

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد گرایش فیزیولوژی گیاهی

عنوان:

تاثیر اشعه UV-B روی ساختار آناتومیکی و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی دو رقم
جو (*Hordeum vulgare* L.)

اساتید راهنما:

دکتر سیاوش حسینی سرقین

دکتر رشید جامعی

پژوهش و نگارش:

وریشه محمدی

شهریور ۱۳۹۳

« حق چاپ و تکثیر برای دانشگاه ارومیه محفوظ است »

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

پدر و مادر عزیزم پایان نامه ام را خاضعانه با بوسه ای بردستان زحمت کشتان تقدیم به وجود پر مهرتان می کنم و از خدای مهربان برایتان طول عمر همراه با سلامتی خواستارم. از خدایم این قدرت را می خواهم تا گوشه ای از زحماتتان را بتوانم

جبران کنم.

و تقدیم به:

خواهران و برادران عزیزم

خواهران دلسوزی که در تمام طول زندگیم پشتیبان و همراهم بودند و برستی بی یاری آنان می نمودن این راه برایم ممکن نبود

و برادران عزیزم که همیشه باعث دلگرمی و آرامش خاطر من بودند.

باشکراز

خدای بزرگ به خاطر تمام نعمت هایش و قدرتی که به من داد تا به این مرحله از زندگی برسم.

خانواده عزیزم که بزرگترین نعمت زندگیم هستند و در تمام مراحل همراه با من سختی های مسیر را تحمل کردند و به من امید و قوت قلب دادند.

از اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر حسینی و جناب آقای دکتر جامعی که در کارهای علمی و نوشتاری پیمان نامه بسیار کمک کردند و همیشه

پاسخگویی سوالاتم بودند.

از داوران عزیز جناب آقای پروفیسور حیدری و سرکار خانم دکتر پوراکبر که زحمت داوری پیمان نامه ام را بر عهده گرفتند.

از دوستان عزیزم که مراد این راه کمک کردند به خصوص دوست عزیزم خانم مریم خضری که همراهی همیشگیم بوده و دست شکر می کنم.

و در پیمان از خدای بزرگ برای تمام این عزیزان آرزوی سلامتی و شادکامی خواستارم.

چکیده:

اشعه‌ی UV به سه باند تقسیم می‌شود. UV-A با طول موج ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر (ظاهراً کم خطر)، UV-B با طول موج ۲۸۰ تا ۳۲۰ نانومتر (خطرناک) و UV-C با طول موج ۲۲۰ تا ۲۸۰ نانومتر (مخرب). اشعه UV-B یکی از پرنرژی‌ترین ترکیبات از نورخورشید است که به زمین می‌رسد و در نتیجه کاهش لایه اوزون میزان عبور و رسیدن این نوع اشعه به سطح زمین افزایش می‌یابد. در این مطالعه تاثیرات اشعه UV-B بر روی دو رقم گیاه جو، ماکویی و بهمن، مورد مطالعه قرار گرفت. این گیاهان در شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی با دمای محیط ۲۱ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شدت نور $150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ در گلدان‌ها کشت داده شدند. بعد از ۱۰ روز کشت، ۱۰ گلدان به عنوان گروه شاهد و ۱۰ گلدان به عنوان گروه تیمار انتخاب شدند که گروه دوم به مدت ۲ هفته روزی یک ساعت تحت تاثیر اشعه UV-B قرار گرفتند. نتایج نشان داد که طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، رنگیزه‌های فتوسنتزی، پروتئین محلول، DPPH و قند محلول کاهش معنی‌دار پیدا کردند. اندازه‌گیری ترکیبات جاذب اشعه‌ی UV، آنزیم‌های پاداکساینده (کاتالاز، گلیاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز)، مالون‌دی‌آلدئید، تعداد و طول روزنه، ضخامت برگ، رگبرگ و دستجات آوندی افزایش معنی‌داری در نمونه‌های تحت تاثیر اشعه‌ی UV-B نسبت به نمونه‌های شاهد نشان دادند. با بررسی این آزمایشات نتیجه‌گیری شد اشعه‌ی UV-B اثر زیان‌بار در حد کم ولی معنی‌دار بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژیکی گیاه جو، رقم ماکویی و رقم بهمن می‌گذارد.

کلمه‌های کلیدی: گیاه جو، اشعه‌ی UV-B، آنزیم‌های پاداکساینده، اندام‌هوایی، ریشه.

