



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ»

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ: ΠΟΣΟ ΠΟΛΥΠΛΟΚΗ
ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΗΝ
ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ**

ΕΛΕΝΗ Ν. ΤΣΟΥΛΟΥΦΑ

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Λουκάς Ζαχείλας

Βόλος, Ιούνιος 2018

Υπεύθυνη Δήλωση Πρωτοτυπίας Διπλωματικής Εργασίας

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που χρησιμοποίησα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη Διπλωματική Εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται επακριβώς είτε παραφρασμένες. Ακόμη, βεβαιώνω ότι η εν λόγω εργασία προετοιμάστηκε από έμένα προσωπικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Βόλος, Ιούνιος 2018

Στους Γονείς μου,
και στον επιβλέποντα Καθηγητή μου
κ. Λουκά Ζαχείλα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	12
ABSTRACT.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Ο ΧΡΥΣΟΣ.....	16
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΥΣΟ.....	16
2.1.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	16
2.1.2 ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΞΗΣ ΧΡΥΣΟΣ.....	18
2.1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	19
2.1.4 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	23
2.1.5 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	29
2.2 Ο ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	35
2.2.1 ΧΡΥΣΟΣ ΚΑΝΟΝΑ.....	36
2.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΙΣΟΤΙΜΙΩΝ BRETTON WOOD.....	38
2.3 Ο ΧΡΥΣΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΞΙΑΣ.....	39
2.4 ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	42
2.4.1 ΕΞΟΡΥΞΗ ΧΡΥΣΟΥ.....	42
2.4.2 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΧΡΥΣΟΥ.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	51
3.1 Η ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	51
3.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	51
3.1.2 Ο ΧΡΥΣΟΣ ΩΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗ.....	57
3.1.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	64
3.2 ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗ ΧΡΥΣΟΥ.....	70
3.2.1 ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΧΡΥΣΟΥ.....	71
3.2.2 ΖΗΤΗΣΗ ΧΡΥΣΟΥ.....	74

3.2.3	ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΤΡΑΠΕΖΩΝ.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ.....		
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	81
4.2	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ.....	82
4.3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	85
4.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	87
4.4.1	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_2 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΚΟΣΜΗΜΑΤΑ.....	89
4.4.2	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_4 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ.....	97
4.4.3	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_6 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗ.....	101
4.4.4	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_8 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΤΡΑΠΕΖΕΣ.....	108
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΧΡΥΣΟΣ ΚΑΙ ΑΣΗΜΙ.....		
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	113
5.2	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΑΣΗΜΙΟΥ.....	113
5.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΑΡΓΥΡΟΥ.....	117
5.3.1	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	118
5.3.2	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ.....	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....		164

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Χαρακτηριστικά Στοιχεία του Χρυσού.....	22
Πίνακας 2.2: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή του Χρυσού.....	28
Πίνακας 2.3: Οι 20 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή χρυσού για το 2015 και 2016.....	46

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

Σχήμα 2.1: Διάγραμμα της ανακλαστικότητας των Au, Ag, Al.....	22
Σχήμα 2.2: Ιστορική Εξέλιξη Παραγωγής χρυσού.....	45
Σχήμα 2.3: Απεικόνιση των Αγορών Εξόρυξης το 1968 και 2016.....	45
Σχήμα 2.4: Ποσοστιαίος καταμερισμός παραγωγής χρυσού.....	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°

Σχήμα 3.1: Διάγραμμα των τιμών του χρυσού από το 1883 έως το 2008.....	51
Σχήμα 3.2: Διάγραμμα των τιμών του χρυσού από το 1990 – 2018 (Φεβρουάριος).....	52
Σχήμα 3.3: Παγκόσμια Προσφορά Χρυσού (2007 – 2016).....	72
Σχήμα 3.4: Παγκόσμια Προσφορά Χρυσού χωρίς την ποσότητα εξόρυξης.....	73
Σχήμα 3.5: Παγκόσμια Ζήτηση Χρυσού (2007 – 2016).....	75
Σχήμα 3.6: Κατανάλωση Χρυσού από Κίνα και Ινδία (2007 – 2016).....	77
Σχήμα 3.7: Οι 20 πρώτες θέσεις των Κ.Τ. των χωρών και των επίσημων οργανισμών σε αποθέματα χρυσού.....	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

Σχήμα 4.1: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης χρυσού ανά κατηγορία – τιμής.....	86
Σχήμα 4.2: Διάγραμμα διασποράς προσφοράς χρυσού – τιμής.....	86
Σχήμα 4.3: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για το αρχικό μοντέλο.....	88
Σχήμα 4.4: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για το αρχικό μοντέλο.....	89
Σχήμα 4.5: Διαγράμματα $p_{n+1} = f(p_n)$: (α) $a_2 = 0,03$, (β) $a_2 = 0,06$	90
Σχήμα 4.6: Διαγράμματα $p_{n+1} = f(p_n)$: (α) $a_2 = 0,017$, (β) $a_2 = 0,0095$, (γ) $a_2 = 0,008$, (δ) $a_2 = 0,0035$, (ε) $a_2 = 0,00252$, (στ) $a_2 = 0,002$, (ζ) $a_2 = 0,001$	91
Σχήμα 4.7: Διαγράμματα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_2 = 0,03$, (β) $a_2 = 0,06$	93
Σχήμα 4.8: Διαγράμματα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_2 = 0,017$, (β) $a_2 = 0,0095$, (γ) $a_2 = 0,008$, (δ) $a_2 = 0,0035$, (ε) $a_2 = 0,00252$, (στ) $a_2 = 0,002$, (ζ) $a_2 = 0,001$	93
Σχήμα 4.9: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_2	95
Σχήμα 4.10: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο για $p_0 = 41,28$ και $p_0 = 40,28$ και $a_2 = 0,002$	96
Σχήμα 4.11: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο για $p_0 = 41,28$ και $p_0 = 41,279$ και για $a_2 = 0,002$	96
Σχήμα 4.12: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,005$	98
Σχήμα 4.13: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,005$	98
Σχήμα 4.14: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,07$	99

Σχήμα 4.15: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,07$	99
Σχήμα 4.16: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,0005$	100
Σχήμα 4.17: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,0005$	100
Σχήμα 4.18: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_4	101
Σχήμα 4.19: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $(\alpha) a_6 = 0,04, (\beta) a_6 = 0,08$	102
Σχήμα 4.20: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $(\alpha) a_6 = 0,04, (\beta) a_6 = 0,08$	102
Σχήμα 4.21: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $(\alpha) a_6 = 0,0246, (\beta) a_6 = 0,0141, (\gamma) a_6 = 0,01164, (\delta) a_6 = 0,0113, (\epsilon) a_6 = 0,01118, (\sigma\tau) a_6 = 0,0107$	103
Σχήμα 4.22: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $(\alpha) a_6 = 0,0246, (\beta) a_6 = 0,0141, (\gamma) a_6 = 0,01164, (\delta) a_6 = 0,0113, (\epsilon) a_6 = 0,01118, (\sigma\tau) a_6 = 0,0107$	104
Σχήμα 4.23: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $(\alpha) a_6 = 0,01035, (\beta) a_6 = 0,0095, (\gamma) a_6 = 0,0089, (\delta) a_6 = 0,0082, (\epsilon) a_6 = 0,0077, (\sigma\tau) a_6 = 0,0069$	106
Σχήμα 4.24: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $(\alpha) a_6 = 0,01035, (\beta) a_6 = 0,0095, (\gamma) a_6 = 0,0089, (\delta) a_6 = 0,0082, (\epsilon) a_6 = 0,0077, (\sigma\tau) a_6 = 0,0069$	107
Σχήμα 4.25: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_6	108
Σχήμα 4.26: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $(\alpha) a_8 = 0,0176$ και $(\beta) a_8 = 0,0423$	109
Σχήμα 4.27: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$: $(\alpha) a_8 = 0,0176$ και $(\beta) a_8 = 0,0423$	110
Σχήμα 4.28: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$: $(\alpha) a_8 = 0,00529, (\beta) a_8 = 0,0001$	111
Σχήμα 4.29: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$: $(\alpha) a_8 = 0,00529, (\beta) a_8 = 0,0001$	112
Σχήμα 4.30: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_8	112
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°	
Σχήμα 5.1: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης – τιμής χρυσού και προσφοράς – τιμής χρυσού(προηγ. χρ. περιόδου).....	114
Σχήμα 5.2: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης – τιμής αργύρου και προσφοράς – τιμής αργύρου (προηγ. χρ. περιόδου).....	115
Σχήμα 5.3: Διάγραμμα διασποράς προσφοράς αργύρου – προηγούμενη χρονική τιμή χρυσού.....	115
Σχήμα 5.4: Διαγράμματα $p^s_{t-1} = f(t)$ και $p^s_{t-1} = f(t)$ για αρχικό μοντέλο.....	118
Σχήμα 5.5: Διαγράμματα $p^s_{t-1} = f(t)$: $(\alpha) a_1 = 21, (\gamma) a_1 = 18,9, (\epsilon) a_1 = 16, (\zeta) a_1 = 14,27, (\theta) a_1 = 12, (\kappa) a_1 = 6,95, (\mu) a_1 = 4$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: $(\beta) a_1 = 21, (\delta) a_1 = 18,9, (\sigma\tau) a_1 = 16, (\eta) a_1 = 14,27, (\iota) a_1 = 12, (\lambda) a_1 = 6,95, (\nu) a_1 = 4$	118
Σχήμα 5.6: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο a_1 : (α) τιμής χρυσού, (β) τιμής αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov.....	121

Σχήμα 5.7: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $a_1 = 56$, (β) $a_1 = 19,6$, (γ) $a_1 = 18,9$, (δ) $a_1 = 15,4$, (ε) $a_1 = 14,7$, (στ) $a_1 = 9,1$, (ζ) $a_1 = 7$, (η) $a_1 = 2,1$	123
Σχήμα 5.8: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$: (α) $b_1 = 0,089$, (γ) $b_1 = 0,07$, (ε) $b_1 = 0,0575$, (ζ) $b_1 = 0,0563$, (θ) $b_1 = 0,0498$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (β) $b_1 = 0,089$, (δ) $b_1 = 0,07$, (στ) $b_1 = 0,0575$, (η) $b_1 = 0,0563$, (ι) $b_1 = 0,0498$	124
Σχήμα 5.9: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο b_1 : (α) τιμής χρυσού, (β) τιμής αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov.....	127
Σχήμα 5.10: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $b_1 = 0,089$, (β) $b_1 = 0,0736$, (γ) $b_1 = 0,057$, (δ) $b_1 = 0,0558$, (ε) $b_1 = 0,051$, (στ) $b_1 = 0,0495$	129
Σχήμα 5.11: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$: (α) $c_1 = 95$, (γ) $c_1 = 112$, (ε) $c_1 = 113,6$, (ζ) $c_1 = 115$, (θ) $c_1 = 118,1$, (ια) $c_1 = 121$, (ιγ) $c_1 = 125,5$, (ιε) $c_1 = 130$, (ιζ) $c_1 = 132,7$, (ιθ) $c_1 = 134$, (κα) $c_1 = 136$, (κγ) $c_1 = 138$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (στ) $c_1 = 113,6$, (η) $c_1 = 115$, (ι) $c_1 = 118,1$, (ιβ) $c_1 = 121$, (ιδ) $c_1 = 125,5$, (ιστ) $c_1 = 130$, (ιη) $c_1 = 132,7$, (κ) $c_1 = 134$, (κβ) $c_1 = 136$, (κδ) $c_1 = 138$	130
Σχήμα 5.12: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο c_1 : (α) τιμής χρυσού, (β) τιμής αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov.....	134
Σχήμα 5.13: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $c_1 = 80$, (β) $c_1 = 111,1$, (γ) $c_1 = 112$, (δ) $c_1 = 113,2$, (ε) $c_1 = 116$, (στ) $c_1 = 118$, (ζ) $c_1 = 123$, (η) $c_1 = 125,5$, (θ) $c_1 = 128$, (ι) $c_1 = 132,5$, (ια) $c_1 = 134,6$, (ιβ) $c_1 = 136$, (ιγ) $c_1 = 138$	136
Σχήμα 5.14: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$: (α) $d_1 = 0,13$, (γ) $d_1 = 0,17$, (ε) $d_1 = 0,2$, (ζ) $d_1 = 0,212$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (β) $d_1 = 0,13$, (δ) $d_1 = 0,17$, (στ) $d_1 = 0,2$, (η) $d_1 = 0,212$	138
Σχήμα 5.15: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο d_1 : (α) τιμής χρυσού, (β) τιμής αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov.....	141
Σχήμα 5.16: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $d_1 = 0,13$, (β) $d_1 = 0,17$, (γ) $d_1 = 0,2$, (δ) $d_1 = 0,212$	142
Σχήμα 5.17: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$: (α) $f_1 = 0,000039$, (γ) $f_1 = 0,00005$, (ε) $f_1 = 0,0002$, (ζ) $f_1 = 0,0005$, (θ) $f_1 = 0,00065$, (ια) $f_1 = 0,000698$, (ιγ) $f_1 = 0,00075$, (ιε) $f_1 = 0,000755$, (ιζ) $f_1 = 0,0008$, (ιθ) $f_1 = 0,00084$, (κα) $f_1 = 0,0009$, (κγ) $f_1 = 0,000915$, (κε) $f_1 = 0,001$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (β) $f_1 = 0,000039$, (δ) $f_1 = 0,00005$, (στ) $f_1 = 0,0002$, (η) $f_1 = 0,0005$, (ι) $f_1 = 0,00065$, (ιβ) $f_1 = 0,000698$, (ιδ) $f_1 = 0,00075$, (ιστ) $f_1 = 0,000755$, (ιη) $f_1 = 0,0008$, (κ) $f_1 = 0,00084$, (κβ) $f_1 = 0,0009$, (κδ) $f_1 = 0,000915$, (κστ) $f_1 = 0,001$	143
Σχήμα 5.18: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο f_1 : (α) τιμής χρυσού, (β) τιμής αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov.....	147

Σχήμα 5.19: Φασικό Πορτραίτο για την τιμή της παραμέτρου $f_1 = 0,001$	150
Σχήμα 5.20: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο της τιμής του χρυσού για $p_o^g = 41,28$ και $p_o^g = 41,279$ και για $f_1 = 0,001$	151
Σχήμα 5.21: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο της τιμής του αργύρου για $p_o^g = 41,28$, $p_o^g = 41,279$ και $p_o^s = 2,2$ και για $f_1 = 0,001$	151

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αναπαράσταση δημιουργίας χρυσού από σύγκρουση αστέρων νετρονίου.....	18
Εικόνα 2: Ψήγματα χρυσού.....	19
Εικόνα 3: Καθαρός, λαμπερός χρυσός.....	19
Εικόνα 4: Αρχαία χρυσά νομίσματα.....	25
Εικόνα 5: Χρυσά εκθέματα από το Μουσείο Χρυσού στην Μπογκοτά (Museo del Oro).....	26
Εικόνα 6: Μπάρες χρυσού.....	28
Εικόνα 7: Χρυσός σε τσιπ μνήμης υπολογιστή.....	30
Εικόνα 8: Τμήμα του διαστημικού τηλεσκοπίου James Webb, το οποίο είναι επικαλυμμένο με χρυσό.....	32
Εικόνα 9: Μεταλλεία χρυσού της δεκαετίας του 1850.....	43
Εικόνα 10: Χρυσό νόμισμα Krugerrand.....	59
Εικόνα 11: Χρυσό νόμισμα Canadian Maple Leaf.....	59
Εικόνα 12: Χρυσό νόμισμα Αμερικάνικος Χρυσός Αετός.....	59
Εικόνα 13: Χρυσό νόμισμα Κινέζικο Χρυσό Πάντα.....	60

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο άνθρωπος γοητευόταν από το χρυσό σε όλη τη διάρκεια της ιστορίας. Οι περισσότεροι πολιτισμοί χρησιμοποίησαν το χρυσό ως εμπορικό νόμισμα, ως ένδειξη πλούτου ή ως ένα ασφαλές χρηματοοικονομικό καταφύγιο. Την τελευταία δεκαετία η τιμή του έχει ανέβει στα υψηλότερα επίπεδα όλων των εποχών, παρουσιάζοντας παράλληλα αυξημένη ευαισθησία στους διάφορους παράγοντες καθορισμού της τιμής. Ένας από τους τρόπους ανάλυσης της τιμής του χρυσού είναι εξετάζοντας την προσφορά και τη ζήτηση του πολύτιμου μετάλλου. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να εξετασθεί και να αναλυθεί πως οι μεταβολές της ζήτησης του χρυσού σε κάθε κατηγορία ξεχωριστά επηρεάζουν την τιμή του, καθώς και πως η τιμή του πολύτιμου αυτού μετάλλου επιδρά στην τιμή του αργύρου, εξετάζοντας τα δύο μέταλλα ως σύστημα. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε δυναμική ανάλυση των μοντέλων προσφοράς και ζήτησης χρυσού και του συστήματος χρυσού – αργύρου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τιμή του χρυσού παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία με τη μεταβολή της ζήτησης για κοσμήματα και της ζήτησης για επενδυτικούς σκοπούς και επιπλέον παρουσιάζεται χάος στη συμπεριφορά της τιμής, κάνοντας αδύνατη την πρόβλεψη. Στο δεύτερο μέρος, που αφορά το σύστημα χρυσού – αργύρου, παρατηρήσαμε ότι μεταβάλλοντας τους συντελεστές του μοντέλου προσφοράς και ζήτησης του χρυσού, η τιμή του αργύρου επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό, φτάνοντας πολλές φορές σε μία χαοτική πορεία.

ABSTRACT

The man was fascinated by gold throughout history. Most cultures used gold as a trading currency, as an indication of wealth or as a safe financial shelter. Over the last decade its price has risen to the highest levels of all time, while also exhibiting increased sensitivity to the various price-setting factors. One way of analyzing the price of gold is by looking at the supply and demand of precious metal. The aim of this paper is to examine and analyze how gold demand changes in each class separately affect its price and how the price of this precious metal affects the price of silver by looking at the two metals as a system. For the survey a dynamic analysis of the gold supply and demand models and the gold - silver system was used. The results showed that the price of gold is particularly sensitive to the change in demand for jewelry and demand for investment purposes, and in addition there is a chaos in price behavior making it impossible to predict. In the second part, concerning the gold-silver system, we observed that by changing the factors of the gold supply and demand model, the price of silver is greatly influenced, often reaching a chaotic path.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο χρυσός είναι ένα από τα πιο εύπλαστα, πυκνά, αγώγιμα, ανθεκτικά, λαμπερά και όμορφα μέταλλα. Αυτό το μοναδικό σύνολο ιδιοτήτων το κατέστησε ένα πολυπόθητο αντικείμενο για το μεγαλύτερο μέρος της ανθρώπινης ιστορίας στους περισσότερους πολιτισμούς και αποδεικνύεται η ύπαρξη ενεργών αγορών χρυσού για πάνω από 6000 χρόνια. Αδιαμφισβήτητη είναι και η σημασία του ως χρήμα, ως επένδυση και ως αποθήκη και πηγή αξίας. Η μακρά και αλληλένδετη ιστορία του χρυσού, των χρηματοπιστωτικών αγορών και των χρημάτων έχει ως αποτέλεσμα την τακτική εμφάνιση του χρυσού στις επενδυτικές και νομισματικές συζητήσεις. Ποικίλα άρθρα, επιστημονικά και μη, έχουν δημοσιευθεί, ενώ με την αύξηση των τιμών από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 και μετά, οι παράγοντες και οι μηχανισμοί των μεταβολών της τιμής του χρυσού έχουν προσελκύσει την προσοχή των ακαδημαϊκών ερευνών.

Όπως για όλα τα αγαθά, έτσι και για το χρυσό η τιμή προσδιορίζεται από το νόμο προσφοράς και ζήτησης, αν και ο χρυσός δεν υπακούει στο νόμο της ζήτησης. Την τελευταία δεκαετία η ζήτηση έχει αυξηθεί σημαντικά, σε αντίθεση με την προσφορά, όπου ο ρυθμός αύξησης μειώνεται χρόνο με το χρόνο λόγω της εξάντλησης των φυσικών αποθεμάτων χρυσού. Τα παραπάνω έχουν οδηγήσει σε τιμές άνω των 1500 \$/ ουγγιά. Η τιμή του χρυσού είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, είτε λόγω της διπλής φύσης που παρουσιάζει ως εμπορικό αγαθό και ως περιουσιακό στοιχείο, είτε λόγω των πολλών καθοριστικών παραγόντων της τιμής του. Αντίστοιχα και η μοντελοποίηση της τιμής του θεωρείται δύσκολη υπόθεση. Με μία έρευνα στη βιβλιογραφία, παρατηρήθηκε ότι τα οικονομετρικά μοντέλα κυριαρχούν και, τελευταία, έχουν εισαχθεί με αρκετά καλές προβλέψεις τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων.

Η εργασία, αυτή, ξεκινά με μία ανασκόπηση στην ιστορία και στη χρησιμότητα του χρυσού και ως αγαθό του εμπορίου αλλά και ως επενδυτικό στοιχείο. Στη συνέχεια, αναλύονται οι παράγοντες που καθορίζουν την τιμή, καθώς και πως έχει διαμορφωθεί η προσφορά και η ζήτηση του. Επιπλέον, παρουσιάζεται το πως έχουν εξελιχθεί οι τιμές κατά τη διάρκεια των ετών. Το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, προσδιορίζοντας το μοντέλο του χρυσού από τις ετήσιες τιμές των τελευταίων 49 ετών και αναλύοντας τη ζήτηση στις τέσσερις βασικές κατηγορίες ζήτησης του χρυσού, θα μελετήσουμε πως η μεταβολή του κάθε συντελεστή της ζήτησης ξεχωριστά επιδρά στην τιμή του και θα δούμε αν υπάρχει χάος, δηλαδή αδυναμία πρόβλεψης της τιμής του χρυσού. Στο δεύτερο μέρος, θα αναλυθεί το σύστημα χρυσού και αργύρου και θα εξετασθεί πως οι μεταβολές στη ζήτηση

και την προσφορά του χρυσού επηρεάζουν τις τιμές των δύο μετάλλων και αν το σύστημα γίνεται χαοτικό. Τέλος, παρατίθενται αναλυτικά τα συμπεράσματα των ανωτέρω ερευνών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Ο ΧΡΥΣΟΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΥΣΟ

Ο χρυσός κατέχει μια μοναδική θέση στον κόσμο και, ιδιαίτερα, στον οικονομικό κόσμο. Είναι ένα πολύτιμο μέταλλο με ευρεία χρήση, το μέτρο της οικονομικής δύναμης των εθνών και ο ακρογωνιαίος λίθος των διεθνών νομισματικών καθεστώτων. Η εντυπωσιακή του όψη και η σπανιότητα του τον έχουν καταστήσει από χιλιάδες χρόνια έναν υψηλής αξίας θησαυρό και δείγμα πλούτου για τον άνθρωπο. Το μέταλλο αυτό ο άνθρωπος το εντόπισε στα ιζήματα των ποταμών. Το έντονο χρώμα του καθώς και η λάμψη του θεωρείται βέβαιο ότι εντυπωσίαζε τους ανθρώπους των πρωτόγονων κοινωνιών. Λόγω της σπουδαιότητας του υπήρχαν μεγάλες εκδηλώσεις λατρείας γι' αυτόν και πολλές φορές η ύπαρξη και η κατοχή του έχει δημιουργήσει συνθήκες πολέμου.

2.1.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Η προέλευση του χρυσού ήταν ένα αμφιλεγόμενο θέμα τα τελευταία χρόνια. Για δεκαετίες οι ερευνητές πίστευαν ότι ο χρυσός και τα άλλα βαριά στοιχεία δημιουργούνται κατά την διάρκεια μιας έκρηξης σουπερνόβα¹ (υπερκαινοφανείς αστέρες), η οποία συμβαίνει όταν στον πυρήνα ενός άστρου μεγάλης μάζας έχουν παραχθεί βαριά στοιχεία μέχρι τον σίδηρο, οι πυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης σταματάνε και η «ατμόσφαιρα» του άστρου καταρρέει προς τα μέσα. Ένα άστρο σαν τον Ήλιο θα κατέρρεε σε μια σφαίρα ακτίνας δώδεκα χιλιομέτρων περίπου. Τότε, όταν ο πυρήνας του άστρου πλησιάσει την πυρηνική πυκνότητα γίνεται ασυμπίεστος, η ύλη και η ενέργεια αναπηδούν προς τα έξω, δημιουργώντας την βίαιη έκρηξη σουπερνόβα που είναι ορατή από δισεκατομμύρια έτη φωτός μακριά. Κατά τη διάρκεια της κατάρρευσης του άστρου τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια στον πυρήνα του άστρου μετατρέπονται σε νετρόνια, έτσι ο πυρήνας μεταπίπτει σε άστρο νετρονίων. Ο σίδηρος βρίσκεται σε αφθονία και δημιουργείται τεράστια θερμική ενέργεια. Η έκρηξη σουπερνόβα, λοιπόν, καλύπτει όλες τις προϋποθέσεις για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία κατά την οποία τα νετρόνια προστίθενται στον πυρήνα γρηγορότερα από την διάσπαση τους και σχηματίζονται βαρύτερα στοιχεία, συμπεριλαμβανομένου του χρυσού (Burbidge et al., 1957). Καθώς όμως η ανάλυση των μοντέλων των σουπερνόβα εξελισσόταν, άρχισαν να εμφανίζονται κάποια προβλήματα, που

¹ Αναφέρεται σε διάφορους τύπους εκρήξεων που συμβαίνουν στο τέλος της ζωής ορισμένων αστέρων (ανάλογα με τη μάζα τους).

έδειχναν ότι ο αριθμός των νετρονίων δεν ήταν τόσο μεγάλος ώστε να σχηματιστούν βαριά στοιχεία (Lattimer, 2017).

Σύμφωνα με τους ερευνητές, Aguilar και Pulliam (2013), οι συγκρούσεις αστέρων νετρονίων (υπολείμματα πολύ μεγάλων άστρων που τελείωσαν τη ζωή τους μετά από μια έκρηξη σουπερνόβα, χάνοντας το μεγαλύτερο μέρος της μάζας τους με αποτέλεσμα να μείνει στο κέντρο ένας πάρα πολύ μικρός και τρομερά πυκνός πυρήνας) μπορούν να δημιουργήσουν τις ιδανικές συνθήκες παραγωγής χρυσού. Οι προσομοιώσεις των ερευνητών έδειξαν ότι πράγματι μία σύγκρουση και, παράλληλα, συγχώνευση αστέρων νετρονίων, η οποία οδηγεί σε μια πάρα πολύ μεγάλη έκρηξη που ονομάζεται κιλονόβα (έκρηξη η οποία δεν έχει την ενέργεια ενός σουπερνόβα αλλά μπορεί να δώσει τεράστια ποσά ενέργειας σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα) μπορεί να παράξει χρυσό και άλλα βαρύτερα του σιδήρου στοιχεία σε πολύ μεγάλες ποσότητες και να τα διασκορπίσει στο Διάστημα.

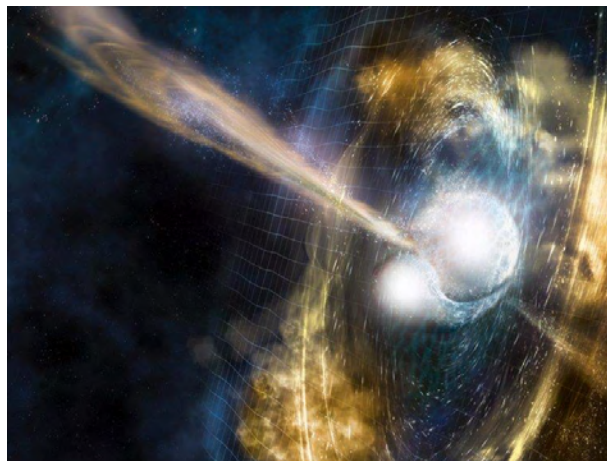
Όταν τα δύο άστρα νετρονίων πλησιάζουν μεταξύ τους φτάνοντας στον τελικό εναγκαλισμό, υφίστανται τεράστιες βαρυτικές παλίρροιες και η σύγκρουση εκτινάσσει τεράστιες ποσότητες ύλης στα Διάστημα. Πίσω από κάθε άστρο νετρονίων απλώνεται μια ουρά, που περιέχει 10 νετρόνια για κάθε πρωτόνιο, σε θερμοκρασία δισεκατομμυρίων βαθμών. Βαρείς πυρήνες σχηματίζονται μέσα σε χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου περίπου. Επειδή περιέχουν πάρα πολλά επιπλέον νετρόνια είναι ασταθείς, ραδιενεργοί. Από τη διάσπαση τους προκύπτουν πυρήνες χρυσού και λευκόχρυσου (Côté et al., 2017).

Η σύγκρουση αστέρων νετρονίων και οι σουπερνόβα εκρήξεις δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες για τη δημιουργία στοιχείων, όπως ο χρυσός. Αλλά υπάρχει μια μεγάλη διαφορά στην ποσότητα που δημιουργείται σε κάθε περίπτωση. Οι σουπερνόβα εκρήξεις παράγουν μια ποσότητα χρυσού στο μέγεθος της Σελήνης, ενώ η συγχώνευση των άστρων νετρονίων ποσότητα χρυσού στο μέγεθος του Δία -χιλιάδες φορές περισσότερη απ' ό,τι οι εκρήξεις σουπερνόβα- μόνο που τέτοιου είδους συγχωνεύσεις είναι σπανιότερες (Sokol, 2017).

Η θεωρητική άποψη για την προέλευση του χρυσού μέσω της σύγκρουσης δύο άστρων νετρονίων επιβεβαιώθηκε τον Οκτώβριο του 2017 με την ανακοίνωση των επιστημόνων για την ανίχνευση, για πρώτη φορά, βαρυτικών κυμάτων από το Διάστημα, τα οποία προέρχονταν από τη συγχώνευση δύο άστρων νετρονίων (πάλσαρ) και όχι μαύρων τρυπών, όπως είχε συμβεί σε όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις. Επιπλέον, για πρώτη φορά εντόπισαν και παρατήρησαν με τηλεσκόπια την ισχυρή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που συνόδευε το κοσμικό αυτό φαινόμενο. Με απλά λόγια, η κίνηση των αστέρων νετρονίων (τα άστρα περιστρέφονται το ένα

γύρω απ' το άλλο), εξαιτίας του τεράστιου βαρυτικού πεδίου τους, δημιουργεί μία διαταραχή μέσα στο χωροχρόνο, η οποία ταξιδεύει σαν κύμα, το οποίο ονομάζεται βαρυτικό κύμα. Οι επιστήμονες, λοιπόν, μόλις δύο δευτερόλεπτα μετά την ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων από τα επίγεια παρατηρητήρια LIGO και Virgo, κατέγραψαν μέσω του διαστημικού τηλεσκοπίου Fermi της NASA μία ισχυρότατη έκρηξη ακτινών γάμα (ακτίνες ισχυρότερες από τις ακτίνες X) από την περιοχή απ' την οποία εκτιμάται ότι προήλθαν τα βαρυτικά κύματα και συνέδεσαν έτσι τα δύο αυτά συμβάντα. Μέσα σε αυτή την ακτινοβολία γάμα, όπου προήλθε απ' τη σύγκρουση των αστέρων νετρονίων κατάφεραν να εντοπίσουν στοιχεία όπως ο χρυσός και η πλατίνα (λευκόχρυσος), επιβεβαιώνοντας έτσι την υπόθεση ότι βαριά μέταλλα δημιουργούνται μετά από συγκρούσεις αστέρων νετρονίων.

Εικόνα 1: Αναπαράσταση δημιουργίας χρυσού από σύγκρουση αστέρων νετρονίου



Πηγή: <http://www.businessinsider.com/how-much-gold-created-in-neutron-star-collision-2017-10>

Ο χρυσός που βρίσκεται στις μέρες μας στο φλοιό και στο μανδύα της γης, θεωρείται ότι έπεσε μετά τον σχηματισμό του πλανήτη μας, κατά το μεταγενέστερο βαρύ βομβαρδισμό του από αστεροειδείς και κομήτες, εδώ και περίπου 4 δισεκατομμύρια χρόνια. Επιπλέον, υπάρχει η άποψη ότι επειδή η Γη είχε λιώσει, κατά το σχηματισμό της, όλος ο αρχικός χρυσός που περιείχε βυθίστηκε στον πυρήνα της (Willbold et al., 2011).

2.1.2 ΕΤΥΜΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΛΕΞΗΣ ΧΡΥΣΟΣ

Η λέξη χρυσός συναντάται στην ελληνική γλώσσα από τα πανάρχαια χρόνια. Φημολογείται, όμως, ότι έχει Χεττιτική και κατά δεύτερο λόγο σημιτική προέλευση (Δαμιανού, 2014). Το όνομα του στα ελληνικά προέρχεται από αντίστοιχες λέξεις για τον χρυσό σε γλώσσες των λαών της Ανατολικής Μεσογείου. Για παράδειγμα στα Ασσυριακά ήταν hurasu και στην Αραμαϊκή hara (κίτρινος) (Γαλδάδας, 2016).

Η αγγλική λέξη *gold* προέρχεται από την πρωτογερμανική λέξη *gulb*, η οποία με τη σειρά της προήλθε από την πρωτοϊνδοευρωπαϊκή λέξη *ghel*, από την οποία προήλθε και η λέξη *yellow* (κίτρινο χρώμα, στα ελληνικά). Η αγγλόφωνη λέξη *gold* είναι ανάλογη με παρόμοιες λέξεις σε πολλές γερμανικές γλώσσες (Hesse, 2007).

Η προέλευση του διεθνούς χημικού συμβόλου *Au* είναι από τη λέξη *aurum*, που σημαίνει «λαμπερή αυγή» ή «λάμψη της αυγής», όπου με τη σειρά της προέρχεται από τη σαμπινική λέξη *ausum*, που και αυτή σημαίνει «λαμπερή αυγή» (Christie & Brathwaite, 2012). Σύμφωνα με κάποιους προσδιορισμούς σε λατινικά λεξικά η έννοια της λέξης *aurum* επεκτείνεται στη σημερινή σημασία της λέξης μέταλλο. Οι διαφωνίες μεταξύ των ετυμολογιών, ίσως, οφείλονται στη συσσώρευση των αποδείξεων από την αρχαιολογία για την μεγάλη αρχαιότητα της χρήσης του πολύτιμου μετάλλου στον πολιτισμό, σύμφωνα και με την έκφραση «γνωστό απ' την αυγή του πολιτισμού». Με σεβασμό σε αυτό έχει υιοθετηθεί η σημερινή σημασία της λέξης *aurum*, άσχετα με την αρχική ετυμολογική σημασία που είχε στη λατινική γλώσσα (Δαμιανού, 2014).

2.1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Ο χρυσός είναι ένα σπάνιο μέταλλο και αυτό τον έχει κάνει πολύτιμο ανά τους αιώνες. Φημίζεται για τη μοναδικότητα, αφού αποτελείται από ένα μίγμα που είναι σχεδόν άφθαρτο, την ομορφιά του και την σπανιότητα του. Για αυτές του τις ιδιότητες χρησιμοποιήθηκε παγκοσμίως για αιώνες ως μέσο ανταλλαγής και ως νόμισμα. Επιπλέον, διαφέρει από τα άλλα πολύτιμα μέταλλα όπως η πλατίνα, το παλλάδιο και το ασήμι, διότι η ζήτηση για αυτά τα πολύτιμα μέταλλα προκύπτει κυρίως για τις βιομηχανικές εφαρμογές τους. Ο χρυσός παράγεται με κύριο σκοπό την συσσώρευση, ενώ τα άλλα αγαθά παράγονται με κύριο σκοπό την κατανάλωση.

Εικόνα 2: Ψήγματα χρυσού



Εικόνα 3: Καθαρός, λαμπερός χρυσός



Πηγή: Wikipedia

Ο χρυσός είναι ένα χημικό στοιχείο, πυκνό, μαλακό, εύπλαστο², όλκιμο μέταλλο (μπορεί δηλαδή να γίνει με κατεργασία πάρα πολύ λεπτά φύλλα, τα οποία μπορεί να είναι και διαφανή, και λεπτά σύρματα) με ένα λαμπερό κίτρινο χρώμα. Οι ιδιότητες του δεν αμαυρώνονται όταν εκτίθεται στον αέρα ή στο νερό. Χημικά ο χρυσός είναι ένα μέταλλο μεταπτώσεως. Είναι ένα από τα λιγότερο αντιδραστικά στοιχεία και έχει στερεά μορφή υπό κανονικές συνθήκες (O'Connor et al., 2015). Κατά συνέπεια, το μέταλλο εμφανίζεται συχνά σε ελεύθερη στοιχειακή (μητρική) μορφή, ως ψήγματα ή κόκκοι, σε βράχους, σε φλέβες και προσχώσεις. Βρίσκεται, επίσης, σε στέρεο διάλυμα μαζί με τα φυσικά στοιχεία του αργύρου (όπως το electrum), καθώς και σε φυσικά κράματα με χαλκό και παλλάδιο. Λιγότερο συχνά εμφανίζονται ενώσεις του χρυσού με άλλα μέταλλα (συνήθως παράγονται για να τροποποιηθεί η σκληρότητα και άλλες μεταλλουργικές ιδιότητες του, να ελεγχθεί το σημείο τήξης ή να δημιουργηθούν εξωτικά χρώματα) (Hammer, 1995). Η ένωση του χρυσού με άλλα στοιχεία, εκ των πραγμάτων, δεν είναι εύκολη εξαιτίας της κατανομής των ηλεκτρονίων στο χρυσό ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$). Οι μελέτες που έχουν γίνει έδειξαν ότι τα ηλεκτρόνια της στοιβάδας 5d επηρεάζουν το τελευταίο και πιο διαθέσιμο ηλεκτρόνιο της 6s ώστε να μη φτιάχνει εύκολα δεσμό με άλλα (Γαλδάδας, 2016).

Το χημικό στοιχείο χρυσός, με σύμβολο Au, είναι ένα μέταλλο με ατομικό αριθμό 79 και ατομικό βάρος 196,966569. Έχει θερμοκρασία τήξης 1064,43 °C και θερμοκρασία βρασμού 2807 °C. Η πυκνότητα του³ είναι 19,3 g/cm³, που σημαίνει ότι είναι πάρα πολύ πυκνός (συγκριτικά η πυκνότητα του μόλυβδου είναι 11,34 g/cm³ και του πιο πυκνού στοιχείου του οσμίου είναι 22,588 +/-0,015 g/cm³). Θεωρείται το κατ' εξοχήν ευγενές μέταλλο, πράγμα που από χημική άποψη σημαίνει ότι έχει μεγάλη χημική αδράνεια, π.χ. δεν σκουριάζει (οξειδωση) και δεν προσβάλλεται από ισχυρά οξέα, με εξαίρεση το βασιλικό ύδωρ (aqua regia - υδροχλωρικό οξύ). Επιπλέον, ο χρυσός είναι πολύ καλός αγωγός της θερμότητας και της ηλεκτρικής ενέργειας και η χρήση του στην ηλεκτρονική αγορά είναι έντονη. Είναι μαζί με τον χαλκό τα μοναδικά έγχρωμα μέταλλα (Γαλδάδας, 2016). Όλος ο χρυσός που έχει εξορυχθεί στο παρελθόν μένει αναλλοίωτος και είναι διαθέσιμος σήμερα σε κάποια μορφή. Συνεπώς, μια εναλλακτική πηγή προσφοράς χρυσού προέρχεται από την ανακύκλωση.

² Ένα μόνο γραμμάρια χρυσού μπορεί να επεκταθεί σε ένα φύλλο ενός τετραγωνικού μέτρου ή μια ουγγιά (28,35 γραμμάρια) σε 300 τετραγωνικά πόδια.

³ Είναι σχετικά ταυτόσημη με εκείνη του βολφραμίου στα 19,25 g/cm³ και για το λόγο αυτό το βολφράμιο χρησιμοποιήθηκε για την παραχάραξη χρυσών ράβδων ή για την αντικατάσταση χρυσού που αφαιρέθηκε στις ράβδους χρυσού.

Η καθαρότητα του μετριέται είτε με καράτια⁴ (24 καράτια είναι ο καθαρός χρυσός) είτε με χιλιοστά (1000 χιλιοστά ο καθαρός χρυσός). Στα κοσμήματα χρησιμοποιείται η ποιότητα των 14 καρατίων (585 χιλιοστά) και η ποιότητα 18 καρατίων (750 χιλιοστά)⁵. Συνεπώς, στην κατασκευή κοσμημάτων ελάχιστα χρησιμοποιείται καθαρός χρυσός (αλλά με προσμίξεις). Συνήθως είναι αποδεκτή μία φύρα 10% χρυσού για την επεξεργασία και το γυάλισμα των κοσμημάτων (Δαμιανού, 2014).

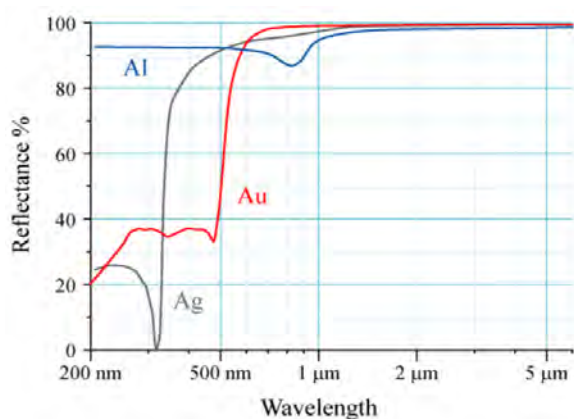
Σύμφωνα με έρευνα που έγινε στο πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης, από τους χημικούς Hussong, Hoffmeister, Rominger και Straub (2015), οι οποίοι μελέτησαν τις ιδιότητες του χρυσού, του αργύρου και του χαλκού, διαπιστώθηκε ότι οι χημικές ιδιότητες του χρυσού ερμηνεύονται από τη θεωρία της σχετικότητας. Από τα σταθερά στοιχεία, τα προβλεπόμενα σχετικιστικά φαινόμενα είναι πιο ευαίσθητα στον χρυσό, γεγονός που φαίνεται και από την εντυπωσιακή διαφορά στο χρώμα του κίτρινου χρυσού και του άχρωμου αργύρου. Η ισχυρή έλξη από τον πυρήνα του χρυσού με τα 79 θετικά φορτισμένα πρωτόνια έχει ως αποτέλεσμα τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια του ατόμου του χρυσού να φτάνουν σε υψηλές ταχύτητες, κοντά στην ταχύτητα του φωτός. Έτσι, σύμφωνα με τη θεωρία της σχετικότητας η μάζα των ηλεκτρονίων αυξάνεται. Όμως, η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου είναι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας του, συνεπώς η σχετικιστική⁶ αύξηση της μάζας προκαλεί μείωση της ακτίνας. Αυτό το φαινόμενο όταν παρατηρείται στην εξωτερική στοιβάδα ηλεκτρονίων, τότε έχει συνέπειες στις χημικές ιδιότητες των στοιχείων, όπως π.χ. το χρώμα τους ή την φυσική τους κατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση τα σχετικιστικά φαινόμενα προκαλούν ένα μικρότερο του αναμενόμενου χάσμα μεταξύ των τροχιών, εξαιτίας του οποίου ο χρυσός απορροφά τις μπλε συχνότητες και αντανακλά μια κιτρινωπή απόχρωση.

⁴ Μία παλιά μονάδα μέτρησης που βασίστηκε στη μάζα ενός σπόρου από χαρούπι, που ονομαζόταν στην αρχαία εποχή κεράτιον. Σήμερα θεωρείται ότι αντιπροσώπευε μια μάζα 20 γραμμαρίων (Γαλδάδας, 2016).

⁵ Όταν κάποιο κόσμημα περιέχει χρυσό 24 καρατίων σημαίνει ότι είναι σχεδόν από άτοφιο χρυσάφι (99,9%). Αυτό βγαίνει από έναν μαθηματικό τύπο: Περιεκτικότητα σε καράτια=24*(Μάζα χρυσού/Συνολική μάζα κοσμήματος). Αντίστοιχα, χρυσός 18 καρατίων σε χρυσό αντικείμενο σημαίνει περιεκτικότητα 75% σε χρυσό ή αλλιώς 18 μέρη χρυσού και 6 ενός άλλου μετάλλου (18+6=24). Τελευταία, η περιεκτικότητα εκφράζεται πιο πολύ σε χιλιοστά (αντί για 18 καρατίων λέμε 750) (Γαλδάδας, 2016).

⁶ Στην σχετικιστική μηχανική, η μάζα ενός σώματος εξαρτάται από το σύστημα αναφοράς για το οποίο μιλάμε και υπόκειται σε διορθώσεις όταν εκείνο κινείται με σχετικιστικές ταχύτητες.

Σχήμα 2.1: Διάγραμμα της ανακλαστικότητας των Au, Ag, Al



Η ανακλαστικότητα των Au, Ag, Al. Το ανθρώπινο μάτι βλέπει την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με μήκος κύματος κοντά στα 600 nanόμετρα ως κίτρινο. Όπως φαίνεται από το παραπάνω διάγραμμα ο χρυσός φαίνεται κίτρινος διότι απορροφά το μπλε φως περισσότερο από τα άλλα και ανακλά το κίτρινο. Για τον μεν χρυσό η εφαρμογή των σχετικιστικών διορθώσεων αποδεικνύει ότι ο διαχωρισμός των τροχιακών και η χαμηλότερη ενέργεια του 6s τροχιακού έχει ως αποτελέσματα την έντονη απορρόφηση μπλε φωτός σε σχέση με το κίτρινο. Όσον αφορά τον άργυρο, δεδομένου ότι το ενεργειακό επίπεδο 6s είναι υψηλότερο, η ενέργεια που απαιτείται για να διεγείρει ένα ηλεκτρόνιο αντιστοιχεί στην περιοχή του υπεριώδους φωτός και όχι στην ορατή περιοχή. Έτσι ο άργυρος φαίνεται να στερείται των χρωμάτων.

Πηγή: <https://physicsgg.me>

Στην περίπτωση του χρυσού, η σχετικιστική ανάλυση εξηγεί, εκτός από το κίτρινο χρώμα του, και την ενίσχυση των μοριακών δεσμών του. Η σύγκριση των διπλών δεσμών μεταξύ των μεταλλικών στοιχείων χρυσού, αργύρου και χαλκού με άνθρακα, έδειξε ότι η ατομική συμπεριφορά του χρυσού μοιάζει πιο πολύ με την αντίστοιχη του χαλκού παρά με του αργύρου, παρότι ο άργυρος είναι πιο κοντά με τον χαλκό. Επιπλέον, σε μια έρευνα τους οι Pasteka et al. (2017) κατάφεραν να πραγματοποιήσουν τους λεπτομερέστερους θεωρητικούς υπολογισμούς μέχρι σήμερα για τον χρυσό και το θεωρητικό τους μοντέλο έδειξε πως υπολόγιζε τα σχετικιστικά φαινόμενα στις συνεισφορές των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ηλεκτρονίων και στην κβαντική ηλεκτροδυναμική.

Παρακάτω παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1 ομαδοποιημένα όλα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του χρυσού.

Πίνακας 2.1: Χαρακτηριστικά Στοιχεία του Χρυσού

Ταυτότητα του Στοιχείου	
Όνομα (συμβολισμός)	Χρυσός (Au)
Ατομικός Αριθμός	79
Κατηγορία	Στοιχεία μετάπτωσης
Ομάδα, Περίοδος, Τομέας	11, 6, d
Ατομική Μάζα	196.966569 g/mol
Ηλεκτρονική Διαμόρφωση	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹
Αριθμός CAS	7440-57-5
Ατομικές Ιδιότητες	
Ατομική Ακτίνα	144 pm

Ομοιοπολική Ακτίνα	136 ± 6 pm
Ακτίνα van der Waals	166 pm
Ηλεκτραρνητικότητα	2.54 (κλίμακα Pauling)
Σταθερές Βαθμίδες Οξειδωσης	-1, 1, 2, 3, 4, 5
Ενέργειες Ιονισμού	1 ^η : 890.1 kJ/mol 2 ^η : 1980 kJ/mol
Φυσικά Χαρακτηριστικά	
Κρυσταλλικό Πλέγμα	Κυβικό επικεντρικό
Σημείο Τήξης	1064.18 °C
Σημείο Βρασμού	2856 °C
Πυκνότητα	19.30 g/cm ³
Ειδική Θερμοχωρητικότητα	(25 °C) 25.418 J/mol
Μαγνητική Συμπεριφορά	Διαμαγνητικό
Ειδική Θερμική Αγωγιμότητα	(300 K) 318 W/m
Ειδική Ηλεκτρική Αντίσταση	(20 °C) 22.14 nΩ/m
Σκληρότητα Mohs	2.5
Σκληρότητα Vickers	216 MPa
Σκληρότητα Brinell	25 HB MPa
Μέτρο ελαστικότητας όγκου	180 GPa
Λόγος Poisson	0.44
Ταχύτητα του Ήχου	(Λεπτή Βέργα) 2030 (m/s)
Η κατάσταση αναφοράς είναι η πρότυπη κατάσταση (25 °C, 1 Atm)	
Πηγή: Wikipedia	

2.1.4 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Ο χρυσός έχει μια μακρά και περίπλοκη ιστορία, η οποία ξεκινά από την αρχαιότητα. Από την πρώτη ανακάλυψη του, ο χρυσός συμβόλιζε την δύναμη και τον πλούτο. Σημαντικός είναι και ο ρόλος του χρυσού στο εμπόριο, καθώς και η συμβολή του στην δημιουργία του παγκόσμιου τραπεζικού συστήματος.

Οι επιστήμονες δεν έχουν επιβεβαιώσει τι ήταν αυτό που έκανε τους πρώτους ανθρώπους που ανακάλυψαν χρυσό πριν από χιλιάδες χρόνια να τον θεωρήσουν πολύτιμο μέταλλο. Αλλά χωρίς την ύπαρξη συγκεκριμένων αρχαιολογικών στοιχείων είναι σχεδόν αδύνατο να

προσδιορίσουμε ακριβώς τον χρόνο και τον τόπο της πρώτης επαφής του ανθρώπου και του κίτρινου μετάλλου. Μόνο εικασίες μπορούν να γίνουν για τα πρόσωπα τα οποία σε διαφορετικά μέρη και χρόνο ανακάλυψαν το χρυσό. Ειδικές έρευνες έδειξαν ότι κομμάτια χρυσού βρέθηκαν σε ισπανικά σπήλαια τα οποία χρησιμοποιούνταν από τον παλαιολιθικό άνθρωπο περίπου 40.000 χρόνια πριν. Άρα είναι εύλογο να μην μπορούν οι ιστορικές πηγές να συμφωνήσουν για την ακριβή ημερομηνία της πρώτης χρήσης χρυσού (O' Connor et al., 2015).

Η καταγεγραμμένη ιστορία του χρυσού ξεκίνησε πριν από περίπου 5.000 χρόνια στην Αίγυπτο και τη Νουβία (περιοχή στο βόρειο τμήμα του Σουδάν). Τα παλαιότερα κομμάτια χρυσού αποτελούσαν κοσμήματα τα οποία βρισκόταν σε τάφους Σουμέριων και Αιγυπτίων βασιλιάδων και αποτελούν το αρχαιότερο εύρημα, καθώς χρονολογούνται από την Τρίτη χιλιετία π.Χ.. Στην αρχαία Αίγυπτο εμφανίζεται για πρώτη φορά καταγεγραμμένη τιμή του χρυσού πριν από περίπου 5.000 χρόνια. Στα πρώτα χρόνια της χρήσης του, ο χρυσός δεν θεωρούνταν πολύτιμος από οικονομικής άποψης. Αντίθετα, χρησιμοποιούνταν ευρέως για την κατασκευή τεχνουργημάτων στους τάφους των Φαραώ, αφού είχαν καταλάβει τις σημαντικές του ιδιότητες. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι ήταν οι πρώτοι που είχαν καταλάβει πως ένα μόνο γραμμάριο χρυσού μπορούσε με την κατάλληλη επεξεργασία να απλωθεί αρκετά για να καλύψει επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου (για τον λόγο αυτό και τον αποκαλούσαν «θεϊκό» υλικό). Στο εσωτερικό του τάφου του Τουταγχαμών (ο οποίος ήταν απ' τους ελάχιστους αιγυπτιακούς τάφους που βρέθηκαν άθικτοι) βρέθηκε η μεγαλύτερη συλλογή χρυσού και κοσμημάτων, ανάμεσα τους και ένα χρυσό φέρετρο του οποίου η ποιότητα έδειχνε το προχωρημένο στάδιο των αιγυπτιακών κατασκευών (περίπου 2000 π.Χ.) (National Mining Association).

Με τον καιρό ο χρυσός μετατράπηκε σε σύμβολο ισχύος, κάτι που εξακολουθεί να ισχύει και σήμερα. Στην πορεία οι αρχαίοι πολιτισμοί συνειδητοποίησαν πως ο χρυσός ήταν ένα μέταλλο στο οποίο όλοι είχαν πρόσβαση και ως συνέπεια οι περισσότεροι λαοί έκαναν εξόρυξη χρυσού ώστε να τον χρησιμοποιήσουν σε έργα τέχνης. Σταδιακά οδηγήθηκαν και στην εγκατάλειψη των συναλλαγών που γινόταν σε είδος ή με άλλους τρόπους και έτσι ξεκίνησε η χρήση του χρυσού και στο εμπόριο. Οι αρχαίοι πολιτισμοί στην προσπάθεια τους για εύρεση ενός μέσου, το οποίο θα χρησιμοποιούσαν ως μονάδα ανταλλαγής εμπορευμάτων, δημιούργησαν τα μεταλλικά νομίσματα. Ο χρυσός, λόγω της μη φθοράς του, αποτέλεσε ένα από τα κύρια υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή νομισμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, δόθηκε η λύση στο πρόβλημα που είχε προκύψει από τη χρήση άλλων υλικών ως χρήμα που φθείρονταν στο χρόνο και η ανθρωπότητα οδηγήθηκε στη δημιουργία των πρώτων χρυσών νομισμάτων (Gerdesmeier, 2011).

Εικόνα 4: Αρχαία χρυσά νομίσματα



Πηγή: <https://coins-magazine.com>

Το 1500 π.Χ., οι έμποροι στη Μέση Ανατολή αναγνώριζαν το χρυσό ως βασικό μέσο ανταλλαγής. Το αιγυπτιακό νόμισμα Shekel αποτελούνταν από 2/3 χρυσό και 1/3 ασήμι, ζύγιζε 11,3 γραμμάρια και είναι η πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη χρήση του χρυσού ως μέσο ανταλλαγής στο παγκόσμιο εμπόριο. Το shekel χρονολογείται ότι δημιουργήθηκε το 1500 π.Χ. Το 1091 π.Χ., χρυσά φυλλάδια νομιμοποιήθηκαν ως χρήματα στην Κίνα. Οι Ρωμαίοι άρχισαν να χρησιμοποιούν χρυσό στις καθημερινές τους συναλλαγές τον 1^ο αιώνα π.Χ. Χρησιμοποίησαν το Aureus, το οποίο ήταν ένα χρυσό νόμισμα με βάρος περίπου 8 γραμμάρια. Το πολύτιμο μέταλλο συνέχισε να είναι αποδεκτό ως μέσο ανταλλαγής για το εμπόριο, αλλά και ως μέσο επίδειξης πλούτου σχεδόν σε όλες τις αυτοκρατορίες που αναπτύχθηκαν κατά το πέρασμα των αιώνων. Κατά την περίοδο ακμής της Αιγύπτου και της Ρώμης, η ετήσια παραγωγή χρυσού ήταν περίπου ένας τόνος ετησίως (National Mining Association).

Στην Αμερική, η ικανότητα στη χρήση του χρυσού από τους πολιτισμούς προ του Κολόμβου ήταν αρκετά προχωρημένη πριν την άφιξη των Ισπανών καθώς οι ίδιοι οι Ινδιάνοι είχαν τελειοποιήσει πολλές από τις μεθόδους χρήσης του χρυσού. Οι Ισπανοί κατακτητές πήραν και έλιωσαν τα περισσότερα χρυσά αντικείμενα από αυτούς τους λαούς με αποτέλεσμα τα περισσότερα ευρήματα σύγχρονων ανασκαφών να βρίσκονται σε τάφους. Οι μεγαλύτερες ποσότητες χρυσού που βρέθηκαν, υπήρχαν κυρίως στις Άνδεις και στη σημερινή Κολομβία (Eichengreen & Flandreau, 1997).

Εικόνα 5: Χρυσά εκθέματα από το Μουσείο Χρυσού στην Μπογκοτά (Museo del Oro)



Η Σχεδιά της Muisca, το κορυφαίο αριστούργημα του μουσείου. Θεωρείται εθνικός θησαυρός και δεν εξάγεται ποτέ για έκθεση από τη χώρα. Είναι κατασκευασμένο με την τεχνική του χαμένου κεριού ως ένα ενιαίο κομμάτι από κράμα μετάλλου που περιλαμβάνει χρυσό σε ποσοστό 80% και χαλκό. Το ομοίωμα αποδίδει μια σκηνή από την τελετή του El-Dorado, δηλαδή της ενθρόνισης του αρχηγού των Muisca: επάνω σε μια σχεδιά ταξιδεύουν στο κέντρο ο αρχηγός και γύρω του άλλοι συνοδοί. Σύμφωνα με το τελετουργικό των Muisca ο νέος αρχηγός κάλυπτε όλο το σώμα του με χρυσό και κρατώντας στα χέρια σμαράγδια και χρυσό βουτούσε στη λίμνη Guatavita για να τα προσφέρει στους θεούς. 600-1600 μ.Χ.

Πηγή: <http://www.lifo.gr/team/evrymata/42317>



Ανθρωπόμορφη μάσκα από το Τιερραντέντρο, 200 π.Χ. – 900 μ.Χ.



Περίαπτο με τη μορφή φτερωτού ψαριού, Σαν Αγκουστίν, 1 – 900 μ.Χ.

Το 1377, η Αγγλία ανέπτυξε ένα νομισματικό σύστημα βασισμένο σε χρυσό και ασήμι. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, η παραγωγή χρυσού μειώθηκε σε ποσότητα μικρότερη του ενός τόνου ετησίως. Από τον 15^ο αιώνα, η Αφρική άρχισε να ανασκάπτει χρυσό, αυξάνοντας την ετήσια παραγωγή χρυσού σε περίπου 5 έως 8 τόνους ετησίως. Η ετήσια παραγωγή χρυσού έφτασε σε νέο ύψος με την ανακάλυψη της Βόρειας και Νότιας Αμερικής. Το 1851, χάρη στην τεράστια παραγωγή χρυσού της Καλιφόρνιας, η ετήσια παραγωγή ήταν περίπου 77 τόνοι. Με την ανακάλυψη και του χρυσού στην Αυστραλία, η παραγωγή έφτασε ακόμα και στους 280 τόνους ετησίως το 1852 (Dierinck, 2012).

Κατά τις μέρες δημιουργίας συνόρων στις ΗΠΑ, η είδηση της ανακάλυψης χρυσού σε μία περιοχή μπορούσε να οδηγήσει χιλιάδες νέους αποίκους να ρισκάρουν τη ζωή τους για την εύρεση χρυσού. Πολλοί από τους λεγόμενους «χρυσούς πυρετούς» συνέβησαν σε πολλές από τις δυτικές πολιτείες των ΗΠΑ, με τον διασημότερο να συμβαίνει στην Καλιφόρνια το 1848. Το φαινόμενο του «χρυσού πυρετού» εξαπλώθηκε και στην Αυστραλία το 1851, στη Νότια Αφρική το 1884 και στον Καναδά το 1897.

Κατά την ύστερη νεότερη ιστορία, δηλαδή τη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης αλλά και στη σύγχρονη ιστορία, η οποία ξεκινάει με τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, το πολύτιμο μέταλλο συνέβαλε καθοριστικά στη δημιουργία, αλλά και στη λειτουργία του παγκόσμιου τραπεζικού συστήματος. Η Μεγάλη Βρετανία, πρώην παγκόσμια υπερδύναμη και οι ΗΠΑ, σημερινή παγκόσμια υπερδύναμη, στήριζαν κατά καιρούς το νομισματικό και τραπεζικό τους σύστημα στο χρυσό. Το 1744 οι ΗΠΑ δημιούργησαν το πρώτο τους χρυσό νόμισμα, γεγονός το οποίο είναι αξιοσημείωτο εάν αναλογιστεί κάποιος πως στη νεότερη ιστορία τους, αλλά και τώρα, αποτελούν τη χώρα που η οικονομία της έχει τη μεγαλύτερη συσχέτιση με το πολύτιμο μέταλλο. Στην ίδια χώρα, το 1792, ψηφίστηκε ο νόμος βάσει του οποίου το δολάριο εισήρθε στον κανόνα του Διμεταλλισμού. Έκτοτε, μέχρι και την υιοθέτηση του χρυσού κανόνα, το δολάριο ισοδυναμούσε σε συγκεκριμένη ποσότητα χρυσού ή με συγκεκριμένη ποσότητα ασημιού ανάλογα με την αξία που είχε το κάθε μέταλλο ανά χρονική στιγμή (National Mining Association).

Το 1844, η Τράπεζα της Αγγλίας ήταν η πρώτη κεντρική τράπεζα που υιοθέτησε το Χρυσό Κανόνα ως νομισματικό σύστημα (η ανάλυση του θα γίνει σε επόμενη ενότητα). Το 1914, με την εκδήλωση του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, το Ηνωμένο Βασίλειο αποφάσισε να εγκαταλείψει αυτό το νομισματικό σύστημα. Με αυτό τον τρόπο θα ήταν σε θέση να χρηματοδοτήσουν τον πόλεμο εκτυπώνοντας περισσότερα χαρτιά. Μετά τον Α' Παγκόσμιο

Πόλεμο, οι ΗΠΑ και το Ηνωμένο Βασίλειο έκαναν κάποιες σοβαρές προσπάθειες ώστε να επιστρέψουν στο Χρυσό Κανόνα, ωστόσο, καμία δεν ήταν επιτυχής (Dierinck, 2012).

Μέχρι το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, δημιουργήθηκε ένα νέο νομισματικό σύστημα μεταξύ 44 χωρών: το σύστημα Bretton Woods (θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα). Στο σύστημα αυτό, όλα τα νομίσματα συνδέονται με το δολάριο και το δολάριο συνδέεται με το χρυσό. Η πρώτη ισοτιμία ήταν 35 δολάρια ανά ουγγιά. Το σύστημα του Bretton Woods έληξε το 1971, επειδή οι ΗΠΑ συνέχισαν να εκτυπώνουν δολάρια για να χρηματοδοτήσουν τον πόλεμο στο Βιετνάμ. Αυτό οδήγησε τις άλλες χώρες να χάσουν την εμπιστοσύνη τους στη διατήρηση της ισοτιμίας (Dierinck, 2012)

Από τη δεκαετία του 70, η τιμή του χρυσού είναι ελεύθερη να κινηθεί, αυξάνεται ή μειώνεται λόγω των μεταβολών στην προσφορά και τη ζήτηση. Ωστόσο, οι Κεντρικές Τράπεζες παρενέβησαν ακόμη μία φορά στις 26/9/1999. Με τη Συμφωνία της Κεντρικής Τράπεζας για το Χρυσό (Central Bank Gold Agreement – CBGA) τόνισαν τη σημασία του χρυσού ως αποθεματικού. Η συμφωνία αυτή περιορίζει την πώληση χρυσού από τις Κεντρικές Τράπεζες κατά 400 τόνους ετησίως και 2000 τόνους κατά τα επόμενα 5 έτη (Young, 2000). Ανανέωση της συμφωνίας έγινε 5 χρόνια μετά στις 8/3/2004, όπου οι Κεντρικές Τράπεζες αποφάσισαν να αλλάξουν τα ποσά σε 500 τόνους ετησίως και 2500 σε 5 χρόνια (Dierinck, 2012).

Εικόνα 6: Μπάρες χρυσού



Πηγή: <https://www.agorakosmimatou.gr/>

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται συνοπτικά κάποια γεγονότα από την ιστορική αναδρομή του χρυσού που δεν αναφέρθηκαν παραπάνω.

Πίνακας 2.2: Σύντομη Ιστορική Αναδρομή του Χρυσού

<i>Ιστορική Αναδρομή του Χρυσού</i>	
5000 π.Χ. - 0	<ul style="list-style-type: none">○ Στην Αρχαία Αίγυπτο θεωρούνταν θεότητα και συσχετιζόταν με τη λάμψη του ήλιου. Επιπλέον, κατάπιναν χρυσό για πνευματικό, διανοητικό και σωματικό εξαγνισμό.

	<ul style="list-style-type: none"> ο Στην Αρχαία Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε κατά βάση ως εμπόρευμα και ο μυστικιστικός του χαρακτήρας αποδεικνύεται από τη χρήση του στην αλχημεία. ο Στην Κίνα, η κατοχή του χρυσού έφερνε τύχη, ενώ ο χρυσός δράκος ως σύμβολο, αντιπροσώπευε την ευμάρεια και την αφθονία. ο Από τις πρώτες νομισματικές κοπές θεωρείται ότι έγινε το 564 π.Χ. όταν ο βασιλιάς Κροίσος ανέπτυξε βελτιωμένες τεχνικές επεξεργασίας του πολύτιμου μετάλλου και έκοψε τα πρώτα νομίσματα. ο Το 344 π.Χ. ο Μέγας Αλέξανδρος κατά τη διάρκεια της εκστρατείας του, κατάσχεσε μεγάλες ποσότητες του μετάλλου από την Περσική Αυτοκρατορία.
1 μ.Χ. – 1400 μ.Χ.	<ul style="list-style-type: none"> ο Το 699 η Βυζαντινή Αυτοκρατορία συνεχίζει τις εξορύξεις του χρυσού στην Κεντρική Ευρώπη, μια περιοχή στην οποία δεν είχαν γίνει εξορύξεις από την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. ο Ο Καρλομάγνος κατακτώντας τους Αβάρους, παίρνει τεράστιες ποσότητες χρυσού. ο Ο Μάρκο Πόλο γράφει για τα ταξίδια του στην Άπω Ανατολή ότι «ο πλούτος από το χρυσό είναι σχεδόν απεριόριστος». ο Το 1284 καθιερώνεται από τους Βενετούς, το χρυσό δουκάτο και εξελίσσεται στο πιο δημοφιλές νόμισμα στον κόσμο που διατηρείται για πέντε αιώνες. ο Στην Αίγυπτο καταγράφεται η πρώτη από χρονολογικής απόψεως υποτίμηση του χρυσού η οποία συνέβη τον 14^ο αιώνα μ.Χ.. Αυτή την υποτίμηση προκάλεσε ο πάμπλουτος αυτοκράτορας του Μάλι, ο Mansa Musa, ο οποίος στο πέρασμα του από την Αίγυπτο άφησε μεγάλη ποσότητα χρυσού, προκαλώντας πληθωρισμό.
1400 – 1800 μ.Χ.	<ul style="list-style-type: none"> ο Ανακαλύπτεται ο χρυσός στην Βραζιλία και εξελίσσεται σύντομα στο μεγαλύτερο παραγωγό χρυσού στον κόσμο, παράγοντας σχεδόν τα 2/3 της παγκόσμιας παραγωγής. ο Ο Ισαάκ Νεύτων, ως διευθυντής του Βρετανικού Νομισματοκοπείου, ορίζει την τιμή του χρυσού στα 84 σελίνια (11,5 πέννες/ουγγιά), η οποία παρέμεινε σταθερή στη Βρετανία για 200 χρόνια.
1800 – Σήμερα	<ul style="list-style-type: none"> ο Αύξηση της χρυσοθηρίας. ο Στη Βρετανία τίθεται σε κυκλοφορία ένα μικρό χρυσό νόμισμα, ενώ αποκτά ολοένα και πιο σημαντική χρήση στην τεχνολογία. ο Το 75% του χρυσού όλων των εποχών μεταλλεύτηκε μετά το 1910.
Πηγή: Wikipedia	

2.1.5 ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Ο χρυσός, πέρα από τη σημαντική θέση που κατέχει στην κοσμηματοποιία και το ρόλο που διαδραματίζει στην οικονομία (εκτενέστερη ανάλυση θα γίνει παρακάτω), έχει και πολλές άλλες χρήσεις σε διάφορους τομείς και επιστημονικά πεδία. Παρακάτω αναφέρονται οι τομείς και οι ποικίλες χρήσεις στον καθένα.

Ηλεκτρονική Βιομηχανία και Τηλεπικοινωνίες

Το πολύτιμο αυτό μέταλλο, λόγω του ότι είναι εξαιρετικός αγωγός του ηλεκτρισμού σε συνδυασμό και με όλες τις άλλες πολύ σημαντικές του ιδιότητες (π.χ. μεγάλη αντοχή στη διάβρωση), χρησιμοποιείται:

- Στις τηλεοράσεις και βίντεο, όπου τα μικροκυκλώματα αποτελούνται από λεπτές ίνες χρυσού.
- Στις επιχρυσωμένες επαφές και υποδοχές Η/Υ, κινητών τηλεφώνων (απλών και smartphones), ορισμένων DVDs και CD-Rs εγγραφής.

