

امکان‌سنجی کشت گونه مرتعی *Festuca ovina* به‌منظور اصلاح مراتع شور و دارای آلاینده

مهشید سوری^{۱*}، احسان زندی اصفهان^۲ و نادیا کمالی^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
پست الکترونیک: souri@rifr-ac.ir

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۷

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۳۰

چکیده

بررسی تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد گیاهان علوفه‌ای، یکی از ضرورت‌های اصلاح، احیاء و توسعه مراتع است. گونه مرتعی *Festuca ovina* از گندمی‌های علفی چند ساله است. این گونه به دلیل قدرت سازگاری با شرایط کم آبی و درجه حرارت پایین تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد، در مراتع نیمه استپی کشور، به صورت عنصر اصلی تیپ گیاهی مرتعی به فراوانی یافت می‌شود. این گونه مرتعی، نقش مهمی در تأمین علوفه، تثبیت خاک، جلوگیری از فرسایش و حفاظت خاک در مراتع نیمه استپی دارد. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل شوری و آلاینده بر عملکرد گونه مرتعی *Festuca ovina* است. این تحقیق بصورت آزمایش در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی تحت تأثیر فاکتور اول تیمارهای اکسید مس در ۲ سطح (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، نانواکسید مس در ۲ سطح (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تیمار شاهد و فاکتور دوم تیمار کلرید سدیم در ۳ سطح (۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار) در ۵ تکرار بر روی گیاه *Festuca ovina* به صورت گلدانی در گلخانه هیدروپونیک انجام شد. پس از طی دو ماه از اعمال تنش، تغییرات کلروفیل، پتاسیم و طول بخش اندام هوایی اندازه‌گیری گردید. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری به روش طرح آزمایشی فاکتوریل و با استفاده از نرم‌افزار SPSS.18 و آزمون چند دامنه‌ای SNK مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با توجه به نتایج این تحقیق، گونه *Festuca ovina* علاوه بر توانایی استقرار و رشد در هریک از شرایط تنش شوری و آلاینده، توانایی استقرار را در شرایط توامان (شوری+آلاینده) نیز دارد؛ بنابراین می‌تواند مورد توجه خاص برنامه‌ریزان، مدیران منابع طبیعی و محیط‌زیست قرار گیرد و به‌عنوان یک گونه سازگار، به‌منظور اصلاح و احیا مراتع این مناطق پیشنهاد گردد.

واژه‌های کلیدی: *Festuca ovina*، شوری، آلاینده‌ها، فاکتورهای گیاهی، اصلاح مرتع

مقدمه

کلر و سدیم و بعضاً کلسیم کاهش یافته و منجر به اختلال در تغذیه و برهم خوردن تعادل عناصر غذایی گیاه شده است. بنابراین نقش تغذیه صحیح در این شرایط بسیار حائز اهمیت بوده تا بتوان ضمن کمک به حفظ تعادل عناصر غذایی زمینه

شوری منابع آب و خاک از مهمترین مشکلات کشاورزی و منابع طبیعی در ایران است. در شرایط شوری، دسترسی به عناصر غذایی در محلول خاک به دلیل غلظت زیاد یون‌های

کرده و تحت تجزیه بیولوژیکی و یا در زنجیره مواد غذایی تجمع یابد (Ma et al., 2013. Conway et al., 2014). عدم اطلاع از سمیت، رفتار و سرنوشت نانوذرات حتی در شرایط آزمایشگاهی، بررسی اثر این مواد را بر اکوسیستم مشکل می‌سازد، به همین دلیل باید آلودگی ناشی از نانوذرات (آلودگی نانو) به‌عنوان مهمترین نوع آلودگی شناخته شود (Gao et al., 2013). Atha و همکاران (۲۰۱۲)، کاربرد نانو اکسید مس در غلظت‌های ۱۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر را روی رشد گیاهچه *Raphanus sativus* بررسی کردند. آنان به این نتیجه رسیدند که کاربرد محلول نانو اکسید مس باعث توقف رشد ریشه به میزان ۹۷٪ و رشد ساقه نیز به میزان ۷۹٪ شد. همچنین در پژوهشی دیگر نیز که توسط Wang و همکاران در سال (۲۰۱۲)، بر جوانه‌زنی، طول ریشه و بیومس نهال *Zea mays* با استفاده از کاربرد نانو اکسید مس در غلظت‌های ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر انجام شد، به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت مواد نانو باعث توقف رشد طولی ریشه و کاهش برگ در نهال و کاهش زیست‌توده می‌گردد. براساس نتیجه تحقیقی که توسط lee و همکارانش در سال (۲۰۱۳) بر روی بوته‌ها و بافت ریشه گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum*) با استفاده از تیمار نانو اکسید مس انجام شد، مشاهده گردید که در دوزهای بالا از نانو اکسیدهای مس بطور قابل ملاحظه‌ای رشد طولی ریشه نسبت به شاهد کاهش یافته است. Moon و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی که بر روی بوته‌های *Cucumis sativus* تحت تأثیر نانو اکسیدهای مس انجام دادند، چنین بیان کردند که میزان قابل توجهی از جوانه‌زنی و رشد طولی ریشه در بوته‌های خیار به هنگام قرار گرفتن در معرض ذرات نانو اکسیدهای مس کاهش یافته است. Hong و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی که در زمینه کاربرد نانومس و نانو اکسید مس بر روی گیاه *Lactuca sativa* و *Medicago sativa* انجام دادند، نتیجه گرفتند که افزایش غلظت نانو ذرات سبب کوتاه‌تر شدن طول ریشه گردید، به‌طوری‌که کاهش طول ریشه در زعفران (۱۵/۹ سانتی‌متر) و در یونجه (۱۶/۲ سانتی‌متر) نسبت به شاهد گزارش شد. گونه

