مقاله تحقیقی

بررسی اثرات زمان آبیاری و کود فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه داروئی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

حسین زینلی [۱]، معصومه حسن بارانی [۲،*]

۱. بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اصفهان، ایران
۲. گروه زیست شناسی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

***مسئول مکاتبات:** آدرس الکترونیکی: mh_plantbiology@yahoo.com

محل انجام تحقیق: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۳/۸

فصلنامه علمی پژوهشی دانش زیستی ایران
جلد۱۵- شماره ۲- تابستان۱۳۹۹

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تاثیر زمان آبیاری و میزان کود فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گیاه، در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی سپاهان نما واقع در جیلان آباد اصفهان و به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل زمان آبیاری ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر در کرت‌های اصلی و سطوح مختلف کود فسفر (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی بود. صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه درکپسول، وزن دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در مترمربع و ارتفاع گیاه اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر زمان آبیاری، سطوح مختلف فسفر و اثر متقابل کود فسفر و زمان آبیاری قرار گرفتند. بیش‌ترین عملکرد دانه در واحد سطح در تنش رطوبتی ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و کم‌ترین میزان عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کود فسفر، عملکرد بیولوژیک، سیاهدانه، آبیاری.

مقدمه

سیاهدانه گیاهی یک‌ساله با ساقه‌های ایستاده به ارتفاع ۶۰-۷۰ سانتی‌متر و متعلق به خانواده آلاله است (Ranunculaceae). این گیاه بومی آسیای غربی است و از قدیم الایام در کشورهای گرمسیر کشت می‌شود. از این جهت به‌نظر می‌رسد که گیاهی مقاوم به خشکی باشد (۱۰). دانه گیاه سیاه دانه توسط ایرانیان، مصری‌ها و پزشکان یونانی برای درمان سردرد، احتقان بینی، آسم، آلرژی، تقویت سیستم ایمنی، دندان درد، کرم‌های روده و افزایش تولید شیر مورد استفاده قرار گرفته است (۲۲). این گیاه متعلق به نواحی خزری و ایرانی تورانی است و در مازندران، گرگان، آذربایجان، اصفهان، لرستان، کرمانشاه رویش دارد (۱۰).

خشکی مهم‌ترین تنش غیر زنده موثر در عملکرد گیاهان زراعی و دارویی است که بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک و آناتومیکی گیاه را تحت تاثیر قرار داده و اثرات منفی آن در سلول‌های در حال رشد شدیدتر است (۱۲). به‌طور کلی تنش خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تاخیر افتادن جوانه زنی، کاهش اندام هوایی و تولید ماده خشک، کاهش رشد

سلول‌ها و کاهش طول دوره رشد و نمو گیاه می‌گردد. کمبود آب، مقدار و فعالیت هورمون آبسیزیک اسید را افزایش داده و افزایش این هورمون باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌گردد. در اثر کمبود رطوبتی، آماس سلول‌ها، کاهش یافته که این امر موجب کاهش رشد و تقسیم سلول‌ها و کند شدن گسترش سطح برگ می‌گردد و در نهایت کاهش ارتفاع گیاه را به همراه دارد. کاهش سطح برگ باعث کاهش سطح فتوسنتزی و در مجموع این عوامل موجب کاهش سرعت رشد گیاه می‌شود. بنابراین بررسی میزان آب و روند تغییرات عملکرد در گیاهان مختلف باید مورد بررسی قرار گیرد تا نقطه عطف کاهش در محصول مشخص شود و بر مبنای آن مدیریت لازم انجام گردد (۱۱).

