دانشکده کشاورزی

گروه اکوفیزیولوژی گیاهی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

عنوان

اثر تیمارهای آبیاری و مالچ بر کارآیی مصرف آب و عملکرد دانه عدس

استادان راهنما

دکتر روح اله امینی دکتر عادل دباغ محمدی نسب

استادان مشاور

دکتر جلیل شفق کلوانق دکتر احمد اصغر زاده

پژوهشگر

مرتضی اعلمی میلانی

تابستان ۱۳۹۲

نام خانوادگی: اعلمی میلانی **نام**: مرتضی

عنوان پایان نامه: اثر تیمارهای آبیاری و مالچ بر کارآیی مصرف آب و عملکرد دانه عدس

استادان راهنما: دکتر روح اله امینی و دکتر عادل دباغ محمدی نسب

استادان مشاور: دکتر جلیل شفق کلوانق و دکتر احمد اصغر زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: کشاورزی

گرایش: زراعت **دانشگاه**: تبریز **دانشکده**: کشاورزی

تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۶/۱۳ **تعداد صفحه**: ۱۰۰

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تراکم روزنه برگ، شاخص کلروفیل، عملکرد و اجزای عملکرد عدس، کارآیی مصرف آب، مالچ

چکیده

اثر سطوح مختلف آبیاری و مالچ کلش گندم بر عملکرد و کارآیی مصرف آب عدس در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار پیاده گردید. تیمارهای آبیاری عدس (I_1، I_2، I_3، I_4 : به ترتیب آبیاری بعد از ۴۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و تیمار مالچ (M_1: شاهد و M_2: کاربرد دو تن در هکتار مالچ) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تیمارهای آبیاری نیز پس از رسیدن میزان تبخیر به مقدار مورد نظر با رساندن رطوبت خاک هر کرت به حد ظرفیت زراعی (FC) اعمال گردید و

حجم آب مصرفی به منظور محاسبه کارایی مصرف آب ثبت گردید. نتایج نشان داد که افزایش فواصل آبیاری منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح گردید، ولی استفاده از مالچ به طور معنی‌داری میزان افت عملکرد را کاهش داد. ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه عدس با کاهش تأمین آب، کاهش یافتند که در تیمار دارای مالچ این کاهش شدت کمتری داشت. تحت شرایط تنش، دماهای خاک، کانوپی و برگ افزایش معنی‌داری پیدا کردند که حضور مالچ بویژه در تیمارهای تنش شدید خشکی (I_3 و I_4) باعث ممانعت از افزایش بیش از حد دماهای فوق الذکر گردید. شاخص کلروفیل برگ و میزان گره بندی در ریشه گیاه در تیمارهای آبیاری I_1 و I_2 به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از تیمارهای آبیاری I_3 و I_4 بود. هر چند که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح از تیمار آبیاری I_1 بدست آمد، ولی بین دو تیمار I_1 و I_2 از لحاظ آماری، تفاوت معنی‌داری برای این صفات ملاحظه نگردید و همچنین به دلیل اینکه حجم آب مصرفی در تیمار آبیاری I_2 از تیمار I_1 کمتر بود و مخصوصا تیمار I_2 دارای مالچ، حجم آب مصرفی کمتری داشت، بیشترین کارآیی مصرف آب عدس در تیمار I_2M_2 بدست آمد. در نتیجه می‌توان اظهار داشت که در شرایط این آزمایش آبیاری عدس پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و مصرف دو تن در هکتار مالچ گندم، بیشترین عملکرد دانه در عدس را تولید می‌نماید.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: بررسی منابع	
۱-۱- اهمیت عدس	۵
۱-۲- گیاه شناسی عدس	۵
۱-۳- خصوصیات اکولوژیکی و زراعی عدس	۶
۱-۴- زراعت عدس	۷
۱-۵- عوامل محدود کننده رشد و عملکرد عدس	۹
۱-۶- تنش خشکی	۹
۱-۶-۱- صفات مرتبط با مقاومت به خشکی	۱۱
۱-۶-۲- فتوسنتز و تنش خشکی	۱۲
۱-۶-۳- محدودیت‌های روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای فتوسنتز	۱۳
۱-۶-۴- دمای کانوپی	۱۸
۱-۶-۵- اثر تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد	۲۲
۱-۷- مالچ	۲۳
۱-۷-۱- تاثیر مالچ در افزایش ذخیره رطوبتی خاک	۲۴
۱-۷-۲- اثر مالچ بر دمای خاک	۲۶
۱-۷-۳- تاثیر مالچ در کنترل علف‌های هرز	۲۸
۱-۷-۴- اثر مالچ در افزایش عملکرد	۲۸
۱-۷-۵- تاثیر مالچ در افزایش کارآیی مصرف آب	۳۰
۱-۸- اهداف پژوهش	۳۳
فصل دوم: مواد و روش‌ها	
۲-۱- موقعیت جغرافیایی محل آزمایش	۳۴
۲-۲- مشخصات اقلیمی محل آزمایشی	۳۴
۲-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش	۳۵
۲-۴- طرح آزمایشی و عملیات زراعی	۳۶
۲-۵- صفات مورد ارزیابی	۳۷
۲-۵-۱- صفات زراعی	۳۷
۲-۵-۱-۱- ارتفاع بوته	۳۷
۲-۵-۱-۲- عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و شاخص برداشت	۳۷

