

## تأثیر آبیاری با فاضلاب بر خصوصیات مورفولوژیک، اجزای عملکرد و محتوی عناصر سنگین بذر پنبه رقم ورامین در منطقه شهری

عباداله بانینانی<sup>۱</sup>، ابراهیم فراهانی<sup>۱</sup> و قربان قربانی نصرآباد<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> مربی پژوهش - هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران  
<sup>۲</sup> موسسه تحقیقات پنبه کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران  
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۲

### چکیده

جهت بررسی اثرات فاضلاب شهری بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد و میزان آلودگی بذر پنبه به عناصر سنگین در منطقه شهری، آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و ۵ تیمار: شامل فاضلاب تصفیه‌شده خانگی (T1)، فاضلاب تصفیه نشده خانگی (T2)، آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه شده به صورت یک‌درمیان (T3)، آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به صورت یک‌درمیان (T4)، آب چاه به عنوان تیمار شاهد (T5) انجام شد. این مطالعه نشان داد که اثر تیمارها بر عملکرد و اجزاء عملکرد معنی‌دار و بهترین عملکرد از تیمار استفاده از فاضلاب تصفیه نشده خانگی به دست آمد. تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر درصد زودرسی میان تیمارها مشاهده شد که بیشترین درصد زودرسی با ۷۵/۸ درصد مربوط به تیمار شاهد یعنی آب چاه و کمترین مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی بود. تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان منگنز، مس، آهن، نیکل، کادمیوم و سرب در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده گردید. این مطالعه نشان داد که اثر تیمارها بر عملکرد و اجزاء عملکرد مؤثر بوده و بهترین عملکرد از تیمار استفاده از فاضلاب تصفیه نشده خانگی به دست آمد. علت آن مواد مغذی بیشتری است که در این نوع فاضلاب می‌باشد که نقش مؤثری در تعداد غوزه و در نهایت تولید عملکرد داشته است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران استفاده مجدد از آب می‌تواند وسیله‌ای برای جبران کمبود آب باشد.

**واژه‌های کلیدی:** اجزاء عملکرد، پنبه، فاضلاب، عملکرد، عناصر سنگین

## مقدمه

یکی دیگر از معضلات حاد زیست‌محیطی شهرستان ری هدایت فاضلاب تهران به این شهرستان است. شهرستان ری در مسیر ۵ رودخانه مهم استان تهران «رودخانه‌های کرج، کن، شور، جاجرود، سرخه‌حصار» و تعداد زیادی از مسیل‌ها و کانال‌های فاضلاب خروجی کلان‌شهر تهران واقع گردیده است. مهم‌ترین خروجی‌های فاضلاب تهران واقع در شهرستان عبارت‌اند از نهر فیروزآباد - سرخه‌حصار - باروت کوبی - بهمنیار و خروجی سوم که جمع‌آوری آب‌های سطحی شهر تهران را در خود جای داده است. متأسفانه در تهران با مصرف روزانه بالغ بر  $2/9$  میلیون مترمکعب آب (احتساب تبدیل ۸۰ درصد این رقم به فاضلاب) حدود  $2/30$  میلیون مترمکعب فاضلاب تولید می‌شود. در حال حاضر نیز حدود هفت درصد مناطق تهران به سیستم جمع‌آوری فاضلاب مجهز بوده و در سایر نقاط پایتخت، فاضلاب یا جذب زمین شده (منابع آب زیرزمینی و خاک را آلوده می‌سازد) یا در نهرها و جوی‌ها روان است. ماهیت تازه خوری سبزیجات در کنار آبیاری با فاضلاب، خطر آلودگی‌های میکروبی و شیمیایی محصولات مذکور را افزایش داده است. آلودگی بیولوژیکی و شیمیایی (غلظت بالای عناصر سنگین) تغییر الگوی کشت این مناطق را برای حفظ سلامت جامعه، اجتناب‌ناپذیر می‌کند. از سوی دیگر پیشنهاد الگوی جدید دارای محدودیت‌هایی است که از اهم آن‌ها می‌توان به بازده اقتصادی پایین‌تر محصولات جدید و ضرورت سوق دادن به تولید محصولاتی با هدف غیرخوراکی (به‌ویژه با مصرف تازه خوری) است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران استفاده مجدد از آب می‌تواند وسیله‌ای برای جبران کمبود آب باشد. با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر در ایران، رشد روزافزون جمعیت، توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن امروزه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه نشده و شده به‌عنوان یکی از منابع پایدار در کشاورزی حائز اهمیت است. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آب‌هایی می‌شود که علاوه بر کشاورزی می‌تواند به مصارف دیگر نظیر شرب برسد علاوه بر این، استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری، کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی از دیگر مزایای استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی است.

اولین کاربرد فنی پساب در آبیاری مربوط به باراسلو در آلمان در سال ۱۵۳۱ میلادی و سپس در اسکاتلند در شهر ادین بورگ در سال ۱۶۵۰ بوده است. هم‌زمان با ابداع سیستم‌های پیشرفته جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب، کاربرد پساب در کشاورزی بخصوص در اروپا توجه زیادی را به خود معطوف داشت. تشکیل کمیته دفع فاضلاب در انگلستان در سال ۱۸۵۰ میلادی اقدام مؤثری در این زمینه بود. اولین نوشته در مورد مصرف مجدد فاضلاب مربوط به سال ۱۹۲۸ است که توسط هومون درباره فاضلاب تصفیه‌شده در آریزونا به‌منظور آبیاری پارک عمومی انتشار یافته است (علیزاده و همکاران، ۲۰۰۱؛ دانش و همکاران، ۱۹۹۱).

