



CRETAPLANT

A Pilot Network of Plant Micro-Reserves in Western Crete
Πιλοτικό Δίκτυο 'Μικρο-Αποθεμάτων Φυτών' στη Δυτική Κρήτη
(LIFE04NAT_GR_000104)



ΔΡΑΣΗ D.1:

Παρακολούθηση και επιτόπια διαχείριση των Μικρο-Αποθεμάτων Φυτών

ACTION D.1

Monitoring and on-site Management of the Plant Micro-Reserves

Πρωτόκολλο λειτουργίας και συντήρησης των Σταθμών Παρακολούθησης (Operational and maintenance protocol for the Monitoring Stations)

Απρίλιος 2006

Συντάκτης:

Κώστας Α. Θάνος, Αναπλ. Καθηγητής

Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εισαγωγή

Η παρακολούθηση στοχεύει στην επιστημονικά ορθή καταγραφή των παραγόντων που σχετίζονται με τους πληθυσμούς των ειδών προτεραιότητας και τις αντίστοιχες περιοχές τους. Είναι μια δράση που απαιτεί συνέχεια και συνέπεια και, για το λόγο αυτό, σχεδιάζεται να διατηρηθεί και μετά το πέρας του προγράμματος.

Εξοπλισμός – προμήθεια, κατανομή, εγκατάσταση

Στα πλαίσια της Δράσης D1 'Παρακολούθηση και επιτόπια διαχείριση των Μικρο-Αποθεμάτων Φυτών' και μάλιστα κατά το αρχικό στάδιό της είχε προγραμματισθεί η εγκατάσταση και λειτουργία των δικτύων αυτόματων αισθητήρων παρακολούθησης σε κάθε μικρο-απόθεμα. Καθένα από τα 7 Μικρο-Αποθέματα Φυτών είχε προγραμματιστεί να παρακολουθείται αυτόματα από ένα ενσύρματο σύστημα ψηφιακών, περιβαλλοντικών αισθητήρων και ψηφιακών καταγραφών δεδομένων, τον λεγόμενο 'σταθμό παρακολούθησης'. Για τον σκοπό αυτόν, και ύστερα από σχετική προμελέτη των αναγκών για κάθε Μικρο-Απόθεμα, προμηθευτήκαμε (στα πλαίσια της Δράσης C1 'Αγορά βασικού εξοπλισμού παρακολούθησης') τον Ιανουάριο 2005, 9 μικροσταθμούς καταγραφής ψηφιακών δεδομένων, 33 αισθητήρες μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας αέρα, βροχόπτωσης, εδαφικής υγρασίας, φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας, ολικής ηλιακής ακτινοβολίας και ταχύτητας ανέμου) καθώς και 20 αυτόνομους αισθητήρες/καταγραφείς θερμοκρασίας (Εταιρίας ONSET, USA). Ο εξοπλισμός αυτός και τα απαραίτητα λογισμικά και υλικά σύνδεσης με Η/Υ είναι προηγμένης τεχνολογίας και έχουν δοκιμαστεί από την ομάδα μας (σε προγενέστερα ερευνητικά προγράμματα) κάτω από 'σκληρές' περιβαλλοντικές συνθήκες υπαίθρου ενώ χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρό κόστος, πολύ καλή αξιοπιστία και μικρό μέγεθος (στοιχεία που επιτρέπουν την καταγραφή παραμέτρων ιδιαίτερης σημασίας σε επίπεδο φυτών και οικοτόπων). Τον Απρίλιο 2005 ελέγχθηκε (και επιβεβαιώθηκε) η καλή λειτουργία και η ακρίβεια του μετεωρολογικού εξοπλισμού. Οι αισθητήρες αυτοί, που θα καταγράφουν ένα μεγάλο εύρος περιβαλλοντικών παραμέτρων και θα υπόκεινται σε λειτουργικούς ελέγχους τόσο στο εργαστήριο όσο και στο πεδίο, παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.

Η κατανομή των διαθέσιμων ψηφιακών καταγραφών δεδομένων και αισθητήρων μετεωρολογικών παραμέτρων στα 7 Μικρο-Αποθέματα Φυτών παρουσιάζεται στον Πίνακα 2. Στα μικρο-αποθέματα της *Cephalanthera* και του *Phoenix* προγραμματίστηκε να εγκατασταθούν 2 μικροσταθμοί και στα υπόλοιπα 5 ανά 1. Η κατανομή των αισθητήρων στα μικρο-αποθέματα αποφασίστηκε με κριτήρια σχετικής σημασίας των μετεωρολογικών παραμέτρων κατά περίπτωση. Συγκεκριμένα: (α) στο υψόμετρο του *M-A Nepeta* (2300 m) τα κατακρημνίσματα είναι κυρίως χιονοπτώσεις οπότε οι 6 διαθέσιμοι αισθητήρες βροχόπτωσης θα εγκατασταθούν στα υπόλοιπα 6 M-A, (β) ο ρόλος του ανέμου κρίθηκε ιδιαίτερα σημαντικός στα *M-A Nepeta* και *Phoenix*, (γ) στα *M-A Cephalanthera* και *Phoenix* θα εγκατασταθεί και 2^{ος} αισθητήρας φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τη μέτρηση του φωτός υπό σκίαση (ο 1^{ος} αισθητήρας στα 7 M-A θα καταγράφει την ακτινοβολία σε ανοικτό σημείο), (δ) η εδαφική υγρασία αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την *Cephalanthera cucullata* και τον *Phoenix theophrasti* καθώς και για το ετήσιο φυτό *Anthemis glaberrima* και το χασμόφυτο *Hypericum aciferum* με την παρατεταμένη θερινή ανθοφορία.

