ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένας οργασμός έκδοσης ξενόγλωσσων και ελληνικών βιβλίων σχετικά με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.) και την Ανάλυση Χώρου (Α.Χ.). Αντίθετα, η βιβλιογραφία για την αλληλοσυσχέτηση ή την τομή μεταξύ των δύο αυτών διαστάσεων της επιστήμης του χώρου είναι ουσιαστικά ανύπαρκτη, παρόλο το αυξημένο ενδιαφέρον που υπάρχει και στη χώρα μας για χωρικές πληροφορίες, αποτέλεσμα της ανάλυσης χώρου, αναγκαίες στη διαχείριση και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, τόσο στον ιδιωτικό όσο και στον δημόσιο τομέα. Και είναι ακριβώς η κάλυψη αυτού του κενού που ευελπιστεί να καλύψει η έκδοση του βιβλίου **Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών** και Ανάλυσης Χώρου που κρατάτε στα χέρια σας. Πραγματικά, καθένα από τα τρία μέρη αλλά και το σύνολο του βιβλίου στοχεύουν στην κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών, όπως:

- Το πρώτο μέρος θα βοηθήσει όσους αποτελούν μέρος της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (π.χ. πολιτικούς σε θέσεις ευθύνης, διευθυντικά στελέχη κ.ά.) να αντιληφθούν τις δυνατότητας και τα βασικά στοιχεία των Γ.Σ.Π. και της Α.Χ., χωρίς να χρειαστεί να εντρυφήσουν σε τεχνικές λεπτομέρειες.
- Το δεύτερο μέρος θα βοηθήσει όσους θέλουν να γίνουν χρήστες των Γ.Σ.Π. και της Α.Χ. (σπουδαστές, μελετητές κ.ά.) να κατανοήσουν πλήρως το εργαλείο αυτό. Διαπραγματεύεται αναλυτικά όλα τα αναγκαία βήματα για την σωστή εφαρμογή τους, ώστε να διασφαλίζεται η χωρική φύση της προσέγγισης και κυρίως η ακεραιότητα και η χρησιμότητα της χωρικής βάσης δεδομένων.
- Το τρίτο μέρος θα βοηθήσει όσους είναι μονοδιάστατα χρήστες των Γ.Σ.Π., δηλαδή μπορούν με άνεση να συνθέτουν πολύπλοκα ψηφιακά προϊόντα, χωρίς όμως να έχουν μια τεκμηριωμένη γνώση της χωρικής ανάλυσης που απαιτείται για

τη δημιουργία τους, κάτι που προσφέρει με έναν σφαιρικό, έστω και με περιορισμένο τρόπο, το τελευταίο μέρος του βιβλίου.

- Τέλος, το βιβλίο ως σύνολο θεωρούμε ότι αποτελεί ένα απαραίτητο συμπλήρωμα της βιβλιοθήκης όλων όσων που με τον ένα ή τον άλλο τρόπο διαχειρίζονται, αναλύουν και σχεδιάζουν τη χρήση Γ.Σ.Π. ως μέσο ανάλυσης χωρικών πληροφοριών.

Το βιβλίο **Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου** αποτελεί το απόσταγμα μιας εμπειρίας σχεδόν 50 χρόνων, που άρχιζε το 1969 στην πολιτεία του Κολοράντο των Η.Π.Α., όπου συμμετείχα σε μια πρώτη προσπάθεια δημιουργίας ενός σχεδιαστικού εργαλείου βασισμένου σε ένα πληροφοριακό σύστημα ανάλυσης χώρου. Συνεχίστηκε, με μια σειρά μελετών και εφαρμογών στην Ελλάδα με πρώτη τη συμμετοχή μου το 1982 στο πρόγραμμα ακτών του τέως Υπουργείου Συντονισμού όπου υπήρχε ανάγκη για ανάλυση χώρου και δημιουργήθηκε το πρώτο, έστω πρωτόλειο, Γ.Σ.Π. στη χώρα μας. Οφείλω να ομολογήσω ότι η προσπάθειά μου να εισαγάγω, μόνος τότε, τα Γ.Σ.Π. στην ελληνική επιστημονική κοινότητα στις αρχές της δεκαετίας του 1980 δεν ήταν ιδιαίτερα εύκολη. Πολλοί από όσους σήμερα χρησιμοποιούν και ευαγγελίζονται την ανάλυση χώρου στη χρήση των Γ.Σ.Π. ήταν πριν τριάντα χρόνια αναπάντεχα εχθρικοί στις βασικές ιδέες του. Ευτυχώς, η μοναχική φωνή του 1980 έχει γίνει σήμερα μια δυνατή συμφωνία δεκάδων εφαρμογών, χιλιάδων χρηστών και απείρων ευκαιριών για χρήση των Γ.Σ.Π. στην Ελλάδα. Σε αυτή την επιτυχία, θέλω να πιστεύω ότι συντέλεσαν αποφασιστικά οι χιλιάδες των σπουδαστών που είχαν την ευκαιρία να έλθουν σε επαφή με τα Γ.Σ.Π. μέσα από τα μαθήματα που δίδασκα στο Τμήμα των Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών, από τα σεμινάρια επιμόρφωσης και από τα μαθήματα συνεχιζόμενης εκπαίδευσης.

Αθήνα 2017

Κωστής Κουτσόπουλος

ΜΕΡΟΣ III

Όπως είχε λεχθεί και στο κεφάλαιο 4, τα Γεωγραφικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται στα Γ.Σ.Π. βρίσκονται σε αντιστοιχία με τον τρόπο που οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τον γεωγραφικό χώρο, καθώς και τα φαινόμενα και τις διαδικασίες που υπάρχουν σε αυτόν. Ουσιαστικά, δηλαδή, καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ο χώρος κατανέμεται σε επιμέρους οντότητες, αναγκαίες για την επικοινωνία και κυρίως για την ανάλυσή του. Επομένως, ο γεωγραφικός χώρος μέσα από τις μετρήσεις που τον αναπαριστούν αναφέρεται σε τέσσερα είδη χωρικών κατανομών:

- *Κατανομές σημείων*, όπου κάθε μέτρηση αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο χώρο (σημειακές οντότητες).
- *Γραμμικές κατανομές*, όπου κάθε μέτρηση αντιπροσωπεύεται με μια γραμμή (ευθεία, τεθλασμένη ή οποιασδήποτε άλλης μορφής) και, επομένως, αναφέρεται στις γραμμικές οντότητες.
- *Ασυνεχείς κατανομές επιφανειών*, όπου κάθε μέτρηση αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη επιφάνεια που στο πλαίσιο των Γ.Σ.Π. θεωρούνται πολυγωνικές οντότητες.
- *Συνεχείς κατανομές επιφανειών*, όπου κάθε μέτρηση σχετίζεται με όλα τα σημεία μιας επιφάνειας.

Το μέρος III του πονήματος που έχετε στα χέρια σας αναφέρεται σε μια σειρά από μεθόδους ανάλυσης χώρου, που μπορούν να διεκπεραιωθούν με τη χρήση των Γ.Σ.Π. και οι οποίες ταξινομούνται με βάση το είδος της χωρικής κατανομής των στοιχείων που πραγματεύεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Η εξέταση των μεθόδων ανάλυσης χώρου ξεκινά στο κεφάλαιο αυτό με την πιο απλή μορφή χωρικής κατανομής, αυτής της κατανομής σημείων. Πιο συγκεκριμένα, το κεφάλαιο εστιάζεται στην εξέταση της χωρικής διασποράς ενός συνόλου σημείων που κατανέμονται στην περιοχή μελέτης ως αποτέλεσμα κάποιας χωρικής διαδικασίας. Εξετάζεται δηλαδή κατά πόσο η παρατηρούμενη χωρική κατανομή παρουσιάζει ένα τυχαίο πρότυπο σε αντίθεση με τις δυο ακραίες μορφές του ομαδοποιημένου ή ομοιόμορφου προτύπου. Θεωρείται σκόπιμο, όμως, πριν την εξέταση των μεθόδων εκτίμησης της χωρικής συγκέντρωσης και των μοντέλων που εκφράζουν τη χωρική διασπορά των σημείων, να παρουσιαστούν ορισμένοι θεμελιώδεις δείκτες που περιγράφουν κάθε χωρική κατανομή σημείων.

10.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Τα στοιχεία από παρατηρήσεις για φαινόμενα, καταστάσεις και διαδικασίες μπορούν να παρασταθούν με διάφορους τρόπους. Ένα οποιοδήποτε εισαγωγικό βιβλίο στατιστικής περιγράφει αναλυτικά όλους τους τρόπους. Όλα όμως αυτά τα βιβλία στατιστικής, χωρίς καμιά εξαίρεση, περιγράφουν τρόπους παρουσίασης στοιχείων που θα μπορούσαν να ονομαστούν μη-χωρικά στοιχεία, μια και αναφέρονται σε στοιχεία για την ίδια θέση. Δηλαδή η θέση είναι σταθερή (π.χ. οι ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας στην Αθήνα για το 2017). Στα Γ.Σ.Π., όπως έχουμε αναφέρει και στα προηγούμενα, το ενδιαφέρον εστιάζεται στα στοιχεία όπου η θέση είναι μεταβλητή. Δηλαδή αναφέρονται στις διαφοροποιήσεις στο χώρο ή καλύτερα για χωρικά στοιχεία (π.χ. η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας για όλες τις πόλεις της Ελλάδας στις 25/07/16). Επομένως, όπως οι στατιστικολόγοι μπορούν να περιγράψουν τα μη-χωρικά στοιχεία τους, με ανάλογο τρόπο μπορούν να περιγραφούν και τα χωρικά στοιχεία, δηλαδή με τους γεωστατιστικούς δείκτες.

