

## اثرات کم آبیاری و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان روغنی

عیسی عبداللهی<sup>۱</sup>، ساسان رضادوست<sup>۲</sup>، مهدی غفاری<sup>۳</sup> و اسماعیل علیزاده<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور بررسی اثرات کم آبیاری و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتابگردان روغنی، آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی طی سال زراعی ۱۳۸۷ با چهار تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوی اجرا گردید. آزمایش با چهار تیمار اصلی آبیاری (آبیاری جویچه‌ای معمولی، آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت، آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر و دور آبیاری یک در میان) و سه تیمار فرعی کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم) اجرا شد. نتایج نشان داد که روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر ضمن صرفه‌جویی ۵۰ درصدی آب مصرفی، با کاهش عملکرد دانه و روغن به ترتیب ۲۴/۵ و ۲۹/۲ درصد برترین تیمار در بین تیمارهای تحت تنش خشکی بود. با افزایش مصرف پتاسیم از ۲۵ به ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم، عملکرد دانه و روغن به ترتیب ۱۹/۳۴ و ۱۶/۷ درصد افزایش یافت. اثرات متقابل کم آبیاری و مصرف پتاسیم بر صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد روغن معنی‌دار شد. در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم نسبت به مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم عملکرد روغن به میزان ۲۵/۳ درصد افزایش یافت. با این حال بیشترین تأثیر پتاسیم بر افزایش عملکرد روغن (۱۵۸۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبی کامل و با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم مشاهده گردید.

کلمات کلیدی: آبیاری جویچه‌ای یک در میان، آفتابگردان، پتاسیم، کم آبیاری، عملکرد روغن.

تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۱۲

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی (نویسنده مسئول).

Email : [i.abdollahy@gmail.com](mailto:i.abdollahy@gmail.com)

۲- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی

۳- اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

## مقدمه و بررسی منابع علمی

اقلیم ایران خشک بوده و نوسانات شدید بارندگی در مقیاس‌های روزانه، فصلی و سالانه موجب عدم اطمینان کافی نسبت به دریافت حداقل بارش مورد نیاز جهت مصارف کشاورزی می‌شود (حامدی و همکاران، ۱۳۸۴). در ایران بهره‌وری آب پایین است، بنابراین موضوع حفاظت و استفاده بهینه از آب و اعمال روش‌های نوین آبیاری امری ضروری است (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۳). با توجه به روند افزایش سطح زیر کشت آفتابگردان و حساسیت آن به تنش کم آبی به خصوص در مقاطعی از دوره رشد، لازم است علاوه بر ترویج الگوهای صحیح استفاده از آب، الگوهای مدیریتی دیگری که انجام آن برای زارعین امکان‌پذیر بوده و در عین حال از هزینه کمتری برخوردارند نیز اتخاذ شود تا در مواقع کمبود آب و دوره‌های خشکسالی بتوان از آنها استفاده نمود. کم آبیاری<sup>۱</sup> یکی از روش‌های مدیریتی است که می‌توان آن را به شیوه‌های مختلف در مقاطعی از دوره رشد گیاه اعمال نمود. آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت<sup>۲</sup> و یک در میان متغیر<sup>۳</sup> از جمله روش‌های اعمال کم آبیاری جهت استفاده بهینه از آب آبیاری می‌باشد. آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب به این مفهوم است که یکی از دو جویچه مجاور به صورت متناوب آبیاری گردیده، لیکن در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت فقط یکی از دو جویچه مجاور

در کلیه آبیاری‌ها، آب دریافت می‌نماید (خرمیان، ۱۳۸۱). فیشباخ و مولینه (۱۹۷۴) نشان دادند که آبیاری جویچه‌ای یک در میان ذرت در خاک لوم رسی سیلتی به طور متوسط ۲۹ درصد در آبیاری صرفه‌جویی نموده در حالی که عملکرد دانه فقط ۴/۷ درصد کاهش یافته است. شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی سه روش آبیاری به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب ۲۱/۲ و ۲۵/۵ درصد نسبت به روش آبیاری معمولی آب کمتری مصرف شده است. وان و همکاران (۲۰۰۳) در آمریکا، کارایی مصرف آب را در آبیاری یک در میان متغیر و ثابت برای تولید لوبیای روغنی به ترتیب ۶/۱۲ و ۵/۵۲ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر گزارش کردند. هواسی پور و همکاران (۱۳۸۵) در نیشکر کارایی مصرف آب را به روش آبیاری معمولی، جویچه‌ای یک در میان متغیر و یک در میان ثابت به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۵۳ و ۰/۳۸ کیلوگرم شکر بر متر مکعب آب مصرفی به دست آورد.

