

سورة الفجر



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی

بررسی اثر هیومیک اسید بر رشد و عملکرد خیار گلخانه ای تحت تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول

نگارنده:

مهدی قاسمی

استاد راهنما:

دکتر حسن خوش قلب

استاد مشاور:

دکتر زیبا قسیمی حق

مهر ۱۴۰۰

شماره: ۹۹۴
تاریخ: ۱۴۰۰/۹/۹
ویرایش:

باسمه تعالی

فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی‌های ۹۴ به بعد



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

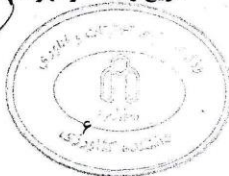
با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهدی قاسمی با شماره دانشجویی ۹۷۱۲۸۹۴ رشته علوم مهندسی باغبانی گرایش تولید محصولات گلخانه‌ای تحت عنوان بررسی اثر هیومیک اسید بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای تحت تنش خشکی پلی اتیلن گلیکولی که در تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۲۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

☐ الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰	☒ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸/۹۹ - ۱۸
☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۷/۹۹ - ۱۶	☐ د) درجه متوسط: نمره ۱۵/۹۹ - ۱۴
☐ ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد	
نوع تحقیق: ☐ نظری ☒ عملی	

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حسن خوش قلب	استاد یار	
۲- استاد راهنمای دوم	-	-	-
۳- استاد مشاور	دکتر زیبا قسمی حق	استاد یار	
۴- استاد داور اول	دکتر حجت اله بدایقی	استاد یار	
۵- استاد داور دوم	دکتر مهدی رضائی	دانشیار	
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر حمید صمدلویی	استاد یار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده



به پاس قدر دانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است

همدلی که با واژه ی نجیب و مغرور تلاش ؛ آشنایی دارد و تلاش راستین را می شناسد و عطر رویایی آن را استشمام می کند و مرا در راه رسیدن به اهداف عالی یاری می رساند ؛

همو که حس تعهد و مسئولیت را در زندگی مان تلالویی خدایی داده است ؛ این پایان نامه تقدیم همسر مهربانم (الهه) می گردد.

همچنین از فرزند دلبندم آقا پرهام تشکر می نمایم که صبورانه و صادقانه من را همراهی نموده است تا بتوانم در کمال آرامش و آسایش به تهیه و تنظیم پایان نامه بپردازم.

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم. هر چند بندگی فقط شایسته ذات بی همتای خالق هستی آفرین است و لیکن به مصادیق حدیث شریفه (هر کس حرفی به من بیاموزد مرا بنده خود کرده است) استاد هم، چنان شأن و مقام والایی دارد که دریای علم و معرفت و پرچم دار توحید هم خود را بنده کسی می داند که حتی یک حرف به او بیاموزد.

لذا بر خود لازم می دانم که از زحمات بی دریغ استاد راهنمای عزیزم جناب آقای دکتر حسن خوش قلب و استاد مشاور خانم دکتر زیبا قسیمی حق تقدیر و تشکر نمایم.

مهدی قاسمی

مرداد ۱۴۰۰

تعهد نامه

اینجانب **مهدی قاسمی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **علوم و مهندسی باغبانی** (گرایش تولید محصولات گلخانه) دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحت راهنمایی دکتر حسن خوش قلب متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است. **تاریخ // ۱۴۰۰**

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

چکیده

خیار با نام علمی *Cucumis sativus L.* گیاهی یک ساله و از جنس *Cucumis* و خانواده *Cucurbitaceae* است. به منظور بررسی اثر هیومیک اسید بر رشد و عملکرد خیار گلخانه ای تحت تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول، از چهار رقم بذر شامل آریا، نوین، پی اس ۶۴ و ایزابل استفاده شد. مطالعات در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول جوانه زنی و رشد اولیه هر چهار رقم خیار گلخانه ای تحت تیمار پلی اتیلن گلیکول با غلظت های ۰، ۱/۵، ۳ و ۶ درصد در ژرمیناتور با دما ۲۵ درجه سانتی گراد و رطوبت ۴۵ و شدت نور ۱۰۰۰ لوکس بررسی شد. نتایج صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و شاخص بنیه بذر نشان داد که رقم ایزابل نسبت به تنش خشکی مقاوم ترین و رقم آریا حساس ترین است. در مرحله دوم، اثر تیمار هیومیک اسید در تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول در ارقام آریا و ایزابل با اندازه گیری صفات رویشی بوته و میوه شامل سطح برگ، طول ساقه، قطر ساقه، سرعت رشد مطلق، سرعت رشد نسبی، زمان گلدهی، طول میوه، قطر میوه، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، سفتی بافت، غلظت ازت برگ، غلظت ازت میوه، غلظت پتاسیم برگ و غلظت پتاسیم میوه، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در رقم آریا در صفات سطح برگ، غلظت ازت برگ، طول میوه و وزن خشک میوه و در رقم ایزابل در صفات سطح برگ، طول میوه و وزن خشک میوه از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. در کل، تنش خشکی باعث کاهش مقادیر صفات کمی مورد ارزیابی شد در حالی که هیومیک اسید در اغلب تیمارها باعث افزایش در این صفات شد. در نهایت می توان گفت: افزایش غلظت هیومیک اسید، توانست اثر تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: خیار گلخانه ای، پلی اتیلن گلیکول، هیومیک اسید، تنش خشکی

فهرست مطالب

فصل اول کلیات	۱
۱-۱-خیار	۲
۱-۲- کاشت،داشت و برداشت خیار گلخانه ای	۲
۱-۲-۱- کاشت	۲
۱-۲-۲- آبیاری	۲
۱-۲-۳- هرس	۳
۱-۳- عوامل موثر در کیفیت میوه خیار	۴
۱-۴- آفات و بیماری های خیار گلخانه ای و کنترل آنها	۶
۱-۵- کنترل بیماری ها و آفات	۶
۱-۶- تنش خشکی	۷
۱-۷- مکانسیم های سازگاری گیاهان به خشکی	۸
۱-۸- مقاومت گیاهان در برابر تنش های خشکی	۹
۱-۹- تاثیرات تنش خشکی در گیاهان	۱۰
۱-۹-۱- تاثیر تنش خشکی بر مرحله جوانه زنی	۱۲
۱-۹-۲- تاثیر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیکی گیاه	۱۲
۱-۹-۳- تاثیر تنش خشکی بر میزان رنگدانه های فتوسنتزی	۱۳
۱-۹-۴- تاثیر تنش خشکی بر مقدار نسبی آب برگ	۱۳
۱-۹-۵- تاثیر تنش خشکی بر ساختار غشاء	۱۳
۱-۹-۶- تاثیر تنش خشکی بر میزان فتوسنتز و اسیمیلاسیون	۱۴
۱-۹-۷- تاثیر تنش خشکی بر میزان فلوئورسانس کلروفیل	۱۴
۱-۱۰- هیومیک اسید (HA)	۱۴
۱-۱۱- ساختار مولکولی و ویژگیهای هیومیک اسید	۱۵
۱-۱۲- نقش هیومیک اسید گیاه	۱۵
فصل دوم بررسی منابع	۱۷
فصل سوم مواد و روش ها	۲۳
۳-۱- موقعیت و مشخصات محل اجرای آزمایش	۲۴
۳-۲- کشت اولیه بذر و بررسی صفات پنج گانه	۲۴

۲۵.....	۱-۲-۳- درصد جوانه زنی
۲۵.....	۲-۲-۳- سرعت جوانه زنی
۲۵.....	۳-۲-۳- طول ریشه چه
۲۵.....	۴-۲-۳- طول ساقچه چه
۲۶.....	۵-۲-۳- شاخص بنیه بذر
۲۶.....	۳-۳- کشت نشاها در گلخانه و بررسی صفات
۲۶.....	۱-۳-۳- کلروفیل برگ
۲۷.....	۲-۳-۳- سطح برگ
۲۷.....	۳-۳-۳- طول و قطر ساقه اصلی
۲۷.....	۴-۳-۳- سرعت رشد نسبی
۲۷.....	۵-۳-۳- سرعت رشد مطلق
۲۸.....	۶-۳-۳- زمانگدهی
۲۸.....	۷-۳-۳- طول میوه
۲۸.....	۸-۳-۳- قطر میوه
۲۸.....	۹-۳-۳- وزن تر میوه
۲۸.....	۱۰-۳-۳- وزن خشک میوه
۲۸.....	۱۱-۳-۳- سفتیافت
۲۸.....	۱۲-۳-۳- غلظت ازت در میوه
۲۹.....	۱۳-۳-۳- غلظت ازت در برگ
۲۹.....	۱۴-۳-۳- غلظت پتاسیم در میوه
۲۹.....	۱۵-۳-۳- غلظت پتاسیم در برگ
۳۱.....	فصل چهارم نتایج
۳۲.....	۱-۴- بررسی صفات فاز اول مطالعه
۳۳.....	۱-۱-۴- بررسی صفت درصد جوانه زنی
۳۴.....	۲-۱-۴- بررسی صفت سرعت جوانه زنی
۳۶.....	۳-۱-۴- بررسی صفت طول ریشه چه و ساقه چه تحت تیمار پلی اتیلن گلیکول
۳۸.....	۴-۱-۴- بررسی صفت شاخص بنیه بذر
۳۹.....	۲-۴- بررسی صفات فاز دوم مطالعه
۴۰.....	۱-۲-۴- بررسی صفات مربوط به میوه

۴۰	 طول میوه	۴-۲-۱-۱
۴۱	 قطر میوه	۴-۲-۱-۲
۴۱	 وزن تر میوه	۴-۲-۱-۳
۴۱	 وزن خشک میوه	۴-۲-۱-۴
۴۲	 سفتی بافت میوه	۴-۲-۱-۵
۴۲	 ازت میوه	۴-۲-۱-۶
۴۲	 پتاسیم میوه	۴-۲-۱-۷
۴۳	 بررسی صفات مربوط به برگ	۴-۲-۲
۴۳	 سطح برگ	۴-۲-۲-۱
۴۴	 کلروفیل برگ	۴-۲-۲-۲
۴۴	 پتاسیم برگ	۴-۲-۲-۳
۴۵	 ازت برگ	۴-۲-۲-۴
۴۵	 بررسی صفات مربوط به بوته	۴-۲-۳
۴۶	 طول ساقه	۴-۲-۳-۱
۴۶	 قطر ساقه اصلی	۴-۲-۳-۲
۴۷	 سرعت رشد مطلق	۴-۲-۳-۳
۴۷	 سرعت رشد نسبی	۴-۲-۳-۴
۴۷	 زمان گلدهی	۴-۲-۳-۵
۴۸	 تعداد گل ماده	۴-۲-۳-۶
۴۸	 بررسی اثر متقابل هیومیک اسید و پلیاتیلن گلیکول بر صفات مورد بررسی	۴-۳
۴۹	 صفات مورد بررسی در رقم ایزابل	۴-۳-۱
۴۹	 سطح برگ	۴-۳-۱-۱
۵۰	 طول میوه	۴-۳-۱-۲
۵۱	 وزن خشک میوه	۴-۳-۱-۳
۵۲	 صفات مورد بررسی در رقم آریا	۴-۳-۲
۵۲	 سطح برگ	۴-۳-۲-۱
۵۳	 غلظت ازت برگ	۴-۳-۲-۲
۵۴	 طول میوه	۴-۳-۲-۳
۵۵	 وزن خشک میوه	۴-۳-۲-۴

۵۷.....	فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۵۸.....	۵-۱- نتیجه گیری کلی.....
۶۰.....	۵-۲- پیشنهادات.....
۶۱.....	منابع.....

فهرست جداول

- جدول ۴-۱- جدول تجزیه واریانس صفات پنج گانه در چهار رقم بذر خیار مورد بررسی..... ۳۲
- جدول ۴-۲- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به میوه ۴۰
- جدول ۴-۳- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به برگ ۴۳
- جدول ۴-۴- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به بوته ۴۵

فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱- قرار دادن بذرها در ژرمیناتور..... ۲۴
- شکل ۳-۲- اندازه گیری ریشه چه با استفاده از کولیس..... ۲۵
- شکل ۴-۱- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر درصد جوانه زنی..... ۳۳
- شکل ۴-۲- جوانه زدن بذرها..... ۳۴
- شکل ۴-۳- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر سرعت جوانه زنی..... ۳۴
- شکل ۴-۴- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر طول ریشهچه..... ۳۶
- شکل ۴-۵- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر طول ساقهچه..... ۳۶
- شکل ۴-۶- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر شاخص بنیه بذر..... ۳۸
- شکل ۴-۷- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت سطح برگ در رقم ایزابل ۴۹
- شکل ۴-۸- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت طول میوه در رقم ایزابل ۵۰
- شکل ۴-۹- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت وزن خشک میوه در رقم ایزابل..... ۵۱
- شکل ۴-۱۰- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت سطح برگ در رقم آریا ۵۲
- شکل ۴-۱۱- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت غلظت ازت برگ در رقم آریا..... ۵۳
- شکل ۴-۱۲- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت طول میوه در رقم آریا..... ۵۴
- شکل ۴-۱۳- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت وزن خشک میوه در رقم آریا ۵۵

مقدمه

از بین تولیدات گلخانه‌ای کشور ایران، خیار بالاترین سطح زیر کشت را دارا است. خیار از گیاهان عالی‌گلدار، از رده دولپه‌ای‌ها، از گیاهان یکساله جالیزی، تک پایه و از تیره کدوئیان (*Cucurbitaceae*) است، جنس *Cucumis* حدود ۳۰ گونه دارد که خیار با نام علمی (*Cucumis sativus L.*) مهمترین آنها است. از لحاظ باغبانی خیار جزء آن دسته از سبزی‌هایی است که میوه آن مصرف می‌شود و از لحاظ شرایط محیطی جزء گیاهان حساس به سرما است (کلانتر و همکاران ۱۳۸۷). سایر گیاهان خانواده کدوئیان شامل هندوانه، کدو و کدو تنبل است. خیار گیاهی است تک پایه که گل‌های نر و ماده روی یک گیاه قرار دارند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶).

طبق آمار سازمان خوار و بار جهانی (فائو) در سال ۲۰۱۵ ایران با تولید یک میلیون و پانصد و شصت هزار تن پس از چین و ترکیه سومین کشور تولید کننده خیار در جهان بود. بر طبق آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳ خیار با ۱۹/۶٪ رتبه سوم سطح محصولات جالیزی کشور را دارد و همچنین با ۱۶/۹٪ بعد از هندوانه رتبه دوم میزان تولید محصولات جالیزی را دارد (مددخواه و همکاران، ۱۳۹۶).

خیار، محصول فصل گرم بوده و در مناطق معتدله و همچنین در زمستان در شرایط گلخانه‌ای تا عرض‌های بالایی به طور وسیعی کشت و کار می‌گردد. میزان کالری کم، وجود ویتامین‌ها و املاح کافی و لذیذ بودن خیار باعث شده که جزء مهمی از رژیم‌های مختلف غذایی در سراسر دنیا باشد. امروزه با توسعه ارقام خیار با عملکرد زیاد، توجه به نیازهای تغذیه‌ای این گیاه اهمیت زیادی دارد. بهینه کردن شرایط محیطی از قبیل شدت نور، دما و همچنین کنترل آفات و بیماری‌ها و استفاده بهینه از منابع کودهای آلی و شیمیایی نقش مهمی در بهبود کمی و کیفی تولید محصول خیار دارد. توجه به تولید سالم محصول خیار به سبب دوره پرورش کوتاه آن، بعلاوه مصرف عمدتاً تازه خوری آن، مهم است (فهیمی و همکاران، ۱۳۹۵).

با توجه به رشد سریع جمعیت جهان، پیش‌بینی شده است که در سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به ۹/۶ میلیارد نفر برسد (سازمان ملل متحد ۲۰۱۳). فائو (۲۰۰۹) اعلام کرده است که تولید جهانی محصولات کشاورزی در سال ۲۰۵۰ باید ۷۰٪ افزایش یابد تا نیازهای بشر به غذا را تأمین کند. بنابراین، کشاورزی امروز نیاز به بهره‌وری بیشتر در تولید مواد غذایی دارد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۵).

در مطالعه حاضر به بررسی اثر هیومیک اسید بر رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای تحت تنش خشکی پلی اتیلن گلیکول، پرداخته شده است. ایجاد تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلیکول در گیاه خیار باعث ایجاد کاهش عملکرد می‌شود. از طرفی هیومیک اسید از طریق عملکردهای مختلف خود باعث کاهش تاثیر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول می‌شود.

استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸). همچنین در پژوهشی مشخص گردید، افزایش غلظت هیومیک اسید باعث افزایش طول میوه خیار می‌شود (Unlu, et al. 2011). استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸).

تحت تنش خشکی، تغذیه برگ‌ها با مولکول‌های آلی موجب نگهداری محتوای آب برگ‌ها، افزایش فتوسنتز و سوخت و ساز آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود (Fahramand, et al. 2014). از جمله آثار فیزیولوژیک خشکی بر گیاهان، کاهش رشد رویشی، به ویژه رشد بخش‌های هوایی، است. گسترش سلولی تنها زمانی می‌تواند اتفاق افتد که فشار تورژسانس بیشتر از آستانه تحمل دیواره سلولی باشد. به علت کاهش فشار تورژسانس طی تنش آبی، فرایند رشد یکی از حساسترین فرایندهای فیزیولوژیک در تنش آبی محسوب می‌شود. تنش خشکی عمدتاً به واسطه کاهش فشار تورژسانس، بزرگ شدن سلولی و رشد سلولی را متوقف می‌کند (Karthikeyan, et al. 2007).

نحوه عمل اسید هیومیک بر رشد گیاه به اثرهای مستقیم و غیر مستقیم آن و تأثیر آن بر غشا و در نتیجه بهبود انتقال عناصر غذایی، افزایش سنتز پروتئین و فتوسنتز نسبت داده می‌شود. مهمترین خاصیت هیومیک اسید این است که از یک طرف به انحلال و آزاد سازی عناصر تثبیت شده، به خصوص در خاک- های قلیایی، کمک می‌کند و از طرف دیگر همانند یک مخزن، عناصر اضافی موجود در محیط را در خود ذخیره می‌نماید، به موقع در اختیار ریشه می‌گذارد و بدین ترتیب گیاه متعادلی را می‌پروراند. اسید هیومیک می‌تواند با بهبود جذب نیتروژن سبب افزایش میزان آنزیم‌ها، انواع پروتئین‌ها، به ویژه آنزیم‌ها و پروتئین‌های شرکت کننده در چرخه فتوسنتزی نظیر سیټوکروم‌ها، فردوکسین‌ها، پلاستوسیانین و آنزیم رابیسکو شده و از این طریق رشد را افزایش دهد (Dordas, et al. 2008).

