اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی متانول بر کلروفیل گندم دوروم

احمد درگاهی[1]، احمد کوچک زاده[2*]، سید عطاالله سیادت[3]، محمد رضا مرادی تلاوت[2]

1-دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

2-دانشیار رشته زراعت گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

3-استاد رشته زراعت گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

*koochekzadeh@asnrukh.ac.ir

چکیده

متانول ماده‌ای است که از مواد کربنی مانند چوب و زیست‌توده گیاهی تولید شده و قادر است غلظت دی‌اکسیدکربن در داخل گیاه و در نتیجه راندمان فتوسنتزی آن را افزایش داده که نتیجه آن ارتقای تولید ماده خشک در گیاهان است. گیاهان در شرایط مزرعه معمولاً با تنش‌های مختلفی مواجه هستند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها تنش خشکی است. بنابراین هر سال مقدار قابل توجهی از تولیدات کشاورزی کشور کاهش می‌یابد. گندم دوروم (*Triticum durum* L.) یکی از محصولات استراتژیک کشور بوده که در تولید آرد ماکارونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این بررسی به منظور مطالعه تأثیر متانول بر رنگیزه‌های فتوسنتزی گندم دوروم در شرایط کم‌آبیاری آخر فصل، آزمایشی در سال زراعی 94-1393 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 4 تکرار انجام شد. در این آزمایش دو فاکتور آبیاری با 2 سطح نرمال و تنش خشکی آخر فصل رشد (کم‌آبیاری) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول با 5 سطح صفر (تیمار شاهد بدون مصرف متانول)، 7، 14، 21و 28 درصد حجمی متانول به صورت تصادفی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تنش کم‌آبیاری همزمان با شروع مرحله گلدهی با قطع آبیاری اعمال شد. با اعمال تنش خشکی در ابتدای شروع مرحله گلدهی، اولین محلول‌پاشی متانول انجام و با فاصله زمانی هر 10 روز، دو بار دیگر در کرت‌های آزمایشی این محلول‌پاشی انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت متانول شاخص‌های اندازه‌گیری شده در شرایط کم‌آبیاری بهبود یافت. به‌طوری‌که با مصرف 28 درصد حجمی متانول، شاخص پایداری کلروفیل 14 درصد، مقدار کلروفیل a، 39 و کلروفیلb، 33/8 درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، شاخص پایداری کلروفیل، عدد کلروفیل‌متر، محتوای آب نسبی برگ

1-مقدمه

در میان عوامل محدود کننده عملکرد، کمبود آب بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک بیش از هر عامل دیگری، تولید گیاهان زراعی را از طریق اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک و زیستی با محدودیت روبرو کرده و بازده عملکردی گیاه را کاهش می‌دهد. یکی از آثار تنش خشکی بر گیاهان، تاثیر بر کلروپلاست و در نتیجه بر مقدار کلروفیل می‌باشد. گزارش‌هایی مبنی بر کاهش محتوای کلروفیل برگ در شرایط تنش خشکی وجود دارد (شوتز و فانگ‌میر، 2001). صدیق و همکاران (2000) گزارش کردند که در شرایط محدودیت آب، محتوای نسبی آب برگ‌ها به علت کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه‌ها کاهش می‌یابد و با کاهش محتوای نسبی آب در چنین شرایطی، هدایت روزنه‌ای، فتوسنتز، رشد و تولید کاهش می‌یابد. محمدخانی و حیدری (2007) گزارش کردند که تنش خشکی باعث افزایش نشت الکترولیت و در نتیجه کاهش شاخص کلروفیل و کاهش عملکرد دانه شد. متانول یا الکل چوب ضمن کاربرد در بهداشت، صنعت و سوخت موتورهایی با سیستم احتراق داخلی می‌تواند سبب افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاه شده، شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه را در شرایط کم‌آبیاری بهبود دهد. حسین زاده و همکاران (1393) اظهار داشتند که کاربرد متانول تحت شرایط تنش خشکی با افزایش محتوای نسبی آب و CO_2 درون سلولی برگ، موجب بهبود محتوای کلروفیل و آسیمیلاسیون CO_2 و در نتیجه افزایش پایداری برگ نخود شد؛ آن‌ها گزارش کردند که 30 درصد حجمی

