Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم، شماره ششم، بهمن- اسفند ۱۳۸۴
www.magiran.com/jasnr

تأثیر شدت تخلیه بر نیمرخ سطح ایستابی در زهکشی با لوله‌های زیرزمینی

منیره فرامرزی[۱]، بهروز مصطفی زاده فرد[۱]، سید فرهاد موسوی[۱] و عبدالمجید لیاقت[۲]

[۱]به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، [۲]دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۸۱/۱۰/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۳/۲٤

چکیده

تأثیر شدت تخلیه سفره‌های سطحی و یا ضریب زهکشی بر خیز سطح ایستابی و تأثیر آن بر عملکرد محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از یک مدل فیزیکی آزمایشگاهی زهکشی و برای شرایط ماندگار، تأثیر شدت‌های تخلیه مختلف که در محدوده ٤/٦١٧ تا ٤٢/١٢ سانتی‌متر مکعب در ثانیه قرار داشتند، بر ۱۹ نیمرخ متفاوت سطح ایستابی مورد بررسی قرار گرفت. خاک مورد استفاده در مدل آزمایشگاهی از نوع شن لومی با جرم مخصوص ظاهری ۱/٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب و هدایت هیدرولیکی اشباع ۰/۵۳ متر در روز بود. مدل، شامل یک لوله زهکش و ۹ پیزومتر بود که در فواصل ۱۰ سانتی‌متری از یکدیگر در داخل خاک مدل نصب شدند. نتایج تحلیل آماری نشان داد که نیمرخ سطح ایستابی و شدت تخلیه از طریق چند جمله‌ای درجه شش با ضریب تبیین بیشتر از ۹۲ درصد با یکدیگر در ارتباط هستند. دقت معادله فوق از طریق آزمایش‌های انجام شده در مدل مذکور بررسی و مشخص گردید که این معادله نیمرخ سطح ایستابی را با اختلاف ناچیزی از مقادیر واقعی پیش‌بینی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: زهکش زیرزمینی، نیمرخ سطح ایستابی، شدت تخلیه

مقدمه

با توجه به اهمیت تأثیر خیز سطح ایستابی بر عملکرد محصول و تأثیر ضریب زهکشی بر نیمرخ سطح ایستابی مطالعات متعددی در این خصوص انجام گرفته است. لوتین و ورستل (۱۹۵۹) نشان دادند که رابطه بین بده زه‌آب و ارتفاع سطح ایستابی بین دو زهکش خطی است (ترابی و همکاران، ۱۳۷۸). ترابی و همکاران (۱۳۷۸) بر اساس مطالعه‌ای که در زهکش‌های زیرزمینی رودشت اصفهان انجام دادند، رابطه بین دبی زه آب و ارتفاع سطح ایستابی در نقطه وسط بین دو زهکش را خطی گزارش کردند. حماد (ترابی و همکاران، ۱۳۷۸) طی بررسی‌های صحرایی که انجام داده است به دلیل محدود بودن خروج آب از زهکش‌ها و تشکیل بار آبی روی لوله‌های زهکش، سطح ایستابی را مسطح گزارش کرده است. سالیهو و رافیندادی (۱۹۸۲) بر اساس تحقیقاتی که در یک مخزن شنی انجام داده‌اند، نیمرخ سطح ایستابی را سهمی گزارش نموده‌اند. مطالعات انجام شده نشان داده است که در یک ضریب زهکشی معین، شکل اولیه سطح ایستابی در بالای زهکش‌ها به‌صورت شبه سهمی درجه چهار است (ویترز و ویپوند، ۱۹۷٤).

سالیهو و رافیندادی (۱۹۸۲) نشان دادند که فاصله بین زهکش‌ها، شدت تغذیه و تخلیه و ارتفاع آب داخل لوله

www.SID.ir

Archive of SID

زهکش در شکل‌گیری و میزان خیز سطح ایستابی مؤثرند. همچنین روش‌های حل عددی و تحلیلی فراوانی برای محاسبه میزان تأثیر تبخیر و تعرق در نوسانات سطح ایستابی زهکش‌های زیرزمینی وجود دارد (باور و ون شیلفگارد، ۱۹۶۳؛ ونیان و همکاران، ۱۹۹٤). تأثیر جمع-کننده‌ها[1] بر افت سطح ایستابی مهم است. تحقیقات در دشت مغان نشان داد که جمع‌کننده‌ها سطح ایستابی را در فاصله‌ای به طول حداقل ۱۰۰ متر و حداکثر ۱٤۰ متر از طرفین تحت تأثیر قرار می‌دهند (آذری، ۱۳۷۹). تغییرات موضعی هدایت هیدرولیکی در مزرعه و اثرات آن بر نوسانات سطح ایستابی و شکل نیمرخ سطح ایستابی به وسیله حل عددی معادله بوسینسک در حالت غیر ماندگار توسط محققان مطالعه شده است (گالیچاند و همکاران، ۱۹۹۱؛ پراشر و همکاران، ۱۹۹۷؛ تبریزی و اسکگز، ۱۹۸۳).

