بررسی امکان پرورش گلها و ماهیهای زینتی با روش آکواپونیکس در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بوشهر در مقیاس پایلوت

علی آقارخ[1]

(دریافت ۸۶/۲/۳ پذیرش ۸۶/۹/۱۲)

چکیده

در این آزمایش از ۲۴ گونه گل زینتی به صورت آکواپونیکس و ۱۰ گونه ماهی زینتی برای پرورش استفاده شد. هدف از اجرای این طرح استفاده هر چه بیشتر و بهتر از فاضلاب شهری است تا به طریقی بتوانیم این نوع آبهای زائد را وارد چرخه اقتصادی کنیم. به علاوه با تصفیه زیستی این نوع آبها، میزان بار آلودگی آبهای دریایی منطقه نیز کاهش خواهد یافت. در این بررسی ویژگیهای شیمیایی آب حوضچه‌های گلها و ماهیهای زینتی مانند هدایت الکتریکی، دمای آب، اکسیژن محلول، pH آب و کل جامدات محلول به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. ویژگیهای دیگر مانند شوری، نیتریت، نیترات، آمونیاک، کل جامدات معلق، کلرید، سولفات، آهن، پتاسیم، کربنات و .... به صورت ماهانه اندازه‌گیری شد. در نهایت مشخص گردید که بهترین ماندگاری برای گلهای زینتی متعلق به شاهپسند، لوز، *کونوکارپوس*، بنجامین ابلق و فینیکس است. در مورد ماهیهای زینتی نیز که وضعیت بهتری نسبت به گلها از خود نشان دادند. بیشترین رشد متعلق به پیرانای شکم قرمز و جونیت بود.

واژه‌های کلیدی: گلهای زینتی، ماهیان زینتی، فاضلاب، آکواپونیکس.

Evaluation of Ornamental Flowers and Fishes Breeding in Bushehr Urban Wastewater Using a Pilot Scale Aquaponic System

Ali Agharokh[1]

(Received Apr. 23, 2007 Accepted Dec. 3, 2007)

Abstract

In this study, 24 species of aquaponically grown ornamental flowers and 10 fish species were used. The purpose of the study was to put urban wastewater into economic use in an attempt to reduce contaminate loads in coastal waters through biological treatment. Certain chemical parameters of pond water such as EC, temperature, DO, pH and TDS were measured on a daily basis while parameters such as salinity, nitrate, nitrite, ammonia, TSS, chloride, sulphate, potassium, carbonate, etc. were measured on a monthly basis. It was found that *Petunia hybrida*, *Verbena hybrida, Ficus sp., Phinix sp.,* and *Conokarpus sp.* as the ornamental flowers and *Serresalmus natlerei* and *Junit sp.* in the ornamental fish group had the highest adaptability to life and growth in urban wastewater.

Keywords: Flower, Fish, Urban Wastewater, Aquaponic.

۱- عضو هیئت علمی مرکز مطالعات و پژوهشهای دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، agharokh@pgu.ac.ir

1. Faculty Member, Center for Studies and Research University of Khalij-e-Fars, Bushehr, agharokh@pgu.ac.i

۱- مقدمه

آب در طبیعت از گران قیمت‌ترین عوامل ایجاد حیات است. آب در طبیعت میان بارش و تبخیر یک مدار بسته‌ای را می‌گذراند که فاضلاب جزء بسیار کوچکی از آن محسوب می‌شود. به عبارت دیگر فاضلاب قسمتی از آبی است که بشر از طبیعت برداشت نموده و پس از مصرف دوباره به مدار نامبرده بازگردانده است. شایان ذکر است که فاضلاب توان بازیافت و استفاده مجدد را برای دیگر مصارف اقتصادی دارد.

افزایش جمعیت و گسترش شهرها از یک سو و توسعه صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر سبب ازدیاد فاضلابها شده است. در نتیجه مسئله آلودگیهای زیست محیطی روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. به ویژه اینکه استفاده مجدد از این آبها در نواحی خشک و کم باران از ارزش بسیار بالایی برخوردار است.

