نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۳۹۱-۳۸۲

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 2, Summer. 2012, p. 382-391

ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) در تراکم‌های مختلف بوته در شرایط کم آبیاری

شهرام رضوان بیدختی[1]- سارا سنجانی[2]- علیرضا دشتبان[3] - ایمان حسام عارفی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۱۲

چکیده

مطالعه پاسخ گیاهان به کم آبیاری به‌منظور کاهش مصرف آب در کشاورزی به‌ویژه در مناطقی که آب یک عامل محدود کننده در تولید می باشد، بسیار مهم به نظر می‌رسد. استفاده از گیاهان بومی مقاوم به خشکی همراه با تنظیم زمان آبیاری بر اساس مراحل فنولوژیکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک سبب بهبود کارایی آبیاری و حفظ رطوبت در این مناطق می‌گردد. در این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد سیاه‌دانه در تراکم‌های مختلف بوته تحت شرایط کم آبیاری آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. سطوح قطع آبیاری (بر اساس مراحل فنولوژیک رشد) درکرت‌های اصلی در چهار سطح: آبیاری تا مرحله غنچه‌دهی، آبیاری تا مرحله گلدهی، آبیاری تا مرحله شروع تشکیل دانه، آبیاری تا مرحله رسیدگی کامل دانه (شاهد) و تراکم در چهار سطح ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ بوته در مترمربع در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد و وزن کپسول، تعداد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کم آبیاری، تراکم و اثر متقابل کم آبیاری و تراکم قرارگرفتند. بیشترین عملکرد و اجزای آن به‌ترتیب در تیمار آبیاری کامل (شاهد) و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع و کمترین مقدار عملکرد در تیمار قطع آبیاري در مرحله غنچه‌دهي و تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد. ضرایب همبستگی نشان داد که بین عملکرد دانه و تعداد دانه (r=۰/۹۰)، وزن هزار دانه (r=۰/۹۵) و عملکرد بیولوژیک (r=۰/۹۷)، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. در این تحقیق تراکم ۲۰۰ و ۱۵۰ بوته در مترمربع تراکم بهینه برای تولید سیاه‌دانه تحت شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری در شرایط آب و هوایی دامغان بود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد بیولوژیک، مقاومت به خشکی، تراکم کاشت، مراحل فنولوژیک

مقدمه

خشكي يكي از مهم‌ترين عوامل محدودكننده توليد موفق محصولات زراعي مي‌باشد. اين موضوع به ويژه در مناطق خشك و نيمه‌خشك جهان از اهميت بيشتري برخوردار است. بيش از يك چهارم سطح زمين جزو مناطق خشك و نيمه‌خشك است و تخمين زده شده است كه يك سوم از اراضي قابل كشت دنيا تحت شرايط كمبود آب مي‌باشند (۱۶). ايران نيز از جمله كشورهايي است كه در مناطق خشك و نيمه‌خشك واقع شده است، لذا كمبود آب يكي از بزرگترين چالش‌هايي مي‌باشد كه توسعه كشاورزي ايران در حال و آينده با آن مواجه خواهد بود. توليدات كشاورزي در ايران در سال‌هاي ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ به‌ترتيب بيش از ۶/۳ و ۶/۶ درصد به علت تنش‌خشكي كاهش يافت (۱۱). برآورد نيازهاي غذايي نشان مي‌دهد كه اگر اقداماتي در جهت الگوهاي مناسب كشت، افزايش راندمان آبياري و رهيافت مناسب براي مديريت آب در بخش كشاورزي اتخاذ نشود، پتانسيل‌هاي آب و زمين، نيازهاي غذايي كشور را تامين نمي‌كند (۱۳). به‌همين منظور بهينه سازی مديريت آبياری همراه با كاشت محصولات مناسب در اين مناطق از اهميت ويژه‌ای برخوردار است. يكی از راه‌كارهای موجود برای سازگاری به شرايط خشك استفاده از گياهان دارويی بومی موجود در مناطق خشك به عنوان جايگزينی برای محصولات زراعی متداول در منطقه می‌باشد. دارا بودن پتانسيل رشد تحت شرايط تنش‌خشكی و ارزش اقتصادی بالای برخی از گياهان دارويی و معطر سازگار به مناطق خشك آن‌ها را جايگزين مناسبی برای محصولات زراعی در بوم نظام‌های زراعی مناطق خشك می‌نمايد همچنين اين گياهان سازگاری بيشتری نسبت به محصولات زراعی به شرايط محيطی محلی دارند (٦ و ١٤).

در شرايط كمبود آب يكی از راه‌های استفاده بهينه از آب، تأمين آب برای گياه در مراحل بحرانی رشد می‌باشد. اصولاً كم‌آبياري از راه كارهاي بهينه‌سازي مصرف آب است كه طي آن به محصولات زراعي اجازه داده مي‌شود، تا مقداري تنش آبي را در طول فصل رشد تحمل نمايند. هدف اصلي در كم‌آبياري افزايش كارايي مصرف آب با كاهش نياز آبياري گياه و حذف آن جزء از آب آبياري است كه تأثير معني‌داري در افزايش عملكرد ندارد (۲۱). با توجه به اينكه در بسياري از گياهان زراعي شدت اثرات نامطلوب خشكي در مراحل مختلف رشد متفاوت مي‌باشد،بنابراين شناسايي مرحله بحراني ويا زماني كه گياه بيشترين حساسيت را نسبت به خشكي دارد مهم است (۱۵).

