بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه کردستان

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت

عنوان:

ارزیابی انتقال مجدد ازت و میزان پروتئین دانه در اکوتیپهای گندم سرداری تحت شدتهای مختلف تنش خشکی

پژوهشگر:

وریا حیدری

استاد راهنما:

دکتر عادل سی و سه مرده

اساتید مشاور:

دکتر یوسف سهرابی

دکتر غلامرضا حیدری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت

مهر ماه ۱۳۹۱

چکیده

به منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف تنش خشکی برمیزان انتقال مجدد ازت ودرصد پروتئین دانه در اکوتیپ های گندم سرداری و رقم آذر ۲، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت پلات با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۹-۸۸ در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان اجرا شد. نتایج نشان داد اثر تیمارهای تنش خشکی بر کلیه صفات از جمله عملکردهای اقتصادی و بیولوژیک، شاخص برداشت، محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه، انتقال مجدد نیتروژن و کارآیی انتقال مجدد نیتروژن، سهم انتقال مجدد نیتروژن در نیتروژن دانه و شاخص برداشت نیتروژن معنی دار بود. به طوری که اکثر صفات با کاهش شدت تنش خشکی (افزایش فراهمی آب) افزایش نشان دادند. با افزایش فراهمی آب میزان نیتروژن در دسترس گیاه در خاک افزایش می یابد لذا محتوای نیتروژن دانه بالا می رود، اما در شرایط مختلف محیطی ثبات نسبی درصد پروتئین دانه مشاهده شد (حداقل ۱۰/۹۵ درصد تا حداکثر ۱۳/۰۴ درصد). سهم انتقال مجدد نیتروژن در کل نیتروژن دانه به طور متوسط ۴۶ درصد محاسبه شد. انتقال مجدد نیتروژن جزء اصلی کارآیی انتقال مجدد نیتروژن می باشد که با افزایش فراهمی آب هر دو شاخص فوق افزایش یافتند. همبستگی بالایی بین عملکرد اقتصادی و میزان انتقال مجدد نیتروژن در شدتهای مختلف تنش خشکی مشاهده شد. کمترین شاخص برداشت نیتروژن مربوط به شدیدترین سطح تنش بود که به دلیل انتقال مجدد کمتر نیتروژن به دانه می باشد، بقیه سطوح تنش اختلاف معنی داری از این لحاظ نشان ندادند. نکته جالب توجه در مورد اکوتیپ ها، بالاتر بودن عملکرد برخی از آنها در مقایسه با رقم آذر ۲ بود که نشان از تحمل بالاتر آنها در شرایط تنش خشکی می باشد، لذا می توان نتیجه گرفت که در فعالیتهای به نژادی استفاده از آنها مثمر ثمر واقع خواهد بود. اکوتیپهای مورد بررسی از نظر بقیه صفات از جمله شاخص برداشت، محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه، انتقال مجدد نیتروژن و کارآیی انتقال مجدد نیتروژن، سهم انتقال مجدد نیتروژن در نیتروژن دانه و شاخص برداشت نیتروژن، اختلاف معنی داری داشتند. درکل اکوتیپهای برتر از نظر عملکرد مانند بهاربند که شاخص برداشت دانه بالاتری نیز داشتند، از نظر شاخص برداشت نیتروژن برتر بودند. در نتیجه می توان گفت انتخاب اکوتیپهای دارای شاخص برداشت بالاتر به طور غیر مستقیم منتج به انتخاب اکوتیپ های دارای درصد پروتئین دانه بالاتر خواهدشد. اندامهای مختلف گندم از جمله برگ، خوشه و ساقه سهم متفاوتی در انتقال مجدد نیتروژن به دانه داشتند که ساقه با میزان ۶۴/۷۶ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داد.

واژه های کلیدی: انتقال مجدد نیتروژن، تنش خشکی، درصد پروتئین دانه، گندم.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول (مقدمه) ۱

۱- ۱- تنش ۲

۱-۲ - وضعیت جهانی مناطق خشک ۲

۱-۳ - تنش خشکی ۳

۱-۴- مصرف کودهای ازته در جهان، ایران و استان کردستان ۴

۱-۵ - نقش ازت در گندم ۵

۱-۶ - انواع پروتئینهای ذخیره‌ای در دانه گندم ۶

فصل ۲ (مرور منابع) ۸

۲-۱ - اهمیّت آب در گیاهان ۸

۲-۲- انواع خشکی ۸

۲-۳ - حساسیت مراحل نمو گندم به تنش خشکی ۸

۲-۴ - اثرات تنش رطوبت در مراحل مختلف رشد ۱۱

۲-۴-۱ - جوانه زنی ۱۱

۲-۴-۲- از زمان سبز شدن تا تکمیل پنجه زن ۱۱

۲-۴-۳- ساقه رفتن ۱۱

۲-۴-۴- خوشه دهی و گلدهی ۱۲

۲-۵ - مراحل نیاز به آب گندم ۱۲

۲-۶ - اثر تنش خشکی بر جذب نیتروژن به گیاه ۱۳

۲-۷- انتقال مجدد ۱۳

۲-۷-۱- عوامل مؤثر بر انتقال مجدد آسیمیلات‌ها ۱۸

۲-۷-۲- نقش خوشه در انتقال مجدد نیتروژن به دانه ۱۹

۲-۸ - روند انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن ۱۹

۲-۹ – هدف ۲۱

فصل سوم (مواد و روش ها) ۲۳

۳-۱ - خصوصیات محل و مشخصات طرح آزمایشی ۲۳

۳-۲- اندازه گیری ازت محلول ساقه ۲۶

۳-۲-۱ - مرحله اول : هضم ماده غذایی ۲۷

۳-۲-۲ - مرحله دوم : مرحله تقطیر ۲۷
۳-۲-۳ - مرحله سوم : مرحله تیتراسیون ۲۸
۳-۲-۴ - مراحل اندازه گیری نیتروژن نمونه ها با استفاده از دستگاه NIR ۲۹
۳-۳ - تجزیه و تحلیل نهایی داده‌ها ۳۱

فصل چهارم (نتایج و بحث) ۳۲
۴-۱ – عملکرد ۳۲
۴-۲- محتوای نیتروژن و درصد پروتئین دانه ۳۶
۴-۳- انتقال مجدد نیتروژن ۳۹
۴-۴ - کارآیی انتقال مجدد نیتروژن ۴۰
۴-۵ - شاخص برداشت نیتروژن ۴۳
۴-۶- تغییرات محتوا و غلظت نیتروژن دانه ۴۵
۴-۷- انتقال مجدد نیتروژن به دانه از اندام ها(ساقه، برگ و خوشه) ۴۶
جمع بندی ۵۰
پیشنهادات ۵۲
فهرست منابع ۵۳
ضمایم ۶۲
چکیده انگلیسی ۶۵

فصل ۱ (کلیات)

استان کردستان قابلیت بالایی در تولید گیاهان زراعی از جمله گندم دارد. این استان با مساحت ۲۸۲۳۵ کیلومتر مربع، ۱/۷ درصد مساحت کشور را دارا می‌باشد. قسمت اعظم استان بر روی رشته کوه زاگرس قرار گرفته است و به همین دلیل به لحاظ فیزیوگرافی و اقلیمی دارای شرایط ویژه‌ای است و اشکال مختلف اراضی شامل کوه‌های مرتفع، دره‌های عمیق، دشت‌های دامنه‌ای، فلاتها و اراضی پست در این استان وجود دارد. اقلیم‌های مختلفی از جمله اقلیم نیمه خشک تا خشک سرد با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلیمتر (بیجار) تا اقلیم نیمه مرطوب معتدل با متوسط بارندگی حدود ۸۰۰ میلیمتر (مریوان) در استان یافت می‌شود. نواحی شرقی و مرکزی استان متأثر از آب و هوای نواحی مرکزی ایران و مناطق غربی متأثر از آب و هوای مدیترانه‌ای است که حضور عناصر مدیترانه‌ای همراه با بارندگی مناسب مؤید این نظر است. بخش غالب پتانسیل آب‌های سطحی استان در قسمت غربی و بخش عمده منابع آب زیرزمینی در قسمت شرقی استان به ویژه در دشت‌های قروه و دهگلان متمرکز شده است (بی نام ۱۳۸۶).

