

Μάθημα: Στατιστική ανάλυση δεδομένων με χρήση Η/Υ
 (του 8^{ου} Εξαμήνου Σπουδών του Τμήματος Βιοτεχνολογίας)
 Διδάσκων: Γιώργος Κ. Παπαδόπουλος

3. Ανάλυση Διακύμανσης

Σύντομη ανασκόπηση βασικών εννοιών, προτάσεων και τύπων

Πιθανότητα σφάλματος τύπου I κατά σύγκριση και κατά πείραμα	Η πιθανότητα α_{PE} λανθασμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης σε έναν τουλάχιστον από c ελέγχους (η πιθανότητα σε c ελέγχους να συμβεί τουλάχιστον μια φορά σφάλμα Τύπου I) ονομάζεται πιθανότητα σφάλματος τύπου I κατά πείραμα . Το επίπεδο σημαντικότητας α_{PC} καθενός από τους c ελέγχους ονομάζεται πιθανότητα σφάλματος τύπου I κατά σύγκριση .
Υποθέσεις για την εφαρμογή ελέγχων ανάλυσης διακύμανσης	1. Οι πληθυσμοί από τις οποίους προέρχονται τα δείγματα είναι κανονικοί με κοινή διακύμανση . 2. Οι υποθέσεις που κατά περίπτωση αφορούν τον τρόπο λήψης των παρατηρήσεων, δηλαδή, το πειραματικό σχέδιο.
Η βασική ιδέα τις ανάλυσης διακύμανσης	Οι διαφορές στους δειγματικούς μέσους (στους μέσους των επεμβάσεων) κρίνονται στατιστικά σημαντικές ή όχι, σε σχέση με τις μεταβλητότητες (διακυμάνσεις) εντός των δειγμάτων.
Αλληλεπίδραση δύο παραγόντων	Η επίδραση του ενός παράγοντα εξαρτάται από τη στάθμη του άλλου, ή αλλιώς, η επίδραση του ενός παράγοντα διαφοροποιείται ανάλογα με τη στάθμη του άλλου. Δηλαδή, η αλληλεπίδραση εκφράζει την επίδραση του ενός παράγοντα στη συμπεριφορά του άλλου. Αν δεν υπάρχει αλληλεπίδραση, οι δύο παράγοντες συμπεριφέρονται ανεξάρτητα και επιδρούν προσθετικά/ανεξάρτητα

1. Έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης στο εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο (με έναν παράγοντα)
 $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ ή ο παράγοντας δεν επιδρά
 $H_1 : \mu_i \neq \mu_j$ για ένα τουλάχιστον ζεύγος (i, j) ή ο παράγοντας επιδρά

Ο Πίνακας Ανάλυσης Διακύμανσης για το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο (με έναν παράγοντα)					
Πηγή μεταβλητότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων SS	Μέσο άθροισμα τετραγώνων MS	Κριτήριο F	Περιοχή απόρριψης
Επεμβάσεις (Treatments) ή Παράγοντας (factor) ή μεταξύ των δειγμάτων	$k - 1$	$SSTr$	$MSTr = \frac{SSTr}{k - 1}$	$F_{Tr} = \frac{MSTr}{MSE}$	$F_{Tr} \geq F_{k-1, v-k; \alpha}$
Σφάλμα (Error) ή εντός των δειγμάτων	$v - k$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{v - k}$		
Ολική	$v - 1$	$SSTot$			

2. Έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης στο σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ ή ο παράγοντας δεν επιδρά

H_1 : $\mu_i \neq \mu_j$ για ένα τουλάχιστον ζεύγος (i, j) ή ο παράγοντας επιδρά

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_b$ ή οι ομάδες δεν επιδρούν

