

Evaluation of the effect of superabsorbent application on growth of two fruit trees and rainwater harvesting systems

Parviz Abdinejad^{1*} and Asghar Heidari²

¹ Faculty of Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Zanjan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

² Senior expert of the watershed department of the Agricultural and Natural Resources Research and Training Center of Zanjan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran

Received: 12 October 2025

Accepted: 15 April 2026

Extended abstract

Introduction

According to the climatic conditions in most areas of Zanjan province, watersheds are faced with inappropriate temporal and spatial distribution of rainfall and seasonal water shortage in spring and summer. The use of water catchment systems and super absorbent materials is one of the proposed methods for supplying the water needed by seedlings for the construction of rainfed gardens in sloping lands to prevent erosion in these lands and their proper exploitation. One of the strategies that can increase the efficiency of rainwater harvesting is to assist in the establishment and adaptation of seedlings planted on steep soils, using super absorbent materials at the bottom of these seedlings. The use of these materials increases the tolerance of horticultural crops under drought stress and preserves soil moisture. Therefore, feasibility of establishment of fruit trees and development of these orchards using moisture-absorbing materials seem necessary through the application of intake surface systems. accordingly, this study was conducted to evaluate the effect of super absorbent materials on diameter growth of two type trees in rain water harvesting systems .in this way, it is possible to study the simultaneous use of super absorbent and super absorbent materials to create dryland orchards in sloping lands.

Materials and methods

In this study, the effect of application superabsorbent material on growth of rain-fed trees in managed rainwater harvesting systems was investigated and application or non-application of superabsorbent as main treatment, three management treatments including: 1) no change at the level of system, 2) Trench collection and vegetation cover of the system level and 3) Semi-insulated treatment as sub-treatments (in the three repetitions) and Was examined with randomized complete block design two fruit tree including almond and apricot as sub-treatments in a split plot design. During the design, tree growth indices including changes in diameter, height and canopy of seedlings were measured in different treatments of rain water harvesting.

Results and discussion

Based on the results of chemical analysis of soil samples in the research area, the average electrical conductivity (ds/m) was 0.44, the average soil organic matter was 0.88 percent, lime or neutralizable carbonates was 0.66 percent, potassium was 1.42 (mg/kg), carbonate was 2.22 (mg/kg), and bicarbonate (meq/lit). During the implementation of the project, growth indices including changes in diameter, height, and canopy cover of seedlings were measured over a five-year period. Based on the results obtained, the maximum and minimum diameter growth rates of almond seedlings in the treatments with and without superabsorbent were 1.4 and 0.35 cm and 1.2 and 0.3 cm, respectively, and this rate for apricot seedlings was 1.4 and 0.2 cm, and 0.9 and 0.2 cm, respectively, without superabsorbent. Accordingly, the surface treatment of the catchment surface system with vegetation cover had the lowest amount of diameter growth in almond and apricot seedlings, and the insulated treatment had the highest diameter growth. This situation actually indicates the effect of creating a catchment surface system with different coverage levels in creating different amounts of runoff and, as a result, differences in the diameter growth of the planted seedlings. The existence of significant differences between treatments and blocks in the diameter growth of almond and apricot seedlings compared to the year in the experimental treatments with and

* Corresponding author: prabdi@gmail.com

without superabsorbent at the one percent level indicates the effectiveness of the operations carried out in each of these treatments. However, the analysis of variance of the factors affecting the diameter growth values of seedlings showed that the presence of superabsorbents did not have a significant effect on their growth.

Conclusions

Based on the results of this study and other researchers, the significance of the effect of superabsorbent materials on plant growth in the use of superabsorbent materials is not a general and permanent state and depends on the climatic conditions of the region, the type of soil and its texture, the type of plant, and even the topographic conditions and slope of the planting site. Considering the results of this research and the results of others, it can be argued that the effect of super absorbent materials on the growth of each plant or seedling should be investigated and evaluated in the desired area and an opinion should be expressed based on that.

Key word: Almond tree, Apricot tree, Rainfed gardens, Sloping lands, Zanjan

Cite this article: Abdinejad, P., Heidari, A., 2026. Evaluation of the effect of superabsorbent application on growth of two fruit trees and rainwater harvesting systems. Watershed. Water. Eng. Manag.18(2), 185-202.

© 2026, The Author(s). Published by Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)



بررسی تأثیر کاربرد مواد سوپر جاذب بر رشد قطری دو گونه درختی مثمر دیم در سامانه‌های سطوح آبخیز باران در شهرستان زنجان

پرویز عبدی‌نژاد^{۱*} و اصغر حیدری^۲

^۱ هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
^۲ کارشناس بخش آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۲۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۰

چکیده مبسوط

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی در اکثر مناطق استان زنجان، حوزه‌های آبخیزها در فصل‌های بهار و تابستان با توزیع زمانی و مکانی نامناسب بارندگی و کمبود مقطعی آب مواجه هستند. استفاده از سامانه‌های سطوح آبخیز و مواد سوپر جاذب یکی از روش‌های مطرح در تأمین آب مورد نیاز نهال‌ها برای احداث باغات دیم در اراضی شیب‌دار برای جلوگیری از فرسایش و بهره‌برداری مناسب آنها است. بر این اساس، این پژوهش به دنبال ارزیابی تأثیر کاربرد مواد سوپر جاذب بر رشد قطری دو گونه درختی مثمر دیم در سامانه‌های سطوح آبخیز باران است. به طوری که از این طریق به بررسی استفاده توأم از سامانه‌های سطوح آبخیز و مواد سوپر جاذب برای ایجاد باغات دیم در اراضی شیب‌دار بپردازد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، اثر کاربرد ماده سوپر جاذب استاکوزب روی رشد قطری درختان مثمر دیم در سامانه‌های سطوح آبخیز مدیریت شده بررسی شد. به این منظور، کاربرد یا عدم کاربرد ماده سوپر جاذب به عنوان تیمار اصلی، سه تیمار مدیریتی شامل بدون تغییر، جمع‌آوری سنگریزه و پوشش گیاهی و استفاده از تیمار نیمه عایق در سطح سامانه سطوح آبخیز به عنوان تیمارهای فرعی (در سه تکرار) لحاظ شد. همچنین دو گونه درختی مثمر شامل بادام و زردآلو به عنوان تیمارهای فرعی به صورت طرح کرت‌های دوبار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک عرصه پژوهش، متوسط هدایت الکتریکی ۰/۴۴ (دسی‌زیمنس بر متر)، متوسط ماده آلی خاک ۰/۸۸ درصد، آهک یا کربنات‌های خنثی شونده ۰/۶۶ درصد، پتاسیم ۱/۴۲ (میلی‌گرم/کیلوگرم)، کربنات ۲/۲۲ (میلی‌گرم/کیلوگرم) و بی‌کربنات (میلی‌اکی‌والان لیتر) است. در طی اجرای پژوهش، شاخص‌های رشد شامل تغییرات قطر، ارتفاع و تاج پوشش نهال‌ها در یک دوره پنج ساله اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده، میزان رشد قطری حداکثر و حداقل نهال بادام در به ترتیب در تیمارهای با و بدون سوپر جاذب ۱/۴ و ۰/۳۵ سانتی‌متر و ۱/۲ و ۰/۳ سانتی‌متر بوده و این میزان در مورد نهال زردآلو به ترتیب ۱/۴ و ۰/۲ سانتی‌متر و در بدون سوپر جاذب ۰/۹ و ۰/۲ سانتی‌متر است. بر این اساس تیمار سطح سامانه سطوح آبخیز با پوشش گیاهی کمترین مقدار رشد قطری در

نهال‌های بادام و زردآلو و تیمار عایق‌دار بیشترین رشد قطری را داشته است. این وضعیت در واقع نشان‌دهنده تأثیر ایجاد سامانه سطوح‌آبگیر با سطح پوشش متفاوت در ایجاد مقدار رواناب متفاوت و در نتیجه تفاوت مقدار رشد قطری نهال‌ها کاشته شده است. وجود تفاوت معنی‌دار تیمارها و بلوک‌ها در میزان رشد قطری نهال بادام و زردآلو نسبت به سال در تیمارهای آزمایشی با و بدون سوپرچاذب در سطح یک درصد بیانگر مؤثر بودن انجام عملیات صورت گرفته در هریک از این تیمارهاست. اما بررسی تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال‌ها نشان داد که وجود سوپرچاذب تأثیر معنی‌داری در رشد آنها ندارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش و سایر پژوهشگران، معنی‌دار بودن تأثیر مواد سوپر چاذب در رشد گیاهان در استفاده از مواد سوپرچاذب یک حالت عمومی و دایمی نبوده و بستگی به شرایط اقلیمی منطقه، نوع خاک و بافت آن، نوع گیاه و حتی شرایط توپوگرافی و شیب محل کاشت دارد. با توجه به نتایج این پژوهش و نتایج دیگران، می‌توان مطرح نمود تأثیر مواد سوپر چاذب بر رشد هر گیاه یا نهال باید در منطقه مورد نظر بررسی و ارزیابی و اظهار نظر بر آن اساس شود.

واژه‌های کلیدی: اراضی شیب‌دار، باغ دیم، زنجان، نهال بادام، نهال زردآلو

مقدمه

آبخیز استان در فصل‌های بهار و تابستان با توزیع زمانی و مکانی نامناسب بارندگی و کمبود مقطعی آب مواجه هستند. به‌منظور بررسی استفاده از سامانه‌های یادشده در انجام آبیاری تکمیلی و یا تعبیه سامانه‌های ذخیره آب باران در ماه‌های پر باران و توزیع آب به پای گیاهان در ماه‌های خشک و گرم از ضروریات است. به‌طوری‌که با استفاده از این سامانه‌ها می‌توان نسبت به ایجاد و گسترش کاشت نهال‌های درختان مثمر در راستای باغداری دیم در اراضی شیب‌دار اقدام نمود.