رشد مناسب و افزایش عملکرد گیاه را فراهم نمود (Ebhim et al., 2006). شوری یکی از مهمترین عوامل محیطی است که باعث کاهش رشد، توسعه و تولید گیاهان در سراسر دنیا می‌شود (Sungar et al., 2011. Alabdolahi et al., 2012). (Akram et al., 2009). آثار ناشی از تنش شوری بر گیاهان شامل سمیت یونی، تنش اسمزی، کمبود عناصر معدنی، تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و ترکیباتی از این تنش‌هاست (Saleh et al., 2013). شوری آثار منفی بر رشد گیاهان جذب آن توسط ریشه یا از طریق برهم خوردن تعادل یونی دارد (Jalili et al., 2010). نانو ذرات مواد سخت یا نرم بسیار ریز در ابعاد نانومتر هستند. با وجود اینکه نانو ذرات بطور طبیعی در محیط وجود دارند، می‌توان آنها را تولید و یا طراحی نمود. بنابراین در مقایسه ذرات نانو با غیرنانو، نانو ذرات نشان‌دهنده ذرات مهندسی شده با ویژگی‌های منحصر به فرد در ابعاد ۱-۱۰۰ نانومتر هستند (Auffan et al., 2009). با توجه به کاربرد زیاد نانو ذرات در زمینه‌های تجاری، محیط‌زیست و علوم پزشکی، تولید نانو‌ها به بالاترین حد در مقیاس صنعتی رسیده است. تولید جهانی نانو ذرات صنعتی به میزان ۲۶۰۰۰-۳۰۹۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۰ تخمین زده می‌شود که به ترتیب ۲۸-۸ درصد، ۷-۴ درصد و ۱/۵-۱/۰ درصد در داخل خاک، آب و اتمسفر برآورد می‌شود. همچنین تولید نانو به‌ویژه بر پایه مس به حدود ۲۰۰ تن در سال ۲۰۱۰ رسید و از آن زمان نیز در حال افزایش است (Keller et al., 2013). استفاده همه جانبه نانوذرات فلزی در صنایع الکترونیک، اپتیک، منسوجات، آرایشی و بهداشتی و همچنین در زمینه‌های پزشکی و بسته‌بندی مواد غذایی، فناوری تصفیه آب، سلول‌های سوختی، کاتالیزورها، حسگرهای زیستی به سرعت در حال افزایش است. از این‌رو ارزیابی تأثیر آنها بر محیط‌زیست و موجودات زنده ضروریست (Gerloff et al., 2012). نانوذرات هنگامی‌که توسط موجودات جذب شده و یا بین موجودات زنده در سطوح مختلف تجزیه‌ای منتقل می‌شود، می‌تواند به‌عنوان یک سم خطرناک و ناسازگار با محیط‌زیست عمل

خلوص ۹۰٪ بود. در طول مدت آزمایش، برای کاهش خطای آزمایش و نیز یکنواخت نمودن شرایط رویش برای تمامی گیاهان، گلدان‌های هر تیمار به طور تصادفی جابجا شدند. برای اندازه‌گیری از هر تکرار تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و رشد طولی اندام هوایی با خطکش میلی‌متری اندازه‌گیری شد (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵). برای تعیین میزان عنصر پتاسیم (از دلایل مهم اندازه‌گیری پتاسیم این است که پتاسیم در فعال شدن آنزیم‌ها، متابولیسم مواد هیدروکربنی، ساختن پروتئین، فتوسنتز، تنظیم فشار اسمزی، بزرگ شدن سلول‌ها، تقسیم و رشد سلولی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، انتقال مواد در آوندهای آبکش، موازنه آنیون‌ها و کاتیون‌ها، افزایش مقاومت به سرما، خشکی، شوری، آفات و بیماری‌ها نقش اساسی و مهمی در گیاه به عهده دارد) به ۰/۵ گرم از پودر بافت خشک هر اندام به طور جداگانه ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، شیشه‌های حاوی پودر گیاهی و اسیدنیتریک غلیظ روی حرارت در دمای ملایم اجاق برقی ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا بخار قهوه‌ای رنگ به آرامی خارج شود و بعد محتویات داخل شیشه که همان عصاره گیاهی است با آب دیونیزه در داخل بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و در نهایت محلول خاکستر. چندبار صاف و از آن برای سنجش مقدار پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتومتر استفاده گردید (آخوندی و همکاران، ۱۳۸۵). برای تعیین میزان کلروفیل، ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت تر گیاه در داخل هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰ درصد ساییده شد. سپس محلول حاصل به لوله‌های سانتریفوژ انتقال یافت و بقایای موجود در هاون، با مقداری استن ۸۰ درصد شسته شد و به محلول درون لوله اضافه گردید. پس از آن لوله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با دور RPM 6000 سانتریفوژ شدند. محلول فوقانی به بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافته و حجم آن توسط استن ۸۰ درصد به ۲۵ میلی‌لیتر رسید. اندازه‌گیری کلروفیل با روش اسپکتروفتومتری با دستگاه اسپکتروفتومتر شیمادزو مدل