فصل اول

کلیات

۱-۱-خيار

ارقام خیار گلخانه ای از نوع بکر بارور و ماده گل هستند. بوته‌های خیار گلخانه ای تولید گل‌های ماده می‌نمایند و این ارقام به نام گل ماده معروف می‌باشند. به دلیل ماده بودن گل در این ارقام، راندمان در آنها بسیار بالاست. خیار گیاهی یک ساله و علفی و دارای ساقه خزنده و پوشیده از خارهای نازک و خشن است. ساقه خیار رونده است. برگ خیار ساده و بزرگ (۴۰-۲۰ سانتیمتر) و دارای زاویه و دندانه است و دم‌برگ ۲۰-۷ سانتیمتری دارد که شامل پنج بخش است که بخش مرکزی بزرگترین آن هاست. در هر گره یک برگ وجود دارد. برگ‌های خیار در واقع مهمترین اندام در نشان دادن عوارض تغذیه‌ای هستند. هر نوع تغییر رنگ، عدم رشد کافی، نازک شدن یا خشبی شدن بافت برگ، نشان از سوء تغذیه و مشکلات این چینی است. به طور مثال با افزایش ضریب هدایت الکتریکی محیط ریشه، میزان خشبی شدن برگ‌ها افزایش می‌یابد و بالعکس با افزایش رطوبت نسبی و کاهش شوری محیط ریشه، بافت برگ نرم‌تر و لطیف‌تر خواهد شد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶).

۱-۲- کاشت، داشت و برداشت خیار گلخانه‌ای

۱-۲-۱- کاشت

نحوه کشت خیار به دو روش مستقیم و نشایی انجام می‌گیرد که بهتر است برای تسهیل در رشد و مقاوم‌سازی بوته از روش نشاء استفاده گردد. در این روش در سینی نشاء از پیت خزه و کوکوپیت به نسبت‌های مشخص استفاده می‌شود. در شرایط ایده‌آل بعد از ۳ تا ۶ روز جوانه‌زنی صورت گرفته و یک ماه بعد می‌توان نشاء را به زمین اصلی انتقال داد.

۱-۲-۲- آبیاری

دوره آبیاری بر اساس سن گیاه، بافت خاک و دمای منطقه توصیه می‌گردد. آبیاری زیاد باعث شستشوی خاک شده و مواد غذایی کمتری در اختیار ریشه قرار می‌گیرد، از طرفی آبیاری کم نیز باعث پژمردگی و تنش برای

گیاه می‌گردد. بهترین زمان آبیاری هنگامی است که رطوبت خاک به ۲۵٪ رسیده باشد. بهتر است در مرحله ۴ برگی شک تشنگی به گیاه داده شود تا ریشه گیاه برای جذب آب به عمق بیشتری نفوذ کرده و در نتیجه گیاه قوی‌تر خواهد شد. نصب نوارهای آبیاری نیز باید به نوعی باشد که محدوده رطوبتی بین دو قطره چکان پوشش داده شود. آب مناسب برای آبیاری در هدایت الکترونیکی کمتر از ۱ بسیار خوب، هدایت الکترونیکی بین ۱ تا ۲ مناسب، هدایت الکترونیکی ۲ تا ۳ کمی زیاد، هدایت الکترونیکی ۳ تا ۴ زیاد و هدایت الکترونیکی بالاتر از ۴ بسیار زیاد و غیر قابل قبول می‌باشد. همچنین هاشمناسب آب برای آبیاری حدود ۶/۷ می باشد. در بین تمامی مراحل مرحله گلدهی بیشترین نیاز آبی را در گیاه دارد.

۱-۲-۳- هرس

زمان مناسب هرس بوته خیار در هنگامی که ارتفاع بوته به ۳۰ سانتی‌متر می‌رسد باید انجام گیرد. در این زمان گیاه فرصت بیشتری برای رشد ساقه و تولید برگ‌های قوی‌تر خواهد داشت. در مراحل بعدی نباید تعداد برگ‌های هرس شده بیشتر از ۳ عدد در هر بار هرس باشد و حداقل ۱۸ تا ۲۲ برگ بعد از هرس بر روی بوته باقی بماند. همچنین بر حسب نوع رقم هرس میوه نیز انجام می‌گیرد. این کار برای کشاورزان با تجربه با عملکرد و قدرت بیشتر بوته در تولید محصول همراه است. هرس میوه‌ها باید در مراحل اولیه رشد و قبل از درشت شدن میوه انجام گیرد.

۱-۲-۴- برداشت

در هنگام چیدن خیار باید دقت شود تا میوه به سمت بالا کشیده شود. در این صورت میوه به همراه دمگل از ساقه جدا شده که علاوه بر ماندگاری بیشتر میوه بازار پسندی بیشتری دارد و از طرفی باقی مانده دمگل میوه بر روی ساقه محلی برای فعالیت پوسیدگی و بیماری‌ها نخواهد بود البته استفاده از قیچی استریل در چیدن میوه بسیار مؤثرتر و بدون آسیب به گیاه می‌باشد. امروزه در گلخانه‌های پیشرفته از اشعه برای چیدن میوه‌ها استفاده می‌گردد (میرکاظمی، ف. ۱۳۹۵).

۱-۳- عوامل موثر در کیفیت میوه خیار

۱-۳-۱ ارزش غذایی

خیار دارای ساپونین، ویتامین‌ها، مواد معدنی مختلف و آنزیم‌های مختلفی مانند پروتئولیتیک‌ها، ویتامین‌های A، B1، B3، C و همچنین منگنز، کربنات کلسیم، پتاسیم، سدیم و کلر، مواد ازته و هیدروکربنه و مواد گوگردی، کمی چربی و سلولز می‌باشد. میزان اسیدهای چرب اشباع شده آن شامل اسید استئاریک ۳/۷٪، اسید پالمیتیک ۶/۸٪ و اسیدهای اشباع نشده، اسید اولئیک 58/5٪ و لینولئیک ۳۱٪ می‌باشد. خیار بدلیل کالری کم غالباً برای رفع خستگی مورد توجه است. ۹۶٪ خیار را آب تشکیل می‌دهد و این مسئله یکی از دلایل مصرف بالای خیار، بخصوص در نقاط با آب و هوای نسبتاً خشک می‌باشد (رحمان جو و همکاران ۱۳۸۹).

۱-۳-۲ ظاهر میوه

وضع ظاهری مهمترین عامل کیفیت در تعیین ارزش بازار فرآورده است. بسته‌بندی یکنواخت میوه‌های هماندازه سبب تسهیلات در بازاریابی و خرید و فروش می‌شود. در کشورهای مختلف دنیا با توجه به ذائقه و فرهنگ، خیار را از نظر طول و قطر در طبقات مختلفی درجه بندی می‌کنند.

شکل معیار دیگری است که اغلب برای تشخیص ارقام میوه کاربرد دارد. شکل میوه از مهمترین صفات در اصلاح خیار می‌باشد. نسبت طول به قطر میوه مهمترین فاکتور مورد توجه در بین صفات مربوط به میوه، در خیار می‌باشد. این نسبت در خیارهای سالادی و تازه‌خوری ۴ تا ۸ و در خیارهای فرآوری ۲/۸ تا ۳/۵ می‌باشد. ارقام تازه-خوری به طول ۱۶ تا ۲۰ سانتیمتر، انواع سالادی ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر و انواع فرآوری به طول ۱۵ سانتیمتر برداشت می‌شوند (رحمان جو و همکاران ۱۳۸۹).

در ایران عمدتاً طول خیارهای فرآوری کمتر از ۱۰ سانتیمتر می‌باشد. در مجموع ارقام فرآوری عمدتاً کوتاهتر، با بافت بسیار متراکم به رنگ سبز روشن، بعضاً زگیل دار بوده و عمدتاً در اندازه کوچک برداشت می‌شوند. رنگ پوست میوه خیار از سفید تا سبز متمایل به بنفش متغیر است. اکثراً ارقام فرآوری رنگ سبز روشن و ارقام تازه-

خوری و سالادی به رنگ سبز تیره می‌باشند. رنگ میوه در ارقام تازه‌خوری و سالادی عمدتاً یک دست می‌باشند، در حالیکه ارقام فراوری دارای لکه‌های رنگی عمدتاً زرد یا کرم رنگ می‌باشد. براق بودن پوست میوه از نظر بازارپسندی اهمیت دارد. خیارهای خاورمیانه (بت‌آلفا) از سایر خیارها متمایز هستند زیرا آنها پوست نسبتاً صاف و نازک، رنگ سبز روشن یکنواخت و یکجور و در زمان برداشت طولی برابر 8 cm تا ۱۳ دارند (رحمان جو و همکاران ۱۳۸۹).

۱-۳-۳- طعم

طعم که در اصلاح محصولات باغبانی اهمیت زیادی دارد، صفت پیچیده‌ای است که تحت تاثیر ژنتیک، محیط و تغییرات بافت است و بیشتر از آن تحت تاثیر برداشت در زمان بلوغ و فرایندهای پس از برداشت می‌باشد. اصلاحگران به خاطر اینکه اطلاعات کافی در مورد طعم ندارند طعم را به طور ناخواسته کنار گذاشته‌اند. از طرف دیگر تجهیزات مربوط به اندازه‌گیری طعم، گران قیمت است و تخصص کافی هم در مورد علوم حسی وجود ندارد و حتی ترکیبات موثر در طعم و مسیرهای بیوسنتتیک آنها برای انسان قابل درک نیست. آنالیزهای حسی، از لحاظ مزه و عطر توسط افراد کارآزموده با تست رومیزی انجام می‌شود و اطلاعات منحصر به فردی از درجه پذیرش غذا و همچنین کاربرد وسیعی برای تعیین کیفیت کلی به ما می‌دهد.

آنالیز حسی در خیار شامل ظاهر بیرونی میوه، رنگ گوشت، سفتی گوشت، عطر گوشت میوه، آبدار بودن گوشت، مزه (شیرین، تلخ، بی مزه) تردی و کرانچ بودن و اظهار نظر کلی است. اگر چه ظاهراً به نظر می‌رسد که مزه و بو عوامل تعیینکننده طعم خیار می‌باشند، اما باید توجه داشت عوامل دیگری نیز در ایجاد طعم یا احساسی که از خوردن خیار به انسان دست می‌دهد موثر هستند، مثل بافت یعنی درجه یا کیفیت سفتی، نرمی یا تردی و صدای برخاسته از آن و یا ترد بودن آن. بافت به طور کلی ارزیابی احساس غذا در دهان است. خیار تازه‌خوری یا ترشی وابستگی زیادی به کرانچ بودن بافت آن دارد. بافت خیار در انتخاب مصرفکننده اهمیت زیادی دارد. بافت خیار تحت تاثیر ساختار برون‌بر و میان‌بر است. ارزیابی سریع بافت، توسط دستگاه‌های پانچ امکانپذیر است. عطر

یکی از فاکتورهای اساسی برای ارزیابی کیفیت میوه محسوب می‌شود. محیط روی شدت عطر تاثیر می‌گذارد (رحمان جو و همکاران ۱۳۸۹).

۱-۳-۴- حالت و بلوغ

حالت، کیفیتی است که به تازه بودن و پیری، رسیده بودن فرآورده، وسعت آسیب‌های مکانیکی، بیماری‌ها یا آفات نسبت داده می‌شود. خیار چروکیده‌ای که در اثر از دست دادن آب ایجاد می‌شود، بدون حالت است. از نظر بلوغ در مصرف خوراکی خیار، میوه نباید در حالت بلوغ کامل برداشت شود (رحمان جو و همکاران ۱۳۸۹).

۱-۴- آفات و بیماری‌های خیار گلخانه‌ای و کنترل آن‌ها

آفات مهم خیار گلخانه‌ای شامل شته‌ها، تريپس‌ها، مگس‌های مینوز، سفیدبالک‌ها، و کنه‌های تارتن است. همچنین بیماری‌های مهم خیار شامل پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه، پوسیدگی فوزاریومی ریشه، سفیدک پودری، سفیدک داخلی، نماتد مولد گره ریشه و ویروس موزاییک خیار است (ارجمندیان و همکاران ۱۳۹۴).

۱-۵- کنترل بیماری‌ها و آفات

شرایط دمایی و رطوبی در محیط بسته گلخانه، برای رشد و تکثیر بسیاری از آفات و بیمارگرهای گیاهی مناسب است. بنابراین پس از ورود این گونه عوامل به گلخانه، به سرعت تکثیر گردیده و موجب بروز خسارت کمی و کیفی به محصول می‌گردند. به همین دلیل تولیدکنندگان اینگونه محصولات، از آفت کش‌های شیمیایی استفاده می‌نمایند. خطرات ناشی از مصرف ناآگاهانه سموم شیمیایی (سموم حشره‌کش، کنه‌کش، قارچکش و ...) در گلخانه‌های سبزی و صیفی (به خصوص محصولات خیار و گوجه فرنگی که مصرف تازه‌خوری دارند) بسیار بالا بوده و باقیمانده غیر مجاز سموم در محصولات تولید شده می‌تواند موجب تهدید جدی سلامت مصرف کنندگان گردد. برای حل این معضل مدیریت کنترل عوامل خسارتزا (IPM) در گلخانه‌ها با استفاده از ابزارهای کاربردی و سالم برای پیشگیری و کنترل اینگونه عوامل و نیز تامین سلامت افراد جامعه پیشنهاد شده است. راهکارهای مهم مدیریت کنترل عوامل زیان‌بار بر اعمال روش های پیشگیری، نابودی و ریشه کنی، اجتناب از آفات و

بیمارگرها، ردیابی و دیدبانی و در نهایت اعمال روش های کنترل با تکیه بر روش های غیر شیمیایی و بخصوص کنترل بیولوژیک استوار است (ارجمندیان و همکاران ۱۳۹۴).

۱-۶- تنش خشکی

تنش خشکی مهمترین و رایج ترین تنش محیطی است که تولیدات کشاورزی را در جهان با حدودیت روبه رو ساخته است. در کشاورزی خشکی به وضعیتی اطلاق می شود که میزان و توزیع بارندگی در طی فصل رشد به اندازه های ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود. در ایران، تنش خشکی به عنوان مهمترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی مطرح است. بخش زیادی از اراضی زیر کشت در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در این مناطق، به علت کمبود منابع آب و در نتیجه بروز تنش برای گیاه، عملکرد به شدت کاهش می یابد. درک تأثیر تنش خشکی و رژیم های دمایی بر عملکرد دانه، گامی موثر در توسعه ارقامی با عملکرد بالا و پایدار می باشد (عینعلی و همکاران ۱۳۸۹).

خشکی یک رویداد هواشناختی است که به دلیل عدم وقوع بارندگی در یک دوره زمانی اتفاق می افتد. با وقوع تنش خشکی، آب قابل دسترس خاک کاهش یافته ولی تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق بطور مداوم افزایش می یابد. در شرایط تنش خشکی، به دلیل بسته شدن روزنه ها در طول دوره تنش و تغییر کارایی مصرف آب، ماده خشک تولیدی گیاه کاهش می یابد. گیاهان در مواجهه با تنش خشکی واکنش هایی نشان می دهند که بسته به شدت تنش، طول مدت تنش، ژنوتیپ، سن و مرحله نمو گیاه در زمان وقوع تنش متفاوت است. بنابراین گونه های مختلف گیاهی دامنه وسیعی از مکانیزم های مقاومت به خشکی را نشان می دهند که منجر به ایجاد سازگاری های ریخت شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می گردد (خاکشور مقدم همکاران ۱۳۹۰).

تنظیم اسمزی به عنوان جزئی مهم از مکانیزم های تحمل به خشکی در گیاهان مطرح است. گیاهان در شرایط متفاوت محیطی، مواد محلول با وزن مولکولی کم که بطور کلی مواد محلول سازگار نامیده می شوند را

سنتز می‌نمایند. این مواد حل‌شونده سازگار شامل اسیدهای آمینه (پرولین، گلیسین)، قندها (ساکارز، گلوکز)، الکل‌های قندی (مانیتول، سوربیتول)، یونها، اسیدهای آلی، آمیدها، آمین‌ها و گروه‌های بتائین می‌باشند که در پاسخ به تنش خشکی سنتز شده و با واکنش‌های عادی بیوشیمیایی سلول تداخل ندارند. تجمع این مواد سبب کاهش پتانسیل آب اندام‌های گیاهی و متعاقباً ایجاد شیب پتانسیل آب نسبت به محیط خارج شده که در چنین حالتی جذب آب توسط گیاه امکانپذیر می‌گردد (کلانتر و همکاران ۱۳۸۷).

۱-۷- مکانسیم‌های سازگاری گیاهان به خشکی

گیاهان از طریق مکانسیم‌های مختلفی در برابر خشکی مقاومت می‌کنند. محققان فیزیولوژی و اصلاح نباتات برای مقاومت نباتات با محیط خشک از پنج واژه زیر استفاده می‌کنند: (خاکشور مقدم و همکاران ۱۳۹۰)

۱-۷-۱- مقاومت به خشکی (Drought resistance)

توانایی یک گیاه برای تداوم رشد و تولید عملکرد در حد رضایت بخش و در شرایط محدودیت ذخیره آب و یا تحت کمبودهای متوالی است. از نظر تکامل، مقاومت به خشکی عبارت است از توان زنده ماندن از نسلی به نسل دیگر تحت شرایط محدودیت آبیاری.

۱-۷-۲- گریز از خشکی (Drought escape)

فرار از خشکی بنا به تعریف توانایی گیاه زراعی برای تکمیل چرخه زندگی خود قبل از وقوع کمبود آب اطلاق می‌گردد. استفاده از این مکانیسم بیشتر در مناطقی که شرایط خشکی در اواخر فصل رشد بروز می‌کند اهمیت دارد.

۱-۷-۳- تحمل خشکی (Drought tolerance)

تحمل خشکی به قابلیت گیاه برای تحمل نوعی از کم آبی که به تدریج بروز کرده و با پتانسیل آبی گیاه بطور موازی ادامه می‌یابد، گفته می‌شود. در مکانیسم تحمل سلول‌های گیاه با کمبود آب مواجه می‌شوند ولی چون

پروتوپلاسم آنها در برابر هیدراسیون متحمل می‌باشند گیاه تغییرات و صدمه‌های ناشی از تنش را تحمل نموده و یا آنها را به حداقل می‌رساند.

۱-۷-۴- اجتناب از خشکی (Drought avoidance)

توانایی یک گیاه در نگهداری پتانسیل بالای آب در طی مدت خشکی را اجتناب از خشکی می‌گویند. به بیان دیگر توانایی نبات در نگهداری حالت‌های آزاد آب در نسوج خود در طول دوره خشکی گفته می‌شود.

۱-۷-۵- بهبود از خشکی (Drought recovery)

توانایی گیاه برای از سرگیری رشد و جبران عملکرد با حداقل خسارت بعد از اتمام دوره تنش را بهبود از خشکی می‌گویند.

