بسم الله الرحمن الرحيم

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب فرزاانه حسنی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی زراعت و اصلاح نباتات گرایش علوم و تکنولوژی بذر دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۳۳۲۴۳۱۰۴ که در تاریخ۹۲/۲/۲۸ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان اثر نانو اکسید روی بر روند تجمع ذخایر بذر ارقام آفتابگردان(*Heliantus annuus*s L) دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.

۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام ونام خانوادگی دانشجو:

امضا

تاریخ

دانشکده‌ی علوم کشاورزی

گروه آموزشی زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی زراعت گرایش علوم و تکنولوژی بذر

عنوان:

اثر نانو اکسید روی بر روند تجمع ذخایر بذر ارقام آفتابگردان(*Heliantus annuus* L)

استاد (اساتید) راهنما:

دکترمحمد صدقی

استاد (اساتید) مشاور:

دکتر رئوف سید شریفی

پژوهشگر:

فرزانه حسنی

تابستان۹۲

سپاسگذاری

خدای را شاکرم از آن حیث که مرا در مسیر علم و علم آموزی قرار داد و سپاس‌گزارم که همواره در عنایتش بوده‌ام و با توکل به یاری حق تعالی پایان‌نامه حاضر را به اتمام رساندم. سپاس بی‌کران بر همدلی و همراهی و همگامی پدر و مادر دلسوزم که سجده ایثارشان گل محبت را در وجودم پروراند و وجود گهربارشان لحظه‌های مهربانی را به من آموخت. از همسر مهربانم که صمیمانه و خالصانه مرا در تمام این دوسال یاری نموده‌اند، متشکرم. از برادران مهربانم که وجودشان شادی بخش زندگی‌ام است، تشکر می‌کنم. از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر محمد صدقی نهایت سپاس‌گزاری را دارم که با راهنمایی‌های کارساز خویش در به اتمام رساندن این مهم یاری‌گر من بوده‌اند. تشکر می‌نمایم از جناب آقای دکتر رئوف سید شریفی به سبب تمام همکاری‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان. در انتها از تمامی دوستان و همکلاسی‌هایم که در طول این دوره و نگارش پایان نامه یار و یاور و همراهم بودند، نهایت تشکر و قدر دانی را دارم.

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز

و

همسر مهربانم

نام خانوادگی دانشجو: حسنی	نام: فرزانه
عنوان پایان‌نامه: اثر نانو اکسید روی بر روند تجمع ذخایر بذر ارقام آفتابگردان(*Heliantus annuus* L)	
استاد (اساتید) راهنما: دکتر محمد صدقی استاد (اساتید) مشاور: دکتر رئوف سید شریفی	
مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد**	رشته: زراعت
گرایش: علوم و تکنولوژی بذر	دانشگاه: **محقق اردبیلی**
دانشکده:علوم کشاورزی	تاریخ دفاع: ۹۲/۶/۱۲ تعداد صفحات:۷۱

چکیده:

به منظور بررسی اثر نانو اکسید روی بر روند تجمع ذخایر بذر ارقام آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دانشگاه محقق اردبیلی به اجرا درآمد. تیمارها شامل ارقام مختلف آفتابگردان به نام‌های Aline۱۹۱، Aline۱۲۲ و فرخ و سطوح مختلف ذرات نانو اکسید روی به صورت غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر بود که طی سه مرحله محلول‌پاشی انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل سطوح نانو اکسید روی و ارقام تفاوت معنی‌داری بر سرعت پر شدن دانه، دوره‌ی موثر پر شدن دانه، حداکثر وزن دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه داشتند. تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر نانو اکسید روی، سرعت پر شدن دانه و حداکثر وزن دانه را در ارقام Aline۱۹۱ و Aline ۱۲۲ افزایش داد، ولی در رقم فرخ موجب کاهش معنی‌دار وزن دانه نسبت به شاهد شد. همچنین، در رقم فرخ بین تیمارهای صفر، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر نانو اکسید روی، در صفت سرعت پر شدن دانه، دوره‌ی موثر پر شدن دانه و طول دوره‌ی پر شدن دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هر سه رقم در همه نمونه-برداری‌ها بیشترین میزان روغن، اسید اولئیک و اسید لینولئیک را در تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان را در تیمار شاهد داشتند. همچنین، هر سه رقم بالاترین عملکرد را در تیمار یک گرم بر لیتر نشان دادند و بین ارقام تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد طبق مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که هر سه رقم بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسمیوتاز را در تیمار ۰/۵ گرم بر لیتر و کمترین میزان آن را در تیمار شاهد داشتند.