Οι γεωστατιστικοί δείκτες αποτελούνται από έναν αριθμό μετρήσεων και δεικτών για την περιγραφή και ανάλυση γεωγραφικών δεδομένων, που ορίζονται ως σημεία σε ένα χωρικό σύστημα. Οι δείκτες αυτοί είναι ισοδύναμοι ή παρόμοιοι με τους δείκτες σε άλλους τομείς της στατιστικής που αναφέρονται σε μη γεωγραφικά δεδομένα. Επομένως, οι γεωστατιστικοί δείκτες παρέχουν στον ερευνητή-μελετητή ισοδύναμα με μερικά από τα πιο βασικά εργαλεία της μη-χωρικής στατιστικής για την περιγραφή και ανάλυση των χωρικών δεδομένων.

Οι γεωγραφικές κατανομές, όμως, σε αντίθεση με τις μη-χωρικές, παρουσιάζουν μια ιδιαιτερότητα. Συγκεκριμένα, η δομή τους είναι πολλαπλών διαστάσεων (multivariable). Στην πιο απλή μορφή της μια χωρική κατανομή αποτελείται από χωρικές πληροφορίες, που συνήθως παρουσιάζονται με τη μορφή ενός χάρτη, με πολλά σημεία. Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης, όμως, αυτός ο απλός χάρης είναι ήδη σύνθετος, αφού κάθε σημείο του έχει δυο διαστάσεις (Χ, Υ) για την τετμημένη και τεταγμένη του αντίστοιχα, έτσι ώστε στην πραγματικότητα υπάρχουν δυο υποκατανομές ή, όπως αποκαλείται, μια δι-μεταβλητή (bi-bariate) κατανομή. Βέβαια, οι περισσότερες από τις χωρικές κατανομές ή χάρτες παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερες στατιστικές δυσκολίες, αφού επιπλέον μεγέθη ή ιδιότητες μπορούν να αποδοθούν σε καθένα από τα σημεία της κατανομής (π.χ. πληθυσμός ή κάποιο «βάρος»). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια τρι-μεταβλητή σειρά. Η κατανομή μπορεί να γίνει ακόμα πιο περίπλοκη, όταν για παράδειγμα το υψόμετρο για κάθε σημείο προστίθεται ως μια τέταρτη διάσταση ή όταν κάποιο μέγεθος (π.χ. πληθυσμός) υπολογίζεται για πολλές χρονικές περιόδους, προσθέτοντας έτσι μια πέμπτη (χρονική) διάσταση στο πλαίσιο αυτό των χωρικών στοιχείων. Επομένως, τα γεωγραφικά δεδομένα απαιτούν, για λόγους στατιστικούς, τους δικούς τους δείκτες.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι, ανάλογοι των μη-χωρικών σειρών, για να παρουσιαστούν τα στοιχεία μιας χωρικής κατανομής. Κάθε μια από αυτές τις μεθόδους, όμως, έχει ορισμένα μειονεκτήματα. Αν υπάρχουν πολλές τιμές για μια χωρική μεταβλητή, η απαρίθμηση ή η γραφική παράσταση συχνά δεν εξυπηρετούν. Αν η μαθηματική συνάρτηση που αντιστοιχεί στην κατανομή είναι περίπλοκη ή δεν μπορεί να βρεθεί καμιά συνάρτηση που να αντιπροσωπεύει την κατανομή, η χρήση της σχέσης που δίνει την κατανομή μπορεί να είναι αδύνατη. Ακόμη και αν αυτά τα μειονεκτήματα δεν αφορούν παρά συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι χρονοβόρο να παρασταθεί ολόκληρη η κατανομή που ενδιαφέρει. Επομένως, συχνά είναι ευκολότερο και πιο αποδοτικό να δίνεται έμφαση σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά των κατανομών, που είναι δυνατόν να προσδιορίσουν την κατανομή ως σύνολο. Τέτοια χαρακτηριστικά μπορούν να συνοψισθούν σε μια ή περισσότερες αριθμητικές τιμές, οι οποίες περιλαμβάνουν ένα μέρος μόνο της πληροφορίας που περιέχει ολόκληρη η κατανομή.

Δύο τέτοια χαρακτηριστικά κάθε κατανομής είναι οι μετρήσεις της **χωρικής κεντρικότητας** και της **χωρικής διασποράς**. Οι δείκτες της χωρικής κεντρικότητας είναι τρόποι που περιγράφουν την «τυπική» ή «μέση» τιμή της μεταβλητής. Οι δείκτες διασποράς περιγράφουν την έκταση των διαφορών ανάμεσα στις πιθανές τιμές της μεταβλητής.

10.1.1 Δείκτες Χωρικής Κεντρικότητας

Οι δείκτες χωρικής κεντρικότητας που θα εξεταστούν είναι ο χωρικός μέσος, ο χωρικός διάμεσος και η χωρική κορυφή και οι οποίοι αντιστοιχούν ακριβώς στους δείκτες των μονο-μεταβλητών (uni-variable) κατανομών.

10.1.1.1 Χωρικός Μέσος

Η έννοια του χωρικού μέσου είναι αντίστοιχη με την έννοια του αριθμητικού μέσου ($\overline{x} = \sum^{n} x_i / n$). Συγκεκριμένα, εάν κάθε σημείο **i** στο χώρο περιγράφεται με τις δυο του συντεταγμένες (x_i, y_i), τότε οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου δίνονται από τους τύπους:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad , \quad \overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} \quad , \tag{10.1}$$

όπου: **n** είναι ο αριθμός των σημείων.

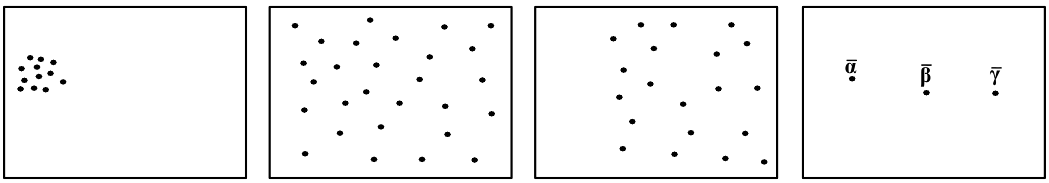
Αυτός ο χωρίς «βάρος» δι-μεταβλητός μέσος συνήθως αποκαλείται κεντροειδές. Στην περίπτωση που τα σημεία έχουν ένα συγκεκριμένο «βάρος» που τους αντιστοιχεί (π.χ. πληθυσμός), τότε ο χωρικός μέσος πρέπει να αντιστοιχίζεται με τον μέσο όρο αυτών των βαρών, οπότε:

$$\overline{x} = \sum_{i=1}^{n} x_i \, f_i \quad , \quad \overline{y} = \sum_{i=1}^{n} y_i \, f_i \quad , \tag{10.2}$$

όπου: $f_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}$, είναι το σχετικό βάρος

και P_i = είναι το βάρος των σημείων i (π.χ. ο πληθυσμός).

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά του χωρικού μέσου, καθώς και την εφαρμογή και χρησιμότητα που μπορεί αυτός να έχει στην ανάλυση χώρου, αξίζει να σημειωθούν τα εξής: Καταρχήν, ο χωρικός μέσος είναι εκείνη η θέση που πάνω σε έναν χάρτη μπορεί να δώσει την κατανομή συγκεντρωμένη, αντιπροσωπεύει δηλαδή μια μέση θέση. Αυτή η μέση θέση, παρουσιαζόμενη με τη μορφή ενός σημείου στο χάρτη, προμηθεύει τον ερευνητή με έναν δείκτη, που ουσιαστικά αντιπροσωπεύει μια εκτενή λίστα σημείων ή ένα χάρτη που αποτελούν την χωρική κατανομή. Επομένως, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του χωρικού μέσου είναι ότι δίνει τη δυνατότητα να παρατηρηθεί μια χωρική κατανομή που μεταβάλλεται διαχρονικά. Για παράδειγμα, αν οι κατανομές α, β και γ στο σχήμα 10.1 αντιπροσωπεύουν την κατανομή του πληθυσμού για διαφορετικές χρονικές περιόδους, τότε μπορεί να παρατηρηθεί η διαχρονική εξέλιξη του πληθυσμού ανάλογα με το προς τα πού τείνει κάθε φορά το «κέντρο βάρους» του πληθυσμού. Και το πιο σημαντικό είναι ότι αυτές οι μεταβολές του χωρικού μέσου μπορούν να συνδυαστούν και να ερμηνευθούν με τις κοινωνικές και οικονομικές εξελίξεις στον χώρο.



Σχήμα 10.1: *Χωρικά Πρότυπα και Χωρική Διασπορά*

Μια δεύτερη σημαντική χρησιμότητα του χωρικού μέσου είναι η σύγκριση κατανομών διαφορετικών φαινομένων στην ίδια περιφέρεια. Για παράδειγμα, η σύγκριση του συνολικού πληθυσμού (κατανομή γ) με υποδιαιρέσεις του, όπως τον γερασμένο (κατανομή α), και τον νεανικό πληθυσμό (κατανομή β). Οι διαφορετικές θέσεις των χωρικών μέσων για τις κατανομές αυτές, είτε σε μια δοσμένη χρονική στιγμή είτε διαχρονικά, δίνουν ενδείξεις για τις διαδικασίες που διαδραματίζονται στον χώρο.

Επίσης ο χωρικός μέσος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαπιστωθούν διαφορές ανάμεσα σε περιφέρειες.

Από την άλλη μεριά, όμως, ο χωρικός μέσος δεν έχει καμιά έννοια, όταν παρουσιάζεται ως αριθμητική τιμή με τις δυο συντεταγμένες του. Έχει νόημα μόνο όταν παρουσιάζεται γραφικά στο χάρτη σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία της γεωγραφικής του κατανομής. Η θέση του χωρικού μέσου είναι «συνθετική», με την έννοια ότι μπορεί να είναι χωροθετημένος στη θάλασσα, για παράδειγμα, όταν μια σειρά από παράκτια σημεία μελετώνται. Επομένως, τα χωρικά χαρακτηριστικά του, σε σχέση με την χωρική κατανομή που αντιπροσωπεύει, πρέπει να μελετώνται με προσοχή. Ένα άλλο αποτέλεσμα της συνθετικής φύσης του χωρικού μέσου είναι η πιθανότητα ότι δυο διαφορετικές γεωγραφικές κατανομές μπορεί να «δώσουν» τον ίδιο χωρικό μέσο.

