

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۴۳-۵۷

# تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای لوبیاچیتی

ریحانه زارع<sup>۱\*</sup>، تیمورسهرابی<sup>۲</sup>، بابک متشعزاده<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

### چکیده

امروزه، با توجه به محدود بودن منابع آب در دسترس و از طرفی رشد جمعیت و افزایش نیاز به آبیاری، به‌کارگیری هر راهکار به‌منظور صرفه‌جویی در آب و نیز افزایش سطح زیر کشت اهمیت زیادی دارد. این پژوهش، به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر برخی خصوصیات کمی و کیفی لوبیاچیتی لاین G-۱۴۳۷ انجام شد. آزمایش در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در چهار سطح (۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد فاضلاب) اجرا شد. نتایج نشان داد نسبت‌های مختلف فاضلاب و آب معمولی بر صفات رشدی و وزن خشک اندام هوایی گیاه تأثیر معناداری داشت ( $P < 0.05$ ). مقدار متوسط ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام هوایی محصول تحت آبیاری کامل با فاضلاب به‌ترتیب ۱۷/۸، ۲۲/۵ و ۱۸/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. بیشترین مقدار غلظت کلروفیل a، b و کل مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب بود. با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۱۰۰ درصد جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی بیشتر شد و تفاوت معناداری بین تیمارها دیده شد. بنابراین، استفاده از فاضلاب حتی با نسبت کم سبب افزایش معنادار عملکرد این محصول شد. استفاده از منابع فاضلاب در کنار پایش دائمی کیفیت آن توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اندام هوایی، عملکرد، عناصر جذب‌شده، کلروفیل، وزن تر.

## مقدمه

تداوم رشد جمعیت و افزایش نیاز آبی، کشور ما را که جزء مناطق خشک جهان محسوب می‌شود در مرز شرایط بحران آب قرار داده است (۱۰). محدودیت منابع آبی توجه محققان را به استفاده صحیح از آب‌های غیرمتعارف مانند آب‌های شور، پساب شهری و صنعتی معطوف ساخته است. پساب شهری علاوه بر تأمین آب، نیاز غذایی گیاه را تأمین می‌کند و منبع باارزشی در افزایش سطح پوشش گیاهی محسوب می‌شود (۴، ۱۹، ۲۳)، به شرط آنکه استفاده اصولی از آن به همراه تصفیه مناسب پساب باشد (۱۱). همچنین، علاوه بر کاهش مصرف آب و وجود مواد مغذی در پساب، به‌کارگیری پساب و اختلاط آن با سایر منابع آب موجود، مانند آب زیرزمینی، زمینه‌ساز ارتقای کیفی زراعی و بازده محصولات می‌شود (۲۲). برای نمونه، در مناطقی که سفره‌های آب زیرزمینی شور دارند، ممکن است میزان املاح پساب پایین‌تر از میزان املاح آب‌های زیرزمینی استفاده‌شده در بخش کشاورزی باشد. بنابراین، از آنجا که بازده محصولات تابع غلظت املاح و آستانه تحمل گیاه است، در کنار سایر مزایا، استفاده از پساب موجب افزایش بازده آن می‌شود (۳۱).

از جمله مهم‌ترین مواد موجود در فاضلاب‌ها عناصر کودی مورد نیاز گیاه (نیترژن، فسفر و پتاسیم) است. این عناصر، علاوه بر تأمین نیاز غذایی محصول، در صورت حضور در غلظت‌های بالا و مازاد بر احتیاج گیاه، آثار منفی از خود برجای می‌گذارد. مواردی مانند افزایش بیش از حد رشد سبزینه‌ای، تأخیر در تولید محصول یا توقف رشد زایشی گیاه و کاهش کیفیت محصول از آن جمله است. همچنین، احتمال خطر آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی نیز همواره وجود دارد (۶). تأمین عناصر کودی با فاضلاب از آنجا اهمیت می‌یابد که اصلاح اراضی کشاورزی و افزایش حاصلخیزی آن از عمده‌ترین هزینه‌های جاری در تمامی فعالیت‌های کشاورزی به‌شمار می‌آید (۵، ۹).

تحقیقات زیادی در زمینه بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب بر محصولات گوناگون صورت گرفته است که اهمیت استفاده از این منبع آبی را نشان می‌دهد. در جزیره سیسیل در حوضه مدیترانه با شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک، نتایج ارزیابی تأثیر آبیاری گوجه‌فرنگی و بادمجان با فاضلاب تصفیه‌شده نشان داد افزایش ۲۰ درصدی در عملکرد محصول قابل‌دسترسی است (۲۴).

در پژوهشی نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده بر عملکرد ذرت علوفه‌ای، سورگوم علوفه‌ای و ارزن علوفه‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان فاضلاب تا سطح ۷۵ درصد ارتفاع بوته افزایش می‌یابد. با افزایش تا سطح ۱۰۰ درصد قطر ساقه و عملکرد علوفه خشک افزایش یافت (۷). اثر پساب‌های مختلف بر عملکرد گندم، جو و ذرت نشان داد کاربرد پساب‌ها در مقایسه با آب چاه زیست‌توده گیاهان مورد مطالعه را افزایش داد (۱۷). همچنین، اثر سطوح مختلف آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده خانگی بر عملکرد و کیفیت کاهو نشان داد که در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب، بیشترین عملکرد برگ به‌دست آمد و عناصر سنگین خاک افزایش یافت (۱۳). افزایش سطح فاضلاب عملکرد کاهو و اسفناج را به‌طور معناداری افزایش داد که احتمالاً این افزایش ناشی از میزان بالای ازت و فسفر موجود در لجن فاضلاب بود (۱).

در تحقیقی دیگر، آبیاری درختان سیب با استفاده از پساب موجب افزایش هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و کربن آلی موجود شد و به‌عنوان عامل افزایش میزان نیترژن خاک گزارش شد (۳۴). رشد و عملکرد آفتابگردان روغنی و تغییرات مشخصات کیفی خاک تحت شرایط تیمار کامل با پساب، آب چاه و مخلوط یکسان این دو نشان داد مقدار متوسط وزن دانه، ارتفاع بوته، قطر طبق و بازده محصول تحت شرایط آبیاری با پساب با درصد‌های مختلف نسبت به تیمار آب چاه بالاتر بود.

