بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاهاصفهان

دانشکدهعلوم

گروهزیستشناسی

پایاننامهکارشناسیارشدرشتهزیستشناسی،علومگیاهی

گرایشفیزیولوژیگیاهی

تاثیر توام ازتوباکتر و نانوذرات آهن روی رشد گیاهچه‌های آفتابگردان(*Helianthus annus* L.)

استادراهنما:

دکتراکبر مستاجران

استاد مشاور:

دکتر گیتی امتیازی

پژوهشگر:

فاطمه سرلک

آذر ماه۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زیست شناسی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زیست شناسی – علوم گیاهی

گرایش فیزیولوژی گیاهی

خانم فاطمه سرلک

اثر توام ازتوباکتر و نانوذرات آهن روی رشد گیاهچه‌های آفتابگردان

در تاریخ ۹۱/۹/۲۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه دکتر اکبر مستاجران با مرتبه‌ی علمی استاد امضا

۲- استاد مشاور پایان نامه دکتر گیتی امتیازی با مرتبه‌ی علمی استاد امضا

۳- استاد داور داخل گروه دکتر سید مجید قادریان با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

۴- استاد داور خارج گروه دکتر ریحانه عموآقایی با مرتبه‌ی علمی دانشیار امضا

امضای مدیر گروه

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم !

که با صبر و پشتیبانی همیشگی خود در تمامی دوران های زندگی‌ام امید و موفقیت را در من زنده نگاه داشتند.

همسر مهربانم !

هر چیزی تو این دنیا پایان یا قسمی است، حتی کسب علم و دانش. با تمام وجودم این پایان نامه را تقدیم به کسی می‌کنم که عشقم نسبت به او پایان یا قسمی نیست.

سپاسگزاری

اعتراف می کنم که نه زبان شکر تو را دارم و نه توان تشکر از بندگان تو . . .

از کلیه اساتید ارجمندم که در طول سالهای به یادماندنی افتخار شاگردیشان را داشتم تشکر می نمایم . از استاد گرامیم جناب آقای دکتر اکبر مستاجران بسیار سپاسگزارم چرا که در این دوران تحصیل و در این تحقیق مشوق اینجانب بوده و بدون راهنمایی های ایشان تأمین این پایان نامه بسیار مشکل می نمود و همچنین استادم سرکار خانم دکتر گیتی امتیازی که به عنوان مشاور در این پایان نامه از راهنمایی هایشان بهره بردم و اساتید ارجمند آقای دکتر سید مجید قادریان و سرکار خانم دکتر ریحانه عمو آقایی برای داوری این پایان نامه خاضعانه سپاسگزارم و در نهایت از کلیه کسانی که در این تحقیق از ایده های خوب آنان بهره مند گردیده ام، کمال تشکر را دارم .

چکیده

در طبیعت و به خصوص نواحی گرم و خشک، فقر نیتروژن به دلیل فقر مواد آلی خاک و عدم وجود ذخیره ترکیبات ازته معدنی از یک طرف وکمبود آهن به دلیل فرم غیر محلول آهن موجود و فزونی کلسیم از طرف دیگر، کمبود این عناصر غذایی برای گیاهان حادث می‌شود. آفتابگردان یکی از مهمترین محصولات دانه‌های روغنی است که کمبود نیتروژن و آهن از عوامل محدود کننده در تولید و رشد آن است. لذا در این تحقیق سعی گردید اثر تیمارهای کود آهنEDTA(۱ ppm)، نانوذرات آهن(۱۵ و ۳۰µl/L)و ازتوباکترکروکوکوم(صفر و۳×۱۰^{۸}cfu)بر مقدار وزن خشک گیاه و جذب عناصر غذایی نسبت به کنترل مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور ارقام آفتابگردان(لاکومکا و رکورد) پس از جوانه‌زنی و ۴ روز کشت گلدانی در محیط پرلیت به محیط هیدروپونیک منتقل شدند. غیر از گیاهچه‌های کنترل که آهن (Fe-EDTA) از محیطشان حذف گردید، به بقیه گیاهچه‌ها تمام موادی که در محیط غذایی هوگلند وجود دارد اضافه شد. پس از گذشت یک هفته، گیاهچه‌های ۱۴ روزه در یک آزمون فاکتوریال، تحتتیمارهایگفته شدهقرارگرفتند. لذا به هر ظرف چهار لیتری حاوی محلول هوگلند مقادیر ۱۰cc ازتوباکترکروکوکوم،دومقدار۱۲۰µl/L و۶۰نانوذراتآهن و۴ppm کودآهناضافه گردید.

