

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک

بررسی تاثیر بیوجار، زیولیت و محلول پاشی نانو نقره بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب

نگارنده : ابوالفضل تاجیک

استاد راهنما:

دکتر محمد رضا عامریان

اساتید مشاور:

دکتر احمد غلامی

دکتر حمید رضا اصغری

شهریور ۱۳۹۸

الهم ارني طلعت الرشيدة والغره الحميده

دکوی ماسکتہ دلی میخزند و بس بازار خود فروشی از آن سوی دیگر است

تقدیر و منکر:

بدین وسیله از تمامی سرورانی که مراد طبع این اندک صفحات پایان نامه یاری رسانند، سر تعظیم فرود می

آورم.

به امید آنکه در تمام شئون زندگی موفقیت همراه و، همسفر آنها باشد.

تقدیم به:

آنان که شهد شیرین عشق ورزیدن به صدای عبور نازک آب در جویبار زندگیم را به من آموختند.

و تمام کسانی که بانثار جان خویش پایه های زندگی را برای کشورم استوار ساختند.

تهدنامه

اینجانب ابوالفضل تاجیک دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی تاثیر بیوچار، زیولیت و محلول پاشی نانو نقره بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب تحت راهنمایی دکتر محمد رضا عامریان متعهد می شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده :

آبیاری یکی از ارکان کشاورزی می باشد و استفاده از آبهای مناسب تاثیر مهمی بر رشد و نمو و میزان عملکرد و سلامت گیاهان زراعی دارد. در حاشیه جوامع صنعتی و بزرگ پس از استفاده از آب، فاضلاب ها اغلب به عنوان اضافات زندگی روزمره ارزشی نداشته و در محیط رها سازی می شوند و یا از آن به عنوان آب آبیاری استفاده می کنند . در فاضلاب ها موادی محلول هستند که بر روی متابولیسم گیاهی تاثیر می گذارند. استفاده از نانو مواد بخصوص نانونقره به خاطر واکنش های زیستی که دارند و بهبود دهنده های شیمیایی و فیزیکی خاک در پژوهش ها مورد توجه می باشند. از این رو با هدف اینکه استفاده از سطوح مختلف محلول پاشی نانو نقره، کاربرد زیولیت و بایو چار چه تاثیری بر کشت آفتابگردان آبیاری شده با فاضلاب دارد. یک آزمایش مزرعه ای فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی طراحی شده و با استفاده از سه سطح نانو نقره به شرح صفر و ۶۰ و ۱۲۰ ppm و کاربرد و عدم کاربرد بایو چار و زیولیت در سال ۱۳۹۷ در شهرستان ورامین در مزرعه ای که به وسیله فاضلاب آبیاری می شد، اجرا گردید. نتایج نشان داد بیشترین تاثیر را نانو نقره بر صفات فیزیولوژیکی اندازه گیری شده مانند کلروفیل a و b و کارتنوئید ها داشته به این صورت که در غلظت صدو بیست باعث کاهش آنها گردیده بود . اما این اثرات با کاربرد بیوچار و زیولیت دچار اثرات متقابل شده به طوریکه استفاده همزمان بیوچار باعث محدود تر شدن اثرات نانو نقره و تاثیر گذاری زیولیت نیز به طور محدود تر مشاهده شد در مورد میزان روغن اما اثر نانونقره مانند یک تحریک کننده بروز کرده و باعث افزایش میزان روغن گردید، البته بیوچار و زیولیت نیز در استفاده ترکیبی با آن اثر افزایشی از خود نشان دادند . در صفاتی که عملکرد را تحت تاثیر قرار می دهند و صفات مورفولوژیکی اغلب تیمار ها اثر معنی داری را نداشتند.

واژگان کلیدی : کلروفیل a و b ، کارتنوئید ها ، صفات فیزیولوژیکی، تحریک کننده

فهرست مطالب

فصل اول.....	۱
۱-۱ مقدمه و کلیات :.....	۲
۱-۲-۱ معرفی آفتابگردان	۳
۱-۲-۲ خصوصیات گیاه شناسی	۴
۱-۲-۳ ریشه	۵
۱-۲-۴ ساقه	۵
۱-۲-۵ گل	۵
۱-۲-۶ بذر	۶
۱-۲-۷ مراحل رشد آفتابگردان	۷
۱-۳-۱ ارقام زراعی آفتابگردان	۱۰
۱-۳-۲ گروه بندی و ارقام	۱۱
۱-۴ موارد استفاده	۱۲
۱-۵ ترکیبات شیمیایی	۱۳
۱-۶ نانو نقره :	۱۳
۱-۶-۱ کاربرد فناوری نانو در کشاورزی	۱۳
۱-۶-۲ کاربرد فناوری نانو در آبیاری مزارع کشاورزی	۱۴
۱-۶-۳ کاربرد های نانو در زراعت	۱۵
۱-۶-۴ کاربرد های نانو در تولید سموم و کودهای موثر و کم خطر	۱۵
۱-۶-۵ ذرات نانو نقره	۱۶
۱-۶-۶ مکانیسم عمل نانو نقره در محصولات کشاورزی	۱۸
۱-۶-۷ واکنش سلول و بافت گیاه به حضور نانو ذرات :	۱۸
۱-۸ بیوجار	۱۹
۱-۹ زیولیت:	۲۲
۱-۹-۱ طبقه بندی زیولیت ها	۲۳
۱-۹-۲ خواص زیولیت ها	۲۳
۱-۹-۳ خاصیت تبادل کاتیونی	۲۴
۱-۹-۴ خاصیت جذب زیولیت ها	۲۵
۱-۹-۵ مزایای مصرف زیولیت در کشاورزی	۲۶
۱-۱۰ فاضلاب	۲۷
۱-۱۱ اهداف	۲۹

فصل دوم بررسی منابع	۳۱
۲-۱ کاربرد زیولیت	۳۲
۲-۲-۲ اثر بیوجار داخل خاک	۳۶
۲-۲-۳ نانو نقره	۳۷
فصل سوم مواد و روش ها	۴۳
۳-۱ مواد و روش ها	۴۴
۳-۱-۱ محل آزمایش	۴۴
۳-۱-۲ خصوصیات خاک محل آزمایش	۴۵
۳-۱-۳ روش آزمایش	۴۵
۳-۱-۴ مراحل اجرای آزمایش	۴۶
۳-۱-۵ عملیات کاشت	۴۶
۳-۲ اعمال تیمارها	۴۷
۳-۳ صفات مورد اندازه گیری	۴۸
۳-۳-۱ ارتفاع گیاه	۴۸
۳-۳-۲ اندازه گیری کلروفیل به وسیله اسپد (SPAD)	۴۸
۳-۳-۳ اندازه گیری کلروفیل	۴۸
۳-۳-۴ درصد روغن دانه	۴۹
۳-۳-۵ تعداد دانه در طبق	۴۹
۳-۳-۶ عملکرد دانه	۴۹
۳-۳-۷ وزن هزار دانه	۵۰
۳-۳-۸ محتوای نسبی آب	۵۰
۳-۳-۹ اندازه گیری پرولین	۵۰
۳-۳-۱۰ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات	۵۱
فصل چهارم نتایج و بحث	۵۳
۴-۱ ارتفاع ساقه	۵۴
۴-۲ اثر تیمار ها بر قطر طبق	۵۶
۴-۳ تعداد دانه در طبق	۵۷
۴-۴ وزن هزار دانه	۵۷
۴-۵ اثرات تیمار ها بر محتوای نسبی آب	۵۷
۴-۶ اثرات تیمار ها بر میزان شاخص نسبی کلروفیل اندازه گیری شده توسط دستگاه SPAD	۶۰
۴-۷ اثرات تیمار ها بر میزان کلروفیل a	۶۲

۶۳.....	۸-۴ اثرات تیمارها بر میزان کلروفیل b
۶۷.....	۹-۴ میزان مجموع کلروفی a و b
۶۸.....	۱۰-۴ اثرات تیمارها بر میزان کارتنوئیدها
۷۰.....	۱۱-۴ اثرات تیمارها بر میزان پرولین
۷۱.....	۱۲-۴ عملکرد
۷۱.....	۱۳-۴ میزان روغن
۷۲.....	۱۴-۴ بحث و نتیجه گیری
۷۳.....	۱۵-۴ پیشنهادات:
۷۵.....	پیوست
۸۱.....	منابع

فهرست اشکال

شکل شماره (۱-۱) مراحل رشد آفتابگردان	۱۰
شکل شماره (۲-۱) ساختار بلوری زیولیت	۲۴
شکل شماره (۳-۱) روابط اندازه گیری کلروفیل	۴۹
شکل (۱-۳) نقشه طرح آزمایش	۵۱
شکل (۱-۴) نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل زیولیت و نانو نقره بر ارتفاع بوته	۵۵
شکل (۲-۴) مقایسه میانگین اثر زیولیت بر طبق	۵۷
شکل (۳-۴) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر محتوای نسبی آب	۵۸
شکل (۴-۴) مقایسه میانگین اثر زیولیت بر درصد محتوای نسبی آب	۵۸
شکل (۵-۴) مقایسه میانگین اثر اصلی نانو نقره بر میزان شاخص کلروفیل اندازه گیری شده با spad ...	۶۱
شکل (۶-۴) مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو نقره با زیولیت بر میزان شاخص کلروفیل اندازه گیری شده با spad	۶۱
شکل (۷-۴) مقایسه میانگین اثرات نانو نقره بر میزان کلروفیل a	۶۳
شکل (۸-۴) مقایسه میانگین اثر متقابل نانو نقره و زیولیت بر کلروفیل b	۶۵
شکل (۹-۴) مقایسه میانگین نانو نقره و بیوجار بر کلروفیل b	۶۶
شکل (۱۰-۴) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر مجموع کلروفیل a و b	۶۸
شکل (۱۱-۴) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر میزان کارتنوئیدها	۶۹
شکل (۱۲-۴) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر پرولین	۷۱

فهرست جداول

جدول (۱-۳) اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد آفتابگردان	۴۴
جدول (۲-۳) آنالیز فیزیکی شیمایی خاک مزرعه محل آزمایش قبل از کاشت	۴۵
جدول پیوست ۱ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان	۷۶
جدول پیوست ۲ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان	۷۷
جدول پیوست ۳ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات فیزیولوژیکی	۷۸
جدول پیوست ۴ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل کلروفیل b - ارتفاع - روغن - محتوای نسبی آب ..	۷۹
جدول پیوست ۵ نتایج آزمایش فاضلاب	۸۰

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه و کلیات :

امروزه مباحثی همچون امنیت غذایی، سلامت، بهداشت، محیط زیست، تجارت جهانی، نظام چند قطبی و آینده جهان از مباحثی مطرح در رده های بالای دانشگاهی و تئورسین های جهانی می باشد و پرداختن به هر یک از آنها نیازمند حصول علم و آموزش های بسیار است. امنیت غذایی، بهداشت و محیط زیست مباحثی هستند که کشاورزی و انسان با آنها در تعامل بوده و بر هم تاثیرگذار هستند.

امنیت غذایی یکی از اصول مهم برای نظامات حکومتی می باشد زیرا وابستگی در این زمینه و یا تهدید آن برای هر نظامی یکی از مهمترین مسایلی می باشد. که عدم کنترل صحیح آن باعث ایجاد عامل های تهدید کننده، برای یک جامعه می گردد. از همین روست که شاهد هستیم که در کشور ما نیز مبالغی زیادی در ذیل یارانه ها و حمایت های مستقیم و غیر مستقیم به این امر پرداخت می گردد.

سلامتی افراد یک کشور بر این اساس پایه ریزی می شود که پس از تامین کالری مورد نیاز افراد مواد تامین کننده پایداری سلامتی آنها توسط غذا به آنها انتقال داده شده، و کنترل های گوناگون و هزینه های زیادی برای انجام این امور می گردد که یکی از پایه های سلامت و بهداشت نیز محصولات کشاورزی می باشد.

هرساله آمارهای سازمانهای جهانی در مورد تغییرات اقلیمی، گرمایش جهانی، آب شدن یخهای قطبی اثرات گازهای گلخانه ای و آلودگی آبهای زیر زمینی کاهش منابع آب شیرین که می توانند مورد استفاده انسان قرار بگیرند، پدیده بیابان زایی، از بین رفتن ذخایر ژنتیکی جهان، دستکاری ژنتیکی شدن گیاهانی که مواد غذایی انسانها را تامین می کنند و از طرف دیگر ایجاد استاندارد های سختگیرانه برای سلامت غذا ها و پرداخت مبالغ گزاف از طرف افراد متمول برای استفاده از غذا های سالم، سوالاتی را در اذهان متبادر می کند که آینده چگونه است.

ذکر این نکات باعث می شود که بدانیم بخش کشاورزی، که به صورت مستمر بتواند غذایی به اندازه و با سلامت مطلوب تولید کند و محیط زیست را تهدید نکند بسیار مهم می باشد. و در این میان با نگاه جزئی تر به مولفه های دخیل در این مساله و بررسی ساختار شکل دهنده آن، به سازو کار های موجود در آنها پی ببریم.

با توجه به عدم توان ما در پرداختن به تمام مسایل در این مجال اندک سعی بر این داریم در مورد یکی از گیاهان مهم در تامین روغن کشور که گیاه آفتابگردان می باشد صحبت کرده و در مورد آبیاری آن با آبهای فاضلاب و این که آیا عملکرد و اجزا عملکرد و برخی دیگر از شاخصه های آن تحت تاثیر قرار می گیرد و اینکه آیا می توان با بکار بردن موادی مانند نانو نقره ، بایو چار و زیولیت بر آن اثر مطلوبی از آنها مشاهده کرد و آیا بکار بردن این مواد تاثیر معنی داری بر میزان عملکرد، با استفاده از اندازه گیری اجزای عملکرد دارند یا خیر و نحوه اثر این عوامل چگونه است را، مورد بررسی قرار دهیم.

۱-۲ آفتابگردان

۱-۲-۱ معرفی آفتابگردان

آفتابگردان با نام علمی *Helianthus annuus* و نام انگلیسی Sunflower از نظر تولید جهانی یکی از مهمترین دانه های روغنی می باشد (عرشی، ۱۹۹۲) خاستگاه این گیاه منطقه آمریکای شمالی است و بنابر نظر محققین منطقه ای بین مکزیک و پرو (نبراسکا) می باشد. آفتابگردان سمبل ایالت کانزاس محسوب می شود و در قرن ۱۶ میلادی توسط یک اسپانیایی به اروپا آورده شد و در حدود ۸۰ تا ۹۰ سال پیش از این وارد کشور ایران شده است. استخراج روغن از دانه آفتابگردان طی سال ۱۷۱۶ در روسیه عملی شده و از سال ۱۷۲۹ تولید انبوه روغن از این دانه روغنی در جهان شروع شده است. روغن آفتابگردان به دلیل داشتن مقادیر زیادی اسید چرب لینولئیک از مرغوبیت بالایی برخوردار بوده و کنجاله به دست آمده نیز بعد از روغنکشی به دلیل داشتن پروتئین بالا به

عنوان مکمل در برنامه غذایی طیور و دام مورد استفاده قرار میگیرد. مهمترین کشورهای تولید کننده در سطح جهانی، روسیه، آمریکا، چین و آرژانتین می باشد (عرشی، ۱۹۹۲).

۱-۲-۲ خصوصیات گیاه شناسی

آفتابگردان زراعی گیاهی است یکساله از تیره آستراسه^۱ یا مرکبان^۲ که به صورت بوته ای استوار رشد می کند. طول دوره رشد آفتابگردان نسبت به ژنوتیپ و عوامل محیطی از ۹۰ تا ۱۵۰ روز نوسان می کند. جنس هلیانتوس^۳ دارای گونه های یکساله و چند ساله می باشد. تفاوت اصلی آفتابگردان زراعی با انواع وحشی آن وجود طبق های بزرگتر و تعداد ساقه های جانبی کمتر در انواع زراعی است (آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

گونه هلیانتوس آنوس، با بیشترین گستردگی، شامل تعداد زیادی زیرگونه است. اشکال ابتدایی، یکساله و دارای شاخه های انشعابی که هر انشعاب به طبق کوچکی ختم شده و بذور بعد از پایان گلدهی ریزش می کنند، در این گونه دیده می شود. زیر گونه ها از لحاظ صفات ظاهری متنوع بوده به طوری که ارتفاع بوته از ۱ تا ۴ متر و طول و عرض برگها از ۵ تا ۳۵ الی ۴۵ سانتی متر متغیر است. به دلیل یکنواختی و هم زمانی رسیدگی در توده های بومی، تکامل آفتابگردان به عنوان یک گیاه زراعی، توسط گزینش تک ساقه ای و تک طبقی از این توده ها آغاز گردید. تلاقی هلیانتوس آنوس و هلیانتوس پتیولاریس^۴ منجر به نر عقیمی سیتو پلاسمی می گردد، که با استفاده از این راهبرد تهیه هیبرید های آفتابگردان مقدور می گردد (عرشی، ۱۹۹۲).

¹ Astraceae

² Compositae

³ Helianthus

⁴ Helianthus petiolaris

۱-۲-۳ ریشه

ریشه در آفتابگردان سه نوع است:

۱- ریشه اصلی عمیق که در شرایط مناسب بافت خاک تا عمق ۲/۵-۳/۵ متر به اعماق نفوذ می کند.

۲- ریشه های فرعی که عمدتاً در عمق ۲۵ سانتیمتری خاک دیده می شوند.

۳- ریشه های سطحی که در نزدیک طوقه و در محدوده سطح الارض خاک دیده می شود. مولفه های جانبی این نوع ریشه ها تا شعاع ۱/۵ متری می تواند گسترش یابد (آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۲-۴ ساقه

این گیاه در بین گیاهان زراعی به علت داشتن ساقه های بلند و خشن معروف است. قطر ساقه از ۱ تا ۱۰ سانتیمتر و ارتفاع ساقه بین ۰/۵ تا ۵ متر متغیر می باشد.

ارقام زراعی امروزی گیاهان تک ساقه هستند که انتهای ساقه به یک طبق^۵ (آنتودیوم) ختم می شود. ارقامی که اصلاح شده و ساقه انشعابی ندارند به تیپ های تک طبقی و به ارقامی که ساقه انشعابی داشته و دارای بیشترین طبق باشد به تیپ های چند طبقی معروفند.

طی مرحله رسیدگی در محل اتصال ساقه اصلی به طبق بر اثر وزن طبق زاویه موجود بین امتداد ساقه و طبق بیشتر می شود. در تیپ های ایده آل این زاویه بین ۱۱۵ تا ۱۳۰ درجه می باشد (آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۲-۵ گل

گل آذین در آفتابگردان از نوع کلاپرک^۶ می باشد که مخصوص خانواده آستراسه بوده و طبق نامیده می شود. قطر طبق بین ۱۰-۷۵ سانتیمتر متغیر می باشد.

^۵ Anthodium

در مرحله گلدهی طبق دارای دو نوع گل می باشد:

۱ - گل های کناری یا گل های زبانه ای : در محیط خارجی طبق به تعداد یک یا دو ردیف قرار داشته و اغلب از ۱۰۰ عدد تجاوز نمی کند. این گل ها بیشتر زرد رنگ بوده و از سه گلبرگ تشکیل شده اند که به علت نداشتن بساک و عدم کلالة عقیم و نازا می باشند و عمدتاً برای جلب نظر حشرات مورد استفاده قرار می گیرند.

۲- گل های مرکزی یا میله ای یا لوله ای: از تلفیق ۵ گلبرگ تشکیل شده اند که تعداد ۵ پرچم را پوشش می دهند. این گل ها دارای تمامی ارگان های جنسی می باشند ولی کاسبرگ ندارند. بر حسب قطر طبق تعداد گل ها مرکزی بین ۸۰۰ تا ۴۰۰۰ متغیر است (آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۲-۶ بذر

میوه آفتابگردان فندقه بوده که آکن نامیده می شود. در بذر آفتابگردان پوسته دانه و میوه یکی شده که پریکارپ نامیده می شود. پریکارپ در بر گیرنده جنین و برگ های اولیه تکامل یافته و گوشتی شده می باشد. برگ های اولیه حاوی روغن و پروتئین به عنوان مواد ذخیره ای می باشند. ارقام زراعی دارای دو تیپ روغنی و آجیلی می باشند که وزن هزار دانه انواع روغنی بین ۴۰ تا ۱۲۰ گرم و انواع آجیلی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم و حتی بیشتر متغیر است.

آفتابگردان دارای دو نوع تیپ متفاوت زراعی می باشد :

۱- تیپ روغنی : در این تیپ نسبت مغز به کل فندقه ۷۰ تا ۸۰ درصد بر آورد می گردد. درصد روغن در بین گروه های این تیپ بین ۴۲ تا ۵۲ درصد متغیر می باشد. وزن ۱۰۰ دانه بین ۴ تا ۱۲ گرم است و به منظور روغنکشی مورد استفاده قرار می گیرد.

۲- تیپ آجیلی : در این تیپ درصد روغن کمتر از ۳۰ درصد می باشد ولی درصد روغن صد دانه بین ۱۰ تا ۲۰ گرم و حتی بیشتر متغیر است و به منظور مصرف آجیلی مورد استفاده قرار می گیرد(عرشی، ۱۹۹۲).

۱-۲-۷ مراحل رشد آفتابگردان

مراحل رشد رویشی و زایشی به سهولت به زیر گروه های مشخصی تقسیم بندی می شوند که مستقل از عوامل محیطی یا ژنوتیپ هستند. این سیستم می تواند در طبقه بندی آفتابگردان های تک طبقی و چند طبقی مورد استفاده قرار گیرد. در مورد آفتابگردان های چند طبقی، تصمیم گیری ها فقط بر اساس وضعیت طبق ساقه اصلی خواهد بود. مراحل رشد گیاه، مراحل رشد رویشی و زایشی را شامل می شود.

مراحل رشد رویشی (V) با ظهور گیاهچه آغاز و با ظاهر شدن اولین گل آذین (طبق) خاتمه می یابد. مراحل رشد رویشی بعد از سبز شدن گیاه، توسط تعداد برگ بوته تعیین می شود. طول دوره های رشد رویشی به ژنوتیپ و عوامل محیطی بستگی دارد این مراحل به شرح زیر هستند (هامر و همکاران، ۲۰۰۵).

مرحله VE : در این مرحله هیپوکوتیل و لپه ها سر از خاک بیرون می آورند و پهنای اولین برگ های حقیقی کم تر از ۴ سانتی متر است. معیار اندازه نگرفتن پهنای برگ قبل از رسیدن آن به ۴ سانتیمتری نمی تواند بیانگر یک مرحله فیزیولوژیکی مشخصی از تکامل برگ باشد و این باعث حذف برگچه های کوچکی که ممکن است در اطراف غنچه به عنوان برگ اصلی به حساب بیایند می شود.

مرحله VN : برگ های که حد اقل ۴ سانتی متر طول دارند شمرده می شوند و تحت عنوان $V1, V2, V3, \dots$ نامگذاری می شوند. اتصال برگ ها در آفتابگردان ابتدا به صورت متقابل شروع به نمایان شدن می کنند و به تدریج برگهای قبلی به صورت یک در میان (متناوب) توسعه پیدا می کنند. تغییر سازمانی برگها تدریجی است و به دلیل خطاهای احتمالی نقطه ای تمایز در آن صورت

می گیرد، مشخص نمی باشد. همواره با نمو گیاه پایین ترین برگ ها در اثر خشکی ، بیماری یا عوامل دیگر شروع به پژمردگی می کنند. وقتی برگ ها از بین رفتند آثار به جای مانده از برگ ها به استثنا برگ های لپه نیز باید شمرده شوند، تا مراحل عمومی تکامل گیاه مشخص شود، پیری برگهای پایینی گیاه به عنوان مرحله ای برای رسیدگی گیاه مورد استفاده قرار می گیرد.

مرحله R1: گل آذین که به وسیله برگهای جوان نارس احاطه شده قابل روئیت می شود. در این مرحله وقتی مستقیما از بالا مشاهده می شود، شباهت زیادی به ستاره دارد. ظاهر شدن این مرحله بستگی به تعداد برگ ها دارد که ممکن است در گونه های مختلف از نظر ژنی متغیر باشد.

مرحله R2 : میان گره دقیقا پایین تر از پایه گل آذین امتداد می یابد. ۰/۵ الی ۲ سانتیمتر بالای نزدیک ترین برگ متصل به ساقه گیاه است.

مرحله R3 : رشد طولی میان گره ای که درست در زیر غنچه نارس قرار دارد ادامه می یابد و گل آذین تا ۲ سانتیمتر بالا تر از محوطه برگ های احاطه شده بالا می رود.

مرحله R4 : گل آذین شروع به باز شدن می کند و وقتی مستقیما از بالا نگاه می کنیم. گل های کوچک زبانه ای قابل روئیت هستند.

