نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۴، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۹، ص. ۳۴۳-۳۳۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 14, Apr.-May. 2020, p. 331-343

بررسی اثر آب‌های نامتعارف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کینوا

صابر جمالی[1*]، حسین انصاری[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۸

چکیده

ازآنجایی‌که یکی از اهداف مهم در کشاورزی پایدار با توجه به بحران منابع آبی، افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌باشد لذا استفاده از تکنیک‌هایی جهت رسیدن به این مهم ضروری است. با توجه به کمبود آب‌های باکیفیت، بیش‌ازپیش استفاده از آب‌های نامتعارف مورد توجه است. به‌منظور بررسی اثر آبیاری با کیفیت‌های مختلف آب بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا رقم Titicaca در سال ۱۳۹۶-۹۷ آزمایشی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا گردید. این تحقیق بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای و در گلدان اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش شامل آب شهری، پساب استخر ماهی، پساب شهری و آب‌شور بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد بررسی بر تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر ساقه، شاخص سبزینگی و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده، ولی بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. در این تحقیق نتایج نشان‌دهنده اثر منفی شوری بر روی کلیه صفات مورد بررسی بود، از طرفی استفاده از پساب استخر ماهی و پساب تصفیه شده شهری منجر به افزایش کلیه صفات شد.

واژه‌های کلیدی: آب‌شور، پساب استخر ماهی، پساب شهری، رقم Titicaca، کینوا

مقدمه

رشد روز افزون جمعیت جهان و نیاز بیشتر به تولیدات کشاورزی از مسائل مهمی است که امروزه بشر با آن روبروست و در این میان آب اصلی‌ترین نهاده‌ی تولیدات کشاورزی است که حجم قابل‌توجهی را در بخش کشاورزی به خود اختصاص می‌دهد. این مسئله هنگامی به یک چالش بزرگ جهانی تبدیل شده که پیش‌بینی می‌شود، در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور جهان با جمعیتی بالغبر ۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه خواهند بود (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به اینکه کمبود آب شیرین، یکی از علل اصلی کاهش عملکرد در کشور می‌باشد، استفاده از منابع آب نامتعارف (با اعمال مدیریت صحیح ضمن حفظ پایداری کشاورزی در برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان) بیش‌ازپیش مورد توجه است. محدودیت خاک و منابع آب شیرین در کشور باعث شده تا بسیاری از پژوهش‌ها به امکان‌سنجی استفاده از آب و خاک شور بپردازد. محدودیت و معضلات تولید محصولات کشاورزی به لحاظ عدم دسترسی به منابع آب کافی و ذخایر طبیعی و مواد پروتئینی باعث گردیده که استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی و کار تولید و پرورش ماهی به‌منظور تولید بیشتر مواد پروتئینی بیش‌ازپیش مورد توجه قرار گیرد. امروزه علاوه بر کمبود منابع آب آبیاری، کیفیت آن در اکثر مناطق به علل مختلف رو به کاهش است. استفاده از آب‌های باکیفیت پایین که به‌عنوان آب‌های نامتعارف نام برده می‌شود، باعث وارد آمدن خسارت بر خاک شده و تولید محصول را نیز کاهش می‌دهد در هر شرایطی که بتوان با مصرف مقدار مشخص آب، عملکرد گیاه را نسبت به شرایط معمولی افزایش داد یا از آب‌های نامتعارف جهت آبیاری گیاهان استفاده کرد، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مهم در جهت مدیریت مصرف آب آبیاری تلقی گردد (نیکبخت و همکاران، ۱۳۹۰).

الیوسفی و همکاران در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر آبیاری با پساب شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم (QS 0938, QM 1113, DO708) گیاه کینوا نشان دادند که افزایش شوری پساب شهری بر روی عملکرد ارقام مختلف مورد بررسی اثری نداشته و بیشترین میزان عملکرد نیز با ۷/۰۳ تن در هکتار در رقم A211 مشاهده شد. از طرفی ایشان نشان دادند که آب فاضلاب به‌عنوان یکی از منابع آبی برای آبیاری این گیاه در مراکش می‌توان استفاده کرد (El-Youssfi et al., 2012). هریچی و همکاران در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر کم آبیاری بر ارقام (QM 1113, DO708) گیاه کینوا تحت آبیاری با پساب شهری نشان دادند که آبیاری با پساب شهری منجر به افزایش سطح برگ، وزن تر ریشه شده به‌طوری‌که در

۱- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: saber.jamali@mail.um.ac.ir)

رقم DO708 و میزان ۵۰ درصد آب دارای بیشترین میزان سطح برگ بود (Hirich et al., 2012). جمالی (۱۳۹۵) به‌منظور بررسی اثر آبیاری با آب دریای خزر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا رقم Titicaca نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش صفات مورد بررسی نظیر ارتفاع، قطر ساقه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، عملکرد دانه و وزن هزار دانه شد. در مطالعه دیگر که در مزرعه لایسیمتری برای بررسی اثر شوری و خشکی سطح خاک بر روی راندمان، عملکرد و میزان محصول به‌ازای آب استفاده شده بر روی کینوا رقم Titicaca اجرا گردید. گیاه کینوا تحت ۵ سطح شوری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری) تا مرحله گلدهی قرار گرفت. اما در طول دوره پر کردن دانه‌ها ۵ سطح شوری آب آبیاری نصف شد ولی در ۲ روش آبیاری، آبیاری کامل انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری و کم آبیاری باعث کاهش عملکرد دانه، وزن خشک اندام هوایی، شاخص برداشت، تعداد دانه و وزن دانه گردید. از طرفی افزایش شوری و کم آبیاری باعث افزایش عملکرد کاه گردید. از طرفی اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار نشد (Razzaghi et al., 2012). القصیبی و همکاران در پژوهش خود به‌منظور بررسی اثر آبیاری با آب‌شور بر رشد گیاه کینوا رقم Chipaya نشان دادند که بیشترین میزان وزن هزار دانه مربوط به شوری ۱/۲۵ دسی زیمنس بر متر با ۳/۴۹ گرم و کمترین میزان مربوط به شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. از طرفی بین شوری‌های ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مقادیر این پارامتر دارای اختلاف معنی‌داری نبود. از طرفی قطر ساقه، طول سنبله، وزن خشک دانه، وزن خشک اندام هوایی و سطح برگ با افزایش شوری کاهش معنی‌داری داشت (به‌جز شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر). از طرفی نتایج نشان داد که افزایش شوری منجر به افزایش کلروفیل و پتانسیل آب (به‌جز شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) گردید. همچنین افزایش شوری باعث کاهش تعداد برگ در بوته گردید (Algosaibi et al., 2015). پانوسیو و همکاران به‌منظور بررسی اثر آبیاری با آب‌شور حاصل از اختلاط آب دریا و آب شهری بر جوانه‌زنی و عملکرد گیاه کینوا نشان دادند که افزایش شوری باعث کاهش طول ریشه، طول ساقه، مورفولوژی ریشه و وزن تر و خشک اندام هوایی گردید (Panuccio et al., 2014).

