

بررسی وضعیت نفوذ پذیری و شوری خاک در آبیگری سیلابی عرصه آبخوان میانکوه جهت بهینه‌سازی منابع آب زیرزمینی

محمدعلی کدخداپور

محقق پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد

ma.kadkhodapour@gmail.com

چکیده:

سیل‌گیری آبخوان‌ها در سال‌های متوالی، به تغییرات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه‌های آبیگری شده منجر می‌شود. تغییرات ایجاد شده در عرصه آبخوان میانکوه با 3 تیمار و 4 تکرار مورد بررسی قرار گرفته است. فاکتورهای بکار گرفته شده در تیمار، شامل پوشش، نوار و سال می‌باشد. نمونه برداری از محدوده‌هایی به ابعاد 60×60 متر در مدت اجرای طرح و در 4 عمق صورت پذیرفته است. مقایسه میانگین داده‌ها، با استفاده از آزمون دانکن در سطح 5٪ حاکی از تفاوت معنی‌دار در برخی از پارامترهای مورد آزمایش می‌باشد. تغییرات نفوذپذیری پایه عرصه شاهد در سال‌های مورد آزمایش معنی‌دار و اختلاف سرعت نفوذ پایه عرصه شاهد (C) با عرصه‌های P و T به ترتیب 5/5 و 4/5 برابر می‌باشد بیشترین میزان شوری (EC) مربوط به لایه سطحی (0-10 سانتیمتر) عرصه شاهد (C) با 3/4 ds/m است. میزان شوری عرصه در لایه سطحی (0-10 سانتیمتر) در 4 سال اجرای طرح از 1/09 ds/m در سال اول به 1/68 ds/m در سال چهارم (54 درصد) افزایش یافته و میزان شوری در تیمارهای T و P به ترتیب 1/29 ds/m و 0/85 ds/m می‌باشد. روند افزایشی EC در طی سال‌های اجرای طرح می‌تواند وضعیت عرصه را در آینده با مشکل مواجه سازد.

کلید واژه‌ها: یزد، پخش سیلاب، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، تیمارهای پوشش، نوار و سال

مقدمه:

اجرای پروژه های پخش سیلاب بیشتر به منظور افزایش منابع آبهای زیرزمینی از طریق نفوذ آب در خاک و جلوگیری از خطرات مخرب سیلها و کنترل آنها صورت می گیرد. بهره گیریهای جانبی از اجرای اینگونه پروژه ها افزایش پوشش گیاهی و حفظ رطوبت در لایه های سطحی خاک به منظور تولید فرآورده های کشاورزی و منابع طبیعی می باشد (3).

از میان تغییرات مرتبط با رسوبگذاری ناشی از سیل گیری، بررسی نفوذ آب مهمترین بررسی بوده و منافع استحصال سیلاب با آن مرتبط هستند. زیرا چنانچه نفوذپذیری مناسب باشد، تغذیه مصنوعی انجام می گیرد، رطوبت خاک بیشتر می شود، اغلب گیاهان فرصت رشد بهینه می یابند و خطر تخریب شبکه ها تقلیل می یابد، بعلاوه نفوذپذیری حاصل مجموعه تغییرات ایجاد شده در پروفیل خاک است (2).

برداشت بی رویه از مخازن آب زیر زمینی در طی 4 دهه گذشته به افت سطح ایستابی در دشت یزد - اردکان منجر شده است. نزول سطح ایستابی و برداشت افزونتر از توان طبیعی سفره، باعث افزایش شوری آب و خاک و کاهش کیفیت آن گردیده است و ادامه این روند به بیابانی شدن اراضی می انجامد. لذا جلوگیری از هدر رفت سیلابهای فصلی و تغذیه مصنوعی سفره آب زیر زمینی حوزه دشت یزد - اردکان ضروری است.

با توجه به قابلیت دستیابی اهداف، میزان سیل خیزی منطقه، وضعیت آبرفت، اقلیم منطقه، سازه های ایجاد شده جهت مهار سیل، ذخیره سفره آب زیرزمینی و..... اولویت بندی در آبخوان میانکوه بشرح ذیل می باشد:

الف: مدیریت و بهره برداری اقتصادی از سیلاب.