Η κεντρική μονάδα παρακολούθησης είναι ο μικροσταθμός καταγραφής στον οποίο μπορούν να συνδεθούν έως 4 αισθητήρες (με καλώδια μήκους 2-6 m, ανάλογα με την περίπτωση). Κατά την εγκατάσταση στο πεδίο, κάθε μικροσταθμός βιδώνεται πάνω σε επίπεδη, μεταλλική επιφάνεια (50 x 20 cm) που στερεώνεται κατακόρυφα (ή πλάγια) στο έδαφος, έτσι ώστε ο μικροσταθμός να βρίσκεται περίπου 30 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Σε μικρή απόσταση από τη θέση του μικροσταθμού εγκαθίστανται οι συνδεδεμένοι αισθητήρες είτε απευθείας μέσα στο έδαφος, σε διάφορα βάθη (αισθητήρες θερμοκρασίας και εδαφικής υγρασίας), είτε θα προσδένονται πάνω σε φυτά, σε διάφορα ύψη

(αισθητήρες θερμοκρασίας) είτε στερεώνονται οριζόντια σε κατακόρυφους ιστούς μικρού ύψους, 50-100 cm από την επιφάνεια του εδάφους (αισθητήρες βροχοπτώσης, φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας, ολικής ηλιακής ακτινοβολίας και ταχύτητας ανέμου). Οι ακριβείς θέσεις των μικροσταθμών και των συνδεδεμένων αισθητήρων αποφασίστηκαν επιτόπου με κριτήρια: (α) αντιπροσωπευτικότητα της βλάστησης και των οικοτοπικών συνθηκών, (β) προσβασιμότητας από την ομάδα παρακολούθησης, (γ) σεβασμού της αισθητικής του τοπίου και (δ) ελαχιστοποίησης των κινδύνων κλοπής ή βανδαλισμού. Εκτός από τις 9 μονάδες μικροσταθμών και συνδεδεμένων αισθητήρων εγκαταθίστανται επίσης 20 αυτόνομοι αισθητήρες/καταγραφείς θερμοκρασίας. Οι αισθητήρες αυτοί τοποθετούνται σε διάφορα σημεία του μικρο-αποθέματος (μέσα στο έδαφος, στην επιφάνεια του εδάφους ή στερεωμένοι σε διάφορα σημεία των φυτών) ανάλογα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού και των κριτηρίων που αναφέρθηκαν προηγούμενα. Όλες οι θέσεις εγκατάστασης καταγράφονται με GPS και αποτυπώνονται πάνω στο χάρτη του μικρο-αποθέματος.

Η εγκατάσταση των αισθητήρων και μικροσταθμών στα 7 M-A πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Σχέδιο Παρακολούθησης κατά την περίοδο Νοέμβριος 2005 – Ιούνιος 2006, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες και την προσβασιμότητα κάθε περιοχής (πίνακας 3). Σχετικά με τις 'μικροθέσεις' των αισθητήρων σημειώνονται τα εξής: (α) οι καταγραφείς βροχής και θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας αέρα (στον κατάλληλο κλωβό) τοποθετήθηκαν βεβαίως σε ανοικτά σημεία ώστε η συλλογή της βροχής και οι μετρήσεις T/RH αέρα να είναι ανεμπόδιστες, (β) παρόμοια ήταν και η συλλογιστική για τα 2 ανεμόμετρα που επιπλέον τοποθετήθηκαν σε ύψη περίπου 1 και 0.5 m από το έδαφος για να καταγράφουν τον άνεμο που δέχονται τα φυτά του *Phoenix* και της *Nepeta*, αντίστοιχα, (γ) όλοι οι αισθητήρες ολικής ηλιακής ακτινοβολίας τοποθετήθηκαν επίσης σε κατά το δυνατόν ανοικτά σημεία ενώ οι αισθητήρες φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (PAR) σε ανοικτά ή σκιαζόμενα σημεία ανάλογα με τις 'προτιμήσεις' του παρακολουθούμενου είδους και (δ) οι αισθητήρες θερμοκρασίας των μικροσταθμών τοποθετήθηκαν (i) περίπου 5 cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους υπό σκίαση φυλλώματος του ανωρόφου της δασικής βλάστησης – περίπτωση *Cephalanthera* (στο επίπεδο δηλαδή του υπέργειου τμήματος του φυτού αυτού), (ii) σε βάθος 1 cm μέσα στο έδαφος κάτω από άτομο *Phoenix* (στη 'μικροθέση' δηλαδή της φύτευσης των σπερμάτων του είδους), (iii) στο ανώτερο άκρο του φυλλώματος ενός φοίνικα σε ύψος περίπου 3 m από την επιφάνεια για την καταγραφή της θερμοκρασίας του φυλλώματος και (iv) στην επιφάνεια του 'κορμού' ενός φοίνικα (ύψος περίπου 50 cm στο σημείο έκπτυξης ανθοφόρου στελέχους). Ανάλογος ήταν και ο προβληματισμός για την τοποθέτηση των αυτόνομων αισθητήρων θερμοκρασίας tidbit: -1 cm αντιστοιχεί με τη μικροθέση της φύτευσης, 0 cm (επιφάνεια του εδάφους αντιστοιχεί με φύλλωμα ή τμήμα του φυτού που βρίσκεται πάνω στην επιφάνεια, -5 ή -10 cm αντιστοιχεί με τις συνθήκες της ρίζας ή του υπόγειου τμήματος ενός είδους κοκ (βλ. υποσημείωση Πίνακα 2).

Πρωτόκολλο προγραμματισμού αισθητήρων/καταγραφών, πρόγραμμα επισκέψεων επίβλεψης και συντήρησης εξοπλισμού - μεταφοράς δεδομένων καθώς και λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων.