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۸) بر روی گیاه ارزن علوفه‌ای، ذرت و سورگوم، نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد پنجه در هر بوته، عملکرد علوفه خشک نشان داد. با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۷۵ درصد، ارتفاع بوته افزایش یافت و با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۱۰۰ درصد، قطر ساقه، عملکرد علوفه خشک افزایش نشان داد. با این‌وجود بین تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد فاضلاب از نظر ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد علوفه خشک گیاهان مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تعداد پنجه در هر بوته با افزایش میزان فاضلاب روند کاهشی نشان داد. در تحقیقی دیگر افشون و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که اثر آب آبیاری و بافت خاک بر صفاتی از قبیل میزان کلروفیل، وزن تر و خشک گیاه و ارتفاع بوته معنی‌دار می‌باشد. بیشترین و کمترین ارتفاع چمن به میزان ۱۱/۱ و ۸/۷ سانتی‌متر به ترتیب در بافت خاک سیلتی و شنی مشاهده گردید. همچنین ایشان اظهار کردند که آبیاری چمن فستوکا با پساب تصفیه شده فاضلاب شهری و آبیاری متداول به‌صورت یک در میان و بافت خاک سیلتی در فضای سبز شهر یاسوج توصیه می‌گردد. نتایج تحقیق جلالی و همکاران (۱۳۸۹) بر روی سورگوم علوفه‌ای نشان داد که بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد علوفه از تیمار آبیاری با پساب و آب معمولی به‌صورت یک در میان و آبیاری با پساب در کل دوره رشد به دست آمد.

در تحقیقی به‌منظور بررسی اثر پساب استخر ماهی بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام‌زمینی در کشور مصر نتایج نشان داد که افزایش اختلاط پساب و آب چاه منجر به افزایش بهره‌وری مصرف آب، عملکرد روغن، وزن دانه در بوته و وزن ۱۰۰ دانه شد ولی بر روی زیست‌توده اندام هوایی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نداشت (Abdelrauf et al., 2014). عبدالرئوف و همکاران در تحقیقی بر روی گیاه سیب‌زمینی نشان داد که استفاده از پساب استخر ماهی در آبیاری منجر به افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب شد. در تحقیقی دیگر نشان دادند که استفاده از پساب استخر ماهی در آبیاری قطره‌ای و بارانی بر روی گیاه سویا منجر به کاهش عملکرد نسبت به آب چاه در آبیاری قطره‌ای شد که دلیل آن می‌تواند مسدود شدن قطره‌چکان‌های مورد استفاده باشد، ولی در آبیاری بارانی باعث افزایش عملکرد گیاه سویا شد. استفاده از پساب در آبیاری قطره‌ای منجر به کاهش کارایی مصرف آب شده ولی در آبیاری بارانی منجر به افزایش آن شد (Abdelrauf et al., 2016). همچنین نتایج پژوهش عبدالرئوف نشان داد که استفاده از پساب استخر ماهی در آبیاری بر روی تعداد برگ، ارتفاع بوته و محتوای نسبی کلروفیل اثر معنی‌داری در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ داشت (Abdelrauf, 2017).

پساب استخر پرورش ماهی و پساب‌های تصفیه شده شهری حاوی مقادیر قابل‌قبولی مواد مغذی نیتروژن و فسفر است که می‌تواند مورد استفاده گیاهان قرار گیرد. از طرفی، تلفیق آبزی‌پروری با سیستم‌های کشاورزی به‌عنوان روشی برای افزایش تولید غذا، محافظت از محیط‌زیست و بالا بردن امنیت غذایی شناخته شده است. ازاین‌رو با توجه به بحران آب و کمبود منابع آب شیرین کشور از یک رو و از سوی دیگر افزایش چشمگیر حجم پساب‌ها و اهمیت کاربرد استفاده از آب‌های نامتعارف در کاشت محصولات کشاورزی گلخانه‌ای که اخیراً مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته و از طرفی با توجه به اینکه تحقیقات اندکی بر روی گیاه کینوا در ایران اجرا شده و

استفاده از پساب در آبیاری گیاه دارویی کینوا در شهرستان مشهد انجام نشده است، ازاین‌رو هدف از این تحقیق بررسی تأثیر آب‌های نامتعارف بر عملکرد گیاه دارویی کینوا رقم Titicaca در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر کیفیت‌های مختلف آب آبیاری بر صفات مورفولوژی گیاه کینوا، بذرهای رقم Titicaca از مؤسسه تحقیقات تهیه و اصلاح نهال و بذر تهیه گردید و برای کشت مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام این پژوهش، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار کیفیت آب آبیاری (آب شهری، آب‌شور با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر، پساب استخر ماهی و پساب تصفیه شده شهری) با سه تکرار به‌صورت گلدانی در پاییز و زمستان ۱۳۹۶ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا انجام شد. حداقل و حداکثر دما در گلخانه در طول شبانه‌روز حدود ۱۴ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و نور به میزان ۸۰۰۰ الی ۱۲۰۰۰ لوکس فراهم گردید. در گلخانه مذکور از سیستم پوشال پنکه جهت سرمایش و از سیستم بخاری گازی جهت گرمایش استفاده شد. تیمارهای آبیاری در پنج سطح شامل W_1: تیمار شاهد (آبیاری با آب شهری در تمام طول فصل رشد)، W_2: پساب استخر ماهی قزل‌آلا، W_3: پساب تصفیه شده شهری (پساب تصفیه‌خانه خین عرب شهر مشهد) و W_4: آب‌شور (آبیاری با آب با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس حاصل از نسبت ۱:۱:۲ نمک‌های NaCl، $MgCl_2$ و $CaCl_2$) بوده و از مرحله‌ی چهار برگی شدن بوته‌ها اعمال شد. خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

کیفیت آب	ترکیبات شیمیایی									
	SAR	Cl (meq/L)	Na (meq/L)	K (meq/L)	Ca (meq/L)	Mg (meq/L)	SO_4 (meq/L)	HCO_3 (meq/L)	$^{\#}EC_{25}$ (dS/m)	pH
آب شهری	۲/۷۱	۱	۰/۲۷	۰/۴۸	۴/۴	۲/۸	۰/۷	۷	۱/۲۳	۸/۲
آب‌شور	۷/۳۲	۴۱/۲	۴۶/۴	۰/۸۲	۲۶/۶	۱۳/۶	۳۴/۹	۱۱/۴	۱۵	۷/۹

EC_{25} هدایت الکتریکی آب در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی پساب استخر ماهی مورد استفاده

آب آبیاری	EC_{25} (dS/m)	pH	Na^+ (meq/L)	K^+ (meq/L)	Ca^{2+} (meq/L)	Mg^{2+} (meq/L)
پساب استخر پرورش ماهی قزل‌آلا	۰/۷۶	۷/۸۳	۲/۲۱	۴/۴۶	۱۷/۳۲	۲/۱۸

EC_{25} هدایت الکتریکی آب در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی پساب تصفیه شده شهری مشهد