فاضلاب شهری بوشهر در شعاع ۱۵ کیلومتری جاده بوشهر- دلوار به روش لاگونی تصفیه و توسط لوله به طرف دریا هدایت می‌شود. حجم این آبها به هزاران متر مکعب می‌رسد که امکان مناسبی را برای بهره‌برداری‌های مختلف اقتصادی از جمله پرورش گلها و ماهیهای زینتی مهیا می‌سازد. در این تحقیق برای پرورش گلهای زینتی از روش آکواپونیکس (یا هایدروپونیکس یا آبکشتی به معنی پرورش گیاهان در آب یا محلول غذایی) استفاده گردید [۱ و ۲]. متأسفانه تاکنون هیچ گونه فعالیت تحقیقاتی با چنین روش و اهدافی صورت نگرفته است. اما در زمینه به کارگیری فاضلابهای شهری در ایران نظیر استفاده از پسابهای شهری برای آبیاری گیاه روناس *Rubia tinctorum* در خاک و یا استفاده از مناطق طبیعی جهت تصفیه فاضلابهای روستایی به منظور حفاظت از تالاب بین المللی انزلی فعالیتهای پژوهشی صورت گرفته است [۳ و ۴]. درباره آکواپونیکس تحقیقات وسیعی در دنیا با استفاده از روشها و اهداف مختلف مانند پرورش توأم ماهی *Maccullochella peelii peelii* با کاهوی بلوط سبز *Lactuca sativa* در استرالیا، پرورش توأم ماهی تیلاپیا و دو گیاه خوراکی ریحان و بامیه در آمریکا، اندازه‌گیری اتیلن به عنوان شاخص استرس در تولید گیاه توت فرنگی در آمریکا، انجام گرفته است. امروزه به کارگیری شیوه آبکشتی یا آکواپونیکس آن چنان اهمیت یافته که برخی از محققین معتقدند که نجات جمعیتهای انسانی از گرسنگی و فقر در آینده بدان وابسته است زیرا استفاده از این روش تولید، زمان دسترسی به محصول را کاهش می‌دهد [۵، ۶، ۷ و ۸].

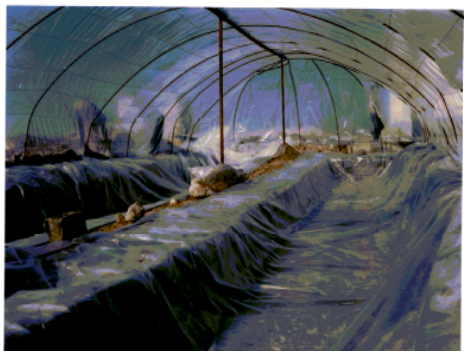
شایان ذکر است تحقیقاتی که تاکنون در کشورهای مختلف بر روی تولید انواع گیاهان خوراکی با استفاده از پساب حوضچه‌های پرورش ماهیهای خوراکی (با روش آبکشتی) صورت گرفته حاکی از منتفی بودن خطر بروز انواع بیماریها برای مصرف کننده است. علی‌رغم این امر چون در این بررسی از ماهیهای فاضلاب شهری برای تولید استفاده شده است، تلاش گردید تا گلها و ماهیهای غیرخوراکی و گران قیمت مانند انواع گونه‌های زینتی پرورش داده شوند. بنابراین به علت غیر خوراکی بودن آنها، نه تنها در اثر ذخیره شدن احتمالی مواد و عوامل بیماری‌زا در بافتهای آنها هیچ گونه خطری برای مصرف کننده ایجاد نخواهد شد. با توجه به کوتاه مدت بودن زمان رشد و قیمت گران گونه‌های زینتی (در مقایسه با قیمت تمام شده به ازای هر کیلو کاهو یا انواع سبزی خوراکی و ماهیهای پرورشی در بازار) تولید انبوه و عرضه به بازار از توجیه اقتصادی کافی برخوردار است. همچنین در اثر این نوع فعالیتهای اقتصادی، آب و فاضلاب تصفیه بیولوژیک یا زیستی شده و دسترسی به یک محیط سالم‌تر دریایی را برای شهروندان امکان پذیر خواهد کرد. ضمن آنکه با انجام این قبیل طرحها می‌توان به رفع بخشی از معضلات بیکاری نیز همت گماشت.

۲- مواد و روشها

ابتدا سه حوضچه به مساحت کل ۶۴ متر مربع احداث گردید. از این سه حوضچه یکی برای پرورش گلها (۱× ۲ × ۱۵ متر)، یکی برای پرورش ماهیهای زینتی (با همان ابعاد) و سرانجام یک حوضچه کوچک (۱×۱×۲ متر) برای تصفیه فیزیکی آب در نظر گرفته شد. به دلیل شوری بالای خاک منطقه و برای کنترل هرچه بهتر ویژگیهای آب و فاضلاب، کف و دیواره‌های همه حوضچه‌ها با صفحات پلاستیکی پوشانده و از خاک جدا شد. در نهایت تمام مجموعه به مساحت ۱۵۰ متر مربع به صورت گلخانه با صفحات پلاستیکی پوشیده شد.