ب: تزریق به موقع و کم هزینه سفره های زیرزمینی آب.

نتایج حاصل از پژوهش شریعتی (1379) درخصوص تاثیر پخش سیلاب بر برخی از خصوصیات خاک در عرصه آبخوان قوشه دامغان نشان می دهد که رسوبات نهشته شده باعث ایجاد تغییراتی در خواص خاک شده است، به طوری که درصد شن در عرصه پخش سیلاب نسبت به زمین شاهد به میزان دو برابر کاهش و درصد لای و رس به میزان دو برابر افزایش یافته است. همچنین میزان شوری و اسیدیته تغییر قابل ملاحظه نیافته ولی میزان کاتیون های کلسیم و منیزیم به دو برابر افزایش کاتیون سدیم به میزان دو برابر کاهش داشته است. همچنین بررسی نتایج بدست آمده نشان می دهد که میانگین نفوذپذیری عرصه در مقایسه با شاهد 9/6 برابر کاهش یافته است (4)

در نتیجه تحقیق توسلی و همکاران (1379) با عنوان «تاثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب کبودرآهنگ» آمده است: (3)

روند تغییرات بافت خاک در عرصه پخش سیلاب از سبک به سنگین می باشد. همچنین در طول 5 بار آبیگری که در مدت 2 سال اتفاق افتاده است، مقایسه میانگین میزان نفوذپذیری در عرصه پخش سیلاب و نقطه شاهد، کاهش میزان نفوذپذیری را به میزان 0/35 سانتی متر در ساعت (حدود 7 درصد) در عرصه پخش سیلاب نشان می دهد که علت اصلی آن کور و مسدود گردیدن خلل و فرج در اثر ذرات ریز و مواد معلق موجود در سیلاب بوده است. ضمناً میزان نسبت جذب سدیم (SAR) افزایش یافته است.

نتایج حاصل از بررسی اقبال محمدی و همکاران در خصوص تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک نشان می دهد که میزان کربن آلی در طی 4 سال آزمایش تغییر کلی نداشته است، میزان TNV کاهش یافته و مقدار EC بر اثر پخش سیلاب کاهش یافته است. مقدار نفوذپذیری با توجه به نتایج کیفی آزمایشات کاهش نشان می دهد و طبیعی است وقتی گل آلودگی آب سیلاب بالادست و میزان املاح همراه سیلاب بعد از ته نشست و سله بستن باعث کاهش نفوذپذیری خاک خواهد شد (5).

مواد و روشها:

موقعیت و ویژگیهای منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز میانکوه که بخش بزرگی از حوزه یزد - اردکان می‌باشد و در فاصله 35 کیلومتری جنوب غربی یزد قرار گرفته‌است (نقشه 1 و 2). این حوزه با مساحتی معادل 634 کیلومتر مربع ما بین طول شرقی $30^{\circ}54'$ تا $25^{\circ}54'$ و عرض شمالی $26^{\circ}31'$ تا $43^{\circ}31'$ واقع می‌باشد. از مجموع مساحت حوزه یاد شده 6455 هکتار آن را اراضی زراعی و مسکونی و بقیه را اراضی مرتعی و کوههای مرتفع و دره های عمیق تشکیل می‌دهد.

