

تاثیر نانو ذرات نقره بر تحمل به شوری گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در مراحل جوانه زنی در شرایط آزمایشگاهی

فریبرز درویش زاده^۱، فاطمه نجات زاده^۲، علیرضا ایرانبخش^{۳*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد تکنولوژی تولیدات گیاهی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

۲. استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۳. استاد گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: از روزگاران قدیم ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به عنوان یک گیاه دارویی به طور وسیع در خاور دور به ویژه در چین و هند استفاده می شده است. ریحان گیاهی یکساله علفی و معطر از خانواده نعنائیان می باشد.

مواد و روش ها: به منظور بررسی اثر ذرات نانو نقره بر میزان تحمل به شوری گیاه ریحان بر صفات جوانه زنی، طی پاییز سال ۱۳۹۲ آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کرت های کاملاً تصادفی در محیط آزمایشگاه (ژرمیناتور) به اجرا در آمد. تیمارهای ذرات نانو نقره با ۶ سطح شامل: صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و تیمارهای شوری شامل: صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی مول در لیتر، با نسبت ۱:۱ برای سدیم و کلسیم (Na:Ca) از نمک های NaCl و CaCl_۲ در زمینه ای از محلول هوگلند ۵۰ درصد در نظر گرفته شدند.

یافته ها: بذور جوانه زده روزی ۲ بار به مدت ۱۴ روز، شمارش گردید. سپس در صد جوانه زنی، قدرت جوانه زنی گیاه اندازه گیری شد. در پایان تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر ذرات نانو نقره برای سطوح مختلف شوری، بر شاخص های درصد جوانه زنی و قدرت جوانه زنی اثر معنی داری داشت و باعث افزایش مقاومت آن ها به شوری گردید.

نتیجه گیری: کاربرد نانو ذرات نقره در بهبود صفات جوانه زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی ریحان تاثیر مثبتی داشته و می توان با استفاده بهینه از نانو ذرات نقره باعث افزایش مقاومت به شوری گیاه ریحان در مراحل مختلف جوانه زنی شد.

کلمات کلیدی: نانو ذرات نقره، قوه نامیه، شوری، ریحان، (*Ocimum basilicum* L.)

مقدمه

رنگ های سفید گلی و گاهی بنفش و مجتمع به صورت دسته های ۴ تا ۶ تایی در طول قسمت انتهایی ساقه قرار دارند (۸). از روزگاران قدیم ریحان به عنوان یک گیاه دارویی به طور وسیع در خاور دور به ویژه در چین و هند استفاده می شده است. این گیاه بومی قاره آسیا (هند، پاکستان، ایران، تایلند و دیگر کشورها) می باشد و هم چنین بعضی از گونه های وحشی آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری دیده می شود. ریحان به علت محبوبیت فوق العاده خود اغلب به عنوان سلطان گیاهان دارویی هم اطلاق می شود (۱۸). ترکیبات تشکیل دهنده اسانس نیز متفاوت است، اما به طور کلی لینالول، متیلکا ویکول، سیترال،

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله علفی و معطر از خانواده نعنائیان می باشد. ریحان دارای ساقه منشعب از قاعده و به ارتفاع ۱۵ تا ۴۵ سانتی متر، برگ ها متقابل، بیضوی، نوک تیز با کناره دندانه دار و گل هایی معطر به

نویسنده مسئول:

گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

ایمیل: iranbakhsh@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۱۳

اوژنول، سينئول، ژرانيول، كامفور و متيل سينامات از اجزاء مهم اسانس ريحان مى باشند (۲۶).

اندام قابل استفاده گياه برگ ها، سرشاخه هاى گلدار و بذر است كه در طب سنتى به عنوان ضد اسپاسم، اشتها آور، ضد نفخ، مدر، شير افزا و آرام بخش استفاده مى شود، هم چنين اين گياه به عنوان منبعى از تركيب هاى معطر و اسانس ها شناخته مى شود كه خاصيت دفع حشره و فعاليت ضد انگلى و ضد باكتريايى دارد (۲۲). اسانس گياه به عنوان طعم دهنده در تهيه انواع شيرينى و بستنى، در چاشنى گوشت و انواع سوسيس، سس سالاد و نوشيدنى هاى غير الكلى به طور گسترده اى مصرف مى شود. هم چنين کاربرد چشم گيرى در صنعت عطرسازى و تهيه فراورده هاى دهان و دندان دارد. دلايل انتخاب اين گياه خوش خوراكي و مصرف غذايى و دارويى براى انسان و دام و توليد قابل توجه اين گياه مى باشد (۲۶).