کاهش اثرات سوء تنش خشکی و بالا رفتن کارایی مصرف آب به وسیله پتاسیم توسط محققین زیادی به اثبات رسیده است. پتاسیم اصلی‌ترین محلول اسمتیک در گیاهان است (وینجونز و همکاران، ۱۹۷۹). تجمع یون پتاسیم در اندام‌های گیاهی موجب مقاومت به خشکی و شوری می‌شود، زیرا پتاسیم یک محلول اسمزی فعال است که در جذب سطحی آب در سلول و تمام سطوح گیاهان شرکت می‌کند، پتاسیم با اثر بر باز و بسته

1. Irrigation deficit

2. Fixed every other furrow irrigation

3. Variable every other furrow irrigation

در شرایط تنش کم آبی افزایش محصول ۳۰ درصد و در شرایط آبیاری نرمال ۱۶/۵ درصد با استعمال ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم نسبت به تیمار شاهد ( $k_2O=0$ ) بوده است. در تحقیق خسروی فر و همکاران (۲۰۰۸) بر اثر مصرف پتاسیم، آب محتوی برگ سیب زمینی ۱۳/۶ درصد افزایش و به تبع آن فشار هیدرواستاتیکی لازم برای افزایش وزن غده تأمین شد. جنوبی و دانشیان (۱۳۸۰) در سویا ثابت کردند که با افزایش شدت تنش خشکی، مصرف پتاسیم، تعداد و وزن هر غلاف در گره‌های میانی و سپس تحتانی را نسبت به عدم کاربرد پتاسیم افزایش داد. محمدی و حقیقی (۱۳۸۶) در آزمایشی بر روی شبدر ایرانی به این نتیجه رسیدند که در شرایط تنش شدید خشکی، همبستگی نسبتاً خوبی بین کود پتاسه مصرفی و کارایی مصرف آب وجود دارد. فروهر و مهدوی (۱۳۸۶) اظهار نمودند که در مقادیر رطوبت کم خاک پخشیدگی پتاسیم کاهش می‌یابد.

در خصوص آبیاری آفتابگردان به روش جویچه‌ای یک در میان مطالعات بسیار محدودی انجام یافته است و با توجه به اینکه تأثیر عنصر پتاسیم بر افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان را تحقیقات زیادی به اثبات رسانده است و با اشاره به این نکته که پتاسیم در افزایش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی در شرایط تنش خشکی موثر بوده است، بنابراین همراه کردن این شیوه مقابله با تنش خشکی با روش‌های کم آبیاری در کاهش صدمات ناشی از آن و صرفه‌جویی در آب

شدن روزنه‌ها، حفظ آماس سلولی، کاهش از دست رفتن آب و پژمردگی و توازن آب در بافت‌های گیاهی موجب بالا بردن کارایی مصرف آب و کاهش اثر تنش خشکی می‌شود (هیسائو و لانوچی، ۱۹۸۶ و ایماس و ماگان، ۲۰۰۰). کمبود پتاسیم موجب باز شدن روزنه‌ها و افزایش تعرق در زیتون شده است (آراکور و همکاران، ۲۰۰۶). تجمع و آزاد شدن پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه‌ها باعث تغییر آماس سلولی و در نتیجه موجب باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود (دلاگاردیا و بلوچ، ۱۹۸۰؛ فیشر و هیسائو، ۱۹۶۸ و منگل و آرنک، ۱۹۸۲). گیاهانی که در محیطی با پتاسیم کافی رشد می‌کنند نسبت به گیاهان تحت تنش پتاسیم بافت‌های آبدار بهتری دارند (منگل و کیرکبی، ۲۰۰۱). گیاهان متحمل به تنش‌های محیطی نظیر خشکی نیازمندی درونی پتاسیم آنها بالاست (کاکماک، ۲۰۰۵). لایند هاور (۱۹۸۵) کاهش اثرات سوء تنش خشکی بر آفتابگردان را به وسیله کوددهی پتاسیم گزارش نموده است. گونزالس و همکاران (۲۰۰۸) در یک تحقیق در مورد آفتابگردان و زیتون نشان دادند که در اثر کمبود متعادل پتاسیم در شرایط تنش خشکی مکانیسم بسته شدن روزنه‌ها دچار اختلال شده و بافت‌های گیاه دهیدراته شدند. فورنیر و همکاران (۲۰۰۵) ثابت کردند که در آفتابگردان مبتلا به کمبود پتاسیم نسبت به آفتابگردان با پتاسیم نرمال حساسیت به هورمون اسید آبسزیک و کارایی مصرف آب کمتر است. عبدالهادی و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که

آبیاری در شرایط محدودیت آب در دسترس زارع از اهداف این تحقیق می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال زراعی ۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی واقع در دو کیلومتری شمال این شهرستان اجراء گردید. ایستگاه با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۷ متر قرار گرفته است. این منطقه دارای متوسط دمای سالیانه ۱۱/۹ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی پنجاه سال اخیر ۲۹۲/۶ میلی‌متر است (بی‌نام، ۱۳۸۷). آزمایش با چهار تیمار اصلی آبیاری (آبیاری جویچه‌ای معمولی، آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت، آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر و دور آبیاری یک در میان) و سه تیمار فرعی کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم (۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم) با چهار تکرار در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت فرعی شامل پنج ردیف کاشت به طول چهار متر به مساحت ۱۲ مترمربع و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. کاشت به صورت جوی پشته صورت گرفت. فاصله بوته بر روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که در این صورت میزان تراکم ۶۶۶۶۶ بوته در هکتار به دست آمد. در بین کرت‌های اصلی دو ردیف و در بین کرت‌های فرعی یک ردیف و همچنین در

