

## عملکرد گیاه جو و اجزاء آن در شرایط آبیاری با آبهای نامتعارف

خدیدجه فتاحی<sup>۱</sup>، فهیمه شیرشاهی<sup>۲\*</sup>، حسین بابازاده<sup>۳</sup>

### چکیده

محدودیت منابع آب در کشور باعث شده است تا بهره‌وری از منابع آب نامتعارف بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. استان اصفهان در حوضه‌ی آبخیز گاوخونی از مناطقی است که پهنه‌های گسترده‌ای از آبهای شور و لب شور سطحی و زیرزمینی در آن جریان داشته، و تخلیه‌ی پساب شهری و صنعتی به چالش اصلی بهره‌برداری از آب در منطقه‌ی مزبور مبدل شده است. در این تحقیق اثر کیفیتهای مختلف آب بر عملکرد گیاه جو و اجزاء آن در برخوار اصفهان با سه تیمار آب چاه، پساب و مخلوط آب شور چاه و پساب به ترتیب با رسانایی کهربایی (هدایت الکتریکی) ۷، ۱۰۴ و ۴ دسی زیمنس بر متر در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهند که اثر کیفیت آب آبیاری بر عملکرد و تمامی اجزاء عملکرد به جز ارتفاع گیاهی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است. همچنین، از نظر عملکرد دانه، وزن خشک کل گیاه، وزن هزار دانه، سطح برگ، طول برگ، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع سنبله بیشترین عملکرد مربوط به پساب بوده، و پساب مخلوط با آب چاه از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد در مرحله‌ی بعدی قرار داشته است. پایش دوره‌ای منابع خاک باید برای مهار کردن میزان آلودگی در اراضی تحت آبیاری با آب نامتعارف انجام شود.

**واژه‌های کلیدی:** رسانایی کهربایی (هدایت الکتریکی)، پساب، جو، عملکرد و اجزاء عملکرد.

<sup>۱،۲،۳</sup> - به ترتیب دانشجوی دکتری، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

## مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران، استفاده‌ی مجدد از آب می‌تواند وسیله‌ای برای جبران کمبود آب باشد. با توجه به خشکسالی اخیر در ایران، رشد روز افزون جمعیت، و توسعه‌ی شهرنشینی و صنعت، استفاده از پساب به عنوان یکی از منابع پایدار در کشاورزی حائز اهمیت می‌باشد. استفاده از پساب در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آبهای می‌شود که علاوه بر کشاورزی می‌توانند به مصارف دیگر نظیر شرب برسد (علی خاصی و کوچک زاده، ۱۳۸۹). همچنین، پایین بودن هزینه‌ی استفاده از پساب برای آبیاری، کاهش آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی، و کاهش هزینه‌ی مصرف کودهای شیمیایی از دیگر مزایای استفاده از پساب در کشاورزی می‌باشند (علی خاصی و کوچک زاده، ۱۳۸۹).

علیزاده و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند تیمار آبیاری با پساب در تمام مراحل رشد گیاه منجر به حصول بیشترین عملکرد دانه و عملکرد زیستی گیاه ذرت شد. یون و کوان (۲۰۰۱) نشان دادند آبیاری با پساب باعث افزایش قدرت پنجه زنی، طول ساقه، طول پانیکول و تعداد سنبله در برنج گردیده است. آنها گزارش کرد عملکردهای دانه و زیستی در تیمار آبیاری با پساب نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی داری داشته و هیچ گونه اثر سوئی ناشی از آبیاری با پساب در گیاه مشاهده نشده است. دای و همکاران (۱۹۷۵) در پژوهشی در زمینه‌ی تأثیر آبیاری با پساب بر کیفیت دانه گندم نشان دادند آبیاری با پساب باعث شده است که عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه افزایش یابد. دای و تکر (۱۹۷۷) در پژوهشی در مورد گیاه سورگوم نشان دادند که آبیاری با پساب باعث افزایش عرض برگ شده و زمان رسیدگی را به تعویق انداخته است؛ همچنین، میزان عملکرد دانه را افزایش داده اما تأثیری در میزان پروتئین دانه نداشته لکن باعث کاهش مقدار برخی آمینواسیدها شده است. پارامسواران (۱۹۹۹) گزارش کرد که آبیاری با پساب نیاز کنگر فرنگی را به کود تأمین می‌کند، بطوری که هیچ کدام از علائم ناشی از غلظت بالای برخی عناصر غذایی در گیاه مشاهده نشد. در این آزمایش مشخص گردید که غلظت بالای برخی عناصر غذایی در اندام هوایی بیشتر از غده، و عملکرد نیز در