ضریب زهکشی عبارت است از میزان آبی که بایستی در مدت ۲٤ ساعت از سیستم زهکشی تخلیه گردد تا علاوه بر کنترل سطح ایستابی در عمق مورد نظر، املاح اضافی خاک نیز آبشویی گردد (بازاری و همکاران، ۱۳٦۷؛ علیزاده، ۱۳۷٤). برای تعیین ضریب زهکشی می‌توان از روابط زیر استفاده کرد:

الف- برآورد ضریب زهکشی تحت شرایط ماندگار (آذری، ۱۳۷۹؛ علیزاده، ۱۳۷٤):

$$q = R_f + S_c + S_i - D_n \qquad [1]$$

که در آن :

q = ضریب زهکشی، میلی‌متر در روز

R_f = تغذیه آب‌های زیرزمینی از طریق آبشویی و نفوذ عمقی ناشی از بارندگی یا آبیاری غیر یکنواخت مزرعه، میلی‌متر در روز

S_c = نشت از کانال‌ها، میلی‌متر در روز

S_i = نشت یا نفوذ آب‌های زیرزمینی شامل جریان‌های Jvstifire شود.

آرتزین به منطقه مورد زهکشی، میلی‌متر در روز

D_n = زهکشی طبیعی یا خروج طبیعی آب‌های زیرزمینی از منطقه مورد زهکشی، میلی‌متر در روز

ب ـ در صورتی که ضریب زهکشی عمدتاً ناشی از آبیاری باشد، ضریب زهکشی از تقسیم D_p (نفوذ عمقی ناشی از آبیاری یا بارندگی، میلی‌متر) بر t (فاصله بین دو آبیاری، روز) قابل محاسبه است (بازاری و همکاران، ۱۳٦۷؛ بای‌بوردی، ۱۳۷۲).

هدف از مطالعه حاضر استفاده از یک مدل فیزیکی آزمایشگاهی به‌منظور بررسی تأثیر ضریب زهکشی بر نیمرخ سطح ایستابی، میزان خیز سطح ایستابی و تعیین معادلات مربوطه می‌باشد تا در مطالعات رایج در طراحی سیستم‌های زهکشی استفاده شوند.

مواد و روش‌ها

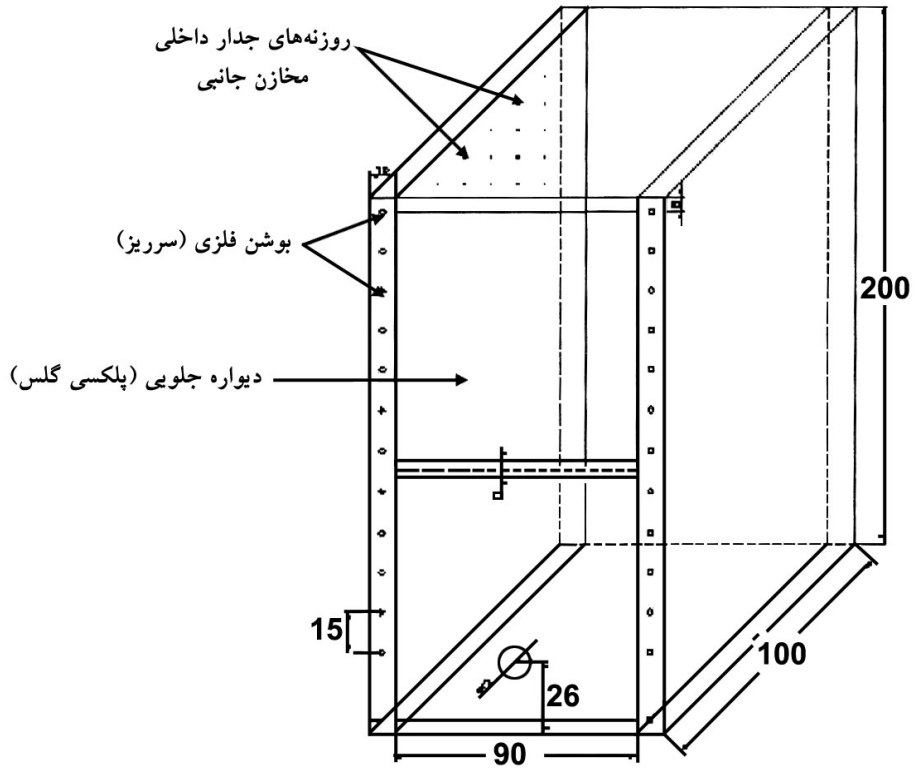
برای انجام آزمایش‌ها یک مدل فیزیکی آزمایشگاهی (شکل‌های ۱ و ۲) با دیواره‌های دو جداره به ضخامت ۲/۵ میلی‌متر، طوری طراحی شد که دیواره جلویی آن قابل رؤیت باشد (حسن‌اقلی، ۱۳۷۵). در قسمت دو جداره مدل، تعدادی بوشن فلزی به عنوان سرریز عمل می‌کنند و سطح ایستابی را در ترازهای دلخواه ثابت نگه می‌دارند. قبل از شروع آزمایش‌ها، ابتدا لوله زهکش مورد استفاده از نوع پلی‌اتیلن موج‌دار رایج، با قطر داخلی ۱۲ سانتی‌متر و طول ۱۰۰ سانتی‌متر بدون در نظر گرفتن اشل انتخاب شد تا بتوان ترازهای مختلف سطح ایستابی را تحت تأثیر شدت تغذیه دلخواه با توجه به شدت تخلیه زهکش به دست آورد. سپس تمام سطح جانبی آن توسط فیلتر ژئوتکستایل[2] پوشش داده شد و برای مسدود کردن قسمت انتهایی از درپوش فلزی استفاده گردید. برای قرائت ارتفاع سطح ایستابی، تعداد ۷ پیزومتر با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر در داخل مدل تعبیه شد. این پیزومترها از نوع PVC با قطر ۲ سانتی‌متر و طول ۲ متر بودند. در قسمت انتهایی آنها به‌منظور ورود آب، سوراخ‌هایی به قطر ۳ میلی‌متر با فواصل مشخص، ایجاد و

