

Επιστήμη και Διάστημα

Ματιές στο διάστημα μέσω της Αστροβιολογίας στην Ελλάδα

Η μελέτη του διαστήματος για την δημιουργία, εξέλιξη και αναζήτηση ζωής, στο Ηλιακό μας σύστημα

Οκ. Έκτορας-Ανδρέας Σταυρακάκης, υποψήφιος διδάκτορας ΕΜΠ και μέλος της διευθύνουσας επιτροπής της ένωσης Αστροβιολογίας AbGradE (Απόφοιτοι Αστροβιολογίας στην Ευρώπη), μας μιεί στα μυστήρια της εξερεύνησης και εξέλιξης του διαστήματος και της ζωής μέσω της Αστροβιολογίας και των Πλανητικών Επιστημών, αναλύοντας τεχνολογίες και επιστημονικά θέματα αιχμής.



Η εξερεύνηση του διαστήματος επηρεάζει την καθημερινότητα, όπως διατυπώσαμε σε προηγούμενο τεύχος, και αποτελεί σημαντικό πυλώνα για την ανάπτυξη της ανθρωπότητας, επιστημονικά και τεχνολογικά. Εκτός από τις παραδοσιακές επιστήμες όμως, τώρα εμπλέκονται και άλλες επιστήμες, όπως πολιτικές και ανθρωπιστικές επιστήμες, ακόμη και οι επιστήμες της ψυχολογίας, ηθικής και φιλοσοφίας. Κάθε νέο επίτευγμα και εξέλιξη προτάσσεται από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης με έμφαση και μεγάλο ενδιαφέρον. Την τελευταία περίοδο, τα νέα που απασχόλησαν τα μέσα ενημέρωσης αφορούν με χρονολογική σειρά στην ανακάλυψη της φωσφίνης (PH₃) στην ατμόσφαιρα της Αφροδίτης, τις διαστημικές αποστολές Osiris-Rex της NASA (ΗΠΑ) και την αποστολή Hayabusha 2 της JAXA (Ιαπωνία) με την επιστροφή δειγμάτων

από δύο αστεροειδείς, την αποστολή Chang'e 5 στην Σελήνη της CNSA (Κίνα) επίσης για επιστροφή δειγμάτων, καθώς και τις αποστολές Hope - Emirates Mars Mission της MBRSC (Ενωμένα Αραβικά Εμιράτα) και Tianwen-1 της CNSA (Κίνα) στον Άρη. Η αποστολή ExoMars 2020 αναβλήθηκε για το καλοκαίρι του 2022, όταν η απόσταση του Άρη από την Γη θα είναι πάλι η ελάχιστη λόγω των σχετικών τροχιών των δύο πλανητών. Οι αποστολές στον Άρη έχουν ως στόχο την μελέτη υποστήριξης ζωής, είτε ανθρώπινης είτε εξωγήινης.

Όλες οι διαστημικές αποστολές έχουν πάντα σαν στόχο την περεταίρω κατανόηση του ηλιακού μας συστήματος, την αναζήτηση βιοϋπογραφών, και τώρα, επιπλέον την αναζήτηση οργανικών μορίων στο σύμπαν. Τα οργανικά μόρια αποτελούν κλειδί για την ερμηνεία και μελέτη της αρχής και εξέλιξης της ζωής και συνεπώς είναι μέγιστης σημασίας

για την Αστροβιολογία. Η σύνθεση των οργανικών μορίων πλέον γνωρίζουμε ότι ξεκινάει στα διαστρικά νεφελώματα και αναπτύσσεται στην γειτονιά των αστερών και των ηλιακών συστημάτων που αυτά δημιουργούν.

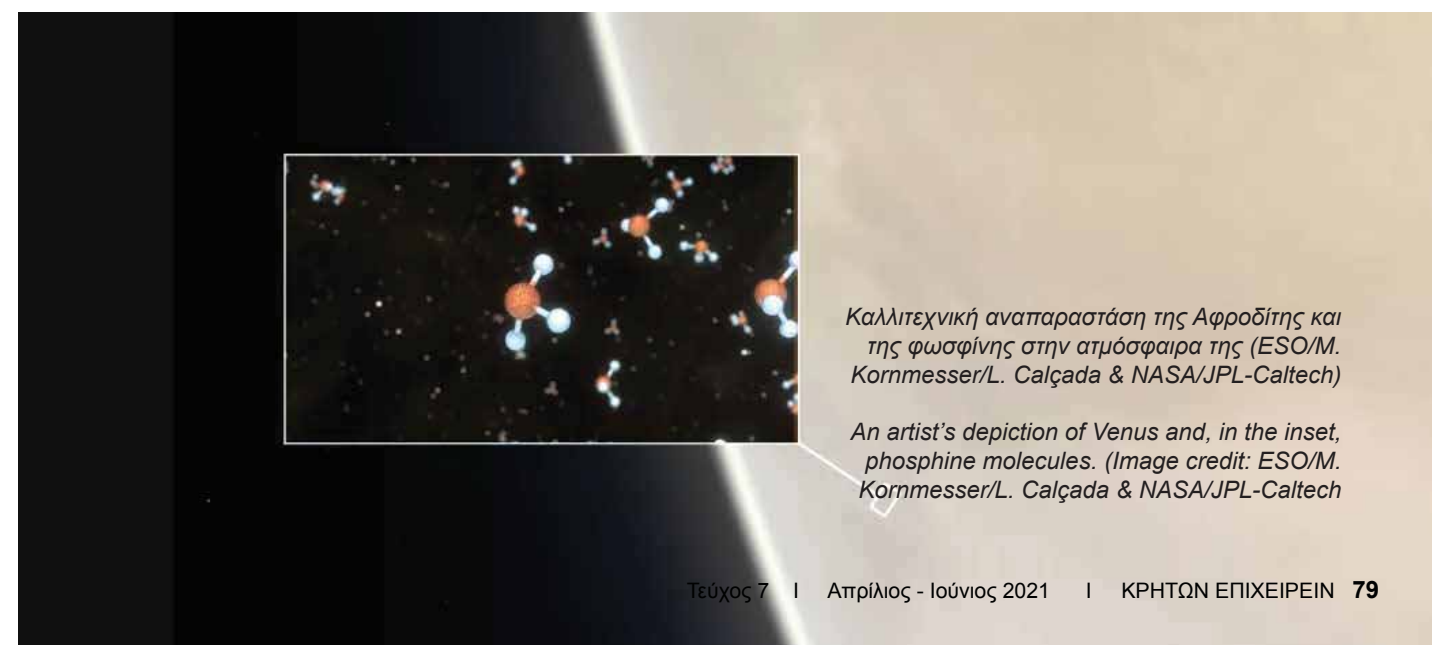
Επιτεύγματα αλλά και βεβαιωμένες ερμηνείες στην Αστροβιολογία: το «σύγχρονο» παράδειγμα της φωσφίνης

