

کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه

۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

تأثیر کاربرد زئولیت در خاک بر بهینه سازی آب فضای سبز

جهانگیر عابدی کوپایی^۱، جعفر اسد کاظمی^۲

چکیده

اعمال مدیریت صحیح و بکار گیری فنون پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبت خاک و افزایش ظرفیت نگهداشت آب در آن از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش بازده آبیاری و در نتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب کشور است. یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، استفاده از مواد جاذب رطوبت طبیعی مانند زئولیت است. مواد جاذب رطوبت طبیعی می‌توانند آب حاصل از آبیاری و بارندگی را جذب نموده و از فرونشست عمقی آن جلوگیری نمایند. در تحقیق حاضر اثرات متفاوت حاصل از تیمارهای بکار گرفته شده از دو نوع زئولیت فیروزکوه و سمنان بر پارامترهای منحنی مشخصه رطوبتی خاک غالب منطقه اصفهان و در دو سطح ۴ و ۶ درصد ماده جاذب رطوبت در خاک، بررسی گردیده است. همچنین تأثیر این سطوح مواد بر روی نیاز آبی سرورنقره ای و عملکرد آن مورد بررسی قرار گرفته است. بطور کلی کاربرد زئولیت سمنان در سطح ۶ درصد در خاک، مقدار رطوبت قابل استفاده خاک را بیش از سایر مواد و درصدها افزایش داده است. از آنجا که مصرف این زئولیت در خاک اطراف محیط ریشه درختان می‌تواند فواصل آبیاری را افزایش دهد، می‌توان از آن برای صرفه جویی در مصرف آب در فضای سبز شهرها استفاده نمود.

کلمات کلیدی: مواد جاذب رطوبت، زئولیت، منحنی مشخصه رطوبتی خاک.

koupai@cc.iut.ac.ir

asadkazemi@gmail.com

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، صندوق پستی ۸۴۱۵۶

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۱ - مقدمه

بخش‌های کشاورزی و فضای سبز عمده ترین مصرف کننده منابع آب کشور می‌باشند. با توجه به ارقام موجود حدود ۹۰ درصد حجم آب مصرفی در کشور در این دو بخش مصرف می‌شود. همچنین بیشترین تلفات آب نیز مربوط به این بخش می‌باشد [۱]. لذا هرگونه بهینه سازی مصرف آب در این بخش‌ها از اهمیت شایان توجهی برخوردار است. در مورد بهینه سازی مصرف آب این نکته قابل تامل است که اگر بازده آب کشاورزی تنها ۵ درصد افزایش یابد، مقدار آب صرفه جویی شده معادل با آب مورد نیاز صنایع و معادن کشور بعلاوه آب شرب شهرها و روستاها خواهد بود [۲].

محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه جوئی در مصرف آب را، مخصوصا در نواحی خشک کشور، دوچندان می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و بکارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک از جمله راهکارهای موثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب کشور است [۳]. از جمله تکنیک‌های جدید که می‌توان برای این منظور بکار برد استفاده از مواد جاذب رطوبت طبیعی (زئولیت‌ها) است. کاربرد کانی‌های زئولیتی بویژه با مولکول آب بیشتر و پتاسیم دار درخاک اطراف ریشه گیاهان باعث افزایش ظرفیت حفظ و نگهداری رطوبت خاک اطراف محیط ریشه می‌شود که این رطوبت به مرور زمان در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. علاوه بر این حفره‌های موجود در شبکه زئولیت توان ذخیره سازی محلول غذایی را در محیط رشد افزایش داده و باعث استفاده بهینه از کودها می‌شوند. عملکرد زئولیت‌ها به تعداد مولکولهای آب آن، نوع گیاهان و دور آبیاری بستگی دارد که موضوع دیگر تحقیق حاضر است. بنابراین با توجه به خصوصیات این مواد، استفاده از آنها در مناطق دیم، جنگل کاری و فضای سبز شهری بنظر بسیار سودمند می‌باشد. استفاده از این سوپر جاذب‌ها در فضای سبز شهری و منابع طبیعی باعث طولانی تر شدن دور آبیاری می‌شود و این به نوبه خود نیاز به نیروی انسانی و تجهیزات آبیاری را کاهش می‌دهد. لذا با توجه به خواص مذکور، اهمیت مطالعه تاثیرات استفاده از این مواد جاذب آب و مقایسه عملکرد آنها بیشتر مشخص می‌شود.

