

بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی کودهای بیولوژیک بر روی عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع (*Menthapiperita* L.)

حمیده حمدی محمدآباد¹، محمود پوریوسف میاندوآب² و فرشاد حبیبی^{3*}

1- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

2- استادیار گروه آگرواکولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد

3- استاد یار گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب

نویسنده مسؤل : فرشاد حبیبی

چکیده:

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی کودهای بیولوژیک بر روی عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع آزمایشی به صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در دو سطح شامل شرایط نرمال آبیاری و تنش کم آبی و فاکتورهای فرعی شامل محرک‌های رشد گیاهی در پنج سطح شامل شاهد، مارماین، کدآمین، دالجین و فسفات بارور دو و زمان محلول پاشی در دو سطح محلول پاشی قبل از مرحله گلدهی و محلول پاشی بعد از مرحله گلدهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی کودهای بیولوژیک، بر روی تمامی صفات مورد بررسی تأثیر آماری معنی‌داری داشتند. زمان محلول پاشی بر روی تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد برگ در سطح احتمال 1٪ تأثیر معنی‌دار نشان داد تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری ارتفاع ی بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد برگ، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی، محتوای رطوبت نسبی و میزان کلروفیل را کاهش ولی میزان نشت الکترولیت در نعناع فلفلی را افزایش داد. محلول پاشی کودهای بیولوژیک سبب افزایش تمامی صفات مورد بررسی به جز نشت الکترولیت گردید. کودهای بیولوژیک سبب کاهش میزان نشت الکترولیت گردید.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، محرک‌های رشد گیاهی، کودبیولوژیک، نعناع فلفلی.

مقدمه:

نعناع فلفلی با نام علمی *Menthapiperita* عموماً با نام peppermint نامیده می‌شود. ولی ممکن است با اسامی دیگر نیز مانند نعناع فرفری نیز خوانده شود، گونه‌ای هیبرید است که از تلاقی بین گونه‌های *Menthaspicata* و *Menthaaquatic* حاصل شده است (عبدالملکی و همکاران، 1390). ملکی‌زاده تفتی و همکاران (1391) در آزمایشی که تیمارهای آزمایشی شامل کودشیمیایی اوره، کودزیستی و تلفیق کودزیستی با 50 درصد کود شیمیایی و شاهد به این نتیجه رسیدند که ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی تحت تأثیر منابع مختلف نیتروژن قرار گرفت و بالاترین میزان این صفات مربوط به کاربرد کودهای زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی بود. یزدانی و مجاب (1381) گزارش کردند تولید هورمون‌های مختلف از قبیل اکسین و جیبرلین علت اصلی افزایش ارتفاع ساقه در حضور کودهای بیولوژیک است. رالف و همکاران (Rohloff et al 2005) گزارش کردند که عملکرد اسانس از مرحله شروع گل‌دهی تا بعد از گل‌دهی در گیاه نعناع فلفلی روند افزایشی داشته و ترکیب‌های معطر از قبیل منتول در مرحله گل‌دهی کامل به حد بهینه رسیده است. امیری (1387) اعلام کرد مقدار اسانس با پیشرفت رشد گیاه افزایش می‌یابد. بنا به گزارش Warman و همکاران (1995) سطوح مواد آلی خاک با کاشت و تولید گیاه به سرعت کاهش می‌یابد. این مطالعه به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف کود محرک‌های رشد و زمان محلول پاشی روی اجزای عملکرد و عملکرد اندام هوایی، اسانس و منتول در شرایط میاندوآب انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در بهار سال 1393 به صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار با تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در دو سطح شامل شرایط نرمال آبیاری و تنش کم آبی و فاکتورهای فرعی شامل محرک‌های رشد گیاهی در پنج سطح (شاهد، مارماین، کدآمین، دالجین و فسفات بارور دو) و زمان محلول پاشی در دو سطح محلول پاشی قبل از مرحله گل‌دهی و محلول پاشی بعد از مرحله گل‌دهی در شهرستان میاندوآب اجرا شد. در مزرعه برای آماده سازی زمین عملیات شخم، دسک زنی، فارورژنی و کرت بندی بطور یکسان، قبل از انجام عملیات کاشت با نمونه برداری خاک از عمق 0-30 سانتی‌متری انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول 300 سانتی متر و با فاصله 50 سانتی متر در نظر گرفته شد. بوته‌ها به

* - پست الکترونیک نویسنده مسؤل : f.h1356@gmail.com

فاصله 10 سانتی متر روی ردیف در عمق 6 سانتی متری کشت شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی برابر 300 در 300 سانتی متر بود. که صفات کلروفیل، نشت الکترولیت، رطوبت نسبی، پرولین اندازه گیری شد.