متانول بیش‌ترین اثر را بر مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل داشت. در مجموع با توجه به تحقیقات انجام شده می‌توان اظهار داشت که تیمار نمودن گیاهان زراعی سه کربنه با محلول متانول، باعث افزایش تثبیت دی‌اکسیدکربن در آن‌ها و در نهایت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در اغلب گیاهان سه کربنه تیمار شده با آن گردید. لذا این پژوهش با استفاده از تیمارهای مختلف متانول بر گندم دوروم در شرایط کم آبیاری آخر فصل در شرایط آب و هوایی خوزستان طراحی گردید.

2-مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 94-1393 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 4 تکرار انجام شد. در این آزمایش دو فاکتور آبیاری با 2 سطح نرمال و تنش خشکی آخر فصل رشد (کم آبیاری) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف متانول با 5 سطح صفر (تیمار شاهد بدون مصرف متانول)، 7، 14، 21و 28 درصد حجمی متانول به صورت تصادفی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. رقم گندم دوروم مورد استفاده جهت کاشت، یاواروس و با تراکم 400 بوته در مترمربع بود. بذر این رقم از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تهیه گردید. تنش کم‌آبیاری همزمان با شروع مرحله گلدهی با قطع آبیاری اعمال شد. با اعمال تنش خشکی در ابتدای شروع مرحله گلدهی، اولین محلول‌پاشی متانول انجام و با فاصله زمانی هر 10 روز، دو بار دیگر در کرت‌های آزمایشی این محلول‌پاشی انجام شد. ویژگی‌های شاخص پایداری کلروفیل، عدد کلروفیل‌متر، مقدار کلروفیل a، b و نسبت آن‌ها در مرحله گلدهی اندازه‌گیری و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و رسم منحنی‌ها بوسیله اکسل انجام شد.

3-نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها در جدول 1 و مقایسه میانگین آن‌ها در جدول 2 آورده شده است. نتایج نشان داد که تنها اثر ساده عوامل آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود و اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد .

3-1-*شاخص پایداری کلروفیل*

اثر ساده آبیاری و محلول‌پاشی متانول بر شاخص پایداری کلروفیل معنی‌دار شد (جدول 1). نتایج نشان داد که شاخص پایداری کلروفیل در شرایط کم‌آبیاری آخر فصل نسبت به آبیاری نرمال در گندم دوروم، به شکل معنی‌دار کاهش داشت به‌طوری‌که از 87 به 72 درصد تقلیل یافت که کاهش 17/2 درصدی را نشان داد (جدول 2). منصوری‌فر و همکاران (1391) بیان کردند که در شرایط تنش، میزان پرولین افزایش یافته و خسارت به غشاء افزایش یافت؛ آن‌ها اظهار داشتند که ارقامی که تولید پرولین بیش‌تری داشتند، کم‌ترین میزان شاخص پایداری غشاء را دارا بودند. همچنین ارقامی که پرولین کم‌تری تولید کردند، بیش‌ترین مقدار کلروفیل a، b و کل را داشتند (منصوری‌فر و همکاران، 1391). نتایج جدول 2 نشان داد که کاربرد 28 درصد حجمی متانول شاخص پایداری کلروفیل را ارتقا داده و از 73 به 85 درصد رساند. هر چند که با کاربرد 21 و 14 درصد حجمی متانول تفاوت معنی‌دار نداشت. حسین‌زاده و همکاران(1393) در پژوهشی بر روی نخود اعلام کردند متانول تأثیر معنی‌داری بر شاخص پایداری کلروفیل داشت؛ نتایج آن‌ها حاکی از آن است که 30 درصد حجمی متانول بیش‌ترین تأثیر را بر پایداری کلروفیل داشت. در شرایط تنش متانول باعث افزایش پایداری کلروفیل می‌شود. شوتز و فانگ‌میر (2001) گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی، محتوای کلروفیل برگ

کاهش یافت؛ بنابراین کاربرد متانول با افزایش محتوای نسبی آب و CO_2 درون سلولی برگ، محتوای کلروفیل و آسیمیلاسیون CO_2 و در نتیجه افزایش پایداری برگ را بهبود می‌دهد (حسین‌زاده و همکاران، 1393).