بین تکرارها یک متر فاصله جهت جلوگیری از انتقال آب در زمان اعمال تیمارهای آبیاری به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. برای حصول نتایج آماری صحیح و حذف اثرات حاشیه‌ای از دو ردیف کناری هر کرت و همچنین از ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر ردیف در هنگام نمونه‌برداری و برداشت نهایی صرف نظر شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم پاییزه، شخم تکمیلی بهاره، دیسک، تسطیح زمین و تهیه جوی پشته بود. بر اساس نتایج تجزیه خاک، کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. یک سوم کود اوره قبل از کاشت و بقیه کود اوره در دو مرحله ۸ - ۶ برگی و قبل از مرحله ستاره‌ای شدن به صورت سرک مصرف شد. با توجه به بالا بودن میزان فسفر قابل جذب خاک (۱۶/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از کود فسفاته استفاده نگردید. کود سولفات پتاسیم بر اساس نقشه کاشت به صورت نواری و به فاصله پنج سانتی‌متر از خطوط کاشت در عمق تقریباً ۱۰ سانتی‌متری (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) قرار داده شد. با توجه به اینکه میزان پتاسیم قابل جذب خاک ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود، بالاترین سطح تیمار پتاسیم بر اساس توصیه آزمون خاک انجام گرفت (جدول ۱). کشت به صورت خشکه‌کاری در ۲۶ اردیبهشت ماه انجام گردید (در محل کاشت سه عدد بذر در عمق سه تا چهار سانتی‌متری خاک در محل داغ آب یک طرف پشته کاشته شد). آبیاری به روش سیفونی با سیفون‌هایی به قطر یک اینچ انجام گردید. بعد از سبز شدن کامل بوته‌ها در

عملکرد دانه و روغن از هر کرت تعداد ده بوته که به طور تصادفی پوشیده شده بودند برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها ثبت گردید. برای محاسبه عملکرد دانه پس از خرمن کوبی و جدا کردن دانه از طبق، دانه‌ها در آون ۴۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری گردید و وزن آنها بر حسب کیلوگرم در واحد سطح تعیین شد. برای تعیین درصد روغن دانه، مقدار ۴۰ گرم دانه از هر واحد آزمایشی به آزمایشگاه دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج ارسال گردید و در آنجا با استفاده از دستگاه تشدید مغناطیس هسته<sup>۱</sup> درصد روغن تعیین گردید. عملکرد روغن با استفاده از رابطه زیر بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

$$\text{درصد روغن} \times \text{عملکرد دانه} = \frac{\text{عملکرد روغن}}{100}$$

داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار آماری Mstac تجزیه واریانس شدند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه و نمودارها و جداول مربوطه توسط نرم افزار Excel ترسیم شدند.

مرحله چهار برگی اقدام به تنک کردن بوته‌های اضافی گردید. تیمار کم آبیاری از مرحله ستاره‌ای شدن آغاز گردید. دور آبیاری بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A و لحاظ نمودن میزان آب بارندگی تنظیم گردید و به منظور یکنواخت شدن حجم آب ورودی به داخل جویچه‌ها از سیفون‌های هم قطر و در یک زمان ثابت استفاده گردید. در آبیاری جویچه‌ای معمولی تمام جویچه‌ها در هر دور آبیاری پر از آب می‌شدند. در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت بعد از اعمال تنش کم آبی از هر دو جویچه یکی آبیاری می‌شد و جای آن تا پایان دوره ثابت می‌ماند. در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر از هر دو جویچه یکی آبیاری می‌شد و در هر دور آبیاری جای جویچه‌ها عوض می‌شد. در طی فصل زراعی جویچه‌ها به طور مرتب مرمت می‌شدند تا از نفوذ آب به جویچه‌های مجاور ممانعت شود. همچنین دو بار داخل ردیف‌ها در مراحل چهار و هشت برگی و جین دستی گردید. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، طول بوته‌ها از سطح زمین تا سطح زیرین طبق با استفاده از متر اندازه‌گیری و سپس میانگین آنها بر حسب سانتی‌متر ثبت گردید. به منظور تعیین قطر ساقه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، قطر ساقه نمونه‌های برداشت شده در ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و میانگین آنها بر حسب میلی‌متر به عنوان قطر ساقه ثبت گردید. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، برای اندازه‌گیری صفات

مشاهدات مزرعه‌ای: در کرت‌هایی با تغذیه بالای پتاسیم، ورس و علائم تشنگی بوته‌های آفتابگردان کمتر مشاهده گردید، همچنین تأثیر تنش خشکی در تسریع گل‌دهی و رسیدگی نیز قابل ملاحظه بود، به طوری که تیمارهایی که تحت تنش خشکی بودند نسبت به بقیه تیمارها مرحله گل‌دهی را زودتر شروع کرده و رسیدگی فیزیولوژیکی یک هفته زودتر اتفاق افتاد.

