فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۷، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰
صفحات ۱۵-۲۴
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

بررسی اثر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم نخود سفید

محمد خراسانی
مدیر گروه دانشگاه علمی کاربردی شباهنگ شهریار، تهران، ایران
M.diva762@gmail.com

چکیده

کاربرد متانول با افزایش تثبیت دی‌اکسید کربن جهت بهبود عملکرد گیاهان زراعی مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور پژوهشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شهریار اجرا شد. تیمارهای پژوهش شامل محلول‌پاشی متانول با ۴ سطح: (بدون محلول‌پاشی (شاهد) ،۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) در کرت‌های اصلی و دو رقم نخود شامل: (رقم آزاد و رقم آرمان) که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. صفاتی نظیر : عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، پروتئین دانه، فیبر خام دانه، فسفر دانه اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل محلول پاشی متانول× رقم بر روی عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، فیبر خام دانه و فسفر دانه دارای اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بوده است. حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که عملکرد دانه در رقم آرمان مطلوب تر از رقم آزاد بوده است و کاربرد متانول در غلظت ۱۰ درصد حجمی دارای بیشترین عملکرد در رقم آزاد (۵۴۳۱/۵ kg/ha) و رقم آرمان (۳۹۰۰kg/ha) نسبت به شاهد و سایر غلظت‌ها بوده است و با افزایش غلظت متانول بیشتر صفات مورد مطالعه در این پژوهش کاهش یافت. بیشترین مقدار پروتئین نیز مربوط به محلول پاشی متانول در غلظت های ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی به ترتیب با مقادیر (۲۱/۱۱٪) و (۲۰/۸۹٪) و همچنین رقم آزاد به مقدار (۲۰/۵۵٪) بوده است.

کلیدواژه: درصد پروتئین، رقم آرمان، رقم آزاد، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه

مقدمه

حبوبات به‌دلیل دارا بودن خصوصیات غذایی و زراعی ارزشمند اهمیت ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی کشورهای در حال توسعه دارند (Ahmadpour *et al*., 2016). نخود با نام علمی (*Cicer arietinum* L.) یکی از مهم‌ترین منابع پروتئینی گیاهی است که سهم عمده‌ای در جیره غذایی انسان دارد (Zaidi et al., 2003). کیفیت پروتئین دانه این گیاه از سایر حبوبات مانند ماش و لوبیا بالاتر است (Clemente et al., 1998). براساس گزارش‌ها، انتخاب و بهبود ارقام در توافق بـا آب و هوا و همچنین شرایط خاک منطقه از مهم‌ترین عملیات زراعی برای به دست آوردن عملکرد بالا است (Manaf, 2006).

اثر مکانیسم متانول بدین صورت است که در طی رشد برگ‌ها در آفتابگردان و لوبیا بر اثر دمتیلاسیون پکتین در دیواره‌های سلول پدیدار شده و نتایج پژوهش‌ها بیانگر آن است که گیاهان مختلف قادر هستند متانول محلول‌پاشی شده بر برگ‌ها و ساقه‌ها را به راحتی جذب کرده و آن را به‌عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفری مورد استفاده قرار دهند Ramirez et al., 2006; Nadali et) al., 2016). گزارش‌ها حاکی از آن است که کاربرد متانول به عنوان منبع کربن، منجر به افزایش عملکرد گیاهان مختلف شده است (Bagheri et al., 2014; Maqsuda Qader et al., 2020). نتایج پژوهش Ehyaei (۲۰۱۰)، بیانگر تاثیر مثبت متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود بوده است. این پژوهش با هدف بررسی و شناسایی غلظت مناسب متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود انجام شده است.

مواد و روش

این پژوهش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای پژوهش شامل محلول‌پاشی متانول در ۴ سطح: (بدون محلول‌پاشی (شاهد) ،۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) در کرت‌های اصلی و دو رقم نخود شامل: (رقم آزاد و رقم آرمان) که در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. برای اعمال تیمار متانول به هرکدام از سطوح دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. کرت‌های مربوط به تیمار شاهد نیز در هنگام محلول‌پاشی با آب وگلیسین اسپری شدند. گلیسین اضافه شده جهت جلوگیری از اثر سمیت متانول در حضور مستقیم نورخورشید استفاده شد. محلول‌پاشی سه بار در فصل رشد گیاه و با فواصل ۱۴ روزه روی گیاه اسپری شد.

