نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۲۰۷-۱۹۸

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 198-207

استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در منطقه مشهد

جواد طباطبایی یزدی[۱] - سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[۲*] - مسعود قدسی[۳]- هادی افشار[٤]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲

چکیده

استحصال آب باران یکی از شاخص‌ترین تکنیک‌های مدیریت بهره‌برداری از آب باران برای مقابله با کم آبی می‌باشد که در مناطق مواجه با کمبود آب بسرعت در حال توسعه می باشد. مبنای این روش اختصاص سطحی از زمین برای جمع‌آوری نزولات و سپس ذخیره‌سازی آن برای استفاده در زمان مورد نیاز می‌باشد. با توجه به تنوع روشهای استحصال آب باران، باید در انتخاب روش مناسب به ویژگی‌هایی از قبیل مقدار بارندگی و نحوه توزیع آن، توپوگرافی زمین، نوع خاک، عمق خاک و عوامل اقتصادی و اجتماعی هر منطقه توجه جدی نمود. در این مقاله، نتایج طراحی و اجرای یک طرح پایلوت استحصال آب باران در منطقه خشک و نیمه خشک شمال‌شرق ایران (مشهد) ارائه گردیده است. رواناب از یک سطح پوشش داده شده با پلاستیک به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع جمع‌آوری شد و به داخل یک مخزن زمینی ۵۰۰ مترمکعبی هدایت گردید. کرت‌های آزمایشی در مجاورت سطوح جمع‌آوری آب باران قرار گرفته و شامل ۸ کرت جداگانه هر کدام به مساحت ۶×۸۵ مترمربع بود. از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار (چهار کرت آبیاری تکمیلی و ۴ کرت شاهد دیم) بعنوان قالب آماری طرح استفاده گردید. برای استفاده هرچه بهتر از آب باران استحصال شده، آبیاری به روش قطره‌ای با نوارهای آبیاری ۴ لیتر در ساعت در واحد طول انجام شد. نتایج نشان داد در طی سال اول و دوم انجام آزمایش، عملکرد دانه در تیمار آبیاری تکمیلی به‌ترتیب ۷۰٪ و ۸۷٪ نسبت به تیمار دیم افزایش نشان داد. این در حالی است که در طی این دو سال بترتیب ۳۵٪ و ۷۰٪ نیاز آبی گیاه گندم در طی فصل رشد از طریق آبیاری تکمیلی تامین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در مناطقی با ارتفاع باران سالانه متوسط تا ۱۵۰ میلیمتر نیز می توان مشروط به استحصال آب باران از زمین‌های اطراف و انجام ۲ نوبت آبیاری تکمیلی، نسبت به کشت گندم در اراضی مستعد اقدام نمود و انتظار داشت که عملکرد گندم تا دو برابر نسبت به شرایط دیم افزوده شود.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، آبیاری تکمیلی، گندم دیم، منطقه مشهد

مقدمه

افزایش روزافزون جمعیت در کنار مصرف بی‌رویه آب مشکلات زیادی را در تامین آب شهری و روستایی کشور فراهم نموده است. از آنجا که عمده مصرف آب مربوط به بخش کشاورزی میباشد، لذا ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روشهای صرفه‌جویی در مصرف آب بسیار ضروری است. یکی از روشهایی که بطور غیر مستقیم میتواند باعث کاهش اتکاء به منابع آب معمول نظیر چاه و قنات و یا آب رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است که منظور از آن جمع‌آوری و بهره‌برداری از آب باران در محل بارش می‌باشد. از آنجا که باران، هرچند به مقدار کم، تقریبا در همه نقاط کشور وجود دارد، چنانچه بتواند با اعمال مدیریت صحیح مورد استفاده قرار گیرد، میتواند جهت جبران بخشی از کمبودهای موجود، مفید واقع شود.

وجود آب انبارهای قدیمی با معماری متنوع در اکثر نقاط خشک کشور گویای میزان توجه به استحصال آب باران جهت مصارف مختلف در گذشته می باشد. اگرچه این روش بطور عمده در مقیاس کوچک مورد استفاده بوده است، اما تعداد طرح‌های اجرا شده بسیار قابل توجه است. استحصال آب باران بصورت سنتی در نقاط مختلف با اسامی خاص همان منطقه شناخته میشود که از آن جمله میتوان به هوتک و خوشاب‌های سیستان و بلوچستان و یا بندسارهای استان خراسان اشاره نمود.

سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می دهد که این روش اول بار در صحاری فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط ۹۰

۱- استادیار پژوهش بخش حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۲و۴- مربی پژوهش بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول : Email: sahm51@yahoo.com)
۳- دانشیار پژوهش بخش نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

میلیمتر در سال انجام شده و کمک زیادی به تولید علوفه در منطقه نموده است. در استرالیا سطوح آبگیر ناودانی شکل جهت هدایت آب باران به باغات استفاده شده که نتایج آن بصورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری مناطق خشک این کشور در آمده است (۱۷).

سپاسخواه و کامکار حقیقی (۱۴)، در تحقیقاتی از این روش برای درختکاری انگور دیم تحت عنوان "هدایت آب حوضه درختان به پای هر درخت" استفاده نمودند که نتیجه آن، افزایش رشد درختان، افزایش محصول و کیفیت آن بوده‌است. کوثر (۸) در مطالعاتی جهت کشت درختان دیم در گردنه قوچک در نزدیکی تهران نشان داد که در بارندگی با شدت ۱۰۰ میلیمتر در ساعت و یا با شدت ۱۲ میلیمتر در ساعت و مدت بیش از یکساعت بارندگی و یا هنگامی‌که خاک در حالت نزدیک به اشباع است، چنانچه از سطوح آبگیر باران به روش نواری استفاده شود، برای نسبت سطح جمع‌آوری به سطح کشت شده برابر ۱/۵:۱، نیاز آبی درختان قابل تامین می‌باشد.