## مدیریت آب و آبیاری

۴. آبیاری کامل با آب معمولی شهر (شاهد) (T0). در این پژوهش، از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد. علت استفاده از گلدان، ایجاد محیط کنترل‌شده، همچنین محدودیت در تأمین فاضلاب بود. گلدان‌ها روی سطح زمین قرار گرفت و در هر گلدان در تاریخ ۲۴ مرداد ۱۳۹۴ شش بذر کاشته شد. بوته‌های اضافی، پس از استقرار کامل، در مرحله چهاربرگی حذف شد. در نهایت، چهار بوته در هر گلدان برای بررسی نگهداری شد. پس از استقرار کامل و تشکیل تراکم مناسب و بدون افزودن کود شیمیایی، تیمارهای آبیاری به تفکیک اعمال شد. نخستین آبیاری به‌منظور رساندن رطوبت خاک به ۱۰۰ درصد نیاز آبی انجام گرفت و در ادامه رطوبت به روش وزنی اندازه‌گیری شد. نخست، وزن گلدان خالی اندازه‌گیری شد. سپس، خاک با وزن مشخص داخل گلدان ریخته و با توجه به خصوصیات خاک (بافت خاک و جزآن) حجم آب مورد نیاز برای رسیدن به حالت اشباع اندازه‌گیری شد. به این ترتیب، وزن گلدان در حالت اشباع به‌دست آمد. در هر بار آبیاری گلدان‌ها وزن و وزن گلدان از آن کم شد. به این صورت وزن خاک خشک درون گلدان به‌دست آمد. با استفاده از فرمول زیر رطوبت وزنی محاسبه شد. سپس، رطوبت وزنی به کمک چگالی ظاهری خاک که برابر با ۱/۲۱ گرم بر سانتی‌متر بود به رطوبت حجمی تبدیل شد.

$$\text{رطوبت وزنی} = \frac{\text{وزن خشک خاک} - \text{وزن خاک در نقطه ظرفیت زراعی}}{\text{وزن خشک خاک}}$$

دور آبیاری دو روز در نظر گرفته شد. میزان کل بارندگی در طول دوره کشت ۵/۱ میلی‌متر بود. برخی مشخصات مهم فیزیکی - شیمیایی خاک پیش از اعمال تیمارهای آبیاری در جدول ۱ ارائه شده است.

همچنین، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده در گیاه مطابق با شرایط آبیاری به‌ترتیب در اندام‌های برگ، ساقه و دانه تفاوت معناداری داشت (۳). انواع لوبیا، برخلاف غلاتی مثل برنج و ذرت، درصد بالایی از پروتئین با لایسین فراوان دارد. بنابراین، منبع مطمئنی از پروتئین، کالری و مواد معدنی در کشورهای در حال توسعه استفاده می‌شود (۳۲). توانایی این محصول برای تثبیت بیولوژیکی نیتروژن موجب شده است کشاورزان جایگاه ویژه‌ای برای این محصول در تناوب‌های زراعی در نظر بگیرند (۳۳).

از آنجا که حبوبات پس از غلات از مهم‌ترین محصولات کشاورزی مورد تغذیه انسان و دام تلقی می‌شود و لوبیا یکی از مهم‌ترین حبوبات است که سهم عمده‌ای در رژیم غذایی انسان دارد و تأمین‌کننده بخش مهمی از پروتئین مورد نیاز انسان است. لذا، در این پژوهش، آثار استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان تهران، به‌صورت موردی، بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیاچیتی رقم G-۰۱۴۳۷ بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق، به‌صورت گلدانی، در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات آب و خاک گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران واقع در کرج در قالب طرحی کاملاً تصادفی با چهار تیمار و در سه تکرار با کشت لوبیاچیتی لاین G-۰۱۴۳۷ صورت گرفت. تیمارها عبارت بود از:

۱. آبیاری کامل با فاضلاب تصفیه‌شده (T3)
۲. آبیاری کامل با مخلوط آب معمولی (آب شهری) و فاضلاب تصفیه‌شده (۷۵ درصد فاضلاب و ۲۵ درصد آب معمولی) (T2)
۳. آبیاری کامل با مخلوط آب معمولی و فاضلاب تصفیه‌شده (هر کدام به میزان ۵۰ درصد) (T1)

## مدیریت آب و آبیاری

جدول ۱. مشخصات فیزیکی - شیمیایی خاک استفاده شده قبل از اعمال تیمارهای آبیاری

EC (dS/m)	pH	کربن آلی (%)	نیترژن کل (%)	فسفر mg/kg	پتاسیم mg/kg	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	کلاس بافت خاک
۲/۱۱	۸/۱	۰/۸۸	۰/۱	۷/۲	۲۶۳	۱/۲۱	۲۹	۴۳	۲۸	لوم

جدول ۲. میانگین مشخصات کیفی فاضلاب تصفیه شده

پارامتر	واحد	فاضلاب تصفیه شده	آب معمولی (شهری)
pH	-	۷/۵۳	۷/۶
EC	dS/m	۰/۷۳۵	۱/۱۵
BOD	mg/L	۵/۷۳	-
COD	mg/L	۱۶/۶۴	-
TSS	mg/L	۱۷/۲۴	-
نیترات	mg/L	۴۲/۹	-
فسفات	mg/L	۸/۹	-
سولفات	meq/L	۰	۴/۱
کلر	meq/L	۲/۵۷	۳/۶
بی کربنات	meq/L	۳	۳/۸
منیزیم	meq/L	۴	۲/۵
سدیم	meq/L	۲/۶۷	۱/۱۴
پتاسیم	meq/L	۰/۳۲	۰/۰۶
کلسیم	meq/L	۳/۱	۸/۱
نسبت جذب سدیم	-	۱/۴۱۷	۰/۵

تغییر معناداری نداشته باشد. مشخصات کیفی فاضلاب تصفیه شده نیز تجزیه و تحلیل شد. مقادیر میانگین آن در جدول ۲ ارائه شده است که نشان می دهد فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده غنی از مواد غذایی NPK به خصوص نیترژن است.