ابتدا بذرهای نخود ضدعفونی شده و در تاریخ ۹۰/۱۲/۱۵ به صورت دستی کاشته شدند. در محل کاشت ۲-۳ بذر کاشته شد و پس از سبزشدن با توجه به تراکم بوته در متر مربع تنک صورت گرفت. هرکرت شامل ۵ خط کاشت بطول ۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود و تراکم کاشت ۲۵ بوته در متر مربع بود. در پاییز نسبت به اجرای شخم سبک، دیسک، تسطیح و خط‌کشی اقدام گردید. کود نیتروژنه با توجه به آزمایش خاک در دو مرحله قبل از کاشت و هنگام غلاف‌دهی به کرت‌ها اضافه شد. اولین محلول‌پاشی در ۶۵ روز پس از کاشت و طبق آمار هواشناسی، با افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. زمان محلول‌پاشی ساعت ۱۷ تا ۱۹ بود. محلول‌پاشی بوته‌ها تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول مورد استفاده از روی گیاه ادامه یافت. آبیاری به صورت نشتی اجرا شد. صفات اندازه‌گیری شده عبارتند از: عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، پروتئین دانه، فیبر خام دانه، فسفر دانه.

شاخص برداشت بر طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$HI=(EY/BY)\times 100$$

که در آن HI: شاخص برداشت، EY: عملکرد اقتصادی،BY: عملکرد بیولوژیکی است.

برای تعیین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، سطحی معادل چهار و نیم مترمربع برداشت شد و برای تعیین اجزای عملکرد ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب گردید و صفات مورد نظر روی این ۱۰ بوته انجام شد. برای بدست آوردن عملکرد دانه پس از خارج کردن کلیه بذرها از غلاف بذرها در پاکت قرار گرفتند و به وسیله ترازوی دقیق توزین شد. برای بدست آوردن وزن صد دانه از هر تیمار به طور تصادفی صد دانه انتخاب و توزین شد. باتوجه به اهمیت دانه نخود از نظر ارزش غذایی، درصد پروتئین و درصد فسفر و درصد فیبر خام و اسیدهای چرب اندازه‌گیری شدند.

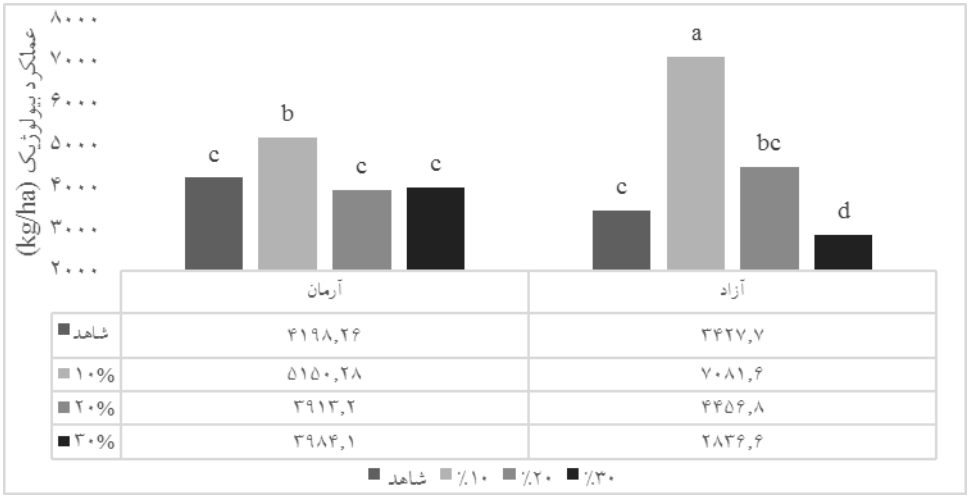
برای بدست آوردن میزان پروتئین از روش کجلدال (۱۹۸۳)، استفاده شد و در عدد ۶/۲۵ ضرب گردید. برای تعیین فسفر دانه، بافت در بافر (N-morpholino)ethanesulfonic acid ۲- با غلظت ۱۷/۵ میلی‌مول و pH ۵/۶ هموژن شد و سپس در ۲۰۰۰ دور به‌مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. ۱۴۰ میکرولیتر محلول روئی با ۳۰ میکرولیتر محلول مولیبدات مخلوط شده و بعد از ۱۰ دقیقه به آن ۳۰ میکرولیتر مالاشیت گرین اضافه گردید. بعد از ۲ ساعت میزان فسفات با اسپکتروفتومتر در ۶۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Missont et al., 2004). فیبرخام براساس روش Smiechowska and Dmowski (2006) انجام شد. بدین منظور نمونه بافت گیاه در محلول اسید سولفوریک ۰/۲۵ مول به‌مدت ۳۰ دقیقه جوشیده و ماده جامد بر جا مانده فیلتر شده و شستشو گردید و مجددا در محلول ۰/۳۳ مول هیدروکسید سدیم جوشانده شد و در حرارت ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲ ساعت خشک شده و توزین گردید. اختلاف وزن آن نسبت به ماده اولیه مبنای فیبر خام بود و برحسب (گرم در صد گرم وزن) بیان شد.

داده‌های به دست آمده از پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ ٪ صورت گرفت.

