# کاربرد سامانه‌های سطوح آبگیر باران در تولید محصول بادام دیم

**محمد نکویی مهر*[۱]، مسعود گودرزی[۲]**

۱*-عضو هیأت علمی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
m_nekooeimehr@yahoo.com
۲- عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقاتْ آموزش و ترویج کشاورزی

## چکیده

مقادیر ناچیز بارندگی در کشور ایران به همراه پراکنش نامناسب آن موجب گشته تا کمبود آب مانع اصلی توسعه قلمداد گردد. در چنین مناطقی استفاده از روش‌های ساده، کم هزینه و مناسب برای استحصال آب باران می‌تواند بسیار موثر و راهگشا باشد. این تحقیق به منظور کاربرد استفاده از سامانه‌های سطوح آبگیر کوچک مقیاس در تولید محصول بادام دیم به اجرا در آمده است. برای انجام ایین تحقیق، پنج تیمار سامانه آبگیر شامل: جمع‌آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح سامانه با و بدون فیلتر سنگریزه‌ای، سطح عایق ببا و بدون فیلتر سنگریزه‌ای و پوشش طبیعی زمین (شاهد) به همراه سه رقم بادام (ربیع، مامایی و شاهرود۲۱) در ۵ تککرار در قاللب ططرح بلوک‌های کامل تصادفی به کار برده شد. بر این اساس با استفاده از روش‌های ذخیره رطوبت خاک زیر سطحی، اقدام ببه کاشت نهال بادام در عرصه‌ای با شیب متوسط ۲۰٪ گردید. نتایج مقایسه شاخص‌های گیاهی نشان داد که میانگین قطر یقه، ارتفاع درخت، سطح تاج و پوشش، عملکرد میوه و درصد زنده‌مانی در تیمار شاهد (پوشش طبیعی) از بقیه تیمارها کمتر و به ترتیب در تیمارهای جمع‌آوری پوشش بدون فیلتر، جمع‌آوری پوشش با فیلتر، عایق بدون فیلتر و عایق با فیلتر افزایش پیدا می‌کند. میزان عملکرد (میوه دهی) در تیمار عایق با فیلتر، ۳۳۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد بوده است. به عبارت دیگر عملکرد محصول در این تیمار بیش از سه برابر زمین دست نخورده افزایش نشان داد. بنابراین به کارگیری سامانه آبگیر عایق، نقش مهمی در استحصال آب باران و جمع‌آوری آب در جهت تأمین قسمتی از رطوبت مورد نیاز درختان بادام در محل استقرار آن‌ها ایفا نموده و موجب افزایش محصول در باغات در اراضی شیبدار می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی :**
استحصال آب، آبخیزداری، خشکسالی، کشت دیم، باغات دامنه ای

**مقدمه**

براساس بررسی‌های انجام شده، در اکثر حوزه‌های آبخیز کشور به لحاظ بهره‌برداری‌های غیر اصولی و عدم اعمال مدیریت صحیح در راستای حفظ منابع، وضعیت تولید از نظر منابع‌طبیعی تجدید شونده در شرایط بحرانی قرار دارد (روغنی، ۱۳۸۶). در حال حاضر علیرغم مشکلات موجود در بهره‌برداری اصولی از منابع، با تلاش محققین این امکان فراهم آمده تا بتوان ضمن رعایت اصل همزیستی با طبیعت، روش‌های مناسبی را به منظور استفاده بهینه و پایدار از منابع موجود به کار گرفت. روش‌های مزبور کاربردی بوده و اجرای آن، ضمن کاهش تلفات منابع آب و خاک، نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود زندگی و اقتصاد معیشتی مردم خواهد داشت. در این ارتباط ارائه الگوهای علمی، عملی و مبتنی بر فرهنگ آبخیز نشینان، نقش مهمی در اشاعه فرهنگ بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی ایفا خواهد نمود. یکی از این الگوهای ساده، کم هزینه و کارآمد استفاده از سامانه های سطوح آبگیر بباران می‌باشد. ایین سامانه‌ها مشتمل ببر شیوه‌هایی است که موجب جمع‌آوری ریزش‌های جوی و رواناب‌های سطحی قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی و ذخیره‌سازی آن‌ها برای مصارف مختلف می‌شوند.