### اندازه گیری عملکرد

در پایان فصل، برای تعیین عملکرد کمی محصول، بوته های هر گلدان از ۱ سانتی متری سطح خاک گلدان قطع و وزن تر کل گیاه و وزن تر دانه، با ترازوی دیجیتالی با

فاضلاب تصفیه شده مورد استفاده در این پژوهش از تصفیه خانه شهرک مسکونی اکباتان تهیه شد که یکی از تصفیه خانه های شهر تهران است. فاضلاب ورودی به این تصفیه خانه پس از طی چرخه سه مرحله ای شامل تصفیه مقدماتی، بیولوژیکی و پیشرفته، به صورت پساب خارج می شود. سازوکار این تصفیه خانه بر اساس فرایند بیولوژیکی لجن فعال با هوادهی گسترده است. به علت فاصله نسبتاً زیاد تصفیه خانه تا محل مورد استفاده، فاضلاب نخست تهیه و ذخیره شد. در طول دوره داشت، کیفیت فیزیکی - شیمیایی فاضلاب تجزیه و تحلیل شد تا

## مدیریت آب و آبیاری

استن ۸۰ درصد مخلوط شد. عصاره به‌دست آمده صاف و حجم آن با اضافه‌کردن استن به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس، میزان جذب نور توسط عصاره حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV<sub>180</sub> Shimadzu) و در طول موج ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر تعیین شد. در نهایت، غلظت کلروفیل a، b و کل محصول اندازه‌گیری شد.

تمامی مشخصات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک گیاه، وزن تر دانه، نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده گیاه، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل تجزیه واریانس شد. میانگین موارد ذکرشده با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. برای آنالیز آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS9.2 استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### میزان رشد و عملکرد گیاه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، تأثیر کاربرد فاضلاب بر صفات رشدی گیاه شامل وزن تر، وزن خشک، وزن دانه و ارتفاع معنادار بود ( $P < 0.05$ ).

تجزیه واریانس وزن خشک کل گیاه در سطح ۵ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهایی که با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی و آب معمولی آبیاری شد تفاوت معنادار از نظر آماری مشاهده می‌شود (جدول ۳)؛ یعنی، میزان رشد گیاه کاملاً وابسته به کیفیت آب آبیاری و احتمالاً حضور مواد مغذی و آلی موجود در پساب است.

دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس، ارتفاع بوته نیز اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاه، نمونه‌ها را در بسته‌های کاغذی گذاشتیم و به‌مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار دادیم. سپس، از آون خارج و وزن کردیم. نمونه‌برداری در ۲۸ مهر ۱۳۹۴ (۶۶ روز بعد از کشت) انجام شد.

#### اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده گیاه

برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده توسط گیاه، از نمونه‌های گیاه عصاره‌گیری صورت گرفت. نمونه‌های خشک گیاه به‌طور کامل آسیاب شد. از هر نمونه خشک و آسیاب‌شده ۱ گرم در بوته چینی قرار داده شد و در کوره با دمای ۴۸۰ درجه سلسیوس گذاشته شد. سپس، خاکستر گیاه با اسید کلریدریک عصاره‌گیری و از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شد. در نهایت، میزان جذب نیتروژن به روش کج‌دال مدل PDU-500SI، قرائت فسفر عصاره گیاه با دستگاه اسپکتروفتومتر (روش رنگ‌سنجی) مدل UV/VIS6705 و قرائت پتاسیم عصاره گیاه با دستگاه فلیم فتومتر مدل PFP7 صورت گرفت (۲).

#### اندازه‌گیری میزان کلروفیل گیاه

برای اندازه‌گیری کلروفیل (رنگدانه‌های گیاه)، بافت برگ تازه لوبیا به مقدار ۰/۵ گرم از چهارمین برگ بالایی گیاه برداشته و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس، با ۵ میلی‌لیتر

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس وزن تر و خشک کل گیاه، وزن دانه و ارتفاع گیاه

میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر کل گیاه (گرم)	وزن خشک کل گیاه (گرم)	وزن دانه (گرم)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)
نسبت فاضلاب	۳	۸۹۸/۵*	۲۱/۲۹*	۱۶۸/۰۳**	۸۰/۸۷*
خطا	۸	۱۳۳/۳۶	۴/۶۲	۰/۳۱	۱۸/۶۵
ضریب تغییرات (%)		۷/۲۳	۷/۰۳	۲/۲۵	۷/۰۲

\*\*\* به ترتیب بیانگر معنادار بودن تیمار در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد

### مدیریت آب و آبیاری

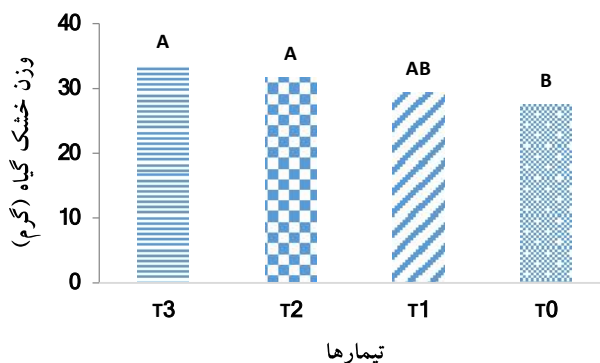
دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

ذرت با افزایش مقدار لیجن فاضلاب در خاکها افزایش یافت (۱۸). آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه‌شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم در منطقه سیستان نشان داد که اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب با کاربرد آب فاضلاب افزایش یافته است (۱۴).

تجزیه واریانس وزن تر کل گیاه در سطح ۵ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی به‌لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده می‌شود (جدول ۳). آزمون مقایسه میانگین دانکن نیز نشان می‌دهد آبیاری با فاضلاب باعث افزایش وزن تر کل گیاه شد و تفاوت بین تیمارها معنادار است (شکل ۲). وزن تر کل گیاه لوییا در تیمار آبیاری با فاضلاب در تمام مراحل رشد، نسبت به تیمار آبیاری با آب معمولی در تمام مراحل رشد، به‌طور معناداری به مقدار ۲۲/۶ درصد افزایش یافته است. با توجه به اینکه آب فاضلاب غنی از مواد غذایی به‌خصوص نیتروژن است، افزایش وزن تر کل در گیاه مورد مطالعه در نسبت‌های بالاتر فاضلاب دور از انتظار نیست (جدول ۲).