يكي از پيش شرط‌هاي لازم براي دستيابي به عملكرد بالا، تأمين شرايط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشيدي به‌منظور افزايش كارايي توليد مواد فتوسنتزي است (۲). دست‌يابي به اين هدف با تغيير تراكم بوته و توزيع بوته‌ها در واحد سطح زمين ميسر است، از اين رو شناخت تراكمي از كاشت در شرايط كم آبياری كه دارای بيشترين بهره وری باشد از اهميت ويژه‌ای برخوردار است (۲، ۵). تراكم‌هاي مطلوب گياهي در شرايط آبي و تنش‌خشكي يكسان نمي‌باشند و تغييرات تراكم گياهي در اين شرايط، اثرات متفاوتي بر ميزان رشد و عملكرد گياه خواهد داشت. بنابراين يک تصميم‌گيري صحيح و عاقلانه در مورد تراكم‌هاي كاشت به‌عنوان فاكتوري اساسي براي شرايط كم آبياری ضروري به نظر مي‌رسد (۳).

سياه‌دانه با نام علمي *Nigella sativa* گياهي است دو لپه‌ای، علفي، يك‌ساله و متعلق به خانواده آلاله[2] و يكي از گياهان دارويي است كه در بعضي از نقاط ايران به‌صورت خودرو وجود داشته و در برخي نقاط ديگر به‌صورت زراعي كشت و كار مي‌شود و مصارف گسترده‌اي در صنايع‌غذايي و دارويي كشور دارد. از لحاظ دارويي سياه‌دانه به عنوان محرك، بادشكن، مدر، قاعده‌آور و زيادكننده شير تجويز مي‌شود. همچنين گزارش شده كه عصاره دانه‌های اين گياه دارای خاصيت ضد ديابت، ضد فشارخون، ضد التهاب، ضد ميكروب و دافع حشرات مي‌باشد (۲۰، ۲۲). دانه‌های اين گياه جهت معطركردن نان، سركه، پنير و همچنين طعم‌دادن به مربا و ترشی مورد استفاده قرار می

---

[1] و ۳- مربی گروه زراعت، واحد دامغان، دانشگاه آزاد اسلامی، دامغان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: S.Rezvan@damghaniau.ac.ir)
۲و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

2- Ranunculaceae

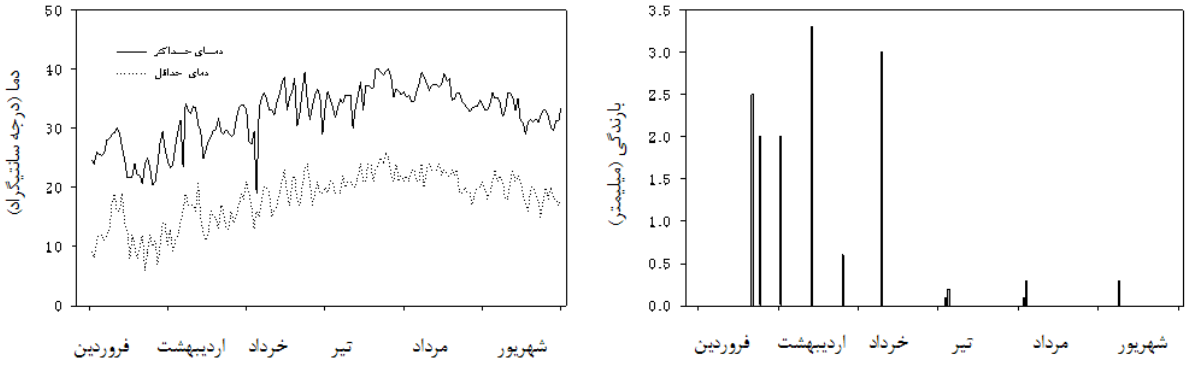
گیرد (۱۲).

با توجه به اینکه در بسیاري از گیاهان دارویی و معطر شدت اثرات نـامطلوب خشـکي در مراحـل مختلـف رشـد متفـاوت مـي‌باشـد،بنـابراين شناسايي مراحل بحراني و يا زماني كه گياه بيشترين حساسيت را نسبت به تنش‌خشكي دارد و همچنين تراكمي از كاشت كه در شرايط كم آبياري داراي بيشترين بهره‌وري باشد مهم است. بنابراين اين تحقيق به‌منظور بررسي اثر كم آبياري و تراكم بوته بر عملكرد و اجزاي عملكرد گياه دارويي سياه‌دانه و تعيين بهترين تراكم در شرايط كم آبياري اجرا شد.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش در سال زراعي ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه آموزشي پژوهشي دانشگاه آزاد اسلامي واحد دامغان با عرض جغرافيايي ۳۶/۰۸ درجه و طول شرقي ۵٤/۱۹ درجه و ارتفاع ۱۵۵/٤ متر از سطح دريا اجرا شد. محدود بودن ميزان بارندگي، بالا بودن دماي هوا و تبخير و تعرق زياد، اين منطقه را در رديف مناطق خشک کشور قرار داده است. بر اساس تقسيم‌بندي اقليمي كوپن اين منطقه داراي آب و هواي خشک با تابستان هاي گرم و خشک و زمستان‌هاي سرد است. بارندگي و درجه حرارت روزانه در طول فصل رشد گياه مورد نظر در شكل ۱ نشان داده شده است.

