



Εταιρεία των Φίλων του Λαού
Σειρά ομιλιών: «Επίκαιρα Θέματα»
Παρασκευή 24 Νοεμβρίου 2023

Ο Νείλος και τα δώρα του στην υδρολογία και την κλιματολογία απ' την αρχαιότητα μέχρι σήμερα



Δημήτρης Κουτσογιάννης

Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

(dk@ntua.gr, <http://itia.ntua.gr/dk/>)



Παρουσίαση διαθέσιμη στο διαδίκτυο: <http://www.itia.ntua.gr/2355/>

**Αἴγυπτος ἔς τὴν Ἑλλήνες ναυτίλλονται ἔστι
Αἴγυπτίοισι ἐπίκτητός τε γῆ καὶ δῶρον τοῦ
ποταμοῦ**

Ἡρόδοτος

Το σκηνικό

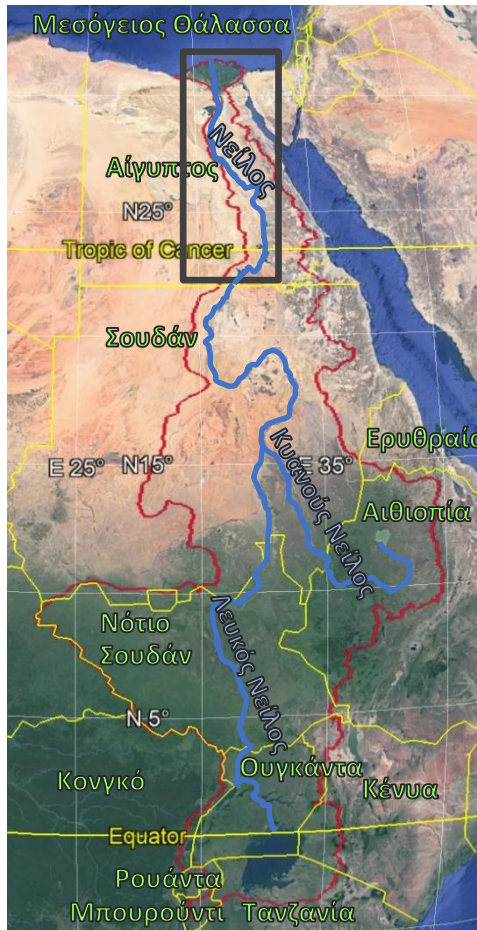
Με μήκος περίπου 6 700 km, ο Νείλος είναι ο μεγαλύτερος ποταμός στη Γη, με χρόνο διαδρομής μέχρι 45 ημέρες.

Η λεκάνη του, επιφάνειας 3.3 εκατομμυρίων km², εκτείνεται σε 11 Αφρικανικές χώρες.

Ο Λευκός Νείλος (δυτικός κλάδος) ξεκινά από τη Λίμνη Victoria, τη μεγαλύτερη τροπική λίμνη στον κόσμο.

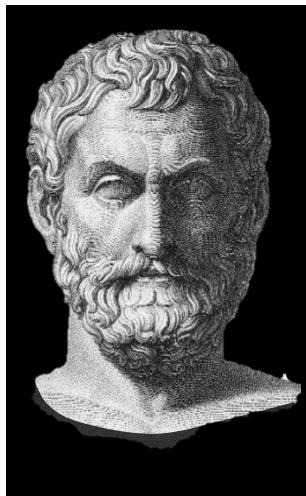
Ο Κυανούς Νείλος (ανατολικός κλάδος), με τις πηγές του στα Αιθιοπικά υψίπεδα, ξεκινώντας από τη λίμνη Τάνα, είναι υπεύθυνος για το μεγαλύτερο μέρος της παροχής του Νείλου.

Πηγή: Google Earth μετά από μετατροπές και προσθήκες

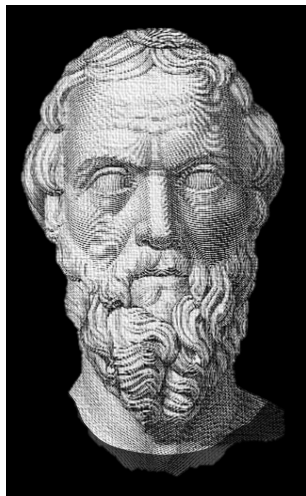


Οι πρωταγωνιστές

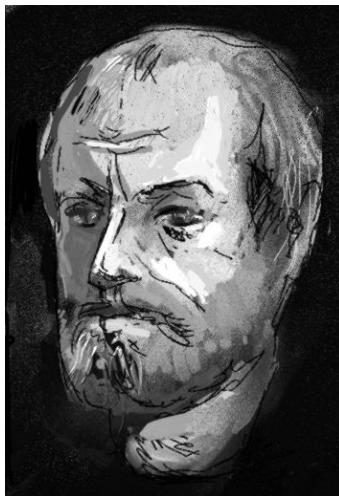
Προέλευση εικόνων: Visconti (1817), Koutsoyiannis et al. (2007) , Wikipedia



Θαλής ο Μιλήσιος (~624/623 – ~548/545 π.Χ.), ένας από τους Επτά Σοφούς, ο πρώτος Έλληνας φιλόσοφος, πατέρας της επιστήμης.



Ήρόδοτος (~484 – ~425 π.Χ.), ιστορικός, συγγραφέας του έργου *Ιστορίαι*, ο πρώτος που μελέτησε ιστορικά θέματα με συστηματική μέθοδο έρευνας.



Αριστοτέλης (384 – 322 π.Χ.), ιδρυτής του Λυκείου και της περιπατητικής φιλοσοφικής σχολής και συγγραφέας περίπου 400 βιβλίων.



Harold Edwin Hurst (1880 – 1978), Βρετανός υδρολόγος που αφιέρωσε την επαγγελματική του διαδρομή στη μέτρηση και μελέτη του Νείλου, όπου δούλεψε 62 χρόνια από το 1906.



Andrey Nikolaevich Kolmogorov, 1903 – 1987, Σοβιετικός μαθηματικός, ίσως ο σπουδαιότερος του 20ού αιώνα, με συμβολή στη θεμελίωση των πιθανοτήτων και της στοχαστικής.

Μέρος Α

Ο Νείλος και η γέννηση της επιστήμης

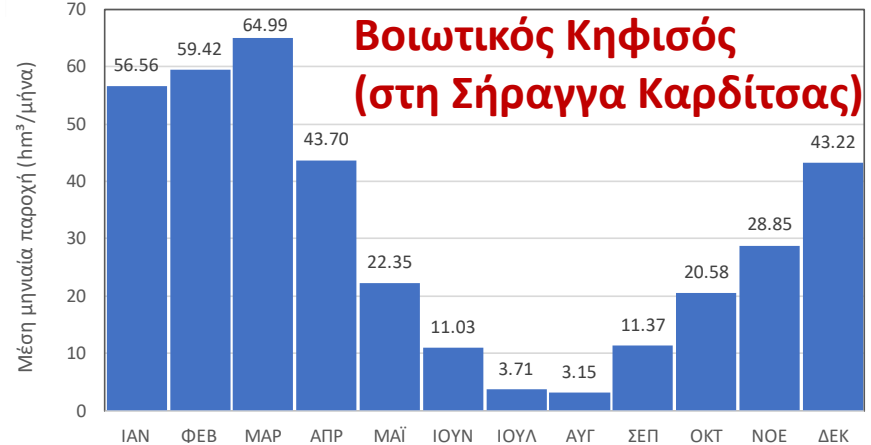
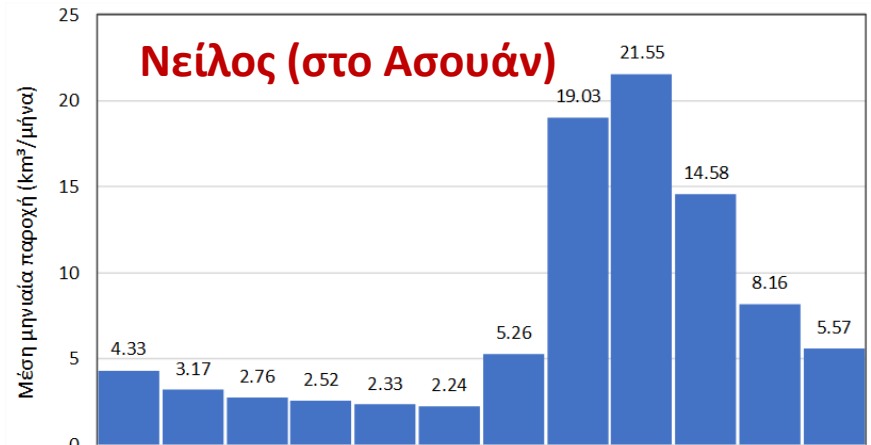
Το παράδοξο του Νείλου

Το πρώτο στην ιστορία πρόβλημα γεωφυσικής (ειδικότερα υδρολογίας) αφορά την αιτία των πλημμυρών του Νείλου. Τίθεται απ' τον Θαλή και αναφέρεται απ' τον Ηρόδοτο.

Το αίνιγμα ήταν το διαφορετικό υδρολογικό καθεστώς σε σύγκριση με άλλους ποταμούς της Μεσογείου: **οι πλημμύρες του Νείλου συμβαίνουν το καλοκαίρι.**

Η αντιπαράθεση για την πραγματική αιτία κράτησε τρεις αιώνες.

Σημείωση: $1 \text{ km}^3 = 1 \text{ δισεκατομμύριο m}^3$, $1 \text{ hm}^3 = 1 \text{ εκατομμύριο m}^3$



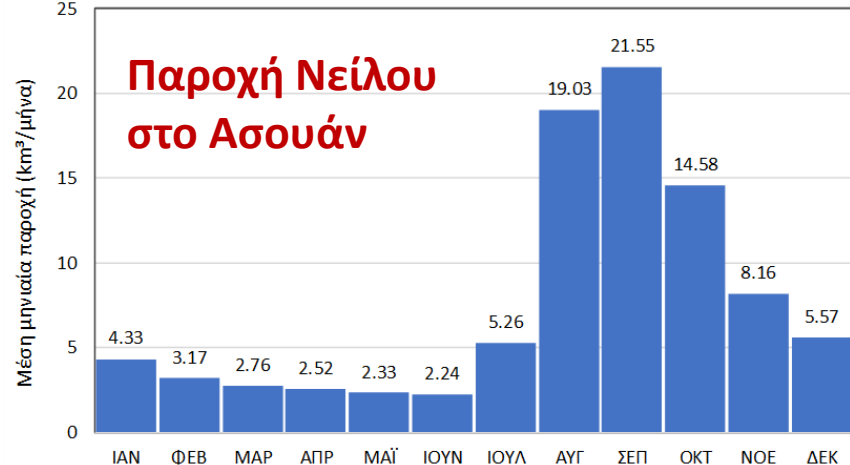
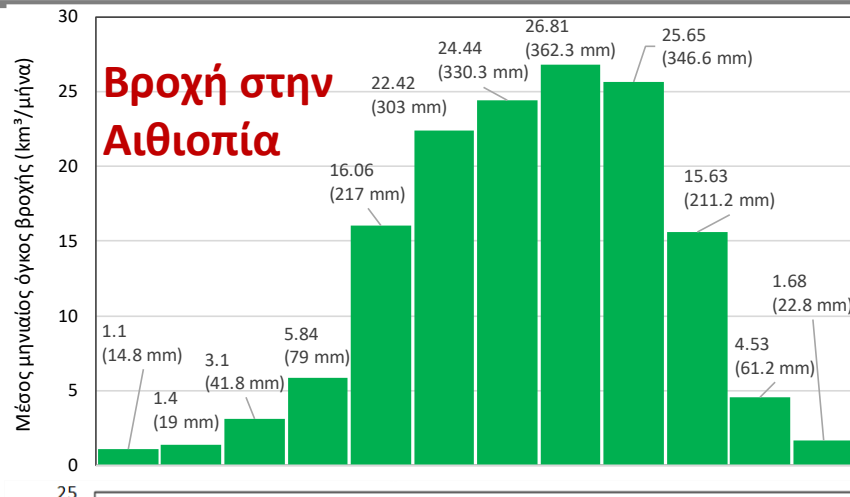
Η λύση του αινίγματος του Νείλου σε σύγχρονους όρους

Το πάνω διάγραμμα δίνει τον μέσο ημερήσιο όγκο βροχόπτωσης σε $\text{km}^3/\text{μήνα}$ (και το ύψος βροχής σε $\text{mm}/\text{μήνα}$) πάνω από ένα ορθογώνιο με διαγώνιο στα σημεία $9^\circ\text{B}, 35^\circ\text{A}$ και $12^\circ\text{B}, 37^\circ\text{A}$ (με επιφάνεια περίπου $74\,000\text{ km}^2$, 2.2% της συνολικής λεκάνης), που ανήκει στη λεκάνη απορροής του Κυανού Νείλου στην Αιθιοπία.

Τους θερινούς μήνες, οι όγκοι βροχόπτωσης στο πιο πάνω ορθογώνιο υπερκαλύπτουν τις μέσες μηνιαίες παροχές στο Ασουάν.

Τους υπόλοιπους μήνες με τις χαμηλές παροχές, είναι πιο σημαντική η συμβολή του Λευκού Νείλου.

Προέλευση δεδομένων βροχοπτώσεων: NCEP/NCAR Reanalysis 1 (ΗΠΑ).
Ανάκτηση μέσω της πλατφόρμας climexp (<http://climexp.knmi.nl/>).



Τοποθέτηση του προβλήματος απ' τον Ηρόδοτο

τοῦ ποταμοῦ δὲ φύσις πέρι οὔτε τι τῶν ἱρέων οὔτε ἄλλου οὐδενὸς παραλαβεῖν ἐδυνάσθη. πρόθυμος δὲ ἔα τάδε παρ' αὐτῶν πυθέσθαι, ὅ τι κατέρχεται μὲν ὁ Νεῖλος πληθύνων ἀπὸ τροπέων τῶν θερινῶν ἀρξάμενος ἐπὶ ἑκατὸν ἡμέρας, πελάσας δὲ ἐς τὸν ἀριθμὸν τουτέων τῶν ἡμερῶν ὀπίσω ἀπέρχεται ἀπολείπων τὸ ῥέεθρον, ὥστε βραχὺς τὸν χειμῶνα ἅπαντα διατελεῖ ἐὼν μέχρι οὗ αὐτὴς τροπέων τῶν θερινῶν. **τούτων ὧν πέρι οὐδενὸς οὐδὲν οἴός τε ἐγενόμην παραλαβεῖν παρὰ τῶν Αἰγυπτίων, ἱστορέων αὐτούς ἦντινα δύναμιν ἔχει ὁ Νεῖλος τὰ ἔμπαλιν πεφυκέναι τῶν ἄλλων ποταμῶν:** ταῦτά τε δὴ τὰ λελεγμένα βουλόμενος εἶδέναι ἰστόρεον καὶ ὅ τι αὔρας ἀποπνεούσας μούνος ποταμῶν πάντων οὐ παρέχεται (Ηροδότου Ἱστορία, 2, 19).

Αλλά για τη φύση του ποταμού δεν κατόρθωσα να μάθω τίποτε, ούτε από τους ιερείς ούτε από κανέναν άλλο. Κι όμως εγώ πολύ το ήθελα να πάρω απ' αυτούς πληροφορίες για τούτα τα πράγματα, γιατί δηλαδή ο Νείλος κατεβαίνει φουσκωμένος επί εκατό ημέρες, αρχίζοντας από το θερινό ηλιοστάσιο και όταν πλησιάζει αυτόν τον αριθμό των ημερών, υποχωρεί, η στάθμη του κατεβαίνει, και μένει χαμηλός όλον τον χειμώνα, ως το θερινό ηλιοστάσιο και πάλι. **Για όλα αυτά από κανέναν Αιγύπτιο δεν κατόρθωσα να πάρω πληροφορίες όταν τους ρωτούσα ποιά δύναμη έχει ο Νείλος και είναι καμωμένος αντίθετα από τους άλλους ποταμούς:** τα παραπάνω λοιπόν ήθελα να μάθω και ρωτούσα, καθώς και γιατί ο Νείλος είναι ο μόνος απ' όλους τους ποταμούς που από τη μεριά του δεν φυσούν άνεμοι. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

Η πρώτη εξήγηση που αφηγείται ο Ηρόδοτος

ἀλλὰ Ἑλλήνων μὲν τινὲς ἐπίσημοι βουλόμενοι γενέσθαι σοφίην ἔλεξαν περὶ τοῦ ὕδατος τούτου τριφασίας ὁδοῦς: τῶν τὰς μὲν δύο τῶν ὁδῶν οὐδ' ἀξιῶ μνησθῆναι εἰ μὴ ὅσον σημῆναι βουλόμενος μόνον. (ὁ.π., 2, 20).

Μερικοί Ἕλληνες ωστόσο, θέλοντας να γίνουν διάσημοι για τη σοφία τους, διατύπωσαν τρεις απόψεις γι' αυτόν τον ποταμό· από τις απόψεις αυτές, τις δύο δεν τις κρίνω άξιες να αναφερθούν, θέλω ωστόσο να πω μόνο τί λένε. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

τῶν ἡ ἐτέρη μὲν λέγει τοὺς ἐτησίαις ἀνέμους εἶναι αἰτίους πληθύνειν τὸν ποταμόν, κωλύοντας ἐς θάλασσαν ἐκρέειν τὸν Νεῖλον. πολλάκις δὲ ἐτησίαι μὲν οὐκὼν ἔπνευσαν, ὁ δὲ Νεῖλος τῷ αὐτῷ ἐργάζεται. πρὸς δέ, εἰ ἐτησίαι αἰτίοι ἦσαν, χρῆν καὶ τοὺς ἄλλους ποταμοὺς, ὅσοι τοῖσι ἐτησίησι ἀντίοι ῥέουσι, ὁμοίως πάσχειν καὶ κατὰ τὰ αὐτὰ τῷ Νείλῳ, καὶ μᾶλλον ἔτι τοσοῦτῳ ὅσω ἐλάσσονες ἐόντες ἀσθενέστερα τὰ ῥεύματα παρέχονται. εἰσὶ δὲ πολλοὶ μὲν ἐν τῇ Συρίῃ ποταμοὶ πολλοὶ δὲ ἐν τῇ Λιβύῃ, οἳ οὐδὲν τοιοῦτο πάσχουσι οἷόν τι καὶ ὁ Νεῖλος. (ὁ.π., 2, 20).

