρούμε ότι οι μη ασφαλείς πηγές νερού ως αιτία θανάτου βρίσκεται στη **13^η** θέση (100.000 περίπου θάνατοι ετησίως).

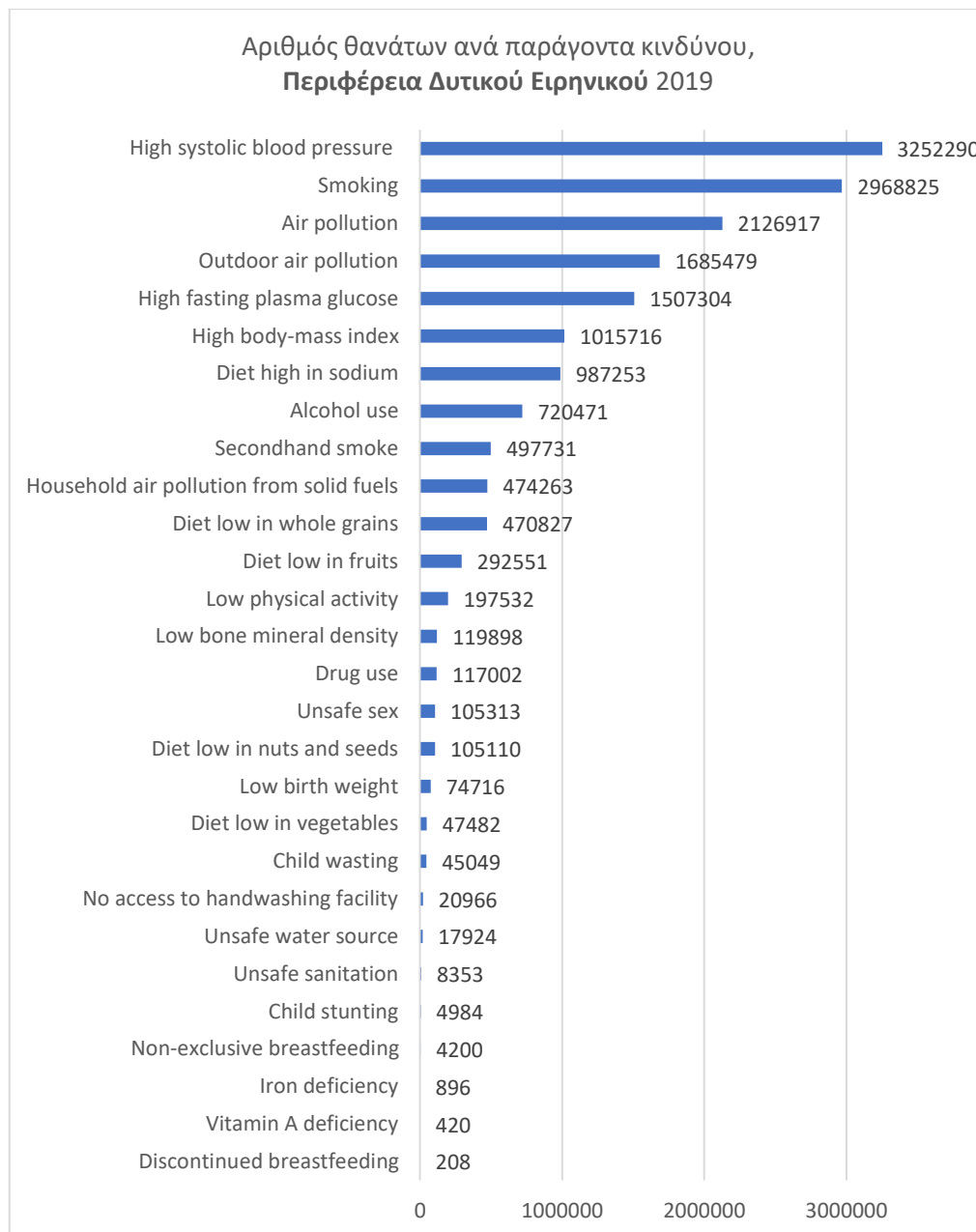


Διάγραμμα 4.6: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας

Στην περιφέρεια της Νοτιοανατολικής Ασίας οι κύριες αιτίες θανάτου είναι:

- η υψηλή αρτηριακή πίεση,
- η ατμοσφαιρική ρύπανση
- ο διαβήτης,
- το κάπνισμα,
- η παχυσαρκία ,
- η οικιακή ρύπανση από στερεά καύσιμα

καθώς και οι μη ασφαλείς πηγές νερού κατατάσσοντας τες έτσι στην 8^η θέση (με 600.000 θανάτους ετησίως ή το 50% των συνολικών θανάτων).



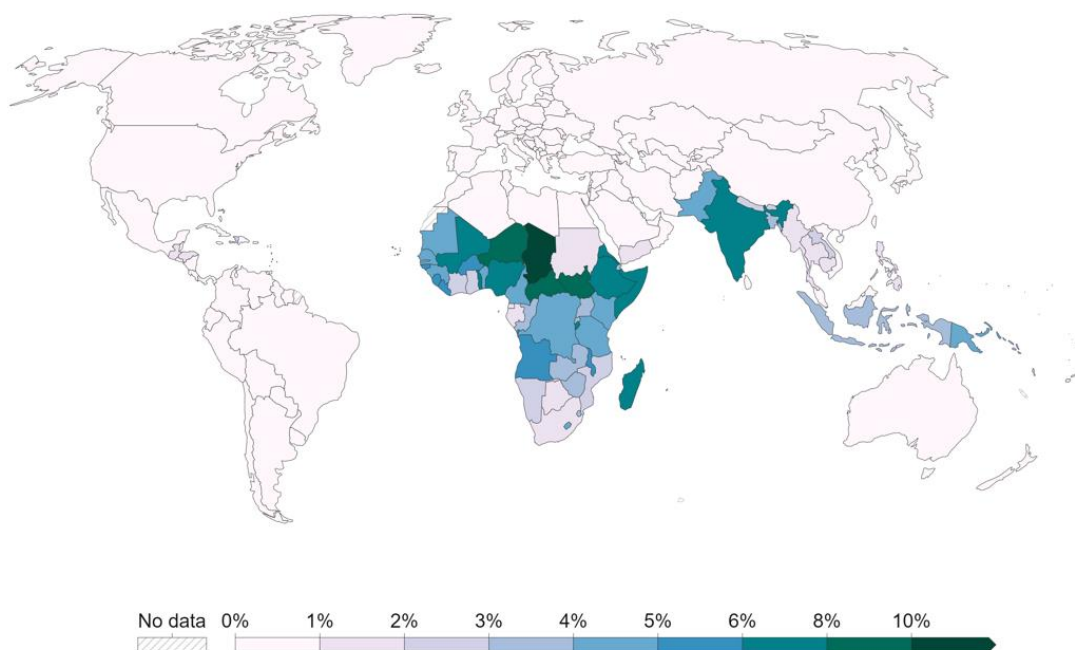
Διάγραμμα 4.7: Αριθμός των θανάτων ανά παράγοντα κινδύνου στην Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού

Στην περιφέρεια του Δυτικού Ειρηνικού οι κύριες αιτίες θανάτου είναι:

- η υψηλή αρτηριακή πίεση,
- το κάπνισμα,
- η ατμοσφαιρική ρύπανση,
- ο διαβήτης,
- η παχυσαρκία ,
- διατροφή υψηλή σε νάτριο,
- αλκοόλ.

Παρατηρούμε ότι η μη πρόσβαση σε ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού, δεν αποτελεί σοβαρό πρόβλημα, και ως αιτία θανάτου βρίσκεται στην **23^η** θέση (18.000 περίπου θάνατοι ανά έτος).

Το ποσοστό των θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό ανά έτος (με έτος αναφοράς το 2017) και ανά χώρα παρουσιάζεται στο παρακάτω γράφημα (όσο πιο σκούρο το χρώμα, τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό). Είναι φανερό ότι σημαντικότερο πρόβλημα εμφανίζεται στις υποσαχάριες χώρες και σε μεγάλο μέρος της Νοτιοανατολικής Ασίας.

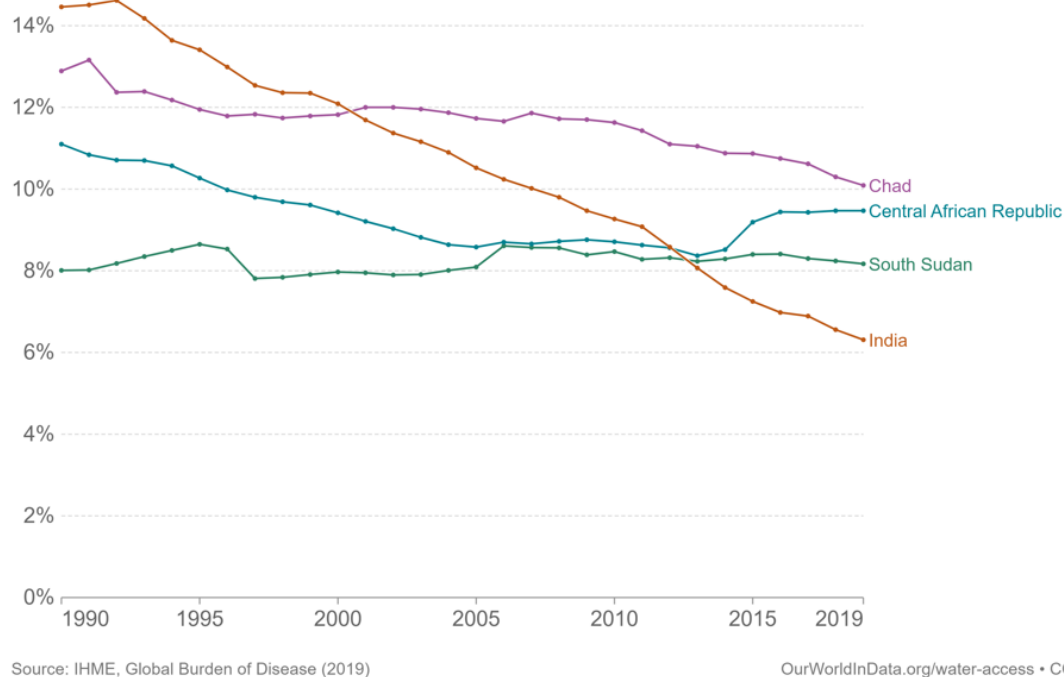


Διάγραμμα 4.8: Ποσοστό θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (2019)⁽³⁰⁾

Εάν θελήσει να δει κανείς σε ποιες χώρες εμφανίζεται σημαντικότερο το πρόβλημα, τότε μπορεί να δει (παρακάτω γράφημα ότι) χώρες όπως:

- Τσάντ 10,02%
- Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία 9,47%
- Βόρειο Σουδάν 8,17%

είναι οι κυριότερες εστίες του προβλήματος. Εδώ δεν μπορεί να παραβλέψει κανείς την Ινδία με 6,31% των θανάτων της να οφείλονται στην κατανάλωση μη κατάλληλου πόσιμου νερού. Τέλος, για να γίνει κατανοητή η διαφορά στο μέγεθος του προβλήματος αναφέρουμε, ότι το αντίστοιχο ποσοστό στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης είναι 0,01%.



Διάγραμμα 4.9: Ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (έτη 1990-2019). Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό

Πίνακας 4.1: Ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου (έτος 2019). Χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό

Χώρα	Ποσοστό θανάτων
Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία	9.47%
Νίγηρας	8.20%
Βόρειο Σουδάν	8.17%
Νιγηρία	7.01%
Μπουρούντι	6.94%
Σομαλία	6.91%
Μάλι	6.79%
Ερυθραία	6.72%
Αιθιοπία	6.53%
Ινδία	6.31%

Και πάλι είναι φανερό ότι, το πρόβλημα παρουσιάζεται εντονότερο σε χώρες της υποσαχάριας Αφρικής (οι 9 από τις παραπάνω 10 χώρες είναι χώρες της Αφρικής).



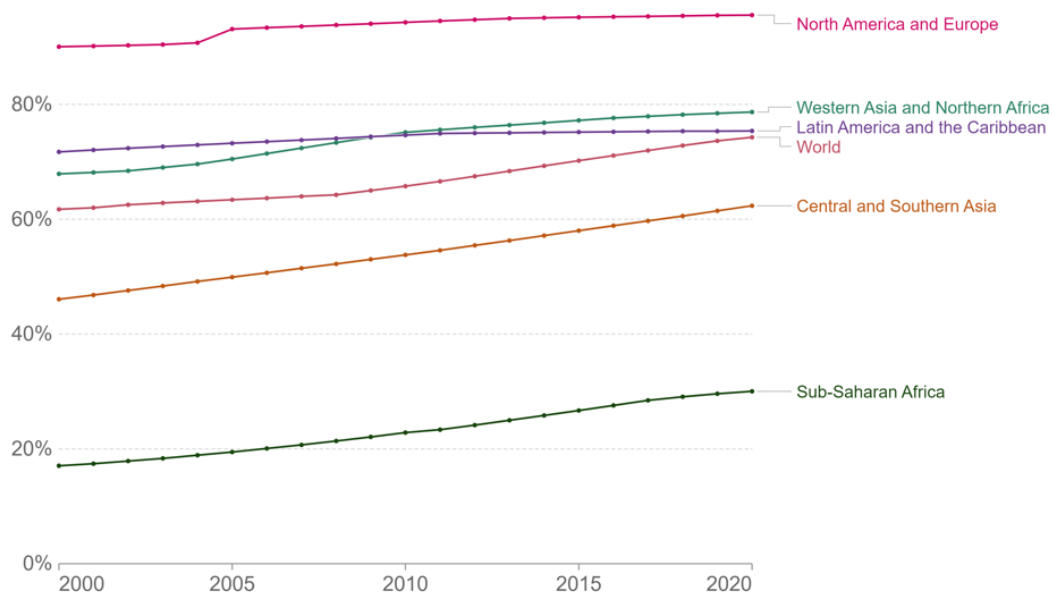
Εικόνα 4.2: Έρημος Σαχάρα



Εικόνα 4.3: Χώρες της υποσαχάριας Αφρικής

Τέλος, ένας επιπλέον τρόπος για να διαπιστώσει κανείς που είναι εντονότερο το πρόβλημα της μη πρόσβασης σε κατάλληλο για πόση νερό, είναι και το παρακάτω διάγραμμα. Στο διάγραμμα αυτό παριστάνεται, διαχρονικά για τα έτη 1990-2019, το ποσοστό πρόσβασης του πληθυσμού σε κατάλληλο πόσιμο νερό, ανά περιφέρεια. Είναι φανερό:

- Στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική σχεδόν όλος ο πληθυσμός έχει πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό (το πρόβλημα έχει, σχεδόν, καθολικά αντιμετωπιστεί).
- Στην Νοτιοανατολική Ασία, αν και έχει γίνει σημαντική πρόοδος, 4 στους 10 κατοίκους της δεν έχουν πρόσβαση σε κατάλληλο για πόση νερό.
- Στις χώρες της υποσαχάριας Αφρικής θα μπορούσε να πει κανείς ότι τα πράγματα είναι τραγικά. Μόλις το 30% των κατοίκων της έχουν πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό.

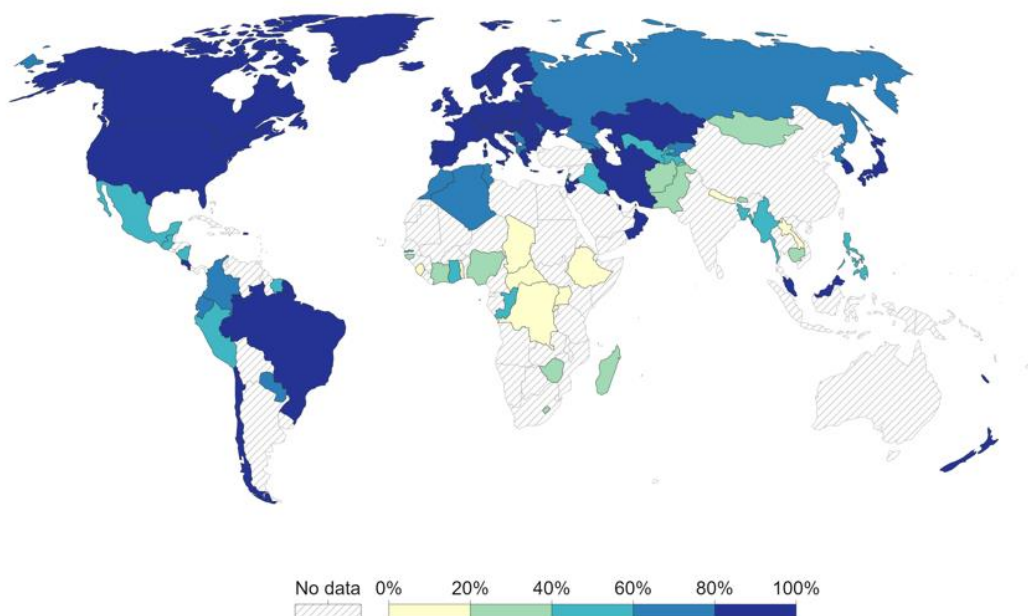


Source: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation

CC BY

Διάγραμμα 4.10: Ποσοστά πρόσβασης πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό, ανά περιφέρεια (έτη 2000-2020)

Το παραπάνω ποσοστό πρόσβασης σε ασφαλές πόσιμο νερό, ανά χώρα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (όσο πιο σκούρο το χρώμα, τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό του πληθυσμού της χώρας με πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό).