1- Collectors

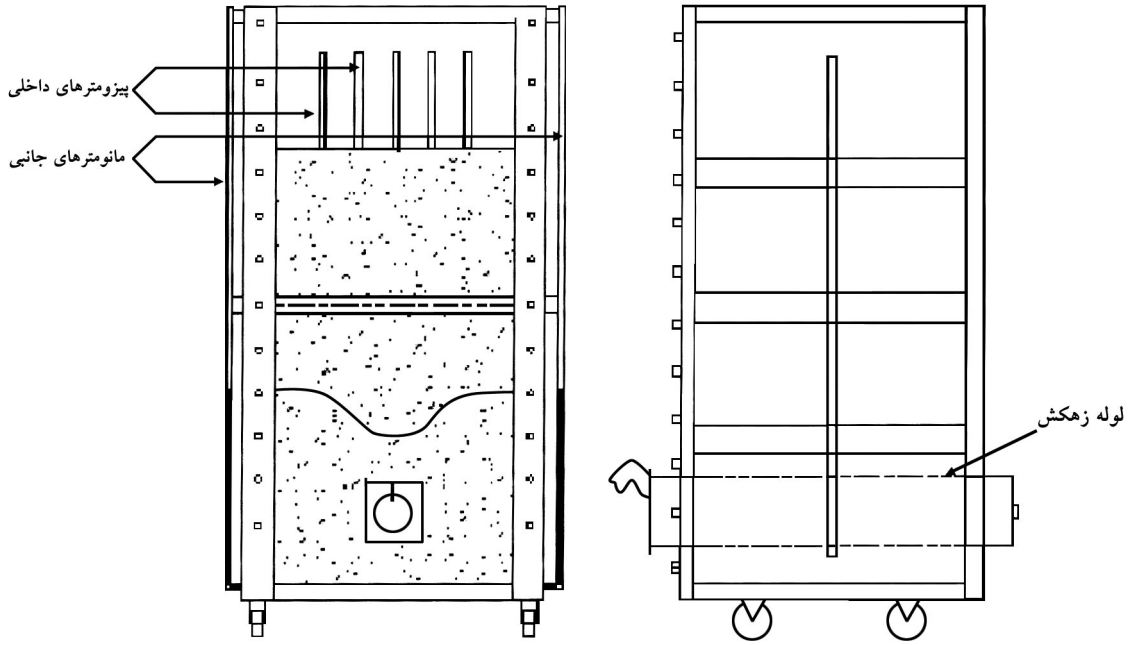
2- Geotextile

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- جزئیات مدل آزمایشگاهی (ابعاد به سانتی‌متر)



الف ـ نمای روبروی مدل فیزیکی آزمایشگاهی

ب ـ نمای جانبی مدل فیزیکی آزمایشگاهی

شکل ۲- نمای جانبی و مقابل مدل آزمایشگاهی

www.SID.ir

Archive of SID

سپس با فیلتر ژئوتکستایل تمام قسمت سوراخ‌دار پوشش داده شد. برای قرائت تراز سطح آب داخل پیزومترها از دستگاه عمق‌یاب الکتریکی استفاده گردید. همچنین برای قرائت سطح آب کناره‌های مدل از مانومترهایی که در جداره‌های خارجی طرفین مدل قرار داشتند استفاده شد. به‌منظور پر کردن مدل با خاک، پس ازجدا کردن ذرات درشت خاک با استفاده از الک شماره ۱۰، ابتدا کف مدل آزمایشگاهی تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متر خاکریزی شد و با وارد آوردن ضرباتی روی خاک، عمل تراکم انجام گرفت. سپس لوله زهکش در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از کف مدل نصب گردید. لوله‌های پیزومتر در طرفین لوله زهکش به‌طور عمود بر محور لوله زهکش ثابت گردیدند و عمل خاکریزی در اطراف آنها به‌صورت لایه لایه انجام گرفت و در هر لایه عمل تراکم صورت پذیرفت. کف مدل به‌عنوان لایه غیر قابل نفوذ در نظر گرفته شد. چون فاصله از زهکش تا لایه غیر قابل نفوذ کم بود، بنابراین عمق معادل برابر با ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای ایجاد شرایط طبیعی مزرعه در خاک مدل، پس از پر کردن آن با خاک و آماده کردن برای انجام آزمایش، خاک مدل چندین مرتبه از پایین به بالا با آب اشباع شد و بعد از هر اشباع آب مازاد از طریق خروجی زهکش تخلیه گردید. هر بار پس از تخلیه کامل آب از طریق لوله زهکش، با فاصله ۲ الی ۳ روز اشباع بعدی انجام گرفت تا خلل و فرج موجود در مدل آزمایشگاهی حتی‌الامکان با خلل و فرج موجود در خاک مزرعه شبیه‌سازی گردد.