Η πρώτη λοιπόν από αυτές λέει ότι η αιτία που φουσκώνει ο Νεῖλος είναι οι ετήσιοι άνεμοι [ετησίαι, σημερινή ονομασία μελτέμια, μουσώνες], που τον εμποδίζουν να κυλήσει προς τη θάλασσα. Πολλές φορές ωστόσο ετήσιοι άνεμοι δεν φύσηξαν, και ο Νεῖλος έκανε τα ίδια. Εξάλλου, αν η αιτία ήταν οι ετήσιοι άνεμοι, θα έπρεπε και οι άλλοι ποταμοί, όσοι κυλούν αντίθετα με τους ετήσιους ανέμους, να παθαίνουν τα ίδια με τον Νεῖλο, και μάλιστα ακόμη περισσότερο, αφού είναι μικρότεροι και έχουν πιο αδύναμα ρεύματα. Και υπάρχουν πολλοί ποταμοί στη Συρία, πολλοί και στη Λιβύη, αλλά τέτοια πράγματα όπως ο Νεῖλος δεν τα παθαίνουν. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

Η δεύτερη εξήγηση που αφηγείται ο Ηρόδοτος

ή δ' ἑτέρα ἀνεπισημονεστέρα μὲν ἐστὶ τῆς λελεγμένης, λόγῳ δὲ εἰπεῖν θωμασιωτέρα: ἢ λέγει ἀπὸ τοῦ Ὠκεανοῦ ῥέοντα αὐτὸν ταῦτα μηχανᾶσθαι, τὸν δὲ Ὠκεανὸν γῆν περὶ πᾶσαν ῥέειν. [...] ὁ δὲ περὶ τοῦ Ὠκεανοῦ λέξας ἐς ἀφανὲς τὸν μῦθον ἀνεναίκα οὐκ ἔχει ἔλεγχον: οὐ γὰρ τινὰ ἔγωγε οἶδα ποταμὸν Ὠκεανὸν ἔοντα, Ὅμηρον δὲ ἢ τινὰ τῶν πρότερον γενομένων ποιητῶν δοκέω τὸ οὖνομα εὐρόντα ἐς ποίησιν ἐσενείκασθαι. (ό.π., 2, 21&23)

Αλλά η δεύτερη άποψη είναι ακόμη πιο αδαής απ' αυτήν που ανέφερα, μόνο που είναι πιο εντυπωσιακή στο άκουσμά της: λέει ότι ο Νείλος κάνει αυτά τα καμώματα επειδή έρχεται από τον Ωκεανό, και ο Ωκεανός κυλάει γύρω γύρω σε όλη τη γη. [...] Όσο γι' αυτόν που μίλησε για τον Ωκεανό, έχει αναγάγει την υπόθεση στο άγνωστο, και άρα δεν μπορεί να ελεγχθεί: γιατί εγώ δεν γνωρίζω να υπάρχει κανένας ποταμός Ωκεανός, παρά μου φαίνεται ότι ο Όμηρος είτε κάποιος παλιότερος ποιητής επινόησε το όνομα και το έμπασε στην ποίηση. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

Η τρίτη εξήγηση που αφηγείται ο Ηρόδοτος

ή δὲ τρίτη τῶν ὁδῶν πολλὸν ἐπιεικεστάτη ἐοῦσα μάλιστα ἔψευσται: λέγει γὰρ δὴ οὐδ' αὕτη οὐδέν, φαμένη τὸν **Νεῖλον ῥέειν ἀπὸ τηκομένης χιόνος**: ὃς ῥέει μὲν ἐκ Λιβύης διὰ μέσων Αἰθιοπῶν, ἐκδιδοῖ δὲ ἐς Αἴγυπτον. κῶς ὦν δῆτα ῥέει ἂν ἀπὸ χιόνος, ἀπὸ τῶν θερμωτάτων ῥέων ἐς τὰ ψυχρότερα τὰ πολλὰ ἐστὶ: ἀνδρὶ γε λογιζέσθαι τοιούτων περὶ οἴω τε ἐόντι, ὡς οὐδὲ οἶκος ἀπὸ χιόνος μιν ῥέειν, πρῶτον μὲν καὶ μέγιστον μαρτύριον οἱ ἄνεμοι παρέχονται πνέοντες ἀπὸ τῶν χωρέων τουτέων θερμοί: δεύτερον δὲ ὅτι ἄνομβρος ἡ χώρα καὶ ἀκρύσταλλος διατελεῖ ἐοῦσα, ἐπὶ δὲ χιόνι πεσοῦση πᾶσα ἀνάγκη ἐστὶ ὕσαι ἐν πέντε ἡμέρησι, ὥστε, εἰ ἐχιόνιζε, ὕετο ἂν ταῦτα τὰ χωρία: τρίτα δὲ οἱ ἄνθρωποι ὑπὸ τοῦ καύματος μέλανες ἐόντες. ἰκτῖνοι δὲ καὶ χελιδόνες δι' ἔτεος ἐόντες οὐκ ἀπολείπουσι, γέρανοι δὲ φεύγουσαι τὸν χειμῶνα τὸν ἐν τῇ Σκυθικῇ χώρῃ γινόμενον φοιτῶσι ἐς χειμασίην ἐς τοὺς τόπους τούτους. εἰ τοίνυν ἐχιόνιζε καὶ ὅσον ὦν ταύτην τὴν χώραν δι' ἧς τε ῥέει καὶ ἐκ τῆς ἄρχεται ῥέων ὁ Νεῖλος, ἦν ἂν τούτων οὐδέν, ὡς ἡ ἀνάγκη ἐλέγχει. (ὁ.π., 2, 22)

Η τρίτη ἄποψη ὁμως, αν και είναι η ευλογοφανέστερη, είναι μολοντούτο η πλέον αναληθής: γιατί ούτε αυτή λέει τίποτε, αφού υποστηρίζει ότι ο **Νεῖλος προέρχεται από το χιόνι που λιώνει**: αυτός ὁμως ἔρχεται ἀπὸ τὴ Λιβύη, περνάει μέσα ἀπὸ τὴν Αἰθιοπία και βγαίνει στην Αἴγυπτο. Πῶς λοιπὸν προέρχεται ἀπὸ τὸ χιόνι αφού ἀπὸ τόπους θερμούς κατεβαίνει σε τόπους που είναι γενικά πιο ψυχροί; Για τον ἄνθρωπο που είναι σε θέση να σκέπτεται σωστά γι' αὐτὰ τα πράγματα, δεν είναι λογικό να προέρχεται ο Νεῖλος ἀπὸ τὸ χιόνι, και τὴν πρώτη ἀπόδειξη και τὴ μεγαλύτερη τὴν προσφέρουν οἱ ἄνεμοι που φυσοῦν ἀπ' αὐτὲς τις περιοχές και που είναι θερμοί: ὕστερα, σ' αὐτὴν τὴν περιοχή δεν πέφτει ούτε βροχή ούτε παγωνιά, ενώ αν πέσει χιόνι, πρέπει οπωσδήποτε να βρέξει μέσα σε πέντε ἡμέρες: ἀρα, αν χιόνιζε σ' αὐτὰ τα μέρη, θα ἔβρεχε κιόλας: τρίτον, οἱ ἄνθρωποι είναι μαύροι ἀπὸ τὴν κάψα. Ἐπειτα, τα περδικογέρακα και τα χελιδόνια μένουν ἐκεῖ ὅλον τον χρόνο, και οἱ γερανοί, για να γλιτώσουν ἀπὸ τον χειμῶνα που κάνει στη χώρα τῆς Σκυθίας, πηγαίνουν να ξεχειμάσουν σ' αὐτοὺς τους τόπους. Αν λοιπὸν χιόνιζε ἔστω και ελάχιστα σ' αὐτὴ τὴ χώρα ὅπου κυλάει και ἀπ' ὅπου ἀρχίζει να κυλάει ο Νεῖλος, τίποτε ἀπὸ ὅλα αὐτὰ δεν θα συνέβαινε, και τούτο ἀποδεικνύεται αναγκαστικά. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

Η εξήγηση του ίδιου του Ηροδότου

εἰ δὲ δεῖ μεμψάμενον γνώμας τὰς προκειμένας αὐτὸν περὶ τῶν ἀφανέων γνώμην ἀποδέξασθαι, φράσω δι' ὃ τι μοι δοκίει πληθύνεσθαι ὁ Νεῖλος τοῦ θέρους: τὴν χειμερινὴν ὥρην ἀπελαυνόμενος ὁ ἥλιος ἐκ τῆς ἀρχαίης διεξόδου ὑπὸ τῶν χειμῶνων ἔρχεται τῆς Λιβύης τὰ ἄνω. ὡς μὲν νυν ἐν ἐλαχίστῳ δηλῶσαι, πᾶν εἴρηται: τῆς γὰρ ἂν ἀγχοτάτῳ τε ἢ χώρης οὗτος ὁ θεὸς καὶ κατὰ ἦντινα, ταύτην οἶκός διψῆν τε ὑδάτων μάλιστα καὶ τὰ ἐγχώρια ῥεύματα μαραίνεσθαι τῶν ποταμῶν. (ὁ.π., 2, 24)

Αν ὅμως πρέπει, αφού κατέκρινα τις προτεινόμενες απόψεις, να υιοθετήσω κι εγώ μια άποψη για τα σκοτεινά αυτά ζητήματα, θα πω για ποιόν λόγο νομίζω ότι ο Νείλος φουσκώνει το καλοκαίρι· τη χειμερινή περίοδο οι καταιγίδες απωθούν τον ήλιο από τη συνηθισμένη διαδρομή του και αυτός έρχεται στα επάνω μέρη της Λιβύης: με λίγα λόγια, αυτό είναι όλο και δεν χρειάζονται περισσότερα· επειδή είναι εύλογο, η χώρα που τη σιμώνει περισσότερο τούτος ο Θεός και που βρίσκεται από πάνω της, να έχει τη μεγαλύτερη δίψα για νερό και οι κοίτες των ποταμών της να ξεραίνονται. (Μετάφραση Λ. Ζενάκος.)

Ποιοι υποστήριζαν τις τρεις εξηγήσεις που αφηγείται ο Ηρόδοτος;

Ο Αέτιος ο Αντιοχεύς, φιλόσοφος (περιπατητικός), δοξογράφος, αστρονόμος, μετεωρολόγος και φυσικός του 1^{ου} ή 2^{ου} αιώνα μ.Χ., αποκαλύπτει τους υποστηρικτές των τριών εξηγήσεων.

Η πρώτη εξήγηση αποδίδεται στον **Θαλή**:

Θαλῆς τοὺς ἐτησίας ἀνέμους οἶται πνέοντας τῆ Αἰγύπτῳ ἀντιπροσώπους ἐπαίρειν τοῦ Νείλου τὸν ὄγκον διὰ τὸ τὰς ἐκροὰς αὐτοῦ τῆ παροιδήσει τοῦ ἀντιπαρήκοντος πελάγους ἀνακόπτεσθαι. (Αέτιος IV, 1, 1).

Ο Θαλῆς θεωρεῖ ὅτι οἱ ἐτησῖαι ἀνεμοὶ, που φυσοῦν σὴν Αἰγύπτῳ, σηκώνουν τὸν ὄγκο τοῦ νεροῦ τοῦ Νείλου ἀνακόπτοντας τὴν ἐκροή με τὸ φούσκωμα τοῦ πελάγους που τὴν υπερφαλαγγίζει. (Μετάφραση ΔΚ.)

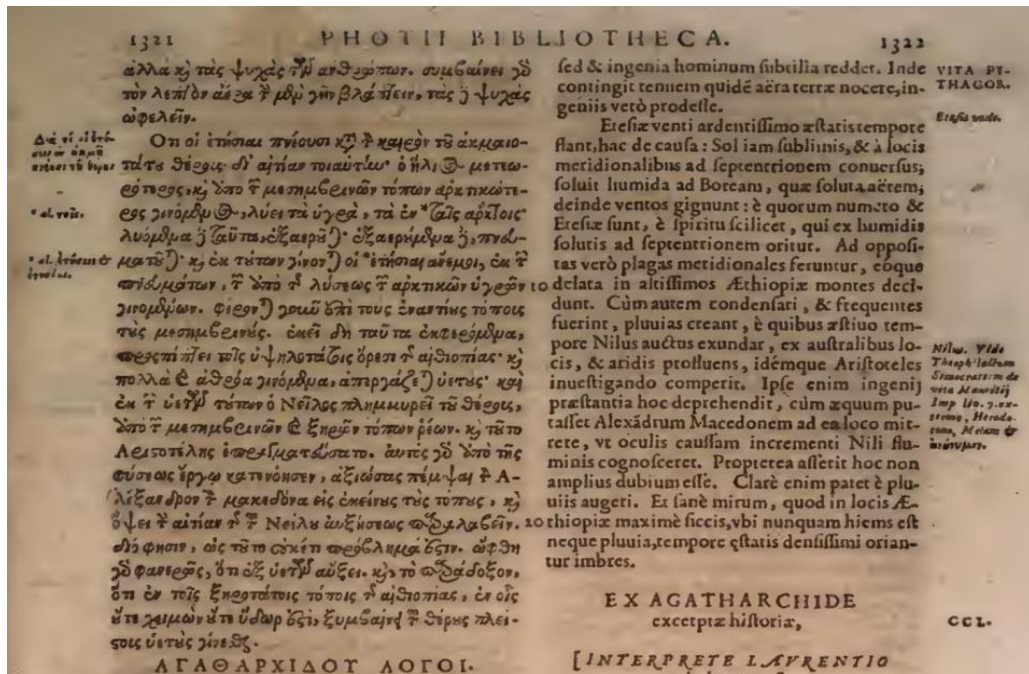
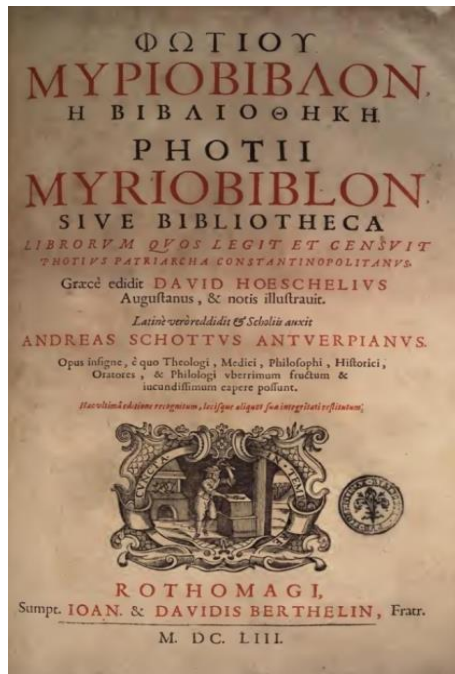
Η δεύτερη υποστηρίχθηκε από τον **Εὐθυμένη τον Μασσαλιώτη** (πρώιμος 6^{ος} αιώνας π.Χ.), φιλόσοφο από τη Μασσαλία που εξερεύνησε τις ακτές της Δυτικής Αφρικής.

Η τρίτη φαίνεται να υποστηρίχθηκε από τον **Αναξαγόρα** και κατ' ἄλλη εκδοχή από τον **Δημόκριτο** (460–370 π.Χ.).

Η λύση του παραδόξου του Νείλου: Αριστοτέλης

Ένα έργο ανώνυμου συγγραφέα με τίτλο «Βίος Πυθαγόρου» που σχολιάζεται στη Βιβλιοθήκη (Μυριόβιβλον) του Πατριάρχου Φωτίου (~810/820 – 893), η οποία εκδόθηκε στο σύνολό της το 1653 (στα ελληνικά με λατινική μετάφραση), περιλαμβάνει την

πληροφορία ότι το αίνιγμα λύθηκε από τον Αριστοτέλη.



Πηγή:
https://archive.org/details/bub_gb_7aff8OLv0T8C

Η λύση του παραδόξου κατά τον Αριστοτέλη

Ἵτι οἱ ἐτήσιαι πνέουσι κατὰ τὸν καιρὸν τοῦ ἀκμαιοτάτου θέρους δι' αἰτίαν τοιαύτην. Ὁ ἥλιος μετεωρότερος καὶ ἀπὸ τῶν μεσημβρινῶν τόπων ἀρκτικώτερος γινόμενος λύει τὰ ὑγρά τὰ ἐν ταῖς ἄρκτοις· λυόμενα δὲ ταῦτα ἐξαεροῦται, ἐξαερούμενα δὲ πνευματοῦται, καὶ ἐκ τούτων γίνονται οἱ ἐτήσιαι ἄνεμοι [...]. Ἐκεῖ δὴ ταῦτα ἐκφερόμενα προσπίπτει τοῖς ὑψηλοτάτοις ὄρεσι τῆς Αἰθιοπίας, καὶ πολλὰ καὶ ἀθρόα γινόμενα ἀπεργάζεται ὑετούς· καὶ ἐκ τῶν ὑετῶν τούτων ὁ Νεῖλος πλημμυρεῖ τοῦ θέρους, ἀπὸ τῶν μεσημβρινῶν καὶ ξηρῶν τόπων ῥέων. Καὶ τοῦτο Ἀριστοτέλης ἐπραγματεύσατο· **αὐτὸς γὰρ ἀπὸ τῆς φύσεως ἔργῳ κατενόησεν, ἀξιώσας πέμψαι Ἀλέξανδρον τὸν Μακεδόνα εἰς ἐκείνους τοὺς τόπους καὶ ὄψει τὴν αἰτίαν τῆς τοῦ Νεῖλου ἀυξήσεως παραλαβεῖν. Διὸ φησιν ὡς τοῦτο οὐκέτι πρόβλημά ἐστιν· ὥφθη γὰρ φανερώς ὅτι ἐξ ὑετῶν αὔξει.** Καὶ <λύεται> τὸ παράδοξον, <ὅτι> ἐν τοῖς ξηροτάτοις τόποις τῆς Αἰθιοπίας, ἐν οἷς οὔτε χειμῶν οὔτε ὕδωρ ἐστί, συμβαίνει τοῦ θέρους πλείστους ὑετούς γίνεσθαι (Ανώνυμος, Βίος Πυθαγόρου, στο Φωτίου, Μυριόβιβλον, [https://el.wikisource.org/wiki/Μαρτυρία_\(Αριστοτέλης\)](https://el.wikisource.org/wiki/Μαρτυρία_(Αριστοτέλης))).

Οἱ ετησῖαι ἄνεμοι [μουσῶνες] πνέουν κατὰ τὴ διάρκεια τῆς αιχμῆς τοῦ καλοκαιριοῦ ἀπ' αὐτὴ τὴν αἰτία: Ὁ ἥλιος, στο ζενίθ του διερχόμενος ἀπὸ τὰ νότια πρὸς τὰ βόρεια, διαλύει τὴν υγρασία στα βόρεια καὶ ὅταν αὐτὴ ἡ υγρασία διαλυθῆι, εξατμίζεται καὶ προκαλεῖ ρεύματα ἀέρα καὶ ἐτσι δημιουργοῦνται μουσῶνες [...]. Ὅταν αὐτὰ φτάσουν στα ψηλά βουνά τῆς Αἰθιοπίας καὶ συγκεντρωθοῦν ἐκεῖ, παράγουν βροχές. Αὐτές οἱ βροχές σε ὅλο το καλοκαίρι προκαλοῦν τὴν πλημμύρα τοῦ Νεῖλου ῥέοντας ἀπὸ νότιους καὶ ξηρούς τόπους. Αὐτὸ το πραγματεύτηκε **ο Ἀριστοτέλης, ο οποίος, με τὴν ευφυΐα του, το κατενόησε, ἐνὼ ἀξίωσε ἀπὸ τὸν Ἀλέξανδρο τὸν Μακεδόνα ἀποστολὴν σε αὐτές τις περιοχές γιὰ νὰ διαπιστώσει καὶ ἐποπτικῶς τὴν αἰτία τῆς πλημμύρας τοῦ Νεῖλου. Γι' αὐτὸ λένε ὅτι δὲν ὑπάρχει πρόβλημα πια. Ἐγίνε φανερό ἀπὸ τὴν αυτοψία ὅτι ἡ ροὴ αὐξάνεται ἀπὸ αὐτές τις βροχές.** Καὶ αὐτὸ ἔλυσε τὸ παράδοξο ὅτι στους πιο ξηρούς τόπους τῆς Αἰθιοπίας ὅπου δὲν ὑπάρχει χειμῶνας οὔτε βροχὴ, συμβαίνει τὸ καλοκαίρι νὰ σημειῶνεται ἐντονες βροχοπτώσεις. (Μετάφραση ΔΚ.)

Επαλήθευση της ιστορίας από άλλους φιλοσόφους

Ἐρατοσθένης δὲ οὐκέτι φησὶν <πρόβλημα εἶναι> οὐδὲ ζητεῖν χρῆναι περὶ τῆς αὐξήσεως τοῦ Νείλου, σαφῶς καὶ ἀφικομένων τινῶν εἰς τὰς τοῦ Νείλου πηγὰς καὶ **τοὺς ὄμβρους τοὺς γινομένους ἑωρακότων, ὥστε κρατύνεσθαι τὴν Ἀριστοτέλους ἀπόδοσιν** (Πρόκλος ο Λύκιος, Σχόλια, Πλάτωνος Τίμαιος, 22 E—I 121, 8 Diehl).

Ο Ερατοσθένης, λέει πως δεν <εἶναι πρόβλημα> ούτε χρειάζεται πλέον να διερευνήσει την αιτία της αύξησης του Νείλου, αφού **κάποιοι ἔφτασαν στις πηγές του Νείλου και είδαν τις βροχές που συμβαίνουν εκεί, ἔτσι ὥστε να επιβεβαιώσουν τη θεωρία του Αριστοτέλη.** (Μετάφραση ΔΚ.)

τῆς γὰρ Αἰθιοπίας ὑψηλοῖς παρὰ τὰ καθ' ἡμᾶς ὄρεσι διεζωσμένης ὑποδεχομένης τε τὰς νεφέλας πρὸς τῶν ἐτησίων ὠθουμένας, ἐκδιδόναι τὸν Νεῖλον. ὡς καὶ <Καλλισθένης> ὁ Περιπατητικὸς ἐν τῷ τετάρτῳ βιβλίῳ τῶν Ἑλληνικῶν <φησὶν ἑαυτὸν συστρατεύσασθαι Ἀλεξάνδρῳ τῷ Μακεδόνι, καὶ γενόμενον ἐπὶ τῆς Αἰθιοπίας εὐρεῖν τὸν Νεῖλον ἐξ ἀπείρων ὄμβρων κατ' ἐκείνην γενομένων> καταφερόμενον (Ἰωάννης Λαυρέντιος ὁ Λυδός, De mensibus, 4, 107).

Επειδὴ ἡ Αἰθιοπία περικλείεται ἀπὸ βουνὰ ψηλότερα ἀπὸ τὰ δικά μας, καθὼς δέχεται τὰ σύννεφα που ωθοῦνται ἀπ' τοὺς μουσῶνες, ὁ Νεῖλος υπερχειλίζει. Ὅπως ὁ **Καλλισθένης ὁ Περιπατητικὸς** λέει ἐπίσης στο τέταρτο βιβλίο των Ἑλληνικῶν του, **συστρατεύθηκε με τὸν Ἀλέξανδρο τὸν Μακεδόνα καὶ ὅταν βρισκόταν στὴν Αἰθιοπία διαπίστωσε ὅτι ὁ Νεῖλος τροφοδοτεῖται ἀπὸ τὶς ἀτέλειωτες βροχοπτώσεις που συμβαίνουν σε ἐκείνη τὴν περιοχή.** (Μετάφραση ΔΚ.)

