

(Diffusion)

(Advection)

()

POLLUTE

:

Determination of the Diffusion Coefficients for Sandy and Clayey Soils and Prediction of the Contaminant Transport Through Sandy-Clayey Layers Using the Laboratory Models

K. Badv

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Urmia University

Abstract

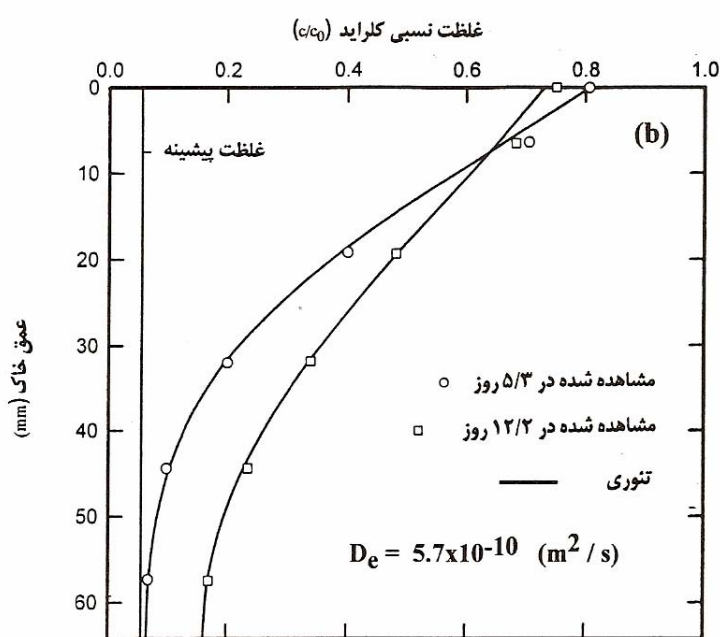
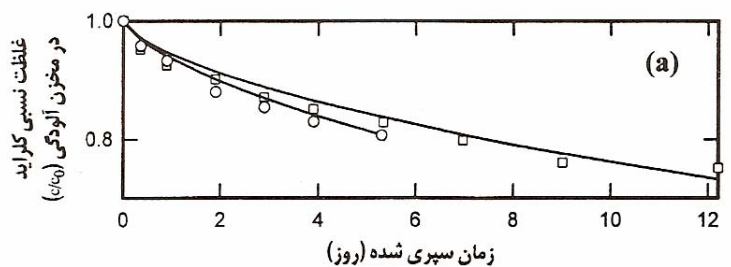
New methods for determination of the diffusion coefficients in granular and fine grained soils using the laboratory models were presented in this paper. Repeatable test results proved the accuracy of the obtained diffusion coefficients under applied boundary conditions. For simulation of the hydrogeologic conditions consisting of two layered soils (fine grained soil over a granular soil) a laboratory model was designed and the model behavior was accurately predicted using the predetermined diffusion coefficients and the PIPING model. The contaminant transport mechanisms in these tests were advection and diffusion and the observations showed that due to low seepage velocity under applied boundary conditions, diffusion is the dominant mechanism.

Key words: Diffusion Coefficient, The Contaminant transport, Advection and Diffusion, Double Layers Soil, Laboratory Models

