Archive of SID

اولین همایش ملی زهکشی در کشاورزی پایدار
تهران - ۸ اسفندماه ۱۳۹۲

# بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکشی زیرزمینی با پوشش مصنوعی pp450 در مقایسه با پوشش شن و ماسه (مطالعه موردی کشت و صنعت سلمان فارسی)

**پرنیان مجیدی چهارمحالی[۱]،عبدالرحیم هوشمند[۲]،عبدعلی ناصری[۳]،منا گلابی[۴]**

**دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی(majdpari@yahoo.com)**

**استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز(hooshmaand_a@scu.ac.ir)**

**استاد دانشگاه شهید چمران (ab_naseri@yahoo.com)**

**استادیار دانشگاه شهید چمران (mona_golabi@yahoo.com)**

## چکیده:

هدف از انجام این تحقیق، بررسی عملکرد سیستم زهکشی زیرزمینی کم عمق بر نوسانات سطح ایستابی، بررسی پارامترهای طراحی سیستم زهکش های زیرزمینی با به کارگیری دو نمونه از پوشش زهکش های زیرزمینی شامل پوشش شن و ماسه و پوشش مصنوعی است. دو مزرعه( یکی دارای پوشش معدنی و دیگری مصنوعی) که هر کدام دارای ۶ لترال می باشند، انتخاب شدند. چاهک های مشاهداتی جهت اندازه گیری مقاومت هیدرولیکی، نوسانات سطح ایستابی و به منظور تعیین شاخص های عملکرد زهکش های زیرزمینی مطابق استانداردهای موجود روی لترال وسط و در بین دو خط زهکش در فواصل ۰.۲۵، ۰.۵، ۰.۷۵ نصب شدند. با استفاده از پارامتر های اندازه گیری شده، عملکرد سیستم زهکشی و پارامترهای طراحی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از انجام آزمایشات، نتایج نشان داد که پارامترهای طراحی شده در روش جریان ماندگار برای هر دو مزرعه خوب بوده است.اما در روش جریان غیر ماندگار ضریب آبدهی ویژه به دست آمده از معادله ها با هم تفاوت زیادی دارند.

**کلمات کلیدی**: پوشش زهکش ، ضریب عکس العمل، عمق معادل، زهکش زیرزمینی

## مقدمه:

زهکشی تاکنون تنها به خارج کردن آب اضافی از زمین اطلاق می شده است. بدیهی است که این کار در مناطق خشک و نیمه خشک توام با خارج کردن نمک اضافی از خاک بوده است. هدف زهکشی به این موضوع منحصر نمی شود. در گذشته و حال ، نقش زهکشی بیشتر جنبه فنی (راه، سد، ساختمان،..)و کشاورزی (افزایش محصول) داشته است. انسان بوسیله زهکشی، در چرخه هیدرولوژیکی مداخله می کند زیرا که زهکشی ، در مسیر جریان آب تغییر ایجاد می کند، از نظر زمان موجب تاخیر در جریان آب می شود ، سطح ایستابی را از حالت طبیعی تغییر می دهد. از سوی دیگر، انسان بوسیله زهکشی در چرخه زیست محیطی نیر تاثیر فراوان می گذارد. زهکشی با آبیاری ، کنترل سیلاب ، بهداشت عمومی ، حفاظت محیط زیست و بویژه حفاظت تالاب ها .ارتباط دارد. قابل ذکر است که قسمت وسیعی از کشور ما به دلیل شرایط اقلیمی، بارندگی کم و نبخیر زیاد و از طرفی مدیریت غلط در اجرا و بهره برداری از شبکه های آبیاری در معرض شوری و ماندابی قرار گرفته است. به طوریکه