در اثر آبیاری با فاضلاب خانگی بر چمن برموداگراس در فلوریدا، مقدار ماده خشک تولیدشده ۴/۲۵ تن در هکتار، میزان جذب نیتروژن ۱۴۵ کیلوگرم در هکتار، جذب فسفر ۳۳ کیلوگرم در هکتار و جذب پتاسیم ۶۶ کیلوگرم در هکتار بوده است (ال هندز و همکاران، ۱۹۹۵). آبیاری با فاضلاب شهری، عملکرد سورگوم را ۲/۵ برابر و عملکرد سبزیجات را سه برابر در مقایسه با آب چاه افزایش داده است (آسانی و پتی گروو، ۱۹۸۷). بررسی اثرات فاضلاب تصفیه شده خانگی بر رشد و عملکرد گوجه فرنگی و کاهو نشان داد که عملکرد میوه تر برای گوجه فرنگی ۴۷/۸ درصد و برای کاهو ۸۲/۴ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافته است. همچنین، غلظت عناصر غذایی پرمصرف و فلزات سنگین در کلیه اندام‌های هوایی (برگ، ساقه، دم گل و میوه) و زیرزمینی گوجه فرنگی از تیمار شاهد بیشتر بود. در بین عناصر سنگین غلظت آهن حداکثر و غلظت کادمیوم حداقل بود (عرفانی و همکاران، ۲۰۰۱).

اثر فاضلاب تصفیه شده خانگی را بر عملکرد پنبه، با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای بررسی گردید. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد در آبیاری به صورت دو ردیفه، دو روز در هفته و اعمال ۱۰۰ درصد نیاز آبی با مقدار ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (اورون و همکاران، ۱۹۹۲). کاربرد پساب تصفیه خانه شاهین شهر اصفهان بر رشد و عملکرد ذرت در مقایسه تیمار آب چاه، باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، طول بلال، قطر بلال و تعداد دانه در هر بلال ذرت شد؛ اما مقایسه انجام شده نشان داد که در ترکیب شیمیایی ذرت به جز در مقدار مس تغییر قابل توجهی رخ نداده بود (صفری سنجایی، ۱۹۹۵). عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک ارزن علوفه‌ای تحت تأثیر تیمار پساب افزایش معنی داری نسبت به تیمار شاهد داشته است (رضوانی و باراک، ۲۰۰۱). ولی نژاد، (۲۰۰۱) نشان داد آبیاری با پساب باعث افزایش معنی دار عملکرد، کاهش درصد قند و افزایش عملکرد ناخالص قند در گیاه چغندر قند می‌شود. عملکرد آفتابگردان و ذرت در تیمار پساب به طور معنی داری بیش از تیمار آب چاه بود. در یک تحقیق اثر آبیاری قطره‌ای با فاضلاب تصفیه شده شهری را بر گیاه پنبه نشان داد ارتفاع گیاه و رشد رویشی تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده شهری بیشتر از گیاهان آبیاری شده با آب بود (بیلورایی و همکاران، ۱۹۸۴). اثر فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد پنبه توسط سیستم آبیاری قطره‌ای و آب چاه نشان داد که عملکرد دانه پنبه در تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده به طور معنی داری بیشتر از تیمار آبیاری شده با آب چاه بود (پاپالوس و استلیانوس، ۱۹۸۸). کاربرد فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد پنبه مشخص کرد که ۲۲/۵۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش عملکرد داشته است (تسدیلاس و وکالیز، ۲۰۰۳). به منظور بررسی تجمع فلزات سنگین در پنبه تحت تأثیر آبیاری با غلظت‌های مختلف فاضلاب، در روستای طالب‌آباد واقع در جاده ورامین (استان تهران) تحقیقی انجام شد. در این طرح اثر غلظت‌های مختلف فاضلاب شامل آب چاه، مخلوط مساوی از آب چاه و فاضلاب و فاضلاب خالص (کانال سرخه حصار موجود در اراضی طالب‌آباد) بررسی

شدند. بر اساس نتایج، فلزات سنگین تجمع یافته در وش پنبه در اثر آبیاری پنبه با فاضلاب چند برابر این مقادیر در شرایط استفاده از آب چاه بوده است. این مقادیر در خصوص کروم و سرب تجمع یافته، بالاتر از مجاز است که خصوصیات کمی و کیفی وش پنبه را دستخوش تغییر می‌نماید (اکبری و همکاران، ۲۰۰۸). تأثیر آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه رقم مهر نشان داد که تعداد غوزه در مترمربع و ارتفاع گیاه در تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب تصفیه‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار آبیاری شده با آب بود. مقدار عملکرد در تیمار آبیاری کامل با فاضلاب تصفیه‌شده و آب به ترتیب ۲۲۰۰ و ۷۸۰ کیلوگرم در هکتار بود (علی خاصی و کوچک زاده، ۲۰۱۰). اثر مقادیر مختلف پساب شهری بر عملکرد پنبه با آبیاری قطره‌ای نشان داد که سطح آبیاری ۸۰ درصد نیاز آبی در شرایط استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده شهری با میزان آب مصرفی ۷۱۰۰ مترمکعب در هکتار و با صرفه‌جویی ۱۸۰۰ مترمکعب آب در هکتار نسبت به تأمین نیاز کامل آبی گیاه، در شرایطی، افزایش ۱۸ درصدی کارایی مصرف آب را در پی داشت که با کاهش ۱/۵٪، ۲/۱٪، ۲/۹٪، ۱۵/۲٪ و ۱۱/۶ درصدی به ترتیب در عملکرد، تعداد غوزه و وزن غوزه، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ همراه بود (زونعمت کرمانی و همکاران، ۲۰۱۵).

