بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته آگرواکولوژی

بررسی تأثیر تاریخ کاشت، زیولیت و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی آفتابگردان (*Helianthus annuus*) دیم در منطقه مراوه تپه

نگارنده

عبدالاحد بسطام زاده

استاد راهنما

حمیدرضا اصغری

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

بهمن ۱۳۹۹

تقدیم به پدرم به استواری کوه،

مادرم به زلالی چشمه،

و همسرم به صمیمیت باران . . .

تعهد نامه

اینجانب عبدالاحد بسطام زاده دانشجوی دوره‌ی کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده‌ی پایان‌نامه با عنوان " بررسی تأثیر تاریخ کاشت، زیولیت و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی آفتابگردان (Helianthus annuus) دیم در منطقه مراوه تپه" تحت راهنمائی حمیدرضا اصغری متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله 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 رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه‌ی حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «**Shahrood University of Technology**» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به‌دست آمدن نتایج اصلی رساله تأثیرگذار بوده‌اند، در مقالات مستخرج از رساله رعایت می گردد.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این رساله، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه‌ی مراحل انجام این رساله، در مواردی که به حوزه‌ی اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است؛ اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ:

امضای دانشجو:

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه‌ی حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب ، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم‌افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت، زیولیت و سوپر جاذب بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی آفتابگردان (*Helianthus annuus*) دیم در منطقه مراوه تپه آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۸ در شهرستان مراوه تپه انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۲ فاکتور انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل فاکتور اول تاریخ کاشت در ۲ سطح (تاریخ اول اسفند و تاریخ ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۷) و فاکتور دوم شامل بهبود دهنده رطوبت خاک در ۶ سطح: شاهد (بدون استفاده از بهبود دهنده رطوبت خاک)، استفاده از سوپر جاذب (طبق دستورالعمل)، استفاده از زیولیت(طبق دستورالعمل)، ترکیب ۵۰ درصد زیولیت با ۵۰ درصد سوپر جاذب، ترکیب ۷۰ درصد زیولیت با ۳۰ درصد سوپر جاذب و ترکیب ۳۰ درصد زیولیت با ۷۰ درصد سوپر جاذب بود. در این آزمایش صفاتی مانند کلروفیل‌ها، محتوی نسبی آب برگ، پایداری غشاء، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شدند. نتایج این آزمایش نشان داد تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت اثر معنی‌داری بر محتوی نسبی آب برگ، نشت الکترولیت‌ها و عدد کلروفیل متر دارد، به طوری که با کاربرد بهبود دهنده رطوبت صفات ذکر شده نیز بهبود پیدا کرد، بر این اساس با کاربرد بهبود دهنده رطوبت صفات محتوی نسبی آب برگ، قطر طبق، نشت الکترولیت‌ها و عدد کلروفیل متر به طور معنی‌داری نسبت به حالت شاهد افزایش پیدا کردند، نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که اجزای عملکرد دانه و عملکرد دانه نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر بهبود دهنده رطوبت قرار گرفتند، استفاده از بهبود دهنده رطوبت باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه نسبت به حالت شاهد شد، بیشترین عملکرد دانه در هنگام کاربرد تیمار ۳۰ درصد زیولیت +۷۰ درصد سوپر جاذب مشاهده شد که به ترتیب در تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند برابر ۴۴۴۷ و ۴۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بود، همچنین نتایج این

آزمایش نشان داد تاریخ کاشت اول اسفند بهتر از تاریخ کاشت ۱۵ اسفند ماه می‌باشد زیرا زمان رشد بیشتری برای گیاه فراهم شد و گیاه تحت تنش سرما نیز قرار نگرفت. به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد بهبود دهنده‌های رطوبت (۳۰ درصد زیولیت +۷۰ درصد سوپر جاذب) به دلیل ویژگی‌های مثبت از جمله حفظ رطوبت باعث بهبود رنگدانه‌های فتوسنتزی و اجزای عملکرد دانه در گیاه آفتابگردان شده و در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهند.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، سوپر جاذب، زیولیت، عملکرد دانه، رنگدانه فتوسنتزی.

فهرست مطالب

فصل اول ۱
مقدمه و کلیات ۱
۱-۱- آفتابگردان ۲
۱-۱-۱- خصوصیات گیاهشناسی ۲
۱-۱-۲- قدمت و تاریخچه ۳
۱-۱-۳- آفتابگردان و اهمیت اقتصادی آن ۳
۱-۱-۴- سازگاری ۵
۱-۲- تنش خشکی و اهمیت آن ۷
۱-۳- تاریخ کاشت و اهمیت آن ۱۳
۱-۴- اهداف پژوهش ۱۴
فصل دوم ۱۵
بررسی منابع ۱۵
۲-۱- زیولیت و اهمیت آن ۱۶
۲-۲- مزایای زیولیت در کشاورزی ۱۸
۲-۳- سوپر جاذب ۲۴
۲-۴- مزایای استفاده از پلیمر های سوپر جاذب ۲۷
۲-۵- مروری بر تحقیقات انجام گرفته در رابطه با زیولیت و سوپر جاذب در گیاهان ۲۹
۲-۶- تاریخ کاشت ۳۵
فصل سوم ۳۷
مواد و روش ۳۷
۳-۱- مشخصات محل آزمایش ۳۸
۳-۲- طرح آماری آزمایش ۳۹
۳-۳- کاشت ۳۹
۳-۴- داشت ۴۰

۳-۵- صفات مورد بررسی ۴۰
۳-۶- تجزیه و تحلیل دادها ۴۳
فصل چهارم ۴۵
نتایج و بحث ۴۵
۴-۱- عدد کلروفیل متر ۴۵
۴-۲ محتوی نسبی آب برگ ۴۹
۴-۳- پایداری غشا ۵۲
۴-۴- قطر طبق ۵۴
۴-۵- اجزای عملکرد دانه ۵۷
۴-۶- عملکرد بیولوژیک ۶۱
۴-۷- عملکرد دانه و شاخص برداشت ۶۴
۴-۸- رابطه بین عملکرد دانه و صفات اندازهگیری شده ۶۸
۴-۹- نتیجه گیری کلی ۷۱
منابع ۷۳

فهرست جداول

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (مربعات میانگین) اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر RWC، هدایت الکتریکی و عدد کلروفیل متر در گیاه آفتابگردان ۴۶
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات اندازهگیری شده آفتابگردان ۵۲
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (مربعات میانگین) اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰ دانه در گیاه آفتابگردان ۵۵
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه آفتابگردان ۶۲

فهرست اشکال

شکل ۳-۱- متوسط بارش و دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه ۳۸
شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عدد کلروفیل متر ۴۷
شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر درصد محتوی نسبی آب برگ ۵۱
شکل ۴-۳- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر هدایت الکتریکی برگ آفتابگردان ۵۳
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق آفتابگردان ۵۶
شکل ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان ۵۸
شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر وزن صد دانه آفتابگردان ۵۹
شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان ۶۳
شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد دانه آفتابگردان ۶۵
شکل ۴-۹- رابطه عملکرد دانه با صفات اندازهگیری شده (محتوی نسبی آب برگ، نشت الکترولیتها، تعداد دانه طبق، عدد کلروفیلمتر) ۷۱

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- آفتابگردان

۱-۱-۱- خصوصیات گیاهشناسی

آفتابگردان که دارای اسم علمی. *Helianthus annuus* L می باشد، از جمله گیاهان یکساله است که در رده بندی گیاهی در خانواده مرکبات یا Asteraceae قرار می‌گیرد. گیاه آفتابگردان بوته‌ای استوار دارد که دوره رشد این گیاه با توجه به منطقه رشدی و خصوصیات ژنتیکی ممکن است بین ۹۰ الی ۱۵۰ روز متغییر باشد. گیاه آفتابگردان ریشه‌ای بسیار بزرگ دارد که توسعه مکاملی در خاک دارد و به صورت مستقیم در خاک رشد می کند و در برخی موارد که خاک مناسب باشد تا ۳ متر نیز نفوذ می کند، آفتابگردان گیاهی است که دارای ساقه تیغ دار و قطور می باشد که این ساقه قطور می‌تواند ارتفاع گیاه را تا ۳/۵ متر نیز حمایت کند، ساقه در گیاه آفتابگردان به یک گل آذین مرکب ختم می شود که این گل آذین به صورت گرد و دایره مانند است، گل آزین در گیاه آفتابگردان ممکن است در به صورت فرورفته یا مقعر یا بیروزده یا محدب باشد، اما بر اساس گزارشات در بیشتر ارقام شکل ظاهری گل آذین بیرون زده یا محدب می باشد، گل ها در گیاه آفتابگردان به دو صورت مشاهده می‌شوند، کل‌های حاشیه ای یا کناری که دارای کاسبرگ می‌باشند اما بدون پرچم و مادگی اما گل‌های درونی تر دارای پرچم و مادگی هستند که نقش اصلی را در تولید مثل آفتابگردان دارند (خواجه‌پور، ۱۳۹۳). گل آذین در آفتابگردان به صورت طبق می‌باشد که به آن کپه‌ای نیز گفته می‌شود، در آفتابگردان لقاح دگر گشن می باشد که دلیل این امر این می‌باشد که پرچم‌ها زودتر بلوغ می‌رسند و دانه گرده هر گل با مادگی گل‌های دیگر لقاح پیدا می‌کند و در نهایت میوه آفتابگردان که از نوع فندقه است به وجود می‌آید (امین آزاد، ۱۳۹۵).

۱-۱-۲- قدمت و تاریخچه

آفتابگردان بومی ایالات متحده است و ارقام وحشی آن به مقدار فراوان در این کشور یافت می‌شوند. در اوسط قرن هفدهم به وسیله مردم اسپانیا به کشورهای همسایه اسپانیا (اروپا) آورده شده و سپس از آنجا به سایر نقاط جهان انتقال یافت. از تاریخ دقیق ورود آفتابگردان به ایران اطلاعات مشخصی وجود ندارد دقیقی در دست نیست اما در دهه‌های قبل آفتابگردان در کشت‌های تابستانه و بهاره به صورت محصول غیر اصلی در حاشیه مزارع کاشت می‌شده است که اکنون نیز در برخی از مناطق مرسوم می-باشد، از دهه ۴۰ شمسی به بعد با واردات انواع ارقام روغنی به ایران کشت و زراعت آفتابگردان به عنوان یک گیاه روغنی و صنعتی در کشور در مناطق مستعد مرسوم شد. مصرف اجیلی آفتابگردان در رتبه دوم اهمیت قرار دارد و مهمترین کاربرد دانه این گیاه مربوط به روغن دانه این گیاه می‌باشد و در صنایع روغن کشی مصرف دارد، به طوری که در برخی از ارقام درصد روغن دانه به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد، در دامداری‌ها نیز از کنجاله دانه آفتابگردان استفاده می‌شود و حتی می توان از بخش هوایی این گیاه که شامل برگ و ساقه می‌شود در سیلو استفاده کرد (آزادبخت و فصاحت، ۱۳۹۵).

۱-۱-۳- آفتابگردان و اهمیت اقتصادی آن

در دهه ۴۰ شمسی با ورود ارقام از خارج از کشور با درصد بالای روغن و عملکرد بالا کشت افتابگردان برای استخراج روغن در کشور ایران مرسوم شد، در سال ۱۳۴۹ سطح زیر کشت آفتابگردان بیش از ۸۰ هزار هکتار بود. در نواحی آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، شرغ استان مازندران و استان گلستان ار ارقامی که بومی بودند در سطح گسترده‌ای از مزارع استفاده شد، در اکثر مزارع در مناطق نام برده شده آفتابگردان در حاشیه کشت‌های بهاره و تابستانه کاشت می‌شد به عنوان محصول فرعی، که این

آفتابگردان‌های کشت شده کاربرد آجیلی داشتند، در رابطه با روغن دانه آفتابگردان بیان شده است که روغن این گیاه نسبت به سایر روغن‌های خوراکی از جمله سویا و کلزا کیفیت مطلوب‌تری دارد، به طوری که در روغن استخراج شده ویتامین آ، اسید آمینه تیامین و درصد کمی پروتئین سهل الهضم مشاهده شده است که باعث افزایش کیفیت روغن گیاه آفتابگردان می‌شود. اراقم بومی آفتابگردان در ایران بیشتر مصرف آجیلی داشته و درصد روغن آن کمتر از ۰ درصد می‌باشد اما در عین حال درشت می‌باشند که باعث مرغوبیت استفاده آجیلی آن می‌شود، اما ارقام وارداتی آفتابگردا در برخی موارد بیش از ۶۰ درصد روغن نیز دارند که در این ارقام اندازه دانه کوچک و پوسته دانه نازکتر می‌باشد (آزادبخت و فصاحت، ۱۳۹۵). بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (فائو) مساحت اراضی زیر کاشت آفتابگردان در حدود ۲۵ میلیون هکتار و مقدار عملکرد آن به طور متوسط در هر هکتار ۱۷۵۰ کیلوگرم می باشد که در برخی مناطق بیش از ۴ تن و در برخی از مناطق در حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (فائو، ۲۰۱۸)، در ایران در سال زراعی ۹۷-۹۶ سطح زیر کشت آفتابگردان روغنی ۱۱۱۵۱ هکتار بود که از این مقدار ۴۹۰۹ هکتار مربوط به کشت دیم و ۶۲۴۲ هکتار مربوط به کشت آبی می‌باشد، میزان تولید آفتابگردان در ایران به طور کلی برابر ۱۲۷۳۳ تن می‌باشد که از این مقدار تولید ۳۴۷۶ تن در کشت دیم و ۹۲۵۷ تن در کشت آبی آفتابگردان بدست آمد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸). در استان گلستان سطح زیر کشت آفتابگردان روغنی در سال زراعی ۹۷-۹۶ برابر ۲۶۶۹ هکتار بود که از این مقدار ۱۷۶۱ هکتار مربوط به کشت دیم و ۹۰۸ هکتار مربوط به کشت آبی می‌باشد، میزان تولید آفتابگردان در ایران به طور کلی برابر ۴۰۵۲۶ تن می‌باشد که از این مقدار تولید ۳۳۶۰ تن در کشت دیم و ۳۷۱۶۶ تن در کشت آبی آفتابگردان بدست آمد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸).

آفتابگردان به دلیل دارا بودن مقدار قابل توجهی روغن مرغوب در دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، روغن آفتابگردان دارای ضریب یدی ۱۲۰ تا ۱۳۵ و در گروه روغن‌های نیمه خشک شونده قرار دارد، گسترش کشت آن در نقاطی که برای رشد این گیاه مناسب هستند می‌توانند در قطع وابستگی کشور از نظر تامین روغن و گسترش صنعت و بالا رفتن درصد اشتغال بسیار موثر باشد، کنجاله آفتابگردان می‌تواند در تامین خوراک دام نقش عمده‌ای به‌عهده داشته باشد، در مناطقی که به‌دلیل کوتاهی فصل کاشت برای کشت ذرت مناسب نیستند کشت آفتابگردان جهت سیلو می‌تواند نقش مهمی در تامین علوفه کشور بازی کند هر چند که ارزش سیلوئی آن کمتر از ذرت علوفه‌ای است (امین آزاد، ۱۳۹۵؛ خواجه‌پور، ۱۳۹۳).

۱-۱-۴- سازگاری

آفتابگردان گیاهی روز خنثی از نظر عکس العمل نسبت به طول بوده و ورود به فاز زایشی منوط به روز بلندی یا روز کوتاهی نیست اما برای رشد مناسب به نور زیاد احتیاج دارد. آفتابگردان به خشکی مقاوم می باشد زیرا ریشه توسعه یافته‌ای دارد، بنابراین آفتابگردان را می‌توان به صورت دیم در مناطقی که متوسط بارندگی بیشتر از ۲۵۰ میلی متر است کشت کرد (امین آزاد، ۱۳۹۵؛ رستگار، ۱۳۹۴). آفتابگردان pH خنثی را بیشتر می‌پسندد و در خاک‌های قلیایی و اسیدی رشد خوبی ندارد، در دوران رسیدگی دانه هوای خنک با افزایش در درصد اکسید چرب اشباع لینولوئیک در روغن گیاه آفتابگردان می‌شود و باعث افزایش کیفیت روغن گیاه آفتابگردان می شود (رستگار، ۱۳۹۴). آفتابگردان برای طول فصل رشد از کاشت تا برداشت ۲۷۰۰ تا ۲۸۰۰ درجه روز رشد (GDD) احتیاج دارد، ارقام محلی و وحشی آفتابگردان دارای چندین شاخه می‌باشند که معمولا از هر شاخه یک طبق کوچک تولید می‌شود. از محصول آفتابگردان در صنایع روغن کشی و جهت تولید روغن‌های خوراکی استفاده می‌شود، کیفیت

روغن آفتابگردان نسبت به سویا مناسب‌تر و نسبت به کنجد نامناسبتر می‌اشد، طول دوره رشد در ارقام زودرس ۹۰ روز و در ارقام دیررس تا ۱۲۰ روز می‌باشد، ارتفاع ۱۵۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر می‌باشد (خواجه-پور، ۱۳۹۳). قدرت سازگاری گیاه آفتابگردان به شرایط مختلف محیطی بالا می‌باشد به جز اراضی باتلاقی (غرقاب) که قبل زراعت آفتابگردان حتماً باید زهکشی در این اراضی به صورت اصولی صورت پذیرد، آفتابگردان در اکثر خاک‌ها و اقلیم‌های متفاوت می‌تواند رشد کند (آزاد بخت و فصاحت، ۱۳۹۵).

آفتابگردان شوری خاک را نمی‌تواند تحمل کند و در گروه گیاهان حساس به شوری قرار می گیرد، در اراضی شور کاشت افتابگردان موفق تخواهد بود، در این مزارع ساقه آفتابگردان در ۱۵-۲۵ سانتی متری گل داده و به دلیل ورود زودتر از موعد به فاز زایشی عملکرد بسیار کمی خواهد داشت (خواجه‌پور، ۱۳۹۳). در گیاه آفتابگردان عمق خاک زراعی بسیار مهم می باشد زیرا با عمق مناسب خاک زراعی ریشه آفتابگردان به راحتی می‌توان گسترش یافته و آب و مواد غذایی مورد نیاز خود را از عمق‌های بیشتری رفع نماید، مناسبترین عمق خاک زراعی برای این گیاه حدود ۴۲۰ سانت متر می‌باشد اما زمین‌های که عمق خاک در آنها از ۱۰۰ سانتی‌متر بالاتر باشد، می‌توان عملکرد بالایی برداشت کرد. آفتابگردان بعد از جوانه زنی و خروج از خاک به‌ویژه در مرحله ۴-۶ برگی، تغییرات دمایی محیط را تحمل می‌کند و در مقابل سرما محیط تا حدود صفر درجه می‌تواند مقاومت کند. اگرچه آفتابگردان گیاهی است که تا حدودی به خشکی متحمل است، اما دستیابی به عملکردهای بالا مستلزم تأمین رطوبت کافی در تمام مراحل رشد گیاه است و برای تولید یک کیلو گرم ماده خشک در آب و هوای مناطق مختلف به مقدار آبی به طور متوسط معادل ۱۸۰۰-۱۵۰۰ متر مکعب احتیاج دارد (زارعی و همکاران، ۱۳۹۶).

۱-۲- تنش خشکی و اهمیت آن

در طول فصل رشد گیاهان زراعی تنش‌های مختلفی ممکن است به وقوع بپیوندند که هر یک از این تنش‌های محیطی می‌توانند با توجه به مقدار حساسیت و مرحله رشد گیاه و رقم گیاهی، اثرات مختلفی بر رشد و نمو، فرایندهای فیزیولوژیک و عملکرد دانه و علوفه گیاهان زراعی داشته باشند، تنش خشکی از مهم‌ترین فاکتورهای اقلیمی در کاهش رشد و نمو، فعالیت‌های فیزیولوژیک و عملکرد دانه و علوفه تعداد زیادی از گیاهان زراعی به ویژه در مناطق بیابانی و نیمه بیابانی جهان بوده، حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی در تمام دنیا با کمبود آب و شدت‌های مختلف خشکی مواجه می‌باشند (ژو و ژائو، ۲۰۱۸)، در ایران درصد زمین‌های زراعی در معرض تنش خشکی به دلیل اقلیم خشک و نیمه خشک ایران بالاتر می‌باشد و برابر ۶۱ درصد زمین‌های زراعی هست، همچنین در استان گلستان به دلیل متوسط بارندگی بیشتر نسبت به متوسط کل کشور مناطق در معرض تنش خشکی از متوسط کشور کمتر بوده و برابر ۲۰ تا ۴۰ درصد اراضی می‌باشد که این اراضی با کشت بی رویه برنج در استان رو به افزایش می‌باشد (آبروان و همکاران، ۱۳۹۷).

