

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Πολέμων - Κοινωνικές Συνέπειες. Περιπτωσιολογική Μελέτη : Κυβερνείο Χαλεπίου Συρία.

Κυριακή Παπαδημητρίου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Ασπασία Ευθυμιάδου

Δεκέμβριος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των Πολέμων - Κοινωνικές Συνέπειες. Περιπτωσιολογική Μελέτη : Κυβερνείο Χαλεπίου Συρία.

Κυριακή Παπαδημητρίου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Ασπασία Ευθυμιάδου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος από τη Σχολή Θετικών και εφαρμοσμένων επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2018

Περίληψη

Οι πόλεμοι αποτελούν ένα ανθρωπογενές φαινόμενο με καταστροφικές επιπτώσεις, που δεν περιορίζονται μόνο στην απώλεια της ανθρώπινης ζωής, αλλά έχουν και ολέθριες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον εκτός από άμεσες, προερχόμενες απευθείας από την ίδια την πολεμική πράξη, είναι και έμμεσες, ως αυτές προκύπτουν από τις μετακινήσεις πληθυσμών, την κατάρρευση των υποδομών αλλά και την δημιουργία στρατικοποιημένων περιοχών. Επιπτώσεις οι οποίες μπορεί να είναι μη αναστρέψιμες, επηρεάζοντας χωρικά, όχι μόνο την περιοχή στην οποία εκδηλώνονται αλλά και τις παρακείμενες σε αυτή περιοχές για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή γίνεται προσπάθεια αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη χρήση δορυφορικών εικόνων στην περιοχή του κυβερνείου του Χαλεπίου στη Συρία, ανάλυσή τους μέσω στατιστικών στοιχείων και πληροφοριών που είναι διαθέσιμες για την περιοχή και καταγραφή των συνεπακόλουθων κοινωνικών και οικονομικών συνεπειών. Μέσω της ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων, με τη δημιουργία δεικτών όπως ο Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης (NDVI), φωτοσύνθετων αλλά και ταξινομημένων εικόνων, καταγράφηκε το μέγεθος της μείωσης της υγιούς βλάστησης της περιοχής, καθώς και το μέγεθος της καταστροφής της πόλης του Χαλεπίου. Τα ευρήματα επιβεβαιώθηκαν από τις διαθέσιμες πληροφορίες των διεθνών οργανισμών και αναλύθηκαν οι κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες αυτών. Στο πλαίσιο αυτό συμπεραίνεται ότι η χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης μαζί με τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο, καθώς προσφέρουν πρόσβαση σε εμπόλεμες περιοχές που η φυσική παρατήρηση είναι συνήθως αδύνατη. Επιπλέον οι επιπτώσεις ενός πολέμου στο περιβάλλον δημιουργούν κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες, οι οποίες το οδηγούν σε μεγαλύτερη υποβάθμιση δείχνοντας την αλληλεξαρτώμενη σχέση μεταξύ περιβάλλοντος, κοινωνίας και οικονομίας, καθιστώντας επιτακτική την ανάγκη για διεπιστημονική προσέγγιση του θέματος και εφαρμογή αυστηρότερης διεθνούς νομοθεσίας όσον αφορά στις περιβαλλοντικές καταστροφές κατά τη διάρκεια των πολέμων.

Λέξεις κλειδιά : Περιβαλλοντικές επιπτώσεις, ένοπλες συγκρούσεις, δορυφορική τηλεπισκόπηση, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, Συρία, Κυβερνείο του Χαλεπίου

Summary

Wars are an anthropogenic phenomenon with devastating impacts, which are not limited to the loss of human life, but they also have disastrous effects on the natural environment. The environmental consequences of armed conflicts can be either direct, arising from the act of war itself, or indirect due to massive population displacement, infrastructure breakdown, and militarized zones. Effects which may be irreversible, spatially affecting areas far away from the territory where they manifest and for prolonged periods of time. In this master thesis, there is an attempt to identify environmental impacts by using satellite-derived images at Aleppo Governorate, to analyze them via statistics and information available for the region and write down the subsequent social and economic consequences. By creating indexes, such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), composites and classified images, the extent of reduction of healthy vegetation and the extent of destruction at the city of Aleppo was recorded. Available information from International organizations corroborated the findings, and hereinafter societal and economic effects were analyzed. Using remote sensing alongside with geographic information systems can be a useful tool as it offers access to war zones where physical observation is usually impossible. Furthermore, the environmental impacts of war create social and economic consequences that lead to greater environmental degradation, by showing the interdependent relationship between the environment, society and the economy. It is imperative to address the subject in a multidisciplinary approach and to implement stricter international legislation on environmental disasters during the wars.

Keywords: Environmental impacts, armed conflicts, remote sensing, geographic information system, Syria, Aleppo Governorate

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Ασπασία Ευθυμιάδου για την πολύτιμη καθοδήγησή της καθώς και την ηθική συμπαράσταση της. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη που μου παρείχε. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου στην οποία και αφιερώνω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

*.....Εμείς φύγαμε στα κρυφά. Μας κυνηγήσαν, μας προγράψανε.
Κι η χώρα που μας δέχτηκε, σπίτι δε θα 'ναι, μα εξορία.....*

Μπ. Μπρεχτ, *Ποιήματα*,
μτφρ. Μάριος Πλωρίτης, Θεμέλιο

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Εισαγωγή.....	1
1.2	Καταγραφή Προβλήματος.....	4
1.3	Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης.....	5
1.4	Σκοποί και στόχοι.....	6
1.5	Διασαφηνίσεις.....	7
2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	8
2.1	Εισαγωγή.....	8
2.2	Ιστορική Αναδρομή.....	10
2.3	Θεωρητικό Πλαίσιο.....	11
2.4	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	15
2.4.1	Επιπτώσεις στα φυσικά και ανθρωπογενή οικοσυστήματα.....	15
2.4.2	Επιπτώσεις από τη χρήση Χημικών όπλων.....	18
2.4.3	Επιπτώσεις στους αστικούς ιστούς – μετακινήσεις πληθυσμών.....	20
2.5	Η περίπτωση της Συρίας.....	21
2.6	Περιβαλλοντικά θέματα προ του πολέμου.....	24
2.7	Επιπτώσεις του συνεχιζόμενου πολέμου στη Συρία.....	26
2.7.1	Επιπτώσεις στους αστικούς ιστούς και τις βιομηχανικές περιοχές.....	26
2.7.2	Επιπτώσεις στις αγροτικές περιοχές και στην αγροτική παραγωγή.....	30
2.7.3	Επιπτώσεις χρήσεων όπλων και ναρκών.....	32
2.7.4.	Κοινωνικό – οικονομικές επιπτώσεις του πολέμου.....	34
3	Μεθοδολογία	36
3.1	Σκοπός – Στόχοι.....	36
3.2	Ερευνητικά Ερωτήματα.....	37
3.3	Παρουσίαση περιοχής μελέτης.....	37
3.4	Σχεδιασμός – Μέθοδος συλλογής δεδομένων.....	39
3.4.1	Συλλογή Βιβλιογραφίας.....	39
3.4.2	Συλλογή Δεδομένων περιοχής.....	40
3.4.3	Συλλογή Δορυφορικών εικόνων.....	41
3.5	Διαδικασία.....	43
3.5.1	Δημιουργία δεικτών.....	43
3.5.2	Δημιουργία φωτοσύνθετων.....	45
3.5.3	Ταξινόμηση Ψηφιακής εικόνας.....	47
3.5.4	Διαδικασία Καθοδηγούμενης ταξινόμησης.....	49
3.5.5	Αξιολόγηση ακρίβειας της ταξινομημένης εικόνας.....	51
4	Αποτελέσματα	55
4.1	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	55
4.2	Δείκτες.....	55
4.2.1	Κανονικοποιήμενος δείκτης βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index).....	55
4.2.2	Κανονικοποιήμενη αναλογία καύσης NBR (Normalized Burn Ratio).....	57
4.3	Φωτοσύνθετα.....	60
4.3.1	Φωτοσύνθετο υπέρυθρου χρώματος (Color Infrared).....	60
4.3.2	Φωτοσύνθετο ψευδοχρώματος.....	61
4.4	Ταξινόμηση Φωτοσύνθετων.....	63
5	Επίλογος	69
5.1	Συζήτηση.....	69
5.2	Περιορισμοί μελέτης.....	75
5.3	Συμπεράσματα.....	78
5.4	Εισηγήσεις.....	80

Παραρτήματα	81
A Πίνακες Στοιχείων	81
A.1 Πίνακες και στοιχεία υπολογισμών.....	81
A.1.1 Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Καλλιεργούμενων εκτάσεων.....	81
A.1.2 Πίνακες Υπολογισμού Αξιολόγησης Ακρίβειας Ταξινόμησης για το φωτοσύνθετο του Οκτώβρη του 2013.....	82
A.1.3 Πίνακες Υπολογισμού Αξιολόγησης Ακρίβειας Ταξινόμησης για το φωτοσύνθετο του Οκτώβρη του 2017.....	83
Βιβλιογραφία	84

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Οι ένοπλες συγκρούσεις αποτελούν μια από τις πιο καταστροφικές ανθρώπινες δραστηριότητες, κοστίζοντας όχι μόνο σε ανθρώπινες ζωές, δημιουργώντας τεράστιες ανθρωπιστικές κρίσεις, αλλά καταστρέφοντας και το φυσικό περιβάλλον. Οι συνέπειες μιας ένοπλης σύγκρουση, δεν υφίστανται μόνο κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της, αλλά πιθανώς να συνεχίζουν να εκδηλώνονται για πολλά χρόνια μετά το πέρας της. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι συνέπειες ενός πολέμου είναι ιδιαίτερα σοβαρές, μακροχρόνιες και μη αναστρέψιμες.

Σύμφωνα με το Smith(2007) ο πόλεμος εν γένει περιγράφεται ως μια συλλογική δολοφονία για κάποιο κοινό σκοπό εστιασμένο σε πολιτικά, στρατηγικά, χωρικά στοιχεία αλλά και στοιχεία τακτικής. Η Διεθνής Επιτροπή του Ερυθρού Σταυρού (International Committee of the Red Cross) διαχωρίζει τους πολέμους σε διεθνείς και μη διεθνείς, και ορίζει τους δεύτερους ως παρατεταμένες ένοπλες συγκρούσεις μεταξύ των ενόπλων κυβερνητικών δυνάμεων και των δυνάμεων ενόπλων ομάδων, ή/και μεταξύ τέτοιων ομάδων που λαμβάνουν χώρα την επικράτεια ενός κράτους, υπό τον όρο ότι πρέπει να υπάρχει ένας ελάχιστος βαθμός έντασης και οι συμμετέχουσες ομάδες να παρουσιάζουν μια ελάχιστη οργάνωση (International Committee of the Red Cross (ICRC), 2008).

Όμως οι συνέπειες ενός πολέμου δεν αποτελούν ένα σημειακό φαινόμενο αλλά μπορούν να εμφανίζονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις και σε βάθος χρόνου. Έτσι με σκοπό την προσπάθεια της καλύτερης κατανόησης των συνεπειών αυτών οι Machlis και Hanson (2008) αναφέρουν ένα τρόπο ταξινόμησης των πολέμων διαιρώντας τους σε τρία στάδια, την προετοιμασία, τις ένοπλες συγκρούσεις και το διάστημα μετά τον πόλεμο, εισάγοντας τον όρο οικολογία πολέμου (warfare ecology).

Εντούτοις οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει αφορούν στις κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες των πολέμων, ενώ υπάρχει ερευνητικό κενό όσον αφορά τις περιβαλλοντικές συνέπειες αυτών. Η καταστροφή του περιβάλλοντος θεωρείται ως «η σιωπηρή ή αόρατη απώλεια» των πολέμων (Hynes, 2014). Παρόλο που έχει αναγνωρισθεί η σύνδεση των πολέμων με το περιβάλλον (Pearson, 2012), η διερεύνηση των περιβαλλοντικών συνεπειών τους εξακολουθεί να είναι τμηματική και να παρουσιάζει πολλά προβλήματα.

Πολλά από τα προβλήματα μπορεί να εμφανιστούν πολλές φορές αρκετά χρόνια μετά τη λήξη ενός πολέμου, ως έμμεσες συνέπειες αυτού. Ο πόλεμος μεταξύ της Παραγουάης και της Βολιβίας (Chaco War – 1932~1935), οδήγησε στη νίκη της πρώτης και στην κατοχή μεγάλου μέρους της περιοχής Gran Chaco που βρίσκεται στο λεκανοπέδιο του ποταμού Ρίο ντε Λα Πλάτα, με αποτέλεσμα μεγάλο τμήμα της γης να ιδιωτικοποιηθεί, γεγονός που αποτέλεσε βασικό συντελεστή στην αποψίλωση των δασών της περιοχής (Caldas et al., 2015). Ενώ η χρήση του χημικού παράγοντα «agent orange» στον πόλεμο του Βιετνάμ, ως ζιζανιοκτόνο για να ανοίξουν δρόμο τα Αμερικάνικα στρατεύματα μέσα από τα τροπικά δάση του Βιετνάμ, όχι μόνο μόλυνε το τοπικό οικοσύστημα και οδήγησε σε θάνατο εκατοντάδες χιλιάδες ανθρώπους, θεωρήθηκε και υπεύθυνη για τον αυξημένο αριθμό αποβολών μεταξύ των εγκύων στην περιοχή αλλά και των γεννήσεων παιδιών με γενετικές ανωμαλίες, επιπτώσεις οι οποίες συνεχίστηκαν για πολλά χρόνια μετά την έκθεση στη διοξίνη (Nham Tuyet & Johansson, 2001).

Ο Majeed (2004) αλλά και οι Bothe, Bruch, Diamond & Jensen (2010) σημειώνουν ότι ενώ η αντίστροφη σχέση μεταξύ του милитарισμού και της ανθρώπινης ασφάλειας αναγνωρίστηκε στην συνδιάσκεψη του Ρίο το 1992, έκτοτε καμία ουσιαστική εξέλιξη δεν υπήρξε. Στο κεφάλαιο 24 της διακήρυξης του Ρίο, διατυπώνεται η θέση ότι ο πόλεμος είναι εγγενώς καταστροφικός για την αειφόρο ανάπτυξη, για το λόγο αυτό τα έθνη οφείλουν να σέβονται το διεθνές δίκαιο, παρέχοντας προστασία στο περιβάλλον σε περιόδους ένοπλων συγκρούσεων και να συνεργάζονται για την επιπλέον ανάπτυξή του, όπου αυτό κρίνεται αναγκαίο (Rio Declaration, 1992). Η επιτροπή διεθνούς δικαίου (International Law Commission) το 2013 για πρώτη φορά συμπεριέλαβε στην ετήσια συνάντησή της, το θέμα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ένοπλων συγκρούσεων

στεκόμενη στο θέμα της ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον σε εμπόλεμες περιοχές, καθώς κατά τα λοιπά θεωρεί ότι ισχύουν οι διατάξεις του διεθνούς νόμου για την προστασία του περιβάλλοντος. (International Law Commission (ICL), 2018). Οι Hanson et al (2008) υπογραμμίζουν την ανάγκη ενσωμάτωσης της έννοιας της διατήρησης των περιοχών βιοποικιλότητας σε στρατιωτικά, ανθρωπιστικά προγράμματα αλλά και προγράμματα ανοικοδόμησης των περιοχών που τελούν υπό συνθήκες πολέμου. Ενώ ο Schmitt (2012) συμπεραίνει ότι η υπάρχουσα νομοθεσία αποτυγχάνει να απευθυνθεί σε ικανοποιητικό βαθμό στις προερχόμενες από εχθροπραξίες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Υπό το πρίσμα αυτό κρίνεται αναγκαίο να υπάρξει μια προσπάθεια αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός πολέμου και η συσχέτισή τους με ενδεχόμενες κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες, καθώς το περιβάλλον, η κοινωνία και η οικονομία αποτελούν τρία επίπεδα αλληλεξαρτώμενα. Συνεκδοχικά κάθε αλλαγή στο φυσικό περιβάλλον επιφέρει κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές.

Ένα από τα εμπόδια στην αναγνώριση και καταγραφή των επιπτώσεων ενός πολέμου, είναι το γεγονός ότι η συλλογή στοιχείων επί τόπου στις εμπόλεμες περιοχές ενέχει χωροχρονικούς περιορισμούς ή είναι αδύνατη. Ως εκ τούτου η δορυφορική τηλεπισκόπηση αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο παρατήρησης και καταγραφής, μέσω της πληθώρας εφαρμογών που έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια, σε εμπόλεμες περιοχές. Αρκετοί ερευνητές έχουν αναφερθεί στην χρησιμότητα των μεθόδων αυτών, αφού έτσι μπόρεσαν να παρατηρήσουν περιοχές όπου οι μελέτες πεδίου δεν ήταν δυνατές (Pech, L. & Lakes, T., 2017) (Jaafar, H. & Woertz, E., 2016) (Jaafar, et. al., 2015) (Witmer, 2015).

Με βάση αυτά τα στοιχεία γίνεται προσπάθεια αναγνώρισης, καταγραφής των περιβαλλοντικών συνεπειών στην περιοχή του κυβερνείου του Χαλεπίου στη Συρία. Μιας περιοχής η οποία βρίσκεται σε συνεχή πόλεμο από το 2011. Επιπροσθέτως καταγράφονται οι συνεπαγόμενες κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες που πηγάζουν από τις περιβαλλοντικές πιέσεις που δημιουργούνται εξαιτίας του πολέμου.

1.2 Καταγραφή προβλήματος

Το 2017 καταγράφηκαν 90.000 θάνατοι παγκοσμίως, οι οποίοι οφείλονται αποδεδειγμένα σε ένοπλες πολεμικές συγκρούσεις, ενώ 49 ενεργά μέτωπα καταγράφηκαν την ίδια χρονιά (Pettersson & Eck, 2018), με το μεγαλύτερο μέρος αυτών να συμβαίνουν στη Συρία. Σύμφωνα με τα στοιχεία του προγράμματος του τμήματος ερευνών Ειρήνης και Πολέμου (Department of Peace and Conflict Research) του πανεπιστημίου της Ουψάλα για τις εμφύλιες συγκρούσεις (UCPD - Uppsala Conflict Data Program), 313 418 θάνατοι σε ένοπλες συγκρούσεις έχουν συμβεί στη Συρία από την αρχή του πολέμου το 2012 (UCDP, 2018). Ο αριθμός αυτός αναφέρεται σε αποδεδειγμένους θανάτους εν ώρα σύγκρουσης, επομένως ο πραγματικός αριθμός αναμένεται πολύ μεγαλύτερος, καθώς δεν έχουν συνυπολογιστεί οι απώλειες ανθρώπινων ζώων εξαιτίας των έμμεσων επιπτώσεων του πολέμου όπως η έλλειψη τροφίμων και η δυσκολία προσβασιμότητας σε ιατροφαρμακευτική περίθαλψη.

Ο συνεχής πόλεμος στη Συρία έχει εξαναγκάσει σύμφωνα με την Ύπατη Αρμοστεία του ΟΗΕ για τους πρόσφυγες (OCHA, 2018) (UNRA, 2018) 5 629 000 ανθρώπους σε απομάκρυνση από τη χώρα τους, ενώ ο αριθμός των εσωτερικών προσφύγων ανέρχεται σε 5,7 εκατομμύρια, έως τον Ιανουάριο του 2017 (The World Bank, 2017b). Με σχεδόν το μισό της πληθυσμό εκτοπισμένο, στη Συρία λαμβάνει χώρα η μεγαλύτερη εξαναγκασμένη μετακίνηση πληθυσμών στη σύγχρονη ιστορία μετά το 2^ο παγκόσμιο πόλεμο. Το 56% των εσωτερικών προσφύγων παραμένει εντός των κυβερνείων καταγωγής τους, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό μετακινείται κυρίως προς τα παράλια. Η πίεση που ασκεί στο φυσικό περιβάλλον μια τέτοιου όγκου μετακίνηση είναι αρκετή για να διαταράξει τις υπάρχουσες ισορροπίες.

Οι περισσότερες των μεγαλύτερων πόλεων έχουν υποστεί σοβαρές καταστροφές στις υποδομές τους. Οι υγειονομικές υποδομές έχουν χρησιμοποιηθεί ως στόχοι, κι έχουν καταστραφεί με αποτέλεσμα την έλλειψη νερού αλλά και αποχέτευσης, στις πληγείσες περιοχές. Βιομηχανίες, διυλιστήρια, αλλά και αγωγοί πετρελαίου και φυσικού αερίου έχουν χρησιμοποιηθεί ως στόχοι και έχουν καταστραφεί με ανυπολόγιστες συνέπειες.

Ενώ ολόκληρες περιοχές έχουν βομβαρδιστεί με χημικά ή έχουν γίνει πεδία μάχης των αντιμαχόμενων στρατοπέδων.

Η περιβαλλοντική υποβάθμιση των εμπόλεμων περιοχών είναι δεδομένη, όμως σε πολλές περιπτώσεις η ίδια αυτή υποβάθμιση μπορεί να αποτελεί αίτιο αλλά και συνέπεια μιας ένοπλης σύγκρουσης. Οι άμεσες και έμμεσες συνέπειες στο περιβάλλον, ως προκύπτει, είναι πολυδιάστατες και μπορεί να είναι μακροχρόνιες, επηρεάζοντας σε μεγάλη κλίμακα την περιοχή. Πιθανολογείται ότι μπορεί κατά περιπτώσεις να αποτελέσουν εκ νέου παράμετρο για ένοπλες διαμάχες. Ιδιαίτερα στην περιοχή της Συρίας η αυξανόμενη ξηρασία της δεκαετίας 2000 – 2010, θεωρείται ότι ίσως αποτέλεσε ένα από τα αίτια της συνεχιζόμενης πολεμικής σύγκρουσης στην περιοχή (Kelley, Mohtadi, Cane, Seager & Kushnir, 2017).

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι μια διαδικασία που ενέχει μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας, καθώς εξαρτάται από πληθώρα παραμέτρων όπως τη μορφή του πολέμου, τον τρόπο και την περιοχή διεξαγωγής τους, τα όπλα που χρησιμοποιούνται, την διάρκεια και την ένταση του αλλά και την προϋπάρχουσα περιβαλλοντική κατάσταση. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις αυτές παρουσιάζουν ιδιαιτερότητα κατά περίπτωση, καθώς η καταστροφή μιας δασικής έκτασης μπορεί να έχει γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όμως ο τρόπος εκδήλωσης τους και οι συνεπαγόμενες κοινωνικό-οικονομικές επιπτώσεις αυτών, να εκδηλώνονται διαφορετικά χωρικά.

1.3 Σημασία και αναγκαιότητα της μελέτης.

Το γεγονός του εκτοπισμού του μισού και πλέον πληθυσμού της χώρας, καθιστά από μόνο του ένα σοβαρό παράγοντα πίεσης του φυσικού περιβάλλοντος. Οι μετακινήσεις τόσο μεγάλων τμημάτων του πληθυσμού δημιουργούν αλλοιώσεις στην οικονομία αλλά και στον τρόπο ζωής των ανθρώπων, περιπλέκοντας τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές δυναμικές στο χώρο και στο χρόνο. Αλλάζοντας τον χαρακτήρα μιας περιοχής με τρόπους, πολλές φορές μη αναστρέψιμους.

Επομένως η καταγραφή και προσπάθεια αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην περιοχή, αποτελεί αναγκαία συνθήκη στην προσπάθεια αποκατάστασης των περιοχών που έχουν πληγεί. Λαμβάνοντας εξίσου υπόψη ότι όσο συνεχίζεται η ένοπλη σύγκρουση τόσο δυσκολότερη καθίσταται η επιστροφή της χώρας σε μια κατάσταση προ του πολέμου σε όλους τους τομείς, καθώς οι επιπτώσεις γίνονται πιο επίμονες.

Η παρακολούθηση, καταγραφή και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μακροπρόθεσμα, μπορεί να συμπληρώσει το υπάρχον γνωσιακό κενό, αποτελώντας βάση για την θέση τοπικών και διεθνών πολιτικών για την αποκατάσταση των πληγέντων περιοχών.

1.4 Σκοποί και στόχοι.

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η προσπάθεια αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην εμπόλεμη περιοχή της Συρίας, και ειδικότερα στο κυβερνείο του Χαλεπίου, και των συνακόλουθων αυτής κοινωνικών και οικονομικών συνεπειών. Αφού αναγνωρισθούν ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μέσω της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και καταγραφούν με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS) στόχος είναι να επαληθευτούν μέσω στατιστικών στοιχείων και αναφορών από παρατηρητές διεθνών οργανισμών που βρίσκονται στην περιοχή.

Η εγκατάλειψη των καλλιεργούμενων εκτάσεων, η καταστροφή των αστικών και ημιαστικών κέντρων της περιοχής, η εγκατάλειψη περιοχών όπου μέχρι πριν λίγα χρόνια υπήρξε έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα, εξαιτίας του πολέμου, έχουν συνέπειες στο περιβάλλον καθώς διαταράσσεται η ισορροπία του οικοσυστήματος. Η διατάραξη αυτή σύμφωνα με τους Gaynor et al (2016), έχει δείξει, ότι δημιούργησε περισσότερες αρνητικές συνέπειες στην άγρια ζωή, από ότι οι ένοπλες συγκρούσεις αυτές κάθε αυτές.

Αυτή είναι μόνο μια από τις περιπτώσεις όπου ο πόλεμος μπορεί να δημιουργήσει, έμμεσες μακροχρόνιες συνέπειες. Επομένως στόχος είναι εκτός των βραχυχρόνιων επιπτώσεων να ανιχνευθούν και κάποιες πιθανές μακροχρόνιες οι οποίες συνδέονται

άμεσα με τη συνεχιζόμενη διαμάχη στην περιοχή. Ως εκ τούτου θα καταγραφούν και θα αναλυθούν οι επιπτώσεις των πολέμων, όπως αυτές αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία και θα γίνει προσπάθεια να εντοπιστούν και στην περιοχή μελέτης.

1.5 Διασαφηνίσεις.

Το πρόγραμμα του τμήματος ερευνών Ειρήνης και Πολέμου (Department of Peace and Conflict Research) του πανεπιστημίου της Ουψάλα για τις εμφύλιες συγκρούσεις (UCPD) μελετά τους θανάτους εξαιτίας των ένοπλων συγκρούσεων, σύμφωνα με τους εμπλεκόμενους φορείς δημιουργώντας δυάδες. Διαχωρίζει τις συγκρούσεις μεταξύ των ενόπλων κρατικών δυνάμεων με τις αντικυβερνητικές, των αντικυβερνητικών μεταξύ τους και των ξένων κρατικών ενόπλων δυνάμεων με τις αντικυβερνητικές στην περιοχή. Στην περίπτωση της Συρίας και οι τρεις αυτοί διαχωρισμοί υπάρχουν, καθώς υπάρχουν περισσότερες από μια αντικυβερνητικές δυνάμεις που μάχονται μεταξύ τους αλλά και με την κυβέρνηση για την εξουσία αλλά και ξένες κυβερνητικές δυνάμεις που μάχονται εντός των συνόρων της χώρας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η περίπτωση της Τουρκίας που μάχεται στα Βόρεια σύνορα της χώρας με τον κουρδικό απελευθερωτικό στρατό, ο οποίος έχει ανακαταλάβει περιοχές όπως το Κομπάνι (Ayn al-Arab).

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, δε θα χρησιμοποιηθεί ο διαχωρισμός αυτός, όμως είναι αρκετά σημαντικό το γεγονός ότι αρκετά μεγάλος αριθμός ένοπλων ομάδων μάχονται μεταξύ τους, με διαφορετικές τακτικές πολέμου. Τακτικές οι οποίες οδηγούν σε διαφορετικές επιπτώσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο βομβαρδισμός αντλιοστασίου από τις κυβερνητικές δυνάμεις το 2016, γεγονός το οποίο άφησε χωρίς πόσιμο νερό 250 000 ανθρώπους στο Χαλέπι, σε αντίποινα οι αντίπαλες δυνάμεις άφησαν σχεδόν 1,75 εκατομμύρια ανθρώπους στην ίδια πόλη χωρίς νερό, κλείνοντας το σταθμό του Suleiman al-Halabi (The Guardian, 2016). Ενώ τον Ιανουάριο του 2017, σύμφωνα με το γραφείο συντονισμού ανθρωπιστικών υποθέσεων των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Office for Humanitarian Affairs, UNOCHA), σε βλάβη που εκδηλώθηκε στο σταθμό Al Khafse, 1,8 εκατομμύρια άνθρωποι έμειναν χωρίς νερό στην αγροτική περιοχή του Χαλεπίου, εξαιτίας της άρνησης του ISIS να αφήσει τους τεχνικούς των Ηνωμένων Εθνών να αποκαταστήσουν τη ζημιά (OCHA, 2017b).

Ενώ οι συνέπειες των πολέμων είναι κατά βάση αρνητικές για τους ανθρώπους, τη βιοποικιλότητα και εν γένει τα οικοσυστήματα, υπάρχουν όμως και παράδοξα όπως η τυχαία δημιουργία προστατευόμενων περιοχών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η μελέτη των Beare et al (2010), σύμφωνα με τους οποίους ο πληθυσμός των ψαριών στον Βόρειο Ατλαντικό ευνοήθηκε από το ξέσπασμα του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου, καθώς σταμάτησε κάθε αλιευτική δραστηριότητα στην περιοχή για αρκετά χρόνια (1939-1945), δίνοντας έτσι την ευκαιρία στους πληθυσμούς να αναρρώσουν από την υπεραλίευση και την όχληση από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην παρούσα όμως μεταπτυχιακή διατριβή κύριος άξονας είναι οι αρνητικές συνέπειες και επιπτώσεις των πολέμων, και οποιαδήποτε «θετική» θεωρείται αμελητέα και δεν εξετάζεται εις βάθος.

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Οι επιπτώσεις των πολέμων στο περιβάλλον είναι κατά κανόνα δυσμενείς, και δεν πηγάζουν μόνο από την ένοπλη σύγκρουση αυτή κάθε αυτή, αλλά μπορεί να προκύψουν πριν ή/και μετά από αυτήν, ως έμμεσες συνέπειες της. Επομένως είναι πολυδιάστατες καθώς εξαρτώνται από πολλές παραμέτρους. Ο τρόπος διεξαγωγής των πολέμων, τα όπλα που χρησιμοποιούνται, οι τακτικές που ακολουθούνται είναι μερικοί από τους παράγοντες αυτούς.

Ο διαχωρισμός των επιπτώσεων ενός πολέμου, μπορεί να γίνει σε πολλά επίπεδα, είτε αυτά είναι χρονικά, όποτε οι επιπτώσεις κατανέμονται σε βραχυχρόνιες και μακροχρόνιες, είτε χωρικά με επιπτώσεις που εκδηλώνονται στο σημείο διεξαγωγής της ένοπλης σύγκρουσης ή σε περιοχές μακρύτερες, εκτός εθνικών συνόρων. Ιδιαίτερα οι μακροχρόνιες συνέπειες του πολέμου στο φυσικό περιβάλλον, αποτελούν ένα πεδίο ιδιαιτέρως παραγκωνισμένο από την διεθνή επιστημονική κοινότητα, αλλά και τους διεθνείς οργανισμούς (Biswas, 2001).

Η σημασία του περιβάλλοντος όμως, τόσο ως «θύμα» των πολέμων, όσο και ως ένα από τα αίτια που μπορεί να οδηγήσει σε ένοπλη σύγκρουση, αναδεικνύεται τα τελευταία χρόνια ως ένα μείζον θέμα. Σε πολλές περιπτώσεις εθνοτικές ομάδες ξεκινούν ένοπλες συγκρούσεις στοχεύοντας στην κατάκτηση περιοχών πλούσιων σε φυσικούς πόρους με σκοπό την επιβίωσή τους (Lujala, 2010). Ενώ δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου οι πόλεμοι που στοχεύουν στους φυσικούς πόρους, καλύπτονται πίσω από τη μάσκα των ιδεολογικών διαφορών (Farina, 2011). Η αξία του ελέγχου των εδαφικών περιοχών, ποικίλει εξαρτώμενη από την οικονομική και στρατηγική σημασία συγκεκριμένων περιοχών (Chojnacki & Engels, 2013).

Η προσπάθεια της αναγνώρισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αναμένονται ή εκδηλώνονται ήδη σε μια εμπόλεμη περιοχή, προϋποθέτει τη γνώση της περιβαλλοντικής κατάστασης προ του πολέμου. Μια παράμετρος συχνά που ιδιαίτερα για τις χώρες του λεγόμενου αναπτυσσόμενου κόσμου δεν υπάρχει. Καθιστώντας πολλές φορές δύσκολη την εκτίμηση του μεγέθους των επιπτώσεων στην εκάστοτε περιοχή. Αντιθέτως η κοινωνική και οικονομική κατάσταση των περιοχών αυτών είναι γνωστή μέσω εκθέσεων διεθνών οργανισμών.

Η εξέταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός πολέμου, ενέχει εγγενώς το στοιχείο της ανάλυσης των επικρατούντων κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών προ του πολέμου. Συνθήκες από τις οποίες, μπορούν ως ένα βαθμό να εξαχθούν συμπεράσματα για τις περιβαλλοντικές συνθήκες προ της ένοπλης σύγκρουσης, εκεί όπου αυτές δεν είναι γνωστές.

Ο τρόπος που οι ένοπλες συγκρούσεις επηρεάζουν τα χερσαία συστήματα, και η σύνδεση τους με τις ενδεχόμενες αλλαγές τους, είναι επίσης και αυτή μια περιοχή πολύ λίγο ερευνημένη. Οι Baumann & Kuemmerle (2016) σε μια αντίστοιχη έρευνα που διεξήγαν, συμπέραναν ότι οι μελέτες που ασχολούνται με το εν λόγω θέμα είναι λίγες και χωρικά συσσωρευμένες, ενώ δεν υπάρχουν σχεδόν καθόλου μελέτες σε περιοχές οι οποίες εμφανίζουν συχνά φαινόμενα ένοπλων συγκρούσεων.

Σε αντίθεση με την έλλειψη μελετών, ως προς το περιβάλλον, οι ανθρωπιστικές επιπτώσεις του πολέμου είναι μια περιοχή με μεγαλύτερο εύρος μελετών, καθώς αποτελεί αντικείμενο πολλών διεθνών οργανισμών, ιδιαιτέρως των Ηνωμένων Εθνών. Η έλευση της τεχνολογίας της δορυφορικής τηλεπισκόπησης, τεχνολογία που αναπτύχθηκε παραδόξως για στρατιωτικούς σκοπούς, οι διεθνείς οργανισμοί αλλά και οι μη κυβερνητικοί οργανισμοί απέκτησαν ένα χρήσιμο εργαλείο στην προσπάθεια να καταγράψουν παραβιάσεις της διεθνούς νομοθεσίας, σχετικές με εγκλήματα πολέμου. Παραγγέλλοντας δορυφορικές εικόνες υψηλής ανάλυσης, παρακολουθούν τις εμπόλεμες περιοχές ώστε να επαληθεύσουν παραβιάσεις των ανθρωπίνων δικαιωμάτων σε μια διαδικασία η οποία καλείται «Χαρτογράφηση Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων» (human-rights mapping). Παρ' όλα αυτά οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται δεν έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια, ακολουθώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις, και υπάρχει ανάγκη δημιουργίας νέων μεθόδων βασιζόμενων στις χρονικές αναλύσεις συγκεκριμένων περιοχών (Marx & Goward, 2013).

