

اثر عمق سطح ایستابی روی آبدهی ویژه خاک در جریان، یک بعدی ودو بعدی هنگام زهکشی

محمد افلاطونی

استادیار گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ وصول بیست و پنجم آبان ماه ۱۳۷۱

چکیده

بمنظور بررسی اثر عمق سطح ایستابی روی آبدهی ویژه نیمرخ خاک، آزمایشی روی یک خاک لومی شنی هنگام زهکشی در جریان یک بعدی و دو بعدی در آزمایشگاه انجام پذیرفت و روش محاسبه این پارامتر با کمک آزمایش تجربی مورد ارزیابی قرار گرفت .

برای جریان یک بعدی از یک استوانه فلزی بقطر ۴۵ و ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر محتوی خاک مورد نظر که در کف آن یک زهکش تعبیه شده بود استفاده بعمل آمد . در جریان دو بعدی یک مدل آزمایشگاهی محتوی همان خاک بکار رفت که دو زهکش بقطر ۵ میلیمتر بفاصله ۱۰۰ سانتی متر در کف آن تعبیه شده بود . بطور کلی نتایج محاسبات و اندازه گیری نشان داد که آبدهی ویژه این خاک نسبت به افزایش عمق سطح ایستابی افزایش پیدا میکند . آبدهی ویژه خاک مورد نظر در جریان یک بعدی و دو بعدی در لایه های سطحی خاک تقریباً یکسان و برای لایه های عمیق تر مقدار آن در جریان یک بعدی بیشتر از جریان دو بعدی بود که علت آن وجود افت انرژی بیشتر وعدم وجود تعادل کامل در جریان دو بعدی میباشد . آبدهی ویژه اندازه گیری شده بعلت محبوس شدن هوا هنگام اشباع شدن خاک و مقاومت موجود در سرراه جریان به زهکشا باندازه ۳۵ درصد در جریان یک بعدی و ۵۷ درصد در جریان دو بعدی کمتر از مقدار محاسبه شده بود . علت افزایش آبدهی ویژه نسبت به افزایش عمق سطح ایستابی ، تخلیه آب باقی مانده در لایه های بالائی خاک ناشی از ایجاد شرایط مکش بیشتر هنگام افت سطح ایستابی می باشد . بعبارت دیگر با پائین افتادن سطح ایستابی ، طبقات بالائی خاک تحت مکش بیشتر قرار گرفته و فضاهای کوچکتر نیز قادر به تخلیه میگرددند . از طرف دیگر نتایج محاسبات در جریان دو بعدی روی یک خاک لومی شنی دیگر نشان داد که آبدهی ویژه تقریباً در تمام پروفیل خاک ثابت میباشد و بدین ترتیب فرض ثابت بودن آبدهی ویژه فقط در بعضی از خاکها صادق است .

مقدمه

آبدهی ویژه^۱ خاک یکی از پارامتری مهم تعیین نوسان سطح ایستابی در پروفیل خاک بوده که در طراحی سیستم های زهکشی بعنوان یک ضریب هیدرو دینامیکی حائز اهمیت است. برای حل معادلات جریان غیر ماندگار آب بدرون زهکشهای موازی از طریق تحلیلی و یا عددی این ضریب را معمولاً برای تمام پروفیل خاک ثابت در نظر میگیرند. منظور از آبدهی ویژه خاک عبارتست از مقدار حجم آب در واحد سطح خاک که در اثر افت سطح ایستابی باندازه یک واحد تحت قوه ثقل میتواند خارج گردد. روشهای مختلفی برای تعیین آبدهی ویژه خاک تاکنون ارائه شده است (۴، ۵، ۱۰ و ۱۲). در واقع آبدهی ویژه در نیمرخ خاکها ثابت نبوده بستگی به بافت، نوع و عمق خاک دارد. آزمایش نشان داده که در اغلب خاکهای زراعی با افزایش عمق سطح ایستابی آبدهی ویژه تدریجاً افزایش پیدا مینماید (۲ و ۱۲). متأسفانه روشهای اندازه گیری این ضریب نیاز به اندازه گیری حجم آب زهکشی برای سطح ایستابی مختلف دارد که عملاً خسته کننده و وقت گیر است لذا محاسبه این پارامتر با کمک منحنی خصوصیات رطوبتی خاک (۴ و ۵) آسان تر می باشد. هدف از این آزمایش اندازه گیری آبدهی ویژه خاک در حال زهکشی در جریان یک بعدی و دو بعدی، ارزیابی روش محاسبه این پارامتر در جریان یک بعدی و تعمیم آن به جریان دو بعدی و نهایتاً مقایسه مقادیر محاسبه شده و اندازه گیری شده در هر دو جریان می باشد.

مواد و روشها

اندازه گیری آبدهی ویژه: برای اندازه گیری آبدهی ویژه در جریان یک بعدی هنگام زهکشی از یک استوانه از جنس آهن گالوانیزه بقطر ۴۵ و ارتفاع ۱۰۰ سانتی متر محتوی یک خاک لومی شنی تا جرم مخصوص ۱/۴۸ گرم بر سانتی متر مکعب استفاده بعمل آمد (شکل ۱) و تراکم خاک بادستگاه مخصوص^۲ انجام پذیرفت. در کف این استوانه یک لایه سنگ ریزه به ضخامت ۵ سانتی متر به منظور کاهش افت انرژی قرار داده شد. در کنار استوانه و بافاصله ۸ سانتی متر از کف، یک پیزومتر شیشه‌ای بقطر یک سانتی متر نصب شد که توسط آن عمق سطح استاتیک آب نسبت به سطح خاک قابل اندازه گیری بود. برای تنظیم دبی

خروجی یک شیر فلکه در انتهای زهکش نصب شد. در مدت زمان بین باز کردن و بستن شیر فلکه وزن آب خارج شده از خاک توسط یک ترازوی حساس (تا ۰/۱ گرم) اندازه گیری شد. پس از بسته شدن شیر فلکه و رسیدن بحالت تعادل کامل سطح استاتیک آب در خاک و پیزومتر برابر بود. در فاصله زمانی بین باز و بسته کردن شیر فلکه، سطح استاتیک آب باندازه h (شکل ۱) پائین می افتاد که این مقدار بستگی به حجم تخلیه آب داشت. قبل از آزمایش، با اتصال شیلنگ مخصوص به انتهای لوله زهکش و یک مخزن آب، یک بار هیدرولیکی ایجاد کرده بطوریکه ستون خاک از پائین اشباع گردد. ابتدا ستون خاک اشباع و تخلیه گردید تا اینکه خاک درون استوانه تثبیت گردد، پس از آن ستون مجدداً از پائین اشباع و برای جلوگیری از تبخیر یک روکش پلاستیکی در سطح خاک قرار داده شد. با باز کردن شیر فلکه مقدار معینی آب ثقلی خارج می شد و پیزومتر در این هنگام عدد صفر را نشان می داد و با بستن شیر فلکه آب درون پیزومتر بالا می رفت تا اینکه بحالت تعادل برسد. وقتی که ارتفاع سطح آب درون پیزومتر بالا می رفت تا اینکه به حالت تعادل برسد و ثابت باقی می ماند، فرض می شد که تمام آب ثقلی بالای سطح ایستابی کاملاً تخلیه شده است. با اندازه گیری فاصله سطح آب در پیزومتر و سطح خاک هنگام تعادل عمق سطح ایستابی h اندازه گیری می شد. وزن آبی که قبلاً از لایه خاک با ضخامت h تخلیه شده بود با ترازو مطابق شکل ۱ نیز اندازه گیری می گردید. عمل باز و بسته کردن شیر فلکه چندین بار تکرار شد تا آب ثقلی لایه های مختلف خاک تخلیه گردد. حجم آب تخلیه شده جمعاً در واحد سطح استوانه برای هر عمق سطح ایستابی را نسبت بهم رسم کرده و شیب منحنی بدست آمده برابر آبدهی ویژه عمق مورد نظر بود. از زمان بستن شیر فلکه، مدت کافی در نظر گرفته می شد تا جریان آب ثقلی از لایه های خاک کاملاً قطع گردد (حالت تعادل).

