ارزیابی تأثیر آبیاری تکمیلی بر نیاز آبی گندم در حضور سطح ایستابی کم عمق

هوشنگ قمرنیا[۱]، میلاد فرمانی فرد[۲]

تاریخ دریافت ۱۳۹۲/۰۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲۰/۹/۰۱

مقاله برگرفته از "پایان نامه کارشناسی ارشد"

چکیده

در حال حاضر آب به عنوان مهم‌ترین و محدود کننده‌ترین عامل تولید در بخش کشاورزی مطرح است. آنچه مسلم است کشورهایی که در ناحیه خشک و نیمه‌خشک دنیا قرار دارند و یا از کمبود آب رنج می‌برند می‌بایست راهبردهای خاصی در جهت استفاده صحیح و مطلوب از آب بعمل آورند. در این تحقیق تأثیر زمان و مقدار آبیاری تکمیلی در سه سطح (بدون آبیاری تکمیلی، تک آبیاری در زمان دانه‌دهی و دو آبیاری در زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی) بر نیاز آبی سه رقم گندم، در حضور سطح ایستابی کم عمق ثابت ۸۰ سانتی‌متر، در سه تکرار، در دو سال زراعی ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ بررسی شد. آزمایشها در ایستگاه لیسیمتری تحقیقاتی آب دانشگاه رازی اجرا گردید. نتایج نشان دادکه، بین دو تیمار بدون آبیاری تکمیلی و در آبیاری زمان دانه‌دهی در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. میزان مشارکت آب زیرزمینی در طی دو سال تکرار آزمایش‌ها تحت تأثیر دفعات آبیاری تکمیلی برای رقمهای مختلف، بین ۵۷/۱٪ تا ۷۱/۰٪ متغیر بود. همچنین یافته‌های این تحقیق حاکی است که، بکارگیری بموقع و مقدار بهینه آبیاری تکمیلی در حضور سطح ایستابی کم عمق (در عمق ثابت ۸۰ سانتی‌متری)، در اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی سالیانه محدود، قادر است تمامی نیاز آبی گندم پاییزه را در طول دوره رشد برطرف سازد. نتایج نشانگر آن است که در زمان کشت گندم در بسیاری از دشت‌های موجود در مناطق غربی، شمال‌غرب، شمال و جنوب ایران، بالا بودن سطح آب زیرزمینی می‌تواند به عنوان منبعی جهت تامین بخش عمده‌ای از نیاز آبی گندم به حساب آید. لذا به مقدار زیادی در مصرف آب سطحی صرفه‌جوئی به بعمل آمده و امکان آبیاری اراضی و تولید کار بیشتری فراهم خواهد آمد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، سطح ایستابی کم عمق، گندم، لیسیمتر، نیاز آبی.

Archive of SID

۱- دانشیار، گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران، شماره تماس: ۰۹۱۸۱۳۲۳۹۵۶ - ۰۸۳۱۸۳۲۳۷۲۷
Email: hghamarnia@razi.ac.ir (نویسنده مسئول)
۲- دانشجوی مقطع دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران، ۰۹۱۸۷۸۰۵۵۱۰
Milad.farmanifard@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

کشور پهناور ایران بدلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود. ضمنا پیش بینی می‌شود که طی نیم قرن آتی ایران از جمله ۶۶ کشوری باشد که از تنش آبی رنج خواهد برد (بی‌نام، ۱۳۷۸). گندم در ایران سالانه دارای سطح زیر کشت قابل توجهی بوده و افزایش محصول آن روز بروز مورد توجه است. در قسمت قابل توجهی از اراضی کشور، بدلیل عدم دسترسی کافی به آب و عدم آبیاری کافی و در نتیجه تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه، بذر تولیدی چروکیده و غیر استاندارد بوده و در نتیجه تولید تا سه تن در هکتار نیز کاهش می‌یابد (اسدی و همکاران، ۱۳۸۲).

از طرفی منظور از آبیاری تکمیلی، کاربرد مقدار محدودی آب در زمان توقف بارندگی است تا آب کافی جهت رشد بوته‌ها و افزایش و ثبات عملکرد دانه تأمین گردد. بدیهی است که این مقدار آب مصرفی، به تنهایی برای تولید گیاه زراعی کافی نبوده لذا از ویژگی‌های ضروری آبیاری تکمیلی، طبیعت تکمیلی باران و آبیاری است (ایارز و چانمن، ۱۹۸۶ و ایارز و همکاران، ۱۹۹۸). در واقع آبیاری تکمیلی یک مداخله موقت بوده و به باید نحوی طراحی شود تا بتوان در زمانی که آب فراهم است تعرق طبیعی گیاه را افزایش داد. از طرف دیگر کاربرد آن در زمانی که بارندگی برای رشد گیاه زراعی کافی است، نامناسب می‌باشد (اویس و هاچوم، ۲۰۰۴). آبیاری تکمیلی نقش کلیدی در تولید گیاهان در کشورهای مختلف دنیا دارد. به طوری‌که این روش هم اکنون ۸۰٪ مناطق تحت کشت دنیا و ۶۰٪ تولید جهانی را به خود اختصاص داده است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا شامل غرب آسیا و شمال آفریقا توان تولید گندم بسته به مقدار و توزیع بارندگی از ۰/۶ تا ۱/۵ تن در هکتار در نوسان است. در این شرایط عملکرد و راندمان کاربرد آبیاری تکمیلی افزایش معنی‌داری نسبت به شرایط دیم خواهد داشت (هریس و همکاران، ۱۹۸۹). بر اساس گزارش ایارز و همکاران (۲۰۰۹)، اگر گیاه مجبور به جذب مقداری از نیاز آبی خود از آب زیرزمینی گردد. نتیجتاً مقدار آب جذب شده از خاک و همچنین دور و عمق آبیاری مورد نیاز آن کاهش می‌یابد. بنابراین آب زیرزمینی یک منبع رایگان جهت تأمین آب کشاورزی است که بعضی اوقات آن را آبیاری زیرزمینی نیز می‌نامند.

وجود منابع آب زیرزمینی کم‌عمق که اغلب با مسائل شوری و ماندابی مواجه هستند در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به چشم می‌خورد. از نظر مهندسی راه حل اصلی، پائین انداختن سطح ایستابی از طریق احداث سیستم های مختلف زهکشی زیرزمینی است، غافل از اینکه بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی نعمتی است که از آن می‌توان جهت جبران قسمتی از نیازهای آب مورد نیاز گیاه استفاده نمود (گوپتا و همکاران، ۱۹۹۳). مطالعات مختلف نشانگر آن است که، حدوداً بین ۲۰٪ تا ۴۰٪ میزان تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از موبینگی سطح ایستابی در اعماق ۰/۷ تا ۱/۵ متر تأمین شود (خاندکر و همکاران، ۱۹۹۴، راغب و همکاران ۱۹۸۶ و راغب و همکاران، ۱۹۸۸). در اقلیم‌های خشک‌و نیمه‌خشک، مشارکت آب زیرزمینی بر نیاز تبخیر و تعرق گیاه می‌تواند احتیاجات آبی گیاه را بدون ایجاد اثر منفی بر محصول، کاهش داده و حتی در برخی شرایط بطور کامل برطرف کند. اما در حالتی که سطح ایستابی، در عمق کمی قرار داشته باشد، اثر منفی بر روی گیاه خواهد داشت (پراتارپار و قورشی، ۱۹۹۸ و نوستو همکاران، ۲۰۰۹). زمانی که سطح ایستابی خیلی کم‌عمق است، ماندابی و زه‌دار بودن خاک، رشد ریشه گندم را محدود کرده و باعث کاهش غلظت و مقدار اکسیژن خاک می‌شود (بریسون و همکاران، ۲۰۰۲).

گوینگ و همکاران (۲۰۰۹)، تاثیر شوری را بر کارایی آب گندم در شرایط کم آبیاری و بهره‌گیری از آب زیرزمینی کم عمق (در عمق ثابت یک متری) با بکارگیری آزمایشات لایسیمتری بررسی نمودند. شوری آب زیرزمینی بین مقادیر ۲ تا ۸ دسی زیمنس بر متر متغیر بود و آبیاری سطحی تکمیلی (کم آبیاری) با آب با شوری بین ۱ الی ۴ دسی زیمنس بر متر صورت گرفت. نتایج تحقیق آنها نشان داد که به طور کلی افزایش شوری میزان جذب آب توسط محصول را کاهش داد اما در بسیاری از حالات گیاه گندم ۴۰٪ آب مورد نیاز خود را از آب زیرزمینی تامین کرد.