خشکی در میان عوامل تنش‌زای محیطی بالاترین سهم را به خود اختصاص داده است. بر اساس تحقیقات و پژوهش‌های گذشته، از میان فاکتورهای محیطی مختلف ایجاد کننده تنش مانند بیماری، آفت، علف‌های هرز، خشکی، غرقابی، شوری، گرما و سرما، فاکتور خشکی به تنهایی باعث ۴۵ درصد از کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌باشد (ژو و ژائو، ۲۰۱۸). تنش خشکی در حالت‌های مختلف، تولیدات کشاورزی را با محدودیت زیادی مواجه می‌سازد و هر ساله خسارت‌های فراوانی را به گیاهان زراعی و باغی در سطح دنیا و به خصوص در کشورهایی مثل ایران (به دلیل قرار گرفتند در کمربند خشک جهان) وارد نموده و کارایی استفاده از مناطق نیمه خشک و دیم خیز را به صورت معنی داری پایین می آورد.

۹۰ درصد از مساحت کشور ایران بر اساس گزارش فائو با میانگین بارش ۲۴۰ میلی‌متر در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی قرار گرفته است (فائو، ۲۰۱۷). گزارش شده ایران در کمربند خشک دنیا قرار گرفته است و به عنوان ناحیه‌ای درگیر خشکی مورد محاسبه قرار می‌گیرد، متوسط بارندگی در ایران در محدوده ۲۵۰-۲۸۰ میلی‌متر در سال می‌باشد که این مقدار بارش برابر با یک سوم بارندگی در دنیا می-باشد.

از مجموع حدود ۴۰۰ میلیارد متر مکعب نزولات جوی سالیانه در ایران، رقمی در حدود ۲۸۰ میلیارد متر مکعب آن از طریق تبخیر از سطح آزاد و تعرق گیاهی به هوا بر می‌گردد و بقیه آن مقدار آبی است که در رودخانه‌ها جاری و در منابع زیرزمینی ذخیره می‌شوند و در واقع بخش اعظم آب‌های ایران به دلایلی مورد بهره‌برداری در کشاورزی قرار نمی‌گیرند، از سوی دیگر حدود ۱۸/۵ میلیون هکتار اراضی کشاورزی، ۶/۲ میلیون هکتار (۳۳/۵ درصد) به کشت دیم اختصاص دارد، در حدود ۱/۲ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت دیم، بارندگی بیش از ۴۰۰ میلی‌متر در یافت می‌نمایند (گالشی، ۱۳۹۴).

بر اسا نظر محققان داخلی و با عنایت به این موضوع که کم آبی و خشکی از خصیصه‌های مهم و اصلی منطقه کشور ایران می باشد و از خشکی و کم آبی به دلیل عوارض اقلیمی بودن راه گریز وجود ندارد و همچنی افزایش روز افزون منابع از جمله آب، انرژی و مواد غذایی باید در مقابل این پدیده ایستاد و بجای برشمردن معایب این پدیده اقلیمی باید راه‌کارها و روش‌های مقابله با این پدیده را مشخص و آنها را به کار بست تا بتوان از این رهگذر اثرات مخرب ایت تنش را کاهش داد، در پیش گرفتن راه‌هایی مانند افزایش کارایی مصرف آب و بالا بردن بهره وری از اب با استفاده از روش‌های مطلوب به زراعی از جمله: زراعت ارقام متحمل به خشکی، درک روابط آب و خاک و گیاه و به کار بستن انها در تولید محصولات زراعی، ارزیابی عکس العمل‌های فیزیولوژیکی و روابط داخل گیاه در مقابله با تنش خشکی و دیگر عواملی

که امکان توسعه هر چه بیشتر کشت گیاهان در مناطق خشک را فراهم می‌کند، در این رابطه موثر و مناسب می‌باشد (گالشی ۱۳۹۴).

خشکی و کمبود آب به وسیله تغییراتی که در صفات ظاهری، ریخت شناسی، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی میزان عملکرد در گیاهان زراعی را تغییر می‌دهد، کم شدن آب در گیاه و اندام‌های مختلف باعث کم شدن رشد و بسته شدن روزنه‌ها، کم شدن فتوسنتز، کاهش تنفس، تجزیهو تحلیل رفتن پروتین‌ها، از بین رفتن آنزیم‌ها، کاهش در هورمون‌های تحریک کننده رشد و افزایش در میزان پرولین در سلول‌های گیاهی می‌شود (ین و همکاران، ۲۰۱۶). در بافت‌های که در حال رشد سریع می‌باشند، اثرات مخرب تنش کمبود آب را به طور مشخص و محسوس تری نشان می‌دهند، زیرا تنش خشکی باعث کاهش سریع رشد در این بخش‌های گیاه می‌شود، علاوه بر این در گیاهان زراعی حساس به خشکی، حتی تنش‌های خفیف نیز می‌تواند تونوپلاست سلولی را دگرگون کرده و ساختمانش را از هم بپاشد (ین و همکاران، ۲۰۱۶). کم شدن در شدت فتوسنتز در تنش خشکی به علت بسته شدن روزنه‌ها می باشد که از عواقب ان می‌توان به کاهش در تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش رشد اشاره کرد که در نهایت این امر می‌تواند باعث باعث پر شدن ناقص دانه‌ها شده و طول دوره پر شدن دانه ها را کاهش دهد (ردی و همکاران، ۲۰۱۴).

اثر زمان ظهور تنش خشکی همانند شدت تنش کمبود آب می‌تواند بر عملکرد دانه گیاهان زراعی اثر داشته باشد، کمبود آب در مرحله لقاح و گرده افشانی می‌تواند عوارض جبران ناپذیری داشته باشد به طوری که، باعث افت بسیار زیاد در لقاح تخمک‌ها شود که در نهایت تعداد دانه در واحد سطح کاهش یابد (موت، ۲۰۱۷). محققان بیان کرده‌اند به طور کلی در گیاهان رشد محدود، مراحل گرده افشانی و دو هفته پس از آن حساس‌ترین مراحل نسبت به تنش کمبود آب می‌باشند، خسارت ناشی از تنش خشکی،

به شدت و مدت تنش و همچنین زمان وقوع آن بستگی دارد، غالباً حساس‌ترین مرحلهٔ رشدی به تنش خشکی، مرحلهٔ گرده افشانی می‌باشد و لازم است تمامی تمهیدات در مزرعه به منظور عدم بروز تنش طی این دوره اندیشیده شود (امینیان و همکاران، ۲۰۱۱). وقوع خشکسالی‌های مداوم در سال‌های اخیر که پهنه عظیمی از کشور را تحت تأثیر قرار داد، زنگ خطر مکرری را برای تولیدات کشاورزی و ثبات تولید به صدا درآورد، بنابراین لزوم توجه بیش از پیش به راهکارهای پایدار در تمام زمینه‌های تحقیقاتی و عملیاتی برای کاهش اثرات این عامل طبیعی گوشزد می‌نماید، با توجه به نیاز آبی گیاهان زراعی، کمبود آب برای تولید مناسب آنها یکی از معضلات مهم کشور به شمار می‌آید (درزی و همکاران، ۱۳۹۷).

جهت کاهش اثرات مخرب تنش کمبود آب در گیاهان زراعی روش‌های متفاوتی که شامل بهینه کردن مصرف اب، افزایش توانایی گیاه در مقابله با کم آبی، اصلاح ساختار خاک با ترکیبات مختلف، استفاده از مواد نگهدانده آب در خاک و ... پیشنهاد شده است.

کاربرد زیولیت طبیعی در خاک، یکی روشهایی است که می‌تواند کاهش عملکرد طی وقوع خشکی در طی فصل رشد را تا حدی تعدیل بخشد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). برعکس سایر کانی‌های رسی، در کانی زیولیت ساختار ساختمانی دارای فضاهای بسیار می‌باشد که این مشخصه باعث به وجود آوردن ویژگی‌های بی نظیری در کانی زیولیت شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). زیولیت ها گروهی از پلیمرهای معدنی هستند که از بهم پیوستن چهاروجهی کانی های آلومنییم و سلیس توسط اکسیژن تشکیل شده‌اند. از خواص مهم زیولیت در کشاورزی می‌توان به کاهش شستشوی مواد مغذی خاک، جلوگیری از هدر رفتن رطوبت خاک و افزایش تبادل یونی و بهبود تهویه خاک اشاره کرد.

کانی زیولیت این توانایی را دارد که مقدار زیادی آب را در خود نگه دارد و از این طریق میزان آب ذخیره شده در خاک را افزایش دهد، این ذخیره آب می‌تواند در هنگام تنش کمبود آب رها شده و در دسترس ریشه گیاه زراعی قرار گرفته و از شدت تنش خشکی بکاهد (دانشمندی و عزیزی، ۱۳۸۸). این خصوصیات مثبت در کانی زیولیت و علاوه بر آنها فراوانی و استخراج آسان این کانی و همچنین قیمت تمام شده پایین آن این کانی را از جمله کانی های مناسب برای تولید محصولات کشاورزی قرار داده است که باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۲).

از روش‌های مهم و اصلی در بهره‌وری مطلوب از منابع آب و حفاظت از این منابع کاربرد ترکیبات غیر طبیعی یا مصنوعی می‌باشد که باعث جذب آب شده که پلمیرهای سوپر جاذب نام دارند، کاربرد این ترکیبات در سال‌های اخیر بسیار گسترش یافته و باعث شده کارایی بسیاری داشته باشند، این ترکیبات خصوصیات مختلفی دارند که با کاهش تعداد دفعات آبیاری و کاهش هزینه‌های ناشی از آبیای زیاد باعث استفاده مطلوب از آب در مناطق خشک و بیابانی و حتی نیمه بیابانی می شوند (عابدی کوپایی و سهراب، ۱۳۸۴). ترکیبات سوپر جاذب این توانایی را دارند که مقادیر زیادی آب را جذب خود کرده و آماس کنند و هنگامی که در خاک قرار دارند این جذب آب باعث ذخیره آب در خاک می‌شود، این آب می‌تواند از طریق آبیاری یا بارندگی تامین شود و از هدر رفتن آب جلوگیری کند، در مناطق خشک پس از بین رفتن آب، رطوبت موجود در این سوپر جاذب‌ها کم کم خارج شده و بدین ترتیب محیط ریشه در مدت زمان طولانی تری رطوبت دارد و از خشک شدن سریع آن جلوگیری می‌شود و نیاز به تعداد ابیاری کمتر می‌شود (سیددراجی و همکاران، ۱۳۸۹).

ترکیبات پلیمر سوپر جاذب در شرایط دور از رطوبت و به حالت خشک مانند دانه‌های شکر می‌باشند و می‌تواند آب و برخی مواد محلول را به میزان ۲۰۰-۵۰۰ برابر وزن خود جذب کرده و متورم شوند.

ساختار این ترکیبات سوپر جاذب به شکلی می‌باشد که می‌توانند در شرایط یونی وجود فشار و حضور میکروارگانیسم‌های خاک، چندین سال پیاپی همانند یک ذخیره‌گاه آب و مواد محلول را جذب خود کرده، حفاظت کنند و برحسب نیاز ریشه گیاهان (براثر اختلاف فشار اسمزی) در دسترس گیاه مورد نظر قرار داده و از این راه باعث کاهش اثرات خشکی شوند (اعوانی، ۱۳۸۷).

با توجه به بررسی تأثیر کاربرد پلیمر طراوت A200 بر روی عملکرد گیاه ذرت علوفه‌ای که در سال ۱۳۸۴ توسط مؤذن قمصری و همکاران صورت گرفت، نتایج نشان دهنده مقادیر زیاد سوپر جاذب روی صفات مورد بررسی به خصوص ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه اثرات مثبت زیادی داشت. کبیری (۱۳۸۱) نتیجه گرفت که بابکارگیری سوپر جاذب‌ها می‌توان میزان کاهش عناصر غذایی را به پایین ترین حد رساند. از ویژگی سوپر جاذب‌ها می توان به بی‌بو، بی‌رنگ، بدون خاصیت آلایندگی در خاک، آب-های سطحی، زیرزمینی و بافت‌های گیاهی اشاره کرد. با توجه به نوع سوپر جاذب نوع بافت خاک و شرایط اقلیمی حدود ۴-۷ سال در خاک ماندگار بوده و دارایpH . خنثی می باشند (کبیری، ۱۳۸۱).

در حدود ۹۵ ٪ سطح زیر کشت آفتابگردان در استان گلستان به شکل دیم می‌باشد. در طی۱۰-۱۵ سال گذشته با افزایش دمای هوا و کاهش بارندگی ها زراعت های بهاره را دچار مشکل نموده است، با توجه به تغییرات محسوس اقلیمی تعیین تاریخ مناسب کاشت آفتابگردان دیم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در صورت کاشت به موقع و استفاده از بارش های فصلی تنش خشکی کاهش یافته و امکان استفاده بهینه از عوامل محیطی فراهم می‌شود (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۷) که در این شرایط رسیدن به عملکرد مطلوب قابل دسترس می باشد. بررسی های صورت گرفته نشان دهنده عدم توانایی بخش کشاورزی در جهت افزایش سطح زیر کشت و زمین های کشاورزی است بنابراین بهترین راه رویارویی با این مشکل،بالا بردن میزان عملکرد در واحد سطح با مدیریت صحیح در مصرف آب کشاورزی است (بقایی، ۱۳۸۳).

یکی از چالش‌های اصلی در تلاش به جهت دست یافتن به تولید پایدار محصولات کشاورزی، وقوع تنش‌های محیطی در طول دوره رشد گیاه می‌باشند، عکس العمل گیاهان به تنش‌های محیطی متنوع بوده و شامل بسیاری از انواع واکنش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی می‌شود، این قبیل واکنش‌ها در گیاهان در معرض تنش در جهت غلبه یافتن، اجتناب و یا خنثی کردن اثرات تنش آغاز می‌گردد. تحمل یا حساسیت در برابر یک نوع از شرایط پرتنش بستگی به ریخته ژنتیکی و بیوشیمیایی گونه‌ها دارد (اویت، ۱۹۸۰). روش‌هایی به‌منظور استفادهٔ صحیح و بهینه از منابع آب (باران در مناطق دیم)و همچنین شناخت روابط آب در مراحل مختلف رشد، به همراه بررسی اثرات کمبود آب بر واکنش-های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک گیاه، از لحاظ سازوکارهای مقاومت، تحمل و سازگاری اهمیت خاص داشته و بایستی موردتوجه جدی قرار گیرد.

۱-۳- تاریخ کاشت و اهمیت آن

در هر منطقه بایستی کاشت گیاه زراعی هنگامی صورت پذیرد که گیاه مورد نظر در تمام مراحل نمو از جمله جوانه‌زنی، سبزشدن و رسیدگی با حداقل میزان تنش مواجه شود. این تاریخ کاشت، زمان مطلوب کاشت نامیده می‌شود. در زمان مطلوب کشت، گیاه با تنش کم‌تری نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت مواجه می‌شود و (خواجه پور، ۱۳۹۳). با توجه به این مورد که به وجود آمدن شرایط محیطی مناسب در تمام مراحل رشد گیاه زراعی در کاشت گیاه درتاریخ مناسب اتفاق می‌افتد، همین امر سبب افزایش عملکرد در گیاه زراعی مورد نظر می‌گردد (مصطفوی‌راد و همکاران، ۱۳۹۱؛ لطیفی و همکاران، ۱۳۸۹). در هنگام رعایت تاریخ کشت بهینه، بعد از رسیدن گیاه به رشد رویشی مطلوب گلدهی تحریک می شود و گیاه در زمان مناسب وارد مرحله زایشی می‌گردد (لطیفی و همکاران، ۱۳۸۹).

تعیین تاریخ کاشت مطلوب به‌منظور افزایش محصول و استقرار بهتر بوته‌ها، جوانه‌زنی و تسریع خروج از خاک، خروج همزمان و تمامی بذرهای از خاک و همچنین ایجاد گیاهچه های بزرگ و قوی لازم و ضروری می‌باشد (عجم‌نوروزی و همکاران، ۱۳۸۸). براساس شرایط آب و هوایی هر منطقه زمان کاشت باید به‌طور جداگانه بررسی و مشخص شود (صمد زاده و همکاران، ۱۳۹۹).

۱-۴- اهداف پژوهش

با توجه به مطالب بیان شده هدف از انجام آزمایش حاضر موارد زیر می‌باشد:

- بررسی تاثیر اصلاح‌کننده‌های خاک (زیولیت و سوپر جاذب) با نسبت‌های متغیر به عنوان مواد جذب کننده رطوبت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان.
- تاثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر صفات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان.
- بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده‌های رطوبت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- زیولیت و اهمیت آن

زیولیت دارای ریشه یونانی ("زین " به معنای جوشیدن و "لیتوس" به معنای سنگ است) مشتق از دو کلمه یونانی است که با هم به معنای سنگ جوشان می‌باشند ونامگزاری آن به این دلیل است هنگام حرارت دادن زیولیت، مقدار زیادی آب، به صورت بخار از آن خارج می‌شود (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸).

زیولیت عمدتاً از آلومینوسیلیکات تشکیل شده که این ماده معدنی از دسته کانی‌های رسی هستند که مانند سایر کانی‌های رسی از پایه هیدروسیلیکات‌های آلومینیوم همراه با برخی کاتیون‌ها و اکسیدهای فلزات قلیایی و قلیایی خاکی تشکیل شده‌اند. این کمپلکس کریستالی سیلیکاته زنجیره های گسترده و پیوسته ایی را بوجود می‌اورند که با توجه به نحوه اتصال و قرارگیری آنها در کنار یکدیگر شبکه‌ایی از فضاهای خالی و حفره های قفسه مانندی را تشکیل می‌دهند که قطر آنها بین ۳-۱۰ انگستـرم میرسد، وجود پرشمار این قفسه‌های کوچک خالی به همراه حضور برخی کاتیونهای فلزی قلیایی و قلیایی خاکی با اتصال ضعیف ویژگی‌های منحصر بفرد جذب، تعویض کاتیونی، غربال مولکولی و خواص کاتالیستی را بوجود می‌آورد که نه تنها زیولیت‌ها را از دیگر انواع رسها متمایز می‌سازد بلکه بدلیل تنوع کاربردی این خصیصه در صنایع، دانشمندان را به کشف و دسته بندی انواع زیولیت‌های طبیعی ترغیب نموده و ساخت انواع مصنوعی آن را نیز موجب شده است، به-طوریکه در حال حاضر بیش از ۴۰ نوع کانی زیولیت طبیعی کشف و بیش از یکصد و پنجاه نوع زیولیت مصنوعی ساخته شده است که هر یک کاربردهای اختصاصی خود را دارد (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۸).

ویژگی های خاص نام برده شده این کانی ، همچنین دارا بودن مقاومت بالای مکانیکی و شیمیایی، سبب کاربرد های زیادی از آن در صنایع کشاورزی، پرورش دام و طیـور و آبزیان، پتروشیـمی، پالایشـگاه‌ها، محـیط زیست، تصفـیه آب، تصـفیه فاضـلاب، تصفیه هـوا، بوگیـــر، کاغـذ سـازی، از بین بردن قارچها و انگلها، جداسازی و تخـلیص گازها (تولید گاز اکسیژن)، داروسازی، صنایع اتمی و ... را فراهم نموده است (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲).

از بین زیولیت‌های طبیعی تنها ۹ شکل به فراوانی در طبیعت یافت می‌شوند. زیولیت‌های طبیعی دارای خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت بوده و در بین نمونه‌های مختلف یک نوع زیولیت خاص نیز دارای ، تفاوت‌هایی در خواص فیزیکی همچون اندازه منفذ، اندازه بلور، ظرفیت تبادل یونی و ظرفیت جذبی و ترکیبات شیمیایی وجود دارد. در واقع خواص فیزیکی و شیمیایی زیولیت‌های مصنوعی و طبیعی کارد و کارایی ان ها مشخص میکند، که آن ویژگی ها نیز برگرفته از ساختمان بلوری و ترکیب شیمیایی زیولیت‌ها است (خاشعی و همکاران، ۱۳۸۷).