مرحله R5 : این مرحله آغاز گلدهی است ، گل های زبانه ای بالغ کاملا باز می شوند و کل گل های مرکزی طبق قابل مشاهده هستند. این مرحله قابل تقسیم به مراحل دیگری است که بستگی به درصدی از طبق که کامل شده و یا در حال کامل شدن است دارد . به عنوان مثال اگر ۵۰٪ از گل های مرکزی کامل شده باشد یا در حال تکمیل باشد گیاه در مرحله R5/5 خواهد بود . این تشخیص بر اساس ساختمان قسمت فوقانی گیاه برآورد می شود و پیش بینی آن بستگی به قطر یا شعاع طبق ندارد.

مرحله R6: گل دهی کامل شده و گل های زبانه ای طراوت خود را ازدست داده و پژمرده می شوند و ممکن است فوراً از گیاه جدا گردند.

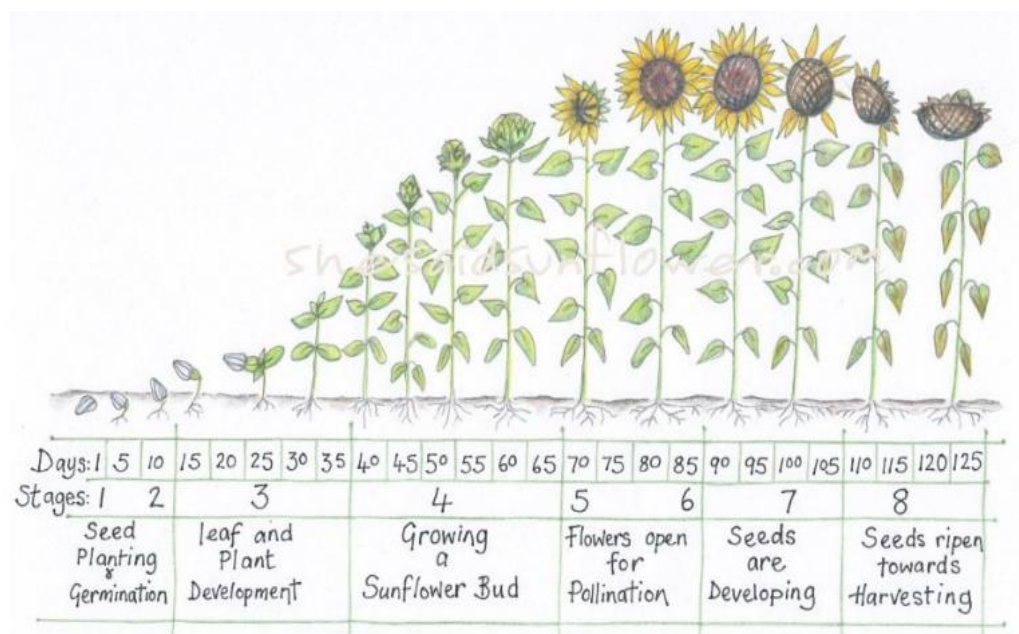
مرحله R7: پشت طبق شروع به تغییر رنگ می کند و به رنگ زرد روشن در می آید. زرد شدن ممکن است هم از مرکز طبق نزدیک پایه نهنج و هم حاشیه براکته ها آغاز شود.

مرحله R8: پشت طبق زرد رنگ است اما براکته ها سبز باقی می مانند. ممکن است برخی علائم قهوه ای رنگ در پشت طبق ظاهر شوند.

مرحله R9: براکته های طبق زرد و قهوه ای می شوند. در این زمان ممکن است سطح نسبتاً وسیعی از پشت طبق شروع به قهوه ای شدن کند. به طور کلی این مرحله به عنوان مرحله بلوغ و رسیدگی فیزیولوژیک گیاه در نظر گرفته می شود (اسشنیتر و همکاران، ۱۹۹۵).

زمان ظهور مراحل فنولوژیکی در آفتابگردان به طور متوسط به ترتیب ۱۱ روز از کاشت تا جوانه زنی ، ۳۳ روز از جوانه زنی تا ظهور غنچه، ۲۷ روز از مشاهده غنچه تا باز شدن اولین گل ، ۸ روز از باز شدن اولین گل تا آخرین گل ، ۳۰ روز از آخرین گل تا رسیدن محاسبه شده است. حرارت نیز تاثیر زیادی بر تکوین این مراحل دارد (عرشی ، ۱۳۷۳).

مراحل رشد آفتابگردان در شکل شماره (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل شماره (۱-۱) مراحل رشد آفتابگردان

۱-۳-۱ ارقام زراعی آفتابگردان

۱- ارقام سنتتیک

این ارقام ، هریک در مجموع قابلیت ترکیب پذیری خوبی با هم دارند. عملکرد و درصد روغن این ارقام نسبت به ارقام تجاری بیشتر است. با استفاده از اینبرد های مقاوم به بیماری ها، می توان مقاومت نسبی در این ارقام به وجود آورد.

۲- ارقام هیبرید

این ارقام بسیار پر محصول بوده و از لحاظ بوته یکنواخت تر هستند، همچنین درصد روغن بیشتری نسبت به ارقام دیگر دارند. از این ارقام می توان به هیبرید های ۵۲ و ۵۳ کشور رومانی و هیبرید ۱۰۲ فرانسه و ۳ هیبرید ایرانی به اسامی آذر گل ، گلشید و گل دیس اشاره کرد.

۳- ارقام تجاری

اغلب ارقام مورد کشت آفتابگردان در ایران و در دنیا ارقام تجاری هستند، زیرا بذر این ارقام به طور نسبی ساده و ارزان می باشد. از مهمترین ارقام تجاری میتوان به ارقام رکورد، مایاک، سمن، آرمایورسکی، و نیمیک ۸۹۳۱ و رقم چرنیانکا ۶۶ اشاره کرد. ارقام تجاری عملکرد پایین تری نسبت به بقیه ارقام دارند و نیز بوته ها یکنواختی نامطلوب تری نسبت به ارقام سنتتیک و هیبرید دارند) خواجه پور ، ۱۳۸۶ .)

۱-۳-۲ گروه بندی و ارقام

تیپ روغنی : وزن هزار دانه این تیپ ۱۲۰-۴۰ گرم، رنگ فندقه یا آکن آن سیاه و پوسته آن کاغذی است. هم چنین نسبت مغز به کل فندقه، در ارقام اصلاح شده امروزی ۸۰-۷۰ درصد برآورد شده است(وایس، ۲۰۰۰).

تیپ آجیلی : وزن هزار دانه این تیپ بین ۲۰۰-۱۰۰ گرم و گاهی حتی بیشتر از آن است، رنگ دانه قهوه ای و حاوی پروتئین بیشتری است. اندازه دانه در یک طبق متفاوت است. دانه های محدوده خارجی طبق نسبت به محدوده مرکزی درشت تر و سنگین تر و از درصد روغن بیشتری برخوردار هستند(وایس، ۲۰۰۰).

ارقام مناسب آفتابگردان برای کشت در ایران به شرح زیر هستند:

رقم record : از کشور رومانی وارد شده است ، از نظر مدت زمان لازم برای رسیدگی متوسط رس است و بوته های آن بلند و تک طبق هستند. اندازه طبق های این رقم بزرگ است. به دلیل ارتفاع زیاد بوته ها تراکم کشت این رقم باید کم باشد.

رقم Chernianka : از کشور روسیه و زودرس ترین رقم است. این رقم کوتاه ترین ارتفاع بوته را دارد، لازم به ذکر است که چون برگهای این رقم ریز هستند. بنابر این باید تراکم کشت آن زیاد باشد.

رقم Zarya : مخصوص مناطق خشک است، متوسط رس و اندازه طبق ها نیز متوسط و عملکرد روغن حاصل از آن بیشتر از سایر ارقام است.

رقم vinimik : با توجه به نیاز رطوبتی بالا ، برای استان مازندران و مناطقی با اقلیم مشابه مناسب است.

رقم Armavirsky : از کشور روسیه و مناسب برای استان مازندران است.

رقم یونیورسال: این رقم پس از رقم رکورد بهترین نتیجه را از نظر تولید روغن و دانه داده است.

ارقام شفق، آذرگل و گل شید از ارقام رایج و مورد کاشت در بسیاری از مناطق ایران هستند. ارقام دیر رس را در مناطق گرمسیر کشت می کنند، زیرا طول فصل رشد زیاد است. این ارقام در طول رشد خود با موانعی نظیر سرما و یخبندان کمتر مواجه می شوند. برعکس ارقام زودرس در مناطق سردسیر کشت می شوند. در خوستان ارقام دیررس، در گرگان و اصفهان و خراسان ارقام میان رس و در آذربایجان ارقام زودرس کشت می شوند(سید شریفی ، ۱۳۸۸).

۴-۱ موارد استفاده

دو مصرف اصلی دانه آفتابگردان به صورت روغن گیری و مصرف آجیلی است. انواع آجیلی دانه درشت تری نسبت به انواع روغنی داشته و حدود ۴۷ درصد روغن دارد. میزان پروتئین دانه در آفتابگردان حدود ۲۴ درصد است. ظاهراً هرچه در دوران رسیدگی دانه با هوای خشک تری روبرو گردد بر درصد اسید چرب اشباع لینولئیک در روغن اضافه می شود و بر ارزش غذایی آن افزوده می گردد(آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

ساقه آفتابگردن فیبر زیادی داشته و در صنعت کاغذ سازی و تهیه سلولوز مصرف دارد. ساقه از نظر نیتروژن ، کلسیم و پتاسیم نیز غنی است و اضافه کردن آن به خاک موجب افزایش ماده آلی و حاصلخیزی خاک می گردد (آلیاری و همکاران ۲۰۰۰).

۵-۱ ترکیبات شیمیایی

تخمه آفتابگردان بسیار مقوی است و دارای ۲۴٪ مواد پروتئینی، ۴۷٪ روغن، ۲۰٪ مواد هیدروکربن ۸٪، فسفر ۹٪ پتاسیم و به غیر از این مواد دارای ویتامین های A و B نیز می باشد. روغن تخم آفتابگردان دارای ۷۰٪ اسید چرب لینولئیک و مقداری فسفولیپید و ویتامین E می باشد (آلیاری و همکاران، ۲۰۰۰).

۱-۶ نانو نقره :

۱-۶-۱ کاربرد فناوری نانو در کشاورزی

فناوری نانو به عنوان علم کار با کوچکترین ذرات ممکن، سبب افزایش امید ها جهت غلبه بر معضلات پیش روی بخش کشاورزی در آینده گردیده است. به واسطه بهره گیری از تکنیک های مناسب و حس گرهایی که دارای قابلیت استفاده در کشاورزی دقیق، مدیریت منابع طبیعی و تشخیص زود هنگام عوامل بیماری زا هستند، روز به روز بر پتانسیل عظیم فناوری نانو در بخش کشاورزی افزوده می شود. واژه فناوری نانو در بر گیرنده طیف وسیعی از فعالیت ها است، نانو در مفهوم علمی به معنای یک میلیاردم است. در محدوده یک نانو متر تنها ده اتم کنار یکدیگر قرار می گیرند. انجمن رویال انگلستان، فناوری نانو را تحت عنوان طراحی، توصیف، تولید و کاربرد ساختارها و وسایل و سیستم های دارای شکل و اندازه ای در مقیاس یک تا ده نانومتر هستند، تعریف نموده است. در چنین مقیاسی قوانین طبیعی حاکم بر پدیده های فیزیکی و شیمیایی صدق نمی کند. به عنوان مثال ویژگیهای مواد نظیر رنگ، طول، رسانایی و واکنش پذیری آنها در مقیاس نانو به طور قابل توجهی با مقیاس ماکرو متفاوت است (نادری و عابدی، ۱۳۹۱).

علی رغم تلاشهای صورت گرفته به وسیله دانشمندان بخش کشاورزی، همچنان بهره وری و بازدهی گیاهان زراعی کمتر از توان بالقوه آنها است. دلیل این امر بازدهی اندک آب و عناصر غذایی مورد استفاده از گیاهان زراعی و تحمل رقابت شدید از جانب آفات و علفهای هرز بر گیاه است. فناوری نانو،

رویکرد علمی نوینی است که قادر به درهم شکستن این موانع بوده و انتظار می رود که سالهای آینده موجب افزایش عملکرد و کارایی گیاهان زراعی و پاسخگویی به چالش های فرا روی امنیت غذایی بشر گردد.

فن آوری نانو ، در زمینه های مختلفی مانند تشخیص سریع بیماری های گیاهی، شناسایی باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی و حذف آنها، انتقال هوشمند دارو، سموم و مواد غذایی در دام، شیلات و گیاهان، تصفیه آبهای روان، افزایش کیفیت فرآورده های کشاورزی مرتبط با صنایع نساجی، مهندسی ژنتیک گیاهان و دام و افزایش میزان تولید محصول از طریق تولید حیوانات و گیاهان، افزایش مدت زمان انبارداری محصولات کشاورزی و موارد بسیاری نظیر آن می تواند نقش بسیار موثری را در بخش کشاورزی و منابع طبیعی ایفا کند (لوک و همکاران، ۲۰۰۲).

۱-۶-۲ کاربرد فناوری نانو در آبیاری مزارع کشاورزی

استفاده از فناوری نانو برای تولید قطره چکان های تنظیم کننده فشار و مقاوم به نفوذ ریشه، لوله های پلاستیکی تراوا و لوله های رسی، از مهمترین دستاوردهای فناوری نانو در علم آبیاری می باشد که با استفاده از آنها راندمان آبیاری از ۳۰-۴۰ درصد به ۹۲-۹۴ درصد افزایش می یابد. باتوجه به اینکه ۹۴ درصد از منابع آبی کشور در بخش کشاورزی مصرف می شود و با وجود خشکسالی های پی در پی دستیابی به این میزان افزایش در راندمان مصرف آب می تواند کمک انکار ناپذیری برای خروج از بحران آب در پی داشته باشد (اختیاری، ۱۳۸۹).

۱-۶-۳ فناوری نانو و کاربرد آن در گیاه پزشکی و بیوتکنولوژی

علم گیاه پزشکی نیز از پیشرفت های که فناوری نانو به ارمغان آورده است بی بهره نخواهد بود. فناوری نانو می تواند علم گیاه پزشکی را دگرگون کند. دستاوردهای جدید ناشی از فناوری نانو مانند تیمار مولوکولی بیماری ها، ردیابی سریع بیماری ها، افزایش توانمندی گیاهان برای جذب مواد غذایی همگی از عوامل تحول زا در بهبود کارایی علم گیاه پزشکی می باشد. فناوری نانو اجازه می دهد تا

اجزا و ترکیبات دلخواه را داخل سلول دست ورزی نمود و مواد و محصولات جدیدی با استفاده از روشهای جدید " اتو اسمبلی " (سرهم کردن خودکار) و تغییر ژن ساخت. استفاده از این قابلیت ها موجب تولید گیاهان ، دام ها و بطور کلی موجوداتی با ویژگی های برتر شده که مزیت های مختلفی را در کشاورزی و صنایع غذایی ایجاد می کند(لوک و همکاران، ۲۰۰۶).

۱-۶-۴ کاربرد های نانو در زراعت

به طور کلی کشاورزی دقیق یک نوع نگرش جدید در مدیریت مزرعه است. امروزه با استفاده از نانو سنسورها مشخص می شود که هر قسمت کوچک از مزرعه به چه میزان عناصر غذایی و سم نیاز دارد و بدین وسیله از آلودگی محیط زیست جلوگیری کرده، سلامت محصولات و افزایش بازده اقتصادی را ممکن می کند. نانو سنسور ها می توانند با کنترل دقیق و گزارش دهی به موقع نیاز های گیاهان به مرکز پردازش اطلاعات سیستم را در نگهداری محصولات یاری نماید.

ساختارهای نانویی می تواند گلخانه های در حجم کم اما انبوه پدید آورند که تقریباً با اندازه ای برابر ۱ درصد کل مزارع زیر کشت در حال حاضر، می تواند جمعیت کنونی جهان را تغذیه نماید. در این صورت میلیون ها هکتار از زمین های کشاورزی به محیط های طبیعی برای سکونت حیوانات در سراسر جهان بازگردانده می شوند(فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

۱-۶-۵ کاربرد های نانو در تولید سموم و کودهای موثر و کم خطر

ذرات سموم کشاورزی به وسیله عواملی از قبیل باد وارد هوا شده و با ورود به سیستم تنفسی انسان آن را در معرض انواع بیماری های استنشاقی قرار میدهد. تحولات نانو فناوری با افزایش میزان سود دهی و کاهش عوارض سموم کشاورزی، معضلات ناشی از این سموم را رفع می کند و آنها را به محصولاتی کاملاً مفید تبدیل می کند(فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

تولید سموم و کودهای شیمیایی با استفاده از نانو ذرات و نانو کپسول ها قابلیت رهایش کنترل شده یا تاخیری، جذب و تاثیر گذاری بیشتر و سازگاری با محیط زیست را دارا هستند. تولید کریستال های

نانویی جهت افزایش کارایی استفاده از آفت کش ها استفاده از کریستالهای نانویی امکان کاربرد آفت کش ها با دزهای کمتر را فراهم می آورد و این یعنی به حداقل رساندن ورود این ترکیبات خطرناک به طبیعت. تولید نانو کود ها، این ترکیبات نانویی به سرعت و به صورت کامل جذب گیاه شده و به خوبی نیازها و کمبود های غذایی آن را مرتفع می سازد (لوک و همکاران، ۲۰۰۶).

۱-۶-۵ ذرات نانو نقره

ذرات نانو نقره خوشه هایی از اتم های نقره هستند که در غلظت های پایین دارای اثرات ضد میکروبی می باشد. این امر سبب شده که از این ذرات در کنترل آلودگی های قارچی و باکتریایی محیط های کشت بافت گیاه استفاده شود. (استفاده از آنتی بیوتیک ها در کشت درون شیشه ای می تواند سبب آسیب به بافت های گیاهی شده و ریسک تولید گونه های مقاوم باکتریایی را بالا ببرد). همچنین در برخی موارد رشد گیاهان در شرایط حضور ترکیبات آنتی بیوتیک کاهش می یابد (کشاورزی و تیموری، ۱۳۹۴).

تعامل گیاه با نانو ذرات به دو صورت مستقیم، از طریق انواع حاصلخیز کننده ها و سموم دفع آفات و علف کش ها مبتنی بر نانو ذرات و به صورت غیر مستقیم، از طریق آب آبیاری آلوده به نانو ذرات قابل بررسی می باشد. نانو ذرات نقره در حال حاضر بالاترین سطح استفاده در نانو تکنولوژی و به طور خاص در کشاورزی به خود اختصاص داده است. دو مکانیسم عمده نانو نقره ها عبارتند از :

الف- مکانیسم کاتالیزتی : تولید اکسیژن فعال توسط نانو نقره ، این مکانیسم بیشتر در مورد کامپوزیت های نانو نقره ای صدق می کند که روی پایه های نیمه هادی مانند TiO_2 یا SiO_2 قرار گرفته می شود. در این وضعیت ذره مانند یک پیل الکتروشیمیایی عمل می کند و با اکسید کردن اتم اکسیژن، و یا هیدرولیز کردن آب ، یون OH^- را تولید می کند که هر دو از بنیان های فعال و از قویترین عامل های ضد میکروبی نیز می باشند.

ب- مکانیسم یونی: دگرگون ساختن میکرو اورگانیزم ها به وسیله تبدیل پیوند های هیدروژن گوگردی S-H به گوگرد نقره S-Ag، در این مکانیسم ذرات نانو نقره فلزی به مرور زمان یون های نقره از خود ساطع می کنند. این یون ها طی واکنش های جانشینی منجر به نابود شدن دیواره سلولی در باکتری ها شده، که نتیجه آن تلف شدن میکرواورگانیزم هاست (فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

مشخص شده که نانو نقره با گروههای سولفیدریل و DNA بر همکنش دارد. یون نقره روی غشای سیتوپلاسمی و دیواره سلولی اثر دارد. یکی از مکانیزمهای اصلی اثر نانو نقره مربوط به نفوذ این ماده به دیواره باکتری و تنظیم سیگنالهای سلولی بوسیله جدا کردن فسفر از پیش ماده پتید اصلی تیروزین می باشد. استفاده از نانو نقره در غلظت های مناسب اثر منفی روی گیاه نداشته و موجب مقاومت باکتریایی نمی شود. نتایج برخی از آزمایشات نشان می دهد که گیاهان تیمار شده با نانو نقره تا حدودی شاداب تر از گیاهان شاهد بوده و رشد بهتری دارند. که احتمالاً مربوط به اثر نقره روی توقف عمل اتیلن می باشد (کشاورزی تیموری، ۱۳۹۴).

بر اساس این مدل نانو نقره می تواند یون نقره آزاد کند و به نوبه خود، یون نقره نیز تولید ROS می نماید. نانو نقره می تواند با پروتئین های غشاء تلاقی نموده و باعث اختلال در فعالیت های صحیح آن شود، نانو نقره می تواند در سطح غشاء پلاسمایی تجمع یافته و نفوذ پذیری غشاء را تغییر دهد، نانو نقره می تواند با تخریب غشاء وارد سلول شده و تولید یون نقره و ROS نماید که هر دو بر DNA اثر تخریبی دارند. به محض ورود نانو ذره به سیتوپلاسم دو اتفاق مهم ممکن است رخ دهد. الف: ممکن است نانو ذره به شکل نانو باقی بماند که در این صورت با اتصال به پروتئین های و آنزیمهای حیاتی در کار آنها ایجاد اختلال می کند.

ب- ممکن است نانو ذره به یون تبدیل و یا از آن یون آزاد شود که با توجه به کوچکی ذره نانو و تراکم بسیار زیاد نانو ذره در سلول نوعی انفجار یونی صورت می گیرد که برای باکتری به شدت کشنده

است. در تایید این پیشنهاد مشخص شده که ذرات نانو با اندازه کمتر از ۷۰ نانو متر براحتی وارد هسته سلول می شوند و می توانند به آن آسیب برسانند.

گونه های فعال اکسیژن یا ROS فراورده طبیعی متابولیسم تنفس در موجودات زنده می باشند. این فراورده در میزان معمول خود، توسط سیستم آنتی اکسیدان سلول خنثی می شود ولی تولید بیش از حد آن می تواند برای چربی ها غشاء پروتئین ها ، آنزیم ها و DNA آسیب رسان باشد. یون نقره حاصل از نانو نقره با اتصال به گلوتاتیون احیا (GSH) از فعالیت آنتی اکسیدانی این ماده جلوگیری می کند و در نتیجه میزان تولید ROS را در سلول بالا می برد. علاوه بر این فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز را نیز مختل می کند. از نظر علمی مجموعه این تغییرات باعث آسیب جدی به سلول باکتری شده و حتی زمینه مرگ باکتری را فراهم می کند (کشاورزی تیموری ، ۱۳۹۴).

۱-۶-۶ مکانیسم عمل نانو نقره در محصولات کشاورزی

- تولید اکسیژن فعال توسط نقره که باعث تخریب غشاء سلولی میکرواورگانیسم بیماریزا می شود
- از بین بردن میکرواورگانیسم ها بوسیله دنا توره شدن غشاء های سلولی و تبدیل پیوند های گوگرد هیدروژن به گوگرد نقره در پروتئینهای غشایی میکرواورگانیسم ها
- افزایش تمایلات بار مثبت نقره در ابعاد نانو موجب اتصال با میکرو اورگانیسم های دارای بار منفی می شود که این مکانیزم باعث تخریب غشاء سلولی میکرو اورگانیسم می شود
- در بعضی از میکرو اورگانیسم ها که تنفس آنها توسط آنزیم ها صورت می گیرد، نانو نقره با از بین بردن آن آنزیم ها مکانیسم تنفسی میکرو اورگانیسم را مختل نموده و باعث مرگ آن می شود.

۱-۶-۷ واکنش سلول و بافت گیاه به حضور نانو ذرات :

نانو ذرات توانایی نفوذ بافت گیاه و حرکت در مناطق مختلف گیاه را دارد. اگر چه حرکت در مسافت های خیلی کوتاه منطقی تر به نظر میرسد، ذرات نزدیک ترین محل جذب برای ثابت ماندن و متمرکز

شدن را پیدا می کند. به علاوه واکنش سلول در حضور نانو ذرات نیز کشف شد. در سال های اخیر مطالعات زیادی درباره کاربرد نانو تکنولوژی در زمینه های علوم زیستی و دارویی انجام گرفته است. کاربرد نانو ذرات برای انتقال هدف مورد توجه قرار گرفته، به خصوص رفتار آن در کاهش امراض گیاهان در آزمایشی که بر روی نفوذ حرکت نانو ذرات کربن- آهن دار در سلول گیاهان خانواده کدویان انجام شد، نتایج نشان داد که کاربرد این مواد برای هدایت انتقال ذرات به داخل سلول امکان پذیر است. موقعیت این سلول ها نشان می دهد که جریان بوسیله ذرات مورد بحث در سیستم آوندی گیاه کاربرد دارد (ادواردو و همکاران، ۲۰۰۹).

