محور مقاله: بیولوژی خاک وکودهای زیستی

اثر همزیستی میکوریزایی بر محتوای پرولین وکلروفیل برگ گندم درشرایط شور

جمعه الجمعه[۱*]، امیرلکزیان[۲]، اکرم حلاج نیا[۳]،

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

شوری به‌عنوان تنش غیر زیستی، مشکلات فراوانی را برای بذور در دوره جوانه‌زنی ایجاد کرده و بر رشد و نمو گیاهان تأثیر می‌گذارد. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تحمل به تنش شوری گیاه گندم در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاه به‌صورت آزمایش گلدانی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در پاییز ۱۳۹۷ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح شوری (۲، ۴، ۶ دسی زیمنس بر متر) و دو سطح میکوریزا آربوسکولار (فانلی فورمس موسه و عدم میکوریزا) بود. نتایج آزمایش نشان داد که شوری و قارچ میکوریزا اثر معنی‌داری بر محتوای پرولین و کلروفیل a ($p<۰/۰۱$) و کلروفیل b($p<۰/۰۵$) برگ گیاه گندم داشت. با افزایش شوری محتوای پرولین در هر دو تیمار میکوریزی و غیرمیکوریزی افزایش یافت. گیاهان تلقیح شده میکوریزی در کلیه سطوح شوری محتوای پرولین کمتری نسبت به شاهد بدون تلقیح نشان دادند. افزایش سطح شوری همچنین محتوی کلروفیل a و b را کاهش داد، اما این کاهش در کلروفیل b بیشتر بود و با افزایش سطح شوری نسبت کلروفیل a به b افزایش پیدا کرد.

کلمات کلیدی: تنش محیطی، تنش شوری، فانلی فورمس موسه

مقدمه

سمیت یونی ناشی از غلظت بالای نمک‌ها در خاک و آب آبیاری، از مهم‌ترین تنش‌های اسمزی در زمین‌های کشاورزی دنیا ازجمله ایران با اقلیمی گرم و خشک محسوب می‌شود (اشرف، ۱۹۹۴). تنش شوری خاک، رشد، عملکرد و فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی گیاهان به‌ویژه محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار داده و ازاین‌رو از مهم‌ترین مشکلات بخش کشاورزی در نظر گرفته می‌شود (اکوستا موتو وهمکاران، ۲۰۱۷). گیاهان به هنگام مواجه به شوری به‌منظور حفظ تعادل اسمزی با تجمع ترکیبات آلی خاصی مثل ساکاروز و سنتز آمینواسیدهای ویژه‌ای مثل پرولین، پتانسیل آب دورنی خود را کاهش می‌دهند. قارچ‌های میکوریزا آربسکولار نقش مهمی در تولید این ترکیبات آلی به عهده‌دارند (خلیل، ۲۰۱۰). تنش شوری علاوه بر تأثیر بر گیاه میزبان بر قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار تأثیرگذار است (اورتاس وهمکاران، ۲۰۱۱). پرولین نقش مهمی در تنظیم اسمزی و حفاظت ساختارهای درون‌سلولی در گیاهان تحت تنش دارد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). تجمع قندهای محلول توسط همزیستی میکوریزایی یک پاسخ مثبت به تنش شوری است، زیرا قندها باعث جلوگیری از تغییر ساختار پروتئین‌های محلول، حفظ تعادل اسمزی در سلول‌های گیاه و حفظ تمامیت غشاء می‌شوند (عبد الباقی وهمکاران، ۲۰۰۰). این آزمایش باهدف بررسی تأثیر قارچ‌های میکوریزا بر محتوی پرولین وکلروفیل گیاه گندم در شرایط تنش شوری به‌عنوان شاخصی از تحمل به تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۱۳۹۷ به‌صورت گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی - دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سطح شوری (۲، ۴، ۶ دسی زیمنس بر متر) و ۲ سطح میکوریزا آربوسکولار (فانلی فورمیس موسه و بدون میکوریزا) بودند. برای انجام این آزمایش خاک سطحی از عمق (۰-۳۰ سانتی‌متر) از دانشگاه فردوسی مشهد نمونه‌برداری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری تا زمان شروع آزمایش در محلی مناسب نگهداری شد. به‌منظور حذف قارچ‌های بومی خاک و