نتیجه‌گیری و بحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی متانول و اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، در عملکرد بیولوژیک، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده است، اثر تکرار و اثر رقم معنی‌دار نشد (جدول ۱.). عملکرد بیولوژیک در رقم آزاد مطلوب‌تر از رقم آرمان بود و در هر دو رقم (آرمان و آزاد)، با افزایش سطح متانول تا غلظت ۱۰ درصد حجمی، عملکرد بیولوژیک نخود افزایش یافت و پس از آن با افزایش غلظت متانول، عملکرد بیولوژیک نخود کاهش یافته است. به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک نخود مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (۷۰۸۱/۶ kg/ha) و کمترین مقدار این شاخص نیز مربوط به رقم آزاد× متانول ۳۰ درصد حجمی به مقدار (۲۸۳۶/۶ kg/ha) بوده است (شکل ۱).

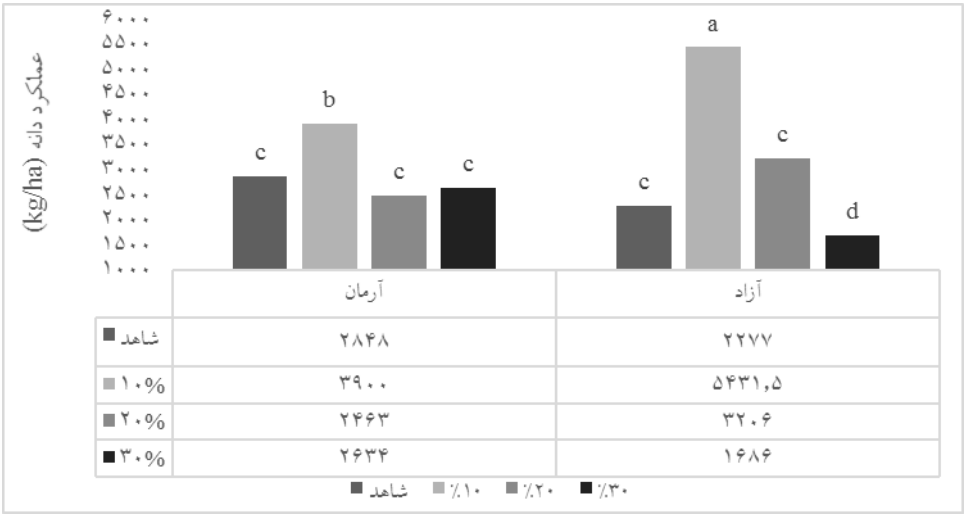


شکل ۱- تاثیر برهمکنش محلول پاشی متانول و رقم بر عملکرد بیولوژیک نخود

عملکرد دانه

اثر محلول‌پاشی متانول و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، در عملکرد دانه، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده است، اثر تکرار و اثر رقم در این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱.). عملکرد دانه رقم آزاد نیز مطلوب‌تر از رقم آرمان بوده است و در هر دو رقم (آرمان و آزاد)، با افزایش سطح متانول تا غلظت ۱۰ درصد حجمی، عملکرد دانه نخود افزایش یافت. اما پس از آن، با افزایش غلظت متانول، عملکرد دانه نخود رو به کاهش بود. به طوری که بیشترین

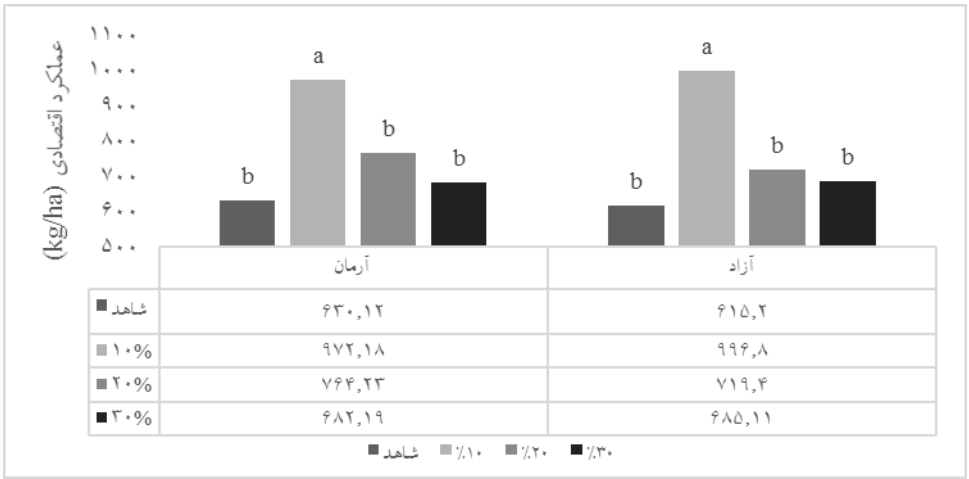
مقدار عملکرد دانه نخود مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (۵۴۳۱/۵ kg/ha) و کمترین مقدار این شاخص نیز مربوط به رقم آزاد× متانول ۳۰ درصد حجمی به مقدار (۱۶۸۶ kg/ha) بوده است (شکل ۲).