شورى پس از خشكى مهمترين و متداول ترين تنش خشكى در سطح جهان و از جمله ايران است. ميليون ها هكتار از اراضى در سراسر جهان شورتر از آن هستند كه از نظر اقتصادى به توان از آنها محصول به دست آورد (۱۲). از آن جا كه حل مسئله شورى و غلبه كردن بر آن مستلزم صرف تلاشى دراز مدت و هزينه هنگفت است، بنابراين آنچه كه امروزه از اهميت ويژه اى برخوردار مى باشد، برنامه ريزى مناسب براى حل مشكل شورى و تلاش براى يافتن و پروردن گياهانى است كه بتواند در شرايط شورى محيط نيز عملکرد قابل قبولى داشته باشند (۶). شورى موجب اختلال در تقسيم سلول و بزرگ شدن سلول ها شده و تمام واكنش هاى متابوليكي گياه تحت تاثير قرار مى گيرد. زيادى يون هاى سديم و كلر باعث كاهش جذب يون هاى ضرورى از جمله پتاسيم، كلسيم، آمونيوم و نترات شده و نيز از فعاليت آنزيم ها كاسته و ساختار غشاء را بر هم مى زند. اين اثرات سبب كاهش فعاليت هاى متابوليكي گياه از جمله فتوسنتز شده و از رشد گياه در محيط هاى شور مى كاهد و به علاوه سبب كاهش و به تاخير افتادن جوانه زنى، كاهش رشد اندام هوايى و كاهش توليد ماده خشك و گاهى اوقات نابودى رستنى هاى مناطق خشك و نيمه خشك مى گردد (۱۲).

از آنجاىي كه حساس ترين مرحله زندگى يك گياه، مرحله جوانه زنى و زمانى است كه گياه هنوز به صورت گياهچه است، كه اگر گياه بتواند اين مراحل را با موفقيت سپرى كند، شانس زنده ماندن و استقرار آن زياد است، لذا ضرورى است كه در رابطه با دامنه بردبارى گياهان به تنش هاى شورى به خصوص در مراحل اوليه رشد و نمو مطالعه هاىي صورت گيرد. هم چنان كه

در بسيارى از كشورهاي دنيا اين مطالعه ها شروع شده و ادامه دارد (۱).

اختيارى و مراقبى اثرذرات نانو نقره را بر تحمل به شورى گياه زيره سبز در مراحل جوانه زنى در شرايط آزمايشگاهى مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده كردند كه تيمار ۲۰ ميلى گرم بر ليتر ذرات نانو نقره در سطوح مختلف شورى بر شاخص هاى درصد جوانه زنى و قوه ناميه بذور اثر معنى دارى داشته و باعث افزايش مقاومت به شورى گياه زيره سبز مى شود (۳).

صالحى و همكاران تاثير پرايمنىگ بذر و رشد گياهچه كلزا در مقايسه با نانو نقره تحت تنش شورى را مورد مطالعه قرار داده و مشاهده كردند كه تيمار بذور با نانو نقره باعث بهبود رشد گياهچه و استقرار بهتر بذور كلزا مى شود نتايج اين تحقيق نشان داد كه بهترين تيمار بذرى در محيط شور و غير شور تيمار ppm ۲۰ نانو سيلور مى باشد كه باعث بهبود استقرار كلزا در محيط شور مى شود (۱۰).

دنيلى و همكاران اثر سميت ذرات نانو نقره را بر روى گياه ريحان بررسى كردند و مشاهده كردند كه استفاده از ذرات نانو سيلور هيچ اثر سمى بر روى گياه ريحان ندارد (۲۳).

براى اين امر و در راستاى اين اهداف، تحقيق حاضر بر روى گياه ريحان در رابطه با اثرات ذرات نانو نقره (نانوسيلور) بر ميزان تحمل به تنش شورى در مرحله گياهچه صورت خواهد گرفت تا در صورت موثر بودن براى استفاده در منابع آب و خاك شور در مزرعه پيشنهاد شود.

مواد و روش ها

اين آزمايش در قالب طرح پايه بلوك هاى كامل تصادفى با چهار تكرر در آزمايشگاه گروه كشاورزى دانشگاه آزاد خوى انجام شد.

تيمارهاى مورد بررسى شامل صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰ ميلى مولار بر ليتر نمك كلريد سديم و كلريد كلسيم به نسبت ۱ به ۱ در مقايسه با شاهد به صورت آب مقطر بود. تيمارهاى نانو نقره شامل صفر (شاهد)، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ ميلى گرم در ليتر بود. براى اجراى آزمايش بذور پوك، ضعيف و آلوده ريحان با استفاده از لوپ از بذور آلوده تفكيك شده و سپس با قارچ كش ديويوند به نسبت دو در هزار ضد عفونى و بذور به مدت ۲ ساعت درون محلول هاى نانو نقره خيسانده شدند و سپس هر كدام در شرايط مورد نظر آزمون شدند (۱۵). پترى ديش هاى مورد استفاده براى آزمايش به قطر ۶ سانتى متر بوده