قبل از شروع آزمایش، مدل آزمایشگاهی بار دیگر از پایین به بالا اشباع شد تا با خروج هوای احتمالی موجود در خلل و فرج خاک، خطای قرائت‌ها کاهش یابد. خاک مورد استفاده دارای بافت شن لومی با وزن مخصوص ظاهری ۱/٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. برای تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در مدل آزمایشگاهی از روش زه‌آب خروجی استفاده گردید (علیزاده، ۱۳۷٤). در این روش پس از برقراری سطح آب به ارتفاع ۲۰ سانتی-متر روی سطح خاک، در فواصل مختلف زمانی حجم آب خروجی نسبت به زمان و همزمان با آن حداکثر ارتفاع سطح ایستابی اندازه‌گیری شد. سپس خیز سطح ایستابی (h) در مقابل نسبت شدت تخلیه به سطح ایستابی (q/h) ترسیم شد و با برازش نقاط فوق و استفاده از رابطه هوخهات[1]، هدایت هیدرولیکی خاک برابر ۰/۵ متر در روز محاسبه گردید (فرامرزی، ۱۳۸۰).

اعمال مقادیر مختلف شدت تخلیه که بعد از برقراری شرایط ماندگار برابر شدت تغذیه می‌شد، از طریق کنترل سطح ایستابی در ترازهای متفاوت انجام گرفت. به این منظور با کمک شیرفلکه‌های مخازن جانبی مدل، سطح ایستابی داخل مدل در تراز مورد نظر تنظیم گردید. با ثابت شدن موقعیت سطح ایستابی پس از مدت ٤ الی ٦ ساعت، حالت ماندگار برقرار و دبی جریان خروجی نیز ثابت شد. سپس قرائت پیزومترها برای تعیین موقعیت نیمرخ سطح ایستابی و اندازه‌گیری حجم آب خروجی از لوله زهکش نسبت به زمان، برای تعیین شدت تخلیه انجام گرفت. اندازه‌گیری‌های فوق برای ۱۹ تراز متفاوت سطح ایستابی انجام شد. لازم به ذکر است که به‌منظور ایجاد و شکل‌گیری نیمرخ سطح ایستابی در مدل فیزیکی آزمایشگاهی، با توجه به کوچک بودن فاصله زهکش از دیواره مدل و همچنین در نظر گرفتن قطر ۱۲ سانتی‌متر برای لوله زهکش بدون در نظر گرفتن اشل به‌منظور ایجاد ترازهای سطح ایستابی مورد نظر، با تنظیم جریان ورودی به مدل و جریان خروجی از مدل، ترازهای متفاوت سطح ایستابی به دست آمد. شدت تخلیه از مقادیر بالایی (۰/٤٤ تا ٤/۰٤ متر در روز) برخوردار بودند. زیرا طبق رابطه هوخهات (ترابی و همکاران، ۱۳۷۸)، مقدار ضریب زهکشی با توان دوم فاصله بین دو زهکش نسبت عکس دارد. لذا با کاهش فاصله بین دو زهکش شدت تخلیه از مقدار بالایی برخوردارخواهد بود. برای استخراج معادله حاکم بر نیمرخ سطح ایستابی، از رابطه همبستگی و

1- Hooghoudt

www.SID.ir

Archive of SID

رگرسیون چندگانه[1] استفاده گردید. روش رگرسیون چندگانه در واقع خیز سطح ایستابی را در فواصل مختلف x از لوله زهکش، با استفاده از متغیرهای مستقل تخمین زده و باقی‌مانده‌ها را به‌عنوان عامل شانس به حساب می‌آورد (مونتگمری، ۱۹۹۲).

برای مدل‌سازی توسط رگرسیون، ابتدا متغیرهایی که بیشترین سهم را در خیز سطح ایستابی و کمترین وابستگی را نسبت به هم دارند، در مدل گنجانده شدند (فرامرزی،۱۳۸۰). معیار ارزیابی در گزینش مدل‌ها ضریب تبیین اصلاح شده بود. همچنین سطح معنی‌دار بودن، خطای استاندارد مدل و مقادیر اندازه‌گیری و محاسبه شده به‌عنوان کنترل کننده مورد استفاده قرار گرفتند و در نهایت اعتبار ۳ مدل نیز به‌عنوان مطمئن‌ترین معیار مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور برآورد خطای حاصل از مقادیر پیش‌بینی شده توسط معادله رگرسیون به‌ترتیب خطای استاندارد و خطای میانگین (مونتگمری، ۱۹۹۲) محاسبه گردید.