از سوی دیگر پنبه از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که علاوه بر تأمین مواد اولیه صنایع نساجی و روغن‌کشی، در اشتغال‌زایی بخش‌های کشاورزی، صنعت و بازرگانی نقش مهمی ایفا می‌کند. در بازار جهانی از میان پنج دانه روغنی مهم یعنی سویا، آفتابگردان، پنبه، بادام‌زمینی و کلزا، پنبه بعد از سویا در مقام دوم قرار دارد زیرا منبعی غنی از روغن و پروتئین است که بیش از شش درصد پروتئین موردنیاز دنیا و مواد خام صنایع ریسندگی، بافندگی، روغن‌کشی، نظامی، بهداشتی، تغذیه انسان، کابل‌سازی و غیره را تشکیل داده و بیش از یک قرن است که روغن آن به‌صورت خوراکی مصرف می‌شود (دگلند و همکاران، ۲۰۰۹).

### مواد و روش‌ها

شهرستان ری محدوده‌ای است با مساحت ۲۲۹۳ کیلومترمربع در ضلع جنوب کلان‌شهر تهران که حدود اربعه آن از شمال به تهران از جنوب به استان قم از شرق به شهرستان‌های پاکدشت و ورامین از غرب به شهرستان‌های اسلامشهر، رباط‌کریم و استان مرکزی است. کل اراضی قابل‌کشت شهرستان ۷۰/۰۰۰ هکتار است که به دلیل کمبود منابع آب کشاورزی سالانه تنها ۳۶۰۰۰ هکتار آن زیر کشت انواع محصولات کشاورزی قرار می‌گیرد.

برای بررسی اثرات فاضلاب شهری بر روی پنبه‌دانه در منطقه شهری، نهر فیروزآباد و تصفیه‌خانه جنوب تهران در شهری، آزمایشی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و ۵ تیمار در طی دو سال زیر انجام شد:

فاضلاب تصفیه‌شده خانگی (T1)

فاضلاب تصفیه نشده خانگی (T2)

آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده به صورت یک‌درمیان (T3)

آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به صورت یک‌درمیان (T4)

آب چاه به عنوان تیمار شاهد (T5).

کلیه عملیات زراعی بر اساس روش‌های معمول منطقه و اصول علمی طبق توصیه‌های موسسه تحقیقات پنبه انجام شد. در پائیز زمین انتخاب و یک شخم عمیق زده شد. در اوایل فروردین نیز پس از یک شخم سطحی (۱۵ سانتیمتر) زمین با دو بار دیسک و ماله آماده کشت شد (قبل از دیسک دوم مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و همچنین ۳ لیتر در هکتار سم علف‌کش ترفلان جهت کنترل علف‌های هرز در مزرعه پاشیده شد). قبل از کاشت بذر (رقم ورامین تهیه‌شده از بانک بذر مرکز تحقیقات کشاورزی تهران)، فاروها به فاصله ۸۰ سانتیمتر ایجاد گردید. کشت به صورت ردیفی و به صورت کپه‌ای (در هر چاله حدود ۵-۴ بذر دلننه) با دست و به صورت هیرم کاری در اواسط اردیبهشت‌ماه سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گردید.

جدول ۱- خصوصیات آب چاه، فاضلاب تصفیه‌شده و فاضلاب خام استفاده‌شده در آبیاری

پارامتر	آب چاه	فاضلاب تصفیه‌شده	فاضلاب خام
اسیدیته	۷/۲	۷/۵۲	۷/۸۲
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	۰/۸۱	۱/۶۵	۲/۳۳
نیترژن نیتراتی (میلی‌گرم بر لیتر)	۲/۳۹	۱۹/۲	۳/۹۲
نیترژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۴۲	۲/۴۸	۳۶/۴
پتاسیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	۰/۷۲	۱/۵۳	۳۷/۳
روی (میکروگرم بر لیتر)	-	-	۳
سدیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	۱/۶۹	۷/۳۲	۱۱/۵
سرب (میلی‌گرم بر لیتر)	۰/۰۳۳	۰/۰۸۸	۰/۱۰۶
کلسیم (میلی‌اکی والان بر لیتر)	۱/۴۳	۲۳/۴	۱۳۵/۲
کادمیوم (میکروگرم بر لیتر)	-	۱۰	۴۰
کروم (میکروگرم بر لیتر)	۴۴	۷۴	۱۰۴
کلر (میلی‌اکی والان بر لیتر)	-	۳/۲	۶/۳

۵/۰۱	۳/۷	۰/۲۱	منیزیم (میلی اکی والان بر لیتر)
۱۷/۹	۱۴/۳	۱۲/۶	مس (میکروگرم بر لیتر)
۶/۳۳	۰/۲۹	-	آهن (میکروگرم بر لیتر)
۱۲۶/۴	۷/۶	-	نیاز اکسیژن خواهی بیوشیمیایی پنج‌روزه ( $BOD_5$ )
۲۰۲/۸	۲۶/۵	-	نیاز اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) (میلی گرم بر لیتر)
۱۷۶/۵	۵/۸	۱/۳	کل مواد معلق (TSS) (میلی گرم بر لیتر)
۶۱۲	۴۱۳	-	کل مواد جامد محلول (TDS) (میلی گرم بر لیتر)

زمانی که بوته‌ها دارای ۲ تا ۴ برگ حقیقی شدند عملیات تنک کردن به صورت دستی انجام شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز (تاج‌خروس، پیچک صحرائی، جو موشی، اویارسلام، توق و قیاق) به صورت دستی و زدن کولتیواتور در ۲ مرحله انجام و برای مبارزه با آفت Thrips در دوره گیاه‌چهای از سم متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) استفاده شد. قبل از گلدهی نیز مقدار ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک به مزرعه داده شد. قطعه مورد آزمایش در طول دوره رشد پنبه حدوداً با تناوب هر ۱۲ روز یک‌بار به صورت جوی پشته‌ای آبیاری شد. برداشت محصول در دو چین به صورت دستی انجام و نمونه‌ها جهت تعیین در صد آلودگی به آزمایشگاه موسسه خاک و آب ارسال شد.