درلحظهشروعتیمار،تعدادیازگیاهانبهعنواننمونه‌هایروزصفربرداشتشدندوبرداشتبقیهگیاهچه‌هایتحتتیمارپسازگذشتیکهفتهازاعمال تیمارانجامگرفتو وزن تر و خشک گیاهچه‌ها و مقدار عناصر آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم و ازت کل اندازه‌گیری شد.

تیمار ازتوباکتر وزن خشک بخش هوایی و ریشه را در دو رقم لاکومکا و رکورد به طور متوسط ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. این مقدار در تلفیق با کود آهن افزایش یافت. این افزایش در تمام مراحل در رقم لاکومکا به مراتب بیشتر از رقم رکورد بود. لذا میزان افزایش نسبت به تیمار ازتوباکتر به تنهایی، در لاکومکا به ترتیب در بخش هوایی و ریشه ۱۵٪ و ۳۸٪ بود. لیکن مقدار وزن خشک در تیمار ازتوباکتر به همراه نانوذرات آهن نسبت به ازتوباکتر به تنهایی کاهش یافت. البته نانوذرات آهن به تنهایی وزن خشک گیاه را به طور معنی داری افزایش دادند. تیمار ازتوباکتر به تنهایی سبب افزایش کمی در مقدار آهن بخش هوایی گردید. ولی این مقدار در تلفیق با کود آهن و یا نانو ذرات آهن افزایش یافت. به طوری که در تلفیق با کود آهن، در لاکومکا ۵۵٪ و در تلفیق با نانوذرات آهن (۱۵µl/L و ۳۰µl/L) حدود ۵۰٪ افزایش نسبت به ازتوباکتر مشاهده گردید. در ریشه نیز رفتار مشابه بخش هوایی مشاهده گردید. ازتوباکتر به تنهایی سبب افزایش ۶۰ درصدی در ازت ریشه نسبت به شاهد گردید. و این مقدار در تلفیق با کود آهن یا نانوذرات آهن، افزایش یافت. لیکن میزان افزایش در تلفیق با کود آهن بیشتر از نانوذرات بود. به طوری که در تلفیق با کود آهن میزان افزایش در هر دو رقم، ۱۳٪ و در تلفیق با نانو ذرات(۱۵µl/L و ۳۰µl/L) حدود ۴٪ مشاهده شد. در بخش هوایی نیز رفتار مشابه ریشه مشاهده گردید. همچنین در تیمار ازتوباکتر و کود آهن، بیشترین مقدار عناصر منیزیم (با ۵۰٪ افزایش در بخش هوایی و ریشه)، پتاسیم (با ۴۳٪و ۶۰٪ افزایش در بخش هوایی و ریشه) و سدیم (با حدود ۵۵٪ افزایش) نسبت به شاهد مشاهده گردید. لیکن بیشترین مقدار کلسیم ریشه و بخش هوایی در تیمار ازتوباکتر مشاهده شد که نسبت به

شاهد حدود۴۵٪ افزایش نشان داد. نانوذرات آهن نیز افزایش معنی داری در مقدار عناصر در بخش هوایی و ریشه داشتند ولی در تلفیق با ازتوباکتر مقدار جذب کاهش معنی داری نشان داد.

بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان نمود که ازتوباکتر می‌تواند با تثبیت نیتروژن و نیز جذب بهتر عناصر غذایی به رشد گیاه کمک کند. و چون برای فعالیت خود نیاز به آهن دارد در تیمار کود آهن و ازتوباکتر بهتر عمل نموده است. نانوذرات آهن نیز نیاز آهن گیاه را تامین نموده‌اند و تا حدودی جذب عناصر غذایی در گیاه را بهبود بخشیده‌اند. لیکن نانوذرات آهن ۱۵ بهتر از ۳۰ عمل نموده‌اند. ولی در تلفیق نانوذرات با ازتوباکتر، میزان جذب معنی دار نبود. که به نظر می‌رسد علت آن مصرف نانوذرات توسط ازتوباکتر باشد. به طور کلی مقدار وزن خشک و جذب عناصر در لاکومکا به مراتب بیشتر از رکورد بود.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، نانوذرات آهن، ازتوباکتر، همزیستی، عناصر