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Οι πόλεμοι είναι ένα επαλαμβανόμενο φαινόμενο καθ' όλη την διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας. Το τεράστιας καταστροφής φαινόμενο του πολέμου, συνδέεται άμεσα με το φυσικό περιβάλλον. Η περιγραφή του φυσικού περιβάλλοντος μιας περιοχής αποτελεί απαιτούμενο στοιχείο για τον σχεδιασμό μιας ένοπλης σύγκρουσης. Αναλύοντας τις επιπτώσεις των πολέμων από τα αρχαία χρόνια έως σήμερα, παρατηρείται συνεχή και σημαντική αύξησή τους, η οποία οφείλεται στις νέες τεχνολογίες (Hury, 2008). Ιδιαίτερα οι πόλεμοι μετά την βιομηχανική επανάσταση ήταν πολύ μεγαλύτερου μεγέθους σε σύγκριση με τους προηγούμενους. Οι επιδράσεις τους στο περιβάλλον μπορεί να είναι μια σύγχρονη περιοχή έρευνας, όμως η καταστροφή του περιβάλλοντος στον χώρο στον οποίο εκδηλώνεται μια σύγκρουση ως τακτική πολέμου αριθμεί χιλιάδες χρόνια.

Ο Westing (1980) χρησιμοποιώντας πηγές από ιστορικούς όπως ο Ηρόδοτος και ο Θουκυδίδης, κάνει αναφορά στην τακτική της καταστροφής των πολύτιμων για την τροφή καλλιεργειών ως μέσο αποδυνάμωσης των αντιπάλων. Αναφέρεται στον πελοποννησιακό πόλεμο (431-404ΠΧ), όπου οι Σπαρτιάτες επανειλημμένως επιτίθονταν

καταστρέφοντας τις σοδειές των Αθηναίων λίγο πριν τη συγκομιδή τους. Αλλά και οι Πέρσες κατά την υποχώρησή τους, στον πόλεμο με τους Σκύθες (512ΠΧ), κατέστρεψαν πηγάδια και πηγές, βοσκοτόπια και καλλιέργειες, αφήνοντας τη γη γυμνή και άγονη στο πέρασμά τους. Οι περιγραφές αυτές του Ηρόδοτου και του Θουκυδίδη αποτελούν μια πρώτη προσπάθεια καταγραφής των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός πολέμου.

Αντίστοιχες καταστροφές στους σύγχρονους πολέμους, παρατηρούνται στην χρήση των φυσικών πόρων μιας περιοχής είτε απευθείας για στρατιωτικούς σκοπούς είτε εμμέσως από τον πληθυσμό στην προσπάθειά του να επιβιώσει. Μια τεράστιου μεγέθους καταστροφή σημειώθηκε στους δύο παγκόσμιους πολέμους, χωρίς όμως να έχει μελετηθεί αναλόγως. Οι επιδράσεις στο περιβάλλον των πολέμων αυτών, εμμέσως συνεχίστηκαν για πολλά χρόνια μετά. Στη Ρουμανία, μετά το πέρας του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, το μέγεθος των δασών που αποψιλώθηκαν, διπλασιάστηκε σε σχέση με την αποψίλωση προ του πολέμου, ως αποτέλεσμα της συμφωνίας μεταξύ Ρωσίας και Ρουμανίας, για τις προετοιμασίες του λεγόμενου ψυχρού πολέμου (Nita, et al., 2018).

Όμως με τη χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης, και συγκεκριμένα των δορυφορικών εικόνων, άρχισαν να αποτυπώνονται, οι αλλαγές που επιφέρουν οι ένοπλες συγκρούσεις στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στην αλλαγή των χρήσεων της γης. Περιοχές που προ του πολέμου αποτελούσαν φυσικά οικοσυστήματα μετατρέπονται σε κέντρα συγκέντρωσης προσφύγων, ενώ αντιθέτως αστικές και αγροτικές περιοχές εγκαταλείπονται μακροχρόνια ή/και για πάντα.

2.3 Θεωρητικό Πλαίσιο

Για την μελέτη των επιπτώσεων των ένοπλων συγκρούσεων στο περιβάλλον, έχει δημιουργηθεί ένα νέο πεδίο που ονομάζεται «οικολογία πολέμου» (warfare ecology), αποτελεί πεδίο της εφαρμοσμένης οικολογίας, και αναδείχθηκε από την συνεχώς αυξανόμενη σημασία των σχέσεων μεταξύ των πολέμων και των οικοσυστημάτων, καθώς αυτή παραμένει υπό ερευνημένη (NATO , 2011). Οι Machlis & Hanson (2008) περιγράφουν το πεδίο της οικολογίας πολέμου, παραθέτοντας μια ταξινόμηση των πολέμων χρήσιμη για την οργάνωση και τη σύνθεση του πεδίου, κάνουν μια ανασκόπηση

των αντιπροσωπευτικών εμπειρικών μελετών και προτείνουν μια σειρά από ερευνητικές ανάγκες και πολιτικά συμπεράσματα που προκύπτουν από το αναδυόμενο αυτό πεδίο.

Έτσι υπάρχει μια πρώτη ταξινόμηση των πολέμων ανάλογα με τους φορείς που λαμβάνουν μέρος και το χώρο:

- i. Διακρατικοί, όταν γίνονται ανάμεσα σε δύο διαφορετικά κράτη,
- ii. Εθνικοί επαναστατικοί ή ανταρτοπόλεμοι, όταν γίνονται εντός του ίδιου κράτους και μεταξύ των κρατικών δυνάμεων και ομάδων επαναστατών.
- iii. Τοπικοί, χωρίς την ανάμιξη του κράτους, μεταξύ φυλών, θρησκευτικών ομάδων κλπ.

Όμως πλέον υπάρχει μια νέα μορφή πολέμων, όπου η ταξινόμηση αυτή ως περιγράφεται, δεν αποσαφηνίζει πλήρως τη μορφή τους. Πόλεμοι, που ενώ λαμβάνουν χώρα εντός των συνόρων ενός κράτους και μεταξύ των κρατικών δυνάμεων και των αντίπαλων τοπικών δυνάμεων, εντούτοις συμμετέχουν και άλλα κράτη με τα στρατεύματά τους, είτε αυτόνομα είτε βοηθώντας τεχνικά και οικονομικά τις αντίπαλες ομάδες.

Με βάση αυτά, στο νέο αυτό πεδίο προτάθηκε μια διαφορετική ταξινόμηση για την καλύτερη μελέτη των συνεπειών του πολέμου, που ουσιαστικά τον χωρίζει σε τρία στάδια (πίνακας 1) :

- i. Την πολεμική προετοιμασία, η οποία απαιτεί μεγάλη κατανάλωση σε φυσικούς πόρους όπως η κατασκευή οπλικών συστημάτων, δοκιμές, μεταφορά τους, χώροι αποθήκευσης αλλά και χώροι εκπαίδευσης.
- ii. Τον πόλεμο ως ένα φαινόμενο τεράστιου μεγέθους με τρομακτικές συνέπειες για τις ανθρώπινες ζωές και τα οικοσυστήματα κατά τη διάρκεια του, με ικανότητα να αποδιοργανώνει τα κοινωνικά και ηθικά συστήματα.

- iii. Το διάστημα μετά τον πόλεμο, όπου πλέον έχουν καταστραφεί ή έχουν υποστεί ζημιά μεγάλα τμήματα των υποδομών, ενώ το οικοσύστημα της περιοχής έχει υποστεί υποβάθμιση.

Πίνακας 1 Παραδείγματα των οικολογικών επιπτώσεων σχετικά με την οικολογία του πολέμου, κατά στάδιο και κλίμακα (Machlis & Hanson, 2008)

ΣΤΑΔΙΑ ΤΟΥ ΠΟΛΕΜΟΥ			
ΚΛΙΜΑΚΑ	Προετοιμασίες	Πόλεμος	Μεταπολεμικές Δραστηριότητες
ΤΟΠΙΟ	Κρατήρες, σύνθλιψη εδάφους, διάβρωση εδάφους, Μη εκραγέντα όπλα, συσσώρευση ρυπογόνων Υπονόμευση της υγείας ανθρώπων, φυτών, ζώων, ενδιαιτημάτων και προστασίας της βιοποικιλότητας/διατήρηση της ετερογενούς διαταραχής.	Κρατήρες, σύνθλιψη εδάφους και μόλυνση από την χρήση όπλων Καταστροφή σοδειάς και καλλιεργούμενων εκτάσεων Καταστροφή ενδιαιτημάτων Απώλεια Βιοποικιλότητας Πετρελαιοκηλίδες και αποψύλλωση Αποικισμός άγρια ζωής στους κρατήρες/ διαταραγμένα ενδιαιτήματα Αυξημένη θνητότητα Υποσιτισμός, αρρώστιες Αυξημένη λαθροθηρία και αποψύλλωση των δασών Καταπάτηση προστατευόμενων περιοχών	Μακροπρόθεσμες αλλαγές στην χρήση γης Συνεχιζόμενη μόλυνση από πυροβολικό, νάρκες και απεμπλουτισμένο ουράνιο Μακροπρόθεσμη μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα Ανακατασκευή/καθαρισμός των στρατιωτικών περιοχών, καταστροφές στα σημεία εκπαίδευσης και ζημιές τακτικής (πετρελαιοκηλίδες, αλλαγή του τοπίου)
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ	Ραδιονουκλεΐδια σε φυτά, ζώα, έδαφος και νερό. Υπονόμευση της ανθρώπινης υγείας	Αυξημένη εξαγωγή πόρων (διαμάντια, ορυκτά, ξυλεία κλπ.) Κοινωνικοοικονομικές διαταραχές και καταστραμμένες υποδομές Αύξηση των αποθεμάτων από εξασθένηση της εμπορικής δραστηριότητας Μόλυνση των ταμιευτήρων Αυξημένες αμμοθύελλες Ευρεία δασική θνητότητα εξαιτίας τακτικής αποψύλλωσης	Μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην υγεία από μη εκραγέντα όπλα Υποβάθμιση των οικοσυστημικών υπηρεσιών Μόλυνση από μεγάλης κλίμακας επιπτώσεις (πετρελαιοκηλίδες, μόλυνση ποταμών, εξάπλωση ναρκών) Παρατεταμένη κοινωνικοοικονομική διαταραχή
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ	Μετρούμενα αποτελέσματα σε δακτυλίους δέντρων, πυρήνες πάγου και ιζήματα ωκεανών Εκπομπές άνθρακα	Αυξημένη ζήτηση φυσικών πόρων Πυρηνικός Χειμώνας Αποτελέσματα βιολογικών όπλων Εκπομπές άνθρακα	Μεταφορά των στρατιωτικών τεχνολογιών σε εμπορική χρήση (ΓΣΠ, δορυφορικές εικόνες κλπ.)

Οι εμφύλιοι πόλεμοι, στους οποίους καταλογίζεται ένα μεγάλο ποσοστό θανάτων και κακουχιών στο σύγχρονο κόσμο, συχνά εμφανίζονται να είναι εθνικοί στη φύση τους, όμως η έννοια της «εθνοτικής διαίρεσης» είναι πολύπλοκη και δύσκολα μπορεί να

αναλυθεί ως μέτρο ποικιλομορφίας (Esteban, Mayoral & Ray, 2012). Ενώ οι περιοχές με έντονες εθνοτικές πιέσεις, και έλλειψη οικολογικών αποθεμάτων και νερού θεωρούνται ότι έχουν αυξημένες πιθανότητες λόγω των συνθηκών να βρεθούν σε εμφύλιο πόλεμο (Sirin, 2011).

Παράμετροι, όπως το μέγεθος του πληθυσμού, το κατά κεφαλήν εισόδημα, οι φυσικοί πόροι, το ποσοστό του ορεινού τοπίου μιας περιοχής, η έκταση της δημοκρατίας αλλά και ο βαθμός της δύναμης που παρέχεται σε αυτούς που κυβερνούν, έχουν βρεθεί να συντελούν κατά περιπτώσεις στην εμφάνιση εμφυλίων πολέμων (Esteban, Mayoral & Ray, 2012). Όμως μια νέα παράμετρος πλέον που θεωρείται σημαντική από τους ερευνητές είναι αυτή του χώρου, στο μέτρο που αυτός επηρεάζει τις πράξεις των ανθρώπων. Θέτοντας ερωτήματα για τον τρόπο με τον οποίο οι πράξεις σύγκρουσης παράγουν χώρο και κατά πόσο είναι δυνατό να διεξαχθούν συμπεράσματα όσον αφορά στις χωρικές διαστάσεις των κοινωνικών εξεγέρσεων (Chojnacki & Engels, 2013) δημιουργείται μια άλλη οπτική όσον αφορά τις συνέπειες των συγκρούσεων στο περιβάλλον.

Ουσιαστικά το οικολογικό αποτύπωμα ενός πολέμου, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, μεταξύ των οποίων τα όπλα που χρησιμοποιούνται, ο χώρος που διεξάγεται αλλά και οι μετακινήσεις που προκαλεί. Ενώ οι καταστροφές που προκαλεί εμφανίζονται στα εδαφικά και υδάτινα οικοσυστήματα αλλά και στην ατμόσφαιρα, χωρίς να μπορεί κανείς να προδικάσει αν αυτές οι καταστροφές περιορίζονται χωρικά και χρονικά.

Υπό αυτό το πρίσμα και χρησιμοποιώντας τις αρχές του πεδίου της οικολογίας πολέμου, θα εξεταστούν τα τρία στάδια της διεξαγωγής, ενός πολέμου, με ιδιαίτερη έμφαση στο στάδιο του πολέμου και στις τακτικές οι οποίες ακολουθούνται. Ενώ θα γίνει προσπάθεια να αναγνωρισθούν οι επιπτώσεις μετά τον πόλεμο (postwar). Σημαντικό βάρος θα δοθεί και στο στάδιο πριν την ένοπλη σύρραξη, καθώς οι ετοιμασίες που απαιτούνται στοχεύουν τους φυσικούς πόρους της περιοχής και έχουν άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον.

2.4 Βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πολέμων, συμπεριλαμβανομένων των στρατιωτικών εγκαταστάσεων, δεν έχουν λάβει της δέουσας προσοχής, παρόλο που συντελούν στην οικολογική υποβάθμιση (Clark & Jorgenson, 2012). Στη διεθνή βιβλιογραφία αριθμούνται εξαιρετικά λίγες δημοσιεύσεις σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του πολέμου. Πέραν αυτού, οι δημοσιεύσεις αυτές αναφέρονται σε συγκεκριμένες περιοχές (Σουδάν, Ιράκ, Βιετνάμ, Κονγκό), αφήνοντας στο περιθώριο πολλές περιοχές, οι οποίες έχουν υποστεί αλλεπάλληλες πολεμικές συγκρούσεις όπως οι Φιλιππίνες ή η Μιανμάρ (πρώην Βιρμανία). Ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός δημοσιεύσεων απαντάται για τον πόλεμο του κόλπου (1991), σχετικά με την επιμόλυνση του εδάφους λόγω της καταστροφής των πετρελαιοπηγών και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την καύση αυτών (Al Ajmi & Saif ud din, 2009) (Khordagui & Al-Ajmi, 1993) (Misak, et al., 2009) (Omar, et al., 2009). Το μεγαλύτερο τμήμα των μελετών αναφέρεται στις εδαφικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τη ρύπανση του εδάφους (όπως στην περίπτωση του πολέμου του κόλπου), είτε με την αλλοίωση των υφιστάμενων χρήσεων γης και τις συνακόλουθες συνέπειες αυτών (Mitri, Nader, Van der Molen & Lovett, 2014) (Witmer & O'Loughlin, 2009) (Witmer & O'Loughlin, 2011) (Butsic, et. al., 2015) (Witmer, 2008) (Pech & Lakes, 2017) (Baumann & Kuemmerle, 2016) (Burgess, Miguel & Stanton, 2015).

Συνακολούθως τμήμα των δημοσιεύσεων αναφέρεται στις επιπτώσεις εξαιτίας των οπλικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται, τις νάρκες (Frost, et al., 2017) αλλά και των χημικών/ βιολογικών όπλων (Black, 2016) (Manco, Porzio & Suzumoto, 2018) , (Ganesan, Raza & Vijayaraghavan, 2010) (Nham Tuyet & Johansson, 2001).

2.4.1 Επιπτώσεις στα φυσικά και ανθρωπογενή οικοσυστήματα

Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζονται τα εδαφικά συστήματα από τον πόλεμο, είναι διττός, δεν αφορά μόνο στην πράξη του πολέμου αλλά και στις στρατιωτικές προετοιμασίες που προηγούνται αυτής. Οι βόμβες και οι πύραυλοι δημιουργούν κρατήρες στο έδαφος, προκαλώντας διάβρωση, ενώ το επιμολύνουν λόγω των χημικών και τοξικών τους υπολειμμάτων (Biswas, 2001). Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του Ιράκ, όπου από τους συνεχόμενους πολέμους, και εξαιτίας της συνεχούς εκσκαφής και

μεταφοράς βαρέος οπλισμού, η μορφή της περιοχής στα σύνορα με το Ιράν, έχει αλλάξει σε τέτοιο βαθμό, ώστε οι τοπογραφικοί χάρτες της περιοχής να μην ισχύουν πλέον (Tolba & Saab, 2008). Η καταστροφή αυτή οδηγεί σε αλλαγές στη χρήση των περιοχών, αφού αυτές μπορεί να είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν για παρατεταμένες χρονικές περιόδους.

Οι Baumann & Kuemmerle (2016) μελετώντας τις επιπτώσεις των πολέμων στα εδαφικά συστήματα, συμπέραναν ότι τα αστικά και πυκνοκατοικημένα συστήματα καθώς και τα αγροτικά συστήματα επηρεάζονται ιδιαίτερα έντονα από τους πολέμους, δημιουργώντας ποικίλες αλλαγές, ακόμα και σε περιοχές αρκετά μακριά από την εμπόλεμη ζώνη, ενώ οι επιπτώσεις αν και άμεσες μπορεί να είναι μακροχρόνιες.

Αν και συνήθως οι στρατιωτικές ενέργειες στοχεύουν στις υποδομές, οι επιπτώσεις τους στη βιοποικιλότητα της περιοχής είναι αρκετές. Πολλά είδη απομακρύνονται από τα φυσικά ενδιαίτηματά τους, είτε εξαιτίας του έντονου θορύβου, είτε λόγω της χρήσης τους ως ναρκοπέδια, αυξάνοντας τον κίνδυνο αφανισμού αυτών που ήδη απειλούνται, ισχυροποιώντας συγχρόνως άλλα με μεγάλη ικανότητα προσαρμογής, όπως οι γκρίζοι λύκοι κατά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, οι οποίοι έφυγαν από το φυσικό τους περιβάλλον αναζητώντας τροφή μεταξύ των θυμάτων του πολέμου (Lawrence, Zolderdo, Struthers & Cooke, 2015). Αν και η απομάκρυνση των ανθρώπινων πληθυσμών εξαιτίας των πολέμων θεωρείται, υπό συνθήκες ωφέλιμη για την άγρια ζωή, καθώς μειώνεται το κυνήγι και η καταστροφή των ενδιαιτημάτων τους (Gaynor, et al., 2016) κάτι τέτοιο όμως δεν αποτελεί κανόνα καθώς το μέγεθος της καταστροφής είναι δυσανάλογο μεγαλύτερο.

Κατά την διάρκεια των εχθροπραξιών μεταξύ του Κουρδικού Απελευθερωτικού στρατού (PKK) και των Τουρκικών δυνάμεων από το 1990 έως το 2000 στη νοτιοανατολική Τουρκία, πολλές αγροτικές περιοχές, όπου διέμεναν κυρίως Κούρδοι, οδηγήθηκαν σε ερημοποίηση μειώνοντας έτσι την αγροτική παραγωγή κατά 55% σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλάζοντας με σφοδρότητα τις κοινωνικοοικονομικές δυναμικές μια περιοχής της οποίας η οικονομία βασιζόταν στην αγροτική παραγωγή (Gurses, 2012). Οι van Etten et al. (2008), μελετώντας την περιοχή της νοτιοανατολικής Τουρκίας μεταξύ του 1991 ~ 1994, μέσω της χρήσης δορυφορικών εικόνων, επιβεβαίωσαν το γεγονός της

καύσης δασικών περιοχών αλλά και αγροτικών, από τον Τουρκικό στρατό ως προσπάθεια αποδυνάμωσης των Κουρδικών στρατευμάτων. Η τακτική αυτή οδήγησε όχι μόνο στην υποβάθμιση των δασικών οικοσυστημάτων της περιοχής και την καταστροφή των αγροτικών περιοχών, αλλά και δημιούργησε πιέσεις στις παρακείμενες αστικές περιοχές, καθώς πληθυσμός μεταφέρθηκε από τις πληγείσες περιοχές στα αστικά κέντρα.

Υπάρχει η τάση της καταγραφής στη διεθνή βιβλιογραφία, εκτός του μεγέθους της αποψίλωσης των δασών, ως άμεσο ή έμμεσο αποτέλεσμα ενός πολέμου, του μεγέθους της καταστροφής των καλλιεργούμενων περιοχών, είτε ως τακτική πολέμου είτε εξαιτίας της εγκατάλειψης τους από τον πληθυσμό, καθώς η αλλαγή στην κάλυψη της γης είναι ένας ευαίσθητος δείκτης περιβαλλοντικής αλλαγής. Οι Mitri, Nader, Van der Molen & Lovett (2014) εξέτασαν την περιοχή του Βόρειου Λιβάνου από το 1975 έως το 2010, χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες, στην προσπάθεια να συνδέσουν την υποβάθμιση της γης με τις επαναλαμβανόμενες πολεμικές συγκρούσεις. Κατέληξαν σε ενδιαφέροντα αποτελέσματα, μεταξύ των οποίων και το γεγονός ότι η μεγαλύτερη απώλεια σε φυτοκάλυψη συνέβη το διάστημα 2006 έως 2007, ως αποτέλεσμα δύο ένοπλων συγκρούσεων που συνέβησαν τις χρονιές αυτές, αφήνοντας μεγάλα τμήματα γης ακαλλιέργητα, εξαιτίας της μετακίνησης του πληθυσμού που είχε ως αποτέλεσμα την έλλειψη σε εργατικά χέρια αλλά και τη δυσκολία ανεύρεσης πρώτων υλών. Ακολουθώντας η μετακίνηση πληθυσμών στις αστικές περιοχές οδήγησε σε εκτεταμένες παράνομες εκσκαφές και αντλήσεις στην παράκτια περιοχή, ως αποτέλεσμα της αυξημένης ζήτησης υλικών για ανοικοδόμηση.

Στην περίπτωση του πολέμου στη Βοσνία Ερζεγοβίνη (1992-1995), με τη χρήση δορυφορικών εικόνων Landsat, πολλές καλλιεργούμενες περιοχές, βρέθηκαν εγκαταλελειμμένες εξαιτίας των εχθροπραξιών αλλά και γιατί μετατράπηκαν κατά τη διάρκεια του πολέμου σε ναρκοπέδια (Witmer & O'Loughlin, 2009) (Witmer, 2008). Μεγάλες καταστροφές στην αγροτική γη παρατηρήθηκαν και στις περιοχές που ανήκουν στο λεγόμενο κέρασ της Αφρικής (Σουδάν, Ερυθραία, Τζιμπουτί, Αιθιοπία, Ουγκάντα, Κένυα, Σομαλία) χωρίς όμως να υπάρχει αξιόλογη μεταβολή στην δασοκάλυψη των περιοχών αυτών (Solomon, et al., 2018).

Η μετατροπή εκτάσεων κατά τη διάρκεια των πολέμων σε ναρκοπέδια, αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους παράγοντες μόλυνσης του εδάφους με πολυεπίπεδες συνέπειες. Εκτός όμως των ναρκών, υπάρχουν και τα όπλα τα οποία δεν έχουν εκραγεί και παραμένουν στο έδαφος. Τα συστατικά των οπλικών αυτών συστημάτων επιμολύνουν τα φυσικά οικοσυστήματα. Ενώ πολλές περιοχές αγροτικής γης καθίστανται ακατάλληλες εξαιτίας της μόλυνσης αυτού του είδους. Οι απώλειες αυτές συνήθως δεν καταγράφονται όταν μετρούνται οι επιπτώσεις του πολέμου (Frost, et al. 2017). Ενώ μετά τον πόλεμο, δεν είναι λίγες οι φορές που συνεχίζουν να αποτελούν κίνδυνο για τη ζωή των ανθρώπων, καθώς χρησιμοποιούνται από τους ντόπιους ως πηγή εισοδήματος ή ως παιχνίδι από παιδιά, τα οποία πλησιάζουν από περιέργεια (Frost, et al. 2017).

Η καταστροφή του εδάφους είναι μια από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις, καθώς το έδαφος αποτελεί έναν περιορισμένο και πολύπλοκο φυσικό πόρο. Στον πόλεμο μεταξύ του Ιράκ και του Κουβέιτ, μεγάλο μέρος του εδάφους στην βόρεια πλευρά των συνόρων, υπέστη συμπίκνωση λόγω της μεταφοράς εκτός δρόμου βαρέος οπλισμού, κι ανάλογα με τον τύπο του και την φυσική του βλάβιση έχασε την ικανότητα διήθησης του από 20 έως και 100%, με αποτέλεσμα να μειωθεί πολύ η ικανότητα των ριζών των φυτών αλλά και των σπόρων να διεισδύσουν εντός του (Omar, et al., 2009). Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του πολέμου αυτού ήταν η καταστροφή, κατά τη διάρκεια του 1990-1991, 798 λειτουργικών πετρελαιοπηγών από τα Ιρακινά στρατεύματα, με αποτέλεσμα τη διαρροή πετρελαίου και τη δημιουργία πετρελαιοκηλίδων, μολύνοντας μια περιοχή 110km². Η μεγάλη οικολογική καταστροφή εξαιτίας της καύσης των πετρελαιοπηγών και η ενδεχόμενη μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα, οδήγησε τους Al Ajmi & Saif ud din (2009) να αναπτύξουν μια μέθοδο για την ανίχνευση των πετρελαιοκηλίδων στο έδαφος, με τη χρήση δορυφορικών εικόνων, προσπαθώντας να συσχετίσουν την τιμή των εικονοστοιχείων της εικόνας με την αυξημένη θερμοκρασία στις μολυσμένες με πετρέλαιο περιοχές.

2.4.2 Επιπτώσεις από τη χρήση Χημικών όπλων

Στους σύγχρονους πολέμους, η χρήση χημικών όπλων, έχει αλλάξει τη μορφή και το μέγεθος των συνεπειών τους. Ιδιαίτερα μετά το 1918, η χρήση των όπλων αυτού του είδους άρχισε να αποτελεί τον κανόνα, ενώ από το 1914 έως σήμερα έχουν παραχθεί

περίπου 700 000 τόνοι χημικών παραγόντων (Black, 2016). Η χρήση των χημικών παραγόντων ενώ είναι σε μεγάλο βαθμό μελετημένη όσον αφορά στις άμεσες επιπτώσεις της στην ανθρώπινη ζωή, εντούτοις υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα για τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Ενώ το έμμεσο κόστος στην ανθρώπινη υγεία της χρήσης τέτοιου τύπου οπλισμού είναι άγνωστο και ανυπολόγιστο (Biswas, 2001).

Η χρήση του πορτοκαλί παράγοντα ως μέσο αποψίλωσης της ζούγκλας από τα Αμερικανικά στρατεύματα στο πόλεμο του Βιετνάμ, οδήγησε στην καταστροφή καλλιεργειών αλλά και στην αύξηση ποσοστού γενετικών ασθενειών, με επιπτώσεις που πολλές φορές παρουσιάζονται μετά από δεκαετίες (Nham Tuyet & Johansson, 2001). Η μέση ανατολή αποτελεί ένα μέρος όπου τις τελευταίες δεκαετίες η χρήση χημικών όπλων είναι έντονη, κοστίζοντας μεγάλο αριθμό σε ανθρώπινες ζωές (Black, 2016).

Η επιπτώσεις στο περιβάλλον, των χημικών όπλων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την σύστασή τους αλλά και τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Η διασπορά και η ατμοσφαιρική μόλυνση ενός χημικού όπλου εξαρτάται από παράγοντες όπως ο βαθμός απορρόφησης διαφόρων τύπων ακτινοβολίας καθώς και φυσικές διεργασίες σχετιζόμενες με τον καιρό ή εποχιακές συνθήκες. Ενώ η αποδόμηση ενός χημικού παράγοντα στο έδαφος εξαρτάται από τις φυσικοχημικές διεργασίες διαφόρων τύπων εδάφους που λαμβάνουν χώρα κάτω από συγκεκριμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες (Hart, 2009).

Σύμφωνα με τους Ganesan, Raza & Vijayaraghavan (2010) οι χημικοί παράγοντες ταξινομούνται σε επτά κατηγορίες:

- Νευρικοί παράγοντες (nerve agents)
- Φλυκταινογόνοι παράγοντες (blister agents)
- Αιμοτοξικοί παράγοντες (bloods agents)
- Ασφυξιογόνοι παράγοντες (choking agents)
- Παράγοντες ελέγχου εξεγέρσεων (riot-control agents)
- Ψυχομιμητικοί παράγοντες (Psychomimetic agents)
- Τοξίνες (toxins)

Οι νευρικοί παράγοντες (π.χ. το αέριο Σαρίν) είναι οι πιο τοξικοί των χημικών όπλων με τους οργανοφωσφωρικούς (OP) να αντέχουν αρκετές εβδομάδες στο περιβάλλον. Εξαιτίας της έντονης διασποράς τους και της έντονη τοξικότητας τους, αναζητούνται τρόποι παρακολούθησης, απομόνωσης και απολύμανσης τους σε κρίσιμες επιφάνειες και μέσα (έδαφος, υδάτινες επιφάνειες και ατμόσφαιρα) (Manco, Porzio & Suzumoto, 2018).

2.4.3 Επιπτώσεις στους αστικούς ιστούς – μετακινήσεις πληθυσμών.

Οι μετακινήσεις πληθυσμών από και προς αστικά κέντρα, είναι μια από τις μεγαλύτερες επιπτώσεις των πολέμων. Πληθυσμός μετακινείται από μια πόλη εξαιτίας της καταστροφής των υποδομών της, ενώ πληθυσμός από τις κατεστραμμένες αγροτικές περιοχές μετακινείται προς τις πόλεις. Οι μετακινήσεις αυτές δημιουργούν από μόνες τους μεγάλες πιέσεις στο περιβάλλον και αλλάζουν το χαρακτήρα περιοχών μεταβάλλοντας την χρήση του. Οι αλλαγές αυτές σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι μόνιμες.

Οι Witmer & O'Loughlin (2011) μελετώντας μέσω δορυφορικών εικόνων την κατανομή του νυκτερινού φωτισμού από το 1992 έως το 2009, πόλεων σε περιοχές του Καυκάσου που ανήκουν στην Ρωσία και τη Γεωργία, σε συνδυασμό με τις αποσπασματικές αναφορές των μέσων μαζικής ενημέρωσης μπόρεσαν να παράγουν μια πιο ακριβή εικόνα των χωρικών και χρονικών κατανομών εξαιτίας των ένοπλων συγκρούσεων. Η αύξηση στο νυκτερινό φωτισμό συγκεκριμένων περιοχών αποδόθηκε στη μετακίνηση πληθυσμού και συσχετίστηκε με την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Ενώ οι εναλλαγές σε νυκτερινό φωτισμό σε περιοχές μπορούν να εξηγηθούν ως αποτέλεσμα ένοπλων συγκρούσεων, οι οποίες καταστρέφουν τις σχετικές υποδομές (Coscieme, et. al., 2017).

Η πόλη Γκόμα, που βρίσκεται στα σύνορα με την Ουγκάντα στη Λαϊκή δημοκρατία του Κονγκό, αυξήθηκε σε μέγεθος, αφού λειτούργησε ως πόλος για τον αγροτικό πληθυσμό που μετακινήθηκε εξαιτίας των συνεχιζόμενων πολέμων σε στρατόπεδα συγκέντρωσης περιμετρικά της πόλης, τα οποία με τον καιρό αστικοποιήθηκαν (Pech & Lakes, 2017).

Οι καταστροφές των υποδομών των αστικών περιοχών , αλλά και τον βιομηχανικών περιοχών που βρίσκονται πλησίον αυτών έχουν σοβαρές συνέπειες για τη δημόσια υγεία αλλά και το περιβάλλον. Καταστρέφοντας βιομηχανικές ζώνες εισρέουν στο περιβάλλον ουσίες ικανές να μολύνουν για χρόνια το έδαφος , τα υδάτινα σώματα αλλά και την ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση του Λιβάνου, τα αποτελέσματα της καταστροφής του αστικού περιβάλλοντος ήταν πολλαπλά. Οι χώροι απόθεσης απορριμμάτων γέμισαν με ιδιαίτερα μολυσματικά στρατιωτικά υλικά, δημιουργώντας τεράστιο πρόβλημα στη διαχείριση των στερεών απορριμμάτων, ενώ δημιουργήθηκαν τυχαία νέοι ακατάλληλοι χώροι για να διαχειριστούν την υπερβολικά μεγάλη ποσότητα από συντρίμια. Το έδαφος και τα υπόγεια ύδατα βρέθηκαν μολυσμένα σε κατεστραμμένες βιομηχανικές ζώνες, ενώ ο ατμοσφαιρικός αέρας βρέθηκε πλούσιος σε βαρέα μέταλλα (UNEP, 2007). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο έντονος βομβαρδισμός βιομηχανικών περιοχών στον πόλεμο της Γιουγκοσλαβίας, γεγονός που απελευθέρωσε στην ατμόσφαιρα ανθεκτικούς οργανικούς ρύπους (POP) , οι οποίοι εκτός των περιοχών του Κοσόβου και της Σερβίας που πλήχθηκαν άμεσα, επηρέασαν και την Ξάνθη (Ελλάδα) (Vukmirovic´, Unkasevic & Tosic 2009).

Μια από τις μεγαλύτερες μετακινήσεις με 2,4 εκατομμύρια εκτοπισμένου πληθυσμού συνέβη στο Σουδάν, με τον μετακινούμενο πληθυσμό αλλά και τις αντιμαχόμενες ομάδες να υπερεκμεταλλεύονται τους φυσικούς πόρους , με την υλοτόμηση ξυλείας μεγάλης αξίας και καυσόξυλων στα βουνά της Νούμα, αλλά και με τη λαθροθηρία ελεφαντόδοντου , καθώς η κυβέρνηση είχε καταλυθεί και καμία περιβαλλοντική πολιτική δεν τηρούνταν (Tolba & Saab, 2008).

2.5 Η περίπτωση της Συρίας.

Η Συρία είναι μια εθνοτικά και θρησκευτικά μικτή χώρα, η οποία θεωρούνταν μια από τις πιο «ήσυχες» στην περιοχή, μέχρι την άνοιξη του 2011, όπου ξέσπασαν οι πρώτες συγκρούσεις στη νότια Συρία στην επαρχία της Νάρα (Daraa), ως συνέχεια της λεγόμενης Αραβικής Άνοιξης. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Συρίας είναι Άραβες, ένα 9,7% του πληθυσμού αποτελείται από Κούρδους, Αρμένιους, και άλλες εθνικές μειονότητες, ενώ μέχρι την αρχή των εχθροπραξιών, υπολογίζεται ότι

φιλοξενούνταν στη Συρία 1,8 εκατομμύρια προσφύγων, κυρίως Ιρακινών (Zwijnenburg & Pas, 2015).

Κυρίαρχη θρησκεία είναι το Ισλάμ ,ακολουθεί ο Χριστιανισμός και σε μικρό ποσοστό οι Δρούζοι, οι οποίοι κατά βάση αποτελούν μια εθνότητα με δική της ιδιόρρυθμη θρησκεία. Εντούτοις το μεγαλύτερο μέρος των Ισλαμιστών είναι Σουνίτες, και λιγότερο Σίιτες, αλούιτες, ενώ οι χριστιανοί ζουν κυρίως στις παράλιες περιοχές της Λατάκια και σε πόλεις όπως το Χαλέπι και η Δαμασκός.