آب آبیاری	کل جامدات محلول (mg/l)	pH	BOD_5 (mg/L)	COD (mg/L)	Ca^{2+} (meq/L)	Mg^{2+} (meq/L)	نیترات (meq/L)	سولفات (meq/L)	کلراید (meq/L)
پساب تصفیه شده شهری	۱۲۵	۷/۹	۱۱۰	۱۹۷	۵۰/۴۶	۳۷/۳۲	۱/۲۵	۷۵	۵۹۰

قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ۳۰ درصد خاک (که از قبل سرند شده بود)، ۳۰ درصد ماسه، ۲۰ درصد کود گای پوسیده و ۲۰ درصد پرلیت تهیه شده و جهت تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌ها بعد از خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و برای تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به وسیله‌ی هدایت سنج الکتریکی و اسیدیته خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای (در مزرعه)، نیتروژن کود گاوی با استفاده از روش کجلدال، سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتومتری اندازه‌گیری شد. ابتدا کود گاوی مورد استفاده در معرض هوا خشک شده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد، پس از آن با توجه به این‌که کود گاوی مورد استفاده در این طرح دارای شوری بالا و نیتروژن نیتراتی زیادی بود، برای کاهش قابلیت هدایت الکتریکی و نیتروژن نیتراتی، کودها آبشوئی شد. بدین منظور مقدار مشخصی کود گاوی توزین و ۱۰ برابر وزن آن آب مقطر اضافه گردید (نسبت آبشویی برابر ۱ به ۱۰ کود آلی به آب مقطر) و اجازه داده شد تا آب از پایین ظرف خارج شود. سپس کودهای آبشویی شده در معرض هوا خشک شدند. فسفر به روش زرد

وانادات، نیتروژن کل (کجلدال) مشابه روش انجام شده برای خاک اندازه‌گیری شدند. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۴ و خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به اینکه پژوهش مذکور بر پایه‌ی کشت گلدانی بوده در ابتدا ۱۲ گلدان به قطر ۲۰ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر که دارای زهکش انتهایی بودند تهیه گردید (شکل ۱). پس از تهیه محیط کشت مرکب، آن را به گلدان های پلاستیکی انتقال داده و با ترازو وزن گلدان‌ها را بررسی کرده تا شرایط یکسان باشد (به‌طوری‌که تمامی گلدان‌ها به یک نسبت از ترکیب خاک پر شوند)، لازم به ذکر است که ابتدا در کف گلدان‌ها به‌صورت یکسان لایه‌ای از سنگ‌ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ سانتی‌متر بالایی گلدان ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک مرکب پر شدند. جهت جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پر کردن خاک گلدان به‌صورت تدریجی و در لایه‌های پنج سانتی‌متری همراه با کوبش انجام شد. به‌منظور از بین بردن شوری، محیط کشت گلدان‌ها را با آب شهری اشباع کرده و اجازه داده شد که آب از زهکش‌های آن خارج شود. در تاریخ ۱۰ دی ۱۳۹۶، ۱۰ بذر گیاه کینوا رقم Titicaca در عمق ۱/۵ سانتی‌متری کشت شد، به‌طوری‌که پس از رسیدن به مرحله ۴ برگچه‌ای تراکم بوته‌ها در هر گلدان به ۳ بوته تقلیل یافت. دور آبیاری در این طرح متغیر و عمق آبیاری ثابت بوده که با استفاده از روش وزنی تعیین شد. تا مرحله استقرار گیاه، آبیاری تمام تیمارها با استفاده از آب شهری و به میزان حد ظرفیت زراعی (FC) انجام شد و سپس اعمال تیمارها صورت پذیرفت. دور آبیاری بر اساس رطوبت موجود در خاک که با استفاده از دستگاه TDR تعیین شد، اعمال گردید. وجین علف‌های هرز با دست و در طی ۴ مرحله انجام شد. در این پژوهش برای مبارزه با آفت مگس سفید (*Trialeurodes vaporariorum*) از سم سیرینول استفاده شد. در انتهای آزمایش و پس از اینکه گیاهان وارد مرحله گلدهی شدند بوته‌ها برداشت شده و از طرفی با توجه به اینکه گیاه کینوا به‌صورت خام نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد در این پژوهش در تاریخ ۲۰ اسفند ۱۳۹۶ گیاهان کف بری شده و به آزمایشگاه منتقل شد. صفات فیزیولوژیکی و زراعی برداشت شده برای تمامی گیاهان (۳ بوته در هر گلدان) شامل تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته (با استفاده از خط‌کش) وزن تر و خشک اندام هوایی (با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و بعد از خشک شدن با ترازو توزین شد)، شاخص سبزینگی با استفاده از دستگاه SPAD 502، سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل Leaf area meter Licorn) و قطر ساقه (با استفاده از کولیس دیجیتالی) بود. در انتها نتایج با نرم‌افزار SAS (ver. 9.0) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژی و رشدی گیاه کینوا در طول دوره رشد نشان‌دهنده اثر معنی‌دار کیفیت آب آبیاری در سطح یک درصد بر روی تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، قطر ساقه، شاخص سبزینگی و سطح برگ بود، ولی بر روی صفات تعداد شاخه فرعی و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۶).

تعداد برگ و تعداد شاخه فرعی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کیفیت آب آبیاری بر روی صفت تعداد برگ و تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار بوده و این اختلاف در ابتدا بین تیمار آبیاری با پساب استخر ماهی و آب شهری وجود داشته است، اما هرچه کیفیت آب آبیاری نسبت به آب شهری کمتر شده اختلاف بیشتری بین این تیمارها مشاهده می‌شود.

جدول ٤- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	شن	سیلت	رس	حد ظرفیت زراعی (درصد)	چگالی ظاهری	هدایت الکتریکی	pH	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
	درصد				gcm^{-3}	dSm^{-1}		$mgKg^{-1}$		
سیلتی لومی	۲۶	۵۳	۲۱	۲۶	۱/۳۴	۱/۲	۷/۸۵	۵۰۴	۵/۸	۱۰۶/۴

جدول ۵- برخی خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده

نوع کود	pH	EC	ترکیبات شیمیایی		
			N	P	K
		(dS/m)	درصد		
کود گاوی	۷/۹۴	۲/۸۵	۲/۱۶	۰/۵۱	۲/۰۸