به منظور تعیین رطوبت نسبی برگ‌ها، ابتدا یک برگ جوان از هر کرت انتخاب و برای تعیین وزن آماس در ظروف حاوی آب مقطر به مدت یک ساعت گذاشته شد. بعد از یک ساعت وزن نمونه‌های آماسیده پس از گرفتن آب اضافی از سطح برگ‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک نمونه‌ها به مدت 48 ساعت به آون با دمای 75 درجه‌ی سلسیوس منتقل شدند و سپس وزن خشک آن‌ها گرفته شد. در نهایت میزان رطوبت نسبی از رابطه‌ی زیر به دست آمد (رستم‌پور و همکاران، 1389).

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن آماس}}{\text{وزن تر}} \right] = \text{درصد میزان نسی آب برگ}$$

جهت تعیین نشت الکترولیت، از هر کرت نمونه‌های برگ‌ی جوان به طول یک سانتی متر با آب مقطر شستشو داده شد و به مدت دو ساعت در ظروف شیشه‌ای حاوی 10 میلی لیتر آب مقطر گذاشته شد. سپس هدایت الکتریکی محلول با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی تعیین شد (EC_1). سپس ظروف حاوی نمونه به مدت 15 دقیقه داخل حمام آب گرم (95 درجه سلسیوس) قرار داده شد و بعد از سرد شدن نمونه‌ها مجدداً هدایت الکتریکی آن تعیین شد (EC_2). در نهایت مقادیر نشت الکترولیت‌ها از طریق معادله زیر به دست آمد (تیموری و همکاران، 1389).

$$EC = (EC_1/EC_2) \times 100$$

نتایج و بحث:

نتایج نشان داد که تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی کودهای بیولوژیک، بر روی تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال 5٪ و 1٪ تأثیر آماری معنی‌داری داشتند. از سوی دیگر تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری محتوای رطوبت نسبی و میزان کلروفیل را کاهش ولی میزان نشت الکترولیت و تنظیم کننده‌های اسمزی یعنی پرولین نعناع فلفلی را افزایش داد. همچنین محلول پاشی کودهای بیولوژیک سبب افزایش تمامی صفات مورد بررسی به جز نشت الکترولیت گردید. محلول پاشی کودهای بیولوژیک نشت الکترولیت را کاهش داد. نتایج محلول پاشی کودهای بیولوژیک قبل از مرحله گلدهی در افزایش بعضی صفات مورفولوژیک تأثیر بیشتری نسبت به محلول پاشی بعد از مرحله گلدهی داشت.

کلروفیل

مشاهدات حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که تنش کم آبی و محلول پاشی با محرک‌های رشد گیاهی به ترتیب در سطح احتمال 5٪ و 1٪ تأثیر آماری معنی‌داری بر میزان کلروفیل گیاه نعناع فلفلی داشت (جدول 1). زمان محلول پاشی کودهای بیولوژیک بر روی میزان کلروفیل گیاه تأثیر آماری معنی‌داری نداشت. مقایسه میانگین‌های تنش کم آبی نشان داد که بیشترین میانگین (40/25) کلروفیل نعناع مربوط به شرایط نرمال آبیاری می‌باشد و کمترین میانگین (33/57) آن مربوط به تنش خشکی می‌باشد (شکل 1 و جدول 2). همچنین نتایج نشان داد محلول پاشی با محرک‌های رشد گیاهی نسبت به عدم محلول پاشی موجب افزایش میزان کلروفیل گیاه نعناع فلفلی می‌گردد به طوری که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به محرک‌های رشد یعنی مارمارین، کدآمین، دالجین و فسفات بارور 2 می‌باشد که نسبت به تیمار شاهد بطور میانگین 23/16 درصد میزان کلروفیل گیاه نعناع فلفلی را افزایش دادند. محرک‌های رشد گیاهی از نظر تأثیر بر افزایش میزان کلروفیل بطور یکسان عمل کردند به طوری که بدون اختلاف معنی‌دار از همدیگر در یک گروه آماری برتر قرار گرفتند (شکل 2 و جدول 3). از عصاره حاصل از جلبک‌ها به عنوان محرک رشد در گیاهان استفاده می‌شود (Taheret al., 2011)، که باعث افزایش کلروفیل و فتوسنتز در برگ‌ها می‌گردند (Sharma, 2003). بنا به اظهار کوچکی و سرمدنیا (1380) وقتی اکسین، سایتوکینین، جبرلین، اتیلن روی محل قطع شده ساقه استعمال می‌شوند موجب تجمع مواد فتوسنتزی در مناطق آلوده به این هورمون‌ها می‌گردند. از طرفی بنا به گزارش شرما (Sharma, 2003) وزن خوشه‌های موز با کاربرد محرک‌های رشد جلبکی 14 تا 18 درصد افزایش یافته و در مورد ذرت میزان افزایش محصول قابل توجه است. بنابراین وجود تنظیم کننده‌های رشد و ریزمغذی‌های موجود در ترکیبات تیمارهای محرک‌های رشد گیاهی می‌تواند از علل این اثرات باشد.