Εικόνα 7: Χρυσός σε τσιπ μνήμης υπολογιστή



Πηγή: <http://www.goldcenterpiraeus.gr/alles-khreseis-tou-khrusou/>

- Για την προστασία των υπολογιστών από βραχυκυκλώματα που προκαλούνται από ισχυρά χτυπήματα ιόντων.
- Στα αυτόματα καροτσάκια για άτομα με ειδικές ανάγκες.
- Για τα συστήματα ελέγχου ηλεκτρονικής ανάφλεξης, αντιολισθητικής πέδησης, ψεκασμού καυσίμου κ.α. της βιομηχανίας αυτοκινήτων.
- Στους αερόσακους αυτοκινήτων, όπου ο χρυσός χρησιμοποιείται στους αισθητήρες ώστε να διασφαλίζεται ότι θα λειτουργούν όταν πρέπει καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου.
- Στην επιχρυσωση και στα σύρματα συγκόλλησης για τις έξυπνες κάρτες (smart cards) (Goodman, 2002).
- Σε εφαρμογές ναοκλίμακας στην πληροφορική και ναοσωματιδίων στα ηλεκτρικά πεδία (Ellis, 2004).
- Στα αυτοκίνητα για θερμική θωράκιση. Η McLaren χρησιμοποιεί φύλλο χρυσού στο διαμέρισμα του κινητήρα του μοντέλου F1.
- Σε ορισμένα παράθυρα πιλοτηρίων αεροσκαφών για την αφαίρεση του πάγου ή για προστασία από την άχνα με το πέρασμα ηλεκτρικού ρεύματος μέσα απ' αυτό, αφού ο χρυσός μπορεί να κατασκευαστεί τόσο λεπτός, σχεδόν διαφανής. Η θερμότητα που

παράγεται από την αντίσταση του χρυσού είναι αρκετή για να αποτρέψει το σχηματισμό πάγου (Δαμιανού, 2014)

Το μόνο σημαντικό μειονέκτημα του χρυσού που μερικές φορές αποθαρρύνει τη χρήση του είναι η σχετικά υψηλή τιμή του μετάλλου σε σύγκριση με άλλα μέταλλα όπως ο χαλκός και το νικέλιο. Συνήθως, όμως, χρησιμοποιούνται πολύ μικρές ποσότητες χρυσού σε κάθε προϊόν, οπότε η επίδραση στο συνολικό κόστος είναι συχνά ασήμαντη, ενώ η βελτιωμένη απόδοση και αξιοπιστία μπορεί να οδηγήσει σε άλλες σημαντικές εξοικονομήσεις (Goodman, 2002).

Μόνο το 10% της παγκόσμιας κατανάλωσης του νέου χρυσού που παράγεται πηγαίνει στη βιομηχανία. Η σημαντικότερη βιομηχανική χρήση για τον χρυσό είναι η κατασκευή συνδέσεων που αντιστέκονται στη διάβρωση στους υπολογιστές και άλλες ηλεκτρικές συσκευές. Για παράδειγμα, ένα τυπικό κινητό τηλέφωνο μπορεί να περιέχει 50 mg χρυσού, αξίας περίπου 50 σεντς. Όμως, δεδομένου ότι σχεδόν ένα δισεκατομμύριο κινητά τηλέφωνα παράγονται κάθε χρόνο, μια τέτοια ποσότητα χρυσού σε κάθε τηλέφωνο προσθέτει 500 εκατομμύρια δολάρια χρυσού σε αυτή την εφαρμογή (Δαμιανού, 2014).

Λείζερ και Οπτικά

Ο χρυσός μπορεί να χρησιμοποιηθεί, επιπλέον, σε:

- Φωτοαντιγραφικά μηχανήματα. Τα μηχανήματα αυτά χρησιμοποιούν επιχρυσωμένα κάτοπτρα για την αποτελεσματική αντανάκλαση της θερμότητας που χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση των εικόνων.
- CD φωτογραφιών. Η εταιρεία Hartman Kodak έχει αναπτύξει ένα σύστημα φωτογραφιών CD που χρησιμοποιεί το χρυσό ως επιφάνεια αντανάκλασης.
- Συστήματα ασφαλείας, τα οποία απαιτούν υπέρυθρες ακτίνες νυκτός μεγάλης αξιοπιστίας σε μακροπρόθεσμη βάση. Οι κάμερες ασφαλείας χρησιμοποιούν το χρυσό για τις αντανάκλαστικές του ιδιότητες.⁷

Αεροδιαστημική και Αστρονομία

Η χρήση του χρυσού σε αυτό τον τομέα είναι:

- Για την επικάλυψη δευτερευόντων κατόπτρων των τηλεσκοπίων λόγω της μεγάλης ικανότητας αντανάκλασής του στο υπέρυθρο φως.

⁷ Πηγή: <http://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>

- Στα ηλεκτρονικά κυκλώματα, διότι είναι ένας αξιόπιστος αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος.
- Ως θερμική ασπίδα σε αεροπλάνα, διαστημόπλοια και δορυφόρους. Πολλά μέρη του κάθε διαστημόπλοιου είναι εφοδιασμένα με επιχρυσωμένη πολυεστερική μεμβράνη. Αυτή η μεμβράνη αντανακλά την υπέρυθη ακτινοβολία και βοηθά στη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας του διαστημικού σκάφους. Χωρίς αυτήν την επικάλυψη τα σκουρόχρωμα τμήματα του διαστημικού σκάφους θα απορροφούσαν σημαντικές ποσότητες θερμότητας.
- Στα κοστούμια και στα κράνη των αστροναυτών. Το προστατευτικό τζάμι στο κράνος της διαστημικής στολής των αστροναυτών είναι καλυμμένο με ένα πολύ λεπτό στρώμα χρυσού. Αυτό το λεπτό φιλμ αντανακλά ένα μεγάλο μέρος της πολύ έντονης ηλιακής ακτινοβολίας στο διάστημα με σκοπό την προστασία των ματιών και του δέρματος του αστροναύτη.
- Ως λιπαντικό μεταξύ των μηχανικών μερών του διαστημόπλοιου. Στο κενό του διαστήματος, τα οργανικά λιπαντικά θα εξαερώνονταν και δε θα λειτουργούσαν όπως πρέπει λόγω της έντονης ακτινοβολίας πέρα από την ατμόσφαιρα της Γης.⁸

Εικόνα 8: Τμήμα του διαστημικού τηλεσκοπίου James Webb, το οποίο είναι επικαλυμμένο με χρυσό



Πηγή: <http://www.americaspace.com/2014/02/05/james-webb-space-telescope-flight-instruments-and-primary-mirror-segments-ready-for-assembly/>

Αν πρόκειται να δαπανηθούν δισεκατομμύρια δολάρια σε ένα διαστημόπλοιο που θα κάνει ένα πολύ μακρινό ταξίδι κι όπου η δυνατότητα της λίπανσης, συντήρησης και επισκευής είναι απολύτως ανύπαρκτη, τότε η κατασκευή του με εξαιρετικά αξιόπιστα υλικά είναι απαραίτητη. Γι' αυτό ακριβώς ο χρυσός χρησιμοποιείται σε εκατοντάδες εφαρμογές σε κάθε διαστημικό όχημα της NASA.

⁸ Πηγή: <http://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>

Ιατρική

Ο χρυσός είναι ίσως το πιο αρχαίο φάρμακο. Στους μεσαιωνικούς χρόνους, ο χρυσός θεωρούνταν συχνά ευεργετικός για την υγεία, με την πεποίθηση ότι κάτι τόσο σπάνιο και όμορφο δεν θα μπορούσε να είναι οτιδήποτε άλλο παρά υγιεινό. Ακόμη και μερικοί σύγχρονοι εσωτεριστές, καθώς και κάποιες μορφές εναλλακτικής ιατρικής εκχωρούν στο μεταλλικό χρυσό μία θεραπευτική δύναμη. Μόνο άλατα και ραδιοϊσότοπα του χρυσού έχουν χρήση στην πρότυπη φαρμακολογία, επειδή ο μεταλλικός χρυσός είναι αδρανές ως προς όλα τα χημικά που συναντά στο εσωτερικό του σώματος (δηλαδή η κατάποση χρυσού δεν μπορεί να προσβληθεί από το οξύ του στομάχου) (Kean W. & Kean I. R., 2008). Ορισμένα άλατα χρυσού έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και δύο απ' αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται ως φαρμακευτικές ουσίες για τη θεραπεία της αρθρίτιδας και άλλων παρόμοιων παθήσεων στις ΗΠΑ. Τα φάρμακα αυτά χορηγούνται για να βοηθήσουν στη μείωση του πόνου και του πρηξίματος της ρευματοειδούς αρθρίτιδας, καθώς, επίσης, και (ιστορικά) έναντι της φυματίωσης και πρόσφατα έναντι κάποιων μορφών καρκίνου (Richards et al., 2002).

Επιπλέον, ο μεταλλικός χρυσός είναι εξαιρετικά βιοσυμβατός και δεν παρουσιάζει προβλήματα αλλεργικών αντιδράσεων, σε αντίθεση με τον χρυσό σε ιοντική μορφή (μορφή κατά την οποία έχει χάσει ή κερδίσει ηλεκτρόνια) που είναι τοξικός. Ακόμη είναι αδιαφανής έναντι των ακτινών X. Έτσι, χρησιμοποιείται:

- Στα stents για την απόφραξη αρτηριών.
- Σε εμφυτευμένες ιατρικές συσκευές όπως βηματοδότες και αντλίες ινσουλίνης.
- Στην Βιο-βαλλιστική, δηλαδή την επακριβώς ελεγχόμενη έγχυση κλώνων DNA αναμειγμένων σε χρυσόσκονη επί συγκεκριμένων κυττάρων για διερεύνηση των σχετικών αντιδράσεων.
- Σε εφαρμογές microchip drug delivery, όπου μικροσκοπικές δόσεις φαρμάκων τοποθετούνται εντός χρυσού περιβλήματος και εισάγονται στο σώμα του ασθενούς εκλύοντας ηλεκτρονικά ελεγχόμενες δόσεις του φαρμάκου.⁹
- Σε θερμόμετρα. Έχει δημιουργηθεί ένας νέος τύπος θερμομέτρου που περιέχει χρυσό, το οποίο μετρά την θερμοκρασία του ανθρωπίνου σώματος σε δύο δευτερόλεπτα κρατώντας το στο αυτί. Πρόκειται για μία διεισδυτική μέθοδο παρακολούθησης της θερμοκρασίας του σώματος, όπου είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για μωρά ή ασθενείς.

⁹ Πηγή: http://www.delafee.com/Edible+Gold+Creations_Information+on+edible+gold/

- Σε έρευνα. Η εργαστηριακή ένωση πολύ μικρών μορίων χρυσού με DNA έχει δημιουργήσει νέες μικροσκοπικές δομές που επιτρέπουν μια ευρεία κλίμακα έρευνας, θεραπείας και διαγνωστικών δυνατοτήτων σε τομείς όπως η βιοχημεία, η γενετική και η ιατρική.
- Σε λέιζερ. Τα νέα λέιζερ διάχυσης χρυσού δημιουργούν μεγάλη ένταση και το απαιτούμενο μήκος κύματος αναζητά και καταστρέφει επιλεκτικά τα καρκινικά κύτταρα χωρίς να προξενεί βλάβες σε υγιή γειτονικά κύτταρα.
- Στην οφθαλμολογική χειρουργική, όπου ο χρυσός χρησιμοποιείται για την πάθηση «Λαγόφθαλμος», που αφορά αδυναμία του ασθενούς να κλείσει τα βλέφαρα. Ο χρυσός, λοιπόν, εμφυτεύεται στα βλέφαρα για να τα βοηθήσει να κλείνουν.¹⁰
- Στην οδοντιατρική, όπου χρησιμοποιείται ως οδοντιατρικό βιο-υλικό (στη δεκαετία του 1970, όμως άρχισε να αντικαθίσταται από συνθετικά υλικά λόγω του κόστους του). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ως σύρμα στην στείρωση τεχνητών δοντιών και ως σφράγισμα, καθώς επίσης και για την κατασκευή τεχνητών δοντιών και γεφυρών (σήμερα με μορφή κράματος).¹¹

Ακόμη, ο κολλοειδής¹² χρυσός χρησιμοποιείται σε ερευνητικές εφαρμογές στην ιατρική, τη βιολογία και την επιστήμη των υλικών. Τα κολλοειδή αντικείμενα χρυσού επικαλυμμένα με ειδικά αντισώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανιχνευτές για την παρουσία και τη θέση των αντιγόνων επί των επιφανειών των κυττάρων. Σε υπέρλεπτες τομές ιστών παρατήρησαν με μικροσκόπια ηλεκτρονίων να εμφανίζονται με εξαιρετική πυκνότητα γύρω από τα σημεία στη θέση του αντιγόνου (Faulk & Taylor, 1971).

Υαλουργική – Οικοδομική

Ο χρυσός χρησιμοποιείται:

- Στα ενεργειακά κτίρια. Μια μικρή ποσότητα χρυσού διασκορπισμένη μέσα στο γυαλί ή με επικάλυψη πάνω στην επιφάνεια του γυαλιού αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία προς τα έξω, βοηθώντας το κτίριο να μένει δροσερό το καλοκαίρι και ζεστό το χειμώνα.
- Ως χρωστική ουσία. Μια μικρή ποσότητα χρυσού που προστίθεται στο γυαλί του δίνει ένα πλούσιο ρουμπινί χρώμα.

¹⁰ Πηγή: <http://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>

¹¹ Πηγή: http://www.delafee.com/Edible+Gold+Creations_Information+on+edible+gold/

¹² Κολλοειδές χαρακτηρίζεται το ομογενές μίγμα που περιέχει μικροσκοπικά σωματίδια μιας χημικής ουσίας ομοιόμορφα διασκορπισμένα μέσα σε μια άλλη και που παραμένουν μη αναμίξιμα. Τα σωματίδια αυτά ονομάζονται μικύλλια (micelles) (Wikipedia).

- Σε οικοδομές. Φύλλα χρυσού χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές και εσωτερικές επιφάνειες των κτιρίων. Αυτά παρέχουν μια ανθεκτική επικάλυψη στη διάβρωση. Άλλη μια από τις πιο εντυπωσιακές χρήσεις του χρυσού είναι στους θόλους θρησκευτικών κτιρίων, καθώς και σε άλλα σημαντικά κτίρια. Το κόστος του υλικού αυτού, όπως είναι αναμενόμενο, είναι πολύ υψηλό.¹³

Μαγειρική – ποτοποιία

Ο χρυσός τρώγεται και είναι εγκεκριμένο από την Ε.Ε. πρόσθετο τροφίμων με τον κωδικό E175. Έχει χρησιμοποιηθεί για αιώνες από τους πλούσιους. Η Ιταλική αριστοκρατία έτρωγε ριζότο με βρώσιμα φύλλα χρυσού κατά τη διάρκεια του δέκατου έκτου αιώνα. Οι Ελισαβετιανοί έτρωγαν γλυκά και φρούτα που καλύπτονταν με φύλλα χρυσού, ενώ Ιάπωνες πασπάλιζαν το παραδοσιακό τους ποτό Sake με σκόνη χρυσού.¹⁴

Το "Goldwasser" είναι ένα δυνατό λικέρ με αλκοόλη 35% από ρίζες και φυτά και παράγεται τουλάχιστον από το 1598 στο Danzig της Πολωνίας. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του αλκοολούχου ποτού είναι μικρές νιφάδες των 22 ή 23 καρατιών χρυσού που αιωρούνται σε αυτό.¹⁴

Επιπλέον, χρησιμοποιείται για διακόσμηση σε διάφορες τροφές και ποτά, όπως σοκολάτες και κοκτέιλ. Θεωρείται ακίνδυνο μέταλλο για την υγεία. Περνάει και φεύγει από το σώμα και μένει η λάμψη του ονόματος στην τσαλακωμένη ίσως συσκευασία (Γαλδάδας, 2016).

Περιβαλλοντική Προστασία

Ο χρυσός χρησιμοποιείται και ως:

- Καταλύτης στον έλεγχο καυσαερίων, μηχανών ντίζελ και εκπομπών υδραργύρου.
- Με την μορφή νανοσωματιδίων χρυσού στον εμβολισμό και διάσπαση ατόμων οξυγόνου προάγοντας έτσι χρήσιμες οξειδωτικές αντιδράσεις.¹⁵

2.2 Ο ΙΣΤΟΡΙΚΟΣ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Κατά τη διάρκεια της ιστορίας, τα νομισματικά συστήματα είχαν στηριχθεί, κατά βάση, στη χρήση εμπορευμάτων. Τα πιο ευρέως διαδεδομένα ήταν τα πολύτιμα μέταλλα και κυρίως ο

¹³ Πηγή: <http://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>

¹⁴ Πηγή: http://www.delafee.com/Edible+Gold+Creations_Information+on+edible+gold/

¹⁵ Πηγή: <http://www.xrysoselladas.gr/blog/2013/07/ellinikoschysos-epistimonikes-xrhseis/>

χρυσός και ο άργυρος ή αλλιώς ασήμι, που αποτέλεσε το κυρίαρχο μεταλλικό νόμισμα μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα στην Ευρώπη και στην Ασία. Αρχικά, η χρήση του χρυσού περιορίστηκε σε λιγότερες συναλλαγές μεγαλύτερης νομισματικής αξίας (Friedman, 1990). Στη συνέχεια, όμως, ο ρόλος του μετάλλου ενισχύθηκε σημαντικά.

2.2.1 Ο ΧΡΥΣΟΣ ΚΑΝΟΝΑΣ

Ο Χρυσός Κανόνας (Gold Standard) είναι ένα σύστημα βάσει του οποίου η αξία του χρήματος συνδέεται με μια καθορισμένη ποσότητα χρυσού. Πρόκειται ουσιαστικά για μια ισοδυναμία της αξίας του χρήματος με την αξία μιας σταθερής ποσότητας χρυσού. Εξαιτίας της παραδοχής πως η αξία του χρυσού είναι πιο σταθερή από κάθε άλλο αγαθό, χρησιμοποιήθηκε ως βάση της νομισματικής αξίας, γι' αυτό και η χρήση του εν λόγω κανόνα αποσκοπούσε στην διατήρηση της σταθερής αξίας του χρήματος. Ο απλούστερος τρόπος για να λειτουργήσει ο μεταλλικός κανόνας είναι να πραγματοποιούνται οι συναλλαγές με χρυσά ή ασημένια νομίσματα. Καθώς τα νομισματικά συστήματα έγιναν πιο πολύπλοκα και βασίστηκαν στη χρήση χαρτονομισμάτων, ο κανόνας αναφέρεται στη σύνδεση της αξίας των χαρτονομισμάτων με καθορισμένη ποσότητα χρυσού (Lewis, 2007). Ως εκ τούτου, με βάση τον Χρυσό Κανόνα, το φυσικό χρήμα (χαρτονόμισμα) ανταλλάσσεται με συγκεκριμένη ποσότητα χρυσού σε μια συνδεδεμένη τιμή. Γενικότερα, επικρατεί η άποψη ο Χρυσός Κανόνας συντελεί στην σταθεροποίηση του επιπέδου τιμών των εμπορευμάτων για μεγάλες χρονικές περιόδους (Laurent, 1994).

Σύμφωνα με τον κορυφαίο φιλόσοφο και οικονομολόγο David Hume, ορίστηκε τον 18^ο αιώνα ο «Μηχανισμός ροής τιμών-είδος» (price-species flow mechanism). Αναλυτικότερα με βάση τη θεωρία του Hume, ο διεθνής διακανονισμός σε χρυσό σήμαινε ότι το διεθνές νομισματικό σύστημα που βασίζεται στο Χρυσό Κανόνα ήταν αυτό-διορθωτικό (self-correcting). Μια χώρα που έχει ένα έλλειμμα στο ισοζύγιο πληρωμών θα βιώσει εκροή χρυσού, μείωση προσφοράς χρήματος, μείωση επιπέδου των τιμών, αύξηση της ανταγωνιστικότητας και ως εκ τούτου μια διόρθωση στο έλλειμμα του ισοζυγίου πληρωμών. Το αντίστροφο θα ίσχυε και για τις χώρες με πλεόνασμα του ισοζυγίου πληρωμών. Στην πράξη όμως κατέστη πιο περίπλοκο. Η χρήση τέτοιων μεθόδων σήμαινε ότι οποιαδήποτε διόρθωση μιας οικονομικής ανισορροπίας θα μπορούσε να επιτευχθεί και δεν θα ήταν αναγκαίο να περιμένουμε για το σημείο στο οποίο σημαντικές ποσότητες χρυσού έπρεπε να μεταφερθούν από τη μια χώρα στην άλλη (Bloomfield, 1959).

Στην διάρκεια της ιστορίας έχει διατυπωθεί η άποψη ότι ο Χρυσός Κανόνας συμβάλλει στην σταθερότητα των τιμών. Η πρόταση για ενδυνάμωση του ρόλου του χρυσού στο νομισματικό σύστημα βρίσκει μεγάλο ακροατήριο, όταν οι οικονομικές συνθήκες είναι δυσμενείς. Παρ' όλα αυτά, η σταθερότητα των τιμών δεν επετεύχθη τόσο στη βραχυχρόνια όσο και στην μακροχρόνια περίοδο. Οι τιμές δεν παρέμειναν σταθερές λόγω των διακυμάνσεων στην προσφορά χρυσού. Η αύξηση των αποθεμάτων χρυσού οδήγησε εν τέλει στην αύξηση του γενικού επιπέδου των τιμών. Το βασικό χαρακτηριστικό του κανόνα είναι η διατήρηση της σταθερότητας των συναλλαγματικών ισοτιμιών μεταξύ των κύριων νομισμάτων, όχι όμως και του γενικού επιπέδου των τιμών των χωρών (Cooper, 1982).

Μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα οι περισσότερες χώρες διέπονταν από το καθεστώς του Διμεταλλισμού. Στο διμεταλλικό νομισματικό σύστημα το χρήμα βασιζόταν στην κυκλοφορία χρυσών ή αργυρών νομισμάτων. Την εν λόγω περίοδο συνδυασμός οικονομικών τάσεων, πολιτικών αποφάσεων και διαφόρων ιστορικών περιστάσεων οδήγησε στην καθιέρωση του χρυσού σαν το βασικό νόμισμα του Ηνωμένου Βασιλείου. Η υιοθέτηση και εδραίωση του Χρυσού Κανόνα στην Μεγάλη Βρετανία το 1816 προκάλεσε εκτεταμένες συνέπειες στις διεθνείς νομισματικές σχέσεις (Duckenfield, 2004).

Οι περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες ακολούθησαν το παράδειγμα της Βρετανίας για εμπορικούς και βιομηχανικούς λόγους την περίοδο 1870 – 1914. Η Γερμανία, η Ολλανδία και οι Σκανδιναβικές χώρες υιοθέτησαν τον κανόνα το 1870, η Ελβετία, το Βέλγιο και η Γαλλία το 1878 και οι ΗΠΑ το 1879. Η Αυστρία ακολούθησε το 1892, η Ιαπωνία το 1897, η Ρωσία το 1899 και η Ιταλία το 1900. Οι πιο ανεπτυγμένες οικονομίες της Νοτίου Αμερικής ακολούθησαν τα πρώτα έτη του 20^{ου} αιώνα. Η περίοδος από το 1880 έως το 1914 καλείται περίοδος του κλασικού Χρυσού Κανόνα, κατά τη διάρκεια της οποίας σημειώθηκε μεγάλη οικονομική ανάπτυξη, έλαβαν χώρα σημαντικές επενδύσεις και το διεθνές εμπόριο άνθισε. Η μοναδική σημαντική οικονομία που παρέμεινε στη χρήση του αργύρου ήταν η Κίνα (Duckenfield, 2004). Ο Χρυσός Κανόνας παρέμεινε μέχρι το ξέσπασμα του Α' παγκοσμίου πολέμου το 1914, ενώ αναβίωσε για ένα χρονικό διάστημα από το 1920 – 1935, όπου οι ΗΠΑ προσπάθησαν να τον επαναφέρουν ορίζοντας την ισοτιμία μιας ουγγιάς χρυσού σε 35 δολάρια, αλλά με το ξέσπασμα του Β' Παγκοσμίου πολέμου και τη μεγάλη νομισματική αστάθεια που προκλήθηκε γεννήθηκε η ανάγκη υιοθέτησης ενός ευρύτερου συστήματος σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών (Cooper, 1982).

Έτσι οδηγούμαστε στη διάσκεψη του Bretton Woods, η οποία και καθόρισε τις διεθνείς νομισματικές και οικονομικές εξελίξεις μετά το Β' Παγκόσμιο πόλεμο και δημιούργησε τους δύο βασικούς οικονομικούς και νομισματικούς θεσμούς, τη Διεθνή Τράπεζα και το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο.

2.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΝΟΜΙΣΜΑΤΙΚΩΝ ΙΣΟΤΙΜΙΩΝ BRETTON WOODS

Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου έγινε πρόδηλη η ανάγκη για ένα νέο διεθνές σύστημα, το οποίο θα αντικαθιστούσε το Χρυσό Κανόνα μετά το τέλος του πολέμου. Στην περίοδο του Β' Παγκοσμίου πολέμου, η νομισματική αστάθεια μεταξύ των χωρών αυξήθηκε δραματικά και δημιουργήθηκαν τεράστιες διακυμάνσεις στις συναλλαγματικές ισοτιμίες. Προκειμένου να περιοριστούν η αστάθεια και οι μεγάλες διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών σχεδιάστηκε ένα νέο διεθνές νομισματικό σύστημα στο οποίο διαδραμάτισε βασικό ρόλο ο χρυσός. Το σύστημα Σταθερών Συναλλαγματικών Ισοτιμιών καθιερώθηκε το 1944 σε νομισματική διάσκεψη που πραγματοποιήθηκε στο Bretton Woods του New Hampshire των ΗΠΑ (Capie et al., 2005).

Το σύστημα Bretton Woods, όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται, πρόκειται για ένα σύστημα που όριζε σταθερές ισοτιμίες μεταξύ των 44 συμμαχικών χωρών που είχαν βγει νικήτριες απ' τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο. Για να επιτευχθεί η επιθυμητή οικονομική σταθερότητα, οι χώρες αναλάμβαναν να αγοράσουν ή να πουλήσουν την απαραίτητη ποσότητα χρυσού ή συναλλάγματος, ώστε να βρίσκεται η ισοτιμία τους μέσα στα στενά όρια του +/- 1% με βάση τις κεντρικές ισοτιμίες. Σκοπός της δημιουργίας αυτού του συστήματος ήταν η ύπαρξη ενός ομαλού και προβλέψιμου διεθνούς πλαισίου συναλλαγών ανάμεσα στις συμμετέχουσες χώρες, που διέπονταν από συγκεκριμένους κανόνες, με περιορισμό των ελέγχων και ως στόχο θα είχαν την επίτευξη της μετατρεψιμότητας των νομισμάτων μέσω των σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών (Lewis, 2007).

Η βασική διαφορά του συστήματος Bretton Woods από τον κλασικό Χρυσό Κανόνα έγκειται στο γεγονός ότι οι ισοτιμίες των νομισμάτων των χωρών που συμμετείχαν ήταν σταθερές σε σχέση με το χρυσό, αλλά δεν ήταν τα νομίσματα τους απευθείας μετατρέψιμα σε χρυσό. Μετατρεψιμότητα σε χρυσό διατηρούσε μόνο το αμερικανικό δολάριο στην τιμή των \$35 ανά ουγγιά χρυσού. Οι υπόλοιπες χώρες καθόριζαν τις ισοτιμίες τους σε σχέση με το χρυσό μόνο έμμεσα καθώς υπολόγιζαν τη σχέση εθνικού νομίσματος ανά ουγγιά χρυσού που επιθυμούσαν και όριζαν αντίστοιχα την ισοτιμία τους με το δολάριο. Το δολάριο έτσι έγινε «παρεμβατικό

νόμισμα» για τη διατήρηση των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Οι χώρες που συμμετείχαν στο σύστημα αυτό ήταν υποχρεωμένες να διατηρούν σταθερή την ισοτιμία τους με το δολάριο με μικρές μόνο αποκλίσεις της τάξης του 1% από την κεντρική ορισμένη ισοτιμία (Michaud et al., 2006).

Σκοπός του συστήματος ήταν η ύπαρξη ενός ομαλού και σταθερού κλίματος διεθνών συναλλαγών μεταξύ των χωρών. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, αναπτύχθηκαν πληθωριστικές πιέσεις και έγινε επιτακτική η ανάγκη να υποτιμηθεί το δολάριο έναντι του χρυσού και κατ' επέκταση και με τα υπόλοιπα νομίσματα. Το 1968 καθιερώθηκε ένα σύστημα δύο ταχυτήτων, με μία ελεύθερη αγορά χρυσού στην οποία οι κεντρικές τράπεζες συνέχισαν να συναλλάσσονται μεταξύ τους στην επίσημη ισοτιμία. Εντούτοις, το 1971 η πίεση στο δολάριο συνεχίστηκε και η ισοτιμία δολαρίου / χρυσού έκλεισε στα 42,22 δολάρια ανά ουγγιά, οδηγώντας στην κατάρρευση του συστήματος το 1971 έπειτα από απόφαση του προέδρου Nixon (Michaud et al, 2006).

Η κατάρρευση του συστήματος σηματοδότησε την έναρξη της περιόδου των κυμαινόμενων συναλλαγματικών ισοτιμιών. Η νομισματική αγορά άρχισε να ελέγχεται από τις δυνάμεις της προσφοράς και της ζήτησης. Ο ρόλος του χρυσού παρέμεινε, επίσης, πολύ σημαντικός, καθώς η επένδυση στο μέταλλο φαίνεται να λειτουργεί αντισταθμικά στην διολίσθηση της τιμής του δολαρίου έναντι βασικών νομισμάτων (Carie et al., 2005).

2.3 Ο ΧΡΥΣΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΑΞΙΑΣ

Ο χρυσός χρησιμοποιείται αποτελεσματικά τόσο ως μέσο διαφοροποίησης του χαρτοφυλακίου, καθώς είναι λιγότερο εκτεθειμένος στις μεταβολές των οικονομικών κύκλων (επιδεικνύει μικρότερη μεταβλητότητα και τείνει να παραμένει εύρωστος σε περιόδους ρευστού οικονομικού κλίματος), όσο και ως μέσο αποθήκευσης αξίας εξαιτίας της δυναμικής του να διατηρεί την αξία του σε περιόδους που άλλες επενδύσεις χάνουν συνεχώς αποδόσεις και αξία.

Ως Μέσο Διαφοροποίησης του Χαρτοφυλακίου

Ο χρυσός παίζει περισσότερους από έναν ρόλους μέσα στο χαρτοφυλάκιο ενός επενδυτή, έχει χαμηλή συσχέτιση με πολλές κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων, κάτι το οποίο τον κάνει κύριο υποψήφιο παράγοντα διαφοροποίησης. Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος να

διαφοροποιηθεί ένα χαρτοφυλάκιο και να προστατευθεί ο πλούτος που δημιουργείται από τις αγορές μετοχών και κεφαλαίων, είναι η επένδυση σε προϊόντα που σχετίζονται αρνητικά με αυτές τις αγορές. Ο χρυσός είναι το ιδανικό μέσο διαφοροποίησης για ένα χαρτοφυλάκιο μετοχών, απλά επειδή έχει τη μεγαλύτερη αρνητική συσχέτιση με τις μετοχές. Οι σύμβουλοι επενδύσεων αναγνωρίζουν πως η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου μπορεί να βελτιώσει την απόδοση του. Επιπλέον, αποτελεί σημαντικό κομμάτι ενός διαφοροποιημένου χαρτοφυλακίου καθώς η τιμή του αυξάνεται ως συνέπεια γεγονότων που προκαλούν σε αντιδιαστολή μεγάλη συρρίκνωση της αξίας επενδύσεων σε μετοχές ή ομόλογα. Μπορεί η τιμή του πολύτιμου μετάλλου να παρουσιάζει διακυμάνσεις βραχυχρόνια αλλά έχει την τάση να διατηρεί την αξία του μακροπρόθεσμα, ιδιότητα που τον καθιστά ιδανικό μέσο διαφοροποίησης (Baur & Lucey, 2010).

Οι αποδόσεις του πολύτιμου μετάλλου δεν σχετίζονται στον ίδιο βαθμό στον ίδιο βαθμό με την οικονομική δραστηριότητα ούτε με τον οικονομικό κύκλο μιας οικονομίας σε σχέση με τα βασικά χρηματοοικονομικά, όπως οι μετοχές, αγαθά που σχετίζονται άμεσα και σημαντικά. Οι αποδόσεις του χρυσού δέχονται αμελητέα επίδραση από την κυκλική ζήτηση σε αντίθεση με τους χρηματιστηριακούς δείκτες, όπως ο Dow Jones Industrial Average Index ή ο Standard & Poor's 500 Index και το δεκαετές ομόλογο που συνδέονται άμεσα με μακροοικονομικές μεταβλητές και επηρεάζονται ιδιαίτερος από κάθε μεταβολή τους. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι οι μεταβολές μακροοικονομικών μεταβλητών έχουν πολύ μεγαλύτερη επίπτωση σε άλλα εμπορεύματα, όπως το πετρέλαιο και το αλουμίνιο, απ' ότι στο χρυσό. Τα χαρακτηριστικά του χρυσού που τον καθιστούν λιγότερο ευμετάβλητο σε σχέση με τα άλλα εμπορεύματα είναι ότι είναι ανταλλάξιμος, άφθαρτος και η απογραφή των αποθεμάτων χρυσού είναι τεράστια σε σχέση με τη ροή της προσφοράς. Αν, για παράδειγμα, αυξηθεί ραγδαία η ζήτηση του μπορεί να καλυφθεί εύκολα και άμεσα από τα υπάρχοντα αποθέματα. Η υψηλή ρευστότητα, λοιπόν, του χρυσού τον διαφοροποιεί από τα άλλα εμπορεύματα (Lawrence, 2003).

Κάποιες έρευνες, όπως αυτές των Dempster and Artigas (2009) και των Artigas et al. (2010), έχουν δείξει πως η προσθήκη του χρυσού σ' ένα επενδυτικό χαρτοφυλάκιο προστατεύει τις αποδόσεις του εν λόγω χαρτοφυλακίου. Συγκεκριμένα, αναφέρεται πως μια ποσοστιαία συμμετοχή από 2% έως 10% χρυσού σε ένα χαρτοφυλάκιο θα έχει ως συνέπεια τόσο την διαφύλαξη της επιθυμητής απόδοσης όσο και τη μείωση του ρίσκου σε σχέση με ένα αντίστοιχο χαρτοφυλάκιο από το οποίο λείπει ο χρυσός. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της Μεγάλης Ύφεσης (οικονομική κρίση του 2007 – 2009), ένας Αμερικανός επενδυτής με τις τοποθετήσεις σε δολάρια θα είχε μειώσει τις απώλειες του χαρτοφυλακίου του κατά 177.000\$ σε ένα

χαρτοφυλάκιο 10 εκατ. \$ αν το 3,7% του χαρτοφυλακίου του απαρτιζόταν από χρυσό. Ομοίως, ένας επενδυτής με βάση το ευρώ θα είχε σώσει 314.000 σε ένα χαρτοφυλάκιο 10 εκατ. ευρώ αν συμπεριλάμβανε στο χαρτοφυλάκιο του 5,5% σε χρυσό, ενώ ένας επενδυτής με βάση τη λίρα, θα είχε σώσει ποσό λιρών 292.000 με το αντίστοιχο 4% της θέσης του σε χρυσό. Σε ποσοστιαίους όρους, αυτό ισοδυναμεί με εξοικονόμηση ίση με 5%, 9% και 13% αντίστοιχα.

Συμπεραίνοντας, λοιπόν, οι φυσικές ιδιότητες του χρυσού και τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά τον διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα εμπορεύματα. Η αντίδραση της τιμής του χρυσού σε γεγονότα που προκαλούν τη συρρίκνωση ή τη διάβρωση της αξίας κλασικών επενδύσεων όπως τα ομόλογα, οι μετοχές κ.τ.λ. είναι χαρακτηριστικό που τον διαφοροποιεί, καθιστώντας τον αποτελεσματικό μέσο διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου. Επιπλέον, ο χρυσός δεν βοηθά μόνο να διαχειριστεί κανείς τον κίνδυνο μιας αναμενόμενης ή θεωρητικής απώλειας, αλλά σε πολλές περιπτώσεις αποδείχθηκε να μειώνει την παρατηρούμενη απώλεια μιας επένδυσης, διατηρώντας παράλληλα ένα παρόμοιο προφίλ μέσης απόδοσης.

Ως Μέσο Αποθήκευσης Αξίας

Ο κυριότερος λόγος για τον οποίο οι επενδυτές επιλέγουν το χρυσό ως μια κατηγορία κεφαλαίων είναι επειδή θα διατηρεί πάντα την εσωτερική του αξία. Ο χρυσός δεν μπορεί να χαθεί σε ένα λογιστικό σκάνδαλο ή σε μια πιθανή κατάρρευση της αγοράς. Η τιμή του χρυσού μακροπρόθεσμα δεν παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις και έχει αποδειχθεί μια ασφαλής επιλογή σε περιόδους οικονομικής και κοινωνικής αστάθειας. Σε περιόδους ανοδικών τάσεων, χαμηλού πληθωρισμού και σταθερότητας στις χρηματαγορές οι επενδυτές περιμένουν συνεχώς υψηλές αποδόσεις από τις επενδύσεις τους. Σε περιόδους, όμως, όπως με την κρίση του 2007, με συνεχή πτώση των μετοχών και ύπαρξη αναταραχών στις χρηματαγορές είναι σημαντικό για τους επενδυτές να έχουν ένα τμήμα του χαρτοφυλακίου τους που θα διατηρεί τουλάχιστον την αξία του.

Όταν επικρατούν ήπιες συνθήκες, ο χρυσός αποτελεί μέσο αντιστάθμισης για ένα μετοχικό χαρτοφυλάκιο, ενώ σε ακραίες οικονομικές συνθήκες αναλαμβάνει το ρόλο να διατηρεί το χαρτοφυλάκιο ασφαλές, περιορίζοντας σημαντικά τις απώλειες που θα υποστεί. Παρ' όλα αυτά ο χρυσός δεν αποτελεί ασφαλές καταφύγιο έναντι των ομολόγων. Φαίνεται, ωστόσο, πως λειτουργεί σαν καταφύγιο για περιορισμένο χρονικό διάστημα περίπου 15 ημερών μετά το ξέσπασμα κάποιου έντονα αρνητικού οικονομικού γεγονότος. Μετά από αυτό το διάστημα, ο χρυσός φαίνεται να χάνει την δυνατότητα να λειτουργεί ως καταφύγιο και οι επενδυτές που θα

το διατηρήσουν πέραν του προαναφερόμενου διαστήματος θα υποστούν απώλεια αξίας του χαρτοφυλακίου τους (Baur & Lucey, 2010).

2.4 ΕΞΟΡΥΞΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

2.4.1 ΕΞΟΡΥΞΗ ΧΡΥΣΟΥ

Ιστορική Αναδρομή στην Παραγωγή του Χρυσού

Ο χρυσός ήταν πιθανώς το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποιούσε ο άνθρωπος λόγω της εμφάνισής του ως ελεύθερου μετάλλου σε καταβυθιστικές αποθέσεις (συσσώρευση των πολύτιμων μετάλλων που σχηματίζονται από το διαχωρισμό βαρύτητας κατά τη διάρκεια των ιζηματογενών διεργασιών), επιτρέποντας την ανάκτησή του χωρίς την απαίτηση σύνθετων τεχνικών διαχωρισμού. Η πιο πρώιμη εξόρυξη αυτών των κοιτασμάτων, πριν από περίπου 6000 χρόνια, αφορούσε απλές διαδικασίες πλυσίματος ή περιστροφής της προσχωσιγενούς άμμου και των αμμοχάλικων. Οι αρχαίοι πολιτισμοί όπως στην Αίγυπτο, την Κίνα και την Ινδία χρησιμοποίησαν χρυσό για διακόσμηση και κοσμήματα. Η παραγωγή ήταν περιορισμένη σε έκταση, πριν από περίπου 4000 χρόνια, όταν οι Αιγύπτιοι άρχισαν να παράγουν σημαντικές ποσότητες χρυσού στο Σουδάν, το Σινά και την Αίγυπτο. Αργότερα, οι Πέρσες, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι έμαθαν τις τεχνικές της έρευνας, της μεταλλείας και της μεταλλουργίας από τους Αιγυπτίους και εξήγαγαν μεγάλες ποσότητες χρυσού μέσα στις αυτοκρατορίες τους. Η εξόρυξη χρυσού εξασθένησε κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, αλλά αναγεννήθηκε στη δεκαετία του 1200, μετά από ανακαλύψεις στις Άλπεις, την Τρανσυλβανία και σε διάφορες περιοχές της Ισπανίας (Christie & Brathwaite, 2012).

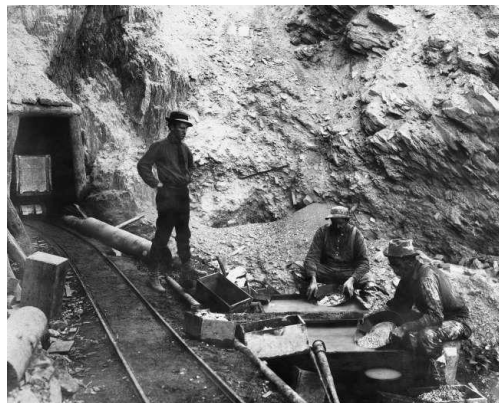
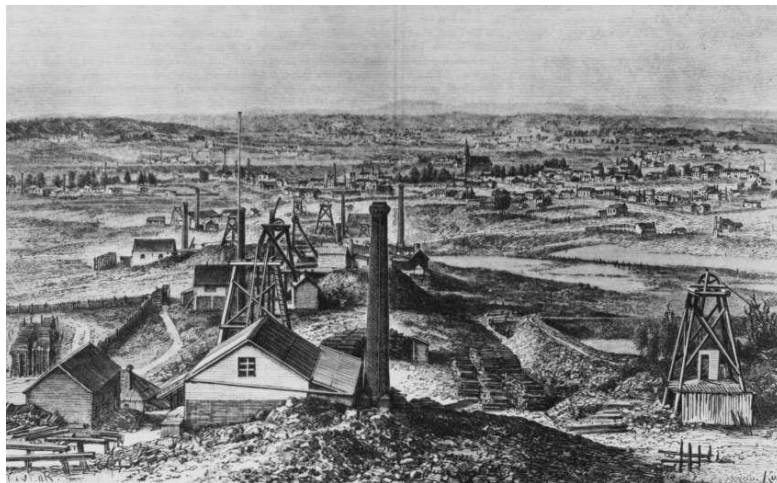
Έπειτα από έρευνα, γεωλόγοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο μύθος του Ιάσονα και των Αργοναυτών του, ο οποίος συνδέεται με το χρυσόμαλλο δέρας πιθανό να μην ήταν αποκύημα φαντασίας, αλλά να αποτελούσε μια πραγματικότητα για τους λαούς του Εύξεινου Πόντου. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζεται ότι ο μύθος βασίζεται πάνω σε ένα αληθινό ταξίδι που πραγματοποιήθηκε πριν από 3.500 χρόνια με σκοπό να μάθουν τα μυστικά της εξόρυξης χρυσού ή για να βρουν προβιές γεμάτες με ψήγματα χρυσού. Στην περιοχή Σβανέτι της Γεωργίας, η οποία εικάζεται ότι είναι ίδια με την αρχαία Κολχίδα, οι ντόπιοι συνήθιζαν να βυθίζουν τις προβιές τους μέσα στα ρυάκια για να παγιδεύουν τα ψήγματα χρυσού. Η περιεκτικότητα των ποταμών σε χρυσό ήταν πολύ μεγάλη στην περιοχή και η χρυσοχοΐα ήταν

πολύ αναπτυγμένη στα αρχαία βασίλεια της Γεωργίας, γεγονός που εξηγεί πως δημιουργήθηκαν οι μύθοι (Okrostsvavidze et al, 2016).

Ο χρυσός εξορύσσεται στη Νότια Αμερική και το Μεξικό, πριν από περίπου 4000 χρόνια, και ήταν μια σημαντική αφορμή για τις ισπανικές κατακτήσεις στις αρχές της δεκαετίας του 1500, όπου μεγάλες ποσότητες χρυσού λεηλατήθηκαν και μεταφέρθηκαν στην Ευρώπη. Στη συνέχεια, οι Ισπανοί άνοιξαν πολλά νέα ορυχεία και επέκτειναν προηγούμενες επιχειρήσεις. Η εξόρυξη χρυσού άρχισε στις ΗΠΑ γύρω στο 1620, ως παραπροϊόν της εξόρυξης αργύρου από τους Ισπανούς στο Νέο Μεξικό, την Αριζόνα και πιθανώς την Καλιφόρνια (Christie & Brathwaite, 2012).

Στη Ρωσία, η εξόρυξη χρυσού ξεκίνησε πριν από πολλούς αιώνες, σε πολλές από τις πλούσιες περιοχές εξόρυξης της Ρωσίας. Στα μέσα της δεκαετίας του 1700, η εξόρυξη διευρύνθηκε υπό τον έλεγχο των Τσάρων και της Μεγάλης Αικατερίνης, και η Ρωσία παρήγαγε σχεδόν τα δύο τρίτα του χρυσού στον κόσμο (Christie & Brathwaite, 2012).

Εικόνα 9: Μεταλλεία χρυσού της δεκαετίας του 1850



Πηγή: <https://www.msn.com/el-gr/money/financephotos/>

Στη Νότια Αφρική, ο χρυσός ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά το 1834 στο Witwatersrand, αλλά τα μεγάλα ορυχεία άρχισαν στη δεκαετία του 1890 με την ανάπτυξη της διαδικασίας εξαγωγής κυανιούχων αλάτων, φτάνοντας τους 126 τόνους το 1898. Η παραγωγή αυξήθηκε σταδιακά μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1950, φτάνοντας στους 436 τόνους, και τους 1.000 τόνους το 1965. Η παρακμή της παραγωγής της Νότιας Αφρικής από την ιστορικά δεσπόζουσα θέση της είναι συνάρτηση, εν μέρει, της γήρανσης των ορυχείων και της έλλειψης βαθμού ευελιξίας, αν και στη δεκαετία του 1970 και στις αρχές της δεκαετίας του 1980 τα ορυχεία έπρεπε να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις του Government Mining Engineer's στο χαμηλότερο βιώσιμο βαθμό, προκειμένου να επαυξηθεί η ζωή του ορυχείου. Κατά συνέπεια, μια ισχυρή αύξηση της τιμής θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Αυτή η πολιτική δεν λειτουργεί πλέον, αλλά η εγχώρια παραγωγή έχει υποχωρήσει και λόγω της ηλικίας των ορυχείων. Η παγκόσμια διανομή είναι τώρα ευρύτερη, ενώ η Κίνα είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός (και καταναλωτής) στον κόσμο (GFMS Gold Survey 2017).

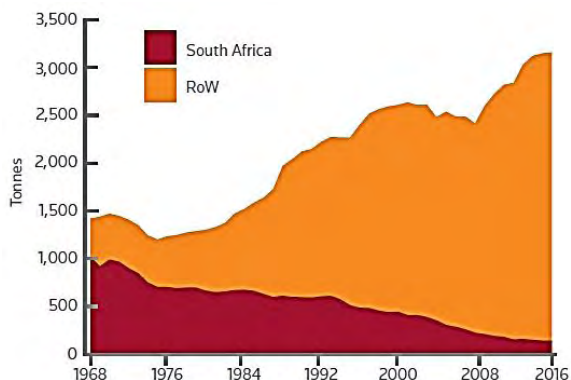
Η Βόρεια Αμερική και η Αυστραλία υπήρξαν σταθερά στους κορυφαίους παραγωγούς, ενώ η Παπούα-Νέα Γουινέα μπήκε για πρώτη φορά στην κορυφαία τάξη, λόγω των υποπροϊόντων χρυσού από τις δραστηριότητες εξόρυξης χαλκού. Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 οι έρευνες κατέγραψαν εκτιμήσεις για την παραγωγή της ΕΣΣΔ, οι οποίες τοποθετήθηκαν μεταξύ 365 και 465 τόνων ετησίως .

Προς το παρόν εκτιμάται ότι η ολική παγκόσμια παραγωγή χρυσού ανέρχεται σε περίπου 187.200 τόνους ή 5,8 δισεκατομμύρια ουγγιές ή 7,7 τρισεκατομμύρια δολάρια, με την τιμή να βρίσκεται στα 1.320 \$/ουγγιά (GFMS Gold Survey 2017).

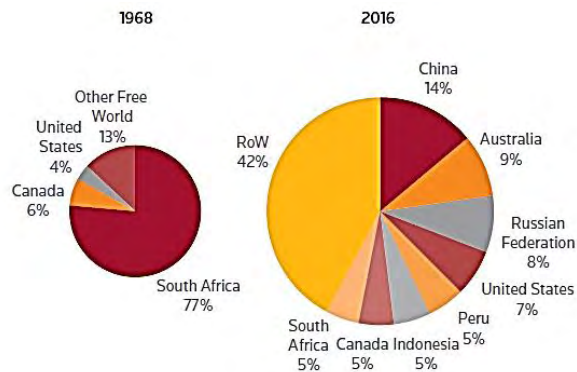
Η εξόρυξη χρυσού λαμβάνει χώρα σε ένα μεγάλο αριθμό χωρών σε παγκόσμια κλίμακα. Η μεγαλύτερη ποσότητα χρυσού έχει εξορυχθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς οι μέθοδοι και η τεχνολογία που χρησιμοποιούν οι εταιρείες έχουν εξελιχθεί με αλματώδεις ρυθμούς. Η παγκόσμια εξόρυξη φτάνει κατά μέσο όρο τα τελευταία 10 χρόνια τους 2800 τόνους, ενώ το 2015 και μετά έχει υπερβεί τους 3000 τόνους.

Παρακάτω απεικονίζεται στο Σχήμα 2.2 η παραγωγή χρυσού στην Νότια Αφρική (South Africa) σε σχέση με την υπόλοιπη παγκόσμια παραγωγή (RoW) από το 1968 έως το 2016 και στο διάγραμμα πίτας στο Σχήμα 2.3 φαίνεται πώς διαμορφώθηκε η εξόρυξη του χρυσού παγκοσμίως τα έτη 1968 και 2016.

Σχήμα 2.2: Ιστορική Εξέλιξη Παραγωγής χρυσού



Σχήμα 2.3: Απεικόνιση των Αγορών Εξόρυξης το 1968 και 2016



Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, 2016

Στην Ελλάδα τα μεγαλύτερα μεταλλευτικά κέντρα εξόρυξης χρυσού, που άρχισαν να λειτουργούν πρώτα σε όλο τον κόσμο κατά την αρχαιότητα, ήταν στο νησί της Θάσου, στην περιοχή της Καβάλας, στην περιοχή του Παγγαίου, και στη Χαλκιδική. Σε αυτά παράγονταν πολύ μεγάλες ποσότητες χρυσού για πολλά χρόνια, και προσέφεραν στους κατοίκους αυτών των περιοχών ανάπτυξη και πλούτο (Παπαδάκης & Κουρτέσης, 2014).

Οι 5 κορυφαίες χώρες παραγωγής χρυσού για το 2016 είναι η Κίνα, η Αυστραλία, η Ρωσία, η ΗΠΑ και η Ινδονησία. Οι χώρες αυτές κατείχαν τις ίδιες θέσεις και κατά το έτος 2015. Τα στοιχεία αυτά, η παραγωγή χρυσού κάθε χώρας, καθώς και οι υπόλοιπες 15 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή χρυσού φαίνονται στον Πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3: Οι 20 χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή χρυσού για το 2015 και 2016

Rank			Production (t)	
2016	2015		2015	2016
1	1	China	450.1	453.5
2	2	Australia	279.2	290.5
3	3	Russia	249.5	253.5
4	4	United States	218.2	236.0
5	5	Indonesia	176.3	168.2
6	7	Canada	159.0	165.0
7	6	Peru	175.9	164.5
8	8	South Africa	151.0	150.0
9	9	Mexico	135.8	120.5
10	10	Ghana	95.1	95.0
11	12	Brazil	81.8	83.3
12	11	Uzbekistan	83.2	82.9
13	14	PNG	57.2	59.9
14	13	Argentina	63.8	57.4
15	15	Mali	49.0	49.8
16	18	Tanzania	46.8	48.7
17	19	Philippines	46.7	48.5
18	17	Colombia	47.6	48.3
19	16	Kazakhstan	48.2	48.0
20	20	Dem. Rep of Congo	45.7	44.4
		Rest of the World	548.5	554.3
		World Total	3,208.6	3,222.3

Πηγή: GFMS, Thomson Reuters

Η Ασία, η μεγαλύτερη περιοχή παραγωγής χρυσού το 2016, που αντιπροσωπεύει το 28% της παγκόσμιας παραγωγής χρυσού, σημείωσε πτώση 1,5%. Οι απώλειες στη Νότια Αμερική μειώθηκαν κατά 0,7% σε ετήσια βάση. Η Ευρώπη ήταν ουσιαστικά αμετάβλητη και σημειώθηκαν αυξήσεις στη Β. Αμερική (+1,7%), στην Αφρική (+2%) και στην Ωκεανία (+3,1%) (GFMS Gold Survey 2017).

Μέθοδοι εξόρυξης χρυσού

Ο χρυσός είναι ένα μέταλλευμα το οποίο δεν είναι συγκεντρωμένο πλέον σε φλέβες, ούτε σε πλούσια κοιτάσματα ώστε να επιτρέπεται η εξόρυξή του στοχευμένα. Συνήθως βρίσκεται σε πορφυρικά πετρώματα. Ο Πορφύρης ανήκει στο είδος των πυριγενών γρανιτικών πετρωμάτων. Είναι το κυρίως υλικό για την εξόρυξη του χρυσού. Ο χρυσός βρίσκεται σε αυτό το πέτρωμα εγκλεισμένος σε ψήγματα θειούχων ορυκτών και κυρίως χαλκοπυρίτη.

Το ενδιαφέρον που παρουσιάζεται για την δραστηριότητα της εξόρυξης εξαρτάται από την περιεκτικότητα που έχει το κάθε πέτρωμα σε χρυσό, αλλά και από τον καθορισμό της εκάστοτε τιμής του χρυσού. Η περιεκτικότητα του πετρώματος σε χρυσό κυμαίνεται από 0,2 έως και 5 γραμμάρια χρυσού ανά τόνο πετρώματος (Παπαδάκης & Κουρτέσης, 2014).

Κάποιες από τις μεθόδους εξόρυξης είναι:

- Ανοιχτή εξόρυξη χρυσού
- Χρήση του κυανίου
- Μέθοδος ακαριαίας τήξης (flash smelting)

Η διαδικασία δεν σταματάει στον χώρο όπου βρίσκεται το μέταλλευμα αλλά περνάει από μια σειρά διαδικασιών μέχρι ο χρυσός να φτάσει στην τελική του μορφή καθαρός και να μπορέσει να διοχετευτεί στην αγορά. Παρακάτω αναφέρονται οι μέθοδοι διαχωρισμού του πολύτιμου μετάλλου:

- Βαρομετρικός διαχωρισμός
- Η μέθοδος της αμάλωσης
- Η θειουρία
- Το αλογόνο
- Οι θειοθεικές ενώσεις
- Κυάνωση

Βάσει διαφόρων μελετών που έχουν γίνει κατά καιρούς, η εξαγωγή του χρυσού διεθνώς, αποτελεί την πιο καταστροφική εξόρυξη μεταλλεύματος για το περιβάλλον. Οι καταστροφικές συνέπειες είναι πολλές. Περιλαμβάνουν τον υδροφόρο ορίζοντα, τις εκτάσεις των δασών, την σύσταση της ατμόσφαιρας και όχι μόνο. Καταστρέφουν ακόμα και το υπέδαφος των περιοχών στις οποίες δημιουργούνται τα μεταλλεία χρυσού. Οι καταστροφές αυτές είναι μη αναστρέψιμες.

Από την μόλυνση των βιότοπων στις εκτάσεις που απαλλοτριώνονται, διαταράσσεται μόνιμα η ομαλή και φυσική λειτουργία του κύκλου της πανίδας και της χλωρίδας αυτών. Η μόλυνση των νερών με βαρέα μέταλλα που προέρχονται από τα απόβλητα των ορυχείων είναι πολύ σοβαρός κίνδυνος για την υγεία των κατοίκων της περιοχής με καρκινογόνες παρενέργειες (Παπαδάκης & Κουρτέσης, 2014).

2.4.2 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΧΡΥΣΟΥ

Η ανακύκλωση του χρυσού για την κατασκευή νέων κοσμημάτων είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια η κατασκευή κοσμημάτων. Ο χρυσός είναι πλήρως ανακυκλώσιμος, χωρίς απώλειες ούτε στην ποσότητα ούτε στην ποιότητα. Η σημαντικότερη βιομηχανική χρήση του χρυσού είναι στην κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών, κατά κύριο λόγο υπολογιστών και κινητών τηλεφώνων. Το 1997, ο μέσος όρος ζωής ενός υπολογιστή ήταν 4-6 χρόνια. Σήμερα οι ηλεκτρονικές συσκευές είναι τόσο φτηνές που οι καταναλωτές αλλάζουν το κινητό τους κάθε χρόνο και τον υπολογιστή κάθε 2-3 χρόνια ή και λιγότερο.¹¹

Η παραγωγή ηλεκτρονικών αποβλήτων το 2005, μόνο από τις ΗΠΑ, ήταν πάνω από 2,6 εκατ. τόνους. Από αυτά μόνο το 12% συλλέχθηκε και ανακυκλώθηκε, ενώ το υπόλοιπο περίπου 88% κατέληξε σε χωματερές και αποτεφρωτές. Οι παλιοί υπολογιστές και τα κινητά τηλέφωνα είναι πραγματικό «χρυσωρυχείο», γιατί περιέχουν σημαντικές ποσότητες χρυσού και άλλων μετάλλων που μπορούν να ανακτηθούν. Από έναν τόνο κινητών τηλεφώνων μπορούν να ανακτηθούν μέχρι και 280 γρ. χρυσού, περίπου 140 γρ. πλατίνας και παλλαδίου και 140 κιλά χαλκού. Και όλα αυτά χωρίς την παραγωγή αποβλήτων της «παραδοσιακής» βιομηχανίας εξόρυξης και ραφινάρισματος του χρυσού.¹⁶

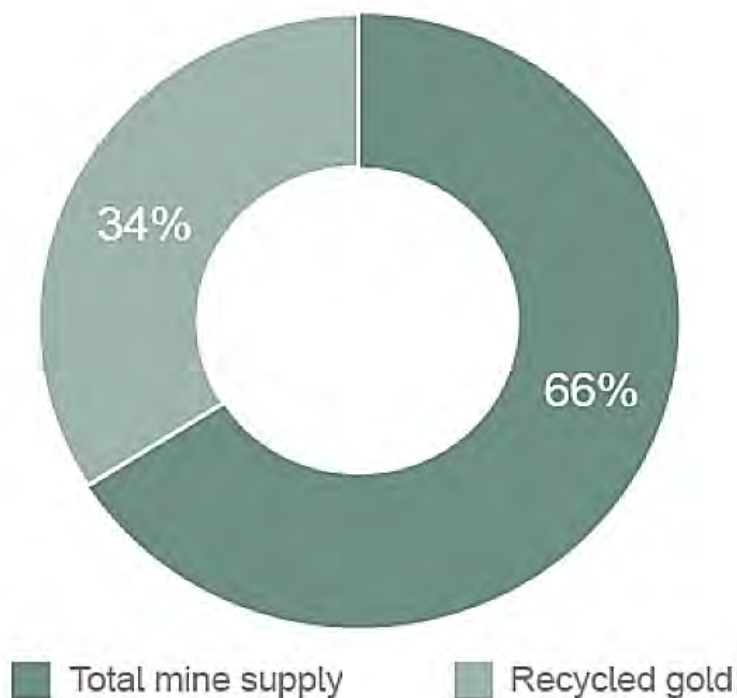
Σύμφωνα με στοιχεία της Γεωλογικής Υπηρεσίας των ΗΠΑ (USGS), ένας τόνος ηλεκτρονικής «σαβούρας» από παλιούς υπολογιστές περιέχει περισσότερο χρυσό από 17 τόνους μεταλλεύματος. Το 1998, η ποσότητα του χρυσού που ανακτήθηκε από ηλεκτρονικά σκουπίδια ήταν ίση με την παραγωγή χρυσού από 2 εκατομμύρια τόνους χρυσοφόρου μεταλλεύματος.¹⁷

Ο ετήσιος συνολικός ανεφοδιασμός του χρυσού έχει υπολογιστεί κατά μέσο όρο γύρω στους 4000 τόνους ετησίως στα τελευταία 10 χρόνια. Παρότι η πλειοψηφία της κοινής γνώμης θεωρεί πως ο χρυσός προέρχεται μόνο μέσω της εξόρυξης του, αυτό αποτελεί μια λανθασμένη άποψη καθώς το πολύτιμο μέταλλο παρέχεται στην αγορά και μέσω ανακύκλωσης. Ο ανεφοδιασμός της αγοράς μέσω εξόρυξης αναλογεί στα 2/3 της συνολικής ποσότητας, ενώ το υπόλοιπο 1/3 προέρχεται από ανακυκλώσιμο χρυσό. Η προσφορά χρυσού αφορά στον τομέα της ανεύρεσης νέων ποσοτήτων του πολύτιμου μετάλλου, καθώς επίσης και μετατροπή των ήδη υπαρχόντων ποσοτήτων, ώστε να καλυφθεί η ζήτηση (World Gold Council 2016).

¹⁶ Πηγή: <https://antigoldgr.org/blog/2008/11/12/gold-recycling/>

¹⁷ Πηγή: <http://pubs.usgs.gov/fs/fs060-01/fs060-01.pdf>

Σχήμα 2.4: Ποσοστιαίος καταμερισμός παραγωγής χρυσού



Πηγή: World Gold Council (2016)

Η ανακύκλωση αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη πηγή χρυσού. Η παραγόμενη ποσότητα μέσω της ανακύκλωσής του διαφέρει από έτος σε έτος. Οι αυξομειώσεις στην ποσότητα που ανακυκλώνεται οφείλονται σε διάφορους παράγοντες όπως οικονομικούς, κοινωνικούς και γεωγραφικούς. Η παραγωγή χρυσού μέσα από την ανακύκλωση είναι σταθερά ανοδική τα τελευταία χρόνια και αυτό οφείλεται κυρίως στη συνεχώς αυξημένη ζήτηση χρυσών κοσμημάτων (World Gold Council, 2016).

Οι O' Connor et al. (2015) αναφέρουν πως το 2011 η μεγάλη αύξηση στην τιμή του χρυσού είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση στη ποσότητα που ανακυκλώθηκε, συνεπώς οι αυξομειώσεις της τιμής του έχουν άμεση επιρροή στη μεταβλητότητα της ζήτησης του χωρίς όμως μεγάλη διάρκεια. Άρα, μια περίοδος οικονομικής κρίσης έχει σαν αντίκτυπο την αύξηση της ανακύκλωσης χρυσού, καθώς ο κόσμος στρέφεται σε αυτόν για προστατέψει τα χρήματά του.

Η ανακύκλωση διαφέρει από χώρα σε χώρα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Ινδία όπου ενώ παγκοσμίως η επαναχρησιμοποίηση χρυσού παρουσιάζει αύξηση, τα επίπεδα στην Ινδία είναι σταθερά χαμηλά (GFMS Gold Survey, 2017).

Υπάρχουν δύο βασικές επιλογές στην κατηγοριοποίηση της ανακύκλωσης και η κάθε μια από αυτές αποτελεί ξεχωριστή αγορά. Ο χρυσός υψηλής αξίας αποτελεί τον πρώτο τομέα και τον

πιο σημαντικό. Αντιστοιχεί στο 90% της συνολικής ανακύκλωσης και ουσιαστικά αφορά κοσμήματα, νομίσματα και μπάρες χρυσού. Ο βιομηχανικός χρυσός αποτελεί την δεύτερη πηγή η οποία αντιστοιχεί στο υπόλοιπο 10% και είναι ο χρυσός ο οποίος βρίσκεται κυρίως σε ηλεκτρικές συσκευές (World Gold Council, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Η ΑΓΟΡΑ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

3.1 Η ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

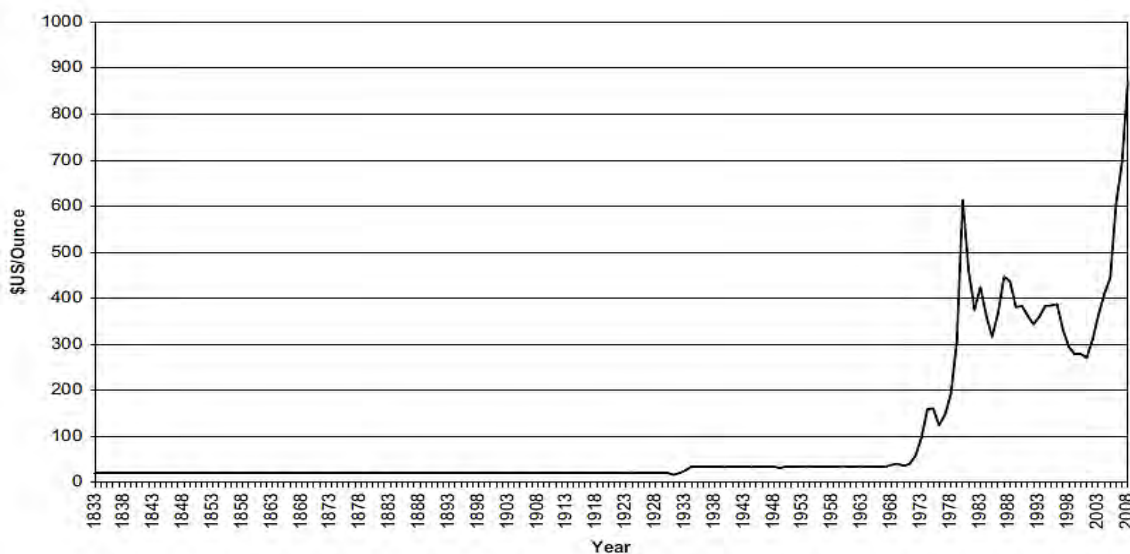
Την τελευταία δεκαετία, ο χρυσός είναι και πάλι στο επίκεντρο της προσοχής του κοινού. Η διεθνής οικονομική κοινότητα αναγνωρίζει το χρυσό ως μία κατηγορία περιουσιακών στοιχείων, που προσελκύει όλο και περισσότερους επενδυτές αλλά και κερδοσκόπους. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για χρυσό έχει κυρίως προκύψει από τη μεγάλη άνοδο των τιμών κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών.

Η τιμή του χρυσού καθορίζεται δύο φορές τη μέρα (στις 10:30 π.μ. και 3:00 μ.μ. – Ώρα Λονδίνου) για κάθε εργάσιμη ημέρα στην αγορά του Λονδίνου από τα 5 μέλη του London Gold Market Fixing Ltd. Ο κύριος στόχος της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι να επιτευχθεί μια τιμή για τον χρυσό για τη ρύθμιση των συμβάσεων μεταξύ των μελών της αγοράς πολύτιμων μετάλλων του Λονδίνου. Ο καθορισμός στην τιμή του χρυσού παρέχει, ακόμη, ένα σημείο αναφοράς για την τιμολόγηση προϊόντων χρυσού και των παραγώγων του στις παγκόσμιες αγορές.

3.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΤΙΜΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Για έναν ολόκληρο αιώνα, από το 1833 ως το 1933, η τιμή του χρυσού ήταν σταθερή στα 20 δολάρια ανά ουγγιά περίπου, ενώ από το 1934 ως το 1967 αυξήθηκε στα 35 δολάρια ανά ουγγιά (βλ. Σχήμα 3.1).