* ایمیل نویسنده مسئول: gmaagmaa91@gmail.com

به‌طورکلی ایجاد یک محیط عاری از قارچ و حذف عوامل بیماریزا، نمونه خاک در ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱ اتمسفر اتوکلاو شد و در محیط مناسب تا زمان شروع آزمایش نگهداری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه‌گیری شد. ۸ عدد بذر گندم واریته سیروان در گلدان‌های ۳ کیلویی ضدعفونی شده (الکل ۷۰٪) کاشته شد و پس از سبز شدن به ۵ عدد تنک شد، گلدان‌ها در گلخانه در دمای مناسب و رطوبت زراعی نگهداری شدند. بعد از گذشت ۶۰ روز گیاه برداشت شد. سپس نمونه گیاهی جمع شد و برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه انتقال یافت. ۱۰۰ گرم خاک حاوی مایه تلقیحی قارچی در منطقه رشد ریشه به گلدان‌ها اضافه گردید. به گلدان‌هایی که تیمار میکوریزای (فانلی فورمس موسه) را نداشتند ۱۰۰ گرم مایه تلقیح اتوکلاو شده (فانلی فورمس موسه) اضافه شد تا از ایجاد تفاوت احتمالی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اجتناب شود. برای شور کردن خاک نیز از مخلوط چهارترکیب $MgSO_4.7H_2O$، Na_2SO_4، NaCl و $CaCl_2.2H_2O$ استفاده شد. مقدار ۴۱۸۲، ۲۰۳۶، ۹۱ و ۳۶۹۱ میلی‌گرم از هریک از نمک‌های فوق به ترتیب برای تهیه ۱۰ گرم نمک مخلوط استفاده شد (برین و همکاران، ۱۳۸۵ الف و ب؛ علی‌اصغر زاده، ۱۳۷۹). سپس برای ایجاد هدایت الکتریکی‌های موردنظر در نمونه خاک مورد آزمایش به ترتیب مقدار ۰/۵، ۱/۲، ۱/۶ گرم از ترکیب نمک ساخته‌شده به ازای هر کیلوگرم خاک اضافه تا اینکه هدایت الکتریکی‌های ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر در نمونه خاک حاصل شد. مقدار پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری مقدار کلروفیل از روش Arnon (۱۹۶۷) استفاده شد. در پایان آزمایش اطلاعات حاصل با نرم‌افزار آماری JAMP 8 آنالیز و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داده‌شده است. با توجه به جدول آنالیز واریانس مشاهده می‌شود که شوری و قارچ میکوریزا هر دو بر محتوی پرولین برگ گیاه گندم و میزان کلروفیل a در سطح آماری ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشته‌اند. تأثیر این دو فاکتور بر محتوای کلروفیل b معنی‌دار بود اما این معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد رخ داد. البته دو فاکتور مورد آزمایش بر نسبت کلروفیل a/b تأثیر معنی‌داری نداشتند. تأثیر متقابل شوری و قارچ میکوریزا بر میزان پرولین در گیاه گندم ازنظر آماری تأثیر معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد که شوری و قارچ میکوریزا تأثیر متفاوتی بر گیاه در مقابله با شوری دارند. شوری تأثیر منفی و قارچ میکوریزا تأثیر مثبت بر روی گیاه در شرایط آزمایش داشته است. به همین دلیل تأثیر متقابل این دو فاکتور که در دو جهت متقابل عمل کرده است که این امر سبب شده است تا تأثیر متقابل این دو فاکتور ازنظر آماری معنی‌دار نشود.

جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بین داده‌های پرولین و محتوی کلروفیل a و b و نسبت کلروفیل a/b

منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین	محتوی کلروفیل a	محتوی کلروفیل b	نسبت کلروفیل a/b
شوری	۲	۱۵۱/۹۸**	۰/۵۲۹۵**	۰/۱۵۵۲*	۱/۴۳۵۰ns
میکوریزا	۱	۲۴/۱**	۱/۱۰۳۱**	۰/۲۸۱۷*	۰/۰۱۵۹۰ns
شوری *میکوریزا	۲	۱/۷۰ns	۰/۵۲۴۶**	۰/۵۳۲۰**	۴/۹۰۲۴**
خطا	۱۲	۰/۶۱۵	۰/۰۲۲۶	۰/۰۳۴۵	۰/۴۷۰۹۶

