ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 8 (2020)

Οικοποίηση του Κόκκινου πλανήτη

Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου, Αθανάσιος Ρίτσας, Παρασκευή Φλώρου, Κυριακή Γρηγοριάδου, Σταύρος Παπαδόπουλος

doi: 10.12681/osj.24383

Copyright © 2020, Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου, Αθανάσιος Ρίτσας, Παρασκευή Φλώρου, Κυριακή Γρηγοριάδου, Σταύρος Παπαδόπουλος

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Παπαδοπούλου Α., Ρίτσας Α., Φλώρου Π., Γρηγοριάδου Κ., & Παπαδόπουλος Σ. (2020). Οικοποίηση του Κόκκινου πλανήτη. *Open Schools Journal for Open Science*, *3*(8). https://doi.org/10.12681/osj.24383

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 06/09/2026 00:24:23

Open Schools Journal for Open Science

Οικοποίηση του Κόκκινου πλανήτη

Παπαδοπούλου Αλεξάνδρα[1], Ρίτσας Αθανάσιος[1], Φλώρου Παρασκευή[1], Γρηγοριάδου Κυριακή[2], Παπαδόπουλος Σταύρος[3]

[1]1ο Πειραματικό ΓΕΛ Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

[2]Βιολόγος ΠΕ04.04, 1ο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Θεσσαλονίκης «Μανόλης Ανδρόνικος», Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

[3]Φυσικός ΠΕ04.01, 1ο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, με τις ραγδαίες διαστημικές ανακαλύψεις, η επιστημονική κοινότητα έχει οδηγηθεί στην υπόθεση πως ο πλανήτης Άρης χαρακτηρίζεται από μία μακρόχρονη ιστορία και πως το ψυχρό, αφιλόξενο περιβάλλον του που γνωρίζουμε σήμερα πιθανόν να ήταν στο παρελθόν παρόμοιο με αυτό της Γης, με συνθήκες καταλληλότερες για την επιβίωση μορφών ζωής. Η παρούσα βιβλιογραφική εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση μεθόδων για την αναδιαμόρφωση και οικοποίηση αυτού του πλανήτη, ώστε να είναι εφικτή η μακροχρόνια ανάπτυξη και εξέλιξη γήινων μορφών ζωής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Άρης, συνθήκες επιβίωσης, οικοποίηση, μορφές ζωής

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια ένα από τα προβλήματα που απασχολούν την επιστημονική κοινότητα σχετίζεται με την ύπαρξη και αναζήτηση εξωγήινης ζωής σε κάποιον πλανήτη παρόμοιο με τη Γη. Συνειδητοποιώντας όμως πως τέτοιοι πλανήτες, απέχουν εκατομμύρια έτη φωτός, οι επιστήμονες οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι δεν αποτελούν μια εφικτή επιλογή για την ανάπτυξη έμβιων οργανισμών. Ως

συνέπεια, το ενδιαφέρον έχει στραφεί στην αναδιαμόρφωση γειτονικών πλανητών με στόχο τη δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη

ζωής. Με τον όρο «οικοποίηση» ή «οικοσύνθεση» αναφερόμαστε στην εξελικτική ανάπτυξη ενός οικοσυστήματος, μέσω του σταδιακού εμπλουτισμού της βιοποικιλότητάς του.

ΑΝΑΓΚΕΣ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα φιλικό προς την ζωή περιβάλλον, πρέπει πρωτίστως να κατανοήσουμε τις ανάγκες των έμβιων οργανισμών. Γενικότερα, ως βιολογική ανάγκη ενός οργανισμού ορίζεται η έλλειψη των απαραίτητων για την επιβίωσή του φυσικών στοιχείων, όπως το οξυγόνο και το νερό, την οποία προσπαθεί να απαλείψει.