Σχήμα 3.1: Διάγραμμα των τιμών του χρυσού από το 1883 έως το 2008



Πηγή: KITCO (2009)

Η σταθερότητα της τιμής την πρώτη περίοδο στα 20\$ οφείλεται στην υιοθέτηση του Χρυσού Κανόνα μέχρι τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο. Στη συνέχεια, οι ΗΠΑ προσπάθησαν να τον επαναφέρουν ορίζοντας την ισοτιμία μιας ουγγιάς χρυσού σε 35\$ από το 1920 έως το 1933, μία τιμή που παρέμεινε σταθερή και την περίοδο που είχε υιοθετηθεί το σύστημα σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών Bretton Woods. Όμως, το 1971 ο πρόεδρος Νίξον αποσύρει το σύστημα Bretton Woods, και ξεκινά η νέα εποχή κυμαινόμενων συναλλαγματικών ισοτιμιών, όπου η τιμή του χρυσού απελευθερώνεται και αρχίζει να ανεβαίνει σημαντικά. Ο χρυσός αποτελεί αντικείμενο εμπορίας στην αγορά με την τιμή του να αυξάνεται με ταχείες διακυμάνσεις από εκείνη τη χρονική στιγμή και μετά.

Σχήμα 3.2: Διάγραμμα των τιμών του χρυσού από το 1990 – 2018 (Απρίλιος)

Gold spot price in US dollars, London PM fix



Πηγή: Reuters Datastream, LBMA, World Gold Council

Έτη ορόσημα αποτελούν τα 1973, 1974 και 1979, όπου λόγω της πετρελαϊκής κρίσης αλλά και του φαινομένου του στασιμοπληθωρισμού, η τιμή του πολύτιμου μετάλλου σημείωσε μεγάλη άνοδο. Αμέσως μετά στις αρχές της δεκαετίας του '80 με την δεύτερη πετρελαϊκή κρίση λόγω του πολέμου Ιράν – Ιράκ και του υψηλού πληθωρισμού παρατηρούμε επίσης ραγδαία άνοδο. Άλλος ένας λόγος της ραγδαίας αυτής ανόδου στις αρχές της δεκαετίας του '80 είναι και η «ασημένια στροφή»¹⁸. Στα τέλη της δεκαετίας αυτής η τιμή του χρυσού έφτασε σε νέα ύψη,

¹⁸ Η ασημένια στροφή ήταν μια προσπάθεια που έγινε από τους αδερφούς Hunt να χειραγωγήσουν την τιμή του ασημιού, προσπαθώντας να μονοπωλήσουν την παγκόσμια αγορά αργύρου αγοράζοντας τεράστιες ποσότητες του μετάλλου για να δημιουργήσουν τεχνητή έλλειψη με απώτερο σκοπό την άνοδο της τιμής του

εξαιτίας της χρηματοπιστωτικής αναταραχής και της αυξανόμενης ζήτησης από αναπτυσσόμενες χώρες (Dierinck, 2012).

Απ' εκεί και έπειτα αποδυναμώνεται μέχρι το 2001, όπου λαμβάνει χώρα η επίθεση στους Δίδυμους Πύργους με αποτέλεσμα την αποδυνάμωση του δολαρίου και την ενίσχυση του χρυσού που επανέρχεται δυναμικά. Κατά το 2007 οι ανησυχίες για εισβολή στο Ιράν αποφέρουν νέα άνοδο στην τιμή του μετάλλου, η οποία και συνεχίζεται και με το ξέσπασμα της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, με το παρεμβατικό επιτόκιο της FED να κυμαίνεται κοντά στο 0%, τα χρηματιστήρια να σημειώνουν ιστορικά χαμηλά, το δολάριο να υποτιμάται και την κρίση χρέους να εξαπλώνεται με ανησυχητικές διαστάσεις. Το 2008 και στις αρχές του 2009 οι περισσότερες τιμές των μετάλλων έπεσαν και η παγκόσμια οικονομία βρισκόταν σε ύφεση. Πολλές εταιρίες εξόρυξης είχαν δυσκολίες να επιβιώσουν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η τιμή και η συμπεριφορά παραγωγής του χρυσού όμως διαφέρει από τα περισσότερα άλλα ορυκτά. Κατά την οικονομική κρίση, η τιμή του χρυσού αυξήθηκε κατά 6%, ενώ πολλές βασικές τιμές άλλων ορυκτών έπεσαν με τις μετοχές τους να μειώνονται κατά 40% περίπου (Shafiee & Topal, 2010).

Βραχυπρόθεσμα υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι για τους οποίους η τιμή του χρυσού αυξάνεται. Πρώτον, σε μια περίοδο όπου οι παγκόσμιες χρηματοπιστωτικές αγορές καταρρέουν και η παγκόσμια οικονομία βρίσκεται σε ύφεση, οι επενδυτές έχουν λιγότερη εμπιστοσύνη στις δημόσιες αγορές και δεν τις θεωρούν αξιόπιστες επενδύσεις. Κατά συνέπεια, μεταβαίνουν σε κερδοσκοπία ή σε οποιαδήποτε αγορά που δεν παρουσιάζει μεγάλη ευθύνη ή είναι απρόβλεπτη, όπως η αγορά χρυσού. Με άλλα λόγια, η αγορά χρυσού λειτουργεί ως ένας τύπος ασφάλισης ενάντια στις ακραίες διακυμάνσεις της αξίας των παραδοσιακών περιουσιακών στοιχείων κατά τη διάρκεια των ασταθών χρηματοπιστωτικών αγορών. Δεύτερον, η υποτίμηση του δολαρίου έναντι άλλων νομισμάτων και ο διεθνής πληθωρισμός με υψηλές τιμές πετρελαίου είναι οι λόγοι για τους οποίους οι μεγάλες εταιρείες θέτουν το χρυσό ως αντιστάθμιση έναντι των διακυμάνσεων του αμερικανικού δολαρίου και του πληθωρισμού (Shafiee & Topal, 2010).

Μακροπρόθεσμα, υπάρχουν τρεις βασικοί λόγοι για την αύξηση της τιμής του χρυσού. Πρώτον, η παραγωγή των ορυχείων μειώθηκε σταδιακά τα τελευταία χρόνια. Το αυξημένο

και την πώληση του. Τα αδέρφια, πράγματι, κατάφεραν να αυξήσουν την τιμή του μετάλλου, όμως αυτό δεν κράτησε πολύ, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να ανταποκριθούν πια στις υποχρεώσεις του. Αυτό οδήγησε, στην Πέμπτη 27 Μαρτίου 1980, γνωστή ως Ασημένια Πέμπτη. Ο πανικός που επικράτησε στις αγορές και ένα φρενήρες ξεπούλημα του μετάλλου βύθισε την τιμή του κάτω από 11 δολάρια/ουγγιά. Λόγω της σοβαρής μείωσης της τιμής του αργύρου, περιουσιακά στοιχεία, όπως ο χρυσός, τα οποία επωφελήθηκαν από την ραγδαία επιτάχυνση του αργύρου, κατέρρευσαν για κάποιο χρονικό διάστημα (Wikipedia).

κόστος εξόρυξης, η μειωμένη εξερεύνηση και οι δυσκολίες εξεύρεσης νέων αποθεμάτων αποτελούν μερικούς από τους παράγοντες που συνέβαλαν στη μείωση αυτή της παραγωγής ορυχείων. Δεύτερον, οι θεσμικές και λιανικές επενδύσεις έχουν ορθολογικές προσδοκίες όταν οι αγορές είναι αβέβαιες. Συνεπώς, διατηρούν χρυσό στα χαρτοφυλάκια των επενδύσεών τους, καθώς είναι πιο ρευστοποιήσιμος ή εμπορεύσιμος σε ασταθείς χρηματοπιστωτικές αγορές. Τρίτον, η επένδυση σε χρυσό καθίσταται ευκολότερη μέσω ETFs (Exchange Trading Funds – Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία Κεφάλαια) σε σύγκριση με τις χρηματοπιστωτικές αγορές (Shafiee & Topal, 2010).

Ο χρυσός από το 2009 και μετά παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές όλων των εποχών. Αναλυτικότερα:

- **2009:** Η τιμή του χρυσού ενισχύθηκε μέσα στο 2009 κατά 27%, καταγράφοντας την πιο μακρόχρονη ανοδική πορεία των τελευταίων 40 ετών, μέχρι εκείνη τη στιγμή. Ο σημαντικότερος παράγοντας στη δημιουργία μιας αγοράς χρυσού με συμπεριφορά «ταύρου» για μεγάλο χρονικό διάστημα είναι η ζήτηση για επενδυτικά προϊόντα, μέσα σε μία περίοδο κρίσης. Η τιμή του πολύτιμου μετάλλου κινήθηκε από 858,69\$/ουγγιά μέχρι 1.201,63\$/ουγγιά στο τέλος του έτους, ξεπερνώντας για πρώτη φορά το φράγμα των 1000\$/ουγγιά.
- **2010:** Η τιμή του χρυσού κατά το 2010 κινήθηκε από 1.095,41\$/ουγγιά μέχρι 1.403,88\$/ουγγιά, συνεχίζοντας έτσι την ανοδική της πορεία. Κάποια γεγονότα που οδήγησαν σε ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της τιμής ήταν: η πτωτική πορεία του δολαρίου, η απόφαση της Ομοσπονδιακής Τράπεζας των ΗΠΑ (γνωστή και ως Fed) να αγοράζει κάθε μήνα αμερικανικό μακροπρόθεσμο χρέος 75 δις δολαρίων, καθώς επίσης και το δημοσιονομικό πρόβλημα της Ιρλανδίας. Το ποσοστό αύξησης της τιμής μέσα σε ένα χρόνο ήταν άνω του 25%.
- **2011:** Ο χρυσός συνεχίζει τις τιμές ρεκόρ όλων των εποχών και για το 2011. Η τιμή του κυμάνθηκε από 1390,40\$/ουγγιά έως 1853,61\$/ ουγγιά τον Αύγουστο του 2011. Λόγοι που εντείνουν αυτή την ανοδική πορεία είναι: η διολίσθηση του δολαρίου, οι φόβοι για πληθωρισμό στις ΗΠΑ και την Κίνα, καθώς και η κρίση χρέους της Ευρωζώνης. Τέλη του Αυγούστου η τιμή του υποχώρησε ποσοστιαία κατά 2%, καθώς τα οικονομικά αποτελέσματα που ανακοίνωσε η Ουάσιγκτον, τα οποία ερμηνεύθηκαν θετικά από τις αγορές, και η ανάκαμψη στα χρηματιστήρια ώθησαν τους επενδυτές να προβούν σε πωλήσεις και να αποκομίσουν κέρδη από το πολύτιμο μέταλλο. Λίγες μέρες αργότερα, αρχές του επόμενου μήνα, εν μέσω ανησυχιών πως η ανάπτυξη θα

επιβραδυνθεί και η κρίση χρέους στην Ευρωζώνη θα επιδεινωθεί η τιμή ανέβηκε ξανά, φτάνοντας τα 1903,52\$/ουγγιά.

- **2012:** Η τιμή του χρυσού κινήθηκε από 1652\$/ουγγιά μέχρι 1773,49\$/ουγγιά. Αυτή τη χρονιά δεν υπήρχαν μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή του χρυσού, που συνεχίζει να βρίσκεται στις υψηλότερες τιμές όλων των εποχών και οι επενδυτές στρέφονται σε αυτόν ως εναλλακτική μορφή ασφαλούς επένδυσης.
- **2013:** Η τιμή του μετάλλου παρουσίασε μια πτωτική πορεία αυτή τη χρονιά πέφτοντας στα 1.224,85\$/ουγγιά (η χαμηλότερη τιμή του χρυσού τα τελευταία τρία χρόνια) από τα 1671\$/ουγγιά που είχε στην αρχή του έτους. Η τιμή του πολύτιμου μετάλλου έχει σταματήσει να σημειώνει άνοδο έπειτα από 12 έτη, εν μέσω ανησυχιών ότι η μείωση των μέτρων στήριξης από τη Fed θα οδηγήσει τους επενδυτές σε άλλες τοποθετήσεις. Ο χρυσός σημείωσε «βουτιά» 28% το 2013, πέφτοντας κάτω από τα 1.200 δολάρια η ουγγιά και βάζοντας τέρμα σε ένα ανοδικό σερί 12 ετών, σημειώνοντας έτσι τη χειρότερη χρονιά του τις τελευταίες τρεις δεκαετίες.
- **2014:** Αυτό το έτος η τιμή του χρυσού κινήθηκε από 1.200\$/ουγγιά και άγγιξε τα 1.400\$/ουγγιά το Μάρτιο του έτους, λόγω του δημοψηφίσματος της Κριμαίας, ενώ έπειτα κατέγραψε τη μεγαλύτερη πτώση των τελευταίων 6 μηνών, καθώς οι φόβοι για πιθανή κλιμάκωση των εντάσεων απομακρύνθηκαν.
- **2015:** Σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τις τιμές την τελευταία πενταετία κυμάνθηκαν οι τιμές του χρυσού και το 2015. Ο χρυσός έχει απωλέσει το κύρος του ως ασφαλές καταφύγιο, καθώς η συνεχιζόμενη ανοδική πορεία του δολαρίου υπονόμωσε το κίτρινο μέταλλο του οποίου η τιμή υποχώρησε έως και 5,5% στο χαμηλό των 1.082,35\$/ ουγγιά, που αποτελεί χαμηλό πενταετίας. Η υψηλότερη τιμή αυτό το έτος ήταν το Σεπτέμβριο φτάνοντας τα 1.131,50\$/ουγγιά, δεχόμενος ώθηση από τις προσδοκίες αύξησης των επιτοκίων της Fed.
- **2016:** Ο χρυσός ξεκίνησε επιθετικά το 2016, με τις τιμές σε άνοδο. Οι τοποθετήσεις με στόχο τα ασφαλή καταφύγια και οι χαμηλότερες αποδόσεις των ομολόγων εξαιτίας της έντασης στη Μέση Ανατολή, σε συνδυασμό με τα προβλήματα της Κίνας και την υποτίμηση του γουάν, συνέβαλαν στην αύξηση της τιμής του στα 1.303,91\$/ουγγιά τον Απρίλιο, που αποτελεί υψηλό των τελευταίων 9 μηνών. Τον Ιούνιο, μετά από μια μικρή πτώση, το πολύτιμο μέταλλο ανεβαίνει ξανά φτάνοντας τα 1.239,72\$/ουγγιά και σε αυτό συνέβαλαν τα ιδιαίτερα αδύναμα στοιχεία για την απασχόληση στις ΗΠΑ. Οι χρηματοπιστωτικές αγορές βρέθηκαν τελείως απροετοίμαστες απέναντι στην απόφαση των Βρετανών ψηφοφόρων για αποχώρηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση, κυρίως λόγω

του γεγονότος ότι νωρίτερα οι δημοσκοπήσεις υποδείκνυαν επικράτηση της ψήφου υπέρ της παραμονής. Ο χρυσός ήταν ο μεγαλύτερος νικητής, με τη διάθεση αποφυγής κινδύνου να προκαλεί εκρηκτική αύξηση των συναλλαγών. Η τιμή του ανήλθε στα 1.358\$/ουγγιά. Ο βασικός λόγος που ο χρυσός επωφελήθηκε από την απόφαση των Βρετανών να αποχωρήσουν από την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι η διάθεση αποφυγής κινδύνου που έπληξε άλλες κατηγορίες προϊόντων, σε συνδυασμό με την πεποίθηση ότι η εν λόγω εξέλιξη απομάκρυνε και άλλο χρονικά την προοπτική αύξησης των επιτοκίων στις ΗΠΑ. Τον Ιούλιο η αύξηση αυτή συνεχίζεται φτάνοντας στα 1.373\$/ουγγιά, σημειώνοντας το υψηλότερο επίπεδο από το 2014. Ο χρυσός κατέγραψε τεράστιες μεταβολές το Νοέμβριο, μετά την απροσδόκητη νίκη Τραμπ. Την περίοδο πριν από τις εκλογές, μια νίκη Τραμπ αντιμετωπιζόταν ως θετική για τον χρυσό εξαιτίας της υψηλής αβεβαιότητας την οποία συνεπαγόταν. Όπως ακριβώς συνέβη με το απροσδόκητο αποτέλεσμα του Brexit τον Ιούνιο, και καθώς ξεκίνησαν να ανακοινώνονται τα αποτελέσματα ανά πολιτεία, ο χρυσός ξεκίνησε να απογειώνεται, ενώ οι μετοχές και το δολάριο υποχωρούσαν. Ο χρυσός διέσπασε ανοδικά την αντίσταση στα 1.308 \$ και στα 1.328 \$ ανά ουγγιά, αλλά προτού ακόμα επισημοποιηθεί η νίκη του Τραμπ, οι περισσότερες αγορές ξεκίνησαν να ακολουθούν αντίστροφη πορεία. Κατά την πανηγυρική ομιλία του, ο Τραμπ υιοθέτησε τόνο συμφιλίωσης, ενώ υπογράμμισε την απόφασή του για ανοικοδόμηση της Αμερικής μέσω αυξημένων δαπανών για υποδομές. Ο χρυσός κατέληξε να διαγράφει μια αντίστροφη πορεία συνολικού μεγέθους 70\$/ουγγιά.

- **2017:** Οι τιμές του χρυσού κυμαίνονται μεταξύ 1.200 και 1.400\$/ουγγιά και αυτό το έτος. Τον Απρίλιο το πολύτιμο μέταλλο σημειώνει άνοδο κατά 0,2% στα 1.277,30\$/ουγγιά, λόγω των γεωπολιτικών ανησυχιών για τη Συρία και τη Βόρεια Κορέα που έχουν προβληματίσει εντόνως τους επενδυτές, οι οποίοι αναζητούν ασφαλέστερα «καταφύγια» και λιγότερο εκτεθειμένα στις διεθνείς εξελίξεις. Τον Ιούνιο η τιμή του χρυσού πέφτει στο χαμηλότερο σημείο των τελευταίων 6 μηνών, καθώς το δολάριο ενισχύεται. Η τιμή του ανακάμπτει ξανά τον επόμενο μήνα, χάρη στην αυξημένη ζήτηση για ασφαλή επενδυτικά «καταφύγια», ως απόρροια της γεωπολιτικής έντασης στη Βόρεια Κορέα. Σημαντική άνοδο καταγράφει η τιμή του χρυσού και τον μήνα Αύγουστο, εν μέσω της κλιμάκωσης των γεωπολιτικών εντάσεων, φτάνοντας τα 1.294,40\$/ουγγιά. Οι σχέσεις μεταξύ Βόρειας Κορέας και ΗΠΑ τελούν υπό διαρκή ένταση, με τους επενδυτές να «τρομάζουν» στο ενδεχόμενο εμπόλεμης σύρραξης. Στο πλαίσιο αυτό, τα διεθνή χρηματιστήρια κινούνται σε

αρνητικό έδαφος, καθώς οι επενδυτές φοβούνται το ενδεχόμενο επιδείνωσης της κατάστασης. Παραδοσιακά, όταν επικρατούν τέτοιες συνθήκες στις αγορές, οι επενδυτές στρέφονται σε ασφαλέστερα «καταφύγια», όπως ο χρυσός. Στις αρχές του επόμενου μήνα η τιμή καταγράφει νέα άνοδο στα 1338,37\$/ουγγιά (που αποτελεί το υψηλότερο επίπεδο των τελευταίων 10 μηνών) μετά την πυρηνική δοκιμή της Βόρειας Κορέας.¹⁹

3.1.2 Ο ΧΡΥΣΟΣ ΩΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

Ο χρυσός ήταν ανέκαθεν μια καλή επένδυση με την αξία του πάντοτε να αναγνωρίζεται ειδικά σε περιόδους οικονομικής αναταραχής, όπως κατά τη διάρκεια της Μεγάλης Ύφεσης. Τώρα, περισσότερο από ποτέ στην οικονομική κρίση, πολλοί επενδύουν σε χρυσό ως ασφαλή επιλογή. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορεί κάποιος να επενδύσει σε χρυσό. Το κίνητρο για την αγορά χρυσού είναι βασικό για να αποφασίσει κανείς με ποιον τρόπο θα επενδύσει σε χρυσό. Στη συνέχεια αναφέρονται οι μορφές επένδυσης σε χρυσό.

- Ράβδοι Χρυσού

Πρόκειται για την πλέον συνήθη μορφή πώλησης χρυσού. Εμφανίζονται σε συγκεκριμένα βάρη, τα οποία συναντώνται σε αγοραπωλησίες υπό την αιγίδα του London Bullion Market – LBMA, όπου αποτελεί τον σημαντικότερο και πλέον αξιόπιστο οργανισμό ελέγχου αγοραπωλησιών χρυσού παγκοσμίως, με έδρα στο Λονδίνο. Ο οργανισμός εκδίδει τη λεγόμενη «Λίστα Ορθής Παράδοσης» (Good Delivery List), η οποία αναγνωρίζεται ως πρότυπο για την ποιότητα των ράβδων χρυσού.

Οι ράβδοι παρουσιάζουν τη μικρότερη επιβάρυνση επί της ονομαστικής αξίας του χρυσού (δηλαδή το μικρότερο premium) έναντι όλων των άλλων φυσικών ή μη μορφών επένδυσης σε χρυσό. Όσο μικρότερη η ράβδος, τόσο μεγαλύτερο το premium (Hunter, 2008).

Οι ράβδοι χρυσού είναι γενικότερα περισσότερο επιρρεπείς σε νοθεύσεις σε σύγκριση με όλες τις υπόλοιπες μορφές χρυσού (όπως τα νομίσματα) διότι είναι δυσκολότερο να ζυγιστούν. Ιδιαίτερα οι πιο ογκώδεις ράβδοι, δύναται να νοθευτούν με βολφράμιο σε κοιλότητες επί του εσωτερικού τους. Ένας τρόπος αποφυγής αγοράς νοθευμένων ράβδων, είναι η αγορά τους από προμηθευτή που βρίσκεται στη «Λίστα Ορθής Παράδοσης» της LBMA. Και σε αυτή την περίπτωση, όμως, αν οι αγορασθέντες

¹⁹ Πηγή: <http://www.naftemporiki.gr>

ράβδοι εγκαταλείψουν το χρηματοκιβώτιο από το οποίο αγοράστηκαν για να αποθηκευτούν για παράδειγμα σε ιδιωτικά χρηματοκιβώτια, τότε χάνουν την αξία τους και θα πρέπει να ξαναζυγιστούν και να επανεκτιμηθούν πριν ξαναεισέλθουν σε χρηματοκιβώτιο υπό την αιγίδα της LBMA (Mayer, 2010).

Απευθείας αγορά και πώληση ράβδων χρυσού πραγματοποιείται κυρίως στην Αγγλία και την Ελβετία, τη Ν. Αφρική, την Αυστραλία και τον Καναδά. Επίσης, διαδικτυακά κυρίως από Βρετανικές εταιρείες. Στις υπόλοιπες χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, ράβδους χρυσού μπορεί να προμηθευτεί κανείς μόνο από τις Κεντρικές Τράπεζες και υπό προϋποθέσεις. Μειονέκτημα της επένδυσης σε φυσικές μορφές χρυσού αποτελεί το γεγονός ότι δεν συνεισφέρουν στην απόδοση της η διανομή μερίσματος ή το επιτόκιο.²⁰

- Χρυσά Νομίσματα

Τα χρυσά νομίσματα αποτελούν άλλη μια μορφή υπό την οποία μπορεί κανείς να αγοράσει ή να πωλήσει χρυσό, διατίθενται σε διάφορα μεγέθη και αποτιμώνται με το βάρος τους, συν κάποια επιβάρυνση επί της ονομαστικής αξίας του χρυσού (premium) στις αγορές. Το premium είναι μεγαλύτερο για τα νομίσματα συγκριτικά με τις ράβδους και εξαρτάται μεταξύ άλλων από τη σπανιότητα του νομίσματος, από την κατάσταση του και από τη ζήτησή του (McGuire, 2010).

Η επένδυση σε νομίσματα έναντι ράβδων παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα. Πρώτον, είναι ευκολότερα ρευστοποιήσιμα, διότι το κάθε ένα απ' αυτά είναι ελαφρύτερο από οποιαδήποτε ράβδο. Δεύτερον, είναι πιο εύκολο να διαπιστωθεί η νοθεία. Τρίτον, υψηλής ποιότητας νομίσματα ενδέχεται να παρουσιάσουν αύξηση του premium με το χρόνο.

Από την άλλη μεριά, όμως, παρουσιάζουν μικρότερη καθαρότητα έναντι των ράβδων και έχουν μεγαλύτερο premium κατά την αγορά τους (Hunter, 2008).

Τα πιο γνωστά χρυσά νομίσματα της αγοράς είναι τα παρακάτω:

- I. *Krugerrand*

Πρόκειται για το δημοφιλέστερο χρυσό νόμισμα. Κόβεται στη Ν. Αφρική και αποτελεί το 90% όλων των χρυσών νομισμάτων που κυκλοφορούν παγκοσμίως.

²⁰ Πηγή: <http://www.eaglewing.com>

Η καθαρότητα του είναι 22 καράτια (91,67% χρυσός, 8,33% χαλκός).

**Εικόνα 10: Χρυσό νόμισμα
Krugerrand**



Πηγή: <http://atlantagoldandcoin.com>

II. Canadian Maple Leaf

Παράγεται από τα Καναδικά Βασιλικά Ορυχεία. Είναι το καθαρότερο απ' όλα τα νομίσματα με 24 καράτια (99,95% χρυσός).

**Εικόνα 11: Χρυσό νόμισμα
Canadian Maple Leaf**



Πηγή: <http://atlantagoldandcoin.com>

III. Αμερικάνικος Χρυσός Αετός

Είναι το επίσημο νόμισμα χρυσού του Ορυχείου των ΗΠΑ. Η καθαρότητα του είναι 22 καράτια (91,67% χρυσός, 3% άργυρος, 5,33% χαλκός).

**Εικόνα 12: Χρυσό νόμισμα
Αμερικάνικος Χρυσός Αετός**



Πηγή: <http://atlantagoldandcoin.com>

IV. Κινέζικο Χρυσό Πάντα

Κόπηκε για πρώτη φορά το 1982. Παρουσιάζει μεγάλη καθαρότητα 24 καρατίων και παράγεται από πολλά ορυχεία στην Κίνα.²¹

Εικόνα 13: Χρυσό νόμισμα Κινέζικο Χρυσό Πάντα



Πηγή: <http://atlantagoldandcoin.com>

- Exchange Trading Funds (ETFs) – Διαπραγματεύσιμα Αμοιβαία κεφάλαια

Πρόκειται για χαρτοφυλάκια παθητικής διαχείρισης σχεδιασμένα να ακολουθούν το δείκτη χρυσού και που έχουν συνήθως προϊόντα χρυσού στο καλάθι των μετοχικών τίτλων. Διαπραγματεύονται καθημερινά στα Χρηματιστήρια παγκοσμίως και παρακολουθούν την τιμή του χρυσού (Ivanov, 2013).

Παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά το 2003 και θεωρήθηκαν ως μια δραστική αλλαγή όσον αφορά στα προϊόντα προς τα οποία θα οδηγούνταν η ζήτηση από εκείνη τη στιγμή και μετά. Ο επενδυτικός χρυσός είχε αποκτήσει, πλέον, μια νέα επιλογή η οποία θα αποτελούσε πόλο έλξης για πολλούς μικροεπενδυτές που μέχρι τότε είχαν δύσκολη πρόσβαση στην αγορά του. Ουσιαστικά είναι παράγωγα προϊόντα της αγοράς του φυσικού χρυσού. Είναι open-end τίτλοι ανταλλαγής επενδυτικών κεφαλαίων και οι διαδικασίες συναλλαγής τους μοιάζουν με αυτή των μετοχών (O' Connell, 2007).

Με την αγορά ενός ETF ο επενδυτής δεν αγοράζει κάποια ποσότητα χρυσού αλλά ένα ασφαλιστήριο τίτλο που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη ποσότητα χρυσού. Με τη ρευστοποίηση τους ο επενδυτής παραλαμβάνει μετρητά τα οποία αντιστοιχούν στην ποσότητα αυτή. Πλεονεκτήματα των EFTs αποτελούν η προνομιακή τους φορολόγηση και η υψηλή τους ρευστοποίηση και για το λόγο αυτό προσελκύουν πολλούς επενδυτές (O' Connell, 2007).

²¹ Πηγή: <http://www.cmi-gold-silver.com>

Τα χρηματοπιστωτικά ή χρηματιστηριακά προϊόντα που έχουν ως βάση το χρυσό, εμπεριέχουν όμοιους κινδύνους και ιδιαιτερότητες μ' ένα οποιοδήποτε άλλο προϊόν. Μόνο η κατοχή πραγματικού μετάλλου θεωρείται ότι επιφέρει αντιστάθμιση κινδύνου σε ένα χαρτοφυλάκιο.²²

- Κοσμήματα

Αν και δεν αποτελούν επένδυση με την κλασική έννοια του όρου, η αγορά χρυσών διακατέχεται από επενδυτική προοπτική εφόσον μπορεί να επαναπωληθεί κοντά στην τιμή σποτ του μετάλλου. Σε κάποιες χώρες με διαφορετική κουλτούρα από τη Δυτική, η αγορά χρυσού γίνεται σχεδόν αποκλειστικά στη μορφή κοσμημάτων (εκτός από τις Κεντρικές Τράπεζες), με σκοπό και την επένδυση. Μια απ' αυτές τις χώρες είναι η Ινδία, οποία επαληθεύει τον ισχυρισμό ότι πάνω από το 30% της ετήσιας παγκόσμιας παραγωγής, καταναλώνονται ετησίως σε παραγωγή κοσμημάτων. Η Ινδία κατέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα χρυσού σε μορφή κοσμημάτων στον κόσμο (Hunter, 2008).

- Εταιρίες εξόρυξης χρυσού

Η επένδυση σε εταιρίες εξόρυξης χρυσού είναι άλλη μια επιλογή επένδυσης στο πολύτιμο μέταλλο. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επενδύσεων σε μετοχές ορυχείων εξόρυξης χρυσού και τις άμεσες επενδύσεις σε ράβδους χρυσού. Οι τιμές μετοχών των εταιριών αυτών κινούνται σύμφωνα με το δείκτη του πραγματικού μετάλλου, αλλά μπορούν να έχουν μέχρι και 3 προς 1 μόγλευση ως προς την σποτ τιμή του χρυσού, είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω.

Μερικοί από τους καθοριστικούς παράγοντες επιτυχίας αυτών των επενδύσεων είναι τα μελλοντικά τους κέρδη, η ανάπτυξη της εταιρίας και η κεφαλαιακή διάρθρωση της. Οι περισσότερες εταιρίες εξόρυξης έχουν την τάση να είναι πιο ευμετάβλητες από την ίδια την τιμή του χρυσού.

Λόγω της ιδιαιτερότητας της εργασίας που επιτελούν, οι εταιρίες εξόρυξης είναι μια επικίνδυνη επιλογή γιατί τα κοιτάσματα χρυσού που εκμεταλλεύονται μπορεί να τελειώσουν οριστικά ή να καταστεί ασύμφορη οικονομικά η περαιτέρω ανάπτυξη των ορυχείων για νέες εξορύξεις, χωρίς αυτό να ανακοινώνεται εκ των προτέρων. Γενικά, το κόστος εξόρυξης είναι ιδιαίτερα υψηλό, τόσο λόγω του τρόπου εξόρυξης, όσο και λόγω τεχνικών δυσκολιών που δεν είναι σπάνιο να συμβούν (πλημμύρες, δολιοφθορές, κλοπές).²³

²² Πηγή: <http://www.exchangetradegold.com>

²³ Πηγή: <http://www.gold-eagle.com>

- Πιστοποιητικά Χρυσού – Gold Certificates

Δημιουργήθηκαν προς αποφυγή μεταφοράς του χρυσού από κάτοχο σε κάτοχο. Είναι τίτλοι ιδιοκτησίας μιας συγκεκριμένης ποσότητας ράβδων και μεταβιβάζεται από κάτοχο σε κάτοχο. Αποτελούν επίσημες βεβαιώσεις από κάποιο χρηματοπιστωτικό ίδρυμα, ότι ο αγοραστής πράγματι κατέχει τον καταγεγραμμένο στο πιστοποιητικό χρυσό, αλλά χωρίς να μπορεί να αποσύρει το πραγματικό μέταλλο από τα χρηματοκιβώτια όπου φυλάσσεται για λογαριασμό του. Συνήθως μια τράπεζα κατέχει το χρυσό για λογαριασμό του πελάτη. Με αυτό τον τρόπο ο πελάτης εξοικονομεί χρήματα για την επιμέλεια και την ασφάλιση και είναι σε θέση να πουλήσει το χρυσό πολύ εύκολα.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους επένδυσης είναι ότι ο αγοραστής δεν έχει έξοδα φύλαξης ούτε και ζητήματα ασφάλειας κατά τη μεταφορά και μπορεί να ρευστοποιήσει τα πιστοποιητικά πολύ ευκολότερα και αμεσότερα απ' ότι το φυσικό μέταλλο. Το ισχυρότερο μειονέκτημα τους εστιάζεται στο γεγονός ότι το πιστοποιητικό, αν και αντικατοπτρίζει ακριβώς την ποσότητα χρυσού που ανήκει στον κάθε επενδυτή, δεν του δίνει τη δυνατότητα να «αγγίξει» τη περιουσία του (Ο' Callaghan, 1991).

- Παράγωγα Χρηματοοικονομικά Προϊόντα

Τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (ΣΜΕ - Futures), τα προθεσμιακά συμβόλαια (Forwards) και τα δικαιώματα προαίρεσης (Options) πάνω στο χρυσό, γίνονται αντικείμενο διαπραγμάτευσης σε διάφορα χρηματιστήρια παγκοσμίως αλλά και εξωχρηματιστήρια.

Τα ΣΜΕ του χρυσού είναι δεσμευτικές υποχρεώσεις για να κάνει ή να λάβει κάποιος μια παράδοση συγκεκριμένης ποσότητας και καθαρότητας του χρυσού, σε συγκεκριμένη ημερομηνία και σε συμφωνημένη τιμή. Τα Forwards χρυσού είναι παρόμοια με τα ΣΜΕ του χρυσού αλλά σε αυτά δεν προσφέρεται στον επενδυτή μια τυποποιημένη σύμβαση με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζει τον κίνδυνο αθέτησης της συμφωνίας. Τα Options του χρυσού προσφέρουν στον κάτοχο το δικαίωμα, αλλά όχι την υποχρέωση, να αγοράσουν ή να πουλήσουν ένα ορισμένο ποσό χρυσού, σε προκαθορισμένη τιμή, σε μια συμφωνημένη ημερομηνία (Συριόπουλος & Παπαδάμου, 2014 και Ο' Callaghan, 1991).

- Gold Warrants

Είναι συμβόλαια τα οποία ασφαλίζουν την αξία τους σε χρυσό. Ο κάτοχος τους μπορεί να τα χρησιμοποιεί σαν απλά options. Με άλλα λόγια τα warrants τιτλοδοτούν μια συγκεκριμένη ποσότητα χρυσού, την οποία ο κάτοχος τους μπορεί να την πουλήσει

μετά το πέρας ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος το οποίο συνήθως είναι 5 χρόνια. Εκδίδονται, κατά κύριο λόγο, από εταιρίες εξόρυξης χρυσού που θέλουν να προσελκύσουν επενδυτές (O' Callaghan, 1991).

- Λογαριασμοί χρυσού

Αποτελούν τον πιο ασφαλή τρόπο για να επενδύσει κάποιος σε φυσικό χρυσό. Ο χρυσός βρίσκεται αποθηκευμένος σε κάποιο θησαυροφυλάκιο που ανήκει και διοικείται από κάποιο θεματοφύλακα ή έναν αναγνωρισμένο έμπορο πολύτιμων μετάλλων. Οι επενδυτές πληρώνουν ένα ποσό για την αποθήκευση και την ασφάλιση του. Ο έμπορος ή ο θεματοφύλακας μπορούν να διαπραγματεύονται ή να μισθώνουν το χρυσό μόνο εάν υπάρχουν ειδικές οδηγίες από τους ιδιοκτήτες των λογαριασμών.

- Gold Accumulation Plans (GAPs)

Τα μέσα αυτά προσφέρουν την ευκαιρία συμμετοχής σε ένα σχέδιο εξοικονόμησης που αποτελείται από ένα σταθερό χρηματικό ποσό κάθε μήνα που αγοράζει χρυσό κάθε ημέρα διαπραγμάτευσης κατά το μήνα αυτό. Τα εν λόγω σχέδια δεν υπάγονται πριμοδότησης αφού συνήθως χρεώνονται σε μικρές ράβδους ή νομίσματα. Επιπλέον, σε οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της σύμβασης ή όταν ο λογαριασμός έχει κλείσει, ο κάτοχος μπορεί να αποφασίσει να αναλάβει την παράδοση του χρυσού σε μορφή ράβδων ή νομισμάτων ή να πουλήσει το χρυσό και να πάρει μετρητά.

- Sovereign Gold Bond (SGB)

Είναι κρατικές ασφάλειες οι οποίες αντικατοπτρίζουν γραμμάρια χρυσού. Η τιμή πώλησης και αγοράς τους αναθεωρείται από την Κεντρική Τράπεζα της Ινδίας. Θεωρούνται υποκατάστατα του φυσικού χρυσού και η αγοραπωλησία τους γίνεται σε μετρητά και εκδίδονται από την Κεντρική Τράπεζα της Ινδίας. Παρέχουν στους επενδυτές πλήρη προστασία του χρυσού που αγοράζουν χωρίς να έχουν κάποιο πρόσθετο έξοδο αποθήκευσης ή μεταφοράς. Τέλος, αναφέρεται πως η μικρότερη ποσότητα που μπορεί να αγοραστεί είναι 2 γραμμάρια και η μεγαλύτερη 500 γραμμάρια χρυσού. Η αγορά των SGB θεωρείται μια από τις καλύτερες επενδύσεις.²⁴

- Δομημένα προϊόντα

Είναι ομόλογα που συνδέονται με τον χρυσό και επιτρέπουν στους επενδυτές να έχουν έκθεση σε διακυμάνσεις των τιμών του χρυσού, μια απόδοση και μια κύρια προστασία ταυτόχρονα.

²⁴ Πηγή: <https://rbi.org.in/SCRIPTS/FAQView.aspx?Id=109>

Οι έμπειροι επενδυτές γνωρίζουν ότι ο χρυσός και οι σχετικές με αυτόν επενδύσεις μπορούν να είναι ακλόνητες επενδυτικές επιλογές. Ο χρυσός είναι ακλόνητος σε καιρούς παγκόσμιας γεωπολιτικής αστάθειας και όταν υπάρχει οικονομική αβεβαιότητα και υφέσεις. Η σωστή χρήση του χρυσού και των σχετικών επενδύσεων του μπορεί να δημιουργήσει ένα σωστά διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο επενδύσεων.

Αγορές Χρυσού

Οι London Over The Counter (LOTC) και COMEX (αγορά χρυσού της Νέας Υόρκης) είναι οι κυρίαρχες αγορές χρυσού και μέσω αυτών πραγματοποιείται το 85,7% των συνολικών αγοραπωλησιών παγκοσμίως. Παράδοξο αποτελεί το γεγονός ότι ενώ η LOTC αριθμεί το 78% των συναλλαγών και η COMEX το 7,7% τα στοιχεία δείχνουν πως η COMEX συσχετίζεται εντονότερα με την παγκόσμια τιμή του χρυσού σε σύγκριση με το Λονδίνο. Επομένως, η πληροφορία που διαχέεται από την COMEX έχει μεγαλύτερη βαρύτητα στον καθορισμό της τιμής του μετάλλου (Hauptfleisch et al., 2015).

Τα τελευταία χρόνια και οι αγορές της Ασίας αποκτούν αξιοσημείωτα ποσοστά και σημασία, πρωτίστως η αγορά της Σανγκάης και ακολούθως η Tocom (Ιαπωνία) και MCX (Ινδία) (O'Connor, 2015).

3.1.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Ο τρόπος με τον οποίο θα κινηθεί η τιμή του χρυσού εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες. Παρακάτω γίνεται μια αναφορά και σύντομη περιγραφή αυτών των παραγόντων.

Δολάριο ΗΠΑ

Η τιμή του δολαρίου είναι καθοριστικός παράγοντας επιρροής της τιμής του χρυσού. Σε περιόδους που το δολάριο έχει διολισθήσει έναντι άλλων νομισμάτων, η τιμή του χρυσού σημειώνει ιστορικά υψηλά σε συνδυασμό και με την αβέβαιη οικονομική κατάσταση που επικρατούσε.

Οι Carie et al. (2005) σε μια έρευνα τους σχετικά με τις κινητήριες δυνάμεις στις τιμές του χρυσού στην Ινδία, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το αμερικανικό δολάριο και η τιμή του χρυσού κινούνται με αρνητική συσχέτιση και ότι μια εβδομαδιαία αλλαγή στο δολάριο θα δημιουργήσει μια αντίθετη κίνηση στην τιμή του χρυσού. Τα συμπεράσματα αυτά επιβεβαιώνονται και από μια έρευνα του Sindhu (2013), όπου υποδεικνύει και πάλι την αρνητική συσχέτιση των δύο τιμών.

Η αντίστροφη σχέση ανάμεσα στις μεταβολές της τιμής του χρυσού και της τιμής του δολαρίου ΗΠΑ υποδηλώνει την τάση για κερδοσκοπία στην επένδυση του μετάλλου (Levin & Wright, 2006). Η υποτίμηση του δολαρίου και η πιθανότητα μεγαλύτερης απαξίωσης του νομίσματος ενδυναμώνει την επενδυτική ζήτηση για χρυσό. Το αδύναμο δολάριο αυξάνει την ελκυστικότητα του χρυσού για ασφαλείς επενδύσεις (Tully & Lucey, 2006). Επομένως, ο χρυσός είναι ένα αγαθό που χρησιμοποιείται ως αντιστάθμιση έναντι των διακυμάνσεων του δολαρίου (Reboredo & Rivera-Castro, 2014).

Πληθωρισμός

Ο χρυσός θεωρείται ως μέσο εξασφάλισης έναντι του πληθωρισμού. Ο περιορισμός της αγοραστικής δύναμης των εθνικών νομισμάτων λόγω πληθωρισμού, οδηγεί τους επενδυτές στο χρυσό (Ghosh et al., 2004). Μια μεταβολή στο επίπεδο τιμών συνοδεύεται από μια μεταβολή στην τιμή του χρυσού, και μάλιστα οι δυο μεταβολές συσχετίζονται θετικά (Baker & Tassel, 1985).

Στη βραχυχρόνια περίοδο, ο πληθωρισμός των ΗΠΑ και ο παγκόσμιος πληθωρισμός προκαλούν αύξηση στην τιμή του μετάλλου. Η αύξηση, αυτή, εμφανίζεται και στην μακροχρόνια περίοδο (Worthington & Pahlavani, 2007). Η ανάγκη για εύρεση ενός ασφαλούς μέσου αποθήκευσης αξίας, όπως ο χρυσός, καθώς ο παγκόσμιος πληθωρισμός μεγαλώνει, οδηγεί στην αύξηση της ζήτησης του χρυσού.

Επιτόκια

Οι μεταβολές στα επιτόκια ωθούν τους κερδοσκόπους σε προσαρμογή του χαρτοφυλακίου τους. Βάσει της εξίσωσης Fisher, όπου υπογραμμίζει τη διάκριση μεταξύ ονομαστικού και πραγματικού επιτοκίου, το ονομαστικό επιτόκιο είναι το άθροισμα του πληθωρισμού και του πραγματικού επιτοκίου. Συνεπώς, το ονομαστικό επιτόκιο μπορεί να αλλάξει με μία μεταβολή στο επίπεδο του πληθωρισμού, αλλά και με μια μεταβολή στο πραγματικό επιτόκιο. Μια αύξηση στα επιτόκια αυξάνει το κόστος ευκαιρίας παρακράτησης χρυσού και οι επενδυτές στρέφουν το ενδιαφέρον τους σε άλλες μορφές επένδυσης, όπως το δολάριο, οι μετοχές και άλλα περιουσιακά στοιχεία (Koutsoyiannis, 1983).

Η αύξηση στα προσδοκώμενα επιτόκια προκαλεί αρνητική προσαρμογή στην τιμή του χρυσού. Όταν τα πραγματικά επιτόκια αυξάνονται, οι πωλήσεις του πολύτιμου μετάλλου αυξάνονται επίσης, ώστε να αναζητήσουν οι επενδυτές άλλου είδους περιουσιακά στοιχεία που έχουν

μεγαλύτερη αναμενόμενη απόδοση. Επομένως, η τιμή του χρυσού πιέζεται προς τα κάτω (Levin & Wright, 2006).

Μια περίοδος, κατά την οποία επικρατούν αρνητικά επιτόκια, θα πρέπει να είναι εξαιρετικά θετική για το χρυσό, ενώ σε περιόδους θετικών υψηλών επιτοκίων ο χρυσός αποδυναμώνεται και οι επενδυτές αναζητούν άλλα μέσα να διοχετεύσουν τα κεφάλαια τους, όπως τα ομόλογα κ.λπ.

Κεντρικές Τράπεζες

Μεγάλη επιρροή στην τιμή του χρυσού ασκείται από την τάση των Κεντρικών Τραπεζών να αγοράζουν και να πωλούν κάποια ποσότητα του μετάλλου. Η τιμή επηρεάζεται από τις μεταβολές στα αποθέματα που παρατηρούνται από τις Κεντρικές Τράπεζες. Τα αποθέματα αυτά εκφράζουν ένα μέρος των συναλλαγματικών διαθεσίμων των χωρών. Οι μαζικές πωλήσεις αυξάνουν την προσφορά του μετάλλου μειώνοντας παράλληλα την τιμή του (Hillier et al., 2006). Σε μια έρευνα που δημοσιεύθηκε το 1989 από τον Radetzki, διατυπώνεται η άποψη ότι οι κάτοχοι αποθεμάτων αποτελούν τον πιο σημαντικό παράγοντα διαμόρφωσης της τιμής του πολύτιμου μετάλλου.

Σε μία άλλη έρευνα των Chen et al. (2014), η οποία επικεντρώνεται στη συσχέτιση της δραστηριότητας, όσον αφορά το χρυσό, των Κεντρικών Τραπεζών με την αυξανόμενη τιμή που παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια, εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα: α) σε αντίθεση με την επικρατούσα άποψη, τα αποθέματα χρυσού των Κεντρικών Τραπεζών μειώνονται συνεχώς, ιδιαίτερα για τις προηγμένες οικονομίες, β) κατά την ταξινόμηση των Κεντρικών Τραπεζών παγκοσμίως σε διάφορες ομάδες χωρών, διαπιστώνεται ότι οι αναπτυσσόμενες οικονομίες -χώρες του ΟΟΣΑ, χώρες της ομάδας των G8- δεν διαδραμάτισαν σπουδαίο ρόλο στην ανοδική πορεία της τελευταίας δεκαετίας, σε αντίθεση με τις Κεντρικές Τράπεζες των αναδυόμενων βιομηχανικών χωρών και γ) οι αναδυόμενες οικονομίες, λόγω της ταχείας οικονομικής τους ανάπτυξης, χρειάζονται υψηλότερα νομισματικά αποθέματα ως βάση για την έκδοση χρημάτων και η ζήτηση για χρυσό αυξάνεται, έτσι ώστε να διατηρηθεί η ισορροπία στο χαρτοφυλάκιο τους.

Συναλλαγματικές Ισοτιμίες

Οι συναλλαγματικές ισοτιμίες μεταξύ βασικών νομισμάτων, όπως το ευρώ, η λίρα Αγγλίας και το γιεν Ιαπωνίας, παράλληλα με το δολάριο, φαίνεται ότι ασκούν επιρροή στην τιμή του χρυσού. Ειδικότερα, στην μακροχρόνια περίοδο η σχέση μεταξύ των συναλλαγματικών

ισοτιμιών και της τιμής του χρυσού εμφανίζεται πολύ σημαντική (Dooley et al., 1995). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η κατάρρευση του συστήματος σταθερών συναλλαγματικών ισοτιμιών, που οδήγησε στις κυμαινόμενες συναλλαγματικές ισοτιμίες, έχει εντείνει την αστάθεια στην παγκόσμια αγορά χρυσού.

Οι Beckmann et al. (2015) παρουσίασαν μια μελέτη με σκοπό την ανάδειξη της σχέσης του χρυσού με τις συναλλαγματικές ισοτιμίες, με βάση την αυξημένη μεταβλητότητα που παρατηρείται σε αυτές ανά χρονικές περιόδους. Χρησιμοποίησαν τιμές πέντε συναλλαγματικών ισοτιμιών. Τα συμπεράσματα της έρευνας τους έδειξαν πως η σύνδεση του χρυσού και των άλλων δεικτών δεν είναι σταθερή σε βραχυχρόνιο επίπεδο. Ο χρυσός δεν παρουσιάζει συγκεκριμένη μορφή αντίδρασης στις πληροφορίες που επηρεάζουν τις συναλλαγματικές ισοτιμίες από τη στιγμή της ανακοίνωσής τους και μετά. Μια απότομη πτώση στις συναλλαγματικές ισοτιμίες την πρώτη μέρα επιδρά αρνητικά στην τιμή του χρυσού, συνεπώς η συσχέτιση τους είναι θετική. Δύο μέρες μετά, η συσχέτιση γίνεται αρνητική, γεγονός που δείχνει ότι η θέση του χρυσού ισχυροποιείται από την πτώση των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Επιπλέον, τα στοιχεία της έρευνας αποδεικνύουν τη λειτουργία του χρυσού ως αντισταθμιστή, λαμβάνοντας υπόψη την αρνητική συσχέτιση του μετάλλου με την αυξημένη μεταβλητότητα των άλλων δεικτών.

Άλλη μια έρευνα των Papadamou & Markopoulos (2014) μεταξύ των συμπερασμάτων στα οποία καταλήγει, αναφέρει πως ο χρυσός αποτελεί ασφαλές καταφύγιο για τους επενδυτές σε απότομες πτωτικές διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών. Επιπρόσθετα, ο Joy (2011) στην έρευνά του παρουσιάζει τη διαπίστωση πως ο χρυσός αποτελεί ένα προϊόν που λειτουργεί περισσότερο ως αντισταθμιστής παρά ως ασφαλές καταφύγιο.

Συνοψίζοντας, η τιμή του χρυσού παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τους δείκτες των συναλλαγματικών ισοτιμιών, αφού είτε σαν αντισταθμιστής είτε σαν ασφαλές καταφύγιο, αντιδρά θετικά στις διαταραχές των νομισματικών τιμών.

Τιμή του πετρελαίου

Η τιμή του πετρελαίου εμφάνιζε μακροχρόνια συσχέτιση με την τιμή του χρυσού στο παρελθόν. Όπως είναι γνωστό, η τιμή του πετρελαίου επηρεάζει τα έσοδα των χωρών του ΟΠΕΚ και τον πληθωρισμό των χωρών που είναι εξαρτημένες από την εισαγωγή πετρελαίου. Οπότε, η αύξηση της τιμής του πετρελαίου επηρεάζει τον πληθωρισμό των χωρών και κατ' επέκταση οδηγεί σε αύξηση της ζήτησης για το χρυσό (Koutsoyiannis, 1983). Πιο πρόσφατες έρευνες, όμως, δείχνουν ότι δεν υπάρχει σταθερή συσχέτιση μεταξύ της τιμής του χρυσού και

της τιμής του πετρελαίου. Υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες οι δύο τιμές κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση, αλλά υπάρχουν και άλλες κατά τις οποίες κινούνται σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Τον περισσότερο χρόνο όμως δεν διαπιστώνεται καμία σταθερή σχέση (World Gold Council, 2011). Επιπροσθέτως, η έρευνα των Sari et al. (2010) υποδεικνύει πως η σχέση μεταξύ πετρελαίου και χρυσού είναι αδύναμη και ασύμμετρη. Οι αποδόσεις του χρυσού συνδέονται μερικώς με τις αποδόσεις του πετρελαίου, καθώς το πετρέλαιο εμφανίζει μεγαλύτερη αστάθεια από το πολύτιμο μέταλλο.

Σε μια έρευνα των Narayan et al. (2010) βρέθηκε ότι τιμές του χρυσού και του πετρελαίου με τα futures που έχουν δεκάμηνη ωρίμανση έχουν ενδείξεις συνολοκλήρωσης, δηλαδή απ' τη μία οι επενδυτές χρησιμοποιούν την αγορά χρυσού ως εξασφάλιση έναντι του πληθωρισμού και απ' την άλλη η αγορά πετρελαίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη τιμών χρυσού και το αντίστροφο. Οι δύο αυτές αγορές είναι αναποτελεσματικές από κοινού. Όταν, λοιπόν, οι τιμές του πετρελαίου αυξάνονται δημιουργούν πληθωριστικές πιέσεις, οι οποίες κινούν τις επενδύσεις προς το χρυσό ως αντισταθμιστικό παράγοντα πληθωρισμού.

Οι Le & Chang (2011) εξετάζουν, επίσης, μια πιθανή σύνδεση μεταξύ των τιμών των δύο αυτών αγαθών. Η έρευνα τους βασίστηκε σε τιμές από τον Ιανουάριο του 1986 έως τον Απρίλιο του 2011 και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν είναι τα εξής: α) υπάρχει μακροχρόνια σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ των δεικτών του πετρελαίου, του χρυσού και του πληθωρισμού, β) διατυπώνεται μία πιθανή ύπαρξη μοτίβου μεταξύ της τιμής του πετρελαίου και του χρυσού, το οποίο παρουσιάζει ότι μια μεγάλη αύξηση στην τιμή του πετρελαίου επηρεάζει αποτελεσματικότερα την τιμή του μετάλλου όταν ακολουθείται από μια ελαφρώς ανοδική πορεία στην τιμή του πετρελαίου και γ) μια μεταβολή στην τιμή του πετρελαίου αιτιάζει γραμμικά την τιμή του χρυσού, συνεπώς, ο δείκτης τιμών του πετρελαίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην πρόβλεψη των τιμών του χρυσού.

Τιμή του αργύρου

Θεωρητικά, η τιμή του χρυσού επηρεάζεται από την τιμή του αργύρου, καθώς τα δύο μέταλλα είναι μεταξύ τους υποκατάστατα στην αγορά πολύτιμων μετάλλων και αποτελούν εναλλακτικές επενδυτικές επιλογές. Μια αύξηση στην τιμή του αργύρου μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης του χρυσού και αντιστρόφως, αφού το ασήμι είναι το πιο στενό υποκατάστατο σαν κερδοσκοπική επένδυση στην αγορά πολύτιμων μετάλλων (Koutsoyiannis, 1983).

Οι Papadamou & Markopoulos (2014) συμπεραίνουν στην έρευνα τους ότι τα δύο πολύτιμα μέταλλα παρουσιάζουν ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ τους, υποδεικνύοντας την παρόμοια συμπεριφορά τους, ιδιαίτερα σε οικονομικά σοκ. Άλλες έρευνες, όπως των Tully & Lucey (2006) και Sari et al. (2010), υπογραμμίζουν πως υπάρχουν ενδείξεις για μακροχρόνια και βραχυχρόνια σχέση ισορροπίας στην αγορά πολύτιμων μετάλλων, η οποία ανάλογα με την εξεταζόμενη περίοδο είναι ισχυρή ή αδύναμη. Γενικότερα, η απόδοση του χρυσού συσχετίζεται με τις αποδόσεις του αργύρου και σε μικρότερο βαθμό και με τα υπόλοιπα πολύτιμα μέταλλα.

Οικονομικό στρες / Financial stress

Το οικονομικό στρες έχει παρατηρηθεί ότι επηρεάζει την τιμή του χρυσού. Σε περιόδους που επικρατούν συνθήκες πίεσης και η οικονομία είναι ευάλωτη η τιμή του μετάλλου τείνει να αυξάνεται. Στις εν λόγω περιόδους παρατηρούνται σημαντικές πτώσεις της αξίας επενδυτικών προϊόντων και οι επενδυτές οδηγούνται στην αναζήτηση πιο σταθερών επενδυτικών μέσων, ώστε να διαφυλάξουν το χαρτοφυλάκιο τους. Ο χρυσός είναι ένα από αυτά τα μέσα, με αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής του. Στο ίδιο σημείο οδηγούν οι φόβοι πιστωτικών γεγονότων, καθώς και ο φόβος της κατάρρευσης του ευρύτερου χρηματοπιστωτικού συστήματος. Επιπλέον, η ανάγκη για ρευστότητα σε περιβάλλον αβεβαιότητας οδηγεί τους επενδυτές στη προσθήκη του χρυσού στο χαρτοφυλάκιο τους, ως ασφαλέστερο μέσο, γεγονός που αποφέρει και πάλι άνοδο της τιμής του μετάλλου.

Ένα μέτρο του οικονομικού στρες αποτελεί η διαφορά αποδόσεων ομολόγων υψηλής πιστοληπτικής διαβάθμισης (AAA) και χαμηλής πιστοληπτικής διαβάθμισης (BBB).

Τελευταία η τιμή του χρυσού ενισχύεται, λόγω της οικονομικής κρίσης, καθιστώντας τον, ως ασφαλές επενδυτικό μέσο.

Πολιτική Αστάθεια

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και από την ιστορική αναδρομή της τιμής του χρυσού που έγινε παραπάνω, η ζήτηση και η τιμή του χρυσού αυξάνονται σε περιόδους πολιτικών κρίσεων, αβεβαιότητας, αναταραχών και γεωπολιτικών αλλαγών. Ο χρυσός θεωρείται ότι αποτελεί αντισταθμιστικό παράγοντα απέναντι στην πολιτική αστάθεια. Γεγονότα που εντείνουν την πολιτική αστάθεια μπορεί να οδηγήσουν σε αποσταθεροποίηση της προσφοράς πετρελαίου με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί υπερβάλλουσα ζήτηση για το πολύτιμο μέταλλο (Levin & Wright, 2006).

Οικονομία των ΗΠΑ

Η τιμή του χρυσού είναι παγκοσμίως εκφρασμένη σε δολάρια Αμερικής, ενώ παράλληλα τα συναλλαγματικά διαθέσιμα των ΗΠΑ αποτελούν πολύ σημαντικό μέρος της διεθνούς ρευστότητας. Το πετρέλαιο εμπορεύεται, επίσης, σε δολάρια ΗΠΑ. Η αύξηση των τιμών του πετρελαίου από τον ΟΠΕΚ, στις αρχές της δεκαετίας του '70 ενίσχυσε τα έσοδα των χωρών μελών του οργανισμού, οι οποίες αποτελούν ταυτόχρονα τους βασικούς συμμετέχοντες της αγοράς χρυσού, επηρεάζοντας την τιμή του μετάλλου άμεσα. Συνεπώς, η τιμή του χρυσού τις τελευταίες δεκαετίες είναι άμεσα συνδεδεμένη κυρίως με την κατάσταση της οικονομίας των ΗΠΑ και λιγότερο με τις συνθήκες των παγκόσμιων οικονομιών (Koutsoyiannis, 1983).

Χρηματιστηριακές Αγορές

Από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες διαμόρφωσης της τιμής του χρυσού είναι οι τιμές των μετοχών και των υπολοίπων κερδοσκοπικών χρηματοοικονομικών μέσων. Σε καθοδικές χρηματιστηριακές αγορές η επένδυση σε χρυσό γίνεται πιο ελκυστική με αποτέλεσμα η ζήτηση και η τιμή του πολύτιμου μετάλλου να αυξάνεται, σε αντίθεση σε ανοδικές αγορές οι επενδυτές στρέφουν το επενδυτικό ενδιαφέρον τους στις μετοχές κ.λπ. (Koutsoyiannis, 1983). Η απόδοση του χρυσού αντιδρά θετικά στα αρνητικά σοκ της οικονομίας σε περιόδους αβεβαιότητας και συνεπώς, το πολύτιμο αυτό μέταλλο, σε περιόδους παγκοσμίων κρίσεων και αυξημένου πιστωτικού κινδύνου αποτελεί καταφύγιο για πολλές αγορές μετοχών (Baur & Lucey, 2010).

Ανακοινώσεις Οικονομικών Μεγεθών και Μεταβολές του Παγκόσμιου Εισοδήματος

Τα οικονομικά μεγέθη, τα οποία με την ανακοίνωσή τους, προκαλούν μεταβολή της τιμής του χρυσού είναι ο δείκτης τιμών καταναλωτή, το δημόσιο έλλειμμα, ο δείκτης ανεργίας, τα επιτόκια ομολόγων, το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν και ο δείκτης τιμών παραγωγού. Οι ανακοινώσεις αυτές, βοηθούν τους επενδυτές να διαχειριστούν καλύτερα τους κινδύνους της αγοράς, εκτιμώντας της πορεία της οικονομίας και το επίπεδο τιμών (Christie-David et al., 2000).

Οι μεταβολές στο παγκόσμιο εισόδημα επηρεάζουν την ζήτηση και την τιμή του μετάλλου, καθώς μια αύξηση στο παγκόσμιο εισόδημα, βελτιώνει την ευημερία και οδηγεί σε αύξηση της ζήτησης και της τιμής του (Levin & Wright, 2006).

3.2 ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗ ΧΡΥΣΟΥ

Οι παραπάνω καθοριστικοί παράγοντες της τιμής του χρυσού αναφέρονται κυρίως στη μακροπρόθεσμη επιρροή του. Η βραχυπρόθεσμη τιμή του χρυσού καθορίζεται από την προσφορά και τη ζήτηση για χρυσό.

3.2.1 ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΧΡΥΣΟΥ

Η προσφορά του χρυσού προκύπτει από τέσσερις βασικές κατηγορίες:

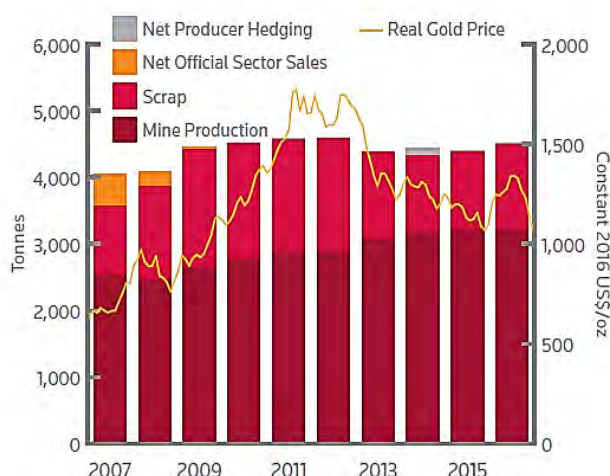
- Την εξόρυξη του
- Την ανακύκλωση του
- Τις πωλήσεις της Κεντρικής Τράπεζας
- Τον καθαρό αντισταθμιστικό παράγοντα ²⁰

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η διάρθρωση της προσφοράς του χρυσού, από το 2007 – 2016. Η παραγωγή ορυχείων (Mine Production) ιστορικά αποτελεί το 60 – 70% της συνολικής προσφοράς, η ανακύκλωση του χρυσού ή αλλιώς τα χρησιμοποιούμενα τεμάχια χρυσού (Scrap) αποτελεί το 25 – 45%, ενώ με μικρά ποσοστά συμβάλουν στην προσφορά και οι πωλήσεις των Κεντρικών Τραπεζών (Net Official Sector Sales), αλλά και ο καθαρός αντισταθμιστικός παράγοντας²⁵ (Net Producer Hedging).

²⁵ Ο καθαρός αντισταθμιστικός παράγοντας δημιουργεί αυξανόμενη προσφορά στην αγορά, επιταχύνοντας το χρονοδιάγραμμα της πώλησης χρυσού. Μια επιχείρηση εξόρυξης που επιθυμεί να προστατευθεί από τον κίνδυνο μείωσης της τιμής του χρυσού μπορεί να επιλέξει να πωλήσει κάποια ή όλη την αναμενόμενη παραγωγή της για παράδοση σε μελλοντική ημερομηνία. Ένας πωλητής χρυσού που δέχεται μια τέτοια συναλλαγή θα το χρηματοδοτήσει δανείζοντας μια ισοδύναμη ποσότητα χρυσού (συνήθως από μια κεντρική τράπεζα), η οποία πωλείται αμέσως στην αγορά. Ο έμπορος χρυσού επενδύει έπειτα τα έσοδα από την πώληση χρυσού και χρησιμοποιεί την απόδοση αυτών των επενδύσεων για να πληρώσει στην εταιρεία εξόρυξης χρυσού το contango (δηλαδή το ασφάλιστρο που είναι διαθέσιμο στο χρυσό για μελλοντική παράδοση). Όταν η μεταλλευτική εταιρεία παραδίδει το χρυσό που έχει συνάψει για να πουλήσει στον έμπορο χρυσού, ο έμπορος επιστρέφει το χρυσό στην κεντρική τράπεζα που το δανείζει ή μετακινεί το δάνειο προς τα εμπρός για να χρηματοδοτήσει παρόμοιες συναλλαγές στο μέλλον. Ενώ με την πάροδο του χρόνου οι συναλλαγές αντιστάθμισης κινδύνου δεν συνεπάγονται καθαρή αύξηση της προσφοράς χρυσού στην αγορά, επιταχύνουν το χρονοδιάγραμμα της πώλησης του χρυσού, γεγονός που έχει αντίκτυπο στην ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης την εποχή εκείνη. Από το 2000, σημειώθηκε ετήσια καθαρή μείωση του όγκου των εκκρεμών αντισταθμιστικών αποδόσεων των παραγωγών που έχουν μειώσει την προσφορά τους.

Πηγή: [http://www.wikinvest.com/stock/SPDR_Gold_Trust_\(GLD\)/Net_Producer_Hedging](http://www.wikinvest.com/stock/SPDR_Gold_Trust_(GLD)/Net_Producer_Hedging)

Σχήμα 3.3: Παγκόσμια Προσφορά Χρυσού (2007 – 2016)



Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, 2016

Προσφορά χρυσού το 2016

- Η παγκόσμια παραγωγή χρυσού παρουσίασε ένα μέτριο κέρδος 14 τόνων ή 0,4% το 2016 και η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφτασε τους 3.222 τόνους για το έτος αυτό, όπου αποτελεί την υψηλότερη παραγωγή χρυσού όλων των εποχών. Η αύξηση αυτή ήταν αντίθετη στις προσδοκίες για το 2016, αφού υπήρχε η άποψη ότι θα ήταν η χρονιά με την πρώτη πτώση παραγωγής από το 2008. Παρ' όλα αυτά, η επιβράδυνση του ετήσιου ρυθμού παραγωγής επιβεβαιώνει την άποψη ότι η προσφορά χρυσού φτάνει σε ένα σημείο καμπής, αν και αργότερα απ' ό τι αναμενόταν.
- Το κόστος παραγωγής μειώθηκε το 2016 κατά 2%, αλλά με βραδύτερο ρυθμό σε σχέση με τα προηγούμενα έτη.
- Ο καθαρός αντισταθμιστικός παράγοντας παρέμεινε στην πλευρά της προσφοράς της αγοράς για τρίτη συνεχόμενη χρονιά, με καθαρή αντιστάθμιση 21 τόνων.
- Η ανακυκλωμένη ποσότητα χρυσού αυξήθηκε κατά 8% το 2016 και έφτασε τους 1.268 τόνους, καθώς οι υψηλότερες τιμές του χρυσού ενθάρρυναν τη λήψη κερδών μέσω της ανακύκλωσης του. Οι υψηλές τιμές του μετάλλου δημιουργούν ένα περιβάλλον στο οποίο ευημερεί η ανακύκλωση του χρυσού (GFMS Gold Survey 2017).

Προσφορά χρυσού το 2017

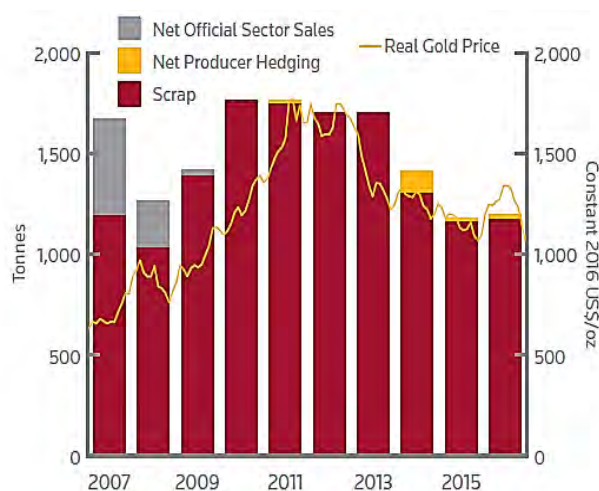
- Το 2017, η παγκόσμια παραγωγή χρυσού παρουσίασε ένα πολύ μικρό ποσοστό αύξησης, φτάνοντας σε νέο ρεκόρ παραγωγής. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και για το 2016, ο ρυθμός αύξησης έχει πέσει αισθητά. Η παραγωγή χρυσού στην Κίνα, την

μεγαλύτερη πηγή εξόρυξης, μειώθηκε κατά 9%, που αποτελεί τη μεγαλύτερη πτώση της παραγωγής ορυχείων της Κίνας από τότε που ξεκίνησαν οι εργασίες το 1980. Ο κύριος λόγος είναι οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί.