شکل ۱- چیدمان گلدان‌ها بر اساس طرح آماری

جدول ٦- تجزیه واریانس صفات مورفولوژی و رشدی گیاه دارویی کینوا

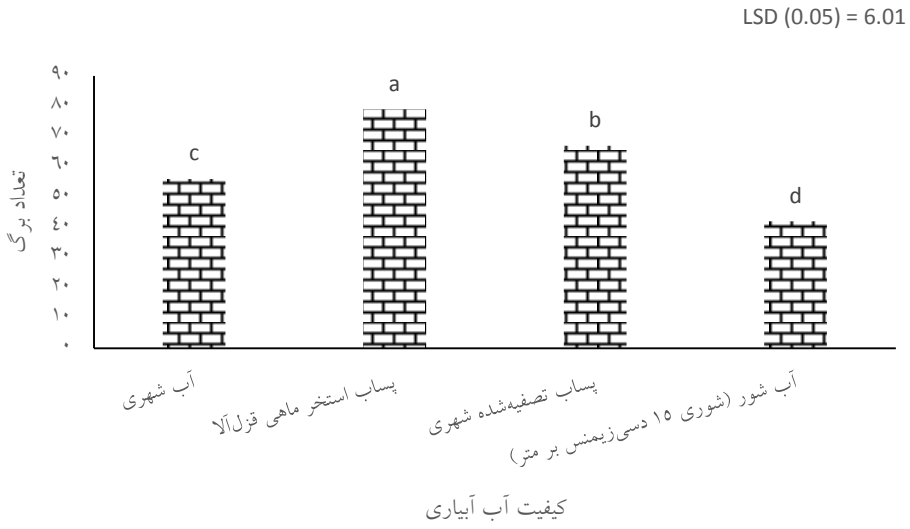
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		تعداد برگ	تعداد شاخه فرعی	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع	قطر ساقه	شاخص سبزینگی	سطح برگ
کیفیت آب آبیاری	۳	۷۹۷/۱۹* *	۱۰/۱۱ *	۱۶/۴۳ **	۰/۰۷ **	۳۸۳/۳ *	۰/۰۱ **	۴۲/۱۹ **	۸۷/۹۲ **
خطا	۸	۱۰/۱۶	۱/۶۶	۰/۲۱	۰/۰۰۱	۱۴/۳۷	۰/۰۰۰۲	۰/۶۲	۰/۴۴
ضریب تغییرات		۵/۳	۱۸	۵/۳	۶/۸	۱۱/۹	۵/۹۳	۱/۶۲	۲/۳

**: معنی‌داری در سطح ۱ درصد، *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد، ns غیر معنی‌دار

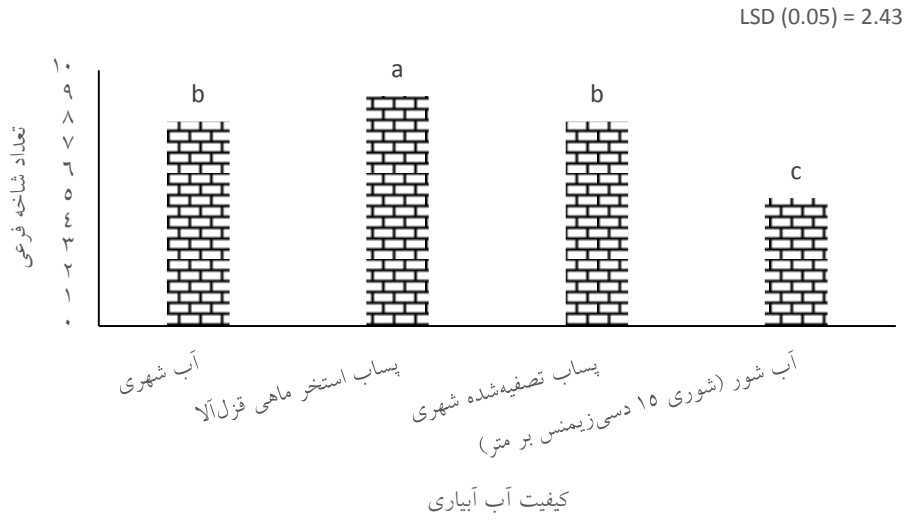
مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۲ نشان داد که بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمار آبیاری با پساب استخر ماهی با ۷۹/۰ عدد و کمترین مقدار با ۴۲/۰ عدد در تیمار آب‌شور مشاهده شد. بر اساس شکل ۳ بیشترین تعداد شاخه فرعی مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۹/۰ عدد و کمترین مقدار با ۵/۰ عدد در تیمار آب‌شور بود. لازم به ذکر است تیمار آب شهری و پساب تصفیه شده شهری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (شکل ۳).

وزن تر و خشک اندام هوایی

مطابق شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین صفات وزن تر و خشک اندام هوایی نشان داد که بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی به ترتیب با ۱۱/۶۶ گرم و ۰/۷۶ گرم مربوط به تیمار پساب استخر ماهی بوده و کمترین مقدار آن نیز در تیمار آبیاری با آب‌شور با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۶/۵ گرم و ۰/۴۲ گرم برای تک بوته مشاهده شد، به‌عبارت‌دیگر نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزودن پساب استخر ماهی صفات وزن تر و خشک اندام هوایی افزایش یافت (شکل ۴). از طرفی آبیاری با پساب تصفیه شده شهری نیز پس از تیمار پساب استخر ماهی قزل‌آلا نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش صفات مذکور شده به‌طوری‌که آبیاری با پساب تصفیه شده شهری منجر به افزایش ۲۴/۵ درصدی وزن تر و ۳۲/۶ درصدی وزن خشک اندام هوایی شد. نتایج نشان‌دهنده معنی‌داری مقایسه میانگین‌ها (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری ستون‌ها می‌باشد) در صفات مذکور در سطح احتمال پنج درصد (به‌جز در بین تیمارهای شاهد و آب‌شور در صفت وزن خشک اندام هوایی که معنی‌داری مشاهده نشد) می‌باشد.



شکل ۲- اثر آب‌های نامتعارف بر تعداد برگ در بوته گیاه دارویی کینوا

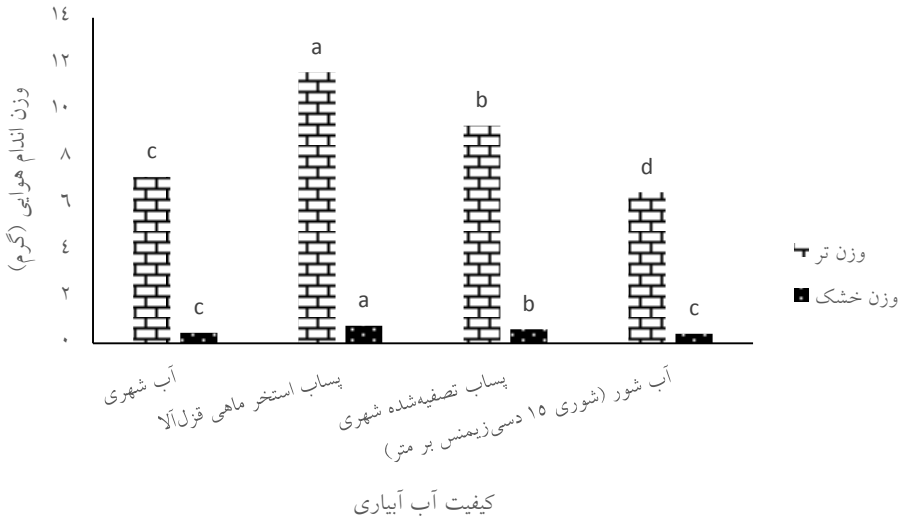


شکل ۳- اثر آب‌های نامتعارف بر تعداد شاخه فرعی در بوته گیاه دارویی کینوا

از طرفی استفاده از پساب استخر ماهی در آبیاری منجر به افزایش وزن تر اندام هوایی به میزان ۶۲/۸ درصدی و ۶۵/۲ درصدی وزن خشک اندام هوایی گردید. لازم به ذکر است که آبیاری با آب‌شور منجر به کاهش معنی‌دار صفت وزن تر اندام هوایی در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شهری شد، به‌عبارت‌دیگر آبیاری با آب‌شور منجر به کاهش ۹/۲ درصدی وزن تر اندام هوایی شد.

