

## بررسی تأثیر استفاده از آب، پساب و فاضلاب‌های شهری بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه زبان گنجشک

پویا پارسا<sup>۱</sup>، امین علیزاده<sup>۲\*</sup>، علیرضا فرید حسینی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۵

### چکیده

یکی از اصول کلی در راهبردهای مدیریت پایدار و خشک منظرسازی که برنامه ریزان شهری برای موفقیت و گسترش فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک ترسیم کرده‌اند، استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین تر می‌باشد. از بین منابع مختلف پساب‌ها و منابع برگشتی، فاضلاب‌های خانگی به دلیل حجم زیاد و کیفیت مناسب تر بعد از طی مراحل تصفیه جهت این موضوع از اولویت بیشتری برخوردار هستند. لذا عقیده بر این است که پساب فاضلاب شهری می‌تواند به عنوان آب مورد نیاز پارک‌های شهری و جنگلی، حواشی شهرها و مجتمع‌های صنعتی برای توسعه فضای سبز و کاهش آلودگی هوا مورد استفاده قرار گیرد. بدین منظور به بررسی تأثیر استفاده از آب، پساب و فاضلاب بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه زبان گنجشک پرداخته شده است. این طرح به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در تصفیه خانه پرکن‌آباد ۱ در سال آماری ۱۳۹۵-۱۳۹۶ انجام شده است. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری با آب معمولی، پساب و فاضلاب بوده است که هر تیمار آزمایشی در ۴ سطح آبیاری (۵۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ نیاز آبی گیاه) انجام شده و به روش وزنی بر روی بذرها اعمال گشته است. نتایج پژوهش نشان داده است که اعمال تیمارهای ذکر شده منجر به تفاوت بسیار معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی زبان گنجشک در سطح ۱ درصد و تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر شاخص بنیه بذر زبان گنجشک بین تیمارها شده است. تأثیر تیمارهای اعمال شده بر کلروفیل a، b و برگ گیاه تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین تیمارها داشته است. تأثیر تیمارهای آبیاری با آب معمولی، پساب و فاضلاب بر روی میزان روی، مس و سرب برگ زبان گنجشک تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین تیمارها داشته است.

واژه‌های کلیدی: پساب، فضای سبز، فاضلاب، کلروفیل

### مقدمه

می‌رود که بین ۹ تا ۱۱ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. انتظار می‌رود که تا ۲۰۵۰ بیش از ۷۰ درصد جمعیت جهان در نواحی شهری افزایش می‌یابد، بنابراین توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن سبب گردیده همه ساله بخش قابل توجهی از منابع آب محدود به علت تغییر کیفیت از چرخه مصرف خارج شوند که نمونه بارز آن فاضلاب‌های شهری است. علاوه بر این تقاضای تولید کشاورزی برای تغذیه انسان نیز افزایش خواهد یافت. لذا با توجه به حجم عظیم فاضلاب‌های تولیدی، تلاش برای دستیابی به نحوه دفع مناسب فاضلاب در محیط زیست ضرورت می‌یابد (حسین پور و همکاران، ۱۳۸۷). بیش از نیمی از جمعیت جهان با بحران آب مواجه هستند. در ایران نیز که جزء کشورهای خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود، مصرف آب در بخش کلان کشاورزی بیشترین درصد (۹۳/۵ درصد) را در مقایسه با سایر مصارف به خود اختصاص می‌دهد و این در شرایطی است که در بسیاری از نقاط کشور کمبود آب و تشدید آن

آب شیرین یک منبع کمیاب و دارای توزیع غیریکنواخت در جهان است. کمبود/کمیابی آب و تقاضای فزاینده آن بخصوص در کشورهای خشک و نیمه خشک فشار زیادی را بر منابع آب به ویژه منابع زیرزمینی وارد کرده است، به طوری که سبب افت شدید سطح آب زیرزمینی در این مناطق گردیده و این کشورها را با وضعیت وخیم (بحران) آب روبرو نموده است (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸). علاوه بر این جمعیت در سراسر جهان به سرعت در حال رشد است و انتظار

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
(Email: alizadeh@um.ac.ir) \* نویسنده مسئول:

بیشتری برخوردار هستند. لذا عقیده بر این است که پساب فاضلاب شهری می‌تواند به عنوان آب مورد نیاز پارک‌های شهری و جنگلی حواشی شهرها و مجتمع‌های صنعتی برای توسعه فضای سبز و کاهش آلودگی هوا مورد استفاده قرار گیرد (Al-jamal et al, 2000). گزارشات حاکی از آن است که عمده فاضلاب تولیدی ناشی از فاضلاب شهری مناطق بزرگ همچون تهران، مشهد، اصفهان و شیراز است. اگر چه پساب فاضلاب شهری منبعی سرشار از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و دیگر عناصر ضروری برای رشد گیاهان است (Meli et al, 2002). اما این منابع ممکن است حاوی عناصری سنگین همچون سرب و کادمیم نیز باشند. هر چند، غلظت این عناصر سنگین در پساب فاضلاب شهری ناچیز است، ولی تجمع آنها در خاک می‌تواند افزایش غلظت این عناصر را در گیاهان کشت شده به دنبال داشته باشد (مرادمند، ۱۳۸۷). از اینرو یافتن گیاهانی که توانایی انباشت این فلزات را داشته باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی‌ها نشان داده است که از لحاظ انباشت کادمیم در کوتاه مدت گونه زبان گنجشک بسیار با اهمیت است (خواجه ئی و همکاران، ۱۳۹۲). درخت زبان گنجشک با نام علمی (*Fraxinus excelsior*) از خانواده Oleacea با نام محلی ون و نام انگلیسی Ash معروف می‌باشد که در اکثر نقاط ایران از جمله جنگل‌های شمال ایران، ارسباران و حتی در نقاط استیپی کشور در ارتفاعات زاگرس و دامنه‌های جنوبی البرز دیده می‌شود. این گونه عمدتاً تا ارتفاع ۲۴۰۰ متری از سطح دریا قابلیت استقرار داشته که با میوه سامار و برگ‌های متقابل مرکب شانه‌ای دیده می‌شود (ثابتی، ۱۳۸۱). درختان زبان گنجشک نورپسند بوده و در جنگل‌های شمال ایران همراه با مرز، خرمندی، بلوط، افرا، انجیلی، شیردار، نمدار، ملج و لرگ دیده می‌شوند. جامعه خالص زبان گنجشک در ایران وجود ندارد یا در سطوح بسیار محدود دیده می‌شود. درختی سریع‌الرشد است و در بستری که از نظر مواد غذایی ضعیف و رطوبت محدود باشد، از رشد طولی و قطری آن کاسته می‌شود اما در شرایط مطلوب، رشد جوانه انتهایی بین ۲۵ تا ۹۱ سانتی‌متر در سال است که گاهی به ۱۱۱ تا ۱۵۱ سانتی‌متر نیز می‌رسد (ثابتی، ۱۳۸۷). برگ‌های آن مسهل است. جوشانده برگ آن برای رفع نقرس و روماتیسم موثر است. تخم زبان گنجشک که سطح خارجی آن کمی تیره رنگ و داخل آن سفید مایل به زرد است دارای طعمی تلخ می‌باشد که مربوط به روغن آن است. قدرت دارویی آن حتی تا ۱۰ سال می‌ماند. با توجه به میزان بارش سالیانه در مشهد (۲۵۰ میلی‌متر) و تبخیر سالانه ۱۹۳۹ میلی‌متر و اختلاف زیاد در متوسط میزان پرتوهای دریافتی و بازتابی، می‌توان گفت که شهر مشهد از آب و هوای خشک و در نتیجه کم‌آبی رنج می‌برد (شوشتریان و همکاران، ۱۳۸۹). از اینرو با توجه به روند رو به رشد جمعیت و در نتیجه تاثیر آن بر افزایش حجم فاضلاب‌های شهری و همچنین کمبود آب به علت خشک بودن آب و هوای این شهر، لزوم

