



آب، گیاه و اثرات کمبود آب بر بعضی صفات و رفتارهای فیزیولوژیک گیاه

(مطالعه موردی : گندم)

علیرضا عمادی*

چکیده

مقدار یا شدت نامناسب عوامل زیستی و محیطی باعث روند غیر عادی فرایندهای فیزیولوژیکی می شود. این مسئله که تحت عنوان تنش هم بیان می شود می تواند به طور بالقوه برای موجودات زنده و از جمله گیاهان مشکل ساز شود. بیش از یک سوم سطح قاره ها و بخش عمده کشور ما دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است. از طرف دیگر خشکی یکی از عوامل محدود کننده و خطر جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان محسوب می گردد و یکی از بحث انگیزترین موضوعات سالهای آینده، جدال بر سر تصاحب منابع آب خواهد بود. شناخت اثرات تنش های مختلف محیطی بر روی فیزیولوژی گیاهان زراعی برای آگاهی از مکانیسم های مقاومت و بقای گیاهان به منظور افزایش مقاومت در برابر تنش ضرورت دارد. درک کامل و دقیق واکنش های فیزیولوژیک و عکس العمل گیاهان در مقابل تنش های محیطی برای اعمال روش های جدید جهت کاهش اثرات تنش، لازم و از کارهای اساسی می باشد. در زراعت اکثر گیاهان، تنش کمبود آب پدیده ای متداول است و زمانی که مقدار آب تعرق یافته بیشتر از میزان جذب آب باشد، حادث می شود. آن دسته از فرآیندهای گیاهی که به منظور افزایش حجم سلولها (فشار تورمی) وابسته هستند، حساسیت زیادتری به کمبود آب دارند. دو نمونه مهم از این فرآیندها عبارتند از تبادل گازی برگ که به حجم (فشار تورمی) سلول های محافظ وابسته است و دیگری افزایش سطح برگ که به گسترش سلولی متکی می باشد. کمبود رطوبت شاخص سطح برگ (LAI) را کاهش و در



نتیجه میزان جذب نور توسط گیاه کم می شود. در شرایط تنش میزان آنزیم ها کاهش می یابد ولی غلظت بعضی از آنزیم های هیدرولیز کننده (نظیر آمیلاز و پروتئاز) افزایش می یابد. کلروفیل سازی در کمبودهای شدیدتر آب متوقف می گردد ، همه این عوامل دست به دست هم داده و باعث می شود در اثر تنش خشکی عملکرد محصول کاهش یابد.

کلید واژه : تنش خشکی ، واکنش های فیزیولوژیکی گیاهان ، سلولهای محافظ ، شاخص سطح برگ

مقدمه ای بر تنش های محیطی^۱

رشد و عملکرد گیاهان زراعی تابعی از کلیه عوامل محیطی و اثرات متقابل آنها می باشد. مطالعات گسترده ای در مورد نقش عوامل محیطی مانند عوامل آب و هوایی (بارندگی ، درجه حرارت ، رطوبت ، نور و باد) ، عوامل غیر اقلیمی (رطوبت خاک ، مواد غذایی ، گازها ، آفات و بیماری ها ، رقابت با علف های هرز) ، فاکتورهای مدیریت زراعی و میزان نهاده های کشاورزی در کاهش یا افزایش رشد و نمو گیاه به انجام رسیده است (۹). لویت^۲ تنش^۳ را نتیجه روند غیر عادی فرآیندهای فیزیولوژیکی می داند که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می شود. در حقیقت مقدار یا شدت نامناسب عوامل فوق است که می تواند به طور بالقوه برای موجود زنده مشکل ساز باشد و باعث تنش در گیاه یا اجزای آن و بروز آسیب های مستقیم و غیر مستقیم در گیاه یا اجزای آن شود. وی به عوامل محدود کننده فوق ، اصطلاح تنش های محیطی اطلاق نمود و آنها را به دو دسته تنش های زیستی و غیر زیستی تقسیم نمود (۱۳).