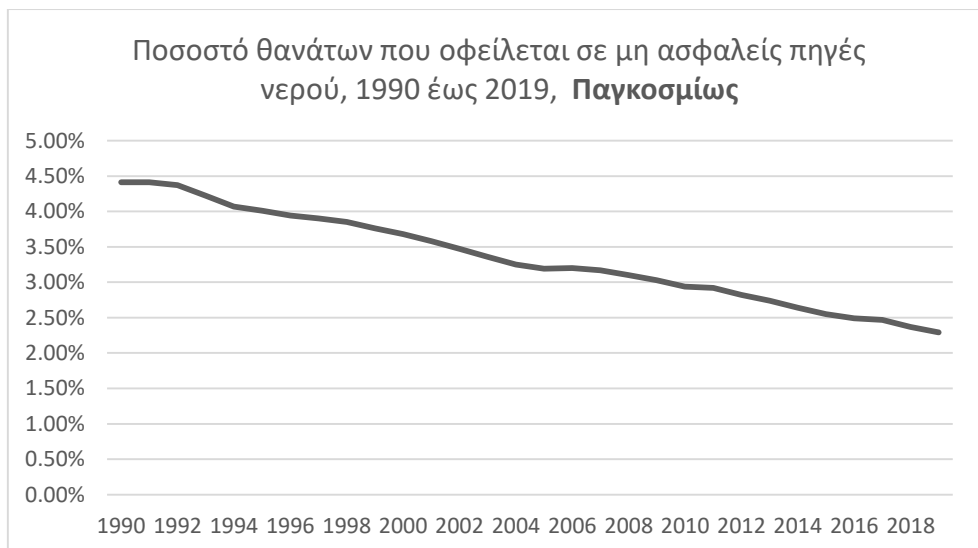
Source: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation

CC BY

Διάγραμμα 4.11: Ποσοστά πρόσβασης πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό, ανά χώρα (2019)

4.3 Χρονοσειρές ποσοστών θανάτων για τα έτη 1990-2019

Στην παράγραφο που ακολουθεί παρουσιάζουμε το ποσοστό θανάτων του πληθυσμού κάθε περιφέρειας, που οφείλεται σε μη πρόσβαση/ κατανάλωση ασφαλούς πόσιμου νερού (για τα έτη 1990-2019), σε σχέση με τους συνολικούς θανάτους ανά περιφέρεια.



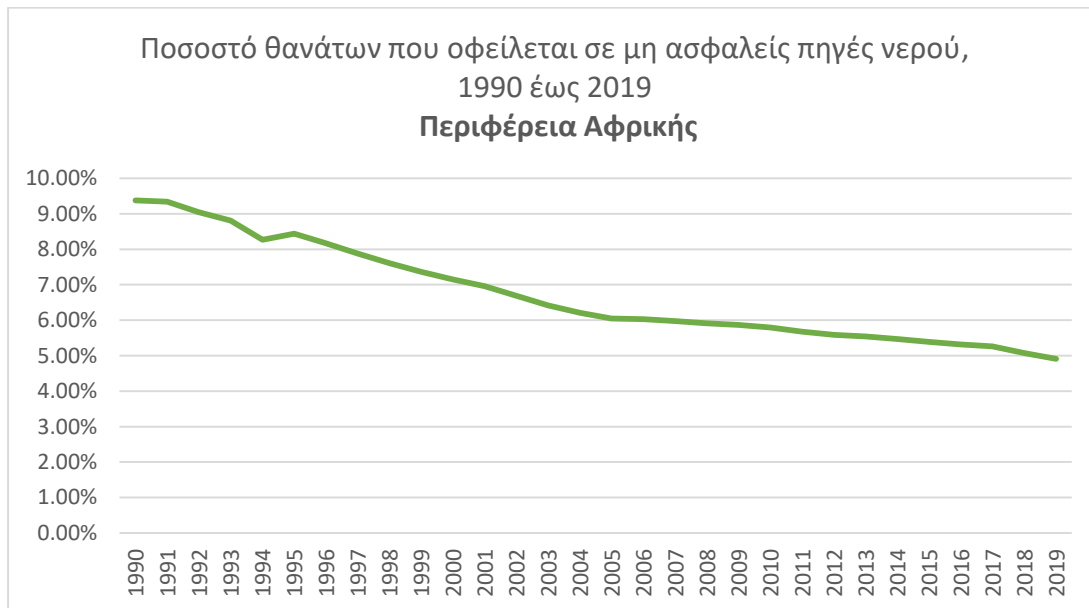
Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Παγκοσμίως)

Παρατηρούμε ότι από το 1990 έως το 2019 υπάρχει σημαντική μείωση στο ποσοστό των θανάτων παγκοσμίως, που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό, σχεδόν 2%. Παρόλα αυτά ένα πολύ σημαντικό 2,5% των θανάτων αυτών, παγκοσμίως, οφείλονται ακόμα σε μη ασφαλείς πηγές νερού (ποσοστό που θα μπορούσε με κατάλληλες δράσεις να μειωθεί σημαντικά).



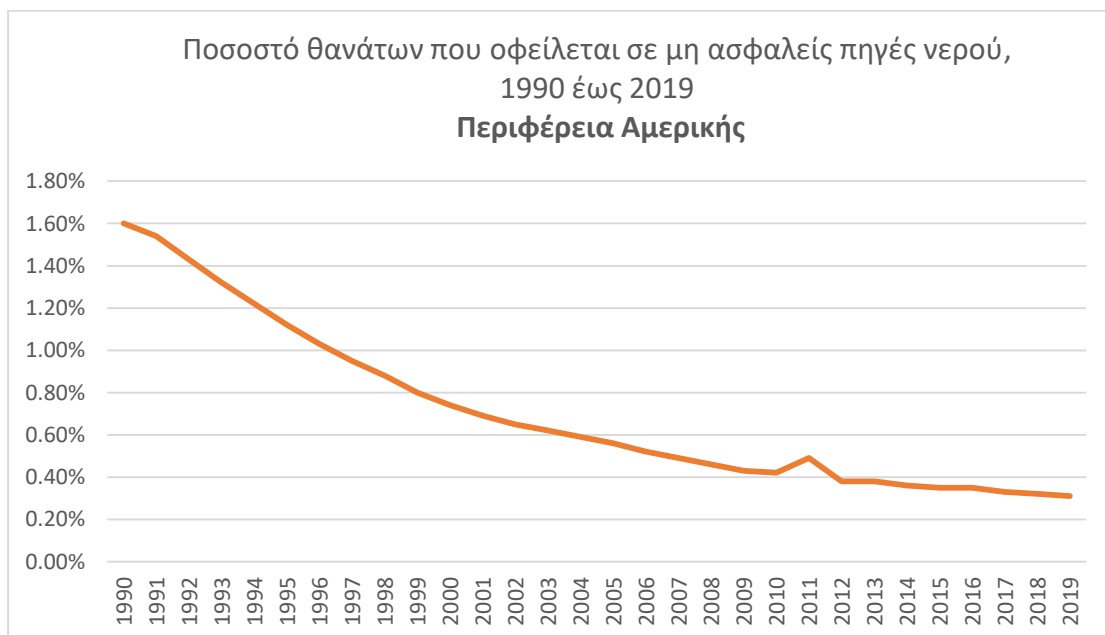
Διάγραμμα 4.13: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Ευρώπης)

Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε ότι στις Ευρωπαϊκές χώρες η θνησιμότητα εξαιτίας μη ασφαλών πηγών νερού το 1990 ήταν ελάχιστη (0,25%) και 30 χρόνια αργότερα έχει σχεδόν μηδενιστεί (κάτω από 0,05%).



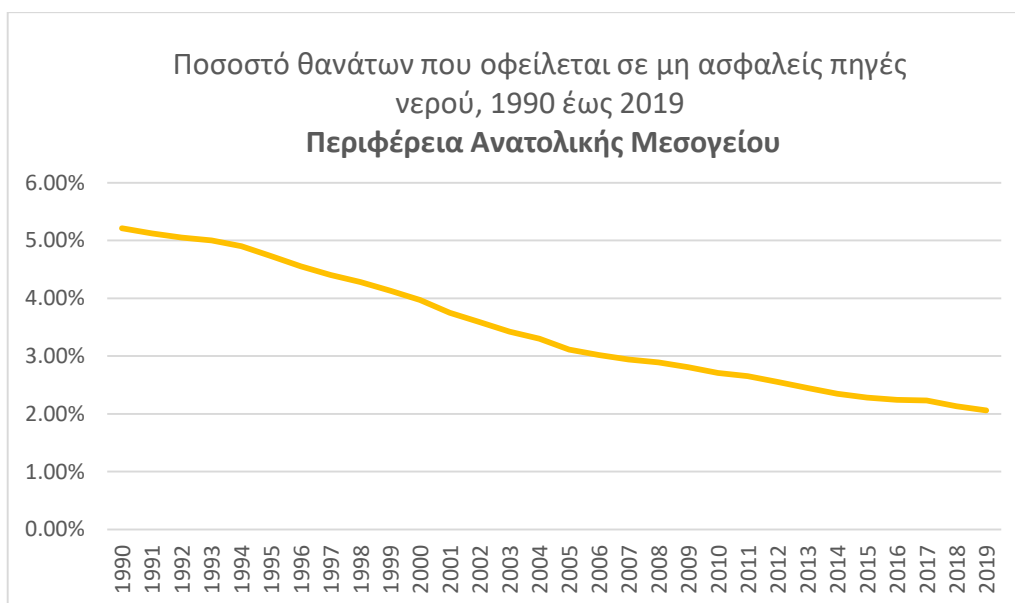
Διάγραμμα 4.14: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Αφρικής)

Όπως ήταν αναμενόμενο, το παραπάνω διάγραμμα μας επιβεβαιώνει τη σοβαρότητα της κατάστασης που επικρατεί στην Περιφέρεια της Αφρικής, όσον αφορά τη μη ασφαλή πρόσβαση των κατοίκων της σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το ποσοστό θνησιμότητας μέσα σε αυτά τα 30 χρόνια αν και έχει μειωθεί σημαντικά (περίπου 4,5%) αλλά παραμένει πολύ υψηλό σε σχέση με τις άλλες περιφέρειες του Π.Ο.Υ., περίπου στο 5%.



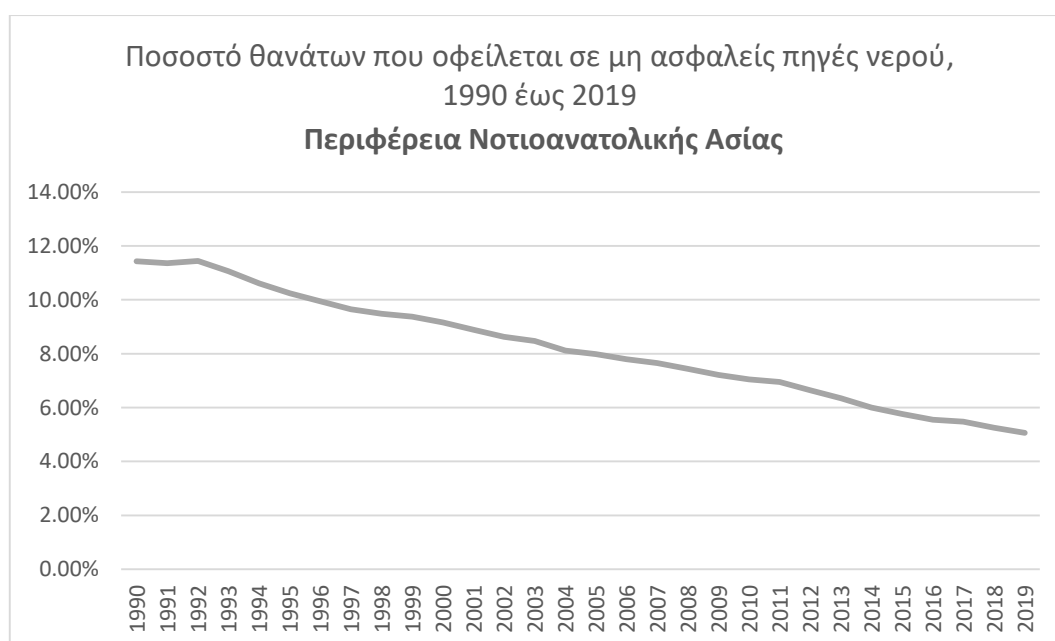
Διάγραμμα 4.15: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Αμερικής)

Η Περιφέρεια της Αμερικής δεν αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα όσον αφορά την πρόσβαση σε ασφαλές καθαρό νερό και αυτό φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα. Το μικρό ποσοστό των θανάτων που οφείλονταν σε μη ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού το 1990 ήταν 1,6%, έχει μειωθεί σημαντικά φτάνοντας το 0,03%, 30 χρόνια αργότερα.



Διάγραμμα 4.16: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Ανατολικής Μεσογείου)

Παρατηρούμε ότι από το 1990 έως το 2019 υπάρχει σημαντική μείωση στο ποσοστό των θανάτων στην Περιφέρεια της Ανατολικής Μεσογείου, σχεδόν 3%. Παρόλα αυτά, και σε αυτή την Περιφέρεια (όπως και στην Περιφέρεια Αφρικής) 2% των θανάτων οφείλονται ακόμα σε μη ασφαλείς πηγές νερού.



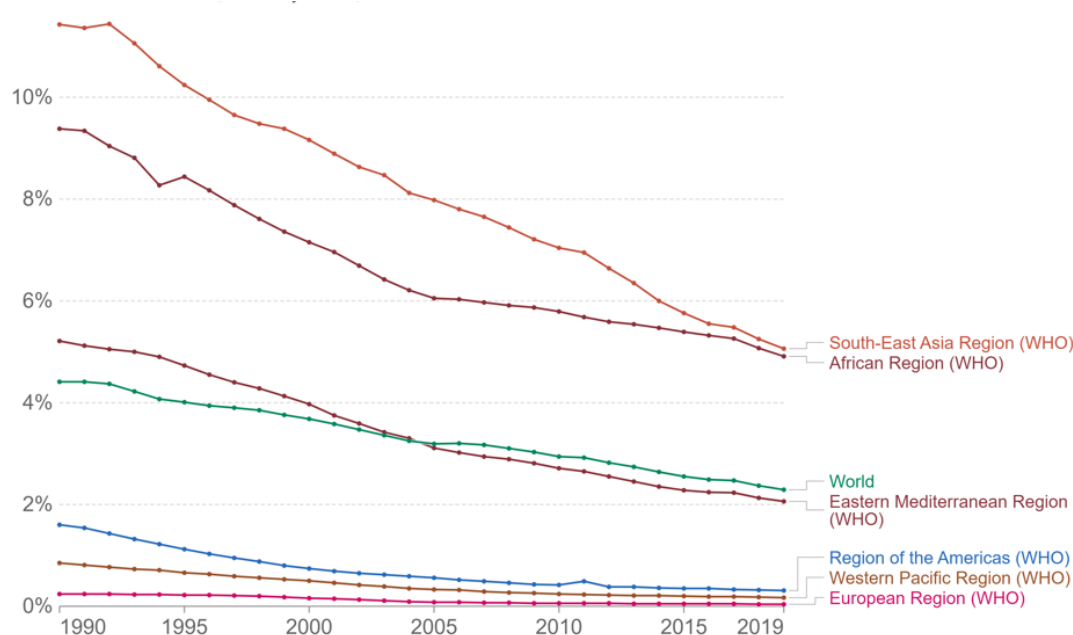
Διάγραμμα 4.17: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Νοτιοανατολικής Ασίας)

Η περιφέρεια της Νοτιοανατολικής Ασίας είχε και συνεχίζει να έχει το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων, που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού. Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι από περίπου 12% το 1990, υπάρχει σημαντική μείωση σε περίπου 5% το 2019, ποσοστό που παραμένει και εδώ πολύ ψηλό σχετικά με τις άλλες περιφέρειες του Π.Ο.Υ.