بمنظور اندازه گیری آبدهی ویژه در جریان دو بعدی، از یک مدل آزمایشگاهی از جنس پلکسی گلاس محتوی همان خاک لومی شنی استفاده بعمل آمد و زهکش لوله‌ای هر یک بقطر ۵ میلی متر بافاصله ۱۰۰ سانتی متر مطابق شکل ۲ در کنار مدل تعبیه شد. طول، ارتفاع و عرض مدل به ترتیب برابر ۱۰۰، ۵۵ و ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. مدل روی پایه های فلزی با ارتفاع ۱۰۰ سانتی

حجم آب زهکشی (یا مقدار هوای جایگزین شده در خلل و فرج خاک پس از خروج آب ثقیلی) از رابطه زیر محاسبه گردید :

$$V_a = \int_0^Z [\theta_s(Z) - \theta(Z)] dz \quad (1)$$

در معادله (۱) ، $\theta(Z)$ ، توزیع رطوبت خاک در حال تعادل با سطح ایستابی Z می باشد که از روی منحنی خصوصیات رطوبتی خاک^۱ قابل محاسبه است و $\theta_s(Z)$ توزیع رطوبت در حالت اشباع بوده که در سر تا سر ستون خاک ثابت در نظر گرفته شده است . آبدهی ویژه برای عمق سطح ایستابی Z بصورت زیر محاسبه گردید :

$$F(Z) = \frac{V_a (\Delta Z + Z) - V_a(Z)}{\Delta Z} = \frac{\Delta V_a}{\Delta Z} \quad (2)$$

برای حل معادلات ۱ و ۲ یک برنامه کامپیوتری نوشته شد. در جریان دو بعدی عمق سطح ایستابی و توزیع رطوبت بالای سطح ایستابی نسبت به فاصله از زهکشها متغیر است (شکل ۴) . وقتی که سطح ایستابی از حالت ۱ به حالت ۲ میرسد ، تغییرات حجم آب زهکش متناسب با سطح شورزده مابین دو منحنی در شکل ۴ خواهد بود . بفرض اینکه سطح ایستابی باندازه $Z(X)$ پائین رود رطوبت خاک با این سطح در حال تعادل باشد ، قسمت غیر اشباع را مطابق شکل ۴ به چند ستون عمودی هر یک به عرض $\Delta(X)$ و ارتفاع $Z(X)$ تقسیم نموده ، لذا حجم کل آب زه کشی شده از خاک با عرض H پس از رسیدن سطح ایستابی به حالت ۱ برابر است با:

$$V_a = \sum_{i=1}^n (V_a)_i$$

$$\bar{V}_a = [\theta_s - \theta(X_1, Z)] Z_1 \Delta X_1 H + [\theta_s - \theta(X_2, Z)] Z_2 \Delta X_2 H + \dots \quad (3)$$

در معادله ۳ هر یک از ستون های بالای سطح ایستابی در شکل ۴ مشابه یک ستون انفرادی در نظر گرفته شده است . حال اگر $d_A = Z \Delta x$ باشد ، متوسط عمق آب خارج شده توسط نیروی ثقل برابر است با :

$$\bar{V}_a = \frac{\int_A [\theta_s - \theta(X, Z)] \cdot dA \cdot H}{L \cdot H} \quad (4)$$

$$= \frac{\int_A [\theta_s - \theta(X, Z)] dA}{L} \quad (5)$$

که در آن $\theta(X, Z)$ ، توزیع رطوبت در ناحیه غیر اشباع بالای سطح ایستابی در عمق Z و در فاصله X از محور زه کش می باشد . متوسط عمق سطح ایستابی برابر است با :

متر قرار داده شد. بمنظور کنترل فشار آب در حالت استاتیک، سه دریف پیزومتر شیشه ای هریک بقطر یک سانتی متر روی مدل تعبیه گردید (شکل ۲) . در هر ردیف ۵ پیزومتر و کف اولین ردیف نزدیک محور زهکشها قرار داشت . در انتهای هر یک از زهکش های لوله ای یک شیر فلکه تنظیم دبی تعبیه شد . با اتصال یک شیلنگ مخصوص به انتهای هر یک از زهکشها و یک مخزن آب، عمل اشباع کردن خاک از پایین امکان پذیرگشت که این عمل برای کاهش هوای محبوس در خلل و فرج خاک صورت می گرفت. وزن آب زهکش با کمک دو ترازوی حساس (تا ۰/۰۱ گرم آب) اندازه گیری می شد. ابتدا خاک درون مدل کاملاً اشباع و سپس تخلیه گردید تا خاک تثبیت گردد. مجدداً مدل را تا سطح خاک اشباع کرده و شیر فلکه زهکشها هم زمان باز گردیدند . وزن آب زه کشی هنگام باز بودن زه کشها اندازه گیری شد و سپس شیر فلکه ها بلافاصله بسته شدند. هنگام باز بودن شیر فلکه ها، سطح آب در پیزومترها سریع کاهش یافت و چند میلی متر بالاتر از محور زه کشها بشکل یک نیم بیضی قرار گرفت. پس از بستن شیر فلکه ها ، ارتفاع سطح آب درون پیزومترها تدریجاً افزایش می یافت و پس از مدتی ثابت باقی می ماند بطوریکه سطح آب در تمام پیزومترها در ارتفاع یکسان قرار می گرفت . از روی عمق سطح آب در پیزومترها عمق لایه زهکش شده بدست می آمد . با تکرار این آزمایش برای عمق های مختلف سطح ایستابی ، حجم آب تخلیه شده در واحد سطح خاک نسبت عمق سطح ایستابی رسم گردید و شیب این منحنی در هر عمق نماینده آبدهی ویژه خاک در عمق مورد نظر بود.

محاسبه آبدهی ویژه : برای محاسبه آبدهی ویژه در جریان یک بعدی و دو بعدی از روش دوک استفاده بعمل آمد (۴) . در یک ستون خاک یکنواخت نیمرخ رطوبت در حال تعادل با سطح ایستابی از منحنی رطوبتی خاک تبعیت می نماید (۱۰) . این منحنی بطور شماتیک در اشکال ۳ و ۵ نشان داده شده است . سطح هاشورزده بین منحنی و نقطه اشباع خاک نماینده مقدار آب زهکشی شده V_a برای سطح ایستابی Z می باشد (شکل ۳) . با افزایش عمق Z باندازه ΔZ ، حجم آب زهکشی شده V_a نیز افزایش پیدا می نماید . با رسم V_a نسبت به Z و تعیین شیب منحنی بدست آمده ، آبدهی ویژه خاک در عمق مورد نظر محاسبه گردید.

بعدی برابر ۰/۰۳ می باشد. در عمق ۴۰ سانتی متری، آبدهی ویژه برای جریان یک بعدی برابر ۴/۰ و برای جریان دو بعدی ۰/۰۴۴ می باشد. در عمق ۵۰ سانتی متری، آبدهی ویژه جریان یک بعدی برابر ۰/۰۹۲ و برای جریان دو بعدی برابر ۰/۰۵ است. بنابراین، در عمق کم سطح ایستابی، آبدهی ویژه در دو جریان تقریباً نزدیک است در حالیکه در عمق زیاد (بیشتر از ۴۰ سانتی متری) آبدهی ویژه برای جریان یک بعدی در عمق یکسان بیشتر از جریان دو بعدی است. علت کاهش زیاد آبدهی ویژه اندازه گیری نسبت به مقادیر محاسبه شده در جریان دو بعدی ظاهراً وجود افت انرژی اضافی اطراف زهکشها و افزایش مقاومت به جریان میباشد. در واقع بنظر میرسد در جریان دو بعدی در قسمت غیر اشباع حوالی زهکشها، رطوبت خاک بحالت تعادل نرسیده و بعلت کم بودن فاصله زهکشها (۱۱) فرض تعادل کامل صحیح نباشد. روین (۹) با حل معادله جریان به روش عددی و مقایسه دبی اندازه گیری و محاسبه شده زهکشها با استفاده از یک مدل زه کشی کوچک بطول ۶۰ سانتی متر نشان داد که نیمرخ خاک در حوالی زهکشها در مدت زمان کوتاهی به حالت تعادل نمی رسد و جریان آب ثقلی مدتی ادامه خواهد داشت. همانطور که در اشکال ۸ و ۹ مشاهده میشود، افزایش آبدهی ویژه نسبت به عمق سطح ایستابی چه در جریان یک بعدی و چه در جریان دو بعدی ناشی از خارج شدن آب باقی مانده (افزایش حجم آب زه کشی ناشی از افزایش عمق سطح ایستابی) طبقات بالائی بعلت کاهش فشار آب میباشد. وقتیکه سطح ایستابی از یک ارتفاع معین به ارتفاع پائین تر تنزل می نماید (افزایش عمق باندازه ΔZ)، علاوه بر خارج ساختن آب ثقلی لایه مربوطه، آب ثقلی طبقات بالاتر را نیز تحت تاثیر قرار میدهد که نهایتاً حجم آب زه کشی را بیشتر می نماید. البته در صورتیکه مدت زمان کافی برای رسیدن به حالت تعادل نگذشته باشد، آب ثقلی طبقات بالاتر میتواند برای لایه زیرین محسوب گردد. این پدیده در شکل ۵ بطور شماتیک نشان داده شده است. وقتیکه سطح ایستابی در حالت (۱) قرار دارد، حجم آب زه کشی را برابر V_{a1} و زمانیکه سطح ایستابی از ارتفاع (۱) به (۲) تنزل می نماید، حجم آب زه کشی برای حالت (۲) برابر V_{a2} و تغییرات حجم آب زه کشی برای اختلاف ارتفاع ΔZ متناسب با سطح ها شورزده بین دو منحنی میباشد. رطوبت سطح خاک در حال تعادل

$$\bar{Z} = \frac{H \int_0^L Z(X) dx}{L.H} = \frac{\int_0^L Z(X) dx}{L} \quad (6)$$