۸-۱ بیوچار

بیوچار ماده ای جامد است که از کربن سازی توده های زیستی به دست می آید. بیوچار ممکن است که به خاک اضافه شود تا عملکرد خاک بهبود پیدا کند. همچنین این ماده دارای مقدار با ارزشی کربن است، در طی فرآیندی که مواد آلی درون خاک تبدیل به هوموس کشاورزی می شود، می تواند کربن را حفظ نماید.

این فرایند می تواند ذغال نیم سوز با منافذ های بسیار درشت به وجود آورده که به حفظ مواد غذایی و آب کمک می کند

. بیوچار در خاک های سرتاسر جهان یافت می شود که حاصل آتش سوزی گیاهان و اقدامات مدیریتی خاک می باشد. مطالعات فراوان در زمین های سرشار از بیوچار نشان داده است که این ماده باعث ارزشمند تر شدن خاک به عنوان یک مکمل خاکی شده اس. بیوچار می تواند ابزار مهمی برای افزایش امنیت غذایی و تنوع کشتزارهای در نواحی با خاک های بسیار فرسوده و مواد آلی کم و آب نامناسب باشد. بیوچار ماده جامدی است که از طریق کربن سازی توده زیستی همچون چوب ساقه درختان و یا برگ ها به دست آمده است . در واحدهای پیشرفته تر بیوچار توسط تجزیه گرمایی مواد آلی و با مقدار کمی

اکسیژن در دمای نسبتاً پایین کمتر از ۷۰۰ درجه سانتی گراد تولید می شود . این فرآیند غالباً تولید ذغال نیم سوخته می باشد که احتمالاً قدیمی ترین تکنولوژی صنعتی توسعه یافته توسط بشریت است. کربن سازی و فرایند تبدیل یک ماده خام به بایو چار از طریق فرآیند گرمایی است این فرآیند شامل ترکیبی از زمان و عوامل فشار و حرارت می باشد . که می تواند در بین تولید کننده ها تجهیزات و مواد خام متفاوت باشد

در تولید بیوچار دو فرایند مهم وجود دارد . پیرولیز و گاز سازی ، هر فرآورده ای که به شکل گاز یا نفت است همراه با بایو چار تولید می شود ممکن است که انرژی تولید شده آن برای مصارف دیگر نیز استفاده شده و یا ممکن است به سادگی سوزانده شود و به شکل گرما آزاد شود. علاوه بر این بیوچار می تواند از مواد خام توده های زیستی گوناگون تولید شود. در نتیجه سیستم های بسیار مختلف تولید بیوچار در مقیاس های متفاوتی تولید شده اند. ممکن است که این سیستم ها از تکنولوژی های تولیدی استفاده کنند که همچون بیوچار انرژی های قابل بازیافتی تولید کند و یا تولید نکند، که این باعث تنوع سیستم ها می شود . این تولید می تواند شامل واحدهای خانگی کوچک تا کارخانه های بزرگ انرژی زیستی باشد .

مقالات بسیار زیادی وجود دارند که مزایای تولید محصول در خاک اصلاح شده توسط بیوچار را شرح می دهند، در نواحی استوایی در چند سال گذشته آزمایش هایی با استفاده از بیوچار بر روی زمین های کشاورزی انجام شده است همه این آزمایش ها نشان داده اند هنگامی که خاک کشاورزی از بیوچار استفاده می کند و مواد غذایی هم به شکل مناسبی کنترل شده بودند. تولید بهترین وضعیت را داراست اخیراً آزمایش هایی در مقیاس های بزرگ درباره حاصلخیزی زمین های کشاورزی توسط مراکز تحقیقاتی- کشاورزی آمریکا انجام شده است نتایج سال اول این تحقیقات مثبت بودند اما نتایج بلند مدت هنوز چند سال وقت لازم است (ربیعی هادی و همکاران، ۱۳۹۲).

استفاده از بیوپار و پلیمرهای مصنوعی شبیه به بیوپار در جهت اصلاح خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک از سال های قبل رواج داشته است. مصرف بیوپار در خاک باعث بهبود وضعیت بسیاری از ویژگی های آن از جمله ساختمان خاک، ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، ضدعفونی خاک، جلوگیری کننده از فعالیت های عوامل بیماری زا در خاک، حفاظت گیاه در مقابل عوامل بیماری زا، باروری خاک، افزایش تولیدات گیاهی، افزایش میزان ماده آلی خاک جذب مواد شیمیایی سموم کشاورزی و فلزات سنگین از خاک های آلوده، حفظ عناصر غذایی خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک می شود

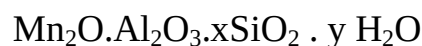
تاثیر بیوپار در اصلاح خاک به عواملی چون ماده اولیه مورد استفاده برای تولید بیوپار درجه حرارت نهایی کوره در هنگام تولید، اندازه ترکیب و ساختمان بیوپار بستگی دارد. میزان جذب عناصر توسط بیوپار بستگی به ترکیبات کربن اندازه ذرات میزان و اندازه تخلخل دارد.

امروزه بسترهای کشت به عنوان یک عامل نگهدارنده آب و همچنین به عنوان پایدار کننده ریشه ها و استقرار گیاهان یکی از فاکتورهای مورد بررسی در استقرار گیاهچه گیاهان است. بیوپار به دلیل برخورداری از بافتی با تخلخل زیاد می تواند یک بستر بسیار مناسب برای حفظ رطوبت خاک و در دسترس قرار دادن آب و مواد غذایی برای ریشه گیاهان باشد (جانبو، ۲۰۰۸).

با توجه به اینکه مواد خام برای تولید بیوپار هم تنوع بالا و هم ارزش اقتصادی پایینی دارند، بنابراین استفاده از آن در بخش های مختلف مدیریت محیط زیست کارآمد و با صرفه اقتصادی است و به همین دلیل امروزه بیوپار به ماده ای پرکاربرد تبدیل شده است. با توجه به رویکرد سیستمی در مدیریت محیط زیست بخش های مختلف محیط زیست باید به طور توأم مدیریت شود که از استفاده از موادی مانند بیوپار در این موضوع اهمیت دارد (لیتمن و جوزف، ۲۰۱۲).

۱- ۹ زیولیت:

زیولیت ها گروهی از آلومینو سیلیکاتهای هیدراته متبلور با خلل و فرج های ریز هستند که حاوی کاتیون های قابل تعادلی از گروه فلزات قلیایی و قلیایی خاکی یعنی Na^+ ، K^+ ، Mg^{2+} و Ca^+ بوده و بطور برگشت پذیر آب را جذب و آزاد می کنند. از ویژگیهای آن ها این است که قادرند بدون تغییر عمده در ساختمان شان به طور برگشت پذیر آب را به خود جذب و مجدداً آزاد کرده و بعضی از کاتیون های ساختمانی خودشان مبادله کنند. زیولیت ها اولین بار در سال ۱۷۵۶ توسط یک معدن شناس سوئدی به نام بارون اکسل فردریک کشف شد که نام آن از کلمه یونانی زئین (جوشان) و لیتوس (سنگ) گرفته شده است. زیولیت ها را میتوان به کمک فرمول تجربی زیر نمایش داد:



در این فرمول x معمولاً مساوی یا بزرگتر از ۲ است، زیرا تترا هدرال های AlO_4 فقط به تترا هدرال های SiO_4 متصل اند و n نشان دهنده ظرفیت کاتیون می باشد. شبکه بی پایان زیولیت ها شامل یکسری کانال ها و حفره های متصل به هم است که به وسیله کاتیون ها و ملوکول های آب پر شده اند. کاتیون های موجود متحرک بوده و معمولاً امکان تعویض با سایر کاتیون ها را دارند و مولکولهای آب موجود در شبکه زیولیت ها نیز به طور پیوسته و برگشت پذیر قابلیت خروج از شبکه را دارند (مینگ و مامپتون، ۲۰۰۷).

تاکنون بیش از ۸۵ نوع زیولیت طبیعی کشف شده و بیش از صدها نوع مصنوعی سنتز شده است. از بین زیولیت های طبیعی فقط ۹ نوع به مقدار زیاد در طبیعت یافت می شوند. ترکیب زیولیت ها همچون کوارتز و فلدسپات، از نوع تکو سیلیکان هستند، یعنی از چهارچوب های ساختمانی سه بعدی (شکل ۱-۲) متشکل از چهاروجهی های SiO_4 ساخته شده اند که در آن تمام اتم های اکسیژن در چهاروجهی های مجاور به اشتراک گذاشته شده اند. چنین آرایشی از چهار وجهی های سیلیکاتی، نسبت کلی $\text{O}:\text{Si}$ را به ۲:۱ کاهش داده است. در ساختمان زیولیت ها اگر در چهار وجهی های

Si به عنوان کاتیون مرکزی قرار گیرد ، همانند کوارتز SiO_2 از نظر بار الکتریکی خنثی خواهد بود . چنانچه در این ساختمان تعدادی از یون های Si چهار ظرفیتی توسط Al سه ظرفیتی جایگزین شوند این جایگزینی سبب می شود تا چهارچوب زیولیت دچار کمبود بار مثبت شده و یا در حقیقت دارای بار منفی می گردد. شکل (۱-۲) . این کمبود بار مثبت از طریق گرفتن کاتیون های یک ظرفیتی و یا دو ظرفیتی (عمدتا Na^+ ، K^+ ، Mg_2^+ و Ca^+) در ساختمان زیولیت متوازن می گردد.

۱-۹-۱ طبقه بندی زیولیت ها

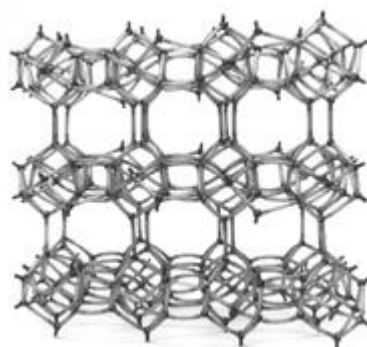
طبقه بندی قدیمی بر اساس شکل بلور است. در این طبقه بندی زیولیت ها به بلورهای رشته ای ، ستونی و مختلط تقسیم بندی می شوند. یک نوع طبقه بندی دیگر بر اساس منشاء شکل گیری آنهاست . که از این نظر زیولیت ها به دو نوع رسوبی و آتشفشانی تقسیم بندی می شوند . در زیولیت های رسوبی نسبت سیلیسیم به آلومنیوم بزرگتر از زیولیت های آتشفشانی است . زیولیت های موجود در ایران از نوع ازرسوبی هستند، در حالیکه اکثر گونه های طبیعی زیولیت های موجود در جهان از نوع آتشفشانی هستند (هانگ و پتروویچ، ۲۰۰۳).

نوع سوم تقسیم بندی بر اساس خواص اسیدی یا بازی زیولیت ها بنا شده است. در این تقسیم بندی زیولیت های اسیدی و زیولیت هایی که در آنها این نسبت بین ۰/۵ تا ۰/۶ و کمتر باشد، جزء زیولیت های قلیایی طبقه بندی می شوند.

۱-۹-۲ خواص زیولیت ها

تراکم زیولیت های طبیعی در دامنه ۱/۹ تا ۲/۲ میلی گرم در متر مکعب است. تراکم زیولیت هایی که مقادیر زیادی باریم و استرانسیم دارند، ممکن است در حدود ۲/۵ تا ۲/۸ میلی گرم در متر مکعب باشند. (شکل ۲-۱) . اکثر مواد زیولیتی بی رنگ یا سفید هستند. آنهایی که حاوی مقداری آهن هستند ، به رنگ زرد کم رنگ یا قهوه ای مایل به قرمز دیده می شوند. زیولیت ها در حالت تعلیق

باعث به وجود آوردن PH های ۹/۵ تا ۱۰/۵ شده و در نتیجه تجزیه کامل یا نسبی موجب ایجاد ph های بالاتری نیز می گردند. اگرچه اغلب زیولیت های 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 پایین تر از ۳ متلاشی می شوند، بعضی گونه های حاوی Si زیاد مثل کلینوپیتولیت و موردنیت در PH حدود ۲ نیز پایدار هستند و برای دوره های کوتاهتر حتی در PH پایین تر از ۲ نیز پایدار می باشند. نوع رسوبی یک گونه زیولیت خاص در مقابل اسید پایدار تر از نوع آتشفشانی آن است . زیرا معمولا حاوی Si بیشتری می باشد (مکاون، ۱۹۸۸).



شکل شماره (۱-۲) ساختار بلوری زیولیت

درجه بالای آبدار (هیدراته شدن) در زمان بی آب (دهیدراته) شدن ، تراکم پایین و فضاهای خالی بالایی دارند، ساختمان بلوری اغلب زیولیت ها موقع بی آب شدن ، پایدار می ماند ، دارای تبادل خاصیت تبادل کاتیونی هستند ، بلورهای دهیدراته دارای کانال های یکنواختی از نظر مولکولی و اندازه می باشد، خواص متنوعی نظیر نشت مواد درون سلولی ، ضریب گازها و بخار ها ، خواص کاتالیتیکی ، جذب و شبکه آنیونی (مینگ و مامپتون، ۲۰۰۷).

۱-۹-۳ خاصیت تبادل کاتیونی

کاتیون های قابل تبادل یک زیولیت کاتیون هایی هستند که به طور سیستمی با چهارچوب چهاروجهی پیوند شده و حفظ می گردند و به آسانی می توانند توسط شستن زیولیت با محلولی قوی

از کاتیونی دیگر برداشته شده و مبادله گردند. در هر حال زیولیت های بلوری شناخته شده ترین مبادله کننده های کاتیونی بوده و ظرفیت آنها به طور معمول ۳-۴ میلی اکوی والان در گرم است. ظرفیت تبدیلی کاتیونی (CEC) زیولیت اساسا تابعی از درجه جایگزینی Al^{3+} و Fe^{3+} به جای Si^{4+} در چند وجهی های چهارچوب آن زیولیت است و هرچه در جهت جایگزینی بیشتر باشد، کاتیون های قلیایی و قلیایی خاکی بیشتری لازم است تا از نظر الکتریکی خنثی شود. هرچه نسبت سیلیسیوم به آلومنیوم بیشتر باشد، ظرفیت تبادل کاتیونی پایین تر خواهد بود و بالعکس (کلایفتون، ۱۹۸۵).

۱-۹-۴ خاصیت جذب زیولیت ها

زیولیت های بلوری مواد معدنی جاذب و منحصر به فردی هستند. یکی از ویژگی های آنها این است که هر کیلو گرم از آنها دارای حجم خالی ۲۰ تا ۵۰ درصد و مساحت سطح داخلی دهها متر مربع در هر گرم است. بعضی از زیولیت ها قادرند تا حدود ۳۰ درصد وزن خشک خود گاز جذب کنند. ساختمان زیولیت هیدراته به طور قطع آبدوست بوده و در اغلب کاربردهای جذبی در ابتدا لازم است که با حرارت دادن دهیتراته گردد.

مولکول های که قطر سطح مقطع آنها برای عبور از میان کانال ها یا منافذ ورودی به اندازه کافی کوچک باشد (۱-۳ نانومتر) به آسانی در سطح داخلی کانال ها و حفره های مرکزی ساختمان بی آب شده زیولیت ها جذب می شوند. مولکول های خیلی بزرگ برای ورود مستثنی شده و باعث به وجود آمدن خاصیت شناخته شده اغلب زیولیت یعنی "شبکه مولکولی" می شوند. این خاصیت اولین بار توسط مک بین در سال ۱۹۳۲ شناخته شد. برای نمونه هیدروکربن های طبیعی مثل پنتان و اکتان (با قطر موثر حدود ۰/۴۳ نانومتر) به آسانی توسط زیولیت مصنوعی A (با قطر کانال ورودی حدود ۰/۴۵) جذب شده در حالیکه هیدروکربن های زنجیره منشعب مانند ایزو پنتان و ایزو اکتان (با قطر موثر حدود ۰/۵ نانومتر) اساسا توسط این زیولیت جذب نمی شوند، جذب به قطبی بودن

مولکول جذب شونده و همچنین به میدان بار درون چهار چوب های بستگی دارد. مولکولهای قطبی تر نسبت به مولکولهای کمتر قطبی ارجحیت دارد. به هر صورت زیولیت ها جاذب خوبی برای H_2S ، N_2O ، SO_2 ، CO_2 ، H_2O هستند که در بین آنها H_2O بالاترین ارجحیت را برای جذب شدن دارد (کلایفتون، ۱۹۸۵).

۱-۹-۵ مزایای مصرف زیولیت در کشاورزی

بطور کلی می توان مزایای مصرف زیولیت در کشاورزی را به شرح زیر خلاصه نمود:

- افزایش نسبت خاکدانه های مقاوم در آب
- کوتاه شدن زمان تخمیر کودهای دامی به میزان ۴ - ۵ برابر
- افزایش تولید و مرغوبیت محصولات کشاورزی
- جلوگیری از سوختگی ریشه گیاهان و بهبود رشد ریشه و گیاه
- جلوگیری از شست و شوی ازت خاک در اثر آبیاری و باران .
- جلوگیری از شست و شوی کودهای شیمیایی و دامی در اثر آبیاری و باران و افزایش بازدهی آنها .
- جلوگیری از فرسودگی و هدر رفتن خاک به سبب قابلیت جذب بالای آب و رطوبت
- جذب رطوبت های موجود در هوا و خاک و آزاد سازی تدریجی آن در خاک
- کاهش و صرفه جویی بسیار زیاد در مصرف آب .
- بهبود تهویه مطلوب خاک و تامین اکسیژن کافی
- از بین بردن عناصر سمی موجود در خاک و آب از جمله سدیم، سرب و کادمیوم .
- بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک
- بهبود شرایط سیستم اکولوژیک

- تقویت بسیار مطلوب خاکهای کشاورزی تحت کاشت گیاهان غده ای مانند سیب زمینی ، پیاز و چغندر .
- جلوگیری از فقیر شدن خاک از مواد اولیه به دلیل خاصیت تبادلی یونی بالا .
- استفاده گیاه از تمام عناصر موجود خاک به سبب بالا بودن خاصیت تبادلی یونی زیولیت.
- تنظیم pH خاک و متعادل کردن آن در حد مطلوب به دلیل خاصیت تامپونی .
- افزایش ارتفاع ، شاخ و برگ ، تعداد پنجه ها و انشعابات گیاهان .
- تصفیه کامل و سالم سازی پسابهای آلوده شهری و استفاده در آبیاری مزارع و باغات.
- افزایش فعالیت های بیولوژیکی و میکرو اورگانسمی .
- افزایش ضریب جذب گیاه
- عامل رشد و تقویت گیاه .
- کاهش شوری خاک و آب .

۱-۱۰ فاضلاب

گردش آب در طبیعت میان بارش و تبخیر یک مدار بسته ای را می گذراند، که فاضلاب جز بسیار کوچکی از آن است . به عبارت دیگر فاضلاب قسمتی است از آبی که بشر از گردش آن در طبیعت برداشت نموده و پس از مصرف دوباره به مدار نامبرده بازمی گرداند. سالیانه پیرامون ۳۳۴ هزار کیلومتر مکعب آب از سطح دریا ها و ۶۲ هزار کیلومتر مکعب از خشکی ها تبخیر می گردد. مقدار بارش در روی سطح خشکی های زمین روی هم نزدیک به ۹۹ هزار کیلومتر مکعب است که از آن تنها ۳۷ هزار کیلو متر مکعب به دریا باز می گردد. قسمت بسیار ناچیزی از بارش های آسمانی پیرامون ۵۰۰۰ و یا مستقیماً مورد استفاده انسان و حیوان قرار گرفته و آلوده می گردد و یا غیرمستقیم آلوده شده و به صورت فاضلاب نمودار می شود. مقدار فاضلابی که مستقیماً توسط محیط زیست انسان و یا حیوان دفع می گردد تقریباً برابر ۷۰ تا ۹۰ درصد مقدار مصرف آب می باشد.

اهمیت جمع‌آوری فاضلاب در جهان امروز با بزرگ شدن شهرها و افزایش جمعیت آنها از یک سو و گسترش صنایع و کارخانه‌ها از سوی دیگر مسئله آلودگی محیط زیست روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با گسترش زندگی ماشینی و به علت توجه نکردن افراد به منافع همگان هر روز انواع بیشتری از آلودگی محیط زیست آدمیان و حیوانات را ناسالم تر و زندگی آنها را در معرض خطر جدی تری قرار می‌دهد. فاضلاب‌ها همیشه دارای مقدار بسیاری مواد خارجی هستند که به صورت‌های گوناگون برای زندگی موجودات زنده زیان‌آور می‌باشند. وجود باکتری‌ها و میکروب‌ها در فاضلاب عاملی است که از یکصد سال گذشته زیان آن برای مردم آشکار گشته است. به جز باکتری‌های بیماری‌زا که تنها جزء کوچکی از موجودات زنده پساب‌ها را تشکیل می‌دهند هزاران نوع باکتری دیگر نیز در آب فاضلاب‌ها وجود دارند، مواد آلی سنگین، نیتратها، فلزات سنگین و هیدروکربن‌های تجزیه نشده و چند شاخه‌ای می‌توانند عامل تأثیرگذاری بر زندگی موجودات زنده‌ای و یا موجب تنش فیزیکی و شیمیایی بر آنها شوند. موضوع کاربرد دوباره فاضلاب‌ها به علت نیاز روز افزون به آب روز به روز بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. به ویژه در ایران به علت کمی آب و گرانی آب استفاده از فاضلاب‌های پالایش شده برای مصارف غیر خانگی مانند آبیاری فضا‌های سبز درون شهرها پارک‌ها جنگلکاری و شستشوی خیابان‌ها و کانال‌های فاضلاب اهمیت ویژه‌ای را پیدا می‌کند.

۱-۱۰-۱ ویژگی‌های فاضلاب

رنگ فاضلاب معمولاً نشان‌دهنده عمر آن است فاضلاب تازه رنگ خاکستری دارد و پس از مدتی که فاضلاب گندید رنگ آن تیره و سیاه می‌گردد.

بوی فاضلاب

بوی فاضلاب ناشی از گاز‌هایی است که در اثر متلاشی شدن مواد آلی به وجود می‌آید بوی فاضلاب بیشتر ناشی از گاز هیدروژن سولفور می‌باشد که در اثر فعالیت باکتری‌های بی‌هوازی و در نتیجه احیای سولفات‌ها به سولفیدها تولید می‌گردد

درجه اسیدی فاضلاب های خانگی معمولاً حالتی خنثی و یا متمایل به قلیایی دارد. درجه حرارت فاضلاب معمولاً بیشتر از درجه حرارت آب در همان محیط است

مواد خارجی در فاضلاب

به صورت های آلی و معدنی می باشند نسبت مواد آلی به مواد معدنی در فاضلابهای شهری پیرامون ۵۰ درصد می باشد از نظر آمیختگی آنها پیرامون ۷۰ درصد مواد خارجی به صورت محلول و ۳۰ درصد به صورت معلق در فاضلاب ها ظاهر می گردند (منزوی، ۱۳۸۹).

۱-۱۱ اهداف

اهدافی که ما دنبال می کنیم شامل موارد ذیل است.

- ۱- بررسی تاثیر بیوچار بر رشد گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب.
- ۲- بررسی تاثیر زیولیت بر رشد گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب.
- ۳- بررسی تاثیر نانو نقره بر رشد گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب.
- ۴- بررسی تاثیر متقابل زیولیت، بیوچار و نانو نقره بر رشد گیاه آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱ کاربرد زیولیت

استفاده از سیستم های زراعی کم نهاده و ابداع شیو های نوین مدیریت بهره برداری از منابع به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه ای پیدا کرده که استفاده از زیولیت به منظور افزایش راندمان مصرف آب و عملکرد گیاهان و پاک سازی محیط ، یک مساله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می باشد (آرمند پیشه و همکاران، ۱۳۸۸). زیولیت ها با ساختمان کریستالی خود مواد متخلخلی هستند که مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن ظرفیت تبادلی بالا و قرار گرفتن بعضی از کاتیون ها مانند آلومنیوم در شبکه خود علاوه بر نقش اصلاح کنندگی در خاک، می توانند نقش تغذیه ای داشته و باعث بهبود رشد گیاه مخصوصا در اراضی با قابلیت کاتیونی پایین یعنی زمین های شنی شوند (پالات و دیگران ۲۰۰۴).

بر خلاف کانی های رسی، در زیولیت ها چهارچوب ساختمانی به اندازه کافی باز است و می توان مولکول های آب را هم مشابه کاتیون ها در خود جای دهد. این ویژگی یعنی باز بودن ساختمان ، باعث به وجود آوردن خواص ویژه و منحصر به فرد زیولیت ها شده است. مولکول های آب همچنین کاتیون ها به راحتی می توانند در داخل شبکه حرکت کنند بدون اینکه ساختار شبکه دچار تغییر شود. بنابر این تحرک کاتیون ها باعث ایجاد پدیده تبادل کاتیونی با سایر کاتیون های موجود در محیط می شود (شاو و اندروز، ۲۰۰۱).