یک راهبرد کلیدی در کشت گیاهان دیم به منظور به حداقل رساندن ریسک نابودی کامل محصولات، تاکید بر سرمایه‌گذاری روی سامانه های استحصال آب باران برای آبیای تکمیلی کشت‌های دیم می باشد (۱۳).

استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع‌آوری و ذخیره می‌شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می‌رسد (۹، ۱۲ و ۱۵). نحوه استحصال آب باران برای کشاورزی مناطق خشک به دو دسته اصلی تقسیم می‌شود (۱۰). روش استحصال آب سنتی بیشتر مبتنی بر استفاده مستقیم از رواناب‌های جمع شده برای آبیاری گیاهان است. در روش‌های نوین از مخزن برای جمع‌آوری و ذخیره بهره گرفته می‌شود تا بتوان آبیاری گیاهان را در دوره کمبود آب یا در فاصله زمانی بین بارش‌ها اعمال نمود.

تحقیقات نشان داده که روش استفاده مستقیم نمی‌تواند در مناطقی که فصل بارش با زمان نیاز به آبیاری گیاهان تطابق ندارد، توأم با موفقیت باشد. زیرا نمی‌توان رطوبت را در خاک از فصل مرطوب برای دوره خشکی ذخیره کرد و در این شرایط گیاهان از بین خواهند رفت و عملکردی را عاید کشاورز نخواهند نمود (۲).

زراعت دیم دارای خصوصیات متمایز و متفاوتی نسبت به زراعت آبی است. تغییرات سال به سال بارندگی و تغییرات مقدار و نحوه پراکنش نزولات جوی از جمله عواملی هستند که سبب می‌شود عدم اطمینان و خطرپذیری در زراعت دیم بالا بوده و ضریب اعتماد و درجه ثبات و پایداری آن اندک باشد (۱۸). لذا راهکارها و شیوه‌های مختلفی که در کاهش خطرپذیری و ایجاد ثبات و پایداری عملکرد محصولات دیم، مؤثر باشد مورد توجه است.

هدف از تحقیق حاضر، برآورد پتانسیل استحصال آب باران جهت استفاده در آبیاری تکمیلی کشت دیم در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک مشهد بوده است. آب باران در یک مخزن ذخیره خارج از اراضی تحت کشت، جمع‌آوری شد تا از آن برای آبیاری تکمیلی گندم در ایستگاه تحقیقاتی طرق وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی واقع در حومه مشهد استفاده بعمل آید. در این آزمایش عملکرد گندم رقم دیم در شرایط آبیاری تکمیلی و بدون انجام آبیاری برای دو سال با یکدیگر مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

موقعیت و اقلیم منطقه

منطقه مورد مطالعه در اراضی ایستگاه تحقیقاتی طرق واقع در استان خراسان رضوی با عرض جغرافیایی۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه و طول جغرافیایی۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه در ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. به منظور تحلیل بارندگی از آمار روزانه ایستگاه سینوپتیک مشهد که در مجاورت محل طرح قرار دارد در دوره آماری ۱۳۵۶-۱۳۸۳استفاده شد. متوسط باران سالیانه منطقه مورد مطالعه ۲۵۵ میلیمتر، دمای حداقل، متوسط و حداکثر سالیانه به ترتیب۷/۷، ۱۴/۲ و۲۱ درجه سانتیگراد می باشد.

اقلیم منطقه براساس روش دومارتن نیمه خشک و براساس منحنی آمبروترمیک دوران مرطوب سال منطبق بر فاصله زمانی اواسط آبان لغایت اول اردیبهشت می باشد. به منظور برآورد نیاز آبی گندم، با استفاده از داده‌های هواشناسی، مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل و از آنجا مقدار تبخیر و تعرق گیاه گندم از روش پنمن- مانتیت برابر ۵۲۵ میلیمتر برآورد گردید. عمده بارندگی‌ها در اواخر زمستان و اوایل بهار به وقوع می‌پیوندد.

آبیاری تکمیلی در این منطقه می‌تواند نقش اساسی داشته باشد چرا که دوره بحرانی رشد گیاه با زمان بارش‌های طبیعی منطقه منطبق نیست. شکل (۱) توزیع بارندگی در منطقه اجرای تحقیق (دوره بلند مدت ۲۰ ساله ۱۳۸۴-۱۳۶۵) در مقایسه با نیاز آبی گندم در طول دوره رشد گیاه را نشان می‌دهد.

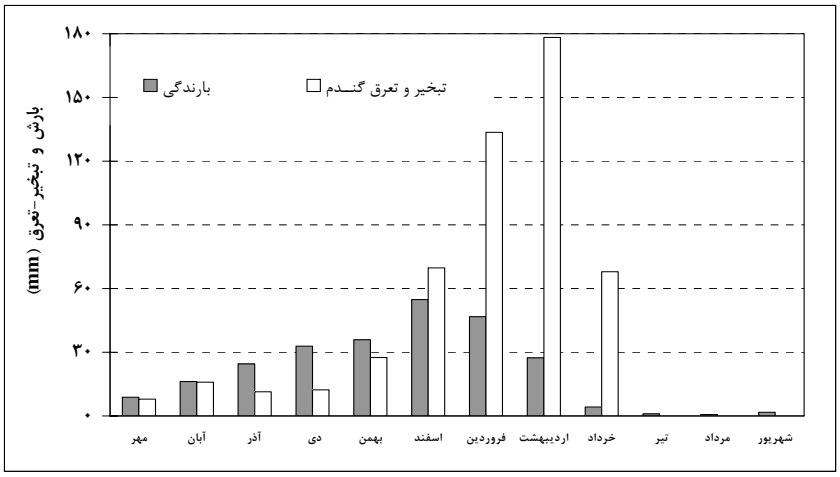
آماده‌سازی سطوح آبگیر

بمنظور بررسی اثربخشی استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم، زمینی به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع با شیب عمومی ۱٪ انتخاب گردید. پس از تمیز کردن زمین از علفهای هرز، زمین بصورت جاده‌های شیب‌دار آماده‌سازی شد بطوری که همه این جاده‌ها با شیب افقی ۵٪ به یک کانال جمع‌کننده انتهایی مستطیلی (عرض کف ۴۰ سانتیمتر وارتفاع دیواره ۳۰ سانتیمتر) با پوشش بتن وصل گردیدند (شکل ۲).