نقش غلات در تغذیه انسان به جهت تأمین انرژی، بسیار حائز اهمیّت است. در این میان، گندم با تأمین بیش از ۴۰ درصد کالری و ۵۰ درصد پروتئین مورد نیاز، در جیره غذایی جامعه ایرانی، از اهمیّت بسزایی برخوردار است. گندم مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا بوده و غذای اصلی بیش از ۳۰ درصد مردم جهان را تأمین می‌کند. اهمّیت غذایی این گیاه زراعی بیشتر به خواص فیزیکی و شیمیایی موادی همچون گلوتن مربوط است که در آندوسپرم دانه آن یافت می‌شود (حسن زاده قورت تپه و همکاران، ۱۳۸۷). گندم یکی از گیاهان زراعی استراتژیک کشور می‌باشد که به صورت نان، ۴۰٪ از انرژی مصرفی مردم را تأمین می‌کند. مصرف سرانه گندم در ایران برای هر فرد شهری، ۱۲۹ کیلوگرم و برای هر فرد روستایی، ۱۸۵ کیلوگرم در سال گزارش شده است. این گیاه زراعی از منطقه بین‌النهرین در ایران، عراق و سوریه منشأ می‌گیرد که در حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش اهلی شده است. گندم در محدوده وسیعی از شرایط محیطی و جغرافیایی رشد می‌کند. طبق آمار سازمان جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت گندم در ایران طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، ۶/۳۷۶ میلیون هکتار بوده که از این مقدار سطح زیر کشت، ۱۲/۹۱۸ میلیون تن، دانه در سال برداشت شده است. در این میان سهم استان کردستان ۴۴۹ هزار هکتار است و ۵۱۶ هزار تن

گندم از این سطح برداشت شده است. طبق آمار منتشره وزارت جهاد کشاورزی، از حدود ۱۳/۴۲ میلیون هکتار سطح زیر کشت گیاهان زراعی در سال، حدود ۹/۷۹ میلیون هکتار(۷۲/۹۴ درصد) به کشت غلات اختصاص داشته است. از این مقدار ۴۳/۹۲ درصد آن فاریاب و ۵۶/۰۸ درصد آن دیم می‌باشد. گندم، ۷۳/۷۹ درصد از کشت غلات را به خود اختصاص داده است. از مجموع ۷۳/۶۲ میلیون تن تولیدات زراعی، مقدار ۲۴/۰۲ میلیون تن معادل ۳۴/۱۴ درصد سهم غلات بوده است (بی‌نام، ۱۳۸۸).

۱-۱- تنش

شرایط محیطی، عامل کنترل کننده پراکنش گونه‌های گیاهی روی زمین است. تحت این شرایط، تنش به اثرات هر عامل محیطی که به طور بالقوه و نامطلوب حیات و عملکرد موجودات زنده را تحت تأثیر قرار دهد اطلاق می‌گردد. در واقع تنش منجر به از هم گسیختن حالت تعادل فرایندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می‌شود. خشکی، شوری، گرما، سرما، آلودگی هوا، نور و مواد معدنی جزو شرایط محیطی هستند که می‌توانند در صورت خروج از حالت تعادل اثرات نامطلوب بر روی رشد و نمو گیاهان بگذارند، بنابراین از جمله عوامل تنش زا به شمار می‌آیند (یاماوشی و همکاران، ۲۰۰۲). گیاهان در شرایط طبیعی و زراعی همواره در معرض تنش هستند. بعضی از عوامل محیطی مانند دمای هوا در مدت چند دقیقه می‌توانند تنش‌زا شوند، در صورتی که اثر برخی دیگر از عوامل محیطی مانند رطوبت خاک ممکن است روزها و حتی هفته‌ها و یا برخی دیگر مانند مواد معدنی ماه‌ها به طول بیانجامد (کافی و همکاران، ۱۳۸۲). لازم به ذکر است که بر اساس نظر برخی محققان تنها ۱۰ درصد از اراضی قابل کشت دنیا عاری از هر گونه تنش می‌باشند (کولیس، ۱۹۹۳). انعطاف پذیری متابولیسم نرمال گیاهی اجازه می-دهد که گیاه به تغییرات محیطی که به طور منظم به صورت روزانه و یا فصلی در نوسان هستند، پاسخ دهد (عبدالجلیل و همکاران، ۲۰۰۹).

2-1- وضعیت جهانی مناطق خشک

واژه تنش خشکی[1] برای مواردی که تنش در اثر عدم وقوع بارندگی مفید ایجاد شده است بکار می‌رود و به‌عبارت دیگر، در این حالت تنش کمبود آب به طور طبیعی مد نظر است. چنانچه در اثر خشکی هوا، رطوبت داخلی گیاه به کمتر از ۵۰٪ مقدار عادی خود برسد در این صورت گیاه دچار تنش کمبود آب [2] شده و چنانچه رطوبت داخلی گیاه کمتر از مقدار عادی ولی بالاتر از ۵۰٪ باشد پسآبیدگی[3] گویند (سرمدنیا، ۱۳۷۴). میزان خسارت وارده به گیاه در اثر تنش خشکی، بسته به طول مدت خشکی، زمان وقوع تنش، فراوانی وقوع تنش، نوع گیاه و خصوصیات ذاتی خاک متفاوت است. در حدود یک

[1]. Drought stres
[2]. Water deficit stress
[3]. Evaporative dehydration

سوم اراضی جهان با کمبود بارندگی مواجه‌اند و نیمی از این اراضی دارای بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشند که یک چهارم تبخیر و تعرق بالقوه این مناطق است.

به طور کلی مناطق خشک و نیمه خشک جهان در محدوده‌های بین عرض‌های جغرافیایی ۱۵ تا ۳۰ درجه شمالی و جنوبی قرار گرفته‌اند و وسعتی در حدود ۴۴/۷ میلیون کیلومتر مربع را شامل می‌شوند. حدود ۳۹٪ از این مساحت جزء مناطق خشک محسوب می‌گردد که قسمت عمده آن برای زراعت مساعد نیست (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۳).در مناطق خشک و نیمه خشک علاوه بر میزان بارندگی کم، توزیع بارندگی از فصلی تا فصل دیگر و از سالی به سال دیگر متغیر بوده و بنابراین پیش‌بینی میزان و توزیع آن بسیار مشکل است (اهدایی، ۱۳۷۲). در کشور ما نیز به جز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور بقیه مناطق تماماً جزء نقاط خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردند و این در حالی است که مناطق خشک کشورمان نسبت به مناطق نیمه خشک آن، از وسعت بیشتری برخوردار است (اهدایی، ۱۳۷۲).

