نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۱، ص. ۱۵۲۱-۱۵۱۴

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 6, Jan.-Feb. 2013, p. 1514-1521

تاثیر کم‌آبیاری و خشکی موضعی ریشه برعملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب گیاه ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴

عباس رضائی استخروئیه[1*] - عبدالرحیم هوشمند[2] - سعید برومندنسب[3] - محمدجواد خانجانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲۸

چکیده

کم آبیاری راهبرد بهینه سازی کارایی مصرف آب در آبیاری است. تحقیق در بهار ۱۳۸۹ در دانشگاه شهید باهنر کرمان، به منظور بررسی تاثیر کم-آبیاری بخصوص روشهای نوین آن (خشکی موضعی ریشه) بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب در گیاه ذرت دانه‌ای، هیبرید سینگل کراس ۷۰۴، انجام شد. طرح به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با یک تیمار شاهد، ۱۸ تیمار کم‌آبیاری و در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای کم‌آبیاری شامل: تنش خشکی ملایم (آبیاری با ۷۵درصد نیاز آبی گیاه)، تنش خشکی شدید (آبیاری با ۵۰درصد نیاز آبی گیاه)، آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان ثابت، سه تیمار خشکی موضعی ریشه (جابجائی جویچه‌های مرطوب در هر آبیاری، بعد از دو آبیاری و بعد از سه آبیاری) بودند. هر یک از تیمارهای کم‌آبیاری در سه مرحله رشد گیاه (تمام دوره رشد، رشد رویشی و رشد زایشی) اعمال گردید. بیشترین عملکرد بیولوژیکی گیاه برابر ۳۲۴۳۱ و کمترین آن برابر۱۷۶۵۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بیشترین عملکرد دانه ۱۲۱۱۵ وکمترین آن ۷۱۶۳ کیلو گرم در هکتار حاصل شد. کارآیی مصرف آب برای تیمار شاهد، برابر ۱/۱۶ و برای تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب در هر آبیاری در تمام دوره رشد گیاه برابر ۲/۱۳ (کیلوگرم دانه به ازاء یک متر مکعب آب) بود. بر اساس نتایج حاصل، کم آبیاری به روش خشکی موضعی ریشه، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر آبیاری (فاصله ۱۴ روزه)، بهترین روش اعمال کم‌آبیاری برای گیاه ذرت دانه‌ای در منطقه کرمان تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، خشکی موضعی ریشه، ذرت، عملکرد، کارآیی مصرف آب

مقدمه

ذرت از نظر میزان تولید در واحد سطح، بعد از گندم در رتبه دوم جهانی و از نظر سطح زیر کشت، بعد از گندم و برنج مقام سوم دنیا را به خود اختصاص داده است. قدرت تطابق و سازگاری گیاه ذرت با شرایط اقلیمی گوناگون زیاد بوده و از محصولات عمده مناطق معتدل و نیمه گرمسیری به شمار می‌رود. ذرت به ازاء هر هزار گرم آب مصرفی به طور متوسط ۲/۸۷ گرم ماده خشک تولید می‌کند. به همین دلیل ذرت را پادشاه غلات می‌نامند (۸). کارآیی مصرف آب عبارت است از نسبت عملکرد گیاه به آب مصرف شده. کارآیی مصرف آب (WUE) یکی از شاخص‌هایی است که برای ارزیابی مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اراضی فاریاب بهترین و اصلی‌ترین راه، برای افزایش کارآیی مصرف آب، افزایش عملکرد به ازاء هر واحد آب مصرفی می‌باشد.

هدف از اعمال کم‌آبیاری، افزایش راندمان مصرف آب، به وسیله کاهش کفایت آبیاری یا حذف آبیاری‌های غیر موثر می‌باشد (۹). تجربیات مربوط به کم‌آبیاری در نقاط مختلف دنیا، کارآمدی این شیوه در استفاده بهینه از هر واحد آب مصرفی و افزایش سود خالص را نشان داده است. در پاکستان به طور گسترده از کم‌آبیاری استفاده می‌گردد، به نحوی‌که کل آب مصرفی، حدود ۲۵ درصد کمتر از آبیاری کامل محصولات است (۲۲).

در آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان متغیر، که یک نوع کم-آبیاری محسوب می‌شود، با وجود ۵۰ درصد کاهش در مصرف آب آبیاری، کاهشی در عملکرد دانه ذرت دیده نشد. در حالیکه، آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان ثابت و آبیاری جوی و پشته‌ای معمولی، با کاهش آب آبیاری، کاهش اساسی در محصول را نشان دادند (۱۵). آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر، تکمیل شده با یک یا دو آبیاری

۱و۴- استادیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: rezaei@mail.uk.ac.ir)
۲و۳- استادیار و استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