تنش خشکی بر روی سه مرحله مهم از رشد اثرات شدیدی می‌گذارد. این مراحل عبارتند از :

الف) پیدایش و تشکیل گل

ب) گرده افشانی و لقاح

ج) تشکیل دانه

۱-۸- مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های خشکی

خشکی یکی از تنش‌های محیطی بوده که روی اکثر مراحل رشد، ساختار و فعالیت‌های گیاهی آثار مخرب و زیان آوری وارد می‌سازد. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی متر در سال طبق تعریف آمبروزه در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد که این خود نشان دهنده ضرورت توجه به بهینه سازی مصرف آب در بخش کشاورزی است. پاسخ گیاهان به تنش‌های محیطی در سطوح مورفولوژی، سلولی و مولکولی متفاوت است. توانایی گیاهان برای سازش به تنش‌های محیطی به نوع، شدت تنش و همچنین گونه گیاهی و مرحله وقوع تنش بستگی دارد. گیاهان در شرایط تنش واکنش‌های متفاوتی بصورت اجتناب و یا تحمل در برابر تنش، مقاومت می‌کنند. مقاومت اکتسابی در گیاهان به دو شکل موضعی و همگانی مطرح

می‌باشد. از این رو دو نظریه کلی در رابطه با عامل القا کننده مقاومت در گیاهان معرفی شده است. اولین نظریه تولید امواج واقطبیده (دپلیمیریزاسیون) در سطح غشا یاخته ای و در واکنش به عامل تنش زا می- باشد که به دنبال آن پیام‌های القایی در گیاه شکل می‌گیرد. اما دومین نظریه، تولید سالیسیلیک اسید در پاسخ به تنش است. سالیسیلیک اسید به عنوان یک گروه از ترکیبات فنولی، دارای یک حلقه آروماتیک متصل به یک گروه هیدروکسیل بوده که به عنوان یک القاکننده موثر در بیان ژن‌های مقاومت شناخته شده است که پس از افزودن به سطح بیرونی بسیاری از گیاهان پروتئین های مرتبط با تنش را به رمز در می‌آورد (مردانی و همکاران ۱۳۹۰).

۱-۹- تاثیرات تنش خشکی در گیاهان

تنش خشکی سبب کاهش رشد گیاه از طریق تغییر فرایندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه از جمله تغییر فعالیت آنزیم ها، نفوذپذیری غشاء سلول، وضعیت آب برگ و نرخ فتوسنتزی گیاه می شود. برگ های گیاه نسبت به سایر اندام های گیاهی حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی از خود نشان می دهند. کاهش رشد برگ و یا پیری برگ ها در شرایط تنش خشکی یکی از مکانیسم های سازشی گیاه در پاسخ به تنش خشکی و کاهش تعرق است. رشد برگ به دلیل در دسترس نبودن آب مورد نیاز و کاهش جذب مواد غذایی کاهش می یابد. سیگنال ایجاد شده بوسیله ریشه ها در شرایط تنش خشکی که احتمالاً ناشی از تولید آبسزیکاسید است، از طریق آوند چوب به برگ ها منتقل می شود و بنابراین نرخ رشد گیاه را تحت تاثیر قرار داده و رشد اندام هوایی را کاهش می دهد (قلندری و همکاران ۱۳۹۴).

تنش خشکی به عنوان یکی از جدی ترین تنش های محیطی، اثرات زیانبار فراوانی بر رشد رویشی و زایشی گیاهان می‌گذارد و در کشور ایران به علت موقعیت جغرافیایی، تنش کمبود آب یکی از محدودکننده ترین تنش های غیرزیستی است. خشکی یک فرآیند فیزیکی- شیمیایی پیچیده است و گونه های فعال اکسیژن ایجاد شده توسط تنش می‌توانند با مولکول های زیستی مانند: لیپیدها، پروتئین ها و نوکلئیک اسیدها واکنش داده و منجر

به پراکسیداسیون لیپید و جهش در نوکلئیک اسیدها و تغییر پروتئین‌ها شوند که این امر به مختل شدن متابولیسم طبیعی، کاهش بازدهی آب و دی اکسیدکربن و در نهایت باردهی گیاه منجر خواهد شد (زاهدی و همکاران ۱۳۹۸).

در گزارش‌های متعددی تأثیرات تنش‌خشی بر گیاهان، خصوصاً بر رشد و نمو یا تغییرات ساختاری گیاه که منجر به افزایش یا کاهش تحمل گیاه نسبت به تنش می‌شود، بررسی شده است تأثیر تنش خشکی بر هدایت روزنه‌ای (SC) (Stomatal Conductance) و محتوای نسبی آب برگ (content Relative water) (RWC) و یا اثرات سوخت و سازی مانند افزایش کارایی مصرف آب و تنظیم حرکات روزنه‌ای که با تغییرات اساسی در فرایندهای فیزیولوژیک، تحمل گیاه را نسبت به تنش زیاد می‌کنند به اثبات رسیده است. از طرفی بیان شده است که گیاهان در تنش‌های محیطی با ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی با این تنش‌ها مقابله می‌کنند. از سایر اثرات تنش خشکی می‌توان به اثر آن بر میزان نورآمایی اشاره کرد. در این رابطه نتایج تحقیقات نشان داده است که تنش‌خشی ملایم بر روی مقدار کلروفیل اثری نداشته ولی خشکی شدید مقدار کلروفیل را کاهش می‌دهد (احمدی آذر و همکاران ۱۳۹۴).

اولین تأثیر تنش خشکی القای بستن روزنه هاست که برای محدود نمودن اتلاف آب انجام می‌شود ولی به نوبه خود موجب کاهش تثبیت خالص دی‌اکسیدکربن شده و رشد و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. نشان داده شده که تفاوت مهم گیاهان مقاوم به تنش خشکی با گونه‌های حساس به آن، ابقای فتوسنتز و ادامه تولید فراورده‌های فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی در گونه‌های مقاوم است. ادامه دادن به فتوسنتز در گونه‌های مقاوم به خشکی، علاوه بر حفظ توانایی تولید ماده خشک، امکان استفاده از مواد ساخته شده را به عنوان اسموتیکوم که موجب حفظ توانایی جذب آب از خاک خشک می‌شوند، فراهم می‌کند (حاجی بلند و همکاران ۱۳۹۳).

پژوهش‌ها نشان می‌دهد تنش ناشی از کمبود آب سبب کاهش رشد، کاهش ارتفاع، کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز، تخریب غشاء سلولی، تخریب آنزیم‌ها، کاهش کلروفیل، کاهش

رشد ریشه و افزایش آبسزیک اسید در گیاه می‌شود. از آنجایی که عملکرد گیاهان تحت تأثیر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است، می‌توان از این صفات به‌عنوان ابزاری جهت شناسایی و انتخاب گیاهان متحمل به خشکی استفاده کرد. به این منظور ژنوتیپ‌های یک گونه گیاهی از لحاظ صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و ارتباط آنها با تحمل به خشکی مورد بررسی قرار می‌گیرند. رشد و نمو اندام‌های مختلف گیاهی بستگی به تولید سلول‌های جدید و بزرگ شدن این سلول‌ها دارد. اندازه سلول‌های گیاهی و فشار آماس به میزان آب موجود در بافت بستگی دارد. هر دو فرآیند رشد و نمو به آماس سلولی حساس هستند، اما میزان حساسیت به بافت، گونه گیاهی و شدت تنش بستگی دارد. از اولین نشانه‌های کمبود آب کاهش آماس سلولی و در نتیجه کاهش در رشد و نمو است که سبب کاهش در اندازه اندام‌های رویشی می‌شود. در نتیجه ادامه روند کاهش آب، بسته به نوع گیاه و شرایط محیطی، گیاه می‌تواند از طریق ریزش و مرگ برگ‌ها، و در اثر ادامه روند کاهش آب، با پیری زودرس، ریزش کامل برگ‌ها و در نتیجه سازگاری در مقابل خشکی، سبب ممانعت از خروج آب قابل دسترس شود (ساجدی و همکاران ۱۳۹۶).

۱-۹-۱- تأثیر تنش خشکی بر مرحله جوانه زنی

مرحله جوانه زنی یک مرحله مهم در حیات گیاه است و می‌تواند تأثیر بسزایی در میزان تولید و عملکرد گیاهان داشته باشد. عملکرد گیاه به نوع بذر، شرایط محیطی و رشد بذر وابسته است (قلندری و همکاران ۱۳۹۴).

۱-۹-۲- تأثیر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیکی گیاه

یکی از اثرات تنش خشکی، کاهش صفاتی مانند طول ساقه، وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ و میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی استدر بررسی تفاوت بین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های حساس، مشخص شده است که در ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی به دلیل وجود مکانیسم‌های مقاومت به تنش خشکی

کاهش کمتری در رشد اندام هوایی و به تبع آن کاهش کمتری در تولید محصول و عملکرد گیاه رخ می دهد (قلندری و همکاران ۱۳۹۴).

۱-۹-۳- تاثیر تنش خشکی بر میزان رنگدانه های فتوسنتزی

فلورسانس کلروفیل به عنوان یک معیار سنجش برای بررسی تأثیر تنش های محیطی، از جمله تنش خشکی بر گونه های زراعی و تعیین میزان مقاومت به خشکی در آنها پیشنهاد شده است (Moffatt et al. 1990). زیرا خشکی باعث شکسته شدن کلروپلاست ها و کاهش میزان کلروفیل می شود. همچنین کلروفیل سازی در تنش های شدید خشکی متوقف می شود. هنگامی که گیاه در معرض تنش خشکی قرار می گیرد، تجزیه پروتئین ها و در نتیجه افزایش آمینواسیدها و آمیدها تسریع می شود. یکی از این آمینواسیدها پرولین است و غلظت آن در برگ، در هر زمان، به مدت زمان تنش، پتانسیل آب برگ و میزان انتقال آن به قسمت های دیگر گیاه وابسته است (امیدی و همکاران ۱۳۹۱).

۱-۹-۴- تاثیر تنش خشکی بر مقدار نسبی آب برگ

در مطالعاتی کاهش مقدار نسبی آب برگ در شرایط تنش خشکی مشاهده شده است (باقری ۱۳۸۸).

۱-۹-۵- تاثیر تنش خشکی بر ساختار غشاء

خشکی از طریق ایجاد تنش اکسیداتیو، یکپارچگی غشاء سلول را تحت تاثیر قرار می دهد. واکنش هیدروژن گیری از رادیکال هیدروکسیل توسط پراکسیداسیون لینولنیک اسید در غشاء سلولی انجام می شود. پراکسیداسیون لیپیدها در حضور Fe^{2+} و یا دیگر یون های فلزی احیاء (مانند یونمس) ناپایدار است. پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع منجر به ایجاد محصول ثانویه ای به نام مالون دی آلدئید می گردد که از آن به عنوان شاخصی جهت تعیین میزان پراکسیداسیون لیپیدها و میزان نفوذپذیری غشاء استفاده می شود (Eraslan et al. 2007).

۱-۹-۶- تاثیر تنش خشکی بر میزان فتوسنتز و اسیمیلاسیون

اثر تنش خشکی بر میزان فتوسنتز به دو صورت اثر تنش خشکی بر فتوسنتز بواسطه بسته شدن روزنه ها و اثر تنش خشکی بر فتوسنتز مستقل از روزنه ها مورد بررسی قرار می گیرد. در بررسی اثر تنش خشکی بر فتوسنتز بواسطه بسته شدن روزنه ها (ممانعت روزنه ای) مشخص شده است که روزنه ها در پاسخ به کاهش فشار تورگر، کاهش پتانسیل آب برگ و یا کاهش رطوبت اتمسفر بسته می شوند. میزان اسیمیلاسیون دی اکسیدکربن در برگ ها در شرایط کمبود آب کاهش می یابد . حتی قبل از اینکه وضعیت آب برگ در شرایط تنش خشکی تغییر کند، میزان اسیمیلاسیون دی اکسید کربن در پاسخ به کاهش رطوبت هوا و یا کاهش پتانسیل آب خاک تغییر نموده و کاهش نشان می دهد. بنابراین، بسته شدن روزنه ها بیشتر به دلیل کاهش رطوبت خاک است تا و وضعیت آب برگ (Zlatev, et al. 2004).

۱-۹-۷- تاثیر تنش خشکی بر میزان فلوئورسانس کلروفیل

فلوئورسانس کلروفیل به عنوان معیاری جهت تعیین سرنوشت انرژی برانگیختگی در فتوسنتز مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از اولین پاسخ های گیاه به تنش خشکی افزایش فلوئورسانس کلروفیل است (Ashraf, et al 2007).

۱-۱۰- هیومیک اسید (HA)

بسته به نوع منشاء، اندازه مولکول، ویژگی های شیمیایی و غلظت مواد هیومیکی اثرات مختلف متابولیکی بر روی گیاه دارند. مکانسم عمل مواد هیومیکی نشان می دهد که افزایش جذب عناصر میکرو باعث افزایش رشد در گیاهان مورد تیمار می شود. مواد هیومیکی از طریق تسریع فعالیت های آنزیمی باعث افزایش تجمع میکروارگانسیم ها در محیط ریشه می شوند. استفاده از ترکیبات حاوی هیومیک و فولویک اسید خاک را پویا کرده و باعث افزایش باروری به واسطه افزایش فعالیت ریز جانداران می گردد. از سوی دیگر، عناصر غذایی با سهولت بیشتری در اختیار ریشه قرار می گیرد. همچنین، این ترکیبات خاک را متخلخل نموده تا نفوذ آب به

داخل آن راحت‌تر بوده، هوادهی خاک بهتر گردد. ضمن اینکه ظرفیت نگهداری آب در خاک به واسطه مصرف این کودها افزایش می‌یابد. هیومیک اسید یک کود طبیعی و ارگانیک بوده که باعث بهبود خصوصیات خاک و گیاه شده و دارای عناصر غذایی ضروری، ویتامین‌ها بوده که باعث بهبود خاک از لحاظ تغذیه‌ای شده و این باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. هیومیک اسید باعث افزایش ۷۰٪ عملکرد محصولات مختلف از طریق کاهش مصرف ۳۰٪ آفتکش‌ها و کودهای شیمیایی شده است. مواد مورد استفاده در هیومیک اسید مشتق شده از مواد و منابع طبیعی و پایدار می‌باشند. همچنین، کود هیومیک اسید از مواد سازگار با مواد آلی تشکیل شده است. این ماده کاملاً با محیط زیست سازگار است (شکوهیان و همکاران ۱۳۹۶).

۱۱-۱- ساختار مولکولی و ویژگی‌های هیومیک اسید

هیومیک اسید شامل کربوکسیلیک، فنولیک، ذرات الکلیک و کربونیل با وزن مولکولی ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ دالتون است. هیومیک اسید در مواد قلیایی محلول و در آب و اسید نامحلول است، و قابلیت اتصال به ۶۰ عنصر معدنی را دارد.

۱۲-۱- نقش هیومیک اسید گیاه

مواد هیومیک مانند اسید هیومیک و اسید فولویک شامل طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک پیوند شده با انواع کاتیون‌ها می‌باشند که استفاده از این ترکیبات در بسترهای کشت و محلول‌های غذایی نقش مؤثری در بهبود رشد و نمو گیاهان دارد (Soleimani Aghdam, et al. 2012). اسید هیومیک به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی نقش به سزایی در افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات کنندگی و احیا کنندگی و در نتیجه بهبود رشد گیاه دارد. مکانیزم اثر اسید هیومیک عمدتاً تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی، تأثیر اسید هیومیک در تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و فعالیت شبه هورمونی آن است (Yildirim 2007).

فصل دوم

بررسی منابع

تحقیقات مختلفی در مورد بررسی اثر هیومیک اسید بر عملکرد و مقاومت در برابر انواع تنش در برخی ارقام خیار و سایر گیاهان زراعی و باغبانی انجام گرفته است. بررسی تاثیر میزان مختلف هیومیک اسید بر عملکرد ارقام مختلف خیار گلخانه‌ای، تحقیقی بود که توسط یوسفی و همکاران انجام شد. در این آزمایش فاکتور اول شامل دو رقم خیار ۱۹۵ و ۲۹، فاکتور دوم شامل سه غلظت هیومیک اسید (۱۰ گرم و ۳۰ گرم و ۶۰ گرم) و بدون کاربرد اسید به عنوان شاهد انتخاب شدند. صفات ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد میوه و عملکرد میوه اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد بین رقم‌های مورد آزمایش و اثر متقابل تیمار اعمال شده در رقم و صفت ارتفاع گیاه در سطح ۱٪ معنی دار شد. در صفت عملکرد و غلظت ۳۰ گرم هیومیک اسید بالاترین عملکرد را به خود اختصاص داد که این تیمارها با شاهد آزمایش نیز اختلاف معنی داری داشت (یوسفی و همکاران ۱۳۹۴).

در پژوهشی که با عنوان بررسی تاثیر هیومیک اسید و مخمر بر بازده عملکرد خیار گلخانه‌ای انجام شد، مشخص گردید که مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید، بهترین تاثیر در عملکرد خیار گلخانه‌ای را دارد (Al-madhagi, et al. 2019).

در پژوهشی با عنوان اثر هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر عملکرد، کیفیت میوه و کارایی مصرف آب در خربزه توده "زرد جلالی" تحت تاثیر تنش کم‌آبی، آزمایشی بود توسط برزگر و همکاران انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل محلولپاشی هیومیک اسید (صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر و سالیسیلیک اسید (۵/۱۰ و ۱۵/۱ میلی‌مولار) و تیمار آبیاری در سه سطح (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه) بود. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و کیفیت میوه داشت. کمترین وزن میوه (۱/۹۵۶ کیلوگرم)، تعداد میوه (۱/۵ عملکرد بوته (۲/۹۱ کیلوگرم)، سفتی بافت میوه (۴/۶۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)، محتوای کلروفیل (۰/۱۱ میلی‌گرم درصد گرم وزن تر) و بیشترین درصد گوشت میوه (۷۵٪) و کارایی مصرف آب (۱۶/۴۳ کیلوگرم بر متر مکعب) در شرایط تنش کم‌آبی ۴۰٪ حاصل شد. همچنین، بیشترین تعداد میوه و عملکرد بوته در تیمار ۷۵ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید حاصل شد و حداکثر درصد گوشت میوه (۶۲/۱۳٪) در

سالیسیلیکاسید ۱/۵ میلی‌مولار بود. در مجموع، بیشترین عملکرد بوته (۷/۷۹ کیلوگرم) و مواد جامد محلول (۱۱/۳۱ %) در شرایط آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه به‌ترتیب با محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار سالیسیلیکاسید و ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید حاصل شد. با توجه به نتایج این تحقیق، کاربرد هیومیکاسید و سالیسیلیکاسید عملکرد و کیفیت میوه را در شرایط تنش تعدیل بخشیدند (عزیزی و همکاران ۱۳۹۶).