اين آزمايش به‌صورت كرت‌هاي خرد شده در قالب طرح پايه بلوک هاي كامل تصادفي در سه تكرار اجرا شد. كرت‌هاي اصلي در برگيرنده سطوح قطع آبياري (بر اساس مراحل فنولوژيک رشد) در ٤ سطح بود كه شامل: ۱) آبياري تا مرحله غنچه‌دهي (ظهور يك غنچه در هر بوته به منزله ورود به مرحله غنچه‌دهي در نظر گرفته شد)، ۲) آبياري تا مرحله گلدهي (ظهور يك گل در هر بوته به منزله ورود به مرحله گل-دهي در نظر گرفته شد)، ۳) آبياري تا مرحله شروع تشكيل دانه (در تعيين مراحل تشكيل و پرشدن دانه زماني كه دانه‌ها در اوايل مرحله شيري شدن باشند به‌منزله شروع تشكيل دانه تلقي شد)، ٤) آبياري تا مرحله رسيدگي كامل دانه (شاهد) مي‌باشد. در مرحله رسيدگي كامل برگ‌هاي پاييني زرد شده و كپسول‌ها قهوه‌اي و دانه‌ها به‌طوركامل سياه رنگ (رطوبت خود را از دست داده باشد) مي‌باشند. كرت‌هاي فرعي شامل تراكم‌هاي مختلف: ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، و ۲۵۰ بوته در مترمربع بود. تراكم ۲۰۰ بوته در مترمربع به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. آبياري به روش نشتي و كنترل شده توسط كنتور آب انجام مي‌گرفت. مقدار آب براي سطوح رژيم‌هاي مختلف آبياري، به‌ترتيب برابر با ۳۱۵۰، ۳۶۹۴، ۴۳۷۰ و ۵۹۴۰ متر مكعب در هكتار به‌دست آمد. هر كرت فرعي شامل ۵ رديف كاشت به فاصله ۵۰ سانتي‌متر و به طول ۵ متر بود. بين كرت‌هاي فرعي هم ۲ خط رديف نكاشت در نظر گرفته شد. با توجه به اهداف آزمايش، فاصله كرت‌هاي اصلي از يكديگر ۲ متر در نظر گرفته شد تا از تأثير رطوبت احتمالي هر كرت اصلي به كرت اصلي مجاور جلوگيري شود. بذر سياه‌دانه مورد استفاده در اين طرح بومي دامغان بود. عمليات كاشت سياه‌دانه در اول ارديبهشت ماه ۱۳۸۷ به‌صورت دستي و به روش خطي صورت گرفت. با توجه به اينكه تراكم گياهي يكي از تيمارهاي اعمال شده در اين آزمايش بود، از اين رو تنك‌كردن بوته‌ها در ۲ مرحله انجام شد. مرحله اول تنك‌كردن در مرحله٤ برگي و مرحله دوم دو هفته بعد (٦ برگي) انجام شد. برداشت در رسيدگي اقتصادي دانه‌ها و زماني كه بوته‌ها زرد رنگ شده بودند براي سطوح آبياري در ۱۰، ۱۱ و ۱۵ مرداد ماه و براي تيمار شاهد در ۲۱ مرداد با رعايت اثر حاشيه صورت گرفت. در ابتدا از هر كرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفي جهت اندازه‌گيري خصوصيات مورفولوژيكي (ارتفاع بوته) و اجزاي عملكرد (تعداد دانه، تعداد كپسول و وزن هزاردانه) انتخاب شد. سپس سطح باقيمانده براي تعيين عملكرد برداشت گرديده و پس از خشك‌شدن، دانه‌ها از كاه و كلش جدا گشته و وزن دانه‌ها با ترازوي با دقت ۰/۱ اندازه‌گيري شد. به منظور تجزيه و تحليل آماري، مقايسه ميانگين‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح يک درصد و ترسيم نمودارها به‌ترتيب از نرم‌افزارهاي MINITAB Ver.15، MSTAT-C و EXCEL استفاده گرديد.



شکل ۱ - درجه حرارت و بارندگی روزانه در طی فصل رشد گیاه سیاهدانه در سال آزمایش

نتایج و بحث

تعداد و وزن کپسول: بر اساس نتايج تجزيه واريانس(جدول۱) اثر تيمارهاي كم آبياري و تراكم بوته بر ارتفاع بوته، تعداد و وزن كپسول، تعداد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، عملكرد بيولوژيک و عملكرد دانه در سطح يک درصد معني‌دار بود. مقايسه ميانگين‌ها بيانگر آن است كه بيشترين تعداد و وزن كپسول در تيمارآبياري كامل (آبياري تا مرحله رسيدگي) و تراكم ۲۰۰ بوته در مترمربع و كمترين مقدار آن در تيمار آبياري تا مرحله غنچه‌دهي و تراكم ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد كه نسبت به تيمار آبياري كامل و تراكم ۲۰۰ بوته در متر مربع به‌ترتيب ۹۵/۸ و ۹۳ درصد كاهش نشان داد (جدول ۳). قطع آبياري در مرحله غنچه‌دهي همراه باكاهش(۱۰۰ بوته در مترمربع) و افزايش(۲۵۰ بوته در مترمربع) تراكم سبب كاهش تعداد و وزن كپسول شد. تراكمي از سياه‌دانه (۲۰۰ بوته در مترمربع) كه در تيمار آبياري كامل داراي بيشترين تعداد كپسول بود، در شرايط كاهش مصرف آب (قطع آبياري در مرحله غنچه دهي) نيز داراي بيشترين تعداد كپسول بود، اين در حالي است كه وزن كپسول در اين تيمار كم آبياري در تراكم ۱۵۰ بوته در مترمربع به بيشترين مقدار خود رسيد. به نظر مي رسد كه افزايش تراكم (۲۵۰ بوته در مترمربع) سبب مي‌شود گياه سياه‌دانه منابع (فضا، آب و نيتروژن)

کمتری در اختیار داشته باشد و این امر منجر به کاهش تعداد کپسول در بوته شده است. بنایان و همکاران (۷) کاهش تعداد کپسول سیاه‌دانه را در تیمار آبیاری تا مرحله غنچه‌دهی گزارش کردند. بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد کپسول با وزن کپسول (r=۰/۹۵)، تعداد دانه (r=۰/۹۴) و همچنین عملکرد بیولوژیک (r=۰/۸۷) وجود داشت (جدول ۴).