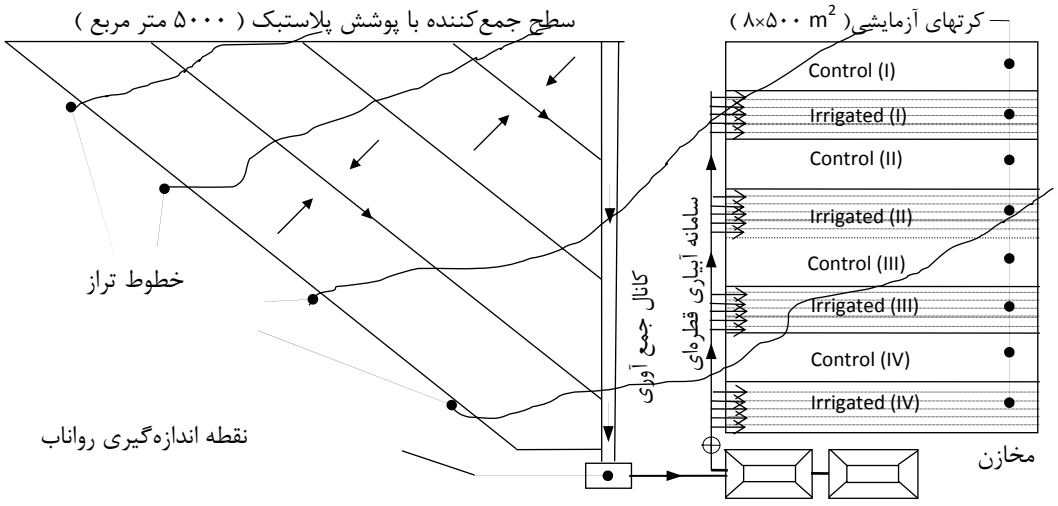
روشهای مختلفی برای پوشش آبگیر و افزایش رواناب وجود دارد که از جمله آنها میتوان بتن، آسفالت، پلاستیک، قیر و پارافین را نام برد. که البته بتن، آسفالت و پارافین برای سطح های وسیع عملی نیستند. هر یک از این پوشش‌ها دارای بارندگی آستانه رواناب و همچنین ضریب رواناب مشخصی است که با توجه به خصوصیات بارندگی و شکل و شیب سطح تفاوت می‌کنند. در این طرح سطوح جمع‌آوری کننده آب باران با نوارهای پلاستیک شفاف به عرض ۱۰ متر پوشش داده شد تا حداکثر بازدهی استحصال رواناب فراهم آید. رواناب‌های جمع‌آوری شده پس از جریان یافتن در داخل کانال بتنی و عبور از یک حوضچه رسوب‌گیر، وارد دو مخزن زمینی مرتبط با هم هر یک به گنجایش ۲۵۰ مترمکعب گردیدند. مخزن زمینی به صورت دو قسمتی ساخته شد تا پس از پر شدن یکی از آنها، آب به دیگری سریز نموده و بدین ترتیب مقدار تبخیر از سطح به حداقل کاهش یابد.

برای اندازه‌گیری حجم رواناب ورودی به مخزن، یک عدد سرریز مستطیلی به عرض ۳۰ و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر همراه با دستگاه ثبات سطح آب در انتهای کانال جمع‌کننده نصب شد بطوری که در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه امکان برآورد دبی ورودی به مخزن فراهم گردید. توزیع زمانی بارش از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک فرودگاه مشهد در مجاورت محل اجرای طرح دریافت و مورد استفاده قرار گرفت.

اراضی تحت کشت در مجاورت سطوح جمع‌کننده آب قرار گرفته و شامل ۸ کرت در مقیاس ۶× ۸۵ مترمربع بودند. بر اساس طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی، ۴ کرت به تیمارهای آبیاری تکمیلی اختصاص یافت و ۴ کرت باقیمانده به عنوان شاهد و بصورت دیم در نظر گرفته شد (شکل ۲).



(شکل ۱) - مقایسه توزیع متوسط بارندگی ماهانه و تبخیر و تعرق گندم در منطقه مشهد



(شکل ۲)- پلان سامانه استحصال آب باران در ایستگاه تحقیقاتی طرق مشهد

عملیات زراعی

طرح مورد استفاده بلوکهای کامل تصادفی با دو تیمار (دیم و آبیاری تکمیلی) و چهار تکرار بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، یک مرحله دیسک و سپس تسطیح به کمک لولر بود. زمین مورد کشت بایر بوده و تاکنون کشت نشده بود. میزان کود مصرفی بر اساس توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و به میزان ۵۰-۷۵-۱۰۰ کیلوگرم N-P-K خالص در هکتار محاسبه و به این ترتیب مصرف شد که تمامی کود فسفره و پتاسه و ۳۰٪ از کود نیتروژنه به عنوان کود پایه قبل از کاشت و مابقی کود نیتروژنه در دو مرحله بعدی (خاتمه پنجه‌زنی و ظهور سنبله گندم) به صورت سرک و با احتیاط کامل پس از نزول بارندگی مصرف شد. سعی گردید در حد امکان مصرف کود سرک با رشد سریع گندم همزمان باشد. رقم گندم مورد استفاده گندم دیم آذر ۲ بود که بلافاصله پس از نزول اولین بارندگی موثر(۱۷ آبان ۱۳۸۴ و ۱۹ آذر ۱۳۸۵) کاشت بوسیله بذرکار خطی‌کار غلات (همدانی) با میزان بذر مصرفی ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار انجام شد. مساحت کاشت هر تیمار ۵۰۰ متر مربع بود و سبز مزرعه ۱۰ تا ۲۰ روز پس از کاشت بود.