Ο όγκος της πληροφορίας όμως και ο μεγάλος ρυθμός παραγωγής πληροφοριών εξαναγκάζει πολλούς επιστήμονες σε βεβαιωμένες ερμηνείες και την επιθυμία για γρήγορη αναγνώριση! Το πρόσφατο παράδειγμα της φωσφίνης είναι χαρακτηριστικό. Τον Σεπτέμβριο του 2020 ανακοινώθηκε η ανίχνευση της φωσφίνης μετά από ερμηνεία φασμάτων που πάρθηκαν από την ατμόσφαιρα της Αφροδίτης. Η αναγγελία έγινε με δελτίο τύπου, καθώς χαρακτηρίστηκε ως πολύ σπουδαία επιστημονική ανακάλυψη. Η φωσφίνη υποδεικνύει πιθανή ύπαρξη ζωής στον πλανήτη, μια και στην Γη συμμετέχει στον κύκλο του φωσφόρου και έχει μερική σχέση με βιολογική δραστηριότητα.

Πιο συγκεκριμένα αναφέρθηκε ότι στην ατμόσφαιρα της Αφροδίτης υπολογίστηκαν συγκεντρώσεις φωσφίνης περίπου 20 ppb (μέρη στο δισεκατομμύριο), ποσότητα που θεωρείται σημαντική δεδομένου της χημικής αστάθειας του χημικού αυτού μορίου. Την ίδια ημέρα, μαζί με την ανακοίνωση ακολούθησε και δεύτερη ανακοίνωση, στο ίδιο δελτίο τύπου, με τον ισχυρισμό ότι η φωσφίνη υποδεικνύει άμεσα την ύπαρξη ενεργού ζωής, δηλαδή, κύκλου βιολογικών διεργασιών στην Αφροδίτη. Μετά από δέκα ημέρες διαδόθηκε ότι η φωσφίνη μπορεί βέβαια να οφείλεται και σε ηφαιστειακή δραστηριότητα, ενώ αμέσως μετά, εντός τριών ημερών, αναζητήθηκαν παλαιότερες αναλύσεις του '70 και του '80 που έγιναν επάνω στον πλανήτη για σύγκριση. Στα μέσα Οκτωβρίου

ανακοινώθηκε ότι η συγκέντρωση φωσφίνης στην ατμόσφαιρα είναι τελικά 5 ppb, ενώ στα τέλη του μήνα ότι το φασματικό σήμα της φωσφίνης συμπιπτει με αυτό του διοξειδίου του θείου (SO₂), και συνεπώς υπήρχε παρερμηνεία της καταγραφής που έγινε με τα αναλυτικά όργανα. Μετά από αυτό και με μεγάλη ταχύτητα νέα δεδομένα υποβάθμιζαν την ανακάλυψη αυτή μέχρι που τον Νοέμβριο του 2020 ανακοινώθηκε ότι τα αποτελέσματα είναι εξαιρετικά αμφίβολα λόγω λάθους στην επεξεργασία των μετρήσεων. Παράλληλα, έχει ξεκινήσει μια επιστημονική διαβούλευση με επιστημονικά άρθρα και ομιλίες σε συνέδρια κατά πόσο η φωσφίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοδείκτης.

Το παραπάνω γεγονός δεν είναι μοναδικό στην ιστορία της επιστήμης. Ωστόσο, στην εποχή μας του ανταγωνισμού η αγωνία για διάκριση και αυτοπροβολή είναι μεγάλη, ενώ η ταχύτητα με την οποία δημοσιεύονται οι επιστημονικές εργασίες κάνει τους επιστήμονες να υποπίπτουν σε σοβαρά επιστημονικά λάθη, με πρόωρες και υπερβολικές ερμηνείες που μόνο σαν εικασίες μπορούν να χαρακτηριστούν υποβιβάζοντας σημαντικά το έργο της επιστήμης. Η ραγδαία αύξηση του αριθμού των δημοσιεύσεων δυσχεραίνει ακόμη περισσότερο το έργο του επιστήμονα. Αλλά ισχυρισμοί για μεγάλες επιστημονικές ανακαλύψεις απαιτούν και εξίσου μεγάλες αποδείξεις, πολλά στοιχεία και δεδομένα, και την επιβεβαίωση των ισχυρισμών αυτών από περισσότερους ερευνητές, με επιπλέον μελέτες και μεθόδους ανάλυσης. Στην περίπτωση της φωσφίνης αποδεικνύεται ότι δεν ακολουθήθηκε ορθά η επιστημονική μεθοδολογία και οι ερμηνείες ήταν εξαιρετικά πρόωρες, οδηγώντας σε μεγάλα σφάλματα και συνεπώς σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Οι αρχικές συγκεντρώσεις που δυνητικά θα μπορούσαν να συμπεράνουν την ύπαρξη ζωής δεν επαληθεύονται, ενώ η αρχική ομάδα αποδέχεται ότι τελικά βάσιμα την ανακοίνωση σε λάθος υπολο-



