

کاهش مصرف آب در گلخانه با کاربرد مواد افزودنی طبیعی و مصنوعی در خاک

علیرضا خوانین زاده^{۱*}، حمید سودایی زاده^۲، محمد اخوان قالیباف^۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۶

۱-استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

۲-دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه یزد

۳-استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه یزد

*مسئول مکاتبه: Email: Akhavaninzadeh@ardakan.ac.ir

چکیده

کمبود آب به عنوان یکی از چالش‌های مهم جهانی بویژه در مناطق خشک و بیابانی، از عوامل مهم و محدود کننده جهت توسعه پایدار می باشد. بنابراین شناسایی و ارایه راهکارهایی که موجب صرفه جویی در مصرف و افزایش کارایی مصرف آب بویژه در حوزه کشاورزی و حفظ منابع طبیعی شود اهمیتی حیاتی دارد. این تحقیق با هدف بررسی امکان کاهش مصرف آب در گلخانه های شهرستان یزد (از شهرهای خشک ایران با متوسط بارش ۶۰ میلی در سال) با استفاده از مواد افزودنی مختلف به خاک انجام شد. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی دور آبیاری با سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ روز و فاکتور فرعی نوع ماده افزودنی با ۴ سطح شاهد، سوپر جاذب، پوشش پلاستیک و ضایعات پنبه در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد رشد رویشی و زایشی و عملکرد خیار در دوره های مختلف آبیاری و تیمارهای مختلف مواد افزودنی به خاک از نظر آماری اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند، بطوریکه بکارگیری ضایعات پنبه در دور آبیاری ۸ روز باعث افزایش عملکرد محصول به میزان ۳۱ درصد در مقایسه با شاهد شد. حداکثر رشد و عملکرد در تیمار ضایعات پنبه و دور آبیاری چهار روز مشاهده شد که با تیمار ۸ روز اختلاف معنی دار نداشت. بطور کلی بر اساس نتایج، ضایعات پنبه به عنوان یک ماده افزودنی مناسب به خاک جهت کاهش مصرف آب و پایداری در تولید محصولات گلخانه ای در مناطق خشک میتواند مورد توجه باشد.

واژه های کلیدی: آبیاری، خیار، ضایعات پنبه، گلخانه، مواد جاذب رطوبت

Reduction of Water Consumption in Greenhouses with Application of Natural and Artificial Soil Amendments

Ali Reza Khavaninzadeh^{1*}, Hamid Sodaei Zadeh², Mohammad Akhavan Ghalibaf³

Received: March 21, 2017 Accepted: March 17, 2018

1-Assist. Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Iran.

2-Assoc. Prof., Faculty of Natural and Environmental Sciences, Yazd University, Iran.

3- Assist. Prof., Faculty of Natural and Environmental Sciences, Yazd University, Iran.

*Corresponding Author Email: Akhavaninzadeh@ardakan.ac.ir

Abstract

Water scarcity is one of the most important challenges for development and sustainable agriculture in the world especially in desert area. Thus finding and advising the methods in order to increasing water use efficiency in order to sustainable development and agriculture as well as nature conservation is a vital need. This study was conducted to investigate of decreasing water consumption in greenhouse of Yazd city (in central of Iran with annual precipitation equal to 60 mm) by using different superabsorbent within soil. Experiment was designed in a split plot based on completely randomized block design with three replication. Irrigation periods (3 periods including 4, 8 and 12 interval days) were considered as main factor while additive soil including hydrogel, plastic cover and cotton waste materials were sub. factor. Results indicated waste cotton is the best soil amendment among others and increasing irrigation period from 4 to 8 days is possible without significant reduction of the fruit production in condition of study area. Results indicated 31% increasing of production in 8 days irrigation by using of cotton waste compared to the control. Thus, using of cotton waste as sustainable production in greenhouse systems should be attended in arid regions.

Keywords: Cucumber, Greenhouse, Irrigation, Super Absorbent, Cotton Waste

مقدمه

بهره وری و کاهش مصرف آب در کشور از ضروریات مسلم کشور می باشد. مساحت مناطق خشک و بیابانی بالغ بر ۸۰٪ از مساحت کل کشور می باشد و لذا محدودیت منابع آبی در بخش اعظم عرصه های کشور وجود دارد که این محدودیت باعث ایجاد تنش خشکی و نهایتاً کاهش تولید و محصول دهی در مناطق تحت کشت می شوند. روشهای مختلفی برای کاهش مصرف آب آبیاری در اراضی کشاورزی بررسی و مطالعه شده اند. یکی از روشهای موثر استفاده از مواد افزودنی به خاک جهت افزایش ذخیره، حفظ و نگهداری رطوبت در

کمبود آب به ویژه در مناطق خشک و بیابانی یکی از عوامل محدود کننده جدی تولید محصول و توسعه کشاورزی پایدار است از این جهت راهکارهای استفاده بهینه و مناسب جهت کاهش هدررفت آب در این گونه مناطق از اهمیت خاصی برخوردار می باشد (حقیقی و همکاران ۲۰۱۴، گوشکی و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به قرار گرفتن کشور ایران بر روی کمربند خشک نیمکره شمالی، از نظر ذخایر و منابع آبی و نزولات آسمانی دارای محدودیتهای شدیدی می باشد و لذا روشهای