تیمار آبیاری با پساب بیشتر از سایر تیمارها بوده است. عرفانی و همکاران (۱۳۸۱) در پژوهش خود در مورد گیاه کاهو گزارش کردند که وزن اندام هوایی، اندام زیرزمینی، کل ماده‌ی تر و خشک گیاهی کاهو تحت تأثیر تیمار آبیاری با پساب تصفیه شده‌ی شهری افزایش معنی داری داشته است. قنبری و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی در سیستان و بلوچستان نشان دادند که آبیاری با پساب عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب گندم را نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است. البته به منظور استفاده پایدار از پساب شهر زابل، توصیه کردند که در مراحل رویشی رشد گندم را با پساب، در سایر مراحل رشد، گندم را با آب غیر شور آبیاری کنند تا علاوه بر حصول عملکرد مطلوب از شور و سدیمی شدن خاک نیز جلوگیری گردد. ولی نژاد و همکاران (۱۳۸۰) به منظور آگاهی از تأثیر کاربرد پساب شاهین شهر اصفهان بر رشد و عملکرد ذرت که منابع آب شامل دو منبع حاصل از پساب و آب چاه، اثر معنی دار پساب را بر افزایش عملکرد دانه و صفات شاخص برداشت گزارش کردند. رضوانی مقدم و میرزائی نجم آبادی (۱۳۸۸) به منظور بررسی تأثیر نسبت مختلف آب چاه و پساب بر عملکرد و اجزاء عملکرد علوفه و خصوصیات ریخت شناسی ذرت، سورگوم و ارزن آزمایشی را انجام دادند که طبق نتایج با افزایش میزان پساب عملکرد نیز افزایش می‌یافت. نتایج تحقیق تبسم و همکاران (۲۰۱۳) در مورد خردل، و اوزیازیکی (۲۰۱۳) درباره‌ی الگوی کشت گندم، کلم و گوجه فرنگی به ترتیب در هند و ترکیه نشان داده که استفاده از پساب مقادیر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده است.

کمبود آب، و وجود منابع آب شور در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک ایران، اهمیت ارتقاء بهره‌وری آب شور را مطرح می‌سازد. در این تحقیق تأثیر کیفیتهای مختلف آب آبیاری از نظر رسانایی کهربایی (هدایت الکتریکی)، با سه تیمار مختلف کیفیت آب به ترتیب پساب، مخلوط آب شور چاه و پساب و آب چاه در مورد گیاه جو مورد بررسی قرار گرفت و عملکرد و اجزاء عملکرد تحت آبیاری با استفاده از آبهای نامتعارف برآورد گردید.

