

Κωνσταντίνος Μανωλόπουλος Mr. / Γεωλόγος, MSc Γεωπληροφορική
εργαζόμενος ιδιωτικού τομέα / Α.Σ.Ο.Λ.
email: kmanolo74@gmail.com

Προσδιορισμός πιθανών θέσεων αρχαιοτήτων από ιστορικούς χάρτες με εφαρμογή μοντέλου πολυκριτηριακής ανάλυσης στα πλαίσια ενός ΓΣΠ. Η περίπτωση του ταφικού μνημείου του Μ. Αλεξάνδρου και του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου.

Περίληψη

Στόχος της μελέτης, είναι ο προσδιορισμός πιθανών θέσεων του ταφικού μνημείου του Μεγάλου Αλεξάνδρου και του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, εφαρμόζοντας μαθηματικές μεθόδους, στα πλαίσια ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών.

Η έρευνα στηρίζεται σε στοιχεία από αναφορές αρχαίων συγγραφέων σύμφωνα με τα οποία, ο τάφος του Μεγάλου Αλεξάνδρου και το βασιλικό Πτολεμαϊκό νεκροταφείο, βρίσκονται σε περιοχή της αρχαίας πόλης Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, (Mahmoud-Bey, 1872).

Το δομημένο περιβάλλον της σύγχρονης πόλης λόγω των ποικίλων ανθρωπογενών παρεμβάσεων αλλοιώνει σε σημαντικό βαθμό την μορφολογία του εδάφους σε σχέση με το πώς αυτή θα διαμορφώνονταν από φυσικά αίτια, επομένως αυτό που αποζητούμε είναι μια αποτύπωση της μορφολογίας όσο το δυνατόν πιο κοντά χρονολογικά σε σχέση με την περίοδο που μελετάμε, θεωρώντας ότι ο βαθμός αλλοιώσεις του τοπίου από ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι ο μικρότερος δυνατός, καθώς γυρίζουμε στο παρελθόν. Οι εναλλακτικές του στόχου καθορίστηκαν με βάση την δόμηση της σύγχρονης Αλεξάνδρειας, θεωρώντας ότι: Οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις του παρελθόντος διατηρούν ως ένα βαθμό το αποτύπωμα τους.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, συγκεντρώθηκαν ιστορικοί χάρτες της ευρύτερης περιοχής. Ψηφιοποιήθηκαν οι οντότητες που αναγνωρίζονται σε αυτούς και αφορούν στην έρευνα, όπως: γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά και τεχνικά έργα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην συνέχεια ως κριτήρια στην ιεραρχική δόμηση του μοντέλου, με την τεχνική της αναλυτικής ιεράρχησης. Από τις χωρικές οντότητες που αναγνωρίστηκαν και ψηφιοποιήθηκαν, δημιουργήθηκε ψηφιακό μοντέλο εδάφους και αναπαραστάθηκε ψηφιακά η παλαιοτοπογραφία της ευρύτερης περιοχής, (μέσα 19^{ου} αιώνα), η οποία χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο για το μοντέλο.

Εφαρμόστηκε το μαθηματικό μοντέλο και σταθμίστηκαν τα κριτήρια, καταλήγοντας στην δημιουργία χάρτη έντασης του στόχου έρευνας. Τα αποτελέσματα κρίνονται ενδιαφέροντα και προτείνονται πιθανές θέσεις ταφής για περαιτέρω έρευνα πεδίου.

Λέξεις κλειδιά: τάφος Μεγάλου Αλέξανδρου, βασιλικό Πτολεμαϊκό νεκροταφείο Αλεξάνδρειας, ιστορικοί χάρτες, αναλυτική ιεράρχηση.

Εισαγωγή

Εν έτη 1998, συμμετείχα ως προπτυχιακός φοιτητής του Πανεπιστημίου Πατρών υπό την καθοδήγηση του καθηγητή του τμήματος γεωλογίας κ^{ου} Σταύρου Παπαμαρινόπουλου, στην γεωφυσική έρευνα που έγινε στην περιοχή Chatby της Αλεξάνδρειας με σκοπό την αναζήτηση του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου. Η γεωφυσική διασκόπηση της περιοχής για την αναζήτηση του Πτολεμαϊκού νεκροταφείου είχε προταθεί από τον καθηγητή αρχαιολογίας Fakharani στηριζόμενος στους αρχαίους συγγραφείς καθώς και σε

προηγούμενη παρόμοια θεωρία του Ιταλού αρχαιολόγου Adriani ο οποίος είχε μελετήσει τμήμα αλαβάστρινου τάφου στο λατινικό νεκροταφείο της περιοχής, έχοντας κάνει την παραδοχή ότι δύο σημαντικοί δρόμοι, (Κανωπική οδός και οδός Σώμα ή Σήμα), της αρχαίας Αλεξάνδρειας διασταυρώνονταν σ' εκείνη την περιοχή και σηματοδοτούσαν την θέση του τάφου του Μ. Αλεξάνδρου και του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου, (Paramarinopoulos et al, 2003).

Από τότε αναπτύχθηκε έντονα το ενδιαφέρον μου με το θέμα αυτό και το πώς μπορώ να συμβάλω στην επίτευξη του εντοπισμού τους. Η προσέγγιση μου, για το θέμα αυτό στηρίζεται σε προηγούμενες μελέτες, εφαρμόζοντας όμως τεχνικές χωρικής ανάλυσης.