ارتفاع بوته: اثر متقابل کم آبیاری و پتاسیم بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). با توجه به شکل ۱ نتیجه می‌شود که سه روش آبیاری معمولی، جویچه‌ای یک در میان ثابت و جویچه‌ای یک در میان متغیر از لحاظ ارتفاع بوته در یک سطح آماری قرار دارند و ارتفاع بوته در تیمار دور آبیاری یک در میان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با ارتفاع بوته سه روش آبیاری مذکور دارد و در دور آبیاری یک در میان با مصرف اکسید پتاسیم به میزان ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار ارتفاع بوته افزایش معنی‌داری نسبت به مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم نشان داد. این مسأله حاکی از تأثیر افزایشی مصرف پتاسیم در شرایط کم آبی در ارتفاع بوته به شمار می‌رود. اسکندری (۱۳۷۹) در آزمایشی بر روی گندم زمستانه این مطلب را به اثبات رساند که با افزایش سطوح پتاسیم اثر سوء تنش خشکی بر ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. در تیمار شاهد افزایش مصرف پتاسیم منجر به کاهش جزئی ارتفاع بوته شد که احتمالاً ناشی از آب‌شویی و عدم جذب

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کشت در عمق ۰-۳۰ سانتیمتر

۰/۰۷۱	نیتروژن (%)
۱۶/۶	فسفر قابل جذب (mg/kg)
۲۰۰	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۲۹	درصد شن (Sand)
۴۲	درصد سیلت (Silt)
۲۹	درصد رس (Clay)
لومی رسی	کلاس بافت خاک
۱۴	درصد مواد خنثی شونده (T.N.V)
۰/۵۴	درصد کربن آلی (O.C %)
۱/۵	هدایت الکتریکی خاک (ds/m)
۷/۴	اسیدیته گل اشباع pH

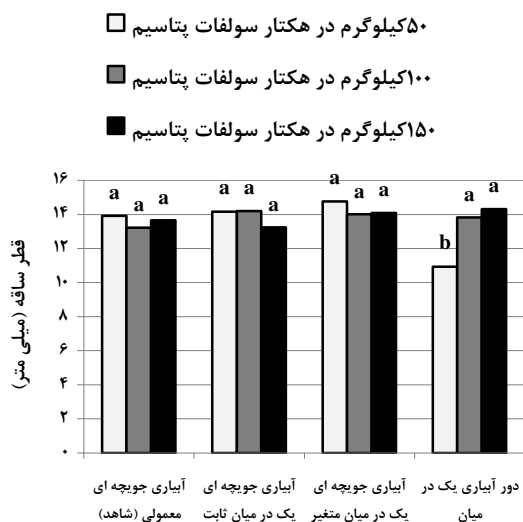
جدول ۲- توصیه کود پتاسیم برای کشت آفتابگردان در خاک‌هایی با درصد رس کمتر از ۳۰٪ (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹)

پتاسیم قابل استفاده خاک (mg/kg)	کلرور یا سولفات پتاسیم (kg/ha)
<۱۵۰	۲۰۰
۱۵۰ - ۲۰۰	۱۵۰
۲۰۰ - ۲۵۰	۱۰۰
۲۵۰ - ۳۰۰	۵۰
>۳۰۰	۰

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک: خاک محل آزمایش بدون مشکل شوری و قلیائیت بوده و از نظر عناصر غذایی، نیتروژن در حد متوسط به پایین، فسفر در حد بالا و پتاسیم در حد متوسط و پایین تر از نقطه بحرانی قرار دارد (۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک). بافت خاک لومی رسی بوده و احتمال تثبیت مقداری از کاتیون‌های پتاسیم توسط بارهای منفی کلوئیدهای رس وجود دارد (جدول ۱ و ۲).

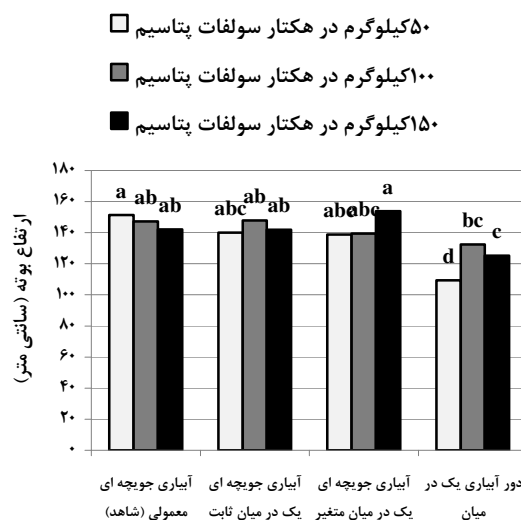
قطر ساقه نسبت به تنش شدیدی که در اثر دور آبیاری یک در میان ایجاد شده بود دارد و کارایی پتاسیم در تیمار دور آبیاری یک در میان در کاهش اثرات تنش خشکی آشکار شده است.