های بدون کمپوست افزایش داشته است. کاظمینی و همکاران (۱۳۸۶) تاثیر پسماند شیرین بیان را به عنوان ماده افزودنی به خاک بر رشد و عملکرد گندم دیم مورد مطالعه قرار دادند و افزایش ۲۲ درصدی محصول را در اثر بکارگیری کمپوست شیرین بیان در مقایسه با شاهد را گزارش دادند. همچنین ضرابی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند در اثر بکارگیری کمپوست عملکرد خیار و گوجه فرنگی بطور معنی داری نسبت به شاهد افزایش نشان داده است. بهبهانی و همکاران (۱۳۸۴) با بکارگیری هیدروژل در نسبتهای مختلف حجمی برای خیار گلخانه ای در بستر کاشت کوکوپیت و پرلیت و اعمال کم آبیاری نتیجه گیری نمودند بیشترین ذخیره سازی عناصر غذایی ناشی از بکارگیری سوپر جاذب مربوط به نیتروژن و فسفر می شود. دانشمندی و عزیز (۲۰۰۹) اثر پلیمر سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی در گیاه دارویی ریحان را بررسی و نشان داد افزایش درصد سوپر جاذب باعث روند صعودی میزان آب برگ، تعداد و سطح برگ و ارتفاع گیاه ریحان می شود. در آزمایش دیگری کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب در هکتار مناسبترین تاثیر بر رشد و عملکرد گیاه سویا در تمامی شرایط آبیاری و تنش خشکی تایید شد (یزدانی ۲۰۰۷). رجایی و همکاران (۲۰۱۵) از کمپوست شیرین بیان جهت کاهش مصرف آب در گلخانه خیار استفاده نموده اند و افزایش معنی دار محصول ناشی از کاربرد آنرا در مقایسه با شاهد گزارش نموده اند. حقیقی و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر سوپر جاذب را بر رشد و خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی در گلخانه انجام داده است. نامبردگان تاثیر معنی دار سوپر جاذب در بهبود پارامترهای رشد گوجه فرنگی را تحت شرایط تنش خشکی گزارش و افزایش ۲۲ درصدی میزان کلروفیل تحت شرایط کم آبیاری را مشخص نمودند. بر این اساس با توجه به اهمیت ویژه کمبود منابع آبی در شرایط خشک و بیابانی نظیر استان یزد و توسعه گلخانه‌های تحت کشت

خاک می باشد (بهجت ۲۰۰۲، باقری و افراسیاب ۲۰۱۵، وانگ و همکاران ۲۰۰۷). مواد افزودنی مختلفی برای این منظور در مطالعات مختلف استفاده شده است. نقش مواد مختلف افزودنی به خاک جهت کاهش مصرف آب در گلخانه ها قابل توجه بوده در حالیکه اکثر مطالعات در فضای باز و برای اراضی کشاورزی انجام شده اند. در گلخانه ها با کاهش سطح به همان میزان مصرف مواد افزودنی کاهش می یابد. از طرفی در منطقه مطالعاتی (شهر یزد) سطح اراضی تحت کشت گلخانه ای بالغ بر ۱۴۰۰ هکتار و دومین تولید کننده محصولات گلخانه ای در ایران می باشد و این سطح سالانه با رشد فزاینده ای در حال گسترش می باشد. بنابراین چنانچه بتوان با استفاده از مواد مناسب مصرف آب را در گلخانه ها کاهش و منابع آب زیر زمینی را جهت تولید پایدار برنامه ریزی نمود و مشکلات کم آبی و بحران آبی در منطقه را بهتر مدیریت نمود. برخی مواد نظر بقایای گیاهی، کود دامی و هیدروژلهای پلیمر قادر به افزایش قابلیت نگهداری و ذخیره سازی آب در خاک می باشند (اختر و همکاران ۲۰۰۴، الهادی و واناس ۲۰۰۶، عابدی و مس فروش ۲۰۰۹، نجفی و همکاران ۲۰۰۳). هیدروژلها قادرند چندین برابر حجم خود آب را جذب نموده و در اثر خشک شدن محیط آب داخل پلیمر به خاک منتقل شده و خاک زمان طولانی تری مرطوب باقی می ماند و نیاز به آبیاری طولانی تر می شود (ظهوریان مهر و کبیری ۲۰۰۸، پاولوسکی و همکاران ۲۰۰۹). پلیمرها حتی تحت شرایط فشار، آب را به مدت طولانی تری بر خلاف مواد اسفنجی حفظ می نمایند (بارونیک ۱۹۹۴). مطالعات مختلفی تاثیر پلیمرها در حفظ رطوبت خاک و کاهش مصرف آب را مورد ارزیابی قرار داده اند. در مطالعه ای توسط قادری و همکاران (۱۳۹۰) تاثیر کمپوست مواد آلی بر پارامترهای رشد خیار و گوجه فرنگی و کلم و کاهو در گلخانه بررسی شد و نتایج نشان داد ارتفاع بوته و وزن خشک بوته ها در اثر بکارگیری کمپوست بطور معنی داری نسبت به بوته

آمده است، پوشش مالچ پلاستیکی روشن در سطح خاک انتخاب گردید. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی دور آبیاری با سه سطح (۴، ۸ و ۱۲ روز) و فاکتور فرعی مواد افزودنی با ۴ سطح (شاهد، سوپر جاذب، پوشش پلاستیک و ضایعات پنبه) در نظر گرفته شد. پس از قطعه بندی وجوی و پشته نمودن اراضی گلخانه و شیب بندی مناسب کاشت خیار بر اساس نقشه طرح انجام شد.

آماده سازی و مصرف مواد افزودنی

با توجه به بررسی های به عمل آمده میزان مواد مصرفی، مواد جاذب الرطوبه بستگی به عوامل مختلفی از جمله: شرایط فیزیکی شیمیایی خاک بویژه بافت خاک، کیفیت آب آبیاری، شرایط اقلیمی منطقه و نوع محصول دارد (اله دادی ۲۰۰۲، ککمی ۲۰۰۴، یزدانی و همکاران ۲۰۰۷). جهت تعیین ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه، آزمایشات تعیین بافت خاک و پارامترهای شیمیایی خاک با استفاده از روشهای استاندارد مشخص شد (غازان شاهی ۲۰۰۸). جدول ۱ ویژگی های فیزیکی شیمیایی خاک گلخانه مورد استفاده را نشان میدهد.

بطور کلی مطالعات نشان میدهند میزان مواد مصرفی بین ۰/۳-۰/۵ گرم در سانتی متر مکعب مناسب می باشد. لذا در طرح مذکور با توجه به سطح تیمارهای کرتی و عمق شخم و با توجه به عمق نفوذ ریشه محصول خیار معادل ۲۰ سانتی متر، حجم خاک مورد نظر در هر تیمار محاسبه و معادل ۰/۵ درصد وزنی مواد جاذب الرطوبه به کرتها اضافه شد. به منظور استفاده از پوشش مالچ پلاستیکی روشن، پلاستیکها در کف جو و نیمی از پشته های تیمار مذکور پهن شده و اطراف و حواشی پلاستیکها در زیر خاک دفن گردید. جهت ایجاد تهویه نسبت به ایجاد شیارهایی در کف و بدنه پلاستیکها اقدام شد. از طرفی حفره هایی به ابعاد ۱۵*۱۰ سانتی متر پس از نصب و استقرار پوششهای پلاستیکی در خاک، ایجاد و سپس در

محصولات جالیزی که مصرف آب بالایی دارند در سطح کشور و استان، معرفی مواد و روشهایی که باعث کاهش مصرف آبیاری دارای اهمیت ویژه ای بوده و از اهداف این تحقیق می باشد.