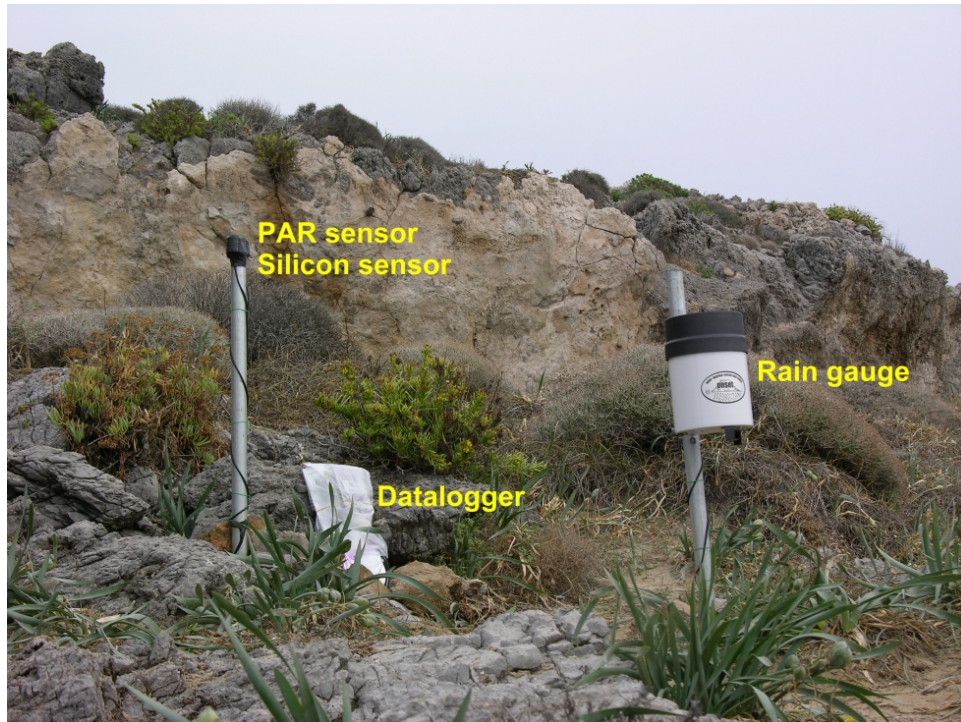
Όλοι οι αισθητήρες των μικροσταθμών προγραμματίστηκαν να καταγράφουν τις αντίστοιχες μετεωρολογικές παραμέτρους ανά 10 min γεγονός που προσφέρει αυτονομία μετρήσεων για πολύ περισσότερο από 1 έτος σε όλες τις περιπτώσεις. Ανάλογος προγραμματισμός έγινε και για τους αισθητήρες tidbit με αυτονομία πάνω από 7 μήνες.

Συνιστώνται:

1. Επισκέψεις επίβλεψης μετεωρολογικού εξοπλισμού ανά εξάμηνο (με παράλληλο έλεγχο και πιθανή αντικατάσταση μπαταριών).
2. Μεταφορά δεδομένων (data downloading) και επαναπρογραμματισμός αισθητήρων επίσης ανά εξάμηνο (συμπεριλαμβανομένων και των αισθητήρων tidbit). Συνιστάται επίσης η αγορά ειδικού μικροεξοπλισμού (που πρωτοκυκλοφόρησε πρόσφατα) για την

- μεταφορά των δεδομένων με υπέρυθρες ακτίνες σε 'οχήματα μεταφοράς' (data shuttles) για την αποφυγή μεταφοράς των φορητών υπολογιστών σε δύσβατες-απομακρυσμένες περιοχές ή.και κάτω από δυσμενείς συνθήκες (βροχής ή αυξημένης υγρασίας).
3. Επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων τουλάχιστον ανά έτος.
 4. Τέλος θα πρέπει να γίνει προσπάθεια ώστε να συγκεντρωθούν όλα τα διαθέσιμα μετεωρολογικά στοιχεία από συμβατικούς ή άλλους σταθμούς σε σχετικά κοντινές αποστάσεις για την πληρέστερη εκτίμηση των κλιματικών συνθηκών κάθε M-A.

Ακολουθούν Εικόνες των Σταθμών Παρακολούθησης κάθε ΜΑΦ.



Εικόνα 1. Ο Σταθμός Παρακολούθησης στο ΜΑΦ *Androcymbium*.



Εικόνα 2. Οι αυτόνομοι αισθητήρες tibit στο ΜΑΦ *Androcymbium*.

Πίνακας 1. Διαθέσιμοι ψηφιακοί καταγραφείς δεδομένων και αισθητήρες μετεωρολογικών παραμέτρων.
Table 1. List of available dataloggers and sensors for meteorological monitoring.

Ονομασία / Name in Greek	Ονομασία / Name in English (according to ONSET, USA)	Κωδικός / Company Code	Πλήθος / Number
Μικροσταθμός καταγραφής δεδομένων	HOBO Micro Station Data Logger	H21-002	9
Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας	Temp/RH, 2 m cable	S-THA-M002	4
Μικροκλωβός (ασπίδα ηλιακής ακτινοβολίας)	Solar Radiation Shield	M-RSA	4
Αισθητήρας θερμοκρασίας (καλώδιο 2 m)	12-Bit Temp, 2 m cable	S-TMB-M002	2
Αισθητήρας θερμοκρασίας (καλώδιο 6 m)	12-Bit Temp, 6 m cable	S-TMB-M006	2
Αισθητήρας βροχόπτωσης	Rain Gauge, 6 m cable (0.2 mm)	S-RGB-M006	5
Αισθητήρας εδαφικής υγρασίας	Soil Moisture Smart Sensor, 3 m cable	S-SMA-M003	4
Αισθητήρας Φωτοσυνθετικά Ενεργού Ακτινοβολίας	PAR Sensor, 3 m cable	S-LIA-M003	9
Αισθητήρας Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας	Silicon Pyranometer, 3 m cable	S-LIB-M003	5
Αισθητήρας ταχύτητας ανέμου	Wind Speed	S-WSA-M003	2
Σύνολο αισθητήρων	Total number of sensors		33
Αισθητήρας/καταγραφέας θερμοκρασίας	32K StowAway TidbiT (-20°C to +50°C)	TBI32-20+50	20

- Κάθε μικροσταθμός καταγραφής δεδομένων μπορεί να δεχθεί μέχρι 4 αισθητήρες. Each microstation can accommodate up to 4 sensors.
- Οι μικροκλωβοί στεγάζουν ανά 1 αισθητήρα θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας αέρα. The solar radiation shields house 1 Temp/RH sensor each.
- Οι αισθητήρες/καταγραφείς θερμοκρασίας είναι αυτόνομοι (επικοινωνία IR). StowAway Tidbit are independent, IR-connectible, sensors/dataloggers.

Πίνακας 2. Κατανομή διαθέσιμων ψηφιακών καταγραφών δεδομένων και αισθητήρων μετεωρολογικών παραμέτρων στα 7 Μικρο-Αποθέματα Φυτών.
Table 2. The allocation of the available digital dataloggers and meteorological sensors amongst the 7 Plant Micro-Reserves.

