

بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی بر ضریب رواناب در سامانه های سطوح آبگیر

ناصر حبیبی^۱، حسین خالدیان^۲

کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج n41habibi@yahoo.com

مربی پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سنندج hkhaldian@yahoo.com

چکیده

ایجاد سامانه های سطوح آبگیر باران برای جمع آوری حجم کافی آب باران از طریق افزایش ضریب رواناب از سطح آبگیر و همچنین استفاده از بارش های روزانه اندک ضروری می باشد. این مقاله که از پروژه تحقیقی در ایستگاه تحقیقاتی سارال در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال شهر سنندج واقع است، منتج گردید. سطوح آبگیر باران به ابعاد ۵×۴ متر با تیمارهای سطح عایق، نیمه عایق و طبیعی در چهار تکرار بر روی دامنه های شمالی و با شیب ۲۰ الی ۲۲ درصد احداث شد. میزان بارش روزانه و عمق رواناب حاصل از آنها برای یک دوره آماری چهار ساله و کلاً به تعداد ۳۶ واقعه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که بارش های روزانه بیشتر از ۱ و ۵ میلیمتر در ماه های گرم (فصل رشد و تولید گیاه)، شامل تیر، مرداد و شهریور به ترتیب دارای متوسط فراوانی حدوداً یک بار در یک سال و یک بار در پنج سال هستند. همچنین حد آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب به ترتیب برای سطوح آبگیر عایق، نیمه عایق و طبیعی در حدود ۱، ۲/۸ و ۴ میلیمتر و میانگین درصد ضریب رواناب ۳۴، ۱۶ و ۳ برای دوره زمانی اردیبهشت الی آبان ماه هر سال می باشد. لذا با توجه به میزان ضریب رواناب، استفاده از تیمار عایق برای ایجاد سطح آبگیر همراه با تعبیه سامانه ذخیره رواناب حاصل از ماه های پرباران (مثل فروردین و اردیبهشت) و سامانه توزیع آب ذخیره شده در ماه های پر نیاز آبی گیاه (تیر، مرداد و شهریور) مورد توصیه است.

کلمات کلیدی: استحصال آب باران، بارندگی روزانه، سطح آبگیر، ضریب رواناب

مقدمه

فلات‌ها و تراس‌های فوقانی از جمله اراضی هستند که در اقلیم‌های نیمه‌خشک (به ویژه شمال‌غرب) کشور برای کشت غلات دیم اختصاص یافته‌اند. این اراضی عموماً همچنین بدلیل شیب‌دار بودن و وقوع فرسایش آبی بعضاً بصورت رها شده درآمده و در صورت کشت نیز عملکرد محصول (غلات دیم) پائین است. لذا در صورت احیاء باروری این نوع از اراضی علاوه بر کاهش میزان فرسایش خاک باعث افزایش درآمد ساکنین حوزه آبخیز نیز خواهد شد. در این خصوص احداث باغات دیم بر روی سطوح شیب‌دار مشخصات فنی ایجاد سطوح آبگیر است بنحوی که بتواند سازگار با شرایط اقلیمی منطقه بویژه از نظر رابطه بارش و رواناب تا حدودی رطوبت مورد نیاز گیاه را در ماه‌های گرم سال از جمله اواخر خرداد، تیر، مرداد و شهریور (که بیشترین نیاز آبی وجود دارد) تأمین نماید. (Prinz و Singh, ۲۰۰۰) بدین لحاظ اخذ رواناب از بارش‌های اتفاق افتاده در این ماه‌ها و بویژه برای وقایع انفرادی بارش با عمق کم از موارد مهم است. لذا از مسائل قابل توجه در بررسی رابطه بین بارش و رواناب، وجود یک حد آستانه شروع ایجاد رواناب برای یک واقعه مشخص بارندگی است. اما آستانه شروع رواناب بستگی به ویژگی‌های بارش از قبیل شدت، رطوبت پیشین و ویژگی‌های فیزیکی سطح تولید کننده رواناب دارد. بطور مثال میزان این آستانه را در طراحی‌ها برای شرایط طبیعی (زمین دست‌نخورده) سطح پلات‌های جمع‌آوری کننده آب باران، عموماً پنج میلیمتر برای هر واقعه بارندگی در نظر می‌گیرند. (Hudson, ۱۹۸۷)

سابقہ تحقیق

تحقیقات مختلفی برای انتخاب نوع سطوح جمع‌آوری آب باران از نظر مساحت و نحوه تیمار سطح آنها برای افزایش ضریب رواناب به انجام رسیده است. از جمله (خلیل‌پور، ۱۳۸۲) بررسی تاثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، (رضایی، ۱۳۹۱) بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی در فرآیند بارش-رواناب سامانه‌های سطوح آبگیر در استان زنجان، (قادری، ۱۳۸۳) بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان، (صادق‌زاده، ۱۳۸۱) بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک و (شعاعی، ۱۳۸۲) طرح ملی سیستم‌های سطوح آبگیر باران در حوزه‌های آبخیز کشور را به اجرا درآورده‌اند. (شاهینی، ۱۳۸۲) در تحقیقات خود دریافته است که شکل هندسی سطوح آبگیر و نوع پوشش سطح آنها نظیر زمین طبیعی و پوشش عایق (لایه پلاستیکی) در عمق رواناب تولیدی بویژه سطوح عایق در بارش‌های با مقدار کم موثر می‌باشد. در ناحیه نیمه خشک کشور چین اثر سطوح عایق مصنوعی شامل بتن، آسفالت، فایبر گلاس، لایه پلاستیک و لایه پلاستیک پوشیده با لایه شنی و سطوح عایق خاکی شامل دست نخورده (دارای پوشش گیاهی) و عاری از پوشش گیاهی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کار آنها نشان داد که از نظر حساسیت سطوح به میزان تولید رواناب، سطوح خاکی به شدت بارندگی و سطوح عایق مصنوعی به مقدار بارندگی بیشترین واکنش را نشان می‌دهند. بطوریکه آسفالت و فایبر گلاس دارای ضریب رواناب ۷۴ الی ۸۱ درصد، لایه پلاستیکی ۵۷ الی ۷۶ درصد، لایه پلاستیکی پوشیده با لایه شنی ۵۶ الی ۷۷ درصد، بتن ۴۶ الی ۶۹ درصد، سطح لسی عاری از پوشش گیاهی ۱۲ الی ۱۳ درصد و سطح لسی طبیعی ۹ الی ۱۱ درصد بوده و تنها سطوح خاکی و بتنی، دارای واکنش افزایش ضریب رواناب نسبت به رطوبت قبلی بودند. (Li و همکاران، ۲۰۰۴). همچنین برای مناطق مسکونی میزان ضریب رواناب برای پشت بام در صورت مفروش شدن با موزائیک بین ۰/۷ الی ۰/۹، با ورقهای فلزی موج‌دار بین ۰/۸ الی ۰/۹ و برای سطح زمین در صورت داشتن پوشش بتنی ۰/۶ الی ۰/۸ و برای آجر ۰/۵ الی ۰/۶ و برای سطوح خاکی با شیب کمتر از ۱۰ درصد صفر الی ۰/۳ و برای پوشش سنگی طبیعی ۰/۲ الی ۰/۵ و برای سطوح دارای پوشش گیاهی ۰/۰۵ الی ۰/۱ توصیه شده است. (pacy و همکاران، ۱۹۸۹)