آزمایشاتی مزرعه‌ای برای برنامه‌ریزی آبیاری برای محصول گندم تحت شرایط سطح ایستابی کم عمق توسط سینگ و چاوهان (۱۹۹۶) در هند انجام شد. آنها نشان دادند که مقادیر فصلی مشارکت آب زیرزمینی بین ۱۴۱ تا ۱۵۸ میلی‌متر در سال متغیر است و میزان مشارکت آب زیرزمینی (با نوسانات ۵۰ تا ۱۱۰ سانتیمتر) در تامین نیاز آبی گندم ۴۱٪ بود. همچنین نتایج نشان داد که با بارندگی مناسب در طی فصل

Archive of SID

www.SID.ir

رشد، مشارکت آب زیرزمینی سبب کاهش تعداد آبیاری گردید. لوو و همکاران (۲۰۱۰)، در یک آزمایش لایسیمتری میزان مشارکت فصلی آب زیرزمینی در تامین آب مورد نیاز گیاه گندم، با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده و با مدل هایدروس[1] را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی تابعی از مقدار آب ورودی به خاک و عمق آب زیرزمینی بوده که گاهاً در شرایط عمق سطح ایستابی یک متر، این مقدار به ۷۵٪ می‌رسید. تحقیقات اخیری که در کشور چین در شرایط مزرعه و با استفاده از لایسیمتر بر روی گندم جهت بررسی اثر سطوح ایستابی مختلف بر روی عملکرد محصول و راندمان کاربرد آب انجام شد، نشان داد که مشارکت سالانه آب زیرزمینی (که در اعماق ۴۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر قرار داشت) بیشتر از ۶۵٪ مجموع بارندگی و نیاز تبخیر و تعرق پتانسیل گندم را برطرف می‌سازد. همچنین وقتی‌که سطح ایستابی در عمق کمتر از ۱۱۰ سانتی‌متر قرار داشت، کمک آب زیرزمینی و بارندگی تقریباً تمامی نیاز سالانه تبخیر و تعرق گندم را تأمین نمود (لیو و لوو، ۲۰۱۱).

بنابراین به وضوح اهمیت بکارگیری سطح ایستابی کم عمق (به عنوان یک منبع آب رایگان و در دسترس) و در نتیجه کاهش استفاده از آبیاری سطحی در تأمین تمام یا قسمتی از نیاز آبی گیاه مشخص است. از طرفی نتیجه بررسی مطالعات پیشین حاکی از این واقعیت است که نه تنها تحقیقات صورت گرفته در این زمینه محدود بوده، بلکه معدود کارهای انجام شده نیز در مناطق و اقلیم‌های با بارندگی زیاد یا مرطوب بوده‌اند و تحقیق قابل توجهی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک که در فصول پرباران و یا در نتیجه آبیاری اراضی بالادست در قسمتی از اراضی سطح ایستابی به نزدیکی ریشه گیاه می‌رسد، گزارش نشده است. لذا با توجه به بالا بودن سطح ایستابی در اغلب دشتهای واقع در مناطق غربی، شمال غربی، شمال و جنوبی ایران در دوران رشد گندم، هدف از این تحقیق، بررسی همزمان اثر اعمال آبیاری تکمیلی و زیرزمینی (در یک سطح ایستابی ثابت) بر روی سه رقم گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در ایستگاه لایسیمتری شماره یک مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه رازی با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا، در طی دو سال زراعی ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ انجام شد. در این تحقیق از دو دسته آمار و اطلاعات روزانه و بلند مدت (۳۰ ساله) برای برآورد مشخصات آب و هوایی، محاسبه و برآورد مقادیر ضریب گیاهی روزانه در مقاطع مختلف رشد و همچنین برآورد میزان نیاز آبی طرح با استفاده از روش تشتک تبخیر در سال‌های ۸۸ تا ۹۰ بهره‌گرفته شد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن از نوع نیمه‌خشک می‌باشد[2]. خلاصه ویژگی‌های هواشناسی در دو سال تحقیق در جدول(۱) ارائه شده است. باید اضافه نمود که بر اساس آمار هواشناسی در اختیار، در ماه‌های آذر تا ۱۵ فروردین هر دو سال مقادیر تبخیر از تشتک صفر بوده است. با نمونه برداری از خاک‌های منطقه و انجام آزمایش‌های خاکشناسی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه مطابق جدول(۲) می‌باشد. همچنین نتایج تجزیه نمونه آب مورد استفاده برای آبیاری به شرح جدول (۳) است.

مشخصات و شرایط آماده سازی لایسیمترها

در این تحقیق از تعداد ۲۷ لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن با ارتفاع ۱۲۰ و قطر ۳۰ سانتی متر که در سطح زمین با فاصله یک متری از یکدیگر استفاده شد. انتهای لایسیمترها کاملاً آب بندی گردید تا از خروج آب از انتهای آنها جلوگیری شود. یک لایه ۵ سانتی‌متری شن در کف لایسیمترها و بر روی آن یک لایه ۵ سانتی‌متر ماسه قرار داده شد. در نهایت لایسیمترها از خاک رس سیلتی (عبور داده شده از الک ۲ میلی متر خاک زراعی محل) تا فاصله ۱۰ سانتی‌متری از لبه لایسیمتر به صورت لایه‌های ۱۰ سانتی‌متری به صورت دستی متراکم گشته و با چگالی ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب پرگردیدند. در هنگام کشت، آماده‌سازی، سله شکنی و کوددهی خاک انجام شد. کود دهی به دو صورت؛ در ابتدای کشت بذور و در طی رشد گیاه همراه با آب آبیاری انجام گرفت. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل که فقط با ۱۰ سانتی‌متر خاک سطحی مخلوط گردید، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (ازته) که بصورت محلول، به مقدار توصیه شده در مراحل مختلف رشد همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و حدوداً ۵ تن در

1 - Hydrus

۲ – اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه (مرکز تحقیقات اقلیمی و هواشناسی کاربردی)

Archive of SID
www.SID.ir

هکتار کود دامی پوسیده برای دوره رشد گیاه در نظر گرفته شد. کاشت بذور (در اول آذر ماه هر دو سال)، بر اساس تعداد ۴۰۰-۴۵۰ بذر در متر مربع، همراه با ۱۰ میلی‌متر آبیاری انجام گرفت. سه رقم بذر شامل: بهار و W33g (ارقام آبی) و رقم کراس البرز که یک رقم دیم است که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

جدول (۱): پارامترهای هواشناسی در دو سال زراعی تکرار

سال	ماه میلادی	حداقل دما (C°)	حداکثر دما (C°)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (٪)	مجموع ساعات آفتابی (hr)	تعداد روزهای بارانی و برفی	بارندگی (mm)	تبخیر (mm)
۸۸-۸۹	آذر	۰/۷۰	۱۱/۳۰	۱۴/۸۰	۷۴/۰۲	۱۳۶/۹۰	۱۱	۲۴/۱۰	-
	دی	۱/۴۰	۱۴/۱۰	۶/۲۵	۶۱/۲۶	۱۴۹/۳۰	۶	۳۶/۷۰	-
	بهمن	-۰/۳۰	۱۱/۷۰	۵/۹۴	۶۵/۱۹	۱۵۸/۱۰	۱۱	۶۸/۵۰	-
	اسفند	۵/۲۰	۱۷/۴۰	۷/۷۲	۵۵/۷۲	۱۳۲/۰۰	۱۱	۵۷/۵۰	-
	فروردین	۵/۲۰	۱۹/۹۰	۷/۵۲	۵۹/۱۹	۲۰۶/۸۰	۱۲	۶۰/۹۰	۷۹/۶۰
	اردیبهشت	۹/۲۰	۲۴/۶۰	۷/۸۹	۵۶/۰۴	۲۰۰/۴۰	۱۳	۷۹/۷۰	۱۵۳/۳۰
	خرداد	۱۳/۱۰	۳۴/۵۰	۷/۵۵	۲۵/۵۴	۳۳۴/۴۰	۲	۲/۷۰	۲۸۴/۸۰
۸۹-۹۰	آذر	-۱/۵۰	۱۶/۸۰	۴/۸۰	۵۲/۲۸	۲۱۶/۹۰	۳	۲۴/۰۰	-
	دی	-۲/۲۰	۹/۷۰	۵/۱۸	۷۱/۱۲	۱۴۱/۵۰	۱۱	۵۰/۵۰	-
	بهمن	-۲/۷۰	۸/۲۰	۶/۰۱	۷۳/۱۰	۱۳۰/۸۰	۱۵	۶۵/۲۰	-
	اسفند	۰/۵۰	۱۵/۶۰	۷/۷۲	۵۱/۸۹	۱۸۱/۵۰	۱۰	۲۰/۴۰	-
	فروردین	۴/۴۰	۲۰/۳۰	۶/۳۳	۴۶/۶۷	۱۹۱/۳۰	۱۰	۴۶/۹۰	۸۰/۲۰
	اردیبهشت	۹/۴۰	۲۳/۷۰	۷/۸۹	۵۷/۵۹	۱۷۹/۵۰	۱۲	۱۱۹/۷۰	۱۲۰/۴۶
	خرداد	۱۲/۹۰	۳۳/۸۰	۷/۲۵	۲۵/۳۸	۳۱۴/۱۰	۰	۰	۳۰۴/۵۶

