

نقش اصلاح کننده‌های ضد تنش پلیمری، معدنی و بیولوژیک
بر عملکرد و حفظ قدرت جوانه‌زنی گیاه دارویی نازبو
(*Ocimum basilicum* L. var. keshkeny levelu)
در شرایط تنش کم آبی

محمدشاهین دانشمندی^{۱*}، محمد خراشادی‌زاده^۲

^۱مربی، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
^۲آستادیار، گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی و آمار، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سه اصلاح کننده طبیعی خاک در شرایط تنش آبی بر عملکرد و حفظ قدرت جوانه‌زنی گیاه دارویی نازبو سه مطالعه جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. در هر سه آزمایش سطوح تنش کم آبی شامل ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان فاکتور اول طرح اعمال گردید. فاکتور دوم آزمایش‌ها شامل سطوح چهارگانه سوپر جاذب پلیمری (صفر، ۷۵، ۱۲۵ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار)، سطوح زئولایت معدنی (صفر، ۶، ۱۲ و ۱۸ تن در هکتار) و آزمایش سوم نیز چهار سطح کود دامی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) تعیین شد. نتایج بدست آمده نشان داد بیشترین عملکرد بذر، وزن هزار دانه و فاکتور تورم در تیمار کود دامی بدست آمد (به ترتیب ۴/۳۶ گرم در بوته، ۱/۶۵۰ گرم و ۱۹/۸۳ میلی لیتر). شرایط تنش آبی باعث کاهش جوانه‌زنی پس از گذشت یکسال از برداشت بذر نازبو شد. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی نوبت دوم در تیمار کود دامی ۴۰ تن و شاهد بدست آمد (به ترتیب ۸۴/۵ درصد و ۶۷ درصد). نتایج حاصل از آزمایش نشان داد در بین سه ماده استفاده شده، تیمار کود دامی ۴۰ تن بهترین نتایج را در جهت تولید و حفظ قدرت جوانه‌زنی بذر نازبو دارد، از این رو، استنباط می‌شود این ماده بیولوژیک و زیست تجزیه پذیر قادر است با کنترل روابط آبی بین خاک و گیاه، شدت تنش کم آبی را در شرایط تولید و انبارمانی بذر گیاه دارویی نازبو را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: زئولایت، سوپر جاذب، فاکتور تورم بذر، کود دامی

هرگاه گیاه نتواند حداقل نیاز آبی خود را به خصوص در مراحل مهم رشدی مانند جوانه‌زنی، گلدهی، تولید بذر و میوه و در گیاهان دارویی در مرحله تولید و تجمع مواد متابولیکی تأمین نماید، دچار تنش آبی خواهد شد. کمبود آب قابل دسترس و استرس ناشی از آن در هر مرحله‌ای از رشد گیاه می‌تواند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم خصوصیات فیزیولوژیکی و شیمیایی بذر را تحت تأثیر خود قرار دهد (Daneshmandi and Azizi, 2009). اثرات اولیه این تنش منجر به کاهش تعداد بذر می‌شود ولیکن کمبود رطوبت خاک با کاهش سطح برگ، فتوسنتز را کاهش می‌دهد که در نتیجه آن دوره پر شدن بذر و در نهایت اندازه بذر کاهش می‌یابد (Copeland and McDonald, 2001)

گیاهان در پاسخ به کمبود آب ترکیباتی با وزن مولکولی کم به نام حفاظت کننده‌های اسمزی تولید می‌کنند (Bagheri et al, 2007)، این حفاظت کننده‌ها معمولاً به گیاه کمک می‌کنند تا شرایط بحرانی را تحمل کند یا دوره رشد خود را سریعتر تکمیل کرده و به تولید بذر برسد. لذا احتمال تغییرات یا اختلالات متابولیکی و ژنتیکی در محصول نهایی وجود دارد. این حفاظت کننده‌ها را در مسیر سنتز اسیدآسیزیک (ABA) می‌توان دنبال کرد. گیاهان در معرض تنش آبی با تولید اسید فازئیک و اسید هیدروفازئیک باعث افزایش سنتز درون سلولی ABA می‌شوند تا از آن در تنظیم روزنه‌ها استفاده کنند، بنابراین در موقع بلوغ فیزیولوژیکی بذر، مقدار ABA در مقابل اسید جیبرلیک GA_3 (هورمون تحریک کننده جوانه‌زنی بذر) افزایش می‌یابد. لذا به نظر می‌رسد در راستای تولید بهینه بذر، کاهش استرس‌های ناشی از تنش آبی عامل مهم‌تری از افزایش مکانیسم مقاومت به آن باشد (Medrano et al., 2002; Laribi et al., 2009)

امروزه از ترکیب کردن خاک با برخی مواد طبیعی شامل ترکیبات آلی یا معدنی در کاهش تنش آبی استفاده می‌شود. در این راستا، پلیمرهای سوپرجاذب، ژل‌های آب دوستی هستند که قدرت جذب آب، نمک و محلول‌های فیزیولوژیکی تا حدود چهارصد برابر حجم اولیه خود را دارند (Montazar, 2008). ژئولایت‌ها نیز گروهی از پلیمرهای معدنی هستند که می‌تواند مقادیر مختلف آب را در خود ذخیره کرده و یا قابلیت ذخیره سازی آب در خاک را افزایش دهد (Gholi Zadeh, 2004). ژئولایت‌های معدنی جزء تبادل کننده‌های کاتیونی شناخته می‌شوند؛ به طوری که کاتیون‌های تبدالی ژئولایت با انرژی کمی توسط شبکه چهار وجهی ساختار این ترکیبات نگهداری می‌شوند. این ویژگی می‌تواند توانایی خاک را در مقابل جذب آب افزایش دهد (Babel and Kurniawan, 2002; Kazemian, 2002). کود دامی نیز یکی از منابع کود آلی است. این مواد دارای ذرات ریز و خلل و فرج کوچکی هستند که می‌توانند با ایجاد مجاری مؤبینه‌ای، فشار منفی زیادی تولید کرده و آب را با شدت بیشتری نگهداری می‌کنند (Koocheki et al., 2007).