تنش رطوبتی بر روی گیاهان دارویی مریم گلی، بومادران، اسفرزه، همیشه بهار و بابونه نشان داد که با افزایش زمان آبیاری، عملکرد دانه و اندام هوایی به‌شدت کاهش یافته و واکنش گیاهان دارویی مختلف به تنش نیز متفاوت می‌باشد(۱۳). هم‌چنین بیان شد که تنش خشکی در گیاه دارویی سیاهدانه سبب کاهش در تعداد شاخه‌های فرعی شده است (۱۹). نتایج تنش در گیاه آویشن نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه آویشن می‌گردد. صفی‌خانی و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی سه سطح تنش در گیاه داروئی بادرشبو اعلام نمودند که تنش بر سطح برگ، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن هزار دانه تاثیر معنی‌داری داشته و در سطوح تنش رطوبتی شدید صفات کاهش قابل توجهی یافته‌اند (۲۰).

فسفر ازجمله عناصر پرمصرف درگیاه بوده که بر رشد و نمو، توسعه ریشه و عملکرد میوه و دانه تاثیر دارد و کمبود آن باعث کاهش سنتز اسید ریبونوکلئیک می‌شود. این پدیده به نوبه خود سنتز پروتئین‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش سنتز پروتئین باعث کاهش نمو رویشی شده و در نتیجه باعث کوچک شدن جثه و محدود شدن شبکه ریشه‌ای گیاه می‌گردد. فسفر رشد ریشه را بیش‌تر از قسمت‌های هوایی گیاه تحریک می‌کند بنابراین می‌تواند در گسترش شبکه ریشه‌ای گیاه نقش مهمی داشته باشد (۹). نتایج نشان داده است که مصرف کود فسفر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه دارویی گشنیز شده است (۱). در آزمایشی اثر سطوح مختلف کودهای فسفردار بر تولید بذر رازیانه بررسی شده و بیان شد که مصرف کودهای فسفاته باعث بروز تغییرات معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه می‌شود. مصرف نیتروژن و فسفر در درمنه شیرین باعث افزایش وزن برگ و سرشاخه‌های این گیاه گردیده است. به‌نحوی که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار باعث شده تا حدوداً ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شرایط شاهد به عملکرد خشک افزوده شود. فسفر باعث رشد زایشی گیاه می‌گردد، به همین دلیل مصرف فسفر موجب شده تا رشد سرشاخه‌ها افزایش یابد (۱۸). از آن‌جایی‌که نقش فسفر در شرایط کمبود رطوبت بسیار مهم و موثر می‌باشد این تحقیق به هدف بررسی اثرات تنش و کود فسفره بر برخی خصوصیات زراعی گیاه سیاه دانه طراحی گردید و به‌منظور نشان دادن تاثیر مصرف کم یا زیاد آب آبیاری برای گیاه سیاه دانه در شرایط اصفهان برای تولید حداکثر عملکرد کود فسفر در واحد سطح این دو عامل هم‌زمان بررسی شده‌اند.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی شرکت زراعی سپاهان نما واقع در جیلان آباد اصفهان و به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح آبیاری بعد از ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در کرت‌های اصلی و سه سطح کود فسفر (سوپر فسفات تریپل) با مقادیر صفر (شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های فرعی بود. بافت خاک مورد آزمایش لوم رسی و هر کرت آزمایشی از پنج خط سه متری با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر تشکیل شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پاییزه با گاو آهن برگردان‌دار و دو شخم عمود بر هم بود. براساس آزمون خاک مقدار مناسبی از کود پتاس از منبع سولفات پتاس در هر محیط استفاده گردید (جدول ۱). پس از آماده‌سازی زمین، بذرها (شرکت پاکان بذر اصفهان) در عمق دو سانتی‌متری کشت گردیدند. روزانه میزان تبخیر به‌وسیله تشتک تبخیر واقع در مزرعه اندازه‌گیری شد و بعد از انجام گرفتن تبخیر به‌میزان هر یک از تیمارهای تعریف شده، آبیاری صورت گرفت. مراقبت‌های زراعی لازم در زمان داشت از جمله مبارزه با علف‌های هرز و آفات به‌موقع انجام شد. پس از این مرحله عملیات تنک کردن در مرحله سه و چهار ۳ تا

