تأثیر جیبرلیک اسید و نیتروژن بر برخی از پارامترهای رویشی و فتوسنتزی دانهال‌های پسته در شرایط شور

مژده خلیل‌پور*[۱] و وحید مظفری[۲]
[*۱] دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، [۲] دانشیار گروه علوم‌خاک دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
mkhalilpour@ymail.com

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و جیبرلیک اسید در شرایط شور بر برخی از پارامترهای رویشی و فتوسنتزی دانهال‌های پسته، یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه انجام شد. تیمارها شامل شوری (صفر و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، نیتروژن (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و هورمون جیبرلیک اسید (صفر و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر) بودند. نتایج نشان داد، در شرایط شور مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، وزن خشک کل گیاه و سطح برگ را به‌ترتیب ۸۵ و ۷۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. مصرف توأمان نیتروژن و جیبرلیک اسید، کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها را به ترتیب ۷۴، ۳۰ و ۵۰ درصد افزایش داد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشخص گردید که نیتروژن و جیبرلیک اسید با بهبود ویژگی‌های رویشی و فتوسنتزی، توانایی دانهال‌های پسته را در مقاومت به تنش شوری افزایش دادند.

واژه های کلیدی: سطح برگ، کاروتنوئیدها، کلروفیل، وزن خشک

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور است و از ۵۰ سال گذشته به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری به‌شمار می‌رود. شوری یکی از مهم‌ترین مشکلاتی است که کشت محصولات کشاورزی را در مناطق خشک و نیمه‌خشک محدود می‌کند، گرچه ایران مهم‌ترین تولیدکننده پسته در دنیاست، اما عملکرد آن در خیلی از مناطق پائین است. اکثر باغ‌های پسته با آب‌های شور و با کیفیت پایین آبیاری می‌شوند (Hojjat Nooghi and Mozafari, 2012). نیتروژن از جمله عناصر پر مصرف است که در تغذیه باغ‌های پسته نقش مهمی را ایفا می‌نماید. این عنصر از اجزای تشکیل‌دهنده‌ی اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم‌ها می‌باشد و نقش عمده‌ای در فیزیولوژی گیاه، رشد رویشی، تشکیل کلروفیل و تولید میوه و دانه دارا می‌باشد (Razavi Nasab *et al*., 2014). جیبرلیک اسید یک فیتوهورمون شناخته شده است که فرآیندهای فتوسنتز و رشد را تحت شرایط تنش‌های محیطی افزایش و بر فیزیولوژی و متابولیسم گیاه تأثیر دارد (Iqbal *et al*., 2011). یکی از اثرات شناخته شده جیبرلیک اسید تحریک رشد رویشی شامل طویل شدن ساقه، ریشه و افزایش سطح برگ است (Fleet and Sun 2005). پژوهشگران دریافته‌اند که با استفاده از تنظیم‌کننده‌های زیستی، رشد و تحمل به شوری در بسیاری از گیاهان افزایش می‌یابد. در این زمینه استفاده از جیبرلیک اسید توانسته است، اثرات تنش شوری را برطرف کند (Haleem and Mohammed 2007). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر نیتروژن و هورمون جیبرلیک اسید در محیط شور بر برخی از پارامترهای رویشی و فتوسنتزی دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند بود.