زئولیت در طبیعت دارای منابع نسبتا زیادی است. فضاهای خالی آنها مخزن آب و پتانسیل جذب سطحی بزرگترین کاربرد برای بهبود خاک است. زئولیت موجود در خاک می‌تواند آب مورد نیاز را برای محصولات در شدید ترین شرایط خشکی تعدیل کند.

پژوهش‌ها و آزمایشات اخیر ارزیابی برای استفاده از زئولیت بعنوان اصلاح کننده خاک برای افزایش نفوذ باران به خاک، بالا بردن ظرفیت ذخیره آب خاک، و موجب دیدن بعضی اثرات مفید استفاده از باران و تعدیل آب مورد نیاز برای محصولات می‌شود. اغلب پژوهش‌ها در مورد کاربرد مواد شیمیایی مصنوعی برای بهبود و اصلاح خاک است و تلاش کمی برای توسعه کاربرد مواد طبیعی صورت گرفته است.

کاوسی و رحیمی‌نیز (۱۳۸۲) گزارش دادند که اثر زئولیت بر عملکرد دانه برنج در سطح یک درصد و بر عملکرد کاه و کلش در سطح ۵ درصد معنی دار بوده است [۴]. میناتو (۱۹۶۸) گزارش کرد که در ژاپن زئولیت طبیعی به عنوان یک اصلاح کننده در خاکهای شنی و دارای رس کم استفاده می‌شود [۷]. هانگ ژانبین (۲۰۰۱) نتیجه گرفت که خاک دارای زئولیت، مقایسه شده با خاک بدون زئولیت، می‌تواند نفوذ آب به خاک را از ۳۰-۷ درصد در شیب ملایم افزایش دهد و نفوذ آب را به خاک بیشتر از ۳۵ درصد در شیب تند افزایش دهد. بعلاوه، خاک حاوی زئولیت می‌تواند رطوبت خاک را از ۰/۴ - ۱/۸ درصد در شرایط بسیار خشک افزایش دهد و ۵ تا ۱۵ درصد رطوبت خاک را در شرایط معمولی افزایش دهد. در مزرعه ظرفیت تبادل کاتیون (CEC) در خاک دارای زئولیت بیشتر از خاک نرمال است [۶]. پپر، فرگوسن و نیبون (۱۹۸۲) بیان کردند که با افزایش ۱۰ درصد زئولیت به ماسه شسته شده جوانه زنی و استقرار جوانه‌های گراس در مقایسه با ماسه، بیشتر بود و بیوماس تولیدی با افزایش زئولیت بطور معنی داری افزایش یافت [۱۰]. همچنین فرگوسن، پپر و نیبون (۱۹۸۶) گزارش دادند که با افزایش ۵ یا ۱۰ درصد زئولیت به ماسه، جوانه زنی و استقرار گراس بطور معنی داری افزایش می‌یابد. زئولیت رشد ریشه را افزایش می‌دهد. جوانه زنی و کیفیت گراس به علت افزایش حفظ رطوبت بوسیله زئولیت کلینوپتی لولیت افزایش می‌یابد. همچنین زئولیت کلینوپتی لولیت به علت نگهداری عناصر در منطقه ریشه سبب استقرار گیاه می‌شود [۹].

بدلین (۱۹۹۷) در رومانی با اضافه کردن ۲۵ تا ۱۰۰ تن زئولیت بر هکتار بر زمینهای زیر کشت سیب زمینی بین ۳۰ تا ۷۰ درصد افزایش مشاهده شده است [۷]. ناز و براون (۱۹۹۱) نشان دادند که کاربرد ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی زئولیت کلینوپتی لولیت بقاء گیاه را بیشتر از ۵ درصد افزایش می‌دهد که علت آن را کاربرد زئولیت با درجه بندی بزرگتر نسبت به زئولیت کاربردی توسط فرگوسن بیان کردند. در این مطالعه افزایش زئولیت رطوبت و حالت عناصر علت اصلی بقاء گیاه بود [۸].