با توجه به خصوصیات منحصر به فرد زیولیت ها و فراوانی طبیعی آنها در کشور ایران و استخراج آسان و نهایتا قیمت اقتصادی مناسب، بکارگیری زیولیت ها در سطوح مختلف صنایع کشاورزی ممکن می باشد (کاظمیان ۲۰۰۰).

۲-۱-۲ تاثیر کاربرد زیولیت بر تنش خشکی در گیاهان زراعی

در یک بررسی غلام حسینی و همکاران (۱۳۸۶) به منظور تاثیر کاربرد زیولیت ایرانی کلینو پتیلولیت در کود دامی در راستای کاهش مصرف کود های شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان

تحت رژیم های متفاوت آبیاری، پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک، پس از مصرف ۷۰ درصد و عامل فرعی شامل سطوح مختلف کود نیتروژن و کود دامی کمپوست شده همراه با زیولیت در سطوح مختلف وزن کود دامی اقدام نمودند. نتایج نشان داد که اثرات رژیم های مختلف آبیاری، تیمارهای مختلف کودی و همچنین اثر متقابل آنها بر صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد پروتئین، وزن هزار دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن خشک نهایی و میزان کلروفیل در مرحله گل دهی معنی دار بود. حد اکثر عملکرد دانه به عنوان صفت های مورد بررسی از تیمارهای حاوی حداکثر میزان زیولیت در رژیم آبیاری اول حاصل شد و همچنین اعلام نمودند که در نهایت می توان تامین ۴۰ درصد از نیتروژن مورد نیاز گیاه از طریق کود دامی کمپوست شده همراه با ۱۰ تا ۱۵ درصد زیولیت تحت رژیم آبیاری پس از مصرف ۳۵ درصد رطوبت قابل استفاده، را به عنوان بهترین تیمار مورد بررسی، اعلام نمودند.

آرمند پیشه و همکاران (۱۳۸۷) در آزمایش خود بر روی گیاه کلزا بیان کردند که اثر کاربرد زیولیت و تنش خشکی بر درصد جوانه زنی، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه چه، طول ساقه چه و تعداد گیاه چه های غیر نرمال در سطح یک درصد معنی دار بود. نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد زیولیت می تواند اثرات نامطلوب تنش خشکی بر تولید گیاهچه های غیر نرمال را کاهش دهد و سبب افزایش درصد جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه در بذور کلزا گردد.

کریمی و نادری (۱۳۸۶) در بررسی که بر روی گیاه ذرت علوفه ای انجام دادند بیان کردند که عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب تحت تاثیر نوع خاک، مقدار مصرف زیولیت و اثرات متقابل این دو عامل قرار می گیرند. بیشترین عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب در خاک رسی و کمترین عملکرد ماده خشک در خاک لومی و کم ترین کارایی مصرف آب در خاک شنی به دست آمد. نتایج نشان داد میزان کارایی زیولیت در خاک های شنی لومی بیشتر از خاک های لومی رسی است و با افزایش مصرف آن عملکرد ماده خشک و کارایی مصرف آب نیز افزایش می یابد.

در آزمایشی قلی زاده و همکاران (۱۳۸۲) بر روی گیاه دارویی بادرشبی انجام دادند اظهار داشتند که مصرف زیولیت بر وزن خشک و تعداد میان گره تاثیر معنی داری نداشت ولی تاثیر آن روی وزن تر ، وزن خشک اندام هوایی ، وزن خشک ریشه ، سطح برگ ، تعداد برگ ، تعداد گل و درصد اسانس در سطح یک درصد معنی دار بود . اثر تنش خشکی (سطح تخلیه رطوبت خاک) روی چهار صفت سطح برگ ، تعداد برگ ، تعداد گل و تعداد میانگره معنی دار نبود ولی بر وزن تر و خشک ، وزن خشک اندام هوایی ، وزن خشک ریشه و درصد اسانس اثر معنی دار داشت .

تعدادی از تحقیقات ژاپنی ها که در دهه های ۶۰ و ۷۰ میلادی انجام شده است. در یکی از این تحقیقات، میزان در دسترس بودن نیتروژن خاک برنج سبوس دار چهار هفته پس از افزودن ۹۰ تن در هکتار کلینوپتیلولیت همراه با کود های مختلف ، ۶۳ درصد افزایش پیدا کرد . در این خاک مقدار رس پایین بود و میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز در حد پایینی قرار داشت (مامپتون، ۱۹۹۲).

۲-۱-۳ تاثیر زیولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی در شرایط غیر تنش

زیولیت همراه با کود دامی از طریق نگهداری نیتروژن در توده کودی موجب فراوانی بیشتر برای گیاه شده که موجب افزایش عملکرد می شود. با توجه به معادن طبیعی زیولیت در کشور ، می توان از این کانی طبیعی در کشاورزی به ویژه در زراعت ، جهت جذب بیشتر نیتروژن و آزادسازی کنترل شده آن و بالا بودن نسبت پتاسیم به سدیم از این کانی طبیعی استفاده کرد (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج به دست آمده از تحقیقات فرامرزی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که تمامی صفات اندازه گیری شده بین سطوح مختلف زیولیت به جز خورجین غیر بارور در ساقه اصلی و بوته و شاخص برداشت سویا معنی دار گردیدند. همچنین افزایش فاصله آبیاری باعث افزایش تعداد خورجین غیر بارور در شاخه های فرعی، اصلی و بوته سویا گردید . شایان ذکر است که مصرف ده تن زیولیت ، تعداد دانه در خورجین را افزایش داده و با توجه به اینکه مصرف بیست تن زیولیت صفات وزن هزار دانه و تعداد

خورجین در بوته را افزایش داده است . اما به نظر می رسد مصرف ده تن زیولیت از نظر اقتصادی و افزایش عملکرد دانه بهتر باشد.

در تحقیقی که بر روی گیاه برنج در دو خاک سبک و سنگین انجام دادند، اظهار داشتند که در تیمارهای این تحقیق، زیولیت و نیتروژن باعث افزایش عملکرد کاه و کلش در هر دو نوع خاک و باعث افزایش تعداد پنجه در خاک سنگین شده است (کاووسی و رحیمی، ۱۳۸۱).

در بررسی که بر روی گیاه کلزا انجام داده اند بیان کرده اند که مصرف زیولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار باعث افزایش ارتفاع گیاه ، قطر ساقه ، تعداد شاخه های فرعی ، طول خورجین ، تعداد خورجین در گیاه ، تعداد دانه در خورجین ، وزن هر دانه ، عملکرد روغن دانه ، و درصد روغن دانه و باعث کاهش تعداد خورجین غیر بارور شده است (قلی زاده و همکاران ، ۱۳۸۵).

۲-۲ بیوچار

۲-۲-۱ کاربرد بیوچار

در مطالعه‌ای که بر روی تأثیر سطوح مختلف بیوچار بر روی عملکرد آفتابگردان انجام شد مشخص گردید که بیوچار موجب بهبود عملکرد دانه و به دنبال آن افزایش درصد روغن می گردد . بیوچار داخل خاک می‌تواند بافت خاک را سبک نماید و جذب آب و مواد غذایی از خاک به ریشه و از ریشه به اندام هوایی را افزایش دهد در هنگام گلدهی که گیاه به مواد غذایی از جمله فسفر احتیاج بیشتری دارد. می‌تواند این عنصر را بیشتر در اختیار گیاه قرار دهد همچنین در زمان دانه بندی جذب مواد غذایی بیشتر و می‌تواند در تکمیل دانه‌ها و پرشدن آنها نقش بسزایی داشته باشد(نوروزی، ۱۳۹۴).

نوروزی (۱۳۹۴) گزارش می کند نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیوچار در سطح ۱ درصد و سوپر

جاذب اثر معنی داری در سطح ۵ درصد بر درصد پروتئین آفتابگردان داشت ولی اثر متقابل آنها بر درصد پروتئین معنی دار نبود .

۲-۲-۲ اثر بیوچار داخل خاک

بیوچار داخل خاک می‌تواند بافت خاک را سبک نماید و جذب آب و مواد غذایی از خاک به ریشه و از ریشه به اندام هوایی را افزایش دهد در هنگام گلدهی که گیاه به مواد غذایی از جمله فسفر احتیاج بیشتری دارد . می‌تواند این عنصر را بیشتر در اختیار گیاه قرار دهد همچنین در زمان دانه بندی جذب مواد غذایی بیشتر و می‌تواند در تکمیل دانه‌ها و پرشدن آنها نقش بسزایی داشته باشد. بیوچار سبب توسعه ریشه در گیاه آفتابگردان می‌شود که این توسعه سبب جذب بیشتر مواد غذایی از خاک می‌گردد و مقدار نیتروژن در سلول ها افزایش می یابد و آنزیم هایی مثل نیترات ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز فرایند احیای نیترات را بهبود می بخشد و سبب افزایش تولید پروتئین می شوند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸).

بیوچار از تجزیه حرارتی زیست توده و تحت فرآیند پیرولیز تولید می‌شود بر روی سطح خود دارای گروه های عالی زیادی است که پتانسیل آن را برای ایجاد کمپلکس با یونهای فلزی افزایش می دهد. تاثیر کاربردی بیوچار بر عملکرد آفتابگردان و برخی ویژگی های شیمیایی خاک موجب افزایش رشد گیاه آفتابگردان می گردد با افزایش سطح بیوچار خاک مقدار غلظت مواد فلزی سنگین نیز در اندامهای گیاه آفتابگردان افزایش یافته است همچنین خصوصیات کمی گیاه آفتابگردان از جمله طول ساقه طول ریشه وزن اندام هوایی و ریشه افزایش می‌یابد (علیزاده غلام، ۱۳۹۲) .

علیرضا نوروزی (۱۳۹۴) گزارش کرد نتایج تجزیه واریانس کاربرد بیوچار و سوپرجاذب اثر معنی داری در سطح ۱ درصد بر طول ریشه گیاه آفتابگردان دارد . میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین طول ریشه ی مربوط به ۴ گرم و ۱۴ کیلوگرم خاک و چهار گرم سوپرجاذب در کیلوگرم خاک با میانگین ۳۴ سانتیمتر به دست آمد و کمترین طول ریشه مربوط به تیمار. شاهد با میانگین ۲۴

سانتیمتر به دست آمد به عبارت دیگر افزایش بیوچار و سوپر جاذب طول ریشه را ۴۰ درصد افزایش داد. همچنین افزایش طول ساقه در رقم جو به علت افزایش رشد و تقسیم سلولی در اثر کاربرد بیوچار گزارش شد. علیرضا نوروزی (۱۳۹۴) گزارش می‌دهد مقایسه میانگین بین سطوح مختلف بیوچار نشان می‌دهد که بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار ۴ گرم بیوچار در کیلوگرم خاک با میانگین ۲۴ سانتی متر مربع حاصل شده است و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۲۱ سانتیمتر مربع به دست آمده است.

۳-۲ نانو نقره

صالحی و تمسکنی (۱۳۸۷) نشان دادند که تیمار نانو نقره ۵۰ میلی گرم بر لیتر باعث افزایش درصد جوانه زنی طول ساقه و ریشه چه و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید.

در آزمایشی تاثیر غلظت های متفاوت از کلرید سدیم و کلسیم و ذرات نانو نقره بر شاخص های جوانه زنی بذر های رازیانه نشان داد، بذوری که با ۲۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره تیمار شده بودند تحمل بیشتری در مقایسه با تیمارهای دیگر حتی شاهد در سطوح مختلف شوری از خود نشان دادند (اختیاری و همکاران ۱۳۹۰)

مراقبی و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایشی بر روی دو رقم گندم دیپلوئید و تتراپلوئید در غلظت های مختلف از محلول نانو نقره بیان نمودند که نانو نقره بر روی جوانه زنی تأثیری ندارد ولی باعث تأثیر در طول ریشه چه و حجم آن می شود که بهترین غلظت نانو نقره را در غلظت ۶۰ میلی گرم در لیتر اعلام نمودند، که باعث افزایش حجم و طول ریشه چه می شود.

(مالکوم و همکاران، ۲۰۰۶). اثرات محرک نانو نقره را بر سرعت جوانه زنی و تغییرات هورمونی موثر بر ریشه زایی اعلام کردند و همچنین تغییراتی را در منحنی رشد غلات پس از محلول پاشی با ذرات نانو نقره مشاهده کرده است. وزارت جهاد کشاورزی ایران (۱۳۸۵) در گزارشی مکتوب بذور تیمار شده با ذرات نانو نقره را با قدرت جوانه زنی و سرعت رشد بالاتر از شاهد معرفی کرده است و اجرای

طرح‌های تحقیقاتی بیشتر به منظور بررسی دقیق تر این اثرات را توصیه کرده است می توان گفت که استفاده از نانو نقره موجب افزایش مقاومت گیاه رازیانه در برابر شوری می گردد ولی در حال حاضر نمی توان دلیل مکانیسم فوق را به طور دقیق ذکر کرد و نیازمند تحقیق بیشتر در مورد فیزیولوژیک و مواد تشکیل شده و اثرگذار نانو نقره در درون بذر است. ۲ غلظت از تیمارهای ۳۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره در بیشتر آزمایش ها موجب افزایش مقاومت گردید لیکن به جهت جلوگیری از افزایش ترکیبات نقره در خاک که استفاده بیش از حد آن می تواند مشکلاتی را در آینده پدید آورد غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر برای محققین و زار عین محترم را رازیانه کار کشور در مناطقی که دارای آب و خاک شور هستند پیشنهاد می گردد.

همچنین در مطالعه ای که توسط اختیاری و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد مشخص گردید که ذرات نانو نقره سبب کاهش اثرات منفی شوری در گیاه رازیانه گردید ، به نظر می رسد با کاربرد نانو نقره میزان تخلیه عناصر غذایی گیاه از خاک نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بوده است و در نهایت سبب افزایش عملکرد گردیده است.

در آزمایشی مشخص گردید که کاربرد نانو نقره در لوبیا سبب افزایش جذب عناصر غذایی و نهایتاً افزایش عملکرد می شود. این کاربرد اثر باعث بزرگ شدن سلول گیاهی، طویل شدن ساقه گیاه، تولید ریشه و آوند های چوبی، افزایش رشد جوانه رأسی، جلوگیری از رشد جوانه جانبی، تشکیل و بزرگ شدن میوه، تشکیل گرهک در ریشه گیاهانی که دارای باکتری های تثبیت کننده نیتروژن هستند ، بیو سنتز پروتئین و آهن و اثرات دیگر می شود. که در کل این مواد طیف گسترده ای را از نظر واکنش های رشد و نمو در گیاهان سبب می شود (کانت و بلاد، ۱۹۸۰).

در خصوص مکانیزم اثر نانوذرات نقره مشخص گردیده است که یون های نقره اثرات بازدارنده ای در برابر آنزیم های مختلف دارند در این مکانیزم که به آن مکانیزم اثر یونی گفته می شود نانو ذرات نقره به مرور زمان یون های Ag را از خود ساطع می کنند، این یونها طی واکنش جانشینی باندهای S-H

منفی در جداره میکرو ارگانیسم ها و و آنزیم ها به باندهای S-Ag تبدیل می کنند که نتیجه این واکنش دنا توره شدن و تلف شدن میکروارگانیسم ها است (کرم کش و همکاران، ۱۳۸۵).

استفاده از ذرات نانو نقره در گیاه ماش باعث افزایش شاخص های اندام هوایی و زیرزمینی گردیده است با کاربرد نانو نقره میزان تخلیه عناصری چون نیتروژن فسفر و کلسیم توسط گیاه از خاک افزایش می یابد (فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

در آزمایش ترکیبی از ذرات نانو نقره و نانو تیتانیوم فعالیت نیترات ردوکتاز را در سویا افزایش داد و توانایی جذب و استفاده از آب و کود را تشدید نمود، مطالعه بر روی تاثیر نانو ذرات مس بر روی رشد کدو نشان از کاهش اندازه ریشه چه دارد اما جوانه زنی بذر کاهو در برابر نانو ذرات مس نشان از افزایش سرعت ساقه به ریشه در مقایسه با شاهد دارد.

مطالعه بر روی جوانه زنی بذر و رشد ریشه در گیاه کدو در محلول هیدروپونیک با نانو نقره هیچ تاثیر منفی نشان نداد در حقیقت کاهش در بیوماس گیاه و انتقال بر روی طولانی تر کردن دوره رشد در حضور نانو نقره مشاهده نشد. (سوندی، ۲۰۰۴).

گزارشات نشان داد که در غلظت پایین یون نقره ۵۰ نانو مولار در ریشه لوبیا در شرایط هیدروپونیک جذب کلسیم افزایش یافت. در حالیکه جذب فسفر و گوگرد کاهش یافت (کنز، ۱۹۸۰).

گزارش شده که تیمار بذر گلرنگ با نانو نقره باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ۴ برابر شاهد و عملکرد را از ۱۳۳۸ کیلوگرم در هکتار در شاهد به ۷۰۴۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (فاق نابی، ۲۰۰۹).

نتایج مطالعات نشان داد که قرار گرفتن دائم گیاه ذرت در معرض میدان مغناطیسی به همراه کاربرد نانو ذرات نقره باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی می گردد (فیضی و همکاران، ۱۳۸۹).

عرب علیخانی (۱۳۹۴) اظهار داشت، در بین تیمارهای پرایمینگ با نانو نقره بیشترین طول ریشه چه در تیمار نانو نقره با میانگین ۸۸ میلی متر و کمترین آن نیز در شاهد با میانگین ۶۲ میلیمتر حاصل شده.

عرب علیخانی (۱۳۹۴) اظهار داشت، مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در بین تیمارهای پرایمینگ بیشترین طول ساقه در تیمار نانو ذره نقره با میانگین ۷۶ میلی متر و کمترین آن نیز در تیمار شاهد با میانگین ۵۳ میلی متر حاصل شد

مقایسه میانگین های اثرات ساده پرایمینگ نشان داد که در بین تیمارهای محلول پاشی بیشترین عملکرد دانه در پی محلول پاشی نانو نقره با میانگین ۳/۳۶ گرم در بوته و همچنین محلول پاشی اسید سالسیلیک با میانگین ۳/۳۱ گرم در بوته به دست آمد که این دو تیمار اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند کمترین عملکرد نیز مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۳/۳۸ بود

۲-۳-۱ پاسخ سلولی نسبت به حضور نانوذرات نقره

مطالعات نشان می دهد پاسخ سلولی مشخصی نسبت به حضور نانوذرات نقره در سلول وجود دارد این پاسخ ها شامل تولید پروتئین های ساختاری ناپایدار شدن غشای خارجی و از بین بردن پروتئین موتیف می باشد (لوک، ۲۰۰۲).

حل شدن نانو نقره با آزاد شدن انواع اکسیژن های فعال همراه است. اکسیژن های فعال تولید شده ممکن است جزئی از مکانیسم سمیت نانو نقره باشد (وینگتون، ۲۰۱۰). ذرات نانو نقره در غلظت های کم دارای خاصیت ضد میکروبی می باشد که در کشت بافت گیاه تنباکو برای از بین بردن باکتری ها استفاده شده است (صفوی، ۲۰۱۱).

در آزمایش انجام شده روی زعفران در هنگام تنش غرقابی از ذرات نانو نقره باعث کاهش سنتز اتیلن و افزایش مقاومت ریشه به تنش می گردد (رضوانی، ۲۰۱۲).

بررسی اثرات نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم را بر واکنش فتوشیمیایی کلروپلاست گیاه اسفناج آزمایش کرد، نتایج آزمایش نشان داد که تیمار ایجاد شده نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم سبب افزایش واکنش هیل و افزایش فعالیت کلروپلاست که سبب تسریع تغییر شکل اکسیژن می شود. علاوه بر آن در حالت استفاده از نانوذرات، فعالیت چرخه فوتو فسفوریلاسیون بالاتر از فعالیت چرخه فوتو فسفوریلاسیون در حالت عادی بود. توضیح این اثر از دیدگاه محقق می تواند این باشد که نانو ذره دی اکسید تیتانیوم شاید وارد کلروپلاست می شود و در واکنش اکسیداسیون سبب تسریع انتقال الکترون و چرخش اکسیژن می شود (وانگ، ۲۰۰۲).

نانوذرات نقره می تواند سبب افزایش استحکام و مقاومت در برابر بیماری ها شود (هانگ، ۲۰۰۵). در تحقیقات انجام شده توسط رجیانی (۱۹۹۵) مشخص شد که با افزایش شوری، به دلیل اختلال رشدی و از بین رفتن سطح فتوسنتز کننده، طول ریشه و ساقه گندم به طور معنی داری کاهش یافت. نانو نقره بر روی جوانه زنی تاثیری ندارد، ولی باعث تغییر در طول ریشه چه و حجم آن می شود که بهترین غلظت نانو نقره را در غلظت ۶۰ میلی گرم در لیتر اعلام نمودند، که باعث افزایش حجم و طول گیاه چه می شود (مراقبی و همکاران، ۱۳۸۶)..

ذرات نانونقره می توانند به داخل سیتوپلاسم و غشای سلولی در ریشه و ساقه نفوذ کنند و باعث ایجاد تغییراتی در پروتئین های غشای سلولی شوند (قدیری و همکاران، ۱۳۹۲).

فصل سوم

مواد و روش ها

۱-۳ مواد و روش ها

۱-۱-۳ محل آزمایش

این آزمایش به منظور بررسی تاثیر بیوپچار، زیولیت و محلول پاشی نانو نقره بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان تحت آبیاری با آب فاضلاب، در سال زراعی ۹۶-۹۷ در مزرعه ای واقع در شهرستان ورامین انجام شد. محل آزمایش در مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۰ متر می باشد و میزان اراضی درجه یک و دو آن حدود ۷۵ هزار هکتار می باشد. بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی دومارتن این منطقه جزء مناطق خشک می باشد.

این منطقه دارای تابستان های گرم و خشک، زمستان های ملایم است و بر اساس آمار هواشناسی چند ساله اخیر، متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۰ میلیمتر و جهت باد غالب در منطقه از غرب و شمال غربی به شرق و جنوب شرقی می باشد.

در جدول ۳ - ۱ اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد آفتابگردان آورده شده است

جدول (۱-۳) اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد آفتابگردان

ماه	میانگین رطوبت نسبی (درصد)		بارندگی (میلی متر)	ماهیانہ میانگین (گراد)	دما (سانتی
	بیشینه	کمینه		بیشینه	کمینه
اردیبهشت	۵۹	۳۸	۲۲/۵	۳۲/۵	۱۲/۸
خرداد	۵۱	۳۳	۱	۳۸/۷	۱۷/۴
تیر	۵۱	۳۱	۰/۲	۴۸/۷	۲۰/۲
مرداد	۵۶	۲۹	۰/۹	۴۴/۳	۲۰/۳
شهریور	۵۶	۳۵	۰/۲	۳۵/۷	۱۴/۶
سالیانه	۶۴	۳۲	۱۲۶/۳	۲۶/۶	۹/۱

۳-۱-۲ خصوصیات خاک محل آزمایش

اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با خصوصیات خاک از طریق نمونه گیری عمق های سطحی (۰-۶۰) از خاک محل آزمایش به صورت تصادفی انجام گرفته و پس از تعیین نوع بافت خاک خواص فیزیکی و شیمیایی مقدار اندازه گیری شده که شرح آن در جدول ۳ - ۲ آمده است.

جدول (۳-۲) آنالیز فیزیکی شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش قبل از کاشت

عمق	نمونه	Ec(ds/cm)	pH	ازت	فسفر	پتاسیم	درصد	درصد	درصد
گیری	(cm)			کل(%)	(ppm)	(ppm)	شن	رس	سیلت
۰-۳۰	۵/۲	۸/۲	۰/۰۳	۱۴	۲۳	۱۱	۵۲	۳۷	
۳۱-۶۰	۵/۶	۸/۴	۰/۰۲	۱۱	۳۰	۱۱	۵۲	۳۷	

۳-۱-۳ روش آزمایش

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت . تیمار ها شامل سه متغیر نانو نقره در سه سطح عدم کار برد و سطح ۶۰ ppm و ۱۲۰ ppm ، متغیر دوم کاربرد و عدم کاربرد بیوچار و متغیر سوم شامل کاربرد و عدم کاربرد زیولیت بودند . که در نقشه طرح، شکل شماره ۳-۱ به سطح صفر نانو نقره نام A0 و به سطح ۶۰ ppm آن A1 و به سطح ۱۲۰ ppm آن A2 نامیده شد. جهت نامگذاری کاربرد و عدم کاربرد بایو چار از B0 و B1 و برای نامگذاری کاربرد و عدم کاربرد زیولیت از حروف C0 و C1 استفاده گردید.