Ο χωρικός μέσος, εκτός από τα χωρικά αυτά χαρακτηριστικά, παρουσιάζει και σημαντικές στατιστικές ιδιότητες. Πραγματικά, με το να είναι επέκταση του μη χωρικού μονομεταβλητού μέσου, διατηρεί ειδικές σχέσεις με τις «ροπές» του, ή με άλλα λόγια ελαχιστοποιεί τη διασπορά των σημείων γύρω του. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη ροπή γύρω από τον χωρικό μέσο ισούται με μηδέν:

$$\sum_{i=1}^{n}\left(x_1-\overline{x}\right)=\sum_{i=1}^{n}\left(y_1-\overline{y}\right)=0 \quad (10.3)$$

Επιπλέον, η δεύτερη ροπή γύρω από τον μέσο όρο είναι ελάχιστη ή, με άλλα λόγια, το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων όλων των σημείων από το χωρικό μέσο είναι ελάχιστο (όταν ο χωρικός μέσος συγκρίνεται με οποιοδήποτε άλλο σημείο της χωρικής κατανομής-χάρτη).

$$\sum_{i=1}^{n}\left[\left(x_1-\overline{x}\right)^2+\left(y_1-\overline{y}\right)^2\right]=\min \quad (10.4)$$

Αυτή η ιδιότητα του χωρικού μέσου συντελεί στο να αποδίδεται μεγαλύτερη σπουδαιότητα στα απομακρυσμένα σημεία για την εύρεση της θέσης του, αφού με τον τετραγωνισμό των αποστάσεων από τον χωρικό μέσο, τα απομακρυσμένα σημεία αποκτούν μεγαλύτερο «βάρος» από τα πλησιέστερα. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τον ορισμό της τυπικής απόστασης, όπως θα δούμε παρακάτω. Αντίθετα, όμως, αυτή η υπέρμετρη συμμετοχή των απομακρυσμένων σημείων πολλές φορές δεν δίνει έναν ικανοποιητικό δείκτη της χωρικής κεντρικότητας, οπότε η χρήση του χωρικού διαμέσου είναι επιβεβλημένη. Μια άλλη στατιστική ιδιότητα του χωρικού μέσου είναι η συνδιασπορά του, στην περίπτωση της περιστροφής ή μετάθεσης του συστήματος των αξόνων. Στις περιπτώσεις αυτές, η θέση του χωρικού μέσου δεν μεταβάλλεται, μολονότι οι αριθμητικές τιμές των συντεταγμένων του αλλάζουν.

10.1.1.2 Χωρικός Διάμεσος

Ο δείκτης αυτός είναι ανάλογος με τον διάμεσο, στις μονοδιάστατες (μη-χωρικές) σειρές στοιχείων. Ο απλός διάμεσος είναι το μεσαίο στοιχείο, όταν όλα τα στοιχεία έχουν μπει σε σειρά ανάλογα με την αριθμητική τιμή τους. Έτσι, τα μισά στοιχεία είναι μεγαλύτερα από τον διάμεσο και τα άλλα μισά είναι μικρότερα.

Αν γίνει προσπάθεια να μεταφερθεί η έννοια του διάμεσου στον χώρο, με τρόπο ανάλογο με εκείνον της αναγωγής, από τον αριθμητικό μέσο στον χωρικό μέσο, υπάρχει το εξής πρόβλημα. Αν υπολογιστεί ο διάμεσος σε κάθε άξονα του συστήματος αναφοράς, προσδιορίζεται ένα σημείο στο χώρο ως χωρικός διάμεσος. Αν, όμως, περιστραφεί το σύστημα των συντεταγμένων, τότε προκύπτει ένας διαφορετικός χωρικός διάμεσος. Εδώ εντοπίζεται μια βασική διαφορά από τον χωρικό μέσο, που δεν επηρεάζεται από τυχόν περιστροφές του συστήματος αναφοράς. Το μειονέκτημα αυτό του χωρικού διαμέσου περιορίζει τη χρησιμότητά του στην χωρική ανάλυση.

Υπάρχει, όμως, τρόπος να βρεθεί ένας μοναδικός χωρικός διάμεσος, χρησιμοποιώντας ένα διαφορετικό ορισμό, σε συνδυασμό με άλλες ουσιαστικές έννοιες, όπως την απόλυτη απόκλιση $|x_i - x_\delta|$ και $|y_i - y_\delta|$. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, ο διάμεσος έχει το χαμηλότερο άθροισμα των απολύτων αποκλίσεων, σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη θέση. Αυτή είναι μια ιδιότητα που έχει και ο μη χωρικός διάμεσος και επιβεβαιώνεται μαθηματικά. Έτσι, ο νέος ορισμός του διάμεσου είναι ότι αποτελεί τη θέση όπου ελαχιστοποιείται το άθροισμα των απολύτων αποκλίσεων, δηλαδή:

$$\sum_{i=1}^{n} |x_i - x_\delta| + |y_i - y_\delta| = \min \qquad (10.5)$$

Εδώ εντοπίζεται μια μικρή διαφορά σε σχέση με τον χωρικό μέσο, που έχει την ιδιότητα να ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων, που και αυτό επιβεβαιώνεται μαθηματικά. Ο χωρικός διάμεσος, όπως ορίστηκε παραπάνω, δεν επηρεάζεται από την περιστροφή του συστήματος αναφοράς, αλλά ο υπολογισμός του είναι σχετικά δύσκολος, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται βάρη για τα σημεία. Η εξίσωση που πρέπει να ελαχιστοποιηθεί είναι:

$$\min \sum_{i=1}^{n} d_{i\delta} = \sum_{i=1}^{n} \sqrt{(x_i - x_\delta)^2 + (y_i - y_\delta)^2} \qquad (10.6)$$

όπου: $\mathbf{d_{i\delta}}$ = η απόσταση μεταξύ του χωρικού διάμεσου **δ** και του σημείου **i**.

Συνήθως το πρόβλημα επιλύεται επαγωγικά με τη βοήθεια Η/Υ, δηλαδή η λύση βρίσκεται με διαδοχικές προσεγγίσεις.

Μια κλασική χρήση του χωρικού διάμεσου είναι στο πρόβλημα του Weber. Το πρόβλημα του Weber είναι να βρεθεί η θέση ενός εργοστασίου ώστε να ελαχιστοποιείται το μεταφορικό κόστος ανάμεσα σε πηγές πρώτων υλών και την αγορά. Αν γίνουν μερικές απλοποιητικές παραδοχές, όπως ότι η απόσταση συνδέεται κατευθείαν με το μεταφορικό κόστος και ότι τα βάρη στα σημεία αντιπροσωπεύουν ή βάρος των πρώτων υλών ή βάρος του τελικού προϊόντος, τότε σημαίνει ότι το να αναζητείται μια βέλτιστη θέση για το εργοστάσιο είναι ως να αναζητείται ο χωρικός διάμεσος.

10.1.1.3 Χωρική Κορυφή

Ως κορυφή ορίζεται το υψηλότερο σημείο στο διάγραμμα των συχνοτήτων, όταν παρατηρούνται μονοδιάστατα φαινόμενα. Στον χώρο, η κορυφή είναι το σημείο με την ψηλότερη συχνότητα και αποτελεί μια από τις ευκολότερες μετρήσεις της χωρικής κεντρικότητας.

10.1.2 Δείκτες Χωρικής Διασποράς

Ακριβώς όπως είναι σχεδόν άχρηστο να χρησιμοποιείται ο αριθμητικός μέσος σε μια μη-χωρική σειρά δεδομένων, χωρίς τη συμπληρωματική μέτρηση της διασποράς (διακύμανση, τυπική απόκλιση), έτσι και η χρήση της μέτρησης της χωρικής κεντρικότητας είναι περιορισμένη, όταν δεν συνοδεύεται από μια μέτρηση της διασποράς γύρω από αυτήν.

Ο βαθμός χωρικής διασποράς (ή συγκέντρωσης) μιας χωρικής κατανομής σημείων μπορεί να υπολογιστεί αναφορικά με ένα από τα παρακάτω κριτήρια:

- Διασπορά σε σχέση με τον χωρικό μέσο ή χωρικό διάμεσο.
- Διασπορά σε σχέση με ένα άλλο, ορισμένο, σημείο (π.χ. το κέντρο μιας πόλης)
- Διασπορά σημείων μεταξύ τους, δηλαδή διασπορά κάθε σημείου σε σχέση με όλα τα άλλα.

Στην επόμενη ενότητα θα ασχοληθούμε με μετρήσεις της διασποράς μεταξύ σημείων. Προς το παρόν θα ασχοληθούμε με τον πρώτο τύπο διασποράς.

10.1.2.1 Τυπική απόσταση

Η μέτρηση της χωρικής διασποράς σε σχέση με τον χωρικό μέσο είναι η τυπική απόσταση που δίνεται από τον τύπο:

$$\mathrm{TA} = \sqrt{\frac{\sum d_{im}^2}{n}} \qquad (10.7)$$

όπου: ΤΑ = τυπική απόκλιση

d_{im} = η απόσταση από το σημείο i μέχρι τον χωρικό μέσο m.