۱-۳- تنش خشکی

به طور کلی به هر عامل خارجی که نتیجه آن نرخ رشد کمتر از حد معمول باشد، تنش گرفته می‌شود یعنی هر عاملی که مراحل متابولیک طبیعی یک گیاه را به وقفه می‌اندازد، محدود می‌کند یا به طور زیان‌آوری تسریع می‌کند تنش اتلاق می‌گردد (گوریو و همکاران، ۱۹۹۶). تنش آبی، هم به عدم وجود آب کافی و هم به وجود آب اضافه در اطراف گیاه گفته می‌شود. در حالت اول که در نتیجه خشکی و یا کمبود آب بوجود می‌آید تحت عنوان تنش کمبود آب شناخته می‌شود که با تنش خشکی مترادف است (سرمدنیا ، ۱۳۷۲). کرامر (۱۹۸۳) خشکی را تحت عنوان نبود یا کمبود بارندگی در مراحل حساس رشد گیاه، تعریف نموده است، به عقیده وی طول دوره بدون بارندگی که موجب صدمه به گیاه می‌شود، تابع نوع گیاه، ظرفیت نگهداری آب خاک و همچنین شرایط اتمسفری است که بر میزان تبخیر و تعرق تأثیر می‌گذارد. وینز (۱۹۹۰)، خشکی را دوره‌ای که کمبود آب چه بصورت حاد و چه بصورت مزمن رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مانع رشد نرمال آن می‌شود، تعریف می‌نماید. گیبس (۱۹۷۵)، خشکی را معادل کمبود آب در نظر گرفته و آن را به مفهوم عدم توزان بین عرضه و تقاضای آب برای گیاه تلقی می‌کند. رایج‌ترین تعریف خشکی در کشاورزی توسط آدمیدس و همکاران (۱۹۸۹) مطرح شده است. آنها معتقدند که کمبود یا تنش رطوبت هنگامی افزایش می‌یابد که تقاضای تبخیر اتمسفر بالای برگ‌ها (یعنی تبخیر و تعرق پتانسیل) ETP از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک (یعنی تبخیر و تعرق واقعی) ETa تجاوز نموده و فراتر می‌رود. در کشاورزی منظور از خشکی کمبود آب بصورت طبیعی است. اگر گیاه بطور مصنوعی در معرض تنش آب قرار داده شود، واژه «تنش کمبود آب» بکار می‌رود. در نهایت در مورد گیاه زراعی خشکی را می‌توان بعنوان عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب تعریف کرد. چنانچه در اثر خشکی هوا رطوبت داخلی گیاه کمتر از ۵۰ درصد مقدار عادی آن گردد،

گویند گیاه دچار «کمبود آب» یا از دست دادن آب شده است و چنانچه رطوبت گیاه کمتر از مقدار عادی خود ولی بالاتر از ۵۰ درصد مقدار عادی باشد «گیاه پسابیده» شده است. تنش خشکی که موجب از دست دادن آب بصورت مایع شود را تنش اسمزی گویند. بنابراین تنش خشکی به تنهایی مفهوم دقیقی ندارد (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

تنش خشکی، تعدادی از فرایندهای فیزیولوژیکی و نموی گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهد. از آنجایی که واکنش گیاهان به تنش خشکی پیچیده و متفاوت است، این که یک ژن واحد برای مقاومت به خشکی وجود داشته باشد، غیر واقعی است، بلکه صفات فیزیولوژیکی متعددی در مقاومت به خشکی نقش دارند. بنابراین شناخت پاسخ های فیزیولوژیک گیاهان تحت شرایط محدودیت آب، لازم و ضروری به نظر می‌رسد (فرجی و همکاران، ۱۳۸۵؛ فاروق و همکاران، ۲۰۰۹ و تالوس و همکاران، ۲۰۰۶). استراتژی گیاه برای محافظت در برابر تنش معمولاً شامل ترکیبی از اجتناب و تحمل است که بسته به ژنوتیپ های مختلف، متفاوت است (عبدالجلیل و همکاران، ۲۰۰۹). تنش خشکی با تأثیر بر فرآیندهای مختلف بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد غذایی، جذب یون ها، کربوهیدرات‌ها و متابولیسم مواد غذایی، از رشد و توسعه گیاهان جلوگیری می کند (شریف و همکاران، ۱۳۸۵ و فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). تنش خشکی با کاهش محتوای نسبی آب برگ، کاهش پتانسیل آب برگ، کاهش فشار تورژسانس، بسته شدن روزنه ها و کاهش در بزرگ شدن سلول و کاهش رشد توصیف می‌شود (فاروق و همکاران، ۲۰۰۹). تنش خشکی شدیدتر باعث کاهش فتوسنتز و اختلال در متابولیسم و در نهایت منجر به مرگ گیاه می‌شود (عبدالجلیل و همکاران، ۲۰۰۹).

۱-۴- مصرف کودهای ازته در جهان، ایران و استان کردستان

رشد فزایندهٔ جمعیّت و به تبع آن افزایش روزافزون مصرف مواد غذایی سبب شده که مصرف کودهای شیمیایی بعنوان بخش مهمی از چرخهٔ تأمین مواد غذایی مورد توجه قرار گیرند. در حقیقت تولید غذا ارتباط نزدیکی با تغذیهٔ گیاه داشته و آن هم عمدتاً توسط کودهای شیمیایی قابل تأمین می باشد .علیرغم این اهمّیت، عدم مصرف بهینهٔ کودهای شیمیایی مشکلات جدی را برای محیط زیست و سلامتی بشر بوجود آورده است (پالتا و همکاران، ۱۹۹۴، پاپاکوستا و گاگیانس، ۱۹۹۱). از آنجایی که ایران در منطقهٔ خشک و نیمه خشک قرار گرفته، مقدار مواد آلی خاک‌های آن کم بوده و در نتیجه دارای سطوح کم نیتروژن می‌باشند. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن بوده و بدین دلیل تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (ملکوتی و همایی، ۱۳۸۳). تولید کودهای شیمیایی در ایران به سال ۱۳۲۴ و در یک کارخانهٔ کوچک در حومهٔ کرج برمی‌گردد (بی نام، ۱۳۸۵). تولید کود اوره در ایران از سال ۱۳۴۳ با ساخت پتروشیمی شیراز آغاز شد. نگاهی به پیشینهٔ تولید این محصول در ایران نشان می‌دهد که در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۴ حجم کل تولید اوره در کشور یک میلیون و ۷۰۰ هزار تن بوده است (بیات، ۱۳۸۸) . ایران در سال ۱۳۸۶ با مصرف

۸۸۴/۷ هزار تن کودهای ازته بیش از۰/۷۹ درصد مصرف جهانی این کود را به خود اختصاص داده و در میان کودهای ازتهٔ مصرفی در کشور، کود اوره با ۹۰/۹ درصد حائز رتبهٔ اول می‌باشد (آنونیموس، ۲۰۰۸). همچنین از بین انواع کودهای شیمیایی مورد مصرف در ایران در سا ۲۰۰۵ میلادی، کود اوره با ۳۵/۷ درصد حائز رتبهٔ اول بوده و پس از آن کودهای دی آمونیوم فسفات و سوپرفسفات تریپل به ترتیب با ۸/۳ و ۷/۱ درصد بیشترین سهم را در بین کودهای شیمیایی مورد مصرف در کشور دارا بوده-اند (بی نام، ۱۳۸۵).