فهرست مطالب

۱	فصل یک- مقدمه
۱	۱-۱- گیاه جو (تیره گندم)
۱	۱-۱-۱- خصوصیات گیاهی
۱	۱-۱-۲- اختصاصات ریخت شناسی تیره گندم
۳	۱-۱-۳- موارد مصرف تیره گندم
۳	۱-۱-۴- خصوصیات گیاه جو
۴	۱-۲- تنش در گیاهان
۶	۱-۳- اشعه ی فرابنفش
۷	۱-۴- اثرات مخرب ناشی از اشعه ی UV
۷	۱-۴-۱- اثر بر اسیدنوکلئیک ها
۸	۱-۴-۲- اثر بر اسیدهای آمینه و پروتئین ها
۸	۱-۴-۳- اثرات مخرب پرتوهای فرابنفش بر لیپیدها و غشاء
۹	۱-۴-۴- اثرات مخرب پرتوهای فرابنفش بر روی ساختار گیاهان و اندامک های سلولی
۹	۱-۴-۵- اثرات مخرب پرتوهای فرابنفش بر رنگیزه های فتوسنتزی و آنزیم روبیسکو
۱۱	۱-۵- حفاظت در مقابل پرتوهای فرابنفش
۱۱	۱-۶- سیستم حفاظتی آنزیمی
۱۱	۱-۶-۱- آنزیم کاتالاز (CAT)
۱۲	۱-۶-۲- آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX)
۱۲	۱-۶-۳- آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX)

- ۱۴ ۷-۱-سیستم حفاظتی غیرآنزیمی
- ۱۴ ۱-۷-۱-اسیدآسکوربیک (AA) و گلوتاتیون (GSH)
- ۱۵ ۲-۷-۱-ترکیبات فنلی
- ۱۵ ۳-۷-۱-فلاونوئیدها و آنتوسیانین ها
- ۱۵ هدف
- ۱۷ فصل دوم- مواد و روش ها
- ۱۷ ۱-۲-شرایط و نحوه ی کشت
- ۱۷ ۲-۲-اعمال تیمار
- ۱۸ ۳-۲-برداشت و نگهداری
- ۱۸ ۴-۲-مطالعات ساختاری با استفاده از میکروسکوپ نوری
- ۱۹ ۱-۴-۲-اندازه گیری طول سلول نگهبان روزنه
- ۱۹ ۲-۴-۲-اندازه گیری تراکم روزنه ای
- ۱۹ ۳-۴-۲-اندازه گیری ضخامت برگ
- ۱۹ ۴-۴-۲-اندازه گیری ضخامت رگبرگ
- ۱۹ ۵-۴-۲-اندازه گیری ضخامت دستجات آوندی
- ۲۰ ۵-۲-اندازه گیری طول ریشه و اندام هوایی
- ۲۰ ۶-۲-اندازه گیری وزن ترو خشک ریشه و اندام هوایی
- ۲۰ ۷-۲-اندازه گیری رنگیزه های کلروفیل و کاروتنوئید
- ۲۱ ۸-۲-اندازه گیری ترکیبات جاذب اشعه ی فرابنفش
- ۲۱ ۱-۸-۲-اندازه گیری آنتوسیانین

۲۱	..... ۲-۸-۲- تعیین میزان فلاونوئید کل
۲۱	..... ۳-۸-۲- تعیین میزان فنل کل
۲۲	..... ۹-۲- سنجش میزان پرولین
۲۲	..... ۱۰-۲- اندازه گیری مالون دی آلدئید (MDA)
۲۳	..... ۱۱-۲- اندازه گیری قند محلول
۲۳	..... ۱۲-۲- ظرفیت جاروب کنندگی رادیکال های DPPH
۲۴	..... ۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم ها
۲۴	..... ۱-۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)
۲۵	..... ۲-۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX)
۲۵	..... ۳-۱۳-۲- سنجش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX)
۲۵	..... ۱۴-۲- اندازه گیری پروتئین محلول
۲۶	..... ۱۵-۲- الکتروفورز پروتئین
۲۶	..... ۱-۱۵-۲- تهیه ژل
۳۱	..... ۲-۱۵-۲- نکات قابل توجه در الکتروفورز SDS-PAGE
۳۳	..... ۳-۱۵-۲- رنگ آمیزی آبی کوماسی
۳۵	..... آنالیز آماری
۳۷	..... فصل سوم- نتایج و بحث
۳۷	..... ۱-۳- شاخص های رشد
۳۷	..... ۱-۱-۳- طول ریشه و اندام هوایی
۳۹	..... ۲-۱-۳- میزان وزن ترو خشک اندام هوایی و ریشه