«Περὶ τῆς τοῦ Νείλου ἀναβάσεως»

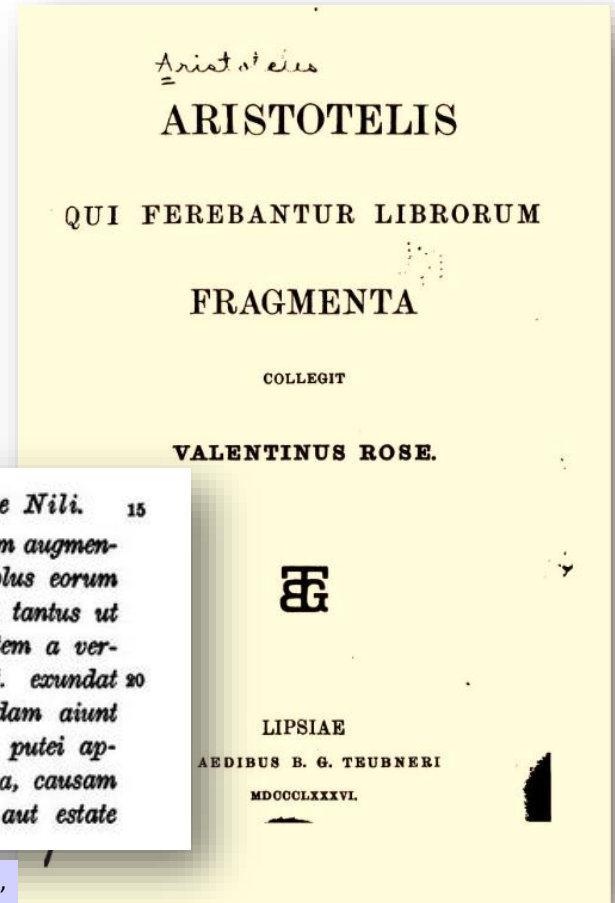
Εικάζεται ὅτι υπήρχε ἔργο του Ἀριστοτέλη με τίτλο «Περὶ τῆς τοῦ Νείλου ἀναβάσεως» ἀλλὰ ἔχει χαθεῖ.

Ὡστόσο σώζεται λατινικό κείμενο με τίτλο «Liber Aristotelis de Inundacione Nili» (ἐν συντομία, De Nilo), που φέρεται νὰ εἶναι λατινική μετάφραση του χαμένου ἐλληνικού κειμένου.

Το ἔργο παραλείφθηκε ἀπὸ το Corpus Aristotelicum. Ὡστόσο, ὁ Rose (1886) δημοσίευσε τὸ πλήρες λατινικό κείμενο του De Nilo, ἐνῶ ἔχουν υπάρξει μεταφράσεις στα γαλλικά καὶ στα ολλανδικά. Ορισμένες πρόσφατες ἐξελίξεις (π.χ. δημοσίευση παπύρου που περιέχει ἀπόσπασμα ἀπὸ τὸ πρωτότυπο) υποστηρίζουν τὴν ὑπόθεση ὅτι πρόκειται γιὰ μετάφραση γνήσιου ἔργου του Ἀριστοτέλη.

Incipit liber Aristotelis de inundacione Nili. 15

Propter quid aliis fluminibus in hyeme quidem augmentatis, in estate autem multo factis minoribus, solus eorum qui in mare fluunt, multum estate excedit fitque tantus ut civitates solae supersint velut insulae? crescit autem a versionibus estivalibus qualibet die et rursus abscedit. exundat 20 autem per labia fluminis aqua et non sicut quidam aiunt super terram, verumptamen iuxta ipsum fluvium putei apponunt. circa ipsum quidem igitur accidentia talia, causam autem sumat quis sic quaerens. necesse enim aut estate



Πηγές: Rose (1886, [https://openlibrary.org/books/OL20619770M/Aristotelis qui ferebantur librorum fragments](https://openlibrary.org/books/OL20619770M/Aristotelis_qui_ferebantur_librorum_fragments)), Beullens (2011, 2014), Bonneau (1971), Jakobi and Luppe (2000).

Μέρος Β

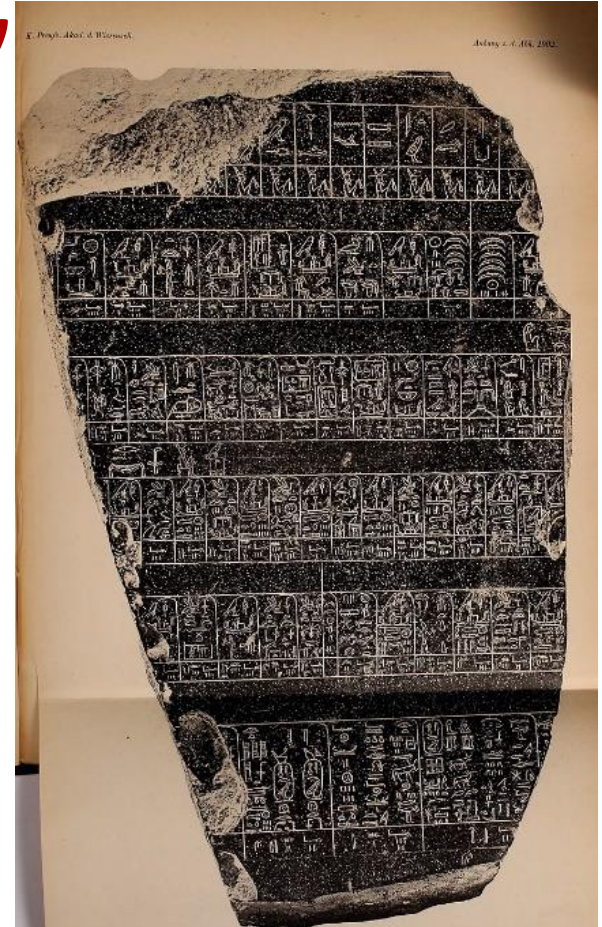
**Επίκαιρα μαθήματα του Νείλου απ' τα
βάθη των αιώνων**

Τα δώρα των αρχαίων Αιγυπτίων στη σύγχρονη επιστήμη

Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι διακρίθηκαν για τη μέτρηση και καταγραφή δεδομένων περιβάλλοντος (γεωμετρία, υδρομετρία), ήδη από την αρχαϊκή Αιγυπτιακή περίοδο (~3050 π.Χ.).

Οι παλιότερες καταγραφές που διασώθηκαν περιέχονται στη Στήλη του Παλέρμο, ένα θραύσμα των Αιγυπτιακών Βασιλικών Χρονικών που στεγάζεται στο Παλέρμο της Ιταλίας, το οποίο, μεταξύ άλλων, περιέχει μετρήσεις της στάθμης των ετήσιων πλημμυρών και κατακλύσεων του Νείλου.

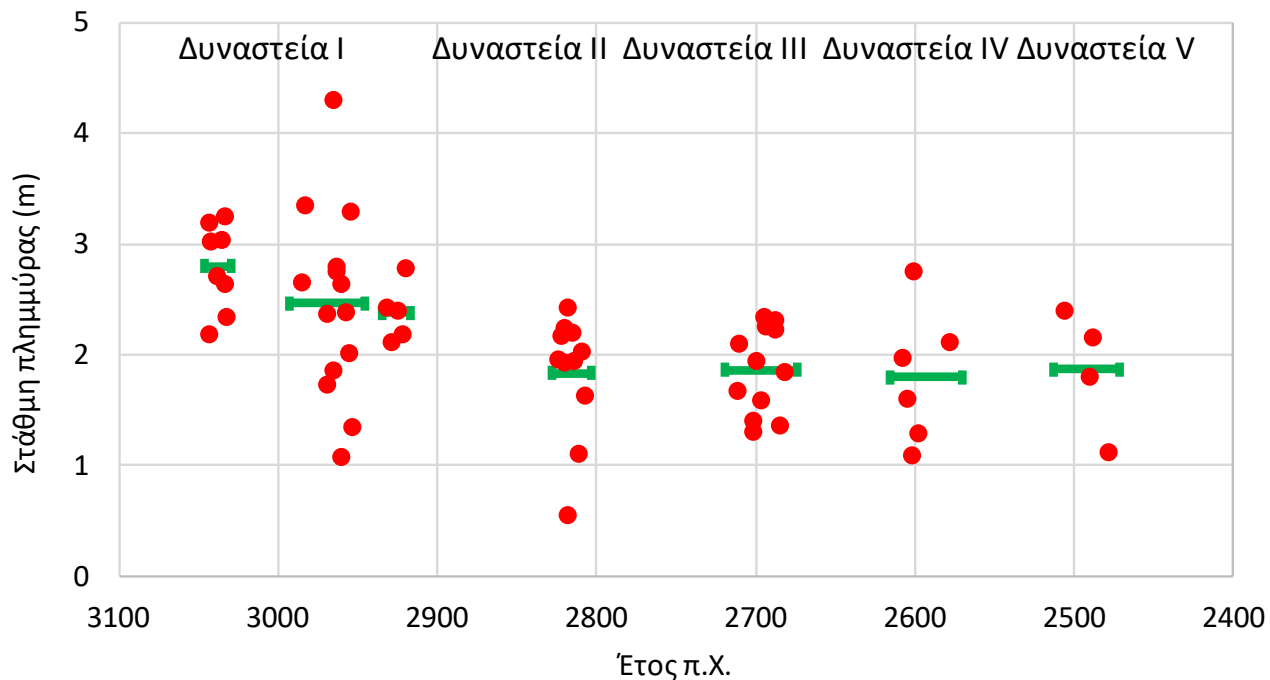
Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Palermo_Stone



Οι αρχαιότερες υδρολογικές μετρήσεις

Μέγιστες ετήσιες στάθμες πλημμύρας κατά τη διάρκεια της Δυναστείας I και του Παλαιού Βασιλείου της Αιγύπτου (Δυναστείες II-V, περ. 2686 – περ. 2181 π.Χ.) από τη στήλη του Παλέρμο και άλλα σχετικά θραύσματα, που πιστεύεται ότι μετρήθηκαν στη Μέμφιδα.

Οι πράσινες ευθείες αντιπροσωπεύουν τη μέση τιμή της αντίστοιχης περιόδου για κάθε ομάδα μετρήσεων. Το σημείο μηδέν του επιπέδου πλημμύρας είναι αυθαίρετο.



Πηγές: Bell (1970; Fig. I) και Said (1993, Fig. 2.15) μετά από ψηφιοποίηση.

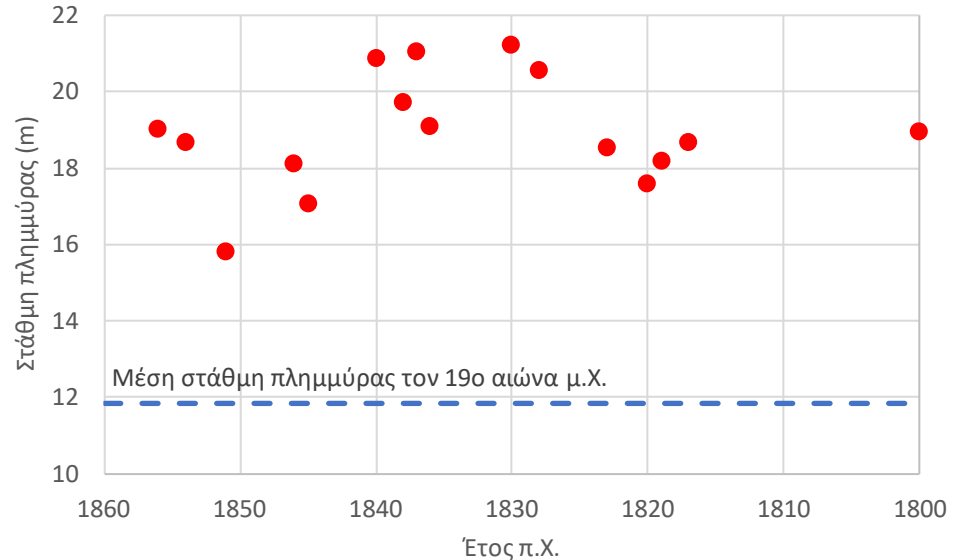
Η συνέχιση των μετρήσεων στο Μέσο Βασίλειο



Επιγραφή σε λίθο που φυλάσσεται στο Εθνικό Μουσείο του Σουδάν. Έχουν βρεθεί και άλλες ανάλογες επιγραφές σε περιορισμένο τμήμα του Νείλου στη Semna – Kumma στη Νουβία (περίπου 350 km νότια του Ασουάν) κατά τη διάρκεια του Μέσου Βασιλείου της Αιγύπτου (περίπου 2055 π.Χ. – περ. 1650 π.Χ.)

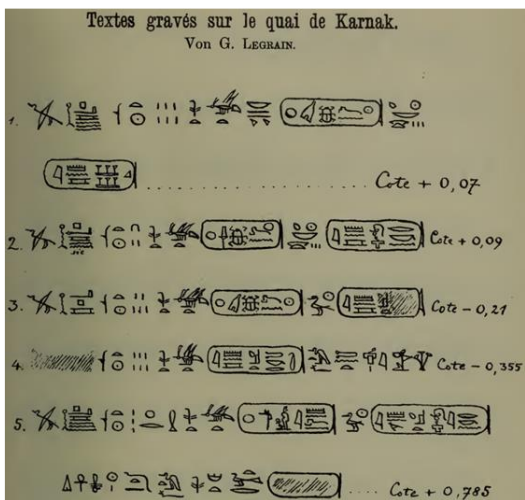
Μετάφραση : «Το όριο της κατάκλυσης το έτος 32 της Μεγαλειότητας του Βασιλιά της Άνω και Κάτω Αιγύπτου, Nimaât-ra [Αμενεμχάτ III], ας του δοθεί ζωή για πάντα».

Πηγές: Yvanez (2010), Said (1993, σ. 145), Lepsius (1853, σσ. 509-510).



Μέγιστες ετήσιες στάθμες στη Semna – Kumma κατά τη διάρκεια της βασιλείας του φαραώ Αμενεμχάτ III (~1860 – ~1814 π.Χ., Δυναστεία XII). Το τελευταίο σημείο στο 1800 π.Χ. είναι από την περίοδο της βασιλείας του φαραώ Sobekhotep (~1803 – ~1800 π.Χ., Δυναστεία XIII). Η απόλυτη χρονολόγηση είναι αβέβαιη —όπως και η σχετική χρονολόγηση του τελευταίου σημείου.

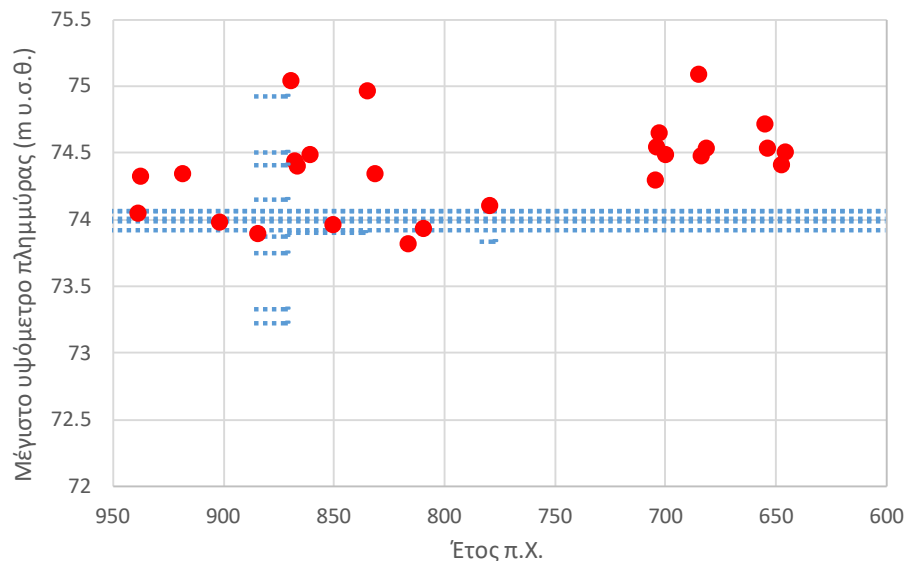
Η συνέχιση των μετρήσεων την Τρίτη Μεταβατική Περίοδο



Αναπαραγωγή 5 από τις 45 επιγραφές, χαραγμένες στην προκυμαία του Καρνάκ κατά την Τρίτη Μεταβατική Περίοδο της Αιγύπτου (~1069 – ~672 π.Χ.) μαζί με τα ύψη που μετρήθηκαν πάνω (+) ή κάτω (-) από το δάπεδο της δυτικής αυλής και την αίθουσα υποστυλίου της οποίας το μέσο υψόμετρο είναι 74.25 m υ.σ.θ.

Ο τύπος τους είναι απλός και η σημασία είναι «Ο Νείλος το έτος x του βασιλιά της Άνω και Κάτω Αιγύπτου γ».

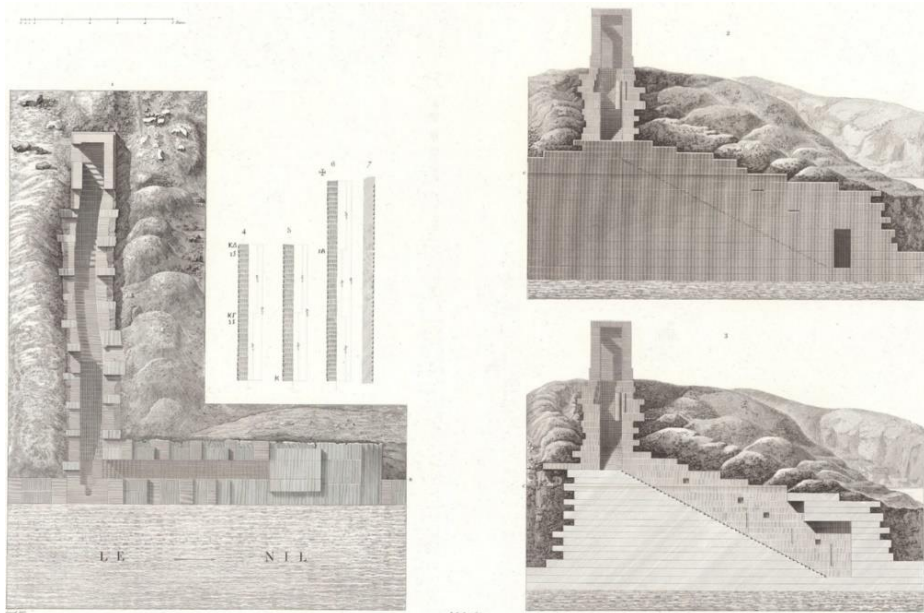
Η πέμπτη εγγραφή (με ύψος 0.785) αντιστοιχεί στη δεύτερη υψηλότερη πλημμύρα, που συνέβη το έτος 3 της βασιλείας του φαραώ Όσορκον Β', πιθανότατα το 870 π.Χ.



Μέγιστες ετήσιες στάθμες στη πλημμύρα όπως αναγράφονται στην αποβάθρα του Καρνάκ. Οι μετρήσεις με αβέβαιη χρονολόγηση εμφανίζονται ως διακεκομμένες γραμμές, που εκτείνονται στην πιθανή περίοδο. Η κατώτατη τιμή της γραφικής παράστασης των 72 m υ.σ.θ. είναι το ισόγειο του ναού περίπου το 700 π.Χ.

Πηγές: Legrain (1896), Ventre Pacha (1896), Broekman (2002), Said (1993, Fig. 2.24).

Από την Ελληνιστική στη Βυζαντινή Εποχή: Νειλόμετρα



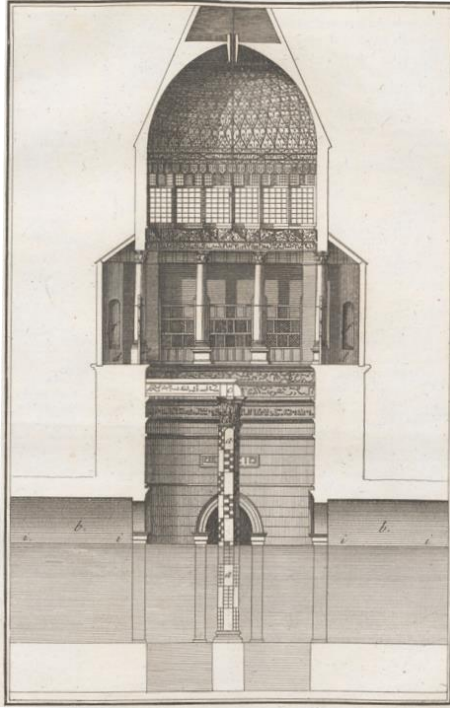
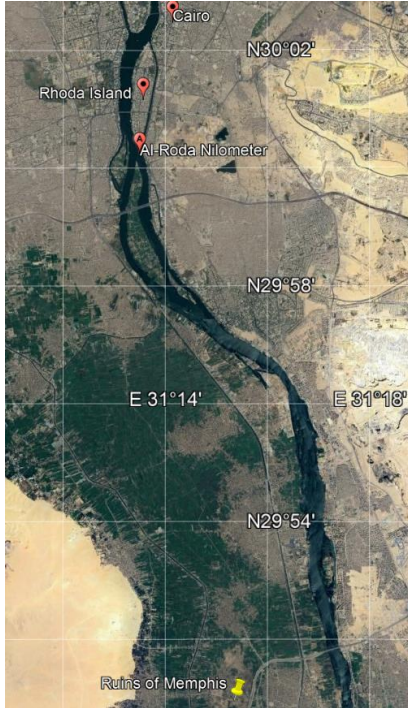
Νειλόμετρο στο νησί Ελεφαντίνη (πρώτη αναφορά από τον Στράβωνα), κοντά στο Ασουάν: (αριστερά) σχέδιο σκάλας που οδηγεί στον Νείλο, όπου φαίνονται και οι βαθμονομημένες κλίμακες (με ελληνική αρίθμηση των πήχεων) για τη μέτρηση της στάθμης του Νείλου· (πάνω δεξιά) τομή που δείχνει άνοιγμα για την επικοινωνία με το ποτάμι και δύο οριζόντια ανοίγματα που φωτίζουν τη σκάλα· (κάτω δεξιά) λεπτομέρεια, κατά μήκος των σκαλοπατιών.