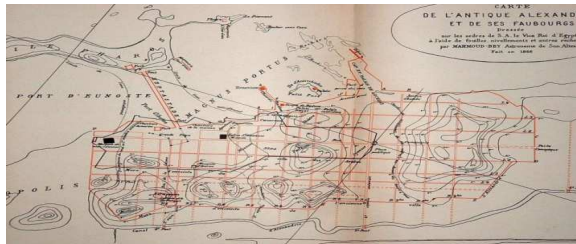
Στο σημείο αυτό θα ήθελα να επισημάνω το εξής. Η μελέτη ανάλυσης του χώρου που επιχειρείτε εδώ, εφαρμόζοντας μαθηματικά μοντέλα και χρησιμοποιώντας, γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών δεν υποκαθιστά το ρόλο του αρχαιολόγου και της αρχαιολογικής επιστήμης, αντιθέτως μάλιστα αντλεί στοιχεία από αυτήν, προσπαθώντας να τα αναλύσει, επιστρέφοντας σ' αυτήν τα αποτελέσματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο αξιολόγησης και επανασχεδιασμού της αρχαιολογικής έρευνας.

Ο ρόλος του αστικού περιβάλλοντος της περιοχής στην έρευνα πεδίου, με την αναμόχλευση που έχει προκληθεί στο πέρασμα των αιώνων, αυξάνει το βαθμό δυσκολίας της έρευνας. Όμως δεν παραβλέπεται και το γεγονός ότι, αφήνει το αποτύπωμα του με στοιχεία που μπορούν να βοηθήσουν.

Ιστορικοί χάρτες και σύγχρονα γεωγραφικά δεδομένα της Αλεξάνδρειας

Για να αποτυπωθεί η παλαιοτοπογραφία της περιοχής μελέτης, συγκεντρώθηκαν ιστορικοί χάρτες, από διαδικτυακές πηγές, τους οποίους παραθέτουμε εδώ. Ακολούθησε η γεωαναφορά αυτών και η ψηφιοποίηση των οντοτήτων που αναγνωρίστηκαν και αποτυπώνονται σε αυτούς, έτσι προέκυψαν τα κριτήρια που θα βοηθήσουν στην ανάλυση του χώρου και την επίτευξη του στόχου. Καλλιτεχνικές αποτυπώσεις και φωτογραφίες παλαιότερων ετών της Αλεξάνδρειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα της μελέτης, αφού σε πολλές από αυτές αναγνωρίζονται γεωμορφολογικά στοιχεία, κτήρια κ.λπ.

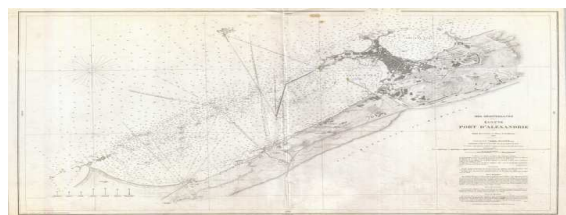
Σημαντικό στοιχείο για την κατανόηση της τοπογραφίας της αρχαίας Αλεξάνδρειας αποτελεί ο χάρτης που εκδόθηκε από τον αστρονόμο Mahmoud Bey και το πόνημα του, *Mémoire sur l'Antique Alexandrie. Ses faubourgs et environs découverts par les fouilles, sondages, nivellements et autres recherches*, (1872). Και ο ναυτικός χάρτης ή χάρτης της Αλεξάνδρειας του 1867.



εικ.1: Χάρτης της αρχαίας Αλεξάνδρειας και των προαστίων της, όπως αυτός προέκυψε από ανασκαφές και άλλες έρευνες από τον αστρονόμο MAHMOUD-BEY.

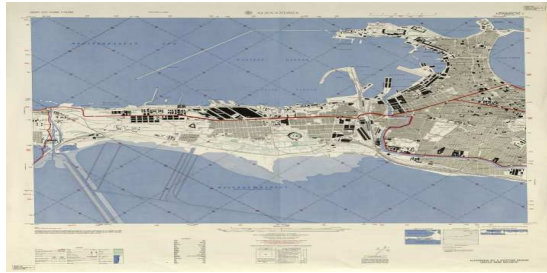


εικ.2: Τοπογραφικός χάρτης της Αιγύπτου και γειτονικών περιοχών. Jacotin, Pierre, 1765-1827.



εικ.3: Ναυτικός χάρτης ή χάρτης της Αλεξάνδρειας, 1867.

Άλλοι χάρτες που χρησιμοποιήθηκαν βοηθητικά, κυρίως για την γεωαναφορά των ιστορικών χαρτών, είναι οι τοπογραφικοί χάρτες του Αμερικάνικου στρατού του 1959.



εικ.4: Τοπογραφικοί χάρτες της Αλεξάνδρειας, του 1959.

Πηγή σύγχρονων γεωγραφικών δεδομένων, αποτελούν τα αρχεία από το Open Street Map data:

Τα δεδομένα παρέχονται βάση της άδειας Open Database 1.0, με νεότερη έκδοση του φακέλου ανά ημέρα στους αντίστοιχους συνδέσμους.

Η μέθοδος της αναλυτικής ιεράρχησης

Η Μέθοδος της Αναλυτικής Ιεράρχησης – (Analytical Hierarchy Process) αναπτύχθηκε στο Wharton School of Business από τον Th. Saaty ως εργαλείο λήψης αποφάσεων, (Saaty, 1980). Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη σε πολύπλοκες διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Στις διαδικασίες αυτές εμπλέκονται συγκρίσεις διαφόρων κριτηρίων που είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, (Ρήγας, Στεργίου, 2004).