Archive of SID
www.SID.ir

جویچه‌ای معمولی در دوره ظهور کاکل، نسبت به آبیاری جویچه‌ای معمولی،۳۰درصد در مصرف آب صرفه‌جوئی داشت. در حالیکه عملکرد گیاه ذرت از نظر آماری تفاوت چندانی نداشت (۲۰). کم‌آبیاری باعث افزایش کارآیی مصرف آب ارقام مختلف ذرت زودرس شد. بطور متوسط به ازاء یک درصد کاهش رطوبت نسبت به آبیاری کامل، عملکرد دانه کاهشی معادل ۱/۴درصد خواهد داشت (۱). کارآیی مصرف آب دانه ذرت، در آبیاری جویچه‌ای یک در میان، بالاتر از آبیاری همه جویچه‌ها (آبیاری جویچه‌ای معمولی) گزارش شده است (۱۹) خشکی موضعی ریشه[1] (PRD)، تکنیک جدید کم‌آبیاری است که کارآیی مصرف آب را بدون کاهش مشخصی در عملکرد گیاه، بهبود می‌بخشد (۱۳ و ۱۴). در تکنیک خشکی موضعی ریشه، قسمتی از منطقه ریشه گیاه آبیاری شده و قسمتی دیگر آن خشک باقی می‌ماند. آن بخش از ریشه که در خاک خشک قرار دارد، با فرستادن پیام به اندام‌های هوایی، نسبت به خشکی عکس‌العمل نشان داده و باعث بسته شدن روزنه‌ها و کاهش مصرف آب توسط گیاه می‌شود (۱۱). خشکی موضعی ریشه در گیاه پنبه، صرفه جوئی قابل توجهی در آب مورد نیاز گیاه ایجاد کرده محصول چندین هفته زودتر از روش آبیاری سنتی آماده برداشت شد. که این امر باعث بدست آمدن محصول با کیفیت بالاتر گردید (۱۶).

خشکی موضعی ریشه۵۰ درصد در مصرف آب گیاه قهوه صرفه-جوئی کرده و راندمان مصرف آب را ۲۱ درصد تا ۴۳ درصد نسبت به کم آبیاری معمولی و آبیاری کامل افزایش داد (۲۱). کاربرد خشکی موضعی ریشه در آبیاری سیب زمینی، نشان داد، در مناطقی که با کمبود آب و مشکل شوری مواجه‌اند، این روش می‌تواند جایگزین مناسبی برای روشهای آبیاری موجود بوده و ضمن بهبود بخشیدن به کیفیت و کمیت عملکرد محصول، باعث صرفه‌جوئی مقدار زیادی آب و بالا بردن کارآیی مصرف آب شود (۱۷). در این مقاله، تاثیر کم-آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) (هیبرید سینگل گراس۷۰۴) در منطقه کرمان مورد بررسی قرار می گیرد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر در بهار سال ۱۳۸۹، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی،۳۰درجه و ۱۵دقیقه عرض شمالی و ۱۷۵۳/۸ مترارتفاع از سطح دریا، اجرا گردید. بر اساس اطلاعات اقلیمی سال‌های۱۹۵۲تا ۲۰۰۵، میانگین دما در منطقه ۱۷/۱ درجه سانتیگراد، میانگین بارندگی ۱۵۴/۱ میلیمتر، میانگین رطوبت نسبی سالانه برابر ۳۲ درصد و اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن، نیمه خشک تعیین گردید (۲). خاک مزرعه دارای بافت شنی لومی، با EC_e برابر ۲/۱۱ dS/m وpH برابر ۷/۹ می‌باشد (۶).

برای اجرای طرح، قطعه زمینی به وسعت ۹۰۰ متر مربع انتخاب، آماده سازی و به کرتهایی به ابعاد ۳×۴ متر مربع تقسیم شد. درون هر کرت پنج پشته به طول چهار متر و فاصله نیم متر ایجاد گردید. برای جلوگیری از نشت آب از کرتی به کرت دیگر بین دو کرت مجاور پشته ای به عرض نیم متر و بین تیمارها راهروئی به عرض یک متر ایجاد گردید. پتاسیم، فسفرو ازت مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک، توسط افزودن کود سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت و کود اوره قبل از کاشت و سه نوبت از مراحل مختلف رشد گیاه (کود سرک)، تامین شد.

برای اعمال تنش، دوره رشد گیاه به دو مرحله (مرحله اول، شامل رشد رویشی گیاه تا ظهور گل تاجی و مرحله دوم، شامل رشد زایشی از ظهور گل تاجی تا رسیدن فیزیولوژیکی) تقسیم شد. گیاهانی که در مرحله اول تحت کم‌آبیاری قرار گرفتند، در مرحله دوم به صورت کامل آبیاری شدند و گیاهانی که در مرحله دوم تحت کم‌آبیاری قرار گرفتند، در مرحله اول به صورت کامل آبیاری شدند.

طرح به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با یک تیمار شاهد و ۱۸ تیمار کم‌آبیاری شامل: آبیاری با ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه (در تمام دوره رشد (۷۵T درصد)، در رشد رویشی (M1 ۷۵ درصد) و در رشد زایشی (۷۵M2 درصد))، آبیاری با۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (در تمام دوره رشد (۵۰T درصد)، در رشد رویشی (۵۰M1 درصد) و در رشد زایشی (۵۰M2 درصد)). آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت با ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (در تمام دوره رشد (CT)، در رشد رویشی (CM1) و در رشد زایشی (CM2))، خشکی موضعی ریشه، آبیاری با ۵۰درصد نیاز آبی گیاه، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد ازیک آبیاری (در تمام دوره رشد (D1T)، در رشد رویشی (D1T) و در رشد زایشی (D1T)). خشکی موضعی ریشه، آبیاری با ۵۰درصد نیاز آبی گیاه، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از دو آبیاری (در تمام دوره رشد (D2T)، در رشد رویشی (D2M1) و در رشد زایشی (D2M2))، خشکی موضعی ریشه، آبیاری با ۵۰درصد نیاز آبی گیاه، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه آبیاری (در تمام دوره رشد (D3T)، در رشد رویشی (D3M1) و در رشد زایشی (D3M2)) و در۳ تکرار طراحی و اجرا گردید.

