بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

تاثیر تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک به دو صورت محلول پاشی و خاک مصرف بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان

نگارنده : **احمد پایدار**

استاد راهنما

دکتر مصطفی حیدری

اساتید مشاور

دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

مهندس محمد عابدینی اسفهلانی

اسفند ۱۳۹۵

پیوست شماره ۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

گروه : زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد **آقای احمد پایدار** به شماره دانشجویی: **9304484** تحت عنوان: **تاثیر تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک به دو صورت محلول پاشی و خاک مصرف بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان** در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر مصطفی حیدری		نام و نام خانوادگی : دکتر مهدی برادران فیروزآبادی	
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : محمد عابدینی اسفهلانی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی : دکتر حسن مکاریان		نام و نام خانوادگی : دکتر حمید رضا اصغری	
نام و نام خانوادگی : دکتر منوچهر قلی پور			

تقدیم به پدرم

کوهی استوار و حامی من در طول تمام زندگی

تقدیم به مادرم

سنگ صبوری که الفبای زندگی به من آموخت

تقدیم به همسرم

که در سایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم

تقدیم به دلبندم

امید بخش جانم که آسایش او آرامش من است.

تشکّر و قدردانی

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر اللهِ عزّ و جلّ": از پدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوار که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ و همچنین از استاد محترم؛ جناب آقای دکتر مصطفی حیدری که در نهایت فروتنی، زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از استاد گرامی، جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروز آبادی و همچنین استاد عالیقدر، جناب آقای مهندس محمد عابدینی اسفهلانی، که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛ از محضر اساتید محترم داور جناب آقای دکتر حسن مکاریان و دکتر منوچهر قلی پور و نیز نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری و نیز کلیه اساتید بزرگوار و کارکنان گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود کمال تشکر و قدردانی را دارم. از فرزند دلبندم و همچنین از همکاران بزرگوار، دوستان و همکلاسی های بسیار خوب و مهربانم که حضور پاک و صمیمی آنها در این پایان نامه نمایان است قدردانی می نمایم، باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید. و در پایان از همسرم به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است و مرا در راه رسیدن به اهداف عالی یاری می رساند؛ به پاس محبت و زحمات بی دریغش تشکر و قدردانی می نمایم.

احمد پایدار

اسفند ۱۳۹۵

تعهد نامه

اینجانب **احمد پایدار** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کشاورزی-کشاورزی اکولوژیک** دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه **تاثیر تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک به دو صورت محلول پاشی و خاک مصرف بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان** تحت راهنمائی جناب آقای دکتر مصطفی حیدری 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 می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « و یا » دانشگاه صنعتی شاهرود Shahrood University of Technology به چاپ خواهد » رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده یا (بافت‌های) آن‌ها استفاده شده است ضوابت 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 راز داری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ امضای

دانشجو

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.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع

چکیده

در یک سیستم کشاورزی پایدار استفاده از نهاده‌های آلی همانند اسید هیومیک کمترین آسیب را به محیط زیست وارد، با فعالیت شبه هورمونی خود جذب آب، مواد معدنی و در نهایت عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد. به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک به دو صورت مصرف خاکی و محلول پاشی بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان رقم هیبرید فرخ در شرایط خشکی، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح تنش خشکی: شاهد (اعمال ۱۰۰درصد نیاز آبی)، تنش ملایم (اعمال۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (اعمال ۶۰ درصد نیاز آبی) به عنوان عامل اصلی و پنج سطح اسید هیومیک شامل: شاهد (عدم مصرف)، محلول پاشی با دو غلظت ۱/۵ و ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب و مصرف خاکی با دو میزان ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی لحاظ شدند. نتایج نشان داد کاربرد اسیدهیومیک در هر دو شکل محلول پاشی و خاک مصرف تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، قطر طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، مقادیر کلروفیل a و درصد عناصر فسفر و پتاسیم در دانه داشت. با افزایش غلظت اسید هیومیک در هر دو حالت مصرف، صفات اندازه‌گیری شده فوق افزایش یافت. نتایج نشان داد اعمال تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، قطر طبق، قطر ساقه، عملکرد بیولوژیک، درصد فسفر دانه، کلروفیل b و کاروتنوئید شد. در این آزمایش اثر متقابل اسید هیومیک و تنش خشکی بر درصد روغن تاثیر معنی‌داری داشت و تنش خشکی بر درصد روغن افزود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که کاربرد اسید هیومیک به دو صورت محلول پاشی و خاک مصرف و در غلظت های بالا، تا حدودی سبب کاهش اثرات سوء تنش خشکی بر آفتابگردن رقم هیبرید فرخ می‌شود.

کلمات کلیدی: فرخ، تنش محیطی، کود آلی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ۱

مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم ۷

بررسی منابع ۷

۲-۱- اهمیت آفتابگردان ۸

۲-۱-۱- نگاهی به وضعیت کشت و کار دانههای روغنی در ایران و جهان ۸

۲-۱-۲- تولید ۹

۲-۱-۳- سطح زیر کشت ۹

۲-۲- گیاه شناسی آفتابگردان ۹

۲-۲-۱- ریشه ۱۰

۲-۲-۲- ساقه ۱۰

۲-۲-۳- برگ ۱۰

۲-۲-۴- میوه ۱۱

۲-۲-۵- اندامهای زایشی ۱۱

۲-۲-۵-۱- گلهای کناری، شعاعی یا زبانهای ۱۱

۲-۲-۵-۲- گلهای میلهای یا مرکزی ۱۱

۲-۲-۶- گردهافشانی ۱۲

۲-۲-۷- سازگاری ۱۲

۲-۳- کشاورزی پایدار ۱۳
۲-۳-۱- اهمیت کشاورزی پایدار ۱۳
۲-۳-۲- کاربرد و حفظ مواد آلی در کشاورزی پایدار ۱۵
۲-۳-۳- تئوریهای تشکیل هوموس ۱۶
۲-۳-۴- اسید هیومیک ۱۷
۲-۳- ۵- مواد تشکیل دهنده هیومیک ۲۰
۲-۳-۶- قسمتهای قابل شناسایی در هیومیک اسید ۲۰
۲-۳-۷- ساختار شیمیایی اسید هیومیک ۲۰
۲-۳- ۸- ماندگاری و دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک ۲۱
۲-۳- ۹- تفاوتهای اسید هیومیک و اسید فولیک ۲۱
۲-۳-۱۰- جذب یونهای مغذی در اثر استفاده مواد هیومیک ۲۲
۲-۳-۱۱- رشد گیاهان تحت تاثیر مواد هیومیک ۲۳
۲-۳-۱۲- تنش خشکی و اسید هیومیک ۲۵
۲-۳- ۱۳- استفاده از هیومیک اسید در جهان ۲۵
۲-۴- اثرات تنشهای محیطی ۲۶
۲-۴-۱- تنش خشکی(تنش آبی) ۲۷
۲-۴-۲- خشکی ۲۹
۲-۴-۳- فرآیندهای سازگاری جهت مقابله با تنش خشکی ۲۹
۲-۴-۴- طبقه بندی فرآیندهای سازگاری به شرایط نامطلوب ۲۹
۲-۴-۵- اثرات تنش خشکی بر گیاهان ۳۰
فصل سوم ۳۱
۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش: ۳۲
۳-۲- مشخصات خاک مزرعه ۳۳
۳-۳- کیفیت آب ۳۴
۳-۴- طرح آماری ۳۵
۳-۵- مشخصات کرتها ۳۵
۳-۶- شرایط اولیه و مدیریت مزرعه ۳۵
۳-۷- عملیات اجرایی و آماده سازی زمین ۳۶
۳-۷-۱- عملیات کاشت ۳۶
۳-۷-۲- آبیاری و اعمال تیمارها ۳۶
۳-۷-۳- عملیات داشت ۳۷
۳-۸- نمونه برداری و اندازهگیری صفات ۳۸

۳-۹- صفات فیزیولوژیکی و کیفی ۳۹
۳-۹-۱- محتوی کلروفیل برگ a ، b ، a+b و کارتنوئید ۳۹
۳-۹-۲- درصد ازت، فسفر و پتاسیم دانه ۴۰
هضم خشک: ۴۱
هضم تر: ۴۱
۳-۹-۳- محاسبه درصد پروتئین دانه ۴۲
۳-۹-۴- درصد روغن دانه ۴۲
۳-۹- ۵- تعیین میزان آب نسبی در تیمار ها(RWC) ۴۳
۳-۱۰- محاسبات آماری ۴۳
فصل چهارم ۴۵
نتایج و بحث ۴۵
۴-۱- عملکرد دانه ۴۶
۴-۱-۲- ارتفاع بوته ۴۹
۴-۱-۳- وزن هزاردانه ۵۱
۴-۱-۴- قطر طبق ۵۳
۴-۱-۵- قطر ساقه ۵۴
۴-۲- عملکرد بیولوژیک ۵۶
۴-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد روغن و صفات فیزیولوژیک ۵۹
۴-۳- ۱- درصد روغن دانه ۵۹
۴-۳-۲- فسفر دانه ۶۱
۴-۳-۳- پتاسیم دانه ۶۵
۴-۳-۴- کلروفیل a ۶۶
۴-۳-۵- کلروفیل ۶۸
۴-۳-۶ - کاروتنوئید ۶۹
۴-۴- نتیجه گیری ۷۱
۴-۵- پیشنهادات ۷۳
منابع ۷۵

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٤٩

شکل ۴-۲ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک..... ٤٩

شکل ۴-۳ مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک..... ٥١

شکل ۴-۴ مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٥٢

شکل ۴- ۵ مقایسه میانگین قطر طبق در سطوح مختلف تنش خشک ٥٤

شکل ۴-۶ مقایسه میانگین قطر طبق در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک..... ٥٤

شکل ۴-۷ مقایسه میانگین قطر ساقه در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٥٦

شکل ۴- ۸ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٥٨

شکل ۴- ۹ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک..... ٥٨

شکل ۴- ۱۰ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و تنش خشکی بر میزان درصد روغن دانه..... ٦١

شکل ۴- ۱۱ نمودار مقایسه میانگین درصد فسفر دانه در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٦٤

شکل ۴- ۱۲مقایسه میانگین درصد فسفر دانه در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک..... ٦٤

شکل ۴- ۱۳ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان درصد پتاسیم دانه ٦٦

شکل ۴- ۱۴ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان کلروفیل a ٦٨

شکل ۴- ۱۵ مقایسه میانگین میزان کلروفیل b در سطوح مختلف تنش خشکی..... ٦٩

شکل ۴- ۱۶ مقایسه میانگین میزان کارتنوئید در سطوح مختلف ت نش خشکی..... ٧١

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- اطلاعات هواشناسی منطقه بسطام شاهرود(میانگین ده ساله ۱۳۹۳- ۱۳۸۳) ۳۳
جدول ۳-۲- مشخصات خاک مزرعه..... ۳٤
جدول ۳-۳- نتایج تجزیه کیفی آب مورد استفاده..... ۳٤
جدول پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق و وزن هزار دانه ۹۳
جدول پیوست ۲- میانگین مربعات عملکرد بیولوژیک، عملکرد در هکتار، شاخص برداشت، RWC و روغن ۹۳
جدول پیوست ۳- میانگین مربعات کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل، کاروتنوئید و SPAD ۹٤
جدول پیوست ۴- میانگین مربعات عناصر اصلی ازت، فسفر، پتاس و پروتئین ۹٤

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

امروزه استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی و مصرف بیش از حد و نادرست انواع کودهای شیمیایی برای تولید و برداشت بیشتر محصولات کشاورزی، مشکل اصلی تخریب محیط زیست و عدم تعادل بیولوژیکی است. در دهه هفتاد میلادی ذهنیتی در افکار متفکران توسعه مطرح بود که نگاه کاملا اقتصادی، ایجاد درآمد و بازده بیشتر از منابع طبیعی را داشتند. این امر در نهایت منجر به بروز مشکلاتی نظیر تخریب بی حد و مرز محیط زیست، نابرابری های اجتماعی، کاهش منابع و از همه مهمتر به خطر افتادن امنیت غذایی نسل های آینده می باشد. جبران این معضلات در دراز مدت موجب ضررهای فراوان اقتصادی شد و چه بسا بخش اعظمی از آن قابل جبران نیست.

شیوه ای که برای اطمینان از حصول و رضایت مستمر از نیازهای بشر برای نسل های حال و آینده است، توسعه پایداری می باشد که تمام بخش‌های کشاورزی، جنگلداری و شیلات، منابع ژنتیکی، زمین، آب، گیاه و حیوانات را حفظ می‌کند و از نظر محیط زیست غیر مخرب، از نظر فنی مناسب، از لحاظ اقتصادی قابل دوام و از نظر اجتماعی قابل قبول می‌باشد (فائو، ۱۹۹۸). علیرغم بازدهی اولیه مناسب سموم و کودهای شیمیایی در مزارع، اینها اثرات سوئی در بلند مدت داشتند، با توجه به علاقه کشاورزان به مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای آلی جهت بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک ضروری بوده که در اکثر موارد کنار گذاشته شدند. تداوم افزایش بی‌رویه کودهای شیمیایی، ساختمان خاک را تخریب و مقدار مواد آلی را به دلیل کاهش نسبت C/N کاهش شدید داده و نهایتا افزایش وزن مخصوص خاک‌های زراعی و مشکل عدم رعایت تناسب عناصر غذایی در خاک و نتیجه آخر اینکه اثرات سوء آن در گیاهان زراعی مشهود می‌گردد (وانگ و همکاران، ۱۹۹۵). مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و استفاده از کشت‌های متراکم، سرعت تجزیه مواد آلی خاک را تسریع نموده، بطوری که حاصل آن سفت شدن زمین‌های زراعی، کاهش نگهداری رطوبت و نفوذپذیری در خاک و افت حاصلخیزی خاک می باشد (لطیفی و همکاران، ۱۹۹۸). تخریب، کاهش قدرت باروری و بهم خوردن تعادل زیستی خاک، کاهش تنوع زیستی، آلودگی‌های سطحی و

زیرزمینی و جوی، نمونه‌های بارز آلودگی محیط زیست و جلوگیری از عملکرد طبیعی اکوسیستم از اثرات منفی این کودها محسوب می شود. از جمله معایب دیگر کودهای شیمیایی افزایش هزینه‌های تولید، تخریب و تغییر کیفیت خاک، ورود آلودگی به زنجیره‌های غذایی و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی می باشد(ونس،۲۰۰۱). مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی منابع آبی جهان را تحت تاثیر قرار داده و منجر به فرآیند مردابی شدن در اکوسیستم‌های آبی می شود. در ضمن تعدادی از کودهای شیمیایی دارای نمک‌های مضر بوده و یا از زغال سنگ و یا نفت خام مشتق شده‌اند و در صورت استعمال زیاد موجب تجمع نمک‌ها و عدم تعادل شیمیایی را در خاک بوجود می‌آورند که باعث صدمه زدن به ریشه گیاهان می‌شود. تخریب و از بین رفتن میکروارگانیسم‌های خاک و کرم‌های خاکی به وسیله این نوع کودها موجب کم شدن ماده آلی خاک و عدم توانایی آن در نگه‌داری آب و در نتیجه سفت و سخت و شکاف خوردن آن می‌شود (آلفادل و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده مداوم از کودهای مصنوعی موجب کاهش عناصر کم مصرف همانند روی، آهن، مس و منگنز خواهد شد که بر روی سلامت گیاهان، جانوران و انسان تاثیر خواهد گذاشت. در روش‌های کشاورزی متداول در جهان، امروز موفقیت قابل قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با اتکا بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی کمکی همانند کودها و سموم شیمیایی باعث ایجاد سیستم زراعی ناپایدار شده است (روبرتز، ۲۰۰۸). یکی از اصول کشاورزی پایدار، استفاده از منابع و نهاده های تجدید پذیر بوده که خطرات زیست محیطی کمتری داشته و باعث بهره‌وری حداکثر می‌شود. بکارگیری راهکارهای نوین زراعی سبب افزایش عملکرد و کاهش مخاطرات شده که استفاده از کودهای بیولوژیک از آن جمله می باشد. مشخص شده اضافه نمودن مواد آلی به خاک از جمله اسید هیومیک باعث افزایش قابلیت نگهداری و نفوذپذیری آب و ایجاد تهویه مناسب می‌شود. این امر سله بستن و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد. علاوه بر این میزان مواد غذایی، قابلیت تبادل کاتیونی و قابلیت کشت را نیز بهبود می‌بخشد (لمپکین،۱۹۹۰). ترکیبات هوموسی دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک هستند. این دو جزء هومین بوده و از منابع های مختلف نظیر خاک،

هوموس، پیت، لیگینیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می‌شوند. اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی آنها نیز متفاوت است (سباهاتین و نکدت، ۲۰۰۵). این ماده فعالیتی شبه هورمونی دارد، بطوریکه باعث افزایش رشد گیاهان و جذب مواد مغذی شده و در نتیجه موجب افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی نظیر تنش خشکی می‌گردد.

با توجه به اینکه ایران در کمربند خشک کره زمین واقع شده و میزان درصد کربن آلی در اکثر اراضی کشاورزی آن کمتر از یک درصد است، لذا با مصرف مواد آلی می توان پتانسیل تولید اراضی کشاورزی را به طور چشمگیری افزایش داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). یک خاک حاصلخیز، بایستی حداقل دارای بیش از دو درصد کربن آلی باشد. مواد آلی با تامین انرژی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی خاک دارند. از طرف دیگر مواد آلی به لحاظ ساختمان خاص خود دارای قدرت کمپلکس کنندگی عناصر غذایی می‌باشند، بطوری که قابلیت جذب عناصر غذایی را برای گیاه افزایش می‌دهند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). ترکیبات هوموسی موجود در ماده آلی با دارا بودن مواد محرک رشد، سبب رشد بهتر گیاهان و افزایش عملکرد آن می‌شوند. مقادیر بسیار کمی از اسیدهای آلی، اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته، به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). کودهای آلی در خاک سیستمی را بوجود می‌آورند که سبب دور شدن حشرات و قارچها از گیاهان می‌شوند (مرجاوی و جهاد اکبر، ۲۰۰۲; بارکر و بریسون، ۲۰۰۶; قربانی و همکاران، ۲۰۰۶).

یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران و جهان کمبود منابع آب و خشکسالی های پیاپی می‌باشد که گیاهان زراعی را در طول فصل رشد خود با شدت‌های متفاوتی از تنش خشکی و کم آبی مواجه می کند. عدم مدیریت و محدودیت منابع آب در استفاده از آنها عملکرد محصولات زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. یکی از مهمترین و رایج ترین تنش‌های محیطی که در اکثر مزارع با مقادیر مختلف،

گیاهان زراعی را دچار محدودیت نموده و تولید را کاهش و امنیت غذایی جوامع بشری را به خطر می اندازد و باعث سوء تغذیه و قحطی می‌شود، تنش خشکی است. در نتیجه مدیریت منابع آب و خاک در مدیریت خشکسالی و به حداقل رسانیدن خسارت های احتمالی بسیار مهم می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می دهد که مواجه شدن مراحل مختلف رشد و نمو با تنش خشکی، موجب کاهش در اکثر صفات وابسته به عملکرد می‌شود (جین،۱۹۹۲). در خاک‌های تحت تنش خشکی، میزان مواد غذایی در دسترس گیاهان دچار تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌شود (فرنچ و همکاران،۱۹۹۱). از طرف دیگر تنش رطوبتی از شدت‌های کم تا شدید سبب ایجاد اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، ترکیبات نیتروژنه و ساختمان پروتئین و آنزیم ها می‌شود (برار و همکاران، ۱۹۹۰). تنش خشکی از تنش‌های عمومی بوده که بر رشد و عملکرد گیاهان اثرات نامطلوبی دارد (عزیزی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۴). که مدیریت مناسب تغذیه گیاهان در این گونه شرایط از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. افزایش جمعیت در موقعیت و سرزمینی با شرایط اقلیمی کم آب، خشک و نیمه خشک مانند ایران که دو سوم آن فاقد ریزش‌های مناسب جوی می‌باشد، مشکلات زیادی را بوجود می‌آورد. از مجموع ۱۴۹ میلیون کیلومتر مربع سطح قاره‌های کره زمین نزدیک به یک سوم آن را مناطق خشک و نیمه خشک پوشانده‌اند (وهابزاده، ۱۳۷۹). کشور ما با دارا بودن مساحتی حدود ۱۶۵ میلیون هکتار، در موقعیت جغرافیایی ۴۵ تا ۶۱ درجه طول شرقی و ۲۵ تا ۳۸ درجه عرض شمالی، دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با بارش پراکنده می‌باشد (اصغرپور و اژدری،۲۰۱۱). بعلت رشد سریع جمعیت و به جهت بهبود استانداردهای زندگی، تقاضای آب، به شدت افزایش می یابد. با توجه به این که حجم آن بسیار محدود می‌باشد و رقابت بین مصرف کنندگان آب (شرب، کشاورزی و صنعتی) را تشدید می‌کند. افزایش استفاده بیش از حد از منابع آبی و کاهش کیفیت آب به علت شور شدن آن نیز از مشکلات کشور در این بخش می باشد. میانگین بارش‌های سالیانه در ایران ۲۵۰ میلی متر در ابتدای سال ۱۳۹۰ بوده که این مقدار یک سوم متوسط جهانی بارش می باشد. در ایران گیاهان اکثرا دچار تنش‌های موقت یا شدید می‌شوند زیرا اغلب بارندگی‌ها در فصل

پاییز و زمستان واقع می‌شود که معمولا با نیاز گیاهان زراعی همزمان نمی‌باشد. به طور کلی جهت کشت گیاهان زراعی در اکثر مناطق کشور و به دلیل بارندگی‌های پراکنده، ناکافی و غیر یکنواخت در طی سال، و به جهت نیل به عملکرد اقتصادی مناسب ناچار به آبیاری گیاهان زراعی می‌باشیم.

اهداف:

بررسی تأثیر غلظت های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاه آفتابگردان

تعیین مناسب ترین غلظت کاربرد اسید هیومیک در سطوح مختلف تنش خشکی

پاسخ زراعی و فیزیولوژیک آفتابگردان در غلظت های مختلف کاربرد اسید هیومیک در سطوح مختلف تنش خشکی

امکان استفاده از اسید هیومیک به عنوان روشی برای کاهش کود های شیمیایی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- اهمیت آفتابگردان

آفتابگردان زراعی پس از سویا، کلزا و بادام زمینی چهارمین زراعت یکساله در جهان است که اغلب به خاطر روغن خوراکی آن مورد کشت و زرع واقع می‌شود (مطیعی جویباری، ۱۳۸۸). از نظر تولید جهانی یکی از مهمترین دانه‌های روغنی محسوب می‌شود. استخراج روغن از دانه آفتابگردان طی سال ۱۷۱۶ در روسیه عملی شده و از سال ۱۷۲۹ تولید انبوه روغن از این دانه روغنی در جهان شروع شده است. روغن آفتابگردان به دلیل داشتن مقدار زیادی اسید غیر اشباع لینولئیک از مرغوبیت بالایی برخوردار بوده و کنجاله به دست آمده نیز بعد از روغن کشی به دلیل داشتن پروتئین بالا به عنوان مکمل در برنامه‌های غذایی طیور و دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (دهارو و فرناندز، ۱۹۹۱). فقدان مواد سمی در پروتئین دانه آفتابگردان یک مزیت برای مصرف آن در تغذیه انسان است، همچنین میزان قندهایی که در دستگاه گوارش انسان ایجاد نفخ می‌کند در آن کم است. دانه آفتابگردان بسته به ارقام مختلف دارای ۲۶ تا ۵۰ درصد روغن می‌باشد، این روغن نه تنها فاقد هر گونه اسید چرب مضر برای انسان یا دام می‌باشد بلکه به علت داشتن اسیدهای چرب مفید نظیر اسید اولئیک، اسید لینولئیک، که جزء اسیدهای چرب اشباع نشده می‌باشد موجب شده که مورد استقبال بسیاری از مردم جهان قرار گیرد (سیلر، ۲۰۰۷). روغن آفتابگردان با ضریب یدی ۱۳۵- ۱۲۰ در گروه روغن های نیمه خشک شونده قرار دارد و از آن در تهیه صابون، رنگ‌های پر کیفیت و لوازم آرایشی استفاده می شود. از دیدگاه متخصصان تغذیه اسیدهای چرب غیر اشباع بر مرغوبیت روغن می افزاید و در کاهش کلسترول خون نقش بسیار مهمی را دارا می‌باشند و از این حیث روغن های گیاهی نسبت به روغن های حیوانی برتری دارند (سیلر، ۲۰۰۷).

۲-۱-۱- نگاهی به وضعیت کشت و کار دانه‌های روغنی در ایران و جهان

پس از مواد نشاسته‌ای روغن‌ها از مواد غذایی مهمی محسوب می‌شوند که برای تامین انرژی فرآیندهای حیاتی بدن انسان و جهت تامین نیازهای چربی، پروتئین و ویتامین‌ها بسیار با اهمیت

هستند. از دیر باز کاشت دانه‌های روغنی در بخش کشاورزی کشورهای مختلف بخصوص مشرق زمین قرار داشته است و تولید آن در جهان طی سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ از ۳۵ میلیون تن به ۱۶۰ میلیون تن افزایش داشته است (امامی و همکاران، ۱۳۸۱).

۲-۱-۲- تولید

در کشور ایران تولید روغن داخلی با رشد جمعیت متناسب نبوده و باعث کاهش سهم خود کفایی شده است بطوری که سرانه مصرف از ۲/۵ کیلوگرم در سال ۱۳۴۰ به ۱۷ کیلوگرم در سال‌های اخیر با جمعیت تقریبی ۷۹ میلیون نفر رسیده است که البته با مقایسه مصرف سرانه روغن در ایران با سایر کشورها نشان می‌دهد مصرف سرانه ما بسیار بالاتر از میانگین جهانی با مقدار ۱۲/۵ است. با احتساب مصرف سرانه حداقل ۱۲ کیلوگرم حدود ۷۵۰۰۰۰ تن نیاز فعلی کشور به روغن نباتی بوده که برآورد می‌گردد بیش از ۹۰٪ آن وارداتی باشد (آئین، ۱۳۷۵).

۲-۱-۳- سطح زیر کشت

سطح زیر کشت و تولید دانه‌های روغنی در جهان در سال ۲۰۰۳ به ترتیب برابر ۲۳۳/۳۷ میلیون هکتار و ۱۲۱/۹۵ میلیون تن بوده است. در چهل سال پیش بخش عمده روغن گیاهی مورد نیاز کشور از منابع داخلی تامین می‌شده است، ولی با توجه به واردات روغن و کنجاله گیاهان روغنی از خارج کشور نشان می‌دهد که این میزان در دهه‌های اخیر به طور مداوم افزایش داشته و هزینه آن به رقم سرسام آور ۸۰۰ میلیون دلار در سال رسیده است (مطیعی جویباری، ۱۳۸۸). هم اکنون ایران از حیث روغن گیاهی به شدت به واردات وابسته می باشد.