Πηγές: Panckoucke (1821), <https://www.livius.org/pictures/egypt/antinoopolis/antinoopolis-coptic-textile-nilotic-scene/>.

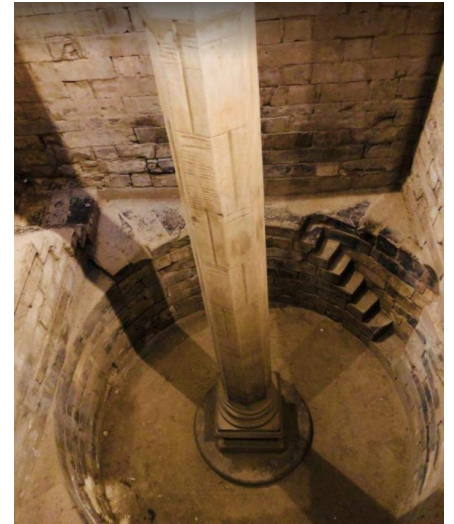
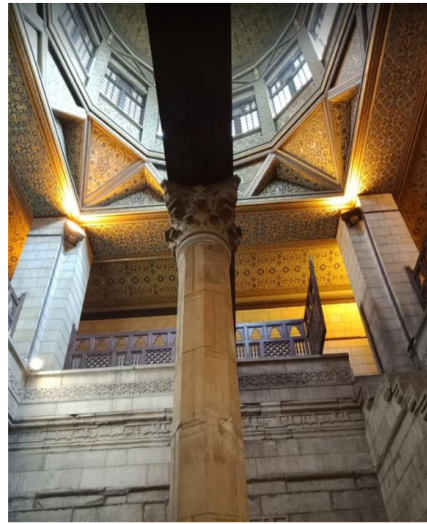


Έργο τέχνης (κοπτικό ύφασμα) της βυζαντινής περιόδου (μεταξύ 430 – 640 μ.Χ.), που βρέθηκε στην Αντινόοπολη (περίπου 250 km νότια του Καΐρου) και φυλάσσεται στο Μουσείο του Λούβρου, με νειλωτική σκηνή που περιλαμβάνει νειλόμετρο με σημειωμένους πήχεις, IZ = 17 και IH = 18.

Αραβική περίοδος: Το Νειλόμετρο στο νησί Ρόντα



Σύγχρονες φωτογραφίες του πάνω και του κάτω μέρους (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα), που δείχνουν τη μαρμάρινη οκταγωνική στήλη (με κορινθιακό κιονόκρανο) στο κέντρο του θαλάμου, όπου γίνονταν οι μετρήσεις. Η στήλη βαθμονομείται σε 19 πήχεις.



Τοποθεσία του νειλομέτρου στο νησί Ρόντα κοντά στο Κάιρο και σχέδιο από το έτος 1737, όταν ήταν σε λειτουργία, από τον Δανό ναυτικό, χαρτογράφο και αρχαιολογικό εξερευνητή Frederic Louis Norden.

Πηγές: Google Earth, Norden (1795), Google maps, <https://goo.gl/maps/T8NUgoDAorK2>, <https://goo.gl/maps/dsdJHJVv572>.

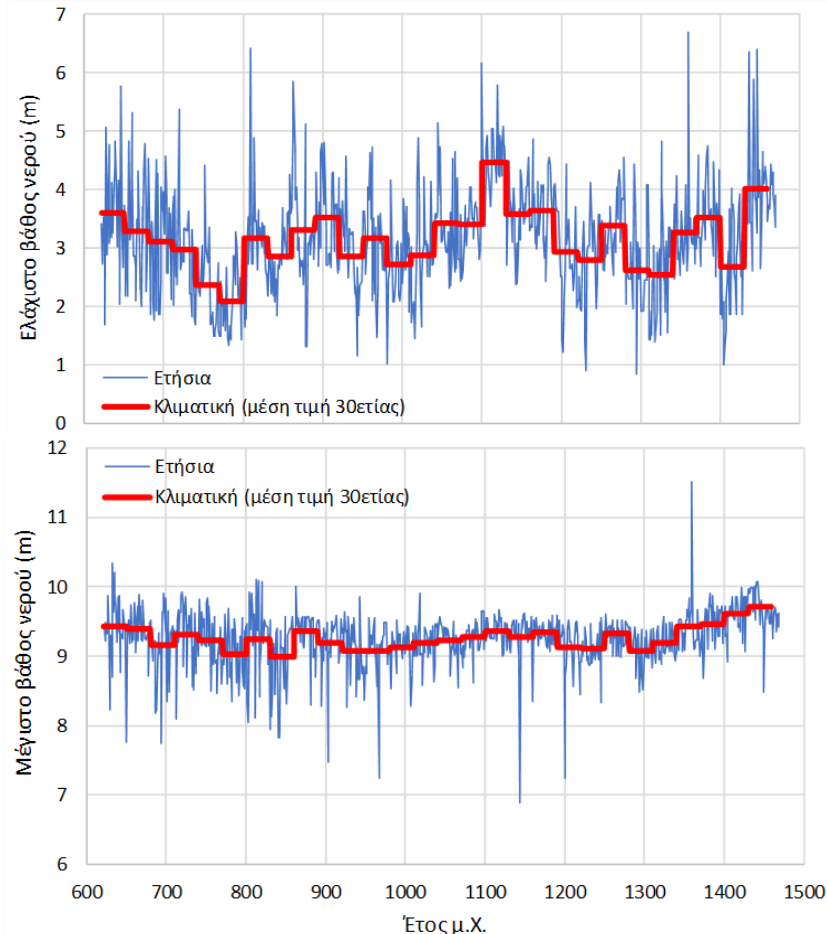
Οι χρονοσειρές του Νειλομέτρου Ρόντα: 849 χρόνια!

Ετήσια ελάχιστα και μέγιστα βάθη νερού του Νείλου σύμφωνα με τις καταχωρήσεις του νειλομέτρου Ρόντα.

Για τη μετατροπή των απόλυτων υψομέτρων της στάθμης, όπως δίνονται από τον Toussoun (1925), σε βάθη νερού, θεωρήθηκε (με βάση στοιχεία του Said, 1993, Fig. 2.27) ότι η στάθμη του πυθμένα του Νείλου στη θέση του νειλομέτρου Roda ήταν στα 8.15 m υ.σ.θ. το 641 μ.Χ. και στα +8.81 m υ.σ.θ. το 1861 μ.Χ., ενώ για τις ενδιάμεσες χρονολογίες έγινε γραμμική παρεμβολή (με αύξηση της στάθμης του πυθμένα του ποταμού κατά 53 mm/αιώνα).

Εκτός από τις ετήσιες τιμές, απεικονίζονται και οι κλιματικές τιμές σε χρονική κλίμακα 30 ετών.

Πηγές: Toussoun (1925), Koutsoyiannis (2013), <https://www.itia.ntua.gr/1351>.



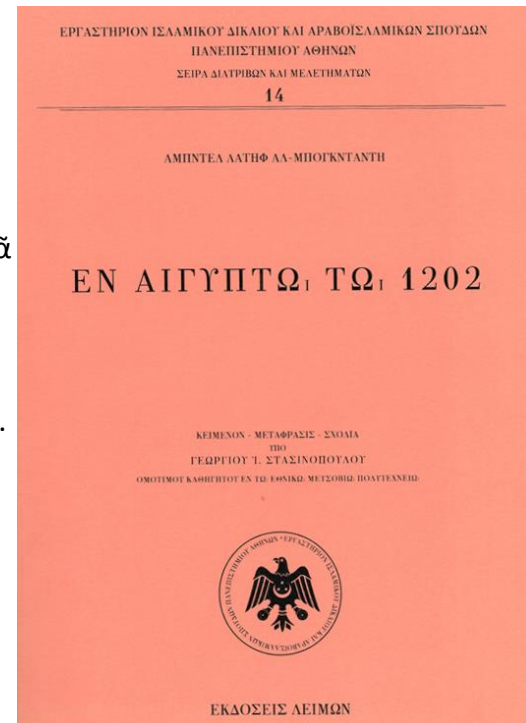
Τι μπορεί να κρύβεται πίσω απ' τους αριθμούς που σχηματίζουν τις χρονοσειρές

Το τμήμα τὸ δεύτερον περὶ τῶν συμβάντων κατὰ τὸ ἔτος ἑβδομον καὶ ἑνενηκοστὸν καὶ πεντακοσιοστὸν [1200 μ.Χ.]

Πράγματι ἀπεγοητεύθη ὁ λαὸς ἐκ τῆς ἀυξήσεως τοῦ Νείλου καὶ ἀνυψώθησαν αἱ τιμαὶ καὶ ἐστερήθη ὕδατος ἡ χώρα καὶ ἠσθάνθη ὁ λαὸς αὐτῆς τὴν ἀπόγνωσιν καὶ τοῦτο [ἦτο] **ἀτμοσφαῖρα φόβου περὶ τὴν πεῖναν**. Καὶ κατέφυγον οἱ κάτοικοι τῶν χωρίων καὶ τῆς ὑπαίθρου πρὸς τὰς μητροπόλεις καὶ **μετανάστευσαν πολλοὶ ἐξ αὐτῶν πρὸς τὸ Σάμ (Συρίαν)** καὶ τὸ Μάγρεμπ καὶ τὸ Χεγγάζ καὶ τὴν Ὑμενὴν καὶ διεσπάρησαν εἰς τὴν χώραν ὡς οἱ ἐπίγονοι τοῦ Σαβᾶ καὶ διεσκορπίσθησαν (εἰς) πλήρη διασκορπισμὸν καὶ **εἰσῆλθεν εἰς τὸ Κάϊρον καὶ τὴν Μῆσρ (Φωστάτην) ἐξ αὐτῶν λαὸς πολυἀριθμος**. Καὶ ἐνετάθη εἰς αὐτοὺς ἡ πεῖνα καὶ **ἐπέπεσεν ἐπ' αὐτῶν ὁ θάνατος καὶ κατὰ τὴν κατάβασιν τοῦ ἡλίου εἰς τὸν Κριὸν ἐμολύνθη ὁ ἀήρ καὶ ἐπέπεσεν ἡ ἐπιδημία καὶ τὸ θανατικόν**. Καὶ ἐνετάθη εἰς τοὺς πτωχοὺς ἡ πεῖνα, ὥστε νὰ τρώγουν τοὺς πεθαμένους καὶ τὰ ψοφίμια καὶ τοὺς κύνας καὶ τὴν κοπριὰν καὶ τὰς καβαλίνας. Κατόπιν συνέχισαν τοῦτο μέχρις ὅτου ὠδηγήθησαν πρὸς μικροὺς υἱοὺς τοῦ Ἄδαμ (μικροὺς ἀνθρώπους, παιδιά). Καὶ συχνάκις αὐτὸ τὸ ὅποῖον ἐτύγχανέν τις ἐπ' αὐτῶν, τὸ νὰ **ἔχουν μαζῆ τινὰ μικρὰ (παιδιά) ἐψημένα ἢ βεβρασμένα**. Καὶ διέταξεν ὁ κτήτωρ τῆς φυλάξεως τὴν καῦσιν τοῦ πράξαντος τοιοῦτο καὶ τοῦ ἐσθίουτος.

Καὶ εἶδον **μικρὸν ἐψημένον εἰς κάλαθον καθ' ὅσον πράγματι ἐπαρουσιάσθη εἰς τὸν οἶκον τοῦ βαλῆ καὶ μετ' αὐτοῦ ἀνὴρ καὶ γυνή**. Ἰσχυρίσθη ὁ κόσμος, ὅτι οἱ δύο [ἦσαν] οἱ γονεῖς του, ὁπότε διέταξεν (ὁ βαλῆς) τὴν καῦσιν ἀμφοτέρων.

Καὶ εὐρέθη κατὰ τὸ ῥαμαζάνιον εἰς τὴν Αἴγυπτον ἄνθρωπος, τοῦ ὁποίου πράγματι ἀπεγυμνώθησαν τὰ ὀσᾶ ἐκ τῆς σαρκὸς καὶ ἐφαγώθη καὶ παρέμεινεν ὁ θώραξ ὡς κάμνουν οἱ μάγειροι μὲ τὸν ἄμνον.

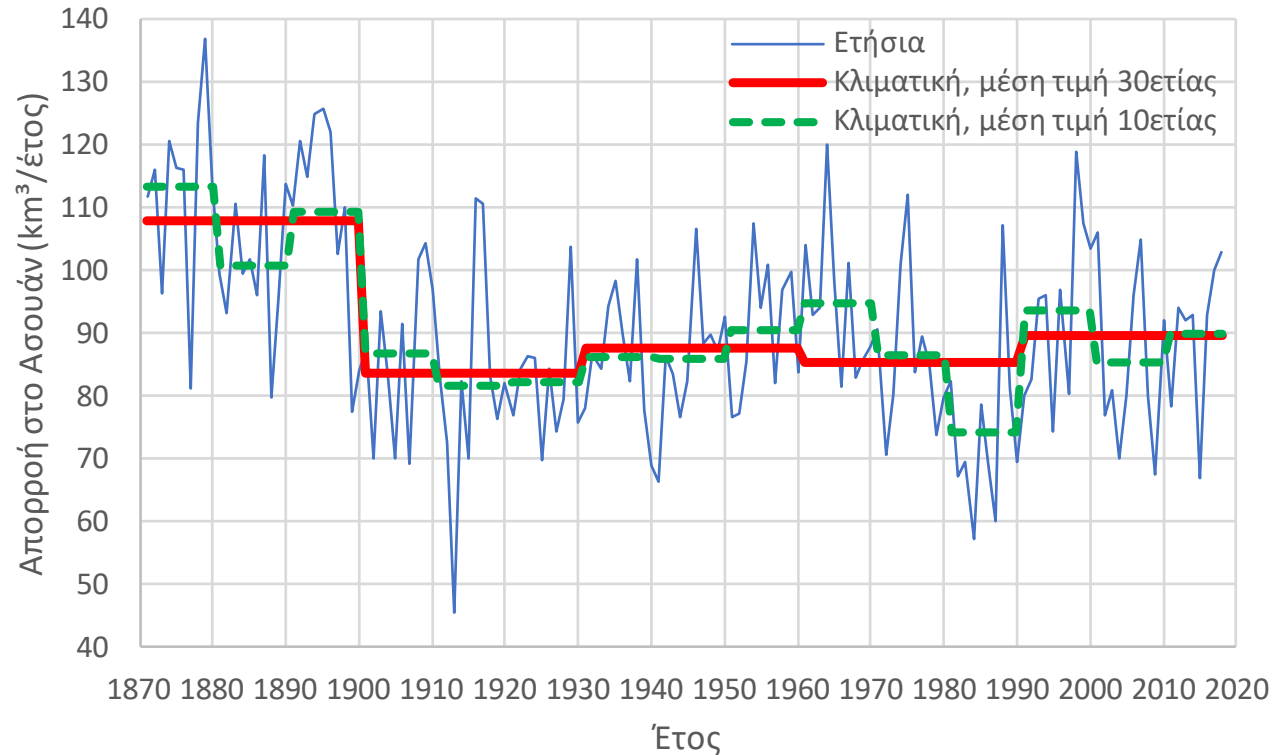


Πηγή: 'Abd al-Laṭīf al-Baḡhdādī (2022).

Η σύγχρονη χρονοσειρά απορροής στο Ασουάν

Χρονοσειρά ετήσιων όγκων απορροής του Νείλου στο Ασουάν, μετά από φυσικοποίηση (απαραίτητη μετά τη λειτουργία του φράγματος, το 1965).

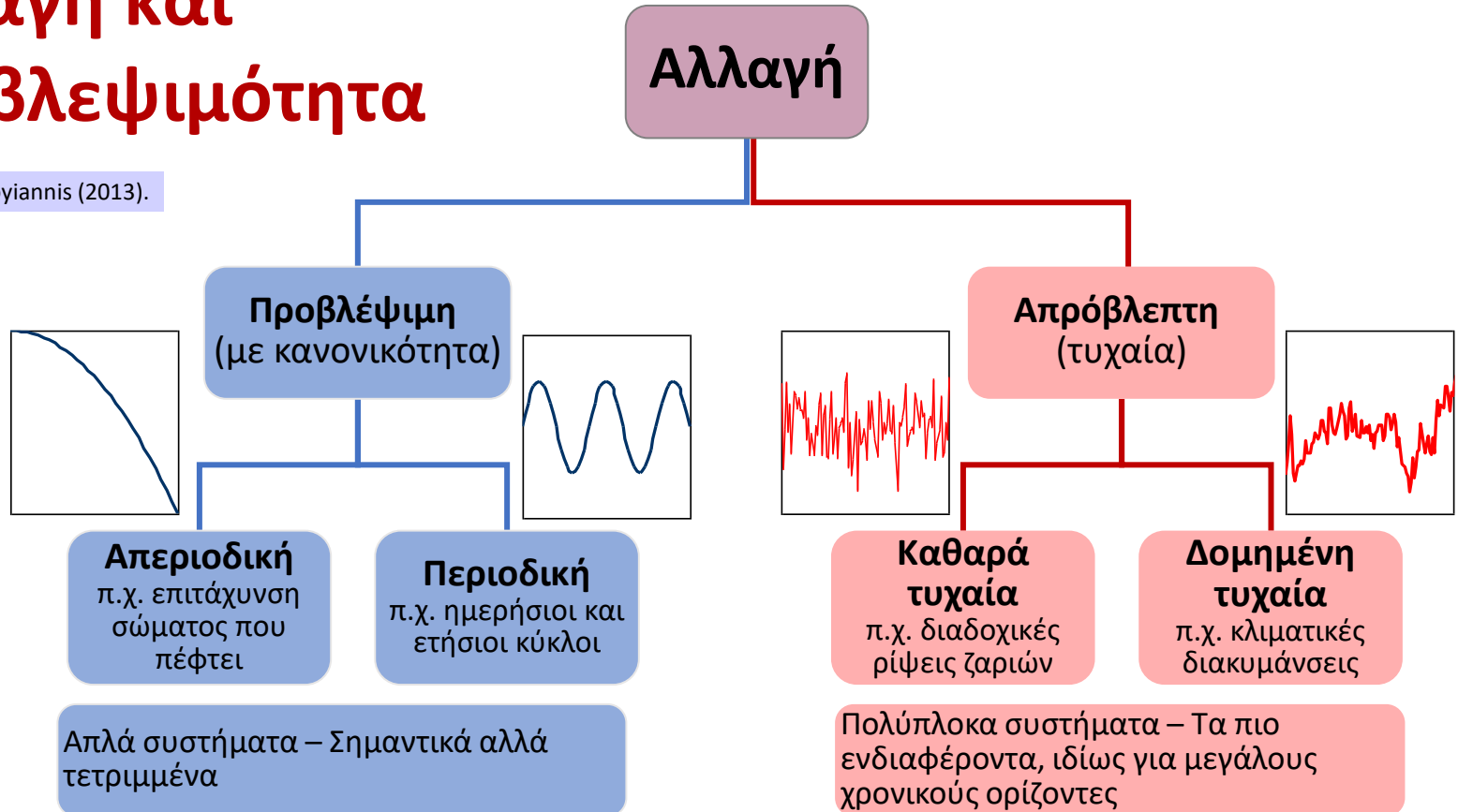
Εκτός από τις ετήσιες τιμές, απεικονίζονται και οι κλιματικές τιμές σε χρονικές κλίμακες 10 και 30 ετών.



Πηγές: Πριν το 1965, Global Runoff Data Centre (GRDC), <https://portal.grdc.bafg.de/applications/public.html?publicuser=PublicUser#dataDownload/Stations>. Μετά το 1965, Wheeler et al. (2020, Fig. 2 μετά από ψηφιοποίηση).

Αλλαγή και προβλεψιμότητα

Πηγή: Koutsoyiannis (2013).



Αναζήτηση υπερετήσιων κύκλων

Αρκετοί ερευνητές έχουν ισχυριστεί ότι εντόπισαν υπερετήσιους κύκλους στις χρονοσειρές του νειλομέτρου, με διάφορες περιόδους όπως στα παραδείγματα.

