

اثر مقادیر پلیمرسوپرجاذب و کم آبیاری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای

(*Zea mays L.*)

منا لطفی آقا^۱، سیدکیوان مرعشی^{۲*} و تیمور بابائی نژاد^۳

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۲) استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

(۳) استادیار خاک‌شناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

* نویسنده مسئول: marashi_47@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۵

چکیده

به منظور بررسی اثر پلیمرسوپرجاذب بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی ذرت تحت شرایط کم آبیاری، این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان اندیمشک در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کم آبیاری در سه سطح آبیاری کامل جویچه‌ها (شاهد)، آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان ثابت، آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان متغیر به عنوان فاکتور اصلی و پلیمر سوپرجاذب در سه سطح شامل عدم مصرف سوپرجاذب (شاهد)، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به عنوان فاکتور فرعی اجرا شد. نتایج نشان داد که کم آبیاری اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، پرولین و میزان کلروفیل a و b داشت. همچنین کاربرد سوپرجاذب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، میزان کلروفیل a و b و کاهش میزان پرولین شد. در بررسی اثر برهم‌کنش کم آبیاری و سوپرجاذب، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه با میانگین ۶/۶ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری کامل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود که با تیمار آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان متغیر در شرایط ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب به ترتیب با ۶/۱ و ۶/۵ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری یک در میان ثابت در شرایط عدم استفاده از سوپرجاذب با ۴/۶ تن در هکتار به دست آمد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که پلیمرهای سوپرجاذب، اثر مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای عملکردی به دلیل در اختیار قرار دادن آب و مواد غذایی در دو شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری دارند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای، پرولین و کلروفیل.

مقدمه

کشور ایران در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک واقع شده و احتمال وقوع خشکسالی در آن فراوان است. بنابراین اجرای تکنیک‌های کم‌آبیاری به منظور بهره‌وری بیش‌تر از منابع محدود آب راهکاری علمی به‌منظور کاهش مصرف آب به‌شمار می‌رود. آبیاری جویچه‌ای یک در میان از شیوه‌های کم‌آبیاری و از راهکارهای مدیریت مصرف آب در اراضی فاریاب است که با آبیاری نیمی از جویچه‌ها به‌طور ثابت یا متغیر قابل اجراست. در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر جویچه‌ها به‌صورت یک در میان آبیاری می‌شوند. به‌این ترتیب که در یک آبیاری دو جویچه کناری و در آبیاری بعدی فقط جویچه وسط آبیاری می‌شود. در این روش نیمی از ریشه گیاه فقط یک دوره خشکی را تحمل می‌کند که این خشکی دائمی نیست و در آبیاری بعد مرتفع می‌شود و نیمه دیگر تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد (Stoll *et al.*, 2015). خرامیان (۱۳۸۱) با بررسی الگوهای مختلف آبیاری در ذرت دانه‌ای اظهار داشتند که روش آبیاری یک در میان متغیر ضمن تولید عملکرد بالا، سبب صرفه‌جویی ۳۰ درصدی در آب مصرفی می‌شود. ایشان اظهار داشت که آبیاری جوی و پشته‌ای یک در میان ثابت در دوره گل‌دهی سبب بروز تنش کم‌آبی در گیاه شده و عملکرد را کاهش می‌دهد، پس بهتر است که طی این دوره حساس، آبیاری تمام جویچه‌ها به‌صورت متغیر صورت پذیرد. Kashiani و همکاران (۲۰۱۱) در ذرت گزارش نمودند که بیش‌ترین تعداد دانه در بلال در تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی و کم‌ترین آن در تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت در سراسر دوره رشد گیاه حاصل می‌شود. Kang و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه آبیاری تمام جویچه‌ها و آبیاری یک در میان متناوب و ثابت در ذرت به این نتیجه رسیدند که آبیاری یک در میان تناوبی، ضمن بهبود عملکرد دانه در شرایط کم‌آبیاری، سبب صرفه‌جویی ۵۰ درصدی در مصرف آب شده است. آن‌ها روش آبیاری یک در میان تناوبی را یک رویه موثر جهت کاهش مقدار آب مصرفی ذرت در نواحی خشک معرفی کردند. یکی دیگر از روش‌های نوین در جهت افزایش بازده آبیاری استفاده از سوپر جاذب است. پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند. این مخازن ذخیره‌کننده آب وقتی در خاک قرار می‌گیرند، آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرو نشستن آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند، این پلیمرها همچنین تأثیر کود و مواد مغذی گیاه را بیش‌تر می‌کند و به‌طور متوسط اتلاف فسفر را با ۸۴ درصد، نیتروژن را تا ۸۳ درصد و رسوب کلی را تا ۵۷ درصد کاهش می‌دهد (Seyed Doraji *et al.*, 2011). Shekari و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان دادند که سطوح مختلف پلیمر سوپر جاذب در تمام صفات گیری شده در آزمایش تفاوت معنی‌داری را نشان داد به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب به‌دست آمد.