مقادیر \bar{Z} و \bar{V}_a را نسبت بهم روی محورهای مختصات رسم کرده و شیب منحنی حاصل در عمق های مختلف \bar{Z} ، آبدهی ویژه در عمق مورد نظر را بدست میدهد.

$$F(\bar{Z}) = \frac{d\bar{V}_a}{d\bar{Z}} = \frac{d\bar{V}_a/dt}{d\bar{Z}/dt} \quad (7)$$

که در آن $\frac{d\bar{V}_a}{d\bar{Z}}$ شدت افزایش تخلیه آب و $\frac{d\bar{Z}}{dt}$ سرعت افزایش عمق خاک غیر اشباع میباشد. در معادله ۶ منحنی تغییرات سطح ایستابی هنگام زهکشی بیضی^۱ و بصورت زیر فرض شده است (شکل ۴):

$$m^2 = 4m^2 \left(\frac{X}{L} - \left(\frac{X}{L} \right)^2 \right) \quad (8)$$

که در آن m حداکثر بار در فاصله $X = \frac{1}{2}$ نسبت به محور زهکشی می باشد. مقدار $Z(X)$ در معادله ۶ را از رابطه زیر میتوان بدست آورد:

$$Z(X) = D - m(X)$$

که در آن D عمق زهکشها میباشد. پس از محاسبه $Z(X)$ ، مقدار $\theta(X,Z)$ را از روی - منحنی خصوصیات رطوبتی خاک میتوان تعیین کرد.

نتایج و بحث

خصوصیات رطوبتی خاک لومی شنی در این آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج محاسبه و اندازه گیری شده حجم آب زه کشی نسبت به عمق سطح ایستابی برای جریان یک بعدی و دو بعدی به ترتیب در شکل های ۶ و ۷ مقایسه شده است. نتایج محاسبه و اندازه گیری شده آبدهی ویژه نیز برای جریان یک بعدی و دو بعدی به ترتیب در اشکال ۸ و ۹ مقایسه شده است.

در جریان یک بعدی چون با افزایش عمق سطح ایستابی حجم آب زه کشی نیز افزایش پیدا می نماید، شیب این منحنی (آبدهی ویژه) نیز با افزایش عمق سطح ایستابی افزایش پیدا می نماید (شکل های ۶ و ۸). در جریان دو بعدی همین پدیده باروند یکسان در شکل های ۷ و ۹ مشاهده میگردد. بطور کلی در جریان یک بعدی و دو بعدی آبدهی ویژه نسبت به عمق سطح ایستابی افزایش پیدا می نماید ولی این افزایش در دو حوزه جریان باهم اختلاف دارند. هنگامیکه عمق سطح ایستابی باندازه ۲۰ سانتی متر پائین رود، آبدهی ویژه در جریان یک بعدی برابر ۰/۰۲۴ و در جریان دو

درشت میباشند . در صورت وجود مکش ، آب را سریع تخلیه می نمایند ولی حجم آب تخلیه شده آنها در شرایط یکسان بیشتر لذا آبدهی ویژه آنها زیاد میباشد . وجود فضاهای درشت طبیعی بعلت فعالیت موجودات زنده و یاریشه گیاهان باعث افزایش آبدهی ویژه خاک می گردند که در این حالات روش محاسبه اینگونه موارد را در نظر نمیگیرد . بمنظور بررسی بیشتر ، آبدهی ویژه و حجم تخلیه محاسبه شده یک نوع خاک لومی شنی دیگر با جرم مخصوص ۱/۶۸ گرم بر سانتی متر مکعب در شکل ۱۰ و خصوصیات رطوبتی این خاک نیز در جدول ۱ ارائه شده است . بطوریکه مشاهده میگردد، آبدهی ویژه خاک مورد نظر در عمق های مختلف تقریباً ثابت میباشد . بنابراین فرض ثابت بودن آبدهی ویژه برای این خاک صادق می باشد .

بنظر میرسد که آبدهی ویژه اندازه گیری شده در جریان دو بعدی با افزایش عمق سطح ایستابی به مقدار ثابتی برسد (شکل ۹) . از آنجائیکه اندازه گیری این پارامتر در اعماق بیشتر از ۵۰ سانتیمتری سطح ایستابی بعلت محدودیت عمق زه کش در مدل

برای حالت (۲) کمتر از رطوبت حالت (۱) است (۷) که بدین ترتیب رطوبت لایه سطحی نیز تابع عمق سطح ایستابی میباشد . بعبارت دیگر ، در عمق کمتر سطح ایستابی ، فضاهای درشت تر در مکش کمتر تخلیه شده است و مقداری آب در فضاهای ریزتر باقی می ماند که در مکش بیشتر (در عمق بیشتر سطح ایستابی) می تواند تخلیه گردند. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که در جریان یک بعدی مقادیر آبدهی ویژه اندازه گیری شده بطور متوسط ۳۵ درصد کمتر از مقادیر محاسبه شده بود و در جریان دو بعدی مقدار اختلاف ۵۷ درصد میباشد (جدول ۲) . علت این امر، وجود هوای محبوس قبل از زه کشی خاک می باشد. وقتیکه خاک اشباع میگردد هوای محبوس باعث میشود که حجم آب تخلیه شده کمتر از مقدار محاسبه شده باشد . البته در جریان دو بعدی مقاومت زه کشها به خروج آب نیز باعث کاهش حجم تخلیه شده در یک پریود زمانی بود که نهایتاً باعث کاهش آبدهی ویژه شده است .

باید در نظر داشت که آبدهی ویژه بستگی به نوع ، بافت و درجه غیر یکنواختی خاک نیز دارد . خاکهایی که دارای خلل و فرج

جدول ۱ - خصوصیات رطوبتی خاکهای لومی شنی مورد استفاده در آزمایش .

خاک لومی شنی با جرم مخصوص ۱/۴۸ گرم بر سانتی متر مکعب		خاک لومی شنی با جرم مخصوص ۱/۶۸ گرم بر سانتی متر مکعب	
θ cm ³ /cm ³	h , cm	θ cm ³ /cm ³	h , cm
۰/۳۸	۰	۰/۳۵۵	۰
۰/۳۴	- ۲۰	۰/۳۰۰	- ۱۰
۰/۲۵	- ۴۰	۰/۲۵۵	- ۲۰
۰/۱۶	- ۶۰	۰/۲۵۲	- ۳۰
۰/۱۲	- ۸۰	۰/۲۵۱	- ۴۰
۰/۱۰	- ۱۰۰		

جدول ۲ - میانگین درصد اختلاف ، ضریب همبستگی و خطای معیار بین آبدهی ویژه محاسبه و اندازه گیری شده در جریان یک بعدی و دو بعدی برای خاک لومی شنی .

