

Original article

Evaluation of Hospital Treated Wastewater on Seed Germination and Plant Growth Indices

Fathollah Gholami-Borujeni^{1*}Atefeh Zahedi²Masoumeh Sheikhi³

- 1- Assistant Professor, Department of Environmental Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 2- MSc in Environmental Health Engineering, Students Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 3- Environmental Health Expert, Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

*Corresponding author: Fathollah Gholami-Borujeni, Department of Environmental Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

Email: gholami_b_f@yahoo.com

Received: 05 March 2019

Accepted: 09 May 2019

ABSTRACT

Introduction and purpose: Effluent of wastewater treatment plant after reaching to the standards is commonly used as the source of irrigation in agriculture in many developing and developed countries. Before using wastewater in agriculture, it is better to evaluate the phytotoxic effects of wastewater on crops. Therefore, the main objective of this study was to evaluate the impacts of raw and treated hospital wastewater on seed germination and growth parameters of selected vegetable species.

Methods: In this study, the toxicity effects of different concentrations (i.e., 0%, 10%, 30%, 50%, 70%, and 10% v/v) of raw and treated hospital wastewater on seed germination, root growth, as well as stems and leaves of three vegetables, namely *Coriandrum sativum*, *Anethum graveolens*, and *Lepidium sativum*, using Petri dish cultivation method were studied through three replications in a completely randomized design. The parameters, such as germination percentage, germination rate index, and growth parameters (i.e., the length of the root, shoot, and leaf), were calculated after 0-10 days. In addition, Biochemical Oxygen Demand, COD (Chemical Oxygen Demand), Toxic Shock Syndrome, pH, Total Dissolved Solids, EC (Electrical Conductivity), free chlorine residual, and microbial quality of wastewater were analyzed in the present study.

Results: Obtained results showed that no significant relationship was observed between the control, as well as raw and treated wastewater samples, in seed germination capacity. According to the finding, the length of the root, shoot, and leaf increased with an increase in the concentration of wastewater. Therefore, hospital wastewater had no negative effect on the seed germination of the plants.

Conclusion: Hospital wastewater can contain hazardous substances, such as pharmaceutical residues, chemical hazardous substances, pathogens, and radioisotopes. In this regard, it is required to investigate more qualitative parameters regarding the reuse of hospital wastewater in agriculture.

Keywords: Hospital wastewater, Reuse, Seed germination, Vegetable seeds

► **Citation:** Gholami-Borujeni F, Zahedi A, Sheikhi M. Evaluation of Hospital Treated Wastewater on Seed Germination and Plant Growth Indices. *Journal of Health Research in Community*. Spring 2019;5(1): 49-59.

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر پساب تصفیه شده بیمارستانی بر قدرت جوانه زنی بذر و شاخص های رشد گیاه

چکیده

فتح الله غلامی بروجنی^{۱*}
عاطفه زاهدی^۲
معصومه شیخی^۳

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. کارشناس مسئول بهداشت محیط، بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

* نویسنده مسئول: فتح الله غلامی بروجنی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

Email: gholami_b_f@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۹

مقدمه و هدف: پساب تصفیه خانه های فاضلاب پس از رسیدن به استانداردهای لازم به عنوان آب مصرفی در کشاورزی در بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مشاهده می شوند. پیش از استفاده از فاضلاب برای کشاورزی بهتر است اثرات فیتوتوکسیک آن بر محصولات ارزیابی گردد.

در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تأثیر فاضلاب خام و تصفیه شده بیمارستانی بر جوانه زنی بذر و پارامترهای رشد گونه های سزیجات انتخابی انجام شد.

روش کار: در این مطالعه اثرات سمی غلظت های مختلف (۱۰۰، ۷۰، ۵۰، ۳۰، ۱۰ درصد حجمی/حجمی) فاضلاب های خام و تصفیه شده بیمارستان بر جوانه زنی، رشد ریشه، ساقه و برگ سه سبزی گشنیز، شوید و شاهی در قالب کشت پتری دیش با سه مرتبه تکرار به صورت کاملاً تصادفی بررسی گردید. پس از ۱۰ روز پارامترهای مربوط به درصد جوانه زنی، شاخص سرعت جوانه زنی و پارامترهای رشد (طول ریشه، ساقه و برگ) محاسبه گردیدند. علاوه بر این BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand)، COD (Chemical Oxygen Demand)، pH، TDS (Total Dissolved Solids)، TSS (Toxic Shock Syndrome)، EC (Electrical Conductivity)، کلر باقی مانده آزاد و کیفیت میکروبی فاضلاب نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج نشان دادند که هیچ گونه رابطه معناداری بین نمونه های شاهد و فاضلاب خام و تصفیه شده در ظرفیت جوانه زنی بذر وجود ندارد. بر مبنای یافته ها با افزایش غلظت فاضلاب، طول ریشه، ساقه و برگ افزایش یافت؛ بنابراین می توان گفت که پساب های بیمارستان، اثر منفی بر قدرت جوانه زنی بذر گیاهان نداشته است.

نتیجه گیری: فاضلاب های بیمارستانی می توانند مواد خطرناکی از قبیل باقی مانده های دارویی، مواد خطرناک شیمیایی، پاتوژن ها و رادیویزوتوپ ها را شامل شوند. در این راستا، استفاده مجدد از پساب بیمارستانی در مصارف کشاورزی نیاز به بررسی پارامترهای کیفی بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: استفاده مجدد، بذر گیاهان، جوانه زنی، فاضلاب بیمارستانی

◀ **استناد:** غلامی بروجنی، فتح الله؛ زاهدی، عاطفه؛ شیخی، معصومه. ارزیابی اثر پساب تصفیه شده بیمارستانی بر قدرت جوانه زنی بذر و شاخص های رشد گیاه. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، بهار ۱۳۹۸، ۵(۱): ۴۹-۵۹.