۲-۲- گیاه شناسی آفتابگردان

آفتابگردان *Helianthus annuus* L. گیاهی است یکساله از تیره آستراسه Asteraceae که بصورت بوته‌ای استوار رشد می‌کند. طول دوره رشد آفتابگردان بسته به رقم و کلیه عوامل محیطی از ۸۰ تا

۱۵۰ روز می‌باشد. آفتابگردان از طریق کاشت بذر تکثیر می‌شود. از تفاوت های اصلی بین انواع زراعی و اصلاح شده آفتابگردان با انواع وحشی آن وجود طبق‌های بزرگتر و تعداد کمتر شاخه جانبی در انواع زراعی و اصلاح شده است. این تفاوت ها سبب بهبود توزیع غذایی به نفع دانه شده و عملکرد دانه و شاخص برداشت را افزایش داده است (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۲-۱- ریشه

آفتابگردان ریشه راست و توسعه یافته‌ای دارد. رشد تا مرحله رویت طبق سریع است. پس از آن، از سرعت رشد کاسته می‌شود و در پایان گرده افشانی متوقف می‌گردد. قسمت اعظم ریشه آفتابگردان تا عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک گسترده است (خواجه پور،۱۳۸۳).

۲-۲-۲- ساقه

ساقه آفتابگردان بلند، خشن، ضخیم کرک‌دار است. ساقه در ناحیه پایینی بوته گرد است که به‌تدریج و به سمت بالا زاویه‌دار می‌شود، بطوری که در روی نیمه فوقانی ساقه شیارهای طولی کم عمق مشاهده می‌گردد. قطر ساقه در ناحیه قاعده از ۳ تا ۶ سانتیمتر متفاوت است. ساقه آفتابگردان در برش قطری از یک بخش بیرونی چوبی شده با الیاف فیبری فراوان و یک مغز داخلی سلولزی کم آب و سفید رنگ تشکیل شده است (خواجه پور،۱۳۸۳).

۲-۲-۳- برگ

برگ‌های آفتابگردان به صورت یک در میان و متقابل ظاهر می‌گردند و معمولا پس از ۵ جفت برگ متقابل، حالت مارپیچی از برگ‌های متناوب ایجاد می‌شود. برگ‌ها بزرگ، به شکل قلب، دندانه‌دار، زبر و اغلب سنگین هستند و دارای دمبرگ بلندی می‌باشند. رنگ آن‌ها معمولا سبز تیره است. هر بوته در حدود ۲۰ تا ۴۰ برگ دارد و تعداد آنها یک ویژگی مربوط به واریته است. بزرگترین برگ‌ها در محدوده وسط ساقه قرار دارند که همین برگ‌ها حدود ۶۰ الی ۸۰ درصد سطح فتوسنتز را به خود اختصاص داده و بعد از گلدهی به مدت زیادی فعال باقی می مانند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۲-۴- میوه

میوه آفتابگردان از نوع فندقه است و شامل یک دانه حقیقی با پوسته نازک و فرابر ناشکوفه می‌باشد که در اینجا با دانه مترادف گرفته می‌شود. اندازه دانه طبق به سمت مرکز بتدریج نقصان می‌یابد. رنگ دانه از سیاه تا سفید و خاکستری نواری متغیر و از خصوصیات رقم محسوب می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). طول دانه معمولا از ۱۰ تا ۲۵ میلیمتر، عرض آن از ۵ تا ۱۵ میلیمتر آن و قطر از ۳ تا ۸ میلیمتر متغیر است.

۲-۲-۵- اندامهای زایشی

آفتابگردان در انتهای ساقه تولید یک گل مرکب به اسم طبق می‌کند. گل آذین کلاپرک (کپه‌ای) و یا طبق، مشخص تیره آستراسه است. طبق حاوی تعداد زیادی گل کوچک یا گلچه است که بر روی نهنج برجسته‌ای چسبیده و نهنج نیز توسط دسته‌ای به نام دمگل به ساقه متصل می‌شود. طبق ممکن است محدب، صاف و یا مقعر باشد. سطح خارجی طبق توسط ۲ یا ۳ ردیف براکته پوشیده شده است. طبق در ارقام روغنی دارای ۳۰۰۰ – ۷۰۰ و گاهی در ارقام غیر روغنی بیش از ۸۰۰۰ گلچه است. در مرحله گلدهی و در داخل طبق دو نوع گل مشاهده می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۲-۵-۱- گل‌های کناری، شعاعی یا زبانه‌ای

معمولا به رنگ زرد طلایی هستند و در جلب حشرات به ویژه زنبورهای گرده افشان نقش خاصی دارند. به طول ۱۰-۷ سانتیمتر و عرض ۴ – ۲ سانتی‌متر دیده می‌شوند. گل‌های مزبور به علت نداشتن بساک و عدم رشد کلاله و تخمدان نمی‌توانند عمل تلقیح را انجام داده و تولید دانه کنند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۲-۵-۲- گل‌های میله‌ای یا مرکزی

این گل‌ها در نیم دایره‌هایی که از مرکز طبق می‌گذرد واقع شده‌اند. این گل‌ها به گل‌های لوله‌ای نیز معروفند. از تلفیق پنج گلبرگ تشکیل شده‌اند که تعداد پنج پرچم را پوشش می دهند. این گل‌ها

کاسبرگ ندارند. در قاعده گلبرگ‌ها، غدد مولد شهد قرار دارد. بر حسب قطر طبق، تعداد گل‌های میله ای بین ۲۰۰۰ – ۸۰۰ عدد تغییر می‌کند. گل‌های میله‌ای به صورت حلزونی و یا در دوایر متحدالمرکز بر روی طبق قرار دارند(مطیعی جویباری، ۱۳۸۸).

۲-۲-۶- گرده‌افشانی

گرده‌افشانی آفتابگردان توسط حشرات انجام می‌گیرد و در نتیجه آفتابگردان خود بارور نیست. لقاح از نوع دگرگشنی می‌باشد زیرا پرچم‌ها زود تر بلوغ می‌یابند. قرار دادن حداقل ۳ تا ۵ کندوی عسل به ازاء هر هکتار با توزیع مناسب در زمان آغاز بارور شدن طبق‌ها در مزرعه آفتابگردان می‌تواند موجب گرده افشانی و افزایش عملکرد دانه آفتابگردان شود (خواجه پور، ۱۳۸۳)

۲-۲-۷- سازگاری

اکثر ارقام زراعی آفتابگردان نسبت به طول روز بی تفاوت می‌باشند. آفتابگردان گیاهی است گرما دوست، اما دماهای پایین را بهتر از ذرت تحمل می‌کند و در میانگین دمای شبانه روزی ۱۰ تا بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند. دمای مطلوب رشد آن ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است، رشد مطلوب آفتابگردان در میانگین دمای شبانه روزی حدود ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد بدست می‌آید. دمای پایه برای رشد آفتابگردان حدود ۶ درجه سانتی‌گراد است. در دمای ۹ تا ۱۰ درجه (در خاک) با سرعت قابل قبولی جوانه می‌زند. بوته‌های جوان، یخبندان را تحمل می‌کنند، جوانه‌ها در مرحله کوتیلدونی دمای ۵- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند. در دوره گل‌دهی، سرما بر خود آفتابگردان و هم بر حشرات گرده افشان تاثیر می‌گذارد. دمای بهینه برای تولید دانه ۲۴-۲۱ درجه سانتی‌گراد است. هر چند که دماهای دوره دانه‌بندی به شدت بر ترکیب اسیدهای چرب روغن آفتابگردان اثر می گذارد، ولی دماهای ثابت ۱۰،۱۶،۲۱ و یا ۲۶ درجه سانتی‌گراد اثر کمتری بر درصد روغن دانه‌های تولید شده داشتند. دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سانتی‌گراد درصد روغن را کاهش می‌دهند. به‌طور کل زمینه سازگاری آفتابگردان وسیع می‌باشد و از عرض جغرافیایی حدود ۴۰ درجه جنوبی تا ۵۵ درجه

شمالی و از ارتفاع صفر تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی)کاشته می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). آفتابگردان در مناطقی که بارندگی تابستانی کم است و یا وجود ندارد نقش اساسی در مدیریت آیش ایفا می‌نماید. آفتابگردان با غلات، لگوم‌ها، گیاهان علوفه ای، گیاهان روغنی و گیاهان پوششی در تناوب قرار می‌گیرد. آفتابگردان در خاک‌هایی که بافت آنها از شنی تا رسی تغییر می‌کند، به خوبی رشد می‌کند. بر پایه تحمل به شوری آن که در محدوده ۴-۲ میلی موس بر سانتی‌متر است. آفتابگردان به‌عنوان یک گیاه دارای تحمل کم نسبت به شوری طبقه‌بندی می‌شود، ولی تحمل آن از لوبیا و سویا بیشتر است. در شوری ۱۲ میلی‌موس در سانتی‌متر، میزان روغن ۲۱ درصد کمتر از مقدار روغن آفتابگردان‌هایی بود که در شوری ۲/۵ میلی‌موس در سانتی‌متر کشت شده بودند. آفتابگردان در خاک‌های خنثی و یا قلیایی با PH معادل ۸- ۶/۵ به خوبی رشد می‌کند، ولی با شرایط اسیدی سازگار نیست (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۲-۳- کشاورزی پایدار

۲-۳-۱- اهمیت کشاورزی پایدار

کشاورزی پایدار است که از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر و از نظر اجتماعی مطلوب باشد. کشاورزی پایدار یک سیستم تلفیقی کشاورزی بر پایه اصول اکولوژیکی است که هدف آن حفاظت از منابع آب، خاک و منابع طبیعی و در نهایت فراهم نمودن امنیت غذایی توام با افزایش کمی و کیفی آن ضمن در نظر گرفتن نیازهای نسل‌های بعد از ما می‌باشد. افزایش تمایل مهاجرت مردم روستا برای سکونت در شهرها و ارتقاء فرهنگ شهرنشینی و از طرف دیگر افزایش تصاعدی جمعیت جهان و سرعت بالای آن، کشاورزی به عنوان تنها راه تامین نیازهای غذایی جوامع بشری اهمیت فراوانی پیدا کرده است. مشکل اصلی کشاورزی امروزی چگونگی تولید پایدار در محصولات کشاورزی و دامی می‌باشد. جهت این مهم می‌بایستی یک رویکرد بوم شناختی را پیش گرفت. در کشاورزی متداول از نهاده‌های کشاورزی به صورت فشرده استفاده می‌شود در حالی که در کشاورزی

پایدار تاکید بر ثبات عملکرد در طولانی مدت با حداقل تاثیر بر محیط می‌باشد و در مقابل کشاورزی تجاری اهداف کوتاه مدت با حداکثر عملکرد را مد نظر دارد و این نکته مهم است که کشاورزی پایدار بازگشت به گذشته نیست بلکه می‌بایستی با استفاده از علوم جدید بیولوژی به بالاترین میزان و مناسب‌ترین روش تولید در کشاورزی رسید (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). افزایش تولید بدون در نظر گرفتن اثرات نامطلوب آن زیان‌های جبران ناپذیر و خطرات جدی را متوجه جوامع بشری نموده است. اثرات منفی کشاورزی رایج بر منابع آب، خاک، محیط زیست و تنوع زیستی کاملا آشکار است (کامکار و همکاران، ۱۳۸۸). به عنوان مثال تخریب جنگل های مناطق حاره جهان برای افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، موجب کاهش تنوع بیولوژیکی شده و زمین را در معرض فرسایش قرار داده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷).

امروزه برای داشتن یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که جنبه‌های اکولوژیکی سیستم را بهبود بخشد و مخاطرات زیست محیطی را کاهش دهند، ضروری به نظر می‌رسد (تهامی زرندی و همکاران، ۱۳۸۹). در همین راستا، به منظور استقرار یک سیستم کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در کشاورزی مطرح شده و از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد (شاهارونا و همکاران، ۲۰۰۶).

نبود مدیریت‌های صحیح و برنامه‌های دقیق از یک طرف و کاربرد ناصحیح کودهای شیمیایی از سوی دیگر سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی شده است. استفاده بی‌رویه و نادرست از ذخایر آب موجود، اکثر مناطق دنیا را با خطر کم آبی و خشکسالی مواجه نموده است. استفاده بی‌رویه از آفت-کش‌ها و سموم، موجودات مفید زیادی را از بین برده و در نهایت باعث صدمه به خود انسان می‌شود و همچنین سویه‌های مقاوم به آفات، بیماری‌ها و علف های هرز را بوجود می‌آورد. از طرفی مصرف بی-اندازه کودهای شیمیایی سبب تجمع برخی از ترکیبات و عناصر مانند نیترات، کادمیوم و غیره در

محصولات شده و کاهش شدید کیفیت محصولات را به همراه خواهد داشت (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۳-۲- کاربرد و حفظ مواد آلی در کشاورزی پایدار

کودهای آلی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (شیندو و همکاران، ۲۰۱۱) به علت اینکه به آهستگی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می گیرند، آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند. این کودها به جهت حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می روند. مواد غذایی که به صورت آلی در اختیار گیاه قرار گرفته‌اند، به کندی از خاک شسته می شوند (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷; صباحی و همکاران، ۲۰۰۸). هنگامی که منابع آلی به عنوان کود استفاده شود، فعالیت قارچ‌ها و باکتری‌ها در خاک را افزایش می‌دهد. از جمله مشکلات استفاده بی‌رویه از نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی می‌توان به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی، آلودگی آب‌های سطحی و زیر سطحی و کاهش حاصلخیزی خاک‌های زراعی اشاره کرد (شارما، ۲۰۰۲). کشاورزی پایدار بر پایه حفظ بقایای گیاهی و مصرف کودهای آلی با هدف حذف یا به حداقل رسانیدن مصرف کودهای شیمیایی، راه حل مناسبی برای مقابله با این مشکلات به شمار می‌آید (افضلی نیا و همکاران، ۱۳۹۰).

در کشاورزی متداول سطح خاک در نتیجه حذف بقایای گیاهی به طور کامل پاک شده و در نتیجه سطح خاک، بدون پوشش در معرض آفتاب قرار می‌گیرد که این امر باعث افزایش تبخیر آب و کاهش رطوبت خاک می‌شود. از مهم‌ترین محاسن حفظ مواد آلی و بقایای گیاهی در سطح خاک جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک یا به عبارت دیگر حفظ رطوبت خاک به واسطه ممانعت از تابش مستقیم نور خورشید و خنک نگه داشتن خاک در فصل گرما می باشد. با افزایش سرعت تبخیر آب از سطح خاک و از دست رفتن رطوبت، دور آبیاری کاهش یافته (دفعات آبیاری بیشتر) و در نتیجه حجم کل آب مصرفی در زمین زراعی افزایش می یابد (افضلی نیا و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد آلی علاوه بر عرضه کربن و حفظ چرخه پایدار این عنصر در طبیعت، منبع اصلی تغذیه میکروارگانیسم‌های خاک نیز می‌باشند و در فقدان این مواد، تنوع زیستی و پویایی خاک به شدت کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰). در کل بایستی با اجرای روش‌های مدیریتی صحیح مقدار این مواد در اکوسیستم زراعی و جایگاه و اهمیت مواد آلی در کشاورزی پایدار را افزایش داد. خاک-ورزی حفاظتی، تناوب زراعی، کود سبز، گیاهان پوششی و غیره از این جمله می‌باشند. افزون بر این از کودهای حیوانی و افزودنی‌های آلی نظیر کمپوست، ورمی کمپوست، و مشتقات هیومیکی می‌توان فقر مواد آلی را در اراضی کشاورزی جبران نمود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۳-۳- تئوری‌های تشکیل هوموس

هوموس ماده‌ای با رنگ قهوه‌ای تا سیاه است که وزن مولکولی آن نسبتا زیاد می‌باشد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می‌شود (لکزیان و میلانی، ۱۳۸۹). قبل از تجزیه کامل، مواد آلی به مواد پایدارتری به نام هوموس تبدیل می‌شوند. ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف، دارای دو نوع اسید آلی با وزن مولکولی متفاوت به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولیک هستند. این دو اسید آلی با تشکیل کمپلکس‌های پایدار با عناصر ریزمغذی آنها را در ترکیب خود حفظ نموده و این عناصر را به آرامی و در طولانی مدت در اختیار گیاهان قرار می‌دهند (دورسان و همکاران، ۲۰۰۲). تئوری‌های مختلفی در رابطه با چگونگی تشکیل هوموس وجود دارد که از آن جمله:

الف. تئوری لیگنین- پروتئین واکسمن (نظریه تغییر گیاهان): لیگنین موجود در بافت گیاهی توسط میکروارگانیسم‌های خاک مصرف شده و باقی‌مانده آن هوموس می‌باشد که اکسایش یافته و با مواد آمینی ترکیب شده تا اسید هیومیک تشکیل شود، و در نهایت هیومیک تشکیل شده به اسید فولیک اکسید می‌شود.

ب. تئوری کوئینون مشتق شده از لیگنین: با تجزیه لیگنین، ترکیبات فنلی آزاد، تغییرات آنزیمی در آن ایجاد و در آخر به ترکیبات کوئینونی تبدیل شده که در پیوند با ترکیبات آمینی، هوموس را بوجود می‌آورند.

ج. تئوری قند احیایی: ترکیباتی با تجزیه میکروبی، اسیدهای آمینه و قندهای احیا به عنوان محصولات جانبی و ثانویه تولید شده که پلی مریزاسیون غیر آنزیمی روی آن صورت گرفته و هوموس را تشکیل می‌دهند.

د. تئوری سنتز میکروبی: قارچ‌ها پلی فنل‌ها را از مواد آلی غیر لیگنینی سنتز نموده و توسط فعالیت-های آنزیمی به کوئینون تبدیل شده، و سپس این ماده در اثر پیوند با ترکیبات آمینی، هوموس را به وجود می‌آورند (استیونسون، ۱۹۹۴).

در خاک کشاورزی مقدار ماده آلی مناسب حدود ۶ درصد است. مناطق مرطوب و پر باران بطور طبیعی نسبت به سرزمین‌های خشک و کویری میزان ماده آلی بیشتری دارند و در کشور ما به جز در نواحی ساحل شمالی در اکثر نقاط زیر یک درصد ماده آلی دارند و حتی گاهی کمتر از یکدهم درصد است. این ماده عصاره هوموس است که در واقع عصاره کمپوست محسوب می‌شود و ماده‌ای است با رنگ قهوه‌ای تا سیاه که وزن مولکولی نسبتا زیادی دارد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می‌گردد (لکزیان و میلانی، ۱۳۸۴) و به همین علت تا حدودی در خاک‌های کشاورزی یافت می‌شود. میزان آن به مقدار ماده آلی خاک مربوط می‌باشد.

۲-۳-۴- اسید هیومیک

گرچه تصور می‌شد موجودات زنده بعد از مرگ کاملا تجزیه شده و به طبیعت باز می‌گردند ولی دانشمندان دریافتند که تجزیه بافت‌های مرده بطور کامل نمی‌باشد، و در شرایط خاص میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده مواد آلی، ساختار پلیمری ویژه‌ای را ساخته که تشکیل نفت، زغال

سنگ و یا مواد هیومیکی (Humic Substance) را منجر می‌شوند. معمولا این ماده را در اکثر خاک‌های پویا و فعال می‌توان دید. هیومیک اسید، یک ماده آلی معدنی کاملا طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد ارگانیک در خاک توسط قارچ‌های میکروسکوپی بدست می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن بکار گرفته شود (مکارتی،۲۰۰۱). هیومیک اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵). ترکیب، ساختمان و خصوصیات اسید هیومیک خاک به ماهیت، مبدا و سرعت استفاده از مکمل‌های آلی بستگی دارد، مثلا وقتی که مواد هیومیک استخراج شده از کمپوست زباله شهری به خاک اضافه می شوند، سریع‌تر وارد واکنش‌های هومیفیکاسیون شده و تبدیل به اسید هیومیک می‌گردد (برونتی و همکاران، ۲۰۰۷). تقریبا از هر صد کیلوگرم برگ خشک، بعد از چند سال حدود یک کیلوگرم هیومیک اسید حاصل می‌شود. مواد هیومیکی طیف وسیعی از ترکیبات آلی- معدنی مختلف اعم از پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک در پیوند با انواع کاتیون‌ها می‌باشند و بطور کل ترکیب بسیار پیچیده و شگفت انگیزی را بوجود آورده‌اند که توانسته است میلیون‌ها سال در طبیعت دوام داشته باشند.

اسید هیومیک می‌تواند نمایانگر بخش اعظمی از مواد آلی خاک باشد در حالی که درون آب مقدار این ترکیب بسیار کم بوده و به شکل ناهمگن با وزن مولکولی ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلو دالتون یافت می‌شود (اسلی پیتر،۲۰۱۰). این اسید بخشی از مواد هوموسی خاک است که وزن مولکولی آن از بقیه اجزای هوموس بیشتر می‌باشد. اسید هیومیک از همه موجودات زنده و بخصوص گیاهان در مقابل انواع تنش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می‌کند. هیومیک اسید با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰- ۳۰۰۰۰۰ دالتون و اسید فولیک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (لیو و کوپر،

۲۰۰۰). وزن مولکولی مواد هیومیک از پارامترهای تعیین کننده در میزان تاثیر این مواد بر فعالیت-های بیولوژیکی خاک محسوب می گردد به طوری که مواد هیومیک با وزن مولکولی بالاتر تاثیر بیشتری بر فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک خاک دارند (باتلر، ۲۰۰۲). اسید هیومیک در pHهای بالاتر از ۲محلول بوده و در pHهای کمتر از این رسوب می‌کند (سماوات و همکاران، ۱۳۸۴). اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولیک می‌باشد ولی اسید فولیک اکسیژن بیشتری دارند. میزان گروه‌های کربوکسیل اسید فولیک بیشتر از اسید هیومیک است (سماوات و ملکوتی، ۲۰۰۵). اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس‌های پایدار با یون‌های فلزی را دارند (دیوید و همکاران، ۱۹۹۴). از مزایای دیگر هیومیک اسید کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، آهن، مس و عناصر دیگری که باعث جبران کمبود عناصر غذایی شده و همچنین طول، وزن ریشه و رشد ریشه‌های جانبی را افزایش می‌دهد (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵؛ نادری و همکاران، ۲۰۰۲). در کشاورزی پایدار از این اسید به عنوان کود مکمل استفاده می‌شود. اسید هیومیک را به صورت محلول پاشی، پرایمینگ بذر، مخلوط با آب آبیاری و خاک مورد استفاده قرار می‌دهند (یلدریم، ۲۰۰۷). محلول پاشی اسید هیومیک در محصولات مختلف عملکرد را ۸۰-۲۰ درصد افزایش می‌دهد. استفاده اسید هیومیک به صورت محلول پاشی، از طریق جذب برگی عناصر ریز مغذی را به گیاه رسانیده یا از طریق فعالیت‌های شبه هورمونی راندمان جذب عناصر را افزایش می‌دهد (یلدریم و همکاران، ۲۰۰۷). اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی شده که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس می‌باشد (واگان، ۱۹۸۵). این ماده آلی علاوه بر تامین عناصر ماکرو مانند فسفر برای گیاه (سیمرین ایلماز، ۲۰۰۵)، توانایی تحویل عناصر میکرو و فلزاتی نظیر آهن، روی، نیکل، مولیبدن و غیره را به گیاهان دارد (دورسان و همکاران، ۲۰۰۲). هیومیک اسید سبب تشکیل کمپلکس‌های پایدار و نامحلول با عناصر میکرو و همچنین کلات کردن عناصر ضروری شده که جذب عناصر و باروری خاک و در نهایت تولید در گیاهان را افزایش می‌دهد این ماده به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون‌ها و بهبود رشد

گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است (نادری و همکاران، ۲۰۰۲). استفاده از این ترکیبات مصرف کودهای نیتروژنه را تا ۵۰ درصد کاهش داده و راندمان جذب پتاسیم و نیتروژن را به دلیل افزایش نفوذ پذیری غشاء سلولی، تا ۱۰۰ درصد بالا می برد (بالاگر و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۳- ۵- مواد تشکیل دهنده هیومیک

ساختار بعضی از ترکیبات موجود در خاک‌ها را غنا یا برکت می‌نامند، که در اثر یک سری واکنش‌های معدنی شدن تدریجی بوجود می‌آیند. در خاک‌های با توان زراعی بالا مواد هیومیکی ساختار آلی ۹۰ تا ۸۵ درصد آن را تشکیل می‌دهند. این ماده PH اسیدی ضعیف (۸/۳ تا ۵) داشته که مشتق از هوموس بوده و به نام هیومیک اسید شناخته می‌شود. ولی حقیقتا شباهتی به دیگر اسیدهای معدنی و آلی ندارد. این ماده بر اثر فعل و انفعالات صورت گرفته بر روی بقایای بدن گیاهان و حیوانات متلاشی شده در خاک حاصل شده است. مواد هیومیک در داخل محلول‌های اسیدی و قلیایی به صورت متفاوت حل می‌شوند. با توجه به نوع ساختار و ترکیب مواد مختلف در ساختمان این مواد به انواع مختلفی تقسیم بندی می شوند.

۲-۳-۶- قسمت‌های قابل شناسایی در هیومیک اسید

۱- اسید هیومیک در مواد قلیایی محلول و در آب و اسید نامحلول است.

۲- اسید فولویک در آب، قلیا و اسید محلول می‌باشد.

۳- هیومین در قلیا، اسید و آب نامحلول است.

۲-۳-۷- ساختار شیمیایی اسید هیومیک

هیومیک اسید شامل ۵۷-۵۱ درصد کربن آلی، ۶-۴ درصد نیتروژن،۱-۰/۲ درصد فسفر می باشد، که در افزایش عملکرد گیاهان زراعی موثر است. اسید هیومیک همانند یک اسید در واکنش‌ها شرکت نمی‌کند ساختار بلورین ندارد. مولکول‌های تشکیل دهنده آن در آب یونیزه نشده و شوری کمی دارد. اگر بتوان میزان شوری آن را اندازه گیری کرد از ۰/۱ درصد نیز کمتر است. پایه اصلی ساختار

هیومیک اسید ترکیبات فنولیک و کربوکسیلیک می‌باشند که در واکنش اسید هیومیک نقش دارند، زنجیره درازی از کربن، هیدروژن و اکسیژن را تشکیل داده است (کروفورد، ۱۹۶۸).