مواد و روشها

شرایط و موقعیت عمومی منطقه مورد مطالعه

استان یزد با مساحت ۱۳۱۵۷۵ کیلومتر مربع دارای میزان متوسط بارندگی سالیانه معادل ۱۳۰ میلی متر در سال می باشد و شهر یزد با مساحت ۲۳۹۷ کیلومتر مربع این میزان بارش به ۶۰ میلی متر در سال کاهش می یابد. از نظر اقلیمی دارای اقلیم گرم و خشک در طبقه بندی آمبرژه قرار می گیرد. حداقل دما سالانه در دی ماه و حداکثر آن در تیر ماه و ارتفاع منطقه از سطح دریا معادل ۹۵۰ متر می باشد. از نظر خاکشناسی منطقه مطالعاتی بر روی دشتهای سیلابی حاوی سنگریزه های درشت و با شوری بالا واقع گردیده و لذا تعویض خاک جهت جلوگیری از نفوذ شوری، جهت کشت گلخانه ای و محصولات حساس به شوری ضروری می باشد. از این رو خاک منطقه به عمق ۹۰ سانتی متر خاکبرداری و با خاک زراعی مرغوب خاکریزی در منطقه تحت کشت انجام شد. به منظور دستیابی به هدف مورد مطالعه، آزمایش گلخانه ای واقع در یزد با تیمارهای دور آبیاری و با ۳ تکرار در قالب طرح اسپلیت پلات طراحی و اجراء گردید. تیمارها عبارت بودند از فاکتور اصلی دور آبیاری با سه سطح و فاکتور فرعی مواد جاذب الرطوبه شامل ضایعات پنبه، پوشش پلاستیک و سوپر جاذب که به شرح آنها می پردازیم.

مواد و تیمارهای آزمایش

در این مطالعه با توجه به در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی و اجرایی بودن طرح موادی شامل: ضایعات پنبه، مواد شیمیایی جاذب رطوبت که در منابع به نامهای مختلف (سوپرژل، سوپراسلارپرز هیدروژل و...)

است. جهت ضد عفونی و حذف بذر علف هرز در ضایعات پنبه نسبت به اتوکلاو و بخار دهی ضایعات اقدام شد.

مرکز سوراخهای مذکور نسبت به حفر گوده کوچک و کشت نشا اقدام شد. پلاستیکها از ضایعات پلاستیک پوشش گلخانه بوده و از نوع پلاستیکهای معمولی بوده

جدول ۱- مشخصات خاک گلخانه مورد استفاده

عمق خاک (cm)	بافت خاک	EC(dS/m)	pH	کربن الی (درصد)	نیتروژن(درصد)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم خاک)
۳۰-۰	لوم رسی	۳/۲	۷/۲	۱/۱	۰/۱۲	۱۹۵	۸/۵

مقایسه میانگین پارامترها از آزمون چند دامنه ای دانکن با احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS و جهت رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید.

درجه تورم و حفظ رطوبت مواد

میزان حفظ رطوبت خاک با استفاده از روش زمان و حرارت (۲۲ درجه سانتیگراد) و کاهش وزن مواد جاذب الرطوبه قبل و بعد از حرارت دهی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور محاسبه درجه تورم مواد، وزن مشخصی از مواد مذکور با حجم مشخصی از آب مخلوط و پس از مدت ۵۰ دقیقه و تثبیت وزن ثباتی، نسبت وزن قبل از تورم (وزن اولیه) و بعد از تورم (پس از جذب رطوبت) به عنوان درجه تورم در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک و ضایعات پنبه

جدول ۲ و ۳ عناصر میکرو و ماکرو موجود در ضایعات پنبه را نشان میدهد. همانطور که مشاهده میشود اکثر عناصر به میزان قابل توجهی در ضایعات پنبه موجود می باشد بویژه مقادیر آهن، روی و مس در این رابطه دارای اهمیت می باشند.

مراحل کشت و برداشت

کشت نشاهای خیار در اردیبهشت ماه صورت گرفت. برای این منظور از کیسه جوانه زنی به منظور تهیه نشاهای هم سن و در حالت دو برگگی استفاده شد. قبل از کشت نشا نسبت به آبیاری اولیه در بستر کاشت اقدام و کلیه کرتها آبیاری شدند و سه روز پس از آبیاری کرتها در گلخانه، نسبت به انتقال نشاهای ۷ روزه اقدام شد. قبل از اعمال تیمارهای آبیاری آزمایش، دو مرتبه آبیاری به فاصله ۴ روز از هم در گلخانه انجام شد. سپس نسبت به اعمال تیمارهای آبیاری آزمایش در دوره‌های ۴، ۸ و ۱۲ روز اقدام شد. در طول دوره آبیاری اقداماتی نظیر مبارزه با علفهای هرز، آفات و بیماریها، کود دهی بصورت محلول پاشی و آبیاری به ترتیب با کود بیومین به میزان یک لیتر در هزار لیتر آب و هیومکس به میزان ۱ لیتر در هزار متر مربع و هرس برای همه تیمارها بطور یکسان انجام گردید. در مرحله برداشت و ثبت داده‌ها نسبت به اندازه‌گیری پارامترها در مدت ۲-۴ روز یکمرتبه اقدام شد. پارامترها اندازه گیری شده شامل تعداد گل، برگ، وزن میوه و طول میوه می باشد. این اطلاعات برای هربوته ثبت و سپس از اعداد ثبت شده در تیمارهای مختلف میانگین‌گیری شد. از تجزیه واریانس جهت تعیین اثر تیمارها و جهت

جدول ۲- تجزیه عنصری ضایعات پنبه (میلی گرم در کیلوگرم)

نمونه	پتاسیم	سدیم	منیزیم	کلسیم
ضایعات پنبه	۱۰۶۳/۵	۱۰۴۶/۵	۱۴۶/۴	۱۲۵۰

جدول ۳- برخی عناصر ریز مغذی در ضایعات پنبه (میلی گرم در کیلوگرم)