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۲۳.۵ میلیون هکتار از اراضی کشور با درجات مختلف با مشکل ماندابی، شوری، شوری و سدیمی بودن بخش وسیعی از اراضی کشور به علت تشکیلات زمین شناختی، منابع آبهای مورد بهره برداری اعم از سطحی و زیرزمینی ما نیز شور و یا حاوی املاح محلول است (آذری و همکاران،۱۳۸۱). چنانچه مدیریت صحیحی اعمال نشود موجبات شور شدن اراضی بیشتری از کشور را فراهم می کند. با توجه به آنچه بیان شد ضرورت توجه به مسائل و مشکل برنامه ریزی به منظور پژوهشهای علمی و تحقیقات مزرعه ای الزامی است که امروزه ضرورت آن بیش از پیش احساس می شود. با توجه به اینکه اجرای پروژه های زهکشی یک امر اجرایی مبتنی بر تئوریهای علمی و نظری است در بسیاری از موارد تنها مسائل تئوریک جوابگو نیست. از علل این امر می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بر آورده نشدن دقیق هدایت هیدرولیکی به علت کافی نبودن تعداد آزمایشهای اندازه گیری آن در منطقه مورد نظر.
- به علت پیچیده بودن و همچنین عدم یکنواختی تشکیلات زمین شناختی تشخیص دقیق لایه محدود کننده مشکل است.
- وجود زهکشی طبیعی در خاک.
- دشوار بودن تخممین صحیح ضریب زهکشی و آبدهی ویژه.(نشریه ۵۹ کمیته می زهکشی)

## مواد و روش ها:

با توجه به اهمیت زهکشی به خصوص در مناطق گرم و خشک و سطح زیر کشت کشت نیشکر در استان خوزستان تحقیقاتی در مورد سیستم های زهکشی زیرزمینی این استان انجام شده است. در سال ۱۳۸۳ نیز در طرح آبیاری و زهکشی نخیلات آبادان مزرعه آزمایشی به منظور مقایسه پوشش های مختلف احداث شد. در این مزرعه عملکرد دو نوع پوشش مصنوعی با دو نوع پوشش معدنی در حالت آبشویی (ارواحی ،۱۳۸۴) و در حالت آبیاری (جوانشیر عزیزی ،۱۳۸۶) با هم مقایسه شده اند. نتایج حاصل از این مطالعات منجر به تعمیم استفاده از پوشش مصنوعی PP450 برای طرح آبیاری و زهکشی نخیلات آبادان و خرمشهر گردید. علاوه بر کارهای صحرایی ، کارهای آزمایشگاهی دقیقی روی ارزیابی عملکرد پوشش های مصنوعی صورت گرفت . (قانع ،۱۳۸۵) عملکرد دو نوع پوشش مصنوعی تهیه شده از الیاف پروپلین PP450 و PP700 را با پوشش شن و ماسه ای در مخزن شن و ماسه ای مقایسه کرد. میانگین دبی خروجی پوشش شن و ماسه ای حدود ۳ برابر دبی خروجی پوشش های مصنوعی بوده است اما از نظر تامین نیازهای زهکشی هر سه پوشش عملکرد یکسانی داشته اند. مهدی نژادیانی (۱۳۸۵) نیر عملکرد یک نوع پوشش مصنوعی PP450 را بررسی کرده و با پوشش معدنی شن و ماسه رایج در پروژه های زهکشی مقایسه کرد. نتایج بدست آمده نشان داد در یک بار آبی ثابت ، کاهش دبی خروجی از زهکش و هدایت هیدرولیکی مجموع خاک و پوشش در طول زمان، درزهکش با پوشش مصنوعی بیشتر از زهکش با پوشش معدنی است. اما کارایی پوشش مصنوعی در تامین نیاز زهکشی بقوت خودش باقی می باشد.علیرغم تحقیقات انجام شده شرکت های کشت وصنعت نیشکر هم چنان درگیر مسائل مربوط به سیستم های زهکشی می باشند، لذا در تحقیق حاضر دومزرعه تحت آبشویی را با دو پوشش زهکش متفاوت در سه آبشویی مورد بررسی قرارمی گیرد. پوشش های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: فیلتر مصنوعی ، فیلتر شن و ماسه ای با نصب عمق کم(۱.۵_۱.۲). که این دو مزرعه در کشت و صنعت سلمان فارسی وافع شده است. محدوده طرحهای توسعه نیشکر ، بخشی از دشت وسیع خوزستان در جنوب غربی ایران است که در ناحیه ای بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول شرقی ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه واقع شده اند. از نظر فیزیو گرافی ، محدوده مورد مطالعه ، سرزمین مسطح و نسبتا کم ارتفاعی است که در پهنه وسیع و گسترده دشت بین النهرین قرار گرفته است.شیب عمومی زمین از دامنه ارتفاعات در شمال به سمت سواحل خلیج فارس در جنوب است. بطوریکه شیب زمین در جنوب اهواز تا آبادان ، بسیار کم(حدود ۰/۱ متر در کیلومتر ) است. کشت و صنعت نیشکر سلمان فارسی که