۲-۳- ۸- ماندگاری و دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک

کودهای شیمیایی به طرق مختلف نظیر تصعید، آبشویی، تجزیه، تبخیر و یا تثبیت از دسترس گیاه خارج شده و دوام اثر ناچیزی دارند برعکس هیومیک اسید پایداری بی‌نظیری دارد. میکروارگانیسم-های مفید خاک این ماده را بعنوان منبع انرژی مورد مصرف قرار می‌دهند ولی وجود مقادیر بیش از حد نمک‌های محلول در خاک حاصل از کودهای شیمیایی اضافی و یا آلاینده‌های خاک می‌تواند هیومیک اسید را اشباع و یا بطور موقت و یا دائم از کار بیندازد. این ماده بطور دائم بعنوان یک کاتالیزور در نقل و انتقال عناصر از خاک به گیاه عمل نموده ولی خود مصرف نمی‌شود. علاوه بر این هیچ کدام از عوامل تبخیر، تصعید، آبشویی و یا تثبیت شامل این مواد بی‌نظیر نمی‌شود. به این ترتیب قسمت عمده‌ای از هیومیک اسید مورد مصرف برای سال های بعد باقی می‌ماند.

۲-۳- ۹- تفاوت‌های اسید هیومیک و اسید فولیک

در نتیجه تجزیه مواد آلی، عمده‌ترین فرآورده‌های هوموسی بنام‌های اسید هیومیک و اسید فولیک به وجود می‌آیند. این دو اسید آلی از نظر ماهیت کلی دارای شباهت‌های زیادی می باشند، ولی در ساختار مولکولی، وزن مولکولی، ویژگی‌های شیمیایی و حلالیت‌پذیری تفاوت های در این دو ماده آلی وجود دارد که آنها را از هم متمایز می‌نماید. تعداد حلقه‌های آروماتیک در اسید هیومیک کمی بیشتر از اسید فولیک است اما گروه های CO_2H در اسید فولیک به مراتب بیشتر از اسید هیومیک می‌باشد، بنابراین تفاوت‌های اصلی در ساختمان این دو فرآورده، اختلاف در تعداد شاخه‌های هیدروکربنی و گروه های CO_2H آنهاست. بطور کلی اسید هیومیک از لحاظ کربن پارافینی غنی بوده ولی تعداد شاخه‌های هیدروکربنی آن از اسید فولیک کمتر است. گروه های آلیفاتیک در هر دو این اسیدها تقریبا یکسان است (نادری و همکاران، ۲۰۰۲).

وزن مولکولی مواد هیومیک به شرایط محیطی، سرعت تجزیه، جنس مواد آلی اولیه، نوع میکروارگانیسم و ماکروارگانیسم‌های تجزیه کننده و بسیاری از عوامل دیگر بستگی دارد. وزن مولکولی اسید هیومیک (حدود۳۰۰۰۰-۳۰۰۰ دالتون) بیشتر از اسید فولیک (کمتر از۳۰۰۰ دالتون) است (سماوات و همکاران، ۱۳۸۴).

اسید هیومیک دارای رنگ قهوه‌ای سوخته تا سیاه بوده و در محلول‌های قلیایی به راحتی حل می‌شود اما در محیط‌های اسیدی رسوب می‌کند. جهت تشخیص این مواد در هوموس خاک از معرف NaOH ۰/۵ مولار استفاده می‌شود. بر خلاف هیومیک، اسید فولیک به رنگ زرد بوده و ترکیبی اسیدی است که در PHهای ۲ تا ۳ محلول است(لکزیان و میلانی، ۱۳۸۹). تا حدود زیادی مواد هیومیک خصوصیات شیمیایی به گروه‌های عامل(اتر، استر، کتون، آمین، اسید کربوکسیلیک و الکل‌ها) متصل به این مواد بستگی دارد. هیومیک اسید بر خلاف اسمش دارای PH حدود ۹ است (سماوات و همکاران، ۱۳۸۴).

۲-۳-۱۰- جذب یون‌های مغذی در اثر استفاده مواد هیومیک

تاثیر ترکیبات هیومیک بر جذب یون‌ها و عناصر غذایی متغیر بوده و به غلظت، وزن مولکولی و اسیدیته مواد مربوط می‌باشد. مواد هیومیک به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم بر متابولیسم و رشد و نمو گیاهان تاثیر می‌گذارند. اسید هیومیک با افزایش نفوذ پذیری غشاء سلولی در ناحیه ریشه سبب افزایش جذب (غیر فعال) مواد غذایی در ریشه گیاهان می گردند. مالکولوم و واگان (۲۰۰۲) میزان جذب فسفر را در سلول‌های ریشه گندم زمستانه در حضور هیومیک اسید بررسی کردند و دریافتند که غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌داری در جذب فسفر شده است. در بررسی گلدانی گیاه کاسنی مشخص شد که استفاده از اسید هیومیک علاوه بر افزایش رشد رویشی گیاه جمعیت میکرو ارگانیسم‌های تثبیت کننده نیتروژن را در ناحیه ریشه سپهر (رایزوسفر) افزایش دهد و موجب دسترسی بیشتر ریشه‌ها به نیتروژن گردد(والدریگی و همکاران،

۱۹۹۹). وان و مک دونالد (۱۹۷۶) مشخص نمودند که اسید هیومیک کارایی جذب ریشه‌های چغندر قند را برای جذب کاتیون‌های Na^{+} و Ba^{2+} بالا برده، اما بر جذب Ca^{2+} و Zn^{2+} تاثیری ندارد. همچنین اسید هیومیک باعث افزایش جذب یون‌های NO_3^{-}، SO_4^{2-} و K^{+} در بوته‌های یولاف و جو می شود (ماگیونی و همکاران، ۱۹۸۷). نادری و همکاران (۱۹۸۸) گزارش دادند افزایش جذب این بوته‌ها به فعالیت شبه هورمونی مواد هیومیک ارتباط دارد.

استفاده از اسید هیومیک تصفیه شده، غلظت NO_3^{-} را در اندام‌های هوایی خیار افزایش داده و به واسطه فعالیت هورمونی این اسید درصد بیشتری از نیترات جذب شده در ریشه به شاخساره منتقل می‌گردد (مورا و همکاران، ۲۰۱۰). لازم به ذکر است که کاربرد بیش از حد مواد هیومیک سبب کاهش عناصر غذایی در اطراف ریشه‌ها می‌گردد. در مقادیر بالا این ترکیبات با عناصر غذایی تشکیل کمپلکس را داده و جذب آنها را با مشکل مواجه می‌سازد. مثلا در کشت گندم غلظت‌های بالای اسید هیومیک جذب کلسیم را کاهش داد (گروسل و همکاران،۱۹۹۱، حبیبی، ۱۳۹۰).

۲-۳-۱۱- رشد گیاهان تحت تاثیر مواد هیومیک

مواد هیومیک حاصل متابولیسم میکروبی شکل ناهمگنی از مواد آلی درون خاک می‌باشند. مطالعات انجام شده بر روی اثرات مواد هیومیک در گیاهان، تحت شرایط مناسب تغذیه مواد معدنی، تحریک مداوم رشد گیاه را نشان می‌دهد، همچنین تاثیرپذیری مثبت ریشه از مواد هیومیک بیشتر از اندام هوایی است (کلاپ و همکاران، ۲۰۰۱). مواد هیومیک رشد گیاهان را از طریق بهبود شرایط بیولوژیکی خاک در عرضه مواد مغذی به ویژه آهن و روی، تحت تاثیر قرار می دهد (چن و همکاران، ۲۰۰۴). دامنه وسیعی از اثرات مختلف این مواد بر رشد و متابولیسم گیاهان به ثبت رسیده است که این اثرات بر اندازه مولکول‌ها، مبدا اولیه، خصوصیات شیمیایی آنها بستگی دارد (تان، ۲۰۰۳). اثرات سودمند مواد هیومیک بر رشد گیاهان ممکن است به اثرات غیر مستقیم (افزایش حاصلخیزی و کاهش فشردگی خاک) و یا به صورت اثرات مستقیم (بهبود بیوماس کلی گیاه) این ترکیبات مرتبط

باشند، از سوی دیگر قابلیت این مواد در افزایش رشد گیاهان به شرایط زیستی و تنوع گونه‌ای آنها بستگی دارد (چن و همکاران، ۲۰۰۴). در بسیاری از موارد نقش مفید مواد هیومیک در گیاهان به تملک آهن توسط گیاه نسبت داده می‌شود (پینتون و همکاران، ۱۹۹۹). این تاثیر به خصوصیات پیچیده مواد هیومیک مربوط می‌شود که دسترسی به عناصر میکرو را از هیدرواکسیدهای با حلالیت کم، افزایش می‌دهد (استیونسون، ۱۹۹۴). همچنین این مواد در صورتی که دارای وزن مولکولی کم باشند می‌توانند جذب گیاه شده و به طور همزمان تغییراتی در متابولیسم گیاه ایجاد نماید (موسکولو و همکاران، ۱۹۹۹) و از این طریق بر جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها و نمو گیاهان تاثیر بگذارد (روبیو و همکاران، ۲۰۰۹). این تاثیرات بر کارایی و نقش غشاء سلولی در افزایش جذب مواد غذایی نیز اطلاق می‌شود (وارانینی و پینتون، ۲۰۰۱). اسید هیومیک تجمع یافته در اطراف ریشه گیاهان ممکن است موجب تحریک شیمیایی رشد و نمو گیاه شده، و یا به صورت یک تنظیم کننده رشد عمل نماید(اسلی و پیتر،۲۰۱۰). رشد و نمو گیاه به فعال سازی مواد شبه هورمونی توسط اسید هیومیک، نسبت داده می‌شود (نادری و همکاران، ۱۹۹۶). فعالیت آنزیم روبیسکو و در پی آن سرعت فتوسنتز گیاهانی که با اسید هیومیک تیمار شدند بیشتر از گیاهانی بود که این اسید را دریافت نکردند (دلفاین و همکاران، ۲۰۰۵). اسید هیومیک رشد اندام‌های هوایی را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد که این امر با افزایش فعالیت آنزیم $ATP\text{-}H^+$ آز همراه است (مورا و همکاران، ۲۰۱۰). محلول پاشی بوته‌های گوجه‌فرنگی با اسید هیومیک، عملکرد را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (یلدریم و همکاران، ۲۰۰۷). غلظت هورمون‌های اکسین و آبسزیک اسید در بوته‌های گندم که اسید هیومیک دریافت کرده‌اند به ترتیب ۳ و ۳۶ درصد بیشتر است(ابو علی و مادی، ۲۰۰۹). کاربرد اسید هیومیک با اندازه مولکولی کمتر قادر است تجمع کربو هیدرات‌ها را در گیاه ذرت افزایش دهد (نادری و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۳-۱۲- تنش خشکی و اسید هیومیک

در شرایط تنش خشکی، مقداری اکسیژن فعال تولید شده که توانایی غلبه بر مکانیسم‌های دفاعی گیاه را داشته و با آسیب رسانیدن به نقاط کلیدی مکانیسم‌ها باعث تنش اکسیداتیو می‌شود. در این حالت مکانیسم‌های دفاعی گیاه شامل آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌باشد (هربینگر و همکاران، ۲۰۰۲). هر چند در شرایط مطلوب محیطی نیز مقداری اکسیژن فعال تولید شده که به بیومولکول‌های حیاطی گیاه آسیب می‌رساند (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸)، اما در این شرایط مکانیسم‌های دفاعی گیاه توانایی غلبه بر آسیب‌های وارده را دارند. اسید هیومیک بعنوان یک اسید آلی نقش شبه هورمونی دارد علاوه بر بهبود رشد گیاه و جذب مواد معدنی، باعث افزایش تحمل به خشکی نیز می‌شود (نادری و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۳- ۱۳- استفاده از هیومیک اسید در جهان

هیومیک اسید در موارد مختلف از جمله صنعت استفاده وسیعی دارد. بعنوان مثال برای کاهش چسبندگی گل حفاری در استخراج نفت، زدودن فلزات سنگین از جمله اورانیوم در تصفیه فاضلاب-های صنعتی، احیای خاک‌ها و آب‌های آلوده به مواد نفتی و سایر آلاینده‌های شیمیایی، در تولید دارو-ها و مکمل‌های دامی و نیز داروهای انسانی از این مواد استفاده می شود، اما مهمترین کاربرد آن در کشاورزی است. در بسیاری از کشورهای اروپایی مقدار ماده آلی موجود در خاک تقریبا بالاست و با وجود PH خاک غالبا خنثی یا کمی اسیدی و کارایی کمتر هیومیک اسید، استقبال از این ماده روز به روز گسترش می‌یابد. از دلایل علاقمندی آن ها به استفاده هیومیک می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- کاهش هزینه‌ها و صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی

۲- جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی و سازگاری با محیط زیست

۳- در نتیجه کاهش مصرف سموم مقاومت نسبت به بیماری‌ها افزایش می‌یابد

۴- مورد استفاده در کشت‌های ارگانیک با وجود ممنوعیت بسیاری از کودهای شیمیایی NPK

۵- کاهش هزینه‌های کارگری به دلیل استفاده از حجم کم در مقایسه با کودهای آلی عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی

۶- احیای توازن در خاک‌هایی که قبلا بطور نامناسب کوددهی شده‌اند

۲-۴- اثرات تنش‌های محیطی

گیاهان بعلت عدم حرکت و ساکن بودنشان، اثرات شدیدتر و صدمات سخت‌تری را در تنش های محیطی نسبت به سایر موجودات می‌بینند. از مهم‌ترین عوامل کاهش تولید محصولات کشاورزی و رشد و نمو آن در جهان و همچنین آن چرا که امنیت غذایی انسان-ها را تهدید نموده تنش‌های محیطی بوده است. اگر تنش‌های محیطی بوجود نمی آمد گیاهان عملکردی همچون با عملکرد پتانسیل خود داشتند. گیاهان عالی در دوره رشد خود به طور متناوب تنش‌های محیطی زیادی را تجربه می‌کنند. خشکی، شوری زیاد، فلزات سنگین و دماهای بالا، تنش‌های متداول (Abiotic) هستند که رشد و نمو گیاهان را مختل می‌کنند (چو و هونگ، ۲۰۰۵). در بعضی از مناطق جهان به دلیل شرایط خاص یک یا چند تنش محیطی، کشاورزی در آن نقاط هزینه بیشتر و بازده کمتری دارند، که از آن جمله می‌توان ایران را نام برد که به علت اندک بودن نزولات آسمانی و قرار داشتن در مناطق خشک و بیابانی و محدودیت منابع آبی، میزان تولید مواد غذایی به تناسب افزایش جمعیت نمی‌باشد. متوسط بارندگی در ایران ۲۵۰ میلی‌متر است که معادل نصف بارندگی در آسیا و یک چهارم بارندگی جهان می‌باشد. به دلیل کمبود منابع آبی و راندمان پایین آبیاری تنها ۲۶ درصد از اراضی مستعد کشاورزی ایران مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد (رحیمیان، ۱۳۸۷).

تنش‌های محیطی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده الگوی پراکنش گیاهی در سطح جهان می-باشد و تنش خشکی نیز به سهم خود تعیین کننده بخشی از این پراکنش می‌باشد.

۲-۴-۱- تنش خشکی(تنش آبی)

تنش آبی در گیاهان (Water stress) یا کمبود آب به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن سلول‌ها از حالت آماس خارج شده باشند. دامنه تنش آبی از کاهش جزئی پتانسیل آب در اواسط روز تا پژمردگی دائم و خشک شدن گیاه متغیر است. به عبارت ساده تر تنش آبی زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب باشد با کاهش مقدار آب در خاک و عدم جایگزینی آن پتانسیل آب در منطقه توسعه ریشه‌ها کاهش یافته و پتانسیل آب در گیاه نیز به طور مشابهی تقلیل می‌یابد و اگر شدت تنش آب زیاد باشد این امر باعث کاهش شدید فتوسنتز، مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی و سرانجام خشک شدن و مرگ گیاه می‌گردد. در واقع محدودیت‌های هشدار دهنده‌ای که به بهره‌وری و ثبات برداشت محصول در هر نقطه از جهان بر اثر کمبود آب در خاک و یا در جو به وقوع می‌پیوندد، خشکسالی گفته می‌شود. تنش خشکی، تنش عمده محیط زیست در کشاورزی جهان است. تنش خشکی بر انواع فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی حیاتی در گیاه اثرات سوء داشته و سبب کاهش رشد و تاثیر و خسارت در عملکرد محصول نهایی می‌شود و احتمالا ضررهای آن بیش از علل دیگر می‌باشد. یکی از عوامل محدود کننده رشد و نمو و پراکنش گیاهان در بیوسفر، تنش خشکی می‌باشد. استراتژی‌های متفاوتی در جهت تسهیل در تولید محصولات کشاورزی در شرایط خشکسالی وجود دارد، که از آن جمله توسعه ارقام جدید مقاوم و متحمل به خشکی و دیگری بهبود ژنتیکی گیاهان جهت افزایش تحمل به خشکی می‌باشد که بسیار زمان بر بوده و در دراز مدت به نتیجه می‌رسد و همچنین در دسترس بودن منابع ژنتیکی تحمل، اطلاع از مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و کنترل ژنتیکی صفات تحمل در مراحل رشد و غربال ژرم پلاسم ضروری می‌باشد. استراتژی بهتر و سریعتر جهت تحمل به خشکی گیاهان، کاربرد اگزوژن ترکیبات از جمله املاح آلی، مواد معدنی و تنظیم کننده‌های رشد گیاه می‌باشد. که بدلیل بهره‌وری، امکان‌سنجی، هزینه و اثر کار آن اهمیت ویژه‌ای کسب نموده است. به طور کلی تنش خشکی به عنوان یک عامل بیرونی بر رشد و عملکرد گیاه اثر نامطلوب می-گذارد. تنش خشکی در یک یا چند فعالیت فیزیولوژی گیاه از جمله تعرق، فتوسنتز، طویل شدن بافت

و اندام و یا فعالیت آنزیمی سلول اختلال ایجاد نموده و یا در مواردی سبب توقف آن می‌گردد. کاهش رشد برگ‌ها و پیری زودرس واکنش معمول گیاهان در برابر تنش خشکی می‌باشد (واسکوئز و همکاران، ۲۰۰۸)، در نتیجه سطح فتوسنتز کننده و سطح جذب نور توسط گیاه کاهش یافته و میزان مواد فتوسنتزی کم می‌شود (لالو و لدنت، ۲۰۰۳). در واقع کاهش سطح فتوسنتز جهت مقابله با خشکی می‌باشد و در نهایت عملکرد نیز کاهش می‌یابد.

مقدار آب موجود در خاک برای رشد گیاه دارای یک حد بهینه است و چنانچه به هر میزان از این حد کمتر یا بیشتر شود رشد گیاه را کاهش خواهد داد. در دهه اخیر مطالعات زیادی در زمینه تنش‌های گیاهی حاصل از خشکی در دنیا صورت گرفته و اطلاعاتی نیز جمع آوری گردیده است، لیکن بکارگیری آنها در برنامه‌های کلاسیک با مشکلاتی روبرو بوده است.

کشور ما دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است و کمبود آب یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران می‌باشد، لذا وقوع تنش خشکی در دوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیر است. عکس العمل گیاهان مختلف و حتی رقم های مختلف از یک گیاه نسبت به تنش خشکی متفاوت است. بکارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیر زیستی طی فصل رشد از عوامل مهم کاهش تولید و نوسونات عملکرد این گیاهان محسوب می‌شود. رشد جمعیت و استفاده بیش از حد از منابع آبی موجب کاهش منابع آبی اختصاص یافته به بخش کشاورزی شده است. لذا دست یابی به راه حل‌های مناسب برای افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر استفاده از نهاده‌های آلی نظیر اسید هیومیک با حداقل آسیب به محیط زیست که توانایی فعالیت شبه هورمونی دارند، باعث افزایش جذب آب و مواد معدنی توسط گیاه می شود.

۲-۴-۲- خشکی

معمولی ترین تعریف از خشکی در کشاورزی بدین صورت مطرح شده است که تنش خشکی هنگامی رخ می‌دهد که تبخیر و تعرق پتانسیل (تقاضای تبخیری اتمسفری بالای برگ گیاه) از تبخیر و تعرق حقیقی (ظرفیت و توانایی ریشه ها برای استخراج آب از خاک) تجاوز نماید (ادمیدز و همکاران، ۱۹۸۹). از دیدگاهی دیگر، خشکی به عنوان یک دوره (به عنوان مثال ۱۵ روزه) بدون باران قابل ملاحظه توصیف می‌شود (بسرا، ۱۹۹۷). در کل می‌توان گفت که خشکی یک دیدگاه مطلق و دقیق نیست بلکه یک اصطلاح قیاسی است.

۲-۴-۳- فرآیندهای سازگاری جهت مقابله با تنش خشکی

تهیه و تامین غذا و امر تغذیه جمعیت رو به رشد جهان همواره از مشکلات محققین بخش کشاورزی بوده و می‌باشد. هدف مهمی که ممکن است سرنوشت ملت‌ها و تمدن‌ها را در آینده تحت تاثیر خود قرار دهد، افزایش عملکرد در هکتار، می‌باشد. در واقع شناخت مکانیسم‌های سازگاری گیاهان به شرایط نامطلوب محیطی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (چیمنتی، ۲۰۰۲).

۲-۴-۴- طبقه بندی فرآیندهای سازگاری به شرایط نامطلوب

طبقه بندی ولودو و موچو (۱۹۹۰) (نقل از بسرا، ۱۹۹۷)

۱. اجتناب و فرار از خشکی

گیاهان جهت تکمیل نمودن چرخه رشد، با توانایی ساختمانی یا اختیاری، قبل از تشدید شدن خشکی و به جهت تداوم بقای خود در علوفه‌های یکساله و غلات به صورت بذر و در علوفه‌های چند ساله، بوته‌ها یا درختان به صورت خواب، شبه خواب یا رکود، را فرار یا اجتناب از خشکی می‌گویند.

۲. مقاومت در برابر خشکی

گیاهان در شرایط خشکی نیز توانایی رشد و عملکرد دارند که به دو صورت انجام می‌شود:

- تاخیر یا اجتناب در پسابیدگی

در این حالت فرایندهای متابولیکی گیاه ادامه و از سوی دیگر مواردی منجر به حفظ آماس می‌شوند که از آن جمله کنترل جذب آب و مواد معدنی از خاک، رشد ریشه، کنترل تلفات آب، تنظیم اسمزی برای حفظ آماس و تغییر در خصوصیات دیواره و اندازه سلول می‌باشد و این موارد موجب حفظ محتوی نسبی آب (RWC) و حجم پروتوپلاسم در طی مدت خشکی شده و در این مدت نیز رشد گیاه ممکن است کاهش داشته یا نداشته باشد.

- تحمل پسابیدگی

در این فرایند گیاه دورهای کاهش محتوی نسبی آب را تحمل نموده و توانایی کاهش آماس ناشی از خشکی را بهبود می‌بخشد. از عوامل تحمل پسابیدگی عبارتند از ثبات غشاء، تقویت دستگاه فتوسنتزی، تغییر در شکل دیواره سلولی برای جلوگیری از پلاسمولیز، ذخیره کربن تثبیت شده و نیتروژن و غیره برای بهبود سریع پس از برطرف شدن خشکی همچنین حفظ اعمال حیاتی بافت برگ در شرایطی که محتوی نسبی آب پایین است.

۲-۴-۵- اثرات تنش خشکی بر گیاهان

خشکی هوا به نوبه خود موجب افزایش تبخیر آب از سطح خاک می‌شود و خشکی خاک باعث ایجاد تغییراتی در خصوصیات فیزیکی مانند تشکیل سله و افزایش فضاهای بین ریشه و خاکدانه‌ها می‌شود. این امر مانع توسعه طبیعی سیستم ریشه و افزایش محدودیت جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد(سخون و سینگ، ۲۰۰۷). عموما شرایط حاکم بر مناطق نیمه خشک(بارش‌های غیر قابل پیش بینی، دماهای بالا و تشعشع خورشیدی طولانی)سبب تشدید خشکی می‌شوند (میلر و همکاران، ۲۰۰۲). تنش خشکی سطح برگ را کاهش داده، سبب کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه شده و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کاهش پیدا می‌کند (لالو و لدنت، ۲۰۰۳).

فصل سوم

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش:

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک به دو صورت محلول پاشی و خاک مصرف بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود (واقع در کیلومتر ۳ جاده شاهرود – بسطام) صورت گرفت. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی قرار گرفته است که در ارتفاع حدود ۱۳۴۹/۱ متری از سطح دریا قرار دارد. برودت هوا در زمستان گاها به ۱۴- درجه سانتی‌گراد و گرمای هوا نیز در تابستان تا ۴۲ سانتی‌گراد می‌رسد. از نظر اقلیمی شاهرود جزء مناطق گرم و خشک و با زمستانی سرد می‌باشد. براساس آمار ایستگاه هواشناسی میانگین بارندگی سالانه بین ۱۶۰-۱۵۰ میلی‌متر است که معمولا در فصل پاییز و بهار به وقوع می‌پیوند، اغلب به صورت باران می‌باشد. بارش‌ها در سال زراعی از اوایل پاییز شروع و در فصل زمستان به حداکثر خود می‌رسد و اغلب تا اواسط فصل بهار ادامه پیدا می‌کند.

جدول ۳-۱- اطلاعات هواشناسی منطقه بسطام شاهرود(میانگین ده ساله ۱۳۹۳- ۱۳۸۳)

ردیف	ماه‌های سال	درجه حرارت حداقل (درجه سانتی-گراد)	درجه حرارت حداکثر (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر در ماه)	تبخیر و تعرق (میلی‌متر در روز)
۱	فروردین	۷	۱۹/۶	۳۰	۲/۷
۲	اردیبهشت	۱۳/۴	۲۵/۸	۱۶/۷	۳/۸
۳	خرداد	۱۷/۵	۳۰/۲	۵/۲	۵
۴	تیر	۲۳/۹	۳۴	۳/۱	۵/۷
۵	مرداد	۲۱/۳	۳۳/۶	۱/۴	۵/۵
۶	شهریور	۱۷/۹	۳۱	۴/۷	۴/۲
۷	مهر	۱۳	۲۵/۹	۴/۹	۲/۶
۸	آبان	۶/۹	۱۷/۴	۶/۹	۱/۵
۹	آذر	۱	۸/۵	۲۱	۰/۸
۱۰	دی	-۱/۵	۶/۴	۱۴/۹	۰/۷
۱۱	بهمن	-۰/۷	۸/۳	۲۱	۱
۱۲	اسفند	۳/۱	۱۳/۸	۲۰	۱/۷

۳-۲- مشخصات خاک مزرعه

قبل از انجام عملیات اجرایی طرح، جهت مشخص نمودن خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر سطح زمین صورت گرفت. بعد از خشک کردن نمونه‌ها و خرد کردن آنها با عبور دادن از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک با استفاده از روش

هیدرومتری و وزن مخصوص ظاهری خاک با روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده) و مقدار رطوبت در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشاری در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونه خاک pH آن توسط دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک بوسیله دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شدند. فسفر خاک به روش اسپکتروفتومتر، ازت کل خاک به روش کجلدال و پتاسیم با روش استات آمونیم با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل جنوی تعیین شد. با تجزیه نمونه‌ها و اطلاعات به دست آمده نوع خاک شنی لومی تعیین شد که نتایج در جدول ۳-۲- آورده شده است.