کلید واژه‌ها: آفتابگردان، ذخایر بذر، نانو اکسید روی، آنزیم‌های آنتی اکسیدانت

فهرست مطالب

شماره و عنوان شکل **صفحه**

فصل اول: مقدمه و بررسی منابع

مقدمه ۱

۱-۱- تاریخچه و خاستگاه آفتابگردان ۳

۱-۲- گیاه‌شناسی آفتابگردان ۳

۱-۳- اکولوژی آفتابگردان ۴

۱-۴- موارد استفاده دانه‌ی آفتابگردان ۵

۱-۵- روغن‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها ۵

۱-۶- پراکندگی روغن‌ها و چربی‌ها در گیاهان ۶

۱-۷- نمو دانه ۷

۱-۷-۱- مراحل نمو دانه ۷

۱-۸- عناصر معدنی ۸

۱-۹- تغذیه‌ی عناصر معدنی ۹

۱-۱۰- روی در گیاه ۱۰

۱-۱۱- جنبه‌های فیزیولوژیکی روی درگیاهان ۱۲

۱-۱۱-۱- کمپلکس‌های با وزن کم مولکولی روی ۱۳

۱-۱۱-۲- روی در پروتئین‌ها ۱۴

۱-۱۲- وظایف فیزیولوژیکی روی ۱۵

۱-۱۲-۱- متابولیسم کربوهیدرات ۱۵

۱-۱۲-۱-۱- فتوسنتز ۱۵

۱-۱۲-۱-۲- تشکیل ساکارز و نشاسته ۱۶

۱-۱۲-۲- متابولیسم پروتئین ۱۶

۱-۱۲-۳- یکپارچگی غشا ۱۷

۱-۱۲-۴- متابولیسم اکسین ۱۷
۱-۱۲-۵- باروری ۱۷
۱-۱۳- علایم کمبود روی ۱۸
۱-۱۴- تاثیر عناصر کم مصرف بر گیاه ۱۸
۱-۱۵- اهمیت و نحوه ی استفاده از کودهای ریز مغذی ۱۹
۱-۱۵-۱- تغذیه‌ی برگی ۱۹
۱-۱۵-۲- مواردی که باید در محلول‌پاشی مورد توجه قرار گیرد ۲۰
۱-۱۵-۳- محاسن تغذیه‌ی برگی ۲۱
۱-۱۵-۳-۱-جذب پایین عناصر در خاک ۲۱
۱-۱۵-۳-۲-غنی سازی محصولات کشاورزی و دامی ۲۱
۱-۱۵-۳-۳- جبران کاهش فعالیت ریشه در طول مرحله‌ی زایشی و میوه‌دهی ۲۱
۱-۱۶- اهمیت فناوری نانو در بخش کشاورزی ۲۲
۱-۱۷- تفاوت ارقام در مورد کاربرد عناصر ۲۲
۱-۱۸- مروری بر تحقیقات انجام شده در مورد کاربرد عناصر ریز مغذی به ویژه روی ۲۴

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت جغرافیایی محل آزمایش ۲۹
۲-۲- ویژگی‌های خاک مزرعه‌ی تحقیقاتی ۲۹
۲-۳- عملیات زراعی ۲۹
۲-۴- تیمارهای آزمایش ۳۰
۲-۵- صفات مورد مطالعه و نحوه‌ی بررسی آن‌ها ۳۰
۲-۵-۱- اندازه‌گیری ماده‌ی خشک ۳۱
۲-۵-۲- اندازه‌گیری میزان روغن و پروفیل اسید چرب ۳۲
۲-۵-۳- اندازه‌گیری آنزیم‌های آنتی اکسیدانت ۳۲
۲-۵-۳-۱-تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت ۳۲
۲-۵-۳-۱-۱- استخراج آنزیمی ۳۲