Festuca ovina یا علف‌بره از خانواده Gramineae دارای شکل رویشی گندمیان چندساله است. در مطالعه‌ای که توسط Ogle در سال (۲۰۰۲) بر روی گیاه *Festuca ovina* (علف بره) انجام شد. ایشان چنین بیان کرد که علف‌بره، گیاه مناسبی برای تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش است. سیستم ریشه‌افشان و قدرت جوانه‌زنی خوب، آن را برای احیاء مناطقی با بارندگی سالانه ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر مناسب نموده است. ایشان همچنین بیان کرد که این گونه مناسب برای کاشت در زمین‌های بایر و احیای زمین‌های سوخته، معادن، مناطقی که توسط جاده تخریب شده‌اند و مناطق پست مناسب بوده و به‌طور گسترده استفاده شده است. به‌طور کلی هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عوامل محیطی شوری و آلاینده بر عملکرد گونه مرتعی *Festuca ovina* می‌باشد تا کارشناسان، مدیران منابع طبیعی و محیط‌زیست بتوانند در مورد استفاده از این گونه برای اصلاح و احیا مراتع شور و آلوده تصمیم‌گیری کنند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی تحت تأثیر فاکتور اول تیمارهای اکسید مس در ۲ سطح (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، نانواکسید مس در ۲ سطح (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تیمار شاهد و فاکتور دوم تیمار کلرید سدیم در ۳ سطح (۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار) در ۵ تکرار بر روی گیاه *Festuca ovina* به صورت گلدانی در گلخانه هیدروپونیک استان آذربایجان غربی انجام شد. پس از طی دو ماه از اعمال تیمارها (USDA., 2014)، تغییرات کلروفیل، پتاسیم و طول بخش هوایی اندازه‌گیری گردید. تحقیق در مجموع در ۷۵ گلدان و در ۵ تکرار که در هر تکرار ۱۵ گلدان بصورت کاملاً تصادفی کنار هم قرار گرفتند، انجام شد. هر گلدان حاوی ۲۰-۲۵ عدد بذر بود که در عمق ۵ سانتی‌متر خاک کاشته شدند. به هر گلدان مقدار ۲/۵ کیلوگرم خاک سبک با نسبت‌های ۱:۱:۲ از خاک باغچه، ماسه بادی و کوکوبیت پرلایت اضافه گردید. آبیاری بصورت قطره‌ای بود. قوه نامیه بذرها ۷۰٪ با درصد

مقدار کلروفیل a, b و کل بر اساس روابط زیر محاسبه شد (Arnon, 1994):

$$V/W \times [A_{663} - 2/69 (A_{645}) - 12/7 (A_{663})] = \text{میلی گرم کلروفیل a در گرم آب}$$

$$V/W \times [A_{663} - 4/68 (A_{645}) - 22/9 (A_{645})] = \text{میلی گرم کلروفیل b در گرم آب}$$

برنامه EXCEL انجام شد.

نتایج

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول شماره ۱، مشخص شد که اعمال تیمارهای آلاینده اکسید و نانو اکسید مس و شوری بر روی گونه *Festuca ovina* سبب ایجاد اختلاف معنی داری با سطح اطمینان ۹۹ درصد بر روی فاکتورهای طول اندامهای هوایی و میزان پتاسیم گردیده است.

(Shimadzu UV-۱۶۰) انجام شد. سپس مقدار جذب محلولها، در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت گردید و

به طوری که A_{۶۶۳} و A_{۶۴۵} به ترتیب عبارتند از مقدار جذب قرائت شده در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر، V حجم نهایی استن مصرفی بر حسب میلی لیتر و W وزن بافت تر است.

تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری به روش طرح آزمایشی فاکتوریل و همچنین با استفاده از بسته نرم افزار SPSS.18 و آزمون چند دامنه‌ای SNK مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ترسیم نمودارها با استفاده از

جدول ۱- تجزیه و تحلیل واریانس فاکتور طول اندامهای هوایی و میزان پتاسیم گونه *Festuca ovina* بر اساس آزمون فاکتوریل

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات طول اندام هوایی	F	میانگین مربعات پتاسیم	F
آلاینده‌های مس	۴	۲۳۸۹	۲۷ **	۷۸	۸۵ **
شوری	۲	۱۱۴۳	۱۳ **	۶۰۰	۶۴۷ **
آلاینده‌های مس * شوری	۸	۱۸۰۴	۲۰ **	۲۴۲	۲۶۱ **
خطا	۶۰	۸۶		۰,۹۲	
کل	۷۵				

** با سطح اطمینان ۹۹ درصد بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد.

* با سطح اطمینان ۹۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد.

گیاهی گونه *Festuca ovina* تحت کاربرد تیمار شوری، اختلاف معنی داری در سطح خطای ۵ درصد داشت. همچنین طبق نتایج جدولهای شماره ۱ و ۲ مشاهده گردید که اثرهای متقابل (آلاینده‌های مس * شوری) تمامی فاکتورهای مورد بررسی در سطح معنی داری ۱ درصد معنی دار است.