Η ενέργεια, η οποία εξασφαλίζεται μέσω της τροφής και της καύσης της μέσω της αναπνοής, είναι αναγκαία για την ανάπτυξη των οργανισμών. Τα φυτά μπορούν να συνθέτουν την τροφή τους φωτοσυνθέτοντας, ενώ τα ζώα την προσλαμβάνουν έτοιμη από την κατανάλωση φυτών ή άλλων ζώων. Έτσι, οι ζωντανοί οργανισμοί αναπτύσσονται, ωριμάζουν, γεννούν, πεθαίνουν και αποσυντίθενται. Κατά την διάρκεια της ζωής τους κινούνται ή μετακινούνται, αντιδρούν σε ερεθίσματα του περιβάλλοντος, προσαρμόζονται και αναπαράγονται.

Ένας πλανήτης καθίσταται βιώσιμος, εάν ληφθούν υπόψη σημαντικοί άβιοι παράγοντες. Αρχικά, η θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς ένας ζωντανός οργανισμός επιβιώνει μόνο εντός ενός εύρους θερμοκρασιών, το οποίο κυμαίνεται από -15^{o}C έως 115^{o}C . Επιπλέον, το νερό, το οποίο διαλύει και μεταφέρει τις χημικές ουσίες σε ένα κύτταρο. Η ατμόσφαιρα απορροφά την θερμότητα, προστατεύοντας την πλανητική επιφάνεια από την ακτινοβολία, ενώ παρέχει τις χημικές ουσίες που είναι απαραίτητες για τη ζωή, όπως το άζωτο και το διοξείδιο του άνθρακα. Για τις βιολογικές τους διαδικασίες, οι οργανισμοί αξιοποιούν ηλιακή ή χημική ενέργεια. Με την σταθερή ροή της ηλιακής ή χημικής ενέργειας, τα κύτταρα πραγματοποιούν τις απαραίτητες χημικές αντιδράσεις. Τα θρεπτικά συστατικά και η πληθώρα τοξινών στο χημικό περιβάλλον συμβάλλουν στην

ύπαρξη των στοιχειωδών μετάλλων, των χημικών στοιχείων, καθώς και συγκεκριμένου ποσοστού βαρέων μετάλλων. Τέλος, η υπέρυθρη ακτινοβολία, οι κοσμικές ακτίνες, οι εναλλαγές των εποχών και οι άνεμοι διαμορφώνουν τις συνθήκες που επικρατούν στην επιφάνεια του πλανήτη.

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟΝ ΑΡΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΓΗ

Για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, επικρατούσε η άποψη πως ο πλανήτης Άρης κατοικούνταν, καθώς είχαν παρατηρηθεί κανάλια στην επιφάνειά του, όμοια με αυτά που κατασκευάζονται για άρδευση, αποτελώντας ένδειξη ενός τεχνολογικά εξελιγμένου πολιτισμού. Με την εφεύρεση ακριβέστερων τηλεσκοπίων, αυτή η υπόθεση καταρρίφτηκε και έκτοτε η Κόκκινος Πλανήτης θεωρήθηκε ψυχρός, ξηρός και αφιλόξενος για την ζωή (Williams, 2018β).