Με την μέθοδο αυτή στην ουσία ανατίθεται συντελεστής βαρύτητας σε κάθε κριτήριο ανάλογα με την σημαντικότητα του.

Η μέθοδος της αναλυτικής ιεράρχησης εφαρμόζεται ως εξής: α) Ιεραρχική ανάλυση του προβλήματος, β) συλλογή προτιμήσεων από τον αποφασίζοντα με τα στοιχεία απόφασης, γ) υπολογισμός επιμέρους προτεραιοτήτων για τα στοιχεία απόφασης και δ) σύνθεση των επιμέρους προτεραιοτήτων σε γενικές προτεραιότητες των εναλλακτικών λύσεων, (Δεσπότης, 2002).

Το πρώτο στάδιο της μεθόδου είναι ίσως το σημαντικότερο και καθορίζει την ποιότητα των αποτελεσμάτων στην συνέχεια. Στο επόμενο στάδιο, για κάθε επίπεδο της ιεραρχικής δομής, συγκρίνονται κατά ζεύγη τα στοιχεία αυτής ως προς τον βαθμό προτίμησης του ενός έναντι του άλλου σε σχέση με το κριτήριο του αμέσως ανώτερου επιπέδου. Δημιουργούνται επομένως πίνακες κατά ζεύγη συγκρίσεων. Το τρίτο στάδιο είναι καθαρά υπολογιστικό, υπολογίζονται για κάθε πίνακα συγκρίσεων τα σχετικά βάρη και εξετάζεται η συνέπεια των προτιμήσεων. Το τελευταίο στάδιο το οποίο είναι και αυτό υπολογιστικό, γίνεται σύνθεση των τοπικών βαρών των στοιχείων, όπως αυτά προκύπτουν από τους επιμέρους πίνακες συγκρίσεων, σε γενικές προτεραιότητες των εναλλακτικών λύσεων ως προς τον ανώτερο στόχο, (Δεσπότης, 2002).

Το σύνολο με τις βαρύτητες των αντικειμενικών στόχων ισούται πάντα με 1, (Ρήγας, Στεργίου, 2004).

Μέθοδος χωρικής παρεμβολής για την δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους, (εργαλείο topo to raster του λογισμικού ArcGis)

Το εργαλείο Topo to Raster χρησιμοποιεί τεχνική παρεμβολής ειδικά σχεδιασμένη για να δημιουργήσει ψηφιακό μοντέλο που αντιπροσωπεύει περισσότερο μια φυσική επιφάνεια αποστράγγισης η οποία διατηρεί καλύτερα τις κορυφογραμμές και το δίκτυο υδατορευμάτων, (Šiljeg et al, 2015).

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται βασίζεται σε αυτόν του ANUDEM (Australian National University DEM), που αναπτύχθηκε από τους Hutchinson et al στο Εθνικό Πανεπιστήμιο της Αυστραλίας, (Šiljeg et al, 2015). Με χρήση του αλγορίθμου, δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους από τους ιστορικούς χάρτες,

Περιγραφή του μοντέλου, εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης

Με την μέθοδο της αναλυτικής ιεράρχησης, επιχειρείται η μοντελοποίηση του συγκεκριμένου προβλήματος απόφασης, το οποίο είναι η κατηγοριοποίηση των οικοδομικών πολυγώνων και των πολυγώνων των οδών και δικτύων της Αλεξάνδρειας της Αιγύπτου, ως πιθανές θέσεις του ταφικού μνημείου του μεγάλου Αλεξάνδρου και του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου, βάση κριτηρίων-μεταβλητών. Πράγμα το οποίο αποτελεί και τον στόχο της έρευνας.

Κριτήρια:

A)Χωρικές συνθήκες, B) Ανθρωπογενές κριτήριο.

Υποκριτήρια: Χωρικού κριτηρίου: A1) το μέσο υψόμετρο του πολυγώνου, A2) η απόσταση του κεντροειδούς του από την ακτογραμμή, A3) η απόσταση του κεντροειδούς του από την λίμνη Μαρεώτιδα και A4) η απόσταση του κεντροειδούς του από το κανάλι νερού. Ανθρωπογενούς κριτηρίου: B1) η εγγύτητα του κεντροειδούς του πολυγώνου στο Πτολεμαϊκό ανάκτορο και B2) η εγγύτητα του κεντροειδούς του στην Κανωπική οδό.

Η επίλυση έγινε σε τέσσερα βήματα:

Βήμα1^ο: Ιεραρχική δόμηση του προβλήματος.

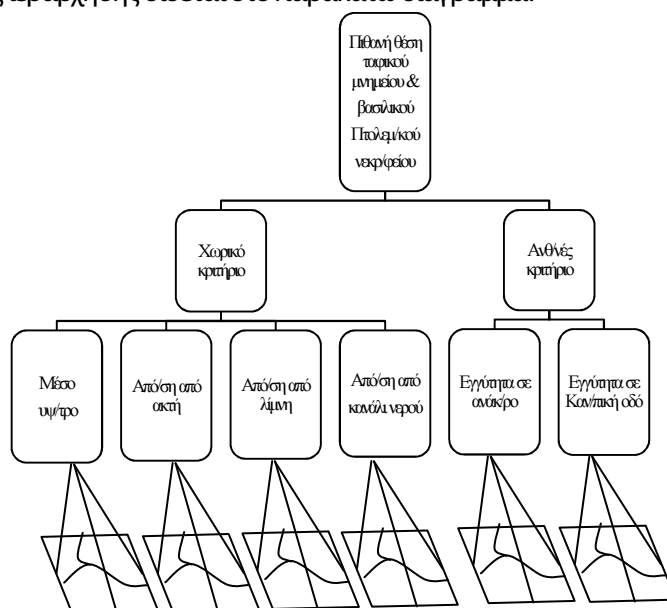
Βήμα2^ο: Εισαγωγή των δεδομένων.