کاهش رشد و عملکرد ، مرگ بخش یا کل گیاه در نتیجه انحراف از شرایط مساعد رشد و قرار گرفتن در شرایط تنش است. خسارت تنش های کمبود آب ، شوری و دما به گیاهان زراعی در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش ها گسترده تر است و تنش های شوری و خشکی بیشتر مورد توجه اند (۹). بیلان آبی یک منطقه که موازنه ای بین بارش و تبخیر می باشد غالباً

^۱ . Environmental Stresses

^۲ . Levitt

^۳ . Stress



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



عامل مهمی در تولید محصولات زراعی در مناطق نیمه خشک محسوب شده و شاخص های اقلیمی - زراعی مبتنی بر این موازنه بارش - تبخیر می باشد. (۱)

مطالعه عوامل تنش زا باید به صورت جامع انجام شود ، چرا که این عوامل خود روی دیگر عوامل محیطی اثر نموده ، آثار ناشی از آنها را تشدید یا تقلیل می دهند. تنش های مختلف طی فازهای جداگانه به دو صورت تنش های اولیه و تنش های ثانویه عامل ایجاد ناپایداری در ساختمان و فعالیت های حیاتی گیاه هستند. تنش های اولیه خود موجب بروز تنش های ثانویه و در نتیجه ایجاد آسیب های ثانویه در گیاه می شوند. سازوکارهایی وجود دارد که از طریق آنها گیاه می تواند از صدمات تنش مصون بوده ، متابولیسم عادی و چرخه زندگی خود را ادامه دهد. به عنوان مثال در حالت تحمل تنش ، گیاه تغییرات و یا صدماتی را که در اثر تنش بوجود می آیند تحمل نموده و یا آنها را به حداقل می رساند. در این حالت به گیاه تنش وارد می شود لیکن خسارت وارد شده کمتر از مقدار قابل انتظار است (۹). در این میان آب که فراوان ترین ترکیب شیمیایی بیوسفر است ، در تمام واکنش های شیمیایی حیاتی دارد و از ترکیبات ضروری بافت های همه موجودات زنده و منبع هیدروژن آنها بوده و عامل حرکت مواد غذایی از نقطه ای به نقطه دیگر است که مواد غذایی به همراه آن وارد گیاهان می شوند و از اهمیت ویژه ای برخوردار است ، بنابراین کمبود آب می تواند اثرات منفی قابل ملاحظه ای بر گیاه ایجاد نماید (۷). به طور کلی به محض مواجهه گیاه با شرایط تنش اولین فاز یعنی اعلام خطر (آگاهی دهنده) در گیاه نمود پیدا می کند. طی این مرحله برخی از فعالیت های گیاه کاهش می یابد (واکنش به تنش) و برخی از اعمال گیاه از طریق وقوع واکنشهایی در جهت مخالف جبران می شود (جبران ۴). همچنین ممکن است در فاز بعدی که فاز مقاومت است ، تنش موجب اعمال هزینه زیادی برای گیاه شود (سخت شدن). در این مرحله اگر رویارویی گیاه با تنش کوتاه مدت باشد و از حد (آستانه) تحمل گیاهی فراتر نرود ، خسارت وارد شده به گیاه ممکن است قابل ترمیم و برگشت پذیر باشد و تنها باعث تغییرات موقت در فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه شود. به عبارتی اگر در شرایط رویارویی گیاه با یک تنش ثابت ، درجه ای از مقاومت در گیاه



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



پدید آید یا موجود باشد، گیاه قادر است پایدار خود را مجدداً باز یابد. (تعدیل). به گونه ای که بعد از بهبود^۵ از مزاحمت های قابل برگشت، امکان بازگشت افزایش در وزن خشک به همان نسبت قبلی فراهم گردد. اما اگر گیاه در مدتی معین توسط یک تنش حاد یا مزمن تحت فشار قرار گیرد، باعث بروز آثار خستگی^۶ در آن شده، آسیب های غیرقابل برگشت در گیاه به وقوع می پیوندد. به همین دلیل رویارویی طولانی مدت با تنش باعث اختلالات دائمی در گیاه می شود (۹).