- Η συνολική καθαρή αποεπένδυση ανήλθε στους 30,4 τόνους, τελειώνοντας τα τρία συνεχή έτη καθαρής αντιστάθμισης.
- Η ανακύκλωση μειώθηκε κατά 10% αυτό το έτος.
- Η σχετικά χαμηλή απόδοση του χρυσού σε Ευρώ, Ρουπίες και Γουάν, σε συνδυασμό με τις πολιτικές εντάσεις στη Μέση Ανατολή ενθάρρυνε τους επενδυτές να κρατήσουν χρυσό αντί να τον πουλήσουν.
- Συνολικά η προσφορά παρουσίασε πτώση 4% συγκριτικά με το 2016 (World Gold Council – annual review, 2017).

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα οι αυξομειώσεις της τιμής έχουν αντίκτυπο και στην προσφορά του χρυσού μέσω ανακύκλωσης του.

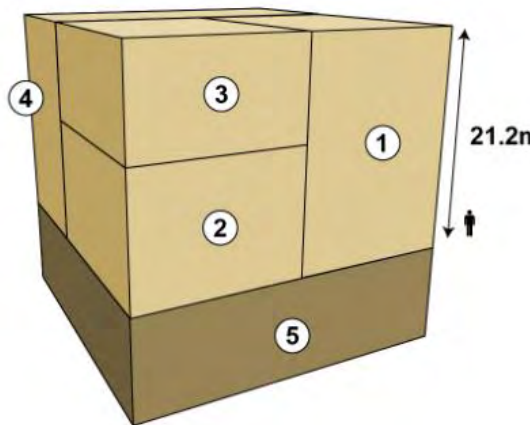
Σχήμα 3.4: Παγκόσμια Προσφορά Χρυσού χωρίς την ποσότητα εξόρυξης



Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, 2016

Πόσος χρυσός παραμένει ώστε να εξορυχθεί

Οι καλύτερες τρέχουσες εκτιμήσεις δείχνουν ότι περίπου 187.200 τόνοι χρυσού έχουν εξορυχθεί σε όλη την ιστορία, εκ των οποίων περίπου τα 2/3 εξορύχθηκαν από το 1950 και μετά. Ο χρυσός είναι άφθαρτος, κάτι που σημαίνει ότι σχεδόν όλο το μέταλλο είναι ακόμα στην επιφάνεια της γης σε διάφορες μορφές. Εάν κάθε ουγγιά αυτού του χρυσού τοποθετηθεί δίπλα-δίπλα, θα προκύψει ένας κύβος καθαρού χρυσού πλευράς 21 μέτρων.



1. Κοσμήματα: 87.200 τόνοι, 47,6%
2. Ιδιωτική Επένδυση: 40.000 τόνοι, 21,4%
3. Επίσημος Τομέας (Κεντρικές Τράπεζες και άλλοι οργανισμοί): 31.500 τόνοι, 16,8%
4. Άλλα: 26.500 τόνοι, 14,2%
5. Κάτω από το έδαφος: 57.000 τόνοι

Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, US Geological Survey, World Gold Council

Κάθε χρόνο, η παγκόσμια εξόρυξη χρυσού προσθέτει περίπου 2.500 – 3.000 τόνους στο συνολικό απόθεμα χρυσού πάνω από το έδαφος. Ενώ η παραγωγή χρυσού έχει δείξει ανοδική τάση τα τελευταία χρόνια, τα επόμενα χρόνια είναι πιθανό να υπάρξει μια αντίθετη πορεία.

Η ακριβής εκτίμηση της ποσότητας του χρυσού που βρίσκεται ακόμα κάτω από το έδαφος δεν είναι εύκολη υπόθεση και αυτή η εκτίμηση θα έχει επίπτωση σε διάφορους παράγοντες (World Gold Council, 2017).

3.2.2 ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

Οι Levin & Wright (2006), προσδιόρισαν ότι όσον αφορά την ζήτηση χρυσού υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη, αφορά την ζήτηση για χρήση σε κοσμήματα, ηλεκτρικές συσκευές κ.τ.λ. και η δεύτερη, αφορά τη ζήτηση για περιουσιακά στοιχεία σαν μια μορφή επένδυσης, η οποία βασίζεται σε έναν αριθμό παραγόντων, όπως η προσδοκώμενη τιμή συναλλάγματος του δολαρίου, ο αναμενόμενος πληθωρισμός, τα έσοδα από άλλα περιουσιακά στοιχεία κ.α.

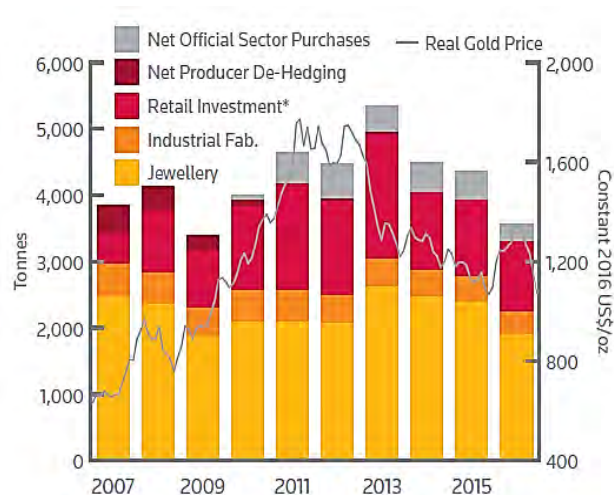
Σύμφωνα με τους O' Connor et al. (2015), οι κεντρικές τράπεζες έχουν μετατραπεί σε καθαρούς αγοραστές χρυσού από το 2010 και μετά, αποτελώντας έτσι άλλη μια κατηγορία στην ζήτηση του μετάλλου. Συνήθως, διατηρούν αποθέματα σε χρυσό αλλά καθότι δεν προσφέρει αποδόσεις, όπως ένα ομόλογο ή μια μετοχή, προτιμούν να κατέχουν τέτοια προϊόντα στα χαρτοφυλάκιά τους. Αν αποφασίσουν να αυξήσουν τα αποθέματα τους σε χρυσό θα προκαλέσουν αύξηση της ζήτησης άρα και άνοδο της τιμής του. Η κίνηση των τραπεζών δείχνει πως ο χρυσός ακόμη και σήμερα συνεχίζει να θεωρείται ένα νομισματικό προϊόν το οποίο μπορεί να στηρίζει τις Κεντρικές Τράπεζες σε περιόδους κρίσης.

Ο χρυσός είναι ένα αγαθό με συναισθηματική, πολιτισμική και οικονομική αξία, η οποία στηρίζει τη ζήτηση που υπήρχε γι' αυτόν ανέκαθεν. Σύμφωνα και με τα παραπάνω, οι κατηγορίες στις οποίες θα μπορούσε να χωριστεί η ζήτηση για το χρυσό είναι:

- Η ζήτηση για την κατασκευή κοσμημάτων
- Η ζήτηση για επενδυτικούς σκοπούς
- Ο καθαρός παράγοντας αποεπένδυσης
- Οι αγορές των Κεντρικών Τραπεζών
- Η ζήτηση για τεχνολογική χρήση

Το μεγαλύτερο μέρος της ζήτησης οφείλεται στην παραγωγή κοσμημάτων και κυρίως από ασιατικές χώρες με την Ινδία και την Κίνα να αντιπροσωπεύουν το 60% της συνολικής παγκόσμιας ζήτησης, καθώς στην Ανατολική Ασία, την Ινδία και τη Μέση Ανατολή, ο χρυσός έχει ισχυρή πολιτιστική έννοια. Η δεύτερη μεγαλύτερη κατηγορία ζήτησης προέρχεται από τους επενδυτικούς σκοπούς, ενώ η τρίτη μεγαλύτερη κατηγορία αφορά τη ζήτηση του χρυσού για τεχνολογικούς σκοπούς. Άλλη μια κατηγορία αποτελούν και οι αγορές των Κεντρικών Τραπεζών, όπου μετά την πτώση του χρυσού κανόνα, έχει μειωθεί το ποσοστό του, καθώς το ενδιαφέρον των Κεντρικών Τραπεζών δεν είναι πια τόσο μεγάλο. Πέμπτη κατηγορία αποτελεί ο καθαρός παράγοντας αποεπένδυσης, όπου από το 2010 και μετά είναι σε ελάχιστο ποσοστό.

Σχήμα 3.5: Παγκόσμια Ζήτηση Χρυσού (2007 – 2016)



Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, 2016

Ζήτηση χρυσού το 2016

- Η συνολική ζήτηση μειώθηκε για τρίτη συνεχόμενη χρονιά, κατά 18% το 2016, φτάνοντας στο χαμηλότερο σημείο μετά το 2009. Ο κύριος λόγος της πτώσης ήταν η μείωση της κατασκευής κοσμημάτων.
- Η ζήτηση για την κατασκευή κοσμημάτων μειώθηκε κατά 21% και έφτασε τους 1.892 τόνους. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη μεγάλη πτώση της ζήτησης κατασκευής κοσμημάτων στην Ινδία, η οποία υποχώρησε κατά 38% λόγω της εισαγωγής ειδικού φόρου κατανάλωσης για την κατασκευή κοσμημάτων και την αποδέσμευση από τους λιανοπωλητές. Πτώση της ζήτησης σημειώθηκε και στη Κίνα κατά 17%, εξαιτίας των υψηλότερων τιμών του χρυσού, του αδύναμου καταναλωτικού κλίματος και της στροφής προς τα κοσμήματα λιγότερων καταναλωτών, αλλά και σε άλλες χώρες της Ασίας.
- Η βιομηχανική ζήτηση υποχώρησε κατά 3,2% το 2016. Πτώση υπήρξε στη ζήτηση για χρησιμοποίηση στις ηλεκτρονικές συσκευές, στις οδοντιατρικές εφαρμογές και σε άλλες βιομηχανικές και διακοσμητικές εφαρμογές κατά 2%, 5% και 7% αντίστοιχα.
- Το 2016 ήταν το έβδομο έτος, όπου οι αγορές από τις Κεντρικές Τράπεζες συμβάλουν στην αύξηση της ζήτησης με ένα μεγάλο ποσοστό. Ωστόσο, σημειώθηκε πτώση σε σχέση με το 2015. Η χώρα με τη μεγαλύτερη συμμετοχή σε αυτές τις αγορές ήταν η Ρωσία.
- Η συνολική επενδυτική ζήτηση, η οποία περιλαμβάνει τις φυσικές επενδύσεις σε ράβδους και κέρματα, καθώς και τα ETFs έφτασε σε ποσοστό αύξησης 52% το 2016. Ο βασικός λόγος ήταν ο φόβος των πολιτικών και οικονομικών εξελίξεων (GFMS Gold Survey 2017).

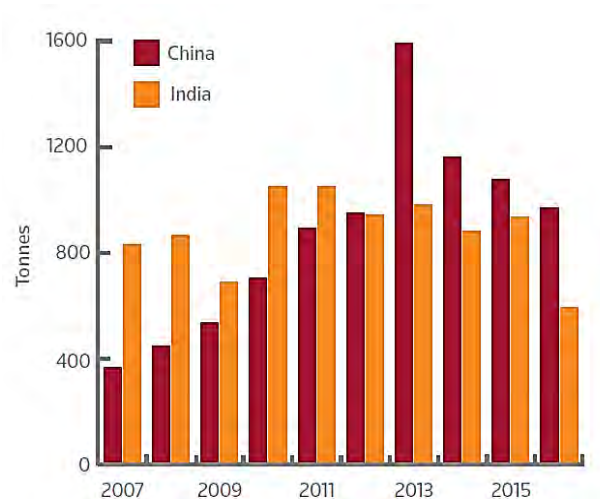
Ζήτηση χρυσού το 2017

- Η συνολική ζήτηση το έτος αυτό υποχώρησε στο χαμηλότερο επίπεδο από το 2009. Οι επενδύσεις και η ζήτηση των Κεντρικών Τραπεζών αντιπροσώπευαν το μεγαλύτερο μέρος της πτώσης.
- Η ζήτηση για κοσμήματα ανέκαμψε με ποσοστιαία αύξηση 4% από την χαμηλότερη τιμή των τελευταίων επτά ετών που είχε το 2016. Η οικονομική επέκταση και ο αυξανόμενος πλούτος των νοικοκυριών βοήθησαν τη ζήτηση κοσμημάτων στην Κίνα, την Ινδία και τις ΗΠΑ, όπου αποτελούν τις τρεις μεγαλύτερες αγορές κοσμημάτων στον κόσμο.
- Η ζήτηση για τεχνολογικούς σκοπούς αυξήθηκε για πρώτη φορά από το 2010, καθώς τα προηγμένα χαρακτηριστικά των smartphones αύξησαν τη ζήτηση για ημιαγωγούς.

- Η ζήτηση για μπάρες και κέρματα χρυσού μειώθηκε κατά 2% και ο λόγος ήταν, κυρίως, η αδυναμία της αμερικανικής αγοράς, όπου η ζήτηση έπεσε στο χαμηλότερο επίπεδο από το 2007, ενώ η ζήτηση για τα ETFs χρυσού μειώθηκε ποσοστιαία κατά 63% αν και οι θεσμικοί επενδυτές συνέχισαν να προσθέτουν κεφαλαία σε ETFs χρυσού.
- Οι συνολικές αγορές από τις Κεντρικές Τράπεζες ήταν κατά 5% χαμηλότερες από το προηγούμενο έτος, παρόλο που συνέχισαν να προσθέτουν χρυσό στα αποθέματα τους (World Gold Council – annual review, 2017)

Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 3.6) φαίνεται η συγκριτική απεικόνιση των δυο χωρών (Κίνα και Ινδία) με τη μεγαλύτερη κατανάλωση χρυσού. Η κατανάλωση περιλαμβάνει τη ζήτηση για κοσμήματα, τη βιομηχανική ζήτηση και τη ζήτηση για επενδυτικούς σκοπούς.

Σχήμα 3.6: Κατανάλωση Χρυσού από Κίνα και Ινδία (2007 – 2016)



Πηγή: GFMS, Thomson Reuters, 2016

3.2.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΤΡΑΠΕΖΩΝ

Οι Κεντρικές Τράπεζες των χωρών και οργανισμοί, όπως το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο, παρακρατούν στα θησαυροφυλάκια τους μεγάλες ποσότητες χρυσού. Η ποσότητα αυτή, που υπολογίζεται περίπου σε 32.000 τόνους, αποτελεί περίπου το 1/5 των υπέργειων αποθεμάτων και εξυπηρετεί τις ανάγκες των χωρών για συναλλαγματικά διαθέσιμα. Κατά μέσο όρο, οι κυβερνήσεις παρακρατούν το 10% των επίσημων συναλλαγματικών διαθεσίμων σε χρυσό, παρόλο που η αναλογία ποικίλει από χώρα σε χώρα (World Gold Council, 2017).

Τα αποθέματα χρυσού των χωρών ήταν σχεδόν σταθερά για την περίοδο από το 1980 έως το 1991. Για την εν λόγω περίοδο χώρες όπως το Βέλγιο, ο Καναδάς και η Ολλανδία πούλησαν αξιοσημείωτες ποσότητες του πολύτιμου μετάλλου, οι οποίες όμως εξισορροπήθηκαν από τις

αγορές άλλων χωρών. Από το 1992 τα αποθέματα των χωρών παρουσίασαν σημαντική μείωση αφού πολλές χώρες ήταν πρόθυμες να πουλήσουν τα αποθέματα τους. Συγκεκριμένα, η Ολλανδία πούλησε το 1993 περίπου 400 τόνους, ενώ το 1997 πούλησε επιπλέον 300 τόνους μειώνοντας τα αποθέματα της κατά 40% στη δεκαετία του '90. Η Αυστραλία πούλησε μέχρι το 1997 167 τόνους που αντιστοιχούσαν στα 2/3 των αποθεμάτων της. Άλλες χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και η Ελβετία προχώρησαν επίσης σε πωλήσεις σημαντικών ποσοτήτων των αποθεμάτων τους. Η τάση αύξησης των πωλήσεων των αποθεμάτων από Κεντρικές Τράπεζες και οργανισμούς οδήγησε σε πίεση της τιμής του μετάλλου (Cai et al., 2001).

Το 1998 η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα πήρε την απόφαση να παρακρατά το 15% των συναλλαγματικών διαθεσίμων της σε χρυσό. Οι βιομηχανικές χώρες κρατούν, συνήθως, το 1/3 των συναλλαγματικών διαθεσίμων τους σε χρυσό. Οι ΗΠΑ παρακρατούν το 1/2 των συναλλαγματικών διαθεσίμων τους. Για τον περιορισμό των πωλήσεων αποφασίστηκε το 1999 η «Συμφωνία Χρυσού Κεντρικών Τραπεζών» (Washington Agreement on Gold) μεταξύ 15 Κεντρικών Τραπεζών, βάσει της οποίας οι ετήσιες πωλήσεις του μετάλλου από τις Κεντρικές Τράπεζες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 400 τόνους για τα επόμενα 5 έτη (Young, 2000).

Η περίοδος αυξημένων πωλήσεων του μετάλλου από μέρους των Κεντρικών Τραπεζών ολοκληρώθηκε το 2009, καθώς το ξέσπασμα της πρόσφατης χρηματοπιστωτικής κρίσης οδήγησε τις μεγαλύτερες Κεντρικές Τράπεζες σε αλλαγή της στρατηγικής τους. Οι Κεντρικές Τράπεζες των Ευρωπαϊκών χωρών έχουν εξελιχθεί σε αγοραστές χρυσού, ύστερα από αρκετά χρόνια που απείχαν από αυτή τη δραστηριότητα. Αυτό από μόνο του αποτελεί ένδειξη του τρόπου με τον οποίο η υφιστάμενη κρίση χρέους και η αναταραχή στις χρηματαγορές τροφοδοτεί αναδιατάξεις στην αγορά χρυσού. Σηματοδοτείται αναστροφή στην πάγια τακτική των Κεντρικών Τραπεζών να πωλούν χρυσό, κάτι που από μόνο του δύναται να αποτελέσει βαρύνοντα παράγοντα για τη διαμόρφωση της τιμής του μετάλλου. Το 2011, οι Κεντρικές Τράπεζες σε παγκόσμιο επίπεδο αγόρασαν χρυσό στις μεγαλύτερες ποσότητες από τη χρονιά κατάργησης της συνθήκης Bretton Woods το 1972 (World Gold Council, 2012).

Το γεγονός ότι οι Κεντρικές Τράπεζες διατηρούν τόσο μεγάλα αποθέματα, προσθέτει έναν παράγοντα αβεβαιότητας στην τιμή του μετάλλου. Πιθανή απόφαση μαζικής πώλησης αποθεμάτων χρυσού από τις Κεντρικές Τράπεζες, θα επιφέρει σημαντική πτώση στην τιμή του, με τρόπο που δεν μπορεί να προβλεφθεί (World Gold Council, 2012).

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι 20 χώρες με τα μεγαλύτερα αποθέματα χρυσού στις Κεντρικές τους Τράπεζες, όπως καταγράφηκαν τον Δεκέμβριο του 2017. Οι ΗΠΑ είναι η

χώρα με το μεγαλύτερο απόθεμα χρυσού, το οποίο ανέρχεται στους 8.133,5 τόνους. Ακολουθεί η Γερμανία, όπου κατέχει λιγότερο από το μισό των αποθεμάτων των ΗΠΑ, δηλαδή 3.374,1 τόνους. Στις επόμενες θέσεις είναι η Ιταλία και η Γαλλία, όπου τα αποθέματα σε χρυσό είναι λιγότερα από το 1/3 του χρυσού που κατέχει η πρώτη χώρα. Η Κίνα κατέλαβε την πέμπτη θέση των χωρών για την ποσότητα του χρυσού που διαθέτει στο αποθεματικό των Κεντρικών Τραπεζών, αλλά στην Κίνα εξάγεται περισσότερος χρυσός από οποιαδήποτε άλλη χώρα στον κόσμο²⁶.

Το Διεθνές Νομισματικό Ταμείο βρίσκεται στην Τρίτη θέση της συνολικής κατάταξης με 2.814 τόνους.

Η Ελλάδα κατέχει την 32^η θέση στη λίστα των χωρών με τα μεγαλύτερα αποθέματα χρυσού στις Κεντρικές Τράπεζες με συνολικά 112,9 τόνους, που εκπροσωπούν το 62,5% των συνολικών αποθεμάτων της χώρας μας, καθώς μεγάλο μέρος βρίσκεται σε τράπεζες του εξωτερικού²⁷. Το απόθεμα χρυσού της Ελλάδας είναι από τα μεγαλύτερα αποθέματα σε χρυσό σε σχετικά νούμερα. Αυτό την καθιστά περισσότερο «οχυρωμένη», διότι υψηλά αποθέματα σε χρυσό συνεπάγονται αφενός μικρό συναλλαγματικό κίνδυνο και αφετέρου επιφέρουν αξία βαίνουσα αυξητική λόγω της σημαντικής αύξησης της τιμής του.

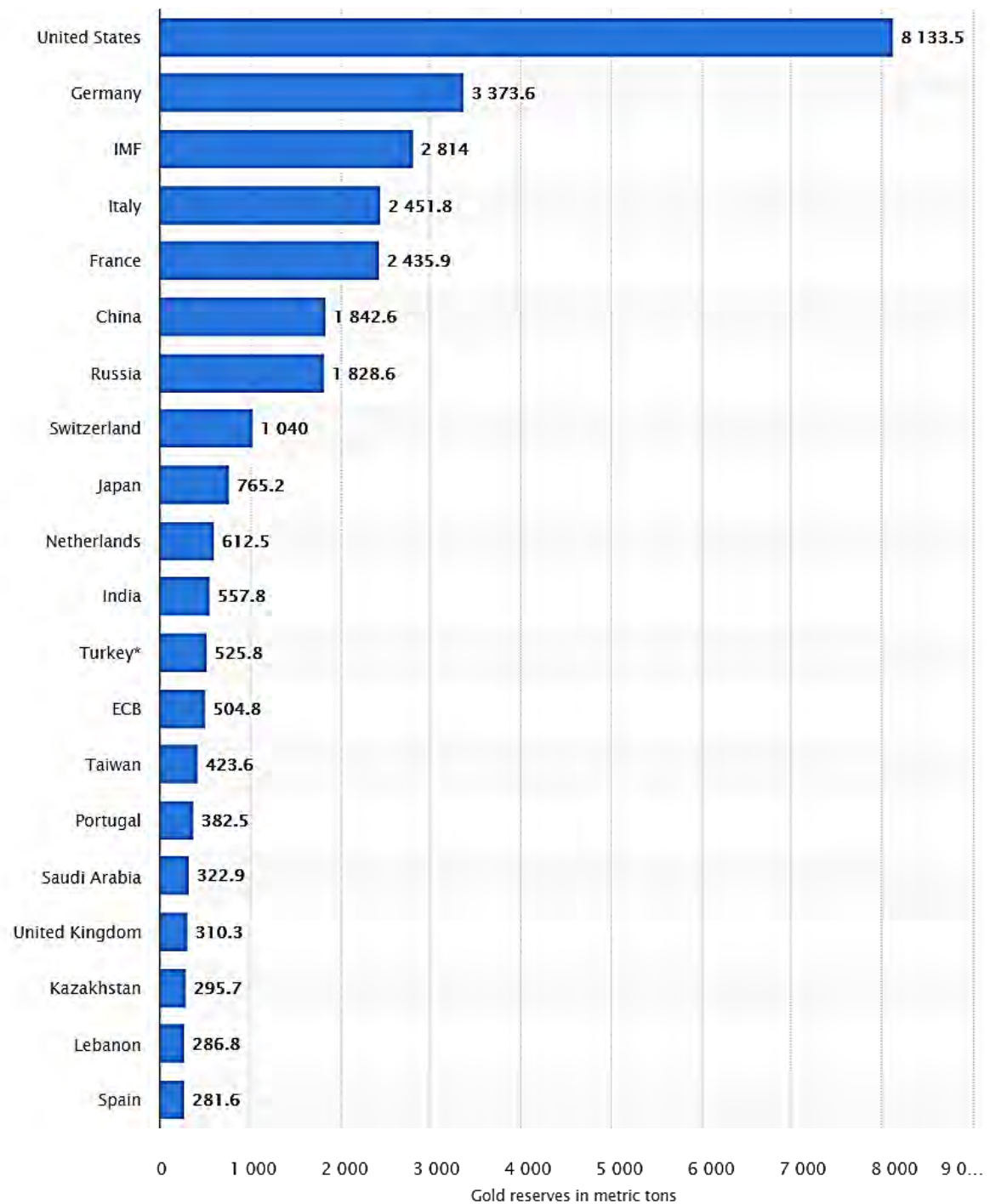
Η Αυστραλία, η οποία φιλοξενεί τα μεγαλύτερα αποθεματικά ορυχείων χρυσού και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χρυσού, βρίσκεται στην 39^η θέση με 79,9 τόνους²¹.

Συνολικά τα αποθέματα χρυσού στις Κεντρικές Τράπεζες των χωρών, καθώς και στους επίσημους οργανισμούς ανέρχονται στους 33.499,6 τόνους (World Gold Council, 2017).

²⁶ Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/267998/countries-with-the-largest-gold-reserves/>

²⁷ Πηγή: <http://www.fortunegreece.com>

Σχήμα 3.7: Οι 20 πρώτες θέσεις των Κ.Τ. των χωρών και των επίσημων οργανισμών σε αποθέματα χρυσού



Πηγή: <https://www.statista.com>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο:

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σημασία του χρυσού ως αγαθό αλλά και ως ένα είδος ασφαλούς επένδυσης είναι εμφανής στην πλειοψηφία των ερευνητικών εργασιών. Οι Carie et al. (2004) υποδεικνύουν πως ο χρυσός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντιστάθμιση έναντι των διακυμάνσεων του αμερικανικού δολαρίου στην αγορά συναλλάγματος, ενώ ο Ranson (2005), στην ερευνητική του εργασία, αποδεικνύει πως ο χρυσός αποτελεί καλύτερο αντιστάθμισμα έναντι του πληθωρισμού απ' ό,τι τα ομόλογα που συνδέονται με το δείκτη πληθωρισμού. Επιπλέον, σε μία άλλη έρευνα των Levin & Wright (2006) διεξάγεται μια εκτενής εμπειρική ανάλυση των δυνατοτήτων αντιστάθμισης του χρυσού και αναλύεται το μέγεθος της σχέσης μεταξύ χρυσού και πληθωρισμού των ΗΠΑ.

Οι Baker & Van Tassel (1985) υποστηρίζουν ότι είναι δύσκολο να προβλεφθεί η ημερήσια τιμή του χρυσού χρησιμοποιώντας τη θεμελιώδη ανάλυση, ενώ ο Smith (2002) συμπεραίνει ότι η τιμή του χρυσού του Λονδίνου ακολούθησε μια τυχαία πορεία. Οι δύο μελέτες καταλήγουν στο ότι η τιμή του χρυσού είναι απρόβλεπτη και ότι οι μόνες υπεύθυνες για την αλλαγή των τιμών του χρυσού είναι οι νέες πληροφορίες και ειδήσεις. Από την άλλη πλευρά, στη μελέτη των Shafiee & Topal (2010), χρησιμοποιούνται μοντέλα τα οποία επικεντρώνονται στην ιστορική εξέλιξη των τιμών και σε ένα τυχαίο όρο για την εκτίμηση των μελλοντικών τιμών, χωρίς να λαμβάνουν υπόψιν τα «άλματα» ή τις «βουτιές» που εμφανίζουν οι τιμές. Κατά την εφαρμογή του μοντέλου, οι προβλέψεις που έγιναν για την τιμή του χρυσού ήταν πολύ κοντά στις πραγματικές τιμές που σημειώθηκαν και, επιπλέον, το μοντέλο προέβλεψε ότι η τιμή του χρυσού στο μέλλον θα αυξηθεί κατά τον ίδιο τρόπο με την ιστορική τάση των τιμών του.

Ο χρυσός δεν συμπεριφέρεται όπως τα περισσότερα αγαθά, όσον αφορά τον κανόνα προσφοράς – ζήτησης και οι λόγοι είναι οι εξής: μπορεί να θεωρηθεί ως αγαθό πολυτελείας

(Kanjiilal & Ghosh, 2014) και, επιπλέον, παρουσιάζει διπλή φύση, καθώς μπορεί να θεωρηθεί τόσο ως ένα εμπορικό αγαθό, όσο και ως ένα περιουσιακό στοιχείο (Ming et al., 2016).

Σύμφωνα με έρευνα των Erb et al. (2013), η ελαστικότητα της τιμής του χρυσού ως προς την ζήτηση κοσμημάτων είναι -0,24, το οποίο σημαίνει ότι μία αύξηση 10% στην τιμή του χρυσού συνοδεύεται με μία μείωση μικρότερη του 2,4% στη ζήτηση. Ωστόσο, δεν λαμβάνονται υπόψιν οι αυξήσεις του πλούτου και οι μεταβολές του πληθυσμού και, έτσι, η παραπάνω εκτίμηση ενδεχομένως να είναι υπερβολική. Η ελαστικότητα της επενδυτικής ζήτησης είναι θετική και ίση με 0,98, που σημαίνει ότι μία αύξηση της τιμής του χρυσού κατά 10% θα συνοδεύεται από μία αύξηση 9,8% της επενδυτικής ζήτησης. Η ελαστικότητα της ζήτησης του χρυσού για τεχνολογικούς σκοπούς είναι κοντά στο μηδέν. Όσον αφορά τη ζήτηση από τις Κεντρικές Τράπεζες, φαίνεται πως δεν παρουσιάζει ευαισθησία ως προς την τιμή του πολύτιμου μετάλλου. Επιπλέον, επισημαίνεται ότι η τιμή του χρυσού δεν παρουσιάζει ευαισθησία ως προς την παραγωγή και την προμήθεια του.

Μετά από μία εκτενή έρευνα στην βιβλιογραφία που αναφέρεται στο χρυσό, διαπιστώθηκε ότι πληθώρα άρθρων μελετά μοντέλα πρόβλεψης της τιμής του χρυσού, και άλλα μελετούν τη σχέση του χρυσού με διάφορους χρηματοπιστωτικούς δείκτες ή άλλα αγαθά. Η ανάλυση και η πρόβλεψη γίνεται είτε χρησιμοποιώντας οικονομετρικά μοντέλα είτε με τη χρήση νευρωνικών δικτύων. Στο τρέχον κεφάλαιο ο προσδιορισμός του μοντέλου γίνεται μέσω των ετήσιων τιμών από το 1969 έως το 2017. Σκοπός της ανάλυσης είναι να εξεταστεί πώς οι μεταβολές των συντελεστών του μοντέλου και, συγκεκριμένα, της εξίσωσης της ζήτησης, που έχει διασπαστεί στις 4 κατηγορίες της, επιδρούν στην τιμή του χρυσού.

4.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Δυναμικό σύστημα

Δυναμικό σύστημα είναι ένα σύστημα στο οποίο μια συνάρτηση περιγράφει την εξάρτηση της θέσης ενός σημείου από το χρόνο σε ένα γεωμετρικό χώρο, μελετά, δηλαδή, τη χρονική εξέλιξη των φυσικών συστημάτων (Strogatz, 1994)

Τι είναι το χάος και η θεωρία του χάους

Η λέξη χάος χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους, σε διαφορετικές περιπτώσεις και από διαφορετικούς ανθρώπους. Άλλη η έννοια του χάους στην θρησκεία ή στην αρχαία

ελληνική φιλοσοφία ή στην σημερινή εποχή μας (χάος= διάλυση, σύγχυση, μπάχαλο, αταξία κλπ.) και άλλη η έννοια του χάους στην επιστήμη.

Στην επιστήμη η λέξη χάος ορίζεται σαν την εξαιρετικά ευαίσθητη εξάρτηση της κίνησης από τις αρχικές συνθήκες. Η απρόσμενη μεταβολή στις αρχικές συνθήκες είναι το στοιχείο του χάους (αταξίας) που εκδηλώνεται σε μία τακτική και φυσική διαδικασία. Αναλυτικότερα, χάος είναι η κατάσταση που προκύπτει όταν μεταβληθούν έστω και κατ' ελάχιστο τα αρχικά δεδομένα ενός δυναμικού συστήματος²⁸.

Η θεωρία του χάους μελετά τη συμπεριφορά ορισμένων μη γραμμικών δυναμικών συστημάτων, ιδιαίτερα ευαίσθητων στις αρχικές συνθήκες. Μικρές διαφορές στις αρχικές συνθήκες (όπως αυτές που οφείλονται σε σφάλματα στρογγυλοποίησης στους αριθμητικούς υπολογισμούς) αποδίδουν πολύ διαφορετικά αποτελέσματα για τα δυναμικά συστήματα, καθιστώντας τη μακροπρόθεσμη πρόβλεψη αδύνατη, παρ' όλο που αυτά είναι αιτιοκρατικά (ντετερμινιστικά)²⁹. Αυτό σημαίνει ότι μελλοντική συμπεριφορά τους καθορίζεται πλήρως από τις αρχικές συνθήκες τους, χωρίς να εμπλέκονται τυχαίοι παράμετροι. Συνεπώς, η ντετερμινιστική φύση αυτών των συστημάτων δεν τα κάνει προβλέψιμα. Αυτή η συμπεριφορά είναι γνωστή ως ντετερμινιστικό χάος ή απλά χάος. Σε πολλά φυσικά συστήματα έχει παρατηρηθεί χαοτική συμπεριφορά, όπως στον καιρό, στην ατμόσφαιρα, στο ηλιακό σύστημα, στις τεκτονικές πλάκες, στα οικονομικά συστήματα και στη μεταβολή των πληθυσμών (Shone, 2002).

Ευστάθεια

Η ευστάθεια είναι βασική ιδιότητα ενός δυναμικού συστήματος. Όταν ένα σύστημα υποστεί μια διαταραχή και τείνει να επανέλθει σε μόνιμη κατάσταση λειτουργίας κοντά στην αρχική, χαρακτηρίζεται ως ευσταθές (Shone, 2002).

Αστάθεια

Η αστάθεια είναι η ιδιότητα ενός δυναμικού συστήματος, κατά την οποία το σύστημα μετά από κάποια διαταραχή δεν επανέρχεται σε μόνιμη κατάσταση ή όταν η μόνιμη κατάσταση δεν είναι αποδεκτή. Σε αυτή την περίπτωση το σύστημα χαρακτηρίζεται ως ασταθές (Shone, 2002).

Ελκυστής / Απωθητής

²⁸ <http://www.physics4u.gr/articles/2007/chaos.html>

²⁹ Ντετερμινιστικά ονομάζουμε τα συστήματα, όπου γνωρίζουμε: α) τις τιμές των χρονικά εξελισσόμενων μεταβλητών, β) τις τιμές των παραμέτρων και γ) τις χρονικές υστερήσεις.

Ελκυστής (attractor) ονομάζεται το σταθερό σύνολο σημείων στο οποίο συγκλίνει η τροχιά με την πάροδο του χρόνου. Αντίθετα, αν η τροχιά αποκλίνει από το σταθερό σύνολο, έχουμε απωθητή (repellor). Τα μη γραμμικά συστήματα μπορεί να έχουν περισσότερα από ένα ελκυστικό ή απωθητικό σημείο ισορροπίας αντίστοιχα (Shone, 2002).

Διάγραμμα διακλάδωσης (bifurcation diagram)

Το διάγραμμα, αυτό, εμφανίζει τις πιθανές μακροπρόθεσμες τιμές ενός συστήματος ως συνάρτηση μιας παραμέτρου του συστήματος. Η παράμετρος, που μεταβάλλεται κάθε φορά, ονομάζεται παράμετρος διακλάδωσης. Επιπλέον, δείχνει με πιο τρόπο οι ευσταθείς τροχιές αυξάνουν την περίοδο τους από μία σε δύο, από δύο σε τέσσερις, από τέσσερις σε οχτώ κ.ο.κ. Κάθε ένα από αυτά τα σημεία αποτελεί ένα σημείο διακλάδωσης διπλασιασμού περιόδου. Στα σημεία διακλάδωσης για μικρές μεταβολές της παραμέτρου εμφανίζονται ουσιώδεις μεταβολές των τροχιών στο χώρο καταστάσεων (Shone, 2002). Στα διαγράμματα διακλάδωσης που παρουσιάζονται παρακάτω στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζονται οι τιμές του χρυσού ή του αργύρου, ενώ στον οριζόντιο άξονα οι διάφορες τιμές που παίρνουν οι συντελεστές.

Διάγραμμα φάσης (phase plot)

Ένα διάγραμμα φάσης εξαρτάται από την αρχική κατάσταση του συστήματος και από αρκετές παραμέτρους. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα παίρνουμε τροχιές που τείνουν να συναντηθούν σε ένα συγκεκριμένο σημείο, δηλαδή έναν ελκυστή. Όταν ένας ελκυστής καταλαμβάνει ολόκληρη επιφάνεια χωρίς συγκεκριμένη διάταξη, τότε έχουμε την εμφάνιση ενός παράξενου ελκυστή (*strange attractor*). Η ύπαρξη ενός παράξενου ελκυστή προκαλεί το απρόβλεπτο της συμπεριφοράς ενός συστήματος. Όσο η τιμή της παραμέτρου που επιδρά στο σύστημα αυξάνεται ή μειώνεται, η περίοδος διπλασιάζεται σε 4, ύστερα σε 8 και ο διπλασιασμός συνεχίζεται έως την εμφάνιση του χάους (Shone, 2002).

Μορφόκλασμα (fractal)

Ονομάζεται μια γεωμετρική δομή που επαναλαμβάνεται αυτούσια σε άπειρο βαθμό μεγέθυνσης, παρουσιάζει δηλαδή αυτοομοιότητα υπό αλλαγή κλίμακας (Van Der Weele, 2007).

Εκθέτες Lyapunov

Η μελέτη του φάσματος των εκθετών Lyapunov είναι ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία για να αποφανθούμε αν ένα δυναμικό σύστημα είναι χαοτικό. Ένα ντετερμινιστικό δυναμικό σύστημα είναι χαοτικό όταν έχει τουλάχιστον ένα θετικό εκθέτη Lyapunov.

Οι εκθέτες Lyapunov εκφράζουν το μέσο ρυθμό σύγκλισης ή απόκλισης δύο γειτονικών τροχιών στο φασικό χώρο. Θετικός εκθέτης Lyapunov σημαίνει εκθετική απόκλιση δύο γειτονικών τροχιών και, συνεπώς, απώλεια ικανότητας προβλεψιμότητας μετά από μικρό χρονικό διάστημα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο εκθέτης Lyapunov σε μια περιοχή ενός δυναμικού συστήματος, τόσο μικρότερη είναι η προβλεψιμότητα σε αυτή την περιοχή (Boccaro, 2010).

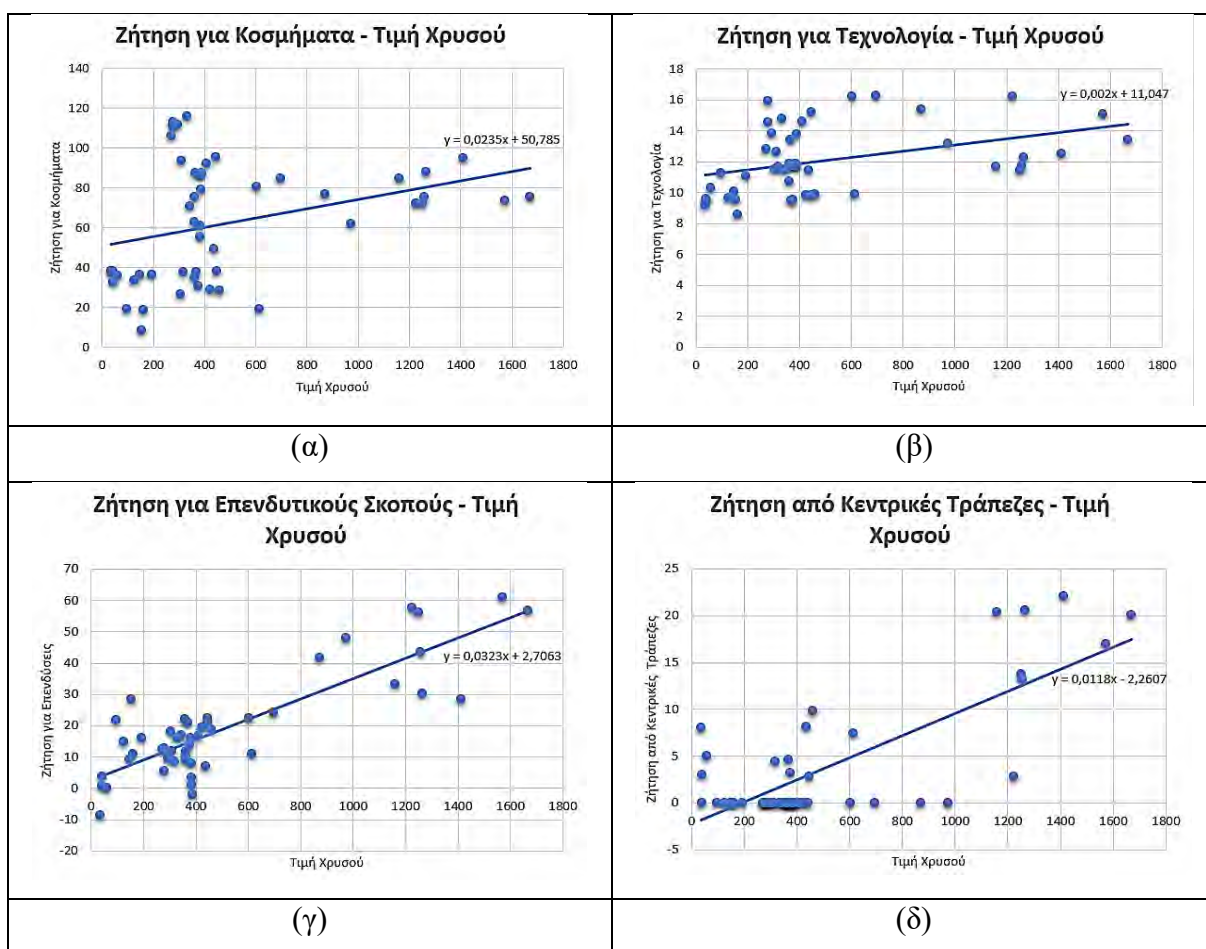
4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Η ανάπτυξη ενός μοντέλου που αντικατοπτρίζει τη δομή της αγοράς χρυσού και θα μπορούσε να προβλέψει την τιμή του είναι αναγκαία λόγω της σημασίας της τιμής του χρυσού στις οικονομικές και κοινωνικές πτυχές της κοινωνίας. Όσον αφορά τη βιβλιογραφία, οι περισσότεροι συγγραφείς έχουν εφαρμόσει τη θεμελιώδη προσέγγιση ανάλυσης στα μοντέλα που πρότειναν. Η θεμελιώδης ανάλυση είναι μια οικονομική προσέγγιση που συνδέεται με την υποκείμενη κατάσταση προσφοράς και ζήτησης στην αγορά, καθώς η σχέση της προσφοράς και της ζήτησης είναι αυτή που καθορίζει τις τιμές. Η προσέγγιση, αυτή, απαιτεί τη μοντελοποίηση του χρυσού στην αγορά με οικονομετρικές εξισώσεις που αντιστοιχούν στην προσφορά και στην ζήτηση ταυτόχρονα. Ωστόσο, όταν τα στοιχεία για τις ποσότητες χρυσού που ζητούνται και προσφέρονται δεν είναι επαρκή, οι αναλυτές συνήθως επικαλούνται μονομεταβλητές ή διμεταβλητές χρονολογικές σειρές για τη μελέτη των επιμέρους επιπτώσεων άλλων οικονομικών παραγόντων στην τιμή του χρυσού.

Στην παρούσα έρευνα, ο προσδιορισμός του μοντέλου που θα μελετηθεί έγινε μέσω των ετήσιων χρονικών τιμών της προσφοράς και της ζήτησης σε συσχέτιση με την τιμή του χρυσού από το έτος 1969 έως το 2017 (49 χρονικές περίοδοι). Συγκεκριμένα:

- Η σχέση της ζήτησης του χρυσού, διασπώμενη στις τέσσερις βασικές κατηγορίες της, και της τιμής του χρυσού προκύπτει από την γραμμική τάση στα παρακάτω διαγράμματα διασποράς (Σχήμα 4.1 α, β, γ, δ):

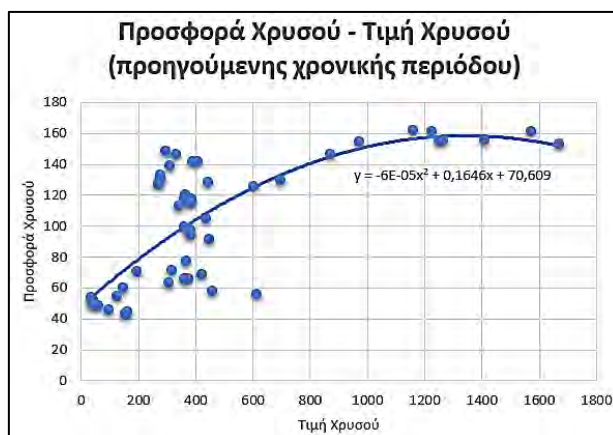
Σχήμα 4.1: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης χρυσού ανά κατηγορία - τιμής



Και στις τέσσερις περιπτώσεις η γραμμή τάσης είναι ευθεία γραμμή και η σχέση που προκύπτει είναι γραμμική.

- Η προσφορά του χρυσού συσχετίζεται με την προηγούμενη χρονική τιμή του χρυσού και η σχέση προκύπτει από το παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 4.2):

Σχήμα 4.2: Διάγραμμα διασποράς προσφοράς χρυσού - τιμής



Σε αυτή την περίπτωση η γραμμή τάσης είναι καμπύλη και, συνεπώς, η σχέση της προσφοράς χρυσού και της τιμής του χρυσού της προηγούμενης χρονικής περιόδου είναι μη γραμμική.

Προκύπτει, λοιπόν, το μη γραμμικό μοντέλο προσφοράς και ζήτησης χρυσού, με τη ζήτηση του χρυσού να διασπάται στις 4 κατηγορίες της. Στην εξίσωση της ζήτησης οι συντελεστές a_1, a_2 αντιστοιχούν στη ζήτηση από την αγορά κοσμημάτων, οι a_3, a_4 αντιστοιχούν στη ζήτηση για τεχνολογικούς σκοπούς, οι a_5, a_6 αναφέρονται στη ζήτηση για επενδυτικούς σκοπούς, ενώ οι a_7, a_8 στη ζήτηση των Κεντρικών Τραπεζών.

$$Q_t^{D,g} = a_1 + a_2 p_t + a_3 + a_4 p_t + a_5 + a_6 p_t + a_7 + a_8 p_t \quad (1)$$

$$Q_t^{S,g} = b_1 + b_2 p_{t-1} - b_3 p_{t-1}^2 \quad (2)$$

Εξισώνοντας τις σχέσεις της προσφοράς και της ζήτησης, προκύπτει η μη γραμμική, μη ομογενής εξίσωση διαφορών 1^{ης} τάξης με τη μορφή:

$$Q_t^{D,g} = Q_t^{S,g} \Rightarrow$$

$$p_t = \frac{b_1 - (a_1 + a_3 + a_5 + a_7)}{a_2 + a_4 + a_6 + a_8} + \frac{b_2}{a_2 + a_4 + a_6 + a_8} p_{t-1} - \frac{b_3}{a_2 + a_4 + a_6 + a_8} p_{t-1}^2 \quad (3)$$

Οι τιμές των συντελεστών, όπως προέκυψαν από την γραμμή τάσης, μέσω του προγράμματος Excel είναι:

$$\begin{aligned} a_1 &= 50,785 & a_2 &= 0,0235 & a_3 &= 11,047 & a_4 &= 0,002 & a_5 &= 2,7063 \\ a_6 &= 0,0323 & a_7 &= -2,2607 & a_8 &= 0,0118 \\ b_1 &= 70,609 & b_2 &= 0,1646 & b_3 &= 0,00006 \end{aligned}$$

Συνεπώς, η μη γραμμική εξίσωση διαφορών είναι:

$$p_t = 119,704 + 2,365 p_{t-1} - 8,621 \times 10^{-4} p_{t-1}^2 \quad (4)$$

4.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Για την ανάλυση του μοντέλου θα χρησιμοποιηθούν τα εξής προγράμματα: για τα διαγράμματα $p_{t+1} = f(p_t)$ χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Maxima, για τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο το πρόγραμμα Excel, ενώ για τα διαγράμματα διακλάδωσης χρησιμοποιείται το πρόγραμμα E&F Chaos (Diks et al., 2008).

Για την εύρεση των σημείων ισορροπίας θέτουμε $p_t = p_{t-1} = p^*$ και λύνοντας την εξίσωση, εμφανίζονται 2 σημεία ισορροπίας εκ των οποίων το ένα είναι θετικό και το άλλο αρνητικό. Τα σταθερά, λοιπόν, σημεία του συστήματος προσφοράς και ζήτησης είναι:

$$p_1^* = 1666,648254 \text{ και } p_2^* = -83,31492$$

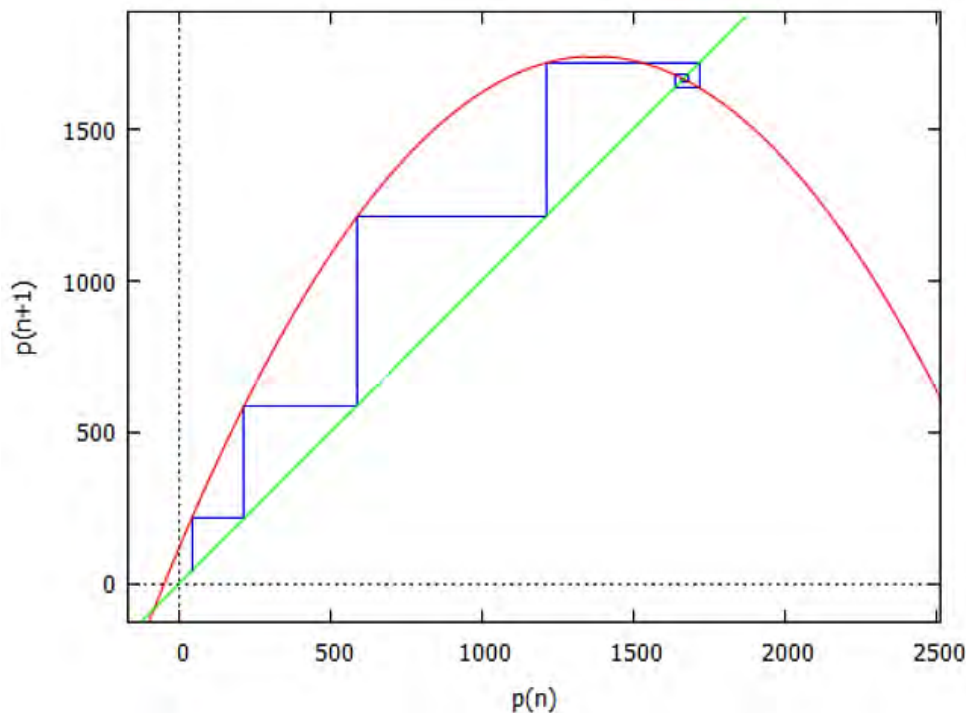
Γνωρίζοντας ότι η κλίση του διαγράμματος φάσης στο σημείο ισορροπίας προσδιορίζει την ευστάθεια του σημείου, βρίσκουμε την πρώτη παράγωγο της εξίσωσης διαφοράς στα σημεία ισορροπίας:

$$f'(1666,648254) = -0,5086 \text{ και } f'(-83,31492) = 2,5086$$

Παρατηρούμε ότι $-1 < f'(1666,648254) < 0$ και $f'(-83,31492) > 1$. Επομένως, για αυτές τις τιμές των συντελεστών η θετική τιμή είναι ευσταθής με μορφή ιστού αράχνης, ενώ η αρνητική τιμή είναι ασταθής με μορφή σκάλας.

Η συμπεριφορά της θετικής λύσης του συστήματος προσφοράς και ζήτησης του χρυσού, $p_1^* = 1666,648254$, για τις συγκεκριμένες τιμές των παραμέτρων απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$, $n \in \mathbb{N}$ (Σχήμα 4.3). Η αρνητική τιμή δεν θα αναλυθεί, διότι δεν έχει νόημα ως τιμή του χρυσού.

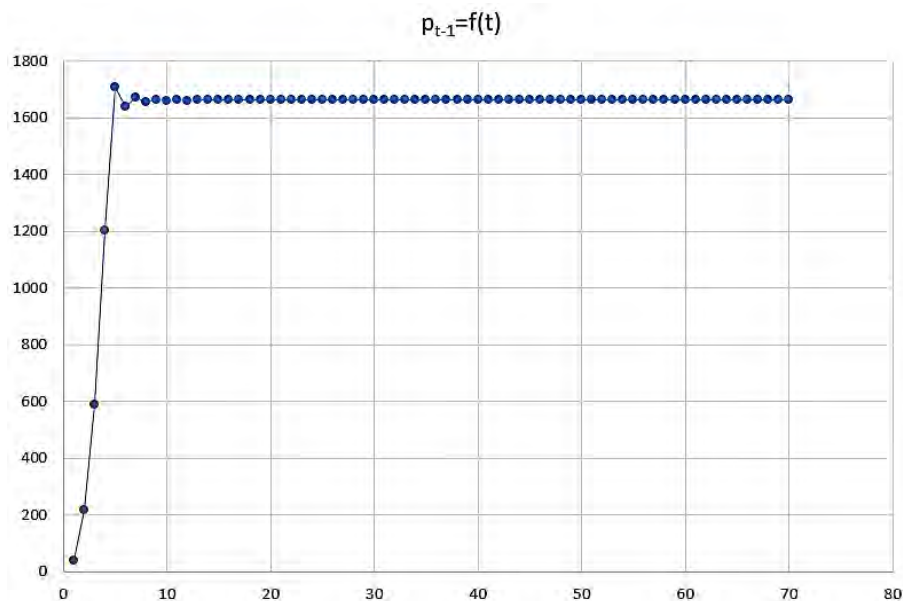
Σχήμα 4.3: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για το αρχικό μοντέλο



Συνεπώς, για κάθε αρχική συνθήκη οι λύσεις θα συγκλίνουν στο θετικό σημείο ισορροπίας, $p_1^* = 1666,648254$, με μορφή ιστού αράχνης (στα τελικά βήματα).

Μπορούμε να δούμε (Σχήμα 4.4) ότι οι λύσεις συγκλίνουν σε μία τιμή, στο θετικό σημείο ισορροπίας, κατασκευάζοντας το διάγραμμα της λύσης στο χρόνο:

Σχήμα 4.4: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για το αρχικό μοντέλο



Το σύστημα που εξετάζουμε είναι μη γραμμικό και για το λόγο αυτό, θα είχε ενδιαφέρον να δούμε αν μια μετατόπιση της καμπύλης ζήτησης αλλάζει τις τροχιές του συστήματος. Καθώς, η ολική ζήτηση του χρυσού χωρίζεται σε 4 κατηγορίες, λόγω της ανάμιξης του χρυσού σε διάφορες αγορές, θα εξετάσουμε πώς επηρεάζεται η συμπεριφορά του συστήματος με την μεταβολή των συντελεστών από κάθε υποκατηγορία ζήτησης χρυσού.

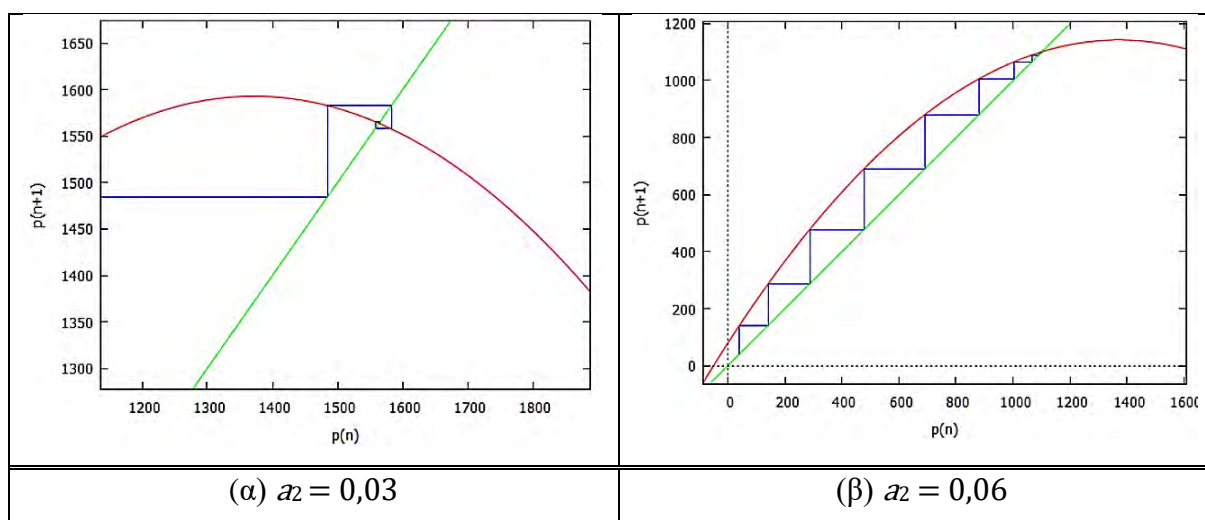
4.4.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_2 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΚΟΣΜΗΜΑΤΑ

Η κλίση της καμπύλης ζήτησης ως προς τη ζήτηση του χρυσού για κοσμήματα αντιπροσωπεύεται από το συντελεστή a_2 . Δίνοντας, έτσι, διάφορες τιμές στον συντελεστή a_2 και με σταθερές τις τιμές των άλλων συντελεστών διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις αναφορικά με τη συμπεριφορά των λύσεων του μη γραμμικού συστήματος προσφοράς και ζήτησης του χρυσού:

Αυξάνοντας την τιμή του $a_2 = 0,0235$

- Για $0,0235 < a_2 < 0,043$: Το σύστημα οδηγείται σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας με μορφή ιστού αράχνης, όπου όσο ο συντελεστής αυξάνεται, η τιμή ισορροπίας του χρυσού μειώνεται (Σχήμα 4.5α).
- Για $a_2 > 0,043$: Το σύστημα προσφοράς και ζήτησης του χρυσού οδηγείται και πάλι σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας με μορφή σκάλας, αφού $0 < f'(p_1^*) < 1$, όπου και πάλι παρατηρείται ότι όσο ο συντελεστής αυξάνεται το σημείο σύγκλισης μειώνεται (Σχήμα 4.5β).

Σχήμα 4.5: Διαγράμματα $p_{n+1} = f(p_n)$: (α) $a_2 = 0,03$ και (β) $a_2 = 0,06$

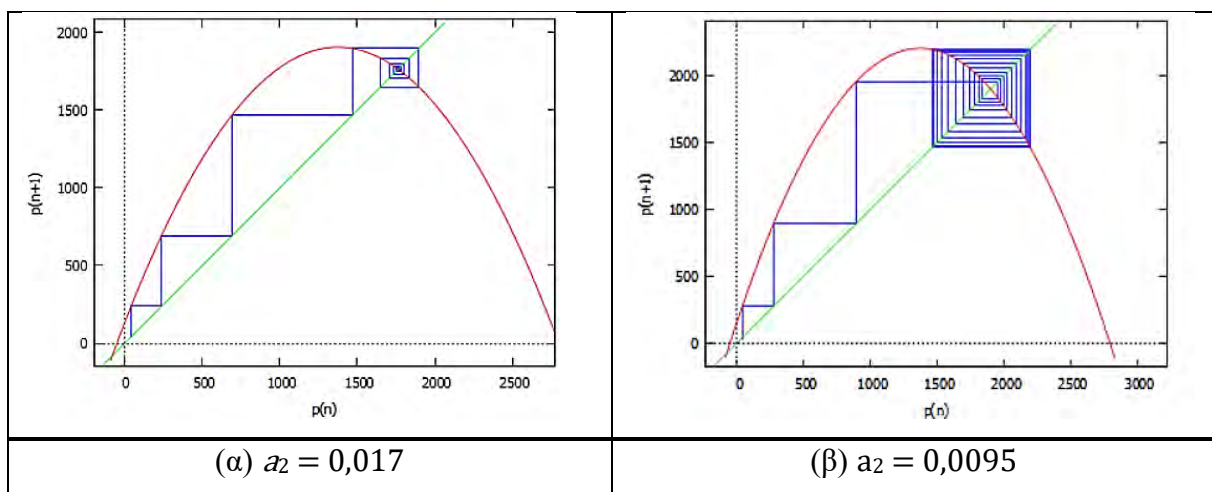


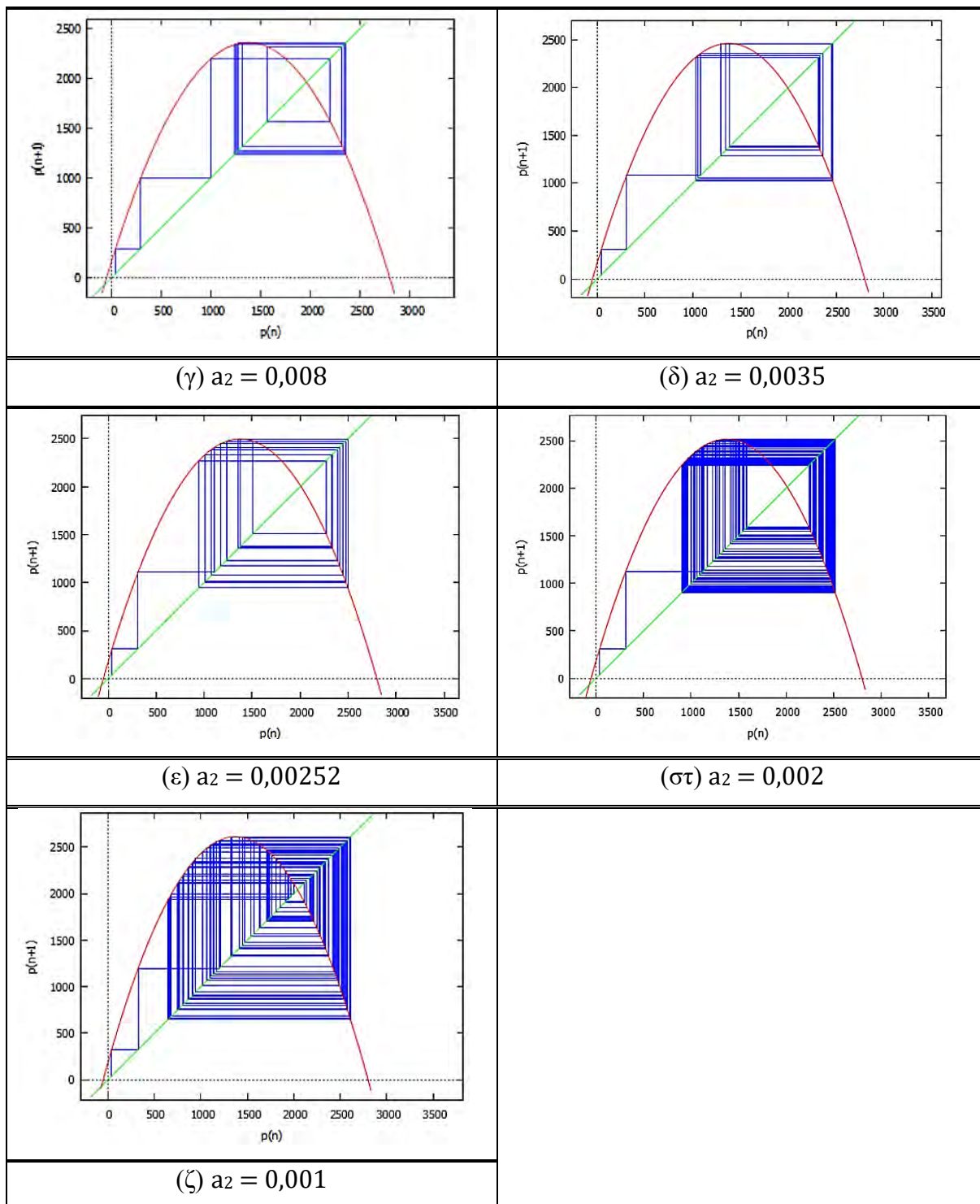
Μειώνοντας την τιμή του $a_2=0,0235$

- Για $0,01198 < a_2 < 0,0235$: Το σύστημα εξακολουθεί να έχει ένα θετικό ευσταθές σημείο ισορροπίας και οι λύσεις να συγκλίνουν σε αυτό με μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$. Καθώς η τιμή του συντελεστή a_2 μειώνεται, η τιμή ισορροπίας του χρυσού αυξάνεται (Σχήμα 4.6α).
- Για $a_2 = 0,1198$: Η κλίση του διαγράμματος φάσης στο θετικό σημείο ισορροπίας $p_1^* = 1850,38$ γίνεται $f'(p_1^*) = -1$ και έτσι το θετικό σημείο ισορροπίας για αυτή την τιμή του a_2 γίνεται είναι μη υπερβολικό. Μόλις η τιμή της παραμέτρου γίνει μικρότερη από αυτή την τιμή, $a_2 < 0,33$, η κλίση του διαγράμματος φάσης στο σημείο ισορροπίας γίνεται $f'(p_1^*) < -1$ και το θετικό σημείο ισορροπίας μετατρέπεται σε απωθητικό.
- Για $0,0042 < a_2 < 0,01198$: Οι λύσεις αποκλίνουν, πλέον, από το θετικό σημείο ισορροπίας, συγκλίνοντας όμως σε ένα κύκλο δύο περιόδων (2-period cycle) γύρω από αυτό (Σχήμα 4.6β,γ).

- Για $0,0028 < a_2 < 0,0042$: Ο κύκλος δύο περιόδων από ελκυστικός γίνεται απωθητικός και ταυτόχρονα συνοδεύεται από τη δημιουργία ενός νέου κύκλου που έχει τη διπλάσια περίοδο, δηλαδή ενός ελκυστικού κύκλου τεσσάρων περιόδων. Εμφανίζεται, λοιπόν, στο σύστημα μία δεύτερη διακλάδωση διπλασιασμού περιόδου (period doubling bifurcation) και οι λύσεις αποκλίνουν από το θετικό ασταθές σημείο ισορροπίας συγκλίνοντας σε έναν ελκυστικό κύκλο τεσσάρων περιόδων (4-period cycle) (Σχήμα 4.6δ).
- Για $0,0025 < a_2 < 0,0028$: Ο ελκυστικός κύκλος τεσσάρων περιόδων γίνεται απωθητικός και ταυτόχρονα δημιουργείται ένας νέος ελκυστικός κύκλος διπλάσιας περιόδου. Κατά αυτό τον τρόπο, παρατηρείται μία τρίτη διακλάδωση διπλασιασμού περιόδου και οι λύσεις ακολουθούν, πλέον, κύκλο οκτώ περιόδων (8-period cycle) (Σχήμα 4.6 ε).
- Για $0 < a_2 < 0,0025$: Μετά από διαδοχικές διακλαδώσεις διπλασιασμού περιόδου (2-period cycle, 4-period cycle, 8-period cycle, 16-period cycle, 32-period cycle, 64-period cycle, ...) το σύστημα οδηγείται σε μία κατάσταση όπου δεν μπορούμε να εξηγήσουμε τι ακριβώς συμβαίνει στις τροχιές του. Οι τροχιές, δηλαδή γίνονται μη περιοδικές. Για αυτές, λοιπόν, τις τιμές του a_2 που δεν μπορούμε να ερμηνεύσουμε τη συμπεριφορά των λύσεων του συστήματος λέμε ότι έχουμε χάος. Η πορεία, δηλαδή, που ακολουθεί η λύση γύρω από το (θετικό) ασταθές σημείο ισορροπίας δεν διακρίνεται και για το λόγο λέμε ότι η τροχιά της λύσης είναι χαοτική (Σχήμα 4.6 στ, ζ).