Για την περίπτωση που χρησιμοποιούνται βάρη:

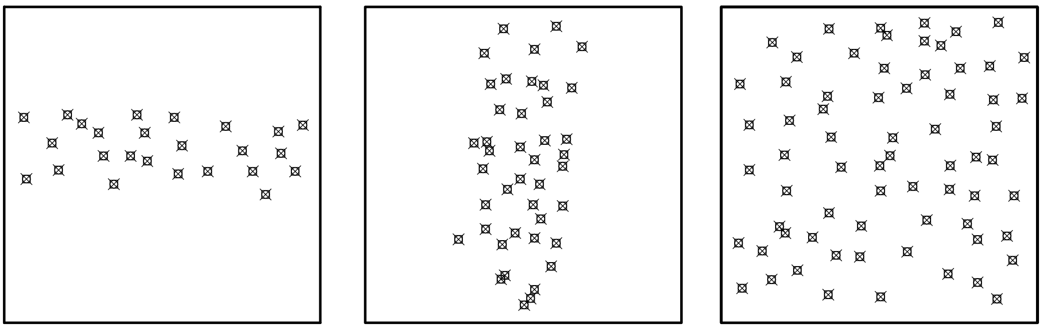
$$\mathrm{TA} = \sqrt{\sum f_i\, d_{im}^2} \quad \text{και} \qquad (10.8)$$

$$d_{im}^2 = \left(x_i - \overline{x}\right)^2 + \left(y_i - \overline{y}\right)^2 \qquad (10.9)$$

Εναλλακτικά, η τυπική απόσταση μπορεί να υπολογιστεί από τις δυο διασπορές, που προκύπτουν χωριστά για κάθε έναν από τους δυο άξονες συντεταγμένων του χάρτη (αφού προηγουμένως έχει βρεθεί ο χωρικός μέσος σε κάθε άξονα) ως εξής:

$$\mathrm{TA} = \sqrt{s_y^2 + s_x^2} \tag{10.10}$$

Βέβαια, και η τιμή της χωρικής διασποράς για κάθε άξονα μπορεί να δώσει ενδεικτικές αλλά περιγραφικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, η κατανομή στο σχήμα 10.2α φανερώνει ότι υπάρχει μια μεγάλη χωρική διασπορά ως προς τον άξονα X και σχετικά μικρή ως προς τον άξονα Y. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του σχήματος 10.β, η διασπορά ως προς τον άξονα Y είναι σαφώς εντονότερη από αυτής ως προς τον άξονα X. Τέλος, η κατανομή των σημείων στο σχήμα 10.2γ δείχνει ότι η χωρική διασπορά είναι πρακτικά η ίδια και ως προς τον X και ως προς τον Y.



(α) (β) (γ)

Σχήμα 10.2: *Διαφοροποίηση χωρικής διασποράς κατά άξονα συντεταγμένων.*

Πρέπει να σημειωθεί ότι, ενώ ο χωρικός μέσος έχει περισσότερο νόημα ως παράσταση σε ένα χάρτη παρά ως απλή αριθμητική τιμή, με την τυπική απόκλιση συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Γι’ αυτό και οι έννοιες της χωρικής κεντρικότητας, και διασποράς, ιδιαίτερα του χωρικού μέσου και της τυπικής απόκλισης, είναι αλληλοσυμπληρούμενες.

Η μέτρηση της διασποράς έχει διάφορες εφαρμογές στην ανάλυση χώρου. Η μελέτη της διαχρονικής μεταβολής της τυπικής απόστασης μπορεί να δώσει ενδείξεις για τις διαδικασίες που συνέβησαν στο χώρο (π.χ. μεγάλη χωρική διασπορά του πληθυσμού γύρω από τον χωρικό μέσο υποδεικνύει τα πρώτα στάδια αστικοποίησης, ενώ η διαχρονική μείωσή της μπορεί να υποδηλώνει τάσεις αστυφιλίας. (αναφερόμενοι πάντα σε συγκεκριμένη περιφέρεια). Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις όπου η τυπική απόσταση είναι πολύ πιο χρήσιμη από το χωρικό μέσο, όπως είναι η ανάλυση εμπορικών λειτουργιών μέσα στις πόλεις. Συγκεκριμένα, ορισμένες λειτουργίες έχουν πολύ διαφορετική κατανομή: άλλες είναι διεσπαρμένες (π.χ. καταστήματα τροφίμων), ενώ άλλες είναι συγκεντρωμένες (π.χ. ασφαλιστικές επιχειρήσεις, εμπορικά κέντρα). Ο χωρικός μέσος μπορεί να είναι ο ίδιος και για τις δυο κατηγορίες λειτουργιών (κάτι που εξαρτάται και από την επιφάνεια που καταλαμβάνει η πόλη), ενώ η τυπική απόσταση θα διαφέρει σημαντικά και θα είναι μεγαλύτερη για τις διασπαρμένες λειτουργίες απ' ότι για τις συγκεντρωμένες. Επομένως, η τυπική απόσταση στην περίπτωση αυτή δίνει καλύτερη περιγραφή της χωρικής πραγματικότητας από τον χωρικό μέσο.

Η τυπική απόσταση μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για συγκριτικές μελέτες χρησιμοποιώντας τη **σχετική διασπορά**. Συγκεκριμένα, αν συγκρίνονται οι κατανομές μιας μεταβλητής σε δυο περιφέρειες διαφορετικού μεγέθους, τότε οι διαφορές στις αντίστοιχες διασπορές θα αντανακλούν περισσότερο διαφορές στο μέγεθος των περιφερειών, παρά διαφορές στην κατανομή της μελετώμενης μεταβλητής. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται η σχετική διασπορά (ΣΔ), που ορίζεται ως:

$$\Sigma\Delta_x = \frac{\mathrm{TA_X}}{r_x} \tag{10.11}$$

όπου: **x** = μελετώμενη μεταβλητή.

r_x = ακτίνα της περιοχής, αν υποθέσουμε ότι την μετασχηματίζουμε σε ισοδύναμο κύκλο.

Με παρόμοιο τρόπο, όταν η κατανομή μιας συγκεκριμένης μεταβλητής συνδέεται με την κατανομή μιας άλλης (π.χ. η θέση μιας αστικής λειτουργίας συνδέεται με την πληθυσμιακή κατανομή) και υπάρχει ανάγκη να συγκριθούν πόλεις ως προς την κατανομή της παραπάνω αστικής λειτουργίας, τότε χρησιμοποιείται μια άλλη έκφραση της σχετικής διασποράς:

$$\Sigma\Delta_x = \frac{\mathrm{TA}_x}{\mathrm{TA}_\pi} \tag{10.12}$$

όπου: TA_x = τυπική απόσταση της μεταβλητής αστική λειτουργία **x**

TA_π = τυπική απόσταση του πληθυσμού της πόλης **π**.

Τέλος, κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν ορισμένα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά όλων αυτών των δεικτών. Πρώτο χαρακτηριστικό είναι ότι ο χωρικός μέσος και η τυπική απόσταση υπολογίζονται από τις μετρήσεις όλων των αντικειμένων που εξετάζονται. Επομένως, έρχονται σε αντίθεση με την έννοια της κορυφής. Έτσι, αν είναι γνωστό ότι μια θέση είναι στην κορυφή μιας κατανομής (π.χ. η κορυφή της πληθυσμιακής κατανομής της Ελλάδας είναι η Αθήνα, αφού εκεί αναμένεται η μεγαλύτερη συχνότητα του πληθυσμού). Δεν συμβαίνει το ίδιο με τον χωρικό μέσο που είναι πιθανό να βρίσκεται, για την παραπάνω περίπτωση, σε ακατοίκητη περιοχή. Επομένως, από τον χωρικό μέσο αναμένεται μακροσκοπική πληροφορία και όχι οι ιδιαιτερότητες μικρών περιοχών.

Δεύτερο χαρακτηριστικό του χωρικού μέσου που προκύπτει από το πρώτο, είναι ότι αφού εξαρτάται από όλα τα μέλη ενός πληθυσμού, είναι πολύ ευαίσθητος στις οποιεσδήποτε αλλαγές του πληθυσμού αυτού, και αυτός είναι ο λόγος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή διαχρονικών μεταβολών του πληθυσμού. Σε αντίθεση, η χωρική κορυφή δεν είναι καθόλου ευμετάβλητη αναφορικά με τις πληθυσμιακές μεταβολές και μπορεί να διατηρείται η ίδια για πολύ μεγάλες χρονικές περιόδους. Όπως και ο χωρικός μέσος, έτσι και η τυπική απόσταση υπολογίζεται από τα τετράγωνα των αποστάσεων των μελών του πληθυσμού από τον χωρικό μέσο. Επομένως, η τιμή της επηρεάζεται σημαντικά από τις απομακρυσμένες θέσεις και είναι επίσης ευαίσθητη στις μεταβολές του πληθυσμού. Αυτό το χαρακτηριστικό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και μπορεί να αξιοποιηθεί σε προβλήματα πολεοδομικού και περιφερειακού σχεδιασμού, επειδή αντανακλά έντονα τις ανισότητες στο χώρο.

10.2 ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ

Το ενδιαφέρον για τα πρότυπα που παρατηρούνται στο χώρο δεν είναι πρόσφατο. Έτσι, ο πληθυσμός, οι οικισμοί και άλλα φαινόμενα ή οι ανθρώπινες δραστηριότητες από παλιά περιγράφονται με όρους όπως «πυκνά», «αραιά», «συγκεντρωμένα» ή «ομοιόμορφα» κατανεμημένα. Την δεκαετία του ’60 μεγάλη προσοχή είχε δοθεί στη δημιουργία ενός ακριβούς μαθηματικού τρόπου για την περιγραφή των χωρικών κατανομών (πρότυπα). Πραγματικά, η δουλειά των Dacey (1962, 1964) και Rogers (1969), που έδειξαν ότι οι δείκτες της χωρικής διασποράς σημείων μεταξύ τους μπορούν να αποτελέσουν κριτήρια ελέγχου των χωρικών κατανομών, έδωσε το έναυσμα για τη δημιουργία μεθόδων ακριβούς περιγραφής των χωρικών προτύπων.