Βήμα3^ο: Εκτίμηση των σχετικών βαρών των κριτηρίων.

Βήμα4^ο: Συνδυασμός των σχετικών βαρών των κριτηρίων, και τελική αξιολόγηση.

Ιεραρχική δόμηση του προβλήματος:

Στο βήμα αυτό δομείται ιεραρχικά το πρόβλημα. Στην κορυφή της ιεραρχίας τοποθετείται ο γενικός στόχος του προβλήματος. Για την παρούσα μελέτη, η ιεραρχική δόμηση της διαδικασίας λήψης απόφασης μέσω της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης δίδεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εισαγωγή δεδομένων: Στο βήμα αυτό εισάγονται τα δεδομένα του προβλήματος εκφράζοντας τις προτιμήσεις μας μέσω διμερών συγκρίσεων όλων των στοιχείων ενός επιπέδου της ιεραρχίας που καθορίστηκε στο πρώτο βήμα. Αναλυτικά συγκρίνονται ανά δύο όλα τα στοιχεία ενός επιπέδου μεταξύ τους. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι να τερματιστεί με τις συγκρίσεις όλων των εναλλακτικών ενεργειών. Για την έκφραση των προτιμήσεων μας, κατά την διεξαγωγή των συγκρίσεων χρησιμοποιείται αριθμητική κλίμακα μέσω ενός συστήματος διακριτών αξιών, από το 1 έως το 9, η οποία εκφράζει την ισοδυναμία των προτιμήσεων, την ασθενή, την ισχυρή, την απόλυτη προτίμηση καθώς και τις ενδιάμεσες καταστάσεις, (Δεσπότης, 2002).

Συγκρίσεις χωρικού υποκριτηρίου (Γ1): Συγκρίνονται το μέσο υψόμετρο κάθε πολυγώνου (A1), η απόσταση του κεντροειδούς του από την ακτογραμμή (A2), η απόσταση του κεντροειδούς του από την λίμνη Μαρεώπιδα (A3) και η απόσταση του κεντροειδούς του από το κανάλι νερού (A4).

Τα μεγέθη που καθορίσαμε εκφράζονται αριθμητικά στην παρακάτω μήτρα.

ΧΩΡΙΚΟ	A1	A2	A3	A4
A1	1	5	3	7
A2	1/5	1	1/3	4
A3	1/3	3	1	7
A4	1/7	1/4	1/7	1

Συγκρίσεις ανθρωπογενούς υποκριτηρίου (Γ2): Συγκρίνονται η εγγύτητα του κεντροειδούς κάθε πολυγώνου στο Πτολεμαϊκό ανάκτορο (B1) και η εγγύτητα του κεντροειδούς του με την Κανωπική οδό (B2). Τα μεγέθη που καθορίσαμε εκφράζονται αριθμητικά στην παρακάτω μήτρα.

ΑΝΘΡΩΠ/ΝΕΣ	B1	B2
B1	1	3
B2	1/3	1

Συγκρίσεις κριτηρίων πιθανής θέσης ταφικών μνημείων: Για τον στόχο, που είναι οι πιθανές θέσεις των ταφικών μνημείων. Συγκρίνονται το χωρικό και το ανθρωπογενές κριτήριο.

Τα μεγέθη εκφράζονται αριθμητικά στην παρακάτω μήτρα.

ΠΙΘΑΝΗ ΘΕΣΗ	Γ1	Γ2
Γ1	1	1/2
Γ2	2	1

Υπολογισμός σχετικών βαρών κριτηρίων: Για κάθε μήτρα συγκρίσεων, έγινε υπολογισμός των σχετικών βαρών με την μέθοδο της αναλυτικής ιεράρχησης. Συγχρόνως εξετάστηκε η συνέπεια των δηλώσεων προτίμησης, με χρήση του λόγου συνέπειας, ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος του 10% ώστε οι προτιμήσεις να είναι αποδεκτές (Δεσπότης, 2002).

Υπολογισμός σχετικών βαρών χωρικού υποκριτηρίου: Με βάση την μήτρα προτιμήσεων του χωρικού υποκριτηρίου τα σχετικά βάρη που υπολογίστηκαν είναι: A1: **0,54** A2: **0,13** A3: **0,28** A4: **0,05**. Το άθροισμα των βαρών είναι ίσο με 1.