۵-۳-۱-۲- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز ۳۳
۲-۵-۳-۱-۳-سنجش فعالیت آنزیم پر اکسیداز (POX) ۳۳
۲-۵-۳-۱-۴- سنجش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسمیوتاز (SOD) ۳۴
۲-۵-۳-۱-۴-۱- بافرهای سنجش آنزیم (SOD) ۳۴
۲-۵-۳-۱-۴-۲- تعیین فعالیت آنزیم (SOD) ۳۵
۲-۵-۴- اندازه‌گیری عملکرد ۳۵
۲-۶- تجزیه‌های آماری ۳۶

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- وزن خشک دانه ۳۷
۳-۲- سرعت پرشدن دانه(Grain Filling Rate) ۳۷
۳-۳- دوره موثر پرشدن دانه (Effect of Seed Filling Period) ۳۸
۳-۴- طول دوره پرشدن دانه (Seed Filling Period) ۳۸
۳-۵- حداکثر وزن دانه(Maxinun Seed Weight) ۳۹
۳-۶- تعداد طبق (Head no) ۳۹
۳-۷- عملکرد (Yield) ۳۹
۳-۸- روغن ۴۴
۳-۸-۱- اسید پالمتیک ۴۷
۳-۸-۲- اسید اولئیک ۵۰
۳-۸-۳- اسید استئاریک ۵۳
۳-۸-۴- اسید لینولئیک ۵۶
۳-۹- آنزیم‌های آنتی اکسیدانت ۵۹
۳-۹-۱- آنزیم سوپر اکسید دیسمیوتاز (SOD) ۵۹
۳-۹-۲- آنزیم کاتالاز (CAT) ۶۰
۳-۹-۳- آنزیم پراکسیداز (POX) ۶۰
۳-۱۰- نتایج و پیشنهادات ۶۲

منابع و مآخذ..... ۶۳

فهرست جداول

شماره و عنوان شکل **صفحه**

جدول۲-۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌ی آزمایشی..... ۲۹

جدول۳-۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای نانواکسید روی و رقم در نمونه‌برداری‌های مختلف بر وزن خشک دانه‌ی آفتابگردان..... ۴۱

جدول ۳-۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای نانو اکسید روی و رقم بر صفات پر شدن دانه‌ی آفتابگردان..... ۴۲

جدول ۳-۳- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای نانو اکسید روی و رقم از نظر صفات پر شدن و عملکرد دانه‌ی آفتابگردان..... ۴۲

جدول ۳-۴- تجزیه واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی بر میزان روغن دانه‌ی آفتابگردان در نمونه‌برداری‌های مختلف..... ۴۵

جدول ۳-۵- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان روغن دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان..... ۴۵

جدول ۳-۶- تجزیه واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی برمیزان اسید پالمیتیک دانه‌ی‌آفتابگردان در نمونه‌برداری‌های مختلف ۴۸

جدول ۳-۷ مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان اسید پالمتیک دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان..... ۴۸

جدول ۳-۸- تجزیه واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی بر میزان اسید اولئیک دانه‌ی آفتابگردان در نمونه‌برداری‌های مختلف ۵۱

جدول ۳-۹- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان اسید اولئیک دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان..... ۵۱

جدول ۳-۱۰- تجزیه واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی بر میزان اسید استئاریک دانه‌ی آفتابگردان در نمونه‌برداری‌های مختلف..... ۵۴

جدول ۳-۱۱- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان اسید استئاریک دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان.. ۵۴

جدول ۳-۱۲- تجزیه‌ی واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی بر میزان اسید لینولئیک دانه‌ی آفتابگردان در نمونه‌برداری‌های مختلف..... ۵۷

جدول ۳-۱۳- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان اسید لینولئیک دانه‌ی ارقام مختلف آفتابگردان ... ۵۷

جدول۳-۱۴- تجزیه‌ی واریانس اثر رقم و نانو اکسید روی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در برگ آفتابگردان..... ۶۱

جدول ۳-۱۵- مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ارقام مختلف آفتابگردان..... ۶۱

فهرست اشکال

شماره و عنوان شکل **صفحه**

شکل ۳-۱- روند پر شدن دانه‌ی ارقام آفتابگردان بدون محلول‌پاشی نانو اکسید روی..... ۴۳

شکل ۳-۲- روند پر شدن دانه‌ی ارقام آفتابگردان با محلول‌پاشی نیم گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۴۳

شکل ۳-۳- روند پر شدن دانه‌ی ارقام آفتابگردان با محلول‌پاشی یک گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۴۴

شکل۳-۴- روند پر شدن روغن در هیبرید Aline۱۹۱ آفتابگردان با تیمار نانو اکسید روی در غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر ۴۶

شکل۳-۵- روند پرشدن روغن در هیبرید Aline۱۲۲ آفتابگردان با تیمار نانو اکسید روی در غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر ۴۶

شکل ۳-۶- روند پر شدن روغن در هیبرید فرخ آفتابگردان با تیمار نانو اکسید روی در غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر.