Διάγραμμα 4.18: Ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού (Περιφέρεια Δυτικού Ειρηνικού)

Το διάγραμμα της περιφέρειας του Δυτικού Ειρηνικού μοιάζει με τα διαγράμματα της Ευρωπαϊκής και της Αμερικανικής Περιφέρειας. Βλέπουμε ότι το ποσοστό θνησιμότητας ήταν πολύ μικρό (περίπου 0,85%) το 1990 και 30 χρόνια αργότερα σχεδόν μηδενίστηκε (περίπου 0,20%).



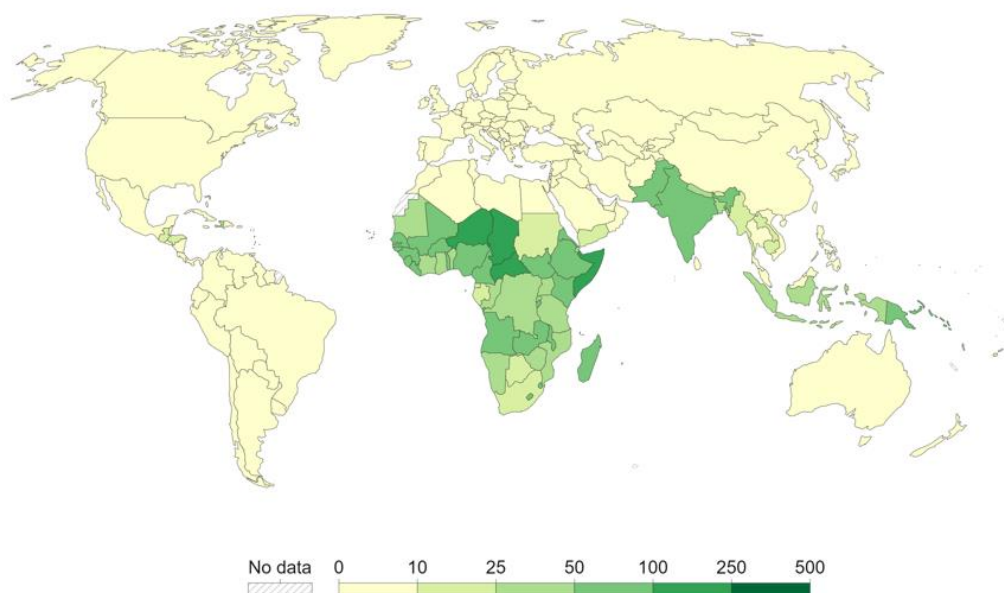
Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldInData.org/water-access • CC BY

Διάγραμμα 4.19: Ποσοστά θνησιμότητας ανά περιφέρεια (έτη 1990-2019)

Συγκριτικά, τα ποσοστά θνησιμότητας (για τα έτη αναφοράς 1990-2019), ανά περιφέρεια βρίσκονται στο παραπάνω γράφημα. Και εδώ είναι φανερό, το πρόβλημα εμφανίζεται να είναι σημαντικότερο στις Περιφέρειες της Αφρικής και της νοτιοανατολικής Ασίας.

Επιπλέον, ο αριθμός των θανάτων ανά χώρα και ανά 100.000 κατοίκους, για το έτος 2019, φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (όσο πιο σκούρο το χρώμα, τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των θανάτων).



Source: IHME, Global Burden of Disease (2019)

OurWorldinData.org/water-access • CC BY

Διάγραμμα 4.20: Αριθμός θανάτων ανά χώρα και ανά 100.000 κατοίκους (2019)

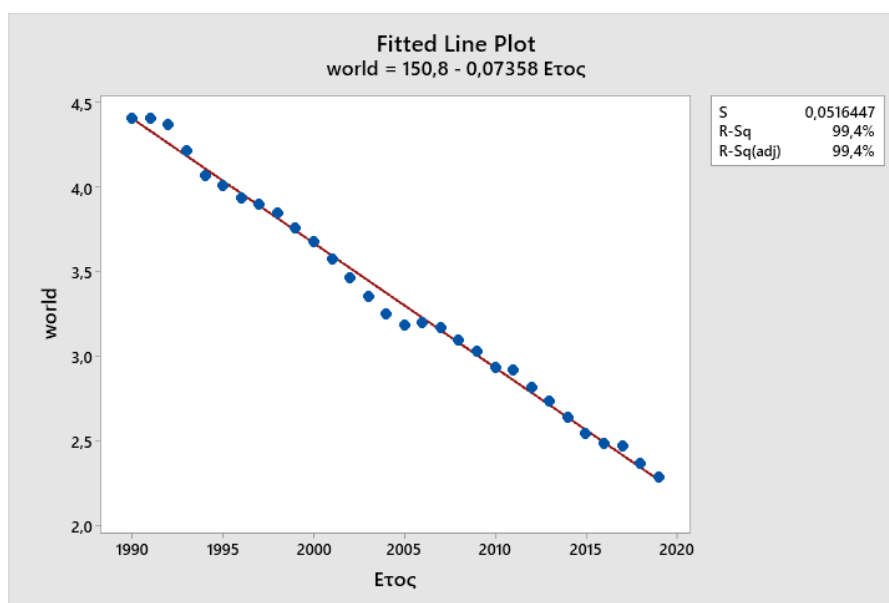
Πίνακας 4.2: Χώρες με το μεγαλύτερο αριθμό θανάτων ανά 100.000 κατοίκους (2019)

Χώρα	Αριθμός θανάτων/100.000
Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία	197,64
Τσάντ	141,05
Σομαλία	111,74
Νίγηρας	103,7
Νότιο Σουδάν	98,55
Λεσότο	92,81
Ερυθραία	91,74
Μπουρούντι	89,3
Γουϊνέα-Μπισσάου	87,84
Μάλι	86,48

Είναι φανερό, από τον παραπάνω πίνακα, ότι και οι 10 χώρες με το μεγαλύτερο αριθμό θανάτων (ανά 100.000 κατοίκους), βρίσκονται στην Αφρική (και μάλιστα είναι χώρες

που είτε τμήμα τους καταλαμβάνει η έρημος Σαχάρα, είτε βρίσκονται κάτω από το Νότιο τμήμα της.

Τέλος, εάν θέλει κανείς να κάνει πρόβλεψη για το πότε το μέσο παγκόσμιο ποσοστό θανάτων που οφείλονται σε κατανάλωση μη κατάλληλου πόσιμου νερού, που θα πέσει κάτω από 1% ή και κάτω από 0,5%, θα μπορούσε να προσαρμόσει στα δεδομένα μία ευθεία ελαχίστων τετραγώνων (είναι φανερό από το διάγραμμα ότι έχουμε γραμμική σχέση). (διάγραμμα MINITAB / ίδια ανάλυση)



Διάγραμμα 4.21: Παγκόσμιο ετήσιο ποσοστό θανάτων σε μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό

Η ευθεία παλινδρόμησης σε αυτή την περίπτωση δίνεται από τη σχέση:

$$\% \text{ θανάτων Παγκόσμια (World)} = 150,8 - 0,07358 * \text{Ετος}$$

Έτσι, με την βοήθεια της εξίσωσης αυτής (και εφόσον συνεχιστεί η ίδια τάση), το παγκόσμιο ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη πόσιμο νερό θα είναι περίπου στο 1% το 2032 και θα πέσει κάτω από το 0,5% γύρω στο 2043.

4.4 Συσχετίσεις αριθμού θανάτων με παράγοντες

Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε πιθανές συσχετίσεις του αριθμού των θανάτων που οφείλεται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό με μία σειρά από παράγοντες/μεταβλητές. Τα διαγράμματα προκύπτουν μετά από ίδια ανάλυση δεδομένων του Π.Ο.Υ. με χρήση του λογισμικού SPSS

(I) Προσδόκιμο ζωής.

Ο πρώτος παράγοντας/μεταβλητή που εξετάζουμε είναι το **προσδόκιμο ζωής**.

Death rates – Life expectancy

Πίνακας 4.3: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,782^a	,612	,610	19,05031

a. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι υπάρχει μια αρκετά (ισχυρή, αρνητική) σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε κατάλληλο πόσιμο νερό και στο προσδόκιμο ζωής των πολιτών μιας χώρας (συντελεστής συσχέτισης $R=0.782$). Ο συντελεστής προσδιορισμού στην περίπτωση αυτή είναι $R^2=0.612$, δηλαδή 61.2% των μεταβολών στον αριθμό των θανάτων οφείλεται στην μεταβολή στο προσδόκιμο ζωής. Ακόμα, από τον πίνακα ανάλυσης διασποράς (Ανοva) που ακολουθεί, βλέπουμε ότι ο/η εν λόγω συντελεστής συσχέτισης/ σχέση είναι στατιστικά σημαντικός/σημαντική (sig. $<0.001<0.05$).

Πίνακας 4.4: Ανοva αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	102964,679	1	102964,679	283,716	<,001 ^b
	Residual	65324,557	180	362,914		
	Total	168289,236	181			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020

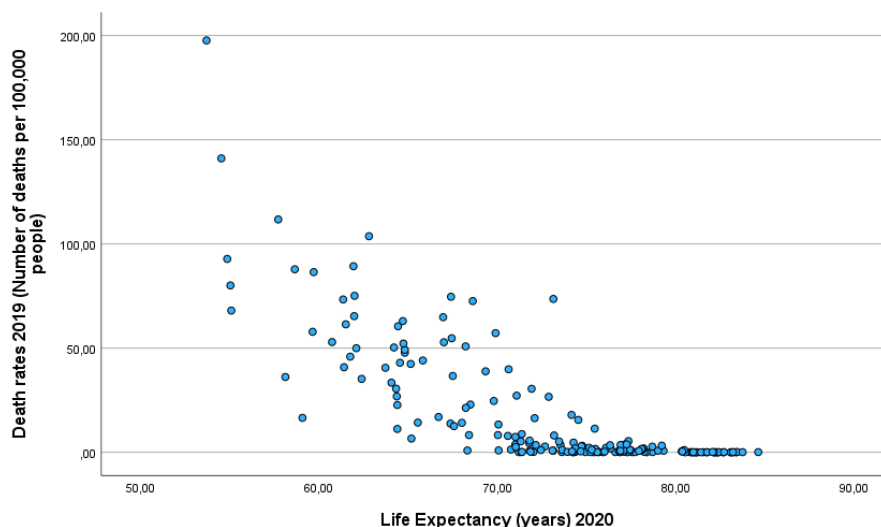
Πίνακας 4.5: απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

		Coefficients ^a				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	258,325	14,304		18,060	<,001
	Life Expectancy (years) 2020	-3,304	,196	-,782	-16,844	<,001

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Εάν κάποιος θέλει να κατασκευάσει ένα απλό γραμμικό μοντέλο του αριθμού θανάτων σε σχέση με το προσδόκιμο ζωής, τότε βλέπει από τον παραπάνω πίνακα ότι, αυτό θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός θανάτων} = 285,325 - 3,304 \cdot \text{προσδόκιμο ζωής}$$



Διάγραμμα 4.22: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

Ένας επιπλέον τρόπος να διαπιστώσει κανείς τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και το προσδόκιμο ζωής, είναι με το παραπάνω διάγραμμα διασποράς τους. Είναι φανερό ότι, όταν αυξάνεται το προσδόκιμο ζωής των ατόμων μιας χώρας τότε συνήθως μειώνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το γεγονός αυτό αναμενόταν γιατί, μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής εμφανίζουν οι αναπτυγμένες χώρες στις οποίες η πρόσβαση σε κατάλληλο πόσιμο νερό είναι σχεδόν καθολική.

(II) Α.Ε.Π. χώρας

Ένας δεύτερος παράγοντας που εξετάζουμε είναι το **Α.Ε.Π. μιας χώρας**. Λόγω του ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση (του ποσού αυτού), ανάμεσα στις χώρες της υψηλίου, χρησιμοποιούμε τον **λογάριθμο του Α.Ε.Π.** της χώρας.

Death rates – LOG(GDP) Per Capita PPP

Πίνακας 4.6: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π.

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.743 ^a	.552	.550	20.45936

a. Predictors: (Constant), Logarithm of GDP

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε, και εδώ, ότι υπάρχει μια αρκετά σημαντική (ισχυρή, αρνητική) συσχέτιση όπως αναμενόταν ανάμεσα στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και το Α.Ε.Π. μίας χώρας (συντελεστής συσχέτισης $R=0.743$). Ο συντελεστής προσδιορισμού στην περίπτωση αυτή είναι $R^2=0.552$, δηλαδή 55.2% των μεταβολών στον αριθμό των θανάτων οφείλεται στην μεταβολή στο Α.Ε.Π. Ακόμα, από τον πίνακα ανάλυσης διασποράς (Anova) που ακολουθεί, βλέπουμε ότι ο/η εν λόγω συντελεστής συσχέτισης/σχέση είναι στατιστικά σημαντικός/σημαντική (sig. $<0.001<0.05$).

Πίνακας 4.7: Ανοβα αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π.

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	92943.862	1	92943.862	222.043	.000 ^b
	Residual	75345.374	180	418.585		
	Total	168289.236	181			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Logarithm of GDP

Εάν κάποιος θέλει να κατασκευάσει ένα απλό γραμμικό μοντέλο του αριθμού θανάτων σε σχέση με το Α.Ε.Π., τότε βλέπει από τον παραπάνω πίνακα ότι, αυτό θα δίνεται από τη σχέση:

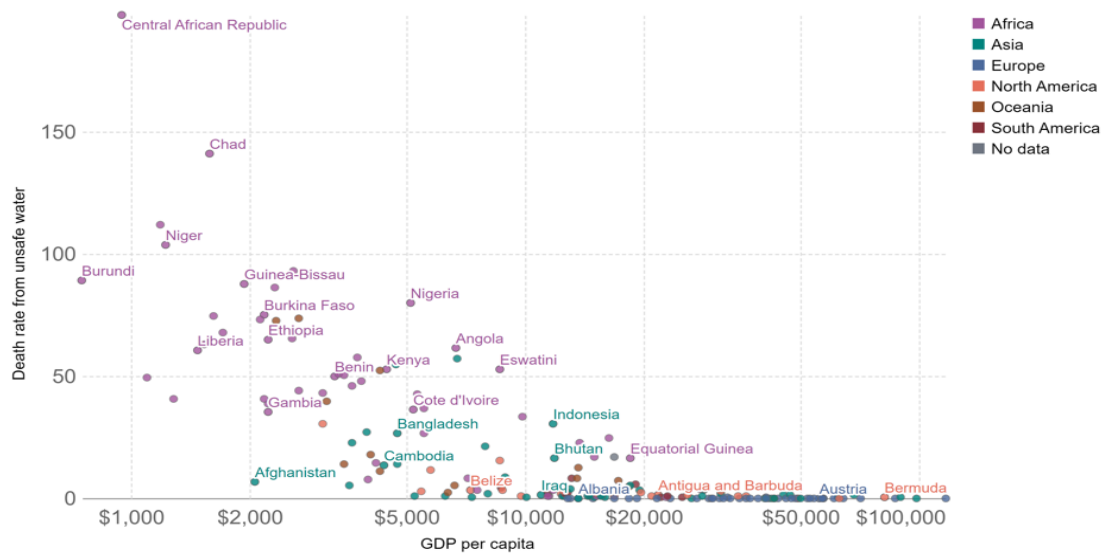
$$\text{Αριθμός θανάτων} = 66,031 - 45,554 \cdot \log(\text{GPD})$$

Πίνακας 4.8: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	66.031	3.528		.000
	Logarithm of GDP	-45.554	3.057	-.743	.000

