بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

تاثیر مصرف نیتروژن بر انتقال مجدد ماده خشک در جو بهاره در شرایط کمبود آب

استاد راهنما:

دکتر علی عبادی

اساتید مشاور:

دکتر محمد صدقی

مهندس کامل ساجد

توسط:

صدیقه حاجی حسینلو

دانشگاه محقق اردبیلی

پاییز ۱۳۸۹

تقدیم به

پدر و مادر بزرگوارم

به رسم بوسه‌ای بر دستانشان

و به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان

تقدیر و تشکر:

حمد و سپاس خداوند یکتا را که از علمش مرا بهره‌مند ساخت تا در پس زمینه ادراکش لذت فهمیدن را احساس کنم. خدای را شاکرم که در من شکوفا کرد آن چیزی را که در کالبد خاکی من از خود دمیده بود. حال که خداوند متعال که توفیق به پایان رساندن این رساله را نصیبم گردانیده، بر خود لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که مرا در این تحقیق یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

از صمیم قلب، از سر اخلاص و بدون اغراق، از استاد فرزانه جناب اقای دکتر علی عبادی استاد راهنمای محترم و ارجمندم که از ایشان بسیار آموختم و راهنمای بی‌دریغشان که نقش بسزائی در تهیه و تدوین این پایان نامه داشت تشکر و قدردان زحماتشان هستم.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محمد صدقی که در جریان این تحقیق و در طی دوران تحصیل در محضرایشان از راهنمایی های شایسته‌شان بهره‌ها بردم کمال تشکر را می نمایم.

ارادت بی کران و مراتب امتنان و سپاس خود را نثار استاد فرزانه جناب آقای دکتر سعید خماری و دکتر اصفهانی که داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند می نمایم.

بر خود فرض مسلم می دانم که خالصانه ترین و سر سبزترین سپاس خود را نثار پدر و مادر مهربان، بزرگوار و عزیزم سازم که وجود مقدسشان همیشه دوران مایه و آرامش روانم بوده است و لحظه های سرافرازیم همیشه مدیون دستهای پر مهر آنان است.

از خواهران نازنینم که در همه حال پشتیبان من بوده اند و شرمسار محبت هایشان هستم کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

از دوست عزیزم سرکار خانم مهندس مصطفائی که با عشق همراهم بود، مهربانانه یاریم داد و با محبت های بی دریغش موجب دلگرمی من در این دوران بود از صمیم قلب سپاسگزارم.

و سپاس از عزیزانی که از سر اغماض رخصت بردن نامشان را ندادند که اگر حضور ایشان نبود راه به جایی نمی بردم.

نام خانوادگی:حاجی حسینلو **نام: صدیقه**

عنوان پایان نامه: تاثیر مصرف نیتروژن در انتقال مجدد ماده خشک در جو بهاره در شرایط کمبود آب

استاد راهنما: دکتر علی عبادی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** گشاورزی گرایش : زراعت

دانشگاه محقق اردبیلی **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۸۹/۸/۲۵ **تعداد صفحه:** ٦٢

کلید واژه ها: انتقال مجدد، جو بهاره، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب و استفاده از نیتروژن، کارایی مصرف زراعی و فیزیولوژیکی نیتروژن.

چکیده

کارایی مصرف کودهای شیمیایی در شرایط مختلف محیطی تحت تاثیر قرار می‌گیرد با توجه به طول دوره‌ی رشد ونیاز غذایی بالا، همواره مصرف انواع کودهای شیمیایی در خاک نیاز است. بنابراین ضروری است که با روش‌های مدیریت زراعی مناسب علاوه بر افزایش راندمان مصرف کود، موجبات افزایش عملکرد و سایر ویژگی‌های گیاه را فراهم نمود، به همین منظور این آزمایش جهت ارزیابی تاثیر مصرف نیتروژن بر انتقال مجدد ماده خشک در شرایط تنش کمبود آب انجام شد. محل انجام آزمایش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی بود. فاکتورها شامل رژیم رطوبتی در سه سطح (آبیاری تکمیلی، قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی و بدون آبیاری یا دیم) و کود نیتروژنه از منبع اوره در چهار سطح (N_1: 0, N_2: 40, N_3: 80, N_4: 120 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در نظر گرفته شد. مقدار انتقال ماده‌ی خشک از اندام هوایی تحت تاثیر سطوح کود نیتروژن و تنش قرار گرفت و بیشترین میزان انتقال ماده‌ی خشک با (۳۱/۲۳ گرم برمتر مربع) در سطح کودی صفر حاصل شد با افزایش مقدار کود میزان انتقال کاهش یافت به طوری که در سطح کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به ۱۸/۳۳ گرم بر متر مربع کاهش یافت. بیشترین (۲۸/۳۸ گرم بر مترمربع) و کمترین (۱۵/۸۹ گرم بر متر مربع)مقدار انتقال مجدد به ترتیب در شرایط بدون آبیاری و آبیاری کامل حاصل شد (البته میزان انتقال در شرایط دیم تفاوت معنی‌دار چندانی با قطع آبیاری در مرحله‌ی گلدهی نداشت). این در حالیست که بیشتربن میزان عملکرد (۳۷۸٦ کیلوگرم در هکتار) در آبیاری کامل و در سطح کودی ۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شد. همچنین برای سطوح کود نیتروژن بیشترین و کمترین مقدار عملکرد با مقادیر ۲٤۸۲ و ۱٤۸۲ کیلوگرم بر هکتار در سطح ۸۰ و شاهد به دست آمد. کود نیتروژن با افزایش سطح سبز گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ شد در نتیجه سهم فتوسنتز جاری در پر کردن دانه افزایش یافت و از این طریق باعث افزایش عملکرد دانه تقریباً تا دو برابر شد بیشترین و کمترین میزان عملکرد (۳۱۱۹ و ۹۷٤.۵ کیلوگرم بر هکتار) به ترتیب در شرایط آبیاری کامل و دیم به دست آمد. همچنین سهم انتقال ماده خشک در عملکرد دانه متاثر از سطوح آبیاری و نیتروژن بود. کمبود رطوبت موجب شد تا گیاه ماده خشک بیشتری را از طریق انتقال مجدد به دانه اختصاص دهد طوری که این مقدار در شرایط بدون آبیاری ۳۱/۲۸٪ بود ولی در شرایط مساعد به لحاظ آبیاری این مقدار فقط ۵/۷۲٪ بود. شاخص برداشت نیتروژن با مصرف کود نیتروژن، در مقایسه با شاهد ۲٦٪ افزایش پیدا کرد اما حداکثر NHI در کود ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص حاصل شد. کارایی جذب و استفاده از نیتروژن با مصرف کود بیشتر کاهش پیدا کرد که بیشترین کاهش در سطح ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن حاصل شد. همچنین کارایی مصرف زراعی و فیزیولوژیکی نیتروژن نیز با افزایش مصرف کود کاهش پیدا کرد و بیشترین کارایی مصرف کود در سطح کودی ٤۰ کیلوگرم کود به دست آمد. مصرف کود نیتروژن به مقدار مناسب می‌تواند موجب برقراری تعادل بین عناصر غذایی و افزایش میزان پروتئین دانه شده و به عملکرد کمی و کیفی بالا منتهی می‌شود.