Shahram و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی تنش خشکی در سه سطح ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و کاربرد سوپر جاذب در چهار سطح صفر، ۳۵، ۷۰ و ۱۰۵ کیلوگرم در هکتار بر گیاه ذرت گزارش نمودند که بالاترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کاربرد ۱۰۵ کیلوگرم سوپر جاذب در هکتار و کمترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری (۴۰ درصد نیاز آبی گیاه) و عدم کاربرد سوپر جاذب بود. Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد پلیمر سوپر جاذب در سه سطح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بر گیاه ذرت در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمودند که سوپر جاذب باعث افزایش معنی دار عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و طول بلال شد، اما باعث کاهش تعداد ردیف در بلال شد. Li و همکاران (۲۰۱۴) در ذرت گزارش نمودند سوپر جاذب از طریق تامین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط جنین و در نتیجه افزایش دانه‌های بارور شده است. Mojaddam و Memar (۲۰۱۵) با بررسی سه سطح پلیمر سوپر جاذب صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بر کنجد اعلام نمودند که با افزایش میزان سوپر جاذب تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین تعداد خورجین در بوته، دانه در خورجین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه به دست آمد. Tohidi Moghadam (۲۰۱۶) با کاربرد سه سطح سوپر جاذب در گندم (صفر، چهار و هشت گرم در کیلوگرم از خاک) بیان داشت، بیشترین درصد کلروفیل، وزن صد دانه و عملکرد دانه با افزایش میزان سوپر جاذب (هشت گرم در کیلوگرم از خاک) حاصل شد. علی‌رغم واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان و کمبود منابع آب و بروز خشکسالی‌های مکرر در نقاط مختلف کشور، استفاده از سوپر جاذب توام با تغییر مدیریت آبیاری برای رفع آسیب‌های خشکسالی و کمبود رطوبت خاک کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. به همین دلیل، این تحقیق با هدف بررسی اثر سطوح مختلف سوپر جاذب و کم‌آبیاری بر ذرت به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان اندیمشک در استان خوزستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۷۶ متر از سطح دریا انجام شد. مشخصات خاک‌شناسی محل تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل الگوهای مختلف آبیاری جوی و پشته‌ای در سه سطح آبیاری کامل جویچه‌ها (شاهد) (M_1)، آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان ثابت (M_2)، آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان متغیر (M_3) به عنوان فاکتور اصلی و پلیمر سوپر جاذب در سه سطح شامل عدم مصرف سوپر جاذب (شاهد) (S_0)، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب (S_1)، مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب (S_2) به عنوان فاکتور فرعی در منطقه اجرا شد. رقم مورد استفاده ذرت سینگل کراس ۷۰۴ بود. این آزمایش

دارای سه تکرار و هر تکرار شامل نه کرت آزمایشی بود. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کشت به طول شش متر، فاصله ردیف‌ها از هم ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بذور روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. بین هر بلوک (تکرار) آزمایشی دو متر و بین کرت‌های اصلی دو خط نکاشت و فاصله بین کرت‌های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (cm)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (dsm^{-1})	واکنش گل اشباع	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	ذرات تشکیل دهنده خاک (%)			
							شن	رس	لای	
۳۰-۰	۴۸	۳/۶۲	۷/۷	۰/۶	۹/۱	۱۶۳	۲۱	۵۲	۲۷	رسی