که با محلول اتانول ضد عفونی و در داخل دستگاه آون با دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه استریل شدند، سپس بذور داخل پتری دیش هایی که با کاغذ صافی واتمن استریل شده پوشانده شده بودند، قرار گرفتند و یک روز در میان مقدار ۲ میلی لیتر از محلول های شوری مورد نظر اضافه شد. در طول آزمایش هر روز بذور از نظر جوانه زنی و نیاز به افزودن محلول مورد بررسی قرار گرفتند و در صورت نیاز آب مقطر و یا محلول های تهیه شده اضافه می شد. پس از این مرحله پتری دیش ها برچسب زده شده که مشخصه تیمار نانو نقره و تیمار شوری روی آنها یادداشت شده و سپس داخل دستگاه ژرمیناتور قرار گرفتند (شرایط دستگاه ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد، دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی تنظیم شد. نتایج جوانه زنی و پدیدار شدن گیاهچه نیز هر روز یادداشت برداری و در جدول مربوطه ثبت شد. به طوری که شاخص جوانه زنی برای همه بذور، خروج ریشه چه از بذر به اندازه دو میلی متر در نظر گرفته شد. صفت های مورد مطالعه شامل تعیین درصد جوانه زنی، قدرت جوانه زنی و قوه نامیه بود. برای تعیین درصد جوانه زنی بذور در دستگاه ژرمیناتور، ابتدا تیمارهای مورد نظر در شرایط استریل اعمال شده و سپس ضمن بازدید و یادداشت برداری روزانه، ۱۴ روز بعد از جوانه زنی، پتری دیش ها از ژرمیناتور خارج و نسبت به اندازه گیری پارامترهای ذکر شده اقدام شد.

برای اندازه گیری درصد جوانه زنی بذور ریحان از رابطه زیر استفاده شد (۲۱)

درصد جوانه زنی بذور = $100 \times$ (تعداد کل بذرها / تعداد بذور جوانه زده تا روز هشتم)

برای اندازه گیری قدرت جوانه زنی از حاصل ضرب طول گیاهچه (سانتی متر) در درصد جوانه زنی استفاده شد (۱۷).

برای اندازه گیری قوه نامیه بذر از محلول رنگی بلینگ-کارمین استیک اسید گلیسرین در زیر میکروسکوپ استفاده شد (۱۸).

در نهایت، اطلاعات به دست آمده، با نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده ها با آزمون Duncan مقایسه شدند.

یافته ها

درصد جوانه زنی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر تیمار های نانو

نقره و شوری بر درصد جوانه زنی بذور ریحان، بسیار معنی دار گردید. هم چنین اثرات متقابل تیمار شوری $\times$ نانوذرات نقره (نانو سیلور) برای این شاخص در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی دار بود. (نمودار ۱). بر این اساس مقایسه میانگین های شاخص درصد جوانه زنی با روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد. نتایج این مقایسه میانگین طبق (نمودار ۱-۱) نشان می دهد اثر سطوح تیمار های شوری تحت تاثیر تیمارهای نانو ذرات نقره نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش درصد جوانه زنی گردیده است. در شوری صفر (شاهد)، تفاوت معنی داری میان تیمارهای نانو نقره مشاهده نمی شود و همگی در یک گروه آماری قرار می گیرند. ولی بالاترین جوانه زنی با ۹۸/۷۵ درصد مربوط به غلظت های نانو صفر، ۲۰، ۴۰، ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره بوده و پایین ترین جوانه زنی مربوط به نقره ۶۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر با ۹۶/۲۵ درصد بود. در شوری ۳۰ میلی مولار نیز تفاوت معنی داری میان درصد جوانه زنی در اثر تیمار نانو نقره مشاهده نشد و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. همان طور که در نمودار مشخص شده است بیش ترین درصد جوانه زنی مربوط به غلظت های نانو نقره ۴۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر با ۹۲ درصد و کم ترین درصد مربوط به غلظت های نانو نقره ۲۰ میلی گرم در لیتر و صفر (شاهد) با ۹۰ درصد مشاهده شد. در شوری ۶۰ میلی مولار تفاوت معنی دار و محسوس تر بود و با افزایش شوری این تفاوت بیش تر شد، که بیش ترین جوانه زنی با ۹۴/۷۵ درصد این سطح مربوط به غلظت نانو نقره ۴۰ میلی گرم در لیتر که با تیمارهای نانو صفر (شاهد)، ۸۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در یک گروه آماری قرار داشت و کم ترین جوانه زنی با ۸۰ درصد، مربوط به غلظت ۲۰ و ۶۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره در مقایسه با غلظت نانو نقره صفر با ۹۱/۲۵ درصد، مشاهده شد (نمودار ۱).

