**اداره آموزش و پرورش منطقه سه شهر تهران**

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

مرکز آموزشی فرزانگان ۲-تهران

# عنوان

بیوفیلتر تالاب انزلی

## پژوهشگران پایه دهم:

پرنیان جوان بخت – بیتا حبیبی

## دبیر راهنما:

نسیبه سادات میر باقر

## سال تحصیلی ۱۴۰۰-۱۳۹۹

بسم الله الرحمن الرحيم

**اداره آموزش و پرورش منطقه سه شهر تهران**

مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

مرکز آموزشی فرزانگان ۲-تهران

# عنوان

بیوفیلتر تالاب انزلی

## پژوهشگران پایه دهم:

پرنیان جوان بخت – بیتا حبیبی

## دبیر راهنما:

نسیبه سادات میر باقر

## سال تحصیلی۱۴۰۰-۱۳۹۹

بسی شایسته است از استاد سرکار خانم میرباقر، که دانش را با راهنمایی های کار ساز و سازنده بارور ساختند،تقدیر و تشکر نماییم.

معلما مقامت ز عرش برتر باد همیشه توسن اندیشه ات مظفر باد

به نکته های دلاویز و گفته های بلند صحیفه های سخن از تو علم پرور باد

## چکیده:

سرخس آبزی آزولا در چند دهه اخیر مشکلات متعددی را در زیستگاه های آبی شمال کشور و شالیزارها ایجاد کرده است.. علیرغم اینکه این گیاه آبزی از جمله گونه های مهاجم مهم در دنیا شناخته می شود، با مدیریت و استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک در زیستگاه های طبیعی، می تواند به عنوان گونه های مفید مورد استفاده قرار گیرد (فرحپورحقانی،۱۳۹۸). استفاده از سرخرطومی آبزی[۱] به عنوان عامل کنترل بیولوژیک، موفقترین روش کنترل آزولا می باشد که به طور وسیع در دنیا مورد استفاده قرار می گیرد (McConnachie, ۲۰۰٤; Pemberton & Bodle,۲۰۰۹; Winston et al ,۲۰۱٤; Hill & Coetzee, ۲۰۱۷). استفاده مناسب از علفکش تماسی پاراکوات و جلوگیری سریع از ورود فاضلاب ها به آبگیرهای شمالی دارای آزولا، عوامل اساسی در کاهش معنی دار رشد این گیاه محسوب می شوند. (فیلی زاده ، ۱۳۸۱). در تحقیق حاضر به بررسی میزان نیترات و چربی آنالیز شده توسط آزولا از پساب کارخانجات لبنی در مدت ۲۱ روز پرداخته شد . همچنین میزان رشد آزولا در پساب تصفیه شده مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا نمونه آب های تالاب انزلی جمع آوری شده و به ازمایشگاه منتقل شدند . سپس پساب کارخانه لبنی،شبیه سازی شد. بعد از کشت آزولا در محیط کشت های مختلف و گذشت ۲۱ روز بیشترین رشد ابتدا در ظرف حاوی پسماند و بعد در ظرف حاوی آب آلوده مشاهده شد . در آخر آزولا در پساب تصفیه شده کشت داده شد و میزان رشد آزولا با نمونه شاهد مقایسه شد. نتایج این پژوهش نشان می دهد آزولا توانسته نقش بسزایی در کاهش میزان نیترات و چربی در پساب کارخانه لبنی داشته باشد و همچنین میزان رشد آزولا در پساب تصفیه شده به طرز چشمگیری کاهش پیدا کند. با توجه به هزینه بر بودن روش های فعلی در این پروژه سعی شده است از جلبک آزولا به عنوان خود پالاینده یا بیو فیلتر استفاده شود . باتوجه به صرفه اقتصادی و قابلیت اجرا ،این پروژه می توان جایگزین روش های فعلی گردد.


[۱] Coleoptera: Erirhinidae Stenopelmusn rufinasus Gyllenhal

**کلید واژه:** آزولا ، تالاب انزلی ، آلاینده ، پساب صنایع لبنی ، بیوفیلتر

## فهرست مطالب:


- مقدمه .....۱
- فصل اول - طرح تحقیق.....۳
  - بیان مسئله .....۴
  - اهمیت و ضرورت انجام طرح .....۶
  - اهداف طرح .....۷
  - سوالات پژوهشی..... ۷
  - تعریف واژه ها .....۸
- فصل دوم - ادبیات و سوابق تحقیق ..... ۱۶
  - ادبیات نظری..... ۱۷
  - تحقیقات پیشین ..... ۱۸
- فصل سوم- روش اجرای طرح .....۲۱
  - مواد و وسایل مورد نیاز.....۲۲
  - روش انجام تحقیق.....۲۳
  - ابزار گردآوری اطلاعات .....۲۳
  - جداول مواد و وسایل مورد نیاز.....۲۴
  - روش اجرای طرح ( فازهای طرح) .....۲۵
  - روش جمع آوری اطلاعات .....۳۳
- فصل چهارم – نتایج و بحث .....۳۴
  - بیان مشاهدات..... ۳۵
  - تجزیه و تحلیل داده ها..... ۴۰
- فصل پنجم – جمع بندی..... ۴۲
  - نتیجه گیری..... ۴۳
  - پیشنهادات .....۴۴
  - محدودیت ه..... ۴۵
- منابع.....۴۵

**مقدمه:**

تالاب انزلی یکی از بوم سازگان مهم آبی در ایران است و از ابعاد مختلف زیست محیطی، شیلاتی، جنبه های اقتصادی و اشتغال زایی و توریستی برخوردار است. توسعه صنایع و افزایش بی رویه جمعیت شهرها، روستاها و در پی آن توسعه مناطق کشاورزی، استفاده از کود، سموم و دفع آفات موجب میگردد تا میزان زیادی فاضلاب شهری، کشاورزی و صنعتی که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف به ویژه عناصر سنگین است وارد اکوسیستم های آبی گردد (زبردست و جعفری، ۱۳۹۰) بر اساس آخرین اطلاعات جمع آوری شده نیمی از جمعیت استان گـیلان یعنـی حـدود یـک میلیـون نفـر در حوضه آبریز تالاب زندگی می کنند. رشد بی رویه بخش صنعت در منطقه موجب گردیده که علاوه بر پسـابهای انسـانی مناطق شهری و روستایی و زباله های که بطور مستقیم و یا شیرابه آنها در تالاب تخلیه می شود، سالیانه نیز حـدود ۲۰ هزار متر مکعب پساب صنعتی وارد تالاب شده که بیشترین حجم این مواد از طریق رودخانـه پیربـازار وارد مـی شـوند . علاوه بر آن آلودگی های زیادی نیز از طریق بندر انزلی وارد اکوسیستم تالابی می شود. در حوضه آبریز تالاب انزلی ۴۰ واحدهای صنعتی بزرگ قرار داشته که پسابهای آنها صدمات جبران ناپذیری را بر تالاب وارد آورده است (ثابت رفتار,۱۳۷۴)Azolla filiculoidگونه ای غیر بومی و مهاجم در تالاب انزلی است. آزولا در سال ۱۹۹۰ برای اولین بار در تالاب انزلی دیده شد و به نظر می رسد که به دنبال معرفی این گیاه به مناطقی از شمال کشور در سال ۱۹۸۶ ،به دلیل توانایی تثبیت ازت و باروری آب، بیشتر با هدف افزایش کشت برنج به تالاب انزلی راه پیدا کرده باشد (FAO, ۱۹۹۲ ).آزولا سرخسی کوچک است و نحوه ی زندگی آن به صورت شناور آزاد است .شرایط مناسب تالاب انزلی برای آزولا و از طرفی عدم بهره برداری مکانیزه از این گیاه باعث گردیده تا آزولا بیشتر سال سطح وسیعی از تالاب انزلی را پوشانده و سبب تخریب اکولوژیک تالاب گردد (بابائی و خداپرست، ۱۳۹۰ ). به دلیل گستردگی و رشد بسیار زیاد، آزولا در مزارع برنج به علف هرز درجه یک تبدیل شده است، به طوری که در شالیزارهایی که در آنها شرایط مناسب است، به سرعت رشد و تکثیر پیدا کرده و با ایجاد پوشش یکپارچه در سطح آب در زمان انتقال نشاء، سبب خمیدگی و غوطه ور

شدن نشاء به داخل آب شده و شالیکاران مجبور به واکاری مزرعه می شوند (Mohamad Sharifi,۲۰۰۱;Padasht etal.,۲۰۱۵).وجود مشکلات زیاد ایجاد شده توسط آزولا در تالاب انزلی، جنبه های با ارزشی از آزولا شناخته شده می باشد و سال هاست که مورد استفاده قرار می گیرد. ریشه های غوطه ور آزولا منبعی برای ذخیره سازی آلودگی های مختلف می باشد(Sela etal.,۱۹۹۸).

# (فصل اول)

(کلیات)

تالاب انزلی یکی از بزرگترین زیستگاه های طبیعی جانوران به حساب می آید اما به دلیل وجود پساب کارخانجات و همچنین رشد بی رویه جلبک آزولا در سطح تالاب ، اکوسیستم آن تغییر کرده و زندگی بسیاری از جانوران تالاب انزلی در خطر است . ضرورت انجام این پروژه کمک به کاهش رشد آزولا و همچنین کاهش پساب کارخانجات موجود در آب تالاب انزلی می باشد که در این فصل به بررسی آن پرداخته شده است .

## ۱-۱بیان مساله:

### ۱-۱-۱تعریف مساله:

یکی از مهمترین مسایل هر اکوسیستم حفظ شرایط زیستی جهت تداوم بقای موجودات زنده آن است .خصوصیات آب تالاب تاثیر مهمی بر محیط زیست آن دارد. تالاب انزلی از منظر آلودگی تاکنون مورد مطالعات فراوانی قرار گرفته است که برخی از آنها روی آب (منوری،۱۳۶۹)و (JICA,۲۰۰٤)و بعضی روی رسوب متمرکز بوده اند.(AminiRanjbar,۱۹۹۸). سرخس آبزی آزولا در چند دهه اخیر مشکلات متعددی را در زیستگاه های آبی شمال کشور و شالیزارها ایجاد کرده است. علیرغم اینکه این گیاه آبزی از جمله گونه های مهاجم مهم در دنیا شناخته می شود، با مدیریت و استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک در زیستگاه های طبیعی، می تواند به عنوان گونه های مفید مورد استفاده قرار گیرد. در مدیریت آزولا آگاهی از مشخصات گیاه از نظر و تکثیر، علل تهاجمی شدن و عوامل کنترل بیولوژیکی این گیاه در منطقه اهمیت بسیار زیادی دارد. در شمال ایران،مهیا بودن شرایط محیطی مناسب از جمله رطوبت بالا، دمای مناسب، عدم وجود دشمنان طبیعی تخصصی سبب گسترش گیاه و تهاجمی شدن آن شده است (فرحپورحقانی،۱۳۹۸).پوشش یکپارچه آزولا در تالاب ها سبب افزایش درجه سمیت و مرگ ماهیان و موجودات دیگر این محدوده می شود و بسیاری از گونه های آبزی با ارزش مانند عدسک آبی[۲]

[۲] lemna spp

, اسپیرودلا [۳] و لاله تالابی [۴] زیستگاه های آبی گیلان و مازندران تحت فشار قرار گرفته اند (Padasht et al.,۲۰۱۵). بر اساس آخرین اطلاعات جمع آوری شده نیمی از جمعیت استان گـیلان یعنـی حـدود یـک میلیـون نفـر در حوضه آبریز تالاب زندگی می کنند. رشد بی رویه بخش صنعت در منطقه موجب گردیده که علاوه بر پسـابهای انسـانی مناطق شهری و روستایی و زباله های که بطور مستقیم و یا شیرابه آنها در تالاب تخلیه می شود، سالیانه نیز حـدود ۲۰ هزار متر مکعب پساب صنعتی وارد تالاب شده که بیشترین حجم این مواد از طریق رودخانـه پیربـازار وارد مـی شـوند . علاوه بر آن آلودگی های زیادی نیز از طریق بندر انزلی وارد اکوسیستم تالابی می شود. در حوضه آبریز تالاب انزلی ۴۰ واحدهای صنعتی بزرگ قرار داشته که پسابهای آنها صدمات جبران ناپذیری را بر تالاب وارد آورده است(ثابت رفتار,۱۳۷۴). استفاده از سرخرطومی آبزی[۵] به عنوان عامل کنترل بیولوژیک، موفقترین روش کنترل آزولا می باشد که به طور وسیع در دنیا مورد استفاده قرار می گیرد (McConnachie, ۲۰۰٤; Pemberton & Bodle,۲۰۰۹; Winston et al ,۲۰۱٤; Hill & Coetzee, ۲۰۱۷).با این وجود در ایران روش های مکانیکی، زراعی و شیمایی برای کنترل آزولا مورد استفاده قرار گرفته است(Padasht et al., ۲۰۱۵). استفاده مناسب از علفکش تماسی پاراکوات و جلوگیری سریع از ورود فاضلاب ها به آبگیرهای شمالی دارای آزولا، عوامل اساسی در کاهش معنی دار رشد این گیاه محسوب می شوند (فیلی زاده ، ۱۳۸۱). به دلیل هزینه بر بودن روش های تضفیه پساب کارخانه و آلودگی شدید تالاب انزلی و تکثیر بی رویه جلبک آزولا در این پروژه سعی شده است ،که از جلبک آزولا به عنوان خود پالاینده یا بیو فیلتر استفاده شود . باتوجه به صرفه اقتصادی و قابلیت اجرا، این پروژه می توان جایگزین روش های فعلی گردد.