۴۳	..... ۲-۳-۲ نتایج مطالعات ساختاری
۴۳	..... ۱-۲-۳-۱ اندازه و تراکم سلول های نگهبان روزنه
۴۵	..... ۲-۲-۳-۲ ضخامت برگ، رگبرگ و دستجات آوندی
۵۲	..... ۳-۳-۳ نتایج حاصل از مطالعات بیوشیمیایی
۵۲	..... ۱-۳-۳-۱ میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید
۵۵	..... ۲-۳-۳-۲ ترکیبات جاذب اشعه ی UV (فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین)
۵۸	..... ۳-۳-۳-۳ پرولین
۶۰	..... ۴-۳-۳-۴ مالون دی آلدئید (MDA)
۶۲	..... ۵-۳-۳-۵ میزان پروتئین محلول
۶۴	..... ۶-۳-۳-۶ میزان قند محلول
۶۷	..... ۷-۳-۳-۷ میزان DPPH
۶۹	..... ۴-۳-۴-۱ میزان فعالیت آنزیم های پاداکساینده
۶۹	..... ۱-۴-۳-۴-۱ میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و کاتالاز (CAT)
۷۵	..... ۵-۳-۴-۵ نتایج حاصل از الکتروفورز
۷۷	..... نتیجه گیری کلی
۷۸	..... پیشنهادات
۷۹	..... پیوست ها
۸۲	..... منابع
۹۲	..... Abstract

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱-۱- نمای کلی از گیاه جو ۴
- شکل ۱-۲-۱- عوامل تنش‌زا و برهمکنش میان آنها ۵
- شکل ۱-۳-۱- سیستم حفاظتی آنزیمی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان پیشرفته ۱۳
- شکل ۱-۴-۱- چرخه گلوکاتایون- آسکوربات ۱۴
- شکل ۱-۲-۱- دستگاه الکتروفورز ۳۳
- شکل ۱-۳-۱- اثر اشعه‌ی UV-B بر روی طول روزنه در گیاه جو، رقم ماکویی و بهمن ۴۸
- شکل ۱-۳-۲- اثر اشعه‌ی UV-B بر روی ضخامت برگ گیاه جو، رقم ماکویی و بهمن ۴۹
- شکل ۱-۳-۳- اثر اشعه‌ی UV-B بر روی ضخامت دستجات آوندی گیاه جو، رقم ماکویی و بهمن ۵۰
- شکل ۱-۳-۴- اثر اشعه‌ی UV-B بر روی ضخامت رگبرگ گیاه جو، رقم ماکویی و بهمن ۵۱
- شکل ۱-۳-۵- الگوی پروتئینی حاصل از SDS-PAGE ۷۶

فهرست نمودارها

- نمودار ۱-۳-۱- تغییرات طول اندام هوایی در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$) ۳۷
- نمودار ۱-۳-۲- تغییرات طول ریشه در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$) ۳۸
- نمودار ۱-۳-۳- تغییرات وزن خشک اندام هوایی در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$) ۴۰
- نمودار ۱-۳-۴- تغییرات وزن خشک ریشه در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$) ۴۰

نمودار ۳-۵ تغییرات وزن تر اندام هوایی در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار
برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۱

نمودار ۳-۶ تغییرات وزن تر ریشه در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار برروی
هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۱

نمودار ۳-۷ تغییرات میزان طول سلول نگهبان روزنه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین
و انحراف معیار برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۳

نمودار ۳-۸ تغییرات میزان تراکم سلول‌های نگهبان روزنه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین
و انحراف معیار برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۴

نمودار ۳-۹ تغییرات میزان ضخامت برگ، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار
برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۵

نمودار ۳-۱۰ تغییرات میزان ضخامت رگبرگ، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف
معیار برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۶

نمودار ۳-۱۱ تغییرات میزان ضخامت دستجات آوندی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین
و انحراف معیار برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۴۶

نمودار ۳-۱۲ تغییرات میزان کلروفیل a، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار
برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۲

نمودار ۳-۱۳ تغییرات میزان کلروفیل b، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار
برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۳

نمودار ۳-۱۴ تغییرات میزان کاروتنوئید، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار
برروی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۳

نمودار ۳-۱۵ تغییرات میزان فنل کل، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار برروی
هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۵