در تاریخ ۸۹/۲/۲۱ بذر ذرت، رقم سینگل کراس ۷۰۴، به فاصله ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر، روی پشته‌ها کشت شد. بعد از استقرار با تنک کردن، فاصله بوته‌ها به ۲۰ سانتیمتر (تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار) افزایش یافت. تقریباً به مدت یک ماه، تمام کرتها با دور آبیاری یک هفته و به صورت یکنواخت آبیاری شدند. بعد از این مدت، طبق طرح تیمارهای کم‌آبیاری اعمال گردید. در این تحقیق دور آبیاری برای

1 -Partial rootzone drying

Archive of SID

www.SID.ir

همه تیمارها یکسان و دو هفته بود. بنابراین اجرای کم‌آبیاری از طریق کاهش ارتفاع آب (نسبت به آبیاری کامل) صورت گرفت.

نیاز آبی گیاه با استفاده از لایسیمتر بیلان آبی موجود در مزرعه، تعیین و بر اساس آن مقدار آب مورد نیاز هر تیمار محاسبه و توسط یک شیلنگ مجهز به کنتور حجمی به کرتها داده شد. جهت اندازه گیری و محاسبه عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه، در دو مرحله (بعد از اتمام مرحله رویشی و در پایان دوره رشد) نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری‌ها در هر نوبت با رعایت حاشیه و از هر کرت به تعداد چهار بوته انجام شد. اولین مرحله برداشت ۷۱ روز و دومین مرحله ۱۱۰ روز بعد از کاشت انجام گرفت. بخشی از اطلاعات برداشت شده عبارتند از: ارتفاع بوته، عملکرد علوفه (وزن برگ و ساقه)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، و کارآیی مصرف آب (کیلوگرم دانه نسبت به آب مصرفی). داده ها توسط نرم افزار SAS(ver.9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و منحنی‌ها در محیط Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۲ آمده است. در جدول ۱ چهار گروه برای مقایسه صفات مورد مطالعه به شرح زیر انتخاب شد. گروه ۱: تیمار شاهد با تیمارهای کم‌آبیاری سنتی (۷۵ و ۵۰ درصد) در تمام دوره رشد. نتیجه مقایسه این گروه نشانگر تاثیر کم‌آبیاری سنتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت در مقابل تیمار شاهد می‌باشد. گروه ۲: تیمار جوی و پشته‌ای یک در میان ثابت در تمام دوره رشد با تیمارهای خشکی موضعی ریشه در تمام دوره رشد با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از یک، دو و سه نوبت آبیاری. نتیجه مقایسه این گروه نشانگر تاثیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت در مقابل تیمارهای خشکی موضعی ریشه در تمام دوره رشد خواهد بود.

گروه ۳: تیمار جوی و پشته‌ای یک در میان ثابت در مرحله اول رشد با تیمارهای خشکی موضعی ریشه در دوره اول رشد، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از یک، دو و سه نوبت آبیاری نتیجه حاصل از مقایسه این گروه بیانگر تاثیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت در مقابل تیمارهای خشکی موضعی ریشه در مرحله اول رشد گیاه خواهد بود. گروه ۴: تیمار جوی و پشته-ای یک در میان ثابت در مرحله دوم رشد با تیمارهای خشکی موضعی ریشه در دوره دوم رشد، با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از یک، دو و سه نوبت آبیاری. نتیجه مقایسه این گروه بیانگر تاثیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت در مقابل تیمارهای خشکی موضعی ریشه در مرحله دوم رشد گیاه خواهد بود. تاثیرکم‌آبیاری اعمال شده، برعملکرد و اجزاء عملکرد گیاه به صورت زیر مورد بررسی قرار می گیرد.