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از کشت و صنعتهای هفتگانه شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی است در حدود ۴۰کیلومتری جنوب اهواز واقع است. مساحت اراضی کشاورزی آن نزدیک به ۱۲۰۰۰ هکتار است که سالانه از ۱۰۰۰۰ هکتار آن برداشت نیشکر صورت گرفته و ۲۰۰۰ هکتار آن در حال آیش و کشت مجدد است. اجرا و احداث این مزارع تحقیقاتی بر اساس مبانی طراحی زهکشهای زیر زمینی و تئوریهای مربوط به آنها انجام گردیدکه این مبانی عبارتند از:

**ضریب زهکشی:**

ضریب زهکشی، معادل عمق آبی است که زهکشهای زیر زمینی روزانه از منطقه خارج می نمایند و بر اساس این در طرح با توجه به پر مصرف بودن گیاه نیشکر و حجم بالای آب مورد نیاز ، عمق آب زهکشی بعنوان درصدی از تلفات آب آبیاری دارای کمیت قابل توجهی است تلفات عمقی آب آبیاری و آب آبشویی با تاثیرات ناشی از نشت آب به منطقه ریشه محاسبه می گردد. و در این طرح ۶ میلیمتر در روز در نظر گرفته شده است.

**عمق مورد نیاز سطح ایستابی:**

عمق مورد نیاز سطح ایستابی در طراحی شبکه زهکشی به دو عامل بستگی دارد:

عمق ریشه گیاه

عمق بحرانی جهت جلوگیری از صعود جریان کاپیلاریته در خاک

در مناطقی که کشاورزی بصورت فصلی صورت می گیرد، صعود جریان آب زیر زمینی در فصول غیر کشاورزی موجب شوری خاکها می شود ولی در حالت کشاورزی دائمی به علت بهره برداری سالانه این فرصت بوجود نخواهد امد و جریان دائمی آبیاری مانع صعود جریان کاپیلاریته در خاک خواهد شد. در شبکه زهکشی سلمان فارسی در تعیین عمق سطح ایستابی، با توجه به کاشت نیشکر در اراضی و انجام ابیاری در طول سال بالا آمدن سطح آب زیر زمینی مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

**عمق نصب زهکشهای زیرزمینی:**

با توجه به وضعیت رشد ریشه نیشکر که بخش عمده آن در عمق حدود ۶۰ سانتیمتری از سطح زمین قرار دارد و با در نظر گرفتن عمق لایه غیر قابل نفوذ معادل ۳.۵ متر از سطح زمین و عمق آب زیرزمینی، عمق نصب زهکشهای زیر زمینی تعیین می گردد. با عنایت به تاثیر کلیه عوامل مرتبط، عمق نصب زهکش های زیرزمینی در اراضی زون ۴ بطور متوسط ۱.۳۵ متر از سطح خاک است. در این صورت عمق شروع لترال ها ۱.۲ و عمق انتها لترالها معادل ۱.۵ متر می باشد.

**فاصله زهکشهای زیر زمینی**

برای تعیین فاصله زهکش های زیر زمینی روابط مختلفی ارائه شده است که از معروفترین آنها می توان روابط هوخهات و کرکهام برای شرایط ماندگار و گلور-دام را برای شرایط غیر ماندگار نام برد. برای تعیین فاصله زهکشهای زیر زمینی در طرح سلمان فارسی با توجه به کاربرد فراوان رابطه هوخهات توسط اغلب مهندسین و سادگی محاسبات و در عین حال نزدیک بودن نتایج آن به واقعیت، از این رابطه به شرح زیر استفاده گردیده است: با توجه به عمق نصب زهکش معادل ۱.۳۵ متر و بار آبی ۵۰ سانتیمتر، فاصله زهکشها حدود ۴۵ متر بدست می آید که با توجه به شکل و ابعاد مزارع به ۴۲ متر اصلاح می گردد.