گیاه دارویی نازبو^۱ (به عربی: ریحان) با نام علمی *Ocimum basilicum* از تیره نعناع^۲ گیاهی یکساله، یکپایه و دگرگشن است که در اکثر دارونامه‌ها از آن با عنوان گیاه دارویی یاد می‌شود (Omidbaigi, 2004). نام پارسی نازبو است در گویش مردم خراسان از دیر باز رایج است (Dehkhoda, 2008; Farzad, 2012). این نام به خاطر رایحه مطبوعی است که اسانس موجود در پیکر رویشی و زایشی گیاه منتشر می‌کند. علاوه بر آن بذرهای این گیاه حاوی مقادیر زیادی موسیلاژ است که در صنعت داروسازی و صنایع غذایی کاربرد دارد. افزایش نازبو از فقط طریق بذر

1. Nazbuo
2. Lamiaceae

ممکن است ولی مشکل عمده بر سر راه تولید انبوه این گیاه حساسیت شدید به سرما، یخبندان و مهمتر از آن تنش کم آبی (خشکی) است (Omidbaigi, 2004).

هدف این تحقیق بررسی تأثیر سه ماده آلی طبیعی شامل سوپر جاذب پلیمری، زئولایت معدنی و کود دامی در شرایط تنش آبی بر عملکرد و خصوصیات بذری گیاه دارویی نازبو بود تا راهکار تولید بهینه و قابل تعمیم به بخش زراعی آن معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در سه آزمایش جداگانه در مزرعه تحقیقاتی پردیس شماره دو (مزرعه طرق) مجتمع آموزش عالی جهاد کشاورزی خراسان رضوی، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریای آزاد اجرا گردید. هر سه آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. قبل از کشت، از خاک زمین مورد نظر، نمونه برداری تصادفی انجام گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول ۱ ارائه شده است:

آزمایش اول با چهار سطح سوپر جاذب پلیمری با نام تجاری A200 (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) از نوع سوپر جاذب ۲۰۰ که به ترتیب با عنوان تیمارشاهد، سطح یک، سطح دو و سطح سه سوپر جاذب نامگذاری شد، آزمایش دوم شامل چهار سطح زئولایت معدنی (صفر، ۶، ۱۲ و ۱۸ تن در هکتار) از نوع کلینوپتیلولیت ۹۵-۸۵ درصد و فرمول شیمیایی $(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_4\text{O})\text{O}96.24\text{H}_2\text{O}$ با نام شیمیایی آلومینوسیلیکات هیدراته که به ترتیب با عنوان تیمار شاهد، سطح یک، سطح دو و سطح سه زئولایت نام گذاری شدند و آزمایش سوم که دارای چهار سطح کود دامی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) بود که با عنوان شاهد، سطح یک، سطح دو و سطح سه کود دامی نام گذاری گردید. در تمامی آزمایشات فوق سه سطح آبیاری شامل ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی (بدون تنش)، ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (تنش متوسط) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (تنش سنگین) در طی دوره رشد سریع تا برداشت به عنوان فاکتور اول طرح اعمال شد. محاسبه کاهش سطح آب با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A به عنوان میزان آب مصرفی تیمارها تعیین گردید (Roustaie et al., 2012; Khadem et al., 2011).

پس از آماده سازی زمین، کرت‌هایی با ابعاد ۲×۳ متر (۶ مترمربع) ایجاد شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر و فاصله بلوک‌ها نیز پنج متر در نظر گرفته شد. سپس مقادیر ذکر شده کوددامی، سوپر جاذب پلیمری و زئولایت معدنی به خاک کرت‌ها اضافه گردید. مشخصات این سه ماده در جداول ۲ و ۳ مندرج است. برای اینکه نقش تغذیه عناصر موجود در کود دامی بر نتایج آزمایش سوم اثرگذار نباشد، تفاوت سه عنصر اصلی نیتروژن، پتاسیم و فسفر خاک کرت‌ها با کود شیمیایی جبران شد. بذر مورد استفاده این آزمایش (رقم اصلاح شده کشکنی لولو) پس از ضد عفونی سطحی با قارچ‌کش کاپتان ۰/۲ درصد در عمق یک سانتی متری خاک کشت گردید. در طول مراحل انجام این آزمایش نیز از هیچ‌گونه علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

هنگامی که ۸۰ درصد اندام زایشی خشک شدند برداشت محصول به صورت همزمان انجام پذیرفت. بذرها ۷۲ ساعت پس از برداشت در فضای آزاد قرار گرفت و بعد در پاکت‌های سه لایه (کاغذی، پلیمری، آلومینیومی) در دمای

۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس صفات بذری آن شامل: عملکرد بذر، وزن هزار دانه، فاکتور تورم موسیلاژ و درصد جوانه‌زنی بررسی شد. برای شمارش هزار دانه از دستگاه شمارش گر بذر دیجیتالی Munigral استفاده شد و سپس با ترازوی ۰/۰۰۱ وزن آن مشخص گردید. برای تعیین فاکتور تورم بذر از روش شارما و کائول (Sharma and Koul, 1986) استفاده شد. بر این اساس یک گرم بذر خالص با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر درون استوانه مدرج مخلوط گردید و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی مطلق نگهداری شد، پس از طی این مدت میزان تورم بذر بر اساس جذب آب موجود در استوانه محاسبه گردید. آزمون جوانه‌زنی استاندارد هر تیمار در دو نوبت (یکماه و سپس یکسال پس از برداشت محصول) مورد ارزیابی قرار گرفت (ISTA, 2009). این آزمون در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد که دمای بهینه جوانه‌زنی نازبو است (Fallahi et al, 2015) و در شرایط روشنایی و تاریکی (به نسبت ۱۶ به ۸) با استفاده از نور ترکیبی LED در ژرminatور دیجیتالی با دقت ۰/۳ ± درجه سانتی‌گراد انجام شد. از پتری دیش استریل یکبار مصرف ۹۰ میلی‌متری با دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک به عنوان واحد آزمایش استفاده گردید، سپس به هر واحد آزمایشی ۵۰ عدد بذر سالم که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند پس از گندزدایی سطحی منتقل شد. در انتهای آزمایشات تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 (2007) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت.