## مواد و روشها

تحقیق حاضر به صورت طرح کاملا تصادفی به منظور بررسی عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو در سال زراعی ۱۳۸۹ در منطقه‌ی برخوار، استان اصفهان، انجام شد. منطقه‌ی مورد مطالعه در طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۵ دقیقه در ارتفاع ۱۹۵۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است. آب و هوای این منطقه گرم و خشک، رطوبت نسبی کم و بطور میانگین ۳۵ درصد و بیشترین اندازه‌ی تبخیر- تعرق ۷ میلی متر در روز است. آب مورد نیاز از چاه موجود در مزرعه با رسانایی کهربایی (هدایت الکتریکی) ۷ دسی زیمنس بر متر تامین می شد. پساب مورد استفاده خروجی پساب شمال اصفهان به صورت مخلوطی از پساب در مرحله شماره ۱ و ۲ این تصفیه خانه بود. مرحله شماره ۱ از طریق سامانه‌ی لجن فعال و مرحله‌ی شماره ۲ از طریق سامانه‌ی AB که از دو گروه حوض هواده‌ی تشکیل شده است، اقدام به تصفیه می کرد. آب مخلوط، مخلوط دو آب شور چاه و پساب بود که در نهر اصلی مزرعه آمیخته می شد. در این پژوهش کاشت جو از طریق بذر پاش گریز از مرکز بوده و براساس وزن هزار دانه ۵۰ گرم حدود ۲۰۰-۱۸۰ کیلوگرم بذر در هکتار به کار رفت. بستر بذر با توجه به آزمایشهای آب و خاک مناسب بود و از روش آبیاری کرتی استفاده شد. در جدول ۱. کاتیونها و آنیونها غالب محلول خاک و برخی خصوصیات شیمیایی خاک تیمارها درحین آزمایش ارائه شده اند.

تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: آب چاه با هدایت الکتریکی ۷ دسی زیمنس بر متر، پساب با هدایت الکتریکی ۱/۴ دسی زیمنس بر متر، مخلوط آب پساب و آب چاه با هدایت الکتریکی ۴ دسی زیمنس بر متر (خصوصیات هر یک از منابع مورد استفاده در جدول ۲ و ۳ ذکر گردیده است). کرتها در اندازه‌ی ۳×۱/۵ متر بود. بافت خاک مورد استفاده از نوع رسی است. بافت خاک مزرعه تا عمق ۵۰ سانتی متری رسی با جرم مخصوص ۱/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب بود. مهار کردن علف هرز با علف کش گرانتار به میزان ۵۰ گرم در هر هکتار صورت گرفت. کشت در تاریخ ۲۸ دی بعد از یک شخم عمیق و برداشت محصول در تاریخ ۱۵ خرداد صورت گرفته است.

کودهای شیمیایی به کار رفته در این طرح اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله‌ی پنجه زنی گیاه و ریز مغذی ۲۰+۲۰ به میزان ۱۰ کیلو در هکتار در مرحله‌ی گل دهی به صورت مخلوط با آب آبیاری به گیاه داده شد. صفات ریخت شناسی اندام هوایی با کفبر کردن ۵ نمونه گیاه اندازه گیری شد. وزن هزار دانه و کاه و کلش با ترازوی رقومی، و ارتفاع گیاه و ارتفاع سنبله با متر تعیین گردید. برای خشک کردن نمونه از کوره با دمای ۸۰ درجه‌ی سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت صورت گرفت. اندازه گیری شاخص سطح برگ نیز با استفاده از کاغذ شطرنجی انجام شد.

## نتایج و بحث

تاثیر تیمارهای کیفیت آب آبیاری بر زیست توده و زیست توده خشک در گیاه جو مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در

جدول ۵ ارائه شده اند. نتایج نشان می دهند که اثر کیفیت آب آبیاری بر زیست توده تر و زیست توده خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود )

جدول ۵). بیشترین مقدار به وسیله‌ی پساب حاصل شد که اختلاف آن با مخلوط آب پساب و چاه معنی دار است. این عکس العمل به دلیل مقادیر بالای نیتروژن نیتراتی و ریزمغذیها موجود در پساب می باشد. نتایج تحقیق جلالی و همکاران (۱۳۸۹) نیز نشان دادند که استفاده از پساب باعث افزایش عملکرد ذرت خوشه‌ای، علوفه‌ای شده است. همچنین در مزارع آبیاری شده گندم و جوی دو سر با پساب گزارشهایی وجود دارد که نشان می دهند گندم و جوی دوسر کشت شده به عنوان علوفه به اندازه‌ی ۲۶/۳ و ۲۴/۹ درصد از عملکرد همین محصولات در مزارع آبیاری شده با چاه بیشتر بوده است (استیوسون، ۱۹۸۲).