پرولین

از نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مورد بررسی مشاهده می‌شود که تنش خشکی در سطح احتمال 1٪ تأثیر آماری معنی‌داری بر میزان پرولین نعناع فلفلی داشت (جدول 1). بر اساس مقایسه میانگین‌ها در شرایط تنش خشکی میزان پرولین نسبت به شرایط نرمال آبیاری افزایش یافت. بطوری که بیشترین میزان پرولین با میانگین 0/606 میلی گرم در گرم برگ مربوط به تنش خشکی و کمترین آن با میانگین 0/367 مربوط به شرایط نرمال آبیاری می‌باشد (شکل 3 و جدول 2). با اعمال شرایط تنش خشکی میزان پرولین در نعناع نسبت به شرایط آبیاری نرمال 65/12 درصد افزایش نشان داد. یکی از مکانیسم‌های کارآمدی که گیاه برای حفظ فشار آماس در شرایط کمبود آب از آن بهره می‌برد، پدیده‌ای موسوم به تنظیم اسمزی است. تنظیم اسمزی در گیاهان، مکانیسم عمده‌ی اجتناب از تنش‌های آبی در محیط‌های خشک و شور است (Bajjiet al., 2010).

جدول 1- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی برای اثر تنش و محلول پاشی بر روی گیاه دارویی نعناع

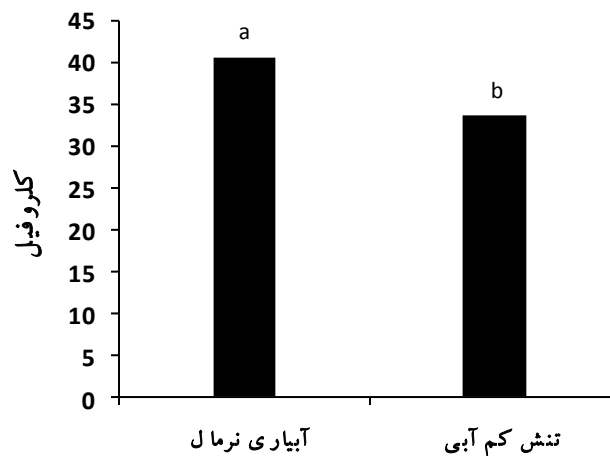
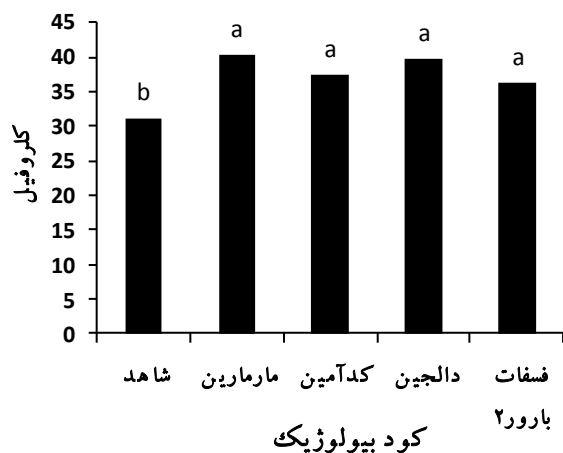
منابع تغییر	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات صفات مورد بررسی		
		کلروفیل	نشت الکترولیت	رطوبت نسبی
تکرار	2	^{ns} 57/87	^{ns} 36/07	^{ns} 26/34
تنش خشکی (A)	1	*721/07	*608/02	**791/48
اشتباه آزمایشی	2	13/27	32/07	3/705
کود بیولوژیک (B)	4	**158/44	**168/85	**241/35
تنش خشکی × کود بیولوژیک	4	^{ns} 11/94	^{ns} 2/475	^{ns} 9/714
زمان محلول پاشی (C)	1	^{ns} 2/04	^{ns} 12/150	^{ns} 14/094
تنش خشکی × زمان محلول پاشی	1	^{ns} 0/60	^{ns} 8/82	^{ns} 2/046
کود بیولوژیک × زمان محلول پاشی (BC)	4	^{ns} 3/858	^{ns} 1/192	^{ns} 7/241
تنش خشکی × کود بیولوژیک × زمان محلول پاشی	4	^{ns} 6/058	^{ns} 1/108	^{ns} 1/476
اشتباه آزمایشی	36	27/29	4/956	15/97
درصد ضریب تغییرات (CV)		14/11	10/30	5/32
		12/11		