علیرغم اهمّیت کودهای شیمیایی و بویژه کود اوره در تولید محصولات کشاورزی، عدم مصرف بهینهٔ این کود، مشکلات جدی را برای محیط زیست و سلامتی بشر بوجود آورده است .بطوری که مصرف بی رویهٔ کود اوره که حاوی مقادیر زیادی ازت می‌باشد باعث می شود که رابطهٔ مواد موجود در خاک بهم خورده و بعضی از مواد، جذب گیاه نشوند و یا در صورت جذب، در گیاه متمرکز شده و مصرف نشوند. این امر بنوبهٔ خود موجب می‌شود که از یکسو ساختمان خاک آسیب دیده و پس از چند سال امکان کشت در آن وجود نداشته و به ناچار زمین، لم یزرع گردد و از سوی دیگر سبب رشد بیش از حد علف‌های هرز شده که برای مبارزه با آنها باید سم بیشتری مصرف گردد (بی نام، ۱۳۸۷).

به نظر می‌رسد تا سال ۲۰۱۴ تقاضای جهانی برای مصرف کود با افزایش متوسط سالیانه ۳/۲ درصد به میزان ۱۸۶/۸ میلیون تن برسد. میزان میانگین رشد سالیانه مصرف کود در نقاط مختلف دنیا بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ معادل ۷/۱ درصد بوده است. که این میزان برابر ۱۵ میلیون تن است (مشایخی،۱۳۸۹).

میزان مصرف کودهای شیمیایی استان کردستان در شش سال اخیر بدین شرح بوده است:

۱) سال۱۳۸۵- مقدار۱۰۱۵۰۰تن
۲) سال۱۳۸۶- مقدار۹۶۱۰۰تن
۳) سال۱۳۸۷-مقدار۸۹۰۰۰تن
۴) سال۱۳۸۸مقدار۸۹۰۰۰تن
۵) سال۱۳۸۹مقدار۷۳۰۲۶تن
۶) سال۱۳۹۰مقدار۷۲۲۳۰تن

۱-۵- نقش ازت در گندم

ازت به عنوان یک ترکیب ضروری دیواره سلول‌ها، پروتئینهای سیتوپلاسمی، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل و بخش بزرگی از سایر اجزاء سلول بوده و نقش اصلی را در بیوشیمی گیاه به عهده دارد (ملکوتی، ۱۳۷۶). ازت موجب شادابی و ایجاد رنگ سبز طبیعی و نمو سریع و ازدیاد پنجه‌ها و برگ‌ها و

افزایش عملکرد ماده خشک گیاهی می‌شود که با افزایش پروتئین و کیفیت محصول نیز همراه است (اولسن و همکاران، ۱۹۷۳). چون در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر کشور ما، مواد غذایی خاک که عمده‌ترین منبع ذخیره ازت است، کم می‌باشد، لذا عمدتاً ازت عنصری است که کمبود آن مشاهده می‌گردد. (ملکوتی، ۱۳۶۷). کود ازته باید پیش از گلدهی (گرده افشانی) به خاک افزوده شود تا بتواند مورد استفاده گیاه قرار گیرد، زیرا به طور معمول از گلدهی به بعد از فعّالیت ریشه‌ای غلاف کاسته می‌شود و وزن ریشه‌ها نیز روبه کاهش می‌گذارد. بنابراین بهتر است که بعد از مرحله برجستگی دوگانه و یا نمو سنبله که رشد عمومی گیاه سرعت گرفته و نیاز به ازت فزونی می‌گیرد، حتماً کود ازته به صورت سرک مصرف شود. بدین ترتیب شناخت مراحل نموگندم اهمّیت بسیار زیادی دارد (امام، ۱۳۸۲، و راون و جانسون، ۱۹۹۹). همانطور که مصرف بهینه کودهای نیتروژنه باعث بالا بردن عملکرد می‌شود مقدار بیش از حد آن نیز مضراتی را برای گندم از قبیل حساسیت گیاه به آفات و بیماری‌ها می‌شود (که در نهایت منجر به افت عملکرد خواهد شد) و همچنین آلودگی رابرای آبهای زیر زمینی، در پی خواهد داشت (ملکوتی ،۱۳۷۵). کارآیی مصرف ازت به مقدار زیادی به میزان منبع، زمان و روش مصرف کود ازت بستگی دارد.(ملکوتی، ۱۳۷۸). یکی از مسائل عدیده‌ای که کشاورزی مناطق وسیعی از کشورمان را از مدت‌ها قبل با مشکل روبرو کرده، استفاده بی رویه از کودهای نیتروژنی است . مشکل عمده ای که از کاربرد مقادیر زیاد کودهای نیتروژن در گیاه زراعی ایجاد می‌گردد تجمع نیترات است (واعظی وهمکاران، ۱۳۸۱). عمده نیتراتی که گیاه جذب می‌کند در ساختمان پروتئین و ساختمان اسیدهای نوکلوئیک و در ساخت کلروفیل نقش اساسی ایفا می‌کند و نیترات و آمونیوم سبب موازنه کاتیون‌ها و آنیون‌ها در گیاه می‌شوند. مصرف ازت تولید پلی آمین‌ها را افزایش می‌دهد که تقسیم سلولی، جنین زایی، گل دهی و توسعه آن و سنتز اتیلن از نقش‌های پلی آمین می‌باشد (برنا، ۱۹۸۱).

۱-۶- انواع پروتئین‌های ذخیره‌ای در دانه گندم

پروتئین آندروسپرم را بیشتر گلوتن تشکیل می‌دهد. میزان گلوبولین [۱] ، آلبومین [۲] ، و پروتساز [۳] موجود در آندروسپرم خیلی کم می‌باشد. پروتئین‌های جوانه شامل لیوکوزین [۴] ، گلوبولین و پروتساز بوده که قسمت اعظم آنرا لیوکوزین که تقریباً حدود ۱۵ درصد وزن جوانه است تشکیل می‌دهد. پروئتین‌ها پوسته مرکب از گلوبولین، آلبومین و پرولامین [۵] می‌باشد (هارتل، ۱۹۹۶).

در اثر عمل آسیاب کردن مقداری از پروتئین‌های دانه گندم و طبعاً اسیدهای آمینه آن با سبوس از آرد حذف می‌شوند. ویتامین‌های گندم: ویتامین‌ها مواد آلی هستند که در مقادیر بسیار کم برای رشد و حفظ سلامت بدن ضروری می‌باشند. ویتامین‌ها به دو دسته محلول در آب و چربی تقسیم می‌شوند.

---

[1]. Glabulin
[2]. Albumin
[3]. Protease
[4].Liocusine
[5]. Prolamin

ویتامین‌های زیادی در دانه گندم وجود دارد. ویتامین‌های موجود در گندم عبارت است از: ویتامین b_1 (تیامین[۱])، ویتامین b_2 (ریبلوفلاوین[۲])، ویتامین b_6، ویتامین b_3 (نیاسین[۳])، پانتوتنیک اسید[۴]، ویتامین E[۵] ، ویتامین H[۶] و اسید فولیک[۷] .ضمنا به مقدار بسیار ناچیزی ویتامین‌های c و $b_{۱۲}$ نیز در گندم وجود دارد (هارتل، ۱۹۹۶ و قوش و همکاران، ۲۰۰۰).

