

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه اراک

دانشکده علوم پا

کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی

مطالعه تاثیر فلز سنگین نیکل بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و تولید آلکالوئید در
گیاه کاتارانتوس روزئوس (پریوش)

پژوهشگر

متین عارفی فرد

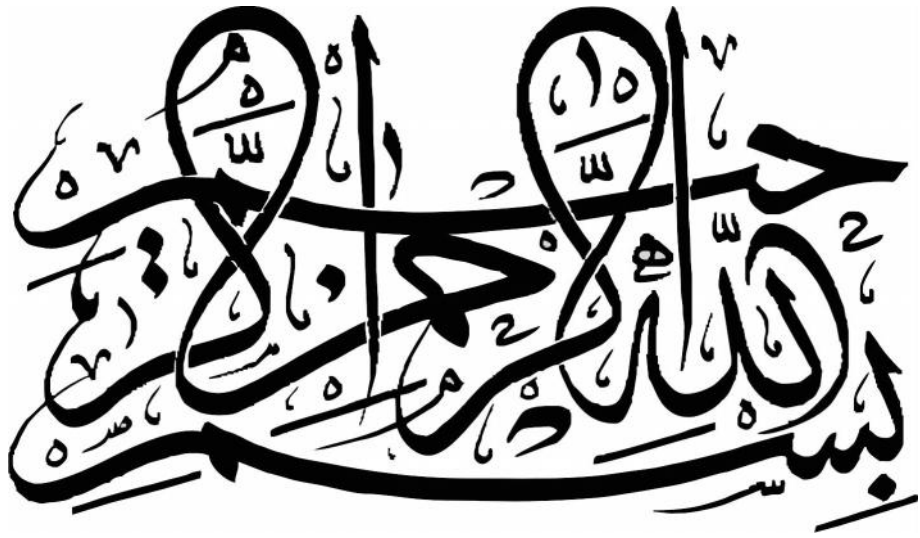
استاد راهنما

دکتر مجید مهدیه نجف آبادی

استاد مشاور

دکتر محمدرضا امیرجانی

زمستان



حمد و سپاس خدایی را سزد که تیر حتمی قضایش را هیچ سپری نمی شکند و لطف و هدایتش را هیچ مانعی باز نمی دارد.

بارالها: هرگاه تو را خواندم پاسخم گفتی... اگرچه وقتی مرا صدا می زنی... من کاهلی می کنم و هر آنچه از تو خواستم عنایتم فرمودی... اگرچه وقتی چیزی می طلبی من بخل می ورزم و خست به خرج می دهم.

پروردگارا: هر زمان که شکر تو را به جا آوردم بر نعمت هایت افزودی و هرگاه به تو تکیه کردم گرمی ام داشتی و دست نوازش بر سرم کشیدی.

خدایا: از من بی نیازی اما با من دوستی می کنی و به من محبت می ورزی و خطایم را می بینی اما با من بردباری می کنی انگار که هیچ لغزشی نداشته ام.

راستی که معبودی به خوبی و ستایش برانگیزتر از تو نیست و تویی به واقع سجده کردنی. اینک من در پیشگاه توام و در سایه سار پرمهرت.

لهدیم به دو اسوه والای سبر و اسفاست
به مادر عزیزم که به بن اراده و حیثیت دوست داشتن اوست
و به پدر بزرگوارم که مدیون تمامی حمایت های بیدرنش، تم

لهدیم به سوب رمدی ام
به همسر مهربانم که انگوی بردباری و بودش دمری راهم است

لهدیم به دو یار، یه سی ام
به خواهر و برادر نوجم که سواره در تمامی خطات رمدی سون راهم، سسد

و به تمامی سالی که پاره ای از رمدی سن سده اند.