ns، * و ** به ترتیب مفهوم غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد می باشد

افزایش پرولین در دوره تنش ممکن است نتیجه تجزیه پروتئین ها و نیز کاهش استفاده از آنها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد (Movahhedehtnaviet, 2011). تحت شرایط تنش خشکی، قندهای محلول می توانند به عنوان ترکیبات اسمزی و نیز به عنوان حفاظت کننده های اسمزی عمل کنند (Bohnert et al., 2008). حسنی و همکاران (2008) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که با کاهش رطوبت خاک میزان پرولین افزایش می یابد که علت آن را رابطه نزدیک بین میزان تجمع پرولین و مقدار محتوای رطوبت نسبی برگ در اثر تنش خشکی بیان کرده اند. افزایش پرولین در طی تنش ممکن است نتیجه تجزیه پروتئین ها و همچنین کاهش استفاده از آن ها به دلیل کاهش رشد گیاه باشد. گیاه دارویی ریحان به هنگام مواجه با تنش خشکی، با بستن روزنه ها و تنظیم اسمزی و افزایش انباشت پرولین و قندهای کل، شرایط تنش را تا حدی تحمل می کند (Daneshmandi and Azizi, 2009). نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که محلول پاشی کودهای بیولوژیک در سطح احتمال 1٪ تأثیر آماری معنی داری بر پرولین نعنای فلفلی داشت (جدول 1). براساس مقایسه میانگین ها با محلول پاشی کودهای بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد، موجب افزایش میزان پرولین گردید. بطوری که محلول پاشی با کودهای بیولوژیک مارمارین و دالجین به ترتیب با میانگین های 0/607 و 0/593، نسبت به تیمار شاهد با میانگین 0/380 بدون اختلاف معنی دار از همدیگر دارای بیشترین میانگین پرولین می باشد که نسبت به شاهد بطور میانگین 57/89 درصد میزان پرولین بیشتری داشتند (جدول 3). در کاربرد تنظیم کننده های رشد، عواملی نظیر نوع گیاه، غلظت آن، زمان و تعداد دفعات کاربرد در عکس العمل گیاه تأثیر می گذارد. نتایج تحقیقی، افزایش محسوس مقدار پرولین برگ های کلزا را با افزایش غلظت محلول پاشی سایکوسل نشان داده است (Emam and Ilkaee, 2010). از سوی دیگر همچنین نتایج نشان داد که کودهای بیولوژیک کدامین و فسفات بارور 2 با افزایش جزئی میزان پرولین نعنای، بدون اختلاف معنی دار از همدیگر در گروه b قرار گرفتند (شکل 4). نتایج بررسی مهدوی دهنوی و همکاران (2011) نشان داد که محلول پاشی کدامین با افزایش میزان پرولین و قندهای محلول در کتان روغنی، توانست آسیب های ناشی از خشکی را تا حدودی جبران نماید.