[1]. thiamin
[2]. ribofelavin
[3]. pp factor
[4]. pantotenic acid
[5]. tocofeol
[6]. biotinT
[7]. folic acid

فصل ۲ (مرور منابع)

۲-۱- اهمیّت آب در گیاهان:

آب جزء پایه ای و مهم در متابولیسم همه اجزای زنده، تسهیل کننده فعالیت‌های زیستی به وسیله حلالیت، یک انتقال دهنده واسط و خنک کننده بافت ها به وسیله تبخیر می‌باشد. در گیاهان و دیگر فتوتروف‌ها، آب یک نقش اضافی نیز در تأمین انرژی مورد نیاز چرخه فتوسنتز دارد. مولکول‌های آب، دو قطبی هستند و در فرایندی که فتولیز نامیده می‌شود، دو الکترون جهت تأمین انرژی مرکز واکنش فتوسیستمII از آن جدا می‌شود. آب در بسیاری از فرایندهای بیوشیمیایی به عنوان حلال عمل می‌کند. آنزیم‌های چرخه کربس وکالوین همگی در استروما که عیناً یک محلول آب دار است شناور هستند. بسیاری از مسیرهای دیگر نیز شامل آنزیم هایی هستند که در محلول آبی تولید و شکل می‌گیرند. یک نقش دیگر آب در گیاه، نگهداری و حمل عناصر غذایی است. آب، عناصر غذایی نامحلول را به گیاه منتقل می‌کند و آنها را در آوندها به حرکت در می‌آورد. آب فشار تورژسانس را تأمین می‌کند که به استحکام و حفظ ایستادگی ساقه‌ها و برگ‌ها کمک می کند. به همین دلیل است که وقتی گیاهان آب از دست می‌دهند، فشار تورژسانس خود را از دست داده و پژمرده می‌شوند (کافی و مهدوی، ۱۳۷۹، محمدی و همکاران، ۱۳۸۵ و ریچاردز، ۱۹۹۶).

۲-۲- انواع خشکی

نوع خشکی در مناطق مختلف کشت گندم در طول فصل زراعی متفاوت است و ممکن است :

۱) پیوسته بوده و شدت آن دائماً زیاد شود.

۲) فقط در اوایل فصل باشد .

۳) فقط در اواخر فصل مصادف با دوره دانه‌بندی گندم باشد (ارزانی، ۱۳۷۵).

۲-۳- حساسیت مراحل نمو گندم به تنش خشکی

مطالعات عمده پیرامون واکنش گیاهان نسبت به شرایط نامساعد محیطی، از جمله خشکی از سال ۱۹۴۱ شروع شد و واژه‌های تحمل و حساسیت تعریف شدند (لویت، ۱۹۸۰) و از آن پس اثر تنش خشکی بر رشد گیاهان در مراحل مختلف بررسی شد. با توجه به دوره اعمال تنش خشکی بر گندم، چرخه زندگی گندم را می‌توان به دو مرحله کلی قبل و بعد از گرده افشانی تقسیم نمود. محیط قبل از

گرده افشانی، تولید کل ماده خشک و مصرف آب در مرحله گرده افشانی را تعیین نموده و مبین تعداد دانه و سطح برگ در آن زمان است. محیط پس از گرده افشانی نیز تاثیر به سزایی بر گرده افشانی، تعداد دانه در واحد سطح و روند پر شدن دانه‌ها دارد (فیشر، ۱۹۹۳). از این رو تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات گندم بسته به اینکه در چه مرحله‌ای از نمو گیاه رخ دهد، متفاوت می‌باشد.

زمانی که پژمردگی در گیاه گندم شروع شده و برگ‌های آنها پیچ خوردند اثرات تنش خشکی در گندم شروع می‌شود. اثرات تنش خشکی در مرحله بین پر شدن دانه و رسیدن بسیار زیاد بوده و موجب کاهش عملکرد دانه در گندم می‌شود، زمانیکه تنش خشکی در مراحل بین گلدهی و خمیری نرم در گندم اتفاق می‌افتد، عملکرد دانه را بشدت کاهش می‌دهد ولی وقوع تنش خشکی در مرحله روند رسیدگی فیزیولوژیکی فقط سبب کاهش ۱۰٪ عملکرد دانه در گندم گردید. وقوع تنش خشکی ملایم در طول مراحل اولیه رشد رویشی در گندم‌های کشت شده در بهار در عملکرد دانه تأثیری نداشت (باوردر، ۲۰۰۱).

مراحل گرده افشانی و پر شدن دانه‌ها جزء بحرانی ترین مراحل نمو گندم نسبت به تنش خشکی معرفی شده است و دوره‌ای است که گندم نسبت به کمبود آب بیشترین حساسیت را نشان می‌دهد. همچنین گزارش شده است گیاهان دانه‌ای از جمله گندم دو هفته قبل از گرده افشانی نسبت به خشکی، حساس می‌باشند (ماکادو و همکاران، ۱۹۹۳؛ محمدی و همکاران، ۱۳۸۵ و ریچاردز، ۱۹۹۶). جانستون و فولر (۱۹۹۲) و هامن (۲۰۰۸) اظهار نمودند که حساس‌ترین مرحله نمو گندم به تنش خشکی، مرحله گلدهی است. بنابراین در مورد گندم، تاثیر تنش خشکی بر مرحله زایشی به دلیل وجود حداقل میزان وضعیت جبرانی در این مرحله می‌باشد. گیاهانی که در طول دوره گلدهی در معرض تنش خشکی قرار داشتند، دوره گلدهی آنها کاهش یافت. اعمال تنش خشکی در مراحل بعدی نمو، موجب تسریع پیری و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها گردید (دویسن و فریمن ۱۹۷۴). فیشر (۱۹۹۳) دریافت که حساس‌ترین مرحله نمو گندم به تنش خشکی، پانزده روز قبل از گرده افشانی است که عمدتاً بر تعداد دانه در هر سنبله تأثیر می‌گذارد. این دوره (۵ تا ۱۶ روز قبل از ظهور سنبله) مصادف با طویل شدن سنبله، بساک‌ها و مادگی می‌باشد. خشکی خصوصاً طی گلدهی ممکن است خسارت زا باشد، زیرا قابلیت زنده ماندن و جوانه‌زنی دانه گرده را کاهش می‌دهد (کافی و مهدوی ۱۳۷۹).

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که بروز تنش خشکی در مراحل قبل از گرده افشانی گندم باعث کاهش رشد و نمو و زیست توده (بیوماس) شده و تشکیل دانه و باروری آن را به طور معنی‌داری کاهش داد. در حالی که اثر عمده تنش پس از گرده افشانی بر محدودیت مخزن و کاهش ظرفیت ذخیره‌ای آن و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و به ویژه کاهش وزن هزار دانه می‌باشد (ماکادو و همکاران، ۱۹۹۳ و عبادی و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین چنین نتیجه گیری شد که مقدار مواد فتوسنتزی تولید شده و انتقال مجدد آنها مرتبط با مرحله‌ای است که خشکی اتفاق می‌افتد.