این آزمایش دارای ۲۰ کرت بود، هر کرت شامل ۴ خط کشت به طول ۱۱ متر که دو خط اول و آخر به عنوان حاشیه و کلیه مطالعات و یادداشت‌برداری‌ها از دو خط وسط پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خطوط انجام گردید. از هر کرت آزمایشی ۵ بوته انتخاب شده و سپس شاخص‌های ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های رویشی و زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن ۲۰ غوزه و تک غوزه، درصد زودرسی و عملکرد در هکتار برای کلیه تیمارها اندازه‌گیری شدند. بعد از برداشت محصول از هر تکرار یک نمونه از پنبه‌دانه (از پنج بوته) تهیه و به آزمایشگاه جهت تعیین میزان عناصر سنگین آن‌ها ارسال شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری و شمارش پس از آزمون نرمالیتی، تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین با روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ درصد برای کلیه تیمارها انجام شد. تجزیه و تحلیل مرکب داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

### نتیجه و بحث

**ارتفاع بوته:** براساس جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب دوساله تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر ارتفاع بوته میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی (۱۳۷/۶ سانتی‌متر در گروه a) و کمترین مربوط به آبیاری با آب چاه به‌عنوان شاهد (۱۱۷/۱ سانتی‌متر در گروه d) است. تمامی تیمارها نسبت به شاهد

افزایش معنی‌دار داشتند؛ بنابراین مصرف فاضلاب به روش‌های مختلف توانسته است ارتفاع بوته را افزایش دهد. تیمارهای فاضلاب تصفیه نشده خانگی و فاضلاب تصفیه شده خانگی به ترتیب ۱۷/۵ و ۶/۲ درصد ارتفاع بوته را نسبت به آب چاه افزایش دادند. نتایج مشابه تحقیقات بلواری و همکاران (۱۹۸۴) طی سه سال اثر آبیاری قطره‌ای با فاضلاب تصفیه شده شهری را بر گیاه پنبه مورد بررسی قرار دادند. ارتفاع گیاه و رشد رویشی تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده بیشتر از گیاهان آبیاری شده با آب چاه بود. تراکم مناسب و توزیع متعادل و مناسب بوته‌ها در واحد سطح، موجب استفاده بهتر از رطوبت، مواد غذایی و نور گردیده و موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (صوندیا و کوچکی، ۱۹۹۸). در یک تحقیق کاربرد فاضلاب در پنبه، نشان از برتری ۱۲/۷ درصدی ارتفاع بوته، آبیاری با پساب نسبت به آبیاری با آب چاه می‌باشد (زونعمت کرمانی و همکاران، ۲۰۱۵) و در تحقیق دیگری به این نتیجه رسیدند که افزایش کاربرد پساب تصفیه شده در آبیاری، ارتفاع بوته پنبه را ۲۳ درصد افزایش داد (علی خاصی و کوچک زاده، ۲۰۱۰).

**تعداد شاخه‌های رویشی:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) که تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪ از نظر تعداد شاخه‌های رویشی میان تیمارها مشاهده شد و بررسی جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که بیشترین تعداد شاخه رویشی بوته مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به صورت یک‌درمیان و فاضلاب تصفیه نشده خانگی به ترتیب با ۳/۳ و ۲/۸ شاخه بود.

**تعداد شاخه‌های زایشی:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب دوساله تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر تعداد شاخه‌های زایشی میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین بیشترین تعداد شاخه زایشی بوته مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی (۲۷ شاخه در بوته) و کمترین مربوط به تیمار آب چاه یا تیمار شاهد (۱۷ شاخه در بوته) بود. تمامی تیمارها نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشتند؛ بنابراین مصرف فاضلاب به روش‌های مختلف توانسته است تعداد شاخه‌های زایشی را افزایش دهد. این افزایش به خاطر مواد غذایی بیشتر مانند نیتروژن و فسفر و پتاسیم بیشتر در این نوع آب‌ها است. اثر مقادیر مختلف کود ازت بر روی ارتفاع بوته، تعداد غوزه در بوته، تعداد شاخه رویا، تعداد شاخه زایا، طول شاخه زایا، طول میان‌گره، تعداد گره بر روی ساقه اصلی، عملکرد وش و عملکرد الیاف معنی‌دار بود (فتحی، ۲۰۰۹).

**تعداد غوزه در بوته:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر تعداد غوزه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین بیشترین تعداد غوزه در بوته مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی با ۲۰/۹ غوزه در بوته بود و

کمترین تعداد غوزه در تیمار فاضلاب تصفیه‌شده خانگی با ۱۶/۱ غوزه در بوته بود که نشان‌دهنده افزایش ۱۶/۸ درصدی تعداد غوزه نسبت به آب چاه بود.

در یک تحقیق کاربرد فاضلاب در کشت پنبه، نشان از برتری ۱۵/۶ درصدی تعداد غوزه در بوته، آبیاری با پساب نسبت به آبیاری با آب چاه است (زونعمت کرمانی و همکاران، ۲۰۱۵) و در تحقیق دیگری به این نتیجه رسیدند که افزایش کاربرد پساب تصفیه‌شده در آبیاری، تعداد غوزه در بوته را افزایش می‌دهد (علی خاصی و کوچک زاده، ۲۰۱۰).