کود پایه به کار برده شده در مزرعه شامل کود نیتروژن از منبع اوره به صورت تقسیط در دو مرحله (۵۰ درصد هم‌زمان با کاشت و ۵۰ درصد در مرحله شش برگی به صورت سرک) و کود فسفر نیز براساس ۹۰ کیلوگرم فسفر خالص در هنگام تهیه زمین بود. بعد از آماده‌سازی زمین و قبل از کاشت بذر، مقادیر مشخص از سوپرجاذب برای هر ردیف به صورت نواری و در عمق ۳۰ سانتی‌متری هر ردیف به کار برده شد. اولین آبیاری بعد از کاشت بذر انجام شد و تا مرحله چهار برگی در همه تیمارها مطابق شاهد ادامه یافت و پس از آن تیمارهای مختلف آبیاری اعمال شدند. فواصل آبیاری مطابق با گیاه زراعی، اقلیم و خاک و مطابق تیمار شاهد انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی پس از حذف ۰/۵ متر از دو انتهای خطوط، تمامی بلال‌های موجود در سه خط میانی به طول سه متر به صورت دستی برداشت و پس از خرم‌ن کوبی و بوجاری وزن شد. اندازه‌گیری تعداد دانه در ردیف بر اساس شمارش و میانگین تعداد دانه از ابتدا تا انتها در پنج بلال انجام شد. به منظور محاسبه وزن هزار دانه، دو دسته ۵۰۰ تایی از بذور جدا نموده و اگر اختلاف آن‌ها کم‌تر از شش درصد بود، مجموع وزن آن‌ها به عنوان وزن هزار دانه تعیین شد. پرولین تجمع یافته در برگ گیاه در مرحله گل‌دهی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر و با توجه به منحنی استاندارد، بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ تعیین شد (Bates et al., 1973). به منظور اندازه‌گیری کلروفیل a و b از روش آرنون (Arnon, 1975) استفاده شد، بدین منظور پس از استخراج کلروفیل هر یک از نمونه‌ها با استفاده از استن ۸۰ درصد جذب نوری در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر در اسپکتروفتومتر انجام شد. با استفاده از اعداد به دست آمده هر نمونه و رابطه‌های ارائه شده مقدار کلروفیل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه محاسبه شد.

رابطه ۱: $Ch\ a = 12.25 (A663) - 2.55 (A645) \times V/W$

رابطه ۲: $Ch\ b = 20.31 (A645) - 4.91 (A663) \times V/W$

در این فرمول‌ها V حجم محلول صاف شده، W وزن تر نمونه استفاده شده و A جذب نوری در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel 2010 انجام شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a و b

اثر تیمار کم آبیاری و کاربرد پلیمرسوپرجاذب بر کلروفیل a و b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). بیش‌ترین میزان کلروفیل a به تیمار آبیاری کامل و کم-ترین میزان کلروفیل a و b به تیمار آبیاری یک در میان جویچه‌ای ثابت تعلق داشت (جدول ۳). تخریب کلروپلاست‌ها و تجزیه کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم‌های کلروفیل‌لاز و پراکسیداز از جمله عوامل مؤثر بر کاهش غلظت این رنگیزه در شرایط تنش کمبود آب محسوب می‌شود (Smirnoff, 1995) و Tohid-Moghadam (۲۰۰۹) گزارش نمودند تنش کمبود آب تمام صفات زراعی هم‌چون محتوی کلروفیل را کاهش می‌دهد، اما به‌کار بردن سوپرجاذب تمام صفات زراعی نظیر محتوی کلروفیل را افزایش می‌دهد. تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ و کاهش نرخ فتوسنتزی به‌دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی به‌خصوص، کلروفیل‌ها می‌شود (Earl and Davis, 2003). Jahan و همکاران (۲۰۱۴) اعلام داشتند برگ‌های گیاهان تحت تیمار تنش خشکی نسبت به برگ‌های گیاهان تحت آبیاری مطلوب، میزان کلروفیل کم‌تری نشان می‌دهند. نتایج هم‌چنین نشان داد بیش‌ترین میزان کلروفیل a از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب و کم‌ترین میزان کلروفیل a و b مربوط به تیمار عدم مصرف سوپرجاذب به‌دست آمد (جدول ۳). ترابی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند با افزایش میزان سوپرجاذب رنگ سبز افزایش و سپس ثابت می‌ماند، آن‌ها اعلام نمودند که سوپرجاذب به‌عنوان یک ماده جذب‌کننده آب و سایر محلول‌ها عمل کرده و در جلوگیری از شستشوی نیتروژن از اطراف ریشه گیاه اثر مثبت داشته در نتیجه وجود ازت باعث افزایش میزان کلروفیل شده است. پلیمر سوپرجاذب به دلیل توانایی بالایی که در جذب و نگهداری رطوبت اضافی موجود در خاک دارد، می‌تواند مقدار قابل توجهی آب را پس از هر بار آبیاری در خلل و فرج خود جذب و نگهداری نماید و به مرور در روزهای بعد از

آبیاری که رطوبت خاک مزرعه کاهش می‌یابد، آب جذب شده را در اختیار ریشه گیاه قرار دهد و در نتیجه برگ دچار تیرگی ناشی از کمبود آب نباشد (حبیب پور کاشفی و همکاران، ۱۳۹۴).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ذرت بر اساس میانگین مربعات