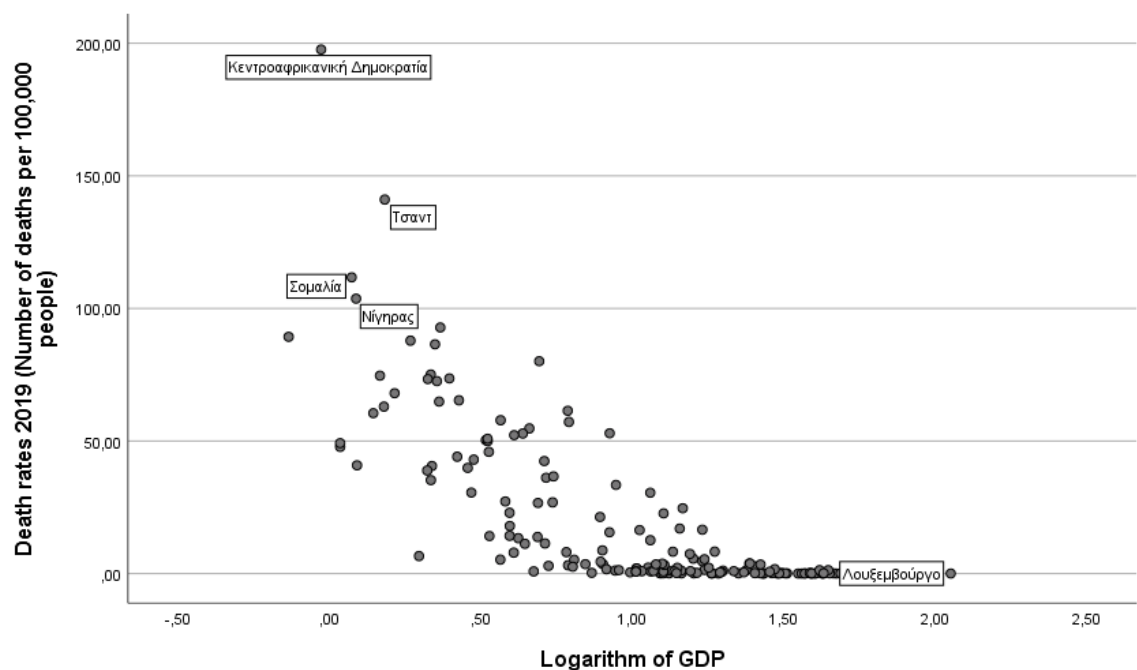
a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Ένας επιπλέον τρόπος να διαπιστώσει κανείς τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, σε σχέση με το Α.Ε.Π. της χώρας, είναι με τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς τους (το 1ο με το πραγματικό Α.Ε.Π. της χώρας και το 2ο με το λογάριθμο του Α.Ε.Π. της χώρας). Είναι φανερό ότι, όσο αυξάνεται το Α.Ε.Π. μιας χώρας τόσο μειώνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το γεγονός αυτό αναμενόταν γιατί, μεγαλύτερο Α.Ε.Π. εμφανίζουν οι αναπτυγμένες χώρες στις οποίες η πρόσβαση σε κατάλληλο πόσιμο νερό είναι σχεδόν καθολική.



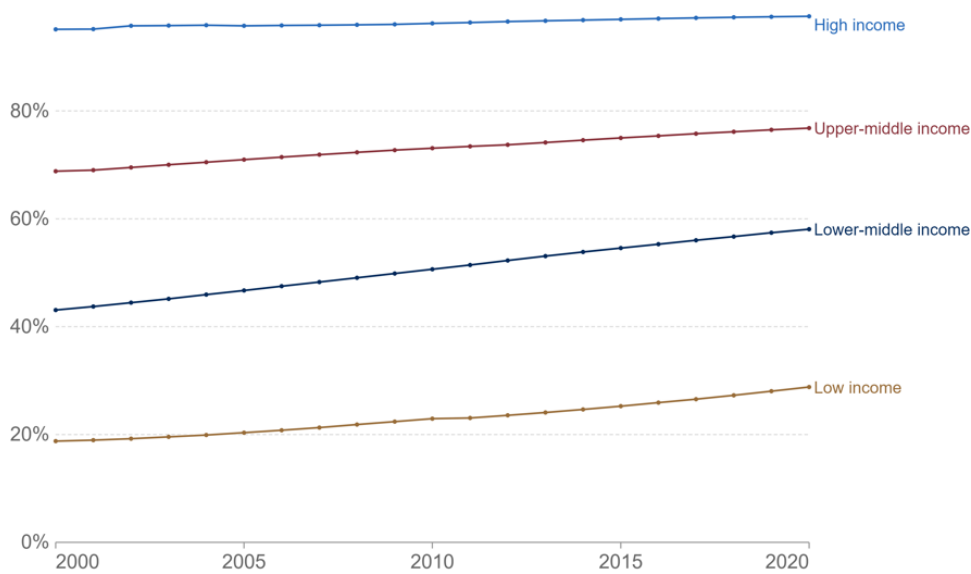
Source: IHME, Global Burden of Disease (2019); Data compiled from multiple sources by World Bank OurWorldInData.org/water-access • CC BY

Διάγραμμα 4.23: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π (πραγματικό)



Διάγραμμα 4.24: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π (λογάριθμος)

Τέλος, ένας επιπλέον τρόπος για να δει κανείς τη σχέση του Α.Ε.Π., με τον αριθμό των θανάτων, είναι και το παρακάτω διάγραμμα που παριστάνει τον τύπο Α.Ε.Π. μιας χώρας (ανάλογα με το ύψος του) και την πρόσβαση του πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό. Είναι φανερό ότι, όσο μικρότερο είναι το ποσό του εισοδήματος των πολιτών μιας χώρας, τόσο πιο έντονο είναι το πρόβλημα.



Source: WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation

CC BY

Διάγραμμα 4.25: Πρόσβαση σε πόσιμο νερό–τύπος εισοδήματος

(III) Μέση ηλικία πληθυσμού χώρας

Ένας τρίτος παράγοντας που εξετάζουμε είναι η **μέση ηλικία** του πληθυσμού μιας χώρας.

Death rates – Median age

Πίνακας 4.9: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.678 ^a	.460	.457	22,47266

a. Predictors: (Constant), Median age (years) 2020

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι, υπάρχει μια αρκετά σημαντική (αρνητική) συσχέτιση όπως αναμενόταν ανάμεσα στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και τη μέση ηλικία των πολιτών μιας χώρας (συντελεστής συσχέτισης $R=0.678$). Ο συντελεστής προσδιορισμού στην περίπτωση αυτή είναι $R^2=0.460$, δηλαδή 46% των μεταβολών στον αριθμό των θανάτων οφείλεται στη μεταβολή της μέσης ηλικίας των πολιτών της χώρας. Ακόμα, από τον πίνακα ανάλυσης διασποράς (Ανοva) που ακολουθεί, βλέπουμε ότι ο/η εν λόγω συντελεστής συσχέτισης/ σχέση είναι στατιστικά σημαντικός/σημαντική (sig. $<0.001<0.05$).

Πίνακας 4.10: Ανονα αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	77385,526	1	77385,526	153,232	<,001 ^b
	Residual	90903,710	180	505,021		
	Total	168289,236	181			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Median age (years) 2020

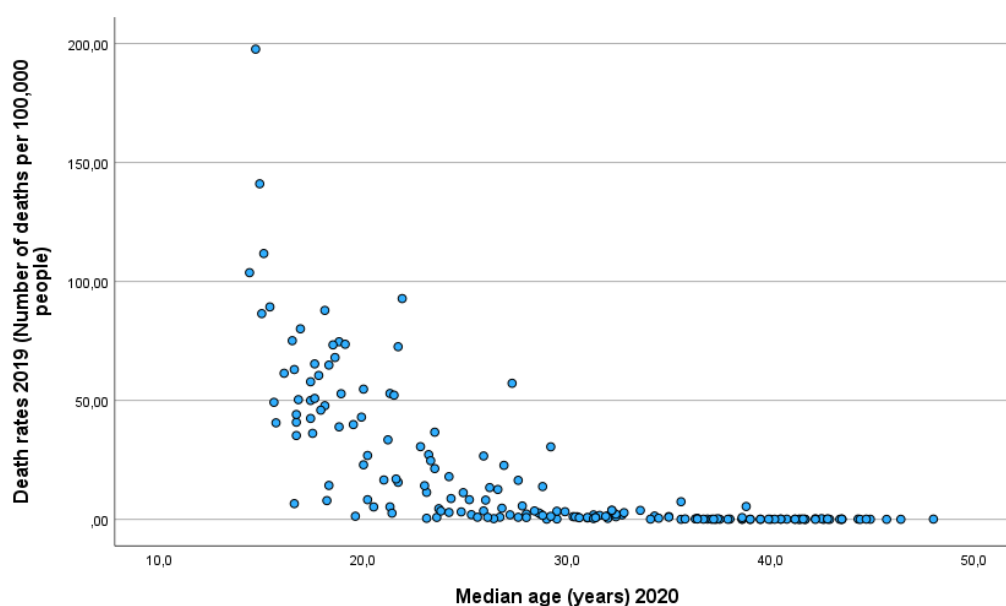
Εάν κάποιος θέλει να κατασκευάσει ένα απλό γραμμικό μοντέλο του αριθμού θανάτων σε σχέση με τη μέση ηλικία, τότε βλέπει από τον παρακάτω πίνακα ότι, αυτό θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός θανάτων} = 84,385 - 2,266 * \text{μέση ηλικία}$$

Πίνακας 4.11: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας

Coefficients ^a						
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	84,385	5,571		15,146	<,001
	Median age (years)	-2,266	,183	-,678	-12,379	<,001
	2020					

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)



Διάγραμμα 4.26: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-μέσης ηλικίας

Ένας τελευταίος τρόπος να διαπιστώσει κανείς τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, σε σχέση με τη μέση ηλικία των πολιτών μιας χώρας, είναι και το παραπάνω διαγράμματα διασποράς. Είναι φανερό ότι, όσο μειώνεται η μέση ηλικία των ατόμων μιας χώρας τόσο αυξάνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το γεγονός αυτό αναμενόταν γιατί, μικρότερη μέση ηλικία έχουν οι πληθυσμοί κυρίως Αφρικανικών χωρών, στις οποίες έχει γίνει φανερό ότι το πρόβλημα είναι πιο έντονο.

(IV) Επίπεδο μόρφωσης πολιτών μιας χώρας

Ένας επιπλέον παράγοντας/μεταβλητή που εξετάζουμε είναι το **επίπεδο μόρφωσης** πολιτών μιας χώρας.

Death rates – Tertiary education

Πίνακας 4.12: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-επίπεδου μόρφωσης

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,502^a	,252	,247	24,45966

a. Predictors: (Constant), Tertiary education (%) 2010

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι υπάρχει μια αρκετά σημαντική (αρνητική) συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και στο επίπεδο εκπαίδευσης των πολιτών μιας χώρας (συντελεστής συσχέτισης $R=0.502$). Ο συντελεστής προσδιορισμού στην περίπτωση αυτή είναι $R^2=0.252$, δηλαδή 25.2% των μεταβολών στον αριθμό των θανάτων οφείλεται στη μεταβολή στο επίπεδο μόρφωσης. Ο παράγοντας αυτός είναι ο ασθενέστερος, αναφορικά με τον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, σε σχέση με αυτούς που έχουμε εξετάσει μέχρι τώρα. Ακόμα, από τον πίνακα ανάλυσης διασποράς (Ανοva) που ακολουθεί, βλέπουμε ότι ο/η εν λόγω συντελεστής συσχέτισης/ σχέση είναι στατιστικά σημαντικός/σημαντική (sig. $<0.001<0.05$).

Πίνακας 4.13: Ανοva αριθμού θανάτων-επίπεδου μόρφωσης

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	27463,496	1	27463,496	45,904	<,001
	Residual	81365,425	136	598,275		
	Total	108828,921	137			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Tertiary education (%) 2010

Εάν κάποιος θέλει να κατασκευάσει ένα απλό γραμμικό μοντέλο του αριθμού θανάτων σε σχέση με το επίπεδο μόρφωσης, τότε βλέπει από τον παρακάτω πίνακα ότι, αυτό θα δίνεται από τη σχέση:

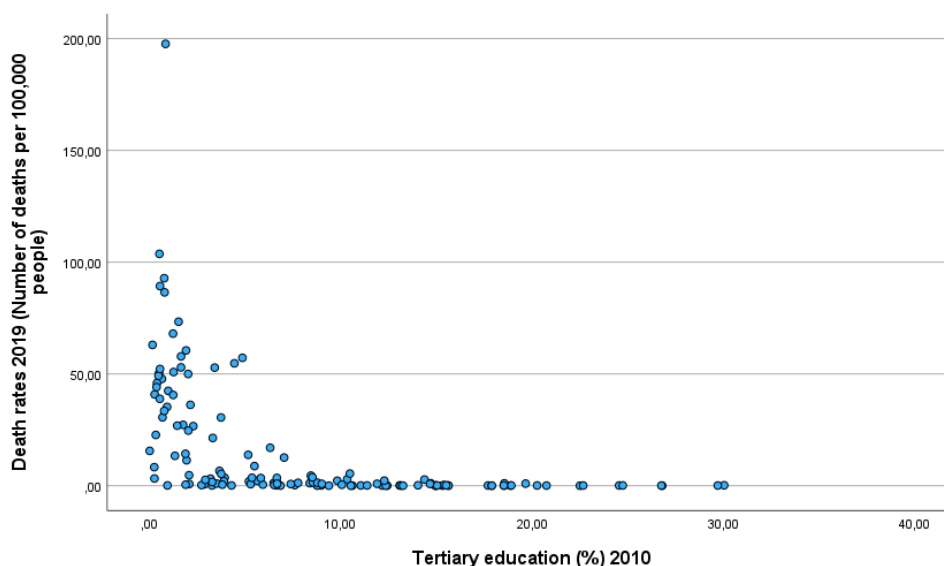
$$\text{Αριθμός θανάτων} = 31,622 - 1,944 * \text{επίπεδο μόρφωσης}$$

Πίνακας 4.14: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-επίπεδου μόρφωσης

Model		Coefficients ^a		Standardized Coefficients	t	Sig.
		Unstandardized Coefficients	Std. Error			
		B		Beta		
1	(Constant)	31,622	3,122		10,129	<,001
	Tertiary education (%) 2010	-1,944	,287	-,502	-6,775	<,001

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Ένας ακόμα τρόπος να διαπιστώσει κανείς τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και το επίπεδο μόρφωσης των πολιτών μιας χώρας, είναι με το παρακάτω διάγραμμα διασποράς τους. Είναι φανερό ότι, όσο μειώνεται το επίπεδο μόρφωσης των πολιτών τόσο αυξάνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το γεγονός αυτό αναμενόταν γιατί, μικρότερο επίπεδο μόρφωσης εμφανίζουν συνήθως χώρες της Αφρικής, εκεί δηλαδή που το πρόβλημα εμφανίζεται εντονότερο.



Διάγραμμα 4.27: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-επίπεδου μόρφωσης

(V) Γεωγραφικό πλάτος

Κοιτώντας κανείς το διάγραμμα μπορεί να παρατηρήσει ότι, οι περισσότερες χώρες που αντιμετωπίζουν πρόβλημα μη πρόσβασης ενός σημαντικού μέρους του πληθυσμού τους σε πόσιμο νερό, είναι πάνω ή κοντά στη γραμμή του ισημερινού. Θα ήθελε λοιπόν να δει, εάν το γεωγραφικό πλάτος μιας χώρας (latitude/ δηλαδή η γωνία που σχηματίζει η κατακόρυφος του τόπου με το επίπεδο του ισημερινού) είναι ένας επιπλέον παράγοντας που επηρεάζει το ποσοστό αυτό των θανάτων.

Death rates – latitude

Πίνακας 4.15: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,450 ^a	,203	,198	27,305534

a. Predictors: (Constant), Latitude

b. Dependent Variable: Death rate

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι, υπάρχει μια αρκετά σημαντική (αν και ασθενής, αρνητική) συσχέτιση όπως ίσως αναμενόταν ανάμεσα στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και το γεωγραφικό πλάτος μιας χώρας (συντελεστής συσχέτισης $R=-0.45$). Ο συντελεστής προσδιορισμού στην περίπτωση αυτή είναι $R^2=0.203$, δηλαδή 20.3% των μεταβολών στον αριθμό των θανάτων οφείλεται στη μεταβολή στο γεωγραφικού πλάτους. Ακόμα, από τον πίνακα ανάλυσης διασποράς (Ανονα) που ακολουθεί, βλέπουμε ότι ο/η εν λόγω συντελεστής συσχέτισης/σχέση είναι στατιστικά σημαντικός/σημαντική (sig. $<0.000<0.05$).

