



# جمع آوری آب باران برای کشاورزی و تامین آب

تألیف:  
کیانگ ژو، جان گزلد، یوانگ هونگ لی // چنگ ژیانگما

حامد محمودی  
(پژوهشگر سازمان انکا)

افشین هنریخش  
(رهبر علمی دانشگاه شهرکرد)

www.ketab.ir

|                     |                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | ز. کیانگ                                                                                                                                                                                                                            |
| عنوان و نام پدیدآور | Zhu, Qiang<br>جمع‌آوری آب باران برای کشاورزی و تأمین آب / کیانگ زو، جان گولد، بوان هولنگ لی، چنگ زیانگ ما مترجم حامد محمودی؛ دکتر افشین هنریخش ویراستار فنی فرخ فرزانه؛ ویراستار ادبی اشکان مولایی.<br>تهران: انکا، انتشارات، ۱۳۹۸. |
| مشخصات نشر          | ۴۶۹ ص:، مصور.                                                                                                                                                                                                                       |
| مشخصات ظاهری        | ۵۰۰۰۰۰ ریال، 978-600-8910-91-6                                                                                                                                                                                                      |
| شابک                | فیبا                                                                                                                                                                                                                                |
| وضعیت فهرست نویسی   | عنوان اصلی: Rainwater Harvesting for Agricultural and Water Supply, [2015]                                                                                                                                                          |
| یادداشت             | واژه‌نامه.                                                                                                                                                                                                                          |
| یادداشت             | کتابنامه: ص: [۴۶۹]                                                                                                                                                                                                                  |
| یادداشت             | نماید.                                                                                                                                                                                                                              |
| موضوع               | آب باران                                                                                                                                                                                                                            |
| موضوع               | Rainwater                                                                                                                                                                                                                           |
| موضوع               | آبیاری یا رواناب                                                                                                                                                                                                                    |
| موضوع               | Runoff irrigation                                                                                                                                                                                                                   |
| موضوع               | آب - جمع‌آوری                                                                                                                                                                                                                       |
| موضوع               | Water - Harvesting                                                                                                                                                                                                                  |
| شناسه ۴۰۰           | محمودی، حامد، ۱۳۶۷ -، مترجم                                                                                                                                                                                                         |
| شناسه افزوده        | هنریخش، افشین، ۱۳۴۵ -، مترجم                                                                                                                                                                                                        |
| شناسه افزوده        | مولایی، اشکان، ۱۳۷۲ -، ویراستار                                                                                                                                                                                                     |
| شناسه افزوده        | انکا مرکز تحقیقات و نوآوری، انتشارات                                                                                                                                                                                                |
| رده پندی کنگره      | ۵۶۱۹                                                                                                                                                                                                                                |
| رده پندی دیویی      | ۶۲۹/۱۱۳۲                                                                                                                                                                                                                            |
| شماره کتابشناسی ملی | ۵۸۳۶۹۷۹                                                                                                                                                                                                                             |

|                      |                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------|
| عنوان:               | جمع‌آوری آب باران برای کشاورزی و تأمین آب                |
| مترجم یا مترجمان:    | دکتر افشین هنریخش، -، حامد محمودی، پژوهشگر، سازمان انکا) |
| ویراستار فنی و ادبی: | فرخ فرزانه، اشکان مولایی، پژوهشگر، سازمان انکا)          |
| زمان و نوع چاپ:      | ۱۳۹۸/۱۰/۱۰                                               |
| شمارگان:             | ۲۰۰ نسخه                                                 |
| طراح جلد و صفحه‌آرا: | امیررضا همتیان (پژوهشگر سازمان انکا)                     |
| شابک:                | ۹۷۸ - ۶۰۰ - ۸۹۱۰ - ۹۱ - ۶                                |
| قیمت:                | ۵۰۰۰۰۰ ریال                                              |



کلیه حقوق چاپ این کتاب محفوظ و متعلق به انتشارات سازمان انکا است.  
 هر نوع تکثیر یا نشر تمام یا بخشی از این کتاب منوط به اجازه کتبی سازمان انکا خواهد بود.  
 نشانی: تهران، خ امام خمینی (ره)، خ شهید مرادی، ساختمان شهدای مرکزی انکا ط ۲، انتشارات انکا  
 تلفن: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۱۲۴ | دورنگار: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۳۵۵ | وبسایت: www.etkapublishing.ir | ایمیل: info@etkapublishing.ir