Σχήμα 4.6: Διαγράμματα $p_{n+1} = f(p_n)$: (α) $a_2 = 0,017$, (β) $a_2 = 0,0095$, (γ) $a_2 = 0,008$, (δ) $a_2 = 0,0035$, (ε) $a_2 = 0,00252$, (στ) $a_2 = 0,002$, (ζ) $a_2 = 0,001$

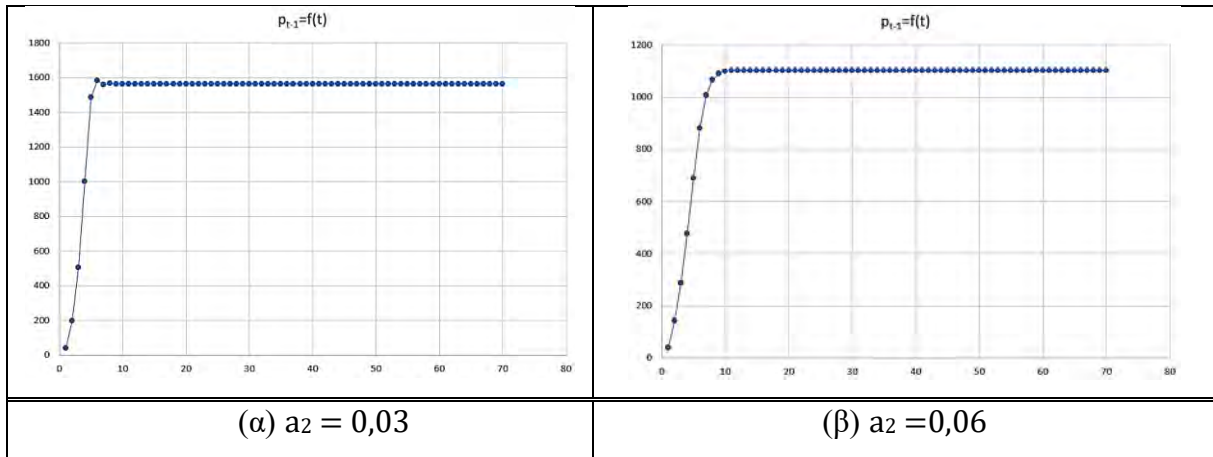




Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα (Σχήμα 4.7 α, β και 4.8 α, β, γ, δ, ε, στ, ζ) των διάφορων λύσεων του συστήματος για τις συγκεκριμένες τιμές του συντελεστή a_2 .

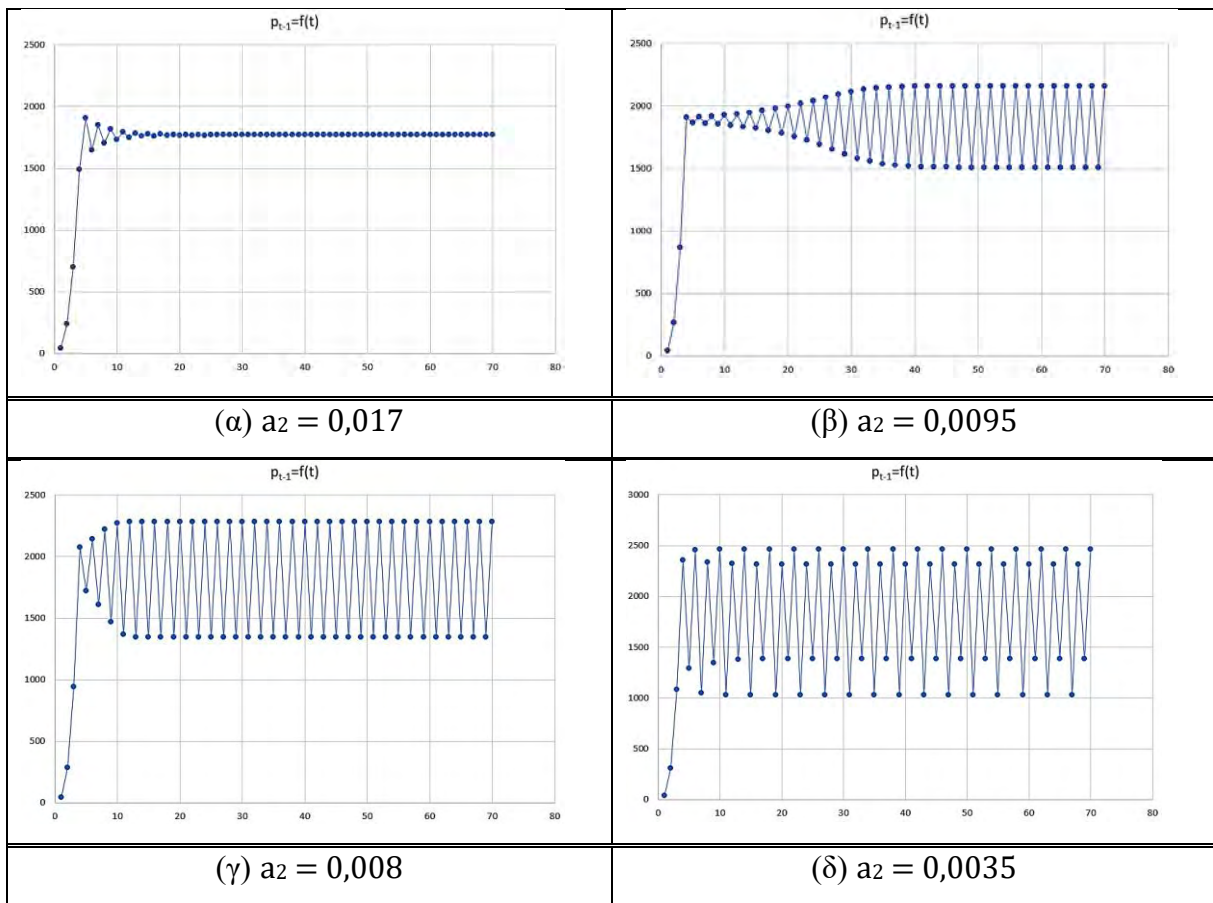
Για $a_2 > 0,0235$:

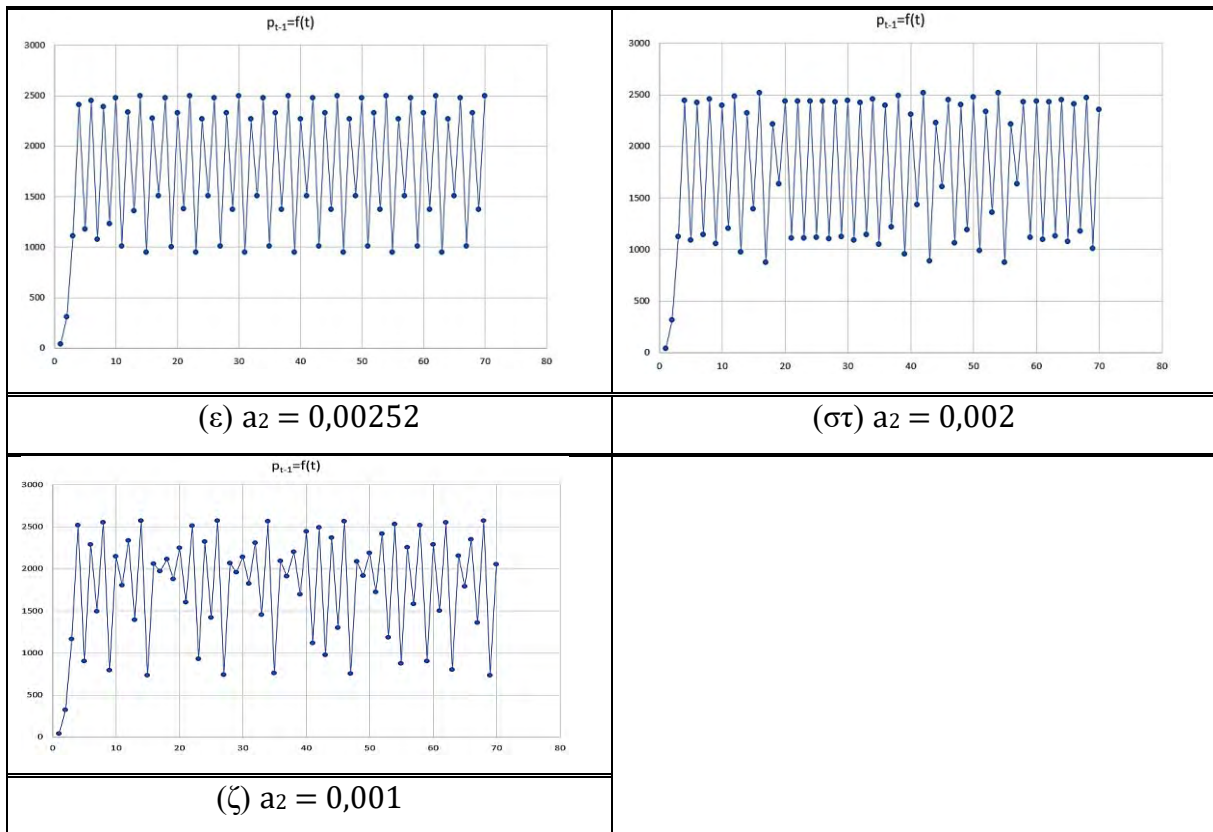
Σχήμα 4.7: Διαγράμματα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_2 = 0,03$, (β) $a_2 = 0,06$



Για $a_2 < 0,0235$:

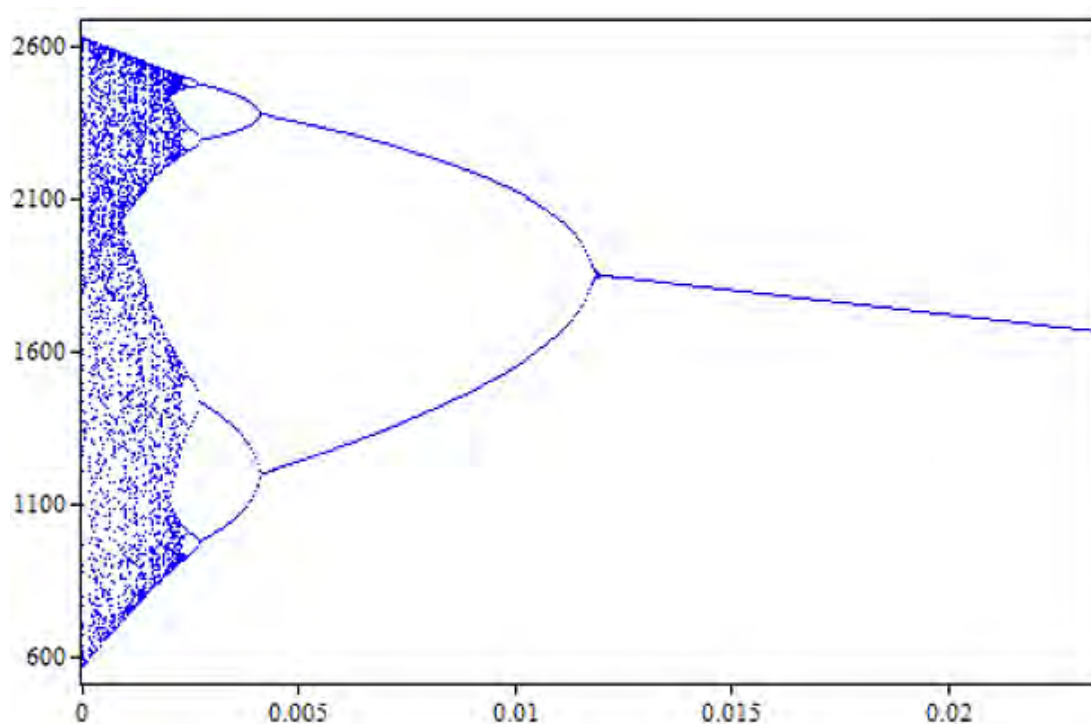
Σχήμα 4.8: Διαγράμματα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_2 = 0,017$, (β) $a_2 = 0,0095$, (γ) $a_2 = 0,008$, (δ) $a_2 = 0,0035$, (ε) $a_2 = 0,00252$, (στ) $a_2 = 0,002$, (ζ) $a_2 = 0,001$





Η συμπεριφορά αυτή των λύσεων του συστήματος, καθώς αλλάζει η τιμή του συντελεστή a_2 απεικονίζεται καλύτερα και πιο συνοπτικά σε ένα διάγραμμα διακλάδωσης (bifurcation diagram). Ένα διάγραμμα διακλάδωσης δείχνει πως αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του σημείου ισορροπίας p_1^* , καθώς αλλάζει η τιμή του συντελεστή a_2 . Παρακάτω, λοιπόν, απεικονίζεται το διάγραμμα διακλάδωσης για το εύρος τιμών του συντελεστή $0 - 0,0235$ και για αρχική τιμή του χρυσού $41,28 \text{ \$ / ουγγιά}$. Το διάγραμμα διακλάδωσης για τιμές του a_2 μεγαλύτερες του $0,0235$ παραλείπεται καθώς είναι μία γραμμή χωρίς κάποια ιδιαιτερότητα, γεγονός που δείχνει μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα της τιμής.

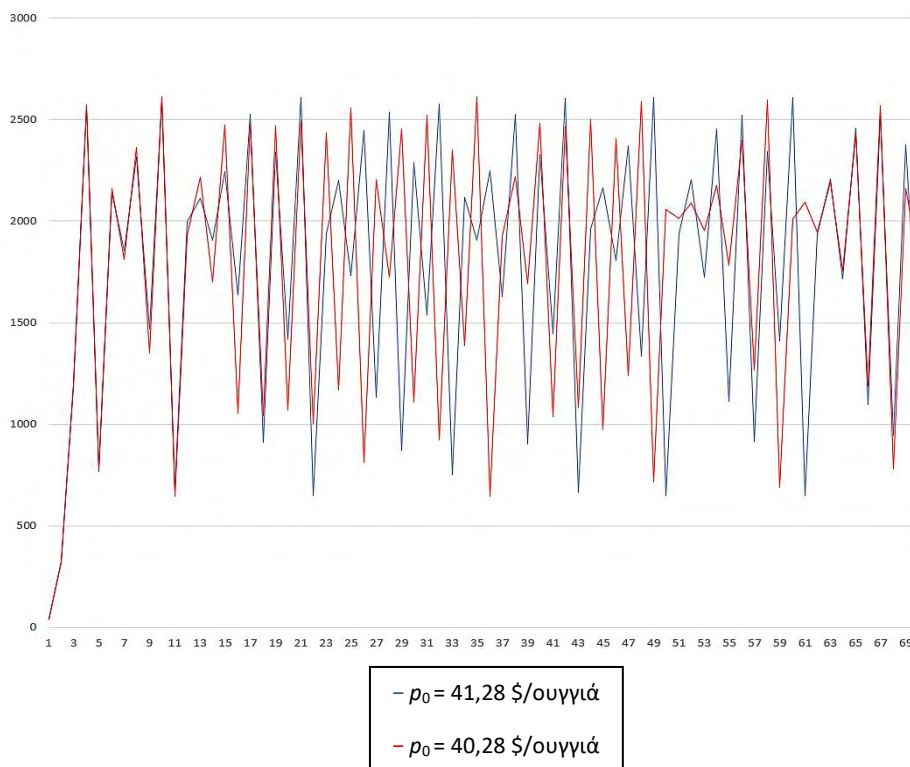
Σχήμα 4.9: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_2



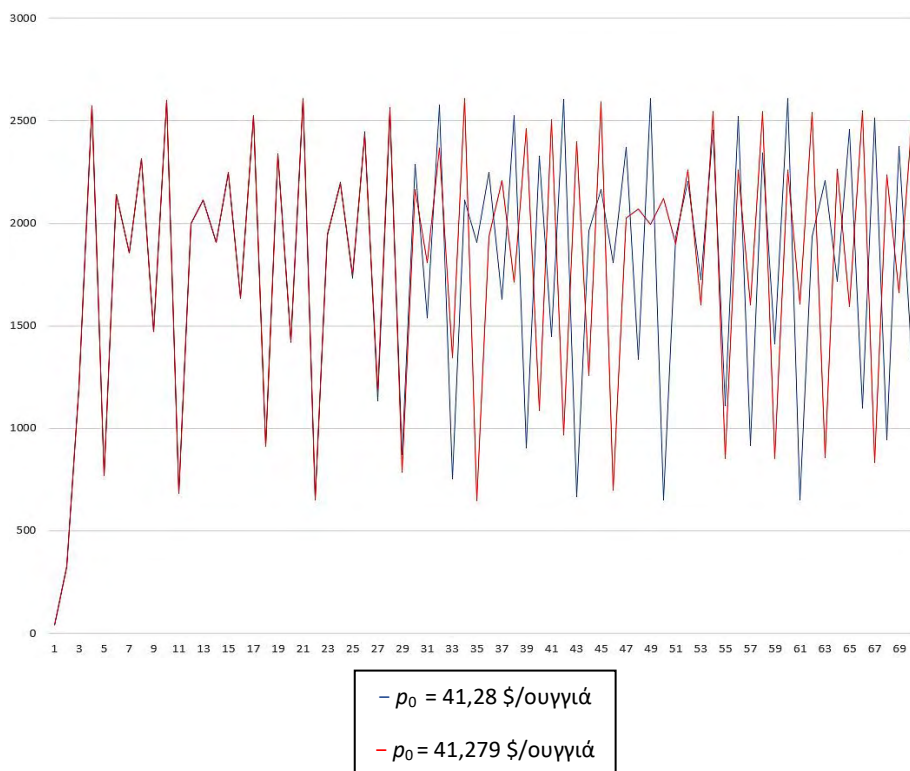
Όταν μειώνουμε την τιμή του συντελεστή, αρχικά συγκλίνει και πάλι στο θετικό ευσταθές σημείο ισορροπίας αλλά στη συνέχεια φαίνεται πως ακολουθεί κύκλο 2 – περιόδων, 4 – περιόδων, 8 – περιόδων,...κ.ο.κ., μέχρι που τελικά μέσα από διαδοχικές διακλαδώσεις διπλασιασμού περιόδου η τροχιά της λύσης γίνεται χαοτική.

Το γεγονός ότι οι μετατοπίσεις της καμπύλης ζήτησης του χρυσού οδηγούν στην εμφάνιση χάους συνεπάγεται ότι στην περίπτωση αυτή το σύστημα είναι ευαίσθητο στις αρχικές του συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι, μια πολύ μικρή μεταβολή στην αρχική τιμή p_0 μπορεί να αλλάξει ριζικά την τροχιά της λύσης του συστήματος. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα διαγράμματα (Σχήμα 4.10 & 4.11) της λύσης στο χρόνο για την αρχική τιμή του χρυσού $p_0 = 41,28$ \$/ουγγιά σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές $p_0 = 40,28$ \$/ουγγιά και $p_0 = 41,279$ \$/ουγγιά, δύο τιμές που είναι πολύ κοντά στην πρώτη αρχική τιμή, και για την τιμή της παραμέτρου $a_2 = 0,002$ για την οποία εμφανίζεται χάος στο σύστημα:

Σχήμα 4.10: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο για $p_0 = 41,28$ και $p_0 = 40,28$ και $a_2 = 0,002$



Σχήμα 4.11: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο για $p_0 = 41,28$ και $p_0 = 41,279$ και για $a_2 = 0,002$



Στο πρώτο διάγραμμα (Σχήμα 4.10) βλέπουμε τη χρονική διαδρομή της λύσης για $p_0 = 41,28$ \$/ουγγιά και $p_0 = 40,28$ \$/ουγγιά και στο δεύτερο διάγραμμα (Σχήμα 4.11) βλέπουμε τη χρονική διαδρομή της λύσης για $p_0 = 41,28$ \$/ουγγιά και $p_0 = 41,279$ \$/ουγγιά για $T = 70$ χρονικές περιόδους. Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι και στα δύο διαγράμματα για κάποιες πρώτες περιόδους (11 πρώτες στο πρώτο διάγραμμα και 29 πρώτες στο δεύτερο διάγραμμα) οι λύσεις ταυτίζονται μεταξύ τους, ενώ από εκεί και έπειτα αρχίζουν να αποκλίνουν η μια από την άλλη όλο και περισσότερο. Παρά, λοιπόν, τη μικρή διαφορά στις αρχικές συνθήκες, από ένα σημείο και μετά οι δύο τροχιές ακολουθούν εντελώς διαφορετικές τροχιές. Επομένως, επιβεβαιώνεται ότι, όταν το σύστημα εμφανίζει χάος τότε είναι ευαίσθητο στις αρχικές του συνθήκες και οι λύσεις ακολουθούν ακριβώς ίδιες τροχιές μόνο όταν οι αρχικές συνθήκες είναι ακριβώς ίδιες.

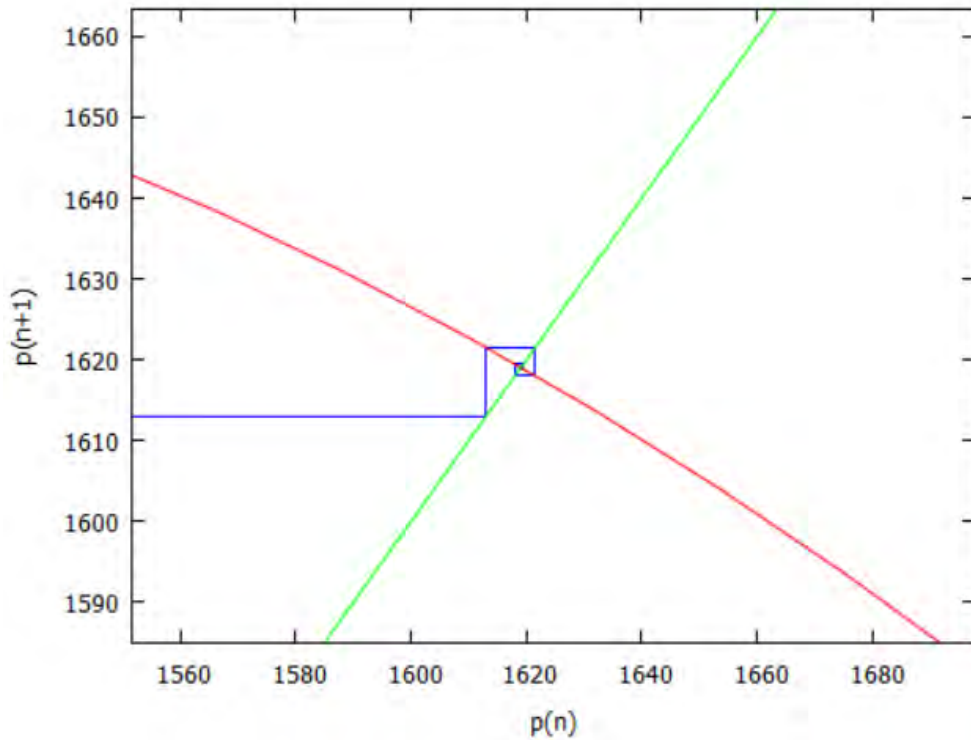
4.4.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_4 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ

Η κλίση της ζήτησης του χρυσού ως προς την ζήτηση για σκοπούς τεχνολογίας αντιπροσωπεύεται από το συντελεστή a_4 . Θα εξετάσουμε το πώς επηρεάζει η ζήτηση του χρυσού για την τεχνολογία μεταβάλλοντας την τιμή του $a_4 = 0,002$.

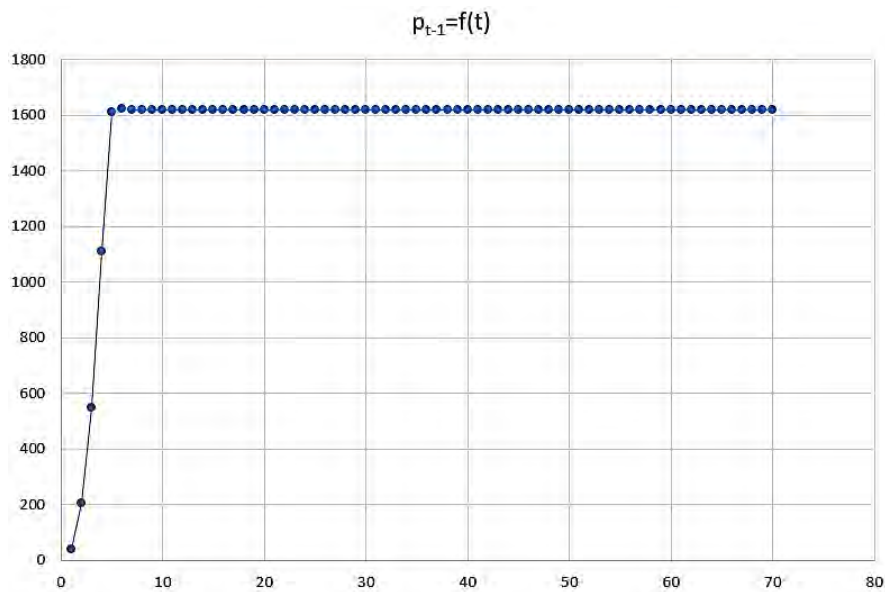
Αυξάνοντας την τιμή του συντελεστή

- Για $0,002 < a_4 < 0,02$ το σύστημα οδηγείται σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$. Το διάγραμμα φάσης (Σχήμα 4.12) και το διάγραμμα της λύσης (Σχήμα 4.13) στο χρόνο για τις 70 πρώτες χρονικές περιόδους υποδεικνύουν τα παραπάνω για $a_4 = 0,005$.

Σχήμα 4.12: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,005$



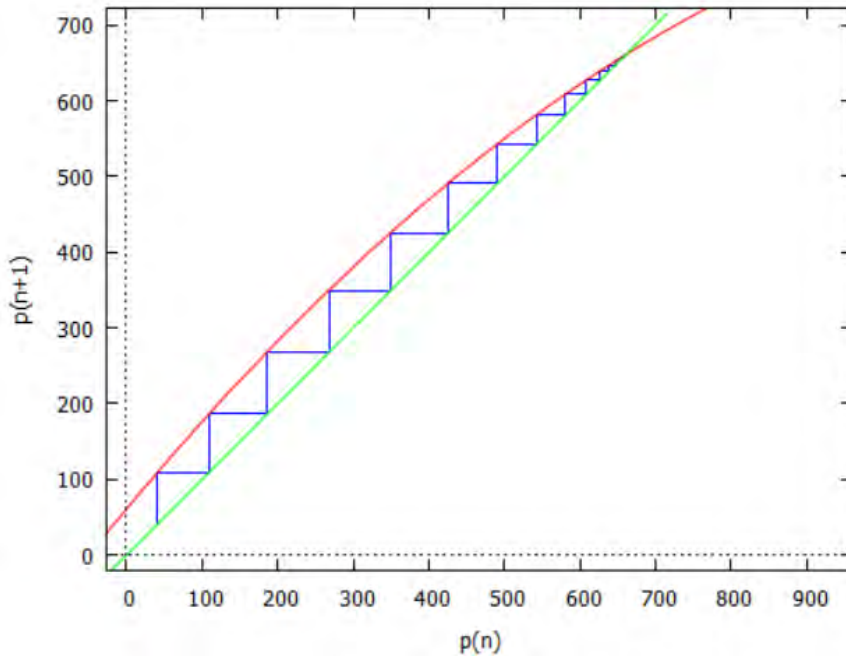
Σχήμα 4.13: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,005$



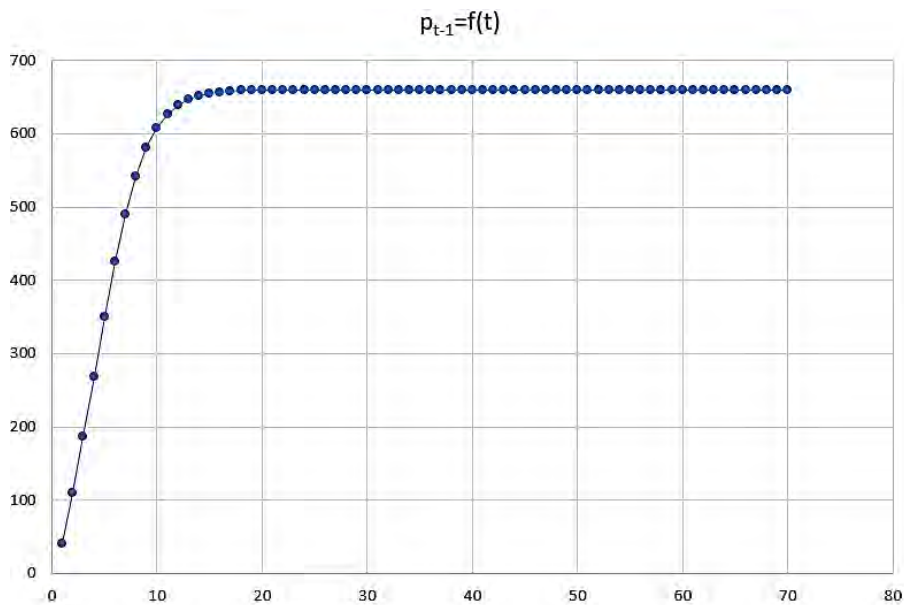
- Για $a_4 > 0,02$ το σύστημα προσφοράς και ζήτησης του χρυσού συγκλίνει σε ένα σταθερό σημείο ισορροπίας με τη μορφή σκάλας, αφού για κάθε θετική λύση του συστήματος ισχύει $0 < f'(p_1^*) < 1$ και παρατηρείται ότι όσο ο συντελεστής αυξάνεται τόσο μειώνεται η τιμή του χρυσού. Παρακάτω παρουσιάζονται το διάγραμμα φάσης

(Σχήμα 4.14) και το διάγραμμα της λύσης (Σχήμα 4.15) στο χρόνο για τις 70 πρώτες χρονικές περιόδους και για $a_4 = 0,07$.

Σχήμα 4.14: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,07$



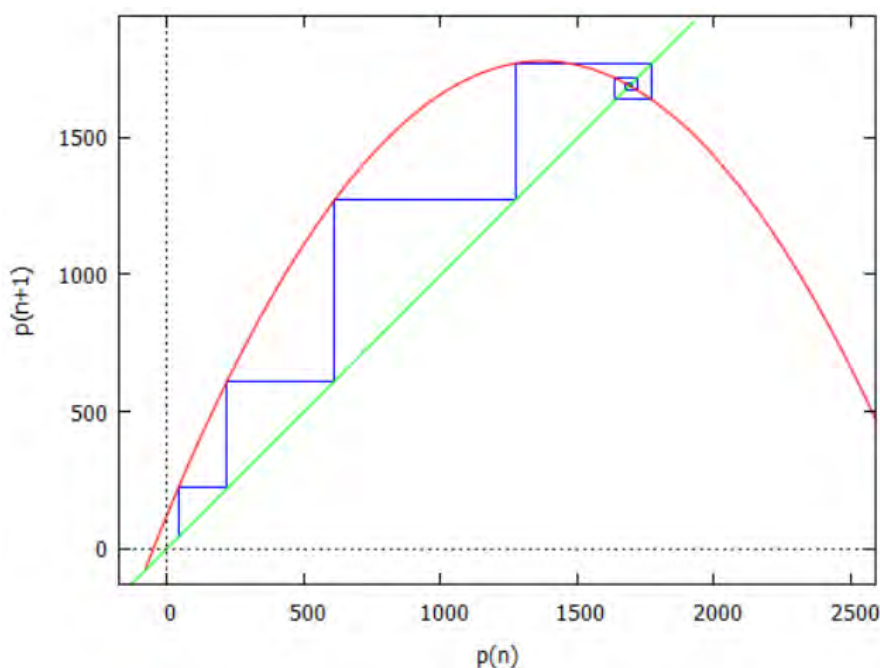
Σχήμα 4.15: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,07$



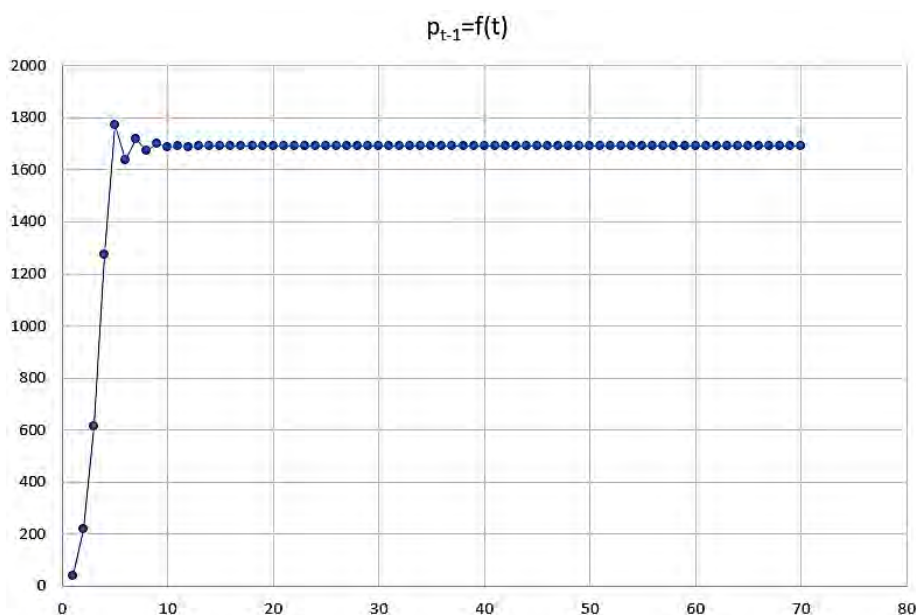
Μειώνοντας την τιμή του συντελεστή

- Για $0 < a_4 < 0,002$ το σύστημα οδηγείται ξανά σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$ και τα διαγράμματα φάσης (Σχήμα 4.16) και της λύσης στο χρόνο (Σχήμα 4.17) διαμορφώνονται ως εξής για $a_4 = 0,0005$:

Σχήμα 4.16: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για $a_4 = 0,0005$



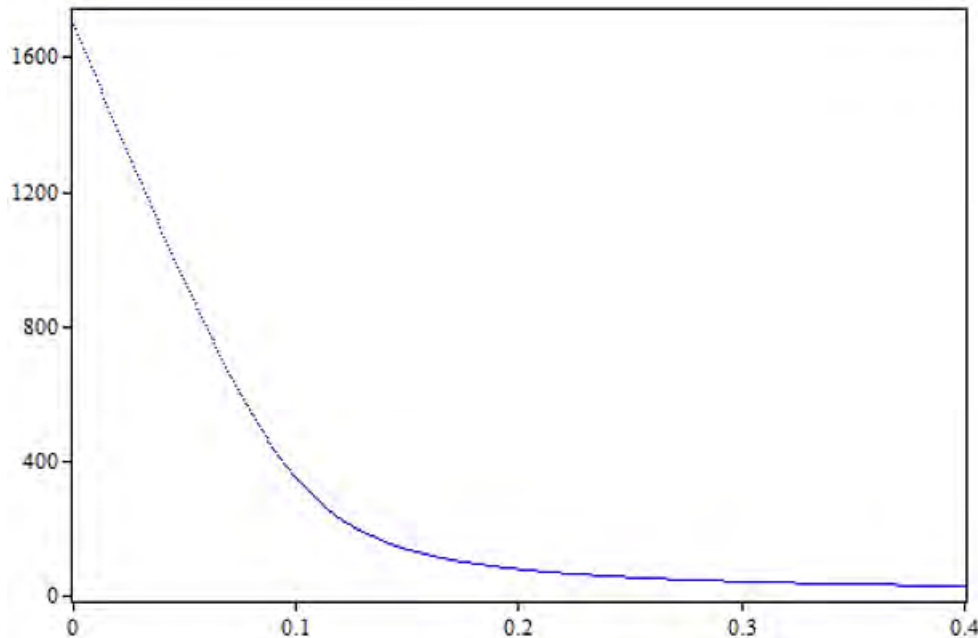
Σχήμα 4.17: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για $a_4 = 0,0005$



Ο τρόπος που μεταβάλλεται η τιμή ισορροπίας του χρυσού, καθώς αλλάζουν οι τιμές του συντελεστή a_4 απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα διακλάδωσης (Σχήμα 4.18) για το διάστημα τιμών του συντελεστή $0 < a_4 < 0.4$ και για αρχική τιμή $p_0 = 41,28$ \$/ουγγιά. Παρατηρούμε ότι, όταν η τιμή του συντελεστή κυμαίνεται από $0 - 4$, όσο αυξάνεται η τιμή του a_4 τόσο μειώνεται η τιμή ισορροπίας του χρυσού. Για τιμές μεγαλύτερες του 4, τιμή του χρυσού συνεχίζει να μειώνεται αλλά με πολύ μικρότερο ρυθμό. Στο διάγραμμα

διακλάδωσης για την παράμετρο a_4 δεν παρουσιάζεται καμία μορφή διακλάδωσης και συνεπώς δεν εμφανίζεται χάος.

Σχήμα 4.18: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_4



4.4.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_6 ΑΠΟ ΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΗ

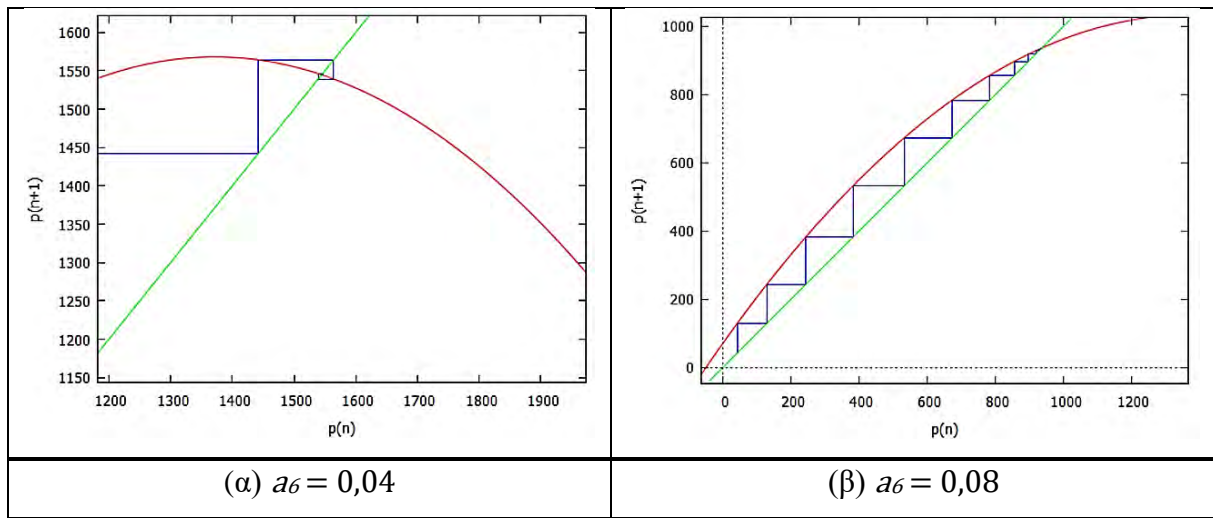
Η κλίση της καμπύλης της ζήτησης του χρυσού για επενδυτικούς σκοπούς αντιπροσωπεύεται από τον συντελεστή a_6 . Θα δούμε τώρα πώς μεταβάλλονται τα σημεία ισορροπίας του συστήματος προσφοράς και ζήτησης του χρυσού, όταν μεταβάλλεται ο συντελεστής αυτός.

Αυξάνοντας την τιμή του συντελεστή $a_6 = 0,0323$

- Για $0,0323 < a_6 < 0,0504$: Το σύστημα συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$. Η τιμή του χρυσού μειώνεται όσο αυξάνεται η τιμή του συντελεστή.
- Για $a_6 > 0,0504$: Το σύστημα οδηγείται, ξανά, σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας αλλά με τη μορφή σκάλας αυτή τη φορά, αφού $0 < f'(p_1^*) < 1$. Η τιμή του χρυσού, όπως και πριν, όσο αυξάνεται η τιμή του συντελεστή μειώνεται.

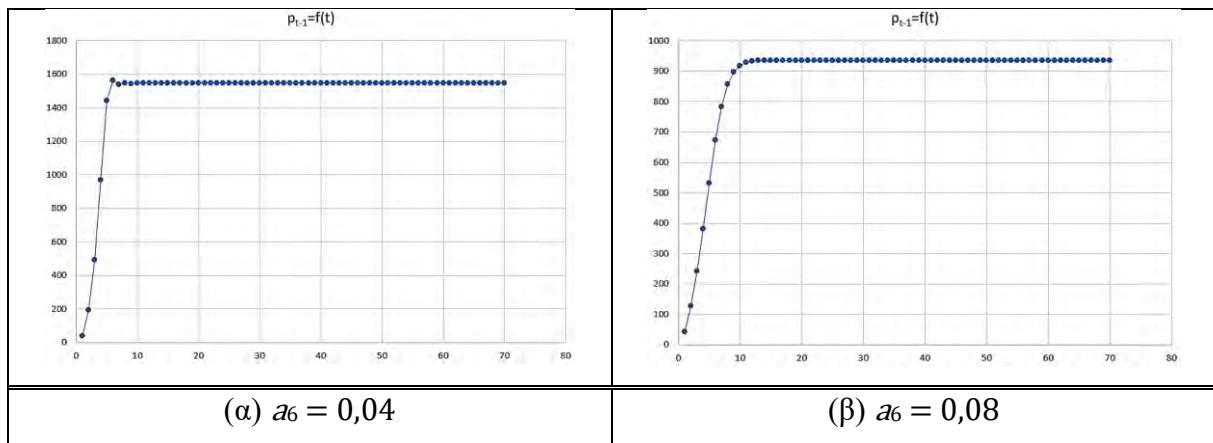
Τα παραπάνω συμπεράσματα αποδεικνύονται και από τα διαγράμματα φάσης για δύο συγκεκριμένες τιμές των περιπτώσεων (Σχήμα 4.19 α, β)

Σχήμα 4.19: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για (α) $a_6 = 0,04$, (β) $a_6 = 0,08$



Για τις δύο αυτές τιμές του συντελεστή a_6 η λύση στο χρόνο συμπεριφέρεται ως εξής (Σχήμα 4.20 α, β):

Σχήμα 4.20: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για (α) $a_6 = 0,04$, (β) $a_6 = 0,08$



Μειώνοντας την τιμή του συντελεστή $a_6 = 0,0323$

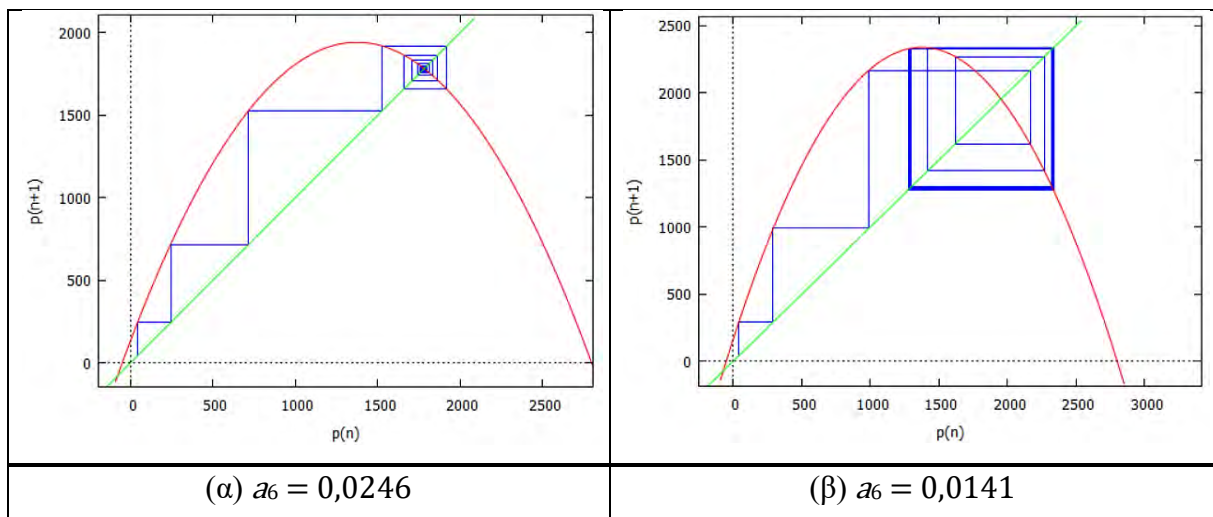
- Για $0,0207 < a_6 < 0,323$: Παρουσιάζεται ένα θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$ (Σχήμα 4.21α).
- Για $a_6 = 0,0207$: Το θετικό σημείο ισορροπίας γίνεται μη υπερβολικό, καθώς η κλίση του διαγράμματος φάσης στο σημείο αυτό ($p_1^* = 1851,66$) γίνεται $f'(p_1^*) = 1$.
- Για $0,0129 < a_6 < 0,0207$: Μειώνοντας κι άλλο, δηλαδή, την τιμή της παραμέτρου, το θετικό σημείο ισορροπίας γίνεται πλέον απωθητικό και η κλίση του διαγράμματος φάσης στο σημείο αυτό είναι $f'(p_1^*) < -1$. Οι λύσεις, λοιπόν, αποκλίνουν από το

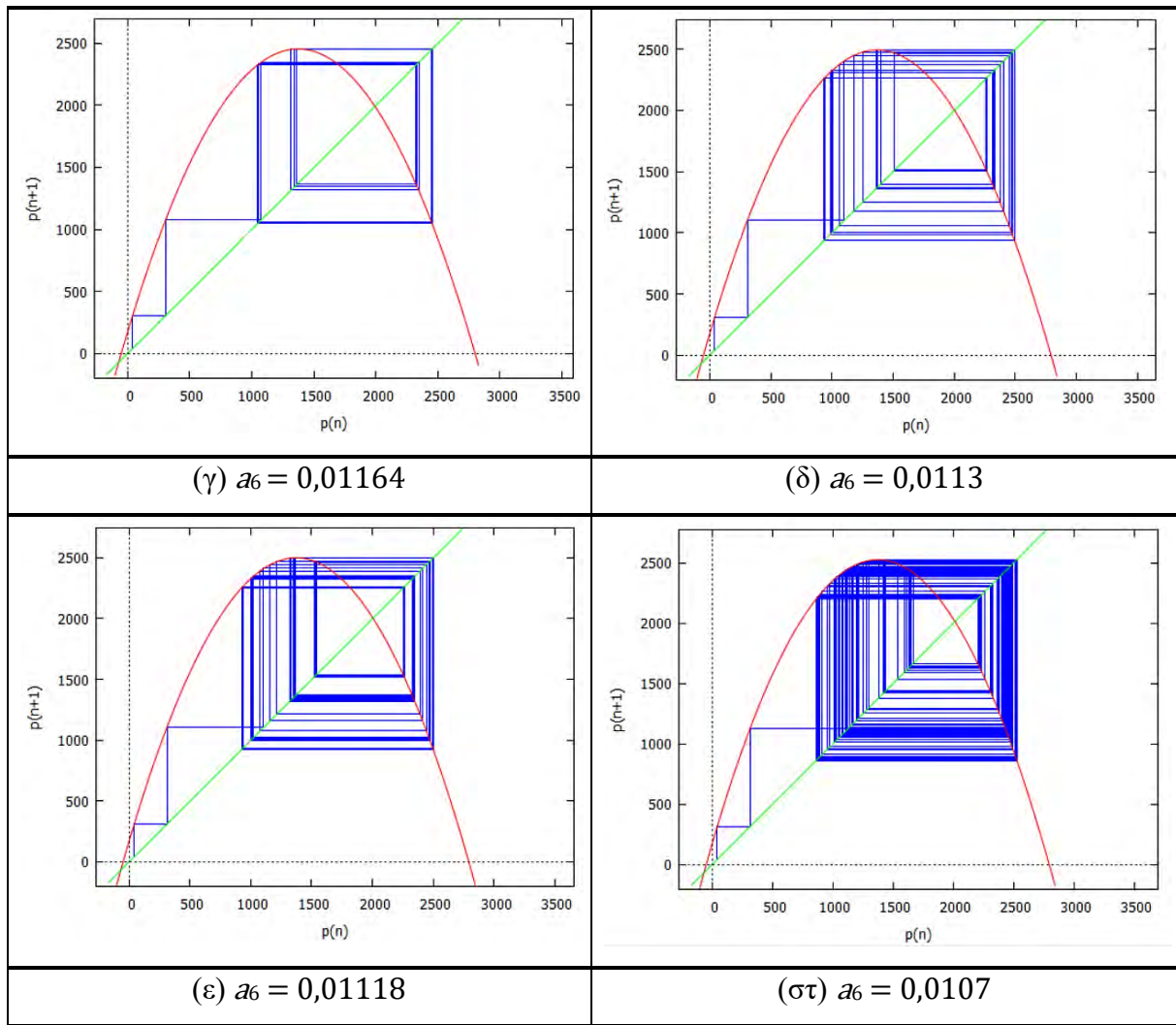
θετικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης και συγκλίνουν σε έναν κύκλο δύο περιόδων γύρω απ' αυτό (2-period cycle) (Σχήμα 4.21β).

- Για $0,0115 < a_6 < 0,0129$: Ο κύκλος δύο περιόδων από ελκυστικός γίνεται απωθητικός και ταυτόχρονα δημιουργείται ένας νέος κύκλος που έχει τη διπλάσια περίοδο, ένας ελκυστικός κύκλος τεσσάρων περιόδων. Έτσι, οι λύσεις αποκλίνουν από το θετικό ασταθές σημείο ισορροπίας συγκλίνοντας σε έναν ελκυστικό κύκλο τεσσάρων περιόδων (4-period cycle) (Σχήμα 4.21γ).
- Για $0,0112 < a_6 < 0,0115$: Ο ελκυστικός κύκλος τεσσάρων περιόδων γίνεται απωθητικός και ταυτόχρονα συνοδεύεται από τη δημιουργία ενός νέου ελκυστικού κύκλου διπλάσιας περιόδου. Με τον τρόπο αυτό, οι λύσεις πλέον συγκλίνουν σε ένα κύκλο οκτώ περιόδων (8-period cycle) (Σχήμα 4.21δ).
- Για $0,01117 < a_6 < 0,0112$: Κατά τον ίδιο τρόπο ο προηγούμενος ελκυστικός κύκλος οκτώ περιόδων γίνεται απωθητικός και δημιουργείται ένας νέος ελκυστικός κύκλος δεκαέξι περιόδων (16-period cycle), στον οποίο και συγκλίνουν οι λύσεις (Σχήμα 4.21ε).
- Για $0,0104 < a_6 < 0,01117$: μέσω των συνεχών διαδοχικών διπλασιασμών της περιόδου των ελκυστικών κύκλων, οδηγούμαστε σε μία κατάσταση όπου οι τροχιές του συστήματος γίνονται μη περιοδικές και δεν μπορούμε να κάνουμε προβλέψεις. Προκύπτει, δηλαδή, χάος (Σχήμα 4.21στ).

Τα διαγράμματα φάσης που επιβεβαιώνουν τα παραπάνω παρουσιάζονται παρακάτω (Σχήματα 4.21 α, β, γ, δ, ε, στ):

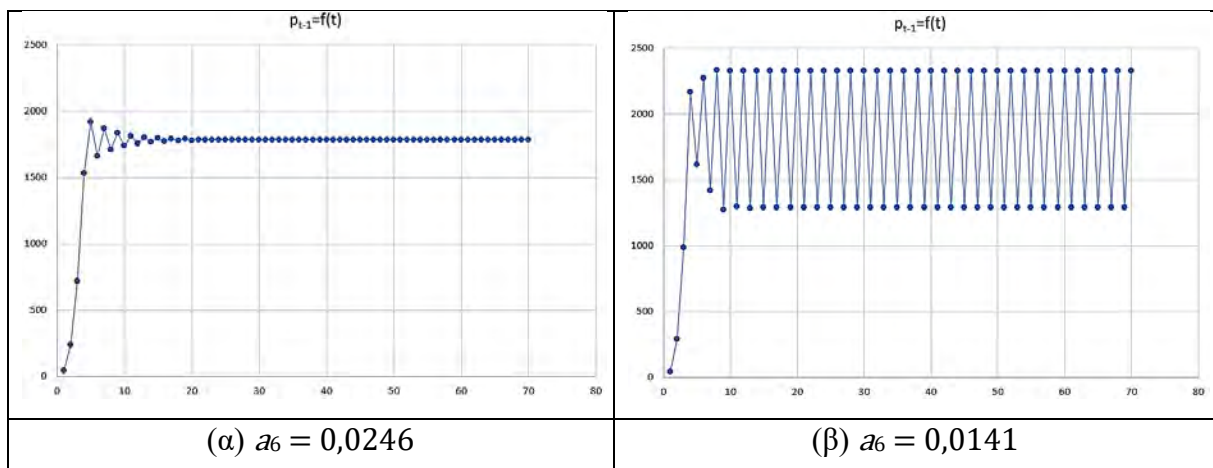
Σχήμα 4.21: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για (α) $a_6 = 0,0246$, (β) $a_6 = 0,0141$, (γ) $a_6 = 0,01164$, (δ) $a_6 = 0,0113$, (ε) $a_6 = 0,01118$, (στ) $a_6 = 0,0107$

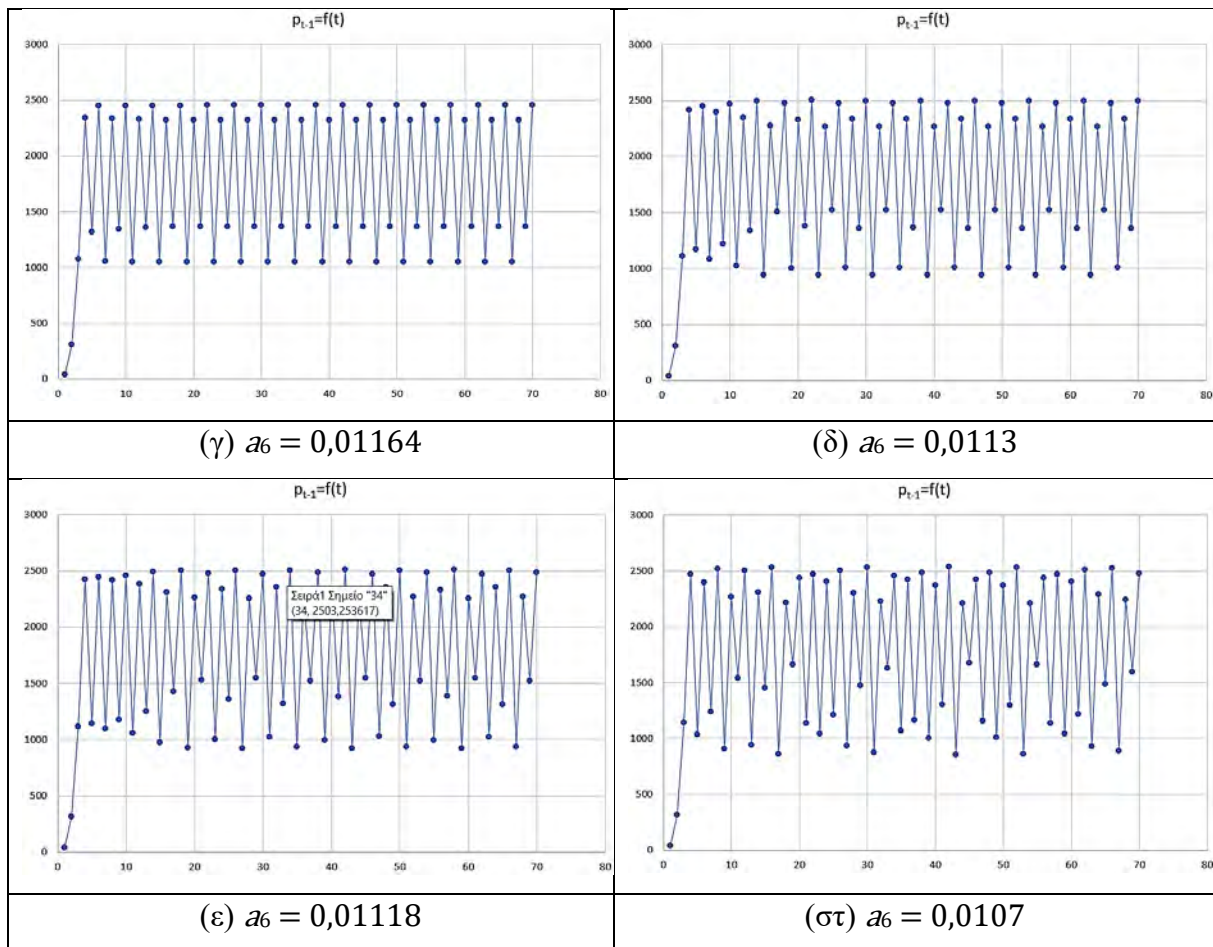




Αντίστοιχα, παρουσιάζονται παρακάτω τα διαγράμματα των διαφόρων λύσεων στο χρόνο για τις συγκεκριμένες τιμές του συντελεστή a_6 (Σχήματα 4.22 α, β, γ, δ, ε, στ):

Σχήμα 4.22: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για (α) $a_6 = 0,0246$, (β) $a_6 = 0,0141$, (γ) $a_6 = 0,01164$, (δ) $a_6 = 0,0113$, (ε) $a_6 = 0,01118$, (στ) $a_6 = 0,0107$

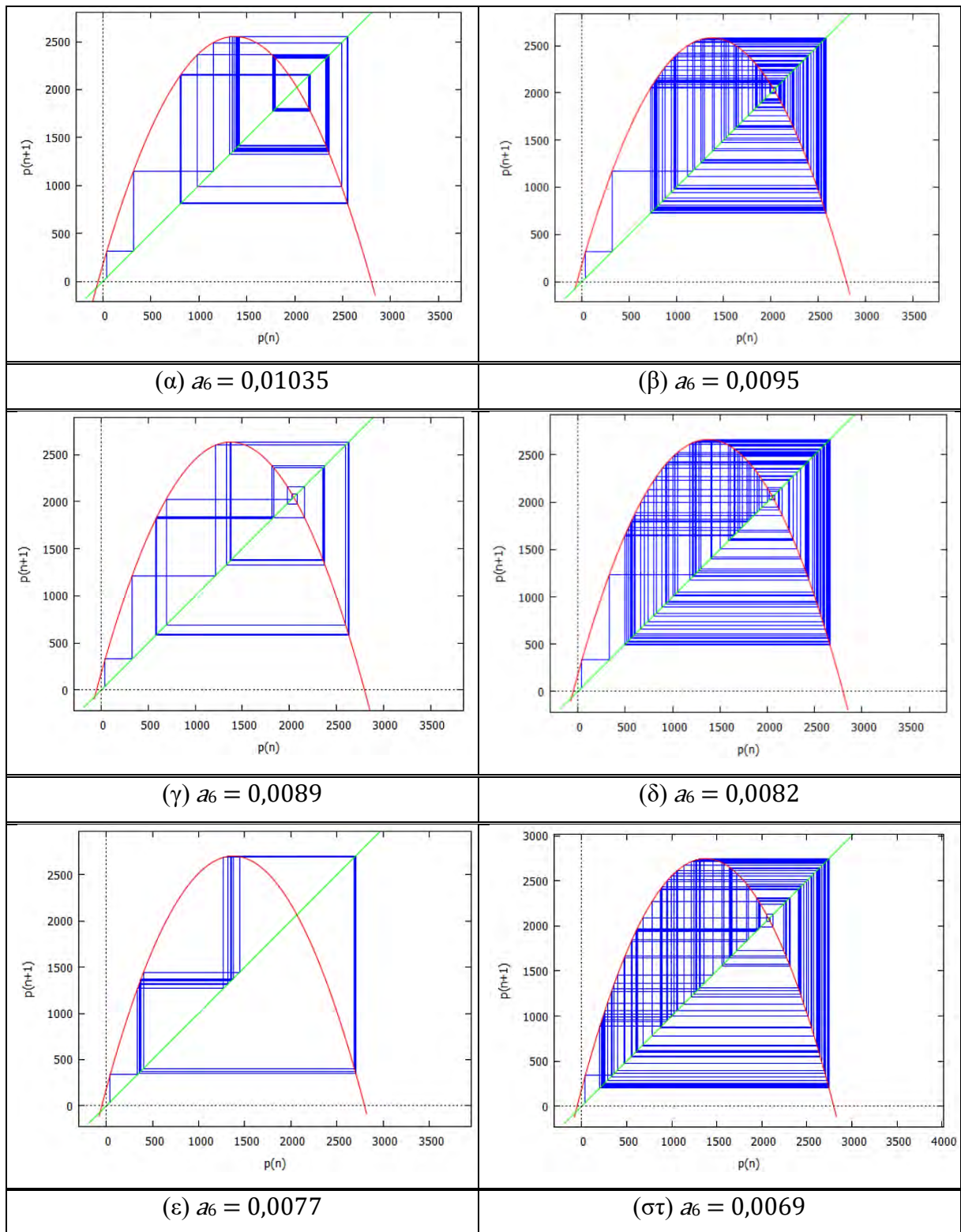




Συνεχίζοντας τη μείωση της τιμής του συντελεστή a_6 :

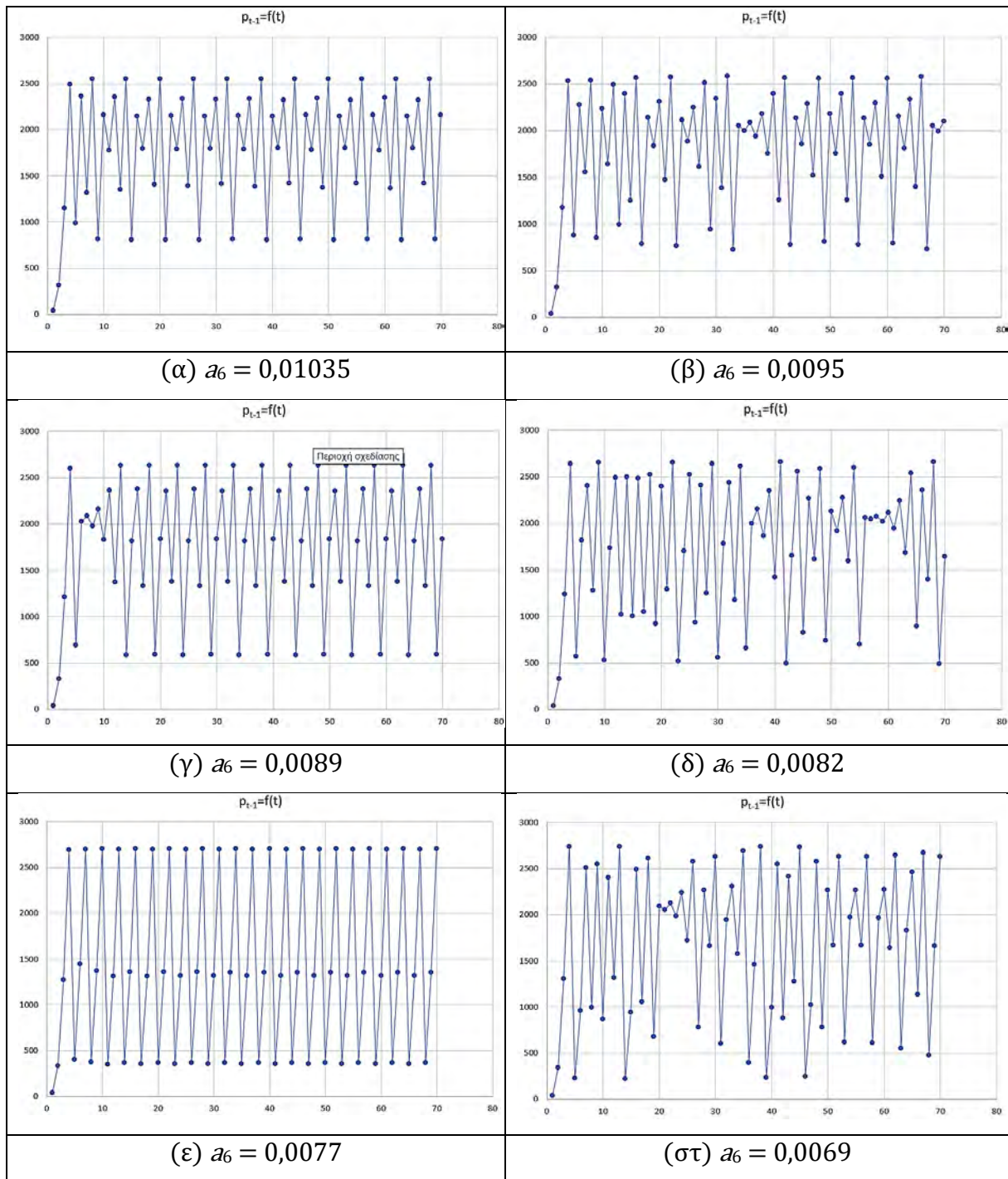
- Για $0,0103 < a_6 < 0,0104$, για $0,00883 < a_6 < 0,00894$ και για $0,0076 < a_6 < 0,0078$: Η τροχιά των λύσεων σταματά την χαοτική της πορεία και οι λύσεις συγκλίνουν σε ένα κύκλο έξι περιόδων (6-period cycle), πέντε περιόδων (5-period cycle) και τριών περιόδων (3-period cycle) αντίστοιχα (Σχήματα 4.23α, γ, ε).
- Για $0,00894 < a_6 < 0,0103$, για $0,0078 < a_6 < 0,00883$ και για $0,006 < a_6 < 0,0076$: Οι διαδοχικές διακλαδώσεις διπλασιασμού περιόδου που συμβαίνουν οδηγούν το σύστημα σε χάος (Σχήματα 4.23β, δ, στ).

Σχήμα 4.23: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$ για (α) $a_6 = 0,01035$, (β) $a_6 = 0,0095$, (γ) $a_6 = 0,0089$, (δ) $a_6 = 0,0082$, (ε) $a_6 = 0,0077$, (στ) $a_6 = 0,0069$



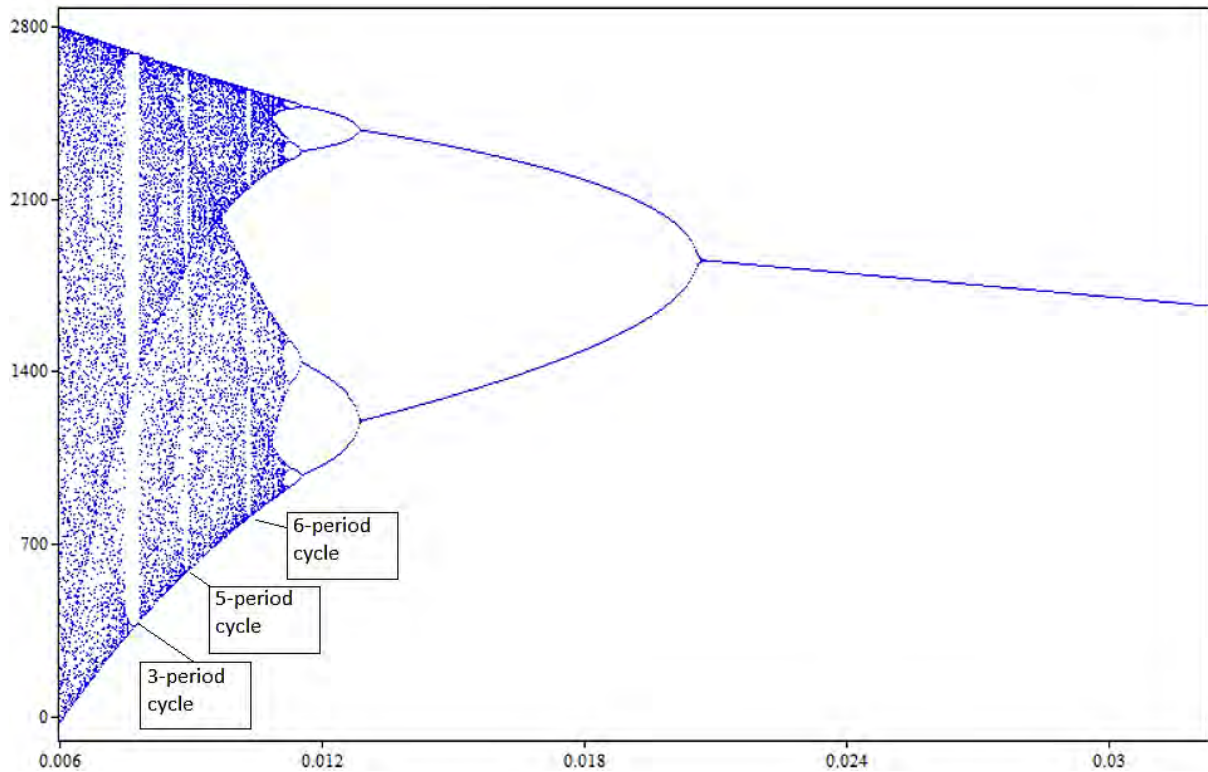
Τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο απεικονίζονται παρακάτω (Σχήματα 4.24α, β, γ, δ, ε, στ).

Σχήμα 4.24: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$ για (α) $a_6 = 0,01035$, (β) $a_6 = 0,0095$, (γ) $a_6 = 0,0089$, (δ) $a_6 = 0,0082$, (ε) $a_6 = 0,0077$, (στ) $a_6 = 0,0069$



Συνοπτικά, όλα τα παραπάνω φαίνονται και σε ένα διάγραμμα διακλάδωσης (Σχήμα 4.25) για το διάστημα τιμών του συντελεστή $0,006 < a_6 < 0,0323$, δηλαδή, καθώς η τιμή του a_6 μειώνεται και για αρχική τιμή του χρυσού $p_0 = 41,28$ \$/ουγγιά. Για τιμές μεγαλύτερες του $0,0323$ το διάγραμμα διακλάδωσης είναι μια γραμμή και δεν παρουσιάζει χάος.