...				/
				-
z	$= c$	۳۷		۲
)	$= \theta; t$	۳۸		۳
$=v$ (	$n = \theta$	۳۹		۴
	$v_a = nv$)	۴۰		۵
	$= k_d$	$= \rho$ (	۴۱	۶
)	$= D$	۴۲		۷
	(Dispersion	۴۳		۸
	) D_{md}	۴۴		۹
	D_e (Mechanical Dispersion	۴۵	[2,1]	۱۰
		۴۶		۱۱
$D = D_{md} + D_e$	()	۴۷		۱۲
		۴۸		۱۳
	(D_e)	۴۹		۱۴
	Rowe .	۵۰		۱۵
()		۵۱		۱۶
()		۵۲	[3]	۱۷
	() $(\theta = n)$	۵۳		۱۸
	[3] $(\theta < n)$	۵۴		۱۹
		۵۵		۲۰
$D_e = \frac{D_e(ref)\theta}{\theta_{ref}}$	()	۵۶		۲۱
		۵۷		۲۲
	$= D_e$	۵۸		۲۳
$= \theta$	$D_{e(ref)}$	۵۹		۲۴
	$\theta_{ref} = n$	۶۰		۲۵
		۶۱		۲۶
		۶۲		۲۷
		۶۳		۲۸
		۶۴		۲۹
		۶۵		۳۰
		۶۶		۳۱
()		۶۷		۳۲
		۶۸		۳۳
			[5,4]	۳۴
$\frac{1}{2}$	POLLUTE	۶۹	$(\theta + \rho k_d) \frac{\delta c}{\delta t} = \theta D \frac{\delta^2 c}{\delta z^2} - \theta v \frac{\delta c}{\delta z}$	() ۳۵
				۳۶



	۱۰۷	(Finite Layer Technique)	۷۰
	۱۰۸		۷۱
	۱۰۹	[6]	۷۲
	۱۱۰		۷۳
	۱۱۱		۷۴
	۱۱۲		۷۵
	۱۱۳		۷۶
	۱۱۴		۷۷
	۱۱۵		۷۸
	۱۱۶		۷۹
	۱۱۷	(/)	۸۰
	۱۱۸		۸۱
	۱۱۹		۸۲
	۱۲۰	)	۸۳
	۱۲۱		۸۴
	۱۲۲		۸۵
[ClNa]	۱۲۳	(barrier)	۸۶
	۱۲۴		۸۷
	۱۲۵		۸۸
	۱۲۶	/	۸۹
	۱۲۷	()	۹۰
	۱۲۸	)	۹۱
Pneumatic Porewater squeeze)	۱۲۹	(/)	(Plexiglass) ۹۲
	۱۳۰	apparatus /	۹۳
	۱۳۱	(	۹۴
	۱۳۲		۹۵
	۱۳۳		۹۶
	۱۳۴	)	۹۷
	۱۳۵	[ClNa]	۹۸
	۱۳۶	([Cl]	۹۹
	۱۳۷	(Source Reservoir)	۱۰۰
	۱۳۸	()	۱۰۱
	۱۳۹	()	۱۰۲
	۱۴۰		۱۰۳
	۱۴۱		۱۰۴
POLLUTE	۱۴۲		۱۰۵
	۱۴۳		۱۰۶



()

(a)

(b)

()

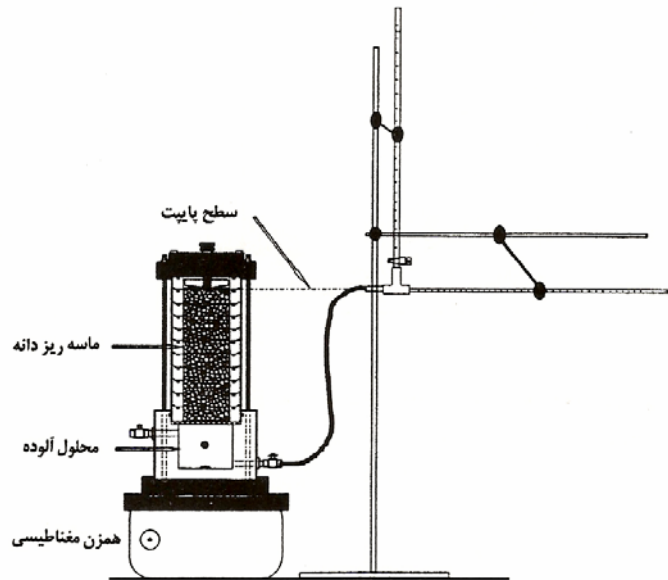
()