Η μέση απόσταση του Άρη από τον Ήλιο είναι 227.000.000 χιλιόμετρα, ενώ περιστρέφεται γύρω του με ταχύτητα 23 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Η γη απέχει 150.000.000 χιλιόμετρα από τον Ήλιο και περιστρέφεται γύρω του με ταχύτητα ίση με 30 μέτρα το δευτερόλεπτο. Ο απαιτούμενος χρόνος για μία πλήρη περιστροφή του Άρη γύρω από τον Ήλιο, δηλαδή ένα αρειανό έτος, ισούται με 687 γήινες ημέρες, ενώ ένα γήινο έτος με 365. Η διάρκεια μίας αρειανής ημέρας, δηλαδή 24 ώρες και 37 λεπτά, δεν διαφέρει πολύ από μιας γήινης, δηλαδή 23 ώρες και 56 λεπτά. Η πλανητική διάμετρος του Άρη (6,791 χιλιόμετρα) είναι μικρότερη από αυτήν της Γης (12,755 χιλιόμετρα), όμως οι μάζες ξηράς είναι σχεδόν ίσες, χάρη στην παρουσία ωκεανών στη Γη. Όσον αφορά τις κλίσεις τροχιάς στον Άρη και στη Γη είναι σχεδόν ίσες, 25^{o} και $23,5^{o}$ αντίστοιχα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη εποχικών διακυμάνσεων. Η θερμοκρασία καθορίζεται από τις εποχές (χειμώνα, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο), όμως η μέση θερμοκρασία του Κόκκινου Πλανήτη είναι ίση με $-62,8^{o}C$, αρκετά χαμηλότερη από αυτήν της Γης, που ισούται με $13,9^{o}C$. Η μεγάλη αυτή διαφορά θερμοκρασίας οφείλεται στην μεγάλη διαφορά απόστασης των δύο πλανητών από τον Ήλιο. Χαρακτηριστικό του Άρη αποτελεί το γεγονός πως είναι ταυτόχρονα πιο ψυχρός από την Ανταρκτική και πιο ξηρός από την Σαχάρα (Sharp, 2018) (Βικιπαίδεια, 2018).

Ο αριθμός επιτάχυνσης της βαρύτητας στον Άρη ($3,7 m/s^{2)}$ είναι κατά 63% μικρότερος από αυτόν

της Γης (9,8m/s^2). Αυτό σημαίνει πως ένας άνθρωπος με βάρος 1000N στη Γη ζυγίζει 370N στον Άρη, ενώ ένα άλμα ύψους 10εκ. στην Γη είναι ίσο με άλμα ύψους 16,3 εκ. στον Άρη. Η αρειανή ατμόσφαιρα είναι 100 φορές αραιότερη από την γήινη και αποτελείται κατά 96% από CO^2 και 0,15% O^2, ενώ της Γης από 22% O^2 και 0.038% CO^2. Η απουσία μαγνητικού πεδίου στον Άρη έχει ως αποτέλεσμα το μέγεθος της ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνειά του να ισούται με 300

mSv. Για να κατανοήσει κανείς αυτήν την ποσότητα ακτινοβολίας, αρκεί να λάβει υπόψη ότι ένας άνθρωπος που ζούσε δίπλα στον κατεστραμμένο πυρηνικό αντιδραστήρα της Φουκουσίμα δέχτηκε 68mSv (The Infographics Show, 2017).

Ένα χαρακτηριστικό της μορφολογίας του Άρη είναι η αφθονία ξηρού πάγου. Τον χειμώνα, ο νότιος πόλος του καλύπτεται από στρώματα ξηρού πάγου, πάχους ενός μέτρου, τα οποία εξαχνώνονται την άνοιξη, σχηματίζοντας τριχοειδή αυλάκια στις πλαγιές του. Επειδή ο πλανήτης δεν διαθέτει πυρήνα λιωμένου σιδήρου ή τεκτονικές πλάκες και επομένως δεν εμφανίζει σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα, τη μοναδική, αλλά ασταθή, πηγή απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα αποτελεί η εξάχνωση του ξηρού πάγου (Εφημ. *Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ,* 2013)