مواد و روش‌ها

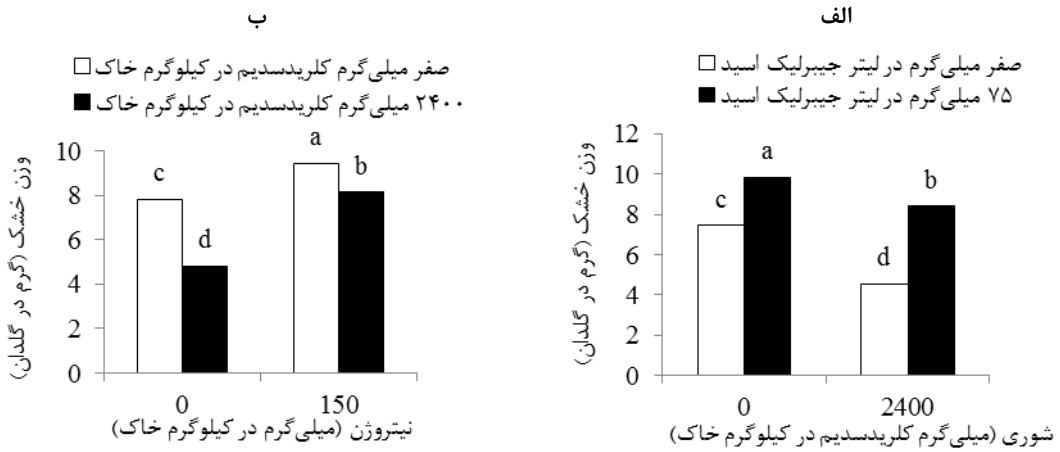
آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل دو سطح نیتروژن (صفر و ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع نیترات آمونیوم)، دو سطح شوری (صفر و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) و دو سطح جیبرلیک اسید (صفر و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر) بودند که بر روی رقم پسته بادامی ریز زرند به اجرا درآمد. مقدار پنج کیلوگرم خاک داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته و تیمار نیتروژن به‌صورت محلول

به خاک داخل گلدان‌ها اضافه شد. در هر گلدان تعداد پنج بذر جوانه زده در عمق سه سانتی‌متری خاک کشت و رطوبت خاک به‌حد ظرفیت مزرعه رسانده شد. آبیاری گلدان‌ها به‌وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آن‌ها صورت گرفت. تیمار شوری پس از استقرار کامل دانهال‌ها (پنج هفته پس از کشت) به فواصل زمانی یک هفته به‌صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. هم‌چنین تیمار جیبرلیک اسید طبق نقشه طرح به‌صورت محلول‌پاشی در دو نوبت روی برگ‌ها اعمال شد. در هفته بیست و سوم میزان کلروفیل a، کلروفیلb، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها با نمونه‌گیری تصادفی از برگ‌های بالغ اندازه‌گیری شدند (Arnon, 1949). سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ (LAM; Leaf Area Meter-C1-202, USA) اندازه‌گیری شد. در نهایت دانهال‌ها از محل طوقه قطع، برگ و ساقه از هم جدا و توزین شدند. سپس ریشه‌ها همراه با برگ و ساقه با آب مقطر شستشو و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک و توزین شدند.

نتایج و بحث

وزن خشک کل گیاه

نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که در شرایط شور (مصرف ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، وزن خشک گیاه را ۸۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۱- الف). رضوی‌نسب و همکاران (۲۰۱۴) با انجام پژوهشی بر روی پسته بیان کردند که با افزایش سطوح شوری و رسیدن به سطح ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب ۳۲، ۳۷ و ۳۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. تأثیر اسید جیبرلیک بر افزایش میزان ماده خشک گیاه را می‌توان به تأثیر آن بر افزایش میزان فتوسنتز و کاهش تنفس نوری از طریق بیشتر شدن سطح برگ نسبت داد (Lester *et al.*, 2002). احتمالا تحریک سنتز ساکارز و انتقال آن به آوند آبکش در اثر اعمال تیمار جیبرلین نه تنها موجب افزایش رشد در بخش‌های هوایی گیاه که به عنوان محل مصرف مطرح هستند می‌گردد، بلکه بخش دیگری از مواد به درون اندام‌های زیر زمینی نیز منتقل می‌شود که باعث افزایش رشد ریشه می‌گردد (اکبری چرمهینی و معلمی، ۱۳۸۹). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش شوری و نیتروژن (شکل ۱- ب)، در شرایط غیرشور مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، وزن خشک گیاه را ۲۰ درصد افزایش داد، لیکن در شرایط شور مصرف همین مقدار نیتروژن، این پارامتر رویشی را نزدیک به ۷۰ درصد افزایش داد. بر اساس نتایج برخی مطالعات، افزایش سطح نیتروژن مصرفی در شرایط شور در مقایسه با شرایط غیر شور می‌تواند تحمل به شوری در گیاه را افزایش دهد (Ravikovitch and Yoles, 1971).