شکل ۲- اثرات کم آبیاری و پتاسیم بر قطر ساقه

**عملکرد دانه:** بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی به میزان ۳۱۵۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که در آن گیاه متحمل هیچ گونه تنش خشکی نشده بود و آبیاری کامل صورت گرفته بود. کمترین عملکرد دانه به میزان ۱۴۹۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار دور آبیاری یک در میان به دست آمد (شکل ۳). کاهش عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت، یک در میان متغیر و دور آبیاری یک در میان به ترتیب ۴۰/۴۱ درصد، ۲۴/۵۸ درصد و ۵۲/۵۳ درصد مشاهده شد. با توجه به موارد مذکور تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر با کمترین کاهش عملکرد نسبت به سایر تیمارهای کم آبیاری در صرفه‌جویی آب آبیاری و حداقل رساندن اثرات

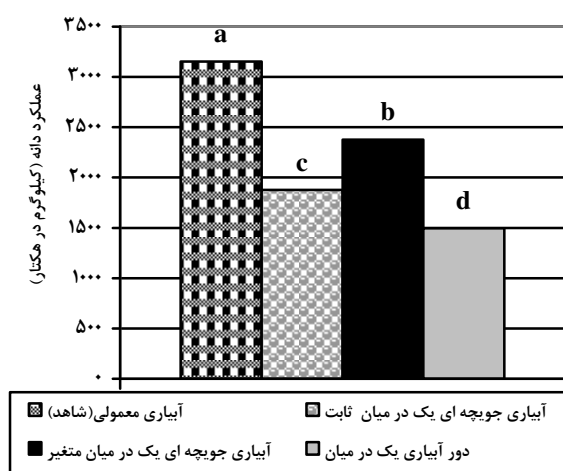
کافی پتاسیم در بوته‌ها بوده باشد. در کل تفاوت کم تیمارهای آزمایشی از نظر ارتفاع بوته شاید به علت تأخیر در زمان اعمال تیمار کم آبیاری باشد که در این مدت بوته‌ها قسمت اعظم ارتفاع خود را کسب کرده بودند.



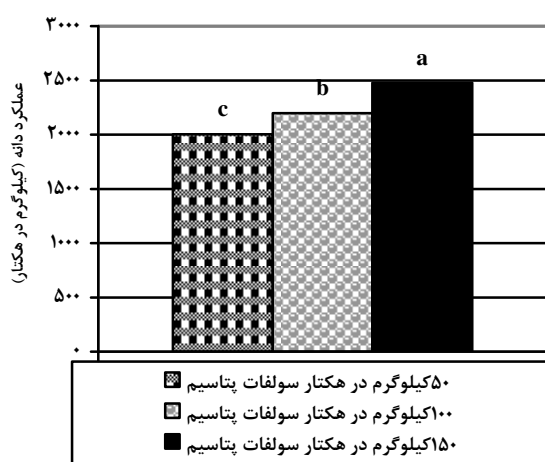
شکل ۱- اثرات کم آبیاری و پتاسیم بر ارتفاع بوته

**قطر ساقه:** اثر متقابل تنش کم آبی و پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردیده است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد نشان داد که در تیمار دور آبیاری یک در میان که حداقل کود پتاسیم مصرف شده بود قطر ساقه به میزان ۱۰/۹۴ میلی‌متر کمترین مقدار را دارا بود که اختلاف معنی‌داری از سایر تیمارها داشت که در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۲). بالاترین مقدار قطر ساقه ۱۴/۷۷ میلی‌متر بود که به تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم تعلق داشت. به نظر می‌رسد تنش‌های ملایم که در اثر روش‌های آبیاری جویچه‌ای اعمال شده بود تأثیر کمتری بر

سلول‌هاست (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). با عنایت به اینکه پتاسیم یکی از عناصر مهم در تغذیه آفتابگردان است، این گیاه اغلب نسبت به مصرف آن (زمانی که از نظر نیتروژن مشکلی نداشته باشد) پاسخ مثبت نشان می‌دهد. بالا رفتن عملکرد دانه آفتابگردان به تناسب افزایش سطوح مصرف پتاسیم توسط محققین دیگر به اثبات رسیده است (سپهر و ملکوتی، ۱۳۸۳؛ مجیدی و همکاران، ۱۳۸۲؛ آنادورای و پالانیپان، ۱۹۹۴ و دلگادو و سانچزرایا، ۱۹۹۹).



شکل ۳- اثر کم آبیاری بر عملکرد دانه



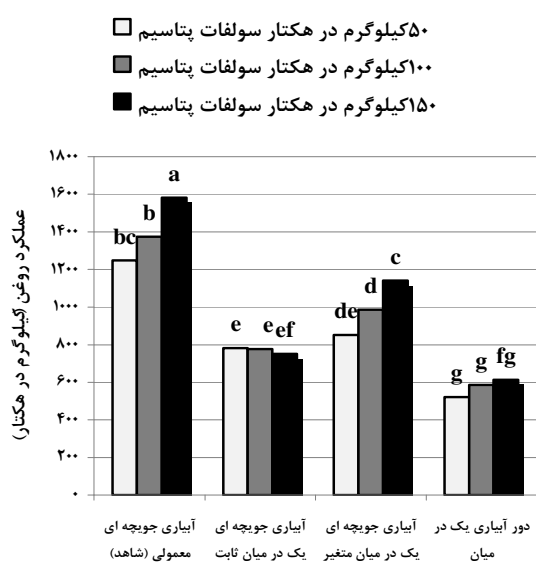
شکل ۴- اثر پتاسیم بر عملکرد دانه

تنش خشکی مناسب بوده است. نتایج یافته‌های پرند (۱۳۷۶) در ذرت، خرمیان (۱۳۸۱) در ذرت دانه‌ای، رمضانی (۱۳۷۶) در نیشکر، سپاسخواه (۱۳۷۵) در چغندر قند، شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۵) در نیشکر، هواسی پور و همکاران (۱۳۸۵) در نیشکر، کانگ و همکاران (۲۰۰۰) در ذرت، کوریشی و همکاران (۲۰۰۱) در نیشکر و وان و همکاران (۲۰۰۳) در لوبیا روغنی، مؤید این مطلب هستند که عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر بهتر از آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت است.