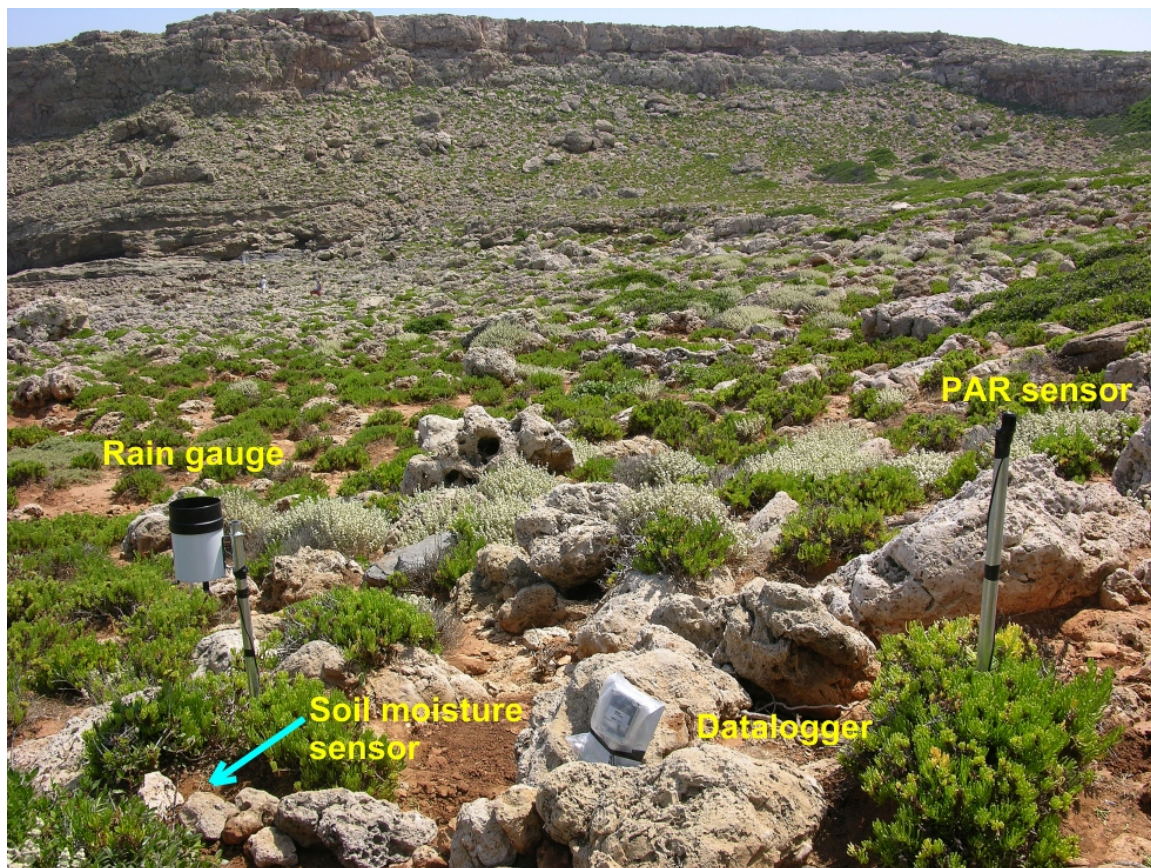
Ονομασία Καταγραφέα / Αισθητήρα	<i>Androcymbium</i>	<i>Anthemis</i>	<i>Bupleurum</i>	<i>Cephalanthera</i>	<i>Hypericum</i>	<i>Nepeta</i>	<i>Phoenix</i>
Μικροσταθμός καταγραφής δεδομένων	1	1	1	2	1	1	2
Αισθητήρας θερμοκρασίας/σχετικής υγρασίας			1	1(A)	1		1
Μικροκλωβός (ασπίδα ηλιακής ακτινοβολίας)			1	1(A)	1		1
Αισθητήρας θερμοκρασίας (καλώδιο 2 m)				1(Σ, 5 cm)			1
Αισθητήρας θερμοκρασίας (καλώδιο 6 m)				1 -no			1
Αισθητήρας βροχόπτωσης	1	1	1	1(A)	1		
Αισθητήρας εδαφικής υγρασίας		1		1(Σ)		1	1
Αισθητήρας Φωτοσυνθετικά Ενεργού Ακτινοβολίας	1	1	1	2(A,Σ)	1	1	2
Αισθητήρας Ολικής Ηλιακής Ακτινοβολίας	1		1	1(A)		1	1
Αισθητήρας ταχύτητας ανέμου						1	1
Σύνολο αισθητήρων	3	3	4	8	3	4	8
Αισθητήρας/καταγραφέας θερμοκρασίας (tidbit)	4	2	2	2	4	4	2
θέσεις αισθητήρων tidbit*	0 cm (A)	0 cm (A)	-1 cm (A)	-5 cm (A)	-1 cm (A)	0 cm (A)	-1 cm (A)
	-1 cm (A)	-1 cm (A)	-10 cm (A)	-5 cm (Σ)	1 cm (E)	-1 cm (A)	-1 cm (Σ)
	-10 cm (A)				3 cm (Π)	-10 cm (A)	
	0 cm (Σ)					5 cm (E)	

*Οι αυτόνομοι αισθητήρες/καταγραφείς θερμοκρασίας (tidbit) τοποθετούνται στην επιφάνεια του εδάφους ή σε διάφορα βάθη ανάλογα με τις βιολογικές και οικολογικές ιδιαιτερότητες κάθε φυτικού είδους:
A – άνοιγμα (φωτιζόμενο διάκενο), Σ – σκίαση (από φύλλωμα), E – στο εσωτερικό (μέσα στο φύλλωμα) του φυτού, Π – επάνω στο φύλλωμα του φυτού.