بر اساس تحقیقات گذشته خاکشناسان و سایر محققان تراکم زیولیت‌های طبیعی به طور کلی در خاک‌های مختلف حدود ۹ تا ۲/۵ میلی‌گرم در متر مکعب می‌باشد. اما زیولیت‌هایی که مقادیر زیادی باریم و استرانسیم دارند، ممکن است دارای تراکمی حدود ۲/۵ تا ۲/۸ میلی‌گرم در متر مکعب باشند. مواد زیولیتی غالبا بی‌رنگ یا سفید هستند. اما برخی از زیولیت‌ها یی که حاوی مقادیر جزئی یا کم آهن هستند، به رنگ زرد کم رنگ یا قهوه‌ای مایل به قرمز مشاهده می‌شوند.. زیولیت‌ها در حالت تعلیق pHهای حدود ۹/۵ تا ۱۰/۵ دارند و درصورت تجزیه کامل یا نسبی باعث ایجاد pH های بالاتری می-گردند. اگر چه اغلب زیولیت‌های حاوی Si کم یا متوسط (نسبت Si به Al به ترتیب برابر ۱/۵ به ۱ و ۲ به ۱/۵) در محلول‌های اسیدی با pH پایین‌تر از ۳ متلاشی می‌شوند، بعضی گونه‌های حاوی Si زیاد مثل

کلینوپتیلولیت و موردنیت در pH حدود ۲ نیز پایدار هستند و برای دوره‌های کوتاه‌تر حتی در pH پایین‌تر از ۲ نیز پایدار می‌باشند. به‌طور کلی نوع رسوبی یک گونه زیولیت خاص، به دلیل اینکه حاوی Si بیش‌تری نسبت به نوع آتشفشانی می باشد در مقابل اسید پایدارتر است (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲).

ویژگی زیولیت ها.

- خاصیت بالا برای آب دار شدن یا هیدراته شدن.
- دارای فضاهای خالی زیاد در زمان نبود آب یا دهیدراته شدن.
- عدم تغییر و پایداری در ساختمان این کانی در زمانی که از آب تخلیه می شود (ثبات ساختمان).
- بلور دهیدراته دارای کانال‌های یکنواختی از نظر مولکولی و اندازه می‌باشد.
- این کانی همچنین دارای خواصی منحصر به فرد از جمله هدایت الکتریکی می باشد.
- ضریب گازها و بخارها
- این کانی دارای خاصیت کاتالیتیکی.
- کانی زیولیت دارای خاصیت جذب و همچنین شبکه یونی می‌باشد.
- یکی از مهمترین خواص کانی‌های زیولیت ظرفیت تبادل کاتیونی بالای آنها می‌باشد.

۲-۲- مزایای زیولیت در کشاورزی

کارایی زیولیت ها در خاک هایی با بافت سبک و ضعیف جهت بهبود کیفیت آن در حال گسترش است. به کارگیری زیولیت به ویژه در کشت های گلدانی به دلایل ویژگی های ذکر شده بسیار توصیه میگردد. با افزودن زیولیت ها به خاک در کشت های زراعی و به بسترها و محیط های کشت، در

محصولات باغبانی می توان کارایی مصرف آب را بالا برد و ظرفیت نگهداری آب را افزایش داد. همچنین از دیگر اثرات مثبت زیولیت ها، کاهش دور آبیاری و مصرف آب و افزایش راندمان مصرف کودهای افزوده شده است. افزون بر این با مصرف زیولیت ها میزان آبشویی کودهای شیمیایی به ویژه کودهای آمونیومی و نیتراتی کاهش یافته و این سبب کاهش خطرات زیست محیطی این کودها شده و تا حدی می تواند پرورش دهندگان را در جهت تولید محصولات ارگانیک کمک کند (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸).

- **افزایش جذب آب با زیولیت**

زیولیت ها قادرند بیشتر از ۶۵ درصد وزن خود آب جذب کنند، که این امر دلیل فضاهای خالی درون این کانی می‌باشد که در هنگام کمبود آب، رطوبت را در زمان‌های طولانی در خود نگه می‌دارد و سپس در اختیار ریشه قرار می‌دهند. بر خلاف سایر بهبود دهنده های خاک، کانی زیولیت مدت طولانی در خاک پایدار می‌ماند و تجزیه نمی‌شود، بدین صورت که در خاک مانده و از نظر تغذیه ای نیز به حاصلخیزی خاک کمک می‌کند. بنابراین در اثر ذخیره آن مواد در بخش ریشه نیاز خاک به آب و سایر کودها را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می‌دهد (متقی و همکاران، ۱۳۹۳).

- **افزایش راندمان مصرف و جلوگیری از آبشویی کود با مصرف زیولیت**

امروزه انواع کودهای شیمیایی از پر مصرف ترین نهاده‌های کشاورزی می‌باشند که به طور گگسترده ای توسط باغداران، کشاورزان و گلخانه داران استفاده می‌شوند، در همین راستا اخیرا محققان بیان کرده اند علاوه بر کودهای شیمیایی کانی‌های طبیعی و کودهای طبیعی نیز وجود دارند که در برخی موارد همتراز کودهای شیمیایی هستند و نباید از کاربرد آنها غافل شد. این ترکبات می‌توانند در موارد باعث افزایش چند برابری در حاصلخیزی خاک شوند.

یکی از مهمترین و پرکاربرد ترین این کودهای طبیعی که به صورت کانی می‌باشد زیولیت نام دارد. کاربرد زیولیت باعث رونق دوباره در بخش کشاورزی در مناطقی شده است که از این کانی استفاده می-کنند، از مهمترین ویژگی‌های کانی زیولیت رقابت نکردن این کانی با کود شیمیایی و کودهای زیستی است زیار ترکیبات این کانی شیمیایی نیست و در اثر مخلوط شدن با خاک هیچ عوارضی برای گیاهان ندارد. از مزایای استفاده از زیولیت در کشاورزی و باغبانی، کاهش تعداد دفعات آبیاری، علاوه بر این آبشویی کمتر برای کودهای شیمییای که در معرض ابشویی هستند مانند آمونیوم که برای گیاهان بسیار ضروری است می‌باشد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲).

- **تاثیر زیولیت بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک**

زیولیت‌های طبیعی به طور گسترده‌ای برای بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی خاک‌ها به ویژه اراضی دارای بافت سبک (خاک‌های شنی) به کار می‌روند. مهم‌ترین خصوصیات زیولیت‌ها که به صورت بالقوه آنها را برای بهبود ویژگی های خاک مناسب می سازد عبارتنداز:

•ظرفیت تبادل کاتیونی بالا

•تخلخل داخلی زیاد

•توزیع یکنواخت اندازه ذرات که امکان کاربرد و اختلاط آسان زیولیت ها را درخاک فراهم می آورد (متقی و همکاران، ۱۳۹۳).

- **حاصلخیزی خاک با زیولیت**

شکی نیست که حاصلخیزی خاک‌های اصلاح شده با زیولیت ناشی از مجموعه‌ای از ویژگی‌های منحصر به فرد این مواد طبیعی می‌باشد، اما نمی‌توان به آسانی نقش هر پارامتر را بدون توجه به سایر ویژگی‌های زیولیت توضیح داد. برای مثال محتوی پتاسیم زیولیت‌ها، که به ویژه در زیولیت‌های استخراجی از معادن استان سمنان قابل توجه است، در حاصلخیزی خاک‌های اصلاح شده نقش دارد اما بهبود شرایط خاک و تقویت رشد و نمو گیاهان در این دسته از اراضی می تواند به ویژگی تبادل کاتیونی و نگهداری آب در زیولیت ها نیز مرتبط باشد (احمدی آذر و همکاران، ۲۰۱۵).

- **مخلوط خاک زیولیت با کود شیمیایی و حیوانی**

زیولیت‌ها را نمی توان تنها به عنوان کود در نظر گرفت، زیرا این مواد به خودی خود قادر نیستند عناصر غذایی را به مقدار کافی در دسترس گیاهان قرار دهند، مگر آنکه قبلا با عناصر غذایی غنی شده باشند و یا درترکیب با کودهای شیمیایی یا حیوانی مصرف شوند. بدین ترتیب، این تصور تایید می‌گردد که اصلاح زمین‌های کشاورزی با زیولیت به طور عمده شرایط رشد و نمو گیاه در محیط خاک را از طریق تاثیر بر ویژگی‌های متنوع خاک از جمله ظرفیت تبادل کاتیونی و یا قدرت نگهداری بیشتر رطوبت در خاک بهبود می بخشد. در بین عناصر غذایی موجود در خاک نیز افزودن زیولیت موجب افزایش غلظت نیتروژن، کلسیم، پتاسیم و منیزیم قابل دسترس خاک شد هرچند درصد ماده آلی خاک تغییر محسوسی را نشان نداد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸).

- **ظرفیت تبادل کاتیونی زیولیت و خاک**

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اراضی زراعی که تاثیر مستقیمی بر حاصلخیزی خاک دارد، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشد که باتوجه به بافت و اجزای تشکیل دهنده خاک می تواند بسیار متغیر باشد به طوری که از حدود ۳ تا ۵ (meq/100g) در اراضی شنی تا مقادیر ۶ تا۱۰ (meq/100g) در اراضی با بافت متوسط و مقدار بیش از ۱۰ (meq/100g) در خاک‌های رسی تغییر می‌کند. گزارش های متعددی وجود دارد که نشان می دهد افزودن زیولیت به خاک ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می‌دهد (فاحی و تاری، ۲۰۱۶).

- **تنظیم pH خاک‌های اسیدی با زیولیت**

یکی دیگر از مزایای استفاده از زیولیت‌ها در خاک، تنظیم pH خاک‌های اسیدی می‌باشد. تمایل خاک‌ها به اسیدی شدن به دلیل کاهش کاتیون‌های قلیایی و قلیایی- خاکی عمدتا در اثر شستشو و جایگزین شدن آنها توسط کاتیون‌های به شدت اسیدی مانند آلومینیوم و آهن در مکان‌های تبادلی خاک می‌باشد. کاهش pH خاک، تحریک پذیری و غلظت بیش از حد مجاز عناصری مانند آلومینیوم، منگنز، سرب، کادمیوم و غیره را افزایش می‌دهد و تاثیر مستقیمی بر کاهش حاصلخیزی خاک دارد (بهادر و تدین، ۱۳۹۶).

- **تاثیر زیولیت در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان**

مطالعات نشان داده است در رابطه با گیاهان آپارتمانی و گلدانی نیز می توان از زیولیت در خاک گلدان بهره برد، به این صورت که ۲۵ درصد زیولیت به محیط کشت گلدان‌ها اضافه شود، گیاهان آپارتمانی رشد بهتر و بیشتر خواهند داشت. زیولیت به وسیله فضاهای خالی زیادی که دارد باعث جذب آب شده و همچنین اکسیژن لازم برای ریشه را نیز در اختیار آن قرار می‌دهد و به عنوان یک کانی

باروری خاک را به صورت طبیعی افزایش می دهد. هرشی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند، با اضافه کردن ۵۰ گرم زیولیت به محیط کشت گلدان های ۱/۵ لیتری گل داوودی، بدون اضافه کرد کود شیمیایی، عملکرد مشابهی نسبت به مصرف هر روز ۲۳۴ میلی گرم در لیتر پتاسیم با آبیاری همراه آبیاری بدون استفاده از زیولیت در محیط کشت به دست آمد. کاربرد زیولیت در غلات (گندم)، سبزیجات (بادمجان و هویج) و میوه ها (سیب) به طور معنی داری باعث افزایش محصول حتی تا ۶۳ درصد شده است (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیقی مشخص شد اضافه کردن ۱۰ درصد کانی زیولیت به کود کمپوست موادی که از کمپوست آبشویی شده توسط زیولیت جذب شده و از زهکشی آنها جلوگیری شد، این کانی زیولیت به عنوان کود امکان استفاده دارد و کاربرد آن می‌تواند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم کند و از این جهت می‌توان با کاربرد این زیولیت باعث افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش عملکرد گیاه زراعی شود (بیگی و همکاران، ۱۳۹۱).

- **زیولیت اصلاح خاک‌های کشاورزی**

یکی دیگر از اثرات کاربرد زیولیت‌های طبیعی در زمین‌های کشاورزی، افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک می‌باشد. مطالعات در مورد رشد جمعیت باکتریایی در خاک های اصلاح شده با زیولیت نشان می‌دهد که پس از کاربرد زیولیت در خاک، جمعیت میکروارگانیسم‌ها به اندازه ۲/۵ برابر افزایش یافته و در ویژگی‌های کیفی فعالیت میکروبی خاک نیز تغییراتی رخ داده است. فعالیت میکروبی خاک اصلاح شده با زیولیت در طول زمستان برخلاف خاکی که تنها کودهای شیمیایی دریافت کرده بود، کاهش نمی یابد (قربانی و بابایی، ۲۰۰۸). بدین ترتیب، خاک اصلاح شده فعالیت میکروبی بیشتری داشته که این امر بر رشد گیاهان در فصل بعد تاثیر مثبتی خواهد داشت. اندازه گیری تنفس خاک برای شاخص بندی فعالیت میکروبیولوژی آن نشان داد که افزودن زیولیت تنفس میکروبی خاک را افزایش

داده که بیانگر فعالیت بیشتر میکروارگانیسم ها می‌باشد. به علاوه مشاهده شد که در خاک های اصلاح شده با زیولیت، به میزان ۳۰تا۴۰ درصد تعداد اکتینومیست ها در مقایسه با تیمار شاهد، افزایش یافت که این تاثیر افزایش گندزدایی محیط ریز و سفر و افزایش فعالیت باکتری های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن را در پی داشت (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۸).

همچنین تعداد توده‌های آمیبی نیز در خاک اصلاح شده افزایش یافت که بیانگر افزایش میزان تخلخل و بهبود شرایط تهویه خاک می باشد. افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های خاک اصلاح شده با زیولیت در نهایت باعث افزایش تراکم ریشه گیاه در خاک و بهبود رشد و نمو آن گردید. محققین اثرات مثبت کاربرد زیولیت بر فعالیت‌های بیولوژیک خاک را ناشی از افزایش فراهمی عناصر غذایی به ویژه آمونیوم، بهبود شرایط تهویه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و در نهایت متعادل نگه داشتن pH خاک توسط زیولیت دانستند (متقی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۳- سوپر جاذب

سوپر جاذب (سوپر آب) ها برای اولین بار در دهه ۶۰ در ایالات متحده ساخته شدند و پس از آن انواع تجاری آن در دهه ۷۰ میلادی به بازارهای تجاری ارایه شدند. سوپرجاذب مواد اصلاح‌کننده ای هستند که کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند. سوپر جاذب‌ها، ترکیبات پلیمری هستند که خاصیت آبدوستی شدیدی دارند، این پلیمرها دارای ضرفیت بسیار زیادی برای جذب آب می‌باشند که در مواقع خشکی می‌توانند آب مورد نیاز گیاه را تامین کرده و علاوه بر تامین آب در جذب سایر عناصر غذایی به گیاه کمک کرده و باعث رشد بهتر آن شوند (موذن و همکاران، ۱۳۸۸).

سوپر جاذب‌ها، سالهاست که در کشورهای پیشرفته، به‌عنوان محصولی مطمئن در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گرفته اند بیان شده است شبکه های پلیمری که در سوپر جاذب‌ها وجود دارند، می‌توانند تا ۴۰۰ برابر وزن خود آب جذب کرده و این آب را در ساختارشان حفظ کنند. طریقه استفاده از این محصول به این صورت می باشد که در اطارف ریشه گیاهان قرار داده شده و پس از رسیدن آب به این پلیمرها آب را جذب کرده و در اختیار گیاه قرار می دهند (جهان و همکاران، ۱۳۹۵).

هدر رفتن آب در اثر تبخیر و از دست رفتن آب توسط هیدروزل‌های سوپر جاذب تا ۸۰ درصد می تواند کم شود، به همین علت کاربرد سوپر جاذب‌ها می‌تواند با کاهش در دفعات آبیاری از هدر رفت آب جلوگیری کنند. در گیاهان زراعی پس از ابیاری مقدار آب به وسیله تبخیر و مقداری دیگر توسط آب ثقلی از دسترس ریشه خارج می‌شوند که کاربرد سوپر جاذب‌ها می‌تواند پس از ابیاری این اب را جذب کرده و ذخیره کنند و پس از ان به تدریج در اختیار گیاه قرار دهند (جلیلی و همکاران، ۱۳۹۰). پلیمر-های سوپر جاذب به صورت مصنوعی ساخته می‌شوند اما پایه ساخت انها آلی بوده و

از پلی اکریلات پتاسیم و کوپلمیرهای پلی اکریل آمید درست می‌شوند این پلیمرها خصوصیات بی-نظیری دارند که از آن جمله می‌توان به ظرفیت جذب رطوبت و ذخیره آن می‌باشد این مواد پس از استفاده مستمر، در خاک کشت هیچگونه تغییری ایجاد نمی‌نماید و گیاهان، ارگانیسم‌های زنده خاک یا آب سطحی را آلوده نمی سازند. گزارشات سازمان محیط آلمان و اکثر کشورهای استفاده کننده از این پلیمرها بیانگر این امر است که که کاربرد سوپر جاذب‌ها هیچگونه خطری برای انسان، گیاه و خاک و محیط زیست ندارد (محبی، ۱۳۹۵).

ظرفیت نگهداری رطوبت خاک تعیین کننده مقدار آبی است که در خاک ذخیره می‌شود. پلیمرهای سوپر جاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک می‌توانند مشکل نفوذناپذیری

خاکهای سنگین و مشکل شسته شوی سریع کودها وآلودگی آبهای زیرزمینی را نیز برطرف می‌سازد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲). این سوپر جاذب ها به خاطر جذب سریع آب در کشاورزی و باغبانی، جنگلکاری، فضای سبز و نیز در تثبیت بیولوژیکی شن‌های روان، کنترل فرسایش خاک و کویرزدایی از جایگاه ویژه‌ای در دنیا برخوردارشده‌اند. با اینکه سوپر جاذب، تحت فشار هم قادر به نگهداری آب جذب کرده خود است، به‌محض نیاز ریشه، آب را به سهولت در اختیار آن قرار می‌دهد (محبی، ۱۳۹۵).

پلیمر های سوپر جاذب از طریق جذب میزان زیادی آب که به سرعت جذب می‌کنند و ذخیره آن باعث افزایش کارایی استفاده از بارندگی‌های پراکنده می‌شوند، مقدار این افزایش عوامل مختلفی بستگی دارد که از جمله آن می‌توان به مقدار کاربرد سوپر جاذب، شرایط فیزیکی خاک، آب و هوای منطقه اشاره کرد، استفاده از سوپر جاذب ها در کشت نشایی و سایر کشت‌ها باعث کاهش اثرات تنش خشکی شده و در بیشتر موارد باعث از بین رفتن تنش خشکی شده و به افزایش در عملکرد گیاهان کمک می‌کند (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲).

این مواد شامل سه نوع کاتیون، آنیونی و خنثی می‌باشد که نوع آنیونی آن به دلیل دارا بودن بار منفی در کشاورزی بیشتر مورد توجه کشاورزان بوده و بیشتر استفاده می‌شود. کاتیونهای موثر و مفید در رشد گیاه به وسیله پلیمرهای سوپر جاذب آنیونی به دلیل دارا بودن مقدار بسیار زیادی ظرفیت کاتیونی جذب خاک شده و گیاه می‌تواند به راحتی از آنها استفاده کنند، این قابلیت علاوه بر ذخیره مقدار بسیار زیادی رطوبت توسط پلیمرهای سوپر جاذب می‌باشد و ضمن جلوگیری از هدر رفتن آب و عناصر غذایی باعث می‌شود در موقع لزوم این رطوبت و عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار داده و از آن استفاده کند، پلیمر-های سوپر جاذب بی رنگ، بی بو و بدون اثر آلودگی بر خاک، آب و بافت گیاهی می باشند (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به اسیدیته نزدیک به خنثی سوپر جاذب که بین ۶ تا ۷ است، اثر سوء بر خاک نداشته و هیچگونه سمیتی نیز ندارد. این سوپر جاذب ها پس از ۳ تا ۵ سال، بسته به نوع آن و ترکیب خاک، توسط میکروارگانیسم ها تخریب می‌شوند و لذا آلودگی زیست‌محیطی ایجاد نمی‌کنند. علاوه بر نگهداری آب، سوپر جاذب به علت تغییر حجم مداوم (انبساط به هنگام تورم و انقباض به هنگام از دست دادن آب) میزان هوا را در خاک افزایش می‌دهد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۴- مزایای استفاده از پلیمر های سوپر جاذب

مدیریت آبیاری: سوپر جاذبها با توجه به قدرت جذب بالایی که دارند پس از آبیاری یا بارندگی ها آب را جذب کرده و به تدریج بر حسب نیاز ریشه در اختیار گیاه قرار می دهند و با این کار دوره آبیاری را بین ۵۰ تا ٪۶۰ کاهش می دهد.

