

## بررسی اثر محلول پاشی سلنیوم و تنش خشکی بر روی برخی خصوصیات ذرت رقم Ns640

فاطمه طاهری<sup>۱</sup>، هاشم هادی<sup>۲</sup> و رامین ملکی<sup>۳</sup>

### چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی سلنیوم و تنش خشکی بر روی برخی خصوصیات ذرت رقم Ns640 آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۲ به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح محلول پاشی سلنیوم (شاهد، ۰/۱۶۲، ۰/۲۴۳ و ۰/۳۲۴ گرم در لیتر) به عنوان فاکتور فرعی و تیمارهای آبیاری در سه سطح (۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) به عنوان فاکتور اصلی بود. نتایج نشان داد که صفات ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، درصد پروتئین، کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، عملکرد دانه و میزان سلنیوم دانه تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای سلنیوم و آبیاری قرار گرفتند. عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر سلنیوم قرار گرفت ولی تیمار آبیاری تاثیر معنی‌داری روی این صفت نداشت. بیشترین ارتفاع بوته (۲۴۶ سانتی‌متر)، درصد پروتئین (۱۲/۳۱ درصد)، عملکرد دانه (۱۶۶۷۸/۸ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب از تیمارهای آبیاری در ۸۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ ظرفیت زراعی حاصل گردید و از لحاظ تیمارهای محلول پاشی سلنیوم نیز تیمار سلنیوم با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر بالاترین مقدار صفات مذکور را دارا بود.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، ذرت، سلنیوم، محلول پاشی

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۵

✓ تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۰۵

[www.fatemetaheri92@gmail.com](mailto:www.fatemetaheri92@gmail.com)

<sup>۱</sup> - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت کشاورزی، دانشگاه ارومیه - ایران. (نویسنده مسئول)

<sup>۲</sup> - گروه زراعت کشاورزی، ارومیه، دانشکده کشاورزی دانشگاه، ارومیه - ایران.

<sup>۳</sup> - گروه زراعت کشاورزی، ارومیه، دانشکده کشاورزی دانشگاه، ارومیه - ایران.

### مقدمه و بررسی منابع علمی

ذرت به عنوان یک غذای اصلی و محصول علوفه‌ای، در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی در سراسر جهان رشد، پیدا کرده است و در قسمت اعظم مکزیک، آمریکای مرکزی و آمریکای جنوبی گیاه مهمی به شمار می‌رود. هم-سلینیوم یک عنصر ضروری برای انسان و حیوان به شمار می‌رود (Tapiero et al, 2003) ولی نقش آن در گیاهان هنوز به طور کامل شناخته شده نیست. با این حال تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن کودهای سلینیوم‌دار به خاک باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌گردد.

غلات و بیشتر گیاهان علوفه‌ای قادر به جذب

از آنجایی که غلات منبع مهمی از سلینیوم برای انسان‌ها می‌باشد غنی‌سازی زیستی سلینیوم در ذرت تأثیر بسیار مطلوبی در افزایش میزان سلینیوم در انسان‌ها دارد. غنی‌سازی زیستی یک استراتژی مطلوب است که هدف آن تمرکز عناصر ضروری در بخش‌های خوراکی گیاهان با استفاده از کودهای معدنی می‌باشد. یکی از چالش‌های مهم در زراعت، گزینش ارقام متحمل به تنش‌های غیرزیستی، به ویژه تنش کمبود آب می‌باشد که گیاه را قادر می‌سازد با استفاده بهینه از آب خاک، عملکرد قابل قبولی را تولید نماید. بدیهی است که اصلاح گیاهان با قابلیت مقاومت

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه واقع در منطقه نازلو با

چنین از نظر سطح کشت و مقدار تولید، سومین محصول بعد از گندم و برنج می‌باشد (Lerner, 2005 and Dona). مقدار تولید ذرت در ایران طی سال ۲۰۱۰ تنها یک میلیون تن ذرت گزارش شده است، خوشبختانه این رقم در سال ۲۰۱۱ به ۱/۳ میلیون تن افزایش یافته است (Fao, 2005).

سلینیوم در خاک‌های غنی از این عنصر می‌باشند (Nowak et al, ۲۰۰۴). در سال‌های اخیر نشان داده شده است که سلینیوم موجب افزایش ظرفیت ضد اکسایش در برخی گیاهان شده و مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش می‌دهد (Lyons, et a, 2008 I).

تنش‌های محیطی توسط اصلاح نباتات اصولاً آسان نخواهد بود، زیرا مکانیسم‌های ژنتیکی متعددی خصوصیات مرتبط با بازتاب‌های گیاه در برابر تنش‌های محیطی را کنترل می‌نمایند. تنش خشکی باعث می‌شود که مجموعه-ای از واکنش‌های پیچیده به وجود آید که به صورت تغییرات در سطح سلولی، فیزیولوژیکی و رشد گیاه ظاهر می‌شود. این مجموعه واکنش‌ها به شدت تنش و دوام آن، ژنوتیپ گیاه و به مرحله رشد و عوامل ایجادکننده تنش بستگی دارد (Lerner, and Dona. 2005).

طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۴ ثانیه شرقی و در عرض جغرافیای ۳۷ درجه و ۳۲ ثانیه شمالی و در ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا اجرا گردید.

هشت و هدایت الکتریکی (EC) آن ۱/۱ میلی-موس بر سانتی متر می باشد. سایر مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

محل اجرای آزمایش، دارای رژیم رطوبتی نیمه خشک می باشد. بر اساس نتایج آزمایش تجزیه خاک که در آزمایشگاه گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شده است، کلاس بافت خاک لوم بوده و pH آن

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1: Soil characteristics of the experimental area

K (ppm)	P (ppm)	N (%)	کربن آلی (O.C)	شن Sand d%	لای Silt %	رس Clay %	در		کلاس			
							آهک T.N. V	صد اشباع (sp%)	pH	شوری (EC×۱۰ <sup>۳</sup> )	بافت خاک (Tex)	عمق (Cm)
۲۵۰	۱۰/۴	۶	۰/۶	۳۹	۳۵	۲۶	۱۳	۴۳	۸	۱/۱	لوم	۰-۳۰