میزان مصرف بایو چار در تیماری که از آن استفاده گردید به میزان ۹ تن در هکتار و به همین ترتیب برای تیمار زیولیت نیز مقدار ۹ تن در هکتار استفاده گردید. این میزان مصرف برای کرت ها به نسبت وسعتشان در برابر هکتار محاسبه و مورد استفاده قرار گرفت. رقم مورد استفاده با نام تجارتی کله

قوچی (ارقام آجیلی) از فروشگاه بذر تهیه شد. زیولیت مصرفی از فروشگاه های کشاورزی و از نوع ایرانی آن با دانه بندی نیم تا یک میلیمتر خریداری گردید.

بیوچار مصرفی نیز از یک شرکت تولید کننده بیوچار در شهرستان کرج تهیه گردید. (بیوچار تولیدی شرکت حاصل از استفاده بقایای گیاهان باغی مختلف بوده است).

نانو نقره مصرف شده با مارک

silver(Ag) nanopowder (Ag, 99.99%, 20 nm, metal basis) – US Research Nanomaterials, Inc – 3302 twig leaf lane, Houston, TX 77084, USA

از فروشگاه مواد شیمیایی در تهران تهیه شد و برای ساختن محلول های مورد نظر ابتدا توزین شده سپس با سود یک دهم نرمال به صورت امولوسیون درآمده و به آب مقطر اضافه گردید.

جهت آبیاری از فاضلاب خروجی شهرک مسکونی نزدیک محل کشت استفاده گردید که مشخصات آن در جدول پیوست شماره ۵ ذکر گردیده است.

۳-۱-۴ مراحل اجرای آزمایش

عملیات آماده سازی زمین و پیاده نمودن نقشه طرح در ابتدای تیر ماه اجرا گردید، ابتدا زمین شخم زده و با دیسک مسطح شد به منظور مبارزه با علفهای هرز موجود در خاک از علفکش پیش کاشت استفاده گردید و سپس خطوط کشت توسط فاروئر ایجاد شد.

۳-۱-۵ عملیات کاشت

پس از پیاده سازی نقشه کشت و تعیین تصادفی مکان تیمارها در طرح صورت گرفت هر تکرار شامل یک کرت و هر کرت از سه خط کشت تشکیل گردید. فاصله خطوط از یکدیگر ۴۵ سانتی متر و فاصله بوته ها ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد، بدین ترتیب طول هر خط کشت به ازاء ۱۰ بوته به ۴ متر می رسید. بذر قبل از کشت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شد. و سپس در عمق ۵ سانتیمتری کشت گردید. پس از کشت مزرعه آبیاری شد کشت در تاریخ هفتم تیر ۹۷ انجام گرفت.

۳-۱-۶ عملیات داشت

عملیات داشت در طول مدت رشد و نمو آفتابگردان مشتمل بر آبیاری در دوره های نه روزه، تنک کردن و وجین علف های هرز از مرحله سبز شدن تا مرحله نهایی انجام گرفت. تنک کردن بوته های اضافی و رساندن به تراکم مورد نظر در مرحله ی ۴ تا ۶ برگی انجام پذیرفت، پخش کود سرک بعد از تنک کردن با توجه به مقدار مورد نیاز در اختیار گیاه قرار داده شد. و جهت مبارزه با آفت گنجشک طبق ها توسط توری پوشانیده شد.

۳-۱-۷ عملیات برداشت

برداشت نهایی با توجه به علائم رسیدگی در تاریخ بیستم مهر ماه صورت گرفت. با در نظر گرفتن ردیف های بیرونی به عنوان ردیف حاشیه ای، ردیف وسطی جهت برداشت نمونه ها در نظر گرفته شد و از هر ردیف سه بوته جهت نمونه برداری انتخاب شد. پس از برداشت و شماره گذاری نمونه ها، نمونه ها جهت خشک شدن سه روز در معرض تابش آفتاب قرار گرفتند و جدا کردن دانه ها از طبق به صورت دستی انجام گرفت.

۳-۲ اعمال تیمارها

برای اعمال تیمار زیولیت مقدار در نظر گرفته شده برای هر کرت قبل از ایجاد فاروئر ها به کرت اضافه گردید جهت اعمال بایو چار نیز مانند زیولیت اقدام شد. پس از آماده سازی مقادیر مورد نظر نانو نقره زمانی که گیاه آفتابگردان در حالت ستاره ای قرار داشت (مرحله R4 رشد زایشی) تیمار اعمال شد. (زمان ستاره ای وقتی است که اگر از بالا به گیاه آفتابگردان نگاه کنیم و شکل گل آن مانند یک ستاره می باشد). محلول پاشی نانو نقره به وسیله سم پاش دستی بر روی گیاه آفتابگردان انجام شد.

۳-۳ صفات مورد اندازه گیری

۳-۳-۱۱ ارتفاع گیاه

جهت اندازه گیری ارتفاع گیاه در مرحله نهایی از متر استفاده شد و معیار اندازه گیری فاصله بین طوقه گیاه تا پشت طبق بود. از هر کرت آزمایشی سه بوته انتخاب شدند و سپس میانگین ارتفاع بوته ها برای هر کرت به دست آمد.

۳-۳-۲ اندازه گیری کلروفیل به وسیله اسپد (SPAD)

نمونه برداری با دستگاه کلروفیل متر ده روز پس از اعمال تیمار نانو نقره انجام شد. پس از انتخاب پنجمین برگ باقی مانده به طبق به وسیله اسپد به طور میانگین در سه نقطه از برگ اندازه گیری انجام شد. و سپس نتایج اعلام گردید.

۳-۳-۳ اندازه گیری کلروفیل

و جهت اندازه گرفتن کلروفیل با روش اسپکتروفتومتری نمونه از پنجمین برگ باقی مانده به طبق انتخاب و نمونه برداری انجام شد. سپس نمونه ها پس از برداشت، درون کیسه های پلاستیکی شماره گذاری شده، و در ظرفی که با یخ خنک شده بود نگهداری و به آزمایشگاه منتقل گردید. کلروفیل آن با روش آرنون (آرنون، ۱۹۶۷). اندازه گیری شد در روش آرنون مقدار نیم گرم از برگ انتخاب شده، و سپس در بوته چینی به همراه یک گرم کربنات کلسیم و ۱۰ میلی لیتر استون ۹۰ درصد مخلوط می گردد. سپس توسط سانتریفوژ محلول صاف گردیده یک میلی لیتر از محلول با ۹ میلی لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط می گردد. دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر تنظیم گردیده و با نمونه شاهد جذب آن صفر شد. سپس نمونه به دستگاه داده شده و جذب آن قرائت گردید. عدد به دست آمده در روابط شکل ۱-۳ گذاشته و مقدار کلروفیل a و کلروفیل b و کار تنوید ها محاسبه می شود.

$$\text{chl. a (mg. L}^{-1}\text{)} = (12.25 * A_{663} - 2.79 * A_{647}) * D$$

$$\text{chl. b (mg. L}^{-1}\text{)} = (21.5 * A_{647} - 5.1 * A_{663}) * D$$

$$\text{chl. a+b (mg. L}^{-1}\text{)} = (7.15 * A_{663} - 18.71 * A_{647}) * D$$

D = thickness of used cuvette (cm)

$$\text{Caroten} = (1000 \times a_{470} - 1/8 \times ca - 85/5 \times cb) \div 198$$

شکل شماره ۱-۳ روابط اندازه گیری کلروفیل

۳-۳-۴ درصد روغن دانه

جهت تعیین روغن دانه پس از برداشت دانه ها از هر کرت درون پاکت های مجزا ریخته شده و شماره گذاری گردید و درصد روغن نمونه ها در آزمایشگاه به روش سوکسله تعیین گردید. در روش سوکسله ۵ گرم نمونه همراه با ۲۵۰ میلی لیتر اتر دوپترویل در دستگاه سوکسله قرار گرفته پس از سه ساعت بالن حاوی اتر در بن ماری حرارت دیده و وزن بالن همراه روغن به دست می آید.

۳-۳-۵ تعداد دانه در طبق

پس از برداشت نهایی از کل بوته های مربوط به هر کرت آزمایشی در خطوط آنها تعداد ۳ بوته به صورت تصادفی انتخاب گردید و تعداد دانه در طبق اندازه گیری شد.

۳-۳-۶ عملکرد دانه

جهت محاسبه عملکرد با در نظر گرفتن حاشیه از هر خط سه بوته انتخاب و طبق های خطوط پس از برداشت بسته بندی و شماره گذاری گردید و پس از جدا کردن دانه ها از طبق به صورت دستی و توزین عملکرد دانه در هر کرت بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید.

۳-۳-۷ وزن هزار دانه

پس از برداشت نمونه ها به صورت تصادفی و شمارش هزار دانه آفتابگردان دانه ها توسط ترازوی یک هزارم وزن شده و وزن هزار دانه در هر کرت محاسبه گردید.

۳-۳-۸ محتوای نسبی آب

برای تعیین محتوای نسبی آب برگ های نمونه ها انتخاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردید سپس یک گرم از هر برگ انتخاب و توزین شد، سپس جهت اندازه گیری وزن آماس نمونه ها داخل آب مقطر قرار گرفته و به مدت ۲۴ ساعت رها شدند. پس از توزین نمونه های آماده شده نمونه ها جهت به دست آوردن وزن خشک به مدت ۸ ساعت در داخل آون ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. در انتها با کمک فرمول های زیر محتوای نسبی آب برگ ها FWC اندازه گیری شد.

محتوای نسبی آب = $100 \times \text{وزن خشک} - \text{وزن اشباع} - \text{وزن خشک}$ وزن تر

۳-۳-۹ اندازه گیری پرولین

جهت اندازه گیری پرولین به روش بیتس (بیتس و والدین ، ۱۹۷۳) ابتدا نیم گرم برگ توزین و همراه با اسید سولفوسالسیلیک مخلوط گردید، سپس این مخلوط یکنواخت شده و با استفاده از سانتریفیوژ صاف گردیده و در محل خنک نگهداری شد. پس از آن جهت جداسازی و اندازه گیری پرولین به محلول ۱۰ میلی لیتر تولوئن و یک میلی لیتر معرف نین هیدرین که از مخلوط شدن پودر نین هیدرین در اسید فسفریک و اسید استیک به دست آمده است استفاده شد. و در بن ماری ۹۰ درجه به مدت یک ساعت قرار داده می شود. پس از خارج کردن لوله ها از بنماری آنها روی ورتکس به مدت ۱ دقیقه مخلوط می گردد. سپس این محلول ثابت نگه داشته شده تا فاز تولوئن از فاز پایین جدا گردد، و به وسیله پیپت یک میلی لیتر از فاز تولوئن به داخل کوت دستگاه اسپکتروفتومتر منتقل می گردد. دستگاه اسپکتروفتومتر روی طول موج مورد نظر ست شده و به وسیله محلول شاهد جذب

آن صفر می گردد. سپس این نمونه ها به داخل دستگاه اسپکتروفتومتر انتقال یافته و مقدار جذب آن خوانده می شود. پس از آن با استفاده از پودر پرولین به همان گونه که برای نمونه ها عمل شد مراحل آماده سازی صورت گرفته و توسط دستگاه قرائت می گردد. تا منحنی استاندارد تهیه شود. با استفاده از نرم افزار اکسل می توان به معادله خط منحنی استاندارد پرولین دست یافت و با قرار دادن میزان جذب نمونه ها در معادله به مقدار پرولین نمونه ها دست پیدا کرد.

۳-۳-۱۰ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه واریانس طرح فاکتوریل در قالب کامل تصادفی و با نرم افزار آماری sas انجام پذیرفت و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون **LSD** در سطح پنج درصد، در نرم افزار mstat.c تحلیل شد. همچنین رسم گراف ها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل صورت گرفت.

Rep1	a0	a2	a1	a0	a1	a2	a0	a1	a0	a2	a1	a2
	b1	b1	b0	b0	b0	b0	b0	b1	b1	b1	b1	b0
	c1	c0	c1	c0	c0	c1	c1	c1	c0	c1	c0	c0
Rep 2	a2	a1	a0	a1	a0	a2	a1	a0	a0	a2	a2	a1
	b0	b0	b1	b1	b0	b0	b1	b1	b0	b1	b1	b1
	c1	c0	c1	c0	c1	c0	c1	c0	c0	c0	c1	c0
Rep 3	a0	a1	a1	a2	a1	a2	a0	a2	a2	a1	a0	a0
	b0	b1	b0	b1	b1	b1	b0	b0	b0	b1	b1	b1
	c0	c1	c1	c0	c1	c1	c1	c1	c0	c0	c0	c1

***a = عدم کاربرد نانو نقره -a1 = کاربرد نانو نقره ۶۰ -a3 = کاربرد نانو نقره ۱۲۰ -b0 = عدم

کاربرد بیو چار -b1 = کاربرد بیو چار -c0 = عدم کاربرد زیولیت -c1 = کاربرد زیولیت

شکل ۳-۱ نقشه طرح آزمایش

فصل چهارم

نتایج و بحث

۱-۴ ارتفاع ساقه:

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های مربوط به ارتفاع جدول پیوست (۱) اثر اصلی نانو نقره بر ارتفاع معنی داری نبود. اثر اصلی بیوچار در سطح پنج درصد و اثر اصلی زیولیت نیز در سطح یک درصد بر ارتفاع اثر معنی داری داشت.

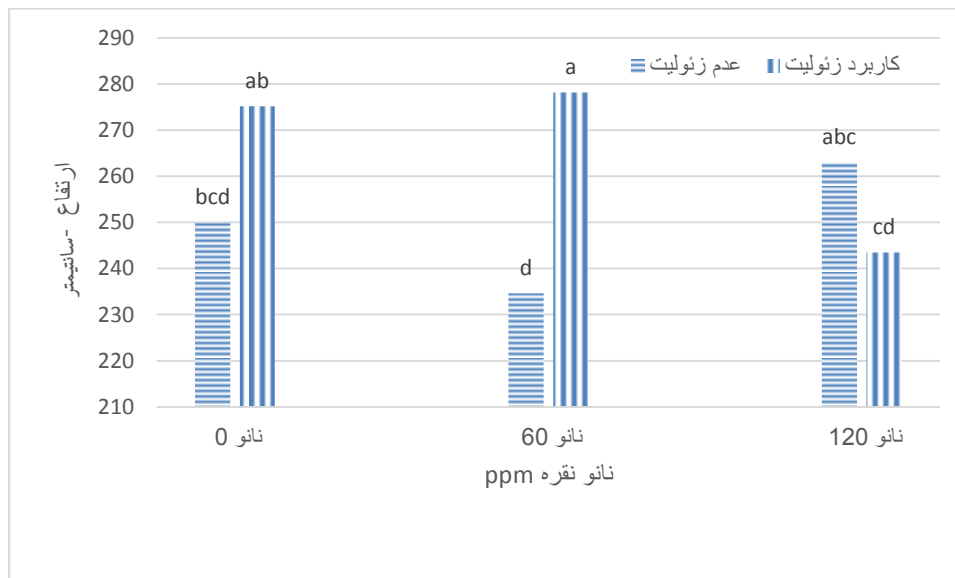
اثرات متقابل نانو نقره و زیولیت در سطح یک درصد اثر متقابل معنی دار دارند. اثر متقابل سه گانه نیز معنی دار بود.

در مقایسه میانگین اثر متقابل زیولیت و نانو نقره (شکل شماره ۴-۱) بیشترین میزان ارتفاع ساقه در شرایط نانونقره ۶۰ و زیولیت مشاهده شد، که نسبت به شاهد تفاوت معنی داری داشت و کمترین میزان ارتفاع ساقه در شرایط نانو ۶۰ و عدم کاربرد زیولیت بود.

ذرات نانونقره میتوانند به داخل سیتوپلاسم و غشای سلولی در ریشه و ساقه نفوذ کنند و باعث ایجاد تغییراتی در پروتئین های غشای سلولی شوند (قدیری و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش غلظت نانو ذرات نقره صفاتی چون درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و به طور کلی ویژگی های مرتبط با رشد گیاهچه کاهش یافت. غلظت های بالای تیمار نانو ذرات نقره موجب برخی تغییرات تشریحی از جمله افزایش قطر ساقه، ریشه و رگبرگ اصلی در منطقه پوست، تغییر شکل سلول های پارانشیمی پوست ساقه و آوندهای چوبی ریشه، کاهش تمایز سلول های کلانشیمی و برعکس افزایش تمایز فیبر در ساقه شد. همچنین مشخص شد که تحت تاثیر غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر نانو ذرات نقره اندازه مریستم رأس ریشه و شدت رنگ پذیری سلولها و در نتیجه میزان تقسیمات سلولی در آن کاهش یافت. با توجه به یافته های این پژوهش می توان گفت که نانوذرات نقره به عنوان یک عامل تنش زا، احتمالاً با تاثیر بر متابولیسم گیاه موجب کاهش فاکتورهای جوانه زنی و رشد گیاهچه می گردد و گیاه جوان کنبد با تغییرات تشریحی به حضور نانوذرات نقره در محیط پاسخ می دهد. (کلیج، ۱۳۹۵).

همچنین در تحقیقی که روی گیاه شنبلیله انجام دادند تشریح کردند که مصرف زیولیت ، تعداد ، طول ، قطر، وزن تر و خشک ریشه ، همچنین سطح برگ ، وزن تر و خشک اندام های هوایی را

افزایش داد. همچنین کاربرد زیولیت باعث افزایش رشد و بهبود عملکرد شده است (خوشبخت و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل (۴-۱) نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل زیولیت و نانو نقره بر ارتفاع بوته

مقایسه میانگین اثرات متقابل بین نانو نقره X زیولیت X بیوچار در (جدول پیوست ۴) بیشترین میزان ارتفاع در شرایط عدم کاربرد نانو نقره و کاربرد همزمان بیوچار و زیولیت مشاهده گردید. استفاده به تنهایی نانو ۶۰ موجب به دست آمدن کم ترین ارتفاع و نانو ۱۲۰ با شاهد تفاوت معنی داری را دارا نمی باشد.

بیشترین اثر افزایشی در ارتفاع مربوط به کاربرد بیوچار می باشد که باعث افزایش معنی دار آن شده است.

و استفاده از بایو چار و نانو ۶۰ باعث افزایش ارتفاع گردیده در حالیکه این اثر را بیوچار و نانو ۱۲۰ از خود نشان نداده و باعث ایجاد تغییرات معنی دار نگردیده است. استفاده نانو ۶۰ به تنهایی موجب کاهش ارتفاع و استفاده هم زمان آن به همراه بیوچار و زیولیت باعث افزایش ارتفاع شده است، اما

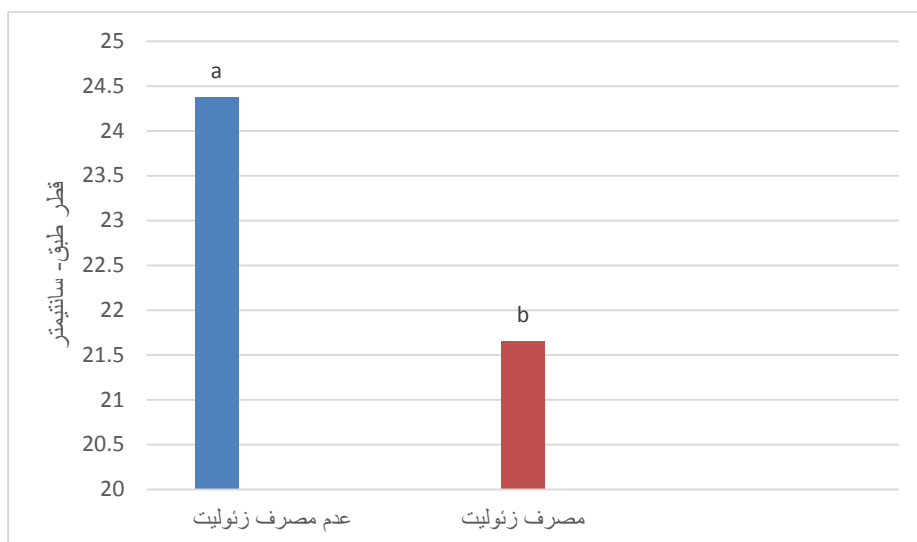
کاربرد تنه‌های نانو ۱۲۰ و اعمال آن همراه با بیوچار و زیولیت باعث تغییرات معنی دار در مقایسه با شاهد نشده است.

تاثیر کاربردی بیوچار بر عملکرد آفتابگردان و برخی ویژگی های شیمیایی خاک موجب افزایش رشد گیاه آفتابگردان می گردد با افزایش سطح بیوچار خاک مقدار غلظت مواد فلزی سنگین نیز در اندامهای گیاه آفتابگردان افزایش یافته است . همچنین خصوصیات کمی گیاه آفتابگردان از جمله طول ساقه طول ریشه وزن اندام هوایی و ریشه افزایش می یابد (علیزاده غلام، ۱۳۹۲). با توجه به نتایج تحقیقات سایرین میتوان افزایش ارتفاع را به اثرات مطلوب بیوچار نسبت داد.

۴-۲ اثر تیمار ها بر قطر طبق :

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به قطر طبق آفتابگردان، (جدول پیوست ۱) نشان داد که مقادیر مختلف نانو نقره و بایو چار اثر معنی داری بر روی قطر طبق نداشته و مقادیر مختلف زیولیت در سطح پنج درصد بر روی قطر طبق اثر معنی داری دارد . اثرات متقابل دوگانه و سه گانه معنی دار نبود. مقایسه میانگین (شکل ۲-۴) نشان داد که استفاده از زیولیت با احتمال پنج درصد باعث کاهش قطر طبق ها می گردد.

مصرف زیولیت به میزان ۸ تن در هکتار موجب افزایش ۱۸/۷۶٪ قطر طبق گردیده (یوسفوند، ۱۳۹۰)، و در تحقیق دیگری تیمار زیولیت در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) قرار داده شد. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف مصرف زیولیت بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح آماری ۵ درصد و بر صفات قطر طبق، وزن صد دانه و شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد معنی دار شد. در بین سطوح مختلف مصرف زیولیت بیشترین و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۴۱۲/۶۳ و ۳۲۲/۰۴ گرم در متر مربع به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۱۵ تن زیولیت در هکتار و عدم مصرف زیولیت بدست آمد. (پورکاشفی و همکاران، ۱۳۹۴). لازم به ذکر است، این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط یوسفوند و حبیب پور مطابقت ندارد.



شکل (۲-۴) مقایسه میانگین اثر زیولیت بر طبق

۳-۴ تعداد دانه در طبق

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر تعداد دانه در طبق (جدول پیوست ۲) نشان داد، اعمال تیمار ها بر تعداد دانه های موجود در طبق اثر معنی داری نداشته است.

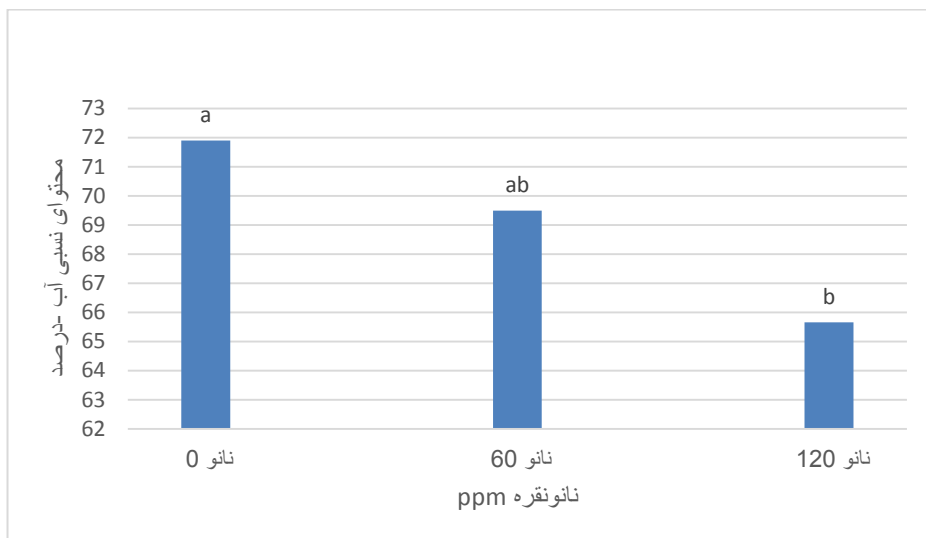
۴-۴ وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر وزن هزار دانه، (جدول پیوست ۲) نشان داد، اعمال تیمار ها بر وزن هزار دانه اثر معنی داری نداشته است.