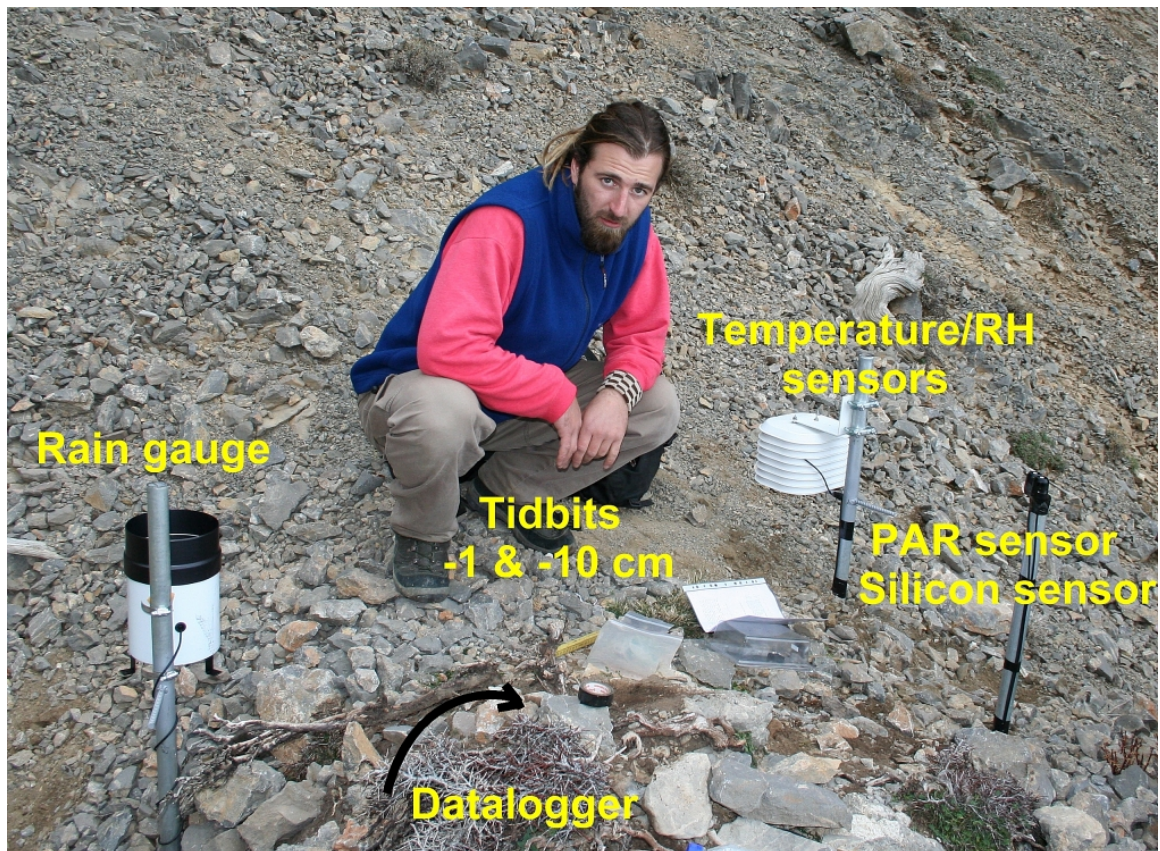
Πίνακας 3. Συνοπτικά στοιχεία μετεωρολογικού εξοπλισμού, γεωγραφικών συντεταγμένων, υψομέτρου και ημερομηνίας εγκατάστασης του εξοπλισμού στα 7 Μικρο-Αποθέματα Φυτών της Δυτικής Κρήτης.

Table 3. Concise data on meteorological equipment type, geographical coordinates, altitude and date of field installation within each of the 7 Plant Micro-Reserves.

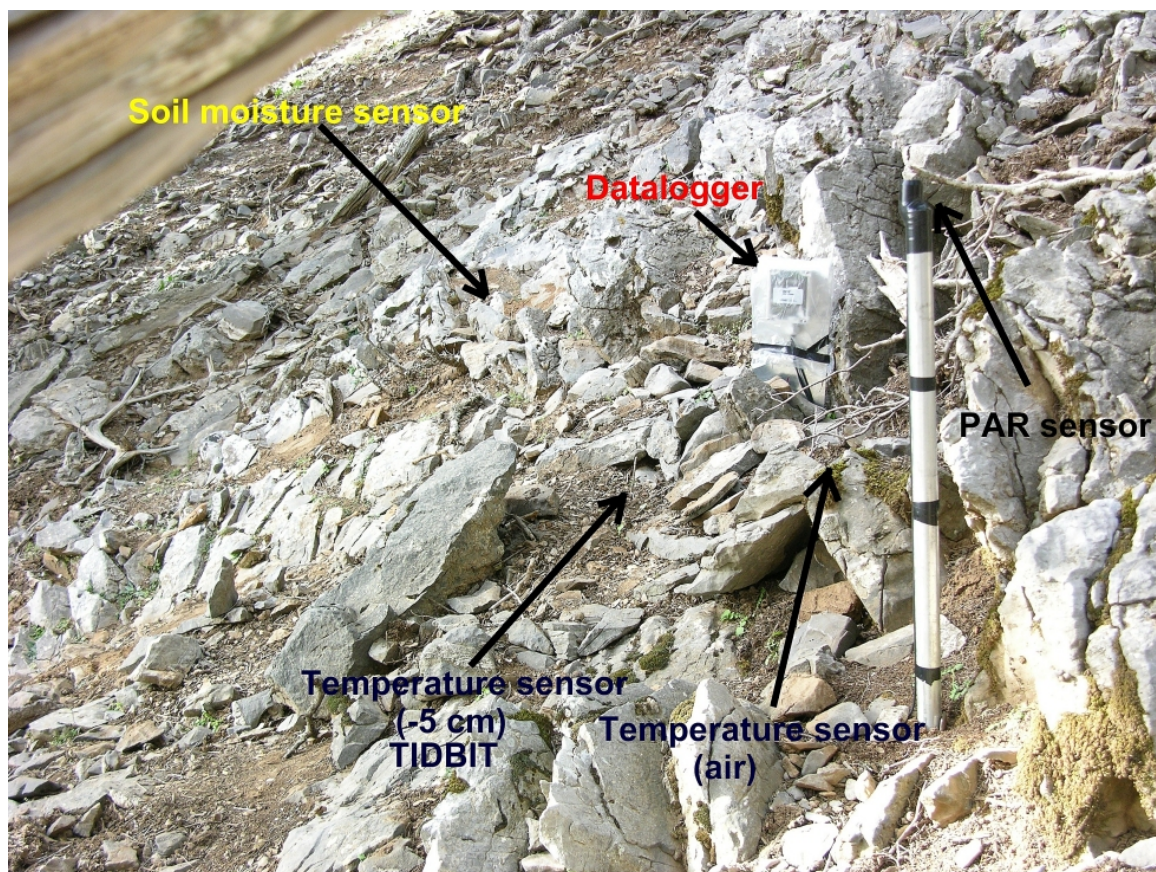
Μικρο-Απόθεμα Φυτών	Μετεωρολογικός εξοπλισμός	Γεωγραφικές συντεταγμένες		Υψόμετρο (m)	Ημερομηνία εγκατάστασης
		N	E		
<i>Androcymbium rechingeri</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός	35 16 00.8	23 31 28.5	15	26.11.2005
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 16 03.7	23 31 28.5	20	01.12.2005
<i>Anthemis glaberrima</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός	35 38 40.3	23 35 03.7	10	27.05.2006
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 38 40.1	23 35 02.6	0	27.05.2006
<i>Bupleurum kakiskalae</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός	35 18 03.0	23 54 34.7	1480	08.12.2005
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 18 03.0	23 54 34.7	1480	08.12.2005
<i>Cephalanthera cucullata</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός 1	35 16 19.3	23 51 37.0	1280	26.04.2006
	Μετεωρολογικός μικροσταθμός 2	35 16 18.2	23 51 36.5	1279	26.04.2006
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας 1	35 16 19.3	23 51 37.0	1280	26.04.2006
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας 2	35 16 18.2	23 51 36.5	1279	26.04.2006
<i>Hypericum aciferum</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός	35 13 26.3	23 56 04.7	22	28.05.2006
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 13 26.2	23 56 03.3	44	28.05.2006
<i>Nepeta sphaciotica</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός	35 19 13.2	24 02 50.1	2284	03.06.2006
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 32 05.9	24 04 69.8	2288	05.10.2004
<i>Phoenix theophrasti</i>	Μετεωρολογικός μικροσταθμός 1	35 18 37.4	23 31 33.6	4	01.12.2005
	Μετεωρολογικός μικροσταθμός 2	35 18 37.0	23 31 33.4	4	01.12.2005
	Αισθητήρες/ Καταγραφείς θερμοκρασίας	35 18 37.0	23 31 33.4	4	01.12.2005