سلنات سدیم در غلظت‌های مختلف یک بار قبل از گل‌دهی صورت گرفت. کودهای مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و نقشه طرح به زمین داده شد. کود اوره (۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) یک سوم هنگام کاشت و یک سوم در مرحله شش تا هفت برگی و یک سوم قبل از گل‌دهی به طور یکنواخت در کرت‌ها پخش و با خاک مخلوط شدند. در طی فصل رشد وجین علف‌های هرز انجام شد. در مرحله ۶-۵ برگی مزرعه تنک شد. جهت محلول‌پاشی از سم‌پاش دستی و به منظور افزایش جذب کودهای محلول‌پاشی شده به میزان ۰/۵ در هزار از صابون محلول‌پاشی (مویان) استفاده شد. پس از طی مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی (تشکیل لایه سیاه در پایه دانه) برداشت بلال‌ها انجام شد. در انتهای مرحله رسیدگی، برای اندازه‌گیری صفات از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی تعداد ۱۰ بوته با حذف اثر حاشیه‌ای (از طرفین یک ردیف کاشت و یک

آزمایش به صورت اسپلینت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد که این آزمایش شامل تیمار آبیاری در سه سطح (۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی) به عنوان فاکتور اصلی به کرت‌های اصلی و غلظت‌های مختلف سلنات سدیم (صفر، ۰/۱۶۲، ۰/۲۴۳ و ۰/۳۲۴ گرم بر لیتر) و به عنوان فاکتور فرعی به کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. زمین مورد نیاز ابتدا شخم، دیسک و سپس فارو زده شد. کاشت به صورت هیرم‌کاری و کپه‌ای و با قرار دادن ۴ بذر ضد عفونی شده و سالم در پشته‌ها با در نظر گرفتن ۱۸ سانتی‌متر فاصله انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف به فواصل ۵۰ سانتی‌متر و به طول سه متر به صورت جوی و پشته کشت گردید. رقم مورد استفاده NS640 بود که دارای قوه‌نامیه بسیار بالا (۹۸ درصد) و جزو هیبریدهای متوسط‌طرس می باشد و مناسب برای اکثر شرایط آب و هوایی است. محلول‌پاشی

سانتریفوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد (لرنر و دونا، ۲۰۰۵). عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفوژ به بالن شیشه‌ای منتقل شد. مقداری از نمونه داخل بالن را در کووت اسپکتروفتومتر ریخته و سپس به طور جداگانه در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b توسط اسپکتروفتومتر مقدار جذب قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a و b بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد.

$$\text{Chlorophyll a} = (12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}) V/1000W$$

$$\text{Chlorophyll b} = (22.9 \times A_{645} - 4.69 \times A_{663}) V/1000W$$

$V$  = حجم محلول صاف شده،  $A$  = جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ نانومتر،  $W$  = وزن تر نمونه بر حسب گرم

نسخه ۹/۲ انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

بیشترین ارتفاع بوته به تیمار آبیاری در ۸۰٪ ظرفیت زراعی تعلق داشت و تیمار آبیاری در ۴۰٪ ظرفیت زراعی کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (نمودار ۱). در بین تیمارهای محلول‌پاشی نیز از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده شد، محلول‌پاشی با سلنیوم به تدریج با افزایش غلظت به کار رفته تا تیمار

متر از ابتدا وانتهایریدیف‌ها حذف شد) برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری و سپس میانگین آن‌ها ثبت گردید. ارتفاع بوته از سطح خاک تا بالاترین قسمت ساقه اصلی، در اواخر مرحله پر شدن دانه بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد پروتئین از طریق دستگاه کجلدال با ضریب تبدیل ۶/۲۵ استفاده گردید (لرنر و دونا، ۲۰۰۵). برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b مقدار نیم گرم از ماده‌تر گیاهی را در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از نیتروژن مایع آن را خرد کرده و به خوبی له شد. ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ به نمونه اضافه، سپس در دستگاه

برای اندازه‌گیری غلظت سلنیوم استخراجی از دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل، بر اساس مدل آماری آزمون اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS

## نتایج و بحث

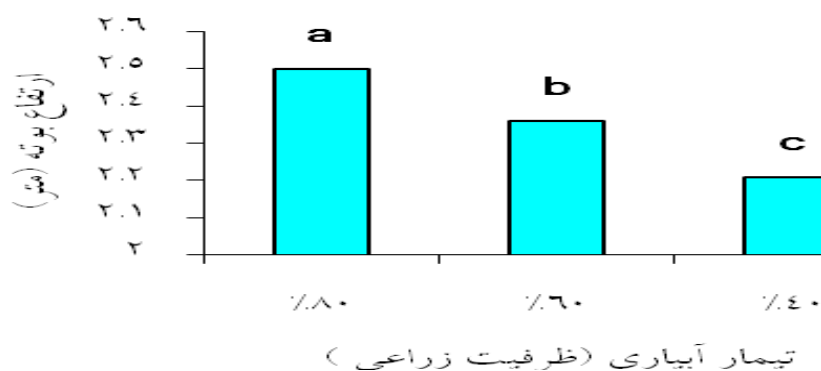
### ارتفاع بوته

آزمون تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول‌پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) روی ارتفاع بوته بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای آبیاری،

محققان نیز محلول پاشی سلنیوم باعث افزایش ارتفاع بوته گیاهان سویا (Djanaguiraman, *et al.*, 200۴) و سیب زمینی (Yassen *et al.*, 2011) شد. طبق گزارش زاهدی و همکاران (Zahedi *et al.*, 2009) اثر محلول-پاشی سلنیوم در گیاه کلزا روی افزایش ارتفاع بوته معنی دار بود. ساجدی (Sajedi, 2010) اظهار نمود محلول پاشی سلنیوم در شرایط تنش خشکی باعث افزایش صفاتی از قبیل ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد می شود. سلی و همکاران (Sally *et al.*, 2011) گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته در گیاه کاهو از تیمار محلول پاشی سلنیوم به دست آمد.

