

بررسی تأثیرات متقابل خشکی و آلودگی بر عملکرد

گونه *Agropyron desertorum*

- ❖ **مهشید سوری***؛ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ❖ **خالد بایزیدی**؛ دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران.
- ❖ **احسان زندی اصفهان**؛ استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- ❖ **جواد معتمدی**؛ دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

چکیده

گونه مرتعی *Agropyron desertorum* از مهم‌ترین گراس‌های چندساله نواحی نیمه خشک و معتدل بوده که به منظور تهیه علوفه، ایجاد چراگاه، تثبیت خاک‌ها و مدیریت منابع آبی توسط کارشناسان منابع طبیعی توصیه می‌شود. آگاهی از تغییرات عملکرد گونه‌های مرتعی در شرایط متفاوت محیطی از ضروریات اصلاح، احیاء و مدیریت اکوسیستم‌های مرتعی است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیرات متقابل عوامل محیطی خشکی و آلودگی بر عملکرد گونه مرتعی *Agropyron desertorum* است. این تحقیق به صورت آزمایش در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی تحت تأثیر تیمارهای اکسید مس در ۴ سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و پلی اتیلن گلاکول ۶۰۰۰ (PEG6000) در ۳ سطح (۰، ۱/۲ و ۱/۴ مگاپاسکال) در ۵ تکرار بر روی سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و پلی اتیلن گلاکول ۶۰۰۰ (PEG6000) در ۳ سطح (۰، ۱/۲ و ۱/۴ مگاپاسکال) در ۵ تکرار بر روی گیاه به صورت گلدانی در گلخانه هیدروپونیک انجام گرفت. پس از اعمال تنش‌ها، تغییرات کلروفیل، پتاسیم، وزن تر ریشه، ساقه و طول بخش اندام هوایی اندازه‌گیری شدند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری به روش طرح آزمایشی فاکتوریل و با استفاده از نرم‌افزار SPSS.18 و آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل خصوصیات گیاهی اندازه‌گیری شده نشان داد تمامی صفات گونه *Agropyron desertorum* تحت تأثیر اثرات متقابل عوامل محیطی خشکی و آلودگی، نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری داشته است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که وجود مقدار زیاد اکسیدها و نانو اکسیدها در شرایط خشکی باعث ایجاد مسمومیت در بافت‌های گیاهی گونه *Agropyron desertorum* شده و رشد اندام‌های گیاه آگروپایرون را مختل می‌نماید و نهایتاً سبب مرگ گیاه می‌شود. لذا کشت گونه *Agropyron desertorum* در مراتع آلوده مناطق خشک توصیه نمی‌شود.

کلید واژگان: *Agropyron desertorum*، خشکی، آلاینده‌ها، اثرات متقابل، عملکرد گونه.

۱. مقدمه

کرده، تحت تجزیه بیولوژیکی و یا در زنجیره مواد غذایی تجمع می‌یابد [۲۶]. عدم اطلاع از تأثیرات نانوذرات حتی در شرایط آزمایشگاهی، اطلاع اثر این مواد بر اکوسیستم را مشکل می‌سازد، به همین دلیل باید آلودگی ناشی از نانوذرات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نوع آلودگی در ابعاد مختلف، بررسی شود تا بتوان تأثیرات مخرب آن را مدیریت و کنترل کرد [۱۸].

با وجود این که آب از فراوان‌ترین ترکیبات روی زمین بوده و دو سوم از سطح زمین را آب فراگرفته، اما در بخش عمده‌ای از جهان کمبود آب، عامل محدود کننده تولید محصولات شناخته می‌شود [۲۶]. در تحقیقی که بر روی گیاهان تحت تأثیر تنش کم آبی انجام شد، مشخص گردید که آبیاری کم یکی از راهکارهایی است که طی آن به گیاه زراعی اجازه داده می‌شود، تنش کم آبی را در طول فصل رشد تحمل نمایند. هدف اصلی تنش خشکی در گیاهان کاهش نیاز آبی و حذف آن بخش از آب آبیاری است که تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد ندارد [۲۴].

در تحقیقی که بر روی گونه گندم *Triticum (aestivum)* انجام گرفت، مشخص شد که جذب اکسیدها و نانو اکسیدهای مس در ریشه گندم در محیط کشت آگار با یکدیگر متفاوت است. همچنین نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که مقدار جذب نانو اکسید مس همیشه کمتر از جذب اکسید مس است [۴۰]. در تحقیقی که بر روی جوانه‌زنی و رشد طولی ریشه دو گونه سویا (*Glycine max*) و نخود (*Cicer arietinum*) با استفاده از نانو اکسید مس در غلظت‌های مختلف ۵ تا ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر انجام گرفت نتیجه نشان داد که در هر دو گونه *Glycine max* و *Cicer arietinum* رشد ریشه در مقادیر نانو اکسید مس بالای ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متوقف شده است [۱]. در تحقیقی که در زمینه تأثیر نانو اکسید مس بر روی گیاه گندم انجام شد، به این نتیجه رسیدند که در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر از نانو اکسید مس طول ساقه به میزان ۱۳ درصد و طول ریشه به میزان ۵۹ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کاهش

موقعیت جغرافیایی ایران در منطقه جنب حاره باعث قرار گرفتن آن در منطقه خشک جهان شده است. با توجه به این موقعیت جغرافیایی در کشور ایران نزولات جوی بسیار کمتر از میانگین جهانی است، به‌طوری‌که میانگین بارندگی سالانه در حدود ۲۶۰ میلی‌متر بوده که نشان‌دهنده پدیده خشکی در ایران به عنوان یک واقعیت اقلیمی است. تنش خشکی عامل مؤثر در جلوگیری از جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه است [۲۱]. نانوذرات مواد سخت یا نرم بسیار ریز در ابعاد نانومتر هستند. علی‌رغم اینکه نانوذرات به‌طور طبیعی در محیط وجود دارند، می‌توان آن‌ها را تولید و یا طراحی کرد [۷]. بنابراین در مقایسه ذرات نانو با غیرنانو، نانوذرات نشان‌دهنده ذرات مهندسی شده با ویژگی‌های منحصر به فرد در ابعاد ۱-۱۰۰ نانومتر هستند [۵]. با توجه به کاربرد زیاد نانوذرات در زمینه‌های تجاری، محیط زیست، علوم پزشکی، تولید نانو‌ها به بالاترین حد در مقیاس صنعتی رسیده است. تولید جهانی نانوذرات صنعتی به میزان ۲۶۰۰۰-۳۰۹۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۰ تخمین زده می‌شود که به ترتیب ۲۸-۸ درصد، ۷-۴ درصد و ۱/۵-۱/۱۰ درصد در داخل خاک، آب و اتمسفر برآورد می‌شود. همچنین تولید نانو به ویژه بر پایه مس به حدود ۲۰۰ تن در سال ۲۰۱۰ رسید و از آن زمان نیز در حال افزایش است [۲۷]. 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. لذا ارزیابی تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و موجودات زنده (میکروارگانیسم‌ها، گیاهان، حیوانات) و همچنین سلامت انسان ضروری است [۲۲]. برخی از نانوذرات هنگامی که توسط موجودات جذب شده و یا بین موجودات زنده در سطوح مختلف تجزیه‌ای منتقل می‌شود، می‌تواند به عنوان یک سم خطرناک و ناسازگار با محیط زیست عمل