در طی دوره رویش مراقبت های زراعی از جمله جلوگیری از خسارت عوامل مزاحم از جمله پرندگان بذرخوار (کلاغ) به عمل آمد. به منظور کنترل علف های هرز از علف‌کش توفوردی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و در دهه سوم اسفند ماه و قبل از مرحله خاتمه پنجه زنی اقدام شد. با گرم شدن نسبی هوا از اوایل اردیبهشت ماه و ورود به دوره گلدهی و گرده افشانی نسبت به انجام آبیاری تکمیلی اقدام شد. با استفاده از یک کوادرات ۰/۵× ۰/۵ تعداد ۵ نمونه (بوته) تصادفی از هر تیمار در هر تکرار گرفته شد و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا وزن کل نمونه‌ها (به عنوان عملکرد بیولوژیک) اندازه‌گیری و سپس تعداد سنبله های بارور هر نمونه به دقت شمارش و میانگین تعداد سنبله بارور در متر مربع و میانگین تعداد دانه در هر سنبله و وزن دانه در سنبله محاسبه و ثبت شد. پس از کوبیدن نمونه‌ها ابتدا وزن دانه های هر نمونه توزین و با تقسیم نمودن وزن دانه بر بیولوژیک، صفت شاخص برداشت محاسبه شد. پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، عملیات برداشت به کمک کمباین برداشت آزمایشات غلات از سطح ۲۵۰ متر مربع انجام شد و عملکرد دانه هر تیمار در هر تکرار به دقت توزین و ثبت شد. عملیات تجزیه واریانس و تحلیل‌های آماری به کمک نرم افزار MSTATC و بر اساس موازین طرح انجام شد و برای مقایسه دو میانگین از آزمون t استفاده شد.

عملیات آبیاری

بمنظور حداکثر استفاده از آب باران استحصالی، آبیاری تکمیلی به روش قطره‌ای انجام گردید. از کل قطعه کشت شده حدود ۲۰۰۰ متر مربع برای انجام عملیات آبیاری انتخاب گردید. این مساحت در ۴ کرت جداگانه هر یک به ابعاد ۸۵×۶ مترمربع آبیاری شد. برای آبیاری از سیستم آبیاری قطره‌ای خطی(تیپ) به ضخامت ۲۰۰ میکرون با آبدهی ۴ لیتر در ساعت در هر متر طول و فاصله قطره‌چکان ۳۰ سانتیمتر استفاده بعمل آمد. در هر کرت ۱۰ نوار به فاصله ۶۰ سانتیمتر پهن گردید. برای پمپاژ آب از استخر ذخیره، یک دستگاه پمپ بنزینی روبین استفاده شد. آب باران استحصالی بعد از پمپاژ و عبور از صافی دیسکی ۳ اینچ و کنتور حجمی ۲ اینچ وارد یک لوله اصلی پلی‌اتیلن به قطر ۵۰ میلیمتر می‌گردید. لوله‌های فرعی پلی‌اتیلن به قطر ۳۲ میلیمتر به لوله اصلی متصل گردیده و نوارهای آبیاری قطره‌ای با استفاده از بست ابتدایی به این لوله‌های فرعی در ابتدای هر کرت متصل بودند. مقدار دبی آب ورودی به کرتها با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری و کنترل می‌شدند. رطوبت خاک در عمق‌های صفر تا۳۰ و ۳۰ تا۶۰ سانتیمتر با استفاده از بلوک‌های گچی در زمانهای قبل و بعد از آبیاری و در مجموع ۱۴ نوبت اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری رطوبت در کرتهای تحت آبیاری و دیم(شاهد) به تفکیک و در ۱۲ نقطه متفاوت در طول هر یک از کرتها انجام شد. این بلوکها پیش از کارگذاری در خاک در یک آزمایش گلدانی و با استفاده از خاک مزرعه مورد کشت واسنجی شده و رابطه رطوبت- مقاومت الکتریکی در آنها بدست آمده است.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با نمونه گیری از نقاط مختلف زمین محل آزمایش تا عمق ۶۰ سانتیمتر تعیین و در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. در جداول مذکور ملاحظه می‌شود که خاک دارای بافت لوم بوده و مشکل شوری و سدیمی ندارد. ظرفیت نگهداری آب در خاک تا عمق توسعه ریشه یعنی ۶۰ سانتیمتر معادل ۷۲ میلیمتر می‌باشد. مقدار بارش موثر از روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) بدست آمد و مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه گندم در هر سال بطور جداگانه از روش فائو پنمن- مانتیث برآورد گردید.

نتایج و بحث

رابطه بارش- رواناب

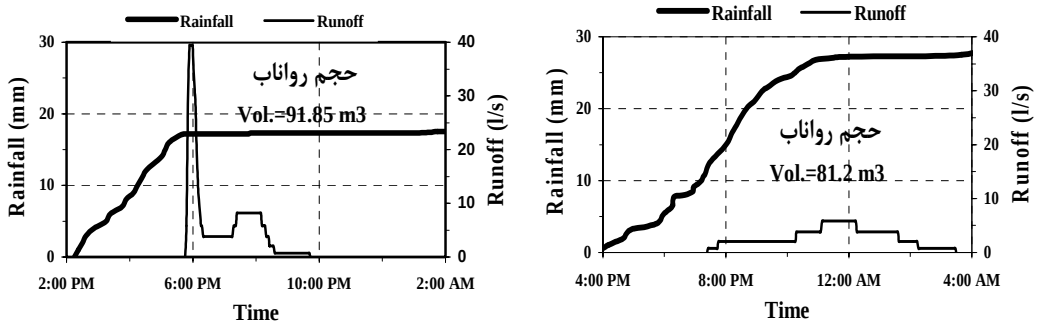
ارتفاع بارندگی‌ها طی دو سال انجام آزمایش بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مشهد برای سال اول برابر با ۱۶۶ و سال دوم ۲۸۰ میلیمتر بوده است. رابطه بین بارش و رواناب حاصل از آن بر روی سطح آبگیر طرح برای بارندگی‌های به وقوع پیوسته طی دوره انجام تحقیق بدست آمد. شکل (۲) باران تجمعی و رواناب حاصل از آن را برای دو بارش غیروابسته در تاریخ‌های ۸۵/۱۲/۱۷ و ۸۶/۲/۲۶ نشان می‌دهد. بارش اول ۸ ساعته به مقدار ۲۷ میلیمتر و بارش دوم ۴ ساعته به میزان ۱۷ میلیمتر ثبت گردیده است. حجم رواناب اندازه‌گیری شده بترتیب برابر با ۸۱/۲ و ۹۱/۸۵ مترمکعب و ضریب رواناب برای این دو بارش ۶۶٪ و ۹۰٪ محاسبه گردید.