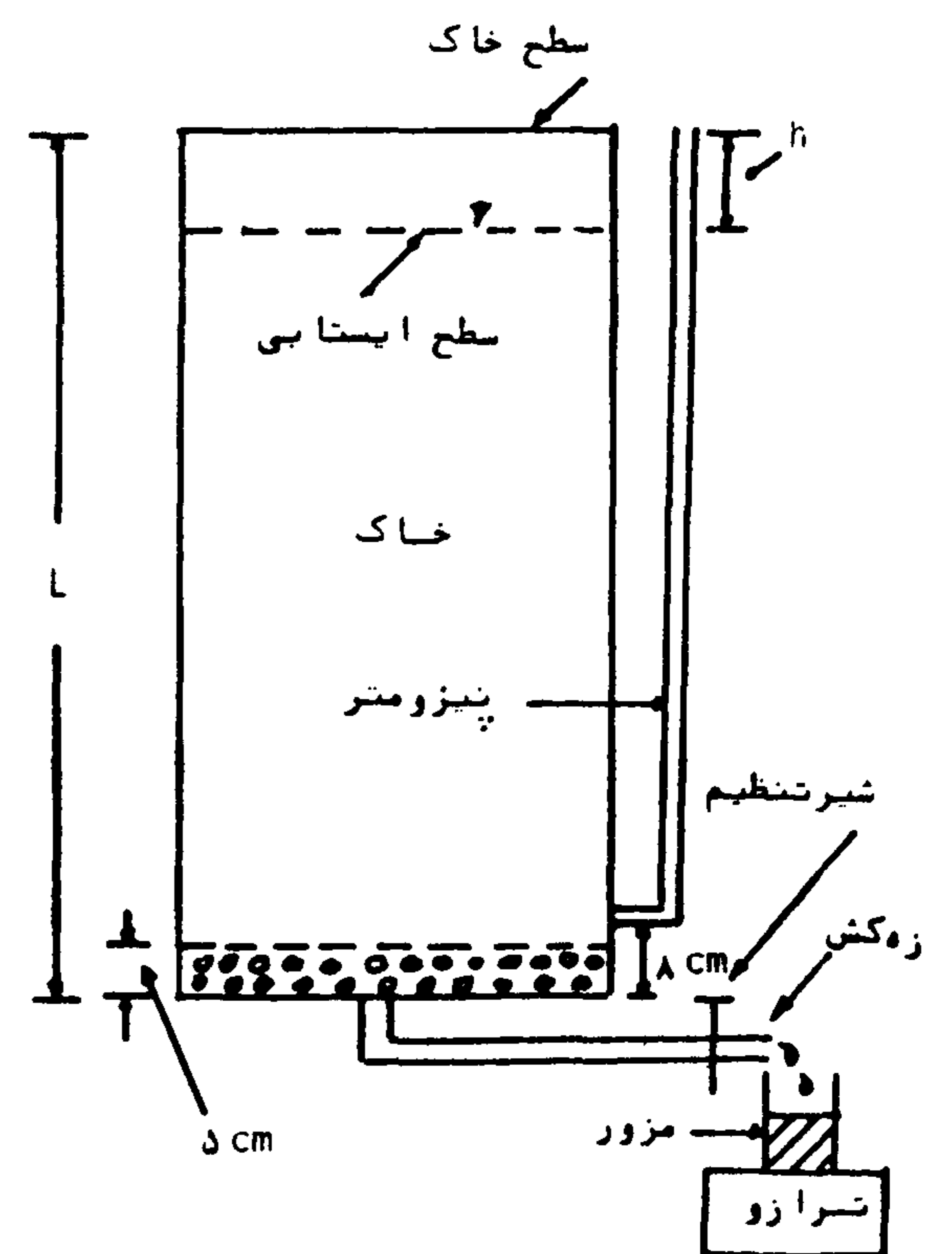
نوع جریان	درصد اختلاف	ضریب همبستگی ، r	خطای معیار ، SE
یک بعدی	۳۵	۰/۹۴۰	۰/۰۵۹۸
دو بعدی	۵۷	۰/۸۷۴	۰/۰۴۵۹

امکان پذیر نبود، فرض ثابت بودن آبدهی ویژه در این اعماق خالی از اشکال نیست، بخصوص هنگامیکه طبق تئوری (خط چین در شکل ۹) برای اعماق بیشتر از ۵۰ سانتیمتری شاهد افزایش آبدهی ویژه میباشیم. بنابراین اظهار نظر قاطع در مورد ثابت بودن آبدهی ویژه در عمق بیشتر از ۵۰ سانتیمتری در جریان دو بعدی مورد شک و تردید است.

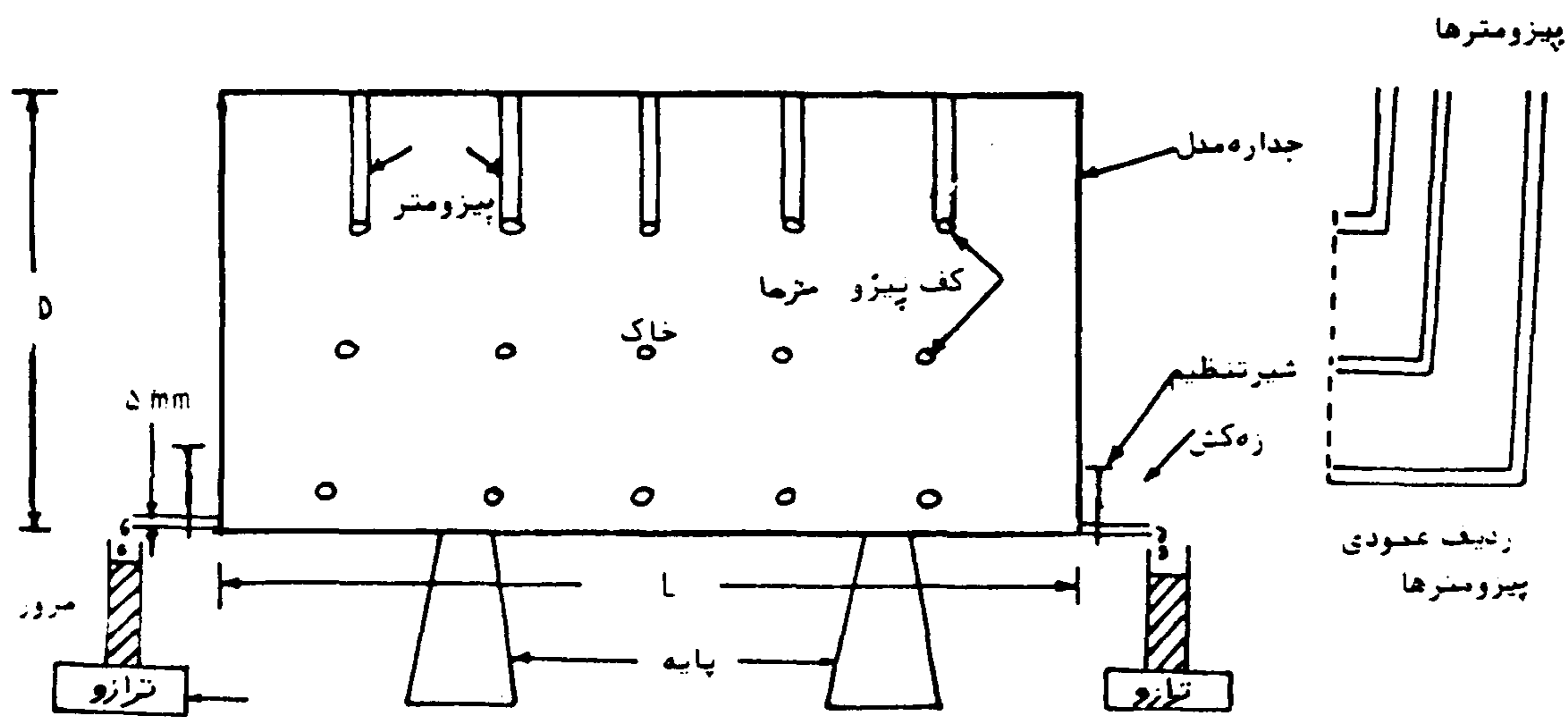
لازم به یادآوری است که خاک درون استوانه و مدل آزمایشگاهی تاجرم مخصوص ۱/۴۸ گرم بر سانتی متر مکعب متراکم شده بود. در عمل بعلت وزن طبقات بالائی جرم مخصوص خاک طبقات زیرین کمی بیشتر از طبقات بالاتر میباشد که افزایش جرم مخصوص در واقع باعث کاهش آبدهی ویژه خواهد شد. شاید یکی از علل کاهش آبدهی ویژه اندازه گیری شده در اعماق

بیشتر، تراکم بیشتر خاک در آن طبقات باشد. البته چون عمق خاک در این آزمایش بخصوص در جریان دو بعدی نسبت به شرایط طبیعی کم میباشد، بنظر می رسد که اثر جرم مخصوص و تراکم خاک تاثیر زیادی نداشته باشد. بطور خلاصه بنظر می رسد که روش محاسبه آبدهی ویژه قادر به تخمین صحیح این پارامتر باشد و در حالی که اندازه گیری این پارامتر هزینه طراحی سیستم های زه کشی را افزایش می دهد یک روش تخمین قابل قبول میباشد.