مقدمه

تولید زائدات و فاضلاب به عنوان یکی از چالش های توسعه ای جوامع شهری و صنعتی در دهه های اخیر محسوب می شود [۱].

درصد از فاضلاب برای آبیاری در کشاورزی استفاده می‌شود و مقدار ۹۰ درصد از استفاده مجدد از آن تا سال ۲۰۱۰ هدف‌گیری شده است. در نواحی بیابانی آمریکا همچون آریزونا و کالیفرنیا نیز طرح‌های بزرگ استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده وجود دارد. استرالیا نیز مثال خوبی برای استفاده مجدد از فاضلاب کشاورزی می‌باشد. علاوه بر این در شهر مکزیکوسیتی، تمامی فاضلاب تولیدی در آبیاری محصولات کشاورزی مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که با افزایش کمبود آب، رقابت مصرف شهری و کشاورزی تشدید می‌شود [۹].

مطابق با گزارشات وزارت نیرو، در حال حاضر حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی ایران صرف آبیاری اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت از منابع آبی کشور به ترتیب معادل ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد. براساس آخرین سرشماری رسمی (سال ۱۳۸۵)، پتانسیل فاضلاب خانگی تولیدی در سطح کشور به تفکیک شهری، روستایی و کل به ترتیب معادل ۳۶۷۰، ۷۲۷ و ۴۴۰۰ میلیون متر مکعب در سال می‌باشد. محاسبات نشان می‌دهند که براساس سناریوی معمول، حجم پساب برگشتی در جوامع شهری و روستایی کشور در سال ۱۴۰۰ به ترتیب معادل ۴۳۶۹ و ۸۲۳ میلیون متر مکعب و در مجموع معادل ۵۱۹۱ میلیون متر مکعب در سال بوده و براساس سناریوی مطلوب، حجم پساب برگشتی در سال هدف در شهرها و جوامع روستایی به ترتیب برابر با ۴۷۰۹ و ۱۱۱۳ و در مجموع معادل ۵۸۲۲ میلیون متر مکعب می‌باشد که از نظر کمیت نسبت به منابع آبی کشور، حجم قابل توجهی است [۹، ۱۰]. در آینده نه‌چندان دور می‌بایست از منابع آبی برای مصارف شهری و از فاضلاب تصفیه‌شده برای مصارف کشاورزی استفاده شود. این حقیقت که فاضلاب به‌عنوان بخشی از منابع اجتماع می‌باشد، می‌بایست درک شده و به‌ویژه در مواقع خشکسالی برای آن برنامه‌ریزی شود؛ از این رو بررسی کیفیت پساب تصفیه‌شده فاضلاب برای مصارف مختلف از جمله کشاورزی به‌منظور کاهش اثرات بهداشتی آن‌ها از اهمیت بسیاری

مطالعات نشان داده‌اند که هر لیتر فاضلاب شهری می‌تواند ۴۰ لیتر آب تمیز را آلوده نماید. این آمار برای فاضلاب‌های سمی با قدرت آلودگی و سمیت بیشتر، به مراتب بیشتر می‌باشد [۲]. دفع نامناسب و یا استفاده از فاضلاب‌های تصفیه‌نشده علاوه بر اتلاف منابع آبی، آلودگی شدید منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، خاک و محصولات کشاورزی را به دنبال خواهد داشت. امروزه تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب به‌عنوان یکی از منابع آبی نامتعارف در مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد [۳، ۴]. فاضلاب بیمارستانی با وجود مشابهت کیفی با فاضلاب شهری به لحاظ کیفیت، مقدار و برخورداری از ترکیبات سمی و خطرناک (ناشی از مواد دارویی، شوینده‌ها، رادیو داروها، گندزداها و غیره) و نیز داشتن عوامل میکروبی بیماری‌زای مختلف، در صورت مدیریت نامناسب و عدم تصفیه و دفع غیربهداشتی، مخاطرات زیادی را برای سلامت محیط زیست و انسان در جوامع مختلف به همراه خواهند داشت. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهند که مدیریت صحیح فاضلاب منجر به کاهش ۵۰ درصدی هزینه‌ها و افزایش ۵۸ درصدی بهبود وضعیت بهداشتی شده است [۵]. شاید در نگاهی گذرا، محیط بیمارستان پاکیزه و ایمن به نظر برسد؛ اما ماهیت و تنوع فعالیت‌های بیمارستانی به‌گونه‌ای است که در صورت عدم تصفیه مناسب فاضلاب منجر به انتشار آلاینده‌های مختلف (رادیو داروها، گندزداها، بقایای دارویی، انواع پاتوژن‌های بیماری‌زا، باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک و غیره) در محیط زیست می‌شود [۶]. عدم توجه و رعایت موازین بهداشتی و زیست محیطی به‌ویژه در حیطه بهداشت محیط بیمارستان می‌تواند مرگ و میر ناشی از عفونت‌های بیمارستانی را افزایش داده و متعاقباً به افزایش طول مدت بستری بیماران و نیز افزایش هزینه‌های بیمارستانی (هم برای بیماران و هم برای بیمارستان) منجر شود [۷، ۸].

در بسیاری از کشورهای جهان از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری استفاده می‌گردد؛ به‌عنوان مثال در کشور فلسطین، ۶۵

برخوردار می‌باشد.