**و* به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ در صد؛ ns: غیر معنی‌دار

به مراجعه به جدول ۲ مربوط به مقایسه میانگین‌ها می‌توان دریافت که تلقیح گیاه گندم با قارچ میکوریزا سبب کاهش میزان پرولین در برگ گیاه گندم شده است. به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزا با افزایش فراهمی آب برای گیاه نیاز تولید پرولین توسط گیاه را شدیداً کاهش داده است و به همین دلیل میزان پرولین در تیمارهای حاوی قارچ میکوریزا در گیاه گندم کاهش‌یافته است. گیاهان میکوریزی با استفاده از روابط آبی و تغذیه‌ای بهتر نسبت به گیاهان غیر میکوریزی، قادرند از شرایط تنش خشکی به‌طور موقت فرار کنند؛ بنابراین میزان پرولین و قندهای محلول در گیاهان همزیست باقارچ نسبت به گیاهان غیر میکوریزی افزایش کمتری نشان می‌دهند (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۲)؛ اما این میزان پرولین در رابطه با شوری روندی متفاوت با فاکتور میکوریزا داشت. بدین معنی که با افزایش شوری یا هدایت الکتریکی، میزان پرولین برگ افزایش یافت. کمترین محتوی پرولین در تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر و بیشترین مقدار آن در تیمار شوری ۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۴/۸۰ و ۱۴/۸۵ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر برگ مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲: اثرات اصلی قارچ و سطوح شوری بر پرولین و محتوی کلروفیل و نسبت کلروفیل در گندم

تیمارها	پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a/b
بدون تلقیح میکوریزا	۱۱/۱۵^{a}	۱/۱۹^{b}	۰/۶۸۸^{b}	۲/۱۵۱^{a}
میکوریزا	۸/۸۳^{b}	۱/۶۸^{a}	۰/۹۳۸^{a}	۲/۰۹۱^{a}
شوری ۲	۴/۸۰^{c}	۱/۶۶^{a}	۰/۶۲۸^{b}	۲/۶۷۵^{a}
شوری ۴	۱۰/۳۱^{b}	۱/۵۴^{a}	۰/۹۱۴^{a}	۱/۹۴۲^{ab}
شوری ۶	۱۴/۸۵^{a}	۱/۱۰^{b}	۰/۸۹۸^{a}	۱/۷۴۷^{b}

میانگینهای داری حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۱ و ۵ در صد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

همان‌طور که در جدول یک نشان داده شد برهمکنش شوری و قارچ میکوریزا بر محتوی پرولین برگ گندم تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما با مراجعه به جدول ۳ و مقایسه میانگین برهمکنش شوری و میکوریزا بر میزان پرولین می‌توان گفت که میکوریزا در تمام سطوح شوری سبب کاهش پرولین برگ گندم شده است. در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب سبب کاهش ۲۵، ۳۰ و ۲۵ درصدی میزان پرولین نسبت به برگ گیاه غیر میکوریزایی شد. نکته قابل‌توجه این است که در تیمارهای میکوریزی نسبت به غیر میکوریزی محتوی پرولین کمتر بوده که نشان دهنده تنش کمتر در این گیاهان است. ؛ به‌عبارت‌دیگر با افزایش میزان شوری گیاه تلقیح شده با میکوریزا در کاهش پرولین بهره‌مندی بیشتری را به دست آورده است. Rabie (۲۰۰۵) گزارش کرد که پرولین به‌عنوان یک اسمولیت حفاظت کننده و غیر سمی در شرایط شور عمل می‌کند و تجمع آن در باقلای غیر میکوریزایی در سطوح مختلف شوری (۶ -۰) دسی زیمنس بر متر همواره بالاتر از باقلای میکوریزایی بود. به عبارتی نتایج این تحقیق علی‌رغم تفاوت گیاه مورد آزمایش با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

جدول ۳: اثرات متقابل شوری و قارچ میکوریزا بر محتوای پرولین و کلروفیل a و b و نسبت کلروفیل a/b

شوری (ds/m)	میکوریزا	پرولین	کلروفیل a	کلروفیل b	نسبت کلروفیل a/b
۲	میکوریزا	۴/۲۶^{e}	۲/۰۹^{a}	۰/۷۷^{bc}	۲/۷۳^{a}
۲	بدون میکوریزا	۵/۳۵^{e}	۱/۲۴^{b}	۰/۴۷^{c}	۲/۶۱^{a}
۴	میکوریزا	۸/۸۹^{d}	۱/۹۵^{a}	۰/۷۲^{c}	۲/۷۷^{a}
۴	بدون میکوریزا	۱۱/۷۲^{c}	۱/۱۲^{b}	۱/۰۹^{ab}	۱/۱۱^{b}
۶	میکوریزا	۱۳/۳۴^{b}	۱/۰۰^{b}	۱/۳۰^{a}	۰/۷۷^{b}
۶	بدون میکوریزا	۱۶/۷۳^{a}	۱/۱۹^{b}	۰/۴۸^{c}	۲/۷۲^{a}