شناخت اثرات تنش های مختلف محیطی بر روی فیزیولوژی گیاهان زراعی برای آگاهی از مکانیسم های مقاومت و بقای گیاهان به منظور افزایش مقاومت در برابر تنش ضرورت دارد. درک کامل و دقیق واکنش های فیزیولوژیک و عکس العمل گیاهان در مقابل تنش های محیطی برای اعمال روش های جدید جهت کاهش اثرات تنش، لازم و از کارهای اساسی می باشد (۵). چون یک سوم قاره ها و بخش عمده کشور ما دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است و خشکی خطر جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی است به همین دلیل در این مقاله مطالبی راجع به آب و تنش حاصل از کمبود آن و تغییرات مورفولوژیکی که این تنش می تواند در گیاه ایجاد کند آورده می شود.

آب و نزاع بر سر آن

یکی از بحث انگیزترین موضوعات سال های آینده، جدال بر سر تصاحب منابع آب خواهد بود. منابع آب کره زمین به دلایل بسیاری کاهش یافته اند. بسیاری از کشورها دوره های سخت و طاقت فرسای کم آبی و قحطی را سپری می کنند و عده کثیری از آنها نخستین بار است که چنین بلایائی را به چشم می بینند. بنابراین مشکل کم آبی می تواند علت آشکار و یا پشت پرده بسیاری از تنش های سیاسی و در وضعی وخیم تر درگیری های منطقه ای باشد (۶). تمام آب روی کره زمین در اقیانوس ها، دریاچه ها و حوزه های یخ و برف وجود دارند و تنها حدود ۰/۵ درصد از کل آب روی کره زمین در هر زمان

^۵ . Recovery

^۶ . Exhaustion



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



مشخص در سیکل هیدرولوژی شرکت دارد. یعنی چرخه ای که شامل تبخیر آب از سطح زمین، انتقال بخار آب در اتمسفر و بازگشت نهایی آب به سطح زمین و منابع ذخیره ای آب می شود (۳).

در کره زمین تعداد رودخانه‌ها و منابع آبهای سطحی کم است ولی تعداد بسیار زیادی از آنها مرزی و مورد مناقشه کشورهای همسایه هستند. به عنوان مثال این مسئله به مشکل بزرگی برای کشورهای تازه استقلال یافته شوروی سابق و نیز کشورهای شرق اروپا بدل شده است. در حال حاضر بیش از نه کشور، هر یک با در بر گرفتن قسمتی از حوضه رودخانه نیل خود را در استفاده از این رودخانه سهم می دانند، همچنین هفده کشور ادعای مالکیت رود دانوب در اروپا را دارند. به راستی کدامیک از این مدعیان مالک حقیقی این منابع سرشار و غنی هستند؟ کشورهای که رود از آنها سرچشمه می گیرد و یا آنهایی که آب در آنها جاری است؟ پدیده ای که تازگی ندارد و تا کنون به دفعات اتفاق افتاده است، با گذری به مراجع تاریخی در می یابیم که اولین جنگ تاریخ که به خاطر آب اتفاق افتاده است در حدود ۳۱۰۰ سال پیش از میلاد و بر سر رودخانه فرات بوده است. آیا در آینده نزدیک هم شاهد این اختلافات خواهیم بود؟ رود فرات هم اکنون عامل بروز اختلاف بین ترکیه، عراق و سوریه است. این رود عظیم مورد ادعای هر سه کشور و بخصوص ترکیه می باشد (۶).

نیروی آب نوعی انرژی خورشیدی ذخیره شده است زیرا تمام سیستم های اقلیمی و آبی زمین را خورشید به حرکت در می آورد. نیروی آب حداقل از زمان امپراطوری روم مهار شده و مورد استفاده قرار می گرفته است. نیروی آب منبع پاکیزه ای است و تولید آلودگی نمی کند و نیازمند هیچگونه سوختی نمی باشد و به طور کلی انرژی کارآمدی است. اما گاهی اوقات باعث بروز مشکلات زیست محیطی نیز می شود. آبی که از بالای سد به پایین می ریزد اگر چه در تولید برق بکار می آید ولی ازت هوا را در خود می گیرد. این ازت پس از ورود به گردش خون ماهی ها موجب مرگ آنها می شود. علاوه بر این، سد با به دام انداختن رسوبات، مانع رسیدن آنها به دریا و تجدید مواد غذایی شن های ساحلی می شود. گیاهان هم در رابطه با آب و جذب آن مکانیسم ها یا مشکلاتی دارند. جذب آب در گیاهان از طریق تارهای کشنده و به دو طریق جذب غیر فعال و جذب فعال انجام می پذیرد. مکانیسم جذب غیر فعال از فرآیند اسمز تبعیت می کند و یک فرآیند فیزیکی محسوب