Τα εδάφη της Συρίας από το 1516 έως το 1918, αποτελούσαν επαρχία της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας. Ενώ το 1920 η Συρία γίνεται Γαλλική αποικία μέχρι το 1946, οπότε και ανεξαρτητοποιείται ως κράτος. Την εποχή εκείνη στα ανώτερα και εύρωστα κοινωνικά στρώματα, ανήκαν σε μεγάλο βαθμό σουνίτες μουσουλμάνοι αλλά και επιπροσθέτως χριστιανοί κάτοικοι κυρίως της Δαμασκού και του Χαλεπίου. Ακολουθεί η ένωση το 1958 με την Αίγυπτο υπό την κυριαρχία του Νάσερ, με τη δημιουργία της Ηνωμένης Αραβικής Δημοκρατίας (United Arab Republic, UAR), από την οποία όμως η Συρία αποχωρεί το 1961. Παρόλο το μικρό χρονικό διάστημα της ένωσης, έγιναν μεγάλες αγροτικές μεταρρυθμίσεις και πολλές ιδιωτικές επιχειρήσεις εθνικοποιήθηκαν. Με την αποχώρηση από την ένωση, οι παλιές οικονομικές ελίτ προσπάθησαν να ανακαλέσουν τις μεταρρυθμίσεις που είχαν γίνει κατά τη διάρκεια της ένωσης, δημιουργώντας πολιτική αστάθεια και προκαλώντας την επέμβαση του Στρατού. Η κατάσταση εξομαλύνθηκε το 1963, όταν το κόμμα του Μπαθ (Ba'ath) χρησιμοποίησε τις δυνάμεις του στο Στρατό, κάνοντας πραξικόπημα και αναλαμβάνοντας την εξουσία (Azmeah, 2016).

Το 1970 αναλαμβάνει την εξουσία ο Hafiz al Assad, ο οποίος προωθεί την λεγόμενη Διορθωτική Κίνηση, η οποία δίνει περισσότερο χώρο ανάπτυξης στον ιδιωτικό τομέα, κρατάει όμως τον κυρίαρχο ρόλο του κράτους στην οικονομία. Το 2000 τον Hafiz al Assad αντικαθιστά ο γιός του Bashar al Assad, τη στιγμή που η παραγωγή πετρελαίου στη Συρία μειώνεται δραματικά (The World Bank, 2017b) (Azmeah, 2016). Το 2005 ο Bashar al Assad, ανακοινώνει πενταετές πλάνο οικονομικών μεταρρυθμίσεων, στην προσπάθεια αλλαγής του ρόλου του κράτους ως κεντρικό παράγοντα της οικονομικής ανάπτυξης. Η οικονομική μεταρρύθμιση αυτή έφερε πολλές ιδιωτικοποιήσεις με αποτέλεσμα μεγάλες

κλωστοϋφαντουργίες να κλείσουν το 2008 και 2009 στην περιοχή του Χαλεπίου (Azmeah, 2016).

Η πολιτική αστάθεια στη Συρία, μαζί με την έντονη ξηρασία των τελευταίων ετών, ιδιαίτερα κατά τα έτη 2007-2008 (Erian, 2011), η οποία οδήγησε σε εσωτερική μετανάστευση, προς τα αστικά κέντρα , ιδιαίτερα στην περιοχή του Χαλεπίου, αποτέλεσαν μερικούς από τους παράγοντες της εξέγερσης (Werrell, Femia & Sternbeg, 2015). Ο βαθμός διαφθοράς της κυβέρνησης, με πωλήσεις δημόσιων οργανισμών να καταλήγουν σε οικογένειες κυβερνητικών (Azmeah, 2016), ήταν από τους κύριους παράγοντες που οδήγησαν στην ένοπλη εξέγερση.

Ο μακροχρόνιος πόλεμος στην περιοχή, έχει αποσταθεροποιήσει, την ούτως η άλλως ευαίσθητη περιοχή της μέσης Ανατολής. Ο Jenkins (2014) θεωρεί ότι καμία κυβέρνηση δε θα μπορέσει να διοικήσει το Συριακό κράτος στο σύνολο του, όπως αυτό είχε διαμορφωθεί πριν από τον πόλεμο. Κι αυτό γιατί οι επαναστάτες δεν μπορούν από μόνοι τους να κερδίσουν αλλά χρειάζονται εξωτερική βοήθεια, την ίδια στιγμή οι υποστηρικτές του Assad ανήκουν στην ελίτ των αλουιτών αλλά και σε κράτη όπως το Ιράν και η Ρωσία.

Η εμπλοκή πολλών χωρών στον πόλεμο της Συρίας, συμβάλλει στη γενική αστάθεια της περιοχής. Οι αντικυβερνητικοί Σουνίτες υποστηρίζονται από δυτικές δυνάμεις αλλά και εξτρεμιστικές ομάδες όπως η al Qaida. Την ίδια στιγμή η Ρωσία υποστηρίζει από τη μία των Assad αλλά και από την άλλη τους Κούρδους, τους οποίους πολεμά η Τουρκία στα σύνορα με την Συρία. Οι Κούρδοι υποστηρίζονται εξοπλιστικά και τεχνικά από τον Καναδά, ενώ η Αμερικάνικη κυβέρνηση προωθεί ανάμειξη της Σαουδικής Αραβίας, στον αντίποδα της Ιρανικής υποστήριξης στον Assad (Mitton, 2016). Η ανάμειξη τόσων πολλών χωρών , αλλά και η μεγάλη ανθρωπιστική και προσφυγική κρίση δημιουργεί μια γενική αστάθεια όχι μόνο στην παρακείμενη περιοχή αλλά και στην ενότητα της Ευρωπαϊκής ένωσης.

2.6 Περιβαλλοντικά θέματα προ του πολέμου

Η Συρία ήδη πριν από τον πόλεμο αντιμετώπιζε σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Όπως περιγράφεται από τους Kasparek & Dimashki (2009) σε σχετική έκθεση προς την Ευρωπαϊκή επιτροπή, η περιβαλλοντική υποβάθμιση στην περιοχή είναι μεγάλη, ενώ δεν υπάρχει οργανωμένο σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής του περιβάλλοντος, καθώς τα περιβαλλοντικά θέματα δεν απασχόλησαν ιδιαίτερα τον κρατικό σχεδιασμό. Τη χρονική στιγμή, πριν την έναρξη του πολέμου η Συρία προσπαθούσε να εναρμονιστεί με τους διεθνείς νόμους και κανονισμούς.

Όπως σημειώνεται η ατμοσφαιρική μόλυνση στη Συρία είναι μεγάλη και ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις, με έντονη βιομηχανική δραστηριότητα όπως η πόλη του Χαλεπίου. Επίσης η αύξηση των πετρωμάτων αυτοκινήτων από 960 000 σε 1,2 εκατομμύρια, σε διάστημα τεσσάρων χρόνων (2002 – 2006), συνέβαλε σημαντικά.

Ιδιαίτερη μνεία γίνεται όμως για την υποβάθμιση της καλλιεργούμενης γης στην περιοχή και ιδιαίτερα στα Βόρεια τμήματα της χώρας. Το 59% του εδάφους της χώρας έχει επηρεαστεί από την ερημοποίηση (10,6 εκατομμύρια εκτάρια), ενώ το 18% (3,16 εκατομμύρια εκτάρια) έχουν υποβαθμιστεί σοβαρά. Η έντονη χρήση αγροχημικών, η υπερβολική χρήση των υδάτινων πόρων για άρδευση, τα ανεπαρκή αρδευτικά συστήματα είναι μερικά από τα αίτια της υποβάθμισης. Το φαινόμενο αυτό απαντάται κυρίως στη παραποτάμιες περιοχές, αλλά και στις κεντρικές και ανατολικές περιοχές της χώρας που υποφέρουν επιπλέον από διάβρωση του εδάφους.

Σημαντικοί υγρότοποι της περιοχής, όπως είναι η κοιλάδα του Ορόντη στην δυτική Συρία αλλά και η λίμνη Sabkhat al Jabboul στο κυβερνείο του Χαλεπίου, έχουν υποστεί υποβάθμιση καθώς χρησιμοποιούνται ως κύριο μέσω άρδευσης καλλιεργειών, ενώ μολύνονται και από ανεπεξέργαστα απόβλητα που διοχετεύονται σε αυτούς. Γενικώς υπάρχει υπερεκμετάλλευση των υδάτινων πόρων, επιφανειακών και υπογείων, καθώς το 76% αυτών χρησιμοποιούνται για άρδευση. Οι υπόγειοι υδροφόροι παρουσιάζουν έντονη ετήσια μείωση, με τη υπό- λεκάνη του Χαλεπίου να μειώνεται 2-5 μέτρα ετησίως (Kasparek & Dimashki, 2009).

Η υγειονομική ταφή των απορριμμάτων δεν είναι διαδεδομένη στη Συρία, ενώ η πλειονότητα αυτών καταλήγουν σε χώρους απόθεσης όπου και καίγονται, υποβαθμίζοντας σημαντικά το έδαφος αλλά και τον υδροφόρο ορίζοντα. Ενώ τα επικίνδυνα οικιακά απόβλητα καταλήγουν κι αυτά σε χωματερές χωρίς καμία ιδιαίτερη επεξεργασία. Δεν υπάρχουν επαρκής πληροφορίες σχετικά με τα βιομηχανικά απόβλητα και πως αυτά διαχειρίζονται από το Συριακό κράτος. Η μόνη σχετική πληροφορία αφορά στα φαρμακευτικά απόβλητα τα οποία μεταφέρονται σε ειδικό χώρο επεξεργασίας στη Δαμασκό. Μόλις το 21% των στερών αποβλήτων ανακυκλώνονται (Tolba & Saab, 2008), με τρία εργοστάσια κομποστοποίησης σε Δαμασκό, Λαττάκεια και Σαλαμίγια. Δεν υπάρχει επίσημος φορέας για την ανακύκλωση των υλικών, αλλά παράτυπα συλλέγονται από ιδιωτικούς φορείς.

Όσον αφορά την ανακύκλωση των υγρών αποβλήτων, λειτουργούν είκοσι εργοστάσια στις μεγαλύτερες πόλεις της χώρας, με τα πέντε κεντρικά σε Χάμα, Χομς, Δαμασκό, Χαλέπι και Σαλαμίγια (Kasperek & Dimashki, 2009). Υπάρχουν όμως αναφορές σχετικά με την μη ορθή λειτουργία του, αφού δεν συνάδουν με τις διεθνείς προδιαγραφές, αλλά και η κατάσταση του δικτύου δεν είναι καλή με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαρροές που αποτελούν απειλή για το περιβάλλον και τις πηγές πόσιμου νερού.

Η παρατεταμένη ξηρασία, ιδιαίτερα των ετών 2007 και 2008, οδήγησε σε πτώχευση μεγάλο ποσοστό αγροτών, καθώς ακολούθως αυξήθηκαν πολύ οι τιμές των καυσίμων. Οι τιμές των μεθόδων άρδευσης ήταν επίσης αρκετά μεγάλες οδηγώντας τον αγροτικό πληθυσμό στην πλήρη εξάρτηση από τις βροχές (Tull, 2017). Ιδίως σε περιοχές κλειδιά για την αγροτική παραγωγή, όπως η κοιλάδα του Ορόντη, ο ρυθμός φτώχιας αυξήθηκε κατά 30% σε σχέση με τις αστικές περιοχές (Münger & Jaubert, 2014). Σύμφωνα με τη Παγκόσμια Τράπεζα (The World Bank, 2017b) 1,5 εκατομμύρια άνθρωποι μετακινήθηκαν, εξαιτίας της παρατεταμένης ξηρασίας, από τις αγροτικές στις Αστικές περιοχές, δημιουργώντας μεγάλες περιβαλλοντικές πιέσεις στα αστικά κέντρα, με το μεγαλύτερο ποσοστό φτωχών αγροτικών περιοχών να βρίσκονται στη Βορειοανατολική περιοχή της χώρας.

2.7 Επιπτώσεις του συνεχιζόμενου πολέμου στη Συρία.

Ο συνεχιζόμενος πόλεμος στη Συρία, έχει δημιουργήσει μεγάλες καταστροφές στα αστικά κέντρα αλλά και στις αγροτικές περιοχές, υποβαθμίζοντας την ήδη βεβαρημένη κατάσταση του περιβάλλοντος και των φυσικών του πόρων. Ιδιαίτερα οι καταστροφές στα μεγάλα αστικά κέντρα είναι τεράστιες. Με την πόλη του Χαλεπίου αλλά και την περιφέρειά της να αριθμούν το μεγαλύτερο ποσοστό καταστροφών.

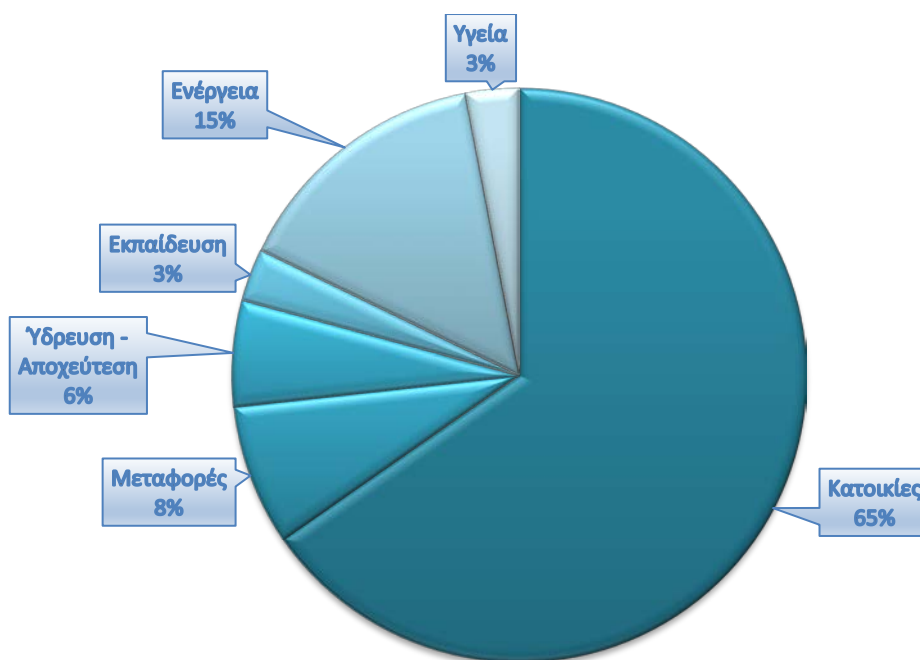
2.7.1 Επιπτώσεις στους αστικούς ιστούς και τις βιομηχανικές περιοχές.

Τα συντρίμια που έχουν δημιουργηθεί από τις καταστροφές στα αστικά κέντρα, θέτουν σε μεγάλο κίνδυνο εκτός της δημόσιας υγείας και το περιβάλλον καθώς περιέχουν σκόνη, μπορούν να μολύνουν το έδαφος αλλά και τους υπόγειους υδροφόρους. Στην πόλη μόνο του Χαλεπίου υπολογίζεται ότι υπάρχουν (έως το Φεβρουάριο του 2017), 14,9 εκατομμύρια τόνοι συντριμμίων τα οποία για να καθαριστούν πλήρως εκτιμάται ότι χρειάζονται 6 χρόνια συνεχούς εργασίας και 26 εκατομμύρια χιλιόμετρα μεταφορών (The World Bank, 2017b). Εκτός του τεράστιου κόστους που απαιτείται για την απομάκρυνσή τους, η ίδια η διαδικασία έχει επιπλέον επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η μεταφορά με οχήματα, η οποιαδήποτε άλλο μέσο που χρησιμοποιεί συμβατικές μορφές ενέργειας, θα αυξήσει σημαντικά της εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ενώ πάντα υπάρχει ο κίνδυνος διαρροής των υλικών κατά την μεταφορά.

Στην προσπάθεια να δοθεί μια οικονομική διάσταση στο μέγεθος των αστικών καταστροφών, η παγκόσμια τράπεζα σε έκθεση της για την αξιολόγηση των καταστροφών σε τρεις αστικές περιοχές της Συρίας (The World Bank, 2017a), εκτιμά ότι στην περιοχή του Χαλεπίου οι ζημιές που αφορούν τον τομέα των κατοικιών κυμαίνονται από 6,2 έως 7,5 εκατομμύρια δολάρια Αμερικής. Οι μεγαλύτερες ζημιές στην περιοχή του Χαλεπίου, όσον αφορά τον αστικό ιστό, ανήκουν στο τομέα των κατοικιών (Διάγραμμα 1).

Οι καταστροφές στο δίκτυο ύδρευσης της περιοχής, αλλά και οι εκτεταμένες ζημιές στα ηλεκτρικά δίκτυα, οδήγησαν στη περαιτέρω κατάρρευση της υδροδότησης της πόλης, καθώς σταμάτησαν να λειτουργούν οι αντλίες. Εναλλακτικά άρχισαν στην

πόλη του Χαλεπίου να λειτουργούν 300 πηγάδια, ιδιωτικά αλλά και σε τζαμιά, που δεν χρησιμοποιούνταν πριν από τον πόλεμο (The World Bank, 2017b), αλλά και ιδιωτικές υδροφόρες για να καλύπτουν τις ανάγκες του πληθυσμού. Ακόμα όμως υπάρχουν ελλείψεις σε νερό καθώς και φαινόμενα αισχροκέρδειας.



Διάγραμμα 1 Κατανομή των εκτιμώμενων ζημιών στο Χαλέπι ανά τομέα (The World Bank Group, 2017a)

Σοβαρό πρόβλημα εμφανίζεται και στην αποκομιδή των απορριμμάτων των αστικών περιοχών, καθώς σχηματίζονται αυτοσχέδιες χωματερές εντός των πόλεων, δημιουργώντας εστίες μόλυνσης (εικόνα 1). Ενώ επιπροσθέτως η έλλειψη σε φαγητό και είδη πρώτης ανάγκης, οδηγεί πολλούς ανθρώπους να αναζητούν υπολείμματα στις αυτοσχέδιες χωματερές, δημιουργώντας έξαρση ασθενειών όπως η λεισμανίαση που έχει επηρεάσει, σε πολλές γειτονίες του Χαλεπίου, 8 στους 10 ανθρώπους (Smith, 2013). Ως αποτέλεσμα οι κάτοικοι για την αποφυγή εξάπλωσης ασθενειών, άρχισαν να καίνε τα απορρίμματα τους, δημιουργώντας όμως έτσι σημαντική ατμοσφαιρική ρύπανση, η οποία σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από τη σύνθεση τους (Zwijnenburg & Pas, 2015). Η κατάσταση γίνεται ακόμα πιο έντονη με την κατάρρευση του συστήματος αποχέτευσης.

Μεγάλη και εκτεταμένη ζημιά στο περιβάλλον δημιουργείται και από τις καταστροφές στις βιομηχανικές ζώνες της Συρίας. Οι οποίες εκτός των σφοδρών επιθέσεων που δέχονται από τις αντιμαχόμενες παρατάξεις, υφίστανται και εκτεταμένες λεηλασίες, με τον κίνδυνο εξαιρετικά τοξικές ουσίες να διαφύγουν στο περιβάλλον. Ιδιαίτερα στην περιοχή του Χαλεπίου, υπάρχουν αρκετές μεταποιητικές βιομηχανίες, παραφαρμακευτικές, υφασμάτων, ενδυμάτων, τροφίμων χημικών και αεροδιαστημικών, οι οποίες έχουν υποστεί ζημιές που αγγίζουν το 81% σε κάποιες περιοχές (πίνακας 2).



Εικόνα 1 Αυτοσχέδιος χώρος απορριμμάτων σε γειτονιά στο Χαλέπι (πηγή: Asharq Al-Awsat)

Το 27% της οικονομίας της περιοχής του κυβερνείου του Χαλεπίου, εξαρτιόταν, πριν από την κρίση, από τη βιομηχανική παραγωγή της περιοχής (MapAction; Assessment Capacities Project (ACAPS), 2013). Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται στην βιομηχανική παραγωγή π.χ. υδροφθορικό οξύ, κυανίδιο, απορρυπαντικά, διαλυτικά, αμμωνία κλπ. , είναι ιδιαίτερα τοξικές, εύφλεκτες, ανθεκτικές, καρκινογόνες, μεταλλαξιογόνες και δημιουργούν επιπλέον τοξικότερες ενώσεις αν αφεθούν ελεύθερες στο περιβάλλον (Zwijnenburg & Pas, 2015). Επομένως οι συνέπειες είναι άμεσες, μακροπρόθεσμες και μη αναστρέψιμες πολλές φορές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Με την έναρξη της κρίσης, πολλές βιομηχανίες έκλεισαν ή μεταφέρθηκαν σε ασφαλέστερες περιοχές. Το 2013 η Συριακή κυβέρνηση εξέδωσε μια οδηγία στην προσπάθεια της να ενθαρρύνει τις βιομηχανίες να παραμείνουν εντός της Συρίας αλλά να μετακινηθούν σε ασφαλέστερες περιοχές, ενώ το 2014 δημιούργησε δύο νέες βιομηχανικές ζώνες στη Λατάκια (The World Bank, 2017b). Εντούτοις πολλές βιομηχανίες μετακινήθηκαν σε διπλανές χώρες, όπως η Ιορδανία, η Αίγυπτος και η Τουρκία. Ιδιαίτερα η βιομηχανία υφασμάτων και ενδυμάτων μετακινήθηκε από την περιοχή του Χαλεπίου στην Αίγυπτο, εξολοκλήρου.

Πίνακας 2 Εκτίμηση ζημιών στις βιομηχανικές περιοχές του κυβερνείου του Χαλεπίου (The World Bank, 2017a)

Πόλη	Βιομηχανική Περιοχή	Ζημιά (%)
Χαλέπι	Shauykh Najjar	81
Χαλέπι	Ramouseh	73
Χαλέπι	Ash-Shaqif	70
Χαλέπι	Billeramoun	67
Κομπάνι	Kobani	39
Χαλέπι	Jibreen	18

Οι πετρελαιοπηγές που υπάρχουν στη περιοχή της Συρίας , αν και μειωμένης παραγωγής σε σχέση με το παρελθόν (Azmeah, 2016), εντούτοις αποτελούν στόχο τόσο των αντιμαχόμενων δυνάμεων, όσο και των ξένων κρατών που εμπλέκονται με εναέριες κυρίως δυνάμεις στην περιοχή (Sowers, Weinthal & Zawarhi, 2017). Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η παραγωγή των εν λειτουργία πετρελαιοπηγών έχει μειωθεί σημαντικά, ενώ τα δυο διυλιστήρια σε Homs και Baniyas λειτουργούν αποσπασματικά (The World Bank, 2017b). Οι εκτεταμένες επιθέσεις τόσο στα σημεία παραγωγής αλλά και επεξεργασίας του πετρελαίου, δημιουργούν πληθώρα προβλημάτων στο περιβάλλον, καθώς το πετρέλαιο και τα παράγωγα του περιέχουν τοξικές ενώσεις, ιδιαίτερα ανθεκτικές και καρκινογόνες. Δημιουργούνται πετρελαιοκηλίδες οι οποίες μολύνουν τόσο το έδαφος και τα υπόγεια ύδατα της περιοχής, ενώ κατά την καύση τους απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Το μέγεθος της περιβαλλοντικής καταστροφής είναι δύσκολο να εκτιμηθεί καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής αλλά και τις παρακείμενες εδαφικές κατανομές.

2.7.2 Επιπτώσεις στις αγροτικές περιοχές και στην αγροτική παραγωγή.

Οι αγροτικές περιοχές, αποτελούν το 75% της συνολικής επιφάνειας της Συρίας (CBS, 2004) και πριν από την κρίση συνεισέφεραν κατά 18% στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν και 23% στις εξαγωγές (FAO, 2016). Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι ετήσιες κατακρημνίσεις στη Συρία αποτελούν κατά 68,5% την κύρια πηγή του προς διάθεση νερού για άρδευση και την ξηρασία που έπληξε την περιοχή κατά την πρώτη δεκαετία της νέας χιλιετίας (Erian, 2011) είναι προφανές ότι οι αγροτικές περιοχές αντιμετώπιζαν ήδη σοβαρά προβλήματα πριν την έναρξη του πολέμου. Εκτός των άμεσων επιπτώσεων στην καλλιεργήσιμη γη που σχετίζονται με τους βομβαρδισμούς, την καταστροφή του εδάφους λόγω της μεταφοράς βαρέος οπλισμού αλλά και την μόλυνση του από τα χρησιμοποιούμενα όπλα, οι έμμεσες συνέπειες φαίνεται να είναι εξίσου καταστρεπτικές.

Ο πόλεμος της Συρίας οδήγησε σε αναδιάταξη του τρόπου χρήσης του νερού, με δραστική μείωση του διαθέσιμου προς άρδευση, εξαιτίας των συνεχιζόμενων μαχών, των μετακινήσεων των πληθυσμών, την καταστροφή των υποδομών διεργασίας και μεταφοράς νερού και της έλλειψης ενέργειας και γεωργικών εισροών (Saadé-Sbeih, et. al., 2016). Η καταστροφή του οδικού δικτύου, είτε με απευθείας βομβαρδισμούς, είτε δευτερευόντως από την κατάρρευση παρακείμενων κτιρίων, συνέβαλε επιπροσθέτως στην δυσκολία μετακινήσεων και ως εκ τούτου στην προμήθεια των απαραίτητων γεωργικών εισροών.

Η Συρία αποτελούσε ξεκάθαρο παραγωγό σιτηρών για τουλάχιστον είκοσι χρόνια πριν τον πόλεμο (εξαιρώντας χρονικά τις περιόδους έντονης ξηρασίας), όμως σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO, 2016), το 2015/2016 υπήρξε το έτος με τη χαμηλότερη παραγωγή σιτηρών (1,547 εκατομμύρια τόνοι) της τελευταίας δεκαετίας. Αντιθέτως όμως παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής κριθαριού καθώς θεωρείται ότι οι εναπομείναντες γεωργοί στράφηκαν σε μια πιο ανθεκτική καλλιέργεια στις καιρικές συνθήκες και στις μειωμένες συνθήκες εισροών, αντικαθιστώντας τα σιτηρά με κριθάρι.

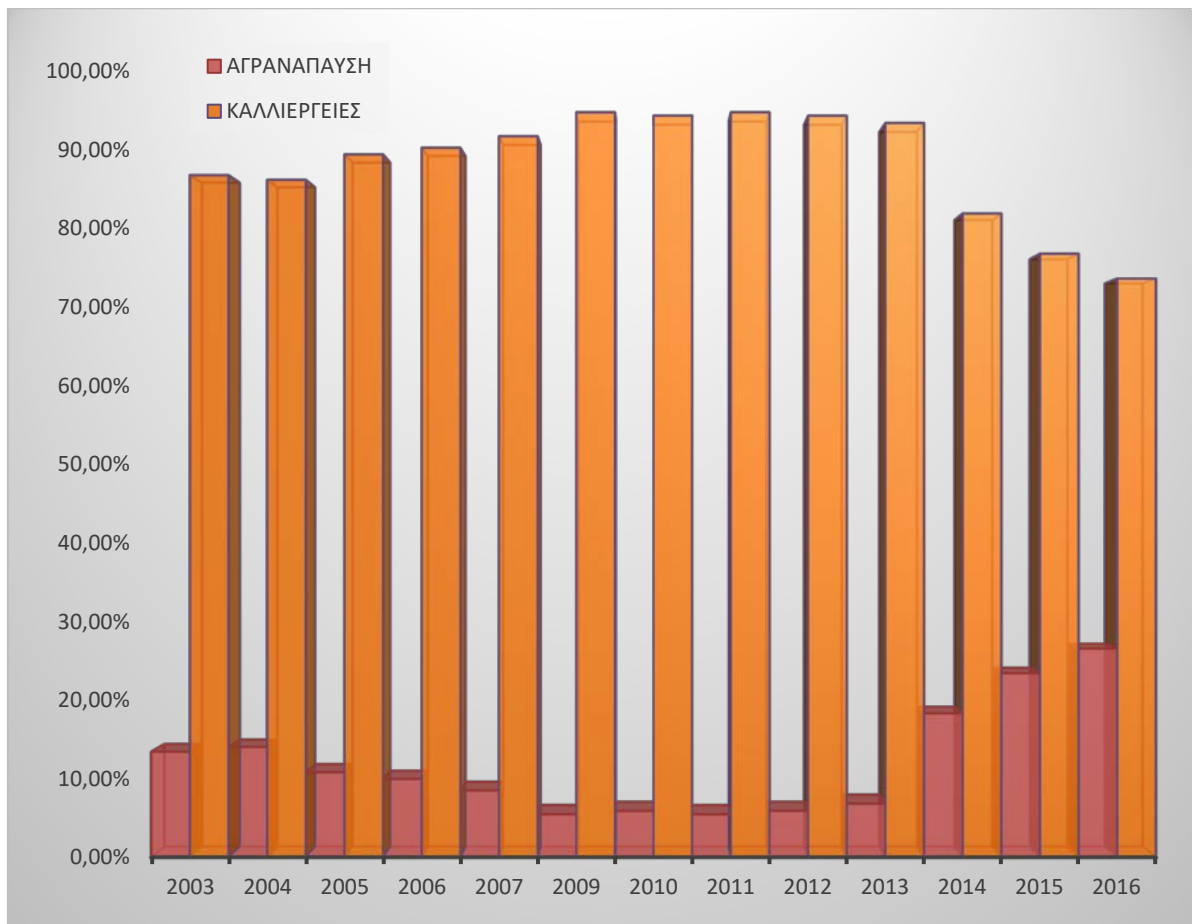
Η έλλειψη εργατικού δυναμικού εξαιτίας των αναγκαστικών μετακινήσεων, σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε κυβερνείο, οδήγησε σε καταστροφή πολλές σοδειές με χαρακτηριστικό παράδειγμα την έλλειψη εργατικού δυναμικού στη Hasaakeh που

συνέβαλε στην κατάρρευση της παραγωγής βαμβακιού , η οποία μειώθηκε σε 4,000 εκτάρια (The World Bank, 2017b). Σε πιλοτική μελέτη της Παγκόσμια Τράπεζας και της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (European Space Agency, ESA), ως αυτή δημοσιεύθηκε το 2017 από την Παγκόσμια Τράπεζα, συγκρίνοντας της καλλιέργειες για τα έτη 2011 και 2016, βρέθηκε ότι η παραγωγή στην περιοχή του Al Eis μειώθηκε κατά το ήμισυ με τα περισσότερα αγροτεμάχια να είναι σε αγρανάπαυση ή εγκαταλελειμμένα.

Σε περιοχές που περιήλθαν στην κατοχή του ISIS, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτέλεσαν ένα επιπλέον όπλο στα χέρια της οργάνωσης, καθώς της έδωσαν ένα είδος ανθεκτικότητας, στερώντας όμως στον πληθυσμό την αναγκαία τροφή (Jaafar & Woertz, 2016). Οι Eklund et al. (2017) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι περιοχές που είχαν καταληφθεί από τον ISIS παρουσίαζαν εντατικοποίηση των καλλιεργειών ακόμα και σε περιπτώσεις που αυτές ήταν για πολλά χρόνια σε αγρανάπαυση, δείχνοντας έτσι ότι οι αλλαγές στην χρήση της γης εξαιτίας ενός πολέμου δεν είναι μονοδιάστατες, αλλά ετερογενείς και άμεσα εξαρτώμενες από το τοπικό πλαίσιο.

Στην κοιλάδα του Ορόντη, μια περιοχή υπεύθυνη για την $\frac{1}{4}$ της γεωργικής παραγωγής της χώρας, η αγροτική παραγωγή μειώθηκε κατά 70% , από το 2010 -2013, εξαιτίας της απότομης μείωσης των αρδευόμενων περιοχών, ενώ στις καλλιέργειες που αρδεύονται από τη βροχή το 20-30% της ελάττωσης της παραγωγής οφείλεται στην έλλειψη καυσίμων, λιπασμάτων και στην αύξηση των τιμών των σπόρων. Ιδιαίτερα στην περιοχή του Αφρίν στο κυβερνείο του Χαλεπίου, η μείωση της παραγωγής άγγιξε το 50% - 70%. Αντίστοιχα από τις 206 κτηνοτροφικές μονάδες στην περιοχή το 2010, 122 σταμάτησαν να λειτουργούν το 2013, εξαιτίας της καταστροφής των μονάδων αλλά και της έλλειψης ζωοτροφών (Münger & Jaubert, 2014).

Στο κυβερνείο του Χαλεπίου, σύμφωνα με στοιχεία της Στατιστική υπηρεσίας της Συρίας (CBS) για τα έτη 2003-2016, φαίνεται μείωση της πραγματικά καλλιεργούμενης γης και αύξηση της καλλιεργούμενης γης σε αγρανάπαυση, κυρίως από το 2013 και μετά, χρονιά κατά την οποία κλιμακώθηκε ο πόλεμος στην περιοχή (διάγραμμα 2)



Διάγραμμα 2 Χρονική μεταβολή καλλιεργούμενης γης κυβερνείο Χαλεπίου (πηγή CBS,2003 ~ 2017)

2.7.3 Επιπτώσεις χρήσεων όπλων και ναρκών.

Το 2017, υπήρξε μέχρι στιγμής η χρονιά με τους περισσότερους θανάτους πολιτών στη Συρία, οφειλόμενους στη χρήση εκρηκτικών όπλων. Από το 2011 - 2017 έχουν σημειωθεί 67 194 θάνατοι οφειλόμενοι σε εκρηκτικά όπλα, το 86% των θανόντων ήταν πολίτες, εκ των οποίων το 90% σε περιοχές με μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα, ενώ 44% των θανάτων οφείλονταν σε επιθέσεις με εκρηκτικά από αέρος, το 33% σε πυραύλους εκτοξευόμενους από τη γη και ένα 19% σε αυτοσχέδιους εκρηκτικούς μηχανισμούς (ΑΟΑΝ, 2018).

Μέχρι τον Ιούνιο του 2014, στη Συρία εκτιμάται ότι το καθεστώς του Assad έριξε από αέρος 5 000 ~ 6 000 βόμβες TNT (τρινιτροτολουόλη) (Weir, 2015). Ο τρόπος συμπεριφοράς και το μέγεθος της περιβαλλοντικής καταστροφής των βομβών αυτών εξαρτάται από παράγοντες όπως η χημική σύσταση τους και τα προϊόντα διάσπασης

τους αλλά και από το pH του εδάφους και των μικροοργανισμών και βακτηρίων που βρίσκονται σε αυτό. Κατά τη διάρκεια επιθέσεων, που σημειώθηκαν μεταξύ 18 Σεπτεμβρίου και 1 Οκτώβρη του 2016, σύμφωνα με μαρτυρίες καταγεγραμμένες από τη Διεθνή Αμνηστία, τις οποίες και ταυτοποίησε, χρησιμοποιήθηκαν οι απαγορευμένες βόμβες διασποράς, που θέτουν σοβαρό κίνδυνο την υγεία των πολιτών καθώς διασκορπίζουν υπομονάδες σε ευρεία περιοχή (Amnesty International, 2016).

Έχουν αναφερθεί εκρήξεις σε αποθήκες πυρομαχικών, ενώ υπάρχουν παρατηρήματα σε διάφορα σημεία κατεστραμμένα ταנק αλλά και οπτικά συστήματα, τα οποία αποτελούν εστίες μόλυνσης αλλά και κινδύνου για τους πολίτες. Καθώς εκτός των πυρομαχικών που δεν έχουν εκραγεί, τα όπλα αλλά και τα στρατιωτικά οχήματα περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών όπως τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (Polychlorinated biphenyls, PCBs), ο αμιάντος, ο μόλυβδος, το κάδμιο από τις μπαταρίες, καύσιμα και πετρέλαιο (Zwijnenburg & Pas, 2015).