## پیشگفتار مترجمین

آب مایه حیات و نعمتی است که خداوند متعال آن را به شکل وافر و رایگان برای بندگان و دیگر موجودات روی زمین اعطا نموده است و در این مورد می‌فرماید: «وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ»؛ و هر چیز زنده‌ای را از آب پدید آوردیم آیا [بازهم] ایمان نمی‌آورند» (آیه ۳۰ سوره انبیاء). خداوند متعال به آب ارزش و اهمیت زیادی داده است که در بیش از صد آیه قرآن کریم در مورد آن آمده و انسان از گذشته‌های دور از بدو پیدایش حیات با آب رابطه مستحکم داشته است آب نقش اساسی و حیاتی در ادامه زندگی انسان ایفا کرده است و منابع آبی در ایجاد و شکل‌گیری اکثر تمدن‌ها دارای نقش مهم و حیاتی است به‌طوری‌که بخشی از رسوم و مراسم ملل مختلف درباره این مایه مهم و حیاتی است.

در حال حاضر نیز موضوع آب سال و مصرف آب بسیار حائز اهمیت است. به علت تغییر اقلیم و در پی آن کاهش نزولات جوی از یک‌سوی رشد سریع جمعیت از سوی دیگر سبب کاهش سرانه منابع آبی تجدیدشونده کشور شده است. از طرفی شهرهای پرجمعیت ایران با نیاز روزافزون به منابع آبی مواجه هستند. لذا برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع موجود، شناسایی و کاربرد منابع جدید و جایگزین مانند جمع‌آوری آب باران و استفاده از آب بی‌سطحی امری ضروری به نظر می‌رسد. سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در بسیاری از مناطق دنیا به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان روشی عملی برای به حداقل رساندن ریسک خشک‌سالی و به‌دست‌آوردن ریت بهتر منابع آبی پذیرفته شده‌اند. در آینده‌ای نه‌چندان دور تنش‌ها، درگیری‌های ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی بر سر مسئله آب بیشتر خواهد شد و دور از ذهن نخواهد بود که جنگ‌های آینده بر سر منابع آبی صورت گیرد. با توجه به گزارش سازمان توسعه جهانی آب، کشور ایران در حال نزدیک شدن به بحران جدی آب است. بحران آب در ایران علاوه بر افزایش تقاضا و کمبود آب شامل کاهش منابع آب، ریزش زمین، کاهش کیفیت آب‌های موجود و زیان‌های وارد آمده به اکوسیستم نیز می‌شود. موقعیت استراتژیک ایران، کمبود منابع، توزیع نامتوازن و تجدید ناپذیر بودن منابع آب و همچنین فقدان قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک این بحران را تشدید کرده و آن را به یک منبع تولید خشونت تبدیل می‌کند. لذا در صورت ادامه این روند، بحران حقیقی ایران، بحران آب خواهد بود و امنیت ملی ما را تهدید خواهد کرد. به همین خاطر یکی از چالش‌های اساسی توسعه برای ایران، اتخاذ اقداماتی در جهت هدایت به‌سوی مسیرهای پایدار تأمین امنیت آبی است. از طرفی امنیت آب زمانی وجود خواهد داشت که آب به‌طور کارآمد، پایدار و منصفانه مدیریت شود تا هم از پتانسیل تولیدی آن بهره‌برداری شود و هم پتانسیل تخریبی آن کاهش یابد. از دیرباز در ایران، روش‌های سنتی و ابداعی در جمع‌آوری آب باران

مرسوم بوده است. از نمونه این روش‌ها می‌توان به سازه‌های بومی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک، آب‌انبار سنگی، چاه مالدار، آب‌انبار عشایری، چال او و برکه عشایری، خوشاب و ... اشاره نمود. با وجود مزایا و سهولت استفاده از آب باران در جاهایی که سایر منابع آبی از جمله آب‌های زیرزمینی در دسترس نیستند و یا میزان آن‌ها کم است و همچنین امکان کنترل جریان‌های سیلابی در مناطقی که بارش‌های رگباری و سیل‌آسا دارند را فراهم می‌کند اما در جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن در کشور ایران، نکات مهم و تأمل‌برانگیزی وجود دارد که باید به آن‌ها توجه نمود از جمله پراکندگی غیریکنواخت بارندگی در مناطق مختلف ایران، عدم انطباق فصول بارش با دوره رشد گیاهان و نیاز آبی محصولات پرهزینه بودن ساخت مخازن و تعمیر و نگهداری آن‌ها، نیاز به مطالعه دقیق شرایط منطقه از لحاظ اقلیم، عبور و لوژیکی، توپوگرافی و دارا بودن میانگین بارش متناسب با نیازهای آبی در هر منطقه باید لحاظ گردد. از طرفی امکان آسیب به سفره‌های آبی نیز وجود دارد، از آنجاکه اجرای گسترده طرح‌های جمع‌آوری آب باران، مستلزم نفوذناپذیر کردن زمین و اصلاح خاک در مقیاس گسترده است که ممکن است به تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی که در حال حاضر نیز در کشور با مشکلات جدی مواجه است، آسیب‌های بیشتری وارد کند. از این رو می‌توان از طرح جمع‌آوری آب باران در کشت‌های باغی و برای برخی محصولات در هتاس‌های کوچک و همچنین ایجاد و نگهداری فضاهای سبز شهری و پارک‌ها استفاده نمود.