۱۹۴
۱۹۵

۱۹۱
۱۹۲
۱۹۳
۱۹۶
۱۹۷
۱۹۸
۱۹۹

/	/	(mm)
۰/۳۱-۰/۲۸	/ - /	(θ)
۹۶/۳		(%)
۱۷۶۰		(mg/l)
۱۲/۲	/	()
/ * -	/ * -	(m^2/s)

۲۰۰
۲۰۱
۲۰۲
۲۰۳
۲۰۴
۲۰۵
۲۰۶
۲۰۷
۲۰۸
۲۰۹
۲۱۰
۲۱۱
۲۱۲
۲۱۳
۲۱۴
۲۱۵
۲۱۶



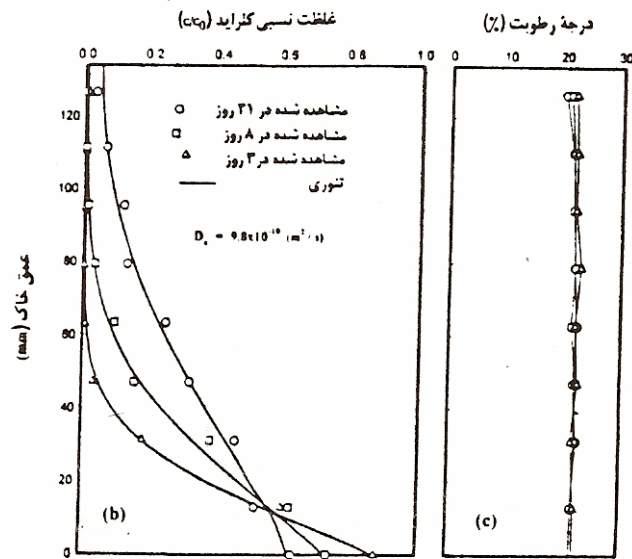
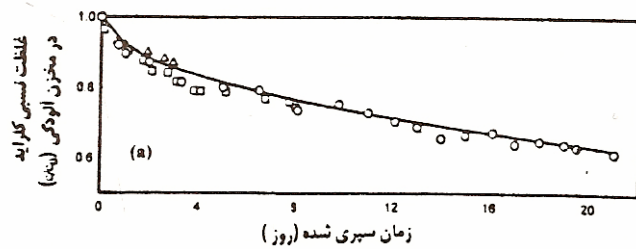
۲۱۹
۲۲۰

[ClNa]

۲۱۷
۲۱۸

()	۲۳۰	()	۲۲۱
	۲۳۱		۲۲۲
	۲۳۲		۲۲۳
/ * (m ² /s)	۲۳۳	[CINa]	۲۲۴
	۲۳۴		۲۲۵
()	۲۳۵		۲۲۶
	۲۳۶		۲۲۷

[7] (Wash Method)



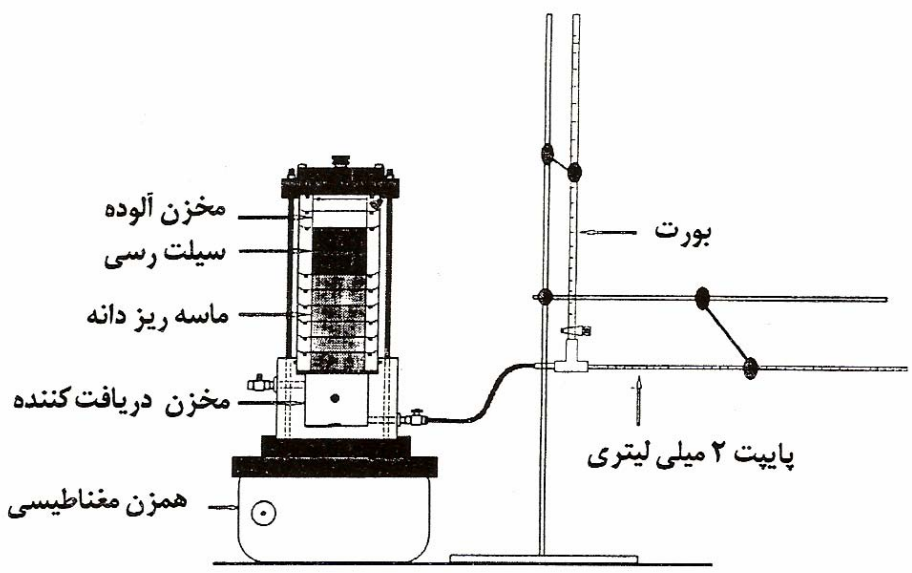
() (a) (b) (c)