هیومیکاسید و تاثیر بر جذب عناصر غذایی

براساس نتایج به دست آمده توسط نظری دلجو و همکاران محلول پاشی هیومیکاسید باعث بهبود خصوصیات رشدی، نمو، عملکردی و کیفیت پس از برداشتی گل همیشه بهار می‌شود. در تمامی تیمارها محلول پاشی هیومیک اسید در گل همیشه بهار میزان جذب کلسیم و فسفر بیشتر از شاهد بود و حداکثر جذب فسفر و کلسیم در تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید (اله‌پوردیزاد و همکاران ۱۳۹۳).

دستیاران و همکاران گزارش کردند که کاربرد هیومیک اسید به همراه پوترسین بر روی گل رز رقم Dolce در کشت هیدروپونیک باعث افزایش جذب عناصر ماکرو و در برگ‌ها و عمر پس از برداشتی گل‌ها شده است. به طوریکه، اثر قابل توجهی بر روی جذب عناصر منیزیم، کلسیم، پتاسیم، فسفر، نیتروژن و غلظت آن‌ها در برگ‌ها داشته است. پانسیو و همکاران گزارش کردند که هیومیکاسید باعث افزایش جذب آمونیوم در دو گونه از کاج شده است، در حالیکه هیچ اثری بر روی جذب نیترات نداشته است (دستیاران و همکاران ۱۳۹۳).

دنرا و همکاران گزارش کردند که کاربرد هیومیک اسید بر روی گیاه سیر باعث افزایش جذب مواد غذایی معدنی شده است. به طوریکه، بیشترین غلظت مس، آهن، گوگرد زمانی مشاهده شد که گیاهان با غلظت ۴۰۰ پیپام هیومیک اسید تیمار شده بودند. در حالیکه، بیشترین میزان منیزیم، فسفر، روی زمانی که گیاهان با غلظت ۲۰۰ پیپام هیومیک اسید تیمار شده بودند، مشاهده گردید و همچنین بیشترین غلظت پتاسیم، کلسیم و منگنز زمانی که گیاهان با غلظت ۳۰۰ پیپام هیومیک اسید تیمار شدند، مشاهده شد. این نتایج نشان داد ارتباط مثبت قابل توجهی به ترتیب بین منیزیم و فسفر، منیزیم و روی، فسفر و روی، مس وجود دارد (شکوهیان و همکاران ۱۳۹۶).

شکوهیان و همکاران گزارش کردند که کاربرد برگی هیومیک اسید اثر قابل توجهی بر روی عملکرد، طول و اندازه‌ی کالوستر و میزان پتاسیم، آهن، فسفر برگ‌های انگور داشته است. به طوریکه، بیشترین میزان فسفر و پتاسیم برگ‌ها در تیمار استیک اسید و کمترین مقدار تمامی پارامترهای مورد اندازه‌گیری در تیمار شاهد ثبت شد (شکوهیان و همکاران ۱۳۹۶).

بلدی و همکاران گزارش کردند که درختان هلویی که با مواد آلی تیمار شده بودند غلظت پتاسیم آنها در ریشه‌ها و برگ‌ها درختان تیمار شده بالا بوده و غلظت کلسیم و منیزیم کلسیم و منیزیم در برگ‌های درختان تیمار شده کاهش یافت. غلظت عناصر غذایی در ریشه‌های نرم ارتباط مثبتی با مواد غذایی ریشه‌های خشبی نشان داد و تنها نیتروژن ارتباط منفی نشان داد. به استثنای کلسیم و منیزیم، انتقال مواد غذایی پرمصرف به وسیله درختان تیمار شده نسبت به شاهد بالا بوده است (شکوهیان و همکاران ۱۳۹۶).

در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان که توسط فاخری و همکاران انجام گرفت، مشخص گردید که رازیانه نسبت به زنیان دارای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و زنیان نسبت به رازیانه دارای میانگین مدت جوانه‌زنی بیشتر بود. به طور کلی رازیانه نسبت به زنیان توانایی بالاتری برای جوانه‌زنی در تنش اسمزی داشت. در این تحقیق صفت درصد جوانه‌زنی به نظر می‌رسد که مهمترین صفت مربوط به جوانه‌زنی باشد (Fakheri, et al. 2017).

در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی چهار رقم اصلاح شده بابونه آلمانی که توسط عبادی و همکاران انجام گرفت، نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی، هر یک از صفات اندازه‌گیری شده کاهش معنی‌داری یافتند طول ساقه‌چه نیز نسبت به طول ریشه‌چه کاهش بیشتری در مقابل تنش خشکی نشان داد. ارقام مختلف بابونه به‌دلیل تفاوت‌های ژنتیکی نسبت به تنش خشکی عکس‌العمل متفاوتی نشان دادند (Ebadi, et al. 2011).

در پژوهشی که توسط فیصل و همکاران صورت گرفت مشخص گردید که ژنوتیپ‌های مختلف جو درجات مختلفی از تنش خشکی را در برابر تیمار پلی اتیلن گلیکول نشان می‌دهند. همچنین وزن تر و خشک ریشه و ساقه‌ها در ژنوتیپ‌های مختلف متغیر بود (Faisal, et al. 2013).

در بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول بر رشد نهال در گیاه خانواده بقولات (*Indigofera zollingeriana*) مشخص گردید بذر این گیاه در مرحله جوانه زنی تا غلظت ۲۰٪ پلی اتیلن گلیکول را می‌تواند تحمل کند (Nadir, et al. 2019). با توجه به تاثیرات سوء تنش خشکی در رشد و بهره‌وری گیاهان، استفاده از اسیدهای آلی، می‌تواند راهکاری مناسب و مقرون به صرفه باشد.

هدف از انجام این پژوهش برای پاسخ به موارد زیر بود:

۱- آیا هیومیک اسید بر صفات رویشی و زایشی خیار گلخانه‌ای تحت تنش خشکی پلی‌اتیلن گلیکول تاثیر گذار است؟

۲- تاثیر هیومیک اسید در خنثی کردن اثر تنش تا چه غلظت بود؟

۳- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در صفات مختلف به چه شکل بود؟

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- موقعیت و مشخصات محل اجرای آزمایش

این آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود، واقع در منطقه بسطام انجام شد. مساحت در نظر گرفته شده ۳۰ متر مربع به ارتفاع ۵ متر، دارای سیستم کنترل دما و کف گلخانه سیمانی بود. فاز اول:

۳-۲- کشت اولیه بذر و بررسی صفات پنج گانه

در ابتدای کار چهار رقم بذر خیار گلخانه ای شامل آریا و ایزابل (میان گل) و نوین و ۶۴PS (تک گل) انتخاب و در محیط آزمایشگاهی تحت تنش خشکی مطابق با دستورالعمل ذیل کشت گردید:

از هر بذر ۱۰۰ عدد جدا نموده و توسط کاربوکسین تیرام دو در هزار (ویتاواکس) به مدت سه دقیقه ضدعفونی شد. بعد با آب مقطر بذرها شستشو داده شد. سپس ۴ تکرار ۲۵ تایی با پلی اتیلن گلیکول ۰ ، ۱/۵ ، ۳ و ۶٪ تیمار شد و در پتری دیش با دو عدد کاغذ صافی و اتمن قرار داده شد، برای جلوگیری از عبور هوا به داخل پتری دیش با پارافیلیم درب پتری دیش ها بسته شد، بعد به محیط ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی گراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شد.



شکل ۳-۱- قرار دادن بذرها در ژرمیناتور

۳-۲-۱- درصد جوانه زنی

جهت محاسبه درصد جوانه زنی بذر از فرمول زیر استفاده شد. تعداد بذرهای جوانه زده در روز هشتم شمارش شدند و با توجه به تعداد کل بذرهای موجود، درصد جوانه زنی بذرهای ارقام مختلف محاسبه شدند

$$100 \times \text{تعداد کل بذر} / \text{تعداد بذر جوانه زنه} = \text{درصد جوانه زنی}$$

۳-۲-۲- سرعت جوانه زنی

جهت بررسی صفت سرعت جوانه زنی بذر از فرمول زیر استفاده شد. که در این رابطه RS سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)، Si تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش، Di تعداد روز در هر شمارش تا شمارش n ام است.

$$Rs = \sum ni = 1 (Si/Di)$$

۳-۲-۳- طول ریشه چه

طول ریشه چه در این آزمایش با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه گیری شد.

۳-۲-۴- طول ساقه چه

طول ساقه چه در این آزمایش با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه گیری شد.



شکل ۳-۲- اندازه گیری ریشه چه با استفاده از کولیس

۳-۲-۵- شاخص بنیه بذر

پس از محاسبه میانگین طول ساقه‌چه و درصد جوانه زنی در بخش‌های قبل، با استفاده از فرمول زیر، شاخص بنیه بذر محاسبه شد.

$$VI = 100 / (\text{درصد جوانه زنی} \times \text{میانگین طول ساقه‌چه})$$

فاز دوم:

۳-۳- کشت نشاها در گلخانه و بررسی صفات

فاز دوم این پژوهش، به منظور بررسی اثر هیومیک اسید بر رشد دو رقم از گیاه خیار گلخانه ای تحت شرایط خشکی (به صورت کشت هیدروپونیک) در گلخانه انجام شد، آزمایش به صورت طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت.

فاکتور اول شامل: محلول پلی اتیلن گلیکول در سه غلظت (۰، ۳ و ۶٪) که غلظت صفر همان شاهد بود که به جای اعمال پلی اتیلن گلیکول از آب مقطر استفاده شد و فاکتور دوم شامل: محلول هیومیک اسید در سه غلظت (۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی گرم) بود، همچنین تمامی نمونه ها با محلول هوگلند تغذیه شدند. تمامی آزمایشات در سه تکرار و در هر تکرار ۳ گیاه در نظر گرفته شد.

کشت به صورت نشایی صورت گرفت که بعد از ۳ تا ۶ روز جوانه زنی صورت گرفت و یک ماه بعد نشاء به زمین اصلی انتقال داده شد. همچنین طول دوره رشد تا میوه دهی پس از نشاء در حدود ۳۵ تا ۵۰ روز بود که بعد از چهار برگی شدن گیاه با محلول پلی اتیلن گلیکول تیمار گردیدند و پس از گذشت ۱۵ روز محلول هیومیک اسید اعمال شد. سپس نمونه ها جهت بررسی صفات برداشت شدند.

۳-۳-۱- کلروفیل برگی

پس از گذشت ۳ روز از اعمال تنش خشکی صفات مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه گیری کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل متر استفاده شد. در ابتدا پس از روشن کردن دستگاه یک بار بدون قرار دادن برگ در محفظه

قرائت شد تا دستگاه کالیبره شود و سپس کار قرائت از سه نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین سه نقطه با دگمه میانگین مشخص گردید. لازم به ذکر است نمونه برداری نباید از روی رگبرگ ها انجام شود. عدد نمایان شده همبستگی با میزان کلروفیل در برگ دارد.

۳-۳-۲- سطح برگ

در این بررسی سطح برگ گیاه خیار در ۴۰ روز پس از کشت اندازه گیری شد. برای این کار ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و سطح آنها با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج با نرم افزار کامپیوتری در مقیاس سانتیمترمربع اندازه گیری شد.

۳-۳-۳- طول و قطر ساقه اصلی

برای بررسی صفت طول و قطر ساقه گیاه خیار، ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و طول و قطر ساقه آنها با استفاده از خط کش و کولیس دیجیتال در مقیاس سانتی متر اندازه گیری شد.

۳-۳-۴- سرعت رشد نسبی

۳-۳-۵- سرعت رشد مطلق

$$CGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) \times A$$

$$RGR = (1/W_1) \times (dw / dt)$$

در این رابطه ها CGR سرعت رشد مطلق است که از اختلاف وزن خشک گیاه در دو مرحله ($W_2 - W_1$) و اختلاف زمانی بین دو مرحله نمونه برداری ($T_2 - T_1$) با در نظر گرفتن ابعاد زمین زراعی (A)، بدست می آید. در ادامه با توجه به مقادیر بدست آمده برای سرعت رشد مطلق (CGR)، می توان سرعت رشد نسبی (RGR) را محاسبه کرد که در این رابطه وزن خشک اولیه گیاه (W_1) و تغییرات وزن خشک در واحد زمان (dw / dt) باید مدنظر قرار گیرد.

۳-۳-۶- زمانگدهی

برای بررسی زمان گلدهی در هر تکرار و تیمار از آغاز کشت بذر تا ظهور اولین گل بر روی بوته مشاهدات ثبت گردید.

۳-۳-۷- طول میوه

صفت طول میوه با استفاده از کولیس دیجیتال مدل Accud و خط کش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۳-۸- قطر میوه

صفت قطر میوه با استفاده از کولیس دیجیتال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۳-۹- وزن تر میوه

وزن تر میوه پس از برداشت محصول در هر تیمار و تکرار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن دقیق خیار تازه با استفاده از ترازو دیجیتال اندازه‌گیری شد.

۳-۳-۱۰- وزن خشک میوه

صفتی بود که پس از برداشت محصول در هر تیمار و تکرار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن دقیق خیار خشک با استفاده از ترازو دیجیتال اندازه‌گیری شد.

۳-۳-۱۱- سفتی‌بافت

سفتی بافت میوه‌ها توسط دستگاه سفتی سنج اندازه‌گیری و میزان سفتی بافت برحسب نیوتن قرائت شد.

۳-۳-۱۲- غلظت ازت در میوه

غلظت ازت موجود در میوه خیار پس از آسیاب و هضم اندام‌های مد نظر، با استفاده از روش کج‌لدال مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۳-۱۳- غلظت ازت در برگ

غلظت ازت موجود در برگ خیار پس از آسیاب و هضم اندام‌های مد نظر، با استفاده از کج‌لدال گرهارد آلمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۳-۱۴- غلظت پتاسیم در میوه

غلظت پتاسیم موجود در میوه خیار پس از برداشت از بوته با استفاده از فلیم فوتومترینانو لایتیک آلمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

۳-۳-۱۵- غلظت پتاسیم در برگ

غلظت پتاسیم موجود در برگ خیار پس از برداشت از بوته با استفاده از فلیم فوتومتري نانو لایتیک آلمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

فصل چہارم

نتائج

۱-۴- بررسی صفات فاز اول مطالعه

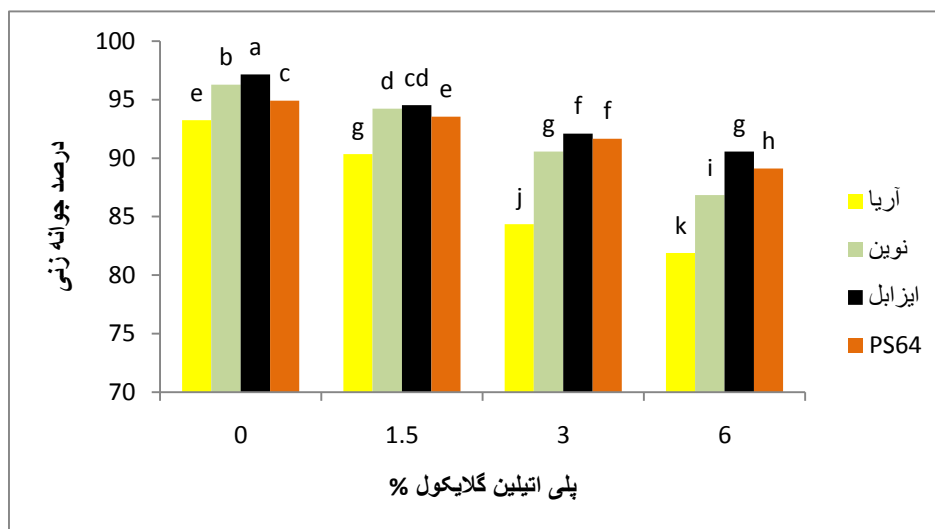
نتایج تجزیه واریانس صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی و شاخص بنیه بذر در جدول آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر ساده رقم و پلی‌اتیلن گلیکول و اثر متقابل رقم و پلی‌اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد در تمام صفات معنی دار بود (جدول ۱-۴).