Καλλιτεχνική αναπαράσταση της Αφροδίτης και της φωσφίνης στην ατμόσφαιρα της (ESO/M. Kornmesser/L. Calçada & NASA/JPL-Caltech)

An artist's depiction of Venus and, in the inset, phosphine molecules. (Image credit: ESO/M. Kornmesser/L. Calçada & NASA/JPL-Caltech)

γισμούς. Να σημειωθεί ακόμη, ότι και η ίδια η επιστημονική διατύπωση που υποστήριζε την ύπαρξη ζωής ως αρκετά λογική εξήγηση δεν είχε ελεγχθεί ικανοποιητικά, και αποτελούσε απλή υπόθεση των συγγραφέων.

Τελικά όμως, η επιστήμη ως «ζωντανός οργανισμός» βρήκε τελικά τον ορθό δρόμο, μέσα από την επιστημονική διαβούλευση και επαλήθευση. Σε παρόμοια γεγονότα ισχυρισμών περιλαμβάνεται και η δημοσίευση που έγινε το 1996 από ομάδα της NASA που μετά από αναλύσεις του Αρειανού μετεωρίτη Allan Hills 84001 υποστήριξαν ότι βρήκαν απολιθώματα αρχαίας ζωής στον πλανήτη. Οι ισχυρισμοί αυτοί καταρρίφθηκαν σύντομα μετά από ένα διευρυμένο σύνολο αντι-επιχειρημάτων από νέα δεδομένα και εμπειριστατωμένες μελέτες από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας. Παρόλα αυτά κάποιοι πρωτεργάτες αυτών των μελετών επιλέγουν προσωπικές απόψεις, παρά τα αδιάσειστα διεπιστημονικά στοιχεία και δεδομένα, όπως ο Gilbert Levin που ακόμα υποστηρίζει ότι βρήκε ζωή στον Άρη ήδη από το 1976. Το σενάριο ύπαρξης παρούσας ή παλαιότερης ζωής στον πλανήτη Άρη παραμένει μεν ανοιχτό ερώτημα, για αυτό και ακόμη το διερευνούμε αναζητώντας πάντα αδιάψευστα τεκμήρια.

Σε κάθε περίπτωση, παρόλο που φαίνεται ότι το θέμα της φωσφίνης έδωσε έναυσμα για επιστημονική μελέτη και διαβούλευση, όπως για παράδειγμα την εμπειριστατωμένη μελέτη για τον χαρακτηρισμό της φωσφίνης ως βιοδείκτη αλλά και την μελέτη της Αφροδίτης από Αστροβιολογική σκοπιά (βλέπε δημοσίευση του καθηγητή Dr Dirk Schulze-Makuch με τίτλο «The Case (or Not) for Life in the Venusian Clouds», <https://www.mdpi.com/2075-1729/11/3/255/htm>), τέτοια γεγονότα όταν διαδίδο-

νται πρόωρα στο ευρύτερο κοινό παραπλανούν και προκαλούν σύγχυση, και πληγώνουν την επιστημονική έρευνα και την επιστημονική κοινότητα.