۴ برگی به‌منظور تنظیم تراکم کاشت انجام گرفت و پس از استقرار گیاه، تیمارها اعمال شد. در پایان دوره رشد ۳۰ روزه از هر کرت دو خط از طرفین حذف و از ابتدا و انتهای هر کرت نیم متر به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، نسبت وزن دانه به کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در مترمربع و ارتفاع بوته تعیین گردید. اطلاعات حاصل از طریق برنامه SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین صفات از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	درصد نیتروژن	pH	هدایت الکتریکی (ds/m)	بافت خاک	درصدOC
۱۳/۱۸	۱۶۰/۷۶	۰/۰۷	۷/۶۱	۱/۷۴	لومی	۰/۳۸

نتایج

تجزیه واریانس صفت تعداد کپسول در بوته (جدول ۲) نشان داد که این صفت تحت تاثیر سطوح مختلف زمان آبیاری و کود فسفر در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت. اثرات متقابل زمان آبیاری و کود فسفر روی این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر این صفت نشان داد که بیش‌ترین تعدادکپسول‌در زمان آبیاری ۱۰۰ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیر و ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۱۴/۸۶ عدد) حاصل شده است (جدول ۳).

تجزیه واریانس صفت تعداد دانه در کپسول (جدول ۲) نشان داد که در سطوح مختلف زمان آبیاری و کود فسفر و اثرات متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر این صفت وجود دارد. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری و کود فسفر روی این صفت (جدول ۳) نشان داد که بالاترین تعداد دانه در کپسول (۱۱۷/۶۶عدد) در زمان آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار و کم‌ترین تعداد دانه در کپسول (۸۲/۹۰ عدد) در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی-متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر به‌دست آمده است (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه تحت سطوح مختلف زمان آبیاری و کود فسفر در گیاه سیاه دانه.

Table 1. Analysis of variance of traits under different levels of moistural stress and phosphor fertilizer in *Nigella sativa*

منابع تغییر S. O. V	تعداد کپسول در بوته (No. capsules per plant)	تعداد دانه در کپسول (No. seeds in capsule)	وزن دانه به کپسول (Seed weight/ capsule weight)	وزن هزار دانه (1000- seed weight)	عملکرد بیولوژیک (Biological yield)	عملکرد دانه در متر مربع (Seed yield per m^2)	ارتفاع گیاه (plant height)
بلوک (Block)	21.81	43.28	0.002	0.015	1.13	6.23	5.78
زمان آبیاری (irrigation time)	2863. 26**	1236. 71**	0.029**	0. 265**	523. 50**	87965.25**	84.14**
خطای a (Error a)	27.36	62.71	0.001	0.016	2.41	378.46	15.89
فسفر(phosphorus)	4599. 19**	695. 88**	0.011**	0.414**	85. 91**	9573. 44**	26. 82*
فسفر× زمان آبیاری (irrigation ✻phosphorus time)	83. 54*	54. 08**	0.002*	0.025**	41. 12**	1876. 92**	68.13**
خطای b(Error b)	40. 63	66.23	0.001	0.005	1.86	218.22	7.17

وزن هزار دانه تحت سطوح مختلف کود فسفر و زمان آبیاری و اثر متقابل سطوح مختلف کود فسفر و زمان آبیاری روی وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). بیش‌ترین وزن هزار دانه (۲/۰۶ گرم) در زمان آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوکود فسفر در هکتار و کم-ترین وزن هزار دانه (۱/۳۴ گرم) در سطح تنش رطوبتی ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و عدم مصرف کود فسفر به‌دست آمده است (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده و متقابل زمان آبیاری و کود فسفر روی صفات مورد مطالعه در گیاه سیاه دانه

Table 2. Means comparison of simple effects and its interactions of irrigation time and phosphor fertilizer on studied traits in *Nigella sativa* L.