Τα παραπάνω δεδομένα καταδεικνύουν πως το περιβάλλον του γειτονικού πλανήτη δεν είναι δυνατόν να φιλοξενήσει γήινες μορφές ζωής. Τα τελευταία, ωστόσο, χρόνια, η επιστημονική κοινότητα έχει φέρει στο φως πληροφορίες σχετικά με την ιστορία του πλανήτη, αποδεικνύοντας πως ο πρώιμος Άρης διέφερε από την μορφή του Άρη που γνωρίζουμε σήμερα. Ευρήματα από το Spirit Rover, που δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό Geophysical Research Letters, απέδειξαν την ύπαρξη μεγάλων ποσοτήτων νερού στο υπέδαφός του, καθώς και γεωλογικών σχηματισμών στην επιφάνεια, π.χ. ποταμών, τα οποία διαμορφώθηκαν από τη ροή νερού. Σε πολλά σημεία της επιφάνειας του Άρη εντοπίζονται αυλακιές, οι οποίες καταλήγουν σε κάποια λεκάνη απορροής. Συνεπώς, προκύπτει ως συμπέρασμα ότι στο παρελθόν υπήρχαν μεγάλες ποσότητες επιφανειακού νερού στον Άρη και η ατμόσφαιρα ήταν τουλάχιστον 20 φορές παχύτερη. Επίσης πιθανή είναι η λειτουργία ενός κύκλου του διοξειδίου του άνθρακα, με αποτέλεσμα την διατήρηση ήπιων κλιματολογικών συνθηκών (Williams, 2018β).

Εάν οι ήπιες συνθήκες διατηρήθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα και λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από το Curiosity για την παλαιότερη ύπαρξη όλων των απαραίτητων για τη ζωή συστατικών, χημικών δομικών στοιχείων και πηγών ενέργειας σε μια λίμνη μέσα στον κρατήρα Γκέιλ, είναι δυνατό να εμφανίστηκε κάποια μορφή ζωής στον Άρη. Επιπλέον, ερευνήτρια της NASA ανακοίνωσε: «Ο εντοπισμός αρχαίων οργανικών μορίων στα ανώτατα πέντε εκατοστά βράχου που εναποτέθηκε όταν ο Άρης ήταν πιθανώς κατοικήσιμος αποτελεί καλό οιωνό για να μάθουμε την ιστορία των οργανικών μορίων στον Άρη, με μελλοντικές αποστολές που θα πραγματοποιήσουν βαθύτερες γεωτρήσεις» (AlphaTv, 2018).

Δεν είναι σήμερα γνωστός ο λόγος για τον οποίον ο Άρης έχασε αυτήν την ατμόσφαιρα, πιστεύεται όμως ότι έπαιξε καθοριστικό ρόλο η απουσία ισχυρού μαγνητικού πεδίου, καθώς και η αδυναμία εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας με διοξείδιο του άνθρακα, εξαιτίας της διακοπής της ηφαιστειακής δραστηριότητας. Αυτό συνέβαλε στην σταδιακή ψύξη του πλανήτη και την ολοκληρωτική στερεοποίησή του (Williams, 2018β).

ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΙΚΟΣΥΝΘΕΣΗΣ

Αύξηση της θερμοκρασίας

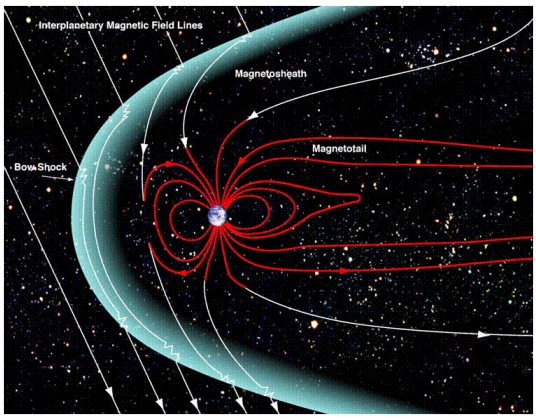
Όπως αναφέρθηκε, η ατμόσφαιρα του Άρη είναι περίπου εκατό φορές αραιότερη από την γήινη ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα ο ίδιος ο πλανήτης να αδυνατεί να συγκρατήσει ηλιακή ενέργεια και οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες να είναι εξαιρετικά χαμηλές, κυμαινόμενες από -125°C τον χειμώνα έως 20°C το καλοκαίρι. Προκειμένου να καταστεί το περιβάλλον του «βιώσιμο», απαραίτητη προϋπόθεση, αρχικά, αποτελεί η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας του και η μείωση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει σε αυτόν (Μουρούλης, 2018).

