

ΜΕΤΕΩΡΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ.— Συμβολή εις τὰς μεθόδους στατιστικῆς διερευνήσεως τῶν ἐπιδράσεων μετεωρολογικῶν παραγόντων ἐπὶ βιολογικῶν φαινομένων, ὑπὸ *Εὐγ. Φωκᾶ, Λεων. Καραπιπέρη, Κων. Ἀνδριωτάκη, Γεωργ. Κηλαϊδίτη* καὶ *Ἰωάν. Ζαχαριουδάκη* *. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Ἡλίας Μαριολοπούλου.

Διὰ τὴν μελέτην τῶν ἐπιδράσεων ἐνὸς ἢ περισσοτέρων μετεωρολογικῶν στοιχείων ἢ καταστάσεων μεμονωμένως ἢ ἐν συνδυασμῷ ἐπὶ βιολογικῶν ἢ ἄλλων φαινομένων, ἐφαρμόζονται, ὡς γνωστόν, ποικίλαι στατιστικαὶ μέθοδοι καὶ διάφορα κριτήρια.

Εἰς τὴν παροῦσαν μελέτην ἀναπτύσσεται μεθοδολογία βασιζομένη ἐπὶ πραγματικῶν δεδομένων, ἀπηλλαγμένη θεωρητικῶν ὑποθέσεων, μηχανικῶν προτύπων καὶ αὐθαιρέτων ὑποδιαίρέσεων χρονικῶν περιόδων.

Βασικὴ προϋπόθεσις εἰς τὴν ἐν λόγῳ μέθοδον εἶναι ὅτι οἰονδήποτε μετεωρολογικὸν στοιχεῖον ἢ κατάστασις θεωρεῖται ὡς μία τυχαία μεταβλητὴ X συνεχῆς (λ.χ. θερμοκρασία) ἢ ἀσυνεχῆς (λ.χ. βροχόπτωσης), ἔχουσα χαρακτηῖρα ποιοτικὸν (λ.χ. διεύθυνσις ἀνέμου), ἢ ποσοτικὸν (λ.χ. ὕψος βροχῆς, ἔντασις ἀνέμου) ἢ ποιοτικὸν καὶ ποσοτικὸν συγχρόνως (λ.χ. διεύθυνσις καὶ ταχύτης ἀνέμου).

Διὰ δεδομένον τόπον καὶ μακρὰν περίοδον παρατηρήσεων ἢ καμπύλη ἢ παριστάσῃ τὴν πορείαν ἐκάστης μεταβλητῆς δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς τμήματα (κατηγορίας) κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἧττον διαφορετικὰ μεταξύ των.

Ὡς εἶναι γνωστόν, αἱ διακυμάνσεις μετεωρολογικῆς τινος μεταβλητῆς ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν ἢ ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν δύνανται νὰ εἶναι μικραὶ ἢ μεγάλαι. Μετὰ μίαν ὅμως ἀπότομον μεταβολήν, δυνατὸν νὰ συμβῇ ἀλλαγὴ ἢ διατήρησις ὠρισμένης κατηγορίας καταστάσεως.

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω παραδοχῶν ἢ προτεινομένη μέθοδος ἐρεῦνης ἔχει ὡς ἀκολούθως:

Ἐν πρώτοις εἰσάγεται ἡ ἔννοια τοῦ βιαιίου παράγοντος, ὅστις χαρακτηρίζει τὴν ἀπότομον μεταβολήν ἀπὸ ἡμέρας εἰς ἡμέραν ἢ καὶ ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν ἐνὸς στοιχείου, ἢ ὀριακὴ τιμὴ τοῦ ὁποίου δύναται νὰ παραλλάσῃ μετὰ τοῦ τύπου καὶ τοῦ εἴδους τοῦ φαινομένου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου μελετᾶται ἡ ἐπίδρασις. Ἐπειδὴ δὲ ὁ βίαιος παράγων εἶναι εἴτε ἀπότομος ἄνοδος εἴτε ἀπότομος πτώσις, τοῦτο χαρακτηρίζεται

* EUG. PHOCAS, LEON. CARAPIPERIS, C. ANDRIOTAKIS, G. CHILAÏDITIS et J. ZAHARIOUDAKIS : Contribution aux méthodes de recherche statistique des influences des facteurs climatiques sur les phénomènes biologiques.

διὰ τῶν ἀριθμῶν (1) καὶ (2) ἀντιστοίχως. Ἐτερον χαρακτηριστικὸν τοῦ βιαίου παράγοντος εἶναι ἡ ἔντασις, ἣτις δύναται νὰ εἶναι μικρὰ (μ) ἢ μεγάλη (Μ).