برای پرورش گلهای زینتی ابتدا انواع مختلفی از پیاز و قلمه گلهای زینتی نظیر سنبل، لاله، گلایل، گل کاغذی و .....، به تعداد ۲۴ گونه و از هر کدام ۱۵ عدد خریداری و در لیوانهای یکبار مصرف کشت داده شد. با گذشت زمان و آبیاری آنها با آب و فاضلاب و مشاهده اولین جوانه‌ها، آنها را بر روی صفحات یونولیت سوراخدار مستقر کرده و به صورت شناور بر روی آب نگهداشته شدند. در این نوع پرورش از روش آکواپونیکس یا کشت آبی (بدون خاک) برای پرورش گیاهان استفاده گردید. به منظور انجام هوادهی و تأمین اکسیژن مورد نیاز ریشه‌های گلها و ماهیها از یک دستگاه هواده ساخت تایوان استفاده گردید (شکلهای ۱ تا ۶).

ابتدا سعی گردید قبل از هر گونه اصلاح و عمل‌آوری بر روی آب فاضلاب، ویژگیهای شیمیایی نظیر کلرید، سولفات، کل جامدات محلول، فسفات، آهن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، نیترات،



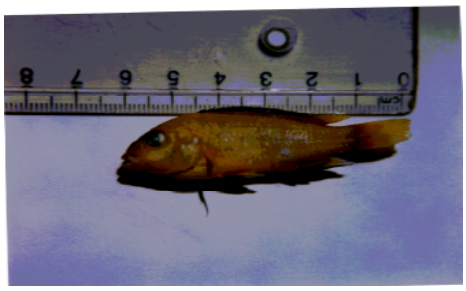
شکل ۱- گلخانه محل انجام طرح

شکل ۲- انتقال پساب از حوضچه‌های لاگون به محل گلخانه

شکل ۳- پرورش گل ختمی در فاضلاب

شکل ۴- پرورش گل پامچال در فاضلاب

شکل ۵- ماهی زینتی جونیت (بعد از سه ماه رشد)



شکل ۶- ماهی زینتی ماکرو زرد

کربنات، BOD_5 ، pH، EC، COD و TDS اندازه‌گیری شود (جدول ۱). در طول دوره تحقیق نیز پارامترهای مذکور به صورت ماهانه و توسط آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر اندازه‌گیری گردید [۹].

بعد از تصفیه بیولوژیک آب توسط گلها، آب به حوضچه تصفیه فیزیکی منتقل و از آنجا به استخر پرورش ماهیهای زینتی پمپاژ می‌شد. با گذشت زمان هر ۱۰ تا ۱۵روز یکبار از همه گلها نمونه‌برداری می‌شد. در این نمونه‌برداری، تعداد برگهای جوان، تعداد غنچه ، تعداد گل و هرگونه تغییر ظاهری به همراه تاریخ ثبت می‌شد. علاوه بر این عوامل دیگری نظیر دمای هوای گلخانه، دمای آب، TDS ، pH و EC به صورت روزانه اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری پارامترهای فوق به طور مرتب قبل از ظهر طی مدت ۶ ماه انجام گرفت. برای تنظیم pH آب در حد ۵/۵ تا۶، روزانه نیم تا یک لیتر اسید نیتریک ۶۷ درصد به آب حوضچه گلهای زینتی اضافه می‌گردید تا شرایط مطلوب برای جذب عناصر غذایی توسط ریشه‌ها مهیا شود. لازم به ذکر است که برای پرورش گیاهان در محیط‌های سایه از اسید فسفریک جهت تنظیم pH آب استفاده می‌شود[۱].

