

## Feasibility of Sweet Corn Growth, Irrigated With Treated Hospital Wastewater By Vetiver Plants And Reeds

*Ali Oughazian<sup>1</sup>, Azam Akbarizade<sup>1</sup>, Hoorieh Naddafi<sup>1</sup>, Abolfazl Rahmani Sani<sup>2\*</sup>*

1. BS Students of Environmental Health Engineering, Members of Student Research Committee, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.
2. Associate Professor, Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Medical Sciences Sabzevar, Iran.

**Corresponding Author:** Abolfazl Rahmani Sani, Associate Professor, Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Medical Sciences Sabzevar, Iran. (E-mail: rahmani240@gmail.com)

**Background and Aims:** The priority of wastewater reuse in Iran is in the irrigation of agricultural lands. Water extraction from the wastewater is considered as one of the most important benefits of reusing of wastewater, especially in arid and semi-arid areas. Using of wastewater in agricultural fields brings about the reduction in fertilizer costs, promoting of the land fertility and increasing of the agricultural products. This study aimed to compare the sweet corn growth, irrigated with treated hospital wastewater by Vetiver plants and reeds.

**Materials and Methods:** This study was a practical study in a laboratory scale in which sweet corn growth, irrigated with treated hospital wastewater by Vetiver plants and reeds using wetland method, compared with the ones irrigated with drinking water. 3 pilot plants for sweet corn growth (with wastewater irrigation) with the length of 100 cm, width of 50 cm and a height of 60 cm in a hydraulic retention time of 4 days and the soil containing a mixture of gravel, sand and clay were selected. The study was performed over a period of three months. Durability, productivity and height were considered as the measures of sweet corn growth.

**Results:** The results revealed that corn plants irrigated with treated wastewater by reeds and Vetiver wetland system show more durability (in greenness and verdancy) compared with controlled plants, irrigated with drinking water. Furthermore, after 3 months of sweet corn irrigated with treated wastewater by Vetiver plants showed more growth in terms of height, width, color, roots and leaves in comparison with sweet corn irrigated with treated wastewater by reeds.

**Conclusion:** The wastewater treated and purified by Vetiver System in terms of values and measures are close to the environmental protection agency standards in Iran and consequently, this purification method can be proposed as a way of irrigation in the agricultural fields.

**Keywords:** sweet corn, Vetiver, hospital wastewater, waste water, wetland, reed

**مقایسه امکان رشد گیاه ذرت شیرین آبیاری شده با پساب بیمارستانی تصفیه شده توسط گیاهان وتیور و نی**(علی اوغازیان<sup>۱</sup>، اعظم اکبری زاده<sup>۱</sup>، حوریه نداف کلاته<sup>۱</sup>، ابوالفضل رحمانی ثانی<sup>۲\*</sup>)

rahmani240@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۱۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۶/۲۴

**مقدمه:** اولویت استفاده مجدد از فاضلاب در ایران بیشتر در زمینه آبیاری اراضی کشاورزی می‌باشد. استحصال آب از فاضلاب به عنوان یکی از مهم‌ترین فواید استفاده مجدد از فاضلاب‌ها، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، محسوب می‌شود و استفاده از پساب‌ها در بخش کشاورزی باعث، کاهش هزینه تأمین کود کشاورزی، افزایش حاصلخیزی زمین و افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌گردد. هدف از این مطالعه مقایسه امکان رشد گیاه ذرت شیرین آبیاری شده با پساب بیمارستانی تصفیه شده توسط گیاهان وتیور و نی بود.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر یک پژوهش کاربردی و در مقیاس آزمایشگاهی می‌باشد که در آن رشد گیاه ذرت شیرین با پساب بیمارستانی تصفیه شده به روش وتلند توسط گیاهان وتیور و نی در مقایسه با آب شرب مورد بررسی قرار گرفت. جهت کشت گیاه ذرت شیرین از ۳ پابلوت (آبیاری با پساب وتلند - نی و آبیاری با آب شرب) با ابعاد طول ۱۰۰، عرض ۵۰ و ارتفاع ۶۰ سانتی متر با زمان ماند هیدرولیکی ۴ روز و خاک حاوی مخلوطی از شن، ماسه و خاک رس استفاده شد. آزمایشات طی دوره‌ای سه ماهه انجام گردید. معیار سنجش رشد؛ ماندگاری بیشتر - باردهی و ارتفاع گیاه ذرت شیرین در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد گیاهان ذرت آبیاری شده با هر دو پساب تصفیه شده توسط سیستم وتلند نی و وتیور ماندگاری بیشتری (از نظر سبز بودن) نسبت به گیاهان شاهد آبیاری شده با آب شرب داشتند. همچنین پس از گذشت ۳ ماه گیاه ذرت شیرین آبیاری شده با پساب تصفیه شده به کمک گیاه وتیور نسبت به ذرت شیرین آبیاری شده با پساب خروجی از وتلند نی دارای رشد بیشتری به لحاظ ارتفاع، پهنا، رنگ، ریشه و تعداد برگ‌های گیاه داشت.