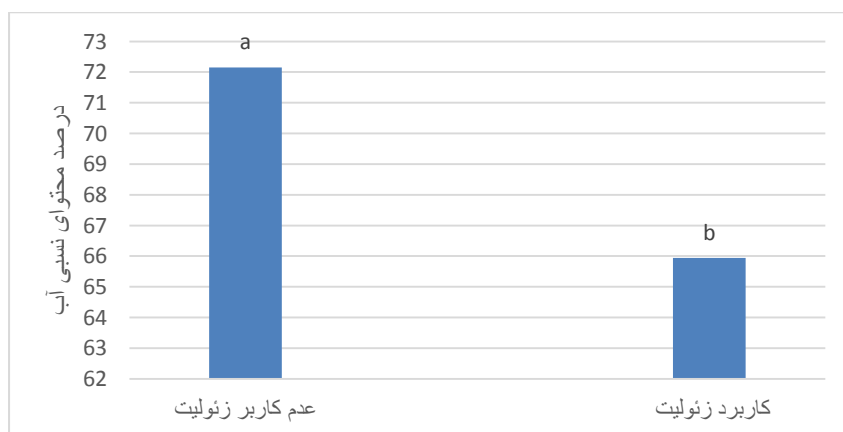
۵-۴ اثرات تیمار ها بر محتوای نسبی آب

تجزیه واریانس داده های مربوط به محتوای نسبی آب (جدول پیوست ۳) نشان داد، که مقادیر مختلف نانو نقره بر روی محتوای نسبی آب اثر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (شکل ۳-۴). و مقادیر مختلف زیولیت در سطح یک درصد بر روی محتوای نسبی آب اثر معنی داری داشت (شکل ۴-۴). اثرات متقابل محاسبه شده نشان می دهد که مقادیر مختلف بایو چار و نانو نقره بر هم اثر متقابل ندارند و همچنین اثرات متقابل در بین بیوچار و زیولیت، نانو نقره و زیولیت

مشاهده نمی گردد. اما نانو نقره و بایو چار و زیولیت (اثر سه گانه) در سطح یک درصد اثرات متقابل دارند.



شکل ۳-۴: مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر محتوای نسبی آب



شکل ۴-۴: مقایسه میانگین اثر زیولیت بر درصد محتوای نسبی آب

مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول پیوست ۴) نشان می دهد بیشترین مقدار محتوای نسبی آب در شرایط عدم کاربرد نانو نقره ، زیولیت و بیوچار مشاهده شد، که این مقدار با شرایط صفر نانو نقره و عدم بیوچار و کاربرد زیولیت و همچنین شرایط صفر نانو نقره و عدم بیوچار و عدم زیولیت در یک

گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف معنی داری نداشتند. و کمترین محتوای نسبی آب در شرایط کاربرد نانونقره ۱۲۰ و مصرف بیوچار و زیولیت به دست آمد که بامقدار محتوای نسبی آب در شرایط نانو نقره ۶۰ و مصرف بیوچار و عدم کاربرد زیولیت در یک گروه قرار گرفتند.

کاهش محتوای نسبی آب برگ تحت شرایط خشکی موجب محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی می گردد (جهانبین و همکاران، ۱۳۸۲). با بررسی گیاهان مختلف مشخص شد که محتوای نسبی آب برگ به این دلیل که با حجم سلول مرتبط است، می تواند به عنوان شاخص سنجش میزان تنش مورد استفاده قرار گیرد (خزایی، ۱۳۸۱). یکی از اولین ساختارهای سلول گیاهی که در شرایط تنشهای محیطی آسیب می بیند لیپیدهای غشای سلول (غشای پلاسمایی) است (لی یانگ، ۲۰۰۳). زیرا در نتیجه افزایش برخی ترکیبات فعال اکسیژن از قبیل رادیکالهای سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکالهای هیدروکسیل، غشای سلولی در گیاهان تحت تنش آسیب می بیند و الکترولیتها به بیرون از سلول تراوش میکند و این باعث می شود که لایه درون سلول بار منفی پیدا کند (بلوم و ابرکون، ۱۹۸۱). افزایش این ترکیبات به بسیاری از ساختارها و اجزای سلول نظیر چربیها، پروتئینها، کربوهیدراتها و اسیدهای نوکلئیک صدمه می زنند و با تغییر ساختار غشا در اثر پراکسیداسیون چربیها و پروتئینها (لی یانگ، ۲۰۰۳). تراوایی غشای سلولی را افزایش می دهند که منجر به نشت الکترولیتها می شود در داخل سلول به سمت بیرون میشود (بلوم و ابرکون، ۱۹۸۱). و در نتیجه رشد گیاه تحت تأثیر قرار می گیرد.

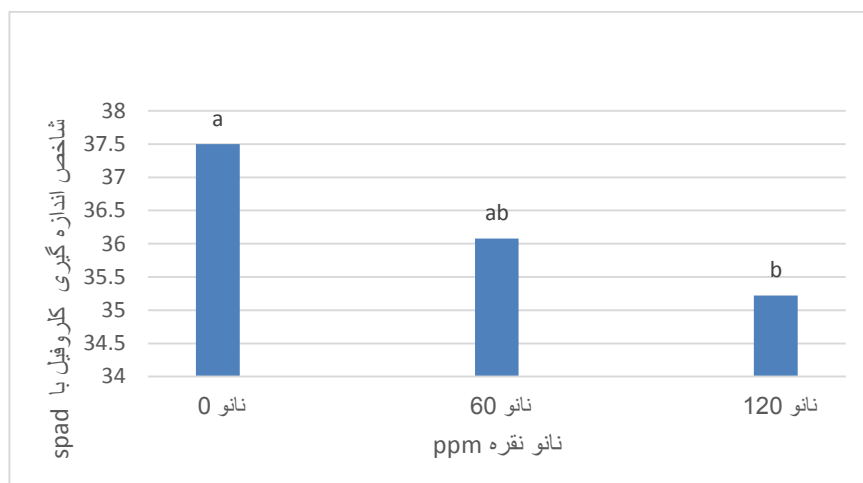
مطالعات نشان می دهد پاسخ سلولی مشخصی نسبت به حضور نانوذرات نقره در سلول وجود دارد این پاسخها شامل تولید پروتئین های ساختاری ناپایدار غشای خارجی و از بین بردن پروتئین موتیف می باشد (لوک، ۲۰۰۶). حل شدن نانو نقره با آزاد شدن انواع اکسیژن های فعال همراه است. اکسیژن های فعال تولید شده ممکن است جزئی از مکانیسم سمیت نانو نقره باشد (وینگتون، ۲۰۱۰). با توجه به نتایج تحقیقات فوق کاهش میزان محتوای نسبی آب در کاربرد نانو نقره ۱۲۰ قابل توجیه است.

۴-۶ اثرات تیمار ها بر میزان شاخص نسبی کلروفیل اندازه گیری شده توسط دستگاه **SPAD**

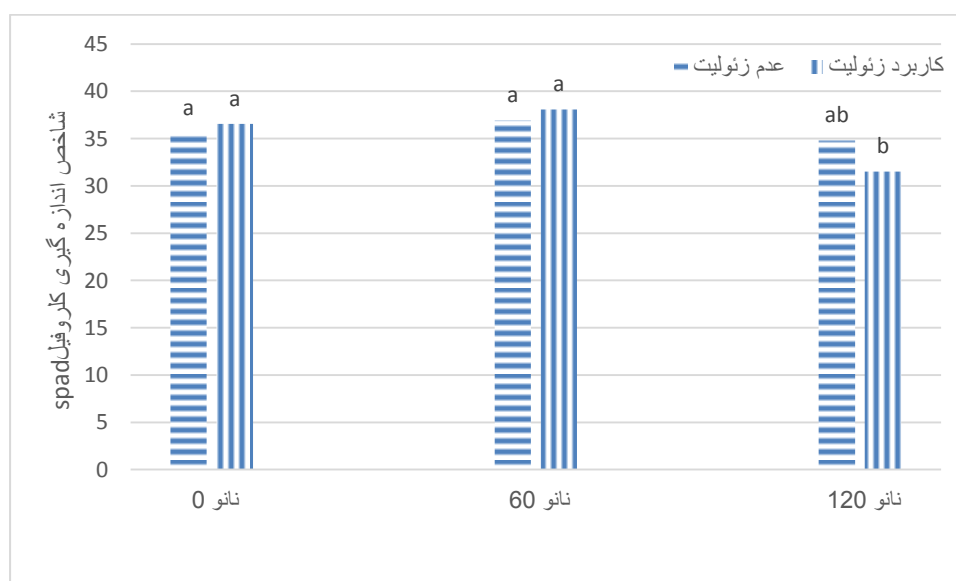
تجزیه واریانس داده های مربوط به میزان کلروفیل اندازه گیری شده با دستگاه spad (جدول پیوست ۳) نشان می دهد، که مقادیر مختلف نانو نقره و مقادیر مختلف زیولیت بر روی کلروفیل اندازه گیری شده به وسیله spad اثر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. در جدول فوق اثرات متقابل محاسبه شده نشان می دهد که مقادیر مختلف بایو چار و نانو نقره بر هم اثر متقابل ندارند. اما سطوح نانو نقره X زیولیت و همچنین نانو نقره X بایو چار X زیولیت در سطح یک درصد با یکدیگر اثر متقابل دارند.

مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو نقره و زیولیت نشان داد، (شکل ۴-۶) با افزایش میزان نانو نقره شاخص کلروفیل کاهش پیدا می کند. و وجود زیولیت نیز تاثیری نداشته و در نانو ۱۲۰ باعث کاهش شاخص کلروفیل شده است. در همین زمینه، یافته های محققان حاکی از آن است که نانو ذرات، هم اثر مثبت و هم اثر منفی روی رشد و نمو گیاهان دارند و این تأثیر در گیاهان بستگی به ترکیب، غلظت، اندازه، و خواص فیزیکی و شیمیایی نانو ذرات و همچنین گونه گیاهی، مرحله رشدی گیاه، روش و مدت زمان قرار گرفتن در معرض آنها دارد همچنین، نانو مواد می توانند به عنوان ترکیبات سیگنال برای واکنشهای متابولیکی و فیزیولوژیکی عمل کنند اما اساس مکانیسم آنها به طور کامل مشخص نشده است (حاتمی و همکاران، ۲۰۱۴).

در ارتباط با اثرات نانو نقره مشخص شده است فعالیت نیترات ردوکتاز سوپر اکسید دیسموتاز کاتالاز و پراکسیداز بر جوانه زنی بذر سویا مخلوط با نانو نقره و نانو ذره دی اکسید تیتانیوم افزایش معنی داری را داشته است (لو، ۲۰۰۲). احتمالاً کاهش میزان شاخص کلروفیل به علت تاثیرات منفی نانو نقره بوده است. زیولیت نیز اثر منفی مانند قطر طبق از خود نشان داده و باعث کاهش بیشتر شاخص کلروفیل در مصرف همزمان با نانو ۱۲۰ شده است.



شکل ۴-۵: مقایسه میانگین اثر اصلی نانو نقره بر میزان شاخص کلروفیل اندازه گیری شده با spad



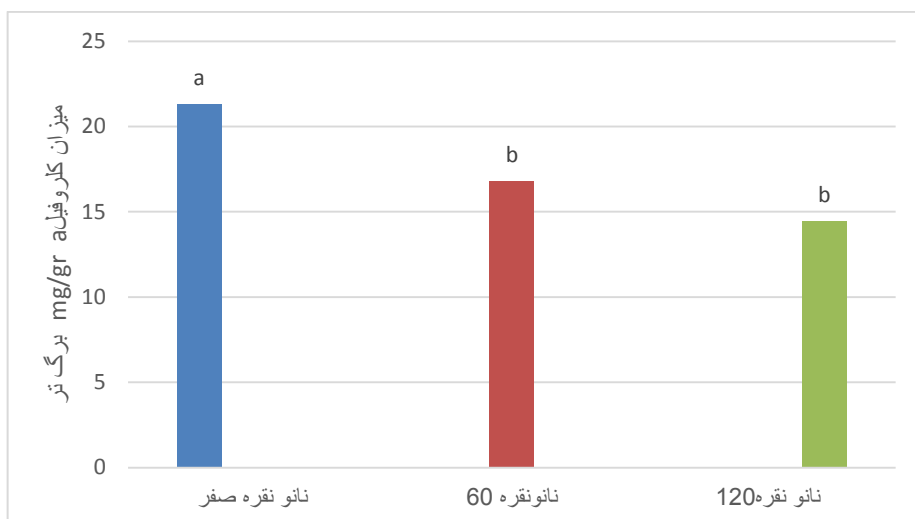
شکل ۴-۶ مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو نقره با زیولیت بر میزان شاخص کلروفیل اندازه گیری شده با spad

۷-۴ اثرات تیمار ها بر میزان کلروفیل a

تجزیه واریانس داده های مربوط به میزان کلروفیل a (جدول پیوست ۳) نشان داد . میزان کلروفیل a بر اثر اعمال مقادیر مختلف نانو نقره در سطح احتمال یک درصد باعث تغییرات معنی داری شده است. که با انجام مقایسه میانگین بین مقادیر مختلف نانو نقره اعمال شده مشخص شد، (شکل ۷-۴). تیمار نانو نقره در غلظت های ۶۰ و ۱۲۰ ppm باعث کاهش میزان کلروفیل a گشته اند.

در تحقیقی (کلیج و همکاران، ۱۳۹۵) انجام داد نتایج بدست آمده حاکی از این بود که طول ریشه چه و ساقه چه تحت تأثیر غلظتهای مختلف نانوذرات نقره در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری داشته و در گیاهان تحت تنش غلظتهای بالای نانو ذرات نقره نسبت به گیاهان شاهد کاهش قابل توجهی نشان داد. در حقیقت بیشترین طول ریشه در غلظت های مختلف نانو نقره مربوط به غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر، ۳۵ میلی متر بوده و کمترین میزان طول ریشه در غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر، ۱۲ میلی متر مشاهده شد. همچنین کمترین میزان طول ساقه، ۲۶ میلی متر نیز مربوط به غلظت های بالا نانو نقره بوده است. علاوه بر این میزان سرعت رشد نسبی ریشه چه و ساقه چه با افزایش غلظت نانو ذرات نقره کاهش قابل ملاحظه ای پیدا کرد.

در تحقیق دیگری نیز آمده است تجمع نانو ذرات نقره در سلولهای گیاهی موجب کاهش عملکرد آنها می شود (هاورکامپ و همکاران، ۲۰۰۹) همچنین (یان و همکاران، ۲۰۱۱). نشان داده اند که سلولهای کلاهی ریشه گیاه *Multiflorum*. L تحت تیمار نانو ذرات نقره آسیب دیده و بر این باورند که سلولها غیرطبیعی شده و موجب کاهش رشد ریشه می شود. مهار رشد ریشه تا حد زیادی میان نانوذرات و گیاهان متفاوت است و تا حدی با غلظت نانوذرات در ارتباط است. بی نظمی در مسیر انتقال آب و مواد معدنی یکی از راههای پیشنهادی برای اینکه نانوذرات چگونه موجب آسیب زدن به گیاه می شود را بیان میکند (اسلی و نیومن، ۲۰۰۹). نتایج بدست آمده مطابقت نتایج با سایر تحقیقات را نشان می دهد.



شکل (۴-۷) مقایسه میانگین اثرات نانو نقره بر میزان کلروفیل a

۴-۸ اثرات تیمارها بر میزان کلروفیل b

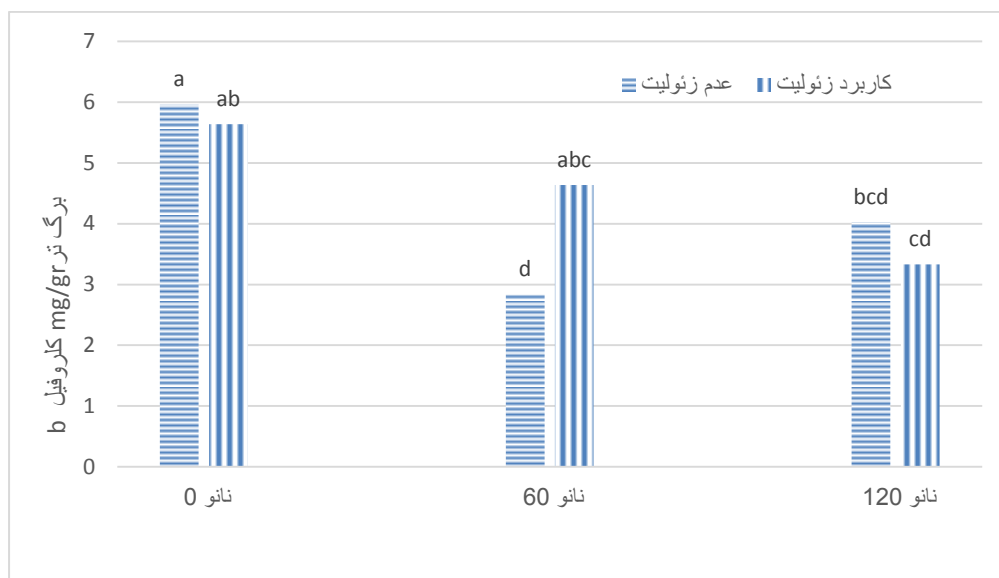
تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمارها بر میزان کلروفیل b (جدول پیوست ۳) نشان داد که مقادیر مختلف نانو نقره بر کلروفیل b اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارد. اثرات متقابل محاسبه شده نشان میدهد که مقادیر مختلف بایو چار X نانو نقره بر هم اثر متقابل دارند. سطوح نانو نقره X زیولیت در سطح پنج درصد و همچنین نانو نقره X بایو چار X زیولیت در سطح یک درصد اثر متقابل بر میزان کلروفیل b داشتند.

با توجه به (شکل ۴-۸) نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها شامل نانو نقره و زیولیت مشاهده می شود که، اعمال نانو نقره در دو سطح ۶۰ و ۱۲۰ باعث کاهش معنی دار کلروفیل b گردیده و اعمال زیولیت به تنهایی باعث تغییرات معنی دار نشده و استفاده از آن همراه با نانو نقره اثرات کاهشی نانو نقره بر کلروفیل b را کاهش داده است.

در همین رابطه در تحقیقی نانوذرات نقره بر سلول و تقسیمات نوک ریشه پیاز اثر منفی داشته است. همچنین در غلظتهای پایین موجب کاهش ۴۱ تا ۵۷ درصدی مقدار بیوماس شد. از طرفی اثر نانوذرات نقره بر جوانه زنی و رشد ریشه نشان داد که این ذرات موجب تاخیر در جوانه زنی میشوند و

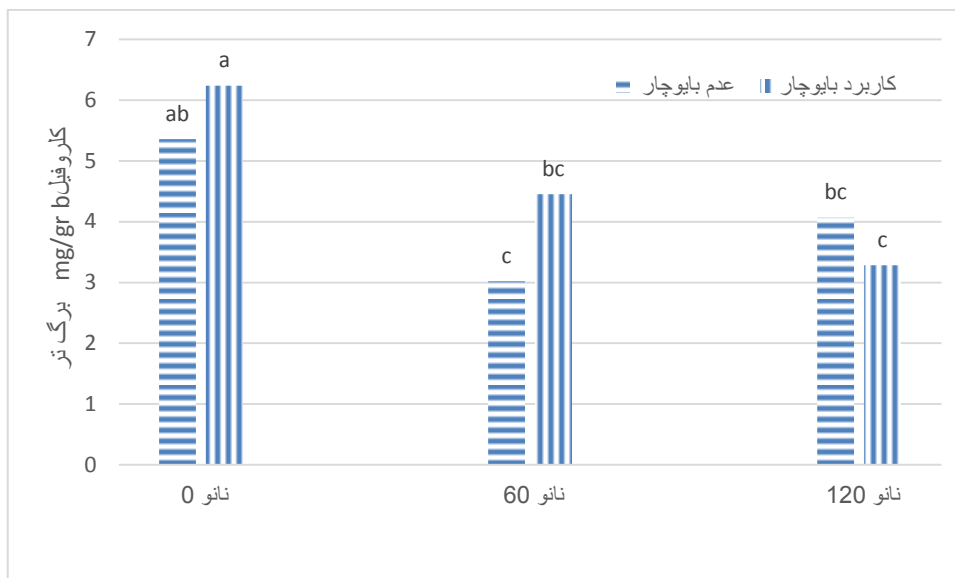
همچنین موجب کاهش شاخصهای رشد ریشه به ویژه در مراحل اولیه نمو شده اند(کوماری و همکاران، ۲۰۰۹)، و همچنین یافته های محققان حاکی از آن است که نانو ذرات، هم اثر مثبت و هم اثر منفی روی رشد و نمو گیاهان دارند و این تأثیر در گیاهان بستگی به ترکیب، غلظت، اندازه، و خواص فیزیکی و شیمیایی نانو ذرات و همچنین گونه گیاهی، مرحله رشدی گیاه، روش و مدت زمان قرار گرفتن در معرض آنها دارد ، همچنین، نانو مواد میتوانند به عنوان ترکیبات سیگنال برای واکنشهای متابولیکی و فیزیولوژیکی عمل کنند اما اساس مکانیسم آنها به طور کامل مشخص نشده است(حاتمی ۲۰۱۴).همچنین ازجمله فرآیندهایی که تحت تأثیر تنش ناشی از فلزات سنگین قرار میگیرد. فتوسنتز و رنگیزه های فتوسنتزی است(ژنگین و همکاران۲۰۰۵) .

اثرات مثبت کاربرد زیولیت این نتایج، در تحقیقات دیگری نیز حاصل شده است. بطوریکه (نظر علی و همکاران ۲۰۱۰) بیان داشتند که تمام صفات از قبیل قطر طبق ، قطر ساقه، ارتفاع بوته ، وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و خصوصیات فیزیولوژیکی مانند محتوای آب نسبی و غلظت کلروفیل در شرایط تنش خشکی کاهش یافتند، عملکرد دانه کاهش قابل توجهی را نشان داد . بیشترین عملکرد مربوط به کاربرد ۳۰۰ کیلو گرم زیولیت در هکتار بود با توجه به محدودیت منابع آب ، زیولیت می تواند برای پایداری عملکرد تحت تنش خشکی در آفتابگردان مفید باشد. در اینجا نیز شاهد اثرات منفی نانو نقره بر کلروفیل b و کاهش این اثرات منفی با کاربرد زیولیت بوده ایم.



شکل ۴-۸ مقایسه میانگین اثر متقابل نانو نقره و زیولیت بر کلروفیل b

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نانو نقره × بیوچار در (شکل ۴-۹) نشان می دهد که استفاده تنها از بیوچار باعث افزایش معنی دار کلروفیل b نسبت به شاهد و به کار بردن آن همراه با نانو نقره باعث کاهش اثرات کاهنده نانو نقره بر میزان کلروفیل b شده است که در اینجا شاهد اثرات بهبود دهنده بیوچار می باشیم . بطوریکه در تحقیقی بیان شده بیوچار سبب توسعه ریشه در گیاه آفتابگردان می شود که این توسعه سبب جذب بیشتر مواد غذایی از خاک می گردد و مقدار نیتروژن در سلول ها افزایش می یابد و آنزیم هایی مثل نیترات ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز، فرایند احیای نیترات را بهبود می بخشند و سبب افزایش تولید پروتئین می شوند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸). البته در نتایج ما شاهد اثرات کاهنده نانو نقره بر کلروفیل b هستیم که با افزایش آن اثرات آن نیز تشدید شده است.



شکل ۴-۹ مقایسه میانگین نانو نقره و بیوچار بر کلروفیل b

همانطور که در مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه مشاهده شد، زیولیت و بایوچار هر کدام به تنهایی باعث کاهش اثرات منفی نانو نقره بر میزان کلروفیل b شده اند و در مقایسه اثرات سه گانه این عوامل نیز (جدول پیوست ۴)، مشاهده می شود اعمال زیولیت و بیوچار باهم باعث به وجود آمدن بالا ترین میزان کلروفیل b شده، استفاده هر کدام از آنها همراه با نانو نقره باعث تعدیل اثرات منفی نانو نقره بر میزان کلروفیل b شده است. در همین رابطه در تحقیقی،

(ژانگ و همکاران ۲۰۰۵) برای بررسی اثر نانو نقره بر تقسیم سلولی و شاخص های میتوزی از گیاه *Allium* استفاده کردند. آنها دریافتند که در غلظت های ۱۰، ۲۰، ۴۰، و ۵۰ ppm نانونقره به صورت معنی داری شاخص های میتوزی کاهش و انحراف ساختاری در کروموزوم افزایش یافت. برخی از پژوهشگران با آزمایش بر روی گیاه *Cucurbita pepo* به این نتیجه رسیدند که نانو ذرات نقره بیوماس و تعرق را ۶۶-۸۴٪ کاهش داده است. که این نیز موید اثرات منفی کاربرد نانو نقره می باشد.