H_1 : $\mu_i \neq \mu_j$ για ένα τουλάχιστον ζεύγος (i, j) ή οι ομάδες επιδρούν

Πίνακας Ανάλυσης Διακύμανσης					
Πηγή μεταβλητότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων SS	Μέσο άθροισμα τετραγώνων MS	Κριτήριο F	Περιοχή απόρριψης
Επεμβάσεις ή Παράγοντας ή μεταξύ των δειγμάτων	$k-1$	SSTr	$MSTr = \frac{SSTr}{k-1}$	$F_{Tr} = \frac{MSTr}{MSE}$	$F_{Tr} \geq F_{k-1; (b-1)(k-1); \alpha}$
Ομάδες	$b-1$	SSB	$MSB = \frac{SSB}{b-1}$	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$	$F_B \geq F_{b-1; (b-1)(k-1); \alpha}$
Σφάλμα ή εντός των δειγμάτων	$(b-1)(k-1)$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{(b-1)(k-1)}$		
Ολική	$kb-1$	SSTot			

3. Έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης σε ένα $a \times b$ παραγοντικό πείραμα με $r > 1$ παρατηρήσεις ανά επέμβαση

H_{0a} : ο παράγοντας A δεν επιδρά

H_{0b} : ο παράγοντας B δεν επιδρά

$H_{0\gamma}$: οι παράγοντες A, B δεν αλληλεπιδρούν

H_{1a} : ο παράγοντας A επιδρά

H_{1b} : ο παράγοντας B επιδρά

$H_{1\gamma}$: οι παράγοντες A, B αλληλεπιδρούν

Ο Πίνακας Ανάλυσης Διακύμανσης για το $a \times b$ παραγοντικό πείραμα με $r > 1$ παρατηρήσεις ανά επέμβαση					
Πηγή μεταβλητότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων SS	Μέσο άθροισμα τετραγώνων MS	Κριτήριο F	Περιοχή απόρριψης
Παράγοντας A	$\alpha-1$	SSA	$MSA = \frac{SSA}{\alpha-1}$	$F_A = \frac{MSA}{MSE}$	$F_A \geq F_{\alpha-1; ab(r-1); \alpha}$
Παράγοντας B	$b-1$	SSB	$MSB = \frac{SSB}{b-1}$	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$	$F_B \geq F_{b-1; ab(r-1); \alpha}$
Αλληλεπίδραση AB	$(\alpha-1)(b-1)$	SS(AB)	$MS(AB) = \frac{SS(AB)}{(\alpha-1)(b-1)}$	$F_{AB} = \frac{MS(AB)}{MSE}$	$F_{AB} \geq F_{(\alpha-1)(b-1); ab(r-1); \alpha}$
Σφάλμα	$ab(r-1)$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{ab(r-1)}$		
Ολική	$abr-1$	SSTot			

4. Έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης σε ένα $a \times b$ παραγοντικό πείραμα με μία ($r = 1$) παρατήρηση ανά επέμβαση

H_{0a} : ο παράγοντας A δεν επιδρά H_{0b} : ο παράγοντας B δεν επιδρά
 H_{1a} : ο παράγοντας A επιδρά H_{1b} : ο παράγοντας B επιδρά

Ο Πίνακας Ανάλυσης Διακύμανσης για το $a \times b$ παραγοντικό πείραμα με μια ($r = 1$) παρατήρηση ανά επέμβαση					
Πηγή μεταβλητότητας	B.E.	Άθροισμα τετραγώνων SS	Μέσο άθροισμα τετραγώνων MS	Κριτήριο F	Περιοχή απόρριψης
Παράγοντας A	$\alpha - 1$	SSA	$MSA = \frac{SSA}{\alpha - 1}$	$F_A = \frac{MSA}{MSE}$	$F_A \geq F_{\alpha-1;(\alpha-1)(b-1);\alpha}$
Παράγοντας B	$b - 1$	SSB	$MSB = \frac{SSB}{b - 1}$	$F_B = \frac{MSB}{MSE}$	$F_B \geq F_{b-1;(\alpha-1)(b-1);\alpha}$
Σφάλμα	$(\alpha - 1)(b - 1)$	SSE	$MSE = \frac{SSE}{(\alpha - 1)(b - 1)}$		
Ολική	$ab - 1$	SSTot			

