



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم تحقیقات و فناوری



دانشگاه اراک

دانشکده علوم پایه

کارشناسی ارشد زیست شناسی (فیزیولوژی گیاهی)

بررسی دو گونه *Aegilops* و *Alyssum longistylum* *Columnaris Zhuk* به عنوان گیاه پالا برای پساب اراک

پژوهشگر

رقیه نوروزی نوده

استاد راهنما

دکتر میترا نوری

استاد راهنما

دکتر مجید مهدیه نجف آبادی

زمستان ۹۱

حمد و ثنا بر یگانه بی‌همتایی که درخت، به ربنای قنوتش بلند می‌شود

و قامت موج، در برابرش می‌شکند و سر تعظیم بر دریا می‌-

کوبد.

پروردگارا

تا چراغ هدایت تو روشن است مگذار گمراه بمانم

و تا خزانه پایان ناپذیر تو از عطایا و مواهب سرشار است

محتاجم مگردان

و تا سایه رحمت تو بر سرم گسترده است

مرا از طغیان و عصیان بازدار.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که بهارم با وجود آن‌ها سرسبز می‌شود و زمینم به عشق گام‌های آن‌ها می‌چرخد.
آنان که وجودشان برایم همه مهر، توانشان رفت تا من توانی یابم، مویشان سفید
گشت تا رویم سپید بماند و آنان که راستی قامت در شکستگی قامتشان تجلی
یافت.

تشکر و قدردانی

" ستایشگر معلمی هستم که به من اندیشیدن را آموخت نه اندیشه ها را "

در مسیر انجام این پروژه و در گذر روزهای به یادماندنی شاگردی استادان بسیار
خوب و شایسته‌ام سرکار خانم دکتر میترا نوری و دکتر مجید مهدیه نجف آبادی
مجموعه‌ای از برترین ارزش‌های علمی و اخلاقی را فرا گرفتم که به پاس تمامی
آموخته‌هایم تا همیشه قدردان و سپاس‌گذار آن‌ها خواهم بود و از خداوند یگانه
بهترین‌ها را برای‌شان خواستارم. در پایان ارج می‌نهم تمامی دوستان خوبم سیده
سعیده موسوی، زهرا نعمتی، زهرا احمدی، نسرين رباط میلی، لیلا حسینی شم
آبادی و آسیه حسینی را که در این مدت مهربانانه در کنارم بودند و نهایت سپاسم
را تقدیم می‌دارم به همراهان همیشگی خانواده عزیز و دوست داشتنی‌ام.

بررسی دو گونه *Alyssum longistylum* L. و *Aegilops Columnaris Zhuk* به عنوان

گیاه پالا برای پساب اراک

با توجه به محدود بودن منابع آب، رشد بی‌رویه جمعیت و گسترش صنایع و کشاورزی، استفاده از آب‌های بازیافتی امری ضروری است. اعضای جنس *Aegilops* گیاهانی علوفه‌ایی هستند که به دلیل شباهت به گندم خوراکی و مقاوم بودن به تنش‌های زیستی و غیر زیستی در به نژادی گندم اهمیت و کاربرد دارند. برخی اعضای جنس *Alyssum* نیز از جمله گیاهان دارویی هستند. این پژوهش به بررسی قابلیت گونه‌های *Alyssum longistylum* L. و *Aegilops columnaris Zhuk* در پالایش پساب شهر اراک به منظور استفاده از پساب در کشت گیاهان دارویی و زراعی می‌پردازد. نگهداری و آبیاری نمونه‌های هم سن برداشت شده از مزرعه از گونه‌های مورد مطالعه با سه تیمار آب مقطر، آب شرب و پساب خروجی شهر اراک، در ده تکرار و در شرایط یکسان به مدت دو هفته انجام شد. پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی در همه نمونه‌های شاهد و تحت تیمار هر دو گونه اندازه‌گیری و بررسی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز گردیدند. نتایج نشان داد آبیاری با پساب به دلیل داشتن املاح زیاد سبب افزایش بیوماس و حاصلخیزی خاک می‌شود. اما کاهش درصد محتوای آب بخش هوایی و ریشه و همچنین کاهش کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدهای گیاهان تحت تیمار پساب در مقایسه با شاهد مشاهده گردید که به کلروز، نکروز و ریزش برگ‌ها می‌انجامد. مقایسهٔ فلاونوئیدهای برگ تغییر در تعداد و نوع فلاونوئیدهای برگ گیاهان تحت تیمار نسبت به شاهد را نشان داد. افزایش عناصر سدیم، پتاسیم، کلر و کلسیم بخش هوایی و ریشه در نمونه‌های تحت تیمار پساب از هر دو گونه نسبت به شاهد نشان دهندهٔ جذب آنها از محیط است. تصور می‌شود ایجاد تغییرات فیتوشیمیایی، واکنش دفاعی گیاه در برابر استرس فیزیولوژیک ناشی از ترکیبات پساب باشد.