[۳] Spirodella spp

[۴] Nelumbo spp

[۵] Coleoptera: Erirhinidae Stenopelmusn rufinasus Gyllenhal

## ۲-۱ اهمیت و ضرورت انجام طرح:

علف هرز آبزی آزولا .Azolla spp از جمله گونه های مهاجم محسوب می شود که در چند دهۀ گذشته مشکلات متعددی را در زیستگاه های آبی شمال کشور ایجاد کرده است. آزولا بومی ایران نیست و پس از ورود به ایران با توجه به شرایط محیطی مناسب منطقه به سرعت تکثیر یافت و پس از حدود چهار دهه به گونه ای مهاجم در منطقه تبدیل شده است که اکوسیستم های آبی شمال کشور را مورد حمله قرار داده است (Delnavaz & Azimi,۲۰۰۹;Sadeghi et al.,۲۰۱۲; Frahpour et al.,۲۰۱٦a).رشد بیش از اندازه این علف هرز آبزی بر روی سطح آب درآبگیرهای شمال کشور و به ویژه تالاب انزلی، موجب تاثیر نامطلوب بر کیفیت آب، کاهش تنوع موجودات جانوری و گیاهی تالاب و همچنین ایجاد مشکل برای شالیکاران منطقه گردیده است. علاوه بر این، موجب رشد انبوه این علف هرز بر روی سطح آب باعث جلوگیری از نفوذ نور به لایه های پایین از سطح آب شده که این عمل مانعی برای رشد گیاهان غوطه ور در تالاب انزلی و در نهایت کاهش تنوع گیاهی و جانوری وابسته به آن گردیده است. از طرف دیگر،به دلیل رشد متراکم این گیاه در روی سطح آب،تبادلات گازی بین سطح و لایه های زیرین آب به حداقل رسیده که همین عمل منجر به کاهش شدید اکسیژن در لایه های مختلف آب و در نهایت مرگ وحذف بعضی از موجودات درون تالاب انزلی شده است.(فیلی زاده ، ۱۳۸۱).با توجه به سطح مناسب چربی در هر دو نوع آزولا می توان از آن در مصارف تغذیه ی دام، طیور و حتی انسان استفاده نمود، هر چند که آزولای وحشی از سطح مناسب تری از چربی برخوردار بود. به علاوه سرعت بالای تکثیر و زمان کوتاه دو برابر شدن آزولا در شرایط آزمایشگاهی این امکان را فراهم می آورد که بتوان مقادیر مناسبی روغن از این سرخس آبزی تهیه نمود (رجبی،وارسته،عصاره،خوانساری،۱۳۹۴).

## ۳-۱ اهداف طرح:

### ۱-۳-۱هدف کلی:

بیوفیلتر تالاب انزلی

### ۲-۳-۱اهداف ویژه( جزئی، اختصاصی):

۱. شناسایی انواع جلبک آزولا و کاربرد های آن

۲. شناسایی شرایط رشد و تکثیر جلبک آزولا

۳. آشنایی با موقعیت و اقلیم تالاب انزلی و علل آلودگی آن

٤. شناسایی کارخانه ها و انواع پساب های آلاینده حوزه تالاب انزلی

٥. شناسایی انواع بیوفیلتر ها و کاربرد های آن

### ۳-۳-۱اهداف کاربردی:

۱. ارائه به سازمان محیط زیست به منظور جلوگیری از الودگی تالاب انزلی

۲. ارائه به کارخانه های الاینده تالاب انزلی به منظور کسب درآمد و بهبود چرخه اقتصادی

۳. عرضه جلبک آزولا به دامداری ها به عنوان خوراک دام

## ۳-۱ سوالات پژوهش:

۱-آیا می توان از پساب کارخانه به عنوان محیط کشت مناسب برای جلبک آزولا استفاده کرد ؟

۲-آیا با این روش تعداد جلبک آزولا در سطح تالاب کاهش می یابد ؟

۳-چه مقدار  از پساب کارخانه با روش مذکور تصفیه می شود ؟

۴- آیا می توان از آزولا به عنوان بیوفیلتر استفاده کرد ؟

## ۴-۱ تعریف واژه ها:

## تعریف نظری:

## ۱-۴-۱گیاه آزولا:

آزولا سرخس شناور آزادی است که معمولاً در آب های آرام و راکد نهرها، تالابها، شالیزارها. از نواحی معتدل گرفته تا نواحی گرمسیری یافت می‌شود. (افتخاری،۱۳۸۰). این گیاه در اصل بومی کشورهای آسیای، آفریقائی و امریکاست که در رودخانه های آرام، قابل انتشار است. (احمدی،۱۳۷۵). این گیاه در مناطقی که توسط آدمی یا جانوران تخریب شده، گیاهی پیشگام است. پراکنش وسیع این گاه در سراسر دنیا، رشد سریع و سایر ویژگی‌های آن، به خصوص قابلیت تثبیت نیتروژن توجه بسیاری از محققین را به سوی آن جلب نموده است (افتخاری،۱۳۸۰). آزولا گیاهی بیگانه (غیربومی) در فلور ایران است. از این رو سعی شده ضمن هدفی آزولا از نظر آرایه شناسی ، پراکنش این گیاه در سطح جهان مورد بررسی قرار گرفته و موارد استفاده از این سرخس آبزی، تأثیر عوامل محیطی بر روی آن و نیز تأثیر این گیاه بر روی محیط به ویژه در اکوسیستم‌های بی کشور ایران مطرح گردد. در خاتمه پیشنهادات لازم در زمینه مدیریت مناسب و کاربرد مفید از گیاه آزولا ارایه می گردد (افتخاری،۱۳۸۰). تاریخچه پیدایش آزولا در روی کرده زمین به یکی از مراحل دورهٔ سنوزوئیک و عصر پلی استرسن سی بیش از دو میلیون سال پیش برمی گردد. از ۴۸ گونه تخمین زده شده این جنس ، فقط ۷ گونه (عده‌ای از دانشمندان

معتقدند ۶ یا ۸ گونه وجود دارد) در حال حاضر موجود است.(افتخاری،۱۳۸۰) و (احمدی،۱۳۷۵) جنس آزولا [۶] از نزدیک سطح دریا تا ارتفاعات ۵۰۰۰ متری یا بیشتر و از شمالی‌ترین بخش دانمارک و آلاسکا، سراسر نواحی استوایی تا جنوب تین بخش Tierra del fuego پراکنده شده است. معمولاً در هر ناحیه ، یک گونه از آزولا یافت می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰). در سال ۱۳۶۳ جهت کشت آن در مزارع برنج، به ایـران آورده شـد. اولـین طـرح تحقیقاتی در کشور تحت عنوان بررسی سازگاری ارقام آزولا با آب و هوای مناطق شالیکاری ایران ارائه شد ( نجفی ، باغستانی ، زند ۱۳۸۸).

### Azolla Caroliniana۱-۴-۱-۱

این گیاه در نیمه شرقی آمریکا، سراسر آمریکای مرکزی و در امتداد جنوب شرقی آمریکا توزیع شده است ولی اغلب با فروندهای نارس Azolla Filiculoides اشتباه گرفته می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰).

### Azolla Filiculoides۱-۴-۱-۲

این گونه در غرب امریکا و کانادا، سراسر آمریکای مرکزی و اکثر نقاط آمریکای جنوبی یافت می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰).

### Azolla mixicana۱-۴-۱-۳

از مراحل غربی تا شرقی، در امتداد رودخانه می سی سی پی در آمریکا، در مکزیک و آمریکای مرکزی یافت می‌شود. در نیمه شمالی آمریکای جنوبی حضور آن گزارش شده ولی تأیید نگردیده است (افتخاری،۱۳۸۰).

### Azolla Microphylla۱-۴-۱-۴

[۶] Azolla

تنها جمعیتی که در جزایر گالاپاگوس یافته شده. توسط Wiggins و Morton در سال۱۹۷۱ مورد تایید قرار گرفته است (افتخاری،۱۳۸۰).

### Azolla Nilotica۱-۴-۱-۵

فقط در آفریقا در جنوبی‌ترین بخش موزامبیک، سراسر شمال حوزه آبی رودخانه نیل تا مردان، و از مراحل فرق در حوزه آبی رودخانه گنگو تا سواحل جنوب غربی یافت می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰).

### Azolla pinnata۱-۴-۱-۶

در شرق و جنوب آسیا، سراسر آسیای استوایی تا شمال استرالیا و در جنوب در آفریقا (ماداگاسکار) یافت می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰) .

### Azolla Rubra۱-۴-۱-۷

فقط در ارتفاعات بالای غرب اقیانوس آرام ، بطور وسیع در ژاپن ، کره استرالیا و نیوزلند یافت می‌شود (افتخاری،۱۳۸۰).

## تعریف عملیاتی:

منظور از آزولا در این پروژه گونه Azolla filiculoides است که در بالا توضیح داده شده است.

## ۲-۴-۱گونه مهاجم:

گونه مهاجم گونه ای است که در خارج از زیستگاه بومی خود گسترش یافته و شرایط محیطی و زیستی ناحیه جدید را تحت تأثیر قرار می دهد (فرحپور حقانی،۱۳۹۸).

## تعریف عملیاتی:

منظور از گونه مهاجم در این پروژه جلبک آزولا است که مورد آزمایش قرار گرفته است.

## ۳-۴-۱تالاب انزلی :

تالاب انزلی، بزرگترین مرداب دریای خزر در ساحل جنوب غربی دریای خزر، در غرب دلتای سفید رود و در جنوب بندرانزلی، در استان گیلان واقع شده و در مختصات جغرافیائی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. محدودهٔ آب آن شامل چهار بخش یا حوضچه آبی به شرح زیر است: تالاب ماهروزه که سابقاً به نام خلیج کپورچال نامیده می شد در بخش غربی؛ تالاب سیاه کشیم در جنوب غربی، تالاب شیجان در بخش شرقی و بخش مرکزی. این چهار بخش از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیائی، مرفولوژیک، فیتواکولوژی و جغرافیائی دارای تفاوت های چشمگیر بوده و سیستم های متفاوتی را ارائه می نمایند (Behrouzirad,۱۹۹۲).

## تعریف عملیاتی :

در این پروژه از نمونه آب تالاب انزلی به عنوان محیط کشت برای جلبک آزولا استفاده شده است .