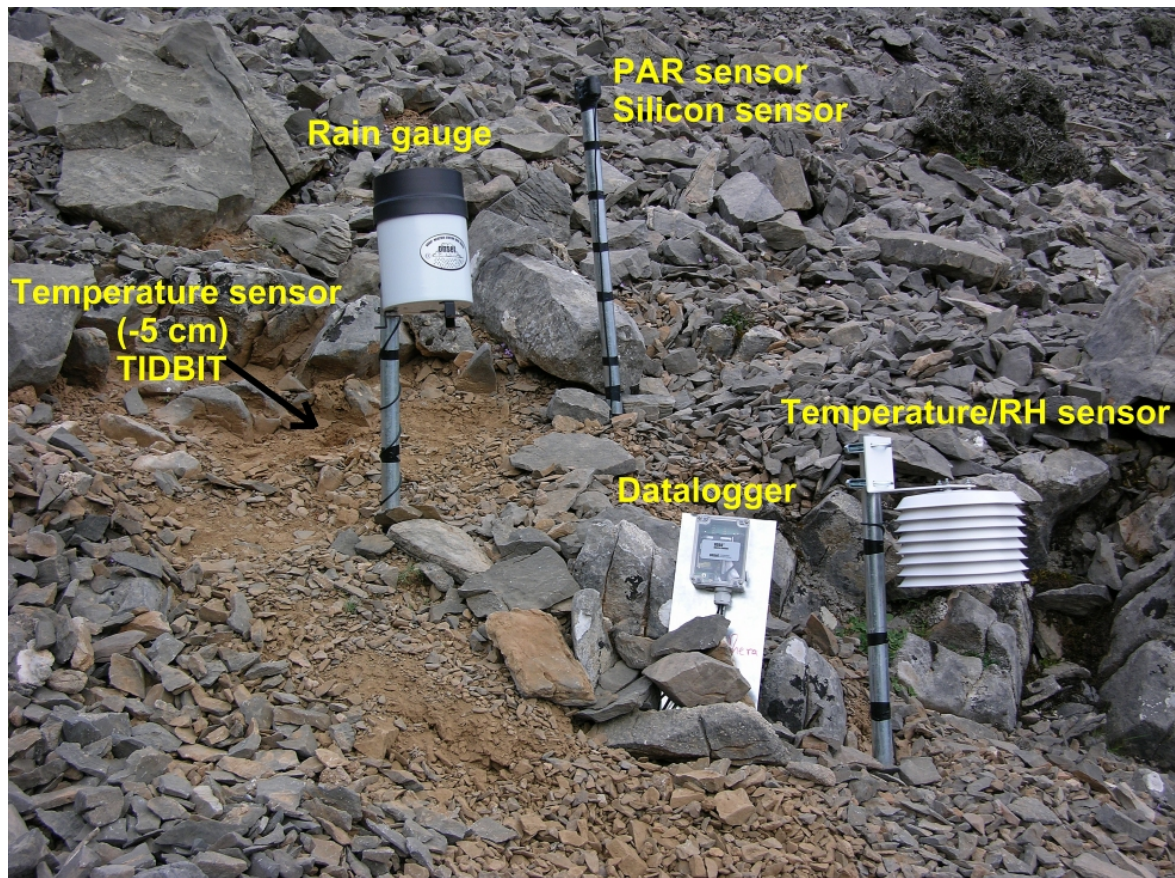
Εικόνα 3. Ο Σταθμός Παρακολούθησης στο ΜΑΦ *Anthemis*.