فهرست مطالب

مقدمه ۲
مبدا و تاریخ پیدایش جو..... ٤
جو در آیینه آمار ٤
پراکندگی جغرافیایی ٤
مورفولوژی جو ٥
طبقه‌بندی جو از لحاظ آرایش گل‌آذین ۹
اکولوژی جو ۹
تنش کمبود آب ۱۰
نقش آب در رشد گیاهان ۱۰
واکنش گیاه از نظر رشد رویشی و عملکرد به خشکی ۱۱
تنش خشکی و عملکرد غلات ۱۳
سازگاری گیاهان نسبت به خشکی ۱٤
نیتروژن ۱٦
واکنش گیاهان زراعی نسبت به نیتروژن ۱۸
اثر مقدار و توزیع بارندگی در طول فصل زراعی به نیتروژن خاک ۱۸
شاخص برداشت نیتروژن ۲۰
کارایی مصرف نیتروژن ۲۰
مفهوم کارایی مصرف کود ۲۱
راه‌های افزایش کارایی مصرف کود نیتروژن و جلوگیری از هدر رفت آن: ۲۲
انتقال مجدد ماده خشک ۲۳
مواد و روش ها
مشخصات طرح و محل اجرای آزمایش ۲۸
عملیات زراعی ۲۸
روش اندازه گیری درصد نیتروژن به روش کلدال ۲۹
نتایج و بحث
انتقال مجدد مواد خشک ۳۳
عملکرد دانه ۳۷
سهم انتقال ماده‌ی خشک در عملکرد دانه ۳۸
شاخص برداشت نیتروژن ۳۹
کارایی مصرف نیتروژن ٤۲
کارایی جذب نیتروژن ٤۳
کارایی زراعی مصرف نیتروژن ٤٤

کارایی فیزیولوژیک مصرف نیتروژن ٤٧
نتیجه‌گیری کلی ٤٩
پیشنهادات ٥٠
منابع ٥١

فصل اول :

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

مقدمه

آب از فراوان‌ترین ترکیبات کره ی زمین است با این حال قسمت وسیعی از مناطق جهان در معرض خشکی قرار دارد. خشکی از رایج ترین تنش های محیطی و مهمترین عامل محدود کننده‌ی تولیدات کشاورزی می باشد (استیت، ۱۹۹۹) و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد (پاتگر و همکاران، ۲۰۰۵).

مبارزه‌ی بشر با کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک از زمان‌های باستان شروع شده است و در حال حاضر نیز لزوم مبارزه‌ی مستمر و پیگیر به خاطر افزایش روزافزون جمعیت و مصارف مختلف آب شدیدا احساس می‌گردد زیرا که آب به عنوان یک منبع طبیعی ارزشمند همواره در مناطق خشک و نیمه خشک یک عامل بازدارنده‌ی اساسی برای تولیدات کشاورزی به شمار می‌رود (وییتز، ۱۹۷۱). ایران نیز با متوسط ۲٤۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه یکی از کشورهایی است که در اکثر نقاط آن تنش‌های محیطی موجب کاهش عملکرد، از بین رفتن حاصلخیزی خاک و در مواردی عدم امکان تداوم کشاورزی گردیده است. واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی در سطوح مورفولوژی و بیوشیمیایی متفاوت است. گیاهان برای زنده ماندن نیازمند سازگاز شدن به هر تنشی هستند وتوان گیاهان برای سازش به تنش‌ها بستگی به نوع، شدت، مدت و مرحله‌ی وقوع تنش و همچنین گونه‌ی گیاهی دارد (یوردانو و تسو، ۲۰۰۰ ؛ مانس، ۲۰۰۲).