Πίνακας 4.16: Ανονα αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	34082,641	1	34082,641	45,712	,000 ^b
	Residual	134206,595	180	745,592		
	Total	168289,236	181			

a. Dependent Variable: Death rate

b. Predictors: (Constant), Latitude

Το απλό γραμμικό μοντέλο που μπορεί να κατασκευάσει κάποιος, του αριθμού θανάτων σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός θανάτων} = 38,448 - 0,793 * \text{latitude}$$

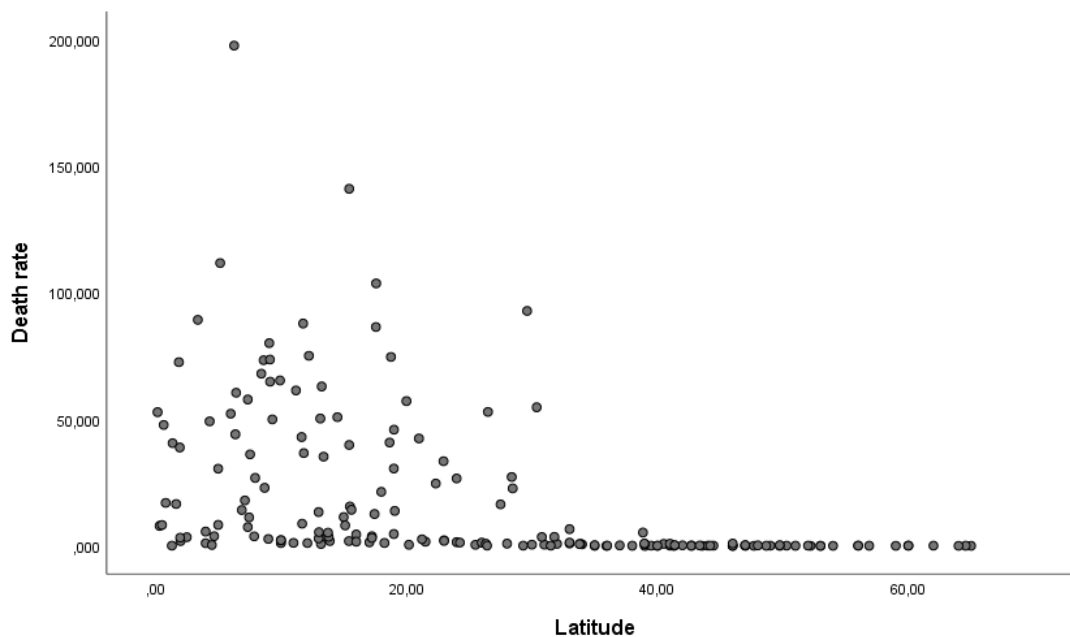
Πίνακας 4.17: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	38,448	3,569		10,773	,000
Latitude	-,793	,117	-,450	-6,761	,000

a. Dependent Variable: Death rate

Τέλος, ένας τρόπος να διαπιστώσει κανείς τη σχέση ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος της χώρας, είναι με το παρακάτω διαγράμματα διασποράς τους. Είναι φανερό ότι, όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος μιας χώρας τόσο μειώνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Το γεγονός αυτό ίσως αναμενόταν γιατί οι περισσότερες αναπτυγμένες χώρες βρίσκονται (συνήθως) στον βορρά με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος σε σχέση π.χ. με τις αφρικανικές στις οποίες παρουσιάζεται εντονότερο το πρόβλημα.



Διάγραμμα 4.28: Διάγραμμα διασποράς αριθμού θανάτων-γεωγραφικού πλάτους

(VI) Συνδυασμός παραγόντων

Θα θέλαμε στη συνέχεια να δούμε, πως συνεισφέρουν συνδυαστικά οι 4 κύριοι παράγοντες που ήδη εξετάσαμε, στον αριθμό των θανάτων λόγω μη πρόσβασης σε κατάλληλο για πόση νερό. Προσπαθούμε λοιπόν να κατασκευάσουμε ένα μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, με εξαρτημένη μεταβλητή τον αριθμό των θανάτων λόγω μη πρόσβασης σε πόσιμο νερό και ανεξάρτητες τις: προσδόκιμο ζωής, Α.Ε.Π. (λογάριθμος), μέση ηλικία και επίπεδο μόρφωσης.

Αρχικά, χρησιμοποιούμε τη **μέθοδο enter** (όλες οι μεταβλητές παίρνουν μέρος στο μοντέλο και εξετάζεται η σημαντικότητά του).

Πίνακας 4.18: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.797 ^a	.635	.624	17.27194

a. Predictors: (Constant), Median age (years) 2020, Tertiary education (%) 2010, Life Expectancy (years) 2020, Logarithm of GDP

Από τον παραπάνω πίνακα γίνεται φανερό, ότι οι 4 αναφερθείσες μεταβλητές/παράγοντες συνδέονται (γραμμικά) ισχυρά με τον αριθμό θανάτων από κατανάλωση μη κατάλληλου νερού (συντελεστής συσχέτισης $R=0,797$ και συντελεστής προσδιορισμού $R^2=0,636$). Από τον πίνακα Ανονα που ακολουθεί βλέπουμε ότι η σχέση αυτή είναι στατιστικά σημαντική (sig. $<0,05$).

Πίνακας 4.19: Ανονα αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	69152.361	4	17288.090	57.951	.000 ^b
	Residual	39676.560	133	298.320		
	Total	108828.921	137			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Median age (years) 2020, Tertiary education (%) 2010, Life Expectancy (years) 2020, Logarithm of GDP

Πίνακας 4.20: Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-4ων μεταβλητών

Coefficients ^a					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Sig.
		B	Std. Error	Beta	
1	(Constant)	207.853	24.449		.000
	Logarithm of GDP	-16.104	6.633	-.291	.017
	Life Expectancy (years) 2020	-2.482	.418	-.635	.000
	Tertiary education (%) 2010	.270	.290	.070	.353
	Median age (years) 2020	.188	.334	.062	.574

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Εάν κάποιος κατασκευάσει ένα μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης του αριθμού θανάτων σε σχέση με τις 4 μεταβλητές που ήδη αναφέρθηκαν, τότε από τον παραπάνω πίνακα παρατηρεί ότι, αυτό θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός θανάτων} = 207,853 - 16,104 \cdot \log(\text{GPD}) - 2,482 \cdot \text{προσδόκιμο ζωής} + 0,188 \cdot \text{μέση ηλικία} + 0,270 \cdot \text{επίπεδο μόρφωσης}$$

Παρατηρήσεις

- (α) Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή (απόλυτη) του συντελεστή μιας μεταβλητής/παράγοντα στην παραπάνω εξίσωση τόσο πιο σημαντικός είναι στον αριθμό των θανάτων από πόση μη κατάλληλου νερού. Έτσι βλέπουμε ότι σημαντικότερος παράγοντας είναι το Α.Ε.Π. και ακολουθεί το προσδόκιμο ζωής.
- (β) Στον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι με την παρουσία των άλλων μεταβλητών, η μέση ηλικία και το επίπεδο μόρφωσης είναι μη στατιστικά σημαντικές (0,574 και 0,353 αντίστοιχα), οπότε δεν παρέχουν επιπλέον πληροφορία (συνδέονται ισχυρά με κάποια από τις μεταβλητές) και θα έπρεπε να απαλειφθούν ίσως. Γι αυτό τον λόγο χρησιμοποιούμε στην κατασκευή του μοντέλου τη μέθοδο Stepwise.

Μέθοδος Stepwise

Death rates– Life expectancy, LOG(GDP) Per Capita PPP, Median age, Tertiary education
Μέθοδος: Stepwise

Πίνακας 4.21: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π. & προσδόκιμο ζωής

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.786 ^a	.618	.615	17.48038
2	.795 ^b	.631	.626	17.23572

a. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020

b. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020, Logarithm of GDP

Ο συντελεστής συσχέτισης (αντ. προσδιορισμού) είναι απειροελάχιστα μικρότερος από αυτόν που παίρνει κανείς με τη μέθοδο enter, οπότε η ερμηνεία του είναι ανάλογη. Η μόνη διαφορά είναι τώρα ότι, οι μεταβλητές που τελικά συμμετέχουν στο μοντέλο μας είναι το προσδόκιμο ζωής και το Α.Ε.Π. (λογάριθμος), με σπουδαιότερη αυτήν του Α.Ε.Π. Ακόμα, η σχέση αυτή όπως βλέπουμε και από τον παρακάτω πίνακα είναι στατιστικά σημαντική (sig <0,001).

Πίνακας 4.22: Anova αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π & προσδόκιμο ζωής

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	67272.277	1	67272.277	220.158	.000 ^b
	Residual	41556.644	136	305.564		
	Total	108828.921	137			
2	Regression	68724.474	2	34362.237	115.671	.000 ^c
	Residual	40104.447	135	297.070		
	Total	108828.921	137			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020

c. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020, Logarithm of GDP

Πίνακας 4.23: Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-Α.Ε.Π. & προσδόκιμο ζωής

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	241.508	15.280		15.805	.000
	Life Expectancy (years) 2020	-3.076	.207	-.786	-14.838	.000
2	(Constant)	201.063	23.698		8.484	.000
	Life Expectancy (years) 2020	-2.342	.390	-.599	-6.010	.000
	Logarithm of GDP	-12.172	5.505	-.220	-2.211	.029

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Το μοντέλο πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, που κατασκευάζεται σε αυτή την περίπτωση, του αριθμού θανάτων σε σχέση με το Α.Ε.Π. και το προσδόκιμο ζωής θα δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός θανάτων} = 201,063 - 12,172 \cdot \log(\text{GPD}) - 2,342 \cdot \text{προσδόκιμο ζωής}$$

4.5 Ταξινόμηση χωρών αναφορικά με τον αριθμό θανάτων

Μία επιπλέον διαδικασία, με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να κατατάξουμε/ταξινομήσουμε τις χώρες ανάλογα με τον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε κατάλληλο πόσιμο νερό, είναι η λεγόμενη **ανάλυση συστάδων (cluster analysis)**. Η διαδικασία δημιουργεί ομοειδείς ομάδες με τη βοήθεια ενός αριθμού μεταβλητών/χαρακτηριστικών. Εδώ σαν μεταβλητές ταξινόμησης θα χρησιμοποιήσουμε τις:

- (i) αριθμός θανάτων
- (ii) προσδόκιμο ζωής
- (iii) Α.Ε.Π. (λογάριθμος)
- (iv) μέση ηλικία

(δεν χρησιμοποιούμε το επίπεδο εκπαίδευσης γιατί υπάρχουν χώρες για τις οποίες δεν έχουμε δεδομένα και το αποτέλεσμα της ταξινόμησης που παίρνουμε δεν είναι ικανοποιητικό). Η μέθοδος ανάλυσης συστάδων που θα χρησιμοποιήσουμε είναι η **k-means**.

Με τη βοήθεια του προγράμματος SPSS παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πίνακας 4.24: Ομάδες και αριθμός χωρών που συμμετέχουν

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	131.000
	2	14.000
	3	36.000
	4	1.000
Valid		182.000
Missing		.000

Στον παραπάνω πίνακα διακρίνεται ο αριθμός των ομάδων που σχηματίζονται όπως επίσης και ο αριθμός των χωρών που συμμετέχουν σε κάθε μία από τις ομάδες. Σχηματίζονται λοιπόν 4 ομάδες, η 1^η με 131 χώρες, η 2^η με 14, η 3^η με 36^η και η 4^η με 1 (την Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία που απέχει πολύ από τις υπόλοιπες, ως προς τον αριθμό των θανάτων, οπότε συγκροτεί μία ξεχωριστή ομάδα).

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει τα χαρακτηριστικά των ομάδων (κέντρα). Έτσι (αν εξαιρέσει κανείς την 4^η ομάδα που στην ουσία είναι η Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία)

- Η 2^η ομάδα χαρακτηρίζεται από τον μεγάλο αριθμό θανάτων (88/100.000), μικρότερο (μέσο) προσδόκιμο ζωής, το μικρότερο (σε σχέση με τις άλλες ομάδες) Α.Ε.Π. και τη μικρότερη μέση ηλικία (πράσινο χρώμα). Αν παρατηρήσει κανείς τον τελευταίο πίνακα excel, τότε οι χώρες που είμαι μέλη της ομάδας είναι οι χώρες της υποσαχάριας Αφρικής που έχουμε (ήδη) δει ότι σε αυτές το πρόβλημα παρουσιάζεται στην πιο έντονη μορφή του.
- Η 3^η ομάδα είναι αυτή στην οποία το πρόβλημα της μη πρόσβασης σε κατάλληλο για πόση νερό, είναι λιγότερο έντονο (σε σχέση με τη 2^η). (43 θάνατοι/100.000). Εδώ συμμετέχουν χώρες της Αφρικής όπως και της Νοτιοανατολικής Ασίας. (κόκκινα δεδομένα).
- Η 1^η ομάδα είναι αυτή στην οποία το πρόβλημα φαίνεται να έχει αντιμετωπιστεί σε μεγάλο βαθμό. Είναι χώρες με το μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής, μεγαλύτερο Α.Ε.Π. και τον μικρότερο αριθμό θανάτων (2,84/100.000). Σε αυτή την ομάδα συμμετέχουν οι υπόλοιπες (ανεπτυγμένες κυρίως), χώρες (μπλε δεδομένα).

Πίνακας 4.25: Κέντρα των ομάδων

Final Cluster Centers

	Cluster			
	1	2	3	4
Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)	2.84	87.88	43.89	197.64
Life Expectancy (years) 2020	75.91	60.90	65.40	53.68
Median age (years) 2020	32.9	17.5	19.8	14.7
Logarithm of GDP	1.27	.26	.56	-.03

Πίνακας 4.26: Ομάδες 2 και 3 και χώρες που συμμετέχουν

Ομάδα 3	Ομάδα 3	Ομάδα 2
Αϊτή	Κένυα	Γουινέα-Μπισάου
Ανατολικό Τιμόρ	Κομόρες	Λεσότο
Ινδία	Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό	Μαδαγασκάρη
Ινδονησία	Λιβερία	Μάλι
Μπαγκλαντές	Μαλάουι	Μπουρκίνα Φάσο
Νεπάλ	Μαυριτανία	Μπουρούντι
Πακιστάν	Μοζαμβίκη	Νίγηρας
Αιθιοπία	Μπενίν	Νιγηρία
Ακτή του Ελεφαντοστού	Μποτσουάνα	Σιέρα Λεόνε
Ανγκόλα	Ναμίμπια	Σομαλία
Γκάμπια	Νότια Αφρική	Τόγκο
Γκάνα	Ουγκάντα	Τσαντ
Γουινέα	Ρουάντα	Κιριμπάτι
Κονγκό	Σενεγάλη	Νησιά Σολομώντα
Ζάμπια	Τανζανία	
Ζιμπάμπουε	Τζιμπουτί	
Σουαζιλάνδη	Βανουάτου	
Καμερούν	Παπούα Ν.Γουινέα	

4.6 Ανάλυση δεδομένων Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ανάλυση δεδομένων Ευρωπαϊκής Ένωσης

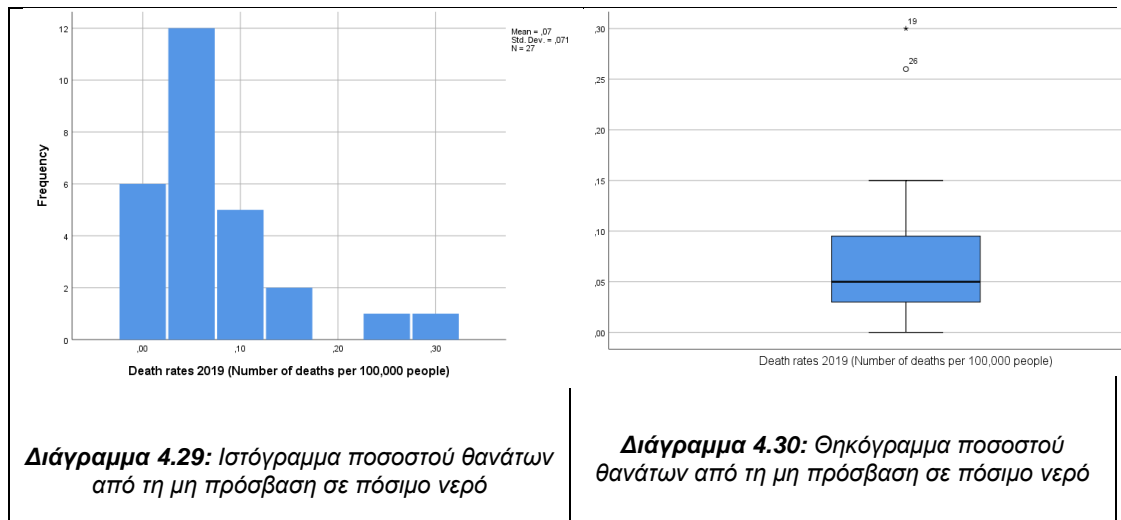
Θα συνεχίσουμε την (στατιστική) ανάλυση μας με τα δεδομένα των 27 χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο βασικός λόγος για την ανάλυση αυτή βρίσκεται στην εξέταση του εάν τηρούνται τα αυστηρά μέτρα και οι μηχανισμοί ελέγχου που περιγράφονται στην οδηγία (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης όπως έχουμε δει σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Πίνακας 4.27: Περιγραφικά στατιστικά αριθμού θανάτων

Statistics		
Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)		
N	Valid	27
	Missing	0
Mean		,0737
Median		,0500
Mode		,01 ^a
Std. Deviation		,07094
Variance		,005
Skewness		1,973
Std. Error of Skewness		,448
Kurtosis		4,240
Std. Error of Kurtosis		,872
Range		,30

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Όπως μπορεί να δει κανείς από τα περιγραφικά στοιχεία, των δεδομένων του παραπάνω πίνακα, το πρόβλημα θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό (ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης) είναι σχεδόν ανύπαρκτο: μέσος αριθμός θανάτων 0,07/100.000 κατοίκους και διάμεσος 0,05/100.00 κατοίκους. Τα ίδια αποτελέσματα είναι φανερά τόσο από το ιστόγραμμα αλλά και το θηκόγραμμα των δεδομένων.