Σε έξι επιθέσεις που συνέβησαν το 2013, στα κυβερνεία του Χαλεπίου, του Ιντλιμπ και της Δαμασκού, εξετάστηκε από τα Ηνωμένα Έθνη, μέσω συλλογής περιβαλλοντικών και βιοχημικών δειγμάτων, η χρήση χημικών όπλων. Σε τρεις από τις έξι επιθέσεις ταυτοποιήθηκε η χρήση του νευροτοξικού παράγοντα Σαρίν, ενώ στις άλλες τρεις περιπτώσεις τα στοιχεία ήταν ελλιπή (Pita & Domingo, 2014). Στις 4 Απριλίου του 2017 στην πόλη Khan SheiKhoun στο κυβερνείο του Ιντλιμπ, έγινε επίθεση από αέρος με βόμβες οι οποίες περιείχαν σαρίν, σκοτώνοντας σχεδόν περίπου 100 πολίτες και στέλνοντας εκατοντάδες στα νοσοκομεία εξαιτίας της έκθεσής του στο νευροτοξικό παράγοντα. Σύμφωνα με τους Bhaganagar & Bhimireddy (2017) εντός μιας ώρας από την αρχική απελευθέρωσή του στην ατμόσφαιρα, το νέφος απλώθηκε αδιάλυτο σε απόσταση 7,9km ενώ εντός δύο ωρών σε απόσταση 19,3km.

Νάρκες έχουν τοποθετηθεί στη Συρία κατά μήκος οδικών αξόνων, κοντά σε πηγές ή/και στις όχθες ποταμών, ενώ καλλιεργούμενες εκτάσεις και βοσκοτόπια έχουν μετατραπεί σε ναρκοπέδια καταστρέφοντας τα εδάφη και επηρεάζοντας άμεσα τον γεωργικό πληθυσμό (Cunial, 2016). Εκτιμάται ότι στη Συρία 8,2 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν σε περιοχές με κινδύνους από εκρηκτικά, συμπεριλαμβανομένων και των ναρκών (OCHA, 2017b).

2.7.4 Κοινωνικό – οικονομικές επιπτώσεις του πολέμου.

Η συνεχιζόμενη κρίση στη Συρία έχει αλλάξει με σφοδρό τρόπο την πληθυσμιακή κατανομή λόγω των μαζικών και επαναλαμβανόμενων μετακινήσεων. Ο ρυθμός γεννήσεων στον παραμένοντα πληθυσμό έχει μειωθεί κατά 27% ενώ το προσδόκιμο ζωής στον ανδρικό πληθυσμό ηλικιών 15 έως 24 χρονών, μειώθηκε κατά 31% , από τα 69,7 χρόνια το 2010 στα 48,2 το 2014 (SCPR, 2016). Ιδιαίτερα το ποσοστό των νέων από 15 έως 39 ετών έχει μειωθεί δραματικά μεταξύ του παραμένοντος πληθυσμού αλλά και του πληθυσμού που μετακινείται εντός της χώρας. Εντός των κυβερνείων επίσης ο βαθμός αλλαγής της κατανομής του πληθυσμού διαφέρει. Έτσι υπάρχει σημαντική μείωση πληθυσμού σε κυβερνεία όπως το Χαλέπι, την αγροτική περιοχή της Δαμασκού, τη Χόμς αλλά αύξηση των πληθυσμών στη Λατάκια και στην Χάμα (SCPR, 2016). Οι στατιστικές αντανakλούν μια δομική παραμόρφωση στον πληθυσμό όσον αφορά στην ηλικία. Σύμφωνα με στοιχεία που έχουν συλλεχθεί με τη μορφή ερωτηματολογίων μεταξύ των εσωτερικά μετακινούμενων προσφύγων το 62% δηλώνει ότι επιθυμεί να γυρίσει στον τόπο κατοικίας του, ενώ το 33% σχεδιάζει να παραμείνει στον τόπο που φιλοξενείται προσωρινά (SCPR, 2016).

Μια ηλικιακή ομάδα που αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα είναι τα παιδιά. Τα περισσότερα δεν πηγαίνουν στο σχολείο, ενώ μεγάλη μερίδα από αυτά αναγκάζεται να εργάζεται σε σκληρές συνθήκες, ώστε να συνεισφέρει στην επιβίωση της οικογένειας τους. Καθώς λοιπόν ο πληθυσμός της χώρας μεγαλώνει ο αριθμός των ανθρώπων στο μέλλον που θα έχουν χαμηλή μόρφωση θα αυξηθεί. Επιπλέον ο αριθμός των παιδιών που εμβολιάζονται μειώθηκε από 98,9% προ κρίσης σε 32,6% μετά την κρίση, ιδιαίτερα στο κυβερνείο του Χαλεπίου η μείωση άγγιξε το 32,6% (SCPR, 2016). Με αποτέλεσμα την εμφάνιση ασθενειών όπως η πολυμελιτίδα, η λειψμανίαση αλλά και η Ιλαρά (WHO, 2017).

Γενικότερα το σύστημα υγείας στην Συρία έχει καταρρεύσει με τα περισσότερα νοσοκομεία να έχουν καταστραφεί ή να χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς, με αποτέλεσμα 11,3 εκατομμύρια ανθρώπων να βρίσκονται σε άμεση ανάγκη ορθής ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης (OCHA, 2018). Ο μεγαλύτερος αριθμός θανάτων στην περιοχή οφείλεται στην κατάρρευση του συστήματος υγείας παρά στις εχθροπραξίες (The World Bank, 2017b).

Η απώλεια στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, ήδη από το πρώτο έτος της κρίσης ανήλθε σε 24 098 εκατομμύρια δολάρια, καθώς ο Τουριστικός τομέας αλλά και ο μεταποιητικός (δημόσιος και ιδιωτικός) παρουσίασαν μείωση εσόδων κατά 90% και 76% αντίστοιχα (Nasser, Mehchy & Ismail, 2013). Το δημόσιο χρέος της χώρας αυξήθηκε από 30% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος το 2010 σε 150% το 2015 (The World Bank b, 2017). Μεγάλη υπήρξε η αύξηση στις εγχώριες τιμές των καταναλωτών (πίνακας 3) με άμεση επίπτωση στις φτωχές και ευπαθείς κοινωνικές ομάδες, οδηγώντας 3 εκατομμύρια ανθρώπους στη φτώχεια, μόνο το πρώτο έτος του πολέμου, ενώ ως το τέλος του 2015 6 στους 10 ανθρώπους βρέθηκαν σε συνθήκες ακραίας φτώχειας (Nasser, Mehchy & Ismail, 2013) (The World Bank, 2017b). Υπάρχουν μεγάλες διαφορές όσων αφορά στις αυξήσεις των τιμών στα κυβερνεία, με το Χαλέπι να έχει τις μεγαλύτερες αυξήσεις.

Εκτιμάται ότι το πρώτο μόνο έτος του πολέμου χάθηκαν 20 χρόνια ανθρώπινων αναπτυξιακών επιτευγμάτων στη Συρία (Nasser, Mehchy & Ismail, 2013). Η Συριακή κοινωνία παρουσιάζει έντονα φαινόμενα πόλωσης, ενώ οι ένοπλες ομάδες επιβάλλουν τους κανόνες τους. Η ευρεία διάδοση των δολοφονιών, βασανιστηρίων, βιασμών, απαγωγών, ληστειών και άλλων ένοπλων εκδηλώσεων έχουν διαβρώσει, κι ενδεχομένως κατά περιπτώσεις καταστρέψει, την κουλτούρα και τις αξίες της Συριακής κοινωνίας (SCPR, 2016).

Πίνακας 3 Μεταβολή εγχώριων τιμών μετά την κρίση(Nasser, Mehchy & Ismail, 2013).

Ποσοστιαία μεταβολή των εγχώριων τιμών των καταναλωτών

Ηλεκτρισμός & Φυσικό αέριο	99%
Τρόφιμα	75%
Ζάχαρη	61%
Ψωμί & Δημητριακά	54%
Ένδυση & Υπόδηση	57%

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1 Σκοπός – Στόχοι

Σκοπός της παρούσας αποτελεί η εξακρίβωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των πολεμικών συγκρούσεων και των συνακόλουθων αυτών κοινωνικών και οικονομικών συνεπειών. Η εξακρίβωση των περιβαλλοντικών συνεπειών στην περιοχή μελέτης βασίζεται στην προσπάθεια αποτύπωσής τους μέσω ελεύθερα διαθέσιμων δορυφορικών εικόνων σε συνδυασμό με στοιχεία διεθνών οργανισμών που δρουν ως παρατηρητές στην εν λόγω περιοχή.

Στόχος είναι η δημιουργία συσχετισμών μεταξύ της εν εξελίξει πολεμικής σύρραξης στη Συρία και ειδικότερα στην περιοχή του κυβερνείου του Χαλεπίου, και των συνεπειών αυτής στους τρεις κύριους πυλώνες της αειφορίας (περιβάλλον – κοινωνία – οικονομία) με ιδιαίτερη έμφαση στις περιβαλλοντικές κυρίως συνέπειες. Στοχεύοντας στην ανάδειξη και καταγραφή των καταστροφικών συνεπειών του πολέμου σε συγκεκριμένες περιοχές, δημιουργείται με τον τρόπο αυτό μία βάση πληροφοριών για την άμεση και στοχευμένη αποκατάσταση των επιπτώσεων με το πέρας των συγκρούσεων.

3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα τα οποία τίθενται αποτελούν τον άξονα ανάπτυξης του θέματος της παρούσας. Αρχικά αναζητούνται οι περιβαλλοντικές συνέπειες της πολεμικής σύρραξης στην περιοχή και η αιτία που της προκάλεσε. Βάση των ευρημάτων αυτών, σε δεύτερο επίπεδο τίθεται το πρόβλημα της δυνατότητας εντοπισμού τους μέσω δορυφορικής τηλεπισκόπησης και καταγραφής τους με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS), το οποίο αποτελεί και το βασικό άξονα ανάλυσης.

Συνακολούθως, τίθεται το ερώτημα με ποιο τρόπο οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις επηρεάζουν την κοινωνία και την οικονομία της περιοχής, πέραν των αυτούσιων συνεπειών του πολέμου.

3.3 Παρουσίαση περιοχής μελέτης

Ως περιοχή μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, ορίστηκε το κυβερνείο του Αλέππο (ή Χαλεπίου). Σύμφωνα με τη Στατιστική υπηρεσία της Συρίας(2010), αποτελεί το πολυπληθέστερο κυβερνείο της Συρίας, καθώς συγκεντρώνει το 24% του συνολικού πληθυσμού. Βρίσκεται στο Βόρειο τμήμα της χώρας με έκταση 18.482Km². Αποτελείται από εννέα περιφέρειες, ως ακολούθως : Afrin, Atarib, Ayn al-Arab, Azaz, Al-Ba, Dayr Hafir, Jarabulus, Manbij, Safirah.

Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή πληθυσμού της Στατιστική υπηρεσίας της Συρίας το 2004, ο συνολικός πληθυσμός του κυβερνείου ανήλθε σε 4.045.166, ενώ σύμφωνα με την έρευνα πληθυσμού του 2014 εκτιμάτε σε 4.275.000. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού είναι Σύριοι, ενώ υπάρχει μειονότητα Παλαιστινίων καθώς και Ιρακινών. Ενώ το 70% των κατοίκων είναι Σουνίτες, εντούτοις στο Χαλέπι υπάρχουν μειονότητες Χριστιανών, Αρμενίων, Κούρδων και Τουρκμένων (SNAP 2013).

Πρωτεύουσα του κυβερνείου είναι η πόλη του , η οποία και αποτελούσε την οικονομική πρωτεύουσα της Συρίας, καθώς και το βιομηχανικό, αγροτικό και εμπορικό της κέντρο. Παρ' όλα αυτά το κυβερνείο του Αλέππο βρέθηκε να είναι το πιο φτωχό, ιδιαίτερα οι αγροτικές περιοχές όπου το επίπεδο φτώχειας είναι δύο φορές μεγαλύτερο του μέσου αγροτικού σε εθνικό επίπεδο και τρεις φορές του μέσου αστικού (SNAP 2013).

Το ιστορικό κέντρο της πρωτεύουσας αποτελεί μνημείο πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO. Το κυβερνείο αριθμεί συνολικά 22 πόλεις, 1.476 χωριά και 1.312 φάρμες. Θεωρείται μαζί με το Idleb ένα από τα κυριότερα βιομηχανικά κέντρα της Συρίας. Απαντώνται κυρίως κλωστοϋφαντουργίες, χημικές και μηχανικές βιομηχανίες, καθώς και βιομηχανίες τροφίμων. Η βιομηχανική πόλη του Αλέππο βρίσκεται στα 15χλμ βορειανατολικά της πρωτεύουσας του κυβερνείου στη θέση al-Sheikh Najjar.

Στο κυβερνείο του Αλέππο, παραγόταν το 20% της αγροτικής παραγωγής σε σιτάρι της χώρας. Η συνολικά καλλιεργήσιμη γη της περιοχής εκτιμήθηκε το 2011 σε 1.112.000 εκτάρια (CBS, 2003~2017), το ¼ περίπου της συνολικά καλλιεργούμενης γης στη χώρα. Το Χαλέπι είναι δεύτερο σε παραγωγή σιταριού, μετά το κυβερνείο του al Hasakeh, και πρώτο σε κριθάρι και φακές.

Οι κυριότεροι ποταμοί της περιοχής είναι ο Ευφράτης, Αφρίν, Dhahab, Queiq. Επίσης στο κυβερνείο ανήκει η μεγαλύτερη λίμνη της χώρας Al-Assad, επιφάνειας 665Km² , που βρίσκεται στον Ευφράτη και από αυτήν προέρχεται το μεγαλύτερο ποσοστό πόσιμου νερού στην περιοχή. Σημαντική λίμνη της περιοχής είναι και η αλμυρή εποχιακή λίμνη Jabbul, επιφάνειας 239 Km² , που έχει χαρακτηριστεί ως καταφύγιο άγριων πουλιών. Η ύπαρξη του υγρού στοιχείου με τη βοήθεια των εγχειοβελτιωτικών έργων (φράγματα – πίνακας 4), καθιστούν την περιοχή μία από τις πιο εύφορες.

Ο κυριότερος τύπος εδαφών που απαντάται στο κυβερνείο του Χαλεπίου είναι ο κινναμονικός (cinnaomitic – ξηρό κοκκινωπό ή κιτρινωπό χώμα) σε ποσοστό 34,92%, και ακολουθείται από τους τύπους grumusol (σκούρο κόκκινο, καφέ έως μαύρο χώμα) και gypsiferous (κιτρινωπό έως άσπρο χώμα) με ποσοστά 23,45% και 23,24% αντιστοίχως. Στην περιοχή δεν υπάρχει καθόλου ο εδαφικός τύπος της ερήμου (CSB, 2003~2017).

Πίνακας 4 Σημαντικά φράγματα κυβερνείου Αλέππο (CBS, 2003~2017)

Φράγμα	Χρονολογία Αποπεράτωσης	Μήκος (M)	Μέγιστο Ύψος (M)	Επιφανειακό Εμβαδό λεκάνης (1000 M ²)	Ικανότητα αποθήκευσης (1000 M ³)
<i>Λεκάνη απορροής του Ορόντη</i>					
Rajo	1981	345	30	1500	1500
Al-Shahba	1968	216	6	5000	15000
Um-Jloud	1969	432	14	462	3500
<i>Λεκάνη απορροής του Ευφράτη</i>					
Teshriene	2000	1500	40	166000	1883000

3.4 Σχεδιασμός – Μέθοδος συλλογής δεδομένων.

Η διαδικασία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας ένοπλης σύγκρουσης σε μια περιοχή απαιτεί μια πολυεπίπεδη θεώρηση και συσχέτιση παραγόντων. Στην περίπτωση που μελετάται στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, η σύγκρουση είναι εν εξελίξει, καθιστώντας εξ αρχής, τη συλλογή δεδομένων μια δύσκολη διαδικασία με αβέβαιο αποτέλεσμα. Η αβεβαιότητα συνίσταται στην ύπαρξη δεδομένων, από διεθνείς οργανισμούς αλλά και εγχώριους, τα οποία αποτελούν σε μεγάλο βαθμό εκτιμήσεις, καθώς η πραγματική εικόνα της καταστροφής είναι πολύ δύσκολο να αποτυπωθεί με ακρίβεια στην παρούσα χρονική στιγμή.

Με βάση τα ανωτέρω ακολουθήθηκαν τρία στάδια συλλογής στοιχείων, ως κάτωθι:

- i. Συλλογή υπάρχουσας διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικής με τις επιπτώσεις των ένοπλων συγκρούσεων, τόσο σε επίπεδο περιβαλλοντικών επιπτώσεων όσο και σε κοινωνικό-οικονομικών επιπτώσεων.
- ii. Συλλογή στατιστικών στοιχείων και δεδομένων της υπό εξέταση περιοχής από την στατιστική υπηρεσία της Συρίας (Central Bureau of Statistics Syria), αλλά και από διεθνείς οργανισμούς όπως η παγκόσμια τράπεζα (world bank), τα Ηνωμένα Έθνη.
- iii. Συλλογή και χρήση δορυφορικών φωτογραφιών του Landsat 8 από την Γεωλογική υπηρεσία των Ηνωμένων πολιτειών (United States Geological Survey – USGS). Χρήση δορυφορικών εικόνων μεγαλύτερης ανάλυσης μέσω του Google Earth Pro.

3.4.1 Συλλογή Βιβλιογραφίας

Με σκοπό τη σωστή θεωρητική προσέγγιση του θέματος, αναζητήθηκαν δημοσιεύσεις στη διεθνή βιβλιογραφία. Η αναζήτηση των δημοσιεύσεων, λόγω της ιδιαιτερότητας και της σύνθετης φύσης του θέματος, πραγματοποιήθηκε σε διάφορα επίπεδα. Αρχικά συλλέχθηκαν δημοσιεύσεις οι οποίες αναφέρονται στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πολέμων, και αποτελούν στην πλειονότητά τους περιπτωσιολογικές μελέτες. Οι περιπτωσιολογικές αυτές μελέτες συντάχθηκαν, σχεδόν στο σύνολό τους, σε μεταγενέστερη χρονική στιγμή των γεγονότων που αναλύουν, συνήθως μετά το πέρας των συγκρούσεων.

Σε δεύτερο επίπεδο, εξαιτίας της φύσης των ίδιων των ένοπλων συγκρούσεων, των οποίων τα αίτια αλλά και τα αποτελέσματα, στην συγκεκριμένη περίπτωση, δεν είναι άμεσα εξακριβώσιμα, και στην προσπάθεια απόκτησης μιας συνολικής εικόνας για την επικρατούσα κατάσταση στην Συρία, πριν αλλά και κατά τη διάρκεια του πολέμου, αναζητήθηκαν και συλλέχθηκαν δημοσιεύσεις για την περιοχή της Συρίας, που ερευνούν την πολιτική, κοινωνική και οικονομική κατάσταση της χώρας.

Σε τρίτο επίπεδο, αναζητήθηκαν έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν μεθόδους δορυφορικής τηλεπισκόπησης ως μέσο για την εξακρίβωση των περιβαλλοντικών, αλλά και κοινωνικών συνεπειών των πολέμων. Επί προσθέτως αναζητήθηκαν δημοσιεύσεις για την εξακρίβωση της ορθότητας και της ακρίβειας των χρησιμοποιούμενων, στην παρούσα, μεθόδων ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων.

3.4.2 Συλλογή Δεδομένων περιοχής.

Κύρια πηγή συλλογής δεδομένων αποτελεί η στατιστική υπηρεσία της Συρίας (Central Bureau of Statistics Syria). Εξαιτίας όμως της συνεχιζόμενης εμπόλεμης κατάστασης της περιοχής, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τη στατιστική υπηρεσία της χώρας είναι ακριβή μέχρι το 2010, ενώ για τα έτη 2011-2017 τα στοιχεία που υπάρχουν είτε βασίζονται σε εκτιμήσεις, είτε είναι ανύπαρκτα για κάποιες περιοχές. Όντως τα πληθυσμιακά στοιχεία για το κυβερνείο του Αλέππο δεν υπάρχουν για την τελευταία επταετία.

Ως εκ τούτου αναζητήθηκαν και συλλέχθηκαν στοιχεία από διεθνείς οργανισμούς, οι οποίοι έχουν παρατηρητές στην περιοχή. Και στην περίπτωση αυτή όμως τα δεδομένα αποτελούν εκτιμήσεις και αποτυπώνουν τμηματικά την υπάρχουσα κατάσταση στην περιοχή. Επομένως χρησιμοποιήθηκαν με ιδιαίτερη επιφύλαξη.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν, στο ένα κομμάτι τους, πληθυσμιακές μεταβολές, και κυρίως θανάτους και μετακινήσεις. Ιδιαίτερα για τους θανάτους αλλά και τις μετακινήσεις πληθυσμών, συλλέχθηκαν στοιχεία από το πρόγραμμα του τμήματος ερευνών Ειρήνης και Πολέμου (Department of Peace and Conflict Research) του

πανεπιστημίου της Ουψάλα για τις εμφύλιες συγκρούσεις (UCPD - Uppsala Conflict Data Program).

Δεδομένα συλλέχθηκαν για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της περιοχής τόσο από το CBS, καθώς και από την παγκόσμια τράπεζα (World Bank), τα Ηνωμένα Έθνη και τη Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agriculture Organization – FAO) των Ηνωμένων Εθνών.

Ιδιαίτερα για το μέγεθος της καταστροφής στη πόλη του Αλέππο χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία του UNOSAT των Ηνωμένων Εθνών, το οποίο αποτελεί πρόγραμμα παροχής ανθρωπιστικών στοιχείων, μέσω επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων μεγάλης ανάλυσης, σε οργανισμούς ανάπτυξης, εντός και εκτός των Ηνωμένων Εθνών, με στόχο την χρήση τους για την ανθρωπιστική βοήθεια και ασφάλεια, καθώς και τον στρατηγικό, εδαφικό και αναπτυξιακό σχεδιασμό στις πληγείσες περιοχές. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν από το UNOSAT προέρχονταν από τους δορυφόρους WorldView-1, WorldView-2, Pleiades, GeoEye-1, and QuickBird-2 και αφορούσαν τα έτη 2011-2015.

Η Συλλογή και επεξεργασία των ως άνω δεδομένων έγινε με σκοπό την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των δορυφορικών εικόνων, αλλά και την ενίσχυση αυτών με επιπλέον στοιχεία, καθώς δεν υπάρχουν οι αναγκαίες στην υπό εξέταση περιοχή, παρατηρήσεις πεδίου.

3.4.3 Συλλογή Δορυφορικών εικόνων.

Η πηγή που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των δορυφορικών εικόνων ήταν η Γεωλογική υπηρεσία των Ηνωμένων πολιτειών (United States Geological Survey – USGS). Χρησιμοποιήθηκε ο δορυφόρος Landsat 8, ο οποίος διαθέτει δύο αισθητήρες τον Operational Land Imager (OLI) και τον Thermal Infrared Sensor (TIRS). Οι δορυφορικές εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν έχουν υποστεί επεξεργασία επιπέδου 1, στην οποία περιλαμβάνονται διορθώσεις μέσω του αλγόριθμου LPGS (Level 1 Product Generation System) για την ραδιομετρική διόρθωση των εικόνων αλλά την επίτευξη μεγάλης απόλυτης και σχετικής γεωμετρική ακρίβεια (USGS, 2016). Ο δορυφόρος Landsat 8, έχει έντεκα φασματικές κλάσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5 Φασματικές κλάσεις και ανάλυση Landsat 8 (USGS,2016)

LANDSAT 8	ΦΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΚΛΑΣΕΙΣ	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΜΑΤΟΣ	ΑΝΑΛΥΣΗ
Operational		(mM)	(M)
Land	Band 1 - Coastal Aerosol	0.43 ~ 0.45	30
Imager	Band 2 - Μπλε	0.45 ~0.51	30
(OLI) &	Band 3 - Πράσινο	0.53 ~ 0.59	30
Thermal	Band 4 - Κόκκινο	0.64 ~ 0.67	30
Infrared	Band 5 - Εγγύς Υπέρυθρο (NIR)	0.85 ~ 0.88	30
Sensor	Band 6 - SWIR 1	1.57 ~ 1.65	30
(TIRS).	Band 7 - SWIR 2	2.11 ~ 2.29	30
	Band 8 - Πανχρωματικό	0.50 ~ 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 ~ 1.38	30
	Band 10 - Θερμικό υπέρυθρο 1	10.60 ~ 11.19	100
	Band 11 - Θερμικό υπέρυθρο 2	11.50 ~ 12.51	100

Για τη περιοχή του κυβερνείου του Αλέππο, επιλέχθηκαν εικόνες σε δύο χρονικές στιγμές, τον Οκτώβρη του 2013 και τον αντίστοιχο μήνα του 2017. Δορυφορικές εικόνες προ το 2013, από τον δορυφόρο Landsat 7, δεν υπάρχουν για την περιοχή εξαιτίας του σφάλματος στον αισθητήρα, το οποίο δημιουργεί εικόνες με κενά εικονοστοιχεία.

Η περιοχή του κυβερνείου του Αλέππο καλύπτεται από δύο εικόνες με μονοπάτι (path) 173 και 174 και σειρά (row) 35. Οι τέσσερις εικόνες (δύο για κάθε έτος) που επιλέχθηκαν έχουν ποιότητα 9 και καθόλου νεφοκάλυψη στην περιοχή ενδιαφέροντος. Τα στοιχεία τους δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6. Η προβολή που χρησιμοποιείται είναι η εγκάρσια μερκατορική προβολή UTM στη ζώνη 37 και ως ελλειψοειδές το WGS84.

Η επιλογή του μήνα των δορυφορικών εικόνων δεν είναι τυχαία. Το μεγαλύτερο ποσοστό της περιοχής καλύπτεται από αγροτεμάχια κι επομένως υπήρχε το ενδεχόμενο η επιλογή χειμερινών ή ανοιξιάτικων μηνών με πιο πολλές βροχοπτώσεις, σε συνδυασμό με τη μικρή χωρική ανάλυση των δορυφορικών εικόνων (30μ) αλλά και τη δυσκολία διαχωρισμού της φασματικής υπογραφής των αγριόχορτων από τις καλλιέργειες, να

έδινε τη λανθασμένη εντύπωση της χρήσης των εκτάσεων για καλλιέργεια. Επομένως επιλέχθηκε ο Οκτώβρης, ένας μήνας με χαμηλά ποσοστά βροχόπτωσης.

Πίνακας 6 Χαρακτηριστικά επιλεγμένων εικόνων Landsat 8

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ	PATH	ROW	ΗΜ/ΝΙΑ	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΝΕΦΟΚΑΛΥΨΗ	ΝΕΦΟΚΑΛΥΨΗ ΓΗΣ
LC81730352013274LGN01	173	35	1/10/2013	9	0,04	0,04
LC81740352013281LGN01	174	35	8/10/2013	9	0,13	0,23
LC81730352017285LGN01	173	35	12/10/2017	9	0,35	0,35
LC81740352017292LGN00	174	35	19/10/2017	9	0,16	0,19

3.5 Διαδικασία.

Στο κυβερνείο του Αλέππο χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν δύο δορυφορικές εικόνες, καθώς μέρος της επιφάνειας του βρίσκεται στο μονοπάτι 174 της τροχιάς του LANDSAT 8, και το υπόλοιπο στο μονοπάτι 173. Όλες οι φασματικές κλάσεις που χρησιμοποιήθηκαν, για την ανάλυση και παραγωγή αποτελεσμάτων, αποκόπηκαν στην περιοχή του κυβερνείου του Αλέππο. Η επεξεργασία για την αποκοπή, έγινε στο ARCMAP 10.1. Χρησιμοποιήθηκε το πολύγωνο που περικλείει το κυβερνείο και δημιουργήθηκαν δύο πολύγωνα των θέσεων των εικόνων, με μονοπάτι 173 σειρά 35 και μονοπάτι 174 σειρά 35. Από τα πολύγωνα των εικόνων (με χρήση της εντολής clip) και το πολύγωνο του κυβερνείου δημιουργήθηκαν δύο νέα πολύγωνα στα οποία αποκόπηκαν οι περιοχές των δορυφορικών εικόνων. Σκοπός της διαδικασίας αυτής ήταν η αποκοπή των τμημάτων εκτός του κυβερνείου αλλά και η αποκοπή των επικαλύψεων των εικόνων.

3.5.1 Δημιουργία δεικτών.

Στην προς ανάλυση περιοχή δημιουργήθηκαν δείκτες, για τις χρονολογίες 2013 και 2017, με σκοπό τη χωροχρονική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Ένα από τους πιο γνωστούς και ευρέως διαδεδομένους δείκτες, είναι ο Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI. Ο δείκτης προκύπτει από το λόγο $NDVI = \frac{NIR-red}{NIR+red}$ και παίρνει τιμές από -1 έως 1, με την υγιή βλάστηση να κυμαίνεται από 0,20 έως 0,80. Επειδή η ανακλώμενη ακτινοβολία στο εγγύς υπέρυθρο είναι πολύ

περισσότερη από ότι στο ορατό, και δεδομένου της έντονης ανάκλασής λόγω της κυτταρικής δομής των φύλλων, στα σημεία που εμφανίζεται τοπικό μέγιστο η βλάστηση θα είναι πιο φωτοσυνθετικά ενεργή. Η αλλαγή στη χρήση της καλλιεργούμενης γης, είναι μια από τις επιπτώσεις του πολέμου που ερευνάτε συχνά με τη χρήση του NDVI (Witmer,2008) (Mitri, Nader, Van der Molen & Lovett, 2014) (Witmer & O'Loughlin, 2011) (Muller et al,2016) (Brown, 2010).

Στην περιοχή χρησιμοποιήθηκε και η Κανονικοποιημένη αναλογία καύσης (Normalized Burn Ratio). Ο δείκτης NBR ακολουθεί τη φιλοσοφία του NDVI, και χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάδειξη των καμένων περιοχών. Βασίζεται στην αρχή ότι μια περιοχή με υγιής βλάστηση, έχει μεγάλη ανακλαστικότητα στο εγγύς υπέρυθρο(NIR-band 5) και μικρή στο μικρού μήκους υπέρυθρο (SWIR 2 – Band 7), ενώ αντιστρόφως μια καμένη περιοχή έχει μικρή ανακλαστικότητα στο εγγύς υπέρυθρο και μεγάλη στο μικρού μήκους υπέρυθρο. Μια υψηλή τιμή NBR δείχνει μια περιοχή με υγιή βλάστηση , αντιθέτως μια μικρή τιμή υποδεικνύει πρόσφατα καμένη περιοχή ή γυμνό έδαφος. Ο δείκτης προκύπτει από το λόγο $NBR = \frac{NIR-SWIR2}{NIR+SWIR2}$. Ο δείκτης χρησιμοποιείται προ και μετά μιας πυρκαγιάς συνήθως για τον υπολογισμό της σφοδρότητας καύσης (Key et al, 2002)(Escuin , Navarro & Fernández, 2008).

Επίσης χρησιμοποιείται η διαφορά των δεικτών NBR $\Delta NBR = NBR_{2013} - NBR_{2017}$, και το αποτέλεσμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένδειξη των περιοχών που έχουν υποστεί μεγαλύτερη ζημιά, ώστε να αναγνωρισθούν και να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα. Οι μεγάλες τιμές του ΔNBR υποδεικνύουν περιοχές με μεγάλη καταστροφή, ενώ αρνητικές τιμές ίσως να υποδεικνύουν περιοχές με πιθανώς αύξηση βλάστησης που ακολουθεί μια φωτιά (πίνακας 7).

Δειγματοληπτικά περιοχές με υψηλό NBR έχουν ανιχνευθεί και επαληθευτεί με χρήση εικόνων μεγαλύτερης ανάλυσης μέσω του Google Earth Pro.

Πίνακας 7 Πίνακας επεξήγησης ΔNBR (USGS, 2017)

ΔNBR	Σφοδρότητα Καύσης
< -0.25	Μεγάλη ανάπτυξη μετά την πυρκαγιά
-0.25 ~ -0.1	Μικρή ανάπτυξη μετά την πυρκαγιά
-0.1 ~ +0.1	Άκαυτες εκτάσεις
0.1 ~ 0.27	Χαμηλής σφοδρότητα καύσης
0.27 ~ 0.44	Μέτρια ~ Χαμηλή σφοδρότητα καύσης
0.44 ~ 0.66	Υψηλή ~ Μέτρια σφοδρότητα καύσης
> 0.66	Υψηλή σφοδρότητα καύσης

3.5.2 Δημιουργία Φωτοσύνθετων.

Δημιουργήθηκε το φωτοσύνθετο υπέρυθρου χρώματος (Color Infrared), το οποίο αποτελείται από τις φασματικές κλάσεις (bands) 5, 4, 3 του Landsat 8 (εγγύς υπέρυθρο, κόκκινο και πράσινο). Η βλάστηση εμφανίζεται με αποχρώσεις του κόκκινου χρώματος, το έδαφος εμφανίζεται από σκούρο έως ανοιχτό καφέ, το καθαρό νερό απεικονίζεται σκούρο μπλε, ενώ το θολό νερό κυανό. Επίσης υπάρχει έντονη διάκριση των αστικών περιοχών με ανοικτό μπλε χρώμα, όπου όμως κατά περιπτώσεις μπορεί να είναι κίτρινο ή/και γκρι αναλόγως τη σύστασή τους. Ο πάγος και το χιόνι, απεικονίζονται με ανοικτό κυανό έως άσπρο χρώμα.

Το φωτοσύνθετο δημιουργήθηκε στις εικόνες του 2013 και 2017 και απομονώθηκε η περιοχή του κυβερνείου. Η επιλογή του βασίζεται στο γεγονός ότι οι βαθιές κόκκινες περιοχές δείχνουν περιοχές με έντονη βλάστηση, ενώ οι ανοιχτές κόκκινες περιοχές με διάσπαρτη χαμηλή βλάστηση (λιβάδια – βοσκότοποι). Επομένως οι χωροχρονικές μεταβολές στις καλλιεργούμενες εκτάσεις αλλά και στις αστικές περιοχές είναι πιο εύκολα ανιχνεύσιμες.

Το φωτοσύνθετο το οποίο αποτελείται από τις φασματικές κλάσεις (bands 6,5,2) του Landsat 8 (μικρού μήκους υπέρυθρο, εγγύς υπέρυθρο και μπλε), χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των καλλιεργούμενων εκτάσεων, καθώς αυτές εμφανίζονται με έντονο πράσινο χρώμα, ενώ η υπόλοιπη βλάστηση εμφανίζεται με ανοιχτότερες διαβαθμίσεις του πράσινου. Υπάρχει αρκετά καλός διαχωρισμός των υδάτινων σωμάτων που εμφανίζονται μπλε, ενώ το γυμνό έδαφος χαρακτηρίζεται από ανοικτές καφέ αποχρώσεις και οι αστικές περιοχές με γκρι χρώμα.

Τέλος δημιουργήθηκε και φωτοσύνθετο ψευδοχρώματος, χρησιμοποιώντας τις φασματικές κλάσεις (bands 4,3,2) του Landsat 8 (κόκκινο, πράσινο, μπλε). Το φωτοσύνθετο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως για τις αστικές περιοχές και ως εκ τούτου δημιουργήθηκε ως βάση ανάλυσης στην προσπάθεια καταγραφής της καταστροφής της πόλης του Αλέππο, σε συνδυασμό με στοιχεία της UNOSAT, αλλά και εικόνες μεγαλύτερης ανάλυσης από το Google Earth Pro.