جدول ۱-۴- جدول تجزیه واریانس صفات پنج گانه در چهار رقم بذر خیار مورد بررسی

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
شاخص بنیه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی		
۱/۹۱**	۱/۲۲**	۱۵/۸۸**	۴۹/۸۱**	۸۵/۹۳**	۳	رقم (C)
۱۶/۷۱**	۱۲/۱۹**	۴۵/۰۰**	۶۸/۸۶**	۱۶۲/۲۵**	۳	پلی اتیلن گلیکول (P)
۰/۶۹**	۰/۶۰**	۰/۲۷**	۱/۴۹**	۵/۳۶**	۹	P*C
۰/۰۳	۴۷/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۵	۳۲	خطا
۷/۲۳	۸/۳۳	۴/۹۹	۱/۲۰	۰/۴۳		ضریب تغییرات %

** : معنی دراری در سطح احتمال ۱ درصد

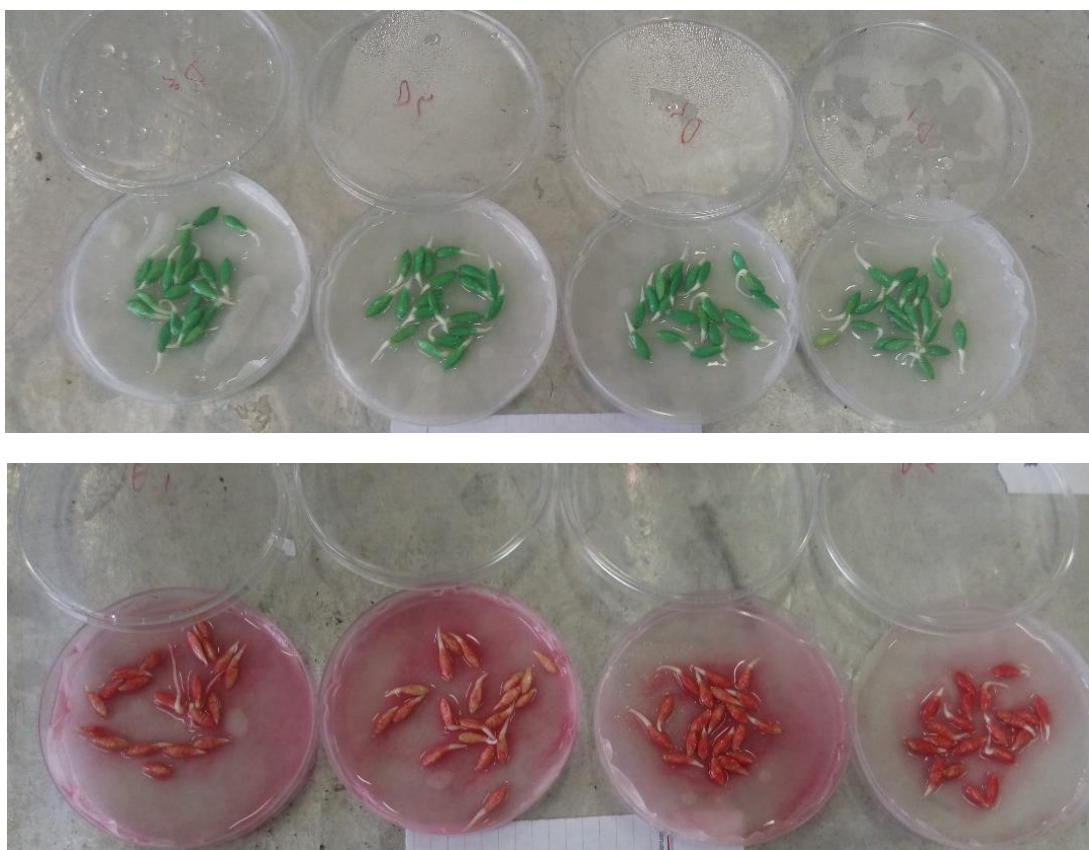
۴-۱-۱- بررسی صفت درصد جوانه زنی



شکل ۴-۱- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر درصد جوانه زنی

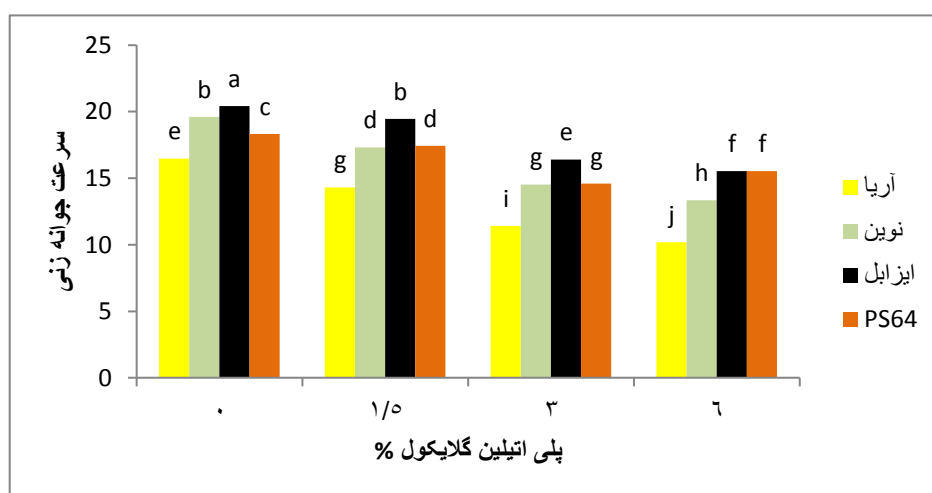
بررسی‌ها پس از اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی بذور، نشان می‌دهد که بیشترین درصد این صفت مربوط به تیمار شاهد (۹۷/۱۱٪) در رقم ایزابل است، و کمترین درصد این صفت در تیمار ۶٪ پلی‌اتیلن گلیکول در رقم آریا (۸۱/۳۷٪) است. طبق نتایج ثبت شده می‌توان دریافت که با افزایش درصد پلی‌اتیلن گلیکول، درصد جوانه‌زنی بذور در ارقام مختلف نیز کاهش یافته است (شکل ۴-۱). درصد کاهش جوانه‌زنی در بیشترین غلظت پلی‌اتیلن گلیکول نسبت به تیمار شاهد، در ارقام آریا، نوین، ایزابل و پی اس ۶۴ به ترتیب برابر با ۱۲/۱۸، ۹/۸۲، ۶/۸۷ و ۵/۹۷ درصد بود. بیشترین درصد کاهش جوانه‌زنی در رقم آریا مشاهده گردید که حساسترین رقم در برابر تنش خشکی بود و رقم پی اس ۶۴ با کمترین درصد کاهش، مقاوم‌ترین رقم بود.

در بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر خصوصیات جوانه زنی خرفه، متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی تا ۰/۵ - مگاپاسکال در سطح ۵٪ تغییر معنی‌داری نکرد ولی منفی‌تر شدن پتانسیل آب بر این شاخص به طور معنی‌داری تاثیر منفی گذاشت و طول این دوره را افزایش داد (Rahimi, et al. 2009). در تنش خشکی ایجاد شده توسط پلی‌اتیلن گلیکول در جوانه زنی بذر کنجد، در پتانسیل‌های پایین‌تر (منفی‌تر) درصد جوانه زنی به طور معنی‌داری کاهش یافت (زرقانی و همکاران ۱۳۹۳).



شکل ۴-۲- جوانه زدن بذرها

۴-۱-۲- بررسی صفت سرعت جوانه زنی

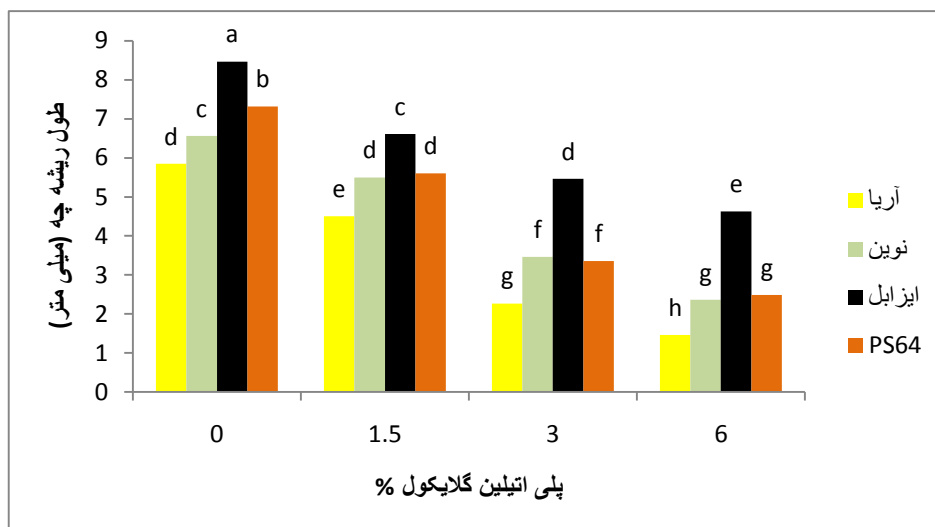


شکل ۴-۳- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر سرعت جوانه زنی

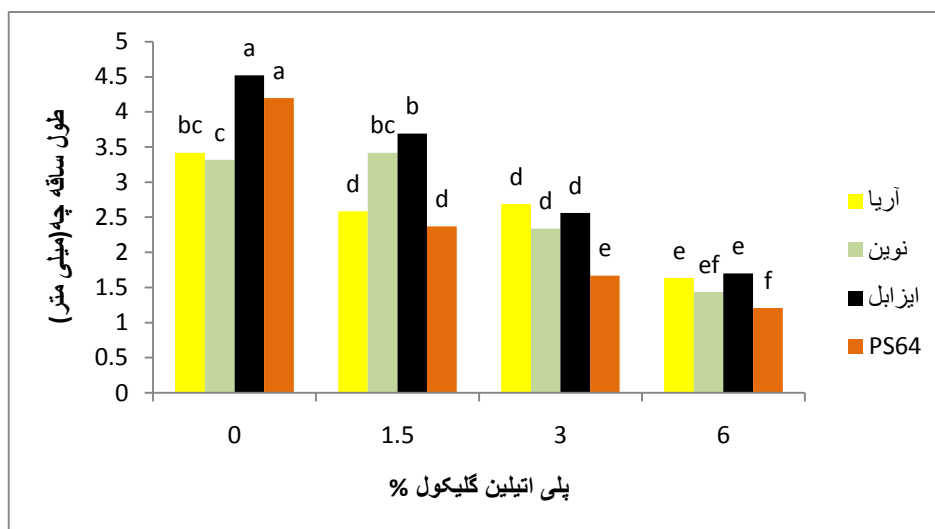
مشاهدات پس از اندازه‌گیری صفت سرعت جوانه زنی بذرها، نشان داد که بیشترین درصد این صفت مربوط به تیمار شاهد (۲۰/۶۱) در رقم ایزابل است و کمترین درصد این صفت در تیمار ۶ / پلی‌اتیلن گلیکول در رقم آریا (۱۰/۰۹) است. طبق نتایج ثبت شده می‌توان دریافت که با افزایش درصد پلی‌اتیلن گلیکول، سرعت جوانه‌زنی بذرها در هر چهار رقم نیز کاهش یافته است (شکل ۳-۴). درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی در بیشترین غلظت پلی‌اتیلن گلیکول نسبت به تیمار شاهد، در رقم آریا با ۳۸/۱۳ درصد بیشترین میزان کاهش را از خود نشان داد که به عنوان حساسترین رقم در بین چهار رقم بود. همچنین رقم پی اس ۶۴ با ۱۵/۲۸ درصد کاهش، مقاومترین رقم در برابر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بود. طبق نتایج ثبت شده می‌توان دریافت که با افزایش درصد پلی‌اتیلن گلیکول، سرعت جوانه زنی بذرها در هر چهار رقم کاهش یافته است.

در بررسی تأثیر تنش خشکی اعمال شده توسط پلی‌اتیلن گلیکول بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی جوانه‌زنی بذرها، عدس مشخص گردید که با کاهش پتانسیل آب سرعت جوانه‌زنی در همه ارقام به طور معنی‌داری کاهش یافت. بدون در نظر گرفتن نوع ارقام، بیشترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار ۹-بار بود (سبک دستو همکاران ۱۳۹۷). در بررسی اثر پرایمینگ بذر بر ویژگی‌های جوانه‌زنی زیره سبز تحت شرایط تنش خشکی و شوری، مشخص گردید که در شرایط خشکی تحت تأثیر پلی‌اتیلن گلیکول، سرعت جوانه‌زنی بذر افزایش یافته است (Tabatabaei, et al. 2014). در بررسی تأثیر تنش خشکی با استفاده از محلول پلی‌اتیلن گلیکول بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گلرنگ مشخص گردید که تنش خشکی در مرحله جوانه زنی گلرنگ باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (Mohammadi, et al. 2017).

۳-۱-۴- بررسی صفت طول ریشه چه و ساقه چه تحت تیمار پلی اتیلن گلیکول



شکل ۴-۴- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر طول ریشه چه



شکل ۴-۵- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر طول ساقه چه

با توجه به نتایج ثبت شده با افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول طول ریشه چه در تمام ارقام کاهش معنی دار داشت طوریکه بیشترین طول ریشه چه در تیمارهای مختلف مربوط به تیمار شاهد با طول ۸/۵۱ میلیمتر است که در رقم ایزابل مشاهده گردید. همچنین کمترین مقدار طول ریشه چه در تیمارهای مختلف مربوط به تیمار ۶

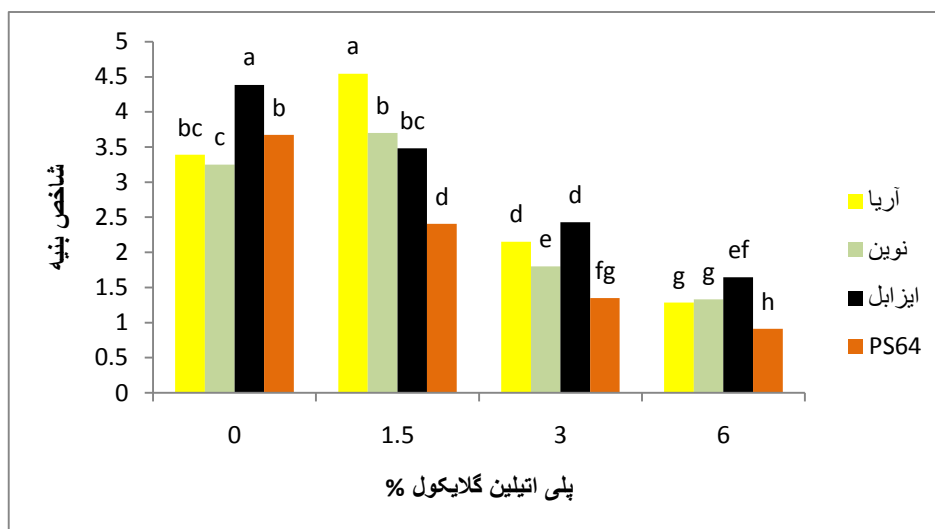
٪ پلی اتیلن گلیکول در رقم آریا به طول ۱/۳۹ میلیمتر است (شکل ۴-۴). درصد کاهش طول ریشه‌چه در بیشترین غلظت پلی اتیلن گلیکول نسبت به تیمار شاهد، در ارقام آریا، نوین، ایزابل و پی اس ۶۴ به ترتیب برابر با ۷۵، ۶۴/۰۳، ۴۵/۴۶ و ۶۶/۱۳ درصد بود. بیشترین درصد کاهش طول ریشه‌چه در رقم آریا مشاهده گردید که حساسترین رقم در برابر تنش خشکی بود و رقم ایزابل با کمترین درصد کاهش، مقاوم‌ترین رقم بود. در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی چهار رقم اصلاح شده بابونه آلمانی انجام شد، مشخص گردید که طول ریشه‌چه گیاه در تیمار با پلی اتیلن گلیکول کاهش معنی داری داشته است. با افزایش غلظت تیمار، کاهش بیشتری در طول ریشه‌چه مشاهده گردید (Ebadi, et al. 2011). در مطالعه تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گیاه شوید، مشخص گردید که افزایش میزان تنش خشکی با استفاده از افزایش غلظت پلی اتیلن گلیکول باعث کاهش اندازه در طول ریشه‌چه می‌شود (قلی نژاد و همکاران ۱۳۹۵).

بررسی‌ها پس از اندازه‌گیری طول ساقه‌چه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این صفت مربوط به تیمار شاهد (۴/۲۳ میلی‌متر) در رقم ایزابل است، و کمترین میزان این صفت در تیمار ۶ ٪ پلی اتیلن گلیکول در رقم پی اس ۶۴ (۱/۰۴) است. طبق نتایج ثبت شده میتوان دریافت که با افزایش درصد پلی اتیلن گلیکول، طول ساقه‌چه نیز کاهش یافته است (شکل ۴-۵). درصد کاهش طول ساقه‌چه در بیشترین غلظت پلی اتیلن گلیکول نسبت به تیمار شاهد، در رقم پی اس ۶۴ ۷۱/۱۳ درصد بود که بیشترین میزان کاهش درصد در طول ساقه‌چه را از خود نشان داد. همچنین رقم آریا با کاهش ۵۲/۴ درصدی در میزان طول ساقه‌چه، کمترین میزان کاهش را در برابر تنش خشکی از خود نشان داد. در نتیجه رقم پی اس ۶۴ به عنوان حساسترین و آریا به عنوان مقاوم‌ترین ارقام در برابر تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلیکول ثبت گردید.

در مطالعه ای که توسط ایزدی و همکاران (۱۳۹۰) جهت بررسی تأثیر تنش خشکی و شوری بر خصوصیات جوانه زنی بذر سه رقم کنجد صورت گرفت، مشخص گردید که با افزایش تنش خشکی در هر سه ژنوتیپ مورد مطالعه، تأثیر منفی آن بر طول ساقه‌چه افزایش یافت، به طوریکه بیشترین طول ساقه‌چه در ژنوتیپ‌های کنجد

در تیمار شاهد و کمترین مقدار این صفت در بالاترین سطح تنش خشکی مشاهده شد. (ایزدی و همکاران ۱۳۹۰). همچنین در بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گیاه شوید، مشخص گردید که اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر طول ساقه چه در سطح ۵٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تنش خشکی، طول ساقه چه در سطح ۵٪ کاهش معنی‌داری یافت به-طوری بیشترین (۶/۲۰ میلی‌متر) و کمترین طول ساقه چه (۲/۴۵ میلی‌متر) به‌ترتیب از تیمار شاهد و سطح خشکی ۴-بار بدست آمد (قلی‌نژاد و همکاران ۱۳۹۵).

۴-۱-۴- بررسی صفت شاخص بنیه بذر



شکل ۴-۶- اثر سطوح مختلف پلی اتیلن گلیکول بر شاخص بنیه بذر

بررسی‌ها پس از اندازه‌گیری شاخص بنیه بذور، نشان می‌دهد که بیشترین میزان این صفت مربوط به تیمار ۱/۵٪ پلی‌اتیلن گلیکول (۴/۷۰) در رقم آریا است و کمترین درصد این صفت در تیمار ۶٪ پلی‌اتیلن گلیکول در رقم پی اس ۶۴ (۰/۹۳) است. طبق نتایج ثبت شده می‌توان دریافت که با افزایش درصد پلی‌اتیلن گلیکول، شاخص بنیه بذور در ارقام مختلف را نیز کاهش می‌دهد (شکل ۴-۶). درصد کاهش شاخص بنیه بذر در بیشترین غلظت پلی‌اتیلن گلیکول نسبت به تیمار شاهد، در رقم نوین برابر با ۵۹/۰۸ درصد بود که به عنوان مقاومترین رقم ثبت

گردید. همچنین رقم پی اس ۶۴ با ۷۵/۲۱ درصد کاهش به عنوان حساسترین رقم در برابر تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلیکول بود.

در بررسی اثرات تنش خشکی و سرما بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه در جمعیت‌های دو گونه چمن در شرایط ژرمیناتور و گلخانه مشخص گردید که افزایش تنش خشکی در ژرمیناتور باعث کاهش شاخص بنیه بذر در این گیاه می‌شود (Baghdadi, et al. 2013). در بررسی اثر تنش شوری و خشکی ناشی از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه در جو دره تنش خشکی به-طور معنی داری سبب کاهش بنیه گیاهچه جودره گردید. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص بنیه بذر مربوط به تیمار شاهد (بدون اعمال خشکی) با میانگین ۰/۲۸ مشاهده گردید. این صفت با اعمال خشکی روند نزولی به خود گرفت و در تیمار ۱۲- بار خشکی به حداقل میزان خود رسید (غلامی و همکاران ۱۳۹۸).

با توجه به مقایسه کلی نتایج در تیمارهای مختلف برای صفات پنج گانه در ۴ رقم مورد بررسی، رقم ایزابل مقاوم ترین در برابر تنش خشکی، و رقم آریا حساس ترین رقم ر برابر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول است.

۴-۲- بررسی صفات فاز دوم مطالعه

با توجه به نتایج ثبت شده در جوانه زنی، رقم ایزابل به عنوان مقاوم ترین رقم در برابر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول و رقم آریا به عنوان حساسترین انتخاب شد تا در مرحله دوم مطالعه مورد بررسی بیشتر قرار بگیرد.