Δευτέρα ἔννοια, ἣτις εἰσάγεται, εἶναι ἡ τῆς κατηγορίας καταστάσεως, δηλαδή τῆς καταστάσεως εἰς τὴν ὁποίαν ἤγαγεν ὁ βιαίος παράγων καὶ ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται ὑπὸ πέντε διαβαθμίσεων: Λίαν χαμηλή, χαμηλή, μετρία, ὑψηλή, λίαν ὑψηλή, αἵτινες παρίστανται ἀντιστοίχως διὰ τῶν γραμμάτων (α), (β), (γ), (δ), (ε).

Τέλος ἡ τρίτη ἔννοια, ἣτις εἰσάγεται, εἶναι ἡ διαδικασία καταστάσεως, διὰ τῆς ὁποίας νοεῖται ὁ ὁμαλὸς τρόπος (ἄνευ βιαίου παράγοντος), συμφώνως πρὸς τὸν ὁποῖον μεταβάλλεται ἕν στοιχεῖον ἐντὸς μιᾶς κατηγορίας ἢ μεταπίπτει ἀπὸ κατηγορίας εἰς κατηγορίαν. Ἡ ἔννοια αὕτη χαρακτηρίζεται ὑπὸ τῶν κάτωθι πέντε μορφῶν:

I. (ὁμαλὴ κύμανσις), ἦτοι ἄνοδοι καὶ πτώσεις μικραί, μικρότεραι τῆς ὀριακῆς τιμῆς τοῦ βιαίου παράγοντος.

II. (ὁμαλὴ ἄνοδος), ἦτοι ἄνοδοι μικραί, μικρότεραι τῆς ὀριακῆς τιμῆς τοῦ βιαίου παράγοντος.

III. (ὁμαλὴ πτώσις), ἦτοι πτώσεις μικραί, μικρότεραι τῆς ὀριακῆς τιμῆς τοῦ βιαίου παράγοντος.

IV. (συμμετρικὴ κύμανσις), ἦτοι ἄνοδοι ἢ πτώσεις κατὰ τὰς πρώτας συναπτὰς ἡμέρας καὶ ἀντιστρόφως κατὰ τὰς ὑπολοίπους.

V. (παράλληλος διαδικασία), ἦτοι μεταβολὴ μηδενική.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ὁ βιαίος παράγων (1) ἢ (2) δημιουργεῖ ὀρισμένην κατάστασιν τῆς «κατηγορίας» (α) ἢ (β) ἢ (γ) ἢ (δ) ἢ (ε), ἡ ὁποία εἰς τὸν χρόνον T δὲν παραμένει ἀμετάβλητος, ἀλλ' ὑφίσταται τὴν διαδικασίαν (I) ἢ (II) ἢ (III) ἢ (IV) ἢ (V), μέχρι τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν θὰ ἐπανεμφανισθῇ νέος βιαίος παράγων, διὰ νὰ προκαλέσῃ νέαν κατάστασιν καὶ νέας διαδικασίας, ἐντὸς χρόνου T₁, κ.ο.κ.

Ἐπιπροσθέτως εἰσάγεται καὶ ἡ ἔννοια τοῦ κύκλου τοῦ μετεωρολογικοῦ παράγοντος, δηλαδή τοῦ χρόνου (π.χ. εἰς ἡμέρας), ὅστις μεσολαβεῖ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐμφανίσεων τοῦ βιαίου παράγοντος. Συνεπῶς εἷς κύκλος περιλαμβάνει ἕνα βιαῖον παράγοντα, μίαν ἢ πλείονας κατηγορίας καταστάσεως καὶ οὐδεμίαν (ἐὰν ἡ κατηγορία διαρκέσῃ μίαν μόνον ἡμέραν), ἢ μίαν ἢ πλείονας διαδικασίας καταστάσεως. Ὡς ἐκ τούτου ἡ τυχαία μεταβλητὴ «κύκλος» εἶναι ἀσυνεχῆς, λαμβάνουσα τιμὰς ἀκεραίας καὶ θετικὰς, ὁ δὲ ἀριθμὸς «κύκλων», ἐντὸς μιᾶς οἰασθήποτε χρονικῆς περιόδου, ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν σημειωθέντων «βιαίων παραγόντων».

Ὁ ἐπόμενος πίναξ παρέχει εἰκόνα τῶν βιαίων παραγόντων, κατηγοριῶν καταστάσεων καὶ διαδικασίας τούτων συμφώνως πρὸς τὰ προαναφερθέντα.