Το φωτοσύνθετο αποκόπηκε στα διοικητικά όρια της πόλης του Χαλεπίου. Λόγω της μικρής χωρικής ανάλυσης του φωτοσύνθετου, εφαρμόστηκε η μέθοδος της παγχρωματικής όξυνσης (pansharpening). Πρόκειται για μια διαδικασία συγχώνευσης των ψηφιακών εικόνων των διαφόρων φασματικών κλάσεων του δορυφόρου με την αντίστοιχη παγχρωματική ψηφιακή εικόνα, σε επίπεδο εικονοστοιχείου, με σκοπό την αύξηση της χωρικής ανάλυσης στη πολυφασματική εικόνα διατηρώντας ταυτόχρονα τη ραδιομετρική της ανάλυση. Υπάρχουν πολλές διαδικασίες για την εφαρμογή της παγχρωματικής όξυνσης, αλλά η επιλογή της κατάλληλης εξαρτάται από τον σκοπό για τον οποίο απαιτείται πχ ενίσχυση γεωμετρικής διόρθωσης, παρακολούθηση χρονικών μεταβολών, ταξινόμηση.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή χρησιμοποιήθηκε ο Αλγόριθμος του Brovey, ο οποίος αυξάνει οπτικά την αντίθεση στα ελάχιστα και μέγιστα του ιστογράμματος της εικόνας. Δεν παραλλάσει γεωμετρικά την εικόνα, εντούτοις δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ταξινόμηση καθώς αλλάζει την τιμή των εικονοστοιχείων (Amro, et al, 2011). Εντούτοις οι Johnson, Scheyvens & Shivakoti (2014) χρησιμοποίησαν εικόνες του Landsat 8, στις οποίες είχαν εφαρμόσει τον αλγόριθμο του Brovey για παγχρωματική όξυνση και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ακρίβεια της ταξινόμησης των εικόνων

αυτών ήταν μεν χαμηλή σε σχέση με εικόνες στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί άλλοι αλγόριθμοι, όμως ήταν υψηλότερη των αρχικών. Χρησιμοποιήθηκε το ίδιο βάρος και στις τρεις φασματικές κλάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του νέου φωτοσύνθετου με παγχρωματική όξυνση.

3.5.3 Ταξινόμηση ψηφιακής εικόνας.

Τα δύο φωτοσύνθετα με συνδυασμό φασματικών κλάσεων που δημιουργήθηκαν, Οκτώβριος 2013 και Οκτώβριος 2017, ταξινομήθηκαν με σκοπό την επισήμανση των χωροχρονικών μεταβολών στις τάξεις που δημιουργηθήκαν. Η ταξινόμηση εικόνας είναι μια διαδικασία κατά την οποία ομαδοποιούνται οι φασματικές κλάσεις και ανατίθενται σε πληροφοριακές ομάδες π.χ. αστική περιοχή, αγροτική περιοχή, υδάτινα σώματα κλπ. Κάθε εικονοστοιχείο (pixel) έχει μια συγκεκριμένη τιμή φωτεινότητας. Κατά τη διάρκεια της ταξινόμησης τα εικονοστοιχεία που παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές ομαδοποιούνται.

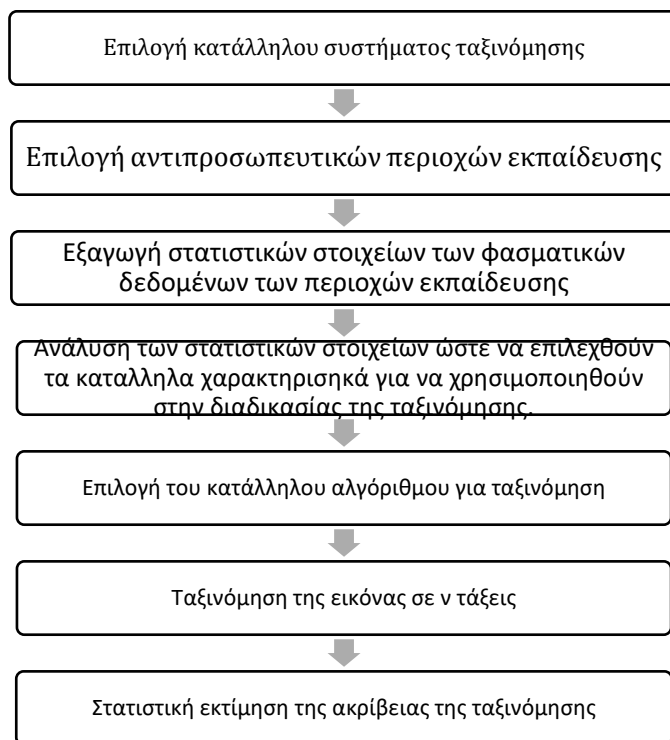
Η ταξινόμηση στηρίζεται στην αρχή ότι κάθε αντικείμενο στο έδαφος έχει διαφορετική ψηφιακή υπογραφή, δηλαδή ανακλά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία διαφορετικά, στα διάφορα μήκη κύματος. Επομένως εικονοστοιχεία των οποίων οι τιμές παρουσιάζουν ομοιομορφία σε αρκετές φασματικές ζώνες (spectral bands) ομαδοποιούνται και σχηματίζουν τις φασματικές τάξεις (spectral classes). Οφείλουμε να διαχωρίσουμε τις φασματικές από τις πληροφοριακές τάξεις. Οι πληροφοριακές τάξεις (information classes) είναι αυτές οι οποίες ενδιαφέρουν τον χρήστη των δεδομένων και καθορίζουν την εδαφική πληροφορία βάση της οποίας θέλει να ταξινομήσει την εικόνα. Σκοπός λοιπόν της ταξινόμησης της εικόνας, είναι η αντιστοίχιση των φασματικών τάξεων σε πληροφοριακές τάξεις ενδιαφέροντος (Al Ajmi & ud Din, 2009).

Υπάρχουν δύο μέθοδοι ταξινόμησης της ψηφιακής εικόνας, η Αυτόματη ταξινόμηση (unsupervised classification) και η Καθοδηγούμενη ταξινόμηση (supervised classification). Στην αυτόματη ταξινόμηση τα εικονοστοιχεία της εικόνας διαχωρίζονται σε φασματικές κλάσεις. Στη διαδικασία αυτή ο χρήστης δε γνωρίζει εκ των προτέρων πληροφορίες για την κάθε φασματική τάξη που έχει δημιουργηθεί, διότι τα εικονοστοιχεία διαχωρίζονται βάσει της φασματικής τους υπογραφής και ομαδοποιούνται βάση αλγορίθμου. Έπειτα ο αναλυτής αναθέτει σε κάθε ομάδα,

σύμφωνα με τη φασματική υπογραφή της την τιμή την οποία θα πάρει π.χ. δάσος, υδάτινο σώμα κλπ.

Η καθοδηγούμενη ταξινόμηση είναι μια διαδικασία, η οποία απαιτεί εκ των προτέρων, τον καθορισμό περιοχών με ομοιογενή στοιχεία στην εικόνα, τα οποία δύναται να προέρχονται από επιτόπιες παρατηρήσεις, χάρτες της περιοχής κλπ., εν συνεχεία αναλύονται στατιστικά τα εικονοστοιχεία των περιοχών αυτών και βάση της ανάλυσης αυτής ταξινομούνται τα υπόλοιπα εικονοστοιχεία της εικόνας.

Ο τρόπος αυτός ταξινόμησης, χρησιμοποιείται αρκετά στις έρευνες χωροχρονικών αλλαγών σε πληγείσες περιοχές, στην προσπάθεια αποτύπωσης και αξιολόγησης των επιπτώσεων των πολεμικών συγκρούσεων (Witmer, 2008)(Muller et al.,2016)(Avisse, Tilmant, Muller & Zhang, 2017)(Marx, 2016) (Mitri, Nader, Van der Molen & Lovett, 2014) (Witmer, & O'Loughlin, 2009) (Witmer, & O'Loughlin, 2011) (Butsic et al, 2015)(Saade – Sbeih, Al Dbiyat, Haj Asaad & ,Jaubert, 2015) (Knoth & Pebesma, 2017). Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, τα δύο ψευδοχρωματικά φωτοσύνθετα (bands 6,5,2) που δημιουργήθηκαν ταξινομήθηκαν με τη χρήση της μεθόδου της καθοδηγούμενης ταξινόμησης. Η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε, ακολουθεί τα στάδια, όπως αυτά περιγράφονται από τους Al Ajmi & Ud Din (2009) (διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3 Στάδια Καθοδηγούμενης ταξινόμησης (Al Ajmi & Ud Din, 2009)

3.5.4 Διαδικασία Καθοδηγούμενης ταξινόμησης.

Δημιουργήθηκαν έξι κλάσεις προς ταξινόμηση : αστικές περιοχές (urban), υδάτινα σώματα (water bodies), γυμνό έδαφος (bare soil), ενεργές καλλιέργειες (active croplands), ανενεργές καλλιέργειες (inactive croplands) και δεντροκάλυψη (small trees) . Στην κλάση αστικές περιοχές περιλαμβάνονται οι ανθρώπινες κατασκευές (δρόμοι, κτίρια). Η κλάση ανενεργές καλλιέργειες περιλαμβάνει τα αγροτεμάχια στα οποία δεν παρατηρείται βλάστηση, ενώ η κατηγορία δεντροκάλυψη αναφέρεται στις ελάχιστες περιοχές με οπωροφόρα δέντρα στη βορειοδυτική πλευρά του κυβερνείου. Η επιλογή των τάξεων αυτών στηρίζεται αφενός στο γεγονός ότι στο κυβερνείο του Αλέππο βρίσκετε το ¼ των καλλιεργούμενων εκτάσεων στη Συρία (CBS,2003~2017) και αφετέρου ότι η χρονική σύγκριση των αλλαγών εντός των κλάσεων μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο ως προς τις δυναμική που έχει επιφέρει στην περιοχή ο συνεχιζόμενος πόλεμος. Π.χ. η μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων αποτελεί πιθανό δείκτη της εγκατάλειψης μιας περιοχής δημιουργώντας ακολούθως πιθανώς πίεση στα αποθέματα τροφίμων της περιοχής, η μείωση της έκτασης των περιοχών με δεντροκάλυψη ίσως υποδεικνύει την χρήση της ξυλείας τους από τον πληθυσμό.

Στη συνέχεια επιλέχθηκαν πεδία εκπαίδευσης (training site) για τις έξι κλάσεις. Τα πεδία εκπαίδευσης ορίζονται με τις κορυφές ενός πολυγώνου στην ψηφιακή εικόνα και αποτελούν περιοχές με γνωστή φασματική ταυτότητα. Ο σκοπός είναι να αποκτηθούν ομάδες φασματικών δεδομένων , βάσει των οποίων θα σχηματιστούν κανόνες για την ταξινόμηση των εικονοστοιχείων της εικόνας. Ο μέσος όρος , η τυπική απόκλιση, η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, η διακύμανση, η διασπορά, τα ιστογράμματα των πεδίων, η συνδιακύμανση , υπολογίζονται καθώς αποτελούν τις θεμελιώδης πληροφορίες για τα φασματικά χαρακτηριστικά όλων των κλάσεων.

Η επιλογή των πεδίων εκπαίδευσης για την καθοδηγούμενη ταξινόμηση πραγματοποιήθηκε μέσω της εφαρμογής Google Earth pro, χρησιμοποιώντας δορυφορικές φωτογραφίες μεγάλης χωρικής ανάλυσης με χρονολογία Οκτώβριο του 2013 και 2017 αντιστοίχως. Συλλέχθηκαν όσο περισσότερα πεδία εκπαίδευσης ήταν δυνατό για κάθε μία από τις έξι κατηγορίες, με εξαίρεση τις κατηγορίες των υδάτινων σωμάτων και των δασών. Στις υπόλοιπες ομάδες συλλέχθηκαν από 40 έως 50 πεδία. Οι

διακυμάνσεις στη συλλογή των πεδίων οφείλεται στο γεγονός ότι συλλέχθηκαν τα πεδία εκείνα τα οποία ανήκαν ξεκάθαρα σε μία από τις έξι κατηγορίες. Η κατηγορία των υδάτινων σωμάτων αριθμεί 37 πεδία το 2013 και 24 πεδία το 2017. Αρχικά ο μικρός αριθμός πεδίων οφείλεται στην ύπαρξη συγκεκριμένων υδάτινων σωμάτων στην περιοχή, ενώ η διαφορά μεταξύ των ετών οφείλεται στο γεγονός του αποκλεισμού πεδίων από τη λίμνη Jabbul λόγω της έντονης παρουσίας αλάτων που αλλοιώνουν τη φασματική υπογραφή της. Αντιστοίχως στην κατηγορία των περιοχών με δεντροκάλυψη έχουμε 21 πεδία για το 2013 και 13 πεδία για το 2017, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη τέτοιων περιοχών μόνο στη βορειοδυτική πλευρά του κυβερνείου σε πολύ μικρό ποσοστό, ενώ κάποιες από αυτές τις εκτάσεις δεν υφίστανται το 2017. Πεδία εκπαίδευσης πάρθηκαν στις υπόλοιπες κατηγορίες σποραδικά σε όλο το εμβαδό του κυβερνείου.

Στη συνέχεια τα πεδία αυτά εισήχθησαν στο ARCMAP, όπου χρησιμοποιήθηκε το ψευδοχρωματικό φωτοσύνθετο (bands 6,5,2) για τις χρονιές 2013 και 2017. Υπολογίσθηκαν τα στατιστικά στοιχεία (ελάχιστο, μέγιστο, μέσος, τυπική απόκλιση και συνδιακύμανση) για κάθε μία από τις έξι κατηγορίες και στις τρεις φασματικές κλάσεις και μελετήθηκαν τα ιστογράμματα της κάθε κατηγορίας ανά φασματική κλάση. Δημιουργήθηκε εν συνεχεία το αρχείο υπογραφής, το οποίο είναι απαραίτητο για την λειτουργία του αλγόριθμου ταξινόμησης. Πρόκειται για ένα αρχείο τύπου ASCII το οποίο περιέχει το μέσο, τον αριθμό των εικονοστοιχείων και τη μήτρα διακύμανσης – συνδιακύμανσης για κάθε τάξη (variance – covariance matrix). Επιλέχθηκε ο αλγόριθμος μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood classification) για την ταξινόμηση των φωτοσυνθέτων.

Ο αλγόριθμος ταξινόμησης μέγιστης πιθανοφάνειας, όπως αυτός εφαρμόζεται από το πρόγραμμα ArcMap, στηρίζεται σε δύο αρχές : 1^{ον} τα κελιά των εικονοστοιχείων των τάξεων που έχουν επιλεγεί ως δείγμα, ακολουθούν κανονική κατανομή στον τρισδιάστατο χώρο και 2^{ον} Στο θεώρημα του Baye για τη λήψη αποφάσεων. Ο αλγόριθμος λαμβάνει υπόψη του τις διακυμάνσεις και τις συνδιακυμάνσεις της κάθε κλάσης όταν αποφασίζει την ανάθεση κάθε εικονοστοιχείου σε μία από αυτές (ESRI, 2011).

Υπάρχει η επιλογή να ορισθεί a priori η πιθανότητα βαρύτητας για κάθε κλάση, είτε μέσω αρχείου που έχει δημιουργήσει ο αναλυτής, είτε μέσω της επιλογής sample, όπου η βαρύτητα ανάθεσης σε κάθε κλάση είναι ανάλογη των εικονοστοιχείων που περιέχονται σε αυτή σύμφωνα με το δημιουργηθέν αρχείο υπογραφής. Συνεκδοχικά, οι κλάσεις με λιγότερα εικονοστοιχεία από το μέσο όρο έχουν λιγότερο βάρος και επομένως ανατίθενται σε αυτές λιγότερα εικονοστοιχεία. Αντιθέτως οι τάξεις με περισσότερα εικονοστοιχεία έχουν μεγαλύτερο βάρος και ανατίθενται σε αυτές περισσότερα εικονοστοιχεία. Στην παρούσα διαδικασία ταξινόμησης, δεν επιλέχθηκε καμία από τις ως άνω επιλογές, αλλά αφέθηκε η προεπιλογή του προγράμματος EQUAL, όπου σε κάθε κλάση δίνεται το ίδιο βάρος. Η επιλογή αυτή έγινε στην προσπάθεια να αποφευχθεί η ανάθεση ενός εικονοστοιχείου σε λάθος κλάση λόγω μεγαλύτερης βαρύτητας πχ ένα εικονοστοιχείο που ανήκει στην κλάση υδάτινα σώματα να μεταφερθεί στην κλάση αστική περιοχή, εξαιτίας του μεγαλύτερου πλήθους εικονοστοιχείων που έχουν ανατεθεί σε αυτή.

Δημιουργήθηκαν δύο ταξινομημένες εικόνες έξι κλάσεων για τα δύο έτη 2013 και 2017. Εκτός από τα δύο αυτά αρχεία το πρόγραμμα παράγει προαιρετικά ένα πλεγματικό αρχείο εμπιστοσύνης (confidence raster). Το αρχείο αυτό αποτελείται από 14 επίπεδα εμπιστοσύνης, τα οποία κωδικοποιούνται με του αριθμούς 1 έως 14. Στο 1^ο επίπεδο καταγράφονται τα εικονοστοιχεία εκείνα με τη μικρότερη απόσταση από οποιαδήποτε μέσο διάνυσμα του αρχείου υπογραφής. Επομένως η ταξινόμηση των εικονοστοιχείων που βρίσκονται στην 1^η κατηγορία έχει μεγάλο βαθμό βεβαιότητας. Ακολούθως όσο αυξάνεται η κατηγοριοποίηση των επιπέδων μειώνεται ο βαθμός βεβαιότητας. Έτσι τα εικονοστοιχεία που έχουν τοποθετηθεί στο κατώτατο επίπεδο εμπιστοσύνης, στην κατηγορία 14, έχουν πολύ μεγάλη πιθανότητα να έχουν ταξινομηθεί σε λάθος κλάση. Τα πλεγματικά αρχεία παράχθηκαν και για τις δύο ταξινομημένες εικόνες.

3.5.5 Αξιολόγηση ακρίβειας της ταξινομημένης εικόνας.

Η ακρίβεια της ταξινόμησης ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ο παραγόμενος χάρτης συμφωνεί με τα δεδομένα αναφοράς (Olofsson, Moody, Stehman & Woodcock, 2013). Για τη διασφάλιση της ακεραιότητας των παραγόμενων πληροφοριών για την αλλαγή των εδαφοκαλύψεων, είναι βαρύνουσας σημασίας η χρήση ισχυρών και διαφανών προσεγγίσεων για την αξιολόγηση της ακρίβειας (Olofsson, et. al., 2014). Τα

δεδομένα αναφοράς προέρχονται από πιο ακριβής παρατηρήσεις από ότι ο παραγόμενος χάρτης. Στην περίπτωση που εξετάζεται, οι ταξινομημένες εικόνες έχουν προκύψει από δορυφορικές εικόνες του Landsat 8 με χωρική ανάλυση 30μ, ενώ τα δεδομένα αναφοράς προήλθαν από σημεία.

Ως δεδομένα αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν 250 σημεία, τα οποία παράχθηκαν τυχαία σε όλο το εμβαδό του κυβερνείου, μέσω του Arc Map. Τα σημεία αυτά εισήχθησαν στο Google Earth Pro και ερμηνεύθηκαν. Ερμηνεύθηκαν χρησιμοποιώντας εικόνες υψηλής χωρικής ανάλυσης, αλλά και με χρονολογική εγγύτητα ως προς τις εικόνες του Landsat (Οκτώβρης του 2013 – Οκτώβρης του 2017). Εν συνεχεία τα ίδια σημεία πήραν τιμές από τον παραγόμενο ταξινομημένο χάρτη. Για την αξιολόγηση της εικόνας κατασκευάστηκε ένας πίνακας των σφαλμάτων της ταξινόμησης (error matrix) ο οποίος βασίζεται στα εικονοστοιχεία της κάθε κλάσης. Στις γραμμές του πίνακα τοποθετήθηκε ο αριθμός των σημείων ανά κλάση όπως προέκυψαν από την ταξινόμηση, ενώ στις στήλες ο αριθμός των σημείων όπως προέκυψε από τις δορυφορικές εικόνες αναφοράς. Στη διαγώνιο του πίνακα βρίσκονται τα σημεία εκείνα τα οποία ανήκουν στην ίδια τάξη και στην ταξινομημένη εικόνα αλλά και στην εικόνα αναφοράς ή αλλιώς έχουν ταξινομηθεί ορθά σύμφωνα με τα δεδομένα αναφοράς.

Υπολογίστηκε αρχικά η συνολική ακρίβεια, η οποία είναι το ποσοστό που προκύπτει από το λόγο των ορθά καταταξινομημένων σημείων προς το σύνολο των σημείων που χρησιμοποιήθηκαν και η ακρίβεια ανά κλάση, δηλαδή τα ορθά καταταξινομημένα σημεία κάθε κλάσης προς τα συνολικά σημεία της κλάσης. Τα λάθη στην ταξινόμηση προκύπτουν όταν ένα εικονοστοιχείο ταξινομηθεί σε λάθος κλάση. Διακρίνονται δύο τύποι σφαλμάτων :

- Σφάλματα παρερμηνείας (commission errors), τα οποία προκύπτουν από τα λανθασμένα σημεία που περιέχονται σε μία κατηγορία π.χ. ένα σημείο που ανήκει στην κλάση των αστικών περιοχών να βρεθεί στην κλάση των υδάτινων σωμάτων.
- Σφάλματα παράβλεψης (omission errors), τα οποία προκύπτουν από τα σημεία που δεν έχουν περιληφθεί στις κατηγορίες που έπρεπε να ανήκουν

π.χ. όλα τα σημεία της κατηγορίας των υδάτινων σωμάτων που έχουν περιληφθεί στην κατηγορία του γυμνού εδάφους.

Η ακρίβεια του παρατηρητή (user 's accuracy), ως μέτρο αξιολόγησης της ταξινόμησης, προκύπτει από τον λόγο των ορθά ταξινομημένων σημείων της κάθε κλάσης προς το άθροισμα των σημείων που έχει τοποθετήσει ο παρατηρητής στη συγκεκριμένη κλάση (οριζόντια σειρά πίνακα). Ένα δεύτερο μέτρο αξιολόγησης είναι η ακρίβεια του αναλυτή (producer's accuracy), προκύπτει από το λόγο των ορθά ταξινομημένων σημείων της κάθε κλάσης προς το άθροισμα των σημείων που έχει τοποθετήσει ο αναλυτής στη συγκεκριμένη κλάση (κατακόρυφη σειρά πίνακα) και ουσιαστικά δείχνει πόσα εικονοστοιχεία μπόρεσε να κατανείμει ορθά ο αλγόριθμος ταξινόμησης (πίνακας 8).

Πίνακας 8 Ενδεικτικός πίνακας σφαλμάτων ταξινόμησης

		Δεδομένα Αναφοράς				Άθροισμα
		Κλάση i	Κλάση ii	...	Κλάση vi	
Δεδομένα Ταξινόμησης	Κλάση i					
	Κλάση ii					
	...					
	Κλάση vi					
	Άθροισμα :					

Εν συνεχεία σε κάθε κλάση τοποθετήθηκε ο αριθμός των εικονοστοιχείων που της έχουν ανατεθεί στην ταξινομημένη εικόνα . Από τον αριθμό των εικονοστοιχείων υπολογίσθηκε το εμβαδό της κάθε κλάσης σε εκτάρια (he) πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των εικονοστοιχείων με 900 (εικονοστοιχείο δορυφόρου πλευράς 30μ) και διαιρώντας με 10 000 (100x100). Υπολογίσθηκε έτσι το βάρος κάθε κλάσης (Wi) διαιρώντας το εμβαδό της κάθε κλάσης με το συνολικό εμβαδό.

Δημιουργείται εν συνεχεία, ένας νέος πίνακας σφαλμάτων (error matrix) ο οποίος βασίζεται στο εμβαδό της περιοχής της κάθε κλάσης, ως αυτό έχει ήδη υπολογιστεί. Σε κάθε κελί του πίνακα τοποθετείται το εκτιμώμενο ποσοστό έκτασης, το οποίο προκύπτει από το λόγο των ορθά ταξινομημένων εικονοστοιχείων κάθε τάξης προς το σύνολο των

εικονοστοιχείων της τάξης επί το βάρος της κλάσης (W_i). Υπολογίζεται το συνολικό εκτιμώμενο ποσοστό κάθε κλάσης το οποίο πολλαπλασιάζεται με τη συνολική έκταση, μας δίνει την εκτιμώμενη έκταση της κάθε κλάσης. Βάση αυτών υπολογίζεται το τυπικό σφάλμα (standard error) σύμφωνα με τον τύπο :

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \frac{W_i x \hat{p}_{ij} - \hat{p}^2_{ij}}{n_i + 1}}$$

Πολλαπλασιάζοντας το τυπικό σφάλμα κάθε κλάσης με το συνολικό αριθμό των εικονοστοιχείων, μετατρέπεται το τυπικό σφάλμα σε εκτάρια. Υπολογίζεται το διάστημα εμπιστοσύνης 95% (Confidence Interval). Υπολογίζονται εκ νέου η ακρίβεια του παρατηρητή, του αναλυτή και η συνολική ακρίβεια. Σε ένα νέο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα (unbiased) εκτίμησης της έκτασης των περιοχών κάλυψης με διάστημα εμπιστοσύνης 95%, τα οποία βασίζονται τόσο στα δεδομένα αναφοράς όσο και στα δεδομένα που προκύπτουν από τις ταξινομημένες εικόνες (πίνακας 9).

Πίνακας 9 Ενδεικτικός συγκεντρωτικός πίνακας αξιολόγησης ακρίβειας ταξινόμησης

Κλάση	Έκταση (ha)	95% CI	Ακρίβεια Παρατηρητή (%)	Ακρίβεια Αναλυτή (%)	Συνολική Ακρίβεια (%)
i					
ii					
...					
vi					

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Εφαρμόζοντας τη διαδικασία, όπως αυτή περιεγράφηκε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας, παράχθηκαν δείκτες, φωτοσύνθετα, ταξινομημένες εικόνες και αξιολόγηση αυτών για τα έτη 2013 και 2017. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά στοιχεία. Σκοπός ήταν η αποτύπωση των χωροχρονικών μεταβολών της περιοχής του κυβερνείου του Χαλεπίου.

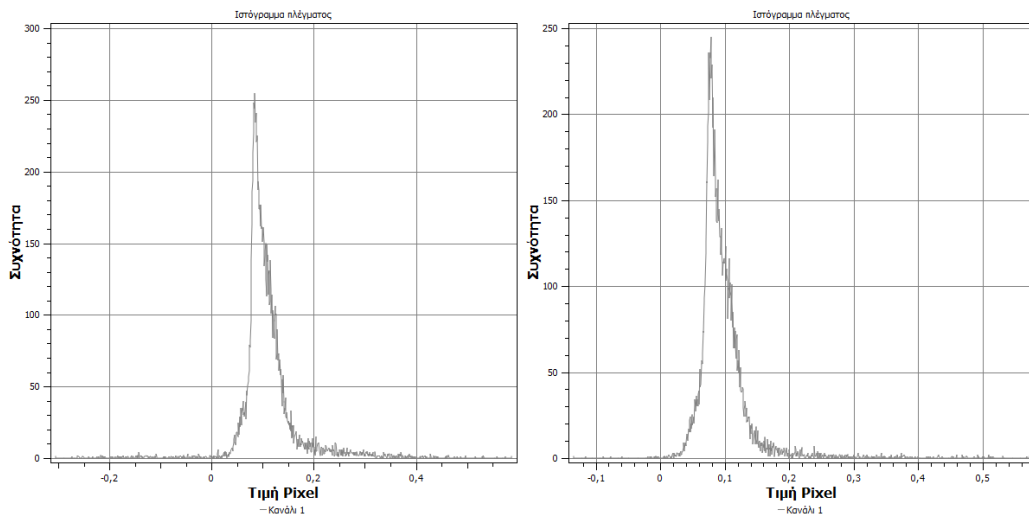
4.2 Δείκτες

4.2.1 Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI.

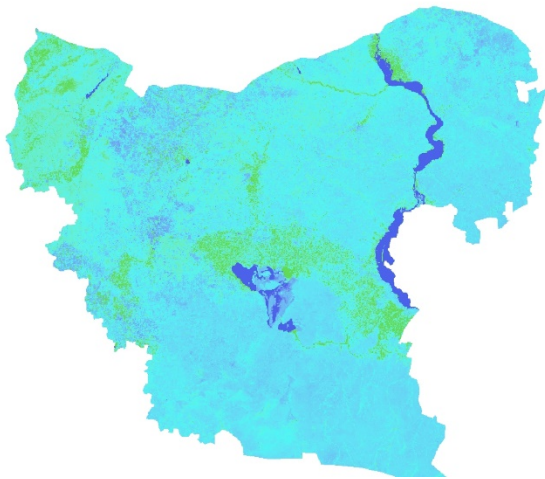
Δημιουργήθηκε αρχικά ο δείκτης NDVI για το έτος 2013 (εικόνα 2) και εν συνεχεία για το έτος 2017 (εικόνα 3). Ο μήνας και για τα δύο έτη είναι ο Οκτώβρης. Οι περιοχές με έντονο πράσινο χρώμα είναι οι πιο φωτοσυνθετικά ενεργές.

Παρατηρούμε ότι για το έτος 2013, οι περιοχές αυτές βρίσκονται στο Βορειοδυτικό τμήμα του Κυβερνείου, στην ανατολική όχθη του ποταμού Ευφράτη στο Βορειανατολικό τμήμα της Περιοχής και σε ένα μικρό τμήμα στα δυτικά. Το μεγαλύτερο όμως τμήμα βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ των λιμνών Al-Assad και Jabbul.

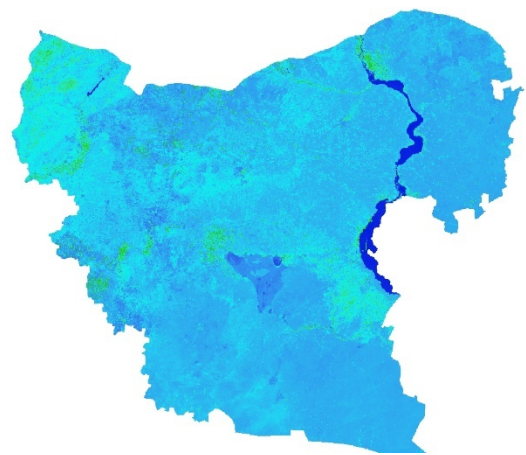
Ως προκύπτει από τα στατιστικά στοιχεία της παραγόμενης εικόνας του NDVI για το έτος 2013 (διάγραμμα 4), η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή ορίζουν το διάστημα από -0,36 έως 0,61, με μέσο όρο την τιμή 0,10 και τυπική απόκλιση 0,05. Γεγονός που σημαίνει ότι η πλειονότητα των τιμών εικονοστοιχείων κυμαίνεται από 0,05 έως 0,15.



Διαγράμματα 4 & 5 Ιστόγραμμα NDVI για τον Οκτώβρη του 2013 και 2017



Εικόνα 2 NDVI για τον Οκτώβρη 2013



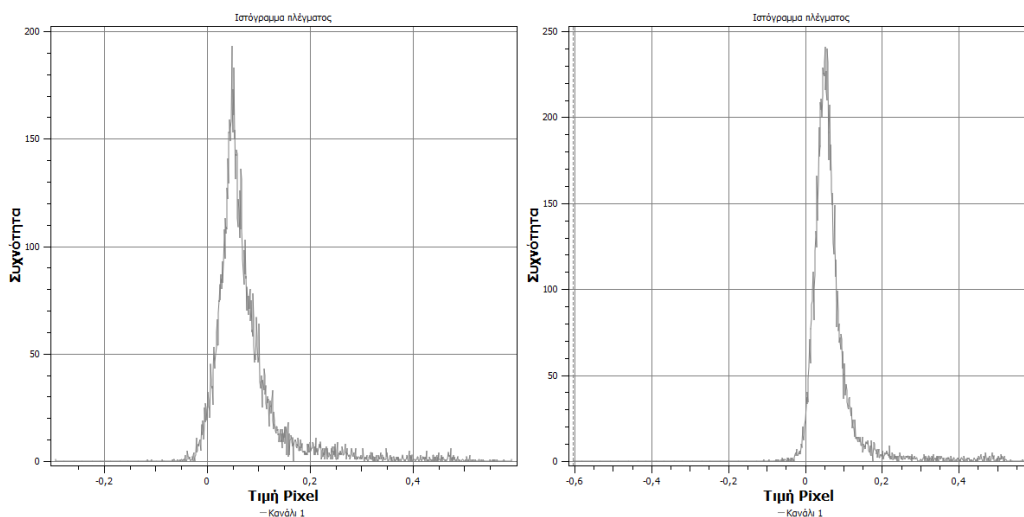
Εικόνα 3 NDVI για τον Οκτώβρη 2017

Τον Οκτώβρη του 2017 (εικόνα 3), παρατηρείται ότι οι περιοχές με υγιής βλάστηση μειώνονται δραστικά. Απαντώνται στις ίδιες περιοχές με τον Οκτώβρη του 2013 αλλά καταλαμβάνουν μικρότερη έκταση. Ειδικότερα στην περιοχή μεταξύ των λιμνών Al-Assad και Jabbul, δεν υπάρχουν πλέον εκτάσεις με υγιής βλάστησης, παρά μόνο σε ένα μικρό τμήμα στα Βορειανατολικά της λίμνης Jabbul.

Από τα στατιστικά στοιχεία της παραγόμενης εικόνας του NVDI για το έτος 2017 (διάγραμμα 5), προκύπτει ότι οι τιμές των εικονοστοιχείων κυμαίνονται από -0,23 έως 0,61, με μέσο όρο την τιμή 0,09 και τυπική απόκλιση 0,04. Δηλαδή τα περισσότερα εικονοστοιχεία παίρνουν τιμές από 0,05 έως 0,12.

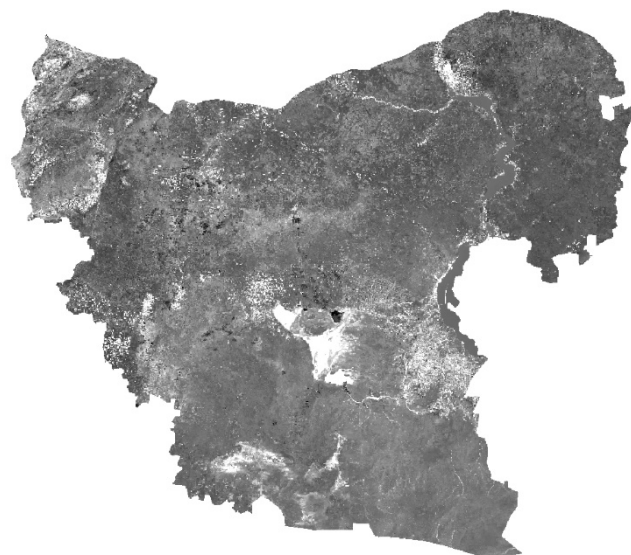
4.2.2 Κανονικοποιημένη αναλογία καύσης NBR (Normalized Burn Ratio).

Από τον υπολογισμό της κανονικοποιημένης αναλογίας καύσης NBR, για τον Οκτώβρη του 2003 (εικόνα 4), προέκυψε ότι οι τιμές των εικονοστοιχείων κυμαίνονται από -0,74 (ελάχιστο) έως 0,62(μέγιστο), με μέσο την τιμή 0,07 και τυπική απόκλιση 0,06. Έτσι οι περιοχές με υγιή βλάστηση εμφανίζουν υψηλές τιμές και φαίνονται με άσπρο χρώμα στην εικόνα 4, ενώ οι περιοχές με καμένο έδαφος εμφανίζουν πολύ χαμηλές τιμές και έντονο σκούρο χρώμα.