مولیبدن	کبالت	آهن	روی	مس
-	-	۱۷۳۸/۹	۲۶۰/۹	۱۴/۸۳

عملکرد محصول

تجزیه واریانس داده ها نشان داد با احتمال ۹۹ درصد، تیمارهای بکارگرفته شده شامل مواد افزودنی و دور آبیاری به عنوان منابع اصلی تغییر دارای تاثیر معنی داری در تغییرات میانگینهای مربوط به پارامترهای عملکرد محصول، رشد رویشی و زایشی و اثرات متقابل

آنها می باشند (جدول ۴). تأثیر تیمارهای اصلی و فرعی و نیز اثر متقابل آبیاری و مواد افزودنی با احتمال ۹۵ درصد معنی دار شده است. اثر متقابل آبیاری و مواد افزودنی در میانگین تعداد برگ معنی دار نشده است. در اکثر موارد تاثیر مواد افزودنی و دور آبیاری در برآورد میانگین صفات با احتمال ۹۹ درصد معنی دار شده است.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای اصلی و فرعی بر پارامترهای رشد و عملکرد خیار

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	تعداد برگ	تعداد گل	طول میوه	تعداد میوه
بلوک	۲	*۰/۰۴۱	*۷۰/۳	*۶۲/۴	*۳۵/۱	*۰/۰۷
آبیاری	۲	**۰/۰۷۳	۲۴۹/۴	*۱۰۸/۹	*۱۲۴/۷	*۰/۰۴
اشتباه a	۴	۰/۰۳۴	۸۹/۳	۴۶/۱	۲۲/۳	۰/۰۳
مواد افزودنی	۳	**۰/۰۷۶	*۴۴/۸	**۱۸۷/۶	**۱۴/۹	**۰/۰۸
آبیاری * مواد افزودنی	۶	*۰/۰۳۱	ns۲۳/۶	**۷۷/۳	ns۳/۹	*۰/۰۳
اشتباه b	۱۸	۰/۰۱۷	۷/۳۲	۱۹/۲	۱۱/۷	۰/۰۲

*, ** بترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن می باشد.

احتمال ۹۹ درصد بر روی تعداد گل‌های ظاهر شده در بوته ها معنی دار شده است در حالیکه این تاثیر برای بلوک (تکرار)، تیمار آبیاری، با احتمال ۹۵ درصد معنی دار شده است .

مقایسه میانگین عملکرد و پارامترهای رشد گیاهی

نتایج آزمون مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد اختلاف معنی داری در اکثر صفات در

بنابراین سهم تغییرات مربوط به دو تیمار فرعی (مواد افزودنی) و اصلی (آبیاری) در طرح تعیین کننده می باشد. معنی دار شدن اثرات متقابل دور آبیاری و مواد افزودنی بیانگر تاثیر متفاوت مواد افزودنی در دوره‌های مختلف آبیاری بر روی صفات اندازه گیری شده شامل رشد زایشی و عملکرد محصول می باشد. مواد افزودنی با احتمال ۹۹ درصد و تأثیر متقابل تیمار اصلی (آبیاری) و فرعی (مواد افزودنی) نیز با

تفاوت معنی دار در سطح ۹۵ درصد احتمال مشاهده شد. از نظر عملکرد اختلاف معنی داری بین دوره‌های آبیاری مشاهده شد بطوریکه بیشترین عملکرد مربوط به دور آبیاری ۴ روز معادل ۱۳۰۸ گرم در بوته و کمترین آن در دور آبیاری ۱۲ روز و معادل ۷۳۲ گرم در بوته می باشد. (جدول ۵).

دور آبیاری ۴ روز در مقایسه با دور ۸ و ۱۲ روز وجود دارد. بیشترین تعداد برگ در بوته معادل ۱۷/۴ در دور آبیاری ۴ روز و کمترین آن مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز و معادل ۱۱/۴ ثبت شد. از نظر تعداد گل و طول میوه اختلاف معنی داری بین دور آبیاری ۴ و ۸ روز مشاهده نشد در حالیکه از نظر وزن بین سه دور آبیاری

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در تیمار اصلی آبیاری

تیمار آبیاری (روز)	تعداد برگ در بوته	تعداد گل در بوته	تعداد میوه در بوته	طول میوه (cm)	وزن میوه (گرم در بوته)
چهار	۱۷/۴a	۳۳/۲a	۲۱/۸a	۱۳/۷a	۱۳۰۸a
هشت	۱۴/۶b	۲۷/۴a	۱۷/۱ab	۱۲/۹a	۱۰۲۶b
دوازده	۱۱/۴b	۲۰/۳b	۱۴/۲b	۸/۷b	۷۳۲c

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی دار باهم ندارند.

آبیاری، میانگین تعداد گل بطور معنی داری کاهش داشته است (جدول ۵).

آزمون مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده مربوط به تیمار فرعی مواد افزودنی نشان داد در اکثر صفات میانگین حاصل از تیمار ضایعات پنبه افزایش معنی داری در سطح احتمال ۹۵ درصد با سایر تیمارها وجود دارد (جدول ۶) نتایج نشان داد حداکثر تعداد برگ، تعداد گل و تعداد، طول و وزن میوه مربوط به تیمار ضایعات پنبه و به ترتیب معادل ۱۹/۷، ۲۶/۳، ۲۱/۴، ۱۳/۴ و ۱۲۸۴ گرم در بوته می باشد.

نتایج نشان داد با احتمال ۹۵ درصد مقایسه میانگین ها در رابطه با تیمارهای اصلی آبیاری تیمار چهار روزه اثر معنی دارتری نسبت به تیمارهای ۱۲ و ۸ روزه داشته است و میانگین تعداد برگها در این تیمار معادل ۱۷/۴ در مقایسه با تیمارهای ۸ روز معادل ۱۴/۶ و تیمار ۱۲ روز معادل ۱۱/۴ بطور معنی داری بیشتر می باشد. این روند تغییر و کاهش میانگین در سایر صفات نیز مشاهده شد. در رابطه با تعداد گل (رشد زایشی) نتایج نشان با احتمال ۹۵ درصد در تیمار دور ۱۲ روز

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در بوته در تیمار فرعی مواد افزودنی

تیمار	تعداد برگ	تعداد گل	تعداد میوه	طول میوه (cm)	وزن میوه (گرم)
ضایعات پنبه	۱۹/۷a	۲۶/۳a	۲۱/۴a	۱۳/۴a	۱۲۸۴a
سوپر جاذب	۱۳/۷b	۱۹/۲b	۱۶/۸ab	۱۰/۹ab	۱۰۰۸b
پوشش پلاستیک	۱۱/۹b	۱۴/۱b	۱۲/۳b	۹/۱b	۷۳۸c
شاهد	۱۱/۱b	۱۱/۶bc	۱۱/۲b	۷/۵b	۶۷۳c

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی دار باهم ندارند.