زمان آبیاری (میلی متر) Irrigation time(mm)	تعداد کپسول در بوته (No of capsules per (plant	تعداد دانه در کپسول (No of seed in (capsule	وزن دانه به کپسول (Seed weight/ capsule (weight	وزن هزار دانه (گرم) (1000- seed (weight-gr	عملکرد بیولوژیک (گرم) (Biologic (yield-gr	عملکرد دانه در متر مربع(گرم) (Seed yield in (m^2-gr	ارتفاع گیاه(cm) (Plant (height-cm
50	69.78[b]	11053[a]	0.7[b]	1.84[a]	25.04[b]	191.03[b]	64.85[a]
100	83.27[a]	103.68[a]	0.75[a]	1.52[b]	31.78[a]	254.01[a]	60.17[b]
150	47.93[c]	88.47[b]	0.64[c]	1.58[b]	16.56[c]	60.19[c]	59.11[b]

کود فسفر(kg/a) Phosphorus fertilizer(Kg/ha)	تعداد کپسول در بوته (No. capsules per (plant	تعداد دانه در کپسول (No. seed in (capsule	وزن دانه به کپسول (Seed weight/ capsule (weight	وزن هزار دانه(گرم) (1000- seed (weight-gr	عملکرد بیولوژیک (گرم) (Biologic (yield-gr	عملکرد دانه در متر مربع(گرم) (Seed yield in (m^2-gr	ارتفاع گیاه(cm) (Plant (height-cm
0	48.72[c]	108.43[a]	0.67[b]	1.46[c]	21.11[c]	132.02[c]	59.40[b]
75	60.00[b]	103.83[a]	0.69[b]	1.59[b]	25.07[b]	178.23[b]	62.57[a]
150	92.28[a]	91.43[b]	0.74[a]	1.88[a]	27.20[a]	194.99[a]	62.57[a]

زمان آبیاری irrigation time (mm)	کود فسفر Phosphor fertilizer (Kg/ ha)	تعداد کپسول در بوته (No. capsules per (plant	تعداد دانه در کپسول (No. seed per (capsule	وزن دانه به کپسول (Seed weight/ capsule (weight	وزن هزار دانه(گرم) (1000- seed (weight-gr	عملکرد بیولوژیک-(گرم) Biologic yield-) (gr	عملکرد دانه در متر مربع(گرم) (Seed yield (in m^2-gr	ارتفاع گیاه(cm) (Plant (height-cm
50	0	55.93[de]	116.93[a]	0.69[cd]	1.69[cd]	20.34[e]	123.43[c]	58.90[cde]
50	75	62.00[cd]	117.66[a]	0.67[cd]	1.77[bc]	23.23[d]	221.44[b]	66.50[ab]
50	150	91.43[b]	100.00[bc]	0.73[bc]	2.06[a]	31.55[b]	228.22[b]	69.17[a]
100	0	60.96[cd]	111.87[ab]	0.68[cd]	1.34[e]	27.31[c]	224.33[b]	56.90[de]
100	75	74.00[c]	107.80[ab]	0.77[ab]	1.37[e]	32.73[b]	258.29[a]	60.80[cd]
100	150	114.86[a]	91.40[cd]	0.82[a]	1.84[b]	35.29[a]	279.39[a]	62.83[bc]
150	0	29.27[f]	96.50[bcd]	0.63[d]	1.37[e]	15.68[f]	48.28[e]	62.40[bc]
150	75	44.00[e]	86.03[cd]	0.64[d]	1.63[d]	19.24[e]	54.94[de]	60.41[cd]
150	150	70.53[cd]	82.90[d]	0.66[d]	1.75[bcd]	14.76[f]	77.37[d]	54.50[e]

حروف یکسان در هر ستون برای هر تیمار نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار می باشد.