فهرست مطالب

۲-۵-۲- صفات فیزیولوژیکی ۳۸
۲-۵-۲-۱- شاخص کلروفیل ۳۸
۲-۵-۲-۲- میزان گره‌بندی ۳۸
۲-۵-۲-۳- تراکم روزنه ۳۸
۲-۵-۲-۴- دمای سطح خاک و دمای برگ ۳۹
۲-۵-۲-۵- دمای کانوپی ۳۹
۲-۵-۳- کارآیی مصرف آب ۳۹
۲-۶- تجزیه‌های آماری ۴۱

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- صفات زراعی ۴۲
۳-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۲
۳-۱-۲- تعداد شاخه فرعی ۴۴
۳-۱-۳- تعداد نیام در بوته ۴۵
۳-۱-۴- تعداد دانه در نیام ۴۶
۳-۱-۵- تعداد دانه در بوته ۴۶
۳-۱-۶- وزن صد دانه ۴۷
۳-۱-۷- عملکرد بیولوژیکی ۴۷
۳-۱-۸- عملکرد دانه در واحد سطح ۴۹
۳-۱-۹- شاخص برداشت ۵۱
۳-۲- صفات فیزیولوژیکی ۵۳
۳-۲-۱- شاخص کلروفیل ۵۳
۳-۲-۲- گره‌بندی ۵۶
۳-۲-۳- تراکم روزنه ۵۸
۳-۳- روز تا گلدهی ۵۹
۳-۴- دما ۶۰
۳-۴-۱- دمای خاک ۶۰
۳-۴-۲- دمای برگ ۶۲
۳-۴-۳- دمای کانوپی ۶۵
۳-۵- کارآیی مصرف آب ۶۷
نتیجه‌گیری کلی ۷۱
منابع مورد استفاده ۷۳

مقدمه

حبوبات با داشتن حدود ۲۰ درصد پروتئین و گاهی بیشتر، نقش مهمی در تامین نیاز غذایی بشر داشته و مکمل غذایی طبیعی و خوبی برای غلات محسوب می‌شوند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). حبوبات از نظر مصرف غذایی بعد از غلات در مقام دوم قرار دارند. عدس از قدیمی‌ترین حبوباتی است که به عنوان غذای بشر استفاده می‌شده است. در ایران کشت عدس بیشتر در استان‌های شمال غربی و غرب انجام می‌شود. عدس منبع پروتئینی با ارزشی است، این موضوع و نیز توانایی گیاه از نظر رشد در خاک-های نسبتا فقیر و شرایط محیطی متنوع و توانایی تثبیت نیتروژن، باعث شده که این گیاه به عنوان گونه‌ای زراعی تا به امروز بقا داشته باشد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲).

کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، بنابراین قسمت عمده‌ای از اراضی آن به صورت دیم کشت می‌شود. در این مناطق، بزرگترین تنش غیرزیستی، تنش کم آبی است که گیاه را بخصوص در شرایط محیطی نامناسب تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوچکی، ۱۳۷۶).

تنش کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنش، این اثرات تشدید شده و برخی دیگر از فرآیندها هم تحت تاثیر قرار می‌گیرند. علاوه بر شدت و طول مدت اعمال تنش خشکی، مرحله وقوع تنش نیز حائز اهمیت است (امیدبیگی، ۱۳۷۴؛ هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴). فرآیند-هایی از قبیل فتوسنتز، انتقال و تجمع مواد فتوسنتزی، تقسیم سلولی، جذب و تنفس در گیاهان تحت تاثیر شدت تنش قرار می‌گیرند (سیواکومار و شاو، ۱۹۷۸). بعنوان بارزترین اثر، تنش خشکی سبب کاهش شاخص سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی می‌شود (تورک وهال، ۱۹۸۰؛

سوبرامانیان و ماهسواری، ۱۹۹۲؛ تامپسون و همکاران، ۱۹۹۵؛ لازکانو و لوات ، ۱۹۹۹).