۴-۲-۱- بررسی صفات مربوط به میوه

جدول ۴-۲- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به میوه

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
پتاسیم میوه	ازت میوه	سفتی بافت میوه	وزن خشک میوه	وزن تر میوه	قطر میوه	طول میوه		
۱۵۳/۶۸*	۲۳۷/۳۰*	۱۱/۳۴**	۰/۶۷**	۲۴/۳۶ns	۱۴/۲۲**	۷۵/۵۹ns	۱	رقم (C)
۷۵۸/۹۱**	۲۷/۶۵ns	۴/۴۲**	۱/۰۰*	۳۶/۶۹*	۲/۰۸*	۷۱۵/۳۶**	۲	پلی اتیلن گلیکول (P)
۸۳۶۳/۶۶**	۳۵۰۴/۵۵**	۰/۱۵ns	۰/۱۳*	۱۲/۳۷ns	۲/۵۵*	۱۹۱/۷۸*	۲	هیومیک اسید (H)
۲۸/۶۲ns	۲/۰۳ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۹ns	۰/۰۰۶ns	۰/۴۱ns	۲	P*C
۲/۰۱ns	۴/۴۵ns	۰/۰۹ns	۰/۰۰۰۸ns	۰/۰۰۴ns	۰/۰۰۴ns	۰/۱۱ns	۲	C*H
۴۰/۱۸ns	۱۶/۵۵ns	۱/۴۵ns	۰/۲۰**	۱۸/۴۶ns	۰/۹۳ns	۴۸۸/۸۸**	۴	P*H
۲۷/۰۳ns	۱/۷۵ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۳ns	۰/۳۳ns	۰/۰۰۸ns	۰/۲۶ns	۴	C*P*H
۲۳/۱۸	۴۴/۲۲	۰/۸۲	۰/۰۲۹	۸/۰۸	۰/۶۲	۳۶/۹۱		خطا
۲/۹۳	۱۳/۰۱	۴/۱۲	۳/۸۲	۲/۹۸	۲/۹۵	۳/۶۴		ضریب تغییرات.٪
• و **: معنی دراری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار								

۴-۲-۱-۱- طول میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم معنی دار نبود، اما پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد و هیومیک اسید در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان طول میوه خیار اثر معنی داری داشتند، همچنین اثر دوجانبه پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و سایر اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود. (جدول ۴-۲).

در پژوهشی مشخص گردید، افزایش غلظت هیومیک اسید باعث افزایش طول میوه خیار می شود. در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته های خیار مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین طول میوه خیار در غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید

مشاهده گردید (Unlu, et al. 2011). تفاوت در نتایج تحقیق فعلی و پژوهش‌های قبلی می‌تواند به دلیل تفاوت غلظت هیومیک اسید استفاده شده، شیوه استفاده، رقم خیار مورد مطالعه و مواردی از این قبیل باشد.

۴-۲-۱-۲- قطر میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم در سطح احتمال ۱ درصد و پلی‌اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان قطر میوه خیار اثر معنی داری داشتند، همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته‌های خیار مورد استفاده قرار گرفت (Unlu, et al. 2011).

۴-۲-۱-۳- وزن تر میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان وزن تر میوه خیار اثر معنی داری داشت، اما اثر هیومیک اسید و رقم معنی دار نبود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

۴-۲-۱-۴- وزن خشک میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و اثر پلی‌اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان وزن خشک میوه خیار معنی داری بود، همچنین اثر دوجانبه پلی‌اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و سایر اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸).

۴-۲-۱-۵- سفتی بافت میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد بر سفتی بافت میوه خیار معنی دار بود و اثر هیومیک اسید معنی دار نبود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

در پژوهشی تاثیر غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم بر لیتر هیومیک اسید بر سفتی بافت میوه سیب رقم گرانی اسمیت مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید بین میوه‌های تیمار شده با هیومیک اسید و شاهد، اختلاف معنی داری از نظر سفتی بافت میوه وجود ندارد (بهرامی، ص ۱۳۹۴).

۴-۲-۱-۶- ازت میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم در سطح احتمال ۵ درصد و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر ازت میوه خیار معنی دار بود و اثر پلی اتیلن گلیکول معنی دار نبود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

هیومیک اسید با مکانیسم های متعددی به جذب بهتر مواد معدنی و بهبود کیفیت محصول کمک می کند. هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تاثیر مثبتی که بر جنبه های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می دهد (Sharif, et al. 2002).

۴-۲-۱-۷- پتاسیم میوه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم در سطح احتمال ۵ درصد، هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد بر پتاسیم میوه خیار معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۲).

در پی استفاده از هیومیک اسید افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس گزارش شده است (برزگر و همکاران ۱۳۹۸). در گیاه ژربرا کاربرد اسید هیومیک افزایش رشد ریشه را سبب شد و همچنین عناصر فسفر، پتاسیم، منیزیم برگ و گل را افزایش داد (Nikbakht, et al. 2008).

۴-۲-۲- بررسی صفات مربوط به برگ

جدول ۴-۳- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به برگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		سطح برگ	کلروفیل برگ	پتاسیم برگ
رقم (C)	۱	۱۲۸۸۴۴۸۰*	۳۰/۰۷**	۰/۶۳**
پلی اتیلن گلیکول (P)	۲	۱۶۴۶۷۵۶۸۹**	۶۸/۰۱**	۱/۴۴**
هیومیک اسید (H)	۲	۲۶۹۷۶۰۰۸۵**	۱۱/۹۹**	۲/۷۰ns
P*C	۲	۲۷۶۱۸ns	۱/۰۳ns	۰/۰۰۴ns
C*H	۲	۱۰۱۹۵۴ns	۰/۱۷ns	۰/۰۰۰۹ns
P*H	۴	۳۲۱۲۹۹۹۲**	۸/۳۹**	۰/۰۹ns
C*P*H	۴	۳۵۳۲۷ns	۰/۲۶ns	۰/۰۱ns
خطا		۱۹۶۵۵۴۱	۱/۸۹	۰/۰۴
ضریب تغییرات.٪		۸/۳۷	۳/۶۱	۷/۸۳
• و **: معنی دراری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار				

۴-۲-۲-۱- سطح برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم در سطح احتمال ۵ درصد بر سطح برگ معنی دار بود، پلی-اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی داری داشتند، همچنین اثر دوجانبه پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و سایر اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۳).

اسید هیومیک با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید. اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه افزایش می‌دهد و موجب رشد بیشتر گیاه می‌شود (کریمی، ج ۱۳۹۱). ترکیبات هیومیکی در گیاه انگور سبب افزایش شاخص سطح برگ گیاه شده است (Reynolds, et al. 1995). کاربرد مواد هیومیکی در غلظت‌های بالا (۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) افزایش ارتفاع نشاء گوجه فرنگی و در غلظت‌های پایین‌تر (۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) افزایش سطح برگ را در پی داشته است (حسینی و همکاران ۱۳۹۳).

۴-۲-۲-۲-۲- کلو فیل برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم، پلی‌اتیلن‌گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ بر کلو فیل برگ معنی دار بود. همچنین اثر دوجانبه پلی‌اتیلن‌گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود و سایر اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۳).

از صدمات اکسیداتیو مهمی که در شرایط تنش خشکی ایجاد می‌شود، تخریب مولکول کلو فیل است. کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلو فیل a، تحت تأثیر خشکی ممکن است ناشی از کاهش سنتز کمپلکس اصلی رنگدانه کلو فیل، تخریب نوری کمپلکس پروتئینی رنگدانه‌های a و b که محافظت کننده دستگاه فتوسنتزی هستند، صدمه اکسیداتیو لیپیدهای کلوپلاست، رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها یا افزایش فعالیت آنزیم کلو فیل‌لاز باشد (Sanjari, et al. 2015). اسید هیومیک از طریق افزایش کلو فیل افزایش میزان فتوسنتز را در پی دارد (Chen, et al. 1990).

۴-۲-۲-۲-۳- پتاسیم برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و پلی‌اتیلن‌گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد بر پتاسیم برگ معنی دار بود. اما اثر هیومیک اسید معنی دار نبود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۳).

پیش از این اشاره شد که، مواد هیومیکی با فعال سازی پمپ پروتونی و افزایش قابلیت نفوذ غشا سلولی موجب بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه می شود (کریمی، ج ۱۳۹۱).

۴-۲-۲-۴- ازت برگ

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم، پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر ازت برگ معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۳).

۴-۲-۳- بررسی صفات مربوط به بوته

جدول ۴-۴- جدول تجزیه واریانس صفات مربوط به بوته

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
تعداد گل ماده	زمان گلدهی	سرعت رشد نسبی	سرعت رشد مطلق	قطر ساقه اصلی	طول ساقه		
۲۱/۴۰**	۴۰/۹۰**	۰/۰۰۲ns	۱۰/۳۱**	۰/۰۶**	۵۰۴/۷۷ns	۱	رقم (C)
۳۲/۰۷**	۲۱۲/۷۹**	۰/۰۵**	۸/۴۰*	۰/۰۰۹ns	۵۵۲۸/۰۷**	۲	پلی اتیلن گلیکول (P)
۱۷/۰۱**	۲۵/۶۸**	۰/۰۰۸ns	۱۷/۸۳**	۰/۳۴۲**	۱۲۴۳۰/۹۶**	۲	هیومیک اسید (H)
۱/۱۸ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۱ns	۰/۱۰ns	۰/۰۰۰۰۸ns	۴۵/۶۰ns	۲	P*C
۱/۹۰ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰۳ns	۰/۲۰ns	۰/۰۰۰۰۹ns	۰/۷۲ns	۲	C*H
۳/۹۶ns	۳/۴۰ns	۰/۰۰۳ns	۰/۷۸ns	۰/۰۱ns	۱۲۲/۸۳ns	۴	P*H
۱/۰۱ns	۰/۲۹ns	۰/۰۰۲ns	۰/۰۹ns	۰/۰۰۰۴ns	۶/۹۱ns	۴	C*P*H
۲/۳۱	۳/۰۸	۰/۰۰۷	۰/۳۱	۰/۰۰۸	۳۵۹/۴۲		خطا
۱۴/۳۷	۴/۹۵	۴۷/۲۱	۳/۵۲	۸/۲۶	۸/۶۷		ضریب تغییرات/
• و **: معنی دراری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار							

۴-۲-۳-۱- طول ساقه

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم بر طول ساقه معنی دار نبود، پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ساقه معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک، گزارش‌های متعددی وجود دارد. اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد، اثر مستقیم آن به‌عنوان یک ترکیب شبه هورمونی (Nardi, et al. 2002) و اثر غیرمستقیم آن که بصورت افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذپذیری غشا (Sánchez-Sánchez, et al. 2002) افزایش متابولیسم ریز جانداران در خاک، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه است (Atiyeh, et al. 2002).

۴-۲-۳-۲- قطر ساقه اصلی

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر قطر ساقه اصلی معنی دار بود. اثر پلی اتیلن گلیکول بر قطر ساقه معنی دار نبود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

بررسی‌ها در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که غلظت‌های مورد مطالعه پلی اتیلن گلیکول تاثیری بر صفت قطر ساقه ندارد (جدول ۴-۷). همچنین، بررسی‌ها در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که با افزایش غلظت هیومیک اسید مقدار قطر ساقه افزایش پیدا می‌کند. کاربرد مواد هیومیک در گیاه لوبیا چشم بلبلی افزایش وزن خشک برگ، ساقه، گل و نیز وزن تر گیاه را سبب شد چراکه شرایط فتوسنتزی گیاه را بهبود بخشید (Astarai, et al. 2008).

۴-۲-۳-۳- سرعت رشد مطلق

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۵ بر سرعت رشد محصول معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی داری بر سرعت رشد محصول داشت (جدول ۴-۷). همچنین مقایسات میانگین نشان داد که با افزایش سطح تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلیکول، سرعت رشد محصول کاهش پیدا می کند. همچنین، بررسی ها در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که با افزایش غلظت هیومیک اسید سرعت رشد محصول افزایش پیدا می کند. بر اساس نتایج به دست آمده در بررسی سرعت رشد گیاه لوبیا، کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش معنی دار و ۲ درصدی سرعت رشد گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (Jahan, et al. 2013).

۴-۲-۳-۴- سرعت رشد نسبی

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم و هیومیک اسید بر سرعت رشد نسبی معنی دار نبود و پلی اتیلن گلیکول در سطح احتمال ۱ درصد بر سرعت رشد نسبی معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

۴-۲-۳-۵- زمان گلدهی

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم، پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر زمان گلدهی معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴). در زمان گلدهی خیار نقش عنصر نیروژن مهم است و باید در اختیار گیاه قرار گیرد (بصیرت و همکاران ۱۳۹۶). از سوی دیگر مواد هیومیکی با فعال سازی پمپ پروتونی و افزایش قابلیت نفوذ غشا سلولی موجب بهبود جذب

عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود. به عنوان نمونه جذب نیترات را در سلول های ریشه به طور معنی داری ارتقاع می‌بخشد (کریمی، ج ۱۳۹۱).

۴-۲-۳-۶- تعداد گل ماده

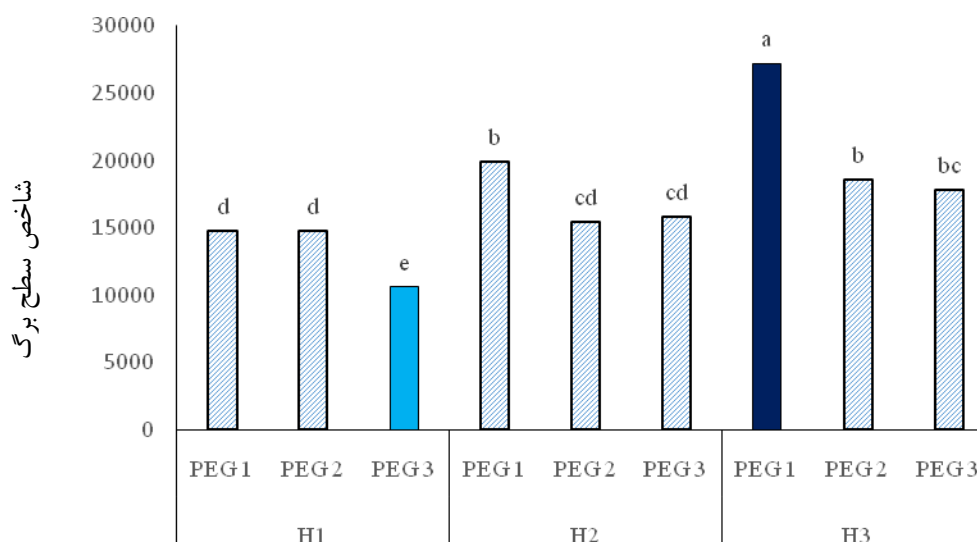
جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده رقم، پلی‌اتیلن گلیکول و هیومیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد گل ماده معنی دار بود. همچنین اثرات دو جانبه و سه جانبه معنی دار نبود (جدول ۴-۴).

۴-۳- بررسی اثر متقابل هیومیک اسید و پلی‌اتیلن گلیکول بر صفات مورد بررسی

پس از بررسی اثر متقابل هیومیک اسید و پلی‌اتیلن گلیکول در بین صفات مورد بررسی شامل صفات رویشی و صفات میوه، و انجام آنالیزها، مشخص گردید صفات سطح برگ، طول میوه و وزن خشک میوه در رقم ایزابل و صفات سطح برگ، غلظت ازت برگ، طول میوه و وزن خشک میوه در رقم آریا دارای مقادیر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ هستند.

۴-۳-۱- صفات مورد بررسی در رقم ایزابل

۴-۳-۱-۱- سطح برگ



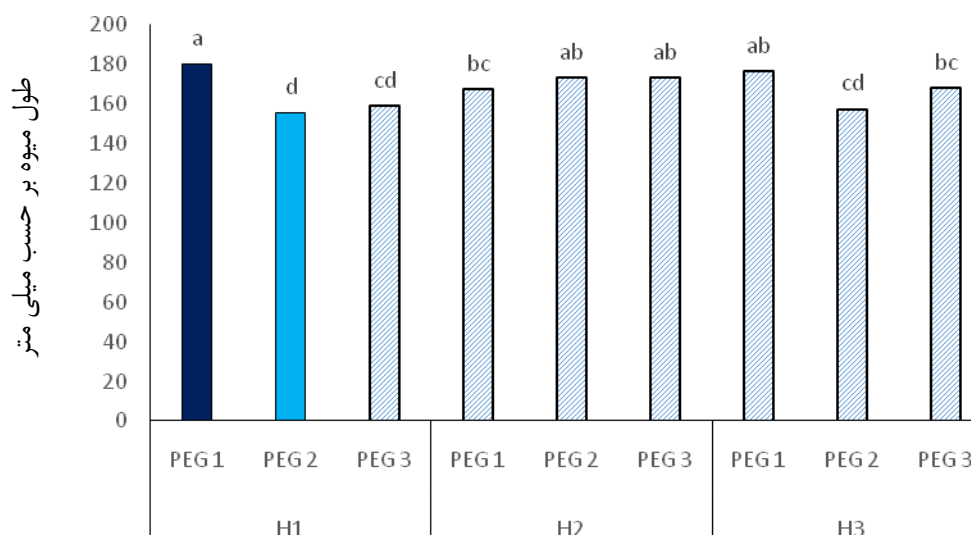
شکل ۴-۷- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت سطح برگ در رقم ایزابل

PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت سطح برگ در رقم A مشخص گردید که غلظت صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین میزان سطح برگ در مقایسه با سایر تیمارها می شود. همچنین استفاده از غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید (شاهد)، باعث ایجاد کمترین میزان سطح برگ در مقایسه با سایر تیمارها می شود (شکل ۴-۷). اسید هیومیک با افزایش نفوذپذیری سلول های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می نماید. اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه افزایش می دهد و موجب رشد بیشتر گیاه می شود (کریمی، ج ۱۳۹۱). در بررسی اثر هیومیک اسید بر روی رشد رویشی گونه *arundinacea Festuca* مشخص گردید با افزایش مقدار استفاده هیومیک اسید در واحد سطح شاخص

سطح برگ نیز افزایش پیدا می‌کند. مقادیر ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نشان داد که با افزایش مقدار هیومیک اسید، مقدار شاخص سطح برگ نیز افزایش پیدا می‌کند (Rahi, et al. 2012).