و *Agropyron elongatum* انجام شد، مشخص گردید که از نظر مقاومت و تحمل به شرایط دشوار شوری و خشکی گونه *Agropyron elongatum*، گونه مقاومتری نسبت به گونه *Agropyron desertum* است [۶]. اثر تنش خشکی بر خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک چمن بومی علف گندمی بیابانی در تحقیقی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب شد که میزان پرولین گونه مرتعی *Agropyron desertum* به طور معنی داری افزایش یابد. همچنین، تراکم روزنه به طور معنی داری افزایش و قطر دهانه روزنه به طور معنی داری کاهش یابد [۳۵]. اثر آلودگی مواد نفتی در خاک بر جوانه زنی و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گونه مرتعی *Agropyron desertum* برای استفاده در فضای سبز مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج نشان داد که گونه آگروپایرون تنها در درصدهای پایین آلودگی‌های نفتی قادر به جوانه زنی است [۳۶]. در زمینه بررسی تأثیرات پلی‌اکریل امیدها بر روی خصوصیات پوشش و خاک گونه *Festuca ovina* در شرایط کم آبی از ماده پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (PEG=6000) برای ایجاد تنش خشکی در سطوح ۰/۳- و ۰/۹- مگاپاسکال استفاده شد. نتیجه آزمایش بیانگر کاهش پوشش و بیومس گیاه مذکور با افزایش تنش خشکی بود [۳۷].

گونه *Agropyron desertorum* (علف گندمی) متعلق به جنس *Agropyron*، یکی از جنس‌های طایفه Triticeae از خانواده Poaceae است. این جنس شامل ۱۰ تا ۱۳ گونه و تعدادی زیرگونه است [۱۱]. گونه *Agropyron* از مهم‌ترین گراس‌های چندساله نواحی نیمه خشک و معتدل بوده که از نظر تهیه علوفه، چراگاه و مراتع برای تغذیه دام، تثبیت خاک‌ها و مدیریت منابع آبی با ارزش هستند [۹]. به طور کلی هدف از این تحقیق، بررسی تأثیرات متقابل عوامل محیطی خشکی و آلودگی بر عملکرد گونه مرتعی *Agropyron desertorum* است تا مدیران منابع طبیعی و محیط زیست بتوانند در زمینه کاشت و تکثیر گونه مذکور در مناطق صنعتی و خشک تصمیمات صحیحی اتخاذ نمایند.

سطح کلروفیل نسبت به شاهد نیز گزارش شد [۱۸]. مطالعه‌ای بر روی تغییرات عملکرد گونه کدو سبز (*Cucurbita pepo*) تحت تأثیر کاربرد نانو اکسید مس انجام گرفت. نتیجه مطالعه در زمینه رشد و خصوصیات فتوسنتز کدو سبز چنین بود که بیوماس گیاه در معرض غلظت نانو اکسید مس کاهش یافته است. نتایج بیانگر این مطلب بود که کاربرد نانو اکسید مس به میزان ۹۹ درصد باعث کاهش رشد گیاه نسبت به شاهد است [۳۱]. میزان جذب مس حاصل از اکسید مس و نانو اکسید مس در گیاه ذرت گزارش شد. نتایج تحقیقات چنین بیان کرد که محتوای مس بافت‌های گیاهی با افزایش غلظت نانو اکسید مس و اکسید مس افزایش یافته، به طوری که محتوای مس در ریشه گیاهان در مقایسه با گروه شاهد ۳/۶ برابر بیشتر بود. همچنین بطور مشابه مقدار مس موجود در ساقه ۷ برابر بیشتر از تیمار شاهد بود [۳۹]. در تحقیقی که در زمینه کاربرد نانو اکسیدهای مس بر روی ریشه گندم انجام شد این نتیجه بیان شد که سمیت نانو اکسید مس در ریشه گندم مشاهده و با افزایش ترشح تکرونیک در اطراف ریشه، رشد ریشه به میزان ۶۴ درصد کاهش یافته است [۱۴]. همچنین نتیجه تحقیقی که بر روی بررسی تأثیرات کاربرد نانو اکسیدهای مس بر روی گونه *Fagopyrum esculentum* انجام شد، نیز بیانگر کاهش وزن تر ساقه گونه مذکور بود [۲۸]. نتیجه مطالعه‌ای که بر میزان جذب مس حاصل از نانو مس و نانو اکسید مس بر روی گیاه کاهو (*Lactuca sativa*) انجام گرفت، نشان داد که غلظت مس در ریشه بالا بود. محتوای مس در برگ کاهو به میزان ۳۷۶ درصد درمقایسه با تیمار شاهد افزایش یافته بود. همچنین نتایج نشان داد که جذب مس در ریشه متناسب با افزایش غلظت نانو اکسید و اکسید مس افزایش یافته است [۳۸]. در تحقیق دیگری که بر روی گیاهان یونجه و کاهو انجام گرفت، چنین نتیجه گرفتند که تجمع مس حاصل از نانو اکسید مس در ریشه کاهو در مقایسه با اکسید مس در همان غلظت بیشتر بود [۲۳]. در تحقیقی که بر روی آثار تنش‌های شوری و خشکی بر روی جوانه زنی دو گیاه مرتعی *Agropyron desertum*