اکثر گیاهان زراعی مزوفیت هستند، یعنی برای حداکثر رشد و تولید خود به محیطی نه بیش از اندازه مرطوب و نه بیش از اندازه خشک نیاز دارند. در شرایط غرقاب، آب جایگزین هوا در منافذ خالی خاک می‌شود و اکسیژن از طریق تنفس ریشه‌های گیاهان و میکروارگانیسم‌های خاک تخلیه شده و سیستم ریشه در وضعیت غیر هوازی قرار می‌گیرد. تنفس غیر هوازی موجب کاهش تولید ATP و تجمع مواد سمی و تخلیه سریع ترکیبات آلی می‌گردد. در نتیجه کمبود انرژی، جذب و انتقال آب و عناصر غذایی در ریشه‌ها کند می‌شود (پورویس و ویلیامسون، ۱۹۷۲؛ کاواس، ۱۹۸۱). پژمردگی، کلروز، آویختگی و ریزش برگ، کاهش میزان رشد و خمیدگی ساقه، تشکیل ریشه‌های نابه‌جا، از بین رفتن ریشه‌ها، افزایش حساسیت به آفات و بیماری‌ها، کاهش عملکرد و در نهایت از بین رفتن گیاه از علائمی است که گیاهان تحت شرایط غرقابی نشان می‌دهند (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴). بخش قابل توجهی از آب موجود در مزرعه بصورت تبخیر از سطح خاک تلف می‌شود. پس هر مدیریتی که بتواند تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد، کارآیی مصرف آب و نیز عملکرد را افزایش خواهد داد. روش‌های متعددی برای کاهش تبخیر از سطح خاک وجود دارد (برناس، ۱۹۹۳). یکی از راهکارهای مناسب برای حفظ منابع آبی موجود، جلوگیری از تلفات آب است که جلوگیری از تبخیر سطحی و حفظ رطوبت به مدت طولانی در خاک با استفاده از مالچ بخشی از آن می‌باشد. مالچ نوعی پوشش دادن خاک تعریف می‌گردد که به عنوان محافظی برای تغییر شدید دمای خاک، از دست دادن آب و مانعی برای رشد علف-های هرز است (راشد محصل و حسینی، ۲۰۰۷).

ذخیره سازی پایین آب و ساختار ضعیف ناشی از کمبود مواد آلی خاک و شیوه های فشرده خاکورزی از جمله ویژگی‌های مشترک خاک‌ها در اکثر نقاط ایران محسوب می شوند (حاج عباسی و همت، ۲۰۰۰).

برخی از محققین گزارش کرده‌اند که رژیم حرارتی خاک با استفاده از مالچ کلشی، متفاوت از خاک بدون پوشش می باشد، دمای خاک تحت مالچ پایین‌تر از خاک بدون مالچ است (بریستو، ۱۹۸۸؛ سرکار و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایش ماتا و همکاران (۲۰۰۲)، خاک حاوی مالچ، به طور متوسط ۴-۳ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از تیمار شاهد بود. تکنولوژی های جدید آبیاری در محیط‌های محلی و به ویژه در سیستم تولید کشاورزی کشورهای در حال توسعه نیازمند بررسی می باشند. در حالیکه آبیاری می‌تواند باعث بهبود عملکرد ولی با مصرف آب از سوی بخش‌های خانگی و صنعتی پتانسیل لازم برای آبیاری کامل را محدود می‌کند. بنابراین، چالش اصلی مقابله با کمبود آب در کشاورزی دیم و آبی، بهبود کارایی مصرف آب مورد استفاده برای کشاورزی می باشد (بایه، ۲۰۱۱).

کارآیی مصرف آب مقدار یا ارزش محصول تولید شده به ازای هر واحد آب مصرفی می باشد. برای کشاورزان، کارآیی مصرف آب عبارت از عملکرد محصول برداشت شده نسبت به آب مصرف شده و ناشی از بارش‌ها، آبیاری و رطوبت ذخیره شده خاک است. بهبود این کارآیی در زراعت نیازمند افزایش بهره وری آب (افزایش عملکرد محصول قابل عرضه در بازار به ازای هر واحد آب مصرفی توسط گیاه) و کاهش تلفات از منطقه ریشه گیاه می باشد (راوندر و همکاران، ۲۰۱۰). تأثیر مالچ بر کارآیی مصرف آب گیاهان زراعی از طریق تحت تأثیر قرار دادن رژیم هیدروترمال خاک است که ممکن

است باعث افزایش رشد ریشه و تاج شود و علاوه بر این به کاهش تبخیر کمک می کند. تحت شرایط تنش رطوبت، زمانی که رطوبت بتواند برای مدت کوتاهی ذخیره شود و یا بتواند برای محصول بعدی حفظ شود، مالچ می تواند در تحقق عملکرد بهتر مفید واقع شود. در میان شیوه‌های مدیریت برای افزایش کارآیی مصرف آب یکی از روشهای موجود استفاده از مالچ است (گجری و همکاران، ۱۹۹۴).