در اثر خشکسالی‌های اخیر به آنچنان وضعیت حاد و بحرانی رسیده است که برنامه‌ریزان و مدیران منابع آب را مجبور ساخته، تا در برنامه‌ریزی‌های توسعه منابع آبی به کلیه منابع متعارف و غیر متعارف (پساب‌های شهری و خانگی)، که بتوانند به نحو مؤثر و اقتصادی در اختیار قرار گیرند نیز، توجه نمایند (محمدزاده، ۱۳۸۵؛ Jamali, M et al, 2008). در خصوص تعریف آب‌های با کیفیت پایین، نمی‌توان تعریف جامع و قابل قبول عمومی ارائه داد، زیرا بسته به مورد استفاده آن و با توجه به ویژگی‌های مشخص مورد مصرف، تعاریف آن متفاوت خواهد بود (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۶). فاضلاب‌های شهری نیز به دلیل آن که مصرف آن در آبیاری از لحاظ بهداشتی با مخاطراتی همراه است، به عنوان یک آب با کیفیت پایین مطرح هستند (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰). فاضلاب شهری یک ترکیبی از آب سیاه (مدفوع، ادرار و لجن همراه با آن)، آب خاکستری (فاضلاب آشپزخانه و حمام)، آب ورودی از موسسات تجاری و تاسیسات شامل بیمارستان‌ها، پساب صنعتی، رواناب‌های شهری است (Al-jamal et al, 2000). رهاسازی فاضلاب خام در طبیعت و آلوده کردن محیط زیست، می‌تواند تأثیر سوئی در کیفیت جریان‌های سطحی و زیرزمینی بگذارد. تصفیه فاضلاب در نهایت منجر به تولید پساب می‌شود. تصفیه فاضلاب، ضمن حفظ محیط زیست، باعث بهره برداری از فاضلاب و استحصال و بازیافت آب مصرف شده است. البته پساب فاضلاب در مقایسه با حجم آب آبیاری مورد نیاز، مقدار کمی را شامل می‌شود ولی بهره برداری از همین مقدار باعث می‌شود که آب‌های با کیفیت بالاتر را بتوان در موارد با اهمیت تری به کار برد. بهره‌برداری صحیح از فاضلاب شهری، مشکل آلودگی آب‌های سطحی را کاهش می‌دهد و نه تنها باعث حفظ منابع آب می‌گردد بلکه به علت وجود مواد و عناصر غذایی در آن، برای رشد گیاهان بسیار سودمند است (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰). از طرفی اگر پساب تولید شده استانداردهای مورد نظر از لحاظ سطح آلودگی را کسب کند می‌تواند جایگزین مناسبی برای آب آبیاری باشد (تقواین و همکاران، ۱۳۸۶). بنابراین، یکی از نکات اساسی در استفاده از پساب‌ها به خصوص در فضای سبز و کشاورزی، توجه به کیفیت پساب مورد استفاده و رعایت استانداردهای تدوین شده در این خصوص است و می‌توان گفت که بدون توجه به این موضوع، ممکن است استفاده از پساب آثار زیان‌باری بر روی سلامتی انسان‌ها، کیفیت خاک، بهداشت و محیط زیست داشته باشد (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۳). یکی از اصول کلی در راهبردهای مدیریت پایدار و خشک منظرسازی که برنامه‌ریزان شهری برای موفقیت و گستر فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک ترسیم کرده‌اند، استفاده از منابع آبی با کیفیت پایین تر می‌باشد (سالاریان، ۱۳۹۳). از بین منابع مختلف پساب‌ها و منابع برگشتی، فاضلاب‌های خانگی به دلیل حجم زیاد و کیفیت مناسب تر بعد از طی مراحل تصفیه جهت این موضوع از اولویت

مسطح و مرطوبی که نزدیک رودخانه باشد و خاک‌های غنی و نمناک را ترجیح می‌دهد. حتی خاک‌های اشباع شده را در جنگل‌های مسطح تحمل می‌کند.

### بخش جوانه‌زنی

بذرهای اغلب درختان جنگلی از جمله زبان گنجشک از دوره خواب نسبتاً طولانی برخوردار بوده و برای تحریک جوانه‌زنی به استراتیفه سرد و مرطوب نیاز دارند از این‌رو جهت شکستن خواب بذرها از تیمار لایه‌پردازی استفاده می‌گردد. به‌منظور جداسازی بذرها پوک ابتدا بذرها در یک ظرف پر از آب ریخته و سپس جهت لایه‌پردازی، بذرهای خیس خورده به‌طور متناوب بین لایه‌های مرطوب ماسه بادی در ظروف پلاستیکی به ابعاد  $20 \times 10$  و عمق ۷ سانتی‌متر در شرایط تاریکی و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ هفته لایه‌پردازی می‌شوند. پس از طی این دوره، تیمارها با سه تکرار ۵۰ بذری بر روی دو لایه کاغذ صافی خیس خورده، در پتری‌دیش‌های شیشه‌ای کشت و در شرایط کنترل شده (دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تاریکی) در اتاقک رشد قرار داده شد. پتری‌دیش‌ها را قبل از انجام آزمایش، جهت ضدعفونی در ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار می‌دهیم. همچنین بذرها با اتانول ۷۰٪ به مدت ۲ دقیقه و سپس با هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی سطحی می‌شوند و سه بار با آب مقطر شسته شوند (شکل ۱).

شمارش بذرها جوانه‌زده هر روز یک‌بار انجام می‌شود و بذرهایی که دارای ریشه‌چه ظاهر شده به طول حداقل ۲ میلی‌متر باشند، جوانه‌زده محسوب می‌گردند. شمارش بذرهای جوانه‌زده به‌صورت روزانه به مدت یک هفته و در ساعات معینی از روز انجام گرفت. هنگام شمارش، بذرهایی که جنین آن پس از رشد، پوسته خود را شکافته و ریشه‌چه‌ای به اندازه یک میلی‌متر از بذر خارج شده باشد، بذر جوانه‌زده به شمار می‌آید. جهت اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور جوانه‌زده در هر پتری‌دیش، از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر استفاده شد. به این منظور ابتدا گیاهچه بر روی سطح صافی قرار داده شد و خمیدگی ریشه‌چه و ساقه‌چه آن باز و طول ساقه‌چه از محل اتصال به برگ‌های لپه‌ای تا محل تغییر رنگ ساقه‌چه و طول ریشه‌چه از انتهای آن تا محل تغییر رنگ ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن ابتدا وزن تر گیاه چه محاسبه و پس از قرار دادن در آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

استفاده از پساب شهری و کاربرد آن در سیستم‌های فضای سبز ضروری بنظر می‌رسد. با توجه به این امر که اطلاعات منتشر شده چندان در خصوص ارزیابی صفات رشدی زبان گنجشک در گلخانه و شرایط آزمایشگاهی در رابطه با آبیاری پساب در دسترس نیست، بنابراین آزمایش حاضر با هدف بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی این گیاه تحت تاثیر آبیاری با سطوح مختلف پساب، آب معمولی و فاضلاب در شهر مشهد انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### زمان و مکان آزمایش

این آزمایش در قالب دو بخش جوانه‌زنی و گلخانه‌ای انجام می‌شود. پژوهش حاضر در دو فصل زراعی در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ در گلخانه‌ای واقع در شهر مشهد در تصفیه خانه پرکن‌آباد یک انجام شده است. گیاه مورد مطالعه زبان گنجشک بوده است که تاریخ‌های کاشت و داشت این محصول مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- تاریخ کاشت و برداشت زبان گنجشک