## ۴-۴-۱آلاینده های تالاب انزلی:

### ۱-۴-۴-۱جامدات معلق

وقتی پساب بدون تصفیه به محیط آبی تخلیه شود جامدات معلق می توانند سبب افزایش ذخیره ی لجن و ایجاد شرایط بی هوازی شوند (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

### ۲-۴-۴-۱مواد آلی قابل تجزیه زیستی

بطور اساسی ترکیب هایی مثل پروتئین ها، کربوهیدراتها، چربی ها و مواد آلی قابل تجزیه زیستی هستند و عمدتا توسط ($BOD_5$) (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی) و یا (COD)(اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) اندازه گیری می شود و اگر بدون تصفیه به محیط زیست تخلیه شوند پایداری زیستی آنها می تواند سبب کاهش اکسیژن یا ایجاد شرایط بی هوازی شود (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

### ۳-۴-۴-۱مواد غذایی

نیتروژن و فسفر همراه با کربن مواد غذایی ضروری برای رشد هستند وقتی که به محیط آبی تخلیه شوند این مواد غذایی می توانند سبب رشد نامطلوب موجودات آبزی شوند و وقتی که به مقدار زیاد در زمین تخلیه شوند می توانند سبب آلودگی آبهای زیر زمینی را فراهم آورند (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

### ۴-۴-۴-۱مواد آلی مقاوم

این مواد در برابر روشهای مرسوم تصفیه پساب مقاومند. نمونه ها عبارتند از : سورفاکتانها، فنل ها و آفت کشها (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

### ۵-۴-۴-۱فلزات سنگین

فلزات سنگین معمولا به پساب فعالیتهای صنعتی اضافه می شوند و اگر پساب مجددا مورد استفاده قرار گیرد، می توان آن را حذف کرد (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

### ۶-۴-۴-۱مواد غیر آلی (محلول)

اجزای غیر آلی مانند کلسیم، سدیم وگوگرد در نتیجه مصرف آب به منابع مصرف شهری افزوده می شوند و در صورتی که بخواهیم پساب را دوباره مصرف کنیم باید این مواد جدا شوند (ثابت رفتار،۱۳۷۴).

## تعریف عملیاتی :

در این پروژه از پساب کارخانه به عنوان محیط کشت جلبک آزولا استفاده شده است .

## ۵-۴-۱مواد آلی:

مواد آلی موجود در آب می‌تواند از منابع گوناگونی چون گیاهان ، جانوران، فاضلابهای خانگی کاملاً تصفیه نشده و فاضلابهای صنعتی ناشی می‌شود (شریعت پنهای،۱۳۷۸).

آبهای سطحی بیشتر از سایر منابع در معرض آلودگی می باشند. در پی بارندگی های کم و یا خصوصاً شدید که باعث حمل ذرات مختلف گیاهی، حیوانی و حتی صنعتی و سمی می‌شود آبها شدیداً آلوده می‌گردند. انسان خود با ریختن آب های آلوده حاصل از زندگی روزمره و صنایع به جریانهای آب باعث آلودگی آنها می‌شود. اغلب آبهای زاید کارخانه های صنایع مختلف بدون توجه، رودخانه‌ها و دریاچه‌های مجاور آن ریخته می‌شوند (غفوری،۱۳۶۷).

مواد آلی در آب از سه منبع سرچشمه میگیرند که عبارتند از:

۱- تجزیه و تخریب مواد آلی طبیعی

۲- فعالیتهای شهری تجاری و صنعتی)، کشاورزی

۳- واکنش هایی که به هنگام تصفیه و انتقال آب اتفاق می افتد.

در این بین مورد اول دارای اهمیت بیشتری است که خود شامل: مواد هیومیک[۷] ، بقایای میکروارگانیسم‌ها، هیدروکربورهای آروماتیک و آلیفاتیک با منشأ نفتی و با وزنهای ملکولی بالا ، میباشد. با اینکه این مواد معمولا بی‌خطر می‌باشند، ولی در پاره‌ای از موارد نظیر وجود متابولیت های بدبوی حاصل از جلبکهای سبز- آبی، (مانند

[۷] Humic Substances

متیل ایزویورنیول [۸]) مزاحم و دردسر آفرین هستند. تعداد معدودی از محصولات نفتی میتوانند دارای اثرات سوء بهداشتی باشند. مواد هیومیک نیز میتوانند بعنوان پیش سازها [۹] در تشکیل تری هالومتان‌ها و دیگر مواد آلی هالوژنه در اثر اکسیده شدن، طی فرایند گندزدایی آب دارای نشق مهمی باشند (حمیلایه،۱۳۷۳).

آلاینده‌های ناشی از فعالیتهای شهری و تجاری شامل مواد موجود در فاضلابهای خانگی، صنعتی، پسابهای کشاورزی، سیلاب های شهری و نشت آبهای مناطق آلوده میباشد. اکثر مواد آلی شناخته شده در آب که دارای اثرات سوء بهداشتی هستند در این گروه قرار می یگرند. این مواد شامل آفت کشها (نظیر کلردان، کریوفوران)، حلالها (همچون تری کلرویننزن و تتراکلرواتیلن)، مواد چربی‌زا از سطح فلزات (مانند تری کلرواتیین و تری کلرواتان) و مواد مورد استفاده در ساخت پلاستیک و مونومرها (نظیر ترکیبات بیفنل پلی کلرینه (PCBs) می‌باشند (ترکیان،۱۳۷۴).

بسیاری از مواد آلی در آب قابل حل بوده و در آبهای طبیعی ممکن است ناشی از منابع طبیعی یا در نتیجه فعالیتهای انسان باشند. اکثر مواد آلی طبیعی ، شکل از تولیدات ناشی از فساد مواد جامد آلی هستند در صورتیکه مواد آلی مصنوعی معمولاً منتج از تخلیه فاضلاب یا عملیات کشاورزی می باشند (ترکیان،۱۳۷۴).

مواد آلی محلول در آب معمولاً به دو دسته وسیع تقسیم می شوند:

۱- مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی

۲- مواد آلی غیر قبل تجزیه بیولوژیکی (دیرپا) (ترکیان،۱۳۷۴)

[۸] Methylisoborneol

[۹] precursors

جدول :۱ آنالیز کیفیت معمول فاضلاب صنایع شیر و لبنیات (یگانه و همکاران ۱۳۹۵)

| پارامتر | واحد | محدوده | مقدار معمول |
|---|---|---|---|
| pH | | 5.3-11.4 | 6 |
| COD | mg/lit | 630-6600 | 3600 |
| BOD5 | mg/lit | 450-4790 | 2500 |
| TSS | mg/lit | 400-7175 | 3000 |
| Oil & Grease | mg/lit | 350-4890 | 1200 |
| SS | mg/lit | 120-2100 | 800 |

## تعریف عملیاتی:

منظور از مواد الی در این پروژه مواد آلی در پساب کارخانه مورد نظر می باشد .

## پساب کارخانه لبنی :

کیفیت و کمیت پساب های صنایع لبنی بسیار متفاوت از دیگر پساب های صنعتی است (Bae,Han&Tak, ۲۰۰۳).پساب های صنایع لبنی به دلیل داشتن میزان بار آلی بالا از آلوده کننده ترین پساب ها به شمار می روند و تصفیه این فاضلاب ها به خاطر بار آلی بالا همواره با مشکل مواجه بوده است و به علت بالا بودن مواد آلی قابل تجزیه، تصفیه بیولوژکی بسیار موثر می باشد(Ali,Hassani&Akbar,۲۰۰۷).

## تعریف عملیاتی :

در این پروژه از پساب کارخانه لبنی به عنوان محیط کشت استفاده شده است.

# (فصل دوم)

(ادبیات و سوابق تحقیق)

تحقیقات گذشته نشان داده است که جلبک آزولا و پساب کارخانه لبنی درتالاب انزلی باعث تغییر اکوسیستم این تالاب شده است . در این فصل کلیه پژوهش ها و روش هایی که تا به امروز برای جلوگیری از رشد آزولا در سطح تالاب و همچنین تصفیه پساب کارخانجات لبنی مورد استفاده قرار گرفته است ، ارایه خواهد شد .

## ۱-۲ادبیات نظری:

با توجه به مشکلات مربوط به تهاجم آزولا به زیستگاه های آبی در دنیا روش های متعددی برای کنترل آزولا مورد آزمایش قرار گرفته است و برخی از این روش ها به عنوان روش های مدیریت آزولا در مزارع یا سطوح کوچک مورد استفاده قرار می گیرند. در برخی از مناطق آزولا برای تغذیهٔ دام و طیور و ماهی های گیاهخوار استفاده می شود(Pluncknet & Lumpkin ,۱۹۸۲; Edwards, ۱۹۷٤).

جمع آوری آزولا با تورهای مخصوص یکی دیگر از روش های کنترل این سرخس آبزی در دنیا است (Hill, ۱۹۹۷) برخی از علفکشهای عمومی مانندگلایفوسیت(Ashton ,۱۹۹۲ )اراکوات و دیکوات (Julien & Axelsen,۱۹۸۸)روغن کروسن به همراه سورفکتانت( Lee & Diatloff, ۱۹۷۹), و علفکش تربوترین (۱۹۹۴ , Wall)در برخی موارد برای کنترل شیمیایی گونه هایA.filiculoides و A.pinnata توصیه شده است.

استفاده از اغلب روش های مذکور مستلزم صرف هزینه های بالایی است که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. همچنین با توجه به سرعت تکثیر آزولا، لایهٔ پاکسازی شده در مدت کوتاهی جایگزین می شود(۱۹۸۲, Pluncknet & Lumpkin.).

کنترل بیولوژیک آزولا اولین بار در سال ۱۹۹۷ در آفریقای جنوبی با رهاسازی سرخرطومی های آبزی[۱۰] انجام شد. این سرخرطومی بومی آمریکای شمالی بوده و رهاسازی آن به وسیلهٔ موسسهٔ تحقیقات گیاهپزشکی و مرکز

[۱۰] S. rufinasus

تحقیقات کشاورزی آفریقای جنوبی[11] انجام شد (Hill et al., ۲۰۰۸; Coetzee et al.,۲۰۱۱; Winston et al., ۲۰۱٤).

در سال ۱۳۹۶ فعالیت این گونه در ایران نیز تائید شد (Farahpour–Haghani et al., ۲۰۱۸).

## ۲-۲تحقیقات پیشین:

در سال ۱۳۸۲ صیادنژاد و امینی رنجبر ترکیبات ارگانوفسفره و ارگانوکلره در گیاه آزولای تالاب انزلی با GC/MC جداسازی و شناسایی کردند. در این پژوهش انان در دو فصل تابستان و پاییز (۱۳۸۰)نمونه های آزولا را از مناطق از پیش تعیین شده از تالاب تهیه کردند سپس ترکیبات ارگانوفسفره و ارگانوکلره از آزولا با استفاده از مخلوط حلال استن- متیلن کلراید و دستگاه سوکسیله استخراج کردند . آنان جداسازی و شناسایی ترکیبات در نمونه های استخراج شده را به ترتیب با دستگاه هایNPD-GC و MS/GC نوع تله یونی و چهار قطبی انجام دادند. مهمترین آلاینده شناسایی شده در این گیاه سم فنیتروتیون بوده که با روش مشاهده یون انتخابی[12] نیز مورد تائید و با دستگاه NPD-GC اندازه گیری شد. آنان به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار سم فنیتروتیون اندازه گیری شده در آزولای نمونه برداری شده در فصل تابستان مربوط به جنوب غربی به میزان۵۹۱ng/g بر اساس وزن تر و کمترین مقدار آن مربوط به شرق تالاب به میزان۳۴۱ng/g بوده است.

در سال ۱۳۸۸ زارع خوش اقبال ، غضبان ، شریفی و خسرو تهرانی تغییرات مکانی کیفیت آب در تالاب انزلی با استفاده از کریجینگ مورد برررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بخش های شیجان و آبکنار به ترتیب دارای بدترین و بهترین کیفیت آب تالاب انزلی هستند و کیفیت آب از غرب به شرق کاهش می یابد.