شکل ۱- برهم‌کنش شوری و جیبرلیک اسید (الف) و شوری و نیتروژن (ب) بر وزن خشک کل گیاه پسته

سطح برگ

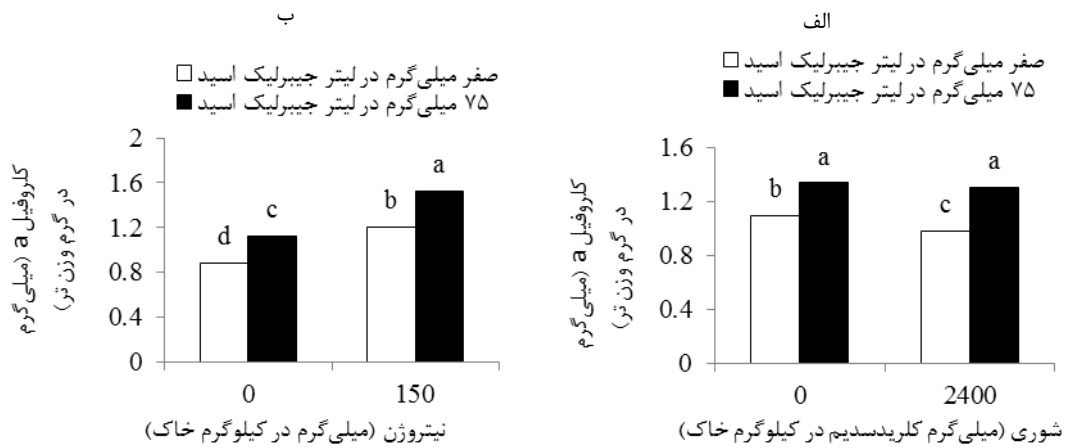
بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) در شرایط شور با محلول‌پاشی ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، سطح برگ در شرایط شور از حدود ۱۱۱ به ۱۹۱ سانتی‌متر مربع رسید و افزایش ۷۲ درصدی را تجربه کرد. محققان عنوان نمودند

که در مقادیر زیاد املاح در محیط ریشه، میزان آب قابل دسترس گیاه کاهش می‌یابد که این موضوع از یک طرف موجب محدود شدن تقسیم سلولی و از طرف دیگر باعث کاهش متورم شدن سلول (تورژسانس) شده و در نهایت گسترش سطح برگ کاهش می‌یابد. به‌علاوه، شوری با ایجاد سمیت یونی و صدمه به غشاها بر گسترش برگ تأثیر می‌گذارد (Wang *et al.*, 2001). محققان با آزمایشی بر روی پسته دریافتند که با افزایش شوری به ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، سطح برگ در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳۰، ۳۹ و ۴۲ درصد کاهش یافت (Eskandari *et al.*, 2014). نتایج پژوهشی بر روی گیاه کنار نشان داد که با افزایش غلظت جیبرلین در هر غلظت کلرید سدیم، سطح برگ افزایش یافت و بیشترین سطح برگ در شرایط بدون تنش شوری و با محلول‌پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین مشاهده شد (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۲). برخی مطالعات نشان داده است که جیبرلین از طریق تحریک رشد و نمو موجب افزایش سطح برگ گیاهان شده است (Ghorbani Javid *et al.*, 2011).

شکل ۲- برهم‌کنش شوری و جیبرلیک اسید بر سطح برگ دانهال‌های پسته

کلروفیل a

نتایج اثر متقابل شوری و جیبرلیک اسید نشان داد که در شرایط شور (۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)، میزان کلروفیل a با کاهش معنی‌داری روبرو شد ولی با مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و در همان شرایط شور، غلظت این پارامتر فتوسنتزی ۳۴ درصد افزایش حاصل نمود (شکل ۳- الف). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده این است که تأثیر هر دو تیمار نیتروژن و جیبرلیک اسید به‌تنهایی بر میزان کلروفیل a مشابه و هر دو باعث افزایش این نسبت گردیدند ولی مصرف توأمان آن‌ها باعث افزایش ۷۴ درصدی میزان کلروفیل a گردید (شکل ۳- ب).