- نمودار ۳-۱۶- تغییرات میزان فلاونوئید کل، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۶
- نمودار ۳-۱۷- تغییرات میزان آنتوسیانین، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۶
- نمودار ۳-۱۸- تغییرات میزان پرولین در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۹
- نمودار ۳-۱۹- تغییرات میزان پرولین در ریشه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۵۹
- نمودار ۳-۲۰- تغییرات میزان MDA، در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۱
- نمودار ۳-۲۱- تغییرات میزان MDA، در ریشه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۱
- نمودار ۳-۲۲- تغییرات میزان پروتئین محلول در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۳
- نمودار ۳-۲۳- تغییرات میزان پروتئین محلول در ریشه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۳
- نمودار ۳-۲۴- تغییرات میزان قند محلول در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۵
- نمودار ۳-۲۵- تغییرات میزان قند محلول در ریشه، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۵
- نمودار ۳-۲۶- تغییرات میزان DPPH در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکویی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$). ۶۷

نمودار ۳-۲۷- تغییرات میزان DPPH در ریشه، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۶۸
نمودار ۳-۲۸- تغییرات میزان GPX در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۶۹
نمودار ۳-۲۹- تغییرات میزان GPX در ریشه، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۷۰
نمودار ۳-۳۰- تغییرات میزان APX در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۷۰
نمودار ۳-۳۱- تغییرات میزان APX در ریشه، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۷۱
نمودار ۳-۳۲- تغییرات میزان CAT در اندام هوایی، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۷۲
نمودار ۳-۳۳- تغییرات میزان CAT در ریشه، در دورقم بهمن و ماکوئی گیاه جو، تحت تیمار UV-B. میانگین و انحراف معیار بر روی هر ستون نشان داده شده است (۳ تکرار \pm SE، $P < 0/05$).....	۷۳

فهرست نمودارهای استاندارد

۱-۴- منحنی استاندارد مربوط به غلظت‌های مختلف کاتچین برای تعیین غلظت فلاونوئید.....	۷۹
۲-۴- منحنی استاندارد تعیین غلظت فنل کل.....	۷۹
۳-۴- منحنی استاندارد برای تعیین غلظت پرولین.....	۸۰
۴-۴- منحنی استاندارد گلوکز برای تعیین غلظت قند محلول.....	۸۰
۵-۴- منحنی استاندارد مربوط به غلظت‌های مختلف سرم آلبومین برای تعیین غلظت پروتئین محلول.....	۸۱
۶-۴- نمودار استاندارد الکتروفورز.....	۸۱

۱-۱- گیاه جو (تیره گندم)

۱-۱-۱- خصوصیات گیاهی

جو با نام علمی (*Hordeum vulgare* L.) از راسته گندمیان (گلومال) و از خانواده گرامینه (گندم) می‌باشد. تیره گندم دارای جنسها و گونه های همانند و یکنواختی است که انتشار جهانی دارند و ز دوره ی کرتاسه فوقانی به بعد که سنگواره ی بامبوزای آن به دست آمد شناخته شدند و بدون شک ظهور آنها بسیار قدیمتر از دوره ی یادشده است. تیره گندم امروزه حدود ۴۵۰ جنس با ۶۰۰۰ گونه دارد (قهرمان، ۱۳۷۳).

۱-۱-۲- اختصاصات ریخت شناسی تیره گندم

همه گیاهان این تیره تقریباً علفی و بندرت مانند گیاهان زیر تیره یا طایفه ی بامبوزوئیده چوبی هستند. این گیاهان شکل و هیئت خاصی دارند که به آن حالت گندمی (گرامینی فرم) و یا حالت چمنی (گازونات) و ریزوم دار می گویند. گاهی بن گیاه برجسته و به صورت غده ای پیزی شکل است. ساقه، بنددار و ماشوره ای (*chaume*) است و جز در برخی از جنسها، مانند ذرت (*Zea*) و ذرت خوشه ای (*Sorghum*) و غیره، عموماً توخالی است. برگها متناوب و دوردیفی بوده دارای نیام پوشاننده ساقه اند که عموماً زبانک دار و یا گوشه دارند. نیام عموماً شکافته و باز بوده و برگها در این گیاهان بندرت دارای دم برگ اند (مانند *Anomochloa* و *Leptaspis*) پهنک برگها معمولاً باریک و خطی و یا بندرت، مانند *Setaria chevalieri* و *Leptaspis* پهن و غیرخطی است. گل آذین همیشه به صورت سنبلک هایی است که اجتماع آنها گل آذین بسیار پیچیده و فشرده و گاهی ادغام شده ای مانند سنبله یا خوشه های متشکل از سنبلکها و یا خوشه گرزنی های ویژه ای به نام خوشه سنبل (پانیکول) را بوجود می آورد. گلها بندرت منفرد و در آغاز ساقه ی ماشوره ای قرار می گیرند (مانند *Aciachne*). سنبلکها معمولاً در میانه ی برگکها و یا ندرتا به طور عرضی در کنار برگکهایی قرار دارند که یا عموماً رشد نیافته