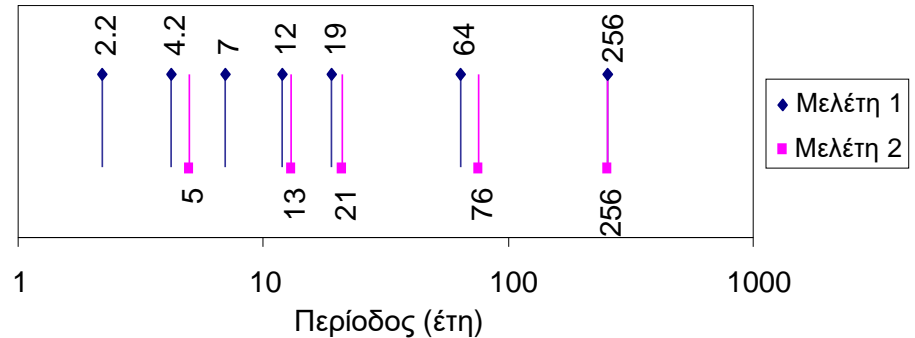
Τέτοιοι ισχυρισμοί είναι αβάσιμοι για διάφορους λόγους.

Η πληθώρα των περιόδων, οι οποίες εκφράζονται από αριθμούς ασύμμετρους μεταξύ τους, μάλλον υποδηλώνουν στοχαστική συμπεριφορά (όλες οι συχνότητες είναι σημαντικές).

Κατά κανόνα, η στατιστική σημαντικότητα των ανιχνευόμενων περιόδων έχει ελεγχθεί έναντι της (μηδενικής) υπόθεσης καθαρής τυχαιότητας (λευκός θόρυβος). Προφανώς, αυτή η υπόθεση είναι εντελώς ασυνεπής με τη συμπεριφορά του Νείλου.

Ορισμένες μελέτες έχουν υποτιμήσει την αβεβαιότητα εκτίμησης σε στοχαστικές ανελίξεις με υψηλή εξάρτηση στον χρόνο.

Πηγή: Koutsoyiannis and Georgakakos (2006).



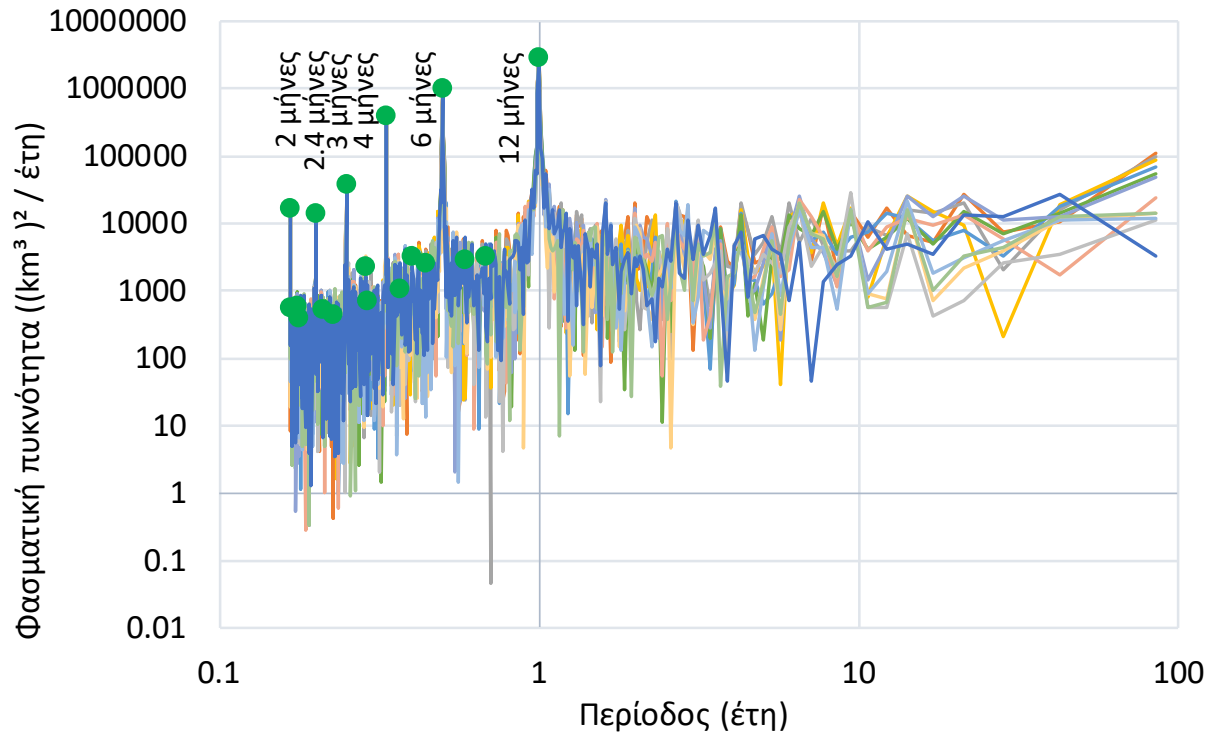
Περιοδόγραμμα σύγχρονης χρονοσειράς απορροής

Απλή μέθοδος για αποφυγή εντοπισμού παραπλανητικών περιοδικοτήτων:

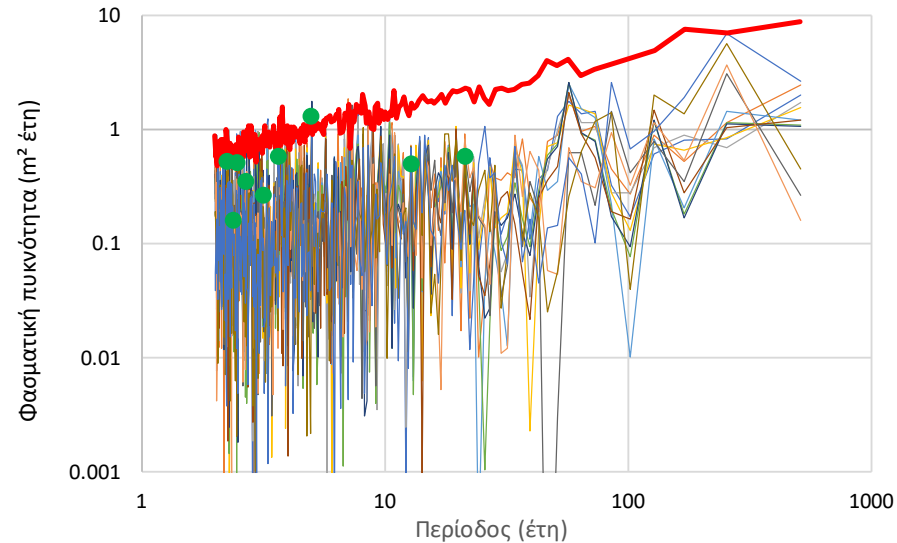
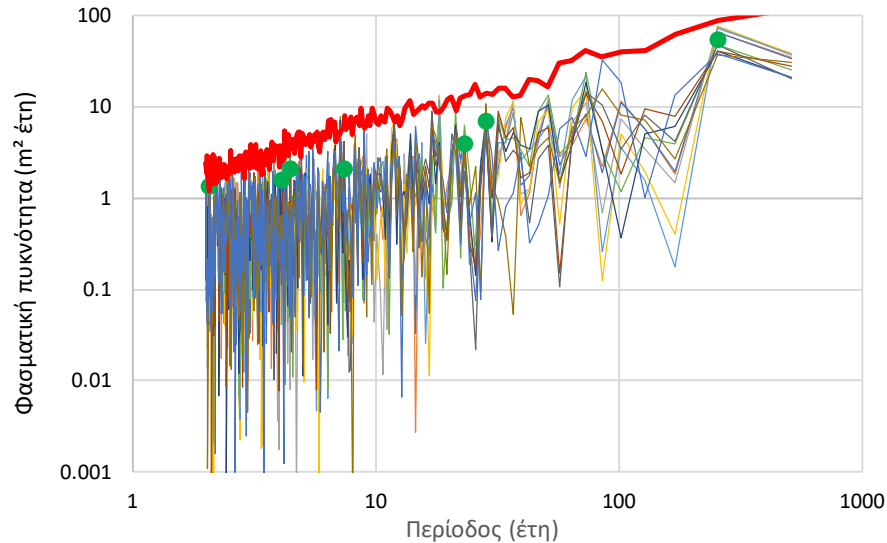
Βασίζεται στο γράφημα σπαγγέτι 12 περιοδογραμμάτων, καθένα απ' τα οποία παράγεται από μια ακολουθία 1024 όρων της μηνιαίας χρονικής σειράς των ροών του Ασουάν.

Το πρώτο στοιχείο καθεμιάς από τις διαφορετικές ακολουθίες υστερεί απ' αυτό των προηγούμενων ακολουθιών κατά 48 μήνες (4 χρόνια).

Οι τελείες υποδηλώνουν τις μέσες κορυφές στις περιπτώσεις που υπάρχει συγχρονισμός και για τα 12 περιοδογράμματα.



Περιοδογράμματα χρονοσειρών νεилоμέτρου



Γραφήματα σπαγγέτι 12 περιοδογραμμάτων, το καθένα από τα οποία παράγεται από μια ακολουθία 512 όρων της ετήσιας χρονοσειράς των νεилоμέτρων ελάχιστου (αριστερά) και μέγιστου (δεξιά) βάθους νερού.

Το πρώτο στοιχείο καθεμιάς από τις διαφορετικές ακολουθίες υστερεί κατά 30 χρόνια από αυτό της προηγούμενης ακολουθίας. Οι τελείες υποδηλώνουν τις μέσες κορυφές στις περιπτώσεις συγχρονισμού των 12 περιοδογραμμάτων.

Η παχιά γραμμή είναι το ανώτατο όριο πρόβλεψης 99% που προκύπτει από προσομοίωση Monte Carlo με [μοντέλο ΗΚ](#) προσαρμοσμένο στις χρονοσειρές ελάχιστου και μέγιστου βάθους νερού του νεилоμέτρου.

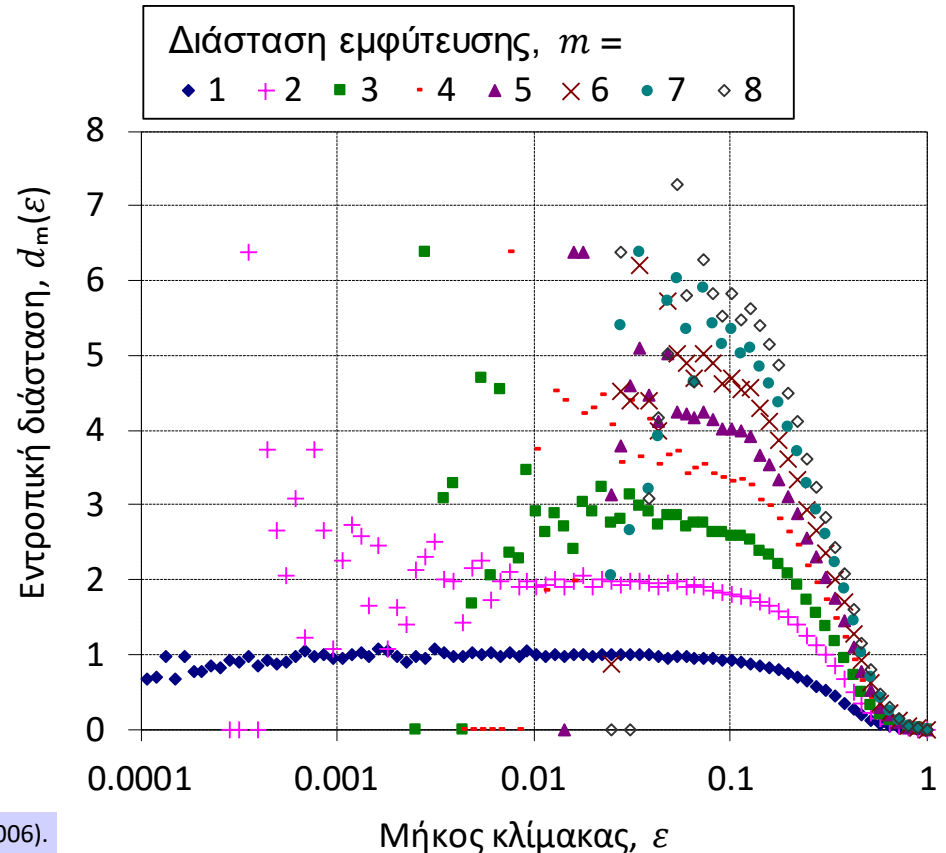
Αναζήτηση χαοτικών ελκυστών – εντροπικές διαστάσεις

Μια άλλη μέθοδος αναζήτησης ντετερμινιστικών σημάτων σε χρονοσειρές βασίζεται στο περιεχόμενο πληροφορίας, που εκφράζεται ως εντροπική διάσταση, ενός διανύσματος m μεταβλητών – όρων της χρονοσειράς, όπου το m ονομάζεται διάσταση εμφύτευσης.

Από τη χρονοσειρά παρατηρήσεων x_i και για αυξανόμενες δοκιμαστικές τιμές του m κατασκευάζουμε ακολουθίες διανυσμάτων x_i μήκους m , υπολογίζουμε τις διαστάσεις d_m και ελέγχουμε αν $d_m = m$ ή $d_m < m$. Η τελευταία περίπτωση υποδεικνύει την ύπαρξη ντετερμινιστικής εξάρτησης ορισμένων από τις μεταβλητές στον χώρο εμφύτευσης.

Η ανάλυση των χρονοσειρών των νελομέτρων οδηγεί στο συμπέρασμα είναι ότι δεν ανιχνεύεται ντετερμινισμός χαμηλής διαστατικότητας.

Πηγή: Koutsoyiannis and Georgakakos (2006).



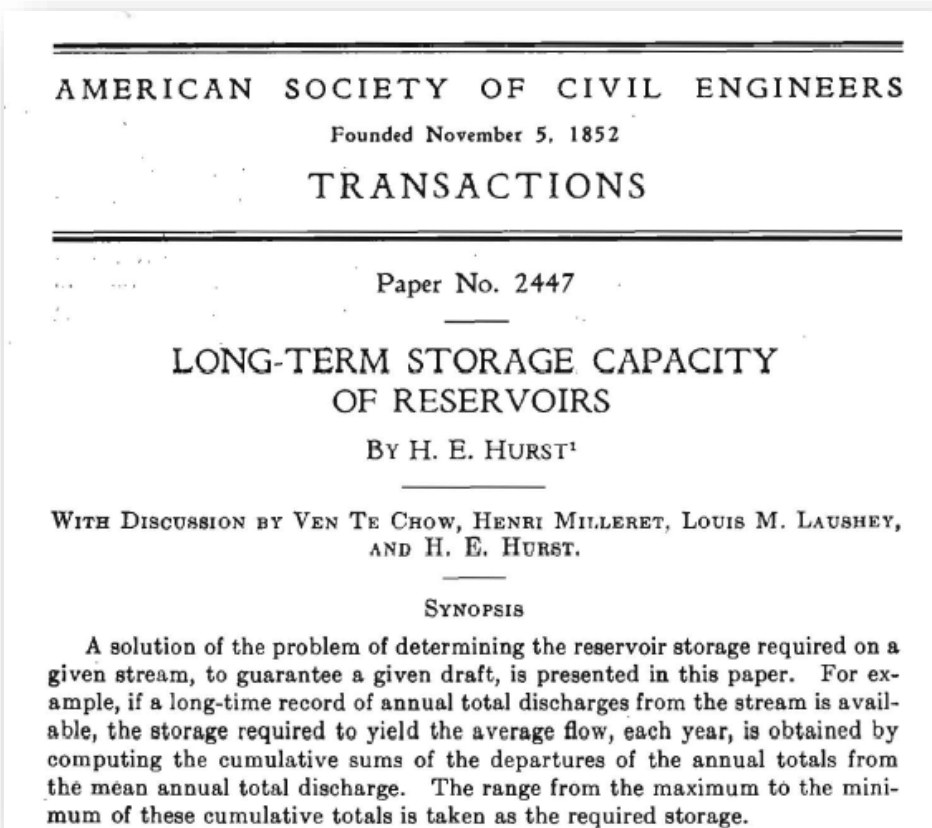
Αλλαγή πλεύσης: Η δημοσίευση-ορόσημο του Hurst (1951)

Το κίνητρο του Hurst ήταν ο σχεδιασμός των αναπτυξιακών υποδομών του Νείλου.

Ωστόσο, η εργασία ήταν θεωρητική και διερεύνησε πολυάριθμα σύνολα δεδομένων από διαφορετικά πεδία.

Ο Hurst παρατήρησε ότι: «Αν και εμφανίζονται ομάδες υψηλών ή χαμηλών τιμών σε τυχαία γεγονότα, η τάση τους να εμφανίζονται σε φυσικά γεγονότα είναι μεγαλύτερη. Αυτή είναι η κύρια διαφορά μεταξύ φυσικών και τυχαίων γεγονότων».

Η εργασία τοποθετεί ένα λογικό στοχαστικό πλαίσιο για ανάλυση φυσικών (αλλά και τεχνητών) διεργασιών.



Η απαρατήρητη εργασία του Kolmogorov (1940)

Ο Kolmogorov μελέτησε τη στοχαστική ανέλιξη η οποία περιγράφει τη συμπεριφορά που ανακαλύφθηκε μια δεκαετία αργότερα στη γεωφυσική από τον Hurst.

Η ανέλιξη ονομάστηκε από τον Kolmogorov «Σπείρα του Wiener» (Wienersche Spiralen) και αργότερα «Αυτο-όμοια ανέλιξη» ή «κλασματική κίνηση Brownian». Σήμερα ονομάζεται (αθροιστική) ανέλιξη Hurst-Kolmogorov (HK).

Η εργασία του Kolmogorov δεν έγινε ευρέως γνωστή.

Η απόδειξη της ύπαρξης της ανέλιξης είναι σημαντική, επειδή κάποιοι ερευνητές, αγνοώντας το έργο του Kolmogorov, θεωρούσαν το εύρημα του Hurst ως ασυνεπές με τη στοχαστική και ως τεχνητό.

Comptes Rendus (Doklady) de l'Académie des Sciences de l'URSS
1940. Volume XXVI, № 2

MATHEMATIK

WIENERSCHES SPIRALEN UND EINIGE ANDERE INTERESSANTE KURVEN IM HILBERTSCHEN RAUM

Von A. N. KOLMOGOROFF, Mitglied der Akademie

Wir werden hier einige Sonderfälle von Kurven betrachten, denen meine vorhergehende Note «Kurven im Hilbertschen Raum, die gegenüber einer einparametrischen Gruppe von Bewegungen invariant sind» ⁽¹⁾ gewidmet ist.

Unter einer Ähnlichkeitstransformation im Hilbertschen Raum H werden wir eine beliebige Kurve K betrachten, die aus $\neq \emptyset$ der Punkte, die auf derselben Kurve liegen, übergeht.

Satz 6. Die Funktion $B_{\xi}(\tau_1, \tau_2)$, die der Funktion $\xi(t)$ der Klasse \mathfrak{A} entspricht, kann in der Form

$$B_{\xi}(\tau_1, \tau_2) = c [|\tau_1|^Y + |\tau_2|^Y - |\tau_1 - \tau_2|^Y]$$

115

Απεικόνιση και σημασία της ομαδοποίησης

Ετήσια ελάχιστα βάθη νερού του Νείλου στο Κάιρο (νειλόμετρο Ρόντα).

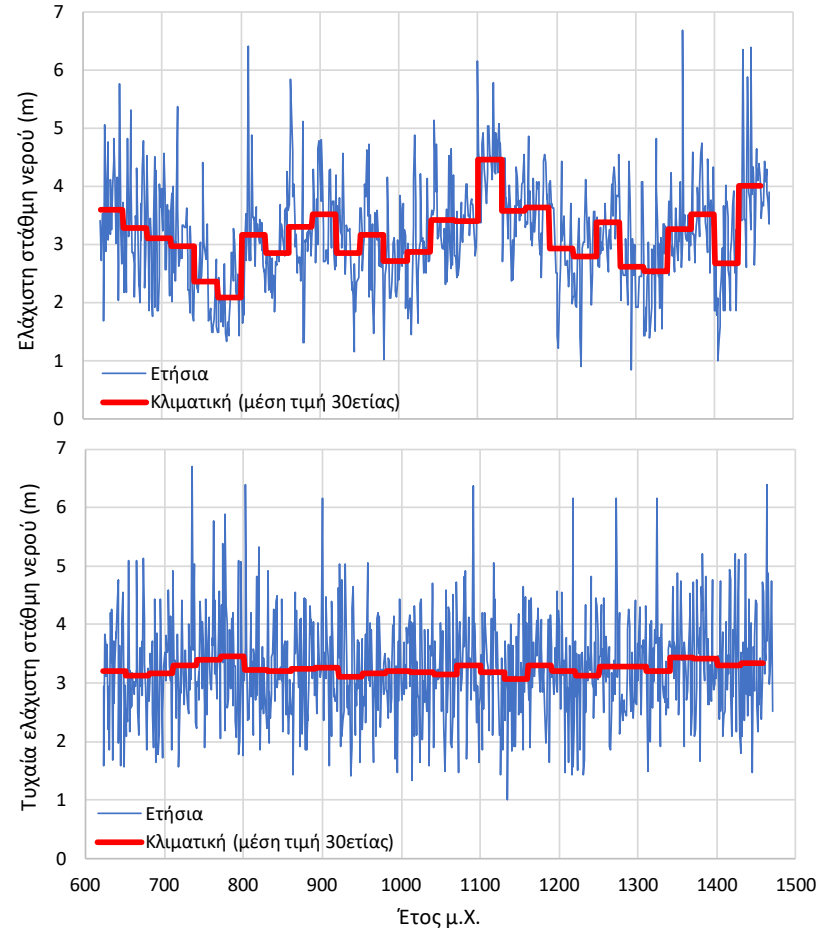
Πάνω: στους πραγματικούς χρόνους που εμφανίστηκαν.