از آنجایی که شناخت عوامل به زراعی می‌تواند گامی اساسی در افزایش تولید گیاهان باشد و کمبود آب یکی از مهمترین عوامل محدود کننده عملکرد آنها در بسیاری از مناطق جهان از جمله در ایران می‌باشد، بنابراین مطالعه و بررسی اثرات میزان آب آبیاری و عوامل مرتبط با مصرف بهینه آب یکی از مهم‌ترین مسائلی است که پیوسته مورد توجه قرار دارد. از طرفی ممانعت از تلفات تبخیری در ارتباط با میزان تولید محصول و مصرف بهینه آب حائز اهمیت است. با توجه به اهمیت زراعی و اقتصادی عدس به عنوان یکی از مهمترین حبوبات و با در نظر گرفتن وجود مشکل کم آبی در سطح وسیعی از خاک‌های کشور و نیز به دلیل اینکه اطلاعات آنچنان مفیدی در مورد آب مورد نیاز و همچنین کارآیی مصرف آب در زراعت عدس وجود ندارد، بنابراین مطالعه و بررسی همزمان اثرات سطوح مختلف آبیاری و مالچ می‌تواند در کاهش میزان آب مصرفی، ضمن تولید عملکرد اقتصادی قابل توجه موثر باشد.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- اهمیت عدس

عدس با نام علمی *Lens culinaris* Medik از قدیمی‌ترین منابع غذایی پروتئینی گیاهی به شمار می‌رود و تاریخچه زراعت آن به قدمت تاریخ کشاورزی می‌باشد. اولین بار در حدود ۸۵۰۰ سال قبل، عدس در خاور نزدیک کشت شد و سپس به نواحی مدیترانه، آسیا، اروپا و سرانجام به آمریکا انتقال یافت (اسمیت و جیمرسون، ۲۰۰۵). توانایی این گیاه برای رشد در خاک‌های نسبتاً فقیر و شرایط محیطی متنوع و تولید پروتئین باعث شده که زراعت این گیاه به عنوان گونه‌ای پر ارزش تا به امروز استمرار داشته باشد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲).

۱-۲- گیاه شناسی عدس

عدس از تیره حبوبات بوده و گیاهی یکساله با ارتفاع کم و پر انشعاب است که به صورت یک بوته رشد می‌کند و ممکن است فرم بوته‌ای آن به صورت ایستاده و یا خوابیده و پهن باشد. گل‌های آن کوچک و به رنگ‌های مختلف روی شاخه‌های فرعی ظاهر می‌شوند. نیام‌ها پهن هستند و طول هر یک حدود سه سانتی‌متر است. در هر نیام یک یا دو دانه و به ندرت سه دانه تشکیل می‌شود. دانه‌ها دیسک مانند و به رنگ‌های زرد، سبز، قرمز، خاکستری مایل به قهوه‌ای یکدست یا ابلق هستند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). *Lens culinaris* گونه‌ای زراعی و دیپلوئید (۲n=۱۴) است که هر برگ مرکب آن دارای ۶

تا ۱۶ برگچه می‌باشد. در این گونه یک تا سه گل بر روی محور گل‌آذین تشکیل می‌شود و گل‌های آن سفید تا آبی و بذرهای آن کوچک تا بزرگ و پهن با رنگ‌های متفاوت هستند. عدس گیاهی خودگشن است و میزان دگرگشنی آن کمتر از ۰/۸ درصد می‌باشد. معمولاً ژنوتیپ‌های عدس را به دو گروه میکرواسپرما[1] و ماکرواسپرما[2] تقسیم می‌کنند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶):

گروه میکرو اسپرما دارای بذرهای ریز و گرد به قطر ۶-۲ میلی‌متر با رنگ پوسته زرد کمرنگ تا سیاه متغیر است. در این گروه وزن هزاردانه از ۲۰ تا ۳۵ گرم و ارتفاع بوته از ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر متغیر است. معمولاً بذر این تیپ مقدار پروتئین بیشتری دارد. در مقایسه با تیپ ماکرو، گل‌های آن کوچکتر، ولی به تعداد زیادتر بوده و عملکرد آن بیشتر است. مناطق کشت این نوع عدس آسیا و هندوستان است.

گروه ماکرو اسپرما که بذرهای بزرگتر و پهن‌تر دارند و رنگ پوسته بذر سبز کمرنگ است. ارتفاع بوته این نوع عدس ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متر و وزن هزاردانه آن ۴۰ تا ۶۰ گرم می‌باشد. نیام‌ها و برگچه‌های این گروه نسبت به گروه قبلی بزرگتر هستند. در مقایسه با تیپ میکرو، گل‌ها درشت و تعداد آن‌ها کمتر است. گروه ماکرو اسپرما بیشتر در اطراف مدیترانه و آمریکا کشت می‌شود.