شکل۳-۷- روند تجمع اسید پالمتیک در ارقام مختلف آفتابگردان بدون محلول‌پاشی نانو اکسید روی ۴۷

شکل۳-۸- روند تجمع اسید پالمتیک در ارقام مختلف آفتابگردان با محلول‌پاشی نیم گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۴۹

شکل۳-۹- روند تجمع اسید پالمتیک در ارقام مختلف آفتابگردان با محلول‌پاشی یک گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۴۹

شکل۳-۱۰- روند تجمع اسید اولئیک در ارقام مختلف آفتابگردان بدون محلول‌پاشی نانو اکسید روی..... ۵۰

شکل۳-۱۱- روند تجمع اسید اولئیک در ارقام مختلف آفتابگردان با محلول‌پاشی نیم گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۵۲

شکل ۳-۱۲- روند تجمع اسید اولئیک با در ارقام مختلف آفتابگردان با محلول‌پاشی یک گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۵۲

شکل۳-۱۳- روند تجمع اسید استئاریک در ارقام آفتابگردان بدون کاربرد نانو اکسید روی..... ۵۳

شکل۳-۱۴- روند تجمع اسید استئاریک در ارقام آفتابگردان با محلول‌پاشی نیم گرم بر لیتر نانو اکسید روی ۵۵

شکل ۳-۱۵- روند تجمع اسید استئاریک در ارقام آفتابگردان با محلول‌پاشی یک گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۵۵

شکل ۳-۱۶- روند تجمع اسید لینولئیک در ارقام آفتابگردان بدون کاربرد نانو اکسید روی..... ۵۶

شکل ۳-۱۷- روند تجمع اسید لینولئیک در ارقام آفتابگردان با محلول‌پاشی نیم گرم بر لیتر نانو اکسید روی..... ۵۸

شکل ۳-۱۸- روند تجمع اسید لینولئیک در ارقام آفتابگردان با محلول پاشی یک گرم بر لیتر نانو اکسید روی ۵۸

فصل اول:

مقدمه و بررسی منابع

مقدمه

آفتابگردان گیاهی یک‌ساله، از تیره‌ی آستراسه با نام علمی*Helianthus annuus* است. ذخایر غذایی دانه‌ی آفتابگردان به طور عمده شامل لیپید و مقداری پروتئین است (سید شریفی،۱۳۸۶). میزان روغن در دانه‌ی ارقامی که جهت روغن‌گیری مصرف می‌شوند، اغلب ۴۰ تا ۵۰ درصد است، هر چند که میزان روغن تا ۶۵ درصد هم می‌رسد. به طور میانگین و بسته به روش استخراج، از هر تن دانه‌ی آفتابگردان روغنی ۴۰۰ تا ۴۵۰ کیلوگرم روغن به دست می‌آید. روغن اکثر ارقام آفتابگردان شامل ۱۰ تا ۱۲ درصد اسیدهای چرب اشباع، ۱۶ تا ۲۰ درصد اسید اولئیک، ۶۸ تا ۷۲ درصد اسید لینولئیک و میزان اندکی اسید لینولنیک است و فاقد کلسترول است. نسبت اسید لینولئیک به اسید اولئیک به شدت تحت تاثیر دما طی دوران رسیدگی دانه قرار می‌گیرد. ولی، ارقامی که اصلاح شده‌اند میزان اسید لینولئیک آن-ها تا ۸۹ درصد و یا اسید اولئیک تا ۸۵ درصد می‌رسد (خواجه پور،۱۳۸۶). برای دستیابی به عملکرد بالاتر این گیاه باید عناصر معدنی به مقدار کافی تامین گردد. تغذیه‌ی عناصر معدنی شامل تامین، جذب و مصرف عناصر غذایی ضروری برای رشد و عملکرد گیاهان است. عناصر ضروری براساس نیاز کمی گیاهان به دو گروه تقسیم می‌شوند: دسته‌ای که گیاه نیاز بیشتری به آن‌ها دارد و به عنوان عناصر پر مصرف در نظر گرفته شده است و دسته‌ای که گیاه به آن‌ها نیاز کم‌تری دارد و در طبقه بندی جزو عناصر غذایی کم مصرف قرار می‌گیرد. نیاز کم گیاهان به عناصر غذایی کم مصرف، می‌تواند به دلیل مشارکت این عناصر در واکنش‌های آنزیمی باشد و همچنین، به عنوان اجزای تشکیل دهنده هورمون‌های رشد عمل می‌کند (فتحی، ۱۳۷۸).