Στο θηκόγραμμα εμφανίζονται δύο χώρες με ακραίες τιμές (θανάτων) σε σχέση με τις άλλες χώρες της Ε.Ε.: η Ουγγαρία (19 στο θηκόγραμμα) με 0,3 θανάτους/100.000 κατοίκους και η Τσεχία (26 στο θηκόγραμμα) με 0,25 θανάτους / 100.000 κατοίκους αντίστοιχα, αλλά και εκεί το πρόβλημα φαίνεται να είναι λιγότερο σημαντικό σε σχέση με τα αποτελέσματα από όλες τις χώρες του κόσμου.

Ένας λόγος που ο αριθμός των θανάτων, στις χώρες της Ε.Ε., έχει σχεδόν μηδενιστεί είναι ίσως το ότι η Ε.Ε. έχει σαν αρχή την (αυστηρή) εφαρμογή (στις χώρες μέλη της) των πολιτικών που αποφασίζονται (με αντίστοιχους μηχανισμούς ελέγχου της εφαρμογής τους).

Στη συνέχεια της ανάλυσης, είδαμε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τους παράγοντες:

- Α.Ε.Π
- Μέση ηλικία
- Επίπεδο μόρφωσης

και αυτό γιατί δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους παραπάνω παράγοντες, στις χώρες της Ε.Ε.

Μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση (αν και σχετικά ασθενής, $R^2=0,358$), υπάρχει μεταξύ του *αριθμού των θανάτων και του αναμενόμενου χρόνου ζωής* (όπως μπορεί να δει κανείς στους παρακάτω πίνακες)

Πίνακας 4.28: Ανονα αριθμού θανάτων- προσδόκιμου ζωής

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,047	1	,047	13,961	,001 ^b
	Residual	,084	25	,003		
	Total	,131	26			

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

b. Predictors: (Constant), Life Expectancy (years) 2020

Πίνακας 4.29: Συντελεστής συσχέτισης, προσδιορισμού αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,599 ^a	,358	,333	,05795

Η σχέση είναι αρνητική όπως θα περίμενε κανείς, οπότε όταν μεγαλώνει το αναμενόμενο της διάρκειας ζωής μειώνεται ο αριθμός θανάτων από την μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό.

Πίνακας 4.30: Απλή γραμμική παλινδρόμηση αριθμού θανάτων-προσδόκιμου ζωής

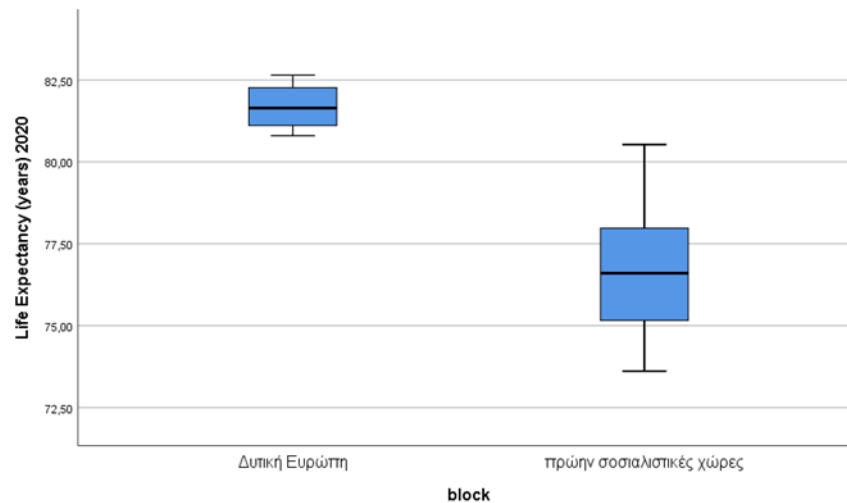
Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1,238	,312		3,970	,001
Life Expectancy (years) 2020	-,015	,004	-,599	-3,736	,001

a. Dependent Variable: Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)

Θέλοντας να εξακριβώσουμε γιατί συμβαίνει το παραπάνω (στην Ε.Ε.), χωρίσαμε τις χώρες σε δυο μεγάλες ομάδες: η μία είναι οι πρώην σοσιαλιστικές χώρες και η άλλη οι υπόλοιπες. Είδαμε λοιπόν ότι, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αναμενόμενη διάρκεια ζωής ενός ατόμου: 76,6 χρόνια στις πρώην σοσιαλιστικές χώρες έναντι 81,7 χρόνια για τις υπόλοιπες.

Πίνακας 4.31: Περιγραφικά στατιστικά προσδόκιμου ζωής

Descriptives				Statistic	Std. Error
Life Expectancy (years) 2020	Δυτική Ευρώπη	Mean		81,6925	,15596
		95% Confidence Interval for Mean			
		Lower Bound		81,3601	
		Upper Bound		82,0249	
		5% Trimmed Mean		81,6889	
		Median		81,6450	
	Πρώην σοσιαλιστικές χώρες	Mean		76,5636	,61565
		95% Confidence Interval for Mean			
		Lower Bound		75,1919	
		Upper Bound		77,9354	
		5% Trimmed Mean		76,5074	
		Median		76,6000	



Διάγραμμα 4.31: Θηκόγραμμα προσδόκιμοι ζωής στις Ευρωπαϊκές πρώην σοσιαλιστικές χώρες και τις υπόλοιπες χώρες της Δυτικής Ευρώπης. Το ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά, στο προσδόκιμο ζωής, ανάμεσα στις χώρες Δυτικής Ευρώπης και σε πρώην σοσιαλιστικές χώρες, δίνει (ίσως) στατιστικά σημαντική συσχέτιση (στις χώρες της ΕΕ), ανάμεσα στον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό και στο προσδόκιμο ζωής.

Τελειώνοντας την ανάλυση, εάν κάποιος προσπαθήσει να ομαδοποιήσει τις χώρες της Ε.Ε. αναφορικά με τους παράγοντες:

- Α.Ε.Π (λογάριθμος)
- Αριθμός θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό
- Εκπαίδευση
- Μέση ηλικία
- Αναμενόμενη διάρκεια ζωής

παίρνει τρεις ομάδες χωρών, που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.32: Ομάδες 1, 2 και 3 χωρών της Ε.Ε.

Γαλλία	1	Βέλγιο	3
Ιταλία	1	Βουλγαρία	3
Μάλτα	1	Γερμανία	3
Πορτογαλία	1	Δανία	3
Ρουμανία	1	Εσθονία	3
Σλοβακία	1	Κροατία	3
Τσεχία	1	Ισπανία	3
Ελλάδα	2	Λετονία	3
Ιρλανδία	2	Λιθουανία	3
Κύπρος	2	Ολλανδία	3
Λουξεμβούργο	2	Ουγγαρία	3
		Πολωνία	3
		Σλοβενία	3
		Σουηδία	3
		Φινλανδία	3

Τα χαρακτηριστικά των ομάδων αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.33: Κέντρα των ομάδων

Final Cluster Centers			
	Cluster		
	1	2	3
Life Expectancy (years) 2020	79,85	81,54	78,95
Death rates 2019 (Number of deaths per 100,000 people)	,08	,03	,08
Logarithm of GDP	1,57	1,76	1,58
Tertiary education (%) 2010	7,94	22,15	14,31
Median age (years) 2020	42,3	39,3	42,4

- Η 2^η ομάδα (που αποτελείται από τις χώρες Ελλάδα, Κύπρος, Λουξεμβούργο, Ιρλανδία) παρουσιάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά: έχει τη μεγαλύτερη μέση αναμενόμενη διάρκεια ζωής, λιγότερους θανάτους από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, σχετικά μεγαλύτερο (ίσως λόγω Λουξεμβούργου) Α.Ε.Π και μεγαλύτερο ποσοστό (τουλάχιστον) 12ετούς εκπαίδευσης.
- Η 3^η ομάδα έχει ίσως τα λιγότερο καλά χαρακτηριστικά: μικρότερο προσδόκιμο ζωής και μεγαλύτερο αριθμό θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό (η ομάδα αποτελείται από τις περισσότερες χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης).
- Η 1^η ομάδα έχει χαρακτηριστικά ανάλογα με αυτά της 3^{ης}.

5. Συμπεράσματα και προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Το πρόβλημα είναι ότι το πιο σημαντικό αγαθό για την επιβίωση του ανθρώπου, το **νερό**, δεν είναι εύκολα προσβάσιμο σε κάποιες περιοχές του κόσμου ενώ σε άλλες η ποιότητα του διαθέσιμου νερού είναι πολύ χαμηλή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι πληθυσμοί των περιοχών αυτών να είναι επιρρεπείς σε μολυσματικές ασθένειες, όπως η χολέρα, η ηπατίτιδα Α, ο τύφος, η πολιομυελίτιδα, η δυσεντερία και η διάρροια.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία:

(I) Αρχικά, παρουσιάστηκαν *οι κυριότερες αιτίες θανάτων, τόσο παγκοσμίως όσο και ανά Περιφέρεια του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας*, με σκοπό να γίνει εμφανές σε ποιες περιοχές είναι μεγαλύτερο το ποσοστό θνησιμότητας από την έλλειψη ασφαλών πηγών πόσιμου νερού. Συγκρίνοντας λοιπόν τις περιφέρειες αυτές παρατηρήθηκε ότι οι περιοχές που εμφανίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι:

- η Αφρική και
- η Νοτιοανατολική Ασία με πολύ σημαντικά ποσοστά θνησιμότητας.
- Το πρόβλημα εντοπίζεται ακόμα εντονότερο στις χώρες της υποσαχάριας Αφρικής καθώς οι 9 από τις 10 χώρες με το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό (σε σχέση με λοιπές αιτίες θανάτου) είναι χώρες της υποσαχάριας Αφρικής.

Εξετάζοντας τα διαγράμματα όλων των περιοχών του Π.Ο.Υ., αναφορικά με τα ποσοστά θνησιμότητας εξ αιτίας της κατανάλωσης μη πόσιμου νερού, γίνεται εμφανές το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στις εύπορες και άπορες περιοχές του κόσμου. Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι, σχεδόν σε όλες τις περιφέρειες του Π.Ο.Υ. στις κύριες αιτίες θανάτου βρίσκονται η υψηλή αρτηριακή πίεση, το κάπνισμα, ο διαβήτης, η παχυσαρκία και το αλκοόλ, δηλαδή αιτίες που βασίζονται στις κακές συνήθειες του σύγχρονου τρόπου ζωής.

(II) Στη συνέχεια, παρουσιάζονται *τα ποσοστά πρόσβασης πληθυσμού σε ασφαλές πόσιμο νερό*. Είναι φανερό ότι η συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού της Ευρώπης και της Βόρειας Αμερικής έχει πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό από το 1990 μέχρι και σήμερα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε επίσης ότι, έχουν γίνει μεγάλα βήματα για τη λύση του προβλήματος στις περισσότερες περιοχές του κόσμου με μεγαλύτερα αυτά που έγιναν στην Κεντρική και Νότια Ασία καθώς και στην Αφρική. Τη μεγαλύτερη πρόοδο ως προς το πρόβλημα την παρουσιάζει η Ασία παρόλο που ακόμα απέχει αρκετά από την ολοκληρωτική αντιμετώπιση του. Στην περιοχή της υποσαχάριας Αφρικής έγιναν θετικά βήματα τα τελευταία 20 χρόνια αλλά το πρόβλημα εξακολουθεί να είναι πάρα πολύ σημαντικό με πάνω από το μισό πληθυσμό της να μην έχει πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό.

(III) Κατόπιν, παρουσιάστηκαν διαγράμματα χρονοσειρών που δείχνουν *το ποσοστό θανάτων του πληθυσμού κάθε περιφέρειας που οφείλεται σε μη πρόσβαση/κατανάλωση ασφαλούς πόσιμου νερού* (για τα έτη 1990-2019), *σε σχέση με τους συνολικούς θανάτους* ανά περιφέρεια για κάθε περιφέρεια του Π.Ο.Υ. Μέσα σε αυτά στα 30 χρόνια της μελέτης υπήρξε αξιοσημείωτη μείωση (περίπου 50%) του ποσοστού των θανάτων αυτών παγκοσμίως. Παρόλα αυτά το ποσοστό των θανάτων που παραμένει μπορεί να μειωθεί περαιτέρω με τις κατάλληλες ενέργειες.

- Στην περιφέρεια της Ευρώπης παρατηρούμε ότι το ποσοστό της θνησιμότητας εξαιτίας μη ασφαλών πηγών νερού ήταν από το 1990 αμελητέο. Παρόλα αυτά μέχρι το 2009 το ποσοστό αυτό σχεδόν μηδενίστηκε με αποτέλεσμα τα 10 επόμενα χρόνια να παρατηρείται μία πολύ μικρή μείωση.
- Αντίστοιχα και η περιφέρεια της Αμερικής φαίνεται να μην αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα όσον αφορά την πρόσβαση σε ασφαλές καθαρό νερό. Όπως και στην περίπτωση της Ευρωπαϊκής περιφέρειας το μικρό ποσοστό θνησιμότητας που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές πόσιμου νερού φαίνεται να αντιμετωπίζεται σε μεγάλο βαθμό από το 1990 ως το 2009 συνεχίζοντας όμως μικρή αλλά πτωτική πορεία τα 10 επόμενα χρόνια.
- Το ίδιο μοτίβο με τις παραπάνω δύο περιφέρειες φαίνεται να παρουσιάζει και το διάγραμμα της περιφέρειας του Δυτικού Ειρηνικού όσον αφορά το ποσοστό θνησιμότητας. Το ήδη πολύ μικρό ποσοστό θανάτων εξαιτίας μη ασφαλών πηγών νερού φαίνεται να μειώνεται ακόμα περισσότερο τα πρώτα 20 χρόνια όπου και σχεδόν εκμηδενίζεται. Όπως είναι αναμενόμενο από το 2009 μέχρι το 2019 παρατηρούμε μια πολύ μικρή μείωση του ποσοστού το οποίο έχει σχεδόν εκμηδενιστεί.
- Όσον αφορά την περιφέρεια της Ανατολικής Μεσογείου το πρόβλημα εμφανιζόταν αρκετά έντονο το 1990 αλλά ως το 2019 αντιμετωπίστηκε σε σημαντικό βαθμό. Το ποσοστό θανάτων που οφείλεται σε μη ασφαλείς πηγές νερού μπορεί να μειώθηκε αλλά παραμένει σημαντικό.

Ακολουθούν οι περιφέρειες της Αφρικής και της Νοτιοανατολικής Ασίας οι οποίες παρουσιάζουν και το μεγαλύτερο πρόβλημα.