Προβλήματα και Ασκήσεις

Για κάθε πρόβλημα που ακολουθεί, εκτός των ερωτημάτων που διατυπώνονται, να γίνουν με τη βοήθεια κάποιου στατιστικού πακέτου και τα εξής:

- Ελεγχος των αναγκαίων για την εφαρμογή ελέγχου ανάλυσης διακύμανσης παραδοχών.
- Ελεγκοί πολλαπλών συγκρίσεων (στις περιπτώσεις που διαπιστώνονται στατιστικά σημαντικές επιδράσεις) και σχολιασμός των συμπερασμάτων που προκύπτουν.
- Κατάλληλα διαγράμματα για τη γραφική αναπαράσταση των συμπερασμάτων.
- Κατάλληλος μη παραμετρικός έλεγχος, όταν οι αναγκαίες για τον έλεγχο ανάλυσης διακύμανσης παραδοχές δεν ικανοποιούνται.

- Ένας ερευνητής προκειμένου να συγκρίνει τρία σιτηρέσια εκτροφής κοτόπουλων ($\Sigma 1$, $\Sigma 2$ και $\Sigma 3$), σχεδίασε και εκτέλεσε το εξής πείραμα. Επέλεξε 15 νεογέννητα κοτόπουλα και με μια τυχαία διαδικασία αντιστόιχησε σε 5 από αυτά το σιτηρέσιο $\Sigma 1$, σε 5 άλλα το σιτηρέσιο $\Sigma 2$ και σε 5 άλλα το σιτηρέσιο $\Sigma 3$. Δημιούργησε έτσι τρεις ομάδες των πέντε κοτόπουλων η κάθε μία. Αφού χορήγησε στα κοτόπουλα κάθε ομάδα το αντίστοιχο σιτηρέσιο (για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα από τη γέννησή τους), μέτρησε το (μικτό) βάρος τους (σε kg). Οι μετρήσεις που πήρε δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	Μικτό Βάρος (σε kg)					
Σιτηρέσιο	Σ1	2.65	2.31	2.61	2.09	2.39
	Σ2	1.83	2.46	2.54	1.72	1.98
	Σ3	2.50	2.24	2.72	2.31	2.65

- Τι τύπου πειραματικό σχέδιο επέλεξε να εφαρμόσει ο ερευνητής; β) Με βάση αυτά τα πειραματικά δεδομένα και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση αύξηση του βάρους των κοτόπουλων που να οφείλονται στα τρία σιτηρέσια; γ) Ποιες παραδοχές χρειάστηκε να κάνετε για να απαντήσετε στο ερώτημα (β);
- Ένας φοιτητής συνέκρινε στο πλαίσιο της πτυχιακής του εργασίας, τις ποσότητες χοληστερίνης που περιέχουν τέσσερα διαφορετικά είδη τροφίμων διαίτης, A1, A2, A3 και A4. Για το σκοπό αυτό, πήρε με βάση ένα σχέδιο τυχαίας δειγματοληψίας τρεις μετρήσεις από κάθε είδος (σε mg/170gr). Οι μετρήσεις αυτές φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	Ποσότητα Χοληστερίνης (σε mg/170gr)			
Είδος τροφίμου διαίτης	A1	3.6	4.1	4.0
	A2	3.1	3.2	3.9
	A3	3.2	3.5	3.5
	A4	3.5	3.8	3.8