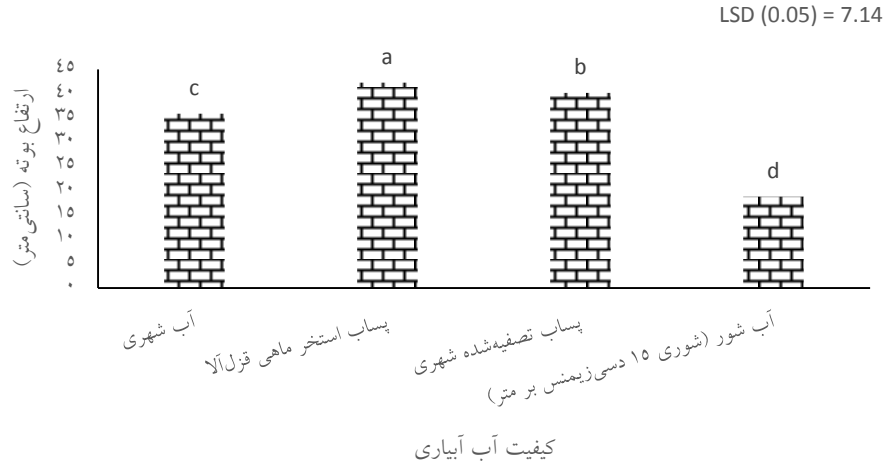
ارتفاع، قطر ساقه و سطح برگ

مطابق شکل ۵، ۶ و ۷ نتایج مقایسه میانگین صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه و سطح برگ به ترتیب با ۴۲/۳ سانتی‌متر، ۰/۳۵ سانتی‌متر و ۳۴/۵ سانتی‌متر مربع مربوط به تیمار پساب استخر ماهی بوده و کمترین مقدار آن نیز در تیمار آبیاری با آب‌شور با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با ۱۸/۸ سانتی‌متر، ۰/۲۰ سانتی‌متر و ۲۱/۷ سانتی‌متر مربع برای تک بوته مشاهده شد، به‌عبارت‌دیگر نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزودن پساب استخر ماهی صفات مذکور افزایش یافت (شکل ۳).

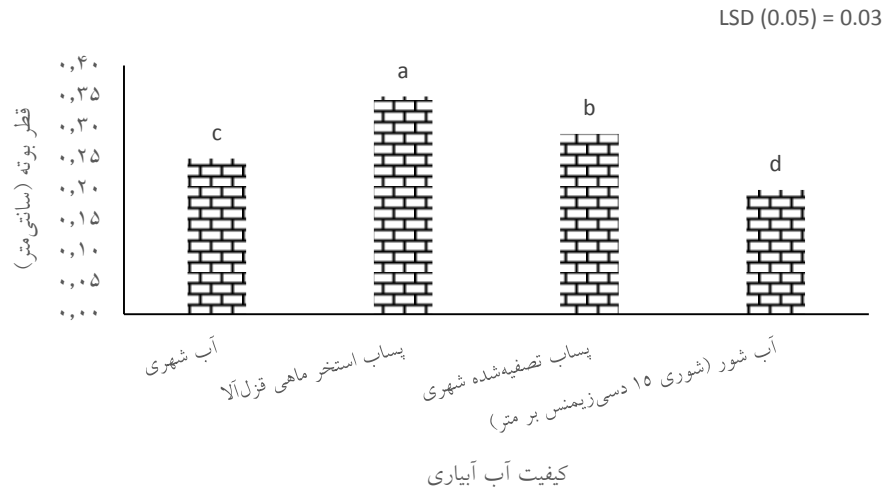


شکل ٤- اثر آب‌های نامتعارف بر وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه دارویی کینوا

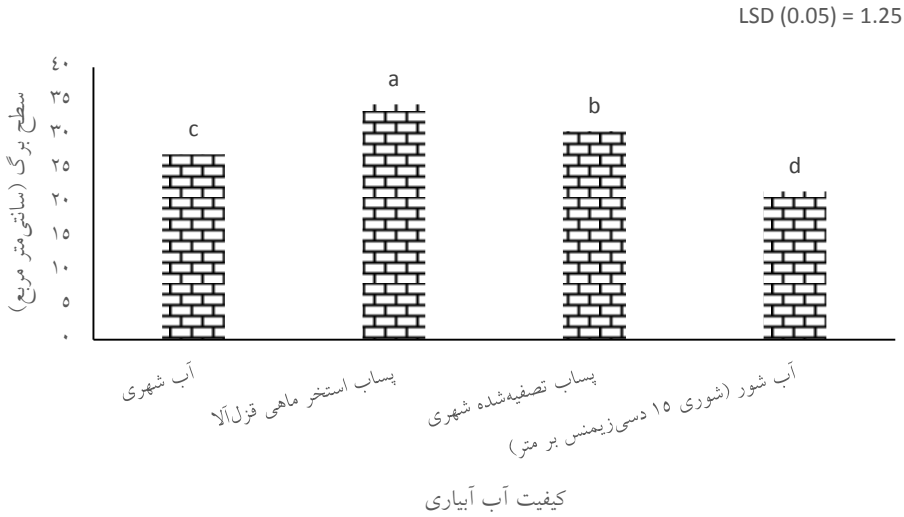
از طرفی آبیاری با پساب تصفیه شده شهری نیز پس از تیمار پساب استخر ماهی قزل‌آلا منجر به افزایش صفات مذکور نسبت به تیمار شاهد شده به‌طوری‌که آبیاری با پساب تصفیه شده شهری منجر به افزایش ۱۱/۹ درصدی ارتفاع، ۱۶/۰ درصدی قطر ساقه و ۱۲/۵ درصدی سطح برگ شد. نتایج نشان‌دهنده معنی‌داری مقایسه میانگین‌ها (حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری ستون‌ها می‌باشد) در صفات مذکور در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. از طرفی استفاده از پساب استخر ماهی در آبیاری منجر به افزایش ارتفاع به میزان ۱۷/۸ درصدی، ۴۰/۰ درصدی قطر ساقه و ۲۶/۹ درصدی سطح برگ گردید. لازم به ذکر است که آبیاری با آب‌شور منجر به کاهش معنی‌دار صفات ارتفاع، قطر ساقه و سطح برگ در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شهری شد، به‌عبارت‌دیگر آبیاری با آب‌شور منجر به کاهش صفات مذکور به ترتیب با ۴۷/۶، ۲۰ و ۲۰ درصد شد.