از نظر بیولوژیکی تنش عبارت است از هر گونه تغییر در شرایط محیطی که واکنش گیاه را از حد مطلوب خارج سازد (فضل آبادی و همکاران، ۱۳۸٤) پس برای نیل به حداکثر عملکرد لازم است گیاه در شرایط بهینه رشد کند که این شرایط برای گیاهان مختلف متفاوت است و زمانی که یک یا چند تا از این شرایط خارج از حد تحمل گیاه باشد رشد و عملکرد کاهش می یابد و گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد

(لاولر و همکاران، ۱۹۸۱). در بین همه‌ی عوامل آب از مهمترین احتیاجات گیاه است که توزیع گیاهان را در سراسر دنیا مشخص کرده و ساختار و عملکرد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (فضل آبادی و همکاران، ۱۳۸٤). سیستم های جدید تولید محصول غلات نیازمند عملیات مدیریتی کارا، پایدار و محیطی سالم می‌باشند و در این سیستم‌ها نقش نیتروژن به عنوان یک عامل کلیدی برای رسیدن به عملکرد مطلوب انکارناپذیر است (فاجریا و بالیگار، ۲۰۰۱).

کود نیتروژن از مهمترین کودهای شیمیایی است که به طور فراوان استفاده می‌شود. نیتروژن موجب تسریع رشد، شادابی رنگ بوته‌ها، افزایش رشد ریشه، بالا رفتن مقدار پروتئین و افزایش سطح برگ می-شود. آب و نیتروژن خاک در مناطق خشک و نیمه خشک و مناطق معتدل که به کشت غلات اختصاص دارند از مهمترین عوامل افزایش عملکرد به شمار می‌رود. این دو عامل در طی دوره پرشدن دانه از عوامل محدودکننده‌ی محیطی است در چنین شرایطی قسمت اعظم نیاز دانه به نیتروژن از طریق دریافت نیتروژن از قسمت‌های رویشی تامین می‌شود (حسین و همکاران، ۱۹۹۰) غلات حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن دانه را از مواد ذخیره‌ای قبل از مرحله‌ی گلدهی از اندام‌های سبز کسب می‌کند. از طرفی انتقال ماده‌ی خشک تولید شده‌ی قبل از گلدهی طی فرآیند انتقال مجدد مواد، هنگامی که فتوسنتز جاری بعد از گلدهی در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد در عملکرد نهایی دانه نیز سهم قابل توجهی دارد (ماینرد و جفری، ۲۰۰۱).

غلات به عنوان تامین‌کننده‌ی نیازهای غذایی انسان و یک منبع مهم در تغذیه دام و مواد اولیه برخی صنایع، نقش اساسی در اقتصاد هر کشور ایفا می‌کند. در واقع گام اول خودکفایی هر کشوری کسب توانایی در تولید غذای اصلی مردم آن کشور می‌باشد. بنابراین افزایش تولید غلات جزء برنامه‌های اولیه کشورهای در حال توسعه می‌باشد که نیل به خودکفایی را در زمره‌ی اهداف خود گنجانده‌اند. جو به عنوان چهارمین غله‌ی مهم دنیا گیاهی مقاوم به شوری با دامنه انتشار و سازگاری اقلیمی وسیع است که به همین دلیل بیشتر در مناطق خشک که میزان بارندگی کم و متغیری دارند و تکافوی تولید محصول رضایت‌بخش گندم را نمی‌دهد، کشت می‌شود. جو مصارف زیادی در تغذیه انسان و دام دارد به طوری

که در برخی از مناطق دنیا غذای اصلی تعداد زیادی از مردم می‌باشد. ارزش علوفه‌ای دانه‌های آن در تغذیه دام و طیور قابل مقایسه با ارزش علوفه‌ای دانه‌های ذرت می‌باشد و در صنایع مالت‌سازی نیز کاربرد دارد. نظر به نقش مهم نیتروژن در رشد، نمو و تولید جو این عنصر به عنوان یکی از عوامل محدودکننده‌ی تولید به شمار می‌رود (گودرود و جلوم، ۱۹۸۸) بنابراین انتخاب ترکیب مناسبی از سطوح کود نیتروژن و آب که بتواند ضمن افزایش کارایی مصرف نیتروژن به تولید بیشتر کمک کند و از طرف دیگر بر کاهش هزینه‌های مربوط به تولید و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف نادرست کودهای شیمیایی مؤثر باشد.

مبدأ و تاریخ پیدایش جو

جو از نظر تاریخچه زراعت دارای قدمتی مشابه گندم است و عملیات زراعی در تولید هر دو نیز از بستر بذر گرفته تا بذرکاری، داشت و برداشت مشابه است. آثار ده هزار سال قبل جو غلافدار همراه با گندم، در خرابه‌های دهکده‌ی جارمو واقع در شمال شرقی عراق و جوهای بدون غلاف یا لخت نیز در آسیای جنوب شرقی، به ویژه چین و تبت به دست آمده‌اند (لئونارد ومارتین، ۱۹٦۳). دانه‌ی جو در بین ملل مختلف احترام خاصی داشته است. چینی‌ها جو را یکی از نباتات مقدس و یونانی‌ها جو را اولین غدایی که خداوند برای انسان خلق کرده است می‌دانسته‌اند. منشأ و موطن اصلی جو به طور قطع معلوم نیست ولی هارلان (۱۹۷۱) عقیده دارد که خاستگاه این گیاه کوه‌های زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی در ترکیه و فلسطین بوده است.