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	پرولین	تعداد دانه در پلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۲۶ ^{ns}	۰/۴ ^{ns}	۱۱/۴۴ ^{ns}	۴/۷ ^{ns}	۷۶/۷ ^{ns}
کم آبیاری	۲	۹/۶۱ ^{**}	۱/۶۳ [*]	۱۲/۶۴ ^{**}	۲۲۴۰/۷ ^{**}	۱۷۳۹/۳ ^{**}	۳۶۹۳۰/۹ ^{**}
خطای اصلی	۴	۰/۰۰۴	۰/۱۷۵	۰/۰۷	۴۸/۲۲	۱۶/۲	۲۶۷/۴
سوپر جاذب	۲	۰/۲۲۴ ^{**}	۰/۰۰۹ ^{**}	۳/۶ ^{**}	۱۹۱۶/۳ ^{**}	۱۲۱۱/۳ ^{**}	۲۲۶۵۲/۶ ^{**}
کم آبیاری*سوپر جاذب	۴	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱۳۲۸/۶ ^{**}	۱۴/۳ ^{ns}	۳۱۸۱/۵ ^{**}
خطای فرعی	۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۸۳	۸۸/۹۶	۱۵/۳۱	۲۴۰/۴
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۸	۱۳/۶	۵	۲/۱	۲/۲	۲/۶

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

پرولین

نتایج به دست آمده نشان داد که اثر کم آبیاری و کاربرد پلیمر سوپر جاذب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر برهمکنش کم آبیاری و کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر میزان پرولین تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر کم آبیاری بر پرولین نشان داد که بیش‌ترین میزان پرولین به تیمار آبیاری یک در میان جویچه‌های ثابت و کم-ترین میزان پرولین به تیمار آبیاری کامل اختصاص یافت (جدول ۳). تجمع پرولین آزاد، پاسخی متداول به تنش در گیاهان عالی می‌باشد. گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود همبستگی مثبت بین تجمع پرولین و سازش به شرایط تنش گیاهان وجود دارد. پرولین حلالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌های مختلف را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از تغییر ماهیت آن‌ها جلوگیری می‌کند (Vendruscolo *et al.*, 2007). Good و Zaplachinski (۲۰۰۰) بیان کردند تجمع ترکیباتی همانند پرولین و اسیدهای آمینه در بافت سبز کلزا تحت تنش خشکی تا حدی شرایط لازم برای ادامه جذب آب از محیط ریشه را برای این گیاه فراهم نموده و از کاهش رشد آن جلوگیری نمود. نتایج هم‌چنین نشان داد بیش‌ترین میزان پرولین از تیمار عدم مصرف سوپر جاذب و کم‌ترین میزان پرولین از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). پلیمرهای سوپر جاذب با در اختیار گذاشتن تدریجی آب برای گیاه در موقع نیاز و جلوگیری از وقوع نوسانات رطوبتی از بروز تنش کم‌آبی در گیاه

جلوگیری کرده و زمینه را برای کاهش تجمع پرولین در گیاهان تحت تنش مهیا می‌کنند که این نتایج با نتایج دانشمندی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت داشت.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در ذرت تحت تأثیر کم آبیاری و سوپر جاذب

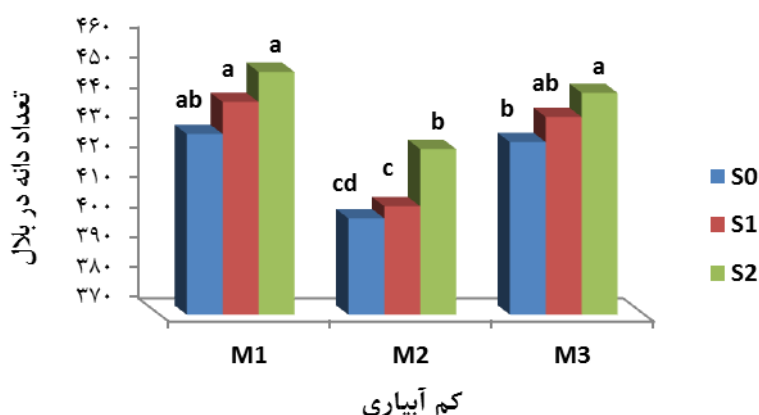
وزن هزار دانه (گرم)	میانگین صفات			تیمارها
	پرولین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم)	کم آبیاری
۱۸۶ ^a	۴/۱۳ ^c	۱/۳۸ ^a	۲/۹۱ ^a	آبیاری کامل
۱۶۱/۳۳ ^b	۷/۶۴ ^a	۰/۵۵ ^c	۰/۸۵ ^c	جویچه ای یک در میان ثابت
۱۸۴/۷۷ ^a	۵/۳۳ ^b	۰/۷۷ ^b	۱/۷۵ ^b	جویچه ای یک در میان متغیر
سوپر جاذب				
۱۶۵/۲۲ ^c	۷/۰۶ ^a	۰/۸ ^a	۱/۶۹ ^c	صفر
۱۷۸/۵۵ ^b	۶ ^b	۰/۹۱ ^a	۱/۸۱ ^b	۱۰۰ کیلو گرم در هکتار
۱۸۸/۳۳ ^a	۵/۹۴ ^b	۱ ^a	۲/۰۱ ^a	۲۰۰ کیلو گرم در هکتار