در سال‌های اخیر تلاش‌های فراوانی برای افزایش کارایی مصرف آب صورت گرفته که در این راستا افزایش دور آبیاری و بهره‌گیری از ترکیبات سوپرچاذب به عنوان دو راهکار اساسی در صرفه جویی و استفاده بهینه آب مورد توجه قرار گرفته‌است (Islam et al., 2011). کمبود منابع آب و تنش خشکی یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، نظیر ایران، است. استفاده از برخی مواد افزودنی مانند پلیمرهای سوپرچاذب (هیدروژل) می‌تواند به حفظ و ذخیره رطوبت در خاک و استفاده بهینه از منابع محدود آب کمک کند (Najafi et al., 2013).

همچنین Jalili and Sohrabi, (2013) تأثیر پلیمر سوپرچاذب (Tarawat A200) بر رشد و دوره آبیاری

افزایش جمعیت، کاهش منابع آبی و تغییرات اقلیمی، بررسی راهکارهایی به‌منظور افزایش محصولات تولیدی کشاورزی و باغی در کنار مصرف بهینه آب را امری اجتناب‌ناپذیر ساخته است (Chavez, et al., 2011; Sekar and Randhir, 2007).

این ضرورت در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌دلیل هم‌افزایی خشکی محیط با درجه حرارت بالا و ایجاد محدودیت‌هایی مضاعف برای بقای گیاهان و درختان و کاهش محصولات تولیدی بیش از پیش نمایان شده است. بر همین اساس، یکی از مواردی که در مناطق خشک و نیمه‌خشک برای کاهش اثرات تنش‌آبی بر گیاهان و درختان همراه با اقدامات مناسب مدیریت اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، استفاده درجا از آب جمع‌آوری شده برای گیاهان و درختان و افزایش نفوذ آب باران به زمین، کاهش رواناب و تبخیر از سطح زمین است (Mazari and Tumbo, 2010; Yuen et al., 2011; Biazin et al., 2012).

این سامانه‌ها روش‌هایی هستند که موجب تمرکز ریزش‌های جوی و رواناب‌های سطحی قبل از ورود به رودخانه‌های دائمی می‌شود و با ذخیره‌سازی آب جمع شده، آن را در اختیار هدف مورد نظر قرار می‌دهند. با توجه به شرایط اقلیمی استان زنجان در اکثر حوزه‌های

می‌شود، در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق کم آب‌تر می‌تواند در افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد مؤثر باشد (Mehraban et al., 2016).

در پژوهش دیگر (Shahrivar et al., 2016) به بررسی استفاده از مواد جاذب رطوبت، فیلتر سنگریزه‌ای و سامانه‌های با سطح عایق برای کاشت درختان مثمر در اراضی شیب دار مناطق نیمه‌خشک استان کهگیلویه و بویراحمد پرداخته و نتیجه گرفتند تیمارهای کود حیوانی و خاکبرگ همراه با فیلتر سنگریزه‌ای در عمق خاک چاله با ۶۷ درصد زنده مانی و کاه کلش با فیلتر سنگریزه‌ای تا عمق چاله و خاک برگ با فیلتر سنگریزه‌ای در سطح چاله با ۳۳ درصد زنده مانی، حداکثر مقاومت را در برابر تنش خشکی از خود نشان داد. در حالی که سایر تیمارها با صفر درصد زنده مانی کمترین مقاومت را در برابر تنش خشکی از خود نشان داد.

از نظر رشد ارتفاعی و قطر طوقه بین تیمارهایی که دارای نهال زنده بودن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج پژوهش (Arvandi et al., 2017) نشان داد افزودن ابرجاذب به نمونه خاک موجب افزایش جذب رطوبت به وسیله خاک، نسبت به تیمار شاهد شده و همچنین استفاده از پلیمر A200 با درصد وزنی ۲۵ در خاکی با بافت متوسط عملکرد بالاتری در جذب و نگهداشت رطوبت در مقایسه با خاک‌هایی با بافت‌های سبک و نیمه سنگین دارد. به طوری که بر اساس نتایج پژوهش (Panahi and Baniasadi, 2017) به‌کارگیری پوشش عایق در سامانه‌های سطوح آبیگر، نقش مهمی در جمع‌آوری حجم آب کافی در راستای تأمین رطوبت مورد نیاز درختان در محل استقرار آنها ایفا نموده و موجب افزایش تولید در حوزه‌های آبخیز و بهبود اقتصاد معیشتی ساکنان می‌شود. همچنین موجب افزایش تولیدات گیاهی به ویژه افزایش در عملکرد محصول شده و سبب بهبود اقتصاد معیشتی آبخیزنشینان می‌شود. این امر سبب افزایش راندمان استفاده از منابع آب و خاک شده و هماهنگی بین منافع اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی می‌شود.

از طرف دیگر (Hoseini et al., 2019) به بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر رشد و محتوی نسبی رطوبت

نهال بادام را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که استفاده از سوپر جاذب در پایان فصل رشد سال اول، تأثیر معنی‌داری در میزان رشد نهال‌ها در دوره‌های مختلف آبیاری نداشته و تنها در اواسط فصل رویش در برخی از پارامترهای رشد تأثیر معنی‌داری داشته‌است. در سال دوم برای کلیه پارامترهای رشد، تیمار شاهد با دیگر سطوح آبیاری اختلاف معنی‌داری داشت.

در همین راستا (Khoshbayan et al., 2016) با بررسی اثر مواد سوپر جاذب در احداث باغ دیم بادام در منطقه الیگودرز، لرستان به این نتیجه رسیدند که استفاده از سوپر جاذب در سامانه استحصال آب، بیشترین میزان رطوبت نسبی خاک را داشت. بر اساس پژوهش این پژوهشگران سامانه سطوح آبیگر با تیمار سوپر جاذب، از نظر میزان رطوبت نسبی خاک اختلاف معنی‌داری با تیمار سامانه بدون سوپر جاذب نداشت. اما هر دو تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار سوپر جاذب بدون سامانه آبیگر داشت. بر اساس نتایج (Geesing et al., 2014) کاربرد پلیمر در اراضی کشاورزی زیر کشت گندم، سبب می‌شود تا آب قابل استفاده گیاه به ویژه در خاک سبک تا هشت درصد حجمی بیشتر از شاهد باشد.

(Emami et al., 2012) نشان دادند کاربرد پلیمر و نیل الکل اکریلیک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، میزان نگهداشت رطوبت خاک را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. در پژوهشی، (Qadiri et al., 2012) اثر تأثیر سوپر جاذب استوکوزب در سه بافت خاک (سبک، متوسط و نیمه سنگین) را در استان گرگان در محوطه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد با افزودن ماده سوپر جاذب به خاک، جذب رطوبت به وسیله خاک، افزایش می‌یابد. همچنین، یافته‌های این پژوهش نشان داد استفاده پلیمر استوکوزب در خاکی با بافت نیمه سنگین عملکرد بالاتری در جذب و نگهداشت رطوبت در مقایسه با خاک‌هایی با بافت‌های سبک و متوسط دارد. اثر پلیمرهای سوپر جاذب در رطوبت‌های پایین محسوس‌تر است.

کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب خاک باعث افزایش عملکرد گیاه و صرفه‌جویی در میزان مصرف آب

مشخصات عرصه پژوهش: پلات‌های آزمایشی در مجتمع ایستگاه پژوهشی قره‌چریان در ۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان (منطقه قره‌پستلو) واقع شده است. اقلیم محل نیمه‌خشک سرد، ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر، میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. از این میزان بارندگی سالانه تقریباً ۳۴ درصد در بهار، ۳۱ درصد در زمستان، ۳۱ درصد در پاییز و تنها حدود چهار درصد در تابستان نازل می‌شود (شکل ۱).

مشخصات پلات‌های آزمایشی: پلات‌های آزمایشی به‌صورت دو تیمار اصلی (A) بدون استفاده از مواد جاذب رطوبت و (B) با استفاده از مواد جاذب رطوبت و سه تیمار فرعی مدیریتی شامل (۱) بدون تغییر در سطح سامانه، (۲) جمع‌آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح سامانه و (۳) عایق کردن نیمی از سطح سامانه با نایلون و پوشش سنگریزه که هر کدام از این تیمارهای مدیریتی در سه تکرار بر روی یک دامنه شیب‌دار با ابعاد هشت متر در جهت شیب و پنج متر عمود بر جهت شیب با مساحت ۴۰ مترمربع و در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی قرار گرفته‌اند.

شیب متوسط دامنه پلات‌ها ۱۰ درصد و دارای جهت شرقی است که با استفاده از پشته خاکی احداث شده است. پلات‌ها به‌شکل مستطیل با ابعاد هشت متر طول و عرض پنج متر احداث شده و در انتهای همه پلات‌ها یک اصله نهال از نوع درختان بادام و زردآلو کاشته شد (جدول ۱، شکل‌های ۲ تا ۴). در وسط و انتهای هر یک از پلات‌ها چاله‌ای با ابعاد ۳۰ سانتی‌متر عرض و طول و عمق نیم متر حفر شده و خاک آن را حفظ و با همان خاک چاله و اضافه نمودن ۱۸۰ گرم ماده سوپرجاذب مورد استفاده در بخش اجرا به مخلوط خاک چاله‌ها در کرت‌های آزمایشی دارای سوپرجاذب و در سایر تیمارها با همان خاک خارج شده از چاله‌ها پرشد. همچنین، به‌منظور کاهش سرعت جریان رطوبت خاک در جهت شیب دامنه و افزایش طول جریان و همچنین ذخیره رطوبت و افزایش وسعت پياز رطوبتی پروفیل خاک، دیواره عایق دیواره پایین دست چاله نهال‌های ایجاد شد.