جو در آئینه‌ی آمار

سطح زیر کشت و تولید جو در ایران در سال زراعی ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۸ به ترتیب برابر ۱.۵ میلیون هکتار و ۲.۵ میلیون تن ودر دنیا برابر ٦٦.۵ میلیون هکتار و ۱۵۰ میلیون تن بوده است. ٤۲ درصد سطح زیر کشت جو در ایران به صورت آبی و ۵۸ درصد آن به صورت دیم است ولی ۷۱ درصد تولید آن در کشور از اراضی آبی و۲۹ درصد از اراضی دیم به دست می‌آید. از نظر سطح زیر کشت و تولید جو، در

ایران، خراسان و از میان کشورهای جهان، روسیه مهمترین تولیدکننده‌ی جو به شمار می‌روند. میانگین عملکرد جو در ایران و دنیا به ترتیب برابر ۱۶۵۰ و ۲۲۶۰ کیلوگرم در هکتار است. ولی کشورهای آلمان، فرانسه و انگلستان از نظر سطح عملکرد با تولید ۶۰۵۰، ۶۰۴۵ و ۵۸۴۱ کیلوگرم در هکتار دارای مقام-های اول تا سوم هستند. پایین‌ترین سطح عملکرد به روسیه تعلق دارد. کشورهای عربستان، ژاپن و چین از واردکنندگان جو و آلمان، فرانسه، کانادا و استرالیا از صادرکنندگان آن به شمار می‌روند. ایران نیز از جمله کشورهای واردکننده‌ی جو است به طوری که مقدار آن در سال ۱۹۹۶ بالغ بر ۱۲هزار تن گزارش شده است (بی‌نام، ۱۳۷۷)

پراکندگی جغرافیایی:

جو از جمله گیاهانی است که می‌تواند در شرایط آب و هوایی متفاوت رشد کند و ارقام آن نسبت به شرایط محیطی مختلف سازگاری دارند. جو می‌تواند در ارتفاعات زیاد و عرض جغرافیایی بالا بروید به طوری که در نیمکره‌ی شمالی تا عرض جغرافیایی ۷۰ درجه در نروژ کشت می‌شود. این گیاه در مقابل تغییرات ارتفاع از سطح دریا مقاومت زیادی دارد تا ارتفاع ۴۷۰۰ متری در تبت و ۵۰۰۰ متری در هندوستان کشت می‌شود. با وجود این، زراعت جو منحصر به نقاط سردسیر نشده ودر مناطق گرمسیر ونیمه گرمسیر نیز کشت میگردد (بهنیا، ۱۳۷۵).

مورفولوژی جو

جو گیاهی است یکساله و روزبلند که به دو نوع زمستانه و بهاره یافت می‌شود و به تیره‌ی گندمیان، زیرتیره‌ی هوردیه[1]، جنس هوردیوم[2]، طایفه‌ی تریتیسه[3] و گونه‌ی ولگاره[4] تعلق دارد. با وجود این که دارای گونه‌های دیپلوئید ($2N = 2X = 14$) ، تتراپلوئید ($2N = 4X = 28$) و هگزاپلوئید ($2N = 6X = 42$) است ولی تمامی جوهای زراعی عموما دیپلوئید هستند وعدد پایه کروموزومی آن‌ها $X= 7$ است. جو از نظر چسبیدن لما و پالئا به هنگام رسیدن محصول به کاریوپس، به دو نوع غلاف‌دار

[1] - Hordieh 2- Hordeum 3- Triticeae
4- Vulgare

ولخت، از لحاظ این که در بهار یا پاییز کاشته شوند به دو نوع بهاره وپاییزه و از نظر این که در هر گره محور گل آذین آن یک یا سه عدد سنبلچه‌ی بارور وجود داشته باشد به دو نوع دوپر و شش‌پر یافت می‌شود (کاظمی اربط، ۱۳۸٤). جوانه‌زنی دانه‌های جو هیپوژیل[1] و دوقطبی است و سبزشدن آن ۸ تا ۱۲ روز بعد از کاشت صورت می‌گیرد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷٦).

ریشه جو ساختمان ساده‌ی استوانه‌ای شکل، بدون گره و میانگره است. مانند دیگر غلات ریشه‌های جو به دو گروه ریشه‌های اولیه یا سمینال[2] و ریشه‌های گرهی تقسیم می‌شوند. تعداد ریشه‌های سمینال در جو بیش از گندم بوده وبین ۷-۵ عدد متغییر است. ریشه‌های نابجا به هنگام پنجه‌دهی از آغازه‌های موجود در طوقه به وجود می‌آیند. برخی از آنها مانند ریشه‌های سمینال به طور عمودی و برخی به طور افقی در خاک نفوذ می‌کنند (آرنون، ۱۹۷۲). سیستم ریشه‌ای جوهای بهاره وطول دوره‌ی رشد آنها در مقایسه با تیپ پاییزه ضعیف‌تر و کوتاهتر است به همین دلیل عملکرد جوهای پاییزه بیشتر از بهاره است (کاظمی، ۱۳۷۸). طوقه بخشی از ساقه با میانگره‌های بسیار کوتاه است که در فاصله‌ی بین گره کلئوپتیلی و اولین برگ حقیقی تشکیل می‌شود.

تعداد پنجه تابع ژنوتیپ و محیط است به طوری که تعداد کل پنجه و نیز پنجه‌های بارور در جوهای دوردیفه بیشتر از جوهای شش ردیفه است (سیمونس، ۱۹۸۲). تعداد پنجه‌ی جو تحت تأثیر تراکم بوته و عوامل محیطی از جمله رطوبت قابل استفاده، عمق کاشت و غیره قرار می‌گیرد در صورتی که اگر از مقدار بذر صحیح استفاده شود تعداد پنجه‌های بارور بین ۵-۳ عدد تغییر می‌کند. تعداد برگ در پنجه‌ها کمتر از ساقه‌ی اصلی است زیرا مدت زمان لازم برای آغازش آنها کمتر است (سیمونس و همکاران، ۱۹۸۲).