و از بین رفته اند، مانند گندم (*Triticum*) و اگروپیروم و یا برعکس بسیار رشد یافته اند، مانند برخی از جنس‌های طایفه‌ی *Maydeae* نظیر شال تسبیح یا شغال تسبیح (*Coix*) که در آن برگ‌های مزبور به صورت قابی گل آذین ماده را دربر می‌گیرند. تعداد گلچه‌های سنبلک‌ها نامشخص است و از یک تا چندین عدد تغییر می‌کند. هر سنبلک در واقع محوری کوتاه است که در پایان دارای تعدادی برگ به صورت دوردیفی (*Streptochoeta*) و یا بندرت بصورت مارپیچی است. شمار برگ‌های مزبور (برگک‌ها) معمولا ۲ و بندرت یک و یا بیش از ۲ عددند که در کنار گل‌ها قرار ندارند، آنها در حقیقت همان پوشه‌ها (گلوب‌ها) هستند که ممکن است اساسا وجود نداشته باشند (مانند *Coleanthus*)، اما بقیه‌ی برگ‌ها که روی محور اصلی و هر یک در کنار یک گل قرار دارند نقش برگک‌ها را به عهده دارند و هر کدام یک پوشینه‌ی درونی (به نام پاله‌آ) گل کناری بشمار می‌آیند. هر گل کناری یا جانبی شامل یک برگک پشتی است که همان پوشینه بالایی است و ۲ پوشینک (گلولول) که بسیار ریز هستند و یکی از آنها دویخشی است و مجموعا سه قسمتی به نظر می‌رسند در داخل گلولول‌ها قرار دارند. گاهی گلولول‌ها را گلپوش نیز می‌نامند. نافه عموما از ۳ پرچم و به ندرت به تعداد کمتر از آن تشکیل می‌شود. پرچم‌ها آزاد و یا گاهی بهم چسپیده اند. بساک‌ها پشت‌چسب و معمولا درون‌ور هستند و یا از جوانب باز می‌شوند، گاهی نیز مانند گونه‌های طایفه بامبوزوئیده به وسیله‌ی منفذراسی گشوده می‌شوند. مادگی از لحاظ نظری دارای ۳ برچه است ولی عملا بیش از یک برچه ندارد که آن هم منتهی به یک تا سه خامه‌ی غالبا پوشیده از کرک‌های بلند و پرمانند است. خامه آزاد و یا پیوسته است. تخمک یک عدد، واژگون و یا تقریبا واژگون و دارای تمکن پایه ای است و سفت آن به سمت پایین و عموما مجاور پایه قرار دارد. جنین به طور جانبی در کنار البومن که عموما نشاسته‌ای است قرار دارد و ریشه‌چه آن در غلافی به نام کولتوریز محصور است. لپه دارای یک برجستگی است به نام اسکوتلوم که در واقع امتداد محور جنینی بوده و کاملا بزرگ و توسعه یافته است. در انواع جو (*Hordeum*) منقاطرهای کیسه جنینی گاهی پنجاه تا شصت بار چین خوردگی پیدا می‌کنند و تقسیم می‌شوند. دانه‌های گرده معمولا دارای ۳ هسته اند و البومن دانه از نوع هسته ای است (قهرمان، ۱۳۷۵).

۱-۱-۳-موارد مصرف تیره گندم

گیاهان تیره گندم از نظر اقتصادی و پوشش گیاهی زمین از تیره های مهم به شمار می آیند و بویژه دارای پلی پلوئیدهای بی شماری تقریباً در تمامی سطح کره ی زمین هستند، از بعضی گیاهان این تیره هم به عنوان غلات استفاده می شود برخی نیز مصارف صنعتی و غذایی دارند مانند نیشکر وجو. جنس جو (*Hordeum*) دارای ۲۰ گونه است که در قسمتهای مختلف دنیا پراکنده اند. از اندامهای تازه رویش یافته ی دانه ی جو معمولی در تهیه ی ماءالشعیر استفاده می شود. جوانه ی جو سرشار از آکالوئیدی به نام هوردنین است که برای درمان اسهال به کار می رود. از آرد جو نیز برای پختن نان جو استفاده می کنند (قهرمان، ۱۳۷۳).