می شود. در این حالت حرکت آب از یک محیط رقیق (آب درون خاک) به یک محیط غلیظ (سلول گیاه) از خلال یک غشاء نیمه تراوا (غشاء سیتوپلاسمی سلول های تارهای کشنده) صورت می گیرد که یک پدیده غیر فعال و بدون صرف انرژی است و عامل اصلی ورود آب به گیاه است. در حالت جذب فعال آب بر خلاف شیب پتانسیل آن حرکت کرده و توسط گیاه جذب می گردد که این عمل همراه با صرف انرژی (مصرف ATP) است. از عوامل دیگری که بر روی شدت جذب آب اثر می گذارند میزان دفع آن از سطح گیاه طی پدیده تعرق^۷ یا تعریق^۸ می باشد. درجه حرارت نیز بر جذب آب اثر زیادی دارد زیرا در سرما قابلیت نفوذپذیری غشاء کاهش می یابد^(۱).

نقش آب در گیاه

هیچ موجود زنده ای را در عالم حیات نمی توان یافت که بدون وجود آب بتواند به حیات خود ادامه دهد ، زیرا قسمت اعظم اندام های گیاهی و بدن جانوران را آب تشکیل می دهد. برای مثال بین ۴۰ تا ۶۰ درصد وزن تر درختان و حدود ۹۰ درصد وزن تر گیاهان علفی را آب تشکیل می دهد. آب در اندام های گیاهی و بدن جانوران ، محیطی را فراهم می سازد که در آن محیط تماس بسیاری از ترکیبات و عناصر بیشتر شده و فعل و انفعالات بیوشیمیایی در این چنین محیطی امکان پذیرتر می شود^(۱).

یکی از عملیات عمده ای که آب در گیاهان انجام می دهد حمل مواد غذایی از خارج به داخل ریشه و درون گیاه و از ریشه به برگ و سایر اندامهاست^(۶و۱). هر قدر زمین از حیث مواد غذایی غنی باشد بدون وجود آب چنین زمینی عقیم و بی حاصل خواهد بود زیرا برای محلول نمودن و جریان یافتن این مواد به داخل گیاه و در آوندهای نبات محتاج به آب است. برای تولید هر کیلو ماده خشک گیاهی به ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر آب نیاز است و بدون شک کمبود آب در خاک یکی از عوامل مهم در محدودیت و پایین بودن عملکرد بسیاری از محصولات و زراعت هاست. این احتیاج گیاه به آب در گیاهان یکساله

^۷. Transpiration

^۸. Gutation



وبخصوص آنهایی که ریشه سطحی دارند بیشتر محسوس است تا برای درختان و نباتاتی که دارای ریشه عمیق عمودی و طولی می باشند (۶). آب یکی از مواد مؤثر در فرآیندهای فتوسنتز می باشد لیکن فقط ۰/۱ درصد مجموع آب جذب شده توسط گیاه صرف فتوسنتز می گردد و ۹۹ درصد آب جذب شده به صورت تعرق دفع می شود و تقریباً ۱ درصد آب جذب شده گیاه صرف آب دهی و تورژانس شده و امکان رشد گیاه را فراهم می سازد (۴).

وجود آب در واکنش سلول های گیاهی موجب بوجود آمدن فشار تورگر (فشار آماس) می گردد و باعث تورژانس سلول ها می شود. فشار تورگر خود موجب فرار گرفتن طبیعی اندام ها مثل برگ یا گل ها روی ساقه می گردد و یا در باز و بسته شدن روزنه ها مؤثر است (۱). هدف از آبیاری اضافه کردن مقدار کافی و به موقع آب به محیط توسعه ریشه است به طوری که گیاه بتواند آب را به سرعت و به مقدار مورد نیاز خود جذب نماید. هرگاه مقدار نزولات آسمانی برای تأمین نیاز آبی گیاه کافی نباشد اقدام به آبیاری لازم می گردد. آب مورد نیاز برای آبیاری از منابع مختلفی مانند چاههای عمیق و نیمه عمیق ، رودخانه ، چشمه و قنات تأمین می گردد ولی در حالت کلی رطوبت خاک به وسیله سه منبع نزولات آسمانی ، آبیاری و بالا آمدن آب تحت الارضی تأمین می گردد (۶).