نتایج و بحث

پس از معرفی اطلاعات جمع‌آوری شده در قالب داده‌های بی بعد مؤثر بر سطح ایستابی به کامپیوتر، کلیه مدل‌های برازشی ممکن بر داده‌های فوق با استفاده از تحلیل آماری مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از اطلاعات مربوط به ۱۵ تراز مختلف سطح ایستابی استفاده شد. در این مرحله با استفاده از تحلیل آماری، بهترین مدل رگرسیونی از میان مدل‌های مورد بررسی، به‌صورت معادله زیر تعیین گردید که دارای ضریب تبیین اصلاح شده ۹۲/۱ درصد می‌باشد:

[۲]

$$\frac{\hat{y}}{d} = -0.343 + 222\ \frac{q}{K} + 14.2\left(\frac{x}{L}\right)^2 - 20.2\left(\frac{x}{L}\right)^3 + 6.04\left(\frac{x}{L}\right)^6$$

که در آن :

$\hat{y}$ = ارتفاع سطح ایستابی در فواصل مختلف x از لوله زهکش، سانتی‌متر

d = فاصله از مرکز زهکش تا لایه غیرقابل نفوذ (کف مدل)، سانتی‌متر

q= شدت تخلیه، سانتی‌متر در ثانیه

K = هدایت هیدرولیکی خاک، متر در روز

L = فاصله بین دو زهکش (عرض مدل)، سانتی‌متر

برای بررسی اعتبار معادله ۲ از داده‌های مربوط به ٤ تراز سطح ایستابی که در استخراج معادله ۲ به کار گرفته نشده بود، استفاده گردید و نهایتاً رابطه زیر که دارای ضریب تبیین ۹۲/۷ درصد می‌باشد، ارائه شد:

$$\hat{y} = 0.67 + 0.985\,y \qquad [۳]$$

که در آن:

$\hat{y}$ = مقادیر خیز سطح آب پیش‌بینی شده در فواصل مختلف x از لوله زهکش، سانتی‌متر

y= مقادیر خیز سطح آب اندازه‌گیری شده در فواصل مختلف x از لوله زهکش، سانتی‌متر

در نهایت، نرمال بودن باقی‌مانده داده‌ها از مقادیر پیش‌بینی شده، که از شرایط لازم رگرسیون خطی است مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد باقی‌مانده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. بنابراین معادله ۲ به عنوان بهترین مدل انتخاب شد.

برای مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر محاسبه شده برای ضرایب زهکشی مختلف، شکل‌های ۳ تا ٦ ارائه شده است. همانطور که در این شکل‌ها ملاحظه می‌شود، نیمرخ سطح ایستابی در هر ضریب زهکشی با اختلاف ناچیزی از مقادیر واقعی آن، توسط رابطه ۲ پیش‌بینی شده است. در تحلیل رگرسیونی رابطه ۲، مقدار میانگین مربعات انحرافات (MSE[1]) ۰/۰۳۵ است و این معادله قادر است نیمرخ سطح ایستابی را در ضرایب زهکشی مختلف و در فواصل مختلف از لوله زهکش با ۳/۸۹ درصد خطای میانگین و ۳/۷۸ درصد خطای

1- Multiple regression

1- Mean Square Error

www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد پیش‌بینی نماید. برای ارزیابی معادله ۲ با استفاده از معادله هوخهات مطابق زیر عمل شد:

برای محاسبه فاصله بین دو زهکش با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده مقادیر ضرایب زهکشی اندازه‌گیری شده و حداکثر خیز سطح آب ناشی از هر ضریب زهکشی در بالای لوله زهکش که از طریق مانومترها قرائت شد، در رابطه هوخهات (ترابی و همکاران، ۱۳۷۸) قرار داده شد و با معلوم بودن هدایت هیدرولیکی اشباع خاک و فاصله از مرکز زهکش تا لایه غیرقابل نفوذ (کف مدل آزمایشگاهی)، فاصله بین دو زهکش (L) محاسبه گردید که نتایج در جدول ۱ ارائه شده است. برای محاسبه فاصله بین دو زهکش با استفاده از داده‌های پیش‌بینی شده همانند حالت فوق عمل شد با این تفاوت که به جای مقادیر حداکثر خیز سطح آب قرائت شده، از مقادیر حداکثر خیز سطح آب پیش‌بینی شده توسط رابطه ۲ استفاده گردید و نهایتاً فاصله پیش‌بینی شده بین دو زهکش ($\hat{L}$) محاسبه گردید که نتایج حاصله در جدول ۱ ارائه شده است.