فهرستمطالب

عنوان **صفحه**

فصلاول: مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ معرفی گیاه آفتابگردان ۱
۱-۱-۱خصوصیات گیاه شناسی آفتابگردان ۱
۱-۱-۱-۱ ریشه ۲
۱-۱-۱-۲ساقه ۲
۱-۱-۱-۳گل ۳
۱-۱-۱-۴بذر ۳
۱-۱-۱-۵برگ ۴
۱-۱-۲طبقه بندی علمی آفتابگردان ۴
۱-۱-۳اهمیت غذایی، صنعتی و دارویی ۵
۱-۱-۴سازگاری با عوامل محیطی ۵
۱-۲مشخصات ازتوباکتر ۶
۱-۲-۱پراکندگیازتوباکتر ۸
۱-۲-۲خصوصیت ویژه ازتوباکتر کروکوکوم ۸
۱-۲-۳جداسازی ازتوباکتر از خاک ۹
۱-۲-۴ اثر ازتوباکتر روی گیاهان ۹
۱-۳ نقش عناصر در گیاهان ۱۰
۱-۳-۱آهن ۱۱
۱-۳-۱-۱ کمبود آهن در گیاهان ۱۲
۱-۳-۱-۱-۱ علت کمبود آهن در گیاهان ۱۳
۱-۳-۱-۲ استراتژی جذب آهن در گیاهان ۱۳
۱-۴ تولید سیدروفور ۱۴
۱-۳-۲ ازت ۱۶
۱-۳-۲-۱ تثبیت ازت مولکولی ۱۷
۱-۳-۲-۱-۱ تثبیت ازت در ازتوباکتر ۱۷

عنوان **صفحه**

۱-۵ نانوتکنولوژی ۱۹
۱-۵-۱ نانو ذرات ۱۹
۱-۵-۱-۱ویژگی های نانوذرات ۲۰
۱-۵-۱-۲سنتز نانوذرات اکسید آهن ۲۰
۱-۵-۱-۲-۱کاربرد نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن ۲۱
۱-۵-۱-۳اثر نانوذرات بر گیاهان ۲۲
۱-۵-۲ کاربرد فناوری نانو در بهینه سازی ترکیب کودهای شیمیایی ۲۲
۱-۶ اهمیت کودهای زیستی ۲۳
۱-۷ هدف ۲۳

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱ تهیه و کاشت بذر ۲۵
۲-۲ اعمال تیمار ۲۶
۲-۳اندازه گیری وزن تر و خشک ریشه و بخش هوایی ۲۷
۲-۴خالص سازی باکتری ۲۷
۲-۴-۱ روش شناسایی ازتوباکتر کروکوکوم ۲۷
۲-۴-۲ محیط کشت ازتوباکتر آگار ۲۸
۲-۵روش اندازه گیری عناصر Fe, Ca, Mg, K, Na ۲۸
۲-۶تعیین درصد ازت کل به روش کجلدال ۲۸
۲-۷آنالیز آماری داده‌ها ۲۹

فصل سوم: نتایج

۳-۱ رابطه‌ی وزن‌تر و خشک ریشه و بخش هوایی ۳۰
۳-۲ اثر تیمارهای مختلف بر مقدار وزنخشک ریشه ۳۲
۳-۳اثر تیمارهای مختلف بر مقدار وزنخشک بخش هوایی. ۳۴
۳-۴ بررسی مقدارعناصر (Fe, Ca, Mg, K, Na)در اجزاء گیاه آفتابگردان ۳۶
۳-۴-۱بررسی مقدار عنصر آهن (Fe) در ریشه گیاه آفتابگردان ۳۶

عنوان **صفحه**

۳-۴-۲بررسی مقدار عنصر آهن (Fe) در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۳۸
۳-۴-۳بررسی مقدار عنصر کلسیم (Ca) در ریشه گیاه آفتابگردان ۴۰
۳-۴-۴ بررسی مقدار عنصر کلسیم (Ca)در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۴۲
۳-۴-۵بررسی مقدار عنصرمنیزیم (Mg) در ریشه گیاه آفتابگردان ۴۴
۳-۴-۶بررسی مقدار عنصرمنیزیم (Mg) در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۴۶
۳-۴-۷بررسی مقدار عنصر پتاسیم (K) در ریشه گیاه آفتابگردان ۴۸
۳-۴-۸ بررسی مقدار عنصر پتاسیم (K) در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۵۰
۳-۴-۹ بررسی مقدار عنصر سدیم (Na) در ریشه گیاه آفتابگردان ۵۲
۳-۴-۱۰بررسی مقدار عنصر سدیم (Na) در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۵۴
۳-۵ بررسی درصد ازت کل (N%) در ریشه گیاه آفتابگردان ۵۶
۳-۶ بررسی درصد ازت کل (N%) در بخش هوایی گیاه آفتابگردان ۵۸
۳-۷ رابطه بین عناصر (Fe, Ca, Mg, K, Na, N) در گیاه آفتابگردان ۶۰