The same word in column for every treatment indicate no significant differences

زمان آبیاری، کود فسفر و اثرات متقابل آن‌ها روی صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). بیش‌ترین مقادیر عملکرد بیولوژیک متعلق به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (۳۱/۷۸ گرم در هر بوته) و کم‌ترین مقدار متعلق به زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر (۱۶/۵۶ گرم در هر بوته) تعلق داشت. مقایسه میانگین سطوح کود فسفر بر روی عملکرد بیولوژیک (جدول ۳) نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب در سطح مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۲۷/۲۰ گرم در هر بوته) و عدم مصرف کود فسفر (۲۱/۱ گرم در هر بوته) به‌دست آمده است. اثر متقابل کود فسفر و زمان آبیاری بر روی این صفت نشان دادکه بالاترین مقدار عملکرد بیولوژیک در سطح زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر به‌مقدار ۳۵/۲۹ گرم در هر بوته به‌دست آمده است. کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر به‌دست آمده است. با افزایش دور آبیاری تا ۱۰۰ میلی‌متر افزایش عملکرد و با افزایش زمان آبیاری تا ۱۵۰ میلی‌متر عملکرد بیولوژیک به‌شدت کاهش یافت.

عملکرد دانه در متر مربع نیز تحت سطوح مختلف زمان آبیاری و کود فسفر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. بیش‌ترین عملکرد دانه در متر مربع متعلق به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و ۱۵۰ کیلوگرم مصرف کود فسفر (۲۷۹/۴ گرم) بود (جدول ۳). کم‌ترین عملکرد دانه در متر مربع نیز

در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و عدم مصرف کود فسفر (۴۸/۲۸ گرم) به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان کرد که تا سطح زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر افزایش عملکرد دانه در متر مربع رخ داده و پس از آن کاهش نشان داد ولی با افزایش میزان فسفر افزایش معنی‌داری از نظر این فاکتور مشاهده گردید (جدول ۳).

صفت ارتفاع بوته نیز تحت سطوح مختلف زمان آبیاری و کود فسفر تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). نتایج اثر متقابل زمان آبیاری و کود فسفر روی این صفت نشان داد که بیش‌ترین مقدار ارتفاع گیاه در زمان آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر (۶۹/۱۷ سانتی‌متر) و کم‌ترین مقدار ارتفاع گیاه در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مقدار مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر (۵۴/۵۰ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۳).

بحث

مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان آبیاری و کود فسفر روی تعداد کپسول در بوته نشان داد که بیش‌ترین تعداد کپسول در زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر (۱۱۴/۸۶ عدد) حاصل شده است (جدول ۳). تعداد کپسول در گیاه در اثر استعمال کود فسفر افزایش یافت (۲۳). در این تحقیق هم با افزایش فسفر در هر سطح تنش این صفت افزایش یافت. تعداد کپسول در بوته یکی از اجزای اصلی در افزایش عملکرد دانه در گیاه سیاه دانه است که نشان داد وابستگی زیادی با میزان فسفر قابل جذب در گیاه دارد.

جدول ۳ نشان داد که بالاترین تعداد دانه در کپسول (۱۱۷/۶۶ عدد) در زمان آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و ۷۵ کیلوگرم کود فسفر در هکتار و کم‌ترین تعداد دانه در کپسول (۸۲/۹۰ عدد) در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر به‌دست آمده است (جدول۳). تعداد دانه در کپسول سیاه دانه را ۵۶/۲- ۵۲/۳ عدد گزارش نموده‌اند و بیان کرده‌اند که این صفت تحت تاثیر مقدار فسفر قرار نمی‌گیرد (۲۲). در تحقیق حاضر با افزایش فسفر در هر سطح آبیاری تعداد دانه در کپسول کاهش یافت. این روند بین صفات بیانگر نقش جبرانی صفات با همدیگر است زیرا در این تحقیق اثر فسفر بیش‌تر روی تعداد کپسول در بوته بوده است. هم‌چنین در این تحقیق نشان داده شد که رقم ایرانی در هر کپسول از رقم خارجی که در منابع گزارش شده تعداد بذر بیش‌تری را در هر کپسول دارند.