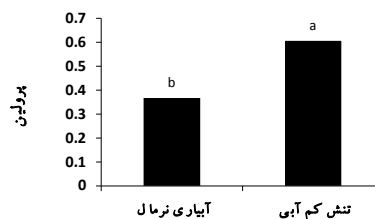
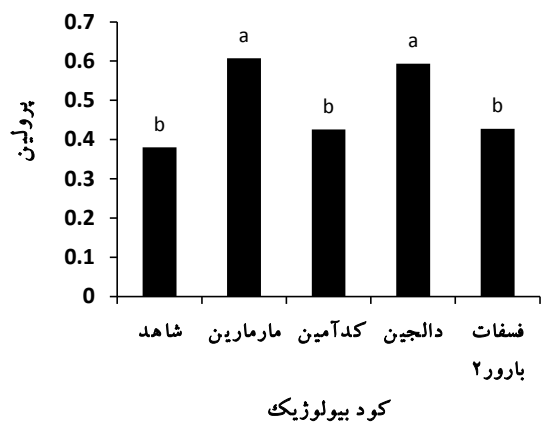
رطوبت نسبی

در ارتباط با صفت رطوبت نسبی، نتایج جدول تجزیه واریانس داده های نشان داد که تنش خشکی در سطح احتمال 1٪ تأثیر آماری معنی داری بر رطوبت نسبی نعنای داشت (جدول 1). بطوری که در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال آبیاری رطوبت نسبی بطور معنی داری کاهش یافت. بیشترین میزان رطوبت نسبی با میانگین 78/83 مربوط به شرایط نرمال آبیاری و کمترین آن با میانگین 71/57 مربوط به تنش خشکی می باشد. شرایط نرمال آبیاری نسبت به تنش خشکی 10/14 درصد رطوبت نسبی بیشتری داشت (شکل 5 و جدول 2). محتوای رطوبت به میزان دسترسی گیاه به آب و توانایی گیاه در تنظیم حرکات روزنه ای، همچنین تنظیم اسمزی بستگی دارد. تنش کمبود آب موجب کاهش پتانسیل آب برگ و محتوای رطوبت نسبی برگ می شود. پورموسوی و همکاران (2005) در سویا و کوستا-فرانکا و همکاران (2009) در لوبیا نیز کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ را در تحت تأثیر خشکی گزارش کردند. نتایج نشان داد محلول پاشی کودهای بیولوژیک در سطح احتمال 1٪ تأثیر آماری معنی داری بر رطوبت نسبی نعنای فلفلی داشت (جدول 3).



شکل 1- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر کلروفیل نعنای فلفلی

شکل 2- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر کلروفیل نعنای فلفلی



شکل 3- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر پروتین نعنای فلفلی

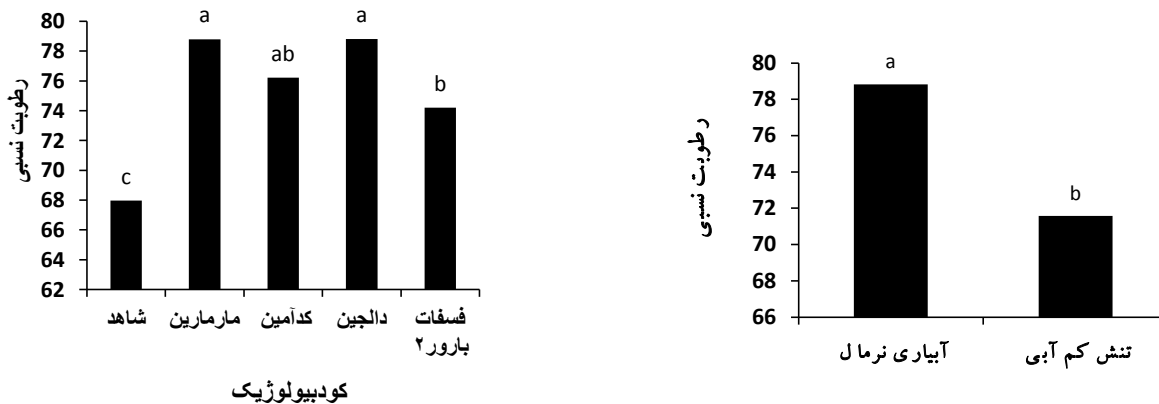
شکل 4- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر پروتین نعنای فلفلی