فشردگی خاک: یکی از مشکلات مهم در کشاورزی فشردگی خاک می باشد که می تواند سبب کاهش شدید محصول گردد و در صورتی که بخواهیم آن را بر طرف سازیم باید هزینه های سنگینی را متحمل شویم در صورتی استفاده از سوپر جاذب‌ها با توجه به انبساط و انقباضی که در اثر جذب و دفع آب دست می‌آورند سبب جلوگیری از فشردگی خاک می‌شوند (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲).

کمبود مواد غذایی: یکی از عمده مشکلات بخش کشاورزی مبحث تغذیه نباتات می باشد. با توجه به اینکه هزینه های خرید و حمل و نقل کودها و همچنین هزینه های کارگری گزاف می باشد، سوپر جاذب‌ها توانایی جذب عناصر غذایی را داشته و به تدریج در اختیار گیاه قرار می دهند این ویژگی علاوه بر صرفه جویی در مصرف کود و در نتیجه کاهش هزینه ها سبب شده کود در منطقه موثر ریشه قرار

گیرد و باعث افزایش کارایی گیاه زراعی می‌گردد همچنین از آبشویی عناصر غذایی حاصل از کاربرد کود-های شیمیایی و الوده شدن آب‌های زیرزمینی نیز جلوگیری می کند (جهان و همکارن، ۱۳۹۲).

تبخیر و روان آب: سوپر جاذب با جذب سریع آب سبب کاهش تبخیر آن شده و همچنین با توجه به افزایش نفوذپذیری خاک از ایجاد روان آب ها به شکل موثری می کاهد.

شیب تند: از مشکلات زمین هایی که شیب تند دارند این است که قادر به نگهداری آب در خودشان نمی‌باشند و در نتیجه کشت و کار در ان مشکل می‌شود در حالی که استفاده از سوپر جاذب با توجه به نگهداری آب در منطقه موثر ریشه باعث شده تا بتوانیم حتی در زمین‌های شیب دار نیز اقدام به کشت گیاهان نماییم.

فرسایش: فرسایش بادی و آبی سالانه میلیون‌ها تن خاک حاصلخیز را از مزارع ایران جابجا کرده و خسارت شدید را بر اقتصاد کشاورزی کشور وارد می کند در حالی که استفاده از سوپر جاذب با توجه به داشتن رطوبت دائمی از فرسایش بادی جلوگیری کرده و با افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به اب از ایجاد روان آب‌ها و فرسایش آبی نیز جلوگیری به عمل می‌آورد (اعلامی و همکاران، ۱۳۹۰).

افزایش بازدهی: این ماده با قابلیت نگهداری رطوبت و مواد غذایی در منطقه موثر ریشه سبب افزایش محصول بین ٪۱۷ تا ٪۵۵ می شوند.

بازده اقتصادی : به جهت افزایش بازدهی و کیفیت محصولات تولیدی و همچنین کاهش هزینه های آبیاری، جلوگیری از فرسایش، جلوگیری از فشردگی خاک و ... سبب افزایش بازده اقتصادی می گردد.

سرسبزی و شادابی گیاهان: از بزرگترین مشکلات در فضای سبز نیاز آبی گیاهان و ایجاد استرس و شوک در اثر گرما و خشکی می باشد که باعث شده گیاه سرسبزی و شادابی خودشان را از دست بدهند. استفاده از سوپر جاذب باعث شده تا سرسبزی و شادابی گیاهان حفظ گردد چرا که رطوبت کافی و هم مواد غذایی مناسبی را در اختیار گیاه قرار می دهد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

تامین دائمی مواد مغذی: مشکلات تغذیه گیاهان این هست که بر اثر آبیاری مواد غذایی شسته شده و به طبقات پایین رفته و از دسترس گیاه خارج می شود، استفاده از سوپر جاذب باعث شده تا با جذب مواد غذایی و آزاد کردن آنها به تدریج نقش موثری در کاهش عناصر غذایی در منطقه موثر ریشه داشته باشد (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۱).

یکنواختی رطوبت: در خاکهای شنی مشکل اصلی زهکشی بالای خاک و در نتیجه کاهش دوره آبیاری است که سبب افزایش هزینه ها می گردد وسوپر جاذب با جذب آب و دفع آن بسته به نیاز ریشه باعث شده رطوبت به شکل یکنواختی در خاک پخش شده و از خشک شدن سریع آن جلوگیری می کند.

کاهش هزینه آبیاری: فضاهای سبز و بخصوص مناطق چمن کاری و گل ها به آبیاری زیادی نیاز دارند و گاهی لازم است تا چندین نوبت در روز آبیاری صورت گیرد و این در حالی است که استفاده ازسوپر جاذب سبب کاهش دوره آبیاری شده که تا حدود زیادی در هزینه کارگری صرفه جویی خواهد کرد (خادم و همکاران، ۱۳۸۶).

۲-۵- مروری بر تحقیقات انجام گرفته در رابطه با زیولیت و سوپر جاذب در گیاهان

فراوان‌ترین نوع زیولیت طبیعی در ایران که بیشترین کاربرد در کشاورزی دارد و به عنوان اصلاح کننده خاک‌های شنی (به دلیل آبشویی عناصر غذایی) محسوب می شود کلینوپتیلولایت می‌باشد. زیولیت‌ها با ساختاری بسیار متخلخل و با سطح داخلی بسیار گسترده موجب تثبیت عناصرغذایی در بین ساختار خود شده و از طریق رهاسازی تدریجی آنها فراهمی دراز مدت این عناصر را برای گیاه ایجاد نموده است (راکووا و همکاران، ۲۰۰۴). کوللا و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند عملکرد گیاه و قابلیت دسترسی عناصر برای آن، به ویژه در خاک های با بافت شن ی در حضور زیولیت افزا یش می‌یابد. در بررسی اثر زیولیت بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا متقی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد زیولیت به مقدار 10 تن در هکتار سبب بهبود شرایط رشد گیاه و افزایش عملکرد دانه شد. با وجود مزایای بسیار زیولیت‌ها در مصارف کشاورزی، به اعتقاد کیمبرلی و نلسون (۱۹۹۷) استفاده از زیولیت طبیعی، بدون افزودن عناصر غذایی به آن، منجر به رقابت بین ریشه گیاه و زیولیت در جذب عناصر غذایی می گردد و اثر معکوسی در رشد گیاه دارد.

زیولیت‌ها به عنوان کود کندرها، با جذب و به دام انداختن عناصر غذایی مشکلات تلفات و آبشویی عناصر و در نتیجه آلودگی آبهای زیرزمینی را کاهش می دهد و از طرف دیگر، می‌توانند مقادیر زیادی از سدیم را به داخل بستر رها کنند و یا با جذب عناصر غذایی در کانال‌های خود، با ریشه گیاه رقابت می-کنند (اودا و مهادین، ۲۰۰۸). در تحقیقی دیگرنشان داده شدکه زیولیت کلینوپتیلولایت و کمپوست روی خصوصیات خاک مؤثر است آنها این آزمایش را با سه تیمار خاک (شاهد)، خاک با زیولیت و خاک با کمپوست انجام دادند نتایج نشان داد که زیولیت باعث افزایشpH می‌شود که می‌تواند تأثیر منفی بر جذب عناصر غذایی داشته باشد (اکاترینا و همکاران، ۲۰۰۲). کولار و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند با افزایش مقادیر زیولیت در بستر کشت شمعدانی میزان pH افزایش یافت و گیاهان رشد یافته در سطوح

پایین‌تر زیولیت نسبت به سطوح بالاتر دارای وزن تر و خشک ساقه بیشتر بودند. در پژوهشی غلامحسینی و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که استفاده از کود آلی به همراه زیولیت سبب بهبود عملکرد و ماده خشک آفتابگردان و همچنین کاهش آبشویی نیترات می‌شود. پیرزاد و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی عملکرد گل، اسانس و شاخص برداشت بابونه آلمانی *Matricaria chamomilla* L تحت رژیم‌های آبیاری مختلف و مقادیر مختلف سوپر جاذب A 200 بیان کردند که افزایش فاصله آبیاری به بیش از ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر باعث کاهش در عملکرد گل و اسانس گیاه بابونه می‌گردد و همچنین ایشان بیان کردند کاربرد پلیمر سوپر جاذب تا سطح ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب بهبود عملکرد گل و اسانس بابونه شد.

با بررسی تأثیر توأم پساب شهری و سوپرجاذب در رشد گونه قرهداغ *Nitraria schoberi* محققان دریافتند که استفاده از سوپرجاذب‌ها حتی در خاک‌های بیابانی می‌تواند در احیای بیولوژیک گونه مذکور مؤثر باشد (آصالح و همکاران، ۱۳۸۶). پلیمرها با بهبود ساختار خاک باعث افزایش رشد گیاه، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش نگه داشت آب می شوند (والاس و والاس، ۱۹۹۰). همچنین، بانج شفیعی (۱۳۸۲) تأثیر پلیمر نوازورب A را بر پدیده های رویشی پانیکوم (*Panicum antidotale Retz*) مورد بررسی قرار داد. مقایسه ویژگی‌های رویشی پانیکوم در شرایط استفاده از پلیمر آبدوست و شاهد در سه نوع خاک سبک، متوسط و سنگین و سه دور آبیاری چهار، هشت و ۱۲ روزه تا آستانه خروج زهاب از گلدان‌های مستقر در فضای آزاد نشان داد که کاربرد پلیمر سبب تسریع رویش بذرها در خاک‌های سبک شده ولی تاثیری در زمان پیدایش سایر پدیده‌های رویشی (فنولوژی) ندارد. وانگ و همکاران (۱۹۸۷) آب حاصل از آبشویی خاک حاوی پلیمر سوپرجاذب را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که این آب از

هدایت الکتریکی پایینی برخوردار است و علت آن را جذب و نگهداری کودها و نمک‌های اضافه شده به ماتریکس خاک به‌وسیله پلیمر سوپرجاذب ذکر کردند.

، سیلبربوش و همکاران (۱۹۹۳) طی تحقیقی با کاربرد مقادیر مختلف پلیمر Agrosoak در تپه های شنی و استفاده از سیستم آبیاری قطره ای برای آبیاری ذرت های کشت شده در آن، به این نتیجه رسیدند که استفاده از این پلیمر باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین افزایش وزن خشک ریشه گیاه شده است. هاترمن و همکاران (۱۹۹۹) اثر هیدروژل استاکوزورب با مقدارهای مختلف بر زنده ماندن نهال‌های نوعی کاج (*Pinus halepensis*) در تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش مقادیر هیدروژل، نگهداری آب در خاک به طور فزاینده افزایش یافت و پس از قطع آبیاری، مدت زمان زنده ماندن گیاهان تیمار شده با هیدروژل دو برابر تیمار شاهد بود. در پژوهشی تأثیر میزان های مختلف سوپر جاذب و فاصله های زمانی آبیاری روی رشد و عملکرد ذرت علوفه ای نشان دهندهٔ تأثیر مثبت مقادیر زیادتر سوپر جاذب روی ویژگی های مورد بررسی به ویژه ارتفاع بوته و تجمع مادهٔ خشک گیاه بوده است (عابدی و اسدی، ۲۰۰۶).

تیلور و هالفاکر (۱۹۸۶) در پژوهشی تاثیر پلیمر آبدوست بر بازده آب و مواد غذایی قابل دسترس در گونهای برگ نو (*Ligustrum iucidum Ait*) را بررسی و گزارش نمودند که رشد گیاه در محیط بهبود یافته با استفاده از پلیمر های آبدوست به مراتب نیاز به آبیاری کمتری در مقایسه با گیاهانی داشت که در محیط های بدون پلیمر کشت شده بودند. همچنین، این گیاهان دارای میزان سدیم و پتاسیم بیشتر و نیز کلسیم و منیزیم و دیگر کاتیون‌های دو ظرفیتی کمتری نسبت به محیط شاهد بودند. اثر نوعی پلیمر آبدوست بر دور آبیاری در کشت گیاه خربزه توسط نجاتعلی و همکاران (۱۳۸۴) بررسی شده است، آزمایش شامل سه دور آبیاری (شش ،۱۰-۱۲ روز) و پنج سطح مختلف پلیمر (صفر ۱۰-۱۵-۲۰ و

۲۵ گرم در کیلوگرم خاک) انجام شد. نتایج این،آزمایش نشان داد که استفاده از هیدروژل سوپرجاذب تأثیر مثبت روی شاخص‌های شادابی بوته، تولید بیولوژیک و وزن میوه خربزه در شرایط تنش خشکی داشت، لیکن این تأثیرات آشکار نبوده و اختلاف ها در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار نشد، فاکتور اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پلیمر در سطح یک درصد فقط برای صفت تولید بیولوژیک گیاه معنی‌دار شد، به طوری‌که تیمار با دور آبیاری شش روز و ۱۵ گرم پلیمر بیشترین تولید بیولوژیک را داشت.

کریمی و همکاران (۱۳۸۷) اثر کاربرد ماده اصلاحی ایگیتا (جاذب آب) در چهار سطح بر مقدار آب خاک، رشد و نمو گیاه و دور آبیاری، اقدام به کاشت گیاه آفتاب گردان در سه نوع خاک با بافت رسی، لومی و شنی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد با افزایش مقدار ماده اصلاحی، دور آبیاری افزایش می-یابد. مقدار صرفه جویی در مصرف آب، در خاک رسی ۳۰ درصد، در خاک لومی ۴۰ درصد و در خاک شنی حدود ۷۰ درصد بود. همچنین، در خاک‌هایی با بافت رسی و لومی با کاربرد ۳ درصد ماده اصلاحی زمان وقوع نقطه پژمردگی موقت از چهار روز به ۱۰ روز و در خاک شنی از چهار روز به ۱۲ روز تغییر یافت. افزایش غلظت کلروفیل با مصرف زیولیت، توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (قلی زاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ رنجبر و همکاران، ۲۰۰۴). هم چنین گزارش شده که مصرف زیولیت، سنتز رنگیزه های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید) در برگ‌های خیار را تحریک کرد (جانکاسکینی و برازیتیت، ۲۰۰۸). تأثیر استفاده از ۲۵ گرم زیولیت در ۱۲ کیلوگرم خاک در شرایط تنش خشکی روی گیاه دارویی بادرشبو (*Moldavian dragonhead*) بررسی شد، نتایج نشان داد کاربرد زیولیت در شرایط تنش باعث افزایش سطح برگ، شمار ساقه و برگ، شمار گل و درصد اسانس در گیاه شد (قلی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۶).

آزمایشی به منظور ارزیابی تأثیر کاربرد زیولیت طبیعی در سطوح۰، ۲، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک در شرایط کم‌آبی در گیاه ذرت انجام شد، نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از زیولیت تأثیر معنی داری روی وزن تر و خشک گیاه ذرت دارد (خاصی و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایش دیگری تأثیر کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ۹ تن در هکتار زیولیت مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های این آزمایش نشان داد استفاده از این میزان زیولیت و نیتروژن بیشترین افزایش را در ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه کلزا ایجاد کرد (غلامحسینی و همکاران، ۲۰۰۸).

در گیاه کلزا افزایش ارتفاع، قطر ساقه و شمار شاخه های فرعی با کاربرد ۱۰ تن در هکتار زیولیت نیز گزارش شد (زاهدی، ۲۰۰۹). در پژوهشی، تأثیر سوپر جاذب A100 بر شاخص های رشد یک گونه درختچهٔ زینتی در فضای سبز و همچنین روی منحنی رطوبتی خاک، بررسی شدند. نتایج نشان داد، مخلوط کردن ۴ یا 6 گرم با ۱ کیلوگرم خاک، آب مورد نیاز برای گیاه را دست کم یک سوم، کاهش می-دهد که علت آن به افزایش آب قابل استفادهٔ گیاه نسبت داده شد. آنان اعلام کردند، استفاده از این می-تواند به طور معنی‌داری شمار بارهای آبیاری را به ویژه در خاک‌های سبک کاهش دهد (عابدی کوهپایه و اسدی، ۲۰۰۶).

افزودن زیولیت به خاک باعث افزایش نفوذپذیری از 7 تا 30 درصد در شیب‌های آرام و بیش از 50 درصد در شیب‌های تند می‌شود و باعث افزایش رطوبت از ۰.۴ تا ۱.۸ درصد در شرایط خشک و 5 تا 15 درصد در شرایط معمولی می‌گردد (ژوبین و ژابین، ۲۰۰۰). زیولیت گزارش شده است قرار دادن جو در بستر شن و ماسه به همراه زیولیت باعث بهبود رشد و استقرار گیاه و افزایش قدرت نگهداری آب در بستر می‌شود (البسیدی و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۶- تاریخ کاشت

تاریخ کاشت در زراعی یکی از مهم‌ترین عملیات‌های مدیریتی می‌باشد که می‌تواند اثرات بسیار زیادی بر تمام جوانب گیاهان داشته باشند و عملکرد دانه یا علوفه را به شدت تحت تاثیر قرار دهند، بر این اساس انتخاب تاریخ کاشت مطلوب می‌تواند اثرات مطلوبی بر خصوصیات گیاهی داشته باشد (ربیعی، ۱۳۹۰).

با تأخیر در کاشت باقلا در شرایط آب و هوایی پاکستان، تعداد روز از کاشت تا سبزشدن افزایش یافت (خلیل و همکاران، ۲۰۱۰). در زمان مناسب عملکرد بالای محصول کشت شده به این دلیل می‌باشد که گیاه دوره رشد طولانی‌تری برخوردار بوده و از آب و مواد غذایی استفاده بهتری می‌کند. تأخیر در کاشت باعث کاهش زمان از کاشت تا گل‌دهی می‌شود که توسط محققین متعددی گزارش شده است (عجم نوروزی و وزین،۱۳۹۰؛ خلیل و همکاران،۲۰۱۰؛ بزازی و همکاران، ۱۳۹۱؛ عجم‌نوروزی و سلطانی، ۱۳۸۷).

محققان بیان داشتند که کاهش تعداد روز تا رسیدگی در صورت کاشت تأخیری ممکن است به‌دلیل طولانی شدن روزها و افزایش درجه حرارت باشد که محصول را مجبور می‌کند چرخه زندگی خود را سریع‌تر به اتمام رسانده در نتیجه عملکرد و اجزای عملکرد به‌شدت کاهش می‌یابد (خلیل و همکاران، ۲۰۱۰). بررسی‌ها نشان می‌دهد که تأخیر در تاریخ کاشت نسبت به زمان مطلوب موجب کاهش شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ، میزان رشد محصول، میزان فتوسنتز خالص می‌شود. با انتخاب تاریخ کاشت مناسب، مراحل مختلف رشد گیاه با شرایط مطلوب محیطی منطبق می‌شود و سبب افزایش راندمان فتوسنتز و ذخیره مطلوب مواد فتوسنتزی در دانه می‌شود. کاهش میزان شاخص سطح برگ و دوام برگ

با تأخیر در کاشت توسط محققین بسیاری گزارش شده است (سلیم و عثمان، ۲۰۰۱؛ بنگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ گلدانی و همکاران، ۱۳۷۹).

در کانولا تأخیر در کاشت و کوتاه بودن طول دوره رشد موجب شد گیاه فرصت کافی برای ذخیره کردن مواد غذایی پیدا نکرده، در نتیجه ارتفاع بوته کاهش یافت (نوترون و همکاران، ۱۹۹۱). تعداد غلاف در بوته لوبیا تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تاریخ کاشت اول (به‌موقع) بود و با تأخیر در تاریخ کاشت لوبیا تعداد غلاف در بوته به طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف در تاریخ کاشت مناسب بود و علت کاهش تعداد دانه در غلاف در تاریخ کاشت‌های تاخیری برخورد دوره رویشی با گرمای شدید و در نتیجه کاهش طول دوره رویشی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی گزارش شده است (ثابتی و همکاران، ۱۳۹۲).