فصل چهارم بحث و نتیجه گیری

۴-۱ تغییرات وزنخشک ریشه و بخش هوایی ۶۲
۴-۲تغییرات مقدار آهن در ریشه و بخش هوایی ۶۵
۴-۳تغییرات ازت کل ریشه و بخش هوایی ۶۶
۴-۴تغییرات کلسیم در ریشه و بخش هوایی ۶۸
۴-۵تغییرات منیزیم در ریشه و بخش هوایی ۶۸
۴-۶تغییرات پتاسیم در ریشه و بخش هوایی ۶۹
۴-۷تغییرات سدیم در ریشه و بخش هوایی ۶۹
۴-۸نتیجه گیری کلی ۷۰
۴-۹ پیشنهادات ۷۰
پیوست‌ها ۷۱
منابعومآخذ ۸۰

فهرست‌شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱:اشکال مختلف ریشه در آفتابگردان ۲
شکل۱-۲: شمای عمومی گل آذین آفتابگردان..... ۳
شکل۱-۳: جذب آهن در گیاهان از طریق استراتژی ۱ و ۲..... ۱۴
شکل۱-۴: چرخه بیولوژیکی نیتروژن..... ۱۸
شکل۱-۵: ساختار دو بعدی منظم و نامنظم از نانوذرات ۱۹
شکل۲-۱:بذرهای آفتابگردان در مرحله جوانه‌زنی و انتقال به پرلیت..... ۲۶
شکل۳-۱:رابطه‌ی بینوزن‌تروخشکبخشهوایی در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف ۳۱
شکل۳-۲: رابطه‌ی بینوزن‌تروخشکریشهدر دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف..... ۳۱
شکل۳-۳: وزن خشک ریشه دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۳۳
شکل۳-۴: وزن خشک بخش هوایی دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۳۶
شکل۳-۵: مقدار آهن ریشه دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۳۸
شکل۳-۶: مقدار آهن بخش هوایی در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۴۰
شکل۳-۷: مقدار کلسیم ریشه دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۴۲
شکل۳-۸: مقدار کلسیم بخش هوایی دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل.. ۴۴
شکل۳-۹: مقدار منیزیم ریشه در دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۴۶
شکل۳-۱۰: مقدار منیزیم بخش هوایی دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۴۸
شکل۳-۱۱: مقدار پتاسیم ریشه دردو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۵۰
شکل۳-۱۲: مقدار پتاسیم بخش هوایی در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۵۲
شکل ۳-۱۳: مقدار سدیم ریشه در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل ۵۴
شکل۳-۱۴: مقدار سدیم بخش هوایی در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل۵۶
شکل ۳-۱۵: درصد ازت کل ریشه در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۵۸
شکل۳-۱۶: درصد ازت کل بخش هوایی در دو رقم لاکومکا و رکورد تحت تیمارهای مختلف در مقایسه با کنترل..... ۶۰

عنوان **صفحه**

شکل۳-۱۷: مقدار عناصر (Fe, Ca, Mg, K, Na, N) ریشه در گیاهان شاهد قبل از تیمار در در ارقام آفتابگردان (لاکومکا و رکورد) ۶۱
شکل۳-۱۸: مقدار عناصر (Fe, Ca, Mg, K, Na, N) بخش هوایی در گیاهان شاهد قبل از تیمار در در ارقام آفتابگردان (لاکومکا و رکورد) ۶۱

فصل اول

مقدمه وبررسی منابع

۱-۱معرفی گیاه آفتابگردان

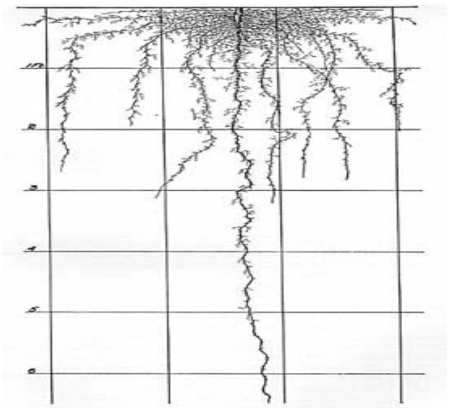
آفتابگردان ازگیاهان بومی نواحی مرکزی قاره آمریکا می‌باشدکه حدود ۱۰۰۰ سال قبل از میلاد این گیاه به صورت زراعی در آمدهاست. والد احتمالی آفتابگردان زراعی*Helianthus agrophyllus*است که بومی نواحی جنوب غربی ایالت متحده آمریکا و مکزیک می‌باشد(خواجه پور، ۱۳۸۳).آفتابگردان با نام علمی (*annuus*L.*Helianthus*)عضو خانواده‌ای از گیاهان گل دار از تیره کاسنی (Composiae) می‌باشد. لینه نام جنس *Helianthus*را از واژه یونانی helios به معنی آفتاب و Anthos به معنای گل گرفتهاست (Linnaeus, 1800). این گیاه در مناطق معتدل رشد می‌کند و علت استفاده از آن دوره کوتاه زندگی، محتوای روغن بالا، حساسیت به نور و سازگاری با شرایط مختلف خاک و محیط می باشد (Kumar *et al*., 2000a).