وزن هزار دانه: اثر کم آبیاری، تراکم بوته و اثر متقابل کم آبیاری و تراکم بوته بر وزن هزار دانه سیاه‌دانه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول۱). وزن هزار دانه گیاه سیاه‌دانه تحت تأثیر تیمار های کم آبیاری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که تیمار های آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله غنچه‌دهی به‌ترتیب بیشترین (۲/۷) و کمترین (۱/۱) وزن هزار دانه را به‌خود اختصاص دادند، همچنین بیشترین وزن هزار دانه در تراکم‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ بوته درمترمربع (۱/۹) و کمترین وزن هزار دانه در تراکم ۲۵۰ بوته درمترمربع (۱/۳) به‌دست آمد (جدول ۲). بررسی اثر متقابل کم آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه سیاه‌دانه در تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد و همچنین کمترین وزن هزار دانه سیاه دانه در تیمارآبیاری تا مرحله غنچه‌دهی و تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول۳). به‌نظر می‌رسد در تراکم‌هاي بالا به‌خصوص در شرایط کم آبیاری به‌دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای و کاهش منابع (فضا، آب و نیتروژن) قابل دسترس برای گیاه وزن هزار دانه کاهش یافته است. همچنین طول دوره فتوسنتزی در گیاه سیاه‌دانه در تیمار های کم آبیاری کاهش یافته و مواد فتوسنتزی کمتری از برگ‌ها به سمت دانه ها منتقل می‌شوند که در نهایت منجر به کاهش وزن هزار دانه در شرایط کم آبیاری می‌شود. پاکوچی و همکاران (۱۹) در آزمایشي نشان دادند که با افزایش طول دوره آبیاري، وزن هزار دانه گیاه نخود افزایش پیدا مي‌کند. علاوه بر این به‌دلیل مواجه‌شدن مرحله گلدهي با تنش‌خشکي در تیمار قطع آبیاري با شروع غنچه‌دهي و گلدهي، دانه‌ها کوچک‌تر و چروکیده‌تر از تیمار آبیاري تا شروع تشکیل دانه و آبیاري کامل بودند.

تعداد دانه: اثر کم آبیاری، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که قطع آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی گیاه سیاه‌دانه سبب کاهش در تعداد دانه می‌گردد، به‌طوري‌که تیمار آبیاری کامل بیشترین تعداد دانه (۵۲۳۰۰/۱ دانه در مترمربع) و قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی کمترین تعداد دانه (۳۸۰۴/۱ دانه در مترمربع) را نشان دادند. به نظر می‌رسد که آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی و فراهم‌شدن شرایط مطلوب رطوبتی سبب بهبود وضعیت باروری سیاه دانه می‌شود. با افزایش تراکم کاشت از ۱۰۰ به ۲۰۰ بوته در مترمربع، تعداد دانه (۲۸۷۶۰/۶ دانه در مترمربع) افزایش معنی‌داری نشان داد، این در حالی است که با افزایش تراکم از ۲۰۰ به ۲۵۰ بوته در مترمربع، تعداد دانه (۱۸۳۱۰/۵ دانه در مترمربع) کاهش معنی‌داری نشان داد کاهش تعداد دانه در تراکم های ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ بوته در مترمربع در مقایسه با تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع به ترتیب برابر با ۵۷/۶، ۲۲/۷ و ۳/ ۳۶ درصد بود (جدول۲). بررسی اثر متقابل کم آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین تعداد دانه (۷۵۶۳۳/۳ دانه در مترمربع) در تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع و همچنین کمترین تعداد دانه (۲۵۶۶/۶ دانه در مترمربع) مربوط به تیمار آبیاری تا مرحله غنچه دهی و تراکم۱۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول۳) که نسبت به تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع ۹۶/۶ درصد کاهش نشان داد. به نظر می‌رسد که تنش‌خشکی قبل و به هنگام گلدهی از طریق اختلال در عمل گرده افشانی موجب عقیمی دانه‌های گرده می‌شود که در نتیجه تعداد دانه‌های تولیدی در این گیاه کاهش می‌یابد. ضرایب همبستگی نشان داد که بین تعداد دانه و عملکرد دانه (r=۰/۹۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول۴).