جدول (۲): ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه (cm)	چگالی ظاهری (gr/cm^3)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	EC (dS/m)	pH
۳۰ – ۰	۱/۳۰	۴/۲	۴۴/۲	۵۱/۶	رس سیلتی	۲۷/۱	۴۲۷	۸/۱	۱۰/۸	۱/۱۱	۱/۳۲	۷/۴
۶۰ - ۳۰	۱/۳۲	۳/۹	۴۶/۵	۵۰/۶								
۱۰۰ - ۶۰	۱/۳۴	۳/۲	۴۳/۱	۵۴/۷								

جدول (۳): خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه

pH	EC (dS/m)	SAR $(meq/lit)^{1/2}$	TDS (mg/lit)	سدیم محلول(٪)	Na+ (meq/lit)	$Mg^{++}+Ca^{++}$ (meq/lit)	$SO4^{--}$ (meq/Lit)	CL^- (meq/lit)	$CO3^{--}$ (meq/lit)	$HCO3^-$ (meq/lit)
۷/۰	۱/۰	۰/۵۷	۶۲۹	۱۱/۴۵	۱/۱۲	۸/۲۳	۱/۱۷	۱/۶۸	۰/۰۱۶	۶/۴۲

نحوه اعمال تیمارهای آبیاری و محاسبات نیاز آبی گیاه

برای ایجاد سطوح ایستابی مدنظر از ماریوت سیفون استفاده شد. مخازن به نحوی تنظیم شدند که در حالت پر بودن سطح آب هم سطح لوله زهکش لایسیمتر بوده و با مصرف آب مخزن، سطح آب کاهش یابد. سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر نشانگر فاصله زهکش از سطح خاک لایسیمتر است. از طرفی مخزن ماریوت نسبت به زهکش لایسیمتر به نحوی قرار گرفت که بیشینه سطح آب مخزن هم تراز زهکش باشد. برداشت داده‌های آب زیرزمینی به صورت روزانه و در رأس یک زمان مشخص از شبانه روز در پایان هر ۲۴ ساعت (حدوداً ساعت ۱۸ هر روز مقدار شاخص مخزن هر ماریوت سیفون قرائت و به عنوان میزان مصرف از آب زیرزمینی آن لایسیمتر منظور می‌گردید). لازم به ذکر است که مقدار آب مصرف شده از مخزن در واقع نشان‌دهنده میزان کمک سطح ایستابی به تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد.

در این آزمایشات، آبیاری سطحی در زمان‌های مختلفی نظیر دانه‌دهی، گلدهی و یا هر دو انجام پذیرفت. به محض رسیدن به مرحله گلدهی و یا دانه‌دهی (که زمان آن با توجه به رشد گیاه و رسیدن ۵۰٪ کل گیاهان موجود لایسیمترهای مزرعه به این مرحله تعیین می‌شد)، آبیاری تکمیلی انجام

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گرفت. میزان آبیاری تکمیلی با توجه به مقدار بارندگی‌ها، آب زهکشی شده از لایسیمتر (در صورت وجود) و میزان نیاز تبخیر و تعرق گیاه محاسبه و تعیین گردید. ۲۰ میلی‌متر آبیاری در هر مرحله آبیاری تکمیلی در نظر گرفته شد. آبیاری تکمیلی زمان گلدهی در دهه دوم اردیبهشت ماه و آبیاری زمان دانه‌دهی در دهه اول خرداد در هر دو سال انجام شد.

برای تعیین میزان تبخیر و تعرق، روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله آنها استفاده از تشتک تبخیر کلاس A می‌باشد. روش تشتک تبخیر یک روش سه مرحله‌ای به قرار زیر است: تعیین تبخیر از تشتک (E_{pan})، تعیین اثر شرایط محلی بر نیاز آبی گیاه (K_P) و تعیین ضریب گیاهی (K_C). مقدار تبخیر و تعرق واقعی گیاه برای دوره‌های مختلف که از رابطه (۱) بدست می‌آید:

$$ET_C = K_C \times K_P \times E_{Pan} \qquad (۱)$$

در رابطه فوق K_P ضریب تشتک و E_{pan} تبخیر از تشتک (در دوره مدنظر)، K_C ضریب گیاهی و ET_C تبخیر و تعرق واقعی گیاه می‌باشد. مقدار K_P به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و وضعیت قرارگیری تشتک بستگی دارد. با توجه به این عوامل مقدار این ضریب برای ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد به ترتیب ۰/۶۴، ۰/۶۵ و ۰/۵۸ بدست آمد. مقدار ضریب K_C برای مراحل مختلف رشد گندم بر اساس پیشنهاد نشریه فائو ۵۶[1] محاسبه و سپس با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه اجرای طرح اصلاح شد. مقادیر مختلف ضرایب گیاهی برای مراحل اولیه، رشد و پایانی به ترتیب برابر با ۰/۳۰، ۱/۲۲ و ۰/۳۷ در نظر گرفته شد (آلن و همکاران، ۱۹۸۸).

نتایج و بحث

در این تحقیق، تحلیل آماری در هر سال جداگانه و بین تمامی تیمارها (اعم از ارقام و آبیاری تکمیلی) انجام شد. از طرفی بدلیل وجود اختلاف قابل توجه، مقایسه با تیمارهای شاهد (دیم کامل و آبیاری کامل) از نظر آماری انجام نشده و صرفاً مقایسه مقداری صورت گرفت. سطح ایستابی مورد نظر در فصل بهار و به ترتیب ۲۹ فروردین ۸۹ و اول اردیبهشت ۹۰ اعمال و در ۱۹ خرداد ۸۹ و ۲۴ خرداد ۹۰ با رسیدگی گیاه و کاهش مصرف آب زیرزمینی، قطع شد. درصد مشارکت آب زیرزمینی بیانگر نسبت آب زیرزمینی مصرفی توسط گیاه در هر لایسیمتر (در مدت وجود سطح ایستابی) نسبت به کل نیاز آبی گیاه (مجموع نیاز تبخیر و تعرق و بارندگی) می‌باشد. همچنین مقدار مشارکت روزانه آب زیرزمینی نیز نشان دهنده کل آب زیرزمینی مصرف شده نسبت به تعداد روزهای در اختیار بودن سطح ایستابی است. ضمناً، در ستون شاخص تیمار، شماره اول نشانگر تیمار آبیاری تکمیلی (۱، بدون آبیاری، ۲، تک آبیاری زمان دانه‌دهی و ۳، دو آبیاری در مقاطع گلدهی و دانه‌دهی) و شماره دوم نیز نشانگر رقم گندم (۱- رقم W33g، ۲- رقم کراس البرز و ۳- رقم بهار) می‌باشد. مجموع مقدار آب مصرفی گیاه در طول دوره اعمال تیمار شامل آب حاصل از بارندگی، آبیاری تکمیلی و آب زیرزمینی می‌باشد که نتایج آنها در جدول(۴) آمده است. در طول دوره رشد برای همه تیمارها در سال اول برابر ۹۷ میلی‌متر بارندگی (که ۷ میلی‌متر آن محتوای رطوبتی خاک بود) و ۳۱۹/۹ میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق و در سال دوم شامل ۱۱۹/۷ میلی‌متر بارندگی (که ۹ میلی‌متر آن محتوای رطوبتی خاک بود) و ۳۱۶/۵ میلی‌متر نیاز تبخیر و تعرق بود. برای تیمار شاهد (آبیاری کامل) نیز آبیاری بر اساس دور آبیاری (۷ روزه) و نیاز تبخیر و تعرق، انجام شد.

نتایج (جدول ۴) نشان می‌دهد که در هر دو سال تکرار، میزان مصرف تیمارهای دارای دو آبیاری تکمیلی زمان گلدهی- دانه‌دهی از دو تیمار دیگر کمتر بوده است. از طرفی نیز بین دو تیمار بدون آبیاری تکمیلی و آبیاری زمان دانه‌دهی در سطح ۵٪ اختلافات معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. لذا می‌توان گفت تاحدی افزایش مقدار آبیاری تکمیلی باعث کاهش در مصرف آب زیرزمینی شده است. در مجموع در حالت بدون وجود آبیاری تکمیلی نسبت به اعمال دو بارآبیاری تکمیلی، حدود ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر در مصرف آب زیرزمینی کاهش وجود داشته است. بیشترین میزان مصرف آب زیرزمینی در سال اول متعلق به رقم بهار و برابر با ۲۳۷/۳ میلی‌متر (برای حالت بدون اعمال آبیاری تکمیلی) و کمترین مقدار آن برابر با ۲۰۳/۲ میلی‌متر (برای حالت دو آبیاری تکمیلی گلدهی- دانه‌دهی) بوده است. همچنانکه جدول شماره (۴) نشان می‌دهد، در سال ۹۰-۸۹ نیز، بیشترین میزان مصرف آب زیرزمینی ۲۴۳/۸ میلی‌متر (برای حالت بدون آبیاری تکمیلی و رقم کراس البرز) و کمترین مقدار آن ۲۱۰/۲ میلی‌متر (برای حالت آبیاری تکمیلی زمان دانه‌دهی و

1- FAO-56

Archive of SID
www.SID.ir

رقم W33g) بدست آمده است. این در حالیست که تیمار شاهد (آبیاری کامل) بر اساس دور آبیاری حدوداً ۲۵۰ میلی‌متر آبیاری سطحی دریافت نموده است.