۱-۱-۱ خصوصیات گیاه شناسی آفتابگردان

این گیاه علفی، یک ساله، دارای برگ‌های متناوب و ساده، ریشه راست و گل آذین کاپیتول می‌باشد. طول دوره رشد آن بسته به رقم و کلیهعوامل محیطی از ۸۰ تا ۱۵۰ روز متغیر است (قهرمان، ۱۳۷۳).

۱-۱-۱-۱ ریشه

ریشه در آفتابگردان سه نوع است: ریشه اصلی عمیق که در شرایط مناسب بافت خاک تا عمق ۲/۵-۳/۵ به اعماق نفوذ می‌کند. ریشه‌های فرعی که عمدتاً در عمق ۲۵ سانتی‌متری خاک دیده پراکنده شده‌اند و ریشه‌های سطحی که در نزدیک طوقه و در محدوده سطحی خاک دیده می‌شوند (شکل ۱-۱). مولفه‌های جانبی این نوع ریشه‌ها تا شعاع ۱/۵ متری می‌تواند گسترش یابد. افزایش طولی ریشه‌ها به طور روزانه در یک هکتار ۷۰ کیلومتر می‌باشد (ناصری، ۱۳۷۰).



شکل ۱-۱ اشکال مختلف ریشه در آفتابگردان

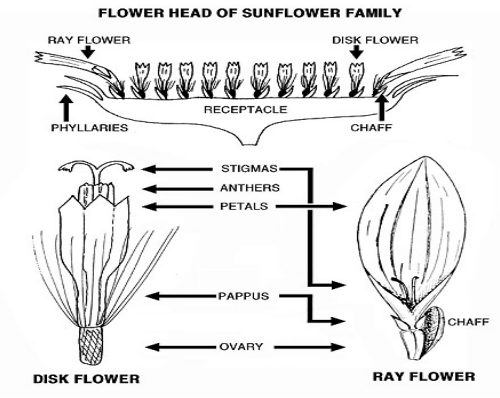
۱-۱-۱-۲ ساقه

این گیاه در بین گیاهان زراعی به علت داشتن ساقه‌ای بلند و خشن معروف است. قطر ساقه از یک تا ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ساقه بین ۰/۵ تا ۵ متر متغیر می‌باشد (Karis, 1993). ارقام زراعی امروزی، گیاهان تک ساقه هستند که انتهای ساقه به یک طبق[1] ختم می‌شود. ارقامی که اصلاح شده و ساقه انشعابی ندارند به تیپ‌های تک طبقی[2] و به ارقامی که ساقه انشعابی داشته و دارای بیشترین طبق باشند به تیپ‌های چند طبقی[3] معروفند. طی مرحله رسیدگی، در محل اتصال ساقه اصلی به طبق، بر اثر وزن طبق زاویه موجود بین امتداد ساقه و طبق بیشتر می‌شود. در تیپ‌های ایده آل این زاویه بین ۱۱۵ تا ۱۳۰ درجه می‌باشد (Pommel and Bonhomme, 1998).

1Anthodium
2 Mono Anthodium
3 poly Anthodium

۱-۱-۱-۳ گل

گل آذین در آفتابگردان از نوع کلاپرگ[1] می‌باشد که مخصوص خانواده Asteraceae بوده و طبق نامیده می‌شود. قطر طبق بین ۱۰-۷۵ سانتی‌متر متغیر می‌باشد(Harries*et al*., 1978).



شکل ۱-۲ شمای عمومی گل‌آذین آفتابگرداناقتباس از (Taylor, 1985)

در مرحله گلدهی،طبق دارای دو نوع گل می‌باشد: گل‌های کناری یا گل‌های زبانه‌ای[2] و گل‌های مرکزی یا میله‌ای یا لوله‌ای[3] که در شکل ۱-۲ نشان داده شده‌است.

گل‌های کناری: در محیط خارجی طبق به تعداد یک یا دو ردیف قرار داشته و مرکز از ۱۰۰ عدد تجاوز نمی‌کند. این گل‌ها اغلب زردرنگ بوده و از سه گلبرگ تشکیل شده‌اند که به علت نداشتن بساک و عدم کلاله عقیم و نازا می‌باشند و عمدتا برای جلب حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرند.