تنش کمبود رطوبت

رشد سلولی در گیاه فعالیتی است که نسبت به کمبود آب بسیار حساس است. کاهش پتانسیل آب بافت های مریستمی در طول روز غالباً موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلولی می گردد. این امر به نوبه خود موجب کاهش سنتز پروتئین یا سنتز دیواره سلولی و بزرگ شدن سلول می شود. مشاهده این که غالباً گونه های گیاهی حداکثر رشد خود را در شب یعنی در زمانی که پتانسیل آب بالاست انجام می دهند ، ممکن است توجیهی برای این امر باشد (۸ و ۱۱). اثر تنش در طول دوره رویشی منجر به کوچک شدن برگ ها گردیده ، شاخص سطح برگ (LAI)^۹ را در دوره رسیدن محصول و میزان جذب نور توسط گیاه را نیز کاهش می دهد. کلروفیل سازی در کمبودهای شدیدتر آب متوقف می

^۹. Leaf area index



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



گردد. در شرایط کمبود آب، فعالیت غالب آنزیم ها (مثلاً آنزیم احیاء کننده نیترات) کاهش می یابد لیکن فعالیت برخی از آنزیم های هیدرولیز کننده مثلاً (آمیلازها و پروتازها) افزایش می یابد. جالب آن است که در دانه خشک گیاهی مثل گندم با وجود آنزیم آمیلاز نشاسته شکسته نمی شود ولی به محض جذب رطوبت توسط دانه این آنزیم مواد ذخیره ای فوق الذکر را شکسته و انرژی آنها جهت جوانه زنی در اختیار جنین قرار می گیرد (۸).

در شرایطی که تنش متوسط یا شدید باشد، غلظت اسید آمینه پرولین نسبت به سایر اسیدهای آمینه افزایش می یابد. پرولین به عنوان مخزن ذخیره ای ازت و یا ماده محلولی که پتانسیل اسمزی سیتوپلاسم را کاهش می دهد عمل می نماید و گیاه را در تحمل تنش یاری می نماید. در شرایط تنش شدید (پتانسیل آب کمتر از ۱۵- بار)، تنفس، جذب CO_2 ، انتقال مواد فتوسنتزی و انتقال مواد خام در آوندهای چوبی به سرعت به حد بسیار کم نزول کرده و این در حالی است که فعالیت آنزیم های هیدرولیز کننده افزایش می یابد. در حد رطوبت پژمردگی دائمی، اگر گیاه برای مدت کمی پژمرده شده باشد و اقدام به آبیاری شود معمولاً به وضع اول خود برخواهد گشت. البته برگ های مسن ممکن است بریزند و چندین روز طول خواهد کشید تا فتوسنتز برگ به میزان قبل از تنش برسد (۸).

کاهش فشار تورگر موجب ایجاد حالت پلاسمولیز در سلول های گیاهی می شود که در این حالت برخی تغییرات هورمونی و فیزیولوژیکی در گیاه پدیدار می شود (۱). همگام با کاهش پتانسیل آب غلظت هورمون های گیاهی نیز تغییر می نماید. به عنوان مثال اسید آبسسیک ABA در برگ ها و میوه افزایش می یابد. تجمع ABA موجب بسته شدن روزنه ها شده و در نتیجه جذب CO_2 کاهش می یابد. در شرایطی که تجمع ABA زیاد باشد برگ ها و میوه های مسن تر می ریزند. در همه گیاهان مقدار ABA در اثر تنش رطوبتی غالباً زیاد نمی شود. سیتوکینین و اتیلن غالباً می توانند اثر ABA را (وقتی غلظت این هورمون زیاد می شود) خنثی نمایند. این امر تسریع رسیدن میوه ها را در شرایط تنش آب ممکن است توجیه نماید (۸).



