



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

**Zr⁴⁺ MOFs με Εξαιρετική Ικανότητα Ρόφησης Τοξικών
Ιόντων από το Νερό - IEMOFs**

**1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας**

Τίτλος Ερευνητικού Έργου: Zr^{4+} MOFs με Εξαιρετική Ικανότητα Ρόφησης Τοξικών Ιόντων από το Νερό

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Εμμανουήλ Μάνος

Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος: IEMOFs

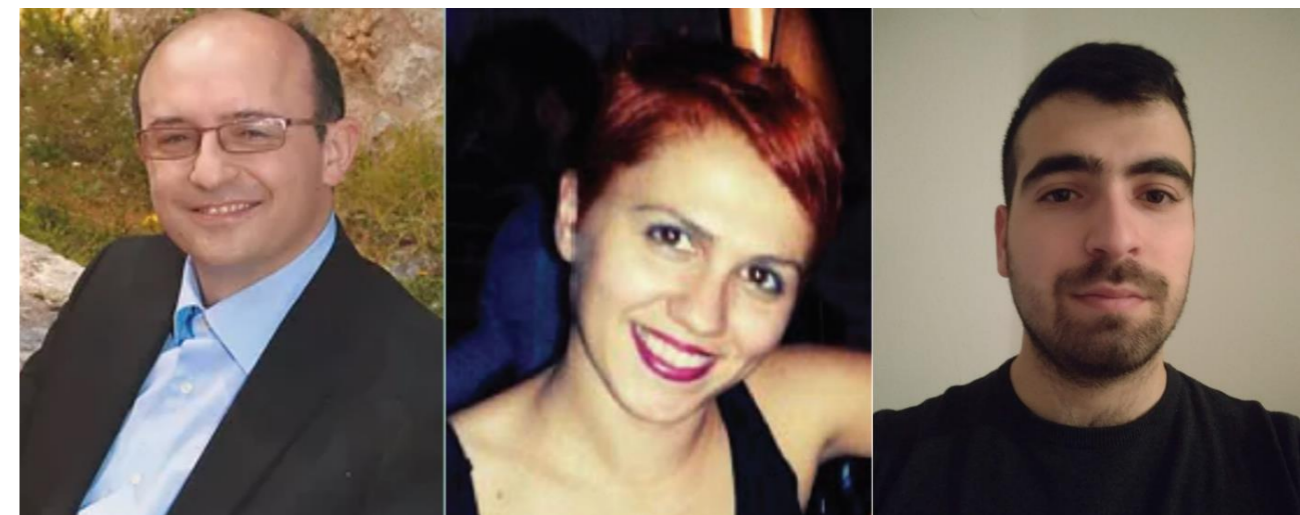
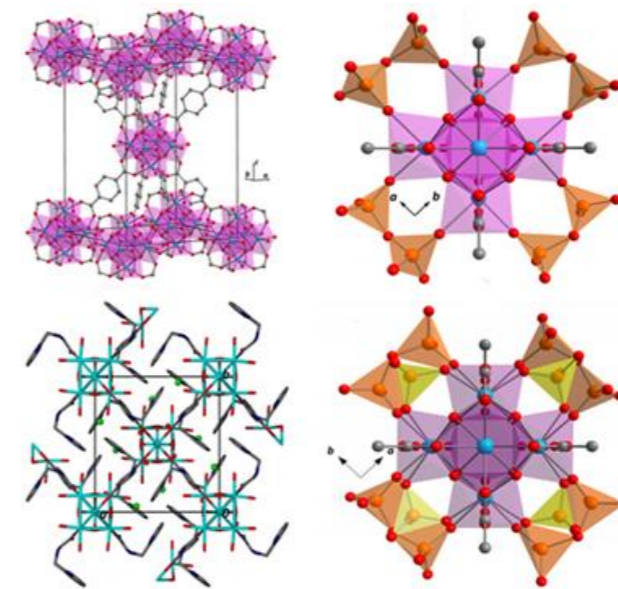
Επιστημονική Περιοχή: Φυσικές Επιστήμες

Φορέας Προέλευσης και Χώρα: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής: Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Συνεργαζόμενος Φορέας: Πανεπιστήμιο Πατρών

**Ιστοσελίδα προβολής του Έργου:
<https://evageloudimitris19.wixsite.com/mysite?fbclid=IwAR3qS3wuy9976YRen7wFv-5hNrLdWiyFfsCKv5Rb2iz-8zLoqffDHvihXPY>**