۴-۳-۱-۲- طول میوه



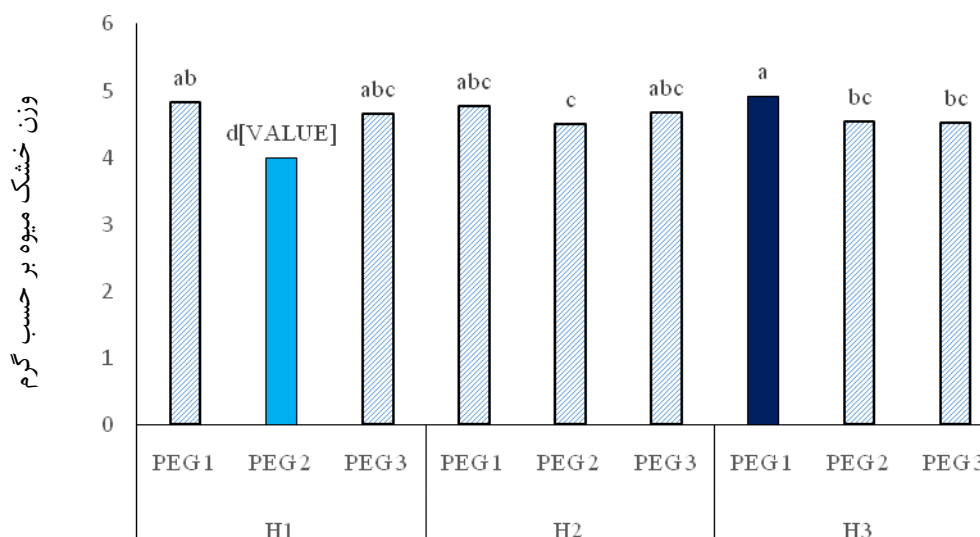
شکل ۴-۸- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت طول میوه در رقم ایزابل

PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت طول میوه در رقم A مشخص گردید که غلظت‌های صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) و ۰ میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، ۳٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید و غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین میزان طول میوه در مقایسه با سایر تیمارها می‌شود (شکل ۴-۸). همچنین استفاده از غلظت‌های ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید (شاهد)، ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید و ۶٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید (شاهد)، باعث ایجاد کمترین میزان طول میوه در مقایسه با سایر تیمارها می‌شود (شکل ۴-۸). در پژوهشی مشخص گردید، افزایش غلظت هیومیک اسید باعث افزایش طول میوه خیار می‌شود.

در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته های خیار مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین طول میوه خیار در غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید مشاهده گردید (Unlu, et al. 2011).

۳-۱-۳-۴- وزن خشک میوه



شکل ۴-۹- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت وزن خشک میوه در رقم ایزابل

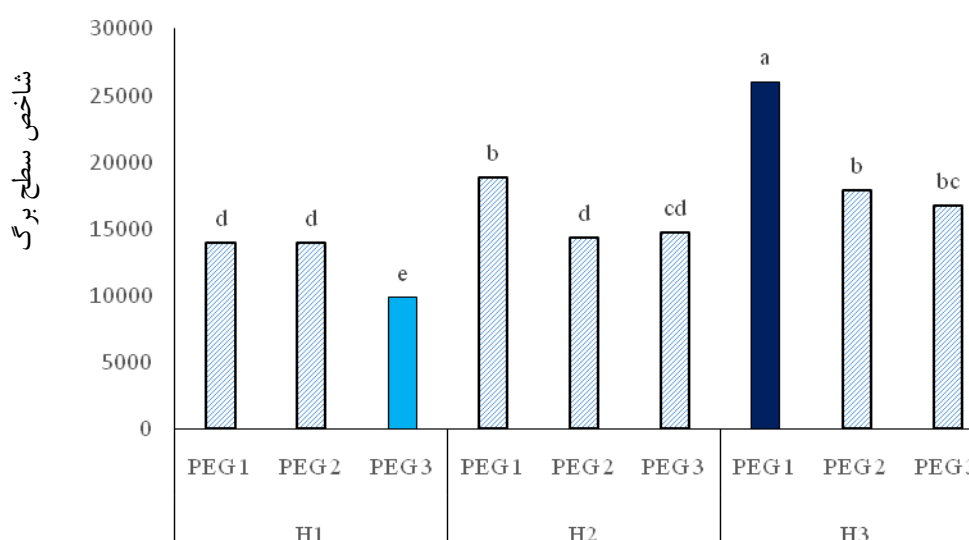
PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت وزن خشک میوه در رقم A مشخص گردید که غلظت های صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) و صفر میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، ۶٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت صفر میلی گرم هیومیک اسید و غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول و ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین میزان وزن خشک میوه در مقایسه با سایر تیمارها می شود. همچنین استفاده از غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید (شاهد)، باعث ایجاد کمترین میزان وزن خشک میوه در مقایسه با سایر تیمارها می شود (شکل ۴-۹).

استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸). با توجه به پژوهش‌های انجام شده می‌توان دریافت با افزایش غلظت هیومیک اسید افزایش وزن میوه خیار را مشاهده می‌کنیم (Unlu, et al. 2011).

۴-۳-۲- صفات مورد بررسی در رقم آریا

۴-۳-۲-۱- سطح برگ



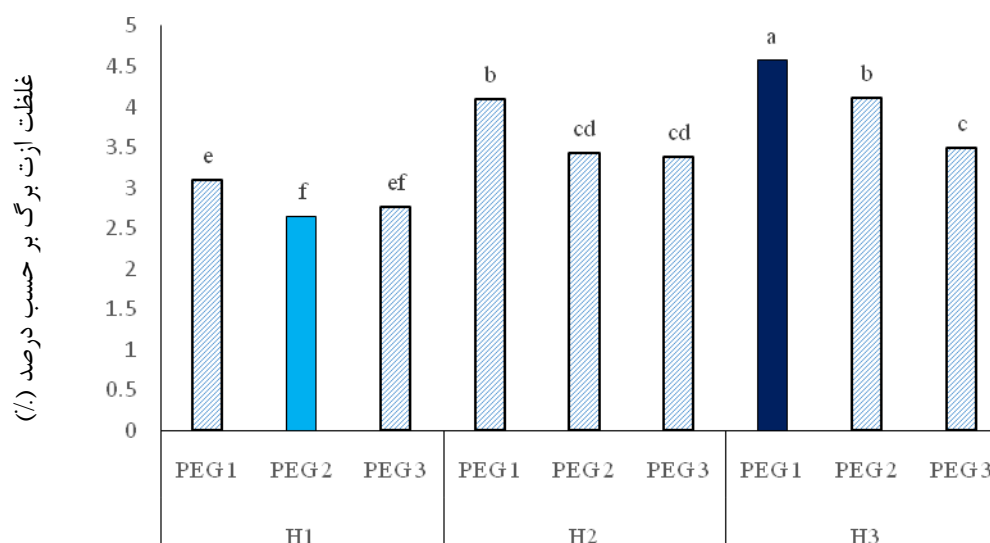
شکل ۴-۱۰- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت سطح برگ در رقم آریا

PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت سطح برگ در رقم B مشخص گردید که غلظت صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین میزان سطح برگ در مقایسه با سایر تیمارها می‌شود. همچنین استفاده از غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید، باعث ایجاد کمترین میزان سطح برگ در مقایسه با سایر تیمارها می‌شود (شکل ۴-۱۰). پس از بررسی اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در مطالعه فعلی، مشخص گردید، صفت سطح برگ در هر دو

رقم ایزابل و آریا، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. در پژوهشی بیان شد کاربرد اسید هیومیک در سیب زمینی سبب افزایش ۱۰ درصدی تعداد برگ، افزایش ۱۳ درصدی سطح برگ و افزایش ۲۸ درصدی وزن خشک اندام زیرزمینی می شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۱).

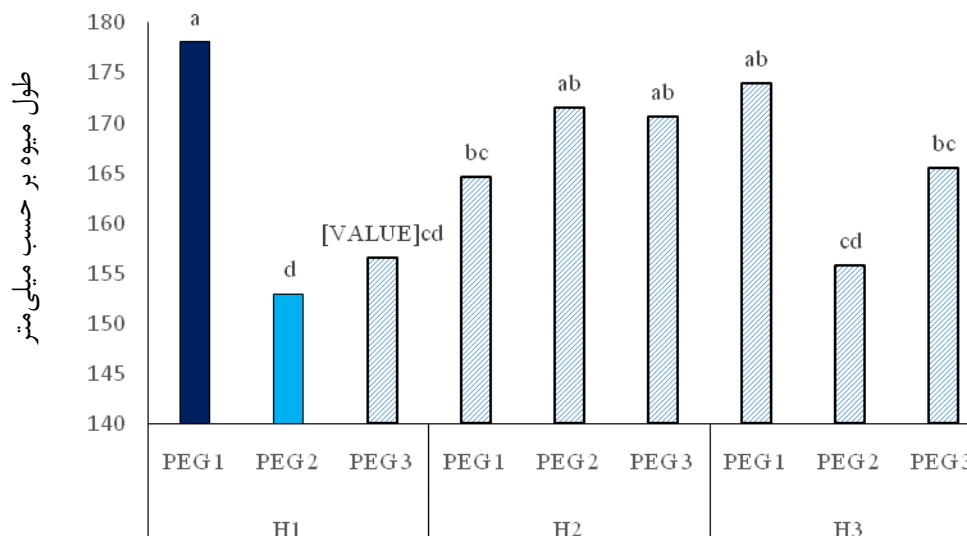
۴-۳-۲- غلظت ازت برگ



شکل ۴-۱۱- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت غلظت ازت برگ در رقم آریا

PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت غلظت ازت برگ در رقم B مشخص گردید که غلظت صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین مقدار غلظت ازت برگ در مقایسه با سایر تیمارها می شود. همچنین استفاده از غلظت های ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید و ۶٪ پلی اتیلن گلیکول و ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد کمترین مقدار غلظت ازت برگ در مقایسه با سایر تیمارها می شود (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۲- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت طول میوه در رقم آریا

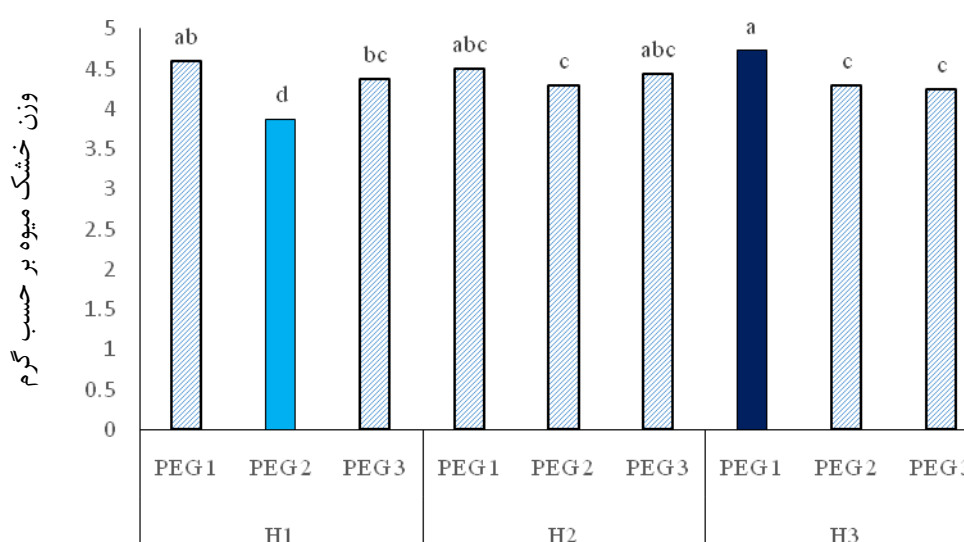
PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت طول میوه در رقم B مشخص گردید که غلظت-های صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت صفر میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، ۳٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید و ۶٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین مقدار طول میوه در مقایسه با سایر تیمارها می شود. همچنین استفاده از غلظت های ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید، ۳٪ پلی اتیلن گلیکول و ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید و ۶٪ پلی اتیلن گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید باعث کمترین مقدار طول میوه در مقایسه با سایر تیمارها می شود (شکل ۴-۱۲).

پس از بررسی اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در مطالعه فعلی، مشخص گردید، صفت طول میوه در هر دو رقم ایزابل و آریا، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. در پژوهشی مشخص گردید، افزایش غلظت هیومیک اسید باعث افزایش طول میوه خیار می شود. در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و

۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته‌های خیار مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین طول میوه خیار در غلظت ۴۰ میلی‌لیتر بر لیتر هیومیک اسید مشاهده گردید (Unlu, et al. 2011). اما در این مطالعه مشاهدات حالت دیگری را نشان داد. به طوریکه بیشترین مقدار طول میوه در کمترین غلظت هیومیک اسید مشاهده گردید. این اختلاف می‌تواند ناشی از غلظت هیومیک اسید استفاده شده، رقم خیار مورد بررسی، شرایط مصرف و اعمال تیمار و سایر موارد باشد.

۴-۳-۲-۴- وزن خشک میوه



شکل ۴-۱۳- اثر متقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول بر روی صفت وزن خشک میوه در رقم آریا

PEG 1: شاهد، PEG 2: غلظت ۳٪ پلی اتیلن گلیکول، PEG 3: غلظت ۶٪ پلی اتیلن گلیکول، H1: شاهد، H2: غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، H3: غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید.

در بررسی اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول و هیومیک اسید بر صفت وزن خشک میوه در رقم B مشخص گردید که غلظت‌های صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت صفر میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، صفر پلی اتیلن گلیکول (شاهد) به همراه غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید و ۶٪ پلی اتیلن گلیکول به همراه غلظت ۴۰۰ میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد بیشترین مقدار وزن خشک میوه در مقایسه با سایر تیمارها می‌شود. همچنین استفاده از غلظت ۳٪ پلی اتیلن-

گلیکول و صفر میلی گرم هیومیک اسید باعث ایجاد کمترین مقدار وزن خشک میوه در مقایسه با سایر تیمارها می شود (شکل ۴-۱۳). پس از بررسی اثرمتقابل هیومیک اسید و پلی اتیلن گلیکول در مطالعه فعلی، مشخص گردید، صفت وزن خشک میوه در هر دو رقم ایزابل و آریا، از لحاظ آماری در سطح احتمال ۵٪ معنی دار است. استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸). همانطور که از نتایج موجود در نمودار قابل مشاهده است، در غلظت شاهد پلی اتیلن گلیکول، با افزایش غلظت هیومیک اسید، افزایش مقدار وزن خشک میوه را داریم. به طوریکه که در غلظت ۶۰۰ میلی گرم هیومیک اسید، بیشترین مقدار وزن خشک میوه مشاهده می شود.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری کلی

مطالعه در دو فاز کلی مورد بررسی قرار گرفت. در فاز اول ۴ رقم بذر خیار شامل ارقام ایزابل، آریا، نوین و پی اس ۶۴ از لحاظ صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی و شاخص بنیه بذر، در برابر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول مورد مطالعه قرار گرفت. در حالت کلی ایجاد تنش خشکی در ارقام خیار باعث کاهش مقادیر صفات مورد بررسی می‌شود و افزایش این تنش نیز با کاهش مقادیر کمی این صفات رابطه مستقیم دارد. به طور کلی مشخص گردید رقم ایزابل مقاومترین رقم خیار در مقایسه با سایر ارقام است، زیرا در صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی و شاخص بنیه بذر دارای بیشترین مقادیر در مقایسه با سایر ارقام بود که نشان دهنده مقاومت این رقم نسبت به تنش خشکی در مقایسه با سایر ارقام خیار است. همچنین رقم آریا با توجه به مقادیر ثبت شده در صفات طول ریشه‌چه، سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی بذر دارای کمترین مقادیر در مقایسه با سایر ارقام بود که نشان دهنده حساسیت این رقم نسبت به تنش خشکی در مقایسه با سایر ارقام خیار است. ارقام ایزابل و آریا با توجه به صفات مورد بررسی به عنوان مقاومترین و حساسترین ارقام جهت بررسی در فاز دوم مطالعات انتخاب شدند.

در فاز دوم مطالعات صفات رویشی بوته و میوه شامل اثر تنش، سطح برگ، طول ساقه، قطر ساقه، سرعت رشد مطلق، سرعت رشد نسبی، زمان گلدهی، طول میوه، قطر میوه، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، سفتی بافت، غلظت ازت برگ، غلظت ازت میوه، غلظت پتاسیم برگ و غلظت پتاسیم میوه، برای ارقام ایزابل و آریا مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله بررسی تاثیر تنش خشکی با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلیکول، تاثیر هیومیک اسید و در نهایت اثر متقابل پلی‌اتیلن‌گلیکول و هیومیک اسید بر صفات معرفی شده محوریت کار قرار گرفت. صفات مختلف تاثیرات مختلفی از تیمارهای مورد بررسی را از خود نشان دادند، اعمال تنش خشکی باعث کاهش در مقادیر صفات شده و استفاده از هیومیک اسید باعث افزایش و بهبود این صفات می‌شود. همچنین اثر متقابل پلی‌اتیلن‌گلیکول و هیومیک اسید در صفات سطح برگ، طول میوه و وزن خشک میوه در رقم ایزابل و صفات

سطح برگ، غلظت ازت برگ، طول میوه و وزن خشک میوه در رقم آریا از لحاظ آماری معنی دار بود، که در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت، تاثیرات تنش خشکی ناشی از اعمال پلی‌اتیلن‌گلیکول، با استفاده از هیومیک اسید تا حدودی کم رنگ می‌شود. یا به بیان دیگر می‌توان گفت تاثیرات تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول با استفاده از هیومیک اسید تا حدودی کاهش می‌یابد.

با توجه به نتایج ثبت شده در تحقیق حاضر می‌توان دریافت صفات رویشی و میوه ارقام خیار مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی حاصل از پلی‌اتیلن‌گلیکول در حالت کلی دچار کاهش عملکرد می‌شوند. منظور از کاهش عملکرد می‌توان کاهش مقادیر صفات کمی از قبیل طول میوه، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک میوه و ... را عنوان کرد. از طرف دیگر استفاده از هیومیک اسید تاثیر مثبت بر صفات مورد بررسی دارد که این تاثیر در افزایش عملکرد و افزایش مقادیر صفات کمی مشاهده می‌گردد. بهبود و افزایش صفات رویشی و زایشی گیاه در برابر استفاده از هیومیک اسید، مشاهداتی است که در تحقیقات سایر محققان نیز دیده می‌شود.

تاثیر افزایش غلظت هیومیک اسید در بهبود تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول بر روی صفاتی مانند سطح برگ در رقم ایزابل، سطح برگ در رقم آریا و غلظت ازت برگ در رقم آریا قابل مشاهده است. اما تاثیر افزایش غلظت هیومیک اسید در بهبود صفاتی مانند طول میوه در رقم ایزابل و طول میوه در رقم آریا، در کاهش تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول مشاهده نگردید.