جدول 1 تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و متانول بر صفات اندازه‌گیری شده (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص پایداری کلروفیل	عدد کلروفیل‌متر	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a/b
بلوک	3	0/0005**	1/60^{ns}	0/147	0/017	0/065
آبیاری	1	0/2295**	208/39**	0/938**	0/282**	0/054**
بلوک * آبیاری	3	0/0026	3/62	0/030	0/013	0/025
متانول	4	0/0220**	20/22**	0/652**	0/234**	0/044^{ns}
آبیاری * متانول	4	0/0019^{ns}	6/04^{ns}	0/127^{ns}	0/025^{ns}	0/077^{ns}
خطای آزمایش	12	0/0018	3/06	0/028	0/020	0/022
ضریب تغییرات (٪)		5/41	3/76	12/93	13/67	12/19

ns، * و **، به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای 5 و 1 درصد

جدول 2 مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری و متانول بر صفات اندازه‌گیری شده

منابع تغییر		شاخص پایداری کلروفیل	عدد کلروفیل‌متر	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a/b
		(درصد)		میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ	میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ	میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ
آبیاری	آبیاری نرمال	87^{a}	48/72^{a}	1/45^{a}	1/13^{a}	1/27^{a}
	کم‌آبیاری	72^{b}	44/15^{b}	1/15^{b}	0/96^{b}	1/20^{b}
	LSD	0/095	3/518	0/324	0/215	0/295
سطوح متانول (درصد حجمی)	صفر	73^{c}	44/36^{c}	1/035^{c}	0/849^{d}	1/239^{a}
	7	76^{bc}	45/48^{bc}	1/041^{c}	0/914^{dc}	1/142^{a}

1/202[a]	1/072[bc]	1/281[b]	46/42[abc]	80[ab]	14
1/323[a]	1/115[ab]	1/478[ab]	47/57[ab]	84[a]	21
1/306[a]	1/282[a]	1/696[a]	48/33[a]	85[a]	28
0/156	0/147	0/174	1/805	0/044	LSD

در هر ستون، اعدادی که حداقل یک حرف مشترک داشته باشند، در سطح احتمال خطای 5 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

3-2-*عدد کلروفیل‌متر*

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 1)، کم‌آبیاری آخر فصل، عدد کلروفیل را به شکل معنی‌دار کاهش داد به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین عدد کلروفیل مربوط به آبیاری نرمال و کم‌آبیاری به‌ترتیب با میانگین 48/72 و 44/15 بود (جدول 2). از جمله دلایلی که برای کاهش محتوای کلروفیل در شرایط تنش خشکی عنوان شده می‌توان به گرانوله شدن فسفولیپیدهای غشای سلولی و ایجاد منافذی در ساختار غشاء اشاره کرد که این خود نیز موجب ناپایداری غشای سلولی (حقی‌نژاد و همکاران، 1395) و اندامک‌های درون سلول از جمله کلروفیل (اورابی و همکاران، 2010) می‌شود. کاربرد 28 درصد حجمی متانول، عدد کلروفیل را نسبت به شاهد 8/2 درصد افزایش داد و از 44/36 به 48/33 رساند. بیش‌ترین شاخص کلروفیل در محلول‌پاشی 30 درصد حجمی متانول و در شرایط آبیاری کامل و کم‌ترین آن در شرایط عدم محلول‌پاشی متانول و قطع آبیاری در مرحله آبستنی به‌دست آمد (آقایی و همکاران، 1399). نادعلی و همکاران (1389) در پژوهشی میزان کلروفیل برگ چغندرقند در شرایط تنش را بررسی کرده و اعلام نمودند بیش‌ترین میزان محتوای کلروفیل برگ متعلق به سطح محلول‌پاشی شده توسط 21 درصد حجمی متانول و کم‌ترین میزان کلروفیل مربوط به سطح شاهد بود که 18 درصد اختلاف وجود داشت.