در یک طبقه‌بندی، سامانه‌های سطوح آبگیر باران به دو گروه سنتی و نوین تقسیم‌بندی می‌شوند (Critchley, & Siegert, 1991 ). علت این امر صرف نظر از اندازه سطوح آبگیر، موقعیت مکانی احداث آن‌ها، نوع و چگونگی ذخیره‌سازی آب‌های جمع‌آوری شده و موارد مصرف آن‌ها، امکان پذیرش و به کارگیری آن‌ها توسط ممردم است ککه نکته مههم در اشاعه فرهننگ ممدیریت و استفاده بهینه از ریزش‌های جوی به حساب می‌آید. سامانه‌های سطوح آبگیر نوین، در واقع سامانه‌های اصلاح و تکمیل شده سنتی هستند که در تناسب با ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از سامانه‌ها، به جوامع انسانی معرفی شده‌اند(Hudson, 1987 ).

بر اساس تحقیقات انجام شده، امروزه از این نوع سامانه‌ها برای جمع‌آوری آب باران با هدف تأمین آب برای کشت گیاهان و ایجاد باغ بر روی دامنه‌های شیبدار استفاده می‌شود که در تمامی آن‌ها موارد زیر مشترک می‌باشد (قدوسی و همکاران، ۱۳۸۲):

الف- وجود سطح تولید کننده رواناب،

ب- استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش تولید رواناب در سطح سامانه،

ج- وجود چاله پذیرنده رواناب در محل کشت نهال.

در زمینه استفاده از تیمارهای مختلف جهت افزایش تولید رواناب در سطح سامانه، می‌توان به روش‌های ببه ککارگیری پوششش‌های عایق مانند قیر، پارافین و یا نایلون و سایر روش‌ها نظیر جمع‌آوری سنگریزه و پوشش گیاهی از سطح جمع‌آوری کنننده روانناب اشاره نمود که متناسب با شرایط هر منطقه و اهداف طرح مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تلفیق بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پنج عامل عمده در حوزه‌های آبخیز نقش مهمی در استقرار و توسعه پوشش گیاهی در باغات دامنه‌ای ایفا می‌کند (روغنی، ۱۳۸۶). عوامل یاد شده عبارتند از:

۱- استحصال آب باران،

۲- نفوذ روان آب جمع آوری شده در خاک (Shaxson, & Barber, 2003)،

۳- مفهوم مولفه جریان در سطوح شیب دار،

۴- ذخیره رطوبت در پروفیل خاک،

۵- کاهش تبخیر از سطح خاک،

تحقیقات انجام شده در استان گلستان بر روی تأثیر پوشش عایق (نایلون) در استقرار نهال‌های زیتون نشان می‌دهد ککه تتأثیر ببه کارگیری این سطوح خصوصاً در بارش‌های کم، بسیار قابل توجه می‌باشد (شاهینی، ۱۳۹۳). همچنـین نتتایج تحقیققات صادق‌زاده و همکارانش در آذربایجان شرقی با هدف تأمین رطوبت مورد نیاز درختان مثمر نشان داد ککه سامانه دارای فیلتتر سنگریزه‌ای بهتترین تیمار از لحاظ افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک و رشد و نمو درختان کاشته شده می‌باشد (صادق‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

مجموعه مطالب فوق مبین این نکته است که با ارائه الگوهای علمی سیستم‌های استحصال نزولات جوی، ممی تتوان از یبک ططرف نقش مهمی در اشاعه فرهنگ بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی ایفا نمود و از طرف دیگر افزایش تولید در باغغات دییم را امککان پپذیر ساخت. تحقیق حاضر با هدف بررسی استقرار درختان بادام دیم و توسعه باغات دامنه‌ای از طریق به کارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر باران در جهت افزایش محصولات باغی در شرایط دیم و بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان در شرایط کم آبی به اجرا در آمده است.