البته لازم به ذکر است که این امر خود مستلزم فراهم بودن مقدمات از جمله مطالعات تکمیلی در جهت بررسی توجیه فنی و اقتصادی با توجه به شرایط محلی است. طرح ملی جمع‌آوری باران در راستای استفاده بهینه از این منبع آب و به‌عنوان راهکاری جهت رفع مشکلات ناشی از کمبود آب در کشور در تاریخ ۱۳۹۲/۶/۶ به مجلس ارائه شد و به امضای ۵۹ نمایندگان مجلس شورای اسلامی رسیده است. با این حال نیازمند توجه و پیگیری بیشتری در عرصه اجرا و بهره‌برداری دارد. اجرای طرح‌های پخش سیلاب و عملیات آبخیزداری و آبخوان‌داری می‌تواند به صورت مکمل و هم‌زمان در اجرای طرح جمع‌آوری آب باران در ایران مفید باشد.

طی سال‌های اخیر تحقیقات قابل‌قبولی در زمینه مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی در دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی ایران صورت گرفته است که به لزوم بهینه‌سازی و مدیریت منابع آب بخصوص در بخش کشاورزی اشاره می‌کنند.

این کتاب برگردان‌شده، تلاشی در جهت ارائه روش و مکانیسم‌های مورد استفاده در سراسر دنیا در زمینه جمع‌آوری آب باران، مدیریت و نحوه اجرای سیستم‌های جمع‌آوری آب باران، مدیریت کیفیت آب باران و شیوه زراعت با سیلاب‌های حاصل از بارندگی است. کتاب حاضر نیز به بیان اهمیت

جمع‌آوری آب باران، تعیین ابعاد سیستم جمع‌آوری، طراحی سازه‌ای، ساخت، اجرا و نگهداری آب باران، فناوری‌های استفاده از آب باران برای آبیاری، جمع‌آوری آب باران برای کشاورزی، به بررسی اجمالی جمع‌آوری آب باران در مقیاس جهانی، جمع‌آوری آب باران جهت مصارف خانگی، جمع‌آوری آب باران در مناطق گرمسیری، مدیریت کیفیت آب باران و زراعت با رواناب می‌پردازد.

هدف از برگردان این کتاب، آشنایی متخصصان و متصدیان حوزه کشاورزی و منابع آب با روش‌های جدید و کار ردی جمع‌آوری آب باران، طراحی و ساخت دستگاه‌های جمع‌آوری آب باران و صرفه‌جویی در مصرف آب بهره‌برداری بهینه از بارندگی است.

مطالعه این کتاب برای تمامی دانش‌پژوهانی که در جهت کسب اطلاعات و آشنایی با آخرین دستاوردهای فناوری است. حال آب باران و نقش مؤثر آن در بهبود وضعیت معیشتی و اجتماعی مردم دارد، مفید است.

به‌رغم تلاش فراوان در برگردان این مجموعه، چنانچه خوانندگان محترم با اشکالات و نواقصی مواجه شدند و یا انتقاداتی داشتند انتظار ما در اطلاع‌رسانی نمایند تا ایرادات مربوط برطرف شود. مسلماً ترجمه حاضر خالی از اشکال نیست و نصایح و پیشنهادهای دانش‌پژوهان محترم موجب امتنان بنده خواهد بود.