شکل ۲- تاثیر برهمکنش محلول‌پاشی متانول و رقم بر عملکرد دانه نخود

عملکرد اقتصادی

اثر تکرار، اثر رقم در عملکرد اقتصادی معنی‌دار نبود. اثر محلول‌پاشی متانول و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱.). نتایج بررسی عملکرد اقتصادی بیانگر آن است که در هر دو رقم آرمان و آزاد، در میان شاهد و سطوح (۲۰ و ۳۰ درصد حجمی متانول)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین عملکرد اقتصادی مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (۹۹۶/۸ kg/ha) و همچنین مربوط به رقم آرمان× متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (۹۷۲/۱۸ kg/ha) بوده است (شکل ۳).

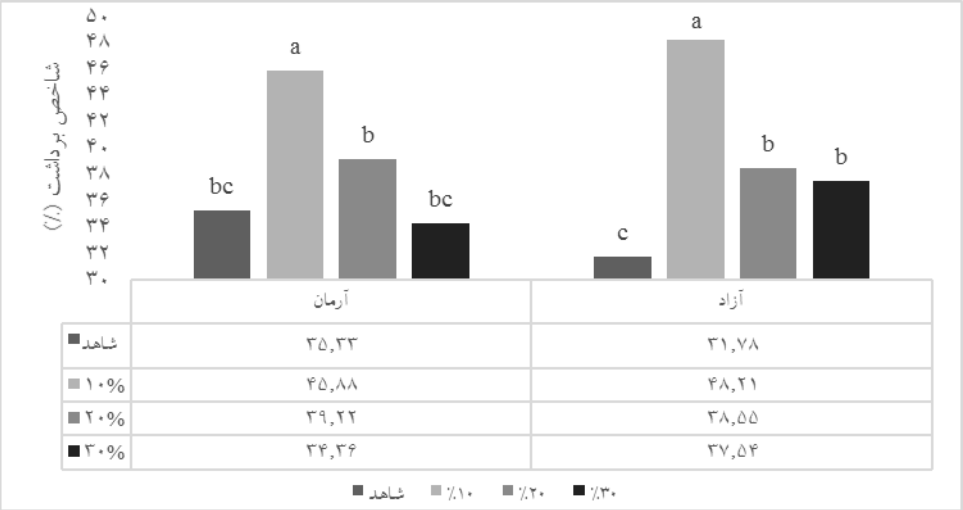


شکل ۳- تاثیر برهمکنش محلول‌پاشی متانول و رقم بر عملکرد اقتصادی نخود

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثر محلول‌پاشی متانول و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، در شاخص برداشت دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بوده است، اما اثر رقم و تکرار در این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۱.). نتایج شاخص برداشت در هر دو رقم آرمان و آزاد حاکی از آن است که در میان شاهد و سطوح (۲۰ و ۳۰ درصد حجمی متانول)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین شاخص برداشت مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× متانول ۱۰

درصد حجمی به مقدار (٪ ۴۸/۲۱) و همچنین مربوط به رقم آرمان× متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (٪ ۴۵/۸۸) بوده است (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر برهمکنش محلول‌پاشی متانول و رقم بر شاخص برداشت

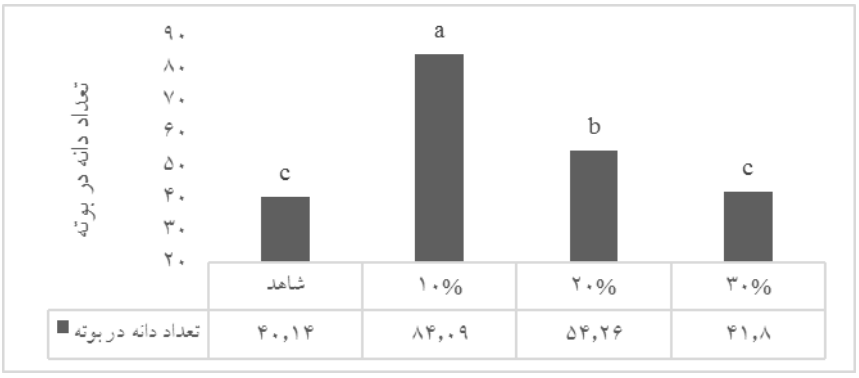
جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کمی نخود