از مقایسه میانگین‌های ارائه شده در جدول ۱ (دو ستون آخر) می‌توان نتیجه گرفت که فواصل محاسبه شده با استفاده از داده‌های مدل رگرسیونی بیشتر از حالتی است که مستقیماً از داده‌های اندازه‌گیری شده استفاده شود و به مقدار واقعی آن (۹۰ سانتی‌متر عرض مدل آزمایشگاهی) نزدیک‌تر است. از طرفی چون معادله رگرسیونی بر داده‌های اندازه‌گیری شده برازش بسیار خوب و در حد اعتماد ارائه کرده است، لذا می‌توان در طراحی اولیه مدل آزمایشگاهی که نمودی از شرایط مزرعه است، از داده‌های پیش‌بینی شده توسط معادله رگرسیونی استفاده نمود. در واقع می‌توان گفت برای محاسبه فاصله زهکش‌ها در طراحی زهکش‌های زیرزمینی در مزرعه به جای استفاده از مقادیر فرضی ضریب زهکشی و حداکثر ارتفاع سطح ایستابی بالای زهکش در معادلات ماندگار رایج (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۷)، می‌توان ابتدا با معلوم بودن مقادیر هدایت آبی اشباع خاک و فاصله لایه غیرقابل نفوذ تا زهکش‌ها مقدار حداکثر ارتفاع سطح ایستابی را با توجه به مقدار ضریب زهکشی مورد نظر از معادله ۲ تخمین زد و با استفاده از مقادیر فوق و کاربرد آن در معادلاتی از جمله معادله هوخهات فاصله زهکش‌ها را برای شرایط عملی و ضریب زهکشی مورد نظر با دقت بیشتری تخمین زد تا شرایط ماندابی یا تنش رطوبتی برای گیاه مورد نظر به حداقل برسد. البته باید توجه کرد که نتایج تحقیق حاضر نمی‌تواند به‌عنوان یک مدل الگو و مبنا در مناطق مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

زیرا شرایط محلی در هر منطقه متفاوت و تابع پارامترهای زیادی است که به دست آوردن آنها به زمان و امکانات زیادی نیاز دارد.

بنابراین بر اساس نتایج این طرح پیشنهاد می‌گردد که قبل از اجرای سیستم زهکشی در مناطق دیگر ابتدا در یک «مزرعه آزمایشی» که ابعاد آن فقط دو یا سه لوله زهکش را پوشش دهد، آزمایش‌هایی مشابه این تحقیق انجام شود و معادله‌ای همانند آنچه در این تحقیق استخراج گردید برای پیش‌بینی وضعیت سطح ایستابی بالای زهکش‌ها در شرایط مزرعه به دست آید تا با استفاده از آن معادله و معادلات ماندگار رایج در طراحی زهکش‌های زیرزمینی، زهکش‌ها با درجه اطمینان بیشتری برای آن منطقه طراحی گردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- محاسبه فاصله بین دو زهکش با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده.

ردیف	Y (cm)	x (cm)	$\hat{y}$	q (m/day)	L (cm)	$\hat{L}$
۱	۲۸/۹۰	٤٥	۲۲/۷۳٤	۰/۷٤۷	۰/۷٥۲	۰/٦۳٤
۲	۳٥/۷٦	٤٥	۲۹/٤۳٦	۱/٤۳۹	۰/٦۳۲	۰/۸۲۸
۳	۳٥/۸۹	٤٥	۲۹/٥٦۲	۱/٤٥۲	۰/٦۳۱	۰/۸۳۱
٤	٤٤/۹۹	٤٥	۳۷/۹۸۱	۲/۲۳۰	۰/٥۹۱	۱/۰۳۱
٥	٥۰/٥۹	٤٥	٤۳/۹٤٥	۲/۹۳٥	۰/٥۷٥	۱/۱٦٦
٦	٥۱/۳۹	٤٥	٤٤/۷۲٥	۳/۰۱٥	۰/٥۷٥	۱/۱۸۲
۷	٦۱/٥۸	٤٥	٥٤/٦۹٤	٤/۰٤٤	۰/٥۷۳	۱/۳۸٥
۸	۲٥/۸۹	٤٥	۱۹/۷۸٥	۰/٤٤۳	۰/۹۰۳	۰/٥۲۷
۹	۲۷/۲٦	٤٥	۲۱/۱۲٦	۰/٥۸۱	۰/۸۱۸	۰/٥۷۹
۱۰	۲۹/۳۹	٤٥	۲۳/۲۱۱	۰/۷۹۷	۰/۷۳۷	۰/٦٥۰
۱۱	۳٤/۳۸	٤٥	۲۸/۰۸۷	۱/۲۹۹	۰/٦٤٦	۰/۷۹۲
۱۲	۳۷/۷۷	٤٥	۳۱/٤۰٥	۱/٦٤۲	۰/٦۱٦	۰/۸۷۹
۱۳	٤۰/۳٤	٤٥	۳۳/۹۱۸	۱/۹۰۱	۰/٦۰۱	۰/۹٤۰
۱٤	٤٦/٥٤	٤٥	۳۹/۹۸۳	۲/٥۲٦	۰/٥۸۱	۱/۰۸۰
۱٥	٥۲/۳۹	٤٥	٤٥/۷۰٥	۳/۱۱٦	۰/٥۷٤	۱/۲۰۳
۱٦	٤۳/۳۹	٤٥	۱/۸٤٤	۲/۲۰۳	۰/٥۹۰	۰/۱٦۷
۱۷	٥٤/۱۳	٤٥	۲/۳۷۲	۳/۲۹۲	۰/٥۷۳	۰/۱۹۳
۱۸	۳۱/٦۷	٤٥	۱/۲۷٤	۱/۰۲٦	۰/٦۸٥	۰/۱۲۸
۱۹	٤۳/۰۳	٤٥	۱/۸٤۲	۲/۱۹۹	۰/٥۸۷	۰/۱٦۷
کل					۱۲/۲۳۸	۱٤/۳٦۰
میانگین					۰/٦٤٤	۰/۷٥٦