مترجم بهار ۱۳۹۸

www.ketaboo.com

## فهرست مطالب

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول: چرا جمع‌آوری آب باران؟ سوابق چینی‌ها .....                               | ۱  |
| ۱-۱-۱ اطلاعات کلی در مورد منابع آب جهانی و کشور چین .....                         | ۲  |
| ۱-۱-۲ جمع جهانی آب .....                                                          | ۲  |
| ۱-۱-۳ منابع آب در چین و چالش‌ها .....                                             | ۵  |
| ۱-۱-۴ مشکل کمبود آب در دشت لسی ایالت گانسو .....                                  | ۹  |
| ۱-۱-۵ چگونه مشکل کمبود آب را برطرف کنیم؟ مطالعه موردی دشت لسی گانسو ...           | ۱۱ |
| ۱-۲-۱ نوآوری __ توسعه جمع‌آوری آب باران در گانسو .....                            | ۱۵ |
| ۱-۲-۲ شرایط بالقوه و نامطابق آب و هوای جمع‌آوری آب باران در منطقه لسی گانسو ..... | ۱۵ |
| ۱-۲-۳ توصیف خلاصه‌ای از توسعه پروژه‌ها - جمع‌آوری آب باران در گانسو .....         | ۱۷ |
| ۱-۳-۱ ارزیابی پروژه جمع‌آوری آب باران .....                                       | ۳۰ |
| ۱-۴-۱ درک سیستم جمع‌آوری آب باران .....                                           | ۳۵ |
| ۱-۴-۲ کاربرد آب باران و جمع‌آوری آب باران .....                                   | ۳۵ |
| ۱-۴-۳ اجزای سیستم جمع‌آوری آب .....                                               | ۳۹ |
| ۱-۴-۴-۱ زیرسیستم تأمین آب .....                                                   | ۴۳ |
| ۱-۴-۴-۲ چارچوب عمومی سیستم جمع‌آوری آب در کشور چین .....                          | ۴۳ |
| فصل دوم: تعیین ابعاد سیستم جمع‌آوری آب باران .....                                | ۵۱ |
| ۱-۲-۱ نیاز آبی .....                                                              | ۵۳ |
| ۱-۲-۲ نیاز آبی خانگی .....                                                        | ۵۳ |
| ۱-۲-۳ استفاده آب برای آبیاری .....                                                | ۵۵ |
| ۱-۲-۴ مصرف آب در دامپروری .....                                                   | ۵۷ |

|          |                                                          |
|----------|----------------------------------------------------------|
| ۵۸.....  | ۴-۱-۲ مصارف دیگر آب                                      |
| ۵۸.....  | ۲-۲ پارامترهای تعیین ابعاد سیستم جمع‌آوری آب باران       |
| ۵۸.....  | ۱-۲-۲ میزان اعتبار تأمین آب و بارش طرح                   |
| ۶۴.....  | ۲-۲-۲ کارایی جمع‌آوری آب                                 |
| ۷۳.....  | ۱-۳-۲ تعیین مساحت آبرگیر به‌وسیله معادله                 |
| ۷۵.....  | ۲-۱-۲ جدول برای تعیین مساحت آبرگیر                       |
| ۸۳.....  | ۱-۲ تعیین ظرفیت ذخیره                                    |
| ۸۳.....  | ۱-۴-۲ مدل شبیه‌سازی                                      |
| ۱۰۶..... | ۲-۴-۲ مدل ساز شد                                         |
| ۱۱۰..... | ۵-۲ صفحات پیوست برای تعیین ابعاد سیستم جمع‌آوری آب باران |
| ۱۱۳..... | فصل سوم: طراحی سازه‌های سیستم جمع‌آوری آب باران          |
| ۱۱۴..... | ۱-۳ زیرسیستم جمع‌آوری آب باران                           |
| ۱۱۴..... | ۱-۱-۳ اجزای زیرسیستم جمع‌آوری آب باران                   |
| ۱۱۵..... | ۲-۱-۳ دامنه طبیعی به‌عنوان یک آبرگیر آب باران            |
| ۱۱۸..... | ۳-۱-۳ آبرگیرها با استفاده از سازه‌های موجود              |
| ۱۲۲..... | ۴-۱-۳ طراحی آبرگیر با ساختار متخلخل                      |
| ۱۲۷..... | ۲-۳ زیرسیستم ذخیره آب                                    |
| ۱۲۸..... | ۱-۲-۳ طبقه‌بندی زیرسیستم ذخیره آب در کشور چین            |
| ۱۲۹..... | ۲-۲-۳ مخزن ذخیره زیرزمینی آب باران                       |
| ۱۴۰..... | ۳-۲-۳ طراحی مخازن سطحی                                   |
| ۱۵۱..... | ۴-۲-۳ مخازن پیش‌ساخته آب                                 |
| ۱۵۳..... | ۵-۲-۳ استخر و شبکه‌های کانالی                            |
| ۱۵۶..... | ۶-۲-۳ تسهیلات کمکی برای زیرسیستم ذخیره                   |