کشت	اول	دوم
	۱۳۹۵/۰۵/۲۰	۱۳۹۵/۰۱/۱۶
	۱۳۹۶/۰۵/۲۶	۱۳۹۶/۰۱/۲۲

### گیاه مورد مطالعه

گیاه مورد مطالعه در این طرح زبان گنجشک با نام علمی *Fraxinus excelsior* L. بوده است. این گونه درختی به ارتفاع ۴۵-۴۰ متر با تاجی گسترده و تنه‌ای راست به قطر ۱۰۰ سانتی‌متر می‌باشد. پوست آن در ابتدا صاف و خاکستری که بعدها دارای شکاف‌های عمودی وسطی و رنگ خاکستری مایل به سیاه می‌شود. شاخه‌های جوان و یک ساله سبزر و تنومند و راست، خاکستری روشن تا مایل به سبز و با جوانه‌های زمستانی متقابل و سیاه مخملی مشخص و واضح می‌باشند. برخی از انشعابات کوتاه آن حالت خمیده و منحنی دارد. برگ‌ها از تعداد زیادی برگچه‌های بدون دم برگ تشکیل شدند. برگچه‌های نیزه‌ای شکل، بعضی وقت‌ها تا ۱۲ سانتی‌متر طول دارند. در پاییز تغییر رنگ واضحی نمی‌دهند. معمولاً فقط مایل به خاکستری یا قهوه‌ای می‌شوند و یا هنگامی که هنوز سبز هستند می‌ریزند. گل‌های پلی گام به‌صورت پانیکول‌های متراکم و افراشته و بدون گل‌پوش می‌باشند. گل‌ها قبل از برگ‌ها و معمولاً در فروردین ظاهر می‌شوند. برگ‌ها دیرتر از همه درختان اروپایی ظاهر می‌شوند. زبان گنجشک یک درخت بومی اروپاست و گسترش آن از طرف شمال تا اسکاندیناوی جنوبی و از طرف شرق تا اورال می‌باشد. درخت سازگاری است که در زمین‌های پست تا نقاط کوهستانی می‌روید (بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا). با این وجود این درخت جنگل‌های

جوانه‌زنی رشد نموده و سپس به گلدان به تعداد ۳ بذر در عمق ۳-۵ سانتی‌متری انتقال داده شد. عملیات کاشت در گلدان‌های پلاستیکی به رنگ سیاه با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت. در کف گلدان‌ها به مقدار مساوی سنگریزه (جهت تسهیل زهکشی) ریخته شد. کشت گلخانه‌ای در شرایط یکسان و به‌طور هم‌زمان برای تیمارهای مختلف انجام شد.



شکل ۲- آماده‌سازی گلدان‌ها

#### عملیات داشت

در طول ۴ ماه عملیات داشت، روزانه دما و نور گلخانه کنترل گردید. آبیاری به‌صورت روز درمیان در طی ۸ هفته ابتدایی و ۲ روز درمیان در ۸ هفته بعدی با آب معمولی شهری و سطوح مختلف پساب به میزان یک لیتر صورت گرفت و رطوبت در حد ظرفیت مزرعه برای گلدان‌ها اعمال گردید. کلیه تیمارها در گلخانه و در شرایط حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت گلخانه ۵۰ تا ۶۰ درصد رطوبت نسبی نگهداری شدند. پس از ۲ ماه، تیمارهای مختلف پساب به طریقه ذیل بر روی نهال‌ها صورت گرفت.

#### اعمال تیمارها

آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شده است. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری با آب معمولی، پساب و فاضلاب بوده است که هر تیمار آزمایشی در ۴ سطح آبیاری (۵۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ نیاز آبی گیاه) می‌باشند و به روش وزنی بر روی بذرها اعمال گشته است

#### اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک گیاه

##### اندازه‌گیری میزان کلروفیل

برای اندازه‌گیری کلروفیل مقدار نیم گرم از ماده تر گیاهی (برگ) را در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از استن آن را به خوبی له کرده و تقریباً حدود ۲۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد به نمونه‌ها اضافه، سپس به کمک صافی صاف نمودیم. عصاره جدا شده به بالن شیشه‌ای منتقل شد. مقداری از نمونه داخل بالن را در کورت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس به‌طور جداگانه برای طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b توسط اسپکتروفتومتر مقدار



شکل ۱- ضد عفونی نمودن بذرهای زبان گنجشک

داده‌های حاصل از شمارش بذرهای جوانه‌زده در آخرین روز شمارش برای محاسبه شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه استفاده شدند. علاوه بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی نیز در این مطالعه بررسی گشت. جهت تعیین درصد و سرعت جوانه‌زنی از روابط زیر استفاده شد.

$$GR = n/N \times 100 \quad (1)$$

در رابطه فوق، GR درصد جوانی؛ n تعداد بذور جوانه‌زده شده در انتهای آزمایش و N تعداد کل بذور است.

$$GS = \sum (ni/ti) \quad (2)$$

$$MGT = \sum (ni/ti) / \sum n \quad (3)$$

در رابطه بالا Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در فاصله زمانی مشخص ti، تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی است. شاخص بینه بذر از رابطه زیر به دست آمده است:

$$SVI = GR \times \text{mean}(SL + RL)/100 \quad (4)$$

در این رابطه، SVI شاخص بینه بذر، SL طول ساقه‌چه، چه، RL طول ریشه‌چه و GR درصد جوانه‌زنی بذر است.

$$TB = PW + RW \quad (5)$$

در رابطه فوق TB زیست توده، SW وزن خشک ساقه‌چه، RW وزن خشک ریشه‌چه است.

#### بخش گلخانه‌ای

در بخش دیگر، به بررسی استفاده از آبیاری با پساب‌های تصفیه شده شهری، آب معمولی و فاضلاب بر روی جوانه‌زنی و رشد اولیه نهال‌های زبان گنجشک پرداخته شده است.

#### عملیات کاشت

خاک مورد استفاده در این پژوهش به‌صورت مخلوط خاک سبک، خاک مزرعه و کود تهیه شده است. به‌منظور اجرای آزمایش گلخانه‌ای، در اوایل فروردین ماه، بذور ابتدا در پتری دیش تا مرحله

پایان به کمک دستگاه جذب اتمی عناصری مانند سرب، مس و روی در برگ تعیین گردید و برحسب میلی گرم بر لیتر گزارش شد.

### روش تحلیل

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و تهیه شکل‌ها توسط نرم‌افزار MS-Excel صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### خصوصیات جوانه‌زنی

خصوصیات جوانه‌زنی اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر زبان گنجشک بوده است. جداول ۲ و ۳ به ترتیب مقایسه میانگین استفاده از آب (B)، پساب (A) و فاضلاب (C) با سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات جوانه‌زنی زبان گنجشک در کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهند. در ادامه به تشریح هر یک از پارامترهای اشاره شده بصورت مجزا پرداخته شده است.