تاثیر کم‌آبیاری بر ارتفاع بوته

ارتفاع بوته، در انتهای مرحله رشد رویشی، گیاه اندازه‌گیری شد. بنابراین از تاثیر کم‌آبیاری در مرحله رشد زایشی بر آن صرف نظر می-گردد. بیشترین ارتفاع بوته برابر ۲۱۵ سانتیمتر، متعلق به تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت در مرحله دوم رشد و کمترین آن با (۳۲/۲درصد کاهش) برابر ۱۴۵/۷۵ سانتیمتر مربوط به تیمار کم‌آبیاری سنتی (۵۰ درصد) در تمام دوره رشد با ۳۵ درصد کاهش مصرف در آب بود.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد علوفه تر ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	کارآیی مصرف آب (دانه به آب) ($kg.m^{-3}$)
بلوک	۲	۱۶۰۱۸/۵۸**	۳۷۴۳۷۴۹۱۲*	۶۹۲۹۶۰۳۴**	۱۶۶۲۵۶۲۵$^{n.s}$	۷۵۲۲۴۸۵/۷$^{n.s}$	۰/۲۱$^{n.s}$
تیمار	۱۸	۱۶۰۹/۸۲**	۳۴۱۳۱۴۵۷۱**	۲۲۷۷۰۵۸۶/۲**	۶۰۲۳۲۲۲۱$^{n.s}$	۶۱۱۳۰۲۸/۷$^{n.s}$	۰/۲۹$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۱	۱	۳۶۹/۰۱$^{n.s}$	۴۱۰۸۸۸۸/۹$^{n.s}$	۴۹۲۴۲۴/۷۴$^{n.s}$	۹۴۴۵۳۷۹/۲$^{n.s}$	۲۴۸۵۱۱۸/۸۷$^{n.s}$	۰/۰$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۲	۱	۷۴۹/۰۶$^{n.s}$	۵۷۲۸۸۶۰۰۰*	۲۷۷۷۸۳۹۰/۱۴*	۳۲۶۰۱۵۹/۹$^{n.s}$	۷۴۵۰۲۷/۴۴$^{n.s}$	۰/۰۱$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۳	۱	۱۳۲/۰۱$^{n.s}$	۷۳۵۰۰۰۰$^{n.s}$	۴۷۰۱۲/۷۴$^{n.s}$	۶۵۲۴۷۳۰/۳$^{n.s}$	۸۳۲۳۷۰۷/۷۷$^{n.s}$	۰/۱$^{n.s}$
مقایسه گروهی ۴	۱	۴۲۶/۶۶$^{n.s}$	۴۱۵۸۳۳۷۵$^{n.s}$	۵۲۹۱۷۱۳/۰۴$^{n.s}$	۷۰۰۶۶۹۶۸/۶$^{n.s}$	۵۹۱۹۰۷۸/۱۹$^{n.s}$	۰/۲۴$^{n.s}$
خطا	۳۶	۴۲۴/۲۵	۱۰۳۰۶۸۲۹۲	۶۷۴۲۱۵۱/۱	۳۱۹۶۹۱۹۰	۹۳۵۵۷۵۳/۲	۰/۲۴
	c.v	۱۱/۷۶	۲۷/۰۹	۳۱/۹۸	۲۲/۳۶	۳۱/۴۵	۳۲/۹۶

**، *، ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت

تیمار*	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد علوفه تر ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد علوفه خشک ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	کارآیی مصرف (دانه به آب) ($kg.m^{-3}$)
S	۱۹۰/۳۳^{abcd}	۴۵۴۸۳^{abcd}	۱۲۸۶۶^{ab}	۲۲۵۲۹^{abc}	۱۰۱۸۹^{a}	۱/۱۶ ^{ab}
۷۵درصدT	۱۷۲/۸۳^{bcdef}	۳۴۴۳۳^{cde}	۷۱۸۱^{dce}	۲۷۹۲۳^{abc}	۱۱۷۳۰ ^{a}	۱/۶۷ ^{ab}
۷۵درصدM1	۱۷۱^{bcdef}	۳۴۳۳۳^{cde}	۷۱۶۷^{dce}	۲۱۸۵۵^{abc}	۸۹۲۸ ^{a}	۱/۱۵ ^{b}
۷۵درصدM2	۱۸۶/۳۳^{abcde}	۳۵۲۰۰^{cde}	۷۴۸۸^{dce}	۲۳۰۸۵^{abc}	۹۹۰۰ ^{a}	۱/۲۳ ^{ab}
۵۰درصدT	۱۴۵/۷۵^{ef}	۲۴۸۳۳^{e}	۴۷۶۸^{e}	۲۳۵۰۲^{abc}	۸۴۵۹ ^{a}	۱/۶۰ ^{ab}
۵۰درصدM1	۱۶۷/۸۳^{cdef}	۳۳۸۰۰^{cde}	۶۹۹۰^{dce}	۲۰۰۰۵^{bc}	۸۶۳۷ ^{a}	۱/۲۸ ^{ab}
۵۰درصدM2	۱۷۶/۵^{abcdef}	۳۵۲۶۷^{cde}	۷۴۸۵^{dce}	۲۱۲۷۱^{abc}	۹۶۰۳ ^{a}	۱/۳۲ ^{ab}
CT	۲۰۴/۱۷^{abc}	^{abc}۴۷۶۰۰	۹۹۴۰^{bcd}	۲۰۳۵۰^{bc}	۹۷۹۲ ^{a}	۱/۸۶ ^{ab}
CM1	۱۵۶/۵^{def}	۳۲۸۳۳^{cde}	۷۱۰۷^{dce}	۳۲۴۳۱^{a}	۱۱۳۹۸ ^{a}	۱/۶۹ ^{ab}
CM2	۲۱۵^{a}	۵۷۷۰۰^{ab}	۱۱۹۰۵^{abc}	۲۷۵۱۱^{abc}	۱۰۹۰۷ ^{a}	۱/۵۰ ^{ab}
D1T	۱۴۸/۵^{ef}	۲۴۸۰۰^{e}	۵۷۹۲^{de}	۲۹۴۹۱^{ab}	۱۱۲۰۵ ^{a}	۲/۱۳ ^{a}
D1M1	۱۵۵/۵^{def}	۲۸۶۰۰^{cde}	۶۱۹۲^{de}	۲۶۱۴۴^{abc}	۹۰۴۶ ^{a}	۱/۳۴ ^{ab}
D1M2	۲۰۹/۵^{ab}	۶۰۵۳۳^{a}	۱۵۴۲۳^{a}	۳۰۵۲۳^{ab}	۱۲۱۱۵ ^{a}	۱/۶۶ ^{ab}
D2T	۱۶۱/۸۲^{def}	۳۴۵۳۳^{cde}	۷۲۵۶^{dce}	۳۱۶۴۶^{a}	۸۸۵۲ ^{a}	۱/۶۸ ^{ab}
D2M1	۱۸۶/۱۷^{abcde}	۴۷۳۱۷^{abc}	۹۴۹۸^{bcde}	۳۰۰۴۴^{ab}	۱۱۱۴۳ ^{a}	۱/۶۵ ^{ab}
D2M2	۲۰۴^{abc}	۴۵۴۶۷^{abcd}	۸۸۹۶^{bcde}	۲۱۳۱۴^{abc}	۷۱۸۷ ^{a}	۰/۹۸ ^{b}
D3T	۱۴۷/۱۷^{ef}	۲۳۸۰۰^{e}	۵۱۷۶^{de}	۲۳۶۰۸^{abc}	۹۶۲۱ ^{a}	۱/۸۳ ^{ab}
D3M1	۱۴۷/۳۳^{ef}	۲۶۵۸۳^{de}	۵۸۱۲^{de}	۲۹۳۹۶^{ab}	۸۹۳۴ ^{a}	۱/۳۲ ^{ab}
D3M2	۱۸۷/۵^{abcde}	۳۸۹۰۰^{bcde}	۷۳۳۵^{dce}	۱۷۶۵۴^{c}	۷۱۶۳^{a}	۰/۹۸ ^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر می‌باشند. * تیمارها در قسمت مواد و روش‌ها معرفی شده‌اند.