آزمون مقایسه دانکن نیز نشان می‌دهد استفاده از فاضلاب برای آبیاری باعث افزایش وزن خشک کل گیاه شد و تفاوت بین تیمارها معنادار است (شکل ۱). عملکرد ماده خشک گیاه لوییا در تیماری که در تمام مراحل رشد با فاضلاب آبیاری شد نسبت به تیماری که در تمام مراحل رشد با آب معمولی آبیاری شد به‌طور معناداری به مقدار ۱۸/۱ درصد افزایش یافت. احتمالاً مقادیر زیاد نیتروژن نیترات موجود در فاضلاب تصفیه‌شده خانگی است که باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (۲۱، ۳۰). همچنین، گیاه آبیاری شده با تیمارهای رقیق شده تحت تأثیر فاضلاب قرارگرفت و نسبت به تیمار آب معمولی افزایش عملکرد را نشان داد، به‌طوری که تفاوت بین تیمارها معنادار شد.

در اثر آبیاری با فاضلاب، عملکرد زیست‌توده در گیاه گوجه‌فرنگی به‌طور معناداری بیش از آبیاری با آب چاه بوده است (۱۲). بررسی اثر فاضلاب بر عملکرد گیاهان ذرت، سورگوم و آفتابگردان نشان داد عملکرد گیاهان با آب فاضلاب در مقایسه با آب چاه همراه با کودهای شیمیایی بیشتر بود (۳۰). وزن خشک اندام‌های هوایی



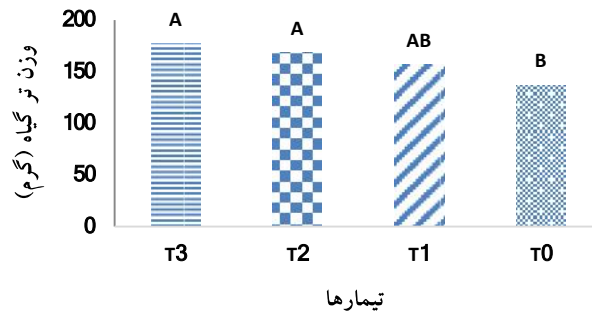
شکل ۱. مقایسه وزن خشک کل گیاه در تیمارها

آبیاری کامل با فاضلاب تصفیه‌شده (T3)، آبیاری با ۷۵ درصد فاضلاب و ۲۵ درصد آب معمولی (T2)، آبیاری با ۵۰ درصد فاضلاب و ۵۰ درصد آب معمولی (T1)، آبیاری کامل با آب معمولی شهر (T0)

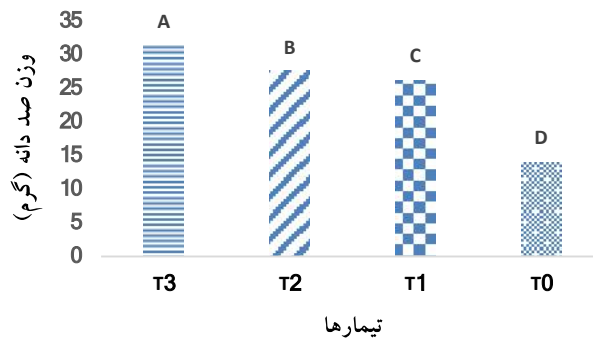
## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای لوبیاچیتی



شکل ۲. مقایسه وزن تر گیاه در تیمارها



شکل ۳. مقایسه وزن صد دانه در تیمارها

فاضلاب باعث افزایش وزن دانه شد و تفاوت بین تیمارها معنادار است، به طوری که تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب با میانگین ۳۱/۲۹ گرم بیشترین و تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی با میانگین ۱۴/۱ گرم کمترین میزان وزن دانه را نشان داد. به عبارت دیگر، وزن صد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب ۴۴/۸ درصد بیش از تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی بود (شکل ۳).

عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده ذرت در تیمار آبیاری با فاضلاب در تمام مراحل رشد در مقایسه با شاهد (آب معمولی) بیشترین مقدار بود (۲۱). آب فاضلاب عملکرد دانه سورگوم را در مقایسه با آب چاه افزایش داد (۲۶). آبیاری با فاضلاب باعث افزایش معنادار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی برنج در مقایسه با تیمار شاهد شد (۳۵).

میزان متوسط رشد اندام هوایی در شرایط آبیاری کامل با فاضلاب بیش از آب معمولی بود. به عبارت دیگر، نه تنها آبیاری با فاضلاب مانع از رشد گیاه نشد، بلکه به افزایش رشد گیاه منجر شد. این موضوع در تأیید نتایج مطالعات پیشین احتمالاً ناشی از مقادیر تقریباً بالاتر ترکیبات نیتروژن و فسفر موجود در پساب بود (جدول ۲).

### وزن صد دانه

تجزیه واریانس وزن صد دانه در سطح ۱ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده می‌شود (جدول ۳).  
آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد آبیاری با

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

## ارتفاع گیاه

تجزیه واریانس ارتفاع گیاه در سطح ۵ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی، تفاوت معناداری به لحاظ آماری دیده می‌شود (جدول ۳).

آزمون مقایسه دانکن نشان می‌دهد استفاده از فاضلاب برای آبیاری باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و تفاوت معنادار است. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۷۵ درصد فاضلاب با میانگین ارتفاع ۶۵/۸ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع با ۱۸/۲ درصد کاهش نسبت به تیمار ۷۵ درصد فاضلاب، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی با میانگین ۵۴ سانتی‌متر بود. تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد فاضلاب در یک سطح و بالاتر از ۵۰ و صفر درصد فاضلاب قرار داشت (شکل ۴). ارتفاع گیاه نشان‌دهنده میزان رشد گیاه است که تحت تأثیر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه افزایش می‌یابد. با افزایش نسبت آب فاضلاب در آب آبیاری گندم متوسط طول میانگینها افزایش یافت (۱۴).