جدول ۱: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

شن	سیلت	رس	نیترژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	کربن آلی	pH	EC
Sand	Silt	Clay	N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu	O.C		(dS.m ⁻¹)
(%)	(%)	(%)	(%)	mg.Kg ⁻¹			(%)					
۳۶	۴۹	۱۵	۰/۱۲۹	۱۱۸	۱۹۷	۳/۴۸	۱۳/۵	۳/۰۶	۱/۷۲	۱/۲۸	۷/۷	۳/۸۷

جدول ۲: خصوصیات سوپر جاذب و ژئولایت معدنی استفاده شده

مشخصات	وضعیت
خصوصیت ظاهری	دانه‌های سفید رنگ
بو و سمیت	ندارد
دانسیته g/cm ³	۱/۴ - ۱/۵
pH در محیط آب	۶-۷
حلالیت در آب	نامحلول
میانگین اندازه ذرات mm	۲-۴
ظرفیت جذب آب شهر g/g	۱۹۰
ظرفیت جذب آب مقطر g/g	۲۲۰
ظرفیت جذب محلول ۰/۹ درصد سدیم کلرید g/g	۴۵
خصوصیات ژئولایت (کلینوپتیلولیت)	
ویژگی ظاهری	به صورت کریستاله بدون بو
ظرفیت جابجایی یونی mEq.100g ⁻¹	۱۷۰-۲۰۰
وزن مخصوص (Bulk) g.cm ³	۱/۸-۱
خلوص (%)	۹۰-۸۰

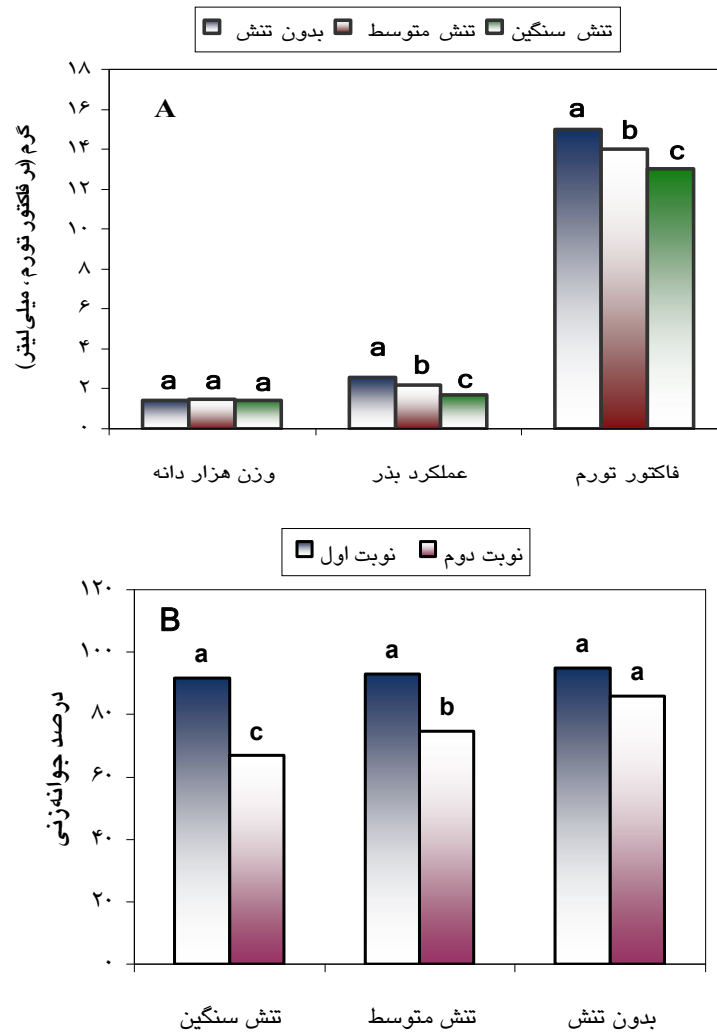
جدول ۳. خصوصیات کود دامی

pH	EC (dS.m ⁻¹)	O.C (%)	Ash (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Fe	Mn	Zn	Cu
							mg.Kg ⁻¹			
۷/۰۰	۲۱/۲۰	۱۵/۸	۶۶	۱/۳۳	۰/۷۳	۰/۷۶	۴۲۲۵	۲۳۰	۸۲	۳۳

نتایج

عملکرد بذر: نتایج تجزیه واریانس اثر تنش کم آبی بر عملکرد بذر نازبو را معنی داری نشان نداد (جدول ۴، ۵ و ۶). بر این اساس میزان تولید بذر در اثر شدت تنش کم آبی کاهش پیدا کرد (شکل ۱). کم آبی میزان تولید بذر را در دو تیمار ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی نسبت به شاهد به ترتیب ۱۷ و ۳۵ درصد کاهش داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین عملکرد بذر در بین تیمارهای سوپر جاذب در تیمار سطح دو (FC = 100%) (۳/۶۵ گرم در هر بوته) و در بین تیمارهای زئولایت سه (FC = 100%) مشاهده شد (۲/۸۱ گرم در هر بوته). بهترین عملکرد بذر در تیمار سطح دو کود دامی (FC = 100%) بدست آمد (۴/۳۶ گرم در هر بوته)، نتایج هر سه تیمار فوق دارای اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد بودند (جداول ۷، ۸ و ۹). بر این اساس بهترین نتایج عملکرد بذر در سه آزمایش سوپر جاذب، زئولایت و کود دامی نسبت به شاهد به ترتیب ۴۷، ۱۴ و ۷۶ درصد افزایش نشان داد. بر اساس نتایج حاصل میزان تولید بذر در تیمار کود دامی به ترتیب ۱۹ و ۵۵ درصد بیشتر از تیمار سوپر جاذب و زئولایت بود (شکل ۲- A).