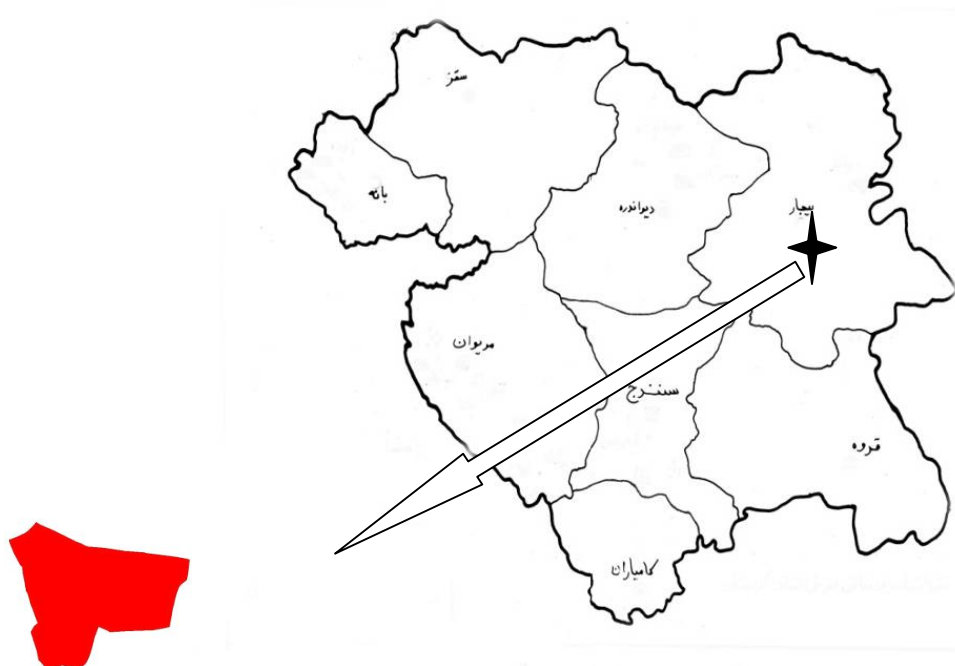
از جمله اقدامات دیگر برای کاهش ضریب نفوذپذیری خاک و افزایش ضریب رواناب، استفاده از سله بیولوژیکی مثل میکروفایت است. البته بصورت طبیعی نیز امکان پیدایش آن در سطح خاک وجود داشته ولی می‌توان با تلقیح لایه سطحی خاک، اثر آنرا تشدید نمود. مثلاً در تحقیقی انجام یافته بر روی دشت‌های دامن‌های کشور چین دریافتند که استفاده از تیمار میکروفایت بر روی پلات جمع‌آوری آب باران منجر به تفاوت معنی‌دار آماری بین رشد قطر برابر سینه درختان گونه جنگلی کاشته شده در مقایسه با تیمار شاهد شده است. (Xiao-hui و همکاران، ۲۰۰۵)

در حال حاضر طرح تحقیقاتی بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در فرایند بارش- رواناب سامانه‌های سطوح آبگیر باران

در استان کردستان بعنوان بخشی از طرح ملی بررسی نقش مدیریت تلفیقی سیستم های استحصال آب باران در تأمین آب برای توسعه باغات دیم در حوزه های آبخیز معرف مناطق خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب کشور در حال اجرا است. هدف تحقیق حاضر تحلیل و مدل نمودن میزان عمق رواناب استحصالی در سطوح آبخیز با تیمارهای مختلف، برای ارائه الگوی عمق رواناب قابل استحصال برای شرایط آب و هوایی نیمه خشک کشور (بطور نمونه استان کردستان) می باشد.

ویژگی های عمومی محل استقرار کرت های آزمایشی

این طرح در ایستگاه تحقیقاتی سارال در ۷۵ کیلومتری شمال شهر سنندج (شکل ۱) از جمله ایستگاه های وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان اجرا گردید. تأسیس ایستگاه به سال ۱۳۵۶ برمی گردد که در آن زمان اداره خاکشناسی و حاصلخیزی خاک کردستان به منظور انجام پژوهش های حفاظت خاک و آب نسبت به خرید اراضی آن به وسعت ۲۳۹ هکتار در سرشاخه های حوزه قشلاق از زیرحوضه های سیروان و در مرز مشترک با حوزه آبخیز سفیدرود اقدام نموده است. ایستگاه سارال بین مدارهای ۳۵ درجه و ۳۹ دقیقه و ۷۱.۳۴ ثانیه و ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه و ۴۲.۵۵ ثانیه عرض شمالی و نصف النهارات ۴۷ درجه و ۶ دقیقه ۲۲.۳۳ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۷ دقیقه ۵۹.۹۱ ثانیه شرقی واقع گردیده، در مرتفع ترین نقطه دارای ۲۰۹۰ متر و در محل خروجی دره ها ۲۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا است و میانگین شیب آن ۱۵٪ می باشد. بخش هایی از اراضی کشاورزی و مرتعی ایستگاه دارای مرز مشترک با اراضی سراب حوضه سفیدرود (قزل اوزن) در کردستان است. ایستگاه در منطقه ای سرد و کوهستانی واقع شده است و جزء نقاطی از استان محسوب می شود که قبل از دیگر مناطق، برف اراضی آن را پوشش می دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه تحقیقاتی سارال در استان کردستان

تحقیق حاضر براساس روش تحقیق تدوین شده در یک دامنه جنوبی با شیب ۲۲ درصد در یک عرصه کشاورزی که بیش از ۱۵ سال متروکه و به عرصه ی طبیعی تبدیل شده بود، اجرا شد. شاخص های اقلیمی محل اجرای طرح در حد شاخص های ایستگاه بود. خاک محل اجرای طرح نیز دارای خصوصیتی است که خلاصه ای از این خصوصیات در قالب پروفیل و نمونه بشرح جدول ۱ می باشد.