جدول ۱- پارامترهای اندازه‌گیری شده از پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب بوشهر در تاریخ ۸۴/۹/۲۹ *

پارامتر	واحد	مقدار
pH	-	۷/۷۶
EC	m.mos/cm	۳۹۷۰
DO	ppm	۳/۳
COD	ppm	۴۱/۰۷۸
BOD_5	ppm	۱۰
کلرید	ppm	۶۷۴
سولفات	ppm	۱۲۲۵
TDS	ppm	۲۳۹۰
فسفات	ppm	۷/۳۵
پتاسیم	ppm	۳۰
آهن	ppm	۰/۴۶
کلسیم	ppm	۳۲۷/۰۸
منیزیم	ppm	۱۲۸/۷۱
نیترات	ppm	۱۸/۰۴
کربنات	ppm	۰/۰
بیکربنات	ppm	۴۷۳
نیتریت	ppm	۰/۰۹۹
شوری	ppt	۱/۷

*اندازه‌گیری‌ها توسط شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر انجام گرفته است.

۳- نتایج و بحث

دما از عوامل مهمی است که بر رشد ریشه و همچنین جذب آب و عناصر غذایی تأثیر دارد. دمای بهینه رشد ریشه گیاهان، بسته به نوع آنها تا حدودی متغیر است. اما به طور کلی اگر دمای محیط اطراف ریشه به کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد برسد، رشد ریشه و رفتار آنها تغییر خواهد کرد. دمای کمتر از حد بهینه باعث کاهش رشد، پراکنش و همچنین زمختی ریشه‌ها می‌شود. در این بررسی میزان دمای محیط گلخانه بین ۲۰ تا ۴۷ درجه سانتی‌گراد و دمای آب (محیط ریشه) بین ۱۹/۱ تا ۳۱/۱۴ درجه سانتی‌گراد در نوسان بود. حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از گلهای زینتی کاشته شده در این طرح به خوبی شرایط را تحمل کرده و برخی نظیر گل اطلسی توانستند تا ۸۰ درصد، خود را به خوبی با شرایط وفق دهند. شایان ذکر است که در این تحقیق از هیچ گونه دستگاههای سرمازا و یا گرمازا برای پرورش گلها و ماهیهای زینتی استفاده نگردید وضعیت پرورش گلهای زینتی در جدول ۲ ذکر شده است.

بالا بودن EC محیط آب باعث افزایش حلالیت مقادیر مطلق عناصر غذایی می‌شود. اما باعث تغییر نسبت‌های آنها در محلول غذایی نمی‌گردد [۱]. در این تحقیق حداکثر EC ثبت شده ۱۶/۱۹ و حداقل آن ۳/۳۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر و حداکثر TDS برابر با ۸/۱ و حداقل آن ۱/۶۷ گزارش شد. بعد از تصفیه فاضلاب توسط ریشه گلهای زینتی، به وسیله یک دستگاه پمپ آب، آب حوضچه گلها به حوضچه پرورش ماهیان زینتی منتقل گردید. متغیرهای اندازه‌گیری شده آب حوضچه گیاهان در جدول ۳ قابل مشاهده است. قبل از انتقال آب، تلاش شد تا ذرات معلق موجود در حوضچه تصفیه آب به کمک فیلترهای مخصوص از جنس نمد تصفیه گردد. این امر به منظور جلوگیری از صدمات وارده به برانش ماهیهای و افزایش هر چه بیشتر شفافیت آب صورت گرفت. با گذشت زمان (هر دو هفته یکبار) و مصرف مواد مغذی پساب توسط گیاهان، ابتدا مقدار ۱۰۰ تا ۱۵۰ لیتر آب تصفیه شده از حوضچه تصفیه به محیط ماهیان زینتی منتقل و سپس به همین مقدار پساب مملو از مواد مغذی از حوضچه‌ها به محیط گلها ریخته می‌شد.

با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، ۱۰ گونه ماهی زینتی و به تعداد حداقل ۲۰ قطعه از هر کدام، برای پرورش در پساب استفاده گردید. وزن اولیه این ماهیان از ۱/۴ تا ۷/۳۱ گرم متغیر بود. قبل از شروع پرورش ماهیهای زینتی، آب حوضچه ماهیهای مورد آزمایش قرار گرفت و فاکتورهای شیمیایی مناسب برای ادامه حیات ماهیهای بررسی گردید (جدول ۴). ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی آب حوضچه ماهیهای نظیر دمای آب، دمای هوا، TDS، EC، pH و اکسیژن محلول به صورت روزانه ثبت می‌شد تا در صورت بروز هر گونه حادثه‌ای بتوان عکس‌العمل مناسب نشان داد.