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	عملکرد اقتصادی	شاخص برداشت
تکرار	۳	۲/۹۲$^{n.s}$	۱۸۷۹/۳۲$^{n.s}$	۱۹/۳۲$^{n.s}$	۱۶/۱۱$^{n.s}$
محلول‌پاشی متانول (A)	۳	۲۷۰/۳۲**	۳۱۲۴/۴۳**	۶۴۹/۴۳**	۸۱۹/۱۵**
خطای اصلی	۹	۳/۳۹	۲۵۱۸/۳۲	۴۱/۰۹	۱۵/۲۶
رقم (B)	۱	۶/۶۶$^{n.s}$	۱۵۴۶/۸۵$^{n.s}$	۲۶/۹۰$^{n.s}$	۱۹۴/۵۹$^{n.s}$
A×B	۳	۷۳/۶**	۲۶۹۸/۷۸**	۱۵۷/۷۹**	۹۸/۴۲**
خطای فرعی	۱۸	۲/۶۲	۲۴۵۳/۵۳	۳۲/۴۸	۸/۹۷
ضریب تغییرات		۱۰/۶۵	۱۶/۷۳	۱۵/۵۲	۱۳/۴۸

**،*به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است و n.s معنی دار نمی باشد.

تعداد دانه در بوته

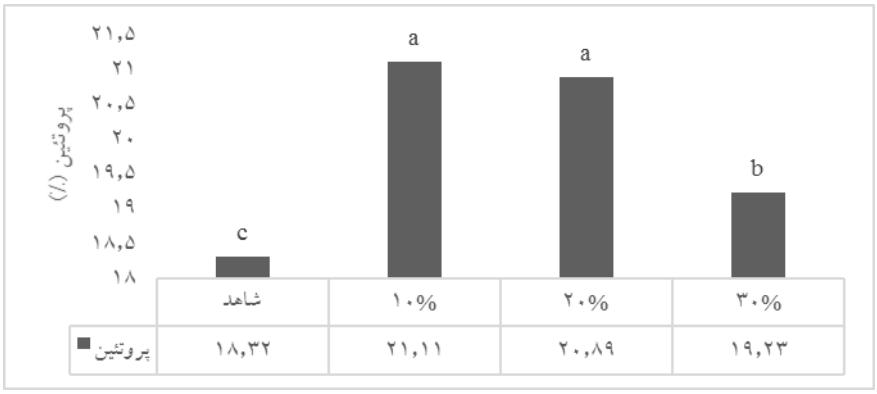
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی متانول دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود. اثر تکرار، اثر رقم و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، معنی‌دار نشد (جدول ۲.). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که بیشترین مقدار تعداد دانه در بوته مربوط به محلول‌پاشی متانول ۱۰ درصد حجمی به مقدار (دانه ۸۴/۰۹) و کمترین مقدار نیز مربوط به شاهد (بدون مصرف) به مقدار (٪۴۰/۱۴) بوده است (شکل. ۵).



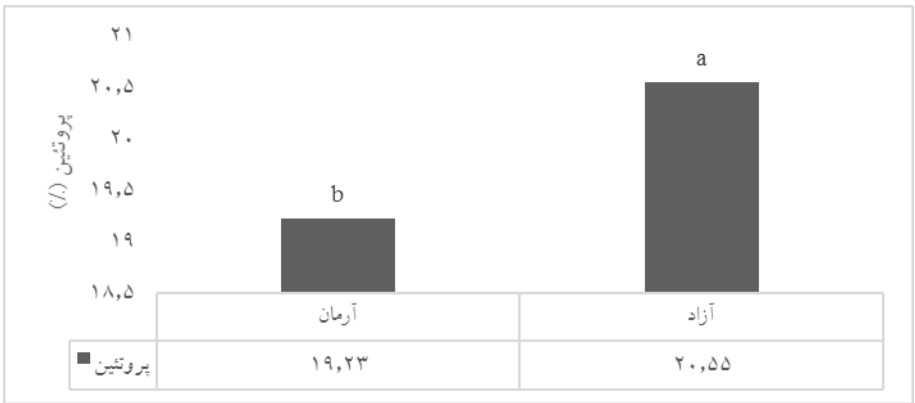
شکل ۵- تاثیر محلول‌پاشی متانول بر تعداد دانه در بوته نخود

پروتئین دانه

اثر محلول‌پاشی متانول و همچنین اثر رقم، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بود و اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، معنی‌دار نشد (جدول ۲.). نتایج مقایسه میانگین محلول پاشی متانول بیانگر آن است که بیشترین مقدار پروتئین دانه مربوط به محلول‌پاشی متانول ۱۰ درصد و ۲۰ درصد حجمی به ترتیب با مقادیر (٪۲۱/۱۱) و (٪۲۰/۸۹) بوده و کمترین مقدار این شاخص نیز مربوط به شاهد (بدون مصرف) به مقدار (٪۱۸/۳۲) بوده است (شکل. ۶). مقایسه میانگین ارقام نشان داد که بیشترین پروتئین مربوط به رقم آزاد به مقدار (٪۲۰/۵۵) بوده است (شکل.۷).