جذب قرائت گردید و در معادلات (۶)، (۷) و (۸) جایگزین گردیده و برحسب میلی گرم بر گرم اندازه‌گیری شد (Arnon, 1967).

$$\text{Chl a (mg/g)} = \{12.7(663Aa) - 2.69(645Ab)\} \quad (۶)$$

$$\text{Chl b (mg/g)} = \{22.9(645Ab) - 4.69(663Aa)\} \quad (۷)$$

$$\text{Chl t (mg/g)} = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad (۸)$$

### اندازه‌گیری فلزات سنگین در اندام‌های گیاه

بدین منظور، اندام‌های هوایی از یکدیگر جدا شده و در آون در دمای ۶۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها آسیاب و الک شد. نیم گرم از هر نمونه برداشته و در داخل بوتله‌های چینی ریخته و در داخل کوره مدل AZAR1250 در دمای 120 درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت قرار گرفت. بعد از مدت طی شده، نمونه‌ها از کوره خارج و ۱۰ سی‌سی HCL ۲ مولار اضافه نموده و روی هیتر گذاشته شد تا ۲/۳ اسید تبخیر شود. سپس نمونه‌ها از کاغذ صافی عبور داده و با کمک آب مقطر به حجم ۵۵ سی‌سی رسانیده شد. نمونه‌ها را در بطری‌های پلاستیکی نگهداری نموده و در

جدول ۲- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات جوانه زنی زبان گنجشک در کشت اول

شاخص	واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
درصد جوانه زنی		۴۰/۸f	۵۵/۸d	۶۰/۳bc	۷۰/ab	۵۰/de	۷۵/۶ab	۸۱/۵	۷۵/۰ab	۲۲/۱h	۳۳/۱g	۴۸/۶de	۶۵/۹b
سرعت جوانه زنی		۰/۳۲f	۰/۵۱d	۰/۹۲bc	۱/۰۸ab	۰/۹۵b	۱/۰۱ab	۱/۲۶a	۱/۲ab	۰/۲h	۰/۳fg	۰/۵de	۰/۸bc
شاخص بنیه		۷/۵ij	۱۵/۸gh	۲۰/ef	۲۴/۱c	۱۷/۳e	۲۶/۸cd	۳۲/۲a	۲۸/۲ab	۳k	۶/۷ij	۱۲/۴i	۲۰/۱g

# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

جدول ۳- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات جوانه زنی زبان گنجشک در کشت دوم

شاخص	واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
درصد جوانه زنی		۴۳/۱f	۵۸/۱d	۶۲/۶bc	۷۲/۳c	۵۵/۱de	۸۰/۷ab	۸۶/۶a	۸۰/۱ab	۲۴/۹۰h	۳۵/۹۰g	۵۱/۴۰de	۶۸/۷۰b
سرعت جوانه زنی		۰/۳۱f	۰/۶۳d	۱/۰۴bc	۱/۲ab	۱/۰۷b	۱/۱۲ab	۱/۳۸a	۱/۱ab	۰/۲h	۰/۴۳fg	۰/۵۲de	۰/۷bc
شاخص بنیه		۸/۱ij	۱۶/۱gh	۲۰/۳ef	۲۵/۲c	۱۷/۱e	۲۸/۱cd	۳۳/۷a	۲۸ab	۲/۷k	۶/۶ij	۱۲/۹i	۱۸/۵g

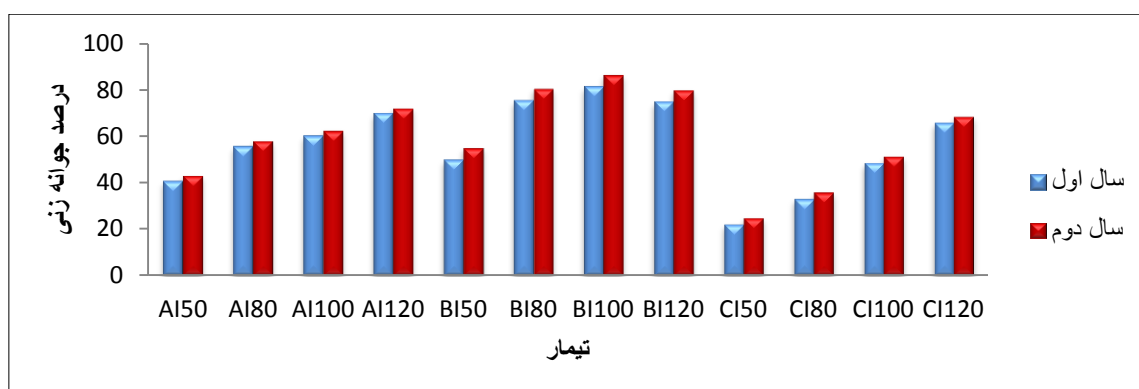
# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

### درصد جوانه‌زنی

مطابق جدول ۲، در سال اول بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با ۸۱٫۵ درصد بوده است. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۲۲٫۱ درصد بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI80، BI120 با آب معمولی و تیمار AI120 با پساب تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵٪ نداشته است.

مطابق جدول ۳، در سال دوم بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪

(BI100) با ۸۶٫۶ درصد بوده است. کمترین درصد جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۲۴٫۹ درصد بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI80، BI120 با آب معمولی تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵٪ نداشته است. اما بر خلاف کشت اول با تمام تیمارهای آبیاری شده با پساب تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده شده است. شکل ۳ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر درصد جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

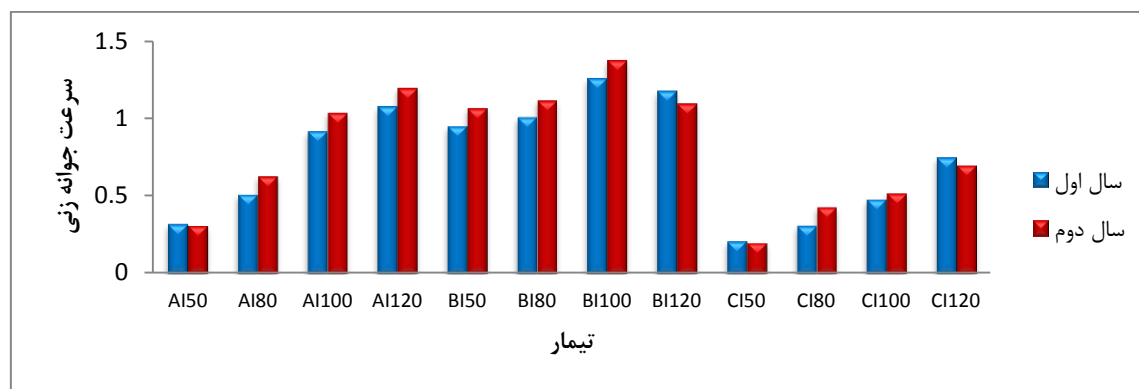


شکل ۳- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر درصد جوانه‌زنی زبان گنجشک در دو دوره کشت

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۱,۳۸ بوده است. کمترین سرعت جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۰,۲ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI80، BI120 با آب معمولی و تیمار AI120 با پساب تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵٪ نداشته است. شکل ۴ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر سرعت جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

### سرعت جوانه‌زنی

مطابق جدول ۲، در سال اول بیشترین سرعت جوانه زنی بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۱,۲۶ بوده است. کمترین سرعت جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۰,۲ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI80، BI120 با آب معمولی و تیمار AI120 با پساب تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ و ۵٪ نداشته است. مطابق جدول ۳، در سال دوم بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر زبان

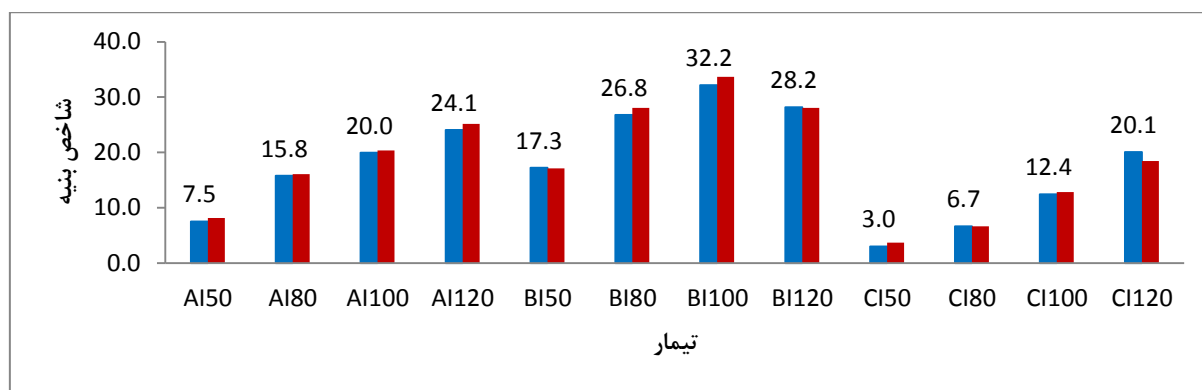


شکل ۴- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر سرعت جوانه‌زنی زبان گنجشک در دو دوره کشت