و محصولاتی که در این زمین‌ها تولید می‌شوند، بدون نظارت بر شیوه پرورش و آبیاری وارد بازار می‌گردند و ممکن است با مصرف آن، سلامت افراد زیادی به خطر افتد. وجود نوترینت‌ها در فاضلاب، احتمالاً موجب افزایش محصولات کشاورزی می‌شود و این امر منجر به افزایش رغبت کشاورزان به استفاده از این منبع آبی ارزان قیمت می‌گردد. با توجه به اهمیت مطالب فوق، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر پساب بیمارستانی بر رشد و جوانه‌زنی سه نوع گیاه شوید، شاهی و گشنیز انجام شد. امید است نتایج این پژوهش بتواند نقش مؤثری را در فراهم آوردن اطلاعات پایه‌ای به‌منظور کمک به مدیران و برنامه‌ریزان، اقدامات پیشگیرانه در موارد نامطلوب بهداشتی و همچنین آگاه‌ساختن مسئولان بهداشتی ایفا کنند.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعات کاربردی - توصیفی است. در این پژوهش پساب بیمارستان امام خمینی ساری که دارای سیستم بیولوژیکی تصفیه به روش لجن فعال می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، کیفیت فیزیکی و شیمیایی پساب شامل: pH، BOD₅، COD، TDS، EC و کلی‌فرم‌های مدفوعی توسط داده‌های بیمارستانی که به‌صورت نمونه‌برداری لحظه‌ای و پایش دوره‌ای انجام می‌شد، جمع‌آوری گردید و مورد تحلیل قرار گرفت.

در ادامه، بررسی اثر فاضلاب بر قدرت جوانه‌زنی بذر گیاهان مورد مطالعه در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی مازندران انجام شد.

در این پژوهش بذر تیمارهای مورد مطالعه شامل: شوید، شاهی و گشنیز پس از خریداری از نظر اندازه، رنگ، وزن و گونه به‌منظور انجام آزمایشات اجرایی مورد بررسی قرار گرفتند و یکنواخت‌سازی گردیدند. شایان ذکر است که پیش از انجام مطالعه، بذر تیمارها به مدت دو ساعت شستشو داده شدند. برای مطالعه اثر فاضلاب بر قدرت جوانه‌زنی بذر گیاهان مورد

سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا برای تشخیص آلاینده‌های سمی و اثرات آن در محیط زیست، یک روش جامع و کامل زیست-آزمونی (Bio-Assay) را توصیه نموده است. در حقیقت، این روش می‌تواند اثر ترکیبات شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب‌ها بر موجودات مورد بررسی را تعیین کند و نتایج آن بیانگر اثرات اکولوژیکی آلاینده‌ها بر آب‌های پذیرنده می‌باشد [۱۱]. ارزیابی گیاهی یک ابزار تشخیصی است که می‌تواند برای محیط‌های خشک و آبی به کار رود [۱۲]. معیار انتخاب برای تعیین یک گونه گیاهی مناسب، توجه و تمرکز بر قابلیت دسترسی، روش‌های کشت و حساسیت شیمیایی آن می‌باشد [۱۳، ۱۴]. در این راستا، نتایج پژوهش فنادزاده و همکاران در ارتباط با وضعیت دفع و تصفیه فاضلاب بیمارستان‌های استان مرکزی حاکی از آن بودند که از مجموع ۱۹ بیمارستان موجود، ۱۰ بیمارستان فاضلاب خروجی خود را بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای به روش سنتی وارد چاه تخلیه می‌نمایند و از چهار بیمارستان دارای تصفیه‌خانه، سه مورد یا عملاً از کار افتاده‌اند و یا کارآیی ندارد. پنج بیمارستان نیز بدون پیش تصفیه به شبکه فاضلاب شهری متصل می‌باشند. علاوه بر این، نتایج حاکی از آن بودند که تمامی بیمارستان‌های استان مرکزی فاقد اپراتور مشخص سیستم فاضلاب و تصفیه‌خانه می‌باشند؛ از این رو پایش کیفی فاضلاب خام و تصفیه‌شده بیمارستانی از اهمیت بالایی برخوردار است [۱۵]. هر ساله گزارشات بسیاری در مورد آبیاری سبزیجات با استفاده از فاضلاب ارائه می‌شود. آبیاری مزارع و زمین‌های کشاورزی با فاضلاب شهری و تصفیه‌نشده یکی از مشکلاتی می‌باشد که برای سال‌ها مورد توجه کارشناسان محیط زیست و کشاورزی و مسئولان قرار گرفته است؛ زیرا این موضوع بسیار با اهمیت بوده و ارتباط مستقیمی با سلامت شهروندان جامعه دارد. این در حالی است که هر سال با شروع فصل گرما و شیوع برخی از بیماری‌ها در این موارد صحبت می‌شود؛ اما رسیدگی به این معضل پس از مدتی فراموش می‌گردد. انواع سبزی، صیفی

از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار، داده‌ها توصیف گردیدند و با استفاده از روش آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری، داده‌ها تحلیل شدند. شایان ذکر است که برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

در راستای مقایسه و انطباق کیفیت پساب تصفیه‌شده فاضلاب بیمارستانی مورد مطالعه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران، با توجه به جدول ۱ می‌توان گفت که کیفیت پساب خروجی از بیمارستان برای مصارف کشاورزی مناسب بوده و غلظت کلر آزاد موجود در آن از استاندارد سازمان محیط زیست تجاوز نموده است.