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند

تعداد دانه در بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کم آبیاری و کاربرد پلیمر سوپر جاذب و برهمکنش این تیمارها بر تعداد دانه در بلال در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در بلال از تیمار آبیاری جویچه‌ها به - طور کامل و آبیاری یک در میان جویچه‌ای به صورت متغیر و در شرایط کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب به ترتیب با ۴۵۰/۶ و ۴۴۳/۶ به دست آمد که از لحاظ آماری فاقد اختلاف معنی دار بودند. کمترین تعداد دانه در بلال از تیمار آبیاری یک در میان ثابت و عدم مصرف سوپر جاذب حاصل شد (شکل ۱). کم بودن تعداد دانه در بلال در تیمار آبیاری یک در میان ثابت را می‌توان به کاهش پتانسیل آب خاک مرتبط دانست. سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشتند که تنش خشکی در مرحله گل‌دهی می‌تواند باعث تأخیر در ظهور کاکل‌ها شود، بدین ترتیب که کاکل‌ها وقتی ظاهر می‌شوند که گرده افشانی انجام گرفته و یا گرده زنده‌ای برای تلقیح گل‌های ماده وجود ندارد و یا به شدت کاهش یافته است، لذا اکثر تخمک‌ها تلقیح نشده و در نتیجه دانه‌ای تشکیل نمی‌شود، بنابراین تعداد دانه کم‌تری در بلال تشکیل می‌شود. Kashiani و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که بیشترین تعداد دانه در بلال از تیمار آبیاری جویچه‌ای معمولی و کم‌ترین آن از تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت در سراسر دوره رشد گیاه حاصل می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. Hanon و Kaffka (۲۰۰۴) گزارش کردند کم آبیاری در طول دوره تشکیل گل‌تاجی و گل‌دهی، وزن هزاردانه را کاهش داده در حالی که کمبود رطوبت خاک در مراحل اولیه رشد گیاه ذرت تعداد دانه در بلال را کاهش می‌دهد. نتایج این آزمایش هم - چنین نشان می‌دهد مصرف سوپر جاذب موجب تأمین رطوبت کافی و جلوگیری از عقیم شدن گل‌ها گشته و تعداد بیش -

تری از گل‌ها به دانه تبدیل شده‌اند که با نتایج Shekari و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. Wu و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی در ذرت بیان نمودند که مصرف سوپر جاذب باعث افزایش آب به میزان ۱۰/۶۸ درصد نسبت به عدم مصرف سوپر جاذب در خاک شد. در ضمن استفاده از سوپر جاذب باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و تعداد دانه در بلال شد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. Li و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند سوپر جاذب از طریق تامین آب و به دنبال آن برخی عناصر غذایی در مرحله بحرانی تشکیل دانه، باعث کاهش سقط جنین و در نتیجه افزایش گل‌های بارور در ذرت می‌شود.



شکل ۱: اثر کم آبیاری (M1: آبیاری کامل جویچه‌ها (شاهد)، M2: آبیاری جویچه‌ها بصورت یک در میان ثابت و M3: آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان متغیر) و سوپر جاذب (S0: عدم مصرف سوپر جاذب (شاهد)، S1: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، S2: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب) بر تعداد دانه در بلال