عملکرد دانه: اثر کم آبیاری، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل مشاهده شد، به‌طوري‌که درصد کاهش عملکرد در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، گلدهی و شروع تشکیل دانه در مقایسه با شاهد به‌ترتیب برابر با ۷۹، ۶۷/۲ و ۴۳/۹ درصد بود که نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنی‌دار قطع آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیکی بر عملکرد گیاه سیاه‌دانه می‌باشد (جدول۲). عملکرد بیشتر دانه در تیمارآبیاری کامل در مقایسه با سایر تیمارهای کم آبیاری به علت تعداد بیشتر دانه، کپسول و وزن هزار دانه می‌باشد. کاهش عملکرد دانه در شرایط کم آبیاری را می‌توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری که با تسریع پیری و کاهش طول دوره پرشدن دانه گیاه همراه است و همچنین به علائم ارسالی از ریشه به برگ و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز خالص، نسبت داد (۴). بنایان و همکاران (۷) نیز کاهش عملکرد دانه را ناشی از کم آبیاری را در مرحله پس از ظهور غنچه در سیاه‌دانه گزارش کردند. بابایي (۱) گزارش کرد که سیاه‌دانه مي‌تواند فاصله آبیاري ۲۱ روز را تحمل کند اما دوره طولاني‌تر از این مدت باعث کاهش تعداد فولیکول در گیاه، تعداد دانه در فولیکول و عملکرد نهایي دانه مي‌شود. مطالعه محصولات دانه‌اي نشان داده است که مرحله تغییر دوره رویشي به زایشي مرحله‌اي حساس به کمبود آب است (۹).

با افزایش تراکم از تراکم کم (۱۰۰ بوته در مترمربع) به تراکم متوسط (۱۵۰ و ۲۰۰ بوته در مترمربع) عملکرد افزایش نشان داد ولی افزایش بیشتر تراکم (۲۵۰ بوته در مترمربع) نه تنها باعث افزایش عملکرد اقتصادی نگردید، بلکه احتمالاً به‌علت افزایش رقابت درون گونه‌ای، عملکرد اقتصادی کاهش یافت (جدول۲). اثر متقابل کم آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیشترین عملکرد دانه در تیمارآبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را با تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع نشان نداد همچنین کمترین عملکرد دانه در تیمارآبیاری تا مرحله غنچه‌دهی و تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول۳). به نظر می‌رسد عملکرد گیاه سیاه‌دانه تحت شرایط تنش شدید در تراکم‌های بالا (۲۵۰ بوته در مترمربع) بیش از سایر تراکم‌های اعمال شده کاهش می‌یابد. بررسی عملکرد دانه در تیمار های کم آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه سیاه‌دانه در تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول۳). برنگور و فاسی (۷) گزارش کردند که تحت شرایط شکی، افزایش تراکم به بالاتر از حد مطلوب سبب کاهش شدید عملکرد می شود، همچنین آن‌ها بیان داشتند که افزایش تراکم، سبب تخلیه سریع‌تر رطوبت موجود در خاک می‌شود و در نتیجه گیاهان زودتر تنش‌خشکی را درک می‌نمایند.

عملکرد بیولوژیک: اثر کم آبیاری، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). عملکرد بیولوژیک در تیمارهای قطع آبیاری، به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد (آبیاری تا مرحله رسیدگی) بود که این موضوع بیشتر ناشی از محدودیت رطوبتی می‌باشد که از مرحله غنچه‌دهی در تیمار های مذکور اعمال شده است به‌طوري‌که درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی وگلدهی نسبت به شاهد به‌ترتیب برابر ۶۶ و۵۵/۸ درصد بود. با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک روند افزایشی داشت، به‌طوري‌که در تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داد، اگر چه در بالاترین تراکم (۲۵۰ بوته در مترمربع) عملکرد بیولوژیک کاهش یافت (جدول۲). به نظر می‌رسد این واکنش به علت رشد رویشی زیاد بوته‌های سیاه‌دانه در اوایل دوره رشد و در نتیجه کاهش شدید نفوذ نور به داخل سایه‌انداز و احتمالاً کمبود و کاهش جذب مواد غذایی در اثر رقابت شدید باشد که برآیند تمامی این عوامل سبب کاهش فتوسنتز جاری گیاه می‌گردد.

معنی‌دار شدن اثر متقابل تیمار تنش و تراکم بوته بیانگر این موضوع است که گیاه سیاه‌دانه عکس العمل متفاوتی به تنش کم آبیاری در تراکم های مختلف نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۹۸۳ گرم در مترمربع) در تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع و همچنین کمترین عملکرد بیولوژیک (۵۹۰/۲ گرم در مترمربع) در تیمار آبیاری تا مرحله غنچه‌دهی و تراکم۱۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد (جدول۳) که نسبت به تیمار آبیاری کامل و تراکم

۲۰۰ بوته در مترمربع ۷۰/۲ درصد کاهش نشان داد. بیشترین عملکرد دانه نیز در تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که نشان‌دهنده این است که حداقل تراکمی که حداکثر عملکرد بیولوژیک در آن به‌دست می‌آید می تواند حداکثر عملکرد دانه را نیز تولید نماید. ضرایب همبستگی نشان داد که بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ($r=۰/۹۷$) همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول۴). این امر به خوبی ارتباط بین کارایی فتوسنتز گیاه و عملکرد دانه را شرح می‌دهد. به این ترتیب گیاهان دارای عملکرد بالایی خواهند بود که با توجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید به نحو بهینه استفاده نموده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود ذخیره نمایند. تجربه نشان داده است که افزایش قابل ملاحظه عملکرد اقتصادی، معمولاً وابسته به افزایش کل ماده‌خشک تولیدی می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد افزایش عملکرد از طریق افزایش شاخص برداشت بدون افزایش متناسب عملکرد بیولوژیک میسر نمی‌باشد (۱۰). نجفی و رضوانی (۱۸) نیز کاهش عملکرد بیولوژیک و دانه اسفرزه را با افزایش فواصل آبیاری گزارش کردند و بیان داشتند که بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه اسفرزه در فواصل آبیاری ۷ روز به‌دست آمد. میرسا و سیرکاستاوا (۱۷) نیز کاهش سطح برگ، بیوماس گیاهی و اسانس نعناع فلفلی را تحت شرایط تنش ملایم رطوبتی گزارش کردند.