تاثیر تیمارهای کیفیت آب آبیاری بر وزن تر و خشک سنبله در گیاه جو مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدولهای ۵ تا ۷ ارائه شده اند. نتایج نشان می دهند که اثر کیفیت آب آبیاری بر وزن تر و خشک سنبله و طول آن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده اند. بیشترین وزن تر و خشک سنبله و طول سنبله به وسیله‌ی پساب

افزایش اجزاء عملکرد در مقایسه با سایر تیمارها گردید که با نتایج سایر محققین تطابق دارد (جلالی و همکاران، ۱۳۸۸؛ طایی سمیرمی، ۱۳۸۴؛ عرفانی و همکاران، ۱۳۸۱؛ علیزاده و همکاران، ۲۰۰۱). تیمار آبیاری پساب به دلیل اعمال رسانایی کهربایی (هدایت الکتریکی) کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب با کیفیت مناسب، داشتن مقداری اوره در آب و سایر عناصر ریز مغذی دارای بهترین نتیجه در مقایسه با سه تیمار دیگر بوده است.

در شکل ۱ می‌توان مشاهده کرد که میزان ارتفاع گیاهی در تیمار پساب تصفیه شده فاضلاب بیشتر از دو تیمار دیگر است و این به معنی افزایش عملکرد و کاهش میزان نیاز به نیتروژن را نشان می‌دهد.

### نتیجه گیری

هر چند پساب حاصل از تصفیه به عنوان یکی از منابع غیرمتعارف آب مورد توجه بوده و تیمار پساب بالا ترین عملکرد را داشت، اما به دلیل آن این آب مخلوطی از آب مرحله‌ی شماره ۱ و ۲ تصفیه خانه بوده و دارای بار میکروبی بالایی است، برخی نگرانی زیست محیطی وجود دارد. پیشنهاد می‌شود با اعمال مدیریت صحیح آبیاری علاوه بر استفاده‌ی بهینه از این منبع، از آلودگی خاک ممانعت گردد؛ بنابراین، برای کاهش خطر احتمالی تجمع املاح، شور و سدیمی شدن، تجمع نیترات و آلودگیهای میکروبی در خاک و گیاه، بایستی روشهایی را مثل اختلاط پساب با آب دارای کیفیت مناسب، استفاده از آب با کیفیت مناسب در برخی مراحل حساس از فصل رشد، نوبتی کردن استفاده از پساب و آب با کیفیت مطلوب، گندزدایی پیش از استفاده و بهره‌وری از روشهای نوین آبیاری را جهت استفاده پایدار از این منبع اتخاذ کرد و از عواقب ناپسند زیست محیطی آن کاست.

حاصل شد که اختلاف آن با مخلوط پساب و چاه معنی‌دار است.

تاثیر تیمارهای کیفیت آب آبیاری بر ارتفاع سنبله و ارتفاع گیاه در جو مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۶ و ۷ ارائه شده اند. نتایج نشان می‌دهند که اثر کیفیت آب آبیاری بر ارتفاع سنبله و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

تاثیر تیمارهای کیفیت آب آبیاری بر وزن هزار دانه، سطح برگ و طول برگ گیاه جو مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آنها در

جدول ۶ و ۷ ارائه شده اند. نتایج نشان می‌دهند که اثر کیفیت آب آبیاری بر هر سه سطح با احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است (