نتایج اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر قدرت جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاهان

در این مطالعه به بررسی اثر فاضلاب خام و پساب

نظر از پتری دیش به قطر ۷ سانتی‌متر استفاده گردید که هر کدام حاوی یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره ۱ (برای حفظ رطوبت طی مرحله جوانه‌زنی) بودند. لازم به ذکر است که به‌منظور انجام آزمایش پتری دیش‌ها، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد استریل گردیدند. در ادامه، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر ظرف افزوده شد و سپس به هریک از پتری دیش‌ها ۱۰ عدد بذر اضافه گردید. به‌منظور بررسی وضعیت نمونه‌های کنترل و آب مورد استفاده برای رقیق‌سازی، از آب مقطر استفاده شد. سپس، بذره‌های گیاه در پتری دیش‌هایی با سطوح مختلف فاضلاب خام و پساب (۱۰۰، ۷۰، ۵۰، ۳۰، ۱۰، ۰ درصد) قرار گرفتند و هر پتری دیش با ظرفیت مناسب (۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یا نمونه فاضلاب) آبیاری شد. پس از جوانه‌زنی بذرها، هفت گیاه از هر پتری دیش برای پارامترهای مختلف رشد و نمو انتخاب گردید. برای اندازه‌گیری ریشه نیز بزرگ‌ترین قسمت ریشه‌چه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و اندازه ریشه، ساقه و برگ به وسیله کولیس بر حسب میلی‌متر گزارش شد.

در این مطالعه به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا با استفاده

جدول ۱: نتایج بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پساب فاضلاب بیمارستان مورد مطالعه

پارامتر	واحد	حداقل	میانگین ± انحراف معیار	حداکثر	استاندارد سازمان محیط زیست برای مصارف کشاورزی و آبیاری
pH	-	۷/۴	۷/۴۲ ± ۰/۳۳	۷/۸	۶/۵-۸
EC	میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر	۱۳۶۰	۱۶۷۰/۷۵ ± ۲۲۱/۵۵	۱۸۷۸	---
TDS	میلی‌گرم بر لیتر	۸۷۱	۱۰۱۹ ± ۱۴۸/۶۴	۱۱۶۱	---
TSS	میلی‌گرم بر لیتر	۸	۳۱ ± ۲۵/۵۳	۶۴	۱۰۰
DO	میلی‌گرم بر لیتر	۱/۱	۲/۹۰ ± ۱/۳۴	۴/۲	۲
BOD	میلی‌گرم بر لیتر	۱۴	۲۲/۷۵ ± ۶/۷۵	۲۹	۱۰۰
COD	میلی‌گرم بر لیتر	۲۴	۳۹ ± ۱۴	۵۶	۲۰۰
کدورت	NTU	۷/۷	۹/۸۷ ± ۱/۶۹	۱۰/۲۷	۵۰
کلر آزاد	میلی‌گرم بر لیتر	۰/۵	۰/۷۶ ± ۰/۴۹	۱/۵	۰/۲
کلیفرم مدفوعی	MPN/۱۰۰	<۳	<۳	<۳	۴۰۰
کل کلیفرم	MPN/۱۰۰	<۳	<۳	<۳	۱۰۰۰

فاضلاب تصفیه شده بیمارستانی بر قدرت جوانه زنی بذر و همچنین شاخص های رشد سبزیجات شاهی، شوید و گشنیز در غلظت های مختلف پساب و فاضلاب خام با استفاده از کشت در پتری دیش در محیط آزمایشگاهی پرداخته شده است. نتایج (درصد) جوانه زنی، طول ریشه، ساقه و برگ بدرهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: اثر فاضلاب خام و پساب فاضلاب تصفیه شده بیمارستانی بر قدرت جوانه زنی بذر و شاخص های رشد گیاه