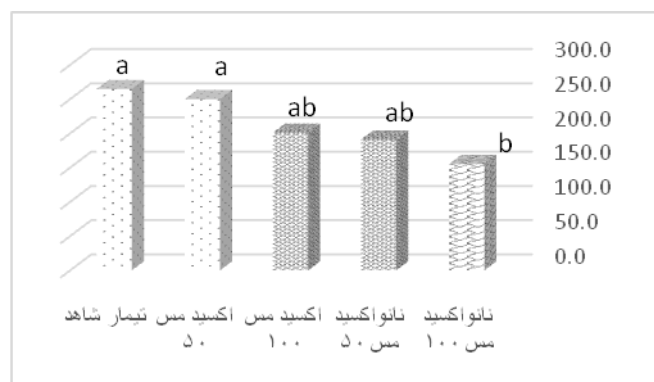
نتایج ارائه شده در جدول شماره ۲ نشان داد که با سطح اطمینان ۹۹ درصد، تیمار آلاینده اکسید و نانو اکسید مس تأثیرات معنی داری بر روی فاکتورهای کلروفیل a و کلروفیل b در گونه *Festuca ovina* ایجاد کردند. طبق نتایج جدول شماره ۲ مشاهده شد که در مورد فاکتورهای کلروفیل a و کلروفیل b

جدول ۲- تجزیه و تحلیل واریانس فاکتور مقدار کلروفیل a و b گونه *Festuca ovina* براساس آزمون فاکتوریل

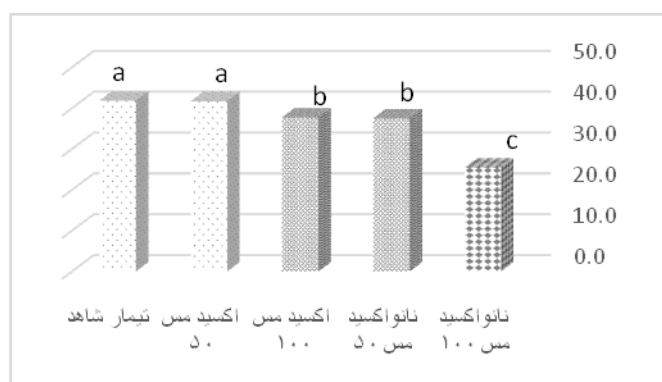
منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات کلروفیل a	F	میانگین مربعات کلروفیل b	F
آلاینده‌های مس	۴	۱/۰۲۹	۴/۷ **	۰/۱۹	۷/۹ **
شوری	۲	۰/۳۹	۳/۸ *	۰/۰۱	۰/۶۹ *
آلاینده‌های مس * شوری	۸	۱/۸۴	۸/۳ **	۰/۴۸	۱۹/۵ **
خطا	۶۰	۰/۲۱۶		۰/۲۵	
کل	۷۵				

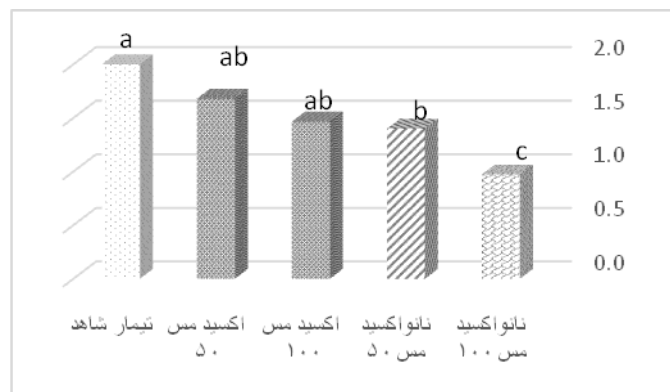
** با سطح اطمینان ۹۹ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

* با سطح اطمینان ۹۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

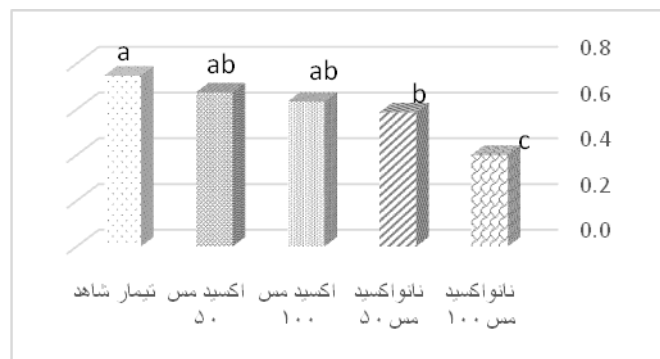
شکل ۱- نمودار تغییرات میزان طول اندام هوایی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار آلاینده‌های مس بر اساس آزمون چند دامنه‌ای

SNK

شکل ۲- نمودار تغییرات میزان پتاسیم گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار آلاینده‌های مس بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK



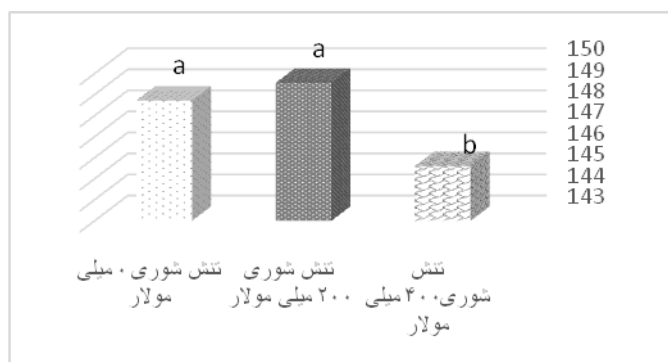
شکل ۳- نمودار تغییرات میزان کلروفیل a گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار آلاینده‌های مس بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK



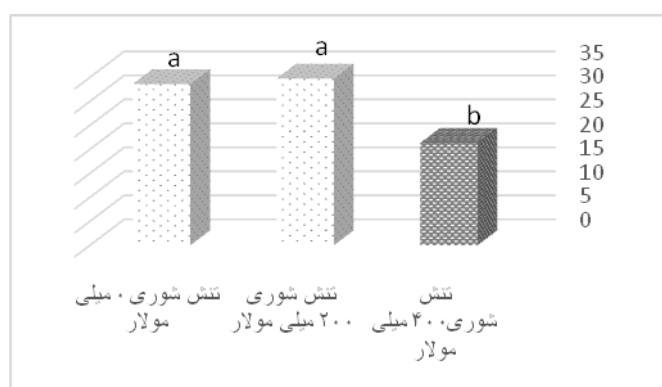
شکل ۴- نمودار تغییرات میزان کلروفیل b گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار آلاینده‌های مس بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK

شماره ۱ تا ۴، مشخص شد که در تمامی فاکتورهای مورد بررسی، بیشترین میزان متعلق به تیمار شاهد و کمترین میزان در گیاه متعلق به تیمار با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نانو اکسید است. اما براساس نتایج ارائه شده در شکل‌های شماره ۱ تا ۴، نکته قابل توجه این است که اختلاف بین تیمارهای اکسید مس با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار شاهد معنی‌دار نبودند.

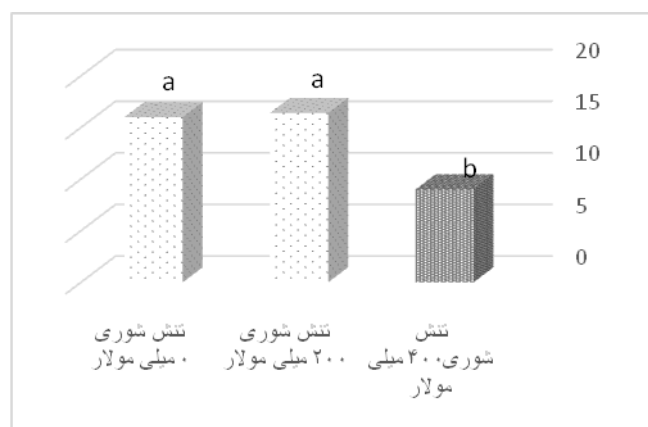
براساس نتایج شکل‌های شماره ۱ تا ۴، در زمینه فاکتورهای اندازه‌گیری شده گیاهی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر کاربرد آلاینده‌های مس بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK، مشاهده گردید که با افزایش میزان آلاینده‌های مس، تمام فاکتورهای سنجش شده طول اندام‌های هوایی، پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b کاهش معنی‌داری پیدا کردند. براساس نتایج ارائه شده در شکل‌های



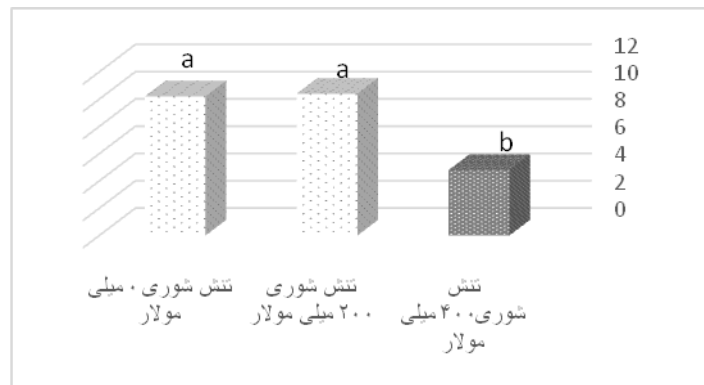
شکل ۵- نمودار تغییرات میزان طول اندام هوایی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK



شکل ۶- نمودار تغییرات میزان پتاسیم گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK



شکل ۷- نمودار تغییرات میزان کلروفیل a گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK



شکل ۸- نمودار تغییرات میزان کلروفیل b گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK

فاکتورهای مورد بررسی با افزایش غلظت شوری از صفر میلی مولار به ۲۰۰ میلی مولار افزایش پیدا کردند. اما با افزایش بیشتر غلظت شوری به ۴۰۰ میلی مولار، تمامی فاکتورها کاهش معنی‌داری را در سطح اطمینان ۹۹ درصد نشان دادند.

بر اساس نتایج مشاهده شده در شکل‌های شماره ۵ تا ۸، در مورد فاکتورهای اندازه‌گیری شده گیاهی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار تنش شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK مشاهده گردید که با افزایش میزان شوری، تمامی

جدول ۳- تغییرات میزان فاکتورهای گیاهی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر اثرهای متقابل تیمارهای آلاینده‌های مس و تیمار شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای SNK