وزن هزار دانه: طبق نتایج آزمایش، تنش کم آبی تاثیر معنی داری بر شاخص وزن هزار دانه نداشت (شکل ۱، A)، ولی اثر متقابل تنش کم آبی و سه ماده ضد تنش سوپر جاذب، زئولایت و کود دامی بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد بود (جداول ۵، ۶ و ۷). بالاترین وزن هزار دانه تیمارهای سوپر جاذب در تیمار سطح دو (FC=100%) حاصل شد که نسبت به شاهد ۵ درصد کاهش داشت. بر اساس نتایج حاصل تیمارهای زئولایت معدنی بالاترین نتایج وزن هزار دانه متعلق به تیمار سطح سه زئولایت (FC=100%) بود که نسبت به شاهد ۳ درصد افزایش نشان داد. همچنین بهترین نتیجه آزمایش سوم نیز در تیمار سطح دو کود دامی (FC = 70%) بدست آمد که مبین افزایش ۲۰ درصدی در مقایسه با شاهد بود. مقایسه سه آزمایش نیز نشان داد وزن هزار دانه در بهترین تیمارهای کود دامی (سطح دو) نسبت به بهترین نتایج تیمارهای سوپر جاذب (سطح دو) و زئولایت (سطح سه) به ترتیب ۲۱ و ۱۶ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲، B).



شکل ۱: تاثیر اثر ساده تنش کم آبی بر صفات فیزیولوژیکی (A) و جوانه‌زنی نازبو (B)

فاکتور تورم: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴، ۵ و ۶) اثر کم آبی در دو تیمار سوپر جاذب و کود دامی بر فاکتور تورم در سطح ۱ درصد معنی دار بود. تنش آبی به صورت سیگموئیدی میزان تورم بذر تیمارها را تحت تاثیر خود قرار داد، به گونه‌ای که کم آبی در هر سه آزمایش ابتدا باعث افزایش تورم بذر شد ولی با شدت تنش این شاخص کاهش پیدا کرد. اختلاف فاکتور تورم در تنش کم آبی متوسط و تنش سنگین نسبت به تیمار بدون تنش به ترتیب $+6/7$ و $-6/6$ درصد بود. (شکل ۱A). نتایج مقایسه میانگین نشان داد سطح دو تیمارهای سوپر جاذب، زئولایت و کود دامی در شرایط عدم تنش کم آبی ($FC=100\%$) حائز بالاترین فاکتور تورم شدند (به ترتیب ۱۸، ۱۸ و $19/83$ میلی‌لیتر) که این نتایج نسبت به شرایط بدون تنش شاهد به ترتیب ۱۵، ۱۵ و ۳۲ درصد افزایش داشت. بر اساس نتایج حاصل فاکتور تورم در سطح یک سوپر جاذب در تنش متوسط و سنگین نسبت به تیمارهای مشابه شاهد کاهش داشت (به ترتیب ۳- و ۱۰- درصد) ولی در آزمایشات زئولایت و کود دامی غالباً فاکتور تورم نسبت به شاهد روند افزایشی داشت. (جدول ۷، ۸ و ۹). بهترین نتایج فاکتور تورم در کود دامی نسبت به دو تیمار سوپر جاذب و زئولایت معدنی ۱۰ درصد بیشتر بود. فاکتور تورم در شرایط تنش کم آبی هر سه آزمایش دستخوش تغییر گردید و

نسبت به تیمارهای بدون تنش کاهش نشان داد. نتایج فوق نیز مبین آن است که بالاترین مقدار تورم بذر در شرایط بدون تنش حاصل شد و کم آبی محتوای موسیلاژ بذر نازبو را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

درصد جوانه زنی: با استناد به نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید در هر دو آزمون درصد جوانه‌زنی اثر معنی‌داری وجود نداشت (جداول ۴، ۵ و ۶). همچنین از نقطه نظر آماری مقایسه میانگین اثر تنش کم آبی بر درصد جوانه‌زنی نوبت اول (یک ماه پس از برداشت) معنی‌دار نشد، لذا جوانه‌زنی در سال اول برداشت محصول تحت تاثیر کم آبی قرار نمی‌گیرد. با این وجود جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش (FC=100%) نسبت به تنش کم آبی متوسط (FC=70%) و سنگین (FC=50%) به ترتیب ۲/۱ و ۳/۶ درصد بیشتر بود (شکل ۱، B). نتایج مقایسه میانگین سه آزمایش نیز حاکی از عدم اختلاف آماری در اولین نوبت بررسی جوانه‌زنی بود، بر این اساس بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار سوپر جاذب (سطح یک)، ژئولایت معدنی (سطح دو) و کود دامی (سطح دو) به ترتیب ۹۶/۳، ۹۵/۵ و ۹۷ درصد بدست آمد. تمامی این نتایج در شرایط بدون تنش حاصل شد (جداول ۵، ۶ و ۷).

