

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 تیمار کود نیتروژن شاهد (بدون مصرف هیچ نوع کود) و ۳۰ 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.

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

مقدمه

گیاهان همانند فتوسنتز، انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، 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 انگلیسی به آن Black cumin گفته می‌شود (۴). پراکندگی این گیاه بیشتر در نواحی شمال آفریقا، جنوب اروپا، هندوستان و استرالیا می‌باشد. دانه‌های گیاه دارویی سیاهدانه از قدیم استفاده می‌شده و برای این دانه‌ها خواصی همانند شیرآور، ضد نفخ، مسهل و ضد انگل ذکر شده است. در سالهای اخیر دانه‌های سیاهدانه

تنش خشکی یکی از مهمترین و رایج ترین تنش‌های 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 تنش‌ها خصوصاً تنش کمبود عناصر غذایی می‌شود (۱۰). کمبود آب روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی

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

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 کربوهیدرات‌ها 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 بر عملکرد دانه، میزان جذب و تجمع عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف، درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون دانه در گیاه داورویی 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 جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ انجام گرفت. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۶۳ میلیمتر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه 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 دانه‌ها و W_4 = قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها به عنوان عامل اصلی و چهار سطح کود نیتروژن از منبع اوره شامل N_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.

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).

شایه‌ها و همکاران (۲۱) در بررسی‌های 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 نتیجه‌ای در آزمایش‌های صفی‌خانی 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 توده‌ای، 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 پر مصرف بسیار ضروری برای گیاهان به شمار می‌رود که کمبود آن تداخل فراوانی را در رشد و نمو گیاهان وارد می‌کند. ماده خشک گیاهی تقریباً دارای ۲ تا ۴ درصد نیتروژن است. نیتروژن جزء اولیه تشکیل دهنده ترکیبات آلی همانند اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک بشمار می‌رود (۱۱ و ۱۶). کمبود نیتروژن نمو فلولوژیکی 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 کربن‌گیری 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 کربن‌گیری 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.

گرانگ 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 دانه‌ها و بهبود جذب عناصر غذایی بالا می‌برد. نیتروژن تاثیر زیادی بر عملکرد و کیفیت

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

حاصله با استفاده از نرم افزار کامپیوتری MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین‌ها 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 داده‌ها 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 داده‌ها 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 پراکنش دانه‌ها (W_3) تغییر 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 پراکنش دانه‌ها) بدست آمد. این افزایش برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت به تیمار شاهد به ترتیب معادل $13/3$ ، $12/17$ و $10/7$ درصد و مقدار کاهش عملکرد دانه معادل $40/9$ درصد بودند (جدول ۳).

مکانیسم‌های جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان نظیر جریان توده‌ای، 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 سیستم‌های 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). ساماراج 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 عناصر ممکن 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 از ته به دانه، سنتز

در این آزمایش اندازه هر کرت 2×4 متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. قبل از اجرای طرح براساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک کود فسفره به مقدار 100 کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاس به میزان 50 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 مصرفی 12 کیلوگرم در هکتار با فواصل بین خطوط 30 سانتی متر در نیمه دوم آبان ماه 1389 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 80 درصد فولیکول‌ها)، 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 کجدلال 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 550 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 420 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- (Hewlett Packard-5890 II) Mass اندازه گیری شد. ستون موئینه مورد استفاده به طول 30 متر و قطر $0/25$ میلی متر، دمایی به کار رفته: $290 - 220$ درجه سانتی‌گراد، سرعت افزایش دما: 3 درجه در دقیقه، گاز حامل مورد استفاده: هلیوم با سرعت حرکت 1 میلی لیتر در دقیقه داخل ستون. پیک‌های خروجی بر اساس استاندارد و جرم ملکولی تشخیص و تعیین مقدار گردیدند. در پایان داده‌های

