نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۶۴۷-۶۴۰

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No.4, Winter. 2014, p. 640-647

ارزیابی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کیفی دانه گیاه دارویی سیاهدانه

مصطفی حیدری[۱*]- حسین جهان تیغی[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۴/۳۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۴/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و میزان تجمع عناصر غذایی پر مصرف شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کم مصرف شامل آهن، روی، منگنز و مس، درصد روغن، پروتئین و تیموکینون در دانه گیاه دارویی سیاهدانه، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک، شهرستان زابل در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارهای خشکی که با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی گیاه بوجود آمدند شامل: شاهد (آبیاری کامل)، قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن تا شروع گلدهی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه ها و قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها به عنوان عامل اصلی و چهار سطح کود نیتروژن از منبع اوره شامل شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود)، ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اعمال تنش خشکی در هر یک از مراحل رشدی گیاه منجر به کاهش عملکرد دانه در سیاهدانه شد. همچنین تنش خشکی تاثیر معنی داری بر میزان تجمع عناصر پر مصرف و کم مصرف در دانه سیاهدانه داشت، بجز عنصر آهن سبب افزایش همه آنها گردید. در این بین بیشترین مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، روی و کاهش عملکرد دانه در تیمار خشکی قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها و منگنز در تیمار خشکی قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه ها بدست آمدند. بالاترین میزان عنصر آهن نیز مربوط به تیمار خشکی شاهد بود. در این آزمایش تیمار کودی نیتروژن تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه و مقادیر تجمع کلیه عناصر کم مصرف و پر مصرف دارا بود. اثر متقابل خشکی و نیتروژن بجز عملکرد دانه و عنصر پتاسیم تاثیر معنی داری بر همه عناصر دارا بود. همچنین در طی بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها بیشترین مقادیر عناصر کم مصرف و پرمصرف دانه ها در تیمارکود نیتروژن شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود) و۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمدند. تیمار خشکی و نیتروژن همچنین سبب افزایش درصد پروتئین، روغن و تیموکینون دانه ها شدند، اما در طی بروز تنش خشکی و استفاده از کود نیتروژن، بیشترین درصد پروتئین و تیموکینون در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها همراه با مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، سیاهدانه، عملکرد دانه، عناصر معدنی، مواد موثره، نیتروژن

مقدمه

تنش خشکی یکی از مهمترین و رایج ترین تنش های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و راندمان تولید را در مناطقی که با این پدیده مواجه هستند به شدت کاهش می‌دهد. تنش خشکی علاوه بر اثرات منفی بر عملکرد دانه، باعث بروز یا تشدید سایر تنش ها خصوصاً تنش کمبود عناصر غذایی می‌شود (۱۰). کمبود آب روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان همانند فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها، تقسیم و توسعه سلولی و تجمع و انتقال عناصر غذایی تاثیر سوء می‌گذارد (۱۰).

تنش خشکی براساس شدت، مدت و مرحله رشدی می‌تواند منجر به تغییرات زیادی در رشد و نمو و میزان ماده موثره تولیدی در گیاهان دارویی شود. در بین گیاهان دارویی، سیاهدانه گیاهی است دو لپه، علفی و یکساله متعلق به خانواده آلاله با نام علمی *Nigella sativa* است که در انگلسیی به آن Black cumin گفته می‌شود (۴). پراکندگی این گیاه بیشتر در نواحی شمال آفریقا، جنوب اروپا، هندوستان و استرالیا می‌باشد. دانه های گیاه دارویی سیاهدانه از قدیم استفاده می‌شده و برای این دانه ها خواصی همانند شیرآور، ضد نفخ، مسهل و ضد انگل ذکر شده است. در سالهای اخیر دانه های سیاهدانه

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(*- نویسنده مسئول: Email:Haydari2005@gmail.com)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

Archive of SID
www.SID.ir

مورد تحقیقات وسیع فارماکولوژیک قرار گرفته است. این مطالعات دامنه وسیعی از اثرات مانند ضد باکتری، ضد تومور، ضد التهاب، مسکن، کاهنده قند خون و شل کننده عضلات صاف را نشان می‌دهد (۱۲).

شابهارا و همکاران (۲۱) در بررسی های خود روی گیاه همیشه بهار دریافتند که عملکرد دانه، عملکرد روغن، ارتفاع و تعداد گل در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش می‌یابد، در حالی که درصد روغن در چنین شرایطی افزایش می‌یابد. این چنین نتیجه ای در آزمایش های صفی خانی و همکاران (۷) در مورد بادرشبو نیز گزارش شده است. یکی از اثرات زیان بار تنش خشکی اختلال در روند جذب و تجمع عناصر غذایی است که علاوه بر تلفات کود، باعث کاهش عملکرد دانه و علوفه در گیاهان می‌شود (۱۰). مکانیسم‌های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان، مانند جریان توده ای، انتشار و یا جذب و انتقال به وسیله پدیده اسمز همگی، تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک است. در صورت کاهش رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌گردد (۲۴). در بین عناصر غذایی، نیتروژن یکی از عناصر پرمصرف بسیار ضروری برای گیاهان به شمار می‌رود که کمبود آن تداخل فراوانی را در رشد و نمو گیاهان وارد می‌کند. ماده خشک گیاهی تقریبا دارای ۲ تا ۴ درصد نیتروژن است. نیتروژن جزء اولیه تشکیل دهنده ترکیبات آلی همانند اسیدهای آمینه، پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک بشمار می‌رود (۱۱ و۱۶). کمبود نیتروژن نمو فنولوژیکی را در دو مرحله رویشی و زایشی به تاخیر می‌اندازد و از سرعت گسترش برگ و دوام سطح برگ در گیاهان می‌کاهد. در این شرایط راندمان استفاده از نور نیز کاهش می‌یابد. از طرفی هر چه غلظت نیتروژن در برگها افزایش یابد شدت کربن گیری نیز بیشتر می‌شود. زیرا نیتروژن علاوه بر آن که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل در گیاه است و عامل اساسی در کربن گیری نیز محسوب می‌شود (۲۵). راجپوت و گاتام (۱۸) گزارش کردند که با مصرف نیتروژن، مقدار روغن دانه گلرنگ و رشد گیاهی افزایش یافت و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