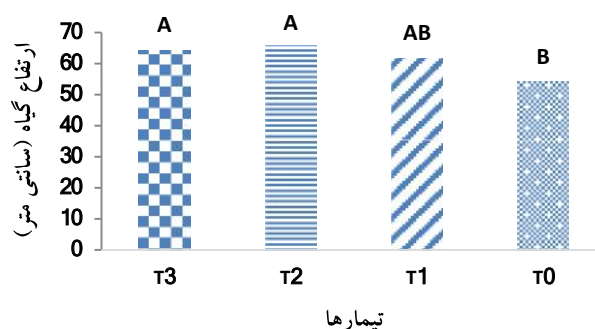
## میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل

کلروفیل رنگدانه‌ای سبز رنگ است که در بقا و حیات موجودات از طریق شرکت در فرایند فتوسنتز نقش بسیار

مهمی ایفا می‌کند. این ماده با جذب انرژی نورانی، آن را به حامل‌کننده‌های مناسب انرژی انتقال می‌دهد تا در سنتز کربوهیدرات از آب و گاز کربنیک استفاده شود. اکثر گیاهان قبل از پژمرده شدن، در برگ‌های خود و قبل از رسیدن در میوه‌های خود کلروفیل دارند. رنگ سبز در برگ‌ها ناشی از انباشتگی کلروفیل در آنهاست. کلروفیل کارخانه تولید مواد مغذی برای گیاه است که با استفاده از نور خورشید در واکنشی شیمیایی کربوهیدرات‌ها را برای گیاه می‌سازد (۳۰).

تجزیه واریانس میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح ۱ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده می‌شود (جدول ۴). تجزیه واریانس میزان کلروفیل b در سطح ۵ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده می‌شود (جدول ۴).

آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد آبیاری با ۱۰۰ درصد فاضلاب باعث افزایش میزان کلروفیل کل شده است و تفاوت بین تیمارها معنادار است (شکل ۵).



شکل ۴. مقایسه ارتفاع گیاه در تیمارها

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

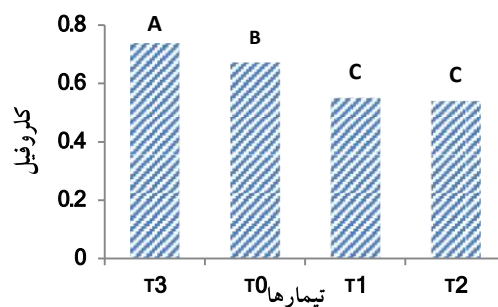


تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای لوبیاچیتی

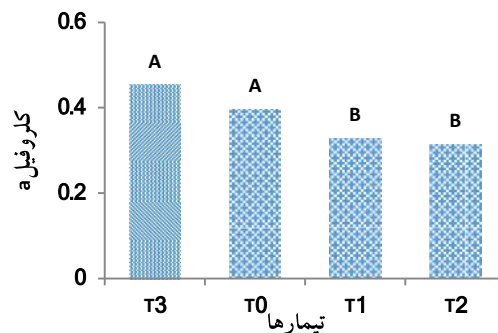
جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل

میانگین مربعات				منابع تغییرات
کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	درجه آزادی	
۰/۰۲۷**	۰/۰۰۲۷۷*	۰/۰۱۲۵**	۳	نسبت فاضلاب
۰/۰۰۰۸۹	۰/۰۰۰۶۳	۰/۰۰۱۲۳۶	۸	خطا
۴/۷۸	۹/۹	۹/۴۳		ضریب تغییرات (%)

\*\*\* به ترتیب بیانگر معنادار بودن تیمار در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد



شکل ۵. مقایسه میزان کلروفیل کل گیاه در تیمارها



شکل ۶. مقایسه میزان کلروفیل a گیاه در تیمارها

تفاوت بین تیمارها معنادار است. میزان کلروفیل b در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب بیشترین و پس از آن در تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی بیشترین میزان بود و بالاتر از تیمارهای رقیق‌شده است (شکل ۷). به طور کلی، محتوای کلروفیل برگ‌ها تحت تأثیر عناصر غذایی موجود در فاضلاب افزایش یافته است (۲۱، ۳۰). بنابراین، علت افزایش کلروفیل در تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب نسبت به سایر

آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد آبیاری با ۱۰۰ درصد فاضلاب باعث افزایش میزان کلروفیل a شد و تفاوت معنادار است. تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب و ۱۰۰ درصد آب معمولی در یک سطح بود و بیشترین میزان کلروفیل a را داراست (شکل ۶).

آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد آبیاری با ۱۰۰ درصد فاضلاب باعث افزایش میزان کلروفیل b شد و

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

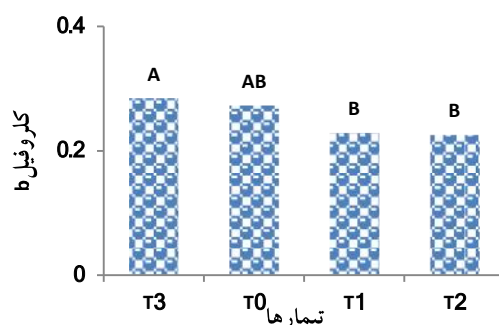
در دوره برداشت، میزان وزن ترکیبات مغذی در اندام هوایی گیاه، به تفکیک شرایط آبیاری ارزیابی شد. درصد جذب ترکیبات نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی گیاه به تفکیک شرایط آبیاری در شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شرایط آبیاری با پساب در مقایسه با آب معمولی، به دلیل حضور مواد مغذی بیشتر، میزان جذب بالاتری دارد. این نکته را مطالعات مشابه درباره ذرت و آفتابگردان تأیید می‌کند (۲۰، ۲۵، ۲۷).

تجزیه واریانس غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده گیاهی در سطح ۵ درصد، نشان می‌دهد در تیمارهای آبیاری با فاضلاب، مخلوط فاضلاب و آب معمولی، و آب معمولی تفاوت معناداری به لحاظ آماری مشاهده می‌شود (جدول ۵).