مصطفی و همکاران (۱۹۹۶) اظهار نمودند که نمو سنبله گندم نسبت به اعمال تنش خشکی در حد فاصل انتهای مرحله رشد رویشی (ابتدای گل‌انگیزی یا تقریباً مرحله برجستگی دو گانه) تا ظهور سنبله، بسیار حساس می‌باشد. همچنین مشخص شد که در شرایط تنش ملایم، گلدهی تسریع می‌شود، در صورتی که تنش شدید موجب به تاخیر انداختن گلدهی خواهد شد (دویسن و فریمن، ۱۹۷۴). روبرتسون و گیونتا (۱۹۹۴)، گزارش نمودند اعمال تنش خشکی قبل از گرده افشانی (حد فاصل مرحله سنبلچه انتهایی و ظهور برگ پرچمی) که مصادف با مرحله طویل شدن ساقه‌ها در گندم می‌باشد، تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به میزان ۶۰ تا۷۰ درصد و تعداد دانه در سنبله را به میزان ۴۰ درصد نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش می‌دهد. آنها کاهش شدید عملکرد دانه گندم را تحت این تیمار تنش، به کاهش این دو جزء مهم عملکرد دانه نسبت دادند. همچنین با اعمال این تیمار تنش، نسبت تعداد دانه به وزن خشک سنبله (بدون دانه در مرحله گرده افشانی) به میزان ۵۰ درصد کاهش یافت. از طرف دیگر آنها نتیجه گرفتند که اعمال تنش از مرحله ظهور برگ پرچمی تا گرده افشانی، وزن خشک سنبله را به میزان ۵۸ تا ۹۴ درصد نسبت به شاهد کاهش می‌دهد.

با توجه به گستردگی سطح زیر کشت گندم و متفاوت بودن محیط‌های کشت آن از نظر خصوصیات اقلیمی هر منطقه، شناسایی مرحله یا مراحل بحرانی رشد و نمو یا زمان حساسیت شدید گیاه به خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است (لاوری و بنت، ۱۹۸۸ و وندن و همکاران، ۱۹۹۷) . تاثیر تنش رطوبتی بر فنولوژی گندم نه تنها به ویژگی های تنش (شدت و استمرار)، بلکه به زمان وقوع تنش نیز بستگی دارد (دویسن و فریمن، ۱۹۷۴). کیم و کرونستد (۱۹۸۱)، ده رقم گندم زمستانه را از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی در سه منطقه مورد بررسی قرار دادند. آنها همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در دو منطقه از سه منطقه مورد بررسی مشاهده کردند و اظهار داشتند در میان تعداد زیادی ژرم پلاسم، بخش عمده تحمل به خشکی یا عملکرد بالا در شرایط تنش به زودرسی ارقام مربوط بود و این خصوصیت به گیاه امکان فرار از شرایط سخت را می‌دهد.

گزارش‌های متعددی در زمینه رابطه بین صفات مورفولوژیکی و عملکرد در شرایط تنش ارائه شده است. وان‌گینکل و همکاران (۱۹۸۸) مشاهده کردند که در شرایط تنش بین عملکرد دانه با طول اکستراژن پدانکل رابطه معنی‌داری وجود ندارد، در حالی‌که در شرایط شاهد بین این دو، همبستگی منفی معنی‌دار وجود داشت.

۲-۴- اثرات تنش رطوبت در مراحل مختلف رشد

۲-۴-۱ - جوانه زنی:

گندم در مرحلهٔ جوانه‌زنی نسبتا به خشکی حساس است و در خاک‌های خشک نمی‌تواند بطور کامل جوانه بزند. البته تنش خشکی در تمامی مراحل رشد بر گیاه مؤثر است ولی در مرحله جوانه‌زنی چون بذرها غالبا در لایه سطحی خاک قرار دارند و هنوز ریشه‌ها برای جذب آب از لایه‌های زیرین تشکیل نشده است، تحمل گیاه فقط از روی زنده ماندن جوانه‌ها و یا به اصطلاح درصد سبز شدن بذرها سنجیده می‌شود، زیرا معیار دیگری برای آن نمی‌توان متصور شد ولی در مراحل بعدی کاهش عملکرد معیار قابل مقایسه‌ای برای تحمل گیاهان نسبت به خشکی است (دستفال و رمضانپور، ۱۳۷۹). هر عملی که جذب آب و اکسیژن را برای بذر محدود کند در نهایت جوانه‌زدن را محدود ساخته است، به‌خصوص جذب آب که سر آغاز جوانه زدن است نقش بسیار مهمی در این مورد ایفا می‌کند (فرشادفر و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۴-۲- از زمان سبز شدن تا تکمیل پنجه زنی:

دومین مرحله نموی گیاه، سبز شدن گیاهچه است. سبز شدن نسبت به وضعیت آب در خاک بسیار حساس است. در این دوران گیاهان جوان گندم آب زیادی مصرف نمی‌کنند. آبیاری یا بارندگی سنگین در طول این دوره تأثیر سوء خواهد داشت. زیرا علاوه براینکه باعث از بین بردن شرایط تهویه می‌شود، نیتروژن قابل جذب را که عمدتاً یون نیترات می‌باشد، از ناحیه ریشه خارج می‌کند (فویر و همکاران، ۱۹۹۸). در مرحلهٔ قبل از پنجه زنی، تنش رطوبت باعث کاهش پنجه زنی می‌شود ولی در صورت تأمین مجدد رطوبت ممکن است دوباره شروع شود (گنزالز و همکاران، ۱۹۹۹).

۲-۴-۳- ساقه رفتن:

نیاز گیاه به آب در طول دوره حداکثر رشد رویشی آن که همزمان با طویل شدن سریع ساقه‌ها است، به سرعت افزایش می‌یابد. رشد همزمان قسمت‌های مختلف ساقه و پنجه‌های هرگیاه باعث نیاز فراوان به آب و مواد غذایی می‌گردد و با ظهور سنبله ها مقدار آن به حد اکثر خود می‌رسد. اگر شرایط از نظر درجه حرارت، موادغذایی یا رطوبت نامساعد باشد، تشکیل سنبله روی تعدادی از ساقه ها متوقف می‌شود و حتی روی سنبله های باقی‌مانده نیز بخش زیادی از سنبلچه ها ممکن است عقیم شوند. در زمان تشکیل سنبلچه‌ها، تنش رطوبت باعث کاهش تعداد آنها در هر سنبله خواهد شد. هرگونه تنش رطوبتی قبل از خوشه رفتن طویل شدن میان گره‌ها را کاهش می‌دهد (مورگان و کندون، ۱۹۸۶ و ردی و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۴-۴- خوشه دهی و گلدهی:

بیشترین دورهٔ خشکی، اغلب در زمان گلدهی و تشکیل دانه که در بیشتر مناطق غربی ایران در نیمهٔ دوم اردیبهشت می‌باشد رخ می‌دهد (برای اراضی که در نیمه اول آذر و بموقع کشت شده باشند). در طول این دوره که همزمان با حداکثر نیاز گیاه به رطوبت می‌باشد، تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد. ضمن آنکه میزان بارندگی کاهش می‌یابد. در طول این دوره تنش رطوبت بیشترین اثر سوء را برعملکرد دانه خواهد داشت. فاصلهٔ بین تمایز سلولی سنبلچه‌ها و گل دهی، حساسترین دوره به خشکی می‌باشد (صدرا، ۲۰۰۲، ساماراً، ۲۰۰۴). تنش رطوبت در قبل از تلقیح گل‌ها به علت تأثیراتی که بر روی تشکیل سنبلچه‌ها و تولید گامت‌ها دارد، تعداد دانه در هر خوشه را به شدت کاهش می‌دهد. تنش رطوبت در مرحلهٔ لقاح گل‌ها نیز باعث کاهش تعداد دانه‌ها می‌شود و اگر در مرحله رسیدن دانه‌ها حادث شود وزن آنها را کاهش می‌دهد (صدیق و همکاران ۲۰۰۰). تلقیح در یک سنبله معمولا پس از حدود ۶ روز تکمیل می-شود و برای تمام سنبله‌ها پس از ۱۰ روز به اتمام می‌رسد. در طول این مدت، سنبله‌ها به خسارت ناشی از درجه حرارت کم، حرارت زیاد یا تنش رطوبت بسیار حساس می‌باشند. به طور کلی، هر اندامی که دارای بیشترین سرعت رشد در هنگام تنش باشد بیشترین تأثیر سوء برآن حادث خواهد شد (امینی و همکاران، ۱۳۸۷ و پوستینی و همکاران، ۱۳۸۵).