گرانت و بایلی (۱۴) در بررسی خود بر روی کلزا گزارش کردند، نیتروژن عملکرد را بوسیله تاثیر گذاشتن بر روی پارامترهای رشد افزایش داده و در نتیجه قدرت رشد و نمو گیاه کلزا را از طریق افزایش تعداد و وزن خورجین، بالا بردن وزن دانه ها و بهبود جذب عناصر غذایی بالا می‌برد. نیتروژن تاثیر زیادی بر عملکرد و کیفیت اسانس تولیدی در گیاهان دارویی دارد، این امر مربوط به نقش فعالی است که نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول‌های جدید حاوی اسانس دارد. همچنین احتمالا به دلیل اینکه نیتروژن باعث افزایش نسبت تجمع کربوهیدرات ها به جیبرلین و اکسین می‌شود، عملکرد اسانس بهبود می‌یابد (۱۱).

نیتروژن و رطوبت خاک هر یک از عوامل محرک رشد رویشی هستند. اثرات مثبت یا منفی هر یک از این عوامل بر عملکرد، بستگی به میزان عامل دیگر دارد. عملکرد محصول نتیجه برهمکنش مجموعه واکنشها و فرآیندهای فیزیولوژیکی است که به نحوی متاثر از عوامل محیطی هستند. این راستا، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد به همراه مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن برعملکرد دانه، میزان جذب و تجمع عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف، درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون دانه در گیاه داوریی سیاهدانه انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک واقع در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام گرفت. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۶۳ میلیمتر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۱۶ و ۳۰ درجه سانتیگراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک به شمار می‌رود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش به صورت کرتهای خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای خشکی که با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی گیاه بوجود آمدند شامل W_1= شاهد (آبیاری کامل) ، W_2 = قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن تا شروع گلدهی، W_3= قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه ها و W_4= قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها به عنوان عامل اصلی و چهار سطح کود نیتروژن از منبع اوره شاملN_1= شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود)، N_2= ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، N_3= ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و N_4= ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری

بافت خاک	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	شن (٪)	رس (٪)	لای (٪)	مواد آلی (٪)	پتاسیم (ppm)	فسفر (ppm)	نیتروژن (ppm)
لومی شنی	۳/۲	۷/۸	۵۶	۱۴	۳۰	۰/۳۱	۱۵۵	۱۰/۲	۳/۶

Archive of SID

www.SID.ir

در این آزمایش اندازه هر کرت ۴×۲ متر، فاصله بین کرت ها نیم متر و فاصله بین بلوک ها دو متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای طرح براساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک کود فسفره به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاس به میزان ۵۰ کیلوگرم از منبع اکسید پتاسیم مصرف و با خاک مخلوط شدند. همچنین یک سوم کود نیتروژنه نیز متناسب با تیمار کودی طرح، همزمان با کاشت در کرت‌های فرعی پخش و در عمق مناسب خاک قرار داده شدند. عملیات کاشت با استفاده از بذرکار خطی کار مخصوص طرح‌های آزمایشی ساخت کارخانه وینتراستایگر اتریش و براساس مقدار بذر مصرفی۱۲ کیلوگرم در هکتار با فواصل بین خطوط ۳۰ سانتی متر در نیمه دوم آبان ماه ۱۳۸۹ صورت گرفت.

بذور این آزمایش از توده محلی زابل تکثیر شده توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان تهیه گردید. بلافاصله بعد از کاشت آبیاری صورت گرفت. نحوه اعمال تیمار تنش خشکی مطابق نقشه طرح به این صورت بود که بلافاصله بعد رسیدن گیاهان به مرحله تیماری مد نظر، آبیاری کلا در آن مرحله قطع و بعد از اتمام آن مرحله روند آبیاری بصورت عادی انجام می‌شد. در پایان دوره و پس از رسیدگی نهایی (زرد شدن ۸۰ درصد فولیکول ها)، جهت تعیین عملکرد دانه بعد از حذف حاشیه، بوته‌های واقع در یک متر مربع وسط هر کرت برداشت شدند. سپس بذرها بدست آمده آسیاب، برای اندازه گیری نیتروژن بعد از هضم با اسید سولفوریک از روش کجلدال استفاده گردید. همچنین برای اندازه گیری عناصر کم مصرف و پتاسیم از روش خاکستر گیری خشک استفاده گردید. برای این منظور دو گرم از بذور آسیاب شده در داخل بوته چینی قرار داده، در کوره الکتریکی و در درجه حرارت ۵۵۰ درجه سوزانده شدند. سپس ده میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو نرمال به نمونه‌ها اضافه و برای مدت ده دقیقه روی حمام بن‌ماری صد درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. آنگاه با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره دو، نمونه‌ها صاف و به حجم صد میلی‌لیتر رسانده شدند. در نهایت مقادیر عناصر کم مصرف آهن، روی، مس و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلم فتومتر اندازه گیری شدند (۳). همچنین میزان فسفر به روش کالریمتری و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتو متر در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه گیری گردید (۱).