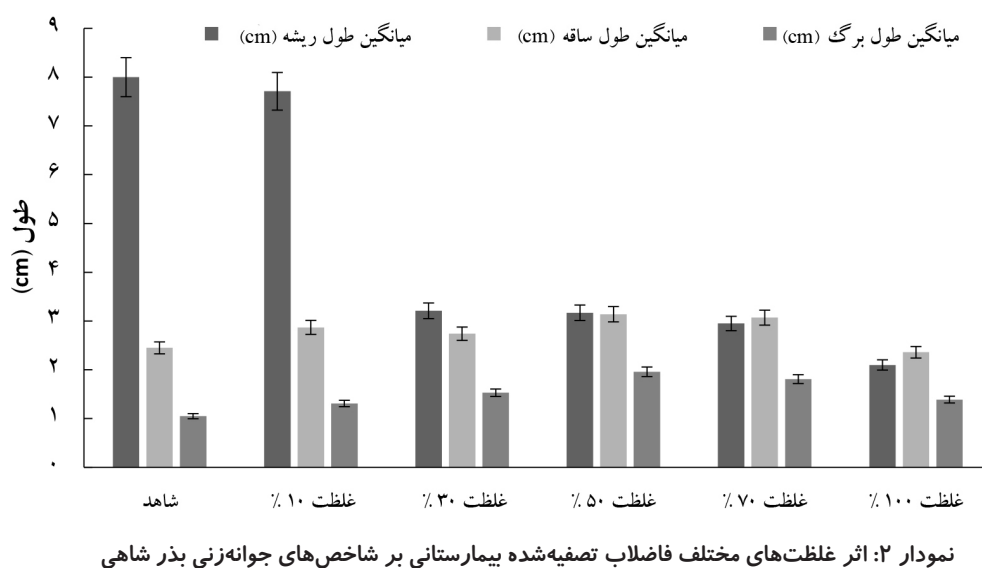
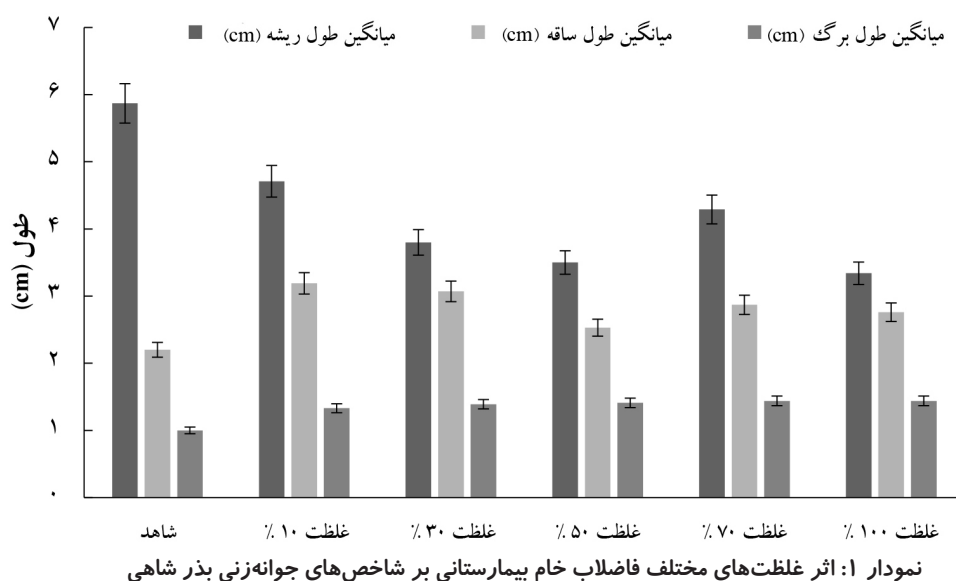
غلظت (V/V)						
پارامتر	شاهد	۱۰ درصد	۳۰ درصد	۵۰ درصد	۷۰ درصد	۱۰۰ درصد
درصد جوانه زنی						
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین طول ریشه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۸/۰۰ ± ۳/۱	۷/۷۱ ± ۲/۸۸	۳/۲۱ ± ۰/۸۶	۳/۱۷ ± ۰/۸۰	۲/۵۹ ± ۰/۵۳	۲/۱۰ ± ۰/۴۶
میانگین طول ساقه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۲/۴۵ ± ۰/۲۳	۲/۸۷ ± ۰/۴۲	۲/۷۴ ± ۰/۳۱	۲/۱۴ ± ۰/۳۸	۳/۰۷ ± ۰/۱۹	۲/۳۶ ± ۰/۷
میانگین طول برگ (سانتی متر)	۰/۱۹ ± ۱/۰۵	۰/۲۱ ± ۱/۳۱	۰/۲۴ ± ۱/۵۳	۰/۱۵ ± ۱/۹۶	۱/۸۱ ± ۰/۲۶	۱/۳۹ ± ۰/۴۸
درصد جوانه زنی						
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین طول ریشه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۵/۸۷ ± ۲/۵۰	۴/۷۱ ± ۱/۸۰	۳/۸۰ ± ۱/۵۳	۳/۵۰ ± ۱/۳۲	۴/۲۹ ± ۱/۵۸	۳/۳۴ ± ۱/۳۱
میانگین طول ساقه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۲/۲۰ ± ۰/۵۸	۳/۱۹ ± ۰/۲۳	۳/۰۷ ± ۰/۳۵	۲/۵۳ ± ۰/۳۴	۲/۸۷ ± ۰/۴۳	۲/۷۶ ± ۰/۵۱
میانگین طول برگ (سانتی متر)	۱/۰۰ ± ۰/۱۰	۱/۳۳ ± ۰/۲۸	۱/۳۹ ± ۰/۱۵	۱/۴۱ ± ۰/۱۹	۱/۴۴ ± ۰/۲۵	۱/۴۴ ± ۰/۱۹
درصد جوانه زنی						
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین طول ریشه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۳/۵۷ ± ۰/۹۸	۲/۸۷ ± ۰/۳۵	۲/۶۰ ± ۰/۹۶	۴/۰۸ ± ۰/۹۲	۳/۱۳ ± ۰/۲۵	۲/۳۳ ± ۰/۲۴
میانگین طول ساقه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۱/۹۶ ± ۰/۸۸	۳/۱۸ ± ۰/۶۶	۴/۲۰ ± ۱/۴۴	۴/۱۸ ± ۱/۱۶	۴/۰ ± ۱/۵۸	۱/۶۳ ± ۰/۴۸
میانگین طول برگ (سانتی متر)	۰/۵۷ ± ۰/۱۶	۱/۰۰ ± ۰/۰	۱/۰۲ ± ۰/۰۴	۱/۱۲ ± ۰/۱۱	۱/۲۰ ± ۰/۰۸	۱/۰۰ ± ۰/۰
درصد جوانه زنی						
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین طول ریشه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۶/۰۰ ± ۱/۰۴	۲/۷۷ ± ۱/۸۱	۴/۱۳ ± ۲/۵۶	۳/۴۳ ± ۱/۷۲	--	--
میانگین طول ساقه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۲/۶۹ ± ۰/۸۶	۰/۸۶ ± ۰/۵۶	۱/۸۸ ± ۱/۶	۰/۹۰ ± ۰/۵۳	--	--
میانگین طول برگ (سانتی متر)	۰/۷۹ ± ۰/۲۱	۰/۶۰ ± ۰/۱	۰/۹۰ ± ۰/۱۲	۰/۸۰ ± ۰/۱۳	--	--
درصد جوانه زنی						
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
میانگین طول ریشه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۴/۲۸ ± ۲/۳۹	۶/۸۳ ± ۳/۳۸	۸/۲۵ ± ۲/۰	۵/۰۸ ± ۱/۷۲	۲/۳۶ ± ۲/۷۵	--
میانگین طول ساقه (سانتی متر) ± انحراف معیار	۲/۴۴ ± ۱/۲۷	۳/۰۰ ± ۱/۵۲	۳/۲۵ ± ۱/۲۷	۲/۳۸ ± ۱/۶	۱/۰۰ ± ۰/۰	--
میانگین طول برگ (سانتی متر)	۰/۶۴ ± ۰/۳۲	۱/۱۱ ± ۰/۲۷	۱/۰۷ ± ۰/۳۳	۰/۷۵ ± ۰/۲۹	۰/۷۰ ± ۰/۱۲	--