هریک از عناصر کم مصرف نقش ویژه‌ای را در گیاه ایفا می‌کند و در این میان روی جایگاه ویژه‌ای دارد و کمبود آن در کنار برخی از سایر ریز مغذی‌ها، مانند آهن در مقیاس جهانی قابل مشاهده است (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). این ریز مغذی بیش از سایر عناصر به طور کلی، محدود کننده‌ی عملکرد گیاهان در خاک‌های هندوستان شناخته شده است. به گفته‌ی تعدادی از محققان روی نقش اساسی در رشد و عملکرد گیاه دارد. (اندرسون و همکاران، ۱۹۷۲؛ فاجریا و همکاران، ۲۰۰۲؛ کمپ و فوج، ۱۹۴۵). نتایج به دست آمده توسط سایر محققان حاکی از آن است که محلول‌پاشی روی موجب افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد (کریشما و همکاران، ۱۹۹۵؛ گروئینگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ رز و همکاران، ۲۰۰۲؛ تالوس و همکاران، ۲۰۰۶). اکنون با گذشت سال‌ها از وقوع انقلاب سبز و کاهش مجدد نسبت رشد تولیدات کشاورزی به جمعیت جهان، لزوم به کارگیری فناوری‌های نوین در کشاورزی بیش از هر زمان دیگری آشکار است. در این بین فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته‌ای و پیشتاز در رفع مشکلات و کمبودها در بسیاری از عرصه‌های علمی در همه‌ی مراحل به خوبی جایگاه خود را در علوم کشاورزی و صنایع وابسته آن به اثبات رسانده و کاربرد وسیعی در همه‌ی مراحل تولید، فرآوری، نگهداری و بسته-بندی تولیدات کشاورزی دارد (بی نام،۱۳۸۶)، به برخی از کاربردهای نانو تکنولوژی در توسعه‌ی صنایع مرتبط با بخش کشاورزی اشاره می‌شود: تولید سموم و کودهای شیمیایی کم خطر: در این مورد با استفاده از نانو کپسول‌ها می‌توان کودهایی با رهایش کنترل شده یا تاخیری تولید کرد. همچنین، جذب کودها و سمومی که با این ابعاد تولید می‌شوند، راحت‌تر است و نسبت به سموم رایج تاثیر بیشتری دارند. صنایع غذایی، ایجاد تاسیسات گلخانه‌ای، ماشین‌های کشاورزی، علوم دامی، محیط زیست، آب و تاسیسات آبیاری از دیگر زمینه‌های کاربرد نانو تکنولوژی در بخش کشاورزی هستند (سادات نوری و خدایاری،۱۳۸۴). با توجه به این که روی آثار مهمی در رشد و فیزیولوژی گیاهان دارد و نقش آن به صورت ذرات نانو اکسید تاکنون به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته است، ضروری است که این مساله مورد بررسی قرار گیرد تا زوایای مثبت و منفی ناشی از استفاده از این منبع غذایی روشن گردد.

۱-۱- تاریخچه و خاستگاه آفتابگردان

آفتابگردان از گیاهان بومی نواحی مرکزی قاره آمریکا است که در حدود ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد اهلی شده است. به احتمال زیاد، منشا آفتابگردان پرو و یا مکزیک است. آفتابگردان در قرن شانزدهم میلادی توسط اسپانیایی‌ها به اروپا برده شد و از آنجا به سایر نقاط دنیا راه یافت و حتی به آمریکای لاتین برگشت. کشورهای آرژانتین، روسیه، فرانسه و چین مهم‌ترین تولیدکنندگان آفتابگردان در جهان به شمار می‌روند (خواجه پور، ۱۳۸۶).