Είναι γνωστό πως η επιφάνεια του πλανήτη στους πόλους είναι καλυμμένη από ξηρό πάγο, δηλαδή στέρεα μορφή του διοξειδίου του άνθρακα. Με την πιθανή χρήση ειδικών κατόπτρων, τοποθετημένων σε κατάλληλη τροχιά γύρω από τον Άρη, το ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας που θα κατέφθανε σε αυτόν θα αυξανόταν, εξαχνώνοντας τον πάγο και απελευθερώνοντας ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα από 20 έως 2000mbar. Με αυτόν τον τρόπο θα

επιτυγχάνονταν η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, επιφέροντας αύξηση στην ατμοσφαιρική πίεση και συνεπώς, στην μέση επιφανειακή θερμοκρασία. Ένα φιλόδοξο σενάριο θα αποτελούσε η αύξηση της θερμοκρασίας σε ένα ποσοστό αντίστοιχο της μέσης θερμοκρασίας της Ανταρκτικής, δηλαδή -30°C. Παράλληλα, η πυκνότερη αυτή σύσταση της ατμόσφαιρας θα ευνοούσε την ανάπτυξη συνθηκών κατάλληλων για την ύπαρξη νερού σε υγρή μορφή.

Παρόμοια αποτελέσματα θα επέφερε η φιλόδοξη πρόταση που εισήγαγε ο Jim Green, επικεφαλής της Διεύθυνσης Πλανητικής Επιστήμης της NASA, σχετικά με την κατασκευή μίας μαγνητικής ασπίδας γύρω από τον Άρη. Πριν από 4,2 δισεκατομμύρια χρόνια, ο Κόκκινος Πλανήτης διέθετε μαγνητικό πεδίο που προστάτευε και συγκρατούσε την ατμόσφαιρά του. Μετά την ανεξήγητη, ακόμη, εξαφάνισή του, και για τα επόμενα 500 εκατομμύρια χρόνια, ο Άρης εξελίχθηκε από έναν ζεστότερο, υγρότερο πλανήτη στο ψυχρό και ξηρό περιβάλλον που γνωρίζουμε σήμερα. Με την κατασκευή και τοποθέτηση μίας διπολικής μαγνητικής ασπίδας θα δημιουργούνταν μία τεχνητή μαγνητόσφαιρα, ικανή να προστατέψει τον πλανήτη από την ακτινοβολία και τον αστρικό (ηλιακό) άνεμο. Μάλιστα, η θέση της θα ήταν τέτοια, ώστε τα σημεία όπου παρατηρούνται μεγαλύτερες ατμοσφαιρικές απώλειες να είναι προστατευμένα, δηλαδή το βόρειο παγοκάλυμμα και η ισημερινή ζώνη (Williams, 2018 α),(Μαρούλης, 2018).

Η ιδέα βασίζεται στην διαδικασία της μαγνητικής επανασύνδεσης. Ο πλανήτης μας περιβάλλεται από μία μαγνητόσφαιρα, η οποία τον προστατεύει από την διαστημική ακτινοβολία και δημιουργείται από γραμμές του μαγνητικού πεδίου της Γης, εκτεινόμενες από την επιφάνειά της μέχρι το διάστημα. Όταν αυτές οι γραμμές «συναντήσουν» τις αντίστοιχες γραμμές του πολύ ισχυρότερου ηλιακού μαγνητικού πεδίου, διοχετεύεται ενέργεια. Αυτό το φυσικό φαινόμενο ονομάζεται μαγνητική επανασύνδεση και, όταν συμβαίνει, παράγει ποσά θερμότητας ίσα με αυτά που παράγουν εκατομμύρια φωτοβολταϊκά πάνελ, ισχύος 200W το καθένα ξεχωριστά (Williams, 2018α).