۲. روش شناسی

۱،۲. اعمال تیمارها

این تحقیق در گلخانه هیدروپونیک بهاران واقع در جنوب غربی شهرستان بوکان و در موقعیت جغرافیایی (۳۶° ۳۲' ۲۵" شمالی و ۴۷° ۷' ۱۲" شرقی) انجام گرفت. این تحقیق به صورت آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی، تحت کاربرد ۳ تیمار اکسید مس در ۴ سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، نانو اکسید مس در ۴ سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ جهت ایجاد شرایط تنش خشکی در ۳ سطح (۰، ۱/۶- و ۱/۲- مگاپاسکال) بر روی گیاه *Agropyron desertorum* انجام گرفت. تحقیق در مجموع در ۲۴۰ گلدان و در ۵ تکرار که در هر تکرار ۴۸ گلدان به صورت کاملاً تصادفی کنار هم قرار گرفتند، انجام گرفت. هر گلدان حاوی ۱۰- ۱۵ عدد بذر بود که در عمق ۵-۷ سانتی متر خاک کاشته شدند. به هر گلدان مقدار ۲/۵ کیلوگرم خاک سبک با نسبت‌های ۲:۱ از خاک باغچه، ماسه بادی و کوکوبیت پرلایت اضافه گردید. گلدان‌ها به مدت ۶۵ روز در شرایط گلخانه‌ای و با درجه حرارت ۱۸ الی ۲۲ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی قرار گرفتند. آبیاری به صورت قطره‌ای بود. قوه نامیه بذرها ۸۰٪ با درصد خلوص ۹۲٪ و وزن هزار دانه بذر ۴۲۰ گرم و تعداد بذر در کیلوگرم ۴۵۰۰۰۰ عدد بود. در طول مدت تنش، برای کاهش خطای آزمایش و نیز یکنواخت کردن شرایط رویش برای تمامی گیاهان، گلدان‌های هر تیمار به طور تصادفی جابجا می‌شدند.

۲،۲. اندازه‌گیری پارامترهای گیاهی

به منظور اندازه‌گیری وزن تر ریشه و اندام‌های هوایی از هر تکرار تعداد سه بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از جدا کردن ریشه و اندام هوایی از یکدیگر، توزین هر یک به منظور به دست آوردن وزن تر اندام‌ها توسط ترازوی

آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم انجام و رشد طولی اندام هوایی با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان عنصر پتاسیم، به ۰/۵ گرم از پودر بافت خشک هر اندام به طور جداگانه، ۱۰ میلی لیتر اسیدنیتریک غلیظ اضافه شد. پس از گذشت ۴۸ ساعت، شیشه‌های حاوی پودر گیاهی و اسید نیتریک غلیظ روی حرارت در دمای ملایم اجاق برقی ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا بخار قهوه‌ای رنگ به آرامی خارج شود و سپس محتویات داخل شیشه که همان عصاره گیاهی است را با آب دیونیزه در داخل بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و در نهایت محلول خاکستر تر چند بار صاف و از آن برای سنجش مقدار پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر استفاده گردید. برای تعیین میزان کلروفیل، ۱۰۰ میلی‌گرم از بافت تر گیاه در داخل هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر استن ۸۰ درصد ساییده شدند. سپس محلول حاصل به لوله‌های سانتریفوژ انتقال و بقایای موجود در هاون، با مقداری استن ۸۰ درصد شسته و به محلول درون لوله اضافه گردید. پس از آن لوله‌ها به مدت ۱۰ دقیقه در ۶۰۰۰ rpm سانتریفوژ شدند. محلول فوقانی به بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری انتقال یافته و حجم آن توسط استن ۸۰ درصد به ۲۵ میلی لیتر رسید. اندازه‌گیری کلروفیل با روش اسپکتروفتومتری با دستگاه اسپکتروفتومتر شیمادزو مدل (-Shimadzu UV-160) انجام گرفت. به این ترتیب که مقدار جذب محلول‌ها را در طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر خوانده و مقدار کلروفیل a، b و کل بر اساس روابط زیر [۲] محاسبه گردیدند:

$$= (\text{میلی گرم کلروفیل a در گرم آب}) \\ [12.7 (A 663) - 2.69 (A 645)] \times V/W$$

$$= (\text{میلی گرم کلروفیل b در گرم آب}) \\ [22.9 (A 645) - 4.68 (A 663)] \times V/W$$

$$= (\text{میلی گرم کلروفیل کل در گرم آب}) \\ [20.2 (A 645) + 8.02 (A 663)] \times V/W$$

A۶۴۵ و A۶۶۳ به ترتیب عبارتند از مقدار جذب خوانده

شد که اثرات متقابل تیمارهای اکسید مس× پلی اتیلن گلايکول، نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول و اکسید مس× نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول بر روی گونه *Agropyron desertorum* سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری با سطح احتمال ۹۹ درصد بر روی فاکتورهای وزن تر ساقه، بیومس و طول اندام‌های هوایی گردیده است. همچنین، نتایج جدول شماره ۱ نشان داد که در مورد فاکتور وزن تر ریشه گیاهی گونه *Agropyron desertorum* اثرات متقابل تیمارهای اکسید مس× پلی اتیلن گلايکول و اکسید مس× نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول تفاوت معنی‌داری ایجاد نکردند. ولی اثرات متقابل نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول، سبب ایجاد تفاوت معنی‌داری ۹۹ درصد بر روی فاکتور وزن تر ریشه شد.

شده در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر، V حجم نهایی استن مصرفی بر حسب میلی‌لیتر و W وزن بافت تر است.

۳.۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری به روش طرح آزمایشی فاکتوریل و آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از بسته نرم‌افزاری SPSS.18 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ترسیم نمودارها با استفاده از برنامه EXCEL صورت گرفت.