Κάτω: σε αυθαίρετους χρόνους, με τυχαία ανακατανομή και ανεξαρτησία.

Εκτός από τις ετήσιες τιμές, απεικονίζονται και οι κλιματικές τιμές σε χρονική κλίμακα 30 ετών.

Ανεξαρτησία (μη ομαδοποίηση) = αλλαγή σε μικρές κλίμακες και σταθερότητα σε μεγάλες κλίμακες.

Ομαδοποίηση = αλλαγή σε μεγάλες κλίμακες.



Το κλιμακόγραμμα: Ένα απλό στοχαστικό εργαλείο για την ποσοτικοποίηση της αλλαγής σε πολλές χρονικές κλίμακες

Από τη χρονοσειρά του νελομέτρου, x_1, x_2, \dots, x_{849} , υπολογίζουμε τη δειγματική εκτίμηση της διασποράς $\gamma^{(1)}$, όπου ο άνω δείκτης (1) υποδηλώνει τη χρονική κλίμακα (1 έτος).

Σχηματίζουμε τη χρονοσειρά χρονικών μέσων σε κλίμακα 2 (ετών):

$$x_1^{(2)} := \frac{x_1 + x_2}{2}, \quad x_2^{(2)} := \frac{x_3 + x_4}{2}, \quad \dots, \quad x_{424}^{(2)} := \frac{x_{847} + x_{848}}{2}$$

και υπολογίζουμε τη δειγματική εκτίμηση της διασποράς $\gamma^{(2)}$.

Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για κλίμακες 3, 4, ... 84, όπου ο αριθμός 84 είναι το 1/10 του μήκους της χρονοσειράς, και υπολογίζουμε τις εκτιμήσεις των διασπορών $\gamma^{(3)}, \dots, \gamma^{(84)}$.

Το **κλιμακόγραμμα** είναι η λογαριθμική γραφική παράσταση της διασποράς $\gamma^{(k)}$ συναρτήσει της κλίμακας k .

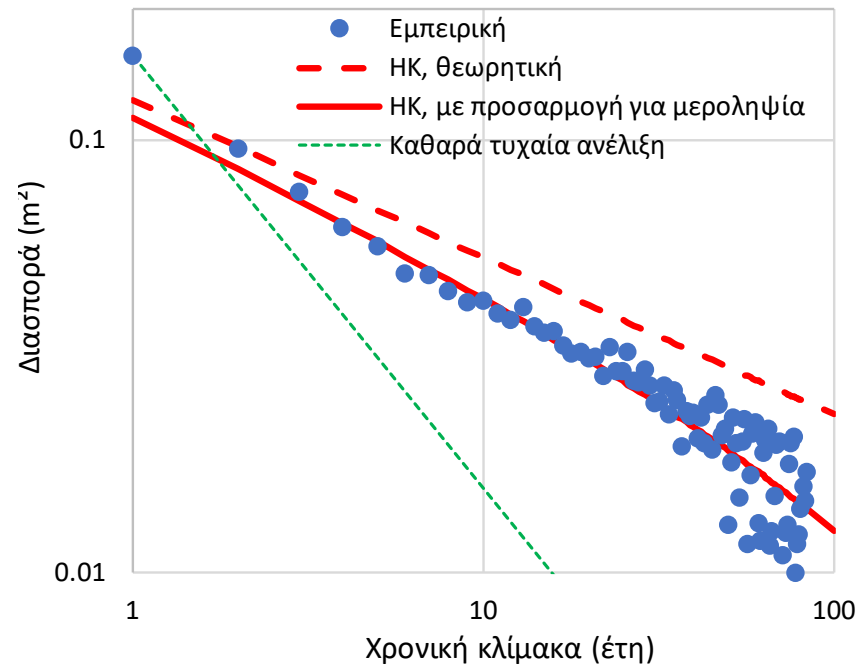
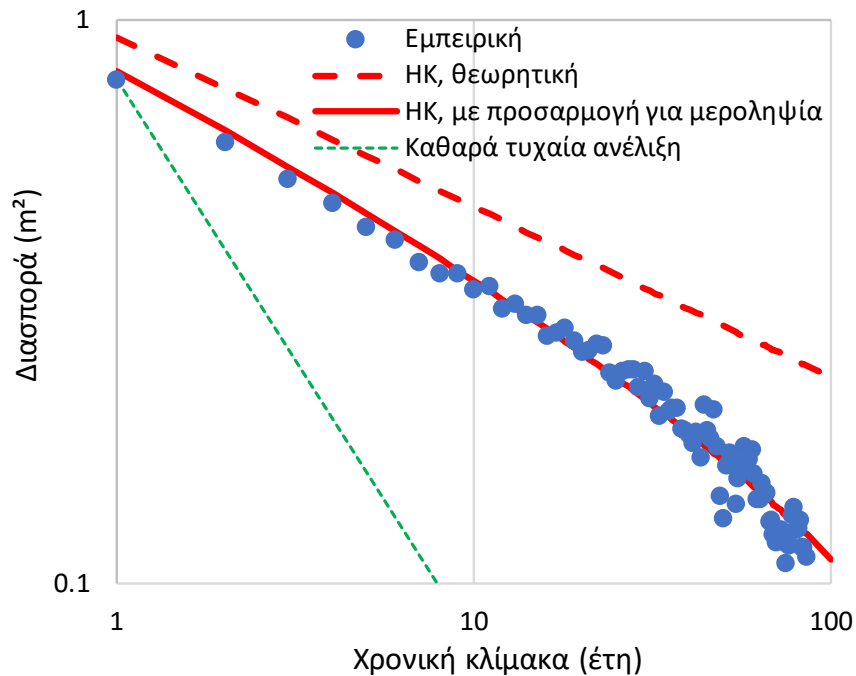
Εάν η χρονοσειρά x_i αντιπροσώπευε μια καθαρά τυχαία διεργασία, το κλιμακόγραμμα θα ήταν μια ευθεία γραμμή με κλίση -1 (η απόδειξη είναι εύκολη).

Στις διεργασίες του πραγματικού κόσμου, η κλίση είναι διαφορετική από -1 , και ορίζεται ως $2H - 2$, όπου H είναι η λεγόμενη **παράμετρος Hurst** ($0 < H < 1$).

Ο νόμος δύναμης $\gamma^{(k)} = \gamma^{(1)} / k^{2-2H}$ ορίζει την **ανέλιξη Hurst-Kolmogorov (HK)**.

Οι υψηλές τιμές του H ($> 0,5$) υποδεικνύουν **ενισχυμένη αλλαγή** σε μεγάλες κλίμακες, αλλιώς γνωστή ως **μακροχρόνια εμμονή** ή ισχυρή ομαδοποίηση παρόμοιων τιμών.

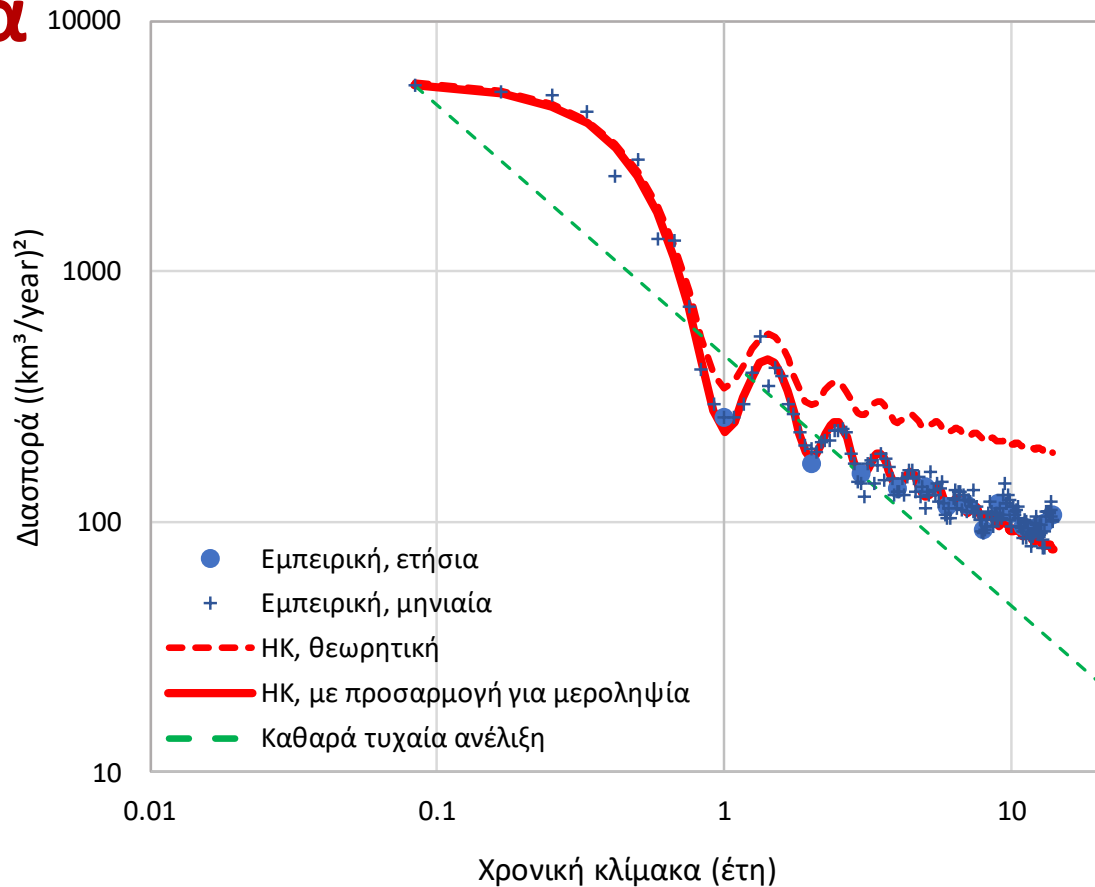
Τα κλιμακογράμματα των χρονοσειρών του νειλομέτρου



Εμπειρικά κλιμακογράμματα (δηλαδή διαγράμματα της διασποράς $\gamma^{(k)}$ συναρτήσει της κλίμακας k) των χρονοσειρών των νειλομέτρων για ετήσια ελάχιστα και μέγιστα βάθη νερού (αριστερά και δεξιά, αντίστοιχα), μαζί με τα προσαρμοσμένα μοντέλα ΗΚ, με $H = 0.85$ και $H = 0.82$, αντίστοιχα.

Το κλιμακόγραμμα της σύγχρονης χρονοσειράς απορροής στο Ασουάν

Στο εμπειρικό κλιμακόγραμμα της απορροής του Νείλου στο Ασουάν έχει προσαρμοστεί το μοντέλο ΗΚ με $H = 0.87$ συν μια αρμονική με ετήσια περιοδικότητα.

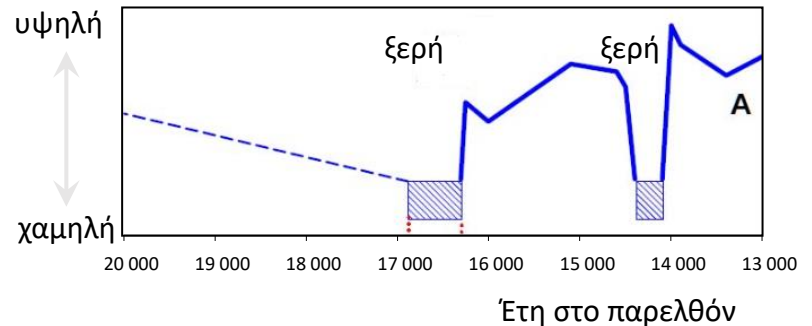
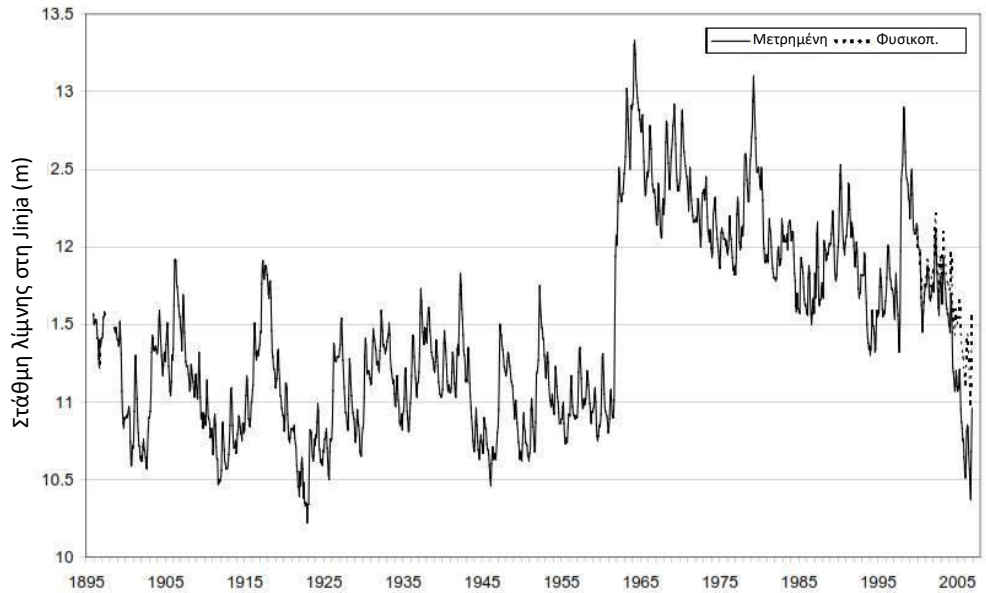


Αλλαγές στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του Νείλου

Η λίμνη Βικτώρια είναι η μεγαλύτερη τροπική λίμνη στον κόσμο (68 800 km²) και η πηγή του Λευκού Νείλου.

Οι καταγραφές της στάθμης του νερού στη σύγχρονη περίοδο (άνω του ενός αιώνα) υποδηλώνουν τεράστιες αλλαγές.

Οι ανακατασκευές της στάθμης του νερού για τις προηγούμενες χιλιετίες από πυρήνες ιζημάτων υποδηλώνουν ότι η λίμνη ήταν ακόμη και αποξηραμένη για αρκετούς αιώνες.



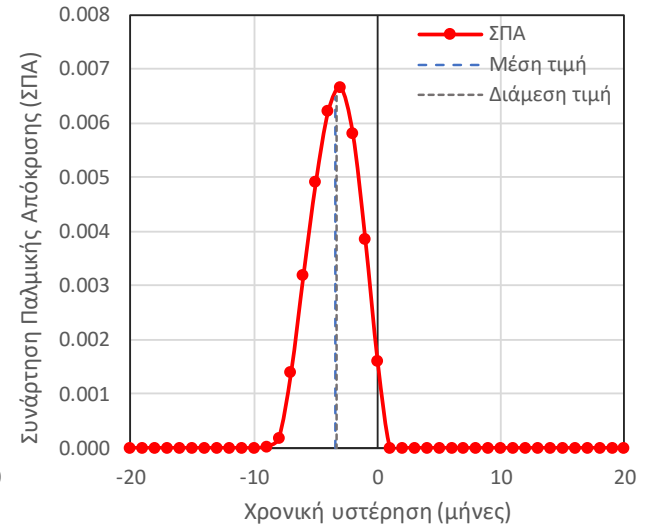
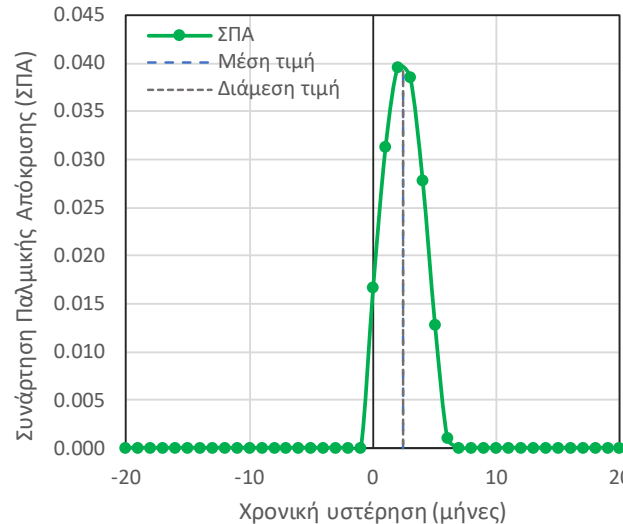
Πηγές: Sutcliffe and Petersen (2007), Stager et al. (2011).

Η στοχαστική προσφέρει τα εργαλεία και για τον εντοπισμό ντετερμινιστικών σχέσεων

Η φασματική ανάλυση (βλ. περιοδογράμματα [1](#) και [2](#)) είναι στοχαστικό εργαλείο.

Η [ανάλυση εντροπικής διάστασης](#) είναι στοχαστικό εργαλείο.

Πρόσφατα έχει προταθεί (και εφαρμοστεί μεταξύ άλλων και σε κλιματικές μεταβλητές) στοχαστική μέθοδος για την ανάλυση αιτιακών σχέσεων (Koutsoyiannis et al. 2022a,b, 2023).



Στο παράδειγμα ελέγχεται με τη μέθοδο των Koutsoyiannis et al. η δυνητικά αιτιακή σχέση ανάμεσα στην παροχή του Νείλου και το φαινόμενο El Niño–Southern Oscillation (ENSO), ποσοτικοποιημένο από τον Southern Oscillation Index (SOI). Αριστερά: SOI → παροχή Νείλου (δυνητικά αιτιακό σύστημα, επεξηγούμενη διασπορά 26%).

Δεξιά: παροχή Νείλου → SOI (δυνητικά αντι-αιτιακό σύστημα).

Συμπεράσματα

- Η μοναδική συμπεριφορά του Νείλου αποτέλεσε αίνιγμα στην ελληνική αρχαιότητα και συντέλεσε στη γέννηση της επιστήμης.
- Τα πανάρχαια δεδομένα μετρήσεων του Νείλου προσφέρουν και σήμερα τη βάση για την κατανόηση της αλλαγής, ιδίως της κλιματικής αλλαγής.
- Τα διδάγματα που αντλούνται από τα αρχεία του Νείλου υποδηλώνουν ότι:
 - Η κλιματική αλλαγή είναι αέναη.
 - Εκτός από τον ετήσιο κύκλο, δεν εντοπίζονται άλλες κανονικότητες ντετερμινιστικού χαρακτήρα, που θα μπορούσαν να επιτρέψουν μακροπρόθεσμη προβλεψιμότητα.
 - Ως εκ τούτου, το μελλοντικό κλίμα είναι αβέβαιο.
- Η παρατηρούμενη συμπεριφορά μπορεί να ερμηνευθεί ως κυριαρχία της αβεβαιότητας στη φύση (που κάνει τον κόσμο ενδιαφέροντα, δηλαδή όχι βαρετό).

Περισσότερες λεπτομέρειες: Koutsoyiannis, D., and Ilioroulou, T., 2024. Nile's gifts for understanding climate (υπό έκδοση).

Μέρος Γ

Μερικές σκέψεις με αφορμή τον Νείλο

Η κατανόηση των αλλαγών μεγάλης κλίμακας στην Αρχαία Ελλάδα

Ο Ηράκλειτος αναγνώρισε την κυριαρχία της αλλαγής στη φύση:

Πάντα ρεῖ.

Τὰ ὄντα ἰέναι τε πάντα καὶ μένειν οὐδέν [Πλάτωνος Κρατύλος, 401d].

Πάντα χωρεῖ καὶ οὐδέν μένει [ό.π., 402a].

Δις ἐς τὸν αὐτὸν ποταμὸν οὐκ ἂν ἐμβαίης [ό.π., 402a].