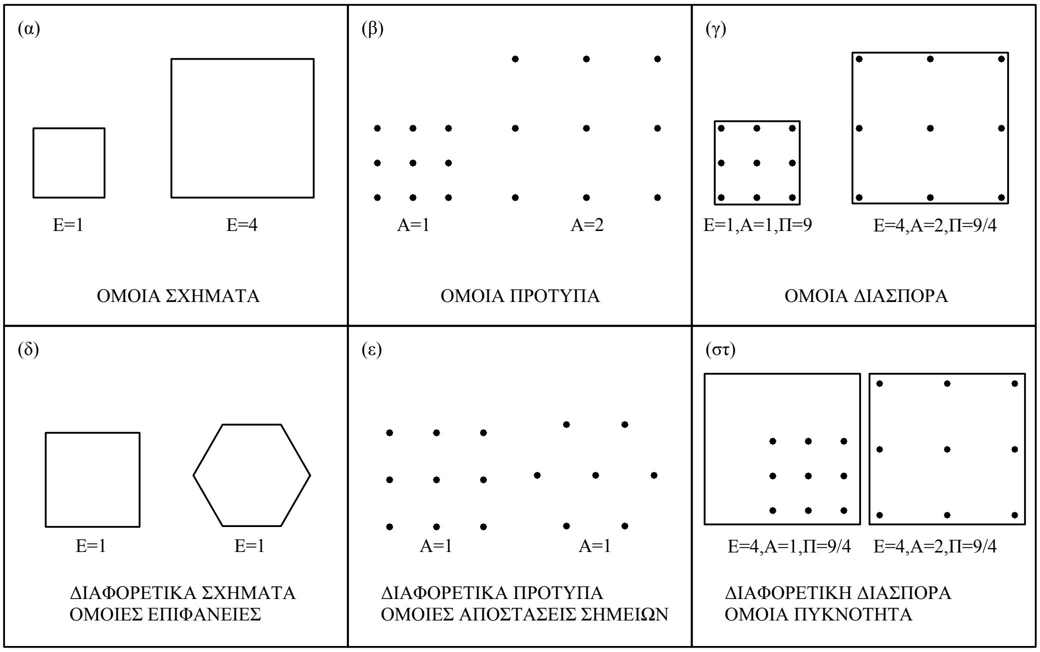
Καταρχάς, πρέπει να τονιστεί ότι κάθε χωρικό πρότυπο, σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο, είναι το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας μέσα σε ένα ευρύτερο χώρο και χρόνο. Γι’ αυτό η ανάλυση της χωρικής διασποράς θα πρέπει να εναρμονίζεται πάντοτε με κάποια εκτίμηση για την εξέλιξη που δημιούργησε το χωρικό πρότυπο. Έτσι, εξετάζοντας ένα χάρτη που αποτελεί μια στατική απεικόνιση της πραγματικότητας σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, πρέπει να προσεγγίζουμε την περιγραφή του με έννοιες που συνδέονται με διαδικασίες στο χώρο. Οι έννοιες, όμως, αυτές σχετίζονται με τη θεωρία των πιθανοτήτων και, επομένως, πρέπει να εκτιμούνται και να αξιολογούνται με βάση τις στατιστικές κατανομές.

Τέλος, για μια αποδοτική χρήση των διαφόρων μεθόδων ανάλυσης των χωρικών προτύπων, οι οποίες θα εξεταστούν παρακάτω, είναι αναγκαίο να γίνει απόλυτα κατανοητή η έννοια του **χωρικού προτύπου** και πώς αυτή διαφέρει από τις έννοιες **σχήμα** και **χωρική διασπορά**. Κάθε διάταξη σημείων (αντικείμενα, φαινόμενα, δραστηριότητες κ.λπ.) στο χώρο διαθέτει αυτές τις ιδιότητες οι οποίες σύμφωνα με τον Rogers (1974), ορίζονται ως εξής:

- **Σχήμα**: Είναι ένα δισδιάστατο χαρακτηριστικό μιας χωρικής τακτοποίησης, που ορίζεται από μια κλειστή καμπύλη και η οποία περικλείει μια συλλογή αντικειμένων και αντιπροσωπεύει τη χωρική μέτρηση ης κατανομής τους.
- **Χωρικό Πρότυπο**: Είναι ένα χαρακτηριστικό μηδενικής διάστασης μιας χωρικής τακτοποίησης, η οποία περιγράφει τη θέση στο χώρο ενός συνόλου αντικειμένων σε σχέση με τα άλλα.
- **Χωρική Διασπορά**: Είναι ένα μονοδιάστατο χαρακτηριστικό μίας χωρικής τακτοποίησης, που μετρά την απόσταση μεταξύ ενός συνόλου αντικειμένων σε σχέση με ένα συγκεκριμένο σχήμα μιας δοσμένης επιφάνειας (περιοχής).

Επομένως, η χωρική διασπορά είναι ένα χαρακτηριστικό ενός χωρικού προτύπου, το οποίο είναι χωροθετημένο μέσα σε ένα καθορισμένο σχήμα με μια δοσμένη πυκνότητα.

Η γραφική απεικόνιση των παραπάνω δίνεται στο σχήμα 10.3, όπου: στο **α** φαίνονται



Ε: Επιφάνεια, Α: Απόσταση Σημείων, Π: Πυκνότητα

Σχήμα 10.3: *Χωρικά Πρότυπα και Χωρική Ανάλυση* δυο ίδια σχήματα με διαφορετική επιφάνεια, στο **β** δύο ίδια χωρικά πρότυπα με διαφορετική απόσταση από το κοντινότερο γειτονικό σημείο και στο **γ** δυο όμοιες χωρικές διασπορές με διαφορετικές πυκνότητες. Τα σχήματα **δ**, **ε** και **στ** απεικονίζουν τα ακριβώς αντίστροφα παραδείγματα με αυτά των **α**, **β** και **γ**. Πιο συγκεκριμένα, στο **δ** υπάρχουν διαφορετικά σχήματα με την ίδια επιφάνεια, στο **ε** διαφορετικά χωρικά πρότυπα αλλά ίσες αποστάσεις από το κοντινότερο σημείο και στο **στ** διαφορετικές χωρικές διασπορές με την ίδια πυκνότητα.

Η ανάλυση της χωρικής διασποράς σημείων, με δεδομένο ότι για κάθε σημείο υπάρχουν στοιχεία που αναφέρονται σε ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά, μπορεί να προσεγγιστεί με δυο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση εξετάζεται το χωρικό πρότυπο που προκύπτει από την ίδια τη θέση των σημείων (π.χ. πώς σχετίζεται μια θέση σε σχέση με μια άλλη) και όχι οι τιμές που έχουν τα σημεία αυτά. Στην δεύτερη περίπτωση, η θέση των σημείων που εξετάζονται θεωρείται δεδομένη και η έμφαση δίνεται στο χωρικό πρότυπο που δημιουργείται από τις τιμές του υπό εξέταση χαρακτηριστικού. Ως αποτέλεσμα, δημιουργούνται δυο είδη χωρικών στοιχείων που οδηγούν σε δυο διαφορετικούς τρόπους χωρικής ανάλυσης. Στην πρώτη προσέγγιση αναφερόμαστε στην ανάλυση της χωρικής διασποράς της θέσης των σημείων και χρησιμοποιούνται κυρίως οι τεχνικές της ανάλυσης του καννάβου και της απόστασης μεταξύ σημείων, ενώ στην δεύτερη προσέγγιση εστιαζόμαστε στην χωρική διασπορά των τιμών μιας σημειακής κατανομής που θα εξεταστούν στο κεφάλαιο 12, όπου η τιμή κάθε σημείου αντιπροσωπεύει μια περιοχή, και στο κεφάλαιο 13, όπου οι τιμές μεταβάλλονται συνεχώς στο χώρο.

10.3 ΚΑΝΝΑΒΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

10.3.1 Ανάλυση Καννάβου (Quadrat Analysis)

Η παρατήρηση ενός χάρτη με συγκεντρώσεις σημείων οδηγεί στη διαπίστωση ότι η πυκνότητα των σημείων διαφοροποιείται στον χώρο (αν και υπάρχουν περιπτώσεις, όπως θα δούμε παρακάτω, όπου η πυκνότητα των σημείων είναι ομοιόμορφη). Αυτές οι ποιοτικές παρατηρήσεις μπορούν να μετατραπούν σε ποσοτικές εκφράσεις του χωρικού προτύπου που παρουσιάζεται στον συγκεκριμένο χάρτη. Η μετατροπή αυτή γίνεται αναλύοντας την πυκνότητα των σημείων ή τη συχνότητα εμφάνισής τους σε διαφορετικές θέσεις. Αυτή ακριβώς είναι η στρατηγική της μελέτης χωρικών προτύπων με την τεχνική της ανάλυσης καννάβου.

10.3.1.1 Τυχαία Χωρική Διαδικασία

Η βάση της μεθόδου αυτής είναι η τυχαία χωρική διαδικασία που παράγει και τα αντίστοιχα τυχαία χωρικά πρότυπα. Ως τυχαία διαδικασία στον χώρο ορίζεται η χωρική διαδικασία εμφάνισης σημείων σε διάφορες θέσεις, που ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες:

- **Ίση πιθανότητα:** Κάθε σημείο έχει την ίδια πιθανότητα εμφάνισης σε οποιαδήποτε θέση του χώρου.
- **Ανεξαρτησία:** Η θέση ενός σημείου στον χώρο είναι ανεξάρτητη από τη θέση κάθε άλλου σημείου.
- **Όρια:** Καμιά περιφέρεια δεν περιέχει αρνητικό αριθμό σημείων και μια περιφέρεια με μηδενική έκταση δεν περιέχει σημεία.