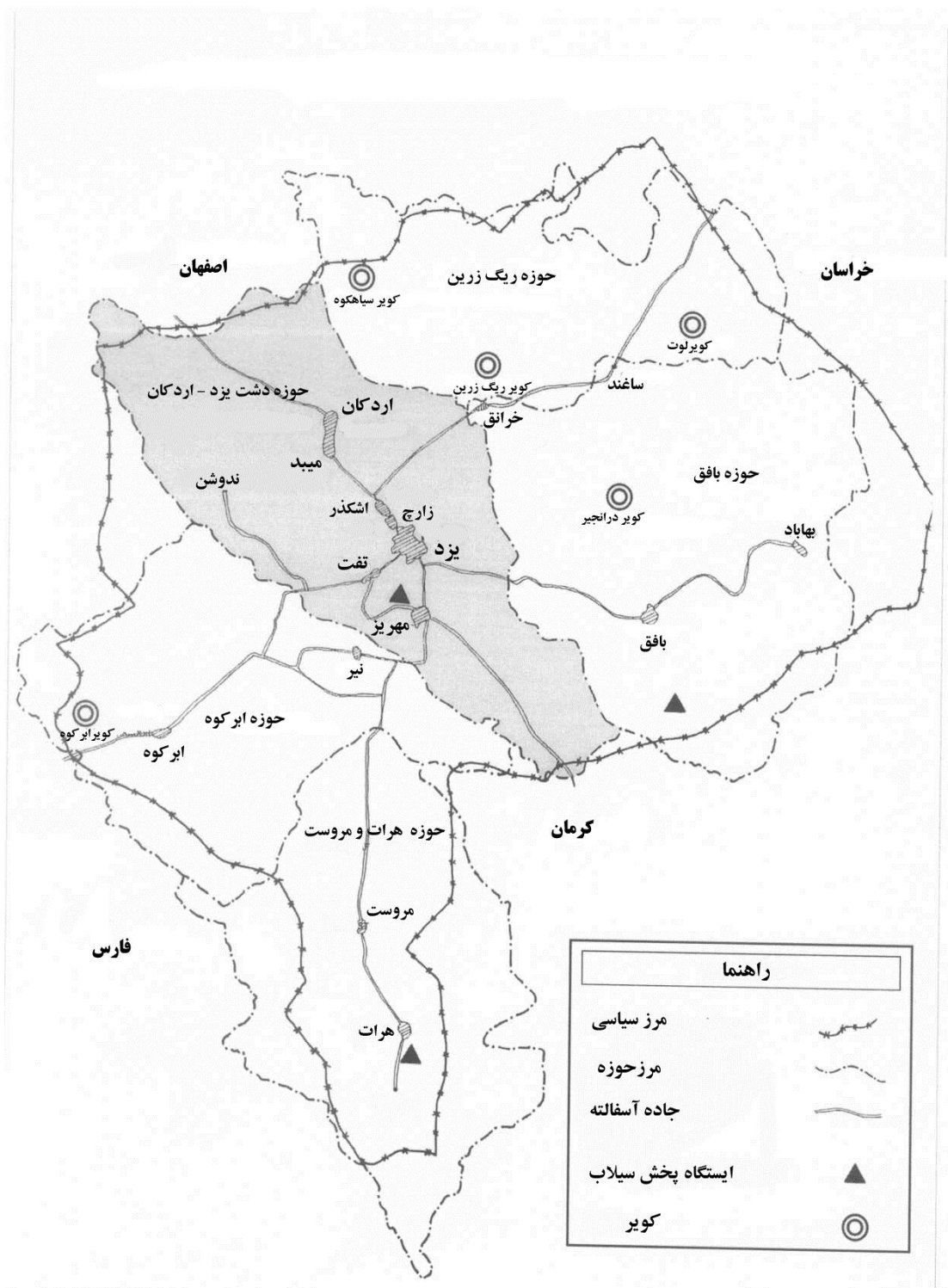
حداقل ارتفاع حوزه از سطح دریا 1530 متر و حداکثر آن 4044 متر می‌باشد. منطقه فاقد رودخانه دائمی بوده ولی دارای رودخانه های فصلی متعددی می‌باشد که طول بزرگترین آبراهه آن 42/7 کیلومتر می‌باشد. مهم ترین رود خانه های آن دو رودخانه فصلی فخر آباد و دره می باشد. رودخانه فخر آباد از بهم پیوستن رودخانه های ده بالا، طزرجان و بنادک سادات تشکیل می‌شود.

در محل روستای فخر آباد یک ایستگاه هیدرومتری توسط شرکت آب منطقه ای در سال 1352 احداث گردیده است. هم چنین دو ایستگاه هیدرومتری بر روی رودخانه ده بالا در محل باغستان و رودخانه طزرجان از سال 1370 تا سیس گردیده که دارای اشلی می‌باشد.