شکل ۶- تاثیر محلول‌پاشی متانول بر درصد پروتئین دانه نخود

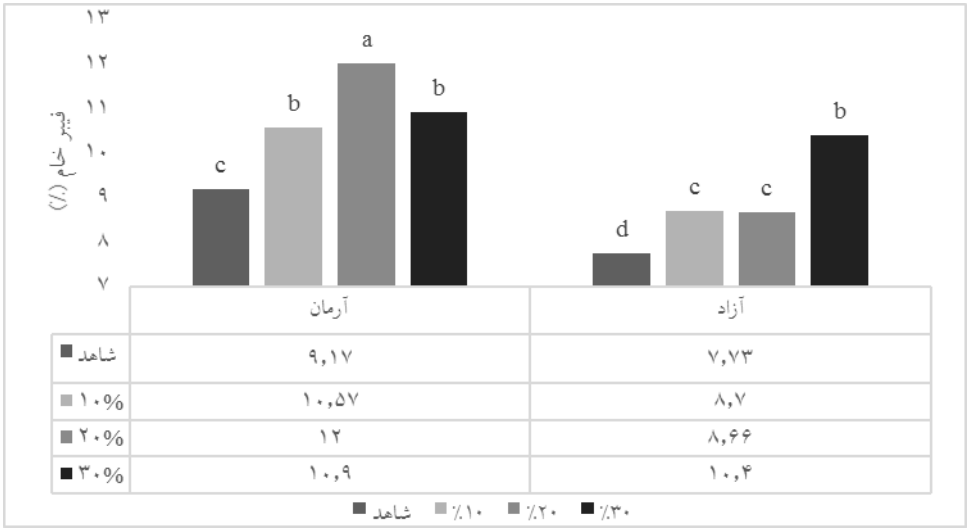


شکل ۷- تاثیر رقم بر درصد پروتئین دانه نخود

فیبر خام

اثر محلول‌پاشی متانول و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود و اثر رقم، معنی‌دار نشد (جدول ۲.). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که بیشترین مقدار فیبر خام دانه مربوط

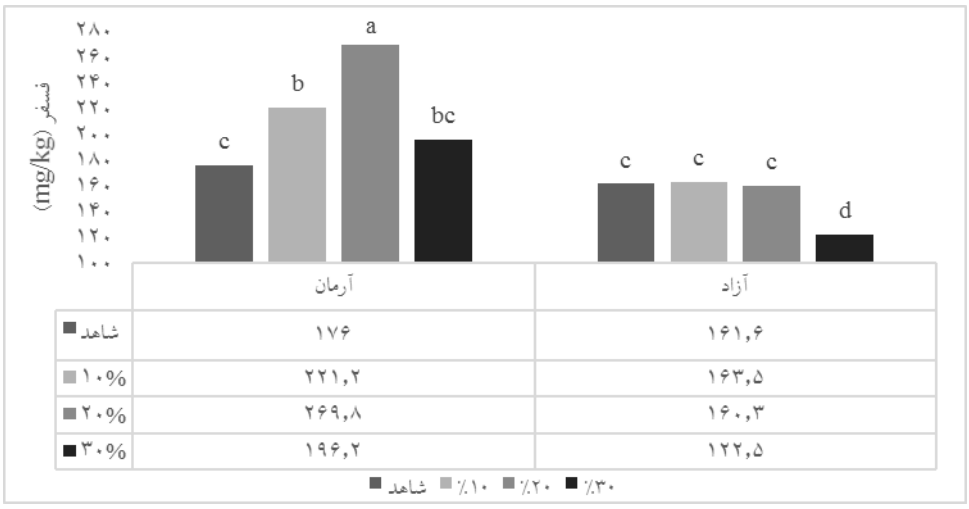
به اثرات متقابل رقم آرمان× متانول ۲۰ درصد حجمی به مقدار (٪۱۲) و کمترین مقدار این شاخص نیز مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× شاهد (بدون مصرف) به مقدار (٪ ۷/۷۳) بوده است (شکل. ۸).



شکل ۸- تاثیر برهمکنش محلول‌پاشی متانول و رقم بر فیبر خام دانه نخود

فسفر دانه

اثر محلول‌پاشی متانول، اثر رقم و همچنین اثرات متقابل محلول‌پاشی متانول × رقم نخود، دارای اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بود و اثر تکرار، معنی‌دار نشد (جدول .۲). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که بیشترین مقدار فیبر خام دانه مربوط به اثرات متقابل رقم آرمان× متانول ۲۰ درصد حجمی به مقدار ((mg/ka) ۲۶۹/۸) و کمترین مقدار این شاخص نیز مربوط به اثرات متقابل رقم آزاد× شاهد (بدون مصرف) به مقدار ((mg/kg) ۱۲۲/۵) بوده است (شکل. ۹).