وزن هزار دانه با افزایش مصرف فسفر افزایش و با افزایش تنش آبی کاهش یافت. گزارش دیگر محققان نشان داد که با افزایش میزان کود فسفر وزن هزار دانه در گیاه سیاه دانه افزایش نشان داده و تفاوت معنی‌داری با حالت شاهد داشته است (۲۳). حداکثر وزن هزار دانه این گیاه بین ۲/۱۵ تا ۳/۵۰ گرم گزارش شده است (۶). وزن هزار دانه تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند واریته، شرایط رشد، عوامل آب و هوایی و شرایط خاک می‌باشد. فسفر به‌عنوان یک عنصر پر مصرف باعث تجمع وزن خشک در بذرها می‌شود (۱۴). هم‌چنین فسفر قابل دسترس در خاک باعث افزایش ماده خشک دانه و وزن هزار دانه می‌گردد (۲۳). وقوع تنش در هنگام پرشدن دانه‌ها بیش‌ترین تاثیر را بر وزن دانه‌ها دارد. تعدادی از محققان علت کاهش وزن هزار دانه را عمدتاً به‌دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها ذکر کرده‌اند که احتمالاً کوتاه شدن طول دوره زایشی سبب انتقال کم‌تر مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای به دانه‌ها می‌گردد و وزن هزار دانه کاهش می‌یابد (۱۱). با افزایش دور آبیاری تا ۱۰۰ میلی‌متر افزایش عملکرد و با افزایش زمان آبیاری تا ۱۵۰ میلی‌متر عملکرد بیولوژیک به‌شدت کاهش یافت. احتمالاً افزایش تنش خشکی سبب می‌گردد که رقابت برای آب بین بوته‌ها زیاد گردد، لذا گیاه سهم بیش‌تری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص می‌دهد در نتیجه مواد فتوسنتزی کم‌تری به بخش هوایی از جمله ساقه رسیده که این امر باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (۵). کمبود آب موجب کاهش تورژسانس سلولی شده و در نهایت کاهش رشد و توسعه سلولی به خصوص در برگ را به‌دنبال خواهد داشت.

عملکرد دانه سیاه دانه با افزایش میزان فسفر افزایش و هرچه کود فسفر بالاتر استفاده گردید عملکرد بیش‌تر شد (۲۳). در این آزمایش مشخص شده که در شرایط تنش رطوبتی، فسفر نقش ارزنده‌ای را ایفا می‌کند. علت اساسی این امر را می‌توان این‌طور بیان کرد که با افزایش مصرف فسفر، سیستم ریشه قوی‌تر و توسعه یافته‌تر شده و گیاه در زمان تنش رطوبتی کم‌تر تحت تاثیر کمبود آب

قرار گرفته است. فسفر هم‌چنین با تنظیم هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در تقسیم سلولی و تولید مواد فتوسنتزی داشته و سبب تولید انرژی در گیاه می‌گردد (۲۱). این امر سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد اندام هوایی و دانه نیز می‌گردد. به‌نظر می‌رسد در زمانی‌که گیاه با تنش ملایم رو به رو شده میزان فسفر نقش بیش-تری از خود نشان می‌دهد این نتایج موید این است که این گیاه به فسفر خاک واکنش نشان داده و فسفر یک عامل بسیار مناسب جهت حصول به عملکرد بالا در گیاه سیاه دانه می‌باشد. در حالی‌که در سطح آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلیه صفات مورد مطالعه از قبیل عملکرد و اجزای عملکرد به‌شدت کاهش یافتند که علت این امر را می‌توان به کاهش جذب آب، بسته شدن روزنه-ها، کاهش فعالیت فتوسنتز، کاهش رشد سلول‌ها و تقسیم سلولی دانست.

اثرات متقابل زمان آبیاری و کود فسفر بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در واحد سطح نشان داد که بالاترین مقادیر این صفات در سطح تنش رطوبتی ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر ایجاد شده است. هم‌چنین نتایج نشان داده که با افزایش مصرف کود فسفر در سه زمان آبیاری اعمال شده روند افزایشی بوده است. هم‌چنین نتایج نشان داده است که در شرایط زمان آبیاری نقش فسفر روی تولید صفات تعدادکپسول در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مترمربع بیش‌تر حیاتی بوده است. صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در کپسول و ارتفاع گیاه با افزایش فسفر در شرایط تنش رطوبتی افزایش پیدا نکردند که علت این امر را می‌توان به تخصیص مواد فتوسنتزی بیش‌تر به قسمت ریشه گیاه، هم‌چنین کاهش تعداد کپسول در گیاه ربط داد. در شرایط تنش و عدم مصرف فسفر تعداد زیادی از اندام‌های زایشی گیاه سقط شده و بنابراین تعدادکپسول باقی‌مانده دارای تعداد دانه در بوته سنگین‌تری بودند.