جدول ۳-۲- مشخصات خاک مزرعه

Clay (٪)	Silt (٪)	Sand (٪)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	رطوبت وزنی در حد ظرفیت مزرعه(درصد)	رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی (درصد)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک(دسی زیمنس بر متر)	PH اسیدیته	N (%)	P قابل جذب (قسمت در میلیون)	K قابل جذب (قسمت در میلیون)
۲۳	۳۲	۴۵	۱/۴۶	۲۰/۷	۹/۵	۱/۴	۷/۹	۰/۰۵	۱۶	۱۵۰

۳-۳- کیفیت آب

به منظور تعیین کیفیت آب آبیاری، نمونه‌ای از چاه آب منطقه تهیه و آزمایش روی آن انجام گرفت. نتایج تجزیه کیفی آب مورد نظر در جدول ۳-۳ ارائه داده شده است.

جدول ۳-۳- نتایج تجزیه کیفی آب مورد استفاده

هدایت الکتریکی(EC) (میکروموس بر سانتی‌متر)	PH	کاتیون‌ها (میلی‌اکی والان بر لیتر)				آنیون‌ها (میلی‌اکی والان بر لیتر)		SAR
		$Ca^{2} + Mg^{2+}$	Na^{+}	K^{+}	CL^{-}	SO_4^{2-}	$HCO_3^{-} + CO_3^{2-}$	
۱۱۵۰	۸	۵/۶	۳/۴	-	۵/۱	۰/۹۱	۲/۹۹	۲/۱

۳-۴- طرح آماری

به منظور بررسی اثر اسید هیومیک به دو صورت مصرف خاکی و محلول پاشی بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی آفتابگردان رقم هیبرید فرخ در شرایط تنش خشکی، آزمایشی بصورت کرت‌های یکبار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح شاهد (W_1= اعمال ۱۰۰درصد نیاز آبی)، تنش ملایم (W_2=اعمال۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (W_3=اعمال ۶۰ درصد نیاز آبی) به عنوان عامل اصلی و پنج سطح اسید هیومیک شامل: (H_0 = شاهد (عدم مصرف)، H_1 = مصرف به صورت محلول پاشی با غلظت ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب، H_2 = مصرف به صورت محلول پاشی با غلظت ۵ کیلوگرم در هزار لیتر آب، H_3 = مصرف به صورت خاکی به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار مطابق توصیه تولید کننده و H_4 = مصرف به صورت خاکی به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار (دو برابر میزان توصیه شده) به عنوان عامل فرعی لحاظ شد.

۳-۵- مشخصات کرت‌ها

در هر بلوک تعداد ۱۵ کرت آزمایشی و تعداد کل کرت‌های آزمایشی، ۴۵ کرت بود. طول هر کرت ۵ متر در عرض آن ۲/۴ متر در نظر گرفته شد، که مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع بدست آمد. هر کرت شامل چهار ردیف کاشت، به طول ۵ متر و بین دو کرت مجاور یک ردیف به صورت نکاشت در نظر گرفته شد. فاصله بین ردیف ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر لحاظ شده بود. خطوط۱و ۴ به عنوان حاشیه و ردیف‌های ۲ و ۳ برای نمونه‌برداری جهت آنالیز رشد و برداشت نهایی و برآورد عملکرد دانه در نظر گرفته شدند.

۳-۶- شرایط اولیه و مدیریت مزرعه

در مدیریت مزرعه بایستی وضعیت حاصلخیزی خاک و کوددهی مشخص شود. همچنین می توان درصد مالچ روی سطح خاک و تاثیر آن بر روی تبخیر از سطح خاک را مشخص نمود. با توجه به نوع سیستم آبیاری، وجود یا عدم وجود رواناب در مزرعه مشخص می‌گردد. سیستم آبیاری در این

پژوهش، سیستم آبیاری قطره‌ای و میزان رواناب و مالچ سطح خاک صفر در نظر گرفته شد و محدودیتی از لحاظ حاصلخیزی خاک در نظر گرفته نشد.

۳-۷- عملیات اجرایی و آماده سازی زمین

زمین در طی بیشتر از سه سال قبل از آزمایش به صورت آیش بود. یک هفته قبل از کاشت عملیات آماده سازی زمین در اوایل خرداد ماه ۱۳۹۴ انجام شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم عمیق، دیسک، تسطیح زمین، تهیه جوی و پشته و نتایج آزمون خاک صورت گرفت. ابتدا زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان دار شخم و سپس عملیات تسطیح و در پایان توسط فارو، جوی و پشته‌هایی به فاصله ی ۶۰ سانتی‌متر در مزرعه در جهت غرب به شرق ایجاد گردید، و همچنین یک خط به صورت نکاشت برای رعایت فاصله بین کرت‌ها در نظر گرفته شد.

۳-۷-۱- عملیات کاشت

عملیات کاشت بذور در تاریخ بیستم خرداد ماه ۱۳۹۴ به روش دستی انجام شد. کاشت دانه ها در عمق تقریبی ۳-۲ سانتی‌متر و با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۶۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها انجام گرفت. جهت اطمینان از پوشش سبز مناسب آزمایش در هر کپه تعداد ۳ عدد بذر قرار داده شد تا در مرحله ۴ برگی، بوته‌های اضافی حذف شوند. دو خط کناری بعنوان حاشیه و ۲ خط وسط جهت اندازه گیری‌ها تعریف شد.

۳-۷-۲- آبیاری و اعمال تیمارها

سیستم آبیاری در این پژوهش به روش قطره‌ای با نوارهای آبیاری تیپ (Tape) بود. این سیستم شامل یک خط لولهٔ اصلی و یک خط نیمه اصلی(منیفولد) بود، که کنتورها و شیرفلکه‌ها برای کنترل و اندازه‌گیری حجم آب تیمارهای مختلف روی آن قرار گرفته بودند سپس لوله‌های تیپ از آن منشعب می‌شدند. لوله‌های تیپ با فاصله خروجی ۳۰ سانتی‌متر و آبدهی هر روزنه ۱/۵ لیتر در ساعت انتخاب شدند. همچنین نوارهای آبیاری تیپ جهت آبیاری قطره‌ای در روی پشته‌ها پهن و توسط مقداری

خاک در روی پشته‌ها مهار شدند. آبیاری به روش قطره‌ای و توسط نوارهای آبیاری مستقر در روی پشته‌ها صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از اتمام عملیات کاشت و همچنین اتمام شبکه آبیاری که مجموعا سه روز به طول انجامید صورت گرفت و با باز نمودن شیر فلکه تعبیه شده در ابتدای مسیر و همچنین باز نمودن شیرهای آب دیگری در ابتدای پلات‌ها جهت اعمال تنش آبی، آبیاری بصورت یکنواخت در کل طرح انجام پذیرفت. پس از جوانه زدن بذور و استقرار گیاه و چهار برگی، تنک مزرعه انجام و با برآورد نیاز آبی گیاه و با توجه به پارامترهای مختلف و استفاده از نرم افزار OPTIWAT اندازه گیری مقدار آب آبیاری محاسبه گردید و با استفاده از کنتور حجمی و شیر فلکه‌های فرعی ابتدای خط کاشت، اعمال تنش انجام شد. و اولین مرحله محلول پاشی اسید هیومیک از مرحله ۱۰- ۸ برگی گیاه صورت پذیرفت. مرحله دوم مصرف اسید هیومیک به صورت محلول پاشی نیز به فاصله ۴۵ روز از مرحله اول در هنگام صبح بین ساعت۱۱-۹ صورت گرفت. محلول پاشی می-بایست در زمانی صورت گیرد که نور شدید خورشید سبب تبخیر این مایع از سطح گیاه نشده و بهتر جذب گیاه شود و سبب بروز خطا در آزمایش نگردد.

محلول پاشی توسط سمپاش دستی انجام گرفت. قبل از محلول پاشی در روی یک پلات نمونه در کنار مزرعه به طور آزمایشی آب خالص اسپری و عملیات کالیبراسیون سمپاش انجام شد تا میزان آب مورد نیاز به دست آید، پس از آن با مقادیر تعیین شده اسید هیومیک حل و محلول پاشی انجام شد.

۳-۷-۳- عملیات داشت

در طی مراحل و دوران رشد گیاه، عملیات داشت به طور مداوم صورت پذیرفت. دوبار وجین و کنترل کامل علف‌های هرز بصورت دستی و هر بار یک روز پیش از اعمال تیمارهای آبی صورت گرفت. مهم-ترین گونه‌های علف‌هرز مزرعه به ترتیب فراوانی آنها در سطح زمین شامل، پیچک، تاج ریزی، خرفه و خارشتر بودند. همچنین خاک دهی پای بوته‌ها انجام شد و تنک بوته‌ها در مرحله ۴ برگی صورت گرفت. بیماری و حشره و یا آفت خاصی در سطح مزرعه شیوع نداشت که نیازی به مبارزه شیمیایی

باشد. صفات اندازه‌گیری در این آزمایش شامل: وزن هزار دانه، عملکرد دانه در تک بوته، عملکرد دانه در واحد سطح، درصد روغن در واحد سطح که تمامی صفات مورد بررسی در بوته‌های برداشت شده از هر تیمار اندازه‌گیری و میانگین آنها مدنظر قرار گرفت. وزن هزار دانه با استفاده از توزین نمونه حاوی ۱۰۰ عدد بذر از هر طبق در سه تکرار، عملکرد دانه در تک بوته و براساس وزن دانه‌های پر در سطح تک بوته بر حسب گرم، عملکرد دانه براساس وزن دانه‌های پر در واحد سطح بر حسب کیلوگرم، محاسبه گردیدند.

۳-۸- نمونه برداری و اندازه‌گیری صفات

به‌منظور ثبت وقایع و بررسی روند تغییرات گیاه در طول فصل زراعی یادداشت برداری‌ها صورت گرفت. این یادداشت برداری‌ها شامل مواردی همانند تاریخ سبز شدن، دو و چهار برگی شدن، طول مراحل رشد گیاه، شروع گل دهی و شماره کنتورها و حجم آب مصرفی و غیره بود. علاوه بر یادداشت-های روزانه، بعد از اعمال تیمارها پنج بار در فصل، نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری تر در قسمت برگ گیاه و در پایان گل دهی جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل و همچنین محتوای آب نسبی(RWC) با رعایت کامل اصول انجام و نمونه ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه برداری جهت اجزای عملکرد دانه از بوته های دو ردیف کناری با حذف حاشیه و همچنین حذف ۰/۵متر بالا و پایین خط کاشت انجام شد. نمونه برداری از نمونه‌های خشک برای محاسبهٔ عملکرد دانه و عملکرد (زیستی) یا بیولوژیک نیز به این گونه انجام شد. طبق‌های واقع در ردیف‌های کاشت مورد نمونه برداری، پس از دوران گرده افشانی توسط کاغذ روزنامه پوشانیده شدند تا از خسارت گنجشک محفوظ بمانند.

در مرحله رسیدگی کامل فیزیولوژیک و با قهوه‌ای و زرد شدن پشت طبق‌ها و براکته‌ها در هر کرت از خط میانی پس از حذف ۰/۵ متر از آغاز و انتها، از مساحتی معادل چهار مترمربع ده بوته برداشت و به دو بخش ساقه با برگ و طبق تفکیک شدند. سپس اجزای تفکیک شده گیاه درون کیسه‌های مجزا

و شماره‌گذاری شده در اتاقی با گرمای متعادل به‌مدت ۱/۵ تا ۲ ماه قرار داده شد. طبق‌ها در هوای آزاد خشک و نمونه‌های ساقه و برگ و دانه‌های مربوط به هر بوته به طور جداگانه و در پاکت‌های کاغذی قرار داده شدند. نمونه‌های خشک شده توسط ترازو با دقت ۱ گرم توزین شدند و عملکرد زیستی محاسبه شد و در نهایت بنا بر تراکم موجود به واحد کیلوگرم در هکتار تعمیم داده شد. برای تعیین عملکرد از ده طبق دانه‌ها بطور کامل از روی طبق‌ها جدا شده و خار و خاشاک آن را جداسازی و سپس عملکرد هر کرت بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. وزن هزار دانه از نمونه‌های برداشت شده به طور تصادفی میانگین وزن دانه تعیین و اندازه‌گیری شد.

شاخص برداشت، پس از محاسبهٔ عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، بر پایهٔ فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

برای محاسبهٔ ارتفاع گیاه پیش از برداشت از خط میانی هر کرت پس از حذف ۰/۵ متر از آغاز و انتها، ده بوته به طور تصادفی انتخاب شد و ارتفاع گیاه از سطح زمین تا انتها و زیر طبق اندازه‌گیری و میانگین ده بوته بر حسب سانتی‌متر ثبت شد.

۳-۹- صفات فیزیولوژیکی و کیفی

کلیه اندازه گیری های صفات کمی و کیفی در آزمایشگاه ثبت و گواهی بذر و نهال و همچنین آزمایشگاه خاک و آب واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سمنان (شاهرود) صورت گرفت.

۳-۹-۱- محتوی کلروفیل برگ a ، b ، a+b و کارتنوئید

در داخل کلروپلاست برگ، رنگدانه‌های گیرنده تابش خورشید وجود دارند که انرژی را به مرکز واکنش آغاز فتوسنتز انتقال می‌دهند. مهم‌ترین این رنگدانه‌ها کلروفیل‌ها هستند. جهت سنجش کلروفیل از بافت تازه برگ در مرحلهٔ پایان گل دهی و از برگ‌های سوم و چهارم انتهایی هر گیاه به

عنوان جوان‌ترین برگ‌های فتوسنتز کننده، استفاده شد. از ناحیه‌هایی از برگ نمونه، که رگبرگ‌های اصلی نباشد و در محلی نسبتا تاریک نیم گرم از نمونه را جدا، وزن و در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع کاملا خرد شدند و سپس در فالکون ریخته و اتیکت گذاری انجام شد. استون ۸۰٪ را ساخته (در داخل یک بالن ۱ لیتری ۸۰۰ سی سی استون ریخته با آب مقطر تا یک لیتر به حجم می-رسانیم). در داخل هر فالکون محتوی نمونه تا حجم ۲۵ سی سی استون ۸۰٪ اضافه و درب آن را بسته و در داخل نایلونی مشکی به مدت ۲۴ ساعت در یخچال قرار داده شد. بعد از آن مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفوژ انجام شد. مقداری از نمونه داخل فالکون را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و به طور جداگانه میزان جذب نمونه‌های حاوی کلروفیل در طول موج‌های ۶۶۳ (کلروفیلa)، ۶۴۵ (کلروفیلb) و ۴۷۰نانومتر (کارتنوئید) قرائت گردید (هیسوکس و ایسریلستام، ۱۹۷۹). سپس با استفاده از روابط موجود میزان کلروفیل a و b و کارتنوئید محاسبه گردید.

$$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A663 - 0.86 * A645)\ V/100W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A645 - 3.6 * A663)\ V/100W$$

$$\text{Carotenoides} = 100(A470) - 3.27(\text{mg chl. a}) - 104(\text{mg chl. b})/227$$

$$\text{Chl (total)} = \text{Chl a} + \text{Chl b}$$

V = حجم محلول صاف شده (محلول فوقانی حاصل از سانتریفوژ)

A = جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ ، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر

W = وزن تر نمونه بر حسب گرم

۳-۹-۲- درصد ازت، فسفر و پتاسیم دانه

برای آماده سازی نمونه جهت عصاره‌گیری، دانه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و بعد آسیاب شد. از نمونه‌های آماده شده به ترتیب زیر برای سنجش عناصر (ازت، فسفر و پتاسیم) عصاره‌گیری شد. روش اندازه‌گیری ازت، فسفر و پتاس و همچنین عناصر دیگری مانند سدیم و منیزیم در قسمت برگ گیاه به دو روش هضم تر و خشک صورت می‌گیرد. در هضم خشک مقدار نمونه کمتری استفاده شده و دقیق‌تر می‌باشد ولی با آن فقط فسفر و پتاس اندازه-

گیری شده و برای اندازه‌گیری ازت فقط از روش هضم تر استفاده می‌شود که می‌تواند در ابتدای کار مسیر ما را مشخص نموده که آیا هدف فقط اندازه گیری فسفر یا پتاس است که بهتر است از هضم خشک استفاده نمود و اگر قصد اندازه‌گیری ازت نیز وجود دارد همه آنها با هضم تر اندازه گرفته شود.

هضم خشک: ۰/۲گرم از نمونه‌های گیاه آسیاب و الک شده را توزین و در بوته چینی ریخته و در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سوزانیده و کنار گذاشته تا به مدت تقریبا یک روز دمای کوره پایین آید، نمونه خاکستر شده در بوته چینی کاملا پودری است که با پیست مقداری آب مقطر به آن اضافه تا مقداری رطوبت گرفته و خمیری شود به هر کدام از نمونه‌ها ۱۰ سی سی اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه و بوته چینی‌های حاوی نمونه‌ها و اسید را روی هیتر قرار داده و صبر کرده تا به دمای ۸۰ تا ۱۰۰ درجه برسد و روی آن بخارات سفید رنگ متساعد شده ولی بجوش نرود سپس از دستگاه خارج می‌شود. بالون ژوژه (۱۰۰ سی سی) به تعداد نمونه‌ها از قبل آماده و شماره‌گذاری شده و روی آنها را قیف گذاشته و داخل آنها نیز کاغذ صافی قرار داده می‌شود (چون نمونه‌ی ذغال شده با کاغذ صافی تمیز شده و سیاهی عبور نکند)بوته چینی حرارت دیده را به بالون شماره‌گذاری شده اولی اضافه نموده و به ترتیب برای نمونه‌های بعدی نیز تکرار شد. بوته چینی خالی شده از عصاره را با پیست در روی کاغذ صافی شسته (دو تا سه بار) تا کل عصاره عبور نماید، کاغذ صافی را برداشته، بالون ژوژه با آب مقطر تقریبا داغ تا علامت و خط نشان بالون به حجم رسید، درب‌های بالون‌ها را بسته و تا روز بعد که مرحله قرائت می‌باشد کنار گذاشته می‌شود.

هضم تر: ۰/۳ گرم از پودر خشک شده دانه را با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و در لوله‌ی هضم ریخته و مخلوطی از اسید (۸۰ میلی‌لیتر اسید پرکلریک +۵۰۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک) آماده کرده و از مخلوط اسید حاصله مقدار ۷ میلی‌لیتر به لوله‌ی هضم اضافه کرده و به مدت ۲۴ ساعت کنار گذاشته شد. بعد از ۲۴ ساعت اجاق هضم را روشن کرده و نمونه‌ها در مرحله اول به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، در مرحله دوم به مدت ۱ ساعت در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و در مرحله

سوم به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد در اجاق هضم قرار داده شد. بعد از اتمام فعل و انفعالات نمونه‌ها از اجاق هضم خارج شد و پس از سرد شدن، محتویات لوله‌ها داخل بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد. عصاره نهایی به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. مقدار ۵ سی‌سی از محلول عصاره حاصل را به داخل بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و به آن ۴ میلی‌لیتر از معرف رنگ شامل مقدار مساوی از اسید نیتریک و آمونیوم مولیبدات ۲۵٪ آمونیوم وانادات ۵٪ اضافه کرده و به حجم رسانیده شد. سپس میزان جذب را با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۳۹۰ نانومتر قرائت گردید و درصد فسفر گیاه با توجه به فسفر قرائت شده محاسبه شد (هانسون، ۱۹۵۰).

برای تعیین درصد پتاسیم دانه از روش نشر شعله‌ای استفاده شد، بدین منظور بعد از عصاره گیری، میزان جذب نمونه‌های حاصل از عصاره‌گیری، بعد از تنظیم کردن دستگاه فلیم فوتومتر با استانداردهای پتاسیم، در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر قرائت شد و درصد پتاسیم دانه با توجه به پتاسیم قرائت شده محاسبه گردید (واهینگ و همکاران، ۱۹۸۹).

۳-۹-۳- محاسبه درصد پروتئین دانه

در نهایت به منظور محاسبه پروتئین دانه، میزان ازت در ضریب تبدیل ۵/۳ (دینی ترکمانی و کاراپتیان، ۱۳۸۶) ضرب شد.

ضریب تبدیل پروتئین × درصد نیتروژن = درصد پروتئین دانه

۳-۹-۴- درصد روغن دانه

درصد روغن بر روی نمونه‌هایی از دانه کامل هر کرت به وزن ۱۰ گرم با روش سوکسله و با استفاده از حلال پترولیوم اتر تعیین شد. بدین منظور ابتدا دستگاه را با گیاه آفتابگردان تنظیم نموده سپس میزان ۱۰ گرم از دانه را که قبلا آسیاب و الک(۰/۵) عبور داده شده و به صورت پودر در آمده است را

در ظرف مخصوص دستگاه و یا کارتریج سلولزی قرار داده آنگاه دستگاه آغاز به قرائت نمونه‌ها می-نماید.

۳-۹- ۵- تعیین میزان آب نسبی در تیمار ها(RWC)

برای تعیین میزان آب نسبی برگ، در مرحله پایان گل دهی از هر تیمار ۵ برگ رسیده و جوان انتخاب شدند. بعد از جدا نمودن برگ‌ها از گیاه بلافاصله نمونه‌ها در آزمایشگاه توسط ترازوی دقیق (دقت۰/۰۰۰۱گرم) توزین شدند (وزن تر). سپس این برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفتند و در این مدت در محیط آزمایشگاهی با دمای تقریبی ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و دوباره وزن شدند (وزن اشباع) پس از آن برگ‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس توزین شدند (وزن خشک). آب نسبی برگ در تیمارهای مختلف از رابطه زیر محاسبه شد (دیاز پرز و همکاران، ۲۰۰۶).

$$\text{درصد نسبی آب برگ(RWC)} = \left(\frac{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تر برگ}}{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن آماس شده برگ}}\right) \times 100$$

۳-۱۰- محاسبات آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح یک و پنج درصد مقایسه گردیدند.

فصل چهارم

نتایج و بحث

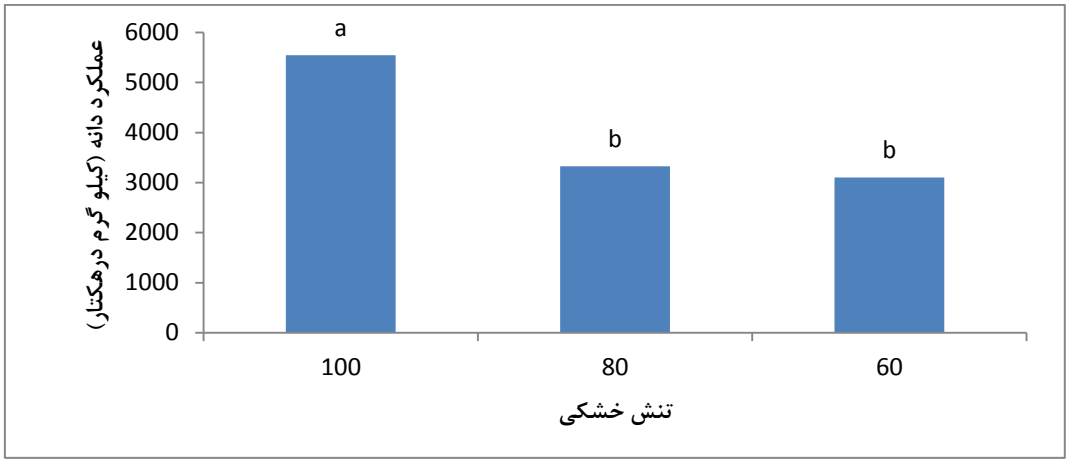
۴-۱- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه (جدول پیوست ۲) نشان داد سطوح مختلف تنش خشکی و اسید هیومیک تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه آفتابگردان در سطح ۱٪ داشتند. این در حالی بود که اثر متقابل تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد دانه آفتابگردان معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به سطح تیمار شاهد بود(شکل ۴-۱). نتایج به دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه شد. به طوری که بالاترین عملکرد به مقدار ۵۲۴۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد و مقادیر ۳۰۲۸/۵ و ۲۸۰۴/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی بودند. نتایج عملکرد دانه در هکتار نشان داد، ارزیابی ترکیب پذیری برخی لاین های آفتابگردان و هیبرید های جدید از ۵۵۲۶ تا ۷۰۰۸ کیلو گرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشتند و هیبرید فرخ (شاهد) با عملکرد دانه ۵۴۱۲ کیلوگرم در هکتار در رتبه چهارم قرار گرفت (رضائی‌زاد و همکاران، ۱۳۹۴). عملکرد هیبرید فرخ با عملکرد مشابه وارداتی آفتابگردان قابل رقابت می‌باشد. آزمایشات انجام شده در شرایط دیم و کشت دوم قابلیت جایگزینی این هیبرید با هیبریدهای مشابه را تایید و آن را قابل رقابت با ارقام هیبرید جدید اروپایی نموده است. تحمل آن به تنش کم آبی نیز امکان توسعه کشت آن را در مناطقی که محدودیت آبیاری دارند امکان پذیر ساخته است. به همین دلیل، فرخ، آفتابگردان هیبرید سینگل‌کراس زودرس با عملکردی برابر با ۵/۳ تا ۵/۴ تن در هکتار به ثبت رسید (بی نام، ۱۳۹۴) اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد (شکل ۴-۱). در طی آزمایشی تنش شدید در مراحل گل دهی، گرده‌افشانی و دانه بندی باعث بیشترین کاهش عملکرد دانه آفتابگردان می‌شود (هومان و همکاران، ۱۹۹۸). بعلاوه روبرتز(۱۹۹۸) از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند که دوره ۲۰ روز قبل تا ۲۰ روز بعد از گلدهی در آفتابگردان بحرانی‌ترین زمان نسبت به تنش رطوبتی است.