بر اساس مقایسه میانگین‌ها محلول پاشی کودهای بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی)، رطوبت نسبی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. در بین کودهای بیولوژیک محلول پاشی با مارمارین و دالجین به ترتیب با رطوبت نسبی 78/79 و 78/82 درصد بیشترین تأثیر را در افزایش رطوبت نسبی نشان دادند. همچنین محلول پاشی با کدآمین و فسفات بارور 2 به ترتیب با میانگین‌های 76/22 و 74/21 درصد نسبت به شاهد با میانگین 67/96 درصد رطوبت نسبی را به‌طور قابل توجهی افزایش داد (شکل 6، جدول 3). رمردی و خمر (1392) در بررسی اثرات متقابل محلول پاشی اسید سالیسیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان گزارش کردند که محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر محتوای رطوبت نسبی برگ معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح 1، 2 و 3 میلی مولار نسبت به شاهد بیشتر بود که حاکی از تأثیر مثبت محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر محتوای رطوبت نسبی برگ ریحان می‌باشد.

نشت الکترولیت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تفاوتی است که تنش خشکی در سطح احتمال 5٪ تأثیر آماری معنی‌داری بر نشت الکترولیت در نعنای فلفلی داشت (جدول 1). مقایسه میانگین‌های تنش خشکی نشان داد که در شرایط تنش کم آبی میزان نشت الکترولیت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان نشت الکترولیت با میانگین 24/80 مربوط به تنش خشکی و کمترین آن مربوط به شرایط نرمال آبیاری (شاهد) 34/56 درصد نشت

الکترولیت بیشتری داشت (شکل 7 و جدول 2). تنش خشکی با شروع یک تنش اکسیداتیو همراه می‌باشد، بنابراین در طی آن تولید و ذخیره گروه‌های سمی و مخرب اکسیژن آزاد افزایش می‌یابد. در نتیجه تحت شرایط تنش به سرعت چربی‌های غشاء پراکسید گردیده و پایداری غشاء سلول از بین می‌رود (Yuan and Lin, 2008).



شکل 5- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر رطوبت نسبی نعنای فلفلی

شکل 6- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر رطوبت نسبی نعنای فلفلی



شکل 8- اثر محرک‌های رشد گیاهی بر نشت الکترولیت نعنای فلفلی

شکل 7- اثر تیمارهای مختلف تنش خشکی بر نشت الکترولیت نعنای فلفلی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، محلول پاشی کودهای بیولوژیک در سطح احتمال 1٪ تأثیر آماری معنی‌داری بر میزان نشت الکترولیت نعنای فلفلی داشت (جدول 1). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با محلول پاشی کودهای بیولوژیک میزان نشت الکترولیت نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. محلول پاشی با کودهای بیولوژیک کدامین و فسفات بارور 2 به ترتیب با میانگین‌های 18/25 و 18/33 دارای کمترین میزان نشت الکترولیت بودند. کودهای بیولوژیک مارمارین و دالجین تأثیر مشابهی در کاهش میزان نشت الکترولیت نشان دادند. و بیشترین میزان نشت الکترولیت با میانگین 27/41، مربوط به تیمار شاهد یعنی عدم محلول پاشی با کودهای بیولوژیک می‌باشد (شکل 8 و جدول 3).

جدول 2- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تنش خشکی

پرولین	رطوبت نسبی	نشت الکترولیت	کلروفیل	
b0/367	a78/83	b18/43	a40/50	آبیاری نرمال
a0/606	b71/57	a24/80	b33/57	تنش کم آبی

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک، از لحاظ آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند

جدول 3- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف محرک‌های رشد گیاهی

پرولین	رطوبت نسبی	نشت الکترولیت	کلروفیل	
b0/380	c67/96	a27/42	b31/25	شاهد
a0/607	a78/79	b21/75	a40/33	مارمارین
b0/426	ab76/22	c18/25	a37/42	کدامین
a0/593	a78/81	b22/33	a39/83	دالجین
b0/427	b74/21	c18/33	a36/33	فسفات بارور 2

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک، از لحاظ آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

محلول پاشی تنظیم کننده‌های رشد مانند مامارین، دالجین و کدامین بر میزان نشت الکتروولیت تحت شرایط تنش خشکی مؤثر می‌باشد. سناراتنا و همکاران (2010) گزارش کردند که کاربرد مامارین به صورت اسپری بر روی برگ‌ها میزان نشت الکتروولیت را در گیاهان گوجه فرنگی و لوبیا در تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌دهد. کاربرد تنظیم کننده‌های رشد میزان پلی آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین را در گیاه افزایش می‌دهد که می‌تواند به یکپارچگی و حفظ غشاء تحت شرایط تنش خشکی کمک کند (Nemeth *et al.*, 2009).