**نتیجه گیری:** پساب حاصل از سیستم وتیور از نظر مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده به استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران نزدیک بوده در نتیجه می‌توان این روش تصفیه را به عنوان راه پیشنهادی جهت آبیاری در بخش کشاورزی پیشنهاد نمود.

**کلید واژه ها:** ذرت شیرین، وتیور، فاضلاب بیمارستانی، پساب، وتلند، نی

۱. دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط و عضو فعال کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

۲. \*نویسنده مسئول، دانشیار گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

#### مقدمه:

در یک قرن اخیر افزایش رشد جمعیت و توسعه دامنه فعالیت‌های انسانی در بخش‌های مختلف، منجر به افزایش مصرف سرانه آب شده است. که این افزایش مصرف سرانه آب و استفاده بی رویه از منابع آبی در بسیاری از مناطق جهان به خصوص نقاط با اقلیم‌های نامناسب، خود باعث ایجاد شرایط بحرانی کمی و کیفی منابع آبی شده است. از این رو استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب در بخش‌های مختلف به ویژه در بخش کشاورزی که عمده مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهد دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (۱).

با توجه به اینکه در ۱۵ استان کشور اقلیم فرا خشک حاکم می‌باشد و ایران تنها ۰/۳۴ درصد از آب‌های جهان را در اختیار دارد در نتیجه استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری فضای سبز و کشاورزی و سایر مصارف به عنوان یک هدف اصلی در سال‌های اخیر در نظر گرفته شده است. بکارگیری پساب‌های تصفیه شده خانگی و صنعتی در بخش کشاورزی یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌های کاهش فشار بر منابع سطحی و زیر زمینی می‌باشد (۲).

کاربرد پساب می‌تواند به عنوان یک منبع دائمی آب در کشاورزی در نظر گرفته شود که علاوه بر تأمین بخشی از نیازهای آبی در این بخش، منجر به صرفه جویی و دوام منابع آبی موجود نیز می‌گردد. علاوه بر این وجود عناصر غذایی گیاهی در پساب تصفیه خانه‌ها، مصرف کودهای شیمیایی و بالطبع اثرات زیست محیطی استفاده از آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد (۱).

البته این موضوع را نیز نباید از یاد برد که هر یک از روش‌های استفاده مجدد دارای محدودیت‌هایی هستند اما بطور کلی فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب در دسترس و مطمئن که کم‌تر تحت تأثیر خشک سالی قرار می‌گیرد تلقی می‌شود (۳).

از دیدگاه کلی فاضلاب‌ها به دو دسته شهری و صنعتی تقسیم می‌گردند که فاضلاب ناشی از بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی به طور کلی از نظر کیفی تقریباً مشابه فاضلاب شهری هستند اما ممکن است دارای مواد و ترکیبات بالقوه سمی و عفونی نیز باشند (۴).

از جمله چالش‌های موجود در بیمارستان‌ها طراحی و بهره برداری از سیستم‌های تصفیه فاضلاب این اماکن می‌باشد (۵).

تصفیه فاضلاب به روش‌های طبیعی و مصنوعی صورت می‌گیرد که هر کدام دارای مزایا و معایب خاص خود می‌باشد ولی بطور کلی روش‌های طبیعی (وتلند) علاوه بر هزینه کم، راهبری آسان، فناوری پایین مورد نیاز و مصرف کم انرژی در مقایسه با سایر روش‌های تصفیه، مناسب بوده و همچنین باعث اصلاح و بهبود محیط زیست نیز می‌شوند (۶).