۳. نتایج

۱.۳. تجزیه و تحلیل واریانس فاکتورهای

اندازه‌گیری شده

براساس نتایج ارائه شده در جدول شماره ۱، مشخص

جدول ۱: تجزیه و تحلیل واریانس فاکتورهای اندازه‌گیری شده گیاهی گونه *Agropyron desertorum* براساس آزمون فاکتوریل

منابع	df	وزن تر ریشه		وزن تر ساقه		بیومس		طول اندام‌های هوایی	
		M.S	F	M.S	F	M.S	F	M.S	F
اکسید مس	۲	۱۵۲۴/۸۶	۰/۰۰۰**	۱۶۱۸۸/۹۸	۰/۰۰۰**	۱۲۳۳۲/۷۵	۰/۰۰۰**	۲۸۴۵۸۷/۶۲	۰/۰۰۰**
نانواکسید مس	۲	۱۲۲۵/۶۲	۰/۰۰۰**	۱۵۹۶۷/۱۲	۰/۰۰۰**	۱۱۶۶۹/۱۳	۰/۰۰۰**	۲۸۱۷۶۱/۲۲	۰/۰۰۰**
پلی اتیلن گلايکول	۲	۷۹/۳۴	۰/۱۲۸	۷۱۰/۱۷	۰/۰۰۰**	۶۴۱/۸۷	۰/۰۰۱**	۴۵۵/۷۵	۰/۰۰۱**
اکسید مس× نانو اکسید مس	۹	۱۸۸/۲۰	۰/۰۰۰**	۲۲۴۴/۱۷	۰/۰۰۰**	۱۴۴۴/۱۲	۰/۰۰۰**	۳۲۳۷۱/۱۲	۰/۰۰۰**
اکسید مس× پلی اتیلن گلايکول	۶	۳۳/۴۳	۰/۵۱۴	۴۲۱/۸۲	۰/۰۰۰**	۲۹۸/۴۴	۰/۰۰۳**	۴۴۸/۴۴	۰/۰۰۰**
نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول	۶	۸۳/۱۶	۰/۰۴۷*	۱۵۶/۶۴	۰/۰۰۱**	۳۰۸/۶۵	۰/۰۰۲**	۴۹۵/۹۲	۰/۰۰۰**
اکسید مس× نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول	۱۸	۴۴/۰۳	۰/۳۰۴	۲۲۶/۸۰	۰/۰۰۰**	۲۳۹/۷۸	۰/۰۰۰**	۱۶۹۵/۷۶	۰/۰۰۰**
خطا	۱۹۲	۳۸/۱۷	-	۳۸/۸۰	-	۸۷/۰۳	-	۶۷/۲۷	-
کل	۲۴۰	-	-	-	-	-	-	-	-

Agropyron desertorum سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری با سطح احتمال ۹۹ درصد بر روی فاکتورهای پتاسیم ریشه، پتاسیم ساقه و کلروفیل b، کلروفیل a و کلروفیل خام گردیده است.

براساس نتایج ارائه شده در جدول شماره ۲، مشخص شد که اثرات متقابل تیمارهای اکسید مس× پلی اتیلن گلايکول، نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول و اکسید مس× نانواکسید مس× پلی اتیلن گلايکول بر روی گونه

جدول ۲: تجزیه و تحلیل واریانس فاکتورهای اندازه گیری شده گیاهی گونه *Agropyron desertorum* براساس آزمون فاکتوریل

منابع	df	پتاسیم ریشه		پتاسیم ساقه		کلروفیل a		کلروفیل b		کلروفیل خام	
		M.S	F	M.S	F	M.S	F	M.S	F	M.S	F
اکسید مس	۲	۱۰۵۲/۰۱	۰/۰۰۰**	۱۱۵۱۵/۲۷	۰/۰۰۰**	۱۱/۷۱	۰/۰۰۰**	۳/۰۸	۰/۰۰۰**	۲۵/۸۸	۰/۰۰۰**
نانو اکسید مس	۲	۱۲۴۰/۷۰	۰/۰۰۰**	۱۰۸۸۶/۴۶	۰/۰۰۰**	۱۳/۱۵	۰/۰۰۰**	۳/۴۲	۰/۰۰۰**	۳۰/۱۱	۰/۰۰۰**
پلی اتیلن گلیکول	۲	۶۴/۲۷	۰/۰۰۰**	۵۷۷/۳۹	۰/۰۰۰**	۰/۰۸	۰/۱۸۵	۰/۵۰	۰/۰۱**	۰/۰۰	۰/۸۸۸
اکسید مس × نانو اکسید مس	۹	۱۹۰/۰۰	۰/۰۰۰**	۱۶۵۶/۰۰	۰/۰۰۰**	۱/۵۲	۰/۰۰۰**	۰/۴۹	۰/۰۰۰**	۳/۲۰	۰/۰۰۰**
اکسید مس × پلی اتیلن گلیکول	۶	۱۸/۸۴	۰/۰۰۰**	۱۳۰/۰۷	۰/۰۰۰**	۰/۵۷	۰/۰۰۰**	۰/۲۰	۰/۰۰۰**	۰/۷۹	۰/۰۰۰**
نانو اکسید مس × پلی اتیلن گلیکول	۶	۱۰/۷۹	۰/۰۰۰**	۷۵/۴۱	۰/۰۰۰**	۰/۴۱	۰/۰۰۰**	۰/۰۹	۰/۰۰۰**	۰/۴۸	۰/۰۰۰**
اکسید مس × نانو اکسید مس × پلی اتیلن گلیکول	۱۸	۶/۸۱	۰/۰۰۰**	۳۲/۱۱	۰/۰۰۰**	۰/۵۴	۰/۰۰۰**	۰/۲۰	۰/۰۰۰**	۰/۵۷	۰/۰۰۰**
خطا	۱۹۲	۰/۷۶	-	۰/۵۶	-	۰/۰۴	-	۰/۰۱	-	۰/۰۷	-
کل	۲۴۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

مختلف گیاهی گونه *Agropyron desertorum* براساس نتایج جدول ۳ نشان داد که بیشترین میزان فاکتورهای گیاهی گونه مذکور در تیمارهای ۱۱ تا ۱۳ و کمترین میزان آن در تیمارهای ۴۱، ۴۲ و ۴۳ مشاهده گردیده است.