ساقه ساختمان استوانه‌ای شکل و شامل میانگره‌های ماشوره‌ای و گره‌های توپر است که ۸-٦ عدد میانگره دارد. تنوع ژنتیکی در بین جوها از نظر تعداد میانگره‌ها بسیار زیاد است. ارتفاع ساقه ونیز استقامت آن تابع ژنوتیپ و عوامل محیطی است و می‌تواند بین ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متر در بوته‌های پاکوتاه

[1]- Hypogeal 2- Seminal 3- Peduncle

تا بیش از ۱۵۰ سانتی‌متر در بوته‌های پابلند تغییر حاصل کند. انتهای پدانکل[1] که بلافاصله در پایین سنبله قرار گرفته گردن نامیده می‌شود و ممکن است مستقیم، به طور نسبی خمیده و دارای پیچش یا انحنا باشد (رید، ۱۹۸۵).

برگ‌های اولیه جو تک تک در اطراف نقطه‌ی رشد انتهایی قرار دارند و در آنجا یک برآمدگی گنبدی شکل را تشکیل می‌دهد و به طور متناوب ظاهر می‌شوند. تعداد برگ‌ها در هر ساقه بین ۷-۵ عدد تغییر می‌کند. ولی در برخی گونه‌ها تا ۱۵ عدد نیز گزارش شده است (هارلان و پوپ، ۱۹۲۲). هر برگ شامل غلاف، پهنک، گوشوارک و زبانک است. پهنک برگ جو مانند گندم در جهت حرکت عقربه‌ی ساعت می‌پیچد. تعداد رگبرگ‌های برگ جو بیشتر از گندم است. اندازه‌ی برگ‌های موجود در یک بوته‌ی جو متفاوت است. اولین برگ کوچکتر و نوک گردتر از سایر برگ‌ها است. و کوچک‌ترین پهنک نیز به برگ پرچم تعلق دارد. پهنک برگ در جوهای دوردیفه باریکتر از جوهای شش‌ردیفه است (آرنون، ۱۹۷۲). اندازه‌ی برگ در یک ژنوتیپ تحت تاثیر محیط به ویژه طول روز قرار می‌گیرد. گوشوارک‌ها به صورت دو زائده‌ی چنگال مانند ساقه را در محل اتصال غلاف به پهنک احاطه کرده‌اند. اندازه‌ی گوشوارک‌های جو از گندم و چاودار بزرگ‌تر است و مشخصه‌ی جو در شناخت آن از دیگر غلات در مراحل اولیه‌ی رشد بوته است (رید، ۱۹۸۵).

گل‌آذین جو سنبله است. سنبله جو مانند گندم، چاودار و تریتیکاله از مجموعه سنبلچه‌هایی تشکیل شده که به طور مستقیم و بدون دمگل به گره‌های محور زیگزاگ به نام راکیس متصل شده‌اند. در جوهای وحشی محور سنبله شکننده است ولی در جوهای زراعی و اصلاح شده این محور انعطاف پذیر و غیرشکننده است. شکل کلی سنبله جو تابع نحوه قرار گرفتن دانه‌ها در محور سنبله و طول بندهای آن است. فاصله‌ی گره‌های راکیس با توجه به واریته و فشرده یا غیرفشرده بودن سنبله متغییر است (لئونارد و مارتین، ۱۹٦۳). غیرفشرده بودن سنبله حاکی از سازگاری جو به شرایط محیطی مرطوب است (هارلان، ۱۹٥٤). سنبلچه‌های جو از دو عدد گلوم خطی نوک تیز تشکیل شده است. به هر یک از گره-

های محور سنبله سه عدد سنبلچه تک گلچه‌ای متصل هستند. این واحد سه سنبلچه‌ای در یک گره به طور متناوب در طرفین محور سنبله با فاصله ۱۸۰ درجه قرار می‌گیرند. در جوهای دوردیفه فقط سنبلچه‌ی وسطی بارور است (ویچ و همکاران، ۱۹۸۵). گلوم‌ها باریک اند شکل و اندازه‌ی گلوم‌های یک دانه تا حدی مشابه یکدیگر است. اندازه‌ی پالئا کوچکتر بوده و دارای روزنه در هر دو سطح است ولی لما فقط در سطح درونی دارای روزنه است سمت بیرونی آن به ریشکی به طول ۳۰-۱ میلی‌متر منتهی می‌شود (آرنون، ۱۹۷۲). ریشک ممکن است خاردار یا بدون خار باشد. اورسون و شالر (۱۹۵۵) گزارش کردند صفت بدون خاری ریشک با قدرت محصول‌دهی جو همبستگی شدید دارد به همین دلیل به علت خارداری ریشک جو، از کیفیت علوفه‌ای دانه و کاه کاسته می‌شود.

نقش ریشک در افزایش عملکرد درجو شبیه گندم است با این تفاوت که طول آن در جو بلندتر است در نتیجه اثر کلی آن در پر شدن دانه و افزایش عملکرد جو بیشتر است (آرنون، ۱۹۷۲). در برخی از واریته‌ها ریشک‌ها به هنگام رسیدن دانه ریزش می‌کنند بنابراین خرمنکوبی یا جداکردن ریشک آنها از دانه آسان‌تر بوده و کیفیت علوفه‌ای این گونه دانه‌ها در تغذیه دام نیز بالاتر است.