۳-۳ تجهیزات تأمین آب ..... ۱۵۸

۱-۳-۳ آب‌رسانی برای تأمین آب خانگی ..... ۱۵۸

۲-۳-۳ آب‌رسانی برای آبیاری ..... ۱۵۸

## فصل چهارم: ساخت و اجرا و نگهداری پروژه جمع‌آوری آب باران ..... ۱۶۱

۱-۴ مصالح ساختمانی ..... ۱۶۲

۱-۴-۱ بتن ..... ۱۶۲

۱-۴-۲ ملاتر سیراز ..... ۱۶۴

۱-۴-۳ مواد دیگر ..... ۱۶۴

۲-۴ روشی برای ساخت آبنبر مخزن ..... ۱۶۴

۱-۲-۴ چگونه یک آبنبر با پوشش بتنی بسازیم؟ ..... ۱۶۴

۲-۲-۴ چگونه یک آبنبر با ملاتر و یک روکش آجری بسازیم؟ ..... ۱۶۷

۳-۲-۴ چگونگی ساخت یک آبنبر با صفحه پلاستیکی ..... ۱۶۸

۴-۲-۴ چگونه یک روکش با خاک چسبک و خاک آهکی بسازیم؟ ..... ۱۶۹

۳-۴ ساخت مخزن ذخیره آب ..... ۱۷۰

۱-۳-۴ روشی برای ساخت آبنبار ..... ۱۷۰

۳-۱-۳-۴ چگونه یک دیوار بتنی برای یک آبنبار ..... ۱۷۴

۲-۳-۴ روشی برای ساخت یک غار آبی ..... ۱۸۱

۳-۳-۴ ساخت یک مخزن آب سطحی ..... ۱۸۳

۴-۴ اجرا و نگهداری سیستم جمع‌آوری آب باران ..... ۱۸۳

۱-۴-۴ اجرا و نگهداری آبنبر آب باران ..... ۱۸۳

۲-۴-۴ اجرا و نگهداری زیرسیستم ذخیره ..... ۱۸۵

۳-۴-۴ نگهداری منبع آب و امکانات آبیاری ..... ۱۸۶

۴-۴-۴ مدیریت کیفیت آب ..... ۱۸۸

## فصل پنجم: فناوری‌های جمع‌آوری آب باران برای آبیاری ..... ۱۹۱

۱-۵ اصول آبیاری با جمع‌آوری آب باران ..... ۱۹۲

۱-۱-۵ چرا آبیاری به میزان کم بسیار کارا است؟ ..... ۱۹۴

۲-۱-۵ مفاهیم بنیادی ..... ۱۹۴

۲-۵ زمان بندی آبیاری بر اساس جمع‌آوری آب باران ..... ۲۰۱

۲-۱-۲ روش آزمایش و تحلیل ..... ۲۰۱

۲-۲-۲ مقدماتی خلاصه نسبت به تحقیقات گذشته ..... ۲۰۳

۳-۲-۵ روش تجربی برای تعیین زمان بندی آبیاری ..... ۲۰۸

۳-۵ روش‌های آبیاری بر اساس جمع‌آوری آب باران ..... ۲۰۹

۱-۳-۵ روش‌های محلی وین در حفظ آب ..... ۲۰۹

۲-۳-۵ آبیاری قطره‌ای ..... ۲۱۶

۳-۳-۵ آبیاری شالیزار با سیستم جمع‌آوری آب باران ..... ۲۲۴

## فصل ششم: جمع‌آوری آب باران و کشاورزی ..... ۲۲۹

۱-۶ فناوری‌های خاک‌ورزی ..... ۲۳۱

۱-۱-۶ شخم زدن عمیق ..... ۲۳۱

۲-۱-۶ شخم تحتانی ..... ۲۳۳

۳-۱-۶ شخم سطحی برای حفظ رطوبت خاک ..... ۲۳۳

۴-۱-۶ خرد کردن کلوخه و تسطیح کردن ..... ۲۳۴

۵-۱-۶ کشت بر روی خطوط تراز ..... ۲۳۴

۶-۱-۶ جوی بر روی خطوط تراز و زراعت در پشته ..... ۲۳۵

۷-۱-۶ کشت در پشته در طول خطوط تراز ..... ۲۳۶

۸-۱-۶ زراعت با شخم بخش پشته‌ای خطوط تراز ..... ۲۳۷