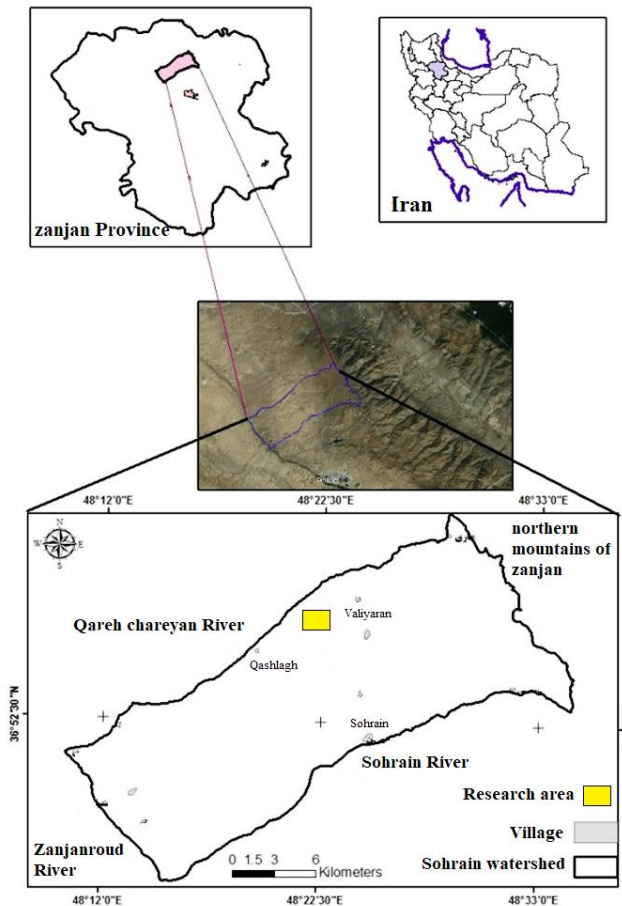
برگ ارزن دم روباهی^۱ در شرایط تنش خشکی پرداختند. بر اساس نتایج این پژوهش مصرف سوپرجاذب باعث افزایش محتوای نسبی رطوبت برگ ارزن دم روباهی شد. خشکی باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ ارزن شده، درحالی که مصرف سوپرجاذب باعث کاهش این شاخص شد. در مجموع این نتایج اثر مثبت سوپرجاذب رطوبت بر رشد و تولید ماده خشک ارزن دم روباهی در شرایط خشکی را نشان می‌دهد.

همچنین (Hajipour and Tayari, 2019) با بررسی عملکرد مواد سوپرجاذب در افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نتیجه گرفتند اثر تیمار نوع خاک، درصد رطوبت و میزان سوپرجاذب بر ارتفاع گیاه و آماس برگ نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داد. بهترین نتایج صفات رویشی گیاه از میزان مصرف ۴۰۰ کیلو سوپرجاذب برای هر هکتار در خاک سبک با ۶۰ درصد رطوبت به‌دست آمد. در نهایت از کاربرد سوپرجاذب در خاک‌های سبک با رطوبت ۶۰ درصد بهترین نتیجه رشد و نمو ذرت به‌دست آمد.

به‌طور کلی بر اساس بررسی‌های صورت گرفته می‌توان گفت با ارائه الگوهای علمی از سامانه‌های استحصال نزولات جوی، می‌توان از یک سو نقش مهمی در اشاعه فرهنگ بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی ایفا نمود و از سوی دیگر افزایش تولید در باغات دیم و یا باغات در اراضی شیب‌دار را امکان‌پذیر ساخت. در مناطق مستعد در اقلیم نیمه خشک، به کارگیری پوشش عایق در سامانه‌های سطوح آبیگیر، نقش بسیار مهمی در استحصال آب باران و جمع‌آوری حجم آب کافی برای تأمین رطوبت مورد نیاز درختان مثمر در محل استقرار آنها ایفا می‌کند. بر این اساس، این پژوهش به‌دنبال ارزیابی تأثیر کاربرد مواد سوپرجاذب بر رشد قطری دو گونه درختی مثمر دیم در سامانه‌های سطوح آبیگیر باران است. به‌طوری‌که از این طریق به بررسی استفاده توأم از سامانه‌های سطوح آبیگیری و مواد سوپرجاذب برای ایجاد باغات دیم در اراضی شیب‌دار بپردازد.

مواد و روش‌ها

^۱ *Setaria italica*



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان زنجان و ایران

Fig. 1. Location of study area in Zanjan and Iran

تجزیه و تحلیل آماری به روش کرت‌های دو بارخرد شده (کاربرد یا عدم کاربرد ماده سوپر جاذب به عنوان تیمار اصلی، سه تیمار مدیریتی سطح سامانه‌ها به عنوان تیمارهای فرعی (در سه تکرار) و دو گونه درختی مثمر به عنوان تیمارهای فرعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت.

برای این منظور با توجه به پیاده شدن پلات‌ها در قالب طرح آزمایش‌های بلوک‌های کاملاً تصادفی، برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت رشد ارتفاعی و قطری در تیمارهای مختلف از نرم افزار SAS استفاده شد. با استفاده از این نرم‌افزار آماره‌های F و مقدار احتمال خطا و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

در این بررسی اثر نوع نهال (زردآلو یا بادام) در برداشت‌های متفاوت رطوبت از خاک (۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر) و اقدامات انجام یافته در نحوه کاشت آنها از قبیل افزودن کود دامی و یا کشیدن نایلون در دیواره پایین دست چاله نهال در تغییرات میزان رطوبت خاک به دلیل داشتن شرایط یکسان برای همه بلوک‌ها لحاظ نشده و تنها به مقایسه تفاوت در وجود یا عدم وجود مواد جاذب رطوبت و نوع سامانه سطوح‌آبگیر در بین تیمارهای مختلف پرداخته شد.

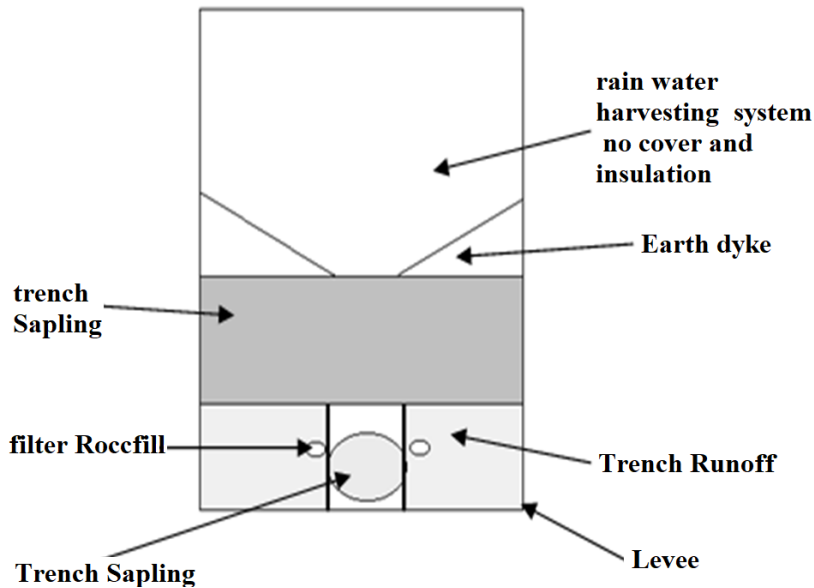
در تیمارها و تکرارهای پلات‌های آزمایشی اقدام به اندازه‌گیری قطر یقه و ارتفاع نهال در ابتدا و انتهای فصل رویش، زنده مانی و تاج پوشش گیاهی در اواخر فصل رویش در سال آخر و تولید میوه در صورت به بار نشستن گیاه متناسب با نوع و مدت زمان لازم برای تولید میوه است.