۱-۲- گیاه‌شناسی آفتابگردان

آفتابگردان با نام علمی (*Helianthus annuus* L) گیاهی دیپلوئید (۲n=۳۴)، یک‌ساله و از تیره-ی آستراسه که به صورت بوته‌ای استوار و بلند قامت رشد می‌کند. طول دوره‌ی رشد آفتابگردان بسته به رقم و کلیه‌ی عوامل محیطی، از حدود ۸۰ تا ۱۵۰ روز متغیر است. آفتابگردان ریشه‌ی راست و توسعه یافته دارد و پتانسیل نفوذ ریشه در خاک‌های نفوذ پذیر به ۳ متر می‌رسد. آفتابگردان دارای ساقه‌ای بلند، ضخیم، خشن و کرک‌دار است. قطر ساقه‌ی آفتابگردان در ناحیه قاعده به ۳ تا ۶ سانتی‌متر می‌رسد. ارتفاع بوته به رقم و شرایط محیطی بستگی دارد و از ۱ تا ۶ متر متغیر است. ارتفاع بوته در کاشت زود هنگام و ارقام دیررس بیشتر است. برگ‌های بزرگ، کرک‌دار و قلبی شکل آفتابگردان دارای حاشیه‌ی مضرس و دمبرگ بلند است و اغلب ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر طول و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر عرض دارد. برگ‌های پایینی بوته به صورت متقابل و برگ‌های بالایی به صورت متناوب بر روی ساقه توزیع شده‌اند. تبدیل آرایش متقابل به متناوب به صورت تدریجی انجام می‌شود. در هر بوته بسته به رقم و شرایط محیطی در حدود ۲۰ تا ۴۰ برگ به وجود می‌آید. گل‌آذین آفتابگردان به صورت طبق و شامل یک نهنج بزرگ است و ممکن است که در مرحله‌ی رسیدگی به حالت محدب، مقعر و یا مسطح دیده شود. در حاشیه‌ی نهنج براکته‌هایی دیده می‌شود که برگ‌های تغییر شکل یافته‌اند. در هر طبق ۴۰۰۰ گل مشاهده می‌شود که به صورت مارپیچ آرایش یافته‌اند. گل‌های حلقه‌ی خارجی طبق عقیم هستند، ولی هریک دارای پنج گلبرگ

طویل با رنگ زرد طلایی است. چون گلبرگ‌ها به شکل زبان‌های طویلی هستند، به این گل‌ها، گل‌های زبانه‌ای گویند. این گل‌ها نقش جذب کننده‌ی حشرات را دارند. گل‌های حلقه‌های داخلی طبق زایا هستند و به آن‌ها گل‌های لوله‌ای گویند. گل‌های واقع در ناحیه‌ی مرکزی طبق بسیار به هم نزدیک و ممکن است که به دلیل تراکم شدید دانه تولید نکنند. لقاح به دلیل این‌که پرچم‌ها زودتر بلوغ می‌یابند، از نوع دگرگشنی است. تعداد و اندازه‌ی طبق در هر بوته از ویژگی‌های وابسته به رقم محسوب می‌شود، ولی تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرد. بسیاری از ارقام اصلاح شده فاقد انشعاب جانبی هستند و مریستم انتهایی آن‌ها به یک طبق کم و بیش بزرگ تبدیل می‌شود. قطر طبق در ارقام اصلاح شده اغلب ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است، ولی در بعضی از شرایط به بیش از ۴۵ سانتی‌متر می‌رسد. میوه‌ی آفتابگردان از نوع فندقه است و شامل یک دانه‌ی حقیقی با پوسته‌ی نازک و فرابر ناشکوفا است. تعداد دانه در طبق و تعداد دانه در واحد سطح نقش مهمی در تعیین عملکرد دانه دارند. اندازه‌ی دانه، از محیط طبق به سمت مرکز به تدریج کاهش می‌یابد. رنگ دانه از سیاه تا خاکستری نواری و سفید متغیر است و از ویژگی‌های رقم محسوب می‌شود. وزن هزار دانه اغلب بین ۴۵ تا ۱۰۰ گرم است. قسمت اعظم روغن دانه‌ی آفتابگردان در لپه‌ها ذخیره شده است. در حدود ۷۸ درصد از وزن لپه‌ها و ۷/۴ درصد از وزن جنین را روغن تشکیل می‌دهد. درصد روغن دانه به نسبت وزنی درصد پوسته به دانه بستگی زیادی دارد. پایینی نسبت پوسته به دانه سبب افزایش درصد روغن می‌گردد (خواجه پور،۱۳۸۶).