واکنش گندم به تنش کمبود رطوبت

آب غالباً رشد و نمو گیاه را کنترل می کند. عکس العمل گیاه در برابر تنش آب با فعالیت متابولیکی، مورفولوژی، مرحله رشد و عملکرد بالقوه گیاه در ارتباط می باشد. توالی عکس العمل گیاه در یک سیکل خشکی چنین است (۸). دانه گندم برای تولید جوانه باید حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد خود، آب جذب کند وقتی رطوبت اطراف بذر به ۲۵ درصد برسد جوانه زدن شروع می شود و وقتی آب جذب دانه شد، متورم شده و پاره می شود و جوانه بیرون می آید در گیاهان رشد محدود مانند گندم و ذرت، حساس ترین مرحله رشد گیاه به کمبود آب، مرحله گلدهی است. زیرا تعداد گل های تلقیح شده و در نتیجه تعداد دانه ها کاهش یافته و عملکرد کم می شود و بعد از این مرحله در صورت برطرف شدن تنش خشکی یا فرصت کافی جهت جبران را ندارد (۴).

در زراعت اکثر گیاهان، کمبود آب خاک پدیده ای متداول است و می تواند اثرات منفی قابل ملاحظه ای را بر رشد و نمو آنها بگذارد. آن دسته از فرآیندهای گیاهی که به افزایش حجم سلولها (فشار تورمی) وابسته هستند، حساسیت بیشتری به کمبود آب دارند. دو نمونه مهم از این فرآیندها عبارتند از تبادل گازی برگ که به حجم (فشار تورمی) سلول های محافظ وابسته است و افزایش سطح برگ که به گسترش سلولی متکی می باشد. بازداری این فرآیندها در شرایط خشکی می تواند به افت قابل ملاحظه عملکرد منجر شود (۸ و ۱۱).

تنش جزئی رطوبت از میزان ظهور سلول های بنیادی گل جلوگیری می کند. تأثیر خشکی بر تشکیل سلول های بنیادی (یعنی در مراحل اولیه و ابتدایی تشکیل سنبلچه) بیشتر از تشکیل سنبلچه بوده، در نتیجه تنش در مرحله تشکیل سلول های بنیادی می تواند تعداد دانه ها را بیشتر از تنش در مراحل رشد سنبلچه تحت تأثیر قرار بدهد. تنش رطوبت در مرحله گرده افشانی و لقاح ۱۱، تعداد دانه ها به علت پساییدگی دانه های گرده کاهش می یابد. به علاوه جوانه زدن دانه گرده و رشد لوله گرده در کلاله و داخل تخمدان و تخمک ها را تحت تأثیر قرار می دهد. پژمردگی کلاله مانع رشد لوله گرده می شود و بنظر می رسد



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



که این عکس العمل در گونه هایی از غلات که دارای کلاله طویل می باشند (مثل ذرت) مشهورتر باشد. ارقامی از گندم که مدت گرده افشانی آنها طولانی است، در مقایسه با ارقامی که دوره گرده افشانی کوتاهتری دارند، احتمالاً در اثر تنش رطوبت صدمه کمتری می بینند (۲).

کمبود آب می تواند بسیاری جنبه های رشد و فیزیولوژی غلات را متأثر کند. به ویژه، میزان جذب و تحلیل خالص^{۱۲} ممکن است از یک سو به دلیل بسته شدن روزنه ها و افزایش تنفس و از سوی دیگر بر اثر کاهش توسعه سطح برگ و تشدید مسن شدن بافت (شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ ۱۳ کمتر) کاهش یابد (۱۱). اولین اثر تنش آب روی سرعت (مقدار) تبادل CO_2 به علت بسته شدن شکاف های روزنه ها باعث افزایش مقاومت روزنه ها یا r_s می شود. استمرار تنش آب به علت ضایعه دیدن سیستم فتوسنتزی باعث افزایش مقاومت مزوفیل (r_m) می گردد که این به نوبه خود یعنی کاهش فرآیند فتوسنتز (۱۱).