Διαγράμματα 6 & 7 Ιστόγραμμα NBR για τον Οκτώβρη του 2013 και 2017

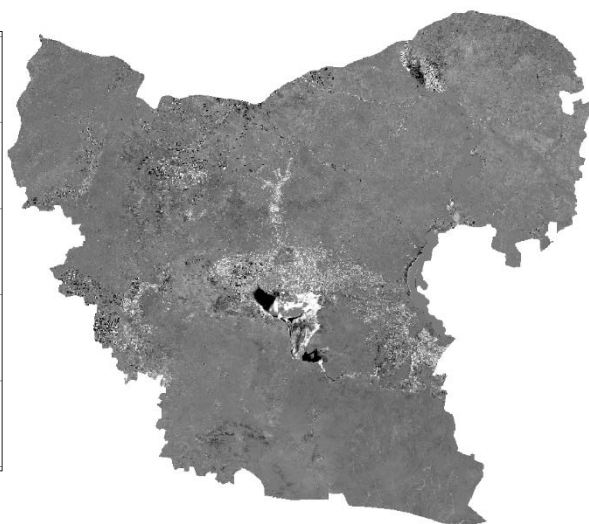
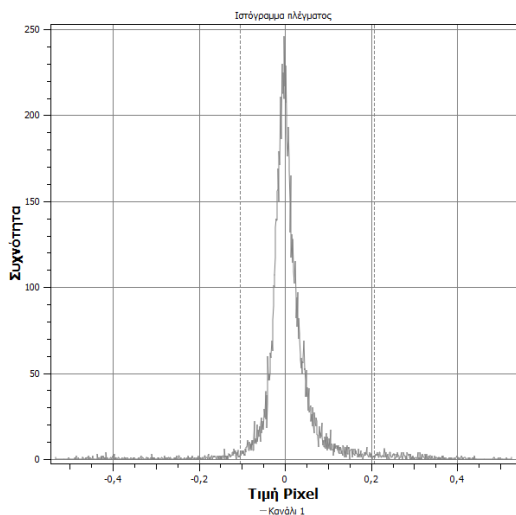
Τον Οκτώβρη του 2017 (εικόνα 5), ο αντίστοιχος δείκτης παρουσιάζει μείωση στην τιμή της μέγιστης τιμής των εικονοστοιχείων από 0,62 σε 0,59, ενώ η ελάχιστη τιμή παραμένει σχεδόν σταθερή με τιμή -0,73. Ο μέση τιμή είναι 0,06 και η τυπική απόκλιση 0,06. Συγκρίνοντας τις δύο εικόνες φαίνεται ότι τον Οκτώβρη του 2017 τα υγιή εδάφη, κυρίως στο τμήμα μεταξύ των δύο κύριων λιμνών (Al Assad και Jabbul) μειώνονται αρκετά.



Εικόνα 4 NBR για τον Οκτώβρη 2013 **Εικόνα 5** NBR για τον Οκτώβρη 2017

Εν συνεχεία υπολογίστηκε η διαφορά $\Delta NBR = NBR_{2013} - NBR_{2017}$ (εικόνα 6). Χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο σύγκρισης μεταξύ των δύο χρονικών στιγμών. Με τιμές που κυμαίνονται από -0,78 (ελάχιστο) έως 0,89 (μέγιστο), μέση τιμή 0,009 και τυπική απόκλιση 0,06 (διάγραμμα 8). Όσο πιο ανοιχτό χρώμα έχουν τα εικονοστοιχεία, δηλαδή, μεγαλύτερες τιμές, τόσο μεγαλύτερη πιθανώς είναι και η καταστροφή στην περιοχή. Από το εύρος των περισσότερων τιμών, όπως προκύπτει από την τυπική απόκλιση, το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του κυβερνείου εντάσσεται στην κατηγορία των τιμών -0,1 έως +0,1. Πρόκειται δηλαδή για άκαυτες εκτάσεις, ως προκύπτει από την κατηγοριοποίηση του πίνακα 7.

Η πυρκαγιά αποτελεί ένα φαινόμενο, το οποίο εκδηλώνεται κατά τόπους και όχι σε όλη την υπό μελέτη έκταση. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκαν τυχαία περιοχές εικονοστοιχείων που παρουσιάζουν ελάχιστες τιμές, άρα σκούρους τόνους, από τον δείκτη καύσης του 2017. Τα σημεία αυτά επαληθεύτηκαν με φωτογραφίες υψηλότερης ανάλυσης από το Google Earth pro (πίνακας 8), ενώ παρατηρήθηκε ότι οι τιμές των εικονοστοιχείων των περιοχών αυτών ως αναμενόταν, στο ΔNBR εμφανίζονται μεγάλες, αφού κατά το μήνα Οκτώβρη του 2013, δεν είχε συμβεί κάποιο καταστροφικό γεγονός στις περιοχές αυτές.



Διάγραμμα 8 Ιστόγραμμα ΔNBR

Εικόνα 6 ΔNBR

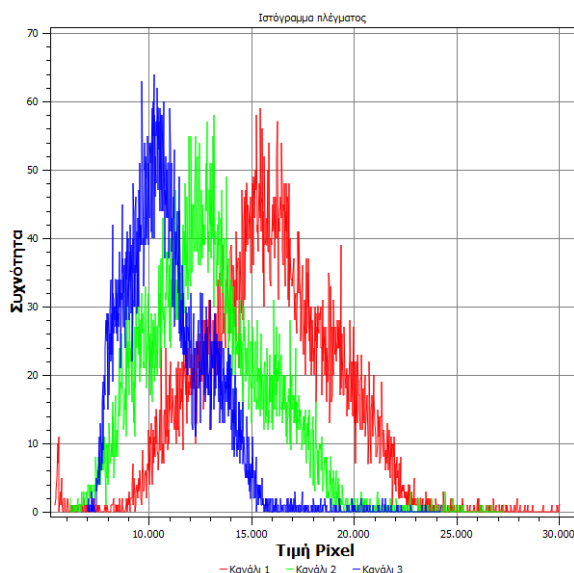
Πίνακας 10 Ανίχνευση καμένων περιοχών με το δείκτη NBR

NBR 2013	NBR2017	ΔNBR	GOOGLE EARTH PRO

4.3 Φωτοσύνθετα

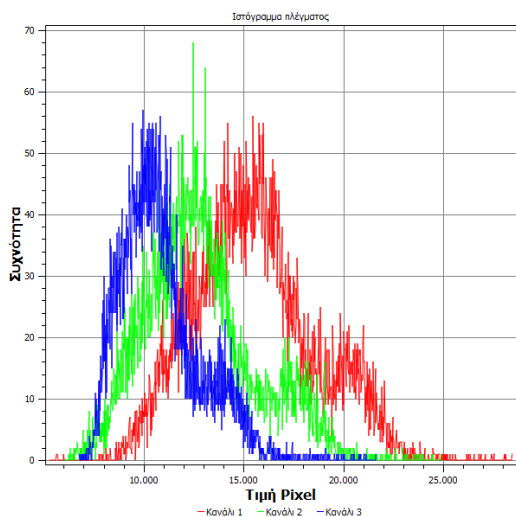
4.3.1 Φωτοσύνθετο υπέρυθρου χρώματος (Color Infrared).

Παράχθηκαν τα δύο φωτοσύνθετα για τον Οκτώβρη του 2013 και 2017 (εικόνα 7 και 8)(διαγράμματα 9 και 10). Από το φωτοσύνθετο που προέκυψε από τον συνδυασμό των φασματικών κλάσεων 5,4,3 για τον Οκτώβρη του 2013 φαίνεται ότι οι περιοχές με την πιο υγιή βλάστηση εντοπίζονται αρχικά στα Βορειοδυτικά και συγκεκριμένα στην περιοχή του Afrin, κατά μήκος του ομώνυμου ποταμού αλλά και σχεδόν στο μεγαλύτερο τμήμα της έκτασης της. Εν συνεχεία κατά μήκος των οχθών του ποταμού Ευφράτη στις περιοχές Jarablus και Ain Al Arab, στο δυτικό τμήμα της περιοχής Jebel Saman. Η πιο εκτεταμένη περιοχή υγιούς βλάστησης μοιράζεται χωρικά μεταξύ των διοικητικών διαιρέσεων As-Safira, Al Bab και Menbij και βρίσκεται στο ανατολικό τμήμα του Κυβερνείου από το φυσικό σύνορο του Ευφράτη έως τη λίμνη Jabbul.



Διάγραμμα 9 Ιστόγραμμα φωτοσύνθετου 2013 **Εικόνα 7** Φωτοσύνθετο 2013

Στο φωτοσύνθετο του κυβερνείου για τον Οκτώβρη του 2017, οι περιοχές της υγιούς βλάστησης φαίνονται αισθητά μειωμένες στο ανατολικό τμήμα του κυβερνείου. Ιδιαίτερα στις περιοχές AL Bab και Menbij, η μείωση της υγιούς βλάστησης είναι πολύ μεγάλη. Αντιθέτως στην περιοχή του Afrin, η υγιής βλάστηση είναι σχεδόν σταθερή και στις δύο χρονικές στιγμές.



Διάγραμμα 10 Ιστόγραμμα φωτοσύνθετου 2017 **Εικόνα 8** Φωτοσύνθετο 2017

4.3.2 Φωτοσύνθετο ψευδοχρώματος.

Το Φωτοσύνθετο ψευδοχρώματος παράχθηκε χρησιμοποιώντας τις φασματικές κλάσεις 4,3,2 του Landsat 8, αποκόπηκε στα διοικητικά όρια της πόλης του Αλέππο. Εν συνεχεία χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία της παγχρωματικής όξυνσης (pansharpening).



Εικόνα 9 Τμήμα φωτοσύνθετου ψευδοχρώματος πριν και μετά την εφαρμογή του αλγόριθμου Brovey για τον Οκτώβρη του 2013.

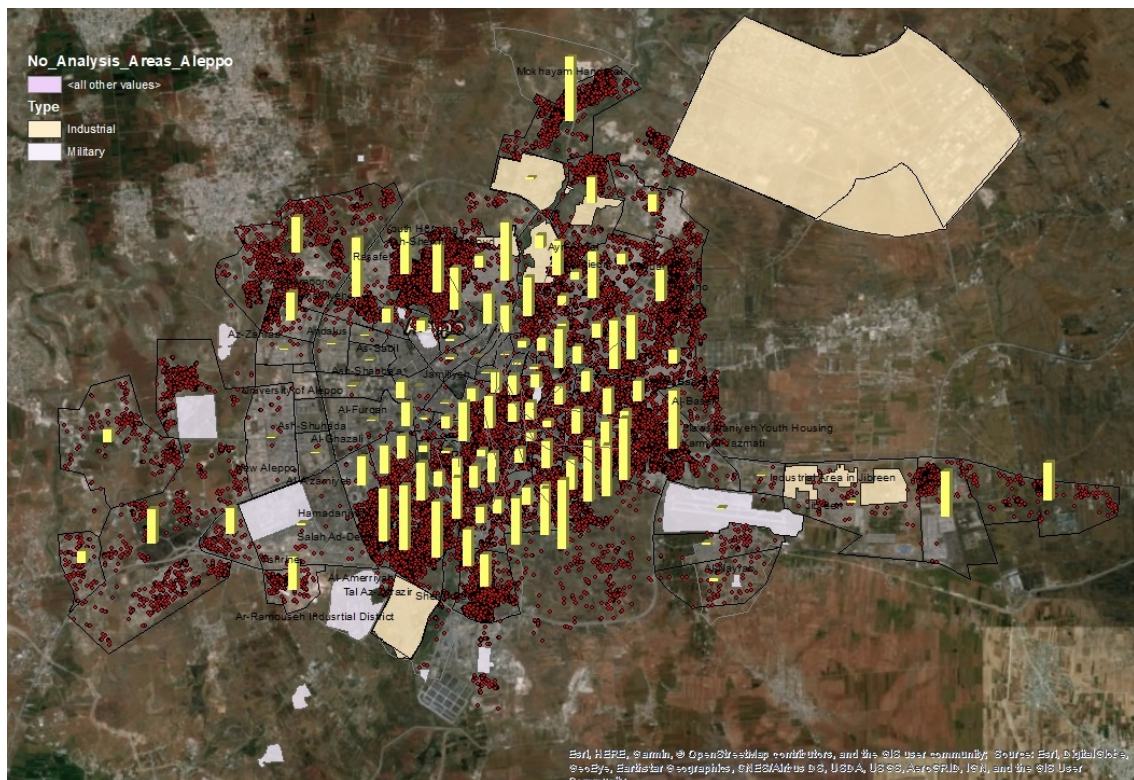
Στο φωτοσύνθετο του ψευδοχρώματος του 2017, μετά την εφαρμογή του αλγόριθμου του Brovey, οι περιοχές που διακρίνονται με έντονο γκρι είναι αυτές με τις λιγότερες καταστροφές (εικόνα 10). Αντιθέτως η ανοικτής τονικότητας περιοχές είναι και αυτές που έχουν υποστεί εκτεταμένες καταστροφές από τις επιθέσεις. Τόσο έντονες διαφορές δεν ανιχνεύθηκαν στο φωτοσύνθετο της πόλης για τον Οκτώβρη του 2013(εικόνα 9).



Εικόνα 10 Τμήμα φωτοσύνθετου ψευδοχρώματος πριν και μετά την εφαρμογή του αλγόριθμου Brovey για τον Οκτώβρη του 2017.

Αναλύοντας τα στοιχεία της UNOSAT(2015) για την πόλη του Αλέππο κατασκευάστηκε χάρης της περιοχής ο οποίος δείχνει την ένταση και τα σημεία καταγεγραμμένων καταστροφών στην πόλη, ανά συνοικία (εικόνα 11). Παρατηρείται ότι οι περιοχές που έχουν μεγάλες καταστροφές συμπίπτουν με τις περιοχές ανοικτού γκρι στο φωτοσύνθετο του 2017.

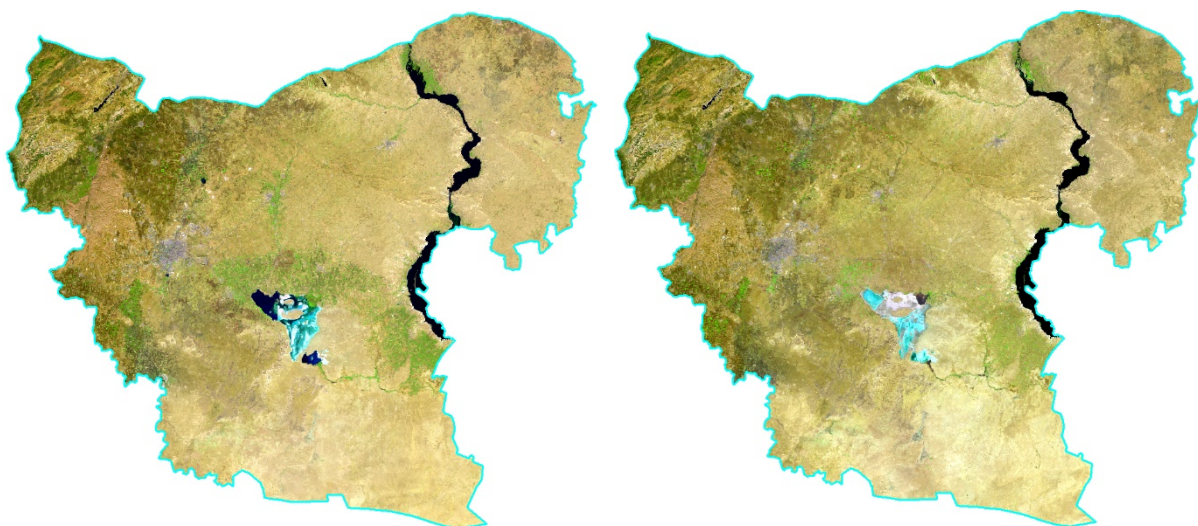
Αναλύοντας τα στοιχεία για τα κατεστραμμένα κτίρια στις γειτονιές του Αλέππο, από τη UNOSAT για τον Ιούλιο του 2015, προέκυψε ότι στο σύνολο των 115 περιοχών όπου καταγράφηκαν ζημιές στο 53,91% αυτών υπήρξε καταστροφή του κτιριακού τους αποθέματος έως 20%, στο 28,70% καταστράφηκε το 20% ~ 40% του κτιριακού τους αποθέματος. Σε ποσοστό 17,39% καταστράφηκε πάνω από το 40% του κτιριακού τους αποθέματος. Οι περιοχές Al Aqabeh, Tal Az-Zarazi (Al-Ameria) και Handarat καταγράφουν τις μεγαλύτερες καταστροφές με ποσοστά 65,61%, 61,42% και 61,20% αντιστοίχως. Η περιοχή Al Aqabeh βρίσκεται δυτικά της παλιάς συνοικίας του Αλέππο, στο κέντρο της πόλης, Η Al-America στη Νοτιοδυτικά της πόλης και γειτνιάζει με τη στρατιωτική βάση και τη βιομηχανική περιοχή Al-Ramouseh, Ενώ η Handarat βρίσκεται στην Βόρεια έξοδο της πόλης κοντά στη μεγάλη βιομηχανική περιοχή.



Εικόνα 11 Σφοδρότητα επιθέσεων στην πόλη του Αλέππο (Στοιχεία: UNOSAT, 2015)

4.4 Ταξινόμηση Φωτοσύνθετων

Τα δύο φωτοσύνθετα φασματικών κλάσεων 6,5,2 (μικρού μήκους υπέρυθρο, εγγύς υπέρυθρο και μπλε), για τον Οκτώβρη του 2013 (εικόνα 12) και 2017(εικόνα 13), ταξινομήθηκαν σε έξι τάξεις. Επιλέχθηκαν εξαιτίας της ικανότητας διαχωρισμού των ενεργών καλλιεργειών που εμφανίζονται με έντονο πράσινο χρώμα. Αλλά και οι υπόλοιπες προς δημιουργία κλάσεις είναι αρκετά καλά διαχωρισμένες αφού τα υδάτινα σώματα εμφανίζονται με μπλε χρώμα, οι αστικές περιοχές με γκρι ενώ το γυμνό έδαφος με ανοιχτές αποχρώσεις του καφέ.



Εικόνα 12 Φωτοσύνθετο 6,5,2 2013 **Εικόνα 13** Φωτοσύνθετο 6,5,2 2017

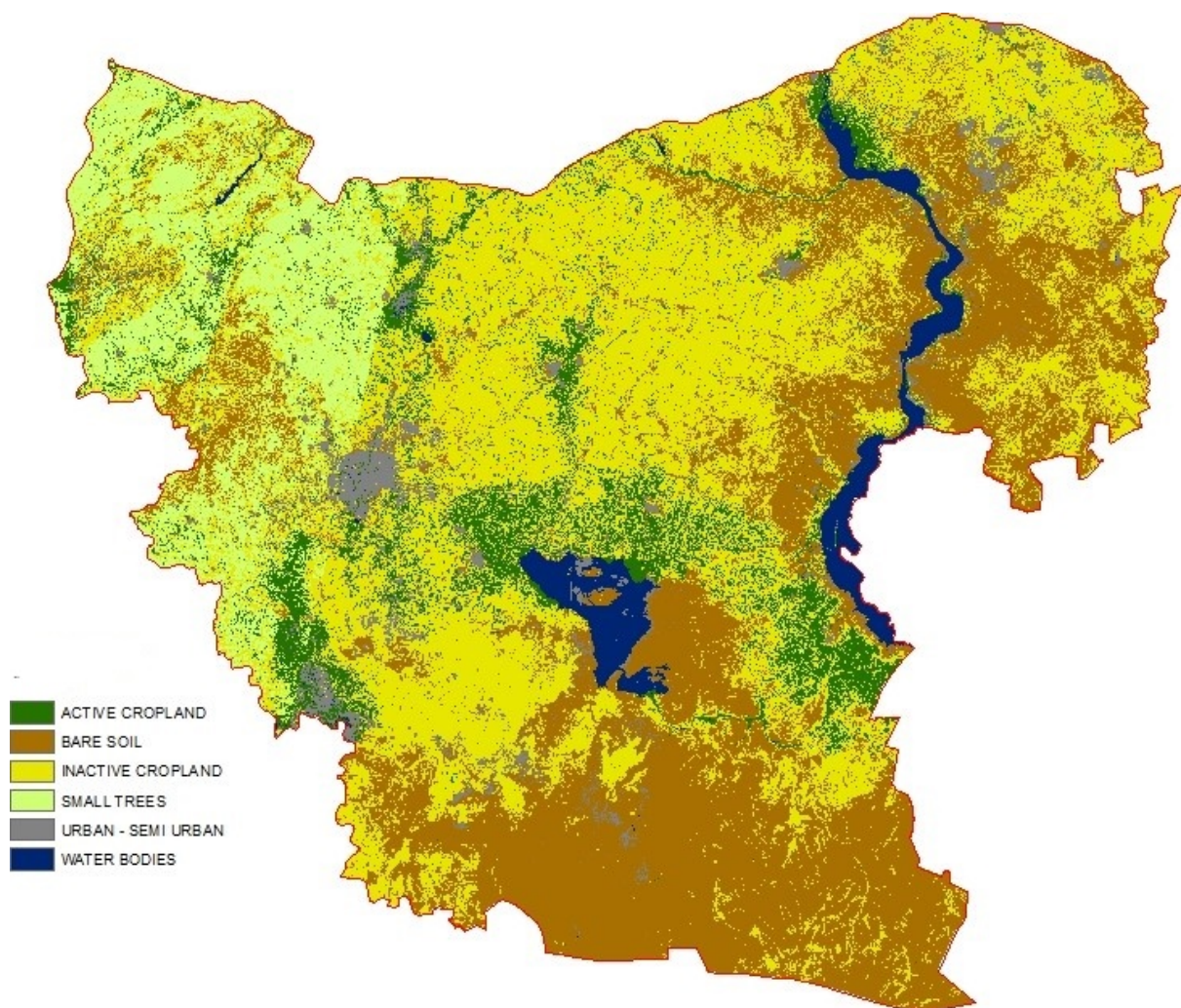
Από τις ταξινομημένες εικόνες που προέκυψαν για το 2013 (εικόνα 14) και το 2017 (εικόνα 15), φαίνεται πιθανώς χρονική μείωση των ενεργών καλλιεργειών το έτος 2017 καθώς και αύξηση των περιοχών που χαρακτηρίζονται ως γυμνή γη. Οι περιοχές δεντροκάλυψης (small trees, όπως εμφανίζονται στο υπόμνημα της κάθε εικόνας), που βρίσκονται στη βορειοανατολική πλευρά του κυβερνείου, παρουσιάζουν μείωση το έτος 2017. Διακρίνονται αρκετά καλά τα κυρίαρχα υδάτινα σώματα της περιοχής, ο ποταμός Ευφράτης, οι λίμνες Al Assad και Jabbul καθώς και η λίμνη Maydanki στην περιοχή του Αφρίν. Ωστόσο παρατηρούνται αλλοιώσεις στο μέγεθος της λίμνης Jabbul το 2017. Ο αστικός ιστός του Αλέππο είναι αρκετά ευδιάκριτος και στις δύο ταξινομημένες εικόνες.

Εν συνεχεία και οι δύο εικόνες εξετάστηκαν για την ακρίβεια της ταξινόμησής τους. Χρησιμοποιήθηκαν 250 σημεία αναφοράς, με τυχαία επιλογή και τοποθετήθηκαν σε μία από τις έξι τάξεις βάσει παρατηρήσεων μέσω ψηφιακών εικόνων υψηλής χωρικής ανάλυσης διαθέσιμες στο Google Earth Pro. Τα σημεία αυτά εξαιτίας της τυχαίας επιλογής τους δεν κατανέμονται ισόποσα σε κάθε τάξη (πίνακας 11). Τα περισσότερα σημεία ανήκουν στις τάξεις του γυμνού εδάφους και των ανενεργών καλλιεργειών, ενώ τα λιγότερα στην τάξη της δεντροκάλυψης. Επίσης υπάρχει μείωση των σημείων αναφοράς της τάξης των ενεργών καλλιεργειών το 2017 σε σχέση με το 2013.

Πίνακας 11 Σημεία αναφοράς για την ακρίβεια της ταξινόμησης.

	2013	2017
<i>Γυμνό έδαφος</i>	107	124
<i>Υδάτινα σώματα</i>	11	11
<i>Αστικές περιοχές</i>	13	13
<i>Ενεργές καλλιέργειες</i>	37	14
<i>Ανενεργές καλλιέργειες</i>	76	83
<i>Δεντροκάλυψη</i>	6	5

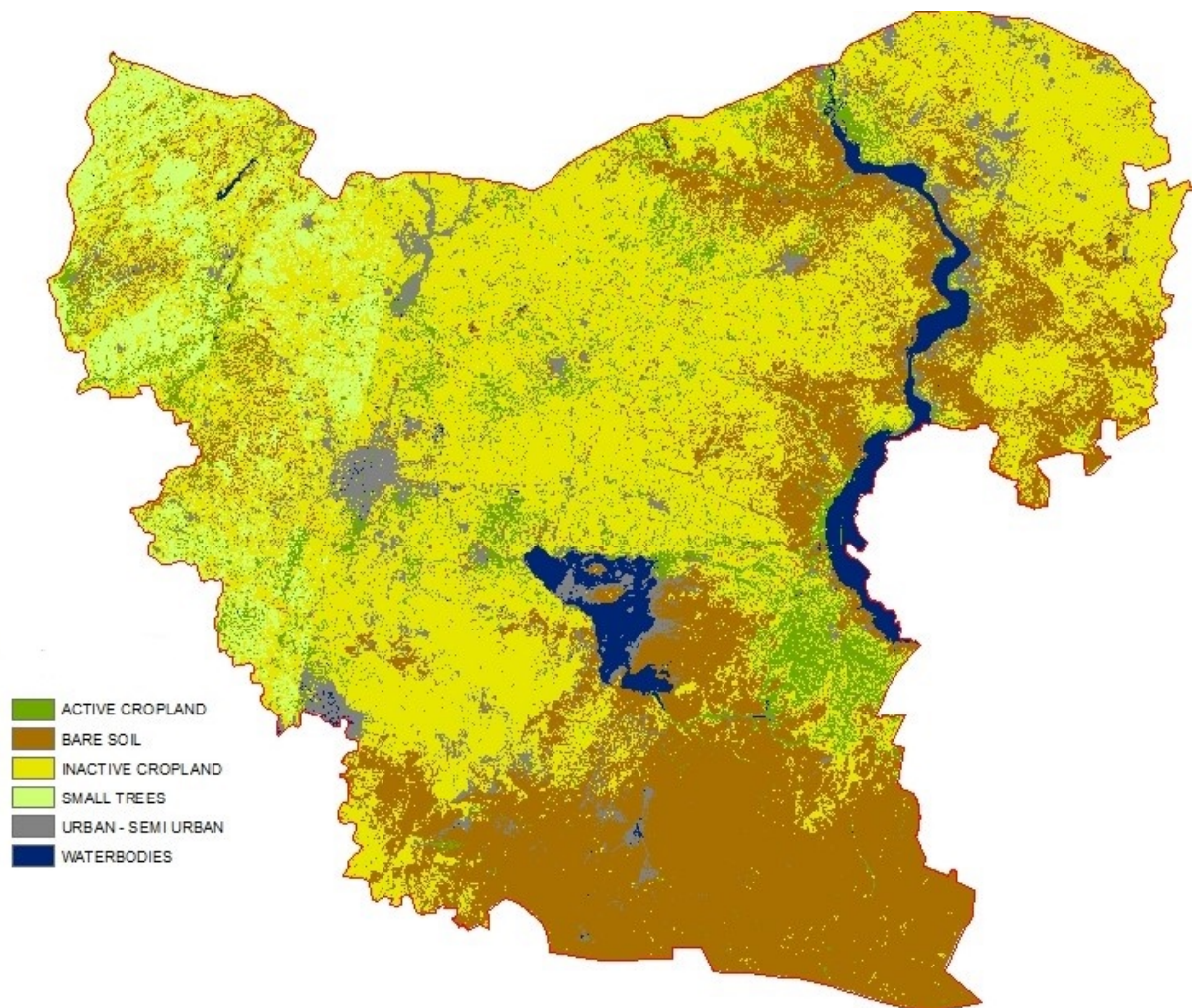
Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της ακρίβειας των δύο ταξινομημένων εικόνων παρουσιάζονται στον πίνακα 12 για τον Οκτώβρη του 2013 και στον πίνακα 13 για τον Οκτώβρη του 2017.



Εικόνα 14 Ταξινομημένη εικόνα Οκτωβρίου 2013

Πίνακας 12 Συγκεντρωτικός πίνακας αξιολόγησης ακρίβειας ταξινόμησης - 2013

Κλάση	Έκταση (ha)	± 95% CI	Ακρίβεια Παρατηρητή (%)	Ακρίβεια Αναλυτή (%)	Συνολική Ακρίβεια (%)
Γυμνό έδαφος	838.726,80	104.424,86	81,2	61,7	56,9
Υδάτινα σώματα	53.575,17	9.546,12	91,7	100,0	
Αστική περιοχή	100.296,75	49.821,78	46,2	41,9	
Ενεργές καλλιέργειες	303.022,65	84.196,22	47,8	26,7	
Ανενεργές καλλιέργειες	645.680,95	108.994,40	52,1	67,9	
Δεντροκάλυψη	46.892,90	37.155,03	0,0	0,0	



Εικόνα 15 Ταξινομημένη εικόνα Οκτωβρίου 2017

Πίνακας 13 Συγκεντρωτικός πίνακας αξιολόγησης ακρίβειας ταξινόμησης - 2017

Κλάση	Έκταση (ha)	± 95% CI	Ακρίβεια Παρατηρητή (%)	Ακρίβεια Αναλυτή (%)	Συνολική Ακρίβεια (%)
Γυμνό έδαφος	954.329,71	107.468,43	85,5	51,3	54,8
Υδάτινα σώματα	60.229,16	24.581,03	81,8	75,2	
Αστική περιοχή	100.894,70	52.607,54	27,8	34,6	
Ενεργές καλλιέργειες	116.233,69	55.853,37	27,8	34,1	
Ανενεργές καλλιέργειες	717.530,37	111.922,42	49,5	66,9	
Δεντροκάλυψη	38.977,58	34.054,30	0,0	0,0	

Παρατηρείται αύξηση των περιοχών γυμνού εδάφους (bare soil) αλλά και των περιοχών με ανενεργές καλλιέργειες (inactive cropland). Η έκταση που καλύπτεται από αστικές περιοχές (urban) παραμένει ίδια και στις δύο χρονικές στιγμές. Μείωση της έκτασης παρουσιάζεται στις τάξεις των ενεργών καλλιεργειών (active cropland), των υδάτινων σωμάτων (waterbodies) αλλά και της δεντροκάλυψης (small trees). Ιδιαίτερα στις ενεργές καλλιέργειες η μείωση της έκτασης ανέρχεται σε 61,64%, όπως προκύπτει από τις τιμές της έκτασης της κατηγορίας από τους πίνακες αξιολόγησης ακρίβειας της ταξινόμησης.

Η στήλη της του διαστήματος εμπιστοσύνης δείχνει το βαθμό αβεβαιότητας του δείγματος, δηλαδή για κάθε τάξη δείχνει την έκταση για την οποία θεωρείται ότι έχει ταξινομηθεί σε λάθος κλάση. Ιδιαίτερα μεγάλη αβεβαιότητα υπάρχει στην τάξη της δεντροκάλυψης και στις δύο ταξινομημένες εικόνες.

Η ακρίβεια του παρατηρητή (user's accuracy) , για την ταξινομημένη εικόνα του Οκτώβρη 2013, παρουσιάζει μεγάλες τιμές για το γυμνό έδαφος και τα υδάτινα σώματα με ποσοστά 81,2% και 91,7% αντίστοιχα και μηδενική για την δεντροκάλυψη, ενώ οι άλλες τάξεις κυμαίνονται γύρω στο 50% . Η ακρίβεια του αναλυτή (producer's accuracy) παρουσιάζει 100% ακρίβεια στην κατηγορία των υδάτινων σωμάτων. 67,9% στις ανενεργές καλλιέργειες, 61,7 % στο γυμνό έδαφος, ενώ οι τάξεις των αστικών περιοχών και των ενεργών καλλιεργειών παρουσιάζουν ακρίβεια 41,9% και 26,7% αντίστοιχα. Η τάξη της δεντροκάλυψης παρουσιάζει και στην ακρίβεια του αναλυτή μηδενικό ποσοστό. Η συνολική ακρίβεια της εικόνας είναι 56,9%.

Αντιστοίχως η ακρίβεια του παρατηρητή, για την ταξινομημένη εικόνα του Οκτώβρη του 2017, παρουσιάζει κι αυτή, μεγάλες τιμές στις τάξεις του γυμνού εδάφους και των υδάτινων σωμάτων με ποσοστά 85,5% και 81,8%. Στις αστικές περιοχές και στα υδάτινα σώματα το ποσοστό της ακρίβειας ανέρχεται στο 27,8%, ενώ στις ανενεργές καλλιέργειες 49,5%. Στην τάξη της δεντροκάλυψης τόσο η ακρίβεια του παρατηρητή όσο και η ακρίβεια του αναλυτή έχουν μηδενική τιμή. Η ακρίβεια του αναλυτή είναι μεγάλη για τα υδάτινα σώματα και τις ανενεργές καλλιέργειες, με ποσοστά 75,2% και 66,9%. Για το γυμνό έδαφος είναι 51,3%, 34,6% για τις αστικές περιοχές και 34,1% για τις ενεργές καλλιέργειες. Η συνολική ακρίβεια της εικόνας είναι 54,8%.

Τα πλεγματικά αρχεία εμπιστοσύνης που παράχθηκαν, από το πρόγραμμα επεξεργασίας των φωτοσυνθέτων, αποτελούνται από 14 κατηγορίες που δείχνουν το βαθμό εμπιστοσύνης της ταξινομημένης εικόνας. Παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των εικονοστοιχείων και στις δύο ταξινομημένες εικόνες τοποθετείται στις κατηγορίες 6-9 (πίνακας 14).

Πίνακας 14 Κατανομή εικονοστοιχείων πλεγματικών αρχείων εμπιστοσύνης

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	2013	2017
1	0,41%	0,33%
2	0,41%	0,33%
3	1,27%	0,98%
4	3,13%	1,65%
5	4,50%	4,03%
6	13,66%	11,85%
7	22,83%	22,44%
8	20,76%	25,28%
9	14,99%	17,25%
10	6,30%	6,38%
11	3,91%	3,48%
12	3,09%	2,43%
13	1,45%	1,07%
14	3,28%	2,49%

Κεφάλαιο 5

Επίλογος

5.1 Συζήτηση

Οι φυσικοί πόροι αποτελούν, καθ' όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας, αφενός αιτία ένοπλων συγκρούσεων, καθιστώντας πολλές περιοχές επιρρεπείς σε συνεχόμενες ένοπλες συγκρούσεις και αφετέρου η υπερεκμετάλλευσή τους αποτελεί μια από τις σοβαρότερες περιβαλλοντικές συνέπειες των πολέμων. Το πετρέλαιο και τα διαμάντια είναι από τους φυσικούς πόρους, οι οποίοι αποκαλούνται «καταραμένοι» (Esteban, Mayoral & Ray, 2012), αφού περιοχές όπως η μέση Ανατολή, η Λατινική Αμερική αλλά και η Αφρική, πλούσιες σε αυτούς τους πόρους, ταλαιπωρούνται από επαναλαμβανόμενες ένοπλες συγκρούσεις. Εμπειρικές μελέτες έχουν συνδέσει την αφθονία των φυσικών πόρων με τη εκδήλωση εμφύλιων και διακρατικών πολέμων (Koubi, et al., 2014). Ο Billon (2008) υποστηρίζει ότι η μονομερής εξάρτηση από τους φυσικούς πόρους έχει ως αποτέλεσμα την χαμηλή απόδοση της οικονομίας και την αποδυνάμωση των κυβερνητικών οργάνων, κάνοντας τις κοινωνίες πιο ευάλωτες σε ένοπλες συγκρούσεις, ενώ οι συγκρούσεις και η βία που σχετίζονται με τον έλεγχο και την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο ενόπλων συγκρούσεων μεγάλης κλίμακας. Η περίπτωση του πολέμου στη Συρία, είναι ένα παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η υπερεκμετάλλευση των πετρελαϊκών πόρων της περιοχής οδήγησε σε αλλαγή οικονομικής και κοινωνικής πολιτικής, αποδυναμώνοντας τον ρόλο του κράτους, οδηγώντας σε κοινωνικές ανισότητες και κατά πολλούς ερευνητές στην ένοπλη σύρραξη (Jenkins, 2014) (Azmeah, 2016).