جدول (۴): نتایج مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی در دو سال تکرار

سال	شاخص تیمار	زمان آبیاری تکمیلی (mm)	رقم گندم	بارندگی و رطوبت خاک (mm)	نیاز تبخیر و تعرق (mm)	کل آب زیرزمینی مصرفی (mm)	درصد مشارکت آب زیرزمینی (٪)	مشارکت آب زیرزمینی (mm/day)	کل آبیاری تکمیلی مصرفی (mm)	درصد مشارکت آبیاری تکمیلی (٪)	مشارکت آبیاری تکمیلی (mm/day)
۸۸-۸۹	D-1-1	-	W33G	97.0	319.9	225.2 ab[1]	69.9 ab[1]	4.09 a[1]	0.0	0.0	0.0
	D-1-2	-	کراس البرز			225.9 ab	70.0 ab	4.11 a	0.0	0.0	0.0
	D-1-3	-	بهار			237.3 A	71.0 a	4.32 a	0.0	0.0	0.0
	D-2-1	دانه دهی	W33G			228.6 ab	66.3 ab	4.16 a	25.0 b[1]	7.82 b[1]	0.46 b[1]
	D-2-2	دانه دهی	کراس البرز			222.6 ab	65.7 ab	4.05 a	25.0 b	7.82 b	0.46 b
	D-2-3	دانه دهی	بهار			228.4 ab	66.3 ab	4.15 a	25.0 b	7.82 b	0.46 b
	D-3-1	گلدهی و دانه دهی	W33G			212.0 ab	61.1 ab	3.85 a	50.0 a	15.63 a	0.93 a
	D-3-2	گلدهی و دانه دهی	کراس البرز			203.4 b	60.2 b	3.70 a	50.0 a	15.63 a	0.93 a
	D-3-3	گلدهی و دانه دهی	بهار			203.2 b	60.0 b	3.69 a	50.0 a	15.63 a	0.93 a
	C-1	شاهد آبیاری کامل	W33G			آبیاری سطحی بر اساس نیاز آبی روزانه و دور آبیاری گیاه انجام شده است.					
	C-2		کراس البرز			کل آبیاری سطحی دریافتی ۲۲۵ میلی‌متر					
	C-3		بهار								
۸۹-۹۰	D-1-1	-	W33G	119.7	316.5	227.7 ab	65.6 ab	4.14 ab	0.0	0.0	0.0
	D-1-2	-	کراس البرز			229.9 ab	65.8 ab	4.18 ab	0.0	0.0	0.0
	D-1-3	-	بهار			221.3 ab	64.9 ab	4.02 ab	0.0	0.0	0.0
	D-2-1	دانه دهی	W33G			221.2 ab	61.4 ab	4.02 ab	20.0 b	6.32 b	0.39 b
	D-2-2	دانه دهی	کراس البرز			243.3 A	63.7 a	4.42 a	20.0 b	6.32 b	0.39 b
	D-2-3	دانه دهی	بهار			242.8 A	63.6 a	4.41 a	20.0 b	6.32 b	0.39 b
	D-3-1	گلدهی و دانه دهی	W33G			213.3 b	57.5 b	3.92 b	40.0 a	12.64 a	0.77 a
	D-3-2	گلدهی و دانه دهی	کراس البرز			211.4 b	57.2 b	3.84 b	40.0 a	12.64 a	0.77 a
	D-3-3	گلدهی و دانه دهی	بهار			210.2 b	57.1 b	3.82 b	40.0 a	12.64 a	0.77 a
	C-1	شاهد آبیاری کامل	W33G			آبیاری سطحی بر اساس نیاز آبی روزانه و دور آبیاری گیاه انجام شده است.					
	C-2		کراس البرز			کل آبیاری سطحی دریافتی ۲۰۵ میلی‌متر					
	C-3		بهار								

[1] حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ (آزمون دانکن)
[2] حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ (آزمون دانکن)

بر اساس نتایج مندرج در جدول (۴)، در مقایسه با حالت بدون آبیاری تکمیلی، در هر دو سال ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ در نتیجه اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، روند یکسانی مشاهده نمی‌شود و مصرف آب زیرزمینی تحت تأثیر تک آبیاری تکمیلی و بدون اعمال آبیاری تکمیلی تفاوت محسوسی نداشته است. اما برای حالت دو آبیاری تکمیلی زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی، کاهش در مصرف و مشارکت آب زیرزمینی به طور محسوس قابل مشاهده است. بطوریکه برای رقم W33g، ۱۳/۲۲ میلی‌متر (۳/۵۳٪)، برای رقم کراس البرز ۲۲/۴۶ میلی‌متر (۵/۲۹٪) و برای رقم بهار ۳۴/۱۶ میلی‌متر (۸/۱۹٪) و در سال۹۰-۸۹ نیز برای رقم W33g، ۱۷/۵۲میلی‌متر (۳/۹۲٪)، برای رقم کراس البرز ۱۸/۵۲ میلی‌متر (۴/۲۴٪) و برای رقم بهار ۱۱/۰۵ میلی‌متر (۲/۵۳٪) در مصرف آب زیرزمینی کاهش بوجود آمده است. همچنین در مقایسه بین تیمارهای بهره‌مند از یک و دو آبیاری تکمیلی نیز در سال ۸۹-۸۸ در نتیجه اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، برای رقم W33g، ۱۶/۵۷ میلی‌متر (۵/۶۹٪)، برای رقم کراس البرز ۱۹/۱۹ میلی‌متر (۶/۵۰٪) و برای رقم بهار ۲۵/۱۸ میلی‌متر (۷/۸۷٪) و در سال دوم نیز برای رقم W33g ۱۱/۰۵ میلی‌متر (۵/۱۱٪)، برای رقم کراس البرز ۳۱/۸۹میلی‌متر (۱۰/۰۸٪) و برای رقم بهار ۳۲/۵۸ میلی‌متر (۱۰/۲۹٪) در مصرف آب زیرزمینی کاهش بوجود آمده است. با توجه به مقایسه این نتایج، مشخص است که رقم W33g کمترین و رقم بهار بیشترین تأثیرپذیری در مصرف آب زیرزمینی در نتیجه اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر را داشته‌اند.

به تبع میزان مصرف آب زیرزمینی و مشارکت آن هم در مقایسه با مقدار کل نیاز آبی گیاه در مدت رشد افزایش یافته است. لذا ارتباط تنگاتنگی بین مصرف و مشارکت آب زیرزمینی مشاهده می‌شود. در حالت بدون وجود آبیاری تکمیلی نسبت به اعمال دو بار آبیاری تکمیلی، حدود ۱۰٪ در

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف آب زیرزمینی کاهش بوجود آمده است. برای کل دوره اعمال تیمار، در سال اول، بیشترین درصد مشارکت از آب زیرزمینی ۷۱/۰٪، متعلق به تیمار بدون آبیاری تکمیلی و کمترین میزان مشارکت نیز معادل ۶۰/۰٪، مربوط به تیمار دارای دو آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی (هر دو برای رقم بهار) بوده است. برای سال دوم نیز بیشترین و کمترین درصد مشارکت به ترتیب برابر با ۶۵/۸٪ (برای حالت تک آبیاری دانه دهی و رقم کراس البرز) و ۵۷/۱٪ (برای حالت دو آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی و رقم بهار) بوده است.

بر اساس نتایج تحقیقات لیو و لوو (۲۰۱۱)، سطح ایستابی ۴۰ تا ۱۵۰سانتی‌متر همراه با بارندگی می‌تواند بیش از ۶۵ درصد نیاز آبی گیاه را برطرف نماید، حال بر اساس نتایج بدست آمده در طی این تحقیق، می‌توان ابراز داشت که با بهره‌گیری از سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر، در حالات بدون آبیاری، تک آبیاری (زمان دانه‌دهی) و دو آبیاری (در زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی) بطور متوسط به ترتیب ۶۷/۸٪، ۶۴/۵٪ و ۵۸/۸٪ از نیاز تبخیر و تعرق گندم را در منطقه نیمه‌خشک و کم باران برطرف نموده و از طرفی نیز به محصول بهینه و عملکرد چشمگیر دست یافت. بر اساس طول دوره وجود آب زیرزمینی در عمق ۸۰ سانتی‌متر و کل میزان مصرف آب زیرزمینی، شاخص متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی بدست آمد که نتایج آن در جدول(۴) آمده است. مطابق نتایج بدست آمده، میزان بیشینه و کمینه متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی در سال ۸۹-۸۸ به ترتیب برابر با ۴/۳۲ میلی‌متر در روز (برای تیمار بدون آبیاری تکمیلی) و ۳/۶۹ میلی‌متر در روز (تیمار بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی) هر دو مربوط به رقم بهار و در سال ۹۰-۸۹ نیز بیشترین و کمترین مقدار متوسط مصرف روزانه به ترتیب برابر با ۴/۴۲ میلی‌متر در روز برای حالت تک آبیاری دانه‌دهی و رقم کراس البرز و ۳/۸۲ میلی‌متر در روز متعلق به تیمار دارای دو آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی و رقم بهار بوده است. به عبارت دیگر در مثایسه بین تیمارهای فاقد آبیاری تکمیلی و تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری، با اعمال حدود ۴۰ میلی‌متر آبیاری در نتیجه دو آبیاری، متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی بین ارقام سه‌گانه در سال اول ۰/۴۲ (از ۳/۷۵ به ۴/۱۷) میلی‌متر در روز و در سال دوم ۰/۳۴ (از ۴/۱۷ به ۳/۸۳) میلی‌متر در روز کاهش یافته است.