## مواد و روش‌ها

این پروژه در محدوده ایستگاه تحقیقاتی قلعه غارک، وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی استان چهارمحال و بختیاری به اجرا در آمده است. ایستگاه تحقیقاتی قلعه غارک با مساحت ۴۸ هکتار در شهرستان شهرکرد و در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرق مرکز استان قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی این ایستگاه در حد فاصل۳۲ درجه، ۱۸ دقیقه و ۹ ثانیه تا ۳۲ درجه، ۱۸ دقیقه و ۲۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه، ۵۶ دقیقه و ۱۹ ثانیه تا ۵۰ درجه، ۵۶ دقیقه و ۵۰ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است. ایین ایستگاه از سمت شرق به کوه برآفتاب برات به ارتفاع ۲۵۷۵ متر منتهی شده و شمال غرب آن با شهرک صنعتی شهرکرد همجوار است. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه خشک سرد و میانگین سالیانه بارندگی منطقه ۳۰۰ میلیمتر برآورد شده است. شیب متوسط منطقه ۲۰ درصد و خاک آن دارای بافت متوسط می‌باشد. شکل (۱) محل اجرای تحقیق را نشان می‌دهد.

شکل ۱- موقعیت محل اجرای پژوهش در کشور و استان چهارمحال و بختیاری

برای انجام پژوهش حاضر، تعداد ۷۵ سامانه آبگیر مستطیلی شکل به ابعاد ۸×۵ متر با استفاده از پشته‌های خاکی بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد احداث گردید. این سامانه‌ها با توجه به قرار گرفتن در شیب دامنه و انجام یکسری تمهییدات در بستر آن‌ها، سبب تولید و هدایت رواناب به سمت نقطه هدف (محل کشت نهال) می‌شوند. در پایین دست هر سامانه یک چاله برای کاشت نهال در نظر گرفته شد. پژوهش در قالب پنج تیمار سامانه شامل شاهد (پوشش طبیعی زمین)، جمع آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح سامانه با فیلتر سنگریزه ای، جمع آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح سامانه بدون فیلتر سنگریزه ای، عایق با فیلتتر سنگریزه ای و عایق بدون فیلتر سنگریزه ای و با استفاده از سه رقم بادام ( شاهرود، ربیع و مامایی) در ۵ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. برای ساخت سامانه عایق، ابتدا پوشش گیاهی سطح سامانه حذف شد و بعا استفاده از نایلون ضخیم و یک لایه ۳ سانتیمتری از سنگریزه بر روی آن، بستر سامانه عایق گردید. همچنین قسمت پایین دست سامانه در محل چاله نهال جهت کاهش تبخیر، با استفاده از قلوه سنگ‌های موجود در منطقه سنگفرش شد. شکل (۲) نحوه احداث سامانه عایق (پلاستیک و سنگریزه) را نشان می‌دهد. در شکل (۳) سامانه عایق پس از کشت نهال بادام دیده می‌شود.

فیلترهای سنگریزه‌ای ستونی از سنگریزه می‌باشند که در قسمت بالادست نهال با استفاده از دو لوله پلیکا با قطر ۱۰ سانتیمتر و عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر در هنگام خاک‌ریزی در پای نهال احداث گردیده‌اند. در داخل لوله‌ها سنگریزه ریخته شد. جهت برقراری ارتباط هیدرولیکی بین ستون سنگریزه با خاک چاله و اطراف آن، قسمت پایین لوله مشبک گردید. این فیلترها به منظور نفوذ بهینه رواناب استحصال شده به عمق توسعه ریشه درخت بکار رفته است.برای احداث سامانه لخت، پوشش گیاهی و سنگریزه‌های سطح