تیمارها وجود این عناصر کودی موجود در آن، از جمله نیتروژن، است. کمبود نیتروژن، سبب زرد شدن برگ‌های پیر و در نهایت توقف رشد گیاه می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد غلظت کلروفیل در گیاهان چمن و قرنفل تحت تأثیر آبیاری با پساب کارخانه پلی‌اکریل، به‌طور معناداری نسبت به شاهد افزایش یافته است (۸).

### میزان جذب مواد مغذی

بسیاری از گیاهان با جذب مواد مغذی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)، به‌عنوان مهم‌ترین عناصر غذایی موجود در پساب به تدریج رشد می‌کنند و میزان وزن خشک اندام‌های مختلف آن‌ها افزایش می‌یابد (۲۸). بنابراین، انتظار می‌رود مطابق نتایج پژوهش‌های موجود، رشد اندام مختلف به جذب ترکیبات مغذی مرتبط و از کیفیت آب تأثیرپذیر باشد.



شکل ۷. مقایسه میزان کلروفیل b گیاه در تیمارها

جدول ۵. تجزیه واریانس غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم جذب‌شده گیاهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن جذب‌شده گیاه (%)	فسفر جذب‌شده گیاه (%)	پتاسیم جذب‌شده گیاه (%)
نسبت فاضلاب	۳	۰/۱۵۷۲*	۰/۰۰۳۶۷*	۰/۰۱۴۸*
خطا	۸	۰/۰۳۷	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۳۶
ضریب تغییرات (%)		۶/۷۴	۸/۸۶	۵/۴۷

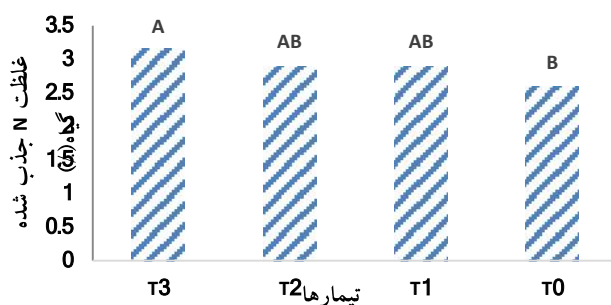
\* بیانگر معنادار بودن تیمار در سطوح ۵ درصد

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد گیاه آبیاری‌شده با تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب تصفیه‌شده بیشترین میزان جذب فسفر را در اندام هوایی خود داشت و این تفاوت بین تیمارها معنادار است. به عبارت دیگر، استفاده از فاضلاب باعث افزایش غلظت فسفر جذب‌شده در گیاه شد. پس از آن تیمار ۷۵ درصد فاضلاب بیشترین میزان جذب عنصر را داشت و تیمار ۵۰ درصد فاضلاب تیمار شاهد (آب معمولی) در یک سطح قرار گرفتند و کمترین میزان غلظت فسفر را در اندام هوایی گیاه نشان داد. تیمار ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد فاضلاب به ترتیب به میزان ۰/۳۳ و ۰/۳ درصد جذب فسفر در گیاه را داشت. جذب فسفر در اندام هوایی گیاه در تیمار آبیاری با ۱۰۰ درصد فاضلاب نسبت به تیمار ۵۰ درصد فاضلاب ۱۸/۲ درصد و نسبت به تیمار شاهد ۲۴/۲ درصد افزایش را نشان داد (شکل ۹). فسفر یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تغذیه باکتری‌ها و گیاهان است و پس از ازت، دومین عنصر کودی با اهمیت در فاضلاب به‌شمار می‌رود. فسفر معمولاً به دو شکل معدنی و آلی در فاضلاب یافت می‌شود. ترکیبات معروف فسفر در فاضلاب و پساب شامل ارتوفسفات و پلی‌فسفات است (۱۶). فسفر برخلاف نیتروژن در گیاه احیا نمی‌شود، بلکه در بالاترین سطح اکسایش قرار دارد.

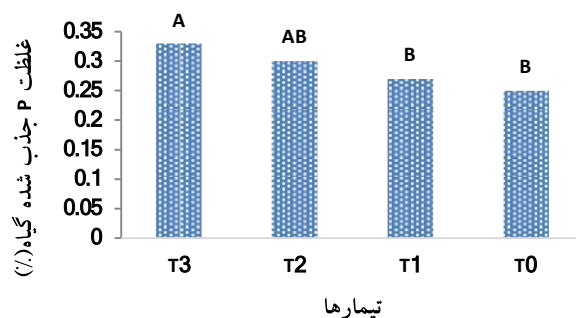
آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد استفاده از فاضلاب باعث افزایش غلظت نیتروژن جذب‌شده در گیاه شد و گیاهی که با تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب تصفیه‌شده آبیاری شد، بیشترین میزان درصد نیتروژن را در اندام هوایی خود داشت. این تفاوت بین تیمارها معنادار است. پس از آن، گیاه آبیاری‌شده با تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد فاضلاب، در یک سطح نیتروژن جذب کرد و تیمار شاهد (آب معمولی) کمترین میزان غلظت نیتروژن را در اندام هوایی گیاه نشان داد، به طوری که تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب با مقدار ۳/۱۶ درصد جذب نیتروژن در گیاه، نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی، ۱۷/۷ درصد افزایش یافت (شکل ۸). نیتروژن عنصری مهم و حیاتی برای گیاهان (گلوگاه رشد) به‌شمار می‌رود که عرضه آن به وسیله انسان قابل تنظیم است. نیتروژن عمدتاً به صورت نترات و در شرایط احیایی مقداری نیز به شکل آمونیم جذب گیاه می‌شود (۱۵). برخی محققان گزارش کرده‌اند غلظت عناصر پرمصرف در گیاهان آبیاری‌شده با فاضلاب خانگی، نسبت به گیاهان آبیاری‌شده با آب معمولی، بیشتر بوده است (۲۱، ۲۶). فسفر، برخلاف نیتروژن، در گیاه احیا نمی‌شود، بلکه در بالاترین سطح اکسایش قرار دارد. فسفر بعد از جذب در گیاه (به‌طور عمده به شکل  $H_2PO_4$ ) به استرهای ساده فسفات نظیر فندهای فسفات‌دار تبدیل یا از طریق پیوند پیروفسفات به فسفاتی دیگر متصل می‌شود (۲۹).