جدول ۶). بیشترین مقدار به وسیله‌ی پساب حاصل شد که اختلاف آن با مخلوط پساب و چاه و آب چاه معنی‌دار بود و این امر به دلیل غنی بودن پساب از ازت و فسفر می‌باشد که با نتایج با کار عسگری و همکاران (۱۳۸۷) نیز مطابقت دارد؛ آنها دریافتند که ازت موجب افزایش تولید ماده خشک و دوام سطح برگ شده و موجب سنگین تر شدن دانه در آفتابگردان نیز می‌شود. جلالی و همکاران (۱۳۸۸) نیز در پژوهشی در زایل در مورد گیاه ذرت خوشه ای علوفه ای شاهد بیشترین عملکرد در تیمار آبیاری با پساب در کل دوره‌ی رشد گیاه بودند؛ می‌توان دلیل این امر را وجود مواد مغذی در تیمار مزبور دانست.

نتایج تحلیل واریانس در

جدول ۶ ارائه شده اند، که گویای کیفیت و نوع آب مصرفی بر اجزاء عملکرد جو و بر ارتفاع گیاه در طول دوره رشد معنی‌دار نبودند. اثر نوع و کیفیت آب آبیاری بر دیگر اجزاء عملکرد جو معنی‌دار بوده است. بیشترین مقدار اجزاء عملکرد در جدول ۷ مربوط به تیمار پساب بود. بطور خلاصه، پساب به علت وجود عناصر غذایی همراه، سبب افزایش حجم و آماس بیشتر سلول و در نتیجه منجر به

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Mg	Na	Ca	K	P	EC	pH	نمونه خاک
									(ds/m)	(meq/l)	
۴/۵	۰	۱۶/۵	۲۷	۱۰/۵	۲۹/۵	۸/۳	۳۳	۲۲	۴/۵	۷/۹	مخلوط آب

نوع آب	Ph	EC (d s/m)	Ca	Mg	Na	Cl (meq/l)	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	SAR
آب پساب	۷/۹	۳/۸	۲۲	۳۸	۶/۲	۲۸	۵/۱	۳۱	۴/۵	۰	۴/۸
آب چاه	۸	۵/۲	۲۲	۳۸	۸/۵	۳۳	۱۳/۵	۳۵	۱۶/۵	۰	۴/۳

**جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده**

نوع آب	Ph	EC (d s/m)	Ca	Mg	Na	Cl (meq/l)	K	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	SAR
مخلوط آب چاه و فاضلاب	۷	۴/۰	۷.۵	۸.۹	۲۵	۲۳	۱.۱	۶.۸	۱۲.۲	۰	۸.۷۴
فاضلاب	۷.۱	۱.۴	۲.۹	۱.۲	۹.۸	۸	۰.۲	۴.۵	۱.۵	۰	۶.۷۸
چاه	۷/۰	۶.۹	۱۲.۵	۲۲.۵	۳۶	۳۵	۱.۴	۷.۸	۲۹	۰	۸.۶۱

جدول ۳- حداکثر مقدار توصیه شده برای ریز مغذیها در آب آبیاری.

ردیف	عنصر	حداکثر غلظت توصیه شده (mg/L)	پساب مورد آزمایش (mg/L)
۱	کادمیوم	۰/۰۱	۰
۲	کبالت	۰/۰۵	۰/۰۲
۳	کروم	۰/۱۰	۰/۰۸
۴	مس	۰/۲۰	۰/۱۳
۵	آهن	۵/۰	۰/۰۴
۶	لیتیم	۲/۵۰	۰/۳۱
۷	منگنز	۰/۳۰	۰
۸	سرب	۵/۰	۰/۰۷
۹	روی	۲/۰	۰/۰۴

مرجع: FAO. Irrigation and drainage Paper No.48

جدول ۴- آزمون دانکن برای مقایسه‌ی میانگین عملکرد محصول در روشهای مختلف آبیاری.