Σχήμα 1: Απεικόνιση της γήινης μαγνητόσφαιρας

Συνεπώς, με την διαμόρφωση μίας τεχνητής μαγνητόσφαιρας στον Άρη, η ατμόσφαιρα σταδιακά θα πύκνωνε και η θερμοκρασία θα αυξανόταν αρκετά, ώστε ο ξηρός πάγος στον βόρειο πόλο να λιώσει και να απελευθερωθεί ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα ικανό να ενεργοποιήσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Με την πάροδο του χρόνου, η άνοδος της θερμοκρασίας θα είχε ως συνέπεια το λιώσιμο του υγρού πάγου που είναι παγιδευμένος κάτω από τα στρώματα ξηρού πάγου, σε γεωγραφικό πλάτος 60° στο βόρειο ημισφαίριο.

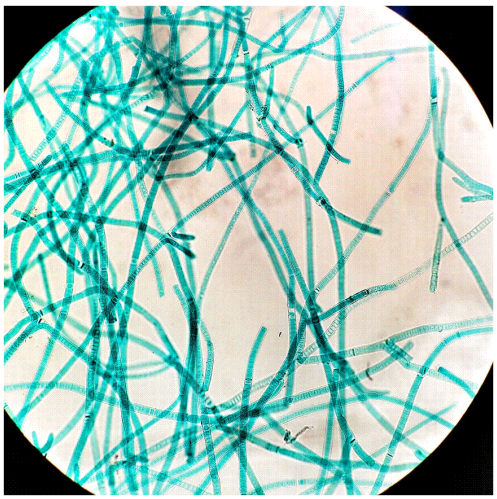
Επιπλέον, πρόσφατες ατμοσφαιρικές μετρήσεις του αμερικανικού ρόβερ «Curiosity» στη διάρκεια τριών αρειανών ετών, δηλαδή περίπου 55 γήινων μηνών, αποκάλυψαν επίπεδα μεθανίου που κυμαίνονται από 0,24 έως 0,65 μέρη ανά δισεκατομμύριο (ppb) και εμφανίζουν έναν έντονα εποχικό κύκλο, με την μεγαλύτερη μέτρηση προς το τέλος κάθε καλοκαιριού στο βόρειο ημισφαίριο. Σύμφωνα με την επικρατέστερη θεωρία, μεγάλες ποσότητες μεθανίου εγκλωβίζονται στο αρειανό υπέδαφος με μορφή κρυστάλλων με βάση το νερό (ενώσεις

εγκλεισμού – κλαθράτες), με αποτέλεσμα οι εποχικές διακυμάνσεις να είναι η αιτία των αυξομειώσεων στην απελευθέρωση αυτού του αερίου στην αρειανή ατμόσφαιρα. Το μεθάνιο απορροφά την ηλιακή ενέργεια, θερμαίνοντας την ατμόσφαιρα, για αυτό και συγκαταλέγεται στα αέρια θερμοκηπίου. Η συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων μεθανίου, συνδυαστικά με τις δύο προαναφερθείσες μεθόδους, δηλαδή τα κάτοπτρα και η μαγνητόσφαιρα, θα είχαν ως αποτέλεσμα την μέγιστη ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου (AlphaTv, 2018).

Αύξηση του οξυγόνου και αζώτου

Η περιεκτικότητα της αρειανής ατμόσφαιρας σε οξυγόνο είναι σχετικά μικρή, περίπου 0,009 mbar, ενώ η μεγαλύτερη συγκέντρωση οξυγόνου βρίσκεται στον ρεγόλιθο του πλανήτη. Ένα θερμότερο και υγρότερο κλίμα θα είχε ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση μοριακού οξυγόνου, το οποίο, αν και πιθανώς λιγότερο από 2 mbar, θα οξείδωνε την επιφάνεια, επισπεύδοντας την διαδικασία της οικοσύνθεσης.