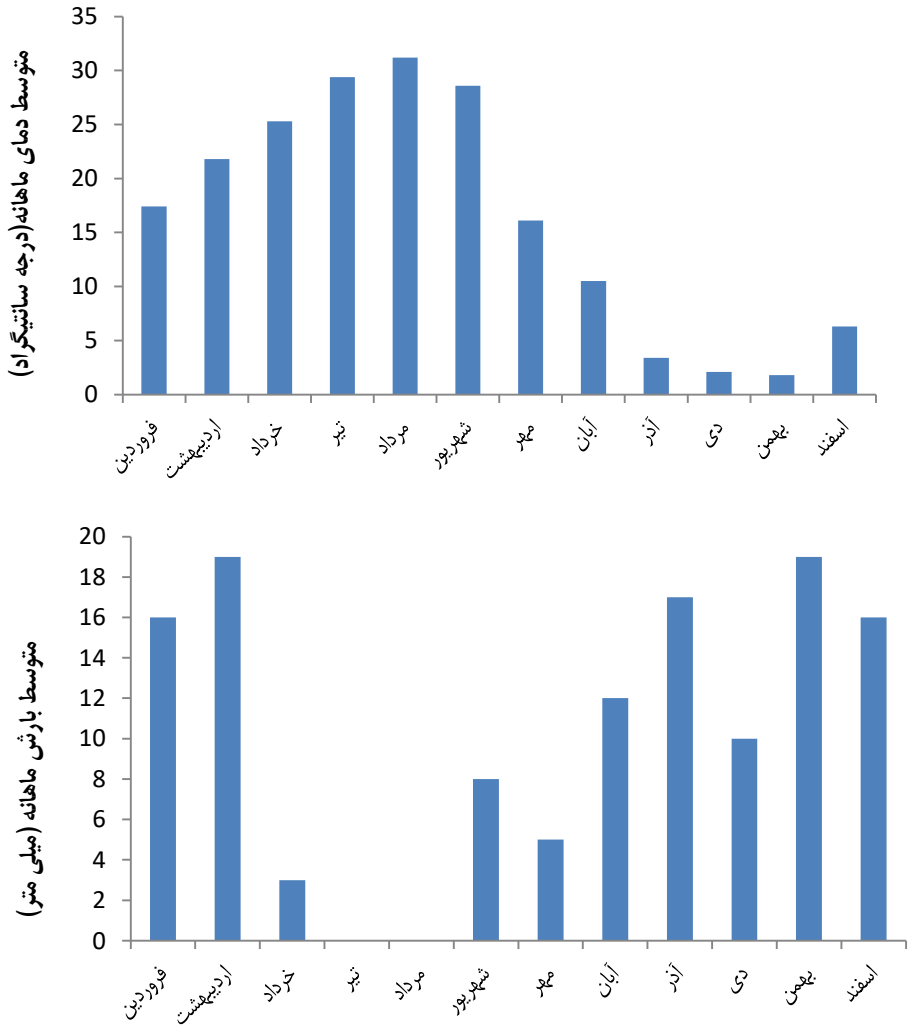
تعداد غلاف در بوته نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته مربوط به کشت زودهنگام ثبت شد که با افزایش ۵۱/۵ درصدی همراه بود بنابراین کشت زودهنگام مفید به‌نظر می‌رسد دلیل آن این است که گیاه می‌تواند از نزولات جوی طی فصل رشد بیش‌تر استفاده کند (آهی و همکاران، ۱۳۹۲). از تاریخ کاشت پاییزه به سمت انتظاری، بهاره و بهاره دیرهنگام، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت (طهماسبی‌طالع و همکاران، ۱۳۹۲).

فصل سوم

مواد و روش

۳-۱- مشخصات محل آزمایش

این آزمایش در سال ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه ای در شهرستان مراه تپه انجام شد. موقعیت مزرعه انجام آزمایش ۳۷ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ۵۵ درجه ۵۷ دقیقه شرقی نصف النهار مبدأ انجام شد. خاک مزرعه محل آزمایش دارای ۱۰ درصد شن، ۵۲ درصد سیلت و ۳۸ درصد رس (بافت لومرسی-سیلتی)، هدایت الکتریکی ۰/۷۱ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته ۷/۸ بود.



شکل ۳-۱- متوسط بارش و دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه

۳-۲- طرح آماری آزمایش

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۲ فاکتور بود. فاکتورهای آزمایش شامل: ۱- تاریخ کاشت ۲- بهبود دهنده رطوبت خاک. فاکتور اول تاریخ کاشت در ۲ سطح (تاریخ اول اسفند و تاریخ ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۷) و فاکتور دوم در ۶ سطح:

۱- شاهد (بدون استفاده از بهبود دهنده رطوبت خاک)

۲- استفاده از سوپر جاذب (طبق دستورالعمل)

۳- استفاده از زیولیت(طبق دستورالعمل)

۴- ترکیب ۵۰ درصد زیولیت با ۵۰ درصد سوپر جاذب

۵- ترکیب ۷۰ درصد زیولیت با ۳۰ درصد سوپر جاذب

۶- ترکیب ۳۰ درصد زیولیت با ۷۰ درصد سوپر جاذب

درمجموع ۳۶ کرت آزمایشی هرکدام به مساحت ۱۲ مترمربع برای آزمایش در نظر گرفته شد.

۳-۳- کاشت

پس از آماده سازی زمین مزرعه و کودپاشی (کودهای پایه) بر اساس آزمون خاک کرت بندی در مزرعه صورت گرفت. پس از آن هر بلوک بر اساس فاکتور اصلی (تاریخ کاشت) به دو قسمت تقسیم شد و در نهایت هر قسمت به طور تصادفی بر اساس فاکتور فرعی (بهبود دهنده رطوبت) به شش قسمت تقسیم و کرت بندی کامل شد. کاشت در دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند در هر کرت اصلی به صورت دستی انجام شد.

هر کرت دارای چهار ردیف کاشت هرکدام به عرض ۶۰ سانتی‌متر و به طول ۴ متر بود. فاصله بذر آفتابگردان روی ردیف‌ها به فاصله ۲۵ سانتی‌متر بود، که در عمق ۵-۸ سانتی‌متری سطح زمین کاشت شدند.

۳-۴- داشت

در طی فصل رشد وجین علف‌های هرزدر دو مرحله ۴ و ۶ برگی با دست انجام شد. در این آزمایش آبیاری انجام نگرفت و آزمایش به صورت دیم بود و منابع مورد استفاده گیاه در طول فصل رشد آب باران و رطوبت ذخیره شده در خاک بود انجام شد. مبارزه با آفات و بیماری‌ها به روش شیمیایی (استفاده از سموم) صورت در دو نوبت در طول فصل رشد انجام شد. در این آزمایش تمام مدیریت‌ها به جز فاکتور-های آزمایش در حد مطلوب انجام گرفت .

۳-۵- صفات مورد بررسی

- **رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کارتنویید)**

برای اندازه‌گیری رنگیزه¬های فتوسنتزی (کلروفیل a، b و کارتنویید) از شیوه آرنون (۱۹۴۹) استفاده شد. در همین راستا ۰/۲۵گرم از برگ تازه در ۲ مرحله رشدی در فاز زایشی و رویشی از آخرین برگ کاملاً توسعه‌یافته برداشت شده بود با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی ساییده و هموژنیزه گردید. آنگاه در داخل لوله سانتریفیوژ ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه با شدت ۶۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شد. فاز بالایی (شفاف) بعد از سانتریفیوژ برداشته و در داخل بالون ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد و با استون ۸۰ درصد به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسید، سپس با

اسپکتوفتومتر مدل S2000 UV/VIS در طول موج‌های ۴۸۰، ۵۱۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت شد. میزان کلروفیل a و b و کارتنویید با استفاده از روابط ۴، ۵ و ۶ محاسبه گردید. قبل از قرائت در این طول موج‌ها ابتدا با شاهد (استون ۸۰ درصد) صفر شد.

$$Chl_a=12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645}) \times \frac{V}{1000 \times W}$$ رابطه (۴)

$$Chl_b=22.9\ (A_{645}) - 4.68\ (A_{663}) \times \frac{V}{1000 \times W}$$ رابطه (۵)

$$C_{\text{(کارتنویید)}}=7.6(A_{480}) - 1.49(A_{510}) \times \frac{v}{1000 \times w}$$ رابطه (۶)

در روابط بالا هر علایم بر اساس موارد زیر توضیح داده شده است:

V حجم عصاره مصرف شده، W وزن نمونه و Chl_a، Chl_b و C به‌ترتیب غلظت کلروفیل a، b و کارتنویید بر حسب (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) می‌باشد.

- **محتوی نسبی آب برگ (RWC)**

به منظور اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ از برگ بالایی نزدیک به طبق نمونه گیری انجام شد و پس از آن نمونه‌ها بلافاصله درون یخ قرار گرفت. در آزمایشگاه وزن‌تر نمونه‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد (برگ‌ها نباید دچار شکستگی و پارگی باشند)، پس از این مرحله تمامی نمونه‌ها در آب مقطر قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفتند و پس از طی این زمان وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری شدند. با قراردادن اعداد حاصل از

توزین با ترازوی دارای دقت یک ده هزارم در رابطه زیر میزان RWC محاسبه شد (ریچ و نگوین، ۱۹۹۰).

$$RWC= Fw – Dw / Sw –Dw \times 100$$ رابطه (۲)

Fw: وزن تر برگ بعد از نمونه گیری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار گرفتن در آون

Sw: وزن اشباع برگ بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

- **پایداری غشاء**

شاخص پایداری غشاء از طریق اندازه گیری میزان نشت الکترولیتی برگ اندازه گیری شد. پایداری غشای برگ به‌وسیلهٔ هدایت الکتریکی از روش یان و همکاران (۱۹۹۶) تعیین شد.

برای این منظور ۰/۲ گرم برگ تازه (آخرین برگ توسعه یافته) از هر تکرار را به دقت شسته و سپس به تکه‌های یک سانتی‌متری بریده و درون لوله‌های آزمایش به مدت ۳ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی-گراد در حمام آب‌گرم قرار گرفت. پس از سه ساعت، هدایت الکتریکی محلول‌ها با استفاده از هدایت سنج الکتریکی مدل (PT-20) اندازه‌گیری شد. سپس لوله‌های آزمایش در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم به مدت ۵ دقیقه جوشیدند. آنگاه برای بار دوم هدایت الکتریکی آنها پس از سرد شدن و رسیدن به دمای اتاق اندازه‌گیری شد. نشت الکترولیتی محلول‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$EC = \frac{C1}{C2} EC\ (\text{درصد}) = \frac{C1}{C2} \times 100$$ رابطه (۳)

که در این فرمول C_1 و C_2 به ترتیب هدایت الکتریکی محلول قبل و بعد از جوش می‌باشد.

- **اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد**

برای محاسبه اجزای عملکرد (تعداد طبق در بونه، تعداد دانه در طبق، وزن دانه) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک در هر واحد آزمایشی یک مترمربع غیر از حاشیه، مشخص و بوته‌های آن برداشت و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شدند.

در مرحله رسیدگی برداشت به‌منظور تعیین عملکرد نهایی، دو مترمربع غیر از حاشیه در هر واحد آزمایشی، مشخص و بوته‌های آن برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه عملکرد دانه نهایی اندازه گیری شد (البته باید ذکر شود دانه‌ها تا رسیدن به رطوبت ۱۴ درصد در دستگاه خشک کن قرار داده شدند و پس از آن عملکرد دانه محاسبه گردید). همچنین در این آزمایش ارتفاع بوته در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. هم چنین در این آزمایش قطر طبق نیز اندازه گیری شد.

۳-۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها، تجزیه رگرسیون و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با استفاده از نرم افزار SAS (سلطانی، ۱۳۸۶) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل انجام شد.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- عدد کلروفیل متر

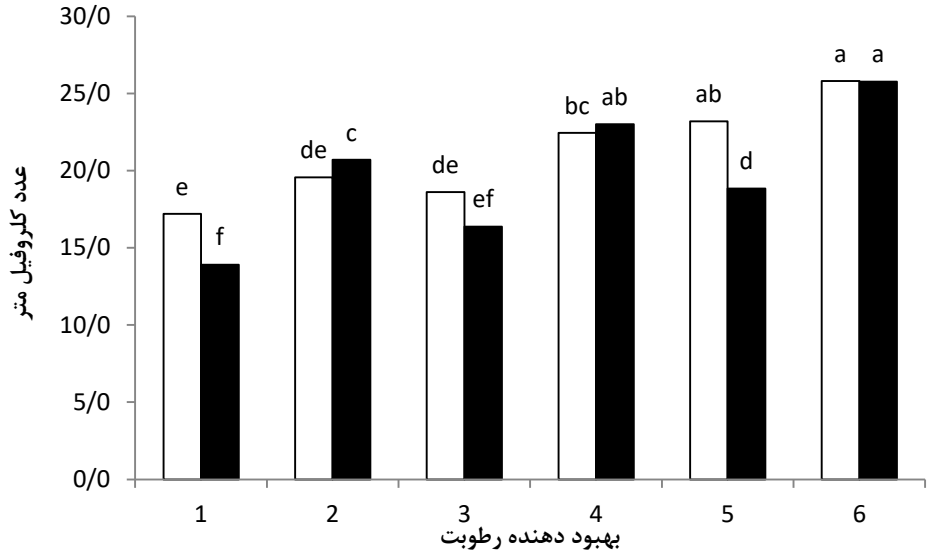
در جدول ۴-۱ نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، بهبود دهنده رطوبت (زیولیت و یا سوپر جاذب) و اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر مقدار عدد کلروفیل متر (SPAD) نشان داده شده است، بر اساس نتایج جدول ۴-۱ اثر تاریخ کاشت، بهبود دهنده رطوبت و اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر مقدار عدد کلروفیل متر معنی‌دار بود (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (مربعات میانگین) اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر RWC، هدایت الکتریکی و عدد کلروفیل متر در گیاه آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	محتوی نسبی آب برگ	نشت الکتریکی	عدد کلروفیل متر (SPAD)
بلوک	۲	۴۷/۲۷ ns	۱۵/۴ ns	۵/۲۸ ns
تاریخ کاشت	۱	۱۳۰/۳*	۱۱۴/۴*	۱۶/۹۴*
بهبود دهنده رطوبت	۵	۱۶۹/۳*	۱۳۹/۷*	۸۰/۱*
تاریخ کاشت * بهبود دهنده رطوبت	۵	۱۶/۱ns	۱۵/۸ ns	۷/۵۷*
خطا	۲۲	۴۴/۲	۳۷/۱	۲/۹۰
ضریب تغییرات (٪)		۹/۴	۱۰/۲	۸/۱

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت با استفاده از سوپر جاذب و زیولیت در هر دو تاریخ کاشت عدد کلروفیل متر افزایش پیدا کرد و کمترین مقدار برای عدد کلروفیل متر هر دو تاریخ کاشت اول اسفند و ۱۵ اسفند در تیمار شاهد مشاهده گردید که به ترتیب برابر ۱۷/۲ و ۱۳/۹ بود، مقدار عدد کلروفیل متر در هنگام استفاده از زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد در هر دو تاریخ کاشت ۱ اسفند و ۱۵ اسفند به ترتیب برابر ۲۵/۸ و ۲۴/۷ بود، مقدار عدد کلروفیل متر در این تیمارها از نظر آماری با تیمارهای زیولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد در تاریخ کاشت ۱ اسفند و تیمار زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشتند که به ترتیب برابر ۲۳/۲ و

۲۳ بود مقدار عدد کلروفیل متر در گیاه آفتابگردان در این تیمارها از سایر تیمارهای مورد آزمایش بالاتر بود (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عدد کلروفیل متر (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت ۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد). ستون‌های با رنگ مشکی تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ستون‌های بی‌رنگ تاریخ کاشت ۱ اسفند را نشان می‌دهند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت، استفاده تنها از سوپر جاذب یا زیولیت کارایی کمتری نسبت به ترکیب این دو ماده از نظر عدد کلروفیل متر داشت، از این رو ترکیب این مواد بهتر از کاربرد تنهایی آنها بود (شکل ۴-۱). بر اساس نظر محققان بهبود دهنده‌های رطوبت علاوه بر تامین رطوبت برای گیاه باعث جذب بهتر عناصر غذایی مخصوصاً نیتروژن می‌شوند که این امر باعث بالارفتن مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی که ماهیت پروتیینی دارند می‌شود (رشدی و همکاران، ۲۰۱۲). در همین راستا محققان بیان کرده‌اند یکی از بارزترین خصوصیات زیولیت عدم رقابت

آن با کودهای شیمیایی و دامی است، چون یک ماده شیمیایی نیست و همچنین در اثر اختلاط با خاک هیچ‌گونه خطر سوختگی برای گیاه به وجود نمی‌آورد، از مزایای استفاده از زیولیت در کشاورزی و باغبانی، آبیاری کمتر محصولات و همچنین شستشوی کمتر کودها و تغذیه بهتر گیاهان می‌باشد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین بیان شده است یکی از ویژگی‌های مهم زیولیت تاثیر مستقیم بر حاصلخیزی خاک می‌باشد، که با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک باعث حاصلخیزی خاک می‌شود (متقی و همکاران (۲۰۱۴)). افزایش غلظت کلروفیل با مصرف زیولیت، توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (قلی زاده و همکاران، ۲۰۱۰؛ رنجبر و همکاران، ۲۰۰۴). هم چنین گزارش شده که مصرف زیولیت، سنتز رنگیزه های فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنوئید) در برگ‌های خیار را تحریک کرد (جانکاسکینی و برازیتیت، ۲۰۰۸).

همچنین بیان شده است استفاده از پلیمر سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی و شرایط طبیعی باعث بهبود رشد ریشه و افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود، که این امر در نهایت باعث افزایش در رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه می‌شود (دابهی و همکاران، ۲۰۱۳). افزایش جذب عناصر غذایی با کاربرد پلیمر سوپر جاذب توسط کوهستانی و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است، این محققان گزارش کردند درصد نیتروزن برگ با استفاده از سوپر جاذب افزایش پیدا کرد.

بر اساس نظر محققان عدم رعایت تاریخ کاشت مطلوب برای گیاهان زراعی باعث می‌شود که گیاهان زراعی در معرض تنش‌های محیطی بیشتری قرار گیرند و یکی از مهمترین عوامل کاهش در کلروفیل برگ‌ها تنش‌های محیطی می‌باشند، به عبارت دیگر با تاخیر در کاشت و وقوع دمای بالا در طول فصل رشد و دماهای پایین در انتهای فصل رشد باعث کاهش در کلروفیل در اثر تنش اکسیداتیو در برگ‌ها می‌شود (افکاری، ۱۳۸۵). آتتیا و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر سه تاریخ کاشت (۲۸ مهر، ۱۹ آبان و ۱۰

آذر) در گیاه باقلا، به این نتیجه رسیدند که تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوییید دارد که این کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در نهایت باعث کاهش در عملکرد دانه باقلا می‌شود.

۴-۲ محتوی نسبی آب برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنها اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر محتوی نسبی آب برگ معنی‌دار بود و اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر محتوی نسبی آب برگ معنی دار نبود (جدول ۴-۱).

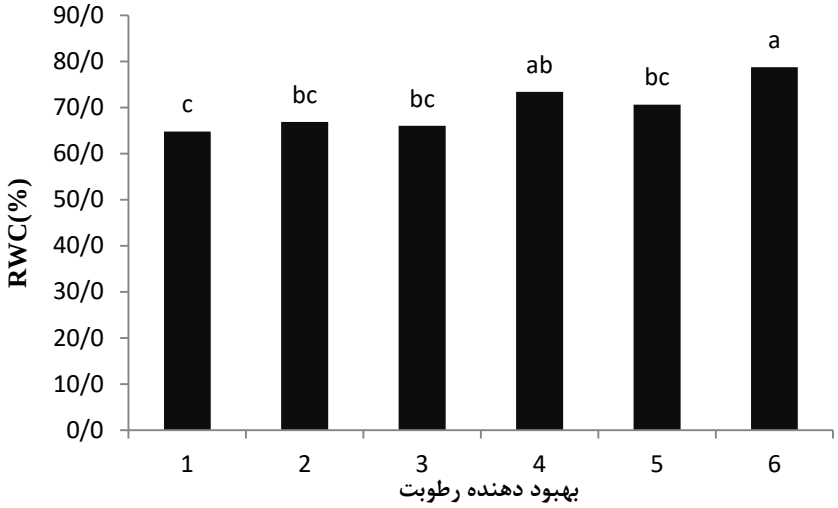
بر اساس نتایج مقایسه میانگین با کاربرد بهبود دهنده رطوبت محتوی نسبی آب برگ نیز افزایش پیدا کرد، به‌طوری که محتوی نسبی آب برگ در تیمار شاهد با ۶۴/۸ درصد از سایر تیمارهای مورد آزمایش کمتر بود، همچنین بر اساس نتایج شکل ۴-۲ می‌توان بیان کرد ترکیب سوپر جاذب و زیولیت کارایی بیشتری برای افزایش محتوی نسبی آب برگ داشت، بدین صورت که هنگام استفاده تنها از سوپر جاذب و زیولیت به طور متوسط ۱۰ تا ۱۵ درصد محتوی نسبی آب برگ آفتابگردان کاهش پیدا کرد. بیشترین محتوی نسبی آب برگ آفتابگردان در تیمارهای زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد و زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و به ترتیب برابر ۷۳/۴ و ۷۸/۷ درصد بودند (شکل ۴-۲). مهم‌ترین مزیت بهبود دهنده‌های رطوبت، تامین بخشی از رطوبت مورد نیاز برای گیاه می‌باشد، که این امر می‌تواند به جذب بیشتر آب و بهبود رشد گیاه کمک کند (روستایی و همکاران، ۲۰۱۱). در این رابطه بیان شده است زیولیت‌ها در خاک باعث حفظ و نگهداری آب و رطوبت خاک می‌شوند. زیولیت ها به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی قادرند

بیش از ۶۰ درصد وزنی خود آب نگهداری کنند، بدین ترتیب، این مواد به عنوان مخزنی از آب قابل دسترس در خاک عمل کرده و تعادل بین هوا و آب را در خاک برقرار می‌سازند (رجبی و همکاران، ۲۰۱۱).