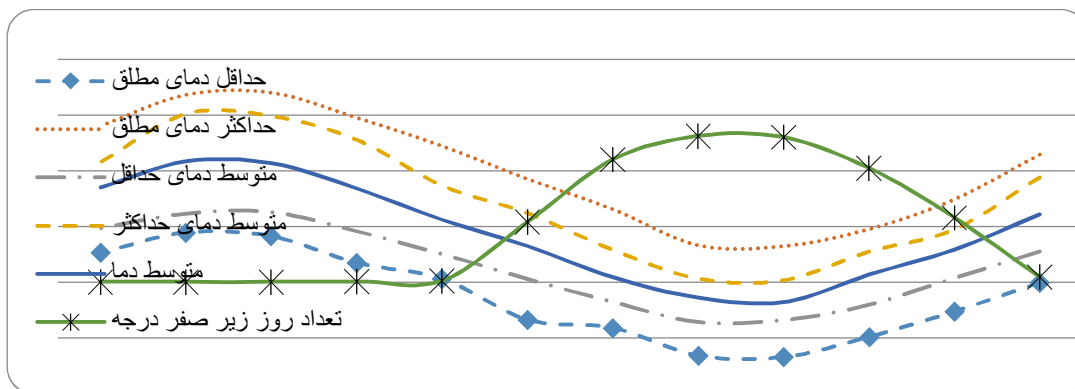
جدول ۱- خصوصیات خاک شناسی عرصه محل اجرای طرح در ایستگاه تحقیقاتی سارال

شماره نمونه	درصد اشباع S.P	هدایت الکتریکی	اسیدیته کل اشباع pH ofpasts	درصد مواد خنثی شونده %T.N.V	کربن آلی O.C%	ازت کل %total N %P.P.M	فسفر قابل جذب P(ava.)p.p.m	پتاسیم قابل جذب K(ava.)	رس %Clay	سیلیت %Silt	شن %Sand
۱	۴۵/۳۵	۰/۸۰۱	۷/۸۷	۰/۰۷	۰/۷۸	۰/۰۷	۶	۲۵۴	۳۵/۱	۲۹	۳۵/۹
۲	۳۸/۸۷	۱/۷۰۶	۷/۷۸	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۰۴	۱۰	۱۹۲	۲۶/۱	۲۸	۴۵/۹
۳	۴۸/۶۹	۱/۰۰۱	۸/۰۳	۹/۲۵	۰/۶۵	۰/۰۵	۴	۱۲۰	۳۵/۱	۴۵	۱۹/۹
۴	۳۹/۹۲	۱/۵۴۸	۷/۹۵	۳/۲۵	۰/۶۲	۰/۰۵	۱۲	۱۹۸	۲۶/۱	۳۰	۴۳/۹
۵	۴۵/۶۷	۱/۱۹۸	۷/۹۹	۰/۶۴	۰/۷۸	۰/۰۷	۸	۱۸۵	۳۴/۱	۳۲	۳۳/۹

ایستگاه‌های هواشناسی

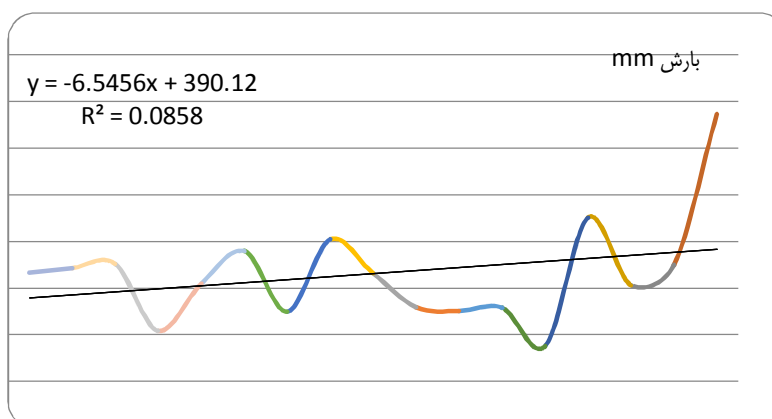
ایستگاه هواشناسی مورد استفاده ایستگاه کليما تولوژی سارال (محل وقوع پلاتها) مستقر در مسیر جاده سندنجد- دیواندره در فاصله ۷۵ کیلومتری شمالی شهر سندنجد واقع است (شکل ۱) داده‌های بارندگی ایستگاه کليما تولوژی سارال به مدت پنج سال از سال ۱۳۸۷ خورشیدی در دسترس بوده که دارای هماهنگی زمانی با مدت اجرای تحقیق حاضر است.

نتایج مطالعات هواشناسی



شکل ۲- نمودار پنج شاخص حرارتی و تعداد روزهای یخبندان ایستگاه تحقیقات سارال

از نظر شاخص‌های اقلیمی ایستگاه دارای بارندگی متوسط سالیانه ۳۱۵ میلی متر در سال، ضریب برفی ۰/۴۵؛ دمای سالیانه ۱۰/۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۴ درصد می‌باشد. براساس اصول کوپن (از نظر شاخص‌های اقلیمی ایستگاه دارای بارندگی متوسط سالیانه ۳۱۵ میلی متر در سال، ضریب برفی ۰/۴۵؛ دمای سالیانه ۱۰/۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۴ درصد می‌باشد. براساس اصول کوپن (koppen) آب و هوای ایستگاه در تیپ مرطوب با زمستان‌های سخت (ΔB) قرار می‌گیرد که داشتن زمستان‌های سرد و تابستان‌های خنک از ویژگی‌های این تیپ آب و هوا می‌باشد (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، ۱۳۸۴). ایستگاه تماماً محصور است و دارای امکانات دفترکار، انبار، تجهیزات هواشناسی در حد ایستگاه کليما تولوژی است ایستگاه شده فعال بوده و داده‌برداری پارامترهای اقلیمی آن تحت نظر اداره کل هواشناسی استان انجام می‌شود.