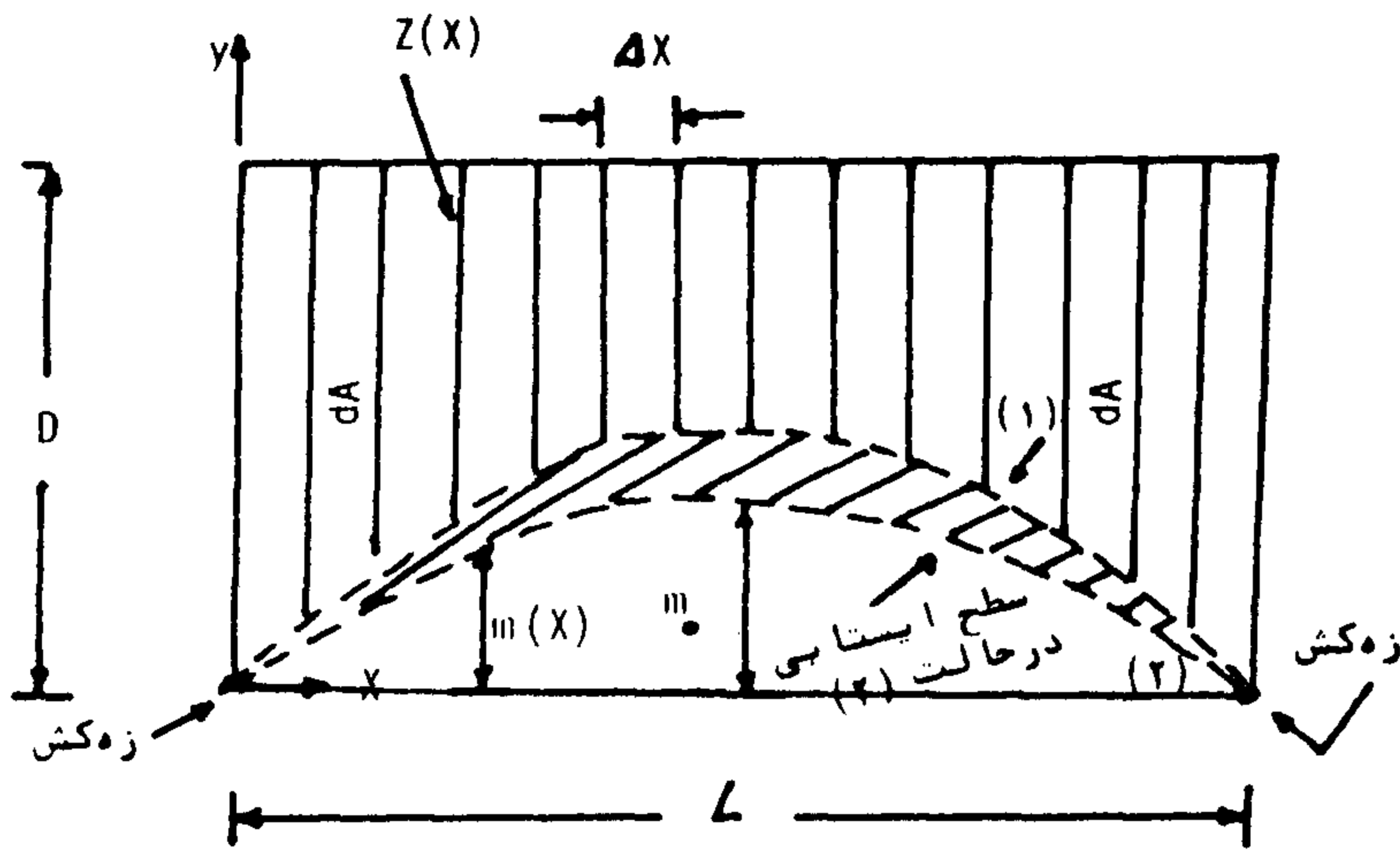
روش فعلی در محاسبه صحیح تر نوسان سطح ایستابی چه بوسیله معادلات کلی جریان و چه بوسیله بیلان آبی در ناحیه اشباع کاربرد منطقی تر دارد. بدین ترتیب با بهره گیری از رابطه آبدهی ویژه و عمق سطح ایستابی میتوان مقدار بالا و پائین رفتن این سطح را در هر عمق تعیین نمود.



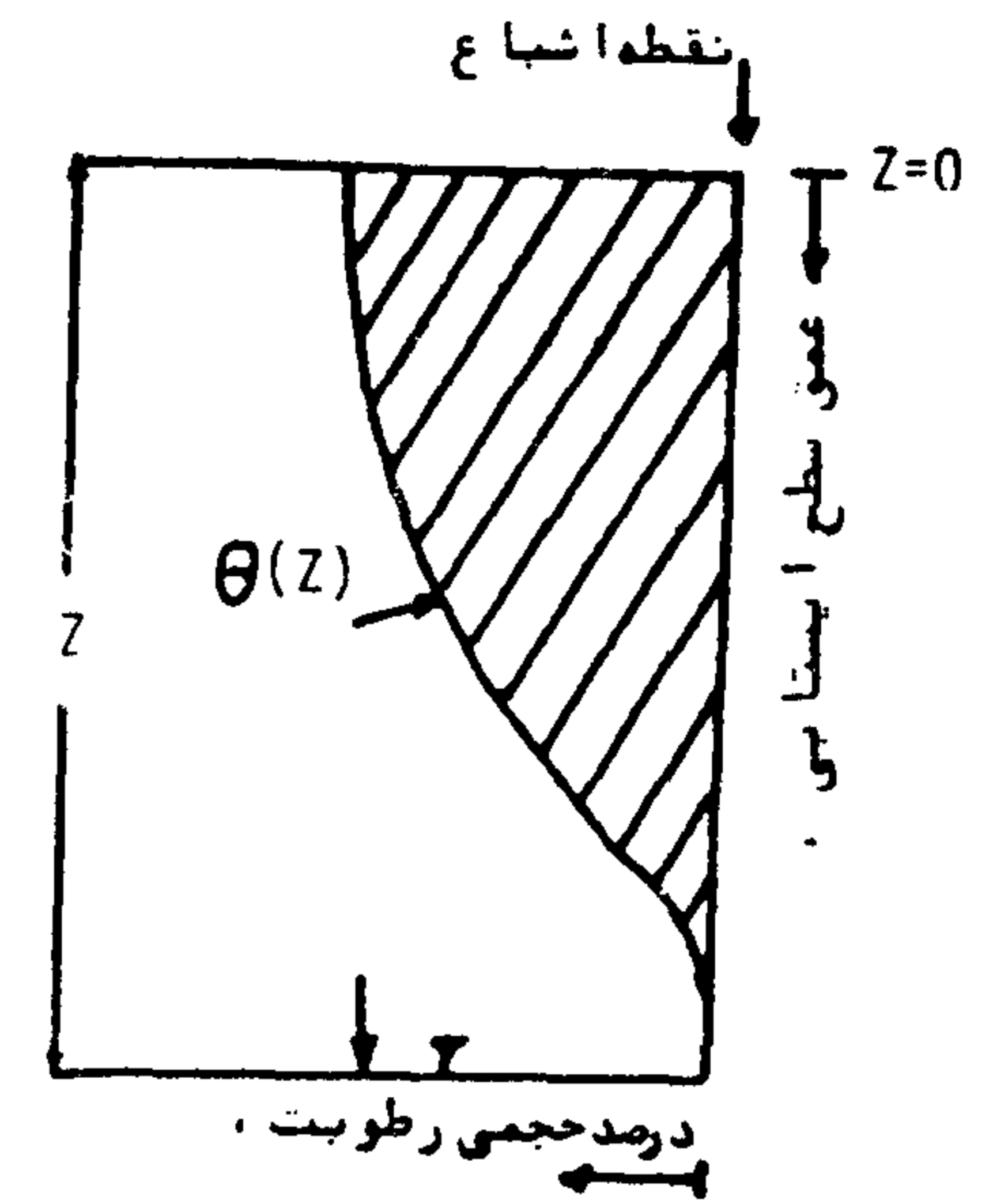
شکل ۱ - دستگاه اندازه گیری آبدهی ویژه در حالت یک بعدی.



شکل ۲ - مدل اندازه گیری آبدهی ویژه در حالت دو بعدی.