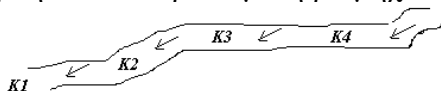
- Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα δεδομένα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων ποσοτήτων χοληστερίνης στα τέσσερα είδη τροφίμων; β) Εξηγείστε τι έλεγχο, γιατί και με ποιες παραδοχές κάνατε για να απαντήσετε στο ερώτημα (α).
- Σε ένα πείραμα για τη διερεύνηση της επίδρασης της πρωινής διατροφής στη συγκέντρωση της προσοχής των μαθητών Α΄ Δημοτικού κατά τα πρώτα είκοσι λεπτά της πρώτης πρωινής ώρας μαθημάτων, επελέγησαν 15 μαθητές της Α΄ Δημοτικού και με μια τυχαία διαδικασία, σε 5 μαθητές δε δόθηκε πρωινό, σε άλλους 5 δόθηκε ελαφρύ πρωινό και σε άλλους επίσης 5 δόθηκε πλήρες πρωινό.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο χρόνος/διάρκεια συγκέντρωσης της προσοχής (σε *min*), καθενός από τους 15 μαθητές (κατά τα πρώτα είκοσι λεπτά της πρώτης πρωινής ώρας μαθημάτων).

Χρόνοι συγκέντρωσης (σε <i>min</i>) ανά κατηγορία πρωινής διατροφής		
Όχι πρωινό	Ελαφρύ πρωινό	Πλήρες πρωινό
8	14	10
7	16	12
9	12	16
13	17	15
10	11	12

α) Τι τύπου πειραματικό σχέδιο επελέγη; β) Με βάση αυτά τα πειραματικά δεδομένα και σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση στη διάρκεια συγκέντρωσης της προσοχής των μαθητών Α΄ Δημοτικού κατά τα πρώτα είκοσι λεπτά της πρώτης πρωινής ώρας μαθημάτων, που να οφείλεται στην πρωινή διατροφή; γ) Ποιες υποθέσεις χρειάστηκε να κάνετε για να απαντήσετε στο ερώτημα (β);

4. Μια ομάδα ερευνητών μελέτησε τη μόλυνση των νερών ενός ποταμού από βιομηχανικά απόβλητα. Ως μέρος αυτής της μελέτης, συνέκρινε τη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στα νερά του ποταμού σε 4 περιοχές της κοίτης του, K1, K2, K3 και K4. Η περιοχή K1 βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού ενώ κοντά στην K3 ρίχνονται απόβλητα από παρακείμενη βιομηχανία.



Από κάθε περιοχή οι ερευνητές πήραν, με βάση ένα σχέδιο τυχαίας δειγματοληψίας, έξι δείγματα νερού. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου (σε *ppm*) στις τέσσερις περιοχές του ποταμού (πέντε από τα δείγματα νερού που ελήφθησαν, χάθηκαν).

		Συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου (σε <i>ppm</i>)				
Περιοχή	K1	6.1	6.3	6.1	6.0	
	K2	6.0	6.2	6.1	5.8	
	K3	4.8	4.3	5.0	4.7	5.1
	K4	6.3	6.6	6.4	6.4	6.5

α) Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα δεδομένα ότι μεταξύ των τεσσάρων περιοχών υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου; β) Εξηγείστε τι έλεγχο, γιατί και με ποιες παραδοχές κάνατε για να απαντήσετε στο ερώτημα (α).

5. Στο πλαίσιο μιας περιβαλλοντικής μελέτης, μια ερευνητική ομάδα μελέτησε την ανάπτυξη της βλάστησης σε τέσσερις ελώδεις περιοχές της χώρας στις οποίες δεν είχε γίνει ανθρώπινη παρέμβαση (καλλιέργειες, προσχώσεις, κτλ.). Ειδικότερα, μια προκαθορισμένη ημέρα του Μαΐου η ερευνητική ομάδα επέλεξε τυχαία 6 φυτά ενός συγκεκριμένου είδους από κάθε περιοχή και μέτρησε το μήκος των φύλλων κάθε φυτού (σε *cm*). Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται για κάθε φυτό το μέσο μήκος είκοσι τυχαία επιλεγμένων φύλλων του.