گل‌های مرکزی:از تلفیق ۵ گلبرگ تشکیل شده‌اند که تعداد ۵ پرچم را پوشش می‌دهند. این گل‌ها دارای تمامی ارگان‌های جنسی می‌باشند ولی کاسبرگ ندارند. برحسب قطر طبق، تعداد گل‌های مرکزی بین ۸۰۰ تا ۴۰۰۰ متغیر است (Taylor, 1985; Panero and Crozier, 2008).

۱-۱-۱-۴ بذر

بذر آفتابگردان فندقه بوده که آکن[4]نامیده می‌شود(Carlquist, 1976). در بذر آفتابگردان پوسته دانه و میوه یکی شده که پریکارپ[5] نامیده می‌شود. پریکارپ در برگیرنده جنین[6] و برگ‌های اولیه[1]تکامل یافته و گوشتی شده می‌باشد. برگ‌های اولیه حاوی روغن و پروتئین به عنوان مواد ذخیره‌ایمی‌باشد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

1 capitulum
2 Ray flower
3 Diskflower
4Achene
5Pericarp
6Embyo

۱-۱-۱-۵ برگ

برگ‌هاکم و بیش قلبی شکل با حاشیه مضرس و دندانه دار می‌باشند. برگ‌ها نیز همانند ساقه از کرک‌های زبر و خشن پوشیده شده‌اند (Taylor, 1985). تعداد برگ‌ها بسته به تیپ ۷ تا ۴۰ برگ متغیر که هر کدام دارای دمبرگ گوشتی و دراز بوده و با پیشرفتی به انتهای ساقه از طول آنها کاسته می‌شود. بزرگترین برگ‌ها در محدوده وسط ساقه قرار دارند که ۶۰ الی ۷۰٪ سطح فتوسنتز جاری و نیاز مربوط پر شدن دانه‌ها را به خوداختصاص می‌دهند. برگ‌های کوتیلدونی به صورت متقابل ولی برگ‌های بعدی به صورت متناوب در روی ساقه ظاهر می‌شوند (Panero and Crozier, 2008).

۱-۱-۲ طبقه بندی علمی آفتابگردان

کرونکویست[۲] (۱۹۸۱) خانواده Asteraceae را به عنوان تنها خانواده راسته Asterals درنظرگرفت ولی باافزایش اطلاعات جدید، طبقه‌بندی این خانواده دستخوش تغییرات زیادی قرار گرفته‌است،لیکن این طبقه‌بندی هنوز از شهرت جهانی برخوردار است. در زیر جایگاه این گیاه را در این طبقه بندی مشاهده می‌کنید.

Domain: Eukaryota
Kingdom: Plantae
Subkingdom: Viridaeplantae
PHylum: Tracheophyta
SubpHylum: Euphyllophytina
InfrapHylum: Radiatopses
Class: Magnoliopsida
Subclass: Asteridae
Superorder: Asteranae
Order: Asterales
Family: Asteraceae
Genus: *Helianthus*
Specific epithet: *annuus*
Subspecies: annuus
Botanical name: *Helianthusannuus* annuus