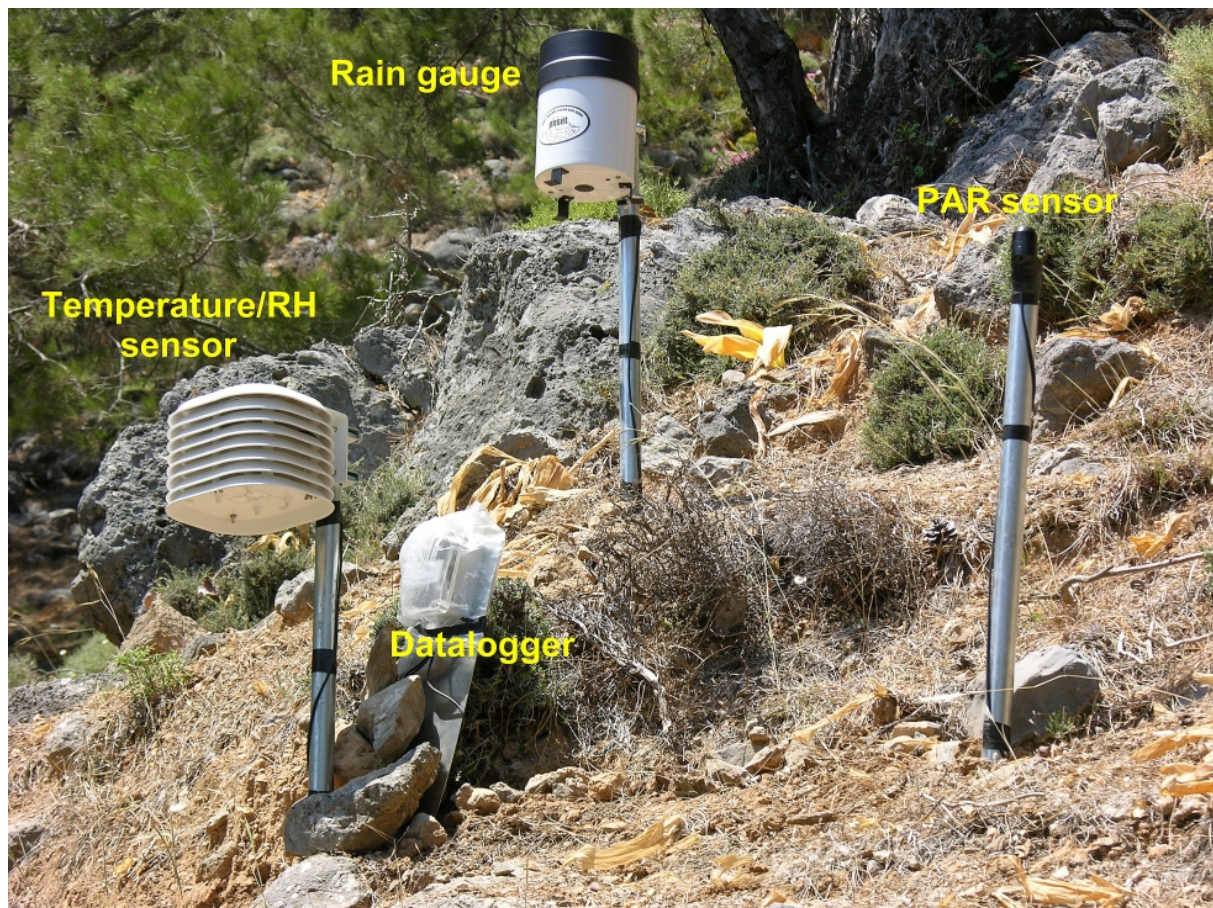
Εικόνα 4. Ο Σταθμός Παρακολούθησης στο ΜΑΦ *Bupleurum*.



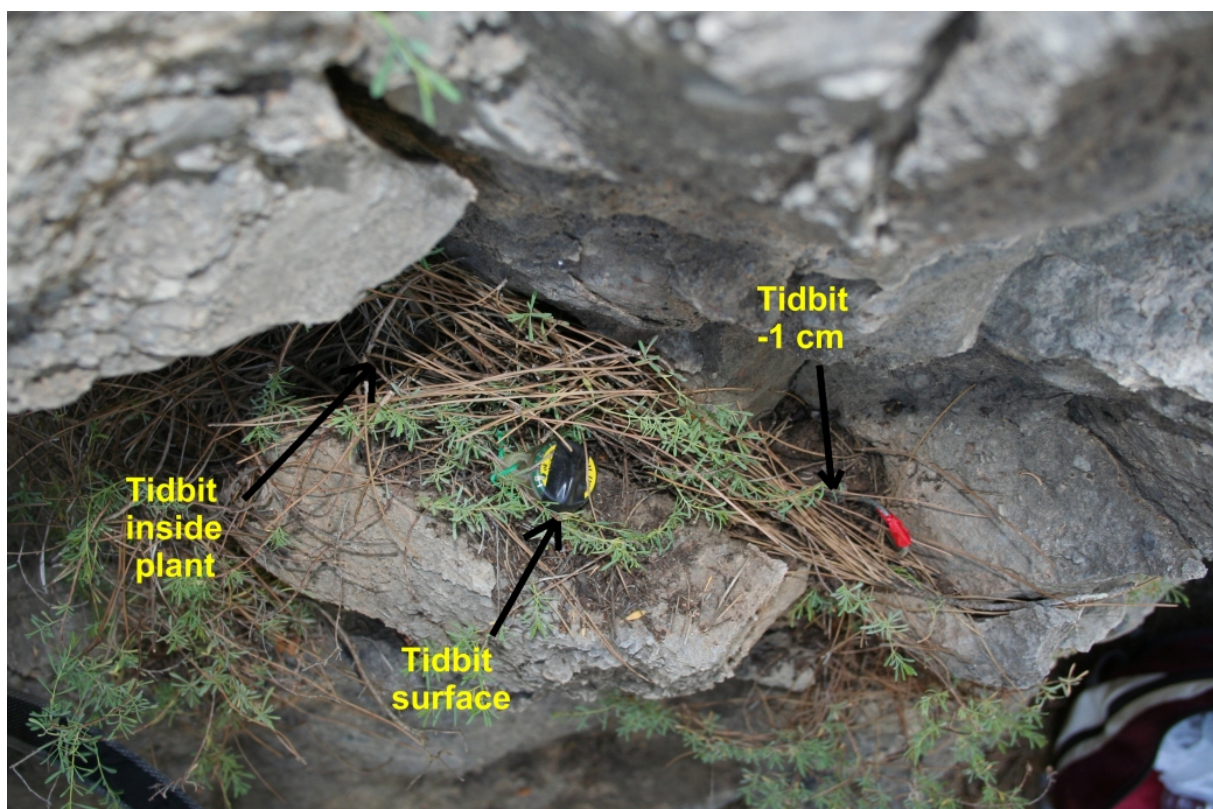
Εικόνα 5. Ο Σταθμός Παρακολούθησης 1 (υπό σκίαση) στο ΜΑΦ *Cephalanthera*.