در پژوهشی مشخص گردید، افزایش غلظت هیومیک اسید باعث افزایش طول میوه خیار می‌شود. در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته- های خیار مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین طول میوه خیار در غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید مشاهده گردید (Unlu, et al. 2011). استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی و افزایش تولید محصولات زراعی و باغی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (برزگر و همکاران ۱۳۹۸). با توجه به پژوهش‌های انجام شده می‌توان دریافت با افزایش غلظت هیومیک اسید افزایش وزن میوه خیار را مشاهده می‌کنیم. افزایش غلظت هیومیک اسید باعث

افزایش طول میوه خیار می‌شود. در این پژوهش غلظت های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید به صورت محلول پاشی بر روی بوته‌های خیار مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین طول میوه خیار در غلظت ۴۰ میلی لیتر بر لیتر هیومیک اسید مشاهده گردید (Unlu, et al. 2011).

۵-۲- پیشنهادات

مطالعه بر روی ارقام دیگر خیار با توجه به مقادیر متفاوت صفات مخورد بررسی تحت تنش خشکی و هیومیک اسید

استفاده از غلظت های دیگر پلی اتیلن گلیکول جهت بررسی آستانه حساسیت و مقاومت ارقام خیار

استفاده از غلظت های دیگر هیومیک اسید جهت بررسی تاثیر بر ارقام خیار

تمرکز بر روی صفات میوه خیار جهت بررسی تیمارهای مورد مطالعه بر ترکیبات مختلف میوه خیار و جدول ارزش غذایی آن با توجه به ابعاد اقتصادی این محصول

منابع

احمدی آذر، ف.، حسنلو، ط.، ایمانی، ع و فیضی اصل، و. (۱۳۹۴). "تنش خشکی و کاربرد ژئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیروک." مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۲۸. شماره ۳

ارجمندیان، الف و احمدی، الف. (۱۳۹۴). "مدیریت و کنترل آفات و بیماری‌های مهم خیار گلخانه‌ای." سازمان جهاد کشاورزی استان همدان مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

الهی‌وردیزاده، ن و نظری دلجو، م. (۱۳۹۳). "تأثیر اسید هومیک بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه بریده همیشه بهار در سیستم هیدروپونیک." علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ۵، شماره ۱۸

ایزدی، الف.، زرقانی، ه.، محمدیان، م و یانق، ع. (۱۳۹۰). "ارزیابی ویژگی‌های جوانه زنی و رشد نهال بذر سه رقم کنجد در شرایط تنش شوری و خشکی." نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۲

امیدی، ح.، اسماعیلی‌منزه، ع.، بستانی، ع. (۱۳۹۱). "تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد، پرولین، رنگدانه‌های فتوسنتزی، آب نسبی برگ چند ژنوتیپ گلرنگ." مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۲.

باقری، ع. (۱۳۸۸). "اثر تنش خشکی بر جوانه زنی، رشد، کارایی جذب و محتوای نسبی آب برگ گیاه جو بدو نپوشینه. مجله علمی تنش‌های محیطی در علوم گیاهی." جلد ۱، شماره ۱.

برزگر، ط.، اصلانی، ش و نیکبخت، ج. (۱۳۹۸). "تأثیر محلولپاشی برگ‌ی اسید هیومیک بر رشد، عملکرد و

کیفیت میوه گوجهفرنگی گیلانی تحت تنش کم آبی." فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۸، شماره ۳۲

بصیرت، م.، غفاری‌نژاد، ع.، سلیس پور، م.، ملاحسینی، ح و مشیری، ف. (۱۳۹۶). "معرفی کودهای مورد استفاده

در تولید خیار گلخانه‌ای و موارد مصرف آنها." وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی معاونت ترویج

بهرامی، ص.، سلیمانی، ع و حبیبی، ف. (۱۳۹۴). "اثر محلول پاشی برگ‌ی با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی

برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم گرانی اسمیت." به زراعی کشاورزی، دوره ۱۷، شماره ۲

توحیدی، ز. (۱۳۹۴). "اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان." همایش بین المللی تحقیقات در

علوم و فناوری، کوآلالمپور

جهان، م.، سهرابی، ر.، دعایی، ف و بهزاد امیری، م. (۱۳۹۲). "تأثیر کاربرد هیدروژل سوپرجاذب رطوبت در خاک

و محلولپاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژیکی لوبیا در شرایط مشهد." مجله کشاورزی بوم

شناختی. ۳ (۲): ۷۱-۹۰

حاجی بلند، ر.، کیوان فر، ن.، جودمند، الف.، رضایی، ح و نژاد محمد، ی. (۱۳۹۳). "تأثیر تیمار سلنیم روی

تحمل تنش خشکی در گیاه کلزا." مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۴

حسینی، ا. و کاوسی، ب. (۱۳۹۳). "تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و هیومیک اسید بر شاخص‌های رشد نشاء

گوجه فرنگی هیبرید ۶۱۸۹ SUN. اولین کنگره ملی زیست شناسی و علوم طبیعی ایران

خاکشور مقدم، ز.، لاهوتی، م و گنجعلی، ع. (۱۳۹۰). "بررسی اثرات تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه زنی و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه شوید." نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵،

شماره ۲

دستیاران، م و حسینی فرهی، م. (۱۳۹۳). "اثر هیومیک اسید و پوترسین بر ویژگی های رویشی و عمر گلجایی گل رز در سیستم کشت بدون خاک." علوم و فنون کشت های گلخانه ای، سال ۵، شماره ۲۰

رحمان جو، م.، علی آبادی، الف و لطفی، م. (۱۳۸۹). "بررسی عوامل موثر در کیفیت میوه خیار." پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی

زاهدی، م.، حسینی، م و کریمی، م. (۱۳۹۸). "مطالعه اثر محلولپاشی براسینواسترئوئید بر برخی صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گلابی وحشی طی تنش خشکی." فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۸، شماره

۲۹

زرقانی، ه.، ایزدی، الف.، محمدیان، م و یانق، ع. (۱۳۹۳). "ارزیابی ویژگی های جوانه زنی و رشد نهال بذر سه رقم کنجد در شرایط تنش شوری و خشکی." نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، شماره ۱۰۲

ساجدی، م.، اثنی عشری، م.، جعفریف م و اصل مشتاقی، الف. (۱۳۹۶). "ویژگی های فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و بیوشیمیایی چهار رقم انجیر خوراکی و دو رقم برانجیر در پاسخ به تنش خشکی." تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۴۰، شماره ۳

سبک دست، م.، صالحی، ف و رضایی زاده، الف. (۱۳۹۷). "تأثیر تنش خشکی اعمال شده توسط پلی اتیلن گلیکول بر ویژگی های فیزیولوژیک و ریخت شناختی جوانه زنی بذرهای عدسبه منظور گزینش نژادگان های متحمل به خشکی." علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۹، شماره ۳

شکوهیان، ع و اصغری، ع. (۱۳۹۶). "بررسی غلظت و روش کاربرد هیومیک اسید بر جذب عناصر غذایی در درختانکیوی فروت رقم هایوارد." دانشگاه محقق اردبیلی، معاونت پژوهشی و فناوری، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی

عزیزی، ز، برزگر، ط و قهرمانی، ز. (۱۳۹۶). "تأثیر اسید هیومیک و اسید سالیسیلیک بر عملکرد و کیفیت میوه خربزه "زرد جلالی" تحت تنش کم آبی." به زراعی کشاورزی، دوره ۱۹، شماره ۲

عینعلی، ج، نوری نیا، ع، طاهری، ق و سلطانی، الف. (۱۳۸۹). "اثرات تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول (PEG) بر ویژگی های مورفولوژیکی و عملکرد جو بدون پوشینه." یافته های نوین کشاورزی، سال پنجم، شماره ۱

غلامی، ش، عالیپور، س و رستمی، ط. (۱۳۹۸). "بررسی اثر تنش شوری و خشکی ناشی از غلظتهای مختلف کلرید سدیم و پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه در جو." نشریه تحقیقات بذر، سال ۹، شماره ۲

فهمیمی، ف، سوری، م و یعقوبی، ف. (۱۳۹۵). "بررسی رشد و نمو خیار گلخانه ای تحت تأثیر کاربرد برگی کودهای بیومین و هیومی فولین در مقایسه با کاربرد خاکی آنها و کود NPK." علوم و فنون کشت های گلخانه ای، سال ۷، شماره ۲۵

قاسمی، ا، توکلو، مو ذبیحی، ح. (۱۳۹۱). "تأثیر نیتروژن، پتاسیم و اسید هیومیک بر رشد رویشی، جذب عناصر نیتروژن و پتاسیم در مینی تیوبر سیب زمینی تحت شرایط گلخانه ای." مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۸ (۱): ۵۶-۳۹

قلندری، س، امینی، ز و برخوردار، م. (۱۳۹۴). "تأثیر تنش خشکی بر ژنوتیپ های حساس و متحمل گیاهان زراعی." همایش بین المللی تحقیقات در علوم و فناوری، کوآلالمپور

- قلی نژاد، الف. (۱۳۹۵). "تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر صفات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه گیاه دارویی شوید." نشریه تحقیقات بذر، سال ۶، شماره ۴
- کریمی، ج (۱۳۹۱). "تأثیر میکوریزا، اسید هیومیک و کود دامی بر عملکرد و صفات زراعی کدوی تخم کاغذی. دانشگاه صنعتی شاهرود. دانشکده کشاورزی." گروه زراعت. پایان نامه کارشناسی ارشد
- کلانتر، م.، خلیقی، الف.، حسن پور، الف و تفضلی، ع. (۱۳۸۷). "بررسی اثر اکسین، اتفن و سیستم کاشت بر صفات کمی خیار هیبرید رقم ملیتا." مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲
- مددخواه، الف.، بلند نظر، ص و اوستان، ش. (۱۳۹۶). "بهبود تحمل به شوری در خیار به وسیله پیوند بر روی پایه کدو." نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۷۲، شماره ۳
- مردانی، ح.، بیات، ح و عزیزی، م. (۱۳۹۰). "تأثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانه‌های خیار تحت شرایط تنش خشکی." نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵. شماره ۳
- مقصودی، م و نجفی، ن. (۱۳۹۵). "بررسی تأثیر کاربرد نانوکودهای عناصر غذایی کم مصرف در تغذیه گیاهان." نشریه مدیریت اراضی، جلد ۴، شماره ۲
- میرکاظمی، ف. (۱۳۹۵). "مروری بر کشت خیار گلخانه‌ای." بخش تحقیقات و توسعه شرکت توسعه کشاورزی هزاره سوم.
- وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۹۶). "دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه خیار گلخانه‌ای." سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات خاک و آب
- یوسفی، الف.، رضا پناه، م و معرفی، م. (۱۳۹۴). "بررسی تأثیر میزان مختلف هیومیک اسید بر عملکرد ارقام مختلف خیار گلخانه‌ای." سومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

Alebrahimi, M., Mohamaddoust Chamanabad, H., Mohebbadini, M and Majd, R. (2017). "Evaluate the effect of drought stress on germination and seedling growth of wild safflower (*Carthamus oxyacantha*) by using the PEG solution." **1st international and 5th national conference on organic vs. conventional agriculture august 16th – 17th 2017**

Ashraf, M., Nawazish, S.H. & Athar, H. (2007). "Are chlorophyll fluorescence and photosynthetic capacity potential physiological determinants of drought tolerance in maize (*Zea mays* L.)," **Pak. J. Bot. 39: 1123-1131**

Astaraei, A.R. and Ivani, R. (2008). "Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant." **Ame-Eurasian J. Agric Environ, Sci**, 3(3): 352-356

Atiyeh, R.M., S. Lee and C.A. Edwards. (2002). "The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth." **Bioresour. Technol.** 84: 7-14

Baghdadi, E., Jafari, A., Alizadeh, M. and Gorji, A. (2013). "Effect of drought stress and cold treatment on germination and seedling growth of *Poa pratensis* and *Poa trivialis* under germination and greenhouse condition." **Iranian Journal of Range and Desert Research**, Vol. 20 No. (4)

Chen, Y. and T. Aviad. (1990). "Effect of Humic Substances on Plant Growth. In: Humic substances in soil and crop sciences." **Soil Science Society of America** 161-187

Dordas, C. and S. Sioulas. (2008). "Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions." **Crop Prod.** 27: 78-85

Ebadi, M., Azizi, M and Farzaneh, A. (2011). "Effect of Drought Stress on Germination Factors of Four Improved Cultivars of German Chamomile (*Matricaria recutita* L.)." **J. of Plant Production**, Vol. 18(2)

Eraslan, F., Inal, A., Savasturk, O. & Gunes, A. (2007). "Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity." **Sci. Hortic.** 114: 5-10

Faisal, S., Mujtaba, S and Mahboob, W. (2019). "Polyethylene Glycol Mediated Osmotic Stress Impacts on Growth and Biochemical Aspects of Wheat (*Triticum aestivum* L.)." **J. Crop Sci. Biotech.** 22 (3): 213 ~ 223

Fakheri, B., Mousavi nick, M and Mohammadpour, R. (2017). "Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on germination and morphological properties of fennel and ajowan." **Journal of crop science research in arid regions.** **J Crop Sci Res Arid Reg** 1(1): 35-50

Fahramand, M., H. Moradi, M. Noori, A. Sobhkhizi, M. Adibian, S. Abdollahi and K. Rigi. (2014). "Influence of humic acid on increase yield of plants and soil properties. Int. J. Farm." **All. Sci.** 3(3): 339-341

Haidar Al-madhagi, I. (2019). "Effect of humic acid and yeast on the yield of greenhouse cucumber." **J. Hortic. Postharvest Res.** 2(1), 67-82

Karthikeyan, B., C.A. Jaleel, R. Gopi and M. Deiveekasundaram. (2007). "Alteration in seedling vigour and antioxidant enzyme activities in *Catharanthus roseus* under seed priming with native diazotrophs." **J. Zhejiang Univ. Sci. B.** 8: 453- 457

Moffatt, J., Sears, M. R. G. and Paulsen, G. (1990). "Wheat height temperature tolerance during reproductive growth. I: Evaluation by chlorophyll fluorescence." **Crop Science.** 30: 881-885

- Nadir, M., Ansyar, I., Khaerani, P and Syamsuddin.(2019). "Effect of various polyethylene glycol concentrations on the growth of seedlings of *Indigofera zollingeriana*." **IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.** **343** 012040
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello.(2002). "Physiological effects of humic substances on higher plants." **Soil Biol. Biochem.** **34**: 1527-1536
- Rahi, A., Mirzaie-Nodoushan, H., Danaee, M. and Azizi, F. (2012). "Effects of humic acid on vegetative characteristics of *Festuca arundinacea*." **Iranian journal of Range and Desert Research**, **Vol. 19 No. (4)**
- Rahimi, Z and Kafi, M. (۲۰۰۹). "Effects of drought stress on germination characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.)." **ESAS**, **Vol. 2(1): 87-91**
- Reynolds, A.G., Wardle, D.A., Drought, B and Cantwell, R. (1995). "Gro-mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines." **Hort. Sci**, **30**: 539-554
- Sánchez-Sánchez, A., J. Sánchez-Andreu, M. Juárez, J. Jordá and D. Bermúdez. (2002). "Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemon trees." **Plant Nutr.** **25**: 2433-2442.
- Sanjari, M., Siroosmehr, A.R., and Fakheri, B.A. (2015). "Effect of Drought Stress and Humic Acid on Some Physiological Properties of Sour Tea." **J. Agric.** **17: 2. 403-414. (In Persian)**
- Sharif, M., Khattak, R. A. and Sarir, M. S. (2002). "Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants." **Plant Analysis** **33**: 3567–3580
- Soleimani Aghdam, M., M. Hassanpouraghdam, G. Paliyat and B. Farmani.(2012). "The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers." **Sci. Hort.** **144**: 102-115
- Tabatabaei, A and Shakeri, E. (2014). "Effect of Seed Priming on Germination Traits Cumin (*Cuminum cyminum*) Under Drought and Salinity Stresses." **Arid Biome Scientific and Research Journal**. **Vol. 4 No. 2**
- Unlu, H. Unlu, H, Karakurt, Y and Padem, H. (2011) . "Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber." **Scientific Research and Essays** **Vol. 6(13)**, pp. 2800-2803
- Yildirim, E. (2007). "Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato." **Acta Agric. Scandinavica Section B, Soil and Plant Sci.** **57(2): 182-186**
- Zlatev, Z.S & Yordanov, I.T. (2004). "Effects of soil drought on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in bean plants, BULG." **Journal of Plant Physiology** **30**: 3-18

Abstract

Cucumber with the scientific name of *Cucumis sativus* L. is an annual plant of the genus *Cucumis*, of which about 30 species have been registered in Asia and Africa, and belongs to the *Cucurbitaceae* family. In order to investigate the effect of humic acid on growth and yield of greenhouse cucumber under drought stress of polyethylene glycol, four seed cultivars including Aria, Novin, PS^{٦٤} and Isabel were used. Studies were conducted in two stages. In the first stage, the seeds of the four cultivars were evaluated in terms of root length, stem length, germination rate, germination percentage and seed vigor index under drought stress of polyethylene glycol. At this stage, two seed cultivars including Isabel cultivar were selected as the most resistant cultivar to drought stress and Aria cultivar as the most sensitive cultivar to drought stress. In the second stage, Aria and Isabel cultivars in terms of plant and fruit vegetative traits include stress effect, leaf area, stem length, stem diameter, absolute growth rate, relative growth rate, flowering time, fruit length, fruit diameter, fruit fresh weight, dry weight Fruit, tissue firmness, leaf nitrogen concentration, fruit nitrogen concentration, leaf potassium concentration and fruit potassium concentration, under drought stress treatments caused by polyethylene glycol, humic acid treatment and interaction of polyethylene glycol and humic Acid was examined. Finally, it was found that the interaction of humic acid and polyethylene glycol on Aria cultivar in leaf surface traits, leaf nitrogen concentration, fruit length and fruit dry weight and in Isabel cultivar on leaf surface traits, fruit length and fruit dry weight were statistically significant. It is significant at the 5% probability level. In general, drought stress caused by polyethylene glycol reduces the values in the quantitatively evaluated traits. Also, the effect of humic acid in most treatments caused an increase in the quantitative traits studied. Finally, the interaction between humic acid and polyethylene glycol was such that increasing the concentration of humic acid to some extent prevented the increase in drought stress following increasing the concentration of polyethylene glycol.

Key words: Greenhouse Cucumber, Polyethylene Glycol, Humic Acid, Drought Stress



Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Horticultural Sciences

**Effect of humic acid on growth and performance of greenhouse
cucumber under polyethylene glycol drought stress**

By: Mahdi Gasemi

Supervisor:

Dr. Hasan Khosh Galb

Advisor:

Dr. Ziba Ghasimi Hagh

October 2021