[11] ARC–PPRI, Agricultural Research Council-Plant Protection Research Institute, Republic of South Africa

[12] SIM

در سال ۱۳۸۹ احمدپور ، پاکدل و سریرچی عبوزاده فرایند تصفیه پساب های صنعتی توسط روش گیاه پالایی مورد بررسی قرار دادند و درباره مزایا و محدودیت های آن بحث کرده اند .

در سال ۱۳۸۹ اکبرزاده و اربابی جهت بررسی پدیده تغذیه گرایی در تالاب انزلی مطالعات میدانی انجام دادند و از نقاط مختلف تالاب انزلی نمونه برداری صورت گرفت . آنان جهت تعیین کیفیت آب تالاب انزلی از لحاظ بار های مواد مغذی و محاسبه میزان ورودی ها به تالاب ، نتایجی که از سنجش پارامتر های نیتروژن کل و فسفر کل از ۲۱ ایستگاه منطقه مورد مطالعه به دست آمده بود را به سیستم اطلاعات جغرافیایی انتقال دادند و از طریق مقایسه با استاندارد های بین المللی ، وضعیت تغذیه گرایی تالاب را مشخص کردند و به این نتیجه رسیدند که چون تالاب پذیرنده بار های بیشتری از مواد مغذی نسبت به سال های گذشته است ، اغلب بخش های تالاب حاوی غلظت بالایی از نیتروژن و فسفر کل است . علاوه بر این بررسی های بیشتر با استفاده از روش پیشنهادی نورنبرگ بر مبنای نیتروژن و فسفر کل نشان داده است که وضعیت فوق مغذی در تمامی نقاط تالاب حاکم می باشد .

در سال ۱۳۹۰ عباس فولادیان ، بهروز علیزاده و دکتر رمضانعلی دیانتی تیلکی میزان رشد و جزئیات جذب نیترات و فسفات از پساب تصفیه شده بیمارستانی بوسیله گیاهان ابزی آزولا ، لمنا مورد بررسی قرار دادند انان در این پژوهش آزولا و لمنا را به طور جداگونه در راکتور چهار قسمتی با جریان سری حاوی پساب تصفیه شده فاضلاب بیمارستانی در شرایط محیط طبیعی کشت دادند و همچنین وزن آزولا و لمنای تکثیر یافته را تعیین کردند و به روش رنگ سنجی مطابق استاندارد میزان فسفات و نیترات را اندازه گیری کردند و به این نتیجه رسیدند که آزولا و لمنا امکان رشد و تکثیر در پساب تصفیه شده بیمارستانی را دارند و میزان فسفات خروجی از راکتور ها کمتر از میزان ورودی است ولی میزان جذب نیترات ناچیز بوده است .

در سال ۱۳۹۱دیانتی تیلکی ،یوسفی،یزدانی چراتی و بلارک جذب فنل از محلول های آبی توسط گیاه آزولای خشک شده شده را مورد بررسی قرار دادند . ابتدا آزولا را جمع آوری کرده و سپس ازولای جمع آوری شده را خشک و با الک دانه بندی کردند. به این نتیجه رسیدند که با افزایش زمان تماس و دوز جاذب ، میزان جذب افزایش می یابد ولی بعد از ۱۵۰دقیقه و میزان جاذب ۱ گرم ،میزان جذب ثابت می ماند همچنین با افزایش pH و غلظت اولیه فنل میزان جذب کاهش می یابد.

در سال ۱۳۹۴رجبی اسلامی ، وارسته موخر، عصاره و خوانساری ترکیبات و ارزش غذایی آزولا (Azolla filiculoides)وحشی و پرورشی را مقایسه کردند. ابتدا نمونه های آزولا را پس از جمع آوری در آکواریوم های حاوی محیط کشت مناسب پرورش دادند سپس روغن را از هر دو نوع آزولا به روش فولچ[۱۳] استخراج کردند و به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنا داری در میزان درصد اسید های چرب اشباع ،اسید های چرب غیر اشباع با یک پیوند دو گانه و اسید های چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه بین آزولای وحشی و پرورشی وجود ندارد . ولی مقدار اسید پالمتیک، اسید مارگاریک،اسید سیس-اولئیک،اسید لینولئیک و اسید آلفا -لینولنیک در آزولای وحشی به شکل معناداری بالاتر از آزولای پرورشی بوده است . در مقابل میزان اسید لیگنوسریک در آزولای پرورشی بیشتر از آزولای وحشی بوده است .

در سال ۱۳۹۸ فرحپور مقاله ای درباره کنترل بیولوژیک آزولا در ایران و چالش ها و ظرفیت های موجود درباره این راه کنترل منتشر کرد .

[۱۳] Folch

# (فصل سوم)

(روش اجرای طرح)

با توجه اطلاعات جمع آوری شده، جهت تصفیه فاضلاب کارخانه به روش بیوفیلترآزولا در گام نخست و پس از شناسایی محیط کشت مناسب آزولا برای این اقدام،آزولا در این محیط ،کشت داده شد که با توجه به نسبتا مشکل بودن انتقال پساب کارخانه و آب تالاب می بایست نمونه در ابعاد کوچک تر و در شرایط آزمایشگاهی با امکانات ویژه این اقدام صورت می گرفت. پس از رشد آزولا،بخشی از آن را درمحیط حاوی پساب کارخانه، و بخشی دیگر را در محیط حاوی آب تالاب انزلی قرار داده و عملکرد آن را مورد بررسی قرار داده شد.

## ۱-۳مواد و وسایل مورد نیاز:

۱. پتری دیش
۲. دستگاه ژرمیناتور
۳. دستگاه آون
٤. دستگاه شیکر ارلن
٥. دستگاه سانتریفیوژ
٦. دستگاه اسپکتروفتومتر
**۷.** کاغذن واتمن

## مواد مورد نیاز:

۱. جلبک آزولا
۲. آب تالاب انزلی
۳. اب تالاب انزلی
٤. چربی شیر
٥. کود گیاهی

٦. آب مقطر

٧. کلروفرم

٨. نیترات پتاسیم

## ۲-۳روش انجام تحقیق:

- فاز اول : جمع آوری اطلاعات
- فاز دوم : تهیه مواد و لوازم
- فاز سوم : کشت آزولا در محیط کشت های مختلف
- فاز چهارم : شبیه سازی پساب کارخانه لبنی و افزودن ان به محیط کشت
- فاز پنجم: بررسی میزان رشد و تصفیه پساب کارخانه توسط جلبک آزولا
- فاز ششم : جمع بندی نتایج آزمایش و مقایسه نتایج
- فازهفتم : تحلیل داده ها

## ۳-۳ابزار گرد آوری اطلاعات:

- مشاهدات
- اسناد
- اینترنت و مقالات

## ۳-۴ مواد:

| لوازم | نوع/ ویژگی | مقدار |
|---|---|---|
| پتری دیش | قطر ۱۰ سانتی متر و حجم ۸۰ میلی لیتر | ۴ عدد |
| دستگاه ژرمیناتور | جهت حفظ دما ، رطوبت و نور | ۱عدد |
| دستگاه آون | جهت استریل کردن وسایل (در این آزمایش جهت خشک کردن آزوال استفاده شده است) | ۱عدد |
| دستگاه شیکر ارلن | جهت همزن ارلن در دور مشخص استفاده می شود | ۱عدد |
| دستگاه سانتریفیوژ | جهت جداسازی مواد | ۱عدد |
| دستگاه اسپکتروفتومتر | جهت اندازه گیری جذب | ۱عدد |
| کاغذن واتمن | جهت جداسازی مواد | ۱ عدد |

- **جدول شماره۱- مواد مورد**

| ماده | نوع/ ویژگی | مقدار |
|---|---|---|
| جلبک آزولا | آزولای فیلیکولویدس | ۲۰۰عدد |
| آب تالاب انزلی | سالم | ۶۰ میلی لیتر |
| اب تالاب انزلی | آلوده | ۶۰ میلی لیتر |
| چربی | شیر | ۱۰میلی لیتر |
| کود گیاهی | مایع | ۱۰۰ میلی لیتر |
| آب | مقطر | ۵۰۰ میلی لیتر |
| کلروفرم | - | ۱۰ میلی لیتر |
| نیترات | پتاسیم | ۱۰ میلی لیتر |

**جدول شماره۲- وسایل مورد استفاده**

## ۳-۴ روش اجرای طرح

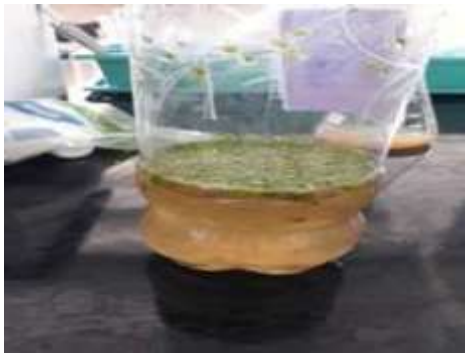
### ۱-۴-۳فاز اول:(جمع آوری اطلاعات)

جمع آوری اطلاعات درباره ی آزولا و ویژگی های آن همچنین وجود پساب در آب تالاب انزلی صورت گرفت و اطلاعات به دست آمده جمع بندی گردید .

### ۲-۴-۳فاز دوم :(تهیه مواد و لوازم)

در گام بعدی مواد و لوازم مورد نیاز جهت انجام آزمایش و همچنین جلبک آزولا و نمونه های آب تالاب انزلی تهیه و به آزمایشگاه منتقل شدند.

تصویر شماره۱- نمونه های جمع آوری شده از تالاب



تصویر شماره۲– جلبک خریداری شده

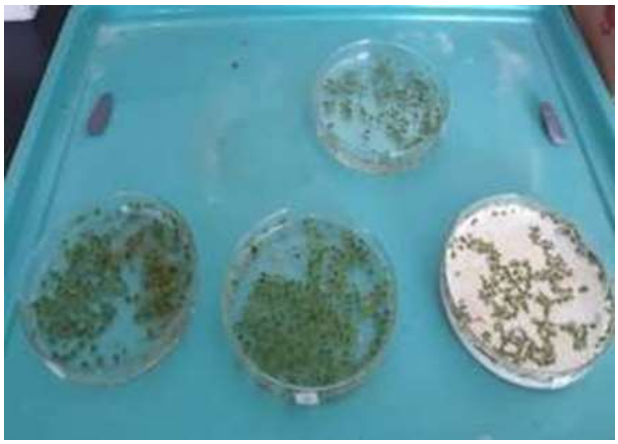
تصویر شماره۳– شست و شوی جلبک

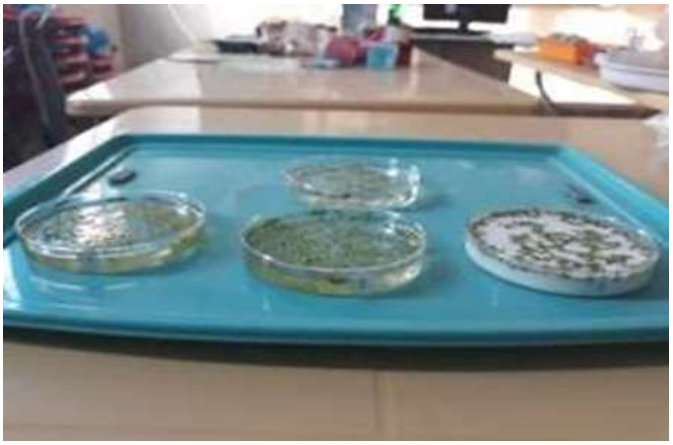
## ۳-۴-۳فاز سوم: (کشت آزولا در محیط کشت های مختلف)

ابتدا ۴ پتری دیش به قطر ۱۰ سانتی متر تهیه شد .و در پتری شماره۱ به مقدار۸۰ میلی لیتر آب تالاب انزلی سالم و در پتری شماره ۲ به مقدار ۸۰ میلی لیتر آب تالاب انزلی الوده ریخته شد . سپس در هر یک از پتری به مقدار۲ گرم جلبک آزولا اضافه شد. در پتری شماره ۴ نیز آزولا در شرایط معمولی کشت داده شد . دوره ی نوری برای تمام پتری ها ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم گردید و نور لازم توسط لامپ های فلورسنت با شدت ۱۰۰ میلی متر مربع بر ثانیه فراهم شد .

| | | |
|---|---|---|
| پتری دیش اول | ۸۰ سی سی آب سالم تالاب انزلی | ۲ گرم جلبک آزولا |
| پتری دیش دوم | ۸۰ سی سی آب الوده تالاب انزلی | ۲ گرم جلبک آزولا |
| پتری دیش سوم | ۸۰ سی سی پساب کارخانه | ۲ گرم جلبک آزولا |
| پتری دیش چهارم | ۸۰ سی سی آب مقطر | ۲ گرم جلبک آزولا |

جدول شماره۳- کشت آزولا در محیط کشت های مختلف





تصویر شماره۴-آماده سازی محیط ها

## ۳-۴-۴فاز چهارم : (شبیه سازی پساب کارخانه لبنی )

به دلیل عدم دسترسی به پساب کارخانه در این پروژه پساب کارخانه شبیه سازی شده است .برای تولید پسماند ابتدا حدود ۶۰ میلی لیتر شیر، در ۴ لوله فالکن ریخته شد و با دور ۳۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفیوژ قرار گرفتند. طی این عمل چربی شیر جدا می شود و به میزان ۵۰۰ppm به پتری دیش پساب کارخانه اضافه شد . برای تولید تولید نیترات از نیترات پتاسیم و آب دوبار تقطیر استفاده شد . ابتدا محلول ۱ مولار آن را تهیه کرده و حدود ۵۰۰ppm از آن در پتری دیش پساب کارخانه ریخته شد.