۲،۳. بررسی اثرات متقابل

۱،۲،۳. بررسی اثرات متقابل تیمارهای a

(اکسید مس) و c (پلی اتیلن گلیکول)

بررسی اثرات متقابل تیمارهای اکسید مس و پلی اتیلن گلیکول بر روی تغییرات میزان فاکتورهای

جدول ۳. بررسی اثرات متقابل تیمارهای a (اکسید مس) و c (پلی اتیلن گلیکول) بر روی تغییرات میزان فاکتورهای مختلف گیاهی گونه *Agropyron desertorum* براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

ac	سطح احتمال ۵ درصد								
	بیومس	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	طول اندام هوایی	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل خام
۱۱	۳۷/۸a	۱۲/۲a	۴۲/۹a	۱۳۸/۱a	۸/۷ab	۳۰/۳ab	۰/۸b	۰/۳b	۱/۱a
۱۲	۳۲/۳ab	۱۱/۸a	۳۲/۹ab	۱۳۵/۲a	۸/۸ab	۲۶/۳abc	۰/۹ab	۰/۵ab	۱/۴a
۱۳	۲۱/۴b	۷/۸a	۲۲/۹c	۱۱۶/۸a	۸/۱ab	۱۷/۷c	۱/۲a	۰/۴b	۱/۶a
۲۱	۳۲/۸ab	۱۱/۶a	۳۶/۸a	۱۴۸/۰a	۱۰/۵ab	۳۳/۵a	۱/۰ab	۰/۶a	۱/۶a
۲۲	۳۲/۲ab	۱۲/۱a	۳۵/۱ab	۱۵۰/۰a	۹/۲ab	۳۱/۳ab	۰/۸ab	۰/۵ab	۱/۴a
۲۳	۲۷/۰ab	۸/۸a	۳۲/۸ab	۱۶۴/۱a	۸/۵ab	۳۱/۶ab	۱/۰ab	۰/۳b	۱/۳a
۳۱	۲۳/۰b	۸/۴a	۳۱/۰ab	۱۳۵/۳a	۱۱/۱a	۲۷/۹ab	۰/۹ab	۰/۳b	۱/۳a
۳۲	۲۱/۳b	۷/۵a	۲۹/۷ab	۱۳۰/۹a	۹/۱ab	۲۴/۲abc	۰/۹ab	۰/۴b	۱/۳a
۳۳	۲۳/۱b	۸/۳a	۳۱/۷ab	۱۲۷/۴a	۶/۹b	۲۱/۷bc	۰/۷b	۰/۴ab	۱/۲a
۴۱	۰c	۰b	۰c	۰b	۰c	۰d	۰c	۰c	۰b
۴۲	۰c	۰b	۰c	۰b	۰c	۰d	۰c	۰c	۰b
۴۳	۰c	۰b	۰c	۰b	۰c	۰d	۰c	۰c	۰b

بیشترین میزان فاکتورهای مختلف گیاهی گونه *Agropyron desertorum* مربوط به تیمار ۱۱ یا همان تیمار شاهد و کمترین میزان بیومس گیاهی مربوط به تیمار ۴۱ تا ۴۳ است.

۲,۲,۳. بررسی اثرات متقابل تیمارهای **b** (نانواکسیدمس) و **c** (پلی اتیلن گلایکول) در بررسی اثرات متقابل تیمارهای نانو اکسید مس و پلی اتیلن گلایکول، نتایج جدول ۴ نشان می دهد که

جدول ۴. بررسی اثرات متقابل تیمارهای **b** (نانواکسیدمس) و **c** (پلی اتیلن گلایکول) بر روی تغییرات میزان فاکتورهای مختلف گیاهی گونه *Agropyron desertorum* براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

bc	سطح احتمال ۵ درصد								
	بیومس	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	طول اندام هوایی	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل خام
۱۱	۳۷/۸a	۱۳/۸a	۳۶/۷a	۱۴۳/۹a	۹/۵ab	۳۱/۱a	۰/۸a	۰/۵a	۱/۴a
۱۲	۳۰/۳ab	۱۰/۲ab	۳۲/۷a	۱۴۲/۳a	۸/۱ab	۲۸/۶a	۱/۰a	۰/۴a	۱/۳a
۱۳	۲۱/۹b	۷/۳b	۲۴/۳a	۱۲۸/۶a	۷/۱b	۲۳/۴a	۱/۱a	۰/۵a	۱/۶a
۲۱	۲۷/۱ab	۸/۳ab	۳۶/۱a	۱۳۸/۸a	۱۰/۵ab	۳۱/۰a	۰/۸a	۰/۵a	۱/۳a
۲۲	۳۰/۸ab	۱۲/۵ab	۳۱/۸a	۱۳۰/۹a	۱۰/۴ab	۲۶/۵a	۱/۰a	۰/۶a	۱/۶a
۲۳	۲۶/۷ab	۱۰/۱ab	۲۹/۸a	۱۳۷/۳a	۹/۱ab	۲۴/۹a	۱/۱a	۰/۴a	۱/۵a
۳۱	۲۸/۸ab	۹/۲ab	۳۷/۸a	۱۳۹/۱a	۱۰/۹a	۲۹/۵a	۱/۱a	۰/۴a	۱/۵a
۳۲	۲۴/۶b	۷/۹b	۳۳/۰a	۱۴۲/۳a	۹/۱ab	۲۶/۷a	۰/۸a	۰/۴a	۱/۴a
۳۳	۲۲/۷b	۶/۸b	۳۲/۷a	۱۳۷/۵a	۷/۶ab	۲۲/۰a	۰/۸a	۰/۴a	۱/۲a
۴۱	۰c	۰c	۰b	۰b	۰c	۰b	۰b	۰b	۰b
۴۲	۰c	۰c	۰b	۰b	۰c	۰b	۰b	۰b	۰b
۴۳	۰c	۰c	۰b	۰b	۰c	۰b	۰b	۰b	۰b

بیشترین میزان فاکتورهای گیاهی گونه *Agropyron desertorum* در تیمار ۱۱۱ و کمترین میزان فاکتورهای گیاهی تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهایی با میزان سطح چهارم تیمارهای اکسید مس و یا نانواکسید مس رخ داده است.