سپاسگزاری

بدینوسیله از گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی کرج و همچنین مؤسسه تحقیقات کشاورزی کرج به خاطر در اختیار نهادن امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌گردد

منابع

۱.آذری، ا. ۱۳۷۹. تأثیر زهکش‌های جمع‌کننده جاذب بر ضریب زهکشی در شبکه زهکشی دشت مغان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱٤۲ صفحه.

۲. بازاری، م.، علیزاده، ا. و نی‌ریزی، س. ۱۳٦۷. مهندسی زهکشی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۰ صفحه.

۳.بای بوردی ، م. ۱۳۷۲. اصول مهندسی زهکشی و بهسازی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ٦٤۱ صفحه.

٤.ترابی، م.، مأمن پوش، ع.، پذیرا، ا. و محمودیان شوشتری، م. ۱۳۷۸. تطبیق نظریه‌های زهکشی در حالت ماندگار و غیر ماندگار به روش عناصر محدود با شرایط مزرعه. مؤسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی، کرج، شماره ۱٤۳، ٤۰ صفحه.

۵.حسن‌اقلی، ع. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد فنی لوله‌های زهکش زمین بافته در مقایسه با لوله‌های زهکش رایج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران،۲۵۰صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

٦.علیزاده، ا. ١٣٧٤. زهکشی اراضی، طرح و برنامه‌ریزی سیستم‌های زهکشی در کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ٩٦، ٤٤٨ صفحه.

٧.فرامرزی، م. ١٣٨٠. تأثیر ضریب زهکشی بر نیمرخ سطح ایستابی زهکش‌های زیرزمینی تحت شرایط ماندگار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ١٣٤ صفحه.

٨.کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ١٣٧٧. مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک. نشریه شماره ٢٢، ١٥٩ صفحه.

9.Bouwer, H., and Van Schilfgaarde, J. 1963. Simplified method of predicting fall of water table in drained land. Trans. ASAE 6(4): 288-291.

10.Gullichand, J., Prasher, S.O., and Marcott, D. 1991. Kriging of hydraulic conductivity for subsurface drainage, ASCE, J. Irrig. and Drain. Eng.117(5): 667-681.

11.Montgomery, D.C. 1992. Introduction to linear regression analysis, John Wiley and Sons, Inc., N.Y., 527 p.

12.Prasher, S.O., Singh, M., Maheshwari, A.K., and Clemente, R.S. 1997. Effect of spatial variability in hydraulic conductivity on water table drawdown, Trans. ASAE 40(2): 371-375.

13.Salihu, M., and Rafindadi, N.A. 1982. Nonlinear steady state seepage into drains. J. Irrig.and Drain. Eng. 115(3): 358-376.

14.Tabrizi, A.N., and Skaggs, R.W. 1982. Variation of saturated hydraulic conductivity within a soil series. Microfiche, (fiche no. 83-2044).

15.Wenyan, W., Bing, S., and Zhilu, L. 1994. Drain-spacing calculation considering influence of evaporation. ASCE , J. Irrig. and Drain. Eng. 120(3): 563-572.

16.Withers, B., and Vinpond, S. 1974. Irrigation Design and Practice. B. T. Bastford Limited, London, 306 p.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(6), Feb-Mar 2006
www.magiran.com/jasnr

Effect of discharge rate on water table profile in subsurface drainage using drain tube

M. Faramarzi[1], B. Mostafazadeh-fard[1], F. Mousavi[1] and A.M. Liaghat[2]
[1]Former M.Sc. Post graduate student, Associate Prof., and Professor of College of Agricutlure, Isfahan Univ. of Technology, [2]Associate Prof., College of Agriculture, Tehran Univ.