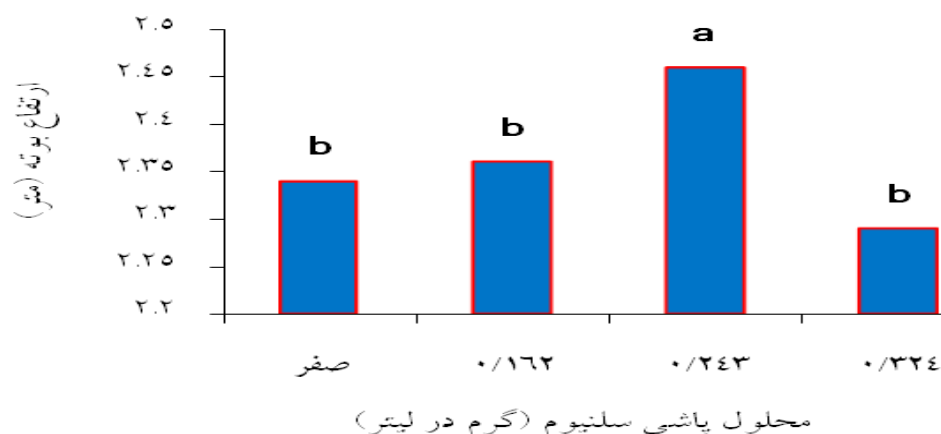
۰/۲۴۳ گرم در لیتر باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته گردید و با افزایش بیشتر غلظت (۰/۳۲۴ گرم در لیتر) به شدت کاهش یافت، طوری که بیشترین ارتفاع بوته به طور متوسط با میانگین ۲۴۹ سانتی متر از تیمار محلول پاشی با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر سلنیوم به دست آمد و ارتفاع بوته در تیمار به کار رفته با غلظت ۰/۳۲۴ گرم در لیتر به ۲۲۹ سانتی متر رسید که کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (نمودار ۲).

مطالعات نشان داده است که کاهش میزان آب قابل دسترس به خصوص در ابتدای دوره گل دهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی به طور غیرمستقیم روی ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد (Lerner, and Dona. 2005). در آزمایشات سایر



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه ذرت

Fig. 1 : comparison of irrigation treatments on corn plant height



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول پاشی سلنیوم بر ارتفاع بوته گیاه ذرت

Fig. 2. Comparison of the selenium foliar application effects on the corn height

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف آبیاری و سلنیوم روی ذرت

Table 2: Analysis of variance irrigation levels and selenium foliar application on corn agronomic trials

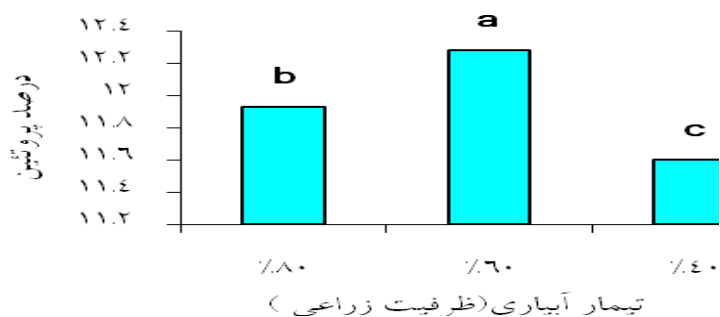
میانگین مربعات								درجه آزادی	منابع تغییرات
میزان سلنیوم دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	کلروفیل b	وزن هزاد دانه	کلروفیل a	درصد پروتئین	ارتفاع بوته		
2234/26	2082418/1	886792/42	33/58	16756/08	36/32	4/111	0/16	۲	بلوک
2079/67**	4010011/9 <sup>ns</sup>	36720974**	119/52**	6934/75**	129/67**	1/387**	0/25**	۲	تنش خشکی
0/00031	4513921/0	177191/89	0/09	2/90	0/0000028	0/0000003	0/0041	۴	خطا اصلی
55477/75**	77811123/3**	4244554/42**	6/48**	2310/32**	8/35**	1/177**	0/05**	۳	سلنیوم
7304/51**	1090311/6 <sup>ns</sup>	85465/30 <sup>ns</sup>	0/15**	1/26 <sup>ns</sup>	0/0000028 <sup>ns</sup>	0/0000003 <sup>ns</sup>	0/004 <sup>ns</sup>	۶	تیمار آبیاری × سلنیوم
0/0003	1520520/0	45980/59	0/02	1/83	0/0000002	0/0000003	0/004	۱۲	خطا فرعی
0/02	3/24	1/55	1/95	0/63	0/009	0/01	2/75		ضریب تغییرات %

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

## درصد پروتئین

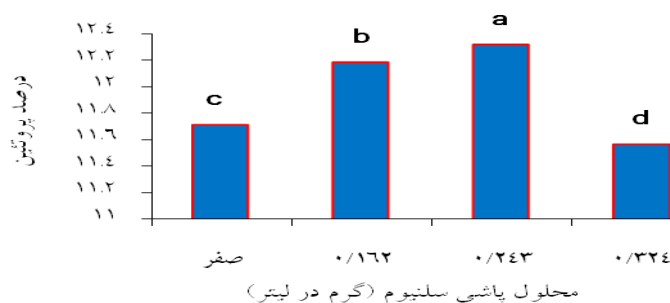
بر پایه نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول‌پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) روی درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به تیمار آبیاری در ۶۰٪ ظرفیت زراعی به دست آمد و کمترین مقدار نیز مربوط به تیمار آبیاری در ۴۰٪ ظرفیت زراعی بود (شکل ۳). در تیمارهای محلول‌پاشی سلنیوم نیز بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار ۰/۲۴۳ گرم در لیتر سلنیوم بود و کمترین مقدار را تیمار ۰/۳۲۴ گرم در لیتر سلنیوم به خود اختصاص داد (شکل ۴). نتایج آزمایشات یاسین و همکاران (Yassen et al., 2011) نشان داد که

محلول‌پاشی سلنیوم بر درصد پروتئین غده‌های سیب‌زمینی معنی‌دار بوده و باعث افزایش درصد پروتئین غده‌ها در تیمارهای محلول‌پاشی شده با سلنیوم نسبت به تیمار شاهد گشته است. منشی و همکاران (Munshi et al., 1990) نیز دریافتند که محلول‌پاشی سلنیوم به طور معنی‌داری درصد پروتئین غده‌ها را افزایش داده است. نتایج مشابهی هماهنگ با نتایج این محققان توسط توراکینن و همکاران (Turakainen, et al., 2004)، جرم و همکاران (Germ et al., 2007) و اوزبولت و همکاران (Ozbolt, et al., 2008) گزارش شده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر درصد پروتئین دانه ذرت