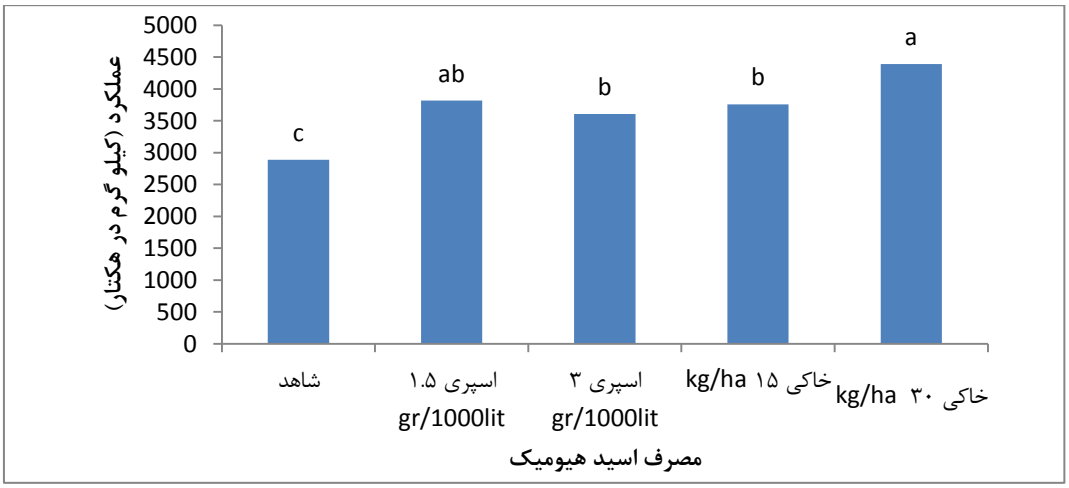
جعفرزاده کنارسری و همکاران(۱۳۷۲) نیز اعلام کرد که احتمالاً عملکرد دانه آفتابگردان حساسیت چندانی به بروز تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ندارد و حساسیت عملکرد دانه به خشکی در دوره زایشی عمدتاً به مرحله گلدهی و گرده افشانی مربوط می‌شود. اعمال تنش خشکی در مرحله دانه‌بندی با ایجاد اختلال در مکانیسم پر شدن دانه، سبب کاهش عملکرد می‌شود. طبق بررسی مظاهری لقب و نوری(۱۳۸۰) بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحلهٔ گلدهی بدست آمده است. گومز- سانچز و همکاران(۲۰۰۰) نیز از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند که تنش آبی در مراحل رشد رویشی منجر به کاهش سطح برگ و میزان فتوسنتز می‌گردد که ممکن است به کاهش عملکرد دانه منجر شود و در این صورت، کاهش عملکرد نتیجه کاهش معنی‌دار در تعداد دانه و وزن آنها است. همچنین کمبود آب از طریق کاهش تعداد دانه در طبق و کاهش فتوسنتز سبب افت عملکرد دانه گردید (فریرز و همکاران، ۱۹۸۶).

مقایسه میانگین نتایج در این آزمایش نشان داد که کاربرد اسید هیومیک نیز تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت (شکل ۴-۲). در این میان مصرف خاکی ۳۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بالاترین میزان عملکرد را نشان داد. با مصرف خاکی ۱۵ کیلوگرم در هکتار آن نیز تفاوت معنی داری (به میزان ۶۳۳/۲ کیلوگرم در هکتار) وجود داشت. هر چند فاکتورهای محلول پاشی ۱/۵ و ۳ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب عملکرد دانه را به همین میزان افزایش دادند و با سطح عدم مصرف (شاهد) اختلاف معنی داری داشت، اما در بین، دو سطح آن تفاوت معنی داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین عملکرد دانه در کل نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه (به ترتیب ۴۳۹۳ و ۲۸۸۹) با کاربرد ۳۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار بصورت خاکی و عدم کاربرد اسید هیومیک بدست آمد (شکل ۲). یکی از دلایل دخیل بودن اسید هیومیک در بالا بردن عملکرد دانه، نقش شبه هورمونی آن می‌باشد. هورمون‌های گیاهی بخصوص اکسین نقش مهمی در کنترل و تنظیم رشد و نمو گیاهان دارند. کاهش حجم اکسین، سیتوکنین و جیبرلین مواد بازدارنده رشد را بالا برده و مانع از رشد کافی گیاه می‌شود (فرانکن برگر، ۱۹۹۵). کاهش محتوای سیتوکنین و جیبرلین و افزایش اسید آبسیزیک

در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (پنگ، ۲۰۰۴). از دلایل دیگر افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد اسید هیومیک، افزایش تولید آنتی اکسیدان و آنزیم‌های آنتی اکسیدان است که باعث کاهش اثرات سوء تنش در گیاه می شود. در شرایط تنش‌های محیطی تولید انواع اکسیژن فعال افزایش می-یابد که به دلیل احیای ناقص اکسیژن در فرآیند های حیاتی گیاه همانند فتوسنتز، تنفس نوری می-باشد (میلر، ۲۰۰۲). اکسیژن فعال بر خلاف اکسیژن اتمسفری دارای میل ترکیبی بالایی با بیومولکول‌های حیاتی سلول است که می‌تواند اسید آمینه‌هایی همانند تریپتوفان، متیونین و هیستیدین را اکسیده نماید (بروسژم و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از مکانیسم‌های مقابله گیاهان با افزایش تولید اکسیژن فعال، تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدان است (هربینگر و همکاران، ۲۰۰۲). اضافه نمودن کودهای آلی علاوه بر تامین عناصر غذایی با بهبود خواص فیزیکی خاک شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه ریشه فراهم می‌نماید (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). قربانی و همکاران نیز (۱۳۸۹) بیان کردند که اسید هیومیک سبب تداوم بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. یلدریم و همکاران (۲۰۰۷) طی یک تحقیق مزرعه‌ای، نشان دادند که محلول پاشی بوته‌های گوجه فرنگی با اسید هیومیک عملکرد را به طور معنی داری (۱/۹۵ کیلوگرم در هر بوته) افزایش داد. همچنین کیفیت میوه‌ها با کاربرد این اسید به مراتب بیشتر از شاهد بود. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نیز با بررسی اثر محلول پاشی مقادیر مختلف اسید هیومیک بر روی گندم بیان کردند که با افزایش مقدار این ماده عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین مقدار این صفت با کاربرد ۳۰۰ میلی-گرم در لیتر بدست آمد. نتایج حاصل در این تحقیق، نتایج تحقیقات قبل بر روی گیاهان مختلف را تایید می کند.



شکل ۴-۱ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف تنش خشکی



شکل ۴-۲ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک

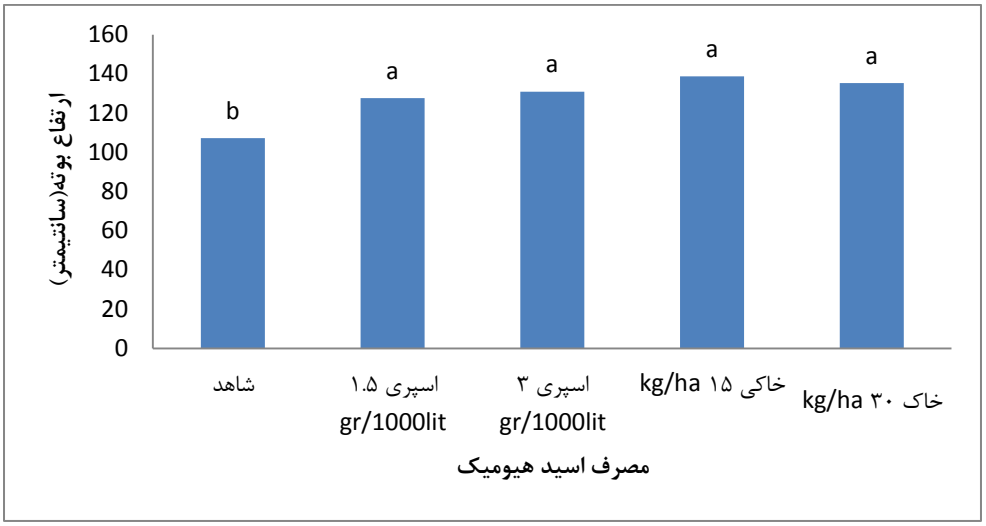
۴-۱-۲- ارتفاع بوته

همان‌طور که نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست۱) نشان می‌دهد بین سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد در حالیکه اثر تنش خشکی و همچنین اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی نیز بر ارتفاع بوته معنی دار نشد.

مقایسه میانگین نتایج در این آزمایش نشان داد با افزایش کاربردهای اسید هیومیک ارتفاع بوته نیز به‌طور معنی داری افزایش یافت (شکل ۴-۳). افزایش در مصرف اسید هیومیک در هر دو صورت

کاربرد آن منجر به افزایش ارتفاع بوته شد به طوری که بیشترین ارتفاع (۱۳۸/۷ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع (۱۰۷/۳ سانتی‌متر) به‌ترتیب از سطوح مصرف خاکی ۱۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار و عدم مصرف (شاهد) بدست آمد. در کل بین عدم مصرف اسید هیومیک و دیگر سطوح کاربرد اسید هیومیک اختلاف معنی دار شد اگرچه بین سطوح مختلف مصرف خاکی و محلول پاشی اسید هیومیک، و همچنین در بین سطوح مختلف مصرف نسبت به هم نیز، اختلاف معنی دار نشد.

اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴) و با تاثیر بر متابولسیم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). آیاس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع می‌شود. محققان دیگر نیز افزایش ارتفاع را با کاربرد اسید هیومیک بطور منفرد و توام با تلقیح میکوریز و حتی تحت تنش شوری تایید می‌کنند (والدریگی و همکاران، ۱۹۹۶؛ تاتینی و همکاران،۱۹۹۱؛ واگان و مالکولم، ۱۹۸۵؛ ترکمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ البایراک و کاماز، ۲۰۰۵). مصرف اسید هیومیک به‌صورت محلول پاشی و خاکی به علت افزایش غلظت هورمون‌هایی چون اکسین، جیبرلین و سیتوکنین نقش بارزی در افزایش ارتفاع گیاه دارد (عبدل ماگود و همکاران، ۲۰۰۷)، نتیجه فوق با نتایج تحقیقات آتیه و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گیاه همیشه بهار و ییلدریم (۲۰۰۷) بر روی گوجه فرنگی مطابقت دارد. افزایش ارتفاع گیاه در یک جامعه گیاهی با تشکیل برگ‌های جدید که دارای کارایی بیشتری هستند و سبب افزایش جذب تشعشع بیشتری می‌شوند، منجر به افزایش قدرت رقابتی گیاه با سایر گیاهان می‌گردد.



شکل ۴-۳ مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک

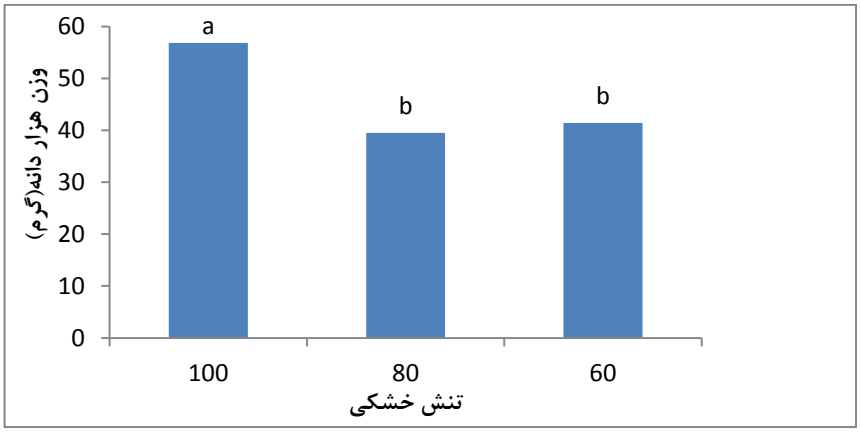
۴-۱-۳- وزن هزاردانه

یکی از شاخص‌های مهم زراعی بذور گیاهان زراعی وزن هزار دانه است که بیان کننده میزان تخصیص مواد غذایی به ازای هر واحد بذر می‌باشد. البته عوامل ژنتیکی و محیطی در وزن دانه تأثیر گذاشته و سهم هر کدام بر حسب شرایط تغییر می‌کند. در شرایط ایده‌آل محیطی، عوامل ژنتیکی نقش مهمتری ایفا می‌کنند ولی در شرایط محیطی نامناسب عوامل ژنتیکی نقش کمتری دارند (امید بیگی، ۱۳۷۹)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول پیوست ۱) نشان داد بین سطوح مختلف تنش آبی از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. در این حالت، بین سطوح مختلف اسید هیومیک اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در مطالعه‌ای افزایش معنی داری در وزن هزار دانه با کاربرد کودهای آلی هوموسی صورت نگرفت (اقبال و پاور، ۱۹۹۹). در تحقیقات قربانی و همکاران (۱۳۸۸) بر روی گیاه ذرت مشخص شد که اسید هیومیک بر وزن هزار دانه، قطر بلال و تعداد ردیف تأثیر معنی داری نداشت.

نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد در بین فاکتورهای تنش خشکی، سطح تیمار شاهد، بیشترین تاثیر را بر وزن هزار دانه داشت. نتایج به دست آمده نشان

داد که اعمال تنش خشکی باعث پایین آمدن وزن هزار دانه شد. به طوری که بیشترین وزن هزار دانه به مقدار ۵۶/۸ گرم مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن به میزان ۴۱/۴ گرم مربوط به تنش شدید (اعمال ۶۰ درصد نیاز آبی) بود. اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد (شکل ۴-۴). هر چه بر شدت تنش افزوده شد کاهش معنی داری در وزن هزار دانه مشاهده شد. علت کاهش وزن هزار دانه را چنین می-توان بیان نمود که گیاه در واکنش به کمبود آب ساز و کار ویژه‌ای به نام بسته شدن فعال وابسته به آب را آغاز نموده که احتمالا به واسطه هورمون ABA بسته شدن روزنه‌ها اتفاق افتاده و در نتیجه افزایش دما و تعرق موجب کاهش فتوسنتز، افزایش تنفس و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می گردد که نتیجه آن کاهش وزن هزار دانه است (جعفر زاده کنارسری و پوستینی، ۱۳۷۲). همچنین با توجه به نتایج ابعاد دانه‌ها که در تیمار آب نرمال(شاهد) بیشترین و در تنش شدید آب کمترین طول، عرض و پهنای دانه به‌دست آمد این موضوع منطقی به‌نظر می‌رسد (حلاجی، ۱۳۸۳؛ سعادت لاجوردی، ۱۳۵۹؛ غفاری پور، ۱۳۸۳؛ مظاهری لقب و نوری، ۱۳۸۰؛ نجفی، ۱۳۷۸؛ هاشمی دزفولی و کوچکی، ۱۳۷۴؛ آلیس و زیمرمن، ۱۹۹۷؛ دالای و سینک، ۱۹۸۳؛ رابینسون و همکاران، ۱۹۸۵) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه رسیده‌اند.



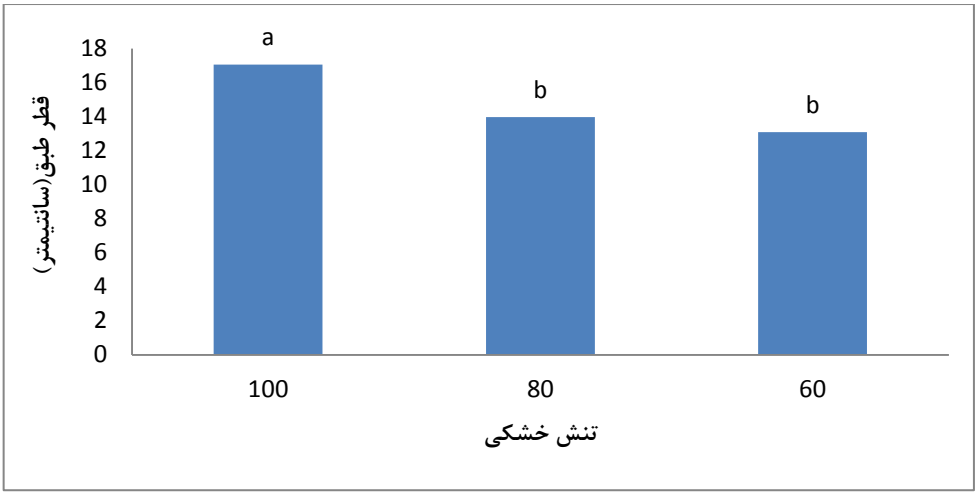
شکل ۴-۴ مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف تنش خشکی

۴-۱-۴- قطر طبق

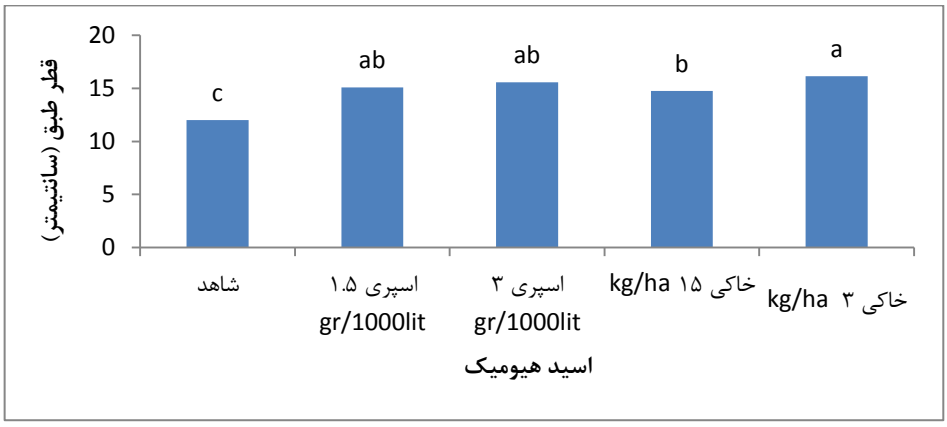
نتایج تجزیه واریانس قطر طبق (جدول پیوست ۱) نشان داد بین سطوح مختلف تنش خشکی و اسید هیومیک از نظر قطر طبق در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود داشت در حالیکه اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی بر قطرطبق معنی دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین قطر طبق در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد در بین فاکتورهای تنش خشکی، سطح ۱۰۰ درصد بیشترین تاثیر را بر قطر طبق داشت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کم شدن قطر طبق شده است. به‌طوری که بالاترین آن به مقدار ۱۷/۰۵به مقدار آب نرمال تعلق دارد. در میزان آب ۱۰۰ درصد قطر طبق نسبت به میزان آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۱۳/۹۷ و ۱۳/۰۸ سانتی‌متر رشد نشان می‌دهد. اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد (شکل۴-۵). در پژوهشی انوشه و همکاران (۱۳۸۹) دریافتند اگرچه اثر تنش خشکی بر قطر طبق در شدیدترین سطح تنش خشکی تفاوت معنی داری دارد ولی نوع کود و برهمکنش کود و تنش خشکی نیز اثر مثبتی بر آن ندارد. کریم زاده و همکاران (۲۰۰۳) در آزمایش خود در آفتابگردان مشاهده کردند که تعداد دانه در طبق تحت تاثیر دورهای آبیاری از طریق کاهش مساحت طبق کاهش یافت. مقایسه میانگین نتایج در این آزمایش نشان داد که با افزایش کاربردهای اسید هیومیک قطر طبق نیز به طور معنی داری افزایش یافت (شکل ۴-۶). افزایش در مصرف اسید هیومیک در هر دو صورت کاربرد آن منجر به افزایش قطر طبق شد به‌طوری که بیشترین قطر (۱۶/۱۳ سانتی‌متر) و کمترین قطر (۱۲ سانتی‌متر) به‌ترتیب از سطوح مصرف خاکی ۱۵ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار و عدم مصرف (شاهد) بدست آمد. در کل بین عدم مصرف اسید هیومیک و دیگر سطوح کاربرد اسید هیومیک و همچنین بین سطوح مختلف مصرف خاکی نیز اختلاف معنی دار شد. اگر چه در بین سطوح محلول پاشی اسید هیومیک، و همچنین در بین سطوح مختلف مصرف

نسبت به هم نیز، اختلاف معنی داری یافت نشد. در پژوهشی انوشه و همکاران (۱۳۸۹) دریافتند با افزایش جذب عناصر توسط گیاه با کمک کودهای آلی، قطر طبق‌های آفتابگردان افزایش معنی داری می‌یابد.



شکل ۴- ۵ مقایسه میانگین قطر طبق در سطوح مختلف تنش خشک



شکل ۴-۶ مقایسه میانگین قطر طبق در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک

۴-۱-۵- قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس قطر ساقه (جدول پیوست ۱) نشان داد بین سطوح مختلف تنش خشکی از نظر قطر ساقه در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد در حالیکه اثر سطوح مختلف اسید هیومیک و همچنین اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی بر قطرطبق معنی دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین قطر ساقه در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد در بین فاکتورهای تنش خشکی، سطح ۱۰۰ درصد بیشترین تاثیر را بر قطر ساقه داشت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کم شدن قطر ساقه شده است. به‌طوری که بالاترین آن به مقدار ۲۰/۴۳۶ میلی‌متر به تیمار شاهد تعلق دارد. در تیمار شاهد، درصد قطر ساقه نسبت به میزان آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۱۷/۳۴۱ و ۱۵/۰۵۷ میلی‌متر رشد نشان داد. اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح شاهد و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد (شکل۴-۷). کاراتا (۱۹۹۱)؛ هارمن و همکاران (۱۹۸۲) دستیابی به بیشترین عملکرد دانه و ساقه آفتابگردان را در شرایط بدون تنش آبیاری گزارش کردند.

مقایسه میانگین نتایج در این آزمایش نشان داد که با افزایش کاربردهای اسید هیومیک قطر ساقه نیز به‌طور معنی داری افزایش یافت (شکل ۴-۸). افزایش در مصرف اسید هیومیک در هر دو صورت کاربرد آن منجر به افزایش قطر ساقه شد به‌طوری که بیشترین قطر (۱۸/۵۹میلی‌متر) و کم‌ترین قطر (۱۶/۵۷ میلی‌متر) به‌ترتیب از سطوح محلول پاشی ۳ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب و عدم مصرف (شاهد) به‌دست آمد. در کل بین عدم مصرف اسید هیومیک و دیگر سطوح کاربرد اسید هیومیک به غیر از محلول پاشی ۳ گرم در هزار اختلاف معنی داری یافت نشد اگر چه در بین سطوح محلول پاشی اسید هیومیک و همچنین سطوح مصرف خاکی آن نیز اختلاف معنی دار نشد. در مطالعه کاربرد اسید هیومیک به میزان‌های مختلف در خاک موجب افزایش قطر ساقه و عملکرد گیاه فلفل شد (ترکمن، ۲۰۰۵)). احمد و جابین (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد کود آلی باعث افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان گردید. با افزایش سطح اسید هیومیک تنها عملکرد بیولوژیک افزایش معنی دار نشان داد و عملکرد دانه افزایش پیدا نکرد و ماده خشک به ساقه انتقال یافته و سبب افزایش قطر و ارتفاع شده است (ولف و همکاران، ۱۹۸۸). در مطالعه دیگری اسید

هیومیک سبب افزایش قطر و ارتفاع گیاه منداب شد (آلبایراک و کاماز، ۲۰۰۵).

شکل ۴-۷ مقایسه میانگین قطر ساقه در سطوح مختلف تنش خشکی

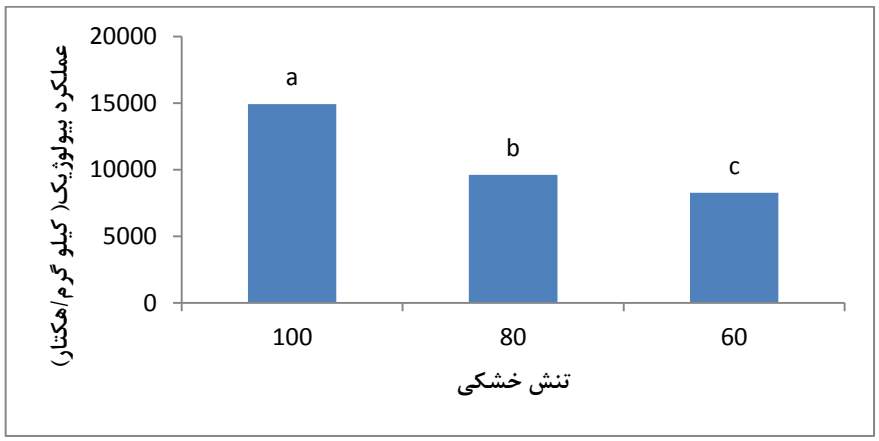
۴-۲- عملکرد بیولوژیک

نتایج ارائه شده در جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست۲) حاکی از تاثیر معنی دار بین سطوح مختلف تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ است. در حالیکه اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد در بین فاکتورهای تنش خشکی، سطح تیمار شاهد بیشترین تاثیر را بر عملکرد بیولوژیک داشت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کم شدن عملکرد بیولوژیک شد. به طوری که بالاترین عملکرد آن به مقدار۱۴۹۱۸/۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد و نسبت به میزان آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۹۶۲۰/۷ و ۸۲۶۵ کیلوگرم در هکتار رشد چشمگیر و اختلافی در حدود ۶۶۵۳/۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به تنش شدید از خود نشان داد. (با در نظر گرفتن عملکرد دانه و مقدار عملکرد بیولوژیک و محاسبه میزان شاخص برداشت که در بعضی منابع تا ۳۵ درصد نیز گزارش شده است مطابقت دارد) به این ترتیب مشخص گردید از نظر آماری بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری وجود دارد و هر چه بر شدت تنش افزوده شد کاهش معنی داری در عملکرد بیولوژیک مشاهده گردید (شکل۴-۹). عملکرد بیولوژیک شامل کل وزن خشک اندام هوایی گیاه است. برخی از محققان با بررسی اثر تنش

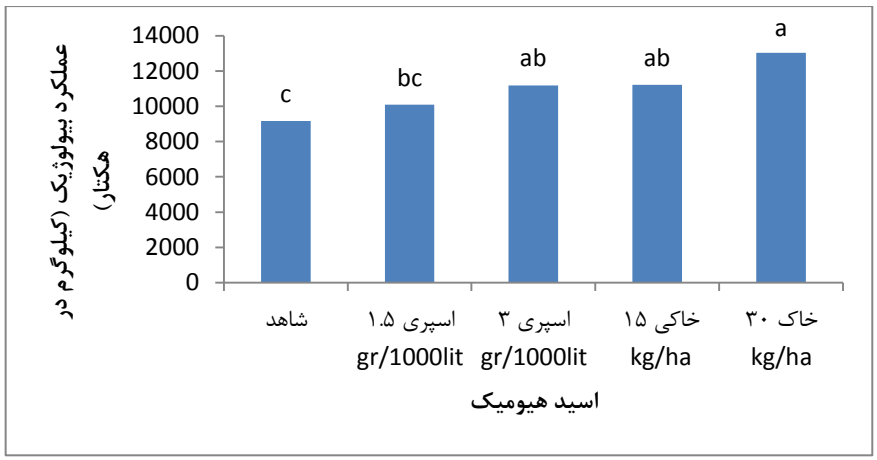
خشکی در مراحل مختلف رشد گلرنگ گزارش کردند که کاهش تجمع ماده خشک یکی از اولین عوامل در گیاه است که با قطع آبیاری دچار افت می شود و هر چه قطع آبیاری در مراحل رشد سریع گیاه باشد میزان خسارت آن زیادتر خواهد شد به طوری که کاهش میزان آب در دسترس گیاه در اواخر مراحل رشد تأثیر کمتری بر عملکرد بیولوژیک گیاه دارد (ابوالهاشم و همکاران؛ امیدی، ۲۰۰۹؛ محسن نیا و جلیلیان، ۱۳۹۰) لباسچی و شریفی عاشور آبادی (۲۰۰۳) در بررسی چند تیمار آبیاری درصد ظرفیت زراعی مزرعه بر روی گیاهان دارویی اسفرزه، بومادران، مریم گلی، همیشه بهار و بابونه گزارش کردند که با کاهش میزان قابلیت دسترسی به آب (تشدید تنش خشکی) از وزن اندام‌های هوایی، ارتفاع بوته‌ها و عملکرد دانه آن‌ها کاسته می‌شود. مشابه همین آزمایش، حسنی و همکاران (۲۰۰۳) با پژوهشی روی گیاه دارویی ریحان اعلام کردند تنش خشکی منجر به کاهش اجزاء عملکرد و همچنین تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد دانه و عملکرد اسانس می‌شود. سریوالی و همکاران(۲۰۰۱) اظهار کردند کاهش میزان عملکرد تولیدی در طی بروز تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی باشد.