بر اساس آمار موجود، آبدهی متوسط سالانه حوزه فخر آباد برابر 125/ متر مکعب بر ثانیه محاسبه گردیده است. قسمت عمده جریان در ماههای فروردین و اردیبهشت اتفاق می‌افتد که نشان دهنده نقش مهم ذوب برف در جریان رودخانه می‌باشد.

اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی دومارتن در ارتفاعات؛ نیمه خشک سرد و در مناطق دشتی خشک و سرد می‌باشد. متوسط بارش سالانه آن 205 میلیمتر و حداکثر آن در ارتفاعات شیرکوه 397 میلیمتر است. میزان بارش در دشت ابراهیم آباد 100 میلیمتر می‌باشد. نزولات آسمانی منطقه در فصل پاییز و بهار به صورت باران و در فصل زمستان به صورت برف است. رژیم بارندگی منطقه مدیترانه‌ای بوده و قسمت اعظم بارش منطبق با دوره سرد سال می‌باشد، به گونه‌ای که 90 درصد بارش سالانه در ماههای آبان تا فروردین بوقوع می‌پیوندد.

حد اقل میانگین درجه حرارت سالانه مربوط به ایستگاه ده بالا با $10/7$ درجه سانتی‌گراد و حد اکثر مربوط به ایستگاه محمدآباد به میزان $18/6$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حد اکثر مطلق سالانه در ایستگاه محمدآباد 44 درجه سانتی‌گراد و حد اقل مطلق دما در ایستگاه ده بالا $16/5$ - درجه سانتی‌گراد اندازه گیری شده است.



نقشه (1): موقعیت حوزه یزد-اردکان در نقشه استان یزد

جدول (1): حجم آب ورودی و برآورد میزان تغذیه سفره در سالهای اجرای طرح

سایت آبخوان	برآورد آب تغذیه شده M^3	حجم آب ورودی M^3	حداکثر دبی ورودی به عرصه پخش سیلاب M^3/S	حداکثر دبی سیلاب M^3/S	تاریخ وقوع سیل	ردیف
ایستگاه آبخوانداری میانکوه (شامل سایت 1 و 2 فخرآباد، قنات زنبیل و تنگ لاپید)						

سایت 1 و 2 فخرآباد	200000	2100000	4	24	سال 1376	1
سایت 1 و 2 قنات زنبیل و تنگ لایید	4000000	4200000	4	29	77/12/10	2
سایت 1 و 2 فخر آباد	1900000	2000000	4	24	78/1/17	3
سایت 2 فخرآباد	320000	350000	3		80/10/22	4
سایت 2 فخرآباد	2000000	2100000	3/5		81/1/14	5

روش تحقیق:

تیمارها:

بررسی اثرات پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک سطحی در سایت دوم آبخوان میانکوه انجام شده انتخاب سایت دوم به 2 دلیل انجام پذیرفت.

الف: سیل گیری در عرضه سایت 1 آبخوان میانکوه مستقیماً از آبراهه اصلی صورت نمی گیرد. ابتدا بندخاکی ذخیره ای احداثی در سال 68 آبیگری شده و سپس با بازکردن دیچه تنظیم خروجی، آب ذخیره شده به کانال (نهر) گسترشی می رسد. لذا بخش قابل توجه رسوب و املاح سیل در نوار خاکی مذکور، ته نشین می شود.

ب: در زمان انتخاب عرصه در سال 76 وضعیت کلی عرصه در سایت دوم طبیعی تر بود و با حضور و هماهنگی کارشناسان مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری نسبت به انتخاب و بلوک بندی عرصه اقدام شد. نوارهای 8 و 9 و 10 سایت دوم آبخوان بعنوان عرصه پژوهش انتخاب گردید. در هر نوار 2 قطعه به ابعاد 60×60 متر برای بررسی وضعیت فاکتورهای اصلی (پوشش، نوار، سال) مشخص شد. در یکی از این قطعات نهال کاری انجام (T) و در قطعه دیگر پوشش طبیعی عرصه (P) وجود دارد. بنابراین در این تحقیق عرصه های نهالکاری شده و بدون نهال مورد بررسی قرار گرفت. عرصه شاهد در داخل نوارهای انتخابی قرار دارد. محدوده عرضه شاهد در نوارهای 8، 9 و 10 در بالاترین رقوم ارتفاعی می باشد و در مدت زمان اجرای طرح بدون سیل گیری به حالت طبیعی اولیه باقی مانده است.