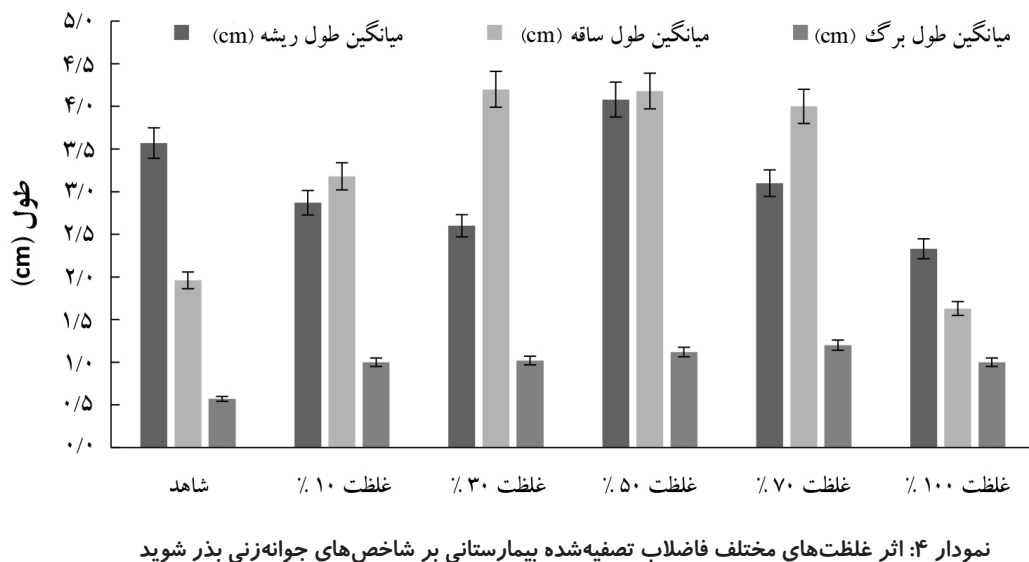
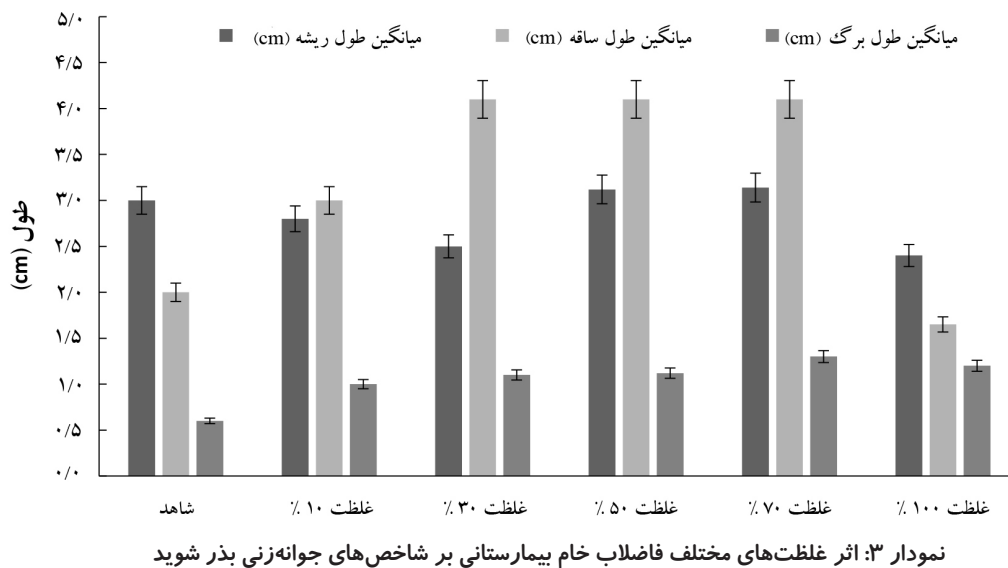
بررسی اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر قدرت جوانه‌زنی شوید
 نتایج اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر پارامترهای جوانه‌زنی
 بذر شوید در نمودارهای ۳ و ۴ نشان داده شده است.

بررسی اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر قدرت جوانه‌زنی گشنیز
 نتایج اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر پارامترهای جوانه‌زنی

بر مبنای نتایج در تمامی بذرها نمونه‌های شاهد و تیمار،
 پس از تیماردهی به صورت ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی رخ داده است.

بررسی اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر قدرت جوانه‌زنی شاهی
 نتایج اثر فاضلاب خام و تصفیه‌شده بر پارامترهای جوانه‌زنی
 بذر شاهی در نمودارهای ۱ و ۲ ارائه شده است.



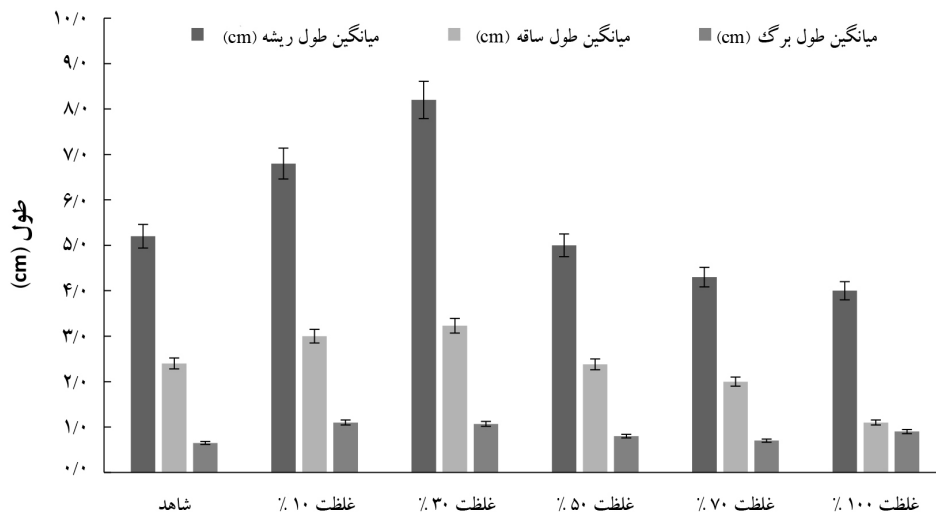


بذر گشنیز در نمودارهای ۵ و ۶ نشان داده شده است.