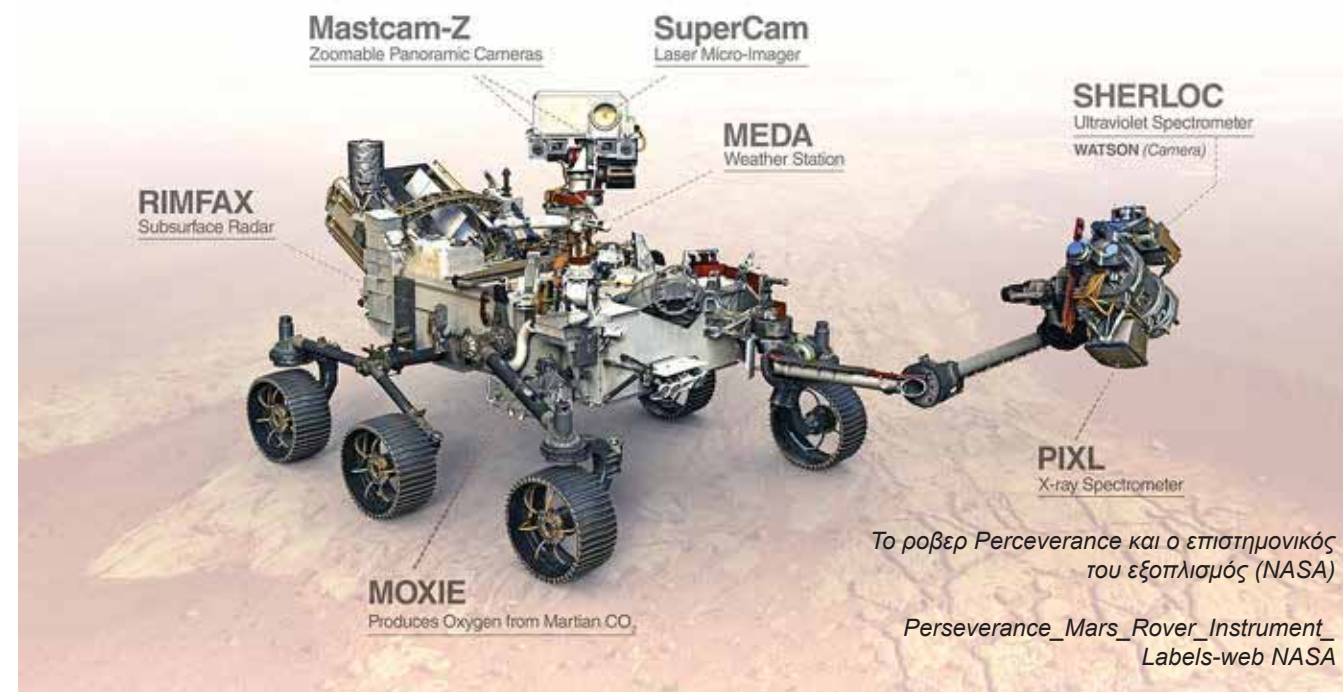
Οι διαστημικές αποστολές

Τα διαστημικά νέα που έλαβαν τώρα την σκυτάλη αφορούσαν στις εξελίξεις των διαστημικών αποστολών. Όπως ήδη αναφέραμε, εξ' αυτών η μια αφορά στην Σελήνη, δύο στην συλλογή και επιστροφή στην Γη βραχιδίων δειγμάτων από την επιφάνεια δύο αστεροειδών, και οι υπόλοιπες που αφορούν στην μελέτη και εξερεύνηση του πλανήτη Άρη. Το σύνολο των χρονικά πυκνών πλέον γεγονότων, και κυρίως της ανάπτυξης εθνικών και πολυεθνικών δραστηριοτήτων στην διαστημική εξερεύνηση, είναι μεγάλης σημασίας για την μελέτη του Διαστήματος, την Αστροβιολογία, την Πλανητική Επιστήμη και την Αστρογεωλογία.

Το μεγάλο πλήθος αποστολών γεννά όμως ποικίλα ερωτήματα, όπως: Τι σημαίνουν οι αποστολές αυτές για την εξέλιξη της εξερεύνησης του διαστήματος; Ποια είναι η σημασία του εξωγήινου βραχιδίου υλικού και η μελέτη των αστεροειδών από όπου συλλέγουμε αυτά τα δείγματα για τον κλάδο της Αστροβιολογίας; Ποιες είναι οι προοπτικές έρευνας στην Ελλάδα; Ποια μπορεί να είναι η συμμετοχή της ομάδας μας σε αυτές και μελλοντικές αποστολές όπως η αποστολή ARIEL για την μελέτη ατμοσφαιρών εξωπλανητών, όπως είχαμε αναφέρει σε παλαιότερο άρθρο;

Στόχοι και λόγοι της μελέτης και ανάκτησης βραχιδίων δειγμάτων από σώματα του ηλιακού μας συστήματος.

Όλες οι προαναφερθείσες αποστολές ξεκινάνε από την ίδια επιστημονική βάση, που έχει ως



αντικείμενο την μελέτη και τον χαρακτηρισμό του εξωγήινου βραχιδίου υλικού. Ο πυρήνας των μελετών αυτών εντοπίζεται στον χαρακτηρισμό των υλικών αυτών ως προς την ηλικία, την φυσικοχημική εξέλιξη, την συμβολή της δράσης τους ως καταλύτες για την δημιουργία πολύπλοκων μορίων και ενώσεων, ιδίως οργανικών, καθώς και την αξιολόγηση αυτών των βραχιδίων μαζών για μελλοντική χρήση ως πρώτες ύλες. Ο πυρήνας αυτός κάθε αποστολής και οι στόχοι της καθεμιάς περιλαμβάνουν συγκεκριμένα επιστημονικά ερωτήματα που διερευνώνται με εξειδικευμένα ερευνητικά αναλυτικά όργανα. Αυτά διαφαίνονται πιο ξεκάθαρα μέσω των σύντομων αναφορών σε κάθε μία, που ακολουθούν.

Osiris-Rex

Η αποστολή Osiris-Rex αποσκοπεί να δώσει στην NASA την εμπειρία που έχουν οι Ιάπωνες με τις αποστολές Hayabusha στην συλλογή δειγμάτων από αστεροειδείς. Παράλληλα, η συγκεκριμένη αποστολή συμπληρώνει επιστημονικά την Hayabusha 2, καθώς, θα μελετήσει τον αστεροειδή Bennu που θεωρείται αντιπροσωπευτικός πρωτόγονος βραχιδίου μάζας, και σχετικά πολύ μικρής εξαλλοίωσης. Δείγματα ήδη έχουν ληφθεί και βρίσκονται στο ταξίδι της επιστροφής.

Hayabusha 2

Η αποστολή Hayabusha 2 της JAXA, είχε ως στόχο τη προσέγγιση και δειγματοληψία από την επιφάνεια του αστεροειδούς Ryugu. Θεωρείται ένας αστεροειδής αντιπροσωπευτικός της χημικής και οργανικής διασποράς υλικού στο περιβάλλον των εσωτερικών πλανητών του ηλιακού μας συστή-

ματος, και συνεπώς, αναμένεται να έχει χημική συγγένεια με υλικά που υπήρχαν στην Γη και τον Άρη κατά τα πρώτα χρόνια δημιουργίας της ζωής. Δείγματα από τον αστεροειδή αυτόν ήδη έχουν επιστρέψει στην Γη.