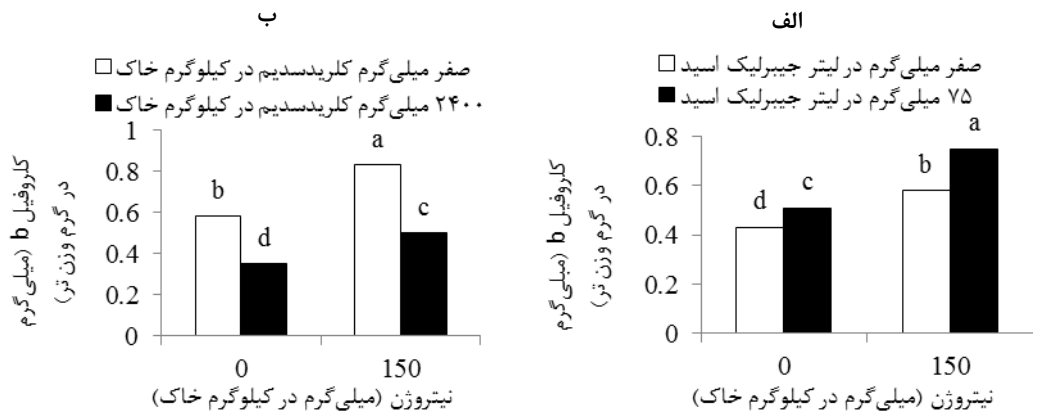


شکل ۳- برهم‌کنش شوری و جیبرلیک اسید (الف) و نیتروژن و جیبرلیک اسید (ب) بر غلظت کلروفیل a دانهال‌های پسته

کلروفیل b

با توجه به شکل ۴- الف می‌توان گفت که همزمان با مصرف نیتروژن، مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، غلظت کلروفیل b را از ۰/۵۸ به ۰/۷۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر افزایش داد و بیشترین غلظت کلروفیل b در استفاده توأمان نیتروژن و

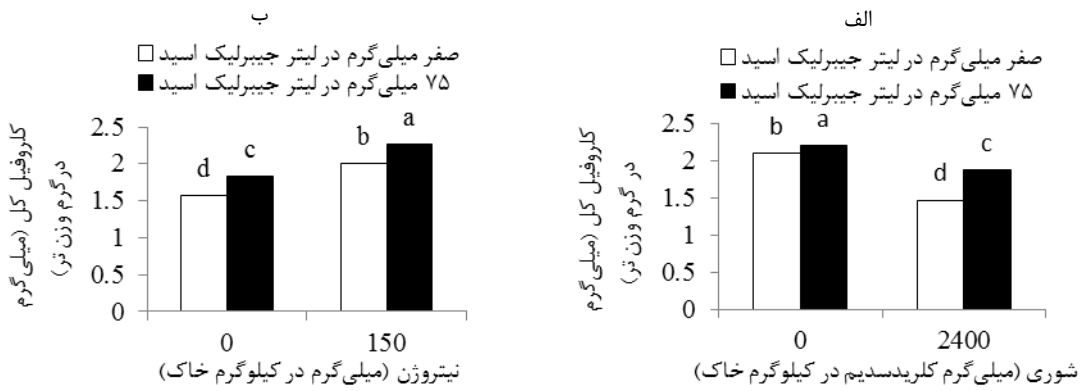
جیبرلیک اسید به‌دست آمد. اثر متقابل شوری و نیتروژن بر غلظت کلروفیل b، نیز نشان داد (شکل ۴- ب) که در شرایط شور با مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، این پارامتر فتوسنتزی ۴۳ درصد افزایش یافت.