کاهش می یابند. دور آبیاری ۴ و ۸ روز هنگام استفاده از ضایعات پنبه در صفات اندازه گیری شده رویشی و زایشی و عملکرد افزایش معنی داری در مقایسه با تیمار سوپر جاذب با همین دور آبیاری (۴ و ۸ روز) نشان داد و در دور آبیاری ۱۲ روز و تیمار سوپر جاذب نیز اختلاف معنی داری با همین دور آبیاری با ضایعات پنبه مشاهده شد بطوریکه به عنوان مثال عملکرد در دور آبیاری ۱۲ روز و ضایعات پنبه معادل ۱۰۰۸ گرم در بوته بطور معنی داری بیش از سوپر جاذب با دور آبیاری ۱۲ (۸۷۰ گرم در بوته) ثبت گردید. کمترین میزان تولید مربوط به تیمارهای پوشش پلاستیک با دور آبیاری ۱۲ روز معادل ۷۰۲ گرم در بوته ثبت گردید در حالیکه برای شاهد با دور آبیاری ۱۲ روز معادل ۷۳۵ گرم در بوته ثبت گردید. هر چند بین این دو میزان عملکرد از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد اما اعمال این تیمار اساساً تغییری را در صفات اندازه گیری شده با شاهد نشان نداده است (جدول ۷).

ویژگیهای مواد مصرفی

آزمایشات نشان داد از نظر هدایت الکتریکی و اسیدیته مواد و خاک گلخانه مورد استفاده محدودیتی از نظر استفاده در شرایط گلخانه ندارند بطوریکه کمترین میزان شوری و اسیدیته مربوط به سوپر جاذب و در رابطه با خاک و ضایعات پنبه این پارامترها به یکدیگر نزدیک هستند. همچنین مشخص شد بافت خاک نسبتاً سنگین تا متوسط می باشد. درجه تورم مواد مصرفی ضایعات پنبه و سوپر جاذب به ترتیب معادل ۴ و ۲۶۳ اندازه گیری شده است. بر این اساس ماده سوپر جاذب استفاده شده دارای قابلیت بالای جذب رطوبت می باشد (جدول ۸).

طبق جدول ۶ کمترین میانگین صفات اندازه گیری شده در کرت‌های شاهد و همچنین در کرت‌های با پوشش پلاستیک مشاهده شد. بر اساس نتایج از نظر آماری اختلاف معنی داری بین اکثر پارامترها از جمله عملکرد بین شاهد و تیمار پوشش پلاستیک وجود ندارد. حداکثر عملکرد مربوط به تیمار ضایعات پنبه معادل ۱۲۸۴ گرم در بوته و پس از آن مربوط به تیمار سوپر جاذب معادل ۱۰۰۸ گرم و پس از آن مربوط به تیمار پوشش پلاستیک و شاهد می باشد. بین تیمارهای ضایعات پنبه و سوپر جاذب از نظر عملکرد با احتمال ۹۵ درصد اختلاف وجود دارد بطوریکه تیمار ضایعات پنبه عملکردی بیش از سوپر جاذب را نشان داده است (جدول ۶). بر اساس نتایج تیمار ضایعات پنبه با احتمال ۹۵ درصد نسبت به سایر تیمارها دارای تأثیر معنی دارتر و متفاوتی در رشد رویشی و افزایش تعداد برگ‌های بوته ها و عملکرد می باشد. بطور کلی مقایسه تأثیر انواع مواد افزودنی به خاک در رابطه با تأثیر آنها در رشد زایشی و تعداد گلها نشان داد ضایعات پنبه با افزایش معنی دار تعداد گلها در مقایسه با شاهد (بیش از دو برابر) بیشترین تأثیر مثبت را در رشد زایشی نیز داشته است (جدول ۶).

همچنین نتایج نشان داد اختلاف معنی داری بین مواد افزودنی ضایعات پنبه با سایر تیمارها (سوپر جاذب و پوشش پلاستیک) در رشد زایشی و تعداد گلها وجود دارد. مقایسه تیمارهای مواد افزودنی و دور آبیاری (جدول ۷) نشان داد در تیمار ضایعات پنبه و دور آبیاری ۴ و ۸ روز در اکثر صفات اندازه گیری شده اختلاف معنی داری وجود ندارد و با افزایش دور آبیاری به ۱۲ روز صفات اندازه گیری شده بطور معنی داری

جدول ۷- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری مواد افزودنی و دور آبیاری برای صفات رویشی و عملکرد خیار

وزن میوه (گرم)	میانگین صفات			تیمارها		مواد افزودنی
	طول میوه (cm)	تعداد میوه	تعداد گل	تعداد برگ	دور آبیاری (روز)	
۱۲۹۶a	۱۳/۵a	۲۱/۶a	۳۴/۱a	۱۷/۵ a	چهار	
۱۱۵۵a	۱۳/۲a	۱۹/۲a	۳۱/۲a	۱۶/۶ a	هشت	ضایعات پنبه
۱۰۰۸b	۱۱b	۱۶/۸b	۲۷/۷b	۱۵/۵ b	دوازده	
۱۱۵۸a	۱۲/۳ab	۱۹/۳a	۲۸/۷b	۱۴/۵ b	چهار	
۱۰۱۷b	۱۱/۹b	۱۶/۹b	۲۵/۸b	۱۳/۶ b	هشت	سوپر جاذب
۸۷۰c	۹/۸bc	۱۴/۵bc	۲۲/۱bc	۱۲/۵ c	دوازده	
۹۹۰c	۱۰/۶b	۱۶/۵b	۲۲/۲bc	۱۳/۲b	چهار	
۸۴۹c	۱۰/۲b	۱۴/۱bc	۱۹/۳d	۱۲/۳ c	هشت	پوشش پلاستیک
۷۰۲e	۸/۱c	۱۱/۷d	۱۵/۷e	۱۱/۲cd	دوازده	
۱۰۲۳b	۱۱/۴b	۱۷b	۲۲/۷bc	۱۳/۷b	چهار	
۸۸۲c	۱۱b	۱۴/۷bc	۱۹/۸d	۱۲/۸c	هشت	شاهد
۷۳۵d	۸/۹c	۱۲/۲d	۱۶/۳e	۱۱/۶cd	دوازده	

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال ۹۵٪ تفاوت معنی دار با هم ندارند.