وزن هزار دانه

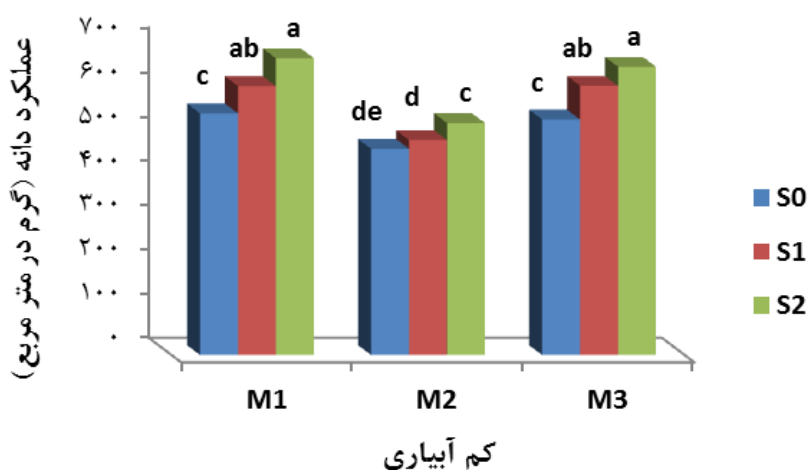
در این تحقیق اثر تیمار کم آبیاری و کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر کم آبیاری بر وزن هزار دانه نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه به تیمار آبیاری کامل و آبیاری جویچه‌ها متغیر و کم‌ترین وزن هزار دانه به تیمار آبیاری یک در میان جویچه‌ها ثابت تعلق داشت (جدول ۳). مجیدیان و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی بیان نمودند که بروز تنش و کم آبیاری از طریق کاهش ارتفاع بوته که نتیجه حساسیت بالای فرآیندهای تقسیم و رشد سلولی به تنش خشکی می‌باشد باعث کاهش میزان کربوهیدرات‌های ذخیره شده در ساقه (منبع ثانویه) و همچنین کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز می‌گردد که در نتیجه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد. در آزمایش دیگری که توسط سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد گزارش شد که کاهش حجم آبیاری از طریق کوتاه کردن دوره پر شدن دانه باعث کم شدن وزن هزار دانه می‌گردد. نتایج

این تحقیق هم‌چنین نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب و کم‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار عدم مصرف سوپر جاذب به‌دست آمد (جدول ۳). علت افزایش وزن دانه‌ها در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب، می‌تواند به در دسترس بودن آب برای گیاه و هم‌چنین انتقال بهتر کربوهیدرات‌ها به دانه‌ها - باشد که در نتیجه از چروکیده شدن دانه‌ها جلوگیری می‌کند که با نتایج Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد اثر کم‌آبیاری و پلیمر سوپر جاذب و برهمکنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج برهمکنش کم‌آبیاری و سوپر جاذب نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه به تیمار آبیاری کامل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب با ۶/۶ تن در هکتار اختصاص یافت، که با تیمار آبیاری جویچه‌ها به‌صورت یک در میان متغیر در شرایط ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب به‌ترتیب با ۶/۱ و ۶/۵ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری یک در میان ثابت و در شرایط عدم استفاده از سوپر جاذب با ۴/۶ تن در هکتار حاصل شد (شکل ۳). می‌توان چنین اظهار کرد که مصرف سوپر جاذب با اثر مثبت بر اجزای عملکرد دانه همچون تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد دانه در دو شرایط آبیاری کامل و کم‌آبیاری شده است. هم‌چنین مشخص شد که عملکرد دانه در تیمار آبیاری جویچه‌ها به‌صورت یک در میان متغیر در شرایط ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب نسبت به عدم مصرف سوپر جاذب در شرایط آبیاری کامل به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. لذا مصرف سوپر جاذب‌ها می‌تواند به‌عنوان یک راهکار در افزایش محصول و هم‌چنین صرفه‌جویی در آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۳). Kang و همکاران (۲۰۰۷) با مقایسه آبیاری تمام جویچه‌ها و آبیاری یک در میان متناوب و ثابت در ذرت به این نتیجه رسیدند که آبیاری یک در میان متناوب، ضمن تولید عملکرد دانه مناسب، سبب صرفه‌جویی ۵۰ درصد در مصرف آب شده است. آن‌ها روش آبیاری یک در میان متناوب را یک راهکار مناسب جهت کاهش مقدار آب مصرفی ذرت در نواحی خشک معرفی کردند. سپاسی و همکاران (۱۳۹۱) بیان نمودند کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آب می‌تواند به‌علت کاهش فتوسنتز و توقف کلروفیل‌سازی، کاهش فعالیت آنزیم‌های احیا کننده‌ی نیترات و افزایش آنزیم‌های هیدرولیز کننده مثل آمیلاز باشد. Ma و همکاران (۲۰۱۴) بیان نمودند کمبود آب ۱۸ تا ۲۰ روز قبل از گرده‌افشانی موجب ۱۵ تا ۲۵ درصد کاهش عملکرد دانه ذرت شد این محققین هم‌چنین اظهار داشتند کمبود آب در زمان گرده‌افشانی درصد سقط جنین را افزایش می‌دهد و می‌تواند تشکیل بذر را کاملاً متوقف سازد. خرامیان (۱۳۸۱) گزارش نمود که روش آبیاری یک در میان تا مرحله گل‌دهی و پس از آن آبیاری تمام جویچه‌ها ضمن تولید عملکرد بالا در ذرت، سبب صرفه‌جویی ۳۰ درصدی در آب مصرفی می‌شود. نتایج هم‌چنین نشان داد پلیمر سوپر جاذب با افزایش ذخیره آب در خاک و در اختیار قرار