		Μέσο μήκος 20 φύλλων κάθε φυτού (σε <i>cm</i>)					
Περιοχή	1	5.7	6.3	6.1	6.0	5.8	6.2
	2	6.2	5.3	5.7	6.0	5.2	5.5
	3	5.4	5.0	6.0	5.6	4.9	5.2
	4	3.7	3.2	3.9	4.0	3.5	3.6

α) Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, δίνουν αυτά τα δεδομένα αποδείξεις ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο μήκος των φύλλων των φυτών του συγκεκριμένου είδους μεταξύ των τεσσάρων περιοχών; β) Εξηγήστε τι έλεγχο, γιατί και με ποιες παραδοχές κάνατε για να απαντήσετε στο ερώτημα (α); γ) Ποια παραδοχή από αυτές που χρειάστηκε να κάνετε για να απαντήσετε στο ερώτημα (α) είναι εύλογο να θεωρήσετε ότι πράγματι ισχύει.

6. Ο Οργανισμός Ελληνικών Γεωργικών Ασφαλίσεων (ΕΛ.Γ.Α.) θέλει να ελέγξει αν οι εκτιμήσεις των ζημιών στις γεωργικές καλλιέργειες που κάνουν οι τρεις γεωπόνοι (Γ1, Γ2 και Γ3) που χρησιμοποιεί ως εκτιμητές στο νομό Λάρισας, διαφέρουν μεταξύ τους. Για το σκοπό αυτό, επέλεξε από το νομό Λάρισας τέσσερις διαφορετικές καλλιέργειες (Κ1, Κ2, Κ3 και Κ4) που υπέστησαν ζημιά από δυσμενή καιρικά φαινόμενα και ζήτησε από τους τρεις εκτιμητές να εκτιμήσουν, ο καθένας ανεξάρτητα από τους άλλους, τη ζημιά σε κάθε μία από τις τέσσερις καλλιέργειες. Οι εκτιμήσεις που έκαναν οι τρεις γεωπόνοι/εκτιμητές (σε €/στρέμμα) δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	Καλλιέργεια				
	Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	
Εκτιμητής	Γ1	169	182	185	173
	Γ2	184	193	191	189
	Γ3	173	187	180	190

α) Εξηγήστε τι τύπου πειραματικό σχέδιο επέλεξε να εφαρμόσει ο ΕΛ.Γ.Α. β) Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα δεδομένα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μέσες εκτιμήσεις των ζημιών μεταξύ των τριών γεωπόνων/εκτιμητών; γ) Από το αποτέλεσμα της ανάλυσης που κάνατε, κρίνετε ότι επιβεβαιώθηκε η σχεδιαστική επιλογή του ΕΛ.Γ.Α. ή μήπως όχι;

7. Ένας ερευνητής προκειμένου να συγκρίνει τέσσερις χημικές ουσίες (Α1, Α2, Α3 και Α4) που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της συγκράτησης/απορρόφησης νερού από νήματα, σχεδίασε το εξής πείραμα. Από καθένα από τρία διαφορετικά είδη νήματος, έκοψε τυχαία ένα κομμάτι ορισμένου μήκους, και στη συνέχεια, κάθε κομμάτι το έκοψε σε τέσσερα ίσα κομμάτια. Δημιούργησε έτσι, 3 ομάδες των τεσσάρων κομματιών νήματος η κάθε μια (Κ1, Κ2 και Κ3). Τέλος, στα κομμάτια κάθε ομάδας αντιστοίχησε, με μια τυχαία διαδικασία, από μία χημική ουσία και εκτέλεσε το πείραμα. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται το πειραματικό σχέδιο και οι μετρήσεις που πήρε ο ερευνητής (μικρότερη τιμή σημαίνει συγκράτηση λιγότερης υγρασίας)