دانه‌ی جو گندمه است و به هنگام رسیدن به وسیله‌ی پوشینک‌های داخلی وخارجی پوشیده می‌شود و زایده‌ای به نام راکیلا در پایه‌ی شیار دانه به آن می‌چسبد. در بخش پایینی پشت دانه، جایی که لما آن را پوشانده جنین قرار دارد و در واقع یک گیاه ریز در حال رکود است. با استفاده از شکل دانه می‌توان جوهای دوردیفه و شش‌ردیفه را از یکدیگر تشخیص داد. در واریته‌های جو دوردیفه کلیه‌ی دانه‌ها متقارن هستند. اختلاف آنها از نظر اندازه با توجه به موقعیت آنها در سنبله مشخص می‌شود به این معنی که دانه‌های بخش میانی سنبله درشت‌تر از دانه‌های پایه‌ای یا انتهایی هستند. تعداد دانه در سنبله‌ی جو شش‌ردیفه بین ٦٠ – ۲۵ عدد ودر جوهای دوردیفه بین ۳۰ – ۱۵ عدد متغیر است. دانه‌های پوشش‌دار در صنایع مالت‌سازی و دانه‌های لخت از نظر تغذیه‌ی انسان مناسب است. هر قدر اندازه‌ی دانه‌ها مشابه باشد از نظر مالت‌سازی مطلوب می‌باشد. رنگ دانه‌ی جو می‌تواند کاهی، سفید مایل به کاه، قرمز، سیاه، بنفش یا آبی باشد که سه رنگ اخیر بر اثر وجود رنگدانه‌ی آنتوسیانین به وجود می‌آیند (آرنون، ۱۹۷۲).

طبقه‌بندی جو از لحاظ آرایش گل‌آذین

جو شش‌ردیفه : در این جوها در هر بند از محور سنبله سه گلچه‌ی بارور وجود دارد.

جو دوردیفه : این جوها در هر بند از محور سنبله‌ی خود سه سنبلچه‌ی تک گلچه‌ای دارند که وسطی بارور و دو سنبلچه‌ی کناری غیربارور است (بهنیا، ۱۳۷۳).

اکولوژی جو

جو به علت مقاومتش در مقابل ناسازگاری‌های محیطی و نیز به سبب نیاز کم به رطوبت و تطابق با محیط کشت، در بسیاری از نقاط جهان کشت می‌شود. جو دوره‌ی تولید کوتاهی دارد ودر مقایسه با گندم مقاومت بیشتری به خشکی و بیماری‌ها دارد ودر شرایط نامساعد محیطی و کمبود بارندگی عملکرد آن بیشتر از گندم است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷٦). در شرایط دیم میزان عملکرد این گیاه بیشتر از گندم و چاودار است. این گیاه به خشکی مقاوم‌تر بوده ودر شرایط آب و هوای نیمه خشک آن جا که برای تولید غلات عامل محدودکننده است جو می‌تواند پرمحصول‌ترین غله‌ی سردسیری باشد (کاظمی، ۱۳۷۸). دانه‌ی جو نسبت به گندم برای جوانه‌زنی به رطوبت کمتری نیاز دارد ودر مواردی که بعد از جوانه‌زنی بر اثر کمبود رطوبت خشک شود با فراهم شدن شرایط مساعد رشد مجدد خود را از سر می‌گیرد (کوچکی، ۱۳٦۸). این گیاه با وجودی که نسبت به خشکی مقاوم است اما بعد از تشکیل سنبله هوای گرم و خشک را به اندازه‌ی گندم نمی‌تواند تحمل کند در این شرایط دانه‌ها به طور طبیعی پر نمی‌شوند و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. به طور کلی جو برای رشد، آب وهوای خنک و مرطوب را به آب و هوای گرم و مرطوب ترجیح می‌دهد. جو پاییزه به ۲۰۰۰ – ۱۹۰۰ و جو بهاره به ۱۷۰۰ – ۱٦۰۰ درجه سانتیگراد از کاشت تا برداشت نیازمند است. جو در بین غلات مقاوم‌ترین گیاه به شوری خاک می‌باشد. این گیاه در خاک‌های مختلف رشد می‌کند. معمولاً خاک‌های کم حاصلخیز را به کاشت جو اختصاص می‌دهند ولی بهترین خاک‌ها برای زراعت جو خاک‌های لیمونی، لومی و لوم رسی می-باشد. خاک‌های اسیدی را تحمل نمی‌کند ودر زمین‌هایی که pH آن‌ها بین ۸ – ۷ می‌باشد بهتر می‌روید(بهنیا، ۱۳۷۳).

تنش کمبود آب

تنش (stress) واژه‌ای است که اولین بار توسط دانشمندان علوم بیولوژیک در مورد انسان به کار برده شد. این واژه از علم فیزیک گرفته شده و آن را به عنوان هر عاملی که امکان بالقوه‌ی وارد آوردن صدمه به موجودات زنده را دارد تعریف می‌کنند. تنش نتیجه‌ی روند غیرعادی فرایندهای فیزیولوژیک است که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. تنش دارای توان آسیب رسانی می‌باشد که به صورت نتیجه یک متابولیسم غیرعادی روی داده و ممکن است به صورت کاهش رشد، مرگ گیاه و یا مرگ برخی از اندام‌ها بروز کند (حکمت شعار، ۱۳۷۲).