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات:

برای رسیدن به یک عملکرد مطلوب اقتصادی و به منظور کاهش اثرات نامطلوب تنش کم آبی پیشنهادهای زیر در جهت کشت و توسعه نعنای فلفلی ارائه می‌گردد: با توجه به اینکه تحقیق در یک سال زراعی انجام گردیده، احتمال می‌رود عملکردهای به دست آمده در سال‌های بعد به دلیل تغییرات آب و هوایی دارای ثبات و پایداری نباشند لذا توصیه می‌شود این مطالعه در قالب یک طرح تحقیقاتی دو ساله اجرا و نتایج حاصله جهت بهره برداری منتشر گردد. در مراحل مختلف و به دفعات مختلف از کودهای بیولوژیک به همراه محرک‌های رشد در شرایط مختلف تنش کم آبی استفاده شود و اثر متقابل آن‌ها بررسی گردد.

فهرست منابع:

- 1 - رمرودی، م.، خمر، ع.، 1392. اثرات متقابل محلول پاشی اسید سالسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم کننده‌های اسمزی ریحان. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان. دوره اول. شماره اول. پاییز 92. دانشگاه گنبد کاووس. صفحه 19-31.
- 2 - کوچکی، ع. و غ. م. سردنیا. 1380. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. 400 صفحه.
- 3 - یزدانی، د.، جمشیدی، ا.، و مجاب. 1381. مقایسه میزان اسانس و منتول موجود در نعنای فلفلی کاشته شده در مناطق مختلف کشور. فصلنامه گیاهان دارویی. شماره سوم. ص 73 تا 77.
- 4- Bajji M., Lutts S., Kinet J.M. 2010. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in tree durum wheat (*Triticum durum* Desf) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Science*, 160: 669 – 681.
- 5- Bohnert H.J., Nelson D.E., Jenson R.G. 2008. Adaptation to environmental stress. *Plant Cell*, 7: 98-111.
- 6- Costa-Franca M.G., Pham-Thi A.T., Pimental C., Pereya-Rossiello R.O., 2009. Defence in growth and water relation among, *Phaseolus vulgaris* cultivar in response to induced drought stress. *Environmental and Experimental botany*, 43: 227-237.
- 7- Hassani A., Omidbaigi R., Heidari Sharif Abad H. 2008. Effect of different soil moisture levels on growth, yield and accumulation of compatible solutes in Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Water and Soil*, 17: 210-219.
- 8- Emam Y., Ilkaee M.N. 2010. Effect of plant density and chormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. *Iranian Journal of Crop Science*, 4: 1-8. (In Persian).
- 9- Movahhedi Dehnavi M., Ranjbar M., Yadavi A.R., Kavusi B. 2011. Effect of cycocel on prolin, soluble sugars, protein, oil and fatty acids of flax (*Linum usitatissimum* L.) plant under drought stress in a pot trial. *Environ. Stresses in Crop Sci.* 3: 129-138.

- 10- Nemeth, M., Janda, T., Hovarth, E. 2009. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Sci.* 162: 569-574.
- 11- PorMousavi M., Galavi M., Danshiyan J., 2005. Effect of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (*Glycin max*). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 14: 125-134.
- 12- Rohloff, J., Dragland, S., Mordal, R. and Iversen, T.H., 2005. Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of peppermint (*Mentha x piperita L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10): 4143-4148.
- 13- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2010. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Reg.* 30 : 157-161.
- 14- Sharma, A. k. 2003. Biofertilizers for sustainable agricultural. *Agrobios, India.* 232-254.
- 15- Taher, M.M., M. Khurshid, M.Z. Khan, M.K. Abbasi, and H.M. Kazmi. 2011. lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere.* 21: 124-131.
- 16- Yazdani, M., Bahmanyar, M.A., pridashti, H., Esmaili, M.A., 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield components of corn. *International journal of Biological and Life Sciences.*:20.
- 17- Yuan, S. and Lin, H.H., 2008. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. *Z. Naturforsch.* 63: 313-320