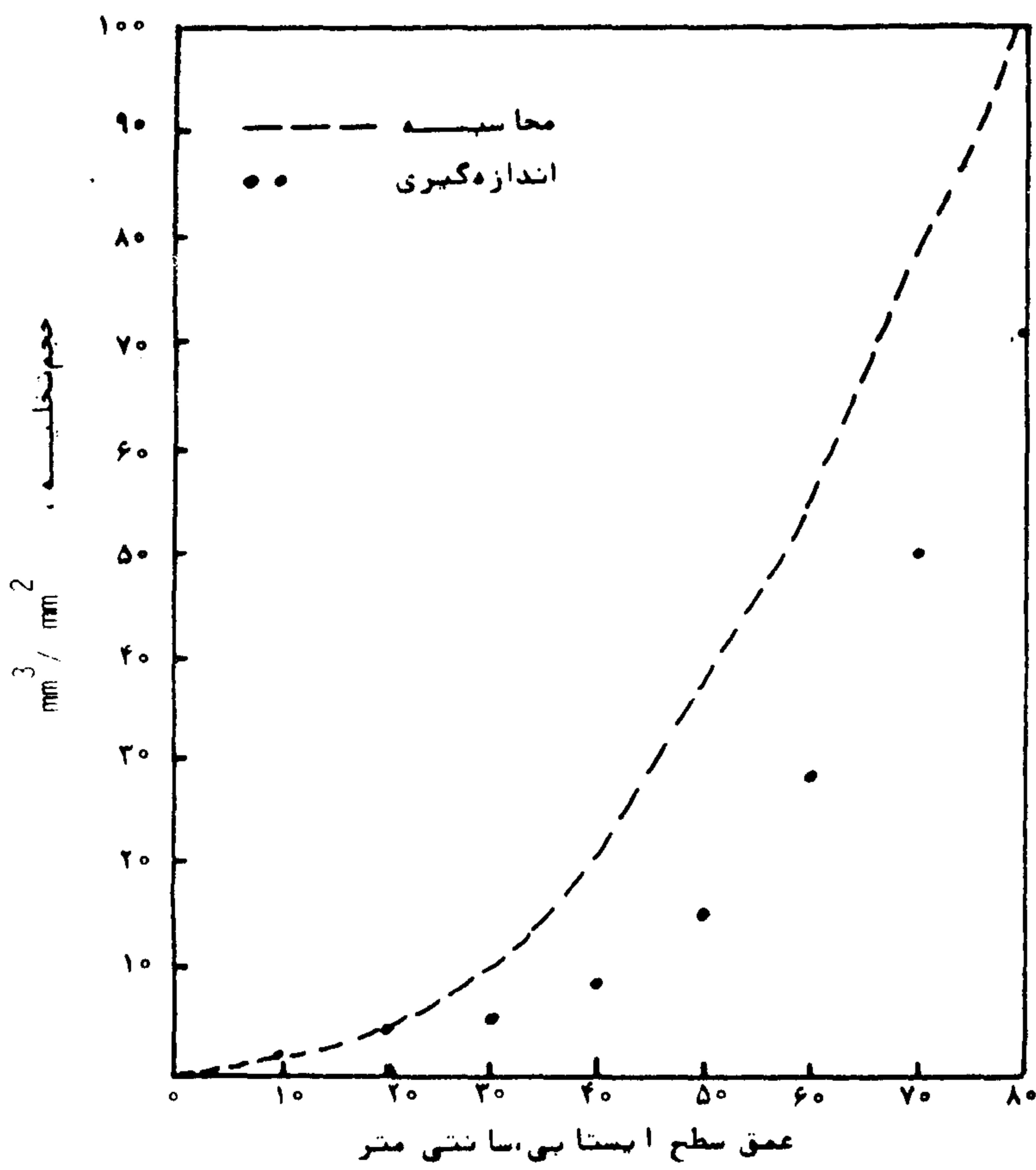
شکل ۴- سطح ایستابی بین دوزه‌کش در جریان دو بعدی هنگام زهکشی .



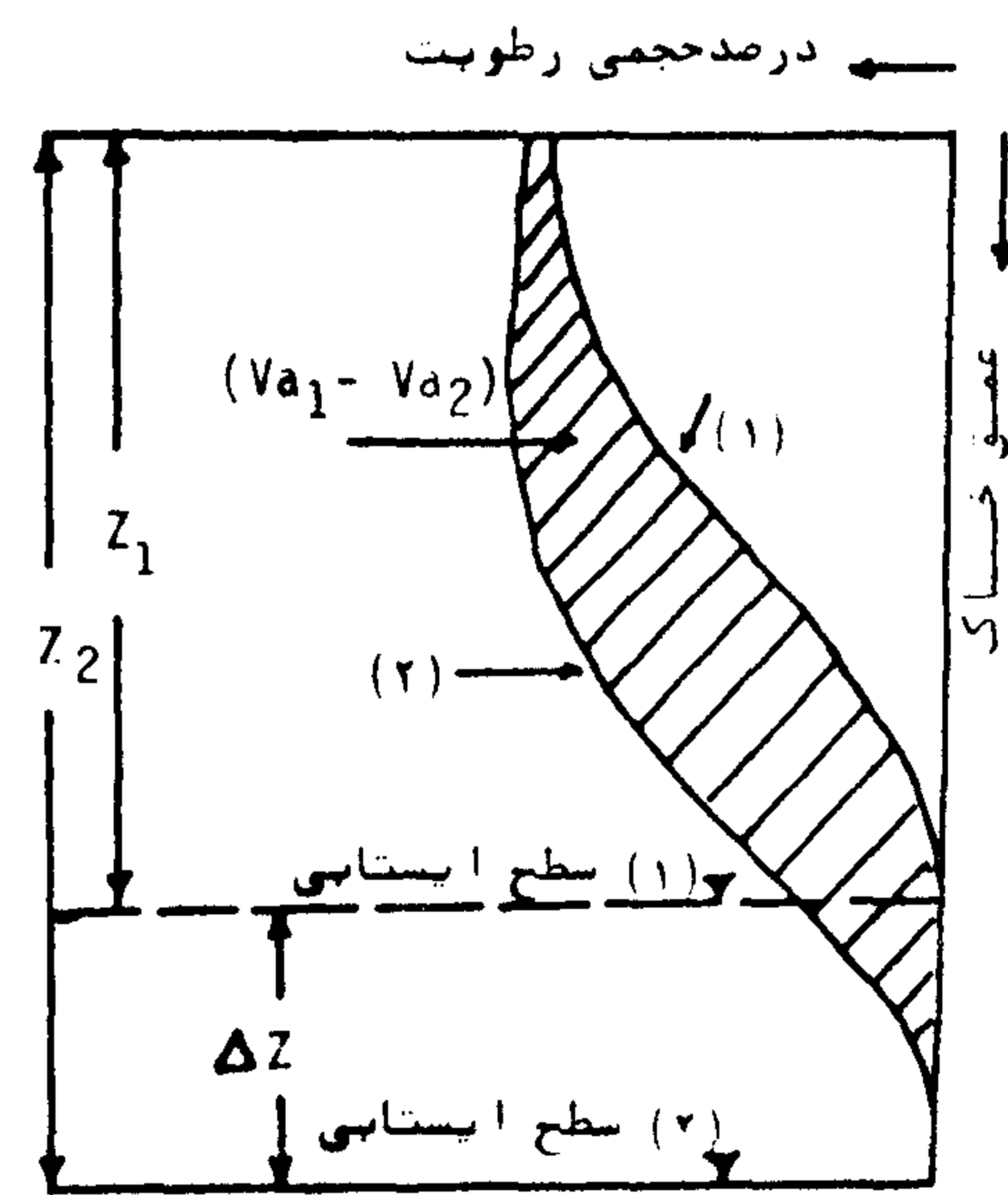
شکل ۳- نیمرخ رطوبت در خاک یکنواخت

شکل ۴ - سطح ایستابی بین دوزه کش در جریان دو بعدی هنگام زهکشی .

شکل ۳ - نیمرخ رطوبت در خاک یکنواخت در حال تعادل با سطح ایستابی (بطور شماتیک) .