نقش آب در رشد گیاهان

آب در رشد گیاهان نقش عمده‌ای ایفا می‌کند و موجب آماس (تورژسانس) و بزرگ شدن سلول می‌گردد، آب از مواد متشکله مهم موجودات زنده به شمار می‌رود، در فعالیت‌های فتوسنتزی گیاهان نقش مهمی را به عهده دارد، و بالاخره حلالی است که املاح و کربوهیدرات‌ها در آن حل می‌شوند و بنابراین می‌تواند حرکت آنها را از یک یاخته به یاخته‌ی دیگر، از بافتی به بافت دیگر و از عضوی به عضو دیگر تسهیل کند. به این جهت است که کمبود آب می‌تواند میزان فتوسنتز و در نتیجه عملکرد را کاهش، طرز رشد ریشه‌ها، ساقه‌ها، کیفیت محصول، تشکیل گل و دانه را تغییر دهد. بنا به عقیده‌ی کرامر (۱۹۶۳) رشد گیاه به طور مستقیم تحت تاثیر تنش آب داخلی گیاه، و به طور غیرمستقیم تحت تاثیر تنش آب موجود در خاک قرار می‌گیرد. وی معتقد است که تنها مقدار آب موجود در خاک برای ارزشیابی تاثیر آب در میزان عملکرد کافی نیست در واقع تعادل داخلی آب گیاه است که در رشد گیاه دخالت دارد. به عنوان مثال، موقعی که مقدار جذب آب در خاک در مقایسه با مقدار تعرق کاهش می‌یابد در داخل گیاه تنش ظاهر می‌شود. این بدان معنی است که در مواقعی که دمای محیط زیاد و رطوبت نسبی هوا کم است گیاه ممکن است حتی در نقطه‌ی نزدیک به ظرفیت مزرعه‌ای دستخوش تنش شدید قرار بگیرد. همچنین در مواقعی که دما پایین و رطوبت نسبی بالا است بسیاری از گیاهان حتی در خاک نسبتاً خشک نیز در معرض پژمردگی قرار نمی‌گیرند.

واکنش گیاه از نظر رشد رویشی و عملکرد به خشکی

در یک سلول گیاهی فعال، آب مهم‌ترین ترکیب است و ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن تازه‌ی بافت‌های فعال در حال رشد را آب تشکیل می‌دهد و برای رشد گیاه بسیار ضروری است. کمبود آب بر متابولیسم، فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه تاثیر می‌گذارد. آب کنترل کننده‌ی سطح برگ و مورفولوژی آن است. اغلب این اندام قدرتمندترین ابزار موثر بر اقتصاد گیاه و نهایتاً عملکرد آن به هنگام قرارگیری در شرایط خشکی است (کاظمی،۱۳۷۸). گیاهی که شاخص سطح برگ بالایی دارد قادر است با تغییر هدایت روزنه‌ای مقدار انرژی ورودی را کنترل کرده و با بستن روزنه‌ها آب را در طی خشکی حفظ کند (پاسیورا، ۱۹۸۲). واکنش‌های مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان به کمبود آب، بسته به شدت تنش و طول دوره‌ی آن متغیر است. یک تنش بسیار ملایم تنها حساس‌ترین فرآیندها را تغییر می-دهد. با افزایش تنش این تغییرات تشدید شده و فرایندهای دیگر بسته به حساسیت آن‌ها به تنش تحت تاثیر قرار می‌گیرند. علاوه بر شدت و طول دوره‌ی تنش آب مرحله‌ی رشد گیاه که در تنش واقع می‌شود نیز در میزان تاثیر تنش بر رشد و عملکرد گیاه حائز اهمیت است به عبارت دیگر مرحله‌ی بحرانی در رابطه با نوع گیاه و هدف از کشت آن توصیه می‌شود. مثلا برای سبزیجات برگی دوره‌ی بحرانی در طی رشد فعال رویشی است. در مورد گیاهانی که برای تولید میوه یا دانه کشت می‌شوند مرحله‌ی زایشی دوره‌ی بحرانی است (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷٤).

ولز و دوبتس (۱۹۷۰) نشان دادند که برای دو رقم جو، تعداد دانه در سنبله و میانگین وزن دانه تحت تاثیر خشکی در طی مراحل زایشی و پرشدن دانه قرار می‌گیرند. بسیاری از مطالعات دیگر نیز نشان دادند که گیاهان دانه‌ای خصوصا دو هفته قبل از گرده‌افشانی به خشکی حساس هستند (فاجریا، ۱۹۸۰). گرنت و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کرد عملکرد دانه‌ی ذرت به خصوص در اوایل دوره‌ی ظهور کاکل تا پرشدن دانه به تنش آب حساس می‌باشد.

در خلال تنش، تقسیم سلولی با شدت کمتری ادامه می‌یابد ولی بعد از رفع تنش خشکی افزایش اندازه سلول با شدت بیشتری از سر گرفته می‌شود. در طول دوه‌ی تنش رشد طولی سلول به شدت تحت تاثیر قرار گرفته و همین، علت اصلی کوتولگی گیاهان در مزرعه می‌باشد (کوچکی، ۱۳۷٦).

اثر خشکی بر جذب مواد غذایی، سوخت وساز کربوهیدرات‌ها، پروتئین، انتقال یونها و مواد متابولیکی روشن است. کمبود آب در بستن روزنه‌ها موثر است زیرا آماس سلول‌های محافظ روزنه‌ها بستگی به مقدار آب دارد. این واکنش اثر بسیار مهمی در تولید دارد، زیرا مقدار گاز کربنیک جذب‌شده از طریق برگ فتوسنتز را مستقیما کنترل می‌نماید (ترنر و همکاران، ۱۹۷۸). شولز (۱۹۸٦) علائم متابولیک احتمالی از ریشه‌ها که در تنظیم کارکرد روزنه‌ها موثرند را مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت سیتوکنین تولیدی در ریشه‌ها ممکن است برخلاف عمل آبسیزیک اسید که منجر به انسداد روزنه‌ها می‌شود عمل کند.