۱-۳- خصوصیات اکولوژیکی و زراعی عدس

عدس گیاهی است روز بلند که به طول روز ۱۶ ساعت یا بیشتر نیاز دارد ولی واریته‌های روز خنثی نیز دیده شده‌اند. عدس در رطوبت نسبی ۵۰٪، نور قوی و دمای بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد

[1] Microsperma
[2] Macrosperma

رشد مناسب دارد. دمای مطلوب رشد در روز ۲۷ و در شب ۲۱ درجه سانتی‌گراد است. دمای پایه برای رشد عدس پنج درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این گیاه ۴۵ تا ۶۰ روز پس از کاشت گل می‌دهد و در ۷۵ تا ۹۵ روز بعد از کاشت آماده برداشت است. اگرچه برخی ارقام عدس تا حدودی مقاوم به سرما هستند، ولی این گیاه قادر به تحمل زمستان ارتفاعات مدیترانه نیست. در این مناطق عدس معمولاً در اوایل بهار کاشته می‌شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

در بسیاری از نقاط جهان عملکرد عدس را می‌توان بطور قابل توجهی از طریق بهبود شیوه‌های مدیریت، افزایش داد. تاریخ کاشت، کیفیت و مقدار بذر، عمق و فواصل کاشت مناسب همراه با مدیریت صحیح از نظر تأمین آب، استفاده از کود و کنترل آفات و بیماری‌ها، همگی در به حداکثر رسیدن محصول سهیم هستند. زمان برداشت عدس اهمیت فراوانی دارد و تأخیر در برداشت به علت ریزش نیام‌ها منجر به زیان و ضرر قابل توجهی می‌شود. عدس گیاه مناطق گرم و خشک است، به ماندآبی حساس بوده، ولی به خشکی مقاوم است و با ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی با توزیع مناسب به صورت دیم کشت می‌شود (باقری و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۴- زراعت عدس

کاشت به موقع عامل کلیدی برای دستیابی به عملکرد مطلوب در ارقام اصلاح‌شده عدس به شمار می‌رود، زیرا تغییر در تاریخ کاشت منجر به تغییر شرایط محیطی گیاه در طی رشد می‌شود (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). تأخیر در کشت بهاری به علت همزمان شدن دوره رشد رویشی با افزایش دما و روزهای بلند، کاهش رطوبت نسبی و خشکی محیط آخر فصل و در نهایت کوتاه‌تر شدن طول دوره

زایشی موجب کاهش میزان عملکرد عدس می‌گردد. اصولا کشت عدس در بهار همزمان با کشت نخود و شاید قدری دیرتر انجام می‌گیرد. دوره رشد و نمو عدس کوتاه و کمتر از صد روز است (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). از آنجایی که گیاهچه‌های عدس به یخبندان ملایم یا سرمای اوایل بهار متحمل هستند هنگامی که متوسط دمای خاک در عمق کاشت به حدود پنج درجه سانتی‌گراد رسید به شرط مرطوب نبودن زیاد خاک می‌توان آن را کشت نمود (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). کاشت زودهنگام عدس به افزایش ارتفاع بوته و ارتفاع پایین‌ترین نیام‌ها از سطح خاک منجر می‌گردد که در برداشت مکانیزه از صفات مطلوب بوته عدس به شمار می‌روند. همچنین کاشت زودتر ممکن است در کاهش ریزش گل‌ها، در صورت دمای بالا به هنگام گل‌دهی کمک نماید. سرعت رشد و نمو بوته‌های عدس در کشت زودهنگام تدریجی و طولانی می‌باشد، در حال که در کشت دیر هنگام به واسطه افزایش حداکثر دما، بیشتر می‌شود، ولی در دمای بیشتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد، تنش حرارتی از سرعت رشد و نمو گیاه می-کاهد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

کاشت عدس به طور معمول به دو صورت دستپاش و یا ردیفی انجام می‌گیرد. واکنش عدس به تراکم کاشت متفاوت بوده و به شرایط محیطی رشد گیاه و ژنوتیپ آن بستگی دارد. برداشت عدس هنگامی آغاز می‌شود که قاعده‌ی نیام‌ها و نیام‌ها (سطح پائینی نیام‌ها روی بوته) شروع به زرد و قهوه‌ای شدن نمایند. برداشت عدس نباید تا خشک‌شدن کامل بوته‌ها به تأخیر افتد، زیرا مقدار زیادی از محصول بر اثر بازشدن نیام‌ها و ریزش دانه‌ها ممکن است از بین برود (مجنون حسینی، ۱۳۸۷). در بسیاری از نقاط جهان عملکرد عدس را می‌توان به طور قابل توجهی از طریق بهبود شیوه‌های مدیریت، افزایش داد.

تاریخ کاشت، کیفیت و مقدار بذر، فواصل و عمق کاشت مناسب همراه با مدیریت صحیح از نظر تأمین آب، استفاده از کود و کنترل آفات و بیماری‌ها، همگی در به حداکثر رسیدن محصول سهیم هستند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۵- عوامل محدود کننده رشد و عملکرد عدس

تنش‌های محیطی از جمله عوامل مهم محدود کننده رشد و عملکرد دانه عدس می‌باشند. واژه تنش به معنای از بین رفتن شرایط طبیعی در محیط، کل گیاه، تک سلول و یا حتی در سطح اجزای سلول است (کلینیسکی و همکاران، ۲۰۰۷). به طور کلی تنش‌هایی که روی گیاه اثر می‌گذارند به سه دسته تنش‌های خاکی[1]، اتمسفری[2] و زیستی[3] تقسیم می‌شوند. در میان تنش‌های خاکی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین آن‌هاست (تورک و هال، ۱۹۸۰؛ سینگ و همکاران، ۱۹۸۷؛ پانو و سینگ، ۱۹۹۳).