تقدیر و تشکر:

ضمن سپاس به درگاه ایزد یکتا که با لطف و رحمت بی دریغش انجام مراحل این پژوهش را برایم میسر ساخت، بر خود می دانم از جناب آقای دکتر محمدحسین آبنوسی مدیر محترم گروه زیست شناسی دانشگاه که با راهنمایی سودمندشان یاریگر من بوده اند و به عنوان داور این پایان نامه در جلسه دفاعیه حضور داشتند. تشکر نمایم. از جناب آقای دکتر مجید مهدیه که نه تنها استاد راهنمای من در مراحل انجام این پروژه بودند بلکه در تمامی زندگی استاد بنده خواهند بود، برای زحمات و هدایت های علمی و عملیشان صمیمانه سپاسگزارم. از استاد مشاور محترم، جناب آقای دکتر محمدرضا امیرجانی که در تمامی مراحل این تحقیق با راهنمایی های ارزنده شان، یار و یاورم بودند کمال تشکر را دارم. از کارشناسان محترم آزمایشگاه خانم ها بیگی و نبئی که در محیط علمی و دوستانه دانشگاه مرا یاری کردند و آقای فراهانی، آقای بنه و آقای صادقی به خاطر مساعدت هایشان در آزمایشگاه و سرکار خانم خوش گفتار به پاس همکاریشان متشکرم.

از یگانه ترین ها:

پدر و مادر عزیزم به خاطر زحمات بی دریغشان که در تمامی لحظات زندگی حامی و تکیه گاهم هستند،

همسر مهربانم که حمایت های همیشگی اش دلگرمی راهم است،

و برادر و خواهر خوبم به خاطر تمامی کمک ها و پشتیبانی هایشان صمیمانه قدردانی می نمایم.

در پایان از تمامی اساتید محترم که با هدایت های علمیشان روشنگر راهم بودند و دوستان خوبم که در این

مدت با حضور گرمشان همراهم بودند، کمال تشکر را دارم.

متین عارفی فرد

دی ماه ۹۰

اراک/ایران

این پایان نامه با حمایت مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه اراک انجام شده است. بدین وسیله مراتب تشکر خود را از مسئولین دانشگاه اعلام می دارم.

مطالعه تاثیر فلز سنگین نیکل بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی و تولید آکالوئید در گیاه کاتارانتوس روزئوس

(پریوش)

گیاهان طی چرخه زندگی خود معمولاً در معرض انواع وسیعی از تنش‌های محیطی از جمله تنش فلزات سنگین قرار می‌گیرند. فلز نیکل نیز از جمله فلزات سنگین است که بسیاری از پارامترهای فیزیولوژیکی گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. گیاه کاتارانتوس روزئوس (پریوش) بعنوان منبعی غنی از ترکیبات شیمیایی آکالوئیدی (ایندول آکالوئیدها) شامل بیش از ۱۳۰ متابولیت ثانویه مختلف در اندام‌های مختلف گیاه از جمله سکولوگانین، تریپتامین، استریکتوزیدین، سرپنتین، کاتارانتین، آجمالیسین، ویندولین، وینکریستین، وینبلاستین و... می‌باشد. تعدادی از این ترکیبات دارای اثرات فارماکولوژیک بوده و بعنوان دارو در درمان فشار خون، انواع سرطان و... کاربرد دارند. وینبلاستین که مهمترین آکالوئید موجود در برگ‌های گیاه پریوش است، در درمان کنسرهای پستان و بیضه، لنفوم، نوروبلاستوم، لنفوم هوچکین و غیره‌وچکین، میکوزفونگوئید هیستوسیتوز و سارکوم کاپوسی کاربرد دارد. *فعالیت میتوزی را با متوقف کردن سلول‌ها در مرحله‌ی متافاز از طریق اتصال برگشت ناپذیر به توبولین مهار می‌کند.* این آکالوئید آنالوگ شیمیایی وینکریستین است. در این تحقیق، اثر غلظت‌های ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلریدنیکل بر میزان جوانه زنی، فاکتورهای رشد، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، میزان تجمع پرولین، پارامترهای فتوسنتزی و آکالوئید کل بذرهای رقم صورتی پریوش، بررسی شد. فلز سنگین نیکل باعث کاهش درصد جوانه زنی و فاکتورهای رشد در این گیاه شد. میزان تجمع پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز نیز در گیاهان تیمار شده با کلریدنیکل بویژه در غلظت‌های بالا افزایش یافت. تنش کلریدنیکل پارامترهای فتوسنتزی را تحت تأثیر قرار داده و میزان رنگدانه‌ها و هم‌چنین میزان کارایی فتوسیستم II را کاهش داد. میزان آکالوئید کل در بخش هوایی و ریشه نیز تحت تنش کلریدنیکل افزایش قابل توجهی یافت. در بررسی صفحات TLC نیز افزایش میزان آکالوئیدهای وینبلاستین، کاتارانتین و آجمالیسین بویژه در غلظت‌های بالای کلرید نیکل مشاهده گردید.