رابطه بین ارتفاع آب آبیاری و ارتفاع بوته با $R^2 = 0.95$ به صورت $Y = 97.498 + 1.6627 * X$ حاصل شد، که در آن: Y ارتفاع بوته (cm) و X ارتفاع آب آبیاری (cm) می‌باشد. کاهش ارتفاع بوته بر اثر کم‌آبیاری در این تحقیق، با یافته‌های کاکیر (۱۰) که گزارش کرد: "تنش آبی در مرحله رشد رویشی، ارتفاع بوته و سطح برگ را کاهش می‌دهد." هماهنگ است. برای ارتفاع بوته با اطمینان ۹۹ درصد، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد؛ اما در مقایسه گروهی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. به بیان دیگر، کم‌آبیاری بر ارتفاع بوته، تاثیر گذار بوده و آن را کاهش می‌دهد؛ اما بین روش‌های مختلف اعمال کم‌آبیاری، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. متوسط ارتفاع بوته برای تیمارهائی که با کم‌آبیاری به مقدار ۵۰ درصد آبیاری شدند، بیانگر برتری آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت، نسبت به خشکی موضعی ریشه می‌باشد.

تاثیر کم‌آبیاری بر عملکرد علوفه

بیشترین مقدار علوفه تر ۶۰۵۳۳ و کمترین آن ۲۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار (با ۶۱ درصد کاهش) به ترتیب متعلق به تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از یک آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه و تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه آبیاری در تمام دوره رشد گیاه بود. بنابراین ۳۵ درصد کاهش مصرف آب آبیاری، باعث کاهش عملکرد علوفه تر به مقدار ۶۱ درصد شده است. این نتیجه، اظهارات ادمیدز و همکاران (۱۲) را که اعلام کردند: "بسته به شدت و زمان وقوع خشکی کاهش عملکرد گیاه ذرت به ۸۰ درصد نیز می‌رسد." تایید می‌کند. در پژوهش حاضر، رابطه بین ارتفاع آب آبیاری با عملکرد علوفه تر به صورت $Y=۴۳/۹۰۹\times W^2-۳۵۳۴/۸\times W+۱۰۳۲۷۶$ به دست آمد که در آن Y: عملکرد علوفه تر ($kg.ha^{-1}$) و W: ارتفاع آب آبیاری (cm) می‌باشد. خالص‌پور و همکاران (۳) عملکرد علوفه تر برای ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ را برابر ۶۶۹۷۵ کیلوگرم در هکتار (۶۶۹۷/۵ گرم در متر مربع) گزارش کردند. که با یافته‌های این طرح نزدیکی خوبی دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که با اطمینان ۹۹درصد عملکرد علوفه تر ذرت، بین تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری خواهد بود. مقایسه گروهی برای عملکرد علوفه تر در گروه ۲ دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

بالاترین مقدار علوفه خشک ۱۵۴۲۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه و کمترین آن ۴۷۶۸ (با ۶۹ در کاهش) در تیمار کم‌آبیاری سنتی به مقدار ۵۰ درصد در تمام دوره رشد گیاه اتفاق افتاد. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش آب آبیاری از عملکرد علوفه خشک گیاه کاسته می‌شود. کاهش مصرف، ۳۵ درصدی در آب، باعث کاهش ۶۹ درصد عملکرد علوفه خشک گردید. رابطه بین ارتفاع آب آبیاری با عملکرد علوفه خشک به صورت معادله $Y=۱۲/۹۳۸\times W^2-۱۰۶۶\times W+۲۸۶۳۵$ به دست آمد که در آن Y: عملکرد علوفه خشک ($kg.ha^{-1}$) و W: ارتفاع آب آبیاری (cm) می‌باشد.