Π Ι Ν Α Κ Η Ι

«Βίαιος παράγων»	Ἀπότομος ἄνοδος (1) Ἀπότομος πτώσις (2)
«Κατηγορία καταστάσεως»	Πολύ χαμηλή (α) Χαμηλή (β) Μετρία (γ) Ὑψηλή (δ) Πολύ ὑψηλή (ε)
«Διαδικασία καταστάσεως»	Ὅμαλή κύμανσις (I) Ὅμαλή ἄνοδος (II) Ὅμαλή πτώσις (III) Συμμετρικὴ κύμανσις (IV) Παράλληλος διαδικασίᾳ (V)

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἐκάστη ἡμέρα (ἐφ' ὅσον λαμβάνεται ὡς περίοδος Τ ἡ ἡμέρα) χαρακτηρίζεται ἐκ τοῦ βιαίου παράγοντος (ἐὰν ὑπάρχη) καὶ ἐκ τῆς κατηγορίας καταστάσεως. Ἐνῶ ἡ διαδικασίᾳ ὀρισμένης τάσεως θὰ ἀναφέρεται μόνον εἰς σειρὰν ἡμερῶν.

Ἡ ἐπὶ συναπτάς ἡμέρας παρατηρουμένη κατηγορία καταστάσεως χαρακτηρίζεται, διὰ τὰς αὐτάς ἡμέρας, ὑφ' ὀρισμένης διαδικασίας ἢ καὶ πλειόνων τῆς μιᾶς συνιστωσῶν διαδικασιῶν. Πάντως ἡ ἀκρίβεια τῆς συνισταμένης διαδικασίας συνήθως βαίνει ἀντιστρόφως πρὸς τὴν χρονικὴν διάρκειαν τῆς κατηγορίας καταστάσεως. Ἀφ' ἑτέρου καὶ διὰ τὴν αὐτὴν τάσιν διαδικασίας αἱ δομαὶ διαφέρουν ἀλλήλων, ὡς πρὸς τὸν ἀριθμὸν ἡμερῶν καὶ τὴν διασπορὰν τῶν τιμῶν.

Ἐπερχομένου τοῦ βιαίου παράγοντος, εἶναι δυνατὸν ἢ νὰ ἀλλάξῃ ἡ κατηγορία καταστάσεως ἢ νὰ παραμείνῃ ἡ αὐτή. Πάντως ἡ μεταπήδησις ἐκ τῆς μιᾶς κατηγορίας εἰς τὴν ἄλλην ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐπιδράσαντος βιαίου παράγοντος, ἐκ τοῦ ὀρισθέντος ἐμπειρικοῦ διαστήματος τιμῶν ἐκάστης τῶν κατηγοριῶν καὶ ἐκ τῆς μέσης (ἡμερησίας) τιμῆς τῆς μετεωρολογικῆς μεταβλητῆς, τῆς προηγουμένης τῆς ἐπελεύσεως τοῦ βιαίου παράγοντος ἡμέρας.

Ἡ προτεινομένη εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν μέθοδος παρουσιάζει τὸ βασικὸν πλεονέκτημα, ὅτι ἐξετάζεται ἡ ἐπίδρασις τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων ἢ καταστάσεων ὄχι μόνον διὰ τῶν μεγεθῶν, τὰ ὁποῖα ὑπολογίζομεν ἐκ τῶν ἀριθμητικῶν τιμῶν τούτων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς συμπεριφορᾶς ἢ τοῦ τρόπου μεταβολῆς αὐτῶν, γεγονός τὸ ὁποῖον ἐνέχει μεγίστην σημασίαν, ὅταν ἐξετάζονται αἱ ἐπίδρασις ἐπὶ βιολογικῶν καὶ ἄλλων φαινομένων. Ὁ βίαιος παράγων κατέχει πρωτεύουσαν θέσιν, οὐχ ἤττον ὅμως εἶναι λίαν ἐνδιαφέρον νὰ γνωρίζωμεν τὴν κατάστασιν εἰς τὴν ὁποίαν

ήγαγεν εκείνην, ήτις προϋπήρξε τούτου, τήν χρονικήν διάρκειαν τούτων, ως και τās διαμορφωθείσας διαδικασίας καταστάσεων, στοιχεῖα τὰ ὅποια δὲν ήτο δυνατὸν νὰ ἔχωμεν ἐκ τῆς διερευνήσεως μεταξύ τῶν τιμῶν μόνον ἑνὸς μετεωρολογικοῦ στοιχείου.