جدول ۲- بررسی وضعیت پرورش گلهای زینتی در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بوشهر از تاریخ ۸۴/۱۰/۲۷ تا ۸۵/۶/۳۰

نام گیاه	نام علمی	تاریخ کاشت	تاریخ مرگ	تعداد گل	تعداد برگهای جوان	دفعات نمونه‌گیری	مدت ماندگاری (روز)	تعداد پاجوش
لاله	*Tulipa gesneriana*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۱/۱۷	۱	۵	۳	۸۸	-
نرگس	*Narcissus orientalis*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۴/۶	۲	۳۴	۴	۱۵۹	-
زنبق	*Iris germanica*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۲/۱۵	۱	۴۰	۶	۱۰۸	-
گل کاغذی	*Bougainvillaea spectabilis*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۴/۶	-	۱۰	۷	۱۵۹	-
دیفن باخیا	*Diffenbachia sp.*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۵۳	۷	۱۳۴	-
پامچال	*Frimula acaulis*	۸۴/۱۱/۲۱	۸۵/۱/۲۷	۵	۳۱	۳	۶۳	-
شاهپسند	*Verbena hybrida*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۷/۱۵	۱۱۴	۱۵۰	۳۶	۲۵۹	-
شب بوی آفریقایی	*Mtthiola livida*	۸۴/۱۱/۲۱	۸۵/۱/۲۴	-	-	۷	۶۳	-
ختمی	*Althaea officinalis*	۸۴/۱۱/۲۷	۸۵/۱/۲۴	-	۲۳۰	۶	۵۷	-
مریم	*Polianthes tuberose*	۸۵/۲/۶	۸۵/۷/۱۵	۷	۶۶	۱۰	۱۵۹	-
اطلسی	*Petunia hybrida*	۸۴/۱۱/۷	۸۵/۴/۶	۶۶	۹۵	۲۰	۱۴۹	-
بنفشه	*Viola odorata*	۸۴/۱۱/۷	۸۵/۴/۶	۶	۴۸	۵	۱۴۹	-
آگلونما	*Aglonema commutatum*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۲۴۴	۷	۱۳۴	-
بنجامین سبز	*Ficus benjamina*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۴۸۱	۵	۱۳۴	-
فیکوس	*Ficus elastica*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۳۳	۵	۱۳۴	-
مارانتا	*Maranta arrowroot*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۴۷	۷	۱۳۴	۱۶
سرخس	*Cystopteris sp.*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۴/۶	-	۳۳۰	۶	۱۳۴	-
گلایول	*Gladiolus aleppicus*	۸۴/۱۰/۲۷	۸۵/۲/۱۵	۱	۳۱	۵	۱۰۸	۴
یوکا	*Yucca gloriosa*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۲/۱۵	-	۱۹۴	۸	۱۰۸	۵۹
ابری	---	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۲/۱۵	۵	۱۸۸	۸	۱۰۸	-
فینیکس	*Phinix sp.*	۸۴/۱۱/۲۲	۸۵/۷/۱۵	-	۸۳	۹	۲۴۸	-

به منظور کاهش آلودگیها و در نتیجه استرس‌های محیطی، روزانه یکبار به صورت دستی و به مقدار ۱۰ درصد وزن بدن به ماهیهای زینتی غذا داده می‌شد. علاوه بر این در اثر تولید اولیه محیط آب، مقداری غذای زنده نیز به طور طبیعی در دسترس ماهیها قرار می‌گرفت. در طی دوره پرورش ماهیها، سعی گردید pH و اکسیژن محلول به ترتیب در حد ۷ و ۵ ppm تنظیم شود. وضعیت ماهیهای زینتی در جدول ۵ ذکر شده است.

در طول سه ماه بررسی و پرورش ماهیهای زینتی مناسب‌ترین ماهیهایی که توانستند خود را با یک چنین شرایطی وفق دهند پیرانای شکم قرمز با وزن نهایی ۹۸/۲۱ گرم و ماهی جونیت با وزن نهایی ۱۴/۵۶ گرم بودند. ماهیهایی چون کوسه کرم و کوسه رنگین کمان با اوزان نهایی ۳/۸۳ و ۴/۰۶ گرم کمترین سازش را از خود نشان دادند.

در این بررسی، تنها امکان سنجی توان تولید در پساب مد نظر بوده است. با توجه به تنوع گونه‌ای (۲۴ گونه گل و ۱۰ گونه ماهی زینتی) که در این تحقیق استفاده گردید و در نتیجه حجم فراوان تفاوت و تمایز بین گونه‌های مورد آزمایش، امکان تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده بسیار دشوار است. لذا با توجه به عنوان طرح و فقط از طریق اعداد و ارقام موجود در جدولهای ارائه شده، می‌توان نتیجه گرفت که امکان پرورش گلهای زینتی به روش آکواپونیکس و پرورش ماهیهای زینتی در پساب وجود دارد و صد در صد امکان‌پذیر است.