تیمارها	طول اندام هوایی	میزان پتاسیم	میزان کلروفیل a	میزان کلروفیل b
بدون آلاینده و بدون شوری	۱۸۷ a	۴۹/۳A	۱۶/۷A	۱۶/۴A
بدون آلاینده و شوری ۲۰۰ میلی مولار	۱۸۹a	۵۰/۶B	۱۹/۷Ab	۱۷۵/۵A
بدون آلاینده و شوری ۴۰۰ میلی مولار	۱۷۰a	۴۶/۳B	۱۶/۱Ab	۱۳/۶Ab
اکسید مس ۵۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۰ میلی مولار	۱۶۵ab	۴۴/۷C	۱۵/۷ab	۱۳/۶Ab
اکسید مس ۵۰ میلی گرم و شوری ۲۰۰ میلی مولار	۱۶۴ab	۴۲/۶D	۱۴/۴Abc	۱۳/۴۶Ab
اکسید مس ۵۰ میلی گرم و شوری ۴۰۰ میلی مولار	۱۶۳ab	۴۱/۹D	۱۴/۳Abc	۱۳/۰۶Ab
اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۰ میلی مولار	۱۵۷ab	۴۱/۴D	۱۴/۲Abc	۱۳/۱۱Ab
اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۲۰۰ میلی مولار	۱۵۶ab	۴۱/۲D	۱۳/۷Abc	۱۲/۶۴Ab
اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۴۰۰ میلی مولار	۱۴۹bcd	۴۱D	۱۳/۴Abc	۱۲/۶Ab
نانو اکسید مس ۵۰ میلی گرم و شوری ۰ میلی مولار	۱۴۴cd	۳۷/۶E	۱۱/۲Bcd	۱۱/۳۹Ab
نانو اکسید مس ۵۰ میلی گرم و شوری ۲۰۰ میلی مولار	۱۴۴cd	۳۵/۵F	۱۱bcd	۱۱/۰۳Ab
نانو اکسید مس ۵۰ میلی گرم و شوری ۴۰۰ میلی مولار	۱۴۲cd	۳۵f	۱۰/۸Bcd	۱۱Ab
نانو اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۰ میلی مولار	۱۳۷d	۳۲/۳G	۱۰/۳Bcd	۱۰/۲Bc
نانو اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۲۰۰ میلی مولار	۱۲۰e	۳۱/۶G	۸/۲Cd	۱۰bc
نانو اکسید مس ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و شوری ۴۰۰ میلی مولار	۸۴f	۱۱/۸H	۳/۵D	۳c

نانوآکسید مس عملکرد دو گونه *Glycinemax* و *Cicer arietinum* را بررسی کردند. نتیجه تحقیقات آنان نشان داد که در مقادیر بالای نانو اکسید مس در هر دو گونه *Glycinemax* و *Cicer arietinum* رشد طولی ریشه نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. Atha و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی که بر روی گونه‌های تربچه (*Raphanus sativus*)، چچم‌های چندساله (*Lolium perenne*) و علف‌های هرز یکساله (*Lolium rigidum*) که در معرض اکسید نانوآکسیدهای مس بودند، انجام دادند، چنین نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت آلاینده‌های مس گیاهان مذکور مقاومت کمتری به آسیب DNA داشتند. تحقیقات Musante & Whitenv (۲۰۱۲) بر روی گونه *Cucurbita pepo* نشان داد که میزان بیوماس گیاه با افزایش مقادیر نانو اکسید مس کاهش می‌یابد. همچنین کاهش حجم تعرق به میزان ۵۱ درصد در صورت کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم از نانو اکسید مس و ۶۱ درصد در صورت کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم از مواد نانو توسط آنان گزارش شد. Moon و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که میزان قابل توجهی از جوانه‌زنی و رشد طولی ریشه در بوته‌های *Cucumis sativus* به هنگام قرار گرفتن در معرض ذرات نانو اکسیدهای مس کاهش یافته است. Hong و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیقی که بر روی گونه‌های زعفران (*Lactuca sativa*) و یونجه (*Medicago sativa*) انجام دادند، چنین نتیجه گرفتند که افزایش غلظت نانو مس و اکسید مس سبب کوتاه‌تر شدن طول ریشه گردیده است. به طوری که کاهش طول ریشه در زعفران (۱۵/۹ سانتی‌متر) و در یونجه (۱۶/۲ سانتی‌متر) نسبت به شاهد گزارش شد. نتایج تحقیقات مذکور با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. در زمینه تنش شوری، براساس نتایج به دست آمده در مورد فاکتورهای اندازه‌گیری شده گیاهی گونه *Festuca ovina* تحت تأثیر تیمار تنش شوری براساس آزمون چند دامنه‌ای SNK، مشاهده گردید که با افزایش میزان شوری، تمامی فاکتورهای مورد بررسی با افزایش غلظت شوری از صفر میلی‌مولار به ۲۰۰ میلی‌مولار افزایش پیدا کردند. جهانبازی

براساس نتایج جدول ۳ مشخص شد که بیشترین میزان فاکتورهای مورد بررسی متعلق به اثرهای متقابل تیمارهای بدون آلاینده‌های مسی و با شوری ۲۰۰ میلی‌مولار است، درحالی‌که کمترین میزان فاکتورهای مورد بررسی مربوط به تیمارهای اثرهای متقابل نانوآکسید مس ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و شوری ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار گزارش شده است.