همچنین بیان شده است زیولیت‌ها قابلیت مرطوب شدن داشته و به ریشه گیاهان در خاک قابلیت گسترش جانبی را می‌دهند. آب ذخیره شده در شبکه زیولیت به تدریج جذب گیاه می‌شود. در طول روز به علت تابش مستقیم آفتاب مقداری از آب سطحی خاک در اثر تبخیر از بین می‌رود ولی در طول شب با پایین آمدن درجه حرارت محیط، زیولیت ها با جذب رطوبت هوا مجددا مقداری از آب از دست رفته را جبران می‌کنند (متقی و همکاران، ۱۳۹۳). تأثیر استفاده از ۲۵ گرم زیولیت در ۱۲ کیلوگرم خاک در شرایط تنش خشکی روی گیاه دارویی بادرشبی بررسی شد، نتایج نشان داد کاربرد زیولیت در شرایط تنش باعث افزایش سطح برگ، شمار ساقه و برگ، شمار گل و درصد اسانس در گیاه شد (قلی‌زاده و همکاران، ۲۰۰۶).

علاوه بر زیولیت محققان بیان کرده‌اند امروزه پلیمرهای سوپرجاذب به شدت آب دوست به عنوان یک ماده افزودنی به خاک و مخزن بالقوه‌ای برای عناصر غذایی و آب در کشاورزی استفاده می‌شود و نقش آنها در کاهش خسارت به گیاهان در شرایط سخت محیطی و شرایط طبیعی اثبات شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۲). پلیمرهای سوپرجاذب مواد مناسب برای افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک هستند (سپاسخواه و بذر افشان، ۲۰۰۶). پلیمرها از واحدهای کوچک تکرار شونده (مونومر) که توسط اتصال به یکدیگر تشکیل زنجیره‌های بزرگ می دهند به وجود آمده و شامل انواع کاتیونی، آنیونی و خنثی می-باشند، این پلیمرها با جذب و حفظ آب و رها کردن آن در محیط ریشه گیاه باعث جذب آب بیشتر

توسط گیاه شده و به رشد و نمو گیاه کمک کرده و محتوی آب نسبی در گیاه را افزایش می‌دهند (عابدی کوپایی و اسدکاظمی، ۲۰۰۶).



شکل ۴-۲- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر درصد محتوی نسبی آب برگ (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد)

همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر محتوی نسبی آب برگ آفتابگردان نشان داد در تاریخ کاشت ۱ اسفند محتوی نسبی آب برگ به طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بود که به ترتیب برابر ۷۳/۹ و ۶۷/۱ درصد بود (جدول ۴-۲). تاریخ کاشت می‌تواند اثر منفی بر محتوی نسبی آب برگ گذارد، محققان بیان کردند تاخیر در کاشت می‌تواند جذب آب توسط ریشه را دچار اختلال کند، در واقع با تاخیر در کاشت و کاهش رشد ریشه باعث می‌شود که جذب آب و سایر عناصر غذایی کاهش یابد و در نتیجه محتوی نسبی آب برگ کاهش یابد (پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۲).

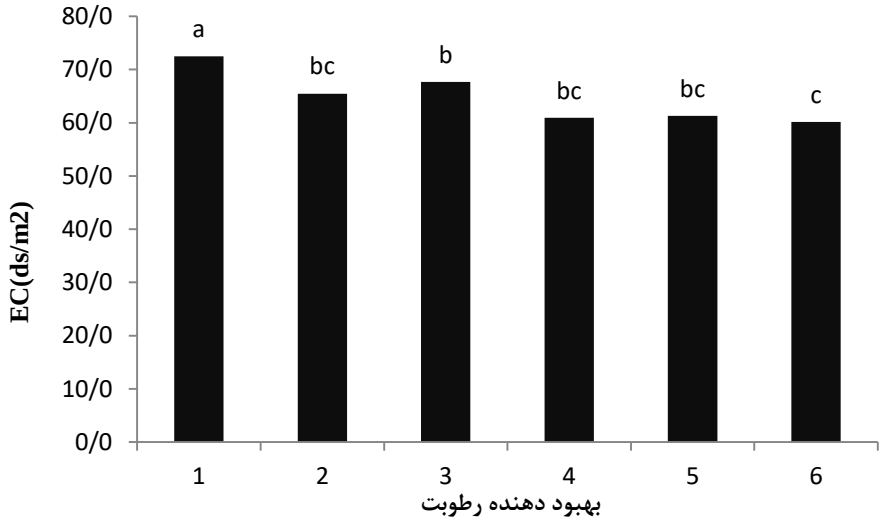
جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات اندازه‌گیری شده آفتابگردان

تاریخ کاشت	قطر طبق (cm)	RWC (%)	EC (dS/m^2)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
اول اسفند	۱۴/۴a	۷۳/۹a	۶۱/۸b	۴/۸۷a
۱۵ اسفند	۱۳/۵b	۶۷/۱b	۶۷/۴a	۴/۶۹b

۴-۳- پایداری غشا

شاخص پایداری غشاء از طریق اندازه‌گیری میزان نشت الکترولیتی برگ اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر هدایت الکتریکی برگ‌های آفتابگردان معنی‌دار بود، اما اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر هدایت الکتریکی آفتابگردان معنی‌دار نبود (جدول ۴-۱).

بر اساس نتایج شکل ۴-۳ با کاربرد بهبود دهنده رطوبت نشت الکترولیت‌ها یا هدایت الکتریکی کاهش پیدا کرد، به‌طوری‌که بیشترین مقدار نشت الکترولیت‌ها در تیمار شاهد مشاهده شد که برابر ۷۲/۵ دسی زیمنس بر متر بود اما با کاربرد بهبود دهنده رطوبت مقدار نشت الکترولیت‌ها به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد، پس از تیمار شاهد مقدار نشت الکترولیت‌ها در تیمار سوپر جاذب و زیولیت از سایر تیمارها بالاتر بود که به‌ترتیب برابر ۶۵/۵ و ۶۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود، مقدار نشت الکترولیت‌ها در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد نسبت به سایر تیمارها کمتر بود و برابر ۶۰/۱ دسی زیمنس بود، اما مقدار نشت الکترولیت‌ها در این تیمار با تیمارهای زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد و زیولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر هدایت الکتریکی برگ آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تاریخ کاشت بر مقدار نشت الکترولیت‌ها در تاریخ کاشت اول نشت الکترولیت‌ها به طور معنی‌داری کمتر از تاریخ کاشت ۱۵ اسفند بود که به ترتیب برابر ۶۱/۸ و ۶۷/۴ دسی زیمنس بر متر بود (جدول ۴-۲). در نخود محققان بیان کردند محتوی نسبی آب برگ و نشت الکترولیت‌ها تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرند، به طوری که در تاریخ کاشت مطلوب (۱۵ آبان) مقدار محتوی نسبی آب برگ بیشتر بود و نشت اکترولیت‌ها کاهش پیدا کرد (آهی و همکاران، ۱۳۹۲).

به‌طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد که کاربرد بهبود دهنده‌های رشد باعث کاهش نشت الکترولیت‌ها شده و از این نظر سلامتی سلول را افزایش می‌دهد، محققان بیان کرده‌اند نشت الکترولیت‌ها از سلول رابطه مستقیم با کارکرد سلول دارد، به طوری که با افزایش در نشت الکترولیت‌ها و کارکرد سلول کاهش می‌یابد و در نهایت منجر به مرگ سلول می شود (نیکان و همکاران، ۲۰۱۱) از این

رو هر عاملی که سبب بهبود و رشد گیاه و افزایش جذب آب در گیاه شود در نهایت نشت الکترولیت‌ها را نیز کاهش خواهد داد، زیولیت و سوپر جاذب دو ترکیبی هستند که علاوه بر اینکه باعث نگهداری و جذب آب می‌شوند، با حفظ عناصر غذایی و جذب بیشتر آنها به رشد و نمو بهتر گیاهان کمک می‌کنند (رجبی و همکاران، ۲۰۱۱). این مواد با افزایش جذب و نگهداری آب در خاک، ذخیره عناصر نیتروژن، فسفر، گوگرد و کاتیونهای تبادلی و همچنین افزایش تهویه از طریق بهبود ساختمان خاک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (نظرلی و همکاران، ۲۰۱۰). اله دادی و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایش های خود روی گیاه سویا، افزایش عملکرد و وزن ۱۰۰ دانه سویا را تحت تأثیر پلیمر سوپرجاذب مشاهده کردند. همچنین افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیست توده توسط پلیمر سوپر جاذب در هر دو شرایط تنش و نرمال توسط مسلمی و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است.

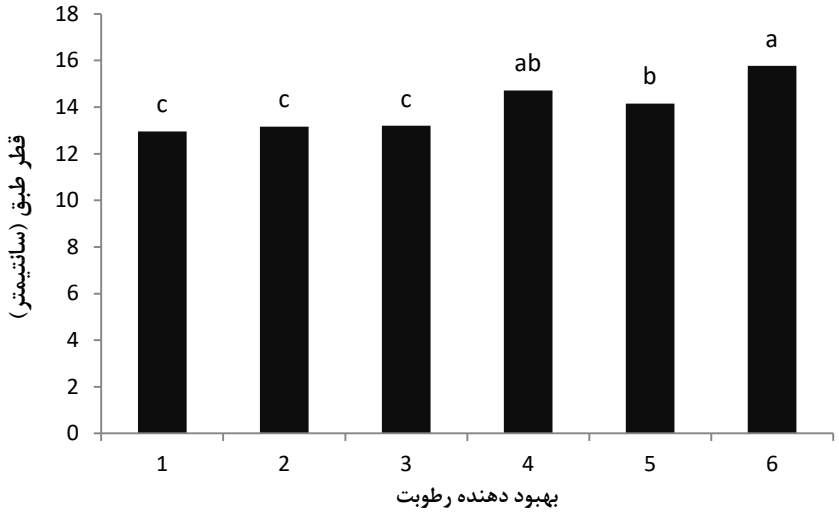
۴-۴- قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس نشان داد از بین منابع تغییر تنها اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق آفتابگردان معنی دار بود، اما اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت اثر معنی داری بر قطر طبق آفتابگردان نداشت (جدول ۴-۳).

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (مربعات میانگین) اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن ۱۰۰ دانه در گیاه آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر طبق	تعداد دانه در طبق	وزن ۱۰۰ دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۰۲ ns	۲۶۷۲ ns	۰/۳۸ ns
تاریخ کاشت	۱	۶/۶۷۳*	۳۴۵۵۱**	۰/۲۹*
بهبود دهنده رطوبت	۵	۷/۳۰۰**	۷۹۶۶۲**	۰/۵۵*
تاریخ کاشت * بهبود دهنده رطوبت	۵	۰/۷۰۰ns	۱۲۷۱۴**	۰/۰۸ ns
خطا	۲۲	۱/۰۸۷	۲۵۲۹	۰/۱۴
ضریب تغییرات (٪)		۷/۴	۶/۱	۸/۰

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق آفتابگردان استفاده از بهبود دهنده رطوبت باعث افزایش در قطر طبق آفتابگردان شد، اما این افزایش در قطر طبق در هنگام کاربرد تنهایی سوپر جاذب و زیولیت نسبت به شاهد زیاد نبود و بین تیمارهای شاهد، سوپر جاذب و زیولیت اختلاف معنی داری از نظر آماری وجود نداشت، به‌طوری که قطر طبق در تیمارهای شاهد، سوپر جاذب و زیولیت به‌ترتیب برابر ۱۳، ۱۳/۲ و ۱۳/۲ سانتی‌متر بود، در تیمارهای کاربرد ترکیبی زیولیت و سوپر جاذب قطر طبق به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای شاهد و کاربرد تنهایی بهبود دهنده رطوبت افزایش پیدا کرد، بدین صورت که در تیمارهای زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، زیولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد و زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد به‌ترتیب برابر ۱۴/۷، ۱۴/۵ و ۱۵/۸ سانتی‌متر بود (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر قطر طبق آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد)

بر اساس نظر محققان در گیاه آفتابگردان هر عاملی که باعث افزایش در رشد و نمو گیاه شود، افزایش قطر طبق را نیز در پی خواهد داشت (امیدی و همکاران، ۲۰۱۲).زیولیت آب را جذب، و هوای مورد نیاز ریشه را در اختیار آن قرار می‌دهد و نقش یک حاصلخیز کننده طبیعی را بازی می‌کند و از این طریق باعث بهبود و افزایش رشد گیاهان می‌شود (متقی و همکاران، ۲۰۱۴).

بر اساس گزارش محققان زیولیت می‌تواند اثر معنی‌داری بر وزن خشک گل آذین گیاهان داشته باشد، به‌طوری که با اضافه کردن ۵۰ گرم زیولیت به محیط کشت گلدان‌های ۱/۵ لیتری گل داوودی عملکرد گل تغییر معنی‌داری نسبت به کاربرد روزانه ۲۳۴ میلی گرم در لیتر پتاسیم همراه آبیاری بدون استفاده از زیولیت در محیط کشت نداشت (هرشی و همکاران، ۲۰۱۲). کاربرد زیولیت در غلات (گندم)،

سبزیجات (بادمجان و هویج) و میوه ها (سیب) به طور معنی داری باعث افزایش محصول و وزن خشک حتی تا ۶۳ درصد شده است (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج پژوهش‌های روبیولایسلام و همکاران (۲۰۱۱) بیانگر افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت با کاربرد ۴۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود.

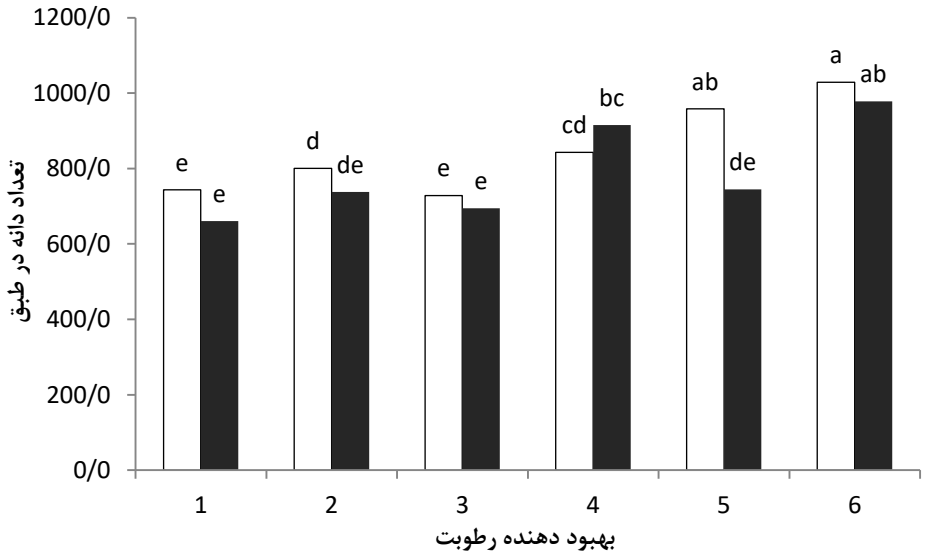
۴-۵- اجزای عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، بهبود دهنده رطوبت و اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود، اما برای وزن صد دانه از میان منابع تغییر تنها اثر بهبود دهنده رطوبت بر وزن صد دانه معنی‌دار بود و سایر منابع تغییر اثر معنی‌داری بر وزن صد دانه آفتابگردان نداشتند (جدول ۴-۴).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت استفاده از بهبود دهنده رطوبت در هر دو تاریخ کاشت باعث افزایش تعداد دانه در طبق نسبت به حالت شاهد شود، به‌طوری که در هر دو تاریخ کاشت تعداد دانه در طبق در در تیمار شاهد کمتر از سایر تیمارهای بهبود دهنده رطوبت بود که در تاریخ کاشت ۱ اسفند و ۱۵ اسفند در تیمار شاهد تعداد دانه در طبق به ترتیب برابر ۷۴۳/۷ و ۶۶۰/۵ عدد دانه بود (شکل ۴-۵).

در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه در این آزمایش تعداد دانه در طبق در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد بالاتر از سایر تیمارهای آزمایش بود، بدین صورت که در دو تاریخ کاشت اول اسفند و ۱۵ اسفند به ترتیب تعداد دانه در طبق در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد برابر ۱۰۲۸/۷ و ۹۷۸/۳ عدد بود، پس از تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد تعداد دانه در

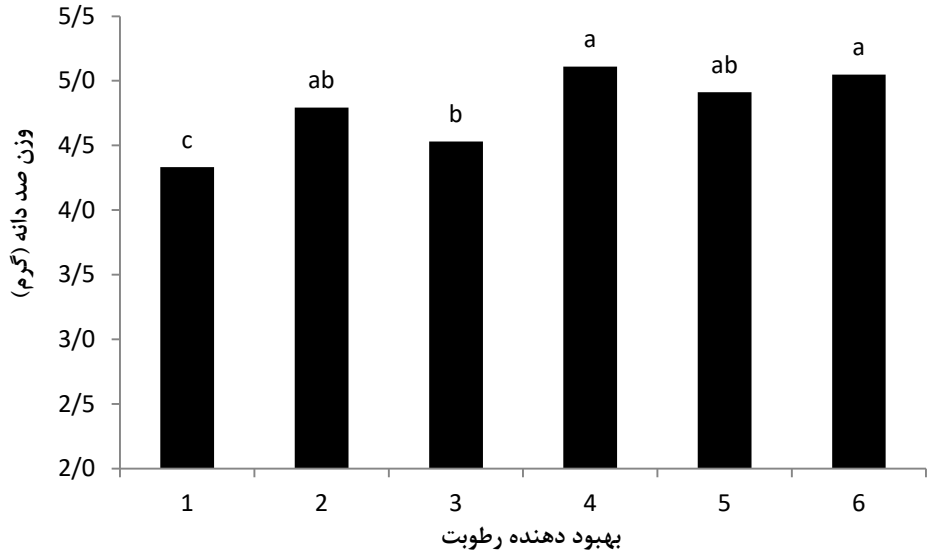
طبق در تیمار تاریخ کاشت اول اسفند و زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد نسبت به سایر تیمار-ها بالاتر بود اما در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند پس از تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ تعداد دانه در طبق در تیمار زیولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد سبت به سایر تیمارها بالاتر بود (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد) ستون‌های با رنگ مشکی تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ستون‌های بی‌رنگ تاریخ کاشت ۱ اسفند را نشان می‌دهند.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر وزن صد دانه آفتابگردان با کاربرد بهبود دهنده رطوبت وزن صد دانه آفتابگردان به طور معنی‌داری نسبت به حالت شاهد افزایش پیدا کرد، اما بین تیمارهایی که سوپر جاذب یا زیولیت استفاده شده بود اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، وزن صد دانه آفتابگردان در تیمار زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد نسبت به سایر تیمار های آزمایش بالاتر بود که برابر ۵/۱۱ گرم بود و پس از این تیمار وزن دانه آفتابگردان در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر

جاذب ۷۰ درصد بالاتر از سایر تیمارها بود که وزن صد دانه در این تیمار برابر ۵/۰۵ گرم بود (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- مقایسه میانگین اثر بهبود دهنده رطوبت بر وزن صد دانه آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد)

محققین اثرات مثبت کاربرد زیولیت بر فعالیت‌های بیولوژیک خاک را ناشی از افزایش فراهمی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، بهبود شرایط تهویه، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و در نهایت متعادل نگه داشتن pH خاک توسط زیولیت دانستند (متقی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین بیان شده است سوپر جاذب ها به خاطر جذب سریع آب و نیز در تثبیت بیولوژیکی شن‌های ، کنترل فرسایش خاک باعث رشد بهترگیاهان می‌شوند. با اینکه سوپر جاذب، تحت فشار هم قادر به نگهداری آب جذب کرده خود است، به‌محض نیاز ریشه، آب را به سهولت در اختیار آن قرار می‌دهد (محبی، ۱۳۹۵). در مطالعه تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش رطوبتی گزارش

شده است که اگرچه تنش رطوبتی سبب کاهش عملکرد دانه شد، اما با مصرف پلیمر سوپر جاذب، ضمن کاهش اثرات تنش رطوبتی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه محصول افزایش معنی داری یافت (پور اسماعیلی و همکاران، ۲۰۱۰).