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				
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منگنز	آهن	روی	مس	پروتئین	روغن	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۸۱ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۰/۵۸ ^{NS}	۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۹ ^{NS}	۴/۸۶ ^{NS}	۰/۰۰۲ ^{NS}	۳۸۰۴۱ ^{NS}	۱/۶ ^{NS}
خشکی	۳	۰/۸۱ ^{**}	۰/۰۱۷ ^{**}	۰/۰۳۷ ^{**}	۳۸۷۱ ^{**}	۸۰۵۳ ^{**}	۱۳۸۳۳ ^{**}	۳۰۱۶ ^{**}	۹۰۱۳ ^{**}	۲۵۵۱۶۶۱ ^{**}	۶۱/۸۱ ^{**}
خطای a	۶	۰/۰۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶۵	۰/۱۶	۲/۲۸	۱/۷۲	۰/۰۳۲	۶۶۸۰/۱	۱/۷۲
نیتروژن	۳	۰/۶۹ ^{**}	۰/۰۳۳ ^{**}	۰/۰۳۳ ^{**}	۱۷/۴۵ ^{**}	۶۲۶/۴ ^{**}	۴۵۸/۹۵ ^{**}	۲۸۱۶ ^{**}	۳۸/۴ ^{**}	۳۹۰۰۰/۹ ^{**}	۲۱/۳۷ ^{**}
خشکی-نیتروژن	۹	۰/۰۵۹ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۵/۶۶ ^{**}	۲۰۸/۶۲ ^{**}	۱۳/۲۱ ^{**}	۲/۵۷ ^{**}	۸/۴ ^{**}	۲۸۳۴/۹ ^{NS}	۵/۰ ^{**}
خطای b	۲۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۱/۱۴	۶/۲۵	۱/۱۴	۰/۴۶	۰/۳۲	۱۸۹۷/۱	۰/۱۵
درصد ضریب تغییرات		۳/۳۲	۲/۷	۴/۲۲	۵/۸۵	۲/۹۷	۳/۴۸	۳/۰۵	۱/۸۶	۷/۳۵	۱/۲۵

NS و ** - به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

(جدول ۴)

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 می شود. آنها اعلام کردند روند انتقالی عنصر نیتروژن در سطوح مختلف تنش آب از نوک ریشه بطرف اندام هوایی می باشد. هر چه شدت تنش افزایش یابد این روند انتقالی بعلاوه تحرک زیاد نیتروژن در گیاه افزایش می یابد.

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 و ۲۲/۴۹ 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 N₄ نسبت به N₁ 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 های رویشی از طریق سنتز پروتئین ها، گسترش سطح برگها و نیز دوام اندام های فتوسنتز کننده دارند می تواند 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 می شود، 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 W₄N₀ (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 W₄N₄ (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه ها) با میانگین ۴/۰۸ درصد بیشترین مقدار نیتروژن دانه را دارا بودند

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				عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی گرم در گرم ماده خشک)	پتاسیم (میلی گرم در گرم ماده خشک)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)	روی (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)	
خشکی							
W ₁	۳/۴۳b	۰/۶۳c	۰/۹۵ b	۸۶/۸ a	۱۶/۸ b	۲۷/۷ c	۷۰۳/۲ a
W ₂	۳/۴۲b	۰/۶۲c	۱/۰۰۲ b	۸۶/۲ a	۱۷/۵ b	۲۸/۳ c	۷۰۰/۲ a
W ₃	۳/۴۸b	۰/۶۵b	۱/۰۱۵ b	۸۴/۵ ab	۲۰/۸ a	۳۱/۸ b	۴۹۶/۷ b
W ₄	۳/۹۶a	۰/۷۱a	۱/۰۹۲ a	۸۱/۱ b	۱۷/۸ b	۳۵/۰۱ 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	۵۰۵/۱ c
N ₂	۳/۴۸ bc	۰/۶۸ b	۱/۰۳۶ a	۹۵/۲ a	۱۸/۸ ab	۳۱/۹ b	۵۶۶ bc
N ₃	۳/۵۷ bc	۰/۶۵ c	۱/۰۰۹ ab	۷۹/۰۱ c	۱۷/۳ bc	۲۳/۷ d	۶۳۶/۷ a
N ₄	۳/۸۹ a	۰/۵۹ d	۰/۹۴۹ b	۸۱/۳ bc	۱۷/۲ c	۲۸/۷ c	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 ۴- اثرات متقابل تنش خشکی و نیتروژن بر صفات کیفی دانه سیاهدانه