Σχήμα 4.25: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_6



Παρατηρούμε στο πρώτο διάγραμμα ότι, όσο η τιμή του a_6 αυξάνεται τόσο μειώνεται η τιμή του χρυσού. Στο δεύτερο διάγραμμα καθώς μειώνουμε την τιμή του a_6 , παρατηρείται και πάλι ότι η τιμή του χρυσού ακολουθεί μια μικρή αυξητική τροχιά, μέχρι ο συντελεστής να πάρει την τιμή $a_6 \approx 0,0207$, όπου διαπιστώνεται το πρώτο σημείο διακλάδωσης και η τροχιά της λύσης, ενώ αρχικά συγκλίνει στο θετικό ευσταθές σημείο ισορροπίας, στη συνέχεια ακολουθεί κύκλο δύο περιόδων. Συνεχίζοντας τη μείωση της τιμής του συντελεστή και καθώς διέρχεται από τις τιμές $a_6 \approx 0,0129$, $a_6 \approx 0,0115$, $a_6 \approx 0,0112$ δημιουργούνται συνεχώς σημεία διακλάδωσης διπλάσιας περιόδου (2, 4, 8, 16 ... αντίστοιχα) και η τροχιά της λύσης ακολουθεί κύκλο 4 – περιόδων, 8 – περιόδων, 16 – περιόδων, ..., κ.ο.κ., μέχρι που με τις συνεχείς διακλαδώσεις η τροχιά γίνεται χαοτική. Επιπλέον, παρατηρώντας την περιοχή του χάους βλέπουμε περιοχές που δεν έχουν πυκνές διακλαδώσεις και είναι οι περιοχές εκείνες όπου η τροχιά της λύσης ακολουθεί κύκλους 6 – περιόδων, 5 – περιόδων και 3 – περιόδων καθώς μειώνεται η τιμή του συντελεστή.

4.4.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ a_8 ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΤΡΑΠΕΖΕΣ

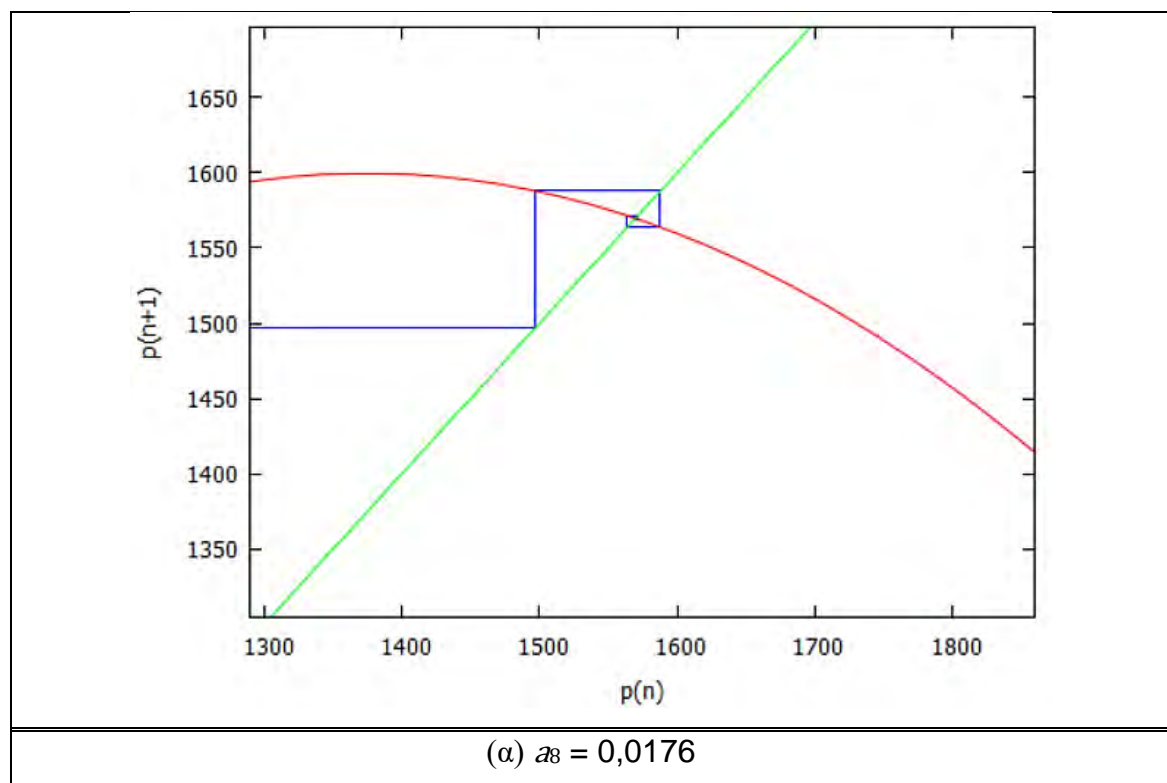
Η ζήτηση του χρυσού, αποκλειστικά από τις κεντρικές τράπεζες, αντιπροσωπεύεται από το συντελεστή a_8 . Η τιμή του χρυσού μεταβάλλεται όταν η τιμή του συντελεστή a_8 είτε αυξάνεται είτε μειώνεται με τον εξής τρόπο:

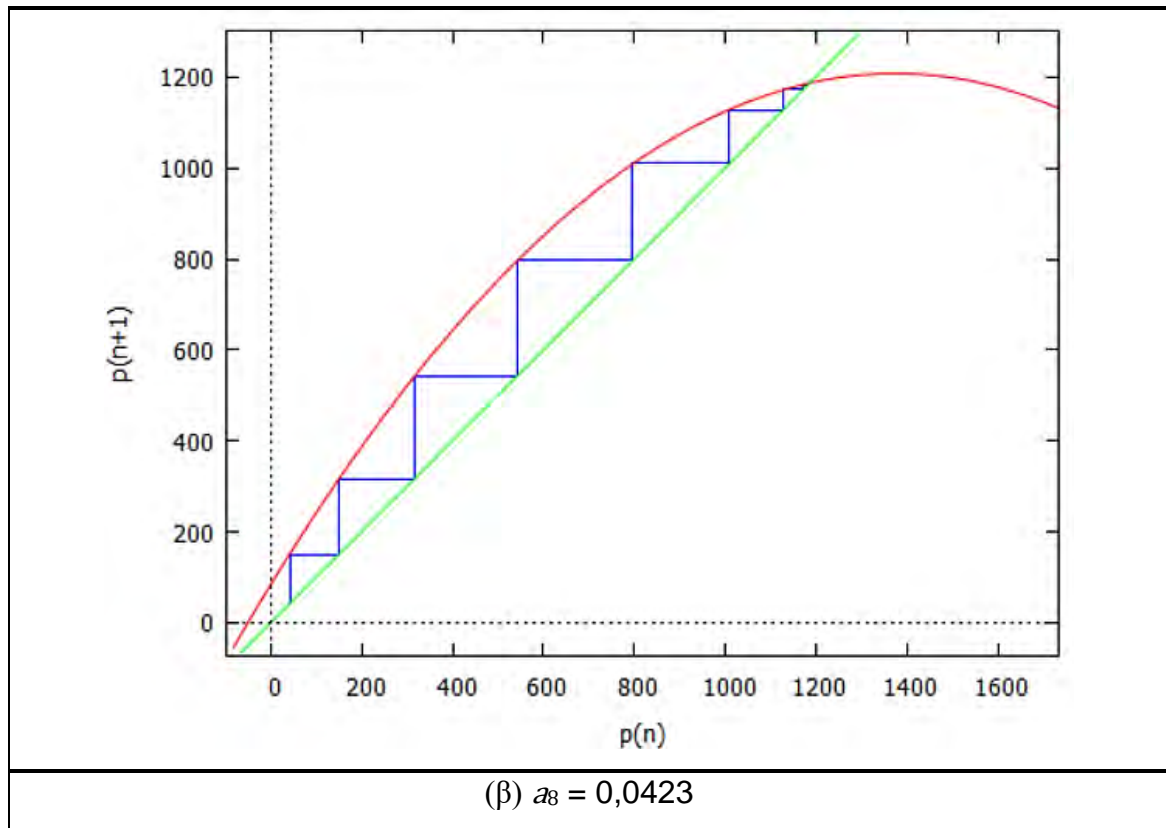
Αυξάνοντας την τιμή του συντελεστή $a_8 = 0,0118$

- Για $0,0118 < a_8 < 0,0303$: Το σύστημα προσφοράς και ζήτησης συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο με μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$.
- Για $a_8 < 0,0303$: Το σύστημα οδηγείται σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας, ξανά, όμως αυτή τη φορά με τη μορφή σκάλας, αφού $0 < f'(p_1^*) < 1$.

Και στις δύο περιπτώσεις παρατηρείται ότι η τιμή του χρυσού μειώνεται όσο αυξάνεται η τιμή του συντελεστή. Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα φάσης (Σχήμα 4.26 α, β) για συγκεκριμένες τιμές των συντελεστών που αντιπροσωπεύουν και τις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

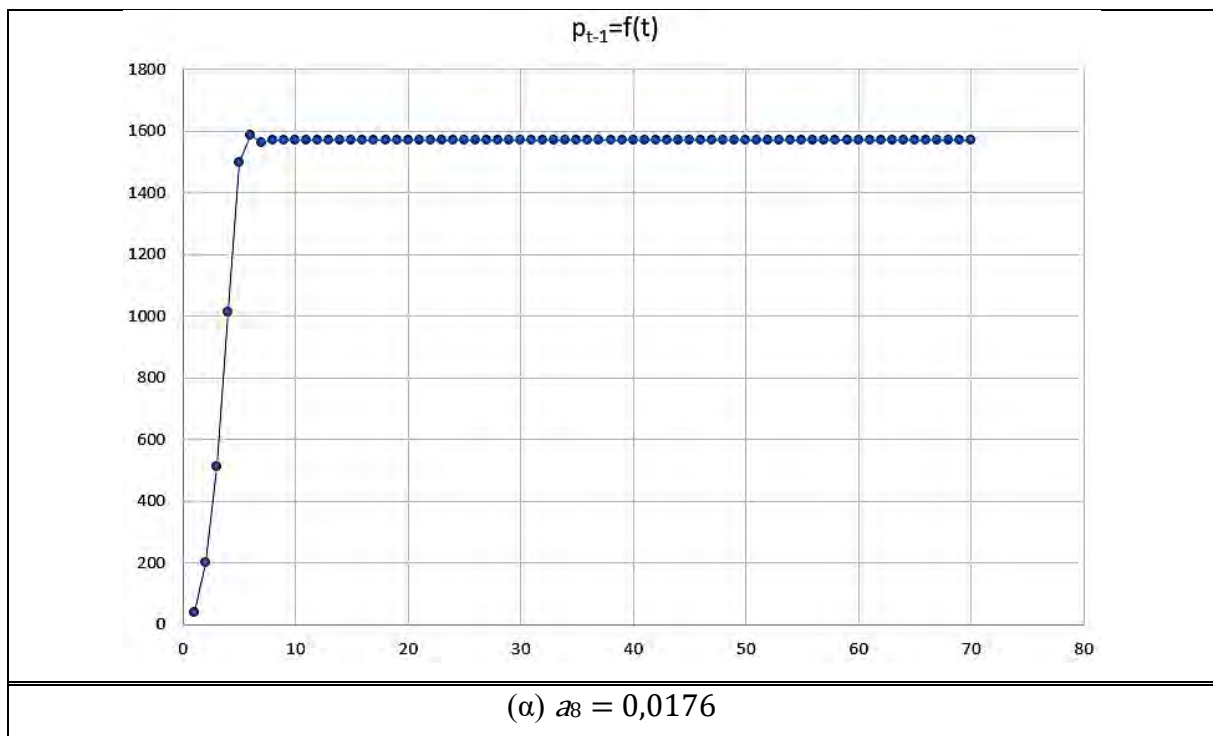
Σχήμα 4.26: Διαγράμματα $p_{n+1} = f(p_n)$ για (α) $a_8 = 0,0176$ και (β) $a_8 = 0,0423$

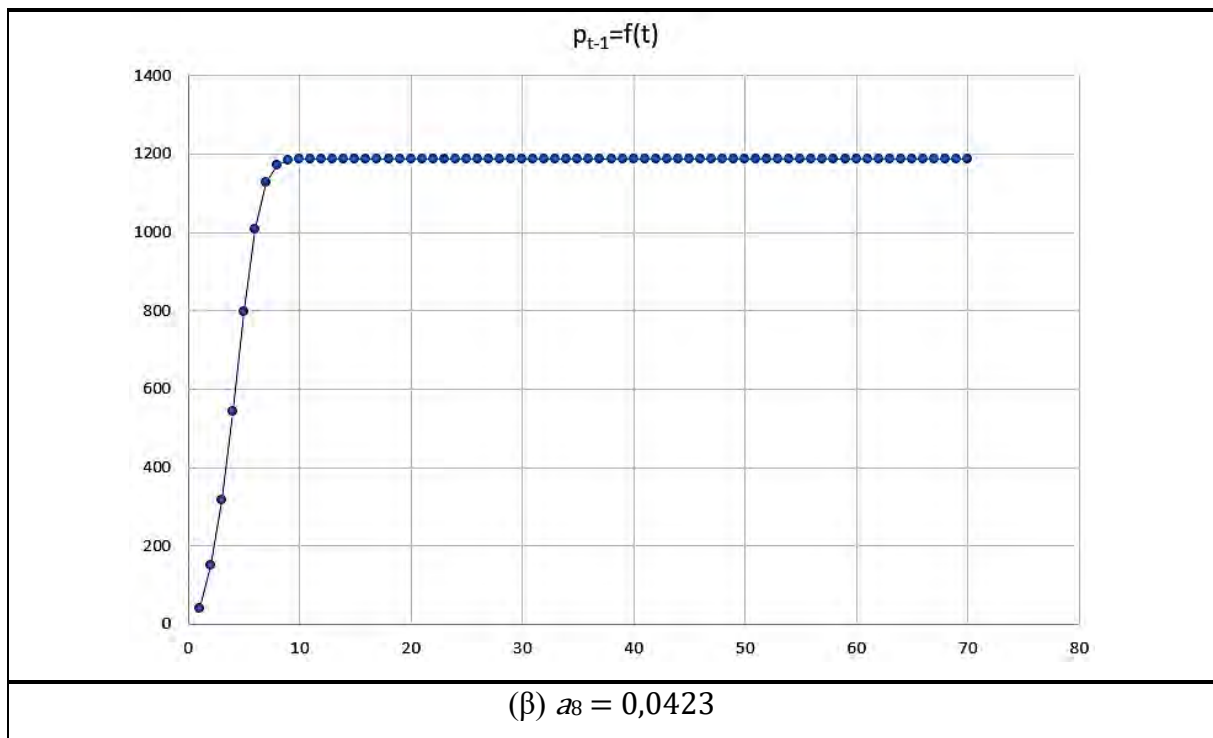




Αντίστοιχα, τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο (Σχήματα 4.27 α, β) για τις συγκεκριμένες τιμές των συντελεστών φαίνονται παρακάτω:

Σχήμα 4.27: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_8 = 0,0176$ και (β) $a_8 = 0,0423$



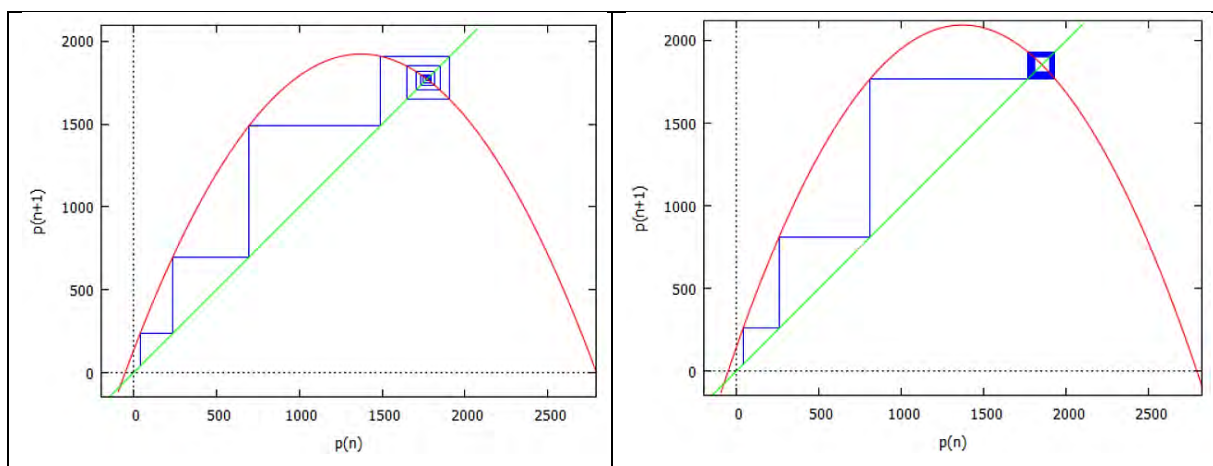


Μειώνοντας την τιμή του συντελεστή $a_8 = 0,0118$

- Για $0,00039 < a_8 < 0,0118$ η τιμή του χρυσού συγκλίνει για άλλη μία φορά στο θετικό σημείο ισορροπίας με τη μορφή ιστού αράχνης, αφού $-1 < f'(p_1^*) < 0$ και αυξάνεται όσο ο συντελεστής μειώνεται.
- Για $0 < a_8 < 0,00039$ το θετικό σημείο ισορροπίας γίνεται απωθητικό και οι λύσεις συγκλίνουν σε ένα κύκλο δύο περιόδων.

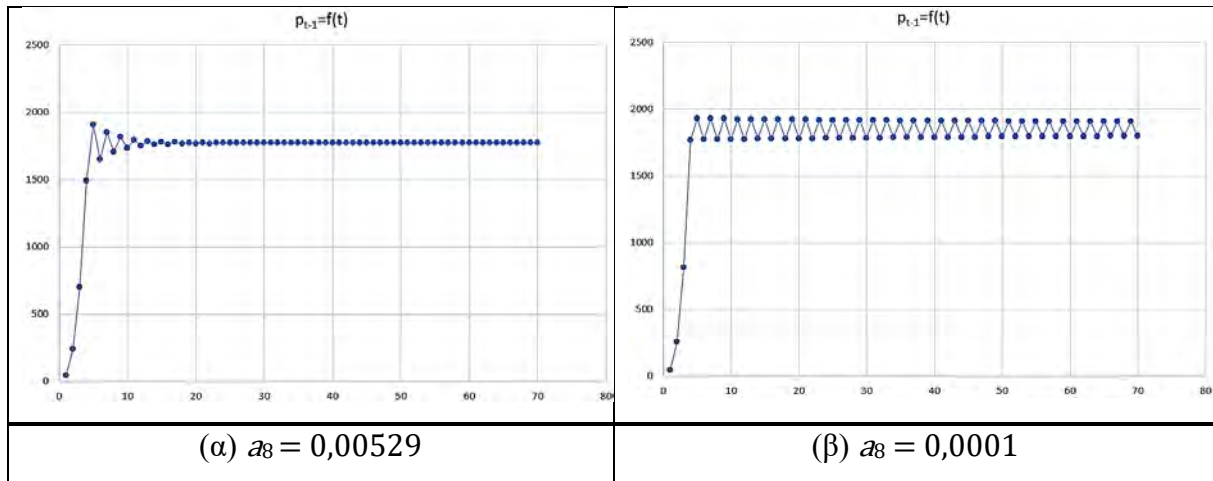
Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα φάσης (Σχήμα 4.28 α, β) και χρόνου (Σχήμα 4.29 α, β) για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις:

Σχήμα 4.28: Διάγραμμα $p_{n+1} = f(p_n)$: (α) $a_8 = 0,00529$, (β) $a_8 = 0,0001$



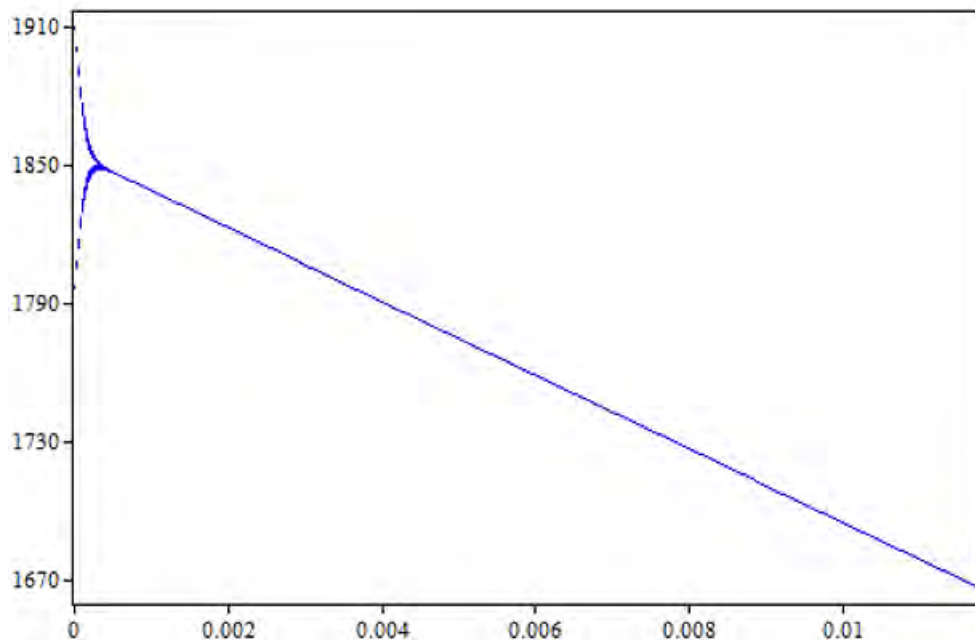
$(\alpha) a_8 = 0,00529$	$(\beta) a_8 = 0,0001$
--------------------------	------------------------

Σχήμα 4.29: Διάγραμμα $p_{t-1} = f(t)$: (α) $a_8 = 0,00529$, (β) $a_8 = 0,0001$



Το διάγραμμα διακλάδωσης (Σχήμα 4.30) δείχνει ότι δεν παρουσιάζεται καμία μορφή διακλάδωσης για $0,00039 < a_8 < 0,0118$ και παρατηρούμε μία διακλάδωση (διπλασιασμού περιόδου) για $0 < a_8 < 0,00039$.

Σχήμα 4.30: Διάγραμμα διακλάδωσης για την παράμετρο a_8



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΧΡΥΣΟΣ ΚΑΙ ΑΣΗΜΙ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας, ο χρυσός και το ασήμι διαδραματίζουν συναφείς ρόλους ως πολύτιμα μέταλλα και, συχνά, θεωρούνται υποκατάστατα είτε στην αγορά κοσμημάτων είτε για τη μείωση παρόμοιων τύπων κινδύνων στα χαρτοφυλάκια. Έτσι, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι παρόμοια οικονομικά θεμελιώδη στοιχεία επηρεάζουν τη ζήτηση των δύο αυτών μετάλλων και υπάρχει μία λογική μακροχρόνια αλληλεξάρτηση μεταξύ των τιμών του χρυσού και του αργύρου.

Οι τιμές του χρυσού και του αργύρου αντιδρούν διαφορετικά στις αλλαγές της προσφοράς και της ζήτησής τους. Η ζήτηση για την κατασκευή κοσμημάτων και η επενδυτική ζήτηση και των δύο μετάλλων επηρεάζονται είτε από τη μεταβολή της τιμής του χρυσού είτε από τη μεταβολή της τιμής του αργύρου. Για παράδειγμα, οι πωλήσεις χρυσών κοσμημάτων πέφτουν με μία αύξηση της τιμής του χρυσού προς όφελος των ασημένιων κοσμημάτων (Norland, 2015).

Σε έρευνες που έγιναν από τους Brauner et al. (1997), Dunis & Williams (2003) και Dunis & Nathani (2007), διαπιστώθηκαν μη γραμμικότητες στις αγορές χρυσού και ασημιού και προτείνεται η χρήση μοντέλων νευρωνικών δικτύων ως εναλλακτική επιλογή για επόμενες μελέτες των δύο μετάλλων.

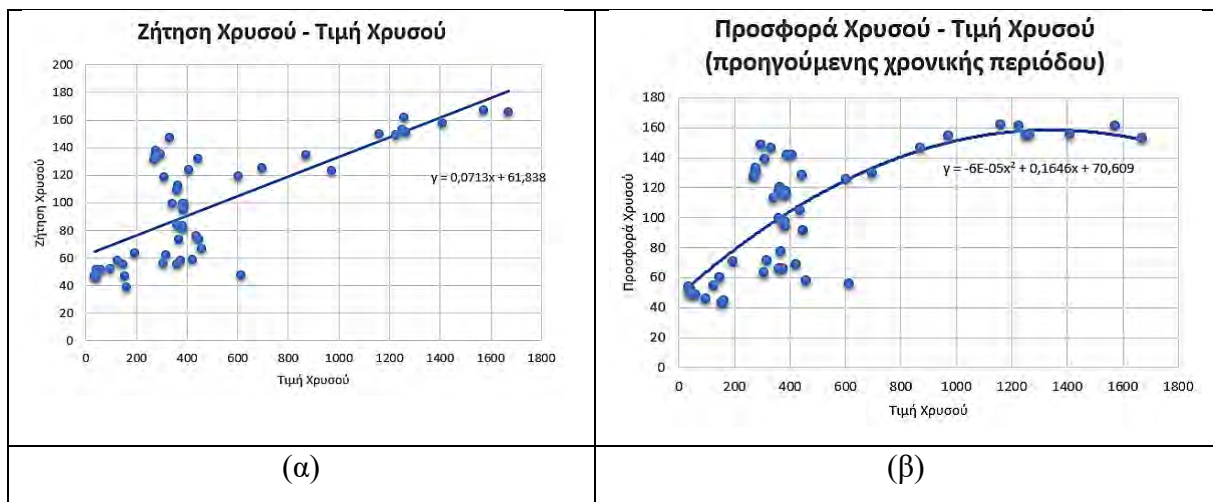
Είναι γεγονός, λοιπόν, ότι οι τιμές των δύο μετάλλων αλληλοεπηρεάζονται, καθώς παρά τη μεγάλη ευαισθησία που παρουσιάζει η τιμή του αργύρου ως προς την τιμή του χρυσού (Norland, 2015), αντίστοιχα και η τιμή του χρυσού επηρεάζεται από την τιμή του αργύρου. Σε έρευνα των Mui et al. (1993) και Prakash & Sundararajan (2014) συμπεραίνεται ότι η τιμή του αργύρου έχει κάποιο θετικό αντίκτυπο στην τιμή του χρυσού. Στο κεφάλαιο αυτό θα διερευνηθεί πώς οι μεταβολές των συντελεστών στο μοντέλο προσφοράς και ζήτησης του χρυσού επηρεάζουν την τιμή του αργύρου. Ωστόσο περαιτέρω έρευνα στο πώς οι μεταβολές της τιμής του αργύρου επηρεάζουν την τιμή του χρυσού θα κρινόταν σημαντική.

5.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ-ΖΗΤΗΣΗΣ ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΑΣΗΜΙΟΥ

Όπως και στην ανάλυση του προηγούμενου κεφαλαίου, έτσι και εδώ τα δύο μοντέλα για την τιμή του χρυσού και του ασημιού προκύπτουν από τη συσχέτιση των χρονικών ετήσιων τιμών από το 1977 έως το 2017, βρίσκοντας τη γραμμή της τάσης των τιμών. Συγκεκριμένα:

- Για το χρυσό χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς (Σχήμα 5.1 α, β):

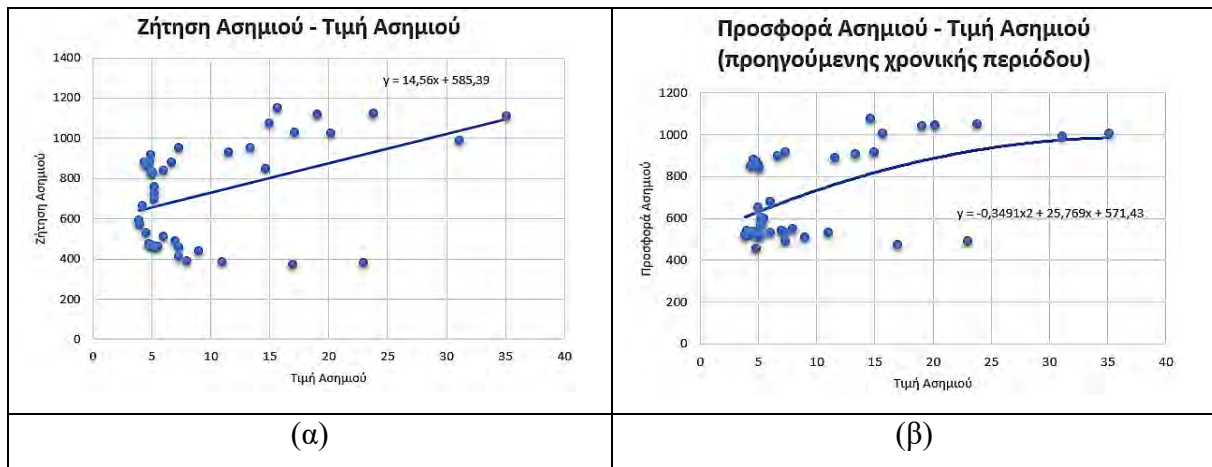
Σχήμα 5.1: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης – τιμές χρυσού και προσφοράς – τιμές χρυσού (προηγ. χρονικής περιόδου)



Στην περίπτωση της ζήτησης του χρυσού η γραμμή τάσης είναι ευθεία γραμμή και, συνεπώς, η σχέση ζήτησης τιμής θα είναι γραμμική, ενώ στην περίπτωση της προσφοράς χρυσού η σχέση προσφοράς και της προηγούμενης χρονικής τιμής θα είναι μη γραμμική, αφού η γραμμή τάσης είναι καμπύλη.

- Για το ασήμι χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαγράμματα διασποράς (Σχήμα 5.2 α, β):

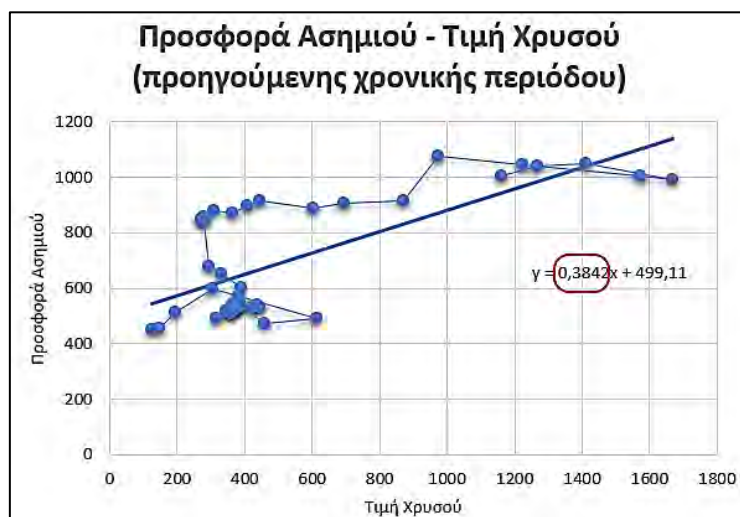
Σχήμα 5.2: Διαγράμματα διασποράς ζήτησης – τιμές αργύρου και προσφοράς – τιμές αργύρου (προηγ. χρονικής περιόδου)



Η γραμμή τάσης στην περίπτωση της ζήτησης και της τιμής ασημιού είναι ευθεία, επομένως η σχέση θα είναι γραμμική, ενώ στην περίπτωση της προσφοράς και της προηγούμενης χρονικής τιμής είναι καμπύλη με αποτέλεσμα η σχέση που προκύπτει να είναι μη γραμμική.

Επιπλέον, ενώ η προσφορά του χρυσού προσδιορίζεται μόνο από την τιμή της προηγούμενης χρονικής περιόδου του χρυσού, η προσφορά του ασημιού προσδιορίζεται εκτός από την τιμή του ασημιού της προηγούμενης χρονικής περιόδου και από την τιμή του χρυσού της προηγούμενης χρονικής περιόδου. Αυτό διότι, η προσφορά του ασημιού εκτός από την τιμή του, εξαρτάται και από την τιμή που είχε ο χρυσός την προηγούμενη χρονική περίοδο. Ο συντελεστής, λοιπόν, που θα έχει η τιμή του χρυσού (προηγούμενη χρονική περίοδος) προκύπτει από το ακόλουθο διάγραμμα διασποράς και την γραμμή τάσης (Σχήμα 5.3):

Σχήμα 5.3: Διάγραμμα διασποράς προσφοράς αργύρου – προηγούμενη χρονική τιμή χρυσού



Ενδιαφέρον, λοιπόν, θα παρουσιάζε να δούμε με ποιο τρόπο οι μεταβολές στην τιμή του χρυσού επηρεάζουν και την τιμή του ασημιού, αφού οι δύο αγορές είναι αλληλένδετες. Έτσι, το προτεινόμενο μοντέλο προσφοράς και ζήτησης σε διακριτό χρόνο για την περίπτωση των δύο αλληλένδετων αγορών χρυσού και ασημιού είναι το εξής:

$$\text{Αγορά χρυσού: } \begin{cases} Q_t^{D,g} = a_1 + b_1 p_t^g \\ Q_t^{S,g} = c_1 + d_1 p_{t-1}^g - f_1 (p_{t-1}^g)^2 \end{cases}, \quad a_1, b_1, c_1, d_1, f_1 > 0 \quad (5)$$

$$\text{Αγορά ασημιού: } \begin{cases} Q_t^{D,s} = a_2 + b_2 p_t^s \\ Q_t^{S,s} = c_2 + d_2 p_{t-1}^s - f_2 (p_{t-1}^s)^2 + h_2 p_{t-1}^g \end{cases}, \quad a_2, b_2, c_2, d_2, f_2, h_2 > 0 \quad (6)$$

Όπου, $Q_t^{D,g}$ και $Q_t^{S,g}$: η ζήτηση και η προσφορά του χρυσού

$Q_t^{D,s}$ και $Q_t^{S,s}$: η ζήτηση και η προσφορά του ασημιού

Το μοντέλο που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί, προέκυψε, από τις προηγούμενες τιμές του χρυσού και του ασημιού, όπως περιεγράφηκε στην ενότητα 4.3. Η ζήτηση και για τα δύο αγαθά προσδιορίζεται με βάση την τιμή που έχουν στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Από την άλλη, η προσφορά του χρυσού προσδιορίζεται από την τιμή του πολύτιμου μετάλλου την προηγούμενη χρονική περίοδο, ενώ η προσφορά του ασημιού προσδιορίζεται τόσο από την τιμή του ασημιού την προηγούμενη χρονική περίοδο όσο και από την τιμή του χρυσού την ίδια περίοδο. Αυτό διότι, το πού θα κυμαίνεται η τιμή του αργύρου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την τιμή του χρυσού. Ο συντελεστής, h_2 , παίρνει θετικές τιμές, αφού η τάση στο χρόνο δείχνει ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση των δύο μετάλλων. Όταν, δηλαδή, η τιμή του χρυσού αυξάνεται, παρατηρείται αύξηση και στην τιμή του ασημιού. Η μη γραμμικότητα εμφανίζεται στις εξισώσεις προσφοράς και για τα δύο πολύτιμα αγαθά.

Από τη συνθήκη ισορροπίας και για τις δύο αγορές προκύπτουν οι μη γραμμικές, μη ομογενείς εξισώσεις διαφορών 1^{ης} τάξης:

$$Q_t^{D,g} = Q_t^{S,g} \implies a_1 + b_1 p_t^g = c_1 + d_1 p_{t-1}^g - f_1 (p_{t-1}^g)^2 \implies$$

$$p_t^g = \frac{c_1 - a_1}{b_1} + \frac{d_1}{b_1} p_{t-1}^g - \frac{f_1}{b_1} (p_{t-1}^g)^2 \quad (7)$$

Και:

$$Q_t^{D,s} = Q_t^{S,s} \implies a_2 + b_2 p_t^s = c_2 + d_2 p_{t-1}^s - f_2 (p_{t-1}^s)^2 + h_2 p_{t-1}^g \implies$$

$$p_t^s = \frac{c_2 - a_2}{b_2} + \frac{d_2}{b_2} p_{t-1}^s - \frac{f_2}{b_2} (p_{t-1}^s)^2 + \frac{h_2}{b_2} p_{t-1}^g \quad (8)$$

Συνεπώς, το δυναμικό σύστημα δύο εξισώσεων διαφορών 1^{ης} τάξης που θα μελετήσουμε είναι:

$$\begin{cases} p_t^g = \frac{c_1 - a_1}{b_1} + \frac{d_1}{b_1} p_{t-1}^g - \frac{f_1}{b_1} (p_{t-1}^g)^2 \\ p_t^s = \frac{c_2 - a_2}{b_2} + \frac{d_2}{b_2} p_{t-1}^s - \frac{f_2}{b_2} (p_{t-1}^s)^2 + \frac{h_2}{b_2} p_{t-1}^g \end{cases} \quad (9)$$

Στόχος μας εδώ είναι να δούμε αν οι μετατοπίσεις της καμπύλης ζήτησης και της καμπύλης προσφοράς του χρυσού αλλάζουν τη συμπεριφορά της τιμής του και κατά συνέπεια και τη συμπεριφορά της τιμής για τον άργυρο. Για να το διαπιστώσουμε αυτό θα δώσουμε τιμές στους συντελεστές της εξίσωσης του χρυσού με σταθερές τις τιμές των υπολοίπων κάθε φορά.

Οι συντελεστές όπως προέκυψαν από την χρονική τάση των τιμών του χρυσού και του αργύρου που είδαμε παραπάνω έχουν τις εξής τιμές:

$$a_1 = 61,838, \quad b_1 = 0,0713, \quad c_1 = 70,609, \quad d_1 = 0,1646, \quad f_1 = 0,00006,$$

$$a_2 = 585,39, \quad b_2 = 14,56, \quad c_2 = 571,43, \quad d_2 = 25,769, \quad f_2 = 0,3491,$$

$$h_2 = 0,3842$$

5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΧΡΥΣΟΥ ΚΑΙ ΑΡΓΥΡΟΥ

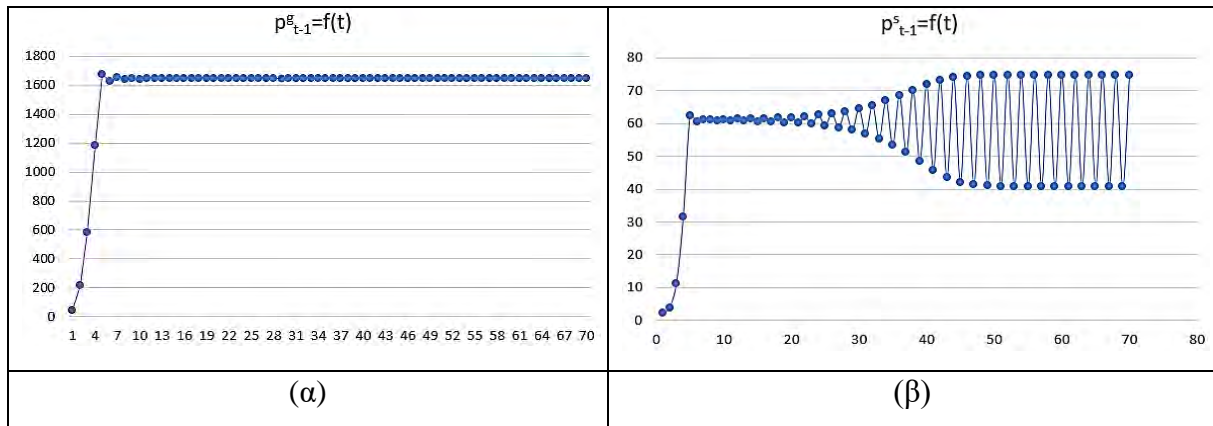
Για την ανάλυση του μοντέλου θα χρησιμοποιηθούν τα προγράμματα (που χρησιμοποιήσαμε και στο Κεφάλαιο 4): για τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο το πρόγραμμα Excel, ενώ για τα διαγράμματα διακλάδωσης, Lyapunov και τα φασικά πορτραίτα χρησιμοποιείται το πρόγραμμα E&F Chaos (Diks et al., 2008).

Για τις συγκεκριμένες τιμές των συντελεστών του συστήματος προσφοράς και ζήτησης των δύο αλληλένδετων αγορών χρυσού και ασημιού, οι τιμές των δύο μετάλλων στο χρόνο διαμορφώνονται ως εξής (Σχήμα 5.4 α, β):

Σχήμα 5.4: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$ και $p^s_{t-1} = f(t)$ για αρχικό μοντέλο

Χρυσός

Ασήμι



5.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΖΗΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

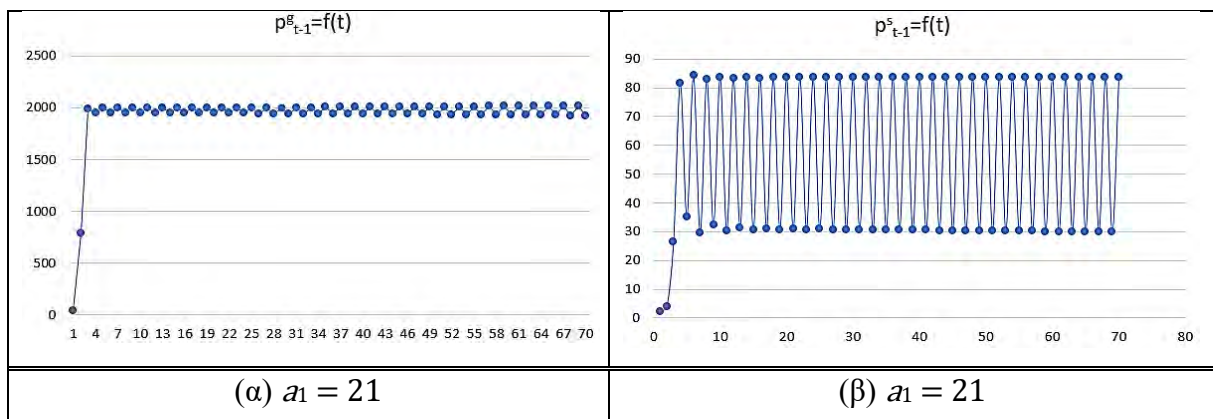
Μεταβολή του συντελεστή a_1

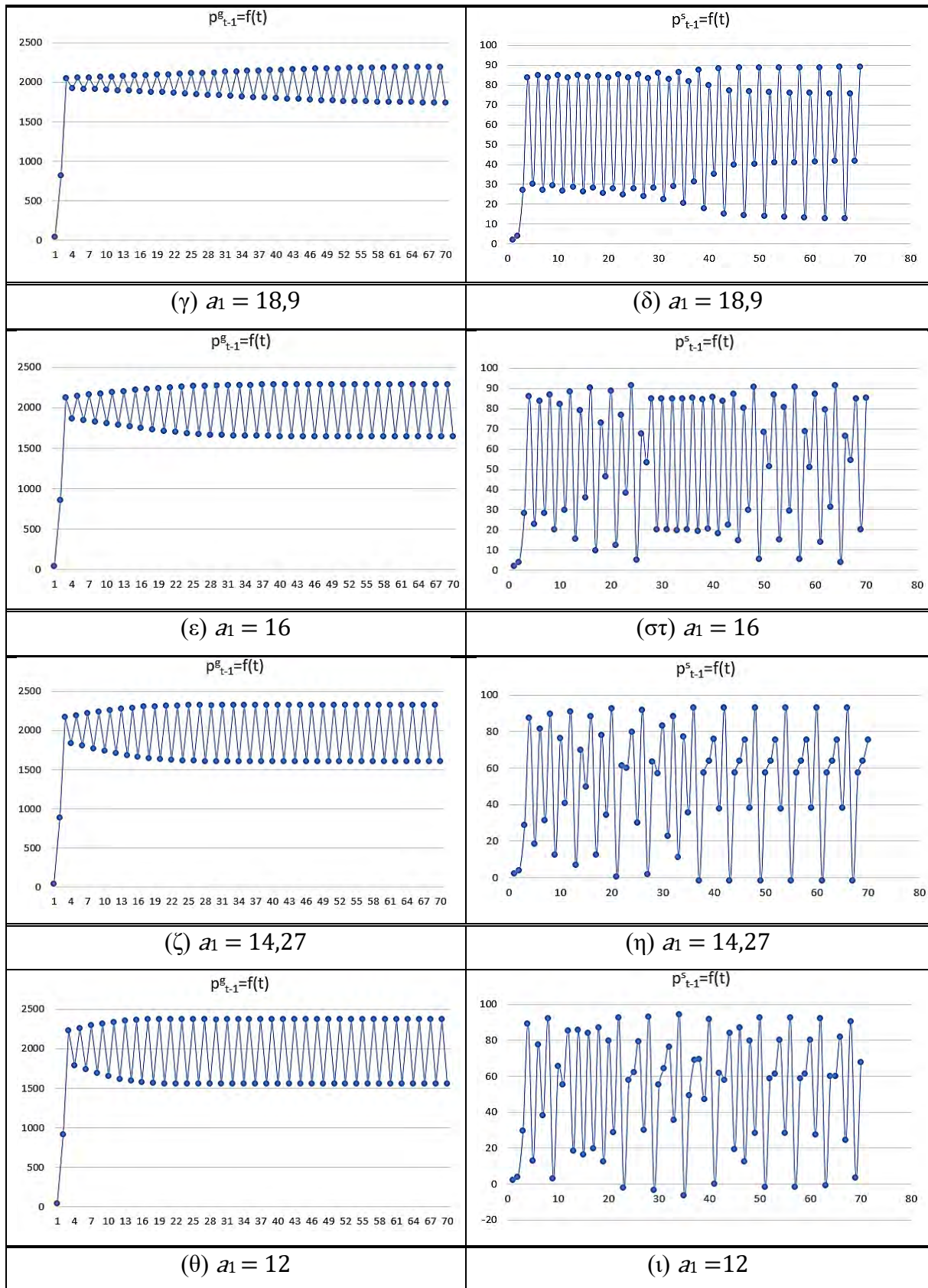
Δίνοντας διάφορες τιμές στον συντελεστή a_1 , που κυμαίνονται 0 έως το 70 (τιμές εκτός του εύρους δεν θα μελετηθούν καθώς προκύπτουν μη αποδεκτές τιμές για τα δύο αγαθά), διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις σχετικά με τη συμπεριφορά των λύσεων του μη γραμμικού διακριτού συστήματος, οι οποίες απεικονίζονται στα διαγράμματα $p^g_t = f(t)$ (Σχήμα 5.5 α, γ, ε, ζ, θ, κ, μ) και $p^s_t = f(t)$ (Σχήμα 5.5 β, δ, στ, η, ι, λ, ν) για $T = 70$ χρονικές περιόδους και $p_0^g = 41,28$ \$/ουγγιά, $p_0^s = 2,2$ \$/ουγγιά:

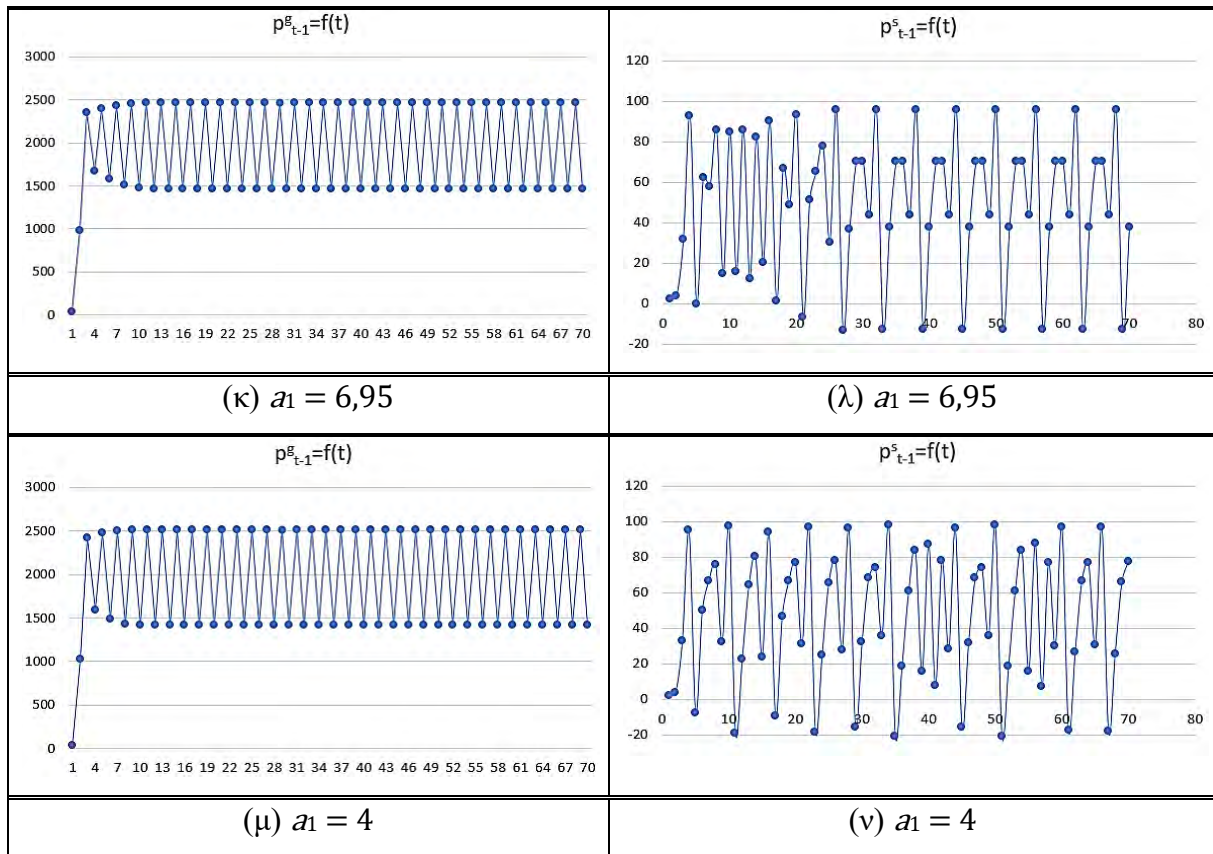
Σχήμα 5.5: Διαγράμματα $p^g_{t-1} = f(t)$: (α) $a_1 = 21$, (γ) $a_1 = 18,9$, (ε) $a_1 = 16$, (ζ) $a_1 = 14,27$, (θ) $a_1 = 12$, (κ) $a_1 = 6,95$, (μ) $a_1 = 4$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (β) $a_1 = 21$, (δ) $a_1 = 18,9$, (στ) $a_1 = 16$, (η) $a_1 = 14,27$, (ι) $a_1 = 12$, (λ) $a_1 = 6,95$, (ν) $a_1 = 4$

Χρυσός

Ασήμι

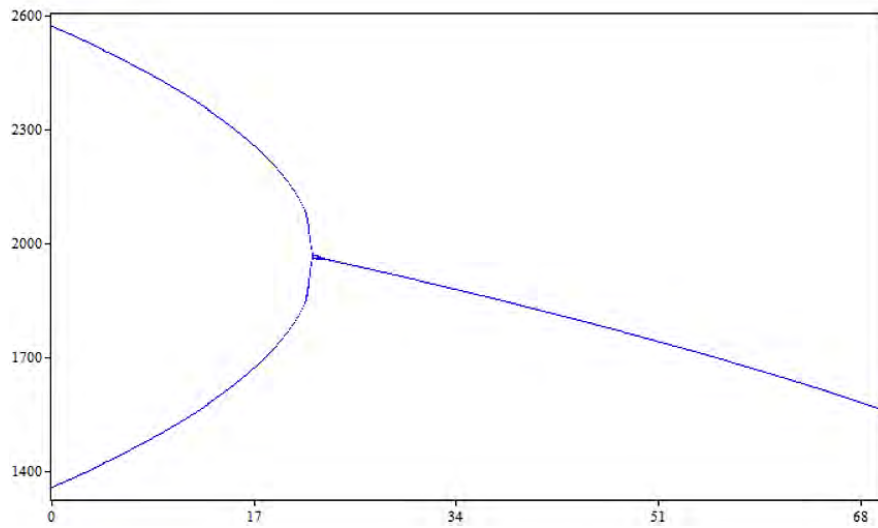




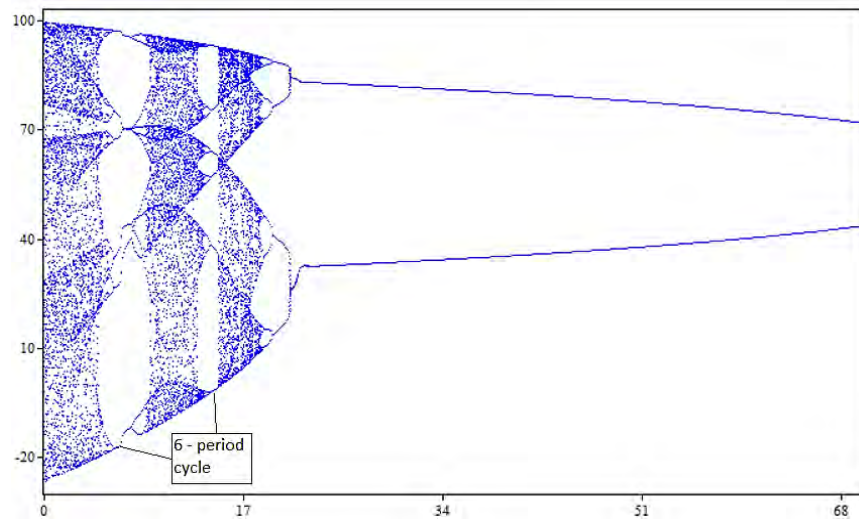


Συνοπτικά, η εξέλιξη των τιμών των δύο μετάλλων φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα διακλάδωσης (Σχήμα 5.6 α, β) για τις διάφορες τιμές της παραμέτρου στο διάστημα $0 < a_1 < 70$. Επιπλέον παρουσιάζεται το διάγραμμα Lyapunov (Σχήμα 5.6 γ) για τις ίδιες τιμές της παραμέτρου.

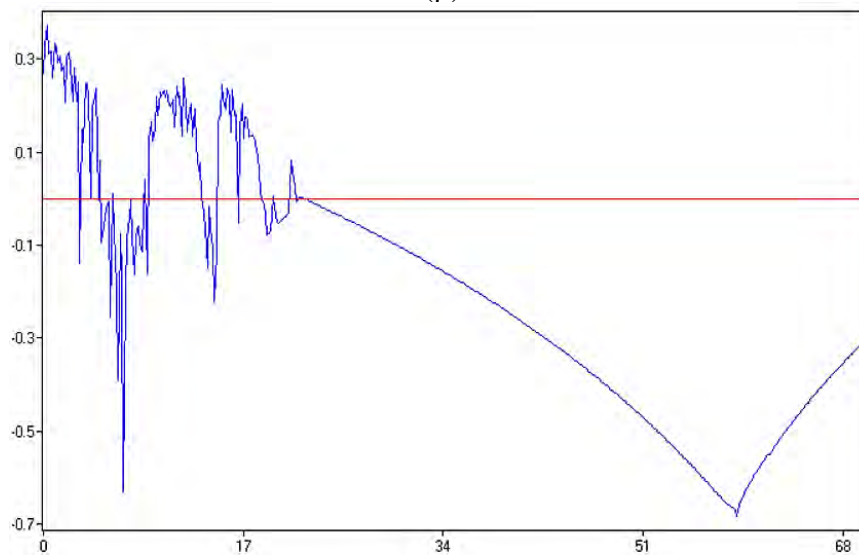
Σχήμα 5.6: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο a_1 : (α) τιμές χρυσού, (β) τιμές αργύρου και (γ) διάγραμμα Λυαρινον



(α)



(β)



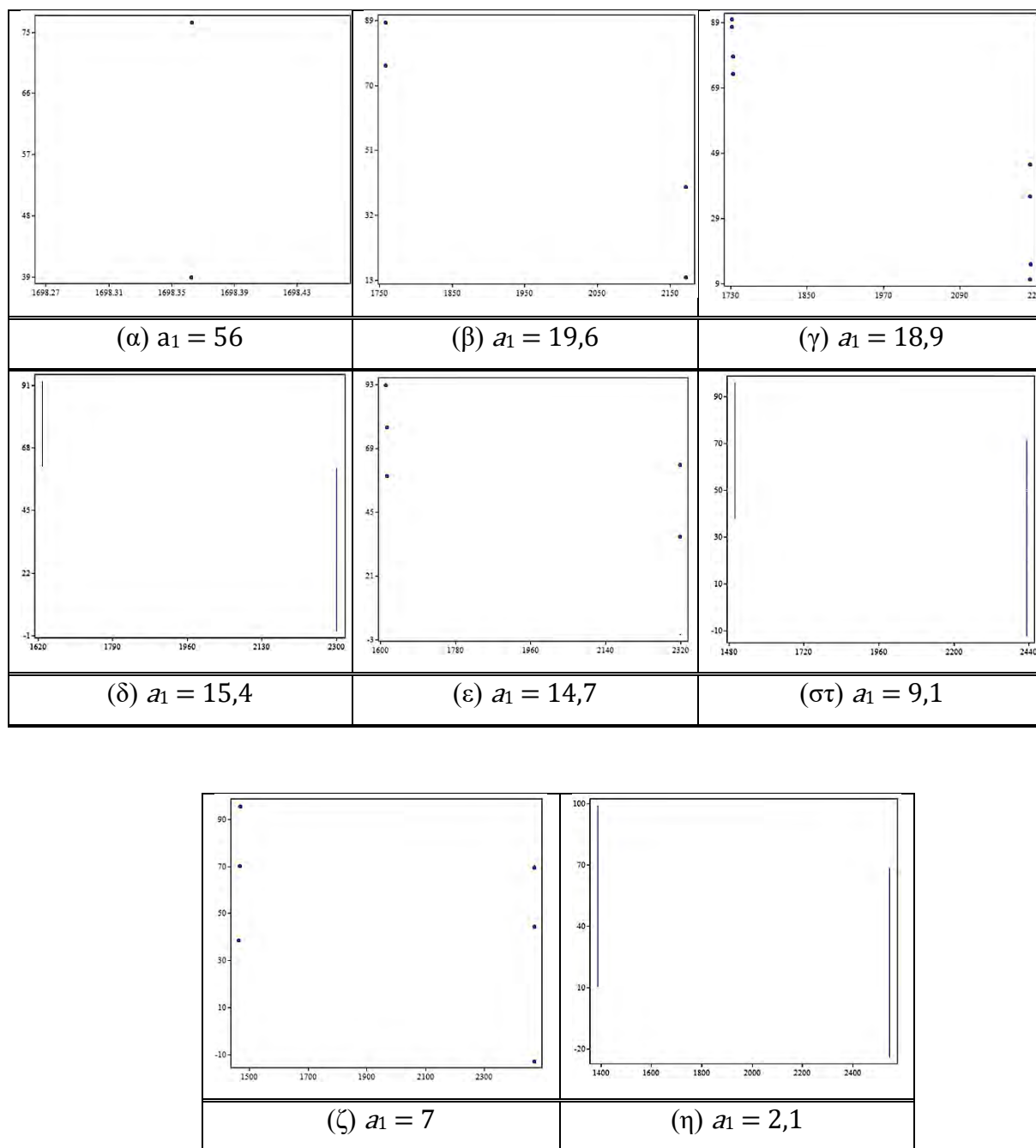
(γ)

Από τα χρονικά διαγράμματα του χρυσού και του αργύρου, καθώς και από τα διαγράμματα διακλάδωσης και Lyapunov παρατηρούμε τα εξής:

- Για $22,13 < a_1 < 70$: Η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας, που φαίνεται ότι καθώς ο συντελεστής αυξάνεται το σημείο σύγκλισης κινείται προς μικρότερες τιμές. Ενώ, η τιμή του αργύρου φαίνεται πως συγκλίνει σε ένα κύκλο δύο περιόδων σε αυτό το εύρος τιμών. Σε αυτό το διάστημα τιμών ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός και δεν παρουσιάζεται χάος.
- Για $a_1 < 22,13$: Εμφανίζεται για την τιμή του χρυσού μία διακλάδωση 2 – περιόδων και οι τιμές συγκλίνουν σε δύο σημεία ισορροπίας έως ότου ο συντελεστής πάρει και την τιμή 0, ενώ για την τιμή του αργύρου εμφανίζεται, αρχικά, διακλάδωση 4 – περιόδων και, έτσι, οι τιμές του ασημιού συγκλίνουν σε 4 σημεία ισορροπίας έως την τιμή του συντελεστή 21,5. Συνεχίζοντας τη μείωση του συντελεστή παρατηρούμε μία μικρή χαοτική περιοχή από την τιμή 20,95 – 21,5 και ο εκθέτης Lyapunov γίνεται για αυτό το μικρό διάστημα θετικός. Για $18,58 < a_1 < 20,95$ η χαοτική περιοχή παύει να υπάρχει και εμφανίζονται διακλαδώσεις 4, 8 και 16 – περιόδων όσο μειώνεται ο συντελεστής και ο εκθέτης Lyapunov γίνεται ξανά αρνητικός. Στη συνέχεια, παρατηρούμε ότι εμφανίζεται χάος στο διάγραμμα διακλάδωσης και ο εκθέτης Lyapunov είναι κατά κύριο λόγο θετικός, εκτός από δύο περιοχές μέσα στο χάος όπου δημιουργούνται και πάλι διακλαδώσεις 6 – περιόδων (για $13,6 < a_1 < 14,78$ και για $5,05 < a_1 < 8,695$) και ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός.

Παρακάτω παρουσιάζονται (Σχήμα 5.7 α, β, γ, δ, ε, στ, ζ, η) τα φασικά πορτραίτα $p_t^s = f(p_t^s)$ για τις διάφορες τιμές της παραμέτρου $a_1 \in [0,70]$.

Σχήμα 5.7: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $a_1 = 56$, (β) $a_1 = 19,6$, (γ) $a_1 = 18,9$, (δ) $a_1 = 15,4$, (ε) $a_1 = 14,7$, (στ) $a_1 = 9,1$, (ζ) $a_1 = 7$, (η) $a_1 = 2,1$. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή του χρυσού, ενώ ο κατακόρυφος την τιμή του αργύρου.



Παρατηρούμε ότι, για $a_1 = 56$ το σύστημα χρυσού και ασημιού βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας με δύο ευσταθή σημεία ισορροπίας (Σχήμα 5.7α). Στη συνέχεια, μειώνοντας την τιμή της παραμέτρου στο σύστημα, τα ευσταθή σημεία ισορροπίας γίνονται τέσσερα για $a_1 = 19,6$ (Σχήμα 5.7β) και για $a_1 = 18,9$ διπλασιάζονται και γίνονται οχτώ (Σχήμα 5.7γ). Όσο, λοιπόν, ο συντελεστής a_1 μειώνεται, τα σημεία ισορροπίας συνεχώς διπλασιάζονται και

δημιουργούνται δύο ελκυστικές γραμμές, φτάνοντας σε μία κατάσταση πολυπλοκότητας, καθώς οι γραμμές αποτελούν ένα παράξενο ελκυστή ($a_1 = 15,4$) (Σχήμα 5.7δ). Σε αυτή την κατάσταση οι τιμές του χρυσού συγκλίνουν σε δύο ευσταθή σημεία ισορροπίας, ενώ το χάος παρουσιάζεται στις τιμές του αργύρου. Μειώνοντας και άλλο την παράμετρο, για $a_1 = 14,7$, παρατηρούμε ότι το σύστημα βρίσκεται σε τάξη, για άλλη μία φορά, με έξι ευσταθή σημεία ισορροπίας (Σχήμα 5.7ε), τα οποία όμως αυξάνονται ξανά με αποτέλεσμα την εμφάνιση των χαοτικών γραμμών για $a_1 = 9,1$ (Σχήμα 5.7στ) Ομοίως, για $a_1 = 7$ (όπου το σύστημα χρυσού – ασημιού ξαναβρίσκεται σε τάξη με έξι ευσταθή σημεία ισορροπίας) (Σχήμα 5.7ζ) και για $a_1 = 2,1$ (όπου δημιουργούνται οι δύο ελκυστικές γραμμές ξανά) (Σχήμα 5.7η).

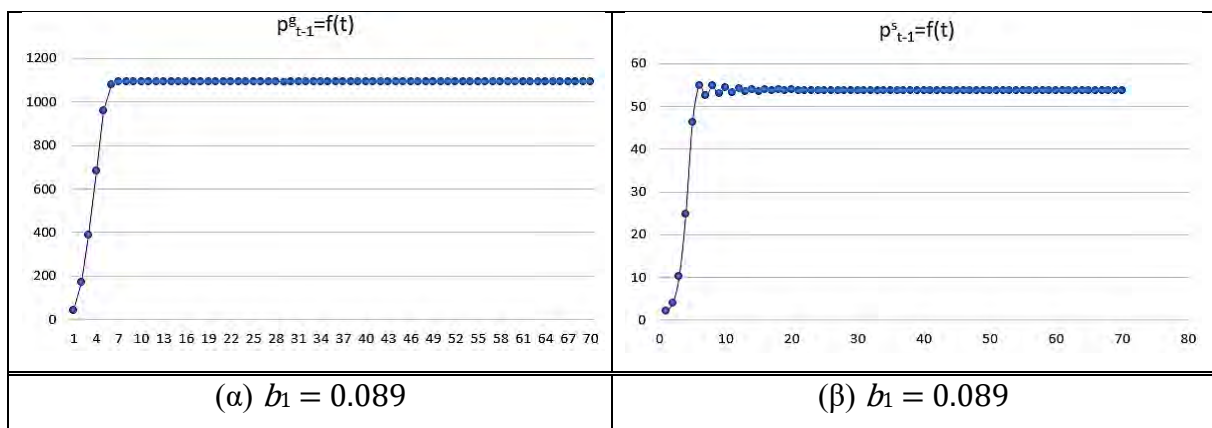
Μεταβολή του συντελεστή b_1

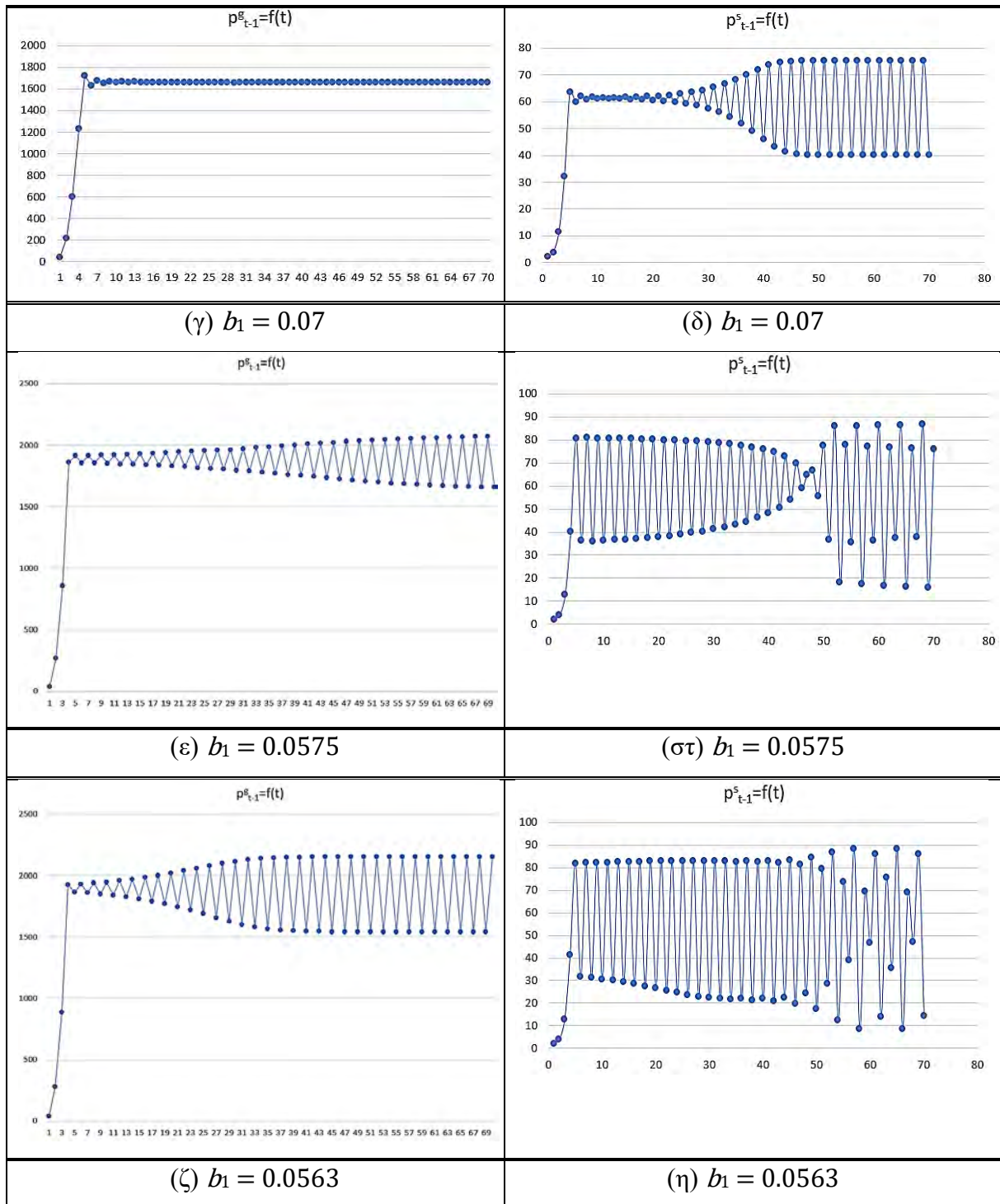
Στη συνέχεια θα μελετήσουμε τον συντελεστή b_1 , δίνοντας του αποδεκτές τιμές στο εύρος τιμών $0,049 - 0,09$. Καθώς, λοιπόν, μεταβάλλουμε την τιμή του συντελεστή αυτού, τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο, $p_t^g = f(t)$ και $p_t^s = f(t)$, (Σχήμα 5.8 α, γ, ε, ζ, θ και Σχήμα 5.8 β, δ, στ, η, ι) για τα δύο πολύτιμα μέταλλα με αρχικές τιμές $p_0^g = 41,28$ \$/ουγγιά και $p_0^s = 2,2$ \$/ουγγιά για 70 χρονικές περιόδους διαμορφώνονται ως εξής:

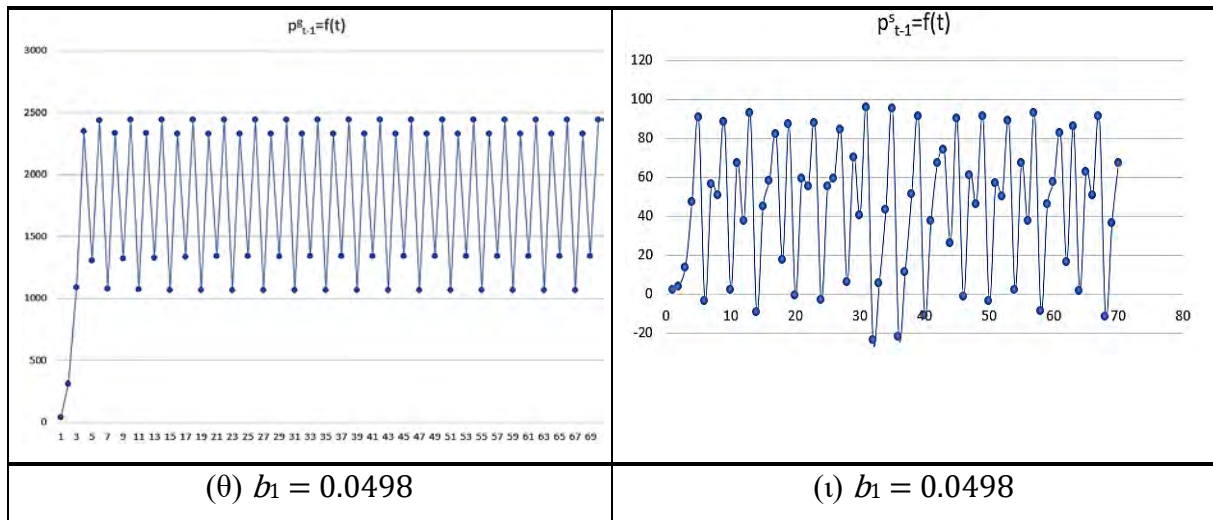
Σχήμα 5.8: Διαγράμματα $p_{t-1}^s = f(t)$: (α) $b_1 = 0,089$, (γ) $b_1 = 0,07$, (ε) $b_1 = 0,0575$, (ζ) $b_1 = 0,0563$, (θ) $b_1 = 0,0498$ και $p_{t-1}^g = f(t)$: (β) $b_1 = 0,089$, (δ) $b_1 = 0,07$, (στ) $b_1 = 0,0575$, (η) $b_1 = 0,0563$, (ι) $b_1 = 0,0498$.