۲- مواد و روش‌ها

در ابتدا از بافت خاک منطقه محموآباد نمونه برداری شد و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱)- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

HCO ₃ (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	EC (dS/m)	pH	ρ _b (g/cm ³)	بافت خاک	عمق (cm)
۳/۷۵	۱۱/۸	۴/۶	۴/۱۴	۶/۷	۲/۶۹	رسی	۰-۳۰
۶/۲۵	۱۶	۴/۲	۴/۷۹	۷/۱	۲/۶۹	رسی	۳۰-۶۰

در این آزمایش از دو نوع ماده جاذب رطوبت طبیعی بنام‌های زئولیت سمنان و زئولیت فیروزکوه و در دو سطح استفاده ۴ و ۶ درصد در خاک بر روی یک نوع گونه گیاهی فضای سبز نام سرو نقره ای و با سه درصد نیاز آبی ۱۰۰، ۶۷ و ۳۳ درصد استفاده شده است. این تحقیق در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با ۳ تکرار و بصورت اسپلیت فاکتوریل اسپلیت اجرا شد. در ابتدا و در آزمایشگاه زئولیت‌های مورد استفاده تجزیه شیمیائی شدند که در جدول (۲) نتایج آن آمده است. سپس تاثیر زئولیت‌های بکاربرده شده با درصد‌های مربوطه بر روی منحنی مشخصه رطوبتی خاک بررسی شد. با استفاده از دستگاه صفحات فشاری و در شش پتانسیل ماتریک (۰، ۰/۳، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار) درصد وزنی رطوبت برای هر تیمار اندازه‌گیری شد.

جدول (۲). درصد مواد تشکیل دهنده زئولیت در دو منطقه فیروزکوه و سمنان

نمونه	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₃ (%)	LO ₁ (%)
سمنان	۶۴/۴	۱۲/۸	۱/۳۱	۰/۳۱	۲/۳۷	۱/۱۵	۱/۱۳	۲۰/۶۴	۰/۲۱	۱۳/۱۹
فیروزکوه	۶۷/۲۴	۱۱/۷۱	۰/۵۸	۰/۴۲	۳/۰۴	۱/۱۶	۱/۱۹	۱/۴۸	۰	۱۳/۴۷

نهال‌های یکساله و یکنواخت سرو نقره ای از خزانه سازمان فضای سبز شهرداری اصفهان تهیه شد. لازم به ذکر است که درخت سرو نقره ای با نام علمی *Cupressus arizonica* و از خانواده Cupressaceae است. درخت سریع‌الرشدی است که ارتفاع آن تا ۱۶ متر می‌رسد. درخت همیشه سبز مقاومی است. شاخه‌های جوان آن سخت است، تنه آنها پوسته پوسته و شکل میوه گرد است. ۱۲-۶ فلس دارد. برگها سبز مایل به نقره ای می‌باشد. موطن اصلی آن آمریکای شمالی و آریزونا است. خاک مورد نیاز آن آهکی و نیاز به آب و هوای مرطوب و سرد دارد [۵].

نهالها در اواسط اسفند ۱۳۸۳ در مرکز تحقیقات فضای سبز شهرداری اصفهان واقع در محمودآباد و در قالب ذکر شده و با خاکی که با درصد‌های ۴ و ۶ با زئولیت‌های مورد استفاده ترکیب شده بود، کاشته شد. بلافاصله بعد از برداشت صفات مورد نظر هر نهال بعنوان برداشت اولیه اندازه گیری شد. ۲ هفته بعد از کاشت تیمارهای آبیاری ۱۰۰، ۶۷ و ۳۳ درصد نیاز آبی نهالها اعمال گردید. ۱۰۰ درصد نیاز آبی بر روی شاهد‌ها و دو سطح ۳۳ و ۶۷ درصد نیاز آبی بر تیمارهای دیگر اعمال شد. نیاز آبی نهالها با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A محاسبه شد. ضریب تشتک با توجه به محل قرار گرفتن آن و عوامل محیطی منطقه ۰/۷ محاسبه و اعمال گردید. ضریب سرو نقره ای نیز مانند دیگر سوزنی برگها ۱ در نظر گرفته شد. بعد از گذشت ۶ ماه و در اوایل مهر ۱۳۸۴ دومین برداشت از صفات سرو نقره ای صورت گرفت. با استفاده از

آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ و با نرم افزار SAS داده‌های اندازه گیری شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت

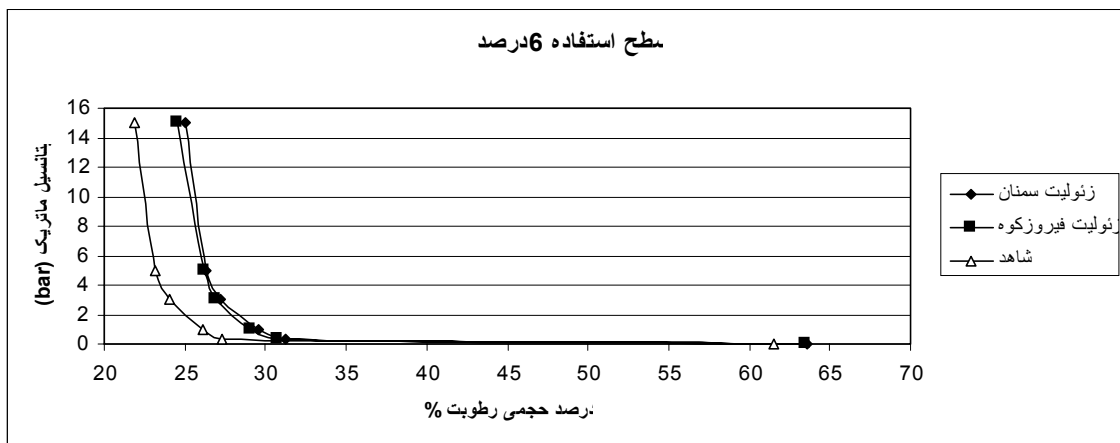
۳- نتایج و بحث

۳-۱ منحنی مشخصه رطوبتی خاک

نمودارهای منحنی مشخصه رطوبتی خاک برای هر درصد استفاده زئولیت با هم و با شاهد در اشکال (۱) و (۲) آورده شده است.



شکل (۱). تغییرات منحنی مشخصه رطوبتی خاک تحت تاثیر زئولیت سمنان و فیروزکوه با سطح ۴ درصد.



شکل (۲). تغییرات منحنی مشخصه رطوبتی خاک تحت تاثیر زئولیت سمنان و فیروزکوه با سطح ۶ درصد.

نتایج حاصل از تحقیق فوق را می‌توان به شرح زیر جمع بندی کرد:

از مطالعه کلی منحنی‌های رطوبتی خاک در محدوده بین مکشهای پایین (صفر تا ۳ بار) و مکشهای بالا (۳ تا ۱۵ بار) چنین نتیجه می‌شود:

- در مکشهای پایین مقدار قابل توجهی از رطوبت جذب شده توسط مواد جاذب رطوبت آزاد می‌گردد. بعنوان مثال در سطح استفاده ۶ درصد ژئولیت سمنان در شکل از ۶۳/۵۶ به ۲۷/۱۶ درصد رسیده است. بنابراین آزادسازی رطوبت در مکشهای پایین برای کاربرد این نوع ژئولیت یک مزیت محسوب می‌شود.
- با توجه به اینکه مقدار قابل توجهی از رطوبت در مکشهای پایین آزاد می‌شود، ولی مقایسه مقادیر رطوبت باقی مانده در مکشهای بالا (۳ تا ۱۵ بار) با رطوبت این محدوده از مکش با شاهد نشان می‌دهد که اختلاف رطوبت باقی مانده نسبت به شاهد با افزودن ژئولیت خصوصاً در سطوح ۶ درصد قابل توجه است. با توجه به سطح استفاده ۶ درصد ژئولیت سمنان، درصد حجمی رطوبت در این محدوده از مکش بین ۱/۲ برابر شاهد است.