بر اساس نتایج مندرج در جدول شماره (۴)، در تحقیق حاضر که در منطقه‌ای با اقلیم نیمه خشک انجام گرفته مجموع کل آب دریافتی (شامل مجموع بارندگی، محتوای رطوبتی اولیه خاک و آبیاری سطحی مطابق دور و نیاز آبی) برای سه رقم شاهد آبیاری کامل در طول دوره رشد به ترتیب در سال اول برابر ۳۲۲ میلی‌متر و در سال دوم برابر ۳۲۵ میلی‌متر، بدست آمد. این نتایج در حالی بدست آمده است که خلاصه‌ای از آزمایشات و تحقیقات پیشین صورت گرفته در مناطق مختلف دنیا جهت برآورد و ارزیابی نیاز آبی گندم به شرح زیر می‌باشد. ژانگ و همکاران (۱۹۹۹) متوسط سالانه نیاز آبی گندم را برای اراضی کم ارزش در چین ۲۴۷ تا ۲۸۱ میلی‌متر گزارش نمودند. از طرفی لیو و همکاران (۲۰۰۲)، مقدار نیاز آبی مصرفی سالانه گندم پاییزه را برابر ۴۵۳ میلی‌متر در جلگه جنوب چین و لای و همکاران (۲۰۰۹) این نیاز را بین ۴۳۶ تا ۴۴۶ میلی‌متر برای اقلیم نیمه خشک، خشک و خشکی شدید در ایالت شانکی[1] چین برآورد نموده‌اند. تحقیقات محمودی و نیاز (۲۰۰۵) نیز میزان نیاز آبی گندم را در فیسل آباد[2] پاکستان ۲۱۴/۸ تا ۲۵۱/۴ میلی‌متر در سال برآورد نموده اند. همچنین در این زمینه مطالعات گسترده‌ای توسط اراکی و همکاران (۲۰۱۰) در منطقه نیمه خشکی (بنام جلگه حاوض[3]) در مرکز حوضه تنسیفت[4] در فاصله ۴۰ کیلومتری شرق شهر مراکش انجام گرفت. نتایج برآورد نیاز آبی گندم در این منطقه بر اساس تکنولوژی سنجش از دور بین ۲۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر و بر اساس روش‌های تجربی (ماکینک و پریستلی- تیلور[5]) از ۴۳۸ تا ۴۶۱ میلی‌متر متغیر بود. عادل کاوی و همکاران (۲۰۱۲) نیز مقدار نیاز آبی سالانه گندم را در تالاب انتخابی در شرق کانال سوئز در مصر برابر با ۴۷۷/۵ میلی‌متر گزارش نمودند. نتایج بدست آمده از آزمایشات تحقیق حاضر برای ارزیابی و برآورد نیاز آب مصرفی سالیانه گیاه گندم تحت تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی در حضور سطح ایستابی کم عمق، شرایط آبیاری کامل و دیم مطلق در منطقه‌ای با اقلیم نیمه خشک تا حد زیادی با گزارشات و نتایج تحقیقات مورد بررسی متفاوت بوده است که احتمالا در اثر وجود تفاوت‌هایی در نوع خاک، روش مدیریت آبیاری و اقلیم و شرایط آب و هوایی و منطقه‌ای باشد.

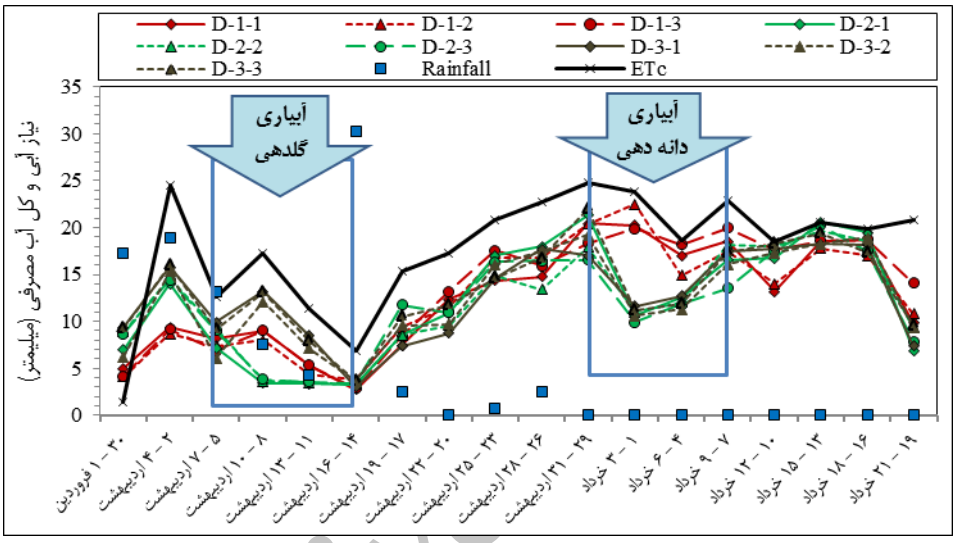
شکل‌های (۲) و (۳) نمودار مصرف آب زیرزمینی پس از اعمال تیمار در دو سال تکرار طرح را نمایش می‌دهند.

1- Shanxi province
2- Faisalabad
3- Haouz plain
4- Tensift basin
5- Makkink, Priestley-Taylor

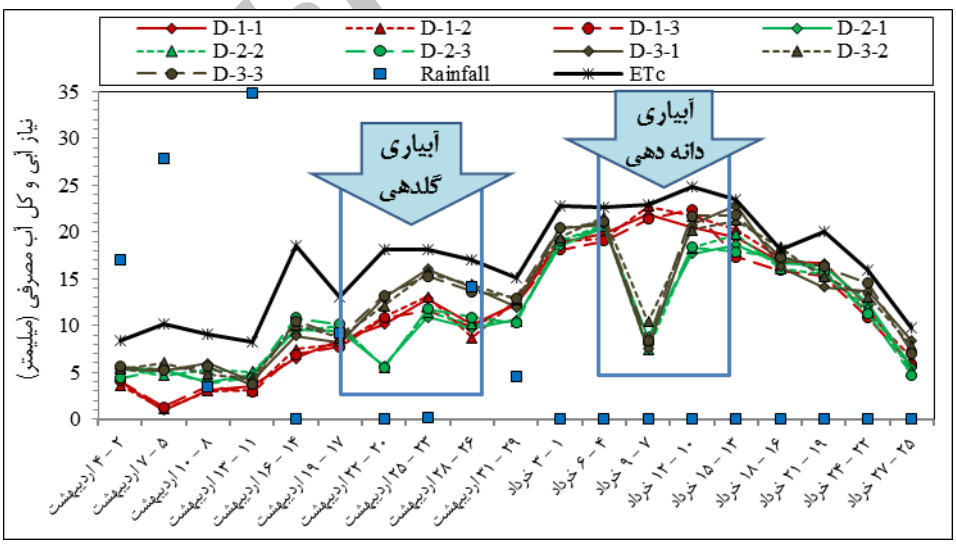
Archive of SID

www.SID.ir

همچنانکه در این شکل دیده می‌شود، در ۱۵روز ابتدایی پس از شروع داده برداری میزان مصرف آب زیرزمینی در تیمارهای بدون آبیاری تکمیلی نسبت به دو تیمار بهره‌مند از آبیاری کمتر بوده است اما با شروع اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی رفته رفته میزان استفاده از سطح ایستابی کم عمق ۸۰ سانتی‌متر برای تیمار فاقد آبیاری تکمیلی افزایش یافته و به همین نسبت تا پایان اعمال آب زیرزمینی، ادامه داشته است. نکته قابل توجه دیگر، تفاوت مصرف آب زیرزمینی ناشی از اعمال آبیاری تکمیلی برای تیمارهای مختلف، در هر دو سال اجرای طرح است. در واقع در هر مرحله پس از انجام آبیاری تکمیلی تا چند روز بعد از آن مصرف آب زیرزمینی به شدت کاهش یافته و حتی در بیشتر تیمارها به نصف رسیده است. لازم به ذکر است که با توجه به شروع اعمال تیمار در آخر فروردین ماه و ادامه رشد، با افزایش دمای هوا و بالا رفتن میزان تبخیر و تعرق و افزایش میزان نیاز آبی گیاه، میزان مصرف آب زیرزمینی نیز متناسب با این تغییرات افزایش یافته است.