**وزن تک غوزه:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر وزن تک غوزه در بوته میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین بیشترین وزن تک غوزه مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده فاصله با ۵ گرم و کمترین با ۴/۱ گرم مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده به صورت یک‌درمیان بود. تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی ۱۹/۱ درصد وزن غوزه را نسبت به آب چاه افزایش داد.

در یک تحقیق کاربرد فاضلاب در کشت پنبه، مقایسه میانگین صفت وزن غوزه تحت تأثیر تیمار فاضلاب، نشان از برتری ۷/۹ درصدی وزن غوزه در تیمار آبیاری با پساب نسبت به آب چاه می‌دهد (زونعمت کرمانی و همکاران، ۲۰۱۵) و در تحقیق دیگری به این نتیجه رسیدند که افزایش کاربرد پساب تصفیه‌شده در آبیاری، وزن غوزه را ۱۸/۴ درصد افزایش می‌دهد (علی خاصی و کوچک زاده، ۲۰۱۰).

**درصد زودرسی:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ از نظر درصد زودرسی میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین بیشترین درصد زودرسی با ۷۶ درصد مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه‌شده خانگی و کمترین آن با ۶۴/۲ درصد مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی بود؛ بنابراین مصرف فاضلاب به روش‌های مختلف، توانسته است درصد زودرسی را کاهش دهد. در این خصوص افزایش بیش‌ازحد رشد رویشی و علفی شدن بوته‌ها درصد زودرسی را در تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی کاهش داده است. عوامل محیطی از جمله اعمال تنش خشکی در زمان مناسب موجب کاهش رشد رویشی و جلوگیری از رشد بی‌رویه و در نتیجه اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و افزایش درصد زودرسی می‌شود (سهرابی و قربانی نصرآباد، ۲۰۰۲).

**میزان عملکرد:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان عملکرد و ش میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول مقایسه میانگین، بیشترین میزان عملکرد و ش مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی با ۴۷۵۸/۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین با ۳۸۵۳/۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه به عنوان تیمار شاهد بود و تمامی تیمارها نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشتند؛ بنابراین مصرف فاضلاب به روش‌های



مختلف توانسته است میزان عملکرد وش را افزایش دهد. تیمارهای فاضلاب تصفیه نشده خانگی و فاضلاب تصفیه شده خانگی به ترتیب ۲۳/۵ و ۱/۱ درصد عملکرد وش را نسبت به آب چاه افزایش دادند. ولی نژاد (۲۰۰۱) نشان داد آبیاری با پساب باعث افزایش معنی دار عملکرد، کاهش درصد قند و افزایش عملکرد ناخالص قند در گیاه چغندر قند می شود. عملکرد آفتابگردان و ذرت در تیمار پساب به طور معنی داری بیش از تیمار آب چاه بود.

دی و مکفایدین (دی و مک فیدن، ۱۹۸۴) اثر فاضلاب را بر عملکرد و کیفیت الیاف پنبه مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از دو منبع آب برای آبیاری استفاده شده که عبارتند از آب چاه (F) و اختلاط آب چاه و فاضلاب خام شهری به نسبت ۱:۱ (WF). در این آزمایش ارتفاع گیاه و عملکرد الیاف پنبه تیمار WF بیشتر از تیمار F بود و همچنین این آزمایش تأثیری روی کیفیت الیاف نداشت. در طی یک آزمایش اثر فاضلاب تصفیه شده بر عملکرد پنبه توسط سیستم آبیاری قطره ای و آب چاه نشان داد که عملکرد دانه پنبه در تیمارهای آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده به طور معنی داری بیشتر از تیمار آبیاری شده با آب چاه بود (پاپالوس و استیلیانوس، ۱۹۸۸). کاربرد پساب تصفیه خانه شاهین شهر اصفهان بر رشد و عملکرد ذرت در مقایسه با تیمار آب چاه، باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، طول بلال، قطر بلال و تعداد دانه در هر بلال ذرت شد؛ اما مقایسه انجام شده نشان داد که در ترکیب شیمیایی ذرت به جز در مقدار مس تغییر قابل توجهی رخ نداده بود. همین طور سرعت نفوذ پذیری خاک تحت آبیاری با پساب هم در ابتدای فصل رشد و هم در انتهای فصل رشد نسبت به آب چاه افزایش پیدا کرد ولی این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود (صفری سنجابی، ۱۹۹۵). رضوانی و برکی (۲۰۰۱) با بررسی تأثیر پساب بر رشد ارزن علوفه ای نتیجه گرفتند که عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک ارزن علوفه ای تحت تأثیر تیمار پساب رشد معنی داری نسبت به تیمار شاهد داشته است.

**میزان منگنز در بذر:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب دوساله تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ از نظر میزان منگنز در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین بیشترین میزان منگنز در بذر مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی با ۱۵/۱ پی پی ام و کمترین با ۱۲/۹ پی پی ام مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه شده خانگی بودند؛ بنابراین آبیاری با آب فاضلاب مقدار میزان منگنز در بذر را افزایش داده است. از آنجایی که اطلاعاتی در مورد حد مجاز این عناصر وجود ندارد قادر به مقایسه با میزان حد مجاز این عناصر در بذر پنبه نشدیم.

**میزان مس در بذر:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) که تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ از نظر میزان مس در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین ها بیشترین میزان مس در بذر با ۱۱/۵ پی پی ام مربوط به تیمار آب چاه به عنوان شاهد و

کمترین با ۷/۳ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده خانگی به صورت یک‌درمیان بود که به نظر می‌رسد کاربرد فاضلاب باعث کاهش مقدار مس در بذر پنبه شده است. **میزان آهن در بذر:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان آهن در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول (۲) مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان آهن در بذر با ۸۸/۵ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی و کمترین با ۴۳/۹ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده خانگی به صورت یک‌درمیان بود که به نظر می‌رسد کاربرد فاضلاب باعث افزایش مقدار آهن در بذر پنبه شده است.