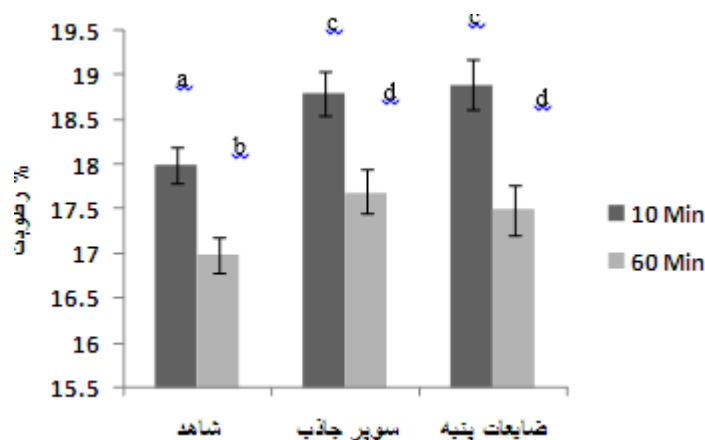
جدول ۸- پارامترهای ویژگیهای خاک و مواد افزودنی به خاک

درجه تورم	بافت	درصد حفظ رطوبت پس از ۵۰ دقیقه	EC (dS/m)	pH	نمونه
-	لوم شنی	۱۶/۸±۱/۴	۳/۵	۷/۴	خاک
۲۶۳	-	۱۸/۷±۱/۷	۳	۷/۲	سوپر جاذب
۴	-	۱۸/۵±۱/۵	۳/۶	۷/۶	ضایعات پنبه

رطوبت در مواد جاذب الرطوبه (سوپر جاذب و ضایعات پنبه) با شاهد افزایش معنی داری می یابد درحالیکه این تغییرات بین سوپر جاذب و ضایعات پنبه معنی دار نمی باشد این نتایج بیانگر اختلاف بیش از دو برابر کاهش رطوبت در نمونه شاهد در مقایسه با مواد افزودنی ضایعات پنبه و سوپر جاذب در طول این مدت می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده مواد افزودنی به خاک تاثیر معنی دار بر حفظ رطوبت در خاک و در نتیجه کاهش مصرف آب داشته است. این تاثیر بطور معنی داری در ضایعات پنبه بیش از سوپر جاذب و پوشش

نتایج حاصل از حفظ رطوبت در مواد مصرفی و خاک به عنوان شاهد طی یک ساعت در نمودار ۱-۳ نمایش داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود در کلیه مواد بعد از حدود یک ساعت، کاهش رطوبت کمتر از ۵ بوده است و حداکثر حفظ رطوبت مربوط به سوپر جاذب و سپس ضایعات پنبه و پس از آن مربوط به نمونه خاک گلخانه (شاهد) می باشد.

بیشترین میزان حفظ رطوبت در دمای ۳۰ درجه و به فواصل ۱۰ دقیقه ای پس از گذشت ۶۰ دقیقه مربوط به سوپر جاذب و پس از آن مربوط به ضایعات پنبه می باشد. شکل ۱ نشان میدهد با افزایش زمان تفاوت حفظ



شکل ۱- میزان حفظ رطوبت در مواد مصرفی و شاهد در مدت یک ساعت و ده دقیقه

بنابراین میزان مصرف سوپر جاذب نباید بی رویه و بدون مطالعه باشد و مقدار بهینه مصرف موجب افزایش کارایی در کاهش مصرف آب و عملکرد می شود که بر اساس نتایج تحقیق حاضر تاثیر کمتر سوپر جاذب نسبت به ضایعات پنبه می تواند مربوط به عامل میزان مصرف سوپر جاذب باشد. محققین مختلفی (عابدی و مس فروش ۲۰۰۹، الهادی و واناس ۲۰۰۶) افزودن مواد افزودنی سوپر جاذب را عامل افزایش رشد گیاه خیار و عملکرد آن معرفی نمودند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد بطوریکه در مقایسه با شاهد افزایش معنی دار رشد رویشی و عملکرد در دوره های آبیاری مختلف مشاهده شد در تیمارهای سوپر جاذب بطور معنی داری افزایش رشد و عملکرد مشاهده شد. مواد افزودنی با افزایش توان ذخیره و نگهداری رطوبت خاک و در نتیجه افزایش انتقال مواد غذایی از خاک موجب بهبود و افزایش رشد گیاه و کاهش مصرف آب شوند (مارکاس و همکاران ۲۰۱۵). این موضوع بویژه در رابطه با ضایعات پنبه از دو جهت دارای اهمیت می باشد بطوریکه علاوه بر توان افزایش نگهداری و حفظ رطوبت خاک با توجه به بالا بودن عناصر مغذی در این ماده نقش حاصل خیز کننده نیز میتواند داشته است. با توجه به نتایج بدست آمده رقابت نسبتاً نزدیکی بین تاثیر

پلاستیک بوده است. لذا اهمیت این مواد از دو بعد حفظ ذخیره رطوبت در خاک و نیز به عنوان ماده حاصلخیز کننده خاک بدلیل غنی بودن عناصر میکرو و ماکرو باید مورد توجه باشد (علمدار و اخوان ۲۰۰۴). همچنین در دسترس بودن و ارزان قیمت بودن این مواد در مقایسه با سایر تیمارها بویژه تیمار مواد جاذب الرطوبه (سوپر جاذب) از اهمیت قابل ملاحظه ای برخوردار است. استفاده از مواد شیمیایی علاوه بر بروز مسائل زیست محیطی و آلاینده گی، مسائلی از قبیل هزینه های گزاف، نصب و جمع کردن پوشش پلاستیک را دارند (رویز و رمرو ۱۹۹۸، کالفیلد و همکاران ۲۰۰۲). تحقیقات مختلفی تاثیر مثبت مواد جاذب الرطوبه را گزارش نموده اند. با توجه به نتایج مطالعه برس و همکاران (۱۹۹۳) اضافه نمودن ۳ گرم در لیتر هیدروژل به بستر کشت پیت، پرلیت و ورمیکولیت به نسبت ۱:۱:۱ باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و عناصر غذایی شده و میزان آبشویی عناصر کاهش می یابد. عابدی و مسفروش (۲۰۰۹) مطالعه در زمینه تاثیر سوپر جاذب بر روی عملکرد خیار گلخانه ای انجام و نتیجه گیری نمودند و کارایی حاصل شده است بیشترین میزان استفاده از سوپر جاذب معادل ۸ گرم در کیلو گرم خاک بوده است.