(جدول ۱) - خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)
۰-۳۰	لوم	۱/۵۷	۱۸/۷	۱۱/۲
۶۰-۳۰	لوم	۱/۴۲	۲۱/۴	۱۲/۹

(جدول ۲)- خصوصیات شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	نسبت جذب سدیم (SAR)
۰-۳۰	۷/۵۵	۲/۶۶	۰/۵۳
۳۰-۶۰	۷/۵۰	۳/۲۰	۲/۱۰



(ب) (الف)

(شکل ۳)- توزیع بارش- رواناب برای الف) باران مورخ ۸۵/۱۲/۱۷ و ب) باران مورخ ۸۶/۲/۲۶

نتایج نشان داد که پوشش پلاستیک می‌تواند بطور قابل توجهی ایجاد رواناب را افزایش دهد. باران با شدت بیشتر (۲۶ اردیبهشت) و ارتفاع کمتر، از باران کم‌شدت‌تر (۱۷ اسفند) ولی با ارتفاع بیشتر، حجم رواناب بالاتری حاصل نمود. بارش‌های قابل توجه به شکل برف (۲۰/۷ میلیمتر در تاریخ ۸۵/۱۰/۹ و ۱۹ میلیمتر در تاریخ ۸۵/۱۲/۷) هیچ‌گونه روانابی تولید ننمودند. حد آستانه ایجاد رواناب در این تحقیق ۴ میلیمتر بدست آمد. به عنوان مثال بارندگی‌های ۲۶ دی، ۴ فروردین، ۲۶ فروردین و ۱۳ اردیبهشت بترتیب با مقادیر ۲/۸، ۱/۱، ۰/۹ و ۳/۵ تولید رواناب نداشتند.

عملکرد گندم

نتیجه تجزیه واریانس داده‌های صفات مورد مطالعه در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ نشان داد، اثر تیمار آبیاری تکمیلی بر صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه در سطح ۵٪ معنی دار و بر صفات عملکرد بیولوژیک (کل ماده خشک)، تعداد سنبله در متر مربع و ارتفاع بوته غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). دلیل غیرمعنی‌دار شدن اثر آبیاری تکمیلی بر صفات فوق این است که آبیاری تکمیلی پس از مرحله گرده افشانی اعمال شد و این صفات معمولا قبل از مرحله گرده افشانی تحت تاثیر تیمارهای مختلف(از جمله آبیاری، تنش رطوبتی، مصرف کود و ...) قرار می‌گیرند. شواهد نشان می‌دهد اعمال تیمارهای مختلف پس از مرحله گرده افشانی بر این صفات معمولا غیر معنی دار بوده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۳، ۶ و ۷)

با اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم آذر ۲ به ۱۶۵۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت در حالی که عملکرد این رقم در شرایط دیم ۹۷۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱). افزایش عملکرد معادل ۶۷۳ کیلوگرم در هکتار و در نتیجه آبیاری تکمیلی در دو مرحله حساس نموی (گرده افشانی و پر شدن دانه ها- شیری شدن دانه‌ها) حاصل شده است. یکی از مهمترین مولفه ها و صفات فیزیولوژیک موثر بر عملکرد دانه گندم بویژه در شرایط تنش خشکی، شاخص برداشت می‌باشد (۳).

(جدول ۳)- عملکرد و صفات زراعی گندم آذر ۲ تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی(سال زراعی ۸۴-۸۵)

صفت / شرایط زراعی	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)	تعداد سنبله در متر مربع	وزن دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	ارتفاع بوته (cm)
دیم	۷۹۲۰ ns	۹۷۸ b	۱۲۱۸ b	۴۷۹ ns	۰/۶۶۳ b	۲۳/۱ b	۵۶/۵ ns
آبیاری تکمیلی	۸۷۴۰ ns	۱۶۵۱ a	۱۹,۱۱ a	۵۳۹ ns	۰/۹۲۴ a	۳۲/۸ a	۶۰/۳ ns

میانگین هایی که دارای حروف مشترک نیستند در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری دارند.

ns : اختلاف غیر معنی دار

(جدول ٤)- عملکرد و صفات زراعی گندم آذر ۲ تحت شرایط دیم و آبیاری تکمیلی(سال زراعی ۸۶-۸۵)

صفت / شرایط زراعی	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (٪)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
شاهد (دیم)	۱۹۵۴ b	۷۴۴ b	۳۹ b	۱۰۷ b	۲۱ a	۳۶ b
آبیاری تکمیلی	۲۷۷۸ a	۱۳۹۴a	۵۱ a	۱۶۲ a	۲۳ a	۴۳ a

میانگین هایی که دارای حروف مشترک نیستند در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری دارند.