Ἐπιπροσθέτως διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, καὶ προκειμένου περὶ μελέτης τοιούτων ἐπιδράσεων, ἀποφεύγεται ἡ ἡμερολογιακὴ ἢ ἄλλη τις αὐθαίρετος ὑποδιαίρεσις τοῦ χρόνου, διὰ τās ὁποίας ἀπαιτεῖται μέγας ἀριθμὸς περιόδων (λ.χ. πενήθημερα ἀντὶ δεκαημέρων) καὶ διὰ τῶν ὁποίων ἀπόλλυται ἡ τυχὸν σημασία ἡμερῶν τινῶν ὡς ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεώς των ὑπὸ στατιστικῶν μεγεθῶν (μέσος ὄρος, τυπικὴ ἀπόκλισις κ.ά.), τὰ ὅποια ἀφοροῦν εἰς τās ἀνωτέρω ὑποδιαίρεσεις.

Διὰ τῆς εἰσαγωγῆς ὅμως τῆς μεταβλητῆς κ ὡς τὰ σύνολα ἡμερῶν, ἔνθα μὲν ἡ διαδοχὴ διενεργεῖται ὁμαλῶς (ἄνευ βιαίου παράγοντος), εἶναι μεγάλα, ἔνθα δὲ αὕτη συντελεῖται δι' ἀποτόμων μεταβολῶν, εἶναι μικρά. Πάντως εἰς ἀμφότερας τās περιπτώσεις ὑπάρχει ὠρισμένη διαδικασία διαμορφώσεως τῆς παραλλάξεως.

Εἰς τὸν πίνακα III δίδεται ἓν παράδειγμα ἐφαρμογῆς τῆς ὡς ἄνω μεθόδου ἐπὶ τῆς μέσης ἡμερησίας τιμῆς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος βάσει τῶν παραδοχῶν τοῦ πίνακος II καὶ ἐπὶ τῶν δεδομένων τοῦ Μετεωροσκοπεῖου τοῦ Ἄστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν τῶν μηνῶν Φεβρουαρίου καὶ Ἰουνίου τοῦ ἔτους 1962.

Π Ι Ν Α Κ Ο Σ Ι Ι

Βιαίος παράγων	(I) : $\Delta t \geq 2,4^{\circ} \text{ C}$ ἢτοι ἀπότομος ἀνοδος τῆς θερμοκρασίας μεγαλύτερα ἢ ἴση τῶν $2,4^{\circ} \text{ C}$. (II) : $\Delta t \leq -2,4^{\circ} \text{ C}$ ἢτοι ἀπότομος πτώσις τῆς θερμοκρασίας μεγαλύτερα ἢ ἴση τῶν $2,4^{\circ} \text{ C}$.
Κατηγορία καταστάσεως	(α) : $t \leq 5,5^{\circ} \text{ C}$ (β) : $5,5 < t \leq 11,5^{\circ} \text{ C}$ (γ) : $11,5 < t \leq 19,0^{\circ} \text{ C}$ (δ) : $19,0 < t \leq 25,0^{\circ} \text{ C}$ (ε) : $t > 25,0^{\circ} \text{ C}$
Διαδικασία καταστάσεως	(I) : $-2,4 < \Delta t < 2,4^{\circ} \text{ C}$ (II) : $0 < \Delta t < 2,4^{\circ} \text{ C}$ (III) : $0 > \Delta t > -2,4^{\circ} \text{ C}$ (IV) : (II) καὶ (III) ἢ (III) καὶ (II) (V) : $\Delta t = 0$

Π Ι Ν Α Κ Η Ι Ι Ι

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Φ Ε Β Ρ Ο Υ Α Ρ Ι Ο Σ	1 - 6	6	5,7 - 9,9	-βIV	
	7	1	(7,0 → 5,5)	-α-	
	8	1	(5,5 → 6,9)	-β-	
	9 - 12	4	9,4 - 11,2	1βI	2,5
	13 - 14	2	12,2 - 13,4	-γ II	
	15	1	(13,4 → 9,5)	2β-	3,9
	16	1	(9,5 → 4,9)	2α-	4,6
	17 - 18	2	7,6 - 7,8	1βII	2,7
	19	1	(7,8 → 5,0)	2α-	2,8
	20 - 23	4	7,2 - 9,9	1βIV	3,1
	24 - 28	5	9,6 - 10,5	1βIV*	2,4
Ι Ο Υ Ν Ι Ο Σ	1 - 4	4	26,4 - 29,6	-εI	
	5	1	(26,4 - 24,3)	-δ-	
	6 - 15	10	19,2 - 24,3	2δI	3,4
	16 - 17	2	25,5 - 25,8	-εII	
	18	1	(25,8 → 24,8)	-δ-	
	19 - 30	12	25,2 - 28,8	-εI**	

* Ο κύκλος κλείει την 28ην Φεβρ., διότι την 1ην Μαρτ. έσημειώθη βίαιος παράγων.