جوانه‌زنی نوبت دوم (یکسال پس از برداشت) تحت تاثیر کم آبی در زمان تولید محصول قرار گرفت و اختلاف آماری بر تیمارها حاکم شد. بر این اساس بالاترین درصد جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش و کمتر مقدار نیز در تنش کم آبی سنگین مشاهده شد (به ترتیب ۸۶ و ۶۷ درصد). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کم آبی و سه ماده ضد تنش نشان داد بالاترین درصد جوانه‌زنی نوبت دوم در سطح دو این تیمارها و شرایط بدون تنش (FC=100%) بدست آمد. اما نکته حائز اهمیت عدم اختلاف معنی دار بین شرایط بدون تنش و تنش کم آبی متوسط در هر سه سطح تیمار کود دامی بود. بهترین نتایج درصد جوانه‌زنی نوبت دوم تیمار کود دامی نسبت به نتایج مشابه دو آزمایش دیگر به ترتیب ۳/۳ و ۲/۲ درصد و نسبت به شاهد نیز ۷ درصد بیشتر بود.

درصد جوانه‌زنی نوبت دوم نسبت به نوبت اول در شرایط تنش کم آبی متوسط و تنش سنگین به ترتیب ۲۵ و ۳۷ درصد کاهش نشان داد، با توجه به نتایج اثر متقابل کم آبی و سه ماده ضد تنش مشخص شد روند کاهشی جوانه‌زنی در بهترین تیمار سه ماده ضد تنش سوپرجاذب (سطح یک)، ژئولایت (سطح دو) و کود دامی (سطح دو) به ترتیب ۱۵ و ۲۲ درصد، ۱۷/۲ و ۱۵ درصد و ۹ و ۱۳ درصد ایجاد شد.

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس اثر سوپرجاذب آب بر عملکرد و صفات بذر گیاه دارویی نازبو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد بذر	وزن هزار دانه	فاکتور تورم	درصد جوانه‌زنی I
تکرار	۴	۰/۰۳۳	۰/۰۳۰	۴/۵۹۰**	۱۶۰/۶۸۸
سطح بستر	۳	۰/۰۱۴	۱/۶۸۶**	۴/۶۱۸**	۳۱/۴۱
سطح آبیاری	۲	۰/۰۰۳	۳/۲۲۵**	۱۸/۳۴۰**	۴/۵۲۱
بستر x آبیاری	۶	۰/۰۵۱**	۰/۴۱۳**	۱/۹۵۱*	۴۴/۸۲۶
خطا	۴۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۳۶۶	۸۲/۵۳۶

* سطح معنی‌داری؛ ۰/۰۵ درصد ** سطح معنی‌داری؛ ۰/۰۱ درصد

جدول 5: نتایج تجزیه واریانس اثر زئولایت معدنی بر عملکرد و صفات بذر گیاه دارویی نازبو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد بذر	وزن هزار دانه	فاکتور تورم
		درصد جوانه‌زنی I	درصد جوانه‌زنی II	
تکرار	4	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۴۹
سطح بستر	3	۰/۲۷۰**	۰/۶۵۳**	۷/۵۶۹**
سطح آبیاری	2	۰/۰۰۵	۲/۶۷۰**	۱۳/۰۴۹**
بستر X آبیاری	6	۰/۰۳۳**	۰/۱۱۰**	۱/۴۳۸
خطا	۴۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۶۴۰

* سطح معنی داری؛ ۰/۰۵ درصد ** سطح معنی داری؛ ۰/۰۱ درصد

جدول 6: نتایج تجزیه واریانس اثر کود دامی بر عملکرد و صفات بذر گیاه دارویی نازبو

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد بذر	وزن هزار دانه	فاکتور تورم
		درصد جوانه‌زنی I	درصد جوانه‌زنی II	
تکرار	4	۰/۰۲۹	۰/۰۰۵	۰/۶۴۶
	3	۲/۱۸۰**	۰/۱۸۳**	۲۹/۸۸۰**
	2	۷/۴۲۶**	۰/۰۳۷**	۱۶/۳۹۶**
	6	۳/۹۵۶**	۰/۴۰۵**	۱/۶۰۹*
	۴۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۳	۰/۳۱۳

* سطح معنی داری؛ ۰/۰۵ درصد ** سطح معنی داری؛ ۰/۰۱ درصد

جدول 7: اثر متقابل تنش کم آبی و سوپر جاذب پلیمری بر خصوصیات بذر گیاه دارویی نازبو

سوپر جاذب (Kg.h ⁻¹)	سطوح آبیاری	عملکرد بذر (گرم در بوته)	وزن هزار دانه (گرم)	فاکتور تورم (میلی لیتر)	درصد جوانه‌زنی (نوبت اول)	درصد جوانه‌زنی (نوبت دوم)
شاهد	۱۰۰	۲/۴۸d	۱/۳۰c	۱۵b	۹۵ a	۸۶ a
	۷۵	۲/۱۱e	۱/۵۴ a	۱۶ a	۹۳ a	۷۴/۵b
	۵۰	۱/۸۲f	۱/۳۷bc	۱۴bc	۹۱/۷۵a	۶۷ c
۷۵ (سطح یک)	۱۰۰	۲/۴۰e	۱/۳۸bc	۱۵b	۹۶/۳ a	۸۴ab
	۷۵	۲/۴۰ e	۱/۴۱bc	۱۵/۵bc	۹۴ a	۷۷ b
	۵۰	۱/۹۱f	۱/۳۵bc	۱۳/۶۷c	۹۴/۵۰a	۷۳/۷۵bc
۱۲۵ (سطح دو)	۱۰۰	۳/۶۵a	۱/۴۶ab	۱۶a	۹۵ a	۸۹ a
	۷۵	۳/۲۰b	۱/۴۵ab	۱۶a	۹۵/۷۵a	۸۰/۵۰ab
	۵۰	۱/۹۱f	۱/۳۵bc	۱۴bc	۹۵/۵۰a	۷۷/۵۰b
۲۵۰ (سطح سه)	۱۰۰	۲/۸۴c	۱/۴۳b	۱۶a	۹۶ a	۸۶ a
	۷۵	۲/۳۷d	۱/۱۹d	۱۶a	۹۴/۵۰a	۷۷ b
	۵۰	۲/۱۴e	۱/۱۴b	۱۴bc	۹۴/۷۵ a	۷۴bc