تصویر شماره۵- قرار دادن نمونه ها در دستگاه سانتریفیوژ

تصویر شماره۶- جداسازی چرپی شیر

## ۳-۴-۵ فاز پنجم: (بررسی میزان رشد و تصفیه پساب کارخانه توسط جلبک آزولا)

پس از افزودن ۲ گرم آزولا به هر یک از پتری دیش ها میزان رشد آزولا در هر یک از پتری دیش ها مورد بررسی قرار گرفت .پس از افزودن آزولا به پتری دیشی که در آن پساب کارخانه به عنوان محیط کشت استفاده می شد، پساب باقی مانده مورد بررسی قرار گرفت .

تصویر شماره۷ –کشت آزولا در پساب

## ۶-۴-۳فاز ششم: (جمع بندی نتایج آزمایش و مقایسه نتایج)

بعد از ۲۱ روز بیشترین رشد ابتدا در ظرف حاوی پسماند و بعد در ظرف حاوی آب آلوده مشاهده شد . سپس در ظرف آب سالم و کمترین میزان در نمونه شاهد که حاوی مواد مغذی کمتری بود مشاهده شد .ظرف حاوی پسماند مواد لبنی مستعد رشد قارچ بود و مراقبت های لازم جهت عدم تشکیل قارچ انجام گرفت.نمونه ها از نظر میزان رشد و مشخصات ظاهری مورد بررسی قرار گرفتند . نتایج مشاهدات در جدول زیر مشخص شدند.

| نمونه / مشخصات | درصد رشد | تغییر رنگ برگ ها | وضعیت ریشه ها | رشد قارچ |
|---|---|---|---|---|
| نمونه ۱ | ۴۱/۱۸ | کم | سالم | - |
| نمونه۲ | ۲۳/۰۸ | کم | سالم | - |
| نمونه ۳ | ۵۴/۵۵ | کم | سالم | کم(کنترل شد) |
| نمونه ۴ | -۴۲/۸ | زیاد | از بین رفته | - |

جدول شماره ۴- اندازه گیری درصد رشد نمونه ها و تغییرات آن ها

تصویر شماره۸- مقایسه نمونه موجود در ظرف ۳و ٤

پس از گذشت زمان مورد نظر آزولا با کاغذ واتمن۴۲ جدا شد و غلظت نیترات به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج۲۷۵nm(در محدوده UV )اندازه گیری شد و ظرفیت جاذب در جذب نیترات با استفاده از معادله النگمویر و فرندلیچ محاسبه شد .

q= مقدار جذب بر حسب میلی گرم بر گرم

$$q = \frac{C_0 - C_e}{m} \times v$$

$C_0$-غلظت اولیه بر حسب میلی گرم بر لیتر

$C_e$ =غلظت ثانویه بر حسب میلی گرم بر لیتر

معادله۱- معادله النگمویر و فرندلیچ

m = جرم جاذب بر حسب گرم

v =حجم محلول بر حسب لیتر

جهت تعیین درصد راندمان جذب نیترات توسط آزولا از فرمول زیر استفاده شد .

$$E_{Q=} \frac{C_0 - C_e}{m} \times 100$$

معادله۲- معادله درصد راندمان

به منظور استخراج چربی از روش (Bligh and Dyer, ۱۹۵۹) استفاده شد . ۱۰۰ میلی گرم نمونه جلبک خشک شده را برداشته و ۳ میلی لیتر محلول متانول /کلروفرم با نسبت ۱:۲ اضافه کرده و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد هم زده شد . سوسپانسیون به مدت ۳ دقیقه با سرعت rpm ۲۰۰۰ سانتریفوژ گردیده ، الیه کلروفرمی جدا شده(که حاوی چربی خالص است) و به درون لوله آزمایش منتقل شدند . در مرحله آخر لوله های آزمایش به مدت ۲ ساعت درون آون با دمای ۸۰ درجه قرار گرفت تا کلروفرم تبخیر شود . لوله های ازمایش دوباره توزین شدند و درصد چربی زیست توده محاسبه گردید .

تصویر شماره۹-اندازه گیری وزن

تصویر شماره۱۰- اندازه گیری متانول - کلروفوم

تصویر شماره۱۱- اضافه کردن به آزولا

تصویر شماره۱۲- همزدن به وسیله شیکر ارلن

تصویر شماره۱۳- سانتریفیوژ نمونه مورد نظر

تصویر شماره۱۴-خشک کردن در آون

با توجه به توضیحات داده شده میزان چربی در روز اول و روز بیست و یکم اندازه گیری شد و نتایج به دست آمده در جدول شماره ۳ قرار داده شد.

| نمونه ۳ | نمونه / اندازه گیری میزان چربی |
|---|---|
| ۴۵/۳ | روز اول |
| ۵/۳۱ | روز بیست و یکم |

جدول شماره۵: اندازه گیری میزان چربی در روز اول و بیست و یکم

با توجه به توضیحات داده شده میزان نیترات در روز اول و روز بیست و یکم اندازه گیری شد و نتایج به دست آمده در جدول شماره ۴ قرار داده شد.

| نمونه ۳ | نمونه / مقدار جذب نیترات |
|---|---|
| ۲۰/۶۲ | روز اول |
| ۲/۴۶ | روز بیست و یکم |

جدول شماره۶- اندازه گیری میزان نیترات در روز اول و بیست و یکم

درصد راندمان جذب نیترات توسط آزولا تعیین شد و به شرح زیر می باشد .

| نمونه ۳ | نمونه /درصد راندمان جذب سطحی نیترات |
|---|---|
| ۵۹/۷۲٪ | روز اول |
| ۹۵/۱۹٪ | روز بیست و یکم |

جدول شماره ۷-اندازه گیری درصد راندمان جذب سطحی نیترات در روز اول و بیست و یکم

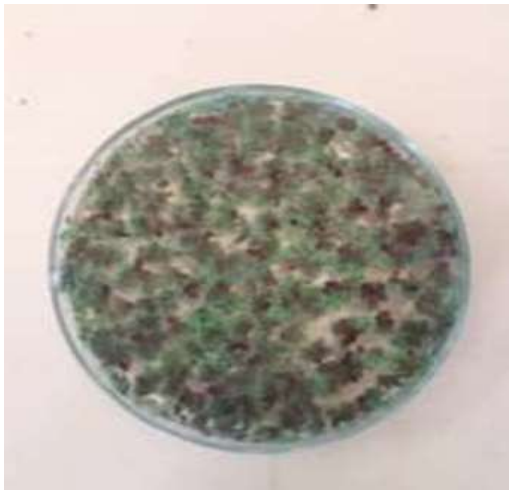
پس از کاشت آزولا در پساب تصفیه شده ، میزان رشد آزولا با نمونه قبل مقایسه گردید و نتایج به دست آمده به شرح زیر می باشد .

| نمونه / مشخصات | درصد رشد | تغییر رنگ برگ ها | وضعیت ریشه ها | رشد قارچ |
|---|---|---|---|---|
| نمونه شاهد | ۴۴/۴۵ | کم | سالم | - |
| نمونه پساب | -۶۱/۲۹ | زیاد | از بین رفته | - |

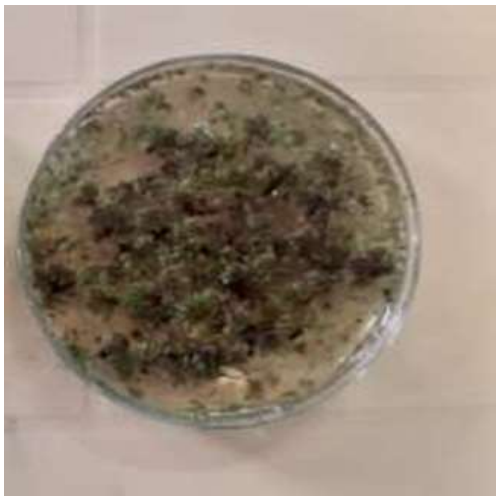
جدول شماره ۸- اندازه گیری درصد رشد آزولا در پساب تصفیه شده و نمونه شاهد

تصویر شماره۱۵-قرار دادن محیط های کشت در ژرمیناتور

تصویر شماره۱۶-تنظیم دستگاه ژرمیناتور



تصویر شماره۱۷-شاهد



تصویر شماره۱۸ - آزولا در پساب تصفیه شده

## روش جمع آوری اطلاعات:

در این پروژه با مراجعه به مقالات ، اطلاعات لازم نخست برای آشنایی بیش تر باموادموجود در پساب و نحوه رشد آزولا و محیط کشت مناسب  برای پرورش آن جمع آوری گردید  و پس از آن به گرد آوری اطلاعات لازم برای شناسایی قابلیت بیو فیلتری آزولا در تصفیه پساب کارخانه لبنی پرداخته شد.سپس برای تکمیل اطلاعات به دست آمده جهت اطمینان حاصل کردن ، با کارشناسان متخصص و صاحب نظر در این حوزه مصاحبه انجام شد .

# (فصل چهارم )

(نتایج و بحث)

در این فصل نتایج به دست آمده از آزمایش انجام شده در جداول و نمودارها مشخص شده است و به تحلیل هر یک از این جداول و نمودار ها پرداخته شده است .