Μία επιπρόσθετη μέθοδος θα ήταν η παραγωγή οξυγόνου από φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, ειδικότερα κυανοβακτήρια. Τα κυανοβακτήρια ή κυανοφύκη αποτελούν προκαρυωτικούς φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, οι οποίοι δεν χρειάζονται οξυγόνο και διαθέτουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν είτε με είτε χωρίς οξυγόνο, χρησιμοποιώντας σουλφίδιο του υδρογόνου. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες, την υπεριώδη ακτινοβολία και την ξηρασία, ενώ ορισμένα είδη αυτών μπορούν να επιβιώσουν σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Συναντώνται σε οικοσυστήματα λιμνών, ποταμών, χώματος και λίθων της Ανταρκτικής, ιδιαίτερα στις ξηρές της κοιλάδες. Με την παραγωγή και απελευθέρωση οξυγόνου, τα κυανοβακτήρια συνέβαλαν στην οξείδωση της γήινης ατμόσφαιρας, αλλάζοντας δραματικά την σύνθεση των οργανισμών και την μερική εξαφάνιση των αναερόβιων οργανισμών (Βικιπαίδεια, 2018)



Σχήμα 2: Κυανοβακτήρια

Επιπλέον, αναερόβια είδη άλγης, όπως η Pyrobotrys, τα οποία είναι δυνατόν να αναπτυχθούν κάτω από τα χαμηλά επίπεδα pH, χαμηλές θερμοκρασίες, και υψηλή αλατότητα, μπορούν να παράξουν διοξείδιο του άνθρακα και οργανικά οξέα, καθώς και να απελευθερώσουν υδρογόνο. Υπό κατάλληλες συνθήκες επαρκούς ποσότητας φωτός, διοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου, η άλγη έχει την ικανότητα να μετατρέπει το διοξείδιο του άνθρακα σε απλούς υδατάνθρακες, με την χρήση μοριακού υδρογόνου ως δότη πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Παράλληλα, η πράσινη άλγη είναι εξίσου ανθεκτική στην υπεριώδη ακτινοβολία όσο και τα κυανοβακτήρια και είναι ευπροσάρμοστη στις επαναλαμβανόμενες καιρικές μεταβολές (Βικιπαίδεια, 2018)

Η άλγη και τα κυανοβακτήρια αποτελούν οργανισμούς που θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν έναν κύκλου αζώτου, μέσω αναερόβιων διαδικασιών αξιοποίησης του νιτρικού και νιτρώδους άλατος. Είναι γνωστό πως η σύσταση της παρούσας αρειανής ατμόσφαιρας σε άζωτο είναι