شکل(۱): نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی درسال ۸۹-۸۸

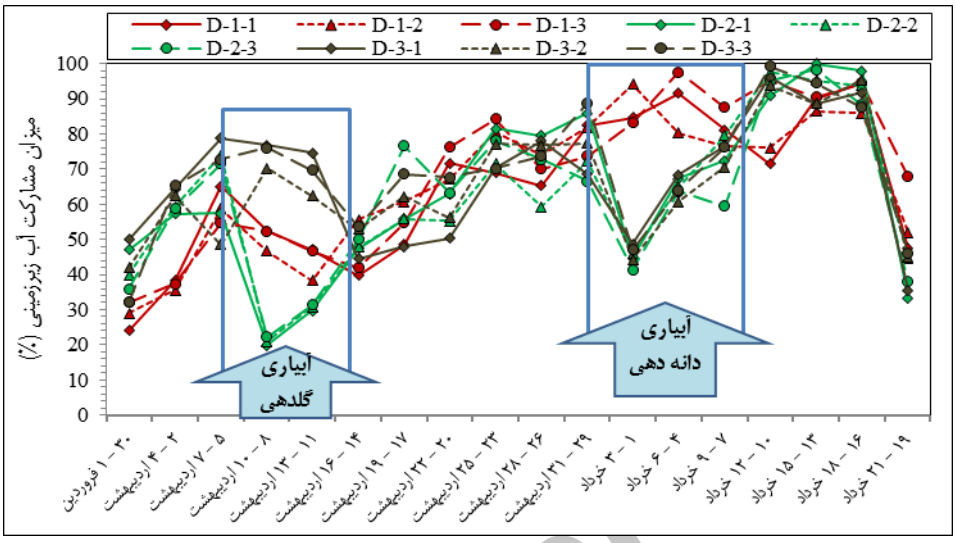


شکل(۲): نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی در سال ۹۰-۸۹

در این آزمایشات وجود سطح ایستابی (در عمق۸۰ سانتی‌متر) باعث ترغیب بیشتر گیاه برای استفاده از این منبع آب و بهره‌گیری از خاصیت موییننگی شده است. بنابراین، در ابتدای دوره با توجه به عدم تکامل ریشه، استفاده از آب زیرزمینی کمتر بوده است اما رفته رفته با تکامل و توسعه بیشتر ریشه، دسترسی آن به سطح ایستابی راحت‌تر شده و به تبع آن تمایل گیاه به استفاده از آب زیرزمینی افزایش یافته است. در روزهای پایانی رشد نیز با رسیدگی محصول و کاهش نیاز آبی

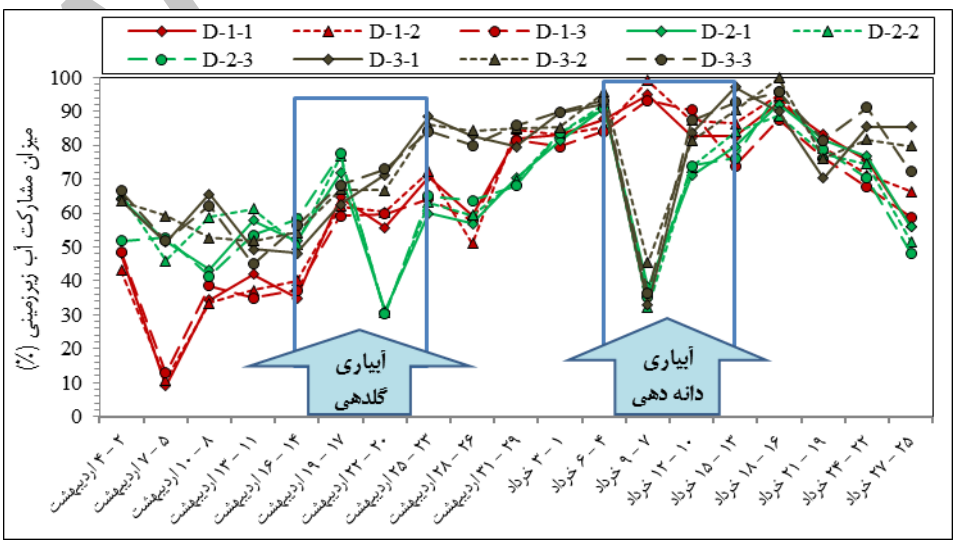
www.SID.ir

گیاه، مصرف آب زیرزمینی نزول یافته و کم کم قطع شده که بخوبی در اشکال(۱) و (۲) برای دو سال تکرار طرح این روند مشهود است. درصد مشارکت آب زیرزمینی در اشکال(۳) و (۴) برای تیمارهای مختلف در مدت اعمال تیمار نشان داده شده اند. بر اساس نتایج بدست آمده در هر دوسال تکرار طرح، تیمارهای فاقد آبیاری تکمیلی (خصوصاً در سال ۸۹-۸۸) در اکثر روزهای وجود آب زیرزمینی بیش از ۵۰٪ از مقدار نیاز آبی مورد نیاز خود را از سطح ایستابی کم عمق ۸۰ سانتی‌متر تأمین نموده‌اند.



شکل (۳): درصد مشارکت آب زیرزمینی روزانه در سال ۸۹-۸۸

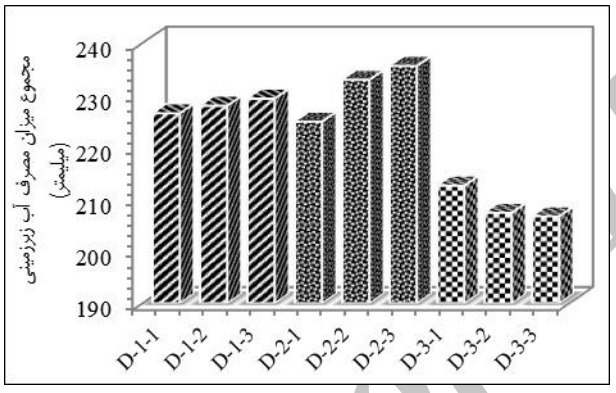
اشکال (۳) و (۴) نشان می‌دهند که در دو سال تکرار آزمایشات، تعداد روزهای کمتر و معدودی مشاهده می‌شود که در تیمارهای مختلف، گیاه کل نیاز آبی خود را از آب زیرزمینی (۱۰۰٪) تأمین کرده باشد. همچنین در سال اول، مقدار مشارکت آب زیرزمینی برای تیمارهای دارای آبیاری تکمیلی از حدود ۵۵٪ در روزهای ابتدایی اعمال تیمار، به حدوداً ۹۰٪ در روزهای پایانی اعمال تیمار آب زیرزمینی رسیده است. در سال دوم نیز میزان مشارکت از حدود ۵۰٪ در روزهای اول اعمال تیمار به حدود ۸۵٪ در روزهای آخر وجود آب زیرزمینی رسیده است. در این اشکال نیز به وضوح اثر اعمال آبیاری تکمیلی بر میزان مصرف آب زیرزمینی مشخص و بخوبی کاهش میزان بهره‌گیری از آب زیرزمینی پس از اعمال آبیاری تکمیلی و تا چند روز بعد از آن نمایان است.



شکل (۴): درصد مشارکت آب زیر زمینی روزانه در سال ۹۰-۸۹

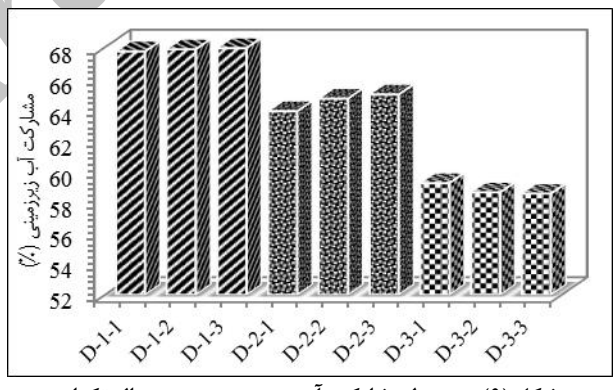
Archive of SID
www.SID.ir

شکل(۵) نشان دهنده متوسط میزان آب زیرزمینی مصرف شده در طی دو سال تکرار آزمایشات برای تیمارهای مختلف است. همانطور که در شکل مشخص است، برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار متوسط مصرف آب زیرزمینی برای حالت بدون آبیاری، به ترتیب برابر با ۲۲۶/۵، ۲۲۷/۹ و ۲۲۹/۳ میلی‌متر، برای حالت تک آبیاری زمان دانه‌دهی به ترتیب برابر با ۲۲۴/۹، ۲۳۲/۹ و ۲۳۵/۶ میلی‌متر و برای حالت دو آبیاری در زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی نیز به ترتیب برابر با ۲۱۲/۶، ۲۰۷/۴ و ۲۰۶/۷ میلی‌متر بوده است. با توجه به مقایسه نتایج بین تیمارهای فاقد آبیاری تکمیلی، تیمارهای دارای آبیاری تکمیلی در حضور سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر، که نشانگر آن است که در اثر اعمال یک آبیاری بیشتر، مصرف آب زیرزمینی تغییر قابل ذکری نداشته است، اما با اعمال دو آبیاری تکمیلی مقدار مصرف آب زیرزمینی۱۵/۳۹ میلی‌متر برای رقم W33g، ۲۰/۴۹ میلی‌متر برای رقم کراس البرز و ۲۲/۶۰ میلی‌متر برای رقم بهار کاهش یافته است. همچنین بر این اساس تأثیر پذیری بیشتر رقم بهار و تأثیرپذیری کمتر رقم W33g در اثر اعمال دو آبیاری تکمیلی بیشتر، مشخص است.