Κ1	Κ2	Κ3
A3 9.9	A4 13.4	A2 12.7
A1 10.1	A2 12.9	A4 12.9
A2 11.4	A1 12.2	A3 11.4
A4 12.1	A3 12.3	A1 11.9

α) Εξηγήστε τι τύπου πειραματικό σχέδιο επέλεξε να εφαρμόσει ο ερευνητής. β) Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα πειραματικά δεδομένα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση συγκράτηση υγρασίας μεταξύ των τεσσάρων επεμβάσεων; γ) Από το αποτέλεσμα της ανάλυσης που κάνατε, κρίνετε ότι «δικαιώθηκε» η σχεδιαστική επιλογή του ερευνητή;

8. Για να συγκρίνουμε δυο αντιδιαβρωτικά επιστρώματα σωλήνων, έστω Α και Β, κάναμε το εξής πείραμα. Σε κάθε μία από 10 τυχαία επιλεγμένες περιοχές τοποθετήσαμε μέσα στο έδαφος δύο σωλήνες, τον ένα δίπλα στον άλλο, στο ίδιο βάθος και για ίδιο χρονικό διάστημα. Ο ένας σωλήνας από τους δύο που τοποθετήθηκαν σε κάθε περιοχή, είχε επιστρωθεί με το αντιδιαβρωτικό Α και ο άλλος με το αντιδιαβρωτικό Β. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο βαθμός διάβρωσης κάθε σωλήνα (σε 10^{-3} in) στις δέκα περιοχές.

	Περιοχή									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Βαθμός διάβρωσης με επίστρωμα Α (σε 10^{-3} in)	47	52	55	76	57	58	39	54	46	71
Βαθμός διάβρωσης με επίστρωμα Β (σε 10^{-3} in)	45	42	46	69	58	54	40	46	42	53

Όταν μιλήσαμε για τον έλεγχο δύο μέσων με ζευγαρωτές παρατηρήσεις είχαμε για τα δεδομένα αυτά θέσει το ερώτημα «σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα πειραματικά δεδομένα ότι τα δύο αντιδιαβρωτικά δεν έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα;». Μπορείτε να απαντήσετε στο ερώτημα αυτό εφαρμόζοντας άλλη μέθοδο; Πώς συγκρίνετε τις δύο μεθόδους;

9. Ένας ερευνητής, για να μελετήσει πώς επηρεάζεται η βλάστηση των φασολιών από το είδος μυκητοκτόνων που χρησιμοποιούνται και την ποικιλία των φασολιών, σχεδίασε ένα 3×3 παραγοντικό πείραμα (εντελώς τυχαιοποιημένο) με τέσσερις επαναλήψεις για κάθε συνδυασμό μυκητοκτόνου-ποικιλίας. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μετρήσεις που πήρε ο ερευνητής μετά την εκτέλεση του πειράματος (ως ποσοστό βλάστησης, %).

Ποικιλία	Μυκητοκτόνο					
	M1		M2		M3	
	A	78	62	82	78	92
B	65	70	72	68	85	79
Γ	81	78	87	83	94	90
	75	85	82	85	89	95

α) Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα πειραματικά δεδομένα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση στη βλάστηση των φασολιών που να οφείλεται i) στην αλληλεπίδραση ποικιλίας και είδους μυκητοκτόνου ii) στην ποικιλία iii) στο είδος μυκητοκτόνου. β) Ποιες παραδοχές χρειάστηκε να κάνετε.

10. Στο πλαίσιο μιας έρευνας για τη διερεύνηση του βαθμού ικανοποίησης των ασθενών από τις προσφερόμενες υπηρεσίες περίθαλψης σε νοσοκομεία του Ε.Σ.Υ., επελέγησαν τυχαία 5 ασθενείς από κάθε μία από 3 κλινικές (Καρδιολογική, Παθολογική, Ορθοπαιδική) δύο νοσοκομείων (έστω Α και Β) του Ε.Σ.Υ. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται ο βαθμός ικανοποίησης κάθε ασθενούς σε κλίμακα από 0 (ελάχιστη ικανοποίηση) έως 10 (μέγιστη ικανοποίηση).