جدول ۱- آرایش کرت‌ها بر روی سطح زمین در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی

Table 1. Arrange of plots on the ground surface in a completely randomized block design

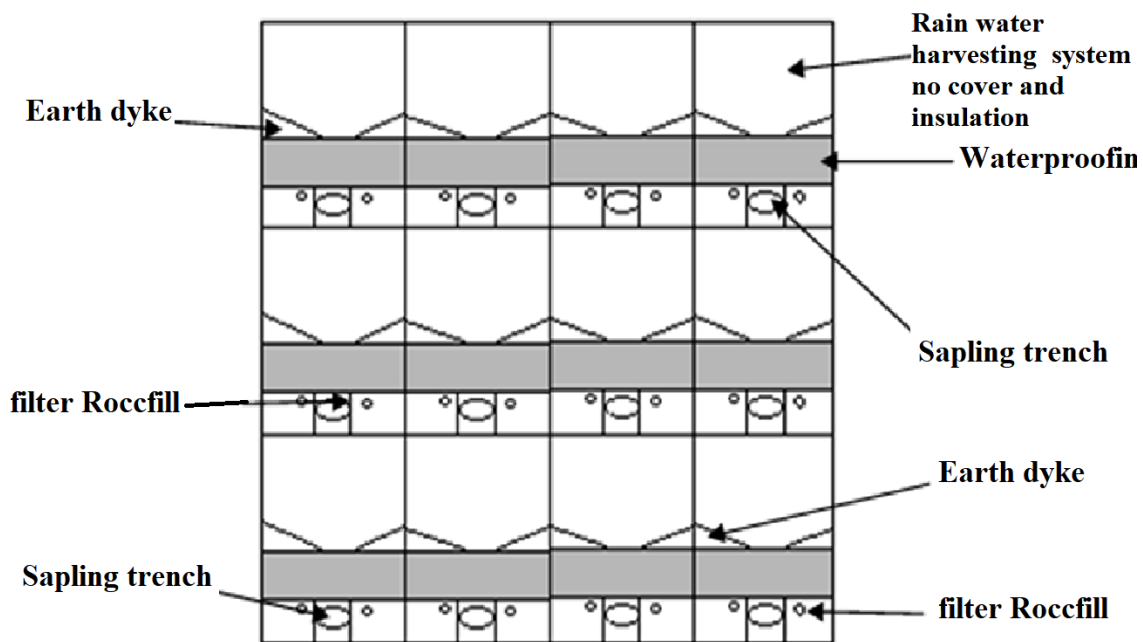
Non-application of superabsorbent						Application of superabsorbent					
Almond			Apricot			Almond			Apricot		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3.
3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

1) no change at the level of system, 2) Trench collection and vegetation cover of the system level, 3) Semi-insulated treatment as sub-treatments (in the three repetitions)



شکل ۲- طرح شماتیک یک سامانه آبخیز مسطح با چاله جمع‌آوری کننده رواناب ترکیبی

Fig. 2. Schematic plot of a flat-basin system with a combined runoff pool



شکل ۳- نمایی کلی از مجموعه تیمارهای آزمایشی در عرصه مورد پژوهش

Fig. 3. Schematic representation of the set of experimental treatments in the field



شکل ۴- تصویر اجرای تیمارهای آزمایشی همراه با سامانه‌های سطوح آبگیر باران در سطح زمین در عرصه پژوهش

Fig. 4. Shape of implementing experimental treatments along with the surface area of rain pool at the ground level in the field of research

تعداد وقایع بارندگی روزانه در ایستگاه هواشناسی (واقع در فاصله ۱/۵ کیلومتری از محل طرح) و تعداد وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلاتها با توجه به داده‌های ثبت شده استخراج شد (جدول ۲، شکل ۶). میزان فراوانی وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در طول سه سال متوالی (۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰) نشان می‌دهد که مناسب‌ترین ماه برای جمع‌آوری آب باران فروردین، اردیبهشت و آبان و بدترین آن مردادماه است. از آنجا که در آبان و فروردین نیز نیاز آبی گیاهان به کمترین مقدار می‌رسد، لذا ماه اردیبهشت برای جمع‌آوری آب باران مهم‌ترین ماه است (Rezaei, 2012).

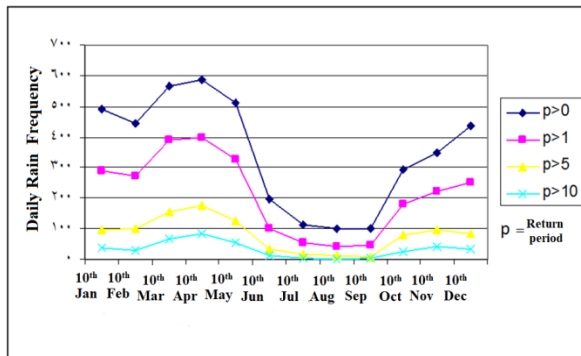
همچنین برای نشان دادن وضعیت بارندگی ماهانه در محل ایستگاه هواشناسی و مقدار بارندگی ماهانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلاتها، مقدار ماهانه آنها نیز محاسبه شد (جدول ۳). بر اساس اطلاعات این جدول نیز بهترین ماه برای جمع‌آوری آب باران اردیبهشت و سپس آبان و بعد از آن فروردین است. اما بدترین ماه نیز مرداد و بعد از آن خرداد و شهریور است. در طول دوره آماربرداری میانگین بارندگی‌های روزانه منجر به تولید رواناب (کمینه در ارتباط با تیمار عایق) برابر با ۹/۷ میلی‌متر و در مقابل، میانگین عمق رواناب نظیر در طول دوره آماربرداری، برای تیمار عایق ۴/۴۳، برای تیمار نیمه عایق ۰/۶۷ و

داده‌های بارندگی جمع‌آوری شده: برای اندازه‌گیری بارندگی روزانه یک دستگاه باران‌سنج در مجاورت کرت‌های آزمایشی نصب شد. نحوه اندازه‌گیری به این صورت بوده که در هر روز یک بار باران‌سنج بازدید شده و در صورت وجود آب اندازه‌گیری شده و دوباره پس از تخلیه و تمیز نمودن برای اندازه‌گیری بعدی آماده می‌شد. به عبارتی اندازه‌گیری‌ها شامل بارش‌های روزانه بود (جدول ۲). آمار فراوانی بارش‌های ۲۴ ساعته دراز مدت ایستگاه سینوپتیک زنجان برای طول دوره آماری ۴۵ ساله (۱۹۵۶ تا ۲۰۰۰ میلادی) نشان می‌دهد که با افزایش عمق بارش‌های روزانه مقدار فراوانی آنها کاهش یافته و فراوانی بارش‌های روزانه به کمترین مقدار در ماه‌های گرم می‌رسد.

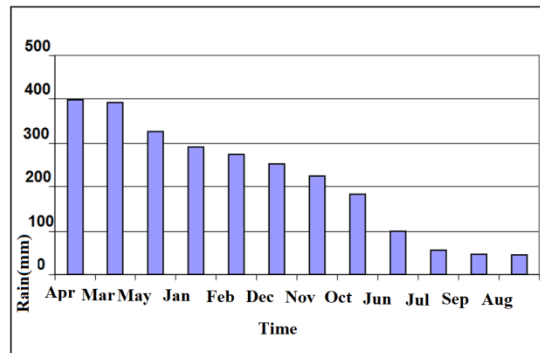
به طوری که فراوانی بارش‌های روزانه بیشتر از یک و پنج میلی‌متر به ترتیب در ماه‌های گرم شامل تیر، مرداد و شهریور دارای متوسط فراوانی حدود یک بار در یک سال و یک بار در سه سال هستند (شکل ۵). بحرانی‌ترین ماه از بین دوره انتخابی برای رشد گیاه مرداد ماه است که تعداد فراوانی بارش‌های روزانه در سال برای عمق بارش روزانه بیشتر از صفر، یک، پنج و ۱۰ به ترتیب برابر با ۲/۲۲، ۰/۹۶، ۰/۲۷ و ۰/۰۴ است. در مقابل فروردین جزو مرطوب‌ترین ماه سال بوده و بیشترین فراوانی بارش‌ها در آن اتفاق می‌افتد. به طوری که فراوانی بارش خرداد حدود ۳۰ درصد فراوانی بارش‌های اردیبهشت و فراوانی بارش‌های تیر حدود ۵۰ درصد بارش‌های خرداد است.

(Rezaei, 2012)

برای تیمار دست نخورده ۰/۱۴ میلی‌متر و ضریب رواناب آنها نیز به ترتیب ۴۵/۷، ۶/۹ و ۱/۵ درصد بود



شکل ۶- توزیع فراوانی ماهانه کل بارش‌های روزانه با دامنه‌های مختلف در ایستگاه سینوپتیک زنجان
Fig. 6. Monthly frequency distribution of daily rainfall with different amplitudes in zanjan synoptic station



شکل ۵- فراوانی کل بارش‌های روزانه بیشتر از یک میلی‌متر در ماه‌های مختلف برای دوره آماری ۴۵ ساله در ایستگاه سینوپتیک زنجان
Fig. 5. The frequency of daily rainfall over one millimeter in different months for the period of 45 years in zanjan synoptic station

جدول ۲- فراوانی وقایع بارندگی روزانه اتفاق افتاده و منجر به تولید رواناب در محل استقرار پلات‌ها

Table 2. The frequency of daily rainfall events has happened and resulted in runoff generation in the plots

Month/Year	Apr	May	Jun	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Total
2008	-	-	-	-	-	-	8-2	3-1	7-5*	18-8
2009	10-4	7-2	9-2	9-2	1-1	0-0	6-2	1-1	11-6	45-18
2010	14-4	21-12	5-0	5-0	0-0	1-0	0-0	2-0	3-0	46-16
2011	7-4	15-12	1-0	1-0	4-2	3-0	2-0	2-1	15-7	49-26

*In all the table homes, the right - hand numbers (more) represent the frequency of daily rainfall events and the left - hand numbers represent daily rainfall events leading to runoff generation, min in insulation

جدول ۳- مقدار بارندگی ماهانه و منجر به رواناب در محل استقرار پلات‌ها

Table 3. Monthly rainfall amount and lead to runoff in the plots

Month/Year	Apr	May	Jun	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
2008	-	-	-	-	-	-	45.8-44.2	17.2-18.3	36.2-35.5*
2009	46.2-44.3	27.9-30.8	26.8-15.7	0.8-2.4	0.8-2.4	0-0	13.7-17.2	23.4-30	62.1-61
2010	43.9-21.4	110-103.9	8.2-0	0-0	0-0	4.3-0	0-0	2.9-0	3.7-0
2011	36.5-30.5	81.8-73.1	1.2-0	24.8-25	24.8-25	6.7-0	3.3-0	6.5-6.5	77.2-73.3

*In the table, the right - hand numbers represent the amount of monthly rainfall at the site of the meteorological station and the left - to - left numbers indicates the amount of monthly rainfall that resulted in runoff generation along with experimental plots

لذا با استفاده از تانکر آب نسبت به ذخیره‌سازی آب در محل پلات‌ها و استفاده از آن در مواقع بدون بدون بارش اقدام شد.