شکل ۳- تغییرات میزان بارندگی سالیانه ایستگاه سارال در سال های آماربرداری شده

نحوه استقرار کرت های آزمایشی

پلات های آزمایشی با چهار تکرار و سه تیمار بر روی یک دامنه شیب دار با ابعاد ۴ متر در جهت شیب و ۵ متر عمود بر جهت شیب با مساحت ۲۰ مترمربع و در قالب طرح آماری بلوکهای کاملاً تصادفی قرار گرفته اند. شیب متوسط دامنه قرارگیری پلاتها ۲۰ الی ۲۲ درصد و دارای جهت شمال غربی است. تیمارهای سطوح آبیگر شامل پلات هایی با سطح عایق (تیمار اول)، نیمه عایق (تیمار دوم) و طبیعی (تیمار سوم) می باشند. در تیمار عایق سطح پلاتها با نایلون و با لایه ای از شن نخودی پوشیده شده در تیمار نیمه عایق نیمه از سطح پلاتها با نایلون و با لایه ای از شن نخودی پوشیده شده و نیم دیگر دارای پوشش گیاهی موجود بوده و در تیمار طبیعی سطح پلاتها به صورت دست نخورده باقی مانده است. با نصب بشکه در پایین دست هر یک از پلاتها رواناب تولید شده توسط لوله به داخل بشکه ها هدایت شده و اندازه گیری می شوند. توضیح اینکه در پایین دست پلات های عایق با توجه به میزان رواناب حاصله تعداد دوشبکه نصب شده است. که باران نگار ایستگاه کليما تولوژی ایستگاه سارال مرجع تعیین اندازه بارش است.

تعداد سه تیمار در چهار تکرار											
طبیعی	عایق	نیمه عایق	طبیعی	عایق	نیمه عایق	طبیعی	عایق	نیمه عایق	طبیعی	عایق	نیمه عایق
A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B

شکل ۴- آرایش تیمارها و تکرارهای پلاتهای سطوح آبیگر باران بر روی دامنه شیب دار



شکل ۵- نمایی از بشکه های جمع آوری کننده رواناب کرت های آزمایشی

نحوه اندازه‌گیری، جمع آوری داده‌ها و تحلیل داده‌ها

آماربرداری از میزان بارندگی و رواناب حاصل از آن از مهر ماه ۱۳۸۷ شروع شده و تا شهریورماه ۱۳۹۱ یعنی بمدت ۴ سال و ۶ ماه ادامه یافت. از آنجا که نیاز آبی گیاهان تنها مربوط به فصول رشد و تولید می‌باشد لذا زمان‌های آماربرداری نیز تنها مربوط به فصول بهار و پائیز یعنی جمعاً شش ماه در هر سال بود. (در فصل تابستان میزان بارندگی منجر به ایجاد رواناب نشد و نیز در فصل زمستان در منطقه، بارندگی به صورت برف و یخبندان می‌باشد) برای اندازه‌گیری بارش از باران نگار ایستگاه استفاده شد. نحوه اندازه‌گیری بدین ترتیب است که پس از وقوع بارندگی به محل پلاتها مراجعه نموده و نسبت به اندازه‌گیری میزان بارندگی و آب جمع شده در بشکه‌های ۲۰۰ لیتری اقدام شد. بدین ترتیب میزان بارش و رواناب اندازه‌گیری شده مربوط پس از پایان بارش بوده و تنها بارش‌هائی ثبت شده که منجر به تولید رواناب شده است، اندازه‌گیری گردید. لازم بذکر است که برای دقت بیشتر برای هر پلات‌های طبیعی و نیمه عایق یک بشکه و برای پلات‌های تمام عایق تعداد دو بشکه اختصاص داده شده است. با تقسیم عمق رواناب به عمق بارندگی میزان ضریب رواناب برای هر واقعه بارندگی، روزانه محاسبه شد.

با توجه به پیاده شدن پلات‌ها در قالب طرح آزمایشات بلوک‌های کاملاً تصادفی، برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت در عمق رواناب تولیدی در تیمارهای مختلف از از مدل اسپلیت پلات و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شد. اما برای بررسی رابطه بین عمق بارندگی‌های روزانه بعنوان متغیر مستقل و عمق رواناب بعنوان متغیر وابسته و تعیین آستانه شروع رواناب با توجه به عمق بارندگی، روزانه و تیمارهای مختلف از ضریب همبستگی، بهره‌گیری شد.

آمار دراز مدت ثبت بارندگی‌های روزانه برای امکان‌سنجی عدم قطعیت (احتمال وقوع) در ارتباط با مقدار آب قابل استحصال توسط بارش‌های روزانه در ماه‌های مختلف ضروری است. بطوریکه با دستیابی به چنین داده‌هایی و استفاده از رابطه همبستگی عمق رواناب (تابع) با بارش‌های روزانه، امکان برآورد عمق رواناب در ماه‌های متفاوت همراه با فراوانی وقوع آنها میسر می‌گردد. لذا از آنجا که ایستگاه کلیما تولوژی مستقر در ایستگاه تحقیقاتی سارال از سال ۱۳۸۵ هجری شمسی بهره‌برداری شده و عمر آن کمتر از ۱۰ سال است، پس برای بررسی موضوع از داده‌های بارندگی روزانه ایستگاه محل اجرای طرح استفاده شد. بدین منظور فراوانی بارش‌های روزانه با تعداد روزهای بارانی بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلیمتر ایستگاه هواشناسی مذکور استخراج گردید. لذا با تعیین حد آستانه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب برای تیمارهای عایق، نیمه عایق و طبیعی نسبت به محاسبه ضریب همبستگی بین فراوانی عمق بارندگی‌های روزانه پوشش‌دهنده حد آستانه‌های بدست آمده اقدام شد. با توجه به معنی‌دار بودن ضریب همبستگی و خطی بودن رابطه فراوانی بارندگی‌های روزانه آستانه تولید رواناب برآورد گردید.