نتایج این تحقیق بیان کرد که سیاه دانه یک گیاه متحمل به خشکی بوده و درصورتی‌که به‌صورت پاییزه کشت شود حتی در زمان آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر وارد فاز زایشی شده و عملکرد دانه در حدود ۶۱۹ کیلوگرم در هکتار را در منطقه اصفهان تولید کرده است. حداکثر مقاومت به خشکی گیاه دارویی سیاه دانه در شرایط مزرعه ۲۱ روز گزارش شده است (۳). در آزمایشی تاثیر دور آبیاری بر عملکرد گیاهان رازیانه، زنیان، سیاه دانه و گاوزبان ایرانی بررسی شده و گزارش گردید که سیاه دانه و رازیانه نسبت به سایر گیاهان مورد مطالعه کم‌تر تحت تنش قرار گرفته و کاهش عملکرد کم‌تری داشتند (۲). نتایج این تحقیق هم‌چنین نشان داده که بالاترین تولید در واحد سطح و بوته متعلق به زمان آبیاری ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر بوده است. براساس این تحقیق، مصرف بالاتر آب در گیاه سیاه دانه منجر به عملکرد تولید دانه بالاتر نگردیده که علت این امر می‌تواند بدین خاطر باشد که مصرف آب زیادتر منجر به افزایش ارتفاع گیاه و تعداد دانه در کپسول شده ولی بالاترین تعداد کپسول در بوته و عملکرد بیولوژیک را ایجاد نکرده است. یکی از علت‌های اساسی کاهش عملکرد دانه در گیاه سیاه دانه در زمان آبیاری ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر را می‌توان به آلودگی سفیدک پودری این گیاه نسبت داد.

نتیجه‌گیری کلی نشان داد که مصرف کم یا زیاد آب آبیاری برای گیاه سیاه دانه در شرایط اصفهان برای تولید حداکثر عملکرد در واحد سطح مناسب نبوده و بایستی با مدیریت صحیح به زراعی و استفاده از کودهای شیمیایی مناسب بالاترین عملکرد دانه را در واحد سطح به‌دست آورد.

تقدیر و تشکر

از گروه زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر تشکر و قدردانی می گردد.

منابع مورد استفاده

1. Admer, P., Luciana, R., Jussara, M.F., Ovidio, R., 2003. Effect of phosphorus fertilization on the yield of coriander in soil whit low level of phosphorus. Horticulture Brasileira 6(7): 453-456.

2. Akbarinia, A., Khosravifard, M., Sharifi Ashoorabadi, A., Babakhanloo, P., 2005. The effect of irrigation interval on yield and characteristics of *Nigella sativa*. Medicinal