دادن آب و مواد غذایی، میزان رنگیزه‌ها و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاهان افزایش و منجر به افزایش عملکرد دانه شد. شداد و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا مشاهده نمودند که در شرایط تنش خشکی فتوسنتز و محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد ولی کاربرد پلیمر سوپر جاذب می‌تواند اثرات مخرب کمبود آب را به‌وسیله جذب، حفظ و نگهداری آب به‌طور معنی‌دار کاهش دهد. این نتایج با یافته‌های Rafiei و همکاران (۲۰۱۳) نیز مطابقت داشت. به‌نظر می‌رسد پلیمر سوپر جاذب با توسعه بیش‌تر اندام‌های رویشی از طریق قراردادن آب کافی در اختیار ریشه گیاه و افزایش انتقال مواد از خاک توسط گیاه و هم‌چنین با افزایش کارایی فتوسنتزی برگ‌ها از طریق افزایش سطح برگ و میزان فتوسنتز باعث تجمع بیشتر ماده خشک و عملکرد دانه در گندم شد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل ۳: اثر کم آبیاری (M₁: آبیاری کامل جویچه‌ها (شاهد)، M₂: آبیاری جویچه‌ها بصورت یک در میان ثابت و M₃: آبیاری جویچه‌ها به صورت یک در میان متغیر) و سوپر جاذب (S₀: عدم مصرف سوپر جاذب (شاهد)، S₁: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب، S₂: ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر جاذب) بر عملکرد دانه

نتیجه گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب، اثر مثبت و معنی‌داری بر پارامترهای عملکردی به دلیل در اختیار قرار دادن آب و مواد غذایی در دو شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری دارند. ولی از آنجایی که هدف استفاده از سوپر جاذب‌ها در مناطق با کمبود آب، صرفه جویی در مصرف آب است. از طرفی با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط ۲۰۰ کیلوگرم نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم سوپر جاذب در شرایط یک در میان متغیر و همچنین افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در این دو تیمار نسبت به تیمار آبیاری کامل و عدم مصرف سوپر جاذب، می‌توان مصرف ۱۰۰

کیلوگرم سوپر جاذب در شرایط آبیاری جویچه ای یک درمیان متغیر را جهت صرفه جویی در مصرف آب و همچنین کاهش هزینه‌های تولید در منطقه توصیه کرد.

منابع

- ترابی، ع. ر.، فرح بخش، ح. و غ. ر. و غ. ر. **خواجویی نژاد ۱۳۹۲**. بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و سوپر جاذب زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۵(۳): ۱-۱۴.
- حبیب پور کاشفی، ا.، قرینه، م.، ح.، شافعی‌نیا، ع.، ر.، روزرخ، م. **۱۳۹۴**. اثر سطوح زئولیت بر فلورسانس کلروفیل لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۷(۲۸): ۱۹-۳۲.
- حیدری، م.، و کرمی، و. **۱۳۹۲**. بررسی اثر تنش خشکی و گونه‌های میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، میزان کلروفیل و ترکیبات بیوشیمیایی آفتابگردان. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۶(۱): ۱۷-۲۶.
- خرامیان، م. **۱۳۸۱**. بررسی اثر کم آبیاری به‌روش جویچه‌ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان، مجله تحقیقات کشاورزی، ۳(۱۱): ۹۱-۱۰۱.
- دانشمندی، س. م.، و عزیزی، م. **۱۳۸۸**. بررسی تأثیر تنش خشکی و پلیمر سوپر جاذب بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی ریحان. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی. دانشگاه گیلان، ۱۲۸۰-۱۲۷۶.
- سپاسی، ش.، کلارستاقی، ک.، ابراهیمی، ح. **۱۳۹۱**. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۲۳): ۲۸۸-۲۷۹.
- مجیدیان، م.، قلاوند، ا.، کریمیان، ن.، کامکار حقیقی، ع. **۱۳۸۷**. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، کود دامی و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱(۲): ۶۷-۸۵.
- مرتضوی، س. م.، توکلی، ا.، محمدی، م.، ح.، و افصحی، ک. **۱۳۹۴**. تأثیر کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گندم رقم آذر ۲ در شرایط دیم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۰۶: ۱۱۸-۱۲۵.
- Arnon, D. I. 1975.** Copper enzymes increased insolated chloroplast polyphenoxidase increased (*Beta vulgaris* L.). *Plant Physiology*. 45:1-15 .
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, L. D. 1973.** Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*. 39(2): 205-207.