تیمار	پروتئین (درصد)	روغن (درصد)	تیموکینون (درصد)	عناصر پر مصرف		عناصر کم مصرف	
				نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی گرم در گرم ماده خشک)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک)
W ₁ N ₁	۱۸/۶ h	۲۵/۸۷ l	۲۷/۹۵ k	۲/۹۸ i	۰/۶۵ g	۸۵/۱۳ e	۱۷/۰۳ f
W ₁ N ₂	۲۰/۳۵ g	۲۴/۰۶ m	۲۴/۶۵ l	۳/۲۶ h	۰/۶۴ h	۹۶/۶۷ b	۱۶/۸۷ f
W ₁ N ₃	۲۲/۱۲ d	۲۶/۴۳k	۳۰/۴۱ h	۳/۵۴ d	۰/۶۳ h	۷۴/۴۳ h	۱۶/۵۷ f
W ₁ N ₄	۲۴/۹۶ b	۳۱/۶۶ e	۲۹/۵۶ i	۳/۹۴ b	۰/۶۱ i	۹۰/۸۰ d	۱۶/۶۳ f
W ₂ N ₁	۲۰/۵۲ g	۲۸/۱۱ i	۲۸/۹۱ j	۳/۲۸ gh	۰/۶۸ e	۷۸/۱۷ g	۱۸/۴۰ e
W ₂ N ₂	۲۰/۴۸ g	۲۹/۳۸ h	۳۰/۷۲ g	۳/۲۷ h	۰/۶۸ e	۱۰۸ a	۱۸/۵۳ e
W ₂ N ₃	۲۱/۰۲ f	۲۸/۶۴ i	۳۰/۸۸ fg	۳/۳۶ fg	۰/۵۸ j	۸۲/۶۷ f	۱۸/۳۳ e
W ₂ N ₄	۲۳/۴۸ c	۳۳/۱۳ cd	۳۱/۷۸ d	۳/۷۶ c	۰/۵۶ k	۷۶ h	۱۴/۷۳ g
W ₃ N ₁	۲۰/۲۷ g	۳۰/۱۲ g	۲۹/۶۹ i	۳/۲۴ h	۰/۷۱ c	۹۳/۹۷ c	۲۳/۴۷ a
W ₃ N ₂	۲۱/۳۴ ef	۳۱/۵۱ e	۳۱/۴۱ e	۳/۴۲ f e	۰/۶۹ d	۸۵/۲۰ e	۲۱/۱۰ b
W ₃ N ₃	۲۱/۶۰ e	۳۲/۷۹ d	۳۳/۰۳ c	۳/۴۶ de	۰/۶۷ f	۸۲/۵۰ f	۱۹/۴۳ cd
W ₃ N ₄	۲۳/۷۹ c	۳۱/۸۸ e	۳۱/۰۱ f	۳/۸۱ c	۰/۵۴ l	۷۶/۱۷ h	۱۹/۳۷ cd
W ₄ N ₁	۲۳/۷۷ c	۳۰/۵۸ f	۳۱/۷۵ d	۳/۸۱ c	۰/۷۳ a	۷۴/۴۷ h	۱۹/۷۰ c
W ₄ N ₂	۲۴/۹۲ b	۳۳/۴۸ c	۳۳/۱۳ c	۳/۹۹ b	۰/۷۱ c	۹۰/۸۰ d	۱۸/۶۷ de
W ₄ N ₃	۲۴/۶۷ b	۳۵/۱۴ a	۳۴/۶۵ b	۳/۹۴۷ b	۰/۷۳ b	۷۶/۴۰ gh	۱۴/۸۷ g
W ₄ N ₄	۲۵/۵۴ a	۳۴/۶۳ b	۳۵/۱۰ a	۴/۰۸۷ a	۰/۶۶ f	۸۲/۴۰ f	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