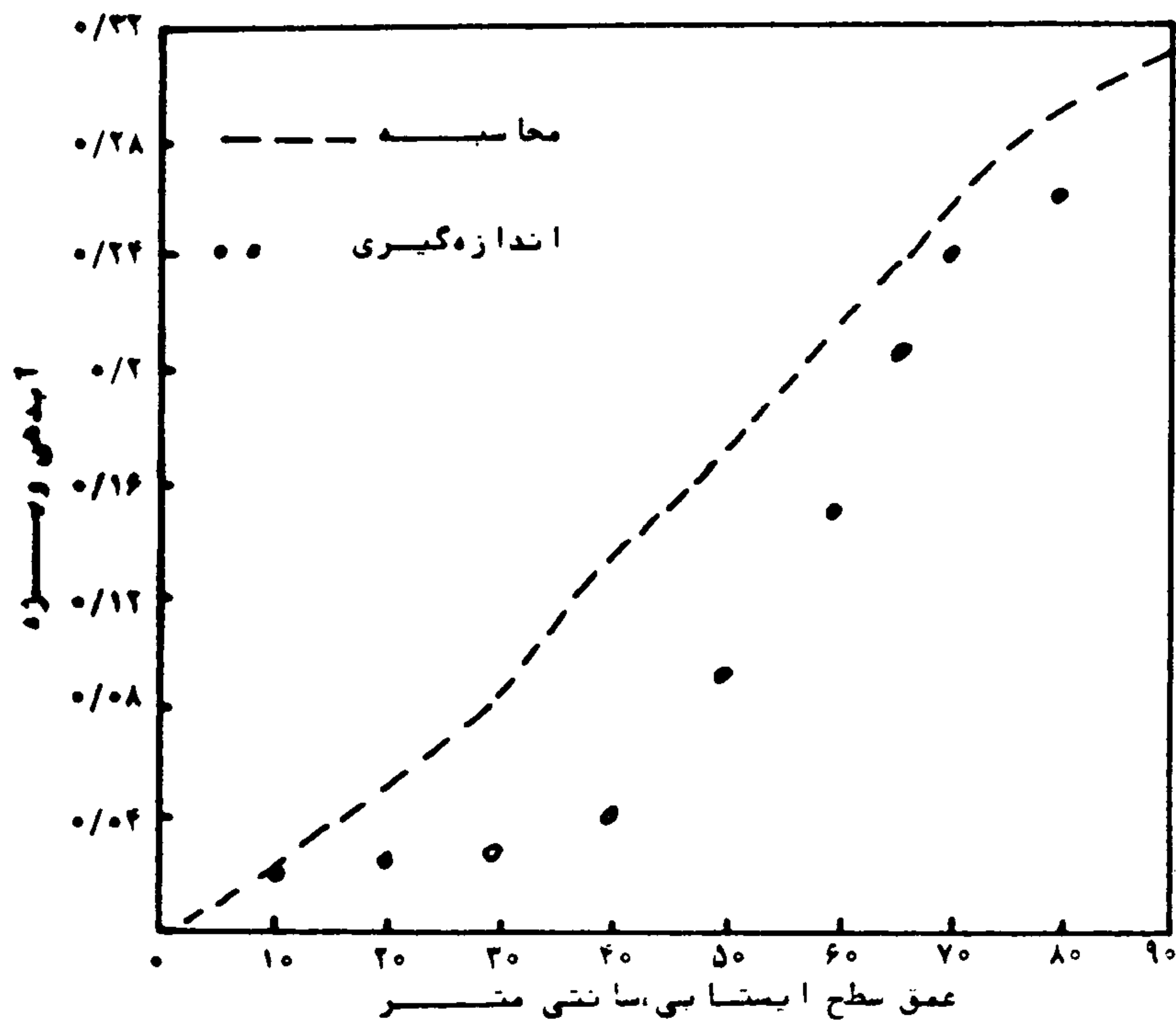


شکل ۶ - محاسبه و اندازه گیری حجم آب زهکشی نسبت به عمق سطح ایستابی برای خاک لومی شنی در جریان یک

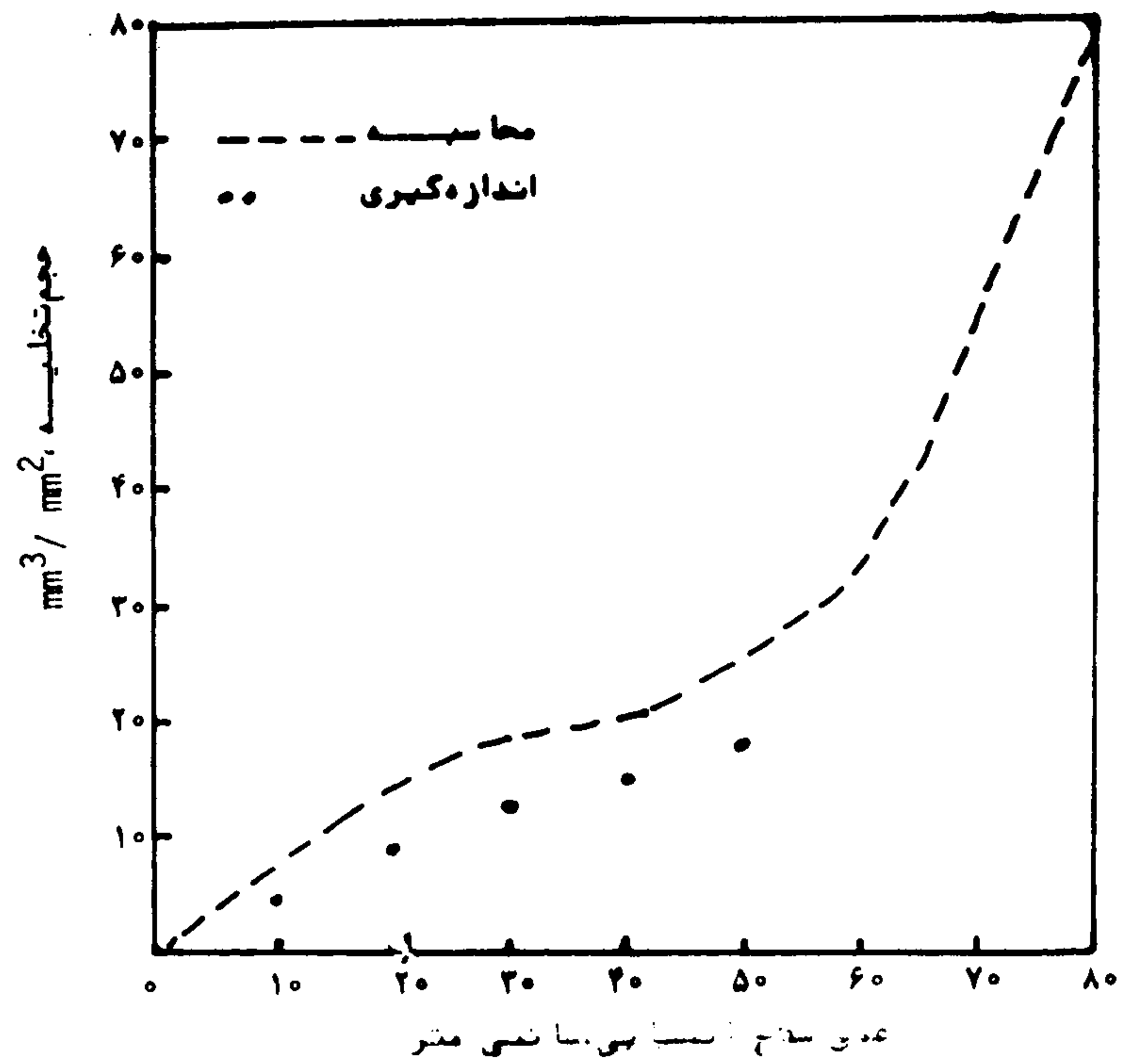


شکل ۵- نیمرخ رطوبتی خاک برای سطح

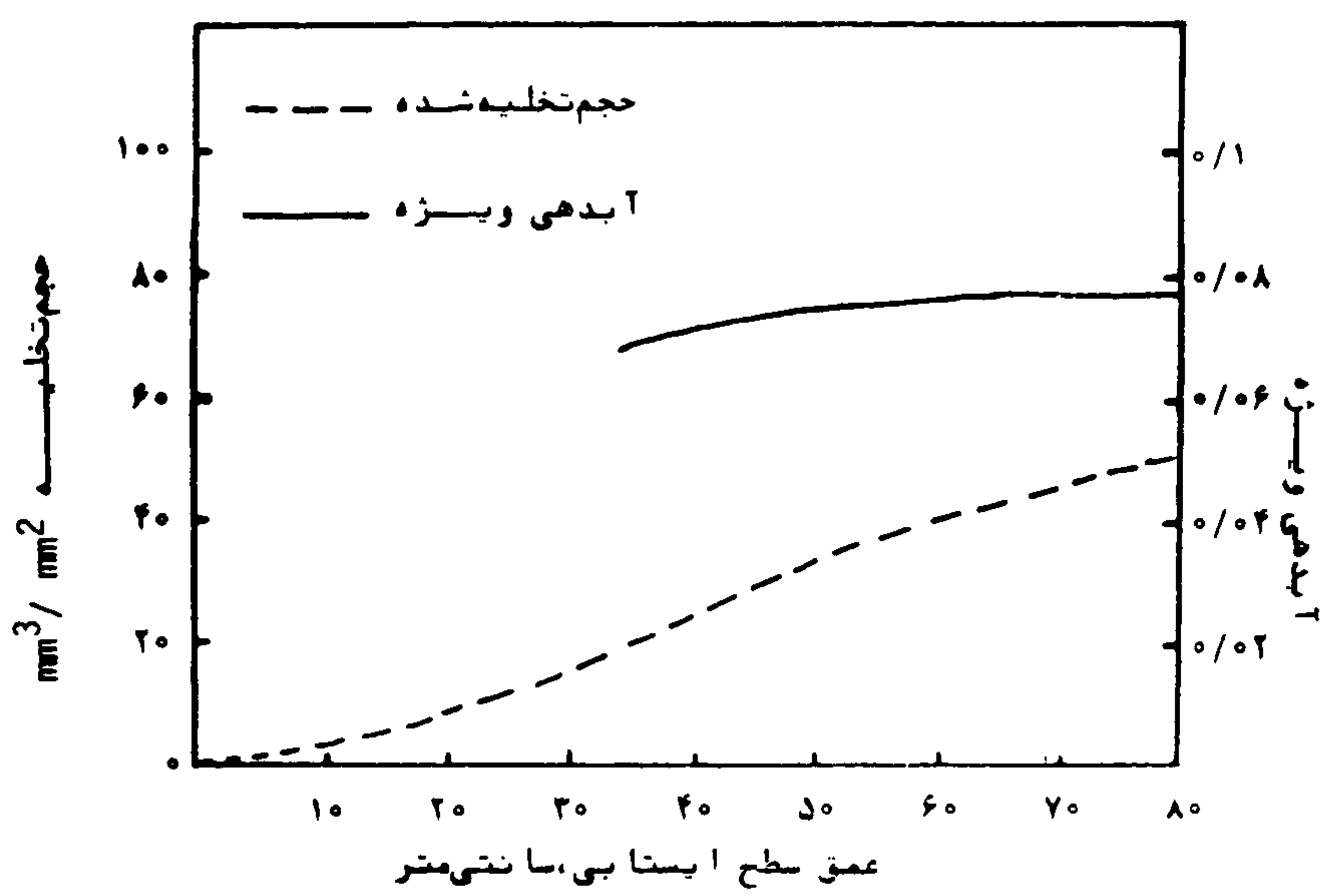
شکل ۵ - نیمرخ رطوبتی خاک برای سطح ایستابی در حال نوسان .