جهت تعیین درصد روغن از روش سوکسله و دستگاه سوکسله استفاده شد. درصد تیموکینون اسانس با استفاده از دستگاه GC-Mass (Hewlett Packard-5890 II) اندازه گیری شد. ستون موئینه مورد استفاده به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی متر، دمای به کار رفته : ۲۹۰ – ۲۲۰ درجه سانتی گراد، سرعت افزایش دما : ۳ درجه در دقیقه، گاز حامل مورد استفاده: هلیم با سرعت حرکت ۱ میلی لیتر در دقیقه داخل ستون. پیک‌های خروجی بر اساس استاندارد و جرم ملکولی تشخیص و تعیین مقدار گردیدند. در پایان داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار کامپیوتری MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از برنامه EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و عناصر غذایی پرمصرف شامل N، P و K

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول ۲ نشان می‌دهد، تیمار تنش خشکی تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه و میزان جذب و تجمع عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گیاه دارویی سیاهدانه داشت. مقایسه میانگین داده ها نشان داد هر چند تنش خشکی سبب افزایش مقادیر تجمع این عناصر در دانه گردید اما تاثیر آن بر عملکرد دانه همراه با کاهش مقدار دانه تولیدی در این گیاه بود (جدول ۳). در این آزمایش بروز تنش خشکی در مرحله ساقه رفتن تا شروع گلدهی (W_2) و مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه ها (W_3) تغییری در مقادیر عناصر نیتروژن و پتاسیم در دانه ایجاد نکرد. بیشترین مقادیر سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کمترین مقدار عملکرد دانه تولیدی در تیمار خشکی W_4 (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها) بدست آمد. این افزایش برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به تیمار شاهد به ترتیب معادل ۱۳/۳، ۱۲/۱۷ و ۱۰/۷ درصد و مقدار کاهش عملکرد دانه معادل ۴۰/۹ درصد بودند (جدول ۳).

مکانیسم های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان نظیر جریان توده ای، انتشار و یا جذب و انتقال به وسیله پدیده اسمز همگی، کم و بیش تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه می‌باشند. در صورت نقصان رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌گردد. اگرچه بعضی از این سیستم های انتقالی عناصر نظیر انتشار به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده و در این راستا، با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی باز هم روند جذب و انتقال بعضی از عناصر توسط ریشه ادامه می‌یابد (۲۶). نتایج بدست آمده در این آزمایش نشان داد همبستگی معنی دار و منفی بین عملکرد دانه و مقادیر عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گیاه سیاهدانه وجود دارد (جدول ۵). ساماراچ و همکاران (۲۰) گزارش کردند که در شرایط بروز تنش خشکی بر میزان تجمع عناصر پتاسیم، فسفر، نیتروژن و کلسیم در دانه گیاه سویا افزوده و از عملکرد آن کاسته می‌شود. این عناصرممکن است نقشی در مقاومت به خشکی در این گیاه داشته باشند. در هنگام تنش خشکی عمده گیاهان، جهت افزایش مقاومت به خشکی بر خلاف پدیده انتشار، با مصرف انرژی غلظت K^+ را در ریشه و اندام هوایی خود بالا می‌برند. افزایش جذب پتاسیم با تاثیر مثبت بر فتوسنتز، رشد و شاخص سطح برگ، افزایش سرعت انتقال مواد ازته به دانه، سنتز

Archive of SID

www.SID.ir

پروتئین ها سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد (۱۳). ساکی نژاد و بخشنده (۵) گزارش کردند که در شرایط بروز تنش خشکی بر میزان انتقال عنصر نیتروژن از ریشه ها به بخش هوایی گیاه ذرت افزوده می‌شود. آنها اعلام کردند روند انتقالی عنصر نیتروژن در سطوح مختلف تنش آب از نوک ریشه بطرف اندام هوایی می‌باشد. هر چه شدت تنش افزایش یابد این روند انتقالی بعلت تحرک زیاد نیتروژن در گیاه افزایش می‌یابد.

استفاده از تیمار کودی نیتروژن در این آزمایش تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه و میزان جذب و تجمع عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه گیاه سیاهدانه دارا بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد با بالا رفتن سطح نیتروژن مصرفی از شاهد تا سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر عملکرد دانه و تا سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار بر میزان نیتروژن دانه افزوده شد. این افزایش نسبت به تیمار شاهد برای عملکرد دانه و عنصر نیتروژن به ترتیب معادل ۲۰/۶ و۲۳/۴۹ درصد بودند. در این میان با افزایش سطح نیتروژن مصرفی از مقدار عناصر فسفر و پتاسیم در دانه ها کاسته شدند. این کاهش در تیمار N_4 نسبت به N_1 برای فسفر و پتاسیم به ترتیب معادل ۱۱/۵ و ۱۴/۳ درصد بودند (جدول ۳).