با بررسی‌های صورت گرفته مشخص گردید که برخی از تانکرهای حمل فاضلاب شهری مبادرت به حمل فاضلابهای نفتی (صنعتی) و تخلیه آنها در لاگون‌های شرکت آب و فاضلاب بوشهر می‌کنند. از آنجا که گیاهان و ماهیهای زینتی در یک چنین

جدول ۳- اندازه گیری پارامترهای فیزیکی- شیمیایی آب بعد از گذشت سه ماه از کشت گیاهان*

پارامتر	واحد	مقدار
pH	-	۶/۴۵
EC	m.mos/cm	۳۵۱۰
DO	ppm	حداقل ۴
COD	ppm	۶۰/۵۴
BOD_5	ppm	۱۴
کلراید	ppm	۳۷۶
سولفات	ppm	۸۵۰
کل جامدات	ppm	۲۱۱۵
TDS**	ppm	۲۱۱۰
TSS***	ppm	۵
فسفات	ppm	۴/۳۵
پتاسیم	ppm	۳۴
سدیم	ppm	۳۰۰
کلسیم	ppm	۴۱۲/۴
منیزیم	ppm	۹۸/۴
نیترات	ppm	۷۷۴/۴
کربنات	ppm	۰/۰
بیکربنات	ppm	۴۸/۸
نیتریت	ppm	۲۴/۷۵
آهن	ppm	۰/۶۷

* کلیه آزمایش‌ها توسط شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر انجام شده است.

** کل جامدات محلول (Total Dissolved Solids) *** کل مواد معلق (Total Suspended Solids)

جدول۴- پارامترهای اندازه‌گیری شده از آب حوضچه پرورش ماهیهای زینتی*

پارامتر	واحد	مقدار
pH	-	۷/۸۸
EC	m.mos/cm	۶۸۱۰
DO	ppm	۶/۴
COD	ppm	۵۴/۵۴
BOD_5	ppm	۵/۲۵
کلراید	ppm	۵۹۷/۲۶
سولفات	ppm	۱۱۰۰
TS**	ppm	۴۰۷۵
TDS	ppm	۴۰۷۰
TSS	ppm	۵
کل کلیفرم	MPN/100 ml	>۱۱۰۰
کلیفرم گوارشی	ppm	۰/۰
تخم نماتد	ppm	---
فسفات	ppm	۰/۰۳
پتاسیم	ppm	۲۶/۶
آهن	ppm	۰/۱۵
کلسیم	ppm	۱۱۷۸
منیزیم	ppm	۱۳۳/۹۲
نیترات	ppm	---
کربنات	ppm	۰/۰
بیکربنات	ppm	۷۳/۲
نیتریت	ppm	۰/۶۵
شوری	ppt	۲/۲

* اندازه‌گیری‌های فوق توسط شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر انجام گرفته است. ** کل جامدات (Total Solids)

جدول ۵- بررسی وضعیت اوزان* ماهیهای زینتی پرورش یافته در پساب تصفیه‌خانه بوشهر از تاریخ ۸۵/۴/۱۰ تا ۸۵/۷/۱۰