- Το διάγραμμα για την περιφέρεια της Αφρικής επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των παραπάνω παραγράφων καθώς το ποσοστό θνησιμότητας είναι πολύ υψηλό σε σχέση με τις υπόλοιπες περιφέρειες του Π.Ο.Υ. Παρόλο που το ποσοστό μειώθηκε σημαντικά στη διάρκεια αυτών των 30 χρόνων, παραμένει αρκετά μεγάλο και το 2019.
Σύμφωνα με τον πίνακα 4.2 που απεικονίζει τις 10 χώρες με το μεγαλύτερο αριθμό θανάτων ανά 100.000 κατοίκους το έτος 2019 μπορούμε να επιβεβαιώσουμε για ακόμη μία φορά ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα εντοπίζεται στην Αφρική και ιδιαίτερα στις υποσαχάριες χώρες καθώς και οι 10 αυτές χώρες βρίσκονται στην Περιφέρεια της Αφρικής του Π.Ο.Υ.
- Στην περιφέρεια της Νοτιοανατολικής Ασίας παρατηρούμε το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων τόσο το 1990 όσο και το 2019. Παρά την πολύ σημαντική μείωση της θνησιμότητας σε αυτή την τριακονταετία το ποσοστό παραμένει πολύ υψηλό ειδικότερα αν συγκριθεί με τα ποσοστά των υπόλοιπων περιφερειών.

(IV) Στη συνέχεια εξετάσαμε τις πιθανές συσχετίσεις μεταξύ του αριθμού των θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πηγές πόσιμου νερού με μία σειρά από πιθανές μεταβλητές με τη βοήθεια του προγράμματος στατιστικής ανάλυσης δεδομένων SPSS.

- ✓ Ο πρώτος παράγοντας που εξετάστηκε ήταν το προσδόκιμο ζωής των πολιτών μιας χώρας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που πήραμε από την ανάλυση, φαίνεται ότι υπάρχει αρνητική, ισχυρή, στατιστικά σημαντική, συσχέτιση ανάμεσα στο προσδόκιμο ζωής και τον αριθμό των θανάτων που οφείλονται

σε μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι χώρες που εμφανίζουν μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής, δηλαδή οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν μικρότερο αριθμό θανάτων από την έλλειψη ασφαλών πηγών πόσιμου νερού (αντίστοιχα, οι 5 χώρες με το μικρότερο προσδόκιμο ζωής -και λιγότερο ανεπτυγμένες- έχουν από τους μεγαλύτερους αριθμούς θανάτων που οφείλονται σε μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό).

- ✓ Η επόμενη μεταβλητή που εξετάσαμε ήταν το *Α.Ε.Π. κάθε χώρας*, το οποίο φαίνεται να έχει και αυτό ισχυρή (αρνητική), στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό των θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Αν παρατηρήσουμε το διάγραμμα που κατασκευάστηκε θα διαπιστώσουμε ότι όταν αυξάνεται το Α.Ε.Π. μίας χώρας τότε (συνήθως) μειώνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό. Πιο συγκεκριμένα, από την ανάλυση είναι εμφανές ότι οι χώρες με το μικρότερο Α.Ε.Π.-μεγαλύτερο αριθμό θανάτων είναι οι χώρες της Αφρικανικής περιφέρειας του Π.Ο.Υ.
- (V) Στη συνέχεια της μελέτης, χωρίσαμε το Α.Ε.Π. κάθε χώρας ανάλογα με το ύψος του σε 4 κατηγορίες: υψηλό εισόδημα, μέσο προς υψηλό εισόδημα, μέσο προς χαμηλό εισόδημα και χαμηλό εισόδημα και συγκρίναμε το ποσοστό του πληθυσμού που έχει πρόσβαση σε πόσιμο νερό ανά κατηγορία εισοδήματος από το 2000 ως το 2020. Παρότι παρατηρούμε ότι υπάρχει ανοδική πορεία στο ποσοστό του πληθυσμού που έχει πρόσβαση σε πόσιμο νερό σε όλες τις κατηγορίες εισοδήματος, γίνεται ξεκάθαρο ότι όσο μικρότερο είναι το ποσό του εισοδήματος των πολιτών μιας χώρας, τόσο πιο έντονο είναι το πρόβλημα.
- ✓ Ο τρίτος παράγοντας που εξετάστηκε είναι η *μέση ηλικία του πληθυσμού* μιας χώρας. Όπως και οι δύο προηγούμενοι παράγοντες, έτσι και αυτός φαίνεται να έχει αρκετά ισχυρή (αρνητική) στατιστικά σημαντική συσχέτιση με τον αριθμό των θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Σύμφωνα με το αντίστοιχο διάγραμμα διασποράς που δημιουργήθηκε, γίνεται φανερό ότι όσο αυξάνεται η μέση ηλικία μιας χώρας τόσο μειώνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πηγές καθαρού πόσιμου νερού.
- ✓ Μία ακόμη μεταβλητή που εξετάσαμε είναι το *μορφωτικό επίπεδο των πολιτών* μιας χώρας. Υπάρχει ισχυρή (αρνητική), στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στον παράγοντα αυτό και στον αριθμό θανάτων που οφείλονται στη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό αλλά παρατηρούμε ότι είναι αρκετά ασθενέστερη συγκριτικά με τους παράγοντες που έχουμε εξετάσει μέχρι τώρα. Σύμφωνα με το αντίστοιχο διάγραμμα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, όσο μειώνεται το επίπεδο μόρφωσης των πολιτών τόσο αυξάνεται ο αριθμός των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό, όπως ήταν αναμενόμενο καθώς οι χώρες που εμφανίζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι Αφρικανικές.
- ✓ Επίσης εξετάσαμε εάν το *γεωγραφικό πλάτος* μιας χώρας είναι ένας επιπλέον παράγοντας που επηρεάζει το ποσοστό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Καταλήξαμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι, η συσχέτιση του γεωγραφικού πλάτους μιας χώρας και του αριθμού των θανάτων που οφείλονται στην έλλειψη πρόσβασης σε πηγές πόσιμου καθαρού νερού είναι αρκετά ισχυρή (αρνητική) στατιστικά σημαντική αν και ασθενέστερη από όλες τις προηγούμενες που εξετάστηκαν.

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Enter και στη συνέχεια τη μέθοδο Stepwise εξετάσαμε πως συνεισφέρουν συνδυαστικά οι 4 παράγοντες (προσδόκιμο ζωής, Α.Ε.Π. , μέση ηλικία και επίπεδο μόρφωσης) στον αριθμό των θανάτων λόγω μη πρόσβασης σε κατάλληλο για πόση νερό. Χρησιμοποιώντας και τις 2 μεθόδους καταλήξαμε στο εξής συμπέρασμα: ο σημαντικότερος παράγοντας για τον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό είναι:

- το Α.Ε.Π. μιας χώρας και
- στη συνέχεια το προσδόκιμο ζωής.

Τέλος, μία επιπλέον διαδικασία η οποία επιβεβαίωσε τα παραπάνω αποτελέσματα, ήταν η ανάλυση συστάδων και ιδιαίτερα η μέθοδος της k-means (δημιουργία ομοειδών ομάδων με τη βοήθεια των μεταβλητών/χαρακτηριστικών: (i) αριθμός θανάτων (ii) προσδόκιμο ζωής (iii) Α.Ε.Π. (λογάριθμος) (iv) μέση ηλικία. Δημιουργήθηκαν 4 ομάδες, η 1^η με 131 χώρες, η 2^η με 14, η 3^η με 36^η και η 4^η με 1 (την Κεντρική Αφρικανική Δημοκρατία που απέχει πολύ από τις υπόλοιπες, ως προς τον αριθμό των θανάτων, οπότε συγκροτεί μία ξεχωριστή ομάδα). Έτσι (αν εξαιρέσει κανείς την 4^η ομάδα), συμπεραίνει ότι:

- Στην 1^η ομάδα το πρόβλημα φαίνεται να έχει αντιμετωπιστεί σε μεγάλο βαθμό. Είναι χώρες με το μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής, μεγαλύτερο Α.Ε.Π. και τον μικρότερο αριθμό θανάτων (2,84/100.000). Σε αυτή την ομάδα συμμετέχουν οι ανεπτυγμένες κυρίως χώρες.
- Η 2^η ομάδα χαρακτηρίζεται από τον μεγάλο αριθμό θανάτων (88/100.000), μικρότερο (μέσο) προσδόκιμο ζωής, το μικρότερο (σε σχέση με τις άλλες ομάδες) Α.Ε.Π. και τη μικρότερη μέση ηλικία. Οι χώρες που είμαι μέλη της ομάδας είναι οι χώρες της υποσαχάριας Αφρικής που έχουμε (ήδη) δει ότι σε αυτές το πρόβλημα παρουσιάζεται στην πιο έντονη μορφή του.
- Η 3^η ομάδα είναι αυτή στην οποία το πρόβλημα της μη πρόσβασης σε κατάλληλο για πόση νερό, είναι λιγότερο έντονο (σε σχέση με τη 2^η) με 43 θανάτους/100.000. Εδώ συμμετέχουν χώρες της Αφρικής όπως και της Νοτιοανατολικής Ασίας.

5.2 Προτάσεις

Ο Οργανισμός Ενωμένων Εθνών έχει αναγνωρίσει το πρόβλημα που έχουν κάποιες περιοχές του κόσμου όσον αφορά την πρόσβαση σε πόσιμο καθαρό νερό και ένας από τους πιο σημαντικούς **στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης (sustainable development goals)** που έχει θέσει (για επίτευξη μέχρι το 2030) είναι η *διασφάλιση διαθεσιμότητας και βιώσιμης διαχείρισης νερού και αποχέτευσης για όλους (στόχος #6)*.

Πιο συγκεκριμένα, ο Ο.Η.Ε. θεωρεί ότι «Το καθαρό νερό είναι μια βασική ανθρώπινη ανάγκη και πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη σε όλους. Υπάρχει αρκετό νερό στον πλανήτη για να επιτευχθεί αυτό. Ωστόσο, λόγω κακών υποδομών, επενδύσεων και προγραμματισμού, εκατομμύρια άνθρωποι (και ιδιαίτερα παιδιά) πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες που σχετίζονται με την ανεπαρκή παροχή νερού, υγιεινής».

Έχει θέσει 8 προτεραιότητες για τον σκοπό αυτό και έχει ορίσει 11 δείκτες που δείχνουν το ποσοστό επίτευξης των προτεραιοτήτων αυτών. Σκοπός είναι το έτος 2030 να επιτευχθεί καθολική και δίκαιη πρόσβαση σε ασφαλές και οικονομικά προσιτό πόσιμο νερό σε όλους.



Εικόνα 5.1: Στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης (Ο.Η.Ε.)⁽³¹⁾

Μερικές προτάσεις αντιμετώπισης του προβλήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Υποστήριξη της κατασκευής υποδομών:** θα πρέπει να επενδύσουμε στην κατασκευή και αναβάθμιση υποδομών ύδρευσης, περιλαμβανομένων δικτύων ύδρευσης, δεξαμενών αποθήκευσης και εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού. Αυτό θα βελτιώσει την πρόσβαση σε καθαρό πόσιμο νερό.
- **Προώθηση της υγιεινής και εκπαίδευσης:** η διεξαγωγή εκπαιδευτικών και ενημερωτικών προγραμμάτων για την υγιεινή και την ασφάλεια του νερού καθώς και η σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων θα βοηθήσει σημαντικά στη μείωση του προβλήματος.
- **Αειφόρος διαχείριση των υδάτινων πόρων:** ανάπτυξη προγραμμάτων για την αειφόρο διαχείριση των υδάτινων πόρων, συμπεριλαμβανομένης της συλλογής και αποθήκευσης βροχόνερων και της αποκατάστασης πηγών νερού.
- **Χρήση τεχνολογίας:** εφαρμογή τεχνολογικών καινοτομιών, όπως τα συστήματα απολύμανσης νερού με ηλιακή ενέργεια, αφρούς απολύμανσης ή φίλτρα νερού χαμηλού κόστους, για την επεξεργασία υποβαθμισμένου νερού και τη βελτίωση της ποιότητάς του.
- **Συνεργασία μεταξύ τοπικών και διεθνών φορέων:** σημαντική είναι η συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, μη κυβερνητικών οργανώσεων και διεθνών φορέων για την αντιμετώπιση της έλλειψης πρόσβασης σε καθαρό πόσιμο νερό. Η συνεργασία αυτή μπορεί να προσφέρει επιπρόσθετους πόρους, τεχνογνωσία και υποστήριξη για την επίλυση του προβλήματος.

Οι παραπάνω προτάσεις είναι εφικτές μόνο με την κατάλληλη χρηματοδότηση από τις εύπορες χώρες στις οποίες έχει σχεδόν εξαλειφθεί το πρόβλημα της μη πρόσβασης σε πόσιμο καθαρό νερό/πρόσβασης σε μολυσμένο νερό. Είναι σημαντικό να

διασφαλίσουμε ότι όλοι οι άνθρωποι έχουν πρόσβαση σε ασφαλές και καθαρό νερό, καθώς αυτό είναι ζωτικής σημασίας για την υγεία και την ευημερία τους.

Βέβαια, ουσιώδης παράμετρος αντιμετώπισης του όλου θέματος είναι η αυστηρή τήρηση της νομοθεσίας και η τακτική παρακολούθηση εφαρμογής της. Κι εάν κάτι τέτοιο είναι εφαρμόσιμο ήδη στην ΕΕ των 27 κρατών μελών λόγω του υποχρεωτικού σχετικού θεσμικού πλαισίου, δεν είναι αυτονόητο ότι ισχύει και στον υπόλοιπο κόσμο. Γι αυτό μια πρόταση θα μπορούσε να είναι η υιοθέτηση μιας διεθνούς σύμβασης για την πρόσβαση στο πόσιμο νερό που από τη στιγμή της κύρωσής της από τα συμβαλλόμενα κράτη θα ισχύει με ομοιόμορφο τρόπο σε αυτά. Και αυτό γιατί ναι μεν υπάρχουν οι κατευθυντήριες οδηγίες και συστάσεις του Π.Ο.Υ. , όμως φαίνεται ότι αυτές δεν αρκούν και ότι χρειάζεται ένα πιο δραστικό μέτρο, όπως η υπογραφή και εφαρμογή μιας διεθνούς σύμβασης.

5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Μερικές προτάσεις για (παραπέρα) μελλοντική έρευνα στο συγκεκριμένο πρόβλημα είναι και οι εξής:

- Μελέτη του προβλήματος της μη πρόσβασης σε πόσιμο νερό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Χρήση περισσότερων μεταβλητών/παραγόντων (και ιδιαίτερα ποιοτικών όπως π.χ. είδος πολιτεύματος, τυχόν πολεμική σύρραξη στο έδαφος μιας χώρας κ.α.) που τυχόν επηρεάζουν το πρόβλημα και εξέταση πιθανής συσχέτισης τους με τον αριθμό των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε κατάλληλο πόσιμο νερό.
- Χρήση (πιο) προχωρημένων μεθόδων Πολυμεταβλητής Στατιστικής στη μελέτη του προβλήματος και εξαγωγή επιπλέον συμπερασμάτων.
- Χρήση ίσως μεθόδων εξομάλυνσης χρονοσειρών, για την πρόβλεψη του αριθμού των θανάτων από τη μη πρόσβαση σε πόσιμο νερό, την ερχόμενη 10ετία.

6. Βιβλιογραφία και παραπομπές.