شکل ۴- برهم‌کنش نیتروژن و جیبرلیک اسید (الف) و شوری و نیتروژن (ب) بر غلظت کلروفیل b دانهال‌های پسته

کلروفیل کل

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری و جیبرلیک اسید بر غلظت کلروفیل کل (شکل ۵- الف)، شوری بیش از ۴۴ درصد میزان کلروفیل کل را کاهش معنی‌دار داد، لیکن مصرف جیبرلیک اسید در همان شرایط شور توانست حدود ۳۰ درصد میزان این پارامتر را افزایش دهد. برهم‌کنش نیتروژن و جیبرلیک اسید، گویای این است که مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، میزان کلروفیل کل را ۲۸ درصد و مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، میزان این پارامتر را ۱۷ درصد به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. به‌عبارت دیگر میزان کلروفیل کل بیشتر تحت تأثیر مثبت نیتروژن قرار گرفتند تا اثر جیبرلیک اسید به‌تنهایی. با این حال بیشترین غلظت کلروفیل کل (۲/۲۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در استفاده توأمان نیتروژن و هورمون جیبرلیک اسید به‌دست آمد (شکل ۵- ب).

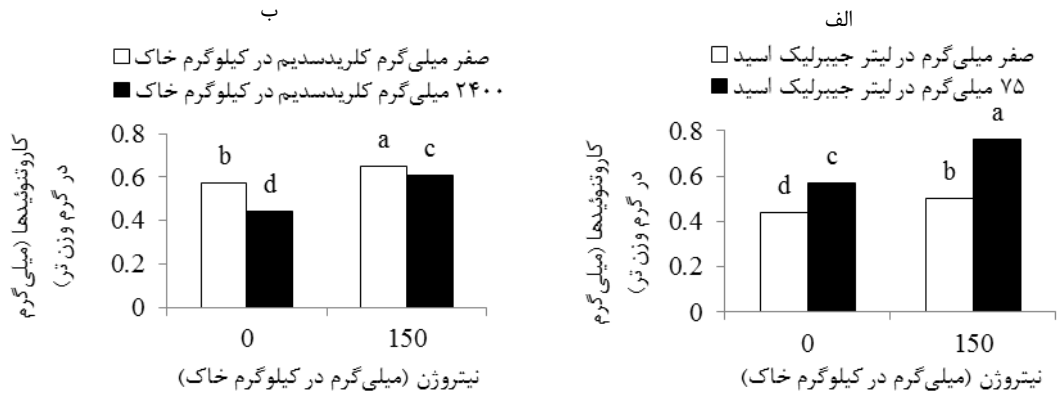


شکل ۵- برهم‌کنش شوری و جیبرلیک اسید (الف) و نیتروژن و جیبرلیک اسید (ب) بر غلظت کلروفیل کل دانهال‌های پسته

کاروتنوئیدها

اثر متقابل نیتروژن و جیبرلیک اسید بر غلظت کاروتنوئیدها نشان داد (شکل ۶- الف)، هم‌زمان با مصرف نیتروژن، مصرف ۷۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، غلظت کاروتنوئیدها را بیش از ۵۰ درصد افزایش داد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل شوری و نیتروژن بر غلظت کاروتنوئیدها نشان داد، با مصرف نیتروژن در شرایط شور و غیر شور، این پارامتر فتوسنتزی به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت، لیکن میزان این افزایش برای شرایط شور بیشتر بود.

به‌عبارت دیگر مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، غلظت کاروتنوئیدها را نزدیک به ۴۰ درصد افزایش داد (شکل ۶- ب).