موحدی (۸) اظهار نمودند که نیتروژن با تاثیری که بر رشد و توسعه اندام هایی رویشی از طریق سنتز پروتئین ها، گسترش سطح برگها و نیز دوام اندام‌های فتوسنتز کننده دارند می‌تواند در افزایش عملکرد دانه در گیاه روغنی گلرنگ نقش موثری داشته باشد. حیدری و همکاران (۳) در بررسی اثرات شوری و نیتروژن در گندم گزارش کردند که با بالا رفتن میزان مصرف کود نیتروژن از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر جذب و تجمع عناصر پتاسیم و نیتروژن در دو بخش هوایی و دانه افزوده می‌شود، اما در این آزمایش و در مورد گیاه سیاهدانه مشاهده شد که تیمار کودی نیتروژن تنها بر مقدار نیتروژن دانه افزود و از میزان فسفر و پتاسیم دانه کاسته شدند (جدول ۳). اشرف و همکاران (۹) اعلام کردند تیمار کودی نیتروژن تاثیر معنی داری بر میزان عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم دانه سیاهدانه ندارد. در مقابل کاهش قابل ملاحظه ای در میزان مقادیر عناصر منگنز، روی و نیکل همراه با بالا رفتن مقدار نیتروژن مصرفی مشاهده شد.

اثر متقابل اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و کود نیتروژن بجز عملکرد دانه و عنصر پتاسیم تاثیر معنی داری بر مقدار جذب و تجمع عناصر نیتروژن و فسفر در دانه دارا بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد، تیمار W_4N_0 (قطع آبیاری در مراحل گلدهی و پر شدن دانه و به همراه عدم مصرف کود نیتروژن) با میانگین ۰/۷۳ میلی گرم در گرم ماده خشک بیشترین میزان فسفر دانه و تیمار W_4N_4 (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها) با میانگین ۴/۰۸ درصد بیشترین مقدار نیتروژن دانه را دارا بودند (جدول ۴).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی دانه سیاهدانه در تیمارهای مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن

منابع تغییرات	درجه آزادی	عناصر پر مصرف			عناصر کم مصرف						عملکرد دانه	روغن	پروتئین	تیموکینون
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منگنز	آهن	روی	مس						
تکرار	۲	۰/۱۱ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۰۰۳ ns	۰/۵۸ ns	۰/۰۰۶ ns	۰/۷۹ ns	۰/۰۴۶ ns			۳۸۰۴/۷ ns	۰/۰۰۲ ns	۴/۸۶ ns	۱/۶ ns
خشکی	۳	۰/۸۱ **	۰/۰۱۷ **	۰/۰۳۷ **	۳۸/۷۱ **	۸۰/۵۳ **	۱۳۸/۳۲ **	۷۱/۲۶ **			۲۵۵۱۶۶/۱ **	۹۰/۲ **	۳۰/۶ **	۶۱/۸۱ **
خطای a	۶	۰/۰۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۵	۰/۱۶	۲/۲۸	۰/۲۹			۶۶۸۰/۱	۰/۰۳۲	۱/۲۲	۱/۷۲
نیتروژن	۳	۰/۶۹ **	۰/۰۲۳ **	۰/۰۳۳ **	۱۷/۴۵ **	۶۲۶/۴ **	۴۵۸/۹۵ **	۴۲/۰۸ **			۳۹۰۰۰/۹ **	۳۸/۴ **	۲۸/۶ **	۲۱/۳۷ **
خشکی×نیتروژن	۹	۰/۰۵۹ **	۰/۰۰۶ **	۰/۰۰۲ ns	۵/۶۶ **	۲۰۸/۶۲ **	۱۳/۲۱ **	۲/۲۵ **			۲۸۳۴/۹ ns	۸/۴ **	۲/۵۷ **	۵/۰۱ **
خطای b	۲۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱/۱۴	۶/۲۵	۱/۱۴	۰/۹۹			۱۸۹۷/۱	۰/۳۲	۰/۴۶	۰/۱۵
درصد ضریب تغییرات		۳/۳۲	۲/۷	۴/۲۲	۵/۸۵	۲/۹۷	۳/۴۸	۷/۱۶			۷/۲۵	۱/۸۶	۳/۰۵	۱/۲۵

ns و ** – به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از دلایل کاهش عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی بر هم خوردن تعادل تغذیه ای است. در شرایط تنش شدید اغلب پیری برگها تسریع می‌شود و این به خصوص در مقادیر کم نیتروژن تا حد بیشتری رخ می‌دهد (۱۷). استال و همکاران (۲۲) معتقدند که یکی از اثرات افزایش نیتروژن در محیط ریشه، افزایش جذب یونها می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق، چنین به نظر می‌رسد که جذب نیتروژن می‌تواند سبب یک افزایش نسبی در میزان جذب سایر عناصر غذایی گردد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر صفات کیفی دانه سیاهدانه