بحث

نتایج این تحقیق بیانگر تفاوت تأثیر ذرات در ابعاد نانو و میکرو بر خصوصیات مورد مطالعه در گونه *Festuca ovina* می‌باشد. ذرات در ابعاد نانو و میکرو خصوصیات کاملاً متفاوتی را از خود نشان می‌دهند، این تفاوت‌ها در برخی موارد اینقدر قابل توجه است که ویژگی‌های کاملاً متضاد از آنها در ابعاد مختلف به چشم می‌خورد (Jimeno-Romero et al., 2017). مطالعات مختلف نیز مؤید تأثیر متفاوت اندازه ذرات در ابعاد مختلف بر رشد و توسعه گیاهان است (Chen et al., 2017; Peng et al., 2017). نانوذرات به دلیل داشتن ابعاد بسیار کوچک توانایی قرار گرفتن در دیواره سلولی گیاهان را دارند، این ویژگی سبب می‌شود گاهی با قرارگرفتن در دیواره سلولی سلول‌های ریشه، آب و مواد غذایی را به گیاه انتقال دهند و موجب افزایش رشد و توسعه گیاه شوند و گاه با انسداد دیواره سلولی سلول‌های ریشه، یا تجمع در سلول‌های محیط ریشه موجب ایجاد سمیت برای گیاهان گردند (Aslani et al., 2014; Kamali & Sadeghipour, 2015). بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که غلظت زیاد اکسید مس و نانوآکسید مس باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهی گونه *Festuca ovina* می‌شود. همچنین، کاربرد تیمارهای اکسید مس و نانوآکسید مس در شرایط تنش شوری سبب کاهش صفات اندازه‌گیری شده از جمله طول اندام‌های هوایی، پتاسیم، کلروفیل a و کلروفیل b گونه *Festuca ovina* شده است، اما گیاه فستوکا شرایط مذکور را تحمل کرده و توانایی زیستن خود را حفظ کرده است. Adhikari و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از

- Research Journal of Agricultural Science and Soil Science, 2(8): 341-346.
- Arnon, D. I., 1994. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology, 24:1-15.
 - Aslani, F., Bagheri, S., Julkapli, M. N., Juraimi, A.S., Hashemi, G. F. S. and Baghdadi, A., 2014. Effects of engineered nanomaterials on plants growth: an overview. The Scientific World Journal, (29): 28-56.
 - Atha, D. H., Wang, H., Petersen, E. J., Cleveland, D., Holbrook, R. D. and Jaruga, P., 2012. Copper oxide nanoparticle mediated DNA damage in terrestrial plant models. Journal of Environment Science Technology, 46:1819-1827.
 - Auffan, M., Rose, J., Bottero, J. Y., Lowry, G. V., Jolivet, J. P. and Wiesner, M. R., 2009. Towards a definition of inorganic nanoparticles from an environmental health and safety perspective. Journal of Nanotechnology, (4):634-641.
 - Chen, G., Ma, C., Mukherjee, A., Musante C., Zhang, J., White, J.C., Dhankher, O. P. and Xing, B., 2016. Tannic acid alleviates bulk and nanoparticle Nd₂O₃ toxicity in pumpkin: a physiological and molecular response. Nano toxicology; 10(9): 1243-1253.
 - Conway, J. R., Hanna, S. K., Lenihan, H. S. and Keller, A. A., 2014. Effects and implications of trophic transfer and accumulation of CeO₂ nanoparticles in a marine mussel. Journal of Environment Science Technology, (48):1517-1524.
 - Da Silva, E. C., Mansur, R. J., De Araujo, F. P., De Melo, N. F. and De Azevedo, A. D., 2008. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. -Percival, G. C., 2005. Identification of foliar salt stress in young umbu plants. Journal of Environmental and Experimental Botany, 63:147-157.
 - Gao, Y., Luo, Z., He, N. and Wang, M. K., 2013. Metallic nanoparticle production and consumption in China between 2000 and 2010 and associative aquatic environmental risk assessment. Journal of Nano part Resource, (15):1-9.
 - Gerloff, K., Fenoglio, I., Carella, E., Kolling, J., Albrecht, C. and Boots, A.W., 2012. Distinctive toxicity of TiO₂ rutile/anatase mixed phase nanoparticles on Caco-2 cells. Journal of Chemistry Resource Toxically, (25):646-655.
 - Hong, J. W. and Shin, D. H., 2015. Midline enhancer activity of the short gastrulation shadow enhancer is characterized by three unusual features for cis-regulatory DNA. Journal of Biochemistry and Molecular Biology Reports, 48(10):589-594.
 - Jimeno-Romero, A., Izagirre, U., Gilliland, D., Warley, A., Cajaraville M. P. and Marigómez I., و همکاران (۱۳۹۳) نیز در تحقیقی که بر روی چهار گونه بادام وحشی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت شوری فاکتورهای گیاهی افزایش پیدا کردند. اما در این تحقیق با افزایش بیشتر غلظت شوری به ۴۰۰ میلی مولار، تمامی فاکتورها کاهش معنی داری را در سطح اطمینان ۹۹ درصد نشان دادند. البته کاهش رویش و زیتوده گیاه در اثر افزایش تنش شوری در گونه های درختی و درختچه ای توسط محققانی مانند Da Silva و همکاران (۲۰۰۸)، Percival (۲۰۰۵) و Sai Kachout (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. با توجه به نتایج این تحقیق مبتنی بر اینکه با وجود کاهش فاکتورهای گیاهی مورد بررسی در شرایط وجود آلاینده ها و همچنین در شرایط تنش شوری، اما با توجه به اینکه این گونه نه تنها توانایی استقرار و رشد در هریک از شرایط تنش شوری و آلاینده ها را به تنهایی دارد بلکه به دلیل اینکه گونه فستوکا توانایی استقرار در شرایط شوری و آلاینده ها را توامان نیز دارد؛ از این رو کشت گونه *Festuca ovina* در مراتع مناطق صنعتی و شور پیشنهاد می شود. به عبارتی، این گونه می تواند مورد توجه خاص برنامه ریزان و مدیران منابع طبیعی و محیط زیست قرار گیرد و به عنوان یک گونه سازگار به منظور احیا این مناطق پیشنهاد گردد. بنابراین توصیه می شود تحقیقات بیشتری به منظور یافتن گونه های مناسب برای اصلاح و احیا چنین مناطقی انجام شود.
- ### منابع مورد استفاده
- Akhundi, M. and Safarnejad, A., 2007. Effect of Drought Stress on Proline Accumulation and Elemental Changes in Alfalfa Yazdi, Nikshahri and Ranger. Journal of Agriculture Sciences and Technology and Natural Resources, (10):174-184.
 - Akram, M. S. and Ashraf, M., 2009. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of potassium nitrate. Journal of Applied Botany and Food Quality, 83: 19-27.
 - Al-Abdoulhadi, I. A., Dinar, H. A., Ebert, G. and Büttner, C., 2012. Influence of salinity levels on nutrient content in leaf, stem and root of major date palm (*Phoenix Dactylifera* L) cultivars, International