۱-۶- تنش خشکی

آب به عنوان مهمترین و بیشترین ترکیب (۸۵ تا ۹۰ درصد) اندام گیاهی، یکی از عوامل محیطی است که تاثیر عمده ای بر روند رشد و نمو گیاهان دارد (حکمت شعار، ۱۳۷۴). مقدار آب قابل دسترس برای گیاهان از مهمترین عوامل اکولوژیکی موثر بر توزیع و پراکنش گونه‌های مختلف گیاهان در سطح کره زمین می‌باشد (کرامر، ۱۹۸۳).

1- Soil stress
2- Atmospheric stress
3- Biotic stress

تنش خشکی دارای مفاهیم مختلفی است. در فرهنگ لغات اکسفورد و وبستر خشکی به صورت "آب و هوای خشک دراز مدت" تعریف شده است. این تعریف تاکید می‌کند که خشکی یک اصطلاح هواشناسی و به مفهوم کمبود بارندگی در طول سال است. با وجود این، تعریف دقیق نیست، زیرا " خشک" و "طولانی مدت" اصطلاحات نسبی هستند (کتز و گلانتز، ۱۹۷۷؛ پالگ و آسپینال، ۱۹۸۱).

برای اینکه هوای خشک، جوامع گیاهی را تحت تاثیر قرار دهد، کمی بارندگی باید منجر به کاهش آب خاک و در نهایت کاهش آب گیاه شود. میزانی از کاهش بارندگی که موجب کمبود آب خاک می-شود، بستگی به سرعت تبخیر در طی دوره فاقد بارندگی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک دارد. در ضمن، میزان کمبود آب خاک که گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد بستگی به درجه خشک بودن اتمسفر دارد. همچنین این میزان، به توانایی جذب آب به وسیله گیاه، سرعت تعرق و واکنش گیاه به کمبود آب بستگی دارد (پالگ و آسپینال، ۱۹۸۱). تایز و زایگر (۲۰۰۲) عنوان کردند که خشکی وقتی حادث می-شود که تعرق گیاه به ۵۰ درصد تعرق بدون تنش و یا حتی کمتر از این مقدار برسد. راماچاندراردی و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که گیاهان وقتی دچار تنش می‌شوند که یا دسترسی ریشه آنها به آب محدود و یا سرعت تعرق بسیار بالا باشد. به نظر شفرد و همکاران (۲۰۰۲) خشکی وقتی حادث می‌شود که خروج آب از گیاه به واسطه فرآیند تعرق بیشتر از جذب آن از طریق ریشه باشد. حتی در مناطق مرطوب نیز توزیع نامنظم بارندگی منجر به محدود شدن آب قابل دسترس شده و در نهایت منجر به کاهش عملکرد خواهد شد (بویر، ۱۹۸۲). البته باید توجه داشت که همواره کمبود آب دلیل بروز خشکی نیست. گاهی تنش خشکی در حالی بروز می‌کند که در وضعیت ترمودینامیک مناسب، مقدار خیلی کمی

آب در اختیار گیاه قرار گیرد. مثلا در شرایط تنش شوری، ممکن است آب به حد کافی در محیط ریشه گیاه وجود داشته باشد، ولی به دلیل غلظت بالای املاح آن، ریشه گیاه نتواند آب را به سهولت جذب کند. همچنین خشکی می‌تواند در نتیجه عدم جذب آب کافی توسط گیاه در خاک‌های کم عمق اتفاق افتد. در چنین شرایطی امکان توسعه یک سیستم ریشه‌ای کامل برای گیاه وجود ندارد. تنش خشکی در مقایسه با تنش‌های دیگر به صورت ناگهانی رخ نمی‌دهد و شدت آن به آرامی افزایش می‌یابد. بنابرین بعد زمان از نظر بقا در شرایط تنش خشکی نقش مهمی ایفا می‌کند (لارچر، ۱۹۹۵).

به طور کلی رابطه بین بارندگی و تبخیر سالانه شاخصی از خشک یا مرطوب بودن یک منطقه است. آنچه در مورد گیاه اهمیت دارد، وجود آب کافی در زمانی است که گیاه به آن بیشترین نیاز را دارد (پالمر، ۱۹۶۴؛ لارچر، ۱۹۹۵).