کلیدواژه‌ها: پریوش (*Catharantus roseus*)، فلز سنگین نیکل، آکالوئیدها، فاکتورهای رشد، پارامترهای فتوسنتزی

فهرست عناوین

صفحه	عنوان
1	فصل اول (کلیات و اهداف)
2	۱-۱. متابولیت‌های ثانویه گیاهی
9	۲-۱. آکالوئیدها
11	۱-۲-۱. نقش آکالوئیدها
11	۲-۲-۱. طبقه‌بندی و نام‌گذاری
12	۳-۲-۱. خواص فارماکولوژیک
13	۴-۲-۱. مروری بر تکنیک‌های نوین در تولید آکالوئیدها
14	۵-۲-۱. تاثیر شرایط محیطی بر میزان تولید آکالوئیدها
16	۶-۲-۱. شناسایی آکالوئیدها
17	۷-۲-۱. وینبلاستین
18	۸-۲-۱. وینکریستین
18	۹-۲-۱. مکانیسم عمل آکالوئیدهای پیریوش
18	۳-۱. پیریوش
19	۱-۳-۱. خصوصیات سیستماتیکی
20	۲-۳-۱. شرایط اکولوژیکی
22	۳-۳-۱. اهمیت دارویی

25	۴-۱. عناصر سنگین
25	۱-۴-۱. تعریف عناصر سنگین
27	۲-۴-۱. علایم سمیت فلزات سنگین در محیط زیست
30	۳-۴-۱. ایجاد سمیت فلزات سنگین در بافت‌های گیاهی
30	۴-۴-۱. تولید انواع اکسیژن واکنشگر در تنش فلزات سنگین
31	۱-۴-۴-۱. القاء سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان
34	۵-۱. تاثیر عناصر سنگین در گیاهان
34	۱-۵-۱. پاسخ‌های گیاهان به عناصر سنگین
35	۶-۱. مکانیسم‌های سلولی مقاومت به فلزات سنگین
36	۱-۶-۱. راه ندادن فلزات
36	۲-۶-۱. راه‌های جذب و انتقال یون‌های عنصر سنگین
36	۱-۲-۶-۱. دیواره سلولی
37	۲-۲-۶-۱. غشای سلولی
37	۳-۲-۶-۱. میکوریزها
38	۳-۶-۱. همبستگی فلزات سنگین با لیگاندها
38	۱-۳-۶-۱. تشکیل ترکیبات کلرات‌کننده‌ی فلزات
39	۲-۳-۶-۱. پروتئین‌های شوک حرارتی
39	۳-۳-۶-۱. ترشحات ریشه
39	۴-۶-۱. توزیع یون‌های عناصر سنگین
39	۱-۴-۶-۱. انتقال و ذخیره فلزات در واکوئول

- 40 ۱-۶-۴-۲. انتقال عناصر سنگین به بخش‌های کمتر حساس
- 40 ۱-۶-۵. خصوصیات مورفولوژیکی مناسب در برابر فلزات سنگین
- 41 ۱-۶-۶. اثر عوامل خارجی در جذب یون‌ها
- 41 ۱-۷. نیکل
- 43 ۱-۸. بیش‌انباشتی و گیاهان بیش‌انباشت‌کننده
- 44 ۱-۹. تاثیر عناصر سنگین بر جوانه زنی و فاکتورهای رشد
- 45 ۱-۱۰. تاثیر عناصر سنگین بر مورفولوژی و آناتومی برگ
- 45 ۱-۱۱. تاثیر عناصر سنگین بر خصوصیات فیتوشیمیایی
- 45 ۱-۱۱-۱. تاثیر عناصر سنگین بر میزان آلکالوئیدها
- 45 ۱-۱۱-۲. تاثیر عناصر سنگین بر میزان کلروفیل
- 46 ۱-۱۱-۳. تاثیر عناصر سنگین بر پرولین
- 48 ۱-۱۱-۴. تاثیر عناصر سنگین بر پروتئین‌ها
- 48 ۱-۱۲. اهداف تحقیق
- 50 **فصل دوم (مواد و روش‌ها)**
- 51 ۲-۱. مواد گیاهی و شرایط کشت آن
- 51 ۲-۱-۱. تهیه بذر
- 51 ۲-۱-۲. کاشت و داشت
- 52 ۲-۲. تعیین درصد جوانه‌زنی بذرهای پرپوش در تیمار نیکل
- 53 ۲-۳. نحوه تیمار گیاه با نیکل