بررسی خاک منطقه: برای آگاهی از وضعیت خاک محدوده پیاده‌سازی کرت‌ها آزمایشی، از دو محل با فاصله مناسب که گویای وضعیت خاکشناسی منطقه باشد و از عمق‌های صفر تا ۵۰ و از ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر نمونه خاک تهیه و مورد تجزیه در آزمایشگاه قرار گرفت (جدول ۴). خاک سطحی (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) دارای بافت لوم رسی ماسه‌ای و بافت لایه پایین (۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) عموماً به‌صورت لوم

بر اساس اطلاعات ارائه شده فصل خشک از اواخر خرداد شروع و تا مهر ماه ادامه دارد. بنابراین منطقه در ۴۰ درصد از طول سال با کمبود بارش مواجه است. از آنجایی که این کمبود بارش، مربوط به فصل رویش گیاه یعنی نیمه اول سال است، نقش سامانه‌های جمع‌آوری باران برای گیاه در این دوره بسیار ارزشمند است. ولی به علت طولانی بودن دوره خشکی امکان ذخیره رطوبت خاک در ماه‌های بارندگی برای استفاده در دوره طولانی خشکی وجود نداشته و ضرورت ایجاد مخازن ذخیره رواناب برای آبیاری کمکی در ماه‌ها خشک ضروری است.

دائمی کاهش یافته و آب قابل استفاده (AW) افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک عرصه پژوهش، متوسط هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)، ۰/۴۴ متوسط ماده آلی خاک ۰/۸۸ درصد، آهک یا کربنات‌های خنثی شونده ۰/۶۶ درصد، پتاسیم ۱/۴۲ (میلی‌گرم/کیلوگرم)، کربنات ۲/۲۲ (میلی‌گرم/کیلوگرم) و بیکربنات (میلی‌اکسی‌والان بر لیتر) است. بر این اساس خاک بستر عرصه پژوهش مشکلی خاصی از نظر کیفیت ندارد.

ماسه‌ای است. میزان ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائمی (PWP) اندازه‌گیری نشد، ولی با توجه بافت خاک میزان FC در حدود ۲۷ درصد حجمی و PWP حدود ۱۷ درصد حجمی برآورد شد.

ترکیب خاک چاله‌ها برای کاشت نهال‌ها عبارت از مخلوط ۵۰ درصد کود دامی پوسیده و ۵۰ درصد خاک اولیه چاله از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر است. بر این اساس خاک چاله‌ها نسبت به حالت اولیه اسفنجی شده و در نتیجه میزان رطوبت در حد ظرفیت مزرعه افزایش و در حد نقطه پژمردگی

جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی محدوده کرت‌های آزمایشی

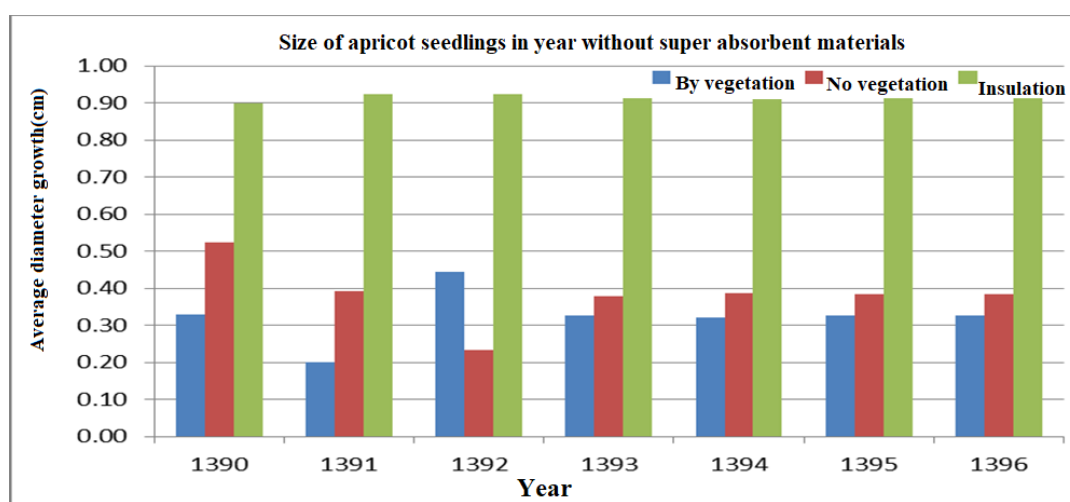
Table 4. Physico - chemical properties of experimental plots

Sand	Silt	Clay	S.P	pH	EC	Depth
%				-	ds/m	cm
44	28	28	38	7.75	0.45	0-30
54	14	32	43	7.79	0.30	30-60
50	26	24	34	7.68	0.60	0-30
28	22	20	32	7.6	0.39	30-60

آزمایشی مشاهده می‌شود که در تیمار با پوشش گیاهی رشد کمتری نسبت به دو تیمار دیگر داشته است. اما تیمار عایق‌دار بیشترین رشد قطری را دارد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های در جدول ۵ ارائه شده است. بر اساس داده‌های جدول ۶، تفاوت تیمارها و بلوک‌ها در میزان رشد قطری نهال بادام نسبت به سال در تیمارهای آزمایشی با و بدون سوپر جاذب در سطح یک درصد معنی‌دار است.

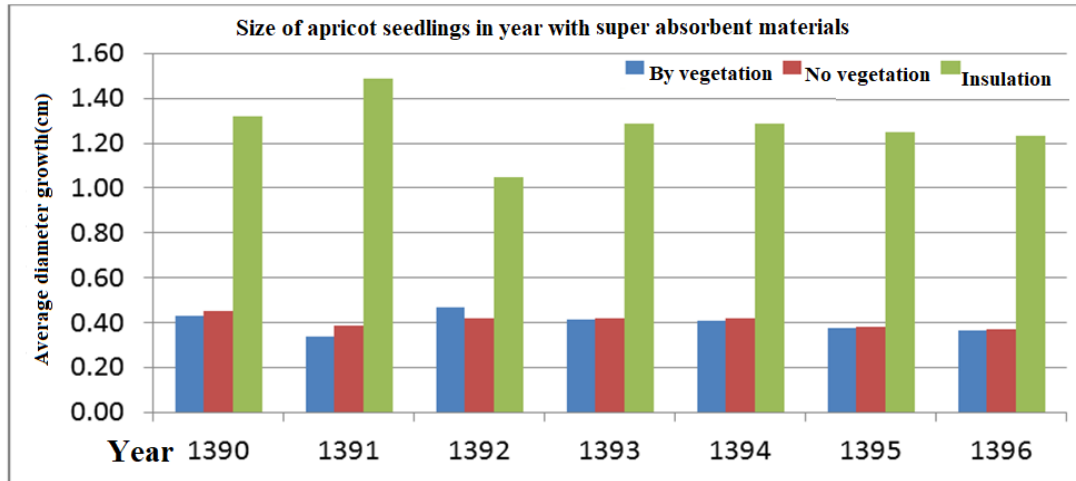
نتایج و بحث

رشد قطری نهال بادام: در شکل‌های ۷ و ۸ مقایسه متوسط رشد قطری سالانه نهال بادام در تیمارهای با و بدون سوپر جاذب ارائه شده است. با بررسی این شکل‌ها مشاهده می‌شود که در سال‌های اول رشد قطری نهال‌ها کم و بتدریج در سال‌های بعد افزایش یافته است. به طوری که این اختلاف هرچه به سال‌های انتهایی آزمایش نزدیک می‌شود، بیشتر شده است. با مقایسه میانگین دوره رشد مورد بررسی (۸۹-۹۶) در سه تیمار



شکل ۷- متوسط رشد قطری سالانه نهال بادام در تیمارهای بدون سوپر جاذب

Fig. 7. Average annual growth of almond seedlings in non - super absorbent treatments



شکل ۸- متوسط رشد قطری سالانه نهال بادام در تیمارهای با سوپرجاذب
 Fig. 8. Average annual growth of almond seedlings in super absorbent treatments

جدول ۵- تجزیه آماری بلوک‌ها و تیمارهای مورد بررسی نهال بادام

Table 5. Statistical analysis of the blocks and treatments studied by seedlings

Sources	Degree of freedom	Set of squares	Mean square error	F	Significance level
Model	49	537.19	10.96	98	< 0.0001
Error	94	172/21	1.83		
Total error	143	709.40			
Mean attribute	Square root means square error		Square root means square error		Coefficient of determination
3.78	1.35		35.83		0.75

در تیمارها معنی‌دار نیست. البته با دقت در داده‌های ارائه شده، قابل مشاهده است که تفاوتی در مقدار رشد در سامانه‌های سطوح‌آبگیر آزمایشی انجام شده با سطح پوشش متفاوت چه در تیمارهای بدون سوپرجاذب و چه در تیمارهای با سوپرجاذب وجود دارد. به طوری که حتی با مقایسه مقدار متوسط رشد دوره‌ای در هر دو تیمار با و بدون سوپرجاذب مشاهده می‌شود که مقدار رشد قطری در تیمار با سوپرجاذب بیشتر است.