نتائج

ویژگی‌های داده‌های جمع‌آوری شده

تعداد وقایع بارندگی روزانه در ایستگاه هواشناسی (واقع در محل طرح تحقیقاتی) و تعداد وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلاتها با توجه به داده‌های ثبت شده استخراج گردید. مناسب‌ترین ماه برای جمع آوری آب باران اردیبهشت و بدترین آن مردادماه هر سال و بعد از اردیبهشت، ماه‌های مناسب به ترتیب ماه‌های فروردین و آبان است. از آنجا که در آبان و فروردین نیز نیاز آبی گیاهان به کمترین مقدار می‌رسد، لذا ماه اردیبهشت برای جمع‌آوری آب باران بهترین ماه است.

همچنین برای نشان دادن وضعیت بارندگی ماهانه در محل ایستگاه هواشناسی و مقدار بارندگی ماهانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلات‌ها، مقدار ماهانه آنها نیز محاسبه شد (جدول ۲). بر اساس اطلاعات این جدول نیز بهترین ماه برای جمع‌آوری آب باران اردیبهشت و سپس آبان و بعد از آن فروردین است. اما بدترین ماه نیز مرداد و بعد از آن خرداد و شهریور است. در طول دوره آماربرداری میانگین بارندگی‌های روزانه منجر به تولید رواناب (کمینه در ارتباط با تیمار عایق) برابر با ۱۷ بوده است.

جدول ۲- مقدار بارندگی ماهانه اتفاق افتاده و منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلاتها

سال	ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	مهر	آبان	آذر
۱۳۸۷	-	-	-	-	-	۴۲/۱-۸۳/۳	۲۴/۵-۲۶/۹ *
۱۳۸۸	۲۱-۴۵/۱	۱۳-۲۲/۱	۰-۲/۲	۰-۸	۱۱۹/۷-۱۲۴/۲	۰-۱۶/۲	
۱۳۸۹	۴۳/۵-۹۰	۷۳-۱۰۱/۷	۰-۱	۰-۰	۰-۲۴	۳۶-۴۷/۵	
۱۳۹۰	۲۳/۵-۳۰/۵	۹۰/۵-۱۱۳/۳	۰-۴/۵	۰-۱	۱۱۵/۷-۱۱۹/۷	۰-۳/۵	
۱۳۹۱	۱۹-۴۷	۱۳-۱۳	-	-	-	-	
جمع پنج سال	۱۰۷-۲۱۲/۶	۱۸۹/۵-۲۴۰/۱	۰-۷/۷	۰-۹	۲۷۷/۵-۳۵۱/۲	۶۰/۵-۹۴/۱	

*- در تمام خانه های جدول، اعداد سمت راست بیانگر مقدار بارندگی ماهانه در محل ایستگاه هواشناسی و اعداد سمت چپ بیانگر مقدار بارندگی ماهانه منجر به تولید رواناب در کنار پلاتهای آزمایشی است.

تفاوت تیمارها در قالب بلوک های کاملاً تصادفی

همچنانکه بیان گردید برای درک وجود تفاوت عمق رواناب تولید شده برای هر واقعه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در بین تیمارها و بلوکها از مدل اسپلیت پلات و برای مقایسه میانگینها از روش دانکن استفاده شد. آزمایش در قالب آماری بلوک های کامل تصادفی با ۳ تیمار سامانه سطوح آگیر و در ۴ تکرار به مدت ۵ سال انجام و بصورت مدل اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی تجزیه واریانس گردید. و نیز میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن با هم مقایسه گردیدند. همچنین برای پی بردن به ارتباط بین دو متغیر بارندگی و رواناب همبستگی بین آنها برآورد گردید.

جدول ۳- تجزیه واریانس ضریب رواناب مورد بررسی در تیمارها و سالهای مختلف بر اساس مدل اسپلیت پلات در زمان

با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی

منابع تغییرات (SV)	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F
بلوک (R)	۳	۰/۰۹۲۶۳	۰/۰۳۰۸۸	۴/۸۱ ns
تیمار (Tr)	۲	۶/۷۲۶۱۸	۳/۳۶۳۰۹	۵۲۱/۴ **
اشتباه a	۶	۰/۰۳۸۷۳	۰/۰۰۶۴۵	۰/۵۰
سال (Y)	۴	۱/۴۲۶۲۵	۰/۳۵۶۵۶	۲۷/۴۱ **
سال - تیمار (Tr*Y)	۸	۰/۸۴۵۷۲	۰/۱۰۵۷۱	۸/۱۳ **
تکرار - سال (R*Y)	۱۲	۰/۰۵۰۹۱	۰/۰۰۴۲۴	۰/۳۳ ns
اشتباه b	۳۹۶	۵/۱۵۰۴۸	۰/۰۱۳۰۱	
کل	۴۳۱	۱۴/۷۲۷۰۰		

** و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و غیر معنی دار

میانگین های با حروف مشابه اختلاف معنی داری از جمله میزان بارندگی در سطح احتمال ۰/۰۱ با هم ندارند. بیانگر آن است که میزان بارش در تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار نیست اما میزان رواناب حاصله و نیز ضریب رواناب اختلاف معنی دار است.