()	۲۶۶	-	۲۶۱
()	۲۶۷		۲۶۲
()	۲۶۸		۲۶۳
	۲۶۹	()	۲۶۴
	۲۷۰		۲۶۵

- ۲۲۱
- ۲۲۲
- ۲۲۳
- ۲۲۴
- ۲۲۵
- ۲۲۶
- ۲۲۷
- ۲۲۸
- ۲۲۹
- ۲۳۷
- ۲۳۸
- ۲۳۹
- ۲۴۰
- ۲۴۱
- ۲۴۲
- ۲۴۳
- ۲۴۴
- ۲۴۵
- ۲۴۶
- ۲۴۷
- ۲۴۸
- ۲۴۹
- ۲۵۰
- ۲۵۱
- ۲۵۲
- ۲۵۳
- ۲۵۴
- ۲۵۵
- ۲۵۶
- ۲۵۷
- ۲۵۸
- ۲۵۹
- ۲۶۰
- ۲۶۱
- ۲۶۲
- ۲۶۳
- ۲۶۴
- ۲۶۵

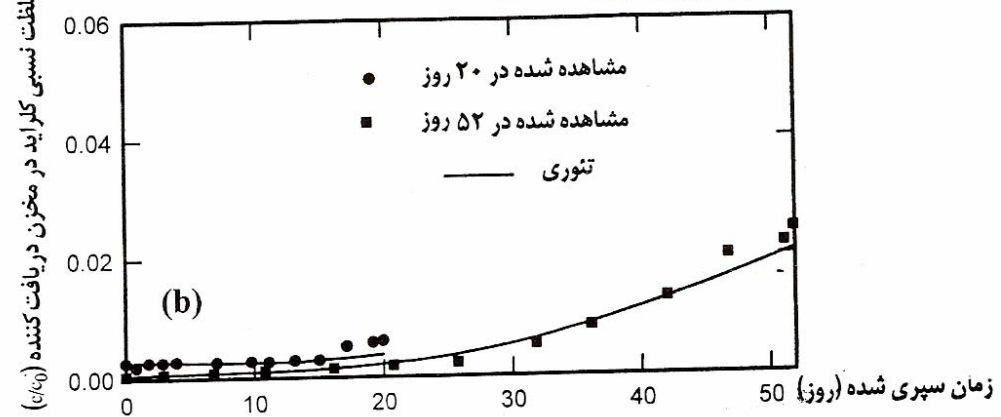
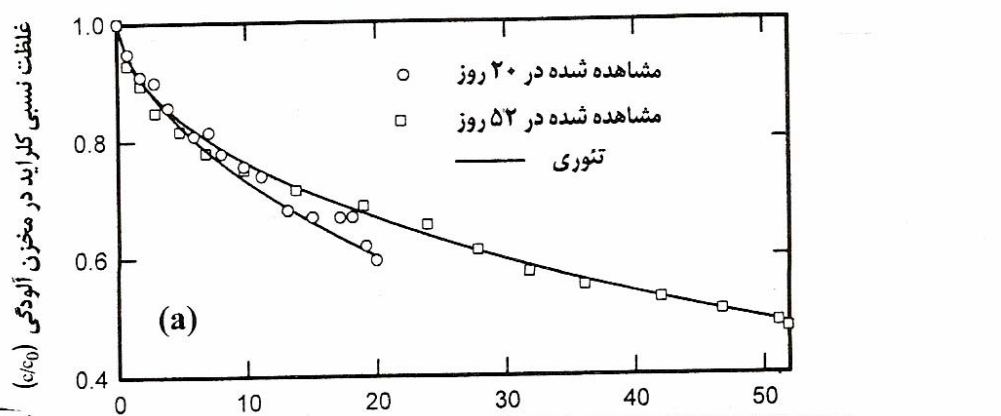
	۲۷۶		۲۷۱
	۲۷۷		۲۷۲
Receptor)	۲۷۸	()	۲۷۳
	(Reservoir ۲۷۹ Source)		۲۷۴
		(Reservoir	۲۷۵
			۲۸۰
		-	۲۸۱
			۲۸۲