در جدول ۶ تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال بادام در تیمارهای با و بدون سوپرجاذب ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جدول، رشد قطری نهال بادام فقط نسبت به سال‌های دوره رشد قطری و تکرار سامانه سطوح‌آبگیر که در واقع تفاوت در سطح پوشش آنهاست دارای اختلاف رشد قطری در سطح یک درصد معنی‌دار است. اما در سایر حالت‌ها و به خصوص نسبت به وجود سوپرجاذب

جدول ۶- تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال بادام در تیمارهای مورد بررسی

Table 6. Analysis of variance of factors affecting the diameter growth of almond seedlings in studied treatments

Treatment	Degree of freedom	Set of squares	Mean square error	F	Significance level
Repeat	2	155.19	77.60**	0.3642	0.0001<
Mantle	2	8.10	4.05	2.21	0.12
Super absorbents	1	4.67	4.67	2.55	0.11
Year	7	356.74	50.96**	0.8227	0.0001<
Mantle * Super absorbent	2	7.44	3.72	2.03	0.14
Mantle * Year	14	2.59	0.18	0.10	1.00
Super absorbents * Year	7	0,45	0,06	0.03	0.99
Mantle * Super absorbents * Year	14	2.01	0.14	0.08	1.00
Error	94		1.83		
Coefficient of variation (CV)			35.83		

بادام فقط نسبت به سال رشد، معنی‌دار بوده و در سایر متغیرها و به‌ویژه وجود مواد سوپر جاذب معنی‌دار نیست.

در جدول ۷ مقایسه میانگین مقادیر رشد قطری نهال بادام در تیمارهای مورد بررسی ارائه شده‌است. بر اساس داده‌های این جدول مقادیر رشد قطری نهال

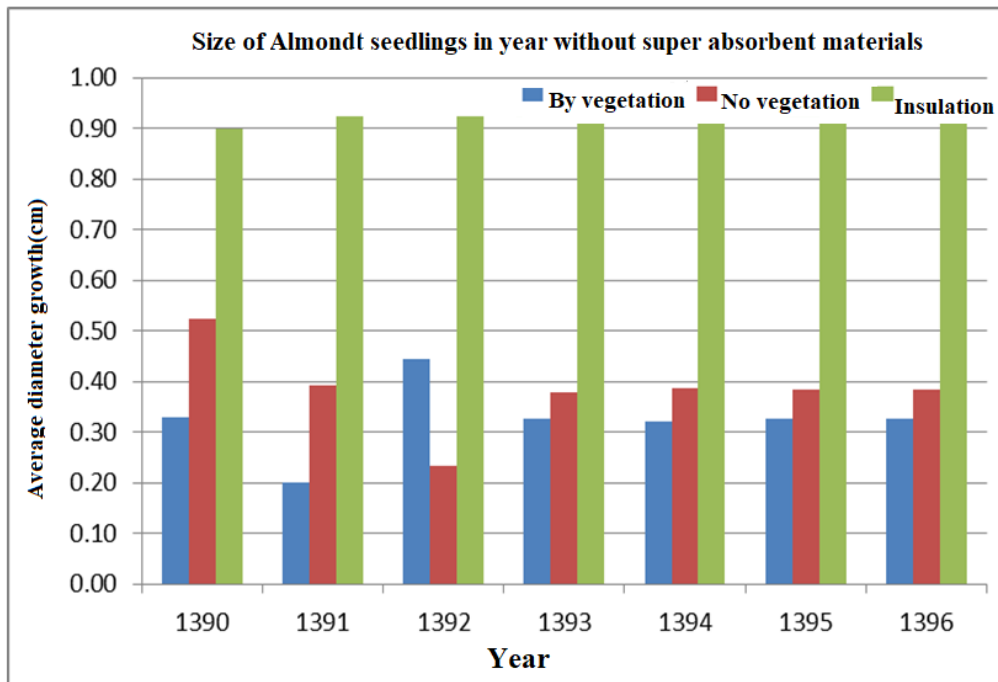
جدول ۷- مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی مقادیر رشد قطری نهال بادام

Table 7. Comparison of the average treatments for the diameter growth of almond seedlings

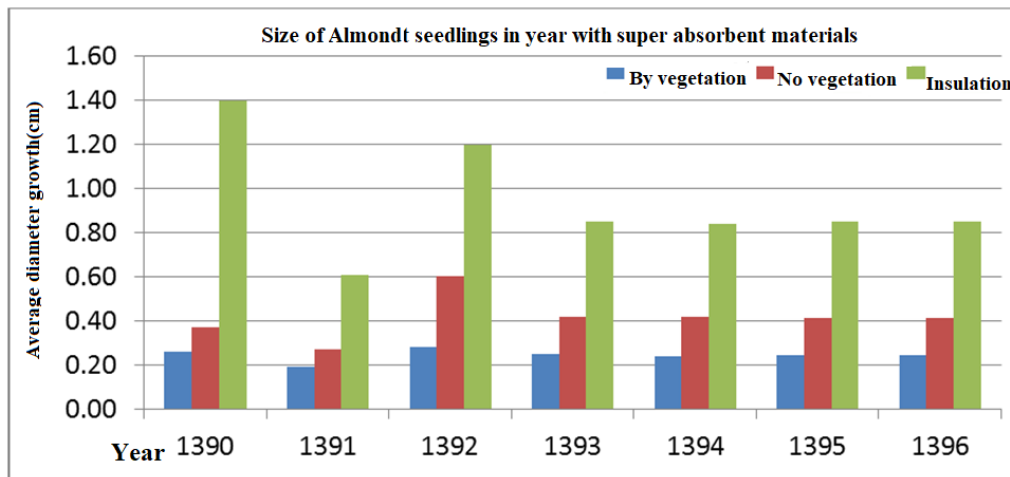
Treatment Year	Mean value	Treatment Mantle	Mean value	Treatment Super absorbents	Mean value
89	1.41 ^a	1	3.99 ^a	No	3.60 ^a
90	1.99 ^b	3	3.90 ^a	Yes	3.96 ^a
91	2.69 ^c	2	3.45 ^a		
92	2.48 ^d				
93	4.16 ^e				
94	4.85 ^f				
95	5.49 ^g				
96	6.13 ^j				

نسبت به دو تیمار دیگر داشته‌است. اما تیمار عایق‌دار بیشترین رشد قطری را داشته‌است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های درخت زردآلو در جدول‌های ۸ تا ۹ ارائه شده‌است. بر اساس داده‌های جدول ۹ تفاوت تیمارها و بلوک‌ها در میزان رشد قطری نهال زردآلو نسبت به سال در تیمارهای آزمایشی بدون سوپر جاذب و با سوپر جاذب در سطح یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار است.

رشد قطری زردآلو: داده‌های جمع‌آوری شده در طی مدت سال‌های آزمایش برای نهال زردآلو در شکل‌های ۹ و ۱۰ در تیمارهای با و بدون سوپر جاذب ارائه شده‌است. با بررسی کلی مشاهده می‌شود که در سال‌های اول رشد قطری نهال‌ها کم و به تدریج در سال‌های بعد افزایش یافته‌است. همچنین با مقایسه میانگین دوره رشد در سه تیمار آزمایشی مشاهده می‌شود که در تیمار با پوشش گیاهی رشد کمتری



شکل ۹- متوسط رشد قطری سالانه نهال زردآلو در تیمارهای بدون سوپر جاذب
Fig. 9. Average annual diameter growth of apricot seedlings in non - super absorbent treatments



شکل ۱۰- متوسط رشد قطری سالانه نهال زردآلو در تیمارهای با سوپرجاذب
 Fig. 10. Average annual diameter growth of apricot seedlings in super absorbent treatments

که در واقع تفاوت در سطح پوشش آنهاست، دارای اختلاف رشد قطری معنی دار است. اما در سایر حالتها و به خصوص نسبت به وجود سوپرجاذب در تیمارها معنی دار نیست.

در جدول ۹ تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال زردآلو در تیمارهای با و بدون سوپرجاذب ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جدول، رشد قطری نهال زردآلو فقط نسبت به سال‌های دوره رشد قطری، تکرار و پوشش سامانه سطوح‌آبگیر

جدول ۸- تجزیه آماری بلوک‌ها و تیمارهای مورد بررسی مقادیر رشد قطری نهال زردآلو

Table 8. Statistical analysis of the blocks and treatments examined the diameter growth of apricot seedlings

Sources	Degree of freedom	Set of squares	Mean square error	F	Significance level
Model	49	442.25	9.03	5.38	< 0.0001
Error	94	157.75	1.68		
Total error	143	599.99			
Mean attribute	Square root means square error		Square root means square error		Coefficient of determination
3.36	1.30		38.54		0.73

جدول ۹- تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال زردآلو در تیمارهای مورد بررسی

Table 9. analysis of variance of effective factors on diameter growth of apricot seedlings in studied treatment

Treatment	Degree of freedom	Set of squares	Mean square error	F	Significance level
Repeat	2	185.11	92.55**	55.15	0.0001 <
Mantle	2	35.76	17.88	10.65	0.0001 <
Super absorbents	1	0.52	0.52	0.31	0.58
Year	7	208.42	29.77**	17.74	0.0001 <
Mantle * Super absorbent	2	5.33	2.67	1.59	0.21
Mantle * Year	14	5.94	0.42	0.25	1.00
Super absorbents * Year	7	0.27	0.04	0.02	1.00
Mantle * Super absorbents * Year	14	0.90	0.06	0.04	1.00
Error	94		9.03		
Coefficient of variation (CV)			38.54		

زردآلو نسبت به تکرار، سال رشد و نوع پوشش سطح سامانه‌ها سطوح‌آبگیر معنی دار بوده و در سایر متغیرها و به یژه وجود مواد سوپرجاذب معنی دار نیست.