## ۱-۴بیان مشاهدات ( نتایج):

بنابر آزمایشات انجام شده و نتایج به دست آمده که در جداول شماره(۹)و(۱۰) و(۱۱)و(۱۲)و(۱۳) نشان داده شده است،جلبک آبزی آزولا قابلیت رشد در پساب کارخانه صنایع لبنی و علاوه بر آن تصفیه و جذب نیترات و چربی پساب را دارا می باشد. با توجه به تغییرات حاصله در مدت ۲۱ روز میزان نیترات و چربی پساب کارخانه بعد از کشت آزولا همچنین میزان رشد آزولا در پساب تصفیه شده به طرز چشمگیری کاهش یافته است.

| نمونه / مشخصات | درصد رشد | تغییر رنگ برگ ها | وضعیت ریشه ها | رشد قارچ |
|---|---|---|---|---|
| آب تالاب انزلی آلوده | ۴۱/۱۸ | کم | سالم | - |
| آب تالاب انزلی سالم | ۲۳/۰۸ | کم | سالم | - |
| پساب | ۵۴/۵۵ | کم | سالم | کم(کنترل شد) |
| نمونه شاهد | -۴۲/۸ | زیاد | از بین رفته | - |

جدول شماره۹- اندازه گیری درصد رشد نمونه ها و تغییرات آن ها

| **نمونه / اندازه گیری میزان چربی** | **نمونه ۳** |
|---|---|
| روز اول | ۴۵/۳ |
| روز بیست و یکم | ۵/۳۱ |

جدول شماره۱۰- اندازه گیری میزان جذب چربی در مدت ۲۱ روز

| نمونه / مقدار جذب نیترات | نمونه ۳ |
|---|---|
| روز اول | ۲۰/۶۲ |
| روز بیست و یکم | ۲/۴۶ |

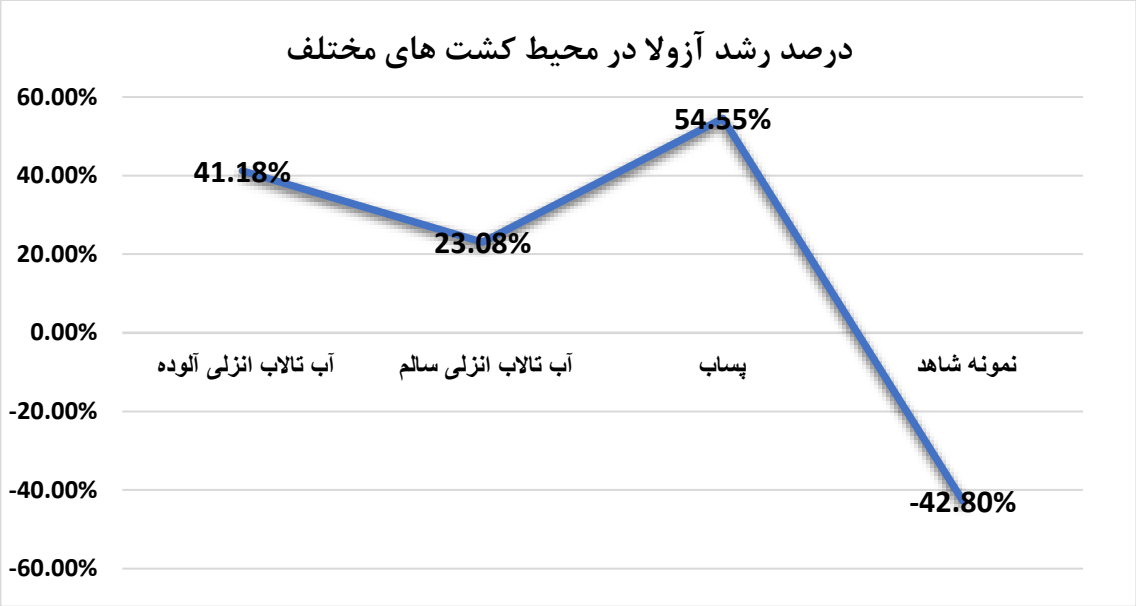
جدول شماره۱۱-اندازه گیری میزان جذب نیترات در مدت ۲۱ روز

| نمونه /درصد راندمان جذب سطحی نیترات | نمونه ۳ |
|---|---|
| روز اول | ۵۹/۷۲٪ |
| روز بیست و یکم | ۹۵/۱۹٪ |

جدول شماره۱۲-اندازه گیری درصد راندمان جذب نیترات در مدت ۲۱

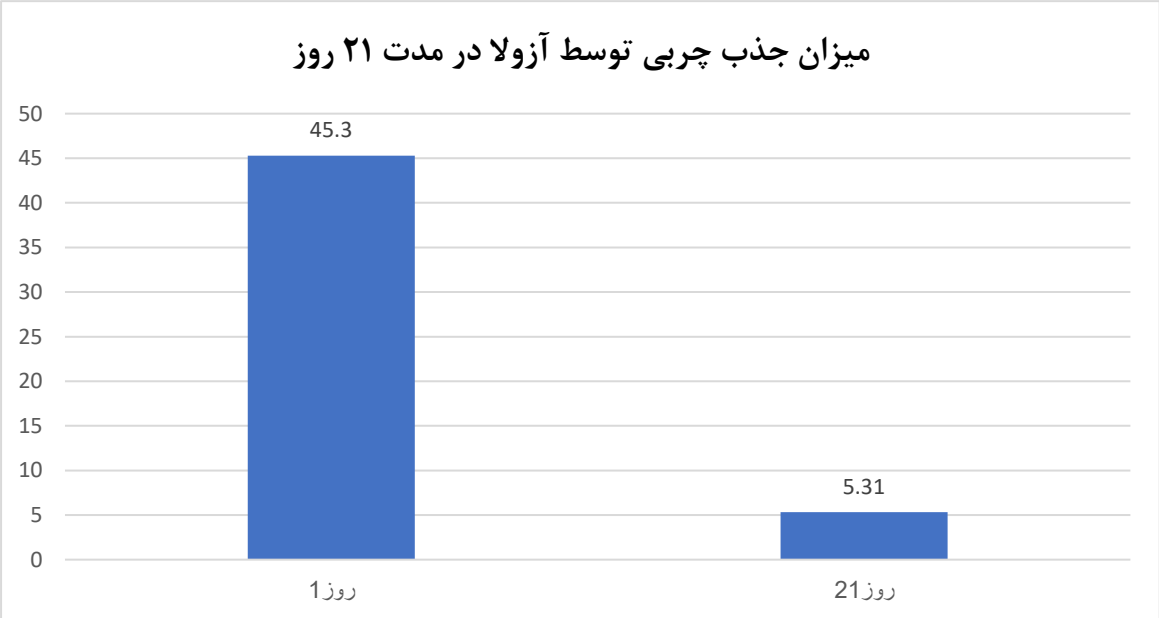
| نمونه / مشخصات | درصد رشد | تغییر رنگ برگ ها | وضعیت ریشه ها | رشد قارچ |
|---|---|---|---|---|
| نمونه شاهد | ۴۴/۴۵ | کم | سالم | - |
| نمونه پساب | -۶۱/۲۹ | زیاد | از بین رفته | - |

جدول شماره۱۳- اندازه گیری درصد رشد آزولا در نمونه شاهد و پساب



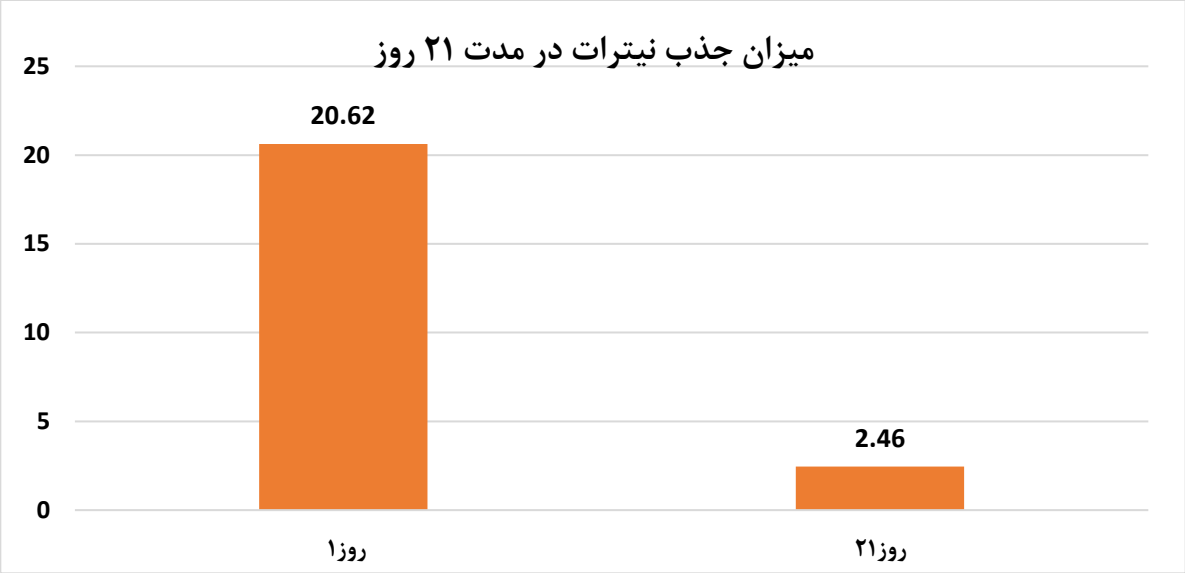

نمودار شماره ۱: مقایسه درصد رشد آزولا در محیط کشت های مختلف

با توجه به یافته ها موجود در جدول شماره ۹، نمودار شماره ۱ترسیم شد . نمودار شماره ۱ بیانگر این است درصد رشد آزولا در پساب ۵۴/۵۵ بوده است که این بیشترین درصد رشد نسبت به سایر نمونه ها می باشد. علاوه بر آن درصد رشد آزولا در نمونه شاهد ۴۲/۸۰- بوده است که این میزان کمترین درصد رشد نسبت به سایر نمودار ها می باشد .



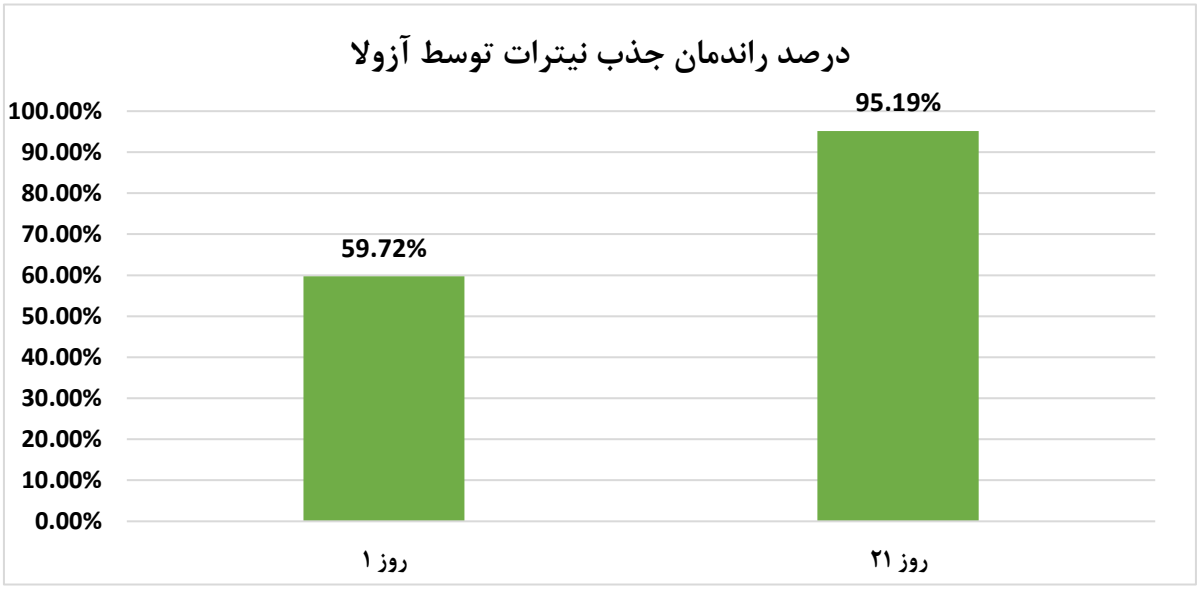

نمودار شماره ۲: -مقایسه میزان جذب چربی در نمونه های مختلف

با توجه به یافته ها موجود در جدول شماره۱۰، نمودار شماره ۲ ترسیم شد . نمودار شماره۲ بیانگر این است که میزان چربی در روز ۱ ۴۵/۳ بوده است که این میزان پس از کشت آزولا و در مدت ۲۱ روز کاهش یافته و به مقدار ۵/۳۱ رسیده است . پس می توان نتیجه گرفت که آزولا توانایی آنالیز چربی را دارا می باشد .