شاخص برداشت: شاخص برداشت در تیمارهای قطع آبیاری، به طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد (آبیاری تا مرحله رسیدگی) بود به طوری‌که درصد کاهش شاخص برداشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی،گلدهی و شروع تشکیل دانه نسبت به شاهد (آبیاری تا مرحله رسیدگی کامل دانه) به‌ترتیب برابر ۳۷/۷، ۲۶/۱ و ۱۱ درصد بود (جدول۲). درصد کاهش عملکرد بیشتر دانه نسبت به عملکرد زیست توده در تیمارهای قطع آبیاری بیانگر آن است که تنش رطوبتی در مرحله زایشی و پرشدن دانه اجزای زایشی را نسبت به بخش های رویشی به میزان بیشتری تحت تأثیر قرار می‌دهد و در گیاه سیاه‌دانه برخلاف عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی در شرایط تنش خشکی، با شدت بیشتری کاهش می‌یابد یا به عبارتی حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارد. بیشترین مقدار شاخص برداشت در تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد و با افزایش تراکم شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. در تیمارهای قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی، گلدهی و شروع تشکیل دانه تراکم ۲۵۰ و ۱۵۰بوته در مترمربع به‌ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار شاخص برداشت بودند (جدول۳). این در حالی است که در تیمار آبیاری کامل تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع دارای بیشترین مقدار شاخص برداشت بود که این امر بیانگر این است که در شرایط محدودیت آب تراکم مطلوبی از گیاه که سبب افزایش نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک گردد کاهش می‌یابد.

ارتفاع بوته: اثر کم آبیاری، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). ارتفاع بوته در تیمارهای قطع آبیاری، به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار شاهد (آبیاری تا مرحله رسیدگی) بود. با افزایش تراکم ارتفاع بوته افزایش می یابد، به‌طوری‌که ارتفاع بوته در تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمار های مورد آزمایش افزایش نشان داد (جدول ۲). به نظر می رسد این عکس‌العمل می‌تواند به‌علت رشد رویشی زیاد بوته‌های سیاه‌دانه در واکنش به کاهش نفوذ نور به داخل سایه‌انداز و افزایش رقابت درون گونه‌ای باشد. بررسی اثر متقابل کم آبیاری و تراکم بوته نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمارآبیاری کامل (آبیاری تا مرحله رسیدگی) و تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع و کمترین ارتفاع بوته در تیمار قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی و تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد که نسبت به تیمار آبیاری کامل و تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع ۵۰/۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات اندازه گیری شده در گیاه سیاهدانه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد فولیکول	وزن فولیکول	وزن هزار دانه	تعداد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت (٪)	ارتفاع بوته
تکرار	۲	۱۹۳۸۴/۸۹	۳۸۰۱/۴۳	۰/۰۹	۶۹۹۶۰۱۵۸/۳۳	۲۸۹۱۷/۰۹۵	۲۲۸۵۲/۶۹	۲۳۹/۴۶	۹۸/۵۳
سطوح آبیاری	۳	۲۴۹۲۳۱۰/۲۴**	۷۸۷۷۰۴۷/۵۸**	۶/۸۶**	۵۷۴۰۴۶۲۹۶۳/۸۸**	۶۸۰۲۰۷/۶۱**	۳۴۹۳۲۳۵/۹۷**	۴۴۵/۶۷**	۱۷۱/۳۰**
خطای اصلی	۶	۱۱۳۶۱/۲۸	۵۸۹۳/۵۲	۰/۰۵	۴۹۹۴۳۸۰/۵۵	۸۲۶/۴۶	۳۱۶۶/۹۷	۲/۸۹	۱۵/۹۵
تراکم کشت	۳	۷۴۶۸۲۶/۹۱**	۱۴۵۳۵۱۰/۴۵**	۰/۷۹ **	۵۸۰۸۲۴۴۹۱/۶۶ **	۵۲۰۸۸/۸۱**	۴۳۰۱۵/۰۱**	۴۴۰/۶۷۴**	۸۲/۴۸**
اثرمتقابل	۹	۱۰۸۴۹۹/۱۳	۵۱۰۰۸۱/۸۴**	۰/۲۳**	۱۸۸۳۷۰۳۸۰/۵۵ **	۶۴۸۵/۵۱**	۶۳۲۶/۸۱**	۱۶/۴۶**	۱/۳۶**
خطای فرعی	۲۴	۴۳۹۷/۷۴	۶۳۰۴/۰	۰/۰۱	۶۲۷۵۷۸۳/۳۳	۸۱۰/۲۶	۲۶۳۹/۹۹	۶/۹۴	۱/۵۳
کل	۴۷								

ص برداشت (٪)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)
۲۲/۸ d	۱۶/۹c
۳۲/۱ c	۱۸/۱ c
۳۲/۶ b	۲۰/۸ b
۳۶/۶ a	۲۵/۴ a
۳۲/۹ ab	۱۷/۰d
۳۴/۶ a	۲۷/۰c
۳۰/۶b	۳۰/۶b
۲۷/۰c	۳۴/۶ a
۳/۰۰	۷/۳۹

ns : عدم اختلاف معنی‌دار، ** : معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل کم‌آبیاری و تراکم بوته بر صفات مورد بررسی در سیاه‌دانه