**شرایط جریان ماندگار**

در طراحی بر اساس شرایط جریان ماندگار عموماً از معادلهٔ درجه دوم هوخهات استفاده می‌شود که می‌توان به شکل زیر آن را بیان نمود:

$$q = Ah^2 + Bh \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$A = \frac{4k}{L^2} \quad (۲)$$

$$B = \frac{8kd}{L^2} \quad (۳)$$

که در آنها:

q: ضریب زهکشی (m/day)

h: بار سطح ایستابی در نقطه وسط بین دو زهکش (m)

k: هدایت هیدرولیکی (m/day)

d: عمق معادل هوخهات (m)

L : فاصلهٔ بین لوله‌ها

با اندازه‌گیری دبی آب خروجی از زهکش (q) و بار سطح ایستابی در نقطه وسط بین دو زهکش (h) می‌توان یک رابطهٔ درجهٔ دوم همانند رابطهٔ بالا برقرار نمود. آنگاه با معلوم بودن فاصلهٔ زهکش‌ها می‌توان پارامترهای هدایت هیدرولیکی و عمق معادل را برآورد نمود.

**شرایط جریان غیر ماندگار**

در حالتی که نوسانات سطح آب زیرزمینی در اثر تغذیه خیلی سریع باشد، کاربرد فرمولهای جریان غیرماندگار توصیه شده است. با انجام آبیاری و تغذیه سفره آب زیرزمینی، سطح ایستابی بالا آمده و با قطع آبیاری، پایین افتادن سطح آب شروع می‌شود. معادله زیر در مرحله افت سطح ایستابی به کار می‌رود (بر اساس روابط ارایه شده توسط گلوور – دام در معادله (۴) خواهیم اشت :

$$\alpha t = 2.3 \log(h_{t_2} / h_{t_1}) \quad (۴)$$

که در آن:

$\alpha$ : ضریب عکس‌العمل

$ht_1$ و $ht_2$ : بار هیدرولیکی در زمانهای $t_1$ و $t_2$ بر حسب متر

t : مدت زمان مشاهده بر حسب روز است که طی آن سطح آب از موقعیت $ht_2$ به $ht_1$ می‌رسد.

از طرف دیگر می‌توان با محاسبهٔ $\alpha$، آبدهی ویژه ($\mu$) را از معادله (۵) به دست آورد:

(۵)

$$\mu = \frac{\pi^2 kd}{\alpha L^2}$$

هنگام طراحی زهکش های زیر زمینی مقدار($\mu$)، اغلب از رابطه (۵) محاسبه می شود، که در آن هدایت هیدرولیکی بر حسب سانتیمتر در روز و ($\mu$) بر حسب درصد به دست می آید. بر این اساس در مورد بالا که بیان شد با در نظر گرفتن مقدار K و dدر بخش قبل، مقدار ($\mu$) به این طریق نیز محاسبه خواهد شد. به عبارت دیگر، از این طریق می توان برآورد خوبی از مقدار آبدهی ویژه در هنگام طراحی به دست آورد. نتایج محاسبات ضریب عکس العمل و آبدهی ویژه در مزرعه زهکشی زیر زمینی در جدول (۳) آمده است.در هنگام طراحی زهکش‌های زیرزمینی مقدار $\mu$ ، اغلب از رابطه (۶) محاسبه می-شود ، که در آن k هدایت هیدرولیکی بر حسب سانتیمتر در روز و $\mu$ بر حسب درصد به دست می آید .بر این اساس در مورد

www.SID.ir

Archive of SID

بالا که بیان شد با در نظر گرفتن مقدار k در بخش قبل ، مقدار μ به این طریق نیز محاسبه خواهد شد. به عبارت دیگر، از این طریق می‌توان برآورد خوبی از مقدار آبدهی ویژه در هنگام طراحی به دست آورد .نتایج محاسبات ضریب عکس العمل و آبدهی ویژه در بخشهای مختلف مزرعه زهکشی زیرزمینی در جداول (۵) و (۶) آمده است .

$$\mu = k^{0.5} \qquad (۶)$$

## نتایج وبحث:

جهت ارزیابی عملکرد زهکش‌ها در کنترل سطح ایستابی می‌توان از شاخص RGWD (عمق نسبی آب زیرزمینی)[۱۱] استفاده کرد .این شاخص نسبت متوسط عمق سطح ایستابی در طول فصل به عمق مطلوب سطح ایستابی در طول فصل است.مقدار بهینه و مطلوب این شاخص یک است و می تواند در محدوده ۰.۸ تا ۱.۲ قرار گیرد ،که مقادیر زیاد آن نشان دهنده زهکشی زیاد و مقادیر متر از حد آن به معنی زهکشی ضعیف است.