کریمی و همکاران (۵) عملکرد علوفه خشک ذرت را ۱۶۱۹۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. که با یافته‌های این طرح هماهنگی دارد. تجزیه واریانس برای علوفه خشک بین تیمارهای طرح، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد را نشان می‌دهد. مقایسات گروهی نشان می‌دهد که عملکرد علوفه خشک در گروهای ۱، ۳و ۴ اختلاف معنی‌داری ندارد؛ اما در گروه مقایسه‌ای شماره ۲ در سطح ۵درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

تاثیر کم‌آبیاری بر عملکرد بیولوژیکی

عملکرد بیولوژیکی، وزن خشک کل اندام هوایی گیاه (برگ، ساقه، چوب و غلاف بلال، دانه و...) می‌باشد. بالاترین عملکرد بیولوژیکی ۳۲۴۳۱ کیلوگرم در هکتار (با ۴۴درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) متعلق به تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت در مرحله اول رشد گیاه و کمترین مقدار آن برابر ۱۷۶۵۴ (با ۲۲درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد و ۴۵/۵درصد کاهش نسبت به مقدار ماکزیمم) کیلوگرم در هکتار و متعلق به تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه دور آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه بود. عملکرد بیولوژیکی ذرت گزارش شده در ایران متفاوت و همگی کمتر از نتیجه این طرح می‌باشند.

تاثیر کم‌آبیاری بر عملکرد دانه

کردا و همکاران (۱۷) عملکرد دانه گیاه ذرت هیبرید سل (با عملکرد بالا) در شرایط آبیاری کامل را برابر ۰/۷۴± ۱۰/۷۹ تن در هکتار، در خشکی موضعی ریشه با ۵۰ درصد کم‌آبیاری (PRD50) برابر ۰/۱۷±۸/۶۱ تن در هکتار و در ۵۰ درصد کم‌آبیاری سنتی (DI50) برابر با ۰/۰۸±۸/۳ تن در هکتار گزارش کردند. در طرح حاضر بالاترین عملکرد دانه (با ۱۴ درصد رطوبت) برابر ۱۲۱۱۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن (با ۴۰/۸ درصد کاهش) برابر ۷۱۶۳ به ترتیب در تیمارهای خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه و تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه دور آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه به دست آمد. با وجود اینکه کردا و همکاران (۱۷) هیبرید استفاده شده در طرح خود را "با عملکرد بالا" معرفی می‌کنند؛ اما عملکرد دانه درطرح حاضر (با هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) از نتایج گزارش شده توسط کردا و همکاران بیشتر است. لک و همکاران (۷) ۴۰درصد کاهش عملکرد دانه ذرت بر اثر تنش شدید را گزارش کردند. که با یافته‌های این طرح همخوانی دارد. در این طرح نتایج نشانگر این واقعیت است که گیاه ذرت با دریافت آب به مقدار ۷۵درصد نیاز آبی، بیشترین عملکرد دانه را خواهد داشت. نتایج حاصل از تجزیه آماری توسط نرم افزار SAS (ver.9.1)، برای صفت عملکرد دانه بین تیمارها و گروه‌های مقایسه‌ای اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در طرح حاضر، تنش در سه مرحله از رشد گیاه (تمام دوره رشد، رشد رویشی و رشد زایشی) اعمال شد. کاهش عملکرد دانه، برای گیاهانی که در مرحله اول رشد دچار تنش بودند برابر ۳/۵درصد، برای گیاهانی که در مرحله دوم رشد دچار تنش بودند برابر ۷/۷درصد و برای گیاهانی که در تمام دوره رشد دچار تنش بودند برابر ۱۶/۹درصد نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. این نتایج نشانگر تاثیر بیشتر تنش اعمال شده در مرحله دوم رشد بر عملکرد دانه، نسبت به اعمال تنش در مرحله اول می‌باشد.

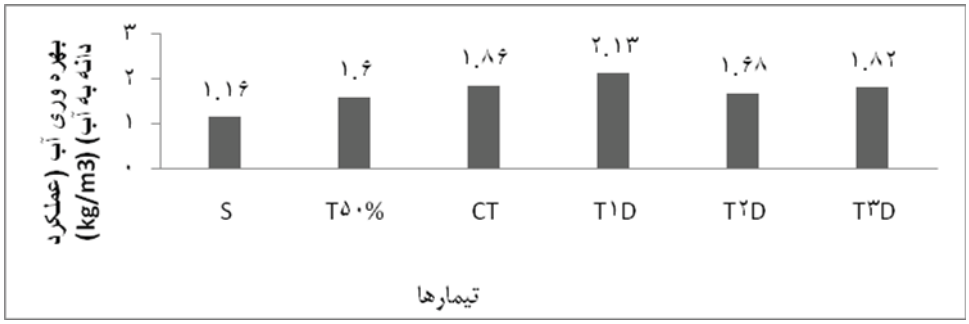
تاثیر کم‌آبیاری بر کارآیی مصرف آب

در این پژوهش بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب برای عملکرد دانه، برابر ۲/۱۳ کیلوگرم دانه به ازاء هر متر مکعب آب، برای تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر آبیاری در تمام دوره رشد گیاه و کمترین مقدار آن برابر ۰/۹۸ کیلوگرم دانه به ازاء هر متر مکعب آب، برای تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه دوره آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه به دست آمد. کارآیی مصرف آب در تیمار شاهد برابر با ۱/۱۶ حاصل شد که نسبت به بیشترین مقدار خود ۴۵درصد کاهش را نشان می‌دهد. کارآیی مصرف آب برای تیمارهائی که در تمام طول دوره رشد گیاه تحت کم‌آبیاری (آبیاری با ۵۰درصد نیاز آبی گیاه) قرار داشتند، در مقایسه با تیمار شاهد در شکل ۱ آمده است. در این گروه بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب دانه ذرت متعلق به تیمار خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر آبیاری در تمام دوره رشد گیاه و کمترین آن متعلق به تیمار کم‌آبیاری سنتی (۵۰درصد) در تمام دوره رشد می‌باشد.