معمولاً به‌جز در شرایط استثنایی، تا زمان ساقه رفتن، آبیاری اضافی لازم نیست و تبخیر و تعرق نسبتاً پایین است و دراین دوره از رشد گندم که مصادف با فصل زمستان است، حداکثر نزولات حادث می‌شود. در اکثر نقاط کشور، در مرحلهٔ ساقه رفتن که اواخر اسفند و اوایل فروردین می‌باشد، در صورت عدم بارندگی، آبیاری تکمیلی باید صورت گیرد. آبیاری‌های بعدی در مراحل خوشه رفتن، گلدهی و دانه رفتن باید صورت گیرد (کافی و مهدوی، ۱۳۷۹).

۲-۵- مراحل نیاز به آب گندم

به طور کلی، در شرایط مزرعه، گندم به ندرت تحت تنش مداوم رطوبت در طول فصل رشد خود واقع می‌شود و دوره‌های تنش معمولاً با دوره‌های مناسب از نظر رطوبت، به‌طور متناوب حاصل می‌شوند (صدیق و همکاران، ۱۹۹۹). برای تعیین مقدار آب مورد نیاز و زمان آبیاری گندم، باید برخی از عکس العمل‌های اساسی را که این گیاه نسبت به رطوبت خاک از خود نشان می‌دهد، در نظر گرفت. بطور کلی مراحل رشد فیزیولوژیکی گندم شامل مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی از جمله جوانه‌زدن، سبز شدن ،پنجه‌زدن، ساقه رفتن، تولید خوشه، گلدهی، دانه بستن و پرشدن دانه ها می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵). هر کدام از این مراحل تحت شرایط مختلف آب و هوایی حساسیت‌های متفاوتی نسبت به کمبود رطوبت خاک و زمان و میزان آبیاری از خود نشان می‌دهند که اثرات آن در عملکرد محصول منعکس می گردد.

۲-۶- اثر تنش خشکی بر جذب نیتروژن به گیاه

بین رطوبت موجود در خاک و قابلیت استفاده ماده غذایی رابطه نزدیکی وجود دارد، بنا به نظر مگیس و همکاران (۲۰۰۴)، آبیاری راندمان کوددهی را افزایش می‌دهد و به علت همبستگی مثبت بین آبیاری و کوددهی، کوددهی در شرایط مطلوب آبی نسبت به کمبود آب صرفه اقتصادی بیشتری دارد. از سوی دیگر گیاهی که خوب کود داده شده باشد آب را به طور مؤثرتری استفاده می‌کند زیرا از ریشه‌های عمیق‌تر آب بیشتری جذب می‌کند و ریشه‌ها تا حدودی ظرفیت بیشتری برای جذب آب از خلل و فرج کوچک‌تر و غشاء آلی که ذرات خاک را احاطه کرده‌اند دارند. چون بهره‌برداری از آب رابطه نزدیکی با رشد ریشه دارد، تغذیه گیاه در شرایطی که رطوبت خاک کمتر از حد مطلوب است اثر مثبتی بر روی کارآیی مصرف آب دارد (مجیدیان، ۱۳۷۹).

رطوبت کافی در ناحیه ریشه، عامل مهمی برای استفاده کارآمد از عناصر غذایی موجود به‌شمار می‌آید. در کشاورزی فاریاب، مدیریت نیتروژن به گونه‌ای اجتناب ناپذیر به مدیریت آبیاری بستگی دارد. در حقیقت، جذب و کارایی نیتروژن تا حد زیادی به رطوبت قابل دسترس گیاه بستگی دارد و تنش رطوبتی می‌تواند اثر منفی بر روی جذب و کارایی آن داشته باشد (ملکوتی، ۱۳۸۳). مصطفوی راد و همکاران (۱۳۸۵)، گزارش کردند که عملکرد دانه، وزن هزار دانه، انتقال مجدد ماده خشک ساقه و برگ، در ارقام گندم و تحت تاثیر انواع کود نیتروژن، تفاوت معنی‌داری دارند. همچنین ترکیب‌های تیماری رقم و کود بر عملکرد دانه، طول برگ پرچم و انتقال مجدد ماده خشک برگها معنی‌دار بود. بین نیتروژن وتنش خشکی در تولید محصول، تعارض وجود دارد. به‌طوری که حداکثر بیوماس و تولید دانه با افزایش شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ و باز بودن روزنه ها به دست می‌آید که این ویژگی نیز در نتیجه مصرف بیشتر نیتروژن حاصل می‌شود. ولی تحت شرایط تنش خشکی، سطح برگ کمتر و دوام کمتر سطح برگ و بسته بودن روزنه‌ها برای کاهش تعرق مطلوب‌تر است. اغلب در شرایط خیلی شدید خشکی، پیری تسریع می‌شود و این مسئله به ویژه در مقادیر نیتروژن بالا شدیدتر است. بنابراین بین تنش خشکی و نیتروژن رابطه متقابل وجود دارد و همین امر باعث این اعتقاد شده که مصرف نیتروژن در شرایط تنش خشکی دارای اثر منفی است (فرجی و همکاران، ۱۳۸۵).

۲-۷- انتقال مجدد

در مرحله خاصی از نمو گیاه، مواد فتوسنتزی بیشتر از آنچه فرایندهای رشد مصرف می‌کنند تولید می‌شود. این مواد می‌توانند به ترکیبات ذخیره‌ای تبدیل شوند و در مراحل بعدی بویژه در مرحله پر شدن دانه که فتوسنتز جاری قادر به تأمین همه احتیاجات مخزن نیست، از طریق انتقال مجدد به دانه منتقل می‌شوند. به بیان دیگر انتقال مواد از منطقه‌ای که قبلاً ذخیره شده‌اند به منطقه دیگر که این مواد را مجدداً مورد استفاده قرار می‌دهند، انتقال مجدد نامیده می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۸).

مواد فتوسنتزی پس از تولید به اندام‌های مختلف گیاه منتقل شده و سپس تبدیل به ترکیبات متعددی می‌شوند. بیشتر ترکیبات ذخیره‌ای را کربوهیدرات‌ها تشکیل می‌دهند. وقتی گیاه وارد مرحله پر شدن دانه می‌شود مواد نشاسته‌ای را به قند تبدیل می‌کند و به دانه‌ها منتقل می‌نماید (پالتا و همکاران، ۱۹۹۴). آب و نیتروژن خاک در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین مناطق معتدل که به کشت غلات اختصاص دارند در طی دوره پر شدن دانه از عوامل محدود کننده محیطی است. در چنین شرایطی قسمت اعظم نیاز دانه به نیتروژن از طریق انتقال مجدد و دریافت نیتروژن از قسمت‌های رویشی گیاه تأمین می‌شود (سلافر و ساوین، ۱۹۹۴).