Chang'e 5

Το Chang'e 5 επιστρέφει στην Σελήνη για την συλλογή και επιστροφή στη Γη νέων σεληνιακών δειγμάτων, για πρώτη φορά ξανά μετά το 1976. Η μάζα των δειγμάτων υπολογίζεται περίπου στα δύο κιλά και θα είναι μικρής γεωλογικής ηλικίας σε σχέση με τα δείγματα που έχει φέρει το πρόγραμμα Apollo των Ηνωμένων Πολιτειών.

Emirates Mars Mission - Hope

Η αποστολή στοχεύει να μελετήσει τα ατμοσφαιρικά στρώματα του πλανήτη Άρη, συμβάλλοντας με βελτιωμένα δεδομένα για την εξήγηση φαινομένων, όπως τις παλαιότερες δραστικές κλιματικές μεταβολές του πλανήτη, την διαφυγή αερίων και νερού ως αερίου στο διάστημα, καθώς και την συσχέτιση των διαφορετικών ατμοσφαιρικών στρωμάτων μεταξύ τους.

Tianwen-1 (Orbiter-Lander-Rover)

Η αποστολή αποτελείται από τρία οχήματα, με βασικούς στόχους της αποστολής την μελέτη θεμάτων πιο σχετικών με την επείκηση - εκμετάλλευση του πλανήτη Άρη, αλλά και την μορφολογία, τις γεωλογικές δομές, την γεωχημική ανάλυση του εδάφους για χρήσιμα στοιχεία και κυρίως την μελέτη για την εύρεση νερού και της φυσικής κατάστασης αυτού στα πιο ανώτερα γεωλογικά στρώματα της επιφάνειας.



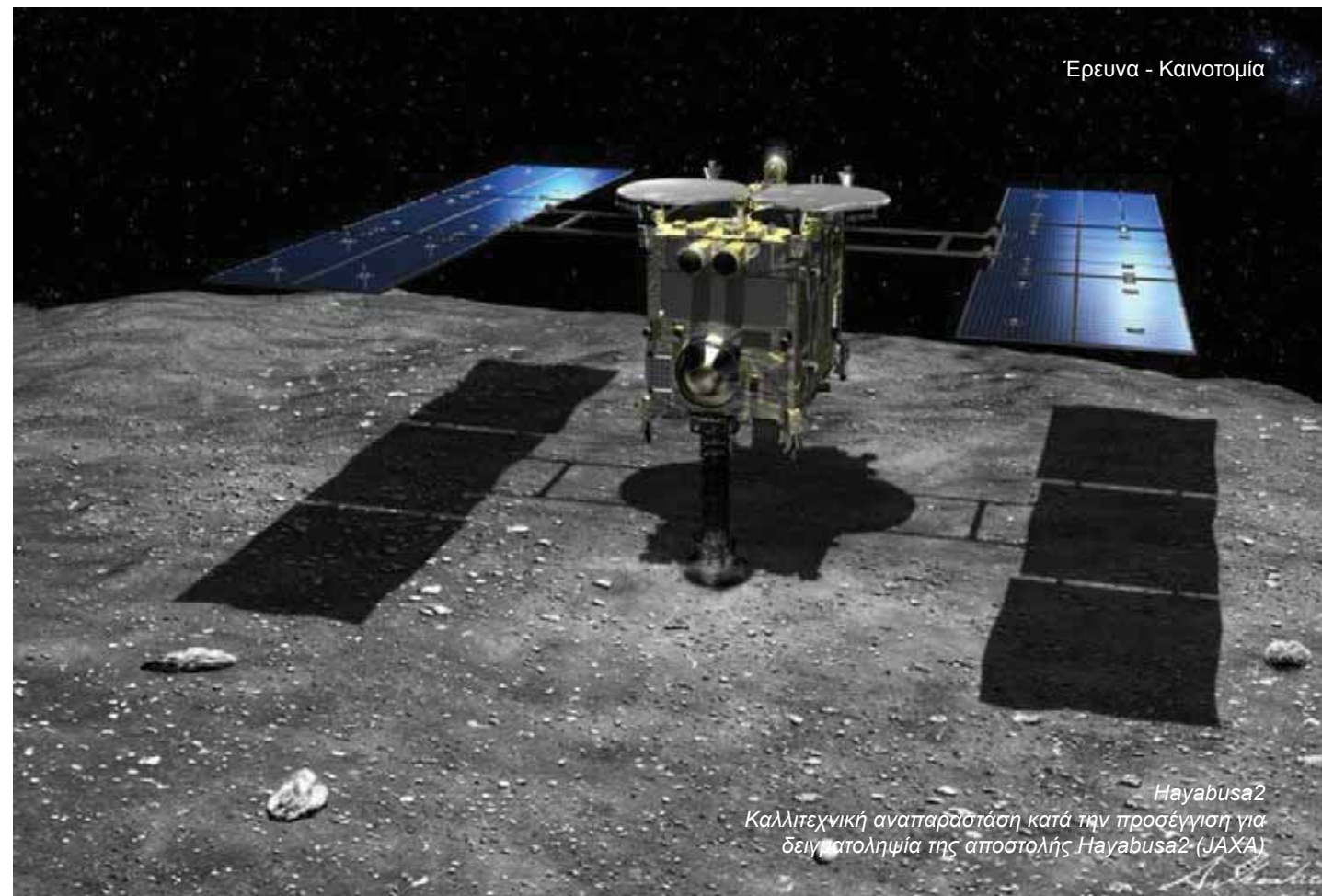
Mars 2020 (Perseverance-Ingenuity)