Ποσό Χρηματοδότησης: 200.000

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 μήνες

Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Τα δηλητηριώδη ιόντα βαρέων μετάλλων (π.χ. Hg^{2+} , Pb^{2+}) καθώς και καρκινογόνα (π.χ. CrO_4^{2-}) και επιβλαβή (π.χ. HAsO_4^{2-}) ανιόντα αντιπροσωπεύουν σημαντικούς ρύπους στα βιομηχανικά απόβλητα και αποτελούν σοβαρή απειλή για τους ανθρώπους και άλλα είδη. Την τελευταία δεκαετία, τα μεταλλικά-οργανικά πλέγματα (Metal Organic Frameworks, MOFs), προκάλεσαν αυξημένο ενδιαφέρον για την επιστήμη των υλικών λόγω των εξαιρετικών ιδιοτήτων τους, όπως το εξαιρετικό πορώδες, πολυ-λειτουργικότητα και χημική / θερμική σταθερότητα. Τα MOFs με ιδιότητες ανταλλαγής ιόντων (Ion Exchange MOFs, IEMOFs) φαίνονται πολύ ελπιδοφόρα για πρακτικές εφαρμογές στην επεξεργασία υδατικών λυμάτων. Τα IEMOFs μπορούν να θεωρηθούν ως μια επόμενη γενιά ιοντοανταλλακτικών υλικών, εφόσον συνδυάζουν κρυσταλλική πορώδη δομή και μια μεγάλη ποικιλία δεσμευτικών ομάδων. Συγκεκριμένα, τα IEMOFs με κατάλληλα δομικά χαρακτηριστικά θα μπορούσαν να παρουσιάζουν εξαιρετικά γρήγορη ρόφηση με πρωτοφανή υψηλή εκλεκτικότητα προς τα στοχευόμενα ιοντικά είδη. Μεταξύ των IEMOFs, τα Zr^{4+} IEMOFs με υποκαταστάτες που φέρουν κατάλληλες λειτουργικές ομάδες θεωρούνται τα πλέον ελπιδοφόρα συνδυάζοντας μια σειρά σημαντικών χαρακτηριστικών, όπως α) σταθερότητα από εξαιρετικά όξινες έως ήπιες αλκαλικές συνθήκες, β) υψηλό πορώδες, γ) ικανότητα ενσωμάτωσης διαφόρων λειτουργικών ομάδων, και δ) ευκολία σύνθεσης.

Στο συγκεκριμένο ερευνητικό έργο, γίνεται χρήση υποκαταστατών με κατάλληλες λειτουργικές ομάδες για την απομόνωση μιας σειράς μικροπορώδων Zr^{4+} IEMOFs. Στα νέα IEMOFs μελετώνται οι ιδιότητες ανταλλαγής κατιόντων και ανιόντων βαρέων μετάλλων. Επιπλέον, τα IEMOFs χρησιμοποιούνται ως βάση για την παρασκευή σύνθετων υλικών με οργανικά πολυμερή, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ιοντοανταλλακτικές στήλες. Τα υλικά μελετώνται εκτενώς για τις ιδιότητες ρόφησης ιόντων με πειράματα διαλείποντος έργου (batch sorption) καθώς και με στήλες ανταλλαγής ιόντων. Αυτές οι στήλες ανταλλαγής ιόντων αποτελούνται κυρίως από πυριτική άμμο με διασκορπισμένη σχετικά μικρή ποσότητα σύνθετου IEMOF-οργανικού πολυμερούς. Οι μελέτες πραγματοποιούνται όχι μόνο με εργαστηριακά διαλύματα αλλά και με βιομηχανικά απόβλητα.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Η επεξεργασία διαφόρων τύπων υδατικών αποβλήτων, όπως τα βιομηχανικά λύματα, είναι άμεσης προτεραιότητας για τις χώρες σε όλο τον κόσμο. Η ρόφηση και η ιοντοανταλλαγή είναι σχετικά οικονομικές και εξαιρετικά αποτελεσματικές μέθοδοι για την εξάλειψη διαφόρων τύπων ιόντων από το νερό. Ωστόσο, τα κοινά και άφθονα στη φύση ιοντοανταλλακτικά υλικά (όπως οι ζεόλιθοι) και άλλοι ευρείας χρήσης ροφητές (όπως ο ενεργός άνθρακας) παρουσιάζουν περιορισμένη εκλεκτικότητα για τοξικά ιόντα βαρέων μετάλλων. Οι οργανικές ρητίνες, που περιέχουν λειτουργικές ομάδες κατάλληλες για τη ρόφηση συγκεκριμένων κατιόντων ή ανιόντων, είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα ροφητικά υλικά στην επεξεργασία αποβλήτων και στον καθαρισμό πόσιμου νερού. Ωστόσο τα καθαρά οργανικά υλικά έχουν περιορισμένη χημική, ραδιολυτική και θερμική σταθερότητα. Άλλα υλικά, όπως μεσοπορώδες SiO_2 , σουλφίδια, οξείδια, μεταλλο-υδροξείδια κλπ. έχουν δοκιμαστεί για διάφορες διαδικασίες ανταλλαγής ιόντων, παρουσιάζοντας σε μερικές περιπτώσεις πολύ ελπιδοφόρα αποτελέσματα, αλλά και πάλι διάφορα ζητήματα, όπως η στάθερότητα τους σε διάφορους τύπους αποβλήτων (όξινα ή αλκαλικά απόβλητα), δυνατότητα αναγέννησης και επαναχρησιμοποίησης τους κλπ, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν πριν την εφαρμογή τους σε πρακτικό επίπεδο.