تیمار	عناصر پر مصرف			عناصر کم مصرف				پروتئین	روغن	تیموکینون	عملکرد دانه
	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس				
	(درصد)	(میلی گرم در گرم ماده خشک)		(میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)				(درصد)			(کیلوگرم در هکتار)
					خشکی						
W_1	۳/۴۳b	۰/۶۳c	۰/۹۵ b	۸۶/۸ a	۱۶/۸ b	۲۷/۷ c	۱۲/۱ b	۲۱/۵ b	۲۷ d	۲۸/۲ d	۷۰۳/۲ a
W_2	۳/۴۲b	۰/۶۲c	۱/۰۰۲ b	۸۶/۲ a	۱۷/۵ b	۲۸/۳ c	۱۲/۶ b	۲۱/۴ b	۲۹/۸ c	۳۰/۶ c	۷۰۰/۲ a
W_3	۳/۴۸b	۰/۶۵b	۱/۰۱۵ b	۸۴/۵ ab	۲۰/۸ a	۳۱/۸ b	۱۳/۶ b	۲۱/۸ b	۳۱/۶ b	۳۱/۳ b	۴۹۶/۷ b
W_4	۳/۹۶a	۰/۷۱a	۱/۰۹۲ a	۸۱/۱ b	۱۷/۸ b	۳۵/۰۱ a	۱۷/۵ a	۲۴/۷ a	۳۳/۵ a	۳۳/۷ a	۴۱۴/۹ c
					نیتروژن						
N_1	۳/۳۷ c	۰/۶۹ a	۱/۰۷۳ a	۸۲/۹ b	۱۹/۶۵ a	۳۸/۵ a	۱۲/۷ bc	۲۰/۸ c	۲۸/۷ d	۲۹/۶ b	۵۰۵/۱ c
N_2	۳/۴۸ bc	۰/۶۸ b	۱/۰۳۶ a	۹۵/۲ a	۱۸/۸ ab	۳۱/۹ b	۱۴/۲ b	۲۱/۸ bc	۲۹/۶ c	۲۹/۹ b	۵۶۶ bc
N_3	۳/۵۷ bc	۰/۶۵ c	۱/۰۰۹ ab	۷۹/۰۱ c	۱۷/۳ bc	۲۳/۷ d	۱۶/۶ a	۲۲/۴ b	۳۰/۸ b	۳۲/۳ a	۶۳۶/۷ a
N_4	۳/۸۹ a	۰/۵۹ d	۰/۹۴۹ b	۸۱/۳ bc	۱۷/۲ c	۲۸/۷ c	۱۲/۴ c	۲۴/۴ a	۳۲/۸ a	۳۱/۹ a	۶۰۷/۲ ab

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون و برای هر تیمار تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارد

جدول ٤ – اثرات متقابل تنش خشکی و نیتروژن بر صفات کیفی دانه سیاهدانه

تیمار	پروتئین	روغن	تیموکینون	عناصر پر مصرف		عناصر کم مصرف			
				نیتروژن	فسفر	آهن	مس	روی	منگنز
	(درصد)			(درصد)	(میلی گرم در گرم ماده خشک)	(میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
W_1N_1	۱۸/۶ h	۲۵/۸۷ l	۲۷/۹۵ k	۲/۹۸ i	۰/۶۵ g	۸۵/۱۳ e	۱۰/۹۷ hi	۳۳/۶۰ b	۱۷/۰۳ f
W_1N_2	۲۰/۳۵ g	۲۴/۰۶ m	۲۴/۶۵ l	۳/۲۶ h	۰/۶۴ h	۹۶/۶۷ b	۱۲/۲۰ f	۲۸/۲۳ e	۱۶/۸۷ f
W_1N_3	۲۲/۱۲ d	۲۶/۴۳k	۳۰/۴۱ h	۳/۵۴ d	۰/۶۳ h	۷۴/۴۳ h	۱۴/۴۳ d	۲۰/۴۰ h	۱۶/۵۷ f
W_1N_4	۲۴/۹۶ b	۳۱/۶۶ e	۲۹/۵۶ i	۳/۹۴ b	۰/۶۱ i	۹۰/۸۰ d	۱۰/۸۳ hi	۲۶/۵۰ f	۱۶/۶۳ f
W_2N_1	۲۰/۵۲ g	۲۸/۱۱ i	۲۸/۹۱ j	۳/۲۸ gh	۰/۶۸ e	۷۸/۱۷ g	۱۲/۰۳ fg	۳۵/۱۷ b	۱۸/۴۰ e
W_2N_2	۲۰/۴۸ g	۲۹/۳۸ h	۳۰/۷۲ g	۳/۲۷ h	۰/۶۸ e	۱۰۸ a	۱۳/۴۷ e	۲۸/۵۳ e	۱۸/۵۳ e
W_2N_3	۲۱/۰۲ f	۲۸/۶۴ i	۳۰/۸۸ fg	۳/۳۶ fg	۰/۵۸ j	۸۲/۶۷ f	۱۴/۴۳ d	۲۲/۷۳ g	۱۸/۳۳ e
W_2N_4	۲۳/۴۸ c	۳۳/۱۳ cd	۳۱/۷۸ d	۳/۷۶ c	۰/۵۶ k	۷۶ h	۱۰/۴۷ i	۲۶/۷۷ f	۱۴/۷۳ g
W_3N_1	۲۰/۲۷ g	۳۰/۱۲ g	۲۹/۶۹ i	۳/۲۴ h	۰/۷۱ c	۹۳/۹۷ c	۱۳/۳۳ e	۴۱/۲۰ a	۲۳/۴۷ a
W_3N_2	۲۱/۳۴ ef	۳۱/۵۱ e	۳۱/۴۱ e	۳/۴۲ f e	۰/۶۹ d	۸۵/۲۰ e	۱۴/۳۷ d	۳۵/۰۷ b	۲۱/۱۰ b
W_3N_3	۲۱/۶۰ e	۳۲/۷۹ d	۳۳/۰۳ c	۳/۴۶ de	۰/۶۷ f	۸۲/۵۰ f	۱۵/۳۰ c	۲۰/۸۷ h	۱۹/۴۳ cd
W_3N_4	۲۳/۷۹ c	۳۱/۸۸ e	۳۱/۰۱ f	۳/۸۱ c	۰/۵۴ l	۷۶/۱۷ h	۱۱/۴۳ gh	۳۰/۱۰ d	۱۹/۳۷ cd
W_4N_1	۲۳/۷۷ c	۳۰/۵۸ f	۳۱/۷۵ d	۳/۸۱ c	۰/۷۳ a	۷۴/۴۷ h	۱۴/۵۰ d	۴۱/۹۷ a	۱۹/۷۰ c
W_4N_2	۲۴/۹۲ b	۳۳/۴۸ c	۳۳/۱۳ c	۳/۹۹ b	۰/۷۱ c	۹۰/۸۰ d	۱۶/۵۷ b	۳۵/۷۷ b	۱۸/۶۷ de
W_4N_3	۲۴/۶۷ b	۳۵/۱۴ a	۳۴/۶۵ b	۳/۹۴۷ b	۰/۷۳ b	۷۶/۴۰ gh	۲۲/۰۳ a	۳۰/۹۰ c	۱۴/۸۷ g
W_4N_4	۲۵/۵۴ a	۳۴/۶۳ b	۳۵/۱۰ a	۴/۰۸۷ a	۰/۶۶ f	۸۲/۴۰ f	۱۶/۸۳ b	۳۱/۳۷ c	۱۷/۸۷ e