این تأثیر برای سطوح اسید هیومیک نیز صادق بود به نحوی که کاربردهای مختلف اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۳۰ kg/ha ، ۱۵ kg/ha، ۳ gr/1000lit و ۱/۵ gr/1000litاسید هیومیک به میزان ۳۸۶۷/۸، ۲۰۵۱، ۲۰۲۲، ۹۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با عدم مصرف (شاهد) افزایش داد و همان‌طور که مشخص است با میزان۳۰ کیلوگرم در هکتار مصرف خاکی اسید هیومیک، ۳۸۶۷/۸ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک افزایش معنی داری را نشان داد، اگرچه در بین سطوح مختلف مصرف خاکی و محلول پاشی از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل۴-۱۰). نتایج تحقیقات دورسان و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که کاربرد مواد هیومیک به صورت خاک مصرف و محلول پاشی قادر است عملکرد گیاه را به طور معنی داری افزایش دهد. آیاس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع

و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (مکوویاک و همکاران، ۲۰۰۱). قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز بیان کردند که با افزایش مصرف اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک نیز افزایش می‌یابد. در یک بررسی کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (تان، ۲۰۰۳). احمد و جابین (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد کود آلی باعث افزایش ارتفاع گیاه، قطر ساقه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان گردید. محققان دیگری نیز نتایج مشابهی بدست آوردند (والدریگی و همکاران، ۱۹۹۶؛ تاتینی و همکاران، ۱۹۹۱؛ واگان و مالکولم، ۱۹۸۵)



شکل ۴- ۸ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف تنش خشکی



شکل ۴- ۹ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کاربرد اسید

میزان شاخص برداشت در بین سطوح مختلف تنش خشکی و همچنین کاربرد های اسید هیومیک معنی دار نشد.

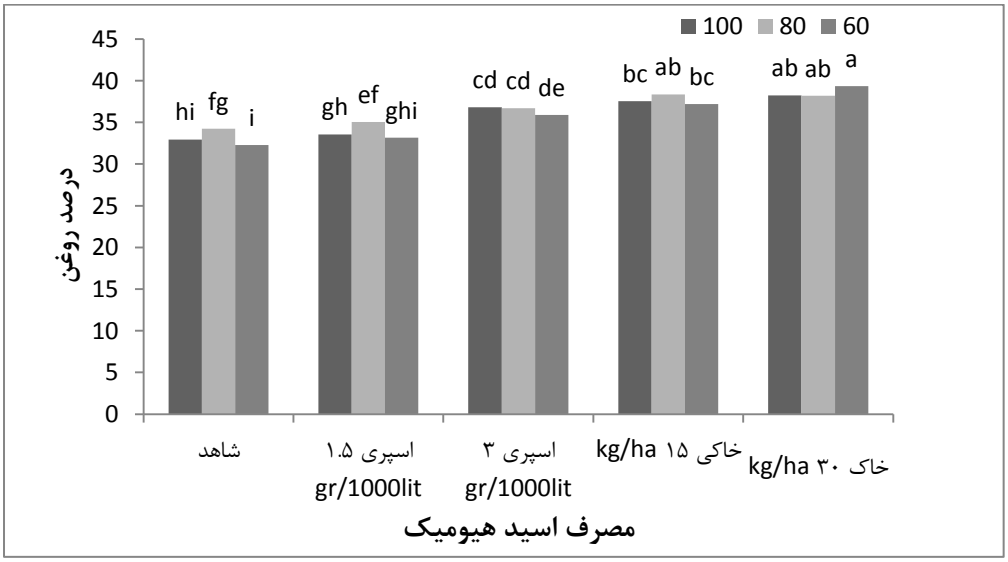
۴-۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس درصد روغن و صفات فیزیولوژیک

۴-۳- ۱- درصد روغن دانه

بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک و اولئیک که از اسیدهای چرب ضروری بوده و حدود ۹۰ درصد از کل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان را تشکیل می‌دهند، باعث افزایش ارزش تغذیه‌ای روغن آن شده است (ایزگیردو و آگورزابال، ۲۰۰۸). با توجه به نتایج تجزیه واریانس(جدول پیوست۲) اثر سطوح تنش خشکی($p<0.05$)، اسید هیومیک ($p<0.01$) و همچنین اثر متقابل و بر همکنش آن‌ها($p<0.05$) بر درصد روغن معنی دار شد. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح تنش خشکی و اسید هیومیک(شکل۴-۱۰) نشان داد که در شرایط تنش خشکی، کاربرد هر دو شکل اسید هیومیک سبب افزایش میزان درصد روغن دانه گردید. در این شرایط مصرف خاکی اسید هیومیک به صورت معنی داری سبب افزایش درصد روغن دانه نسبت به مصرف اسید هیومیک به‌صورت برگ پاشی و عدم مصرف اسید هیومیک گردید که این میزان افزایش به‌ترتیب معادل ۳/۴۵ و ۷/۰۵ درصد بود اگرچه در بین سطوح مصرف خاکی اسید هیومیک در شرایط مختلف تنش خشکی اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در این شرایط نیز محلول پاشی اسید هیومیک سبب افزایش درصد روغن به صورت معنی داری شد و با افزایش شدت تنش نیز به مقدار آن افزوده شد. به طور میانگین در سطح ۳ گرم در هزار اسید هیومیک افزایش بیشتری معادل ۲/۵۵ درصد نسبت به سطح ۱/۵ گرم در هزار نشان داد ولی در بین سطوح تنش خشکی آن اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. همین طور اختلاف معنی داری بین سطوح تنش خشکی در سطح محلول پاشی ۱/۵ در هزار اسید هیومیک و سطوح تنش خشکی (شاهد) مشاهده نشد. آفتابگردان با توجه به کیفیت مطلوب روغن و همچنین واکنش مطلوبی که در شرایط نامساعد محیطی مثل تنش خشکی از خود نشان می‌دهد، از جایگاه

ویژه‌ای در تناوب‌های زراعی برخوردار است (سیلوا و همکاران، ۱۹۸۵؛ امام و همکاران، ۲۰۰۵). در مورد تأثیر تنش خشکی بر درصد روغن گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. اصولا درصد روغن یک صفت کمی است و توسط چندین ژن کنترل می‌شود، بنابراین آسیب دیدن تعداد زیادی از ژن‌های کنترل کننده در اثر تنش خشکی، بعید به نظر می رسد. از این رو کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی جزئی است (جانسون و واکس، ۱۹۷۸). در همین راستا فرخی نیا و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند درصد روغن تحت تأثیر تنش خشکی و عوامل محیطی قرار نمی‌گیرد. اربابی (۱۳۹۲) گزارش کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از عملکرد و میزان اسانس در گیاه ریحان کاسته شد، اما با به کارگیری کودهای آلی در سطوح بالای تنش تا حدی اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد کاهش یافت. بروز تنش خشکی و شوری باعث بالا رفتن غلظت املاح محلول در محیط ریشه و در نتیجه افزایش پتانسیل اسمزی خاک می‌شود که این امر باعث کاهش جذب عناصر غذایی تا حد زیادی می‌شود. با مصرف مقادیر مناسب عناصر غذایی از طریق خاک یا محلول پاشی می توان تا حدی شرایط رشد و نمو را بهبود بخشید و از بروز اثرات سوء تنش بر گیاهان کاست (گراتان و گریور، ۱۹۹۹) و به این منظور اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند (ویقان و لین،۱۹۷۶؛ تن، ۲۰۰۳). وانگ و همکاران (۱۹۹۵) در توسعه سیستم ریشه در سلول‌های ریشه گندم زمستانه در حضور اسید هیومیک دریافتند غلظت‌های ۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در جذب فسفر می‌شود، افزایش جذب فسفر می‌تواند در توسعه ریشه به اعماق خاک و جذب بیشتر آب به گیاه در شرایط نامساعد محیطی کمک نماید. در این آزمایش نیز یکی از دلایل اثر بخش اسید هیومیک در بهبود شرایط و افزایش درصد روغن دانه آفتابگردان در طی بروز تنش خشکی می‌تواند مربوط به این امر باشد. افزایش مقاومت نسبت به خشکی با ساز و کارهای متفاوتی انجام می‌شود. اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه‌بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می‌کند. به‌علاوه مولکول‌های اسید با مولکول‌های آب پیوندی تشکیل می‌دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می‌گردد. همچنین

بخش ریز مولکول‌های اسید که به درون بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کنند، با پیوند به مولکول‌های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده و به حفظ آب در درون گیاه کمک می‌کنند (دایی، ۲۰۰۸). تمامی این تحقیقات دلالت بر این امر دارد که گیاه توانسته است حتی در شرایط سخت تنش خشکی و به کمک اسید هیومیک تمامی منابع را به سوی خود جذب نموده و درصد روغن بیشتری را تولید نماید.



شکل ۴- ۱۰ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و تنش خشکی بر میزان درصد روغن دانه

درصد ازت و پروتئین دانه در بین سطوح مختلف تنش خشکی و همچنین کاربرد های اسید هیومیک معنی دار نشد.

۴-۳-۲- فسفر دانه

نتایج تجزیه واریانس در (جدول پیوست۴) نشان داد بین سطوح مختلف تنش خشکی و همچنین کاربرد اسید هیومیک از نظر درصد فسفر دانه در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد در حالیکه اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی بر فسفر دانه معنی دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین فسفر دانه در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد با افزایش شدت تنش از میزان فسفر دانه کاسته شد. در حالی که تیمار شاهد بیشترین تاثیر را بر فسفر دانه داشت. نتایج به

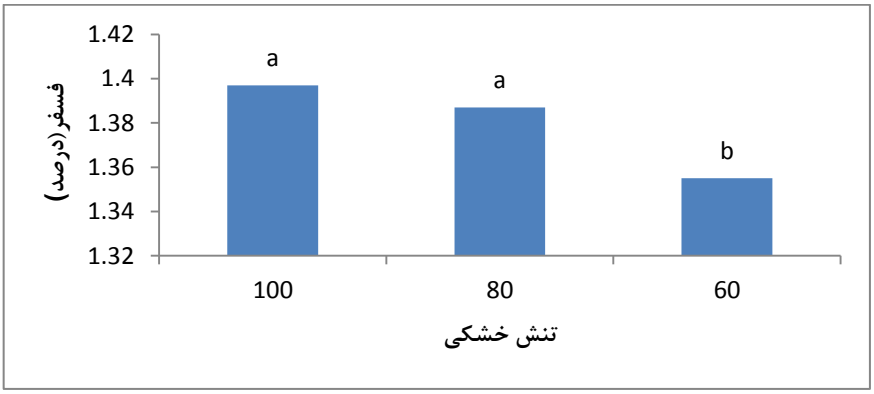
دست آمده نشان داد اعمال تنش خشکی باعث کاهش فسفر دانه شده است. به‌طوری که بالاترین مقدار۱/۳۹۷ درصد متعلق به آبیاری نرمال (۱۰۰ درصد نیاز آبی) در مقایسه با مقدار ۱/۳۵۵ درصد در تنش شدید(۶۰ درصد نیاز آبی) می‌باشد و مشخص شد در آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی فسفر دانه نسبت به میزان آبیاری ۶۰ درصد نیاز آبی رشد بیشتری داشته است.

اگرچه از نظر آماری بین آب نرمال(۱۰۰ درصد نیاز آبی) و سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد (شکل۴-۱۱). مکانیسم‌های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، مانند جریان توده‌ای، انتشار و یا جذب و انتقال به‌وسیله پدیده اسمز همگی، تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه است و در صورت کاهش رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحویل می‌گردد (تایز و زایگر، ۱۹۹۸). برخی از سیستم‌های انتقالی عناصر مانند انتشار، به‌مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده و حتی با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی نیز روند جذب و انتقال بعضی از عناصر غذایی در این سیستم ادامه می‌یابد. مکانیسم-های دیگر جذب از جمله جریان توده‌ای، وابستگی زیادی به مقدار رطوبت دارند و در صورت کاهش رطوبت، عناصری که به‌وسیله این جریان انتقال می‌یابند، روند جذب منفی خواهند داشت (تایز و زایگر، ۱۹۹۸). نتایج تحقیقات برروی تنش خشکی بر میزان جذب بعضی عناصر غذایی نشان داد که دو عامل مهم در محدود کردن تولید ذرت در دنیا، تنش آب و کمبود نیتروژن است (جونز، ۱۹۸۰). هرچه مقدار رطوبت خاک افزایش یابد، نیتروژن بیشتری به وسیله گیاه جذب شده و همچنین جذب سایر عناصر مانند فسفر، پتاسیم، آهن و روی ارتباط نزدیکی با میزان رطوبت قابل دسترس گیاه دارد (جونز، ۱۹۸۰). براساس نتایج تحقیقات، با دسترسی بیشتر به آب افزایش میزان جذب فسفر در گیاه مریم گلی لوله‌ای مشاهده شد، به‌طوری که بیشترین و کمترین مقدار فسفر به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱۰۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بود. در شرایط تنش خشکی، سرعت انتشار فسفر از خاک به سطح ریشه نسبت به سایر عناصر غذایی کاهش بیشتری یافته، چرا که یون فسفات به ذرات رس چسبیده و

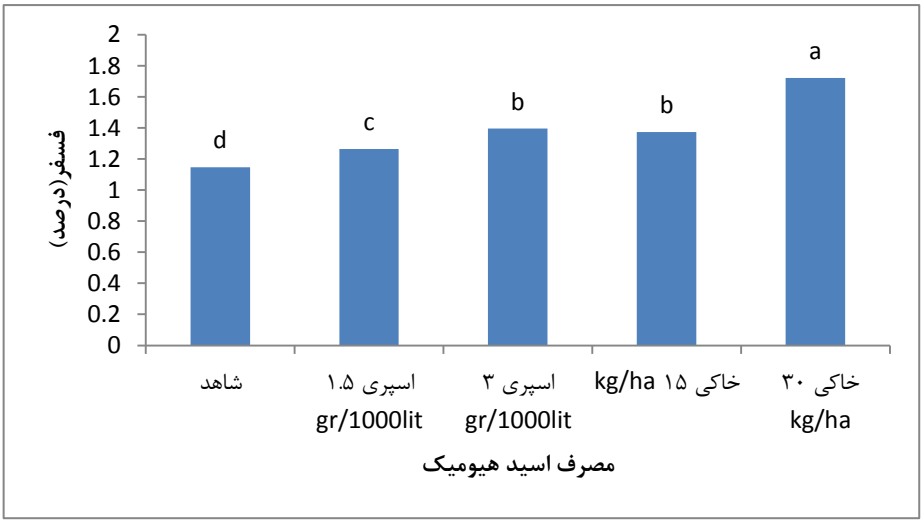
کمتر در دسترس ریشه گیاه قرار می‌گیرد (مارسچنر، ۱۹۹۵). بررسی واکنش گیاه لوبیا به خشکی نشان داد که در شرایط تنش توانایی جذب فسفر توسط ریشه‌های این گیاه ضعیف است. دلیل این موضوع کاهش قابلیت تحرک فسفر در خاک‌هایی با محتوای پایین آب است، چرا که محتوای آب خاک بر واکنش های تجزیه‌ای و فعالیت‌های بیولوژیکی آن تأثیر گذار است (هادیدی، ۱۹۹۹). نتایج به‌دست آمده در مورد گونه ذرت رقم ۷۰۴ نیز نشان از کاهش میزان ازت و فسفر در نتیجه افزایش تنش خشکی است (علیزاده و همکاران، ۲۰۰۸).

مقایسه میانگین نتایج در این آزمایش نشان داد با افزایش کاربردهای اسید هیومیک میزان فسفر دانه نیز به‌طور معنی داری افزایش یافت(شکل ۴-۱۲). افزایش در مصرف اسید هیومیک در هر دو صورت کاربرد آن منجر به افزایش فسفر دانه شد به‌طوری که بیشترین آن (۱/۷۲درصد) و کمترین (۱/۱۴ درصد) به‌ترتیب مربوط به سطوح مصرف خاکی ۳۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و عدم مصرف (شاهد) بدست آمد. در نهایت بین تیمار عدم مصرف اسید هیومیک و دیگر سطوح کاربرد اسید هیومیک و همچنین در بین سطوح دو نوع کاربرد نیز اختلاف معنی دار شد ولی در بین مصرف خاکی ۱۵ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی ۳ گرم در هزار اختلاف معنی داری مشاهده نشد. جانس و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی اثر مصرف خاکی اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره را بررسی کردند و دریافتند که اسید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد و همچنین سبب افزایش معنی داری در عملکرد شد. البته نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسید بر عملکرد تاثیر نداشتند و اسید هیومیک بهترین اثر را در مقادیر پایین نشان داد. بولنت آسکی و همکاران (۲۰۰۹) نیز تاثیر اسید هیومیک را بر روی گونه *Triticum durum* Salihi مورد آزمایش قرار دادند، نتایج نشان داد که اسید هیومیک موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم و روی می‌گردد. حبشی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گندم به طور قابل توجهی با مصرف ۵۰ پی‌پی‌ام اسید هیومیک به صورت جداگانه و یا در ترکیب با ۳۰ پی‌پی‌ام ایندول استیک افزایش نشان داد. هاکان و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش گلخانه‌ای اثر اسید هیومیک را بر

روی رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار دادند نتایج تحقیق آنها نشان داد محلول پاشی اسید هیومیک اثر مثبت و معنی داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم در مقدار ۰/۰۱ درصد دارد. سنجیدا و همکاران (۲۰۰۶) اثر اسید هیومیک را بر قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند. آنها دریافتند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همرا NPK ، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به‌همراه داشت. اسید هیومیک نفوذپذیری غشاء سلول را افزایش داده که سبب ورود سریع‌تر مواد معدنی به سلول ریشه شده و در نتیجه منجر به جذب بیشتر مواد مغذی گیاهی می‌شود. این اثر با عملکرد هیدروکسیل و کربوکسیل در این ترکیبات همراه است. همچنین ترکیب‌های هیومیک روی فسفر محلول و فسفر قابل جذب موثر است (گوپی، ۲۰۰۵)



شکل ۴- ۱۱ نمودار مقایسه میانگین درصد فسفر دانه در سطوح مختلف تنش خشکی

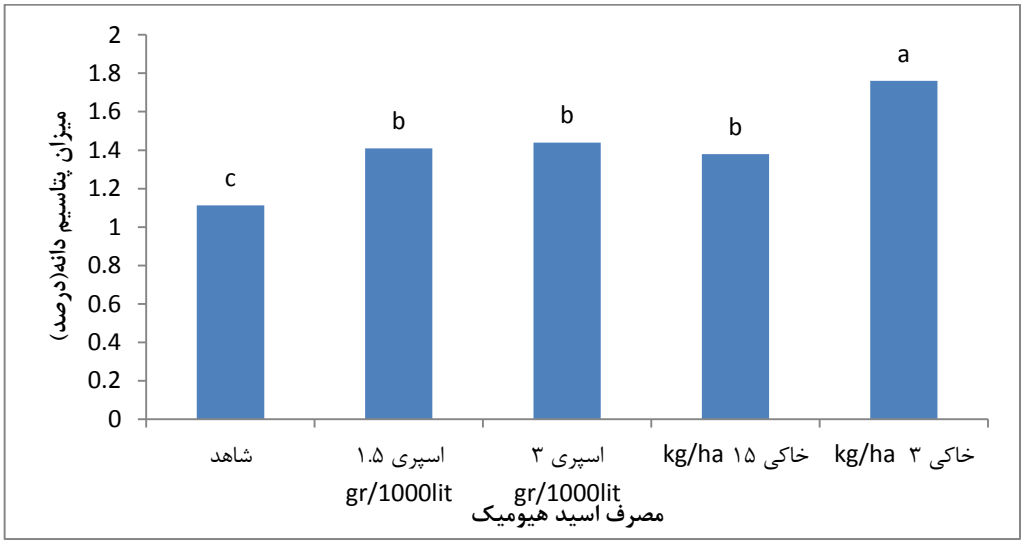


شکل ۴- ۱۲مقایسه میانگین درصد فسفر دانه در سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک

۴-۳-۳- پتاسیم دانه

پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاه است که در بسیاری از فعالیت‌های گیاه همانند جذب آب و حفظ پتانسیل اسمزی نقش دارد (اپستین، ۱۹۷۲). این عنصر نقش حیاتی در فتوسنتز دارد چون باعث افزایش مستقیم رشد و شاخص سطح برگ و افزایش انتقال مواد فتوسنتزی به خارج برگ می-گردد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۹۸۹). نتایج تجزیه واریانس مطابق اطلاعات مندرج در (جدول پیوست۴)، بیانگر تأثیر معنی دار کاربرد اسیدهیومیک در سطح احتمال ۱ درصد بر مقدار پتاسیم دانه می‌باشد. در این بین اثر تنش خشکی و همچنین اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک معنی دار نشد. مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید هیومیک (شکل ۴-۱۳) بر پتاسیم دانه نشان داد که مصرف هر دو شکل اسید هیومیک درصد پتاسیم دانه را نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک افزایش معنی داری معادل ۰/۶۵ درصد در مصرف خاکی در مقایسه با ۰/۳ درصد در محلول پاشی اسید هیومیک داشته است. هر چند در بین سطوح محلول پاشی اسید هیومیک اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی در بین مقادیر مصرف خاکی اسید هیومیک اختلاف معنی دار است. در بسیاری از مطالعات از اثرات مثبت اسید هیومیک بر جذب عناصر غذایی و محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در گیاهان صحبت شده است (جونز و همکاران، ۲۰۰۴؛ ترکمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ سانچز، ۲۰۰۵). لایلا و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسیدند که جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط کاه و دانه گندم با محلول پاشی اسید هیومیک در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد. براساس تحقیقات عثمان و همکاران (۲۰۱۳) اسپری اسیدهای آلی (اسید هیومیک و اسید فولویک) به‌طور قابل توجهی محتوای عناصر دانه برنج (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) را افزایش داد و بالعکس پایین‌ترین مقادیر عناصر دانه در تیمار شاهد (عدم مصرف اسید های آلی حاصل شد. اسید هیومیک به دلیل اسیدی بودن مستقیما می‌تواند عناصر مختلف را از مواد معدنی آزاد کرده، به خود جذب نموده و در زمان مناسب در اختیار ریشه قرار دهد به علاوه اسید هیومیک خوراک و محرک رشد میکروارگانیسم‌های مفید خاک نظیر قارچ‌ها است که قادر به هوا دیده کردن فازهای معدنی و آزاد سازی عناصر غذایی از جمله پتاسیم هستند (یوان و

همکاران، ۲۰۰۰؛ گلووا و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین به‌نظر می‌رسد در مصرف اسید هیومیک به علت افزایش سطح ریشه گیاه و همچنین افزایش پتاسیم محلول در خاک از طریق تحریک فعالیت‌های میکروبیولوژیکی به خاطر مصرف اسید هیومیک و ثانیا افزایش طول ریشه (اندرسون، ۱۹۸۴)، محتوی پتاسیم دانه افزایش یابد. در مطالعه دیگری، مقادیر ۱۰۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم خاک سبب افزایش عناصر پر مصرف و کم مصرف در اندام‌های گیاه گوجه فرنگی شد (ترکمن و همکاران، ۲۰۰۴).