**میزان نیکل در بذر:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب دوساله تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان نیکل در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان نیکل در بذر با ۲/۰ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی و کمترین با ۱/۱ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه به‌عنوان شاهد بود که به نظر می‌رسد کاربرد فاضلاب باعث افزایش مقدار نیکل در بذر پنبه شده است.

**میزان کادمیوم در بذر:** جدول تجزیه واریانس مرکب دوساله نشان داد (جدول ۱) که تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان کادمیوم در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول مقایسه میانگین بیشترین میزان کادمیوم در بذر با ۰/۷۹ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی و کمترین با ۰/۳۵ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده خانگی به صورت یک‌درمیان بود. آزمایش نشان داد که کاربرد فاضلاب باعث افزایش مقدار کادمیوم در بذر پنبه شده است (جدول ۲). عرفانی و همکاران (عرفانی و همکاران، ۲۰۰۱) با بررسی اثرات تیمارهای فاضلاب تصفیه‌شده خانگی (T1)، فاضلاب تصفیه‌شده خانگی و آب چاه به‌تناوب (T2)، آب چاه و کود حیوانی به‌تناوب (T3)، آب چاه و کود شیمیایی (T4) و آب چاه به‌عنوان تیمار شاهد بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی و کاهو نتیجه گرفت که عملکرد میوه تر گیاهان در سنجش با شاهد افزایش داشت. عملکرد میوه تر به ترتیب در تیمارهای T1 و T3 برای گوجه‌فرنگی ۴۷/۸ و ۴۱/۳ درصد و برای کاهو ۸۲/۴ و ۸۱/۴ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین، غلظت عناصر غذایی پرمصرف و فلزات سنگین در کلیه اندام‌های هوایی (برگ، ساقه، دم گل و میوه) و زیرزمینی گوجه‌فرنگی از تیمار شاهد بیشتر بود. در بین عناصر سنگین غلظت آهن حداکثر و غلظت کادمیوم حداقل بود.

**میزان سرب در بذر:** بر اساس جدول (۱) تجزیه واریانس مرکب دوساله تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ از نظر میزان سرب در بذر پنبه میان تیمارها مشاهده شد و بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان سرب در بذر با ۰/۶۰ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با فاضلاب تصفیه نشده و کمترین با ۰/۰۲ پی‌پی‌ام مربوط به تیمار آبیاری با آب چاه بود (جدول ۲). آزمایش نشان داد که کاربرد فاضلاب باعث افزایش مقدار سرب در بذر پنبه شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب تأثیر فاضلاب بر خصوصیات پنبه ۹۱-۱۳۹۰

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه رویشی	تعداد شاخه زایشی	تعداد غوزه	وزن غوزه	عملکرد وش	زودرسی
سال	۱	۲/۵۰۰۰ NS	۰/۰۰۰۰ NS	۰/۰۰۰۰ NS	۰/۰۰۰۰ NS	۰/۰۱۲۲۵ NS	۴۴۸/۹۰۰۰ NS	۲۸/۹۰۰ NS
اشتباه سال	۶	۳/۹۶۶۷	۰/۲۵۰۰۰	۳/۲۳۳۳	۲/۱۱۱۳	۰/۰۰۰۲۵۸	۲۳۵۱۷/۱۸	۲۳/۸۳۶
تیمار	۴	۵۱۶/۴۶ **	۱/۶۰۰۰ **	۱۱۶/۳۳۸ **	۶۴/۷۲۵ **	۰/۹۲۲۱۳ **	۱۱۹۳۴۰/۸۵ **	۲۰۳۰۳ *
سال × تیمار	۴	۳/۹۳۷۵ NS	۰/۰۰۰۰ NS	۰/۵۸۸۵ NS	۰/۲۷۵۰ NS	۰/۰۱۲۸۸ NS	۱۰۰۴/۰۸۷ NS	۱۹/۳۷۵ NS
اشتباه آزمایشی	۲۴	۲/۳۰۰۰	۰/۲۵۰۰	۱/۳۴۵۸۳	۰/۷۸۳۳۳	۰/۰۲۹۰۰	۸۶۷۳/۵	۲۶/۵۸۳۳
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۱۹	۱۹/۶۱	۵/۵۶	۴/۷۱	۳/۸۹	۲/۲۶	۷/۱۲

NS: \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک %: /.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب تأثیر فاضلاب بر خصوصیات خاک مزرعه پنبه ۹۱-۱۳۹۰

منابع تغییرات	درجه آزادی	مگنیز	مس	آهن	نیکل	کادمیوم	سرب
سال	۱	۰/۰۰۰۰۷۲ NS	۰/۰۰۰۰۰۴ NS	۰/۰۱۱۳۲ NS	۰/۰۱۲۲۱ NS	۰/۰۰۰۰۰۰۰۴ NS	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۳ NS
اشتباه سال	۶	۰/۰۲۸۹۵	۰/۰۱۲۲۶	۱۱/۶۶۶۲	۰/۰۰۵۲۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۲۶۷
تیمار	۴	۷/۳۱۵۴ **	۲۲/۹۵۸۷ **	۲۲۴۴/۹۵ **	۱/۱۷۱۶۵ **	۰/۰۰۰۲۶۹۹ **	۰/۱۳۴۹۶۶۵ **
سال × تیمار	۴	۰/۰۰۰۰۵۲ NS	۰/۰۰۰۰۰۲ NS	۰/۰۰۰۰۰۰ NS	۰/۰۰۰۸۹۱ NS	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۹ NS	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۲ NS
اشتباه آزمایشی	۲۴	۰/۰۳۱۴۹	۰/۰۱۷۱۴۸	۵/۴۰۱۶۷	۰/۰۰۰۳۰۹	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۲۲۵
ضریب تغییرات (%)	-	۱/۲۶	۱/۳۶	۳/۵۲	۳/۲۲	۳/۵۱	۵/۲۷

NS: \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک %: /.

جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر تیمارها در طی دو سال

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	شاخه رویشی	تعداد	وزن غوزه	تعداد	عمکرد	زودرسی
تیمارها	(cm)	شاخه رویشی	تعداد	غوزه (gr)	تعداد	وش (kg h <sup>-1</sup> )	(%)
فاضلاب تصفیه‌شده خانگی	۱۲۴/۴ c	۲/۳ b	۲۰/۲ b	۴/۳ b	۱۶/۱ c	۳۸۹۵/۵ c	۷۶/۰ a
فاضلاب تصفیه نشده خانگی	۱۳۷/۶ a	۲/۸ ab	۲۷/۰ a	۵/۰ a	۲۲/۷ a	۴۷۵۸/۴ a	۶۴/۲ b
آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده به‌صورت یک‌درمیان	۱۲۲/۷ c	۲/۳ b	۱۸/۵ c	۴/۱ c	۱۶/۷ c	۳۸۵۴/۵ c	۷۵/۲ a
آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به‌صورت یک‌درمیان	۱۳۱/۸ b	۳/۳ a	۲۱/۶ b	۴/۴ b	۲۰/۹ a	۴۲۲۰/۸ b	۶۵/۹ b
آب چاه به‌عنوان تیمار شاهد	۱۱۷/۱ d	۲/۳ b	۱۷/۲ d	۴/۲ bc	۱۷/۹ b	۳۸۵۳/۳ c	۷۵/۹ a

میانگین‌ها که با حروف مشترک مشخص شده‌اند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار باهم نداشته‌اند.

ادامه جدول ۳ - مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر تیمارها در طی دو سال

تیمارها	منگنز (ppm)	مس (ppm)	آهن (ppm)	نیکل (ppm)	کادمیوم (ppm)	سرب (ppm)
فاضلاب تصفیه‌شده خانگی	۱۲/۹ d	۸/۴ b	۶۶/۸ b	۱/۶ b	۰/۴۵ b	۰/۱۷ c
فاضلاب تصفیه نشده خانگی	۱۵/۱ a	۸/۵ b	۸۸/۵ a	۲/۰ a	۰/۷۹ a	۰/۶۰ a
آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه‌شده به‌صورت یک‌درمیان	۱۴/۱ b	۷/۳ c	۴۳/۹ d	۱/۵ b	۰/۴۵ c	۰/۳۷ b
آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به‌صورت یک‌درمیان	۱۳/۶ c	۸/۲ b	۶۹/۰ b	۱/۹ a	۰/۴۵ b	۰/۵۷ a
آب چاه به‌عنوان تیمار شاهد	۱۴/۲ b	۱۱/۵ a	۵۶/۱ c	۱/۱ c	۰/۳۷ c	۰/۰۲ d

میانگین‌ها که با حروف مشترک مشخص شده‌اند در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار باهم نداشته‌اند.

### نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر برخی صفات مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویشی و زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و عملکرد وش و همچنین بر عناصر فلزی داخل بذر مانند منگنز، مس، آهن، نیکل، کادمیوم و سرب در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود و همچنین اثر سال بر این صفات معنی‌دار نبود. مشخص شد که تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی بیشترین افزایش میانگین در برخی صفات مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و عملکرد وش و همچنین بر عناصر فلزی داخل بذر مانند منگنز، آهن، نیکل، کادمیوم و سرب را نسبت به شاهد داشت. تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به صورت یک‌درمیان دارای بیشترین افزایش تعداد شاخه رویشی بود. تیمار آب چاه به عنوان تیمار شاهد بیشترین مقدار مس در بذر را نشان داد. این مطالعه نشان داد که اثر تیمارها بر عملکرد و اجزاء عملکرد مؤثر بوده و بهترین عملکرد از تیمار استفاده از فاضلاب تصفیه نشده خانگی به دست آمد. علت آن مواد مغذی بیشتری در این نوع فاضلاب می‌باشد که نقش مؤثری در تعداد غوزه در بوته و در نهایت تولید عملکرد داشته است. به‌هرحال آنچه در این بررسی قابل نتیجه‌گیری است آن است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران استفاده مجدد از آب می‌تواند وسیله‌ای برای جبران کمبود آب باشد. با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر در ایران، رشد روزافزون جمعیت، توسعه شهرنشینی و صنعتی شدن امروزه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه نشده و شده به‌عنوان یکی از منابع پایدار در کشاورزی حائز اهمیت است. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آب‌هایی می‌شود که علاوه بر کشاورزی می‌تواند به مصارف دیگر نظیر شرب برسد علاوه بر این، پایین بودن هزینه استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری، کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی از دیگر مزایای استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی است؛ بنابراین استفاده از پساب‌های شهری در زراعت پنبه نه تنها آسیب وارد نمی‌نماید بلکه می‌تواند باعث افزایش محصول گردد. این طرح نشان داد که اثر روش‌های مختلف آبیاری با آب فاضلاب بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه رویشی و زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و عملکرد وش و همچنین بر عناصر فلزی داخل بذر مانند منگنز، مس، آهن، نیکل، کادمیوم و سرب معنی‌دار بود. تیمار فاضلاب تصفیه نشده خانگی بیشترین افزایش میانگین در برخی صفات مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه زایشی، تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و عملکرد وش و همچنین بر عناصر فلزی داخل بذر مانند منگنز، آهن، نیکل، کادمیوم و سرب را نسبت به شاهد داشت. تیمار آبیاری با آب چاه و فاضلاب تصفیه نشده به صورت یک‌درمیان دارای بیشترین افزایش تعداد شاخه رویشی بود. با توجه به اینکه روش‌های مختلف آبیاری به همراه فاضلاب افزایش معنی‌داری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکردی گیاه پنبه داشت بنابراین استفاده از آب فاضلاب خانگی به‌تنهایی