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون و برای هر تیمار تفاوت معنی داری بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ – ضرایب همبستگی بین عملکرد و صفات کیفی دانه در گیاه دارویی سیاهدانه

صفات	عملکرد دانه	پروتئین	روغن	تیموکینون	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی
عملکرد دانه	۱										
پروتئین	-۰/۲۷*	۱									
روغن	-۰/۴۵**	۰/۶۹**	۱								
تیموکینون	-۰/۴۱**	۰/۵۵**	۰/۸۵**	۱							
نیتروژن	-۰/۲۹*	۰/۹۹**	۰/۷۰**	۰/۵۶**	۱						
فسفر	-۰/۳۶*	۰/۴۳**	۰/۲۳ns	۰/۱۱ns	۰/۴۳**	۱					
پتاسیم	-۰/۶۳**	۰/۲۷*	۰/۲۴ns	۰/۲۶ns	۰/۲۸*	۰/۴۸**	۱				
آهن	۰/۰۰۲ns	-۰/۵۰**	-۰/۴۲**	-۰/۵۱**	-۰/۴۹**	-۰/۱۳ns	۰/۰۶ns	۱			
منگنز	-۰/۳۹**	-۰/۳۰*	۰/۰۱ns	۰/۰۴ns	-۰/۲۹*	-۰/۲۶*	-۰/۰۱ns	۰/۲۱ns	۱		
مس	-۰/۵۵**	۰/۴۷**	۰/۴۸**	۰/۴۳**	۰/۴۸**	۰/۴۳**	۰/۵۲**	-۰/۰۳ns	۰/۰۵ns	۱	
روی	-۰/۴۹**	۰/۴۳**	۰/۴۱**	۰/۲۷*	۰/۴۳**	۰/۴۵**	۰/۵۲**	-۰/۰۳ns	۰/۱۴ns	۰/۶۰**	۱

از دیگر اثرات نیتروژن می‌توان به افزایش فعالیت متابولیک گیاه، تسریع اغلب فرآیندهای فیزیولوژیکی و تغییر در جذب عناصر اشاره کرد.

عناصر غذایی کم مصرف شامل Fe، Zn، Mn و Cu

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول ۲ نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی تاثیر معنی داری بر غلظت عناصر آهن، روی، منگنز و مس در دانه گیاه سیاهدانه دارد. مقایسه میانگین داده ها نشان داد به جز عنصر آهن، تنش خشکی سبب افزایش مقادیر عناصر مس، روی و منگنز در دانه گردید. در این بین بیشترین مقدار مس و روی در تیمار خشکی W_4 (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها) و منگنز در تیمار خشکی W_3 (قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه ها) بدست آمد. بالاترین میزان عنصر آهن نیز مربوط به تیمار خشکی شاهد بود (جدول ۳).

مشابه نتیجه این آزمایش، موحدی دهنوی (۸) گزارش کرد تنش خشکی سبب افزایش میزان عنصر روی در دانه‌های گلرنگ می‌شود. همچنین براساس نظر همین محقق، تنش خشکی در مرحله زایشی انتقال عناصرآهن و منگنز را به دانه محدود می‌کند. در پژوهش حاضر نیز مشخص گردید با اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی از میزان عنصر آهن در دانه سیاهدانه کاسته شد. نتایج حاصل از همبستگی داده ها در این آزمایش نشان داد، بجز عنصر آهن، جذب و بالا رفتن میزان تجمع دیگر عناصر کم مصرف همانند روی، منگنز و مس همبستگی معنی دار و منفی با عملکرد دانه در گیاه سیاهدانه دارد (جدول ۵).

استفاده و مصرف کود نیتروژن در این آزمایش تاثیر معنی داری بر مقادیر جذب و تجمع عناصر کم مصرف آهن، روی، مس و منگنز در دانه‌های سیاهدانه داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین میزان عناصر روی و منگنز در تیمار کودی شاهد (در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن)، آهن در تیمار کودی N_2 و مس در سطح کود نیتروژن N_3 بدست آمد (جدول ۳). وانر و مارشال (۲۴) اعلام کردند بعضی از اثرات تحریک کنندگی نیتروژن بر رشد رویشی مربوط به بالا بردن درجه اسیدی خاک است. براساس نظر این محققین، مقدار بالای نیتروژن در خاک جذب عناصر پتاسیم و منگنز را در گیاهان افزایش می‌دهد. در صورتی که جذب عنصر روی در غلظت پائین نیتروژن به حداکثر خود می‌رسد.