Η αποστολή Mars 2020 αποτελείται από το rover Perseverance και το «μίνι ελικόπτερο» Ingenuity με κεντρικό πυλώνα της αποστολής την Αστροβιολογία και την επιλογή κατάλληλων δειγμάτων για επιστροφή τους σε επόμενη αποστολή. Το rover Perseverance, σκοπεύει να πετύχει τους αστροβιολογικούς του στόχους με την μελέτη και ανάλυση του υπεδάφους μιας αρχαία λίμνης στο κρατήρα Jezero, αναζητώντας βιοδείκτες έστω και σαν απολιθώματα αρχαίας ζωής. Το Ingenuity στοχεύει να είναι το πρώτο «αστροελικόπτερο», εξετάζοντας την δυνατότητα πτήσης στην λεπτή ατμόσφαιρα του Άρη, επιδεικνύοντας ότι μια τέτοια τεχνολογία θα μπορούσε ίσως να αναπυχθεί περαιτέρω. Επίσης, έχει σαν δεύτερο στόχο να υποβοηθή στην πλοήγηση του Perseverance και τον εντοπισμό στόχων για ανάλυση.

Τι είδους οργανικά υλικά βρίσκονται στο διάστημα και ειδικά σε αστεροειδείς και κομήτες

Τα τελευταία χρόνια έχουμε αυξανόμενες ενδείξεις διαστημικών συμπλόκων οργανικών μορίων (COM) που συντίθενται άμεσα σε κρύα μοριακά σύννεφα και κοντά σε νεαρά αστρικά αντικείμενα, από πλήθος παρατηρήσεων και αποστολών, όπως η Rosetta (ESA) και η Stardust. Σχετικές μελέτες εντοπίζονται ήδη από τη δεκαετία του 1970, όπου

είχε εντοπιστεί σε ανθρακούχους χονδρίτες μετεωρίτες, και ειδικά στον μετεωρίτη Murchison πλήθος οργανικών μορίων, όπως αλκάνια, αλκένια, αρωματικούς υδρογονάνθρακες και θειοαρωματικές ενώσεις. Στην πορεία έχουν ταυτοποιηθεί ακόμα πιο πολύπλοκα οργανικά, όπως αμινοξέα ή σάκχαρα, που συντίθενται από αρχέγονα οργανικά κατά τη διάρκεια των μεταμορφικών και θερμικών διεργασιών στους αστεροειδείς και τους μετεωρίτες ξενιστές. Για την πιο ενδελεχή μελέτη όμως απαιτείται η μελέτη επιτόπου, σε πρωτογενείς και αρχέγονο εξωγήινο υλικό και περιβάλλον δηλαδή, όπως στους αστεροειδείς και τους κομήτες και στα υπόλοιπα ουράνια σώματα, με τις φυσικές διεργασίες που τα διέπουν ώστε να συμβάλλουν στη σύνθεση του γνωστικού παζλ. Αυτό γιατί είναι σπάνιο να βρεθούν τελείως παρθένα δείγματα μετεωριτών στην Γη μια και η επιμόλυνση αυτών είναι άμεση με την είσοδό τους στο γήινο περιβάλλον. Έτσι μη μολυσμένα διαστημικά υλικά εξακολουθούν να αναζητούνται μέσω διαστημικών αποστολών, όπως η αποστολή Hayabusa Sample Return από τον αστεροειδή Ryugu και να μεταφερθούν στην γη για λεπτομερείς αναλύσεις, ωστόσο προστατευμένα από επιμόλυνση. Άλλες πληροφορίες σχετικά με τα οργανικά υλικά σε κομήτες προέρχονται επίσης από την επιτόπου ανάλυση αυτών με όργανα όπως τα COSIMA και ROSINA της αποστολής Rosetta της ESA στον κομήτη 67P. Και τα δύο όργανα



Hayabusa2
Καλλιτεχνική αναπαράσταση κατά την προσέγγιση για δειγματοληψία της αποστολής Hayabusa2 (JAXA)

συνδύασαν την ανάλυση σκόνης από τον κομήτη και έχουν εντοπίσει κυρίως απλά οργανικά, άλλα και λίγα πιο περίπλοκα. Η ROSINA για παράδειγμα ταυτοποίησε μόρια μεταξύ των οποίων, υπάρχουν πιθανά θραύσματα μεθανόλης, φορμαλδεΐδης, θειοφορμαλδεΐδης, φορμαμίδης και αιθυλενογλυκόλης. Υπάρχει τώρα ένα σύνολο περισσότερων από 200 οργανικών μορίων που έχουν αναγνωριστεί ότι συντίθενται σε διαστημικά νεφελώματα ή συμπυκνώνονται σε διαστημικά ανόργανα υλικά και ηλιακά σώματα, όπως κομήτες και αστεροειδείς ή ακόμα και στην Σελήνη και τον Άρη. Πολλά από αυτά πιθανότατα αποτελούν τα δομικά στοιχεία πρόδρομων βιομορίων, σημαντικά για τη σύνθεση της ζωής, όπως την γνωρίζουμε. Τα ερωτήματα που προκύπτουν είναι πως αυτά τα μόρια μπορούν να γίνουν οι πρόδρομοι των μορίων που συνέθεσαν την ζωή στη Γη, και βεβαίως εάν το ίδιο ισχύει για άλλα περιβάλλοντα εκτός της Γης. Τεχνικά, το ερώτημα αναδιατυπώνεται ως «πώς μπορούμε να διασφαλίσουμε ότι η ζωή χρησιμοποίησε αυτά τα μόρια για να σχηματιστεί στην Γη, ή πιθανότατα και σε άλλους πλανήτες ή δορυφόρους».