سامانه جمع‌آوری شد و با زدن غلطک بر روی سطح خاک، امکان افزایش رواناب مهیا گردید. شکل (۴) نمونه‌ای از سامانه لخت را نشان می دهد. بر این اساس، یک نهال بادام در پایین دست هر یک از سامانه‌ها کشت شد. شاخص‌های گیاهی شامل قطر یقه، ارتفاع نهال، سطح تاج پوشش، میوه دهی و زنده مانی نهال‌ها در همه تیمارها به دقت اندازه‌گیری شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**شکل ۲- نحوه احداث سامانه عایق که در آن بخشی از سطح سامانه با پلاستیک و سنگریزه پوشیده شده است**

**شکل ۳- سامانه عایق پس از کشت نهال بادام**

**شکل ۴- سامانه لخت که پوشش گیاهی و سنگریزه سطح سامانه حذف و جمع‌آوری شده است**

## نتایج و بحث

در جدول شماره (۱) به مقایسه شاخص‌های گیاهی در تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر پرداخته شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که متغیرهای قطر یقه، ارتفاع درخت، سطح تاج پوشش و عملکرد محصول در تیمار شاهد از بقیه تیمارها کمتر و به ترتیب در تیمارهای جمع‌آوری پوشش بدون فیلتر، جمع‌آوری پوشش با فیلتر، عایق بدون فیلتر و عایق با فیلتر افزایش پیدا کرده است. به عبارت دیگر با ایجاد تمهیدات ساده در بستر سامانه‌های آبگیر می‌توان شاهد افزایش چشمگیر تولید رواناب و در نتیجه تأمین آب مورد نیاز جهت رشد و نمو درختان بود. اگر میانگین هر یک از متغیرهای مورد بررسی در تیمار عایق با فیلتر را نسبت به تیمار شاهد مقایسه کنیم، خواهیم دید که متغیرها، افزایشی برابر ۴۴ درصد در قطر یقه، ۲۹ درصد در ارتفاع درخت، ۱۲۳ درصد در سطح تاج پوشش و ۳۳۷ درصد در عملکرد میوه داشته‌اند. بنابراین تیمار عایق نقش قابل توجهی در افزایش تولید محصول بادام و بهبود اقتصاد کشاورزی باغداران خواهد داشت. یافته‌های این تحقیق با نتایج تحقیقات آقارضی و همکاران (۱۳۹۲) کاملاً همخوانی دارد. آن‌ها اذعان نمودند که سامانه عایق با فیلتر، نسبت به سایر تیمارها عملکرد بهتری داشته است و نهال‌های بادام کشت شده در این سامانه، بیشترین رشد را دارا بوده‌اند. همچنین نتایج تحقیقات نیک‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴) نشان می‌دهد که تیمار پوشش نایلون با رویه لاشه‌چین، بهترین گزینه برای استحصال آب باران به منظور برطرف کردن نیاز آبی گیاهان برای فصول کم‌آب می‌باشد. تحقیقات دیگگر در این زمینه نشان می‌دهد که استحصال ریزش‌های جوی یکی از راهکارهای اجرایی مدیریت و بهره‌برداری از آب قابل دسترس به ویژه برای احیا و توسعه‌ی کشاورزی است ( Zhu, 2017).

نتایج اندازه‌گیری شاخص‌های گیاهی در ارقام مختلف بادام (ربیع، مامایی و شاهرود) نشان می‌دهد که مجموعاً در بین ارقام بادام کاشته شده، رقم شاهرود۲۱ از رشد و نمو بهتری برخوردار بوده و مقادیر حداکثر در متغیرهای اندازه‌گیری شده مربوط به این رقم می‌باشد. رقم‌های مامایی و ربیع در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند (جدول شماره ۲).