در بررسی اثر سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نیز گزارش شده که سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب در تمام صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش، تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داده است (شکاری و همکاران، ۲۰۱۵). بر اساس تحقیقات صورت گرفته، با کاربرد پلیمر سوپر جاذب می‌توان علاوه بر افزایش رشد گیاهان، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه، می‌توان گاهی تا ۵۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی کرد (باندجچفی و همکاارن، ۲۰۱۷).

در مطالعه‌ای دیگر، با هدف بررسی اثر سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب بر پارامترهای زیست توده کل، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب شش رقم کلزا تحت تنش رطوبتی، مشخص شد که کاربرد سوپر جاذب منجر به افزایش معنی‌دار صفات مورد ارزیابی نسبت به تیمار شاهد گردید (توحید مقدم و همکاران، ۲۰۰۹). گزارش شده است که با کاربرد پلیمر سوپر جاذب در شرایط تنش رطوبتی، علاوه بر افزایش معنی دار عملکرد، وزن هزار دانه و تعداد دانه در گیاه ذرت، کارایی مصرف آب نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از حالت شاهد شد (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۳).

همچنین علاوه بر بهبود دهنده‌های رشد، تاریخ کاشت نیز بر اساس نتایج این آزمایش اثر مهمی بر اجزای عملکرد آفتابگردان داشت، آهی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تاریخ کاشت زودهنگام (پاییزه) بود. کاشت زودتر نخود به ویژه در شرایط دیم در ابتدای فصل رشد در صورت مناسب بودن شرایط آب و هوایی با افزایش طول دوره رشد رویشی سبب افزایش تولید ماده خشک کل و دانه در نخود می‌شود و تأخیر در کاشت با محدود ساختن طول دوره رشد گیاه و تشکیل ساختارهای رویشی و زایشی، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. اثر زمان کاشت بر

وزن ماده خشک و تعداد دانه در بوته گیاه نخود سفید در مرحله رسیدگی فیزیولوژی بسیار معنی‌دار بوده و تجمع ماده خشک و تعداد دانه در بوته با تأخیر در تاریخ کاشت کاهش یافت (پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۲؛ پوررضا و همکاران، ۱۳۸۶).

نیکوبین و همکاران (۱۳۸۸) در کلزا به این نتیجه رسیدند که با تأخیر در کاشت نمو گیاه سریع‌تر شد و زمان مورد نیاز برای تشکیل و پرشدن دانه کاهش یافت، از این رو وزن هزار دانه نیز به طور معنی-داری کاهش یافت. افکاری (۱۳۸۵) بیان داشت که تأخیر در کاشت کانولا باعث کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش وزن هزار دانه و تعداد غلاف فرعی شد. تأخیر در کاشت موجب تسریع نمو در اثر برخورد دوران ساقه رفتن و رشد زایشی با دماهای بالا موجود در اواسط بهار و اوایل تابستان شده و رشد رویشی رشد و پرشدن دانه را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود.

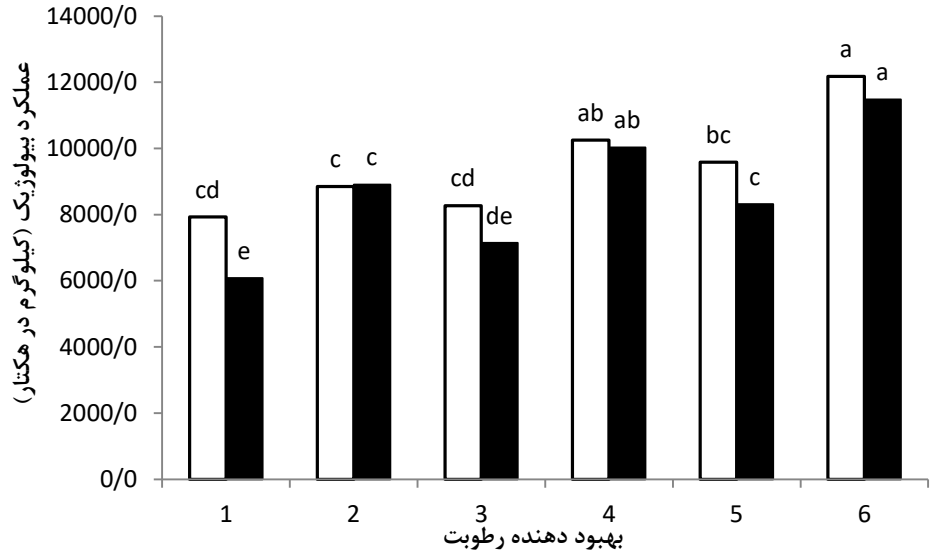
۴-۶- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تاریخ کاشت، بهبود دهنده رطوبت (سوپر جاذب و زیولیت) و اثر متقابل بهبود دهنده رطوبت و تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک گیاه آفتابگردان معنی‌دار بود (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه آفتابگردان

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه گرم در بوته	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۲	۱۶۰۶۷۰ ns	۱۴۸۶۳۹	۰/۰۰۲*
تاریخ کاشت	۱	۴۲۶۳۶۵*	۶۴۹۳۸۳۲**	۰/۰۰۱ ns
بهبود دهنده رطوبت	۵	۲۳۷۸۲۹۲**	۱۷۸۹۵۷۰۷**	۰/۰۰۰۴ ns
تاریخ کاشت * بهبود دهنده رطوبت	۵	*۲۴۳۶۸۷	**۷۲۴۳۱۵۵	ns۰/۰۰۰۵
خطا	۲۲	۸۳۳۷۷	۵۵۱۳۲۱	۰/۰۰۰۶
ضریب تغییرات (٪)		۷/۲	۹/۳	۶/۷

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد بیولوژیک عدم کاربرد بهبود دهنده رطوبت چه سوپر جاذب و چه زیولیت عملکرد بیولوژیک آفتابگردان کاهش پیدا کرد، به طوری که در هر دو تاریخ کاشت عملکرد بیولوژیک مربوط به عدم کاربرد بهبود دهنده رطوبت (شاهد) نسبت به سایر تیمارهای آزمایش کمتر بود که عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در تاریخ کاشت اول اسفند و ۱۵ اسفند برابر ۷۹۲۷/۰ و ۶۰۸۰/۴ کیلوگرم در هکتار بود، عملکرد بیولوژیک در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد نسبت به سایر تیمارها مورد آزمایش بالاتر بود که به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند برابر ۱۲۱۷۴ و ۱۱۴۸۱ کیلوگرم در هکتار بود، پس از تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد عملکرد بیولوژیک آفتابگردان در تیمار زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد در هر دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند بالاتر از سایر تیمارها بود و از نظر آماری با تیمارهای زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد در دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند ماه اختلاف معنی‌داری نداشت، عملکرد بیولوژیک در تیمار زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد در هر دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ به ترتیب برابر ۱۰۲۴۸ و ۱۰۰۲۴ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد بیولوژیک آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از زیولیت، ۴= زیولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زیولیت ۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد) ستون‌های با رنگ مشکی تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ستون‌های بی‌رنگ تاریخ کاشت ۱ اسفند را نشان می‌دهند.

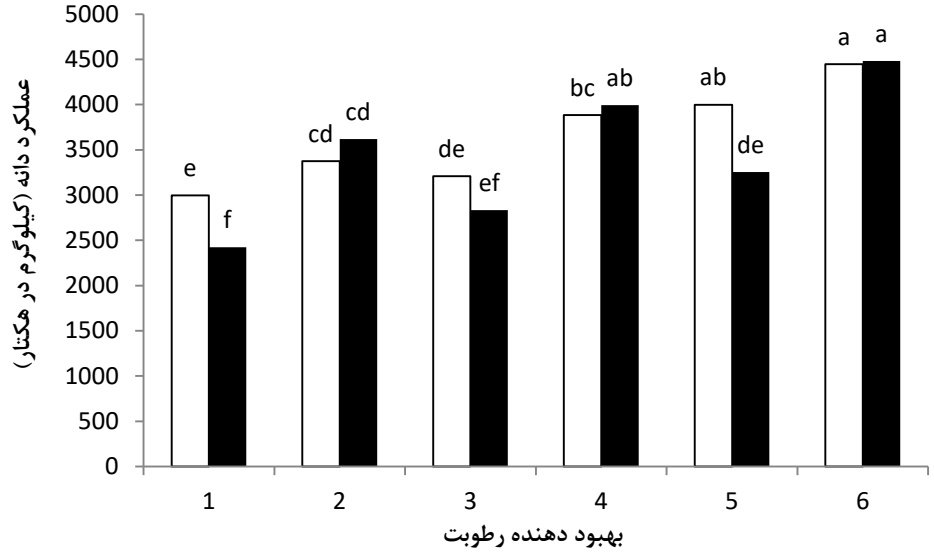
بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد کاربرد بهبود دهنده رطوبت (سوپر جاذب و زیولیت) باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک گیاه می‌شود، که به نظر می‌رسد این امر علاوه بر تامین رطوبت توسط سوپر جاذب و زیولیت به اصلاح ساختار خاک و جذب بیشتر عناصر غذایی نیز ربط داشته باشد. همچنین بیان شده است استفاده از سوپر جاذب در کاشت نشاء و نهال، تنش‌های رطوبتی را از بین برده و به سازگاری نباتات کاشته شده با محیط کمک می‌نماید (پیرزاد و همکاران، ۲۰۱۲). طی تحقیقی، سیلبربوش و همکاران (۱۹۹۳) با کاربرد مقادیر مختلف پلیمر Agrosoak در تپه های شنی و استفاده از سیستم آبیاری قطره ای برای آبیاری ذرت های کشت شده در آن، به این نتیجه رسیدند که استفاده از این پلیمر باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین افزایش وزن خشک ریشه گیاه شده

است. همچنین افزایش ارتفاع، قطر ساقه و شمار شاخه های فرعی در گیاه کلزا را با کاربرد ۱۰ تن در هکتار زیولیت نیز گزارش شد (زاهدی، ۲۰۰۹). همچنین البسیدی و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرده‌اند زیولیت باعث نگهداری آب در بستر رشد می‌شود.

۴-۷- عملکرد دانه و شاخص برداشت

عملکرد دانه مهم‌ترین صفت در گیاهان زراعی دانه‌ای می‌باشد، که تمام عوامل در جهت بالا بردن آن به کار گرفته می‌شود، بر اساس نتایج تجزیه واریانس هم تاریخ کاشت و هم بهبود دهنده رطوبت اثر معنی‌دار بر عملکرد دانه آفتابگردان داشتند، علاوه بر تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت اثر متقابل این دو فاکتور نیز بر عملکرد دانه آفتابگردان معنی‌دار بود (جدول ۴-۴).

در شکل ۴-۸ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد دانه آفتابگردان نشان داده شده است، بر اساس نتایج این شکل به کاربردن بهبود دهنده رطوبت چه سوپر جاذب و چه زیولیت باعث افزایش در عملکرد دانه آفتابگردان شده است، بر این اساس، علاوه بر این کاربرد ترکیبی سوپر جاذب و زیولیت اثر بیشتری بر افزایش عملکرد دانه داشت، به‌طوری که عملکرد دانه در هنگام کاربرد تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد نسبت به سایر تیمارهای آزمایش بالاتر بود، عملکرد دانه در تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد به ترتیب در تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند برابر ۴۴۴۷ و ۴۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بود، همچنین عملکرد دانه در هر دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند در تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارها کمتر بود، که مقدار عملکرد دانه در تیمار شاهد به‌ترتیب برابر ۲۹۹۶ و ۲۴۲۱ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۸).



شکل ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت بر عملکرد دانه آفتابگردان (۱= شاهد، ۲= استفاده از سوپر جاذب، ۳= استفاده از ، ۴= زئولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد، ۵=زئولیت۷۰درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد، ۶= زئولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد) ستون‌های با رنگ مشکی تاریخ کاشت ۱۵ اسفند و ستون‌های بی-رنگ تاریخ کاشت ۱ اسفند را نشان می‌دهند.

نتایج شکل ۴-۸ نشان داد استفاده ترکیبی از سوپر جاذب و زئولیت اثر مطلوب‌تری بر عملکرد دانه در مقایسه با کاربرد تنهایی هر کدام از بهبود دهنده رطوبت دارند، بر این اساس پس از تیمار زئولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱ اسفند در تیمار زئولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصد بالاتر از سایر تیمارهای ازمایش بود، که عملکرد دانه در این تیمار برابر ۳۹۹۹ کیلوگرم در هکتار بود همچنین در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند در تیمار زئولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد عملکرد دانه با تیمارهای ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد و زئولیت ۷۰ درصد+سوپر جاذب ۳۰ درصداختلاف معنی‌داری نداشت و عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵ اسفند در تیمار زئولیت ۵۰ درصد+سوپر جاذب ۵۰ درصد برابر ۳۹۹۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۸).

همانند نتایج این آزمایش دیگر محققان نیز از اثر مثبت زئولیت و سوپر جاذب بر عملکرد گیاهان زراعی گزارش داده‌اند، کوللا و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند عملکرد گیاه و قابلیت دسترسی عناصر برای آن، به ویژه در خاک های با بافت شنی در حضور زئولیت افزا یش می‌یابد. در بررسی اثر زئولیت بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا متقی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد زئولیت به مقدار ۱۰ تن در هکتار سبب بهبود شرایط رشد گیاه و افزایش عملکرد دانه شد. با وجود مزایای بسیار زئولیت‌ها در مصارف کشاورزی، به اعتقاد کیمبرلی و نلسون (۱۹۹۷) استفاده از زئولیت طبیعی، بدون افزودن عناصر غذایی به آن، منجر به رقابت بین ریشه گیاه و زئولیت در جذب عناصر غذایی می گردد و اثر معکوسی در رشد گیاه دارد.

در تحقیقی دیگر اکاترینا و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که زئولیت کلینوپتیلولایت و کمپوست روی خصوصیات خاک مؤثر است آنها این آزمایش را با سه تیمار خاک (شاهد)، خاک با زئولیت و خاک با کمپوست انجام دادند. همچنین آصالح و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تأثیر توأم پساب شهری و سوپرجاذب در رشد گونه قرهداغ *Nitraria Schoberi* دریافتند که استفاده از سوپرجاذب‌ها حتی در خاک‌های بیابانی می‌تواند در احیای بیولوژیک گونه مذکور مؤثر باشد و باعث افززایش وزن خشک کل گیاه شود. پلیمرها با بهبود ساختار خاک باعث افزایش رشد گیاه، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش نگه داشت آب می شوند (والاس و والاس، ۱۹۹۰). مختاری و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر تنش خشکی و هیدروژل‌های سوپرجاذب بیان کردند که مواد سوپرجاذب تأثیر معنی داری در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاچیتی دارند.

بر اساس نتایج این آزمایش با تاخیر در کاشت، عملکرد دانه در تمام سطوح بهبود دهنده رشد کاهش پیدا کرد، بر این اساس می توان بیان کرد که تاخیر در کاشت با کاهش در اجزای عملکرد دانه آفتابگردا

باعث کاهش در عملکرد دانه آفتابگردان شده است، در این راستا آتتیا و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر سه تاریخ کاشت (۲۸ مهر، ۱۹ آبان و ۱۰ آذر)، به این نتیجه رسیدند که تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد بذر باقلا دارد و در تاریخ کاشت ۱۹ آبان حداکثر عملکرد دانه و وزن صددانه حاصل شد و تاریخ کاشت زودهنگام (۲۸ مهر) و تاریخ کاشت دیرتر (۱۰ آذر) عملکرد دانه کم‌تری داشت. افزایش عملکرد تاریخ کاشت ۱۹ آبان را می‌توان به شرایط محیطی، حرارت، طول روز و شدت نور در طی فصل رشد نسبت داد که باعث افزایش رشد رویشی و در نتیجه افزایش ماده خشک، عملکرد دانه گیاه باقلا شد.

تأخیر در کاشت لوبیا باعث برخورد رشد رویشی گیاه با گرمای تیر و مرداد شده و سبب کاهش طول دوره رشد، کاهش سطح فتوسنتز کننده و گل‌دهی زود هنگام در گرمای شدید باعث عقیم شدن گل‌ها و کاهش تعداد دانه در غلاف و کاهش عملکرد دانه شد (ثابتی و همکاران، ۱۳۹۲). در نخود بیش‌ترین عملکرد دانه در کاشت زودهنگام (۱۵ آبان) به‌دست آمد (آهی و همکاران، ۱۳۹۲).

اثر تاریخ کاشت بر وزن صددانه نشان داد که تیمار پاییزه بیش‌ترین میزان را در وزن صددانه داشت و کم‌ترین میزان در تیمارهای انتظاری، بهاره و بهاره دیرهنگام مشاهده شد (طهماسبی‌طالع و همکاران، ۱۳۹۲). در کلزا تاریخ کاشت مناسب در افزایش عملکرد دانه مؤثر است (میرزایی و همکاران، ۱۳۸۹). در دو تاریخ کاشت پاییزه و بهاره نخود، مشاهده شد میانگین درجه حرارت در طی مراحل رشد رویشی در کاشت زودهنگام کم‌تر از کاشت تأخیری می‌باشد، درجه حرارت پایین‌تر همراه با طول روز کوتاه‌تر و افزایش رشد کانوپی و بهبود جذب تشعشع فعال فتوسنتزی باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. اما احتمالا در فصل دوم (بهار) دوره رشد رویشی و به‌ویژه دوره زایشی با درجه حرارت بالا مواجه شده و با توجه به این‌که گیاه از نظر واکنش به فتوپرید روز بلند است بالطبع از دوره رویشی کوتاه‌تری برخوردار بوده و ماده خشک کل گیاه در زمان گل‌دهی به حد مطلوب نرسیده و در نهایت عملکرد آن کاهش یافت

(پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۲). در تاریخ کاشت دیرهنگام وزن صددانه کاهش یافت که باتوجه به کاهش طول دوره رویشی و کاهش آسیمیلاسیون و تبدیل مواد امری طبیعی به نظر می‌رسد (ثابتی و همکاران، ۱۳۹۲).

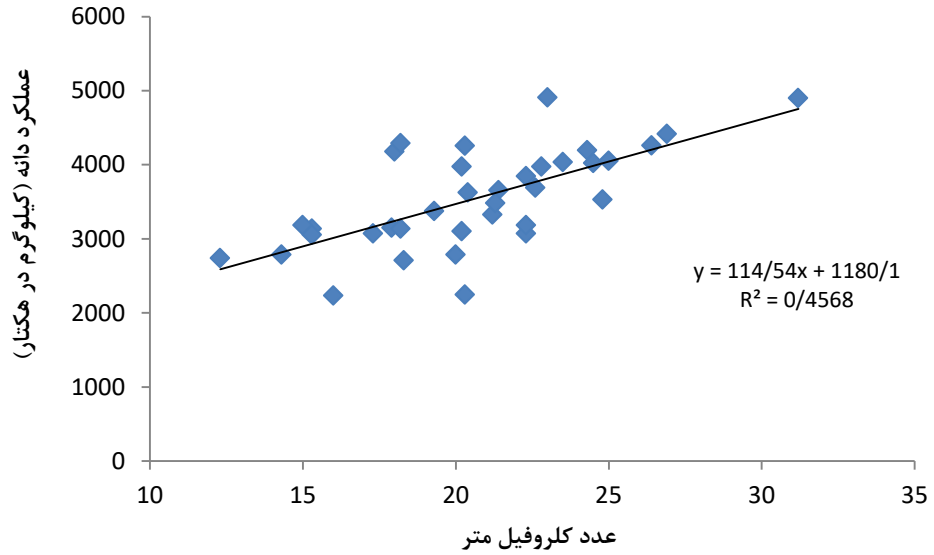
معنی‌دار نشدن فاکتورهای آزمایش بر شاخص برداشت آفتابگردان نشان دهنده این امر می‌باشد که فاکتورهای آزمایش هم باعث کاهش یا افزایش در عملکرد بیولوژیک شده‌اند و هم باعث کاهش یا افزایش در عملکرد دانه آفتابگردان شده‌اند و این امر باعث شده است تغییر معنی‌داری در شاخص برداشت که از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست می‌آید اتفاق نیافتد (جدول ۴-۴).