**جدول (۱) عملکرد زهکش ها در منترل سطح ایستابی**

| ردیف | RGWD ( پوشش مصنوعی) | RGWD (پوشش معدنی) |
|---|---|---|
| نوبت اول | ۰.۷۴ | ۰.۷۵ |
| نوبت دوم | ۰.۸۹ | ۱.۰۱ |
| نوبت سوم | ۰.۸ | ۱.۰۷ |
| میانگین | ۰.۸۱ | ۰.۹۴ |

**با توجه به نتایج** به دست آمده از جدول (۱) عملکرد هر دو پوشش متوسط و تا حدی خوب بوده است. و بین دو پوشش تفاوت قابل توجهی به چشم نمی خورد.

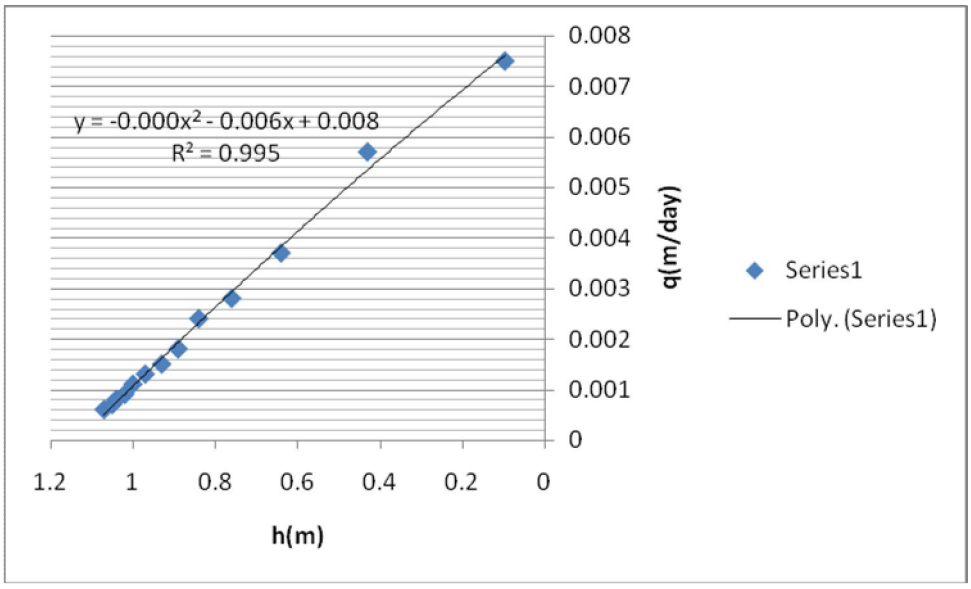
**حالت ماندگار**

با توجه به اینکه فاصله لوله های زهکش برابر ۴۱ متر، هدایت هیدرولیکی ۱ متر در روز(که این هدایت هیدرولیکی به طور متوسط آورده شده است و طبق اندازه گیری ها از ۰.۵۴- ۱.۹۸متغیر بوده است.)و عمق معادل برابر ۱.۳۴۵ متر می باشد. بنابر اصول حاکم بر معادلات جریان در شرایط ماندگار و همچنین با توجه به اندازه گیری های انجام گرفته در طول دوره آبیاری برای زهکشها با پوششهای مختلف نتایج زیر بدست آمد به دلیل اینکه آزمایشات در سه تکرار بوده است .فقط یکی از نمودار ها برای مثال آورده شده است.اما نتایج هر سه تکرار را در جدول (۱) و (۲) مورد بررسی قرار می گیرد.