در جدول ۱۰ مقایسه میانگین مقادیر رشد قطری نهال زردآلو در تیمارهای مورد بررسی ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جدول، مقادیر رشد قطری نهال

جدول ۱۰- مقایسه میانگین تیمارهای مورد بررسی مقادیر رشد قطری نهال زردآلو

Fig. 10. Comparison of the average of treatments for the diameter growth of apricot seedlings

Treatment	Mean value	Treatment	Mean value	Treatment	Mean value
Year		Mantle		Super absorbents	
89	1.55 ^a	1	4.04 ^a	No	3.42 ^a
90	2.07 ^b	3	3.20 ^b	Yes	3.30 ^a
91	2.50 ^c	2	2.85 ^b		
92	3.11 ^d				
93	3.63 ^e				
94	4.15 ^f				
95	4.68 ^g				
96	5.20 ^l				

تیمارها در میزان رشد قطری نهال‌های مورد بررسی است.

بررسی تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال بادام در تیمارها نشان داد که وجود یا عدم وجود سوپر جاذب تأثیر معنی‌داری در رشد قطری بادام در سامانه‌های سطوح‌آبگیر آزمایشی ندارد. البته با دقت در داده‌های این پژوهش قابل مشاهده است که تفاوتی در مقدار رشد در سامانه‌های سطوح‌آبگیر آزمایشی انجام شده با سطح پوشش متفاوت (چه با و بدون سوپر جاذب) وجود دارد. به طوری که حتی با مقایسه مقدار متوسط رشد دوره‌ای در هر دو تیمار، مشاهده می‌شود که مقدار رشد قطری در تیمار با سوپر جاذب بیشتر است.

این تفاوت نشان‌دهنده تأثیر وجود مواد سوپر جاذب در رشد قطری نهال بادام و زردآلو است. چراکه مواد سوپر جاذب با جذب و نگهداری مقدار بیشتر آب نسبت به حالت خاک بدون سوپر جاذب و تحویل تدریجی آب به نهال شرایط بهتری را برای رشد نهال فراهم می‌کند. بر این اساس، وجود مواد سوپر جاذب در رشد قطری نهال تأثیر دارد اما اثر آن از نظر آماری معنی‌دار نیست. در نتیجه به نظر می‌رسد وجود آن در خاک ضروری نیست. مقایسه میانگین مقادیر رشد قطری نهال بادام در تیمارهای مورد بررسی نیز مؤید این موضوع است. نتایج پژوهش (Esmailpour (2012) و Arvandi et al., (2017) نیز این مطلب را تأیید می‌کند.

همچنین، این موضوع با نتایج پژوهش Qadiri et al., (2012) که علت افزایش قطر یقه در تیمارهای همراه با مصرف پلیمر نسبت به تیمار شاهد را به دلیل خاصیت نگهداری آب و مواد غذایی پلیمرها دانسته‌اند،

بررسی وضعیت رشد و اندازه قطر نهال بادام و زردآلو در تیمارهای با و بدون سوپر جاذب در طول سال‌های آزمایش نشان می‌دهد که در سال‌های اول که در واقع مرحله استقرار و سازگاری نهال‌ها با شرایط طبیعی خاک و اقلیم منطقه هست، رشد قطری نهال‌ها کم و به تدریج در سال‌های بعد افزایش یافته است. به طوری که این اختلاف هرچه به سال‌های انتهایی آزمایش نزدیک می‌شود، بیشتر شده که این به دلیل استقرار و سازگاری با شرایط محیطی نهال و در نتیجه بالا رفتن میزان رشد قطری آنها بوده است. با مقایسه میانگین دوره رشد مشاهده می‌شود در تیمار با پوشش گیاهی به دلیل جذب آب بارندگی، کمترین مقدار رواناب را ایجاد کرده و آب کمی به نهال بادام رسیده و رشد کمتری نسبت به دو تیمار دیگر داشته است.

اما تیمار عایق‌دار که بیشترین رشد قطری را داشته به این دلیل که بیشترین رواناب تولید شده در اثر بارندگی در این تیمار رخ داده و بر این اساس بیشترین آب به نهال رسیده و بیشترین رشد قطری را داشته است. این وضعیت تفاوت رشد قطری در سه تیمار مورد بررسی، نشان‌دهنده تأثیر ایجاد سامانه سطوح‌آبگیر با سطح پوشش متفاوت در ایجاد مقدار رواناب متفاوت و در نتیجه تفاوت مقدار رشد قطری نهال‌ها کاشته شده در داخل این سامانه سطوح‌آبگیر است.

وجود تفاوت معنی‌دار تیمارها و بلوک‌ها در میزان رشد قطری نهال بادام و زردآلو نسبت به سال در تیمارهای آزمایشی در سطح یک درصد بیانگر مؤثر بودن انجام عملیات صورت گرفته در هریک از این

وجود سوپرچاذب تأثیر معنی‌داری در رشد قطری نهال‌های بادام و زردآلو در سامانه‌های سطوح‌آبگیر آزمایشی ندارد. اما در مقدار رشد در سامانه‌های سطوح‌آبگیر آزمایشی انجام شده با سطح پوشش متفاوت چه در تیمارهای بدون سوپرچاذب و چه در تیمارهای با سوپرچاذب تفاوت مشهود وجود دارد. به طوری که با مقایسه مقدار متوسط رشد دوره‌ای در هر دو تیمار بدون سوپرچاذب و با سوپرچاذب مشاهده می‌شود که مقدار رشد قطری در تیمار با سوپرچاذب بیشتر است.

این تفاوت نشان‌دهنده تأثیر وجود مواد سوپرچاذب در رشد قطری نهال زردآلو است، چراکه مواد سوپرچاذب با جذب و نگهداری مقدار بیشتر آب نسبت به حالت خاک بدون سوپرچاذب و تحویل تدریجی آب به نهال شرایط بهتری را برای رشد نهال فراهم می‌کند. بر این اساس وجود مواد سوپرچاذب در رشد قطری نهال تأثیر دارد اما اثر آن از نظری آماری معنی‌دار نیست. در نتیجه وجود آن در خاک ضروری نیست. همچنین، مقایسه میانگین مقادیر رشد قطری نهال زردآلو در تیمارهای مورد بررسی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر رشد قطری نهال زردآلو نسبت به تکرار، سال رشد و نوع پوشش سطح سامانه‌ها سطوح‌آبگیر بوده و در سایر متغیرها و به‌ویژه وجود مواد سوپرچاذب معنی‌دار نیست.

نتیجه‌گیری

چنانچه از نتایج این پژوهش و سایر مطالعات انجام شده برمی‌آید، استفاده از مواد اصلاح‌کننده به دلیل قابلیت جذب و ذخیره نزولات جوی در خاک مناطق خشک باعث بالا رفتن درصد استقرار گیاهان شده و نیاز به تکرار عملیات کاشت در نقاطی که گیاهان مستقر نشده‌اند را کاهش می‌دهد. به طوری که هر قدر شرایط محیطی سخت‌تر باشد، تأثیر مثبت این مواد در حفظ و استقرار گیاهان مشهودتر است. بنابراین استفاده از مواد سوپرچاذب از هدررفت آب باران و بارندگی‌های سیلابی در مناطق خشک جلوگیری می‌کند. به طوری که می‌توان مطرح نمود کاربرد سوپرچاذب اثرات مثبتی در بهبود خصوصیات رشدی دارد و می‌تواند اثرات منفی خشکی را کاهش داد.

مشابه است. (Banj shafiei et al., 2012) نیز در مطالعه تأثیر پلیمر سوپرچاذب بر روی رشد بانه به نتایج مشابهی رسیدند. اثر پلیمرهای سوپرچاذب در رطوبت‌های پایین محسوس‌تر است. کاربرد هیدروژل‌های سوپرچاذب خاک باعث افزایش عملکرد گیاه و صرفه‌جویی در میزان مصرف آب می‌شود، در نتیجه کاربرد این ماده در مناطق کم آب تر می‌تواند در افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد مؤثر باشد (Mehraban et al., 2015).

پلیمرهای سوپرچاذب در صورت اختلاط با بستر، سبب بهبود بافت فیزیکی بستر و افزایش ظرفیت نگهداری آب (Al-Harbi, Ganji Khorramdel, 2018؛ Is-martin, 2001؛ 1999؛ گناه به آب و عناصر غذایی (Akhtar, Al-hadi, 2006؛ 2004)، کاهش استرس خشکی (Arbona, 2005؛ Handerson et al., 1986) شود. همچنین می‌تواند میزان عملکرد را به ازای واحد آب و کود مصرفی این پلیمرها باعث استفاده بهینه، افزایش دهند. از این رو قادرند کارایی مصرف آب و عناصر غذایی به‌وسیله گیاه را بهبود بخشند (Al-hadi, 2006؛ Behbehani, 2014؛ Sivertsen et al. 2004).

استفاده از سوپر چاذب‌ها باعث استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، افزایش رطوبت خاک و افزایش مواد غذایی و ریزمغذی‌های ضروری در خاک می‌شود (Karimi, 1993). همه این مطالب نشان‌دهنده تأثیر سوپرچاذب‌های بر میزان رشد و در تغییر صفات گیاهان و نهال‌هایی است که در آنها از سوپر حاذب‌ها برای ذخیره‌سازی مناسب و بیشتر آب کمک گرفته شده‌است. اما این تأثیر همیشه معنی‌دار نبود و در مواردی نیز تأثیر دارند اما معنی‌دار نیست.