ns : اختلاف غیر معنی دار

این صفت مهم توانایی ژنوتیپ گندم را برای اختصاص مواد فتوسنتزی (شیره پرورده) به دانه ها (عملکرد اقتصادی) نشان می دهد. نتایج این تحقیق نشان داد تحت شرایط آبیاری تکمیلی، شاخص برداشت گندم آذر ۲ به ۱۹/۱۱ درصد افزایش یافت در حالی‌که تحت شرایط دیم ۱۲/۱۸ درصد بود (جدول ۳). افزایش حدود ۷ درصدی شاخص برداشت یکی از دلایل مهم افزایش عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری تکمیلی می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد صفات وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه(یکی از اجزای مهم عملکرد دانه) تحت شرایط دیم به ترتیب ۰/۶۶۳ و ۲۳/۱ گرم و در شرایط آبیاری تکمیلی به ترتیب ۰/۹۲۴ و ۳۲/۸ گرم بود. چروکیدگی و لاغر بودن دانه ها تحت شرایط دیم و اندازه معمولی دانه ها در شرایط آبیاری تکمیلی نیز بر عملکرد دانه در هر دو شرایط موثر بود. نتیجه نهایی حاصل از سال اول انجام آزمایش اینکه با انجام آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم رقم آذر ۲ افزایش یافت که به دلیل افزایش شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه بوده است. نتایج حاصل از انجام سایر پژوهش ها (۵و ۶) موید نتایج کسب شده از این تحقیق می باشد.

در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ نتیجه تجزیه واریانس داده‌های زراعی نشان داد اثر تیمار آبیاری تکمیلی بر صفات عملکرد دانه در سطح ۱٪، عملکرد بیولوژیک (کل ماده خشک)، تعداد سنبله در متر مربع و وزن هزار دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار و بر شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله غیر معنی دار بود. با انجام آبیاری تکمیلی عملکرد کل ماده خشک، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه و به تبع آن عملکرد دانه افزایش یافت. شواهد نشان می دهد اعمال تیمارهای مختلف در مرحله گرده افشانی و مرحله پر شدن دانه ها بر این صفات معنی دار بوده که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۵و ۶).

با اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم آذر ۲ از ۷۴۴ کیلوگرم در هکتار به ۱۳۹۴ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که در مقام مقایسه با انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس و بحرانی نمو گندم عملکرد دانه به میزان ۸۷٪ افزایش یافت (جدول ۴). افزایش عملکرد معادل ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار در نتیجه انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس نموی گندم (گرده‌افشانی و پر شدن دانه‌ها) حاصل شده است. همچنین با انجام آبیاری تکمیلی عملکرد بیولوژیک گندم آذر ۲ به میزان ۸۲۴ کیلوگرم در مقایسه با شاهد افزایش یافت که افزایشی معادل ۴۲ درصد را نشان می دهد (جدول ۴). در حقیقت با افزایش بنیه گیاه، عملکرد دانه که جزء اقتصادی آن می‌باشد، افزایش یافته است. تحت شرایط آبیاری تکمیلی، شاخص برداشت گندم آذر ۲ به ۵۱ درصد افزایش یافت در حالی‌که تحت شرایط دیم ۳۹ درصد بود (جدول ۴). افزایش حدود ۳۱ درصدی شاخص برداشت یکی از دلایل مهم افزایش عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری تکمیلی می باشد. همچنین نتایج نشان داد صفت وزن هزار دانه (یکی از اجزای مهم عملکرد دانه) تحت شرایط دیم ۳۶ گرم بود که در شرایط آبیاری تکمیلی به ۴۳ گرم افزایش یافت. نتیجه نهایی سال دوم آزمایش اینکه با انجام آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم رقم آذر ۲ افزایش یافت که به دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در متر مربع، افزایش نسبی تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بوده است. نتایج منتشر شده در زمینه اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد و نمو بر عملکرد گندم (۵ و ۶) نیز حاکی از اثر

ثبت صفات شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بر عملکرد دانه گندم در شرایط تنش رطوبتی بوده است.

آبیاری و رطوبت خاک

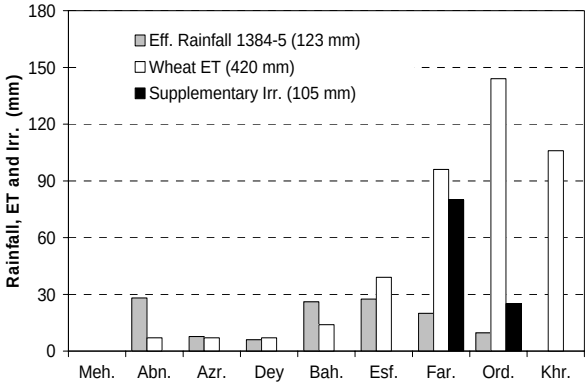
مقدار بارندگی موثر در طول دوره رشد گندم طی سال زراعی ۸۵-۸۴ همراه با تبخیر و تعرق ماهانه گندم در شکل شماره ۴ نشان داده شده است. از مجموع ۴۲۰ میلیمتر نیاز آبی گندم در این سال، مقدار ۱۲۳ میلیمتر توسط باران مؤثر بطور مستقیم تامین گردید. آبیاری تکمیلی در دو نوبت از مراحل حساس رشد گندم (گرده‌افشانی به میزان ۸۰ میلیمتر و پر شدن دانه‌ها به میزان ۲۵ میلیمتر) و در مجموع با حجم آب ۲۱۵ مترمکعب انجام شد. با انجام آبیاری تکمیلی به میزان ۱۰۵ میلیمتر، مقدار ۳۵٪ از کل نیاز آبی باقیمانده گیاه گندم تامین و ۷۰٪ افزایش در عملکرد دانه نسبت به تیمارهای دیم بدست آمد.

در شکل ۵ نیز مقدار بارش مؤثر در سال زراعی ۸۶-۸۵ در مقایسه با تبخیر و تعرق گندم نشان داده شده است. در این سال مقدار ۱۹۸ میلیمتر از ۴۱۰ میلیمتر نیاز آبی گندم توسط باران مؤثر (از روش SCS) تامین شد. طی سه نوبت عملیات آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد گندم شامل گرده‌افشانی و پر شدن دانه بترتیب مقدار ۳۵، ۵۵ و ۶۰ میلیمتر آب به زمین وارد گردید. کل حجم آب ورودی به کرتها ۳۱۰ متر مکعب بود که توانست ۵۸٪ نیاز آبی باقیمانده گیاه را تامین نماید. در مقایسه با تیمار دیم، کرتهای آبیاری شده بطور متوسط ۸۷٪ افزایش عملکرد داشتند.