- Ogle, k., 2002. Implications of intervene distance for quantum yield C4 grasses: a modeling and meta-analysis. *Journal of Ecologia*, 136:532–542.
- Sai Kachout, S., Ben Mansoura, A., Jaffel, K., Lecierc, J. C., Rejed, M. N., Ouerghi, Z. and Saleh, B., 2013. Water status and protein pattern changes towards salt stress in cotton. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(1): 113-123.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu S., 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and ant oxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, 6(21): 4920-4924.
- United States Department of Agriculture PLANTS Database (USDA), 2014. Natural resources conservation service plant guide. SHEEP FESCUE, *Festuca ovina L. Plant Symbol = FEOV*.
- Wang, P., Lombi, E., Sun, S., Shecke, K., Malysheva, A., Brigid, A., McKenna, N.W., Menzies Jie Zhaoa, F. and Kopittke, P. M., 2017. Characterizing the uptake, accumulation and toxicity of silver sulfide nanoparticles in plants. *Journal of Environmental Science: Nano*, 2:1-40.
- Wang, Z. X. X., Zhao, J., Liu, X., Feng, W., White, J. C. and Xing, B., 2012. Xylem and phloem-based transport of CuO nanoparticles in maize (*Zea mays L.*). *Journal of Environment Science Technology*, 46:4434–4441.
- Soto, M., 2017. Lysosomal responses to different gold forms (nanoparticles, aqueous, bulk) in mussel digestive cells: a trade-off between the toxicity of the capping agent and form, size and exposure concentration. *Journal of Nano toxicology*, 11 (5): 1-33.
- Kamali, N. and Sadeghipour, A., 2015. Effects of Different Concentrations of Nano TiO₂ on Germination and Early Growth of Five Range Plant Species. *Journal of rangeland*, 9(2): 170-181.
- Keller, A., McFerran, S., Lazareva, A. and Suh, S., 2013. Global life cycle releases of engineered Nano materials. *Journal of Nano part*, (15):1692-1699.
- Lee, S., Chung, H., Kim, S. and Lee, I., 2013. The Geno toxic effect of ZnO and CuO nanoparticles on early growth of buck wheat, *Fagopyrum esculentum*. *Journal of Water Air Soil Pollute*, (24): 1–11.
- Ma, X., Geiser-Lee, J., Deng, Y. and Kolmakov, A., 2010. Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: phytotoxicity, uptake and accumulation. *Journal of Science and Total Environment*, 408:3053–3061.
- Moon, Y. S., Park, E. S., Kim, T. O., Lee, H. S. and Lee, S. E., 2014. SELDI-TOF MS-based discovery of a biomarker in *Curcuma sativa* seeds exposed to CuO nanoparticles. *Journal of Environmental toxicology pharmacology*, 38:922–931.

The feasibility study of *Festuca ovina* cultivation to improve saline and polluted rangelands

M. Souri^{1*}, E. Zandi Esfahan² and N. Kamali²

1*-Corresponding author, Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Email: souri@rifr-ac.ir

2-Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran

Received:6/20/2017

Accepted:10/9/2017

Abstract

Investigating the effect of environmental factors on the yield of forage plants is one of the necessities for improvement, rehabilitation, and development of rangelands. *Festuca ovina* is of perennial grasses. This species is found to be abundant in the semi-steppe rangelands of the country due to its adaptability to dehydration and low temperatures of -20°C . This rangeland species plays an important role in providing forage, soil stabilization, erosion prevention, and soil conservation in semi steppe rangelands. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of salinity and pollutant factors on the performance of *Festuca ovina*. This experiment was conducted in greenhouse conditions in a factorial arrangement based on a completely randomized design under the influence of the first factor of copper oxide treatment at two levels (50 and 100 mg / l), copper nano-oxide at two levels (50 and 100 mg / l), and control treatment, and the second factor of sodium chloride treatment at three levels (0, 200 and 400 mM) in five replicates on *Festuca ovina* in a hydroponic greenhouse. After two months of stress, changes in chlorophyll, potassium and air length were measured. Data were analyzed using a factorial experimental design and SNK multiple range test in SPSS.18 software. According to the results of this study, the *Festuca ovina* species, in addition to the ability to establish and grow in each of the conditions of salinity and pollutant stress, has the ability to establish in both conditions (salinity + pollutant). Therefore, it can be of particular interest to planners, managers of natural resources and the environment and recommended as a consistent species to improve the rangelands of these regions.

Keywords: *Festuca ovina*, salinity, pollutants, plant factors, range rehabilitation.