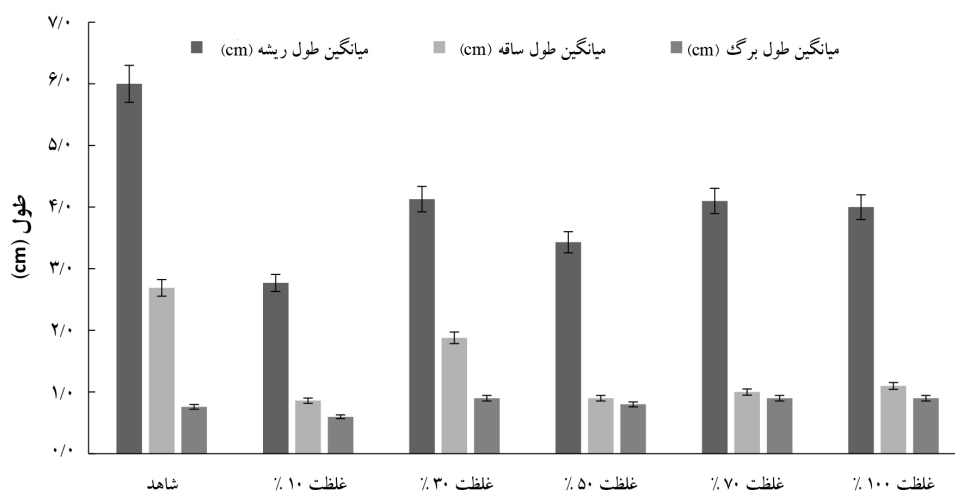
بحث و نتیجه‌گیری

($P < 0.05$) بر اساس یافته‌ها می‌توان گفت که با افزایش غلظت فاضلاب، طول ریشه، ساقه و برگ نیز افزایش می‌یابد ($P < 0.05$) که این امر می‌تواند ناشی از افزایش نوترینت‌ها در فاضلاب خام و تصفیه‌شده فاضلاب بیمارستانی مورد مطالعه باشد. افزایش بازدهی و رشد گیاهان منجر به افزایش رغبت کشاورزان نسبت به مصرف فاضلاب برای آبیاری محصولات کشاورزی می‌گردد. نتایج این

نتایج نشان دادند که هیچ رابطه معناداری بین نمونه‌های شاهد، فاضلاب خام و تصفیه‌شده در ظرفیت جوانه‌زنی بذر وجود ندارد



نمودار ۵: اثر غلظت‌های مختلف فاضلاب خام بیمارستانی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گشنیز



نمودار ۶: اثر غلظت‌های مختلف فاضلاب تصفیه‌شده بیمارستانی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گشنیز

ذکر شده نشان داد، پساب فاضلاب صنعت نساجی منجر به افزایش میزان کلرفیل و همچنین پروتئین گیاهی شده است. [۱۶]. در این راستا، Misra و Behera در سال ۱۹۸۲ به بررسی تأثیر پساب صنایع ریخته‌گری بر رشد و پیشرفت نهال‌های برنج پرداختند و گزارش نمودند که درصد جوانه‌زنی، تعداد ریشه‌ها، طول ساقه و ریشه و وزن تازه و خشک نهال‌ها رابطه متقابلی با غلظت پساب (۰،۵،۱۰،۲۵،۵۰،۷۵،۱۰۰ درصد) دارد. در این مطالعه سرعت

مطالعه با یافته‌های پژوهش Dash همخوانی دارند. این پژوهشگر در مطالعه خود بیان نمود که با افزایش غلظت فاضلاب شهری به بیش از ۵۰ درصد حجمی، شاخص جوانه‌زنی بذرهای برنج، اندازه گیاه و مقدار کلروفیل a در نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۱۴]. در پژوهش Anbuselvam و همکاران در سال ۲۰۱۶ نیز گزارش گردید که پساب فاضلاب صنایع نساجی منجر به افزایش طول ریشه و ساقه بذر *Vigna Radiate* شده است. همچنین نتایج مطالعه

مخاطراتی بالاتر از آنچه که مردم تاکنون با آن مواجه شده‌اند، می‌گردد؛ از آن جمله شیوع و گسترش بیماری با شدت بیشتر عفونت (بالاتر از حدی که مقدار زمینه نامیده می‌شود) می‌باشد. با بررسی پارامترهای کیفی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستانی مورد مطالعه مشخص گردید که پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستانی مورد مطالعه براساس استانداردهای سازمان حفاظت از محیط زیست ایران برای مصارف کشاورزی و آبیاری و همچنین تخلیه به آب‌های سطحی و چاه جاذب مناسب می‌باشد؛ اما با توجه به اینکه فاضلاب‌های بیمارستانی می‌توانند مواد خطرناکی از قبیل باقی‌مانده‌های دارویی، مواد خطرناک شیمیایی، پاتوژن‌ها و رادیویوتوپ‌ها را شامل شوند؛ از این رو لازم است در استفاده مجدد از پساب بیمارستانی در مصارف کشاورزی احتیاط بیشتری کرد. آبیاری محصولات کشاورزی با فاضلاب تصفیه‌نشده (با وجود تمایل کشاورزان به استفاده از آن به دلیل غنی‌بودن فاضلاب از مواد مغذی و مواد آلی) به دلیل اینکه باعث ایجاد بیماری در افراد مشغول به کار در مزارع تحت آبیاری با فاضلاب تصفیه‌نشده و همچنین مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند (به‌ویژه محصولات سالادی و سبزیجاتی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند) می‌گردند، ممنوع می‌باشد.