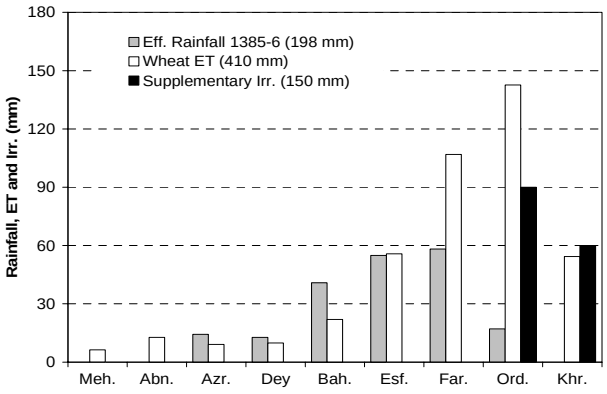
در شکل ۶ و ۷ تغییرات رطوبت خاک در عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک اندازه‌گیری شده با استفاده از بلوک‌های گچی در سال دوم آزمایش نشان داده شده است. در این شکل‌ها محور افقی زمان از شروع اندازه‌گیری‌ها در تاریخ ۸۶/۱/۲۲ را نمایش می‌دهد. عملیات آبیاری در روزهای ۲۵، ۴۳ و ۵۰ انجام شده است. ملاحظه می‌شود که در هر دو تیمار دیم و آبی، قبل از شروع عملیات آبیاری در روز بیست و پنجم تغییرات رطوبت خاک تقریبا تفاوتی با هم نداشته و تابعی از بارشها بوده است. بطور کلی تغییرات رطوبت در عمق ۳۰-۶۰ کمتر بوده و بدلیل تأثیرپذیری کمتر از تبخیر از سطح خاک، محتوای رطوبتی خاک بیشتر می‌باشد. با آغاز عملیات آبیاری منحنی رطوبتی تیمارها از یکدیگر فاصله گرفته و افزایش رطوبت بدلیل انجام آبیاری مشاهده می‌گردد. نکته قابل توجه این است که تأثیر عملیات آبیاری در عمق ۶۰-۳۰ معنی‌دار بوده و با هر نوبت آبیاری میزان رطوبت خاک افزایش می‌یابد و در نهایت به رطوبت بیش از ۱۵٪ می‌رسد. در عمق ۳۰-۰ روند افزایش رطوبت کندتر بوده و در نهایت به رطوبت وزنی حدود ۱۰٪ رسیده است.

نتیجه‌گیری

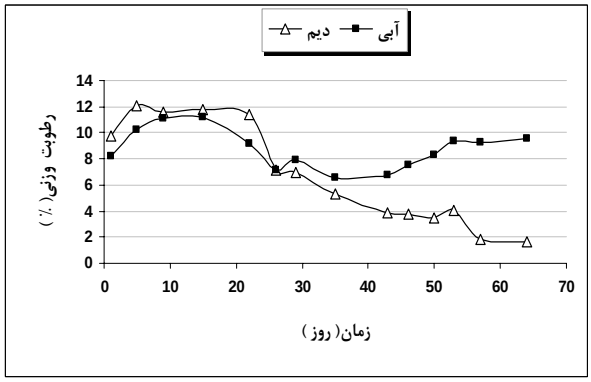
کمبود آب و در نتیجه کاهش تولید محصولات کشاورزی زندگی مردم مناطق خشک دنیا و کشور را تحت خطر قرار داده است. مدیریت مناسب استفاده از آب باران یکی از شیوه‌هایی است که می‌تواند بطور مؤثری مقابله با این تهدید را فراهم نماید. گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک نیاز به آب اضافی علاوه بر باران طبیعی دارند که می‌تواند از اراضی اطراف جمع‌آوری و برای مصرف گیاه در دوره خشکی مورد استفاده قرار بگیرد (۱۰). در این تحقیق امکان‌سنجی استحصال آب باران بمنظور استفاده در آبیاری تکمیلی گندم در منطقه نیمه‌خشک مشهد بررسی گردید. در سال اول آزمایش با بارش ۱۶۶ میلیمتر (۳۵٪ کمتر از آمار بارندگی بلند مدت منطقه)، امکان اعمال دو نوبت آبیاری و تامین ۳۵٪ نیاز آبی گیاه فراهم شد و آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم را به میزان ۷۰٪ نسبت به شرایط دیم افزایش داد.



(شکل٤)- ارتفاع بارش، تبخیروتعرق و آبیاری تکمیلی(٥-١٣٨٤)



شکل(٥) ارتفاع بارش، تبخیروتعرق و آبیاری تکمیلی(٦-١٣٨٥)



(شکل٦)- تغییرات رطوبت خاک در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر در سال دوم آزمایش

(شکل۷)- تغییرات رطوبت خاک در عمق ٦۰-۳۰ سانتیمتر در سال دوم آزمایش

در سال دوم، بارندگی ۲۸۰ میلیمتر (۱۰٪ بیشتر از متوسط بلند مدت منطقه) بود و امکان تامین ۵۸٪ نیاز آبی گیاه طی سه نوبت آبیاری فراهم گردید. در این سال آبیاری تکمیلی عملکرد دانه گندم را به میزان ۸۷٪ افزایش داد. این نتایج همانند تحقیقات انجام شده توسط اویس (۹) و تنکنیل و همکاران (۱۸) موثر بودن آبیاری تکمیلی در افزایش محصول گندم را نشان داد. در منطقه اجرای تحقیق به دلیل مقدار کم و توزیع نامناسب بارش، کشت گندم دیم توسط زراعین به ندرت انجام می شود. بطور کلی کشت گندم دیم در مناطقی از کشور با متوسط بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلیمتر توصیه شده است و چنانچه انجام شود منجر به تولید محصول اقتصادی نمی گردد (۲۰). نتایج این تحقیق نشان داد که در مناطقی با ارتفاع باران سالانه متوسط تا ۱۵۰ میلیمتر نیز می توان مشروط به استحصال آب باران از زمین های اطراف و انجام چند نوبت آبیاری تکمیلی، نسبت به کشت گندم در اراضی مستعد اقدام نمود و انتظار داشت که عملکرد گندم تا دو برابر نسبت به شرایط دیم افزوده شود.