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	-.۰۲۷*	۱									
روغن	-.۰۴۵**	۰/۶۹**	۱								
تیموکینون	-.۰۴۱**	۰/۵۵**	۰/۸۵**	۱							
نیتروژن	-.۰/۲۹*	۰/۹۹**	۰/۷۰**	۰/۵۶**	۱						
فسفر	-.۰/۳۶*	۰/۴۳**	۰/۲۳ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۴۳**	۱					
پتاسیم	-.۰/۶۳**	۰/۲۷*	۰/۲۴ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۲۸*	۰/۴۸**	۱				
آهن	۰/۰۰۲ ^{ns}	-.۰/۵۰**	-.۰/۴۲**	-.۰/۵۱**	-.۰/۴۹**	-.۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۱			
منگنز	-.۰/۳۹**	-.۰/۳۰*	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	-.۰/۲۹*	-.۰/۲۶*	-.۰/۰۱ ^{ns}	۰/۲۱ ^{ns}	۱		
مس	-.۰/۵۵**	۰/۴۷**	۰/۴۸**	۰/۴۳**	۰/۴۸**	۰/۴۳**	۰/۵۲**	-.۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۱	
روی	-.۰/۴۹**	۰/۴۳**	۰/۴۱**	۰/۲۷*	۰/۴۳**	۰/۴۵**	۰/۵۲**	-.۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۰۶**	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 داده‌ها 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 داده‌ها 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 W₄ (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها) و منگنز در تیمار خشکی W₃ (قطع آبیاری در مرحله گلدهی تا شروع پر شدن دانه‌ها) 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 عناصر آهن 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 داده‌ها 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 میانگین‌ها نشان داد

که بیشترین میزان عناصر روی و منگنز در تیمار کودی شاهد (در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن)، آهن در تیمار کودی N₂ و مس در سطح کود نیتروژن N₃ بدست آمد (جدول ۳). واندر 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 میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان آهن در سطح خشکی W₂ 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 W₃N₁، W₄N₁، W₄N₂ بودند (جدول ۴).

درصد روغن، پروتئین و تیموکینون دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد اعمال تنش خشکی در مراحل مختلف رشد تاثیر معنی داری بر درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون موجود در دانه سیاهدانه دارد. مقایسه میانگین‌ها 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 W₄ (قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شده دانه‌ها) 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

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 دانه‌ها 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 بکارگیری 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 دانه‌ها (W_4) بیشترین مقادیر عناصر کم مصرف و پرمصرف دانه‌ها در تیمار کود 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.

تحت شرایط محیطی خشک تمایل به افزایش نشان می‌دهد. هرگز 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 فتوستتزر محدود کند تولید و تجمع متابولیت‌های ثانویه را افزایش داد. ریزوپولوس و دیامانتوگلو (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 دانه‌های گیاه سیاهدانه همبستگی معنی دار و منفی با عملکرد دانه از خود نشان داد (جدول ۵).

تیمار کودی نیتروژن تاثیر معنی داری بر درصد پروتئین، روغن و میزان تیموکینون تولیدی در دانه‌های سیاهدانه دارا بود (جدول ۲). با بالا رفتن میزان نیتروژن مصرف از شاهد به ۹۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بر مقدار سه ترکیب فوق در دانه‌ها 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 فسفر می‌تواند 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 دانه‌ها دارا بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها 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 عمدتاً عناصر پر مصرف در دانه‌های گیاه سیاهدانه همبستگی معنی دار و مثبتی با درصد پروتئین، درصد روغن و تیموکینون دانه‌ها از خود نشان دادند (جدول ۵)

شاپه‌ارا 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

منابع

- ۱- امام، ا. ۱۳۸۵. روشهای آنالیز گیاهی. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۲- بنزیگر، م.، ج. ام. ادمیدز، و د. بک رم 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 چهارم 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 رژیم‌های 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 سهزایی. 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

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 damascena* 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- Papastilianon, 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- Zhou, 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.