Αν εξεταστεί σε ένα χάρτη (επιφάνειας **Α**) μια μικρή περιοχή μοναδιαίου εμβαδού **Δ** και ο χάρτης έχει **ν** χωρικές μονάδες και **n** είναι τα σημεία στον χάρτη, τότε η πιθανότητα να βρεθεί ένα και μόνο ένα από τα **n** σημεία στην μοναδιαία περιοχή **Δ**, ως αποτέλεσμα μιας τυχαίας χωρικής διαδικασίας, είναι **n/ν = λ**. Το **λ** είναι ουσιαστικά η χωρική πυκνότητα των σημείων, μιας και περιγράφει τον αριθμό των σημείων ανά χωρική μονάδα. Αν υποθέσουμε ότι η μονάδα **Δ** είναι τόσο μικρή, ώστε η πιθανότητα να βρεθούν σε αυτήν περισσότερα από ένα σημεία είναι ασήμαντη και τείνει στο μηδέν, καθώς το **ν** παίρνει μεγάλες τιμές, τότε η πιθανότητα να μην έχει η **Δ** κανένα σημείο είναι **1-(λ/ν)**. Επειδή, όμως, για **ν** χωρικές μονάδες υπάρχουν $\binom{\nu}{\mathrm{r}}$ τρόποι συνδυασμού **r** χωρικών μονάδων που η κάθε μια τους έχει ένα σημείο και επειδή κάθε τέτοιος συνδυασμός έχει πιθανότητα:

$$\left(\lambda/\nu\right)^{r}\left[1-\left(\lambda/\nu\right)\right]^{\nu-r} \tag{10.13}$$

Η πιθανότητα ότι **r** σημεία θα περιέχονται σε μια υποπεριοχή του **Α**, μετά από κατάλληλους μετασχηματισμούς της σχέσης 10.13, μπορεί να πάρει τη μορφή:

$$\mathrm{P}_{\mathrm{r}} = \mathrm{e}^{-\lambda}\, \lambda^{r}/r! \quad (\mathrm{r} = 0, 1, 2, \ldots,) \tag{10.14}$$

Η σχέση 10.14 δίνει τη γνωστή σε όλους μας κατανομή Poisson. Η κατανομή αυτή μπορεί να υπολογισθεί πλήρως με την εκτίμηση μιας μόνο παραμέτρου, της **λ**.

Για την κατανομή που ορίζεται από την εξίσωση 10.14, μπορούν να υπολογιστούν οι βασικοί στατιστικοί δείκτες. Η πρώτη ροπή που εκφράζει την αναμενόμενη μέση τιμή δίνεται:

$$\mathrm{E}\left(\mathrm{r}\right) = \mu = \sum_{\mathrm{r}=0}^{\infty} \mathrm{e}^{-\lambda} \frac{\lambda^{\mathrm{r}}}{\mathrm{r}!} = \lambda \sum_{\mathrm{r}=1}^{\infty} \mathrm{e}^{-\lambda} \frac{\lambda^{\mathrm{r-1}}}{\left(\mathrm{r-1}\right)\ !} = \lambda \tag{10.15}$$

ενώ η δεύτερη ροπή δίνεται:

$$E\left(r^2\right)=\sum_{r=0}^{\infty} r^2 \cdot e^{-\lambda} \frac{\lambda^r}{r!}=\sum_{r=0}^{\infty} r\left(r\text{-}1\right) e^{-\lambda} \frac{\lambda^r}{r\,!}+\sum_{r=0}^{\infty} e^{-\lambda} \frac{\lambda^r}{r\,!}= \\ =\lambda^2 \sum_{r=2}^{\infty} e^{-\lambda} \frac{\lambda^{r-2}}{\left(r-2\right)\,!}+\lambda=\lambda^2+\lambda \tag{10.16}$$

Επομένως, η διασπορά της κατανομής Poisson είναι:

$$\sigma^2=E\left(r^2\right)-\left[E\left(r\right)\right]^2=\lambda^2+\lambda-\lambda^2=\lambda \tag{10.17}$$

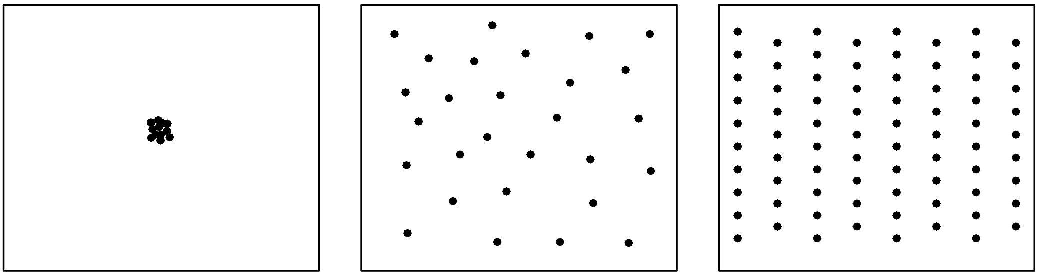
Δηλαδή, στην κατανομή Poisson ο μέσος όρος και η διασπορά έχουν την ίδια τιμή, την **λ**.

Επομένως, από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η μαθηματική έκφραση μιας τυχαίας χωρικής διαδικασίας, που έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση στο χώρο ενός τυχαίου χωρικού προτύπου, δίνεται από την κατανομή Poisson. Αυτό εκφραζόμενο διαφορετικά δηλώνει ότι, αν μια χωρική κατανομή σημείων συμπίπτει με την **κατανομή Poisson**, τότε μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διασπορά (χωρικό πρότυπο) των σημείων αυτών είναι τυχαία.

10.3.1.2 Ομοιόμορφη και Υψηλά Ομαδοποιημένη Χωρική Διαδικασία

Η τυχαία χωρική διαδικασία, που παράγει τυχαία χωρικά πρότυπα, δεν έχει από μόνη της ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αλλά αποτελεί ένα σημείο εκκίνησης για να μελετηθούν μη τυχαίες χωρικές διαδικασίες. Επομένως, και η κατανομή Poisson μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέτρο σύγκρισης για το αν μια χωρική κατανομή είναι τυχαία ή όχι. Στην ανάλυση χώρου, εκτός από την τυχαία χωρική κατανομή, ενδιαφέρον έχουν η **ομοιόμορφη** (regular) και η **υψηλά ομαδοποιημένη** (clustered) κατανομή (σχήμα 10.4). Στην πραγματικότητα βέβαια υπάρχουν και ενδιάμεσες κατανομές.

Η ομοιόμορφη κατανομή, που παράγει ένα ομοιόμορφο πρότυπο (ίση πυκνότητα των σημείων στον χώρο), είναι αποτέλεσμα μιας συγκεκριμένης χωρικής διαδικασίας που είναι **η ανταγωνιστική**. Στην ανταγωνιστική διαδικασία τα αντικείμενα, φαινόμενα, δραστηριότητες κ.λπ τοποθετούνται στον χώρο με τέτοιο τρόπο, ώστε να απέχουν όσο το δυνατό περισσότερο το ένα από το άλλο. Το αποτέλεσμα είναι η ομοιόμορφη κατανομή των σημείων στο χώρο. Ένα παράδειγμα τέτοιας χωρικής διαδικασίας είναι η χωροθέτηση καταστημάτων που εξυπηρετούν τις ανάγκες μιας γειτονιάς (π.χ. μπακάλικα). Είναι λογικό ότι τα καταστήματα αυτά θα τείνουν να έχουν τέτοια απόσταση μεταξύ τους, που να εξασφαλίζει την αναγκαία πελατεία για την οικονομική επιβίωσή τους. Πρέπει να



ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΜΕΝΗ **ΤΥΧΑΙΑ** **ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗ**

Σχήμα 10.4: *Βασικοί Τύποι Χωρικών Προτύπων*

σημειωθεί, δηλαδή, ότι σε καμιά περίπτωση η εγκατάσταση ενός καταστήματος δεν είναι ανεξάρτητη από τη θέση ενός άλλου που προϋπάρχει, άρα η διαδικασία δεν είναι τυχαία. Χαρακτηριστικό γεωγραφικό μοντέλο που στηρίζεται στην ανταγωνιστική διαδικασία στο χώρο, είναι το μοντέλο Crystaller, που αφορά τη χωροθέτηση κέντρων παροχής υπηρεσιών και καταλήγει σε ένα σύστημα εξαγώνων στο χώρο.

Όπως αποδείχθηκε ότι στην τυχαία χωρική διαδικασία αντιστοιχεί η κατανομή Poisson, με ανάλογο τρόπο μπορεί να αποδειχθεί ότι η ομοιόμορφη χωρική διαδικασία αντιστοιχεί στην **διωνυμική** κατανομή. Πραγματικά, εάν υποτεθεί ότι η πιθανότητα ενός σημείου να βρίσκεται σε ένα φατνίο καννάβου, μεταβάλλεται αντίστροφα με τον αριθμό των σημείων που βρίσκονται ήδη στο φατνίο (δηλαδή μειώνεται όσο ο αριθμός των υπαρχόντων σημείων αυξάνει), τότε η χωρική διασπορά είναι ομοιόμορφη και εκφράζεται από διωνυμική κατανομή:

$$P_r = \binom{n}{r} p^r q^{n-r} \tag{10.18}$$

όπου: **n** = είναι ο συνολικός αριθμός των σημείων

r = τα σημεία στο φατνίο του καννάβου

Επομένως, αν μια σημειακή χωρική κατανομή συμπίπτει με τη διωνυμική κατανομή, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διασπορά (χωρικό πρότυπο) των σημείων αυτών είναι ομοιόμορφη.

Στην διωνυμική κατανομή, όπως και στην κατανομή Poisson, μόνο μια παράμετρος, η **p**, χρειάζεται να εκτιμηθεί για τον πλήρη καθορισμό της.