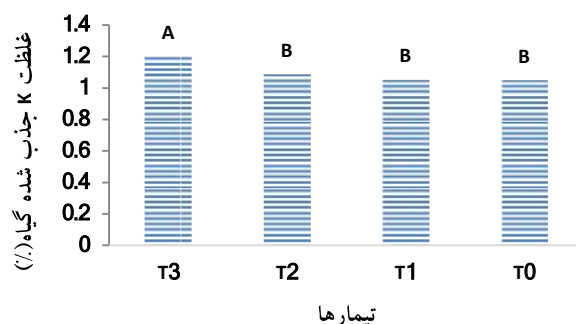
شکل ۸. مقایسه غلظت نیتروژن جذب‌شده گیاهی در تیمارها

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶



شکل ۹. مقایسه غلظت فسفر جذب شده گیاهی در تیمارها



شکل ۱۰. مقایسه غلظت پتاسیم جذب شده گیاهی در تیمارها

### نتیجه گیری

هدف از این پژوهش، ارزیابی میزان رشد و عملکرد لوبیاچیتی رقم G-۱۴۳۷ در صورت آبیاری با پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک اکباتان در مقایسه با شرایط تیمار آب معمولی بود. نتایج حاصل نشان داد که آبیاری با فاضلاب تصفیه شده نسبت به آب معمولی، به علت دارا بودن عناصر غذایی ازت و فسفر، موجب افزایش رشد و بهبود مشخصه‌های عملکردی گیاه شد. بررسی‌های مقایسه‌ای آماری نیز نشان داد که این برتری تقریباً معنادار است و میزان رشد گیاه وابسته به پارامتر کیفی معینی است. نسبت‌های مختلف آب معمولی و فاضلاب تأثیر معناداری بر ارتفاع بوته، و وزن تر و خشک

آزمون مقایسه میانگین دانکن نشان می‌دهد استفاده از فاضلاب باعث افزایش غلظت پتاسیم جذب شده در گیاه شد و گیاه آبیاری شده با تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب تصفیه شده با مقدار ۱/۲ درصد بیشترین میزان جذب پتاسیم را داشت. این تفاوت بین تیمارها معنادار است. پس از آن تیمارهای به ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد فاضلاب و تیمار شاهد (آب معمولی) در یک سطح قرار داشت و به ترتیب ۹/۵، ۱۲/۲۵ و ۱۲/۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب کاهش جذب پتاسیم را در اندام هوایی گیاه نشان داد (شکل ۱۰). پتاسیم تأثیر شدت نور را متعادل می‌کند و غلظت کلروفیل و عمل کربن‌گیری را افزایش می‌دهد.

### مدیریت آب و آبیاری

- گیاه و وزن دانه نشان داد. ارتفاع بوته در تیمار ۷۵ درصد فاضلاب بیشترین مقدار را نشان داد. میزان غلظت کلروفیل a و کل گیاه نشان داد که بیشترین مقدار غلظت کلروفیل a و b و کل مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد فاضلاب بود و پس از آن تیمار ۱۰۰ درصد آب معمولی غلظت کلروفیل بالایی نشان داد. نسبت به تیمارهای رقیق‌شده تفاوت بین تیمارها کاملاً معنادار بود.
- همچنین، از لحاظ کیفی باعث افزایش درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه شده است و تفاوت بین تیمارها کاملاً معنادار بود. بنابراین، استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده موجب افزایش عملکرد محصول می‌شود و از این جهت برای آبیاری این گیاه توصیه می‌گردد، ولی از آنجا که در این تحقیق عناصر سنگین موجود در فاضلاب اندازه‌گیری نشده است، نمی‌توان به‌طور قطع آن را برای آبیاری این محصول پیشنهاد داد.
- منابع**
۱. افیونی م.، رضایی‌نژاد ی. و خیامباشی ب. (۱۳۷۷) اثر لجن فاضلاب بر عملکرد و جذب فلزات سنگین به‌وسیله کاهو و اسفناج. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۱): ۳۰-۱۹.
  ۲. امامی ع. (۱۳۷۵) روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی. شماره ۹۸۲، سازمان تات، تهران، ایران.
  ۳. بدلیانس قلی‌کندی گ.، جمشیدی ش. و ابریشمی ع. (۱۳۹۴) بررسی اثر آبیاری آفتابگردان روغنی با پساب تصفیه‌شده شهری بر رشد و عملکرد گیاه و کیفیت خاک. بازیافت آب. ۲(۱): ۴۰-۲۷.
  ۴. بهره‌مند م. ر.، افیونی م.، حاج‌عباسی ع. و رضایی‌نژاد ی. (۱۳۸۱) اثر لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶(۴): ۱۰-۱.
  ۵. توکلی م. و طباطبایی م. (۱۳۷۸) آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده. مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست‌محیطی استفاده از پساب‌ها در آبیاری. وزارت نیرو، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۱ آذر، تهران، صفحه ۱-۲۶.
  ۶. حسن اقلی ع. (۱۳۸۲) استفاده از فاضلاب‌های خانگی و پساب تصفیه‌خانه‌ها در آبیاری محصولات کشاورزی. گزارش پژوهشی نهایی طرح تحقیقاتی مصوب. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۳/۸۰۶، صفحه ۲۳۱.
  ۷. رضوانی مقدم پ. و میرزائی نجم‌آبادی م. (۱۳۸۸) تأثیر نسبت‌های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه‌ای. مجموعه پژوهش‌های زراعی ایران. ۷(۱): ۷۵-۶۳.
  ۸. شبانیان بروجنی ح. (۱۳۸۳) بررسی تأثیر پساب و لجن فاضلاب کارخانه پلی‌اکریل بر رشد و غلظت عناصر سنگین در چند نمونه از گیاهان فضای سبز و گندم. پایان‌نامه خاک‌شناسی کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
  ۹. شریعتی م. (۱۳۷۵) ارزیابی کیفیت شیمیایی فاضلاب و استفاده از آن در آبیاری. آب و خاک و محیط‌زیست. ۱۰: ۵۱-۵۵.
  ۱۰. صالحی آ.، طبری م.، محمدی ج. و علی‌عرب ع. (۱۳۸۷) اثر آبیاری با فاضلاب شهری بر خاک و رشد درختان کاج تهران. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۶(۲): ۱۹۶-۱۸۶.
  ۱۱. عابدی کوپایی ج.، افیونی م.، موسوی ف.،