۱-۶-۱- صفات مرتبط با مقاومت به خشکی

گیاهان به وسیله تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی، آناتومیکی و مورفولوژیکی مختلف از جمله تغییر موقتی در بیان ژن با شرایط خشک و نیمه خشک سازگار می‌شوند (راماچاندراردی و همکاران، ۲۰۰۴). هر چند که اثرات عمومی خشکی بر رشد گیاه به خوبی شناخته شده‌اند، ولی اثرات کمبود آب در سطح مولکولی و بیوشیمیایی به خوبی درک نشده‌اند (چاوز و همکاران، ۲۰۰۳؛ چیتانیا و همکاران، ۲۰۰۳).

واکنش گیاهان به تنش خشکی بسیار پیچیده بوده و شامل تغییرات مخرب و یا سازگار کننده می-

باشد. این واکنش‌ها می‌توانند سینرژیک یا آنتاگونیستیک باشند. واکنش‌های اولیه گیاه به خشکی معمولا کمک می‌کند تا گیاه برای مدتی بقاء داشته باشد. در حالی که سازگاری گیاهان به خشکی شامل تجمع متابولیت‌های معین و تغییرات ساختاری خاص برای بهبود عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی خواهد بود (پینهرو و همکاران، ۲۰۰۱).

۱-۶-۲- فتوسنتز و تنش خشکی

فرآیند فتوسنتز در متابولیسم گیاهان عالی نقش بسیار تعیین کننده‌ای دارد. بنابرین سرعت اجرای آن عامل اصلی تعیین کننده سرعت و توان تولید ماده خشک گیاهان زراعی محسوب می‌شود. سرعت فتوسنتز توسط عوامل مختلفی محدود می‌شود. هم عوامل محیطی (آب، نور، دما، مواد معدنی، بیماری‌ها و آلاینده‌ها) و هم عوامل ژنتیکی (میزان فعالیت روبیسکو و بازسازی ریبولوز-۱و۵-بی‌فسفات) سرعت فتوسنتز گیاهان عالی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (هاپکینز، ۱۹۹۹؛ تایز و زایگر، ۲۰۰۲). از دید یک متخصص علوم زراعی، وابستگی محیطی فرآیندهای فتوسنتزی اهمیت بیشتری دارد، چرا که تولیدات گیاهی و در نهایت عملکرد گیاه، به میزان فتوسنتز آن در یک محیط پویا بستگی دارد (تایز و زایگر، ۲۰۰۲).

فتوسنتز حساسیت زیادی به تنش خشکی دارد. خشکی، فرآیندهای فتوسنتزی را در سطح کلروپلاست، سلول، برگ و کانوپی تحت تاثیر قرار می‌دهد و بدین ترتیب قابلیت تولید محصولات زراعی و دارویی را محدود می‌سازد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ زلاتف و یاردانف، ۲۰۰۴). تاثیر خشکی

بر فتوسنتز یا مستقیم و یا از طریق بازخوری[1] است. حالت دوم در شرایطی اتفاق می‌افتد که انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های مقصد با محدودیت مواجه گردد (جونز و کورلت، ۱۹۹۲). تلاش‌های زیادی برای شناخت و تعیین اهمیت نسبی تنش خشکی در این دو سطح صورت گرفته است (مونتیت، ۱۹۷۷).

محققان متعددی کاهش فتوسنتز بر اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند (لاولر و کرنیک، ۲۰۰۲؛ راماچاندراردی و همکاران، ۲۰۰۴؛ کلینیسکی و همکاران، ۲۰۰۷). فتوسنتز از دو طریق تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. اول آنکه بسته شدن روزنه‌ها دسترسی کلروپلاست به دی‌اکسیدکربن را محدود می‌کند (راماچاندراردی و همکاران، ۲۰۰۴). دوم آن‌که، پایین بودن پتانسیل آب اثرات مستقیمی بر ساختمان اجزای دخیل در فرآیند فتوسنتز دارد (مارتین و رویز- تورس، ۱۹۹۲).

۱-۶-۳- محدودیت‌های روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای فتوسنتز

با کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل آب برگ، سرعت فتوسنتز برگ نیز کاهش می‌یابد (لاولر و کرنیک، ۲۰۰۲). حال این سوال مطرح می‌شود که آیا خشکی فتوسنتز را از طریق بستن روزنه‌ها و یا خسارت‌های متابولیکی محدود می‌کند؟ (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹؛ لاولر، ۱۹۹۵؛ سیدیگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ تزارا و همکاران، ۱۹۹۹؛ لاوسن و همکاران، ۲۰۰۳). عموما پذیرفته شده است که محدودیت روزنه‌ای عامل اصلی تعیین کننده کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی است (چاوز، ۱۹۹۱؛ کیجوا و همکاران، ۱۹۹۴؛ کورنیک، ۲۰۰۰).