شکل ۹- تاثیر برهمکنش محلول‌پاشی متانول و رقم بر فسفر دانه نخود

جدول ۲- تجزیه واریانس سایر صفات عملکرد و صفات کیفی دانه نخود

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	پروتئین	فیبر خام	فسفر
تکرار	۳	۱۱۰/۱۶$^{n.s}$	۱/۲۷$^{n.s}$	۱/۳۴$^{n.s}$	۱۸۷۹/۳۲$^{n.s}$	۴/۸۳$^{n.s}$
محلول‌پاشی متانول (A)	۳	۳۳۰۹/۶۵**	۵/۴۶ $^{n.s}$	۱۴/۳۱*	۷۳/۶۸**	۹۷/۴۲**
خطای اصلی	۹	۷۲/۰۶	۶/۴۸	۰/۲۳	۴/۲۰	۹/۲۱
رقم (B)	۱	۲/۳۸$^{n.s}$	۵/۹۲ $^{n.s}$	۱۸/۰۳*	۳/۲۶$^{n.s}$	۱۰۷/۲۵**
A×B	۳	۸۵۱/۷۴$^{n.s}$	۴/۱۹ $^{n.s}$	۰/۷۹$^{n.s}$	۲/۶۴**	۹۶/۸۱**
خطای فرعی	۱۸	۶۹/۸۶	۴/۶۳	۳/۰۸	۱/۷۶	۸/۷۲
ضریب تغییرات		۱۵/۱۷	۸/۶۰	۸/۸۲	۹/۴۹	۱۲/۱۸

**،*به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است و n.s معنی دار نمی باشد.

کاربرد متانول با غلظت ۱۰ درصد حجمی بیشترین تاثیر را در عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت نخود داشت و با افزایش غلظت متانول این صفات کاهش یافتند که با نتایج Arianfar و همکاران (۲۰۱۵)، بر روی گندم مطابقت داشته است. می‌توان گفت دلیل افزایش عملکرد از طریق محلول‌پاشی این است که متانول از طریق آنزیم متانولاکسیداز تبدیل به فرمالدهید و سپس تبدیل به فرمات (متانوئیک اسید) می‌شود. فرمات در مرحله بعد توسط آنزیم فرمات‌دهیدروژناز تبدیل به CO_2 شده و باعث افزایش CO_2 درون‌سلولی در گیاه می‌شود. بنابراین متانول به‌عنوان یک منبع کربن می‌تواند در افزایش فتوسنتز خالص نقش داشته باشد. کاربرد متانول بر ظرفیت فتوسنتزی گیاهان و افزایش عملکرد آن‌ها نقش به‌سزایی دارد، بدین‌گونه که با افزایش CO_2 درون سلولی، آنزیم روبیسکو در جهت فرآیند کربوکسیلاسیون (RUBP + CO_2) فعالیت می‌کند و منجر به افزایش میزان قندسازی در برگ می‌شود. از طرفی با افزایش میزان CO_2 قابل دسترس، میزان تنفس نوری در اثر اکسیژناسیون ($RUBP+O_2$) آنزیم روبیسکو کاهش می‌یابد (Hosseinzadeh *et al*., 2014). شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن گیاه می‌باشد و هرچه مقدار انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها بیشتر باشد، میزان شاخص برداشت نیز افزایش می‌یابد (Nonomura and Benson, 1992). Aslani و همکاران (۲۰۱۱)، با بررسی اثر متانول بر روی گیاه ماش گزارش کردند که کاربرد متانول باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گیاه شده است. Mona و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند که کاربرد متانول با افزایش ظرفیت فتوسنتز و همچنین افزایش CO_2 موجود در گیاه منجر به افزایش عملکرد سویا شده است.

کاربرد متانول با سطح ۱۰ و ۲۰ درصد، موجب افزایش پروتئین دانه شد، که می‌توان گفت دلیل این امر این است که متانول توسط برخی از باکتری‌های همزیست استقرار یافته بر برگ و ساقه گیاهان زراعی، مصرف می‌شود (Mirakhori et al., 2010). این باکتری‌ها در صورت دریافت متانول که به‌صورت طبیعی از گیاه در طی فرآیند دمتیلاسیون پکتین‌ها در دیواره سلول خارج می‌شود، پیش ماده ساخت بعضی از هورمون‌ها نظیر اکسین و سیتوکینین را در اختیار گیاه قرار می‌دهند و از طرفی فعالیت این باکتری‌ها منجر به افزایش فسفر دانه نیز می‌شوند (Ivanova et al., 2001) که این آنزیم‌ها در پروتئین-سازی نقش مهمی دارند (Armand et al., 2016)، که در نهایت منجر به افزایش پروتئین در دانه نخود می‌شوند. از طرف دیگر، کاربرد متانول با سطح ۱۰ و ۲۰ درصد، موجب کاهش فیبر خام در دانه شده است که همین امر باعث افزایش صفات کیفی دانه می‌شود. پژوهش‌هایی بر روی سویا و بادام‌زمینی نشان داد که محلول‌پاشی متانول منجر به افزایش مقدار پروتئین در گیاهان مذکور شد (Safarzade Vishkaei et al., 2008; Mirakhori et al., 2010).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش بیانگر آن است که کاربرد متانول با سطح ۱۰ درصد حجمی بیشترین تاثیر را در عملکرد کمی نخود داشته است. با افزایش غلظت متانول بسیاری از صفات مورد مطالعه در این پژوهش کاهش یافتند اما متانول در غلظت ۲۰ درصد

حجمی موجب افزایش فسفر و فیبر خام دانه شد. در غلظت ۳۰ درصد حجمی متانول، تمامی صفات کاهش یافتند. عملکرد کمی و پروتئین دانه در رقم آزاد مطلوب‌تر از رقم آرمان بوده است، اما بیشترین مقدار فیبر خام و فسفر دانه مربوط به رقم آرمان بود.