۱-۳- اکولوژی آفتابگردان

طیف سازگاری آفتابگردان وسیع است و از عرض جغرافیایی در حدود ۴۰ درجه جنوبی تا ۵۵ درجه شمالی و از ارتفاع صفر تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا (بسته به عرض جغرافیایی) کاشته می‌شود. این گیاه گرما دوست و در اکثر ارقام زراعی نسبت به طول روز بی‌تفاوت است. دمای پایه برای رشد آفتابگردان در حدود ۶ درجه سانتی‌گراد است. دمای مطلوب رشد آن ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. از آن‌جایی که

آفتابگردان به خوبی دماهای بالا را تحمل و عملکرد اقتصادی تولید می‌کند، کاشت آن به عنوان محصول دوم و بعد از برداشت جو مرسوم است (خواجه پور،۱۳۸۶).

۱-۴- موارد استفاده دانه‌ی آفتابگردان

دانه‌ی آفتابگردان براساس درصد روغن و اندازه‌ی دانه، جهت روغن‌گیری، مصرف آجیلی و تغذیه‌ی پرندگان استفاده می‌شود. انواع آجیلی دانه‌های درشت‌تری نسبت به انواع روغنی دارند، ولی درصد روغن آن‌ها اغلب کمتر و در حدود ۳۰-۲۵ درصد است. پایینی نسبت پوسته به کل دانه اهمیت زیادی در بازار پسندی محصول دارد. از دانه‌های ریز ارقام آجیلی و روغنی برای تغذیه طیور استفاده می‌شود. روغن‌هایی با اسید اولئیک بالا به عنوان روغن طباخی جهت سرخ کردن مواد غذایی و روغن‌هایی با اسید لینولئیک بالا به عنوان روغن سالادی کاربرد دارند. روغن آفتابگردان با ضریب یدی ۱۲۰ تا ۱۳۵ در گروه روغن‌های نیمه خشک شونده قرار دارد. روغن آفتابگردان، علاوه بر مصرف در صنایع غذایی، در تهیه‌ی صابون و رنگ‌های پر کیفیت و تولید لوازم آرایشی، ورنیس، پلاستیک، مواد شوینده، مواد پوشاننده، مواد افزودنی در سموم شیمیایی و نرم کننده‌ی پارچه کاربرد دارد (خواجه پور،۱۳۸۶).

۱-۵- روغن‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها

در یک تعریف کلی، می‌توان چربی‌ها را ترکیبات بیولوژیک قابل استخراج توسط حلال‌های غیر قطبی دانست. ویژگی شاخص آن‌ها کمتر بودن وزن ویژه‌ی آن‌ها نسبت به آب است. چربی‌ها به طور معمول سیال یا نیمه سیال هستند، کم و بیش حالت چسبندگی دارند و روی کاغذ صافی اثر شفافی از خود به جای می‌گذارند (لاجوردی،۱۳۵۹). در روغن‌های گیاهی مواد متنوعی همانند صمغ‌ها، فسفاتیدها، موسیلاژها، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، لیستین‌ها، استرول‌ها و مواد رنگی بودار وجود دارند. ضمن این‌که انواعی از گلیسریدها مثل لینولئین، لورین، کاپرین، کاپروئین، تری پالمیتین، تری استئارین و تری اولئین را نیز

دارند. وجود یا عدم وجود هر کدام از این مواد و نیز تفاوت در مقادیر آن‌ها، سبب تفاوت‌های موجود در میان روغن‌های گیاهی است (زرگری،۱۳۶۹).