Ο Αριστοτέλης αναγνώρισε τις μεταβολές του φλοιού τις γης σε μεγάλες χρονικές κλίμακες καθώς και το γεγονός ότι οι ποταμοί δημιουργούνται και εξαφανίζονται:

*ἀλλὰ μὴν εἶπερ καὶ οἱ ποταμοὶ γίνονται καὶ φθείρονται καὶ μὴ ἀεὶ οἱ αὐτοὶ τόποι τῆς γῆς ἔνυδροι, καὶ τὴν θάλατταν ἀνάγκη μεταβάλλειν ὁμοίως. τῆς δὲ θαλάττης τὰ μὲν ἀπολείπουσιν τὰ δ' ἐπιούσιν ἀεὶ φανερόν ὅτι τῆς πάσης γῆς οὐκ ἀεὶ τὰ αὐτὰ τὰ μὲν ἐστὶν θάλαττα τὰ δ' ἤπειρος, ἀλλὰ **μεταβάλλει τῷ χρόνῳ πάντα** (Μετεωρολογικά, I.14, 353a 16).*

*[Αλλά αν οι ποταμοὶ δημιουργούνται και εξαφανίζονται και δεν ήταν πάντα οι ἴδιοι τόποι σκεπασμένοι ἀπὸ νερό, ὁμοίως κι η θάλασσα θα πρέπει ν' ἀλλάζει. Και αν η θάλασσα υποχωρεῖ σε ἓνα μέρος και προωθεῖται σε ἓνα ἄλλο, εἶναι φανερό πως δεν εἶναι πάντοτε τα ἴδια σημεῖα της γης θάλασσα ἢ ἡπειρος, ἀλλὰ **ὅλα ἀλλάζουν με το πέρασμα του χρόνου.**] (Μετάφραση ΔΚ.)*

Πότε έγινε αποδεκτή η θεωρία του Αριστοτέλη;

Οι μυθολογικές αφηγήσεις είναι πιο γοητευτικές από τις επιστημονικές και έτσι συνέχισαν να είναι δημοφιλείς κατά τους ρωμαϊκούς χρόνους. Ο ρωμαίος επικούρειος φιλόσοφος Λουκρήτιος (~99 – ~55 π.Χ.) και ο στωικός φιλόσοφος Σενέκας (4 π.Χ. – 65 μ.Χ.), που και οι δύο έγραψαν για τον Νείλο, δεν βασίστηκαν στην επιστημονική εξήγηση του Αριστοτέλη. Αντίθετα, γοητεύτηκαν από τον Νείλο για το μυστήριό του, όχι για την απομυθοποίησή του. Μια εξαιρετική περίληψη των λόγων περιέχεται στο ακόλουθο απόσπασμα από τον Merrills (2017):

The metaphysical qualities of the Nile—a river that replicated each year the origins of the world, and which overspilled its banks even into the bathhouses and taverns of Pompeii—were essential to its resonance in the Roman world.

Οι μεταφυσικές ιδιότητες του Νείλου— ενός ποταμού που αναπαρήγαγε κάθε χρόνο την προέλευση του κόσμου και που υπερχείλιζε απ' τις όχθες του ακόμη και στα λουτρά και τις ταβέρνες της Πομπηίας— ήταν ουσιαστικές για την απήχρησή του στον ρωμαϊκό κόσμο.

Η αναφορά στην Πομπηία αντανακλά το πλήθος αρχαιολογικών ευρημάτων ιερών αντικειμένων και εικονογραφιών για τον Νείλο και τα νερά του.

Και τι γίνεται με τη σύγχρονη εποχή; Εγκαταλείφθηκαν οι μυθικές απόψεις μετά την πρώτη ποσοτικοποίηση του υδρολογικού κύκλου τον 17^ο αιώνα; Το ερώτημα αυτό μελετάται λεπτομερώς απ' τους Koutsoyiannis and Mamassis (2021).

Εν ολίγοις, η εκπληκτική απάντηση είναι ότι μια νέα μυθολογία αναπτύχθηκε γύρω από μια «θεωρία νίτρου», το οποίο ήταν ένα μυθικό στοιχείο που προκαλούσε την πλημμύρα του Νείλου, ενώ οι βροχοπτώσεις στην Αιθιοπία είχαν δευτερεύοντα ρόλο, ίσως και κανένα.

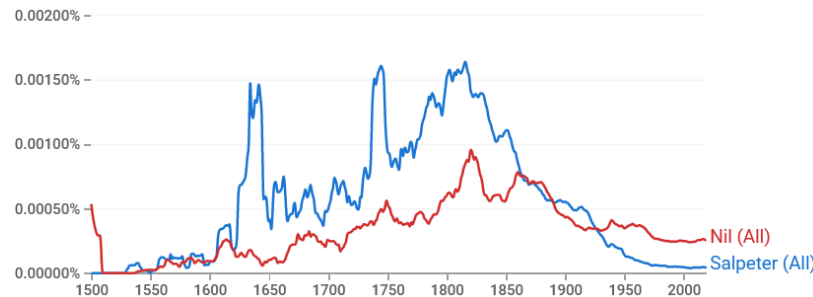
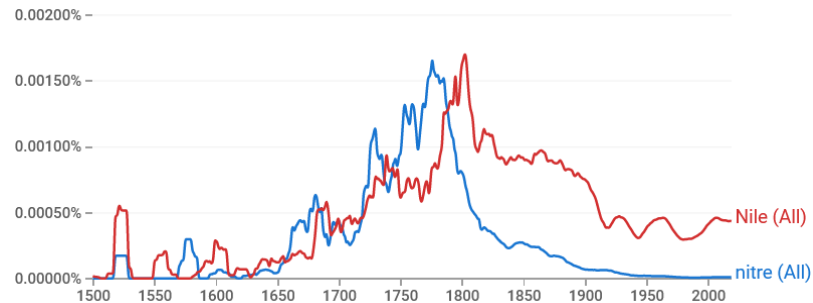
Πότε έγινε αποδεκτή η θεωρία του Αριστοτέλη; (2)

Χρειάστηκε η επίσκεψη του Σκωτσέζου περιηγητή James Bruce στις πηγές του Κυανού Νείλου και η δημοσίευση του βιβλίου του (Bruce, 1813) για να σταματήσει η σύγχρονη μυθική θεωρία, η οποία είχε υιοθετηθεί από ευρωπαϊκές επιστημονικές ενώσεις.

Ερώτηση (τροφή για σκέψη): Γιατί το λανθασμένο γεωκεντρικό σύστημα του Αριστοτέλη ήταν τόσο δημοφιλές, ενώ η σωστή εξήγησή του για τον Νείλο δεν ήταν;

Συχνότητα εμφάνισης των αναφερόμενων λέξεων σε βιβλία που φιλοξενούνται στην πλατφόρμα Google Books σε τρεις γλώσσες: (πάνω) Αγγλικά, (μέσο) Γαλλικά, (κάτω) Γερμανικά.

Πηγή: Πηγή: Koutsoyiannis and Mamassis (2021).



Χρειάζεται θάρρος για να διατυπωθούν επιστημονικές απόψεις

ὁ γὰρ πρῶτος σαφέστατόν τε πάντων καὶ θαρραλεώτατον περὶ σελήνης καταυγασμῶν καὶ σκιάς λόγον εἰς γραφήν καταθέμενος Ἀναξαγόρας οὔτ' αὐτὸς ἦν παλαιὸς οὔτε ὁ λόγος ἔνδοξος, ἀλλ' ἀπόρρητος ἔτι καὶ δι' ὀλίγων καὶ μετ' εὐλαβείας τινὸς ἢ πίστεως βαδίζων. οὐ γὰρ ἠνείχοντο τοὺς φυσικοὺς καὶ μετεωρολέσχας τότε καλουμένους, ὡς εἰς αἰτίας ἀλόγους καὶ δυνάμεις ἀπρονοήτους καὶ κατηναγκασμένα πάθη διατρίβοντας τὸ θεῖον, ἀλλὰ καὶ **Πρωταγόρας ἔφυγε, καὶ Ἀναξαγόραν εἰρχθέντα μόλις περιεποιήσατο Περικλῆς, καὶ Σωκράτης, οὐδὲν αὐτῶ τῶν γε τοιούτων προσῆκον, ὅμως ἀπώλετο διὰ φιλοσοφίαν** (Πλουτάρχου Βίοι Παράλληλοι, Νικίας, 23).

Γιατί και ο Αναξαγόρας, που πρώτος από όλους ἔγραψε με μεγαλύτερη σαφήνεια και θάρρος για την ακτινοβολία και τη σκιά της σελήνης, ούτε ο ίδιος ήταν παλαιός ούτε η θεωρία του γνωστή σε όλον τον κόσμο, αλλά απόρρητη ακόμη και διαδιδόταν μέσω λίγων με κάποια επιφύλαξη παρά με πίστη. Γιατί δεν ανέχονταν τους φυσικούς φιλοσόφους και τους μετεωρολέσχες τότε ονομαζόμενους, επειδή υποβίβαζαν το θεῖον σε παράλογες αιτίες, σε δυνάμεις που δεν μπορούσαν να τις προβλέψουν και σε πάθη ανελεύθερα. Αλλά και **ο Πρωταγόρας εξορίστηκε και ο Αναξαγόρας, που φυλακίστηκε, με δυσκολία σώθηκε από τον Περικλή** και ο Σωκράτης επίσης, αν και κανένα από τα παρόμοια ζητήματα δεν έχει σχέση με αυτόν, εντούτοις **θανατώθηκε εξαιτίας της φιλοσοφίας του**. (Μετάφραση Α.Ι. Γιαγκόπουλος & Ζ.Ε. Μαλαθούνη.)

Ορισμοί επιστήμης και φιλοσοφίας και σχέση με την αλήθεια

[Γλαύκων:] τούς δὲ ἀληθινούς [φιλοσόφους], ἔφη, τίνας λέγεις;

[Σωκράτης:] τούς τῆς ἀληθείας, ἦν δ' ἐγώ, φιλοθεάμονας (Πλάτων, Πολιτεία 475e).

[Γλαύκων:] Και αληθινούς [φιλοσόφους] ποιους λες;

[Σωκράτης:] Εκείνους που αγαπούν να βλέπουν την αλήθεια. (Μετάφραση ΔΚ.)

[Θεαίτητος:] τὴν μὲν μετὰ λόγου ἀληθῆ δόξαν ἐπιστήμην εἶναι, τὴν δὲ ἄλογον ἐκτὸς ἐπιστήμης (Πλάτων, Θεαίτητος, 201d) .

Η επιστήμη είναι εκτίμηση αληθινή και επιβεβαιωμένη λογικά, αλλά αυτή χωρίς λογική είναι εκτός επιστήμης. (Μετάφραση ΔΚ.)

ὀρθῶς δ' ἔχει καὶ τὸ καλεῖσθαι τὴν φιλοσοφίαν ἐπιστήμην τῆς ἀληθείας. θεωρητικῆς μὲν γὰρ τέλος ἀλήθεια πρακτικῆς δ' ἔργον (Αριστοτέλης, Μετὰ τὰ φυσικά, α, 993b).

Είναι σωστό που η φιλοσοφία καλεῖται ακριβῆς γνώση [επιστήμη] της αλήθειας. Η θεωρητική γνώση έχει σκοπό την αλήθεια και η πρακτική το ἔργο. (Μετάφραση ΔΚ.)

φανερὸν ὅτι διὰ τὸ εἰδέναι τὸ ἐπίστασθαι ἐδίωκον καὶ οὐ χρήσεώς τινος ἔνεκεν [...] Δῆλον οὖν ὡς δι' οὐδεμίαν αὐτὴν ζητοῦμεν χρεῖαν ἑτέραν ἀλλ' ὡσπερ ἄνθρωπος, φαμέν, ἐλεύθερος ὁ αὐτοῦ ἔνεκα καὶ μὴ ἄλλου ὦν, οὕτω καὶ αὐτὴν ὡς μόνην οὕσαν ἐλευθέραν τῶν ἐπιστημῶν μόνη γὰρ αὐτῆς ἔνεκεν ἐστίν. (Αριστοτέλης, Μετὰ τὰ φυσικά, α, 982b).

*Είναι φανερό ότι επιδίωξαν την ακριβή γνώση [επιστήμη] για την ίδια τη γνώση και όχι για χάρη κάποιας χρησιμότητάς της. [...] Είναι λοιπόν πρόδηλο πως αυτή τη γνώση δεν την επιζητούμε για να καλύψει κάποια άλλη ανάγκη, αλλά, όπως λέμε ότι **ελεύθερος άνθρωπος είναι εκείνος που υπάρχει για τον εαυτό του και όχι να υπηρετεί κάποιον άλλον, έτσι επιζητούμε την επιστήμη, ως τη μόνη ελεύθερη γνώση.** Η επιστήμη υπάρχει γι' αυτήν την ίδια.* (Μετάφραση ΔΚ.)

Ο Αριστοτέλης και η αναζήτηση της αλήθειας

δόξειε δ' ἂν ἴσως βέλτιον εἶναι καὶ δεῖν ἐπὶ σωτηρία γε τῆς ἀληθείας καὶ τὰ οἰκεῖα ἀναιρεῖν, ἄλλως τε καὶ φιλοσόφους ὄντας: ἀμφοῖν γὰρ ὄντοιν φίλοιιν ὅσιον προτιμᾶν τὴν ἀλήθειαν (Ἀριστοτέλης, Ἠθικὰ Νικομάχεια 1096a11).

Ἴσως ὅμως κανεῖς δεν θα διαφωνήσῃς ὅτι εἶναι καλύτερο —κάτι παραπάνω: ὅτι εἶναι ἀνάγκη— να εἴμαστε ἔτοιμοι ἀκόμη καὶ τις πιο προσωπικὲς μας ἀντιλήψεις να ἀναιρέσουμε, ἀν εἶναι με τὸν τρόπο αὐτὸ να σωθεῖ ἡ ἀλήθεια —έναν λόγο παραπάνω ἀφοῦ εἴμαστε καὶ φιλόσοφοι: ἔχοντας κανεῖς να διαλέξῃς ἀνάμεσα σε δύο φίλους, ἔχει τὸ ἱερό χρέος να προτιμήσῃς τὴν ἀλήθεια. (Μετάφραση: Δ. Λυπουρλῆς.)

φίλος μὲν Σωκράτης, ἀλλὰ φιλτάτη ἢ ἀλήθεια (Ἀμμώνιος ὁ Ἑρμείου, Βίος Ἀριστοτέλους).

Διάκριση φιλοσοφίας/επιστήμης και σοφιστείας

Ο Αριστοτέλης διέκρινε την *επιστήμη*, δηλαδή την εις βάθος γνώση που επιδιώκουμε για την ικανοποίηση που προκαλεί η ίδια, από τη *σοφιστεία*, δηλαδή την κατάχρηση της λογικής κάνοντας εμπόριο φαινομενικής γνώσης:

ἔστι γὰρ ἡ σοφιστικὴ φαινομένη σοφία οὕσα δ' οὐ, καὶ ὁ σοφιστὴς χρηματιστὴς ἀπὸ φαινομένης σοφίας ἀλλ' οὐκ οὕσης (Αριστοτέλης, *Σοφιστικοὶ Ἐλεγχοί*, 165a21).

Ἡ σοφιστικὴ εἶναι φαινομενικὴ καὶ ὄχι πραγματικὴ σοφία καὶ σοφιστὴς εἶναι κάποιος που κερδίζει χρήματα ἀπὸ φαινομενικὴ καὶ ὄχι πραγματικὴ σοφία.
(Μετάφραση ΔΚ.)

Παρόμοια ήταν και η διδασκαλία του Σωκράτη, όπως στην προκειμένη περίπτωση μεταφέρεται από τον Ξενοφώντα:

καὶ τὴν σοφίαν ὡσαύτως τοὺς μὲν ἀργυρίου τῷ βουλομένῳ πωλοῦντας σοφιστὰς ὥσπερ πόρνους ἀποκαλοῦσιν (Ξενοφών, *Απομνημονεύματα*, 1.6.13).

Το ίδιο και ὅσους πουλάνε τη σοφία για χρήματα σε ὅποιον θέλει, τους αποκαλοῦν σοφιστές, ὅπως πόρνους. (Μετάφραση ΔΚ.)

Η σημερινή κατάσταση: επιστήμη ή σοφιστεία;

Circular Economy and Sustainability
<https://doi.org/10.1007/s43615-022-00175-9>

OPINION PAPER



Bullshit in the Sustainability and Transitions Literature: a Provocation

Julian Kirchherr¹

Received: 15 November 2021 / Accepted: 1 May 2022
© The Author(s) 2022

Abstract

Research on sustainability and transitions is burgeoning. Some of this research is helping to solve humankind's most pressing problems. However, as this provocation argues, up to 50% of the articles that are now being published in many interdisciplinary sustainability and transitions journals may be categorized as “scholarly bullshit.” These are articles that

Essay

Why Most Published Research Findings Are False

John P. A. Ioannidis

PLoS Medicine | www.plosmedicine.org

0696

August 2005 | Volume 2 | Issue 8 | e124

Summary

There is increasing concern that most current published research findings are false. The probability that a research claim is true may depend on study power and

factors that influence this problem and some corollaries thereof.

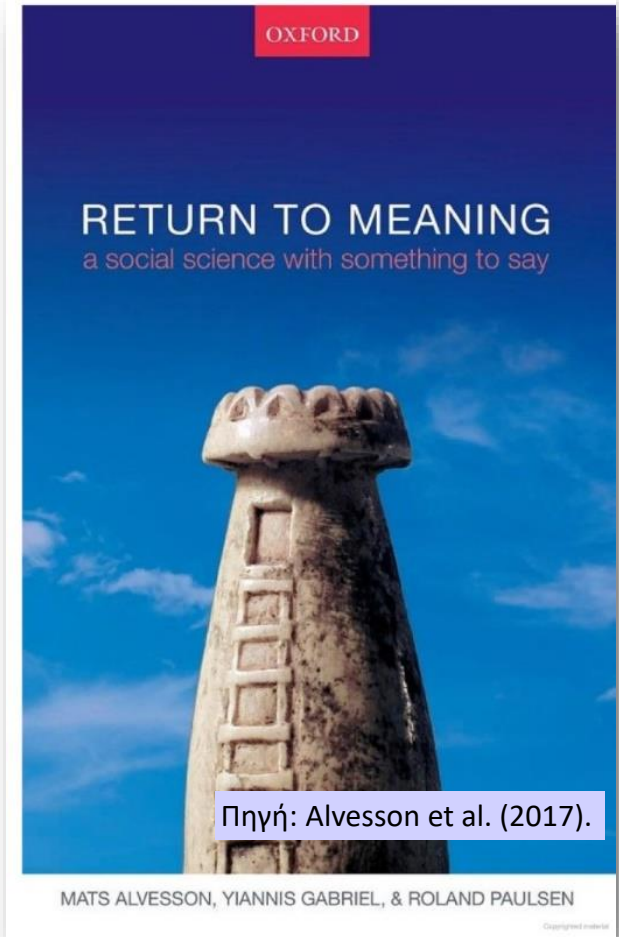
Modeling the Framework for False Positive Findings

Several methodologists have pointed out [9, 11] that the high

is characteristic of the field and can vary a lot depending on whether the field targets highly likely relationships or searches for only one or a few true relationships among thousands and millions of hypotheses that may be postulated. Let us also consider

Πως επικράτησε η ανοησία στην πανεπιστημιακή έρευνα;

- Οι Alvesson, Gabriel and Paulsen (2017) στο βιβλίο τους «**Επιστροφή στο Νόημα**» διαπιστώνουν «**την άνοδο της ανοησίας στην ακαδημαϊκή έρευνα**».
- Υποστηρίζουν ότι έχει συντελεστεί υποβάθμιση της ποιότητας της επιστημονικής έρευνας, αλλά και πολλαπλασιασμός της ανούσιας έρευνας, χωρίς αξία για την κοινωνία και με μέτρια αξία για τους συγγραφείς της (για εξασφάλιση σταδιοδρομίας).
- Έτσι οι ακαδημαϊκές σταδιοδρομίες στερούνται εγγενούς νοήματος και αξίας, καθώς και κοινωνικής χρησιμότητας.
- Η υπόθεσή μου είναι ότι αυτές οι εξελίξεις είναι σκόπιμες, πράγμα που υποστηρίζεται απ' το γεγονός ότι οι ερευνητικές προτάσεις χρηματοδοτούνται μόνο αν είναι σύμφωνες με το κυρίαρχο πολιτικο-ιδεολογικό αφήγημα.



Το επιστημονικό γίνεσθαι τότε και τώρα

Αρχαία Ελλάδα

Γεννήθηκαν και ορίστηκαν η επιστήμη και η φιλοσοφία, και αποσαφηνίστηκε το νόημά τους: η γνήσια αναζήτηση της αλήθειας, ανεξάρτητα από άλλα (π.χ. οικονομικά) συμφέροντα.

Διακρίθηκε η επιστήμη (αναζήτηση της αλήθειας) από τη σοφιστεία (κατάχρηση της γνώσης για εξυπηρέτηση συμφερόντων).

Σημερινή κατάσταση

Από διαδικασία αναζήτησης της αλήθειας η επιστήμη μετατράπηκε σε θεσμό ανάλογο του ιερατείου (συχνά υπηρετώντας συμφέροντα— πρβλ. σωτηρία πλανήτη, διαχείριση πανδημίας).

Η έρευνα εξαρτάται από τη χρηματοδότηση και οι κατευθύνσεις της προκαθορίζονται από την πολιτικοοικονομική εξουσία.

Οι καριέρες των ερευνητών εξαρτώνται από την επιτυχία τους στην προσέλκυση χρημάτων.

Η ανάμειξη της επιστήμης με πολιτικά και οικονομικά συμφέροντα διαφημίζεται ως θετική εξέλιξη.

Όμως με βάση τα αρχαιοελληνικά ιδεώδη είναι αρνητική εξέλιξη που οδηγεί σε παρακμή.

Το επιστημονικό γίνεσθαι τότε και τώρα (2)

Αρχαία Ελλάδα

Η **επιστήμη** (τότε ονομαζόταν **φυσική φιλοσοφία**) αναπτύχθηκε ως **μέρος της φιλοσοφίας**, παράλληλα με άλλους κλάδους της, δηλαδή τη μεταφυσική, την επιστημολογία, τη λογική και την αξιολογία (ηθική, αισθητική).