تراکم کاشت	تعداد فولیکول (متر مربع)	وزن فولیکول (گرم درمتر مربع)	تعداد دانه (متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم درمترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت(٪)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	ارتفاع
۱۰۰ بوته در متر مربع	۱۳۳/۳	۱۳۷/۷	۲۵۶۶/۶	۱/۱	۱۵۶/۶	۵۹۰/۲	۲۶/۵	۱۳/۱	
۱۵۰ بوته در متر مربع	۲۵۵/۰	۲۳۰/۵	۴۲۰-/۰	۱/۲	۱۶۳/۶	۶۱۰/۵	۲۶/۷	۱۶/۴	
۲۰۰ بوته در متر مربع	۳۲۶/۷	۱۸۶/۷	۴۲۰-/۰	۱/۱	۱۴۰/۳	۶۴۸/۶	۲۱/۵	۱۸/۳	
۲۵۰ بوته در متر مربع	۳۶۶/۷	۱۴۷/۵	۴۱۵۰-/۰	۰/۹	۱۱۰/۰	۶۶۱/۸	۱۶/۵	۱۹/۹	
۱۰۰ بوته در متر مربع	۲۵۶/۷	۲۲۶/۷	۵۲۰-/۰	۱/۱	۲۲۰/۳	۷۶۵/۰	۲۸/۸	۱۵/۰	
۱۵۰ بوته در متر مربع	۴۸۵/۰	۴۴۵/۰	۱۲۱۵۰-/۰	۱/۴	۲۸۴/۰	۸۳۶/۷	۳۳/۶	۱۷/۶	
۲۰۰ بوته در متر مربع	۵۹۳/۳	۳۸۶/۷	۱۲۶۰۰-/۰	۱/۳	۳۳۳/۵	۸۳۳/۶	۲۷/۹	۱۹/۰	
۲۵۰ بوته در متر مربع	۶۵۸/۳	۴۴۷/۷	۷۳۳۳/۳	۱/۱	۱۵۵/۷	۸۳۰/۳	۱۸/۰	۲۰/۸	
۱۰۰ بوته در متر مربع	۳۶۳/۳	۶۶۰/۰	۹۶۰۰/۰	۱/۸	۴۱۶/۷	۱۰۸۳/۳	۳۸/۳	۱۶/۶	
۱۵۰ بوته در متر مربع	۷۲۰/۰	۱۳۱۵/۰	۱۷۷۵۰/۰	۲/۲	۴۴۵/۱	۱۱۵۳/۰	۳۸/۵	۲۰/۱	
۲۰۰ بوته در متر مربع	۱۰۱۳/۳	۱۶۸۰/۳	۲۲۶۱۳/۳	۱/۷	۴۱۶/۴	۱۲۵۳/۳	۳۳/۲	۲۳/۴	
۲۵۰ بوته در متر مربع	۶۸۳/۳	۵۹۸/۳	۱۴۱۶۶/۶	۱/۳	۲۵۱/۳	۱۲۵۰/۰	۲۰/۴	۲۳/۳	
۱۰۰ بوته در متر مربع	۶۳۳/۳	۹۳۳/۳	۳۱۳۳۳/۳	۲/۷	۶۵۸/۴	۱۷۱۹/۹	۳۸/۱	۲۳/۳	
۱۵۰ بوته در متر مربع	۱۴۰۵/۰	۲۰۰/۰	۵۴۷۵۰/۰	۲/۸	۷۴۱/۱	۱۸۵۹/۶	۳۹/۶	۲۴/۴	
۲۰۰ بوته در متر مربع	۱۸۳۳/۳	۴۹۳/۳	۷۵۶۳۳/۳	۳/۱	۷۹۲/۴	۱۹۸۳/۱	۳۹/۸	۲۶/۵	
۲۵۰ بوته در متر مربع	۱۳۷۵/۰	۱۹۴۲/۶	۴۷۵۰۰/۰	۲/۱	۵۳۵/۱	۱۸۴۳/۵	۲۹/۲	۲۷/۵	
	۱۵ ۷/۴	۱۸ ۷/۳	۵۷۲۷/۳	۰/۲۲	۶۵/۰۱	۳۹/۶۶	۶/۰۱	۲/۷۹	

صفات	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	شاخص برداشت(٪)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	عملکرد دانه (گرم درمترمربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه (متر مربع)	وزن فولیکول (گرم درمتر مربع)	تعداد فولیکول (متر مربع)	ارتفاع
تعداد فولیکول									
وزن فولیکول	ns ۰/۴۵								
تعداد دانه	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۱						
وزن هزار دانه	۰/۸۱**	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۱					
عملکرد دانه	۰/۸۱**	۰/۸۷**	۰/۹۰**	۰/۹۵**	۱				
عملکرد بیولوژیک	۰/۸۷ **	۰/۸۸**	۰/۹۲**	۰/۸۱**	۰/۹۷**	۱			
شاخص برداشت	ns ۰/۴۵	۰/۵۸*	۰/۵۶*	۰/۷۲**	۰/۷۹**	۰/۵۵ *	۱		
ارتفاع	۰/۷۵**	۰/۶۵**	۰/۷۰**	۰/۵۷*	۰/۶۲*	۰/۷۲**	۰/۳۱ ns	۱	