۹-۴ میزان مجموع کلروفی a و b

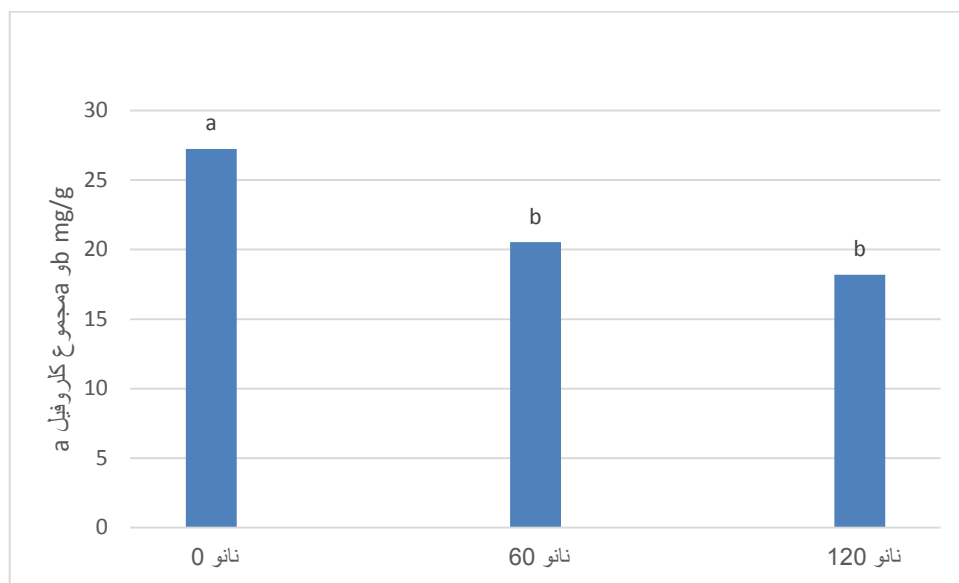
تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر مجموع کلروفیل a و b (جدول پیوست ۳) نشان داد.

میزان مجموع کلروفیل a و b بر اثر اعمال مقادیر مختلف نانو نقره در سطح احتمال یک درصد باعث تغییرات معنی داری شده است. با انجام مقایسه میانگین بین مقادیر مختلف نانو نقره اعمال شده مشخص شد ، (شکل ۴-۱۰). تیمار نانو نقره در غلظت های ۶۰ و ۱۲۰ باعث کاهش میزان مجموع کلروفیل a و b گشته اند.

مطالعات نشان می دهد پاسخ سلولی مشخصی نسبت به حضور نانوذرات نقره در سلول وجود دارد این پاسخ ها شامل تولید پروتئین های ساختاری ناپایدار شدن غشای خارجی و از بین بردن پروتئین موتیف می باشد. (لوک و همکاران، ۲۰۰۶)

حل شدن نانو نقره با آزاد شدن انواع اکسیژن های فعال همراه است. اکسیژن های فعال تولید شده ممکن است جزئی از مکانیسم سمیت نانو نقره باشد (وینگتون، ۲۰۱۰). همچنین بابو و همکاران، (۲۰۱۰) نشان دادند که اضافه کردن فلزات سنگین کروم (۱۰۰، ۵۰، ۲۵ میکرو مولار) و نقره (۵، ۱۰ و ۱۵ میکرومولار) به سلول های سالم سیانو باکتریوم و اسپیرولینا پلانتیس باعث دگرگونی در فعالیت زنجیره انتقال الکترون و فتوسیستم II می شود. نتایج نشان داد که یون های فلزات سنگین وابسته به غلظت بر روی انتقال الکترون در جایگاه های چند گانه اثر می گذارد و مسیر انتقال انرژی را تغییر می دهد. فلزات سنگین سمی هستند و گیاهان به راحتی آنها را تجمع می دهند. این فلزات سنگین از راه های گوناگون در انتقال الکترون فتوسنتزی دخالت می کنند. در تحقیق دیگری بررسی اثرات نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم را بر واکنش فتوشیمیایی کلروپلاست گیاه اسفناج آزمایش کردند، نتایج آزمایش نشان داد که تیمار نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم سبب افزایش واکنش هیل و افزایش فعالیت کلروپلاست که سبب تسریع تغییر شکل اکسیژن به اکسیژن های فعال می شود. علاوه بر آن استفاده

از نانوذرات، باعث فعالیت چرخه فوتو فسفوریلاسیون بالاتر از فعالیت چرخه فوتو فسفوریلاسیون در حالت عادی می شود. توضیح این اثر از دیدگاه محقق می تواند این باشد که نانو ذره دی اکسید تیتانیوم شاید وارد کلروپلاست می شود و در واکنش اکسیداسیون سبب تسریع انتقال الکترون و چرخش اکسیژن شود. (وانگ، ۲۰۰۲). نتایج بدست آمده از این تحقیق نیز مطابق سایر تحقیقات که بیان داشتند نانو نقره اثرات کاهشی بر میزان کلروفیل دارد، بوده و با آنها مطابقت دارد.



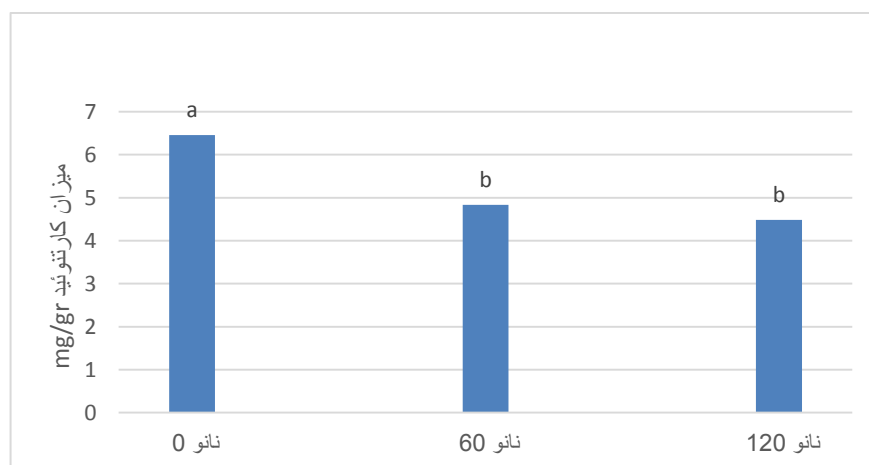
شکل (۴-۱۰) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر مجموع کلروفیل a و b

۴-۱۰ اثرات تیمارها بر میزان کارتنوئیدها

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمارها بر کارتنوئیدها (جدول پیوست ۳) نشان داد. میزان کارتنوئیدها بر اثر اعمال مقادیر مختلف نانو نقره در سطح احتمال یک درصد باعث تغییرات معنی داری شده است. که بانجام مقایسه میانگین بین مقادیر مختلف نانو نقره اعمال شده مشخص شد، (شکل ۱۱-). تیمار نانو نقره در غلظت های ۶۰ و ۱۲۰ ppm باعث کاهش میزان کارتنوئیدها گشته اند.

در تحقیقی (صابر تنها، ۱۳۹۶) بیان داشته الیسیتورها (محرك های تولید متابولیت های ثانویه) از طریق القای پاسخهای دفاعی باعث بیوسنتز و انباشت متابولیت های ثانوی می شوند (ژائو، ۲۰۰۵).

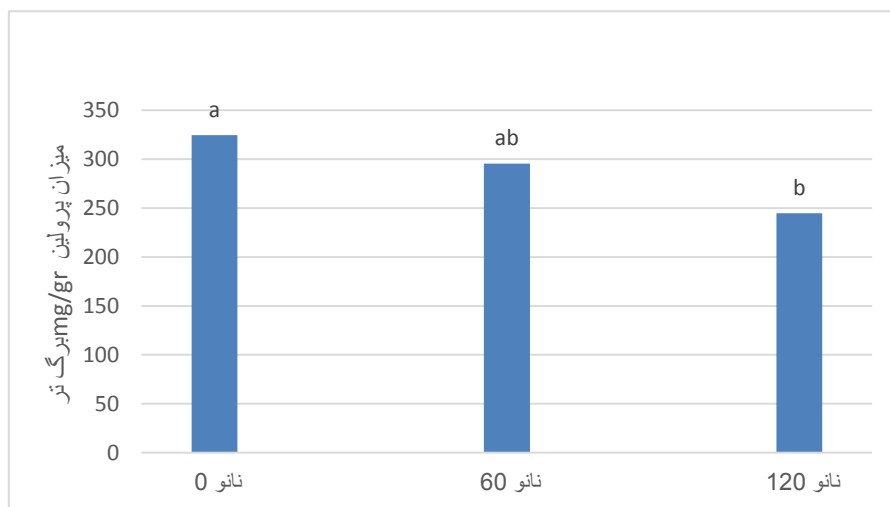
الیسیتورهای غیرزیستی منشأ بیولوژیکی ندارند و در گروه فاکتورهای فیزیکی و ترکیبات شیمیایی قرار میگیرند (پاتال، ۲۰۱۳). الیسیتورهای غیرزیستی شامل نور، اشعه فرابنفش، بسیاری از فلزات سنگین، مواد شیمیایی، ترکیبات غیرضروری محیط کشت و بسیاری از موارد دیگر می شوند. نانو ذرات یکی از انواع این الیسیتورها است که به تازگی مورد استفاده قرار گرفته است. پژوهشگران توانستند با استفاده از نانو ذرات نقره و دی اکسید تیتانیوم موجب افزایش میزان آلوئین در کشت سوسپانسیون سلولی آلوئه ورا شوند (راعی و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیق صابر تنها، نتایج بیان ژن bch و تولید کارتنوئید نشان داد که میزان بیان ژن bch و تولید کارتنوئید در اکوتیپ زعفران قاین در سطح ۵۵ پی پی ام نانوذره نقره تحت تنش خشکی افزایش یافته است و اثر متقابل نانوذره نقره × تنش خشکی باعث شد میزان بیان ژن بتاکاروتن هیدروکسیلاز و تولید کارتنوئید در سطح ۵۵ پی پی ام نانو ذرات نقره و تحت تنش خشکی نسبت به سطح شاهد و ۱۱۰ پی پی ام نانو ذرات نقره افزایش داشته باشد.



شکل (۴-۱۱) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر میزان کارتنوئیدها

۴-۱۱ اثرات تیمار ها بر میزان پرولین

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر میزان پرولین (جدول پیوست-۳) نشان داد. میزان پرولین بر اثر اعمال مقادیر مختلف نانو نقره در سطح احتمال نیم درصد باعث تغییرات معنی داری شده است. با انجام مقایسه مشخص شد. تیمار نانو نقره در غلظت ۶۰ باعث کاهش میزان پرولین شد و کاربرد نانو ۱۲۰ نیز باعث کاهش بیشتر میزان پرولین شد. در خصوص نتیجه بدست آمده میتوان گفت، نانو نقره اگر چه فاقد بار الکتریکی است ولی احتمالا وقتی به سلول وارد می شود، با دو مکانیزم احتمالی موجب توقف فعالیت اتیلن و در نهایت تغییر الگوی پروتئینی می گردد. الف) نانو نقره ممکن است با همان ساختمان طبیعی یعنی نانو نقره وارد سلول شود و به صورت یک پوشش بر روی گیرنده های اتیلن قرار گرفته و آنها را غیر فعال سازد ب) احتمال دارد در سلول، شرایط اکسایشی لازم جهت تبدیل نانو نقره به یون نقره فراهم بوده و در نتیجه نانو نقره به یون تبدیل شده و از طریق مکانیزم شناخته شده یعنی جایگزینی نقره با یون مس در گیرنده اتیلن فعالیت این گیرنده را مختل سازد. به هر حال هریک از این مسیر ها می تواند منجر به تغییر در فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیسمی شده و الگوی پروتئین ها را تغییر دهد. نظیر چنین تغییراتی در الگوی پروتئین ها بعد از تیمار نانو نقره در آفتابگردان گزارش شده است (کریزکووا و همکاران، ۲۰۰۸). این نتایج با توجه به اینکه گیاه در تنش آبی قرار نداشته است حاصل اثر نانو نقره بر الگوی پروتئین ها بعد از تیمار نانو نقره می باشد.



شکل (۴-۱۲) مقایسه میانگین اثر نانو نقره بر پروکسیداز

۱۲-۴ عملکرد

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر عملکرد، (جدول پیوست ۲) نشان داد، اعمال تیمار ها بر عملکرد دانه اثر معنی داری نداشته است.

۱۳-۴ میزان روغن

تجزیه واریانس داده های مربوط به اثرات اعمال تیمار ها بر میزان روغن، (جدول پیوست ۲) نشان داد، علاوه بر اثرات اصلی تمامی اثرات متقابل نیز معنی دار هستند. نتایج مقایسه میانگین (جدول پیوست ۴). نشان می دهد، استفاده از نانو نقره در دو سطح باعث افزایش معنی دار در میزان روغن شده و تیمار های زیولیت و بایو چار نیز همین اثر را از خود نشان می دهند. ترکیب این تیمار ها باعث شده بیشترین میزان روغن در استفاده هم زمان از بایو چار و نانو ۱۲۰ حاصل شده و ترکیب نانو ۶۰ × زیولیت نیز افزایش معنی داری دارد. به طور کلی بیوچار اثر بیشتر و زیولیت اثر کمتر اما افزایشی را چه در حالت استفاده تنها و چه در حالت استفاده ترکیبی از خود نشان داده اند. همچنین مشاهده می شود کاربرد نانو نقره چه در نانو ۶۰ و یا نانو ۱۲۰ باعث افزایش میزان روغن گردیده است.

محركها تركيبهاي با منشأ زيستی و يا غيرزيستی هستند كه از طريق القای پاسخهاي دفاعی باعث بيوستنز و تجمع متابوليتهاي ثانويه می شوند(ژائو و همكاران، ۲۰۰۷). در تحقيقي ديگر بيان شده، اليستورها (محرك هاي توليد متابوليت هاي ثانويه) با تأثير بر بيان ژنهای دخیل در سنتز متابوليتهاي اوليه كه در انتقالات واكوتلي نقش دارند، می توانند موجب تنظيم سطح متابوليتهاي ثانويه شوند. به عبارتی، نقل و انتقالات و ذخيره متابوليتهاي اوليه، نقش مهمی در توليد تركيبهاي ارزشمند ايفاء می كنند (لاركين و همكاران، ۲۰۰۵)، راعي، (۲۰۱۲). بيان داشته اند كه استفاده از نانوذرات نقره و تيتانيوم به عنوان اليستور نيز گزارش شده است. پژوهشگران توانستند با استفاده از نانوذرات نقره و دی اكسيد تيتانيوم موجب افزايش ميزان آلؤئين در كشت سوسپانسيون سلولی گیاه آلؤئه^۷ را شوند در همين رابطه عباس پور، (۱۳۹۷) بيان كرد، کاربرد ۱۱ تن در هكتار بيوچار با ۹۱۱/۱۲ كيلوگرم در هكتار بيشترين عملكرد روغن را داشت و کاربرد ۱۱ تن در هكتار بيوچار توانست اثرات تنش آبی را كاهش دهد. کاربرد ۲۱ تن در هكتار بيوچار عليرغم تأثير مثبت بر خصوصيات خاك در مقايسه با ۱۱ تن در هكتار بيوچار بر ويژگيهای گیاه تأثير كمتری داشت؛ بنابراين کاربرد مقادير بيشتر آن در شرايط تنش رطوبتی به دليل خاصيت جذبی بالای آن توصيه نمی شود. استفاده همزمان بيوچار و كودهای شيميايي اثرات بهتری نسبت به کاربرد هر يك از آنها به تنهایی داشت. اين امر با توانايی بيوچار در حفظ و نگهداری عناصر غذایی و جلوگیری از آبشویی آنها مرتبط است. اين نتیجه با نتايج بدست آمده توسط (عباس پور و همكاران، ۱۳۹۷) مطابقت دارد.

۴-۱۴ بحث و نتیجه گیری :

بررسی نتايج نشان داد با توجه به فرضيه تحقيق در مورد اثر داشتن تیمار ها بر شاخص های مورد نظر، مشخص گرديد اين تیمار ها به شرح ذیل تأثير گذار بوده اند. با توجه به اينكه اين كشت از نظر نیاز های رطوبتی به طور مطلوبي مورد آبياری قرار گرفته و در زمینی با كلاس بافت رسی لومی انجام شده است. اعمال آبياری با فاضلاب و يا تیمارها باعث به وجود آمدن آن اثرات شده است .

^۷ (Aloe vera)

فرضیه ما بر این پایه استوار بود که، به واسطه وجود مواد نامطلوب در آب فاضلاب، ممکن است آنها منشاء تنش هایی به گیاه بشوند و با اعمال تیمار ها اثر گذاری مطلوب یا نامطلوب آنها مورد بررسی قرار گیرد. مشاهدات نشان داد بیشترین تاثیر تیمار ها بر شاخص های فیزیولوژیکی بوده و تاثیرات آنها بر روی شاخص های مورفولوژیکی و اجزاء عملکرد کمتر مشهود بوده و کاربرد نانو نقره باعث اثرات نامطلوب در گیاه شده است. البته در مورد روغن اعمال نانو نقره اثر افزایشی داشته است.

بدین ترتیب که با اعمال تیمار نانو نقره شاهد کاهش میزان کلروفیل، کارتنوئید، و محتوای نسبی آب بوده، و میزان پرولین نیز با استفاده از نانو نقره کاهش یافت. که می توان نتیجه گیری کرد کاربرد نانو نقره به کاهش اثرات تنش ها کمک نکرده و باعث افزایش اثرات آن شده است. اثر نانو نقره به واسطه تاثیر یون های نقره بر روی سازو کار های فیتوشیمیایی گیاه و یا تاثیر آن بر غشاء ها در گیاه قابل توجیه است. که باعث تاثیر بر کلروفیل و یا تغییرات میزان پرولین و محتوای نسبی آب شده است. استفاده از تیمار های بایو چار و زیولیت باعث به وجود آمدن اثرات متقابل در نتایج می شد، به نحوی که استفاده از زیولیت بر روی اثرات نانو نقره تاثیر کمتری داشته و بایو چار دارای اثرات مطلوب بیشتری بوده است.

اثر زیولیت را باتوجه به بافت خاک سنگین می توان توجیه نمود چون زیولیت خود باعث افزایش پتانسیل اسمزی خاک شده و تاثیر بر روی جذب آب توسط گیاه را داشته است، اما تاثیر بیوچار بر روی خاک با افزایش نفوذ پذیری یا افزایش فعالیت های بیولوژیکی درون خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری، باعث جذب بهتر آب و مواد مورد نیاز گیاه شده و باعث کاهش اثرات نامطلوب تنش گردیده است.

۴-۱۵ پیشنهادات:

۱- تحقیقات آینده با تاکید بر عوامل اثر گذار اختصاصی فاضلاب بر گیاه و تاثیرات آن با تیمار ها مورد بررسی قرار بگیرد

۲- بررسی شود که آیا سایر ترکیبات نانویی میتواند اثرات مطلوب برای کاهش اثرات نامطلوب فاضلابها داشته باشد.

۳- بررسی شود آیا سایر گیاهان زراعی در مواجهه با چنین شرایطی همین نتایج را از خود بروز می دهند.

۴- بررسی شود آیا اعمال این تیمار ها بر بوم نظام ها و یا حد اقل بر بعضی از روابط بوم نظام اثر مطلوب یا مخربی دارد .

پیوست ها

جدول پیوست ۱ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر طبق	تعداد دانه در طبق
تکرار	۲	۶۳/۰۸	۸/۳۶	۲۰۹۶۱/۳۳
نانو نقره	۲	۲۹۷/۳	۱۱/۰۲	۵۷۴۵
بایو چار	۱	۱۲۶۰ *	۰/۲۵	۲۵۶
زیولیت	۱	۳۳۸۳ **	۶۶/۶۹ *	۱۳۰۸۰۲
نانو نقره × بیوچار	۲	۱۲۷	۷/۵۸	۲۸۹۲۱
نانو نقره × زیولیت	۲	۳۹۶۳ **	۶/۱۹	۲۹۶۸۳
زیولیت × بایو چار	۱	۰/۶۹	۳/۳۶	۱۲۱۷۳
نانو نقره × زیولیت × بیوچار	۲	۲۵۵۵ **	۷/۱۹	۱۸۸
خطا	۲۲	۵۵۹۶/۵۰	۲۲۱/۹۴	۶۹۹۰۳۲/۶۶
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۱۶	۱۳/۷۹	۲۳/۳۵

***و**به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول پیوست ۲ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد	میزان روغن
تکرار	۲	۷۱۳/۸۶	۵/۱۵	۰/۰۴۸
نانو نقره	۲	۴۸۰	۱۱/۲۹	۱۲/۳۷**
بایو چار	۱	۱۴۰	۰/۰۰۰۰۱	۲/۳۱**
زیولیت	۱	۲۶	۱۲/۴۸	۶۳/۴۹**
نانو نقره × بایو چار	۲	۵۵۵	۱۲/۹۷	۷/۱۷**
نانو نقره × زیولیت	۲	۱۲۳	۷/۳۶	۱/۴۰**
زیولیت × بایو چار	۱	۳۹۳	۰/۵۱	۳/۰۶**
نانو نقره × زیولیت × بایو چار	۲	۱۲۷	۰/۹۱	۱/۱۳**
خطا	۲۲	۶۵۷۸/۹۴	۱۵۸/۲۶	۲/۶۹۹
ضریب تغییرات		۱۸/۴۳	۳۱/۰۱	۱/۱۵

و به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول پیوست ۳ نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات خصوصیات فیزیولوژیکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای نسبی آب	پرولین	spad	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a و b	کارتنوئیدها
تکرار	۲	۳۵/۹۴	۵/۴۹	۱/۵۰	۵/۴۹	۵/۶۵	۶/۰۳	۱/۲۸
نانو نقره	۲	۱۱۹/۱۱*	۱۹۵۷۵*	۱۶/۱۲*	۱۴۶/۱۸**	۱۷/۱۳**	۲۴۶/۹**	۱۳/۴**
بایو چار	۱	۰/۶۰	۹۵۳۸	۱/۶۶	۱۱/۹	۲/۴	۹/۸۸	۱/۱۹
زیولیت	۱	۳۴۷/۶۹**	۳۹۶۹	۲۷/۶۵*	۱/۴	۰/۶	۰/۸۴	۱/۰۷
نانو نقره × بیوچار	۲	۴۲/۹۷	۱۲۹۲	۷/۹۲	۳	۳/۹*	۷/۵۵	۰/۳۵
نانو نقره × زیولیت	۲	۵/۸۵	۲۲۰۳	۷۱/۶۲**	۸/۹	۵/۴*	۱۸/۸۷	۰/۸۶
زیولیت × بایو چار	۱	۱/۸۹	۲۱۷۰۷	۱/۲۰	۱۶/۵	۲/۷	۱۳/۴۹	۱/۹۲
نانو نقره × زیولیت	۲	۱۷۵/۸۶**	۱۴۴۰۸	۲۲/۵۹**	۲۱	۴/۸**	۳۱/۹۴	۲/۹۳
× بیوچار								
خطا	۲۲	۳۶۰/۳۸	۱۹۲	۷۸/۶۹	۱۹۲	۲۲/۹۴	۳۱۳/۳۴	۱۹/۶۴
ضریب تغییرات		۵/۸۶	۱۶/۸۴	۵/۲۱	۱۶/۸۴	۲۳/۱۸	۱۷/۱۶	۱۷/۹۵

و*به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول پیوست ۴ نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل کلروفیل b – ارتفاع – روغن – محتوای نسبی آب

کلروفیل b					
تیمار	Mg/gr	ارتفاع cm	روغن %	% محتوای نسبی آب	
نانه	بیوچار	زیولیت			نقره
صفر	عدم بیوچار	عدم زیولیت	ab ۶/۰۷	bc ۲۵۸/۷	f ۲۶/۷۲
	بیوچار	عدم زیولیت	bcd ۴/۳۳	bc ۲۵۵	d ۲۹/۶۷
	عدم بیوچار	زیولیت	ab ۵/۸۳۳	c ۲۴۱/۳	e ۲۸/۴۹
	بیوچار	زیولیت	a ۶/۶۳۳	a ۲۹۵/۳	ab ۳۲/۳۴
۶۰	عدم بیوچار	عدم زیولیت	e ۱/۶۶۷	d ۲۱۰/۷	d ۲۹/۹
	بیوچار	عدم زیولیت	bcd ۴/۳۶۷	a ۲۹۲/۷	c ۳۱/۱
	عدم بیوچار	زیولیت	cd ۴	bc ۲۵۸/۷	e ۲۸/۷۷
	بیوچار	زیولیت	abc ۴/۹	ab ۲۸۱/۷	ab ۳۲/۴۳
۱۲۰	عدم بیوچار	عدم زیولیت	abc ۵/۱۳۳	bc ۲۶۱	c ۳۰/۶۶
	بیوچار	عدم زیولیت	de ۳	c ۲۴۰	a ۳۲/۷۰
	عدم بیوچار	زیولیت	de ۲/۹	bc ۲۶۵	d ۲۹/۸۰
	بیوچار	زیولیت	cd ۳/۶۶۷	c ۲۷۴	b ۳۱/۹۷
LSD.V					
۱/۷۳۴					
۰/۵۹۶۳					
۶/۸۵۱					

*هر دو تیماری که دارای حد اقل یک حرف مشترک می باشند باهم اختلاف معنی داری ندارند.