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	قدرت جوانه زنی	قوه نامیه
تیمار شوری فاکتور A	۶	۱۸۵۶۵/۱۷۹***	*** ۱۶۴۹۵/۱۶۸	۱۹۲۳۲/۲۴***
تیمار نانو فاکتور B	۵	۷۵۲/۴۸۲***	۶۱۹/۳۰۹***	۶۴۴/۶۴۳***
اثر متقابل A×B	۳۰	۱۶۵/۷۷۴***	۵۰/۹۲۵***	۱۸۱/۷۲۶***
اشتباه آزمایشی	۱۲۳	۱۴/۰۳۳	۶/۴۴۱	۶۰/۶۳۲
ضرب تغییرات		۵/۲۸	۵/۰۳	۱۹/۵۵

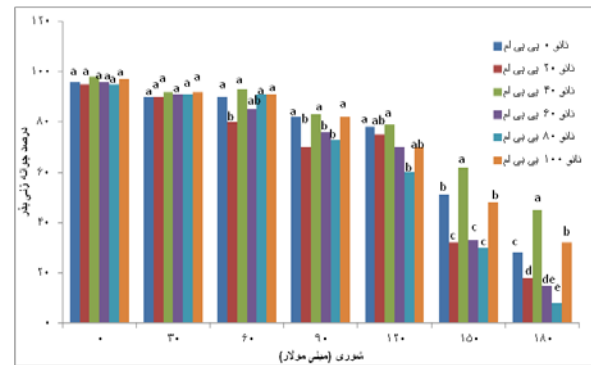
***= میانگین مربعات در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۱) تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر تیمار شوری و ذرات نانو نقره بر جوانه زنی بذر ریحان (*Ocimum basilicum* L) در پتری دیش (محیط ژرمیناتور)

بهتری برخوردار بود (نمودار ۱). در این مورد باید گفت با توجه به عدم موثر بودن تیمارهای ۲۰ و ۶۰ و ۸۰ میلی گرم در لیتر احتمالاً سازوکار تاثیر نانو نقره در دو سطح ۴۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر، باید متفاوت باشد.

قدرت جوانه زنی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر تیمارهای شوری و نانو ذرات نقره بر شاخص قدرت جوانه زنی، بسیار معنی دار گردید. هم چنین اثرات متقابل تیمار شوری $\times$ نانو ذرات نقره (نانو سیلور) بر این شاخص در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی دار بود. براین اساس مقایسه میانگین های شاخص قدرت جوانه زنی با روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد. نتایج این مقایسه میانگین طبق (نمودار ۲) نشان می دهد که اثر سطوح تیمار های شوری تحت تاثیر تیمارهای نانو ذرات نقره نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش قدرت جوانه زنی گردیده است که در تمام سطوح شوری، تفاوت معنی داری مشاهده می شود و در گروه های آماری جداگانه قرار می گیرند. در شوری صفر (شاهد) بالاترین میزان قدرت جوانه زنی به ترتیب با ۹۰/۷۵ و ۸۵/۲۵ درصد مربوط به نانو صفر و ۴۰ میلی گرم در لیتر، و پایین ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۷۵/۲۵ درصد مربوط به نانو ۶۰ میلی گرم در لیتر مشاهده می شود. در شوری ۳۰ میلی مولار نیز بیش ترین قدرت جوانه زنی با ۷۳/۶۵ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و کم ترین میزان قدرت جوانه زنی مربوط به نانو ۸۰ میلی گرم در لیتر با ۵۸ درصد در مقایسه با نانو صفر ۶۹/۲۵ درصد بود (نمودار ۲). در شوری ۶۰ میلی مولار نیز تفاوت معنی دار بود و با افزایش شوری این تفاوت بیش تر شد، که بالاترین میزان قدرت جوانه زنی در این سطح با ۷۱ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و پایین ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۵۲/۲۵ درصد مربوط به نانو ۲۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با نانو صفر ۶۴ درصد، مشاهده شد. در تیمار ۹۰ میلی مولار شوری، نیز بالاترین میزان قدرت جوانه زنی ۵۷/۱۲ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و پایین ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۴۵/۲۵ درصد مربوط به نانو ۸۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با نانو صفر ۵۱/۶۵ درصد مشاهده شد. در تیمار ۱۲۰ میلی مولار شوری، بیش ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۴۶/۱۲ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و کم ترین میزان قدرت جوانه زنی ۲۸/۵ درصد مربوط به نانو ۸۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با نانو صفر که ۴۵/۶۲ درصد بود، مشاهده شد. در تیمار ۱۵۰ میلی مولار شوری نیز بالاترین میزان قدرت جوانه زنی با ۳۴/۸۷ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم

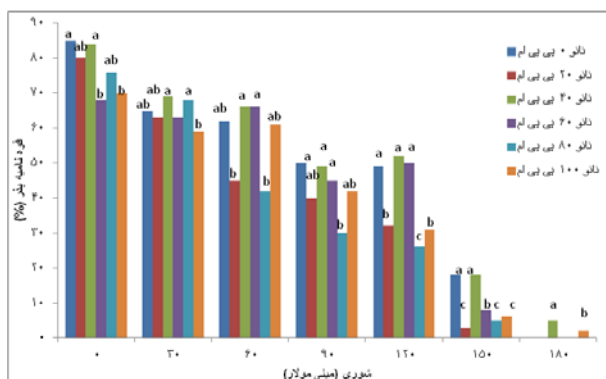


نمودار ۱- اثرات متقابل تیمار شوری $\times$ نانوذرات نقره بر درصد جوانه زنی

بذر ریحان

در تیمار ۹۰ میلی مولار شوری نیز بالاترین مقدار جوانه زنی با ۸۳/۷۵ درصد مربوط به غلظت های ۴۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره و پایین ترین مقدار جوانه زنی با ۷۵ درصد، مربوط به غلظت ۸۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره، در مقایسه با غلظت نانو نقره صفر (شاهد) که ۷۶ درصد بود مشاهده شد در تیمار ۱۲۰ میلی مولار شوری، بیش ترین درصد جوانه زنی با ۷۶/۵ درصد مربوط به غلظت نانو نقره ۴۰ میلی گرم در لیتر و کم ترین میزان با ۶۰ درصد مربوط به نانو نقره ۸۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با ۷۵ درصد برای تیمار نانو نقره صفر (شاهد) مشاهده شد. در تیمار ۱۵۰ میلی مولار شوری نیز بالاترین مقدار جوانه زنی با ۶۱/۲۵ درصد مربوط به غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره و کمترین مقدار جوانه زنی با ۳۰ درصد مربوط به غلظت ۸۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره در مقایسه با تیمار (شاهد) نانو نقره صفر با ۵۱/۲۵ درصد بود، مشاهده شد. در تیمار ۱۸۰ میلی مولار شوری که بالاترین شوری اعمال شده می باشد، نقره اثر خود را به خوبی نشان می دهد، به طوری که بیش ترین درصد جوانه زنی با ۴۵ درصد مربوط به غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره و کم ترین درصد جوانه زنی مربوط به تیمار ۸۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره با ۸/۷۵ درصد در مقایسه با نانو نقره صفر (شاهد) که ۲۵ درصد بود مشاهده شد. در این مرحله تیمارهای نانو نقره ۴۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد از عملکرد بسیار مطلوب تری برخوردار بودند. در یک دید کلی در ۷ تیمار انجام شده مشاهده می گردد که تیمار نانو نقره ۴۰ میلی گرم در لیتر نسبت به سایر تیمارها از عملکرد مناسب تری برخوردار بود. در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره، تقریباً در تمامی تیمارهای شوری از شاهد عملکرد بهتری داشته است و هرچه میزان شوری افزایش یافته این تاثیر مثبت، بارزتر شده است. بعد از تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر، تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر از عملکرد

مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. در تیمار ۹۰ میلی مولار شوری نیز بالاترین میزان قوه نامیه به ترتیب با ۵۰ و ۴۸/۷۵ درصد مربوط به نانو صفر و ۴۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. در تیمار ۱۲۰ میلی مولار شوری، بیش ترین میزان قوه نامیه با ۵۲/۵ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شد. در تیمار ۱۵۰ میلی مولار شوری نیز بالاترین میزان قوه نامیه با ۱۶/۲۵ و ۱۶ درصد مربوط به تیمار نانو صفر و نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر بود. در تیمار ۱۸۰ میلی مولار شوری که بالاترین میزان شوری اعمال شده بود، بیش ترین میزان قوه نامیه با ۶/۲۵ و ۶ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و صفر بود. در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر تقریباً در تمامی میزان های تیمار شوری از شاهد عملکرد بهتری داشته است و هرچه میزان شوری افزایش یافته این تاثیر مثبت، بارزتر شده است (نمودار ۳).



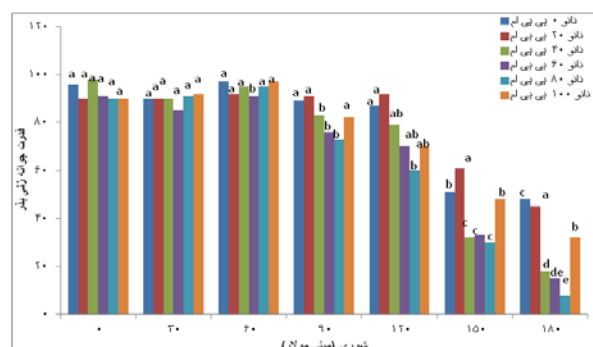
نمودار ۳- اثرات متقابل تیمار شوری × نانوذرات نقره بر قوه نامیه بذر ریحان

بحث

تداوم بقا در مقابل شوری اهمیت به سزایی در زندگی گیاهان دارد. شوری اثرات محدود کننده ای بر جوانه زنی بذر ها و استقرار گیاهان دارد و اثرات خود را بر مراحل حیاتی (تورم، جوانه زنی و رشد ریشه چه) از طریق اثرات اسمزی و یا سمیت یونی اعمال می کند (۲۴). اکثر گیاهان در مرحله جوانه زنی حساسیت بیش تری نسبت به سایر مراحل در مقابل شوری دارند، اگر چه بعضی استثناها نیز وجود دارد. به طور مثال زیره و رازیانه در مرحله جوانه زنی به شوری مقاومت نسبی دارد (۱۴).