۹-۱-۶ کشت در شیار با بهبود حاصلخیزی خاک ..... ۲۳۷

- ۲۳۸..... ۲-۶ زراعت با کمک مالچ و حفظ رطوبت خاک
- ۲۳۸..... ۱-۲-۶ نقش زمین‌های مالچ پاشی شده
- ۲۳۹..... ۲-۲-۶ انواع و روش‌های استفاده برای مالچ زمین‌های کشاورزی
- ۲۴۲..... ۳-۶ حاصلخیزی خاک و بهبود مزرعه
- ۲۴۲..... ۱-۳-۶ استفاده از بیوتکنولوژی و تناوب محصول برای افزایش حاصلخیزی خاک
- ۲۴۲..... ۲-۳-۶ استفاده از کودهای زیستی
- ۲۴۳..... ۲-۳-۶ استفاده منطقی از کودهای شیمیایی
- ۲۴۳..... ۴-۶ فناوری‌هایی برای حفاظت آب در خاک با تیمار شیمیایی
- ۲۴۴..... ۱-۴-۶ تیمار مقاوم به تسیر و تعرق
- ۲۴۴..... ۲-۴-۶ رزین (صمغ) جذب‌کننده آب
- ۲۴۵..... ۳-۴-۶ تیمارهای پوشش شیمیایی
- ۲۴۷..... سمت دوم: تجربیات جمع‌آوری آب باران از اطراف دشت
- ۲۴۷..... فصل هفتم: جمع‌آوری آب باران: بررسی اجمالی جهانی
- ۲۴۸..... ۱-۷ مقدمه
- ۲۴۹..... ۲-۷ مثال‌هایی از جمع‌آوری آب باران و کاربرد آن در اطراف دشت
- ۲۴۹..... ۱-۲-۷ بنگلادش
- ۲۵۰..... ۲-۲-۷ برمودا
- ۲۵۱..... ۳-۲-۷ بوتسوانا
- ۲۵۲..... ۴-۲-۷ برزیل
- ۲۵۴..... ۵-۲-۷ کامبوج
- ۲۵۶..... ۶-۲-۷ ژاپن (توکیو)
- ۲۵۷..... ۷-۲-۷ کنیا
- ۲۵۸..... ۸-۲-۷ تایلند

- ۲۵۹..... ۹-۲-۷ کشور چین، ایالت گانسو
- ۲۵۹..... ۱۰-۲-۷ تایوان
- ۲۶۴..... ۳-۷ چشم‌انداز آتی توسعه جمع‌آوری آب باران
- ۲۶۴..... ۱-۳-۷ نیازهای آینده
- ۲۶۹..... ۲-۳-۷ سیاست ملی برای کاربرد آب باران
- ۲۶۹..... ۳-۳-۷ بارش آب باران در کلان‌شهرها
- ۲۷۰..... ۴-۳-۷ چشم‌انداز آینده توسعه جمع‌آوری منابع آب
- ۲۷۲..... ۵-۳-۷ توسعه بیشتر باوری
- ۲۷۳..... فصل هشتم: جمع‌آوری آب باران برای تأمین آب خانگی
- ۲۷۶..... ۱-۸ انواع سازه‌های ذخیره آب
- ۲۷۸..... ۱-۱-۸ مخازن سطحی
- ۲۷۹..... ۲-۱-۸ مخازن زیرزمینی
- ۲۸۱..... ۳-۱-۸ سدها و ذخیره زیرسطحی
- ۲۸۲..... ۲-۸ انتخاب سیستم ذخیره آب
- ۲۸۴..... ۳-۸ تعیین نیاز، ضریب رواناب و منبع
- ۲۸۴..... ۱-۳-۸ تعیین نیاز
- ۲۸۵..... ۲-۳-۸ ضریب رواناب
- ۲۸۷..... ۴-۸ تعیین منبع آب باران
- ۲۸۸..... ۵-۸ محاسبه منبع آب باران پتانسیل از یک آبگیر سقفی ساده
- ۲۸۹..... ۶-۸ اندازه مخازن ذخیره آب
- ۲۸۹..... ۱-۶-۸ روش‌هایی برای برآورد اندازه مخازن آب باران
- ۲۹۴..... ۲-۶-۸ کارایی مخزن و حالتی برای کاهش دادن بازگشت‌ها
- ۲۹۵..... ۳-۶-۸ ویژگی‌های سیستمی که بر اندازه مخزن، تأثیر می‌گذارند