Fig. 3 : comparison of irrigation treatments on protein percent



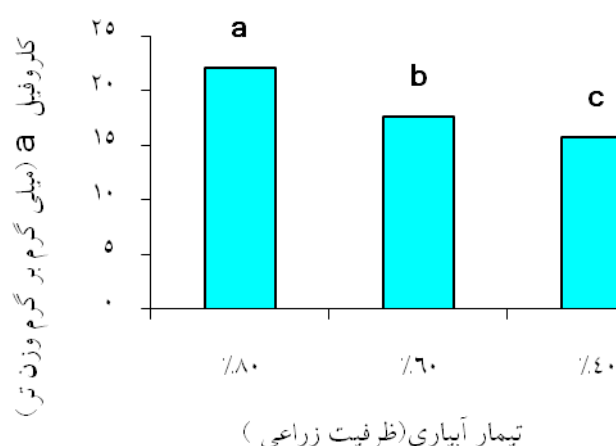
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول‌پاشی سلنیوم بر درصد پروتئین دانه ذرت

Fig. 4. Comparison of the selenium foliar application effects on protein percent

کلروفیل *a*

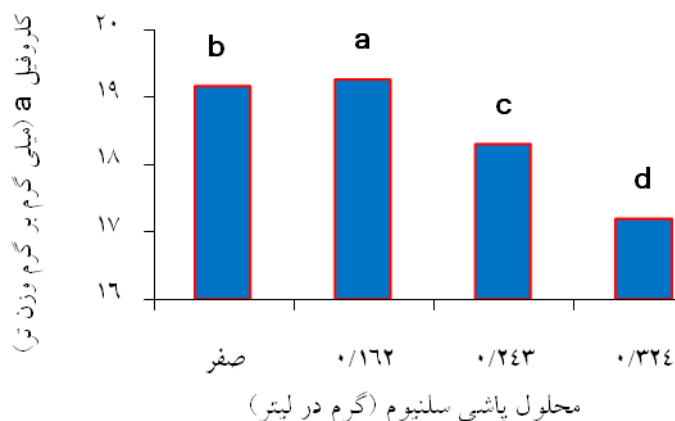
(۳/۶ میلی گرم در لیتر) باعث افزایش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی در مقایسه با شاهد گردید. به تدریج با افزایش میزان سلینیوم (۱۲ میلی گرم در لیتر) از مقدار صفات مذکور کاسته شد. افزایش مقدار کلروفیل *a* و کلروفیل *b* در گیاهچه‌های گندم می تواند به دلیل نقش محافظتی سلینیوم از آنزیم‌های کلروپلاست باشد که خود باعث افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و بیوسنتز گشته است (Penmanen, et al., 2002). جیانزهو و همکاران ( Jianzhou, et al., 2010 ) در تحقیقی مزرعه‌ای که در گیاه گندم و با استفاده از مقادیر مختلف سلینیوم تحت شرایط تنش سرمایی انجام دادند گزارش کردند که میزان کلروفیل در گیاهان تیمار شده با سلینیوم نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. بیشترین کلروفیل مربوط به تیمار محلول پاشی سلینیوم با غلظت ۱ میلی گرم در کیلوگرم بود.

نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول پاشی سلینیوم ( $P \leq 0/01$ ) روی کلروفیل *a* معنی دار می باشد (جدول ۲). در بین تیمارهای آبیاری، تیمار آبیاری در ۸۰٪ ظرفیت زراعی بیشترین و تیمار آبیاری در ۴۰٪ ظرفیت زراعی کمترین مقدار کلروفیل *a* را به خود اختصاص داده است. (شکل ۵). در بین تیمارهای محلول پاشی، بیشترین مقدار کلروفیل *a* از تیمار محلول پاشی سلنات سدیم با غلظت ۰/۱۶۲ گرم در لیتر به دست آمد. محلول پاشی با غلظت ۰/۳۲۴ گرم در لیتر باعث کاهش شدید مقدار کلروفیل *a* نسبت به سایر تیمارها گردید و کمترین کلروفیل *a* را به خود اختصاص داد (شکل ۶). در پژوهش عباس (Abbas, 2012) که بر روی گیاه سورگوم انجام گردید، کاربرد سلینیوم



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر میزان کلروفیل *a* گیاه ذرت  
Fig. 5 : comparison of irrigation treatments on a Chlorophyll





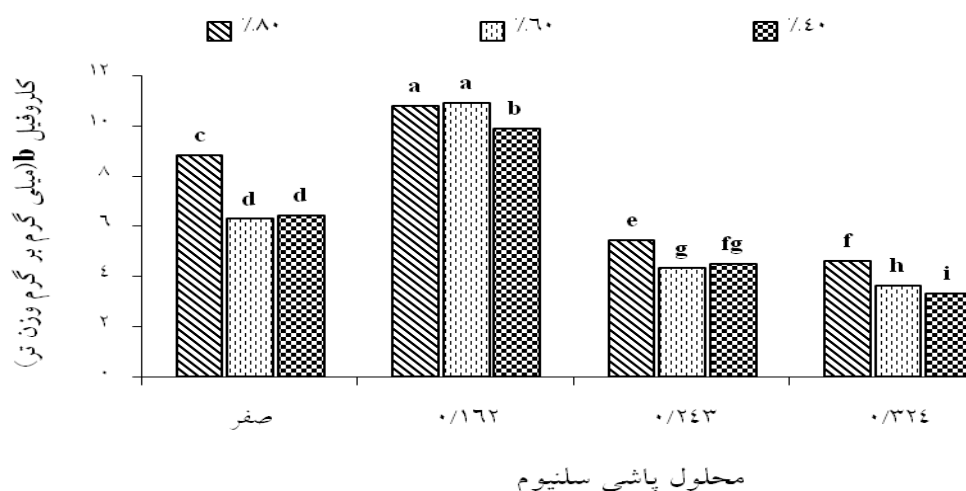
شکل 6- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول پاشی سلنیوم بر میزان کلروفیل a گیاه ذرت

Fig. 6. Comparison of the selenium foliar application effects on a Chlorophyll

(نمودار ۷). نقش محافظتی سلنیوم از آنزیم‌های کلروپلاست می‌تواند دلیل افزایش میزان کلروفیل b در تیمارهای محلول پاشی شده با سلنیوم نسبت به تیمار شاهد باشد (Pennanen, et al., 2002). نتایج آزمایشات زاهدی و همکاران (Zahedi et al., 2012) و عباس (Abbas, 2012) حاکی از آن بود که کاربرد سلنیوم باعث افزایش میزان کلروفیل b در گیاهان کلزا و سورگوم گشته است. نتایج حاصل از یک پژوهش مزرعه‌ای انجام گرفته در گیاه کلزا حاکی از آن بود که محلول پاشی سلنیوم اثر معنی‌دار و افزایش‌دهنده‌ای روی کلروفیل b داشته است که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی ندارد.