منابع

1- Chadwick A. and Morfett J. and Borthwick M. 2004. Hydraulics in Civil and Environmental Engineering. Spon press.
2- Cluff C.B. 1980. Surface storage for water-harvesting agrisystems. In Rainfall collection for agriculture in arid and semiarid regions, Univ. of Arizona, Tucson.
3- Donaldson E. 1996. Crop traits for water stress tolerance. American J. Of Alt. Agric. 112-3): 89-94.
4- Frasier G.W. 1980. Harvesting water for agriculture, wildlife and domestic uses. J. Soil Water Cons. 35: 125-128.
5- Ghodsi M. 2005. Echo-physiologic aspects of water deficit on growth and development of wheat cultivars. Agrionomy thesis (Phd). Department of Agriculture, Tehran University 218 Page. (In farsi).
6- Ghodsi M. And Rahimiyan M.H. 2008. Remove irrigation of ending development stages on yield and its components in different wheat cultivars in Mashhad region. final research report, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi (In farsi).
7- Ghodsi M., Chaeechi M.R., Kamali J. and Mazaheri D. 2005. Sensetive Determination growth stages of wheat to water stress and its influence on yield and yield componenets. J. Seed and Plant,20(4):489-509. (In farsi).
8- Kosar A. 1986. Application of tar in rainfed tree cultivation and runoff effect on success and growth of Acacia, cypress silver and ash. Publication No. 43-1364, Research Institute of Forests and Rangelands (In farsi).
9- Laura R. 2004. Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes. CSIRO Land and Water, Canberra ACT, Technical Report 04/6.
10- Oweis T., Hachum A., and Kijne J. 1999. Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. SWIM Paper 7. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
11- Prinz D. 1996. Water harvesting Past and future. Proc., NATO, Avdanced Research Workshop, pp. 135-144.
12- Qiang Z., Yuanhong L., and Manjin C. 2006. Effect of low-rate irrigation with rainwater harvesting system on the dry farming. The 2nd International RWHM Workshop,IWA 5th world water congress and ehibition. Beijing, china.
13- Rockstrom J.L., Karlberg S.P., Wani J., Barron N., Hatibu. 2009. Managing water in rainfed agriculture- The need for a paradigm shift. Agric. Water Manage. 87(4):543-550
14- Sepaskhah A.R. and Kamgar Haghighi A.A. 1989. Study on runoff harvesting system for dryland grapes. Final

report research project No. 18-297-AG-60. (In farsi).
15- Short R. and Lantzke N. 2006. Increasing runoff from roaded catchments by chemical application. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Project Number: RT 03/20-4.
16- Stanton D. 2005. Roaded catchments to improve reliability of farm dams. Government of Western Australia, Department of Agriculture, Bulletin 4660.
17- Tavakoli A.R. 2002. Optional management of single irrigation on dry land wheat farming. J. Agric. Eng. Res. 2(7):41-51. (In farsi).
18- Tenkinel O.R. Kamber, Yazar A. and Ozekeei. 1992. Drought conditions and supplemental irrigation in Turkey. In international conference on supplementory irrigation and drought water management. Volume 1. Sep. 27- oct. 2 . Bari. Italy.
19- Sari Sarraf B., Bazgir S. and Mohammadi Gh. 2009. Optimization of potential climatic wheat cultivation in West Azerbaijan province. Chghrafyav Development Quarterly, 7(13)5-26. (In farsi).

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 198-207

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۲۰۷-۱۹۸

Rainwater Harvesting for Supplementary Irrigation of Rainfed wheat in Mashhad Region

J. Tabatabaee Yazdi[1] – S. A. Haghayeghi[2*] - M. Ghodsi[3] - H. Afshar[4]

Abstract

Rainwater harvesting (RWH) is one of the most effective water resources management techniques for confrontation with water shortage condition. RWH which is basically known as a traditional method, has been developed rapidly and being used widely in dryland countries throughout the world. RWH is defined as collecting and storing rainwater from nearby catchment and delivering it to planting area during critical stages of plant requirement. RWH can be divided into two main categories which is known as micro and macro catchment methods. Many factors such as rainfall amount and distribution, ground topography, soil type, economical and social aspects are important for selecting a specific RWH category. In the present paper, design and performance of a real size macro catchment RWH project located in a semi arid region (N-E of Iran), is described. The project is comprised from a 5000 m2 plastic covered catchment, 500 m3 ground reservoir and an experimental cultivation area located next to runoff catchment which is planted with dryland wheat. Planting area is consisted of 8 scaled plots with dimension of 6m by 85 m. Following a randomized completely blocks design, four plots were considered for supplementary irrigation and the rest four replications were accounted as control (without irrigation). In an effort to conserve more water, drip irrigation system was used with 4 lit/hr/m discharge capacity. The results of two years study indicated that, compared to the conventional dry land farming undertaken in the control plots, wheat grain yield was increased by 70% and 87% respectively. During the study period, 35% and 70% of wheat water requirement was supplied from RWH system during plant growth period respectively. The result showed that it would be possible to have productive wheat cultivation in the regions with 250 mm annual precipitation (in average), if one can employ an effective RWH system.

Keywords: Rainwater harvesting, Supplementary irrigation, Rainfed wheat, Mashhad region

1 - Assistant Professor, Dept. of Soil Conservation and Watershed Management Research, Khorasan-razavi Agriculture and Natural Resources Research Center (KANRRC)
2,4- Researcher (M.Sc.), Dept. of Agricultural Engineering Research, KANRRC
(* - Corresponding author Email: sahm51@yahoo.com)
3- Associate Professor, Dept. of Seed and Plant Research, KANRRC