تیمار ضایعات پنبه و مواد جاذب الرطوبه از حیث عملکرد وجود دارد ولی با توجه به ارزان بودن و در دسترس بودن ضایعات پنبه و امکان افزودن درصد بیشتر ضایعات پنبه در مقایسه با سوپر جاذب از نظر جرم حجمی، لذا به نظر میرسد می توان تاثیر بیشتر تیمار ضایعات پنبه را نسبت به تیمار سوپر جاذب در صورت افزایش میزان مصرف ضایعات پنبه در خاک، پیش بینی نمود. مصرف مقادیر مختلف سوپر جاذب در شرایط خاک منطقه می تواند نتایج متفاوتی را ارایه دهد. به عبارتی ممکن است میزان مصرفی سوپر جاذب باعث ایجاد درز و شکافهای در خاک در اثر منقبض و منبسط شدن حاصل از جذب و دفع آب شود (کوچک زاده و همکاران ۲۰۰۰) که به عنوان عامل محدود کننده در رشد و عملکرد در مقایسه با ضایعات پنبه مطرح باشد که نیاز به تحقیقات بیشتر می باشد. از طرفی با توجه به بافت خاک استفاده شده ممکن است خاکی با بافت سبکتر نتایج متفاوت تری را ارایه دهد. در این رابطه محققین مختلفی تایید نموده اند تاثیر سوپر جاذبها و مواد افزودنی در خاکهای با بافت سنگین دارای تاثیر قابل ملاحظه و معنی داری در افزایش نگهداری رطوبت خاک و افزایش عملکرد محصول ندارند (باقری و افراسیاب ۲۰۱۵، نجفی و همکاران ۲۰۰۲). در ارتباط با تیمار پوشش پلاستیک با عنایت به تحلیل رفتن بوته ها در زیر پوشش پلاستیک عواملی نظیر افزایش دمای خاک و متعاقب آن صعود نمک در محلهای استقرار بوته ها (با توجه به مشاهدات در گلخانه و اثرات شوری در پای بوته ها)، کمبود تهویه و نحوه نصب و استقرار پوششهای پلاستیک، خاکشویی کرفتهای بالادست و بسته شدن منافذ تهویه (علیرغم باز نمودن مجدد منافذ در هر مرتبه آبیاری)، می تواند از عوامل کاهش عملکرد باشند. حقیقی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند در اثر بکارگیری سوپر جاذب در گلخانه در مقادیر مختلف حجمی تاثیر معنی داری بر شاخص میوه در سطح احتمال ۵ درصد نداشته است. بر این اساس میتوان

تاثیر بیشتر ضایعات پنبه در مقایسه با سوپر جاذب را مربوط به تاثیر کمتر سوپر جاذب مرتبط دانست. عوامل مختلفی نظیر نوع محصول و نوع خاک و نوع و میزان ماده مورد استفاده ممکن است باعث ایجاد عملکرد متفاوت با استفاده از سوپر جاذب شود. به عنوان مثال نجفی و همکاران (۲۰۰۳) مطالعه ای در زمینه تاثیر سوپر جاذب در کاهش مصرف آب و عملکرد خیار گلخانه ای این انجام و گزارش نمودند میزان ۲ میلی گرم سوپر جاذب در کیلوگرم خاک مناسبترین نتیجه را داشته است. هر چند مقادیر مختلف ۶ و ۸ میلی گرم سوپر جاذب تاثیر مثبتی بر روی رشد و عملکرد نداشته است و بنابراین میتوان نتیجه گرفت مقدار مشخصی از ماده افزودنی به خاک باعث افزایش راندمان آبیاری و عملکرد محصول می شود و عواملی نظیر بافت و سایر ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی خاک در این مورد دارای اهمیت می باشد. بنابراین انتخاب مقادیر مناسب و بهینه در این زمینه دارای اهمیت زیادی می باشد. باقری و افراسیاب (۲۰۱۵) تاثیر سوپر جاذب و ورمی کمپوست را بر مقدار رطوبت خاک در سطوح شوری مختلف را بررسی و نتیجه گیری نمودند مقادیر کم سوپر جاذب در خاکهای سنگین تاثیر معنی داری در کاهش مصرف آب ندارد. از طرفی مصرف سوپر جاذب در خاکهای شور به مقدار زیاد قابل توصیه نمی باشد و در مقایسه با ورمی کمپوست سوپر جاذب را برای خاکهای شور مناسبتر گزارش نموده اند. بهبهانی و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد هیدروژل به نسبتهای ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی از حجم محیط رشد خیار گلخانه ای که ترکیبی از کوکوپیت و پرلیت بود و اعمال کم آبیاری به صورت آبیاری ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی میزان عناصر غذایی روی، منگنز، آهن، نیتروژن، پ، تاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم، تبادل کاتیونی و رادربستر گیاهان، اندازه گیری کرده و نتیجه گرفتند بین تیمارها اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱% در ذخیره عناصر غذایی در بسترهای مورد بررسی وجود دارد

و همچنین و سوپر جاذب در ذخیره سازی عناصر غذایی، بیشترین تأثیر را در ذخیره سازی فسفر و نیتروژن و کمترین تأثیر را در نگهداری منگنز داشته است. بنابراین نقش مواد افزودنی علاوه بر رطوبت باعث انتقال بهتر مواد غذایی و جلوگیری از آبشویی عناصر غذایی خاک شده و میتواند در کیفیت رشد بوته و عملکرد موثر باشد. فاضلی رستم پور و همکاران (۱۳۸۹) جلوگیری از شستشو عناصر غذایی و بویژه ازت را در اثر بکارگیری سوپر جاذبها معرفی می نمایند که میتواند نقش مهمی علاوه بر کاهش مصرف آب در افزایش تولید و عملکرد محصول داشته باشد که تایید کننده نتایج تحقیق حاضر از طریق افزایش عملکرد محصول ناشی از بکارگیری سوپر جاذب و بخصوص ضایعات پنبه می باشد. نتایج نشان داد درجه تورم سوپر جاذب در مقایسه با ضایعات پنبه بسیار بالا می باشد و بر این اساس شاید عوامل جذب رطوبت و متورم شدن بالا هنگام آبیاری موجب ایجاد درز و شکافهای زیاد در خاک شود که احتمالاً باعث بروز خسارت به ریشه های خاک به ویژه هنگامی که کشتهای