Κλινική	Νοσοκομείο					
	Α			Β		
	Καρδ.	7	6	5	8	9
Παθ.	8	7	5	6	5	6
Ορθ.	4	3	5	7	6	5
	6	5		5	7	

α) Τι τύπου πειραματικό σχέδιο εφαρμόστηκε; β) Να κάνετε κατάλληλη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την έρευνα.

11. Το τμήμα ποιοτικού ελέγχου ενός εργοστασίου θεωρεί/υποψιάζεται ότι ο αριθμός ελαττωματικών προϊόντων που παράγονται εξαρτάται από τον τύπο της μηχανής παραγωγής (M1, M2 και M3) και από τον χειριστή της μηχανής (A1, A2 και A3). Το τμήμα ποιοτικού ελέγχου, για να ελέγξει αν πράγματι έτσι συμβαίνει, επέλεξε για κάθε συνδυασμό τύπος μηχανής-χειριστής, τέσσερις παρτίδες (των 100 προϊόντων) τυχαία και για κάθε μια κατέγραψε τον αριθμό ελαττωματικών προϊόντων. Οι σχετικές παρατηρήσεις φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

		Τύπος μηχανής		
		M1	M2	M3
Χειριστής μηχανής	A1	2 5 4 7	8 3 11 5	9 6 7 12
	A2	6 7 3 1	2 5 7 9	5 6 8 11
	A3	4 7 5 3	7 9 8 5	6 10 12 11

α) Σε επίπεδο σημαντικότητας 1%, υποστηρίζουν αυτά τα πειραματικά δεδομένα ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση στον αριθμό ελαττωματικών προϊόντων που να οφείλεται i) στην αλληλεπίδραση μεταξύ, χειριστή της μηχανής και του τύπου της μηχανής ii) στον τύπο μηχανής iii) στο χειριστή της μηχανής. β) Ποιες παραδοχές χρειάστηκε να κάνετε.

12. Ένας ερευνητής, για να μελετήσει την επίδραση της θερμοκρασίας και της αλμυρότητας του νερού στην παραγωγή γαρίδας, καθόρισε τρία επίπεδα θερμοκρασίας και τρία επίπεδα αλμυρότητας και εκτέλεσε ένα 3x3 παραγοντικό πείραμα με μια παρατήρηση σε κάθε επέμβαση. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μετρήσεις (σε Kg) που πήρε ο ερευνητής μετά την εκτέλεση του πειράματος.

		Αλμυρότητα (σε ppm)		
		700	1400	2100
Θερμοκρασία	60°F	3	5	4
	70°F	11	10	12
	80°F	16	21	17

α) Ποια παραδοχή έκανε ο ερευνητής και σχεδίασε το πείραμα με μία παρατήρηση για κάθε επέμβαση; β) Να κάνετε στατιστική ανάλυση των πειραματικών δεδομένων, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. γ) Ποιες παραδοχές χρειάστηκε να κάνετε για να απαντήσετε στο ερώτημα (β);

13. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η συγκέντρωση μιας ουσίας (σε mg/ml) στο αίμα 6 πειραματόζωων 15, 30 και 60 λεπτά μετά τη χορήγηση ορισμένης δόσης συγκεκριμένου φαρμάκου.

		Πειραματόζωο					
		1	2	3	4	5	6
Συγκέντρωση της ουσίας (σε mg/ml)	Σε 15 λεπτά	4.1	5.1	5.8	5.1	5.6	5.9
	Σε 30 λεπτά	3.9	4.0	5.8	3.5	4.6	5.0
	Σε 60 λεπτά	3.2	3.3	4.4	1.9	3.4	3.2

Σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, υποστηρίζουν αυτά τα πειραματικά δεδομένα ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέση συγκέντρωση της ουσίας στο αίμα των πειραματόζωων που να οφείλονται στο χρονικό διάστημα από τη χορήγηση; Ποιες παραδοχές χρειάστηκε να κάνετε για να απαντήσετε.