شکل (۵): متوسط مجموع مصرف آب زیرزمینی در دو سال تکرار

متوسط دو ساله درصد مشارکت آب زیرزمینی تحت تیمارهای آزمایش در شکل(۶) نشان داده شده است. متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار در حالت بدون آبیاری به ترتیب برابر با ۶۷/۷٪، ۶۷/۹٪ و ۶۸/۰٪ در حالت در حالت تک آبیاری زمان دانه‌دهی به ترتیب برابر با ۶۸/۸٪، ۶۴/۷٪ و ۶۴/۹٪ و در حالت دو آبیاری نیز به ترتیب برابر با ۵۹/۲٪، ۵۸/۶٪ و ۵۸/۵٪ بوده‌است. به عبارت دیگر، در مقایسه تیمارهای فاقد آبیاری و تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی، مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار به ترتیب ۸/۵٪، ۹/۲٪ و ۹/۴٪ تحت تأثیر اعمال آبیاری تکمیلی کاهش یافته است.



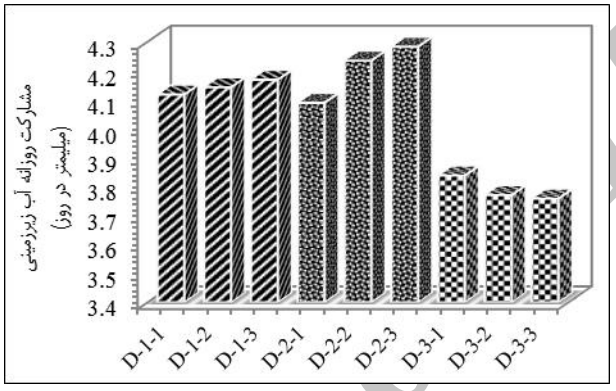
شکل (۶): متوسط مشارکت آب زیرزمینی در دو سال تکرار

نتایج آزمایشات تورس (۱۹۸۷) حاکی از این واقعیت بوده است که میزان مشارکت آب زیرزمینی (بدون وجود آبیاری سطحی تکمیلی) در تأمین تبخیر و تعرق محصول گندم به طور خطی با افزایش عمق، کاهش داشته و مشارکت آب زیرمینی در تامین تبخیر و تعرق محصول در لایسیمترهایی با سطح ایستابی ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر صرف نظر از نوع خاک ۹۰٪، ۴۰٪ الی ۷۰٪ بوده است. حال بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق برای عمق ثابت ۸۰ سانتی‌متر، میزان مشارکت آب

Archive of SID
www.SID.ir

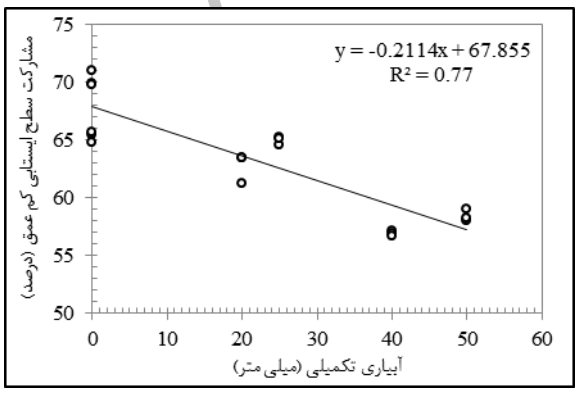
زیرزمینی در طی دو سال تکرار آزمایش‌ها تحت تأثیر دفعات آبیاری تکمیلی، بین ۵۷٪ تا ۷۱٪ متغیر بوده است. لذا این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات کروس و همکاران (۱۹۹۳) و لوو (۲۰۱۰) که مشارکت آب زیرزمینی را بیشتر از ۵۰٪ نیاز تبخیر و تعرق گندم گزارش نموده‌اند، همخوانی نشان می‌دهد. ضمناً، با توجه به گزارش گوپتا (۱۹۹۳) که در منطقه نیمه‌خشک و خاک سیلت لوم و سطح ایستابی ثابت ۶۰ سانتی‌متری با شوری ۰/۵ تا ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر انجام شده، مشارکت آب زیرزمینی ۷۰٪ بوده است که با توجه به شباهت شرایط آزمایشات، تأییدی بر نتایج حاصل از این تحقیق است.

متوسط مصرف روزانه از آب زیرزمینی برای دو سال تکرار آزمایشات در شکل(۷) نشان داده شده است. نتایج نشانگر آن است که متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار در حالت بدون اعمال آبیاری به ترتیب برابر با ۴/۱۲، ۴/۱۴ و ۴/۱۷ میلی‌متر در روز، در حالت تک آبیاری به ترتیب برابر با ۴/۰۹، ۴/۲۳ و ۴/۲۸ میلی‌متر در روز و در حالت دو آبیاری زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی به ترتیب برابر با ۳/۸۴، ۳/۷۷ و ۳/۷۶ میلی‌متر در روز بوده است.

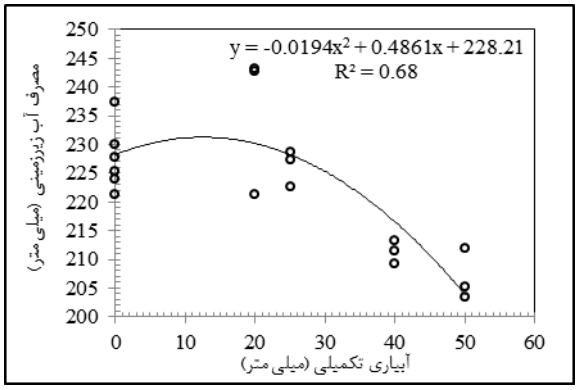


شکل(۷): متوسط مشارکت روزانه آب زیرزمینی در دو سال تکرار

همچنانکه شکل(۸) نشان می‌دهد، بین میزان آبیاری تکمیلی و درصد مشارکت سطح ایستابی کم عمق رابطه خطی با ضریب همبستگی ۰/۷۷ برقرار است. در مقایسه با حالت بدون آبیاری تکمیلی، با اعمال ۵۰ میلی‌متر آبیاری تکمیلی میزان مصرف از سطح ایستابی کم عمق تا حدود ۲۵٪ کاهش یافته است. از طرفی نیز همانطور که از شکل(۹) پیداست، ارتباط میان میزان آبیاری تکمیلی و مقدار آب زیرزمینی مصرف شده از سطح ایستابی کم عمق بصورت یک تابع درجه دو با ضریب همبستگی ۰/۶۸ و نزولی می‌باشد. بطوریکه، با بکارگیری آبیاری تکمیلی تا میزان ۲۰ میلی‌متر، مقدار مشارکت و مصرف آب زیرزمینی افزایش یافته داشته است. اما برای تیمارهای آبیاری تکمیلی بیشتر از ۲۰ میلی‌متر روند نزولی مصرف آب زیرزمینی محسوس‌تر و بیشتر شده است.