[۱] . Relative Ground water Depth

www.SID.ir

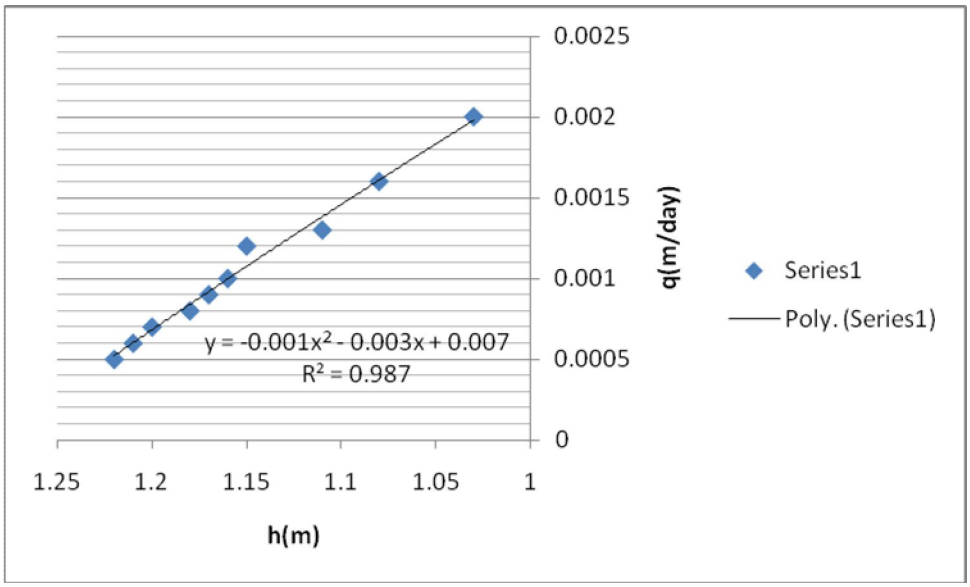
Archive of SID




شکل (۱): منحنی متوسط نوسانات بار هیدرولیکی در طول لاترال در مقابل دبی خروجی (پوشش مصنوعی)

جدول (۲) :محاسبه هدایت هیدرولیکی و عمق معادل با استفاده از معادله هوخهات (شرایط ماندگار)

| ردیف | نوبت اول | نوبت دوم | نوبت سوم |
|---|---|---|---|
| K | ۰.۵۴ | ۰.۷۱ | ۰.۳۳ |
| d | ۱.۰۷ | ۲.۸۲ | ۳.۹۳ |




جدو ل (۲) منحنی متوسط نوسانات بار هیدرولیکی در طول لاترال در مقابل دبی خروجی (پوشش معدنی)

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول (۳) محاسبه هدایت هیدرولیکی و عمق معادل با استفاده از معادله هوخهات (شرایط ماندگار)**

| ردیف | نوبت اول | نوبت دوم | نوبت سوم |
|---|---|---|---|
| k | ۱.۴۲ | ۵.۷۹ | ۰.۷۹ |
| d | ۰.۳۳ | ۰.۸ | ۰.۸۶ |

**حالت غیر ماندگار:**

در حالتی که نوسانات سطح ایستابی در اثر تغذیه خیلی سریع باشد، کاربرد فرمولهای جریان غیر ماندگار توصیه شده است. که با استفاده از این فرمولها می توان بر آورد خوبی از مقدار آبدهی ویژه و ضریبب عکس العمل در هنگام طراحی به دست آورد.که نتایج ایت محاسبات در جدولهای (۳) و (۴) آورده شده است.

**جدول (۴): مقادیر ضریب عکس العمل و آبدهی ویژه (پوشش مصنوعی)**

| ردیف | $\alpha$ | $\mu$ | $\mu$ |
|---|---|---|---|
| نوبت اول | 0.141 | ۰.۰۲۴ | ۰.۷۳۴ |
| نوبت دوم | 0.3 | ۰.۰۳۹ | ۰.۸۴۲ |
| نوبت سوم | 0.39 | ۰.۰۱۹ | ۰.۵۷۴ |

**جدول(۵): مقادیر ضریب عکس العمل و آبدهی ویژه (پوشش معدنی)**

| ردیف | $\alpha$ | $\mu$ | $\mu$ |
|---|---|---|---|
| نوبت اول | ۰.۰۹۲ | 0.037 | ۱.۱۹ |
| نوبت دوم | ۰.۰۵۹ | ۰.۴۶۷ | ۲.۴ |
| نوبت سوم | ۰.۰۵۶ | ۰.۰۷۲ | 0.88 |

بررسی جداول (۲) و (۳) نشان می دهد که دو پارامتر هدایت هیدرولیکی و عمق معادل، به دست آمده در دو منطقه شامل زهکشهای زیرزمینی با پوشش های شن و ماسه و فیلتر مصنوعی PP-450 ، در مقایسه با معیار های طراحی قابل قبول هستند. d به دست آمده از روابط نشان می دهد که زهکش ها بر روی لایه غیر قابل نفوذ نصب شده اند. دو جدول (۵) و (۶) نشان دهنده تفاوت زیادی بین ضریب آبدهی ویزه به دست آمده از معدله تجربی ۶ در مقایسه با معادله تجربی ۵ است.