Εξέταση της συνέπειας των δηλώσεων προτίμησης:

$$\text{Διάνυσμα σταθμισμένου αθροίσματος: } \begin{bmatrix} 2,37 \\ 0,53 \\ 1,19 \\ 0,20 \end{bmatrix} \quad \text{Διάνυσμα συνέπειας: } \begin{bmatrix} 4,35 \\ 4,11 \\ 4,26 \\ 4,04 \end{bmatrix}$$

Μέση τιμή των διανυσμάτων συνέπειας: $\lambda=4,19$

Δείκτης συνέπειας, $CI=(\lambda-n)/(n-1)$: **CI=0,06**

Λόγος συνέπειας, $CR=CI/RI$, για τιμή $RI=0,9$: **CR=0,07**

Υπολογισμός σχετικών βαρών ανθρωπογενούς υποκριτηρίου: Με βάση την μήτρα προτιμήσεων του ανθρωπογενούς υποκριτηρίου τα σχετικά βάρη που υπολογίστηκαν είναι: B1: **0,75** B2: **0,25**. Στην περίπτωση του ανθρωπογενούς υποκριτηρίου και επειδή γίνεται μια σύγκριση μόνο δύο παραγόντων, δεν υπάρχει η έννοια του λόγου συνέπειας.

Υπολογισμός σχετικών βαρών κριτηρίου για πιθανή θέση του ταφικού μνημείου: Με βάση την μήτρα προτιμήσεων του κριτηρίου αυτού τα σχετικά βάρη που υπολογίστηκαν είναι: Γ1: **0,33** Γ2: **0,67**. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως δεν υπάρχει η έννοια του λόγου συνέπεια για το κριτήριο αυτό.

Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι οι διμερές συγκρίσεις που έγιναν για τον υπολογισμό των βαρών είναι υποκειμενικές και δεν υπάρχει σωστό και λάθος.

Υπολογισμός τελικών βαρών υποκριτηρίων: Για να υπολογιστούν τα τελικά βάρη των υποκριτηρίων θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη και η σημασία των κριτηρίων, καθ' ενός ξεχωριστά. Έτσι τα τελικά βάρη των υποκριτηρίων θα προκύψουν από τον πολλαπλασιασμό τους με τα βάρη των κριτηρίων που υπολογίστηκαν. Από τον υπολογισμό αυτό προκύπτει ο παρακάτω πίνακας. Τα αποτελέσματα του οποίου θα χρησιμοποιηθούν ώστε να γίνει η αξιολόγηση των εναλλακτικών ενεργειών.

Πίνακας τελικών βαρών υποκριτηρίων ώστε να γίνει η αξιολόγηση των εναλλακτικών ενεργειών				
	w		w'	W
ΧΩΡΙΚΟ	0,33	Μέσο υψόμετρο	0,54	0,18
		Απόσταση από ακτογραμμή	0,13	0,04
		Απόσταση από λίμνη Μαρεώτιδα	0,28	0,09
		Απόσταση από κανάλι νερού	0,05	0,02
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ	0,67	Εγγύτητα σε Πτολεμαϊκό ανάκτορο	0,75	0,50
		Εγγύτητα σε Κανωπική οδό	0,25	0,17

Για την δημιουργία συγκρίσιμων μεγεθών και την απόδοση τους στον χάρτη, για κάθε κριτήριο επιλέχθηκε η τακτική κλίμακα ταξινόμησης σε πέντε κατηγορίες με βάση την πιθανότητα τους (πολύ μικρή=1, μικρή=2, μέτρια=3, μεγάλη=4 και πολύ μεγάλη=5).

Χωροθέτηση οντοτήτων – κριτηρίων

Η χωροθέτηση των κριτηρίων είναι επίσης ένα άλλο πρόβλημα της έρευνας αφού η πραγματική τους θέση δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένη και αυτό σαφώς επηρεάζει τα αποτελέσματα της έρευνας. Για την όσο το δυνατό ακριβή προσδιορισμό της θέσης τους χρησιμοποιήθηκε η έρευνα του Machmoud Bey και όπου ήταν αυτό δυνατό με επιβεβαιωμένα στοιχεία από νεότερες έρευνες.

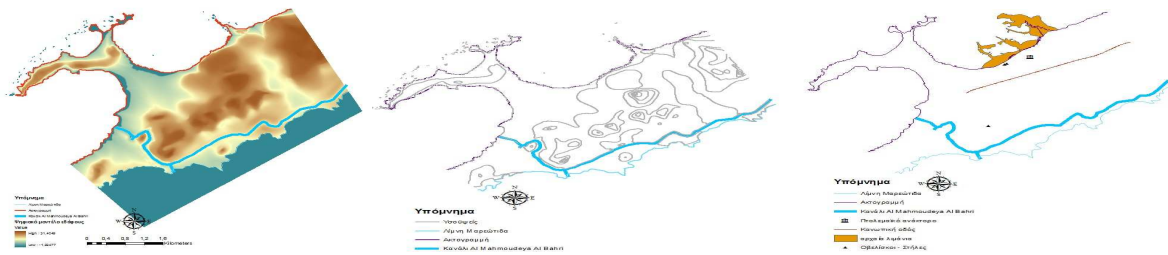
Επίσης στο σημείο αυτό δίδεται και ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκαν αυτά τα κριτήρια.

Χωρικό κριτήριο:

Η ακτογραμμή και το κανάλι ύδατος της Αλεξάνδρειας αποτυπώθηκε από τον χάρτη του Depot de la Marine Nautical Chart or Map of Alexandria, Egypt, 1867. Η αποτύπωση έχει εξαιρετική λεπτομέρεια. Η λίμνη Μαρεώτιδα αποτυπώθηκε από τον χάρτη του Jacotin, Pierre, 1765-1827, (συλλογή: Ιστορική συλλογή χαρτών David Rumsey). Τα υψομετρικά εξήχθησαν με μεθοδολογία που αναπτύχθηκε προηγουμένως, από τον χάρτη του αστρονόμου Machmoud Bey, 1872.