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۳۳,۷ بوده است. کمترین شاخص بذر زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۳,۷ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمار BI120 با آب معمولی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. شکل ۵ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر سرعت جوانه‌زنی بذر زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

### شاخص بذر زبان گنجشک

مطابق جدول ۲، در سال اول بیشترین شاخص بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۳۲,۲ بوده است. کمترین شاخص بذر زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۳ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمار BI120 تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته است. مطابق جدول ۳، در سال دوم بیشترین شاخص بذر زبان



شکل ۵- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر شاخص بینه زبان گنجشک در دو دوره کشت

ترتیب مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کلروفیل برگ زبان گنجشک در کشت سال اول و دوم را نشان می‌دهند. در ادامه به تشریح هر یک از پارامترهای اشاره شده بصورت مجزا پرداخته شده است.

### تأثیر استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل گیاهچه زبان گنجشک

خصوصیات کلروفیل اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل کلروفیل a و b و t برگ زبان گنجشک بوده است. جداول ۴ و ۵، به

جدول ۴- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل گیاهچه زبان گنجشک در کشت اول

شاخص واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
کلروفیل a	۸/۹۷g	۱۵/۵۹cd	۱۸/۰۷ab	۱۷/۰۱cd	۱۴/۴۸cd	۱۷/۴۰c	۲۰/۰۰a	۱۸/۷۶ab	۴/۹۷i	۷/۰۳gh	۱۰/۴۸ef	۱۳/۱۰e
کلروفیل b	۴/۴۴ef	۷/۱۲cd	۸/۹۴ab	۸/۴۷ab	۷/۱۷cd	۸/۴۷ab	۹/۹۰a	۹/۲۹ab	۲/۴۶gh	۳/۴۸g	۵/۱۹e	۶/۴۹cd
کلروفیل t	۱۳/۴۰gh	۲۳/۳۰cd	۲۷/۰۱ab	۲۵/۱۸cd	۲۱/۶۵e	۲۵/۵۷c	۲۹/۹۰a	۲۸/۰۴ab	۷/۴۲j	۱۰/۵۲i	۱۵/۶۷g	۱۹/۵۹ef

# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

جدول ۵- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل گیاهچه زبان گنجشک در کشت دوم

شاخص واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
کلروفیل a	۹/۷۲gh	۱۶/۴۹e	۱۹/۰۳ab	۱۷/۸۹cd	۱۲/۸۳ef	۱۸/۰۴c	۲۱/۰۰a	۱۹/۷۳ab	۵/۶۴ij	۷/۷۵i	۱۱/۲۸g	۱۲/۵۴ef
کلروفیل b	۴/۶۸ef	۷/۹۳	۹/۱۵ab	۸/۱۸ab	۶/۱۷c	۸/۶۸ab	۱۰/۱۰a	۹/۴۹ab	۲/۷۱g	۳/۷۳ef	۵/۴۲e	۶/۰۳cd
کلروفیل t	۱۴/۴۰gh	۲۴/۴۲cd	۲۸/۱۸ab	۲۵/۸۱cd	۱۸/۹۹e	۲۶/۷۲c	۳۱/۱۰a	۲۹/۲۲ab	۸/۲۵ij	۱۱/۴۸i	۱۶/۷۰g	۱۸/۵۸ef

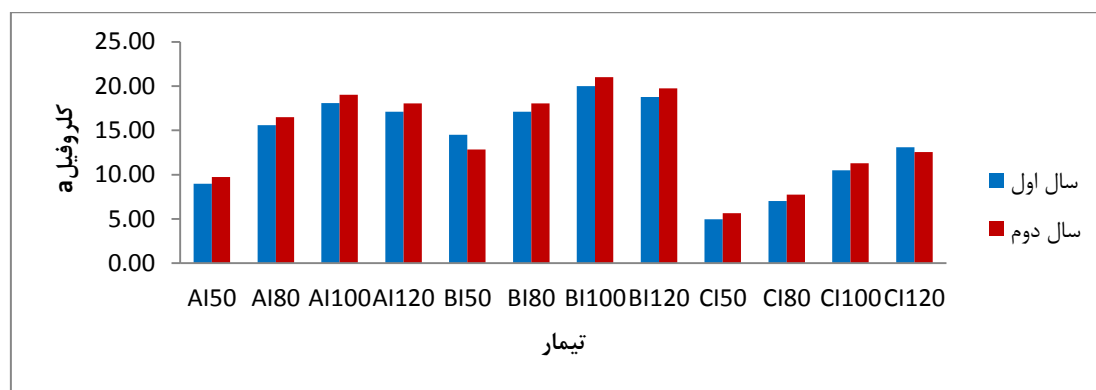
# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

### کلروفیل a

مطابق جدول ۴، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل a برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۲۰ بوده است. کمترین کلروفیل a برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۴٫۹۷ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI120 و BI80 از تیمارهای آب معمولی، و تیمارهای AI100 و AI120 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است.

مطابق جدول ۵، در سال دوم بیشترین کلروفیل a برگ زبان

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۲۱ بوده است. کمترین کلروفیل a برگ زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۵٫۶۴ بوده است. مطابق این جدول مشابه سال اول تیمار BI100 با تیمارهای BI120 و BI80 از تیمارهای آب معمولی، و تیمارهای AI100 و AI120 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است. شکل ۶ نمودار مقایسه ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل a برگ زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

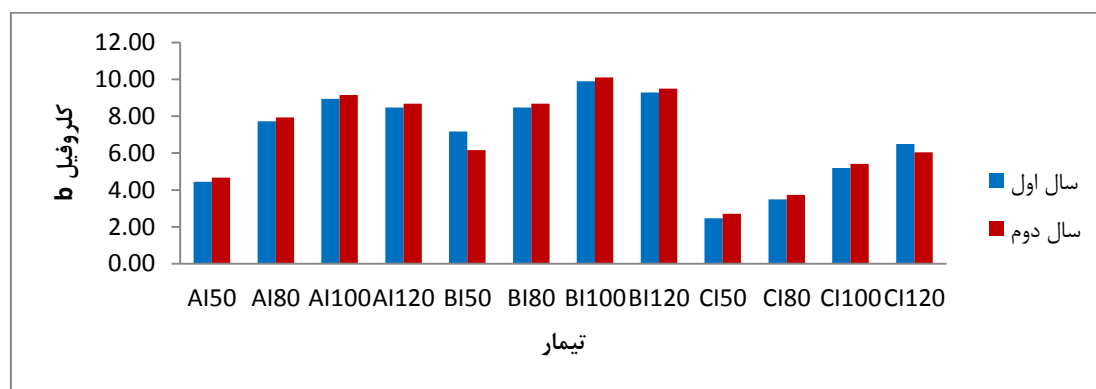


شکل ۶- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر کلروفیل a گیاهچه زبان گنجشک در دو دوره کشت