شکل(۸): ارتباط میان مقدار آبیاری تکمیلی اعمال شده و درصد مشارکت سطح ایستابی کم عمق



شکل(۹): ارتباط میان مقدار آبیاری تکمیلی اعمال شده و میزان مصرف آب زیرزمینی

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

اگرچه تحقیقات معدودی در مورد مشارکت آب زیرزمینی بر تأمین نیاز آبی گندم در شرایط آبیاری تکمیلی در اقلیم نیمه خشک انجام گرفته است، اما درصد مشارکت سطح ایستابی کم عمق بدست آمده از این تحقیق با نتایج گزارش شده توسط محققین دیگر در سایر شرایط اقلیمی، همخوانی و موافقت نشان می‌دهد. نتایج بررسی تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی بر روی سه رقم گندم این تحقیق نشان داد که، در حضور سطح ایستابی کم عمق (در عمق ثابت ۸۰ سانتی‌متری)، در اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی سالیانه محدود، بکارگیری بموقع آبیاری تکمیلی در حالات بدون آبیاری، تک آبیاری (زمان دانه‌دهی) و دو آبیاری (در زمان‌های گلدهی و دانه‌دهی) قادر است بطور متوسط به ترتیب ۶۷/۸٪، ۶۴/۵٪ و ۵۸/۸٪ از نیاز آبی گندم پاییزه را در طول دوره رشد برطرف سازد. از طرف دیگر، با اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر (برای تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری) حدوداً ۲۰ میلی‌متر آبیاری سطحی برای کمک به نیاز آبی صورت گرفته و بطور متوسط در سال اول و دوم ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر در مصرف آب زیرزمینی کاهش بوجود آمده است. به عبارتی در صورت بهره‌گیری از وجود سطح ایستابی کم عمق ۸۰ سانتی‌متر، بخوبی قادر به تأمین نیاز تبخیر و تعرق گیاه بوده و اعمال آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد گیاه با توجه به کمبود منابع آب سطحی منطقی نیست. بدین ترتیب می‌توان ابراز داشت که در صورت وجود آب زیرزمینی در عمق کم می‌توان ارقام گندم آبی و دیم را زیر کشت برده و به جای انجام آبیاری سطحی با صرف منابع آب شیرین محدود و انرژی از آب زیرزمینی رایگان و مناسب جهت رفع احتیاجات آبی گیاه بهره برد. نتایج این تحقیق نشانگر آن است که در فصول زمستان و بهار (در زمان کشت گندم) در برخی از دشتهای نواحی غربی، شمال غرب، شمال و جنوب ایران بالا بودن آب زیرزمینی، می‌تواند به عنوان منبعی جهت تامین بخش عمده‌ای از نیاز آبی گندم به حساب آمده و لذا به مقدار زیادی در مصرف آب سطحی صرفه‌جوئی و از آن جهت افزایش اراضی تحت آبیاری استفاده نمود.

منابع

۱. اسدی، ح.، م. نیشابوری و ح. سیادت. ۱۳۸۲. تعیین ضریب حساسیت گندم به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رویش در منطقه کرج. مجله علوم و کشاورزی ایران. سال سوم، شماره ۳۴، ص ۵۸۶-۵۷۹.

۲. بی‌نام. ۱۳۷۸. استفاده از آبهای شور و لب شور برای آبیاری. گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، نشریه شماره ۲۶. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

3. Abdel Kawy, W.A., Belal, A-A., Darwish, Kh.M., 2012. Crop water requirements in selective wetland areas, West Suez Canal, Egypt. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 4(1): 11-18.
4. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements). FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56.
5. Ayars, J.E., and R.A. Schoneman. 1986. Use of saline water from a shallow water table by cotton. Trans. ASAE, 29: 1674-1678.
6. Ayars, J.E., P. Shouse, and S.M. Lesch. 2009. In situ use of groundwater by alfalfa. Original Research Article Agricultural Water Management, 96: 1579-1586.
7. Ayars, J.E., R.A. Schoneman, R.W. Soppe, R.M. Mead and L.C. Brown. 1998. Irrigating cotton in the presence of shallow groundwater. Drainage in the 21st century, Proceedings of the 7th International Drainage Symposium, Orlando, Florida, USA,8-10 March. 82-89.
8. Brisson, N., B. Rebisrem, D. Zimmer, P. Renault. 2002. Response of the root system of a winter wheat crop to waterlogging. Plant Soil, 243: 43-55.
9. Er-Raki, S., Chehbouni, A., Duchemin, B., 2010. Combining Satellite Remote Sensing Data with the FAO-56 Dual Approach for Water Use Mapping In Irrigated Wheat Fields of a Semi-Arid Region. Remote Sensing, 2: 375-387.
10. Gowing, J.W., D.A. Rose and H. Ghamarnia. 2009. The effect of salinity on water productivity of wheat under deficit irrigation above shallow groundwater. Agricultural Water Management, 96: 517– 524.
11. Gupta, R., R.L. Yadav and G. Rajendra. 1993. Ground water contribution to evapo-transpiration of sugarcane during summer. Cooperative-Sugar, 25: 113-115.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Harris, H.C., P. J. M. Cooper and M. Pala.(Eds.). 1989. Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in rain-fed areas. Proceedings of an International Workshop, Ankara, Turkey, ICARDA, Alepo, Syria, 352p.
13. Khandker, M.H.K., J.W. Gowing and D.A. Rose. 1994. Influence of salinity and water table depth on water uptake by plant roots. Proceedings International Conference on Agricultural Engineering, Milan, Italy, Aug-Sept.
14. Kruse, E.G., D.F. Champion, D.L. Cuevas, R.L. Yoder and D. Young. 1993. Crop water use from shallow saline water tables. Trans ASAE, 36: 696–707.
15. Liu, C.M., Zhang, X.Y., Zhang, Y.Q., 2002. Determination of daily evaporation and evapotranspiration of winter wheat and maize by large-scale weighing lysimeter and microlysimeter. Agricultural and Forest Meteorology, 111(2): 109-120.
16. Liu, C.M., Zhang, X.Y., Zhang, Y.Q., 2002. Determination of daily evaporation and evapotranspiration of winter wheat and maize by large-scale weighing lysimeter and microlysimeter. Agricultural and Forest Meteorology. 111(2), 109-120.
17. Liu, T and Y. Luo. 2011. Effects of shallow water tables on the water use and yield of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) under rain-fed condition. AJCS, 5(13): 1692-1697.
18. Luo, Y., Sophocleous and Marios. 2010. Seasonal groundwater contribution to crop-water use assessed with lysimeter observations and model simulations Original Research Article. Journal of Hydrology, 389: 325-335.
19. Mahmoodi, N., Niaz, R.A., 2005. Determination of Water Requirements and Response of Wheat to Irrigation at Different Soil Moisture Depletion Levels. International Journal of Agriculture & Biology, 7(5): 812–815.
20. Nosetto, M.D., E.G. Jobbagy, R.B. Jackson and G.A. Sznaider. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the inland pampas. Field Crop Researches, 113: 138-148.
21. Oweis, T and A. Hachum. 2004. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa. ICARDA. Aleppo. Syria for Presentation at the 4th International Crop Science Congress 26th Sept to 1st Oct.
22. Pratharpar, S.A and A.S. Qureshi. 1998. Modeling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to water table and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. International Journal Water Resource, 15: 141-159.
23. Ragab, R.A and F. Amer. 1986. Estimating water table contribution to the water supply of maize. Agricultural Water Management, 11: 221-230.
24. Ragab, R.A., F. Amer and W.M. El-ghamary. 1988. The conjunctive use of rainfall and shallow water table in meeting water requirements of Faba beans. Journal of Agronomy and Crop Science, 160: 47-53.
25. Singh, R.V and H.S. Chauhan. 1996. Irrigation scheduling in wheat under shallow water table condition. Evapotranspiration and irrigation scheduling, Proceedings of the International Conference, San Antonio, Texas, USA, November 3-6 1996. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St Joseph, USA: 103-108.
26. Torres, J.S., 1987. Modeling the influence of the water table on crop water use as affected by irrigation. Ph.D. Thesis. Utah State University, USA.
27. Zhang, H., Wang, X., You, M., Liu, C. 1999. Water-yield relations and water-use efficiency of winter wheat in the North China Plain. Irrigation Science, 19(1): 37-45.

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment of the Supplementary Irrigation Effect on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Water Requirement in the Presence of Shallow Groundwater

H. Ghamarnia[1], M. Farmanifard[2]

Abstract

Now, water is the most important and the most limiting factor in agricultural production sector. Certainly, different countries which located in arid and semi-arid region and are faced with water shortage must be applied specially strategies for the suitable and correct water use. In this research two-year experiments from year 2009 -2010 and 2010-2011 was conducted to find the effect of time and value of three supplementary irrigation procedure including without supplementary irrigation, once irrigation at flowering and twice irrigation at flowering and seedling stages on three wheat cultivars in the presence of constant groundwater table with 80cm depth in three replicate. Experiments performed at Razi University lysimeteric research station No1. Results showed no significant difference ($P<0.05$) between without and once supplementary irrigation treatment was happened. Totally, groundwater contribution under different supplementary irrigation was varied from 57.1% to 71.0% during two years of experiments for different wheat Cultivars. Also, the outcome of this study indicate that, by applying timely and optimal supplementary irrigation in the presence of a shallow water table (at a constant depth of 80 cm) in a semi-arid climate with an limited average annual rainfall, enables to compensate the total water requirement of winter wheat during the growing season. The results on this investigation showed that during wheat cultivation, existing shallow groundwater in different western, north western, north and southern parts of Iran can compensate some parts of wheat water requirement. Therefore a huge volume of surface water for wheat irrigation can be saved and more land irrigation, and job creation will be possible.

Keywords: Shallow Groundwater, Supplementary irrigation, Wheat, Lysimeter, Water requirement

Archive of SID

[1] Associate Professor in Department of Water Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: hghamarnia@razi.ac.ir
[2] Ph.D Student in Department of Water Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: milad.farmanifard@gmail.com

www.SID.ir