1. «CIA- The world fact book». [Central Intelligence Agency](#). Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 18 Μαΐου 2020. Ανακτήθηκε στις 20 Δεκεμβρίου 2008.
2. <https://hydrocosmos.gr/%CF%84%CE%BF-%CF%80%CF%8C%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%BF-%CE%BD%CE%B5%CF%81%CF%8C-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CF%83%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85/>
3. <https://www.veluda.com/gr/blog/ti-einai-to-posimo-nero-114>
4. <https://deyael.gr/%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82/>
5. Ευριπίδης Βλαχάκης (2021) «Συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων των φυσικοχημικών παραμέτρων για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, που αναλύθηκαν στο εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τις Π.Ε. Μαγνησίας και Φθιώτιδας για τα έτη 2019-2020, Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Available at: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/56615/23165.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Accessed 25 April 2023)
6. <https://www.mednutrition.gr/portal/lifestyle/diatrofi/1097-poso-simantiko-einai-to-nero>
7. <https://www.deyat.gr/poioteta-zoes>
8. «MDG Report 2008» (PDF). Ανακτήθηκε στις 25 Ιουλίου 2010.
9. «Public Services» Αρχειοθετήθηκε 2012-04-07 στο [Wayback Machine](#)., Gapminder video
10. Baroni, L.; Cenci, L.; Tettamanti, M.; Berati, M. (2007). «Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems». *European Journal of Clinical Nutrition* **61** (2): 279–286. doi:10.1038/sj.ejcn.1602522. PMID 17035955.
11. Finkelstein, Richard A. (1996). «Cholera, *Vibrio cholerae* O1 and O139, and Other Pathogenic Vibrios». Στο: Baron, Samuel. *Medical Microbiology* (4η έκδοση). University of Texas Medical Branch at Galveston. ISBN 978-0-9631172-1-2. Πρότυπο:NCBIBook2.
12. «Cholera – *Vibrio cholerae* infection Information for Public Health & Medical Professionals». Centers for Disease Control and Prevention. 6 Ιανουαρίου 2015. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 20 Μαρτίου 2015. Ανακτήθηκε στις 17 Μαρτίου 2015.
13. «Cholera vaccines: WHO position paper». *Weekly Epidemiological Record* **85** (13): 117–28. Μάρτιος 2010. PMID 20349546. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 2015-04-13.
14. Ryan KJ, Ray CG (editors) (2004). *Sherris Medical Microbiology* (4th έκδοση). McGraw Hill. σελίδες 541–4. ISBN 0-8385-8529-9. CS1 maint: Extra text: authors list (link)
15. Matheny, SC; Kingery, JE (1 December 2012). «Hepatitis A.». *Am Fam Physician* **86** (11): 1027–34; quiz 1010–2. PMID 23198670.
16. Connor BA (2005). «Hepatitis A vaccine in the last-minute traveler». *Am. J. Med.* **118** (Suppl 10A): 58S–62S. doi:10.1016/j.amjmed.2005.07.018. PMID 16271543.
17. <https://helpa-prometheus.gr/hpatitida-a/>
18. «Hepatitis A Fact sheet N°328». *World Health Organization*. Ιουλίου 2013. Ανακτήθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2014.
19. Wasley, A; Fiore A; Bell, BP (2006). «Hepatitis A in the era of vaccination.». *Epidemiol Rev* **28**: 101-11. doi:10.1093/epirev/mxj012. PMID 16775039.
20. Αντωνία Χαιρετάκη, Μορ.Βιολόγος-Γενετιστής, 6 Απριλίου, 2021 <https://wikihealth.gr/health/tyfos/>
21. [Medlineplus](#). Ανάκτηση 12 Δεκεμβρίου 2011
22. Παπαπαναγιώτου Ι, Κυριαζοπούλου – Δαλαΐνα Β. Ρικέτσιες, Ιατρική μικροβιολογία & Ιολογία. Θεσσαλονίκη 2004
23. <https://vaccination-info.eu/el/enimerotika-deltia-shetika-me-tis-astheneies/poliomyelitida>
24. Nath A, Berger JR. Poliomyelitis. In: Goldman L, Ausiello D, eds. Cecil Medicine. 23rd ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier. 2007: chap 440.
25. Silver JK. Post-poliomyelitis syndrome. In: Frontera WR, Silver JK, Rizzo Jr TD, eds. Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier; 2008: chap 137.
26. «Dysentery». *who.int*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 5 Δεκεμβρίου 2014. Ανακτήθηκε στις 28 Νοεμβρίου 2014.
27. «Dysentery symptoms». *National Health Service*. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 23 Μαρτίου 2010. Ανακτήθηκε στις 22 Ιανουαρίου 2010.
28. «All About: Water and Health - CNN.com» edition.cnn.com. Ανακτήθηκε στις 15 Ιουνίου 2021.
29. <https://ourworldindata.org/grapher/who-regions>
30. <https://ourworldindata.org/water-access>

31. <https://unric.org/el/17-%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%87%CE%BF%CE%B9-%CE%B2%CE%B9%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B7%CF%83-%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CE%BE%CE%B7%CF%83/>

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΩΡΑ	Life Expectancy (years) 2020	Death rates 2019 (Number of deaths per 100.000 people)	GDP Per Capita PPP (\$) 2020	Median age (years) 2020	Tertiary education (%) 2010
Άγιος Μαρίνος	83.39	0.01	60,847	45.70	
Αλβανία	78.69	0.12	13,192	36.90	0.93
Αυστρία	81.19	0.01	51,858	42.60	9.37
Βέλγιο	80.80	0.09	48,770	40.80	17.69
Βόρεια Μακεδονία	75.69	0.12	15,931	38.00	
Βοσνία Ερζεγοβίνη	77.55	0.08	14,509	41.50	
Βουλγαρία	73.61	0.13	22,379	44.30	13.07
Γαλλία	82.18	0.05	42,321	41.40	10.60
Γερμανία	80.94	0.05	51,423	44.90	13.14
Δανία	81.55	0.07	55,820	41.20	14.98
Ελβετία	83.10	0.02	68,755	41.70	17.88
Ελλάδα	81.09	0.00	27,073	44.40	22.50
Εσθονία	78.35	0.04	35,257	41.40	18.87
Ηνωμένο Βασίλειο	80.90	0.03	42,676	39.50	15.31
Ιρλανδία	82.20	0.02	90,789	37.30	26.80
Ισλανδία	83.07	0.02	52,376	35.60	17.89
Ισπανία	82.33	0.04	36,211	43.50	14.96
Ιταλία	82.34	0.03	39,073	46.40	6.84
Κροατία	77.72	0.10	27,077	43.50	11.04
Κύπρος	81.14	0.06	38,816	37.10	20.75
Λετονία	75.39	0.05	30,100	43.40	12.42
Λευκορωσία	74.23	0.04	19,187	40.00	
Λιθουανία	74.93	0.10	37,107	43.50	15.60
Λουξεμβούργο	81.74	0.04	112,557	38.60	18.54
Μάλτα	82.65	0.01	39,980	39.00	10.52
Μαυροβούνιο	75.93	0.05	18,259	37.90	
Μολδαβία	72.01	0.18	12,324	35.80	8.76
Νορβηγία	83.21	0.06	63,548	39.00	12.16
Ολλανδία	81.41	0.03	54,324	41.70	15.63
Ουγγαρία	75.62	0.30	31,098	42.50	15.38
Ουκρανία	71.19	0.09	12,376	40.50	24.55
Πολωνία	76.60	0.11	32,399	40.50	11.37
Πορτογαλία	80.98	0.09	31,962	44.70	3.26
Ρουμανία	74.35	0.15	28,871	41.60	6.61
Ρωσία	71.34	0.11	26,456	38.60	24.74
Σερβία	74.23	0.11	18,255	42.80	8.97
Σλοβακία	76.87	0.06	30,510	40.20	8.76
Σλοβενία	80.53	0.02	37,051	42.90	13.25
Σουηδία	82.41	0.07	50,923	39.50	14.93
Τσεχία	78.23	0.26	38,511	42.20	7.59
Φινλανδία	82.13	0.01	47,154	42.20	12.35
Αγία Λουκία	76.34	1.89	12,049	32.70	

Άγιος Βικέντιος και Γρεναδίνες	72.66	2.81	12,044	32.80	
Άγιος Χριστόφορος και Νέβις	71.00	3.78	24,319	33.60	
Αϊτή	64.31	30.57	2,934	22.80	0.67
Αντίγκουα και Μπαρμπούντα	77.15	1.41	17,293	34.30	
Γουατεμάλα	74.53	15.57	8,393	21.70	0.00
Γρενάδα	72.43	1.10	14,489	30.50	
Δομινικανή Δημοκρατία	74.26	4.69	17,003	26.80	2.06
Ελ Σαλβαδόρ	73.53	3.55	7,983	25.90	3.92
Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	77.28	0.06	58,497	37.50	26.76
Τζαμάικα	74.59	1.14	8,761	30.30	8.37
Καναδάς	81.75	0.08	46,064	39.90	22.67
Κόστα Ρίκα	80.47	1.11	19,903	32.40	14.69
Μεξικό	75.13	2.22	17,852	28.70	9.81
Μπαρμπάντος	79.31	0.76	12,655	38.60	2.07
Μπελίζ	74.75	3.15	6,122	24.80	3.18
Νικαράγουα	74.70	2.92	5,280	24.20	10.33
Ντομίνικα	78.20	1.89	10,289	31.30	
Ονδούρα	75.45	11.36	5,138	23.10	1.93
Παναμάς	78.68	2.74	25,390	28.60	14.37
Τρινιδάντ και Τομπάγκο	73.63	1.18	23,722	35.00	6.48
Αργεντινή	76.81	0.62	19,691	31.00	2.87
Βολιβία	71.77	4.49	7,845	23.70	8.43
Βραζιλία	76.08	2.18	14,064	32.40	5.63
Γουιάνα	70.02	8.28	18,680	25.20	0.24
Εκουαδόρ	77.22	1.91	10,329	27.20	5.19
Κολομβία	77.46	1.07	13,449	30.40	18.55
Ουρουγουάη	78.06	0.94	21,608	35.00	3.50
Παραγουάη	74.36	1.98	12,390	25.30	3.88
Περου	76.95	2.26	11,261	28.00	12.27
Σουρινάμ	71.80	5.64	15,865	27.80	
Χιλή	80.33	0.48	23,325	34.50	5.92
Αζερμπαϊτζάν	73.12	0.80	13,727	31.00	
Ανατολικό Τιμόρ	68.48	22.94	3,926	20.00	
Αρμενία	75.22	0.11	12,620	34.10	15.03
Αφγανιστάν	65.17	6.62	1,971	16.60	3.65
Βιετνάμ	75.49	1.67	8,200	31.60	3.27
Γεωργία	73.92	0.21	13,966	36.30	
Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα	78.12	1.46	63,299	32.00	8.54
Ιαπωνία	84.62	0.11	40,232	48.00	18.91
Ινδία	69.89	57.20	6,166	27.30	4.85
Ινδονησία	71.91	30.50	11,445	29.20	3.73
Ιορδανία	74.66	0.46	9,817	23.10	3.80
Ιράκ	70.75	1.33	9,012	19.60	8.77
Ιράν	76.87	0.81	12,644	31.40	14.66

Ισραήλ	82.70	0.10	39,056	29.00	20.26
Καζακστάν	71.37	0.18	25,363	29.50	14.03
Καμπότζη	70.05	13.36	4,192	26.20	1.32
Κατάρ	80.36	0.42	85,290	32.00	10.05
Κίνα	77.10	0.27	16,316	37.40	2.71
Κιργιστάν	71.80	0.83	4,715	23.60	9.00
Κορέα, Νότια	83.43	0.18	42,336	42.80	30.04
Κουβέιτ	75.59	0.10	44,847	37.20	4.28
Λάος	68.22	21.35	7,811	23.50	3.30
Λίβανος	79.00	0.80	11,488	28.00	
Μαλαισία	76.31	3.43	26,472	29.50	5.81
Μαλδίβες	79.21	3.22	12,744	29.90	0.25
Μιανμάρ	67.36	13.80	4,857	28.80	5.15
Μογγολία	70.06	0.93	11,724	26.70	19.66
Μπαγκλαντές	72.87	26.64	4,871	25.90	2.28
Μπαχρέιν	77.42	1.28	41,481	31.90	7.76
Μπουτάν	72.08	16.41	10,551	27.60	
Μπρουνέι	76.00	0.35	62,201	31.30	6.51
Νεπάλ	71.07	27.21	3,800	23.20	1.75
Ομάν	78.08	1.66	29,502	28.80	
Ουζμπεκιστάν	71.85	0.30	7,332	26.40	
Πακιστάν	67.43	54.74	4,563	20.00	4.43
Σαουδική Αραβία	75.28	1.29	44,328	29.20	6.67
Σιγκαπούρη	83.74	0.08	93,397	41.20	29.71
Σρι Λάνκα	77.14	3.76	12,537	32.20	8.51
Ταϊλάνδη	77.34	5.42	17,285	38.80	10.47
Τατζικιστάν	71.30	5.26	3,658	21.30	3.74
Τουρκία	77.93	0.69	28,393	30.60	5.28
Τουρκμενιστάν	68.31	0.91	15,538	25.60	
Φιλιππίνες	71.36	8.76	7,954	24.30	5.48
Αίγυπτος	72.15	3.50	11,951	23.80	6.65
Αιθιοπία	66.95	64.85	2,297	18.30	
Ακτή του Ελεφαντοστού	58.10	36.16	5,181	17.50	2.13
Αλγερία	77.06	0.89	10,735	27.60	6.66
Ανγκόλα	61.49	61.41	6,110	16.10	
Γκάμπια	62.38	35.25	2,157	16.70	0.91
Γκαμπόν	66.69	16.97	14,321	21.60	6.30
Γκάνα	64.35	26.85	5,446	20.20	1.44
Γουινέα	61.96	65.35	2,671	17.60	
Γουινέα-Μπισσάου	58.63	87.84	1,847	18.10	
Κονγκό	64.80	47.78	1,082	18.10	0.64
Ζάμπια	64.19	50.32	3,278	16.80	0.49
Ζιμπάμπουε	61.74	45.91	3,353	17.90	0.38
Σουαζιλάνδη	60.72	52.92	8,405	21.30	1.64
Ισημερινή Γουινέα	59.06	16.56	17,008	21.00	
Καμερούν	59.63	57.84	3,666	17.40	1.64
Κεντροαφρικανική Δημοκρατία	53.68	197.64	936	14.70	0.83
Κένυα	66.99	52.81	4,340	18.90	3.40
Κομόρες	64.53	42.98	2,989	19.90	
Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό	64.80	49.20	1,082	15.60	0.46

Λεσότο	54.84	92.81	2,317	21.90	0.76
Λιβερία	64.42	60.50	1,392	17.80	1.90
Λιβύη	73.08	0.86	10,282	26.10	11.89
Μαδαγασκάρη	67.39	74.66	1,464	18.80	
Μαλάουι	64.69	62.98	1,509	16.60	0.15
Μάλι	59.69	86.48	2,226	15.00	0.78
Μαρόκο	76.90	3.55	6,986	28.40	5.35
Μαυρίκιος	74.18	0.45	19,463	36.40	1.88
Μαυριτανία	65.13	42.42	5,110	17.40	0.97
Μοζαμβίκη	61.39	40.84	1,230	16.70	0.26
Μπενίν	62.08	49.97	3,323	17.40	2.01
Μποτσουάνα	69.79	24.65	14,655	23.30	2.02
Μπουρκίνα Φάσο	61.98	75.11	2,156	16.50	
Μπουρούντι	61.92	89.30	731	15.40	0.54
Ναμίμπια	64.05	33.44	8,815	21.20	0.76
Νίγηρας	62.79	103.70	1,221	14.40	0.51
Νιγηρία	55.02	80.09	4,917	16.90	
Νότια Αφρική	64.38	22.70	12,666	26.90	0.32
Ουγκάντα	63.71	40.58	2,175	15.70	1.23
Πράσινο Ακρωτήριο	73.17	8.10	6,045	26.00	
Ρουάντα	69.33	38.88	2,099	18.80	0.53
Σάο Τομέ και Πρίνσιπε	70.58	7.89	4,052	18.20	
Σενεγάλη	68.21	50.84	3,321	17.60	1.25
Σεϋχέλλες	77.24	3.83	24,428	32.20	
Σιέρα Λεόνε	55.07	68.03	1,637	18.60	1.22
Σομαλία	57.70	111.74	1,181	15.10	
Σουδάν	65.53	14.27	3,927	18.30	1.87
Τανζανία	65.81	44.08	2,635	16.70	0.36
Τζιμπουτί	67.49	36.65	5,481	23.50	
Τόγκο	61.34	73.35	2,108	18.50	1.51
Τσαντ	54.51	141.05	1,519	14.90	
Τυνησία	76.89	0.74	10,260	31.40	7.38
Αυστραλία	83.20	0.09	48,679	36.70	18.52
Βανουάτου	70.62	39.85	2,854	19.50	
Κιριμπάτι	68.61	72.57	2,259	21.70	
Ναουρού	68.40	8.27	13,594	20.20	
Νέα Ζηλανδία	82.06	0.16	42,775	36.40	15.50
Νησιά Μάρσαλ	74.15	17.96	3,932	24.20	
Νησιά Σολομώντα	73.13	73.61	2,483	19.10	
Ομόσπονδες Πολιτείες της Μικρονησίας	68.00	14.16	3,369	23.00	
Παλάου	71.00	7.42	15,473	35.60	
Παπούα Νέα Γουινέα	64.72	52.21	4,064	21.50	0.54
Σαμόα	73.45	5.23	6,417	20.50	
Τόγκα	71.02	2.61	6,347	21.40	2.91
Τουβαλού	64.38	11.23	4,411	24.90	
Φίτζι	67.56	12.58	11,451	26.60	7.03