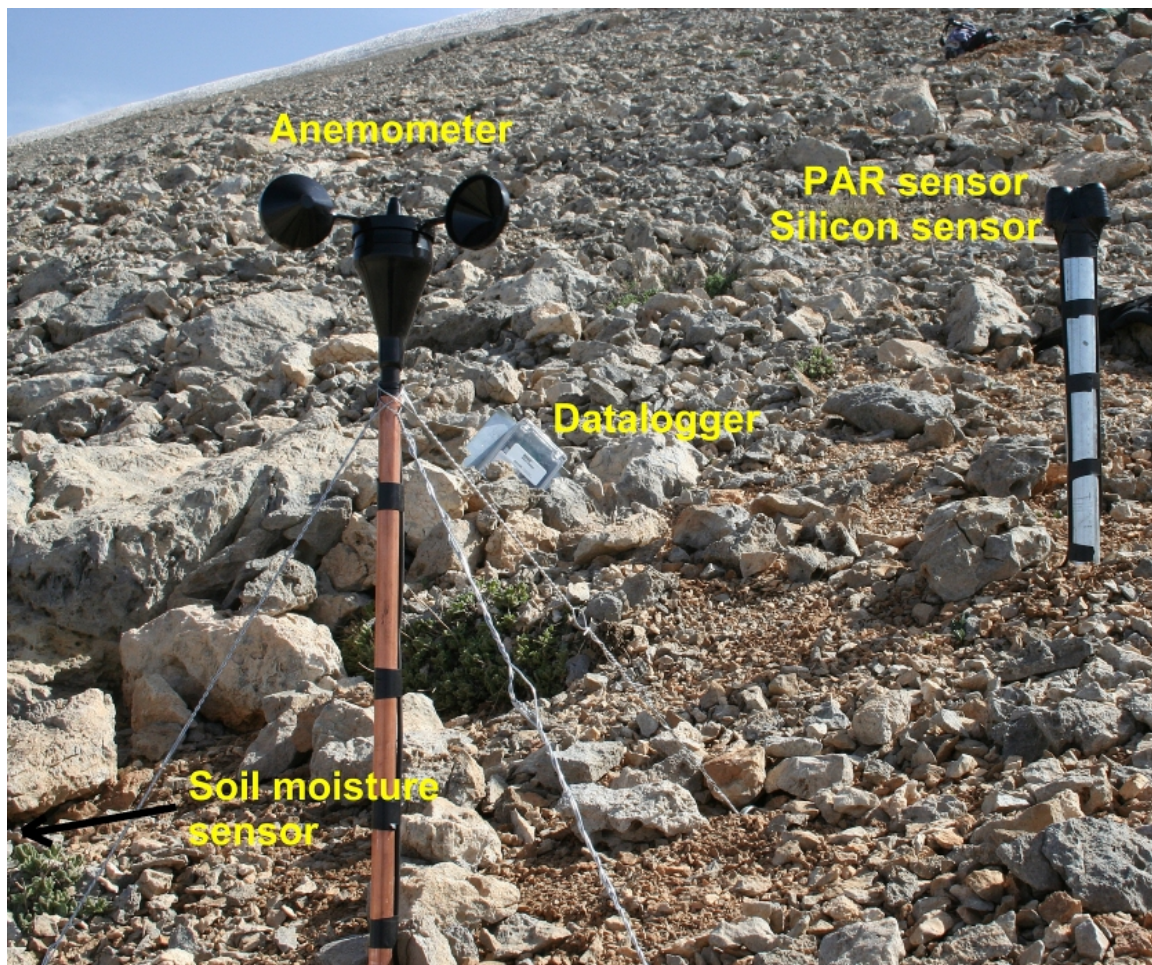
Εικόνα 6. Ο Σταθμός Παρακολούθησης 2 (σε ανοικτό σημείο) στο ΜΑΦ *Cephalanthera*.



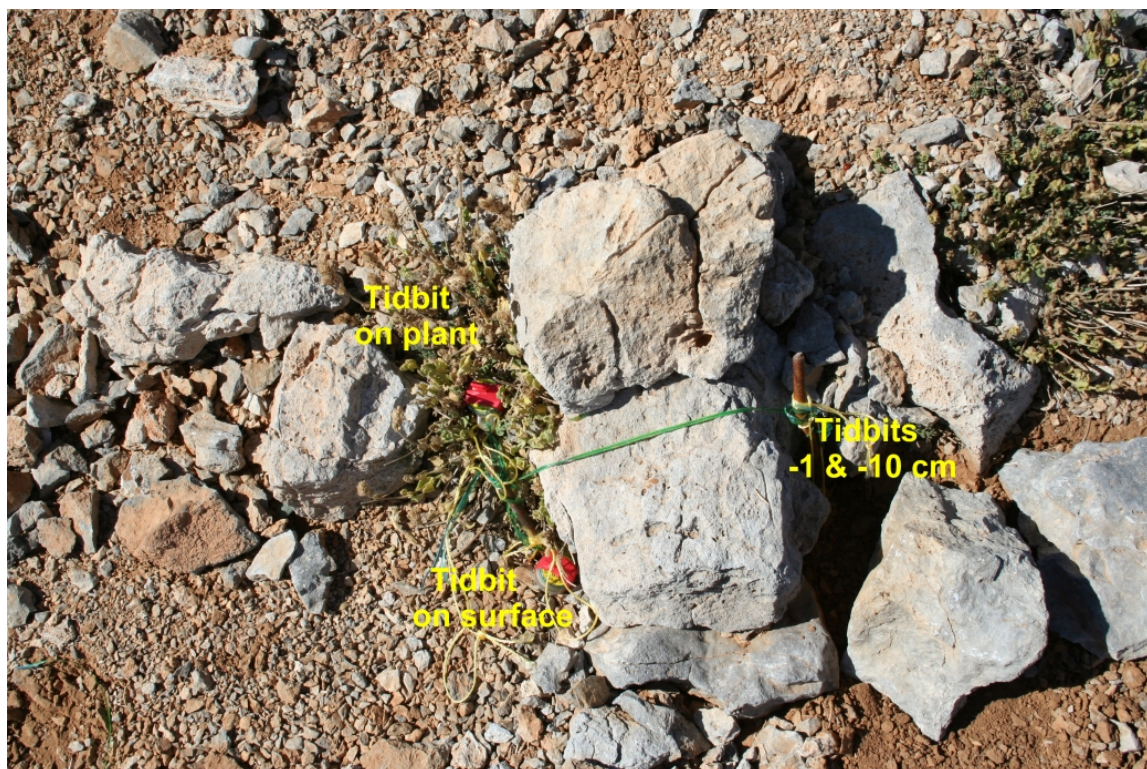
Εικόνα 7. Ο Σταθμός Παρακολούθησης στο ΜΑΦ *Hypericum*.



Εικόνα 8. Οι αυτόνομοι αισθητήρες tibit στο ΜΑΦ *Hypericum*.



Εικόνα 9. Ο Σταθμός Παρακολούθησης στο ΜΑΦ *Nepeta*.



Εικόνα 10. Οι αυτόνομοι αισθητήρες tibit στο ΜΑΦ *Nepeta*.