شکل ۶- برهم‌کنش نیتروژن و جیبرلیک اسید (الف) و شوری و نیتروژن (ب) بر غلظت کاروتنوئیدهای دانهال‌های پسته

در تحقیقی بر روی پسته مشخص گردید که شوری ناشی از کلریدسدیم، کلروفیل a، b و کلروفیل کل را به ترتیب ۵۵، ۵۶ و ۵۶ درصد کاهش داد. این پژوهشگران علت را افزایش فعالیت آنزیم تخریب‌کننده کلروفیل (کلروفیلاز) تحت تنش شوری گزارش کردند (Karimi *et al.*, 2009). تنش اکسیداتیو ایجاد شده در اثر تنش شوری در بافت‌های گیاهی، توسط فعالیت کاروتنوئیدها در هر دو سیستم آنزیمی و غیر آنزیمی آنتی اکسیدانی کاهش می‌یابد. کاروتنوئیدها به‌عنوان آنتی اکسیدان مؤثر در حفاظت از فرآیندهای فتوشیمیایی و پایداری آنها نقش دارد. بنابراین بالاتر بودن کاروتنوئیدها به گیاه امکان می‌دهد که تنش شوری را بهتر تحمل کند (مظفری و خالقی، ۱۳۹۵). مظفری و همکاران (۱۳۹۲) با انجام پژوهشی بر روی پسته گزارش کردند که با افزایش شوری از صفر به ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرومولار کلرید سدیم، کاروتنوئیدها به‌ترتیب بیش از ۱۶ و ۲۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافتند. نیتروژن با شرکت در متابولیسم ازت موجب افزایش تغذیه نیتروژنی گیاه شده و به رشد برگ کمک شایانی می‌کند. به‌ویژه این مسئله اهمیت دارد که در ساختار کلروفیل نوع b، چهار اتم نیتروژن نقش ساختاری دارند و کمبود نیتروژن در برگ گیاهی مانند پسته موجب از بین رفتن ساختار کلروفیل، کاهش رشد برگ و رنگ پریدگی آن می‌شود (Gijon *et al.*, 2009). هم چنین نیتروژن مهم‌ترین اثر را بر میزان جیبرلین دارد، بدین صورت که با قطع مصرف نیتروژن، جیبرلین در بخش های هوایی گیاه سریعا کاهش می‌یابد (Marschner, 1995). محققان در بررسی اثر تنظیم‌کننده‌های رشد از جمله جیبرلین بر خصوصیات گل شیپوری گزارش کردند که جیبرلین از طریق کاهش پی اچ شیره سلولی مانع تجزیه کلروفیل می‌گردد و از این طریق باعث تأخیر در پیری برگ‌ها می‌شود (Skutink *et al.*, 2001). جیبرلین تجزیه و از بین رفتن کلروفیل و نیتروژن را در طی فرآیند پیری کاهش می‌دهد که ممکن است به دلیل نقش ساختاری جیبرلین در غشاء کلروپلاست باشد که در نهایت باعث تحریک فتوسنتز می‌گردد (Stephen *et al.*, 2005).

منابع

اکبری چرمهینی، س. و معلمی، ن.ا. ۱۳۸۹. تأثیر اسید جیبرلیک بر رشد رویشی نهال‌های زیتون (*Olea europaea* L.). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد بیست و چهارم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۸۴ تا ۱۸۸.

عبدالهی، ف.، جعفری، ل. و گردی‌تختی، ش. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر جیبرلین (GA_3) بر رشد و ترکیب شیمیایی برگ گیاهچه کنار (Ziziphus spina-christi) تحت تنش شوری. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد دوم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۵۳ تا ۶۷.

مظفری، و. و خالقی، ف. ۱۳۹۵. تأثیر جیبرلیک اسید و نیتروژن بر برخی پارامترهای فیزیولوژی و عناصر غذایی کم‌مصرف پسته تحت تنش کلرید سدیم. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد سی، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۹۵۵ تا ۹۶۷.

مظفری، و.، اسدالهی، ز.، تاج‌آبادی‌پور، ا. و اخگر، ع.ا. ۱۳۹۲. تأثیر شوری و منگنز بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و اکوفیزیولوژیکی پسته (*Pistacia vera* L.). مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد چهل و چهار، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۸۱ تا ۹۴.

Arnon D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24(1): 1-15.