فاکتورهای بکار گرفته شده در تیمار، شامل پوشش، نوار و سال می باشد. سطوح فاکتور پوشش شامل C و T، p و فاکتور نوار شامل 8، 9 و 10 و فاکتور سال شامل سال های 1 و 2 و 3 و 4 است.

تکرار آزمایش در داخل محدوده هایی به ابعاد 60×60 (متر) که به مربعات با ابعاد 30×30 و سپس 15×15 تقسیم شده بود انجام گرفت. مربعات با ابعاد 30×30 طی 4 سال نمونه برداری گردید و مربعات با ابعاد 15×15 بصورت تصادفی جهت نمونه برداری و انجام آزمایش سالیانه مشخص شد. تعداد نمونه برداری و انجام آزمایشات در بلوکهایی 60×60 و در تیمار پوشش 3 نوار در یکسال 27 عدد بود. با در نظر داشتن اعماق مختلف جهت نمونه برداری، تعداد نمونه ها در سال به 108 نمونه می رسید. بدلیل ضرورت انجام آزمایشات دبل دینگ و در سه تکرار، تعداد نمونه های آزمایش دبل دینگ در یکسال 108 عدد بود.

برداشت نمونه و آزمایش دبل رینگ در محدوده میانی نوار انجام گرفت که می تواند معرف نسبی وضعیت کلی عرصه آبخوان باشد. بعد از نمونه برداری از پروفیل حفر شده، پلاکادرهای مشخصات محل برداشت نمونه نصب گردید. بر روی تا بلو مذکور علائم نوار (D)، سال (y)، محدوده (B) و نقطه نمونه برداری (P) درج شده است. ارتفاع تا بلو نصب شده از سطح زمین 60cm می باشد، تغییرات میزان رسوبگذاری از تابلوهای مذکور برداشت می شود.

روش نمونه برداری:

نمونه برداری خاک و آزمایش دبل رینگ بصورت سالیانه و در پایان سال آبی انجام گرفته است. آزمایش دبل رینگ (1) و نمونه برداری سالیانه خاک از داخل مربع هایی به ابعاد 15×15 و بصورت تصادفی انجام گرفت. (شکل 1-2) آزمایش دبل دینگ با 3 تکرار در مربع های فوق الذکر انجام و شکل استقرار دبل دینگ ها به شکل مثلث متساوی

الاضلاع و اندازه اضلاع حدود 4 متر بود. (نگاره 2-4). با حفر پروفیل در مرکز مثلث فوق الذکر نسبت به برداشت نمونه خاک اقدام شده است. نمونه ها از 4 عمق (0-10، 10-20، 20-40 و 40-60) برداشت گردید. و به آزمایشگاه انتقال داده شد.

نمونه برداری عرصه های نهالکاری شده:

نهالکاری عرصه آبخوان هم زمان با عملیات اجرائی آن آغاز شده است. گونه های کاشت شده شامل سنجد¹، کاج²، زیتون زرد³، عرعر⁴، توت⁵، زرشک⁶ می باشد. تغییرات ارتفاع، تاج پوشش، قطر تنه نهال های زیتون مدت زمان اجرای طرح بسیار اندک و غیر قابل تشخیص است. (نگاره 2-5) نهالهای سنجد و کاج رشد مناسب تری داشته اند. در انتخاب عرصه های استقرار دبل رینگ و نمونه برداری خاک وضعیت رشد نهالها در سال های متوالی مورد نظر بود. استقرار دبل دینگ به فاصله حداکثر 1/2 متر از یقه و با آرایش مثلثی انجام گرفت (نگاره 3-4). حفر پروفیل نمونه برداری خاک در عرصه های درختکاری شده در محل میانگین مناسب ترین ضلع مثلث ایجاد شده از استقرار دبل رینگ ها بود. متذکر می شود بدلیل دست خوردگی خاک محدوده گیاه کاشت شده، امکان حفر پروفیل در کرت هایی که گیاه مستقر شده بود وجود نداشت.