در روش وتلند فیلتر گیاهی موجود به عنوان مانعی از گیاهان زنده عمل می‌کند که مواد مغذی و آلاینده‌ها را از فاضلاب‌های خانگی و شهری، صنعتی و ... جذب می‌نماید. در روش وتلند از گیاهانی از جمله نی و وتیور استفاده می‌شود که کاربرد سیستم وتیور (VS) به عنوان یک فناوری گیاه پالایی نوین می‌باشد. از جمله خصوصیات گیاه وتیور می‌توان به ریشه حجیم با ساختاری ظریف که دارای سرعت رشد بالایی است اشاره نمود (۷).

توانایی تولید غذا از جمله عوامل اصلی در توسعه جوامع بشری می‌باشد (۸) از آنجائیکه ذرت بطور وسیعی در همه دنیا کشت می‌شود و میزان ذرت تولیدی هر ساله بیش از سایر غلات است و این گیاه دارای سازگاری بالایی از نظر شرایط اقلیمی می‌باشد (۹) و از آنجا که شرایط اقلیمی، خصوصیات پساب تولیدی، نوع گیاهان زراعی، شرایط اقتصادی، اجتماعی، فنی، فرهنگی و بهداشتی کشورهای مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشد از این رو هر کشور نمی‌تواند صرفاً با بهره‌گیری از نتایج مطالعات سایر کشورها در برنامه ریزی‌های خود موفق عمل نماید (۱). و با توجه به اینکه در ایران تحقیق چندان بر روی تصفیه فاضلاب بیمارستانی به ویژه با روش‌های طبیعی انجام نشده ما بر آن شدیم مطالعه ای با هدف بررسی مقایسه‌ای امکان رشد گیاه ذرت شیرین با پساب بیمارستانی تصفیه شده توسط گیاه وتیور و نی را انجام دهیم.

#### مواد و روش‌ها:

مطالعه حاضر یک پژوهش کاربردی و در مقیاس آزمایشگاهی می‌باشد که در محل پایلوت صحرای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی سبزوار به مدت ۶

امکان رشد ذرت شیرین با پساب تصفیه شده توسط وتیور و نی

پایلوت حاوی گیاه نی و وتیور جهت تصفیه فاضلاب و ۲ پایلوت حاوی گیاه ذرت شیرین که به تفکیک دریافت کننده فاضلاب تصفیه شده از سیستم وتیور و نی و ۱ پایلوت به عنوان شاهد که با آب شرب آبیاری می‌شد) (شکل ۱)

ماه (فصل بهار و تابستان) در سال ۱۳۹۱ انجام شد. هدف از انجام این پژوهش مقایسه امکان رشد گیاه ذرت شیرین با پساب بیمارستانی تصفیه شده توسط گیاه وتیور و نی بود.

پایلوت‌های مورد استفاده: در این پژوهش ۵ عدد پایلوت شیشه‌ای به ابعاد ۱۰۰\*۵۰\*۶۰ سانتی متر ساخته شد (۲)



شکل ۱) نمونه‌ای از پایلوت شیشه‌ای با ابعاد ۱۰۰\*۵۰\*۶۰ سانتی متر

نحوه کاشت گیاهان: طبق مطالعات دمایی مناسب جهت کاشت گیاهان ۲۵ درجه سانتی گراد می‌باشد لذا کاشت گیاهان با توجه به شرایط دمایی منطقه در فصل بهار صورت پذیرفت (۶) بذر ذرت شیرین از جهاد کشاورزی مشهد تهیه و در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۹ کاشته شد. کاشت در هر پایلوت ذرت شیرین بدین صورت انجام گرفت که بذر ذرت شیرین در لایه خاک رویی (به عمق ۳-۴ سانتی متر) به فاصله شعاعی هر بذر ۱۰ سانتی متر کاشته شد. در مجموع تعداد ۴۵ بذر ذرت شیرین در هر پایلوت کاشت گردید. همچنین هر ۳ پایلوت حدوداً به مدت دو ماه برای خارج شدن از حالت بذری با آب شرب شهری، آبیاری شدند (شکل ۲).