منابع

- Ahmadpour, R., N. Armand, and S.R. Hosseinzadeh. 2016. Effect of vermicompost extract on germination characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salinity stress. Journal of Seed Research. 2(2): 123-135. (In Persian).
- Arianfar, H. R., Khorgami, A., Siahfar, M. 2015. Effect of methanol and micronutrient foliar application on yield and yield components of irrigated wheat, 3rd National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Hamedan
- Armand, N., H. Amiri, and A. Ismaili. 2015. Effects of foliar application of methanol on yield and yield components of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water deficit stress conditions. Journal of Crop Ecophysiology. 9(2): 231-242. (In Persian).
- Aslani, A., M. N. SafarzadehVishekaei, M. Farzi, S. A. NoorhosseiniNiyaki and M. JafariPaskiabi. 2011. Effects of foliar applications of methanol on growth and yield of mung bean (*Vignaradiata* L.) in Rasht. Iran. African J. of Agric Res. 6(15): 3603-3608.
- Bagheri, H.R., Ladan, M.A.R., Afshari, H. 2014. The effects of foliar application of methanol on growth and secondary metabolites in lavender. Intl. Res. J. Appl. Basic Sci., 8(2): 150- 152.
- Clemente, A., Vioque, R., Vioque, J., Bautistab, J. and Millin, F. 1998. Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. Food Chem. 62:1-6.
- Ehyaei, H., R. 2010. The effect of drought stress and methanol foliar application on some morphological characteristics of two cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in field and greenhouse conditions. Master Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian).
- Hosseinzadeh, S.R., Amiri, H., and Ismaili A. 2016. Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Photosynthetica 54(1): 87-92.
- Ivanova, E.G., N.V. Dornina, and Y.A. Trotsenko. 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiology. 70: 392-397
- Kjeldahl, J. 1983. A new method for the estimation of nitrogen in organic compounds. Zeitschrift für Analytische Chemie, 22: 366-382.
- Manaf A. 2006. Phenotypic plasticity of Brassica (canola) in response to environment and sulphur nutrition. Ph.D. thesis. Department of Agronomy. University of Arid Agriculture. Rawalpindi. Pakistan, 11: 103-112.
- Maqsuda Qader, M., Mohammed, K. h., Nihayat Hamadamin, H. 2020. Effect of Foliar application with yeast extract and methanol on morphological and yield characteristics of faba bean (*Vicia Faba* L.). Plant Archives 20 (2): 9120-9124.
- Missont, J., Thibaud, M. C., Bechtold, N. 2004. Transcriptional regulation and functional properties of a high affinity transporter contributing greatly to phosphate uptake in phosphate deprived plants. Plant Mol. Biol. 55: 727-741.
- Mirakhori, M., F. Paknejad, F. Moradi, P. Nazeri, and M. Nasri. 2010. Effects of foliar application of methanol on Glycine max L. Journal of Agroecology. 2: 236-244 (In Persian).

- Mona, D.G., S.R. El-Lethy and Sh. Mervat (2013). Role of methanol and yeast in improving growth, yield, nutritive value and antioxidants of Soybean. World Applied Sciences Journal, 26(1): 06-14.
- Nadali, I., M. Yarnia., F. Paknejad, and F. Farahvash. 2016. Study of some qualitative and quantitative traits of sugar beet in response to foliar application of methanol and drought stress. Environmental Stresses in Crop Science. 8(2): 169-178.
- Nonomura A.M., and Benson A.A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yields with
- methanol, Proc. National Acad. Sci., USA, 89, 9794-9798.
- Ramirez, I., F. Dorta, V. Espinozo, E. Jimenez, A. Mercad, and H. Pen acortes. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. Journal of Plant Growth and Regulation. 25: 30-44.
- Safarzade Vishgahi, M., Noormohammadi, Gh., Majidi, A., and Rabii, B. 2008. Effect of methanol on the growth function peanuts. Journal of Agricultural Sciences 1: 102-87.
- Smiechowska, M., & Dmowski, P. 2006. Crude fibre as a parameter in the quality evaluation of tea. Food chemistry, 94(3), 366-368.
- Zaidi, A., Saghir Khan, M. and Amil, M.D. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganism on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur J. Agron. 19: 15-21.