### کلروفیل b

با توجه به نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) روی کلروفیل b معنی‌دار شد. ترکیب تیماری سطوح آبیاری و محلول پاشی سلنیوم نیز روی میزان کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b ( $10/89$  میلی‌گرم بر گرم) متعلق به ترکیب تیماری آبیاری با 60٪ ظرفیت زراعی و تیمار محلول پاشی با غلظت 0/162 گرم در لیتر بود. تیمار آبیاری در 80٪ ظرفیت زراعی در بین کلیه تیمارهای محلول پاشی سلنیوم بجز تیمار محلول پاشی با غلظت 0/162 گرم در لیتر به طور معنی‌داری باعث افزایش میزان کلروفیل b نسبت به سایر تیمارهای آبیاری گشته است. کمترین میزان کلروفیل b نیز مربوط به تیمار آبیاری در 40٪ ظرفیت زراعی و محلول پاشی سلنیوم با غلظت 0/324 گرم در لیتر بود.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای آبیاری و محلول پاشی سلنیوم بر میزان کلروفیل *b*  
Chlorophyll Fig 7- The effect of irrigation and selenium foliar application on rate of *b*

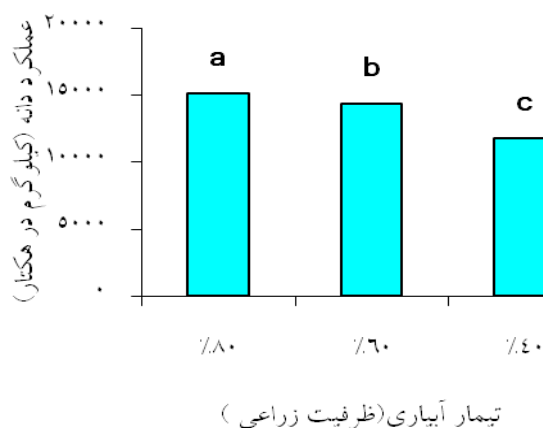
#### عملکرد دانه

نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها، اثر تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و محلول پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) روی عملکرد دانه را معنی دار نشان داد (جدول ۲). آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری با ۸۰٪ ظرفیت زراعی بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار آبیاری با ۴۰٪ ظرفیت زراعی بود (شکل ۸). عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف محلول پاشی سلنیوم قرار گرفت. تیمار محلول پاشی سلنیوم با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. تیمارهای محلول پاشی با غلظت‌های ۰/۱۶۲ و ۰/۳۲۴ گرم در لیتر نیز تا حدودی سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد گشته اند. کمترین

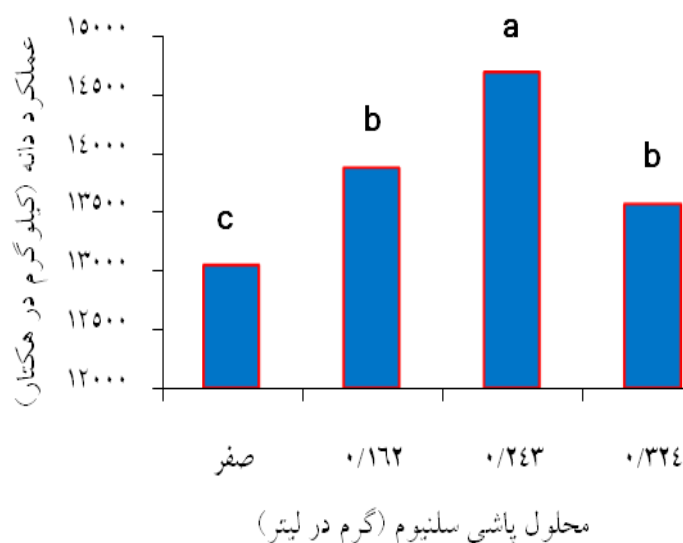
عملکرد دانه از تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۹). راموس و همکاران (Ramos *et al.*, 2010) اظهار نمود که سلنیوم به تنهایی در شکل سلنات و سلنیت باعث کاهش و در ترکیب با مواد غذایی محلول باعث افزایش عملکرد شده است. تأثیر محلول پاشی سلنیوم بر افزایش عملکرد غده در سیب زمینی توسط یاسین و همکاران (Yassen *et al.*, 2011) نیز معنی دار گزارش شده است. نتایج مشابهی هماهنگ با نتایج این محققان توسط توراکینن و همکاران (Turakainen *et al.*, 2004)، جرم و همکاران (Germ *et al.*, 2007) و اوزبولت و همکاران (Ozbolt, *et al.*, 2008) گزارش شده است. هر موسیلو- کرکرز و همکاران (Hermosillo, *et al.*, 2011) گزارش کردند که با کاربرد سلنیوم تا یک میزان معین بر میزان

این محققان با افزایش غلظت سلیوم مصرفی از میزان عملکرد کاسته شده است. تیان و همکاران (Tian *et al.*, 2005) نیز دریافتند که غلظت زیاد سلیوم در گیاهان باعث ایجاد سمیت می شود که این امر به نوبه خود موجبات کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. در حالی که کاربرد آن در غلظت مطلوب باعث افزایش عملکرد نیز گشته است. ایلکایی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثرات محلول پاشی سلیوم بر تحمل به خشکی در ارقام مختلف لوبیا قرمز اظهار نمودند که تیمار محلول پاشی سلیوم در شرایط تنش باعث جلوگیری از کاهش معنی دار عملکرد دانه از میزان ۱۱۸۴/۶۲ به ۱۱۱۸/۱۶ کیلوگرم در هکتار شد. بالا بودن عملکرد دانه در تیمارهای محلول پاشی با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر و تیمار آبیاری با ۸۰٪ ظرفیت زراعی، می تواند به دلیل بالا بودن اجزای عملکرد بخصوص تعداد دانه در بلال در این تیمارها باشد.