۳,۲,۳. بررسی اثرات متقابل تیمارهای **a** (اکسیدمس)، **b** (نانواکسید مس) و **c** (پلی اتیلن گلایکول)

براساس نتایج تحقیقات بر روی اثرات متقابل تیمارهای اکسید مس × نانواکسید مس × پلی اتیلن گلایکول و بر طبق نتایج جدول ۵ مشخص شد که

جدول ۵. بررسی اثرات متقابل تیمارهای a (اکسیدمس)، b (نانو اکسید مس) و c (پلی اتیلن گلیکول) بر روی تغییرات میزان فاکتورهای مختلف گیاهی گونه *Agropyron desertorum* بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن

abc	سطح احتمال ۵ درصد								
	بیومس	وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	طول اندام هوایی	پتاسیم ریشه	پتاسیم ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل خام
۱۱۱	۶۱/۹a	۲۱/۴abc	۶۴/۹a	۱۸۴/۱fgh	۱۱/۹efgh	۴۵/۹bc	-/vi	-/vdefg	۱/۴kl
۱۱۲	۵۴/۸ab	۲۰/۱abcd	۵۴/۵b	۲۰۱/۸bcd	۱۲/۱def	۴۰/۰ef	۱/۰efgh	-/۴hij	۱/۵ijkl
۱۱۳	۲۰/۸b	۸/۵efg	۱۸/۳k	۱۲۰/۷m	۱۲/۰defg	۲۷/۱jk	۲/۵a	-/۴hij	۳/۰a
۱۲۱	۴۰/۶cd	۹/۶efg	۵۴/۰bc	۱۷۴/۹hij	۱۰/۸ghij	۴۳/۷d	-/۹ghi	-/۲m	۱/۱l
۱۲۲	۴۱/۱cd	۱۴/۴bcde	۴۲/۶ef	۱۶۸/۹ijk	۱۱/۲ghij	۳۹/۱f	۱/۵bcd	۱/۰ab	۲/۵b
۱۲۳	۴۱/۴cd	۱۳/۸cde	۴۴/۶de	۲۰۲/۰bcd	۱۱/۳ghij	۳۴/۲g	۱/۵bcd	-/۷cde	۲/۷bcd
۱۳۱	۴۸/۵bc	۱۶/۱abcde	۵۲/۵bcd	۱۹۲/۳def	۱۲/۴def	۳۱/۳h	۱/۵bcd	-/۵hij	۲defg
۱۳۲	۳۳/۰de	۱۱/۵de	۳۴/۲ghij	۱۶۸/۶ijk	۱۱/۸fghi	۲۶/۰l	۱/۵bc	-/۵hij	۱/۷efg
۱۳۳	۲۷/۶de	۹/۱efg	۳۲/۷ghij	۱۶۶/۲jk	۱۰/۸hij	۱۲/۸m	۱/۸efg	-/۵hij	۱/۶jkl
۱۴۱	-f	-fg	-l	-n	-n	-n	-j	-m	-m
۱۴۲	-f	-fg	-l	-n	-n	-n	-j	-m	-m
۱۴۳	-f	-fg	-l	-n	-n	-n	-j	-m	-m
۲۱۱	۵۹/۰ab	۲۲/۸ab	۴۲/۰ef	۲۱۰/۱b	۱۲/۱efgh	۴۷/۵a	۱/۸efg	۱/۰a	۲/۷bcd
۲۱۲	۳۷/۴cd	۱۲/۵cde	۳۰/۸ij	۱۷۵/۸ghi	۱۰/۳jk	۴۵/۳c	۱/۳defg	-/۸acd	۲/۱cde
۲۱۳	۳۷/۶cd	۱۲/۸cde	۳۰/۴j	۲۲۲/۱a	۸/۸lm	۴۰/۱ef	۱/۸efg	-/۵hij	۱/۶jki
۲۲۱	۳۴/۸de	۱۱/۵de	۴۸/۰bcde	۱۸۸/۳efg	۱۱/۲fghi	۴۶/۱bc	۱/۸efg	۱/۰ab	۲/۷bcd
۲۲۲	۵۴/۹ab	۲۴/۶a	۵۲/۷bcd	۱۹۷/۹cde	۱۲/۲def	۳۹/۱f	۱/۲efg	-/۹bc	۲/۱cde
۲۲۳	۳۳/۰de	۱۲/۶cde	۳۹/۴efghi	۱۸۳/۵fgh	۱۱/۸efgh	۳۹/۳f	۱/۳bcde	-/۵hij	۱/۸efg
۲۳۱	۳۷/۱cd	۱۰/۸de	۵۶/۷b	۱۹۳/۹def	۱۸/۷a	۴۰/۱ef	۱/6b	-/۶fgij	۲/۳bcd
۲۳۲	۳۶/۳cd	۱۰/۳ef	۵۶/۷b	۲۲۶/۶a	۱۴/۴b	۴۰/۶e	۱/۶0fghi	-/۵hij	۱/۵ijk
۲۳۳	۳۱/۷	۷/۵efg	۵۴/۷b	۲۰۶/۶bc	۱۱/۵EfgH	۴۰/۶e	۱/۳Cde	-/۴Jk	۱/۷Ghi
۲۴۱	-f	-fg	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۲۴۲	-f	-fg	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۲۴۳	-f	-fg	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۳۱۱	۳۰/۴de	۱۰/۹ef	۴۰/۰ghi	۱۸۰/۴	۱۳/۲d	۳۰/۹h	۱/۶bc	-/۲i	۱/۸fgh
۳۱۲	۲۸/۸de	۸/۴efg	۴۵/۵cde	۱۹۰/۳ghi	۹/۱kl	۲۸/۸i	۱/۱efg	-/۳kl	۱/۴ijk
۳۱۳	۲۹/۰de	۷/۷efg	۴۸/۳bcde	۱۷۰/۵efg	۷/۱n	۲۶/۴kl	-/۷hi	-/۹ab	۱/۸fgh
۳۲۱	۳۲/۷de	۱۲/۲de	۴۲/۲ef	۱۹۰/۸ijk	۱۹/۳a	۳۴/۱g	۱/۰efgh	-/۷def	۱/۸fgh
۳۲۲	۲۷/۱de	۱۱/۱de	۳۱/۶hig	۱۵۵/۴efg	۱۷/۵b	۲۷/۸k	۱/۳defg	-/۵hij	۱/۸fgh
۳۲۳	۳۲/۲de	۱۳/۹fg	۳۵/۸fghij	۱۶۲/۲m	۱۲/۶de	۲۵/۸l	۱/۳cdef	-/۳l	۱/۶jkl
۳۳۱	۲۹/۲de	۹/۸efg	۴۱/۷ef	۱۶۸/۷lm	۱۲defg	۴۶/۴b	۱/۱defg	-/۵hij	۱/۶jkl
۳۳۲	۲۸/۸de	۹/۶efg	۴۰/۱efg	۱۷۶/۸hij	۹/۸jkl	۴۰/۰ef	۱/۲defg	-/۸acd	۲/۰defg
۳۳۳	۳۱/۲de	۱۰/۷de	۴۲/۳ef	۱۷۶/۰hij	۷/۸mn	۳۴/۵g	-/۷j	۶efgh	۱/۴ijk
۳۴۱	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۳۴۲	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۳۴۳	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۱۱	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۱۲	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۱۳	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۲۱	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۲۲	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۲۳	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۳۱	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۳۲	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۳۳	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۴۱	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۴۲	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m
۴۴۳	-f	-g	-l	-n	-o	-n	-j	-m	-m