ns : عدم اختلاف معنی‌دار، ** : معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ ، * : معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که تیمارهای قطع آبیاری به‌دلیل کاهش تعداد کپسول، تعداد دانه و در نتیجه ظرفیت مخزن و همچنین کاهش طول دوره فتوسنتزی، منجر به افت شدید عملکرد در سیاه‌دانه شد. قطع آبیاری در مرحله غنچه‌دهی در سیاه‌دانه بیشترین حساسیت به کمبود آب را از خود نشان داد. اگر چه در سایر تیمارهای قطع آبیاری نیز عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کمتر از تیمار آبیاری کامل به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد افزایش طول دوره مرحله تشکیل دانه تا مرحله رسیدگی کامل دانه سبب شد تا قطع آبیاری در مرحله شروع تشکیل دانه موجب کاهش فتوسنتز جاری گیاه شود و مواد فتوسنتزی ذخیره شده در گیاه و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نتوانست مانع از

کاهش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با تیمار آبیاری کامل گردد. بیشترین مقدار عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل در تراکم۲۰۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد، این در حالی است که تحت شرایط کم آبیاری تراکم مطلوب در گیاه سیاه‌دانه کاهش یافت و تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع تراکم ایده آل می‌باشد، لذا به‌نظر می‌رسد تراکم ۲۰۰ و ۱۵۰ بوته در مترمربع تراکم بهینه برای تولید سیاه‌دانه تحت شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری در شرایط آب و هوایی دامغان باشد.

منابع

۱- بابایی، ا. ۱۳۷٤. مطالعه اثر تنش‌خشکی بر مراحل فنولوژی و کمیت و کیفیت اسانس و روغن دانه گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.). پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران.

۲- بهشتی، ع.، ع. کوچکی و نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۱. تاثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت. نهال و بذر. ۱۸: ۴۱۷-۴۳۱.

۳- راعي، ی.، دمقصي ن. و سیدشریفي ر. ۱۳۸٦. اثر سطوح مختلف آبياري و تراكم بوته بر عملكرد دانه و اجزاي آن در نخود نوع دسي رقم كاكا (*Cicer arietinum* L.). مجله علوم زراعي ايران. ۹: ۳۸۱-۳۷۱.

٤- کافی، م. و ع. مهدوی دامغانی ۱۳۸۱. مکانیسم مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

٥- گنجعلي، ع، س. ملک زاده، و ع. باقري ۱۳۷۹ . بررسي تراكم بوته و آرايش بر روند تغييرات شاخص‌هاي رشد نخود تحت شرايط فاريـاب در منطقه نيشابور. علوم و صنايع غذايي كشاورزي. ۱۴: ٤۱-۳۳.

6-Bannayan, M., F. Nadjafi, M. Rastgoo, and L. Tabrizi. 2006. Germination properties of some wild medicinal plants from Iran, Seed Technology. 28: 80–86.

7-Bannayan, M., F. Najafi, M. Azizi, L. Tabrizi, and M. Rastgoo. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial crop production. 27: 11-16.

8- Berenguer, M., and J. Faci, 2001. Sorghum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. European Journal of Agronomy. 15: 43-55.

9-Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crop Research. 89: 1–16.

10-Debaeke, P., and A. Aboudrare. 2004. Adaption of crop management to water limited environments. European Journal of Agronomy. 21: 433-466.

11- FAO, 2000. FAO Global Information and Early Warning System on Food and griculture. Special Alert, No. 308. Near East and South Asia.

12-Khan, M.M.A. 1993. Nitrogen application ameliorates the productivity of *Nigella sativa L*. In: Glimpses in Plant Research Vol. XI. Medicinal Plant: New Vistas of Research. Govil, J.N., V.K. Singh and S. Hashmi (Eds.). p. 287-290.

13-Khazaie, H.R., F. Najafi, and M. Bannayan. 2008. Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). Industrial crop production. 27: 315-321.

14-Koocheki, A., and F. Najafi. 2003. The status of medicinal and aromatic plants in iran and strategies for sustainable utilization. Proceedings of the 3rd Word Congress on Medicinal and Aromatic plants for Human Welfare, 3-7 Feb. Chaing Mai, Thailand p. 283.

15-Kumar, A., and D.P. Singh. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Annals of Botany. 81:413-420.

16- Maman, N., S. C. Mason, D.J. Lyon. and P. Dhungana. 2004. Yield Components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains. Crop science. 44: 2138-2145

17- Mirsa, A., and N.K. Sircastava. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 7: 51–58.

18- Nadjafi, F., and P. Rezvani. 2002. Effects of irrigation regimes and plant densities on yield and agronomic characteristics of Isabgol *(Plantago ovata*). Agricultural Science and Technology. 2: 59–65.

19- Pacucci, G., Troccoli, C., Leoni, B. 2006. Effects of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. Agricultural Engineering International: the CIGRE Journal. 3: 1-9.

20- Riaz, M., Syed, M., Chaudhary, F.M. 1996. Chemistry of the medicinal plants of the genus Nigella. Hamdard Medicus. 39: 40–45.

21- Rostami, M., R. Mirzaei. and M. Kafi. 2003**.** Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars at the germination stage. Proceedings of the 7th International Conference on Development of Dryland, 14 - 17 Sep. 2003. Tehran. Iran.

22- Worthen, D.R., O.A. Ghosheh, and P.A. Crooks. 1998. The in vitro anti-tumor activity of some crude and purified components of black seed, *Nigella sativa* L. Anticancer Research. 18: 1527–1532.