Χρυσός

Ασήμι

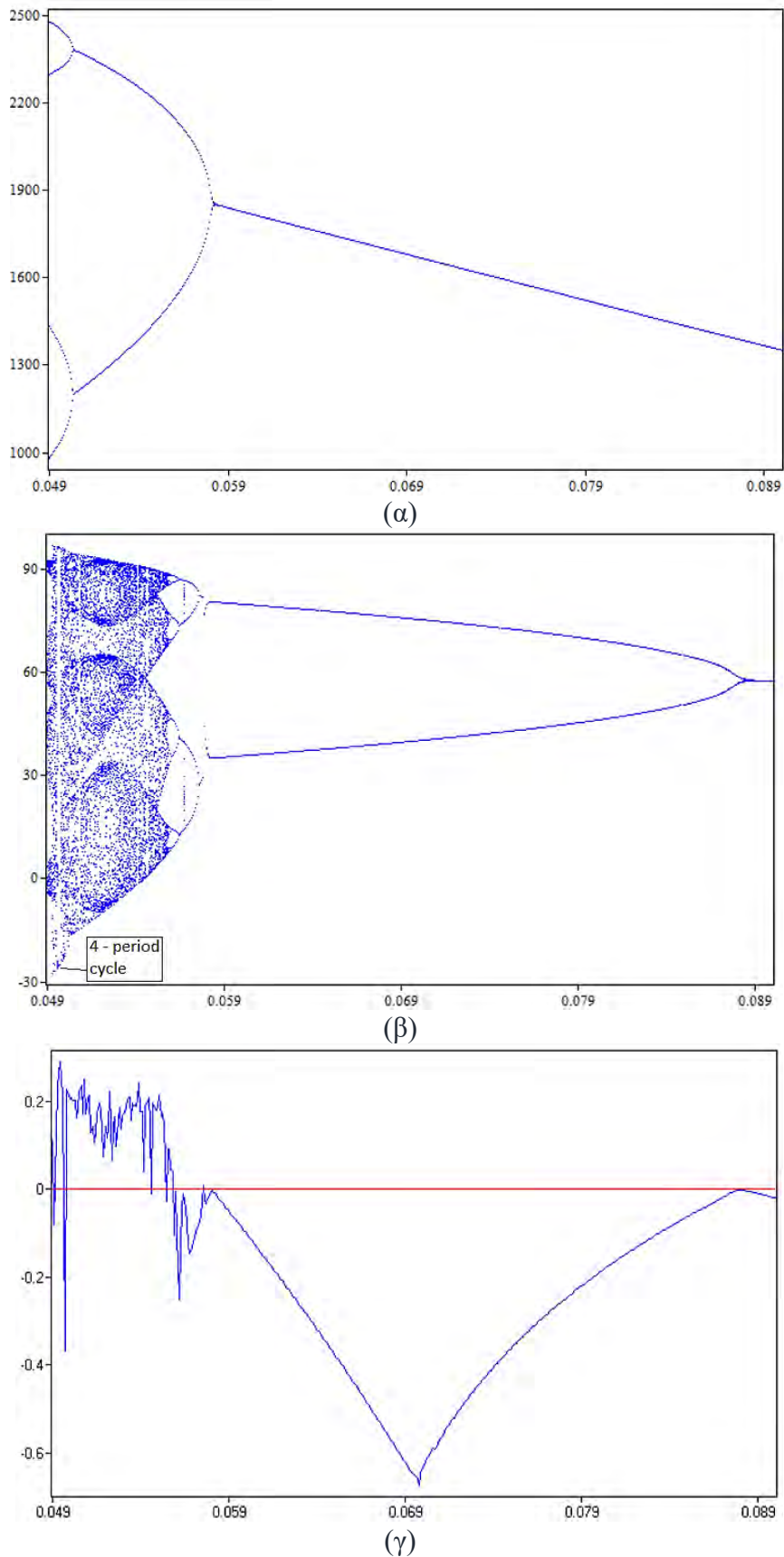






Παρακάτω παρουσιάζονται τα δύο διαγράμματα διακλάδωσης (Σχήμα 5.9 α, β) για τα δύο αγαθά, καθώς και το διάγραμμα Lyapunov (Σχήμα 5.9 γ) για τη συνοπτική μελέτη των λύσεων σε σχέση με τη μεταβολή του συντελεστή b_1 .

Σχήμα 5.9: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο b_1 : (α) τιμές χρυσού, (β) τιμές αργύρου και (γ) διάγραμμα Λυαρινον

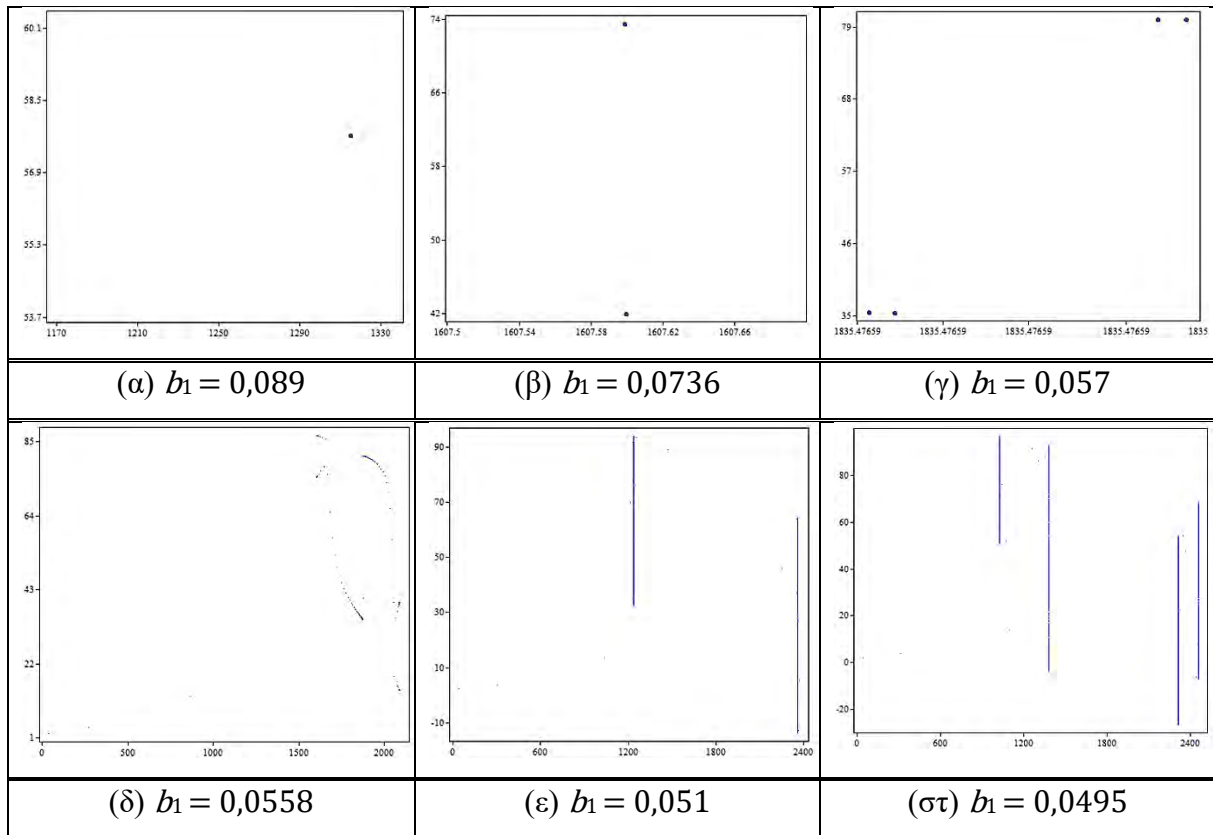


Από τα παραπάνω διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο, διακλάδωσης και Lyapunov παρατηρούμε ότι:

- Για $0,058 < b_1 < 0,09$: Η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας, του οποίου η τιμή αυξάνεται όσο ο συντελεστής μειώνεται, ενώ η τιμή του αργύρου μέσα σε αυτό το διάστημα παρουσιάζει ένα σημείο διακλάδωσης για $b_1 = 0,088$. Συγκεκριμένα, από $0,088 - 0,09$ η τιμή του αργύρου συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας και μειώνοντας και άλλο την τιμή παρατηρούμε ένα κύκλο 2 – περιόδων. Σε όλο αυτό το διάστημα ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός και δεν υπάρχει ένδειξη χάους.
- Για $0,05 < b_1 < 0,058$: Το ελκυστικό σημείο ισορροπίας του χρυσού γίνεται πλέον απωθητικό και τώρα η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα κύκλο 2 – περιόδων. Από την άλλη, με τη συνεχή μείωση του συντελεστή, η κατάσταση της τιμής του ασημιού γίνεται πολύπλοκη για το συγκεκριμένο διάστημα. Πιο αναλυτικά, για $b_1 = 0,058$ παρουσιάζονται δύο σημεία διακλάδωσης και, έτσι, η τιμή του αργύρου συγκλίνει σε ένα κύκλο 4 – περιόδων ($0,05648 < b_1 < 0,058$). Στη συνέχεια, μειώνοντας κι άλλο την τιμή τα σημεία διακλάδωσης γίνονται 4 και η τιμή συγκλίνει σε ένα κύκλο 8 – περιόδων ($0,056 < b_1 < 0,05648$). Επομένως, εφόσον ο διπλασιασμός των διακλαδώσεων συνεχίζεται με τη μείωση του συντελεστή, η τιμή του ασημιού οδηγείται σε μία χαοτική κατάσταση ($0,05 < b_1 < 0,056$). Αντίστοιχα, ο εκθέτης Lyapunov στο διάστημα $0,056 - 0,058$ είναι αρνητικός και στο διάστημα $0,05 - 0,056$ γίνεται θετικός, γεγονός που συνεπάγεται και την ύπαρξη χάους.
- Για $0,049 < b_1 < 0,05$: Η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα κύκλο 4 – περιόδων ($b_1 = 0,05$: δύο σημεία διακλάδωσης για την τιμή του χρυσού), ενώ η τιμή του αργύρου συνεχίζει να βρίσκεται σε μία χαοτική κατάσταση, εκτός από ένα διάστημα $0,0496 < b_1 < 0,0497$, όπου φαίνεται πως η τιμή συγκλίνει σε ένα κύκλο 4 – περιόδων. Ο εκθέτης Lyapunov, λοιπόν, είναι και πάλι θετικός πέρα από το διάστημα που υπάρχει ο ελκυστικός κύκλος 4 – περιόδων και ο εκθέτης γίνεται για λίγο αρνητικός, δηλώνοντας τη μη ύπαρξη χάους.

Παρακάτω παρουσιάζονται (Σχήμα 5.10 α, β, γ, δ, ε, στ) τα φασικά πορτραίτα $p_t^s = f(p_t^g)$ για τις διάφορες τιμές της παραμέτρου $b_1 \in [0,049, 0,09]$.

Σχήμα 5.10: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $b_1 = 0,089$, (β) $b_1 = 0,0736$, (γ) $b_1 = 0,057$, (δ) $b_1 = 0,0558$, (ε) $b_1 = 0,051$, (στ) $b_1 = 0,0495$. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή του χρυσού, ενώ ο κατακόρυφος την τιμή του αργύρου.



Παρατηρούμε ότι, για $b_1 = 0,089$ (Σχήμα 5.10 α) το σύστημα χρυσού και αργύρου βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας με ένα θετικό ευσταθές σημείο ισορροπίας, ενώ για $b_1 = 0,0736$ (Σχήμα 5.10 β) τα σημεία ισορροπίας γίνονται δύο, καθώς οι τιμές του αργύρου ακολουθούν ένα κύκλο 2 περιόδων. Συνεχίζοντας τη μείωση στον συντελεστή $b_1 = 0,057$ (Σχήμα 5.10 γ) το σύστημα βρίσκεται για ακόμη μία φορά σε τάξη με τέσσερα ευσταθή σημεία ισορροπίας. Όμως, όταν ο συντελεστής λάβει τιμή μικρότερη του 0,056 (Σχήμα 5.10 δ) παρατηρούμε την εμφάνιση ενός παράξενου ελκυστή. Για $b_1 = 0,051$ παρατηρούμε ότι οι τιμές συγκλίνουν σε δύο χαοτικές ελκυστικές γραμμές (αφού οι τιμές του χρυσού συγκλίνουν σε ένα ελκυστικό κύκλο 2 – περιόδων, ενώ στις τιμές του αργύρου υπάρχει χάος) (Σχήμα 5.10ε) και με τη συνεχή μείωση οι τιμές αρχίζουν να συγκλίνουν σε τέσσερις ελκυστικές γραμμές για $b_1 = 0,0495$ (αφού οι τιμές του χρυσού συγκλίνουν σε ένα ελκυστικό κύκλο 4 – περιόδων, ενώ στις τιμές του ασημιού συνεχίζει να υπάρχει χαοτική κατάσταση) (Σχήμα 5.10στ). Συνεπώς, για τιμές του συντελεστή $b_1 < 0,056$ το σύστημα γίνεται πολύπλοκο και οι τέσσερις ελκυστικές γραμμές αποτελούν ένα παράξενο ελκυστή.

5.3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΧΡΥΣΟΥ

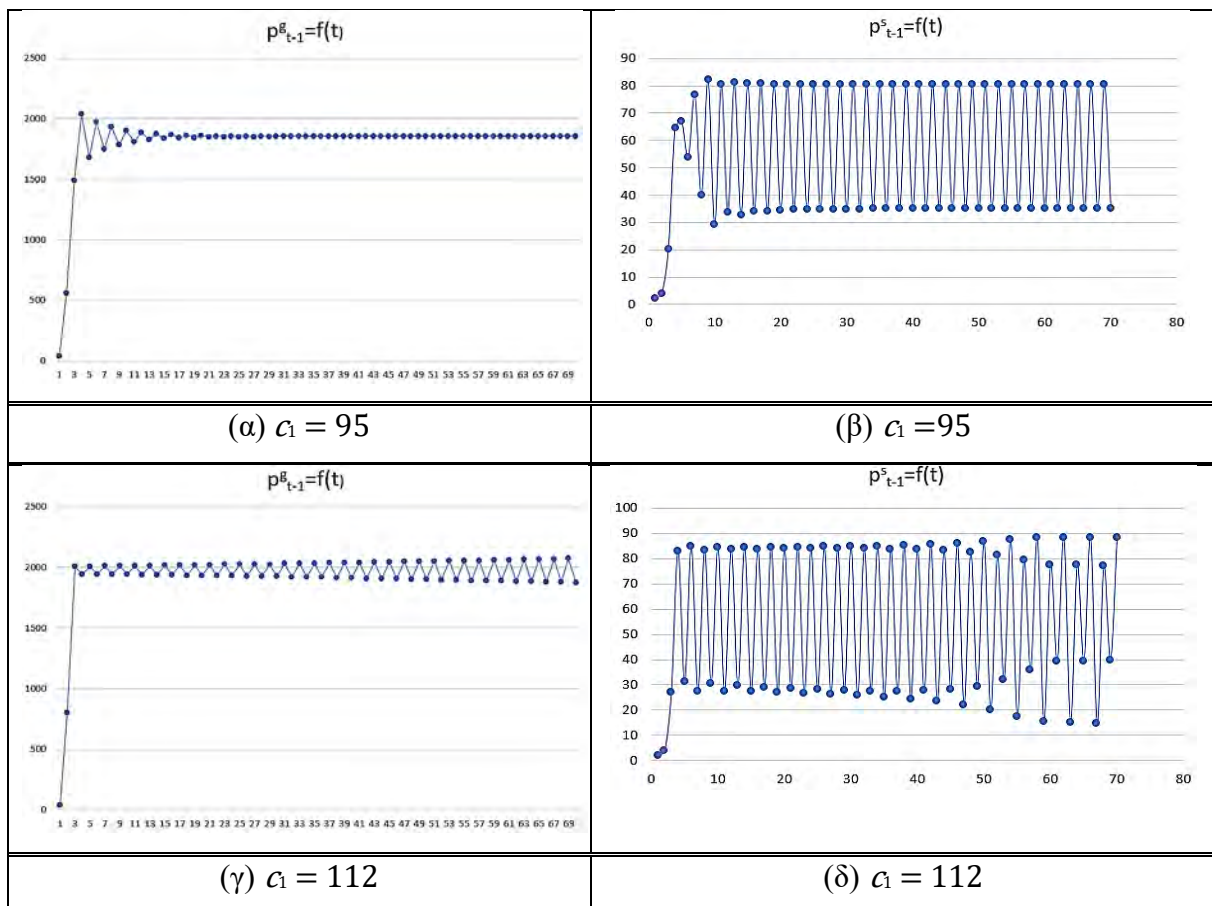
Μεταβολή του συντελεστή c_1

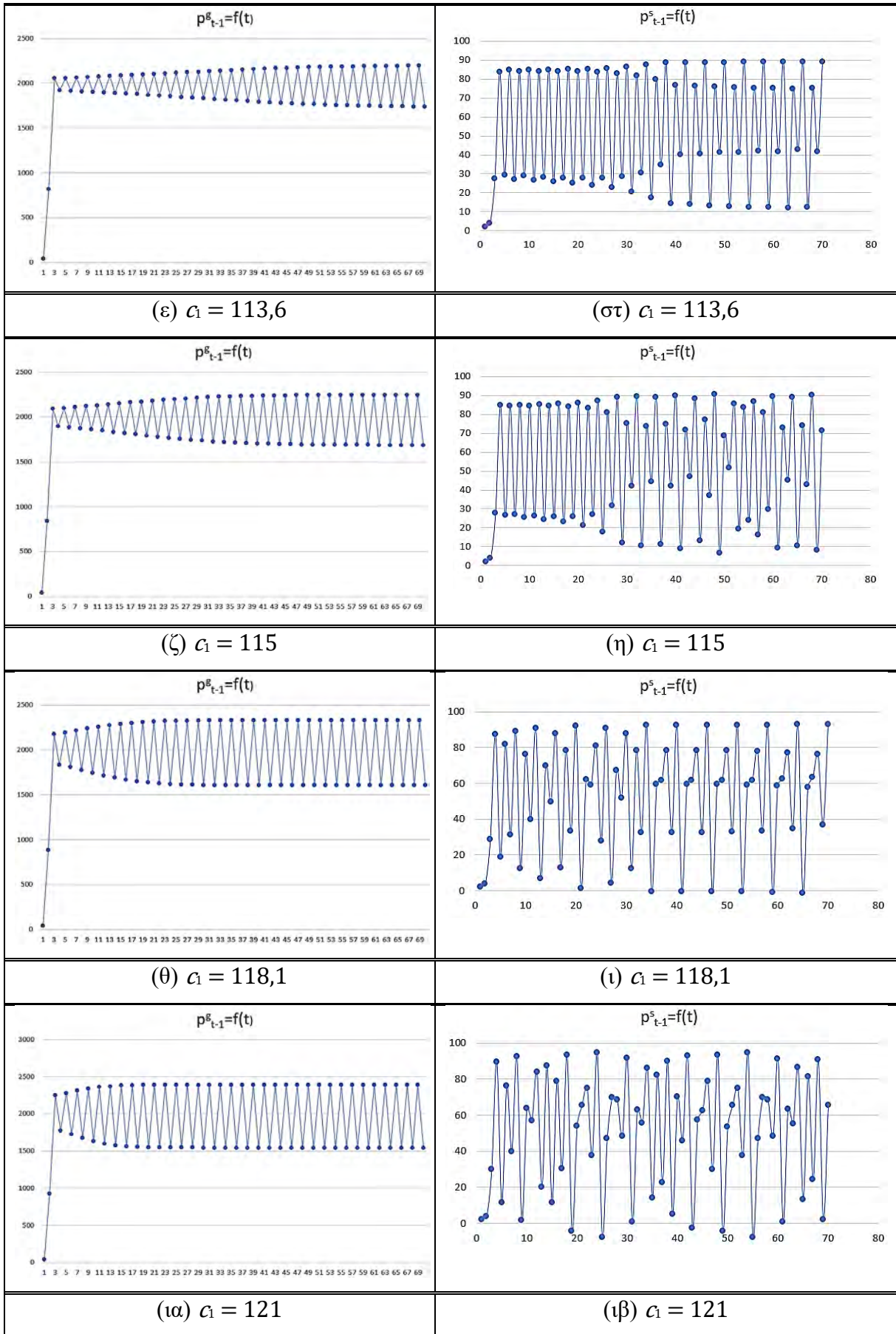
Η μελέτη των συντελεστών συνεχίζεται με το συντελεστή c_1 , όπου θα εξετάσουμε τι συμβαίνει στις τιμές των δύο πολύτιμων μετάλλων όταν ο συντελεστής αυτός μεταβάλλεται. Τα παρακάτω διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο (Σχήμα 5.11) για 70 χρονικές περιόδους και για αρχικές τιμές των δύο αγαθών $p_0^g = 41,28$ \$/ουγγιά και $p_0^s = 2,2$ \$/ουγγιά υποδεικνύουν πώς διαμορφώνονται οι τιμές των αγαθών αυτών για κάποιες ενδεικτικές τιμές του συντελεστή.

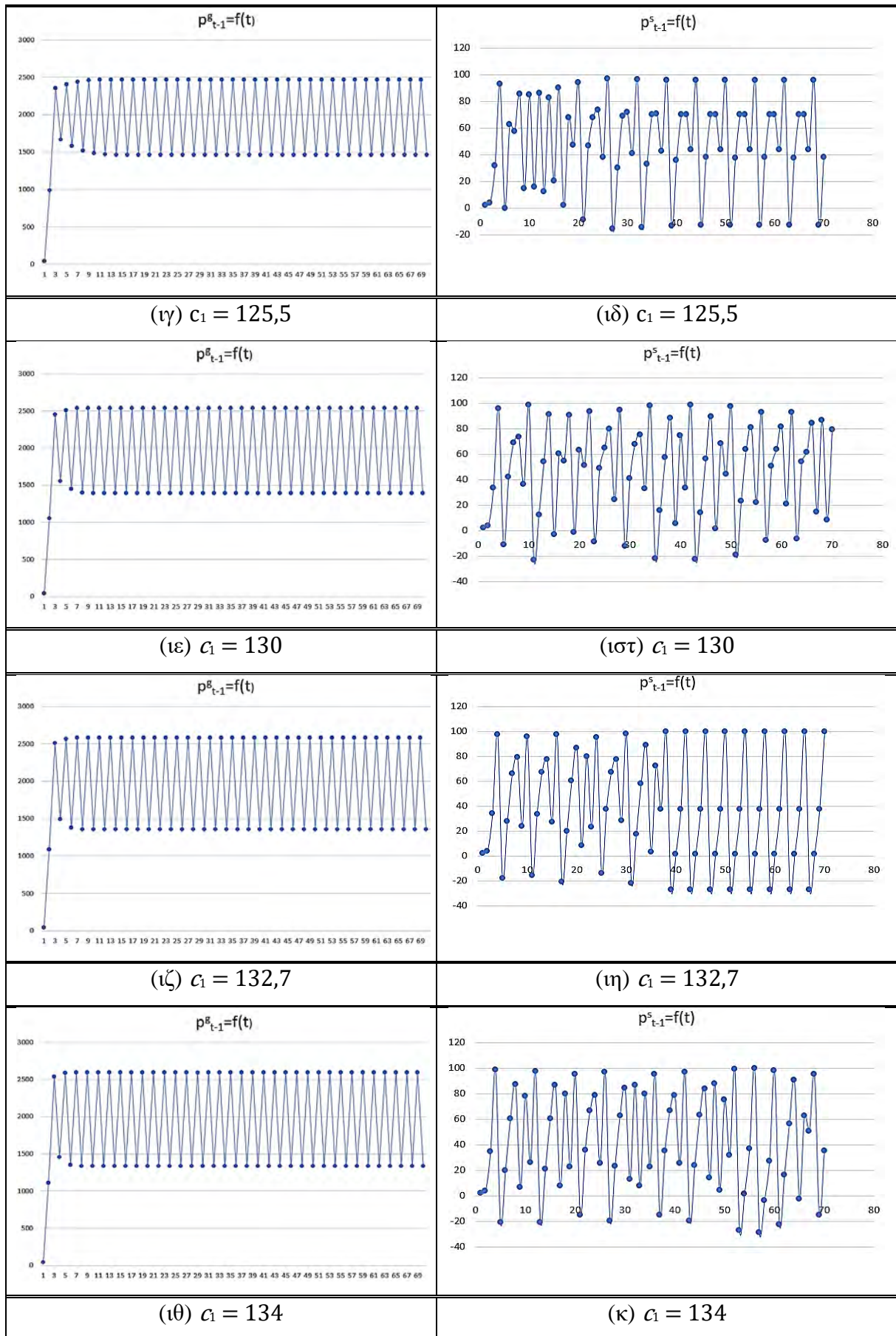
Σχήμα 5.11: Διαγράμματα $p_{t-1}^g = f(t)$: (α) $c_1 = 95$, (γ) $c_1 = 112$, (ε) $c_1 = 113,6$, (ζ) $c_1 = 115$, (θ) $c_1 = 118,1$, (ια) $c_1 = 121$, (ιγ) $c_1 = 125,5$, (ιε) $c_1 = 130$, (ιζ) $c_1 = 132,7$, (ιθ) $c_1 = 134$, (κα) $c_1 = 136$, (κγ) $c_1 = 138$ και $p_{t-1}^s = f(t)$: (στ) $c_1 = 113,6$, (η) $c_1 = 115$, (ι) $c_1 = 118,1$, (ιβ) $c_1 = 121$, (ιδ) $c_1 = 125,5$, (ιστ) $c_1 = 130$, (ιη) $c_1 = 132,7$, (κ) $c_1 = 134$, (κβ) $c_1 = 136$, (κδ) $c_1 = 138$

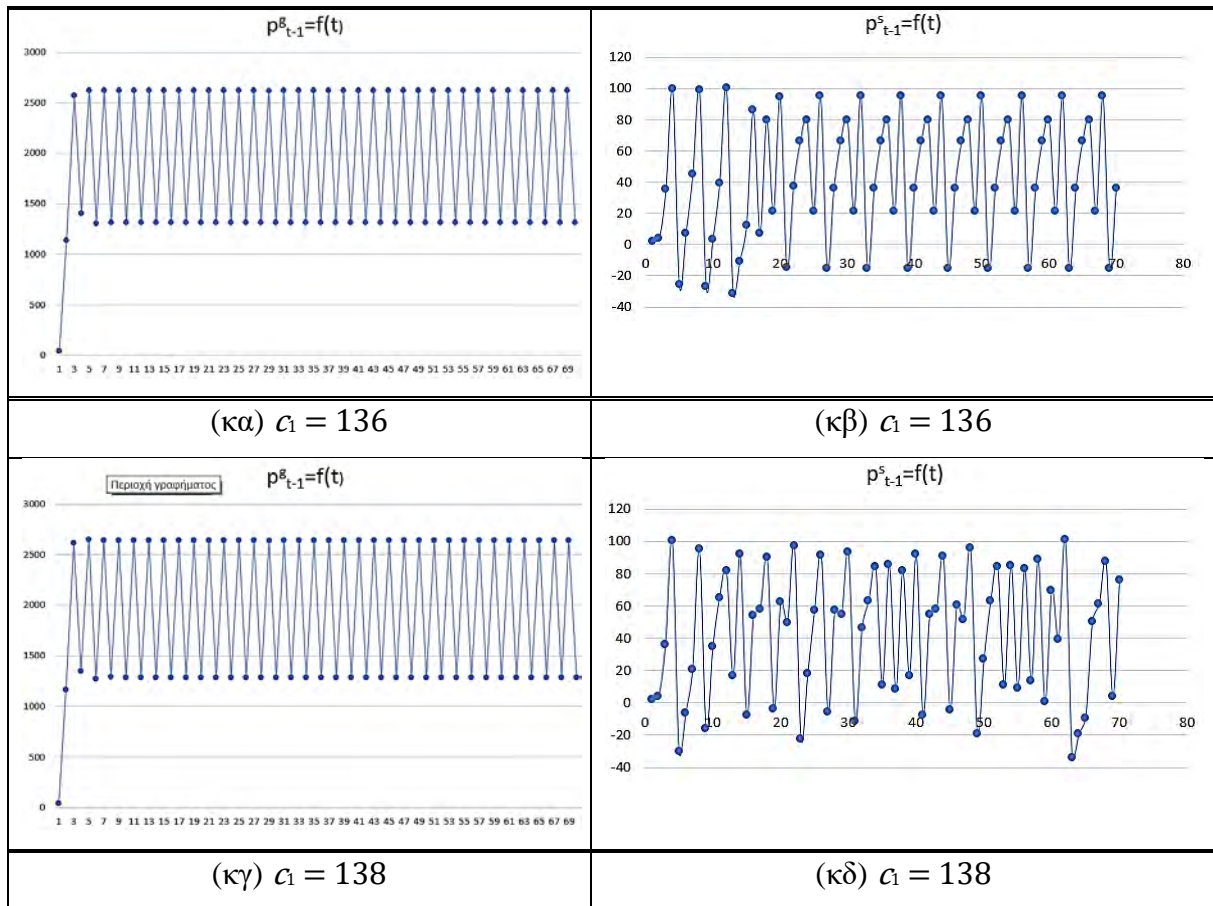
Χρυσός

Ασήμι



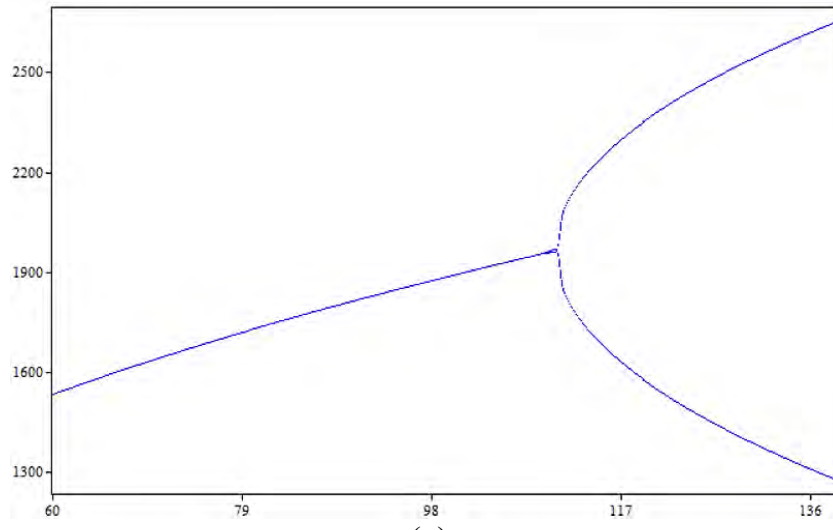




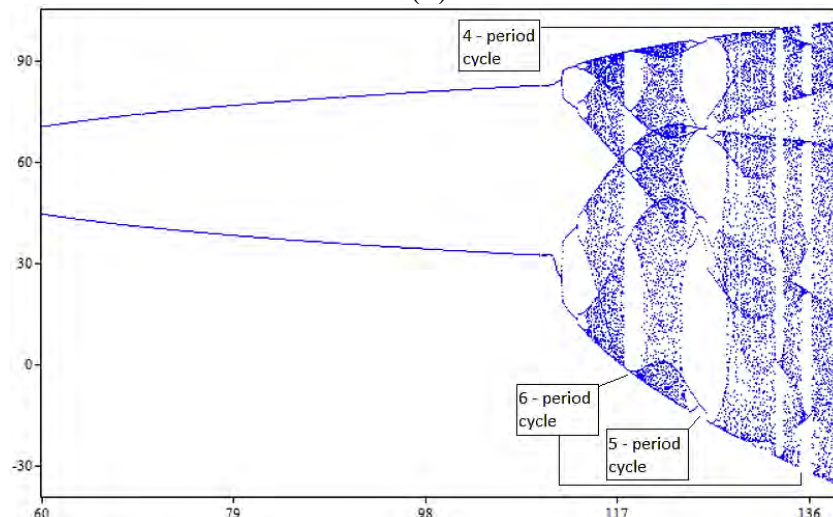


Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακλάδωσης για το χρυσό και το ασημί (Σχήμα 5.12 α, β), καθώς και το διάγραμμα Lyapunov (Σχήμα 5.12 γ) για το συντελεστή c_1 :

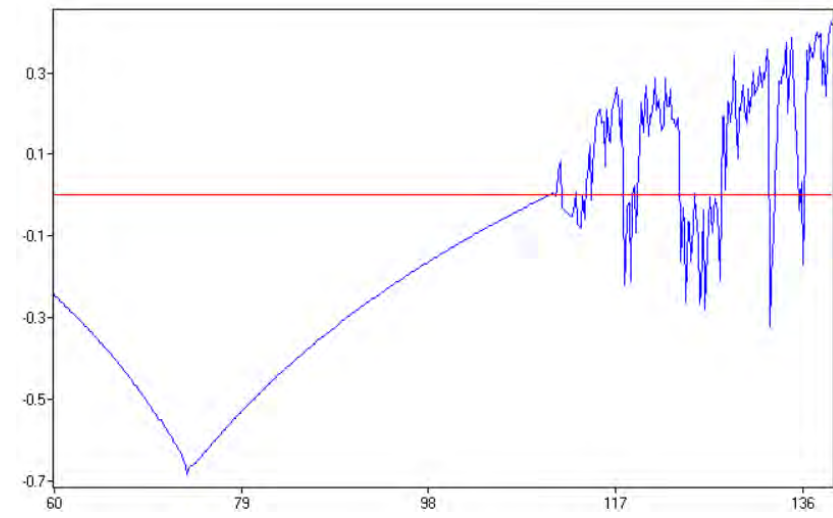
Σχήμα 5.12: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο c_1 : (α) τιμές χρυσού, (β) τιμές αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov



(α)



(β)



(γ)

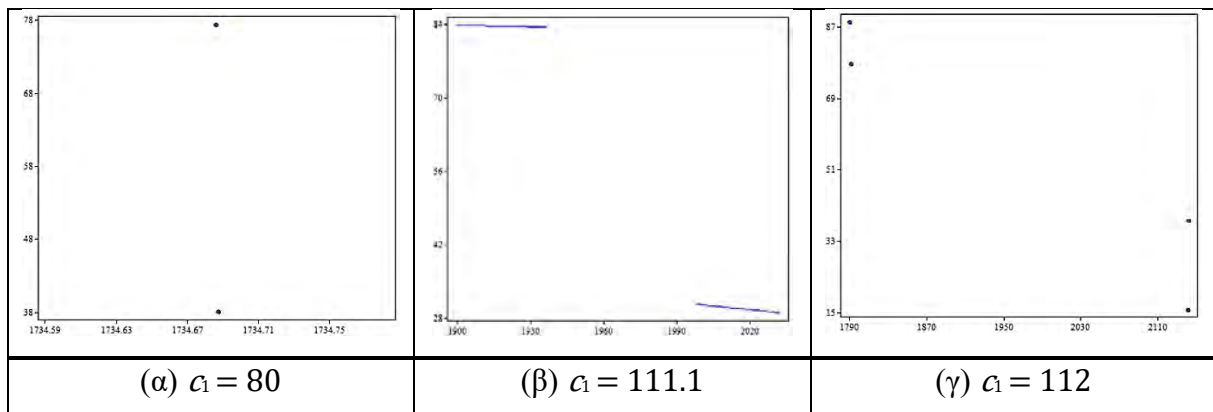
Αναλυτικότερα, με βάση όλα τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε τις εξής διαφοροποιήσεις στις τιμές των δύο μετάλλων:

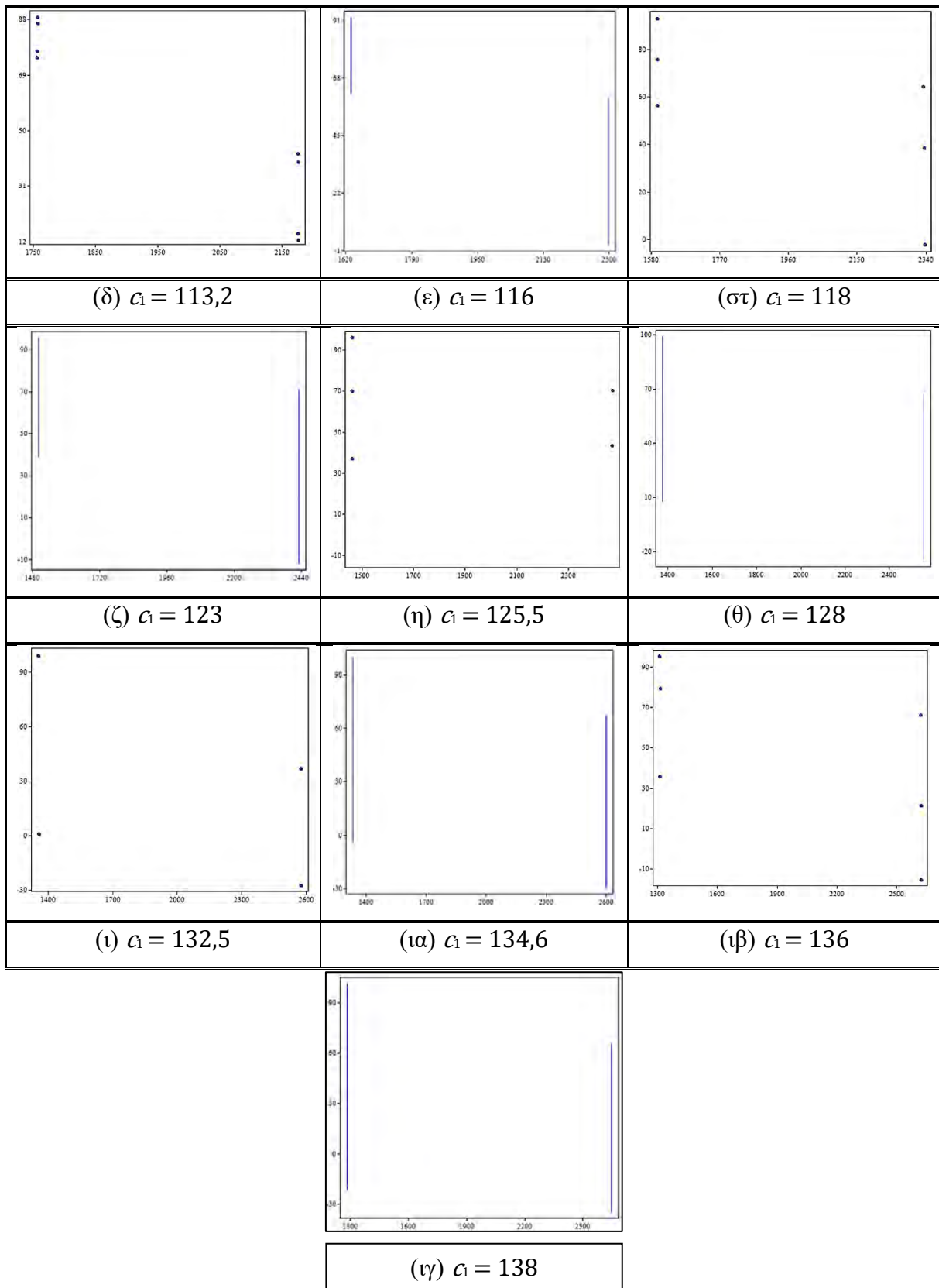
- Για $60 < c_1 < 111$: Η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας για κάθε τιμή του συντελεστή στο συγκεκριμένο εύρος τιμών, όπου όσο αυξάνεται ο συντελεστής, τόσο η τιμή αυξάνεται, ενώ η τιμή του ασημιού συγκλίνει σε ένα κύκλο 2 – περιόδων. Ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός, γεγονός που υποδηλώνει την μη ύπαρξη χάους.
- Για $111 < c_1 < 139$: Το θετικό σημείο ισορροπίας του χρυσού γίνεται απωθητικό για $c_1 = 111$ και αυξάνοντας λίγο την τιμή της παραμέτρου μέσα στο διάστημα $111 < c_1 < 111,4$ παρατηρούμε την ύπαρξη μιας μικρής χαοτικής περιοχής και για τα δύο μέταλλα με τον εκθέτη Lyapunov να γίνεται αντίστοιχα θετικός σε αυτή την περιοχή. Συνεχίζοντας με την αύξηση του συντελεστή παρατηρούμε ότι η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα κύκλο 2 – περιόδων μέχρι ο συντελεστής να πάρει και την τελική του τιμή $c_1 = 139$. Όμως, για την τιμή του αργύρου και καθώς συνεχίζουμε την αύξηση της τιμής του συντελεστή, η κατάσταση γίνεται πολύπλοκη. Συγκεκριμένα:
 - Για $111,4 < c_1 < 113$: Η τιμή του αργύρου συγκλίνει σε ένα κύκλο 4 – περιόδων και για $c_1 = 111,4$ δημιουργούνται δύο σημεία διακλάδωσης.
 - Για $113 < c_1 < 113,7$: Ο κύκλος 4 – περιόδων γίνεται απωθητικός, τα δύο σημεία διακλάδωσης διπλασιάζονται και η τιμή του αργύρου συγκλίνει, τώρα, σε ένα κύκλο 8 – περιόδων. Ο εκθέτης Lyapunov και στις δύο πάνω περιπτώσεις είναι αρνητικός υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχει χάος.
 - Για $113,7 < c_1 < 117,7$: Με τη αύξηση του συντελεστή τα σημεία διακλάδωσης διπλασιάζονται συνεχώς με αποτέλεσμα τη δημιουργία πολλαπλών διακλαδώσεων και συνεπώς, την ύπαρξη χάους. Ο εκθέτης Lyapunov γίνεται θετικός σε αυτό το διάστημα.
 - Για $117,7 < c_1 < 118,5$: Η συμπεριφορά των λύσεων παύει προς το παρόν να είναι χαοτική, οι λύσεις συγκλίνουν σε ένα κύκλο 6 – περιόδων και ο εκθέτης Lyapunov γίνεται, ξανά, αρνητικός.
 - Για $118,5 < c_1 < 125$: Όσο ο συντελεστής συνεχίζει να αυξάνεται, τα σημεία διακλάδωσης αυξάνονται με αποτέλεσμα οι τιμές ισορροπίας του αργύρου να οδηγούνται στο χάος (θετικός εκθέτης Lyapunov).
 - Για $125 < c_1 < 126$: Η χαοτική περιοχή σταματά και εμφανίζεται ένας κύκλος 5 – περιόδων (αρνητικός εκθέτης Lyapunov).

- Για $126 < c_1 < 132$: Στη συνέχεια ο κύκλος των 5 – περιόδων δίνει τη θέση του σε ένα κύκλο 10 – περιόδων με αποτέλεσμα και πάλι την εμφάνιση χάους (θετικός εκθέτης Lyapunov).
- Για $132 < c_1 < 133$: Η διαδικασία αύξησης του συντελεστή συνεχίζεται και οι λύσεις του αργύρου συγκλίνουν, αυτή τη φορά, σε ένα κύκλο 4 – περιόδων για το συγκεκριμένο εύρος τιμών του συντελεστή (αρνητικός εκθέτης Lyapunov).
- Για $133 < c_1 < 135,9$: Όπως και πριν ο κύκλος 4 – περιόδων γίνεται απωθητικός σε αυτό το διάστημα και δημιουργείται ένας ελκυστικός κύκλος διπλάσιας περιόδου, καταλήγοντας με τους συνεχείς διπλασιασμούς της περιόδου σε μία χαοτική περιοχή (θετικός εκθέτης Lyapunov).
- Για $135,9 < c_1 < 136,1$: Για ακόμη μια φορά δημιουργείται ένας κύκλος 6 περιόδων και οι τιμές του αργύρου συγκλίνουν σε αυτά τα έξι σημεία ισορροπίας (αρνητικός εκθέτης Lyapunov).
- Για $136,1 < c_1 < 139$ οι διαδοχικοί διπλασιασμοί της περιόδου οδηγούν το σύστημα σε χάος (θετικός εκθέτης Lyapunov).

Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε (Σχήμα 5.13) τα φασικά πορτραίτα $p_t^s = f(p_t^g)$ για τις διάφορες τιμές της παραμέτρου $c_1 \in [60, 139]$.

Σχήμα 5.13: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $c_1 = 80$, (β) $c_1 = 111,1$, (γ) $c_1 = 112$, (δ) $c_1 = 113,2$, (ε) $c_1 = 116$, (στ) $c_1 = 118$, (ζ) $c_1 = 123$, (η) $c_1 = 125,5$, (θ) $c_1 = 128$, (ι) $c_1 = 132,5$, (ια) $c_1 = 134,6$, (ιβ) $c_1 = 136$, (ιγ) $c_1 = 138$. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή του χρυσού, ενώ ο κατακόρυφος την τιμή του αργύρου.





Τα παραπάνω φασικά πορτραίτα υποδεικνύουν για ποιες τιμές του συντελεστή το σύστημα χρυσού και ασημιού βρίσκεται σε τάξη και για ποιες τιμές η τάξη μετατρέπεται σε μία πολύπλοκη κατάσταση. Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι για $c_1 = 80$, $c_1 = 112$ και $c_1 = 113,2$ το

σύστημα βρίσκεται σε τάξη με δύο, τέσσερα και οχτώ αντίστοιχα σημεία ισορροπίας του συστήματος των δύο μετάλλων (Σχήματα 5.13α, γ, δ). Ωστόσο, ανάμεσα στην τάξη του συστήματος δημιουργείται μία μικρή χαοτική περιοχή, η οποία στα παραπάνω διαγράμματα αντιπροσωπεύεται από την τιμή του συντελεστή $c_1 = 111,1$ και φαίνεται πως οι τιμές των δύο πολύτιμων μετάλλων συγκλίνουν σε δύο χαοτικές γραμμές (Σχήμα 5.13β). Συνεχίζοντας με την αύξηση του συντελεστή διαπιστώνουμε ότι, για τις τιμές $c_1 = 116$, $c_1 = 123$, $c_1 = 128$, $c_1 = 134,6$ και $c_1 = 138$ το σύστημα συγκλίνει σε δύο ελκυστικές γραμμές για άλλη μία φορά και αυτό αιτιολογείται από το γεγονός ότι ενώ η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε δύο σημεία ισορροπίας, για την τιμή του αργύρου υπάρχει χάος με αποτέλεσμα τη δημιουργία αυτού του παράξενου ελκυστή (Σχήματα 5.13ε, ζ, θ, ια, ιγ). Για τις τιμές $c_1 = 118$, $c_1 = 125,5$, $c_1 = 132,5$ και $c_1 = 136$ παρατηρούμε στο σύστημα μια κατάσταση τάξης και οι τιμές των μετάλλων να συγκλίνουν σε έξι, πέντε, τέσσερα και έξι, ξανά, σημεία ισορροπίας (Σχήματα 5.13στ, η, ι, ιβ). Οι συντελεστές αυτοί αντιπροσωπεύουν τις περιοχές ανάμεσα στο χάος για τις οποίες παύει το σύστημα να βρίσκεται σε αυτή την πολύπλοκη κατάσταση.

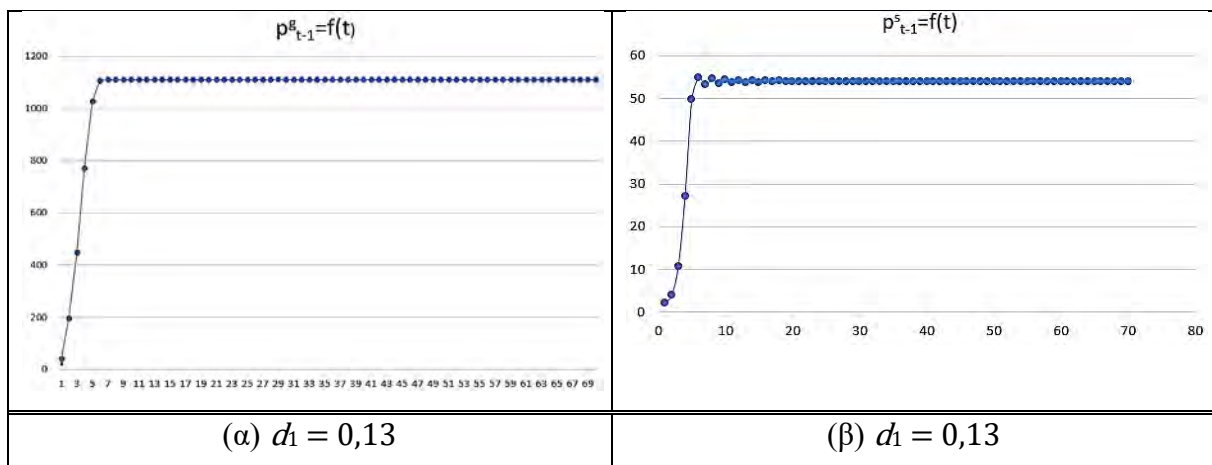
Μεταβολή του συντελεστή d_1

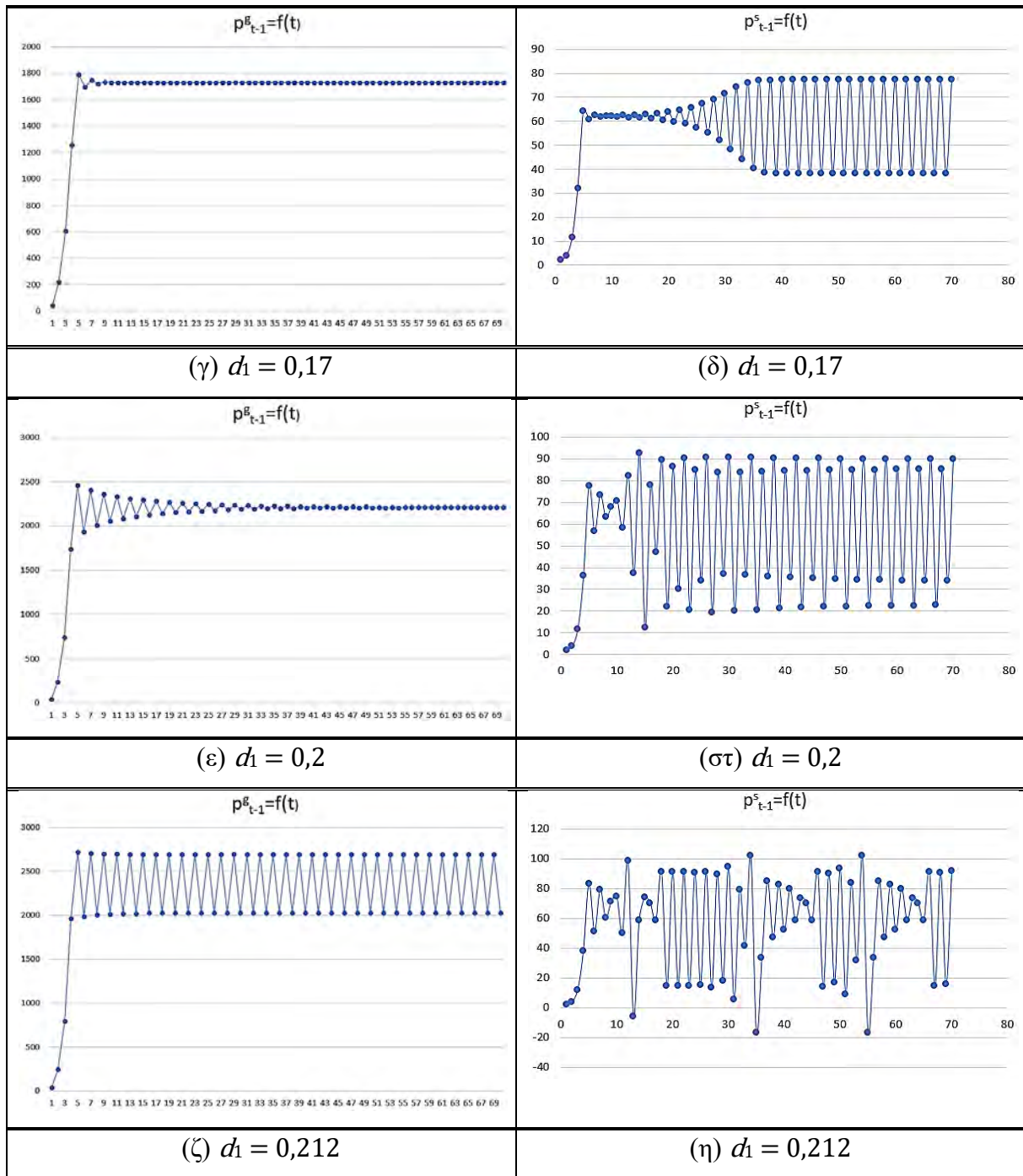
Επόμενος συντελεστής που θα μελετήσουμε ώστε να εξετάσουμε πώς διαμορφώνονται οι τιμές των δύο μετάλλων είναι ο συντελεστής d_1 . Για το λόγο αυτό παρατίθενται τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο (Σχήμα 5.14) $p_t^g = f(t)$ και $p_t^s = f(t)$ του χρυσού και του αργύρου (αντίστοιχα) για τις 70 πρώτες χρονικές περιόδους και με αρχικές τιμές $p_0^g = 41,28$ \$/ ουγγιά και $p_0^s = 2,2$ \$/ουγγιά.

Σχήμα 5.14: Διαγράμματα $p_{t-1}^s = f(t)$: (α) $d_1 = 0,13$, (γ) $d_1 = 0,17$, (ε) $d_1 = 0,2$, (ζ) $d_1 = 0,212$ και $p_{t-1}^g = f(t)$: (β) $d_1 = 0,13$, (δ) $d_1 = 0,17$, (στ) $d_1 = 0,2$, (η) $d_1 = 0,212$

Χρυσός

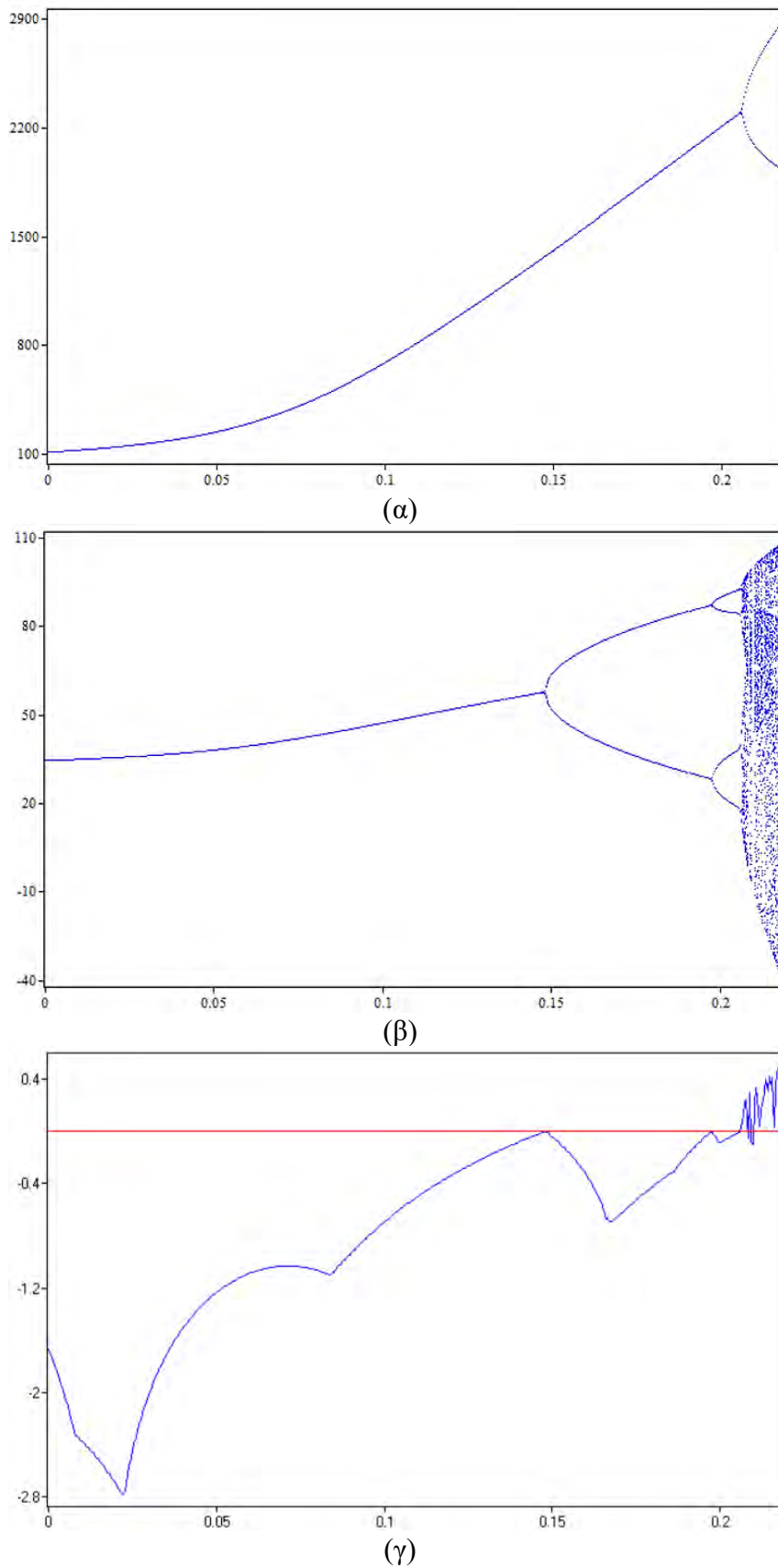
Ασήμι





Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα διακλάδωσης για τα δύο μέταλλα (Σχήμα 5.15 α, β), καθώς, επίσης, και το διάγραμμα Lyapunov (Σχήμα 5.15 γ), στα οποία μπορούμε να δούμε τι συμβαίνει για κάθε τιμή της παραμέτρου d_1 στο διάστημα $[0, 0,212]$.

Σχήμα 5.15: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο d_1 : (α) τιμές χρυσού, (β) τιμές αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov

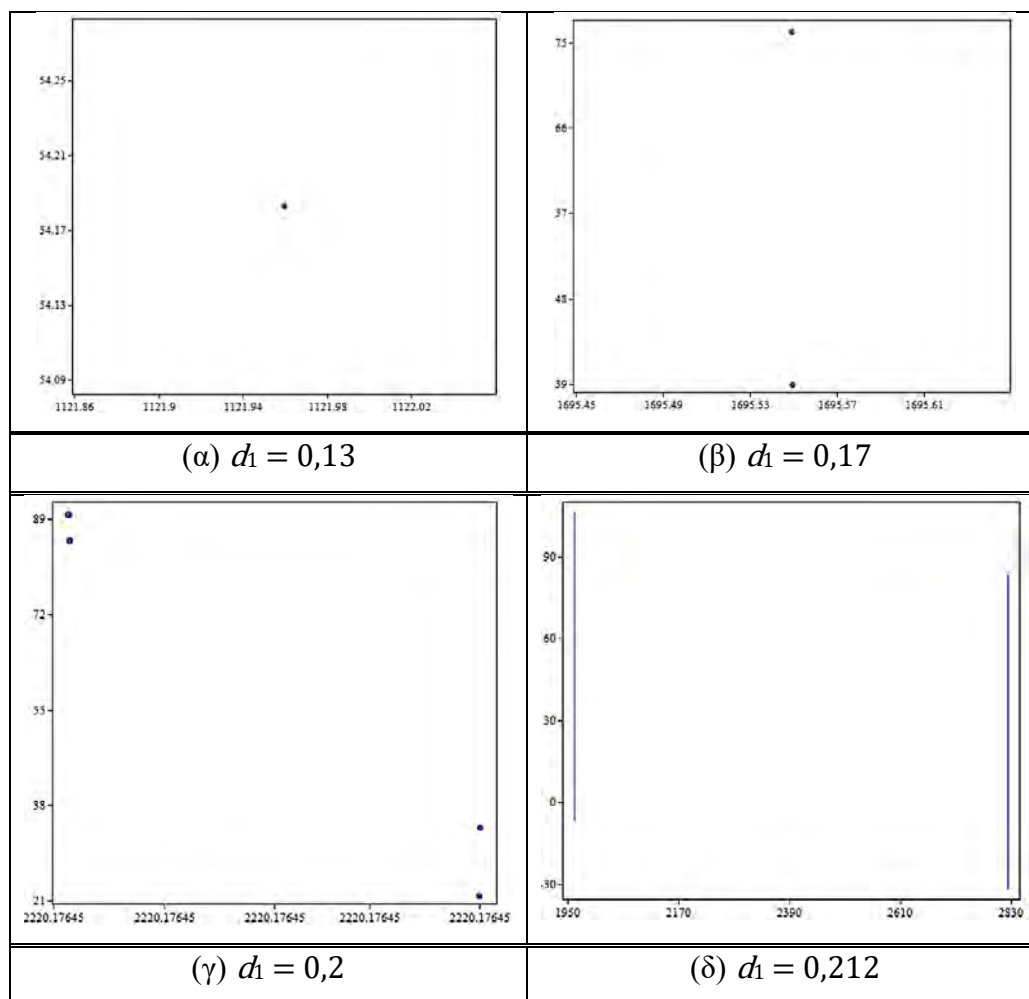


Με βάση, λοιπόν, όλα τα παραπάνω οι τιμές των δύο μετάλλων διαμορφώνονται ως εξής:

- Για $0 < d_1 < 0,206$: Υπάρχει για τον χρυσό ένα θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας, του οποίου η τιμή αυξάνεται όσο αυξάνεται και η τιμή του συντελεστή. Τα πράγματα για την τιμή του ασημιού σε αυτό το διάστημα, όμως, διαφοροποιούνται. Συγκεκριμένα, για $0 < d_1 < 0,148$ υπάρχει και για την τιμή του ασημιού ένα θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας, το οποίο για $0,148 < d_1 < 0,197$ γίνεται απωθητικό και ένας ελκυστικός κύκλος 2 – περιόδων εμφανίζεται στο σύστημα. Για $0,197 < d_1 < 0,206$ ο ελκυστικός κύκλος δύο περιόδων γίνεται απωθητικός και στο σύστημα εμφανίζεται ένας κύκλος 4 – περιόδων. Σε όλο το παραπάνω διάστημα ο εκθέτης Lyapunov παίρνει αρνητικές τιμές.
- Για $0,206 < d_1 < 0,218$: Το θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας του χρυσού γίνεται απωθητικό και ένας κύκλος 2 – περιόδων κάνει την εμφάνισή του, ενώ η τιμή του ασημιού μετά από συνεχείς διακλαδώσεις φτάνει σε μία χαοτική κατάσταση. Για αυτό το διάστημα ο εκθέτης Lyapunov είναι θετικός και επιβεβαιώνει την ύπαρξη χάους.

Στη συνέχεια, θα δούμε τα φασικά πορτραίτα για συγκεκριμένες αντιπροσωπευτικές τιμές του συντελεστή d_1 στο διάστημα $[0, 0,218]$.

Σχήμα 5.16: Φασικά Πορτραίτα για τις τιμές της παραμέτρου: (α) $d_1 = 0,13$, (β) $d_1 = 0,17$, (γ) $d_1 = 0,2$, (δ) $d_1 = 0,212$. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή του χρυσού, ενώ ο κατακόρυφος την τιμή του αργύρου.



Από τα φασικά πορτραίτα παρατηρούμε ότι το σύστημα χρυσού και ασημιού βρίσκεται σε τάξη για $d_1 = 0,13$, $d_1 = 0,17$ και $d_1 = 0,2$ με 1, 2 και 4 σημεία ισορροπίας αντίστοιχα (Σχήμα 5.16α, β, γ). Για τιμές παραμέτρου μεγαλύτερες του 0,206 το σύστημα βρίσκεται σε μία πολύπλοκη κατάσταση και οι τιμές των δύο μετάλλων συγκλίνουν σε δύο ελκυστικές γραμμές, δηλαδή σε ένα παράξενο ελκυστή, όπως βλέπουμε για $d_1 = 0,212$ (Σχήμα 5.16δ).