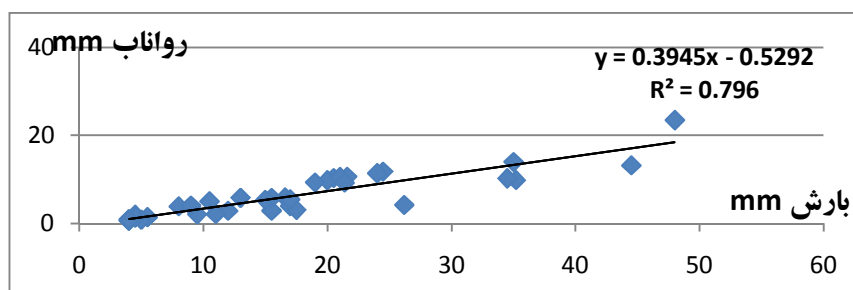
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات با آزمون دانکن در سال ها و تیمارهای مورد آزمایش

سال	تیمار	بارش	رواناب	ضریب رواناب
۱	۱	۱۶/۶۵ a	۰/۴۱d	۰/۰۳ f
۱	۲	۱۳/۲۴ a	۳/۱۷cd	۰/۴۱ab
۱	۳	۱۶/۶۵ a	۱۸/۸ab	۰/۴۸a
۲	۱	۲۱/۹۵ a	۰/۴۸ cd	۰/۰۲f
۲	۲	۲۱/۹۶ a	۲/۸۰cd	۰/۱۲def
۲	۳	۲۱/۹۶ a	۸/۵۴ab	۰/۳۶abc
۳	۱	۲۳/۴۲ a	۰/۸۷cd	۰/۰۴ef
۳	۲	۲۳/۴۲ a	۴/۸۸cd	۰/۲۱cde
۳	۳	۲۳/۴۲ a	۱۰/۲۹a	۰/۴۴a
۴	۱	۱۵/۱۱ a	۰/۴۰d	۰/۰۳f
۴	۲	۱۵/۱۱ a	۱/۶۳cd	۰/۱۱def
۴	۳	۱۵/۱۱ a	۴cd	۰/۲۶bcd
۵	۱	۸ a	۰/۲۰d	۰/۰۲f
۵	۲	۸ a	۱/۰۴cd	۰/۱۲def
۵	۳	۸ a	۲/۷۹cd	۰/۳۱abc

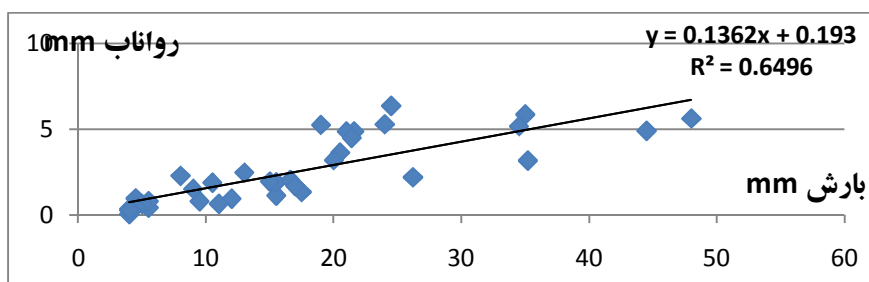
تیمار ۱ (دست نخورده) تیمار ۲ (نیمه عایق) و تیمار ۳ (عایق) می باشد.

رابطه بارش-رواناب در تیمارها

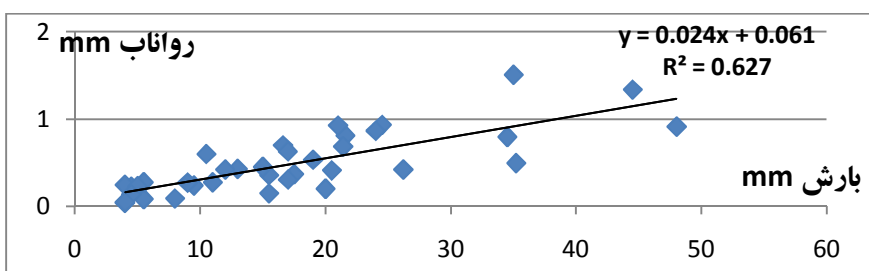
برای تعیین رابطه همبستگی بین عمق بارش روزانه و عمق رواناب نظیر از کل داده های جمع آوری شده در ارتباط با هر تیمار و در تمام تکرارها استفاده شد. بدین خاطر ابتدا نسبت به بررسی گرافیکی پراکنش داده های بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در ارتباط با میزان رواناب برای تیمار عایق، نیمه عایق و دست نخورده اقدام شد. آنچه که از بررسی شکل های زیر بر می آید نشان می دهد که رابطه عمق رواناب و میزان بارندگی روزانه در کلیه تیمارها کاملاً خطی و با شیب متوسط می باشد. با ضریب همبستگی تعیین عایق، نیمه عایق و طبیعی به ترتیب برابر است با ۰/۷۹۶، ۰/۶۴۹۶ و ۰/۶۲۷ بوده است.



شکل ۶- رابطه خطی بین بارندگی یک روزه و رواناب برای تیمار عایق (کل داده ها)



شکل ۷- رابطه خطی بین بارندگی یک روزه و رواناب برای تیمار نیمه عایق (کل داده‌ها)

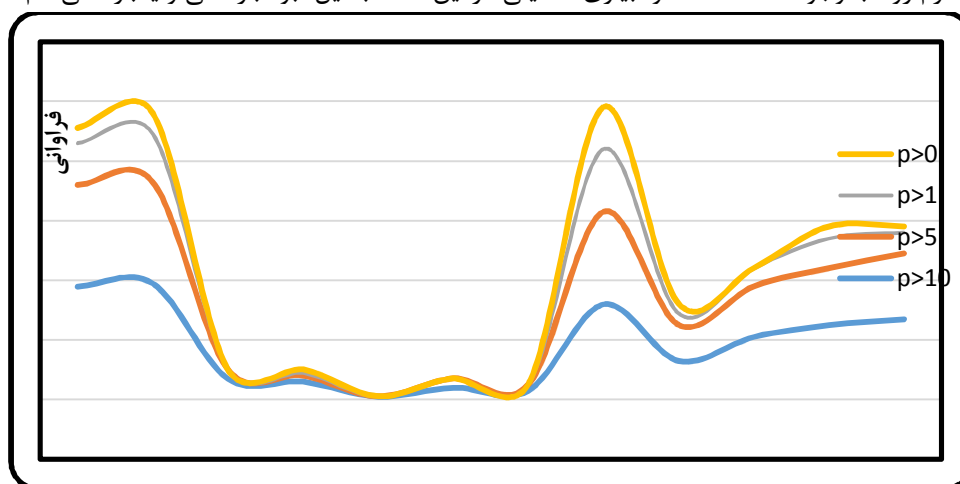


شکل ۸- رابطه خطی بین بارندگی یک روزه و رواناب برای تیمار دست نخورده (کل داده‌ها)

بطور کلی با توجه به معادلات ارائه شده برای تیمارهای مختلف، متوسط حد آستانه لزوم وقوع بارندگی روزانه برای شروع رواناب برای تیمار عایق برابر با ۱، تیمار نیمه عایق ۲/۸ و تیمار دست نخورده (عرصه طبیعی) ۴ میلیمتر است.