- ۴-۶-۸ جیره بندی ..... ۲۹۶
- ۱-۸ یک روش ساده و مؤثر برای جیره بندی تأمین آب ..... ۲۹۶
- ۷-۸ مدل های کامپیوتری ..... ۲۹۷
- ۱-۷-۸ سیم تانکا ..... ۲۹۷
- ۲-۷-۸ محاسبه کننده عملکرد مخزن آب باران ..... ۲۹۸
- ۳-۷-۸ هدف را با توجه به مدل های کامپیوتری به خاطر بسپارید. .... ۲۹۹
- ۸-۸ طراحی ذخیره آب ..... ۳۰۰
- ۱-۸-۸ انتخاب طراحی مخزن مناسب ..... ۳۰۰
- ۲-۸-۸ تعیین مناسب ترین نوع مخزن ..... ۳۰۱
- ۳-۸-۸ شکل، ابعاد و نوع مخزن ..... ۳۰۲
- ۴-۸-۸ مقرون به صرفه بودن ..... ۳۰۴
- ۵-۸-۸ در دسترس بودن و پایداری ورود و خروج کار ماهر ..... ۳۰۵
- ۶-۸-۸ مکان یابی مخازن ..... ۳۰۵
- ۷-۸-۸ معایب، اجرا و عملیات طراحی ..... ۳۰۶
- ۸-۸-۸ اهمیت آزمایش میدانی طرح های جدید ..... ۳۰۷
- ۹-۸-۸ آموزش، کنترل کیفیت و مدیریت مناسب ..... ۳۰۸
- ۱۰-۸-۸ اهمیت اجرا و نگهداری مناسب ..... ۳۰۸
- ۹-۸ شیرها و ناودان ها ..... ۳۰۹
- ۱-۹-۸ ناودان ها و تعیین اندازه شیرها ..... ۳۱۱
- ۲-۹-۸ محافظان پاشمان ..... ۳۱۲
- ۱۰-۸ جریان ورودی به مخزن- با یک شبکه الک خود تنظیف شونده ..... ۳۱۳
- ۱۱-۸ ابزارهای استخراج آب و اشکال دیگر ..... ۳۱۴
- ۱-۱۱-۸ شیرها ..... ۳۱۴
- ۱۲-۸ سرریز کردن مخزن ..... ۳۱۵

۱۳-۸ سیستم‌های اولین پاک‌سازی..... ۳۱۶

فصل نهم: سیستم‌های جمع‌آوری آب باران در مناطق گرمسیری..... ۳۱۹

۱-۹ اقلیم‌های گرمسیری..... ۳۲۰

۲-۹ شیوه‌های جمع‌آوری آب سقف..... ۳۲۳

۳-۹ تجربه ریخی جمع‌آوری آب از سقف..... ۳۲۹

۴-۹ محدودیت سقف‌سازی..... ۳۳۱

۵-۹ محدودیت‌های اقتصادی و اجتماعی..... ۳۳۳

۹-۵-۱ آیا سرمایه‌گذار در جمع‌آوری آب باران، تأثیری در شرایط اقتصادی دارد؟..... ۳۳۵