تاثیر غلظت های متفاوت از کلرید سدیم و کلسیم و ذرات نانو نقره بر درصد جوانه زنی بذر های ریحان نشان داد، بذوری که با ۴۰ میلی گرم در لیتر، نانو نقره تیمار شده بودند، تحمل بیش تری در مقایسه با تیمار های دیگر حتی شاهد در سطوح مختلف شوری از خود نشان دادند. نتایج اعمال تنش شوری نیز نشان داد که غلظت زیاد کلرید سدیم و کلسیم توانسته است،

در لیتر و کم ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۱۱/۳۷ درصد مربوط به نانو ۸۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با نانو صفر که ۲۱ درصد بود، مشاهده شد. در تیمار ۱۸۰ میلی مولار شوری که بالاترین میزان شوری اعمال شده بود، بیش ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۱۵/۶۲ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر و کم ترین میزان قدرت جوانه زنی با ۳/۱۸ درصد مربوط به نانو ۸۰ میلی گرم در لیتر در مقایسه با نانو صفر با ۱۱/۳۷ درصد، مشاهده شد. در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر تقریباً در تمامی میزان های تیمار شوری از شاهد عملکرد بهتری داشته است و هرچه میزان شوری افزایش یافته این تاثیر مثبت، بارزتر شده است (نمودار ۲).



نمودار ۲- اثرات متقابل تیمار شوری × نانوذرات نقره بر قدرت جوانه زنی بذر ریحان

قوه نامیه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر تیمار های شوری و نانو ذرات نقره بر شاخص قوه نامیه، بسیار معنی دار گردید. هم چنین اثرات متقابل تیمار شوری × نانو ذرات نقره (نانو سیلور) بر این شاخص در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی دار بود. براین اساس مقایسه میانگین های شاخص قوه نامیه با روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام شد. نتایج این مقایسه میانگین طبق (نمودار ۳) نشان می دهد که اثر سطوح تیمار های شوری تحت تاثیر تیمار های نانو ذرات نقره نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش قوه نامیه بذر گردیده است که در تمام سطوح شوری، تفاوت معنی داری مشاهده می شود و در گروه های آماری جداگانه قرار می گیرند. در شوری صفر (شاهد)، بالاترین میزان قوه نامیه بذر به ترتیب با ۸۵ و ۸۴ درصد مربوط به نانو صفر و ۴۰ میلی گرم در لیتر بود. در شوری ۳۰ میلی مولار نیز بیش ترین قوه نامیه با ۶۸/۵ درصد مربوط به نانو ۴۰ میلی گرم در لیتر مشاهده شده ولی تفاوت معنی داری با هم نداشتند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. در شوری ۶۰ میلی مولار نیز تفاوت معنی دار بود و با افزایش شوری این تفاوت بیش تر شد، که بالاترین میزان قوه نامیه در این سطح با ۶۷/۲۵ درصد

محیطی نامناسب برای جوانه زنی بذور فراهم کند. به طوری که مشاهده می شود با افزایش شوری، درصد و سرعت جوانه زنی در تمامی تیمار های اعمال شده ی نانو نقره تحت شرایط آزمایشگاه (ژرمیناتور) کاهش یافته است و با گزارشات سایر محققین هم سویی دارد. در بررسی اثر تنش شوری در گیاه زیره سبز و رازیانه نشان داده شد که غلظت زیاد کلرید سدیم و کلسیم سبب کاهش معنی دار درصد و سرعت جوانه زنی گردیده است که با نتایج آزمایش حاضر هم خوانی دارد (۱۴، ۱۳، ۱۱). دوازده امامی در آزمایشی نشان داد که با افزایش شوری، درصد و سرعت جوانه زنی بذور گیاهان دارویی همانند دیگر محصولات کشاورزی کاهش می یابد. نظر به جدید بودن بحث مورد مطالعه در این تحقیق منابع تایید شده زیادی در دنیا وجود ندارد (۷).

فهمی گزارش کرد اندام زایی قطعات زیره با افزایش میزان شوری کاهش می یابد و بیان کرد بیش تر گیاهان در مرحله جوانه زنی نسبت به سایر مراحل رشد حساسیت بیش تری در مقابل شوری دارند، اگرچه بعضی استثناها نیز وجود دارد برای نمونه زیره در مراحل جوانه زنی به شوری مقاومت نسبی دارد (۱۴).