روش مقایسه آماری:

محاسبه میانگین سرعت نفوذ اندازه گیری شده در صحرا، با نرم افزار infiltration انجام و سرعت نفوذ پایه (Ibase) جهت آنالیز واریانس داده ها مورد استفاده قرار گرفت. خروجی نرم افزار مذکور در نمودار (1-3) آمده است.

مطالعات میدانی: عملیات صحرائی انجام شده شامل موارد ذیل است:

الف: انتخاب عرصه مناسب جهت بلوک بندی نوارها.

ب: بلوک بندی نوارهای 8 و 9 و 10 از سایت 2 آبخوان میانکوه.

ج: استقرار دبل دینگ با 3 تکرار در 27 نقطه در هر سال شامل 4 نقطه در تیمار P، 4 نقطه در تیمار T و یک نقطه در

تیمار C (شاهد)،

د: حفر پروفیل به عمق 60cm

ه: برداشت نمونه خاک در 27 نقطه و 4 عمق در هر سال، انجام شد، به عبارت دیگر تعداد نمونه های خاک حمل شده به

آزمایشگاه 108 عدد بوده است. عمقهای برداشت نمونه به ترتیب 0-10، 10-20، 20-40 و 40-60 سانتیمتر بوده است.

نتایج

اندازه گیریهای صحرائی و نتایج آزمایشگاهی خاک، حاکی از تغییرات مکانی زیادی در عرصه مورد تحقیق است بطوریکه ضریب تغییرات در برخی آنالیزها به بالای 100 هم رسیده است. مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده در هر یک از سال های تحقیق در تیمارهای اعمال شده متفاوت بوده و گاهی این اختلافها از نظر آماری معنی دار است.

تغییرات عوامل مورد بررسی در فاکتورهای سال، بند و پوشش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. و میانگین های مربوطه با هم مقایسه گردید.

نتایج تجزیه واریانس میانگین شوری خاک و نفوذ پذیری خاک در عمقهای اندازه گیری شده براساس سال، نوار، تیمارهای نوع پوشش در جداول (1-4) تا (4-4) آمده است. میزان و تاثیرات اندک برخی پارامترهای خاک عرصه مورد تحقیق، به گونه ای است که بررسی این گونه داده ها بصورت کلی در عمق (0-60) سانتی متر انجام شده است.

¹ -*elaeagnus angustifolia*

² -*pinus eldarica*

³ -*olea europaea*

⁴ -*ailanthus altissima*

⁵ -*morus alba*

⁶ -*berberis integerrima*

جدول (2): آنا لیز واریانس میانگین بخشی از پارامترهای خاک براساس فاکتورها در عمق 0-10

پوشش		نوار			سال			فاکتورها
P	C	10	9	8	4	3	2	1
4.04 B	23.96 A	5.67 A	6.68 A	8.07 A	3.76 A	4.59A	5.07 A	6.53 A
0.85 B	3.40 A	1.47 B	1.04 B	1.11 AB	1.68 A	1.49 B	0.87 B	1.09 B

تغییرات نفوذپذیری:

از میان تغییرات مرتبط با رسوبگذاری ناشی از سیل گیری، بررسی نفوذ آب مهمترین بررسی بوده و منافع استحصال سیلاب با آن مرتبط هستند. زیرا چنانچه نفوذپذیری مناسب باشد، تغذیه مصنوعی انجام می گیرد، رطوبت خاک بیشتر می شود، اغلب گیاهان فرصت رشد بهینه می یابند و خطر تخریب شبکه ها تقلیل می یابد. بعلاوه نفوذپذیری ماحصل مجموع تغییرات ایجاد شده در پروفیل خاک است (9)

آزمایش نفوذپذیری با استفاده از نفوذسنجهای استوانه ای (Double ring) انجام شده است. اختلاف تغییرات نفوذ پایه (Ibase) عرصه شاهد در سال های اول و چهارم معنی دار و میزان عددی آن در سال اول و چهارم به ترتیب 28/43 و 19/49 سانتیمتر در ساعت می باشد.