1Colyledon
2 Cronquist

۱-۱-۳ اهمیت غذایی، صنعتی و دارویی

گیاه آفتابگردان از مهمترین محصولات روغنی کشت شده در جهان است و با داشتن حدود ۵۰-۴۰ درصد روغن با کیفیت مطلوب به عنوان یک گیاه زراعی با ارزش محسوب می‌شود (Dedio, 1985). روغن آن به علت داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع، به عنوان یکی از منابع مهم روغن‌های گیاهی در جهان و آسیا مطرح است. به طوری که در هر ۱۰۰ گرم از کل اسیدهای چرب موجود در دانه آفتابگردان، ۱۲٪ اسیدهای چرب اشباع (۶٪ پالمیتیک اسید، ۵٪ استئاریک اسید و ۱٪ انواع دیگر اسیدهای چرب اشباع) و ۸۸٪ اسیدهای چرب غیر اشباع (۶۶٪ لینولئیک اسید، ۲۱٪ اولئیک اسید و ۱٪ انواع دیگر اسیدهای چرب غیر اشباع) موجود می‌باشد (صفاری، ۱۳۸۵). امروزه روغن‌های خوراکی از منابع مهم تامین انرژی برای فرایندهای حیاتی در بدن انسان هستند و به خاطر نقشی که این مواد در تامین نیازهای چربی، پروتئین و ویتامین‌ها دارند، پس از مواد نشاسته‌ای در زمره مهم‌ترین موادغذایی محسوب می‌شوند (Aowad and Mohamed, 2009). همچنین این گیاه یکی از محصولات کشاورزی با ارزش است که اجزای مختلف آن هر کدام مصارف دارویی یا غذایی دارند (Kriedemann and Sands, 1984). بذر آفتابگردان برای پخت و پز و سالاد و آجیل استفاده می‌شود.از خواص دارویی آن می‌توان به کاربرد گل آن برای التیام زخم، کاهش فشار خون، بهبود درد معده و پایین آوردن تب نام برد (شکوری، ۱۳۸۹). روغن آفتابگردان چون جزء روغن‌های سیکاتیو است (سعادت لاجوردی، ۱۳۵۹) و از این جهت شبیه روغن کتان می‌باشد، در تهیه صابون، رنگ‌های پر کیفیت، لوازم آرایشی، پلاستیک، مواد شوینده و نرم کننده‌های پارچه کاربرد دارد. بذر آن به علت داشتن پروتئین و روغن زیاد برای تغذیه طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. کنجاله تخم آفتابگردان که پس از روغن‌گیری باقی می‌ماند دارای حدود ۱۲—۱۰ درصد مواد ازته است لذا خوراک دام خوبی است، به علاوه برگ‌های گیاه و ساقه‌های نازک سبز گیاه نیز چون مواد البومینوئیدی قابل ملاحظه‌ای دارد، برای دام علوفه خوبی قلمداد می‌شود. ساقه آن نیز الیاف سلولزی و فیبری زیادی داشته و در صنایع کاغذسازی و تهیه سلولز کاربرد دارد. برگشت بقایای گیاه به خاک علاوه بر حاصلخیزی آن با داشتن مواد فیتوتوکسین سبب کاهش علف‌های هرز می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۱-۴ سازگاری با عوامل محیطی

طیف سازگاری آفتابگردان وسیع است و از عرض ۴۰ درجه جنوبی تا ۵۵ درجه شمالی و از ارتفاع صفر تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا کاشته می‌شود اما بیشترین تولید آن در عرض‌های جغرافیایی ۲۱-۵۰ درجه شمالی و

۲۰-۴۰ درجه جنوبی صورت می‌گیرد (Weiss, 2000). آفتابگردان گیاهی است کهدر دمای شبانه روزی ۱۰ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند، اما دمای مطلوب رشد آن ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. به همین علت تولید آن در سطح جهان در مناطق معتدل بیشتر از مناطق گرمسیر است (Wilson, 1966).حساسیت این گیاه به pH خاک زیاد نیست و در pH بین ۸-۶ رشد می‌کند ولی آفتابگردان به بافت خاک حساس می‌باشد به طوری که بافت‌های رسی با محدودیت تهویه و بافت‌های درشت که از لحاظ ظرفیت نگهداری آب فقیر هستند باعث کاهش عملکرد آن می‌شوند. آفتابگردان گیاهی است که از نظر مصرف آب، نیاز زیادی به آب دارد و در صورتی که جمع ذخیره رطوبتی و بارندگی طی فصل رشد گیاه به حدود ۵۰۰ میلی‌متر برسد یا حداقل ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر بارندگی طی فصل رشد وجود داشته باشد تولید آفتابگردان در شرایط دیم موفقیت آمیز خواهد بود.حساسترینمرحلهبهکمآبیدرآفتابگرداناز۲۰روزقبلگلدهی تا ۲۰روزبعدازآن می‌باشد. به همین دلیل دردورهگرده افشانیبیشترینخسارتازکمآبیبه وجودمی‌آید. آفتابگردانبه علتسیستمریشه‌ایقویوگسترده،می‌تواند خشکیرا تحمل کند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

۱-۲ مشخصات ازتوباکتر

ازتوباکتر[1] یک باکتری گرم منفی با سلول‌های نسبتاً درشت با قطر ۱/۵ تا ۲ میکرون، فاقد اسپور و دارای حالت چند شکلی از میله‌ای با طول ۳- ۷ میکرون تا سلول‌های بیضی شکل یا کروی قابل مشاهده‌اند که به صورت منفرد-زوج یا دسته‌های نامنظم، گاهی با زنجیرهایی با طول مختلف مشاهده می‌شوند (عموآقایی و مستاجران، ۱۳۸۶). ازتوباکتر متعلق به خانواده ازتوباکتریاسه است که اولین گونه از خانواده ازتوباکتریاسه، کروکوکوم[2] نام گرفت. برخی گونه‌های ازتوباکتر دارای تاژک‌های پیرامونی[3] و متحرک و برخی دیگر غیر متحرک هستند (Krieg and Holt., 1984). در کشت‌های کهنه، سلول‌های ازتوباکتر متراکم شده و دیواره آن ضخیم‌تر می‌شود و در واقع تشکیل سیست[4] می‌دهند. سیست‌ها در مقایسه با فرم رویشی در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند گرما و خشکی مقاوم‌تر هستند. تشکیل سیست در ازتوباکتر با تولید پلی‌هیدروکسی بوتیرات[5](PHB) همراه است. در واقع قبل از تشکیل سیست مقادیری از پلی هیدروکسی بوتیرات در باکتری تجمع می‌یابد که در زیر میکروسکوپ معمولی به صورت دانه‌هایشفاف و بی رنگ دیده می‌شود. معمولاً برای تشکیل سیست کامل باید

