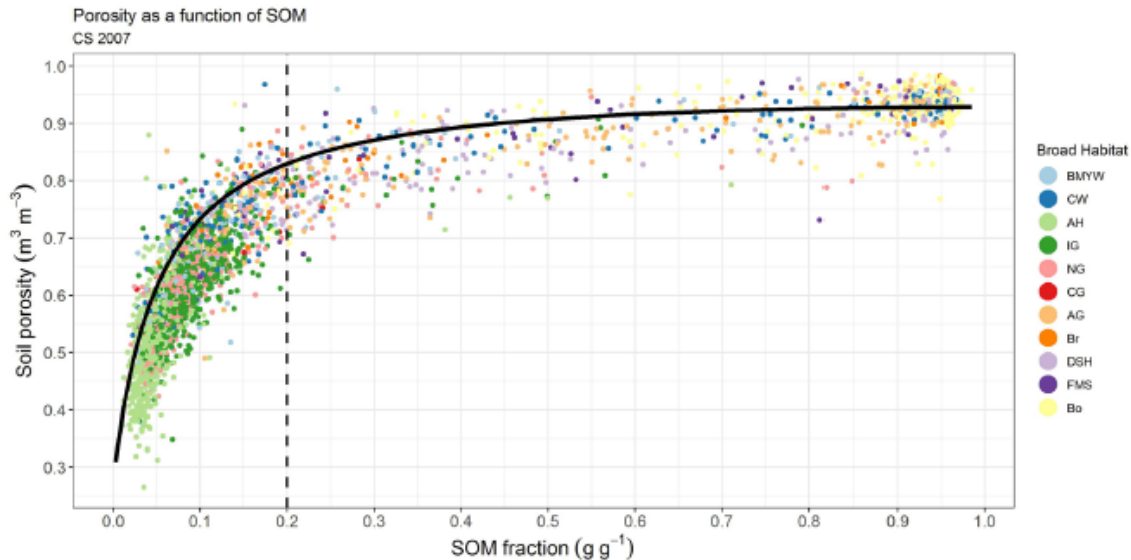


Θέμα 1. Χημικός Γεωργικός Ανεγεννητικός Μηχανικός

Η διάβρωση και ερημοποίηση της γης είναι ένα από τα προβλήματα που απειλούν την εξασφάλιση τροφής στις κοινωνίες μας. Εντατικές πρακτικές καλλιέργειας και η διατήρηση του εδάφους σε επίπεδα χαμηλής οικολογικής διαδοχής (grasslands, croplands) δεν επιστρέφουν αρκετή οργανική ύλη στο έδαφος με συνέπεια την πάκτωσή του και τη διάβρωσή του από τις βροχωπτώσεις, το οποίο τελικά οδηγεί σε ερημοποίηση (π.χ περιοχές Θεσσαλικού κάμπου).



Σχήμα 1. Δεδομένα διαφόρων εδαφών ως προς τη σχέση του ποσοστού οργανικής ύλης που περιέχουν με το πορώδες τους. Η μαύρη γραμμή είναι από το υπολογιστικό μοντέλο της έρευνας. Η διακεκομμένη γραμμή δείχνει τη μετάβαση από ανόργανο σε οργανικό χύμα. (Πηγή: DA Robinson et.al., Nature, 2022)

Το κτήμα του συγχωρεμένου μου παππού είναι παρατημένο 10 χρόνια και υπό κλίση. Αποτελείται κυρίως από πηλό και ιλύς με μέσο μέγεθος σωματιδίων $D_{p_{avop}} = 0.001 \text{ mm}$. Οι βροχές έχουν διαβρώσει το έδαφος και ειδικά το καλοκαίρι που ξεραίνεται γίνεται σκληρό σαν πέτρα. Από δείγματα χώματος βρήκα ότι το ποσοστό οργανικής ύλης στο έδαφος είναι μόλις 2%. Λογικό άρα που οι λεμονιές του παππού έχουν να δώσουν λεμόνι 5 χρόνια τώρα που δεν είναι κανένας στο κτήμα να τα φροντίζει αφού το νερό όταν βρέχει, τρέχει στην κατηφόρα και δεν έχει χρόνο να διεισδύσει στο έδαφος. Αποφασίζω λοιπόν να επαναφέρω γονιμότητα στο έδαφος και να αυξήσω τη διαβροχή με διάφορες τεχνικές, αλλά θέλω τη βοήθειά σου έξυπνε φοιτητή που τα χεις φρέσκα.

1) Συνδυάστε τις εξισώσεις Darcy και Kozeny για να εξαγάγετε μια σχέση για την διαπερατότητα k του χώματος **(0.5 μονάδα)**

$$\text{Darcy: } u_0 = \frac{k}{\mu L} \Delta P, \quad \text{Kozeny: } u_0 = \frac{\psi^2 D_p^2 \varepsilon^3}{150(1-\varepsilon)^2 \mu L} \Delta P$$

2) Συλλέγοντας βρόχινο νερό από τη σκεπή του σπιτιού μπορώ να έχω μερικά κυβικά νερό απόθεμα για πότισμα το χρόνο. Προτείνετε μου έναν από τους 3 τρόπους ποτίσματος παρακάτω και εξηγήστε ποιος θα έχει καλύτερη διείσδυση νερού στο επικλινές και πακτωμένο έδαφος του κτήματος. α) πότισμα με ψεκασμό με μπεκ (μέτρια ροή, πολύ εξάτμιση), β) πότισμα με σταγόνες (πολύ αργή ροή, ελάχιστη εξάτμιση), γ) πότισμα με πλημμυρισμό (πολύ μεγάλη ροή, μέτρια εξάτμιση) **(0.5 μονάδα)**