- 54 ۴-۲. اندازه‌گیری فاکتورهای رشد
- 54 ۵-۲. اندازه‌گیری کمی و کیفی آلکالوئیدهای برگ و ریشه گیاهان
پریوش شاهد و تحت تیمار
- 55 ۱-۵-۲. استخراج آلکالوئیدها
- 55 ۲-۵-۲. کروماتوگرافی لایه نازک *TLC*
- 57 ۳-۵-۲. میزان آلکالوئید کلدر عصاره گیاهی
- 58 ۶-۲. اندازه‌گیری اسید آمینه پرولین
- 59 ۷-۲. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز
- 60 ۱-۷-۲. تهیه عصاره آنزیمی
- 60 ۲-۷-۲. تعیین مقدار پروتئین کل
- 61 ۳-۷-۲. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز
- 71 ۸-۲. میزان کلروفیل برگ
- 62 ۹-۲. بیشینه بازده فتوسیستم $II(Fv/Fm)$
- 63 ۱۰-۲. آنالیزهای آماری در این تحقیق
- 64 **فصل سوم (نتایج)**
- 65 ۱- اثر تیمار با غلظت‌های مختلف نیکل بر جوانه‌زنی بذر پریوش
- 66 ۲-۳. بررسی اثر نیکل بر فاکتورهای رشد
- 66 ۱-۲-۳. اثر نیکل بر طول بخش هوایی و ریشه
- 67 ۲-۲-۳. نتایج اثر تنش کلرید نیکل بر وزن تر و خشک بخش هوایی
- 68 ۳-۲-۳. اثر تنش کلرید نیکل بر وزن تر و خشک ریشه

68. اثر تنش کلریدنیکل بر محتوای آبی بخش هوایی ۴-۲-۳
69. اثر کلریدنیکل بر میزان تجمع پرولین در بخش هوایی ۳-۳
70. اثر کلریدنیکل بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۴-۳
71. اثر کلریدنیکل بر پارامترهای فتوسنتزی ۵-۳
71. اثر تنش کلریدنیکل بر مقدار کلروفیل *a* ۱-۵-۳
72. اثر تنش کلریدنیکل بر مقدار کلروفیل *b* ۲-۵-۳
73. اثر کلریدنیکل بر میزان کلروفیل کل ۳-۵-۳
74. اثر کلریدنیکل بر نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* ۴-۵-۳
75. اثر کلریدنیکل بر کارایی فتوسیستم II (Fv/Fm) ۵-۵-۳
76. اثر کلریدنیکل بر میزان پروتئین کل ۶-۳
77. اثر کلریدنیکل بر آلکالوئیدهای برگ و ریشه ۷-۳
77. تغییرات کمی آلکالوئیدها در برگ پرپوش ۱-۷-۳
79. بررسی کمی آلکالوئیدها در ریشه پرپوش ۲-۷-۳
81. **فصل چهارم (بحث و نتیجه گیری)**
82. ۱-۴ درصد جوانه زنی بذر در تنش نیکل
83. ۲-۴ فاکتورهای رشد
84. ۳-۴ اثر کلریدنیکل بر تجمع پرولین
84. ۴-۴ اثر کلریدنیکل بر پروتئین کل
85. ۵-۴ اثر کلرید نیکل بر فعالیت آنزیم کاتالاز
87. ۶-۴ اثر کلریدنیکل بر رنگدانه‌های فتوسنتزی

88	۷-۴. اثر کلریدنیکل بر بازده فتوسیستم II
89	۸-۴. تغییرات آکالوئیدها
89	۹-۴. نتیجه گیری
90	۱۰-۴. پیشنهادات
91	پیوست ها
112	منابع