Οι αποστολές στον Πλανήτη Άρη

Ο Πλανήτης Άρης αποτελεί στην παρούσα κατάσταση το «Άγιο Δισκοπότηρο» για την αναζήτηση ζωής έξω από την Γη. Επίσης είναι και ο πρώτος

στόχος για μελλοντική εποίκηση του ανθρώπου, με εφελτήριο την Σελήνη. Συνεπώς για την Αστροβιολογία, όσο σημαντική είναι η ίδια η δυνατότητα του Άρη να μπορεί να υποστηρίξει την ανθρώπινη ζωή, το ίδιο σημαντική είναι και η αναζήτηση ενδείξεων ότι θα μπορούσε δυνητικά να είχε στο παρελθόν φιλοξενήσει ζωή (πλέον υπό την μορφή απολιθωμάτων) ή και ακόμα να φιλοξενεί ζωή βαθύτερα μέσα στο υπέδαφος. Όλες οι αποστολές έχουν δώσει πολλά στοιχεία που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην απάντηση αυτών των ερωτημάτων, όπως την ορυκτολογική και πετρολογική σύσταση και τις γεωχημικές διαδικασίες, τον εντοπισμό και χαρακτηρισμό νερού και πολλά άλλα. Ωστόσο, κάτι που ακόμη δεν έχουμε διερευνήσει αρκετά είναι το υπέδαφος του Άρη σε ικανό βάθος όπου η πιθανή ζωή είναι προστατευμένη από την ακτινοβολία που δέχεται η επιφάνεια από τον ήλιο λόγω της έλλειψης πυκνής ατμόσφαιρας και μαγνητικού πεδίου. Η αποστολή ExoMars 2022 της ESA (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος) με το όχημα Rosalind Franklin θα αποτελέσει το καλύτερο ντεντέκτιβ για ζωή, καθώς χαρακτηρίζεται πιο δεινός «αστροβιολόγος» όλων των οχημάτων που έχουν προσεδαφιστεί στον Άρη. Αυτό γιατί μεταφέρει δύο σημαντικότερα όργανα, το τρυπάνι που μπορεί να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι και δύο μέτρων, αλλά και του φασματογράφου μάζας MOMA, μεταξύ



Καλλιτεχνική αναπαράσταση κατά την προσέγγιση για δειγματοληψία της αποστολής OSIRIS REx (NASA/JPL-Caltech)

Artist's concept of OSIRIS-REx TAGSAM in operation

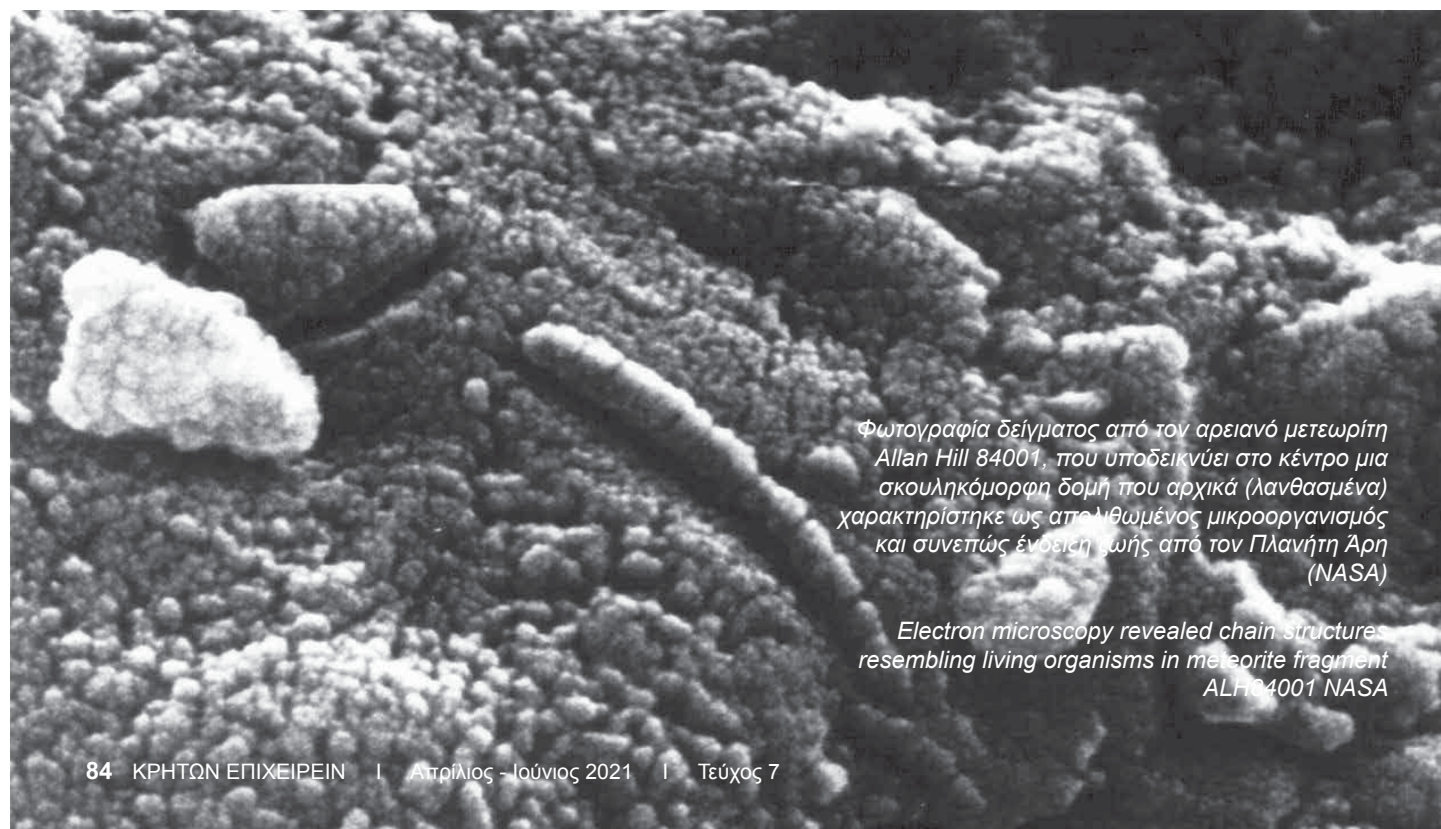
άλλων επίσης σημαντικών οργάνων.