اثر تنش رطوبت در مرحله پر شدن دانه ها بسیار بارز است، چون عملکرد بالقوه بسته به وزن هر دانه دارد، که این مستلزم تجمع مواد فتوسنتزی در دانه ها می باشد (۲ و ۱۲). افزایش رقابت درون بوته ای به دلیل عرضه محدودتر مواد پرورده، ممکن است بر بقای پنجه ها، نمو سنبلک و پر شدن دانه تأثیر گذارد و دوام فرآیند یاد شده نیز ممکن است به وسیله میزان مسن شدن سایه انداز و سایر فرآیندهای بیوشیمیایی، تعیین شود. بنابراین، خشکی بر حسب زمان، طول و شدت دوره تنش می تواند عملکرد دانه را از طریق تأثیر بر هر یک از اجزاء (یا ترکیبی از آنها) کاهش دهد. با وجود شواهد خوبی در تأیید این نظر، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره شده می تواند کاهش عرضه مواد پرورده را پس از گل دهی، تا زمانی که ساقه و سنبله سبز می باشد، جبران کند (۱۱).

مواد جمع شده در دانه از دو منبع تأمین می گردد: یکی فتوسنتز در خود دانه و دیگری انتقال مواد فتوسنتزی از قسمت های گیاه به دانه (۲ و ۱۲). قسمتی از مواد فتوسنتزی قبل از گرده افشانی ساخته شده و در ساقه یا قسمت های دیگر گیاه ذخیره

^{۱۲} . Net assimilation rate

^{۱۳} . Leaf area duration



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



شده ، بعداً به دانه های در حال تشکیل منتقل می شود ، ولی قسمت اعظم مواد ساخته شده در دانه بعد از گرده افشانی ساخته می شود. بنابراین تنش رطوبتی در این مرحله انتقال مواد غذایی از برگها به دانه ها را کاهش داده و با توجه به اینکه خشکی باعث می شود دانه ها سریعتر برسند. دانه ها چروکیده شده ، از عملکرد گندم کم می شود (۸).

مدیریت های زراعی جهت کاهش خسارت تنش آب در گندم

خشکی یکی از عوامل محدود کننده و خطر جدی برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سرتاسر جهان محسوب می گردد (۵). عملیات زراعی متعددی به منظور افزایش محصول گندم در محیط های مستعد خشکی توصیه می گردد که عبارتند از :

الف- در مناطقی که طول فصل رشد بلند بوده ، آب و هوا معتدل است و کاشت بذر در فاصله زمانی وسیعتری امکان پذیر می باشد ، در این مناطق ، انتخاب زمان کاشت را می توان بر اساس رطوبت قابل دسترس در موقع کاشت و پیش بینی تأمین رطوبت در طی مراحل بحرانی رشد گیاه تنظیم کرد. در مناطقی که زمستان های سرد داشته ، گندم قادر به رشد در این فصل نمی باشد و کاشت گندم زمستانه مناسب تر است.

ب- در مناطقی که احتمال خشکی طولانی در تابستان وجود دارد ، از واریته های زودرس استفاده شود. گرچه در شرایط مطلوب واریته های دیررس محصول بیشتری تولید می کنند. اما در مناطقی که آب محدود است ، این واریته ها قبل از رسیدن به بلوغ کامل رطوبت قابل دسترس خاک را مصرف کرده ، محصول خوبی تولید نمی کنند (۲).

ج - کاشت گندم بایستی در بستری مرطوب انجام شود و برای حفظ رطوبت خاک ، خاک روی بذر فشرده شود.

د- حتی الامکان سعی شود رطوبت خاک در زمان آیش و همچنین در فصل رشد گیاه حفظ شود. استفاده از علف کش های مناسب در طول فصل آیش و عدم استفاده از ابزار شخم برای مبارزه با علف های هرز برای حفظ رطوبت خاک به افزایش تولید گندم کمک می کند.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



هـ - حاصلخیزی خاک ، راندمان مصرف آب را زیاد کرده و باعث کاهش خطر تنش رطوبت می شود. استفاده بیش از حد از کودهای ازته باعث افزایش رشد رویشی می شود که این امر به نوبه خود ، مصرف آب را افزایش می دهد (۶).
و- چنانچه برای آبیاری آب در دسترس داشته باشیم ، بهتر است در موقع گلدهی و دانه بندی گندم را به خوبی آبیاری کنیم.
این دو مرحله (گل آب و دان آب) بحرانی ترین مراحل رشد گندم می باشد و در صورت وقوع تنش آب در این مراحل محصول بشدت کاهش می یابد (۴).