با گونه های گیاهی سطحی انجام می شود، گردد (کوچک زاده و همکاران ۲۰۰۰). یکی از مزایای استفاده از ضایعات پنبه میتواند ناشی از خاصیت حفظ ذخیره رطوبتی خاک با ایجاد حداقل تغییر در ساختار خاک با توجه به درجه تورم پذیری کم که اثرات سو احتمالی ناشی از استفاده از سوپر جاذب را در این رابطه نخواهد داشت. بطور کلی با توجه به افزایش عملکرد قریب به ۳۰ درصدی ضایعات پنبه در دور ۸ آبیاری در مقایسه با شاهد، به نظر میرسد امکان افزایش دور آبیاری به بیش از ۴ روز در شرایط طرح و با استفاده از ضایعات پنبه در گلخانه وجود دارد. باید به این نکته توجه داشت با استفاده از آبیاری تکمیلی می توان نسبت به اقتصادی نمودن و حصول نتایج مناسب و مطلوب و افزایش عملکرد توام با کاهش مصرف آب اقدام نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه اردکان و یزد که زمینه تحقیق و تحریر این تحقیق را فراهم آورده اند تقدیر و تشکر می نمایم.

منابع مورد استفاده

- Akhter J, Mahmood K, Malik KA, Mardan A, Ahmad M and Iqbal, 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and grainling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environment*, 50: 463-469.
- Barvenik, FW, 1994. Polyacrylamide characteristics related to soil applications. *Soil Science*, 158: 235-243.
- Bagheri H and Afrasyab P, 2015. Comparison of the effects of superabsorbent and vermin compost at different levels of irrigation water salinity on soil moisture storage. *Soil And Water Conservation*, 22 (3): 24-35. (In Persian).
- Behbahani, MR, Mashhadi R, Rahimi Khob A, and Nazarifar MH. 2009. Study of superabsorption polymer (SAP) stakasorb on moisture front of trickle and irrigation physical properties of soil. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 3(1): 91-100. (In Persian).
- Behjat R, 2002. Effect of superabsorbent on increasing agricultural production. Workshop presented at research polymer center, Iran. (In Persian).
- Cakmakci R, Donmez M.F and Erdogan U, 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley grainling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 31:189-199.
- Bres W and Weston LA, 1993. Influence of gel additives on nitrate, ammonium, and water retention and tomato growth in a soilless medium. *Hortscience*, 28 (10):1005- 1007.

- Caulfield, MJ, Qiao GG. and Solomon DH, 2002. Some aspects of the properties and degradation of polyacrylamides. *Chemical Reviews*, 102: 3067–3084.
- Daneshmandi M and Azizi M, 2009. Effect of superabsorbent on physic and morphologic characteristics *Ocimum basilicum*. 6th horticulture congress. Rasht, Iran. Pp. 211-223. (In Persian).
- El-Hady OA, and Wanas SA, 2006. Water and fertilizer use efficiency by Cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamidehydrogels. *Journal of Applied Science Research*, 2(12): 1293-1297.
- Fazeli Rostampour M, Seghatol Eslami M and Mosavi G, 2010. Investigation on impact of drought and superabsorbent in leaf chlorophyll and water content and production of *Zea maize*. *Crop Physiology*, 2(1): 19-31.
- Pauwels JM, Van Ranst E, Verloo M and Mvondo A, 2008. Plant and soil analysis. Translated by J. Ghazanshahi. Publication of Aeej.
- Ghooshchi F, Seilsepour M and Jafari P, 2008. Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize SC 301. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 4(3): 302-305.
- Haghighi M, Mozafarian M and Afifipour Z, 2014. Investigation on effect of superabsorbent in different level of irrigation for growth and quantitative attributes of *Lycopersicum esculentum* L. *Journal of Horticulture Science*, 28(1): 125-133. (In Persian).
- Johnson MS. and Leah RT, 1990. Effects of superabsorbent polyacrylamides on efficiency of water use by crop seedlings. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 52:431-434.
- KuchakZadeh M, Sabagfrush A and Khoramdel N, 2000. Effect of superabsorbent on some physical soil properties. *Journal of Soil and Water Science*, 14(2): 82-92. (In Persian).
- Najafi F, Golchin A and Mohebi M, 2003. Effect of superabsorbent and irrigation period on water use efficiency and growth rate of Cucumber. *Journal of Greenhouse Science and Technology*, 15:1-12.
- Marcos R, Fauze A, André R, Martins F, Paulino T, Magali FT, and Muniz C, 2015. Superabsorbent hydrogels based on polysaccharides for application in agriculture as soil conditioner and nutrient carrier: A review. *European Polymer Journal*, 72: 365–385.
- Pawlowski A, Lejcus K, Garlikowski D and Orezesyna H, 2009. Geocomposite with superabsorbent as an element improving water availability for plants on slopes. *Geophysical Research Abstracts*, 11: 1-2.
- Rajaei M, Atarzadeh M, Mosavi H and Atarzadeh M, 2015. Using Licorice Compost (*Glycyrrhiza glabra*) to reduce the Water Stress Effect in Greenhouse Cucumber. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 25(3): 79-90. (In Persian).
- Ruiz, JM and Romero L, 1998. Commercial yield and quality of fruits of Cucumber plants cultivated under greenhouse conditions: response to increase in nitrogen fertilization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4171-4173.
- Yazdani F, Allahdadi I and Akbari G.A, 2007. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought stress condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(23): 4190-4196.
- Zahedi H, Noormohammadi G, Shirani-Rad AH, Habibi D and Mashhadi-Akbar-Boojar M, 2009. The effects of Zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. *World Applied Science Journal*, 7(2): 255-262.
- Zohuriaan-Mehr M.J and Kabiri K, 2008. Superabsorbent polymer materials: a review. *Iranian Polymer Journal*, 17(6): 451-477.