پایلوت‌ها با هدف افزایش دقت نتایج و شبیه سازی شرایط طبیعی در هوای آزاد قرار گرفتند، دلیل انتخاب پایلوت شیشه‌ای مشاهده طول ریشه و رشد گیاهان در طول بهره برداری بود. خاک مورد استفاده جهت رشد گیاهان (با توجه به اینکه هر یک از اجزای خاک بستر وظیفه خاصی را بر عهده دارد مثلاً ماسه و شن توأم جهت حذف فیزیکی جامدات معلق و تشکیل فیلم بیولوژیکی و خاک رس در کف بستر جهت ترسیب فسفر نقش دارند) مخلوطی از ماسه (۶۰ درصد)، شن (۲۰ درصد) و رس (۲۰ درصد) انتخاب گردید. در ارتفاع ۵ سانتی متری از کف مخزن شیر خروجی تعبیه شد و به منظور جلوگیری از گرفتگی آن مقداری قلوه سنگ درشت روی آن ریخته شد.



شکل ۲) پایلوت گیاه ذرت شیرین بعد از ۲ ماه آبیاری با آب شرب شهری

به منظور بررسی کارایی هر گیاهان نی و وتیور در تصفیه فاضلاب بیمارستانی پارامترهای شیمیایی شامل pH, TP, TN, TSS, BOD5 بر اساس روش‌های استاندارد متد مورد سنجش قرار گرفت. نمونه برداری بصورت مرکب در زمان‌های ۴ ساعته از قسمت ورودی و خروجی پایلوت انجام می‌گرفت.

کیفیت رشد گیاه ذرت شیرین با پساب تصفیه شده بیمارستانی از نظر باردهی - سبز بودن یا مدت ماندگاری آن مورد بررسی قرار گرفت.

#### یافته‌ها:

بر اساس آزمایشات انجام شده بر روی فاضلاب خام ورودی به پایلوت‌ها ویژگی‌های فاضلاب خام مطابق جدول شماره ۱ می‌باشد.

در بستر پایلوت سیستم‌های تصفیه از جوانه‌های گیاهان وتیور گونه *Vetiveria Zizanioides* (دلیل استفاده از این گونه عدم قدرت باروری آن بود که در نتیجه جزء گیاهان هرز محسوب نمی‌گردد) و نی *Phragmites* استفاده شد. جوانه‌ها به فاصله ۲۰ سانتی متری از یکدیگر در لایه رویی خاک کشت گردید. جهت خوگیری گیاهان با شرایط فاضلابی آبیاری اولیه توسط فاضلاب شهری صورت پذیرفت. روش آبیاری در این پژوهش بصورت زیرسطحی و سیستم پیوسته بود. فاضلاب تهیه شده از بیمارستان شهیدان مبینی ابتدا قبل از ورود به پایلوت در یک مخزن ۲۲۰ لیتری با زمان ماند ۴ روز جهت ته نشینی اولیه ذخیره و سپس با دبی ۰/۸۵ لیتر در ساعت از طریق شیر خروجی مخزن وارد پایلوت‌ها می‌گردید. آبیاری پایلوت‌های گیاه ذرت شیرین با پساب و همچنین پایلوت شاهد هفته ای دو بار صورت می‌گرفت.

جدول ۱: خصوصیات فاضلاب خام بیمارستانی ورودی به پایلوت نی و وتیور

متغیرها	میانگین mg/l
BOD5	۱۰۹۰/۹
TSS	۶۱۰
TP	۵/۰۵۶
TN	۱۳۵/۴۷۸
pH	۶/۸۹

نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده بر روی پساب خروجی از پایلوت وتیور و نی بر اساس جدول ۲ و مقایسه آن با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (IRNDOE) بصورت زیر می‌باشد (۱۰).