3-3-*رنگیزه‌های فتوسنتزی*

در شرایط کم آبیاری آخر فصل، مقدار کلروفیل a، b و نسبت کلروفیل a به b در گندم دوروم نسبت به آبیاری نرمال به‌ترتیب 20/7، 15/1 و 5/5 درصد کاهش یافت (جدول 2). به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، غشای سلولی به‌دلیل تولید انواع اکسیژن فعال مانند رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن آسیب دیده (آقایی و همکاران، 1399) و تخریب رنگدانه‌ها را باعث می‌شود (اورابی و همکاران، 2010). گزارش شده است کمبود آب، محتوای کلروفیل a، b و کل را کاهش داد و کلروفیل b کاهش شدیدتری را نسبت به کلروفیل a نشان داد (منصوری‌فر و همکاران، 1391). نتایج جدول 2 نشان داد که در این آزمایش مقدار محلول‌پاشی متانول بر مقدار کلروفیل a، b و نسبت آن‌ها در گندم دوروم متفاوت بود. به‌طوری‌که کاربرد 28 درصد حجمی متانول، مقدار کلروفیل a و b را به‌ترتیب نسبت به شاهد 39 و 33/8 درصد افزایش داد. هرچند با کاربرد 21 درصد حجمی متانول اختلاف معنی‌دار نداشتند. با این حال بیش‌ترین نسبت کلروفیل a به b با مصرف 21 درصد حجمی متانول حاصل شد و به 1/32 میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رسید که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان نداد. حسین زاده و همکاران (1393) اظهار داشتند که کاربرد متانول تحت شرایط تنش خشکی با افزایش محتوای نسبی آب و CO_2 درون سلولی برگ، موجب بهبود محتوای کلروفیل و آسیمیلاسیون CO_2 و در نتیجه افزایش پایداری برگ نخود شد. آن‌ها گزارش کردند که 30 درصد حجمی متانول بیش‌ترین اثر

را بر مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل داشت. احتمالاً کاربرد متانول در شرایط تنش خشکی به‌واسطه بهبود محتوای نسبی آب و پروتئین و در نتیجه افزایش پایداری غشا می‌باشد (احمدپور و همکاران، 1395).

4-نتیجه‌گیری

کم‌آبی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید در کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌حساب می‌آید و کمبود آب به‌ویژه در مراحل زایشی به‌علت عدم بارش و یا توزیع نامناسب بارندگی از علل محدود کننده عملکرد به‌شمار می‌رود. در تنش‌های شدید، به‌دلیل تغییر فسفولیپیدهای غشا و عدم توانایی در حفظ ساختار یکپارچه آن، تخریب غشاهای تیلاکوئیدهای کلروپلاست اتفاق افتاده و به دنبال آن پایداری کلروفیل و میزان آن در برگ کاهش می‌یابد. کاربرد متانول تحت شرایط تنش خشکی، محتوای نسبی آب را افزایش داده که این خود موجب بهبود محتوای کلروفیل و در نتیجه افزایش پایداری برگ می‌شود.

5- سپاسگزاری

نویسندگان صمیمانه از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که زمینه را برای اجرای این پژوهش فراهم ساختند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

فهرست منابع

1- آقایی، ف.، سید شریفی، ر.، خماری، س. و نریمانی، ح. 1399. تاثیر متانول بر عملکرد دانه، شاخص‌های فلورسانس کلروفیل و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گندم در شرایط قطع آب. *تولید گیاهان زراعی*. 13 (4): 151-172.