Μια τρίτη σημαντική χωρική διαδικασία είναι η **ελκυστική** (contagious) διαδικασία, που είναι ακριβώς αντίθετη από την ανταγωνιστική. Η ελκυστική διαδικασία εμφανίζεται στις περιπτώσεις που κάποια ιδιότητα μεταδίδεται μεταξύ των σημείων με τέτοιο τρόπο, ώστε η μετάδοση αυτή να διευκολύνεται από τις μικρές αποστάσεις μεταξύ των σημείων. Ως αποτέλεσμα, στην κατανομή που προκύπτει, τα σημεία τείνουν να είναι το ένα κοντά στο άλλο και οδηγούν στο **ομαδοποιημένο ή συγκεντρωμένο** (clustered) χωρικό πρότυπο. Κλασικό γεωγραφικό μοντέλο που στηρίζεται στην ελκυστική διαδικασία είναι το μοντέλο της χωρικής διάχυσης (spatial diffusion).

Με ανάλογο τρόπο, όπως και στις προηγούμενες διαδικασίες, μπορεί να αποδειχτεί ότι στην ελκυστική χωρική διαδικασία αντιστοιχεί η **αρνητική διωνυμική** κατανομή. Αν υποθέσουμε ότι η πιθανότητα ενός σημείου να βρίσκεται σε ένα φατνίο συνδέεται ευθέως με τον αριθμό των σημείων που βρίσκονται ήδη στο φατνίο (αυξάνει καθώς ο αριθμός των υπαρχόντων σημείων στο φατνίο αυξάνει), τότε αναφερόμαστε σε ομαδοποιημένη κατανομή, που αντιπροσωπεύεται κυρίως από την αρνητική διωνυμική κατανομή με την εξίσωση:

$$\mathrm{P}_r = \binom{\mathrm{r+k-1}}{\mathrm{k}} \mathrm{p^r q^k} \tag{10.19}$$

όπου: **q** και **k** είναι οι δυο παράμετροι που πρέπει να εκτιμηθούν για να οριστεί πλήρως η κατανομή.

Επομένως, σε αναλογία με τα προηγούμενα, αν μια σημειακή χωρική κατανομή συμπίπτει με την αρνητική διωνυμική κατανομή, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διασπορά (χωρικό πρότυπο) των σημείων αυτών είναι υψηλά ομαδοποιημένη. Επιπλέον, όμως, το αρνητικό δυωνυμικό μοντέλο έχει χρησιμοποιηθεί συχνά ως μέσο σύγκρισης για μοντέλα χωρικής διάχυσης (π.χ. διάδοση πληροφοριών, νεωτερισμών κ.λπ.). Στα μοντέλα αυτά παρατηρούμε ότι η παράμετρος **k** μπορεί να θεωρηθεί ως κλίμακα διάχυσης, επειδή οι υψηλές τιμές του **k** σημαίνουν φατνία με υψηλή συχνότητα (αριθμό) σημείων. Είναι φανερό ότι σε κάθε χρονική στιγμή, όσο πιο υψηλές συχνότητες υπάρχουν τόσο γρηγορότερα έχει εξαπλωθεί η διάχυση.

Μετά την περιγραφή των τριών βασικών χωρικών διαδικασιών (τυχαία, ομοιόμορφη, ομαδοποιημένη) και τις αντίστοιχες θεωρητικές κατανομές μπορεί να παρουσιαστεί η διαδικασία ανάλυσης καννάβου, η οποία οδηγεί στην αξιολόγηση του χωρικού προτύπου μιας κατανομής. Για την συγκεκριμένη διαδικασία υπάρχουν δυο τρόποι προσέγγισης: με **θεωρητικές κατανομές** και με τον **δείκτη** $\mathbf{s^2/M}$.

10.3.1.3 Έλεγχος Χωρικών Κατανομών με Βάση τις Θεωρητικές Κατανομές

Η διαδικασία ελέγχου των χωρικών κατανομών είναι σχετικά απλή και έχει ως εξής: Η περιοχή μελέτης χωρίζεται με ένα κάνναβο σε ένα σύστημα ορθογωνίων φατνίων ίσου μεγέθους. Επειδή το μέγεθος των φατνίων παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στα αποτελέσματα που θα προκύψουν, η επιλογή του απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Ο Rogers (1969) έχει δείξει ότι το βέλτιστο μέγεθος ενός φατνίου πρέπει να είναι εκείνο που μεγιστοποιεί την ισχύ του κριτηρίου $\mathbf{x^2}$ (x^2 test) για ένα δοσμένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Ένας πιο εμπειρικός και εύχρηστος κανόνας έχει προταθεί από τους Curtis και Mcintosh (1950). Ο εμπειρικός αυτός κανόνας καθορίζει ότι το βέλτιστο μέγεθος ενός φατνίου πρέπει να είναι το διπλάσιο της μέσης επιφάνειας ανά σημείο. Συγκεκριμένα, **2A/n**, όπου **A** η συνολική επιφάνεια. Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι οι εμπειρικές εφαρμογές δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, όταν το μέγεθος του φατνίου κυμαίνεται, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες, μεταξύ **A/n** και **2A/n** (Taylor, 1977).

Με βάση τον κάνναβο που δημιουργείται με τον παραπάνω τρόπο, μπορούμε να καθορίσουμε την κατανομή των συχνοτήτων εμφάνισης φατνίων με 0,1,2 κ.λπ. σημεία, που αποτελεί και την παρατηρούμενη χωρική κατανομή των σημείων. Τα ίδια τα δεδομένα αποτελούν και τη βάση για τον καθορισμό των θεωρητικών κατανομών. Δηλαδή, η διεθνής βιβλιογραφία έχει δείξει ότι ορισμένα μεγέθη μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εκτιμητές των παραμέτρων που ορίζουν τις κατανομές αυτές. Ειδικότερα, για την κατανομή Poisson, ως εκτιμητής της παραμέτρου **λ**, χρησιμοποιείται η μέση τιμή **M**, που είναι ο λόγος του συνολικού αριθμού των σημείων διά του αριθμού των φατνίων (**M = n/v**). Με βάση την τιμή αυτή και με τη βοήθεια των πινάκων, για την κατανομή Poisson, μπορεί να καθοριστεί πλήρως η κατανομή Poisson που αναμένεται θεωρητικά. Στην περίπτωση της διωνυμικής κατανομής, η παράμετρος **p** μπορεί να εκτιμηθεί από τον λόγο **M/n**. Η τιμή **p** καθώς και το **n** καθορίζουν, από τους αντίστοιχους πίνακες της διωνυμικής κατανομής, την αναμενόμενη θεωρητική κατανομή. Όσον αφορά την αρνητική δυωνυμική κατανομή, που όπως αναφέραμε στα προηγούμενα, καθορίζεται από τις δυο παραμέτρους **k** και **p**, η διαδικασία εκτίμησής τους είναι αρκετά δύσκολη και χρονοβόρα. Βασικά υπάρχουν δυο μέθοδοι εκτίμησης: η μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelyhood) και η μέθοδος των ροπών. Η εκτίμηση με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας γίνεται βάσει των σχέσεων:

$$-\log\left(\mathrm{r}_o/\mathrm{n}\right)\hat{\mathrm{K}} = \log 1 + \left(\mathrm{M}/\mathrm{K}\right) \tag{10.20}$$

$$\mathrm{p} = \mathrm{K}/\,(\mathrm{M} + \hat{\mathrm{K}}) \tag{10.21}$$

Η εκτίμηση με τη μέθοδο των ροπών γίνεται βάσει των σχέσεων:

$$\mathrm{p} = \mathrm{M}/\mathrm{s}^2 \tag{10.22}$$

$$\hat{\mathrm{K}} = \mathrm{mp}(1-\mathrm{p}) \tag{10.23}$$

όπου: r_o: ο αριθμός των φατνίων χωρίς σημεία

$\hat{p}$, $\hat{K}$: εκτιμητές των p και K.

Με τον ίδιο τρόπο όπως και στα προηγούμενα, από το βιβλίο των πινάκων της αρνητικής διωνυμικής κατανομής, είναι δυνατό, με βάση τα $\hat{\mathbf{p}}, \hat{\mathbf{K}}$ και **n**, να ορισθεί η αναμενόμενη θεωρητική κατανομή.

Όταν οριστούν η παρατηρούμενη και οι αναμενόμενες θεωρητικές κατανομές, μπορούν να συγκριθούν. Το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης, που περιγράφεται παρακάτω, μας οδηγεί σε συμπεράσματα για τη μορφή του χωρικού προτύπου που παρατηρείται.

Η σύγκριση της θεωρητικής κατανομής με μια πραγματική (παρατηρούμενη) κατανομή γίνεται με στατιστικό έλεγχο, με τη βοήθεια μιας δειγματοληπτικής κατανομής. Γενικά, διακρίνονται έξι βασικά βήματα σε ένα στατιστικό έλεγχο:

1. Διατυπώνεται η μηδενική υπόθεση $\mathbf{H_o}$, που συνήθως είναι η αντίθετη από τη διερευνώμενη υπόθεση $\mathbf{H_1}$.
2. Επιλέγεται το κριτήριο (δειγματοληπτική κατανομή) που θα χρησιμοποιηθεί, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των κατανομών που συγκρίνονται και τις δυνατότητες που διαθέτει κάθε κριτήριο.
3. Ορίζεται το επίπεδο εμπιστοσύνης (100-α)% που θεωρείται αποδεκτό. Συνήθως χρησιμοποιείται α = 1 ή 5 ή 10.
4. Υπολογίζεται η τιμή που αντιστοιχεί στο κριτήριο που έχει επιλεγεί. Η παράμετρος αυτή υπολογίζεται από τα πραγματικά δεδομένα και πιο συγκεκριμένα:
   - Για το κριτήριο x^2 η τιμή που υπολογίζεται είναι η μέτρηση των διαφορών ανάμεσα στις κατανομές. Δηλαδή:

$$x^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{\left(\Pi_r - A_r\right)^2}{A_r} \qquad (10.24)$$

όπου: Π_r = παρατηρούμενος αριθμός φατνίων με r σημεία.
A_r = αναμενόμενος αριθμός φατνίων με r σημεία.