### کلروفیل b

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۱۰,۱۰ بوده است. کمترین کلروفیل b برگ زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۲,۷۱ بوده است. مطابق این جدول مشابه سال اول تیمار BI100 با تیمارهای BI80 و BI120 از تیمارهای آب معمولی، و تیمارهای AI100 و AI120 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است. شکل ۷ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل b برگ زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

مطابق جدول ۴، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل b برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۹,۹۰ بوده است. کمترین کلروفیل b برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار ۲,۴۶ بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با تیمارهای BI80 و BI120 از تیمارهای آب معمولی، و تیمارهای AI100 و AI120 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است. مطابق جدول ۵، در سال دوم بیشترین کلروفیل b برگ زبان



شکل ۷- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر کلروفیل b گیاهچه زبان گنجشک در دو دوره کشت

### کلروفیل t

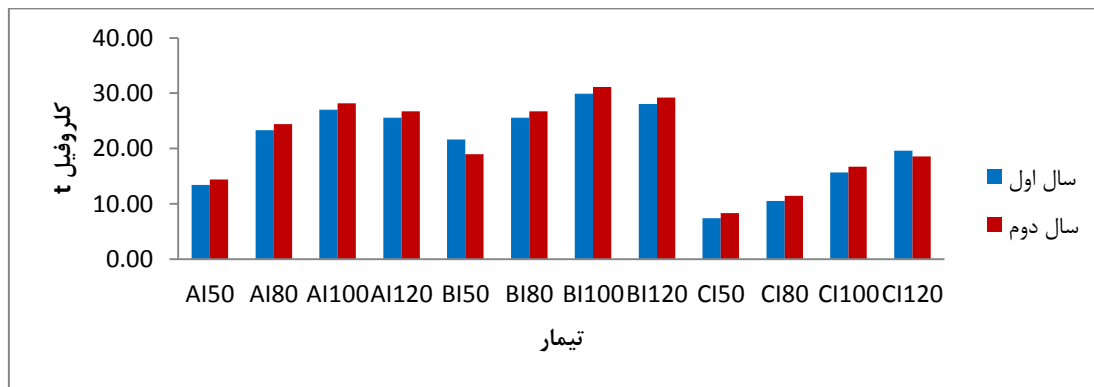
تیمارهای BI120 از تیمارهای آب معمولی، و AI100 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده نشده است. مطابق جدول ۵، در سال دوم بیشترین کلروفیل t برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار ۳۱,۱۰ بوده است. کمترین کلروفیل t برگ زبان گنجشک مشابه کشت اول مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪

مطابق جدول ۴، در سال اول بیشترین میزان کلروفیل t برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۱۰۰٪ (BI100) با مقدار 29.90 بوده است. کمترین کلروفیل t برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۵۰٪ (CI50) با مقدار 7.42 بوده است. مطابق این جدول تیمار BI100 با



نشده است. شکل ۸ نمودار مقایسه ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر کلروفیل t برگ زبان گنجشک را نشان می دهد.

(CI50) با مقدار ۸,۳۵ بوده است. مطابق این جدول مشابه سال اول تیمار BI100 با تیمارهای BI120 از تیمارهای آب معمولی، و AI100 از تیمارهای پساب، تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ مشاهده



شکل ۸- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر کلروفیل t گیاهچه زبان گنجشک در دو دوره کشت

میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر عناصر برگ زبان گنجشک در کشت سال اول و دوم را نشان می دهند. در ادامه به تشریح هر یک از پارامترهای اشاره شده بصورت مجزا پرداخته شده است.

تأثیر استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر عناصر روی، سرب و مس برگ زبان گنجشک عناصر برگ اندازه گیری شده در این پژوهش شامل روی، سرب و مس برگ زبان گنجشک بوده است. جداول ۶ و ۷ به ترتیب مقایسه

جدول ۶- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر عناصر روی، سرب و مس برگ زبان گنجشک در کشت اول

شاخص واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
روی	۱۲۸/۱۶g	۱۳۵/۴f	۱۴۰/۹de	۱۵۰/۳d	۶۷/۸hi	۶۸/۲hi	۷۰/۱hi	۷۶/۲h	۲۰۰/۱c	۲۱۰/۵ab	۲۱۳/۱ab	۲۲۰/۱a
سرب	۹/۰cd	۹/۵cd	۹/۹cd	۱۰/۵c	۴/۷ef	۴/۸ef	۴/۹ef	۵/۳e	۱۴/۰ab	۱۴/۷ab	۱۴/۹ab	۱۵/۴a
مس	۴/۹cd	۵/۲cd	۵/۴cd	۵/۷c	۲/۵ef	۲/۶ef	۲/۷e	۲/۹ef	۷/۶ab	۸/۰ab	۸/۱ab	۸/۴a

# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

جدول ۷- مقایسه میانگین استفاده از آب، پساب و فاضلاب با سطوح مختلف آبیاری بر عناصر روی، سرب و مس برگ زبان گنجشک در کشت دوم

شاخص واحد	AI50	AI80	AI100	AI120	BI50	BI80	BI100	BI120	CI50	CI80	CI100	CI120
روی	۱۳۰/۲cd	۱۳۸/۲cd	۱۴۳cd	۱۴۹/۶c	۶۹/۹ef	۷۰/۳ef	۷۲/۲ef	۷۸/۳e	۲۰۲/۲ab	۲۰۸/۱ab	۲۱۴/۳ab	۲۱۸/۱a
سرب	۸/۷cd	۹/۳cd	۹/۶cd	۱۰/۰c	۳/۵۱ef	۴/۷ef	۴/۸ef	۵/۲e	۱۳/۵ab	۱۳/۹ab	۱۴/۳ab	۱۴/۶a
مس	۴/۷cd	۵/۰cd	۵/۲cd	۵/۴	۱/۹ef	۲/۵ef	۲/۶ef	۲/۸	۷/۳ab	۷/۵ab	۷/۸ab	۷/۹a

# هر مقدار نمایانگر میانگین سه تکرار است

«سطوح آبیاری» مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نداشته اند اما تیمارهای «نوع آبیاری» بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ داشته اند.

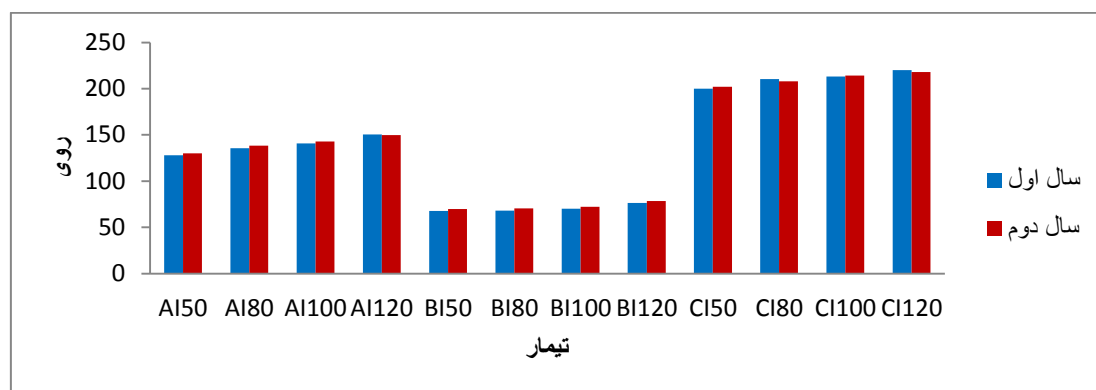
مطابق جدول ۷، در سال دوم بیشترین میزان روی برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪ (CI120) با مقدار ۲۱۸,۱ بوده است. کمترین روی برگ زبان

## روی

مطابق جدول ۶، در سال اول بیشترین میزان روی برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪ (CI120) با مقدار ۲۱۰,۱ بوده است. کمترین روی برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با مقدار ۶۷,۸ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای

با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند. شکل ۹ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر روی برگ زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با مقدار ۶۹,۹ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای «سطوح آبیاری» مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند اما تیمارهای «نوع آبیاری»



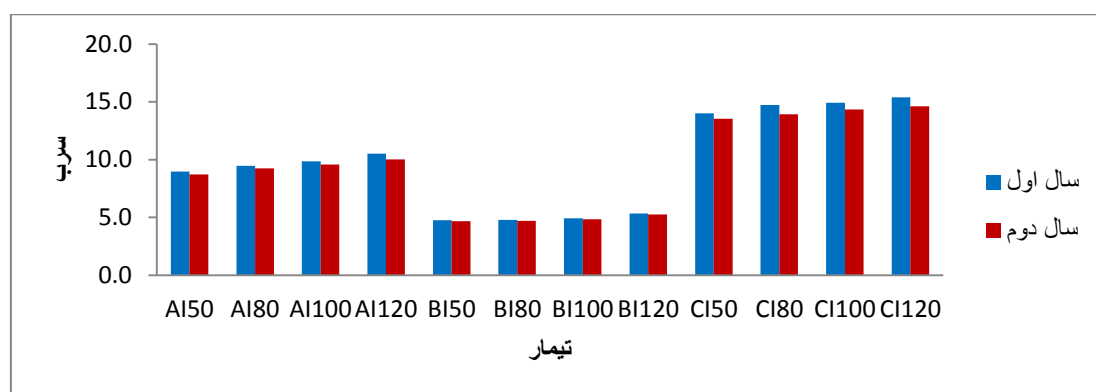
شکل ۹- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر عنصر روی برگ زبان گنجشک در دو دوره کشت

#### سرب

گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪ (CI120) با مقدار ۱۴,۶ بوده است. کمترین سرب برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با مقدار ۳,۵۱ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای «سطوح آبیاری» مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند اما تیمارهای «نوع آبیاری» با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته‌اند. شکل ۱۰ نمودار مقایسه‌ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر سرب برگ زبان گنجشک را نشان می‌دهد.

مطابق جدول ۶، در سال اول بیشترین میزان سرب برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪ (CI120) با مقدار ۱۵,۴ بوده است. کمترین سرب برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با مقدار ۴,۷ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای «سطوح آبیاری» مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشته‌اند اما تیمارهای «نوع آبیاری» با یکدیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته‌اند.

مطابق جدول ۷، در سال دوم بیشترین میزان سرب برگ زبان



شکل ۱۰- مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر عنصر سرب برگ زبان گنجشک در دو دوره کشت

#### مس

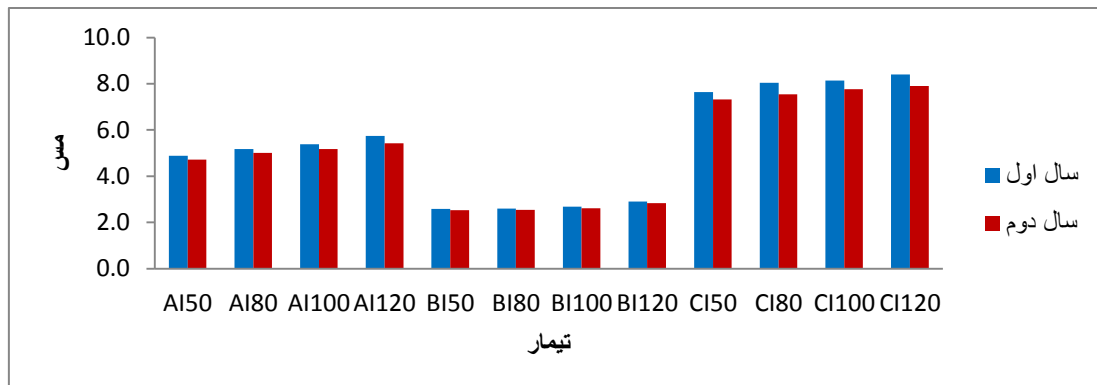
(CI120) با مقدار ۸,۴ بوده است. کمترین مس برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با مقدار ۲,۵ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای «سطوح آبیاری»

مطابق جدول ۶، در سال اول بیشترین میزان مس برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪

مقدار ۱,۹ بوده است. مطابق این جدول تیمارهای «سطوح آبیاری» مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نداشته اند اما تیمارهای «نوع آبیاری» بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ داشته اند. شکل ۱۱ نمودار مقایسه ای استفاده از آب، پساب و فاضلاب با در نظر گرفتن سطوح مختلف آبیاری بر مس برگ زبان گنجشک را نشان می دهد.

مربوط به آبیاری با آب، پساب و فاضلاب بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ نداشته اند اما تیمارهای «نوع آبیاری» بایکدیگر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ داشته اند.

مطابق جدول ۷، در سال دوم بیشترین میزان مس برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب و سطح آبیاری ۱۲۰٪ (CI120) با مقدار ۷,۹ بوده است. کمترین مس برگ زبان گنجشک مربوط به تیمار آبیاری با آب معمولی و سطح آبیاری ۵۰٪ (BI50) با



شکل ۱۱ - مقایسه استفاده از آب، فاضلاب و پساب بر عنصر مس برگ زبان گنجشک در دو دوره کشت

## منابع

- تقویان، ص.، علیزاده، ا. و دانش، ش. ۱۳۸۶. کاربرد فاضلاب در آبیاری بر خصوصیات فیزیکی و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۱).
- توسلی، ا.، قبری، ا.، حیدری، م.، پای گذار، ی. و اسماعیلیان، ی. ۱۳۸۹. اثر فاضلاب تصفیه شده همراه با مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی بر غلظت عناصر و عملکرد ذرت. آب و فاضلاب، ۳(۳): ۳۷-۴۴.
- ثابتی، ح. ۱۳۸۱. جنگل ها، درختان و درختچه های ایران، انتشارات دانشگاه یزد، چاپ اول، ۸۸۶ صفحه.
- جعفری حاجتی، ر. و سلطانی، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثر تیمارهای مختلف روی جوانه زنی و شکستن خواب بذرهای زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) و آیلان (*Ailanthus altissima*). دو فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل ها و مراتع ایران، ۹(۱): ۲۵-۱۴.
- حسین پور، ا. حق نیا، غ. علیزاده، ا. و فتوت، ف. ۱۳۸۷. بررسی انتقال برخی عناصر به عمق خاک پس از آبیاری با فاضلاب خام و پساب شهری در دو شرایط غرقاب پیوسته و متناوب. مجله آب و خاک، ۲۲(۲): ۱۳۲-۱۱۷.

## نتیجه گیری

با افزایش جمعیت جهان و کمبود منابع غذایی، بحث تولید با کیفیت بالا و در سطح کمتر، بیش از پیش توجه همه را به خود جلب کرده است. گیاهان که پایه و اساس حیات بر روی کره زمین می باشند تحت تأثیر تنش های محیطی قرار دارند. به منظور بررسی تأثیر استفاده از آب، پساب و فاضلاب بر خصوصیات جوانه زنی گیاه زبان گنجشک انجام شده است. این طرح به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شده است. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری با آب معمولی، پساب و فاضلاب بوده است که هر تیمار آزمایشی در ۴ سطح آبیاری (۵۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ نیاز آبی گیاه) می باشند و به روش وزنی بر روی بذرها اعمال گشته است.