## منابع:

دفتر استاندارد و معیار های فنی , وزارت نیرو(۱۳۸۴) .استاندارد ضوابط طراحی و انتخاب مواد و مصالح برای زهکش های زیرزمینی , نشریه شماره ۲۶۶- الف

www.SID.ir

Archive of SID

ناصری و ارواحی(۱۳۸۴) ، ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد فیلترهای مصنوعی در سیستم زهکشی زیـر زمینـی و مقایسـه آن بـا فیلتر های متداول شن و ماسه در نخیلات آبادان .مجله علوم کشاورزی ایران .دوره ۳۸ .۱۳۶۸

بخشنده ،م.۱۳۹۰."مسائل زهکشی زیر زمینی در استان خوزستان با نگاهی به یک تجربه".ششـمین کارگـاه زهکشـی و محـیط زیست.کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.اهواز

قانع،ا.۱۳۸۵.ارزیابی مدل فیزیکی تانک خاک و شن جهت مطالعه عملکرد فیلترهای مصنوعی در سیستم زهکشـی زیـر زمینـی ،پایان نامه کارشناسی ارشد،گروه کار کمیته آبیاری و زهکشی ایران.۱۳۸۳،مواد و مصالح سامانه های زهکشی ایران.

ناصری،ع.ع.،و مهدی نژادیانی،ب.(مترجمان).۱۳۸۹."طراحی پوشش برای زهکش های زیر زمینی".از انتشـارات دانشـگاه شـهید چمران اهواز.

اکرم ، مجتبی. (۱۳۸۱). "مسائل و مشکلات اجرای شبکه های زهکشی زیر زمینی در ایران".مجموعه مقالات نگرشی بر مسـائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیر زمینی در ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی در ایران،نشریه شماره ۵۹ .

علیزاده ، امین . (۱۳۷۴). "زهکشی اراضی ، طـرح و برنامـه ریـزی سیسـتم هـای زهکشـی در کشـاورزی". دانشـگاه فردوسـی مشهد،شماره ۹۶

ناصری،ع.ع.،و مهدی نژادیانی،ب.(مترجمان).۱۳۸۹."طراحی پوشش برای زهکش های زیر زمینی".از انتشـارات دانشـگاه شـهید چمران اهواز.

Muhammad , N.A. and W.F. Voltman ,1995. Evaluation of sieve and permeameter analyes methods for subsurface drain envelope laboratory research in Pakistan . Agriculture water manegment , no 27 ,pp. 167-180

. Saeid hamzeh, 2010.evalution of water table fluctutions and discharge of bi-level drainage system in a three-layered soil :case study in the south-west of iran

McKean.J,Inouye.K,(2001),"Field Evaluation of the Long_Term performance of Geocomposite Sheet Drain ",Journal of Geotextiles and Geomembranes,Elsevier,Vol.19,pp.213-234

"Hydraulic Engineering",2000,Naue Fasertechnik GmbH and Co.KG,

M. Turunen[a] L. Warsta .[a]Modeling water balance and effects of different subsurface drainage methods on water outflow components in a clayey agricultural field in boreal conditions.Agriculter ofWater Management, Volume 121, April 2013, Pages 135–148

W. Dierickxb, L.C.P.M. Stuyta, Design and performance of materials for subsurface drainage systems in agriculture , Issue of Agricultural Water Management Volume 86, Issues 1–2, 16 November 2006, Pages 50–59.

A. Rimidis[a], W. Dierickx[b] Field research on the performance of various drainage materials in Lithuania Issue of Agricultural Water Management,. Volume 68, Issue 2, 1 August 2004, Pages 151–175

www.SID.ir