جذب عناصر غذایی معدنی اغلب در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد (اسلچر، ۱۹٦۹) که این عمل می‌تواند ناشی از تداخل جذب عناصر غذایی و مکانیزم‌های تخلیه و کاهش جریان تعرق باشد (برادفورد و سیائو، ۱۹۸۲). تنش آب اغلب جذب نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد (اسپرنت، ۱۹۷٦). یکی از اولین علائم تنش خشکی، انتقال فسفر از برگ‌های مسن به ساقه و بافت‌های مریستمی می‌باشد. انتقال نیتروژن تقریبا بلافاصله بعد از فسفر صورت می‌گیرد و این امر نشان دهنده‌ی وقوع هیدرولیز پروتئینی و تغییر در اعمال عادی سلول است.

تنش آب می‌تواند با توزیع مواد غذایی در بذر نیز تداخل حاصل نماید و منجر به کیفیت نامناسب‌تر بذر شود. این موضوع در مورد سویا نشان داده شده است (اسمیکیلاس و همکاران، ۱۹۸۹). در شرایط تنش در پروتئین سازی و نیز تجزیه‌ی پروتئین اختلال ایجاد می‌شود تجزیه‌ی پروتئین‌ها می‌تواند موجب خسارت به گیاهان تحت تنش شود و این موضوع در اثر کمبود پروتئین نبوده بلکه به علت تجمع مواد سمی مانند آمونیاک است که ناشی از شکسته شدن پروتئین می‌باشد (کرامر، ۱۹۸۳). بارنت و نیلور (۱۹٦٦) نشان دادند که تجمع اسید آمینه‌ی پرولین در گیاه تحت تنش پنجه مرغی بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بود.

اثرات خشکی بر توسعه‌ی ریشه چندان روشن نیست، گرچه اظهار شده است که رشد ریشه نسبت به اندام‌های هوایی در خلال تنش و پس از آن افزایش می‌یابد (بگ، ۱۹۸۰). بایتولین (۱۹۷۲) در

مطالعه‌ای که روی واریته‌های گندم و جو انجام داد مشاهده کرد که در واریته‌های مقاوم به خشکی این گیاهان عمق توسعه ریشه بیشتر است. پاسلا (۱۹۷۵) در پنج واریته‌ی جو، وزن ریشه در لایه‌های پنج سانتی‌متری خاک را تا عمق یک متری در مراحل مختلف توسعه‌ی ریشه اندازه‌گیری کرد و ملاحظه نمود که در واریته‌ی (Pyiast) هر چه توسعه‌ی ریشه در پایین‌تر از عمق ۷۵ سانتی‌متری در مرحله‌ای که دانه‌های شیری سفت هستند بیشتر باشد سهم بیشتری در مقاومت به خشکی دارد. هر قدر واریته‌ای بیشتر به خشکی مقاوم باشد، قدرت حفظ ریشه‌های جنینی آن در شرایط خشک بیشتر است و ریشه‌های طوقه‌ای توسعه می‌یابد. تواری و همکاران (۱۹۷٤) الگوی ریشه‌دهی را به عنوان معیاری برای انتخاب گندم در شرایط تنش رطوبت مورد مطالعه قرار دادند. عملکرد به طور مستقیم با تعداد ریشه‌های طوقه‌ای همبستگی نشان داد. نور و ویبل (۱۹۷۸) گزارش کردند ارقامی که دارای بیشترین مقاومت به خشکی بودند دارای وزن و حجم ریشه‌ی بیشتر، ریشه‌های طویل‌تر و نسبت ریشه به اندام‌های هوایی بیشتری در مقایسه با ارقام حساس‌تر بودند. واریته‌های جو دانه درشت دارای ریشه‌های اولیه و ثانویه‌ی کمتری هستند ولی ریشه‌های طویل‌تر در لایه‌های پایین‌تر خاک دارند (برودای و ساواچنکو، ۱۹۷۷). رقم چاودار پرمونترا که دارای سیستم ریشه‌ای گسترده‌ای هستند به حرارت و خشکی نسبتا مقاوم هستند (گوردون–ورنر و دورفلینک، ۱۹۸۸).

تنش خشکی و عملکرد غلات

در مورد عملکرد دلایلی وجود دارند که تنش خشکی جزئی ، از میزان ظهور سلول‌های بنیادی گل جلوگیری می‌نماید. با این حال ثابت شده است که با رفع یک تنش جزئی در گیاه جو، سلول‌های بنیادی در مقایسه با گیاهان آبیاری شده با سرعت بیشتری تشکیل می‌گردند. هنگامی که گیاه جو در معرض تنش شدید قرار گرفت بهبود گیاه پس از رفع تنش مطلوب نبوده و تعداد سنبلچه‌ها به شدت کاهش می-یابد. تاثیر خشکی بر تشکیل سلول‌های بنیادی بیشتر از تشکیل سنبلچه بوده ودر نتیجه، تنش در مرحله‌ی تشکیل این سلول‌ها، می‌تواند تعداد دانه‌ها را بیشتر از تنش در مرحله‌ی رشد سنبلچه تحت تاثیر قرار بدهد (کاظمی، ۱۳۷۸).