مدیریت آب در دیمکاری

راندمان مصرف آب را صرفاً می توان با مدیریت بارش در تمامی طول سال به حداکثر رساند. نتایج تحقیقات و تجارب کشاورزان در آمریکای شمالی براین نکته اشاره دارد که برای بهبود ذخیره آب و عملکرد محصول و کنترل فرسایش در نظام های دیمکاری وجود این چهار شرط ضروری است : ۱. کنترل مؤثر علف های هرز ؛ ۲. حفظ پسماندهای گیاهی کافی بر سطح خاک برای کاهش تبخیر و کنترل فرسایش و گیرش برف در بعضی مناطق ؛ ۳. ایجاد کلوخه های مقاومی به قطر ۱ تا ۸ سانتیمتر بر روی سطح خاک (بخصوص وقتی که مقدار مالچ سطحی محدود باشد) برای مقابله با فرسایش بادی ، تقلیل سرعت رواناب ، نگهداشت مالچ ، سایه اندازی و محافظت فیزیکی از گیاهچه ها و ۴. مدیریت خاک برای نگهداشت آب کافی در محل سبز شدن بذر. حتی سیستم هایی که بطور موفقیت آمیزی هم این شروط را تأمین می کنند ممکن است از نظر راندمان مصرف آب چندان مؤثر نباشد(۱۰).

منابع

- اردکانی ، م . ر. ۱۳۸۷. اکولوژی. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران . چاپ دهم. ۳۴۰ صفحه.
بابائی ابرقویی . غ . ح. ۱۳۷۷. واکنش گندم به تنش کمبود رطوبت . مجله آموزش کشاورزی. شماره ۳۶ و ۳۷. صص ۴۷-۴۴.



همایش ملی مدیریت بحران آب
The National Conference on Water Crisis Management
دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



تی یرو، آی دی. و ام. ام. ۱۹۸۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. ۱۳۷۲. ترجمه ع. کوچکی، م. حسینی و م. نصیری محلاتی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول. ۵۶۰ صفحه.

خدابنده، ن. ۱۳۷۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ پنجم. ۵۳۷ صفحه.

خورشیدی بنا، م. ب.، ف. رحیم زاده خویی، م. ج. میرهادی، ق. نورمحمدی و الف. بایوردی. ۱۳۸۵. تأثیر تنش خشکی بر وزن خشک ریشه سه رقم سیب زمینی. مجله دانش نوین کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه. سال دوم. شماره سوم. صص ۴۹-۳۹.

رستگار، م. ع. ۱۳۸۱. زراعت عمومی. انتشارات برهمند. چاپ ششم. ۴۱۱ صفحه.

کوچکی، ع. و ح. خیابانی. (۳۷۵). مبانی اکولوژی کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ سوم. ۲۸۸ صفحه.

گاردنر. اف. پی، آر. بی. پی یرس و آر. ال. میشل. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۳۷۶. ترجمه غ. ح. سرمدنیا و ع. کوچکی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ ششم. ۴۶۷ صفحه.

میرمحمدی میدی، ع. م و ب. قره یاضی. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. چاپ اول. ۲۷۶ صفحه.

هاشمی نیا، م. ۱۳۷۸. زراعت دیم، راهبردهای نوین برای پایداری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۲۲۳ صفحه.

هی، ر. ک. ام. و ا. ج. واکر. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه ی. امام و م. نیک‌نژاد. ۱۳۷۳. انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ اول. ۵۷۱ صفحه.

۱. Fisher, R. A. and Maurer, R. ۱۹۸۸. Drought resistance in spring wheat cultivars I : grain yield responses. *Aust.J.Agric.Res.* ۲۹: ۸۹۷ – ۹۱۲.

۲. Levitt, J. ۱۹۸۰. Responses of plants to environmental stresses. ۲nd Ed. Vol II. Water , radiation , salt and other stresses. Academic press. New York. Pp: ۱۸۷-۲۱۱.