Οι νέες αποστολές, στοχεύουν ακριβώς στην διερεύνηση των αρχικών, επίλυση αυτών και των αναπάντητων ερωτημάτων και στην ανάπτυξη νέων. Έτσι, η εξερεύνηση νέων τοποθεσιών εμπλουτίζει με νέα δεδομένα, ιδιαίτερα με την χρήση πιο ευαίσθητων και σύγχρονων οργάνων, αυξάνοντας την πιθανότητα επιτυχίας. Η μια κατεύθυνση στοχεύει να είναι η γενική έρευνα με έμφαση στις αναλύσεις για τον πληρέστερο χαρακτηρισμό του Άρη και την διευκόλυνση μελετών αξιοποίησης πρώτων υλών (ISRU - In Situ Resource Utilisation), καθώς και μελετών για την κατοικισιμότητα αυτού (Habitability studies) και μελετών προσομοίωσης (simulation studies). Η δεύτερη κατεύθυνση στοχεύει να αποκαλύψει τα καλά κρυμμένα μυστικά του Άρη, όπως βιοδείκτες, και την γεωλογική ιστορία και χημική εξέλιξη του πλανήτη, διευκολύνοντας τον χαρακτηρισμό πιθανής ζωής. Σε κάθε περίπτωση ο πλανήτης κρατά ακόμη καλά κρυμμένα τα μυστικά του, αφήνοντας ανοιχτό το ερώτημα «υπήρξε ποτέ ζωή;»

Η θέση της Ελλάδας σε αυτές τις εξελίξεις

Η συμμετοχή στις διαστημικές αποστολές και μελέτες της Ελλάδας είναι δυνατή, και με αντίκτυπο σε πολλούς τομείς της κοινωνίας και οικονομίας. Νέες παραγωγικές μέθοδοι και υλικά, πληρέστερα εκπαιδευμένοι νέοι επιστήμονες και μηχανικοί, καινοτομία στις ιδέες και την έρευνα, επιστροφή επιστημόνων που με την εμπειρία τους από το εξωτερικό μπορούν να βελτιώσουν την επιστήμη και την τεχνολογία εδώ αλλά και τομείς όπως η οικονο-

μία, η προστασία του περιβάλλοντος, η ανακύκλωση κλπ. Η επιστημονική μας ομάδα ήδη εδώ και πάνω από τριάντα χρόνια ασχολείται με σχετικές μελέτες μετεωριτών και την πιθανότητα μεταφοράς ιχνών ζωής από άλλους πλανήτες, σίγουρα όμως την δυνατότητα οργανικών μορίων του διαστημικού Σταθμού (ISS), με γήινα ανάλογα εξωγήινων περιβαλλόντων κ.α., όπως έχει ήδη αναφερθεί σε παλαιότερα τεύχη. Ειδικότερα τα τελευταία χρόνια, έχουμε εισέλθει σε θέματα διερεύνησης της χημικής εξέλιξης της ζωής, κατά την στιγμή που η χημεία έγινε βιολογία. Στα πλαίσια αυτών των μελετών διάφορες συνεργασίες και συμμετοχές σε διεθνείς ομάδες και διαστημικές αποστολές έχουν υλοποιηθεί ή είναι εν εξελίξει, όπως για παράδειγμα στην μελλοντική αποστολή ARIEL της Ευρωπαϊκής Διαστημικής υπηρεσίας (ESA), ενισχύοντας την θέση της Ελλάδας και των ευκαιριών Ελλήνων επιστημόνων να συμμετέχουν και να διεισδύσουν στους διαστημικούς κύκλους. Στα πλαίσια αυτά οργανώσαμε και ένα πολύ πρόσφατο συνέδριο, το NoRCEL (Network of Researchers on the Chemical Evolution of Life, <https://www.norccl.net>) που στέφθηκε με εξαιρετική επιτυχία, με συμμετοχές από 60 κράτη που κάλυπταν όλη την υφήλιο από δύση προς ανατολή και βορρά προς νότο. Πολλοί Έλληνες επίσης παρακολούθησαν το διαδικτυακό συνέδριο και είχαν την ευκαιρία να ακούσουν τους πλέον σημαντικούς επιστήμονες στην περιοχή της αστροβιολογίας και την αναζήτησης της αρχής της ζωής. Οι ομιλίες θα αναρτηθούν στον παραπάνω διαδικτυακό χώρο.



Φωτογραφία δείγματος από τον αρειανό μετεωρίτη Allan Hill 84001, που υποδεικνύει στο κέντρο μια σκουληκόμορφη δομή που αρχικά (λανθασμένα) χαρακτηρίστηκε ως απολθωμένος μικροοργανισμός και συνεπώς ένδειξη ζωής από τον Πλανήτη Άρη (NASA)

Electron microscopy revealed chain structures resembling living organisms in meteorite fragment ALH84001 NASA

Μοντέλο σε κλίμακα 1:1 του rover Roseril Franklin (Αρχείο Έκτορα-Ανδρέα Σταυρακάκη)