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش غلظت اکسید مس و نانو اکسید مس در شرایط تنش خشکی، رشد انواع بافت های گیاهی گونه *Agropyron desertorum* کاهش می یابد، به طوری که که بیشترین میزان فاکتورهای گیاهی گونه *Agropyron desertorum* در تیمار شاهد و کمترین میزان فاکتورهای گیاهی تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهایی با میزان سطح چهارم تیمارهای اکسید مس و یا نانو اکسید مس رخ داده است. تا جایی که، غلظت های بالا سبب ایجاد مسمومیت و مرگ گونه شده است. به عبارت دیگر، در نتیجه اثر متقابل تیمارهای اکسید مس، نانو اکسید مس و خشکی، کاهش معنی داری در تمامی صفات اندازه گیری شده از جمله بیومس، وزن تر ریشه، وزن تر ساقه، طول اندام های هوایی، پتاسیم ریشه، پتاسیم ساقه، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل خام گیاهی در گونه *Agropyron desertorum* مشاهده گردید. دلیل این مسأله می تواند به علت انسداد دیواره سلولی سلول های ریشه در اثر نانو ذرات باشد که موجب ایجاد سمیت برای گیاهان می شود. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، با نتایج تحقیقات محققین ذیل مطابقت دارد. نتایج تحقیق بر روی بوته ها و بافت ریشه گندم سیاه (*Fagopyrum esculentum*) با نتایج به دست آمده مطابقت داشته و مشخص شد که تیمارهای اکسید مس و نانو اکسید مس در دوزهای بالا از اکسیدها و نانو اکسیدهای مس به طور قابل ملاحظه ای رشد طولی ریشه و وزن تر ساقه نسبت به شاهد را کاهش می دهند [۲۸]. پژوهشی که بر روی تغییرات میزان جوانه زنی، طول ریشه و بیومس نهال ذرت (*Zea mays*) با استفاده از کاربرد نانو اکسید مس انجام گرفت، کاهش فاکتورهای مذکور را گزارش کرد و مشخص شد که افزایش غلظت مواد نانو باعث توقف رشد طولی ریشه، کاهش علائم برگ در نهال و کاهش بیومس می گردد [۳۹] که با نتیجه تحقیق حاضر بر روی گیاه *Agropyron desertorum* مطابقت

دارد. همچنین Souiri و همکاران در سال ۲۰۱۵ در زمینه بررسی تأثیرات پلی اکریل امیدها بر روی خصوصیات پوشش و خاک گونه *Festuca ovina* در شرایط کم آبی از ماده پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (PEG=6000) برای ایجاد تنش خشکی در سطوح ۰/۳- و ۰/۹- استفاده کردند. مشخص شد که ایجاد تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلیکول در سطوح مختلف سبب کاهش عملکرد گونه *Festuca ovina* می شود [۳۷]. در تحقیق دیگری نیز مشخص شد که تنش خشکی ایجاد شده توسط پلی اتیلن گلیکول در سطوح مختلف بر روی گیاهچه نخود موجب کاهش وزن تر و وزن خشک گیاه با افزایش سطوح خشکی می شود [۳۲].

تخمین دقیق تأثیر تیمارهای اکسید و نانو اکسید مس در شرایط خشکی، بر گیاهان کار به نسبت مشکلی می باشد، چرا که افزایش روزافزون استفاده از مواد و فلزات سنگین در صنایع مختلف باعث رهاکردن مواد زائد در طبیعت شده و خصوصیات و صفات هر یک از گونه های گیاهی در مواجهه با این مواد متفاوت است. بسیاری از گیاهان این مواد را به مقدار زیاد در بافت های خود ذخیره می نمایند و بسیاری دیگر نیز به کمترین حضور این مواد واکنش نشان داده و علائم مسمومیت را بروز می دهند. ولی آنچه به طور کلی از تحقیق حاضر می توان نتیجه گرفت، این است که وجود مقدار زیاد از اکسیدها و نانو اکسیدها در شرایط خشکی در بافت های گیاهی گونه *Agropyron desertorum* باعث ایجاد مسمومیت در گیاه شده و رشد اندام های گیاه آگروپایرون را مختل می نماید و نهایتاً سبب مرگ گیاه می شود. نتایج این تحقیق مشابه با نتایج تحقیقی است که بر روی اثر آلودگی مواد نفتی در خاک بر جوانه زنی و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گونه مرتعی *Agropyron desertrum* انجام شد، زیرا نتایج تحقیق نشان داده بود که گونه آگروپایرون تنها در درصدهای پایین آلودگی های نفتی قادر به جوانه زنی است و در درصدهای بالای آلودگی نفتی، گیاه دچار مسمومیت شده و قادر به ادامه حیات

نمی‌باشد [۳۶]. همچنین نتایج تحقیقی که در زمینه بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه علف گندمی بیابانی انجام شد، نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گونه مرتعی *Agropyron desertrum* گردیده است [۳۵]. لذا پیشنهاد می‌گردد با توجه به مطالب بیان شده، گونه *Agropyron desertrum* در مراتع آلوده مناطق خشک کشت نگردد.

همچنین نتایج تحقیقی که در زمینه بررسی اثر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه علف گندمی بیابانی انجام شد، نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد گونه مرتعی