Eskandari S., Mozaffari V. and Tajabadi Pour A. 2014. Effects of salinity and copper on growth and chemical composition of pistachio seedlings. Journal of Plant Nutrition, 37(7): 1063-1079.

Fleet C.M. and Sun T.P. 2005. A dellacate balance: the role of gibberellin in plant morphogenesis. Current Opinion in Plant Biology, 8(1): 77-85.

Ghorbani Javid M., Sorooshzadeh A., Moradi F. and Modarres Sanavy S.A.M. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Australian Journal of Crop Science, 5(6): 726-734.

Gijon M.C., Guerrero J., Couceiro J.F. and Moriana A. 2009. Deficit irrigation without reducing yield or nut splitting in pistachio (*Pistacia vera* cv Kerman on *Pistacia terebinthus* L.). Agricultural Water Management, 96: 12–22.

Hojjat Nooghi F. and Mozafari V. 2012. Effects of calcium on eliminating the negative effects of salinity in pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings. Australian Journal of Crop Science. 6(4): 711-716.

Iqbal N., Nazar R., Iqbal M., Khan R., Masood A. and Khan N.A. 2011. Role of gibberellins in regulation of source–sink relations under optimal and limiting environmental conditions. Current Science, 100: 7-10.

Karimi S., Rahemi M., Maftoun M., Eshghi S. and Tavallali V. 2009. Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. Australian journal of basic and applied sciences, 3: 1630-1639.

Lester D.C., Carter O.G., Kelleher F.M. and laing D.R. 2002. The effects of gibberellic acid on apparent photosynthesis and dark respiration of simulated swards of *Pennisetum clandestinum* Hochst. Australian Journal of Agricultural Research, 23: 205- 213.

Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd ed., Academic Press Ltd., San Diego, CA.

Ravikovitch S. and Yoles D. 1971. The influence of phosphorus and nitrogen on millet and clover growing in soils affected by salinity: I. Plant development. Plant and Soil, 35: 555-567.

Razavi Nasab A., Tajabadi Pour A. and Shirani H. 2014. Effect of salinity and nitrogen application on growth, chemical composition and some biochemical indices of pistachio seedlings (*Pistacia vera* L.). Journal of Plant Nutrition, 37(10): 1612-1626.

Skutink E., Lukaszews A., Serek M. and Rabiza J. 2001. Effect of growth regulators on postharvest characteristics of *Zantedechia aethiopica*. Postharvest Biology and Technology, 21: 241-246.

Stephen G.T., Ivo R. and Camille M.S. 2005. Gibberellin metabolism and signaling. Vitamins and Hormones, 72: 289-388.

Wang W.X., Vinocur B., Shoseyov O. and Altman A. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance Physiology and molecular considerations. Acta Horticulture, 560: 258-292.

The effect of gibberellic acid and nitrogen on some growth and photosynthesis parameters of pistachio seedlings in saline conditions

M. Khalilpour[1]* and V. Mozafari[2]

[1*] Ph. D Student of Soil Science, Vali-e-Asr University, Rafsanjan

[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

[*]*Corresponding Author: mkhalilpour@ymail.com*

Abstract

In order to investigate the effect of different levels of nitrogen and gibberellic acid in saline conditions on some growth and photosynthesis parameters of pistachio seedlings, a factorial experiment was carried out in a completely randomized design with three replications in the greenhouse. Treatments were consisted of salinity (0 and 2400 mg NaCl per kg soil), nitrogen (0 and 150 mg N kg-1 soil), and gibberellic acid hormone (0, 250 and 500 mg l-1). The results showed that, the application of 75 mg per liter gibberellic acid in saline conditions increased total dry weight of plant and leaf area 85 and 72 percent compared to control, respectively. Combined application of nitrogen and gibberellic acid increased chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids by 74, 30 and 50 percent, respectively. According to the results, it is concluded that the nitrogen and gibberellic acid with improving of growth and photosynthesis parameters, increased the ability of pistachio seedlings to resistance to salinity stress.

Keywords: Carotenoids, Chlorophyll, Dry weight, Leaf area