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον ενός πολέμου, εκτός των προερχόμενων από τη χρήση του οπλισμού, προκύπτουν από την άμεση χρήση πόρων όπως η ξυλεία, το νερό κ.λπ. για την υποστήριξη των στρατευμάτων αλλά και από την έμμεση χρήση πόρων στη στρατιωτική βιομηχανία (Hupy, 2008). Οι Machlis & Hanson (2008) αναφέρουν ως μια από τις αιτίες καταστροφής του περιβάλλοντος την έντονη χρήση των φυσικών πόρων.

Μεγάλο τμήμα της διεθνούς βιβλιογραφίας, ερευνά τους τρόπους με τους οποίους μολύνεται το έδαφος εξαιτίας των πολεμικών συγκρούσεων, καθώς σε πολλές περιπτώσεις οι τεχνικές για την θεραπεία του εδάφους από μολύνσεις όπως π.χ. από πετρελαιοκηλίδες, είναι συχνά αδύνατες ή πολύ μεγάλου κόστους, περίπλοκες και απαιτούν μεγάλο βαθμό επιστημονικής εξειδίκευσης, οι οποίες δεν είναι διαθέσιμες σε πολλά μέρη του αναπτυσσόμενου κόσμου όπου έχουν λάβει χώρα οι περισσότεροι πόλεμοι των τελευταίων δεκαετιών (Biswas, 2001). Η δημιουργία πετρελαιοκηλίδων και η κάυση των πετρελαιοπηγών στον πόλεμο του Κόλπου που οδήγησαν στην μόλυνση του εδάφους, καθώς και η υποβάθμιση του από τους κρατήρες των πυραύλων αλλά και τη μεταφορά βαρέος οπλισμού που οδήγησε στη συμπύκνωση του και στη διάβρωση του, αποτελούν από τις πιο χαρακτηριστικές επιπτώσεις των πολέμων (Khordagui & Al-Ajmi, 1993) (Tolba & Saab, 2008).

Οι περιβαλλοντικές συνέπειες των πολέμων δεν περιορίζονται μόνο στα εδαφικά οικοσυστήματα, αλλά και στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι το ίδιο έντονες. Με την μόλυνση τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων υδάτων (Biswas, 2001). Ενώ οι επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα και η ενδεχόμενη διασπορά τους είναι συνάρτηση των ατμοσφαιρικών και καιρικών συνθηκών κάθε περιοχής.

Στην πλειονότητα τους οι πολεμικές συγκρούσεις, και ειδικότερα στην περίπτωση της Συρίας, έχουν ως συνέπεια τις μεγάλες μετακινήσεις πληθυσμών, αλλάζοντας τις υφιστάμενες χρήσεις γης και δημιουργώντας νέες δυναμικές στα φυσικά οικοσυστήματα. Οι μετακινήσεις του πληθυσμού, ιδιαίτερα στην περίπτωση της Συρίας, οδήγησαν στην ερημοποίηση περιοχών και είχαν σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομία αλλά και στους φυσικούς πόρους της περιοχής και των γειτονικών κρατών. Στην περίπτωση της κοιλάδας των ποταμών Γιαρμούκ (Yarmouk) και Ιορδάνη, η οποία μοιράζεται μεταξύ της Συρίας, της Ιορδανίας και του Ισραήλ, η μείωση της άρδευσης των καλλιεργειών στη Συρία κατά 50%, εξαιτίας του πολέμου και ως αποτέλεσμα των μετακινήσεων των πληθυσμών, είχε ως συνέπεια να αυξηθεί η ροή του ποταμού στο τμήμα που ρέει στην Ιορδανία, μια χώρα με λιγοστά αποθέματα νερού που όμως δέχεται μεγάλο αριθμό προσφύγων που διαφεύγουν από τον πόλεμο (Müller, et al., 2016).

Οι μετακινήσεις των πληθυσμών αλλά και οι αλλαγές που αυτές επιφέρουν, αποτελούν αντικείμενο εξέτασης σε ένα μεγάλο τμήμα της βιβλιογραφίας που ασχολείται με τις επιπτώσεις των πολεμικών συγκρούσεων (Gurses, 2012) (Gaynor, et. al., 2016) (van Etten, et. al., 2008). Πέραν των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον (Baumann & Kuemmerle, 2016), υπάρχουν περιπτώσεις όπου η απομάκρυνση των ανθρώπων και κατά συνέπεια των δραστηριοτήτων τους σε εμπόλεμες περιοχές, οδήγησε στην ανάκαμψη της άγριας ζωής (Beare, et. al, 2010). Οι Hanson, et. al (2008) υπογράμμισαν την ανάγκη προστασίας των σημείων βιοποικιλότητας ακόμα και κατά την διάρκεια των πολέμων.

Η ανάλυση δορυφορικών εικόνων, δίνει το πλεονέκτημα της χρονικής και χωρικής μελέτης των εμπόλεμων περιοχών. Ιδιαίτερα μέσω της χρήση δεικτών, όπως ο δείκτης κανονικοποιημένης βλάστησης NDVI, ο οποίος παρέχει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της βλάστησης. Η ποσοτική αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ της τάσης του NDVI με τη μέση βροχόπτωση σε βάθος χρόνου κατά μήκος της κλιματικής βαθμίδας στην περιοχή του Ισραήλ, έδειξε ότι οι ξηρές περιοχές επηρεάστηκαν αρνητικά, ιδιαίτερα κατά τη δεύτερη περίοδο ξηρασίας των ετών 2005-2011, και εκτιμάται ότι οι εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας στο εγγύς μέλλον θα οδηγήσουν σε περεταίρω θνησιμότητα και μείωση των δασών στις περιοχές αυτές (Dorman, Svoray, Perevolotsky & Sarris, 2013). Με τη χρήση του δείκτη NDVI διαπιστώθηκε σε πολλές περιπτώσεις η σχέση της ένοπλης διαμάχης με τις αλλαγές στη βλάστηση, είτε αυτή προερχόταν ως άμεση επίπτωση, εξαιτίας της χρήσης οπλισμών, είτε ως έμμεση από την εγκατάλειψη αγροτικών περιοχών ή/και την χρήση δασικών περιοχών για ξυλεία κλπ. (Witmer, 2008) (Mitri, Nader, Van der Molen & Lovett, 2014) (Witmer & O'Loughlin, 2011) (Muller et al, 2016) (Brown, 2010). Εντούτοις υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι καταστροφές στη βλάστηση, προκύπτουν ως τακτική πολέμου (Gurses, 2012) (van Etten, et. al., 2008).

Αλλαγές όμως στις χρήσεις της γης σε εμπόλεμες περιοχές, προκύπτουν και με τη σύγκριση ταξινομημένων δορυφορικών εικόνων. Αν και η χρήση των μεθόδων αυτών δίνει τη δυνατότητα μελέτης σε περιοχές όπου η πρόσβαση είναι αδύνατη (Pech & Lakes, 2017), όμως παράμετροι όπως η ποιότητα του αέρα αλλά και η μόλυνση του εδάφους, που αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη βλάστηση, είναι άγνωστοι τις περισσότερες φορές (Witmer, 2008). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περισσότερες έρευνες

έχουν διεξαχθεί χρόνια μετά το πέρας των συγκρούσεων, ενώ είναι δύσκολο, ως ακατόρθωτο, πολλές φορές να συλλεχθούν επίγεια δεδομένα για την αξιολόγηση της ταξινόμησης των εικόνων.

Υπάρχουν τεχνικές που αναπτύσσονται είτε αυτόνομα είτε σε συνεργασία με διεθνείς οργανισμούς, που στοχεύουν στην παρακολούθηση των καταστροφών εντός των αστικών ιστών, κυρίως με τη χρήση εικόνων υψηλής ανάλυσης, ως ένας τρόπος παρακολούθησης και καταγραφής των παραβιάσεων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων αλλά και εκτίμησης του μεγέθους των καταστροφών (Marx, 2016). Σημαντική είναι η χρήση των δορυφορικών εικόνων, καθώς ακόμα και ελλείψει επίγειων παρατηρήσεων που θα επαλήθευαν την ακρίβεια των παρατηρήσεων, μπορούν πιθανώς να επιβεβαιώσουν ή όχι ύποπτες αναφορές (Witmer, 2015).

Οι οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες, των σύγχρονων πολέμων, δεν μπορούν να αγνοηθούν στο πλαίσιο που επηρεάζονται και επηρεάζουν το περιβάλλον. Η κατάλυση της δομής και της συνεκτικότητας του κοινωνικού ιστού σε εμπόλεμες περιοχές, είναι πολλές φορές αποτέλεσμα της κατάλυσης του κράτους, αφήνοντας τα μέλη απροστάτευτα και βορά στην δύναμη της ισχυρότερης ένοπλης ομάδας (Nasser, Mehchy & Ismail, 2013). Οι Gates, et al., (2010) μελετώντας τις αναπτυξιακές επιπτώσεις των πολέμων, συμπέραναν ότι οι έμμεσες επιπτώσεις είναι σφοδρότερες των άμεσων, κι ενώ οι οικονομικοί δείκτες μπορεί να δείχνουν ανάκαμψη μετά το πέρας των πολέμων, εξαιτίας της διεθνούς βοήθειας, οι επιπτώσεις συνεχίζουν να υπάρχουν. Ενώ οι επιπτώσεις των πολέμων στο περιβάλλον έχουν καταγραφεί εκτενώς ως προς τις καταστροφικές συνέπειες και την εξάντληση των φυσικών πόρων, το οικονομικό τους κόστος παραμένει μερικώς κατανοητό και καταγεγραμμένο (Francis & Krishnamurthy, 2014).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σύνδεση των κλιματικών αλλαγών στην περιοχή της Μέσης Ανατολής με τις ένοπλες συγκρούσεις των τελευταίων ετών στην περιοχή. Εκτός από την διατάραξη του κλίματος που μπορεί να προκληθεί εξαιτίας ενός πολέμου σε μια περιοχή, η ίδια η κλιματική αλλαγή μπορεί να αποτελέσει αίτιο μιας ένοπλης σύγκρουσης. Στην περιοχή της Συρίας, την πενταετία πριν την εξέγερση (2005-2010) σημειώθηκαν έντονα φαινόμενα ξηρασίας. Η επίμονη ξηρασία των ετών αυτών, οδήγησε

σε αποτυχία των καλλιεργειών και ακολούθως σε πτώχευση των καλλιεργητών, οι οποίοι μετακινήθηκαν από τις αγροτικές περιοχές στις αστικές σε αναζήτηση εργασίας. Σύμφωνα με τους Selby, Dahi, Frolich & Hulme (2017) η αύξηση των ανθρωπογενών εκπομπών αποτέλεσε πιθανό παράγοντα που συνετέλεσε στις εκτεταμένες περιόδους ξηρασίας στη μέση ανατολή, μολονότι θεωρούν ότι ο πόλεμος δεν οφείλεται στις εκτεταμένες ξηρασίες, όσο στις πολιτικές μεταρρυθμίσεις, καθώς δεν υπάρχουν απτές αποδείξεις που να υποδεικνύουν σημαντική σύνδεση μεταξύ των κλιματικών αλλαγών και των πολέμων (Gleditch, N.P. & Nordas, R., 2014). Ο Zurayk (2014) όμως υποστηρίζει ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως η παρατεταμένη περίοδος ξηρασίας στη Συρία, μπορούν να οδηγήσουν σε κοινωνική και πολιτική αστάθεια, και υπογραμμίζει την ανάγκη να αντιμετωπιστεί άμεσα το πρόβλημα της ξηρασίας στην εμπόλεμη Συρία, καθώς οι καλλιέργειες είναι απαραίτητες σε περιοχές όπου η ανθρωπιστική βοήθεια δεν μπορεί να φτάσει.

Στον αντίποδα των Selby, Dahi, Frolich & Hulme (2017) που θεωρούν ότι η κλιματική αλλαγή ως αίτιο για την διεξαγωγή ενός πολέμου είναι υπερεκτιμημένη, οι Kelley, et. al., (2017) συμπεραίνουν ότι η συνεχής κριτική εξέταση των συνδέσεων μεταξύ της κλιματικής αλλαγής, της ξηρασίας, των μετακινήσεων και των αναταραχών είναι δικαιολογημένη καθώς η ξηρασία στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και στην Μέση Ανατολή, όπως δείχνουν τα κλιματικά μοντέλα, θα συνεχιστεί εντονότερη τις επόμενες δεκαετίες. Αν και οι πόλεμοι σπανίως έχουν μόνο μία αιτία, αλλά αποτελούν αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι πρόσφατες ξηρασίες αποτελούν ένα πρώιμο δείκτη των κλιματικών αλλαγών που αναμένονται στην περιοχή, που θα δημιουργήσουν, εκτός από περαιτέρω τοπική αστάθεια, γενική αστάθεια στην ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής (Gleick, 2014). Ενώ οι άμεσες και έμμεσες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ασφάλεια και εξαιτίας αυτού είναι πιθανό να αυξήσουν τον κίνδυνο των βίαιων συγκρούσεων (Barnett & Adger, 2007).

Παρόλο που η ξηρασία εκτός από τη Συρία, έπληξε και την Τουρκία αλλά και το Ιράκ, το γεγονός ότι στην Τουρκία οι σοδειές δεν μειώθηκαν δραματικά όπως στην Συρία, οδηγώντας σε αποσταθεροποίηση, οφείλεται στην διαφορετική διαχείριση των υδάτινων πόρων στην κάθε περιοχή, υπογραμμίζοντας ουσιαστικά τον βαρύνοντα ρόλο της κυβερνητικής διαχείρισης των πόρων αλλά και των υποδομών (Eklund & Thompson,

2017). Ιδιαίτερης σημασίας είναι η δημιουργία μεγάλων φραγμάτων στην περιοχή μεταξύ των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη, χωρίς να έχει γίνει από τα κράτη που εκμεταλλεύονται την περιοχή, Τουρκία, Ιράν, Ιράκ και Συρία, εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρά μόνο σποραδικές εκτιμήσεις από την κυβέρνηση της Συρίας, πριν από τον πόλεμο οι οποίες δεν ερευνούν τις διασυνοριακές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Bremer, 2016). Επομένως πέρα της ξηρασίας που ουσιαστικά οδήγησε στη κατάρρευση των αγροτικών περιοχών και την δημιουργία παραγκουπόλεων στις παρυφές των μεγάλων αστικών κέντρων, αθροιστικός παράγοντας υπήρξε και η δημιουργία φραγμάτων από την Τουρκία στον Ευφράτη και τον Τίγρη, δημιουργώντας πρόβλημα στη Συρία και το Ιράκ, καθώς η ροή των ποταμών κατευθύνεται από την Τουρκία προς τις χώρες αυτές (Weinthal, Zawahri & Sowers, 2015).

Όμως δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι στις χώρες με πολλές εθνοτικές διαιρέσεις το 23% των ένοπλων συγκρούσεων συμπίπτει με προϋπάρχουσες κλιματικές καταστροφές, αν και δεν υπάρχουν σαφείς αποδείξεις κατά τους Schleussner, et al. (2016), ότι πυροδοτούν τις εξεγέρσεις αυτές καθαυτές, όμως συμπεραίνουν ότι αποτελούν πολλαπλασιαστικό παράγοντα απειλής σε πολλές περιοχές επιρρεπείς στις συγκρούσεις. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η αμφίδρομη σχέση μεταξύ περιβάλλοντος και πολέμου, καθώς οι δυναμικές των ένοπλων συγκρούσεων επηρεάζουν αρνητικά την μείωση του κινδύνου εκδήλωσης καταστροφών (Walch, 2018).

Η αποκατάσταση του φυσικού περιβάλλοντος μετά τον πόλεμο, θέτει επιπλέον προκλήσεις στη διεθνή κοινότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η μόλυνση στην Εσθονία στις πρώην στρατιωτικές περιοχές, καθώς η κρατική χορηγία δεν ήταν αρκετή ώστε να απορρυπανθούν οι περιοχές, ενώ η Φιλανδία βοήθησε μόνος στις περιοχές που αποτελούσαν μολυσματική πηγή για τις γειτονικές χώρες, εκτιμήθηκε ότι είναι πολύ πιθανό οι περιοχές αυτές να μην χρησιμοποιηθούν ξανά (Auer & Raukas, 2002). Η σημασία της εκτίμησης των επιπτώσεων πριν το στάδιο της ανακατασκευής μετά τον πόλεμο έχει βαρύνοντα ρόλο στην κατάστροψη πολιτικών ανοικοδόμησης των πληγέντων περιοχών, καθώς η άναρχη ανοικοδόμηση θα οδηγήσει σε μη βιώσιμο μέλλον (Sakalasuriya, Haigh. & Amaratunga, 2018).

Οι Kovach & Conca (2016) αναφέρουν ότι η διεθνής κοινότητα προσπάθησε να αντιμετωπίσει επαρκώς τα βασικά περιβαλλοντικά ζητήματα μετά το τέλος των πολέμων και προτείνουν να υπάρχει μια εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων απευθείας με το πέρας των εχθροπραξιών ώστε να αξιολογούνται και να προτείνονται ορθές στρατηγικές. Ειδικότερα για την περιοχή της Συρίας, η περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον αγροτικό τομέα υπήρξαν σοβαρές αλλά και λόγω της μεγάλης υποβάθμισης του εδάφους, η υιοθέτηση μετά τον πόλεμο πρακτικών όπως η Γεωργία Συντήρησης (Conservation Agriculture) μπορεί να βοηθήσουν στην αποφυγή της επιπλέον διάβρωσης του εδάφους (Lalani, et. al., 2018). Ενώ η ανακατασκευή των ιστορικών περιοχών, όπως η Παλμύρα, είναι ανοπόσπαστα συνδεδεμένη με ερωτήματα ταυτότητας, μνήμης και δύναμης, τα οποία πρέπει να επιλυθούν με το πέρας του πολέμου (Harrowell, 2016).

5.2 Περιορισμοί μελέτης.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, έντονο είναι το στοιχείο της αβεβαιότητας όσων αφορά καταρχάς στη συλλογή στατιστικών δεδομένων, αλλά και πληροφοριών ως προς τις επικρατούσες συνθήκες σε διάφορες περιοχές της Συρίας. Ενώ η στατιστική υπηρεσία της Συρίας λειτουργεί μερικώς από την έναρξη του πολέμου (2011), τα προς διάθεση στοιχεία είναι λιγοστά και βασίζονται σε εκτιμήσεις. Τα περισσότερα στοιχεία για την περιοχή προέρχονται από καταγραφές διεθνών οργανισμών, είναι στο σύνολο τους αποσπασματικά και βασίζονται κι αυτά σε αρκετές εκτιμήσεις. Για το κυβερνείο του Χαλεπίου, και ιδιαίτερα για την πόλη του Χαλεπίου, υπάρχουν αρκετές καταγραφές από τους διεθνείς οργανισμούς, αλλά υπάρχουν περιοχές ακόμα κι εντός του κυβερνείου για τις οποίες δεν υπάρχει καμία πληροφορία.

Η προσπάθεια διερεύνησης των επιπτώσεων του πολέμου στο σύνολο των κυβερνείων της Συρίας, εξαιτίας της έλλειψης πληροφοριών θα ήταν ως επί το πλείστον μια διαδικασία που θα περιείχε μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας. Με γνώμονα αυτό, επιλέχθηκε να διερευνηθεί το κυβερνείο του Χαλεπίου, καθώς είναι μια περιοχή που δέχθηκε και συνεχίζει να δέχεται σφοδρές επιθέσεις, η αγροτική περιοχή του οποίου έχει επηρεαστεί έντονα από τις ξηρασίες της τελευταίας δεκαετίας, ενώ η ιστορική πόλη του Χαλεπίου, που αποτελεί και την πρωτεύουσα του, είναι η πολυπληθέστερη της Συρίας.

Τμήμα της κοιλάδας του Ορόντη ανήκει στη κυβερνείο, ενώ οι πιο εύφορες παραποτάμιες περιοχές του Ευφράτη βρίσκονται εντός των διοικητικών του ορίων. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τόσο η κοιλάδα του Ορόντη όσο και ο ποταμός Ευφράτης ανήκουν διοικητικά και σε άλλες χώρες, επομένως οιαδήποτε επίπτωση επί των υδάτινων οικοσυστημάτων τους μπορεί να έχει επιπτώσεις και στις παρακείμενες χώρες. Επίσης η εθνοτική κατανομή του κυβερνείου παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία, με αρκετούς Κούρδους να βρίσκονται στις Βορειότερες περιοχές του Κυβερνείου.

Για την μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο κυβερνείο του Χαλεπίου, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν εικόνες προερχόμενες από τον δορυφόρο Landsat, οι οποίες διατίθενται δωρεάν. Αρχικός σκοπός ήταν να δημιουργηθούν δείκτες για την κατάσταση της βλάστησης, φωτοσύνθετα αλλά και ταξινομημένες εικόνες, προ του πολέμου (αρχές 2011) και κατά την παρούσα στιγμή. Οι δορυφορικές εικόνες που βρέθηκαν, από το Landsat 7 για τις αρχές του 2011, περιείχαν σκοτεινές λωρίδες εξαιτίας του σφάλματος του σαρωτή. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την διόρθωση του σφάλματος, όμως απαιτείται αξιολόγηση της διορθωμένης εικόνας και επιπλέον ειδικό λογισμικό.

Μελετώντας όμως τη βιβλιογραφία, ανακαλύφθηκε ότι στο κυβερνείο του Χαλεπίου ο πόλεμος κλιμακώθηκε προς το τέλος 2013, οπότε θεωρήθηκε αρκετά ασφαλές να χρησιμοποιηθούν δορυφορικές εικόνες του Οκτώβρη του 2013. Σε καμία περίπτωση η χρήση των εικόνων αυτών δεν αντικατοπτρίζει επακριβώς την κατάσταση προ του πολέμου, εντούτοις αποτελεί μια αρκετά καλή προσέγγιση, εφόσον δεν αναμένονται τεράστιες διαφορές στις καλλιεργούμενες εκτάσεις μεταξύ των ετών 2011 – 2013, καθώς μεγάλο τμήμα του πληθυσμού είχε ήδη μετακινηθεί προς τα αστικά κέντρα, εγκαταλείποντας τις αγροτικές περιοχές εξαιτίας της παρατεταμένης ξηρασίας. Ενώ δε βρέθηκαν στοιχεία ώστε να υπολογιστεί το μέγεθος της επιρροής των μειωμένων ετήσιων κατακρημνίσεων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις του κυβερνείου.

Δύο φωτοσύνθετα για το μήνα Οκτώβρη του 2013 και 2017, δημιουργήθηκαν και ταξινομήθηκαν. Από την αξιολόγηση ακρίβειας της ταξινόμησης των εικόνων προέκυψε συνολική ακρίβεια (overall accuracy) 56,9% (Οκτώβρης του 2013) και 54,8% (Οκτώβρης του 2017). Το μικρό ποσοστό ακρίβειας αρχικά φαίνεται να οφείλεται στη μικρή

ακρίβεια του παρατηρητή και του αναλυτή, στις κατηγορίες των αστικών περιοχών, των ενεργών καλλιεργειών και των δεντροκαλύψεων.

Η φασματική υπογραφή των αστικών περιοχών φαίνεται να ταυτίζεται με τις περιοχές που έχουν ξεραθεί στη λίμνη Jabbul, εξαιτίας της αυξημένης αλατότητας αλλά και στα Νότια του κυβερνείου όπου το έδαφος έχει ανοιχτό άσπρο χρώμα (gypsiferous). Η δεντροκάλυψη παρουσιάζει μηδενική ακρίβεια, καθώς δεν αποτελεί δάσος αλλά περιοχή με καλλιέργειες όπως ελιές και μικρά δέντρα. Η ταξινομημένη εικόνα έχει προκύψει από δορυφορικές εικόνες με χωρική ανάλυση 30μ ενώ τα σημεία αναφοράς έχουν παρθεί από το google earth pro με χωρική ανάλυση μικρότερη του 1μ, οπότε είναι αρκετά πιθανό τα σημεία που τοποθετήθηκαν στις περιοχές με δεντροκάλυψη να έπεσαν σε γυμνό χώμα, με αποτέλεσμα ενώ η περιοχή να ανήκει όντως στην κατηγορία αυτή, να μεταφερθεί στην κατηγορία των ανενεργών καλλιεργειών ή του γυμνού εδάφους. Το ίδιο έχει συμβεί αλλά σε μικρότερο βαθμό στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Εντούτοις η κατανομή της κατηγορίας των δεντροκαλύψεων στις ταξινομημένες εικόνες στο βορειοδυτικό τμήμα του κυβερνείου, είναι ορθή καθώς εκεί βρίσκεται η κοιλάδα του Ορόντη που αποτελεί το μόνο σημείο με καλλιέργειες από σπωροφόρα δέντρα. Έτσι παρόλο που η συνολική ακρίβεια ταξινόμηση είναι χαμηλή, εντούτοις τα σφάλματα εντοπίζονται στο σύνολο τους σε εύκολα αναγνωρίσιμες περιοχές, επομένως αποτελούν ικανοποιητική ένδειξη ως προς τις μεταβολές στις καλλιεργούμενες εκτάσεις και επιβεβαιώνονται τα αποτελέσματά τους, τόσο από τους υπόλοιπους δείκτες και φωτοσύνθετα, όσο και από τις καταγραφές των διεθνών και τοπικών οργανισμών.

Ιδιαίτερη σημασία αξίζει να δοθεί στο γεγονός της τυχαίας επιλογής των 250 σημείων αναφοράς μέσω αλγόριθμου. Καθώς η επιβλεπόμενη ταξινόμηση περιέχει εγγενώς το στοιχείο της υποκειμενικότητας του παρατηρητή, επομένως η τυχαία επιλογή θεωρήθηκε ως πιο αντικειμενική προσέγγιση. Εντούτοις η επιλογή των σημείων σε συγκεκριμένες περιοχές, ίσως έδινε μεγαλύτερη συνολική ακρίβεια στην ταξινόμηση.

Σημαντικό περιορισμός αποτέλεσε και η χαμηλή χωρική ανάλυση των εικόνων, ιδιαίτερα στην περίπτωση των αστικών κέντρων, όπως η πόλη του Χαλεπίου, όπου λόγω της χαμηλής ανάλυσης δεν μπόρεσε να γίνει ταξινόμηση, ώστε να εκτιμηθεί ποσοτικά το μέγεθος των κατεστραμμένων περιοχών. Ως εκ τούτου οι κατεστραμμένες περιοχές της

πόλης εκτιμήθηκαν βάσει της τονικότητας του φωτοσύνθετου και επαληθεύτηκαν με επεξεργασία στοιχείων από τα Ηνωμένα Έθνη.

5.3 Συμπεράσματα.

Η χρήση του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης (NDVI) έδειξε ότι υπάρχει μείωση της υγιούς βλάστησης μεταξύ των ετών 2013 και 2017, κυρίως στις παραποτάμιες περιοχές του Ευφράτη, στην Βορειοδυτική περιοχή του κυβερνείου αλλά ιδιαίτερα στην αγροτική ζώνη νοτιοανατολικά της πόλης του Χαλεπίου, μεταξύ των λιμνών Al-Assad και Jabbul. Ενώ η βλάστηση για τον Οκτώβρη του 2017 παραμένει υγιείς στα βορειοανατολικά της λίμνης Jabbul. Η ίδια εικόνα προκύπτει από την ερμηνεία των φωτοσυνθέτων υπέρυθρου χρώματος.

Ο δείκτης καύσης NBR, καθώς και η διαφορά ΔNBR, των δύο δεικτών για τον Οκτώβρη του 2013 και 2017, όντως αναγνώρισε κάποιες περιοχές καμένες, όμως χρειάστηκε να επιβεβαιωθούν μέσω εικόνων υψηλής ανάλυσης αλλά και από πληροφορίες των παρατηρητών στην περιοχή. Εντούτοις δεν ενδείκνυται για περιοχές με αραιή βλάστηση, όπως το κυβερνείο του Χαλεπίου, ενώ είναι ιδιαίτερα χρήσιμος σε περιοχές με έντονη βλάστηση. Παρόλα αυτά η χρήση του δεν είναι απαγορευτική, αρκεί να υπάρχει τρόπος ισχυρής ταυτοποίησης των αποτελεσμάτων.

Τα φωτοσύνθετα ψευδοχρώματος για την πόλη του Χαλεπίου, αποτέλεσαν μια πρώτη ένδειξη για τις περιοχές που υπέστησαν καταστροφές και με την ανάλυση των στατιστικών στοιχείων και την αναπαράστασή τους, με τη βοήθεια των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, επιβεβαιώθηκαν οι ενδείξεις των φωτοσυνθέτων. Αντιστοίχως και οι ταξινομημένες εικόνες έδειξαν ιδιαίτερη μείωση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με αύξηση των εγκαταλελειμμένων αγροτικών εκτάσεων και των περιοχών έντονης διάβρωσης του εδάφους. Παρόλο που η συνολική ακρίβεια των ταξινομημένων εικόνων ήταν σχετικά χαμηλή, τα στατιστικά στοιχεία για το κυβερνείο του Χαλεπίου επιβεβαιώνουν τις αλλαγές αυτές.

Η χρήση της δορυφορικής τηλεπισκόπησης συγχρόνως με τη βοήθεια των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, αποτελούν χρήσιμο εργαλείο στην

προσπάθεια καταγραφής των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός πολέμου. Με την επεξεργασία και τη χρήση τους, δημιουργείται η ικανότητα συλλογής χρήσιμων στοιχείων για τις εμπόλεμες περιοχές που η πρόσβαση θα ήταν δύσκολη ή/και αδύνατη. Έτσι καθίσταται δυνατή η εκτίμηση της κατάστασης, και η άμεση επέμβαση. Σε περιοχές όπου η αγροτική καλλιέργεια έχει καταστραφεί υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αντιμετωπιστεί μεγάλο πρόβλημα σίτισης του πληθυσμού. Παρομοίως κατεστραμμένες βιομηχανικές περιοχές εντός των αστικών ιστών ή η ανίχνευση τοποθεσιών παράνομης απόθεσης στερεών αποβλήτων, δείχνουν τις περιοχές που υφίστανται μόλυνση σε μεγάλο βαθμό και θα πρέπει να βρεθούν σχέδια απορρύπανσής τους, όσο πιο σύντομα αυτό καταστεί πιθανό.

Ωστόσο η χρήση μόνο των εργαλείων αυτών, δεν είναι αρκετή καθώς κάθε περίπτωση ένοπλης σύγκρουσης είναι μοναδική ως προς το πλήθος και το μέγεθος των επιπτώσεων που προκαλεί σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Βάση αυτού κρίνεται απαραίτητη η μελέτη της περιβαλλοντικής κατάστασης αλλά και της κοινωνικό-οικονομικής κατάστασης των εμπόλεμων περιοχών την περίοδο προ το πολέμου, ώστε να μπορεί να αποτυπωθεί το μέγεθος των καταστροφών αλλά και να υπάρχει ένας αρχικός οδηγός με τις περιοχές εκείνες, οι οποίες είναι εκ των προτέρων πιο ευαίσθητες. Ενώ η παρακολούθηση και ανάλυση των πληροφοριών κατά τη διάρκεια του πολέμου, συμπληρώνουν τις υπάρχουσες παρατηρήσεις μέσω των δορυφορικών εικόνων και δημιουργούν μια βάση δεδομένων πολύ χρήσιμη για την χάραξη πολιτικών και στρατηγικών στη μεταπολεμική περίοδο, αλλά και για την ενίσχυση της διεθνούς νομοθεσίας όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια των ένοπλων συγκρούσεων.

Εν κατακλείδι οι συνέπειες ενός πολέμου στο περιβάλλον είναι πολυδιάστατες, είτε άμεσες είτε έμμεσες, επηρεάζοντας τα φυσικά οικοσυστήματα με τρόπους πολλές φορές μη αναστρέψιμους. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πολέμων δημιουργούν κοινωνικές και οικονομικές συνέπειες, οι οποίες με τη σειρά τους υποβαθμίζουν επιπλέον το περιβάλλον δείχνοντας την ανάγκη θεώρησης των επιπτώσεων υπό το πρίσμα μιας πιο συνολικής προσέγγισης, ενώ η συνέργεια του ήδη υποβαθμισμένου περιβάλλοντος στο μέγεθος της ανθρωπιστικής κρίσης δεν πρέπει να παραβλέπεται.

5.4 Εισηγήσεις.

Η δημιουργία ενός πλαισίου εργασίας, για την εξακρίβωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός πολέμου είναι αναγκαία. Καθώς οι ένοπλες συγκρούσεις, μεγάλης ή μικρής κλίμακας αποτελούν δυστυχώς ένα ανθρώπινο φαινόμενο που δύσκολα θα εκλείψει. Επομένως η συστηματική μελέτη των πολυεπίπεδων επιπτώσεων τους είναι απαραίτητη στην προσπάθεια αποκατάστασης των περιοχών που έχουν πληγεί. Απαιτείται η συνεργασία πολλών και διαφορετικών επιστημονικών ομάδων ώστε να εξεταστεί το φαινόμενο αυτό στην ολότητά του.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες μια εμπόλεμης περιοχής θα πρέπει να εξετάζονται κατά την περίοδο προ του πολέμου, καθώς υπάρχει σύνδεση του υποβαθμισμένου περιβάλλοντος με την εμφάνιση των ένοπλων συγκρούσεων. Η προσέγγιση όμως δεν πρέπει να στέκεται στο τοπικό πλαίσιο αλλά να συνυπολογίζονται και οι διασυνοριακές επιδράσεις. Όπως χαρακτηριστικά φάνηκε στην περίπτωση της Συρίας, αν οι πολιτικές διαχείρισης των υδάτινων πόρων αλλά και των γεωργικών πρακτικών ήταν διαφορετικές, αθροιστικά με την δημιουργία φραγμάτων από την Τουρκία στον Ευφράτη και τον Τίγρη, από όπου εξαρτάται η άρδευση πολλών αγροτικών περιοχών στη Συρία αλλά και στο Ιράκ, πιθανώς η ξηρασία των τελευταίων ετών στην περιοχή δε θα είχε οδηγήσει στην ακραία φτώχεια πάνω από 1 εκατομμύριο ανθρώπους, δημιουργώντας ανισότητες και αστάθεια στην τοπική κοινωνία, πυροδοτώντας τις ένοπλες συγκρούσεις.