			(mm)
% - %	% - %	% - %	(θ)
			(%)
			(mg/l)
			()
/ * -	/ * -	/ * -	(m ² /s)



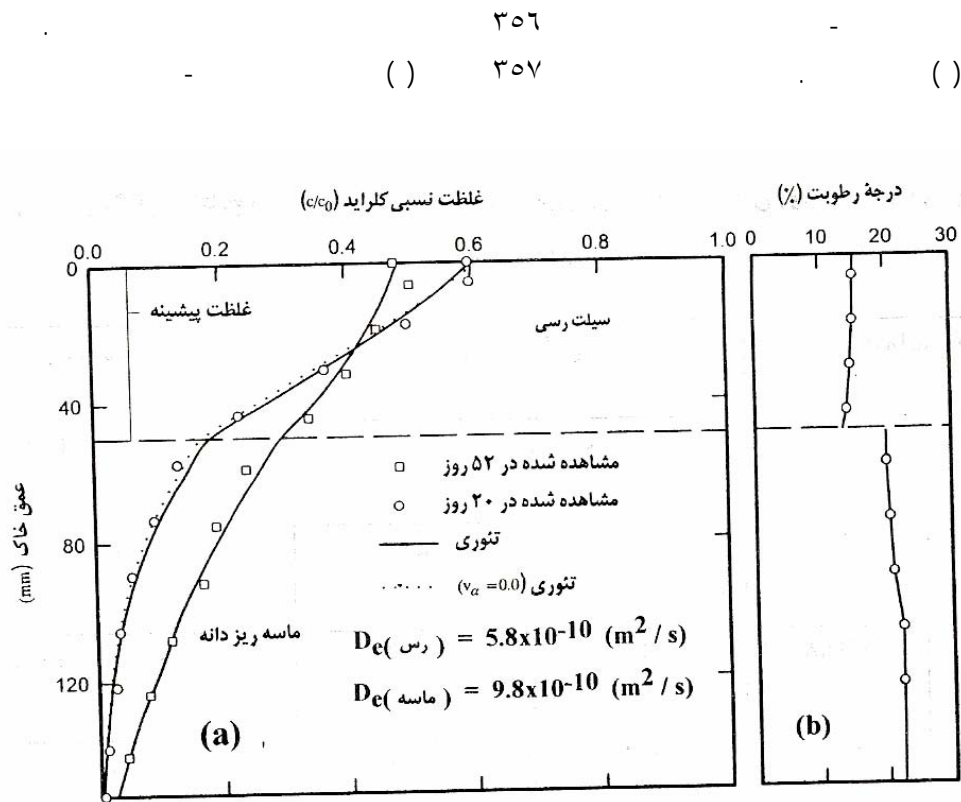
۲۸۳
۲۸۴
۲۸۵
۲۸۶
۲۸۷
۲۸۸
۲۸۹
۲۹۰
۲۹۱
۲۹۲
۲۹۳
۲۹۴
۲۹۵
۲۹۶
۲۹۷
۲۹۸
۲۹۹
۳۰۰