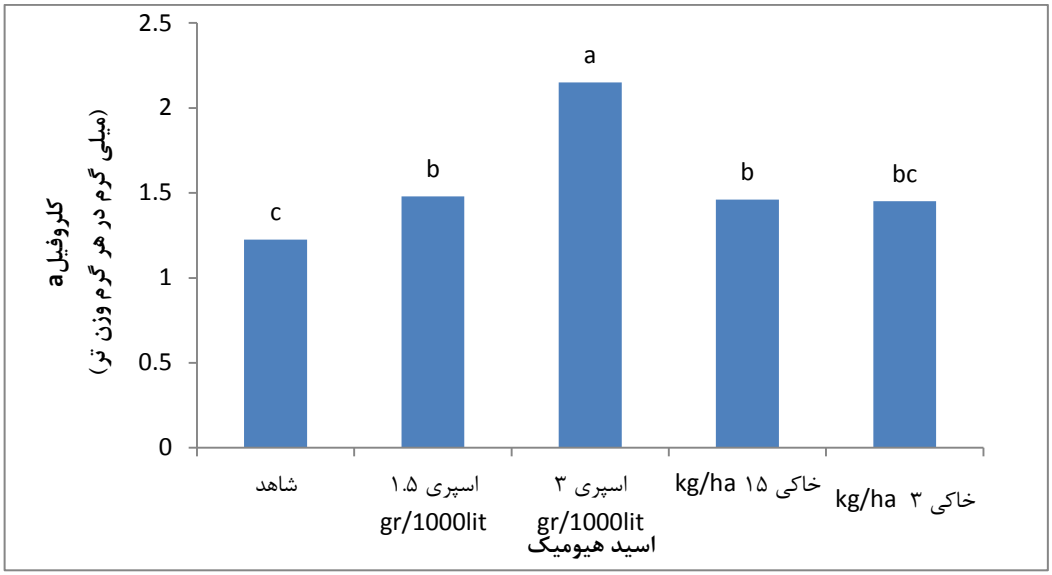


شکل ۴- ۱۳ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان درصد پتاسیم دانه

۴-۳-۴- کلروفیل a

در داخل کلروپلاست برگ، رنگدانه‌های گیرنده تابش خورشیدی وجود دارند که انرژی را به مرکز واکنش آغاز فتوسنتز انتقال می‌دهد. رنگدانه‌ها گروهی از مواد مرکب طبیعی در گیاهان بوده و یکی از مولکول‌های مهم برای عملکرد گیاه محسوب می‌شوند. رنگیزه‌های گیاهی دارای انواع متنوعی از مولکول‌ها هستند. در داخل این دسته، کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها دو نوع مهم از رنگدانه‌ها می‌باشند. نتایج تجزیه واریانس کلروفیل a (جدول پیوست ۳) نشان داد بین سطوح مختلف کاربرد اسید هیومیک از نظر میزان کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد در حالی که اثر سطوح مختلف تنش خشکی و اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی نیز بر میزان

کلروفیل a معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید هیومیک (شکل ۴- ۱۴) بر کلروفیل a نشان داد در بین فاکتورهای اسید هیومیک، محلول پاشی ۳ گرم در هزار، بیشترین تأثیر را بر میزان کلروفیل a نسبت به سطح دیگر آن و همچنین نسبت به عدم مصرف اسید هیومیک یعنی معادل ۰/۹ درصد از خود نشان داد. اگرچه در کاربرد مصرف خاکی اسید هیومیک نیز نسبت به عدم مصرف (شاهد) نیز ۰/۶ افزایش مشاهده شد ولی در بین سطوح آن اختلاف معنی داری مشاهد نشد. اسید هیومیک از راه تأثیر مثبت فیزیولوژیکی از جمله تأثیر بر سوخت و ساز (متابولیسم) سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت سبزینه (کلروفیل) برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). ابوعلی و مددی (۲۰۰۹) افزایش ۳۳ تا ۳۸/۶ درصدی کلروفیل a را در اثر کاربرد اسید هیومیک در گیاه گندم گزارش کردند. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) گزارش کردند که بیشترین عدد کلروفیل متر برگ از غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک و محلول پاشی در زمان ظهور برگ پرچمی به‌دست آمد. راوسان و اشنیتزر (۱۹۸۱) در طی تحقیقات خود پی بردند که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار رشد یافته در محلول هوگلند شد که افزایش جذب آهن و منگنز را می‌توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست. جینگ مین و همکاران (۲۰۱۰) اثر اسید هیومیک بر صنوبر را مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که با افزایش آب و استفاده از اسید هیومیک میزان کلروفیل صنوبر در فعالیت‌های مختلف افزایش یافته است.

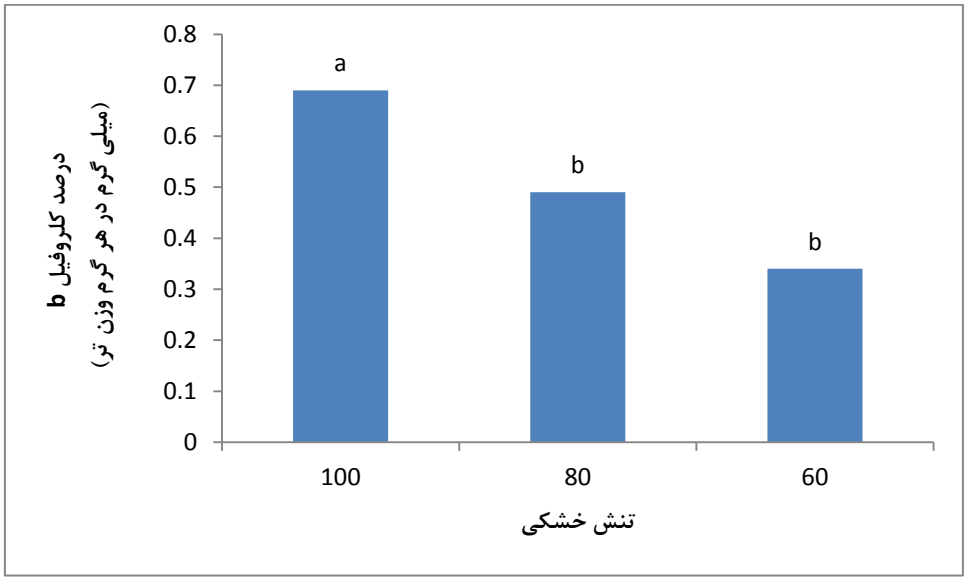


شکل ۴- ۱۴ تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر میزان کلروفیل a

۴-۳-۵- کلروفیل b

کلروفیل b مولکول‌های آنتن را در سیستم فتوسنتزی گیاه تشکیل می‌دهد(مولکول‌های کلروفیل به طور مستقیم در واکنش‌های فتوشیمیایی شرکت نمی‌کنند، بلکه به‌عنوان جمع کننده نور و یا آنتن نوری در فتوسنتز دخالت دارند. این آنتن‌های کلروفیلی، واحدهای نوری جذب شده را از یک مولکول دیگر عبور داده و به مراکز واکنش فتوسنتزی می‌رسانند. چنانچه تیماری این پارامتر را بهبود بخشد توانسته است فتوسنتز گیاه را افزایش دهد. نتایج (جدول پیوست۳) بیانگر این است که بین سطوح تنش خشکی اثر معنی داری از نظر میزان کلروفیل b در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد در حالی که اثر کاربرد اسید هیومیک و اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی نیز بر میزان کلروفیل b معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تنش خشکی (شکل ۴- ۱۵) بر کلروفیل b نشان داد که فاکتورهای تنش خشکی باعث کاهش میزان این رنگیزه کلروفیل شده است، به‌طوری که سطح آبیاری ۱۰۰ درصد بیشترین تاثیر را بر میزان کلروفیل b داشت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کم شدن درصد کلروفیل b شده است. به‌طوری که بالاترین آن ۰/۶۹ درصد به مقدار آب نرمال تعلق داشت. در مقدار آب ۱۰۰ درصد میزان کلروفیل b نسبت به

آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۳۴ درصد رشد نشان می‌دهد. اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی)اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد. لذا باید توجه داشت میزان کلروفیل برگ از جمله صفات فیزیولوژیک مهم است که تحت تنش، تغییر می‌یابد. زارکو، تجادا و همکاران (۲۰۰۰)، کلروفیل برگ را یکی از مهمترین شاخص‌های نشان دهنده تاثیر تنش‌های محیطی بر گیاه دانستند و معتقدند مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد و باعث کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود. قربانعلی و نیاکان (۲۰۰۵) بعد از سنجش میزان کلروفیل b در گیاه سویا، از کاهش معنی دار این صفت در تیمارهای تحت تنش آبی نسبت به گیاه شاهد خبر دادند. در بادرنجبویه نیز کلروفیل b با تنش خشکی کاهش یافت (عباس زاده و همکاران، ۲۰۰۷).

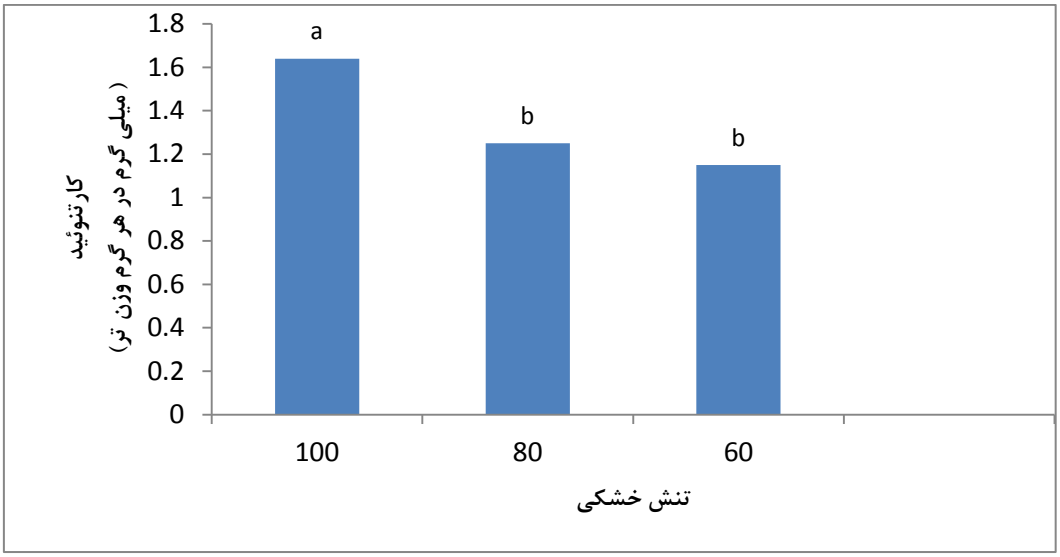


شکل ۴- ۱۵ مقایسه میانگین میزان کلروفیل b در سطوح مختلف تنش خشکی

۴-۳-۶ - کاروتنوئید

از جمله نقش‌های مهم کاروتنوئید محافظت از غشاهای تیلاکوئیدی و جلوگیری از فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست۳) نشان داد بین سطوح تنش خشکی اثر

معنی داری از نظر میزان کاروتنوئید در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد در حالی که اثر کاربرد اسید هیومیک و اثر متقابل استفاده از اسید هیومیک و تنش خشکی بر میزان کاروتنوئید معنی دار نبود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر تنش خشکی (شکل ۴- ۱۶) بر کاروتنوئید نشان داد که فاکتورهای تنش خشکی باعث کاهش میزان آن شده است، به‌طوری که سطح آبیاری ۱۰۰ درصد بیشترین تاثیر را بر میزان کاروتنوئید داشت. نتایج به دست آمده نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کم شدن درصد کاروتنوئید شده است. به‌طوری که بالاترین آن ۱/۶۴ درصد به مقدار آب ۱۰۰ درصد نیاز آبی تعلق داشت. در آب ۱۰۰ درصد نیاز آبی میزان کاروتنوئید نسبت به آبیاری ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۱/۲۵ و ۱/۱۵ درصد رشد نشان می‌دهد. اگرچه از نظر آماری بین سطح تنش ملایم (۸۰ درصد نیاز آبی) و تنش شدید (۶۰ درصد نیاز آبی) اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تنش شدید یعنی ۶۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی دار شد. جیاراماراجا و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که تنش ملایم آب سبب افزایش کاروتنوئیدها می شود، در حالی که کمبود شدید آب موجب کم شدن کاروتنوئیدها علاوه بر کاهش کلروفیل شد. نتایج آزمایشی نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش معنی دار صفات (محتوای نسبی آب، شاخص پایداری غشاء، کلروفیل a ، b ، a+b و کاروتنوئید) و تغییر در برخی صفات فیزیولوژیکی دیگر گیاه شنبلیله شد (توحیدی نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). اکبری و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثرات اعمال تنش خشکی و تراکم، در برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی سیر(*Allium sativum* L.) عنوان نمودند تفاوت معنی داری در مقادیر کلروفیل‌ها مشاهده نشد در صورتی‌که با تشدید شدت تنش خشکی به سطح ۶۰ درصد نیاز آبی، مقدار کاروتنوئید به‌طور معنی داری کاهش یافت.



شکل ۴- ۱۶ مقایسه میانگین میزان کارتنوئید در سطوح مختلف ت نش خشکی

کلروفیل کل و میزان محتوی آب نسبی برگ(RWC) نیز در بین سطوح مختلف تنش خشکی و همچنین کاربرد های اسید هیومیک معنی دار نشد.

۴-۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از اسید هیومیک می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه آفتابگردان داشته باشد. با مقایسه مصرف هر دو شکل اسید هیومیک (محلول پاشی و خاکی) مشخص شد که کاربرد آنها سبب افزایش میزان روغن و همچنین مقدار عناصر اصلی همانند فسفر و پتاسیم دانه آفتابگردان می‌شود. تنش خشکی که یک عامل محدود کننده در گیاهان محسوب می‌شود، در این آزمایش نیز به غیر از میزان روغن که با افزایش تنش، درصد روغن افزایش یافت، بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و همچنین میزان عناصر اصلی نیز اثر منفی و بازدانده داشت. در مجموع می‌توان گفت که کاربرد هر دو شکل از اسید هیومیک در غلظت‌های مختلف تا حدودی اثرات سوء تنش خشکی را کاهش و عملکرد اقتصادی آفتابگردان را افزایش می‌دهد که گامی در جهت کشاورزی پایدار می‌باشد. به این طریق می‌توان با حفظ منابع آب و با استفاده از یک نهاده با جنبه اکولوژیکی،

سیستم را بهبود بخشید و خطرات زیست محیطی را کاهش داده و در نتیجه عملکرد را در گیاه افزایش داد.

۴-۵- پیشنهادات

بررسی اثر اسید هیومیک در گیاهان دیگر با ویژگی‌های مختلف و تحت شرایط تنش خشکی و شرایط محیطی و بافت خاک متفاوت و برای چند سال متوالی، مطالعات تکمیلی بیشتری انجام شود.

تأثیرات همزیستی میکوریزایی (قارچ‌های ریشه) و کاربرد اسید هیومیک بر کارآیی مصرف آب در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گیرد.

اثرات استفاده از اسید هیومیک بر سایر تنش‌های محیطی همانند تنش شوری نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱. اربابی، ج.، سیروس مهر، ع. ر.، اصغری پور، م. ر.، و نظیر زاده، ع . (۱۳۹۲). " اثر سطوح تنش خشکی و انواع کود آلی بر رشد و عملکرد ریحان" همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی. جزیره قشم.

۲. اسفندیاری، ع.، سلطانعلی، م.، شکیبا، م. ر.، و آلیاری، ه . (۱۳۸۸) "نقش حجم خزانه آنتی اکسیدان‌های محلول در آب و پرولین در محافظت از غشاهای سلولی در تنش خشکی". **مجله دانش کشاورزی**، شماره ۲، دوره ۱۹: صفحات ۱۴۷-۱۳۹.

۳. اسکندری، ع.، خزاعی، ح. ر.، نظامی، ا.، و کافی، م . (۱۳۹۰) "مطالعه تأثیر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی سه رقم سیب زمینی". **نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد**، شماره ۲، دوره ۲۵: صفحات ۲۴۷-۲۴۰.

۴. افضلی نیا، ص.، دزفولی، د.، دستفال، م.، طلعتی، م. ح.، میرزاوند، ج.، ناهید، ن.، و نکوئی، م . (۱۳۹۰) **"کشاورزی حفاظتی ضرورت یا انتخاب"** چاپ اول، نشر لوح خیال ، تهران، ۱۴۶ صفحه.

۵. امامی، ب.، شیرانی راد، ا. ح.، نادری، م. ر.، و بنی طباء، س. ع . (۱۳۸۱) "اثر آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان روغنی" اصفهان، پایگاه تخصصی زیست شناسی ایران صفحه ۳-۱.

۶. امید بیگیف، ا . (۱۳۷۹) **"رهیافت‌های تولید و فناوری گیاهان دارویی"** جلد اول، چاپ دوم، انتشارات طراحان نشر ، ۴۳۸ صفحه.

۷. آئین، ا . (۱۳۷۵)، پایان نامه ارشد زراعت :"بررسی اثر تراکم و الگوهای مختلف کاشت بر روند رشد و عملکرد آفتابگردان"، دانشگاه شیراز.

۸. بالاگر، ا.، خدادی، م.، و سماوات، س . (۱۳۸۹) " بررسی اثرات مصرف اسید هیومیک و کاهش مصرف کودهای نیتروژنه روی عملکرد و نیترات در ارقام سیب زمینی" مجموعه مقالات

پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. ۳۳۷۶ صفحه.

۹. بی‌نام . (۱۳۹۴) **"امنیت و سلامت غذایی"** جلد دوم، معرفی ارقام زراعی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۲۳۵ صفحه.

۱۰. پیرسته انوشه، ه.، امام، ی.، و جمالی رامین، ف . (۱۳۸۹) "مقایسه اثر کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان در سطوح مختلف تنش خشکی" **نشریه بوم شناسی خاک**، جلد۲، شماره۳، صفحات ۵۰۱-۴۹۲.

۱۱. توحیدی نژاد، ز.، فرحبخش، ح.، مقصودی مود، ع. ا . (۱۳۹۵) " بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه شنبلیله تحت تنش خشکی" **نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی**. دانشکده کشاورزی شهید باهنر کرمان. شماره ۱۶، دوره۵: صفحات ۹۶ - ۸۵.

۱۲. تهامی زرندی، م. ک.، رضوانی مقدم، پ.، و جهان، م . (۱۳۸۹)" تأثیر کود های آلی بر شاخص‌های رشد، عملکرد و درصد اسانس بخش رویشی گیاه دارویی ریحان" چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه شهید بهشتی. ۴-۲ مرداد ۱۳۸۹. صفحه ۱۷.

۱۳. جعفرزاده کنارسری، م.، و پوستینی، ک . (۱۳۷۲) " بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و اجزاء عملکرد آفتابگردان(رقم رکورد)" **مجله علوم کشاورزی ایران** ، شماره ۲، دوره ۲۹: صفحهٔ ۳۵۳-۳۶۱.

۱۴. حبیبی، د.، فتح الله طالقانی، د.، داوودی فرد، م.، پازوکی، ع.، و چمانی، ف . (۱۳۹۰) " بررسی اثرات تنش شوری بر روی رشد و تغییرات فیتوهورمونی گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک" **نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی**. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس. شماره۳، دوره۴: صفحات ۳۶۷-۳۵۰.

۱۵. حلاجی، ح . (۱۳۸۳) پایان نامه ارشد: "اثرات تنش کمبود آب و تراکم برروی عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید آذرگل آفتابگردان" دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، صفحه ۱۲۲.

۱۶. خواجه پور، م. ر . (۱۳۸۳) " **زراعت گیاهان صنعتی**" مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی (واحد صنعتی اصفهان)، ۵۸۲ صفحه.

۱۷. دینی ترکمانی، م. ر.، کاراپتیان، ژ . (۱۳۸۶) "بررسی میزان و تنوع پروتئین در بذر ده رقم کنجد" **نشریه علوم آب و خاک** (علوم و فنون کشاورزی ومنابع طبیعی): شماره ۴۰(الف)، دوره۱۱، صفحات ۲۳۰-۲۲۵.

۱۸. رحیمیان، م. ح . (۱۳۸۷) " مروری بر نیاز آبی گیاه سیب زمینی در شهرستان‌های مختلف استان خراسان رضوی" مجموعه مقالات همایش سیب زمینی غذای آینده. دانشگاه پیام نور واحد سرولایت. ۱۹۶ صفحه.

۱۹. رضائی زاد، ع.، و زارعی سیاه بیدی، ا . (۱۳۹۴) " ترکیب پذیری برخی لاین‌های آفتابگردان از نظر صفات مهم زراعی" **مجله به نژادی نهال و بذر** شماره ۱، دوره ۳۱: صفحه ۲۹۳- ۳۰۶.

۲۰. سبحانی، ع.، نورمحمدی، ق.، و مجیدی هروان، ا . (۱۳۸۱) " اثرات تنش کم آبی و تغذیه پتاسیم بر روی عملکرد و برخی از خصوصیات زراعی سیب زمینی" **مجله علوم کشاورزی**. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی ایران. شماره۳، دوره۸: صفحات ۳۴-۲۳.

۲۱. سبزواری، س.، و خزاعی، ح.، و کافی، م . (۱۳۸۸) " اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum*. L)" **مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)** ، شماره ۹۴، صفحه ۸۷-۲۳.

۲۲. سعادت لاجوردی، ن . (۱۳۵۹) "دانه‌های روغنی" **انتشارات دانشگاه تهران**

۲۳. سماوات، س.، و ملکوتی، م . (۱۳۸۴) " ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی" **نشریه فنی تحقیقات خاک و آب** ، ۴۶۳: ۱-۱۳. انتشارات سنا ، تهران، ایران.

۲۴. سماوات، س.، و ملکوتی، م . (۱۳۸۴) " نیاز تولید و استفاده از اسیدهای ارگانیک برای افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی" **نشریه سنا** ، تهران.

۲۵. ش.، کافی، م.، و رضوان بیدختی، ش . (۱۳۹۵) "بررسی اثرات تنش خشکی و تراکم بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دو اکوتیپ سیر (*Allium sativum* L.) " **نشریه بوم شناسی کشاورزی**. دانشگاه فردوسی مشهد. جلد هشتم، شماره۴، صفحات ۱۰۶- ۹۵.

۲۶. عزیزی نیا، ش.، قنادها، م. ر.، زالی، ع.، یزدی صمدی، ب.، و احمدی، ع . (۱۳۸۴) " بررسی و ارزیابی صفات کمی مرتبط با مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مصنوعی گندم در دو شرایط آبی و دیم" **مجله علوم کشاورزی ایران** ، دانشگاه تهران. شماره۲، دوره۳۶: صفحات ۲۹۳- ۲۸۱.

۲۷. غفاری پور، ا . (۱۳۸۳)، پایان نامه ارشد: "بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی هیبریدهای جدید آفتابگردان" دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، صفحه۱۲۰.

۲۸. فرخی نیا، م.، رشدی، م.، پاسبان اسلام، ب.، و ساسان دوست، ر . (۱۳۹۰) " بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب" **مجله علوم گیاهان زراعی ایران**، شماره۳، دوره۴۲: صفحات ۵۵۳-۵۴۵.

۲۹. قربانی، ص.، خزاعی، ح. ر.، کافی، م.، و بنایان اول، م . (۱۳۸۹) " اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت" **نشریه بوم شناسی کشاورزی**. شماره۱، دوره۲، ص۱۱۱- ۱۱۸.

۳۰. قربانی، ص.، خزائی، ح. ر.، کافی، و بناییان اول، م . (۱۳۸۸) " اثر کاربرد اسید هیومیک در آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)" **نشریه بوم شناسی کشاورزی** جلد ۲، شماره۱، بهار ۱۳۸۹، ص ۱۱۱- ۱۱۸.

۳۱. کوچکی، ع.، حسینی، م.، و هاشمی دزفولی، ا . (۱۳۸۷) " **کشاورزی پایدار**" (ترجمه)، چاپ ششم. انتشارات جهاد دانشگاهی ، مشهد، ۱۶۲ صفحه.

۳۲. کوچکی، ع.، نخ فروش، ع.، و ظریف کتابی، ح . (۱۳۷۶) " **کشاورزی ارگانیک**" انتشارات دانشگاه فردوسی ، مشهد، ۳۳۱ صفحه.

۳۳. محسن نیا، ا.، و جلیلیان، ج . (۱۳۹۱) " اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ" **نشریه بوم شناسی کشاورزی** ، جلد ۴، شماره ۳: ص ۲۴۵- ۲۳۵.

۳۴. محمدی، ک.، کلمیان، س.، و نوری، ف . (۱۳۸۶) " کاربرد کشاورزی زباله کمپوست و تأثیر آن روی عملکرد دانه ارقام گندم"، کنفرانس بین المللی روی ضایعات کشاورزی ، صفحات ۲۲۴- ۲۱۹، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۳۵. مطیعی جویباری، ا . (۱۳۸۸) " **آشنایی با خصوصیات گیاه آفتابگردان**"

۳۶. مظاهری لقب، ح.، و نوری، ف . (۱۳۸۰) " اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم" **مجله پژوهش کشاورزی** ، سال سوم، جلد سوم، شماره اول. ص۳۳.

۳۷. مظاهری لقب، ح.، و نوری، ف . (۱۳۸۰) "اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم" **مجله پژوهش کشاورزی** ، شماره اول ، سال سوم ، جلد سوم ، صفحه۳۳.

۳۸. نجفی، ع.، (۱۳۷۸) پایان نامه ارشد:" گزینش برای مقاومت به تنش کمبود آب در آفتابگردان " رشته اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تبریز. صفحه۹۷.

۳۹. وهابزاده، ع.، و علیزاده، ا . (۱۳۷۹) " **آخرین واحه آب، مایه حیات**"(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴۰. هاشمی دزفولی، ا.، کوچکی، ع.، و بنایان اول، م . (۱۳۷۴) **"افزایش عملکرد گیاهان زراعی"** (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی ، مشهد ،ص ۲۸۷.

41. Abbas- Zade B. Sharifi Ashour-Abadi A. Lebaschi M.H. Naderi Haji-Bagher Kandi M. and Maghdami F. (2007) "Effect of drought stress on proline, soluble sugars, chlorophyll and relative water content of *Melissa officinalis* L." J. Res. Aroma. Plants Iran, ***23, 4,*** pp **504-513**.

42. Abdel-Mawgoud AMR, E1-Greadly NHM, Helmy YI, and Singer SM (2007) "Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization" J. Appl. Sci. Res. ***3,*** pp **169-174.**

43. Abou-Aly H.E. and Mady M.A. (2009) "Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticum aestivum L*.) productivity" Annals of Agric. Sci., Moshtohor, ***47, 1,*** pp **1-12**.

44. Abulhashem L. AminMajumdar M.N. and Hossain, M. (1998) "Drought stress on seed yield, yield attributes, growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized *Brassica napus* L" Crop Sci ***180,*** pp**129-136**.

45. Ahmad R. Jabeen N. (2009) "Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellianthus annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions" Pak. J. Botany ***41, 3,*** pp **1373-1384.**

46. Aiken G.R. McKnight D.M. Wershaw R.L. and Mac Carthy P. (1985) "Humic Substances in Soil, Sediment, and Water" New York. USA: Wiley Int. Sci.

47. Albayrak S. and Camas N. (2005) "Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield component of forago turpin" J. Agron., ***42, 4,*** pp **130-133.**

48. Aless G. Power G.F. and Zimmerman D.C. (1997) "Sunflower yield and water use as influenced by planting date, population and row spacing" J. Agron, ***69,*** **465-469**.

49. Alizadeh A. Majidi A. and Noormohammadi G.H. (2008) "Effects of drought and soil nitrogen on nutrient uptake by of corn varieties 704" J. Agric. Sci, ***4, 1,*** pp **51-59**,(in Farsi).

50. Anderson E.L. Kamprath E.J. and Moll R.H. (1984) "Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization, and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differing in prolificacy" Agron. J. ***76,*** pp **397-404**.

51. Asgharpour S.E. and Ajdari B. (2011) "A Case Study on Seasonal Floods in Iran, Watershed of Ghotour Chai Basin" Procedia – Social and Behavioral Sci. ***19,*** pp **556-566**.