۱-۱-۴-خصوصیات گیاه جو

جو (شکل ۱-۱)، گیاهی علفی، یکساله و دارای ساقه ای به ارتفاع ۵۰ تا ۷۰ سانتیمتر و حتی یک متر است. ساقه ای استوانه ای، بی کرک شیاردار و برگهایی متناوب، باریک و دراز، نوک تیز و واقع در هر بند ساقه دارد و با آنکه بی کرک است با اینکه در موقع لمس کردن، خشن است. سنبله های جو در اردیبهشت تا خرداد به وضع فشرده و با ظاهر تقریباً چهارگوش، در راس ساقه ظاهر می شود. هر سنبلک آن از یک گل تشکیل می یابد و هر ۳ تایی آنها نیز در یکی از تقعرهای محور مشترک جای دارند و چون وضع قرار گرفتن دسته های ۳ تایی سنبلک ها به نحوی است که بطور متناوب در تقعرها جای می گیرند، نتیجه آن می شود که مجموعه ی گل آذین، شامل ۶ ردیف از سنبلک ها جلوه کند. از مشخصات جو، آن است که از بین این ۶ ردیف، ۲ ردیف متقابل آنها دارای برجستگی کمترین و ثانیاً پوشینک تحتانی سنبلک های میانی آن همیشه منتهی به یک زائده دراز است (زرگری، ۱۳۷۵).