Κρίνεται αναγκαίο η διεθνής νομοθεσία να συμπεριλάβει σαφώς την προστασία του περιβάλλοντος κι ακολούθως την απόδοση ευθυνών κατά τη καταστροφή που συντελείται κατά τη διάρκεια των πολέμων. Ενώ τα σχέδια αποκατάστασης των περιοχών, όπως αυτά συντάσσονται από διεθνείς οργανισμούς, εκτός από τις άμεσες ενέργειες με σκοπό την ανακούφιση των πληγέντων, θα πρέπει να είναι μακροχρόνια στρατηγικά σχέδια με σκοπό την ενίσχυση της προστασίας του περιβάλλοντος, την ανάπτυξη και την ανοικοδόμηση, σεβόμενα τις τοπικές κουλτούρες και με κύριο στόχο την δημιουργία ενός βιώσιμου περιβάλλοντος με λιγότερες κοινωνικές ανισότητες για τις γενιές που θα ακολουθήσουν.

Παράρτημα Α

Πίνακες Στοιχείων

Α.1 Πίνακες και Στοιχεία Υπολογισμών

Α.1.1 Πίνακας Στατιστικών Στοιχείων Καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Κυβερνείο Χαλεπίου	Συνολικό Εμβαδό (ha)	Δάση (ha)	Λιβάδια και βοσκότοποι (ha)	Μη καλλιεργήσιμη γη (ha)				Καλλιεργήσιμη γη (ha)						
				Σύνολο	Βραχώδη και έρημη γη	Ποτάμια και Λίμνες	Κτίρια και Δημόσιες	Σύνολο	Ακαλλιεργητη	Καλλιεργούμενη				
										Σύνολο	Αγροανάπαυση	Πραγματικά φυτεμένη γη		
												Σύνολο	Μη αρδευόμε	Αρδευόμε
Έτη														
2003	1850	48	227	346	245	31	70	1229	59	1170	157	1013	832	181
2004	1850	50	227	344	245	29	70	1229	58	1171	164	1007	818	189
2005	1850	52	227	343	243	30	70	1228	51	1177	127	1050	855	195
2006	1850	52	226	342	242	29	71	1230	52	1178	117	1061	867	194
2007	1850	53	226	341	240	29	72	1230	51	1179	100	1079	883	196
2009	1850	54	226	343	236	29	78	1227	52	1175	64	1111	904	207
2010	1850	55	226	341	234	29	78	1228	52	1176	69	1107	889	218
2011	1850	56	225	341	232	29	80	1228	52	1176	64	1112	889	223
2012	1850	56	226	342	233	29	80	1227	52	1175	69	1106	884	222
2013	1850	57	225	340	231	29	80	1228	52	1176	80	1096	873	223
2014	1850	57	225	340	231	29	80	1228	52	1176	215	961	803	158
2015	1850	57	225	340	231	29	80	1228	52	1176	275	901	740	161
2016	1850	57	225	340	231	29	80	1228	52	1176	312	864	738	126

A.1.2 Πίνακες Υπολογισμού Αξιολόγησης Ακρίβειας Ταξινόμησης για το φωτοσύνθετο του Οκτώβρη του 2013.

Classified	Pixel-based Error Matrix										Total Area (hectares)	Stratum Weight (W _i)
	Bare Soil	Water Bodies	Urban	Active Croplands	Inactive Croplands	Small trees	Total Classified Points	Total Area (pixels)	Total Area (hectares)	Stratum Weight (W _i)		
Bare Soil	69	0	3	2	9	2	85	7078282	637045	0,32041		
Water Bodies	1	11	0	0	0	0	12	649396	58446	0,02940		
Urban	3	0	6	1	1	2	13	1011515	91036	0,04579		
Active Croplands	3	0	0	11	9	0	23	1877613	168985	0,08499		
Inactive Croplands	25	0	4	14	49	2	94	9346738	841206	0,42310		
Small trees	6	0	0	9	8	0	23	2127514	191476	0,09631		
Total Reference Points	107	11	13	37	76	6	250	22091058	1988195			
Overall Percent Accuracy	58,4											
Accuracy												
Bare Soil	81,2	100,0	64,5									
Water Bodies	91,7	100,0										
Urban	46,2	46,2										
Active Croplands	47,8	29,7										
Inactive Croplands	52,1	64,5										
Small trees	0,0	0,0										
Area-based Error Matrix												
Classified	Bare Soil	Water Bodies	Urban	Active Croplands	Inactive Croplands	Small trees	Total Area Proportions	Total Area (pixels)	Total Area (hectares)	% of Total		
Bare Soil	0,2601	0,0000	0,0113	0,0075	0,0339	0,0075	0,3204	7078282	637045	3,704%		
Water Bodies	0,0024	0,0269	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0294	649396	58446	2,94%		
Urban	0,0106	0,0000	0,0211	0,0035	0,0035	0,0070	0,0458	1011515	91036	4,58%		
Active Croplands	0,0111	0,0000	0,0000	0,0406	0,0333	0,0000	0,0850	1877613	168985	8,50%		
Inactive Croplands	0,1125	0,0000	0,0180	0,0630	0,2206	0,0090	0,4231	9346738	841206	42,31%		
Small trees	0,0251	0,0000	0,0000	0,0377	0,0335	0,0000	0,0963	2127514	191476	9,63%		
Total Estimated Area Proportions	0,422	0,027	0,050	0,152	0,325	0,024	1,000	22091058,000	1988195,220	100,00%		
Class Area Estimates	838726,798	53575,170	100796,749	303022,649	645680,949	46892,904						
Standard Error of Area Estimates	0,02679716	0,00244969	0,01278510	0,02160616	0,02796978	0,00953460						
Standard Error of Area Estimates (hectares)	53277,989	4870,470	25419,275	42957,257	55609,386	18956,647						
95% Confidence Interval in hectares	104424,8586	9546,1212	49821,77861	84196,22382	108994,3957	37155,02749						
Overall Percent Accuracy	56,94											
Unbiased Accuracy												
Bare Soil	81,2	61,7										
Water Bodies	91,7	100,0										
Urban	46,2	41,9										
Active Croplands	47,8	26,7										
Inactive Croplands	52,1	67,9										
Small trees	0,0	0,0										
Unbiased Accuracy Assessment Summary Table												
Class	Area (hectares)	± 95% CI	User's Accuracy (%)	Producer's Accuracy (%)	Overall Accuracy (%)							
Bare Soil	838.726,80	104.424,86	81,2	61,7	56,9							
Water Bodies	53.575,17	9.546,12	91,7	100,0								
Urban	100.296,75	49.821,78	46,2	41,9								
Active Croplands	303.022,65	84.196,22	47,8	26,7								
Inactive Croplands	645.680,95	108.994,40	52,1	67,9								
Small trees	46.892,90	37.155,03	0,0	0,0								

A.1.3 Πίνακες Υπολογισμού Αξιολόγησης Ακρίβειας Ταξινόμησης για το φωτοσύνθετο του Οκτώβρη του 2017.

Classified	Pixel-based Error Matrix						Total Area (pixels)	Total Area (hectares)	Stratum Weight (Wi)
	Bare Soil	Water Bodies	Urban	Active Croplands	Inactive Croplands	Small trees			
Bare Soil	71	0	3	6	2	1	83	572826	0,28811
Water Bodies	1	9	0	0	0	0	11	55386	0,02786
Urban	4	1	5	5	1	2	18	125658	0,06320
Active Croplands	3	1	0	0	5	0	18	1396198	0,07181
Inactive Croplands	45	0	5	53	2	2	107	1586397	142776
Small trees	0	0	0	0	4	0	13	10767813	969103
Total Reference Points	124	11	13	83	14	5	250	1360510	122446
Overall Percent Accuracy	57,2							22091058	1988195

Classified	Area-based Error Matrix						Total Area (hectares)	% of Total
	Bare Soil	Water Bodies	Urban	Active Croplands	Inactive Croplands	Small trees		
Bare Soil	0,2465	0,0000	0,0104	0,0069	0,0208	0,0035	0,2881	28,81%
Water Bodies	0,0025	0,0228	0,0000	0,0000	0,0025	0,0000	0,0279	2,79%
Urban	0,0140	0,0035	0,0176	0,0035	0,0176	0,0070	0,0632	6,32%
Active Croplands	0,0120	0,0040	0,0000	0,0199	0,0359	0,0000	0,0718	7,18%
Inactive Croplands	0,2050	0,0000	0,0228	0,0091	0,2414	0,0091	0,4874	48,74%
Small trees	0,0000	0,0000	0,0000	0,0189	0,0426	0,0000	0,0616	6,16%
Total Estimated Area Proportions	0,480	0,030	0,051	0,058	0,361	0,020	1,000	100,00%
Class Area Estimates	954329,712	60229,161	100894,704	116233,694	717530,370	38977,578		
Standard Error of Area Estimates	0,02757819	0,000690790	0,01349997	0,01433291	0,02872116	0,00873890		
Standard Error of Area Estimates (hectares)	54830,831	12541,340	26840,583	28496,617	57103,274	17374,641		
95% Confidence Interval in hectares	107468,4278	24581,02584	52607,54247	55853,36903	111922,4176	34054,29673		
Overall Percent Accuracy	54,82							

Classified	User's Accuracy			Producer's Accuracy		
	Bare Soil	Water Bodies	Urban	Active Croplands	Inactive Croplands	Small trees
Bare Soil	85,5	57,3				
Water Bodies	81,8	81,8				
Urban	27,8	38,5				
Active Croplands	27,8	35,7				
Inactive Croplands	49,5	63,9				
Small trees	0,0	0,0				

Class	Unbiased Accuracy Assessment Summary Table		
	Area (hectares)	± 95% CI	Overall Accuracy (%)
Bare Soil	954.329,71	107.468,43	85,5
Water Bodies	60.229,16	24.581,03	81,8
Urban	100.894,70	52.607,54	27,8
Active Croplands	116.233,69	55.853,37	27,8
Inactive Croplands	717.530,37	111.922,42	49,5
Small trees	38.977,58	34.054,30	0,0
Overall Accuracy			54,8

Βιβλιογραφία

Action on Armed Violence (AOAV), 2018. *Explosive violence trends and patterns in Syria (2011-2017)*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://aoav.org.uk/explosiveviolence/syria/>
[Πρόσβαση 20 05 2018].

Al Ajmi, D. & Saif ud din, 2009. Remote Sensing: Fundamentals, Types and Monitoring Applications of Environmental Consequences of War. Στο: T. & B. D. Kassim, επιμ. *Environmental Consequences of War and Aftermath*. Heidelberg: Springer, pp. 41-124.

Amnesty International, 2016. *Amnesty International*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2016/10/syria-un-must-act-to-end-onslaught-aimed-at-purging-civilians-from-eastern-aleppo/>
[Πρόσβαση 8 02 2018].

Amro, I., Mateos, J., Vega, M., Molina, R. & Katsaggelos, A.K., 2011. A survey of classical methods and new trends in pansharpening of multispectral images. *Journal on Advances in Signal Processing*, Τόμος 79, pp. 1-22.

Auer, M. R. & Raukas, A., 2002. Determinants of environmental clean-up in Estonia. *Environment and Planning C: Government and Policy*, Τόμος 20, pp. 679-698.

Avisse, N., Tilmant, A., Müller, F.M. & Zhang, H., 2017. Monitoring small reservoirs' storage with satellite remote sensing in inaccessible areas. *Hydrology and Earth System Science*, Τόμος 21, pp. 6445-6459.

Azmeh, S., 2016. Syria's Passage to Conflict: The End of the "Developmental Rentier Fix" and the Consolidation of New Elite Rule. *Politics & Society*, 44(4), p. 499-523.

Barnett, J. & Adger, W.N., 2007. Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography*, Τόμος 26, pp. 639-655.

Baumann, M. & Kuemmerle, T., 2016. The impacts of warfare and armed conflict on land systems. *Journal of Land Use Science*, 11(6), pp. 672-688.

Beare, D., Holker, F., Engelhard, G. McKenzie, E. & Reid, D.G., 2010. An unintended experiment in fisheries science: a marine area protected by war results in Mexican waves in fish numbers-at-age. *Naturwissenschaften*, Τόμος 97, pp. 797-808.

Bhaganagar, K. & Bhimireddy, S.R., 2017. Assessment of the plume dispersion due to chemical attack on April 4, 2017, in Syria. *Natural Hazards*, Τόμος 88, pp. 1893-1901.

Billon, P. L., 2008. Diamond Wars? Conflict Diamonds and Geographies of Resource Wars. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(2), pp. 345-372.

- Biswas, A. K., 2001. SCIENTIFIC ASSESSMENT OF THE LONG-TERM ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF WAR. Στο: C. E. Brush Jay E. Austin, επιμ. *The Environmental Consequences of War: Legal, Economic, and Scientific*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 303-315.
- Black, R., 2016. Development, Historical use and properties of Chemical Warfare Agents. Στο: J. J. H. T. Franz Worek, επιμ. *Chemical Warfare Toxicology, Volume 1: Fundamental Aspects*. s.l.:The Royal Society of Chemistry, pp. 1-24.
- Bothe, M, Bruch, C., Diamond, J. & Jensen, D., 2010. International law protecting the environment during armed conflict: gaps and opportunities. *International Review of the Red Cross*, 92(879), pp. 569-592.
- Bremer, N. C., 2016. Transboundary Environmental Impact Assessment of Large Dams in the Euphrates-Tigris Region : An Analysis of International Law Binding Iran, Iraq, Syria and Turkey. *Review of European Community & International Environmental Law*, 25(1), pp. 92-106.
- Brown, I. A., 2010. Assessing eco-scarcity as a cause of the outbreak of conflict in Darfur: a remote sensing approach. *International Journal of Remote Sensing*, 31(10), pp. 2513-2520.
- Burgess, R., Miguel, E. & Stanton, C., 2015. War and deforestation in Sierra Leone. *Environmental Research Letters*, 10(doi:10.1088/1748-9326/10/9/095014).
- Butsic, V., Baumann, M., Shortland, A., Walker, S & Kuemmerle T., 2015. Conservation and conflict in the Democratic Republic of Congo: The impacts of warfare, mining, and protected areas on deforestation. *Biological Conservation*, November, Issue 191, pp. 266-273.
- Caldas, M.M., Goodin, D., Sherwood, S., Campos Krauer, J. & Wisely, S.M., 2015. Land-cover change in the Paraguayan Chaco: 2000–2011. *Journal of Land Use Science*, 10(1), pp. 1-18.
- Central Bureau Of Statistics (CBS), 2004. *Statistical Abstract 2004*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.cbssyr.sy/yearbook/2004/syr2004En.htm> [Πρόσβαση 20 03 2018].
- Central Bureau Of Statistics Syria (CBS), 2003 ~ 2017. *Statistical Abstract*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <http://www.cbssyr.sy/index-EN.htm> [Πρόσβαση 20 03 2018].
- Chojnacki, S. & Engels, B., 2013. *Material Determinism and Beyond: Spatial Categories in the Study of Violent Conflict*, Berlin: Collaborative Research Center (SFB) 700.
- Clark, B. & Jorgenson, A.K., 2012. The Treadmill of Destruction and the Environmental Impacts of Militaries. *Sociology Compass*, 6(7), pp. 557-569.
- Coscieme, L., Sutton, P., Anderson, S, Liu, Q. & Elvidge, D.C., 2017. Dark Times: nighttime satellite imagery as a detector of regional disparity and the geography of conflict. *GIScience & Remote Sensing*, 54(1), pp. 118-139.
- Cunial, L., 2016. *Housing Land and Property (HLP) in the Syria Arab Republic*, Oslo: Norwegian Refugee Council.

- Dorman, M., Svoray, V., Perevolotsky, A. & Sarris, D., 2013. Forest performance during two consecutive drought periods: Diverging. *Forest Ecology and Management*, Τόμος 310, pp 1-9.
- Eklund, L. & Thompson, D., 2017. *Differences in resource management affects drought vulnerability across the borders between Iraq, Syria and Turkey*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://doi.org/10.5751/ES-09179-220409>
[Πρόσβαση 10 05 2018].
- Eklund, L., Degerald, M., Brandt, M., Prishchepov, A.V. & Pilesjo, P., 2017. How conflict affects land use: agricultural activity in areas seized by the Islamis State. *Enviromental Research Letters*, Τόμος 12, pp. 1-10.
- Erian, W., 2011. *Drought Vulnerability in the Arab Region; Case Study- Drought in Syria: Ten Years of Scarce Water (2000 – 2010)*, Damascus: Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ASCAD) & UN secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction, Regional Office for Arab States (ISDR).
- Escuin, S, Navarro, R & Fernandez, P., 2008. Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), pp. 1053-1073.
- ESRI, 2011. *How Maximum Likelihood Classification works*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/How_Maximum_Likelihood_Classification_works/009z000000q9000000/
[Πρόσβαση 10 03 2018].
- Esteban, J., Mayoral, L. & Ray, D., 2012. Ethnicity and Conflict: Theory and Facts. *Science*, Τόμος 336, pp. 858-865.
- Farina, A., 2011. An Essay on the Relationship of Warfare Ecology to General Ecology. Στο: G. E. Machlis, T. Hanson, Z. Špirić & J. E. McKendry, επιμ. *Warfare Ecology : A New Synthesis of Peace and Secutiry*. Dordrecht: Springer, pp. 273-290.
- Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO), 2016. *FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission To The Syrian Arab Republic*, Rome: FAO.
- Francis, R. & Krishnamurthy, K., 2014. Human conflict and ecosystem services: finding the environmental price of warfare. *International Affairs*, 90(4), pp. 856-869.
- Frost, A., Boyle, P., Autier, P., King, C., Zwijnenburg, W., Hewitson, D. & Sullivan, R., 2017. The effect of explosive remnants of war on global public health: a systematic review using narrative synthesis.
- Ganesan, K., Raza, S.K. & Vijayaraghavan, R., 2010. Chemical warfare agents. *Journal of Pharmacy and BioAllied Sciences*, 2(3), pp. 166-178.
- Gates, S., Hegre, H. & Nygard, H.M., 2010. Development Consequences of Armed Conflict. *World Development*, 40(9), pp. 1713-1722.

- Gaynor, K.M., Fiorella, K.J., Gregory, G.H., Kurz, D.J., Seto, K.L., Withey, L.S. & Brashares, J.S., 2016. War and wildlife: linking armed conflict to conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10), pp. 533-542.
- Gleditch, N.P. & Nordas, R., 2014. Conflicting messages? The IPCC on conflict and human security. *Political Geography*, Τόμος 43, pp. 82-90.
- Gleick, P. H., 2014. Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria. *Weather, Climate and Society*, 6(3), pp. 331-340.
- Gurses, M., 2012. Environmental Consequences of Civil War : Evidence from the Kurdish Conflict in Turkey. *Civil Wars*, 14(2), pp. 254-271.
- Hanson, T., Brooks, T.M., Da Fonseca, G., Hoffman, M., Lamoreux, J., Machlis, G., Mittermeier, C., Mittermeier, R. & Pilgrim, J., 2008. Warfare in Biodiversity Hotspots. *Conservation Biology*, 23(3), pp. 578-587.
- Harrowell, E., 2016. Looking for the future in the rubble of Palmyra: Destruction, reconstruction and identity. *Geoforum*, Τόμος 69, pp. 81-83.
- Hart, J., 2009. Background to Selected Environmental and Human Health Effects of Chemical Warfare Agents. Στο: T. A. Kassim & D. Barceló, επιμ. *Environmental Consequences of War and Aftermath*. Heidelberg: Springer, pp. 1-20.
- Hupy, J. P., 2008. The Environmental Footprint of War. *Environment and History*, Τόμος 14, pp. 405-421.
- Hynes, P., 2014. *The "Invisible Casualty of War": The Environmental Destruction of U.S. Militarism*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://popdev.hampshire.edu>
[Πρόσβαση 15 05 2017].
- International Committee of the Red Cross (ICRC), 2008. *How is the Term "Armed Conflict" Defined in International Humanitarian Law?*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.icrc.org/eng/assets/files/other/opinion-paper-armed-conflict.pdf>
[Πρόσβαση 15 03 2017].
- International Law Commission (ICL), 2018. *Report of the International Law Commission - Seventieth Session*. New York, United Nations.
- Jaafar, H. & Woertz, E., 2016. Agriculture as a funding source of ISIS: A GIS and remote sensing analysis. *Food Policy*, Τόμος 64, pp. 14-25.
- Jaafar, H. H., Zurayk, R, King, C., Ahmad, F & Al-Outa, R., 2015. Impact of the Syrian conflict on irrigated agriculture in the Orontes Basin. *Journal of Water Resources Development*, 31(3), pp. 436-449.
- Jenkins, B. M., 2014. *The Dynamics of Syria's Civil War*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE115.html>
[Πρόσβαση 10 February 2018].

- Johnson, B., Scheyvens, H. & Shivakoti, B., 2014, An ensemble pansharpening approach for finer-scale mapping of sugarcane with Landsat 8 imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 33, pp. 218-225.
- Kasperek, M. & Dimashki, M., 2009. *Country Environmental Profile for the Syrian Arab Republic*, Brussels: European Commission.
- Kelley, C., Mohtadi, S., Cane, M., Seager, R. & Kushnir, Y., 2017. Commentary on the Syria case: Climate as a contributing factor. *Political Geography*, Τόμος 60, pp. 245-247.
- Key, C.H., Benson, N., Ohlen, D., Howard, S., McKinley, R. & Zhu Z., 2002. *The normalized burn ratio and relationships to burn severity: ecology, remote sensing and implementation*. San Diego, CA, J.D. Greer, ed. Rapid Delivery of Remote Sensing Products.
- Khordagui, H. & Al-Ajmi, D., 1993. Environmental Impact of the Gulf War: An Integrated Preliminary Assessment. *Environmentat Management*, 17(4), pp. 557-562.
- Knoth, C. & Pebesma, E., 2017. Detecting dwelling destruction in Darfur through object-based change analysis of very high-resolution imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 38(1), pp. 273-295.
- Koubi, V., Spilker, G., Bohmelt, T. & Bernauer, T., 2014. Do natural resources matter for interstate and intrastate armed conflict?. *Journal of Peace Research*, 51(2), p. 227-243.
- Kovach, T. & Conca, K., 2016. Enviromental Priorities in Post-Conflict Recovery: Efficacy of the Needs-Assessment Process. *Journal of Peacebuilding & Development*, 11(2), pp. 4-24.
- Lalani, B., Aleter, B., Kassam, S.N., Bapoo, A. & Kassam, A., 2018. Potential for Consevation Agriculture in the Dry Marginal Zone of Central Syria: A Preliminary Assesment. *Sustainability*, 10(2), pp. 1-19.
- Lawrence, M.J., Zolderdo, A.J., Struthers, D.P. & Cooke,S.J. , 2015. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*, 23(4), pp. 443-460.
- Lujala, P., 2010. The spoils of nature: armed civil conflict and rebel access to natural resources. *Journal of Peace Research*, Τόμος 47, pp. 15-28.
- Machlis, G. E. & Hanson, t., 2008. Warfare Ecology. *BioScience*, 58(8), pp. 729-736.
- Majeed, A., 2004. *The Impact of Militarism on the Enviroment: An overview of Direct and Indirect Effects*, Ottawa (Canada): Physicians for Global Survival.
- Manco, G., Porzio, E. & Suzumoto, Y., 2018. Enzymatic detoxification: a sustainable means of degrading toxic organophosphate pesticides and chemical warfare nerve agents. *Chemical Technology and Biotechnology*, 93(8), pp. 2064-2082.
- MapAction; Assessment Capacities Project (ACAPS), 2013. *Aleppo - Governorate profile March 2013*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/aleppo-governorate-profile->

march-2013

[Πρόσβαση 21 04 2018].

Marx, A. & Goward, S., 2013. Remote sensing in human rights and international humanitarian law monitoring: Concepts and methods. *Geographical Review*, 103(1), pp. 100-111.

Marx, A. J., 2016. Detecting urban destruction in Syria: A Landsat-based approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Τόμος 4, pp. 30-36.

Misak, R., Al-Ajmi, D. & Al-Enezi, A., 2009. War-Induced Soil Degradation, Depletion, and Destruction (The Case of Ground Fortifications in the Terrestrial Environment of Kuwait). Στο: T. A. Kassim & D. Barceló, επιμ. *Environmental Consequences of War and Aftermath*. Heidelberg: Springer, pp. 125-140.

Mitri, G., Nader, M., Van der Molen, I. & Lovett, J., 2014. Evaluating exposure to land degradation in association with repetitive armed conflicts in North Lebanon using multi-temporal satellite data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(11), pp. 7655-7672.

Mitton, J., 2016. The problem with everybody's favourite solution in Syria. *International Journal*, 71(2), pp. 283-290.

Müller, M. F. και συν., 2016. Impact of the Syrian refugee crisis on land use and transboundary freshwater resources. *PNAS*, 113(52), pp. 14932-14937.

Münger, F. & Jaubert, R., 2014. *Syria: The impact of the conflict on population displacement, water and agriculture in the Orontes River basin*, Geneva: Graduate Institute of International and Development Studies.

Nasser, R., Mehchy, Z. & Ismail, C.A., 2013. *Socioeconomic Roots and Impact of the Syrian Crisis*, Damascus: The Syrian Center for Policy Research.

NATO , 2011. *Warfare Ecology: A New Synthesis for Peace and Security*. Springer, Dordrecht.

Nham Tuyet, L.T. & Johansson, A., 2001. Impact of chemical warfare with agent orange on women's reproductive lives in Vietnam: A pilot study. *Reproductive Health Matters*, 9(18), pp. 156-164.

Nita, M. D. και συν., 2018. Widespread forest cutting in the aftermath of World War II captured by broad-scale historical Corona spy satellite photography. *Remote Sensing of Environment*, Τόμος 204, pp. 322-332.

Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2017a. *Humanitarian Needs Overview Syrian Arab Republic*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/2018_syr_hno_english.pdf
[Πρόσβαση 15 06 2018].

Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2017b. *Syrian Arab Republic: Aleppo Situation Report No. 14*, New York: OCHA.

Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2018. *Humanitarian Response Plan: January - December 2018*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.humanitarianresponse.info/en/operations/whole-of-syria/document/syrian-arab-republic-2018-humanitarian-response-plan-january> [Πρόσβαση 01 09 2018].

Olofsson, P., Foody, G.M., Herold, M., Stehman, S.V., Woodcock, C.E. & Wulder, M.A., 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, Τόμος 148, pp. 42-57.

Olofsson, P., Moody, F.M., Stehman, S.V. & Woodcock, C.E., 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment*, Τόμος 129, pp. 122-131.

Omar, S. A. S., Bhat, N. R. & Asem, A., 2009. Critical Assessment of the Environmental Consequences of the Invasion of Kuwait, the Gulf War, and the Aftermath. Στο: T. A. Kassim & D. Barceló, επιμ. *Environmental Consequences of War and Aftermath*. Heidelberg: Springer, pp. 140-170.

Pearson, C., 2012. Researching Militarized Landscapes: A Literature Review on War and the Militarization of the Environment. *Landscape Research*, 37(1), pp. 115-133.

Pech, L. & Lakes, T., 2017. The impact of armed conflict and forced migration on urban expansion in Goma: Introduction to a simple method of satellite-imagery analysis as a complement to field research. *Applied Geography*, Τόμος 88, pp. 161-173.

Pettersson, T. & Eck, K., 2018. Organized violence, 1989–2017. *Journal of Peace Research*, 55(4), pp. 535-547.

Pita, R. & Domingo, J., 2014. The Use of Chemical Weapons in the Syrian Conflict. *Toxics*, 2(3), pp. 391-402.

Rio Declaration, A/Conf.151/26 (Vol.I), 1992. *Report of the United Nations Conference on the Environment and Development*. Rio de Janeiro, United Nations.

Saadé-Sbeih, M., Zwahlen, F., Asaad, A.H., Gonzalez, R. & Jaubert, R., 2016. Post conflict water management: learning from the past for recovery planning in the Orontes River basin. *Proceedings of International Association of Hydrological Sciences*, Τόμος 374, pp. 17-21.

Sakalasuriya, M.M., Haigh, R.P. & Amaratunga, D., 2018. A Conceptual framework to analyse consequences of post conflict reconstruction interventions. *Procedia Engineering*, Τόμος 212, pp. 894-901.

Schleussner, C.F., Donges, J., Donner, R.V. & Schellnhuber, H.J., 2016. Armed-conflict risks enhanced by climate-related disasters in ethnically fractionalized countries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(33), pp. 9216-9221.

Schmitt, M. N., 2012. Green War: An Assessment of the Environmental Law of International Armed Conflict. Στο: M. N. Schmitt, επιμ. *Essays on Law and War at the Fault Lines*. Hague: ASSER PRESS, pp. 361-481.

Selby, J., Dahi, O.S., Frolich, C. & Hulme, M., 2017. Climate change and the Syrian civil war revisited. *Political Geography*, Τόμος 60, pp. 232-244.

Sirin, G. V., 2011. Scarcity-Induced Domestic Conflict: Examining the Interactive Effects of Environmental Scarcity and "Ethnic" Population Pressures. *Civil Wars*, 13(2), pp. 122-140.

Smith, H. L., 2013. *Asharq Al-Awsat, Disease Spreads as Aleppo Becomes a Landfill*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://eng-archive.aawsat.com/hannahlucindasmith/features/disease-spreads-as-aleppo-becomes-a-landfill> [Πρόσβαση 12 05 2017].

Smith, R., 2007. *The utility of Force: The Art of War in the Modern World*. New York: Knopf.

Solomon, N., Birhane, E., Gordon, C., Haile, M., Taheri, T., Azadi, H. & Scheffran, J., 2018. Environmental impacts and causes of conflict in the Horn of Africa: A review. *Earth-Science Reviews*, Τόμος 177, pp. 284-290.

Sowers, JL, Weinthal, E. & Zawarhi, N., 2017. Targeting environmental infrastructures, international law, and civilians in the Middle Eastern wars.. *Security Dialogue*, 48(5), pp. 410-430.

Syria Needs Analysis Project (SNAP), 2013. *ALEPPO – Governorate profile*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://reliefweb.int/report/syrian-arab-republic/aleppo-governorate-profile-march-2013> [Πρόσβαση 20 06 2018].

Syrian Center for Policy Research (SCPR), 2016. *Forced Dispression. A Demographic Report on Human Status in Syria*, Damascus: The Syrian Center for Policy Research (SCPR).

The Guardian, 2016. *Syria bombings leave 1.75 million without running water in Aleppo*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://www.theguardian.com/world/2016/sep/24/syrian-military-bombardment-of-aleppo-enters-third-day> [Πρόσβαση 12 06 2018].

The World Bank , 2017a. *SYRIA DAMAGE ASSESSMENT of selected cities Aleppo, Hama, Idlib*, Washington DC: The World Bank Group.

The World Bank, 2017b. *THE TOLL OF WAR*, Washington, DC: World Bank Group.

Tolba, F.K. & Saab, N.W., 2008. *Arab Environment: Future Challenges*, Beirut: Arab Forum for Environment and Development (AFED).

Tull, K., 2017. *Agriculture in Syria*. [Ηλεκτρονικό] Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5bace31f40f0b62dc68af611/133_Agriculture_in_Syria.pdf [Πρόσβαση 20 05 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2013. *LC81730352013274LGN01*. [Ηλεκτρονικό] Available at: <https://earthexplorer.usgs.gov/> [Πρόσβαση 10 02 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2013. *LC81740352013281LGN01*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
[Πρόσβαση 20 02 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2016. *LANDSAT 8 (L8) DATA USERS HANDBOOK*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
<https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
[Πρόσβαση 12 05 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2017. *Landsat Surface Reflectance-Derived Reflectance Spectral Indices*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/si_product_guide.pdf
[Πρόσβαση 20 02 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2017. *LC81730352017285LGN01*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
[Πρόσβαση 20 02 2018].

U.S. Geological Survey (USGS), 2017. *LC81740352017292LGN00*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
[Πρόσβαση 20 02 2018].

United Nations Environment Programme (UNEP), 2007. Lebanon: Post-Conflict Environmental Assessment, Geneva: United Nations Environment Programme.

United Nations Operational Satellite Applications Programme (UNOSAT), 2015. *Damage Assessment of Aleppo, Aleppo Governorate, Syria*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: http://www.unitar.org/unosat/node/44/2238?utm_source=unosat-unitar&utm_medium=rss&utm_campaign=maps
[Πρόσβαση 10 05 2018].

United Nations Refugee Agency (UNRA), 2018. *Syria emergency*. [Ηλεκτρονικό]
Available at:
https://data2.unhcr.org/en/situations/syria#_ga=2.12174256.522358424.1541240405-1947465189.1541240405
[Πρόσβαση 10 09 2018].

Uppsala Conflict Data Program, 2018. *Uppsala Conflict Data Program - Department of Peace and Conflict Research*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://ucdp.uu.se/#country/652>
[Πρόσβαση 12 03 2018].

van Etten, J., Jongerden, J., de Vow, H.J., Klaasse, A. & van Hoeve, E. C.E., 2008. Environmental destruction as a countersinergy strategy in the Kurdistan region of Turkey.. *Geoforum*, Τόμος 39, pp. 1786-1797.

Vukmirovic', Z., Unkašević, M. & Tošić', I., 2009. Atmospheric Transport and Deposition of Persistent Organic Pollutants Under Warfare Conditions. Στο: T. A. Kassim & D. Barceló, επιμ. *Environmental Consequences of War and Aftermath*. Heidelberg: Springer, pp. 171-208.

- Walch, C., 2018. Disaster risk reduction amidst armed conflict: informal institutions, rebel groups, and wartime political orders. *Disasters*, 42(S2), pp. S239-S264.
- Weinthal, E., Zawahri, N. & Sowers, J., 2015. Securitizing Water, Climate, and Migration in Israel, Jordan, and Syria. *International Environmental Agreements*, Τόμος 2015, pp. 293-307.
- Weir, D., 2015. *The civilian health risks from TNT in Syria's barrel bombs*. [Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.toxicremnantsofwar.info/the-civilian-health-risks-from-tnt-in-syrias-barrel-bombs/>
[Πρόσβαση 20 06 2018].
- Werrell, C.E., Femia, F. & Sternbeg, T., 2015. Did We See It Coming?: State Fragility, Climate Vulnerability, and the uprising in Syria and Egypt. *The SAIS Review of International Affairs*, 35(1), pp. 29-46.
- Westing, A. H., 1980. *Warfare in a Fragile World: Military Impact on the Human Environment*. London: Taylor & Francis LTD.
- Witmer, F. D. W. & O'Loughlin, J., 2009. Satellite Data Methods and Application in the Evaluation of War Outcomes: Abandoned Agricultural Land in Bosnia-Herzegovina After the 1992–1995 Conflict. *Annals of the Association of American Geographers*, 99(5), pp. 1033-1044.
- Witmer, F. D. W. & O'Loughlin, J., 2011. Detecting the Effects of Wars in the Caucasus Regions of Russia and Georgia Using Radiometrically Normalized DMSP-OLS Nighttime Lights Imagery. *GIScience & Remote Sensing*, 48(4), pp. 478-500.
- Witmer, F. D. W., 2008. Detecting war-induced abandoned agricultural land in northeast Bosnia using multispectral, multitemporal Landsat TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 29(13), pp. 3805-3831.
- Witmer, F. D. W., 2015. Remote sensing of violent conflict: eyes from above. *International Journal of Remote Sensing*, 36(9), pp. 2326-2352.
- World Health Organization (WHO), 2017. *Syrian Arab Republic Annual Report 2017*.
[Ηλεκτρονικό]
Available at: <http://www.who.int/emergencies/crises/syr/syria-who-annualreport2017.pdf>
[Πρόσβαση 20 03 2018].
- Zurayk, R., 2014. The fatal synergy of war and drought in the eastern Mediterranean. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 9(2), pp. 9-13.
- Zwijnenburg, W. & Pas, K. t., 2015. *Amidst the debris...A desktop study on the environmental and public health impact of Syria's conflict*, Utrecht: PAX.