جدول ۲: خصوصیات پساب خروجی از پایلوت وتیور و نی برای آبیاری پایلوت گیاه ذرت شیرین در مقایسه با استاندارد

استاندارد/حد مجاز	نی	وتیور	متغیر
	میانگین mg/l	میانگین mg/l	
۱۰۰	۹۵/۷۸	۶۱/۷۴	ΔBOD
۱۰۰	۵۴/۱۰۷	۲۶/۱۶۹	TSS
---	۰/۰۳۶	۰/۰۱	TP
---	۶/۰۲	۴/۴۷	TN
۶-۸/۵	۷/۱۷	۷/۰۵	PH

شده با پساب خروجی از سیستم وتیور، نی و شاهد به ترتیب ۱۶۴، ۱۵۳ و ۱۱۴ سانتی‌متر بود. بطور کلی شرایط گیاه ذرت رشد یافته با پساب سیستم وتیور بهتر از نمونه آبیاری شده با سیستم نی و شاهد می‌باشد.

بر اساس شکل ۳ پس از گذشت ۳ ماه گیاه ذرت شیرین آبیاری شده با پساب تصفیه شده به کمک گیاه وتیور نسبت به ذرت شیرین آبیاری شده با پساب خروجی از وتلند نی دارای رشد بیشتری به لحاظ ارتفاع، پهنای برگ، رنگ، ریشه و تعداد برگ‌های گیاه داشت. ارتفاع گیاه آبیاری



ج



ب



الف

الف) ذرت شیرین آبیاری شده با پساب وتیور (ب) ذرت شیرین آبیاری شده با پساب نی  
ج) ذرت شیرین آبیاری شده با آب شرب

شکل ۳: ذرت شیرین آبیاری شده با پساب وتیور و نی و آب شرب پس از گذشت ۳ ماه

آب شرب داشتند. گیاه ذرت شیرین آبیاری شده با آب شرب شهری بعد از ۲ ماه برگ‌های آن زرد و درماه سوم تقریباً خشک شد در حالیکه گیاهان ذرت شیرین آبیاری

بطور کلی گیاهان ذرت آبیاری شده با هر دو پساب تصفیه شده توسط سیستم وتلند نی و وتیور ماندگاری بیشتری (از نظر سبز بودن) نسبت به گیاهان شاهد آبیاری شده با

شده با پساب تصفیه شده بعد از ۳ ماه همچنان سبز باقی ماندند.

### بحث و نتیجه گیری:

بطور کلی استفاده از پساب تصفیه شده شهری و صنعتی در بخش کشاورزی بایستی با برنامه ریزی و مدیریت صورت گیرد در غیر اینصورت عدم توجه به آن‌ها دستیابی به اهداف برنامه‌ی توسعه پایدار کشاورزی را با ابهام روبرو می‌سازد (۱).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر بطور کلی استفاده از پساب تصفیه شده منجر به افزایش باروری و رشد بهتر و سریع‌تر گیاه ذرت می‌شود. که این نتیجه با مطالعه رضوانی مقدم و همکاران مشابهت دارد (۱۱). نتایج مطالعه حاضر از نظر تاثیر پساب بر رشد بیشتر ریشه نسبت به آبیاری با آب شرب با مطالعه ابراهیمی زاده همخوانی دارد (۱۲).

افزایش عملکرد گیاه ذرت آبیاری شده با پساب نسبت به نمونه شاهد با وجود اضافه کردن کود شیمیایی به نمونه شاهد و عدم افزودن هیچ کودی به ذرت آبیاری شده با پساب را می‌توان بدلیل وجود مواد مغذی از جمله فسفر و نیتروژن در پساب دانست که این نتیجه با مطالعه سعادت و همکاران مشابهت دارد (۱۳).

در ارتباط با نیتروژن، اگر چه این عنصر از جمله عناصر مغذی مهم برای گیاهان به حساب می‌آید، اما مقادیر بیش از حد آن می‌تواند سبب کاهش عملکرد و کیفیت گیاه شود. همچنین آب شویی ترکیبات ازته به آبهای زیرزمینی و سطحی می‌تواند منجر به آلودگی این منابع شود (۱). لذا با توجه به نتایج این مطالعه پساب خروجی از سیستم وتیور به دلیل راندمان حذف بیشتر نیتروژن، جهت رشد گیاه و حفظ کیفیت خاک و آب مناسب‌تر به نظر می‌رسد که البته این درصد راندمان به ویژگی‌های خاص مرفولوژیکی گیاه وتیور نیز مربوط می‌باشد (۶) در حالیکه پساب خروجی از سیستم نی علاوه بر میزان بالاتر نیتروژن دارای BOD و TSS بالاتری نیز هست.