شکل ٥- اثر آب‌های نامتعارف بر ارتفاع بوته گیاه دارویی کینوا



شکل ٦- اثر آب‌های نامتعارف بر قطر بوته گیاه دارویی کینوا



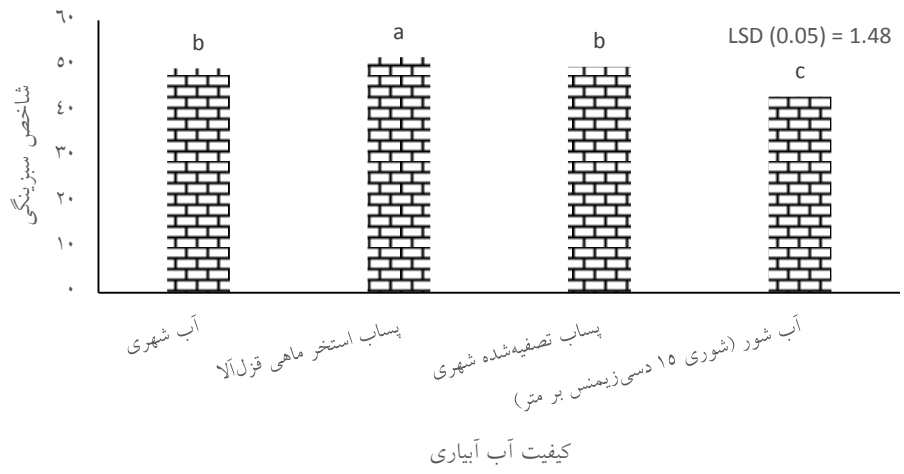
شکل ۷- اثر آب‌های نامتعارف بر سطح برگ گیاه دارویی کینوا

شاخص سبزینگی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کیفیت آب آبیاری بـر روی صفت شاخص سبزینگی در سـطح احتمـال ۵ درصـد دارای اخـتلاف معنی‌دار بوده و این اختلاف در ابتدا بین تیمار آبیاری با پساب اسـتخر ماهی و آب شهری وجود داشته است، اما هرچـه کیفیـت آب آبیـاری نسبت به آب شهری کمتر شده اخـتلاف بیشـتری بـین ایـن تیمارهـا مشاهده می‌شود. مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۸ نشـان داد کـه بیشترین شاخص سبزینگی مربوط به تیمار آبیـاری بـا پسـاب اسـتخر ماهی بـا ۵۱/۸۷ و کمتـرین مقـدار بـا ۴۳/۲ عـدد در تیمـار آب‌شـور مشاهده شد. لازم به ذکر است تیمار آب شهری و پساب تصفیه شـده شهری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (شکل ۸).

بحث

در مطالعه حاضر نیز به نظر می‌رسد استفاده از پساب استخر ماهی به دلیل وجود عناصر ضروری مورد استفاده گیاه در آن، شـرایط بـرای افزایش فعالیت سلولی در نقاط رشدی فراهم شده که باعـث افـزایش تعداد برگ و تعداد شاخه جانبی گیاه گردید. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهـد اسـتفاده از پـساب تصفیه شده فاضـــلاب شـهری مشـهد و پساب استخر ماهی قزل‌آلا افـزون بـر تـأمین آب مـورد نیـاز گیـــاه، سـبب افزایش ارتفاع و قطر ساقه اصلی، تعداد ساقه‌های فرعی، تعـداد برگ، وزن تر و خشک اندام هـوایی گیـاه دارویی کینـوا شـده اسـت. پساب علاوه بـر نیتـروژن، فـسفر و پتاسـیم دارای ســایر عناصـــر ضـروری مـورد نیـاز گیـاه نیـز می‌باشد (Rattan et al., 2005).



شکل ۸- اثر آب‌های نامتعارف بر شاخص سبزینگی گیاه دارویی کینوا

افزایش ارتفاع ساقه اصلی گیاه در اثر آبیاری با پساب استخر ماهی و پساب تصفیه شده شهری مشهد می‌تواند به دلیل افزایش مقدار عناصر غذایی (فسفر، پتاسیم و نیتروژن) آن در مقایسه با آب شهری باشد. افزایش تعداد ساقه‌های فرعی در اثر آبیاری با پساب شهری و پساب استخرهای ماهی را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که آبیاری با پساب باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود که این خود باعث به وجود آمدن میانگره‌ها و نقاط مستعد بیشتری برای تولید جوانه‌های فرعی می‌شود. حال اگر مواد غذایی کافی در اختیار این گیاه قرار گیرد، منجر به رشد این جوانه‌ها شده و ساقه‌هایی فرعی به وجود می‌آورد. همان‌طور که مشاهده شد، پساب این توانایی را دارد که مواد غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم کند، با افزایش مواد غذایی در دسترس گیاه جوانه‌های جانبی رشد نموده و ساقه‌های فرعی با افزایش نسبت پساب افزایش‌یافته است. آبیاری با پساب باعث تسهیل برگ‌دهی و افزایش تعداد برگ و به تبع آن افزایش سطح فتوسنتزی گیاه می‌شود (Myers et al., 1996). بدیهی است که با افزایش فتوسنتز، رشد گیاه نیز بیشتر می‌شود. از جمله دلایل بهبود در اکثر پارامترها با افزودن پساب استخر ماهی می‌توان به وجود مواد آلی زیاد پساب استخر ماهی اشاره کرد که خود منجر به بهبود کیفیت خاک و بهره‌وری محصول می‌گردد (Altaf et al., 2000). محتوای مواد آلی در پساب استخر ماهی از فرایند تبادل کاتیونی در خاک حمایت می‌کند که برای تغذیه گیاهان بسیار مناسب است (Ebong and Ebong, 2006; Elnwishy et al., 2006). نتایج این تحقیق با نتایج عبدالرئوف و عبدالرئوف و همکاران مطابقت داشت (Abdelraouf, 2017; Abdelraouf et al., 2016). نتایج این تحقیق با نتایج علی‌نژاد جهرمی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی بادرنجبویه و رضوانی مقدم و میرزائی نجم‌آبادی (۱۳۸۸) بر روی ارزن علوفه‌ای، ذرت و سورگوم مطابقت داشت. با توجه به نتایج می‌توان دریافت که قطر ساقه در طی مراحل نموی گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و تأمین عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و پتاسیم توسط پساب باعث رشد بهتر گیاه و افزایش مقاومت گیاهی می‌گردد و قطر ساقه نیز افزایش می‌یابد. آبیاری با پساب به دلیل وجود عناصر غذایی همراه، سبب افزایش حجم و آماس بیشتر سلول‌ها و در نتیجه منجر به افزایش وزن تر و وزن خشک برگ در مقایسه با شاهد گردید که با نتایج سایر محققین تطابق دارد (طایی سمیرمی، ۱۳۸۴؛ عرفانی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Alizadeh et al., 2001). کاهش عملکرد زیستی در اثر شوری در ارقام مختلف گیاهی متفاوت بوده و ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس، از کاهش وزن کمتری برخوردار هستند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). نباتی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود اظهار کردند که با افزایش تنش شوری ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که نتایج این تحقیق با نتایج ایشان مطابقت داشت. کاهش وزن خشک اندام هوایی تحت شرایط شوری را می‌توان ناشی از اثرات مضر شوری (اختلالات تغذیه‌ای و سمیت یونی) بر رشد اندام‌های هوایی دانست (Guo and Tang, 1999). با قرار گرفتن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های درحال‌توسعه کاهش‌یافته، ظهور برگ‌های جدید آهسته‌تر و در صورت ادامه تنش متوقف شده، هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز برگ‌ها کاهش‌یافته، پنجه‌ها، شاخه‌ها و شاخساره‌های کمتری تشکیل می‌شود (کافی و