and Aromatic Plants 21(3): 65- 73. (In Persian)
3. Babaii, A., 1996. Study of irrigation stress on growth, development, quality and quantity of *Nigella sativa*, M. Sc Thesis of plant biology, Azad university of Tehran unit, pp. 161. (In Persian)
4. Agheri, A., 1992, *Nigella sativa* a magic of nature. Bakhshayesh Publication, pp.105. (In Persian).
5. Chanbdrakar, B. L., Sekhar, N. S., Tuteja, S., Tripathi, P. S., 1994. Effect of irrigation and nitrojen on growth and yield of summer sesame (*sesamum indicum*). Indian J Agron 39: 701-702.
6. Das, A. K., Sadhu, M. K., Som, M. G., Bose, T. K., 1992. Effect of spacing on growth and yield of Blackcumin. Indian Cocoa Arecanut and Spices Journal 16(1): 17-18.
7. Gafari, R., Nikkhah, M., Zarei, G. R., Zarezade, A., 2015. Effect of phosphate and nitrogen fertilizer levels on leaves and branches fresh and dry matter and essential oil of Brazmbl (*Perovskia abrotanoides* L). J of Plant Ecophsiology 7(22): 178-189. (In Persian)
8. Geren, H., Bayram, E., Ceylan, A., 1997. Effect of different sowing dates and phosphorus fertilizer application on the yield and quality characteristics of Blackcumin (*Nigella sativa* L.). Proceedings of the Second National Field Crops Congress, p: 376-380.
9. Hekmat Shoaar, H., 2002. Plant physiology, nutrition and metabolism. Tabriz University publication. (In Persian).
10. Iranshahr, M., 1992. Ranunculaceae in Flora Iranica 171, pp. 44-114, AKademische Druck-u Verlagsanstalt Graz- Austria.
11. Koocheki, A., 1994. Production and improvement of crops for Dryland (translate), Mashhad Jehad University publication, pp. 302. (In Persian).
12. Koocheki, A., Soltani, A., 1998. Principles agriculture process in dry land of Iran (translate), Agricultural Education publication. (In Persian).
13. Lebaschi, M., Sharifi ashoorabadi, A., 2004. Growth index of some medicinal plant species in different drought stress. Medicinal and Aromatic Plants 20(3): 261- 249. (In Persian).
14. Manske, G. G. B., Ortiz-Monasterio, J. I., van Ginkel, M., González, R. M., Fischer, R. A., Rajaram, S., Vlek, G. P. L., 2001. Importance of P uptake efficiency versus P utilization for wheat yield in acid and calcareous soils in Mexico. European Journal of Agronomy 14: 261-274.
15. Özgüven, M., Kırpık, M., Koller, W. D., Kerschbaum, S., Range, P., Schweıger, P., 2001. Ertrags-und Qualitätseigenschaften von Schwarzkümmel (*Nigella sativa* L.) aus dem Çukurova-Gebiet der Süd-Türkei. Z.Arzn. Gew. Pfl., 6.Jg.: 20-24, Agrimedia GmbH, Bergen.
16. Özgüven, M., Şekeroğlu, N., 2007. Agricultural practices for high yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) cultivated in Turkey. Acta Horticulturae 756: 329-337.
17. Özel, A., Demirbilek, T., 2002. Determine of yield and some agronomic characteristics on some annual spices plants in dry conditions of Harran plain. Journal of Agricultuere Faculty of Harran University. Şanliurfa, Turkey: 21-32.
18. Peyvandi, M., Rafati, A., Mirza, M., 2009. Effects of nitrogen and phospherous on growth and essential oil content Barazambal. Medicinal and Aromatic Plants 25(1): 75-84. (In Persian).
19. Rezvani Moghadam, P., Noroozpoor, Gh., 2004. The study of morphological characters and oil yield of sesame in different densities of plant and different periods of irrigation. Medicinal and Aromatic Plants 24(1): 8-16. (In Persian).
20. Safikhani, F. A., Heidari Sharifabaad, H., Sharifi ashoorabadi, A., Siadat, S. A., Seyed Nejad, S. M., Abbaszadeh, B., 2007. Drought stress on yield and morphological characters of *Dracocephalum moldavica*. Medicinal and Aromatic Plants 23(2): 183- 194. (In Persian).
21. Salardini, A., 1989. Principles of plant nutrition (translation), The second volume, Tehran University publication. 324 p. (In Persian).
22. Salehi, I., Surmaghi, M. H., 2008. *Nigella Sativa*. Herbal Medicine and Herbal Therapy, Donyay Taghziah Press 76(2): 216-229 (In Persian).
23. Tuncturk, M., Tuncturk, R., Yıldırım, B., 2011. The effects of varying phosphorus doses on yield and some yield components of black cumin (*Nigella Sativa* L.). Advances in Environmental Biology 5(2): 371-374.