- مصطفی زاده ب. و باقری م. (۱۳۸۲) تأثیر آبیاری بارانی و سطحی با فاضلاب تصفیه شده بر شوری خاک. آب و فاضلاب. ۴۵: ۲-۱۱.
۱۲. عرفانی ع.، حق نیا غ. و علیزاده ا. (۱۳۸۰) تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه شده خانگی بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی. علوم و صنایع کشاورزی. ۱۵(۱): ۷۷-۶۵.
۱۳. عرفانی ع.، حق نیا غ. و علیزاده ا. (۱۳۸۱) تأثیر آبیاری با فاضلاب بر عملکرد و کیفیت کاهو و برخی ویژگی های خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۶(۱): ۹۲-۷۱.
۱۴. قنبری ا.، عابدی کوپایی ج. و طائی سمیرمی ج. (۱۳۸۵) اثر آبیاری با پساب فاضلاب تصفیه شده شهری روی عملکرد و کیفیت گندم و برخی ویژگی های خاک در منطقه سیستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۴): ۷۵-۵۹.
۱۵. معزاردلان م. و ثواقبی فیروزآبادی غ. (۱۳۸۱) مدیریت حاصلخیزی خاک برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تهران.
۱۶. ملکوتی م. ج. و همایی م. (۱۳۷۳) حاصلخیزی خاک های مناطق خشک (مشکلات و راه حل ها). انتشارات تربیت مدرس، تهران.
۱۷. نظری م. ع.، شریعتمداری ح.، افیونی م.، مبلی م. و رحیلی ش. (۱۳۸۵) اثر کاربرد پساب و لجن فاضلاب صنعتی بر غلظت برخی عناصر و عملکرد گندم، جو و ذرت. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰(۳): ۹۷-۱۱۱.
۱۸. واتقی س.، افیونی م.، شریعتمداری ح. و مبلی م.
۱۹. Abedi-Koupai J., Mostafazadeh-fard B., Afyuni M. and Bagheri M.R. (2003) Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. *Plant soil and Environ.* 52(82): 335-344.
20. Akbarzadeh A., Jamshidi S. and Vakhshouri M. (2015) Nutrients uptake rate and removal efficiency of vetiveria zizanioides in contaminated waters. *Pollution.* 1(1): 1-8.
21. Alizadeh A., Bazari M.E., Velayati S., Hasheminia M. and Yaghmaie A. (2001) Irrigation of corn with wastewater. In: Ragab R, Pearce G, Changkim J, Nairizi S and Hamdy A (Eds), pp. 147-154. ICID International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, South Korea.
22. Al-khamisi S., Prathapar S.A. and Ahmed M. (2013) Conjunctive use of reclaimed water and groundwater in crop rotations. *Agricultural Water Management.* 116: 228-234.
23. Chenini F., Xanthoulis D., Rejeb S., Molle B. and Zayani K. (2001) Impact of using reclaimed wastewater on trickle and furrow irrigated potatoes. pp. 174-186. In: Ragab R, Pearce G, changkim J, Nairizi S and Hamdy A (Eds.). ICID International Workshop on wastewater Reuse and Management. Seoul. Korea.
24. Cirelli G.L., Consoli S., Licciardello F., Aiello R., Giuffrida F. and Leonardi C. (2012) Treated municipal wastewater reuse in vegetable production. *Agricultural Water Management.* 104: 163-170.

25. DaFonesca A.F., Melfi A.J., Monteiro F.A., Montes C.R., de Almeida V.V. and Herpin U. (2007) Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. *Agricultural Water Management*. 87: 328-336.
26. Day A.D. and Tucker T.C. (1977) Effects of treated wastewater on growth, fibre, protein and amino acid content of sorghum grain. *J. Environ Qual*. 6: 325-327.
27. Khan M.A., ShahidShaukat S. and Altaf Khan M. (2009) Growth yield and nutrient content of sunflower (*Helianthus annuus L.*) using treated wastewater from waste stabilization ponds. *Pakistan Botany*. 41(3): 1391-1399.
28. Lubello C., Gori R., Nicese F.P. and Ferrini F. (2004) Municipal-treated wastewater reuse for plant nurseries irrigation. *Water Research*. 38: 2939-2947.
29. Marschner H. (1995) *Nutrition of Higher Plants*. 2<sup>nd</sup> ed. Academic Press.
30. Mont H.M. and Esousa M.S. (1992) Effects on crops of irrigation with effluent water. *Sci. Tech*. 26: 1603-1613.
31. Palacios-Diaz M.P. and Moreno J.M. (2009) Subsurface drip irrigation and reclaimed water quality effects on phosphorous and salinity distribution and forage production. *Agricultural Water Management*. 96(11): 1659-1666.
32. Ramos M.L.G., Gordon A.J., Minchin F.R., Sprent J.I. and Parson P. (1999) Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of a drought tolerant cultivar of common bean. *Annals of Botany*. 83: 57-63.
33. Schulze J. (2004) How are nitrogen fixation rates regulated in legumes?. *Plant Nutrition and Soil Science*. 167: 125-137.
34. Tabari M. and Salehi A. (2009) Long term impact of municipal sewage irrigation on treated soil and black locust trees in a semi-arid suburban area of Iran. *Environmental Sciences*. 21(10): 1438-1445.
35. Yoon C.G. and Kwun S.K. (2001) Feasibility study of reclaimed wastewater irrigation to paddy rice culture in Korea. In: Ragab R, Pearce G, Changkime J, Nairizi S and hamdy A (Eds) pp. 127-136. *ICID International Workshop on wastewater Reuse and management*. Seoul. South Korea.