Η ανάπτυξη της (αριστοτελικής) **λογικής** προσέφερε στην επιστήμη ένα ισχυρό εργαλείο να διακρίνει το νόημα από την ανοησία, καθώς και την συναγωγή από την επαγωγή, διακρίνοντας τη σχετική εγκυρότητα του συμπεράσματος για καθεμιά από τις μεθόδους.

Η σταδιακή ανάπτυξη της **επιστημονικής μεθόδου**, η οποία αποτελεί μέρος της φιλοσοφίας, με την ενσωμάτωση της παρατήρησης, της εμπειρίας και, σε μεταγενέστερο στάδιο, του πειράματος, παρείχε τη σταθερή βάση της επιστήμης.

Σημερινή κατάσταση

Επικράτησε ο κατακερματισμός της γνώσης και η απόσπαση της επιστήμης από τη φιλοσοφία.

Έχει ατονήσει η σύνδεση της επιστήμης με την αξιολογία—κυρίως την ηθική—ενώ έχει ενταθεί η σύνδεσή της με συμφέροντα.

Ενώ έχει παραμείνει η παράδοση ότι το υψηλότερο πτυχίο στην εκπαίδευση ονομάζεται Διδακτορικό Φιλοσοφίας (Degree of Doctor of Philosophy—PhD), στην πραγματικότητα λίγο "Ph" (αν όχι καθόλου) περιέχεται στη διδακτορική έρευνα και οι περισσότεροι διδακτορικοί φοιτητές δεν γνωρίζουν τις φιλοσοφικές προϋποθέσεις της επιστημονικής μεθόδου (βλ. Gauch, 2003).

Το επιστημονικό γίνεσθαι τότε και τώρα (3)

Αρχαία Ελλάδα

Η **σαφήνεια** είχε τεθεί ως ισχυρό ζητούμενο, τόσο που ο Αριστοτέλης την ταύτισε με την αλήθεια.

Η σαφήνεια σχετίζεται με την ακριβή καταγραφή των φαινομένων και την επίτευξη ακριβούς επιστημονικής γνώσης.

Η εισαγωγή της **ορολογίας**, δηλαδή των εξελιγμένων όρων των οποίων η σημασία μπορεί να μην είναι ταυτόσημη με την καθομιλουμένη, και των **ορισμών** τους (από τους Σωκράτη, Πλάτωνα, Αριστοτέλη), είναι μια άλλη αντανάκλαση της επιδίωξης της σαφήνειας.

Σημερινή κατάσταση

Η σαφήνεια φαίνεται να έχει πάψει να είναι επιθυμητή σε κάποιους κλάδους, μια εξέλιξη που ενδεχομένως επηρεάζεται από την πολιτική (που συχνά εξυπηρετείται καλύτερα απ' την ασάφεια).

Περιπτώσεις ασάφειας είναι συχνές στην κλιματολογία (Koutsoyiannis, 2021, 2023), αλλά φτάνουν ακόμη και στα μαθηματικά (Koutsoyiannis et al., 2018).

Το επιστημονικό γίνεσθαι τότε και τώρα (4)

Αρχαία Ελλάδα

Η διατύπωση **πληθώρας ποικίλων ιδεών** από διαφορετικούς μελετητές και η συνεπακόλουθη **διαπάλη ιδεών**, ήταν ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της επιστήμης.

Οι αρχαίοι Έλληνες λόγιοι παραθέτουν και συζητούν ο ένας τις ιδέες και τις θεωρίες του άλλου, συνήθως με τον δέοντα σεβασμό (και μερικές φορές με ειρωνεία). Χάρη σε αυτές τις συζητήσεις, σήμερα γνωρίζουμε τις απόψεις φιλοσόφων των οποίων τα πρωτότυπα έργα έχουν χαθεί εντελώς.

Ο πλουραλισμός των ιδεών και η ποικιλία των απόψεων, μερικές από τις οποίες ήταν αναγκαστικά καλύτερες από άλλες, οδήγησαν σε μια εξελικτική διαδικασία που με τη σειρά της επέτρεψε την επιστημονική πρόοδο.

Σημερινή κατάσταση

Θεωρητικά οι αρχαίες πρακτικές των παραθέσεων ιδεών άλλων και του διαλόγου έχουν ενσωματωθεί στις σημερινές επιστημονικές πρακτικές.

Ωστόσο, έχουν επικρατήσει αντεπιστημονικές ιδέες, όπως αυτές της «συναίνεσης» (“consensus”)—αντί της διαπάλης—και της «κατασταλαγμένης επιστήμης» (“settled science”) που δεν επιτρέπεται η αμφισβήτησή τους.

Ενώ η ποικιλομορφία (diversity) προωθείται επί σε διάφορες κοινωνικές λειτουργίες, η ποικιλομορφία των απόψεων σε επιστημονικά θέματα συχνά αποθαρρύνεται και ο επιστημονικός διάλογος για πολιτικώς ευαίσθητα θέματα ουσιαστικά απαγορεύεται (π.χ. η κριτική χαρακτηρίζεται «συνομωσιολογία»).

Επίλογος: Μέτρα κατά της παρακμής

- Η επιστήμη (αρχικά καλούμενη «φυσική φιλοσοφία») γεννήθηκε στην αρχαϊκή Ελλάδα, εδραιώθηκε και αποσαφηνίστηκε στην κλασική Ελλάδα, και σημείωσε θεαματική επιστημονική πρόοδο κατά την ελληνιστική περίοδο.
- Είναι πιθανό ότι η οπισθοδρόμηση μετά την ελληνιστική και την κλασική ρωμαϊκή εποχή οφείλεται σε πνευματική παρακμή, όπως μαρτυρεί το κλείσιμο των φιλοσοφικών σχολών τον έκτο αιώνα μ.Χ.
- Σημάδια παρόμοιας οπισθοδρόμησης και παρακμής είναι παρόντα στην εποχή μας, ιδιαίτερα στον δυτικό κόσμο, όπου οι ιδέες αντικαθίστανται από ιδεολογίες και η λογική από στερεότυπα της κατ' ευφημισμό «ορθότητας».
- Η επαναφορά των αξιών που αναπτύχθηκαν στην ελληνική αρχαιότητα είναι το πιο κατάλληλο μέτρο κατά της σύγχρονης παρακμής.

Περισσότερες πληροφορίες

Hydrol. Earth Syst. Sci., 25, 2419–2444, 2021
<https://doi.org/10.5194/hess-25-2419-2021>
© Author(s) 2021. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.



Hydrology and
Earth System
Sciences Open Access 

From mythology to science: the development of scientific hydrological concepts in Greek antiquity and its relevance to modern hydrology

Demetris Koutsoyiannis and Nikos Mamassis

Department of Water Resources and Environmental Engineering, School of Civil Engineering,
National Technical University of Athens, Heroon Polytechniou 5, GR 157 80 Zographou, Greece

Correspondence: Demetris Koutsoyiannis (dk@itia.ntua.gr)

Received: 4 January 2021 – Discussion started: 12 January 2021

Revised: 30 March 2021 – Accepted: 1 April 2021 – Published: 10 May 2021

<https://www.itia.ntua.gr/2087/>

<https://doi.org/10.5194/hess-25-2419-2021>

Ένα πρόσφατο παράδειγμα (Απρ. 2023): Εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου για τον έλεγχο της εγκυρότητας πολιτικών δογμάτων

<https://www.itia.ntua.gr/2287/>

<http://dx.doi.org/10.3390/w15091711>



Article

In Search of Climate Crisis in Greece Using Hydrological Data: 404 Not Found

Demetris Koutsoyiannis ^{1,*}, Theano Iliopoulou ¹, Antonis Koukouvinos ¹, Nikolaos Malamos ², Nikos Mamassis ¹, Panayiotis Dimitriadis ¹, Nikos Tepetidis ¹ and David Markantonis ¹

- ¹ Department of Water Resources and Environmental Engineering, School of Civil Engineering, National Technical University of Athens, 15780 Zographou, Greece; tiliopoulou@hydro.ntua.gr (T.I.); anton@itia.ntua.gr (A.K.); pandim@itia.ntua.gr (P.D.); nikostepe191201@gmail.com (N.T.)
 - ² Department of Agriculture, University of Patras, 30200 Messolonghi, Greece; nmalamos@upatras.gr
- * Correspondence: dk@itia.ntua.gr

Abstract: In the context of implementing the European Flood Directive in Greece, a large set of rainfall data was compiled with the principal aim of constructing rainfall intensity–timescale–return period relationships for the entire country. This set included ground rainfall data as well as non-conventional data from reanalyses and satellites. Given the European declaration of climate emergency, along with the establishment of a ministry of climate crisis in Greece, this dataset was also investigated from a climatic perspective using the longest of the data records to assess whether or not they support the climate crisis doctrine. Monte Carlo simulations, along with stationary Hurst–Kolmogorov (HK) stochastic dynamics, were also employed to compare data with theoretical expectations. Rainfall extremes are proven to conform with the statistical expectations under stationarity. The only notable climatic events found are the clustering (reflecting HK dynamics) of water abundance in the 1960s and dry years around 1990, followed by a recovery from drought conditions in recent years.

Keywords: climate; stochastic; Hurst–Kolmogorov dynamics; rainfall; flood; drought



Citation: Koutsoyiannis, D.; Iliopoulou, T.; Koukouvinos, A.; Malamos, N.; Mamassis, N.; Dimitriadis, P.; Tepetidis, N.; Markantonis, D. In Search of Climate Crisis in Greece Using Hydrological Data: 404 Not Found. *Water* **2023**, *15*, 1711. <https://doi.org/10.3390/w15091711>

*Καί τήν ειωθίαν ἀξιῶσιν τῶν ὀνομάτων ἐς τὰ ἔργα ἀντήλλαξαν τῆ δικαιοσύει
They even changed the usual meaning of the words to justify their actions
(Thucydides [1])*

1. Introduction

Following the decision of the European Parliament to declare a climate emergency [2], and in accord with related announcements by the United Nations' Secretary General

Ένα άλλο παράδειγμα (Σεπ. 2023): Εφαρμογή της επιστημονικής (στοχαστικής) μεθόδου για τον έλεγχο της εγκυρότητας καθιερωμένων υποθέσεων

<https://www.itia.ntua.gr/2342/>

<http://dx.doi.org/10.3390/sci5030035>



Article

On Hens, Eggs, Temperatures and CO₂: Causal Links in Earth's Atmosphere

Demetris Koutsoyiannis ^{1,*}, Christian Onof ², Zbigniew W. Kundzewicz ³ and Antonis Christofides ¹

¹ Department of Water Resources and Environmental Engineering, School of Civil Engineering, National Technical University of Athens, 15778 Zographou, Greece; anthony@itia.ntua.gr

² Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Imperial College London, London SW7 2BX, UK; c.onof@imperial.ac.uk

³ Meteorology Lab, Department of Construction and Geoengineering, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering, Poznan University of Life Sciences, 60-637 Poznań, Poland; kundzewicz@yahoo.com

* Correspondence: dk@itia.ntua.gr

Abstract: The scientific and wider interest in the relationship between atmospheric temperature (T) and concentration of carbon dioxide ($[\text{CO}_2]$) has been enormous. According to the commonly assumed causality link, increased $[\text{CO}_2]$ causes a rise in T . However, recent developments cast doubts on this assumption by showing that this relationship is of the *hen-or-egg* type, or even unidirectional but opposite in direction to the commonly assumed one. These developments include an advanced theoretical framework for testing causality based on the stochastic evaluation of a potentially causal link between two processes via the notion of the impulse response function. Using, on the one hand, this framework and further expanding it and, on the other hand, the longest available modern time series of globally averaged T and $[\text{CO}_2]$, we shed light on the potential causality between these two processes. All evidence resulting from the analyses suggests a unidirectional, potentially causal link with T as the cause and $[\text{CO}_2]$ as the effect. That link is not represented in climate models, whose outputs are also examined using the same framework, resulting in a link opposite the one found when the real measurements are used.

Keywords: causality; causal systems; stochastic; impulse response function; geophysics; hydrology; climate



Citation: Koutsoyiannis, D.; Onof, C.; Kundzewicz, Z.W.; Christofides, A. On Hens, Eggs, Temperatures and CO₂: Causal Links in Earth's Atmosphere. *Sci* **2023**, *5*, 35. <https://doi.org/10.3390/sci5030035>

Academic Editors: Anthony R. Lupo, João Miguel Dias, Claus Jacob and Ahmad Yaman Abdin

Received: 17 March 2023
Revised: 24 May 2023

Science is generated by and devoted to free inquiry: the idea that any hypothesis, no matter how strange, deserves to be considered on its merits. The suppression of uncomfortable ideas may be common in religion and politics, but it is not the path to knowledge; it has no place in the endeavor of science. We do not know in advance who will discover fundamental new insights.

Carl Sagan [1]

References/Αναφορές

- 'Abd al-Latif al-Baghdādi (Αμπντέλ Λατήφ αλ-Μπογνάντη), 2022. In Egypt in 1202 (Έν Αιγύπτω τω 1202). Editor, translation and comments: G.I. Stasinopoulos, Leimon, Athens, Greece.
- Alvesson, M., Gabriel, Y. and Paulsen, R., 2017. *Return To Meaning: A Social Science With Something To Say*. Oxford University Press.
- Bell, B., 1970. The oldest records of the Nile floods. *The Geographical Journal*, 136 (4), 569-573.
- Beullens, P., 2011. De overstrooming van de Nijl, Een vergeten traktaat van Aristoteles? *Tijdschrift voor Filosofie*, 73 (3), 13-534, doi: 10.2143/TVF.73.3.2131119.
- Beullens, P., 2014. Facilius sit Nili caput invenire: Towards an attribution and reconstruction of the Aristotelian treatise De inundatione Nili. In *Translating at the Court: Bartholomew of Messina and Cultural Life at the Court of Manfred, King of Sicily*; Vol. 45; 303 – 329, <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/293331>.
- Bonneau, D., 1971. Liber Aristotelis de inundatione Nili – texte – traduction – étude, *Études de Papyrologie*, 9, 1–33.
- Broekman, G.P.F., 2002. The Nile level records of the twenty-second and twenty-third dynasties in Karnak: A reconsideration of their chronological order. *The Journal of Egyptian Archaeology*, 88, 163-178.
- Bruce, J., 1813. *Travels to Discover the Source of the Nile, in the Years 1768, 1769, 1771, 1772, and 1773*. Gregg International Westmead, Eng., 3rd edition, 535 pp, <https://archive.org/details/travelstodiscov03brucgoog/>.
- Gauch Jr., H.G., 2003. *Scientific Method in Practice*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hurst, H.E., 1951. Long term storage capacities of reservoirs. *Trans. Am. Soc. Civil Eng.*, 116, 776–808.
- Ioannidis, J.P., 2005. Why most published research findings are false. *PLoS medicine*, 2(8), p.e124.
- Jakobi, R., and Luppe, W., 2000. P. Oxy. 4458 col. I: Aristoteles redivivus, *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik*, 131, 15–18.
- Kirchherr, J., 2023. Bullshit in the sustainability and transitions literature: a provocation. *Circular Economy and Sustainability*, 3(1), 167-172.
- Kolmogorov, A.N., 1940. Wiener spirals and some other interesting curves in a Hilbert space. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 26, 115-118. (English edition: Kolmogorov, A.N., 1991, *Selected Works of A. N. Kolmogorov - Volume 1, Mathematics and Mechanics*, ed. by Tikhomirov, V.M., Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 324-326).
- Koutsoyiannis, D., 2013. Hydrology and change. *Hydrological Sciences Journal*, 58 (6), 1177–1197, doi: 10.1080/02626667.2013.804626.
- Koutsoyiannis, D., 2021. Rethinking climate, climate change, and their relationship with water, *Water*, 13 (6), 849, doi:10.3390/w13060849.
- Koutsoyiannis, D., 2023. *Stochastics of Hydroclimatic Extremes - A Cool Look at Risk*, Edition 3, ISBN: 978-618-85370-0-2, 391 pages, doi: 10.57713/kallipos-1, Kallipos Open Academic Editions, Athens.
- Koutsoyiannis, D., and Georgakakos, A., 2006. Lessons from the long flow records of the Nile: determinism vs indeterminism and maximum entropy, *20 Years of Nonlinear Dynamics in Geosciences*, Rhodes, Greece, doi:10.13140/RG.2.2.10996.14727.
- Koutsoyiannis, D., and Iliopoulou, T., 2024. Nile's gifts for understanding climate, in press.
- Koutsoyiannis, D., and Mamassis, N., 2021. From mythology to science: the development of scientific hydrological concepts in the Greek antiquity and its relevance to modern hydrology. *Hydrology and Earth System Sciences*, 25, 2419–2444, doi:10.5194/hess-25-2419-2021.
- Koutsoyiannis, D., Mamassis, N., and Tegos, A., 2007. Logical and illogical exegeses of hydrometeorological phenomena in ancient Greece, *Water Science and Technology: Water Supply*, 7 (1), 13–22.
- Koutsoyiannis, D., Dimitriadis, P., Lombardo, F., and Stevens, S., 2018. From fractals to stochastics: Seeking theoretical consistency in analysis of geophysical data. *Advances in Nonlinear Geosciences*, edited by A.A. Tsonis, 237–278, doi:10.1007/978-3-319-58895-7_14, Springer.

References/Αναφορές (2)

- Koutsoyiannis, D., Iliopoulou, T., Koukouvinos, A., Malamos, N., Mamassis, N., Dimitriadis, P., Tepetidis, N., and Markantonis, D., 2023. In search of climate crisis in Greece using hydrological data: 404 Not Found, *Water*, 15 (9), 1711, doi:10.3390/w15091711.
- Koutsoyiannis, D., Onof, C., Christofides, A., and Kundzewicz, Z.W., 2022a. Revisiting causality using stochastics: 1. Theory. *Proceedings of The Royal Society A*, 478 (2261), 20210835, doi: 10.1098/rspa.2021.0835.
- Koutsoyiannis, D., Onof, C., Christofides, A., and Kundzewicz, Z.W., 2022b. Revisiting causality using stochastics: 2. Applications. *Proceedings of The Royal Society A*, 478 (2261), 20210836, doi: 10.1098/rspa.2021.0836.
- Koutsoyiannis, D., Onof, C., Kundzewicz, Z.W., and Christofides, A., 2023. On hens, eggs, temperatures and CO₂: Causal links in Earth's atmosphere, *Sci*, 5 (3), 35, doi: 10.3390/sci5030035.
- Legrain, G., 1896. Textes gravés sur le quai de Karnak. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde*, 34 (1), 111-118, <https://archive.org/details/zeitschriftfr34brug/page/110/>.
- Lepsius, R., 1853. *Letters from Egypt, Ethiopia, and the Peninsula of Sinai*. Henry G. Bohn, London, UK.
- Merrills, A., 2017. *Roman Geographies of the Nile: from the Late Republic to the Early Empire*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Norden, F.L., 1795. *Voyage d'Égypte et de Nubie*. Pierre Didot l'ainé; Constantin, Paris, https://archive.org/details/4NN359_1_NORD/page/n293/mode/2up.
- Panckoucke, C.L.F., 1821. *Description de l'Égypte: Ou, Recueil des Observations et des Recherches Qui Ont Été Faites en Égypte Pendant l'Expédition de l'Armée Française*. Imprimerie de C.L.F. Panckoucke, Paris, France, <https://archive.org/details/descriptiondelg10pancgoog/page/36/mode/2up>; <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~320415~90089550>.
- Rose, V., 1886. *Aristotelis quae Ferebantur Librorum Fragmenta*, In Aedibus B.G. Teubneri, Lipsiae, 463 pp., https://archive.org/details/bub_gb_5SOBAAAAMAAJ.
- Said, R., 1993. *The River Nile: Geology, Hydrology and Utilization*. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Stager, J.C., Ryves, D.B., Chase, B.M., and Pausata, F.S.R., 2011. Catastrophic drought in the Afro-Asian monsoon region during Heinrich event, *Science*, DOI: 10.1126/science.1198322.
- Sutcliffe, J.V., and Petersen, G., 2007. Lake Victoria: derivation of a corrected natural water level series, *Hydrological Sciences Journal*, 52 (6), 1316-1321.
- Toussoun, O., 1925. *Mémoire sur l'Histoire du Nil*. vol. 2, Imprimerie De L'institut Français D'archéologie Orientale, Cairo, Egypt, https://archive.org/details/MIE_9/.
- Ventre Pacha, 1896. Crues modernes et crues anciennes du Nil. *Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde*, 34(1), 95-107, <https://archive.org/details/zeitschriftfr34brug/page/94/>.
- Visconti, E.Q., 1817. *Planches de l'Iconographie Grecque*. De l'Imprimerie de P. Didot l'Ainé, Paris, 58 plates (engravings), https://archive.org/details/gri_33125010850713/, <https://arachne.dainst.org/entity/1884649>.
- Wheeler, K.G., Jeuland, M., Hall, J.W., Zagana, E., and Whittington, D., 2020. Understanding and managing new risks on the Nile with the Grand Ethiopian Renaissance Dam. *Nature Communications*, 11 (1), 5222.
- Yvanez, E., 2010. *Rock Inscriptions from Semna and Kumma – Epigraphic Study*. Sudan National Museum, National Corporation for Antiquities and Museums, Khartoum, Sudan, <https://www.sfdas.com/IMG/pdf/rock-inscrip28e2.pdf>.