پساب	آب مخلوط	آب چاه	زیست توده gr/m <sup>2</sup>
۵۸۴ <sup>a</sup>	۵۷۶ <sup>b</sup>	۴۳۱ <sup>c</sup>	زیست توده
۵۰۸ <sup>a</sup>	۴۴۵ <sup>b</sup>	۳۶۱ <sup>c</sup>	زیست توده

جدول ۵- تجزیه‌ی واریانس عملکرد محصول.

زیست توده	درجه‌ی آزادی	زیست توده kg/m <sup>2</sup>	زیست توده خشک kg/m <sup>2</sup>
تیمار	۲	۲۲/۲۵	۱۶/۳۲
خطا	۶	۱	۱

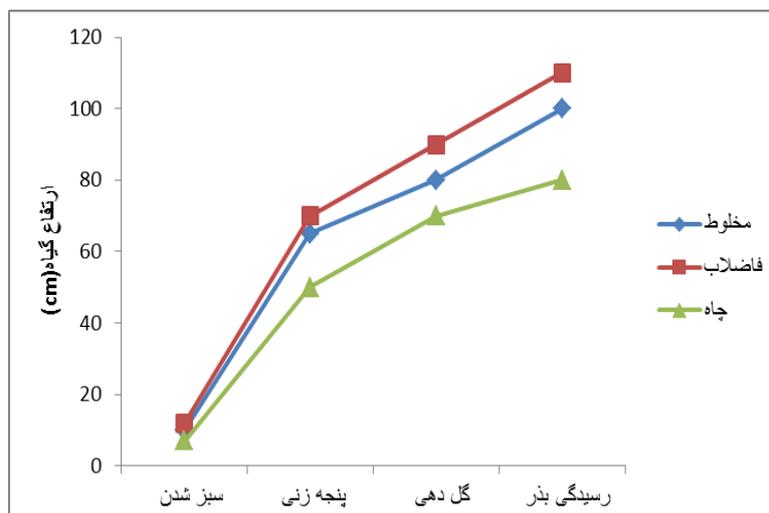
جدول ۶- تجزیه‌ی واریانس شاخصها و اجزاء عملکرد محصول.

روش آبیاری	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد بوته	وزن تر سنبله	وزن خشک سنبله kg/m <sup>2</sup>	سطح برگ m <sup>2</sup>	طول برگ cm	وزن هزار دانه gr
روش آبیاری	۲	۲۵۲*	۱۲/۲*	۱۱/۶*	۴۱/۸*	۲۱*	۱۷/۳۷*
		۵/۲۵*	۱۸۷۵*	۵/۲۵*	۱۷۵ <sup>ns</sup>		

خطا	۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۶۷	۴۴۳
* معنی دار در سطح احتمال ۵٪ NS معنی دار نیست.									

جدول ۷- آزمون دانکن برای مقایسه میانگین اجزاء عملکرد محصول در روشهای مختلف آبیاری.

اجزاء عملکرد	واحدها	پساب	آب مخلوط	آب چاه
تعداد بوته	-	۱۴۴ <sup>a</sup>	۱۵۰ <sup>b</sup>	۱۳۳ <sup>c</sup>
وزن تر سنبله	gr/m <sup>2</sup>	۲۵۹ <sup>a</sup>	۲۲۴ <sup>b</sup>	۱۳۵ <sup>c</sup>
وزن خشک سنبله	gr/m <sup>2</sup>	۲۴۹ <sup>a</sup>	۲۱۰ <sup>b</sup>	۱۲۷ <sup>c</sup>
سطح برگ	cm <sup>2</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	۱۶/۹ <sup>b</sup>	۱۰/۵ <sup>c</sup>
طول برگ	cm	۲۰ <sup>a</sup>	۱۹ <sup>a</sup>	۱۵ <sup>b</sup>
وزن هزار دانه	gr	۵۲ <sup>a</sup>	۴۹ <sup>b</sup>	۴۷ <sup>c</sup>
تعداد دانه در سنبله	-	۸۰ <sup>a</sup>	۵۵ <sup>b</sup>	۳۰ <sup>c</sup>
ارتفاع سنبله	cm	۱۰/۵ <sup>a</sup>	۱۰ <sup>a</sup>	۸ <sup>b</sup>
ارتفاع گیاه	cm	۶۳/۷۵ <sup>a</sup>	۵۱/۷۵ <sup>a</sup>	۴۹/۵ <sup>a</sup>