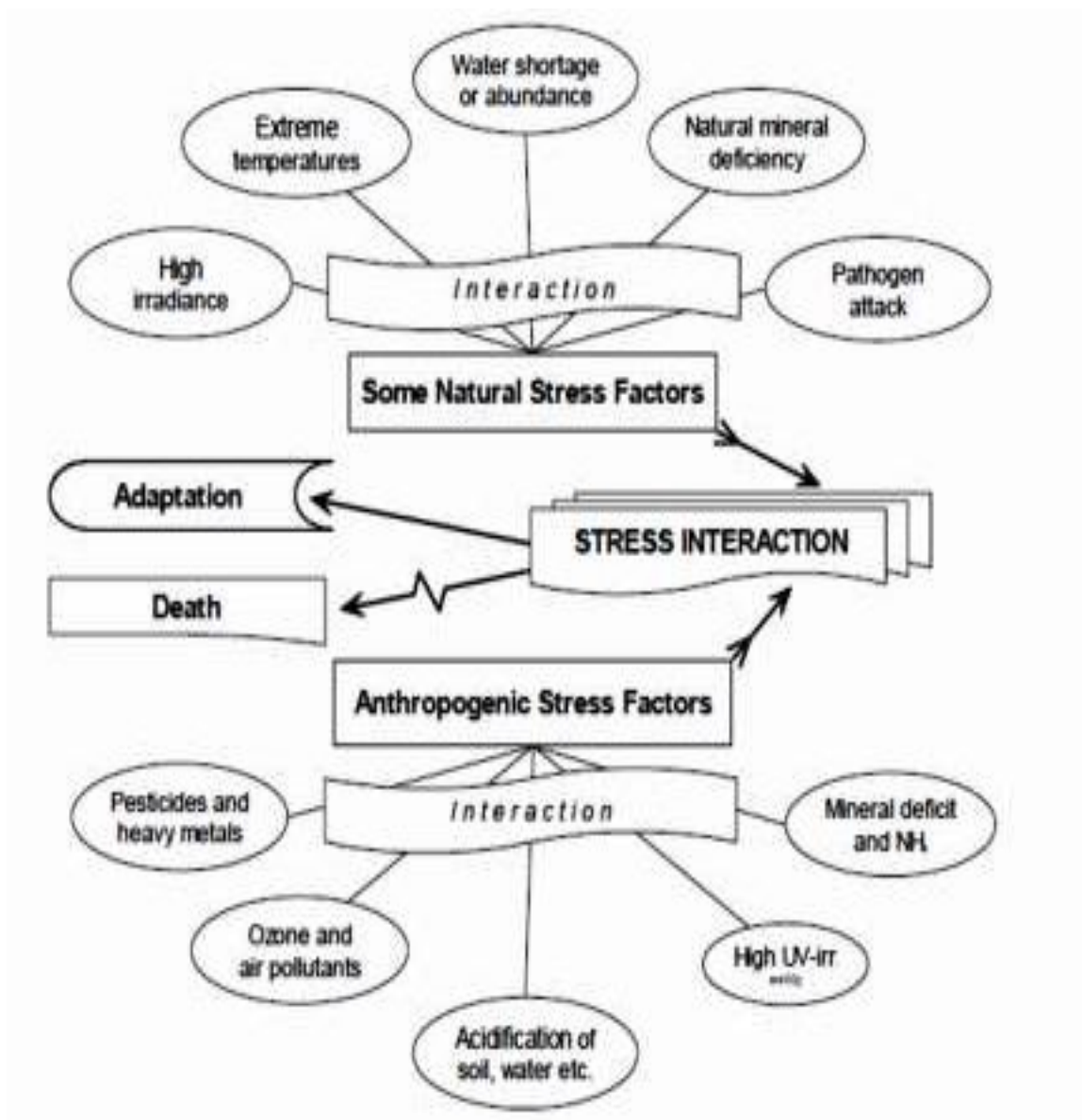


شکل ۱-۱ نمای کلی از گیاه جو

۱-۲- تنش در گیاهان

تنش‌ها به دو صورت زنده و غیرزنده باعث ایجاد تغییراتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی طبیعی گیاهان می‌شود. که موجب آسیب‌دیدگی گیاه و کاهش بهره‌وری و کیفیت محصول می‌شود. از عوامل محیطی تنش می‌توان به افزایش دما، پرآبی و یا کم آبی، افزایش شوری خاک، افزایش تابش اشعه‌های مضر خورشیدی، کاهش شدید دما در اوایل پاییز یا اواخر بهار، پاتوژنها و... اشاره کرد. در کنار این عوامل محیطی، گیاهان در معرض عوامل تنش زای دیگر در مقیاس بزرگتر که مرتبط با فعالیت‌های انسانی هستند، قرار دارند. مانند: آلاینده‌های سمی مانند افت‌کش‌ها، گازهای مضر ($\text{NO}_2, \text{NO}_x, \text{NO}, \text{SO}_2, \text{O}_3$ و گازهای گلخانه‌ای) فتواکساینده‌ها، اسیدی شدن خاک و کاهش مواد معدنی به دلیل بارش باران اسیدی، مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، فلزات سنگین، افزایش تابش اشعه UV-B و... (شکل ۱-۲).

همه این تنش ها موجب کاهش ظرفیت بیوستتز گیاهان می شوند که تغییر در عملکرد طبیعی گیاه و در نهایت منجر به مرگ گیاه می شود (Lichtenthaler, 1996).



شکل ۲-۱ عوامل تنش زا و برهمکنش میان آنها (Alexieva et al., 2003)

۱-۳-اشعه فرابنفش

پرتو فرابنفش (Ultraviolet) یا به اختصار UV دامنه موجی است در گستره امواج مغناطیسی با دامنه طول موجی کوتاه تر از نور مرئی، ولی بلندتر از پرتو X. در سال ۱۸۰۱، دانشمند آلمانی به نام یوهان ویلهلم ریتر بر اثر مشاهداتش توجه نمود که تابش های فرابنفش که نامرئی هستند، عامل اساسی در تیرگی صفحات کاغذ آغشته به کلریدنقره می باشند. او در آن زمان این پدیده را پرتوهای شیمیایی نامید. توزیع تابش هنگامی که بحث از تاثیر این پرتو غیرمرئی بر سلامت انسان و محیط زیست وی است، به ۳ زیر شاخه تقسیم می شوند :