مراقبی و همکاران در آزمایشی که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری، بر روی ۲ رقم گندم هگزاپلوئید و تتراپلوئید در غلظت های مختلف از محلول نانو نقره انجام دادند، بیان نمودند که نانو نقره بر روی جوانه زنی تاثیری ندارد، ولی باعث تغییر در طول ریشه چه و حجم آن می شود که بهترین غلظت نانو نقره را در غلظت ۸۰ میلی گرم در لیتر اعلام نمودند، که باعث افزایش حجم و طول ریشه چه می شود (۱۵). النیامی و همکاران اثرات محرک نانو ذرات نقره را بر سرعت جوانه زنی و تغییرات هورمونی موثر بر ریشه زایی اعلام کرده اند (۱۹).

حسینی و همکاران تغییراتی را در منحنی رشد غلات پس از محلول پاشی با ذرات نانو نقره مشاهده کرده است (۵).

زینلی و همکاران با اعمال تنش شوری روی گیاه زیره سبز مشخص کردند که تنش شوری بر یکنواختی جوانه زنی، درصد تجمع جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول گیاهچه و نسبت طول ریشه چه به ساقچه در سطح احتمال یک درصد معنی دار داشته بود و درصد تجمع جوانه زنی (محتمل ترین جزء سرعت جوانه زنی) حساس ترین جزء به تنش شوری بوده است (۹).

شوری ممکن است موجب غیر فعال شدن آنزیم های موثر بر جوانه زنی بذور می شود، به ویژه از راه جذب کلسیم موجب ایجاد پیک ثانویه ای می شود که در نتیجه از فعال شدن یا ساخته شدن آنزیم های موثر بر جوانه زنی جلوگیری می کند و

هم چنین تیمار شوری موجب کاهش جوانه زنی بذور زیره سبز می شود به طوری که ۶۷ درصد در شرایط نبودن تیمار شوری (شاهد)، به ۶۵ درصد در تیمار شوری ۵۰ میلی مول و ۵۶ درصد در تیمار شوری ۱۰۰ و ۲۵ درصد در تیمار شوری ۱۵۰ و ۲۵ درصد در تیمار شوری ۲۰۰ میلی مولار کاهش می یابد (۱۱).

تاج بخش تاثیر کلرید سدیم بر درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، ساقه چه، وزن تر و تعداد جوانه زنی غیر عادی، قدرت و سرعت جوانه زنی ارقام جو را بررسی و اعلام کرد، کلرید سدیم سبب کاهش صفات مورد بررسی شد (۴).

اختیاری و محبی در آزمایشی که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری، بر روی گیاه دارویی رازیانه در غلظت های مختلف صفر، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ میلی گرم در لیتر از محلول نانو نقره انجام دادند بیان داشتند که نانو نقره بر جوانه زنی و خصوصیات رشدی گیاه رازیانه تاثیر مثبت دارد، که بهترین غلظت نانو نقره را غلظت ۲۰ میلی گرم اعلام نمودند که سبب افزایش جوانه زنی، قوه نامیه، انرژی رویشی، وزن تر و خشک گیاهچه، حجم و طول ساقه چه می گردد که با آزمایش حاضر همسویی دارد (۲).

وزارت جهاد کشاورزی ایران در گزارشی مکتوب بذور تیمار شده با ذرات نانو نقره را با قدرت جوانه زنی و سرعت رشد بالاتر از شاهد معرفی کرده است و اجرای طرح های تحقیقاتی بیش تر به منظور بررسی دقیق تر این اثرات را توصیه کرده است.

نتیجه گیری

در پایان می توان گفت که استفاده از نانو ذرات نقره (نانو سیلور) موجب افزایش مقاومت گیاه ریحان در برابر شوری می گردد و دو غلظت از تیمارهای ۴۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نانو نقره در بیش تر آزمایش ها موجب افزایش مقاومت گردید. لیکن به جهت جلوگیری از افزایش ترکیبات نقره در خاک، که استفاده بیش از حد آن می تواند مشکلاتی را در آینده پدید آورد، غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر برای محققین و زارعین محترم کشور در مناطقی که دارای آب و خاک شور هستند، پیشنهاد می گردد.

سپاسگزاری

با تشکر فراوان از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد خوی که ما را در این پایان نامه یاری کردند.