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان شکل
3	۱-۱. مسیر بیوسنتز متابولیت‌های اولیه و متابولیت‌های ثانویه
5	۲-۱. مسیر بیوسنتز برخی متابولیت‌های ثانویه
12	۷-۱. پیش‌ساز گروه‌های آلکالوئید
17	۸-۱. ساختار مولکولی وینبلاستین
18	۹-۱. گیاه پرپوش
22	۱۰-۱. مناطقی که گیاه پرپوش در آن بیشتر کشت می‌شود
33	۱۱-۱. نحوه عملکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و آنتی‌اکسیدان‌ها در پیشگیری از تنش اکسیداتیو و ترمیم نقاط آسیب دیده
34	۱۲-۱. تولید و حذف رادیکال سوپراکسید و هیدروژن پراکسید
41	۱۳-۱. مسیر انتقال نیکل در گیاه
51	۱-۲. بذر پرپوش
52	۲-۲. کشت بذرها در تیمارهای ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار کلرید نیکل برای محاسبه درصد جوانه‌زنی
53	۳-۲. کشت گلدانی پرپوش در آزمایشگاه
56	4-2 کروماتوگرافی لایه نازک TLC
59	۵-۲. دستگاه بن ماری، اسپکتروفوتومتر
61	۶-۲. دستگاه سانتریفیوژ
63	۷-۲. دستگاه مینی‌پم
65	۱-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر درصد جوانه‌زنی بذرها در گیاه پرپوش

67. ۲-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر طول بخش هوایی و ریشه گیاه پرپوش
69. ۳-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر محتوای آبی بخش هوایی گیاه پرپوش ۴۵ روزه
70. ۴-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر مقدار تجمع پرولین در بخش هوایی گیاه پرپوش
70. ۵-۳. تعیین میزان پرولین با استفاده از تعیین اختلاف رنگ
71. ۶-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه پرپوش بر حسب میکرومول H_2O_2 مصرف شده بر میلی‌گرم پروتئین کل بر دقیقه
72. ۷-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان کلروفیل *a* گیاه پرپوش ۴۵ روزه
73. ۸-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان کلروفیل *b* گیاه پرپوش ۴۵ روزه
74. ۹-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) گیاه پرپوش ۴۵ روزه
75. ۱۰-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* گیاه پرپوش ۴۵ روزه
76. ۱۱-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان کارایی فتوسنتز ۱۱ در گیاه پرپوش ۴۵ روزه
76. ۱۲-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان پروتئین کل در گیاه پرپوش ۴۵ روزه
77. ۱۳-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان آلکالوئید کل در برگ گیاه پرپوش ۴۵ روزه
79. ۱۴-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان آلکالوئید کل در ریشه گیاه پرپوش ۴۵ روزه
86. ۱-۴. طرح شماتیک از نقش H_2O_2 در ایمنی گیاهان

فهرست جداول و نمودارها

صفحه	عنوان
14	۱-۱. میزان رشد بازار جهانی داروهای گیاهی (۱۹۹۹-۲۰۰۷)
666	۱-۳. میانگین درصد جوانه زنی بذرهای پرپوش در محیط هوگلدن با غلظت‌های مختلف کلریدنیکل (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ میلی‌مولار)
68	۲-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل (۰، ۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار) بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه پرپوش
70	۳-۳. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان پرولین بخش هوایی (بر حسب میکروگرم پرولین بر گرم وزن تر) گیاه پرپوش
78	۳-۴. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار) بر نوع آلکالوئیدهای احتمالی در برگ گیاه پرپوش به روش <i>TLC</i>
80	۳-۵. اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر نوع آلکالوئیدهای احتمالی در ریشه گیاه پرپوش به روش <i>TLC</i>

فهرست پیوست ها

صفحه	عنوان
92	۱. طرز تهیه محیط کشت هوگلند
93	۲. منحنی استاندارد آلکالوئید
93	۳. منحنی استاندارد پرولین
94	۴. تهیه بافر سدیم فسفات
94	۵. محلول های لازم برای تعیین مقدار پروتئین کل به روش لوری
94	۶. منحنی استاندارد پروتئین
95	۷. محیط کشت MS
96	۸. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت های مختلف کلرید نیکل (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر درصد جوانه زنی طی پنج روز پس از کشت بذر ها
97	۹. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت های مختلف کلرید نیکل (۰، ۵، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر طول بخش هوایی و ریشه گیاه پرپوش
98	۱۰. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت های مختلف کلرید نیکل بر وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه پرپوش
100	۱۱. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت های مختلف کلرید نیکل بر وزن تر و خشک ریشه