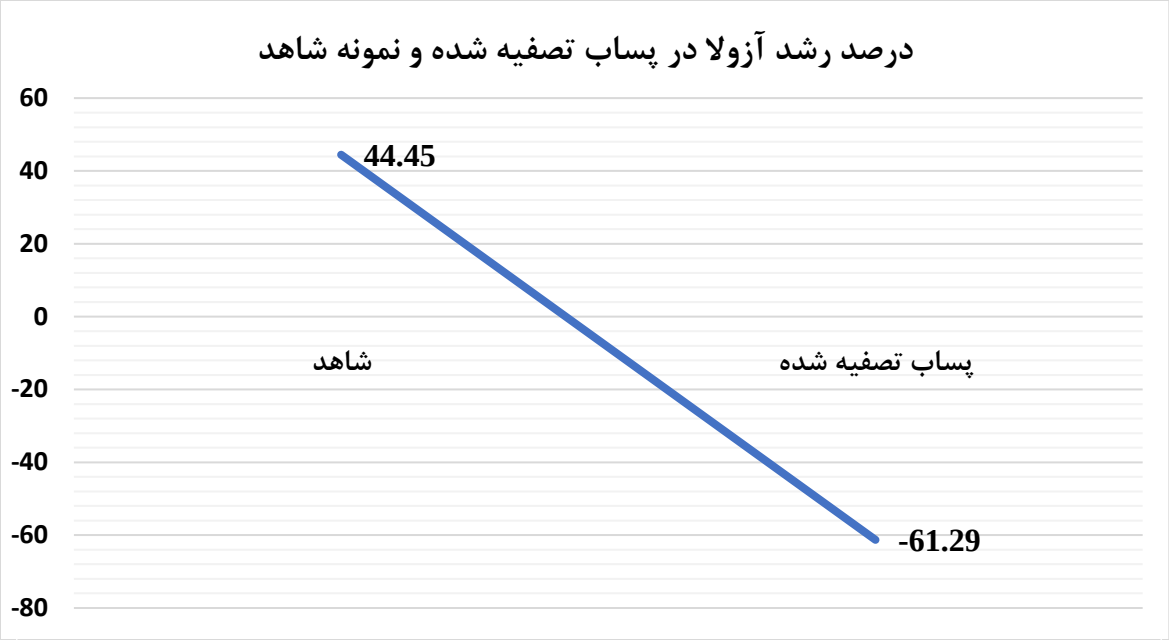

نمودار شماره ۳: -مقایسه میزان جذب نیترات در مدت ۲۱ روز

با توجه به یافته ها موجود در جدول شماره۱۱، نمودار شماره ۳ ترسیم شد . نمودار شماره۳ بیانگر این است که میزان نیترات در روز ۱ ۲۰/۶۲ بوده است که این میزان پس از کشت آزولا و در مدت زمان ۲۱ به طرز چشمگیری کاهش یافته و به مقدار ۲/۴۶ رسیده است. با توجه نتایج به دست آمده ازولا قابلیت آنالیز نیترات را دارا می باشد .



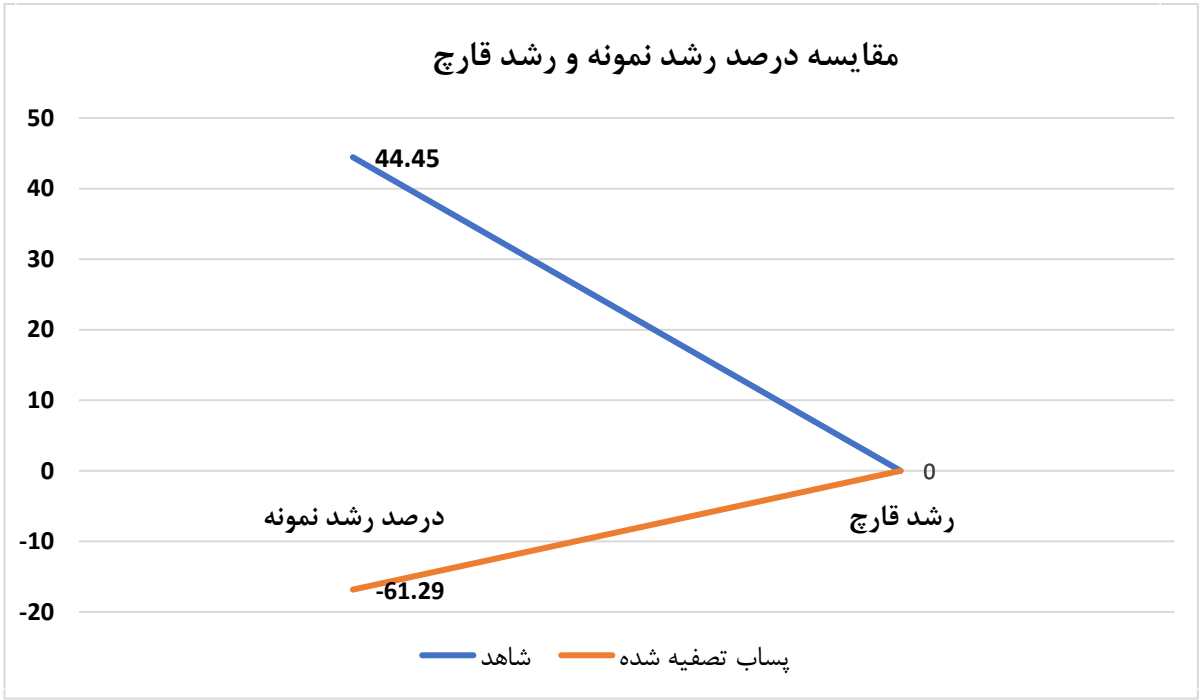

نمودار شماره ۴: مقایسه درصد راندمان جذب نیترات توسط آزولا

با توجه به یافته های موجود در جدول شماره ۱۲، نمودار شماره ۴ ترسیم شد. نمودار شماره ۴ بیانگر این است که درصد راندمان جذب نیترات توسط آزولا در مدت ۲۱ روز افزایش یافته و به درصد ۹۵/۱۹ رسیده است.




نمودار شماره۵- مقایسه درصد رشد آزولا در پساب تصفیه شده و نمونه شاهد

با توجه به یافته های موجود در جدول شماره ۱۳، نمودار شماره ۵ ترسیم شد. نمودار شماره ۵ بیانگر این است که درصد رشد آزولا در نمونه شاهد ۴۴/۴۵ بوده است.بعد از اضافه کردن پساب تصفیه شده به نمونه آب تالاب انزلی سالم ، درصد رشد آزولا به طرز چشمگیری کاهش یافته و به درصد ۶۱/۲۹- رسیده است.




نمودارشماره۶ - مقایسه درصد رشد نمونه و رشد قارچ

با توجه به یافته های موجود در جدول شماره۱۳، نمودار شماره ۶ ترسیم شد. این نمودار بیانگیر این است که پس از مقایسه درصد رشد آزولا در پساب تصفیه شده و نمونه شاهد مشخص شد که علاوه بر نزولی بودن رشد آزولا در پساب تصفیه شده ، رشد قارچ در پساب تصفیه شده پس از تصفیه و جذب چربی و نیترات توسط آزولا که به عنوان منابع غذایی استفاده شده اند، کنترل[۳۹] شده است.

## ۲-۴تجزیه و تحلیل داده ها (بحث):

مطابق آنچه مشاهده شد در این آزمایش پس از کشت آزولا در محیط کشت های مخلف ، درصد رشد آزولا در هر یک از پتری دیش ها مورد بررسی قرار گرفت و نتایج به دست آمده در جدول شماره (۹) قرار داده شد. با توجه به جدول شماره (۹) درصد رشد آزولا در پتری دیش حاوی پساب ،نسبت به سایر پتری دیش ها بیشتر و همچنین کمترین درصد رشد آزولا مربوط به نمونه شاهد بوده است. علاوه بر آن بیشترین تغییر رنگ برگ مربوط به نمونه شاهد بوده و ریشه آزولا در این محیط کشت از بین رفته است .پس از قرارگیری آزولا در محیط کشت حاوی پساب ، میزان نیترات و چربی توسط آزولا تصفیه شد و نتایج به دست آمده در جداول (۱۰) و (۱۱) و (۱۲) مشخص شدند. با توجه به جدول شماره (۱۰) میزان چربی پساب پیش از کشت آزولا ۴۵/۳mg/gبوده است که این میزان با کشت آزولا پس از گذشت ۲۱ روز به میزان ۵/۳۱mg /g کاهش یافته است. در نتیجه می توان گفت که آزولا قابلیت جذب چربی را دارا می باشد همچنین بنابر نتایج مشخص شده در جدول شماره (۱۱) پس از کشت آزولا در پساب کارخانه میزان نیترات که در روز ۱ ۲۰/۶۲mg/g بوده که این میزان نیترات در مدت ۲۱ روز به مقدار ۲/۴۶mg/gرسیده است. علاوه بر موارد گفته شده با توجه به نتایج به دست آمده در جدول شماره (۱۲) و نمودار شماره (۴) درصد راندمان جذب نیترات پس از کشت آزولا افزایش یافته و به درصد ۹۵.۱۹ رسیده است . با توجه به جدول شماره (۱۳) و نمودار شماره (۵) پس از کشت آزولا در پساب تصفیه شده و مقایسه آن با نمونه شاهد ،می توان دریافت که درصد رشد آزولا کاهش یافته به درصد ۶۱/۲۹- رسیده است.با توجه به نمودار شماره (۶) پس از مقایسه درصد رشد آزولا در پساب تصفیه شده و نمونه شاهد مشخص شد که علاوه بر نزولی بودن رشد آزولا در پساب تصفیه شده ، رشد قارچ در پساب تصفیه شده پس از تصفیه و جذب چربی و نیترات توسط آزولا که به عنوان منابع غذایی استفاده شده اند، کنترل شده است.لذا بیوفیلتر پیشنهادی می تواند علاوه بر کاهش تکثیر و رشد آزولا در سطح تالاب انزلی ، آلودگی های قارچی را به مقدار چشمگیری کاهش یابد. در نتیجه با توجه به نتایج مشخص شده می توان این جلبک آبزی توانایی جذب نیترات و چربی را دارا می باشد. در

نتیجه می توان در خروجی پساب کارخانه های لبنی حوزچه های پرورش آزولا تعبیه گردد تا پساب خارج شده در نهایت فاقد مواد مغذی جهت تکثیر جلبک آزولا باشد. همچنین کارخانه های لبنی با توجه به مزایای ذکر شده در خصوص جلبک آزولا می توان این جلبک آبزی را برداشت کرده و درآمد زایی جانبی برای کارخانه داشته باشند. در نتیجه به علت کاهش یافتن مواد مغذی مورد نظر رشد آزولا ، به مرور میزان آزولا در سطح تالاب کاهش می یابد و وضعیت اکولوژیکی تالاب به حالت اولیه باز می گردد.

# ( فصل پنجم)

(جمع بندی)

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده ، سوالات پژوهش پاسخ داده شد .

## ۱-۵نتیجه گیری:

### ۱-۱-۵سوال شماره ۱ :

آیا می توان از پساب کارخانه به عنوان محیط کشت مناسب برای جلبک آزولا استفاده کرد ؟

بله ، با توجه به جدول شماره ۹ و نمودار شماره ۱ درصد رشد آزولا در پساب کارخانه لبنی ۵۴/۵۵ بوده است که بیشترین میزان رشد در مقایسه با دیگر نمونه ها به شمار می آید . علاوه بر آن ریشه جلبک آزولا در این محیط کشت سالم باقی مانده و میزان تغییر رنگ کم بوده است.

### ۲-۱-۵سوال شماره ۲ :

آیا با این روش تعداد جلبک آزولا در سطح تالاب کاهش می یابد ؟

بله ، با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره ۱۳ و نمودارهای شماره ۵و۶ درصد میزان رشد آزولا در نمونه شاهد ۴۴/۴۵ بوده است که بعد از اضافه کردن پساب تصفیه شده به آب تالاب انزلی سالم و مقایسه آن با نمونه شاهد درصد میزان رشد به طرز چشمگیری کاهش یافته و به میزان ۶۱/۲۹- رسیده است همچنین هیچ یک از نمونه ها مستعد رشد قارچ نبوده است .در نتیجه می توان گفت تعداد جلبک آزولا با این روش در سطح تالاب انزلی کاهش می یابد.