- در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۸: اثر متقابل تنش کم آبی و زئولایت معدنی بر خصوصیات بذر گیاه دارویی نازیبو

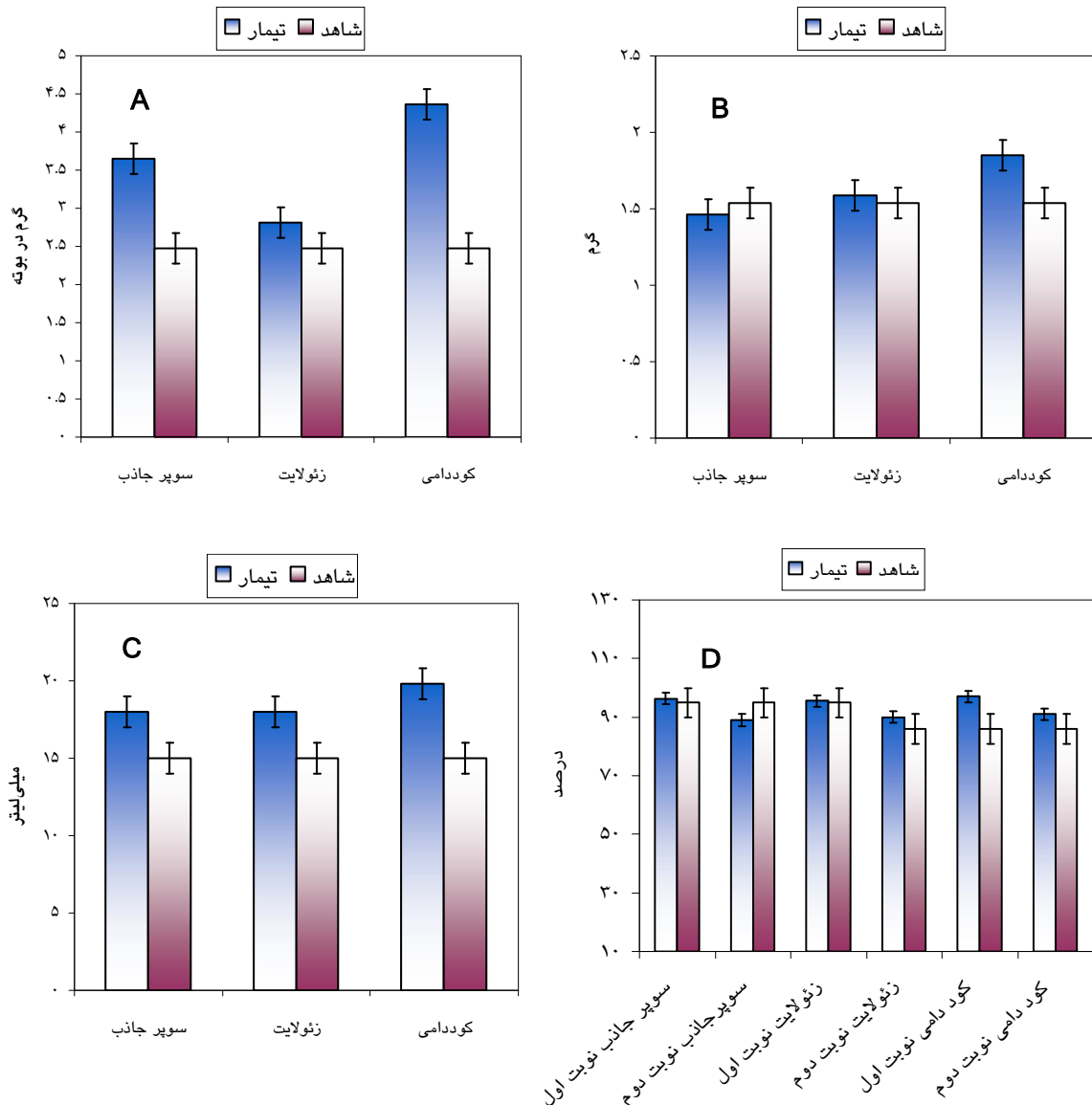
سطوح زئولایت (Kg.h ⁻¹)	سطوح آبیاری	عملکرد بذر (گرم در بوته)	وزن هزاردانه (گرم)	فاکتور تورم (میلی لیتر)	درصد جوانه زنی (نوبت اول)	درصد جوانه زنی (نوبت دوم)
۱۰۰	۲/۴۸b	۱/۳۰f	۱۵ c	۹۵a	۸۶a	
شاهد	۲/۱۱c	۱/۵۴ab	۱۶b	۹۳a	۷۴/۵b	
۵۰	۱/۸۲d	۱/۳۷def	۱۴ d	۹۱/۷۵a	۶۷c	
۱۰۰	۲/۰۵c	۱/۴۷bc	۱۷ab	۹۵a	۸۸a	
۶۰۰۰ (سطح یک)	۲/۰۸c	۱/۴۳cde	۱۷ab	۹۵a	۸۲ab	
۵۰	۱/۳۵e	۱/۳۵def	۱۵c	۹۴a	۷۸b	
۱۰۰	۲/۷۶a	۱/۴۶bcd	۱۷ab	۹۴/۷۵a	۹۰a	
۱۲۰۰۰ (سطح دو)	۲/۴۹b	۱/۴۶bcd	۱۷/۵ab	۹۵۰/۵a	۸۱b	
۵۰	۱/۸۱d	۱/۵۹a	۱۵/۶bc	۹۵a	۸۲/۵۰b	
۱۰۰	۲/۸۱a	۱/۴۲cde	۱۷ab	۹۵ a	۸۹a	
۱۸۰۰۰ (سطح سه)	۲/۱۵c	۱/۳۷def	۱۸a	۹۲/۷۵a	۸۷a	
۵۰	۱/۸۸d	۱/۴۱cde	۱۴d	۹۴/۵۰a	۷۹/۵۰b	