2- احمد پور، ر.، آرمند، ن.، حسین‌زاده، س. ر. و رژه، م. 1395. ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی متانول بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی عدس تحت شرایط تنش کم‌آبی. *پژوهش‌های حبوبات ایران*. 7 (2): 202-214.

3- حسین زاده، س.، چنیانی، م. و سلیمی، ا. 1393. بررسی اثر متانول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک نخود تحت تنش خشکی. *نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران*. 5 (2): 71-82.

4- حقی‌نژاد، ن.، اویسی، م. و نصری، م. 1395. بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیک آفتابگردان روغنی تحت شرایط تنش قطع آب. *پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر*. 13 (3): 189-199.

5- منصوری‌فر، س.، شعبان، م.، قبادی، م. و صباغپور، س. ح. 1391. خصوصیات فیزیولوژیک ارقام نخود زراعی تحت اثر تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر. *نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران*. 3 (1): 53-66.

6- نادعلی، ا.، پاک‌نژاد، ف.، مرادی، ف.، نصری، م. و پازوکی، ع. 1389. اثر محلولپاشی متانول بر محتوای آب نسبی، محتوای کلروفیل و فلورسانس کلروفیل برگ چغندرقند در شرایط تنش کمبود آب. *علوم گیاهان زراعی ایران*. 41 (4): 731-740.

7- Mohammadkhani, N. and Heidari, R. 2007. Effect of drought stress on protective enzyme activities and lipid peroxidation in two maize cultivars. *Pakistan journal of Biological Sciences.* 10 (21): 3835-3840.

8- Orabi, S. A., Salman, S. R. and Shalaby, A. F. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. *World Journal of Agricultural Sciences*. 6 (3): 252-259.

9- Schutz, M. and Fangmeier, A. 2001. Growth and yield responses of spring wheat to elevated CO_2 and water limitation. *Environmental Pollution.* 114 (2): 187-194.

10- Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical bulletin Academia Science*. 41 (1): 35-39.

Effect of Drought Stress and Methanol Spraying on Chlorophyll of Durum Wheat

A. Dargahi[1], A. Koochekzadeh[2]*, S. A. Siadat[3], M. R. Moradi Talavat[2]

1. MSc. Graduated of Plant Production and Genetics Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
2. Associate Professor of Plant Production and Genetics Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
3. Professor of Plant Production and Genetics Department, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran

*koochekzadeh@asnrukh.ac.ir

Abstract

Methanol is a substance that is produced from carbon materials such as wood and plant biomass and is able to increase the concentration of carbon dioxide inside the plant and thus increase its photosynthetic efficiency, which results in the promotion of dry matter production in plants. Plants in field conditions are usually faced with various stresses, one of the most important of these, is drought stress. Therefore, a significant amount of the country's agricultural production decreases every year. Durum wheat (*Triticum durum* L.) is one of the strategic products of the country, which is used in pasta flour. In this study, the effect of methanol on the photosynthesis pigments of durum wheat in the condition of low irrigation at the end of the season, an experiment was conducted in the Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in 2013-2014, in split plot in a randomized complete block design with four replications. In this experiment, the irrigation factor with two levels, normal and drought stress at the end of the growing season (less irrigation) in the main plots, and foliar application of different concentrations of methanol with five levels, zero (control treatment without methanol consumption), 7, 14, 21 and 28 percent by volume of methanol were randomly placed in sub-plots. Low irrigation stress was applied with the beginning of the flowering stage. By applying of drought stress, the first foliar application with methanol was carried out and with interval of 10 days, this foliar spraying was done two more times in the plots. The results showed that with the increase of methanol concentration, the measured indicators improved in the condition of low irrigation. So that with the consumption of 28% by volume of methanol, the chlorophyll stability index increased by 14%, chlorophyll a 39% and chlorophyll b increased by 33.8% in relative to the control.

Keywords: chlorophyll stability index, chlorophyll meter number, leaf relative water content photosynthetic pigments,