با افزایش سطوح پتاسیم بر عملکرد دانه افزوده شد و بیشترین عملکرد دانه به میزان ۲۴۷۹ کیلوگرم در هکتار از بالاترین سطح مصرف پتاسیم و کمترین عملکرد دانه به میزان ۲۰۰۲ کیلوگرم در هکتار از پایین‌ترین مقدار مصرف پتاسیم به دست آمد (شکل ۴). تیمار کودی ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم از لحاظ تأثیر بر عملکرد دانه در گروه (a) قرار داشت که نسبت به دو سطح دیگر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. پتاسیم به عنوان کاتیون همراه  $NO_3^-$  در انتقال بهتر نترات از ریشه به شاخه و برگ‌های گیاه نقش بسزایی دارد (نورا، ۱۳۷۶). پتاسیم با تأثیر بر فتوسنتز گیاهان عالی موجب افزایش عملکرد آنها می‌گردد. پتاسیم با تنظیم حرکت روزنه‌ها نقش بیشتری در فتوسنتز برگ‌ها بازی می‌کند و به سوخت و ساز گیاه کمک می‌کند. به خوبی مشخص شده است که بزرگ شدن سلول به علت انباشتگی پتاسیم در



جهتی که طی فصل آبیاری می‌شده حرکت نموده و از منابع کمتری از پتاسیم بهره‌مند شده‌اند. خورگامی و همکاران (۱۳۸۳) در بررسی تأثیر تنش کم آبی و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزاء عملکرد در کلزا نشان دادند که پتاسیم در پایداری عملکرد در شرایط تنش خفیف آب موثر بوده و تحمل گیاه را به خشکی افزایش می‌دهد ولی در محدودیت رطوبتی شدیدتر (قطع آب از مرحله گل‌دهی) مصرف پتاسیم تأثیر چندانی در پایداری عملکرد ندارد. فروهر و مهدوی (۱۳۸۶) اظهار نمودند که در مقادیر رطوبت کم خاک پخشیدگی پتاسیم کاهش می‌یابد.



شکل ۵- اثر متقابل کم آبیاری و پتاسیم بر عملکرد روغن

### نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین صفات مهم کمی و کیفی (عملکرد دانه و روغن) نشان داد که بالاترین رکورد عملکرد متعلق به تیمار شاهد (آبیاری بر اساس نیاز

عملکرد روغن: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متقابل کم آبیاری و پتاسیم بر عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها حاکی است که بیشترین عملکرد روغن به میزان ۱۵۸۳ کیلوگرم در هکتار از آبیاری کامل آفتابگردان (روش آبیاری جویچه‌ای معمولی) با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم (گروه a) و کمترین مقدار آن به میزان ۵۴۴/۱ کیلوگرم در هکتار از تیمار دور آبیاری یک در میان با مصرف ۲۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم (گروه g) به دست آمد (شکل ۵). در بین تیمارهای تحت تنش خشکی کارآمدترین تیمار در تولید عملکرد بالای روغن تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر بود که با افزایش سطوح مصرف پتاسیم در این تیمار عملکرد روغن نیز به طور معنی‌داری (۲۵/۳ درصد) افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد روغن به میزان ۱۱۶۶ کیلوگرم در هکتار در بین تیمارهای تحت تنش خشکی متعلق به تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر همراه با مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم بود که در گروه C قرار داشت. مشاهده می‌شود که غیر از تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت در بقیه تیمارها با افزایش سطح پتاسیم عملکرد روغن افزایش یافته است و این نشان دهنده کارایی بهتر پتاسیم در شرایط رطوبت کافی می‌باشد. احتمالاً به خاطر آبیاری یک در میان جوی‌ها است که ریشه‌های گیاه با توجه به هیگروفیل بودن به صورت یک طرفه به

استفاده از ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم برای خاک‌هایی با پتاسیم قابل جذب ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک پیشنهاد می‌شود. بیشترین عملکرد روغن در آبیاری کامل آفتابگردان و مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم حاصل شد و نتیجه می‌شود که در صورت تأمین رطوبت کافی تأثیر پتاسیم بر عملکرد روغن بهتر بوده است. اثر پتاسیم در تعدیل تنش خشکی بر ارتفاع بوته و قطر ساقه نسبت به عملکرد روغن بهتر بوده است و این به علت عدم همبستگی بالای قطر ساقه و ارتفاع بوته با عملکرد روغن می‌تواند باشد. از دو عامل مؤثر در عملکرد روغن، یعنی عملکرد دانه و درصد روغن بیشترین ضریب همبستگی مربوط به عملکرد دانه و بعد از آن درصد روغن بود (جدول ۴).