References

- [1] Adhikari, T., Kundu, S., Biswas, A.K., Tarafdar, J.C., and Rao, A.S. (2012). Effect of copper oxide nanoparticle on seed germination of selected crops. *Journal of Agricultural Science of Technology*, (2), 815–823.
- [2] Arnon, D.I. (1994). Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Journal of Plant Physiology*, 24, 1-15.
- [3] 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.
- [4] An YY, Liang Z.S., and Zhang, Y. (2011). Seed germination responses of *periploca sepium* Bungea dominant shrub in the loess hilly regions of china. *Journal of arid environments*, 75(5), 504-508.
- [5] 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.
- [6] Ebrahimi, A and Esmaeili, M. (2013). Effects of salinity stress on germination of two herbaceous plants, *Agropyron desertrum* and *Agropyron elongatum*. *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 1, 31-38. (In Persian).
- [7] Bhatt, I., and Tripathi, B.N. (2011). Interaction of engineered nanoparticles with various components of the environment and possible strategies for their risk assessment. *Journal of Chemosphere*, (82), 308–317.
- [8] Boydak M, Duruk H, Tulku F., and Alikoulu M. (2003). Effects of Water Stress on Germination in Six Provenances of *Pinus brutia* Seeds from Different Bioclimatic Zones in Turkey. *Journal of Agriculture and Forestry*, (27), 91-97.
- [9] Bromandan. P., and Moatamedi, J. (2007). *Forage Crops*, Razi University press. Pp: 290 (In Persian).
- [10] Cerpo, D.G. (2000). Man-made stress in the grazing resource of the Mediterranean region. *Proceeding of the 19th EUCARPIA Fodder Crops Section Meeting Portugal*, 199-206.
- [11] Clayton, W.D., Harman, K.T. and Williamson, H. (2002). *World Grass Species: Descriptions, Identification, and Information Retrieval*. <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>.
- [12] 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.
- [13] Das, M. and P.H. Zaidi. (1996). Effect of various soil matric potentials on germination and seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) biotypes. *Journal of Legume Research*, 19(4), 211-217.
- [14] Dimkpa, C., McLean, J., Britt, D., and Anderson, A. (2015). Nano-CuO and interaction with nano-ZnO or soil bacterium provide evidence for the interference of nano- particles in metal nutrition of plants. *Journal of Ecotoxicology*, (24), 119–129.
- [15] Dimkpa, C.O., Latta, D.E., McLean, J.E., Britt, D.W., Boyanov, M.I., and Anderson, A.J. (2013). Fate of CuO and ZnO nano and microparticles in the plant environment *Journal of Environment Science Technolgy*. (47), 4734–4742.

- [16] Dimkpa, C.O., Mclean, J.E., Britt, D.W., and Anderson, A.J. (2012a). CuO and ZnO nano-particles differently affect the secretion of fluorescent siderophores in the beneficial root colonizer, *Pseudomonas chlororaphis* O6. *Journal of Nano toxicology*, (6), 635–642.
- [17] Dimkpa, C.O., McLean, J.E., Britt, D.W., Johnson, W.P., Arey, B., and Lea, A.S. (2012b). Nano specific inhibition of production in *Pseudomonas chlororaphis* O6 by CuO nanoparticles. *Chem. Res. Journal of Toxicology*, (25), 1066–1074.
- [18] Dimkpa, C.O., McLean, J.E., Latta, D.E., Manangón, E., and Britt, D.W., Johnson, W.P., et al. (2012c). CuO and ZnO nanoparticles, phytotoxicity, metal speciation and induction of oxidative stress in sand-grown wheat. *Journal of Nano part Resource*, (14), 1125.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] Gholami M., Rahemi M., and Kholdebarin B. (2010). Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on seed germination of four wild Almond species. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(5), 785-791.
- [22] Handy, R.D., von der Kammer, F., Lead, J. R., Hassellöv, M., Owen, R., and Crane, M. (2008). The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles. *Journal of Ecotoxicology*, (17), 287–314.
- [23] 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. *Biochemistry and Molecular Biology Reports*, 48(10), 589-594.
- [24] Howell, T. A., Evett, S.R., Tolk, J.A., and Schneider, A.D. (2004). Evaporation of full and deficit-irrigated, and dry land cotton on the Northern Texas High Plains. *Journal of Irrigation Drain*, 130(4), 277-285.
- [25] Jones, C.F., and Grainger, D.W. (2009). In vitro assessments of nanomaterial toxicity. *Journal of Drug Delivery*, (61), 438–456.
- [26] Khajeh hosseini, M., and Powell. A. (2003). The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of Soybean seed. *Journal of Seed Science and Technology*, (1), 715–725.
- [27] 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.
- [28] Lee, S., Chung, H., Kim, S., and Lee, I. (2013). The Genotoxic effect of ZnO and CuO nanoparticles on early growth of buck wheat, *Fagopyrum esculentum*. *Journal of Water Air Soil Pollute*, (24), 1–11.
- [29] 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. Total Environment*, (408), 3053–3061.
- [30] 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 *Cucumis sativus* seeds exposed to CuO nanoparticles. *Journal of Environmental toxicology pharmacology*, (38), 922–931.
- [31] Musante, C., and White, J.C. (2012). Toxicity of silver and copper to *Cucurbita pepo*, Differential effects of nano and bulk-size particles. *Journal of Environmental toxicology pharmacology*, (27), 510–517.
- [32] Nazemosadat, M, j. (2000). On the relationship between ENSO and autumn rainfall in Iran. *International journal of Climatology*, 8, 47-61.
- [33] Ogle, k. (2002). Implications of interveinal distance for quantum yield C4 grasses: A modeling and metaanalysis. *Journal of ecological*, 136.532–542.
- [34] Okcu and Demir. (2004). Aerated hydration treatment for improved germination and seedling growth in aubergine (*Solanum melongena*) and pepper (*Capsicum annum*). *Journal of Annals of Applied Biology*, 121–123.

- [35] Sadeghi, A. (2015). Effect of Drought Stress on Morphological and Physiological Characteristics of *Festuca arundinaceae* and *Agropyron desertorum*. *Journal of Horticultural Science*, 28(4), 544-553. (In Persian).
- [36] Saraian, Z. (2015). Influence of oil pollution in soil on germination and morphophysiological characteristics of *Agropyron desertorum* for use in green space. *Journal of Plant Process and Function*, 4(11), 87-97. (In Persian).
- [37] Souri, M, A. (2015). Effects of saps plus manure on vegetation cover and foil nutrients of *Festuca ovina* under drought stress. *Journal of Rangeland*, (6), 635-642.
- [38] Trujillo-Reyes, J., Peralta-Videa, J., Majumdar, S., Botez, C., and Gardea-Torresdey, J. (2014). Exposure studies of coreshell Fe/Fe₃O₄ and Cu/CuO NP stolettuce (*Lactuca sativa*) plants, are they a potential physiological and nutritional hazard? *Journal of Hazard Mater*, (267), 255-263.
- [39] 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.
- [40] Zhou, D.J.S., Li, Wang, Y., and Weng, N. (2011). Quantifying the adsorption and uptake of CuO nanoparticles by wheat root based on chemical extractions. *Journal of Environment Science Technology*, (23), 1852-1857.