** Ο κύκλος, όστις ήρχισε την 6ην 'Ιουν., συνεχίζεται και μετά τó πέρας τού 'Ιουνίου.

Έπεξήγησις τού πίνακος III. Είς την στήλην (5) τού πίνακος III αναγράφεται κατά πρώτον ó βίαιος παράγων (έάν ύπάρχη), μετέπειτα ή δημιουργηθεΐσα κατηγορία καταστάσεως και τέλος ή διαδικασία καταστάσεως (έάν ύπάρχη).

Η παύλα (—), είς την άρχήν ή τó τέλος, σημαίνει έλλειψιν βιαίου παράγοντος ή άντιστοιχου διαδικασίας.

Η ήμέρα δράσεως τού βιαίου παράγοντος είναι έκάστοτε ή πρώτη τού διαστήματος τής στήλης (2).

Η διάρκεια τής κατηγορίας δίδεται ύπό τής στήλης (3), καθώς και ή διάρκεια τής διαδικασίας καταστάσεως.

Μεταξύ τών διαδοχικών γραμμών τής στήλης (5) περιλαμβάνεται είς κύκλος, τής διάρκειάς του εύρισκομένης δι' άθροίσεως τών άντιστοιχων τιμών τής στήλης (3).

Τήν πρώτην ήμέραν έκάστου κύκλου χαρακτηρίζει ή έντασις τού βιαίου παράγοντος τής στήλης (6).

Έπίσης είς την στήλην (4) έμφαίνεται τó εύρος τής μεταβολής, άπό τής μικρότερας μέχρι τής μεγαλύτερας σημειωθείσης θερμοκρασίας, έντòς τού αναγραφομένου διαστήματος ήμερών. Η παρένθεσις και τó βέλος (→) δεικνύουν την μεταβολήν άπό τής προηγούμενης είς την έπομένην τιμήν τής μέσης ήμερησίας θερμοκρασίας, χρησιμοποιούνται δέ προκειμένου νά χαρακτηρίσουν κύκλους ήμερησίους και κατηγορίας άνευ διαδικασίας.

S O M M A I R E

Afin de mieux réussir l'étude de l'influence d'un ou plusieurs facteurs climatiques — agissant isolément ou en corrélation ou de certains états météorologiques sur des phénomènes biologiques, les auteurs ont imaginé et appliqué une méthodologie nouvelle, grâce à laquelle on évite les subdivisions arbitraires du temps en mois, semaines, groupes de dix jours ou autres. Cette méthode se base sur l'étude de l'évolution continue dans le temps des divers éléments constitutifs du climat, c'est-à-dire de jour en jour, d'heure en heure.

De cette façon on a noté : 1) Toute variation brusque du facteur climatique étudié. 2) Le sens en plus ou en moins de cette variation brusque, son intensité et les conséquences qui en découlent, c'est-à-dire la situation climatique qui en résulte. 3) Le processus selon lequel le facteur climatique parvient à un nouvel état (progressivement cette fois) c'est-à-dire sans intervention d'une nouvelle variation brusque. 4) L'intervalle entre deux variations brusques que les auteurs appellent «cycle» du facteur climatique.

Ainsi chaque cycle se situe entre deux variations brusques et la courbe de ce cycle peut être linéaire, uniforme ou multiforme, c'est-à-dire le facteur reste inchangé pendant la durée du cycle ou varie dans un sens, dans l'autre ou alternativement dans les deux sens, mais de façon régulière progressive non brutale. Au moment de la prochaine variation brusque un nouvel cycle commence.

De cette façon chaque «cycle» est de durée indéterminée et comprend une variation brusque, une ou plusieurs catégories de l'état climatique et aucune, une ou plusieurs variations progressives de l'état climatique.

D'après cela chaque jour est caractérisé par une variation brusque, s'il en comporte, et par la catégorie de l'état du facteur climatique étudié.

L'avantage fondamental de cette méthode est qu'elle étudie le facteur climatique non pas de façon statique pour une valeur donnée, (température très haute ou très basse), mais de façon dynamique, en tenant compte du processus du changement, c'est-à-dire du sens, de la qualité, de l'intensité de la durée de la variation.