گیاه) بود، لیکن با وجود صرفه‌جویی قابل ملاحظه آب آبیاری در تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر کاهش ۲۴/۵ و ۲۹/۲ درصدی به ترتیب در عملکرد دانه و روغن مشاهده گردید. بالاترین عملکرد دانه و روغن از روش آبیاری معمولی به دست آمد و در صورت کم آبی روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر به علت بالا بودن عملکرد دانه و روغن نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و دور آبیاری یک در میان بهترین روش بین تیمارهای آبیاری است. بالاترین مقدار عملکرد دانه و روغن از بالاترین سطح مصرف پتاسیم به دست آمد، در نتیجه با توجه به ماهیت پتاسیم دوستی گیاه آفتابگردان جهت رسیدن به عملکردهای بالاتر دانه و روغن

جدول ۳- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد روغن در آفتابگردان روغنی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد روغن	عملکرد دانه	قطر ساقه
تکرار	۳	۸۰۸/۸۲	۳/۶۵	۶۶۳۲۴۷/۹۵
آبیاری	۳	۱۵۳۰/۹۲**	۳/۳۶	۶۱۳۹۹۲۷/۳۹**
خطا (a)	۹	۱۷۱/۲۷	۱/۵۷	۲۲۳۰۹۰/۶۶
پتاسیم	۲	۲۲۰/۳۴	۰/۷۴	۹۱۹۴۲۹/۰۷**
آبیاری × پتاسیم	۶	۲۵۹/۴۶*	۴/۹۵*	۶۴۰۳۶/۱۷
خطا (b)	۲۴	۸۸/۱۳	۱/۸۵	۳۵۷۹۴/۸۶
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۷۵	۹/۹۴	۸/۵۰
				۱۰/۲۳

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

صفات اندازه گیری شده	۱	۲	۳	۴
۱- ارتفاع بوته	۱			
۲- قطر ساقه	۰/۴۸۸**	۱		
۳- عملکرد دانه	۰/۵۶۶**	۰/۱۸۲	۱	
۴- عملکرد روغن	۰/۶۰۲**	۰۰/۲۰۶*	۰/۹۶۶**	۱

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

## سپاس‌گزاری

دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی که اینجانبان را در اجرای این تحقیق یاری نمودند، نهایت تقدیر و تشکر را داریم.

بدین وسیله از زحمات کلیه پرسنل ایستگاه تحقیقات کشاورزی خوی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و

## منابع مورد استفاده

- ✓ اسکندری، ا.ر. ۱۳۷۹. بر همکنش رژیم رطوبتی خاک و سطوح پتاسیم بر رشد رویشی در رقم گندم زمستانه. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت مناطق بیابانی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۷۱ صفحه.
- ✓ بی نام. ۱۳۸۷. مرکز آمار اداره تحقیقات هواشناسی کاربردی استان آذربایجان غربی.
- ✓ پرند، ا.ر. ۱۳۷۶. اثر آبیاری جویچه‌ای معمولی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد ذرت با آبیاری جویچه‌ای یک در میان در شرایط سطح ایستابی عمیق و کم عمق. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- ✓ جنوبی، پ. و ج. دانشیان. ۱۳۸۰. بررسی تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف پتاسیم بر آرشیکت عملکرد دانه سویا. مجموعه مقالات دهمین کنفرانس سراسری زیست‌شناسی ایران. دانشگاه شیراز. صفحه ۵۲۹.
- ✓ حامدی، س.، ع. مهرگان. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. نقش تغذیه متعادل در کاهش اثرات سوء خشکسالی در گیاهان. نشریه فنی شماره ۴۲۴. انتشارات سنا. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.
- ✓ حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۴. تنش شوری. چکیده مقالات اولین همایش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان: ۲۶-۱۰.
- ✓ خرمیان، م. ۱۳۸۱. بررسی اثر کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۳(۱۱): ۱۰۱-۹۱.
- ✓ خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان. جلد اول (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ایران.
- ✓ خورگامی، ع.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی هروان، ا.ح. شیرانی راد. و ف. درویش. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش کم آبی و مقادیر پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام کلزا. مجله علوم کشاورزی. ۱۰(۳): ۳-۱۲.