عملکرد افزوده می شود و به تدریج با افزایش دز مصرفی از میزان عملکرد کاسته می شود. با افزایش دز مصرفی سلیوم از میزان عملکرد بیوماس به طور معنی داری کاسته شد طبق اظهار آن ها درصد کاهش عملکرد در شکل سلیت سدیم نسبت به سلنات سدیم بیشتر گزارش شد. طبق اظهار زاهدی و همکاران (۲۰۰۹) محلول-پاشی سلیوم از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا شده است. در مطالعه ای دیگر زاهدی و همکاران (Zahedi *et al.*, 2012) بیان داشتند که محلول پاشی با سلیوم و ژئولیت در شرایط عدم تنش خشکی باعث افزایش عملکرد دانه و در شرایط تنش باعث افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک گشته است. افزایش معنی دار عملکرد علوفه در گیاه یونجه و عملکرد کلم در اثر محلول پاشی سلیوم به ترتیب توسط هافنگ و همکاران (Huafeng *et al.*, 2010) گزارش شده است. همچنین بر پایه نتایج حاصل از آزمایشات



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه گیاه ذرت  
Fig. 8 : comparison of irrigation treatments on grain yield



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول پاشی سلنیوم بر عملکرد دانه گیاه ذرت

Fig. 9. Comparison of the selenium foliar application effects on grain yield

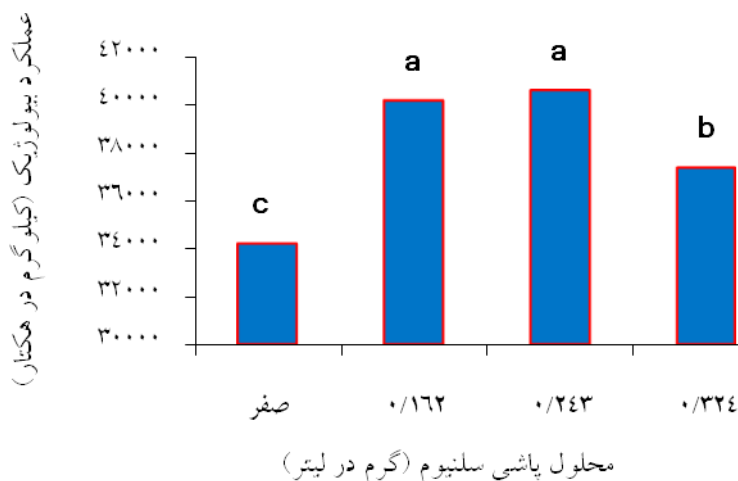
#### عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های صفات مختلف، عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر معنی‌دار محلول پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) قرار گرفت (جدول ۲). تیمار محلول پاشی با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر سلنیوم بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داده است که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای محلول پاشی با غلظت ۰/۱۶۲ گرم در لیتر نداشت. با افزایش میزان غلظت سلنیوم از ۰/۲۴۳ به ۰/۳۲۴ گرم در لیتر به طور معنی‌داری از عملکرد بیولوژیک کاسته شده ولی در کل نسبت به تیمار شاهد کلیه تیمارها افزایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک نشان دادند (نمودار 10). گزارش راموس و همکاران (۲۰۱۰) مبین آن بود

که سلنیوم به تنهایی در شکل سلنات و سلنیت باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گشته در حالی که سلنات در ترکیب با مواد غذایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. طبق گزارش زاهدی و همکاران (Zahedi et al., 2009) اثر محلول پاشی سلنیوم روی گیاه کلزا بر صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. بر طبق اظهار ایشان، محلول پاشی سلنیوم از طریق افزایش تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گشته است. در مطالعه‌ای که زاهدی و همکاران ((Zahedi et al., 2012)) انجام دادند دریافتند که محلول پاشی با سلنیوم و زئولیت در شرایط عدم تنش خشکی باعث افزایش عملکرد دانه و در شرایط تنش باعث افزایش معنی‌دار

دلیل بالا بودن وزن خشک ساقه در این تیمارها باشد، چون رابطه مستقیمی بین وزن خشک ساقه و عملکرد بیولوژیک وجود دارد.

عملکرد بیولوژیک می‌شود. بالا بودن عملکرد بیولوژیک در تیمارهای محلول‌پاشی با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر و ۰/۱۶۲ گرم در لیتر سلینیوم و تیمار آبیاری با ۶۰٪ ظرفیت زراعی، می‌تواند به



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول‌پاشی سلینیوم بر عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت

Fig. 10. Comparison of the selenium foliar application effects on biological yield

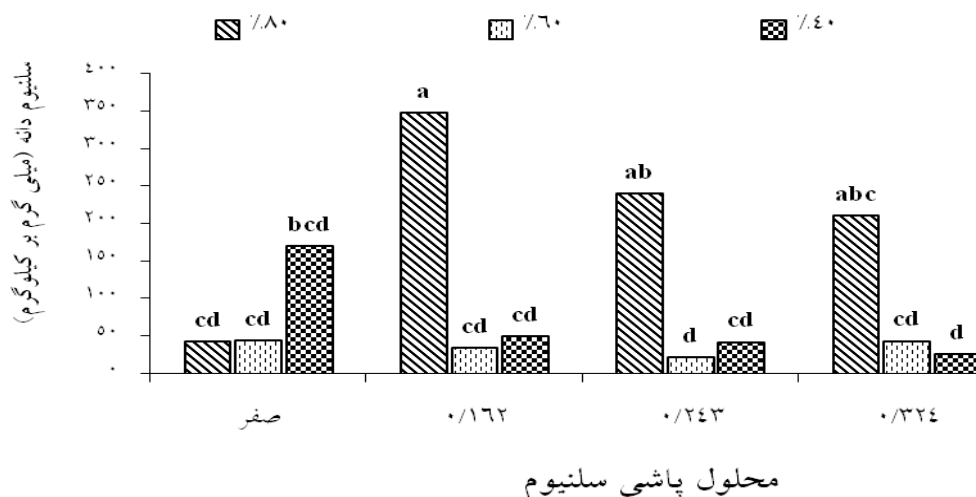
محلول‌پاشی سلینیوم به مقدار ۱۰ الی ۲۰ گرم در هکتار به شکل سلنات سدیم باعث افزایش مقدار سلینیوم در بذر و ساقه جو و نیز اندام‌های هوایی گیاه شبدر قرمز گشته است. طبق اظهار راموس و همکاران (۲۰۱۰) غلظت سلینیوم موجود در برگ کاهو به تدریج با افزایش غلظت سلینیوم به طور قابل توجهی افزایش یافته است. مشابه با نتایج این آزمایش گزارش شده که همزمان با افزایش میزان سلینیوم، غلظت سلینیوم موجود در گیاهان افزایش یافته است (Docsay, et al., 2009). بر پایه نتایج آزمایشات لیوز و همکاران (Lyons, et al., 2004) استعمال سلینیوم در خاک نیز باعث افزایش مقدار سلینیوم در بذور از ۸ تا ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گشته است.