۳-۲ تأثیر کاربرد ژئولیت‌ها بر تغییرات رشد طولی سرو نقره ای

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها که خلاصه آن در جدول (۳) آمده است رشد سرو نقره ای در تیمارهای که از ژئولیت سمنان و ژئولیت فیروزکوه با ۶ درصد استفاده شده و به میزان ۶۷ درصد نیاز آبی خود آبیاری شده اند، برابر رشد شاهد بوده است و رشد بقیه تیمارها در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد اختلاف معنی داری با شاهد داشته اند. یعنی بقیه تیمارها نتوانسته اند کمبود یک سوم آب مورد نیاز سرو نقره ای را جبران و رشدی معادل شاهد داشته باشند.

به این ترتیب فقط دو تیمار ژئولیت سمنان در سطح استفاده ۶ درصد و آبیاری ۶۷ درصد و همچنین تیمار ژئولیت فیروزکوه در سطح استفاده ۶ درصد و آبیاری ۶۷ درصد نتوانسته اند رشد طولی سرو نقره ای را برابر رشد تیمار شاهد کنند. بعبارت دیگر این دو تیمار (ژئولیت سمنان و فیروزکوه در سطح استفاده ۶ درصد) نتوانسته اند نیاز آبی سرو نقره ای را به میزان یک سوم کاهش دهند.

۳-۳ تأثیر کاربرد ژئولیت‌ها بر تغییرات رشد قطر سرو نقره ای

با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج آن که در جدول (۳) نیز آمده است می‌توان دریافت که هیچ کدام از تیمارها نتوانسته اند تأثیر معنی داری بر روی رشد قطر داشته باشند. بعبارت دیگر هیچ کدام از تیمارها نتوانسته اند رشد قطر سرو نقره ای را به میزان تیمار شاهد افزایش دهند. تغییرات رشد قطر در همه تیمارها نسبت به تیمار شاهد کمتر است و این اختلاف رشد قطر در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد معنی دار است. بنابر این مواد جاذب رطوبت با درصدهای ذکر شده نتوانسته اند تأثیر معنی داری بر روی رشد قطر سرو نقره ای داشته باشند.

۳-۴ تأثیر کاربرد زئولیت‌ها بر تغییرات رشد طول سبزینه سرو نقره ای

استفاده از زئولیت سمنان در دو سطح استفاده ۴ و ۶ درصد و همچنین زئولیت فیروزکوه در دو سطح استفاده ۴ و ۶ درصد در سطح آبیاری ۶۷ درصد مورد نیاز توانسته است رشد طول سبزینه سرو نقره‌ای را به میزان رشد طول سبزینه تیمار شاهد افزایش دهد. عبارت دیگر تفاوت رشد طولی سبزینه در تیمار شاهد با تیمارهای ذکر شده در سطح ۵ درصد معنی دار نیست. ولی تیمارهای زئولیت سمنان و فیروزکوه در سطح استفاده ۴ و ۶ درصد و سطح نیاز آبی ۳۳ درصد نتوانستند رشد طولی سبزینه را با رشد طولی سبزینه تیمار شاهد برابر کنند. یعنی تغییرات طول سبزینه در این تیمارها و تیمار شاهد در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی دار است. عبارت دیگر زئولیت سمنان و فیروزکوه در دو سطح استفاده ذکر شده توانسته اند در مورد رشد سبزینه سرو نقره‌ای، یک سوم نیاز آبی آن را کاهش دهند. همانطور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود در تیمارهایی که ۳۳ درصد نیاز آبی اعمال شد رشد طول سبزینه منفی شد. بدین صورت که بر اثر تنش وارده سبزینه‌های سرو نقره ای از قسمت پایین شروع به خشک شدن کردند. و این نشان دهنده این است که مواد جاذب رطوبت مورد استفاده در دو سطح بکار برده شده نتوانسته اند در تیمار ۳۳ درصد نیاز آبی از تنش آبی جلوگیری کنند.