**جدول (۱): شاخص‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر باران**

| تیمار | میانگین قطر یقه (میلیمتر) | میانگین ارتفاع درخت (سانتیمتر) | میانگین سطح تاج پوشش (متر مربع) | میانگین زنده مانی (درصد) | میانگین میوه دهی (گرم در هر درخت) |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۴۴/۷ | ۱۸۰/۴ | ۱/۳ | ۵۳/۳ | ۲۸۲ |
| جمع آوری پوشش با فیلتر | ۵۵ | ۲۱۷ | ۲/۱ | ۹۳/۳ | ۷۱۰ |
| جمع آوری پوشش بدون فیلتر | ۵۴/۱ | ۲۱۴/۶ | ۱/۹ | ۸۶/۶ | ۵۹۵ |
| عایق با فیلتر | ۶۴/۵ | ۲۳۳ | ۲/۹ | ۱۰۰ | ۱۲۳۴ |
| عایق بدون فیلتر | ۵۹/۵ | ۲۲۰ | ۲/۶ | ۹۳/۳ | ۹۵۷ |

**جدول (۲): مقایسه میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده در رقم‌های مختلف بادام**

| تیمار | قطر یقه (میلی‌متر) | ارتفاع درخت (سانتی‌متر) | سطح تاج پوشش (سانتی‌متر مربع) | عملکرد میوه (گرم در هر درخت) |
|---|---|---|---|---|
| ربیع | ۳۰/۳ | ۱۴۶/۸ | ۶۶۷۵/۷ | ۳۰۹/۵ |
| مامایی | ۳۴/۱ | ۱۵۱/۰ | ۱۲۵۴۴/۳ | ۳۱۶/۷ |
| شاهرود۲۱ | ۴۰/۵ | ۱۸۶/۹ | ۱۴۴۱۶/۰ | ۵۹۶/۲ |

از لحاظ استقرار و زنده‌مانی، پس از گذشت پنج سال از زمان کشت نهال در تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر، تیمار شاهد ۵۳/۳ درصد زنده‌مانی داشته و حدود نیمی از درختان در این تیمار خشکیده‌اند. در تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی سامانه بدون فیلتر ۸۶/۶ درصد زنده‌مانی و در هر کدام از تیمارهای جمع‌آوری پوشش سطحی با فیلتر و عایق ببدون فیلتر ۹۳/۳ درصد زننده‌مانی دیده می‌شود. این در حالی است که زنده‌مانی و استقرار نهال‌ها در تیمار عایق با فیلتر به ۱۰۰ درصد می‌رسد، یعننی هیچ یک از نهال‌های کشت شده در این تیمار دچار خشکیدگی نگردیده‌اند. این امر نقش قابل توجه سامانه‌های عایق با فیلتر را در استحصال و

تأمین آب مورد نیاز برای نهال‌ها نشان می‌دهد. در شکل (۵) چگونگی رشد و نمو درختان بادام در تیمار عایق با فیلتتر و در شکل (۶) میوه دهی درختان بادام در تیمار مذکور در سال پنجم اجرای پروژه نشان داده شده است.