#### سلینیوم دانه

با توجه به نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمار آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول‌پاشی سلینیوم ( $P \leq 0/01$ ) و همچنین ترکیب تیماری تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی سلینیوم روی میزان سلینیوم دانه معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان سلینیوم دانه متعلق به تیمار آبیاری با ۸۰٪ ظرفیت زراعی و تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۱۶۲ گرم در لیتر سلینیوم بود و کمترین مقدار را تیمار آبیاری با ۶۰٪ ظرفیت زراعی و تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۲۴۳ گرم در لیتر سلینیوم به خود اختصاص داد (نمودار ۱۱). مک‌لود و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند

آزمایش دوکسای و همکاران (۲۰۰۷) محلول- پاشی سلنیوم در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ گرم سلنیوم در هکتار به ترتیب باعث ۰/۰۹۴ و ۰/۱۹۲ میلی- گرم در کیلوگرم افزایش غلظت سلنیوم در دانه گندم گشته است. . اگر هدف، غنی‌سازی زیستی دانه به وسیله سلنیوم باشد، بهتر است گیاه تحت تنش قرار نگیرد. میزان تجمع سلنیوم در دانه نسبت به ساقه و برگ بیشتر بوده پس در نتیجه می‌توان دانه را به عنوان منبع سلنیوم در گیاه در نظر داشت.

دوکسای و لوزک (۲۰۰۶) در گیاه گندم و کیسل و همکاران (۲۰۰۳) در گیاه کلزا دریافتند که میزان سلنیوم موجود در بذور گیاهان با افزایش غلظت سلنات سدیم به صورت خطی افزایش یافته است. فانگ و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تأثیر محلول‌پاشی آهن، روی و سلنیوم روی عملکرد و غلظت عناصر برنج، گزارش کردند که محلول‌پاشی سلنیوم و روی باعث افزایش غلظت عناصر روی (۳۶/۷ درصد)، سلنیوم (۱/۱۹۴ درصد) و آهن (۳۷/۱ درصد) گشته است. در



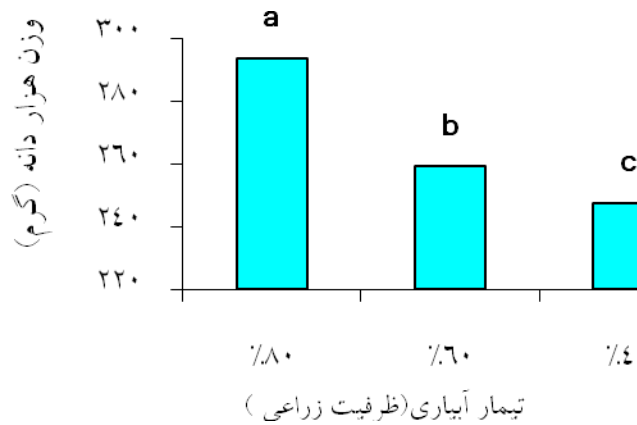
نمودار ۱۱- مقایسه میانگین ترکیب تیماری تیمارهای آبیاری و محلول پاشی سلنیوم بر میزان سلنیوم دانه

Fig 11- The effect of irrigation and selenium foliar application on rate of selenium in seed

میانگین ۲۸۵/۳ گرم به تیمار آبیاری در ۰/۸۰ ظرفیت زراعی تعلق داشت. (شکل ۱۲). بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۰/۱۶۲ گرم در لیتر سلنیوم به دست آمد (شکل ۱۳). جرارد و همکاران (Gerald et al., 2006) نیز نشان دادند که افزایش غلظت سلنیوم در گیاه و بروز آلودگی سلنیوم، منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌گردد.

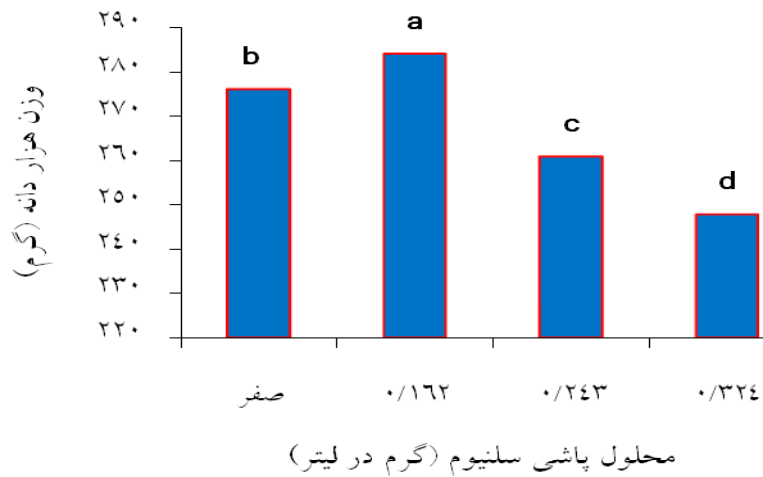
#### وزن هزار دانه

بر پایه نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس داده‌ها، وزن هزار دانه تحت تأثیر معنی- دار تیمارهای آبیاری ( $P \leq 0/01$ ) و تیمارهای محلول پاشی سلنیوم ( $P \leq 0/01$ ) قرار گرفت و همچنین اثر متقابل بین دو تیمار نیز معنی‌دار بود (جدول ۲). بر پایه نتایج آزمون مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین وزن هزار دانه به طور متوسط با



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر وزن هزار دانه گیاه ذرت

Fig. 12 : comparison of irrigation treatments on 1000 kernel weight



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای محلول پاشی سلنیوم بر وزن هزار دانه گیاه ذرت

Fig. 13. Comparison of the selenium foliar application effects on 1000 kernel weight