52. Asli S. and Peter M.N. (2010) "RhizospHere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development" J. plant Soil. ***336,*** pp **313-322**.

53. Atiyeh R. M. Lee, S. Edwards C. A. Arancon N. Q. and Metzger J. D. (2002). "The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth". BioresTech ***84, 1,*** pp **7-14.**

54. Ayas H. and Gulser F. (2005) "The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient content of spinach" J. Bio. Sci. ***5, 6,*** pp **801-804**.

55. Barker A.V. and Bryson G.M. (2006) "Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communic. Soil" Sci. plant Anal. ***37,*** pp **1303-1319**.

56. Basra A.S. and Basra R.K.(1997) "Mechanisms of environmental stress resistance in plants" Harwood Academic Publishers. pp **407**.

57. Brar G.S. Kar S. and Singh N.T. (1990) "Photosynthetic response of wheat to soil water deficits in the tropics" J. Agron and Crop Sci. ***165,*** pp **343-348.**

58. Brunetti G. Plaz C. Clapp C.E. and Senesi N. (2007) "Compositional and functional features of humic acids from organic amendments and amended soils in Minnesota, USA" J. Soil Biology and Biochemistry. ***39,*** pp **1355-1365**.

59. Bulent Asik B.A. Turan Celik H. and Vahap Katkat A. (2009) "Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum durum cv. Salihli*) Under Conditions of Salinity" Asian J. Crap Sci., ***1,*** pp **87-95**.

60. Butler J.H.A. and Ladd J.N. (2002) "Importance of the molecular weight of humic and fulvic acids in determining their effects on protease activity" Soil Biology and Biochemistry. ***3, 3,*** pp **249-257**.

61. Chen Y. De-Nobili M. and Aviad M. (2004) "Stimulatory effects of humic substances on plant growth, Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture" Magdoff F.R. and Weil R.R. eds. CRC Press, Boca Raton, florida, pp **103-129**.

62. Cimrin K.M. and yilmaz I. (2005) “Humic acid applications to lettuce do not improve yild but do improve phosphorus availability” Acta Agric scandinavica,section,soil and plant

63. Chimenti C.A. Pearson J. and Hall A.J. (2002) “Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower” Field Crop Res. ***75,*** pp **235-246.**

64. Clap C.E. (2001) “An organic matter trial: polysaccharides to waste management to nitrogen. / carbon to humic substances” roy soc chemistry, Cambridge, uk. pp **3-17**.

65. Clapp C.E. Chen Y. Hayes M.H.B. and Cheng H.H. (2001) “Plant growth promoting activity of humic substances. Understanding and managing organic matter in soils, sediments and waters” Int humic sci soc, Mad WI, USA. pp **243-255**.

66. Crowford J.H. Senn T.L. Stembridge G.E. (1968) “The Influence of Humic Acid Fractions on Sprout Production and Yield of the Carogold Sweet Potato” S. Carolina Ag. Exp. Sta.Tech. Bull. 1028.

67. Daee M.A. (2008) “What’s humic acid” Technical Bulletin No 3. Golssang Kavir Yazd Agricultural Company. Golsang Company Issue. Yazd, Iran. [In Persian with English Abstract].

68. Daulay H. S. and Sing K.C. (1983) “A note on the effect of soil moisture stress in different growth stages of sunflower” Ann arid zone, ***22 , 2,*** pp **169-172**.

69. David P.P. Nelson P.V. and Sanders D.C. (1994) “A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture” J. plant nutrition ***17,*** pp **173-184**.

70. De Haro A. and Fernandez-Martinez J. (1991) “Evaluation of wild sunflower (*Helianthus*) species for high content and stability of linoleic acid in the seed oil” J. Agr. Sci. Camb. ***116,*** pp **359-367**.

71. Deblonde P.M.K. and Ledent J.F. (2001) “Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars” European J. Agron. ***14,1,*** pp **31-41**.

72. Delfine S. Tognetti R. Desiderio E. and Alvino A. (2005) “Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat” Agron. Sustain ***25,*** pp **183-191**.

73. Dursun A. Guvenc I. and Turan M. (2002) “Effects of different levels of humic acid on seeding growth and macro and micronutrient contents of tomato eggplant” Acto Agrobotanica. ***56,*** PP **81-88**.

74. Edmeads G.O. Bolanos J. Lafitte H.R. Rajaram S. Pfeiffer W. and Fisher R.A. (1989) "Traditional Approaches to Breeding for Drought Resistance in Cereals" CAB International, UK. pp **518**.

75. Eghbal B. and Power J.F. (1999) "Composted and non-composted manure application to conventional and no tillage system: corn yield nitrogen uptake" Agron J. ***91,*** pp **819-825**.

76. Eldredge E.P. Shock C.C. and Stieber T.D. (1992) "Plot sprinklers for irrigation research" Agron J. ***84, 6,*** pp **1081-1084**.

77. Epstin E. (1972). pp189, "Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives" New York: Wiley.

78. FAO. (1988) Available at: http://www.fao.org/docrep/W7541E/w7541e04.htm.

79. Frankenberger A. and Arshad C. (1995) "Genetically engineered plant resistant to soil drying and salt stress" ***110,*** pp **1051-1053**.

80. French R.J. and Turner N.C. (1991) "Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in narrow leafed lupines" Australian J. of Agric Res. ***42,*** pp **471-484**.

81. Freres E.C. Gimenz and Fernandez J.M. (1986) "Genetic variability in sunflower cultivars under drought I. Yield relationships" Aust. J. Agric. Res. ***37,*** pp **573-582**.

82. Ghorbani R. Wilcockson S. and Leifert C. (2006) "Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *phytophtora infestans*" Potato Res. ***48,*** PP **171-179**.

83. Ghorbanli M. and Niakan M. (2005) "Study the effect of drought stress on soluble sugars, protein, proline, phenol compounds and reductase enzyme activity in soybean plants cv" Gorgan 3. Tarbiat Moallem University Sci Magazin. ***5, 1, 2.*** pp **537-550**.

84. Glowa K.R. Arocena J.M. and Massicote H.B. (2003) "Extraction of potassium and/ or magnesium form selected soil minerals by Piloderma" Acta Bio ***7,*** pp **299-306.**

85. Goksoy A.T. Demir A.O. Turan Z.M. and Agustu N.D. (2004) "Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages" Europ. J. Agron. ***21,*** **117-127**.

86. Gomes E.M. Ungaro M.R.G. Vieira D.B. (2005) "Sunflower grain yield, oil and protein content under water stress. Documentos-Embrapasoya" No. ***5,*** pp **550-552.**

87. Gomes-Sanchez D. Vannozzi G.P. Baldini M. Tahamasebi Enferadi S. and Dell vedove G. (2000) "Effect of soil water availability in sunflower lines derived from interspecific crosses" Italian J. of Agron in print, pp **371-387**

88. Grattan S.R. and Grieve C.M. (1999) "Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops" Sci. Horti. ***78,*** pp **127-157**.

89. Grossl P.R. and Inskeep W.P. (1991) "Precipitation of dicalcium phosphate dehydrate in the presence of organic acids" J. Am. Sci. ***55,*** PP **670-675**.

90. Guppy C.N. Menzies N.W. Moody P.W and Blamey F.P.C. (2005) " Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review" Soil Res, ***43,*** pp **189-202**.

91. Habashy N.R. and laila Aly M. (2005) "*Minufiya J. Agric*" *Res.,* ***30,*** pp **1607-1624**.

92. Hadidi N. (1999) "Germination and early growth of two common bean cultivars as affected by water stress and seed size" Dirasat. Agric. Sci, ***26, 1,*** pp **23-35**.

93. Hakan C. Vahap Katkat A. Bulent Asik B. and Turan M.A. (2011) "Effect of Foliar - Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize under calcareous Soil Conditions Communications" Soil Sci and Plant Analysis ***42, 1,*** pp **29 – 38**.

94. Hanson WC. (1950) "The photometric determination of phosphours in fertilizers using the phosphovanado-molybdate complex" *J. Sci of Food and Agric* ***1,*** pp **172-173**.

95. Harman W.L. Unger P.W. and Jones O.R. (1982) "Sunflower yield response to furrow irrigation on fine textured soils in the Texas high plains" Miscellaneous Publication 1521. Texas Agric Exp Station, **35** p.

96. Hasani A. Heidari sharif abd H. (2003) "The biological role of proline and osmotic adjustment under drought stress" Ways to reduce dryness and drought Tehran.

97. Herbinger K. Tausz M. Wo

98. Human J.J. Dutoit D. Bezuid enhout H.D. and Bruyn L.P (1998) "The influence of plant water stress on net photosynthesis and yield of sunflower" Agric university of south Africa, Crop Sci, ***164, 4,*** pp **231-241**.

99. Jeyaramraja P.R. Meenakshi S.N. Kumar R.S. Joshi S.D. and Ramasubramanian B. (2005) "Water deficit induced oxidative damage in tea (*Camelia sinensis*) plants" Plant Physiology. ***162,*** pp **413-419**.

100. Jing-min Z. Shang-jun X. Mao-peng S. Bing-yao M. Xiu-mei C. AND Chunsheng L. (2010) "Effect of Humic Acid on Poplar Physiology and Biochemistry Properties and Growth under Different Water Level" J. Soil and Water Conservation. J. Soil and Water Conservation.

101. Johnston R.R. and Wax L.M. (1978) "Relationship of soybean and vigour tests to field perforname" J. Agro ***70,*** pp **273-278**.

102. Jones C.A. Jacobsen J.S. Mugaas A. (2004) "Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fact. Fertilizer" 32. F. J . Stevenson, soil. J. Am. ***40,*** pp **1665-672**,1976

103. Jones H. (1980) "Interaction and integration of adaptive response to water stress" Royal Sci Society of London, Series B ***273,*** pp **193-205**.

104. Karaata H. (1991) "Water-production functions of sunflower under Kirklareli conditions" J. Ataturk Village Affair Res Inst, Kirklareli, ***28,*** **92** p.

105. Karimzaded-Asl K.H. Mazaheri D. Peghambari S.A. (2003) "Efect of four irrigation intervals on the seed yield and quantitative characteristics of three sunflower cultivar" Iranian. J. Agric. Sci. ***34, 2,*** pp **293-301**.

106. Laila KMA. Elbordiny MM. (2009) "Response of wheat plants to potassium humate application" J. Appl Sci Res ***5,*** pp **1202-1209**.

107. Lampkin N. (***1990***), "**Organic Farming**". Farming press Bookes, Ipswich

108. Latifi N. and Mohammad dust H. (1998) "Effect of time and amount of nitrogen fertilizer on grain yield of three cultivars of wheat in dry conditions" J. Agric. Sci. and Natural Res. ***1, 2,*** pp **82-88**. (In Persiatn with English Summary)

109. Lebaschy M. and Sharifi Ashorabadi A. (2003) "Growth index of medical plants in different condition of water stress" Iranian J. Medicin. Arom. Plant. ***20, 3,*** pp **249-261**. (In Persian)

110. Liu C. and Cooper R.J. (2000) "Humic substances influence creeping bentgrass growth" Golf Course Management ***49-53***.

111. Maccarthy P. (2001) "The principles of humic substances" Soil Sci ***166,*** pp **738 -751**.

112. Mackowiak C.L. Grossl P.R. and Bugbee B.G. (2001) "Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat" Soil Sci. ***65,*** pp **1744-1750**.

113. Maggioni A. Varanini Z. Nardi S. and Pinton R. (1987) "Action of soil humicmatter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg2K) ATPase activity" Sci of the Total Environment. ***62,*** pp **355-363.**

114. Maier N.A. Mclaughlin M.J. Heap M. Butt M. and Smart M.K. (2002) "Effect of nitrogen source and calcitic lime on soil pH and potato yield, leaf chmical composition, and tuber cadmium concentrations" J. of Plant Nutrient. ***25, 3,*** pp **523-544.**

115. Malcolm R.E. and Vaughan D. (2002) "Effects of humic acid fractions on invertase activites in plant tissues" Soil Biology and Biochemistry. ***11, 1,*** pp **65-72.**

116. Marjavi A. and Jahadakbar M.R. (2002) "Effect of municipal compost on chemical characteristics of soil, quality and quantity traits of sugarbeet" J. of Sugarbeet. ***18, 1,*** pp **1-14**.

117. Marschner H. (1995) " Mineral Nutrition of Higher Plants" 2nd Academic press Ltd. London. pp **245**.

118. Mathers A.C. Stewart B.A. and Thomas J.D. (1981) "Manure effects on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots" J. Environ Qual ***10, 3,*** pp **782-785**.

119. Mohammadi K. Kalamian S. and Nouri F. (2007) "Use of agricultural Wastage as compost and its effect on grain yield of wheat cultivars". National Con. On Agri. Wastage. Tarbiat Modares University, Tehran, pp **219-224.**

120. Mora V. Bacaicoa E. Zamarreno A.M. Aguirre E. Garnica M. and Fuentes M. (2010) "Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients" J. of Plant Physiology. ***167,*** pp **633-642.**

121. Muscolo A. Bovalo F. Gionfriddo F. and Nardi S. (1999) "Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism" J. of Soil Biology and Biochemistry. ***31,*** pp **1303-1311.**

122. Nardi S. Arnoldi G. and Dell'Agnola G. (1988) "Release of the hormone- like activites from Allolobophora rosea (Sav.) and Allolobophora caliginosa (Sav.) faeces" Canadian J. of Soil Sci. ***68, 3,*** pp **563-567.**

123. Nardi S. Concheri G. and Dell'Agnola G. (1996) "Biological activity of humic"

124. Nardi S. Pizzeghello D. Muscolo A. and Vianello A. (2002) "Physiological effects of humic substances on higher plants" Soil Biology and Biochemistry ***34, 11,*** pp **1527-1536**.

125. Nardi S. Pizzeghello D. Reniero F. and Rascio N. (2000) "Chemical and biochemical properties of humic substances isolated from forest soils and plant growth" J. Soil Sci Soc of America ***64, 2,*** pp **639-645**.

126. Omidi A.H. (2009) "Effect of drought stress at different growth stages on seed yield and some agro-physiological traits of three spring safflower cultivars" Seed and Plant Production J. ***25,2,*** pp **15-31**. (In Persian)

127. Osman E. A. M. EL- Masry A. A. and. Khatab K.A. (2013) "Effect of nitrogen fertilizer sources and foliar spray of humic and/or fulvic acids on yield and quality of rice plants" Pelagia Res Library Adv Appl sci Res. ***4, 4,*** pp **174-183**.

128. Peng S. Blum A. and Okon A. (2004) "Improvement of the water status and yield of fieldgrown grain sorghum (*S.bicolar*) by inoculation with A.brasilense" J. Agric Sci. ***110,*** pp **270-277**.

129. Pinton R. Cesco S. Lacolettig G. Astolfi S. and Varanini Z. (1999) "Modulation of NO^3- uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H^+ Atpase" Plant Soil. ***215,*** pp **155-161**.

130. pp ***361-406***.

131. Rauthan B.S. and Schnitzer M. (1981) "Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumus sativus*) plants" Plant Soil. ***63,*** pp **491-495**.

132. Roberts E.H. (1998) "Quantifying seed deterioration" In: M.b. Mcdonald J. r. and Nelson C. J. (eds) Physiology of seed detrioration, Cssa special publication, Madison, WI, U. S. A, pp **101-123**.

133. Roberts T.L. (2008) "Improving nutrient use efficiency" Turkish J. Agric. ***32,*** **177-182**.

134. Robinson R.G. Ford J.H. Lueschen W.E. Rabas D.L. Warnes D.D. and Wiersma J.V. (1985) " Response of sunflower to uniformity of plant spacing" J. Agron, ***74,*** pp **363-365**.

135. Rubio V. Bustos R. Irigoyen M.L. Cardona-Lopez X. Rojas-Triana M. and Paz-Ares J. (2009) "Plant hormones and nutrient signaling" J. of plant Biology. ***69, 4,*** pp **361-373**.

136. Sabahi H. Ghalavand A. Modarres Sanavy A.M. and Asgharzadeh A. (2008) "Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil" Water Soil J. ***22, 2,*** pp **1-15**.

137. Samavat S. Malakuti M. (2005) Samavat S. and Malakooti M. (2006) "Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions" Water and soil researchers technical ***463,*** pp **1-13**.

138. Sangeetha M. Singaram P. Uma Devi R. (2006) "Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability" International Union of Soil Sci. ***21***, pp **163-168**.

139. Sarmadnia G. and Koocheki A. (1989) "Physiology of Crop Plants" Jihad Daneshgahi Mashhad Press, Iran. **400** pp. (In Persian)

140. Sebahattin A. Necdet C. (2005) "Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.)" J. Agron. ***4,*** pp **130-133**.

141. Seiler G.J. (2007) "Wild annal *Helianthos anomalous* and *H. deserticola* for improving oil content and quality in sunflower Indust rial Crops and Products" ***25,*** pp **95-100**.

142. Sekhon H.S. and Singh G. (2007) "Irrigation management in chickpea In: Chickpea Breeding and Management (ed S.S. Yadv)" International CAB. pp **246-267**.

143. Shaharoona B. Arshad M. Zahir Z.A. and Khalid A. (2006) "Performance of Pseudomonas spp. Containing ACC deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays L.*) in the presence of nitrogenous fertilizer. Soil Biology and Biochemistry" ***38, 9,*** pp **2971-2975**.

144. Sharma A.K. (2002) "A handbook of organic farming. Agrobios, India **627**pp.

145. Shindo H. and Nguyen T.H. (2011) "Quantitative and qualitative changes of humus in whole soils and their partile size fractions as influenced by different levels of compost application" Agri. Sci. ***2,*** **1-8**.

146. Sreevalli Y. Baskaran K. Chandrashekara R. and Kuikkarni R. (2001) "Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle" J. Medici. Arom. Plant. Sci. ***22,*** pp **356-358**.

147. Stevenson F.J. (1994) "Humus chemistry: genesis, composition, reactions" Wiley, New York, USA. pp 494.

148. Taiz L. and Ezeiger H. (1998) "Plant Physiology (2^{nd} ed). Sinaye Associates Inc. Publisher. Sonderland Massachusetts, pp **757**.

149. Tan K.H. (2003) "*Humic Matter in Soil and Environment*" Marcel Dekker, New York.

150. Tattini M. Bertoni P. Landi A. and Traversim M.L. (1991) "Effect of humic acids on growth and biomass portioning of container grown olive plants" Acta Horticulturaea ***294,*** pp **75-80**.

151. Turkme O. Demir S. Sensoy S. and Dursun A. (2005) "Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil coditions" J. Bio. Sci. ***5, 5,*** pp **565-574**.

152. Turkmen O. Dursun A. Turan M. and Erdinc C. (2004) "Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditionspp" Acta Agric Scandinavica. ***7,*** pp **168-174**.

153. Valdrighi M. Pera p. Agnolucci M. Frassinetti S. Lunardi D. and Vallini G. (1999) "Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growh within a plan (Cichorium intybus)-soil system: comparative study" Agric, Ecosystems & Environment. ***58, 2-3,*** pp **133-144**.

154. Valdrighi M.M. Pear A. Agnolucci M. Frassinetti S. Lunardi D. and Vallini G. (1996) "Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil" system: a comparative study Agriculture, Ecosystems and Environment ***58,*** pp **133-144**.

155. Vance C.P. (2001) Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in world of declining renewable resources" J. Plant Physiol. ***127,*** pp **390-397**.

156. Varanini Z. and Pinton R. (2001) "Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition" In: Pinton R. Varanini Z. Nannipieri P. (Eds.) The RizospHere, Marcel Dekker, Basel. pp **141-158**.

157. Vasquez-Robinet C. Mane P.S. Ulanov A.V. Watkinson J.I. Stromberg V.K. Koeyer D.D. Schafleitner R. Willmot D.B. Bonierbale M. Bohnert H.J. and Grene R. (2008) "Physiological and molecular adaptations to drought in Andean potato genotypes" J. of Experimental Botany. ***59, 8,*** pp **2109-2123**

158. Vaughan D. and Malcom R.E. (1985) "Influence of humic substances on growth and physiological processes" In: Vaughan D. Malcom R.E. (Eds) "Soil Organic Matter and Biological Activity" Martinus Nijhoff/Junk W. Dordrecht, The Netherlands, ***31,*** pp **37-76**.

159. Wang X.J. Wang Z.Q. and Li S.G. (1995) “The effect of humic acids on the availability of phosphorous fertilizers in alkaline soils” Soil Use Manage, ***11, 2,*** pp **99-102**.

160. Wolf D.W. Henderson D.W. Hsiao T.C. and Alvino A. (1988) “Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield” J. Agron. ***80, 6,*** pp **859-864**.

161. Yildirim E. (2007) “Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato” Acta agric Scand., section B. J. Soil and Plant Sci. ***57,*** pp **182-186**.

162. Zarco- Tejada P.J. Miller J.R. Mohammad G.H. Noland T.L. and Sampon P.H. (2000) “ Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance” Remo. Sens. Environ. ***74,*** pp **596-608**.

پیوست

جدول پیوست ۱- میانگین مربعات ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق و وزن هزار دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	قطر طبق	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۱۴۰۹ ns	۵/۶ ns	۶/۹ ns	۱۹۴ *
عامل A	۲	۳۱۳۲/۱ ns	۱۰۹/۳**	۶۵/۱۷ **	۱۳۵۶ **
بلوک × A	۴	۸۷۲/۷	۸/۳۶	۵/۶	۲۳
عامل B	۴	۱۳۶۱**	۵/۱۱ ns	۲۳/۰۱**	۱۵ ns
A×B	۸	۳۵۸/۹ ns	۱/۵۳ ns	۳/۱۲ ns	۴۸ ns
خطا	۲۴	۲۷۴/۳۹	۲/۷	۱/۵۷	۲۶/۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۹۴	۹/۳۵	۸/۵۲	۱۱/۱۴

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.**

جدول پیوست ۲- میانگین مربعات عملکرد بیولوژیک، عملکرد در هکتار، شاخص برداشت، RWC و روغن

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد درهکتار	شاخص برداشت	RWC	روغن
بلوک	۲	۲۰۴۸۱۷۱۵**	۳۰۷۶۲۸۱*	۶/۰۲ ns	۲۱ ns	۰/۱۴۲ ns
عامل A	۲	۱۸۵۴۴۸۷۷۴**	** ۲۷۳۳۰۷۷۴	۵۱ ns	۶۰ ns	۳/۵۱*
بلوک × A	۴	۱۲۴۱۵۳۱	۳۱۳۵۵۹	۴۴	۱۵	۰/۳۸۱
عامل B	۴	۱۸۸۰۷۵۸۳**	** ۲۶۱۶۸۱۰	۱۰ ns	۱۴ ns	۴۹/۹۷**
A×B	۸	۴۱۴۶۰۶۵ ns	۷۰۴۸۸۱ ns	۳۱ ns	۱۶ ns	۱/۳۷*
خطا	۲۴	۳۷۷۹۶۲۴	۴۱۰۴۴۵	۱۷	۱۷	۰/۵۴۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۷۷	۱۷/۳۴	۱۲/۲۵	۷/۷۳	۲/۰۵

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.**

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل، کاروتنوئید و SPAD

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	SPAD	کلروفیل a+b
بلوک	۲	۰/۰۴۷ ns	۰/۰۶ ns	۰/۲۱ ns	۰/۲۱ ns	۰/۷۴ ns
عامل A	۲	۰/۳۰۴ ns	۰/۴۵**	۱/۰۰۶*	۲۲/۹۴ ns	۱/۷۵ ns
بلوک × A	۴	۰/۱۲۶	۰/۰۲	۰/۱۱	۱۲/۱۷	۰/۳۰۵
عامل B	۴	۱/۱**	۰/۰۱ ns	۰/۰۳ ns	۱/۱۶ ns	۰/۱۶۶ ns
A×B	۸	۰/۱۲۱ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۴ ns	۳/۴۴ ns	۰/۰۵۹ ns
خطا	۲۴	۰/۰۵۷۷	۰/۰۱	۰/۰۷	۳/۸	۰/۱۶۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۴۶	۲۴/۳۶	۱۹/۸۴	۴/۵۹	۱۹/۰۹

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.**

جدول پیوست ۴- میانگین مربعات عناصر اصلی ازت، فسفر، پتاس و پروتئین

منابع تغییرات	درجه آزادی	ازت	فسفر	پتاس	پروتئین
بلوک	۲	۰/۸ ns	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۶ ns	۲۲/۶۳ ns
عامل A	۲	۰/۷۹ ns	۰/۰۰۷**	۰/۱۴۴ ns	۲۲/۴۴ ns
بلوک × A	۴	۰/۷۳	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۸	۲۰/۶۴
عامل B	۴	۰/۵ ns	۰/۴۱۲**	۰/۴۸۳**	۱۴/۱۱ ns
A×B	۸	۰/۵۵ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۲ ns	۱۵/۵۳ ns
خطا	۲۴	۰/۶۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۱۸/۵۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۶۶	۶/۴۳	۶/۵۶	۱۵/۶۶

*** و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.**

Abstract

In sustainable agricultural system using the organic components less damage to environment such as Humic Acid. It cam increase water and mineral material absorption by semi – Normic activity and also increasing the function result in plants. Experiment was conducted as a split-plot based on randomized complete block design with three(s) iteration performed in research agricultural center of shahrood in order examine the affection of Hyomick Acid in both way for using in soil and spray solution upon quantity function and quality properties of sunflower respect Hybrid in dry condition : test cure include 3 dry stress level : observer(100% needed water)middle stress (80% needed water) and server stress (60% needed water) mentioned as a main cure also fire level of Hyomik acid include :observer clack of using ,spray solution with 1/5 , 3 kilogram concentration in 1000 loter water and soil using with 15 and 30 kilogram in Heetar as a minor agent is considered. Results show that, using the Hyomic Acid in both way(using in soil and spray Acid) have meaning significant on height of bushier diameter of level, seed function , biological function , amount of collrophil a and percent of phosphor and potassium l elements in seed by increasing the amount of Hyomick Acid concentration also increasing the measurable properties. Also it observed that dry stress cues to decrease seed and biological yield, seed weight, head diameter, stem diameter, grain phosphorus, collorophil b and carotenoid. function in this test the hyomic acid contraction and dry stress upon oil percent have meaningful affection note that , the oil amount in crease by dry stress .result show that using the hyomic acid in both way(using in soil and spry solution) in high enocentration cause to slightly decrease mis- affection of dray stress on sunflower .

Key words : Farrokh , Environmental stress, Organic Fertilizer

.

Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

MSc thesis in of Agronomy

Effect of water stress and humic acid with two forms of soil and foliar application on seed yield and quality characteristics of sunflower

By: Ahmad Paydar

Supervisor:

Dr. M. Heydari

Advisors:

Dr. M. Baradaran Firouz Abadi

Dr. M. Abedini

October 2017