در نهایت با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر پساب حاصل از سیستم وتیور از نظر مقادیر پارامترهای اندازه گیری شده به استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران نزدیک بوده در نتیجه می‌توان این روش تصفیه را به عنوان راه پیشنهادی جهت آبیاری در بخش کشاورزی پیشنهاد نمود.

## منابع:

۱. دانش شهناز. علیزاده امین. کاربرد پساب در کشاورزی، فرصت ها و چالش ها. اولین سمینار علمی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب. مشهد: ۱۳۸۷
۲. بوستانی آرمین. انصاری حسین. اکبرزاده محمدرضا. تحلیل استفاده از پساب در کشاورزی معیارها و ارائه رویکردها (حوزه شهری مشهد). دومین سمینار علمی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب (کاربردها در کشاورزی و فضای سبز. مشهد: ۱۳۸۹
۳. پوردارا هادی. زینی مسعود. فلاح جعفر. استفاده از پساب تصفیه شده بیمارستانی برای آبیاری فضای سبز. مجله آب و فاضلاب، ۱۳۸۳: شماره ۴۹، صفحات ۴۹-۴۳
۴. عمویی عیدالایمان، اصغر نیا حسینعلی، گودرزی جواد، صالحی احمد. ویژگی فاضلاب بیمارستان های آموزشی دانشگاه علوم پزشکی بابل. مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل. دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات ۸۲-۷۷
5. Rezaee A, Ansari M, Khavanin A, Sabzali A, Aryan M.M. Hospital Wastewater Treatment Using an Integrated Anaerobic Aerobic Fixed Film Bioreactor. Am. J. Environ. Sci., 2005: 1 (4): 259-263
۶. عیوض زاده مهران. منوچهریان ابراهیم. دارینی فاطمه. رحمانی ثانی ابوالفضل. اله آبادی احمد. رستگار ایوب و همکاران. مقایسه تصفیه پذیری فاضلاب بیمارستانی توسط گیاهان وتیور و نی معمولی در مناطق گرمسیری. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، ۱۳۹۳: دوره ۲۱، شماره ۵، صفحات ۹۳۴-۹۴۱
۷. شوشتریان سلمان، تهرانی فر علی. مروری بر استفاده از سیستم گیاه پالایی جهت بهبود کیفیت پساب های صنعتی و خانگی به منظور آبیاری گیاهان فضای سبز. دومین سمینار علمی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب (کاربردها در کشاورزی و فضای سبز). مشهد: ۱۳۸۹
۸. سالک گیلانی سروش، نوربخش فرشید، افیونی مجید، رضایی نژاد یحیی. تأثیر افزودن لجن فاضلاب بر شدت نیتریفیکاسیون و جذب نیتروژن به وسیله گیاه ذرت. مجله آب و فاضلاب، ۱۳۸۳: شماره ۵۲، صفحات ۳۰-۲۰
۹. مقاله خواص درمانی ذرت؛ روزنامه ابرار اقتصادی؛ تاریخ ۹ آبان ۱۳۸۳؛ صفحه ۲۸
۱۰. محمدی پرویز. مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب ها برای آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۱. رضوانی مقدم پرویز، میرزایی نجم آبادی مجتبی. تأثیر نسبت های مختلف آب چاه و فاضلاب تصفیه شده بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، سورگوم و ارزن علوفه ای. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۱۳۸۸: شماره ۱، صفحات ۷۴-۶۳
۱۲. ابراهیمی زاده محمدعلی، حسن لی علی مراد. بررسی توسعه ریشه ذرت و تأثیر آن بر کاهش مصرف آب در روش های مختلف آبیاری با پساب در دشت نیمه خشک کربال در استان فارس. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳۸۷: سال ۱۲، شماره ۴۴، صفحات ۸۲-۶۹
۱۳. سعادت کبری، بارانی مطلق مجتبی، دردی پور اسماعیلا، قاسم نژاد عظیم. اثر لجن فاضلاب بر برخی خصوصیات خاک، عملکرد و غلظت سرب و کادمیوم ریشه و اندام هوایی ذرت. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. ۱۳۹۱: جلد ۲، شماره ۲، صفحات ۴۸-۲۷