1 Azotobacter
2*A. chroococcum*
3 Peritrichous
4 Cyst
5 Poly β-hydroxy butyric acid

مقدار پلیبتاهیدروکسی بوتیرات به حدود ۳۵٪ از وزن خشک سلول برسد. سیست‌ها تحت شرایط خشکی ممکن است تا ۲۳۰۰ سال نیز بقاء عمر داشته باشند (Krieg and Holt., 1984).در محیط کشت مایع اکثر سویه‌های ازتوباکتر بعد از چند روز در محیط کشت مایع فاقد نیتروژن ایجاد کدورت می‌کنند. این حالت به ویژه در نزدیک سطح مایع دست نخورده مشاهده می‌شود. در محیط کشت جامد، در محیط کشت فاقد نیتروژن کلنی‌ها بعد از ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد ظاهر می‌شوند و بسته به نوع قند در طی یک هفته قطری در حدود ۲ تا ۶ میلی‌متر پیدا می‌کنند. کلنی‌ها معمولاً صاف، براق، مات با تحدب کم و چسبیده هستند. بسته به نوع گونه در کلنی‌ها، رنگدانه‌های محلول و نامحلول مختلف تولید می‌شود (عموآقایی و مستاجران، ۱۳۸۶). ازتوباکتر یک باکتری هوازی است که می‌تواند در فشار کم اکسیژن نیزبهرشد خود ادامهدهد.همچنین ازتوباکتر یک باکتری شیمیوارگانوتروف است که می‌تواند از قندها، الکل‌ها، نمک و اسیدهای آلی متنوعی برای رشد و تکثیر استفاده کند و قادر به تثبیت نیتروژن مولکولی به حالت غیر همزیست می‌باشد. ازتوباکتر می‌تواند حداقل ۱۰ میلی‌گرم نیتروژن مولکولی را به ازاء هر یک گرم از کربوهیدرات مصرفی (معمولاً گلوکز) تثبیت نماید (Soleimanzadeh *et al*., 2010).مولیبدن برای تثبیت نیتروژن ضروری است اما ازتوباکتری که نیتروژناز آن حاوی وانادیوم است می‌تواند از وانادیوم به جای آن استفاده کند البته راندمان تثبیت در حضور وانادیوم کاهش می‌یابد. اکثر گونه‌های ازتوباکتر قادر به استفاده از نمک‌های آمونیوم و نیترات هستند. همچنین می‌توانند بعضی اسیدهای آمینه را به عنوان منبع نیتروژن مصرف کنند. محدوده pH برای رشد در حضور ترکیبات نیتروژنی از ۴/۸ تا ۸/۵ است ولی pH مناسب برای رشد و تثبیت نیتروژن ۷ تا ۷/۵ می باشد. در ازتوباکتر درصد مولی (G+C) مولکول DNA از ۳۶/۲ تا ۷۶/۵ متغیر می‌باشد.

ازتوباکتر دارای آنزیم کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز (SOD) فعالی است که برای حفاظت باکتری در مقابل گونه‌های اکسیژنی فعال که در شرایط تثبیت ازت و تنش‌های محیطی شکل می‌گیرد عمل می‌کنند. ازتوباکتر برای رشد مطلوب نیاز به آهن کافی دارد اما در محیط‌هایی با آهن کم نیز با تولید سیدروفورها قادر به رشد است (Shivprasad & Page,1989; Krieg and Holt, 1984). همه گونه‌های ازتوباکتر به غلظت ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر استرپتومایسین حساس هستند ولی در همین غلظت به اکسی تتراسیکلین مقاوم می‌باشند. اگرچه اهمیت دی ازوتروف‌های آزادزی هوازی از نظر اکولوژیکی کاملاً روشن نیست ولی در این مورد اتفاق نظر وجود دارد که این ارگانیسم‌ها اهمیت اندکی در تغذیه نیتروژنی گیاهان زراعی دارند و اثر مستقیم آنها در رشد گیاه احتمالاً به واسطه تولید عوامل تحریک کننده رشد می‌باشد(Zaied and El-Hady, 2003).ازتوباکترها در