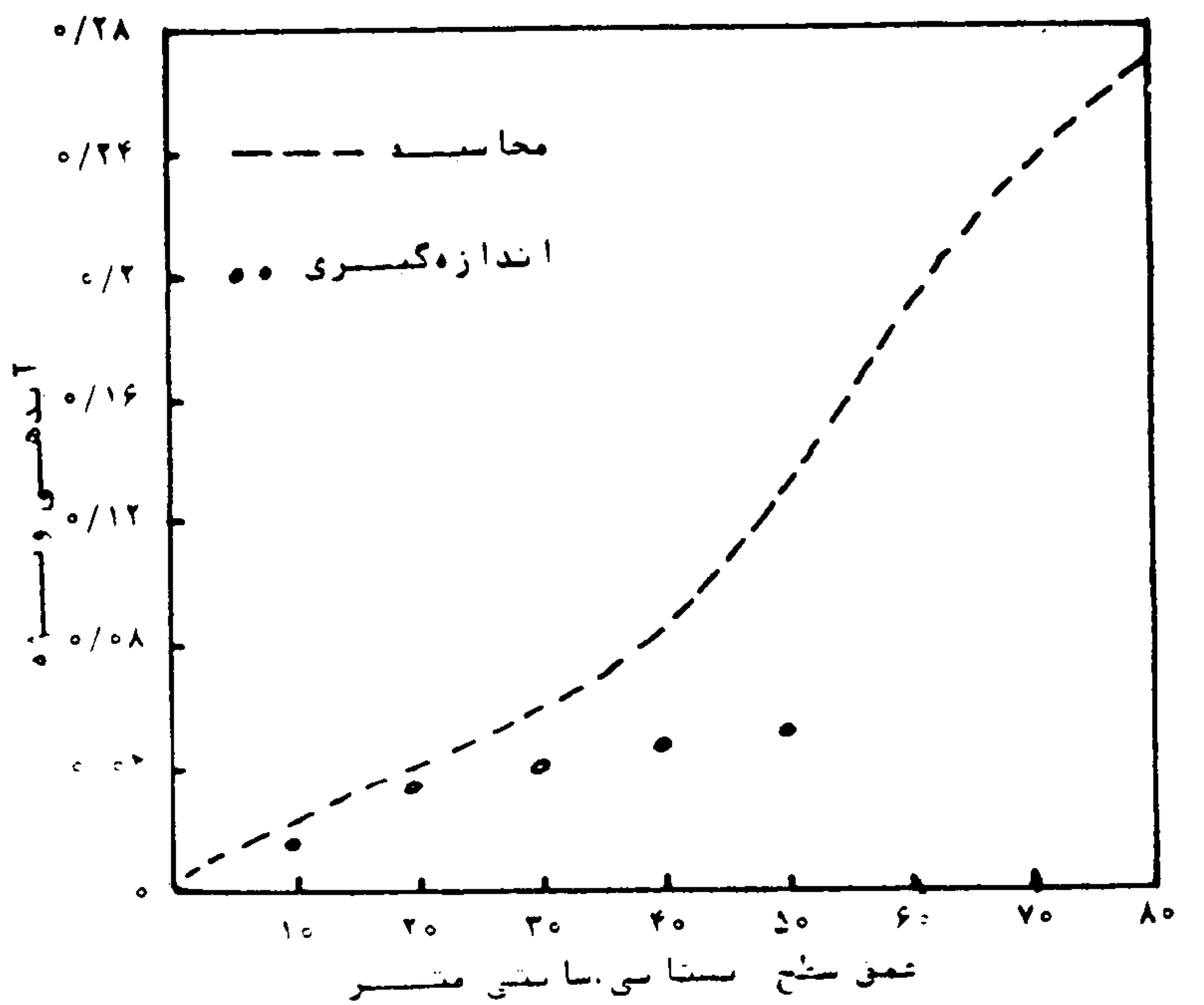
شکل ۸ - محاسبه و اندازه گیری آبدهی ویژه نسبت به عمق سطح ایستابی برای خاک لومی شنی در جریان یک بعدی.



شکل ۷ - محاسبه و اندازه گیری حجم آب زه کشی نسبت به سطح ایستابی برای خاک لومی شنی در جریان دو بعدی.



شکل ۱۰ - حجم آب تخلیه شده و آبدهی ویژه محاسبه شده نسبت به عمق سطح ایستابی در جریان دو بعدی برای خاک لومی شنی.



شکل ۹ - محاسبه و اندازه گیری آبدهی ویژه نسبت به عمق سطح ایستابی برای خاک لومی شنی در جریان دو بعدی.

REFERENCES

- 1-Brooks, R. H. & A. T. Corey. 1964. Hydraulic properties of porous media . Hydrology paper No. 3. Colorado State University, Fort Collins.
- 2- Childs, E. C. 1960. The non-steady state of the water table in drained land. Journal of Geophysical Research 65:780-782.
- 3- Dos Santos, A. G. & E. G. Youngs. 1969. A study of the specific yield in land drainage situations. Journal of hydrology, 8(1) : 59-81.
- 4- Duke, H. R. 1972. Capillary properties of soils- influence upon specific yield. Tran. of the ASAE, 15(4):688-691.
- 5- French, B. E. & J. R. O'Callaghan. 1966. A field test of drain spacing equations for agricultural land, Journal agricultural Engineering Research 11(4): 282-295.
- 6- Hoffman, G. J. & G. O. Schwab. 1964. Tile spacing prediction based on drain outflow. Tran. of the ASAE 13(4):444-447.
- 7- Raats, P.A.C. & W.R. Gardner. 1974. Movement of water in saturated zone near a water table. Ch. 13 in: Drainage agriculture, J. Van Schifgaarde, Ed., Agronomy Monograph NO. American Society of Agronomy, Madison, WI part I:131-137.
- 8- Richards, L. A. 1965. Water retentivity at specified levels of matric potential. In:Methods of Soil analysis (C. A. Black, Ed American Society of Agronomy, Madison, WI part I:131-137.
- 9- Rubin, J. 1968. Theoretical analysis of two dimensional transient flow of water in unsaturated and partially unsaturated soil. Soil Science Society of America, Proc. Vol. 32.PP 607-615.
- 10- Skaggs, R. W. 1977. Determination of the hydraulic conductivity-drainable porosity ratio from water table measurements. Trans. Of the ASAE 19(1): 73-84.
- 11- Skaggs, R. W. 1976. Saturated and unsaturated flow to parallel drains. Jour. Of the Irrig. and Drain. Divi. Proc. Vol. 102.NO. IR2
- 12- Taylor, G. S. 1960. Drainable porosity evaluation from science , 90(6):338-343.
- 13- Wells, L.G. & R. W. Skaggs. 1976. Upward water movement in field cores. Tran. Of the ASAE, 19(2):275-283.

Effects of Water Table Depth on Specific Yield in one and two Dimensional Drainage

M.AFLATOONI

Assistant professor, Department of Irrigation,
college of Agriculture , Isfahan university of Technology, Isfahan

Received for publication 16 November, 1992

SUMMARY

In order to study effects of water table depth on specific yield in the soil profile, an experiment was conducted on a sandy loam soil using one and two dimensional drainage and the estimating method of this parameter was evaluated in the laboratory . For one dimensional drainage, a galvanized cylinder 45 cm in diameter and 100 cm length compacted with a sandy loam soil was used at the bottom of which a small drain 5 mm in diameter had been installed. A lab model compacted with the same soil was used for the two dimensional drainage. At the bottom of the model, two drains each 5 mm in diameter and 100 cm spacing were installed.

In general estimated and measured results showed that the specific yield of this soil increases with increasing water table depth. In both one and two dimensional flow, specific yield in the surface layers were approximately close and for deeper layers, the value of this parameter was more in one than two dimensional drainage, The reason for this was attributed to more energy loss in two dimensional drainage. Also, measured values in both cases were about 35% in one and 57% in two dimensional flow lower than those of estimated because of air entrapment due to incomplete saturation and drain resistance.

The reason for increasing specific yield with water table depth in the soil profile, was drainage due to remaining water in upper layers causing creation of higher suction as the water table drops. In other words, small pores are able to drain in the upper layers with increasing water table depths. Results of estimates in two dimensional drainage on another sandy loam soil showed that the specific yield is approximately the same in this soil profile. Thus, The assumption of constant specific yield seems valid for this soil.