περίπου 0.16 mbar, όμως ο πρώιμος Άρης διέθετε περίπου 300 mbar αζώτου, το οποίο, εξαιτίας των ηφαιστειακών ηλεκτρικών αποφορτίσεων και των αστραπών, οξειδώθηκε και εγκλωβίστηκε στα επιφανειακά πετρώματα. Βακτηρίδια που μετατρέπουν το νιτρικό άλας σε νιτρώδες, έπειτα σε νιτρικό οξύ, σε νιτρώδες οξύ και τελικά σε αέριο άζωτο, μπορούν να αυξήσουν την μερική πίεση αζώτου σε 60 έως 300 mbar. Μικροοργανισμοί όπως η άλγη και τα κυανοβακτήρια μπορούν να εκτελέσουν αφομοιωτική διάσπαση των νιτρικών ιόντων χάρη στο ένζυμο της ρεδουκτάσης νιτρικών και νιτρώδων ιόντων. Το νιτρικό άλας μετατρέπεται σε αμμωνία, η οποία ενσωματώνεται μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς με την μορφή αμινοξέων. Όταν αποσυντεθούν αυτοί οι οργανισμοί, αυτή η αμμωνία απελευθερώνεται στο περιβάλλον, όπου προσλαμβάνεται από άλλους μικροοργανισμούς. Η ολική σταθεροποίηση του κύκλου αζώτου θα ήταν εφικτή όταν η μερική του πίεση θα έφτανε τουλάχιστον τα 5 mbar (Βικιπαίδεια, 2018).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα σύγχρονα δεδομένα, όσον αφορά τον Ερυθρό Πλανήτη, καθιστούν σαφές πως το ξηρό, άβιο περιβάλλον που παρέχει και οι ακραίες συνθήκες που επικρατούν σε αυτό δεν καθιστούν πιθανό τον εποικισμό του. Παρόλα αυτά, στην έρευνά μας μελετήσαμε τις μεθόδους με τις οποίες μπορούν να δημιουργηθούν οι απαραίτητες προϋποθέσεις για να υποστηρίξουν την ύπαρξη ζωής και να ικανοποιήσουν τις βασικές ανάγκες επιβίωσής της. Η οικοσυστηματική ανάπλαση του Άρη και η διαμόρφωση ενός κατάλληλου φυσικού περιβάλλοντος περιλαμβάνουν περίπλοκες, κοστοβόρες και χρονοβόρες διαδικασίες, οι οποίες είναι πιθανό να διαρκέσουν έως και χίλια χρόνια. Η πλανητική οικοσύνθεση στον Άρη θα είναι μια μακροχρόνια περιπέτεια, η οποία, όμως, εάν επιτευχθεί, θα θέσει τα θεμέλια για ένα απέραντο πεδίο νέας γνώσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] *Άρης (πλανήτης)*, Ανακτήθηκε από https://el.wikipedia.org

[2] Δρ. Βάρβογλης, Χ. (2018). *Ζωή και Πλανητικές Ατμόσφαιρες: Μια Αμφίδρομη Σχέση*. Ανακτήθηκε Ιούνιος 2005, από https://www.astro.noa.gr

[3] Δ.Μ. (2018). *Το φαινόμενο της μαγνητόσφαιρας αναλύεται με την αποστολή Magnetospheric Multiscale*. Ανακτήθηκε 13 Μαΐου 2018, από http://physics4u.gr

[4] *Άφθονος ξηρός πάγος στον Άρη.* (13 Ιουνίου 2013). Ανακτήθηκε από http://www.kathimerini.gr

[5] Κράνιας, Π. (2018). *Η NASA αποκάλυψε τον τρόπο με τον οποίο θα εποικιστεί ο Άρης μέχρι το 2030*. Ανακτήθηκε 7 Μαρτίου 2017, από https://www.protothema.gr/

[6] Κυανοβακτήρια, Ανακτήθηκε από https://el.wikipedia.org

[7] Μουρούλης, Δ. (2018). *Το ενδεχόμενο οικοσύνθεσης στον Άρη*. Ανακτήθηκε από https://dimitris.webgalaxy.gr

[8] Πλανητική κατοικησιμότητα, Ανακτήθηκε από https://el.wikipedia.org

[9] *NASA: Οργανικές ουσίες στο έδαφος του Άρη και αέριο μεθάνιο «φέρνουν πιο κοντά» την πιθανότητα αρειανής ζωής*. (7 Ιουνίου 2018). Ανακτήθηκε από http://www.alphatv.gr

[10] Sharp, T. (2018). What is the Temperature of Mars?. Ανακτήθηκε 29 Νοεμβρίου 2017, από http://space.com

[11] The Infographics Show (2017). Earth vs Mars - How Do They Compare - Space / Planet Comparison 🌎 Ανακτήθηκε 9 Ιανουαρίου 2017.

[12] Williams, M. (2018)α. NASA proposes a magnetic shield to protect Mars' atmosphere. Ανακτήθηκε 3 Μαρτίου 2017, από https://phys.org

[13] Williams, M. (2018)β. *Mars compared to Earth*. Ανακτήθηκε 1 Οκτωβρίου 2018, από https://www.universetoday.com