نتایج پژوهش نشان داده است که اعمال تیمارهای ذکر شده منجر به تفاوت بسیار معنی داری بر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی زبان گنجشک در سطح ۱ درصد و تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد بر شاخص بنیه بذر زبان گنجشک بین تیمارها شده است. تأثیر تیمارهای اعمال شده بر کلروفیل a، b و t برگ گیاه تأثیر معنی داری در سطح ۵ درصد بین تیمارها داشته است. تأثیر تیمارهای آبیاری با آب معمولی، پساب و فاضلاب بر روی میزان روی، مس و سرب برگ زبان گنجشک تأثیر معنی داری در سطح ۵ درصد بین تیمارها داشته است.

دانشگاه شهرکرد.

مردان فرد جونقانی، ف. و سهرابی، ه. ۱۳۹۱. بررسی روند تغییرات ویژه برگ در گونه زبان گنجشک (*Fraxinus excelsior*) (مطالعه موردی پارک ملت شهرکرد). اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، ۱۶ و ۱۷ اسفند.

مشکی، ا. ر. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر گونه های درختی کشت شده در پارک جنگلی سکان روی برخی خصوصیات فیزیکیوشیمیایی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران.

نریمانی، ح.، ایران نژاد پاریزی، م. ح.، کیانی، ب. و قربعلی، ر. ۱۳۹۲. اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده بر رشد کاج الدار (*Pinus eldarica* Medw) در جنگل کاری های کارخانه ذوب آهن اصفهان. دومین حفاظت ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، ۲۴ مرداد

هاشمی، ح.، ابراهیمی، ا. و خدابخش، ع. ۱۳۹۳. بررسی قابلیت استفاده از پساب تصفیه خانه های فاضلاب شهر اصفهان در آبیاری حدود. مجله تحقیقات نظام سلامت، ۱۰(۲).

Jamali, M.K., Kazi, T.G., Arain, M.B., Afridi, I., Jalbani, N., Kandhro, G.A., Shah, Q. and Baig, A. 2008. Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in soil amended with domestic sewage sludge. *Journal of Hazardous Materials*, 2:1386-1391.

Meli, S., M. Porto, A. Belligno. S.A. Bufo. A. Mazzatura and A. Scopa. 2002. Influence of Irrigation with Lagooned Urban Wastewater on Chemical and Microbiological Soil Parameters in a Citrus Orchard under Mediterranean Condition. *The Sci. of the Total Environ.* 285: 69-77.

Saber, M.S.M. 1986. Prolonged Effect of Land Disposal of Human Waste on Soil Conditions. *Wat. Sci. Tech.* Vol. 18, pp.371-374.

Mahida, U. N. 1981. *Water Pollution and Disposal of Wastewater on Land.* McGraw-Hill pub., New Delhi. 323 pp.

Al-Jamal, M.S., Sammis, T.W., Mexal, J.G., Picchioni, G.A. and Zachritz, W.H., 2000. A growth irrigation scheduling model for wastewater use in forest production. *Agricultural Water Management*, 56: 57-79.

رحیمی طراقی، ن. و خوشنود یزدی، ع. ا. ۱۳۹۱. تاثیر آبیاری با پساب فاضلاب شهری بر رشد درختچه های شمشاد نعلی و پرتقالی و برگ نو. اولین همایش بین المللی و ششمین همایش ملی مدیریت پسماند، مشهد مقدس، ۲ و ۳ اردیبهشت.

سالاریان، م. داوری، ک.، علیزاده، الف. لگزبان، م. فاضلی، م. ۱۳۹۸. چارچوب دستیابی به چشم انداز مشترک در مدیریت مشارکتی- راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کشف رود). مجله اکوهیدرولوژی. سال ششم. شماره ۴. صص ۸۶۵-۸۸۶.

سالاریان، م.، علیزاده، الف. داوری، ک. و انصاری، ح. ۱۳۹۶. اثر سطوح مختلف شوری و آب آبیاری بر شاخص های فیزیولوژیک و عملکرد فلفل دلمه گلخانه ای در سیستم هوشمند آبیاری قطره ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران. سال ۱۱. شماره ۳. صص ۳۲۲-۳۳۴.

سالاریان، م. توسعه منابع آب و تحولات مدیریتی نوین در آبیاری. ۱۳۹۳. نشریه آب و توسعه پایدار. سال ۱. شماره ۲. ص ۸۳.

سعادت، ی. ۱۳۸۶. استفاده از پساب تصفیه شده برای آبیاری گونه های درختی و توسعه فضای سبز شهری. سومین همایش ملی فضای سبز و منظر شهری، کیش: سازمان شهرداری ها و دهیاری های کشور. ۳۳-۳۴.

شبان، م.، خواجه الدین، ج. و کریم زاده، ح. ر. ۱۳۸۶. تاثیر تنش کمبود آب بر پتانسیل آب برگ تعدادی از درختان و درختچه ها. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران ۱۵(۱): ۶۲-۵۱.

شرکت مهندسی مشاور طوس آب، ۱۳۷۰. گزارش طرح تامین دراز مدت آب. مشهد

طویلی، ع.، جعفری، م.، حیدری شریف آباد، ح. و ارزانی، ح. ۱۳۷۹. بررسی مقاومت به خشکی در سه گونه مرتعی *Stipa barbata*، *Agropyron cristatum* و *Agropyron aesertorum*، منابع طبیعی ایران، ۵۳(۳): ۲۳۷-۲۱۷.

عابدی، م. ج. و نجفی، پ. ۱۳۸۰. استفاده از آب تصفیه شده در کشاورزی، کمیته آبیاری و زهکشی ایران.

عابدی، م. ج.، افیونی، م.، مصطفی زاده، ب. و باقری، م. ۱۳۸۲. تاثیر آبیاری بارانی و سطحی با پساب تصفیه شده بر شوری خاک، نشریه آب و فاضلاب.

مرادمند، م. ۱۳۸۷. اثر آبیاری با پساب تصفیه شده شهرکرد بر رشد و عملکرد فلفل سبز و غلظت برخی عناصر در بافت آن. پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی،

## The Effect of Water, Effluent and Urban Wastewater on the Germination Characteristics of *Fraxinus excelsior*

P. Parsa<sup>1</sup>, A. Alizadeh<sup>2</sup>, A.R. Faridhosseini<sup>3</sup>  
Received: Oct.20, 2019 Accepted: Dec.16, 2019

### Abstract

One of the general principles of sustainable landscape management strategies that urban planners have outlined for the success and expansion of green space in arid and semi-arid areas is the use of lower quality water resources. Among the different sources of wastewater and recyclable sources, domestic wastewater is a top priority due to its high volume and better quality after the treatment processes. Therefore, it is believed that urban wastewater effluent can be used as water needed for urban and forest parks, on the outskirts of cities and industrial complexes to develop green space and reduce air pollution. For this purpose, we investigated the effect of water, effluent and wastewater on the germination characteristics of the *Fraxinus excelsior*. This design is a completely randomized design with three replications in the treatment plant of Parkandabad 1 in 1395-1396. Experimental treatments consisted of irrigation with ordinary water, wastewater and wastewater. Each experimental treatment was performed at 4 levels of irrigation (50, 80, 100 and 120 plants water requirement) and applied to the seeds by weight method. The results showed that the mentioned treatments resulted in a significant difference in germination percentage, sperm germination rate at 1% and significant difference at 5% level in sparrow seed vigor index between treatments. The effect of treatments on chlorophyll a, b and t had significant effect at 5% level between treatments. The effect of irrigation treatments with ordinary water, wastewater and wastewater on the amount of zinc, copper and lead leaf of ash leaf had a significant effect at 5% level between treatments.

**Keywords:** Green space, Effluent, Wastewater, Chlorophyll

1- Ph.D. Student, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

2- Professor, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

3- Associate Professor, Water Engineering, Agriculture Faculty, Ferdowsi University of Mashhad

(\*- Corresponding Author Email: alizadeh@um.ac.ir