شکل ۱- مقایسه ارتفاع گیاه در روشهای مختلف آبیاری به تفکیک مراحل رشد گیاه

## منابع

۱. مستشفی حبیب آبادی، ف، بررسی عملکرد دو رقم گیاه آفتابگردان تحت چهار رژیم آبیاری با آب شور، پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهرکرد، ۱۳۸۷.
۲. جلالی، ع، م، گلوی، ا، قنبری، ر، م، مروودی، و م. یوسف الهی، ۱۳۸۹. اثر آبیاری با پساب شهری بر عملکرد و جذب فلزات سنگین در سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor L*). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۵۲: ۱۵-۲۴.
۳. عرفانی، ع، غ، حق نیا، و ا، علیزاده. ۱۳۸۱. تأثیر آبیاری با پساب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگیهای خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶: ۷۱-۹۰.
۴. عسگری، ک، ع، سلیمانی، پ، نجفی. ۱۳۸۷. اثر پساب شهری بر شاخص عملکرد دانه و اجزاء آن در گیاه آفتابگردان تحت تیمارهای مختلف آبیاری. مجله پژوهش آب ایران. ۲: ۴۵-۵۲.
۵. رضوانی مقدم، پ، و م. میرزائی نجم آبادی. ۱۳۸۸. تأثیر نسبتهای مختلف آب چاه و پساب بر خصوصیات ریخت شناسی، عملکرد و اجزاء عملکرد

10. Özyazıcı, M. A. 2013. Effect of sewage sludge on the yield of plants in the rotation system of wheat-white head cabbage-tomato. *Eurasian J. Soil Sci.* 2: 34-44.
11. Parameswaran, M. 1999. Urban wastewater use in plant biomass production. *Resour. Conserv. Recycling.* 27: 39-56
12. Tabassum, M, D. A. Akhtar. and A. Inam, 2013. Effect of waste water irrigation on growth, physiology and yield of Mustard. *Int. J. Bot. Res. (IJBR).* 3: 27-34.
13. Yoon, C. G., and S. K. Kwun. 2001. Feasibility study of reclaimed wastewater irrigation to paddy rice culture in Korea. p. 127-136. *In: R. Ragab, G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy (Eds.), ICID Int Workshop on Wastewater Reuse and Management.* Seoul, Korea.
14. Semb, K. 1996. Growth characteristics of spring barley and selected weeds. I. Effect of irradiance in growth chambers. *Weed Res.* 39: 339-352.
- ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. پژوهش‌های زراعی ایران، ۷: ۶۳-۷۵.
۶. علی خاصی، م. و م. کوچک زاده، ۱۳۸۹. تاثیر آبیاری با پساب روی خصوصیات گیاه پنبه. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۱: ۲۲۹-۲۳۵
7. Alizadeh, A., M. E. Bazari, S. Velayati, M. Hashemina, and A. Yaghmaie. 2001. Irrigation of corn with wastewater. p. 147-154. *In: R. Ragab, G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy (eds.), ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management.* Seoul, Korea.
8. Day, A. D., and T.C. Tucker. 1977. Effects of treated wastewater on growth, fiber, protein and amino acid content of sorghum grain. *J. Environ. Qual.* 6: 325-327.
9. Day, A. D. F. A. Taher, and F. R. H. Katterman. 1975. Influence of treated municipal wastewater on growth fiber, acid soluble nucleotide, protein and amino acid content in wheat grain. *J. Environ. Qual.* 4: 167-169.