قدردانی

مقاله حاضر حاصل طرح پژوهشی کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی مازندران با کد ۵۰۲۱ می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران تقدیر و تشکر می‌نمایند.

جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در غلظت بالاتر (۲۵ درصد و بالاتر) کاهش یافت. بر مبنای نتایج در غلظت ۵ درصد، رشد نمونه‌های مورد مطالعه بهتر از نمونه‌های کنترل بود. Kalaiselvi و همکاران نیز در سال ۲۰۰۹ در پژوهش خود نشان دادند که پساب فاضلاب کارخانجات صابون‌سازی برای جوانه‌زنی و رشد گیاه ارزن و مروارید، سمی بوده است؛ اما هنگامی که پساب به ۲/۵-۰/۵ درصد غلظت رسید، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را بهبود بخشید.

آنچه مشخص است، پسماندهای بیمارستانی می‌توانند مواد خطرناکی از قبیل باقی‌مانده‌های دارویی، مواد خطرناک شیمیایی، پاتوژن‌ها و رادیویوتوپ‌ها را شامل شوند؛ از این رو لازم است در استفاده مجدد از پساب بیمارستانی در مصارف کشاورزی احتیاط بیشتری کرد. آبیاری محصولات کشاورزی با فاضلاب تصفیه‌نشده (با وجود تمایل کشاورزان به استفاده از آن به دلیل غنی‌بودن فاضلاب از مواد مغذی و مواد آلی) به دلیل اینکه باعث ایجاد بیماری در افراد مشغول به کار در مزارع تحت آبیاری با فاضلاب تصفیه‌نشده و همچنین مصرف‌کنندگان محصولات کشاورزی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند (به‌ویژه محصولات سالادی و سبزیجاتی که به‌صورت خام مصرف می‌شوند) می‌گردند، ممنوع می‌باشد. استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده برای آبیاری از نظر بهداشت عمومی بسیار اهمیت دارد؛ زیرا در غیر این صورت موجب ایجاد

References

- Vitousek PM, Mooney HA, Lubchenco J, Melillo JM. Human domination of earth's ecosystems. *Science* 1997; 277(5325):494-9.
- Tüfekci N, Sivri N, Toroz İ. Pollutants of textile industry wastewater and assessment of its discharge limits by water quality standards. *Turkish J Fish Aquat Sci* 2007; 7(2):97-103.
- Ali S, Akhtar T, Alam M. The effect of industrial effluents on crop plants: a review. *Int J Res Eng IT Soc Sci* 2015; 5(4):28-39.
- Farzadkia M, Emamjome MM, Dehghani S, Rahmani Z. Wastewater treatment of food industry. Qazvin: Qazvin University of Medical Sciences; 2012. P. 3-18 (Persian).
- Bdour A, Altrabsheh B, Hadadin N, Al-Shareif M. Assessment of medical wastes management practice: a case study of the northern part of Jordan. *Waste Manag* 2007; 27(6):746-59.

6. Jonidi Jafari A, Golbaz SO, Sajjadi H. The study of environmental hygiene indexes status in Karaj: Hospitals: 2011. *J Hosp* 2013; 11(4):9-18 (Persian).
7. Salimi M, Arab M, Akbari F, Zeraati HO, Farzianpoor F. A survey on the status of environmental health management in Qom province hospitals. *J Sch Public Health Institute Public Health Res* 2007; 5(3):59-66 (Persian).
8. Mosadeghrad A, Shirvani N, Ezati P. The study of health situation of Isfahan University hospitals in 2003. *Health Inform Manag* 2004; 1(1):42-9.
9. Ardakanian R. Overview of water management in Iran. Water conservation, reuse, and recycling: proceeding of an Iranian American workshop. Washington, DC: The National Academies Press; 2005.
10. Madani K. Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *J Environ Stud Sci* 2014; 4(4):315-28.
11. Asadi M, Mahvi AH. Bioassay of treated color wastewater with electro fenton by daphnia magna. *Toloo-E-Behdasht* 2014; 12(4):40-50 (Persian).
12. Hassan SH, Van Ginkel SW, Hussein MA, Abskharon R, Oh SE. Toxicity assessment using different bioassays and microbial biosensors. *Environ Int* 2016; 92:106-18.
13. Bagheri S, Valadbiegi T, Taran M, Aliyan S. Phytotoxicity tests of a textile factory effluent with common duckweed (*Lemnagibba*). *Irrigat Sci Eng* 2013; 36(4):51-62.
14. De Feo V, De Martino L, Quaranta E, Pizza C. Isolation of phytotoxic compounds from tree-of-heaven (*Ailanthus altissima* swingle). *J Agric Food Chem* 2003; 51(5):1177-80.
15. Ghanadzadeh MJ, Rajaei M, Faraz A. Disposal and filtration of wastewater in hospitals of Markazi province in 2009. *Arak Med Univ J* 2010; 13(3):100-8 (Persian).
16. Anbuselvam J, Sridhar A, Anbuselvam M, Periyasamy S. Effect of textile waste water irrigation on seed germination, plant growth, biomass, and crop yield in green gram seeds (*Vigna radiate* (L) Wilczek) under plating technique and pot experiment. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol* 2016; 10(5):86-9.