### ۳-۱-۵سوال شماره ۳:

-چه مقدار از پساب کارخانه با روش مذکور تصفیه می شود ؟

با توجه به نتایج به دست آمده در جداول ۱۰و۱۱و۱۲ نمودار های ۲و۳و۴ کاهش میزان نیترات و چربی موجود در نمونه های آزمایشی را نشان می دهد. بنابر جدول شماره (۱۰) میزان چربی پساب پیش از کشت آزولا ۴۵/۳mg/gبوده است که این میزان با کشت آزولا پس از گذشت ۲۱ روز به میزان ۵/۳۱mg/g کاهش یافته است در نتیجه می توان گفت که آزولا قابلیت جذب چربی را دارا می باشد همچنین بنابر نتایج مشخص شده در جدول شماره (۱۱) پس از کشت آزولا در پساب کارخانه ،میزان نیترات که در روز ۱ ۲۰/۶۲mg/g بوده ، در مدت ۲۱ روز به مقدار ۲/۴۶mg/gرسیده است. از این رو می توان نتیجه گرفت که جلبک آزولا توانایی فیلتراسیون پساب کارخانه لبنی را دارا می باشد.

**۴-۱-۵سوال شماره ۴ :**

-آیا می توان از آزولا به عنوان بیوفیلتر تالاب استفاده کرد؟

بله ، با توجه به یافته های جداول شماره۱۱و۱۲و۱۳ و بررسی یافته ها در نمودار های ۴و۵و۶،میزان نیرات و چربی پساب کارخانه لبنی پس از کشت آزولا کاهش یافته و همچنین درصد رشد آزولا در نمونه شاهد ۴۴/۴۵ بوده است و این میزان رشد در پساب تصفیه شده به درصد ۶۱/۲۹- رسیده است. پس می توان نتیجه گرفت از آزولا می توان به عنوان بیوفیلتر تالاب انزلی استفاده کرد.

**۲-۵پیشنهادات:**

- انجام ازمایش با پساب حقیقی کارخانه
- انجام آزمایش با نمونه آب از مناطق مختلف تالاب
- افزایش بازه زمانی
- آنالیز تخصصی تر پالایش پساب توسط جلبک آزولا

- بررسی روند تصفیه پساب در مقیاس وسیع تر

**۳-۵محدودیت ها:**

- با توجه به شرایط موجود،برداشت نمونه آب از نقاط مختلف تالاب امکان پذیر نبود .
- به علت مسائل متعدد مربوط به قوانین صنایع لبنی تهیه پساب از کارخانه های حوزه تالاب امکان پذیر نبود .
- محدودیت زمانی

**۴-۵منابع:**


۱. احمدی، حمید(۱۳۷۵).گذری بر سیمای پناهگاه حیات وحش سکله، پایان نامه کارشناسی مهندسی محیط زیست.

۲. افتخاری، طاهره(۱۳۸۰).گیاه آزولا و اثر آن بر روی اکوسیستم آبی ایران،مجله محیط زیست، شماره۶۹.

۳. بابایی، ه. خداپرست، ح(۱۳۹۰) .تعیین میزان تجمع فلزات سنگین، در آب، رسوب و گیاهان ماکروفیتی تالاب انزلی. پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. بندر انزلی.

٤. ترکیان، ایوب(۱۳۷۴).مهندسی محیط زیست، انتشارات کنکاش.

٥. ثابت رفتار، کریم(۱۳۷۴). طرح حفاظت و بازسازی تالاب انزلی، دانشگاه گیلان، معاونت پژوهشی.

٦. حمیلایه،مریم(۱۳۷۳).ارزیابی کارایی صافی های جاذب در خدمت بقایای آلاینده‌ها از آب آشامیدنی در نقطه مصرف، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. رجبی اسلامی ه ، وارسته مؤخر گ ، عصاره ر و خوانساری م(۱۳۹۴) . مقایسه ترکیبات و ارزش غذایی آزولا(Azolla filiculoides) وحشی و پرورشی . توسعه آبزی پروری ،سال۹،شماره۲.

۸. زبردست،لعبت،جعفری،حمیدرضا(۱۳۹۰) ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائهٔ راه حل مدیریتی،محیط شناسی ،شماره ۵۷

۹. شریعت پنهای، محمد(۱۳۷۴). اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۱۰. غفوری، محمد رضا(۱۳۶۷).آب شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۷۰۰.

۱۱. فرحپور،آتوسا(۱۳۹۸). کنترل بیولوژیک آزولا در ایران : چالش ها و ظرفیت های موجود ، مهار زیستی در گیاه پزشکی ،دوره ۷،شماره۱.

۱۲. فیلی زاده،یوسف(۱۳۸۱). بررسی اکولوژیکی رشد بیش از اندازه آزولا در تالاب انزلی وچگونگی کنترل آن. منابع طبیعی ایران ،دوره۵۵.

۱۳. منوری،م(۱۳۶۹).بررسی اکولوژیک تالاب انزلی، نشر گیلکان، چاپ اول.

۱٤. نجفی ،حسین ، باغستانی ، محمد علی و اسنکدر ، زند (۱۳۸۸). بیولوژی و مدیریت علف های هرز .

۱۵. یگانه ،ج، ناظمی ، س، عشایری ،ع ، عالی ،ر ، هاشم زاده ، ب (۱۳۹۵) بهینه سازی فرآیند تصفیه فاضلاب صنایع شیر و لبنیات به روش SBR با استفاده از کمک منعقدکننده آهک با تاکید بر کاهش زمان هوادهی

16. Ali T, Hasani AH, Akbar R.۲۰۰۷. Performance evaluation of wastewater treatment plants Tabriz Sahand range of dairy products and solutions to fix it.

17. Amini Ranjbar.Gh ،۱۹۹۸ ،Heavy Metal Concentration in Surficial Sediments from Anzali Wetland ،Iran ،water ،air ،soil pollution۱۰۴ .

١٨. Ashton, P.J. ١٩٩٢. Azolla infestations in South Africa: History of the introduction, scope of the problem and prospects for management. Water quality information sheet. Pretoria, South Africa: Department of Water Affairs and Forestry.

١٩. Axelsen, S. & Julian, C. ١٩٨٨. Weed control in small dams. Part II control of Salvinia, Azolla and of water hyacinth. Queensland Agricultural Journal, ١١٤(٥): ٢٩١–٢٩٨.

٢٠. Bae T-H, Han S-S, Tak T-M.٢٠٠٣. Membrane sequencing batch reactor system for the treatment of dairy industry wastewater.

٢١. Behrouzirad,B. ١٩٩٢. On the Movement of Greater Flamingo in

٢٢. Coetzee, J.A., M.P. Hill, M.J. Byrne & Bownes, A. ٢٠١١. A review of the biological control programmes on Eichhornia crassipes (C. Mart.) Solms (Pontederiaceae), Salvinia molesta DS Mitch. (Salviniaceae), Pistia stratiotes L.(Araceae), Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc. (Haloragaceae) and Azolla filiculoides Lamarck(Azollaceae) in South Africa. African Entomology, ١٩(٢): ٤٥١-٤٦٨

٢٣. Delnavaz Hashemloian B. & Ataei Azimi A. ٢٠٠٩. Alien & exotic Azolla in northern Iran. African Journal of Biotechnology, ٨ (٢): ١٨٧–١٩٠.

٢٤. Diatloff, G. & Lee, A.N. ١٩٧٩. A new approach for control of Azolla filiculoides. Proceedings of the ٧th Asian– Pacific Weed Science Society Conference, Sydney, Australia, ٢٥٣–٢٥٥

٢٥. Edwards, D.J. ١٩٧٤. Weed preference and growth of young grass carp in New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, ٨(٢): ٣٤١–٣٥٠

٢٦. FAO. ١٩٩٢. Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. FAO. Available in: www.fao.org.

٢٧. Farahpour–Haghani, A., Hassanpour, M., Alinia, F., Nouri Ganbalani, G. & Razmjou, J. ٢٠١٨b. Cataclysta lemnata Linnaeus, ١٧٥٨ (Lepidoptera: Crambidae) expanded its host range feeding on invasive aquatic ferns, species of Azolla Lamarck, ١٧٨٣ (Hydropteridales: Azollaceae): fitness factors & costs. Aquatic Insects, ٤٠(١): ١–٢٢.

٢٨. Farahpour–Haghani, A., Jalaeian, M. & Landry, B. ٢٠١٦a. Diasemiopsis ramburialis (Duponchel) (Lepidoptera, Pyralidae sl, Spilomelinae) in Iran: first record for the country & first host plant report on water fern (Azolla filiculoides Lam., Azollaceae). Nota lepidopterologica, ٣٩(١): ١–١١.

٢٩. Hill, M.P. & Coetzee, J. ٢٠١٧. The biological control of aquatic weeds in South Africa: Current status and future challenges. Bothalia–African Biodiversity and Conservation, ٤٧(٢)

٣٠. Hill, M.P. ١٩٩٧. The potential for the biological control of the floating aquatic fern, Azolla filiculoides Lamarck (red water fern/rooivaring) in South Africa. WRC

٣١. Hill, M.P., McConnachie, A.J. & Byrne, M.J. ٢٠٠٨. Azolla filiculoides Lamarck (Pteridophyta: Azollaceae) control in South Africa: a ١٠–year review.

Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds, ٥٦٦–٥٦٨. CAB International.

٣٢. JICA ،٢٠٠٤ ،The Study on Integrated Management for Ecosystem Conservation of the Anzali Wetland. Nippon Koei Co ،Ltd.

٣٣. Lumpkin, T. A. & Plucknett, D. L. ١٩٨٢. Azolla as a green manure: use & management in crop production. Westview Press.

٣٤. McConnachie, A.J. ٢٠٠٤. Post release evaluation of Stenopelmus Rufinasus Gyllenhal (Coleoptera: Curcilionidae): a natural enemy released against the red water fern, Azolla filiculoids Lamarck (Azollaceae) in South Africa. PhD thesis, Rhodes University

٣٥. Mohamad–Sharifi, M. ٢٠٠١. A field guide for rice weed in Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). (In Persian with English summary)

٣٦. Padasht–Dehkaii, F., Tajadoditalab, K., Hosseini– Chaleshtare, M., Rabiei, M., Sharafi, N., Shokrivahed, H., Alizadeh, M. R., Alinia, F., Omrani, M., Kavosi, M., Majidi–Shilsar, F., Nahvi, M., Yazdani, M. R., Afshar, A. H., Seydi, D., Alijani, M., Mohamadi, M & Naseri–Malki, Z. ٢٠١٥. Paddy rice cultivation guide. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). In Persian

٣٧. Pemberton, R.W. & Bodle, J.M. ٢٠٠٩. Native north American Azolla weevil, Stenopelmus rufinasus (Coleoptera: Curculionidae), uses the invasive old world Azolla pinnata as a host plant. Florida Entomologist, ٩٢(١)

٣٨. Sadeghi, R., R. Zarkami, K. Sabetraftar & Van Damme, P. ٢٠١٢. Application of classification trees to model the distribution pattern of a new exotic species Azolla filiculoides (Lamarck) at Selkeh Wildlife Refuge, Anzali wetl&, Iran. Ecological Modelling, ٢٤٣: ٨–١٧.

٣٩. Sela, M., Garty, J. & Tel-Or, E. ١٩٨٩. The accumulation and effect of heavy metal on the water fern Azolla filiculoides. New Phytologist, ١١٢

٤٠. Wall, H. ١٩٩٤. Water Facts–Control of Azolla (Red Water Fern). Queensland, Australia: Rural Water Advisory Services, Department of Natural Resources

٤١. Winston, R. L., Schwarzländer, M., Hinz, H. L., Day, M. D., Cock, M. J. & Julien, M. H. ٢٠١٤. Biological control of weeds: a world catalogue of agents & their target weeds. (Ed. ٥).