جدول (۳). مقایسه میانگین‌های رشد صفات ارتفاع، قطر و طول سبزینه در تیمارها

رشد صفات		شاهد		آبیاری ۶۷ درصد نیاز آبی				آبیاری ۳۳ درصد نیاز آبی	
				زئولیت سمنان		زئولیت فیروزکوه		زئولیت سمنان	
		۴ درصد	۶ درصد	۴ درصد	۶ درصد	۴ درصد	۶ درصد	۴ درصد	۶ درصد
ارتفاع (cm)	۱۱/۳۴a	۵/۶۷ bc	۱۰ a	۶/۶۷ b	۸/۶۷ a	۵/۶۷ d	۱/۶۷ d	۱/۱۷ d	۲/۵ cd
قطر (cm)	۰/۹۸ a	۰/۱۷ bc	۰/۴۷ b	۰/۱۳ c	۰/۶۵ b	۰ c	۰ c	۰/۰۷ c	۰/۰۷ c
طول سبزینه (cm)	۵ a	-۲ a	۴/۵ a	۰/۶۵ a	۴/۳۳ a	-۱۹ c	-۱۰/۳۳ bc	-۲۰/۳۳ c	-۱۶ bc

* بر اساس آزمون LSD علائم مشابه نشانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

۴- نتیجه گیری

بطور کلی تأثیر کاربرد زئولیت‌های سمنان و فیروزکوه بر روی بافت خاک منطقه اصفهان و همچنین تأثیر آن بر روی بهینه سازی مصرف آب در فضای سبز (سرو نقره ای) عبارتند از:

- ۱- افزایش درصد حجمی رطوبت اشباع و درصد حجمی در مکش از منحنی مشخصه خاک.
- ۲- خاصیت آزاد سازی رطوبت در مکشهای پایین خاک با بافت سنگین .
- ۳- کاهش ۳۰ درصدی نیاز آبی سرو نقره ای در سطح استفاده ۶ درصد.

۴- با توجه به کاهش میزان مصرف آب، می‌توان انتظار داشت که در هزینه آبیاری درختان فضای سبز صرفه جویی گردد و با توجه به قیمت ناچیز زئولیت، مصرف آن از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر باشد.

منابع

- ۱- حقایقی مقدم، س. ۱۳۸۲. بررسی امکان استفاده از مواد اصلاحی و نگهدارنده رطوبت در خاک جهت افزایش کارایی مصرف آب. مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی. شماره نهم.
- ۲- کشاورز، ع. و صادق زاده، ک. ۱۳۷۹. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی، برآورد تقاضا برای آینده، بحران اقتصادی وضعیت موجود، چشم اندازهای آینده و راهکارهایی جهت بهینه سازی مصرف آب. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۲۹ صفحه.
- ۳- سهراب، ف. ۱۳۸۲. ارزیابی تاثیر مواد جاذب رطوبت بر قدرت نگهداری آب در اراضی آبخیز اردستان. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۴- کاوسی، م. و م. رحیمی. ۱۳۸۲. تاثیر کاربرد زئولیت بر عملکرد برنج. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. انتشارات دانشگاه گیلان. صفحه: ۶۴۵-۶۴۶.
- ۵- آقابگی، فاطمه. درختان و درختچه‌های سودمند برای کاشت در ایران. انتشارات فلاح ایران. ص ۲۹.
- 6- He Xiubin, Huang Zhanbin. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. Resources, Conservation and Recycling. 34: 45-52.
- 7- Bedeleian, I. 1997. Properties and utilization of natural zeolites, program and abstract. 5th International Conference on the Occurrence. Island, Naples, Italy. P: 60.
- 8- Nus, J.L. and S.E. Brauen. 1991. Clinoptilolite zeolite as an amendment for establishment of creeping bentgrass on sandy media. Hortscience. 26(2): 117-119.
- 9- Ferguson, G.A., I.L. Pepper and W.R. Kneebone. 1986. Growth of creeping bentgrass on a new medium for turfgrass growth: Clinoptilolite zeolite amended sand. Agronomy Journal. 78(6): 1095-1098.
- 10- Pepper, I.L., G.A. Ferguson and W.R. Kneebone. 1982. Clinoptilolitic zeolite: A new medium for turfgrass growth. Agronomy Abstracts. P:148.