همکاران، ۱۳۸۹). قرارگیری طولانی‌مدت در معرض شوری و هم‌زمانی آن با افزایش درجه حرارت در طول دوره رشد گیاه سبب افزایش تجمع شوری در برگ و به دنبال آن تسریع پیری برگ در واریته‌های حساس می‌شود (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). در این شرایط سطح برگ گیاه نیز به مقدار زیادی کاهش‌یافته که سبب کاهش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و در نتیجه میزان ماده خشک اندام‌های گیاه کاهش می‌یابد (Munns, 1993). از طرفی با گذشت زمان، کاهش حجیم شدن سلول و نیز کندی تقسیم سلولی برگ مشاهده شده و اندازه نهایی آن کوچک می‌شود. با ادامه یافتن تنش شوری، غلظت یون‌ها در برگ‌های مسن به حد سمیت رسیده، بنابراین آنها زودتر می‌میرند (Munns and Tester, 2008). همچنین در شرایط تنش شوری، گیاه به‌منظور حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود نیازمند تولید حفاظت کننده‌های اسمزی و نیز تنظیم اسمزی به‌منظور حفاظت پروتئین‌های غشای سلولی و نیز حفاظت آنزیم‌ها از تخریب می‌باشد و باید برای تعادل فشار اسمزی، یون‌ها در واکوئل‌ها، سیتوسول و دیگر اندامک‌ها انباشته شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج این تحقیق با نتایج جمالی (۱۳۹۵) بر روی کینوا و سجادی و همکاران (۱۳۹۵) بر روی فلفل سبز مطابقت داشت. تنش شوری از راه تأثیر بر چند مکانیسم مهم گیاه مانند فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی و فعالیت آنزیم‌ها رشد گیاه را کاهش می‌دهد (Ashraf, 2001). تنش شوری همانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند. توقف رشد طولی ساقه و ریشه و کاهش ماده سازی از علایم معمول تنش اکسیداتیو می‌باشد (Ruley et al., 2004). ذخیره انرژی متابولیکی ممکن است اساس کاهش رشد در شرایط شوری باشد. در این شرایط انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی زیادتر شده و انرژی رشد کاهش می‌یابد (Kerepesi and Galiba, 2000). کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (Zhu, 2001)؛ بنابراین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان به این نتیجه رسید که صدمه‌ی اسمزی، سمیت یون‌ها و تغییر در تعادل مواد غذایی قابل‌دسترس از جمله عوامل دخیل در کاهش ارتفاع در محیط شور هستند. از دلایل کاهش ارتفاع گیاه در اثر شوری به خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و رقابت بین یون‌های کلر، سولفات و نیترات اشاره شده است (زمانی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش شوری در مراحل ابتدایی باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود که موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها گشته و طویل شدن آنها را با مشکل روبه‌رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و آماس مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آنها به‌کندی صورت می‌گیرد (Munns and Tester, 2008).

نتیجه‌گیری

کلیه مشخصه‌های مورد بررسی محصول کینوا در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و در موارد استفاده از پساب تصفیه شده در مقایسه با آب شهری باعث افزایش عملکرد شده است. ازآنجایی‌که آب پساب مورد استفاده پساب‌های تصفیه شده شهری و پساب استخر ماهی است، غلظت عناصر شیمیایی اندازه‌گیری شده در آن بیشتر از آب چاه می‌باشد. به همین دلیل، وجود برخی عناصر مورد نیاز گیاه (نظیر سدیم، پتاسیم، کلسیم، کلر و غیره) در پساب سبب افزایش عملکرد تیمار پساب در مقایسه با تیمار آب شهری شده است. نتایج این تحقیق معرف آن است که در صورت استفاده از پساب استخر ماهی و پساب تصفیه شده برای آبیاری مزارع می‌توان عملکرد را به حدی رسانید که با آبیاری با آب شهری و کود به‌تنهایی عاید می‌شود. با کاهش استفاده از آب شهری و جایگزینی آن با پساب، در عین حالی که در عملکرد محصول نه‌تنها کاهش قابل‌ملاحظه‌ای صورت نمی‌گیرد و بلکه در این گیاه منجر به افزایش عملکرد نیز شده، می‌توان در مصرف آب با کیفیت بالا (آب شهری در این تحقیق) که جنبه شرب دارد، صرفه‌جویی نمود. از طرفی با توجه به بحث‌های زیست‌محیطی که با استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در مزارع به وجود می‌آید، شناسایی گیاهانی که با استفاده از پساب استخرهای ماهی و پساب تصفیه شده شهری می‌تواند نیاز کودی خود را تأمین کند، می‌تواند به‌عنوان موضوع تحقیق مد نظر محققین قرار گیرد تا ضمن امکان استفاده کمتر از کودهای شیمیایی، از نظر اقتصادی نیز عملکرد مناسبی عاید کشاورز شود.

منابع

افشون، ن.، فرجی، ه. و حسینی فرهی، م. ۱۳۹۱. میزان جذب عناصر پر مصرف و کم‌مصرف در برگ چمن فستوکا تحت تأثیر بافت خاک و آبیاری با پساب تصفیه شده فاضلاب شهری. سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا.

جلالی، ع.، گلوی، م.، قنبری، ا.، رمرودی، م. و یوسف‌اللهی، م. ۱۳۸۹. اثر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده شهری بر عملکرد و جذب فلزات سنگین در سورگوم علوفه‌ای. علوم آب و خاک. ۵۲: ۱۵-۲۴.

جمالی، ص. ۱۳۹۵. بررسی اثر توأم سطوح مختلف شوری و کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کینوا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

رضوانی مقدم، پ.، میرزایی نجم‌آبادی، م. ۱۳۸۸. تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱،۷: ۶۳-۷۰.

زمانی، ص. ع.، نظامی، م. ط.، حبیبی، د.، بایبوردی. ا. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری. مجله تنش‌های محیطی در علوم گیاهی. ۱،۱: ۶۹-۸۳.

سپاسخواه، ع.، توکلی، ع. و موسوی، ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.

سجادی، ف.، شریفان، ح.، هزارجریبی، ا.، قربانی نصرآباد، ق. ۱۳۹۵. تأثیر تنش شوری و بیش آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد فلفل سبز. مدیریت آب و آبیاری. ۱،۶: ۸۹-۱۰۰.