101. ۱۲. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر محتوای آبی بخش هوایی
102. ۱۳. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر میزان تجمع پرولین در برگ گیاه پرپوش
103. ۱۴. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه پرپوش
104. ۱۵. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر مقدار کلروفیل *a* گیاه پرپوش
105. ۱۶. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر مقدار کلروفیل *b* گیاه پرپوش
106. ۱۷. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر مقدار کلروفیل کل گیاه پرپوش
107. ۱۸. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل بر نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* گیاه پرپوش
108. ۱۹. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل (۰، ۵، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر کارایی فتوسیستم II گیاه پرپوش
109. ۲۰. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل (۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر میزان پروتئین کل در برگ گیاه پرپوش
110. ۲۱. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلرید نیکل (۰، ۵، ۲۵ و ۵۰ میلی مولار) بر میزان آلکالوئید کل در برگ گیاه پرپوش

۲۲. جدول آنالیز واریانس اثر غلظت‌های مختلف کلریدنیکل بر میزان

آکالوئید کل در ریشه گیاه پریوش

پیش‌گفتار

گیاهان طی چرخه زندگی خود معمولاً در معرض انواع وسیعی از تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند که از جمله آنها می‌توان به تنش فلزات سنگین اشاره نمود. تنش فلزات سنگین بسیاری از جنبه‌های فیزیولوژیکی رشد گیاهان مانند طول بخش هوایی و طول ریشه، وزن تر و وزن خشک را تحت تأثیر قرار می‌دهد که ممکن است به دلیل اختلال در جذب آب و مواد غذایی و پتانسیل آبی پائین باشد. این عوامل سبب بسته شدن روزنه در اثر کاهش فشار تورژسانس، کاهش شدت تعرق و محدودیت تثبیت دی‌اکسیدکربن می‌شوند. کاهش سرعت رشد در حضور فلزات سنگین به دلیل ممانعت از تقسیم سلولی طبیعی می‌باشد. جوانه‌زنی دانه نیز که یکی از مهم‌ترین مراحل زندگی گیاه است، به شدت تحت تأثیر محیط بیرون می‌باشد. تولید انواع اکسیژن فعال یکی از تغییرات بیوشیمیایی است که در هنگام مواجهه با تنش‌های غیر زیستی از جمله تنش فلزات سنگین صورت می‌گیرد. یکی از انواع اکسیژن فعال است که در واکنش‌های اکسیداتیو در میتوکندری و کلروپلاست تولید می‌شود. در تنش فلزات سنگین فعالیت آنزیم‌های حذف‌کننده این مواد از قبیل سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز افزایش می‌یابد. آلکالوئیدها به عنوان همبسته شونده با فلزات سنگین و یک آنتی‌اکسیدان در حذف انواع اکسیژن واکنش‌گر تحت تیمار فلزات سنگین افزایش قابل توجهی می‌یابند. آلکالوئیدها از مهم‌ترین فرآورده‌های حاصل از متابولیسم ثانویه در گیاهان هستند. گیاه کاتارانتوس روزئوس (پریوش) بعنوان منبعی غنی از ترکیبات شیمیایی آلکالوئیدی (ایندول آلکالوئیدها) شامل بیش از ۱۳۰ متابولیت ثانویه مختلف می‌باشد که در اندام‌های مختلف گیاه وجود دارند، از جمله سکولوگانین، تریپتامین، استریکتوزیدین، سرپنتین، کاتارانتین، آجمالپسین، ویندولین، وینکریستین، وینبلاستین و... تعدادی از این ترکیبات دارای اثرات فارماکولوژیک بوده و بعنوان دارو در درمان سرطان کاربرد دارند.

این پایان‌نامه مشتمل بر چهار فصل است. فصل اول، ضمن معرفی گیاه پریوش و فلزات سنگین بویژه فلز نیکل، به بررسی منابع در خصوص تأثیر فلز سنگین نیکل بر پارامترهای رشد و متابولیت‌های اولیه و ثانویه