Η επιλογή του χωρικού κριτηρίου υπαγορεύεται από το γεγονός, ότι για την διατήρηση μωμιοποιημένου σώματος θα πρέπει να απουσιάζει η υγρασία, η οποία είναι αρνητικός παράγοντας διατήρησης, (Mahmoud-Bey, 1872). Επομένως θα πρέπει να υπάρχει σημαντική απόσταση από τα υδάτινα σώματα της περιοχής.

Θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν μας η ιδιαιτερότητα της περιοχής διότι η ακτογραμμή και η λίμνη Μαρεώτιδα με το κανάλι Al Mahmoudeya Al Bahri είναι σχεδόν απέναντι με αποτέλεσμα όταν απομακρυνόμαστε από το ένα να προσεγγίζουμε το άλλο. Επίσης για την αποφυγή υγρασίας και λιμναζόντων υδάτινων ένα τέτοιο μνημείο θα πρέπει να θεμελιώνεται σε υψόμετρο ικανό για την αποφυγή τέτοιων δυσμενών παραγόντων, (Mahmoud-Bey, 1872).



εικ.5: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους (αριστερά), οντότητες χωρικού κριτηρίου (κέντρο) και οντότητες ανθρωπογενούς κριτηρίου (δεξιά).

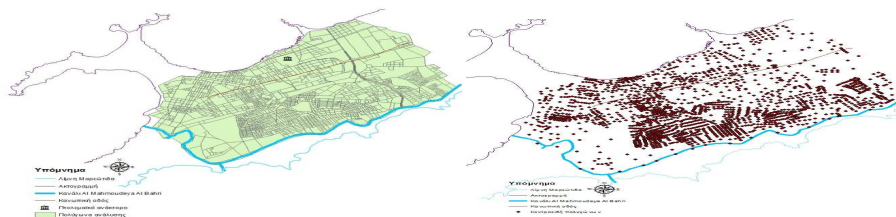
Τα σημεία με σημαντικό υψόμετρο παρουσιάζουν επίσης ενδιαφέρον λόγω του τρόπου κατασκευής του μακεδονικού τάφου. Γνωρίζουμε ότι οι τάφοι αυτοί είναι λαξευμένοι σε βράχο, και πάνω τους σωρεύονται χώματα σχηματίζοντας τούμπα, (Brocas-Deflassieux, 1999).

Ανθρωπογενές κριτήριο: Για το ανάκτορο αναφέρεται, τα 2.300 μέτρα, μεταξύ του ακρωτήριου Λοχίας και του Επταστάδιου, καταλαμβάνονται από τα βασιλικά παλάτια και τα ναυτικά κέντρα, σύμφωνα με την ιστορία των πρεσβυτέρων. Το ακρωτήριο Λοχίας καταλαμβάνεται από ένα βασιλικό παλάτι γνωστό ως εξωτερικό παλάτι, πιθανότατα επειδή ήταν έξω από το λιμάνι. Το κύριο ανάκτορο και τα άλλα παλάτια οι εσωτερικοί χώροι ίσως είχαν τη θέση τους απέναντι από το νησί Αντιρόδος και το Τιμόνιο, μεταξύ των δύο διασταυρώσεων R2 και R5 στο λιμάνι. (βλ. εικ. 1), (Mahmoud-Bey, 1872).

Η φυσική θέση, τα υπολείμματα των μεγάλων κατασκευών που έχουν ανακαλυφθεί και εκείνες που βλέπουμε ακόμα σήμερα στη θάλασσα, στο μέρος που εισέβαλαν τα ύδατα, επιβεβαιώνεται. Έχουμε, ωστόσο, δύο συγκεκριμένα σημεία, ένα σύμφωνα με τις πληροφορίες που μας αφήνει ο Πλίνιος και το άλλο σύμφωνα με τη μαρτυρία του Ιούλιου Καίσαρα: πράγματι, ο Πλίνιος λέει ότι υπάρχουν δύο οβελίσκοι στο Caesareum, στο λιμάνι της Αλεξανδρείας. Το αν αυτό το Caesareum είναι παλάτι ή ναός, είναι άγνωστο το μέρος όμως καθορίζεται από τους δύο οβελίσκους, ένας από τους οποίους εξακολουθεί να στέκεται, (Mahmoud-Bey, 1872).

Η αρχαία Κανωπική οδός αντιστοιχίζεται στην σημερινή οδό El-Horeya. Θέση η οποία πιθανολογείται με βάση την αρχαιολογική έρευνα προηγούμενων μελετητών και του Mahmoud Bey, η οντότητα έχει ψηφιοποιηθεί από τον Depot de la Marine Nautical Chart or Map of Alexandria, Egypt, 1867.

Οι μετρήσεις των αποστάσεων των κριτηρίων από τα πολύγωνα έγινε στα κεντροειδή των επιλεγμένων πολυγώνων της σύγχρονης Αλεξάνδρειας και η τιμή που υπολογίστηκε ανατέθηκε στο πολύγωνο. Δεν μας ενδιαφέρει η περιοχή της νήσου φάρος, το επταστάδιο και οι περιοχές κοντά στην λίμνη ως πιθανά σημεία ταφής. Έτσι, επιλέχθηκαν 1955 σημεία στο χώρο.