۹-۵-۲ آیا جمع‌آوری آب باران، رزن‌تر از ابزارهای رقیب برای به‌دست آوردن خدمات

دلخواه است؟..... ۳۳۷

۹-۵-۳ محدودیت‌های اجتماعی..... ۳۳۹

۹-۶ تعیین ابعاد مخازن..... ۳۳۹

۹-۶-۱ نظریه تعیین اندازه مخزن..... ۳۴۰

۹-۶-۲ تعیین اندازه عملی مخزن..... ۳۴۲

۹-۷ فناوری انتخاب مخازن..... ۳۴۵

۹-۸ فناوری انتخاب ناودان..... ۳۴۸

۹-۹ روش‌های مختلف تحویل جمع‌آوری آب باران خانگی..... ۳۵۰

۹-۱۰ ترکیب جمع‌آوری آب باران خانگی با بودجه دولتی تأمین آب روستایی..... ۳۵۳

فصل دهم: مدیریت کیفیت آب باران..... ۳۵۵

۱-۱۰ مقدمه..... ۳۵۶

۲-۱۰ موضوع کیفیت برای آب باران جمع‌آوری شده..... ۳۵۸

۳-۱۰ منابع آلودگی..... ۳۵۸

|          |                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|
| ۳۵۸..... | ۱-۳-۱۰ آلودگی به وسیله فضای اطراف                      |
| ۳۵۹..... | ۲-۳-۱۰ آلودگی به وسیله آبگیر                           |
| ۳۵۹..... | ۳-۳-۱۰ آلودگی در حین ذخیره سازی                        |
| ۳۶۰..... | ۴-۳-۱۰ آلودگی بعد از ذخیره                             |
| ۳۶۰..... | ۴-۱۰ خطرات برای سلامتی                                 |
| ۳۶۰..... | ۴-۱۰ آلودگی میکروبیولوژیکی                             |
| ۳۶۲..... | ۲-۱-۱۰ آلودگی شیمیایی                                  |
| ۳۶۳..... | ۳-۴-۱۰ خشک شدن ناقل                                    |
| ۳۶۴..... | ۴-۴-۱۰ شکست جزئی و مرده ریختن آن                       |
| ۳۶۴..... | ۵-۴-۱۰ خطر غرق شدن و ویژه برای کودکان در مخازن زیرسطحی |
| ۳۶۴..... | ۵-۱۰ مزایای مربوط به سلامت                             |
| ۳۶۴..... | ۶-۱۰ حفظ کیفیت آب باران                                |
| ۳۶۵..... | ۱-۶-۱۰ طراحی مناسب سیستم                               |
| ۳۶۵..... | ۲-۶-۱۰ نفوذ، تصفیه و سیستم های پاک سازی اولیه          |
| ۳۶۶..... | ۳-۶-۱۰ تصفیه                                           |
| ۳۶۸..... | ۷-۱۰ نتیجه گیری                                        |
| ۳۷۱..... | فصل یازدهم: زراعت با رواناب                            |
| ۳۷۲..... | ۱-۱۱ مقدمه                                             |
| ۳۷۳..... | ۱-۱-۱۱ تعریف                                           |
| ۳۷۴..... | ۲-۱-۱۱ توصیف                                           |
| ۳۷۶..... | ۲-۱۱ تاریخچه و توسعه                                   |
| ۳۷۶..... | ۱-۲-۱۱ جنبه های تاریخی                                 |
| ۳۷۷..... | ۲-۲-۱۱ توسعه های اخیر                                  |

|          |                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------|
| ۳۷۷..... | ۳-۲-۱۱ مسیرهای آینده .....                              |
| ۳۷۷..... | ۴-۲-۱۱ طبقه‌بندی و دسته‌بندی .....                      |
| ۳۸۰..... | ۵-۲-۱۱ بررسی اجمالی سیستم‌های مهم زراعت با رواناب ..... |
| ۳۸۰..... | ۳-۱۱ نیازمندی‌های آب‌و خاک .....                        |
| ۳۸۰..... | ۱-۳-۱۱ نیازمندی‌های خاک برای زراعت با رواناب .....      |
| ۳۸۵..... | ۲-۳-۱۱ رمانی‌های آب برای آبیاری با رواناب .....         |
| ۳۹۰..... | ۴-۱۱ نسبت بین رواناب و حرکت بر روی مناطق .....          |
| ۳۹۰..... | ۱-۴-۱۱ بارش .....                                       |
| ۳۹۰..... | ۲-۴-۱۱ رواناب .....                                     |
| ۳۹۳..... | ۳-۴-۱۱ نسبت بین رواناب و حرکت بر روی مناطق .....        |
| ۳۹۷..... | ۵-۱۱ سیستم‌های آبگیر کوچک .....                         |
| ۳۹۷..... | ۱-۵-۱۱ آبگیرهای کوچک نگاریم .....                       |
| ۴۰۴..... | ۲-۵-۱۱ سیل‌گیرهای روی خطوط تراز برای درختان .....       |
| ۴۰۷..... | ۳-۵-۱۱ سیل‌گیرهای کوچک نیم دایره‌ای .....               |
| ۴۱۱..... | ۴-۵-۱۱ پشته‌های خطوط تراز برای محصولات .....            |
| ۴۱۵..... | ۶-۱۱ سیستم‌های آبگیر بزرگ .....                         |
| ۴۱۵..... | ۱-۶-۱۱ سیل‌گیرهای دوزنقه‌ای .....                       |
| ۴۲۱..... | ۲-۶-۱۱ سیل‌گیرهای خطوط تراز سنگی .....                  |
| ۴۲۴..... | ۷-۱۱ سیستم‌های زراعت سیلابی .....                       |
| ۴۲۴..... | ۱-۷-۱۱ سدهای سنگی نفوذپذیر .....                        |
| ۴۲۹..... | ۲-۷-۱۱ سیل‌گیرهای بخش‌کننده آب .....                    |
| ۴۳۴..... | ۸-۱۱ طراحی و برنامه‌ریزی سیستم .....                    |
| ۴۳۴..... | ۱-۸-۱۱ در نظر گرفتن عوامل اساسی .....                   |
| ۴۴۲..... | ۲-۸-۱۱ شناسایی مناطق مناسب .....                        |

۴۴۲.....انتخاب فناوری‌های زراعت رواناب.....۱۱-۸-۳

۴۴۲.....مدیریت پروژه.....۱۱-۹

۴۴۹.....نتیجه‌گیری.....

۴۵۰.....نتیجه‌گیری.....

۴۵۰.....چالش‌های آینده و فرصت‌ها.....

۴۵۲.....نمایه.....

۴۵۹.....واژه نامه.....

۴۶۴.....کتابنامه.....

www.ketab.ir