تغییرات نفوذ پایه در سال های اجرای طرح اختلاف معنی دار ندارد و از 6/53 در سال اول به 3/76 سانتیمتر در ساعت در سال چهارم رسیده است. میانگین نفوذ عرصه در سال های اجرای طرح سیر نزولی دارد (نمودار 3-1). اکثر گزارشات تحقیقاتی از کاهش نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب در سال های اجرای طرح حکایت می کند. (8، 9، 11، 7، و...)

تغییرات سرعت نفوذ پایه در نوارهای مورد آزمایش اختلاف معنی دار ندارد و از 5/07 در نوار هشتم تا 6/68 در نوار نهم نوسان دارد. کاهش افزونتر نفوذپذیری در نوار 8 می تواند از ترسیب بیشتر رسوبات ریز دانه و معلق همراه سیلاب باشد.

بحث و نتیجه گیری:

در فاکتور پوشش اختلاف بین C با P و T معنی دار است. عرصه شاهد با 23/96 سانتیمتر در ساعت بالاترین میزان نفوذ را دارد. اختلاف سرعت نفوذ پایه در بلوکهای P و T معنی دار نیست. میزان نفوذپذیری عرصه های درختکاری شده (T) 30 درصد از عرصه دارای پوشش گیاهی طبیعی (P) بیشتر است. اختلاف سرعت نفوذ پایه عرصه شاهد (C) با عرصه های P و T به ترتیب 5/5 و 4/5 برابر می باشد

وجود مقدار زیاد مواد خنثی شونده نظیر آهک (< 20٪) در خاک ممکن است عمل شیمیایی شدن خاک را انجام داده و از میزان کل خلل و فرج بکاهد و در نتیجه میزان نفوذپذیری کاهش یابد. لازم به ذکر است که وجود نمک های کربنات و بویژه سولفات کلسیم در خاک موجب رها شدن یون کلسیم در محلول خاک شده که این یون موجب کاهش SAR و افزایش نفوذپذیری خاک در اثر تشکیل خاکدانه ها می گردد. به همین دلیل است که ارتباط مثبتی بین میزان کلسیم و منیزیم و نفوذپذیری خاک در این بررسی ملاحظه می شود. وجود یونهای کربنات و بیکربنات در خاک، عموماً موجب افزایش PH خاک می شود و از حلالیت یونهای کلسیم و منیزیم کاسته و بدین طریق بر میزان نفوذپذیری خاک تاثیر منفی ندارند. این عملکرد در تحقیق حاضر مشاهده می شود.

میزان نفوذ پذیری عرصه در سالهای اجرای تحقیق روند نزولی دارد (با حذف دو داده استثنایی در سال چهارم). میزان نفوذ پذیری در سال چهارم نسبت به عرصه شاهد 3/51 برابر کاهش یافته و در تیمار T میزان نفوذ پذیری نسبت به تیمار P 1/31 برابر افزایش دارد.

منابع

1. گزارش دستاوردهای ایستگاههای تحقیقاتی - آموزشی و ترویجی آبخوانداری، زمستان 1379. مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، معاونت آموزش و تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی.

2. عرب خدری، م.، ا. پرتوی، ک. کمالی، ع. غفاری و ا. سر رشته داری. تابستان 1381. پژوهشی پیرامون تاثیر رسوبگذاری بر بازده نفوذپذیری شبکه های پخش سیلاب سنتی (بندسار). گزارش نهایی طرحهای تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
3. توسلی، ا.، م. مهدیان، ب. یعقوبی و ق. اسدیان. 1379. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر نفوذپذیری خاک عرصه پخش سیلاب کبودر آهنگ. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. تهران. ص 54-51.
4. شریعتی، م.ح، حسینی، ا.، مهدیان، م.ح. و خاکسار، ک. 1379. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات نفوذپذیری خاک سطحی ایستگاه قوشه دامغان، مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. تهران. ص 28-17.
5. محمدی، ا. و آ. اسماعیل نسب. 1379. بررسی تاثیر پخش سیلاب بر خصوصیات فیزیکی خاک. مجموعه مقالات دومین همایش دستاوردهای ایستگاههای پخش سیلاب. تهران. ص 61-55.