فراوانی بارندگی‌های روزانه در منطقه

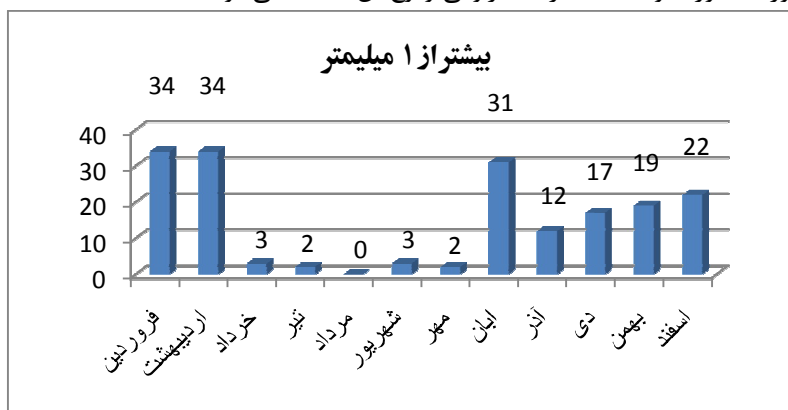
آمار فراوانی بارش‌های ۲۴ ساعته دراز مدت ایستگاه کلیماتولوژی سارال برای طول دوره آماری ۱۶ ساله (۱۳۷۴ الی ۱۳۹۰ میلادی) نشان می‌دهد که با افزایش عمق بارش‌های روزانه مقدار فراوانی آنها کاهش یافته و فراوانی بارش‌های روزانه به کمترین مقدار در ماه‌های گرم می‌رسند. بطوریکه فراوانی بارش‌های روزانه بیشتر از ۱ و ۵ میلیمتر در ماه‌های گرم شامل تیر، مرداد و شهریور بترتیب دارای متوسط فراوانی حدوداً یک بار در یک سال و یک بار در پنج سال هستند. این بدین معنی است که با توجه به شروع آستانه رواناب، در ماه‌های گرم رواناب وجود نداشته است و آبیاری تکمیلی در این ماه‌ها بدلیل نبود بارندگی و یا بارندگی کم ضروری است.



شکل ۹- توزیع فراوانی ماهانه کل بارش‌های روزانه با دامنه‌های مختلف در ایستگاه کلیماتولوژی سارال

بحرانی‌ترین ماه از بین دوره انتخابی برای رشد گیاه مردادماه می‌باشد که تعداد فراوانی بارش‌های روزانه در سال برای عمق بارش روزانه بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ بترتیب برابر با ۰، ۰، ۰ و ۰ است. در مقابل فروردین جزو مرطوب‌ترین ماه سال بوده و بیشترین فراوانی

بارش‌ها در آن اتفاق می‌افتد. ضمناً مرز تغییر فراوانی بارش‌های روزانه بین ماه‌های اردیبهشت، بهار و خرداد و تیر شدید است. بطوریکه فراوانی بارش خرداد حدود ۶ درصد فراوانی بارش‌های اردیبهشت و فراوانی بارش‌های مرداد حدود ۱۵ درصد بارش‌های خرداد است. ضمناً متوسط نسبت فراوانی عمق بارش‌های روزانه ۱ به ۵ و ۵ به ۱۰ میلی‌متر^۱ حدوداً ۲ برابر و به مفهوم دیگر به ازاء هر میلی‌متر افزایش در میزان بارندگی روزانه بطور متوسط ۴۰ درصد فراوانی وقوع آن کاسته می‌شود.



شکل ۱۰- ترتیب فراوانی کل بارش‌های روزانه بیشتر از یک میلیمتر در ماه‌های مختلف برای دوره آماری ۵ ساله در ایستگاه کلیماتولوژی سارال

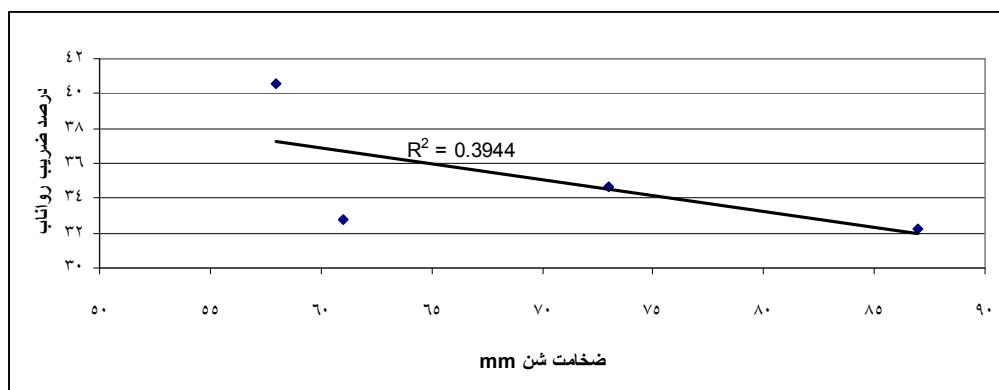
ضریب رواناب یکی از معیارهائی است که ویژگی نفوذپذیری یک سطح را در مقابل بارندگی نشان می‌دهد. مقدار متوسط درصد این ضریب در طول دوره داده‌برداری برای تیمارهای: عایق برابر با ۳۴، نیمه عایق ۱۶ و برای طبیعی ۳ و بالاترین ضریب رواناب مشاهده شده مربوط به تیمار عایق و میزان بارندگی روزانه ۱۷ میلیمتر بوده هر چند که در طول دوره آماربرداری مقدار بارندگی روزانه ۴۸ میلیمتر هم وجود داشته است. (جدول ۶)

همچنین با پلات کردن ضخامت شن پوشش دهنده سطح نایلون‌ها با ضریب رواناب می‌توان پذیرفت که رابطه بین آنها برقرار است (شکل ۳-۹)، بطوریکه با کاهش ضخامت شن، ضریب رواناب افزایش می‌یابد (تیمار یک در بلوک سه). همچنین نسبت ضریب تغییرات (ضریب رواناب) تیمارهای نیمه عایق و طبیعی، به تیمار عایق، به ترتیب برابر با ۳/۶۳ و ۷/۱۵ است.