نام ماهی	نام علمی	متوسط وزن اولیه	متوسط وزن نهایی	مقدار افزایش وزن	تعداد اولیه ماهی	تعداد نهایی ماهی	تعداد تلفات	حداکثروزن انفرادی	حداقل وزن انفرادی
بارب طلایی	*Barbus saschi*	۱/۷	۹/۹۲	۷/۴۲	۲۰	۷	۱۳	۱۷/۸۲	۳/۲۱
بارب نقره‌ای	*Barbus sp.*	۲/۷۱	۷/۱۷	۴/۴۶	۲۰	۱	۱۹	۷/۱۷	۷/۱۷
اوراتوس	*Melanochromis auratus*	۱/۵۵	۵/۱	۳/۵۶	۲۰	۱۲	۸	۱۳/۱	۲/۲۱
دم شمشیری	*Xiphophous helleri*	۲/۷	۱۲/۳۱	۹/۶۱	۲۰	۳	۱۷	۱۵/۸۱	۹/۸۱
کوسه کرم	*Labeo sp.*	۱/۸۱	۳/۸۳	۲/۰۲	۲۰	۶	۱۴	۷/۱	۲/۴
کوسه رنگین کمان	*Labeo erethrurus*	۱/۴	۴/۰۶	۲/۶۶	۲۰	۹	۱۱	۶/۷۷	۱/۹۹
پیرانای شکم قرمز	*Serresalmus natlerei*	۷/۳	۹۸/۲۱	۸۳/۹۱	۲۰	۱۴	۶	۱۵۹/۱	۴۳/۷۲
دلار نقره ای	*Metynnis argenteus*	۱/۵۱	۷/۱	۵/۵۹	۲۰	۲	۱۸	۹/۱۷	۵/۰۳
ماکروی زرد	-----	۱/۷۵	۸/۱	۶/۳۵	۲۰	۲	۱۸	۱۰/۹	۵/۳
جونیت	-----	۱/۸۵	۱۴/۵۶	۱۲/۰۶	۲۰	۱۲	۸	۱۹/۷۱	۷/۹۶

* همه اوزان به گرم است

محیط‌های آلوده‌ای قادر به ادامه حیات نخواهند بود، این امر سبب می‌شود تا آب فاضلاب شهری از چرخه اقتصادی خارج گردد.

۴- نتیجه‌گیری

الف- در بین گیاهان، گلهای بنجامین، اطلسی، *کونوکارپوس* و شاهپسند بهترین بقا و رشد را از خود نشان دادند.

ب- از میان ماهیهای زینتی، پیرانای شکم قرمز و جونیت بهترین بقا و رشد را نسبت به دیگر ماهیها داشتند.

با توجه به شرایط و وضعیت کم آبی موجود در منطقه و همچنین برای استفاده هرچه بهتر و بیشتر از این نوع آبها و با عنایت به تجارب حاصله پیشنهادهای زیر طرح می‌گردد:

الف- فرهنگ‌سازی در جهت استفاده بهینه از مواد شوینده‌ها و انواع دترجنت‌ها.

ب- تشویق کارخانه‌های سازندهٔ مواد شوینده به منع استفاده از مواد خطرناک نظیر فرمالین در تولیدات خود وهمچنین ترغیب آنها به تولید مواد شوینده با اوزان کم.

ج- بهره‌گیری از پرلیت به جای یونولیت در پرورش گلهای زینتی.

د- استفاده از آب فاضلاب جاری به دلیل تنظیم راحت‌تر ویژگیهای فیزیکی- شیمیایی آب به منظور دستیابی به تولید بیشتر همراه با کیفیت بهتر.

هـ-نظارت و مراقبت بیشتر بر تخلیه محتوای تانکرهای حمل فاضلاب به منظور حفظ استانداردهای آب فاضلاب.

و- تحقیقات بیشتر برای تولید کود مایع از این نوع آبها.

۵-مراجع

۱- رونقی، ع.، و مفتون، م. (۱۳۸۲). هیدروپنیک، دانشگاه شیراز.

۲- تولایی، م. (۱۳۸۰). *هایدروپونیک* ، آموزش کشاورزی.

۳- صفاری، م. (۱۳۸۰) . *استفاده از پساب شهری در آبیاری روناس*، اولین کنفرانس بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، تهران.

٤- پنداشته، ع.، فوجی، م.، و فلاح، ف. (۱۳۸۳). *طرح سیستم تصفیه فاضلاب در مناطق روستایی با جمعیت بالا*، پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، تهران.

5- Lennard, W. A., and Leonard, B. V. (2006). "A comprison of three different hydroponic sub-systems." *Australia Journal of Aquaculture International*, 14, 539- 550.

6- Rakocy, J. E., Bailey, D. S., Shultz, R. C., and Thoman , E. S. (1997). *Update on Tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system*, web site of Virigin Islands University, USA.

7- Hogen, J. D., Murray, E. E., and Hharrison, M. A. (2006). *Ethylene production as an indicator of stress conditions in hydroponically – grown strawberri* , Marshal University, USA.

8- Sheikh, B. A. (2002). "Hydroponics , key to sustain agriculture in water stressed and urban environment." *Pak. J. Agril. Eng. Vet. Sc.,* 22(2)

9- APHA, AWWA, and WPCF. (1995). *Standard method for the examination of water and wastewater*, 19th Ed., Washington, D.C.