همانگونه که در شکل ۱ آمده، کارآیی مصرف آب (عملکرد دانه به آب مصرفی) برای ذرت با روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر بیشتر از روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و بیشتر از کم‌آبیاری سنتی می‌باشد. این نتیجه با یافته‌های کنگ و همکاران (۱۵) هماهنگ است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- بهره‌وری آب (عملکرد دانه به آب مصرفی) ($kg.m^{-3}$) در تیمارهای با ۵۰درصد کم‌آبیاری در تمام دوره رشد گیاه

می‌توان گفت، آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان متغیر روش مناسبی برای کاهش مصرف آب در اراضی فاریاب، ذرت کاری در مناطق خشک می‌باشد. جداول تجزیه آماری ۱ و ۲ اختلاف معنی-داری بین تیمارها و گروه‌های مقایسه‌ای برای کارآیی مصرف آب را نشان نمی‌دهند.

نتیجه گیری

هدف از اجرای کم‌آبیاری رسیدن به حداکثر تولید به ازاء هر واحد آب و دست یابی به سود خالص بیشتر است. نقطه مشترک طرح‌های کم‌آبیاری، یافتن بهترین روش اعمال آن برای هر گیاه می باشد. هر طرح کم‌آبیاری باید به این سوال پاسخ دهد: " در چه مرحله‌ای از رشد گیاه، با چه روش و به چه مقدار کم‌آبیاری بایداعمال شود؟ " نتایج این طرح نشان می‌دهد، تامین آب مورد نیاز در مرحله رویشی، تاثیر زیادی در عملکرد علوفه گیاه دارد. ارتفاع گیاه تحت تاثیر کم-آبیاری در این مرحله از رشد قرار می‌گیرد. در ضمن روش اعمال کم-آبیاری نیز در این تاثیر نقشی ندارد. بنابراین با هدف برداشت علوفه بیشتر به ازاء هر واحد آب آبیاری، اجرای کم‌آبیاری در این مرحله توصیه نمی‌گردد. اما برای برداشت بیشتر دانه، و رسیدن به عملکرد بیولوژیکی بیشتر، به ازاء هر متر مکعب آب مصرفی، نیازی به آبیاری کامل گیاه در مرحله زایشی نیست و می‌توان از خشکی موضعی ریشه به عنوان کم‌آبیاری استفاده کرد. با توجه به کارآیی مصرف آب بدست آمده، می توان گفت : مناسبترین روش اعمال کم‌آبیاری برای گیاه ذرت دانه‌ای در منطقه کرمان، خشکی موضعی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از هر دور آبیاری (فاصله ۱۴ روزه) می‌باشد.

سپاسگزاری

لازم است از مدیریت محترم قطب علمی" مدیریت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز"، مسئولین محترم دانشکده کشاورزی فجر، دانشگاه شهید باهنر کرمان که با کمکهای مالی و حمایتهای معنوی خود پیشرفت طرح را تسریع بخشیدند، تشکر نمود.

منابع

۱- انصاری ح.، میرلطیفی م. و شرفی ع.ا. ۱۳۸۵. تاثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت زودرس. مجله علوم خاک وآب. ۲۰(۲): ۳۳۸-۳۴۸.

۲- بختیاری ب.، لیاقت ع.م.، خلیلی ع. و خانجانی م.ج. ۱۳۸۸. ارزیابی دو مدل ترکیبی برآورد تبخیر- تعرق مرجع چمن در بازه زمانی ساعتی (مطالعه موردی اقلیم کرمان). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک ۱۳(۵۰): ۲۶-۱۳.

۳- خالص‌پور ش.، آقا علیخانی م. و مدرس ثانوی س.ع.م. ۱۳۸۹. تأثیر مقدار کود نیتروژن برعملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت، ارزن مرواریدی و سورگوم در نظام کشت دوگانه . نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۶): ۹۳۸-۹۳۰.

۴- سپهری ع.، مدرس ثانوی س.ع.م.، قره یاضی ب. و یمینی ی. ۱۳۸۱. تاثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران. ۴(۳): ۱۹۵-۱۸۴.

۵- کریمی م.، اصفهانی م.، بیگلوئی م.ح.، ربیعی ب. و کافی قاسمی ع. ۱۳۸۸. تاثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر صفات مورفولوژیک و شاخص‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط آب و هوائی رشت. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲):۱۰۹-۹۱.