Dash, S., and Mohanty, N. 2011. Evaluation of assays for the analysis of thermo-tolerance and recovery potentials of seedlings of wheat. *Journal Plant Physiology*. 158: 153-165, 2002.

Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*. 95: 688- 696.

Good, A., Zaplachinski, S. 2000. The effects of drought on free amino acid accumulation and protein synthesis in *Brassica napus*. *Physiology Plant*. 90: 9-14.

Hanon, B., and Kaffka, S. 2004. Use of drip irrigation for sugar beet production. *Agriculture Water Management*. 19 (2): 166–176.

Jahan, M., Sohrabi, R., Doaei, F., Amiri, B. 2014. Effect of superabsorbent hydrogel moisture in the soil and foliar application of humic acid on some beans Agroecological features in Mashhad. *Journal of ecology agriculture*. 3 (2): 71-90.

Kashiani, P., Saleh, G., Osman, M., and Habibi, D. 2011. Sweet corn yield response to alternate furrow irrigation methods under different planting densities in a semiarid climatic condition. *African Journal of Agricultural Research*. 6(4): 1032-1040.

Li, X., He, J. Z., Hughes, J. M., Liu, Y. R., Zheng, Y. M. 2014. Effects of super-absorbent polymers on a soil- corn system in the field. *Applied Soil Ecology* 73:58-63.

Ma, B. L., Subedi, K. D., Stewart, D. W., and Dwyer, L. M. 2014. Dry matter accumulation and silage moisture changes after silking in leafy and dualpurpose corn hybrids. *Agronomy Journal*. 98:922-929.

Memar, M, R., and Mojaddam, M. 2015. The effect of irrigation intervals and different amounts of super absorption yield and yield components of sesame in Hamidiyeh weather conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 5 (1): 179-186.

Norwood, C. A. 2015. Water use and yield of limited-irrigated and dryland corn. *Soil Science Biology Journal*. 64: 365-370.

Rafiei, F., Nourmohammadi, G., Chokan, R., Kashani, A., and Haidari Sharif Abad, H. 2013. Investigation of superabsorbent polymer usage on maize under water stress. *Global Journal of Medicinal Plant Research*. 1(1): 82-87, 2013.

Seyed Doraji, S., Gholchin, A., Ahmadi, SH. 2011. Effects of a superabsorbent polymer and salinity of the water holding capacity in sandy, loamy and clay. *Journal of Soil and Water*. 24(2):306-316.

Kang, S., Z. Liang, Y. Pan, P. Shi and J. Zhang. 2007. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. *Agriculture. Water Manage*. 45(3):25-33.

Shaddad, M. A. K., Robiul Islam, M. R., Malhotra, R. S. 2009. Response of six ollseed rape genotypes to water stress and hyhydrogel application. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 39:243-250 [indexed in ISI] ISSN: 1517-6398, 2009.

Shahram, M., Fazeli Rostampoor, F., and Ansari, M. H. 2013. The effect of different levels of Superabsorbent on efficiency of the Photosynthetic matter the remobilization and portion of remobilization in seed yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Annals of Biological Research*. 4 (1): 170-176.

Shekari, F., Javanmard, A., Abbasi, A. 2015. Effects of Super-Absorbent Polymer Application on Yield and Yield Components of Rapeseed (*Brassica napus* L.) *Notulae Scientia Biologicae*. 7(3):361-366.

Smirnov, N. 1995. Antioxidant systems and plant response to the environment In: Smirnov, V. (ed). *Environment and Plant metabolism: Flexibility and acclimation*. BIOS Scientific Publishers, Oxford. 217-243, 1995.

Stoll, M., Loveys, B., and Dry, P. 2015. Improving water use efficiency of irrigated horticultural crops, *Journal Express Botany*. 51(4) 1627-1634.

Tohidi Moghadam, H, R., 2016. Application of super absorbent polymer and ascorbic acid to mitigate deleterious effects of cadmium in wheat. www.agro.ufg.br/pat - *Pesq. Agropec. Trop., Goiânia*, v. 46(1): 9-18.

Tohidi-Moghadam, H. R., Shirani Radi, A. H., Nour-Mohammadi, G., Habibi, D., Modarres-sanavy, S. A. M., Mashhadi-Akbar-boojar, M. and Dolatabadian, A. 2009. Response of six oil seed rape genotypes to water stress and hydrogel application. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. 39:243-250.

Vendruscolo, A. C. G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C. A., Molinari, H. B. 2007. Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. *Journal of Plant Physiology*, 164: 1367-1376.

Wu, L., Liu., M., and Liang, L. 2010. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK. Compound fertilizer with superabsorbent and water-retention of corn. *Bioresource Technology*. 10(2): 28-39.