جدول پیوست ۵ نتایج آزمایش فاضلاب

K	P	Mg	Ca	Na	Ec	Ph
Mg/li	Mg/li	Mg/li	Mg/li	Mg/li	Ds/cm	
۳۰/۴۲	۱/۹۸	۵۰/۲۳	۶۰/۶۵	۲۱۱	۱/۶۵	۷/۵۷

منابع

- آرمند پیشه، ا. ح.، ایران نژاد.، ا.، شیرانی راد، ا. اله دادی، ر. امیری. و جباری ح، (۱۳۸۷) اثر کاربرد ژئولیت در رژیمهای مختلف رطوبتی بر توان رویش بذور تولیدی ارقام کلزا. اولین همایش بین المللی ژئولیت ایران. دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- آلباری، ه و ف. شکاری (۱۳۷۹). دانه های روغنی زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی.
- احسانپور، ع.ا. ۱۳۹۱. تحلیلی بر اثرات مثبت و منفی نانو ذرات به ویژه نانو نقره بر گیاهان و جانوران و محیط زیست"، - مقالات کلیدی دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، شهریور ۱۳۹۱.
- احمدی، ز.، عباسپور، ع.، اصغری، ح. ۱۳۹۳، تاثیر سطوح مختلف بیوجار و همزیستی قارچ های میکوریز آرباسکولار با گیاه ذرت در کاهش آبشویی نیترات، دانشگاه صنعتی شاهرود ، مهندسی کشاورزی ، پایان نامه کارشناسی ارشد
- اختیاری، ر. ۱۳۸۹. بررسی اثرات ذرات نانو نقره بر رشد اولیه گیاه ماش سبز رقم پرتو. دومین همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت. صفحه ۱۰۵.
- اختیاری، ر.، محبی ، ح. ر.، منصوری م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات ذرات نانو نقره بر تحمل به شوری گیاه رازیانه در رشد اولیه در شرایط آزمایشگاهی فصلنامه علمی-پژوهشی گیاه و زیست بوم. سال ۷. شماره ۲۷.
- امام، ی. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.
- امام، ی.، م، نیک نژاد. ۱۳۷۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز.
- باقری، ف. ۱۳۸۷. کاربرد زیولیت ها در کشاورزی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی زیولیت ایران.

- صابر تنها، ب، فاخری، ب. مهدی نژاد، ن. علیزاده، م. ۱۳۹۵. اثرات الیسیاتور نانوذرات نقره و تنش خشکی بر بیان ژن بتاکاروتن هیدروکسیلاز (bch) بر عملکرد کارتنوئید زعفران *Crocus sativus* L. مجله علمی - پژوهشی زیستفناوری گیاهان زراعی - سال هفتم، شماره هفدهم، بهار ۱۳۹۶ (۱-۱۳)

- تیموری، پ. ۱۳۹۴. نانو تکنولوژی و کاربرد آن در کشاورزی (پدیده کشاورزی) <http://www.zeuzera.com>

- پورکاشفی، احسان؛ م، قرینه؛ ع، شافعی نیا و مهدی روزرخ، ۱۳۹۴، تأثیر سطوح مختلف زیولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus*). در شرایط آب و هوایی کرمانشاه، سومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان، دبیرخانه دائمی همایش، دانشکده شهید مفتاح، https://www.civilica.com/Paper-MPSA03-MPSA03_149.html

- حکمت شعار، ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار، انتشارات نیکام. تبریز. ۲۵۱ صفحه.

- خوشبخت، د، شاکری، ف، مدرس، پ. و بانی نسب، ب. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد زیولیت در بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد تربچه. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. ۳۹۶ ص.

- خادمی جلگه نژاد، ا. ۱۳۹۴، آشنایی با تاثیرات کود بیوچار در کشاورزی

- جزینی، ر، سلیمانی، م، میرغفاری، ن. ۱۳۹۳، کاربردهای بیوچار در مدیریت محیط زیست دومین همایش ملی و تخصصی پژوهشهای محیط زیست ایران

- دهشیری، ع. ۱۳۷۷؛ عکس العمل ارقام کلزا به تنش آب. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

- علیزاده، الف، ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی. ناشر دانشگاه امام رضا (ع). ۵۴۵ صفحه.

- عباس پور ف ؛ حمیدرضا اصغری؛ پرویز رضوانی مقدم؛ حمید عباسدخت؛ جواد شباهنگ؛ عادل بیگ بابایی. "اثر بیوچار و کود شیمیایی بر برخی ویژگی‌های خاک و عملکرد و صفات کیفی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L). در شرایط کمبود آب." پژوهش آب در کشاورزی، 32.3, 3, 1397, 441-457. doi: 10.22092/jwra.2018.117801
- فهمی، ح. ۱۳۷۶. تنظیم کننده های رشد گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۰-۱۶.
- فیضی، ح.، برهند، ع.ا، رشوانی. مقدم، پ، فتوم، و.ا. شاه طهماسبی. ۱۳۸۹. کاربرد نانو ذرات نقره و میدان مغناطیسی در تحریک رشد و عملکرد ذرت. اولین کنفرانس علوم و فناوری نانو. صفحه ۱۶۹۴-۱۶۹۷
- فرامرزی، علی؛ م، خورشیدی بنام و مهرداد یارنیا، ۱۳۸۸، بررسی اثر کاربرد زیولیت بر مصرف بهینه آب در زراعت Opera کلزای رقم همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، شهرری، دانشگاه آزاد شهر ری،
- قلی زاده. آسا، م. اصفهانی و م. عزیزی. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زیولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۷۳ صفحه ۱۰۲-۹۶.
- قدیری م.، داودی ح.، تاثیر نانو ذرات نقره بر کیفیت رویش جوانه زنی بذردرخت کاج جنگلی در خاک و آب، نشریه جنگل و فرآورده های چوب، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ۳۶۷-۳۷۵.
- قوشچی، ف. ۱۳۷۹. تربیت کاله نخستین ' گیاه ساخته دست بشر. انتشارات کارنو. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامین. ۷۶ صفحه.

- قلی زاده، آ. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زیولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica L.*) نشریه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۱۱۳: ۱۰۲-۹۶.
- قربانی قوژدی، ح. ۱۳۸۴. مقدمه ای بر تنش اکسایشی و کرنش های گیاهی. انتشارات نواین.
- فیضی، ح.، برهند، ع.ا، رشوانی.مقدم، پ، فتوم، و ا.شاه طهماسبی. ۱۳۸۹. کاربرد نانو ذرات نقره و میدان مغناطیسی در تحریک رشد و عملکرد ذرت. اولین کنفرانس علوم و فناوری نانو. صفحه ۱۶۹۴-۱۶۹۷.
- کافی، م. و مهدوی، ع. و دامغانی. ۱۳۸۴. ترجمه مکانیسم های مقاومت به تنش های محیطی.
- کریمی، ا؛ نادری، م؛ (۱۳۸۶). بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه های در خاکهای با بافت مختلف. «پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۷، ۱۸۷. - ۱۹۸. ص، ۳
- کلیچ، ص. کاظمیان روحی. م (۱۳۹۵). جوانه زنی دانه و تغییرات تشریحی گیاه کنگد تحت تاثیر نانوذرات نقره. مجله پژوهشهای گیاهی، دوره ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، صفحه ۹۰۶-916
- ربیعی، ه؛ داوری م؛ مقیمی نژاد. س، و ارمغان. ف، ۱۳۹۲، بیوجار (ماده زیستی نیم سوز)، ماده اصلاح کننده خاک در کشاورزی پایدار، همایش ملی علوم و فنون کشاورزی، ملایر، دانشگاه ملایر، https://www.civilica.com/Paper-CAST01-CAST01_005.html
- زاهدی، ح. ۱۳۸۸. اکوفیزیولوژی تحمل به تنش کم آبی ارقام پیشرفته وکلزا با کاربرد زیولیت و سلنیوم. رساله دکتری رشته زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۱۷۷ ص.
- زمانیان، م.، لاله زاری، ر.، امینی نجف آبادی، م. ۱۳۸۷. اثرات کاربرد سطوح مختلف زیولیت در ظرفیت نگهداری آب خاک همایش بین المللی زیولیت ایران. 11zc08

- **مردانی، گ.، صادقی، م.، آهنکوب، م.،** بررسی آلودگی خاکهای منطقه جنوب تهران در مسیر روانابهای سطحی به فلزات سنگین، آب و فاضلاب، ۱۳۸۹، ۱۱۳ - ۱۰۸.
- **منزوی، م ، ۱۳۸۹ .** فاضلاب شهری (جلد اول) جمع آوری فاضلاب انتشارات دانشگاه تهران. ۲۱۰ صفحه
- **محرری، ن.، راهنما ، ک.، راهنما، ا.، لکزیان، ا.، تهرانی فر، ع. ۱۳۹۴،** تاثیر بیوچار و ورمی کمپوست بر تغییرات ویتامین ث دو رقم گوجه فرنگی ریوگراندس و روت جرز، اولین همایش علمی پژوهشی زیست شناسی و علوم باغبانی ایران http://www.civilica.com/Paper-CAST01-CAST01_005.html
- **سید شریفی ر (۱۳۸۸)** گیاهان صنعتی. انتشارات عمیدی تبریز. چاپ دوم. ۴۲۲ صفحه.
- **نادری م . الف عابدی. ۱۳۹۱ .** کاربرد فناوری نانو در کشاورزی و پالایش آلاینده های زیست محیطی ماهنامه فناوری نانو ، پیاپی ۱۷۴ .
- **نوروزی، ع. ۱۳۹۴ . قوشچی ، ف .** استاد راهنما .بررسی اثرات محلول پاشی سالیسیلیک اسید و بیوچار بر ذرت هیبرید تحت تنش خشکی پایان نامه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.
- **صالحی م. و تمسکنی ف. ۱۳۸۷.** تاثیر نانوسید در تیمار بذری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم تحت تنش شوری خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران. ۳۵۸ صفحه.
- **عرب علیخانی. ن. ۱۳۹۴ .** مطالعه پرایمینگ (هیدرو پرایمینگ ، اسید سالیسیلیک ونانو ذره نقره) بذر در بهبود شاخصهای جوانه زنی و رشد گیاهچه تریتیکاله *Triticosecale Vittmack* در شرایط تنش شوری. پایان نامه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.

- غلامحسینی، م.، آقا علیخانی، م.، ملکوتی، م. ۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زیولیت بر عملکرد کمی و کیفی کلزای پائیزه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۵ صفحه ۵۳۷-۵۴۸
- کاووسی، م. و م. رحیمی. ۱۳۸۰. بررسی اثر کاربرد زیولیت بر عملکرد برنج در دو بافت خاک سبک و سنگین. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات برنج. رشت.
- کرمکش، م.، م. سرشار و جوانبخت، م. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد نانوذرات نقره در دفع بیماری ها و آفات گیاهی. اولین کنفرانس فن اوری نانو منطقه جنوب کشور، دانشگاه شیراز.
- مراقبی، ف.، محبی، ح.، صاحبی، ع. ۱۳۸۶. تاثیر نانوذرات نقره بر میزان استقرار و جوانه زنی دو رقم گندم در محیط آزمایشگاه و گلخانه مجله علمی و ترویجی گیاه وزیست بوم. شماره ۱۵.
- یار محمدی، و.، ن. ساجدی، م. میرزاخانی، و م. سیبی. ۱۳۹۰. اثر تنش آبی، مصرف زئولیت و کود دامی بر سبب زمینی. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. دانشگاه پیام نور خوزستان.
- Abbas, M.A., M. E.Younis and W.M.Shukry.1991.plant growth metabolism and adaptation in relation to stress condition.XIV. Effect of salinity on interpal solute concentrations in (*Phaseolus vulgaris*) of plant physiol, VOL.134, 722P.
- Arnon A.N. (1967) Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron.J, 23:112-121.
- Arshi, Y. 1992. Nutritional disturbances in sunflower. Oilseeds Committee Press. 114 pp
- Alyari H, Shekari F, Shekari F (2000) Oilseeds. Amidi Press, Tabriz. 162 pp.
- Asli, S., and Neumann, P. M. (2009). Colloidal suspensions of clay or titanium dioxide nanoparticles can inhibit leaf growth and transpiration via physical effects on root water transport. Plant, cell & environment, 32(5), 577-584
- Ayoub, AT. 1975. Sodium and ction accumulation by senna. J. Ex. Bot. 26: 894-896.

- **Bates, L. S. Waldren, R.P., Teare, I .D.,** 1973, Rapid determination of free proline for water stress studies, *Plant Soil* , 39: 205-207.
- **Bose B., Mishra T.** 1992. Response of wheat seed to pre-sowing seed treatments with Mg(NO₃). *Annals of Agricultural Research*, 13: 132-136.
- **Brownell, P.F.** 1979. Sodium as an essential micronutrient element for plants and its possible role in metabolism. *Adv. Bot. Res* 7: 118-219.
- **Blume A and Ebercon A.** 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.* 1981; 27 (1): 43 - 7.
- **Bowler, C., Van Motago, M., and Inze, D.** 1992. Super oxide dismutase and stress tolerance, *Ann. Rev. Plant Physiology.* 43: 83-116.
- **Clement, D. J., and Habben, E.** 2009. Physiology of yield of sunflower und soil water deficits. *Agron.J.* 98:226-230.
- **Clifton, R.A.** 1985. Natural and synthetic zeolites. *International Circular* 9140. Washington .D.C.1.
- **David ,W.,S.Bolivar ,I.B.** 1996. The chlorophyll *a* Biosynthetic enzyme Mg-protoporphyrin IX Monomethyl Ester oxidative plant physiol. 112:105-114.
- **De Figueiredo, E., Albuquerque, M.C. and De Carvalho, N.M.** (2003). Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower (*Helianthus annuus* L.), soybean (*Glycine max* L.) and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. *Seed Science and Technology* 31: 465 – 479.
- **Delvin ,M. R. ,F.H.withman.** 2002. plant physiology .CBS publishes distributors. chapter 12.
- **Demira, T., I.Turkan.** 2005. comparative lipid peroxidation, antioxidant defense system and proline content in root of two rice cultivars differing in salt tolerance. *Environ. Exp Bot* 53:247-257.
- **Dlauney, A. J. and Verma, D. P.S.** 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.* 4: 215-223.
- **Eduardo, C., Pilar.S.T., Maria-Jose.C., Pablo, G.M., Rodrigo ,F.P., Clara,M.,M Richardo Ibarra J., Fuente,M., Rubials** 2009. Nano particle penetration and transport in living pumpkin plants. *BMC Plant Biology*. 9:45 doi:10.1186/1471-2229-9-45.
- **F.A. Mumpton,** in *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Use*, edited by L.B. Sand and F.A. Mumpton (Pergamon, New York, 1978), pp. 3–27.

- **Faqenabi,F .,Tajbakhsh M., Bernooshi I., Saberrezaii M., Taheri F.,parviz S.,Lazdkhah, M.,Hasanzadeh Gorttapeh ,A., and S.Sedqi,**2009.The effect of magnetic field on growth, developmened and yield of safflower and its comparison with other treatments.Research journal of biological science.4:174-178.
- **Gilaki, M.** 2010.Biosynthesis of silver nano prtcles using plant extracts.Journal of Biological Science 10(5).465-467.
- **Ghorbani, H. and Babaei, A.** 2008. The effect of natural zeolite on ions adsorption and reducing solution electrical conductivity Na and K solutions. International meeting on soil fertility land management and agroclimatologu. Turkey ,2008, pp: 974-955.
- **Hatami M and Ghorbanpour M.** Defense enzyme activities and biochemical variations of Pelargonium zonale in response to nanosilver application and dark storage. Turkish Journal of Biol. 2014; 38: 130 - 9.
- **Haverkamp, R., and Marshall, A.** (2009). The mechanism of metal nanoparticle formation in plants: limits on accumulation. Journal of Nanoparticle Research, 11(6), 1453-1463.
- **Hammer, G., Chapman, S., van Oosterom, E., Podlich, W.,** 2005. Trait physiology and crop modelling as a framework to link phenotypic complexity to underlying genetic systems. Aust. J. Agric. Res. 56, 947–960
- **Hong F, Yang F,Liu C,Gao Q,Wan Z,Gu F,Wu C,Ma Z,Zhou J,Yang P.**2005.Influence of nano-TiO₂ on the chloroplastsging of Spinach under light.Biological Trace Element Research.104:249-260.
- **Hus, J.L., J.M.Sung.**1997Antioxidant role of glutatnion associated with accelerated agina and hydration of triploid warermelon seeds.physiologa plantrum100,967-974.
- **Huang, Z.T., and Petrovic, A.M.,** 1994. Clinoptilolite zeolite influence on nitrate leaching and nitrogen-use efficiency in simulated sand-based golf greens. J. Environ. Qual. 23, 1190–1194.
- **Kazemian, H.** 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review). Access in Nanoporous Materials-II. Banff. Alberta. Canada. May. pp: 25-28
- **Kumari, M., Mukherjee, A. and Chandrasekaran, N.** 2009. Genotoxicity of silver nanoparticles in Allium cepa. Sci.TotalEnviron, 407, 5243–5246.

- **Kontz H.V., and Berle K.L.** 1980. Silver uptake, distribution and effect on calcium, phosphorus and sulfur uptake, *Plant Physiology*, 65:336-339.
- **Krizkova, S., Ryant, P., Krystofova, O., Adem, V., Galiova, M., Beklova, M., Banula, P., Kaiser, J., Novotny, K., Novotny, J., Liska, M., Malina, R., Zehnalek, J., Hubalek, J., Havel, L. and Kizek, R.** (2008). Multi- instrumental analysis of tissues of sunflower plants treated with silver(I) ions – plants as bioindicators of environmental
- **Imlay, J.A., S.Linn.** 1988. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Sci* 240:1302-1309.
- **Kontz H.V., and Berle K.L.** 1980. Silver uptake, distribution and effect on calcium, phosphorus and sulfur uptake, *Plant Physiology*, 65:336-339.
- **Rae M, Omid M, Turabi S** (2012) Effect of abiotic stimuli on tissue culture of Aloe Vera, *Biotechnology Master's Thesis*, Islamic Azad University, Sci. Res.
- **Ranjbar M, Esfahani M, Kavooosi M and Yazdani MR.** 2004. Effects of irrigation and natural zeolite on growth and quality of tobacco (*Nicotiana tabaccum* var. Coker 347). *J. Agric. Sci.*; 2: 71 - 84.
- **Rehakova, M., Cuvanova, S. and et al.** 2005. Agricultural And Agrochemichal Uses Of Natural Zeolite Of The Clinoptilolite Type. Faculty Of Science , university P.J. Safarik . Slovak Republic.
- **Larkin, P., Miller, J., Allen, R., Chitty, J., Gerlach, W., Frick, S. and Kutchan, T.,** 2005. First a levels in transgenic root cultures of California poppy alters the accumulation of production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advance*, 23: 283-333.
- **Liang Y, Chen Q, Liu W, Zhang and Ding R.** Exogenous silicone (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid per oxidation in roots or salt- stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Plant Physiol.* 2003; 99: 872-8.
- **Lin , D and Xing B.,** 2007. phototoxicity of nanoparticles .Inhibition of seed germination and root growth. *Enviromental Pollution*. 150:243-250.
- **Lok, N., C.M., Chen, R., He, Q.Y., Che, C.** 2006. Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles. *J. Proteome Res.* 5(4):16-14.

- **Lu c,M., Zhang C. Y and Tao M.X.**2002.Research of the effect of nanometer on germination and growth enhancement of soybean and its mechanism. Soybean science.21:168-172.
- **Lehmann, J., S. JosepH.** 2009. Biochar for environmental management: science and technology: Earthscan.
- **Mackown, C. t. Tucker, T. C.** 1985. Ammonium nitrogen movement in a coarse textured soil amended with zeolite: Soil Sci. Soc. Amer. J. Vol.: 49. 235-238.
- **Mekki, B.B., EL-Kholy, M.A., and Mohamed, E.M.** 2009. Yield, oil and fatty acids contents as affected by water deficit and potassium fertilization in two sunflower cultivars. Egyptian Journal of Agronomy, 65: 67-85.
- **Mittler, R.** 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci.7,405- 410.
- **Ming, D.W., and Mumpton, F.A.,** 1989. Zeolite in soils. In: Minerals in soil environments, J.B. Dixon and S.B. Week, pp. 874–911. Madison, Wisc.: SSSA.
- **Mumpton, F.** 1999. Laroca magica: Uses of natural Zeolite in agriculture and industry. National Acad. Sci.96:3467-3470.
- **Nazarli, H., and Zardashti, M.** 2010. The effect of drought stress and zeolit on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) Under field condition. Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLIII , No. 3 (143) / 2010
- **Patel H, Krishnamurthy R** (2013) Elicitors in Plant Tissue Culture. J. Pharm. Phytochem. 2: 60-65.
- **Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Onus, A. N.** (2004). Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit Oman and Plant Research Special, 12, 183-189.
- **Reggiani , R . , Bozo , and A . Bertani .** 1995 . The effects of salinity on early seeding growth of seed of three wheat cultivar . Can J . Plant . Sci . 75 : 175 – 177 .
- **Shaw. J.W., and Andrews, R.** 2001. Cation exchange capacity affects greens' truf growth. Golf Course Management. March 2001. 73-77
- **Schneiter, A. A., and J. F. Miller.** 1981. Description of sunflower grown stages. Crop Sci. 21:901–903.
- **Singh, J., and Patal, A.** 2006. Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. *Annual of biology Ludhiana*. 12: 77-81.

- **Sondi, I., Salopek sondi., B.** 2004.silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E-coli as e model for Gram-negative bacteria, J.Colloid interface Sci.2475:177-182
- **Vecera, Z.** 1999. Additional comments about trace elements in crop plants. Acadamy of Science of the czech Republic Brno, veveri 97.61142.
- **Yin, L., Cheng, Y., Espinasse, B., Colman, B. P., Auffan, M., Wiesner, M., et al.** (2011). More than the ions: the effects of silver nanoparticles on *Lolium multiflorum*. Environmental science & technology, 45(6), 2360-2367.
- **Wang, S. and Peng, Y.** 2010. Natural zeolites as effective adsorbents in water and waste water treatment. Chemical Engineering Journal. 156: 11-24.
- **Weiss, E. A.** (2000). Oil seed Crops. P.364, Blackwell Sci., Ltd., Paris, Tokyo, Berlin, Victoria.
- **Zhao J, Davis LC, Verpoorte R** (2005) Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. Biotechnol. Adv. 23: 283- 333.
- **Zengin F K, Munzuroglu O** (2005) Effects of some heavy metaleson chlorophyll, proline and som antioxidant and chemicals in Bean (*Phaseolus vulgaris* L) seedlings. Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.47(2):157–164.

Abstract

Irrigation is one of the pillars of agriculture and the use of appropriate water has an important impact on growth and development and yield and health of crops. In the margins of large industrial societies after the use of water, wastewater is often not valued as an addition to daily life and is left in the environment or used as irrigation water. In wastewater are soluble substances that affect plant metabolism. The use of nanomaterials, especially nanosilver, due to their biological reactions and chemical and physical soil improvers are considered in research.

Therefore, with the aim of using different levels of foliar application of nano-silver, the application of zeolite and bio-four has an effect on the cultivation of sunflower irrigated with wastewater. A factorial field experiment designed in a completely randomized design using three levels of nano-silver as described as zero, 60 and 120 ppm and the application and non-application of bio four and zeolite in 1397 in Varamin city in a field by sewage It was irrigated, it was implemented. The results showed that nano-silver had the greatest effect on the measured physiological traits such as chlorophyll a and b and carotenoids by reducing them at a concentration of one hundred and twenty.

However, these effects interacted with the use of biochar and zeolite, so that the simultaneous use of biochar reduced the effects of nanosilver and the effect of zeolite was more limited. Regarding the amount of oil, but the effect of nanosilver appeared as a stimulant and caused the amount of oil increased, but biochar and zeolite also showed an increasing effect in combination with it. Most of the treatments did not have a significant effect on the traits that affect performance and morphological traits.

Key words: Chlorophyll a and b, carotenoids, physiological traits, stimulants



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agroecology

**Investigation of the effect of biochar, zeolite and foliar
application of nano-silver on yield and yield components
of sunflower irrigated with wastewater**

By: Abolfazl Tajik

Supervisor:

Dr. Mohammad Reza Amerian

Advisors:

Dr. Ahmad gholami

DR. Hamid Reza Asgari

September 2019