- در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۹: اثر متقابل تنش کم آبی و کود دامی بر خصوصیات بذر گیاه دارویی نازیبو

سطوح کود دامی (Kg.h ⁻¹)	سطوح آبیاری	عملکرد بذر (گرم در بوته)	وزن هزاردانه (گرم)	فاکتور تورم (میلی لیتر)	درصد جوانه زنی (نوبت اول)	درصد جوانه زنی (نوبت دوم)
۱۰۰	۲/۴۸e	۱/۳۰de	۱۵e	۹۵a	۸۶a	شاهد
۷۵	۲/۱۱gh	۱/۵۴a	۱۶d	۹۳a	۷۴/۵۰b	
۵۰	۱/۸۲i	۱/۳۷bcd	۱۴f	۹۱/۷۵a	۶۷c	
۱۰۰	۳/۳۵b	۱/۴bc	۱۸b	۹۶a	۸۸a	۲۰۰۰۰ (سطح یک)
۷۵	۲/۷۷d	۱/۶۵ab	۱۶/۵cd	۹۶a	۸۶a	
۵۰	۱/۸۱i	۱/۴۱b	۱۶/۵cd	۹۶a	۸۱/۵۰ab	
۱۰۰	۴/۳۶a	۱/۸۵a	۱۸/۸۳ab	۹۷a	۹۲a	۴۰۰۰۰ (سطح دو)
۷۵	۳/۲۰bc	۱/۳۱cde	۱۹/۵a	۹۶a	۸۸a	
۵۰	۲/۹۷d	۱/۴۲b	۱۶/۶۷cd	۹۵/۵۰a	۸۴/۵۰ab	
۱۰۰	۳/۱۰c	۱/۴۰bc	۱۷c	۹۴a	۹۰/۷۵a	۶۰۰۰۰ (سطح سه)
۷۵	۲/۳۹ef	۱/۰۷f	۱۸b	۹۵a	۸۶a	
۵۰	۲/۲۴fg	۱/۰۴f	۱۶d	۹۵a	۸۱/۵۰ab	

- در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۲: مقایسه بهترین نتایج سه تیمار سوپر جاذب، ژئولایت و کود دامی با نتایج شاهد: عملکرد بذر (A)، وزن هزار دانه (B)، فاکتور تورم بذر (C)، درصد جوانه زنی یک ماه و یک سال پس از برداشت (D)

بحث

گیاهان در شرایط تنش با تغییر مسیر متابولیکی خود و سنتز موادی که در شرایط عادی به آن نیاز ندارند (و یا کمتر نیازمند آن هستند مانند پرولین، قندها و متابولیت‌های ثانویه) با تنش مقابله کرده و مسیر عادی رشد و نمو در جایگاه دوم قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر گیاهان بین دو شاخص «زنده بودن» و «رشد و نمو» مجبور به پذیرش گزینه اول هستند (Daneshmandi, 2013). از مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به کمبود آب، افزایش نسبت ریشه به شاخساره است. در چنین شرایطی فرآورده‌های فتوسنتزی بیشتری به ریشه اختصاص می‌یابد (Alizadeh, 2005) که نتیجه آن با کاهش سنتز مواد آسمیله و نقصان روابط منبع و مخزن نمود پیدا می‌کند. با نگاهی به جمیع نتایج این پژوهش مشخص است کمبود آب آبیاری مانع مهمی بر عملکرد و صفات بذری گیاه دارویی نازبو محسوب می‌شود. کاربرد

سه ماده ضد تنش سوپرجاذب پلیمری، زئولایت معدنی و کود دامی غالباً در بخشی از صفات (و البته نه در همه پارامترها) موثر بود.

سوپر جاذب پلیمری در شرایطی آبیاری در سطح ظرفیت زراعی بر برخی صفات بذری نازبو موثر بود ولیکن در شرایط حاد و بحرانی کمبود آب کارایی خاصی را نشان نداد. سوپرجاذبها، پلیمرهای آبدوستی هستند که قدرت فوقالعاده‌ای در جذب آب دارند ولی نتایج نشان داد باز پس گیری آب جذب شده حداقل برای ریشه‌های گیاهان یکساله‌ای مانند نازبو به راحتی امکان پذیر نیست. حالت زله‌ای این مواد در حضور رطوبت می‌تواند با چسبیدن به ادوات کشاورزی در حین عملیات خاک ورزی مشکل ساز شود، همچنین ماندگاری طولانی مدت آن در خاک و تجمع رطوبت می‌تواند بستر مناسبی برای عوامل مضر خاکزی ایجاد کند. لذا کاربرد آن در گیاهان یکساله و زراعت تناوبی باید جانب احتیاط را رعایت کرد.

دستاوردهای این تحقیق نشان داد زئولایت نیز در شرایط عدم تنش بیش از هنگام بروز بحران آبی موثر است. هر چند نتایج اثر متقابل زئولایت و تنش کم آبی اثر مثبت و معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نوبت اول و وزن هزاردانه داشت ولی نتوانست در سایر صفات موثر واقع شود. مشکل عمده کاربرد این ماده سخت شدن سطح خاک به هنگام کاهش محتوای رطوبت بود. با این حال Mirzakhani (2011) مصرف زئولایت به هنگام وقوع تنش کم آبی را عامل تخفیف اثرات تنش بر عملکرد دانه گلرنگ بهاره ذکر کرد.