جدول ۵- درصد ضرب رواناب تیمارهای مختلف برای بارندگی‌های فروردین الی آذر از ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۱

بارندگی روزانه mm	تیمارها			بلوک
-	طبیعی	نیمه عایق	عایق	
-	۲/۳۳	۱۴/۸۶	۳۲/۱۷	یک
-	۳/۰۸	۱۹/۴۹	۳۷/۹۳	دو
-	۲/۹۷	۱۶/۲۳	۳۴/۴۵	سه
-	۲/۴۵	۱۴/۵۵	۳۱/۵۹	چهار
۱۷/۰۸	۳	۱۶	۳۴	میانگین
۴۸	۳	۱۹	۳۸	بیشینه
۲	۲	۱۵	۳۲	کمینه
۱۱/۲۷	۰/۰۰	۲	۳	انحراف معیار
۶۵/۹۷	۱۳/۷۱	۱۳/۷۸	۸/۴۶	ضریب تغییرات

۱- منظور بارندگی‌های روزانه برابر و یا بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر می‌باشد.



شکل ۱۱- رابطه ضخامت شن پوششی نایلون تیمار عایق با ضریب رواناب

نتیجه گیری

ماه های مهم تامین آب برای گیاهان در منطقه عبارت از اردیبهشت الی آبان است. در این ماه ها با افزایش دما رشد و نیاز آبی گیاهان افزایش و در مقابل نزولات جوی و در نتیجه آب قابل استفاده در دسترس گیاه کاهش می یابد. این مهمترین عامل توجیه کننده لزوم اعمال تیمارهایی است که بتواند بیشترین رواناب را در ماه های مورد نیاز از کمترین مقدار بارندگی های روزانه اتفاق افتاده تامین کند. عبارت دیگر تیمار پلات طبیعی (دست نخورده) نمی تواند به هیچ وجه گزینه مناسبی در یک سامانه سطوح آبخیز برای تامین آب گیاه باشد. بدلیل آنکه میزان فراوانی هر ساله عمق رواناب حاصل از آن، در منطقه برای اردیبهشت ماه در حدود ۳ واقعه و برای ماه های مهر و آبان در حدود ۵ واقعه است و این نشان دهنده این است که در سایر ماه های رشد گیاه یعنی خرداد، تیر، مرداد و شهریور امیدی به تامین آب از این تیمار وجود ندارد. تیمار نیمه عایق در مقایسه با تیمار طبیعی از قدرت فراوانی و تولید رواناب بیشتری برخوردار است. ولی همه ساله در ماه های خرداد، تیر، مرداد و شهریور تولید رواناب حادث نمی شود. هر چند که نسبت جمع عمق رواناب تولیدی آن در طول سال های تحقیق نسبت به تیمار طبیعی در حدود ۵ برابر است. این مزیتی است که تیمار نیمه عایق بدلیل تمیز کردن سطح پلات از گیاهان و افزایش ضریب رواناب نسبت به تیمار طبیعی برای تولید رواناب بدست آورده است. اما تیمار عایق بدلیل داشتن لایه پلاستیکی دارای بیشترین ضریب رواناب و بیشترین فراوانی تولید رواناب نسبت به دو تیمار دیگر دارد.

از آنجا که امکان اثرگذاری بر ویژگی های هیدروکلیماتولوژی منطقه وجود ندارد لذا لازم است مواد مورد استفاده برای تیمار عایق بنحوی اصلاح شود که میزان ضریب رواناب آن به حدود ۹۰ درصد و بیشتر افزایش یافته و استفاده از تیمارهای نیمه عایق و طبیعی بدلیل عدم امکان تولید رواناب برای ماه های گرم فصل رشد گیاه اجتناب شود. ضمناً حتی در حالت استفاده از تیمار عایق با توان ضریب رواناب زیاد هم توصیه می شود برای جلوگیری از وارد شدن تنش رطوبتی و صدمه دیدن احتمالی تولید محصول (میوه) نسبت به تعبیه سامانه ذخیره رواناب حاصل از ماه های پرباران (مثل فروردین و اردیبهشت) و سامانه توزیع آب ذخیره شده در ماه های پر نیاز (تیر، مرداد و شهریور) اقدام شود.

منابع

خلیل پور، م. ر. ۱۳۸۲، بررسی تاثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری رضایی، ع. (۱۳۹۱)، بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی در فرآیند بارش-رواناب سامانه های سطوح آبخیزدراستان زنجان شاهینی، غ. ر. ۱۳۸۲، گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه سازی سیستم های سطوح آبخیز از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در استان گلستان

شعاعی، ض. ۱۳۸۲، سیستم های سطوح آبخیز باران بمنظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی، شورای پژوهش های علمی کشور صادق زاده، م. ا. ۱۳۸۱. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بررسی روش های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

قادری، ن. ۱۳۸۳، گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه سازی سیستم های سطوح آبخیز از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان

Fidelibus, M. W., and D. A. Bainbridge, Microcatchment Water Harvesting for Desert Revegetation, SERG Restoration Bulletin 5, Soil Ecology and Restoration Group of San Diego State University and United States International University, p: 12.

Gnadlinger, J., 2003. Rainwater Catchment and Sustainable Development in the Brazilian Semi-Arid Tropics (BSATs). An Integrated Approach. 11th IRCS Conference Mexico City, August 25-29, P:?.

Gunnell, Y., Krishnamurthy, A., 2003. Past and present status of runoff harvesting systems in dryland peninsular India: a critical review. Ambio 32 (4), 320-324.

Nuhu Hatibu & H. F. Mahoo. 2000, RAINWATER HARVESTING FOR NATURAL RESOURCES MANAGEMENT, A planning guide for Tanzania TECHNICAL HANDBOOK No. 22

Hudson, N. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO, Soil Resources, Management and Conservation Service.