- ✓ رضانی، م.ح. ۱۳۷۶. کم آبیاری و تأثیر تنش خشکی روی سه واریته نیشکر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان.
- ✓ سپاسخواه، ع.ر. ۱۳۷۵. کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان. مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. مقاله شماره ۱۵. صفحه ۳۰۵-۲۹۱.
- ✓ سپهر، ا. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۳. تأثیر سطوح مختلف پتاسیم و منیزیم بر کمیت و کیفیت آفتابگردان. مجله علوم آب و خاک. ۱۳ (۱): ۳۶-۲۹.
- ✓ شینی دشتگل، ع.، س. جعفری، ن. بنی عباسی. و ع. ملکی. ۱۳۸۵. اثر آبیاری یک جویچه در میان روی خصوصیات کمی و کیفی نیشکر. WWW.CIVILICA.COM
- ✓ فروهر، م. و م. مهدوی. ۱۳۸۶. بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم و دور آبیاری بر رشد و عملکرد کلزا. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، ایران. صفحه ۹۱۳-۹۱۲.
- ✓ مجیدی، ع.، ک. طهماسبی، م. عبداللهی، ط. رزوان، ر. رادمنش. و د. مختاری. ۱۳۸۲. بررسی اثرات مقادیر، منابع و زمان مصرف پتاسیم بر عملکرد و کیفیت محصول آفتابگردان رقم آذرگل. گزارش پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی. ۶ صفحه.
- ✓ محمدی، م. و ب. حقیقی. ۱۳۸۶. اثرات کم آبیاری و سطوح مختلف کود پتاسه بر عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب در شبدر ایرانی. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. صفحه ۱۱۰۳-۱۱۰۴.
- ✓ ملکوتی، م.ج.، ع. مجیدی، م.ر. بلالی، م.س. درودی، م.ح. داودی. و ک. شهبازی. ۱۳۷۹. توصیه بهینه کودی برای محصولات زراعی و باغی. نشریه فنی شماره ۱۹۶. نشر آموزش کشاورزی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران. ایران. صفحه ۱۶.
- ✓ نورا، ع.ر. ۱۳۷۶. بررسی توازن پتاسیم در تعدادی از مزارع تحت کشت سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ایران.
- ✓ هواسی پور، ا. ۱۳۸۵. تأثیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان روی عملکرد و کارایی مصرف آب نیشکر در جنوب خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- ✓ Abd-el-hadi, A.H., A.M. Awad. and G. M. El-shebeny. 1995. Effect of potassium on the drought resistance in crop production under the Egyptian conditions. Soils, Water and Environment Research Institute. Arc, Egypt.
- ✓ Anadurai, K. and S.P. Palaniappan. 1994. Effect of potassium on yield, oil content, and nutrient uptake of sunflower. Physiological Plantarum. 95 (1): 11- 18.
- ✓ Arquero, O., D. Barranco. and M. Benlloch. 2006. Potassium starvation increases stomata conductance in olive trees. Horticulture Science. 41: 433- 436.

- ✓ Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of a biotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 168 (4): 521- 530.
- ✓ Dela Guardia, M.D. and M. Benlloch. 1980. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiology of Plant*. 49: 443- 448.
- ✓ Delgado, I.C. and A.J. Sanchez-Raya. 1999. Physiological response of sunflower seedlings to salinity and potassium supply. *Commune Soil Science Plant Anal*. 30: 773- 783.
- ✓ Fischbach, P.E. and H.R. Mulliner. 1974. Every other furrow irrigation of corns. *Trans. Of The A.S.A.E*. 17: 426- 428.
- ✓ Fischer, R.A. and T.C. Hsiao. 1968. Stomata opening in isolated epidermal strips of *Vicia faba*. Response to KCl concentrations and the role of potassium absorption. *Plant Physiology*. 43: 1953- 1958.
- ✓ Fournier, J.M., A.M. Roldan., C. Sanchez., G. Alexandre. and M. Benlloch. 2005. K+starvation increases water uptake in whole sunflower plants. *Plant Science*. 168: 823- 829.
- ✓ Gonzalez, M.B., O. Arquero., J.M. Fournier., D. Barranco. and M. Benlloch. 2008. K+starvation inhibit water-stress-induced stomata closure. *Journal of Plant Physiology*. 165: 623- 630.
- ✓ Hsiao, T.C. and A. Lauchli. 1986. A role of potassium in plant- water relations. In: Tinker, B. and Lauchli, A. editors. *Advances in plant nutrition*, Vol. 2. New York: Praeger Scientific. Pp: 281- 311.
- ✓ Imas, P. and H. Magan. 2000. Potash facts in brief. International Potash Institute (IPI). Potash Research Institute of India. [WWW.IPIPOTASH.ORG](http://WWW.IPIPOTASH.ORG)
- ✓ Kang, S.Z., P. Shi., Y.H. Pan., Z.S. Liang., X.T. Hu. and C. Zhang. 2000. Soil water distribution, uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. *Irrigation Science*. 19 (4): 181- 190.
- ✓ Khosravifar, S., M. Yarnia., M.B. Khorshidi Benam. and A.H. Hosseinzadeh Moghbel. 2008. Effect of potassium on drought tolerance in potato Cv. Agria. *Journal of Food. Agriculture and Environment*. 6 (384): 236- 241.
- ✓ Lindhauer, M.G. 1985. Influence of K nutrition and drought on water relations and growth of sunflower (*Helianthus annuus L.*) *Z. Pflanz. Bodenkunde*. 148: 654- 669.
- ✓ Mengel, K. and E.A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- ✓ Mengel, K. and W.W. Arneke. 1982. Effect of potassium on the water potential, the pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Physiology of Plant*. 54: 402- 408.
- ✓ Qureshi, M.E., M.K. Wegenter., S.R. Harrison. and K.L. Bristo. 2001. Economic evaluation of alternate irrigation system for sugarcane in the Burdekin delta in north Queensland. Australia. *Water Resource Management*. Boston. Pp: 47- 57.
- ✓ Van, V., E. Graterol., E. Dean. and W. Elmore. 2003. Alternate- furrow irrigation for soybean production. *Agricultural Water Management*. USA. Pp: 133- 143.
- ✓ Wyn Jones, R.G., C.J. Brady. and J. Speirs. 1979. Ionic and osmotic relations in plant cells. In: Laidman, D. H. and Wyn Jones, R. G. editors. *Recent advances in the biochemistry of cereals*. London: Academic Press. Pp: 63- 103.