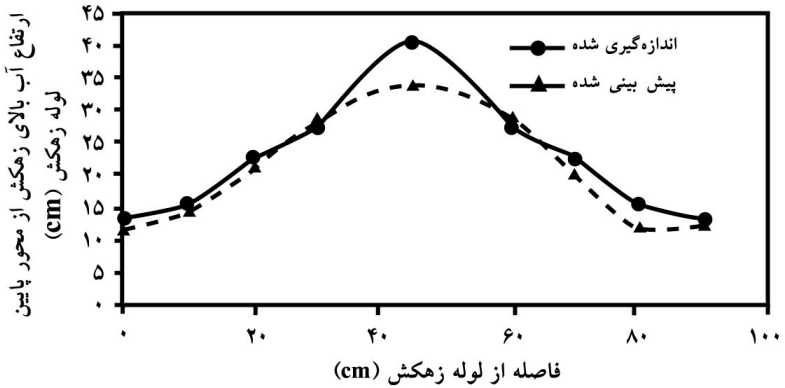
Abstract

The effect of discharge rate or drainage coefficient on water table build-up and its effect on crop production is important. A laboratory drainage model was used to investigate the effect of different discharge rates ranging from 4.617 to 42.12 cm^3/s on 19 different water table profiles under steady state conditions. Soil used in the model was sandy loam with bulk density of 1.4 g/cm^3 and saturated hydraulic conductivity of 0.53 m/day. The model had a drainage pipe and nine piezometers that were installed at 10 cm intervals inside the model. The results of statistical analysis showed that relationship between water table profile and discharge rate can be expressed by a polynomial of order 6 with coefficient of determination of more than 92 percent. The prediction of this polynomial function versus the measured data showed this function can predict the measured water table profile closely.

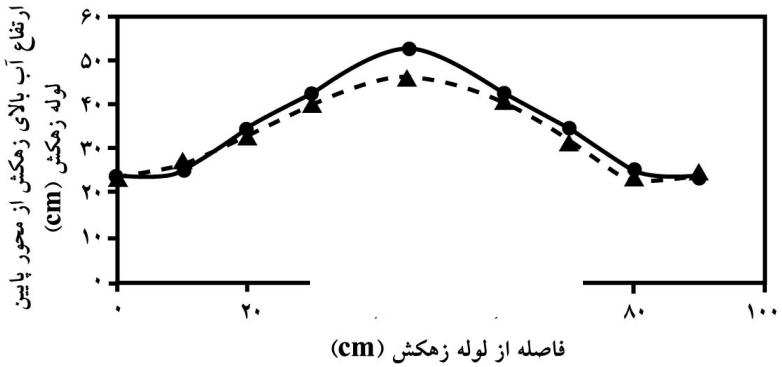
***Keywords**:* Sub-surface drainage; Water table profile; Discharge rate

www.SID.ir

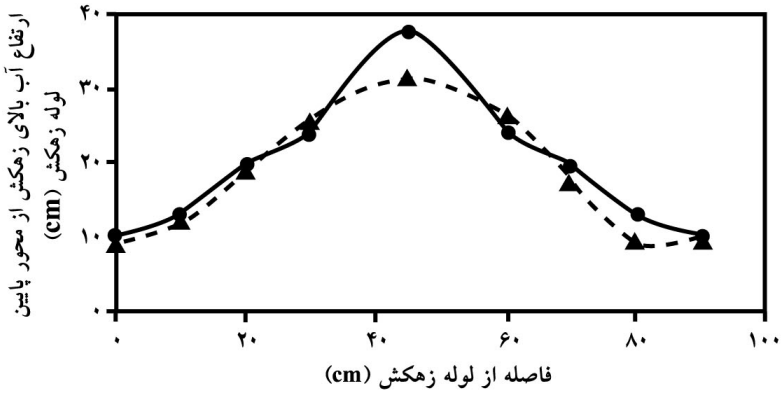
Archive of SID



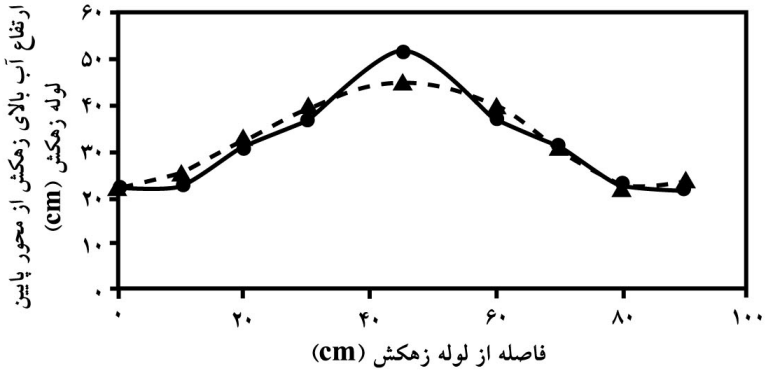
شکل ۳- نیمرخ سطح ایستابی بین دو زهکش در حالت q=۰/۰۰۲۲ cm/s



شکل ۴- نیمرخ سطح ایستابی بین دو زهکش در حالت q=۰/۰۰۳۴ cm/s



شکل ۵- نیمرخ سطح ایستابی بین دو زهکش در حالت q=۰/۰۰۱۵ cm/s



شکل ۶- نیمرخ سطح ایستابی بین دو زهکش در حالت q=۰/۰۰ ۳۵ cm/s

www.SID.ir