بررسی تجزیه واریانس عوامل مؤثر بر مقادیر رشد قطری نهال‌های بادام و زردآلو در تیمارهای با و بدون سوپرچاذب بیانگر معنی‌دار بودن رشد قطری نهال زردآلو فقط نسبت به سال‌های دوره رشد قطری، تکرار و پوشش سامانه سطوح‌آبگیر است که در واقع تفاوت در سطح پوشش آنهاست. البته تفاوت در تکرار یک جنبه عمومی بوده و قابل اتکا و استناد نیست. در سایر حالت‌ها و به‌خصوص نسبت به وجود سوپرچاذب در تیمارها معنی‌دار نیست. به عبارت دیگر، وجود یا عدم

هریک از گیاهان یا نهالها باید در منطقه مورد نظر بررسی و ارزیابی و اظهار نظر شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل انجام یک پروژه تحقیقاتی است که در بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان به انجام رسیده است. نویسندگان از تمام همکاران این بخش تحقیقاتی و ریاست و مسئولین محترم مرکز کمال تشکر و امتنان را دارند.

تضاد منافع

در این مقاله تضاد منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تایید همه نویسندگان است.

باتوجه به کاهش منابع آبی کشور و خشکسالی‌های اخیر ضروری است پژوهش‌هایی در زمینه استفاده بهینه از منابع آب به عمل آید. یکی از راهکارهای مقابله با اثرات خشکی روی گیاهان استفاده از سوپر جاذب رطوبت است. پس به‌طور کلی با توجه به شرایط و خصوصیات منطقه و نهال‌ها و تیمارهای آزمایشی، نهال بادام با سامانه سطوح آنگیر با سطح عایق شده دارای ماده سوپر جاذب بهترین و بیشترین کارایی و تأثیر از نظر رشد قطری و ارتفاعی را داشته است. معنی‌دار بودن یا غیر معنی‌دار بودن استفاده از مواد سوپر جاذب در رشد گیاهان یک حالت عمومی و دایمی نبوده و بستگی به شرایط اقلیمی منطقه، نوع خاک و بافت آن، نوع گیاه و حتی شرایط توپوگرافی و شیب محل کاشت دارد. لذا در مورد

منابع مورد استفاده

- Alharbi, A.R., 1999. Efficacy of a hydrpohilic polymer declines with time in greenhouse experiments. Hortsci. 34(2), 233- 244.
- Arbona, V., Iglesias, D.J., Jacas, J., Primo- Millo, E., Talon, M., Gomez-Cadenas, A., 2005. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. Plant Soil 270(1), 73-82.
- Arvandi, S., Sharifi, F., Davoudi, H., Shahnazari, A., 2017. The effectiveness of superabsorbents in providing soil moisture and increasing water productivity. The 7th National Conference of Rain Catchment Surface Systems, Tehran, March 1 and 2, 2017, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute - Rain Catchment Surface Systems Association (in Persian).
- Baniasadi, M., Panahi, B., 2019. Investigation of impact of using managed water harvesting systems in increasing crop yield. Irrig. Water Engin. 9(2), 208-224. doi: 10.22125/iwe.2019.87425 (in Persian).
- Banj Shafiei, A., Ishaghi Rad, J., Alijanpour, A., Pato, M., 2011. Investigating the effect of superabsorbent application and irrigation period on the growth of Pistacia atlantica seedlings (case study: Dr. Javanshir Nursery, Piranshahr). Iran. Forest J. 4(2), 101-112 (in Persian).
- Banj Shafiei, A., Ishaghi Rad, J., Alijanpour A., Pato, M., 2012. Investigating the effect of superabsorbent application and irrigation cycle on the growth of Pistacia atlantica seedlings. Iran. Forestry J. 2, 101-112 (in Persian).
- Behbehani, M., Asadzadeh, A., Jabali, J., 2014. Evaluating the effect of superabsorbent hydrogels and low irrigation treatments in the maintenance of nutrients in hydroponic cultivation beds, specialized training course on agricultural and industrial application of superabsorbent hydrogels. Iran Polymer Petrochem. Res. Instit. Tehran, Iran.
- Biazin, B., Sterk, G., Temesgen, M., Abdulkedir, A., Stroosnijder, L., 2012. Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems in sub-Saharan African – A review. Physics Chemis. Earth. 47-48, 139 -151.
- Chavez, M.M., Costa, J.M., Saibo, N.J.M., 2011. Recent advances in photosynthesis under drought and salinity. Advanc. Botanical Res. 57, 49-104.
- El-Hady, O.A., Wanas, Sh.A., 2006. Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamid hydrogels. J. App. Sci. Res. 2(12), 1293-1297.
- Emami, H., Astarai, A.R., Mohajerlu, M., Farahbakhsh, A., 2012. Effect of amendments on water retention of a saline- sodic soil at different suctions. J. Agroecol. 4(2), 104-111.
- Ganji Khorramdel, N., 2018. Effect of superabsorbent on soil physical properties, the third specialized educational course on agricultural and industrial application of superabsorbent hydrogels. Iran Polymer Petrochem. Res. Instit. Tehran.
- Geesing, D., Schmidhalter, U., 2004. Influence of sodium polyacrylate on the water- holding capacity of three different soils and effects on growth of wheat. Soil Use Manage. 20, 207-209.

- Henderson, J.C., Hensley, D.L., 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *Hort Sci.* 21(4), 991-992.
- Hosseini, A., Heidari, H., Nosratti, I., Khoramivafa, M., 2021. Investigating effect of water-superabsorbent polymer on growth and leaf relative water content in foxtail millet (*setaria italica*) under drought condition. *Crop Sci. Res. Arid Region.* 2(2), 231-240. doi: 10.22034/csrar.2021.269609.1083.
- Islam, M.R., Enehi, A.E., Ren, C., Li, J., Hu, Y., 2011. Impact of water-saving superabsorbent polymer on oat (*Avena spp*) yield and quality in an arid sandy soil. *Sci. Res. Essays.* 6, 720-728.
- Ismailpour, Y., 2012. Investigating the effect of water superabsorbent polymer application and mycorrhizal inoculation on the establishment of seedlings of several pasture species. *Desertification Doctoral Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 150, 19-24 (in Persian).*
- Is-Martyn, W., Szor, P., 2001. Influence of superabsorbent on the physical properties of horticultural substrates. *Int. Agrophysic.* 15, 87-94.
- Jalili, K., Jalili, J., Sohrabi, H., 2011. Effect of super absorbent polymer (tarawat a200) and irrigation interval on growth of almond sapling. *Water Soil Sci.* 21(2), 121-134.
- Karimi, A., 1993. Investigating the effect of Egitta amendment on some physical properties of soil and plant growth. *Master's Thesis in Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, 196 p.*
- Khoshbin, A., Yadollahi, A., Allami, M., Timuri, N., 2016. Evaluation of the integration of water harvesting and superabsorbent systems in the construction of dry almond orchards; sometimes in the direction of water and soil resources management. *The Third National Conference on Comprehensive Management of Water Resources, Sari, https://civilica.com/doc/335669.*
- Mazari, O.B., Tumbo, S.D., 2010. Macro-catchment rainwater harvesting systems: challenges and opportunities to access runoff. *J. Animal Plant Sci.* 7 (2), 789-800.
- Mehraban, A., Muradgholi, A., 2015. The effect of irrigation and the use of superabsorbent on the yield of mung beans. *The 6th National Congress of Legumes of Iran, Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources of Lorestan Province, Khorram Abad.*
- Mehraban, A., Muradgholi, A., 2016. The effect of irrigation and the use of absorbents on the yield of mung bean. *Sha Shamin of the National Legume Conference of Iran, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Lorestan Province, Khorram Abad.*
- Najafi Alishah, F., Golchin, A., Mohebi, M., 2013. The effects of Aquasorb water-absorbing polymer and irrigation frequency on yield, water use efficiency and growth indices of greenhouse cucumber. *J. Sci. Technol. Greenhouse Culture* 4(3), 4(3), 1-14.
- Qadiri, M., Sharifian, H., Hazarjaribi, A., Musa, H., Abdul Hosseini, M., 2012. Investigating the effect of stocozeb superabsorbent in three types of light, medium and semi-heavy soil textures. *The First National Conference on Challenges on Water Resources and Agriculture, Iranian Irrigation and Drainage Association. Islamic Azad University, Khorasgan branch, Isfahan, 24 February, 2012.*
- Rezaei, A., 2012. Investigation of operation of isolated, semi-isolated and natural surfaces in rainfall-runoff process of water harvesting system. *Final Report of Research Project, Soil Conservation and Watershed Management Institute (in Persian).*
- Sekar, I., Randhir, T.O., 2007. Spatial assessment of conjunctive water harvesting potential in watershed systems. *J. Hydrol.* 33, 39-52.
- Shahrivar, A., Kavousi, B., Khazaei, M., 2016. Investigating the use of moisture absorbing materials, pebble filter and insulating surface systems for planting fruitful trees in the sloping lands of semi-arid regions of Kohgiluyeh and Berir Ahmad Provinces. *11th National Watershed Science and Engineering Conference Iran, Yasouj. https://civilica.com/doc/510891*
- Syvetsen, J.P., Dunlop, J.M., 2004. Hydrophilic gel amendments to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedling. *Hort Sci.* 39(2), 267-271.
- Tayari, A., Hajipour, A., 2019. Investigating the performance of superabsorbent materials in increasing the water holding capacity in the soil. *Iran. J. Irrig. Water Engin.* 4, 181-190.
- Yuen, E., Anda, M., Mathew, K., Ho, G., 2001. Water harvesting techniques for small communities in arid areas. *Water Sci. Technol.* 44(6), 189-194.