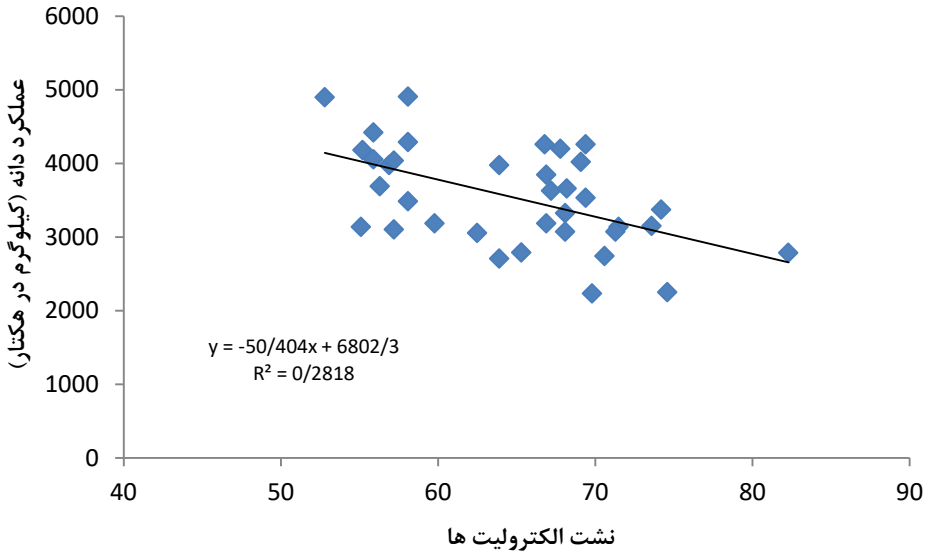
۴-۸- رابطه بین عملکرد دانه و صفات اندازه‌گیری شده

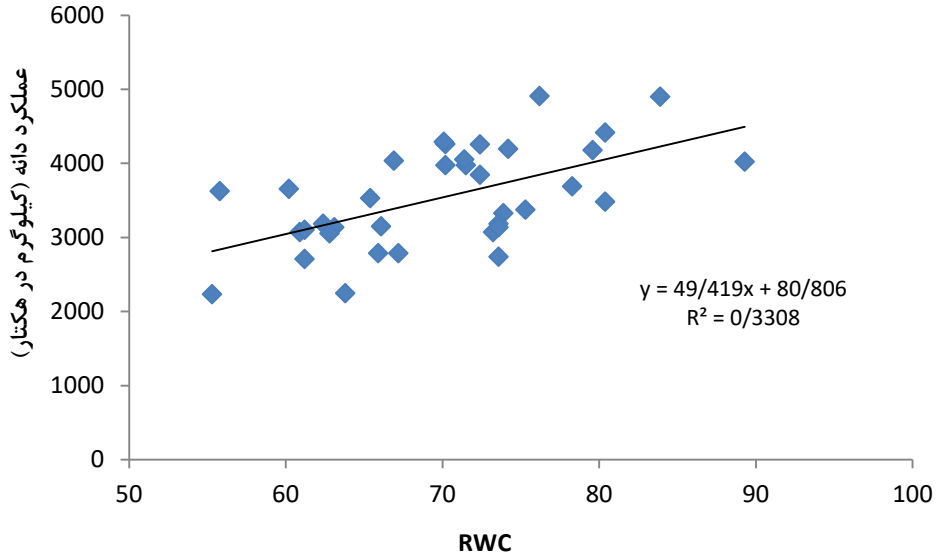
در شکل ۴-۹ رابطه بین عملکرد دانه با صفات اندازه‌گیری شده (محتوی نسبی آب برگ، تعداد دانه در طبق، نشت الکترولیت‌ها و عدد کلروفیل متر) در این آزمایش نشان داده شده است، بر اساس نتایج شکل ۴-۹ رابطه عملکرد دانه با محتوی نسبی آب برگ، عدد کلروفیل متر و تعداد دانه در طبق مثبت و معنی‌دار بود به طوری که با افزایش در محتوی نسبی آب برگ عملکرد دانه نیز افزایش پیدا کرد و شیب این افزایش برابر ۴۹/۴ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد دانه به ازای افزایش یک درصدی در محتوی نسبی آب برگ بود، در رابطه با عدد کلوفیل متر نیز با افزایش یک واحدی در عدد کلروفیل متر عملکرد دانه به مقدار ۱۱۴ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۹)، همچنین نتایج شکل ۴-۹ نشان داد رابطه عملکرد دانه با نشت الکترولیت‌های آفتابگردان منفی می باشد به طور که با افزایش در نشت الکترولیت‌ها عملکرد دانه نیز کاهش پیدا کرد، شیب کاهش عملکرد دانه در مقابل نشت الکترولیت‌ها برابر کاهش ۵۰ کیلوگرم عملکرد دانه به ازای افزایش یک واحدی نشت الکترولیت‌ها بود (شکل ۴-۹)، برای

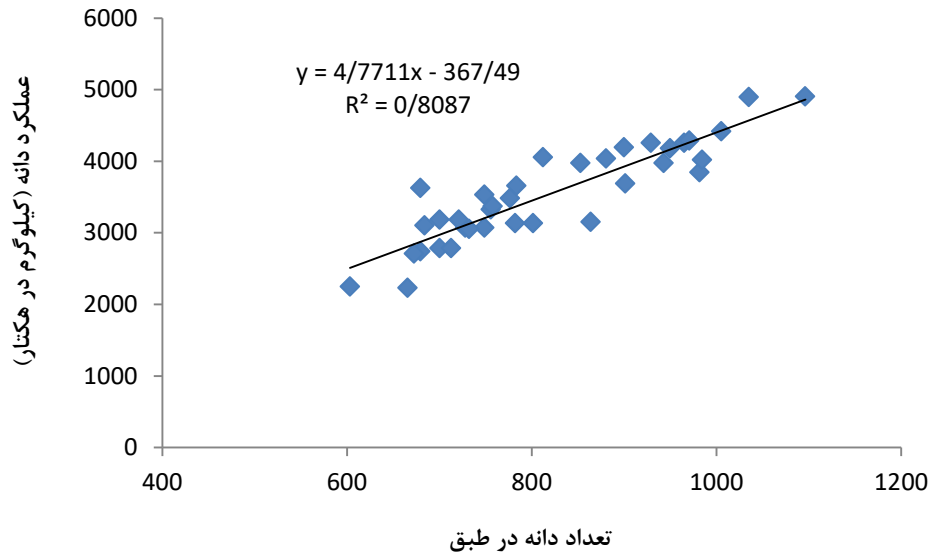
تعداد دانه در طبق اما با افزایش تعداد دانه در طبق عملکرد دانه نیز افزایش پیدا کرد، به طوری که با افزایش یک دانه در طبق عملکر د دانه آفتابگردان نیز به مقدار ۴/۷ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد (شکل ۴-۹).

به نظر می‌رسد بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد زیولیت و سوپر جاذب در مرحله اول باعث بهبود صفاتی همچون محتوی نسبی آب برگ و عدد کلروفیل متر می‌شود و افزایش در این صفات باعث افزایش در اجزای عملکر دانه آفتابگردان شده و نهایتا افزایش اجزای عملکرد دانه آفتابگردان را افزایش می‌دهد، می‌توان با توجه به این نتایج بیان کرد هر عاملی که باعث افزایش در صفاتی مثل محتوی نسبی آب برگ و عدد کلروفیل متر شود در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه آفتابگردان می‌شود که بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد سوپر جاذب و زیولیت باعث افزایش در عملکرد دانه و سایر صفات می‌شوند.




6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
40
50
60
70
80
90
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
y = -50/404x + 6802/3
R² = 0/2818
نشت الکترولیت ها


6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
50
60
70
80
90
100
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
y = 49/419x + 80/806
R² = 0/3308
RWC



شکل ۴-۹- رابطه عملکرد دانه با صفات اندازه‌گیری شده (محتوی نسبی آب برگ، نشت الکترولیت‌ها، تعداد دانه طبق، عدد کلروفیل‌متر)

۴-۹- نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد تاریخ کاشت و بهبود دهنده رطوبت (سوپر جاذب و زیولیت) اثر معنی‌داری بر محتوی نسبی آب برگ، قطر طبق، نشت الکترولیت‌ها و عدد کلروفیل متر دارد به طوری که با کاربرد بهبود دهنده رطوبت صفات ذکر شده نیز بهبود پیدا کرد، بر این اساس با کاربرد بهبود دهنده رطوبت صفات محتوی نسبی آب برگ، قطر طبق، نشت الکترولیت‌ها و عدد کلروفیل متر به طور معنی‌داری نسبت به حالت شاهد افزایش پیدا کردند، همچنین نتایج این آزمایش نشان داد به طور کلی تاریخ کاشت اول اسفند بهتر از تاریخ کاشت ۱۵ اسفند ماه می‌باشد.

نتایج این آزمایش همچنین نشان داد که اجزای عملکرد دانه و عملکرد دانه نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر بهبود دهنده رطوبت قرار گرفتند، در این رابطه نیز باید بیان شود استفاده از بهبود دهنده

رطوبت باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد دانه نسبت به حالت شاهد می‌شود، بیشترین عملکرد دانه در هنگام کاربرد تیمار زیولیت ۳۰ درصد+سوپر جاذب ۷۰ درصد مشاهده شد که به ترتیب در تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند برابر ۴۴۴۷ و ۴۴۸۰ کیلوگرم در هکتار بود، کمترین مقدار برای عملکرد دانه در هر دو تاریخ کاشت ۱ و ۱۵ اسفند در تیمار شاهد مشاهده شد و به ترتیب برابر ۲۹۹۶ و ۲۴۲۱ کیلوگرم در هکتار بود. به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد بهبود دهنده‌های رطوبت به دلیل ویژگی‌های مثبتی که دارند باعث بهبود صفات مختلف در گیاه آفتابگردان شده و در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهند.

منابع

افکاری، ع. ۱۳۸۵. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کانولا. مجله خلاصه همایش علوم زراعی. تهران . ایران.

آصالح، ف.، نوری، غ. عابدی کوپایی، ج. و شهریاری، ع. ۱۳۸۶. تأثیر تؤام پساب شهری و سوپرجاذب در رشد گونه قره داغ. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، مدیریت حوزه‌های آبخیز. اول تا دوم اسفند، کرج.

آهی، ح.، بخش کلارستاقی،ک.، صدرآبادی حقیقی، ر. ۱۳۹۲. تاثیر تاریخ های مختلف کاشت و کنترل علف های هرز برعملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم(*Cicer arietinum* L.) در قوچان. پنجمین همایش ملی حبوبات. ایران. کرج. ۷ اسفند. صفحات ۱۴۱-۱۳۷.

بانج شفیعی، ش. و رهبر، ا. ۱۳۸۲. تاثیر پلیمر بر پدیدههای رویشی و مؤفقیت پانیکوم .فصلنامه پژوهشی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۰: ۱۲۹-۱۱۱.

بزازی، ک.، فرجی، ا.، حسندخت، ر.، شیخ، ف. ۱۳۹۱. بررسی خصوصیات دانه باقلا تحت تاثیر تاریخ کاشت. چهارمین همایش ملی حبوبات. ۱۹ و ۲۰ بهمن. ایران. اراک. ۴ صفحه.

بهادر، م.، تدین، م.، ۱۳۹۶. مطالعه اثر کاربرد زئولیت بر تعدیل تنش کم آبیاری و بهبود کارکردهای گیاه شاهدانه. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی. ۶ (۲۱) :۱۲۷-۱۴۲

پزشکپور، پ.، استرکی، ح.، شعبانی، ا. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر فصل کاشت پاییزه و بهاره بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود سفید (*Cicer arietinume* L.) در شرایط دیم شهرستان سلسله. پنجمین همایش ملی حبوبات. ایران. کرج. ۷ اسفند. صفحات ۱۲۸-۱۲۵.

ثابتی، ع.، شیروانی سرخسی، ح.، جعفرزاده کنارسری، م.، رضایی، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز در منطق بروجرد. پنجمین همایش ملی حبوبات. ایران. کرج. ۷ اسفند ۱۳۹۲. صفحات ۳۸۷-۳۸۳.

جلیلی، خ.، جلیلی، ج.، و ه. سهرابی. ۱۳۹۰. تأثیر پلیمر سوپرجاذب و دور آبیاری بر رشد نهال بادام . مجله دانش آب و خاک. ۱۱(۱): ۱۲۲-۱۱۱.

شفیعی، ع.، اسحاقی راد، ج.، علیجانپور، ا.، و م. پاتو. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر کاربرد سوپرجاذب و دورۀ آبیاری بر رشد نهال‌های بنه (مطالعۀ موردی: نهالستان دکتر جوانشیر، پیرانشهر). مجله جنگل ایران. ۱: ۱۱۱-۱۰۱.

صمدزاده، ع.ر.، زمانی،غ. ر.، فلاحی، ح. ر.، ۱۳۹۹. امکان سنجی تولید گیاه جدید کینوا در شرایط اقلیمی خراسان جنوبی تحت تأثیر تاریخ و تراکم کاشت. نشریه پژوهش های کاربردی زراعی. ۳۳(۱): ۱۲۶-۱۰۴.

طهماسبی طالع، ح.، ر.، صباغ پور، س.،ح.، مظاهری، ح.، خدابنده، ن. ۱۳۹۲. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم اصلاح شده نخود هاشم در استان همدان. پنجمین همایش ملی حبوبات. ایران. کرج. ۷ اسفند. صفحات ۱۷۳-۱۶۹.

عجم نوروزی، ح.، سلطانی، ا. ۱۳۸۸. پیش بینی زمان وقوع گلدهی در باقلا (*Vicia faba* L.). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات). ۱۵ (۵): ۷۷-۶۵.

گلدانی، م.، باقری، ع.، نظامی، ا. ۱۳۷۹. تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود (*Cicer arientinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱: ۳۳-۲۲.

لطیفی، ن.، فرجی، ا.، سیدی، ف. ۱۳۸۹. مبانی زراعت (ترجمه). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۶۸۸صفحه.

محبی، ع. ۱۳۹۵. بررسی اثر پلیمر سوپر جاذب بر خصوصیات رویشی نخل خرما رقم تحت شرایط کم آب، مجله به زراعی کشاورزی. ۱۳(۱۱): ۲۲۹-۲۱۱.

نیکوبین، م.، سلطانی، ا.، فرجی، ا.، میرداوردوست، ف. ۱۳۸۸. تأثیر تاریخ کاشت طی دوره پر شدن دانه بر بنیه بذر کانولا. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی.۱۶(۱):۱۰۰-۸۷.

یوسفوند، پ. ۱۳۸۹. اثر زئولیت و سلنیوم در شرایط تنش خشکی بر صفات زراعی و بیوشیمیایی آفتابگردان روغنی. پایان نامه ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک. ۱۴۲ صفحه.

Banedjschafie, S., Khosroshahi M. Jafari A.A. Khaksarian F. and Kashi Zenouzi, F. 2017. Effects of superabsorbent polymer and Plantbac panels on water consumption and growth in order to create green space in desert regions. Iranian Journal of Range and Desert Research, 24(1), 224-237.

Bange, M.P., Hammer, G.L., and Rickert, K.G. 1998. Temperature and sowing date affect the linear increase of sunflower harvest index. Agron. J. 90: 324-328.

Bhargava, A., Shukla, S., and Ohri, D. 2007. Effect of sowing dates and row spacing's on yield and quality components of quinoa (*Chenapodiumquinoa*) leaves. Indian Journal of Agricultural Sciences, 77(11), 748-751.

Ekaterina, G. F., and Christos, D.T. 2002. Influence of clinoptilolite and compost on soil properties. Taylor and Francis Publishing, 33(3): 595-607.

Fathi A., and Tari D.B. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. International Journal of Life Sciences 10(1): 1-6.

Hirich, A., Choukr-Allah, R., and Jacobsen, S.E. 2014. Quinoa in Morocco - effect of sowing dates on development and yield. Journal of Agronomy and Crop Science. 14: 1-7.

Huttermann, A., Reise, K. and Zonnorodi, M. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of Pinus halepensis seedlings subjected to drought. Soil and Till. Res., 50:295-304

Khaseei, S., Kuchakzade, A. M., Shahbifar, J. & Abassi, H. 2007. Application of natural zeolite of clinoptilolite on corn yield under water depletion. Journal of agriculture science, 73(3), 611-619.

Miller, G.L. 2000. Physiological response of Bermuda grass grown in soil amendments during drought stress. Horticulture Science. 35:213-216.

Mokhtari, N., Mokhtari, M., and Avazpour, A. 2015. Effect of different levels of drought stress and super-adsorbent hydrogels on yield and yield components of Chita beans in yasouj region (*Phaseolus vulgaris*). The First

International Conference and the 4th National Conference on Tourism, Geography and the Environment. Hamadan. Iran.

Norton,G., Bilsoborrow, P. E. 1991 comparative physiology of divergent typ of Winter rap seed. Int. Canola Conf., Saskatchewan Canada. Pp. 578_582.

Nurse, R.E., Obeid, K., and Page, E.R. 2016. Optimal planting date, row width, and critical weed-free period for grain amaranth and quinoa grown in Ontario, Canada. Canadian Journal of Plant Science, 96: 360-366.

Rajabi, L., Sajedi, N. A., and Roshandel, M. 2011. Yield and yield components response of *Cicer arietinum* to salicylic acid and superabsorbent polymer. Journal of Crop Production Research 4 (4): 343-353.

Roostayi, Kh., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem, M., and Oliyayi, H. R. 2011. The effect of different rates of super absorbent polymer and manure on qualitative and quantitative characteristics of soybean under drought stress. Journal of Crop Production Research 14 (1): 33-42.

Roshdi, M. 2012. Investigation of reproductive traits and yield of sunflower under different irrigation levels and super absorbent polymer. Journal of Crop Production Research 5 (4): 373-385.

Salem, S.G. and Osman. A.T., 2001. Temperature and solar radiation effects on fababean (*Vicia faba* L.) growth and grain yield. saudi. BioI.Sci.Vol. 8, No.2.

Shekari, F. Javanmard, A. Abbasi, A. 2015. Effects of super-absorbent polymer application on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). Biological, 7(3), 361-366.

Wallace, A. and Wallace, G. A. 1990. Soil and crop improvement with water- soluble polymers. Soil Tech., 3:1-8.

Abstract

In order to investigate the effect of planting date, zeolite and superabsorbent on yield and some physiological characteristics of rainfed sunflower (*Helianthus annuus*) in Maraveh Tappeh region, an experiment was conducted in a private farm in Maraveh Tappeh city in 2018-2019. The experiment was performed as a factorial experiment in a randomized complete block design with 3 replications and 2 factors. Experimental factors include the first factor of planting date in 2 levels (February 19 and March 5) and the second factor includes soil moisture improver in 6 levels: control (without using soil moisture improver), use of superabsorbent (according to Instructions), the use of zeolite (according to the instructions), the combination of 50% zeolite with 50% superabsorbent, the combination of 70% zeolite with 30% superabsorbent and the combination of 30% zeolite with 70% superabsorbent. In this experiment, traits such as chlorophylls, relative leaf water content, membrane stability, grain yield components, grain yield and biological yield were measured. In this experiment, traits such as chlorophylls, relative leaf water content, membrane stability, grain yield components, grain yield and biological yield were measured. So that with the use of moisture improver, the mentioned traits were also improved, Accordingly, with the application of moisture-improving traits, relative leaf water content, head diameter, electrolyte leakage and chlorophyll meter were significantly increased compared to the control. The results of this experiment also showed that grain yield components and yield Seeds were also significantly affected by moisture improver, The use of moisture improver significantly increased grain yield and grain yield components compared to

the control, the highest grain yield was observed during the application of 30% zeolite + 70% superabsorbent treatment Which was 4447 and 4480 kg / ha on the date of planting February 19 and March 5, respectively. Also, the results of this experiment showed that in general, the planting date of the first of March is better than the planting date of February 19. In general, based on the results of this experiment, it should be stated that moisture improvers, due to their positive properties, improve various traits in the sunflower plant and ultimately increase grain yield.

Keywords: Sunflower, Superabsorbent, Zeolite, Grain yield, Photosynthetic pigment.

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agroecology

The effect of planting date zeolite and superabsorbent polimer on yield and some physiological characteristics of Helianthus annuus in Marwa tapa region

By: Abdolahad Bastamzadeh

Supervisor:
Dr. Hamid reza asghari

Advisor:
Dr. Ahmad gholami

January 2021