3) Μετά από 5 χρόνια αφού έχω ρίξει στο έδαφος αρκετή κοπριά, σπτιτικό κομπόστ, και ροκανίδι ξύλου το ποσοστό οργανικής ύλης επιφανειακά έχει αυξηθεί στο 10%. Με τα δεδομένα του διαγράμματος, βρείτε πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η νέα διαπερατότητα σε σχέση με την παλιά. Υποθέστε μέγεθος σωματιδίων οργανικής ύλης $D_{p_{opv}} = 0.06 \text{ mm}$ και σφαιρικότητα ίδια και στις 2 περιπτώσεις. **(0.5 μονάδα)**

4) Η γρήγορη αναγέννηση του εδάφους δεν ήταν εύκολη δουλειά, αλλά ήδη βλέπετε τα αποτελέσματα στα ζουμερά λεμόνια και στα όμορφα λουλούδια του κτήματος. Ο παππούς θα ήταν περίφανος! Επειδή όμως είμαι άπληστος, σκέφτομαι γιατί να μη πάω το ποσοστό οργανικής ύλης στο 20%; Αξίζει να μπώ στον ίδιο κόπο για να διπλασιάσω σύντομα το ποσοστό οργανικής ύλης και να καυχιέμαι ότι πλέον το χώμα μου είναι οργανικό και όχι ανόργανο, ή να το πάρω πιο χαλαρά αφού οι λεμονιές πήραν τα πάνω τους? Πόσες φορές μεγαλύτερη θα είναι η διαπερατότητα στο 20% σε σχέση με το 10% οργανικής ύλης? **(0.5 μονάδα)**

Θέμα 2. Απορρόφηση SO_2 με νερό

SO_2 από ένα ρεύμα αέρα απορροφάται με καθαρό νερό σε στήλη με πληρωτικά υλικά. Ο αέρας είναι 1.6% κατ' όγκο σε SO_2 και το γραμμομοριακό κλάσμα του αερίου στην έξοδο είναι $y_{\text{SO}_2, \text{out}}=0.004$. Οι γραμμομοριακές παροχές για το αέριο και υγρό αντίστοιχα είναι $G=0.062 \text{ kmol/s}$ και $L=2.2 \text{ kmol/s}$. Υποθέστε αραιά μίγματα (Σταθερές γραμμομοριακές παροχές L, G)

- 1) Υπολογίστε το γραμμομοριακό κλάσμα του SO_2 στο υγρό στην έξοδο της στήλης $x_{\text{SO}_2, \text{out}}$ **(0.5 μονάδα)**
- 2) Αν το μήκος της στήλης είναι 3 m και το N_{OG} είναι 8, υπολογίστε τον συντελεστή μεταφοράς μάζας $k_{g, \text{ολ}} \cdot a$ σε μονάδες $\text{kmol/m}^3 \cdot \text{s}$. Η διατομή της στήλης είναι $S=1.5 \text{ m}^2$. Θυμίζεται ότι $H_{\text{OG}}=G/(k_{g, \text{ολ}} \cdot a \cdot S)$ **(0.5 μονάδα)**
- 3) Αν χρησιμοποιήσετε διπλάσια ποσότητα νερού (L), αλλά μικρότερο μήκος στήλης ώστε το $y_{\text{SO}_2, \text{out}}$ να μην αλλάξει, βρείτε το νέο $x_{\text{SO}_2, \text{out}}$ **(0.5 μονάδα)**

Θέμα 3. Ιξωδόμετρο ρίψης σφαίρας

A) Στην εργαστηριακή άσκηση ρίψης σφαίρας για μέτρηση του ιξώδους ρευστού κάντε το σχήμα για την σφαίρα, τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του όταν αυτό έχει πιάσει την οριακή ταχύτητα U^∞ (η πυκνότητα της σφαίρας είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του ρευστού) **(0.5 μονάδα)**

B) Στη σχέση ισορροπίας δυνάμεων λύστε ως προς U^∞ και απλοποιήστε όσο γίνεται τη σχέση **(1 μονάδα)**

- i) Τι θα συμβεί στην U^∞ αν βάλω σφαίρα με μεγαλύτερη πυκνότητα?
- ii) Τι συμβαίνει στην U^∞ αν βάλω σφαίρα μικρότερης διαμέτρου?
- iii) Στη στήλη του πειράματος, η γλυκερίνη όντας υγροσκοπική, απορροφά υγρασία από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα το ιξώδες του ρευστού στο πάνω μέρος της στήλης να αλλάξει. Που περιμένετε μεγαλύτερη U^∞ ? Στο πάνω ή στο κάτω μέρος της στήλης?

Δίνονται:

$\mu_{\text{νερού}}=0.001 \text{ Pa s}$, $\mu_{\text{γλυκερίνη}}=1.412 \text{ Pa s}$, Δύναμη Stokes $F_{\text{st}}=6\pi\mu R U^\infty$, Δύναμη άνωσης: $F_b=V_{\text{σφαίρας}} \cdot \rho_{\text{ρευστού}} \cdot g$