اثر متقابل تیمار خشکی و کود نیتروژن در این آزمایش تاثیر معنی داری بر میزان جذب و تجمع چهار عنصر کم مصرف آهن، روی، مس و منگنز در دانه‌های سیاهدانه دارا بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که بالاترین میزان آهن در سطح خشکی W_2 و در طی استفاده از ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمد. در این بین بیشترین میزان مس، روی و منگنز به ترتیب مربوط به تیمارهای W_4N_2، W_4N_1 و W_3N_1 بودند (جدول ۴).

درصد روغن، پروتئین و تیموکینون دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول ۲ نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون موجود در دانه سیاهدانه دارد. مقایسه میانگین ها نشان داد که اعمال تنش خشکی در هر یک از مراحل رشدی نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش درصد این ترکیبات دانه گردید. اما در این بین بیشترین درصد پروتئین، روغن و تیموکینون در تیمار خشکی W_4 (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شده دانه ها) بدست آمد. این افزایش برای درصد پروتئین، روغن و تیموکینون نسبت به تیمار شاهد به ترتیب معادل ۱۳/۰۲، ۱۹/۳ و ۱۶/۴ درصد بود (جدول ۳). عموماً تشکیل و تجمع اسانس، در گیاهان

Archive of SID

www.SID.ir

تحت شرایط محیطی خشک تمایل به افزایش نشان می‌دهد. هرمز و ماتسون (۱۵)، فرضیه ای را با عنوان فرضیه موازنه رشد- تمایز ارائه نموده و اظهار داشتند که هر کمبودی که رشد را بیش از فتوسنتز محدود کند تولید و تجمع متابولیت های ثانویه را افزایش داد. ریزوپولوس و دیامانتوگلون (۱۹) اعلام کردند که اعمال تنش خشکی میزان روغن در گیاه مرزنجوش را افزایش داد. در این آزمایش نتایج نشان داد بالا رفتن میزان ترکیباتی همانند درصد پروتئین، روغن و تیموکینون در دانه های گیاه سیاهدانه همبستگی معنی دار ومنفی با عملکرد دانه از خود نشان داد (جدول ۵).

تیمار کودی نیتروژن تاثیر معنی داری بر درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون تولیدی دردانه‌های سیاهدانه دارا بود (جدول ۲). با بالا رفتن میزان نیتروژن مصرف از شاهد به ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص درهکتار بر مقدار سه ترکیب فوق در دانه ها افزوده شدند (جدول ۳). آل سید و همکاران (۱۱) گزارش کردند که استفاده و بکارگیری ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از هر کدام از کودهای نیتروژن و فسفرمی تواند بصورت معنی داری سبب افزایش ماده موثره، روغن و تیموکینون در گیاه سیاهدانه شود.

اثر متقابل خشکی و کود نیتروژن تاثیر معنی داری بر مقادیر سه ترکیب درصد پروتئین، درصد روغن و تیموکینون دانه ها دارا بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد، بیشترین درصد روغن در تیمار W_4N_3، درصد پروتئین و تیموکینون در تیمار W_4N_4 بدست آمد (جدول ۴). علاوه بر آن عناصر کم مصرف بجز آهن و عمده عناصر پر مصرف در دانه های گیاه سیاهدانه همبستگی معنی دار و مثبتی با درصد پروتئین، درصد روغن و تیموکینون دانه ها از خود نشان دادند (جدول ۵)

شابهارا و همکاران (۲۱) در بررسیهای خود بر روی گیاه همیشه بهار دریافتند که عملکرد دانه، عملکرد روغن، ارتفاع و تعداد گل در گیاه در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش می‌یابد، در حالی که درصد روغن و پروتئین در چنین شرایطی افزایش می‌یابد. نیتروژن نقشی اساسی در ساختمان کلروفیل دارا بوده و از طرفی مهمترین عنصر در سنتز پروتئینها می‌باشد و افزایش آن در شرایط مطلوب تا حد مشخصی، موجب افزایش میزان پروتئین می‌گردد. نیتروژن با این که در ساختمان روغن وجود ندارد، اما می‌تواند سبب افزایش درصد آن شود (۶).

نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی، تغییراتی در جذب و تجمع مقادیر عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف در دانه‌های گیاه سیاهدانه بوجود می‌آید. بیشترین مقدار سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در این آزمایش در تیمار خشکی W_4 که با قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها همراه بود بدست آمد. همچنین با اعمال تنش خشکی در این مرحله بر غلظت دو عنصر کم مصرف روی و مس نیز در دانه‌های این گیاه افزوده شد. با مصرف و بکار گیری کود نیتروژن، غلظت عناصر کم مصرف و پرمصرف در دانه‌های این گیاه دچار تغییراتی شد به طوریکه در طی بروز تنش خشکی در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها (W_4) بیشترین مقادیر عناصر کم مصرف و پرمصرف دانه ها در تیمارکود نیتروژن N_1 و N_2 بدست آمدند. تنش خشکی در این آزمایش سبب افزایش درصد روغن، پروتئین و تیموکینون دانه گردید و بیشترین آن در تیمار W_4 حاصل شد. استفاده از کود نیتروژن نیز تا سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر مقدار آنها افزود. اما در طی بروز تنش خشکی و استفاده از کود نیتروژن، بیشترین درصد پروتئین و تیموکینون در تیمار W_4N_4 بدست آمد.