کلمات کلیدی: *Alyssum longistylum* *Aegilops columnaris*، گیاه پالایی، پساب.

فهرست مطالب

صفحه	عناوین
	فصل اول: مقدمه
۱	۱-۱ کلیات و اهداف تحقیق
۳	۱-۱-۱ معرفی گیاهان مورد مطالعه
۳	۱-۲-۱ ویژگی‌های سیستماتیک و مورفولوژیکی جنس <i>Aegilops</i>
۴	۲-۲-۱ ویژگی‌های سیستماتیک و مورفولوژیکی گونه دم عقربی <i>Aegilops columnaris</i>
۵	۳-۱ ویژگی‌های سیستماتیک و مورفولوژیکی جنس <i>Alyssum</i>
۶	۱-۳-۱ ویژگی‌های سیستماتیک و مورفولوژیکی گونه <i>Alyssum longistylum</i> L.
۷	۴-۱ آب و اهمیت آن
۷	۱-۴-۱ وضعیت آب در شهر اراک
۸	۵-۱ پساب
۹	۶-۱ خصوصیات پساب
۹	۱-۶-۱ خصوصیات غیر زیستی پساب
۱۵	۲-۶-۱ خصوصیات زیستی پساب

۱۶	۷-۱ پساب و استفاده مجدد از آن
۱۹	۱-۷-۱ استفاده مجدد از پساب
۱۹	۲-۷-۱ تاریخچه استفاده مجدد از پساب در جهان
۲۰	۸-۱ تاریخچه استفاده مجدد از پساب در ایران
	۹-۱ گیاه پالایی (Phytoremediation)
۲۱	
	۱۰-۱ مکانیسم‌های دفاعی گیاهی در برابر تنش‌ها
۲۲	
	۱-۱۰-۱ پرولین
۲۲	
	۲-۱۰-۱ کربوهیدرات‌ها
۲۴	
	۳-۱۰-۱ مکانیسم دفاع آنزیمی در برابر تنش‌ها
۲۵	
	۴-۱۰-۱ فلاونوئیدها
۲۷	

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۳۰	۱-۲ تهیه و شناسایی گیاهان دم عقربی <i>Aegilops columnaris</i> Zhuk و قَدومه <i>Alyssum longistylum</i> L.
۳۱	۲-۲ رویش بذر
۳۱	۱-۲-۲ کشت، نگهداری و تیمار گیاهان

- ۳۱ ۳-۲ اندازه‌گیری پارامترهای رشد در گیاهان شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۲ ۱-۳-۲ اندازه‌گیری محتوای آب برگ و ریشه
- ۳۳ ۴-۲ اندازه‌گیری میزان کلروفیل برگ نمونه‌های شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه به روش اسپکتروفتومتری
- ۳۳ ۵-۲ اندازه‌گیری میزان کاروتنوئید نمونه‌های شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۴ ۶-۲ اندازه‌گیری میزان اسید آمینه پرولین نمونه‌های شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه
- ۳۵ ۷-۲ اندازه‌گیری کربوهیدرات کل نمونه‌های شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۶ ۸-۲ اندازه‌گیری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۶ ۱-۸-۲ تهیه عصاره آنزیمی
- ۳۶ ۲-۸-۲ سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)
- ۳۷ ۹-۲ اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم نمونه‌های شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۸ ۱-۹-۲ اندازه‌گیری پتاسیم به روش فلیم‌فتومتری
- ۳۸ ۲-۹-۲ اندازه‌گیری سدیم به روش فلیم‌فتومتری
- ۳۹ ۱۰-۲ اندازه‌گیری عنصر کلسیم در ریشه و برگ شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۳۹ ۱-۱۰-۲ استخراج و تهیه عصاره گیاهی
- ۴۰ ۲-۱۰-۲ اندازه‌گیری عنصر کلر در ریشه و برگ گیاه

- ۴۰ ۱۱-۲ بررسی و شناسایی فلاونوئیدهای گیاهان شاهد و تحت تیمار با روش‌های کروماتوگرافی کاغذی دو بعدی و لایه نازک
- ۴۰ ۱-۱۱-۲ تهیه عصاره از گیاهان
- ۴۱ ۲-۱۱-۲ کروماتوگرافی کاغذی دو بعدی (2-DPC) Two-Dimensional Paper Chromatography
- ۴۳ ۳-۱۱-۲ هیدرولیز اسیدی و شناسایی فلاونوئیدها به روش کروماتوگرافی لایه نازک TLC
- ۴۴ ۱۲-۲ آنالیز نتایج
- فصل سوم: نتایج**
- ۴۶ ۱-۳ نتایج مطالعات مورفو-آناتومی دو گونه *Alyssum* و *Aegilops columnaris longistylum*
- ۴۶ ۱-۱-۳ نتایج نمونه برداری و تأیید گونه *Aegilops columnaris*
- ۴۷ ۲-۱-۳ نتایج نمونه برداری و تأیید گونه *Alyssum longistylum*
- ۴۸ ۳-۱-۳ نتایج مطالعات مورفولوژیکی (مقایسه شکل ظاهری گیاهان تحت تیمار پساب و شاهد)
- ۴۸ ۲-۳ نتایج آزمایش‌های آب و خاک
- ۴۹ ۳-۳ نتایج مطالعات پارامترهای رشد گیاهان شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه
- ۵۲ ۴-۳ نتایج مطالعات پارامترهای فیتوشیمیایی گیاهان شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه

۵۳ ۵-۳ نتایج مطالعات حاصل از اندازه‌گیری برخی عناصر در ریشه و بخش هوایی گیاهان شاهد و تحت تیمار گونه‌های مورد مطالعه

۵۸ ۶-۳ نتایج مطالعات فلاونوئیدها در گیاهان شاهد و تحت تیمار در گونه‌های مورد مطالعه

۵۸ ۱-۶-۳ نتایج کروماتوگرافی کاغذی دو بعدی نزولی 2-DPC

۵۸ ۲-۶-۳ نتایج کروماتوگرافی لایه نازک (Thin Layer Chromatography)

فصل چهارم: بحث

۶۵ ۱-۴ بحث مطالعات مورفو-آناتومی در گونه‌های مورد مطالعه

۶۷ ۲-۴ اثر پساب بر pH، هدایت الکتریکی و عناصر موجود در خاک

۷۱ ۳-۴ بحث مطالعات رویش بذرهاى گونه‌های مورد مطالعه

۷۴ ۴-۴ بحث مطالعات پارامترهای رشد در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۸۰ ۵-۴ بحث مطالعات رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۸۵ ۶-۴ بحث مطالعات پرولین در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۸۹ ۷-۴ بحث مطالعات کربوهیدرات کل در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۹۲ ۸-۴ بحث مطالعات فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۹۵ ۹-۴ بحث مطالعات عناصر سدیم، پتاسیم، کلر و کلسیم در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه

۹۸	۱۰-۴ بحث مطالعات فلاونوئیدها در گیاهان شاهد و تحت تیمار مورد مطالعه
۱۰۱	نتیجه گیری کلی
۱۰۲	پیشنهادات
۱۰۴	پیوست‌ها
۱۱۹	منابع

فهرست جداول

۴	جدول ۱-۱ فهرست گونه‌ها و واریته‌های جنس <i>Aegilops columnaris</i>
۳۱	جدول ۱-۲ انواع محیط کشت جهت مطالعه رویش بذرها
۳۲	جدول ۲-۲ پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی مورد استفاده در بررسی نمونه‌های شاهد و تحت تیمار پساب
۴۸	جدول ۱-۳ نتایج آزمایش آب و پساب مورد استفاده در کشت
۴۸	جدول ۲-۳ نتایج آزمایش خاک مورد استفاده در کشت
۴۹	جدول ۳-۳ نتایج مقایسه رویش بذر گونه‌های مورد مطالعه
۵۰	جدول ۴-۳ داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد در گیاهان شاهد و تحت تیمار پساب مورد مطالعه

- ۵۴ جدول ۳-۵ داده‌های حاصل از مطالعات فیتوشیمیایی گیاهان شاهد و تحت تیمار پساب در نمونه‌های مورد مطالعه
- ۵۶ جدول ۳-۶ داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عناصر Na، Ca، K و Cl در بخش هوایی و ریشه گیاهان شاهد و تحت تیمار پساب مورد مطالعه
- ۵۹ جدول ۳-۷ نتایج کروماتوگرافی دو بعدی نزولی (DPC-2) نمونه‌های مورد مطالعه
- ۶۰ جدول ۳-۸ داده‌های فیزیکی حاصل از کروماتوگرافی لایه نازک عصاره‌های برگ در نمونه‌های شاهد و تحت تیمار پساب
- ۶۲ جدول ۳-۹ داده‌های حاصل از مطالعات فلاونوئیدهای برگ در نمونه‌های شاهد و تحت تیمار با استفاده از روش‌های کروماتوگرافی کاغذی دو بعدی و لایه نازک در نمونه‌های مورد مطالعه
- ۶۳ جدول ۳-۱۰ ضریب همبستگی بین داده‌های آماری در گونه *Aegilops columnaris* تحت تیمار پساب در مقایسه با شاهد به روش پیرسون با استفاده از نرم افزار SPSS
- ۶۴ جدول ۳-۱۱ ضریب همبستگی بین داده‌های آماری در گونه *Alyssum longistylum* تحت تیمار پساب در مقایسه با شاهد به روش پیرسون با استفاده از نرم افزار SPSS
- ۱۰۷ پیوست ۷- جدول آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش پیرسون (1-tailed)
- ۱۰۸ پیوست ۸- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش پیرسون (2-tailed)
- ۱۰۹ پیوست ۹- جدول آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه

- ۱۱۰ پیوست ۱۰- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Alyssum longistylum* به روش پیرسون (1-tailed)
- ۱۱۱ پیوست ۱۱- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Alyssum longistylum* به روش پیرسون (2-tailed)
- ۱۱۲ پیوست ۱۲- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش اسپیرمن (1-tailed)
- ۱۱۳ پیوست ۱۳- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش اسپیرمن (2-tailed)
- ۱۱۴ پیوست ۱۴- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Alyssum longistylum* به روش اسپیرمن (1-tailed)
- ۱۱۵ پیوست ۱۵- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Alyssum longistylum* به روش اسپیرمن (2-tailed)
- ۱۱۶ پیوست ۱۶- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش کندال (1-tailed)
- ۱۱۷ پیوست ۱۷- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Aegilops columnaris* به روش کندال (2-tailed)
- ۱۱۸ پیوست ۱۸- آنالیز آماری داده‌های حاصل از مطالعه پارامترهای رشد و فیتوشیمیایی گونه *Alyssum longistylum* به روش کندال (1-tailed)

Alyssum longistylum به روش کندال (2-tailed)

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ کلید شناسایی فلاونوئیدها مطابق روش Markham ۴۲
- شکل ۱-۳ نمایش پراکندگی گونه *Aegilops columnaris* در ایران ۴۸
- شکل ۲-۳ نمایش پراکندگی گونه *Alyssum longistylum* در ایران ۴۸
- شکل ۳-۳ نمایش برگ‌های طبیعی در گیاه شاهد و دچار کلروز و نکروز شده تحت تیمار پساب ۴۸
در گونه *Aegilops columnaris*
- شکل ۴-۳ نمایش برگ‌های طبیعی در گیاه شاهد و دچار کلروز تحت تیمار پساب در گونه ۴۸
Alyssum longistylum
- شکل ۵-۳ مقایسه پارامترهای رشد مورد مطالعه در نمونه‌های شاهد و تحت تیمار در گونه‌های ۵۱
Alyssum longistylum و *Aegilops columnaris*
- شکل ۶-۳ نمایش مقایسه مقادیر پارامترهای کلروفیل، پرولین، کربوهیدرات و آنزیم کاتالاز در ۵۵
نمونه‌های شاهد و تحت تیمار پساب در دو گونه *Alyssum* و *Aegilops columnaris*
longistylum
- شکل ۷-۳ نمایش مقایسه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عناصر در ریشه و بخش هوایی در ۵۷
نمونه‌های شاهد و تحت تیمار پساب در گونه *Aegilops columnaris*
- شکل ۸-۳ نمایش مقایسه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری عناصر در ریشه و بخش هوایی نمونه- ۵۷

های شاهد و تحت تیمار گونه *Alyssum longistylum*

شکل ۳-۹ شکل کروماتوگرام‌های دو بعدی عصاره برگ نمونه‌های شاهد و تحت تیمار دو گونه
مورد مطالعه در حلال‌های BAW و استیک اسید ۱۵ درصد

۵۹

شکل ۳-۱۰ نمایش کروماتوگرام‌های TLC در حلال BAW برای استانداردها و نمونه‌های شاهد
مزرعه‌ایی در دو گونه *Alyssum longistylum* و *Aegilops columnaris*

۶۱

شکل ۳-۱۱ نمایش کروماتوگرام‌های TLC در حلال BAW برای استانداردها و نمونه‌های شاهد
و تحت تیمار پساب در دو گونه *Alyssum longistylum* و *Aegilops columnaris*

۶۱

فصل اول

۱-۱ کلیات و اهداف تحقیق

با توجه به محدود بودن منابع آب و رشد بی‌رویه جمعیت و گسترش صنایع و کشاورزی، استفاده از آب‌های بازیافتی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. پساب‌ها یکی از عوامل آلاینده محیط زیست می‌باشند که لازم است آن‌ها را به طریق بهداشتی جمع‌آوری، تصفیه و مجدداً به گردش آب در طبیعت بازگرداند. لذا در راستای اجرای تدابیری در جهت توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به خصوص در بخش کشاورزی کشور، استفاده مجدد از پساب‌های صنعتی، شهری و روستایی می‌تواند به عنوان منابع آب مطمئن مورد توجه قرار گیرد تا نه تنها کسری از میزان کمبود آب کشاورزی را جبران نماید، بلکه از اثرات سوء تخلیه بی‌رویه پساب و خسارت وارده آن به محیط زیست نیز جلوگیری به عمل آید. یکی از ابعاد تصفیه پساب، که امروزه مورد توجه قرار گرفته است تصفیه بیولوژیکی می‌باشد. استفاده از گیاهان در تصفیه پساب‌ها به خصوص پساب‌های شهری و صنعتی که حاوی فلزات سنگین هستند به شدت مورد توجه قرار گرفته است. از آنجا که گیاهان می‌توانند در سطح وسیعی رشد کرده و با هزینه کمتری نسبت به سایر روش‌های تصفیه بیولوژیکی، فلزات سمی را جذب کرده و بر خلاف سیستم‌های مصنوعی ضروری برای محیط زیست ندارند، بسیار مقرون به صرفه هستند. در این خصوص باید محدودیت‌ها و استانداردهای استفاده از این روش از جمله مراقبت و رسیدگی به گیاهان و دفع بقایای گیاهی حاوی مواد سمی پس از استفاده در سیستم تصفیه، مورد توجه قرار گیرد. گیاهان علوفه‌ای نقش عمده‌ای در تغذیه دام دارند. با این وجود در اکثر کشورهای جهان پژوهش و پیشرفت در امر تولید و مدیریت این گیاهان در مقایسه با تلاش و توجیهی که با سایر محصولات می‌شود اندک است. در کشور ما با توجه به کمبود مراتع غنی و فشار دام بر آن‌ها، بررسی و مطالعه پیرامون کشت این محصولات اهمیت ویژه‌ای دارد. اعضای جنس *Aegilops* گیاهانی علوفه‌ای هستند که برخی از گونه‌ها به دلیل داشتن برخی خصوصیات در به‌نژادی، به زراعی و ایجاد پلی‌پلوئیدهای گندم خوراکی در مقابل تنش‌های زنده و غیر زنده کاربرد داشته و از طرفی به عنوان اجداد پلی‌پلوئیدی گونه‌های گندم مورد توجه هستند. اعضای جنس *Aegilops* به عنوان یک منبع مقاوم در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی چون شوری و تحمل خشک‌سالی در باروری گندم دارای اهمیت هستند.

جنس *Alyssum longistylum* نیز جزء گیاهان دارویی بومی اراک می‌باشد. که در رفع بیماری‌های متعددی مانند سرماخوردگی، سرفه، سنگ شکن و به عنوان یک داروی ملین کاربرد دارد. کشت گیاهان دارویی در حال حاضر به عنوان شاخه مهمی از کشاورزی مطرح است که برای استخراج و تولید مواد اولیه بسیاری از داروهای موجود انجام می‌شود. استفاده از گیاهان دارویی در کشورهای توسعه یافته به شدت در حال افزایش است به طوری که هم اکنون ۹۰ درصد مردم این کشورها از داروهای دارای منشأ گیاهی استفاده می‌کنند. در حال حاضر موضوع تولید و مصرف گیاهان دارویی در کشورهای صنعتی و توسعه یافته در حال احیاء است. محصول زراعی یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی وقتی مقرون به صرفه می‌باشد که مقدار متابولیت‌های اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب عوامل محیطی و ارقام مناسب می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت.

اهداف تحقیق حاضر:

الف: شناخت پساب اراک

ب: انتخاب گیاهان مناسب برای پالایش پساب شهر اراک

پ: بررسی پالایش پساب شهر اراک توسط گونه‌های *Alyssum longistylum* و *Aegilops columnaris*

ت: تعیین عناصر قابل برداشت توسط گونه‌های مورد مطالعه

ث: تعیین میزان قابلیت گونه‌های انتخاب شده در پالایش پساب شهر اراک

د: یافتن راه‌های مقرون به صرفه و کاهش هزینه‌ها جهت پالایش پساب شهری

ه: تأثیر پساب شهر اراک بر پارامترهای فیزیولوژیکی گونه‌های مورد مطالعه

۲-۱ معرفی گیاهان مورد مطالعه

۱-۲-۱ ویژگی‌های سیستماتیک و مورفولوژیکی جنس *Aegilops*

رده: Liliopsida

راسته: Poales (Glumales)

خانواده: Poaceae (Graminae)

جنس *Aegilops* با نام فارسی دُم عقربی اساساً در غرب آسیا و منطقه مدیترانه پراکندگی داشته و مرکز پراکنش آن در قسمت‌های مرکزی نوار باریک حاصلخیز در غرب آسیا است (Van Slageren, 1994). این جنس شامل تقریباً ۲۱ گونه در ۶ بخش یا زیر بخش در جهان و ۱۵ گونه و واریته در ایران است (مبین، ۱۳۵۹؛ Kharazian, 2008). اعضای این جنس گیاهان علفی یک ساله، دارای برگ‌هایی با پهنک تخت و به ندرت لوله شده‌اند. سنبلک‌ها منفرد، متناوب و دو ردیفی، سنبله راست و لاغر، پوشه‌ها چرمی و ضخیم و در بالا پُخ یا سیخک دار یا شامل ۱-۳ دندانک، پوشینه‌ها کاغذی و یا در پایین غشایی که به سمت رأسی ناوی پهن دندانک دار یا سیخک دار است. گل‌های زایای سنبلک‌ها ۲ تا ۸ گل هرمافرودیت هستند. پرچم سه تایی، گندمه در راس دارای زواید موئین با ناف خطی کشیده است (مبین، ۱۳۵۹ و قهرمان، ۱۳۷۳). اعضای این جنس به دلیل داشتن برخی خصوصیات در به نژادی، به زراعی و ایجاد پلی پلوئیدهای گندم خوراکی کاربرد دارند. گیاهان این جنس یک ساله با سیستم آمیزش برگشتی بیرونی است. اعضای این جنس گیاهانی علوفه‌ای هستند که بعضی از گونه‌ها به عنوان اجداد ژنتیکی پلی پلوئیدی گونه‌های گندم مورد توجه بوده و سبب تکامل گندم هگزاپلوئید *Triticum L.* شده‌اند (Waines and Barnhart, 1992; Van Slageren, 1994). دم عقربی یک پتانسیل مهم در به نژادی گندم دارد زیرا مقاومت آن به استرس‌های حیاتی و غیر حیاتی متفاوت از گندم بوده و از طرفی ارتباط نزدیکی با گندم کشت شده دارد. همچنین به عنوان یک منبع مقاوم در مقابل شوری و تحمل خشکسالی در باروری گندم مؤثر است. بنابراین جنس

Aegilops در بین تاکسونومیست‌های گیاهی مورد توجه قرار گرفته است (Keshavarzi and Rahiminejad, 2003). جدول ۱-۲ اعضای جنس *Aegilops* را در ایران بر مبنای مبین (۱۳۵۹) و قهرمان (۱۳۷۳) نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱: فهرست گونه‌ها و واریته‌های جنس *Aegilops* در ایران که گونه مورد مطالعه با قلم ضخیم نشان داده شده است.

<i>Aegilops columnaris</i> Zhuk.
<i>Aegilops crassa</i> Boiss.
<i>Aegilops crassa</i> var. <i>macranthera</i> Boiss.
<i>Aegilops cylindrical</i> Host.
<i>Aegilops juvenalis</i> (Thell). Eig. (<i>Triticum juvenal</i> Thell, <i>A. turcomanica</i>)
<i>Aegilops kotschyi</i> Boiss (<i>A. triuncialis</i> var <i>kotschyi</i> Boiss)
<i>Aegilops ligustica</i> Cosson.
<i>Aegilops lorentii</i> Hochst (<i>A. biuncialis</i> Vis)
<i>Aegilops ovate</i> L.
<i>Aegilops speltoides</i> Tausch (<i>A. turcomanica</i> , <i>Aegilops aucheri</i> Boiss)
<i>Aegilops speltoides</i> Tausch (<i>A. turcomanica</i> , <i>Aegilops aucheri</i> Boiss)
<i>Aegilops tauschii</i> Cosson (<i>A. squarrosa</i> auct. Non L.)
<i>Aegilops triaristata</i> Willd.
<i>Aegilops triuncialis</i> L. (<i>A. bushiriaca</i>)
<i>Aegilops triuncialis</i> var. <i>kotschyi</i> Boiss.
<i>Aegilops umbellulata</i> Zhuk.

۲-۲-۱ ویژگی‌های سیستماتیکی و مورفولوژیکی گونه دُم عقربی *Aegilops columnaris* Zhuk

گونه‌ای از دُم عقربی یا گندمک، گیاهی کوتاه، چمنی، سبز مات، بدون کرک یا کم و بیش دارای سطح زبر با ساقه خیزان - زانودار است. غالباً ارتفاع این گیاه ۳۰ سانتی‌متر، برگ‌ها دارای پهنکی با ابعاد ۱-۲ × ۲۰-۴۰ میلی‌متر، سرنیزه‌ای - نوک تیز، در سطح زیرین پوشیده از گُرک‌های تنک و مژکدار هستند. گل‌ها مجتمع در سنبله‌های سرنیزه‌ای با ۴-۶ سنبلک و به طول ۳-۵/۵ سانتی‌متر، ۲ سنبلک پایینی نر ماده، دارای ۴ گل، پوشه به طول ۹-۱۳ میلی‌متر، تقریباً پوشیده از گُرک‌های متراکم، دارای دو سیخک و پوشینه دارای سیخک ضخیم هستند. موسم گل این گونه فروردین-