۳۱۷	)	۳۰۱
۳۱۸	(	۳۰۲
۳۱۹		۳۰۳
۳۲۰		۳۰۴
۳۲۱		۳۰۵
۳۲۲		۳۰۶
۳۲۳		۳۰۷
۳۲۴	()	۳۰۸
۳۲۵		۳۰۹
۳۲۶		۳۱۰
۳۲۷		۳۱۱
۳۲۸		۳۱۲
۳۲۹		۳۱۳
) (a) ۳۳۰		۳۱۴
(b) (۳۳۱		۳۱۵
		۳۱۶
		۳۳۲
		۳۳۳
		۳۳۴
		۳۳۵
		۳۳۶
		۳۳۷
		۳۳۸
		۳۳۹
		۳۴۰
		۳۴۱
		۳۴۲
		۳۴۳
		۳۴۴
		۳۴۵
		۳۴۶
		۳۴۷
		۳۴۸
		۳۴۹
		۳۵۰
		۳۵۱
		۳۵۲



(b)

(a)



	۳۵۶	۳۵۳
()	۳۵۷	۳۵۴
		۳۵۵
		۳۵۸
		۳۵۹
		۳۶۰
		۳۶۱
		۳۶۲
		۳۶۳
		۳۶۴
		۳۶۵
		۳۶۶
		۳۶۷
		۳۶۸
		۳۶۹
		۳۷۰
		۳۷۱
		۳۷۲
		۳۷۳
		۳۷۴
		۳۷۵
() (b) (a)	۳۹۰	۳۷۶
	۳۹۱	۳۷۷
	۳۹۲	۳۷۸
	POLLUTE ۳۹۳	۳۷۹
	۳۹۴	۳۸۰
()	۳۹۵	۳۸۱
	۳۹۶	۳۸۲
	۳۹۷	۳۸۳
()	۳۹۸ POLLUTE	۳۸۴
ROLLUTE	۳۹۹	۳۸۵
()	$(v_a=0_{m/s})$ ۴۰۰	۳۸۶
()	۴۰۱	۳۸۷
	۴۰۲	۳۸۸
	۴۰۳	۳۸۹

406	($v_a = \frac{1}{\alpha} = \dots$ m ² /s)	404
407		405
		408
		409
		410
		411

				(mm)
/	/	/	/	(θ)
/	/	/	/	(%)
				(mg/l)
				()
/ * -	/ * -	/ * -	* -	(m ² /s)

	412
428	413
429	- 414
430	415
POLLUTE 431	416
432	417
433	418
434	419
435	420
[1] Schackelford, C.D., and Daniel, D.E., 1991. 436	421
“Diffusion in a saturated soil. II: Results for 437	422
compacted clay.”, Journal of Geotechnical 438	423
Engineering, ASCE, Vol. 33 No. 3, 485-505. 439	
[2] Rowe, R.K, Caers, C.J., and Barone, F., 1988. 440	424
“Laboratory determination of diffusion and 441	425
distribution coefficients using undis-turbed 442	426
soil.” Canadian Geotechnical Journal, Vol. 25, 443	427
108-118. 444	428

[6] Rowe, R.K., and Booker, J.R., 1994. "POLLUTE-V6. A program for modeling pollutant migration through soil." Geotechnical Research Center, The University of Western Ontario, Canada. 497-507

[7] Bartone, F.S., Rowe, R.K., and Quigley, R.M., 1990 "Laboratory determination of chloride diffusion coefficient in an intact shale." Canadian Geotechnical Journal, Vol. 27, 177-184. 502-505

[3] Rowe, R.K., and Badv, K., 1996. "Advective-Diffusive contaminant migration in unsaturated sand and gravel." Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 122, No. 12, 965-975. 498-501

[4] Goodall, D.C., and Quigley, R.M., 1977. "Pollutant migration from two sanitary landfill sites near Sarnia, Ontario." Canadian Geotechnical Journal, vol. 14, 223-226. 502-503

[5] King, K.S., Quigley, R.M., Fernandez, F., Reades, D.W., and Bacopoulos, A., 1993. "Hydraulic conductivity and diffusion monitoring of the Keele Valley landfill liner, Maple, Ontario, Canada." Canadian Geotechnical Journal, Vol. 30, 124-134. 499-507