۶- گواهی م. ۱۳۸۵. بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف کودهای پتاسیم و سولفور بر عملکرد، اجزاء عملکرد، درصد روغن و پروتین کلزای بهاره

Archive of SID

www.SID.ir

رقم هایولای ۴۰۱. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید باهنر کرمان. دانشکده کشاورزی.
۷- لک ش.، نادری ا.، سیادت س.ع.، آینه بند ا. و نورمحمدی ق. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. ۸(۲): ۱۷۰-۱۵۳.
۸- نور محمدی ق.، سیادات س. و کاشانی ع. ۱۳۸۰. زراعت جلد اول (غلات). دانشگاه شهید چمران اهواز. چاپ سوم. ۴۴۶ ص.
۹- هاشمی نیا س.م. ۱۳۸۳. مدیریت آب در کشاورزی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۳۳ ص.
10- Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89:1-16.
11- Davies W.J., and Zhang J. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 42:55-76.
12- Edmeades G.O., Bolanos G., Hernandez M., and Bello S. 1993. Causes for silk delay in a lowiand tropical maize population. Crop Sci.33:1029-1035.
13- Han Y.L., and Kang S.Z. 2002. Effects of the controlled partial rootzone irrigation on root nutrition uptake of maize (*Zea mays* L.). Trans. Of Chinese Sco. Agric. Eng. (in Chinese) 18(1):57-59.
14- Jovanovic Z., Stikic R., Vucelic-Radovic B., Paukovic M., Brocic Z., Matovic G., Rovcanin S., and Mojevic M. 2010. "partial root-zone drying increases WUE, N and antioxidant content in field potatoes." Europ. J. Agronomy 33:124-131.
15- Kang S., Liang Z., Pan Y., Shi P., and Zhang J. 2000. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agric. Wat. Manage. 45: 267-274.
16- Kirda C. 2002. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. PP.3-10. in: FAO, Water Reports No: 22, Deficit Irrigation Practices. http://www.fao.org/docrep/004/Y3655E/Y3655E00.htm.
17- Kirda C., Topcu S., Kaman H., Ulger A.C., Yazici A., Cetin M., and Derici M.R. 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. Field Crops Research 93:132–141.
18- Roosta H.R., Shahnzari A., and Nazari F. 2009. Comparative effects of conventional irrigation (CI) and partial root zone drying (PRD), and various sources of nitrogen on growth and yield in potato under field condition. Am. Eurasian J. Sustain. Agric. 3(4): 643-651.
19- Sepaskhah A.R., and Khajehabdollahi M.H. 2005. Alternate Furrow Irrigation with Different Irrigation Intervals for Maize (*zea mays* L.). Plant Prod. Sci. 8(5): 592-600.
20- Sepaskhah A.R., and Parand A.R. 2006. Effects of Alternate Furrow Irrigation with Supplemental Every-Furrow Irrigation at Different Growth Stages on the Yield of Maize (*Zea mays* L.). Plant Prod. Sci. 9(4): 415-421.
21- Tesfaye S.G., Razi I.M., and Maziah M. 2008. Effects of deficit irrigation and partial rootzone drying on growth, dry matter partitioning and water use efficiency in young coffee (*Coffee arabica* L.) plants. Journal of Food, Agriculture Environment. 6:312-317.
22- Trimmer W.L. 1990. Partial irrigation in Pakistan. ASCE, J. Irrig. and Drain. Eng, 116(3): 342-353.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 6, Jan.-Feb. 2013, p. 1514-1521

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۱، ص. ۱۵۲۱-۱۵۱۴

Effect of Deficit Irrigation and Partial Rootzone Drying on Yield, Yield Components and Water use efficiency of maize (*Zea mays* L.) SC 704.

A. Rezaei Estakhroeih[1]- A. Hooshmand[2]- S.Bromand Nasab[3]- M.J. Khanjani[4]

Received:23-4-2012
Accepted:18-11-2012

Abstract

Deficit irrigation is an optimization strategy for water use efficiency in irrigation. This research was conducted to evaluation effect of deficit irrigation (DI) and partial root zone drying (PRD) on yield, yield components and water use efficiency of corn. Research was conducted on Shahid Bahonar University of Kerman in the spring of 2010 using a completely randomized block design with one control, 18 deficit irrigation treatment and three blocks. Deficit irrigation treatments were included: mild water stress (irrigation with ۷۵درصد ETP), high water stress (irrigation with %50 ETP), fixed every other furrow irrigation and three partial root zone drying (Change the wet furrows in every irrigation, Change the wet furrows in every other irrigation and change the wet furrows in every second irrigations). Every treatment was applied at three growth stages of corn (all periods of growth, vegetative growth stage and reproductive growth stage). The highest biological yield obtained 32431 and the lowest was 17654 kg per hectare. The highest grain yield was 12115 kg per hectare and the lowest was 7163. Water use efficiency (km grain yield per cubic meter of water) for the control treatment was equal to 1.16 and for partial root zone drying with change the wet furrows in every irrigation (14 days) in all periods of growth treatment was equal to 2.13. Results showed that partial root zone drying with one interval irrigation (14-day) was the best choice to apply deficit irrigation on corn.

Keywords: Deficit irrigation, Partial root zone drying, Corn, Yield, Water use efficiency

Archive of SID

1,4- Assistant Professor and Professor, Department of water Engineering Faculty of Agricultural, Shahid Bahonar University, Kerman
(*-Corresponding Author Email: rezaei@mail.uk.ac.ir)
2,3- Assistant Professor and Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz

www.SID.ir