1- Feedback

بسته شدن روزنه‌ها یا در اثر تعرق مستقیم آب از سلول‌های محافظ صورت می‌گیرد که در این حالت نیازی به مصرف مواد متابولیکی توسط سلول‌های محافظ نیست و به آن بسته شدن غیر فعال وابسته به آب گفته می‌شود و یا ممکن است بسته شدن روزنه‌ها توسط فرآیندهای وابسته به آب باشد. بسته شدن فعال وابسته به آب، نیاز به مصرف مواد متابولیکی سلول داشته و در جریان آن عکس فرآیند حرکت یونی که سبب باز شدن روزنه‌ها می‌شود اتفاق می‌افتد (هاپکینز، ۱۹۹۹). در هر دو حالت، بسته شدن روزنه‌ها میزان CO_2 بین سلولی را کم کرده و در نهایت متابولیسم فتوسنتزی را مختل می‌کند. چندین اثر غیر روزنه‌ای نیز به بسته شدن روزنه‌ها در طی خشکی مربوط است. این‌ها شامل فسفوریلاسون نوری (میر و گنتی، ۱۹۹۹)، تولید ریبولوز-۱و۵ بی فسفات (لاولر و کورنیک، ۲۰۰۲)، فعالیت روبیسکو (مدارنو و همکاران، ۱۹۹۷) و سنتز ATP (تزارا و همکاران، ۱۹۹۹) می‌باشد. با افزایش تنش خشکی روزنه‌ها بیشتر بسته شده و به دنبال آن فتوسنتز خالص کاهش می‌یابد. به خوبی مشخص شده است که وضعیت آبی برگ با هدایت روزنه‌ای اثر متقابل دارد و همبستگی خوبی بین پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه‌ای در شرایط خشکی وجود دارد (یوپرتی و باهاتیا، ۱۹۸۹؛ وایز و همکاران، ۱۹۹۰؛ راماچاندراردی و همکاران، ۲۰۰۴).

تنظیم روزنه‌ای برای حفظ بافت از خسارت پسابیدگی از اهمیت بالایی برخوردار است، به خصوص این که این نوع پاسخ در مقایسه با پاسخ‌های بلند مدت (مثلا کاهش سطح برگ) هم سریع و هم قابل برگشت است. به هر حال این بسته شدن روزنه‌ها کاهش ورود CO_2 به داخل برگ و کاهش فتوسنتز خالص را به دنبال دارد. مقادیر پایین غلظت CO_2 درون سلولی (Ci) در مرحله پیش از

پژمردگی این موضوع را نشان می‌دهد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹؛ سی و سه مرده و همکاران، ۱۳۸۳). کاهش Ci می‌تواند به این معنی باشد که هنوز ظرفیت فتوسنتزی کلروپلاست‌ها تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفته است و کاهش هدایت روزنه‌ای منجر به کاهش Ci شده است. لذا عامل محدود کننده فتوسنتز در شرایط تنش ملایم عامل روزنه‌ای است، ضمن این که با افزایش فتوسنتز میزان Ci کاهش می‌یابد (کیجوا و همکاران، ۱۹۹۴؛ صدیق و همکاران، ۱۹۹۹). با پیشرفت تنش خشکی تا مرحله ایجاد پژمردگی معمولی در برگ فتوسنتز خالص و هدایت روزنه‌ای تا حد زیادی متوقف می‌شوند، ولی Ci به حداکثر مقدار خود می‌رسد. کاهش Ci در شرایط تنش ملایم و افزایش آن در تنش‌های شدید در گیاهان مختلف گزارش شده است (کیجوا و همکاران، ۱۹۹۴؛ صدیق و همکاران، ۱۹۹۹). افزایش Ci با وجود کاهش شدید در هدایت روزنه‌ای را می‌توان به کاهش ظرفیت فتوسنتزی کلروپلاست‌ها و یا کاهش بازده کربوکسیلاسیون نسبت داد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹؛ وایز و همکاران، ۱۹۹۰؛ لو، ۱۹۹۱).

محققان عامل اصلی محدود شدن فتوسنتز در شرایط کمبود آب را در سویا (مدرسکی و جفرز، ۱۹۷۳) و لوبیا (مندوزا، ۱۹۸۶) بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای گزارش کرده‌اند. تفکیک عوامل روزنه‌ای از غیر روزنه‌ای بر اساس روابط فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای و Ci ممکن است با توجه به عدم همگنی در بسته شدن روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی غیر مطمئن‌تر به نظر برسد (احمدی و بیکر، ۱۳۷۹؛ سی وسه مرده و همکاران، ۱۳۸۳؛ وایز و همکاران، ۱۹۹۰). در چنین حالتی ممکن است مقدار Ci محاسبه شده بیشتر از مقدار واقعی برآورد گردد و لذا دلیل آن به عوامل غیر روزنه‌ای فتوسنتز نسبت داده شود. به هر حال وقوع بسته شدن غیر یکنواخت روزنه‌ها در شرایط تنش خشکی، به