کاربرد کود دامی در شرایط تنش تاثیرات مثبتی بر عملکرد و خصوصیات بذری نازبو نشان داد. سطح دو کود دامی (۴۰ تن در هکتار) بهترین نتایج را در پی داشت به گونه‌ای که در تنش سنگین (FC=50%) عملکرد بذر ۷۶ درصد، وزن هزار دانه ۳ درصد، فاکتور تورم ۱۹ درصد و درصد جوانه‌زنی نوبت اول و دوم به ترتیب ۴ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت. تحقیقات نشان داده است کاربرد کودهای حیوانی علاوه بر پایداری مواد آلی با بهبود ساختمان خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری آن باعث افزایش ضریب نگهداری آب در خاک می‌گردد (Sharifi, 1998). اثر مثبت کودهای دامی بر مکانیزم رشد و عملکرد محصول و متابولیت‌های ثانویه برخی از گیاهان دارویی اثبات شده است. Daneshmandi and Azizi (2009) در آزمایشات خود نشان دادند کاربرد کود دامی در شرایط کم آبی باعث افزایش در ارتفاع گیاه، سطح برگ و میزان نسبی آب برگ شد، ولی تجمع پرولین و قندهای محلول در گیاه نازبو را بصورت معنی‌داری کاهش داد. Tabrizi (2003) کمبود آب آبیاری را عامل مهم کاهش وزن هزاردانه و عملکرد اسفرزه و پسیلیوم اعلام کردند. مطابق این گزارشات کاربرد کود دامی در شرایط تنش کم آبی بر عملکرد اسفرزه و پسیلیوم معنی‌دار بود که با دستاوردهای این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج کلی این پژوهش نشان داد کود دامی به‌عنوان یک ماده بیولوژیک و زیست تجزیه پذیر با کنترل روابط آبی بین خاک و گیاه در شرایط تنش تاثیر مثبتی بر رشد و نمو گیاه دارویی نازبو داشته و در کیفیت و کمیت محصول موثر واقع شد. از این رو، در شرایط وقوع تنش خشکی، مصرف کود دامی جهت کنترل عملکرد این گیاه دارویی قابل توصیه است.

Reference

- Alizadeh, A. 2005. Water, soil and plant relationships, Imam Reza University Press.
 Babel, S. and Kurniawan, T.A. 2002. A research study on Cr removal from contaminated - wastewater using natural zeolite. Ion Exchange, 14: 289-292.
 Bagheri, A., Moshtaghi, N. and Sharifi, A. 2007. Plant Biotachnology. Jahad -E- Daneshgahi Mashhad Press, Iran. P. 235.

- Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 2001.** Principles of seed science and technology (4th ed.). Published by Springer Science+Business Media, LLC. New York.
- Daneshmandi, M.Sh. and Azizi, M. 2009.** The study on the effect of water stress and mineral zeolite on some quantity and quality characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). 6th Iranian Horticultural Science Congress. Guilan, Iran. 12-15 July. P.1272- 1275.
- Daneshmandi, M.Sh. 2013.** Identification of biophysical, biochemical and biological characteristics in Balangu seeds (*Lallemantia royleana*) and study of seed germination and seed vigour structures under environmental difficult conditions. M.Sc. Thesis.
- Dehkoda, M. 2008.** Available at Web Site <http://www.loghatnaameh.com>.
- Fallahi H.R., Mohammadi, M., Aghavani-Shajari M. and Ranjbar, F. 2015,** Determination of germination cardinal temperatures in two basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars using non-linear regression models, Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 2(4): 140-145
- Farzad, M. 2012.** Complete Guide and Applied of medicinal and aromatic plants. Srva publications.
- Gholi Zadeh, A. 2004.** The effect of water and natural zeolite on phisiomorphological characteristics of *Dracocephalum moldavica*. MS.c Thesis. Ferdwosi University of Mashhad, Iran.
- Kazemian, H. 2002.** Zeolite science in Iran: A brief review p 162- 164. In: Misaelides, P (ed). 6th International conference on the occurrence, properties and utilization of natural zeolites Greece.
- Khadem, A., Ramrodi, M., Gelavi, M. and Rosta, M.G. 2011.** The effect of drought stress and different rates of animal manure with super absorbent polymer on grain yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Field Crop Science. 42(1): 115-123.
- Koocheki, A., Zand, E., Bannayan, M., Rezvani Moghaddam, P., Mahdavi Damghani, A., Jami Al-Ahmadi, M. and Vesal, S.R. 2007.** Plant Physiological Ecology, Vol. I. 2nd ed. (Translate). Ferdowsi University of Mashhad Press.
- Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou A. and Marzouk, B. 2009.** Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products, 30: 372-379.
- Medrano, H., Escalona, J.M., Gulias J. and Flexas J. 2002.** Regulation of photosynthesis of C3 plant in response to progressive drought: Stomatal conductance as reference parametr. Ann. Bot. 889: 895-905.
- Mirzakhani, M. 2011.** Effects of water stress on yield and yield components and the use of zeolite safflower. Iranian Journal of Crop and Plant Breeding, 7 (3): 56-39.
- Montazar, A. 2008.** Study the Effect of stockosorb super absorbent polymer on the flow advance time and infiltration parameters in furrow irrigation. Iranian Journal of Water and Soil. 22(2):341-357.
- Omidbaigi, R. 2004.** Production and processing of medicinal plant. Vol. III. Behnashr Publication. Mashhad.
- Roustaie, KH., Movahhedi Dehnavi, M., Khadem S.A. and Owliaie, H.R. 2012.** Effect of different super absorbent polymer and animal manure ratios on the quantitative and qualitative characteristics of soybean under drought stress. Journal of Crops Improvement, 14(1): 32-41.
- Sharifi Ashorabadi, A. 1998.** Evaluation of soil fertility in agricultural ecosystems. Ph.D. Thesis in crop science. Islamic azad university, science and research branch.
- Sharma, P.K. and Koul, A.K. 1986.** Mucilage in Seeds of *Plantago ovata* and Its Wild Allies. Journal of Ethnopharmacology. 17: 289-295.
- Tabrizi, L. 2003.** Effect of water stress and organic fertilizer on quantitative and qualitative criteria of two species of medicinal plants: *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. M.Sc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.