یا همراه با آب چاه برای کشت گیاه پنبه جهت جایگزینی کشت سبزیجات در این مناطق توصیه می‌شود.

#### منابع

- Akbari, Gh. A., Hariri, N., Foughi, B., Shah Nazari R., Mottaghi, S. and Lotfifar, O. 2008. Effect of wastewater on accumulation of heavy metals and nutritional value of vegetables and spring onion and lettuce. Third National Congress of recycling and using renewable organic materials, Isfahan, May 13-15.
- Alizadeh, A.M., Bazari, E., Velayati, S., Hashemina, M. and Yaghmaie, N. 2001. Irrigation of cron with wastewater. In: Ragab, Geof Pearce, Ju- Changkim, Saeed Nairizi, and Atef Hamdy. 52 nd ICID, International Workshop on Wastewater Reuse and Management. Seoul, Korea. 137-146.
- Allhands, M.N., Allick, S.A., Overman, A.R., Leseman, W.G. and Vidak, W. 1995. Municipal water reuse at Tallahassee, Florida. Trans. ASAE. 38 (2):411-418.
- Asano, T. and Pettygrove, G.S. 1987. Using reclaimed municipal wastewater for irrigation. California Agric. 41: 16-18.
- Bagheri, M.F. 2000. Effects of wastewater and irrigation systems on some physical properties, chemical and soil pollution under cultivated several crops. Master thesis, University of Technology, Faculty of Agriculture.
- Bielorai, H., Vaisman, I. and Feigin, A. 1984. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: I. Yield response. Journal of Environmental Quality, 13(2), 231-234.
- Danesh, S.H., Haghania, G. and Alizadeh, A. 1991. Effect of sandblast waste of domestic refined on performance and quality of sugar beet and fodder beet, final report. Department of Ferdowsi university of Mashhad. No: 68.
- Dagdelen, N., Basal, H., Yılmaz, E., Gurbuz, T. and Akcay, S. 2009. Different drip irrigation regimes affect Cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. Agricultural Water Management, 69: 111-120.
- Day, A. D. and McFayden, J. A. 1984. Yield and Quality of Cotton Grown with Wastewater. Biocycle. 25(3): 35-37.
- Erfani, A., Haghnia, G. and Alizadeh, A. 2001. Effect of irrigation with domestic refined sandblast waste on performance and quality of tomato, sciences and industrials of agriculture. 15(1): 65-77.
- Fathi, D. 2009. The Effect of Irrigation Methods, Various Levels of Water and Nitrogen Fertilizer on Quantity and Quality of Cotton. Master's thesis, Tarbiat Modarres University. Tehran. Iran.
- Hake, D.A., Bharad, G.M., Kohel, S.K. and Nagdeve, M.B. 1992. Effect of plant population on growth and yield of premonsoon cotton (*Gossypium hirsutum*) under drip irrigation system. Indian. J. Agron. 37. 2: 393-395.

- Oron, G., Demalach, Y., Hoffman, Z. and Manor, Y. 1992. Effect of effluent quality and application method on agricultural productivity and environmental control. *Water Science Technology*. 26: 1593-1601.
- Nashikkar, V. J. and Shende, G. B. 1988. Long term effects of varying levels of BOD of irrigation waters on crops. *Resources, Conservation and Recycling* 1(2): 131- 136.
- Papadopoulos, L. and Stylianon, Y. 1988. Trickle irrigation of cotton with treated sewage effluent. *J. Environ. Qual.* 17:574-580.
- Rezvani, M.P and Baraki, H. 2001. Effects of irrigation with municipal treated wastewater on quantity and quality of millet forage. Article Collection of International conference in: to evaluate the against ways to water crisis. Zabol, pp. 455-468.
- Safarisanjabi, A. 1995. Outcome of irrigation with sandblast waste (sandblast waste treated) on some chemical features of soils Borkhar in Isfahan and accumulation some elements at alfalfa. Thesis of master, field of soil science, Isfahan University of technology 1995.
- Sarmadnia, Gh, Koochaki, A. 1998. *Crop Physiology*. Seventh Edition (translation), Jahad Daneshgahi publication of Mashhad, 250 pages.
- Sohrabi, b. And Ghorbani Nasrabad, Gh. 2002. The effect of changes in allowable coefficient of soil moisture on the quantity of cotton crop in Gorgan region. *Agricultural Sciences and Natural Resources*, (3), 101-108.
- Tasadilas, C.D. and Vakalis, P.S. 2003. Economic benefit from irrigation of cotton and corn with treated wastewater. *Water Science Technology: Water Supply*, 3(4), 223-229.
- Vali Nezhad, M. 2001. Effects of waste sprinkler irrigation systems on the performance of several crop. Master's Thesis, Isfahan University of technology.
- Zounemat-Kermani, M., Asadi, R. and Dehghani Sanij, H. 2015. The effect of different amounts of wastewater on cotton yield with drip irrigation. *Iranian journal of water research in agriculture*. 29 (1), 63-74.