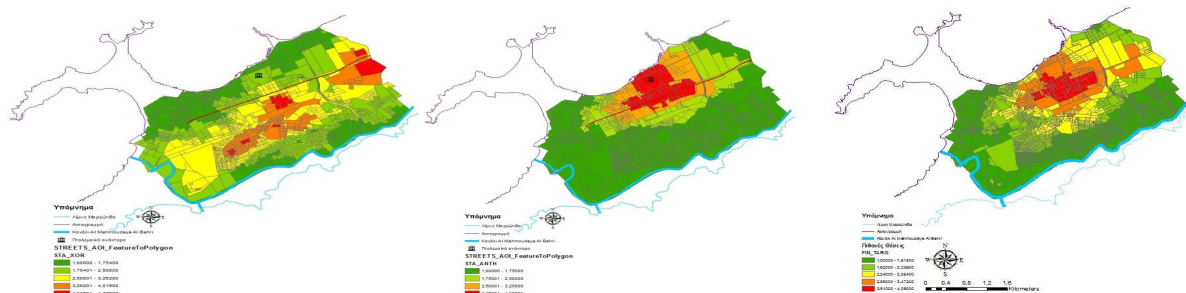


εικ.6: Πολύγωνα περιοχής έρευνας (αριστερά) και κεντροειδή πολυγώνων (δεξιά).

Χαρτογραφική απόδοση σταθμισμένων κριτηρίων

Αφού υπολογίστηκαν οι τιμές των σταθμισμένων κριτηρίων για κάθε κεντροειδές πολύγωνο, (διαδικασία που περιγράφηκε λεπτομερώς σε προηγούμενα), ανατέθηκαν οι τιμές αυτές στο κάθε πολύγωνο τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην εικόνα 7. Η ταξινόμηση και των δύο σταθμισμένων κριτηρίων έγινε με την μέθοδο των ίσων διαστημάτων. Το σταθμισμένο χωρικό κριτήριο ταξινομείται σε πέντε κλάσεις, ενώ το σταθμισμένο ανθρωπογενές κριτήριο σε τέσσερις.

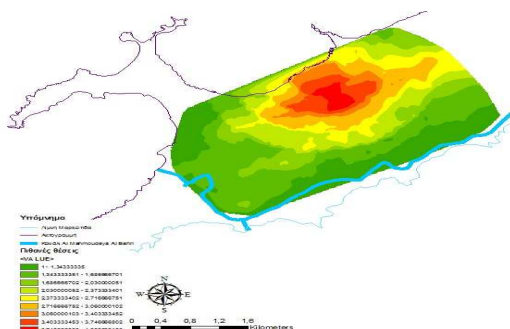
Η μικρότερη τιμή του σταθμισμένου χωρικού κριτηρίου είναι 1 και η μέγιστη 4,77. Τα πολύγωνα τα οποία είναι κοντά σε υδάτινες μάζες και το μέσο υψόμετρο τους είναι χαμηλό, λαμβάνουν μικρές τιμές, σε αντίθεση με περιοχές που το μέσο υψόμετρο μεγαλώνει και βρίσκονται σε θέσεις απομακρυσμένες από ύδατα. Η μικρότερη τιμή του σταθμισμένου ανθρωπογενούς κριτηρίου είναι 1 και η μέγιστη 4. Έτσι, τα πολύγωνα τα οποία είναι κοντά στην πιθανή θέση του Πτολεμαϊκού ανακτόρου και στην Κανωπική οδό, λαμβάνουν υψηλές τιμές, σε αντίθεση με περιοχές που βρίσκονται σε θέσεις απομακρυσμένες από αυτά. Εν συνεχεία έγινε η σύνθεση των κριτηρίων και αποδόθηκε χαρτογραφικά, η εκτίμηση του στόχου βάση των υπολογισμών ανά πολύγωνο.



εικ.7: Σταθμισμένα κριτήρια: χωρικό κριτήριο (αριστερά), ανθρωπογενές (κέντρο) και η συνολική αποτίμηση για προσδιορισμό πιθανών θέσεων ταφικών μνημείων ανά πολύγωνο (δεξιά).

Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη επιχειρήθηκε η μοντελοποίηση ενός σύνθετου προβλήματος απόφασης με την μεθοδολογία της αναλυτικής ιεράρχησης, στα πλαίσια ενός γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών. Η πολυκριτηριακή ανάλυση με σταθμισμένη χαρτογραφική υπέρθεση, αποδείχτηκε στην περίπτωση αυτή ένα πολύ καλό εργαλείο έρευνας, διότι βόηθησε σημαντικά στην κατανόηση του προβλήματος και στην ιεράρχηση του. Τα αποτελέσματα της στάθμισης των κριτηρίων αποδίδονται χαρτογραφικά και είναι ευκόλως κατανοητά. Τελικά τα αποτελέσματα αποδόθηκαν σε χάρτη έντασης του φαινομένου που κατασκευάστηκε με την παρεμβολή τιμών, με την μέθοδο του πλησιέστερου σημείου γειτνίασης, με τα πιο θερμά χρώματα να αντιστοιχούν σε περιοχές με μεγαλύτερη πιθανότητα ως τοποθεσία του τάφου του Μεγάλου Αλεξάνδρου και του βασιλικού Πτολεμαϊκού νεκροταφείου της Αλεξάνδρειας. Προτεινόμενες περιοχές για περαιτέρω έρευνα πεδίου, είναι η ευρύτερη περιοχή του Kom El Dikka και βορειοδυτικά της η περιοχή που βρίσκεται το Ελληνορωμαϊκό μουσείο, επίσης ενδιαφέρον έχει και η περιοχή νοτιοανατολικά των νεκροταφείων της περιοχής Chatby. Τα όρια τους αποτυπώνονται στην εικόνα 7 (συνολική αποτίμηση) και την εικόνα 8. Ακόμα από την έρευνα προέκυψαν και άλλα αρχαιολογικού ενδιαφέροντος στοιχεία προς αξιολόγηση και αξιοποίηση για την αρχαία Αλεξάνδρεια, που πιθανόν να είναι αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.