طایی سمیرمی، ج. ۱۳۸۴. بررسی اثر پساب تصفیه شده زابل بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و خصوصیات خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل.

عرفانی، ع.، حق‌نیا، غ.، علیزاده، ا. ۱۳۸۱. تأثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی‌های خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱،۶: ۷۱-۹۰.

علی‌نژاد جهرمی، ه.، محمدخانی، ع.، صالحی، م.ج. ۱۳۹۱. تأثیر استفاده از پساب فاضلاب شهری شهرکرد بر رشد، عملکرد و تجمع سرب و کادمیم در گیاه دارویی بادرنجبویه. علوم آب و خاک. ۶۰: ۱۷۳-۱۸۵.

کافی، م.، برزویی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ا.، معصومی، ع.، نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کافی، م.، صالحی، م.، عشقی زاده، ح.ر. ۱۳۸۹. کشاورزی شورزیست. راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک (تألیف). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

نباتی، ج.، کافی، م.، نظامی، ا.، رضوانی مقدم، پ.، معصومی، ع.، زارع مهرجردی، م. ۱۳۹۳. اثر زمان اعمال سطوح مختلف تنش شوری بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کوشیا. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۴،۱۲: ۶۱۳-۶۲۰ ص.

نیکبخت، ج.، خنده رویان، م. و توکلی، ا. ۱۳۹۰. مغناطیسی کردن آب راهکاری نوین و مؤثر برای استفاده از آب‌های غیرمتعارف در آبیاری. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران. شرکت آب منطقه‌ای زنجان. ایران.

Abdelrauf, R.E., Hussein, M.M., Darwish, M.A., Wahba, S.A and Hozayn, M. 2014. Sustainable Impact from Using Drainage Water of Fish Farms in Irrigation of Groundnut. Middle East Journal of Agriculture Research. 30.4: 1104-1111.

Abdelraouf, R.E., Abou-Hussein, S.D., Badr, M.A and El-Tohamy, N.M. 2016. Safe and sustainable fertilization technology with using fish water effluent as a new bio-source for fertilizing, VI Balkan symposium on vegetables and potatoes. 1142: 41–48

Abdelraouf, R.E. 2017. Reuse of Fish Farm Drainage Water in Irrigation. In: The Handbook of Environmental Chemistry. Springer, Berlin, Heidelberg.

Alizadeh, A., Bazari, M.E., Velayati, S., Hasheminia, M and Yaghmaie, M. 2001. Irrigation of cron with wastewater. PP. 137-146, In: R. Ragab, G. Pearce, J. Changkim, S. Nairizi and A. Hamdy. (Eds.), 52nd ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, Korea.

Algosaibi, A.M., El-Garawany, M.M., Badran, A.E and Almadini, A.M., 2015. Effect of Irrigation Water Salinity on the Growth of Quinoa Plant Seedlings. Journal of Agricultural Science. 7.8: 205.

Altaf, U., Bhattihaq, N., Murtaz, G and Ali, M. 2000. Effect of pH and organic matter on monovalent - divalent cation exchange equilibria in medium textured soils. International Journal of Agriculture and Biology. 2: 1–2.

Ashraf, M. 2001. Relation between growth and gas exchange characteristics in some salttolerance amphidiploid Brassica species in relation to their diploid parents. Environmental and Experimental Botany. 45: 155-163.

Ebong, V and Ebong, M. 2006. Demand for fertilizer technology by smallholder crop farmers for sustainable agricultural development in Akwa, Ibom state, Nigeria. International Journal of Agriculture and Biology. 8: 728–733.

Elnwishy, N., Salh, M and Zalat, S. 2006. Combating desertification through fish farming. The Future of Drylands Proceedings of the International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research. Tunisia 19- 21 June UNESCO.

El Youssfi, L., Choukr-Allah, R., Zaafrani, M., Mediouni, T., Samba, B and Hirich, A. 2012. Effect of domestic treated wastewater use on three varieties of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) under semiarid conditions. World Academy of Science. Engineering and Technology. International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering. 6.8: 562-565.

Guo, F and Tang, Z.C. 1999. Reduced Na+ and K+ permeability of K+ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat. Chinese Science Bulletin. 44.9: 816-821.

Muscolo, A. 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. AoB Plants. 6: plu047.

Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R and Andersen, M.N. 2012. Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa.Agricultural water management. 109: 20-29.

Rattan, R.K., Datta, S.P., Chhonkar, P.K., Suribabu, K and Singh, A.K. 2005. Long-term Impact of Irrigation with Sewage Effluents on Heavy Metal Content in Soils, Crops and Groundwater a case study. Agriculture, Ecosys. and Environ. 109: 310–322.

Ruley, A.T., Sharma, N.C and Sahi, S.V. 2004. Antioxidant defense in a lead accumulation plant, Sensbania drummondii. Plant Physiology and Biochemical. 42: 899-906.

Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science. 6.2: 66-71.

Hirich, A., Allah, R.C., Jacobsen, S.E., El Youssfi, L and El Homaria, H. 2012. Using deficit irrigation with treated wastewater in the production of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) in Morocco. Revista Científica UDO Agrícola. 12.3: 570-583.

Kerepesi, H and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science. 40: 482487.

Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell Environment. 16: 15-24.

Munns, R and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology. 59: 651-681.

Myers, B. J., Theiveyanath, S.O., Brian, N.O and Bond, W.J. 1996. Growth and water use of Eucalyptus grandis and Pinus radiata plantation irrigated with effluent. Tree Physiuol. 16: 211-219.

Panuccio, M.R., Jacobsen, S.E., Akhtar, S.S and

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 1, Vol. 14, Apr.-May. 2020, p. 331-343

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۱، جلد ۱۴، فروردین - اردیبهشت ۱۳۹۹، ص. ۳۴۳-۳۳۱

Investigation the Effect of Unconventional Water on Yield and Yield Components of Quinoa

S. Jamali[1*], H. Ansary[2]

Recived: Apr.09, 2019 Accepted: Dec.29, 2019

Abstract

Since the agriculture field is the main water consumer, using techniques in order to increasing water use efficiency is necessary. Due to the limited freshwater, farmers have to use unconventional water, such as Wastewater, Fishery Wastewater and Saline water. In this study, Four Quality of water is evaluated on yield and yield components of Quinoa (CV. Titicaca). the research was done based in completely randomized design including 3 replications as pot planting in Ferdowsi University of Mashhad in Greenhouse conditions, during 2017-2018. In this study, four irrigation regimes existed of (fresh water, Wastewater, Fishery wastewater and saline water). The results showed that effect of different quality of water on shoot fresh and dry weight, stem diameter SPAD index and leaf area was significant at 1 percent level ($P<0.01$), but plant height and branches number was significant at 5 percent level ($P<0.05$). in this study, all of this parameter decreased significantly with irrigation by saline water. in this study, increased all of this parameter with irrigation by wastewater and fishery wastewater.

Keywords: Fishery wastewater, Quinoa, Saline water, Titicaca cultivar, Wastewater

1- Ph.D. Student, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: saber.jamali@mail.um.ac.ir)