UV-A با طول موج ۳۲۰ تا ۴۰۰ نانومتر (ظاهرا کم خطر)، UV-B با طول موج ۲۸۰ تا ۳۲۰ نانومتر (خطرناک) و UV-C با طول موج ۲۸۰ تا ۳۲۰ نانومتر (مخرب). امروزه فعالیت های صنعتی بشر باعث افزایش ترکیبات آلوده کننده ی اتمسفر به خصوص ترکیبات هالوژن دار شده است، این ترکیبات باعث تخریب لایه ی اوزون می شوند. کاهش این لایه باعث افزایش میزان اشعه ی UV در سطح زیست کره شده و مشکلاتی را برای موجودات زنده به وجود آورده است (Buchholz et al., 1995). اثرات اشعه ی UV بر گیاهان به علت نیاز دائمی آنها به نور خورشید غیر قابل اجتناب می باشد. این اثرات بر روی گیاهان می تواند شامل کاهش فرایند فتوسنتز، تخریب پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک، تنش اکسایشی و کاهش مقدار رنگیزه های فتوسنتزی باشد و تغییر در مورفولوژی، تبارزایی و بیوماس گیاه را نیز باعث می شود. همچنین اشعه ی UV باعث تولید رادیکال های آزاد اکسیژن مانند اکسیژن منفرد، آنیون سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال های هیدروکسیل می شود، که این رادیکال ها منجر به برهم زدن تعادل متابولیسمی در سلول ها می شوند (Asada, 1999). تغییرات ایجاد شده در مورفولوژی گیاهان توسط اشعه ی UV شامل تغییر در شکل برگ، افزایش شاخه های جانبی، کاهش میان گره ها، کاهش وزن، کاهش سطح برگ و کاهش ارتفاع گیاه می باشد (Hori et al., 2007). از مهمترین سازوکارهای سازگاری گیاهان در برابر اشعه ی UV می توان به افزایش ضخامت برگ، کوچک تر شدن برگ، تغییر زاویه ی برگ ها نسبت به اشعه ی تابشی، افزایش انعکاس از سطح برگ ها، افزایش ترکیبات جاذب اشعه ی UV مانند فلاونوئیدها، آنتوسیانین ها و افزایش کرک های انعکاسی اشاره کرد (Mpoloka et al., 2007). به طور کلی سلول های گیاهی دارای سیستم حفاظتی پاداکسایشی می باشند تا اثرات مخرب گونه های واکنشگر اکسیژن تولید شده را برطرف کنند. این سیستم شامل فرایندهای آنزیمی و غیر آنزیمی می باشد. در سیستم حفاظتی آنزیمی، آنزیم هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، گلو تاتیون ردوکتاز (GR)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و پراکسیدازها (POD) نقش دارند و در سیستم حفاظتی غیر آنزیمی مولکول هایی با وزن کم مانند آسکوربات، گلو تاتیون، آلفا توکوفرول،

کاروتنوئیدها و غیره نقش دارند. (Mishra et al., 2006). براساس تحقیقات انجام شده در برنامه ی محیط زیست جهانی، مشخص شده که ۱ درصد کاهش لایه اوزون سبب افزایش ۲ درصدی اشعه ی UV رسیده به سطح زمین می شود. البته ذکر این نکته ضروری است که شدت تشعشعات رسیده به زیست کره بستگی به مقدار کلی توزیع گاز اوزون، شرایط آب و هوایی، ذرات موجود در جو و غیره دارد، در عهدنامه ی بین المللی حفاظت از لایه ی اوزون، همانند عهدنامه وین (۱۹۸۵) و پروتکل مونترال (۱۹۸۷) تفاهم نامه ای برای جلوگیری از کاهش و تخریب لایه ی اوزون وضع شده است (EEA, 1998). اگرچه اشعه UV-B تنها بخش کوچکی از اشعه های نوری رسیده زمین است اما اثرات آن بر روی فرآیندهای بیولوژیکی می تواند خیلی زیان آور باشد چون انرژی این اشعه زیاد است (Farokh et al., 2010). گیاهان در معرض اشعه ی فرابنفش مکانیسم های دفاعی از خود بروز می دهند. ساختارهایی مانند اپیدرم که معمولا به وسیله کرک پوشیده شده است و حاوی ترکیبات جاذب UV است نقش حفاظتی در برابر اشعه ی UV دارند. همچنین موم موجود در سطح اپیدرم می تواند تا ۸۰ درصد اشعه را منعکس سازد (Balouchi et al., 2009). ترکیبات فنیل پروپانوئیدی مانند مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید و فلاونوئیدها مثل فلاوون ها، فلاوونول ها و همچنین آنتوسیانین ها باعث جذب اشعه UV می شود (Hoque and Remus, 1999). اگرچه اندام هوایی هدف اولیه اشعه UV-B است اما ریشه ممکن است فوراً بعد از جوانه زنی و تعیین موقعیت جوانه بر روی سطح خاک در معرض این اشعه قرار بگیرد (Correia et al., 1998).

۱-۴ اثرات مخرب ناشی از اشعه UV

۱-۴-۱-۱ اثر بر اسیدنوکلئیک ها

DNA یکی از اهداف اصلی اشعه ی UV می باشد. UV-B، UV-C باعث تولید ترکیبات Photoproduct توسط DNA و جهش در حین همانندسازی می شود (Sancar and Sancar, 1988). دایمرهای پیریمیدین تیپ سیکلوبوتان (CPDs) و دایمر پیریمیدین ۶ پیریمیدین Photoproduct های متداول DNA هستند که در نتیجه ی تابش UV تولید می شوند. دایمر تیپ سیکلوبوتان با دایمری زاسیون پیریمیدین های مجاور (CT, TC, TT و CC) در همان رشته ی DNA تشکیل می شود (Cadet et al., 1992).