εικ.8: Πιθανές θέσεις ταφικού μνημείου, με παρεμβολή τιμών με την μέθοδο του πλησιέστερου σημείου γειτνίασης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Brocas-Deflassieux L, (1999). Αρχαία Βέροια μελέτη τοπογραφίας. Βέροια: δήμος Βέροιας- Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών.

Mahmoud-Bey, (1872). Mémoire sur l'Antique Alexandrie: Ses faubourgs et environs découverts par les fouilles, sondages, nivellements et autres recherches. Copenhagen.

Papamarinopoulos S, Liosis A, Polymenakos L, Stephanopoulos P and Limneou-Papakosta K, (2003). In search of the Royal Ptolemaic Cemetery in central Alexandria, Egypt – the first contact. Archaeological Prospection Archaeol. Prospect. (10), pp193–211.

Saaty T (1980). The analytic hierarchy process, New York.

Šiljeg A, Lozić S, Radoš D, (2015). The effect of interpolation methods on quality of a digital terrain model geomorphometric analyses. Tehnički vjesnik (22, 5(2015)), pp1149-1156.

Stanley J-D, Jorstad T-F, Goddio F,(2006). Human impact on sediment mass movement and submergence of ancient sites in the two harbours of Alexandria, Egypt. Norwegian Journal of Geology, Vol (86), pp.337-350.

Δεσπότης Δ, (2002). Σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, Ιεραρχική ανάλυση αποφάσεων.
[http://dsslab.cs.unipi.gr/education/Post%20Craduate%20Courses/Decision%20Analysis/DSS%20Lecture%20Note%20\(AHP\).pdf](http://dsslab.cs.unipi.gr/education/Post%20Craduate%20Courses/Decision%20Analysis/DSS%20Lecture%20Note%20(AHP).pdf) (ημερ πρόσβασης 2008).

Μπάλλα Α, Παυλογεωργάτος Γ, Τσιαφάκη Δ, Παυλίδης Γ, (2012). Μοντελοποίηση πρόβλεψης πιθανών θέσεων μακεδονικών τάφων για πολιτιστική διαχείριση. 7ο Πανελλήνιο συνέδριο HellasGIS.
<http://www.hellasgi.gr/index.php/component/content/article?id=20:7> (ημερ πρόσβασης 12/2/2018).

Ρήγας Α, Στεργίου Δ, (2004). Εφαρμογή της μεθόδου αναλυτικής ιεράρχησης σε έναν πίνακα ισορροπημένης αξιολόγησης επιχειρήσεων. Ελληνικό Στατιστικό Ινστιτούτο, Πρακτικά 17ου Πανελληνίου Συνεδρίου Στατιστικής, σελ.391-398.

Πηγές χαρτογραφικού υλικού:

<http://cdm16003.contentdm.oclc.org/cdm/ref/collection/p15150coll4/id/7105>, (πρόσβαση 12/2/2018).

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1867_Depot_de_la_Marine_Nautical_Chart_or_Map_of_Alexandria,_Egypt_-_Geographicus_-_Alexandria-depot-1867.jpg, (πρόσβαση 12/2/2018).

www.davidrumsey.com/rumsey/download.pl?image=/168/3964055.jp2. (πρόσβαση 12/2/2018).

<http://www.lib.utexas.edu/maps/egypt.html>, (πρόσβαση 12/2/2018).

<http://download.geofabrik.de/africa/egypt.html>, (πρόσβαση 12/2/2018).

Locating archaeological sites with the use of historical maps and a Multiple Criteria Analysis model under a GIS framework. The case of Alexander the Great's tomb and the Ptolemean Royal cemetery in Alexandria, Egypt.

Summary

The aim of this project is to determine possible locations for the tomb of Alexander the Great and the Ptolemean Royal cemetery in Alexandria, Egypt. This is done through the use of mathematical modeling, under a GIS framework.

My research is motivated by evidence and references in ancient writings which suggest that both archaeological sites are located in the Alexandria (Mahmoud-Bey, 1872).

The building structure of the modern city, due to the multiple human interventions alters, to a great extent, the ground morphology compared to how the latter would develop solely due to natural events or causes. As such, what is necessary is a mapping of this morphology that is, as close as possible, to the historical period under investigation (since the further we go back in time the more limited the human interventions to the landscape are). The target alternatives were based on the building structure of modern Alexandria under the assumption that human interventions of the past leave lasting imprints.

For this project I have collected historical maps of the greater area of Alexandria. Relevant landscape features such as geomorphological characteristics or construction works were digitized and were later used as criteria in order to build a model based on an Analytic Hierarchy process. From the features that were identified and digitized I created a digital elevation model and a digital representation of the greater area (mid 19th century) which was used as the base/background for the model.

The analysis led to the creation of a research intensity map for the target area. Based on the robust results that were obtained, I develop recommendations regarding the potential locations of these sites of archaeological interest, for further fieldwork.

Keywords: Tomb of Alexander the Great, Ptolemean Royal cemetery in Alexandria, historical maps, Analytic Hierarchy Process.