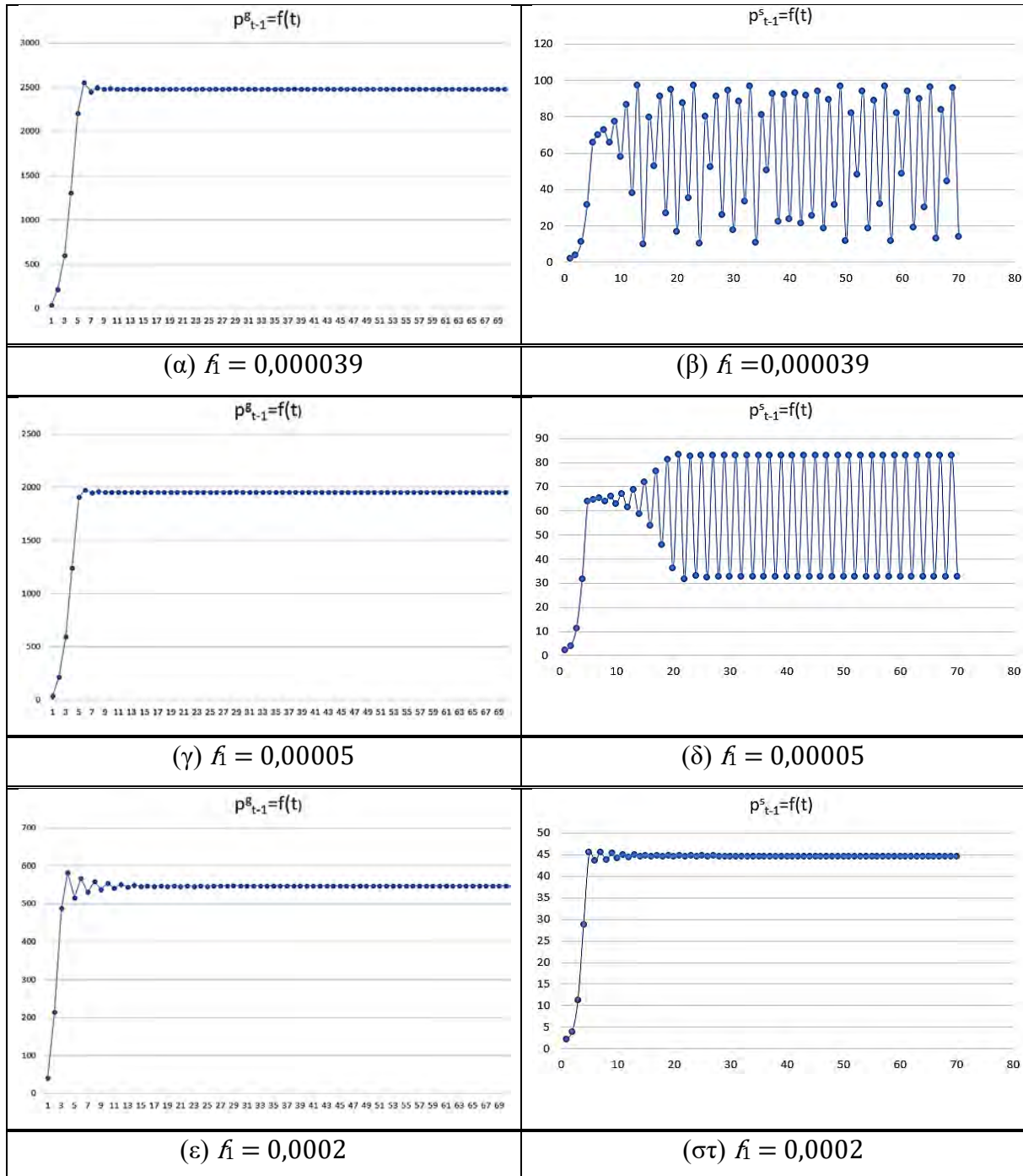
Μεταβολή του συντελεστή f_1

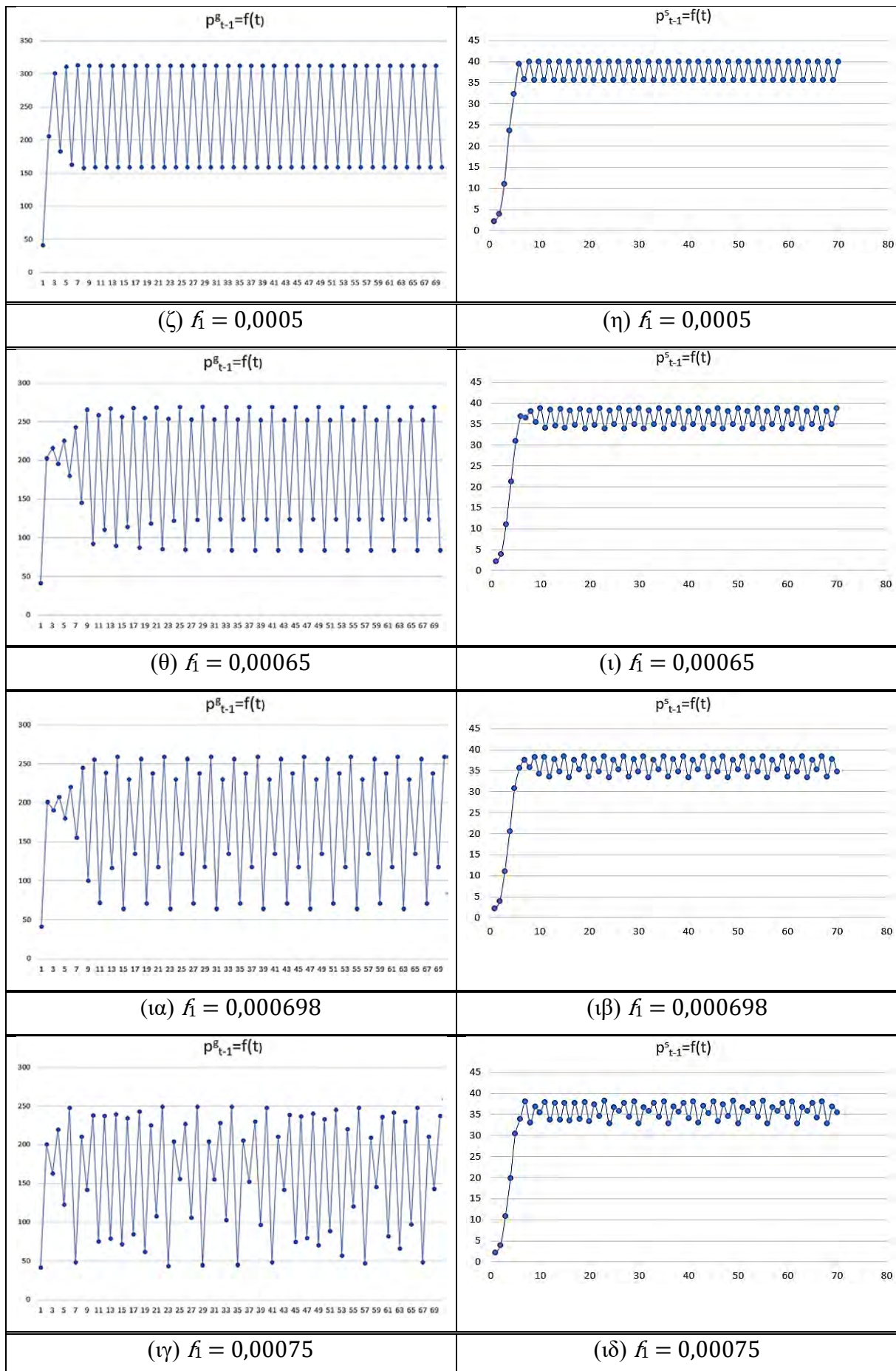
Ο τελευταίος συντελεστής που θα μελετήσουμε για να δούμε πως επηρεάζονται οι τιμές των δύο μετάλλων είναι ο συντελεστής f_1 . Παρακάτω παρουσιάζονται τα διαγράμματα των λύσεων στο χρόνο (Σχήμα 5.17) $p_t^g = f(t)$ και $p_t^s = f(t)$ για 70 χρονικές περιόδους και για αρχικές τιμές $p_0^g = 41,28$ \$/ ουγγιά και $p_0^s = 2,2$ \$/ ουγγιά.

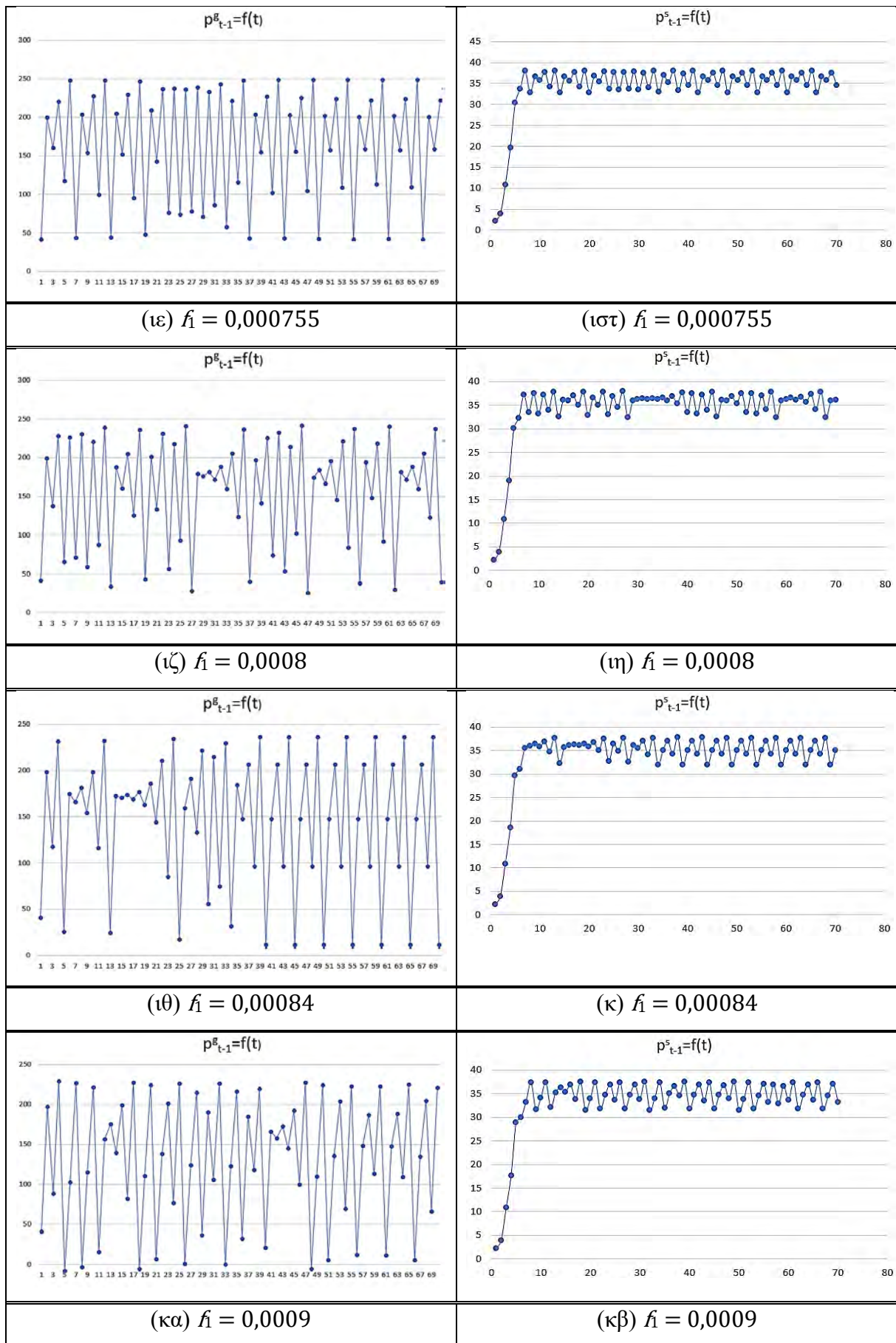
Σχήμα 5.17: Διαγράμματα $p^s_{t-1} = f(t)$: (α) $f_1 = 0,000039$, (γ) $f_1 = 0,00005$, (ε) $f_1 = 0,0002$, (ζ) $f_1 = 0,0005$, (θ) $f_1 = 0,00065$, (ια) $f_1 = 0,000698$, (ιγ) $f_1 = 0,00075$, (ιε) $f_1 = 0,000755$, (ιζ) $f_1 = 0,0008$, (ιθ) $f_1 = 0,00084$, (κα) $f_1 = 0,0009$, (κγ) $f_1 = 0,000915$, (κε) $f_1 = 0,001$ και $p^s_{t-1} = f(t)$: (β) $f_1 = 0,000039$, (δ) $f_1 = 0,00005$, (στ) $f_1 = 0,0002$, (η) $f_1 = 0,0005$, (ι) $f_1 = 0,00065$, (ιβ) $f_1 = 0,000698$, (ιδ) $f_1 = 0,00075$, (ιστ) $f_1 = 0,000755$, (ιη) $f_1 = 0,0008$, (κ) $f_1 = 0,00084$, (κβ) $f_1 = 0,0009$, (κδ) $f_1 = 0,000915$, (κστ) $f_1 = 0,001$.

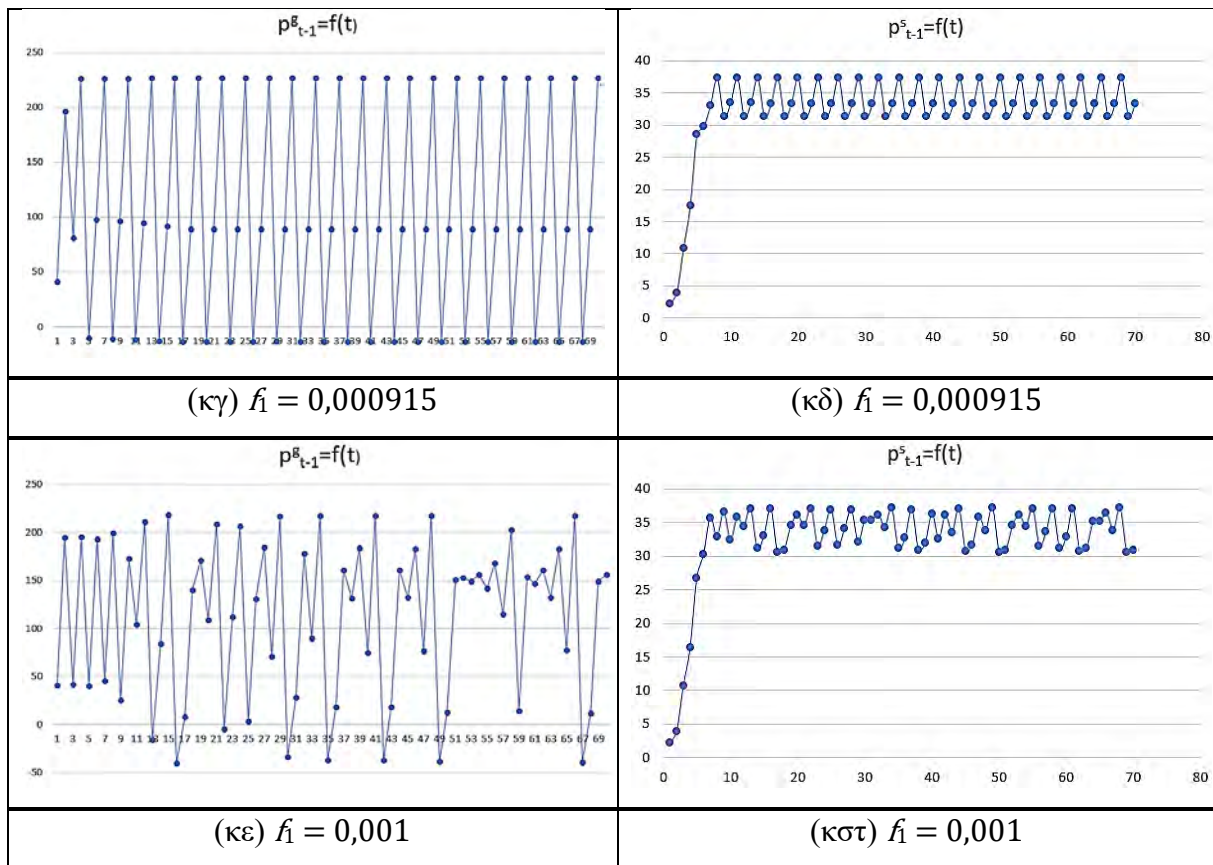
Χρυσός

Ασήμι



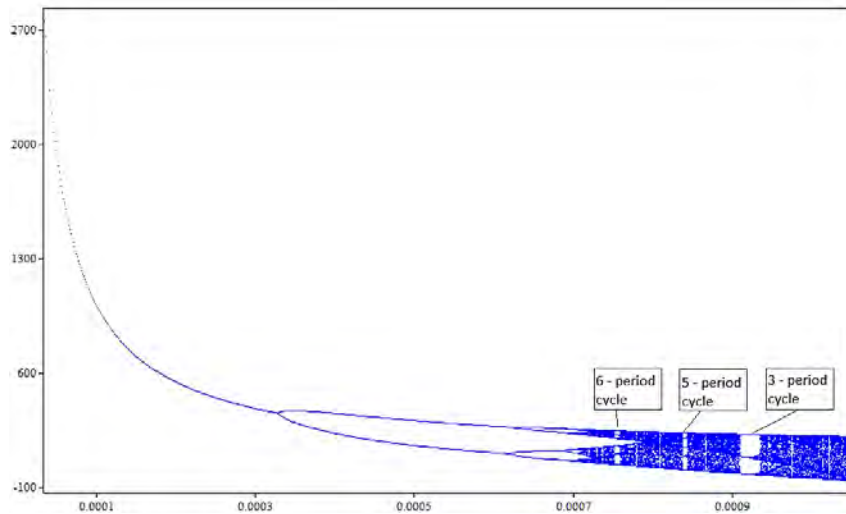




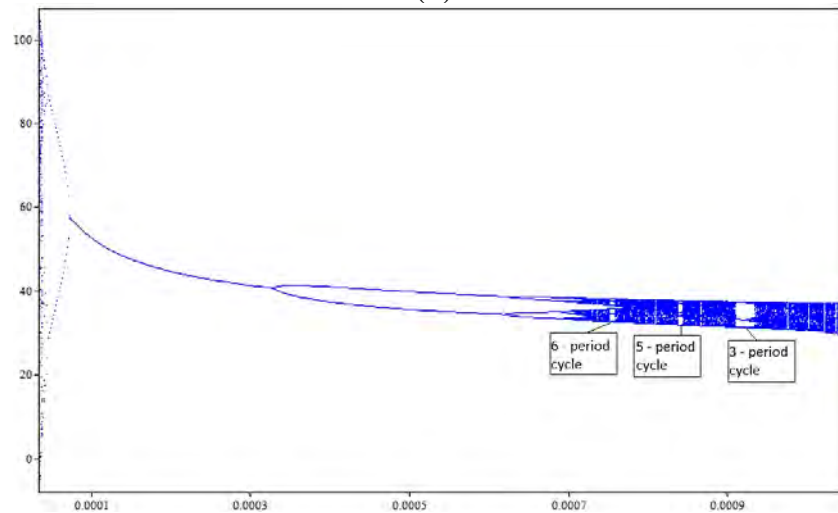


Επιπλέον, παρουσιάζονται τα διαγράμματα διακλάδωσης και για τα δύο αγαθά (Σχήμα 5.18 α, β), καθώς και το διάγραμμα Lyapunov (Σχήμα 5.18 γ) για τη μεταβολή του συντελεστή \hat{f}_1 στο διάστημα $[0, 0,001]$:

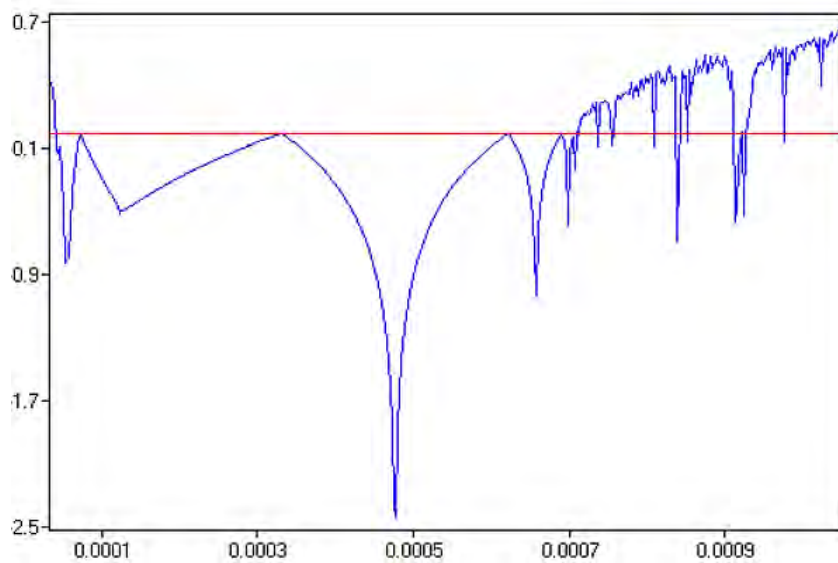
Σχήμα 5.18: Διαγράμματα διακλάδωσης για την παράμετρο f_1 : (α) τιμές χρυσού, (β) τιμές αργύρου και (γ) διάγραμμα Lyapunov



(α)



(β)



(γ)

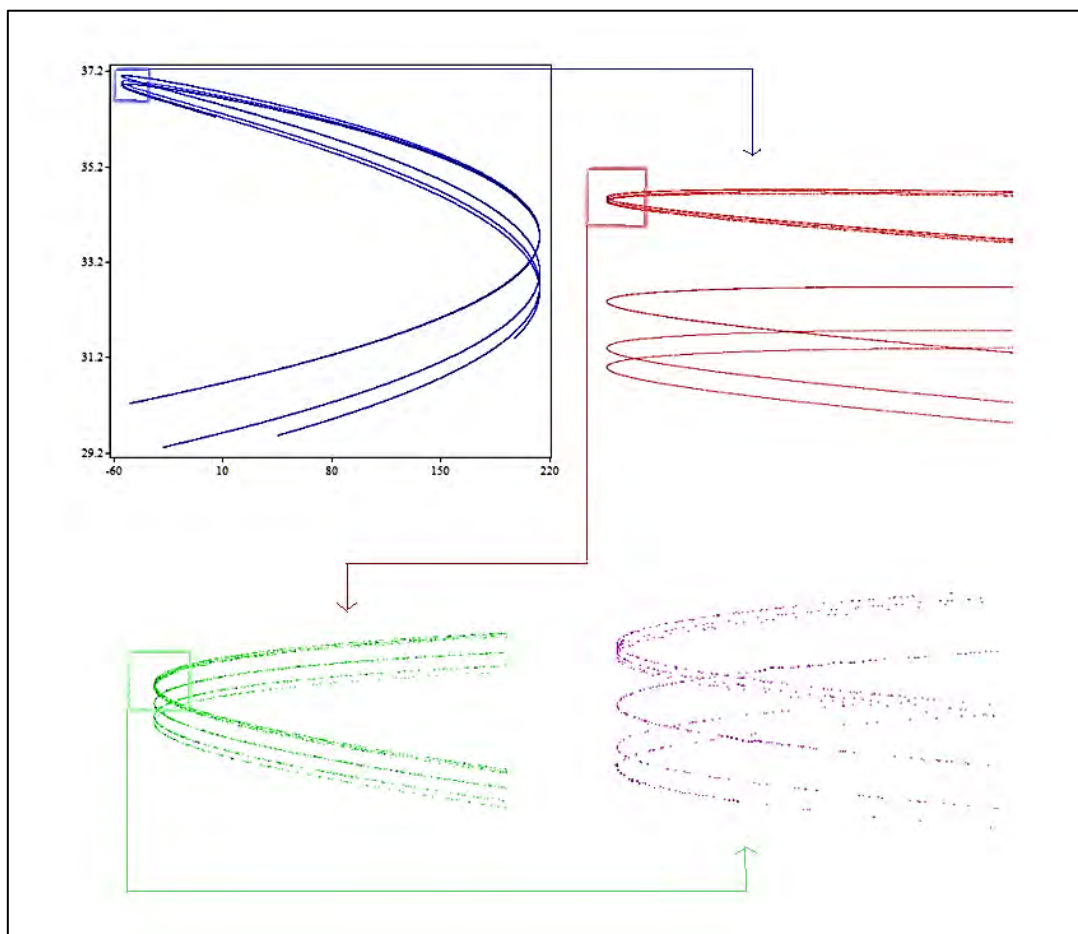
Αναλύοντας τα παραπάνω διαγράμματα καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα αναφορικά με τη συμπεριφορά των λύσεων για τις διάφορες τιμές του συντελεστή \hbar :

- Για $0,000035 < \hbar < 0,00033$: Η τιμή του χρυσού συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας, ενώ η τιμή του ασημιού διαφοροποιείται στο συγκεκριμένο διάστημα. Αναλυτικότερα, για το διάστημα $0,000035 < \hbar < 0,0000438$ παρατηρούμε ότι υπάρχει μια χαοτική περιοχή για τις τιμές του ασημιού, η οποία παύει να υπάρχει μόλις η τιμή του συντελεστή πάρει τιμές από το διάστημα $0,0000438 < \hbar < 0,0000738$ και παρατηρούμε ένα κύκλο 2 – περιόδων. Στη συνέχεια αυξάνοντας και άλλο την τιμή του συντελεστή, παύει να υπάρχει και ο κύκλος δύο περιόδων και η τιμή του ασημιού συγκλίνει σε ένα θετικό σημείο ισορροπίας στο εύρος τιμών από $0,0000738$ έως $0,00033$. Ο εκθέτης Lyapunov είναι αρχικά θετικός για το μικρό διάστημα που υπάρχει χάος ($0,000035 < \hbar < 0,0000438$) και στη συνέχεια γίνεται αρνητικός υποδηλώνοντας πως το χάος δεν υπάρχει πια για τις τιμές αυτές.
- Για $0,00033 < \hbar < 0,00062$: Το θετικό ελκυστικό σημείο ισορροπίας και για τα δύο πολύτιμα αγαθά γίνεται απωθητικό και συγκλίνει το καθένα σε ελκυστικό κύκλο 2-περιόδων. Η τιμή του εκθέτη Lyapunov είναι αρνητική.
- Για $0,00062 < \hbar < 0,00069$: Ο ελκυστικός κύκλος 2 – περιόδων και για την τιμή του χρυσού, καθώς και για την τιμή του ασημιού γίνεται απωθητικός και ένας ελκυστικός κύκλος 4 – περιόδων δημιουργείται με την αύξηση του συντελεστή. Ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός και σε αυτό το διάστημα.
- Για $0,00069 < \hbar < 0,000751$: Με την αύξηση του συντελεστή, αυξάνονται οι διακλαδώσεις και για τα δύο αγαθά, οδηγώντας σε μία χαοτική κατάσταση τις τιμές και των δύο μετάλλων. Συνεπώς, παρατηρούμε και ότι ο εκθέτης Lyapunov γίνεται θετικός και επιβεβαιώνεται η ύπαρξη χάους.
- Για $0,000751 < \hbar < 0,000757$: Η χαοτική κατάσταση παύει να υπάρχει και δημιουργείται ένας ελκυστικός κύκλος 6 περιόδων ταυτόχρονα και για τα δύο πολύτιμα μέταλλα. Ο εκθέτης Lyapunov είναι αρνητικός σε αυτό το διάστημα.
- Για $0,000757 < \hbar < 0,000839$: Τα σημεία διακλάδωσης διπλασιάζονται συνεχώς με την αύξηση του συντελεστή και το σύστημα οδηγείται στο χάος και για το χρυσό και για τον άργυρο. Ο εκθέτης Lyapunov είναι ξανά θετικός σε αυτό το διάστημα.
- Για $0,000839 < \hbar < 0,000843$: Η χαοτική περιοχή και για τα δύο αγαθά σταματά με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός κύκλου 5 – περιόδων (αρνητικός εκθέτης Lyapunov).

- Για $0,000843 < \bar{h} < 0,00091$: Η διαδικασία διπλασιασμού περιόδου ακολουθείται συνεχώς μέχρι που τελικά οι τιμές του χρυσού και του ασημιού οδηγούνται σε χάος.
- Για $0,00091 < \bar{h} < 0,000926$: Η συμπεριφορά των λύσεων παύει προς το παρόν να είναι χαοτική και οι λύσεις συγκλίνουν σε ένα ελκυστικό κύκλο 3 – περιόδων. Η συμπεριφορά αυτή είναι ίδια και για τα δύο αγαθά και ο εκθέτης Lyapunov γίνεται αρνητικός.
- Για $0,000926 < \bar{h} < 0,00105$: Όπως και πριν, οι διαδοχικοί διπλασιασμοί της περιόδου οδηγούν τις λύσεις σε χάος τόσο για το χρυσό όσο και για το ασήμι.

Ο συντελεστής \bar{h} έχει μία ιδιαίτερη διαφορά σε σχέση με τους υπόλοιπους συντελεστές που μελετήσαμε πιο πάνω. Καθώς η τιμή του αυξάνεται παρατηρούμε ότι οι τιμές των δύο πολύτιμων μετάλλων κινούνται με τον ίδιο τρόπο και συνεπώς η ύπαρξη χάους στις τιμές του χρυσού συνεπάγεται την ύπαρξη χάους και για τις τιμές του αργύρου. Θα είχε, λοιπόν, ενδιαφέρον η κατασκευή του διαγράμματος $p_t^s = f(p_t^g)$ για κάποια τιμή της παραμέτρου \bar{h} για την οποία έχουμε χάος. Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα $p_t^s = f(p_t^g)$ (διάγραμμα φάσης) για την τιμή του συντελεστή $\bar{h} = 0,001$, για την οποία έχουμε χάος και την εμφάνιση ενός παράξενου γεωμετρικού σχήματος (Σχήμα 5.19).

Σχήμα 5.19: Φασικό Πορτραίτο για την τιμή της παραμέτρου $f_1 = 0,001$. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει την τιμή του χρυσού, ενώ ο κατακόρυφος την τιμή του αργύρου.

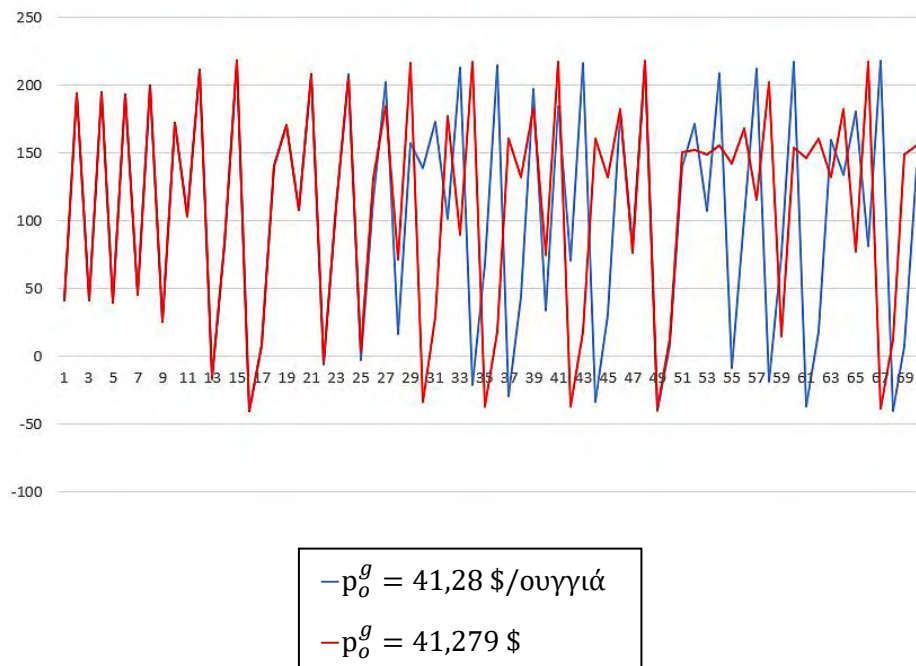


Παρατηρούμε ότι, για κάθε αρχική συνθήκη, όλες οι λύσεις του συστήματος συγκλίνουν σε αυτή την παράξενη τροχιά που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, για την συγκεκριμένη τιμή του συντελεστή f_1 . Μεγεθύνοντας διάφορα τμήματα αυτής της παράξενης τροχιάς συνεχώς όλο και περισσότερο διαπιστώνουμε ότι, το αρχικό γεωμετρικό σχήμα επαναλαμβάνεται συνεχώς για κάθε επίπεδο μεγέθυνσης (μπλε χρώμα → αρχικό σχήμα, κόκκινο χρώμα → zoom 1, πράσινο χρώμα → zoom 2, μωβ χρώμα → zoom 3). Το σχήμα, συνεπώς, που εμφανίζεται είναι ένα fractal. Λόγω της fractal δομής αυτής της παράξενης τροχιάς στην οποία συγκλίνουν όλες οι λύσεις του συστήματος, η τροχιά αυτή ονομάζεται παράξενος ελκυστής (strange attractor) (Σχήμα 5.19).

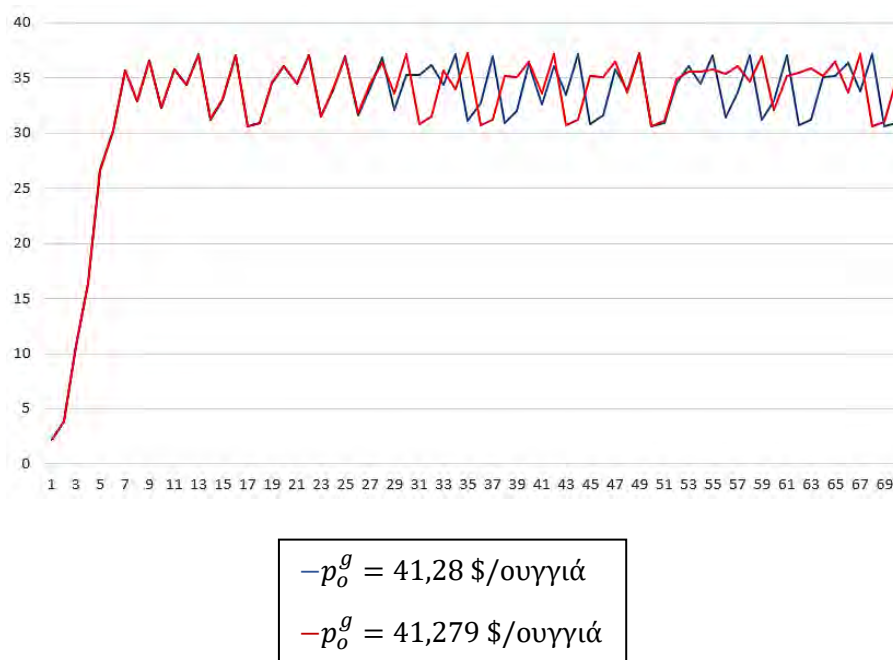
Κατασκευάζοντας τα διαγράμματα $p_t^g = f(t)$ και $p_t^s = f(t)$ των δύο πολύτιμων μετάλλων για διαφορετικές αρχικές τιμές του χρυσού που απέχουν ελάχιστα μεταξύ τους μπορούμε να διαπιστώσουμε την ευαισθησία του μη γραμμικού διακριτού συστήματος στις αρχικές συνθήκες. Τα διαγράμματα απεικονίζονται παρακάτω για $T = 70$ χρονικές περιόδους, για δύο

διαφορετικές αρχικές συνθήκες της τιμής του χρυσού, έστω $p_o^g = 41,28$ \$/ουγγιά και $p_o^g = 41,279$ \$/ουγγιά, αλλά για την ίδια αρχική τιμή του αργύρου $p_o^s = 2,2$ \$/ουγγιά και για την τιμή της παραμέτρου $f_I = 0,001$ για την οποία εμφανίζεται και αυτός ο παράξενος ελκυστής (Σχήμα 5.20 και σχήμα 5.21).

Σχήμα 5.20: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο της τιμής του χρυσού για $p_o^g = 41,28$ και $p_o^g = 41,279$ και για $f_I = 0,001$



Σχήμα 5.21: Διάγραμμα της λύσης στο χρόνο της τιμής του αργύρου για $p_o^g = 41,28$, $p_o^g = 41,279$ και $p_o^s = 2,2$ και για $f_I = 0,001$



Από τα διαγράμματα (Σχήματα 5.20 και 5.21), λοιπόν, παρατηρούμε ότι οι δύο γειτονικές τροχιές και για την τιμή του χρυσού και για την τιμή του αργύρου ταυτίζονται μόνο για τις πρώτες 24 χρονικές περιόδους ενώ από εκεί και μετά αποκλίνουν συνεχώς μεταξύ τους. Δηλαδή, αν και οι αρχικές τιμές του χρυσού διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους, η ύπαρξη χάους έχει ως αποτέλεσμα την ευαισθησία του συστήματος στις αρχικές του συνθήκες, παρά το γεγονός ότι η αρχική τιμή του αργύρου παραμένει σταθερή. Συνεπώς, η αδυναμία προσδιορισμού των αρχικών συνθηκών με απόλυτη ακρίβεια έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία της προβλεψιμότητας του συστήματος για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Το γεγονός ότι οι λύσεις για κάθε αρχική συνθήκη συγκλίνουν με διαφορετικό τρόπο σε αυτόν τον παράξενο ελκυστή σημαίνει ότι, ο ελκυστής είναι ευαίσθητος στις αρχικές συνθήκες και για το λόγο αυτό είναι και χαοτικός (Shone, 2002).

Σε αντίθεση με τη μεταβολή των υπολοίπων συντελεστών της προσφοράς και ζήτησης του χρυσού, όπου παρατηρήσαμε την ύπαρξη χάους μόνο στην τιμή του αργύρου, με τη μεταβολή του συντελεστή f_l διαπιστώνεται η εμφάνιση χάους στην τιμή και των δύο μετάλλων. Δηλαδή, ενώ το σύστημα που εξετάζουμε είναι ντετερμινιστικό (περιγράφεται από συγκεκριμένες εξισώσεις διαφορών, όπου χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες αρχικές συνθήκες οι προβλέψεις για τις επόμενες τιμές είναι δυνατές για άπειρο χρονικό διάστημα), η ύπαρξη χάους που συνεπάγεται την ευαισθησία του συστήματος στις αρχικές του συνθήκες και η αδυναμία προσδιορισμού των αρχικών τιμών με απόλυτη ακρίβεια (λόγω σφαλμάτων στη διαδικασία μέτρησης) έχει ως αποτέλεσμα η προβλεψιμότητα για μεγάλα χρονικά διαστήματα να είναι αδύνατη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας της ανθρωπότητας, ο χρυσός κατείχε ξεχωριστή θέση. Όλοι οι πολιτισμοί, ανεπτυγμένοι και μη, χρησιμοποίησαν το χρυσό ως εμπορικό νόμισμα, ως δείγμα πλούτου ή ως ένα ασφαλές καταφύγιο σε περιόδους πολιτικής ή χρηματοπιστωτικής αναταραχής. Λόγω των πρόσφατων οικονομικών προβλημάτων, ο χρυσός βρίσκεται ξανά ψηλά στον κόσμο των επενδύσεων, οδηγώντας σε νέα ύψη την τιμή του.

Η μοντελοποίηση της τιμής του χρυσού είναι μια δύσκολη υπόθεση. Ένας από τους πολλούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να αναλυθεί, είναι με τη διερεύνηση των κινητήριων δυνάμεων της προσφοράς και της ζήτησης χρυσού και την επίδραση τους στην τιμή του πολύτιμου μετάλλου. Στην εργασία αυτή, για τη μοντελοποίηση χρησιμοποιήθηκαν οι ετήσιες τιμές από το 1969 έως το 2017 και τα μοντέλα εξήχθησαν από τη γραμμή τάσης των τιμών. Η ανάλυση του μοντέλου χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, μεταβάλαμε τους συντελεστές της ζήτησης χρυσού σε κάθε κατηγορία ξεχωριστά και παρατηρήσαμε πώς επιδρά η κάθε μεταβολή στην τιμή του, ενώ στο δεύτερο μέρος μελετήθηκε ο χρυσός και το ασήμι ως σύστημα τιμών και εξετάστηκε πώς μία μεταβολή στους συντελεστές προσφοράς και ζήτησης του χρυσού επηρεάζουν την τιμή του αργύρου.

Τα συμπεράσματα, λοιπόν, που προκύπτουν από την ανάλυση του πρώτου μέρους είναι τα εξής:

- Με τη μεταβολή των συντελεστών που αντιστοιχούν στη ζήτηση για κοσμήματα και στη ζήτηση για επένδυση παρατηρήθηκε ότι οι τιμές παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία και στα διαγράμματα διακλάδωσης δημιουργούνται χαοτικές περιοχές. Αυτό σημαίνει ότι, όταν οι συντελεστές λάβουν κάποια από τις τιμές για τις οποίες δημιουργείται χάος, θα υπάρξει αδυναμία πρόβλεψης των τιμών.
- Παρατηρούμε ότι η χαοτική περιοχή που παρουσιάζεται με τη μεταβολή του συντελεστή από την επενδυτική ζήτηση είναι για μεγαλύτερο εύρος τιμών του συντελεστή, γεγονός που δείχνει ότι όταν η ζήτηση του χρυσού για επενδυτικούς σκοπούς αυξομειώνεται, υπάρχει αδυναμία πρόβλεψης σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι όταν αυξομειώνεται η ζήτηση για κοσμήματα.
- Με τη μεταβολή των συντελεστών από τη ζήτηση για τεχνολογικούς σκοπούς και τη ζήτηση από τις Κεντρικές Τράπεζες, η ανάλυση μας δείχνει ότι η πρόβλεψη των τιμών του χρυσού είναι εφικτή.

Η τιμή του χρυσού καθίσταται απρόβλεπτη με τις μεταβολές των συντελεστών της επενδυτικής ζήτησης και της ζήτησης για κοσμήματα, καθώς οι επενδύσεις σε χρυσό και η ζήτηση κοσμημάτων εξαρτώνται από την πολιτική αστάθεια ή σταθερότητα και από το οικονομικό στρες, όπου είναι παράγοντες που δεν μπορούν να προβλεφθούν εύκολα. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός ότι ο χρυσός αποτελεί ένα ασφαλές χρηματοοικονομικό καταφύγιο, οι επενδυτές όταν αντιλαμβάνονται οικονομική αβεβαιότητα, στρέφονται στο χρυσό σε οποιαδήποτε μορφή επένδυσης, συμπεριλαμβανομένων και των κοσμημάτων. Ωστόσο, επειδή η ζήτηση για κοσμήματα παρουσιάζει και μια δεύτερη όψη, αυτή της ζήτησης για κοσμήματα ως ένδειξη πλούτου και δύναμης, φαίνεται πως κάνει απρόβλεπτη την τιμή του χρυσού λιγότερο, συγκριτικά με την επενδυτική ζήτηση, αφού το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε οποιαδήποτε πολιτική και οικονομική κατάσταση. Επιπλέον, οι δύο αυτές αγορές ζήτησης του χρυσού αποτελούν τις δύο μεγαλύτερες αγορές ζήτησης και οι διακυμάνσεις τους επηρεάζουν περισσότερο την τιμή του πολύτιμου αυτού μετάλλου. Η ζήτηση του χρυσού για διάφορους τεχνολογικούς σκοπούς είναι συγκεκριμένη και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη μεταβολή με το πέρασμα των ετών, αφού ο χρυσός αποτελεί απαραίτητο συστατικό πολλών αντικειμένων και συσκευών και συνεπώς δεν καθιστά απρόβλεπτη την τιμή του. Οι κεντρικές τράπεζες συμβάλουν με ένα μικρό ποσοστό στη ζήτηση του χρυσού και, συνεπώς, δεν είναι ικανές να κάνουν απρόβλεπτη τη συμπεριφορά της τιμής.

Στο δεύτερο μέρος της ανάλυσης αντιμετωπίζεται η περίπτωση των δύο αλληλένδετων αγορών χρυσού και αργύρου. Σκοπός μας είναι να εξετάσουμε πώς η μεταβολή των συντελεστών προσφοράς και ζήτησης του χρυσού επηρεάζουν την αγορά του αργύρου. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι τα εξής:

- Με τη μεταβολή των συντελεστών της ζήτησης του χρυσού παρατηρήσαμε ότι, ενώ η συμπεριφορά της τιμής του χρυσού είναι σχετικά προβλέψιμη με το πολύ τέσσερις τιμές ισορροπίας, η συμπεριφορά της τιμής του αργύρου γίνεται χαοτική με τη μεταβολή και των δύο συντελεστών. Συνεπώς, η τιμή του ασημιού μπορεί να γίνει απρόβλεπτη, ακόμα και αν η τιμή του χρυσού μπορεί να προβλεφθεί.
- Με τη μεταβολή των συντελεστών της προσφοράς του χρυσού παρατηρούμε τα ίδια αποτελέσματα μεταβάλλοντας τους δύο πρώτους συντελεστές (a_1 και d_1), ότι δηλαδή η αγορά του αργύρου γίνεται χαοτική, παρά τη μη χαοτική πορεία της τιμής του χρυσού. Ωστόσο, με τη μεταβολή του συντελεστή f_1 (ο συντελεστής του μη γραμμικού όρου) στην τιμή του χρυσού, όπως και στην τιμή του αργύρου παρατηρείται παρόμοια χαοτική συμπεριφορά για κάθε τιμή της παραμέτρου. Επιπλέον, ενώ η συμπεριφορά της τιμής

και των δύο πολύτιμων μετάλλων είναι χαοτική, καταλήγει να συγκλίνει πάντα σε ένα παράξενο γεωμετρικό σχήμα, ένα παράξενο ελκυστή.

Από τα συμπεράσματα του δεύτερου μέρους της ανάλυσης παρατηρούμε ότι όταν το μοντέλο προσφοράς και ζήτησης του χρυσού συγκλίνει σε τουλάχιστον δύο σημεία ισορροπίας τιμής του κίτρινου μετάλλου, η συμπεριφορά της τιμής του αργύρου γίνεται χαοτική, γεγονός που επιβεβαιώνει την μεγάλη εξάρτηση της τιμής του αργύρου από την τιμή του χρυσού, κάνοντας τη απρόβλεπτη. Εξαιρέση αποτελεί η συμπεριφορά της τιμής των δύο μετάλλων με τη μεταβολή του συντελεστή f_1 από την προσφορά του χρυσού, όπου συμπεριφέρονται οι τιμές με τον ίδιο χαοτικό τρόπο, αποδεικνύοντας ότι όταν υπάρχει χάος στην αγορά του χρυσού, η συμπεριφορά της τιμής του αργύρου γίνεται και αυτή χαοτική.

Σύμφωνα, λοιπόν, με την παραπάνω μελέτη τόσο του μοντέλου προσφοράς και ζήτησης του χρυσού, όσο και του συστήματος χρυσού – αργύρου, διαπιστώνεται ότι οι μη γραμμικότητες που παρουσιάζονται στα μοντέλα κάνουν τις αγορές πολύπλοκες και πολλές φορές παρουσιάζεται αδυναμία πρόβλεψης των τιμών, όπως έχει παρατηρηθεί επανειλημμένα στη βιβλιογραφία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Artigas, J. C., Ong, E., Palmbery, J., Street L. and Grubb, M. (2010). *Gold hedging against tail risk*, World Gold Council. https://www.gold.org/sites/default/files/documents/goldinvestmentresearch/WOR5963_Gold_Hedging_against_tail_risk.pdf
- Baker, S. A. and Van Tassel, R. C. (1985). Forecasting the price of gold: A fundamentalist approach, *Atlantic Economic Journal*, vol. 13, pp 43 – 51.
- Baur, D. G. and Lucey, B. M. (2010). Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold, *The Financial Review*, vol. 45, pp. 217 – 229.
- Beckmann, J., Berger, T. and Czudaj, R. (2015). Does gold act as a hedge or a safe haven for stocks? A smooth transition approach, *Economic Modelling*, vol. 48, pp. 16 – 24.
- Bloomfield, A. (1959). *A Monetary Policy under the Gold Standard 1880–1914*, Federal Reserve Bank of New York, New York.
- Boccara, N. (2010). *Modeling Complex Systems*, Springer, New York.
- Brauner, E. O., Dayhoff, J. E., Xiaoyun, S. and Hormby, S. (1997). Neural Network Training Techniques for a Gold Trading Model, *Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFEr), Proceedings of the IEEE/IAFE*, pp. 57 – 63.
- Burbidge, E. W., Burbidge, R. G., Fowler, A. W. and Hoyle, F. (1957). Synthesis of the Elements in Stars, *Reviews of Modern Physics*, vol. 29, no. 4, pp. 547 – 654.
- Capie, F., Mills, T. C. and Wood, G. (2005). Gold as a Hedge Against the Dollar, *Journal of International Financial Markets Institutions and Money*, vol. 15, pp. 343 – 352.
- Chen, K. H., Lee, J. M. and You, C. H. (2014). Who upholds the surging gold price? The role of the central bank worldwide, *Applied Economics*, vol. 46, no. 22, pp. 2557 – 2575.
- Christie, A. and Brathwaite, R. (2012). Mineral Commodity Report 14 - Gold, Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited.

- Christie-David, R., Chaudhry, M. and Koch, T. W. (2000). Do Macroeconomics News Releases Affect Gold and Silver Prices?, *Journal of Economics and Business*, vol. 52, pp. 405 – 421.
- Cooper, R. N. (1982). The Gold Standard Historical Facts and Future Prospects, *Brooking Papers on Economic Activity*, vol. 1, pp. 1 – 45.
- Côté, B., Belczynski, K., Fryer, L. C., Ritter, C., Paul, A., Wehmeyer, B. and O’Shea, B. W. (2017). Advanced LIGO Constraints on Neutron Star Mergers and r-process Sites, *The Astrophysical Journal*, vol. 836, no. 230, pp. 1 – 20.
- Dempster, N. and Artigas, J. C. (2009). *Gold as a tactical inflation hedge and long-term strategic asset*, World Gold Council. https://www.strategicgold.com/white-papers/Gold_as_a_tactical_inflation_hedge.pdf
- Dierinck, B. (2012). *Determinants of the gold price*, Ghent University.
- Diks, C., Hommes, C., Panchenko, V. and Van Der Weide, R. (2008). E&F Chaos: A user-friendly software package for nonlinear economic dynamics, *Comput Econ*, vol. 32, pp. 221–244.
- Dooley, M. P., Isard, P. and Taylor, M. P. (1995). Exchange Rates, Country-Specific Shocks, and Gold, *Applied Financial Economics*, vol. 5, no. 3, pp. 121 – 129.
- Duckenfield, M. (2004). *The Monetary History of Gold: A Documentary History 1660-1999*, Pickering and Chatto, London.
- Dunis, C. and Nathani, A. (2007). Quantitative trading of gold and silver using nonlinear models, *Neural Network World*, vol. 16, no. 2, pp. 93 – 111.
- Dunis, C. and Williams, M. (2003). Application of Advanced Regression Analysis for Trading and Investment, *Applied Quantitative Methods for Trading and Investment*, John Wiley, Chichester, pp. 1 – 39.
- Eichengreen, B. and Flandreau, M. (1997). *Gold Standard In Theory & History*, Second edition, Routledge, London.
- Ellis, T. W. (2004). The future of gold in Electronics, *Gold Bulletin*, vol. 37, no. 1 – 2, pp. 66 – 71.

- Erb, C. B., CFA and Harvey, C. R. (2013). The Golden Dilemma, *Financial Analysts Journal*, vol. 69, no. 4, pp. 10 – 42.
- Faulk, W. P. and Taylor, G. M. (1971). An immunocolloid method for the electron microscope, *Immunochemistry*, vol. 8, no. 11, pp. 1081 – 1083.
- Friedman, M. (1990). Bimetallism Revisited, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 4, no. 4, pp. 85 – 104.
- Hunter, T. (2008). Ten ways to invest in gold, The Telegraph. <https://www.telegraph.co.uk/finance/personalfinance/investing/3530663/Ten-ways-to-invest-in-gold.html>.
- Ivanov, S. I. (2013). The influence of ETFs on the price discovery gold, silver and oil, *Journal of Economics and Finance*, vol. 37, no. 3, pp. 453 – 462.
- Joy, M. (2011). Gold and the US dollar Hedge or Haven?, *Finance Research Letters*, vol. 8, no. 3, pp. 120 – 131.
- Gerdesmeier, D. (2005). *Price stability: why is it important for you?*, European Central Bank. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/price_stability_web_2011en.pdf
- GFMS Gold Survey 2017, Thomson Reuters. https://plataformaenergetica.org/sites/default/files/Thomson_Ruters_GFMS_GOLD_SURVEY_%202017.pdf
- Ghosh, D., Levin, E. J., MacMillan, P. and Wright, R. E. (2004). Gold as an Inflation Hedge?, *Studies in Economics and Finance*, vol. 22, no. 1, pp. 1 – 25.
- Goodman, P. (2002). Current and Future Uses of Gold in Electronics, *Gold Bulletin*, vol. 35, no. 1, pp. 21 – 26.
- Hammer, B. and Norskov, J. K. (1995). Why gold is the noblest of all the metals, *Letters of Nature*, vol. 376, pp. 238 – 240.
- Hauptfleisch, M., Putnins, T. J. and Lucey, B. M. (2016). Who sets the price of gold? London or New York?, *The Journal of Futures Markets*, vol. 36, no. 6, pp. 564 – 586.
- Hesse, R. W. (2007). *Jewelry making through History: An encyclopedia*, Greenwood Press, London.

- Hillier, D., Draper, P. and Faff, R. (2006). Do precious metals shine? An investment perspective, *Financial Analysis Journal*, vol. 62, no. 2, pp. 98.
- Hussong, M. W., Hoffmeister, W. T., Rominger, F. and Straub, B. E. (2015). Copper and Silver Carbene Complexes without Heteroatom – Stabilization: Structure, Spectroscopy, and Relativistic Effects, *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 54, pp. 10331 – 10335.
- Kanjilal, K. and Ghosh, S. (2014). Income and price elasticity of gold import demand in India: Empirical evidence from threshold and ARDL bounds test cointegration, *Resources Policy*, vol. 41, pp.135 – 142.
- Kean, W. F. and Kean, J. R. L. (2008) Clinical pharmacology of gold, *Inflammopharmacology*, vol. 16, no. 3, pp.112 – 125.
- Koutsoyiannis, A. (1983). A short-run pricing model for a speculative asset, tested with data from the gold bullion market, *Applied Economics*, vol. 15, no. 5, pp. 563 – 581.
- Lattimer, J. (2017). Neutron Stars are gold mines, *International Journal of Modern Physics E*, vol. 26, no. 1740014, pp. 1 – 33.
- Laurent, R. D. (1994). Is there a role for gold in Monetary Policy?, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 18, pp. 2 – 14.
- Lawrence, C. (2003). *Why is gold different from other assets?*, World Gold Council. http://www.spdrgoldshares.com/media/GLD/file/colin_lawrence_report.pdf
- Le, T. and Chang, Y. (2011). Oil and gold: correlation or causation?, *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, no. 31795.
- Levin, E. J. and Wright, R. E. (2006). Short-Run and Long-Run Determinants of the Price of Gold, *World Gold Council Research Study no. 32*.
- Lewis, N. (2007). *Gold: The Once and Future Money*, Huboken, New Jersey.
- Mayer, T. (2010). Fake Tungsten Gold Found, Run to Gold. <https://www.runtogold.com/fake-tungsten-gold-found/>
- McGuire, S. (2010). Hard Money Taking gold to a higher investment level, *John Wiley & Sons, Inc*, pp. 212.

- Meija, J., Coplen T. B., Berglund, M., Brand, W. A., De Bièvre, P., Gröning, M., Holden, N. E., Irrgeher, J., Loss, R. D., Walczyk, T. and Prohaska, T. (2016). Atomic weights of the elements 2013 (IUPAC Technical Report), *Pure and Applied Chemistry*, vol. 88, no. 3, pp. 265 – 291.
- Michaud, R., Michaud, R. and Pulvermacher, K. (2006). Gold as a Strategic Asset, *World Gold Council*, London. <https://www.newfrontieradvisors.com/media/1198/gold-as-a-strategic-asset.pdf>
- Ming, L., Yang, S. and Cheng, C. (2016). The double nature of the price of gold – A quantitative analysis based on Ensemble Empirical Mode Decomposition, *Resources Policy*, vol. 47, pp. 125 – 131.
- Mui, H.-W. and Chu, C.-W. (1993). Forecasting the spot price of gold: combined forecast approaches versus a composite forecast approach, *Journal of Applied Statistics*, vol. 20, no. 1.
- Narayan, P. K., Narayan, S. and Zheng, X. (2010). Gold and oil futures markets: Are markets efficient?, *Applied Energy*, vol. 87, pp. 3299 – 3303.
- National Mining Association (2001). *The History of Gold*.
- Norland, E. (2015). Precious Metals Ecosystem Dynamics: The Microeconomics of Gold and Silver, CME Group. <https://www.cmegroup.com/education/files/the-push-pull-dynamic-in-gold-and-silver.pdf>
- O’Callaghan, G. (1991). The structure and operation of the world gold market, *Imf Working Paper*, no. 91/120, pp. 1 – 53.
- O’Connell, R. (2007). Gold exchange traded funds: their evolution and their role ETFs and Indexing, vol. 2007, no. 1, pp. 129 – 135.
- O’Connor, F. A., Lucey, B. M., Batten, J. A. and Baur, D. F. (2015). The financial economics of gold – A survey, *International Review of Financial Analysis*, vol. 41, pp. 186 – 205.
- Okrostsvaridze, A., Gagnidze, N. and Akimidze, K. (2016). A modern field investigation of the mythical “gold sands” of the ancient Colchis Kingdom and “Golden Fleece” phenomena, *Quaternary International*, vol. 409, pp. 1 – 9.

- Papadamou, S. and Markopoulos, T. (2014). Investigating Intraday Interdependence Between Gold, Silver and Three Major Currencies: the Euro, British Pound and Japanese Yen, *International Advances in Economic Research*, vol. 20, issue 4, pp. 399 – 410.
- Pasteka, L. F., Eliav, E., Borschevsky, A., Kaldor, U. and Schwerdtfeger, P. (2017). Relativistic Coupled Cluster Calculations with Variational Quantum Electrodynamics Resolve the Discrepancy between Experiment and Theory Concerning the Electron Affinity and Ionization Potential of Gold, *Physical Review Letters*, vol. 118, no. 023002, pp. 1 – 5.
- Prakash, P. and Sundararajan, S. (2014). An Empirical Analysis on the Relationship between Gold and Silver with Special Reference to the National Level Commodity Exchanges, India, *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, vol. 2, issue 8, pp. 2224 – 2233.
- Radetzki, M. (1989). Precious Metals: The Fundamental Determinants of their Price Behaviour, *Resources Policy*, vol. 15, pp. 194 – 208.
- Ranson, D. (2005). Inflation Protection: Why Gold Works Better Than “Linkers” , World Gold Council Report, *Wainwright H. C., World Gold Council Publications*, London.
- Reboredo, J. C. and Rivera-Castro, M. A., (2014). Can gold hedge and preserve value when the US dollar depreciates?, *Economic Modelling*, vol. 39, no. 2014, pp. 168 – 173.
- Richards, D. G., Mc Millin D. L., Nein, E. A. and Nelson, C. D., (2002). Gold and its relationship to neurological/glandular conditions, *The International Journal of Neuroscience*, vol.112, no. 1, pp. 31 – 53.
- Sari, R., Hammoudeh, S. and Soytas, V. (2010). Dynamics of oil prices, precious metals prices and exchange rate, *Energy Economics*, vol. 32, no. 2, pp. 351 – 362.
- Shafiee, S. and Topal, E. (2010). An overview of global market and gold price forecasting, *Resources Policy*, vol. 35, pp. 178 – 189.
- Shone, R. (2002). *Economic Dynamics: Phase Diagrams and their Economic Application*, Cambridge University Presse, Cambridge, United Kingdom.
- Sindhu, A. (2013). A study on impact of select factors on the price of gold, *Journal of Business and Management*, vol. 8, no. 4, pp. 84 – 93.

- Smith, G. (2002). Tests of the Random Walk Hypothesis for London Gold Prices, *Applied Economics Letters*, vol. 9, pp. 671 – 674.
- Strogatz, S. H. (1994). *Nonlinear Dynamics and Chaos with Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*, Perseus Books, New York.
- The World Gold Council (2016). Annual Review. <https://www.gold.org/node/5551>
- The World Gold Council (2017). Annual Review. https://www.gold.org/annual_review_2017.
- Tully, E. and Lucey, B. M. (2006). The evolving relationship between gold and silver 1978-2002: Evidence from a dynamic cointegration analysis: A note, *Applied Financial Economic Letters*, vol. 2, pp. 47 – 53.
- Willbold, N., Elliott, T. and Moorbath, S. (2011). The tungsten isotopic composition of the Earth's mantle before the terminal bombardment, *Nature*, vol. 477, no. 7303, pp. 195 – 199.
- World Gold Council (2011). *Gold: a commodity like no other*. <https://www.gold.org/research/gold-commodity-no-other>.
- Worthington, A. C. and Pahlavani, M. (2007). Gold Investment as an Inflationary Hedge: Cointegration Evidence with Allowance for Endogenous Structural Breaks, *Applied Financial Economic Letters*, vol. 3, pp. 259 – 262.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαν Ντερ Βέιλε, Ι. Π. (2007). Χάος και Φράκταλ, *Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μαθηματικών*.
- Γαλδάδας, Α. (2016). *Περιοδικός Πίνακας, Το Βήμα, Δημοσιογραφικός Οργανισμός Λαμπράκη*.
- Δαμιανού, Χ. (2014). *Η εποχικότητα στις τιμές του άνθρακα, του πετρελαίου, του χάλυβα και του χρυσού*, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Παπαδάκης, Β. και Κουρτέσης, Α. (2014). *Ασφάλεια Εργασίας-Τεχνική Νομοθεσία εξόρυξης χρυσού*, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας.
- Συριόπουλος, Κ. και Παπαδάμου, Σ. (2014). *Εισαγωγή στην Τραπεζική Οικονομική και τις Κεφαλαιαγορές*, Utopia, Αθήνα.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<https://www.cfa.harvard.edu/news/2013-19>

<http://scinews.eu/arthrografia/69-eleni-varoulaki/655-enas-kosmikos-midas-varytita-kai-fos-apo-ena-xryso-vals-asteron-netronion>

<https://www.quantamagazine.org/did-neutron-stars-or-supernovas-forge-the-universes-supply-of-gold-20170323/>

<http://geology.com/minerals/gold/uses-of-gold.shtml>

http://www.delafee.com/Edible+Gold+Creations_Information+on+edible+gold/

<http://www.xrysoelladas.gr/blog/2013/07/ellinikoschysos-epistimonikes-xrhseis/>

<https://antigoldgr.org/blog/2008/11/12/gold-recycling/>

<http://pubs.usgs.gov/fs/fs060-01/fs060-01.pdf>

<http://www.kitco.com/charts/historicalgold.html>

<http://www.naftemporiki.gr>

<http://www.eaglewing.com>

<http://www.cmi-gold-silver.com>

<http://www.exchangetradegold.com>

<http://www.gold-eagle.com>

<https://rbi.org.in/SCRIPTS/FAQView.aspx?Id=109>

<https://www.physics4u.gr>

<https://www.agorakosmimatou.gr/>

<http://www.goldcenterpiraeus.gr/alles-khreseis-tou-khrusou/>

<http://www.americaspace.com/2014/02/05/james-webb-space-telescope-flight-instruments-and-primary-mirror-segments-ready-for-assembly/>

<https://www.msn.com/el-gr/money/financephotos/>

<http://atlantagoldandcoin.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρακάτω παρατίθενται οι ετήσιες τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για να βρεθούν τα μοντέλα του χρυσού και του αργύρου.

Πίνακας 1: Ετήσιες τιμές της ζήτησης του χρυσού ανά κατηγορία από το 1969 - 2017

ΕΤΗ	ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΚΟΣΜΗΜΑΤΑ (εκ. ουγγιές)	ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ (εκ. ουγγιές)	ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ (εκ. ουγγιές)	ΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟ ΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΤΡΑΠΕΖΕΣ (εκ. ουγγιές)
1969	32,62841	9,594517	0,634931	2,998287
1970	38,27225	9,17123	-8,50102	8,007189
1971	38,23697	9,488695	3,668492	0
1972	35,97944	10,33527	0,211644	5,008902
1973	19,04794	11,28767	21,76403	0
1974	8,747942	9,523969	28,43081	0
1975	19,01266	8,571572	11,07602	0
1976	33,89828	9,629791	14,74452	0
1977	36,33218	10,08835	9,241778	0
1978	36,36745	11,07602	16,04965	0
1979	26,66711	11,53458	18,16609	0
1980	19,11849	9,911983	10,89965	7,407532
1981	28,53663	9,911983	18,6952	9,876709
1982	30,97054	9,523969	14,10958	3,174656
1983	29,17156	9,841435	19,5065	0
1984	34,99177	10,75856	9,982531	0
1985	37,70786	11,71095	8,501024	4,444519
1986	37,99005	9,488695	20,98801	4,585615
1987	38,2017	9,841435	22,46951	2,821917
1988	49,48937	11,46404	6,984244	8,113011
1989	55,41539	11,85205	15,9791	0
1990	61,20032	11,85205	8,007189	0
1991	62,89347	11,85205	8,99486	0
1992	70,68902	11,46404	16,96677	0
1993	75,41573	11,71095	22,01095	0
1994	79,19004	11,71095	3,492122	0
1995	86,31538	11,85205	0,987671	0
1996	87,69106	13,75684	-2,01062	0
1997	116,1924	14,77979	16,19075	0
1998	111,7832	13,86267	9,488695	0
1999	110,725	14,53287	12,66335	0
2000	113,0178	15,90856	5,502738	0
2001	106,1041	12,80445	12,31061	0
2002	93,82873	12,62808	11,99315	0
2003	87,54997	13,43938	11,71095	0

2004	92,17086	14,60342	16,75513	0
2005	95,52188	15,20308	21,02328	0
2006	80,56572	16,22602	22,46951	0
2007	84,83387	16,29657	24,16266	0
2008	77,14415	15,37945	41,72909	0
2009	62,08217	13,15719	47,97259	0
2010	72,45271	16,22602	57,60238	2,786643
2011	73,86367	15,09725	61,02395	16,96677
2012	75,3099	13,43938	56,79108	20,07088
2013	95,06332	12,52226	28,36026	22,04623
2014	87,90271	12,27534	30,37088	20,59999
2015	84,7986	11,71095	33,22807	20,35307
2016	72,17052	11,42876	56,01505	13,75684
2017	75,32754	11,73917	43,45752	13,10075

Πίνακας 2: Ολική προσφορά, ζήτηση χρυσού και τιμές από το 1969 - 2017

ΕΤΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΧΡΥΣΟΥ (εκ. ουγγιές)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΧΡΥΣΟΥ (εκ. ουγγιές)	ΤΙΜΗ ΧΡΥΣΟΥ (\$ / ουγγιά)
1969	51,14724	45,85615	41,28
1970	52,20546	46,94964	36,02
1971	54,14553	51,39416	40,62
1972	49,0308	51,53526	58,42
1973	48,60752	52,09964	97,39
1974	45,60923	46,70272	154
1975	43,31642	38,66026	160,86
1976	44,69211	58,27258	124,74
1977	54,67464	55,66231	147,84
1978	59,64827	63,49313	193,44
1979	70,65374	56,36779	304,68
1980	63,03457	47,33765	614,5
1981	56,15614	67,02052	459,26
1982	58,27258	57,77875	375,3
1983	65,96231	58,5195	423,66
1984	68,39621	55,73286	360,78
1985	66,31504	62,36436	317,3
1986	71,60614	73,05237	367,85
1987	77,35579	73,33456	446,22
1988	91,53593	76,05066	436,86
1989	104,8342	83,24655	380,82
1990	97,42668	81,05956	383,56
1991	94,0051	83,74038	362,26
1992	117,6034	99,11983	343,95
1993	112,6298	109,1376	359,82
1994	99,79003	94,39312	384,15

1995	117,2859	99,1551	384,05
1996	115,0637	99,43729	387,87
1997	141,8719	147,163	331,29
1998	146,528	135,1345	294,09
1999	148,3623	137,9212	278,57
2000	130,4078	134,4291	279,1
2001	132,7359	131,2191	271,04
2002	127,2684	118,45	309,68
2003	138,8736	112,7003	363,32
2004	120,3548	123,5294	409,17
2005	141,6602	131,7482	444,45
2006	128,0445	119,2613	603,77
2007	125,4695	125,2931	695,39
2008	129,6318	134,2527	871,96
2009	146,3517	123,2119	972,35
2010	154,5352	149,0678	1224,52
2011	161,1314	166,9517	1571,52
2012	161,2725	165,6112	1668,98
2013	152,9832	157,9921	1411,23
2014	155,664	151,1489	1266,4
2015	155,4876	150,0907	1160,06
2016	161,9075	153,3712	1250,8
2017	155,149	161,9392	1257,2

Πίνακας 3: Ολική προσφορά, ζήτηση αργύρου και τιμές από το 1977 - 2017

ΕΤΗ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΑΡΓΥΡΟΥ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΑΡΓΥΡΟΥ	ΤΙΜΗ ΑΡΓΥΡΟΥ
1977	450	475	4,8
1978	455	470	4,9
1979	515	460	5,5
1980	600	380	23
1981	490	370	17
1982	475	390	8
1983	550	385	11
1984	530	440	9
1985	510	410	7,3
1986	490	460	5,2
1987	520	455	7,3
1988	530	490	7
1989	540	510	6
1990	530	530	4,5
1991	535	570	4
1992	540	590	3,9
1993	520	665	4,2
1994	525	695	5,25
1995	560	725	5,2

1996	570	760	5,2
1997	605	825	5
1998	650	840	6
1999	680	830	5,1
2000	840	915	4,95
2001	860	880	4,37
2002	850	860	4,6
2003	880	880	4,85
2004	870	880	6,66
2005	900	950	7,31
2006	917	930	11,56
2007	890	950	13,38
2008	907	1075	14,99
2009	915	850	14,67
2010	1075	1025	20,19
2011	1045	1110	35,12
2012	1005	990	31,15
2013	990	1125	23,79
2014	1050	1118	19,08
2015	1040	1150	15,68
2016	1007	1028	17,14
2017	1002	1000	18

Πηγή: World Gold Council, GFMS, KITCO