## References

## منابع مورد استفاده

- ✓ Abbas, S. 2012. Effects of low temperature and selenium application on growth and the physiological changes in sorghum seedlings. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 8(1): 268-286.
- ✓ Djanaguiraman, M., D. Durga Devi, Arun K. Shanker, J. Annie Sheeba and U. Bangarusamy. 2004. Impact of selenium spray on monocarpic senescence of soybean (*Glycine Max L.*). *Food, Agriculture and Environment*. 2(2) :44-47.
- ✓ Ducsay L., O. Lozek, and L. Varga. 2009. The influence of selenium soil application on its content in spring wheat. *Plant, Soil and Environment* . 55(2): 80–84.
- ✓ Ducsay, L., and O. Lozek. 2006. Effect of selenium foliar application on its content in winter wheat grain. *Plant, Soil and Environment*. 52(2): 78–82
- ✓ Ducsay, L., O. Lozek, L. Varga and T. Losak. 2007. Effects of winter wheat supplementation whith selenium. *Ecological chemistry and engineering*. 14(4): 289-294.
- ✓ Fang, Y., L. Wang, Z. Xin, L. Zhao, X. An and Q. Hu. 2008. Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. *Agricultural and Food Chemistry*. 56(6): 2079-84.
- ✓ Germ, M., I. Kreft, V. Stibilj and O. Urbanc-Bercic. 2007. Combined effects of selenium and drought on photosynthesis and mitochondrial respiration in potato, *Plant Physiology and Biochemistry (Paris)*. 45: 162-167.
- ✓ Hawrylak-Nowak, B., R. Matraszek and M. Szymańska. 2010. Selenium Modifies the Effect of Short-Term Chilling Stress on Cucumber Plants. *Biological Trace Element Research*. 138:307–315.
- ✓ Hermosillo- Cereceres, M., E. Sanchez-chavez, R. R. balandran, A. M. Mendoza-wilson, A. Guevara-Aguilar. E. Munoz- Marquez and M. L. Garcia-Banuelos. 2011. Ionome variation in bean plant growth under different Se forms and application rates. *Journal of Food and Enviromental*. 9(3-4): 374-378.
- ✓ Huafeng, Hu., C. Hu, X. Jie, S. Liu, X. Guo, D. Hua, Ch. Ma, J. Lu and H. Liu. 2010. Effects of selenium on herbage yield, selenium nutrition and quality of alfalfa. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 8 (2): 792 - 795.
- ✓ Jianzhou, Ch., Y. Xiaoqin and Z. Zhang. 2010. Responses of wheat seedlings to exogenous selenium supply under cold stress. *Biol Trace Elem Res*. 136:355–363
- ✓ Kopsell, D. A, D. E, Kopsell and W. M. Randle. 2003. Seed germination response of rapid-cycling Brassica oleracea grown under increasing sodium selenate. *ournal of Plant Nutrition*. 26:1355–1366.
- ✓ Lerner, B. L., and M. N. Dona. 2005. Growing sweet corn. Purdue university cooperative Extension service.



- 
- ✓ Lyons G., G. Judson and J. Stangoulis. 2004. Selenium status of humans and wheat in South Australia. *J. Aust. Coll. Nutr. Environ. Med.* 23: 19-21.
  - ✓ Lyons, G. H., Y. Genc, K. Soole, J. C. R. Stangoulis, F. Liu and R. D. Graham. 2008. Selenium increases seed production in Brassica. *Plant and Soil.* 10.1007/s 11104-008-9818-7.
  - ✓ Macleod, J. A., U. C. Gupta, P. Miburn and J. B. Sanderson. 1998. Selenium concentration in plant material, drainage and surface water as influenced by Se applied to barley foliage in a barley red clover potato rotation. *Can. J. Soil Sci.* 78: 685-688.
  - ✓ Munshi C. B., G. F. Combs and N. I. Mondy. 1990. Effect of selenium on the nitrogenous constituents of the potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 38: 2000-2002.
  - ✓ Nowak, J., K. Kaklewski and M. Ligocki. 2004. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants. *Soil Biol. Biochem.* 36:1553-1558.
  - ✓ Ozbolt, L., S. Kreft, I. Kreft, M. Germ and V. Stibilj. 2008. Distribution of selenium and phenolics in buckwheat plants grown from seeds soaked in Se solution and under different levels of UV-B radiation, *Food Chemistry.* 110 : 691-696.
  - ✓ Pennanen, A., T. Xue and H. Hartikainen. 2002. Protective role of selenium in plant subjected to severe UV irradiation stress. *J. Appl. Bot.* 76: 66-76.
  - ✓ Ramos, S. J., V. Faquin, L. R. G. Guilherme, E. M. Castro, F. W. Ávila, G. S. Carvalho, C. E. A. Bastos and C. Oliveira. 2010. Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite. *Plant soil environ.* 56(12): 584-588.
  - ✓ Sajedi, N. A. 2010. Effects of nutrients foliar application on agrophysiological characteristics of maize under water deficit stress. *Not Sci Biol.* 2 (3) 2010, 39-44
  - ✓ Sally A. M., and M. E. Sorial. 2012. Some Antioxidants Application in Relation to Lettuce Growth, Chemical Constituents and Yield. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 5(6): 127-135.
  - ✓ Tapiero H., D. M. Townsend and K. D. Tew. 2003. Dossier: Oxidative stress pathologies and antioxidants: The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. *Biomed. Pharmacoth.* 57: 134-144.
  - ✓ Tian, Y. B., F. Chen, M. B. Xiong and G. Y. Song. 2005. Uptake, distribution and accumulation of selenium by ryegrass. *Plant Nutr. Fert. Sci. (in Chinese).* 11:122-127.
  - ✓ Turakainen, M., H. Hartikainen and M. M. Sppinen. 2004. Effect of selenium treatments on potato (*Solanum tuberosum* L.) growth and concentrations of soluble sugars and starch. *J. Agric. Food Chem.* 52:5378-5382.
  - ✓ Yassen, A., A. Safia, M. Adam and S. M. Zaghloul. 2011. Impact of Nitrogen Fertilizer and Foliar Spray of Selenium on Growth, Yield and Chemical Constituents of Potato plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences.* 5(11): 1296-1303, 2011.

- 
- ✓ Zahedi, H., A. H. Shirani-Rad and H. R. Tohidi-Moghadam. 2012. Zeolite AND selenium application and their effects on production and physiological attributes of canola cultivars under water stress. Published as ARTICLE in *Agrociencia*. 46(5): 489-497.
  - ✓ Zahedi, H., G. Noormohammadi, A. H. Shirani Rad, D. Habibi and M. Mashadi Akbar Boojar. 2009. The effect of zeolit and foliar application of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. *World Appleid Sciences Journal*. 7(2): 255-262.