Από τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι δεν έχουν απομονωθεί ακόμα τα «τέλεια» ροφητικά υλικά που θα μπορούν να αντέξουν τις ακραίες συνθήκες διαφόρων τύπων αποβλήτων και να είναι εξαιρετικά εκλεκτικά για τα στοχευμένα τοξικά ιόντα. Παρόλο που έχουν αναφερθεί αρκετές μελέτες που δείχνουν ότι τα IEMOFs μπορούν εν δυνάμει να είναι καλά ροφητικά υλικά, έχουν πραγματοποιηθεί μόνο λίγες συστηματικές έρευνες για τις ιοντοανταλλακτικές τους ιδιότητες. Επιπλέον, τα παραδείγματα των IEMOFs που απομονώνονται σε μια τέτοια μορφή για να είναι εφικτή η χρήση τους σε στήλες ανταλλαγής ιόντων, που απαιτούνται για πρακτικές εφαρμογές, είναι σπάνια. Το παρόν ερευνητικό έργο έχει ως κύριο σκοπό να ξεπεράσει τους περιορισμούς των κοινών ροφητικών υλικών, να οδηγήσει σε νέα υλικά με άνευ προηγουμένου ικανότητες ανταλλαγής/ ρόφησης ιόντων και στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στήλης ανταλλαγής ιόντων για εφαρμογές στην επεξεργασία υδατικών αποβλήτων.

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Πολλά επιστημονικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη σε τοπικό και διεθνές επίπεδο θα προκύψουν από την υλοποίηση αυτού του έργου. Η έρευνα στη χημεία των MOFs είναι σημαντική όχι μόνο για τη συμβολή της στη βασική επιστημονική γνώση, αλλά και επειδή αυτή η κατηγορία υλικών έχει σημαντικές τεχνολογικές εφαρμογές. Μία από αυτές τις εφαρμογές περιλαμβάνει τη ρόφηση και την απομάκρυνση τοξικών ιόντων από υδατικά μέσα. Η ρύπανση από βαρέα μέταλλα και άλλους ανόργανους ρύπους στο υδάτινο περιβάλλον αναγνωρίζεται πλέον ως σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα σε πολλές χώρες. Ειδικά στις χώρες που βρίσκονται στην περιοχή της Μεσογείου, όπου οι υδάτινοι πόροι είναι περιορισμένοι, υπάρχει συνεχής ανάγκη ανάπτυξης οικονομικών και αποτελεσματικών μεθόδων για την αποκατάσταση και επαναχρησιμοποίηση των λυμάτων. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη την έκταση της έρευνας που έχει διεξαχθεί στο πεδίο των ροφητικών υλικών τοξικών ιόντων και την τεράστια αγορά αυτών των υλικών, η ανάπτυξη IEMOFs και των σύνθετών τους μπορεί να ανοίξει νέους ορίζοντες στην ταχέως αναπτυσσόμενη βιομηχανία ροφητικών υλικών.

Η σημασία της χρηματοδότησης

Η χρηματοδότηση αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχημένη περάτωση των ερευνητικών προγραμμάτων και την παραγωγή υψηλής ποιότητας επιστημονικών αποτελεσμάτων. Όσον αφορά το ανθρώπινο δυναμικό, ένας σημαντικός αριθμός νέων ερευνητών απασχολείται στο έργο, δίνοντας την ευκαιρία σε αυτούς, έμπειρους ή μη, να εξελιχθούν επιστημονικά, να αποκτήσουν σημαντική γνώση σε επιστημονικά πεδία αιχμής και να δώσουν ώθηση στη μελλοντική ακαδημαϊκή ή επαγγελματική τους σταδιοδρομία. Ένα σημαντικό μέρος των χρημάτων αυτών διατίθεται για την συμμετοχή της ερευνητικής ομάδας σε μία σειρά από συνέδρια και επιστημονικές ημερίδες, όπου παρουσιάζονται τα ερευνητικά αποτελέσματα στο ευρύ κοινό και ταυτόχρονα ευνοείται η ανταλλαγή επιστημονικών ιδεών σχετικών με το ερευνητικό αντικείμενο. Η χρηματοδότηση επίσης χρησιμοποιείται για την αγορά απαραίτητων αναλώσιμων και εργαστηριακού εξοπλισμού με σκοπό την ομαλή ολοκλήρωση του πειραματικού σχεδιασμού. Συνολικά, η χρηματοδότηση αποτελεί την κινητήρια δύναμη, όχι μόνο για τους συμμετέχοντες του έργου, αλλά και για ολόκληρη την επιστημονική κοινότητα, δεδομένων των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν από αυτή.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr