





دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده‌ی کشاورزی

گروه علوم باغبانی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد

رشته‌ی مهندسی کشاورزی - علوم باغبانی

تأثیر سطوح آبیاری و کاربرد پرولین خارجی در بهبود مقاومت

دانه‌های انجیلی (*Parrotia persica*) به تنش خشکی

استاد راهنما

دکتر محمدحسین شمشیری

استادان مشاور

دکتر حمید رضا کریمی

دکتر مجید اسمعیلی‌زاده

نگارنده

مریم زرین‌کلاه

اسفند ماه ۱۳۹۱



دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

دانشکده‌ی کشاورزی

گروه علوم باغبانی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد رشته‌ی

مهندسی کشاورزی - علوم باغبانی

تأثیر سطوح آبیاری و کاربرد پرولین خارجی در بهبود مقاومت دانهال‌های

انجیلی (*Parrotia persica*) به تنش خشکی

مریم زرین کلاه

در تاریخ ۹۱/۱۲/۲۲ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی... به تصویب نهایی رسید.

امضاء
امضاء
امضاء
امضاء
امضاء
امضاء

- | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر محمدحسین شمشیری | ۱- استاد راهنمای پایان‌نامه |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر حمیدرضا کریمی | ۲- استاد مشاور پایان‌نامه |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر مجید اسماعیلی زاده | ۳- استاد مشاور پایان‌نامه |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر سید حسین میردهقان | ۴- استاد داور داخل گروه |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر محمودرضا رقابی | ۵- استاد داور داخل گروه |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار | دکتر سعید حاتمی | ۶- نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی |

پاسکزاری...

پاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بانند و شمارندگان، شردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. به امید آنکه توفیق یابم جز برای خدمت به خلق او نکوشم و سلام و دور بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان و امدار وجودشان است.

پاس پدر و مادرم را که بود نشان تاج افتخاری است بر سرم و نشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود بعد از پروردگار، مایه هستی ام بوده اند. آموزگاران که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند. تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم را دیدیون حضور سبز آن ها، مستم.

از استاد راهنمای کراتقدر، جناب آقای دکتر محمد حسین شمیری که باینش دقیق علمی خود راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند، شکر و قدردانی می کنم. از اساتید مشاور جناب آقای دکتر حمید رضا کریمی و جناب آقای دکتر مجید اسماعیلی زاده که بار، نمودهای ارزشمند امر مشاوره این پایان نامه را پذیرا شدند، شکر می نمایم. از جناب آقای دکتر سید حسین میردعقان و جناب آقای دکتر محمود رضا قاضی به خاطر قبول زحمت داری این پایان نامه، قدردانی می نمایم. در پایان از همه اساتید گروه باغبانی که افتخار ساگردی در محضر حضورشان را داشتم، پاسکزاری می کنم.

تقدیم بہ

پیشگاہ مقدس صاحب الزمان (عج)

و پدرم کہ بہ من عالمناز آموخت تا چگونہ در عرصہ زندگی، استادگی را تجربہ نمایم

و

بہ مادرم دریای بی کران فداکاری و عشق کہ وجودم برایش ہمہ رنج بود و وجودش برایم ہمہ مهر

چکیده:

این پژوهش به منظور بررسی مقاومت دانه‌های انجیلی به تنش خشکی صورت پذیرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور خشکی در سه سطح ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه به عنوان شاهد و سطوح ۶۵ و ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه و پرولین در چهار غلظت صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌مولار انجام شد. بعد از جوانه‌زنی بذرها انجیلی گیاهان به مدت ۹ ماه رشد کردند. تیمار پرولین و خشکی به صورت همزمان اعمال گردید. پرولین به صورت کاربرد برگ‌گی در ۴ نوبت به فاصله دو هفته یکبار در طول مدت ۵۵ روز آزمایش به کار برده شد. بر اساس نتایج بدست آمده خشکی باعث افزایش طول سیستم ریشه و کاهش حجم ریشه شد. همچنین خشکی باعث افزایش پروتئین‌های محلول و پرولین در این آزمایش شد. کاربرد پرولین در غلظت ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار تعداد برگ، ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه را افزایش داد و بیشترین میزان این پارامترها در غلظت ۴۰ میلی‌مولار پرولین مشاهده گردید. همچنین کاربرد پرولین خارجی میزان پرولین داخلی و قندهای محلول در طول تنش خشکی را افزایش داد. خشکی باعث کاهش جذب عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم شد و کاربرد پرولین موجب افزایش جذب برخی عناصر مانند کلسیم و فسفر شد. چنانچه بیشترین فسفر و کلسیم در غلظت ۴۰ میلی‌مولار پرولین مشاهده شد. غلظت ۶۰ میلی‌مولار پرولین در سطح بدون تنش موجب کاهش برخی پارامترهای رویشی مانند سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه شد. بیشترین کارایی مصرف آب در تنش خشکی ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه نشان داده شد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر دانه‌های انجیلی در سطوح پایین‌تر ظرفیت مزرعه، رشد بهتر یا مساوی شاهد داشتند که نشان‌دهنده نیاز ریشه گیاه به تهویه بهتر می‌باشد. همچنین افزایش طول سیستم ریشه با افزایش تنش خشکی می‌تواند واکنش مناسب جهت مقابله با تنش خشکی محسوب گردد. غلظت ۴۰ میلی‌مولار پرولین موثرترین غلظت پرولین در این آزمایش معرفی شد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، انجیلی، پرولین

فهرست مطالب

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| فصل اول: مقدمه | ۱ |
| فصل دوم: پیشینه پژوهش | ۵ |
| ۱-۲- انجیلی و اهمیت آن | ۵ |
| ۱-۱-۲- تاریخچه | ۵ |
| ۲-۱-۲- اهمیت زینتی و کاربرد در فضای سبز | ۵ |
| ۳-۱-۲- مصارف دارویی | ۶ |
| ۴-۱-۲- اکولوژی گیاه انجیلی | ۶ |
| ۵-۱-۲- تکثیر گیاه انجیلی | ۷ |
| ۶-۱-۲- گیاهشناسی انجیلی | ۷ |
| ۲-۲- اهمیت تنش خشکی به عنوان عامل محدودکننده و اثرهای آن | ۸ |
| ۳-۲- پرولین و نقش آن | ۹ |
| ۱-۳-۲- بیوسنتز و تجزیه پرولین: | ۱۰ |
| ۲-۳-۲- انتقال پرولین | ۱۱ |
| ۳-۳-۲- تجمع پرولین | ۱۲ |
| ۴-۳-۲- سمیت پرولین | ۱۳ |
| ۴-۲- پژوهش‌های انجام شده روی جوانه زنی بذر انجیلی | ۱۳ |
| ۵-۲- کاربرد خارجی پرولین و نقش آن در بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی | ۱۴ |
| ۱-۵-۲- کاربرد خارجی پرولین و مقاومت به تنش شوری | ۱۴ |
| ۲-۵-۲- کاربرد خارجی پرولین و مقاومت به تنش خشکی | ۱۵ |
| ۳-۵-۲- مکانیسم پرولین در افزایش رشد | ۱۸ |
| ۴-۵-۲- روشهای کاربرد خارجی پرولین | ۱۹ |
| فصل سوم: مواد و روش‌ها | ۲۰ |
| ۱-۳- گیاه مورد استفاده و مکان آزمایش | ۲۰ |
| ۲-۳- پرولین مورد استفاده | ۲۰ |
| ۳-۳- تهیه بستر کشت، جوانه زنی بذر و کشت بذر | ۲۱ |

| | |
|----|--|
| ۲۱ | ۴-۲- تیمارهای خشکی و پرولین |
| ۲۳ | ۵-۳- اندازه‌گیری پارامترها |
| ۲۳ | ۱-۵-۳- پارامترهای رویشی |
| ۲۳ | ۱-۱-۵-۳- تعداد برگ |
| ۲۳ | ۲-۱-۵-۳- سطح برگ |
| ۲۳ | ۳-۱-۵-۳- ارتفاع ساقه |
| ۲۳ | ۴-۱-۵-۳- قطر ساقه |
| ۲۳ | ۵-۱-۵-۳- طول سیستم ریشه‌ای |
| ۲۴ | ۶-۱-۵-۳- حجم سیستم ریشه‌ای |
| ۲۴ | ۷-۱-۵-۳- وزن خشک اندام هوایی و ریشه |
| ۲۴ | ۲-۵-۳- پارامترهای مربوط به روابط آبی گیاه |
| ۲۴ | ۱-۲-۵-۳- محتوای نسبی آب برگ |
| ۲۵ | ۲-۲-۵-۳- کارایی مصرف آب |
| ۲۵ | ۳-۲-۵-۳- پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه |
| ۲۵ | ۳-۵-۳- پارامترهای تغذیه‌ای |
| ۲۶ | ۴-۵-۳- فلورسانس کلروفیل |
| ۲۶ | ۵-۵-۳- پارامترهای بیوشیمیایی |
| ۲۶ | ۱-۵-۵-۳- کلروفیل a، b، مجموع کلروفیل و کارتنوئید |
| ۲۷ | ۲-۵-۵-۳- پرولین |
| ۲۷ | ۳-۵-۵-۳- قندهای محلول |
| ۲۸ | ۴-۵-۵-۳- ترکیبات فنولی |
| ۲۸ | ۵-۵-۵-۳- مجموع پروتئین‌ها |
| ۳۰ | ۶-۳- طرح آزمایشی و تجزیه و تحلیل آماری |
| ۳۱ | فصل چهارم: نتایج و بحث |
| ۳۱ | ۱-۴- پارامترهای رویشی |
| ۳۱ | ۱-۱-۴- تعداد برگ |
| ۳۲ | ۲-۱-۴- سطح برگ |
| ۳۳ | ۳-۱-۴- قطر ساقه |
| ۳۵ | ۴-۱-۴- ارتفاع ساقه |

| | |
|----|--|
| ۳۵ | ۴-۱-۵- طول سیستم ریشه‌ای |
| ۳۶ | ۴-۱-۶- حجم ریشه |
| ۳۷ | ۴-۱-۷- وزن خشک اندام هوایی |
| ۳۸ | ۴-۱-۸- وزن خشک ریشه |
| ۴۸ | ۴-۲- پارامترهای مربوط به روابط آبی گیاه |
| ۴۸ | ۴-۲-۱- کارایی مصرف آب |
| ۴۸ | ۴-۲-۲- محتوای نسبی آب برگ |
| ۴۹ | ۴-۲-۳- پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه |
| ۵۲ | ۴-۳- عناصر |
| ۵۲ | ۴-۳-۱- فسفر |
| ۵۲ | ۴-۳-۲- پتاسیم |
| ۵۴ | ۴-۳-۳- کلسیم |
| ۵۶ | ۴-۳-۴- منیزیم |
| ۶۰ | ۴-۴- رنگیزه‌های گیاهی |
| ۶۰ | ۴-۴-۱- کلروفیل برگ (کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل) |
| ۶۲ | ۴-۴-۲- کارتنوئید |
| ۶۴ | ۴-۴-۵- F_v/F_m |
| ۶۷ | ۴-۶- تنظیم کننده اسمزی |
| ۶۷ | ۴-۶-۱- پرولین |
| ۶۸ | ۴-۶-۲- قندهای محلول برگ |
| ۶۹ | ۴-۶-۳- پروتئین‌های محلول برگ |
| ۷۴ | فصل پنجم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات |
| ۷۵ | منابع |

فهرست شکل‌ها

| عنوان | صفحه |
|---|------|
| شکل ۴-۱- اثر غلظت‌های مختلف پرولین بر تعداد برگ دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۲ |
| شکل ۴-۲- اثر پرولین و خشکی بر سطح برگ دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۳ |
| شکل ۴-۳- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و غلظت‌های مختلف پرولین (ب) بر قطر ساقه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۴ |
| شکل ۴-۴- اثر پرولین و خشکی بر ارتفاع ساقه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۵ |
| شکل ۴-۵- اثر سطوح مختلف خشکی بر طول سیستم ریشه‌ای دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۶ |
| شکل ۴-۶- اثر سطوح مختلف خشکی بر حجم ریشه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۷ |
| شکل ۴-۷- اثر پرولین و خشکی بر وزن خشک اندام هوایی دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۸ |
| شکل ۴-۸- اثر پرولین و خشکی بر وزن خشک ریشه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۳۹ |
| شکل ۴-۹- اثر سطوح مختلف خشکی بر کارایی استفاده از آب دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۴۸ |
| شکل ۴-۱۰- اثر سطوح مختلف خشکی بر محتوای نسبی آب برگ دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۴۹ |
| شکل ۴-۱۱- اثر سطوح مختلف خشکی بر پتانسیل فشار آوندهای چوبی ساقه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۰ |
| شکل ۴-۱۲- اثر غلظت‌های مختلف پرولین بر فسفر ندام هوایی دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۲ |
| شکل ۴-۱۳- اثر سطوح مختلف خشکی بر مجموع پتاسیم دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۳ |
| شکل ۴-۱۴- اثر سطوح مختلف خشکی بر پتاسیم ریشه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۳ |
| شکل ۴-۱۵- اثر سطوح مختلف خشکی بر مجموع کلسیم دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۴ |
| شکل ۴-۱۶- اثر غلظت‌های مختلف پرولین بر مجموع کلسیم دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۵ |
| شکل ۴-۱۷- اثر سطوح مختلف خشکی بر کلسیم اندام هوایی دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۵ |
| شکل ۴-۱۸- اثر غلظت‌های مختلف پرولین بر کلسیم ریشه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۶ |
| شکل ۴-۱۹- اثر سطوح مختلف خشکی بر منیزیم ریشه دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۵۷ |
| شکل ۴-۲۰- اثر پرولین و خشکی بر کلروفیل a برگ دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۶۰ |
| شکل ۴-۲۱- اثر سطوح مختلف خشکی (الف) و غلظت‌های مختلف پرولین (ب) بر میزان کلروفیل کل دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۶۱ |
| شکل ۴-۲۲- اثر پرولین و خشکی بر میزان کارتنوئید دانهال‌های ۹ ماهه انجیلی..... | ۶۲ |

- شکل ۴-۲۳- اثر سطوح مختلف خشکی بر فلورسانس کلروفیل دانه‌های ۹ ماهه انجیلی..... ۶۵
- شکل ۴-۲۴- اثر پرولین و خشکی بر میزان پرولین داخلی برگ دانه‌های ۹ ماهه انجیلی..... ۶۷
- شکل ۴-۲۵- اثر پرولین و خشکی بر میزان قندهای محلول برگ دانه‌های ۹ ماهه انجیلی..... ۶۸
- شکل ۴-۲۶- اثر سطوح مختلف خشکی بر میزان پروتئین برگ دانه‌های ۹ ماهه انجیلی..... ۶۹

فهرست جدول‌ها

| عنوان | صفحه |
|--|------|
| جدول ۱- نام و غلظت ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در محلول غذایی هوگلند کامل..... | ۲۲ |
| جدول ۱-۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی اندازه‌گیری شده دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین ۳۹ | ۳۹ |
| ادامه جدول ۱-۴- تجزیه واریانس ویژگی‌های رویشی اندازه‌گیری شده در دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۴۰ |
| جدول ۲-۴- تجزیه واریانس روابط آبی دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۵۰ |
| جدول ۳-۴- تجزیه واریانس عناصر مجموع اندام هوایی و ریشه دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین ۵۷ | ۵۷ |
| جدول ۴-۴- تجزیه واریانس عناصر اندام هوایی دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۵۸ |
| جدول ۵-۴- تجزیه واریانس عناصر ریشه دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۵۸ |
| جدول ۶-۴- تجزیه واریانس رنگیزه‌های گیاهی دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۶۳ |
| جدول ۷-۴- تجزیه واریانس فلورسانس کلروفیل دانه‌های ۹ ماهه انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۶۵ |
| جدول ۸-۴- تجزیه واریانس تنظیم‌کننده‌های اسمزی، پروتئین و ترکیبات فنلی دانه‌های انجیلی تحت تیمار خشکی و پرولین..... | ۷۰ |

فصل اول

مقدمه

درختان در اجتماع زیستی خود به صورت جنگل، به عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های حیات بخش انسان به شمار می‌روند. درختان چه به صورت بافت جنگلی و چه به اشکال دیگر، دارای اثرات مثبت زیست محیطی هستند (حردانی، ۱۳۷۱). در واقع درختان و درختچه‌های زینتی در بهبود شرایط زندگی خدمات ارزنده‌ای ارائه می‌دهند. کاهش گرد و غبار هوا، کاهش آلودگی‌های گازی و صوتی، جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش درجه حرارت، جذب پرتوها، افزایش رطوبت نسبی و زیبایی از فواید درختان محسوب می‌شود (ثابتی، ۱۳۷۳). انجیلی یا آسوندار^۱ (انجیلو یا تویی) درختی بومی ایران و بومی جنگل‌های هیرکانی (شمال ایران) است (مظفریان، ۱۳۸۳ و Binka et al., 2003; Sales and Hedge, 1996 و Hosseini et al., 2007; Sefidi et al., 2011) که به طور طبیعی ۹۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و در محدوده کوه‌های البرز واقع شده است (Chapolagh Paridari et al., 2012).

¹ *Parrotia persica*

مناطق هیرکانی جنوب دریای خزر و بین استان‌های ایرانی گیلان، مازندران و گلستان واقع شده است (Abdi *et al.*, 2010; Sefidi *et al.*, 2011). آب و هوای این مناطق نیمه‌مدیترانه‌ای با میانگین دمای سالانه ۸/۶ درجه سانتی‌گراد و کل بارش سالانه ۱۳۸۰ میلی‌متر است (Binka *et al.*, 2003; Sefidi *et al.*, 2011). انجیلی اغلب در مناطق پست کوه‌ها و در جنگل‌های معتدل و مرطوب با بلوط، ممرز، درخت آزاد و شمشاد رشد می‌کند (Lukasiewie, 1985; Safarov, 1972, 1977). متأسفانه یک دوره سرما در پایان دوره ترشیاری^۱ بسیاری از محل‌های عمده سکونت این گونه را در آذربایجان، گرجستان و ترکیه تخریب کرد و در نتیجه، تنها فسیل‌هایی از این گونه در این مناطق یافت شدند، ولی خوشبختانه یکی از رویش‌گاههای طبیعی این گونه، جنگل‌های شمال ایران است، در ضمن جمعیت کوچکی از این گونه در کوهستان‌های آذربایجان و قفقاز^۲ گزارش شده است (Mosadegh, 1999). پراکنش جغرافیایی انجیلی در جهان بسیار محدود است که خطر انقراض آن را بالا می‌برد. دخالت بشر به شکل برداشت کردن چوب، چرای چهارپایان اهلی و پاک کردن زمین‌های جنگل برای کشاورزی بزرگترین تهدید برای آینده انجیلی محسوب می‌شوند. محافظت از جنگل‌های باقی‌مانده انجیلی مانند جنگل‌های کوه‌های البرز اهمیت ویژه دارد زیرا در حال حاضر آنها تنها نمونه طبیعی این گونه در جهان هستند (Sefidi *et al.*, 2011). انجیلی دارای چوب سختی است به همین دلیل چوب آهن^۳ (ثابتی، ۱۳۷۳) نامیده می‌شود و ارزش کمی به‌عنوان درخت الواری دارد در نتیجه در حفاظت از آن کوتاهی شده است و همچنین جمعیت روستایی از چوب آن برای سوخت استفاده می‌کنند، بنابراین امروزه این جنگل‌ها توسط فعالیت انسانی در حال نابود شدن می‌باشند، در نتیجه احتمال فرسایش ژنتیکی این گونه بالا است (Chapolagh Paridari *et al.*, 2012). انجیلی گیاهی خزاندار، کند رشد با پوست خاکستری صاف یا پوسته پوسته شبیه چنار می‌باشد و برگ‌ها به‌ویژه در پاییز خیلی جذاب هستند (Safarov, 1972, 1977; Lukasiewicz *et al.*, 1985; Bibalani *et al.*, 2006).

امروزه با توجه به تغییر اقلیم جهانی، مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از حساسیت بیشتری برخوردار بوده و گرایش این مناطق به خشک‌تر شدن خاک افزایش یافته، در چنین وضعیتی ذخایر طبیعی به‌ویژه پوشش‌های گیاهی که زیر بنای توسعه پایدار و حفاظت آب و خاک برای هر کشور محسوب می‌شوند در معرض نابودی قرار می‌گیرند (Thorntwait *et al.*, 1955). یکی از راه‌های ایجاد پایداری در

¹ Tertiary

² Caucasian

³ Iron Wood

مناطق خشک به خصوص شهرهای حاشیه بیابان‌ها ایجاد و توسعه پوشش‌های سبز در این مناطق می‌باشد (جلیلوند، ۱۳۸۶).

متاسفانه خشکی و خشکسالی از ویژگی‌های شرایط اقلیمی اکثر نقاط ایران است و کشور ایران از هر دو پدیده رنج می‌برد. ایران بر روی کمربند خشک جهانی واقع شده است و میزان بارندگی در ایران نزدیک به یک سوم متوسط جهانی است. نواحی تحت تنش به نواحی گفته می‌شود که میزان بارندگی سالیانه آن‌ها کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر باشد، ایران با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی‌متر در سال جزء این نواحی محسوب می‌شود (محمدی، ۱۳۸۵; Jajarmi, 2009). با توجه به اقلیم خشک کشور و با توجه به خشکسالی‌های اخیر اهمیت آب به‌عنوان عامل حیاتی بیش از پیش مشخص می‌شود.

ویژگی‌های زینتی انجیلی از جمله برگ‌های درخشان و رنگارنگ پاییزی، پوست تنه جذاب در زمستان، ظاهر شدن گل‌آذین با گل‌های قرمز رنگ آن قبل از باز شدن برگ در اسفند ماه بر روی ساقه‌های همان سال و همچنین تا حدودی مقاوم بودن در برابر آلودگی هوا و به دلیل مقاومت زیاد چندان مورد حمله آفات قرار نگرفتن، آن‌را به یک درخت خیابانی و پوشش گیاهی مناسب تبدیل می‌سازد. همچنین از آن به‌عنوان پوشش اطراف پارک‌ها نیز می‌توان استفاده نمود.

در شرایط تنش خشکی، رشد گیاهان متوقف شده و مواد محلول در سلول‌ها تجمع می‌یابند تا حجم سلول و تورژانس در مقابل از دست‌دهی آب حفظ شود که این امر تنظیم اسمزی نامیده می‌شود. در برخی گیاهان افزایش مقاومت به تنش‌های غیرزنده با کاربرد خارجی نمک‌های آلی مختلف، بدست آمده است (Ashraf and Flooda., 2007). برخی از این نمک‌ها ترکیبات سلولی را از آسیب آزدایی، محافظت می‌کنند که معمولاً به آن‌ها نگهدارنده اسمزی، اطلاق می‌شود و شامل پرولین، ساکارز، پلی‌یول، ترهالوز و ترکیباتی مثل بتائین- گلايسين و پرولين- بتائين و غيره می‌باشد (Hasegawa *et al.*, 2000). بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌ها ممکن است با استفاده از کاربرد خارجی پرولین بدست آید (Ashraf and Flooda, 2007). با توجه به این‌که انجیلی مخصوص مناطق جنگل‌های هیرکانی شمال است (Parsakhoo and Jalilvand, 2009) به آب و هوای مرطوب سازگار است و احتمالاً با انتقال به مناطق نیمه‌گرمسیری و نسبتاً خشک که بخش وسیعی از کشور را تشکیل می‌دهند، دچار تنش رشدی می‌شود، در این پژوهش سعی داریم به‌وسیله کاربرد خارجی پرولین، میزان مقاومت گیاه انجیلی را به خشکی، افزایش دهیم به امید آن‌که بتوان از این درخت بومی و در حال انقراض ایران و دارای ویژگی‌های زینتی منحصر به‌فرد در نقاط مختلف ایران بیش از پیش بهره گرفت.

اهداف این پژوهش عبارتند از:

- ۱- بررسی مقاومت انجیلی به سطوح مختلف خشکی
- ۲- بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف پرولین بر مقاومت به خشکی گیاه انجیلی
- ۳- در صورت تاثیر مثبت پرولین در مقاومت به خشکی، تعیین بهترین غلظت پرولین

فصل دوم

پیشینه پژوهش

۱-۲- انجیلی و اهمیت آن

۱-۱-۲- تاریخچه

این درخت به افتخار پارت^۱ گیاه شناس فرانسوی، نام‌گذاری شده است (ثابتی، ۱۳۷۳). درختی بومی ایران و اندومیک جنگل‌های هیرکانی (شمال ایران) است (Hosseini *et al.*, 2007; Sefidi *et al.*, 2011). در ضمن جمعیت کوچکی از این گونه در کوهستان‌های آذربایجان و قفقاز گزارش گردیده است (Mosadegh, 1999).

۲-۱-۲- اهمیت زینتی و کاربرد در فضای سبز

انجیلی به‌عنوان یک گیاه زیبای درخت‌کاری به‌دلیل پوسته پوسته شدن پوست و برگ‌هایی با رنگ‌های زیبای پاییزی و همچنین به‌دلیل مقاومتی که به سرما، باد و سرما دارد، شناخته شده است (Dirr, 1998). از نیمه‌های پاییز تغییر رنگ خارق‌العاده برگ‌ها به‌رنگ‌های صورتی، قرمز، نارنجی، سبز

¹ Parrot

کم‌رنگ و زرد مشاهده می‌شود. منظره زمستانی انجیلی نیز تفاوت و زیبایی‌های خاص خود را دارد. در زمستان درهم تنیدگی شاخه‌ها و فرورفتگی‌هایی با بلوغ درخت روی پوست آن به‌رنگ‌های خاکستری، سبز، سفید و قهوه‌ای ظاهر می‌شود. ویژگی‌های زینتی انجیلی، آن‌را به‌عنوان یک درخت خیابانی و مناسب سایبان در پیاده‌رو می‌سازد. انجیلی به‌دلیل تغییر رنگ برگ‌هایش منظره جالبی را در جنگل ایجاد می‌کند که برای جذب توریست بسیار مناسب است. چوبی سنگین‌تر از تمام درختان دارد و اغلب با شاخه و تنه کج و ناصاف فاقد ارزش صنعتی است و برای تهیه زغال چوب کاربرد دارد (مظفریان، ۱۳۸۳). از نکات مثبت این گیاه، مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، حتی آلودگی‌های آب و هوایی می‌توان نام برد. در برابر آلودگی هوا تا حدی مقاوم است و به‌دلیل مقاومت زیاد چندان مورد حمله آفات قرار نمی‌گیرد (Gilman *et al.*, 1994). این درخت از مناسب‌ترین درختان برای پارک و فضای سبز است و باید بیش از پیش از آن بهره‌گرفت.

۲-۱-۳- مصارف دارویی

ریشه‌ها و برگ‌های انجیلی مصرف دارویی دارد و یکی از مصارف دارویی آن کرم‌آروماتراپی است که برای درمان واریس استفاده می‌شود. گیاه انجیلی به‌علت داشتن ترکیبات تاننی، دارای خاصیت ضد التهابی ملایم بوده و در درمان بیش از ۸۰ درصد جراحات‌های خفیف ناشی از عرق سوز شدن در ناحیه زیر بغل مفید است (آزادبخت و همکاران، ۱۳۸۲). برگ انجیلی دارای یک ماده فنولیکی است که خاصیت ضد قارچی دارد (Ahanjan, 2009).

۲-۱-۴- اکولوژی گیاه انجیلی

شرایط مطلوب برای رشد درخت، محیط‌های مرطوب و دور از سرمای شدید در خاک‌های غنی اسیدی است که شمال کشور ایران مناسب‌ترین مکان است (Heshmati, 2007). این درخت را می‌توان در زمین‌هایی با شیب ۴۵ تا ۶۰ درصد نیز کشت و بهره‌برداری کرد (Bibalani *et al.*, 2006).

۲-۱-۵- تکثیر گیاه انجیلی

تکثیر انجیلی از طریق ۱- کاشت بذر در بهار یا پائیز در شاسی سرد یا هوای آزاد ۲- خواباندن شاخه در بهار (هارتمن و همکاران، ۱۳۷۰) ۳- قلمه چوب سبز در اوایل تابستان و قلمه چوب نیمه سخت در اواسط یا اواخر تابستان (Christman, 2004) صورت می‌گیرد.

۲-۱-۶- گیاهشناسی انجیلی

انجیلی با نام علمی *Parrotia persica* در زیر سلسله گیاهان آوندی، بالا شاخه نهاندانگان آوندی (دانه‌دار)، شاخه ماگنولیوفیتا^۱، رده ماگنولیوپسیدا^۲، زیر رده هاماملیدائده^۳، راسته هاماملیدالس^۴ و از خانواده هاماملیداسه^۵ می‌باشد (Takhtajan, 1966, 1987). اگرچه براساس اطلاعات مولکولی راسته هاماملیدالس منسوخ شد و خانواده هاماملیداسه جزء راسته ساکسیفراگالس^۶ قرار گرفت اما مدارک سنگواره‌شناسی گیاهی^۷ دال بر صحت این موضوع به‌طور دقیق وجود ندارد (Maslova, 2007; 2009) ولی براساس شواهد باستان‌شناسی طبق نظریه Takhtajan و Cronquist هاماملیداسه را جز راسته هاماملیدالس در نظر می‌گیرند (Maslova, 2009).

خانواده هاماملیداسه شامل چهار زیر خانواده به این شرح می‌باشد: هاماملیدوئیده^۸، اکس‌بوکلونوئیده^۹، رودولیوئیده^{۱۰}، آلتینگیوئیده^{۱۱} که بزرگترین این زیرخانواده‌ها، هاماملیدوئیده با ۲۲ جنس است (Endress, 1998; Maslova et al., 2005; Magallon et al., 2001). خانواده هاماملیداسه شامل ۳۱ جنس و ۱۴۴ گونه می‌باشد و گیاهان این خانواده به‌صورت درخت و درختچه هستند که اغلب در مناطق کوهستانی نیمه‌گرمسیری پراکنده شده‌اند (Shi et al., 1998; Li et al., 2000).

¹ Magnoliophyta

² Magnoliopsidae

³ Hamamelididae

⁴ Hamamelidales

⁵ Hamamelidaceae

⁶ Saxifragales

⁷ Paleobotanical

⁸ Hamamelidoideae

⁹ Exbucklandoideae

¹⁰ Rhodoleioidae

¹¹ Altingioideae

جنس‌های مهم این خانواده شامل هاماملیس^۱، لیکوئیدمبار^۲، کوریلوپسیس^۳ و پاروتیا^۴ می‌باشد (Takhtajan, 1987).

جنس *Parrotia* شامل دو گونه *P. persica* و *P. subaequalise* می‌باشد (Deng et al., 1992). نام فارسی گونه *persica*، انجیلی است. انجیلی یا درخت آهن بیشتر به صورت درخت و گاهی درختچه‌ای خزان‌کننده است که ارتفاع آن تا ۱۵ متر می‌رسد. برگ‌ها متناوب به طول ۵-۱۴ و عرض ۳/۵-۸/۵ سانتی‌متر هستند (مظفریان، ۱۳۸۳). تنه دارای فرورفتگی و برجستگی‌های زیاد است. ساقه‌های آن به یکدیگر جوش خورده، تنه درخت را نامنظم می‌سازد. رنگ ساقه‌های جوان خاکستری ولی در درختان کهن به رنگ تیره در می‌آیند. گل‌آذین انجیلی قبل از باز شدن برگ در اسفند ماه بر روی ساقه‌های همان سال ظاهر می‌گردد و دارای ۲-۶ گل می‌باشد (ثابتی، ۱۳۷۳). میوه کپسولی چوبی، درون بر صاف، دانه‌ها دوتایی تخم مرغی و مورب، قهوه‌ای تیره و درخشان‌اند (مظفریان، ۱۳۸۳). در پائیز برگ‌های درخت انجیلی به رنگ‌های متنوع حنائی، سرخ ارغوانی، جگری و رنگ‌های مشابه به آنها ظاهر می‌شوند و جنگل‌های شمال کشور را در فصل خزان چشم نواز می‌سازد (ثابتی، ۱۳۷۳). این درخت انحصاری ایران و یکی از گیاهان شاخص جنگل‌های ایران می‌باشد که باقیمانده از گیاهان دوره سوم زمین‌شناسی می‌باشد (مظفریان، ۱۳۸۳).

۲-۲- اهمیت تنش خشکی به عنوان عامل محدودکننده و اثرهای آن

فاکتورهای غیرزنده مختلف، مانند کمبود آب حاصلخیزی محصولات را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Jones and Corlet, 1992). به‌طور کلی تنش خشکی، رشد (Levitt, 1980) و عملکرد محصولات مختلف (Dhillon et al., 1995) را از طریق رنگیزه‌های کلروفیل، سرعت فتوسنتز (Asada, 1999)، هدایت روزنه‌ای و همچنین سرعت تعرق (Lawlor, 1995)، کاهش می‌دهد. تنش خشکی جذب مواد غذایی را در گیاهان کاهش می‌دهد (Baligar et al., 2001). گیاهان تحت تنش خشکی، تغییرات مولکولی و بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی متفاوتی از خود بروز می‌دهند تا بتوانند تحت شرایط کمبود آب، رشد و توسعه یابند (Arora et al., 2002). برخی از این تغییرات شامل بسته شدن روزنه‌ها، کاهش سرعت رشد و فتوسنتز می‌باشند (Flexas and Medrano, 2002). چندین استراتژی به منظور کاهش آسیب سلولی ایجاد شده به وسیله تنش‌های غیرزیستی مانند تنش خشکی و بهبود مقاومت محصولات به این تنش‌ها پیشنهاد

¹ Hamamelis

² Liquidambar

³ Corilopsis

⁴ Parrotia