غلات حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن دانه را تا قبل از دوره گلدهی از اندام‌های رویشی کسب می کنند. انتقال این مقدار نیتروژن از بافت‌های رویشی به دانه، منبع اصلی نیتروژن برای نمو دانه می‌باشد. از طرفی، انتقال ماده خشک که قبل از مرحله گلدهی تولید شده است، به ویژه هنگامی که فتوسنتز جاری پس ازگلدهی در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد در عملکرد نهایی دانه سهم قابل توجهی دارد (ماینارد و جوفوری، ۲۰۰۱ و سافیلد و همکاران، ۱۹۷۱).

تأثیر عوامل محیطی بر جذب نیتروژن قبل و پس از گلدهی در گزارش‌های مختلف آمده است (اهدایی و واینس، ۲۰۰۱، دالینگ و همکاران، ۱۹۷۶ و ماینارد و جوفوری، ۲۰۰۱). جذب نیتروژن در شرایط مزرعه‌ای، باعث افزایش تولید ماده خشک می‌شود (اهدایی و همکاران، ۱۹۸۸ و پالتا و همکاران، ۱۹۹۴). در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک پس از مرحله گلدهی، هوا گرم و خشک است و این امر باعث بروز تنش خشکی می‌شود و در نتیجه انتقال نیتروژن را محدود می‌سازد (کردا و همکاران، ۲۰۰۱، ماینارد و جوفوری، ۲۰۰۱ و نیکولاس و همکاران، ۱۹۸۵). بدین ترتیب، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه به مقدار زیادی بستگی به انتقال مواد ساخته شده به دانه قبل از مرحله گلدهی دارد. از سوی دیگر گزارش‌های علمی نشان می‌دهند که انتقال نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه پس از گلدهی تحت کنترل عوامل ژنتیکی است (سافیلد و همکاران، ۱۹۷۱، فلونگ و صدیق، ۱۹۹۱).

انتقال مجدد در ترکیبات آلی و معدنی صورت می‌گیرد. در اواخر عمر برگ، کربوهیدرات‌ها همراه با ترکیبات نیتروژن‌دار، فسفر و سولفور و سایر عناصر قابل انتقال مجدد به مقصدهای جاری گیاه منتقل می‌شوند. اصطلاح توزیع مجدد[1] و انتقال مجدد[2]، اغلب برای توصیف این فرایند به کار می‌رود اما از نظر دینامیک ورود و خروج مواد غذایی، کاربرد این اصطلاحات موجب شبهه اختلال می‌گردد. بدین ترتیب کاهش در مقدار خالص مواد غذایی را انتقال مجدد می‌نامند (مارشنر، ۱۹۹۵). مارشنر (۱۹۹۵) انتقال مجدد را شامل دامنه‌ای از فرایندهای مختلف بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی به شرح زیر معرفی کرده است:
۱) مصرف مواد ذخیره شده (پتاسیم، فسفر، منیزیم، نیتروژن، آمینو و غیره) در واکوئل‌ها.

---

[1]. Redistribution
[2]. Remobilization

۲) شکسته شدن پروتئین‌های ذخیره‌ای

۳) شکسته شدن ساختارهای سلولی نظیر کلروپلاست و پروتئین‌های آنزیمی که در نتیجه آن مواد معدنی پیوندی در اجزاء ساختمانی نظیر منیزیم در کلروفیل و ریز مغذی‌های موجود در آنزیم‌ها به شکل قابل حرکت تبدیل می‌شوند.

به طورکلی در غلات در طی دوره ای از رشد، تجمع برخی مواد معدنی در گیاه بیشتر از میزان مصرف آن جهت رشد است . در این حالت این مواد مازاد اغلب در ساقه انباشته شده و در مراحل بعدی رشد که معمولا از دو تا سه هفته پس از گلدهی شروع می‌شود، به دانه انتقال می‌یابد که به این فرآیند انتقال مجدد می‌گویند (احمدی و همکاران، ۲۰۰۴). با مصرف بهینه نیتروژن ، سرعت رشد برگ‌ها افزایش یافته و برگ‌ها در مدت زمان کمتری نسبت به عدم مصرف نیتروژن رشد خود را تکمیل می‌کنند و مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز خود را ذخیره کرده و بعد از گرده افشانی به دانه منتقل می‌کنند. وقتی که گیاه تحت تأثیر عوامل محیطی در دوره‌های مختلف رشد قرار می‌گیرد، ترکیبات ذخیره شده در اندام هوایی نقش مهمی را در پر کردن دانه‌ها ایفا می‌کنند (آرونا گیتا و تیاراجان، ۲۰۰۳). در گزارشی پیردشتی و همکاران (۲۰۰۳)، با اعمال تاریخ‌های مختلف کاشت بر ارقام مختلف برنج نشان دادند که تیمارهای رقم و تاریخ کاشت بر میزان انتقال مجدد نیتروژن مؤثر می‌باشند و انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن از اندام های هوایی نقش مهمی را در تجمع ماده خشک در ارقام برنج دارا می‌باشد.

بسیاری از محققان به همبستگی بالای انتقال مجدد عملکرد دانه گندم اشاره کرده اند. به عنوان مثال، پالتا و همکاران (۱۹۹۴)، گزارش کردند که تحت شرایط تنش مقدار مشارکت کربن و نیتروژن ذخیره ای در تشکیل دانه به ترتیب ۶۴ و ۸۱ درصد بود. ون هرواردن و همکاران (۱۹۹۸)، نیز بیان کردند در شرایط تنش خشکی در مزرعه سهم مواد ذخیره‌ای در تشکیل دانه ۱۰۰ ـ ۷۵ درصد بود. علیرغم این پلاوت و همکاران (۲۰۰۴)، عنوان کردند که مقدار انتقال مجدد در شرایط تنش کمتر از شرایط فاریاب بود. علت چنین واکنشی مشارکت مواد ذخیره‌ای ساقه در تنظیم اسمزی و جذب آب بیان شد.

توان ذخیره سازی مواد فتوسنتزی به عنوان یک فاکتور مهم تأثیرگذار بر روی انتقال مجدد بیان شده است (اهدایی و همکاران ۲۰۰۶). بلوم (۱۹۹۹) معتقد است که پتانسیل ذخیره سازی کربوهیدرات‌ها در ساقه ۱ تعیین می‌شود. با توجه به تفاوت در طول و چگالی وزنی میانگره‌های گندم (بلوم، ۱۹۹۹)، به نظر می‌رسد که مقادیر متفاوتی از کربوهیدرات‌ها در میانگره‌های مختلف گندم ذخیره شود. در تحقیقی که توسط اهدایی و همکاران (۲۰۰۶) در کالیفرنیا آمریکا و بر روی یازده رقم گندم با خصوصیات متفاوت انجام شد، این محققان اشاره کردند که در شرایط فاریاب و تنش خشکی بیشترین ذخیره‌سازی و انتقال

۱) وزن ساقه در واحد طول.