منابع

۱. آراسته م، مجموعه اطلاعات کشاورزی، جلد اول، انتشارات معاونت ترویج سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۷۴، صفحه ۵۵.
۲. اختیاری ر، محبی ح، منصوری م، اثر ذرات نانو نقره بر تحمل به شوری گیاه رازیانه در محیط آزمایشگاهی، مجله گیاه و زیست بوم، ۱۳۸۸، شماره ۲۶، صفحه ۱۰۷-۱۲۲.
۳. اختیاری ر، مراقبی ف، بررسی اثرات ذرات نانو نقره بر تحمل به شوری گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L)، مجله گیاه و زیست بوم، ۱۳۹۰، شماره ۲۵، صفحه ۹۹-۱۰۷.
۴. تاج بخش م، بررسی مقاومت ارقام مختلف جو در شرایط تنش شوری حاصل از کلرید سدیم. چکیده ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ۱۳۷۹، بابلسر- ایران.
۵. حسینی س ع، بررسی اکولوژی *Puccinella distans* L در رویشگاه های شور و قلیایی شمال منطقه گرگان . پایان نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۸۳، رشته مرتعداری، دانشکده مرتع و آبخیزداری گرگان، ۱۲۶ صفحه.
۶. حیدری شریف آباد ح، گیاهان و شوری، انتشارات سازمان جنگلها و مراتع، ۱۳۸۰، شماره ۲۶۱، صفحه ۱۹۹.
۷. دوازده امامی س، اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی بذر ۱۰ گونه گیاه دارویی، چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۱، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، نشر آموزش کشاورزی، صفحه ۵۷۱-۵۷۲.
۸. زرگری ع، گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۶، چاپ ششم، جلد چهارم، صفحه ۴۷-۵۱.
۹. زینلی ا، سلطانی ا، واکنش اجزای جوانه زنی بذر به تنش شوری در زیره سبز، مجله علوم کشاورزی ایران، ۱۳۹۰، شماره ۳۳، صفحه ۱۳۷.
۱۰. صالحی م، تمسکنی ف، احسانی م، عارفی م، تأثیر پرایمینگ بر جوانه زنی و رشد گیاهچه کلزا در مقایسه با نانوسیلور تحت تنش شوری، فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی، ۱۳۸۸، شماره ۴، ۵۷-۵۲.
۱۱. طرزی ع م، فهمی ح، اثر شوری بر ترکیبات اسانس زیره سبز در کشت بافت و گیاه کامل، مجموعه مقالات زیره سبز فن آوری، تولید و فرآوری، ۱۳۸۳، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۲. عبد میثانی س، بوشهری ع، درس اصلاح نباتات تکمیلی و انتشارات گروه زراعت و اصلاح نباتات، ۱۳۷۲، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۱۳. عرب خ، رشد و نمو زیره سبز در شرایط تنش شوری، مجموعه مقالات زیره سبز فن آوری، تولید و فرآوری، ۱۳۸۵، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. فهمی ح، فناوری تولید و فرآوری زیره سبز، ۱۳۸۲، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۵. مراقبی ف، محبی ح، صاحبی ع، تاثیر نانوذرات نقره بر میزان استقرار و جوانه زنی دو رقم گندم در محیط آزمایشگاه و گلخانه، مجله علمی و ترویجی گیاه وزیست بوم، ۱۳۸۶، شماره ۱۵.
۱۶. وزارت کشاورزی، ۱۳۸۵، آمار نامه تولیدات کشاورزی.
17. Abdual-baki AA, Anderson J D. Relationship between decarboxilation of glutamic acid and vigour in soybean seed. Crop Science, 1973; 13: 222-226.
18. Albuguerque U. Taxonomy and Ethnobotany of the Genus Ocimum. Federal Univirsity of Pernambuco, Mexico. pp. 48-68, 1996.
- 19- Al-Niemi TS, Campbell WF, Rumbaugh D. Response of (*Alfalfa cultivars*) to salinity during germination and post germination growth. Crop Science, 1992; 32: 476-480.
20. Avigdori Avidov H. Handbook of fruit set and development, CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A. pp. 419-448, 1985.

21. Basra AS, Dhillon R, Malik CP. Influence of seed pre – treatment with plant growth regulators on metabolic alterations of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. *Annal Botany*, 1989; 64: 37-41.
- 22- Chaha KF, Ezeb CA, Emuelosia CE, Esimonec CO. Antibacterial and wound healing properties of methanolic extracts of some Nigerian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 2006; 104: 164-167.
- 23- Daniel SCG, Kumar R, Sathish V, Sivakumar M, Sunitha S, Anitha Sironmani T. Green Synthesis (*Ocimum tenuiflorum*) of Silver Nanoparticles and Toxicity Studies in Zebra Fish (*Danio rerio*) Model, *International J. NanoScience and Nanotechnology*, 2011; 2, 103-117.
24. Katembe WJ, Ungar IA, Mitchel JP. Effect of salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex species L.* *Science as Culture* Vol. 15, No. 4, 309–325. (chenopodiaceae). *Annals of Botany*, 1998; 82: 167-175.
25. Ramteke Ch, Chakrabarti T, Sarangi BK, Pandey RA. Synthesis of Silver Nanoparticles from the Aqueous Extract of Leaves of *Ocimum sanctum* for Enhanced Antibacterial Activity, *Journal of Chemistry*, 2013; 4: 1-7.
26. Simon JE, Quinn J, Murray RG. Basil, a source of essential oils, In: J. Janick and J. E. Simon, (eds). *Advances in new crops*, Timber press, 1990.