منابع

۱- امام، ا. ۱۳۸۵. روشهای آنالیز گیاهی. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.

۲- بنزیگر، م.، ج. ام. ادمیدز، و د. بک رمم بلون. ۱۳۸۳. اصلاح ذرت برای تحمل به خشکی و نیتروژن (ترجمه رجب چوگان). انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، کرج. ۹۶ صفحه.

۳- حیدری، م.، ح. نادیان.، ع. ب. بخشنده.، خ. عالمی سعید، و ق. فتحی. ۱۳۸۶. بررسی اثرات سطوح مختلف شوری و نیتروژن بر جذب عناصر غذایی و تنظیم کننده‌های اسمزی گندم، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره چهلم الف. صفحه ۲۱۱-۱۹۳.

۴- زرگری، ع. ۱۳۶۸. گیاهان دارویی. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.

۵- ساکی نژاد، ط. و ع. م. بخشنده. ۱۳۸۸. اثر رژیم های آبیاری بر روند انتقال و انباشت عناصر غذایی در ریشه ذرت. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی -دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره اول، بهار، صفحه ۳۱-۲۰.

۶- عباس زاده، ب.، ا. شریفی عاشورآبادی، م. ر. اردکانی، ح. علی آبادی فراهانی و ع. علیزاده سهزابی. ۱۳۸۶. تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه. مجموعه خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

Archive of SID

www.SID.ir

گرگان.

۷- صفی‌خانی، ف.، ح. حیدری شریف آباد.، ع. سیادت.، ا. شریفی عاشورآبادی.، م. سیدنژاد، و ب. عباس‌زاده. ۱۳۸۵. تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه دارویی بادرشبو *(Dracocephalum moldavica)*. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳ (۲): ۱۹۴-۱۸۳.

۸- موحدی دهنوی، ۱۳۸۱. تاثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ تحت تنش خشکی. پایان نامه دکتری زراعت. دانشگاه تربیت مدرس تهران.

9- Ashraf, M., A. Qasim, and I. Zafar. 2006. Effect of nitrogen application rate on the content and composition of oil, essential oil and minerals in black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture. 86: 871-876.

10- Boyer, J. S., and H. G. Mcpherson. 1975. Physiology of Water deficite in cereal in Crops. Advances in Agronomy. 27: 1-23.

11- El-Sayed, K. A., S. A. Ross., M. A. El-Sohly., M. M. Khalafall., O. B. Abdel Halim, and F. Ikegami. 2000. Effect of different fertilizers on the amino acid, fatty acid and essential oil composition of *Nigella sativa* seeds. Saudi Pharmaceutical Journal. 8:175-182.

12- Filippo, L., A. Moretti, and A. Lovat. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascen*a L. Indust. Journal of Crop Production. 15: 59-69.

13- Gonzales P.R., and M. L. Salas. 1995. Improvement of the growth, grain yield, and nitrogen, phosphorus and potassium nutrition of grain corn through weed control. Journal of Plant Nutrition. 18: 3313-3324.

14- Grant, C.A. and L. D. Bailey. 1993. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Science. 73: 651-671.

15- Herms, D. A., and W. J. Mattson. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. Quarterly Review of Biology. 67: 283 - 325.

16- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press. Ltd. London. 862 p.

17- Papastylianon, I. 1995. Yield components in relation to grain yield losses of barley fertilized with nitrogen. European Journal of Agronomy. 4:55-63.

18- Rajput, R., and Gautam, D. S. 1992. Relative performance of safflower varieties with different levels of nitrogen under rainfed condition. Indian journal of agronomy. 37: 290-292.

19- Rhizopoulous, S., and S. Diamatoglon. 1991. Water stress induced diurnal variations in leaf water relations, stomatal conductance, soluble sugars, lipids and essential oil content of *Origanum majorana* L. Journal of Horticultural Science. 66 (1): 119- 125.

20- Samarah, N., R. Mullen and S. Cianzio. 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seed in response to drought stress. Journal of Plant Nutrition. 27 (5): 815-835.

21- Shubhra, K., J. Dayal., C. L. Goswami, and R. Munjal. 2004. Effects of water-deficit on oil of *Calendula aerial* parts. Biologia Plantarum. 48(3): 445-448.

22- Staal, M. F., J. M. Maatheusis, and T. M. Elzennga. 1991. $^{Na+}/_{K+}$ antiport activity in tonoplast vesicles from roots of the salt tolerant plantago maritina and the salt sensitive *Plantago media*. Plant Physiology. 82: 164-179.

23- Taiz, L., and E. Zeiger. 1998. Plant Physiology (2nd ed). Sinaye Associates Inc. Publisher. Sonderland Massachusetts.757p.

24- Vannier, H., and J. Marchal. 1992. Effect of mineral nutrition on mineral composition of leaves of 'Clemantin'. Fruit Paris. 19: 32-36.

25- Walker, A. J. 2001. The effects of soil fertilizer, nitrogen and moisture on yield, oil and protein of flaxseed. Field Crop Research. 932: 101-114.

26- Zhow, X. M., G. A. Madramootoo, A. F. Mackenzie. and D. L. Smith. 1997. Biomass production and nitrogen uptake in corn-rayegrass systems. Agronomy Journal. 89: 749-756.

Archive of SID

www.SID.ir