   - Για την περίπτωση του κριτηρίου t, η τιμή υπολογίζεται:

$$t = \frac{\Pi - E\left(\Pi\right)}{\sigma_\pi \sqrt{n}} \qquad (10.25)$$

όπου: Π: Παρατηρούμενη τιμή
Ε(Π): Αναμενόμενη τιμή του δείκτη
σ_π = το τυπικό σφάλμα του δείκτη π
n = ο αριθμός των παρατηρήσεων (σημείων).

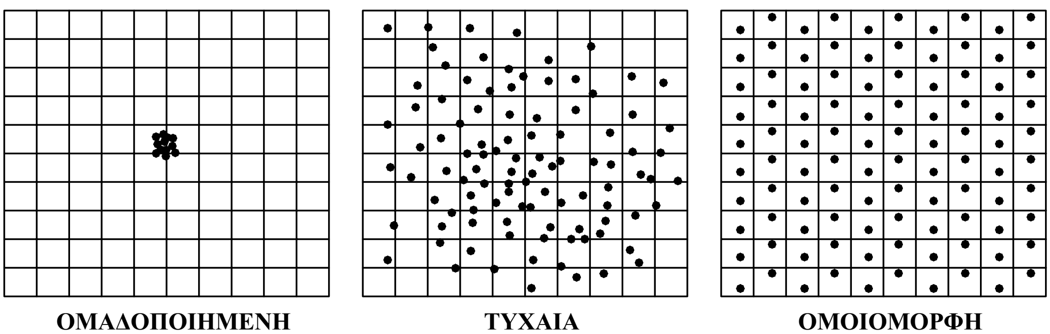
- Ενώ για την περίπτωση της κανονικής κατανομής Z, η τιμή δίνεται :

$$Z = \frac{\Pi - E(\Pi)}{\sigma_\pi} \tag{10.26}$$

5. Υπολογίζεται η πιθανότητα για να εμφανιστεί η υπολογισμένη τιμή του κριτηρίου, αν η $\mathbf{H_o}$ είναι σωστή. Οι τιμές αυτές υπάρχουν συνήθως σε πίνακες.
6. Συγκρίνεται η πιθανότητα να είναι σωστή η $\mathbf{H_o}$ με το επίπεδο εμπιστοσύνης που έχει επιλεγεί. Αν η πιθανότητα είναι μικρότερη από το επίπεδο εμπιστοσύνης, τότε δεν γίνεται δεκτή η $\mathbf{H_o}$, αλλά η $\mathbf{H_1}$. Αν είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο εμπιστοσύνης, τότε συμπεραίνεται ότι δεν είναι δυνατό να απορριφθεί η $\mathbf{H_o}$ χωρίς όμως αυτό να σημαίνει αναγκαστικά ότι γίνεται αποδεκτή.

Στην περίπτωση της ανάλυσης καννάβου η υπόθεση που εξετάζεται ($\mathbf{H_o}$) είναι ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ της παρατηρούμενης και της αναμενόμενης κατανομής με βάση το κριτήριο $\mathbf{x^2}$ (Rogers, 1969). Πιο συγκεκριμένα, υπολογίζεται η τιμή x^2 για την παρατηρούμενη κατανομή και συγκρίνεται με την κριτική τιμή $\mathbf{x^2}$ (για συγκεκριμένο επίπεδο εμπιστοσύνης) από τους πίνακες. Αν η παρατηρούμενη τιμή είναι μεγαλύτερη της κριτικής τιμής, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται.

Ένα παράδειγμα της ανάλυσης καννάβου για τις τρεις βασικές κατανομές δίνεται στο σχήμα 10.5, ενώ τα αποτελέσματά του φαίνονται στον πίνακα 10.1, όπου η σύγκριση μεταξύ της τιμής του κριτηρίου $\mathbf{x^2}$ (υπολογίστηκε μεταξύ κάθε παρατηρηθείσας κατανομής και της Poisson ως αναμενόμενης/θεωρητικής κατανομής) και της κριτικής τιμής $P_{0,05}$ φανερώνει ότι από τις παρατηρηθείσες κατανομές μόνο η τυχαία κατανομή συμπίπτει με την κατανομή Poisson (η τιμή x^2 είναι μικρότερη της $P_{0,05}$).



Σχήμα 10.5: *Παράδειγμα Ανάλυσης Καννάβου*

Αρ. Σημείων ανά Φατνίο	Παρατηρηθείσα Κατανομή			Αναμενόμενη Poisson
	Ομοιόμορφη	Τυχαία	Ομαδοποιημένη	
0	48	59	99	59,45
1	52	32	0	30,92
2	0	7	0	8,04
3+	0	2	1	1,59
Σύνολο	**100**	**100**	**100**	**100**
$\mathbf{x^2}$	10,01	0,60	64,96	
$\mathbf{P_{0,05}}$	3,84	3,84	3,84	

Πίνακας 10.1: *Αποτελέσματα Ανάλυσης Καννάβου*

10.3.1.4 Έλεγχος Χωρικών Κατανομών με Βάση το Δείκτη s^2/M

Ο έλεγχος αυτός βασίζεται στην ιδιότητα της κατανομής Poisson, που αναφέρθηκε στα προηγούμενα. Συγκεκριμένα, ότι η διασπορά είναι ίση με τη μέση τιμή της. Κατά συνέπεια, ο λόγος της διασποράς προς τη μέση τιμή είναι ίσος με τη μονάδα. Επομένως, τα παρατηρούμενα χωρικά πρότυπα μπορούν να συγκριθούν με το τυχαίο χωρικό πρότυπο, απλώς συγκρίνοντας το λόγο διασποράς και της μέσης τιμής της παρατηρούμενης κατανομής με τη μονάδα.

Με βάση τα παραπάνω, όταν ο συντελεστής της παρατηρούμενης κατανομής είναι ίσος με 1, διαπιστώνεται τυχαία χωρική διαδικασία. Όταν είναι μεγαλύτερος της μονάδας, η διασπορά είναι σχετικά μεγάλη και, επομένως, η τάση είναι προς ομαδοποιημένη κατανομή. Αντίθετα, όταν ο παραπάνω συντελεστής είναι μικρότερος της μονάδας, υποδηλώνει μικρή διασπορά, οπότε τείνει προς ομοιόμορφη κατανομή. Έτσι, υπάρχει ένα απλό εργαλείο μέτρησης των αποκλίσεων από το τυχαίο χωρικό πρότυπο.

Η διαφορά μεταξύ του λόγου διασποράς και μέσης τιμής από την μονάδα έχει αποδειχτεί ότι αποτελεί μια δειγματοληπτική κατανομή **t** που το τυπικό σφάλμα δίνεται από τη σχέση:

$$\sigma_{s^2/m} = \left[2/(n-1)\right]^{1/2} \tag{10.27}$$

και, επομένως, με τον ίδιο τρόπο, όπως εξηγήθηκε στα προηγούμενα (εξίσωση 10.22), η διαφορά αυτή μπορεί να ελεγχθεί στατιστικά, χρησιμοποιώντας τους πίνακες της **t** κατανομής για **n-1** βαθμούς ελευθερίας. Πιο συγκεκριμένα, η τιμή **t** υπολογίζεται ως εξής:

$$t = \frac{(s^2/M) - 1}{\sigma_{s^2/M}\sqrt{n}} \tag{10.28}$$

Χρησιμοποιώντας, για παράδειγμα, ξανά τις κατανομές του σχήματος 10.5., τα αποτελέσματα του ελέγχου φαίνονται στον πίνακα 10.2 και δείχνουν ότι μόνο για την τυχαία κατανομή μπορεί να λεχθεί ότι ο λόγος **s^2/M** συμπίπτει με τη μονάδα.

	Ομοιόμορφη	**Τυχαία**	**Ομαδοποιημένη**
M	0,52	0,52	0,52
s^2	0,2521	0,5148	27,040
s^2/M	0,4848	0,9899	52,00
t	$\frac{0{,}4848-1}{0{,}1421} = -3{,}6256$	$\frac{0{,}9899-1}{0{,}1421} = -0{,}0711$	$\frac{52{,}0-1}{0{,}1421} = 358{,}9021$
$P_{0,05}$	± 2,62	± 2,62	± 2,62

Πίνακας 10.2: *Αποτελέσματα Ελέγχου s2/M*

10.3.2 Χωρική Αυτοσυσχέτιση με Χρήση Καννάβου

Από την αρχή πρέπει να τονιστεί ότι η χωρική αυτοσυσχέτιση ουσιαστικά μετρά τον τρόπο που η ύπαρξη ενός χαρακτηριστικού επηρεάζεται από την κατανομή ομοίων χαρακτηριστικών (όλα αναφερόμενα σε σημεία) σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Η μέθοδος αυτή, δηλαδή, κατά βάση αξιολογεί τη χωρική διασπορά του συνολικού πρότυπου, κάτι που δεν ισχύει για τις μεθόδους που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα. Στην περίπτωση της κανναβικής μεθόδου, για παράδειγμα, η οποία στηρίζεται σε μέτρηση συχνοτήτων, η χωρική διασπορά των φατνίων του καννάβου δεν λαμβάνεται υπόψη. Ως αποτέλεσμα, δυο όμοιες κατανομές συχνοτήτων αλλά με διαφορετική χωρική κατανομή να δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα (σχήμα 10.6α και 10.6β).

Η μέθοδος η οποία έχει τη δυνατότητα να ξεχωρίζει τα χωρικά πρότυπα του σχήματος 10.6 είναι η ανάλυση χωρικής αυτοσυσχέτισης. Στη μέθοδο αυτή, όπως και στην ανάλυση καννάβου, θεωρείται ότι εάν στην περιοχή μελέτης λειτουργεί μια ελκυστική χωρική διαδικασία, τα σημεία που αντανακλούν χωρικά το υπό εξέταση φαινόμενο τείνουν να είναι κοντά το ένα στο άλλο και η εκτίμηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης δίνει