۱-۶- پراکندگی روغن‌ها و چربی‌ها در گیاهان

چربی‌ها علاوه بر کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک یکی از چهار دسته‌ی اصلی ترکیبات آلی هستند که اساس زندگی و حیات به نحوی به آن‌ها وابسته است. به همین دلیل چربی‌ها توسط همه‌ی گیاهان ساخته می‌شوند. آن‌چه که قابل توجه است آن است که میزان چربی ذخیره شده، محل ذخیره‌ی چربی و ترکیبات شیمیایی آن بستگی کامل به نوع گیاه دارد. تمام اندام‌های گیاه به ویژه ساقه، برگ، ریشه و گل می‌توانند حاوی چربی باشند، ولی چربی‌های ذخیره‌ای فقط در میوه‌ها و دانه‌ها ذخیره می‌گردند. برای مثال، اگر در برگ به میزان ۰/۵ تا ۵ درصد چربی وجود داشته باشد، میزان چربی ذخیره شده در میوه‌ها و دانه‌ها در بیشتر موارد تا ۵۰ درصد وزن آن‌ها را تشکیل می‌دهد. بیش از سه چهارم گیاهان عالی چربی را به عنوان ماده‌ی ذخیره‌ای در دانه‌ها ذخیره می‌کنند و فقط در یک چهارم گیاهان میزان نشاسته و پروتئین بیشتر از چربی است (صمصام شریعت، ۱۳۷۴). محل ذخیره‌ی چربی در گیاهان روغنی بسته به نوع سلول و نوع گیاه متفاوت است. در گیاهانی مثل زیتون و نخل روغنی، چربی در میوه‌ی گیاه ذخیره می‌شود. در گیاهانی مثل آفتابگردان، بادام زمینی، کنجد، کلزا، سویا و کرچک ذخیره‌ی چربی در دانه‌ی گیاه انجام می‌گیرد. در گیاهانی که چربی در دانه ذخیره می‌شود، گاه این ذخیره در آلبومن قرار می‌گیرد، مثل کرچک و گاه در جنین، مثل ذرت، کلزا و بادام زمینی، البته گاهی هم چربی در آلبومن و جنین ذخیره می‌شود، مثل کنجد و کتان (لاجوردی،۱۳۵۹).

۱-۷- نمو دانه

۱-۷-۱- مراحل نمو دانه

پر شدن دانه به فرآیندهای فتوسنتزی (فتوسنتز جاری برگ، فتوسنتز جاری سایر اندام‌های سبزینه-دار)، بارگیری عناصر آبکشی، انتقال مواد پرورده، تخلیه‌ی آبکش، تبدیل قندها به نشاسته و انتقال مجدد ترکیبات تجمع یافته در اندام‌ها قبل از گلدهی وابسته است (فلکر و همکاران، ۱۹۸۳) و میزان تاثیر هر یک از این عوامل بر روی عملکرد نهایی دانه به ژنوتیپ و محیط بستگی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۳).

بر اساس مطالعات وانسانفورد (۱۹۸۵) نمو دانه شامل سه مرحله است:

۱- مرحله‌ی کند که در آن سرعت نمو دانه به تدریج در حال افزایش است.

۲- مرحله‌ی نمو خطی که در آن سرعت نمو دانه تا حدودی ثابت و در بالاترین مقدار خود است. در این مرحله که طولانی‌ترین مرحله است، قسمت اعظم وزن خشک دانه (در حدود ۹۲ درصد) تشکیل می‌شود (موگنسون، ۱۹۸۰).

۳- مرحله‌ی سوم، مرحله‌ی کند ثانویه است که در آن سرعت نمو به تدریج کاهش پیدا می‌کند تا رسیدگی وزنی (حداکثر وزن) حاصل شود (در این مرحله حداکثر وزن خشک دانه ثابت است).

مدل تغییرات وزن دانه را می‌توان به دو مرحله تفکیک کرد. در مرحله اول، وزن دانه تا هنگام به رسیدگی وزنی به طور خطی افزایش می‌یابد و در مرحله‌ی دوم که بعد از رسیدگی وزنی است، وزن دانه تغییر نمی‌کند (صدقی و همکاران، ۲۰۰۸؛ قاسمی گلعذانی و همکاران، ۱۳۷۸). از دیدگاهی دیگر نمو دانه را به دو مرحله‌ی بزرگ شدن دانه و پر شدن دانه تقسیم می‌کنند (جنر و همکاران، ۱۹۹۱). در مرحله‌ی اول که شامل مرحله‌ی کند اولیه است، پتانسیل نمو دانه تعیین می‌شود. این پتانسیل به تعداد سلول‌های آندوسپرم که در این مرحله تشکیل شده است، بستگی دارد. البته باید توجه داشت که در هر نوع تقسیم-بندی مراحل نمو دانه، مدت هر مرحله به شدت تحت تاثیر شرایط محیطی و نیز عوامل ژنتیکی قرار دارد. یکی از این عوامل تعیین کننده‌ی پتانسیل وزن دانه، فراهم بودن مواد اولیه برای تقسیم سلولی است