**شکل (۵) رشد و نمو درختان بادام با استفاده از سطوح آبگیر باران (سال پنجم اجرای پروژه)**

**شکل (۶): میوه دهی درختان بادام با استفاده از سامانه های سطوح آبگیر باران (سال پنجم اجرای پروژه)**

## نتیجه‌گیری

به طور کلی ایجاد سامانه‌های سطوح آبگیر برای جمع آوری آب باران و رساندن آن به پای گیاه یکی از راه‌های پیشرو در تأمین آب در مناطق خشک و یا شرایط کم آبی می‌باشد. مقایسه شاخص‌های گیاهی در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که درختان در تیمار عایق با فیلتر سنگریزه‌ای، از رشد بیشتری برخوردارند و میزان میوه‌دهی یا عملکرد آن‌ها زیادتر می‌باشد، به طوری که میزان عملکرد محصول در این تیمار به بیش از ۳ برابر تیمار شاهد (زمین طبیعی) می‌رسد و می‌تواند از لحاظ اقتصادی تأثیر به سزایی در بهبود شرایط زندگی و معیشت کشاورزان داشته باشد و الگویی برای کشاورزی پایدار در شرایط بحران آب محسوب گردد. نظر به این که یکی از عوامل بسیار مهم در رشد و نمو گیاه، آب می‌باشد ، بدون شک تیمار عایق با توجه به سطح نفوذناپذیر خود، آب بیشتری برای گیاه تأمین نموده است. بنابر این در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق مستعد در کشور، یعنی اراضی شیبدار با خاک مناسب به کارگیری پوشش عایق در اراضی شیبدار، نقش مهمی در استحصال آب باران و جمع‌آوری قسمتی از آب مورد نیاز درختتان در محل استقرار آن‌ها ایفا نموده و موجب افزایش تولید محصولات باغی دیم می‌گردد.

**تشکر و قدردانی**

نویسنده بر خود لازم می‌داند از زحمات پیشکسوت ارجمند جناب آقای مهندس محمد روغنی و همچنین آقایان دکتر امامی، مهندس رئیسیان، مهندس اسدی و کریم صفری که در اجرای این تحقیق بنده را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و سپاسگزاری نماید.

**منابع**

- آقارضی، ح.، ع.ا. داودی راد، غ. گودرزی، م. دادپور، ت. بابایی، و ع. شریفی.۱۳۹۲. بررسی تأثیر بکارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر مدیریت شده در افزایش تولیدات گیاهی، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۵۲ صفحه.
- روغنی، م. ۱۳۸۶. دستورالعمل احداث سامانه‌های سطوح آبگیر باران به منظور استقرار و توسعه درختان مثمر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۶۱ صفحه.
- شاهینی، غ. ۱۳۹۳. کاربرد سیستم‌های آبگیر کوچک در ایجاد باغ مثمر در مناطق خشک، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری، دانشگاه سمنان، ۸ صفحه.
- صادق‌زاده، م.، م. روغنی، م. خانی و ع. عباس‌زاده. ۱۳۹۰. بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در سامانه‌های سطوح آبگیر لوزی‌شکل در ایستگاه خواجه، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ۴۸ صفحه.
- قدوسی، ج.، ض. شعاعی و ع. تلوری. ع. غفوری. ۱۳۸۲. سیستم های سطوح آبگیر باران به منظور توسعه پایدار منابع زیست محیطی، شورای پژوهش‌های علمی کشور. ۷۱۲ صفحه.
- نیک نژاد، د.، م. روغنی، ا. ناصری، ج. یاراحمدی، ک. مهرورز و م.ا. صادق‌زاده. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد سامانه‌های مختلف سطوح آبگیر باران در تولید رواناب در منطقه نیمه‌خشک عون‌ابن علی (آذربایجان شرقی)، نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۷، شماره ۲، ص:۲۲۸-۲۲۳.
- Critchley, W. and K. Siegert, 1991. Water harvesting .FAO, A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production.
- Hudson, N.,1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO,Soil Resources, Management and Conservation Service.
- Lalljee, B. and S. Facknath,1999. Water Harvesting and Alternate Sources of Water for Agriculture. PROSI Magazine - September 1999 , No. 368 – Agriculture.
- Pacey, A., and A.Cullis, 1986, Rainwater Harvesting – the Collection of Rainfall and Runoff in Rural Areas. Intermediate Technology Publications, London.
- Shaxson, F. and R. Barber, 2003. Optimizing Soil Moisture for Plant Production FAO, Consultants Land and Plant Nutrition Management Service.
- Zhu, Q. 2017. Rainwater harvesting for agriculture and water supply. *Beijing: Springer*. p. 20. ISBN 978-981-287-964-6.