میانگین‌های داری حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح ۱ و ۵ در صد اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری بر محتوی کلروفیل a (در سطح آماری ۱ درصد) و b (در سطح آماری ۵ در صد) داشت ولی بر نسبت کلروفیل a به b اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). با افزایش میزان شوری محتوی کلروفیل a و b هردو کاهش یافت اما این کاهش در کلروفیل b بیشتر بود درنتیجه نسبت کلروفیل a/b افزایش یافت. محتوی کلروفیل a توسط تیمارهای قارچی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار عدم تلقیح با قارچ میکوریزا افزایش یافت. رامانو جالیو و همکاران (۱۹۹۳) بیان نمودند در گیاه شاه‌توت تحت تلقیح شده با قارچ میکوریزا اگرچه محتوی کلروفیل کاهش یافت ولی کاهش در کلروفیل a بیشتر از کلروفیل b بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط شور همزیستی با قارچ‌های میکوریزا این امکان را برای گیاه فراهم می‌سازد تا با افزایش جذب آب ضرورت تجمع اسمولیت‌های آلی ازجمله پرولین کاهش یابد. قارچ میکوریزا سبب افزایش محتوی کلروفیل a و b در گیاه گندم شد ولی نسبت این دو را

کاهش داد. به نظر می‌رسد که تلقیح گیاه با قارچ میکوریزا می‌تواند آثار نامطلوب شوری را به مقدار هرچند ناچیز کاهش دهد و کشت گیاهان را در تنش شوری بهبود بخشد.

منابع

برین، م. علی‌اصغر زاده، ن. صمدی، ع. ۱۳۸۵ الف. اثر قارچ‌های میکوریز آربسکولار بر عملکرد و جذب عناصر غذائی در گوجه‌فرنگی تحت شوری حاصل از NaCl و مخلوط نمک‌ها. مجله علوم خاک و آب. ۲۰ (۱): ۱۰۵-۹۴.

برین، م. علی اصغر زاده، ن. صمدی، ع. ۱۳۸۵ ب. اثر شوری حاصل از کلرید سدیم و مخلوط املاح بر غلظت پرولین و برخی شاخص‌های رشد گوجه‌فرنگی در همزیستی با قارچ‌های میکوریز آربسکولار. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷ (۱): ۱۴۷-۱۳۹.

علی اصغرزاده، ن. ۱۳۷۹. بررسی پراکنش و تراکم جمعیت قارچ‌های میکوریز آربسکولار در خاک‌های شور دشت تبریز و تعیین اثرات تلقیح آن‌ها در بهبود تحمل پیاز و جو به تنش شوری. پایان‌نامه دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

اسماعیل‌پور، ب. جلیل وند، پ. و هادیان، ج. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی وقارچ میکوریزا بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه (Satureja horensis L.)، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۲، ص ۱۷۷- ۱۶۹.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Biology and Biofertilizers

Impact of Mycorrhizal Symbiosis on Proline and Chlorophyll Contents of Wheat leaves under Saline Stress

Aljomah*[1], J., A. Lakzian[2], A., Halajnia[3],

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[2] Professor, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[3] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

Salinity as non-biological stress has caused many problems in seed germination and it also affect plant growth and development. This study was conducted to evaluate the impact of mycorrhizal symbiosis on proline and chlorophyll contents of wheat under saline stress. Experiment was carried in the form of completely randomized with factorial arrangement in three replications in greenhouses condition at Ferdowsi University of Mashhad in the fall of 1397. The experimental factors consisted of three levels of salinity (2, 4, 6 ds/m) and two levels of arbuscular mycorrhiza (*Funneliformis mosseae*, and non-mycorrhiza). The results showed that salinity and mycorrhizal inoculation had a significant effect on proline and chlorophyll a ($p<0.01$) and chlorophyll b ($p<0.05$) content in wheat leaf... With increasing salt content, proline content increased in both mycorrhizal and non-mycorrhiza treatment. Inoculated plants of mycorrhiza showed lower proline content at all salinity levels than control without inoculation Salinity stress also reduced the content of chlorophyll a and b, but reduction was greater in chlorophyll b content. With increasing salinity, the chlorophyll a/b ratio increased.

Keywords: Environmental stress, salinity stress, *Funneliformis mosseae*

* Corresponding author, Email: gmaagmaa91@gmail.com